

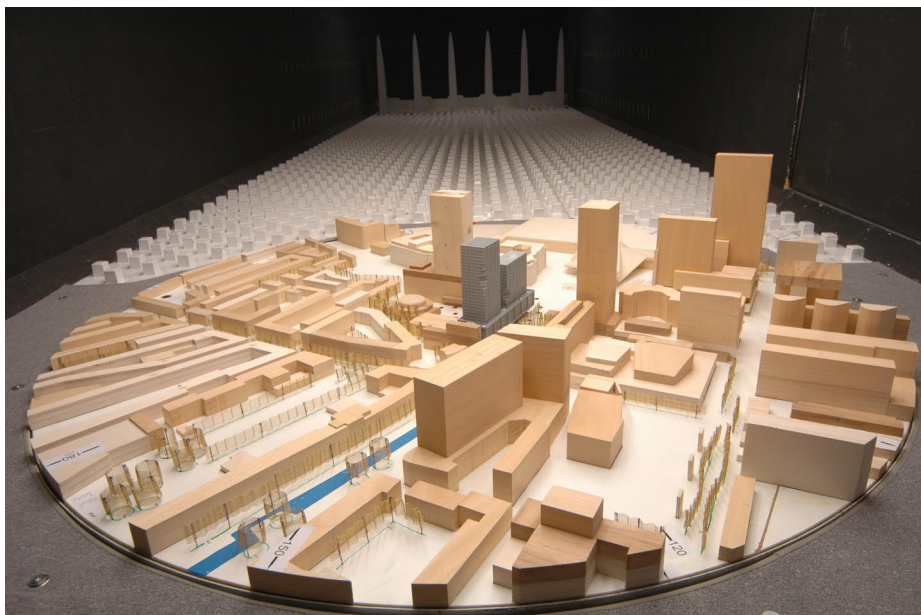


Weena Centrum 3 te Rotterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel

Weena Centrum 3 te Rotterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel



opdrachtgever	Maarsen Groep
rapportnummer	G 18255-6-RA-003
datum	23 juli 2019
referentie	OO/LA//G 18255-6-RA-003
verantwoordelijke	
opsteller	

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Normstelling en opzet van het onderzoek	5
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	10
3	Resultaten van het onderzoek	12
3.1	Onderzoek VO-situatie	12
3.1.1	Situatie met gesloten doorgang	13
3.1.2	Situatie met geopende doorgang	15
3.2	Onderzoek DO-fase	16
3.2.1	Basismeting DO-situatie	17
3.2.2	Effect verhogen toren tot 125 m	18
3.2.3	Effect toevoegen schermen in het nieuwe straatje	19
3.2.4	Effect toevoegen schermen en groen op het dak van de kantoren	21
3.2.5	Effect vervangen schermen door plantenbakken en uitbreiden groen	22
3.2.6	Windklimaat met een woontoren van 115 m	23
4	Samenvatting en conclusies	25

1 Inleiding

In opdracht van de Maarsen Groep is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan The Modernist, op de locatie Weena Centrum 3 te Rotterdam, inclusief de bestaande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Er is onderzoek uitgevoerd in verschillende fases van de planvorming.

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.

In hoofdstuk 2 wordt de normstelling toegelicht en de opzet van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 is een samenvatting betreffende het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

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, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

2.2 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.

2.2.1 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 en dergelijke.

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
≥ 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.

Opgemerkt wordt dat de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden. Zo zal een relatief groot deel van voorkomende windhinder optreden in de winter. In de norm wordt daar geen rekening mee gehouden. Op terrassen en buitenruimten wordt door ons om deze reden meestal uitgegaan van het criterium voor slenteren in plaats van langdurig zitten, met een streefwaarde van minder dan 5%.

2.2.2 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

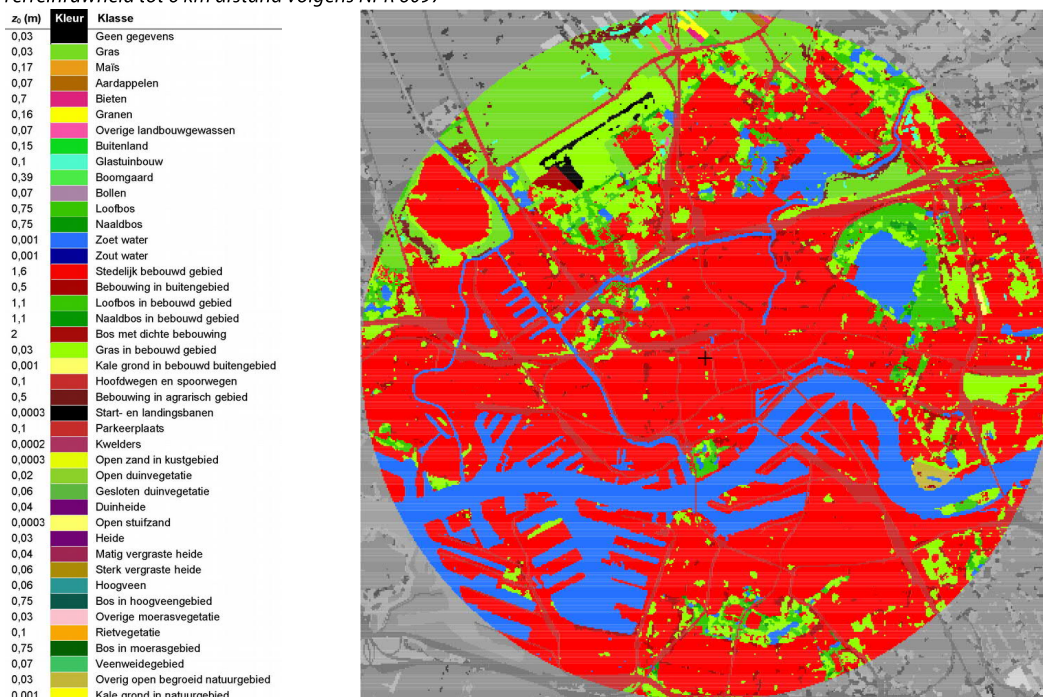
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$."

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."

2.3 Windklimaat op de locatie

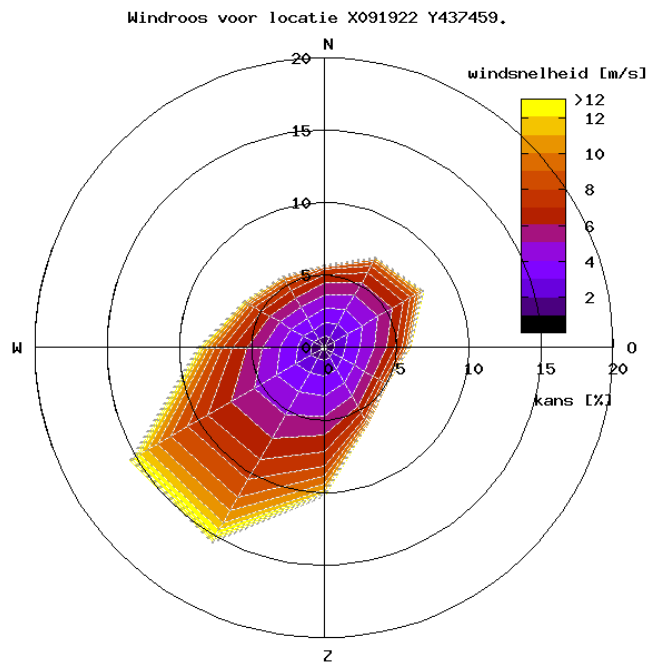
Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden 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 2.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



In figuur 2.2 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 westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee het meest bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097



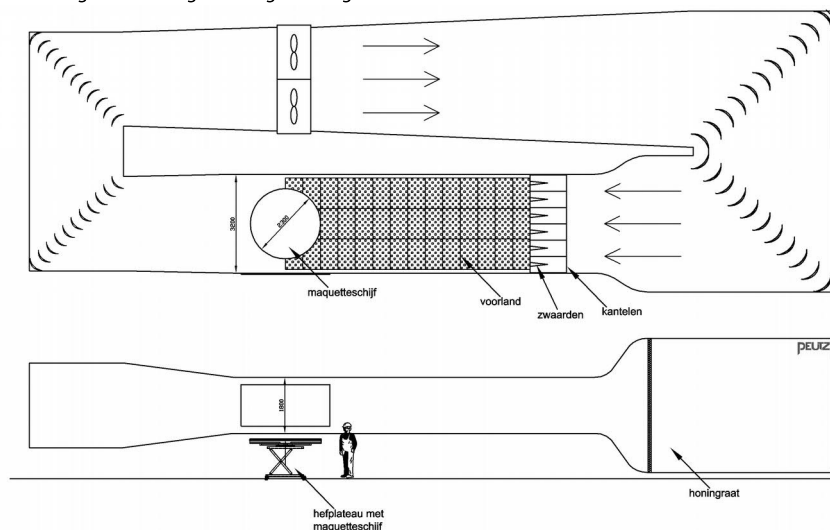
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Positie X091922 Y437459 Jaar 1963-2002											
totaal aantal uren: 8767.4											
gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.4											
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	Noord 360°
0.0 - 0.9	17.1	18.0	16.7	16.0	16.4	16.4	17.0	20.9	18.6	15.6	16.8
1.0 - 1.9	60.0	57.5	47.0	45.3	53.3	59.2	58.8	67.8	57.9	56.7	55.8
2.0 - 2.9	86.7	90.9	68.6	68.8	82.2	98.4	97.1	107.1	84.1	74.9	79.7
3.0 - 3.9	103.5	100.5	85.2	80.5	93.2	116.8	131.3	132.4	104.2	81.2	87.8
4.0 - 4.9	100.7	111.8	90.1	72.8	91.0	120.3	167.6	156.3	110.1	82.8	79.4
5.0 - 5.9	90.1	99.4	73.5	58.5	73.3	116.1	158.9	166.9	95.1	70.0	71.1
6.0 - 6.9	68.9	75.0	55.0	41.5	46.6	103.4	149.5	161.6	83.8	60.2	49.5
7.0 - 7.9	44.8	52.3	37.0	28.6	33.5	83.1	142.7	141.4	65.9	44.2	31.2
8.0 - 8.9	28.2	37.9	23.4	16.6	20.5	64.8	119.1	118.0	46.3	31.7	15.9
9.0 - 9.9	15.9	23.4	12.3	6.4	12.4	44.6	99.9	94.9	35.1	20.4	8.2
10.0 - 10.9	8.9	14.3	6.5	2.5	5.9	32.0	77.3	66.1	22.7	11.9	4.6
11.0 - 11.9	3.2	7.6	3.4	1.2	2.5	19.7	53.1	51.5	16.7	7.9	2.2
12.0 - 12.9	2.1	3.0	1.4	0.3	0.7	11.8	37.8	29.5	10.3	2.8	1.2
13.0 - 13.9	0.6	0.7	0.6	0.3	0.5	6.1	22.5	19.6	6.1	1.3	0.6
14.0 - 14.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	3.2	13.1	11.2	3.5	0.9	0.1
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	7.6	5.6	1.5	0.3	0.0
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.3	2.9	1.2	0.2	0.0
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	1.8	0.5	0.2	0.0
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	0.7	0.1	0.0	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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
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
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
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
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
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
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
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
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
aantal uren	630.9	692.6	520.8	439.4	532.2	898.7	1360.7	1357.1	763.9	563.3	504.1
gemiddelde snelheid	4.7	5.0	4.7	4.4	4.5	5.7	6.7	6.5	5.5	5.0	4.4

2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

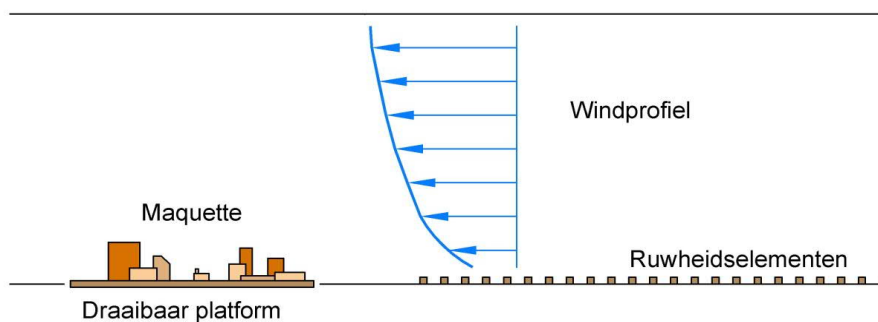
Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz zowel over eigen windtunnel- als rekenfaciliteiten. In deze situatie is gekozen voor simulaties in de windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.

f2.3 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 2.4.

f2.4 Opwekken windprofiel in de windtunnel



2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:350 schaalmodel van de bouwplannen en de stedenbouwkundige omgeving vervaardigd conform de volgende gegevens:

- 3D model van de nieuwbouw, MVRDV;
- gegevens uit diverse openbare bronnen, waaronder de BGT en AHN.

De maquette beslaat een cirkelvormig gebied met een diameter van circa 800 meter.

f2.5 Maquette basissituatie



2.6 Onderzoek in de windtunnel

In de basissituatie zijn in totaal op 89 plaatsen rondom het project 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. Een zestal punten is daarbij aangebracht op de mogelijke terraslocaties op de voet van het gebouw.

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.

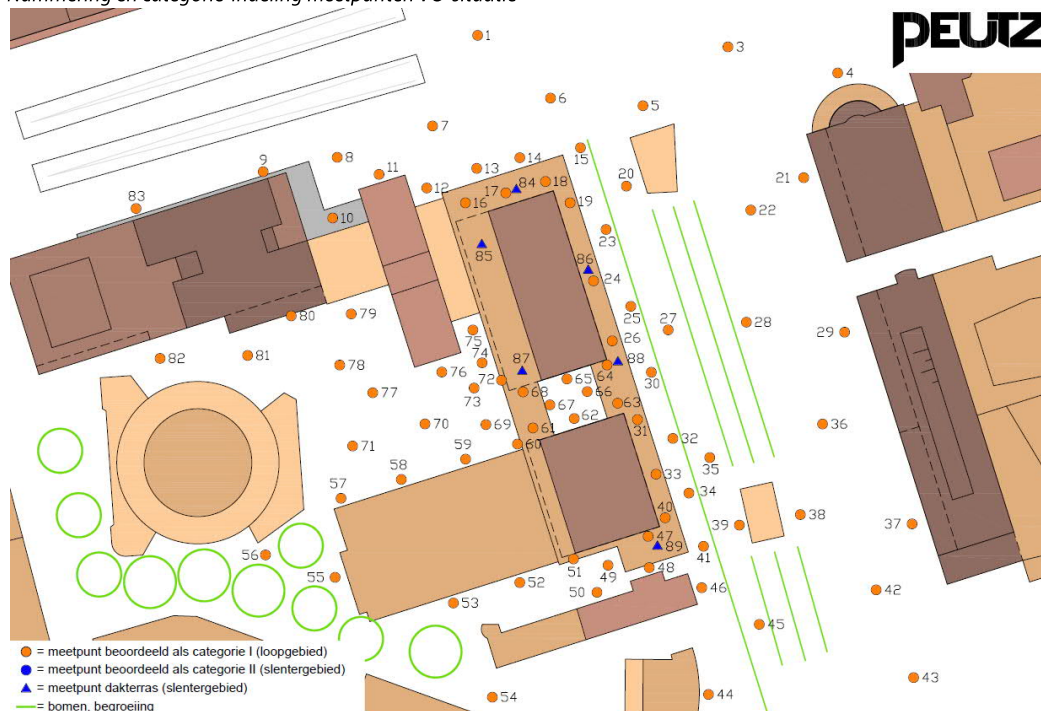
3 Resultaten van het onderzoek

3.1 Onderzoek VO-situatie

Onderstaand 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 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar. Hierbij worden de meetpunten op het dak van de laagbouw beoordeeld met het criterium voor slenteren (categorie II). Hier wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed, nagestreefd. De overige meetpunten worden beoordeeld met het criterium voor doorlopen (categorie I). Het criterium voor langdurig zitten (categorie III) is niet toegepast. Opgemerkt moet worden dat bij de uiteindelijke beoordeling van het windklimaat de entrees, winkelgebieden en eventuele terraslocaties op de begane grond beoordeeld zullen moeten worden als slentergebied. De huidige metingen zijn mede bedoeld voor het vaststellen van de juiste locaties van deze gebieden.

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

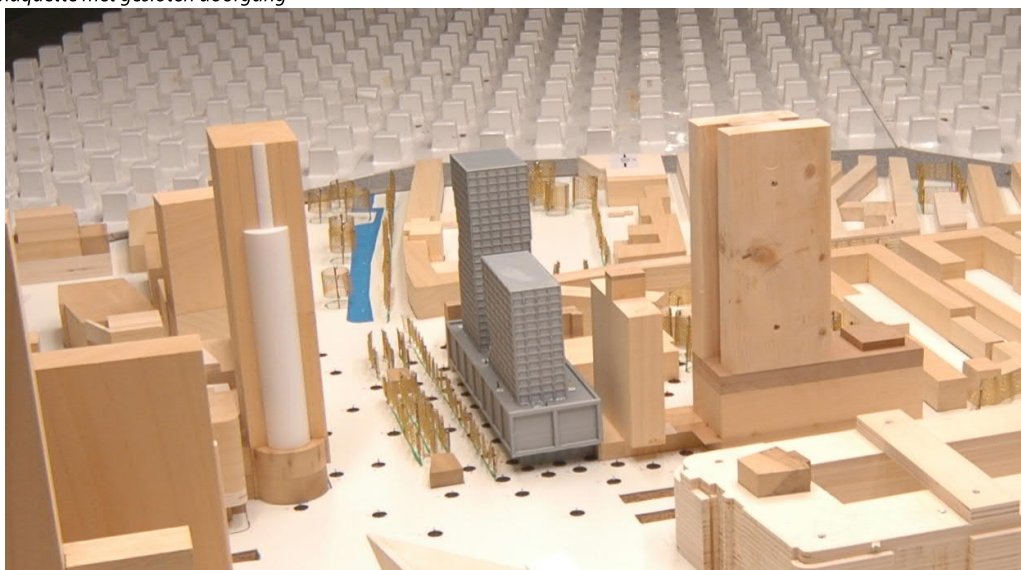
f3.1 Nummering en categorie-indeling meetpunten VO-situatie



Teneinde te kunnen vaststellen wat het effect van het openen van de deuren in de onderdoorgang op het windklimaat is, zijn er metingen gedaan met deze passage open en aan beide zijden gesloten

3.1.1 Situatie met gesloten doorgang

f3.2 Maquette met gesloten doorgang



f3.3 Hinderkans en beoordeling windklimaat met gesloten doorgang



Windklimaat rond het gebouw

Uit de metingen blijkt dat op de meeste punten op loopniveau rond het plan een goed windklimaat te verwachten is. Op het plein aan de westzijde en onder de overkraging aan de noord en oostzijde van het gebouw is het te verwachten windklimaat op alle punten goed, zelfs als deze beoordeeld worden voor de activiteitenklasse slenteren (voor entrees).

Op wat grotere afstand van het plan wordt op het Kruisplein en aan het Weena op een aantal punten een matig windklimaat voor doorlopen verwacht. Dit windklimaat is echter het gevolg van de reeds aanwezig hoogbouw in het gebied, en wordt slechts beperkt beïnvloed door de geplande nieuwbouw.

In de geplande nieuwe straat aan de zuidzijde van het gebouw is het windklimaat ongunstig. Hier wordt een voor doorlopen matig tot slecht windklimaat verwacht. Dit ongunstige windklimaat wordt verklaard door drukverschillen over de geplande nieuwbouw bij wind uit het zuidwesten tot westen. Om het windklimaat in dit gebied te verbeteren is het plaatsen windremmende elementen op het maaiveld in het gebied met de hogere windsnelheden de enige manier. Hierbij kan gedacht worden aan deels overlappende schermen tussen de nieuwbouw en de bestaande bebouwing.

Windklimaat op het dak

Het windklimaat op het dak van de kantoren is op de meetpunten langs de westgevel (meetpunten 85 en 87) en in de doorgang (meetpunt 88) slecht voor slenteren. Met name op meetpunt 85 langs de westgevel van de noordelijke toren wordt een zeer slecht windklimaat met overschrijding van het gevaarcriterium verwacht. Dit ongunstige windklimaat wordt deels verklaard door de hoogte van de plint, waardoor er geen afscherming is van de aanstromende wind door de omringende bebouwing. Daarnaast zorgt de aanwezigheid van de geplande torens op een aantal punten voor een verdere verslechtering van het windklimaat. Op deze punten is het dan ook niet mogelijk om zonder uitgebreide maatregelen in de vorm van schermen, eventueel gecombineerd met luifels, terrassen te realiseren.

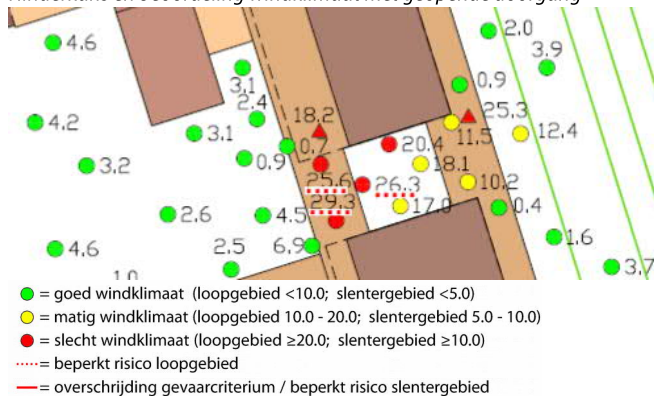
Op meetpunten 84 en 86, aan de oost- en noordzijde van de toren, is het windklimaat goed voor slenteren. Deze meetpunten liggen voor de overheersende windrichtingen afgeschermd voor de wind door de toren. Het situeren van terrassen op de noordwesthoek (geen meetpunt) en de zuidoosthoek (meetpunt 88) van de noordelijke toren wordt afgeraden.

3.1.2 Situatie met geopende doorgang

f3.4 Maquette met geopende doorgang



f3.5 Hinderkans en beoordeling windklimaat met geopende doorgang



In de situatie met de onderdoorgang open blijkt dat de deuren essentieel zijn voor het windklimaat. Zonder deuren is er aan de westzijde van de onderdoorgang een slecht windklimaat voor doorlopen met een beperkt risico op windgevaar te verwachten. Vanaf ongeveer het midden van het gebouw is het windklimaat matig voor doorlopen (en dus nog steeds slecht voor entrees). Dit matige windklimaat strekt zich uit tot net buiten het gebouw. Het windklimaat wordt veroorzaakt door dat bij wind uit zuidwestelijke richtingen door de aanwezigheid van de torens drukverschillen over het gebouw ontstaan.

In plaats van het plaatsen van volledig gesloten deuren kan overwogen worden de alleen de onderste helft van de westelijke doorgang af te sluiten. Hierdoor wordt het gebied waarin de hoogste snelheden optreden beschermd, en de totale hoeveelheid lucht door de doorgang beperkt, waardoor in de gehele doorgang een verbetering van het windklimaat te verwachten is. Teneinde bij openen van de deuren hoge snelheden door de deur te voorkomen (en te voorkomen dat grote drukverschillen over de deur tot problemen leiden) is het in dat geval wel aan te bevelen de toegang uit te voeren als tourniquet.

3.2 Onderzoek DO-fase

Ten opzichte van de VO-situatie is in de DO-fase het model wat verder uitgewerkt. Daarnaast is het groen rond het gebouw wat vollediger gemodelleerd. Het aantal meetpunten in het nieuwe straatje ten zuiden van de nieuwbouw is vergroot en de meetpunten op het dak van de kantoren zijn aangepast aan de geplande indeling van dit gebied. Er zijn meetpunten geplaatst op de geplande daktuinen en de verschillende terrassen zoals aangegeven op de tekeningen van het plan.

De meetpuntenfiguur voor de DO-situatie is weergegeven in figuur 3.6.

f3.6 Nummering en categorie-indeling meetpunten DO-situatie

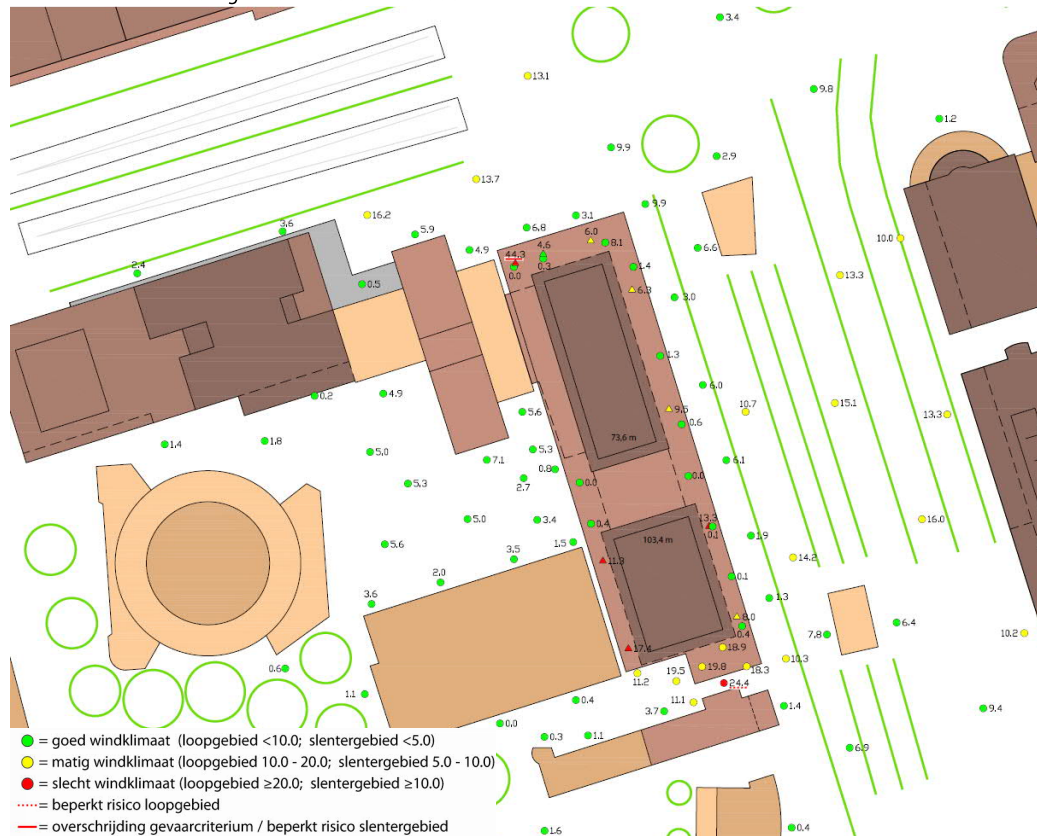


3.2.1 Basismeting DO-situatie

f3.7 Maquette basismeting DO-situatie



f3.8 Hinderkans en beoordeling windklimaat DO-situatie



Het windklimaat in de doorgemeten situatie is niet wezenlijk anders dan in de VO-situatie. Door de toegenomen hoeveelheid begroeiing is het windklimaat op het Kruisplein en het Weena in de metingen wat gunstiger. Het windklimaat is in deze gebieden overwegend matig. Dit matige windklimaat is echter ook reeds aanwezig in de huidige bebouwingssituatie.

Evenals in de VO-situatie is het windklimaat in het nieuwe straatje ten zuiden van de nieuwbouw kritisch. Er wordt hier een matig, lokaal slecht windklimaat verwacht, waarbij er sprake is van een beperkt risico op windgevaar. Op de andere punten rond het gebouw is het windklimaat overwegend gunstig. Op het terrein ten westen van het gebouw, onder de overkraging en bij de verschillende entrees mag een goed windklimaat verwacht worden.

Het windklimaat op het dak van de kantoren kent grote verschillen. Het te verwachten windklimaat op de daktuinen rond de zuidelijke woontoren is op een aantal punten slecht voor slenteren, op één meetpunt matig. Het windklimaat op deze punten zou verbeterd kunnen worden door het plaatsen van terrasschermen of het plaatsen van begroeiing.

Op de geplande terrassen rond de noordelijke woontoren kent het windklimaat grote verschillen. Op het meetpunt op de noordwesthoek van het dak is het windklimaat zonder aanvullende maatregelen zeer slecht, waarbij er een overschrijding van het criterium voor windgevaar wordt gevonden. Op het terras ten noorden van de toren is het windklimaat lokaal goed voor slenteren, langs de oostgevel matig. Er wordt geadviseerd het terras niet door te laten lopen tot aan de noordwesthoek van het dak of met bouwkundige maatregelen het windklimaat op deze plek te verbeteren. Op de overige locaties kan overwogen worden het windklimaat te optimaliseren door het plaatsen van bakken met begroeiing.

3.2.2 Effect verhogen toren tot 125 m

Er wordt overwogen de hoge woontoren te verhogen tot 125 m. Er is onderzocht wat het effect van deze verhoging is op het windklimaat rond het gebouw.

f3.9 Maquette basismeting met een toren van 125 m



f3.10 Hinderkans en beoordeling windklimaat met een toren van 125 m



Uit de resultaten blijkt dat de verhoging van de toren, zoals te verwachten, een beperkte achteruitgang van het windklimaat met zich mee brengt. In het nieuwe straatje is het te verwachten windklimaat nu op meer punten slecht, met op twee punten een beperkt risico op windgevaar. Op het Kruisplein nemen de hinderkansen lokaal met enkele procentpunten toe, maar er vindt geen wijziging plaats in de beoordeling van de het resulterende windklimaat. Het windklimaat op het terrein aan de westzijde blijft gunstig.

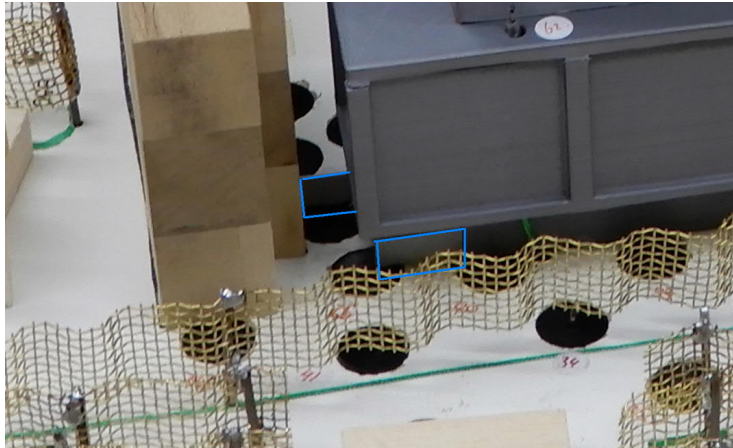
Het windklimaat op het dak van de kantoren rond de zuidelijke woontoren is nu op alle punten slecht voor slenteren, waarbij er op één punt sprake is van een beperkt risico op windgevaar (wat volgens de norm niet geaccepteerd mag worden voor slentergebieden).

Uitgaande van een woontoren van 125 m hoogte is vervolgens onderzocht of het windklimaat op de meest kritische punten met behulp van maatregelen verbeterd kan worden.

3.2.3 Effect toevoegen schermen in het nieuwe straatje

Er is onderzocht wat het effect is van het toevoegen van een tweetal, deels overlappende schermen met een hoogte van 3 m in het nieuwe straatje. Het oostelijke scherm is daarbij in lijn geplaatst met de gevel van de laagbouwvoet op het maaiveld.

f3.11 Maquette variant met schermen in het straatje (aangegeven in blauw)



f3.12 Hinderkans en beoordeling windklimaat met schermen in het straatje



Uit de resultaten blijkt dat de schermen een positief effect hebben op het te verwachten windklimaat in het straatje, maar dat het windklimaat op een aantal punten wel matig blijft. Het slechte windklimaat bij meetpunt 92 (hinderkans 20,2%) wordt met name verklaard door het feit dat het punt zeer dicht bij de hoek van het scherm ligt, waar het windklimaat het meest ongunstig is.

Uit de resultaten blijkt dat ook met de verplaatste schermen het windklimaat in het nieuwe straatje matig blijft.

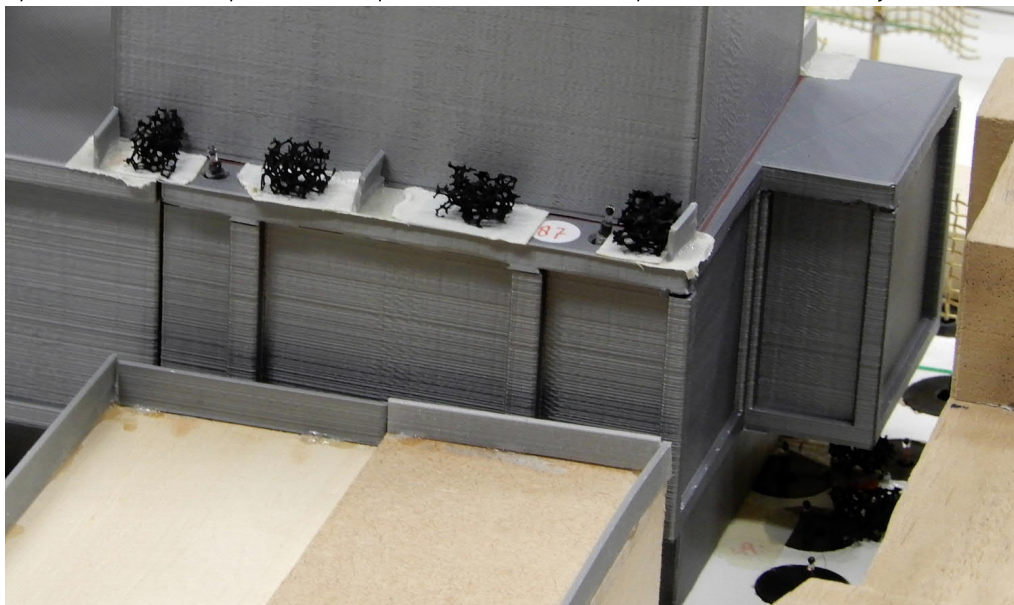
De schermen rond de zuidelijke woontoren zorgen voor een verbetering van het windklimaat, maar aan de westzijde blijft het windklimaat matig tot slecht voor slenteren. Aan de oostzijde wordt een goed tot matig windklimaat verwacht.

Het windklimaat op het dak van de kantoren rond de noordelijke woontoren verbeterd sterk door de geplaatste plantenbakken en het scherm. Alleen bij de noordwesthoek wordt nu nog een matig windklimaat verwacht, waar dit zonder de maatregelen zeer slecht was.

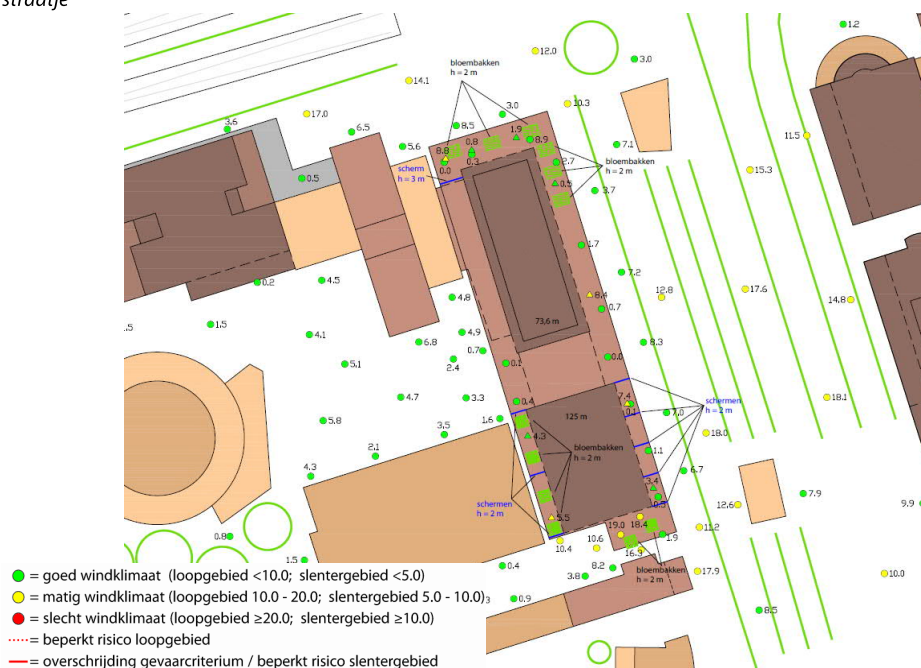
3.2.5 Effect vervangen schermen door plantenbakken en uitbreiden groen

Van schermen is bekend dat zij bij de hoeken van het scherm lokaal tot hoge snelheden kunnen leiden. Half open structuren zoals begroeiing hebben om die reden soms een gunstiger effect op het windklimaat dan schermen. Er is daarom onderzocht of de schermen in het nieuwe straatje vervangen kunnen worden door plantenbakken. Daarnaast zijn extra plantenbakken op de westelijke buitenruimten van de zuidelijke woontoren gemodelleerd.

f3.15 Maquette variant met extra plantenbakken op het dak van de kantoren en plantenbakken in het straatje



f3.16 Hinderkans en beoordeling windklimaat met extra plantenbakken op het dak van de kantoren en plantenbakken in het straatje



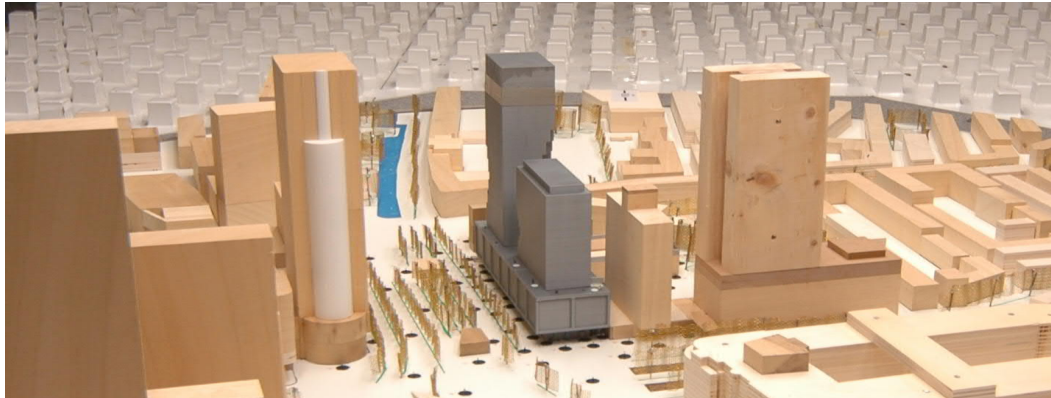
Uit de resultaten blijkt dat ook door het plaatsen van begroeiing in de doorgang het windklimaat te verbeteren is tot minimaal matig voor doorlopen.

Ook op de buitenruimten van het dak van de kantoren is het te verwachten windklimaat nu minimaal matig voor slenteren. Bij een vergelijk met de in de VO-fase doorgemeten situatie zien we dat de grootste verschillen te vinden zijn rond het nieuwe straatje aan de zuidzijde. Zonder aanvullende maatregelen is het windklimaat hier slechter dan in de VO-situatie. Met maatregelen is het windklimaat te verbeteren tot boven het niveau van de VO-situatie.

3.2.6 Windklimaat met een woontoren van 115 m

Tenslotte is onderzocht wat het windklimaat rond het project is als de zuidelijke woontoren niet naar 125 maar naar 115 verhoogd wordt. Hierbij zijn alle windremmende maatregelen uit het model verwijderd, met uitzondering van het 3 m hoge scherm bij de noordwesthoek van de noordelijke woontoren.

f3.17 Maquette variant met 115 m hoge zuidelijke woontoren



f3.18 Hinderkans en beoordeling windklimaat met een 115 m hoge zuidelijke toren



Uit de resultaten blijkt dat met alleen het scherm op het dak van de kantoren het windklimaat op de hoek van het terras nog steeds slecht is.

Het windklimaat in de doorgang is in deze situatie, net als in de situatie met de 100 meter hoge toren op één punt slecht met een beperkt risico op windgevaar, op de andere punten zeer matig.

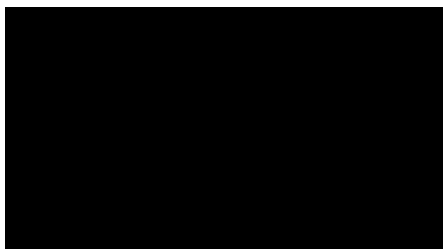
Ook de beoordeling van het windklimaat op de terrassen van de zuidelijke woontoren is gelijk aan die in de situatie met de 100 m hoge toren.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Maarsen Groep is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Weena Centrum 3 te Rotterdam. Doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Er is onderzoek uitgevoerd in zowel de VO- als de DO-fase van de planvorming.

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

- Op de meeste punten op loopniveau rond het plan is een goed windklimaat te verwachten. Op het plein aan de westzijde en onder de overkraging aan de noord en oostzijde van het gebouw is het te verwachten windklimaat op alle punten goed voor slenteren.
- Op wat grotere afstand van het plan wordt op het Kruisplein en aan het Weena op een aantal punten een matig windklimaat voor doorlopen verwacht. Dit windklimaat is echter het gevolg van de reeds aanwezig hoogbouw in het gebied, en wordt slechts beperkt beïnvloed door de geplande nieuwbouw.
- In het nieuwe straatje aan de zuidzijde van het gebouw wordt een voor doorlopen matig tot slecht windklimaat verwacht. Door het plaatsen windremmende elementen op het maaiveld in het gebied met de hogere windsnelheden in de vorm van schermen of begroeiing is het windklimaat te verbeteren tot minimaal matig.
- Op de dakterrassen rond de zuidelijke woontoren is het te verwachten windklimaat zonder aanvullende maatregelen slecht, lokaal matig voor slenteren. Door het plaatsen van schermen en begroeiing is het windklimaat hier te verbeteren tot minimaal matig
- Op het terras rond de noordelijke woontoren is het te verwachten windklimaat goed tot matig, bij de noordwesthoek lokaal zeer slecht met een overschrijding van het criterium voor windgevaar. Door het plaatsen van plantenbakken en een scherm bij de noordwesthoek is het windklimaat te verbeteren tot goed, bij de noordwesthoek tot matig.
- Verhogen van de toren naar 115 of 125 m leidt tot een lichte achteruitgang van het windklimaat rond de zuidzijde van het plan. Bij een 125 meter hoge toren is het windklimaat in het nieuwe straatje zonder maatregelen over een groter gebied slecht. Met maatregelen zoals schermen of plantenbakken is het windklimaat te verbeteren tot minimaal matig en daarmee beter dan in de VO-situatie.



Mook,

Dit rapport bevat 25 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

Bijlage 1 Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Weena Centrum 3 te Rotterdam			
Opdrachtgever	Maarsen Groep			
Projectleider	[REDACTED]			
Datum	23 juli 2019			
Model	Algemene gegevens van het model			
Schaal	1 : 350			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van meter			
Kerngebied	gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas			
Onderzochte configuraties	- geplande bebouwingssituatie 1 aanvullende metingen			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 89 meetpunten (basismetring); meethoogte 1,75 m. Een deel van de meetpunten is aangebracht op het dak van de kantoren.			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
(minimaal 12 over de windroos)				
Tunnelregeling				
- kalibratiedatum - kalibratie-instantie	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem 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 = 91922 Y = 437459			
Toegepaste eisen	v_{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
Voor comfort			$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	≤ D	< 20	≤ matig
Slenteren	5,0	≤ C	< 10	≤ matig
Zitten	5,0	≤ B	< 5	≤ matig
Regionale correctie	Geen correctie			
Voor gevaar			$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$	
	15	n.v.t	0,05 < p < 0,30	beperkt risico
	15	n.v.t	p ≥ 0,30	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang				