Mercatorpark te Amsterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Rapportnummer O 16666-3-RA-001 d.d. 5 april 2022

Mercatorpark te Amsterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
rapportnummer	O 16666-3-RA-001
datum	5 april 2022
referentie	OO/MaV//O 16666-3-RA-001
verantwoordelijke opsteller	O.E. Otten
	ir. M.A. Verbruggen
	+31 858 228 623
	m.verbruggen@peutz.nl

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 – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**4**
2	**Normstelling en uitgangspunten**	**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 met CFD**	**9**
3	**Rekenresultaten**	**10**
3.1	**Oorspronkelijk geplande bebouwingssituatie**	**10**
3.2	**Variant A**	**12**
4	**Samenvatting en conclusies**	**15**

1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Amsterdam is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatsituatie rondom de geplande bebouwing Mercatorpark te Amsterdam.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door de gemeente Amsterdam aangeleverd 3D model. De stedenbouwkundige omgeving en de begroeiing is meegenomen aan de hand van gegevens uit openbare bronnen. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1100 bij 950 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Naar aanleiding van de eerste resultaten zijn enkele aanpassingen aan de bouwvolumes gedaan, waarna de situatie opnieuw is doorgerekend.

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*.

f1.1 Het gehanteerde 3D-model van de oorspronkelijk geplande bebouwing



In dit rapport wordt verslag gedaan van het verrichte onderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd. In hoofdstuk 2 worden de normstelling en uitgangspunten van het onderzoek toegelicht. De rekenresultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 3 van dit rapport. Tot slot is in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

2 Normstelling en uitgangspunten

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 windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Gezien de geplande bouwhoogte van maximaal 100 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

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 activiteitenniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden als hinderlijk ervaren kunnen worden dan bij een hoger activiteitenniveau. 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 $p(v_{LOK} > v_{DR;H})$ 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 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 $v_{DR;G}$ 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 $p(v_{LOK} > v_{DR;G})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0,05 < p < 0,30	Beperkt risico
p ≥ 0,30	Gevaarlijk

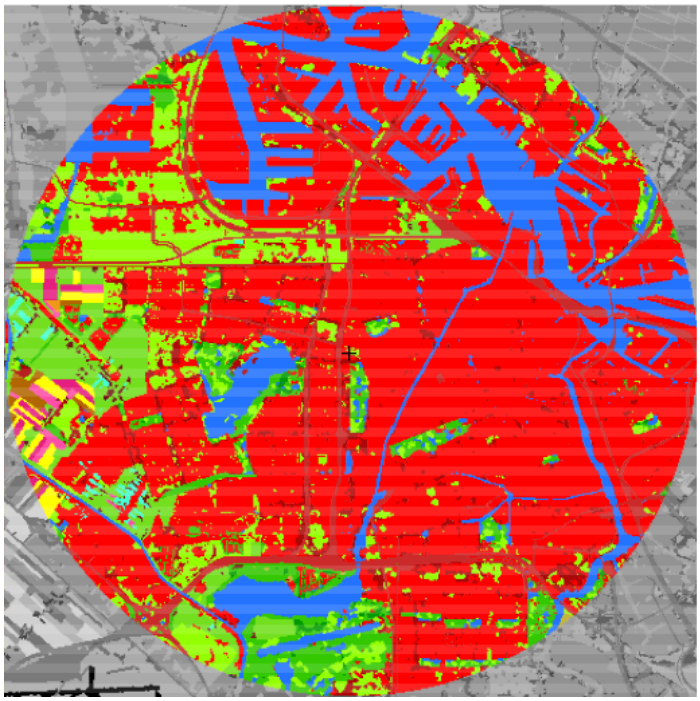
De norm stelt: *"Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van 0,05 < p < 0,30 mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis p ≤ 0,05.*
Situaties met een overschrijdingskans van p ≥ 0,30 zijn evident gevaarlijk 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 berekeningen 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 plan. 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.

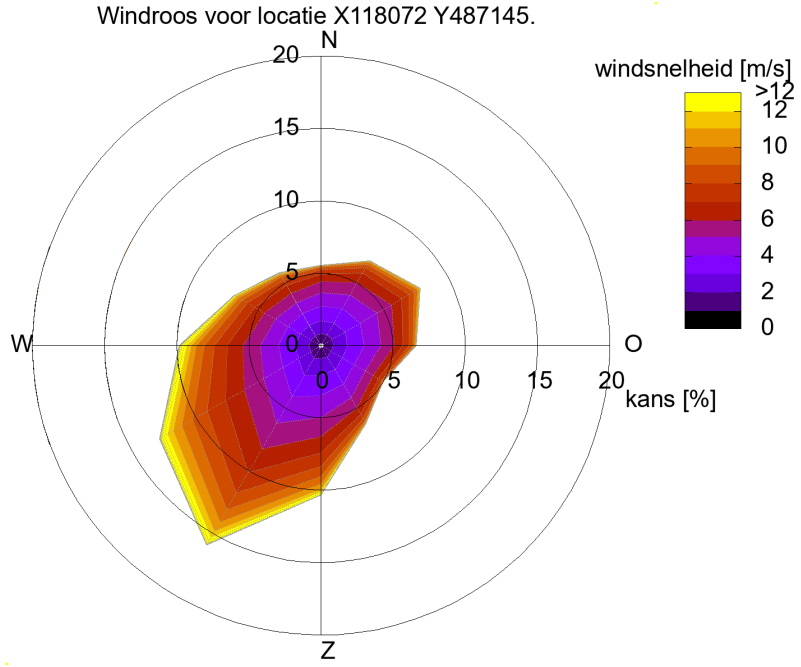
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

z_0 (m)	Kleur	Klasse
0,03		Geen gegevens
0,03		Gras
0,17		Maïs
0,07		Aardappelen
0,7		Bieten
0,16		Granen
0,07		Overige landbouwgewassen
0,15		Buitenland
0,1		Glastuinbouw
0,39		Boomgaard
0,07		Bollen
0,75		Loofbos
0,75		Naaldbos
0,001		Zoet water
0,001		Zout water
1,6		Stedelijk bebouwd gebied
0,5		Bebouwing in buitengebied
1,1		Loofbos in bebouwd gebied
1,1		Naaldbos in bebouwd gebied
2		Bos met dichte bebouwing
0,03		Gras in bebouwd gebied
0,001		Kale grond in bebouwd buitengebied
0,1		Hoofdwegen en spoorwegen
0,5		Bebouwing in agrarisch gebied
0,0003		Start- en landingsbanen
0,1		Parkeerplaats
0,0002		Kwelders
0,0003		Open zand in kustgebied
0,02		Open duinvegetatie
0,06		Gesloten duinvegetatie
0,04		Duinheide
0,0003		Open stuifzand
0,03		Heide
0,04		Matig vergraste heide
0,06		Sterk vergraste heide
0,06		Hoogveen
0,75		Bos in hoogveengebied
0,03		Overige moerasvegetatie
0,1		Rietvegetatie
0,75		Bos in moerasgebied
0,07		Veenweidegebied
0,03		Overig open begroeid natuurgebied
0,001		Kale grond in natuurgebied



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 uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel 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 X118072 Y487145 Jaar 1963-2002

totaal aantal uren: 8766.0
gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.3

wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°
0.0 - 0.9	16.7	16.8	19.0	19.5	18.8	19.0	16.7	21.1	16.4	17.2	16.0	17.5
1.0 - 1.9	56.5	58.1	61.8	56.7	53.1	61.2	63.1	70.2	58.5	59.2	55.0	53.7
2.0 - 2.9	78.3	82.1	88.6	83.4	80.6	90.8	102.3	117.3	86.6	83.3	76.6	73.1
3.0 - 3.9	88.9	103.6	105.7	103.0	81.6	100.3	123.6	150.4	109.8	101.4	87.7	81.6
4.0 - 4.9	80.3	93.8	120.3	102.4	76.9	95.4	131.2	184.4	132.1	110.1	86.6	76.2
5.0 - 5.9	66.8	86.0	100.5	80.2	55.2	71.1	115.0	178.9	136.6	104.9	78.8	64.8
6.0 - 6.9	45.4	65.8	70.2	53.2	37.5	44.5	99.0	164.7	131.5	92.9	65.7	53.4
7.0 - 7.9	27.6	37.1	52.6	38.4	23.4	31.3	82.2	142.6	127.1	81.0	50.5	35.8
8.0 - 8.9	13.9	25.5	36.7	21.1	7.3	17.8	62.0	116.6	103.5	61.2	36.6	22.7
9.0 - 9.9	7.2	13.8	20.5	10.6	3.3	9.9	41.7	86.7	75.3	45.6	24.6	15.6
10.0 - 10.9	3.4	6.8	12.7	7.1	1.0	4.2	30.8	63.0	57.5	32.8	14.6	7.3
11.0 - 11.9	1.7	3.0	7.3	2.4	0.3	1.4	18.7	44.0	39.6	25.5	8.9	4.2
12.0 - 12.9	1.2	1.8	1.5	1.0	0.2	0.7	10.4	25.1	24.2	16.9	5.1	2.3
13.0 - 13.9	0.5	0.4	0.8	0.5		0.3	5.8	14.6	15.3	12.9	1.7	1.2
14.0 - 14.9		0.2	0.2	0.1			2.5	7.0	8.2	7.2	1.3	0.4
15.0 - 15.9			0.1				1.4	3.9	4.6	4.8	0.6	0.3
16.0 - 16.9							0.6	1.9	2.5	2.5	0.2	0.1
17.0 - 17.9							0.6	1.1	1.5	1.5	0.3	
18.0 - 18.9							0.1	0.4	0.7	0.7	0.1	
19.0 - 19.9									0.3	0.3	0.1	
20.0 - 20.9									0.2	0.3	0.1	
21.0 - 21.9									0.1	0.1		
22.0 - 22.9									0.1	0.1		
23.0 - 23.9									0.1			
24.0 - 24.9												
25.0 - 25.9												
26.0 - 26.9												
27.0 - 27.9												
28.0 - 28.9												
29.0 - 29.9												
30.0 - 30.9												
31.0 - 31.9												
32.0 - 32.9												
33.0 - 33.9												
34.0 - 34.9												
35.0 - 35.9												
36.0 - 36.9												
37.0 - 37.9												
38.0 - 38.9												
39.0 - 39.9												
aantal uren	488.4	594.8	698.5	579.6	439.2	547.9	907.7	1393.9	1132.3	862.4	611.1	510.2
gemiddelde snelheid	4.3	4.6	4.9	4.5	4.0	4.3	5.5	6.2	6.4	6.0	5.2	4.7

2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige bebouwingssituaties, of bebouwingssituaties waar op voorhand van wordt verwacht dat geen grote windproblemen op gaan treden, kan worden volstaan met een numerieke simulatie met Computational Fluid Dynamics (CFD). In deze situatie is in overleg met de opdrachtgever van deze onderzoeksmethode uitgegaan. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

De grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel) aanwezig is wordt aan de rand van het CFD-model opgewekt zodat het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar 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.

In bijlage 1 is het technisch inlegvel, conform de NEN 8100, opgenomen. Het technisch inlegvel bevat een aantal rubrieken en aandachtspunten die een kort, schetsmatig overzicht geven van de relevante zaken van de CFD-berekeningen.

3 Rekenresultaten

Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, 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.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën doorlopen en slenteren. Het criterium voor slenteren is van toepassing bij de gebouwentrees, verder wordt het criterium voor doorlopen gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed, nagestreefd. Het criterium voor langdurig zitten is niet toegepast.

3.1 Oorspronkelijk geplande bebouwingssituatie

In figuur 3.1 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de oorspronkelijk geplande bebouwing.

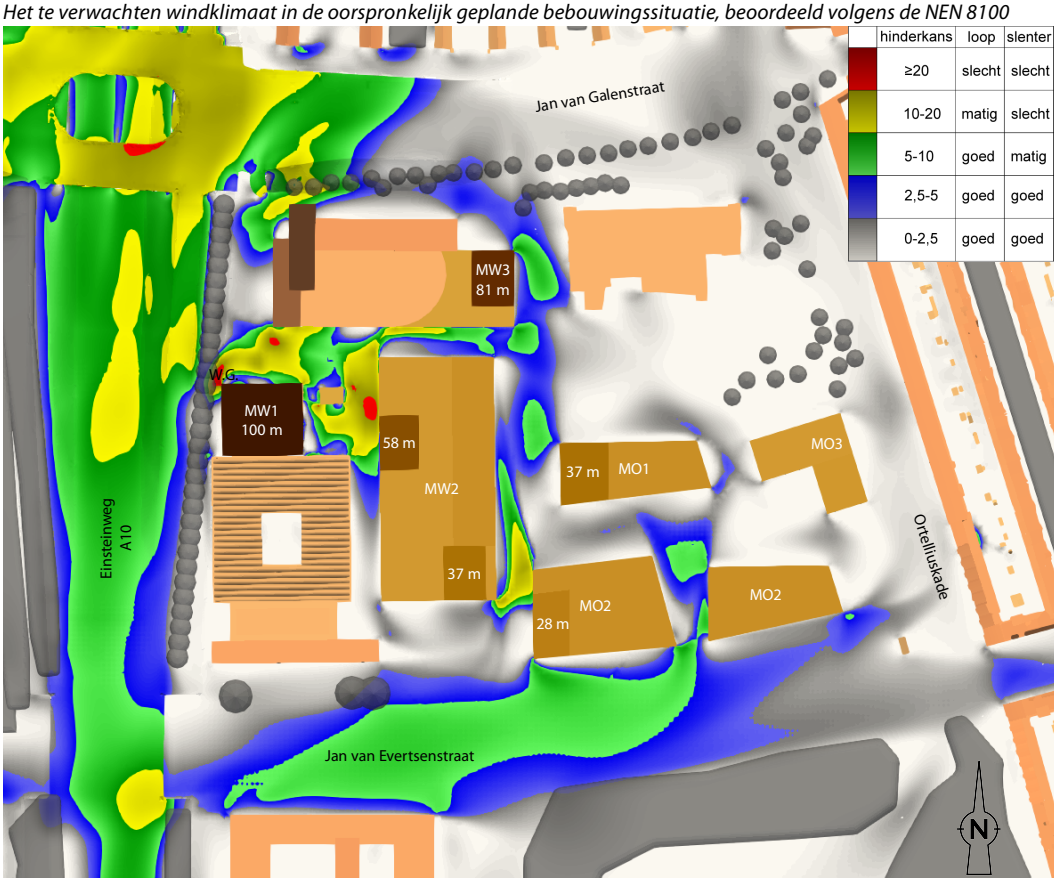
f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel oorspronkelijk geplande bebouwingssituatie



In figuur 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100.

Het aspect windgevaar wordt alleen tekstueel beoordeeld.

f3.2 Het te verwachten windklimaat in de oorspronkelijk geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



Uit de resultaten blijkt dat rond de geplande nieuwbouw het te verwachten windklimaat overwegend goed (grijs/blauw/groen in figuur 3.2) is.

Op het plein tussen bouwdelen MW1, MW2 en MW3 is sprake van een matig (geel) tot slecht (rood) windklimaat, zeer lokaal in combinatie met windgevaar (aangegeven met W.G.). Dit is met name ten gevolge van de aanzienlijke bouwhoogte en grote geveloppervlak van bouwdeel MW1, en de interactie van deze toren met de 58 meter hoge toren van bouwdeel MW2.

Tussen bouwdelen MW2 en MO2 is plaatselijk sprake van een matig (geel) windklimaat. Dit is ten gevolge van de interactie tussen de 37 meter hoge toren van bouwdeel MW2 met de toren van bouwdeel MO2.

3.2 Variant A

In figuur 3.3 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van variant A van de geplande bebouwing.

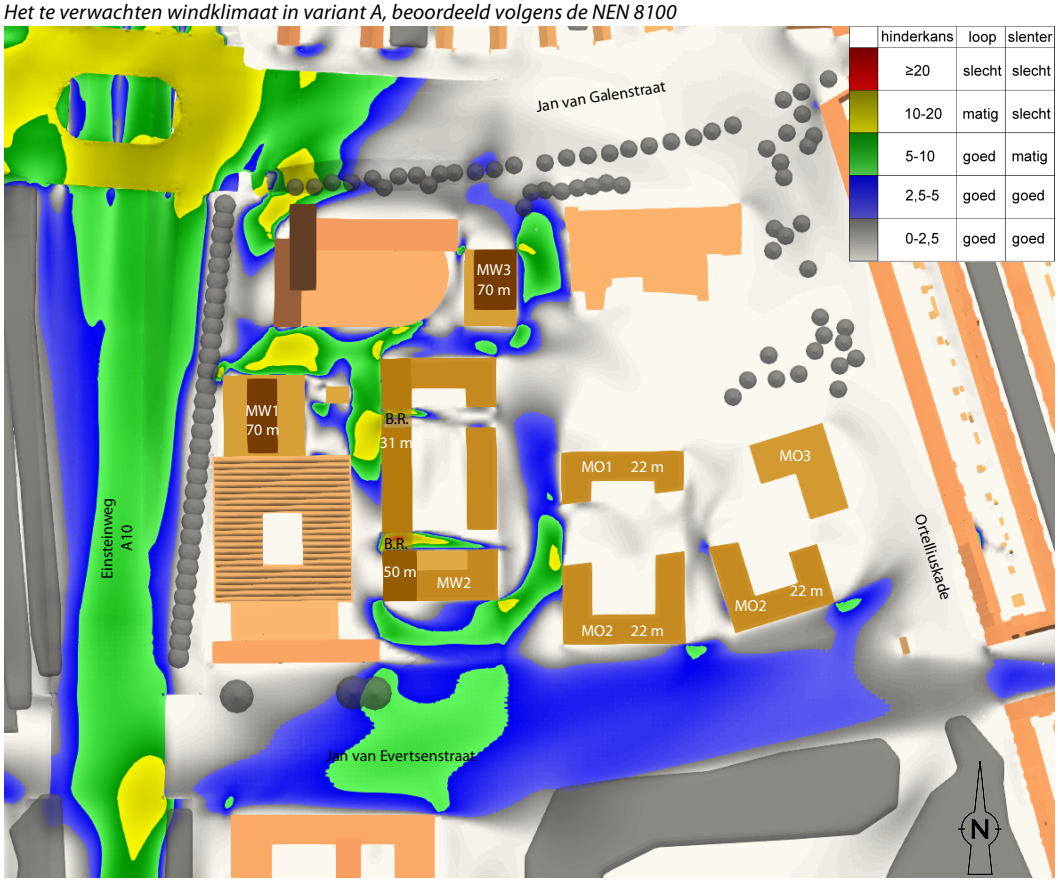
f3.3 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel variant A



In figuur 3.4 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100.

Het aspect windgevaar wordt alleen tekstueel beoordeeld.

f3.4 Het te verwachten windklimaat in variant A, beoordeeld volgens de NEN 8100



Uit de resultaten blijkt dat ten gevolge van enkele bouwkundige aanpassingen het windklimaat overwegend verbeterd, en zeer lokaal verslechterd. In het gebied is, net als in de oorspronkelijk geplande situatie, overwegend sprake van een goed (grijs/blauw/groen) windklimaat voor doorlopen.

Aan de westzijde van het plangebied is bouwdeel MW1 verlaagd van 100 naar 70 meter, en is tevens de voetprint van de toren sterk verkleind. Dit heeft een zeer gunstig effect op het windklimaat rond de toren en op het plein tussen bouwdelen MW1, MW2 en MW3, waardoor niet langer sprake is van een slecht windklimaat of een overschrijding van het gevaarcriterium.

In de toegevoegde onderdoorgangen in bouwdeel MW2 is het te verwachten windklimaat plaatselijk zeer matig (geel) tot slecht (rood), met een beperkt risico op windgevaar (aangegeven met B.R.). Geadviseerd wordt deze doorgangen dicht te zetten, of door het verlagen van de westzijde van bouwdeel MW2 het windklimaat te verbeteren.

Ten gevolge van de wijzigingen van bouwdelen MW2 en MO2, en dan met name het verwijderen van de torens rond dit gebied, is het windklimaat tussen deze bouwdelen sterk verbeterd. Slecht zeer lokaal is nog sprake van een matig windklimaat.

Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, dient het strengere criterium voor slenteren te worden gehanteerd, waarbij een goed windklimaat wordt nagestreefd. Voor een aantal geveldelen is sprake van een matig (groen) tot slecht (geel) windklimaat, waardoor deze locaties op voorhand minder geschikt zijn voor gebouwentrees. Eventueel kan het windklimaat ter plaatse van de entree plaatselijk worden verbeterd door de gebouwentree in een nis te plaatsen. Voor terrassen en verblijfsgebieden dient tevens het criterium slenteren te worden gehanteerd. Uit de resultaten is af te leiden welke locaties geschikt zijn voor dergelijke functies.

Opgemerkt dient te worden dat het windremmende effect van de geplande begroeiing, gezien het beperkte effect bij jonge aanplant, niet in de berekening is meegenomen. Na een bepaalde groeiperiode kan de vastgestelde hinderkans als gevolg van de afschermende werking van de begroeiing in de praktijk afnemen. Daarnaast kan aan de hand van de resultaten van het onderzoek worden vastgesteld op welke plaatsen het afschermende effect van begroeiing gewenst is.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Gemeente Amsterdam is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatsituatie rondom de geplande bebouwing Mercatorpark te Amsterdam.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Naar aanleiding van de eerste resultaten zijn enkele aanpassingen aan de bouwvolumes gedaan, waarna de situatie opnieuw is doorgerekend.

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 oorspronkelijk geplande situatie is rond de geplande nieuwbouw overwegend sprake van een goed windklimaat. Op het plein tussen bouwdelen MW1, MW2 en MW3 is sprake van een matig tot slecht windklimaat, zeer lokaal in combinatie met windgevaar. Tussen bouwdelen MW2 en MO2 is plaatselijk sprake van een matig windklimaat.
- Ten gevolge van aanpassingen in de bouwmassa is het windklimaat met name op het plein tussen bouwdelen MW1, MW2 en MW3 en in het gebied tussen bouwdelen MW2 en MO2 sterk verbeterd. Op deze plaatsen kan dankzij de wijzigingen een slecht windklimaat en een overschrijding van het gevaarcriterium worden voorkomen. In de toegevoegde onderdoorgangen in bouwdeel MW2 is het te verwachten windklimaat plaatselijk zeer matig tot slecht, met een beperkt risico op windgevaar. Geadviseerd wordt deze doorgangen dicht te zetten, of door het verlagen van de westzijde van bouwdeel MW2 het windklimaat te verbeteren.
- Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, is het criterium slenteren van toepassing.Het advies is de gebouwentrees te plaatsen op locaties waar sprake is van een goed windklimaat. Mocht een entree toch gepland zijn op een locatie waar het windklimaat matig of slecht is worden windafschermende maatregelen geadviseerd. Hierbij kan worden gedacht aan zijschermen loodrecht op de gevel of het plaatsen van de entree in een nis.
- Opgemerkt dient te worden dat het windremmende effect van de geplande begroeiing, gezien het beperkte effect bij jonge aanplant, niet in de berekening is meegenomen. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek kan worden vastgesteld op welke plaatsen het afschermende effect van begroeiing gewenst is.

Mook,



Dit rapport bevat 15 pagina's
Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie

O 16666-3-RA-001 (460)07FF00 OLAF

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	**Projectgegevens**			
Projectnaam	Mercatorpark te Amsterdam			
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam			
Projectleider	ir. M.A. Verbruggen			
Datum	5 april 2022			
Model	**Algemene gegevens van het model**			
Omvang gemodelleerd gebied	1100 x 950 meter			
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw			
Omgeving	bebouwing/begroeiing			
Afmetingen model	1200 x 1050 x 250 meter			
Blokkeringsgraad	<10%			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie + 1 aanvullende berekening			
Computeropstelling	**Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur**			
Programmatuur	OpenFoam 6			
	✔ FVM (eindige volume methode)			
	– FEM (eindige elementen methode)			
	– anders			
Algemeen	✔ drie-dimensionaal	– twee-dimensionaal		
	✔ tijd-onafhankelijk	– tijd-afhankelijk		
	✔ isothermisch	– thermisch		
	– passieve scalairs	– actieve scalairs		
Rekenrooster	circa 15 miljoen cellen; verfijning t.p.v. de geplande bebouwing			
Turbulentiemodellering	k-ε-RNG-turbulentiemodel			
Convectieve differentieschema's	snelheidscomponenten: Gauss			
	turbulentie grootheden: Gauss			
	scalaire variabelen: -			
Randvoorwaarden	**Gebruikte randvoorwaarden**			
Instroomprofiel	logaritmisch snelheidsprofiel, z_0= 0,7 m en bijbehorende profielen voor k en ε			
Uitlaat	constante druk			
Boven-/zijwanden	gesloten, wrijvingsloos			
Gegevensverwerking en -beoordeling	**Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat**			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 118072 Y = 487145			
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	windhinder: figuren met p ($v_{LOK} > v_{DR:H}$)-waarden, gevaar: tekstuele beoordeling			
Opmerkingen				