



Brabantbad te Den Bosch

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Brabantbad te Den Bosch

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



opdrachtgever	Heijmans Vastgoed B.V.
rapportnummer	O 16616-2-RA-003
datum	12 januari 2024
referentie	OO/MaV//O 16616-2-RA-003
verantwoordelijke	O.E. Otten
opsteller	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	Huidige situatie	10
3.2	Geplande bebouwingssituatie	12
3.3	Geplande bebouwingssituatie met geplande begroeiing	14
4	Samenvatting en conclusies	16

1 Inleiding

In opdracht van Heijmans Vastgoed B.V. is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing Brabantbad te Den Bosch.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door KCAP Architects & Planners aangeleverd 3D model. De stedenbouwkundige omgeving is meegenomen aan de hand van gegevens uit openbare bronnen, de begroeiing aan de hand van openbare bronnen in combinatie met de bomenanalyse van Gemeente 's-Hertogenbosch. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1050 bij 900 meter.

Het doel van het onderzoek is het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Hierbij zijn de volgende situaties onderzocht:

- huidige situatie;
- geplande situatie;
- geplande situatie inclusief geplande begroeiing als windafschermende maatregel.

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 geplande bebouwing



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 60 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 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; doorlopen, slenteren en langdurig zitten. 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. Deze kans op windhinder wordt uitgedrukt in de overschrijdingskans, het percentage van de totale tijd dat de lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau v_{LOK} groter is dan een drempelwaarde. 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 gekozen 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. Om te voorkomen dat terrassen en buitenruimten te streng worden beoordeeld, 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 $v_{\text{DR,G}}$ 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 $p \leq 0,05$.

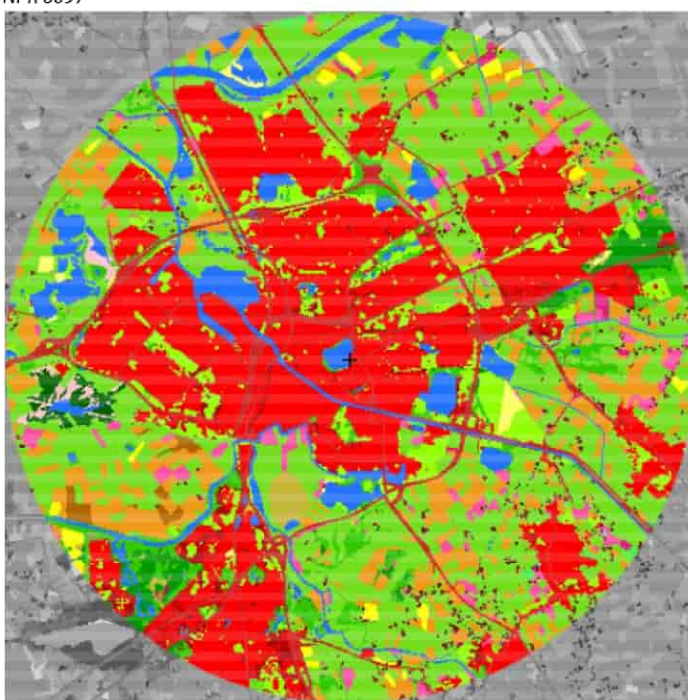
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

2.3 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteorologische gegevens 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 meteorologische gegevens van een groot aantal meteorologische stations 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

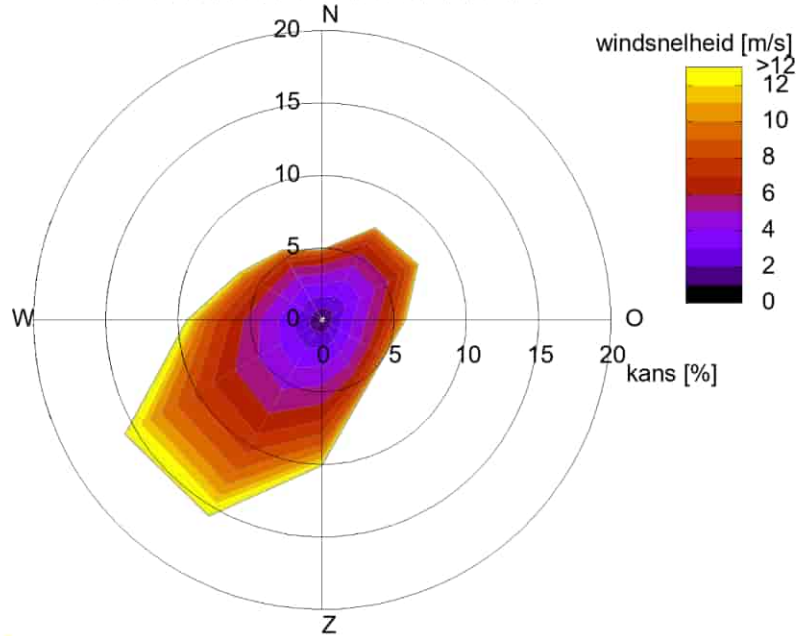
z (m)	Kleur	Klasse
0.03		Geen gegevens
0.03		Gras
0.17		Mais
0.07		Aardappelen
0.7		Bieten
0.16		Granen
0.07		Overige landbouwgewassen
0.15		Buitenland
0.1		Glastuinbouw
0.39		Boomgaard
0.07		Bollen
0.75		Looibos
0.75		Naaldbos
0.001		Zoet water
0.001		Zout water
1.6		Stedelijk bebouwd gebied
0.5		Bebouwing in buitengebied
1.1		Looibos 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 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

Windroos voor locatie X150297 Y411813.



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:		6786.8					
Positie		X150297 Y411813		Jaar 1963-2002		gemiddelde windsnelheid (m/s):							5.8	
wind snelheid	Noord		Oost		Zuid		West							
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°		
0.0 - 0.9	16.7	21.3	20.9	13.6	15.0	16.6	17.5	18.6	18.9	19.4	15.9	20.0		
1.0 - 1.9	52.8	62.9	59.6	41.0	43.8	52.5	62.0	67.7	63.4	61.9	51.3	58.0		
2.0 - 2.9	70.3	88.2	87.5	61.8	64.8	75.2	95.3	108.7	97.9	88.0	71.8	74.5		
3.0 - 3.9	73.0	107.6	99.3	72.4	76.1	85.7	110.4	134.9	120.3	99.9	80.1	83.8		
4.0 - 4.9	66.9	104.0	107.4	80.7	69.7	84.5	116.2	161.4	147.0	112.7	81.4	72.4		
5.0 - 5.9	55.2	86.9	94.6	71.1	59.8	68.7	111.5	162.1	163.6	96.0	69.7	60.5		
6.0 - 6.9	41.9	67.0	68.6	57.2	43.0	45.3	97.2	149.1	152.3	84.0	62.0	42.8		
7.0 - 7.9	24.7	47.9	53.6	39.0	30.9	32.3	83.1	131.4	141.6	76.8	48.8	31.2		
8.0 - 8.9	13.7	28.4	37.0	30.6	20.6	22.2	63.8	116.8	120.4	56.5	35.1	21.1		
9.0 - 9.9	7.1	17.9	22.9	19.7	9.7	12.7	44.5	101.3	103.1	41.6	24.7	14.2		
10.0 - 10.9	4.1	10.7	14.0	11.1	4.7	7.4	32.0	75.4	79.1	30.8	16.0	6.6		
11.0 - 11.9	2.1	3.9	8.1	5.8	1.6	3.9	20.8	54.6	60.8	21.1	10.9	3.7		
12.0 - 12.9	1.1	2.1	3.5	4.0	0.9	1.4	13.3	39.0	45.0	14.1	6.9	2.2		
13.0 - 13.9	0.4	1.3	0.7	1.3	0.2	0.5	7.9	22.8	28.8	9.5	2.6	1.1		
14.0 - 14.9		0.2	0.4	0.8	0.3	0.4	4.4	14.8	18.3	5.7	1.1	0.5		
15.0 - 15.9			0.1	0.4		0.1	2.3	8.8	11.7	3.2	1.1	0.3		
16.0 - 16.9				0.1			1.1	4.0	6.2	2.0	0.3	0.2		
17.0 - 17.9							0.5	2.7	3.5	1.1	0.2	0.1		
18.0 - 18.9							0.6	1.4	2.0	1.0	0.2			
19.0 - 19.9							0.2	0.9	1.3	0.3	0.1			
20.0 - 20.9								0.2	0.5	0.1				
21.0 - 21.9								0.1	0.3					
22.0 - 22.9									0.3	0.1				
23.0 - 23.9									0.2	0.1				
24.0 - 24.9														
25.0 - 25.9									0.1					
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														
samen	430.0	650.3	678.2	510.6	441.1	509.4	884.6	1376.7	1386.6	825.9	580.2	493.2		
gemiddelde snelheid	4.3	4.7	4.9	5.1	4.6	4.6	5.7	6.6	6.9	5.8	5.3	4.5		

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 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, begroeiing en terreinhoogteverschillen 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.

3.1 Huidige situatie

In figuur 3.1 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van het plangebied.

f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel huidige situatie



In figuur 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de huidige situatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. 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 wordt met terughoudendheid toegepast, gezien de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden.

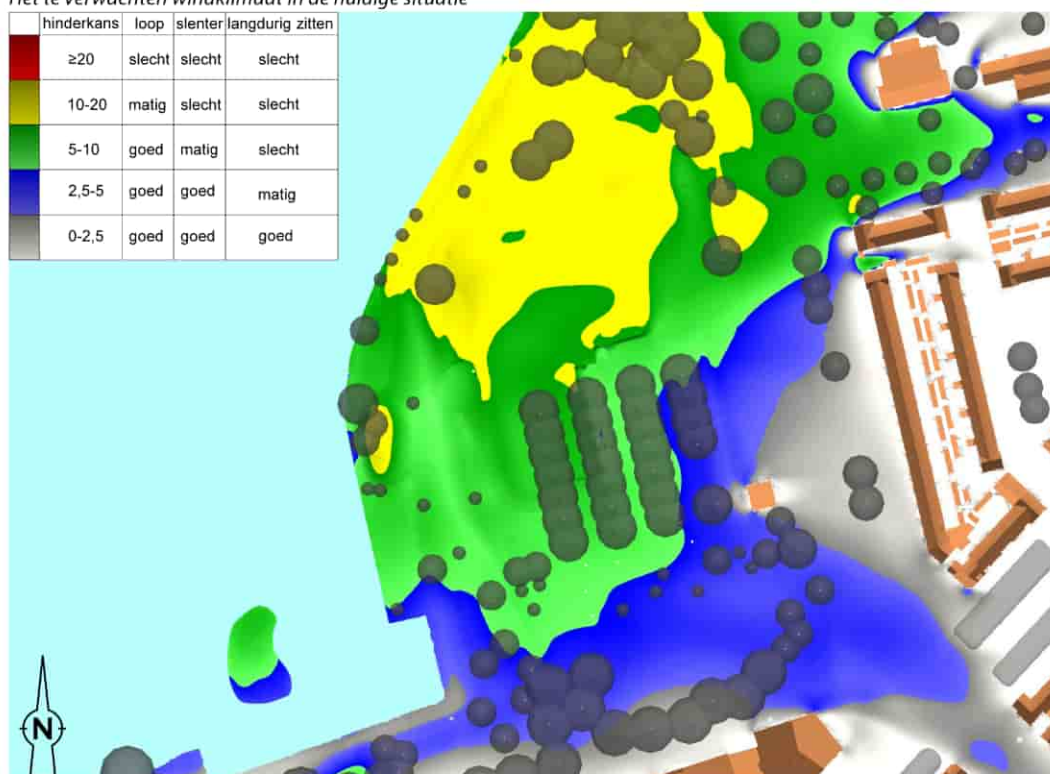
Het aspect windgevaar wordt alleen tekstueel beoordeeld.

Uit de resultaten blijkt onder meer dat in de huidige situatie in het plangebied sprake is van een goed (grijs/blauw/groen in figuur 3.2) tot matig (geel) windklimaat voor het criterium doorlopen. De relatief hoge hinderkans is een gevolg van de zeer open ligging van het plangebied aan het water, waardoor de wind uit de dominante zuidwestelijke richtingen vrij aanstroomt.

Voor windgevoelige functies, zoals verblijfsgebieden, wordt doorgaans het strengere slentercriterium gehanteerd, waarbij een goed windklimaat wordt nagestreefd. Voor het slentercriterium is aan de zuid- en oostzijde van het plangebied sprake van een goed (grijs/blauw) windklimaat. Langs het water en verder in het plangebied is overwegend sprake van een matig (groen) tot slecht (geel) windklimaat.

Op basis van de berekeningen is in de huidige situatie geen sprake van overschrijding van het gevaarcriterium.

f3.2 Het te verwachten windklimaat in de huidige situatie



3.2 Geplande bebouwingssituatie

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

f3.3 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel geplande bebouwingssituatie



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.

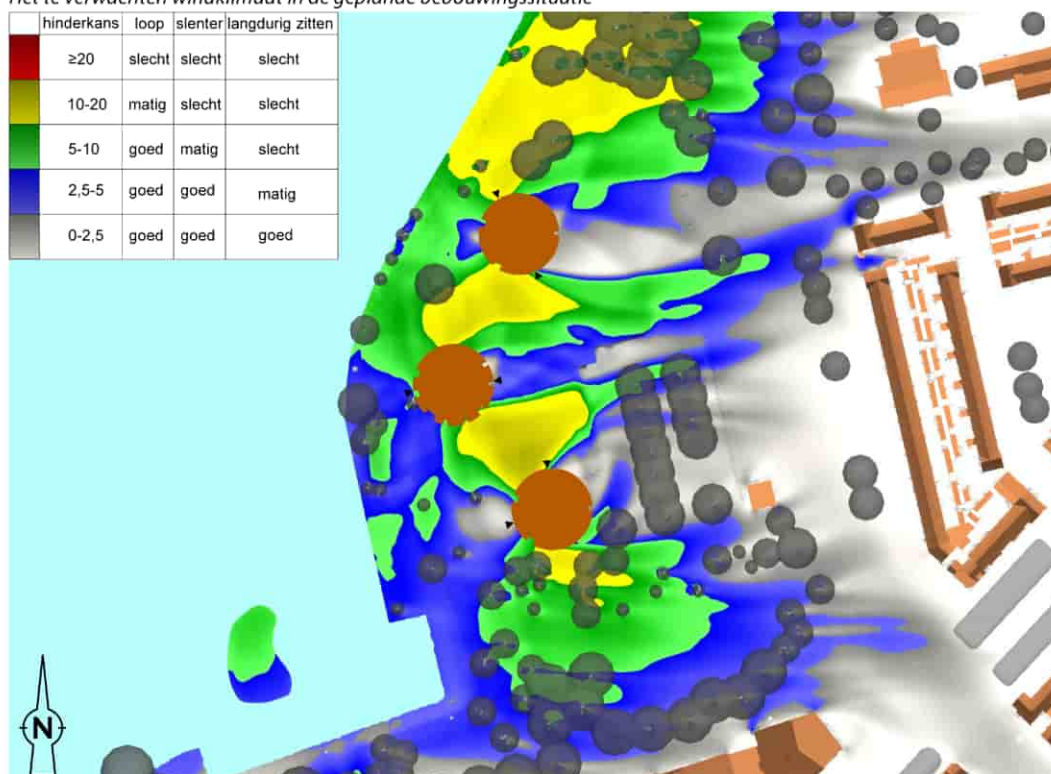
Uit de resultaten blijkt dat rond de geplande bebouwing sprake is van een goed (grijs/blauw/groen in figuur 3.4) tot matig (geel) windklimaat voor het criterium doorlopen. Ten opzichte van de huidige situatie is op enkele plaatsen sprake van een verbetering, waardoor langs het water en verder in het plangebied op meer plaatsen sprake is van een goed windklimaat. Met name tussen de torens is lokaal sprake van een verslechtering van het windklimaat, hier blijft sprake van een beoordeling matig.

Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, is het criterium slenteren van toepassing. Het van belang de entrees van de geplande nieuwbouw te plaatsen op locaties waar een goed (grijs/blauw) windklimaat te verwachten is voor het criterium slenteren. Voor gebouwentrees die zijn gepland op een locatie waar geen sprake is van een goed windklimaat voor het criterium slenteren, wordt geadviseerd deze in een nis te plaatsen.

Voor verblijfsgebieden is tevens het slentercriterium van toepassing. In de geplande situatie is op meer plekken sprake van een goed (grijs/blauw) windklimaat voor slenteren dan in de huidige situatie, waardoor gebieden geschikter zijn om als verblijfsgebied in te richten. Gebieden met een matig (groen) of slecht (geel) windklimaat zijn op voorhand minder geschikt als verblijfsgebied.

Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

f3.4 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie



3.3 Geplande bebouwingssituatie met geplande begroeiing

In figuur 3.5 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing met geplande begroeiing. Een overzicht van de afmetingen van de gemodelleerde begroeiing is opgenomen in bijlage 2.

f3.5 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel geplande bebouwingssituatie met geplande begroeiing



In figuur 3.6 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie met geplande begroeiing weergegeven.

Uit de resultaten blijkt dat ten gevolge van de geplande begroeiing het windklimaat in het plangebied sterk verbeterd. Rond de geplande nieuwbouw is sprake van een overwegend goed (grijs/blauw/groen) windklimaat voor het criterium doorlopen. Ten noorden en ten zuiden van de torens, en tussen de torens is plaatselijk nog sprake van een matig windklimaat.

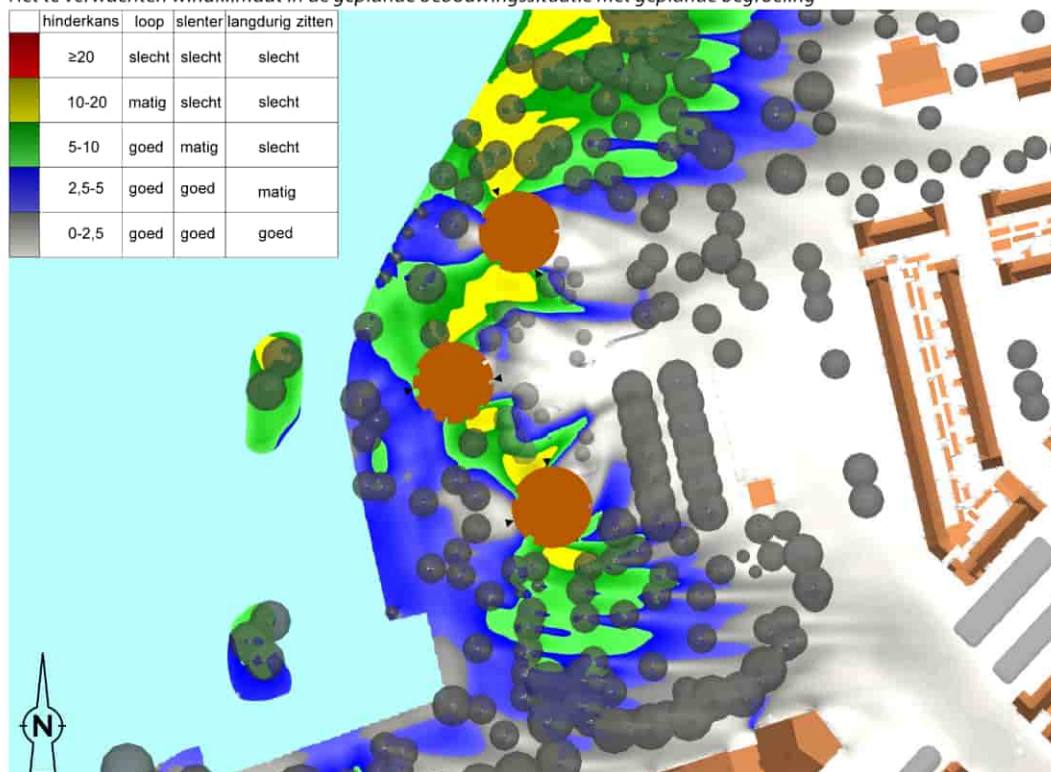
Door de verbetering van het windklimaat zijn meer plaatsen geschikt als verblijfsgebied. Geadviseerd wordt verblijfsgebieden te plaatsen op locaties waar sprake is van een goed (grijs/blauw) windklimaat voor slenteren. Voor het strengere criterium langdurig zitten zal hier dan sprake zijn van een goed (grijs) tot matig (blauw) windklimaat. Hierbij wordt opgemerkt dat de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans

niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden, waardoor het windklimaat tijdens deze gebruiksmomenten in de praktijk als beter zal worden ervaren.

Op basis van de berekeningen is er in het gebied rond de geplande nieuwbouw geen overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

Opgemerkt wordt dat de begroeiing op indicatieve wijze in het model is opgenomen. Bij de uiteindelijk uitwerking van het groenplan is nog een zekere ontwerpvrijheid.

f3.6 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie met geplande begroeiing



4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Heijmans Vastgoed B.V. is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing Brabantbad te Den Bosch.

Doel van het onderzoek is het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing.

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 huidige situatie is sprake van een goed tot matig windklimaat voor het criterium doorlopen. Er is geen sprake van een overschrijding van het gevaarcriterium.
- In de geplande bebouwingssituatie is sprake van een goed tot matig windklimaat voor het criterium doorlopen. Ten opzichte van de huidige situatie is op diverse plaatsen sprake van een verbetering, waardoor langs het water en verder in het plangebied op meer plaatsen sprake is van een goed windklimaat voor doorlopen. Met name tussen de torens is lokaal sprake van een verslechtering van het windklimaat, hier blijft sprake van een beoordeling matig voor doorlopen. Er is geen sprake van een overschrijding van het gevaarcriterium.
- Ten gevolge van de geplande begroeiing verbetert het windklimaat in het plangebied sterk, waardoor overwegend sprake is van een goed windklimaat voor het criterium doorlopen. Ten noorden en ten zuiden van de torens, en tussen de torens is plaatselijk nog sprake van een matig windklimaat.
- Ten gevolge van de verbetering van het windklimaat zijn meer plaatsen geschikt als verblijfsgebied, welke als windgevoelige functie met het slentercriterium worden beoordeeld. Geadviseerd wordt verblijfsgebieden te plaatsen op locaties waar sprake is van een goed windklimaat voor slenteren. Dit komt overeen met een beoordeling goed tot matig voor langdurig zitten. Opgemerkt wordt dat het criterium voor langdurig zitten met terughoudendheid wordt toegepast, gezien de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden.
- Voor gebouwentrees is het van belang dat deze worden geplaatst op locaties waar een goed windklimaat voor het criterium slenteren te verwachten is. Voor de gebouwentrees die zijn gepland op een locatie waar geen sprake is van een goed windklimaat, wordt geadviseerd deze in een nis te plaatsen.

Mook,

Dit rapport bevat 16 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie

Bijlage 2: Overzicht groeninrichting

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Brabantbad te Den Bosch			
Opdrachtgever	Heijmans Vastgoed B.V.			
Projectleider	ir. M.A. Verbruggen			
Datum	12 januari 2024			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	1050 x 900 meter			
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw			
Omgeving	bebouwing/begroeiing			
Afmetingen model	1150 x 1000 x 220 meter			
Blokkeringsgraad	<10%			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	huidige situatie			
	geplande bebouwingssituatie			
	geplande bebouwingssituatie inclusief geplande begroeiing			
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 13 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 = 150297 Y = 411813			
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			$p(V_{LOK} > v_{DR,E})$	
	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		

Bijlage 2 Overzicht groeninrichting

