



Herontwikkeling Overgoo - Fleetpark Leidschendam Voorburg

Windklimaatonderzoek

Concept

Herontwikkeling Overgoo - Fleetpark Leidschendam Voorburg

Windklimaatonderzoek

Concept



Opdrachtgever: Mees Ruimte & Milieu
Rapportnummer: O 17161-7-RA
Datum: 5 november 2024
Referentie: OO/JGZ/DvdH/O 17161-7-RA
Verantwoordelijke: O.E. Otten
Opsteller: ir. J. Groot Zevert
085 8228661
j.grootzevert@peutz.nl

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	6
2.4	Simulatie windsnelheden met CFD	9
3	Rekenresultaten	10
3.1	Geplande situatie	10
4	Samenvatting en conclusies	13

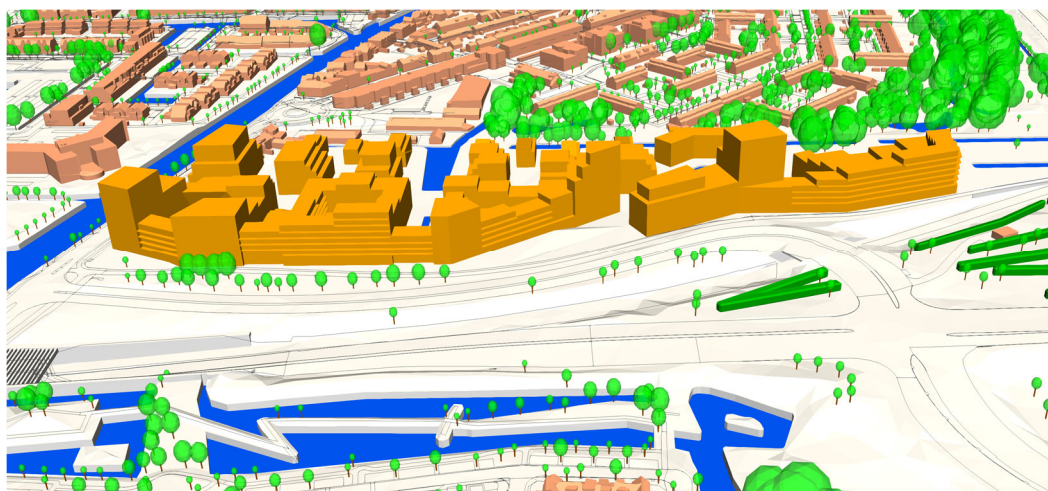
1 Inleiding

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) is een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de herontwikkeling Overgoo - Fleetpark te Leidschendam-Voorburg.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is onder meer gebruik gemaakt van een door de opdrachtgever 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 1400 bij 1300 meter.

Het doel van het onderzoek was 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*.



f 1.1 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, wordt gebruik 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 circa 40 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

De gevoeligheid voor wind is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij bijvoorbeeld het wachten bij een bushalte of het zitten op een terrasje zullen lagere windsnelheden eerder als hinderlijk worden ervaren dan bij stevig doorlopen. In de NEN 8100 wordt daarom voor de beoordeling van windhinder onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitenklassen. Bij hogere windsnelheden kan daarnaast sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst op windgevaar.

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 is 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 een rol spelen, zoals het verwaaien van haar, het wapperen van kleding en bij toenemende windsnelheid het bewaren van het evenwicht.

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

t 2.1 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

De overschrijdingskans van de drempelwaarde voor windhinder wordt ook wel de hinderkans genoemd. In de meetresultaten wordt de hinderkans met de kleur volgens t 2.1 weergegeven.

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt het lokale windklimaat beoordeeld als 'goed', 'matig' of 'slecht'.

- Bij een goed windklimaat wordt onder normale omstandigheden geen windhinder ervaren.
- Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ervaren.
- Bij een slecht windklimaat wordt regelmatig overmatige windhinder ervaren.

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

2.2.2 Windgevaar

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

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

t 2.2 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
$p \geq 0,30$	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

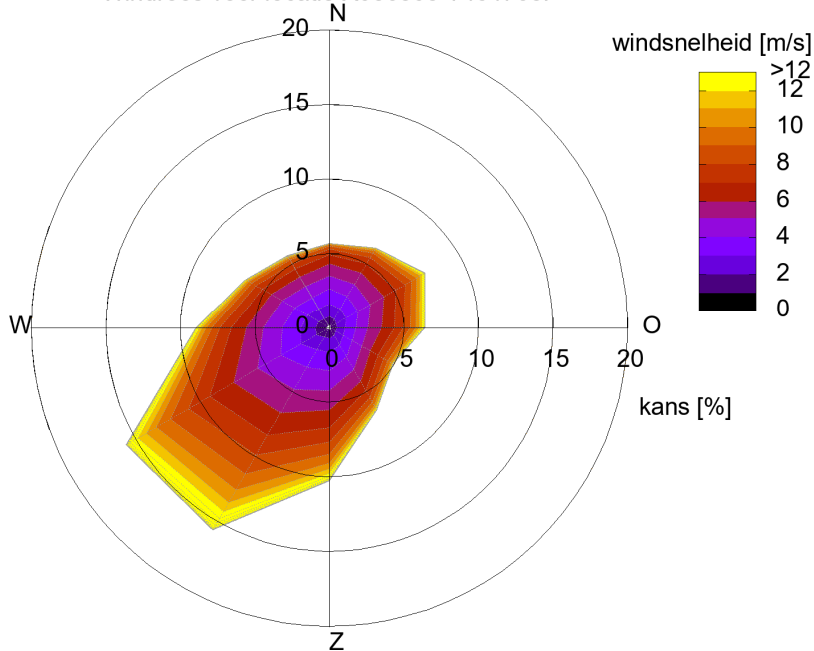
Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens over terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in f 1.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.



f 2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

In f 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie te zien. De windroos geeft de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weer. Met kleuren wordt de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen aangeduid. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (t 2.3) blijkt dat op de planlocatie de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. Bij deze windrichtingen treden ook de hoogste windsnelheden op. De zuidwestenwind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de planlocatie.

Windroos voor locatie X086803 Y454768.



f 2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

t 2.3 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: 8765.9					
Positie X086803 Y454768 Jaar 1963-2002							gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.8					
wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°
0.0 - 0.9	15.4	12.4	10.9	10.6	11.3	13.8	13.9	14.7	22.4	19.7	17.1	13.9
1.0 - 1.9	52.9	46.4	38.3	33.5	31.8	42.0	49.7	52.3	67.3	63.0	58.3	47.8
2.0 - 2.9	74.6	69.0	64.9	49.7	50.9	66.0	85.6	87.1	107.9	88.4	75.3	67.0
3.0 - 3.9	88.6	85.2	79.8	64.2	63.3	80.9	106.8	118.7	134.9	107.8	85.7	78.4
4.0 - 4.9	77.4	85.9	85.9	72.2	63.5	85.4	115.3	149.9	155.1	112.7	86.7	76.8
5.0 - 5.9	71.0	75.9	92.4	79.6	58.1	79.2	115.3	157.5	164.1	99.5	72.4	66.3
6.0 - 6.9	51.4	63.0	80.1	71.3	52.0	64.2	102.9	151.0	162.8	87.6	59.6	53.2
7.0 - 7.9	33.9	43.7	61.9	53.9	37.9	44.5	84.3	136.4	144.3	65.8	44.3	36.5
8.0 - 8.9	17.9	30.0	44.1	41.2	27.9	30.4	69.8	128.6	120.2	48.0	29.8	23.6
9.0 - 9.9	8.4	16.7	34.7	32.7	19.8	24.1	52.4	103.8	97.6	33.6	19.4	14.8
10.0 - 10.9	5.0	9.3	24.3	22.3	9.2	12.8	35.1	86.5	68.3	23.1	10.6	7.6
11.0 - 11.9	2.5	5.2	14.9	14.3	4.3	9.5	26.4	63.0	53.8	16.1	6.8	4.1
12.0 - 12.9	1.5	3.0	9.9	8.5	1.8	4.3	17.7	45.5	32.9	10.0	2.2	2.3
13.0 - 13.9	0.6	1.0	6.0	5.3	1.3	1.7	10.7	31.8	21.8	5.4	1.1	1.1
14.0 - 14.9	0.3	0.5	2.7	3.0	0.3	0.7	6.3	19.6	13.5	3.1	0.6	0.6
15.0 - 15.9			1.1	1.2	0.5	0.4	3.5	12.3	6.5	1.7	0.2	0.3
16.0 - 16.9		0.1	0.3	0.7	0.1	0.3	1.5	7.2	3.6	0.9	0.2	0.1
17.0 - 17.9			0.1	0.3		0.1	0.8	3.7	2.0	0.3		
18.0 - 18.9			0.1	0.1			0.4	2.2	1.0	0.1		
19.0 - 19.9							0.5	1.2	0.4	0.1		
20.0 - 20.9							0.1	0.8	0.4			
21.0 - 21.9								0.1	0.2	0.1		
22.0 - 22.9								0.1	0.1			
23.0 - 23.9												
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	501.4	547.3	652.4	564.6	434.0	560.3	899.0	1374.0	1381.1	787.0	570.4	494.4
gemiddelde snelheid	4.5	5.0	5.8	5.9	5.2	5.2	6.1	7.1	6.5	5.4	4.9	4.8

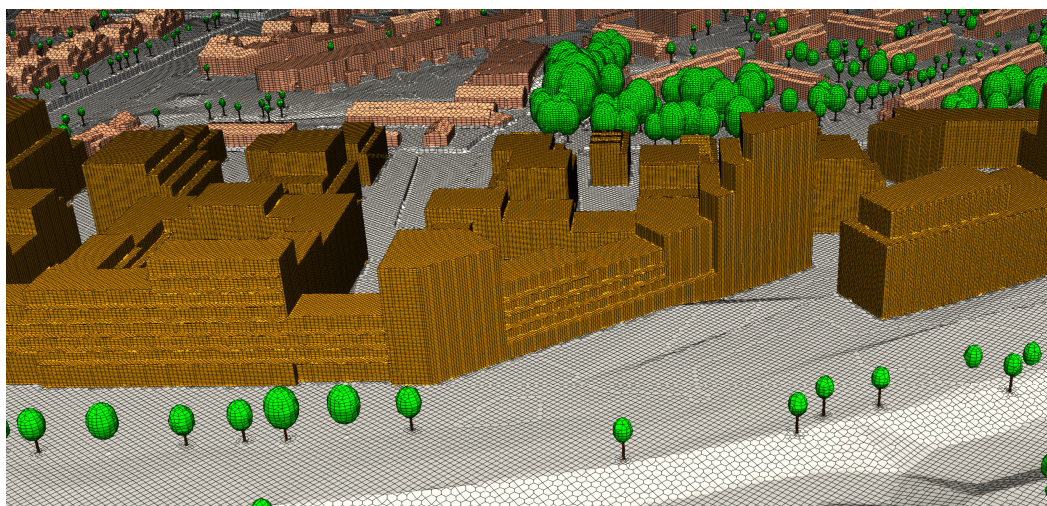
2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

Het windklimaatonderzoek is uitgevoerd met Computational Fluid Dynamics (CFD). Aan de rand van het model wordt, afhankelijk van de terreinruwheid, het juiste windprofiel gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

De windsnelheden worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de planlocatie wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans van de drempelwaarden 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.

In f 2.3 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing.



f 2.3 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel

3 Rekenresultaten

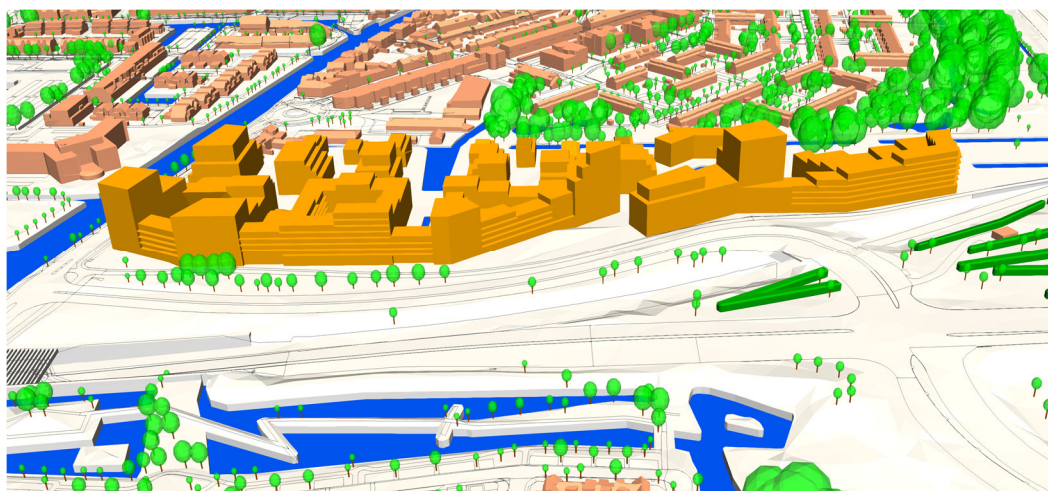
Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën doorlopen en slenteren.

In bijlage 2 zijn de rekenresultaten per windrichting weergegeven. In deze figuren wordt met kleuren de hinderkans per windrichting weergegeven, en met pijlen de lokale stromingsrichting.

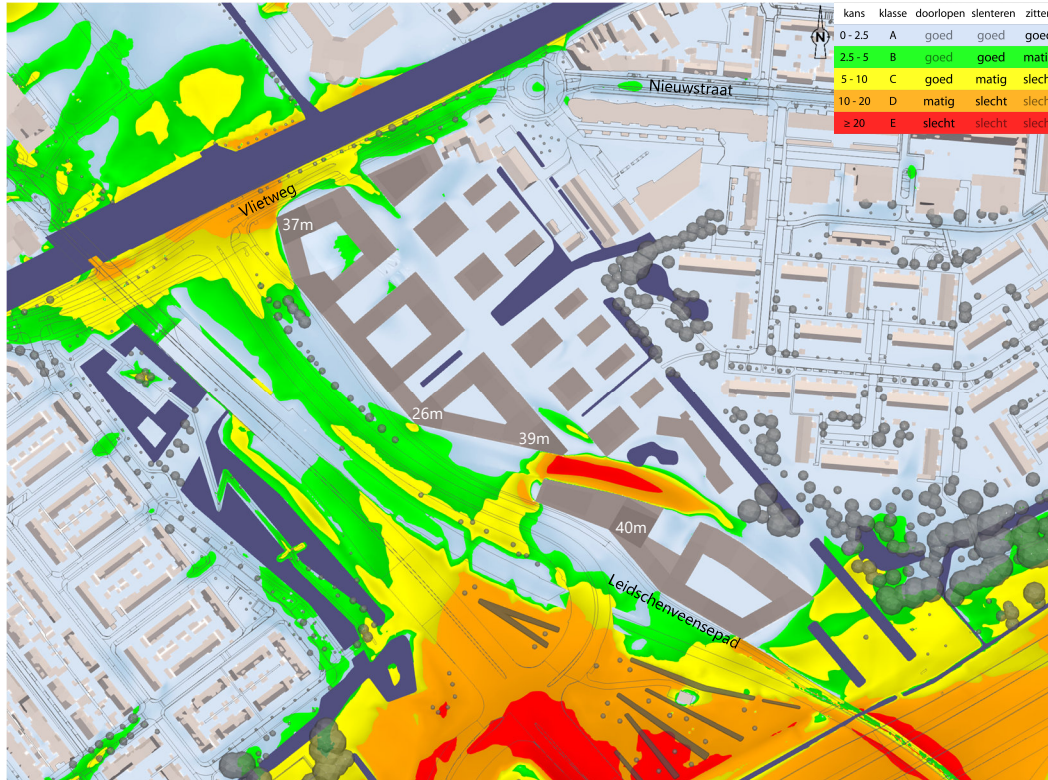
3.1 Geplande situatie

In figuur f 3.1 is een uitsnede te zien van het model voor de geplande situatie. De geplande bebouwing op de planlocatie is in oranje weergegeven.

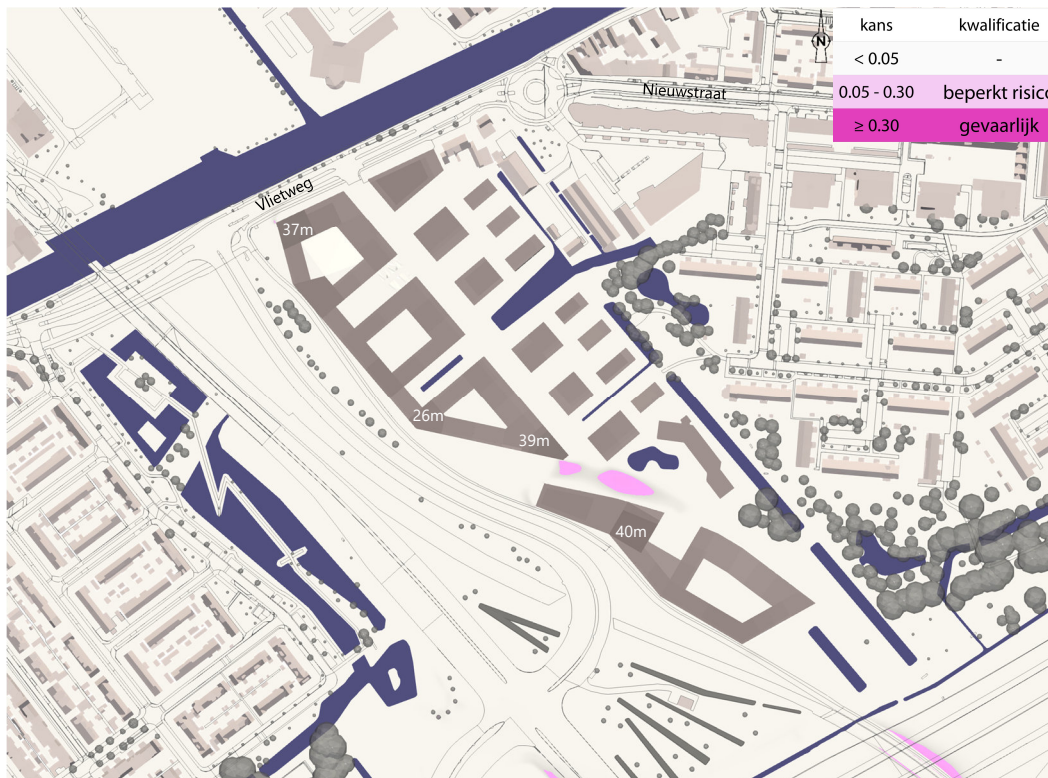


f 3.1 Aanzicht model geplande situatie

In figuur f 3.2 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande situatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. In figuur f 3.3 is op vergelijkbare wijze de berekende gevaarkans weergegeven.



f 3.2 Windhinder in de geplande situatie



f 3.3 Windgevaar in de geplande situatie

De resultaten laten een wisselend beeld zien. Rond en tussen de bestaande laagbouw is sprake van een gunstig windklimaat, weergegeven met de kleuren blauw, groen en geel in f 3.2. Dit komt overeen met de windklassen A tot en met C. In de open ruimte is sprake van een ongunstigere windsituatie, hier zijn windklassen D en E vastgesteld. Dit is weergegeven met de kleuren oranje en rood.

Vanuit het zuidwesten gezien, waar de wind om het plan heen kan stromen, bij de noordwesthoek en de zuidoosthoek van het plan, en de doorgang in het middengebied, zijn de effecten van omstroming en opstuwing zichtbaar. Hier is op de Vlietweg en op Leidschenveensepad plaatselijk sprake van een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen. In de doorgang in het middengebied is een slecht windklimaat, weergegeven met rood in f 3.2, en beperkt risico op windgevaar, weergegeven met lichtpaars in f 3.3, vastgesteld. Deze hogere hinderkansen worden veroorzaakt door drukverschillen, die de wind voor zuiden- tot westenwind door de opening in plan trekken. Omdat dit het gevolg is van drukverschillen is dit niet op te lossen met lokale maatregelen. Het windklimaat kan hier alleen verbeteren door ofwel de doorgang dicht te zetten, of door de oriëntatie van de opening te veranderen dat deze niet meer in lijn is met de zuidwestenwind, in combinatie met het drastisch verlagen van de bouwhoogte bij de opening. Het effect van deze maatregelen zal verder getoetst moeten worden.

Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees en verblijfsgebieden, wordt geadviseerd te streven naar een beoordeling goed voor de activiteit slenteren. Dit komt overeen met windklassen A en B, en is weergegeven met de kleuren blauw en groen. Bij de meeste gevels in het plangebied is een goed windklimaat voor de activiteit slenteren vastgesteld, zoals te zien in f 3.2, uitgezonderd de doorgang en bij de vermelde gebouwhoeken. Geadviseerd wordt de entrees zoveel mogelijk in gebieden met een gunstig windklimaat te plaatsen. Mochten entrees toch op een locatie met een minder gunstig windklimaat geplaatst worden, wordt geadviseerd lokale windafschermende maatregelen te treffen, zoals de entrees in een nis plaatsen, of schermen dwars op de gevel te plaatsen.

4 Samenvatting en conclusies

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) is een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de herontwikkeling Overgoo - Fleetpark te Leidschendam-Voorburg. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing.

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

- De resultaten laten een wisselend beeld zien. Rond en tussen de bestaande laagbouw is sprake van een gunstig windklimaat, maar in de open ruimte is sprake van een ongunstigere windsituatie.
- Vanuit het zuidwesten gezien, waar de wind om het plan heen kan stromen, bij de noordwesthoek en de zuidoosthoek van het plan, en de doorgang in het middengebied, zijn de effecten van omstroming en opstuwing zichtbaar. Hier is op de Vlietweg en op Leidschenveensepad plaatselijk sprake van een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen. In de doorgang in het middengebied is een slecht windklimaat en beperkt risico op windgevaar vastgesteld. Omdat dit het gevolg is van drukverschillen is dit niet op te lossen met lokale maatregelen. Het windklimaat kan hier alleen verbeteren door ofwel de doorgang dicht te zetten, of door de oriëntatie van de opening te veranderen dat deze niet meer in lijn is met de zuidwestenwind, in combinatie met het drastisch verlagen van de bouwhoogte bij de opening. Het effect van deze maatregelen zal verder getoetst moeten worden.
- Voor windgevoelige functies, zoals gebouwentrees en verblijfsgebieden, wordt geadviseerd te streven naar een beoordeling goed voor de activiteit slenteren. Bij de meeste gevels in het plangebied is een goed windklimaat voor de activiteit slenteren vastgesteld, uitgezonderd de doorgang en bij de vermeldde gebouwhoeken. Geadviseerd wordt de entrees zoveel mogelijk in gebieden met een gunstig windklimaat te plaatsen. Mochten entrees toch op een locatie met een minder gunstig windklimaat geplaatst worden, wordt geadviseerd lokale windafschermende maatregelen te treffen, zoals de entrees in een nis plaatsen, of schermen dwars op de gevel te plaatsen.

Dit rapport bevat 13 pagina's en 2 bijlagen.

Bijlage 1: Technisch inlegvel

Bijlage 2: Windhinder per windrichting

Bijlage 1 Technisch inlegvel

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Herontwikkeling Overgoo - Fleetpark Leidschendam Voorburg
Opdrachtgever	Mees Ruimte & Milieu
Projectleider	O.E. Otten / ir. J. Groot Zevert
Datum	5 november 2024
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	1400 x 1300 meter
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw
Omgeving	bebouwing/begroeiing
Afmetingen model	1500 x 1400 x 310 meter
Blokkeringsgraad	<10%
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	OpenFoam 11
	✓ FVM (eindige volume methode)
Algemeen	✓ driedimensionaal
	✓ tijd-onafhankelijk
	✓ isothermisch
Rekenrooster	Circa 26 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 snelheidsprof., $z_0=0,7$ m en bijbehorende prof. voor k en ε
Uitlaat	constante druk
Boven-/zijwanden	gesloten, wrijvingsloos
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat
Amersfoortse coörd. locatie	X = 086803 Y = 454768
Toegepaste eisen	V_{DR} [m/s] Gewenste kwaliteitskl. 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. $p \geq 0,30$ gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	windhinder: figuren met $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ -waarden, gevaar: tekstueel
Opmerkingen	

