



VTC-locatie Alkmaar

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Concept



VTC-locatie Alkmaar

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Concept

Opdrachtgever: Hestia Wonen BV
Rapportnummer: H 9153-3-RA
Datum: 15 oktober 2024
Referentie: LA/LA/ /H 9153-3-RA
Verantwoordelijke: dr. ir. L. Aanen
Opsteller: dr. ir. L. Aanen
+31 85 8228630
l.aanen@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
4	Samenvatting en conclusies	13

1 Inleiding

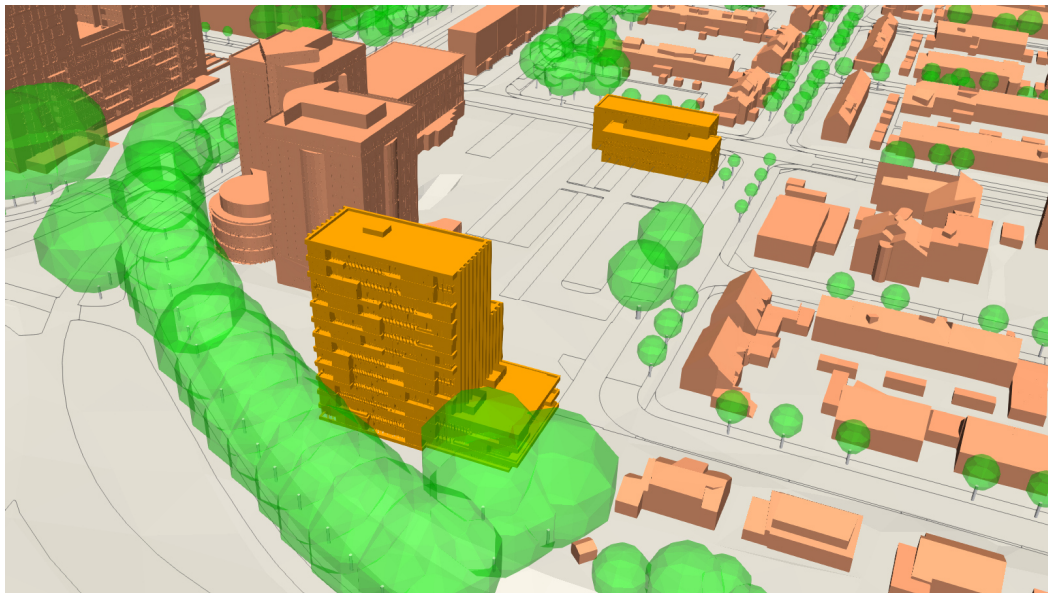
Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) is een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing op de VTC-locatie te Alkmaar.

Voor het vervaardigen van het CFD-model is onder meer gebruik gemaakt van een door de architect 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 750 bij 750 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 37 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

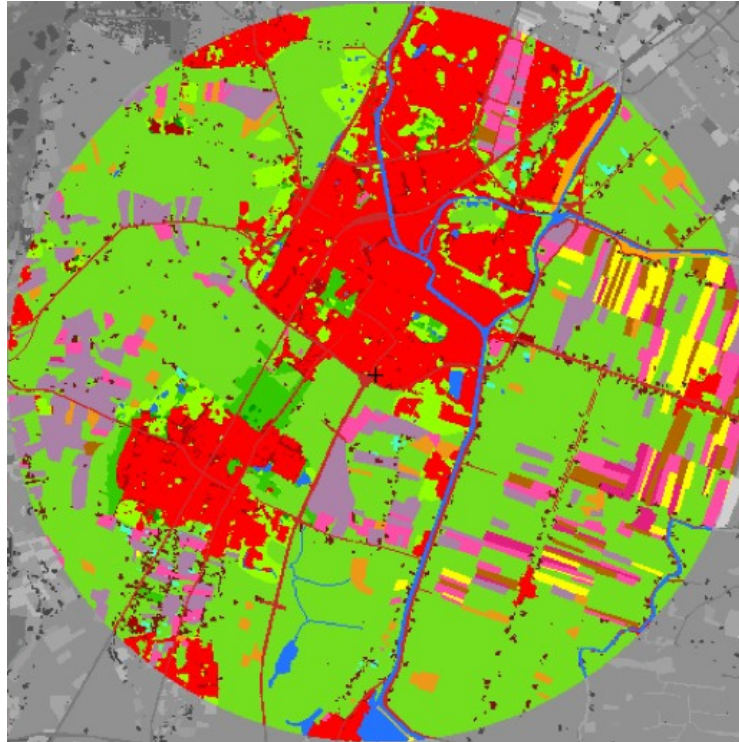
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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

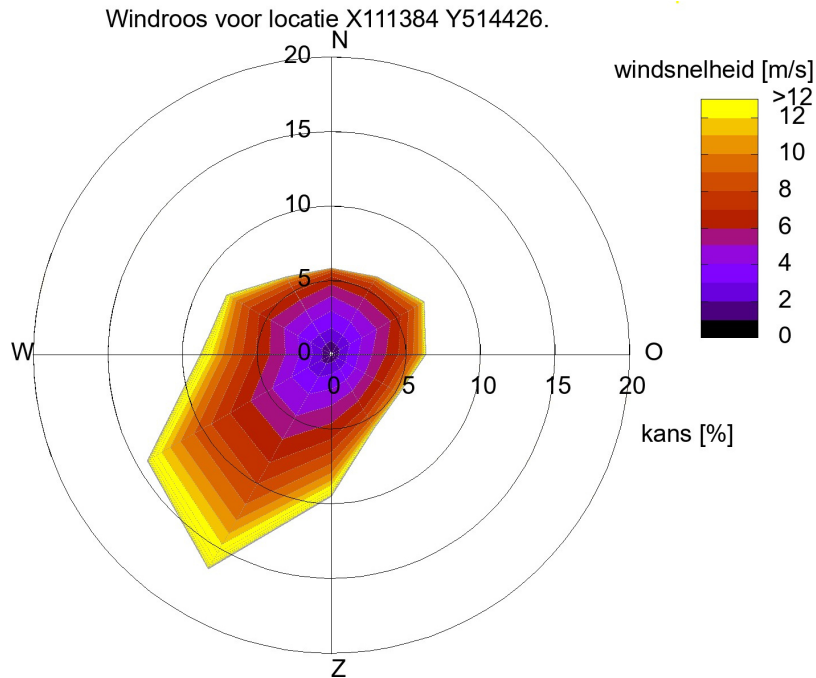
Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van 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.

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



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. Door de ligging aan de rand van de stad is dat in dit geval nog een stuk sterker dan op veel andere plekken in Nederland. De zuidwestenwind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de planlocatie.



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: 8767.1					
Positie X111384 Y514426 Jaar 1963-2002							gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.1					
wind snelheid	Noord		Oost			Zuid			West			
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
0.0 - 0.9	18.3	14.0	14.6	9.8	11.0	10.6	11.3	15.3	15.6	10.7	15.3	16.5
1.0 - 1.9	63.8	50.3	43.4	33.8	32.8	34.4	37.8	51.9	58.4	40.6	51.2	53.7
2.0 - 2.9	81.4	73.9	66.2	52.7	53.6	57.3	68.6	88.9	86.4	63.0	76.1	74.8
3.0 - 3.9	97.4	91.9	87.6	66.7	64.4	72.4	88.2	117.4	113.4	74.2	88.7	83.8
4.0 - 4.9	87.5	82.8	96.8	79.7	66.2	74.5	98.3	146.3	129.4	85.8	93.5	79.9
5.0 - 5.9	68.2	79.5	93.8	80.9	63.7	69.9	101.7	159.3	146.8	88.2	91.1	66.1
6.0 - 6.9	45.5	60.3	70.4	71.1	55.6	58.3	92.4	154.9	141.1	85.3	78.1	56.2
7.0 - 7.9	26.9	35.7	51.5	51.5	40.5	42.8	78.0	147.6	126.9	75.9	65.2	39.1
8.0 - 8.9	13.3	22.5	41.4	38.1	32.0	30.2	67.3	136.3	117.8	63.7	51.0	27.8
9.0 - 9.9	6.2	13.1	28.6	30.0	21.8	22.4	54.7	106.8	91.1	50.6	37.0	17.6
10.0 - 10.9	3.2	6.4	16.2	18.0	11.8	13.8	42.2	87.9	68.0	37.0	25.2	8.8
11.0 - 11.9	1.6	3.1	10.8	10.8	4.6	8.8	27.8	75.5	57.6	28.0	16.9	5.1
12.0 - 12.9	1.0	1.6	7.2	7.6	2.5	5.2	22.9	55.8	37.5	22.5	10.9	3.0
13.0 - 13.9	0.3	0.6	2.9	4.1	1.0	2.5	15.6	40.3	24.6	15.3	6.5	1.4
14.0 - 14.9	0.1	0.1	0.9	1.5	0.6	0.9	10.5	27.0	16.5	11.9	3.0	0.7
15.0 - 15.9		0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	6.5	16.4	8.6	8.0	2.2	0.3
16.0 - 16.9			0.1	0.5	0.2	0.3	4.3	10.5	4.8	5.3	1.0	0.2
17.0 - 17.9				0.3	0.1	0.1	2.3	6.2	2.9	2.8	0.8	
18.0 - 18.9				0.1			0.9	3.4	1.9	2.4	0.2	
19.0 - 19.9							0.6	2.2	0.8	1.0	0.2	
20.0 - 20.9							0.3	1.1	0.2	0.3	0.2	
21.0 - 21.9							0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	
22.0 - 22.9							0.2	0.3	0.2	0.2		
23.0 - 23.9								0.1	0.1			
24.0 - 24.9												
25.0 - 25.9												
26.0 - 26.9								0.1		0.1		
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	514.7	535.9	632.6	557.8	462.8	504.8	832.7	1452.2	1250.8	773.3	714.5	535.0
gemiddelde snelheid	4.2	4.7	5.4	5.7	5.3	5.4	6.6	7.3	6.9	6.8	5.7	4.8

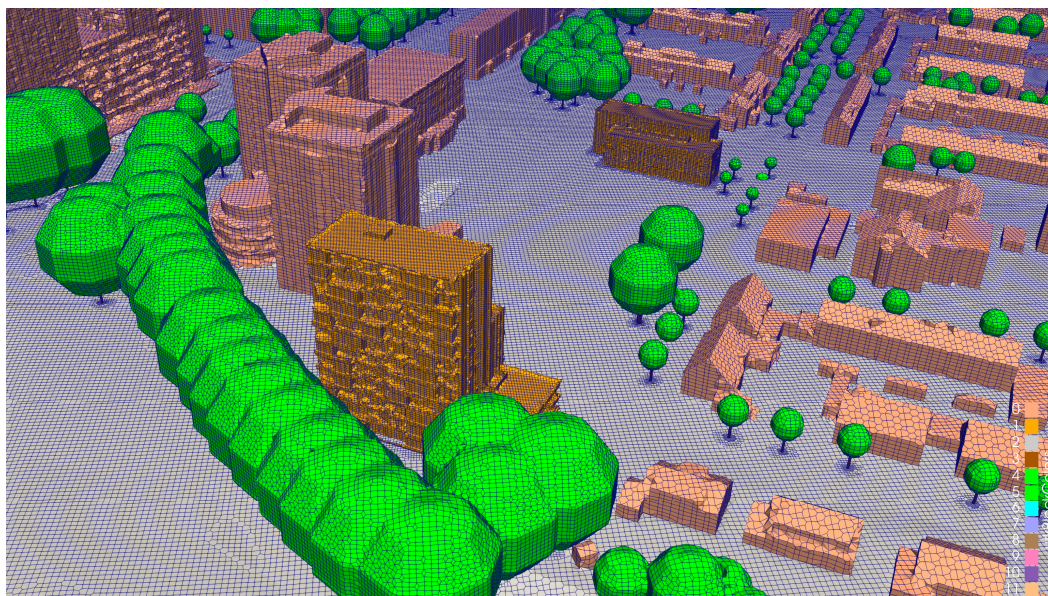
2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

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

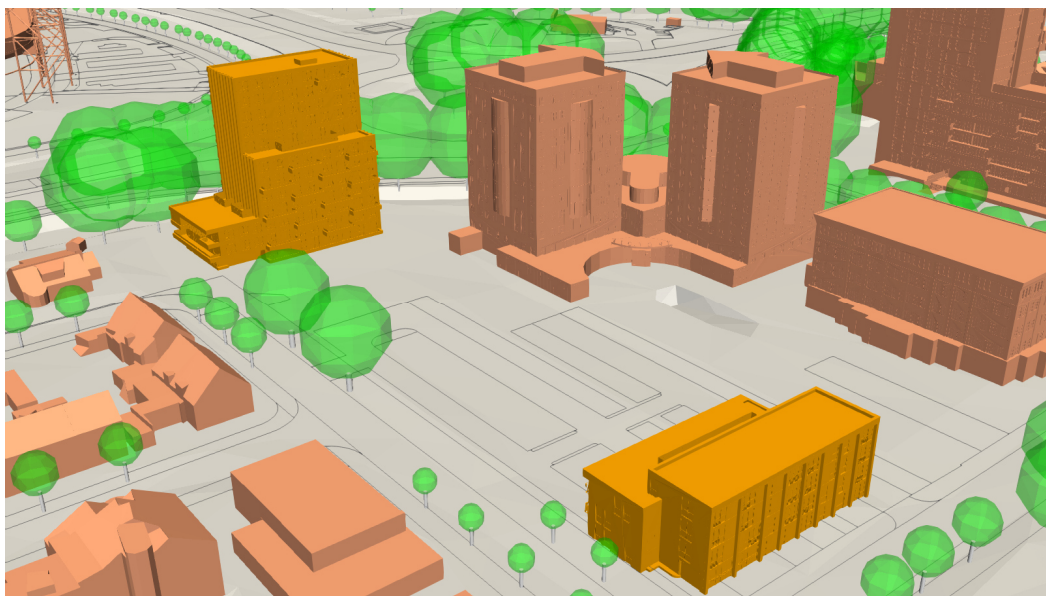
3 Rekenresultaten

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 0 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

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

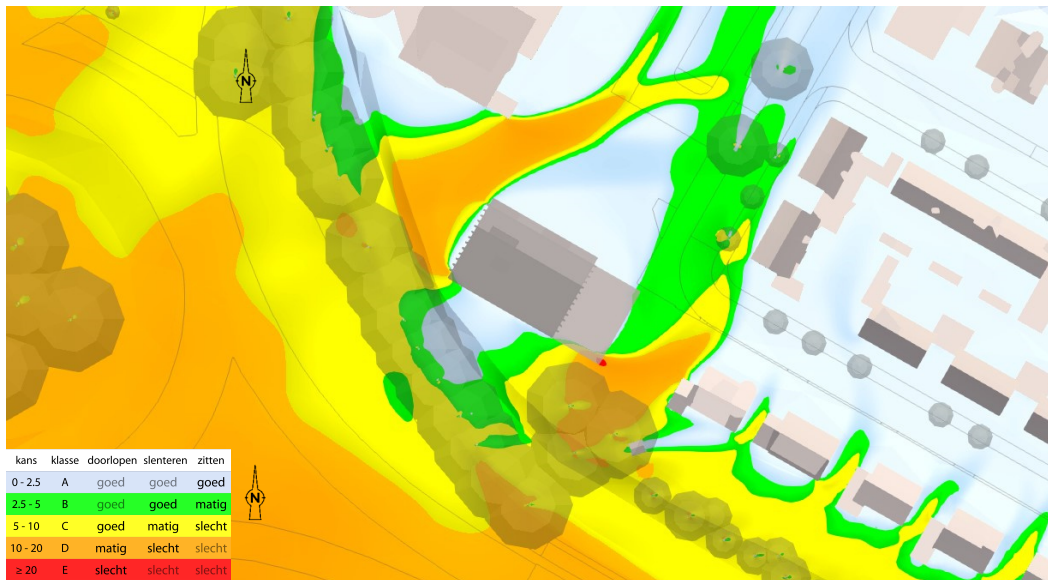
In bijlage 2 zijn de rekenresultaten per windrichting weergegeven. In deze figuren wordt met kleuren de hinderkans per windrichting weergegeven, en met pijlen de lokale stromingsrichting.

In figuur f 3.1 is uitsnede te zien van het model voor de geplande bebouwingssituatie.



f 3.1 Aanzicht model geplande bebouwingssituatie

In f 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. In f 3.3 is op vergelijkbare wijze de berekende gevaarkans weergegeven.



f 3.2 Windhinder in de geplande bebouwingssituatie



f 3.3 Windgevaar in de geplande bebouwingssituatie

Uit de resultaten blijkt dat er in een aantal gebieden rond de geplande nieuwbouw een matig windklimaat voor doorlopen, windklimaat klasse D, verwacht wordt. Dit wordt in de figuur aangegeven met de kleur oranje. Dit vrij ongunstige windklimaat wordt voor een groot deel verklaard door de open aanstroming van het plan vanuit het zuidwesten. Ondanks de aanwezigheid van de laagbouwvoet aan de zuidoostzijde, is bij de doorgang aan deze zijde het windklimaat toch matig voor doorlopen. Zonder de laagbouwvoet zou

het windklimaat hier naar alle waarschijnlijkheid slecht zijn geweest. Waarschijnlijk is ook in de huidige situatie het windklimaat in dit gebied op zijn best matig.

Teneinde het windklimaat op de plekken waar dit nu matig is te verbeteren, kunnen windremmende elementen, bijvoorbeeld in de vorm van begroeiing, geplaatst worden in het gebied met de hogere hinderkansen.

In de berekeningen is bij de zuidoosthoek van het gebouw er een heel klein vlekje met een beperkt risico op windgevaar. Hier kunnen geen windgevoelige functies worden gerealiseerd. Er wordt geadviseerd eventuele looproutes ook buiten dit punt om te leggen. Het windklimaat op dit punt en onder de overkraging zou verbeterd kunnen worden door het aanbrengen van een halfdoorlatend scherm in het verlengde van de oostgevel.

Op de meeste plekken langs de gevel is het windklimaat beoordeeld voor slenteren goed, klasse A en B, aangegeven met de kleuren blauw en groen. Op deze plekken kunnen zonder aanvullende maatregelen entrees gerealiseerd worden.

Opgemerkt dient te worden dat 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

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing op de VTC-locatie te Alkmaar. 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*.

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

- In een aantal gebieden rond de geplande nieuwbouw wordt een matig windklimaat voor doorlopen, windklimaat klasse D, verwacht. Dit vrij ongunstige windklimaat wordt voor een groot deel verklaard door de open aanstroming van het plan vanuit het zuidwesten. Zonder de laagbouwvoet van het gebouw zou het windklimaat hier naar alle waarschijnlijkheid slecht zijn geweest.
- Teneinde het windklimaat op de plekken waar dit nu matig is te verbeteren, kunnen windremmende elementen, bijvoorbeeld in de vorm van begroeiing, geplaatst worden in het gebied met de hogere hinderkansen.
- In de berekeningen is bij de zuidoosthoek van het gebouw er een heel klein vlekje met een beperkt risico op windgevaar. De norm stelt dat hier, zonder aanvullende maatregelen, geen windgevoelige functie gerealiseerd mogen worden. Het windklimaat op dit punt en onder de overkraging zou verbeterd kunnen worden door het aanbrengen van een halfdoorlatend scherm in het verlengde van de oostgevel.
- Op de meeste plekken langs de gevel is het windklimaat beoordeeld voor slenteren goed, klasse A en B, aangegeven met de kleuren blauw en groen. Op deze plekken kunnen zonder aanvullende maatregelen entrees gerealiseerd worden.

Dit rapport bevat 13 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel

Bijlage 2: Windhinder per windrichting

Bijlage 1 Technisch inlegvel

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	VTC-locatie Alkmaar			
Opdrachtgever	Hestia Wonen BV			
Projectleider	dr. ir. L. Aanen			
Datum	15-10-2024			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	750 x 750 meter			
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw			
Omgeving	bebouwing/begroeiing			
Afmetingen model	850 x 850 x 250 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 9			
Algemeen	✓ FVM (eindige volume methode)			
	✓ drie-dimensionaal			
	✓ tijd-onafhankelijk			
	✓ isothermisch			
Rekenrooster	Circa 14 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., $z_0=0,15-0,5$ 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 = 111384 Y = 514426			
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				

