Bestemmingsplan Stationsgebied

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Rapportnummer OE 15219-8-RA-001 d.d. 21 september 2021

Bestemmingsplan Stationsgebied

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



opdrachtgever	Gemeente Hoorn
rapportnummer	OE 15219-8-RA-001
datum	21 september 2021
referentie	[redacted] OE 15219-8-RA-001
verantwoordelijke opsteller	[redacted]

peutz bv, postbus 696, [redacted] zoetermeer, [redacted]@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw [redacted] 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**
4	**Samenvatting en conclusies**	**12**

1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Hoorn is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatsituatie rondom de mogelijke bebouwing van het Bestemmingsplan Stationsgebied.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door de gemeenten aangeleverde plankaart met mogelijke bouwhoogtes. 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 1200 bij 875 meter. In het model is de mogelijke bebouwing van het bestemmingsplan Pelmolenpad opgenomen.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing en het geven van adviezen ter verbetering van het windklimaat.

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 mogelijke bebouwing, in het model is ook de mogelijke bebouwing van het bestemmingsplan Pelmolenpad opgenomen



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 mogelijke bouwhoogte van 38 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.
Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast. 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

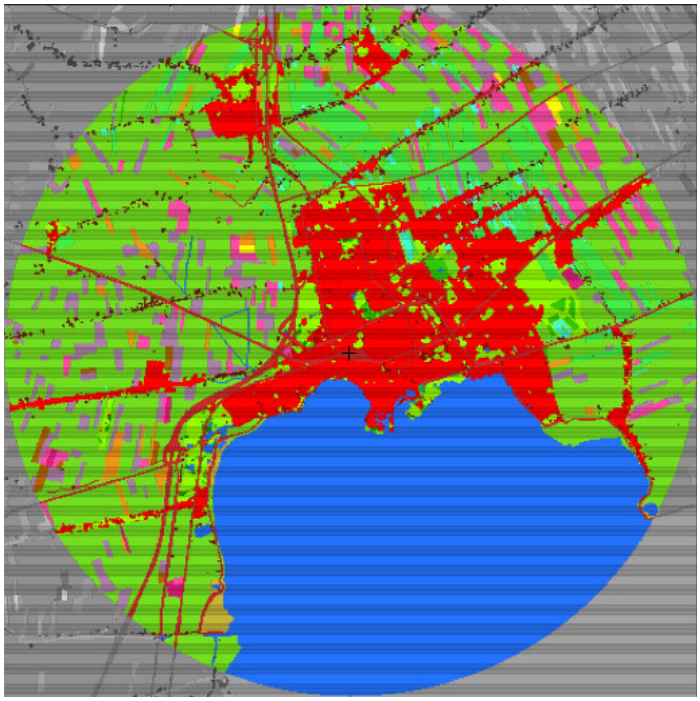
De norm stelt: *"Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van 0,05 < p < 0,30 mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis p ≤ 0,05.*
Situaties met een overschrijdingskans van p ≥ 0,30 zijn evident gevaarlijk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

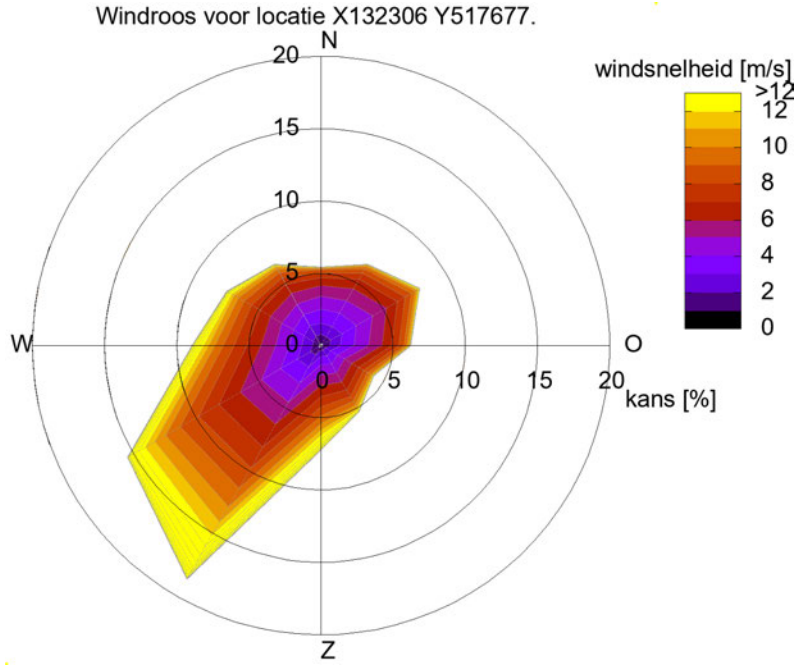
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

z_0 (m)	Kleur	Klasse
0,03		Geen gegevens
0,03		Gras
0,17		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		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. Daarbij is de invloed van het water op de windroos duidelijk zichtbaar door relatief hoge windsnelheden voor de windrichtingen die over het water aan komen stromen. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bestemmingsplanlocatie.

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

totaal aantal uren: 8766.5

Positie X132306 Y517677 Jaar 1963-2002

gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.4

wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°
0.0 - 0.9	15.1	14.6	17.0	12.9	6.5	8.3	5.4	15.4	17.4	10.8	12.6	15.0
1.0 - 1.9	53.3	49.8	52.1	42.0	23.1	24.0	22.5	49.3	60.1	42.2	41.4	52.1
2.0 - 2.9	70.5	70.8	77.6	65.7	38.2	43.5	38.7	86.2	89.6	64.1	65.9	71.1
3.0 - 3.9	84.8	93.5	102.5	80.3	48.3	56.9	50.5	114.0	116.6	74.9	76.5	78.7
4.0 - 4.9	78.4	87.4	113.6	90.4	51.3	61.3	61.0	133.2	134.9	86.3	80.7	77.1
5.0 - 5.9	64.3	82.9	98.4	79.1	50.8	62.0	64.9	154.6	151.0	88.0	79.7	73.6
6.0 - 6.9	45.5	66.5	75.4	60.1	48.0	56.0	67.0	157.9	146.9	85.4	71.8	62.7
7.0 - 7.9	29.6	41.6	55.2	44.1	35.2	46.7	61.6	147.6	141.3	77.3	62.7	46.6
8.0 - 8.9	17.5	26.9	41.3	30.3	27.2	32.8	54.8	140.9	130.4	64.8	50.8	33.5
9.0 - 9.9	8.6	17.7	27.2	18.2	19.6	26.5	46.5	127.5	103.2	51.7	38.8	24.5
10.0 - 10.9	4.7	9.8	15.7	10.9	12.4	18.9	38.5	107.8	75.0	38.3	28.7	15.7
11.0 - 11.9	2.5	4.3	10.4	6.8	5.9	11.3	31.9	94.3	66.3	28.3	19.6	8.5
12.0 - 12.9	1.3	2.1	5.8	2.4	2.6	7.6	25.6	76.1	46.0	23.3	12.9	5.1
13.0 - 13.9	1.2	1.6	1.3	0.8	1.4	4.7	20.0	62.1	27.5	15.9	8.4	2.7
14.0 - 14.9	0.3	0.4	0.7	0.4	0.6	2.3	13.6	51.0	21.2	12.1	4.8	1.7
15.0 - 15.9		0.1	0.3	0.3	0.4	1.1	11.4	38.0	13.4	7.8	2.7	1.0
16.0 - 16.9			0.1	0.1	0.2	0.4	7.7	26.1	6.8	5.6	1.4	0.5
17.0 - 17.9						0.3	4.9	18.5	3.8	3.2	1.1	0.2
18.0 - 18.9						0.2	3.7	12.4	2.5	2.3	0.4	0.2
19.0 - 19.9							2.0	8.2	1.5	1.2	0.1	
20.0 - 20.9							1.4	5.4	0.6	0.4	0.1	
21.0 - 21.9							0.8	2.7	0.3	0.3	0.3	
22.0 - 22.9							0.3	2.4	0.3	0.2	0.1	
23.0 - 23.9							0.3	1.1	0.1	0.1		
24.0 - 24.9							0.1	0.6	0.1			
25.0 - 25.9							0.2	0.4		0.1		
26.0 - 26.9							0.2	0.2				
27.0 - 27.9								0.1		0.1		
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	477.6	570.0	694.6	544.8	371.7	464.8	635.5	1634.0	1356.8	784.7	661.5	570.5
gemiddelde snelheid	4.5	4.9	5.2	5.1	5.6	5.9	7.7	8.2	7.1	6.8	6.1	5.2

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.

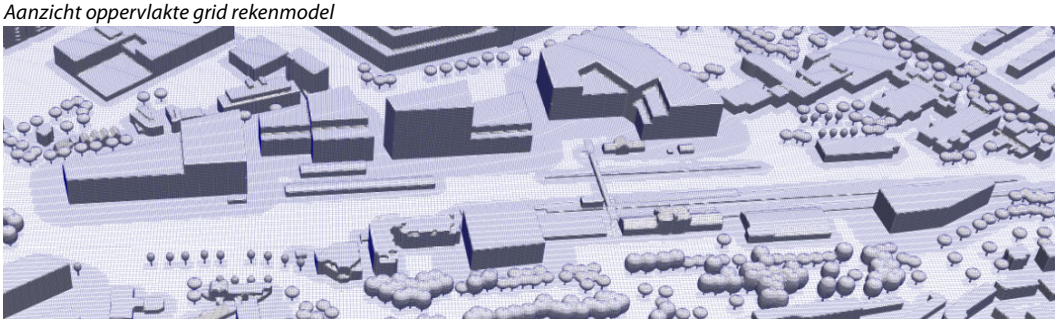
De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5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

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

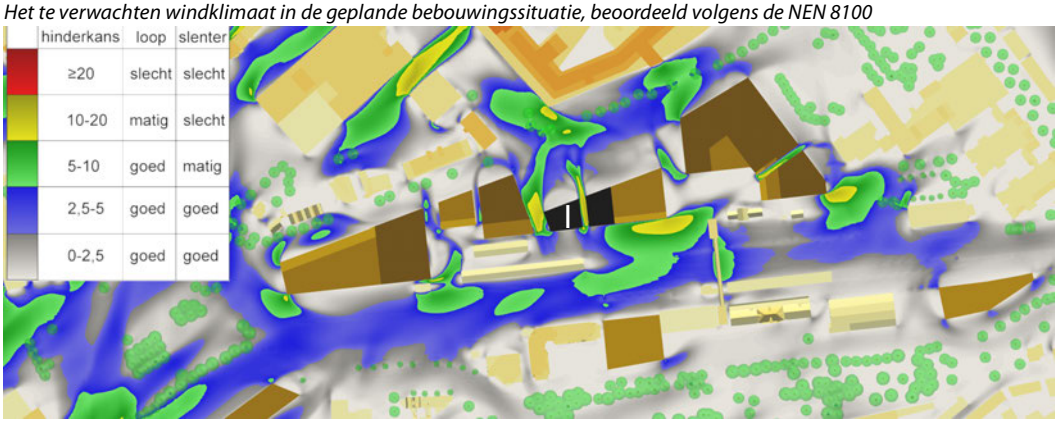
f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel



Het toekomstige 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.

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. 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.

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



Uit de resultaten blijkt dat het windklimaat op een aantal plekken het plangebied matig voor doorlopen is (geel in figuur 3.2). Gezien de bouwhoogte en de ligging dicht bij open water is dat ook begrijpelijk.

Verbeteren van het windklimaat is mogelijk door het verkleinen van het aangestroomd oppervlak van de verschillende bouwdelen vanuit het zuidwesten, de richting waaruit de meeste wind komt. Ook het creëren van een laagbouwvoet aan deze gevels is mogelijk, bij voorbeeld bij markering I in de figuur.

Het matige windklimaat in de doorgang in het hoogbouwblok bij het station is het gevolg van drukverschillen tussen de noord en zuidgevel. Om dit matige windklimaat te voorkomen zou er weerstand voor de doorstromende wind gecreëerd moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld door de doorgang niet in een rechte lijn te laten lopen of door het plaatsen van begroeiing of schermen in de doorgang.

Tenslotte kan bij de inrichting van het gebied nog rekening gehouden worden met het windklimaat: door windgevoelige functies in gebieden te leggen waar het windklimaat gunstiger is, kan hinder worden voorkomen. Ook is het plaatsen van begroeiing in de gebieden met hogere hinderkansen een mogelijkheid om het windklimaat in deze gebieden te verbeteren.

Binnen het plangebied is er geen beperkt risico op windgevaar of overschrijding van het gevaarcriterium te verwachten.

Opgemerkt dient te worden dat het windremmende effect van eventuele 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.

Verder moet opgemerkt worden dat doordat de volumes nu allemaal maximaal ingevuld zijn, het windklimaat in een werkelijke ontwerpsituatie anders zal zijn dan berekend. Hierbij kan het windklimaat, doordat er minder hoogbouw is, gunstiger uitvallen, maar kan bijvoorbeeld door het wegvallen van een laagbouwvoet het windklimaat ook ongunstiger worden. Er wordt dan ook geadviseerd om bij de verdere planvorming, met name bij de ontwikkeling van bouwdelen van meer dan 30 meter hoog, opnieuw aandacht te besteden aan het windklimaat rond de plannen.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Gemeente Hoorn is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatsituatie rondom de mogelijke bebouwing van het Bestemmingsplan Stationsgebied. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing en het geven van adviezen ter verbetering van het windklimaat.

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:

- Het te verwachten windklimaat is op een aantal plekken in de het bestemmingsplangebied matig voor doorlopen. Dit wordt verklaard door de ligging dicht bij open water in combinatie met de mogelijke bouwhoogtes.
- Verbeteren van het windklimaat is mogelijk door het verkleinen van het aangestroomd oppervlak van de verschillende bouwdelen vanuit het zuidwesten of het creëren van een laagbouwvoet aan deze gevels.
- Het matige windklimaat in de doorgang in het hoogste bouwblok bij het station is het gevolg van drukverschillen tussen de noord en zuidgevel. Om dit matige windklimaat te voorkomen zou er weerstand voor de doorstromende wind gecreëerd moeten worden.
- Bij de inrichting van het gebied kan rekening gehouden worden met het windklimaat door windgevoelige functies in gebieden te leggen waar het windklimaat gunstiger is en het plaatsen van begroeiing in de gebieden met hogere hinderkansen.
- Er geen sprake van een beperkt risico op windgevaar of overschrijding van het gevaarcriterium.

Opgemerkt wordt dat doordat de volumes nu allemaal maximaal ingevuld zijn, het windklimaat in een werkelijke ontwerpsituatie anders zal zijn dan berekend. Hierbij kan het windklimaat zowel gunstiger als ongunstiger uitvallen. Er wordt dan ook geadviseerd om bij de verdere planvorming, met name bij de ontwikkeling van bouwdelen van meer dan 30 meter hoog, opnieuw aandacht te besteden aan het windklimaat rond de plannen.

Zoetermeer,

[redacted]

Dit rapport bevat 12 pagina's
Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	**Projectgegevens**
Projectnaam	Bestemmingsplan Stationsgebied
Opdrachtgever	Gemeente Hoorn
Projectleider	[redacted]
Datum	21 september 2021
Model	**Algemene gegevens van het model**
Omvang gemodelleerd gebied	1200 x 875 meter
Kerngebied	het : rondom de geplande nieuwbouw
Omgeving	bebouwing/begroeiing
Afmetingen model	1500 x 1175 x 500 meter
Blokkeringsgraad	<10%
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)
Onderzochte configuraties	geplande bestemmingsplansituatie
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 20,8 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, windrichtingen 150° t/m 210°: z_0=0,1 m; 120° en 240° t/m 300°: z_0=0,3 m; overige windrichtingen 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 = 132306 Y = 517677

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	