



Bestemmingsplan 2e Daalsedijk deelgebieden 2 t/m 4 te Utrecht

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Bestemmingsplan 2e Daalsedijk deelgebieden 2 t/m 4 te Utrecht

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



opdrachtgever NS Stations
rapportnummer O 16101-3-RA-001
datum 7 februari 2019
referentie OO/AZ//O 16101-3-RA-001
verantwoordelijke [REDACTED]
opsteller [REDACTED]
024-3 [REDACTED]
[REDACTED]@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – 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	13

1 Inleiding

In opdracht van NS Stations is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar het effect van bebouwing volgens het concept bestemmingsplan 2e Daalsedijk voor wat betreft de deelgebieden 2 t/m 4 te Utrecht.

Voor het vervaardigen van het CFD model is uitgegaan van een 3D model van een proefverkaveling afkomstig van BGSV d.d. 10 december 2018. In het zoekgebied van de hoogbouw, waarvan de hoogte maximaal 32 meter bedraagt, zijn 2 hoogbouwvarianten onderzocht. Opgemerkt wordt dat afwijkingsmogelijkheid van 10% in de berekeningen niet specifiek is meegenomen, gezien dit geen wezenlijke invloed op het windklimaat heeft. De stedenbouwkundige omgeving en de begroeiing is meegenomen aan de hand van gegevens uit openbare bronnen, waarbij de toekomstige bebouwing in de Cartesius driehoek als gerealiseerd is beschouwd. In totaal is een gebied gemodelleerd van 1550 bij 1350 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat bij de geplande bebouwing en in de directe omgeving.

f1.1 Het gehanteerde 3D model van de eerste variant van de hoogbouw van 10 bouwlagen in het zoekgebied



f1.2 Het gehanteerde 3D model van de tweede variant van de hoogbouw van 10 bouwlagen in het zoekgebied



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 het plan een bouwhoogte van 32 meter (+ 10%) mogelijk maakt, is een windklimaatonderzoek uitgevoerd.

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. 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
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

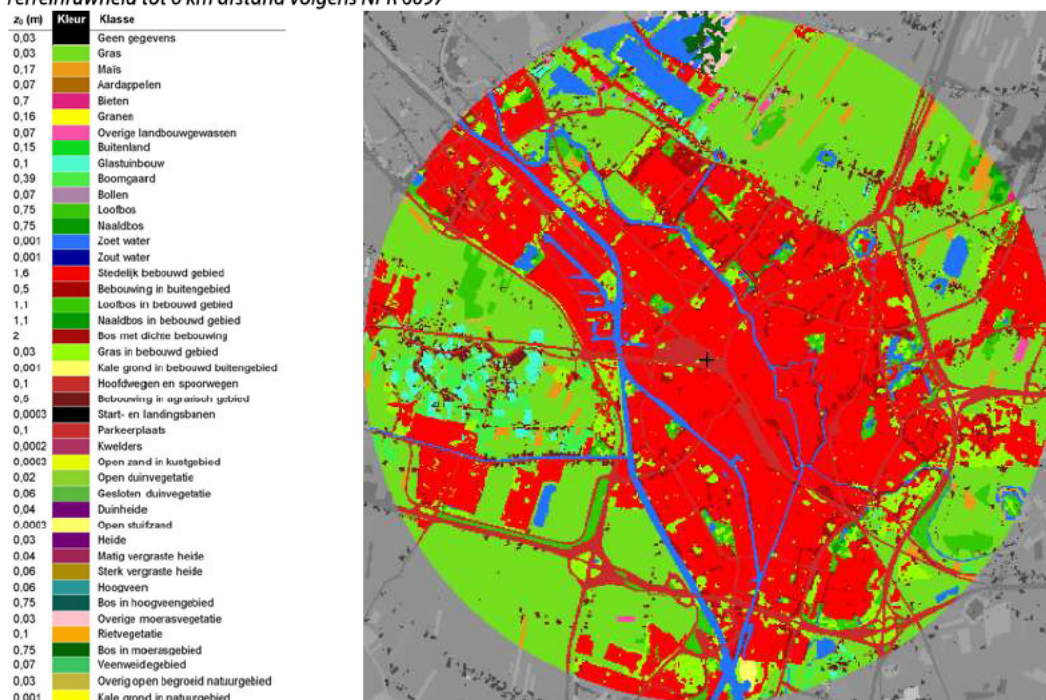
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$."

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

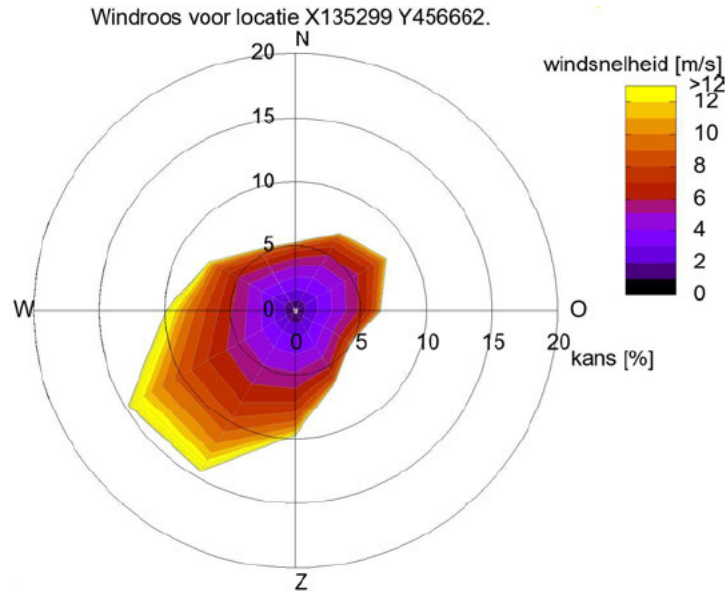
Voor de vertaling van de resultaten van de berekeningen naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens 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



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 planlocatie met name bij wind uit het zuiden tot noordwesten 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



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: 8766,4
Postlocatie	X135299 Y456662											gemiddelde windsnelheid (m/s): 5,6
jaar 1963-2002												
wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°
0.0 - 0.9	15.5	16.5	19.3	19.1	17.3	20.7	17.8	15.5	16.3	15.3	19.6	16.1
1.0 - 1.9	53.4	57.8	62.8	53.9	51.0	64.7	64.8	56.3	55.0	51.5	62.3	53.5
2.0 - 2.9	74.4	75.4	88.8	81.8	75.3	94.2	100.4	93.0	82.9	72.7	84.6	70.4
3.0 - 3.9	81.7	102.0	105.0	92.7	79.3	99.1	117.2	120.1	106.3	88.9	93.9	74.9
4.0 - 4.9	71.7	98.6	112.7	96.6	74.9	94.0	120.6	144.7	128.9	97.0	94.3	74.1
5.0 - 5.9	60.1	84.7	99.7	78.9	54.2	71.0	111.0	150.1	143.2	101.4	83.2	60.5
6.0 - 6.9	45.0	65.0	73.3	54.8	38.6	44.7	91.6	138.6	142.5	90.4	69.9	47.8
7.0 - 7.9	27.3	44.1	53.6	40.8	25.1	32.1	76.1	129.1	131.8	83.5	53.9	32.9
8.0 - 8.9	14.3	28.4	40.0	25.1	9.7	17.7	55.8	109.6	122.2	71.7	38.0	21.2
9.0 - 9.9	7.6	18.0	23.1	13.3	3.8	10.1	39.5	92.4	103.3	54.8	24.4	15.0
10.0 - 10.9	4.0	9.5	14.7	7.5	1.5	4.6	26.0	72.8	77.4	41.1	16.9	6.8
11.0 - 11.9	1.9	4.3	8.6	4.4	0.5	1.8	16.3	51.8	57.0	30.5	10.4	3.7
12.0 - 12.9	1.5	2.0	3.0	1.4	0.3	0.6	8.8	37.5	47.2	22.0	6.2	2.3
13.0 - 13.9	0.5	1.3	1.0	0.7	0.1	0.3	4.9	24.2	30.7	16.5	3.1	1.1
14.0 - 14.9		0.2	0.3	0.3			2.0	15.7	19.6	12.5	1.5	0.5
15.0 - 15.9		0.1	0.2	0.1			1.0	8.9	13.1	7.8	0.6	0.3
16.0 - 16.9							0.7	4.4	6.9	4.9	0.6	
17.0 - 17.9							0.5	2.2	4.4	2.9	0.1	0.1
18.0 - 18.9							0.1	1.3	2.4	2.0	0.2	
19.0 - 19.9								1.1	1.5	1.1	0.1	
20.0 - 20.9								0.3	0.8	0.6	0.1	
21.0 - 21.9								0.1	0.5	0.3		
22.0 - 22.9									0.2	0.2	0.1	
23.0 - 23.9									0.1	0.1		
24.0 - 24.9									0.1	0.1		
25.0 - 25.9										0.1		
26.0 - 26.9									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	458.9	607.9	706.1	571.4	431.6	555.6	854.9	1269.7	1294.4	870.7	664.0	481.2
gemiddelde snelheid	4.3	4.8	5.0	4.6	4.1	4.3	5.4	6.8	7.1	6.6	5.1	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.

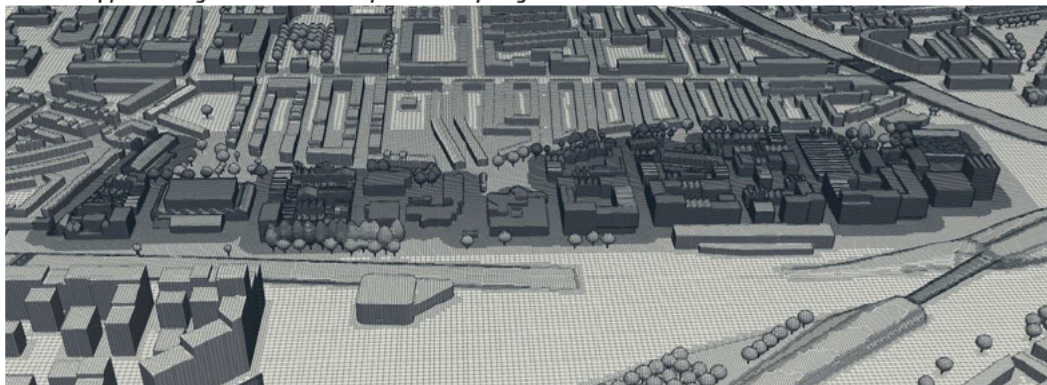
De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5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

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

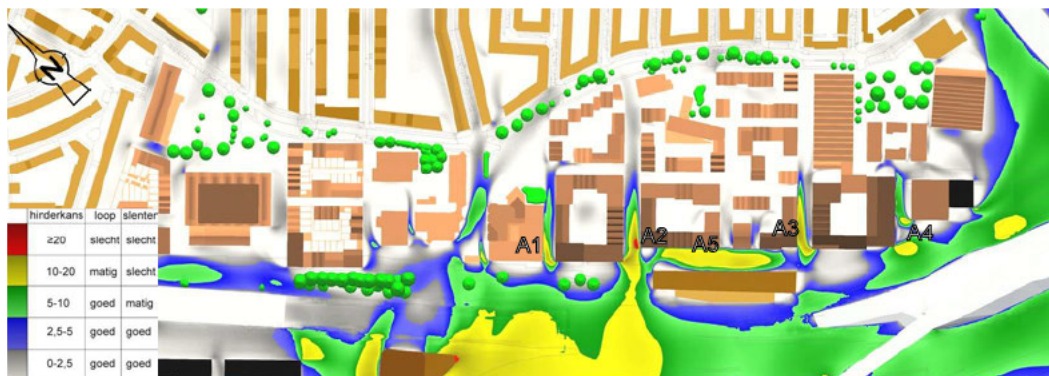
f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel ter plaatse van plangebied



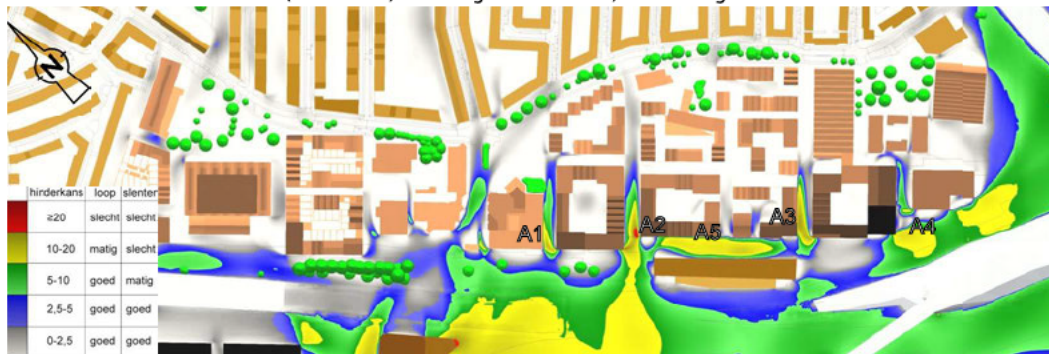
Het toekomstige windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

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 (hinderkans) met hoogbouwvariant 1; aandachtsgebieden



f3.3 Het te verwachten windklimaat (hinderkans) met hoogbouwvariant 2; aandachtsgebieden



Uit de resultaten blijkt onder meer dat in de direct omgeving en rondom een groot deel van de geplande bebouwing een lage hinderkans te verwachten is, waarmee het windklimaat als goed beoordeeld wordt (grijs, blauw en groen in de figuren 3.2 en 3.3) volgens het beoordelingscriterium voor doorlopen. Ook volgens het strengere beoordelingscriterium voor slenteren is er op veel plaatsen een goed windklimaat te verwachten.

Daarnaast zijn er diverse plaatsen met een minder gunstige beoordeling. In de aangegeven aandachtsgebieden A1 t/m A5 is plaatselijk een verhoogde hinderkans vastgesteld (geel en lokaal rood in figuren 3.2 en 3.3). Het windklimaat in deze gebieden wordt gekenmerkt als een matig c.q. slecht voor beoordelingscriterium doorlopen. Dit is te wijten aan de combinatie van de bepalende zuidwestelijk windrichtingen in de windstatistiek en de opbouwende luchtstroom via het westelijk gelegen open gebied van het rangeerterrein. Dit brede open gebied strekt zich ten zuiden van de Cartesiusdriehoek uit tot aan de Cartesiusweg.

In enkele van de aangrenzende zuidwest-noordoost georiënteerde straten binnen het plangebied is ten gevolge van de aanstroming van de wind over het rangeerterrein met name in het zuidwestelijke deel van de straat sprake van relatief hoge waarden (aandachtsgebieden A1, A2 en A3). In aandachtsgebied A2 is hierbij plaatselijk sprake van een als slecht te beoordelen windklimaat, verder is hier uitgaande van het criterium voor

doorlopen plaatselijk een matig windklimaat te verwachten. Zeer plaatselijk gaat een beoordeling matig/slecht samen met een beperkt risico op windgevaar. Dit is gezien het plaatselijke karakter niet nader gevisualiseerd. Het gevaarcriterium wordt niet overschreden.

In de zuidwest-noordoost georiënteerde straat in het zoekgebied van de hoogbouw (A4) treedt in mindere mate hetzelfde effect op, met zeer plaatselijk een beoordeling matig voor doorlopen. In het gebied ten zuidwesten van de bebouwing binnen het zoekgebied is eveneens plaatselijk een matig windklimaat te verwachten. Het gebied met een beoordeling matig is bij de 2^e variant van de hoogbouw wat groter dan bij de 1^e variant, maar de verschillen zijn beperkt. Zeer plaatselijk gaat ook hier een beoordeling matig samen met een beperkt risico op windgevaar. Per saldo is het windklimaat voor de gebouwgevels in dit gebied gunstiger dan dat in aandachtsgebied A2.

In aandachtsgebied A5, tussen het plangebied en de ten zuidwesten gesitueerde bestaande bebouwing (toekomstig hotel), is eveneens een als matig te beoordelen windklimaat vastgesteld. Het gebied met een beoordeling matig komt tot zowel de zuidwestgevels van geplande bebouwing als bij de noordoostgevel van de bestaande bebouwing.

Bij de overige bestaande bebouwing die in het plangebied gehandhaafd blijft, wordt ondanks plaatselijk hogere waarden nabij gebouwhoeken, bij de gebouwentree een goed windklimaat op basis van het criterium voor slenteren verwacht.

Bij de bestaande woonwijken ten noordoosten van het plangebied wordt overwegend een goed windklimaat voor zowel het criterium voor doorlopen als slenteren verwacht. De geplande bebouwing heeft een aanzienlijk afschermende werking, waardoor het windklimaat naar verwachting een stuk gunstiger wordt dan dat in de bestaande situatie.

Voor windgevoelige functies als gebouwentrees, terrassen en buitenruimten wordt een beoordeling goed nagestreefd met het strengere criterium voor slenteren. Bij een groot deel van de gevels valt het windklimaat binnen de streefwaarde, met uitzondering van de gevels in de benoemde gebieden.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van NS Stations is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar het effect van bebouwing volgens het concept bestemmingsplan 2e Daalsedijk voor wat betreft de deelgebieden 2 t/m 4 te Utrecht. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat bij de geplande bebouwing en in de directe omgeving. In het zoekgebied van de hoogbouw, waarvan de hoogte maximaal 32 meter bedraagt, zijn 2 hoogbouwvarianten onderzocht. Opgemerkt wordt dat afwijkingsmogelijkheid van 10% in de berekeningen niet specifiek is meegenomen, gezien dit geen wezenlijke invloed op het windklimaat heeft.

De toekomstige bebouwing in de Cartesiusdriehoek is in het onderzoek als gerealiseerd is beschouwd, volgens de laatste inzichten.

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:

- Bij de bestaande woonbebouwing in de omgeving van het plangebied is ten gevolge van een afschermende werking bij de dominante windrichting zuidwest, een overwegend als goed te beoordelen windklimaat te verwachten in de geplande situatie. Dit is naar verwachting een verbetering ten opzichte van de bestaande situatie.
- De aanwezigheid van een groot rangeerterrein ten westen van het plangebied (ten zuiden van de Cartesiusdriehoek) geeft bij westelijke en zuidwestelijke windrichtingen plaatselijk een ongunstig windklimaat in het aansluitende deel van het plangebied. Met name in het eerste deel van de zuidwest-noordoost georiënteerde straten is daar sprake van een matig windklimaat voor de functie doorlopen. Ook voor een deel van de zuidwestgevels in dit gebied is, in de zone tussen de geplande en de zuidwestelijk gelegen bestaande bebouwing (toekomstig hotel), sprake van een beoordeling matig. Bij 1 van de zuidwest-noordoost straten ontstaat zeer plaatselijk een slecht windklimaat. Een beoordeling matig of slecht gaat zeer plaatselijk samen met een beperkt risico op windgevaar. Het gevaarcriterium wordt niet overschreden.
- Het windklimaat in de hoogbouwzone pakt niet ongunstiger uit dan dat bij de overige straten met een zuidwest-noordoost verbinding. Er is een matig tot goed windklimaat voor de functie doorlopen te verwachten. Zeer plaatselijk is er een beperkt risico op windgevaar. Het verschil tussen de 2 onderzochte hoogbouwvarianten is beperkt. Het windklimaat bij de hoogbouw is wat gunstiger dan dat bij enkele andere bouwdelen, waar het effect van de ligging ten opzichte van het rangeerterrein meer bepalend is.
- Verder is in het plangebied overwegend een goed windklimaat voor de functie doorlopen te verwachten.
- Voor windgevoelige functies als gebouwentrees, terrassen en buitenruimten wordt een beoordeling goed nagestreefd met het strengere criterium voor slenteren. Bij een groot deel van de gevels valt het windklimaat binnen de streefwaarde, met uitzondering van de

- 100

O 16101-3-RA-001 14



Bijlage 1: Technisch inlegvel numerieke simulatie

Bijlage 1 Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Bestemmingsplan 2e Daalsedijk deelgebieden 2 t/m 4 te Utrecht			
Opdrachtgever	NS Stations			
Projectleider	O.E. Otten A. Zaagougui			
Datum	7 februari 2019			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	1550 x 1350 meter			
Kerngebied	het gebied rondom de planlocatie			
Omgeving	stedelijke bebouwing			
Afmetingen model	1650 x 1550 x 200 meter			
Blokkeringsgraad	<10%			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Onderzochte configuraties	2 geplande bebouwingssituaties			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	OpenFoam 18.10			
	✓ 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, alle windrichtingen: z ₀ =1,0 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 = 135299 Y = 456662			
Toegepaste eisen	V _{BR} [m/s]	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans [%]	Beoordeling
Voor comfort			p(V _{LOK} > V _{BR,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 _{BR,G})	
	15	n.v.t	0,05 < p < 0,30	beperkt risico
	15	n.v.t	p ≥ 0,30	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten		windhinder- en windgevaarpercentages volgens NEN 8100		
Opmerkingen				