

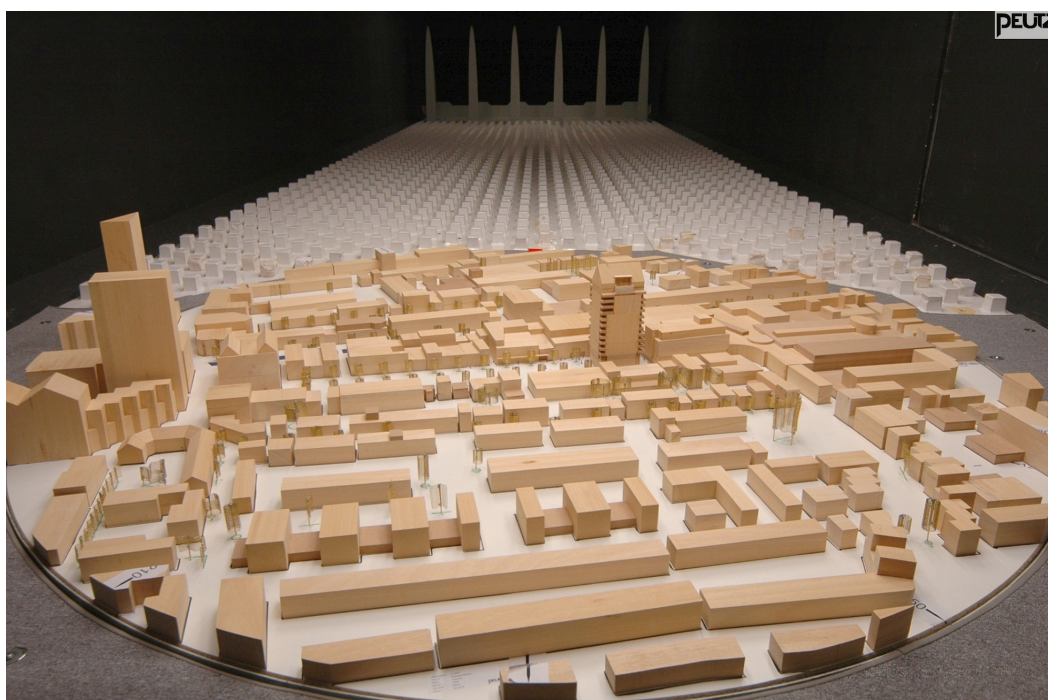


Rozengrachttoeren Zaandam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel

Rozengrachttoeren Zaandam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel



opdrachtgever	SAB Adviesgroep Arnhem
rapportnummer	O 15627-1-RA-001
datum	7 oktober 2016
referentie	OO/OO//O 15627-1-RA-001
verantwoordelijke	O.E. Otten
opsteller	O.E. Otten +31 24 3570767 o.otten@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-9001:2008

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Normstelling en opzet van het onderzoek	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 in de windtunnel	9
2.5 Schaalmodel	10
2.6 Onderzoek in de windtunnel	10
3 Resultaten van het onderzoek	11
3.1 Geplande bebouwingssituatie	12
3.2 Geplande bebouwingssituatie inclusief windafschermende maatregelen	14
4 Samenvatting en conclusies	16

1 Inleiding

In opdracht van SAB Arnhem is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Rozengrachtstoren te Zaandam, inclusief de bestaande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Naar aanleiding van de eerste meetresultaten is vervolgonderzoek uitgevoerd met betrekking tot windafschermende maatregelen.

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*.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het windtunnelonderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd.

In hoofdstuk 2 wordt de normstelling toegelicht en de opzet van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 is een samenvatting betreffende het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

2 Normstelling en opzet van het onderzoek

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 een windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie, wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

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.

De beoordeling van het windklimaat hangt samen met de betreffende activiteitenklasse. Op een trottoir, straat of parkeerterrein geldt bijvoorbeeld de activiteit 'doorlopen' en in een onoverdekt winkelgebied en bij hoofdentrees de activiteit 'slenteren'. Bij de activiteitenklasse 'langdurig zitten' valt te denken aan zitten op een bankje. Deze klasse is dusdanig kritisch dat het met terughoudendheid wordt toegepast.

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 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.

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

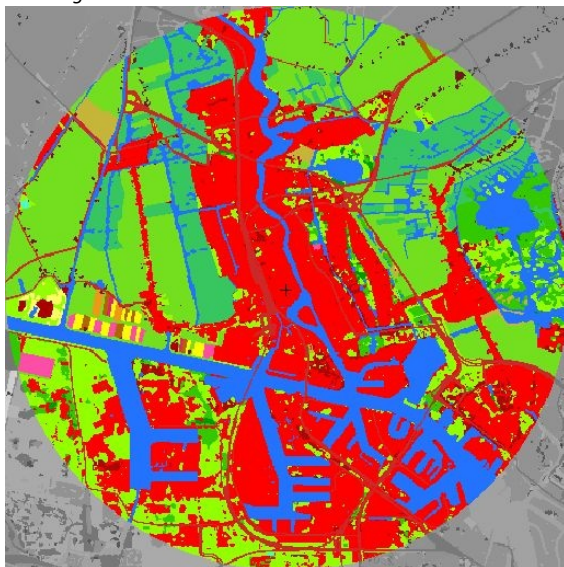
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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 metingen aan een schaalmodel in de windtunnel 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 project. 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.

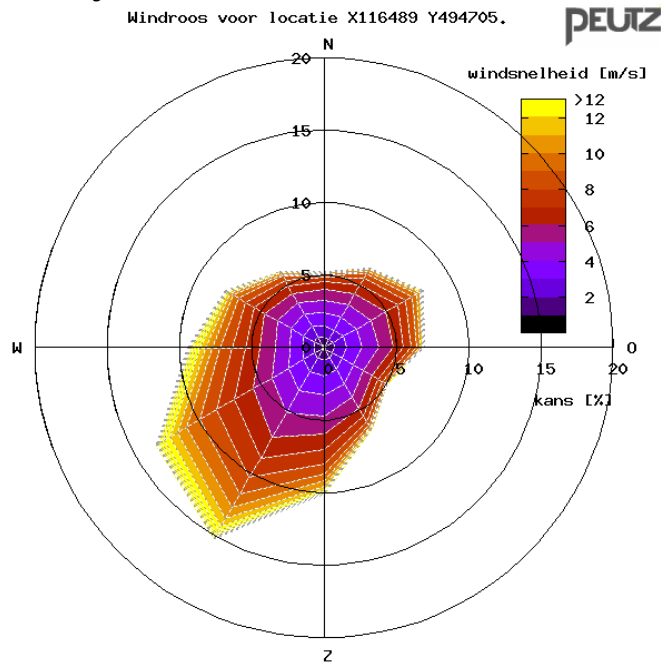
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



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 bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee het meest bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X116489 Y494705.



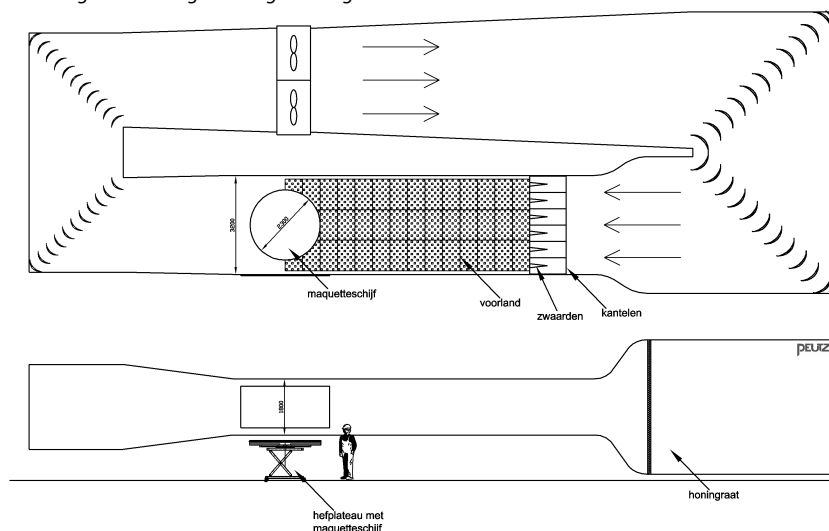
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8766.5	
Positie X116489 Y494705 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.7	
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°	
0.0 - 0.9	12.6	15.1	15.6	14.3	16.7	15.8	16.6	14.3	11.7	16.0	18.3	13.6	
1.0 - 1.9	46.0	48.4	48.8	43.9	53.5	57.8	56.8	51.5	44.6	52.6	55.4	49.2	
2.0 - 2.9	65.0	72.3	74.1	69.5	84.7	97.7	96.0	77.1	67.9	76.0	74.8	68.6	
3.0 - 3.9	88.3	90.7	90.9	74.6	98.1	116.2	131.1	102.8	80.5	88.7	84.6	81.7	
4.0 - 4.9	85.8	101.8	100.5	72.4	95.1	123.1	157.3	118.3	91.0	91.9	79.4	74.1	
5.0 - 5.9	77.4	105.5	89.4	59.8	76.9	109.9	165.9	133.7	95.1	88.9	67.1	63.0	
6.0 - 6.9	65.6	81.6	62.7	43.5	55.8	97.0	145.3	128.9	88.2	74.1	55.1	46.7	
7.0 - 7.9	46.6	58.7	45.8	32.8	36.2	83.5	137.4	124.7	80.5	62.5	37.5	29.3	
8.0 - 8.9	28.5	43.8	34.3	18.4	25.3	62.8	116.3	115.4	68.2	48.3	25.0	16.6	
9.0 - 9.9	19.3	32.0	21.1	6.4	14.1	41.9	94.5	91.6	53.5	33.7	15.3	7.5	
10.0 - 10.9	11.1	19.0	10.7	3.3	7.9	31.4	74.7	66.8	39.8	23.6	8.6	4.3	
11.0 - 11.9	5.5	12.6	7.5	1.1	4.0	21.0	51.6	53.4	29.2	14.6	4.8	2.1	
12.0 - 12.9	2.9	8.1	3.4	0.4	1.2	11.6	36.7	39.0	24.0	9.8	2.5	1.4	
13.0 - 13.9	1.5	4.2	1.0	0.3	0.7	6.9	22.8	23.0	17.0	5.3	1.2	0.7	
14.0 - 14.9	0.8	1.3	0.7	0.1	0.3	3.0	13.3	15.5	12.0	3.1	0.4	0.2	
15.0 - 15.9	0.1	0.5	0.2	0.0	0.0	1.5	6.8	8.4	8.5	1.5	0.3	0.0	
16.0 - 16.9	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.6	3.7	5.3	5.4	0.8	0.2	0.0	
17.0 - 17.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	2.6	2.8	0.6	0.0	0.0	
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	1.9	1.9	0.2	0.0	0.0	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	1.1	0.1	0.0	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.2	0.0	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
aantal uren	557.0	695.9	606.8	440.8	570.5	882.6	1330.6	1176.0	824.1	692.7	530.5	459.0	
gemiddelde snelheid	5.0	5.5	5.0	4.5	4.6	5.7	6.6	7.0	6.7	5.6	4.7	4.5	

2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

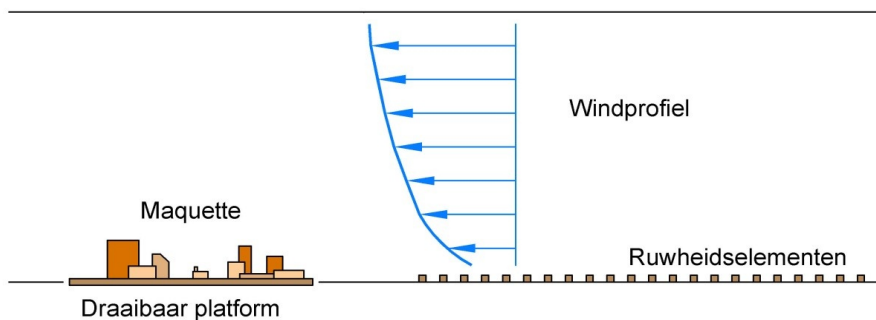
Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.

f2.3 Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel



In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit t.a.v. het temperatuurprofiel) aanwezig is, op schaal opgewekt, zodat aan de rand van het schaalmodel het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door het mee modelleren van de direct omliggende bebouwing. Zie figuur 2.4.

f2.4 Opwekken windprofiel in de windtunnel



2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:200 schaalmodel van de toren en de stedenbouwkundige omgeving vervaardigd conform de volgende gegevens:

- Bouwkundige tekeningen Rozengrachtstoren van Kolpa Architecten, stand d.d. 28 april 2016.
- Stedenbouwkundige omgeving aan de hand van aangeleverde situatietekening en gegevens uit openbare bronnen.

Er is een cirkelvormig gebied gemodelleerd met een diameter van circa 230 meter.

f2.5 Omgevingsmaquette met geplande bebouwing



2.6 Onderzoek in de windtunnel

In totaal zijn op 66 plaatsen rondom het project de gemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 meter boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Per punt is bekeken of het ligt in een gebied dat gezien wordt als doorloopgebied of als slentergebied.

Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten c_v bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte.

Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op de meetposities worden overschreden.

Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend volgens de NPR 6097, die eveneens uitgaat van een referentiehoogte van 60 meter, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid 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.

3 Resultaten van het onderzoek

Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, 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. Hierbij worden de meetpunten in het winkelgebied en bij hoofdingangen beoordeeld met het criterium voor slentergebied (categorie II). Hier wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed nagestreefd. De overige meetpunten worden beoordeeld met het beoordelingscriterium voor loopgebied (categorie I).

Een overzicht van de categorie-indeling van meetpunten is opgenomen in figuur 3.1.

f3.1 Nummering en categorie-indeling meetpunten



3.1 Geplande bebouwingssituatie

f3.2 Maquette geplande bebouwingssituatie



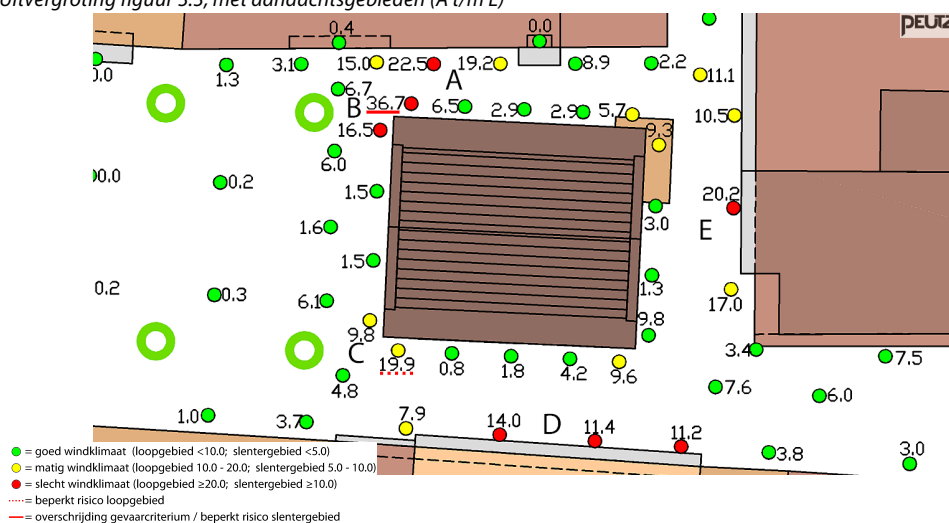
f3.3 Hinderkans en beoordeling windklimaat geplande bebouwingssituatie



Uit de meetresultaten blijkt onder meer dat ten gevolge van de geprojecteerde nieuwbouw plaatselijk een toename van de hinderkans optreedt ten opzichte van de verdere omgeving van de bouwlocatie. Dit is het directe gevolg van de bouwhoogte van de toren, die ruim hoger is dan de directe omgeving. Tevens speelt de situering van de toren aan een plein en

de ruimte tussen de toren en de bestaande bebouwing een rol bij het ontstaan van hogere windsnelheden. In de omgeving van de westelijke gebouwhoeken van de toren (pleinzijde) zijn in verband met de op de locatie overheersende windrichting zuidwest tot west de hoogste windsnelheden te verwachten. In figuur 3.4 is een uitvergroting van de meetresultaten opgenomen en worden enkele aandachtsgebieden (A t/m E) aangegeven. Onderstaand volgt een nadere beoordeling van het windklimaat in de aangegeven aandachtsgebieden.

f3.4 Uitvergroting figuur 3.3, met aandachtsgebieden (A t/m E)



Het windklimaat wordt bij de noordwestelijke gebouwhoek plaatselijk als matig tot slecht beoordeeld (geel/rood in de aandachtsgebieden A en B in figuur 3.4). Bij gebied B is tevens plaatselijk sprake van een overschrijding van het gevaarcriterium (rode streep). De entree van de Hema is terugliggend in de gevel gesitueerd, waardoor daar een veel lagere hinderkans geldt en het windklimaat een beoordeling goed krijgt.

Bij de zuidwestelijke gebouwhoek (aandachtsgebied C) wordt een als matig te beoordelen windklimaat verwacht (19,9% op grens van matig tot slecht voor loopgebied), met daarbij een beperkt risico op windgevaar (rode stippellijn).

Bij de winkels en gebouwentrees direct ten zuiden van de toren, aandachtsgebied D, is de vastgestelde hinderkans dusdanig dat het windklimaat plaatselijk als slecht beoordeeld wordt met het criterium voor slentergebied.

Aan de oostzijde van de toren krijgt het te verwachten windklimaat plaatselijk, op één meetpunten, een beoordeling slecht (aandachtsgebied E) voor loopgebied.

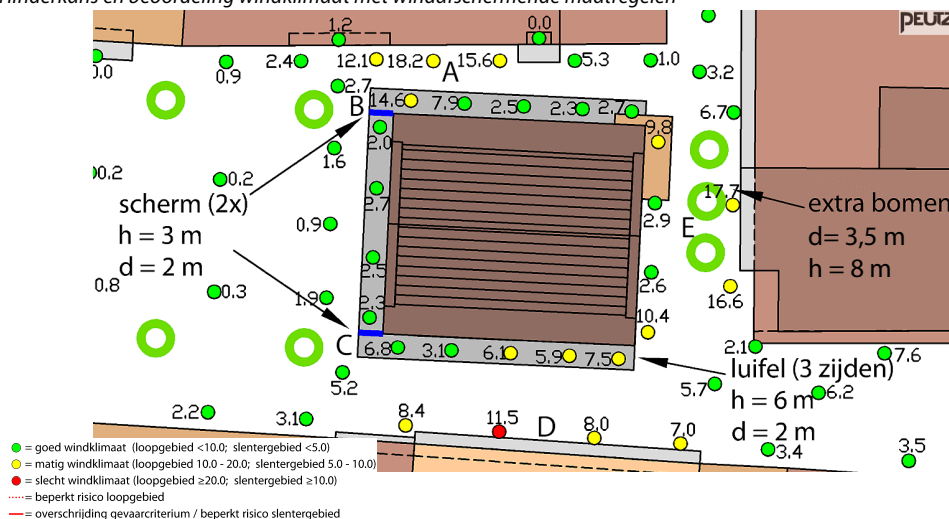
Verder dient vermeld te worden dat er voor de eigen gevels van de toren op enkele meetpunten een hinderkans van meer dan de grenswaarde van 5% is vastgesteld, waarmee deze posities minder geschikt zijn voor een entreefunctie dan de posities met een lagere hinderkans.

3.2 Geplande bebouwingssituatie inclusief windafschermende maatregelen

f3.5 Maquette inclusief windafschermende maatregelen



f3.6 Hinderkans en beoordeling windklimaat met windafschermende maatregelen



Naar aanleiding van de onderzoeksresultaten zoals vastgelegd in hoofdstuk 3.1 is vervolgonderzoek uitgevoerd naar het effect van windafschermende maatregelen. Na enkele experimenten met luifels en schermen is er, ten einde het optimale windafschermende effect te verkrijgen, gekozen voor een combinatie van maatregelen. In het schaalmodel is er aan drie zijden van de toren een luifel geprojecteerd en is bij de twee

westelijke gebouwhoeken een scherm geplaatst. Daarnaast zijn ten de oosten van de toren drie volwassen bomen gesitueerd.

In figuur 3.6 worden de meetresultaten van de situatie met de windafschermende maatregelen weergegeven. De posities en afmetingen van de luifels, schermen en bomen staan in de afbeelding vermeld.

Aan de hand van de meetresultaten is vastgesteld dat deze maatregelen een aanzienlijke verbetering van het plaatselijke windklimaat geven. De maximaal vastgestelde hinderkans neemt af van 36,7% naar 11,5%. Daarmee wordt het windklimaat op geen van de meetpunten als slecht beoordeeld voor loopgebied. Tevens is er geen overschrijding meer van de drempelwaarde voor windgevaar of een beperkt beperkt risico op windgevaar.

Ondanks deze aanzienlijke verbetering van het windklimaat blijft op enkele meetpunten sprake van een verhoogde hinderkans ten opzichte van de omgeving. Zo is in aandachtsgebied A, tussen de noordwesthoek van de toren en de gevel van de Hema, alsmede ten oosten van de toren (aandachtsgebied E) plaatselijk sprake van een matig windklimaat voor loopgebied. Bij de bestaande winkels en gebouwentrees ten zuiden van de toren (aandachtsgebied D) bedraagt de hinderkans meer dan de streefwaarde van 5%. Bij van één van de meetpunten wordt het windklimaat hierdoor als slecht beoordeeld met het specifieke criterium voor slentergebied.

Er zijn geen directe mogelijkheden het windklimaat verder te verbeteren. Zo is er in de straten rondom de torens te weinig ruimte voor het plaatsen van windremmende elementen of begroeiing en zijn er geen voor de hand liggende maatregelen mogelijk bij de bestaande winkels en gebouwentrees ten zuiden van de toren. Het resultaat wordt derhalve als het best haalbare beschouwd.

Zoals eerder vermeld is op enkele meetpunten voor de gevels van de toren sprake van een hinderkans die hoger ligt dan de grenswaarde van 5%. De maatregelen geven een andere luchtstroming langs de gevel waardoor het windklimaat op enkele punten gunstiger uitpakt maar met name bij de zuidgevel wat ongunstiger kan uitpakken in vergelijking met de situatie zonder maatregelen. Bij de vaststelling van de toekomstige entreeposities kan desgewenst rekening worden gehouden met de meetresultaten.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van SAB Arnhem is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Rozengrachtstoren te Zaandam, inclusief de bestaande stedenbouwkundige omgeving van het project. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Naar aanleiding van de eerste meetresultaten is vervolgonderzoek uitgevoerd met betrekking tot windafschermende maatregelen.

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:

- De geplande toren geeft als gevolg van de bouwhoogte en de situering plaatselijk een zekere toename van windhinder. Zonder het treffen van additionele windafschermende maatregelen is er op enkele plaatsen een matig of slecht windklimaat te verwachten. Tevens is er in het onderzoek een overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld.
- De vastgestelde ongunstige windsituatie geldt niet voor de entree van de Hema. Doordat de entree terugliggend in de gevel gesitueerd is, krijgt het windklimaat daar een beoordeling goed.
- Middels de volgende combinatie van windafschermende maatregelen is een aanzienlijke verbetering van het windklimaat mogelijk: (nadere gegevens in hoofdstuk 3.2)
 - Aan de zuid-, west- en noordzijde van de toren een luifel aanbrengen op een hoogte van 6 meter, met een luifeldiepte van 2 meter.
 - Schermen bij de gebouwhoeken aan de pleinzijde, haaks op de pleingevel gesitueerd. De schermen zijn 3 meter hoog en 2 meter lang.
 - Drie volwassen, dichtbegroeide, bomen aan de oostzijde van de toren. De in het onderzoek gehanteerde kruindiameter van de bomen is 3,5 meter en de totale hoogte 8 meter.
- Met de toevoeging van de vermelde windafschermende maatregelen vindt er geen overschrijding meer plaats van de gevaardrempel en neemt de maximale hinderkans dusdanig af dat het windklimaat nergens als slecht beoordeeld wordt met het criterium voor loopgebied. Ondanks deze verbetering is er op een paar plaatsen een matig windklimaat te verwachten en bij de bestaande winkels/gebouwentrees ten zuiden van de toren plaatselijk een matig tot slecht windklimaat op basis van het specifieke criterium voor slentergebied. Een verdere verbetering van de windsituatie is niet zonder meer mogelijk.

- Op enkele meetpunten voor de eigen gevels van de toren is eveneens sprake van een verhoogde hinderkans. Bij de vaststelling van toekomstige entreeposities kan hiermee desgewenst rekening worden gehouden.

Mook,



Dit rapport bevat 17 pagina's
Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

Bijlage 1 Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Rozengrachttoren Zaandam			
Opdrachtgever	SAB Adviesgroep Arnhem			
Projectleider	O.E. Otten			
Datum	7 oktober 2016			
Model	Algemene gegevens van het model			
Schaal	1 : 200			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van 230 meter			
Kerngebied	gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas			
Onderzochte configuraties	- geplande bebouwingssituatie - aanvullende meting m.b.t. windafschermende maatregelen			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 66 meetpunten; meethoogte 1,75 m.			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
(minimaal 12 over de windroos)				
Tunnelregeling				
- kalibratiedatum - kalibratie-instantie	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem intern			
Instrumenten				
kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 116489 Y = 494705			
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	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang				