



## **Zalmhaven Rotterdam**

*Windtunnelonderzoek met betrekking tot het te  
verwachten windklimaat op loop- en verblijfsniveau*

## Zalmhaven Rotterdam

*Windtunnelonderzoek met betrekking tot het te  
verwachten windklimaat op loop- en verblijfsniveau*

opdrachtgever Amvest B.V.  
rapportnummer HG 2812-1-RA-001  
datum 18 juni 2015  
referentie PW/PW//HG 2812-1-RA-001  
verantwoordelijke ir. P.H. Wapenaar  
opsteller ir. P.H. Wapenaar  
+31 79 3470351  
p.wapenaar@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 79 347 03 47, info@peutz.nl, www.peutz.nl  
opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033  
lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

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

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Normstelling en opzet van het onderzoek</b>	<b>5</b>
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 in de windtunnel	8
2.5 Schaalmodel	9
2.6 Onderzoek in de windtunnel	9
<b>3 Meetresultaten</b>	<b>11</b>
3.1 Basismeting windklimaat bestaande situatie	11
3.2 Meting met ontwikkeling inclusief Zalmhaventoren	12
3.3 Hoogbouwvisie 2011	13
<b>4 Conclusies</b>	<b>14</b>

## 1 Inleiding

In opdracht van Zalmhaven CV is nader windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Zalmhaventoren en naastgelegen bebouwing te Rotterdam, inclusief de bestaande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Het windonderzoek vindt plaats in het kader van de vaststelling van een projectbestemmingsplan ten behoeve van de ontwikkeling door Zalmhaven CV.

Het onderzoek behelst de windhinder op en rond de beschouwde ontwikkeling, doch ook in gebieden op enige afstand tot de ontwikkeling. Aangezien het windklimaat aldaar een samenspel is van de effecten van de gehele stedelijke conglomeraat is het plan binnen de bestaande bebouwingsstructuur én de binnen het bestemmingsplan Gedempte Zalmhaven (2014) dan wel bestemmingsplan Het Nieuwe Werk (1993) nader beschouwd. Er bestaat immers de kans dat de beoogde ontwikkeling de windhindersituatie in beperkte mate beïnvloedt terwijl die door de bestaande dan wel mogelijke naburige bebouwingsvormen reeds als hinderlijk wordt gekwalificeerd. Opgemerkt wordt dat binnen de genoemde bestemmingsplannen niet inhoudelijk ingegaan wordt op eventuele nadere randvoorwaarden inzake de windhinder ten gevolge van de bebouwing.

Voor het vervaardigen van het model is gebruik gemaakt van de gegevens zoals verstrekt door Dam en Partners te Amsterdam, door Kaan Architecten te Rotterdam, van gegevens van de aanwezige stedenbouwkundige omgeving afkomstig van de gemeente Rotterdam, alsmede van eigen waarnemingen ter plaatse.

Beoordeling van het windklimaat zal plaatsvinden binnen de toetsingskaders van de "Hoogbouwvisie 2011" van de gemeente Rotterdam alsmede de NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

## 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 beschreven in welke situaties windhinderonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 m, 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 windhinder is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau, bijvoorbeeld wachten bij een bushalte of 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 voor verschillende activiteitenklassen.

#### 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, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

Overschrijdingskans $P(V_{LOK} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		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

Tabel criteria windhinder volgens de NEN 8100

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

Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde  $V_{DR,G}$  gehanteerd.

Op basis van onderstaande tabel uit de NEN 8100 wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

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

Tabel criteria windgevaar volgens NEN 8100.

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  $p \leq 0,05$ .

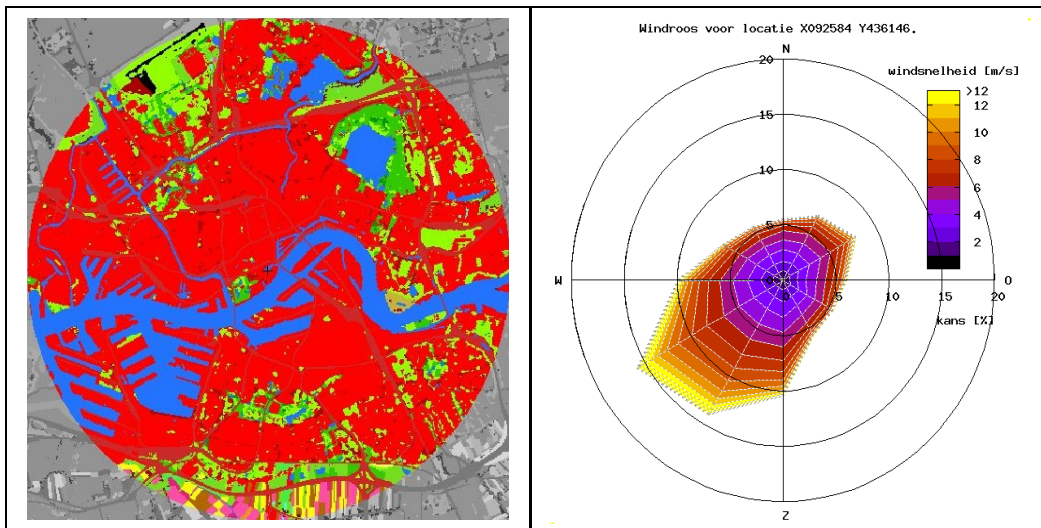
Situaties met een overschrijdingskans van  $p \geq 0,30$  zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

### 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 applicatie 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.

Uit de windroos en onderstaande windstatistiek blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuidwesten de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind circa 30% van de tijd uit deze richting komt.



Categorisering omliggend gebied volgens NPR 6097  
(de kleur geeft de terreinruwheid aan; rood staat  
bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied,  $Z_0=1,6$  m)

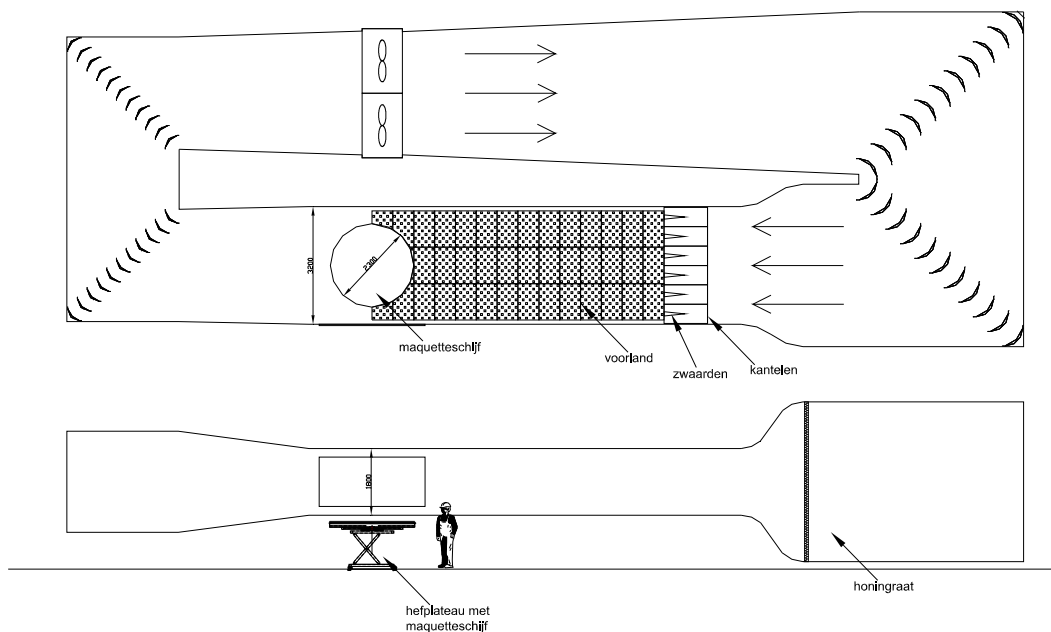
Windroos op 60m hoogte van de betreffende locatie op  
basis van de NPR 6097. In de windroos staat de kans op het  
voorkomen van wind uit een bepaalde richting en de  
verdeling van windsnelheden binnen die richting.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8787.1		
Positie X092584 Y436146 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.6		
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°		
0.0 - 0.9	15.4	16.5	13.9	18.5	15.3	16.3	14.3	15.6	21.9	18.1	17.3	17.3		
1.0 - 1.9	54.8	52.0	40.2	51.2	50.2	58.8	50.7	54.5	65.9	62.4	52.5	57.5		
2.0 - 2.9	79.4	83.6	61.4	78.8	77.8	97.6	83.3	85.7	96.5	79.1	73.3	77.5		
3.0 - 3.9	97.1	97.5	76.2	82.2	87.3	119.1	112.5	118.4	111.9	91.8	83.8	90.5		
4.0 - 4.9	93.2	107.9	84.3	78.1	87.3	123.3	137.8	140.3	117.9	86.1	80.1	79.4		
5.0 - 5.9	83.5	98.4	77.9	66.1	70.8	116.3	144.1	153.1	105.9	69.3	64.0	68.4		
6.0 - 6.9	67.6	77.5	57.8	41.7	43.4	103.9	135.1	157.3	95.2	59.7	48.4	45.6		
7.0 - 7.9	42.8	54.9	43.3	31.5	32.4	86.4	126.9	145.0	75.3	42.3	33.2	25.1		
8.0 - 8.9	27.4	42.2	30.9	16.3	19.6	68.8	112.4	129.7	58.0	27.0	19.3	12.3		
9.0 - 9.9	15.6	28.4	19.2	6.0	11.4	46.6	93.1	108.6	39.3	17.5	11.2	6.3		
10.0 - 10.9	8.7	16.9	10.4	3.1	6.1	34.6	73.8	88.3	29.3	10.4	5.7	3.2		
11.0 - 11.9	3.8	9.9	5.9	1.3	2.5	21.8	50.8	64.8	21.0	5.3	2.9	1.7		
12.0 - 12.9	2.0	4.9	2.6	0.4	0.8	12.4	38.7	50.4	14.8	1.7	1.5	0.8		
13.0 - 13.9	0.6	1.9	1.3	0.3	0.3	7.7	24.2	31.9	8.1	1.1	0.6	0.1		
14.0 - 14.9	0.2	0.5	0.8	0.0	0.2	3.6	15.2	21.0	5.1	0.5	0.4	0.0		
15.0 - 15.9	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	1.6	8.9	14.8	2.5	0.3	0.1	0.0		
16.0 - 16.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	4.1	8.5	2.1	0.1	0.0	0.0		
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.3	4.4	0.8	0.1	0.0	0.0		
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	2.5	0.4	0.0	0.0	0.0		
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0		
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0		
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0		
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	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	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.1	0.0	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	592.2	693.2	526.3	475.5	505.4	920.5	1230.5	1398.2	872.4	572.9	494.3	485.7		
gemiddelde snelheid	4.8	5.2	5.1	4.3	4.5	5.7	6.9	7.2	5.6	4.7	4.5	4.2		

Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

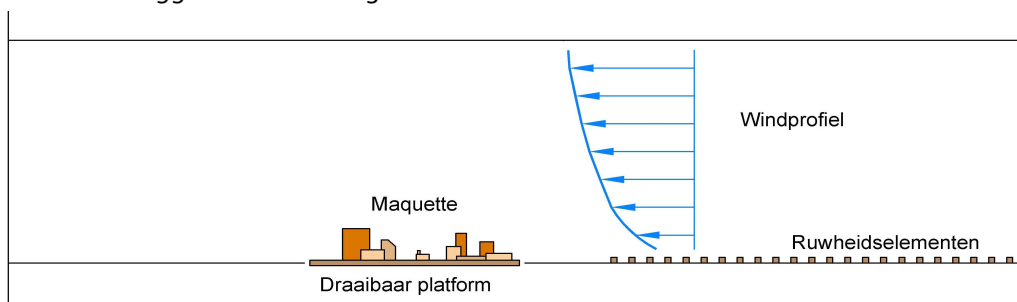
## 2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek heeft Peutz in haar laboratorium te Mook de beschikking over een windtunnel. Deze tunnel is een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. Een schematische weergave van de tunnel is hieronder gegeven.



Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel van Peutz

In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van 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.



Opwekken windprofiel in de windtunnel



## 2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een aantal nieuwe maquettegedelen vervaardigd en geplaatst in een bestaand schaalmodel van de omgeving van het bouwproject. De maquette heeft een schaal 1:250.

De schaalmodellen zijn vervaardigd aan de hand van de volgende gegevens:

- technische tekeningen Zalmhaventoren, Dam en Partners te Amsterdam,
- technische tekeningen Kaan Architecten te Rotterdam,;
- een eigen inventarisatie ter plaatse.

De maquettegedelen van de nieuwbouw zijn opgenomen in de gemodelleerde stedenbouwkundige omgeving tot een afstand van circa 285 m vanaf het hart van de bouwplannen.



*Maquettefoto basissituatie*

## 2.6 Onderzoek in de windtunnel

In de basissituatie zijn in totaal op 82 plaatsen rondom het project de uurgemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met circa 1,75 m boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Per punt is bekeken of het ligt in een gebied dat gezien wordt als doorloopgebied of als slentergebied.

In figuur 1 van de bijlage bij deze rapportage wordt de positie van de meetlocaties alsmede de voorgestelde beoordelingscategorie weergegeven. In deze figuur zijn in de plattegrond tevens de voorgestelde bebouwingsvormen van de nieuwe ontwikkeling opgenomen alsmede de bestaande bebouwing rond de beoogde ontwikkeling, inclusief de recent gerealiseerde renovatie en uitbreiding aan het Willemsplein (Joulz) en een daarnaast in te passen bouwblok met een toegestane hoogte van 40 m.

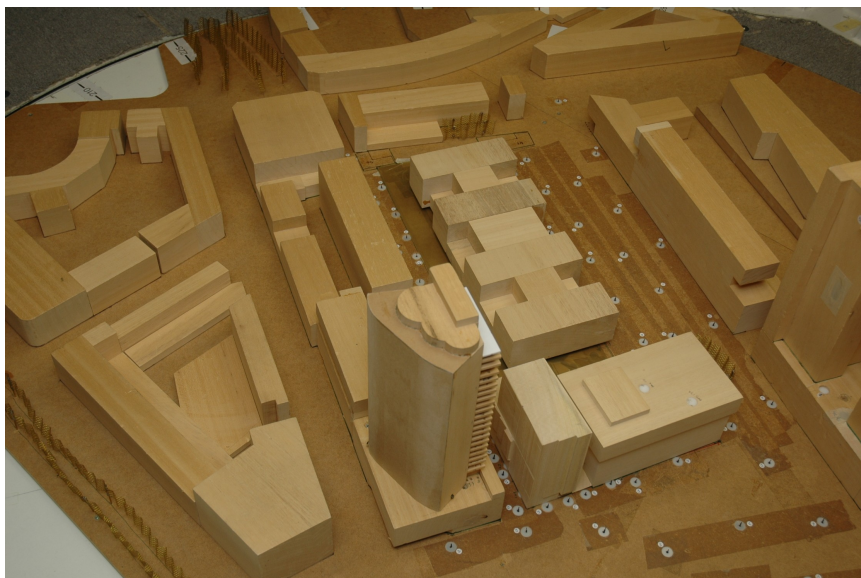
Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten  $C_v$  bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte. Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op loopniveau 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 (mesohoogte), wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

## 3 Meetresultaten

Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. In bijlage 1 worden de meetresultaten voor de betreffende meetlocaties aangeduid met de vermelding van het overschrijdingspercentage volgens NEN8100. In kleur wordt de kwalificatie op basis van de categorie-indeling aangeduid. Tevens wordt vermeld in hoeverre sprake is van een beperkt risico dan wel een overschrijding van het gevarencriterium.

### 3.1 Basismeting windklimaat bestaande situatie



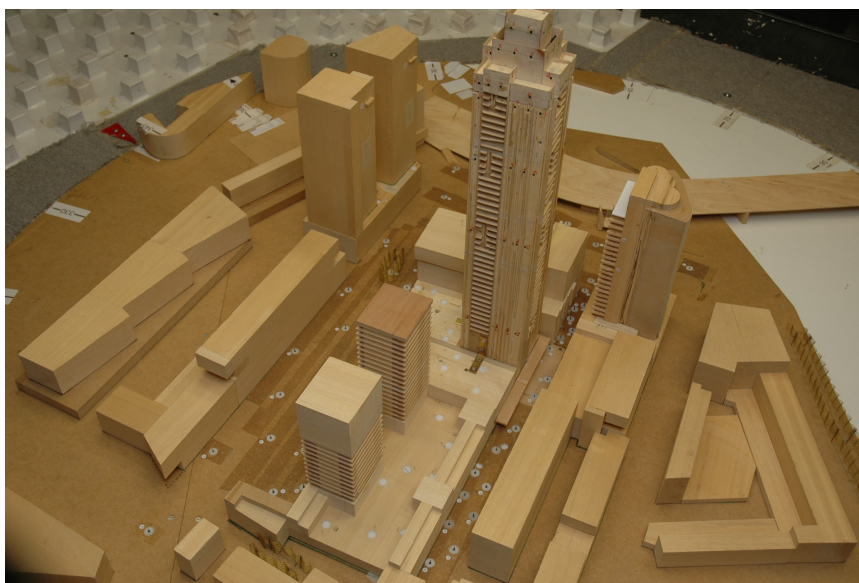
**Situatie:** Bestaande bebouwing in plangebied, bestaande en mogelijke bebouwingssituatie voor omgeving

**Meetresultaten:** Figuur 2 (nummering en categorie-indeling meetpunten in figuur 1).

**Maatregelen:** Niet van toepassing.

**Beoordeling:** Het windklimaat op de Gedempte Zalmhaven ter plaatse van het plangebied kan over het algemeen als goed worden aangeduid. Meer richting het Willemsplein is sprake van een slecht windklimaat. Dit geldt het zelfde voor de Houtlaan: voor het plangebied een goed klimaat, in de versmalling naar het Willemsplein een slecht windklimaat. Het Willemsplein kent, behoudens de uitlopen van Houtlaan en Gedempte Zalmhaven een goed windklimaat. Geen gebieden met een overschrijding van het gevarencriterium en geen gebieden met een beperkt risico.

## 3.2 Meting met ontwikkeling inclusief Zalmhaventoren



Situatie: Nieuwbouwontwikkeling in plangebied met bestaande en mogelijke bebouwingssituatie voor omgeving

Meetresultaten: Figuur 3 (nummering en categorie-indeling meetpunten in figuur 1).

Maatregelen: Hogere toren (2 x 70 m, 1 x 185 m hoogte) gericht geplaatst op een laagbouwstructuur die hoge windstromen wegleidt van loopgebieden in omgeving. Tevens met een zelfde doel een 5 m diepe luifel rond de Zalmhaventoren, als grijs gearceerd in figuur 3.

Beoordeling: Het windklimaat op de Gedempte Zalmhaven in de directe nabijheid van het plangebied blijft goed.

Ter plaatse van het verkeersgebied is sprake van een afname tot matig en lokaal slecht windklimaat. In de vernauwing naar het Willemsplein blijft sprake van een slecht windklimaat.

Op de Houtlaan blijft ter plaatse van het plangebied een goed windklimaat, ook aan de voet van de hoogbouwtoeren. Belangrijkste bijdrage hierin is de luifelconstructie. In de vernauwing naar het Willemsplein blijft een slecht windklimaat met een beperkt risico.

Op het Willemsplein blijft een goed windklimaat.

Er is géén sprake van een overschrijding van het gevarencriterium.

### 3.3 Hoogbouwvisie 2011

De hoogbouwvisie koppelt aan hoogbouw een eis dat er in de ontwerpfase een windhinderonderzoek wordt uitgevoerd. Deze studie dient aan te geven in hoeverre het plan aansluit bij studies uitgevoerd voor ontwikkelgebieden of kwartieren. Tevens wordt aangetoond op wat voor manieren het gebouw kan zorgen dat de windcriteria niet worden overschreden of zelfs kan bijdragen aan verbetering van het windklimaat.

Er ligt geen basis-rapport voor ontwikkelgebied of kwartier.

Voor het toetsingscriterium wordt NEN 8100 gevolgd hetgeen betekent dat er geen overschrijding van het gevarencriterium mag optreden en er gestreefd dient te worden naar een goed of matig windklimaat rond het gebouw.

## 4 Conclusies

De door Zalmhaven CV beoogde ontwikkeling op het plangebied aan de Gedempte Zalmhaven voldoet aan de toetsingskaders uit de Hoogbouwvisie 2011 en de NEN8100:2006. Het windgevaarcriterium wordt niet overschreden. De vergelijking met de bestaande uitgangssituatie leidt tot de volgende conclusies:

- Op de Houtlaan nabij het plangebied blijft het windklimaat “goed”.
- In de vernauwing van de Houtlaan richting Willemsplein blijft sprake van een slecht windklimaat met daarbij een beperkt risico als loopgebied.
- Op het Willemsplein blijft het windklimaat goed.
- Er is een toename van windhinder op de Gedempte Zalmhaven, gemeten zonder begroeiing. In het park-deel blijft het windklimaat goed. Een inrichtingsplan met begroeiing biedt mogelijkheden deze verslechtering van het windklimaat te beperken. In de verbouwing van de Gedempte Zalmhaven richting Willemsplein leidt het plan niet tot een verslechtering of verbetering van het huidige windklimaat.

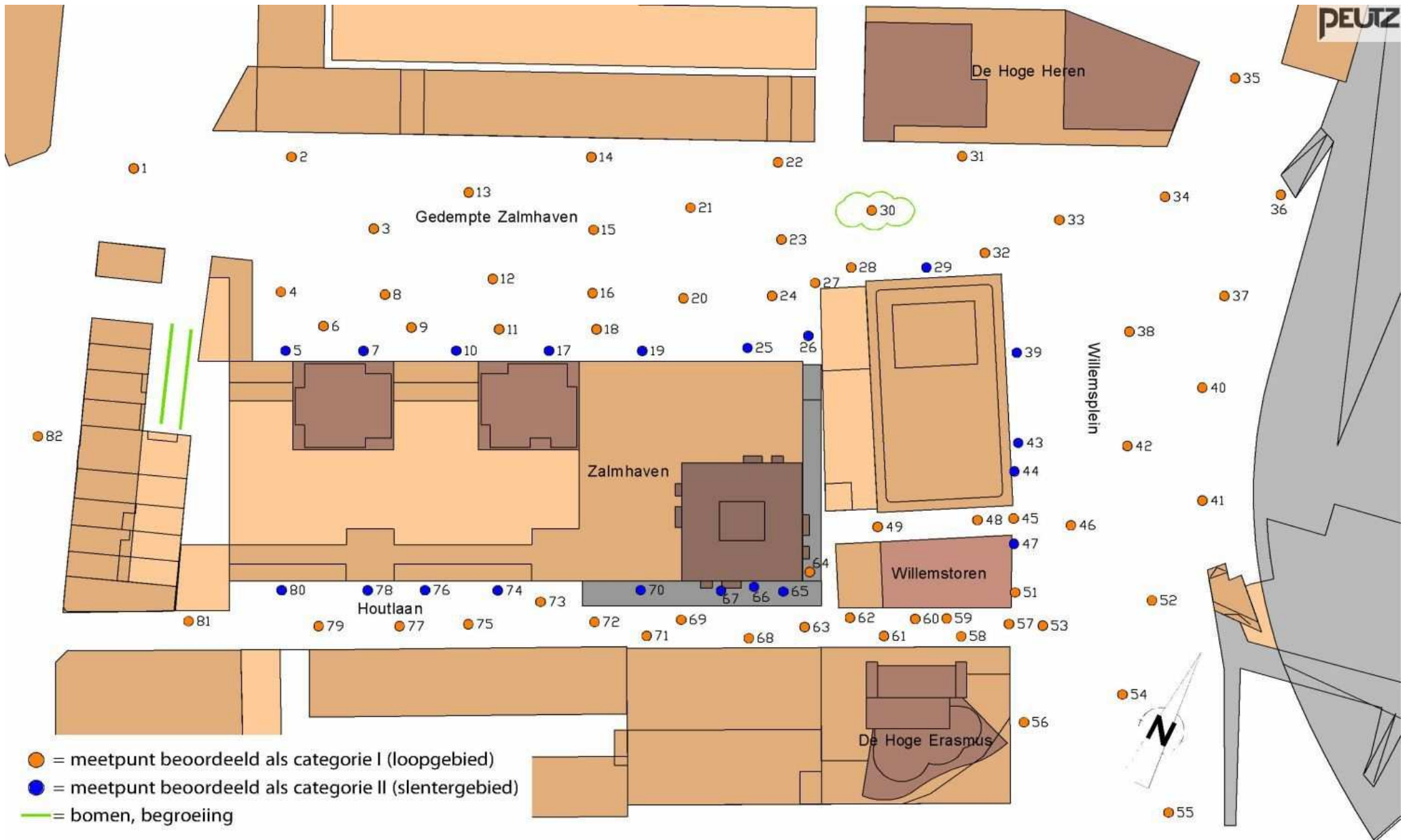
Dit rapport bevat 14 pagina's, bijlage met 3 figuren

Zoetermeer,  




## **Bijlage 1**

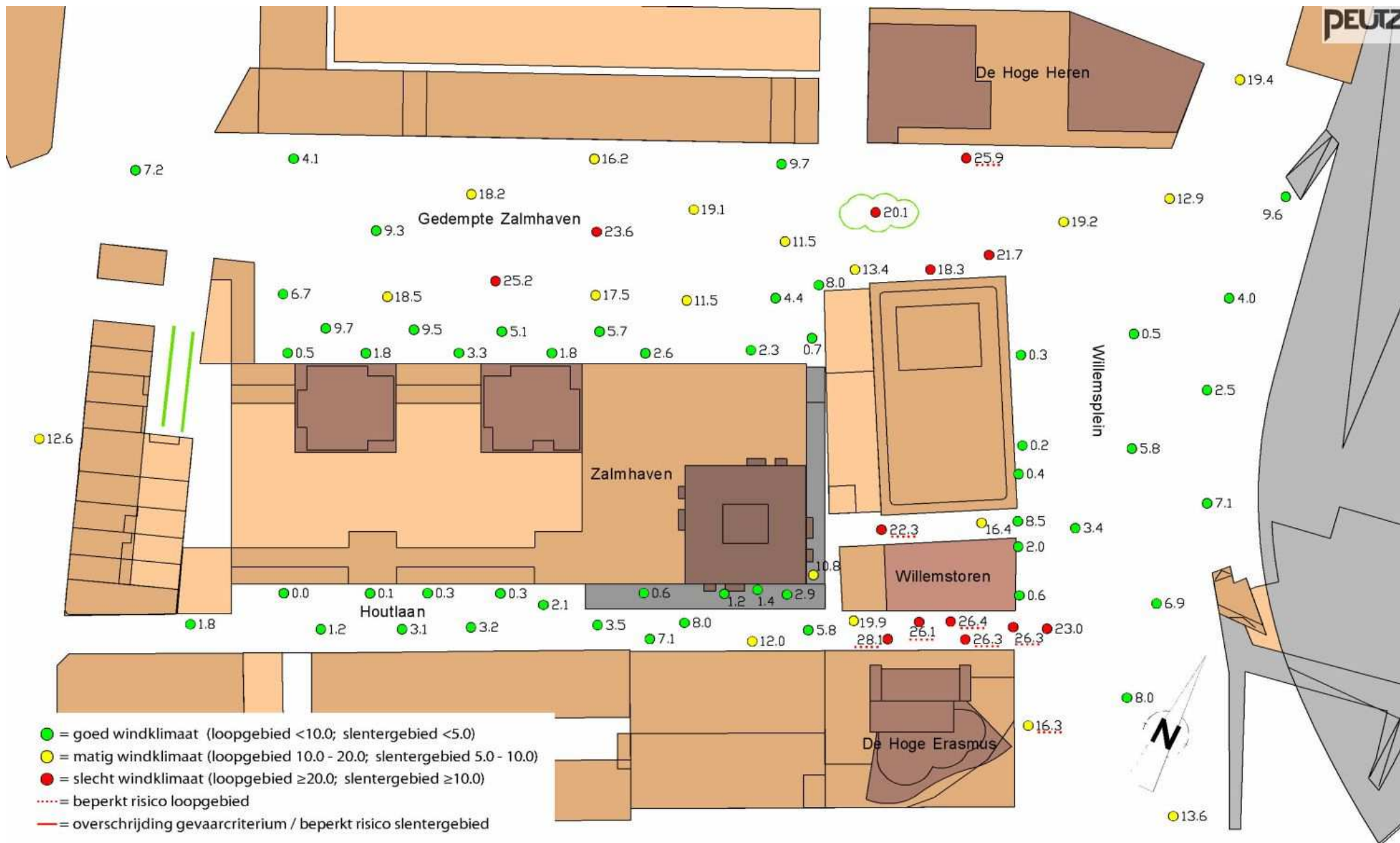
### **Meetresultaten**



figuur 1







figuur 3