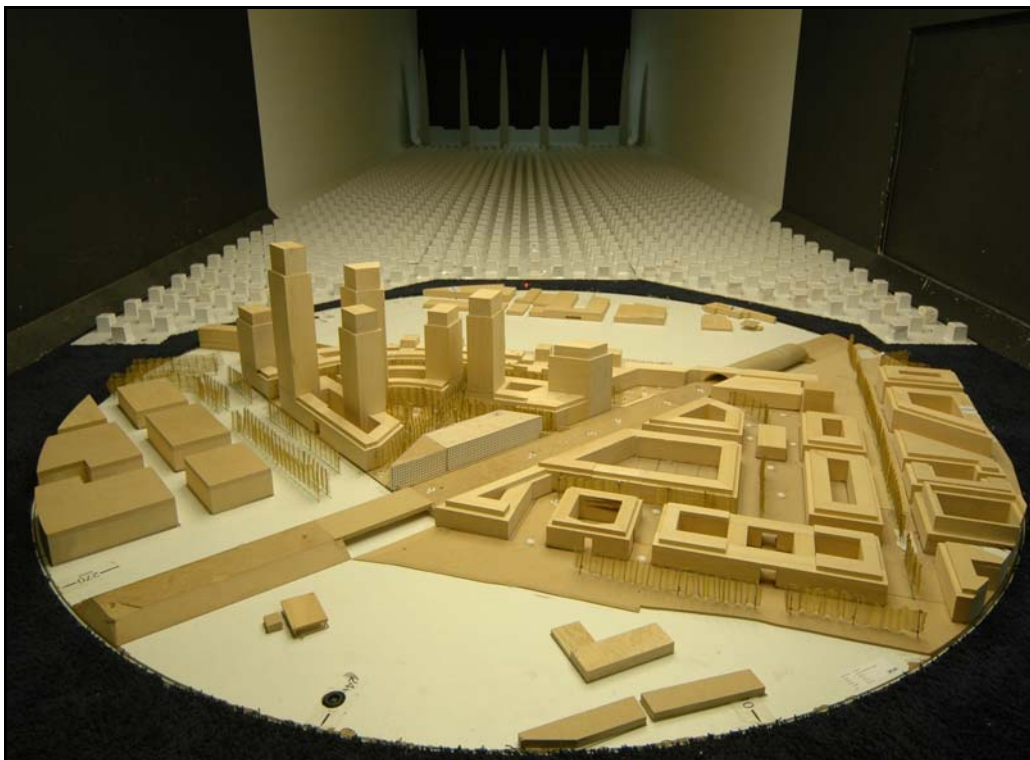


Rapport

Leidsche Rijn Centrum Noord.
Windtunnelonderzoek met betrekking tot het te verwachten
windklimaat op loop- en verblijfsniveau.

Rapportnummer W 15204-1-RA d.d. 22 september 2011



Opdrachtgever: Projectbureau Leidsche Rijn, gemeente Utrecht.
Rapportnummer: W 15204-1-RA
Datum: 22 september 2011
Ref.: AA/HT/W 15204-1-RA

Lid NLingenieurs
ISO-9001 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR **Zoetermeer**
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5
6045 JA **Roermond**
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Peutz
Sevilla
info@peutz.es
www.peutz.es

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens De
Nieuwe Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

Inhoud

pagina

1. INLEIDING	3
2. NORMSTELLING EN OPZET VAN HET ONDERZOEK	4
2.1. Beslismodel NEN 8100	4
2.2. Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100	4
2.2.1. Windhinder	4
2.2.2. Windgevaar	5
2.3. Windklimaat op de locatie	6
2.4. Simulatie windsnelheden in de windtunnel	7
2.5. Schaalmodel	8
2.6. Onderzoek in de windtunnel	9
3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	11
3.1. Basismeting	11
3.2. Variant A	12
3.3. Variant B	14
3.4. Variant C	16
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	18
2 bijlages	

1. INLEIDING

In opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn van de gemeente Utrecht is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het nieuwbouwplan Leidsche Rijn Centrum Noord te Utrecht, inclusief de bestaande en deels nog geplande stedenbouwkundige omgeving van het project.

Voor het vervaardigen van het model is gebruik gemaakt van de door het Projectbureau Leidsche Rijn per email verstrekte gegevens d.d. 9 maart 2011 en later tijdens de vervolgmetingen op 13 juli en 2 augustus 2011, van gegevens van de aanwezige stedenbouwkundige omgeving afkomstig van de gemeente Utrecht, alsmede van eigen waarnemingen ter plaatse.

Het doel van het onderzoek was het beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom het onderhavige stedenbouwkundige plan alsmede het zo nodig aangeven van de benodigde windklimaat verbeterende maatregelen waarmee bij de verdere ontwikkeling van de plannen rekening gehouden kan worden.

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. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten van het onderzoek besproken. Tenslotte is in hoofdstuk 4 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 windhinderonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 m, zoals in de geplande stedenbouwkundige situatie, wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

Voor de onderhavige stedenbouwkundige bebouwingsplannen is dan ook in opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn van de gemeente Utrecht een onderzoek verricht aan een schaalmodel in de gesloten grenslaagwindtunnel van Peutz te Mook.

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, op een terrasje zitten o.i.d.) 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 e.d.

Aan de hand van onderstaande tabel, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

Overschrijdingskans $P(V_{\text{LOK}} > V_{\text{DR,H}})$ 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 e.d. Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $V_{\text{DR,G}}$ gehanteerd.

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

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

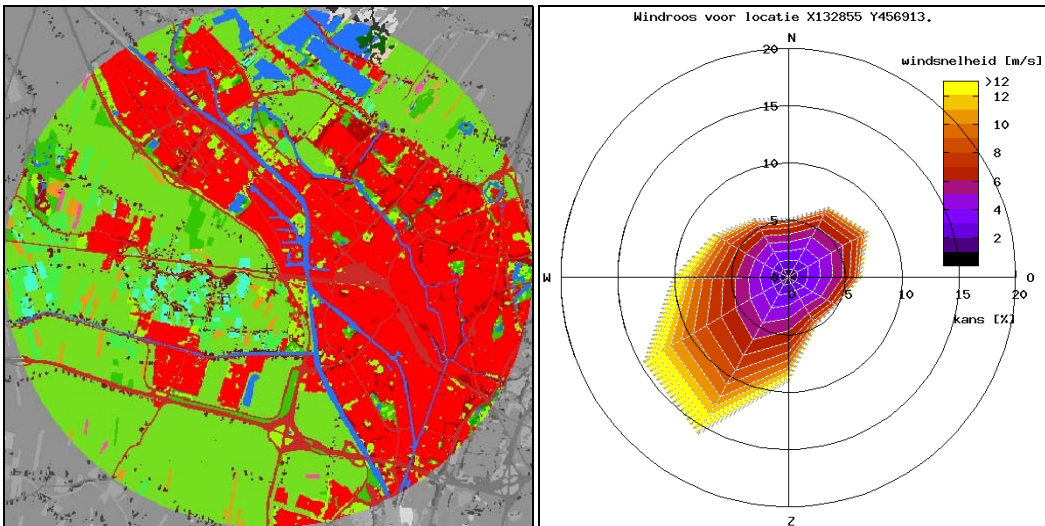
Tabel criteria windgevaar volgens NEN 8100.

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.



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

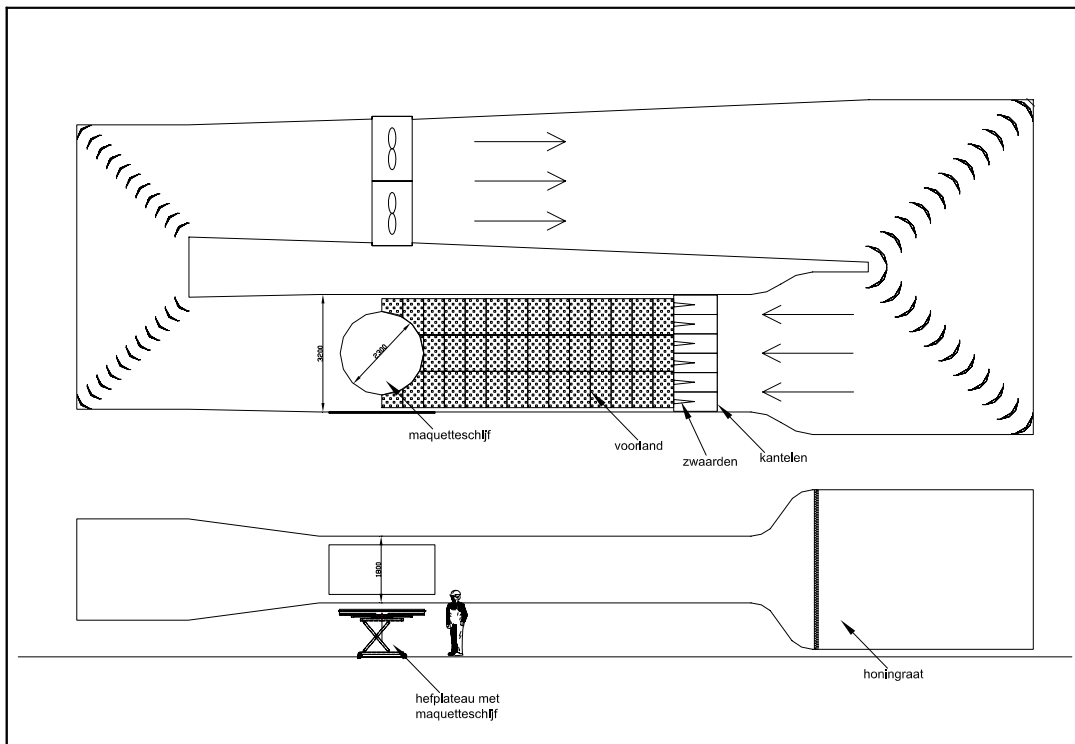
Windroos op 60m hoogte van de betreffende locatie op basis van de NPR 6097. In de windroos staat de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting en de verdeling van de windsnelheden binnen die richting.

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

Distributie overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Positie X132855 Y458913 Jaar 1963-2002											
Totaal aantal uren: 6787.2											
Gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.0											
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	Noord 360°
0.0 - 0.9	17.2	18.7	18.8	16.9	12.1	11.6	14.7	12.7	14.5	15.4	13.6
1.0 - 1.9	59.1	62.5	53.1	49.7	40.4	41.0	53.8	45.5	48.5	47.8	47.7
2.0 - 2.9	78.0	89.6	78.7	74.3	62.5	71.2	86.1	72.0	68.4	70.1	67.4
3.0 - 3.9	104.3	104.5	92.8	78.2	68.8	89.7	111.9	93.3	86.1	79.5	76.2
4.0 - 4.9	100.8	113.3	96.7	71.9	70.8	98.9	134.0	112.1	91.4	81.7	70.2
5.0 - 5.9	87.6	100.3	78.7	56.3	59.7	96.1	148.3	132.1	100.1	81.2	65.2
6.0 - 6.9	68.6	74.2	53.9	39.4	39.7	87.4	141.8	132.1	90.8	70.3	50.5
7.0 - 7.9	45.2	54.0	40.4	25.5	30.9	74.6	131.8	130.4	83.1	62.0	37.7
8.0 - 8.9	28.5	40.1	24.6	11.0	18.9	61.4	123.9	118.1	75.6	48.9	22.8
9.0 - 9.9	18.9	23.2	13.0	4.5	11.4	49.8	105.2	107.0	62.8	36.7	17.5
10.0 - 10.9	9.9	14.9	7.3	1.7	7.7	36.5	90.1	90.9	47.1	26.7	9.1
11.0 - 11.9	4.3	8.7	4.3	0.4	3.8	26.2	72.1	69.6	33.8	18.0	5.0
12.0 - 12.9	2.1	3.2	1.1	0.3	1.9	19.3	56.3	53.8	28.3	12.1	2.8
13.0 - 13.9	1.5	1.0	0.6	0.1	0.6	14.1	41.0	43.2	20.4	7.8	1.5
14.0 - 14.9	0.3	0.3	0.3	0.0	0.1	7.8	26.6	28.1	15.1	5.0	0.7
15.0 - 15.9	0.0	0.2	0.1	0.0	0.3	5.3	17.9	18.1	11.9	2.3	0.3
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	11.1	13.3	7.1	1.2	0.2
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	7.2	6.8	4.6	0.9	0.1
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	4.6	2.9	0.4	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.3	2.3	2.0	0.2	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	1.7	0.7	0.1	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.9	0.9	0.3	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.3	0.1	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	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
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
aantal uren	626.3	708.7	564.4	430.2	429.6	797.2	1382.4	1290.0	897.0	668.8	452.0
gemiddelde snelheid	4.8	5.0	4.6	4.2	4.7	6.4	7.4	7.7	6.9	5.9	4.8

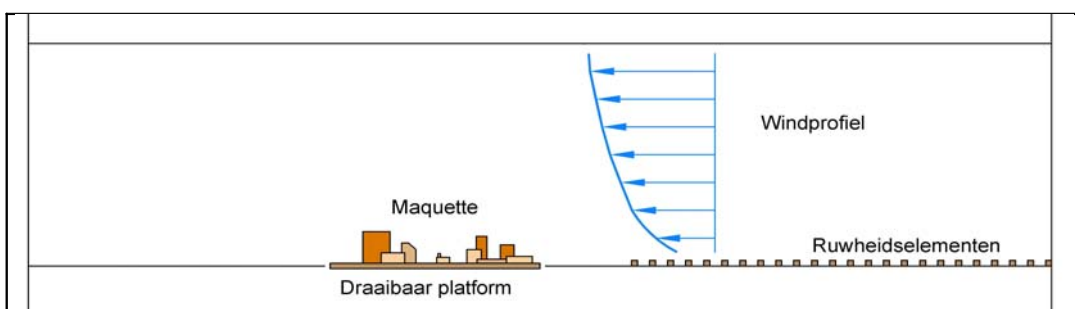
2.4. Simulatie windsnelheden in de windtunnel

Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. De tunnel van Peutz 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 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.



Opwekken windprofiel in de windtunnel

2.5. Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:350 schaalmodel van de stedenbouwkige bouwplannen vervaardigd conform de volgende gegevens:

- de door het Projectbureau Leidsche Rijn per email verstrekte gegevens d.d. 9 maart 2011 en later tijdens de vervolgmetingen op 13 juli en 2 augustus 2011,

- gegevens van de aanwezige stedenbouwkundige omgeving afkomstig van de gemeente Utrecht,
- eigen waarnemingen ter plaatse.

De maquetteleden van de nieuwbouw zijn opgenomen in de gemodelleerde stedenbouwkundige omgeving tot een afstand van ca. 400 m vanaf het hart van het stedenbouwkundige plan.



Maquettefoto basissituatie

2.6. Onderzoek in de windtunnel

In de basissituatie zijn in totaal op 124 plaatsen rondom het project de uurgemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 m boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Per punt is in overleg met de gemeente Utrecht vastgesteld 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 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. 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 meeste meetpunten in de binnenhoven van de gebouwen en op het centrale plein, alsmede op het plein nabij het station, in overleg met de gemeente Utrecht beoordeeld met het criterium voor slentergebied (categorie II). De overige meetpunten worden beoordeeld als loopgebied (categorie I). In figuur 1 zijn de meetpunten en de aangehouden categorie indeling weergegeven. De meetresultaten zijn in de overige bijgevoegde figuren verwerkt.

3.1. Basismeting

Situatie: Nieuw geplande stedenbouwkundige bebouwingssituatie, gegevens d.d. 9 maart 2011, met volwassen bomen binnen het plangebied: stam 5 m, kruinhoogte 18 m.



Meetresultaten: Figuur 2.

Beoordeling: Aan de oostzijde van de bebouwing langs de gebogen straat is een goed windklimaat te verwachten.

In de binnenhoven van de bebouwing aan de oostzijde van de gebogen straat is op vrijwel alle meetpunten sprake van een goed windklimaat, alleen in de binnenhof nabij toren 7 is een slecht windklimaat te verwachten waarbij tevens het gevaarcriterium wordt overschreden.

Aan de zuidzijde van de dijk wordt een goed windklimaat verwacht. Op de dijk zelf een overwegend matig tot slecht windklimaat, waarbij op meetpunt 47 sprake is van beperkt risico op windgevaar.

Op het plein nabij het station, direct noord van de dijk, wordt een matig tot goed windklimaat voor de functie slentergebied verwacht. Alleen op meetpunt 31 nabij de gebouwhoek dient een slecht windklimaat verwacht te worden.

In de gebogen straat en in de straat aan de noordwestzijde van het stedenbouwkundige plan is in het algemeen een matig tot goed windklimaat voor loopgebied te verwachten, waarbij alleen aan de noordzijde van de gebogen straat tussen de torens 1 en 7 een zeer slecht windklimaat verwacht moet worden, waarbij op de meetpunten 6, 7, 8, 10 en 97 sprake is van (beperkt) risico op windgevaar.

In de binnenhoven nabij de torens 2, 3, 4, 5 en 6 is sprake van een slecht windklimaat.

Verder wordt in een aantal straten nabij de torens een slecht windklimaat verwacht waarbij op de meetpunten 65, 66, 77, 78, 79, 80 en 95 sprake is van (beperkte) overschrijding van het gevaarcriterium.

Op het centrale plein binnen het stedenbouwkundige plan is in grote lijnen een matig tot goed windklimaat te verwachten, waarbij opgemerkt moet worden dat met name nabij toren 2, 3 en 5 beperkte gebieden aanwezig zijn met een slecht windklimaat.

Concluderend dient gesteld te worden dat er binnen het onderhavige stedenbouwkundige plan een aantal gebieden aanwezig zijn waar een slecht windklimaat te verwachten is, en zelfs gebieden waar het gevaarcriterium wordt overschreden. Het plan vraagt derhalve om een aantal aanpassingen teneinde het windklimaat structureel te verbeteren en problemen met het windklimaat na realisatie van het plan te voorkomen.

3.2. Variant A

Situatie: Geplande stedenbouwkundige bebouwingssituatie d.d. 9 maart 2011, met een aantal aanpassingen conform de gegevens van de gemeente Utrecht d.d. 13 juli 2011:
– alle torens meerdere meters verschoven (zie figuur meetresultaten).
Inclusief de volwassen begroeiing zoals in de basismeting.



Meetresultaten: Figuur 3.

Beoordeling: Aan de oostzijde van de bebouwing langs de gebogen straat blijft een goed windklimaat te verwachten. Alleen op meetpunt 12 wordt nu een juist matig windklimaat verwacht.

In de binnenhoven van de bebouwing aan de oostzijde van de gebogen straat is nu op alle meetpunten sprake van een goed windklimaat.

Aan de zuidzijde van de dijk blijft een goed windklimaat te verwachten.

Op de dijk zelf wordt het te verwachten windklimaat in het algemeen iets beter, dit blijft echter matig tot slecht. Er is echter geen sprake meer van risico op windgevaar.

Op het plein nabij het station, direct noord van de dijk, blijft een matig tot goed windklimaat voor de functie slentergebied te verwachten. Op meetpunt 31 nabij de gebouwhoek blijft een slecht windklimaat aanwezig, waarbij dit wel minder slecht is dan in de basismeting.

In de gebogen straat en in de straat aan de noordwestzijde van het stedenbouwkundige plan is in het algemeen een matig tot goed windklimaat voor loopgebied te verwachten, waarbij het gebied met een zeer slecht windklimaat aan de noordzijde van de gebogen straat nabij de torens 1, 3 en 7 groter wordt. Hier wordt nu op de meetpunten 1, 8, 9, 10, 15, 16 en 102 het criterium van (beperkt) risico op windgevaar overschreden.

In de binnenhoven nabij de torens 1, 2, 3, 4, 5 en 6 is sprake van een slecht windklimaat (beoordeeld als slentergebied), waarbij op meetpunt 103 sprake is van een beperkt risico op windgevaar..

Verder wordt nog steeds in een aantal straten nabij de torens een slecht windklimaat verwacht waarbij op de meetpunten 65, 66, 77, 79, 80 en 95 sprake is van (beperkte) overschrijding van het gevaarcriterium.

Op het centrale plein binnen het stedenbouwkundige plan blijft in grote lijnen een matig tot goed windklimaat te verwachten, waarbij opgemerkt moet worden dat met name nabij toren 2, 3 en 5 beperkte gebieden aanwezig zijn met een matig tot slecht windklimaat (het gebied nabij toren 5 is wel kleiner geworden).

Concluderend dient gesteld te worden dat er binnen het onderhavige stedenbouwkundige plan met de doorgevoerde wijzigingen nog steeds een aantal gebieden aanwezig zijn waar een slecht windklimaat te verwachten is, en zelfs gebieden waar het gevaarcriterium wordt overschreden. Het plan vraagt derhalve om verdere aanpassingen teneinde het windklimaat structureel te verbeteren en problemen met het windklimaat na realisatie van het plan te voorkomen.

3.3. Variant B

Situatie: Geplande stedenbouwkundige bebouwingssituatie d.d. 9 maart 2011, met een aantal aanpassingen conform de gegevens van de gemeente Utrecht d.d. 2 augustus 2011:

- de torens 1, 2, 3, 4, 6 en 7 meerdere meters verschoven (zie figuur meetresultaten).

Inclusief de volwassen begroeiing zoals in de basismeting.



Meetresultaten: Figuur 4.

Beoordeling: Aan de oostzijde van de bebouwing langs de gebogen straat is op alle meetpunten nu een goed windklimaat te verwachten.

In de binnenhoven van de bebouwing aan de oostzijde van de gebogen straat is weer op vrijwel alle meetpunten sprake van een goed windklimaat, alleen in de binnenhof nabij toren 7 wordt weer een slecht windklimaat verwacht, zonder overschrijding van het gevaarcriterium zoals wel in de basissituatie het geval was.

Aan de zuidzijde van de dijk blijft een goed windklimaat te verwachten.

Op de dijk zelf wordt het te verwachten windklimaat verder verbeterd, dit blijft echter nog wel matig, met op één meetpunt, 47, een beperkt risico op windgevaar.

Op het plein nabij het station, direct noord van de dijk, blijft een matig tot goed windklimaat voor de functie slentergebied te verwachten. Op meetpunt 31 nabij de gebouwhoek blijft een slecht windklimaat aanwezig, waarbij dit wel minder slecht is dan in de basismeting doch slechter dan in variant A.

In de gebogen straat en in de straat aan de noordwestzijde van het stedenbouwkundige plan is in het algemeen een matig tot goed windklimaat voor loopgebied te verwachten, waarbij in de straat aan de noordwestzijde, noord van toren 1, het windklimaat echter wel slechter wordt. Het gebied met een zeer slecht windklimaat aan de noordzijde van de gebogen straat nabij de torens 1, 3 en 7 is grotendeels verdwenen. Er

wordt nu alleen op de meetpunten 1, 4, 6 en 15 nog beperkt risico op windgevaar verwacht.

In de binnenhoven nabij de torens 1, 2, 3, 4, 5 en 6 is sprake van een slecht windklimaat, waarbij op meetpunt 103, 104 en 107 sprake is van een (beperkt) risico op windgevaar..

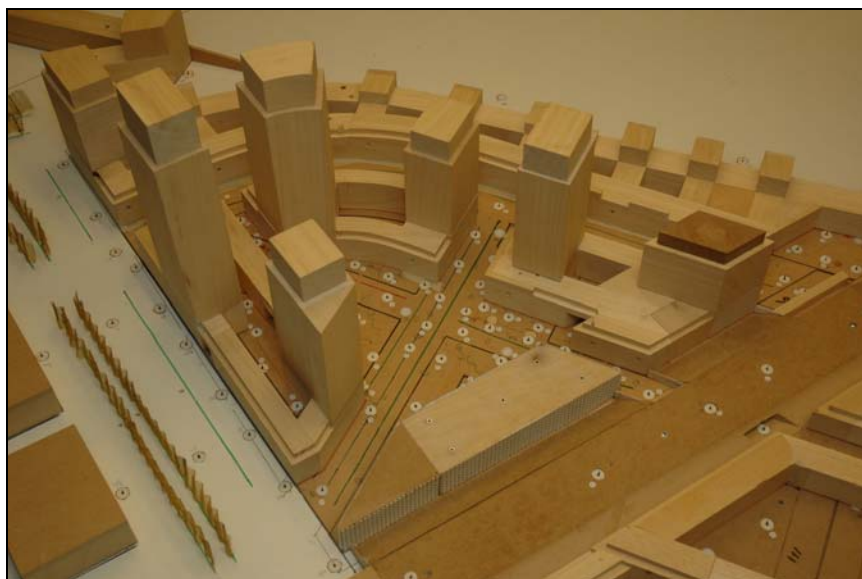
Verder wordt nog steeds in een aantal straten nabij de torens een slecht windklimaat verwacht waarbij op de meetpunten 65, 66, 80, 95 en 118 sprake is van (beperkte) overschrijding van het gevaarcriterium.

Op het centrale plein binnen het stedenbouwkundige plan blijft in grote lijnen een matig tot goed windklimaat te verwachten, waarbij opgemerkt moet worden dat met name nabij toren 3 en 5 de gebieden met een matig tot slecht windklimaat weer groter worden.

Concluderend dient gesteld te worden dat er binnen het onderhavige stedenbouwkundige plan met de doorgevoerde wijzigingen nog steeds een aantal gebieden aanwezig zijn waar een slecht windklimaat te verwachten is, en zelfs gebieden waar het gevaarcriterium wordt overschreden. Het plan vraagt derhalve om verdere aanpassingen teneinde het windklimaat structureel te verbeteren en problemen met het windklimaat na realisatie van het plan te voorkomen.

3.4. Variant C

Situatie: Als variant B echter zonder de volwassen begroeiing.



Meetresultaten: Figuur 5.

Beoordeling: Aan de oostzijde van de bebouwing langs de gebogen straat is op vrijwel alle meetpunten nog een goed windklimaat te verwachten. Alleen het windklimaat nabij toren 7 op meetpunt 2 dient als matig beoordeeld te worden.

In de binnenhoven van de bebouwing aan de oostzijde van de gebogen straat is nog op vrijwel alle meetpunten sprake van een goed windklimaat, alleen in de binnenhof nabij toren 7 wordt weer een slecht windklimaat verwacht, zonder overschrijding van het gevaarcriterium zoals wel in de basissituatie het geval was.

Aan de zuidzijde van de dijk blijft een goed windklimaat te verwachten. Op de dijk blijft het te verwachten windklimaat nog matig.

Op het plein nabij het station, direct noord van de dijk, blijft een matig tot goed windklimaat voor de functie slentergebied te verwachten. Op de meetpunten 10 en 31 nabij de gebouwhoeken treedt een (juist) slecht windklimaat op.

In de gebogen straat en in de straat aan de noordwestzijde van het stedenbouwkundige plan wordt het windklimaat beduidend slechter door het weglaten van de begroeiing. Hier is nu een overwegend slecht windklimaat voor loopgebied te verwachten, met op meerdere plaatsen een overschrijding van het gevaarcriterium.

In de binnenhoven nabij de torens 1, 2, 3, 4, 5 en 6 blijft sprake van een slecht windklimaat, waarbij op meetpunt 103, 104 en 107 sprake is van een (beperkt) risico op windgevaar.

Verder wordt in een aantal straten nabij de torens het windklimaat beduidend slechter door het weglaten van de begroeiing, waarbij op meerdere meetpunten sprake is van (beperkte) overschrijding van het gevaarcriterium.

Op het centrale plein binnen het stedenbouwkundige plan wordt in deze situatie het windklimaat ook beduidend slechter, overwegend matig tot slecht in plaats van matig tot goed.

Concluderend dient gesteld te worden dat de geplande volwassen begroeiing van wezenlijk belang is voor het te realiseren windklimaat. Dit maakt de ontwikkeling van het plan voor wat betreft het te verwachten windklimaat des te kritischer.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn te Utrecht is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan het nieuwe stedenbouwkundige plan Leidsche Rijn Centrum Noord te Utrecht.

Het doel van het onderzoek was het beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom het onderhavige stedenbouwkundige plan alsmede het zo nodig aangeven van de benodigde windklimaat verbeterende maatregelen waarmee bij de verdere ontwikkeling van de plannen rekening gehouden kan worden.

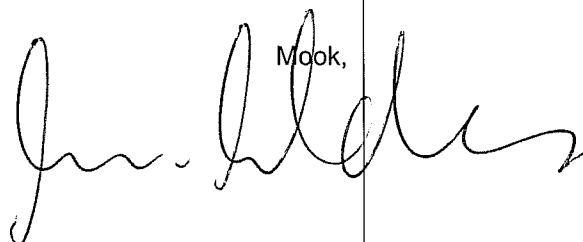
Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- direct rondom, buiten, het onderhavige plangebied is in het algemeen een matig tot goed windklimaat te verwachten
- het al dan niet aanbrengen van de volwassen begroeiing is van wezenlijk belang voor het te realiseren windklimaat
- binnen het plan bestaan een aantal zeer kritische gebieden voor wat betreft het te realiseren windklimaat welke met name veroorzaakt worden door de torens 1 tot en met 7 binnen het stedenbouwkundige plan (op meerdere plaatsen is een slecht windklimaat te verwachten, met eveneens op meerdere plaatsen een overschrijding van het gevaarcriterium)
- zonder windklimaat verbeterende maatregelen, zoals aanpassingen van bouwmassa's qua hoogte, afmetingen en plaats, het aanbrengen van arcades en/of luifels, wordt het niet mogelijk geacht om een overal acceptabele windklimaatssituatie te verwezenlijken
- bij de verdere uitwerking van de plannen door projectontwikkelaars en/of architecten zal bijzondere aandacht gevraagd moeten worden voor de invloed van de bouwplannen op het windklimaat
- geadviseerd wordt om bij de beoordeling van de plannen op alle plaatsen tenminste een matig windklimaat voor de betreffende gebiedsfuncties als criterium te hanteren, waarbij opgemerkt wordt dat het criterium matig voor slentergebied in de praktijk voor bijvoorbeeld entree- en/of winkelgebieden al een zeer kritisch criterium blijkt te zijn.

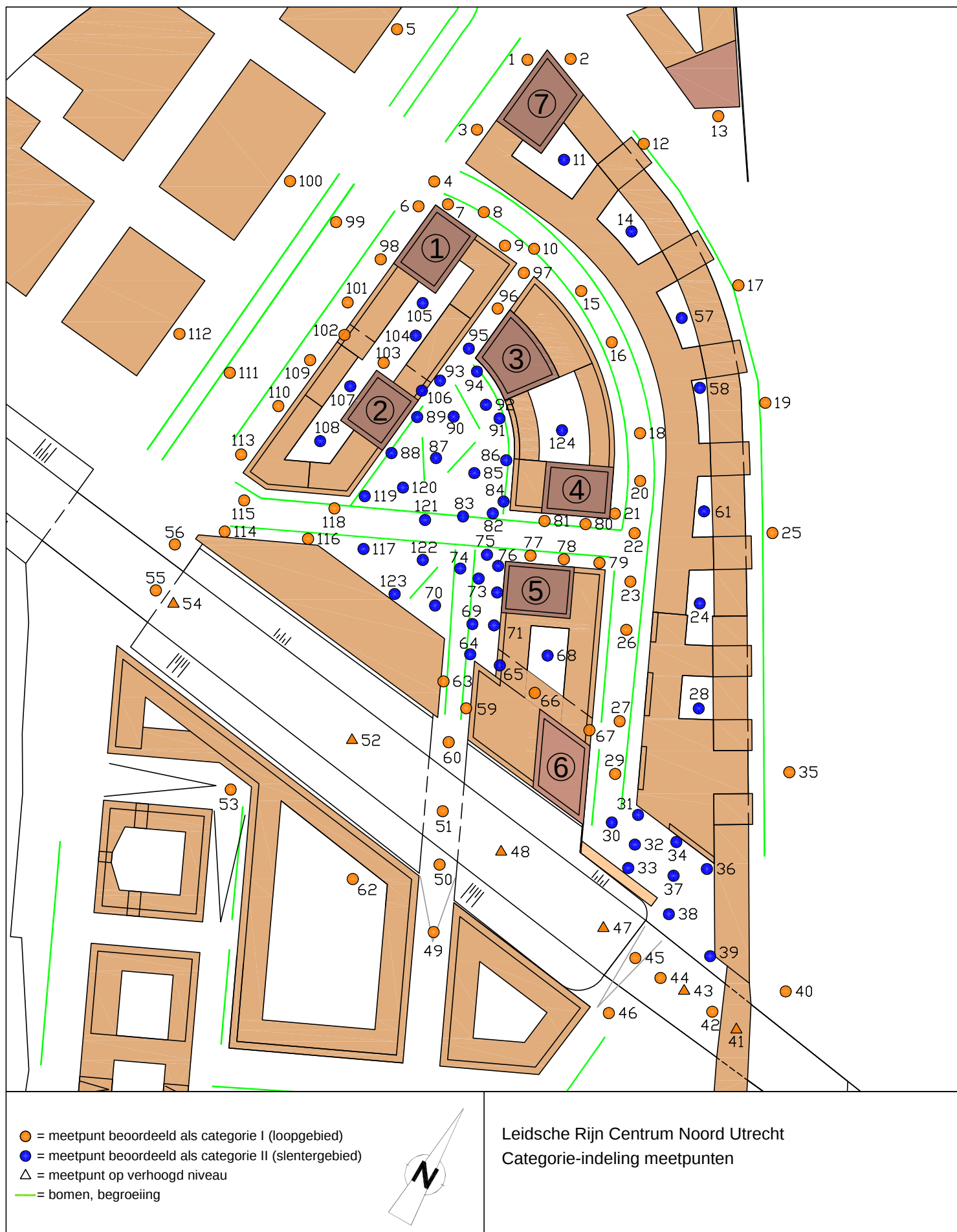
Dit rapport bestaat uit:

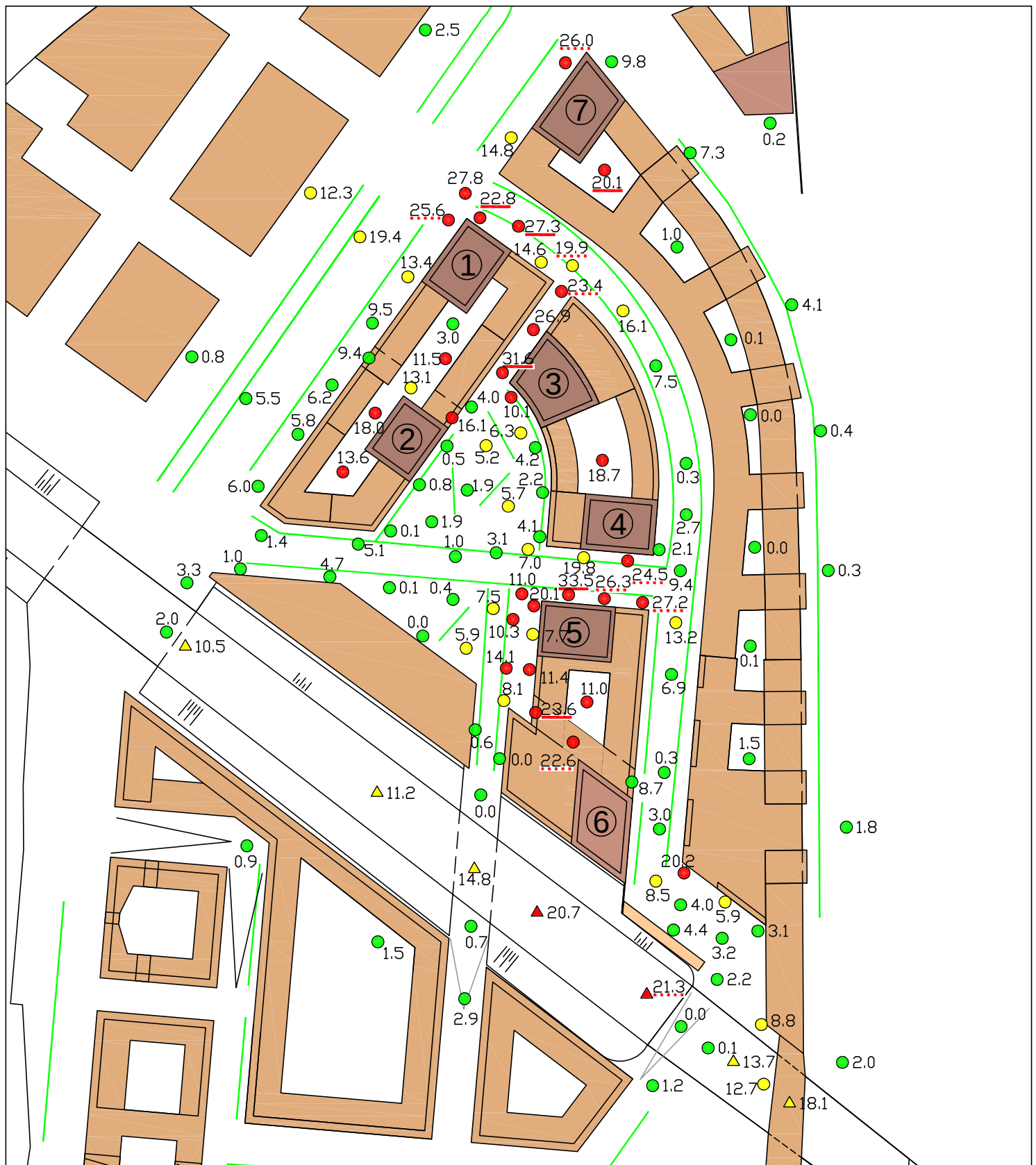
18 pagina's

2 bijlages

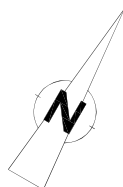
Mook,


Project		Projectgegevens		
Projectnaam		Leidsche Rijn Centrum Noord		
Opdrachtgever		Projectbureau Leidsche Rijn te Utrecht		
Projectleider		A.W. Alders		
Datum		22-08-11		
Model		Algemene gegevens van het model		
Schaal		1:350		
Blokkeringsgraad		< 5%		
Omvang gemodelleerd gebied		een cirkel met een straal van 400 m		
Kerngebied		Leidsche Rijn Centrum Noord		
Omgeving		stedenbouwkundige bebouwing		
Gemodelleerd groen		jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas, nieuw geplande volwassen begroeiing h.=18m		
Onderzochte configuraties		• stedenbouwkundig geplande bebouwingssituatie • drie aanvullende metingen		
Meetopstelling		Informatie over de meetopstelling		
Gesimuleerde grenslaag		stedelijke bebouwing		
• kalibratiedatum		9 augustus 2006		
Meetpunten en meethoogte		124 meetpunten (basissituatie) op 1,75 m hoogte boven lokaal maaiveld cq dijkniveau / buitenruimte		
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)		12 (rondom in stappen van 30 graden)		
Tunnelregeling		meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem intern		
• kalibratiedatum				
• kalibratie-instantie				
Instrumenten		meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem		
• kalibratiedatum				
Gegevensverwerking en -beoordeling		Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat		
Amersfoortse coördinaten van de locatie		X = 132855 Y = 456913		
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 proefoverschrijdend belang		bij de verdere planuitwerking zal terdege rekening gehouden moeten worden met het te verwachten windklimaat		

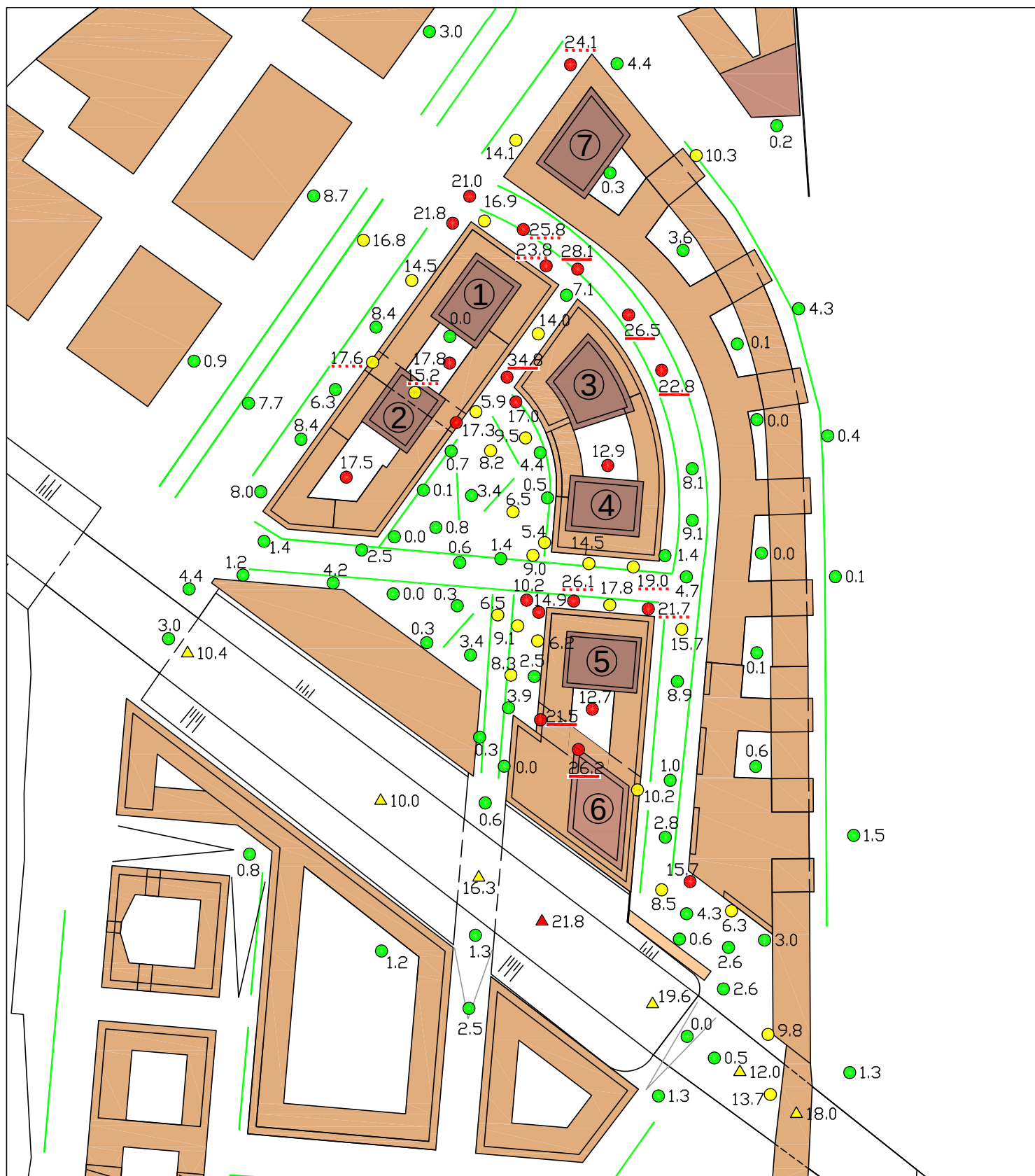




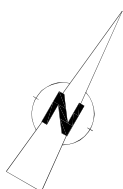
- = goed windklimaat (cat.I: <10.0; cat.II: <5.0; cat.III: <2.5)
- = matig windklimaat (cat.I: 10.0 - 20.0; cat.II: 5.0 - 10.0; cat.III: 2.5 - 5)
- = slecht windklimaat (cat.I: ≥20.0; cat.II: ≥10.0; cat.III: ≥5)
- = beperkt risico loopgebied
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied
- = begroeiing volgroeide bomen; h = 18 m.



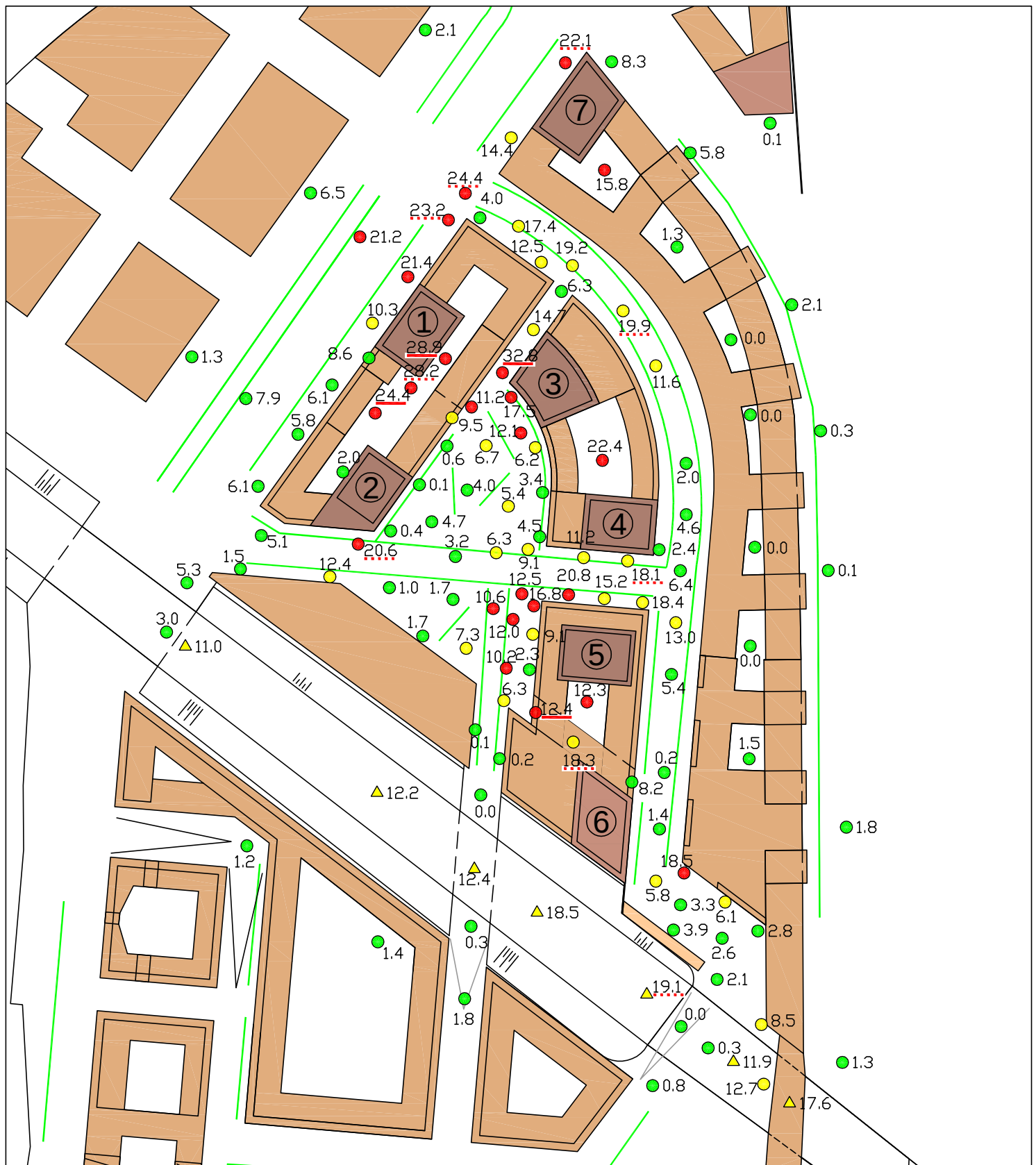
Leidsche Rijn Centrum Noord Utrecht
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Basismeting juli 2011



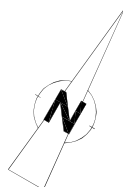
- = goed windklimaat (cat.I: <10.0; cat.II: <5.0; cat.III: <2.5)
- = matig windklimaat (cat.I: 10.0 - 20.0; cat.II: 5.0 - 10.0; cat.III: 2.5 - 5)
- = slecht windklimaat (cat.I: ≥20.0; cat.II: ≥10.0; cat.III: ≥5)
- = beperkt risico loopgebied
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied
- = begroeiing volgroeide bomen; h = 18 m.



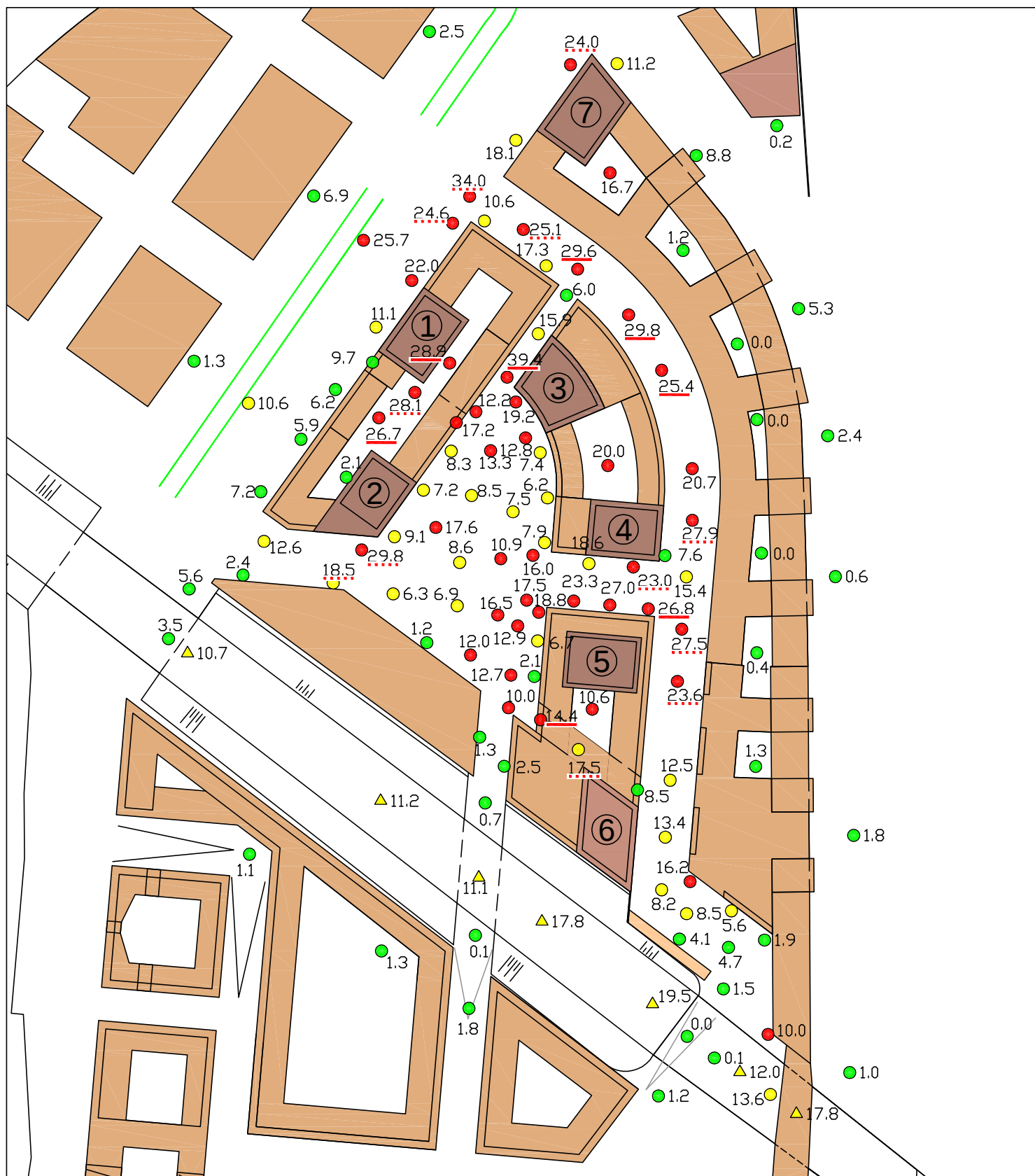
Leidsche Rijn Centrum Noord Utrecht
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Variant A: - torens ca. 10 m verschoven



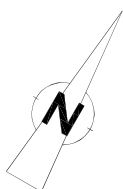
- = goed windklimaat (cat.I: <10.0; cat.II: <5.0; cat.III: <2.5)
- = matig windklimaat (cat.I: 10.0 - 20.0; cat.II: 5.0 - 10.0; cat.III: 2.5 - 5)
- = slecht windklimaat (cat.I: ≥20.0; cat.II: ≥10.0; cat.III: ≥5)
- = beperkt risico loopgebied
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied
- = begroeiing volgroeide bomen; h = 18 m.



Leidsche Rijn Centrum Noord Utrecht
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Variant B: - torens verschoven volgens schets
 opdrachtgever d.d. 2 augustus 2011



- = goed windklimaat (cat.I: <10.0; cat.II: <5.0; cat.III: <2.5)
- = matig windklimaat (cat.I: 10.0 - 20.0; cat.II: 5.0 - 10.0; cat.III: 2.5 - 5)
- = slecht windklimaat (cat.I: ≥20.0; cat.II: ≥10.0; cat.III: ≥5)
- = beperkt risico loopgebied
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied
- = begroeiing volgroeide bomen; h = 18 m.



Leidsche Rijn Centrum Noord Utrecht
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Variant C: - zonder bomen binnen plangebied
 - verder als variant B