



Bestemmingsplan Van Sijpesteijnkwartier te Utrecht

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel

Bestemmingsplan Van Sijpesteijkwartier te Utrecht

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel



opdrachtgever	ARCADIS - Apeldoorn
rapportnummer	WB 1017-1-RA-001
datum	13 december 2013
referentie	OO/OO/KS/WB 1017-1-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, 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

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	11
3 Resultaten van het onderzoek	12
3.1 Variant 1	13
3.2 Variant 2	14
3.3 Variant 3	15
3.4 Variant 4	17
3.5 Variant 5	18
3.6 Variant 6	20
4 Samenvatting en conclusies	21

1 Inleiding

In opdracht van Arcadis te Apeldoorn is een windtunnelonderzoek uitgevoerd met betrekking tot de geplande bebouwing binnen bestemmingsplan Van Sijpesteijnkwartier te Utrecht. Het betreft een stedenbouwkundige uitwerking van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC.

Voor het vervaardigen van de schaalmodellen van de geplande bebouwing is gebruik gemaakt van de gegevens zoals verstrekt door de Projectorganisatie Stationsgebied (POS) van de gemeente Utrecht. De modellen zijn gepositioneerd op de bij Peutz aanwezige omgevingsmaquette van het gebied.

Het doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Hierbij is rekening gehouden met de fasering van de bebouwing in de omgeving. Daarnaast is naar aanleiding van de meetresultaten 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 m, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie (70 meter), 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.

Aan de hand van onderstaande tabel 2.1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

t2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100.

Overschrijdingskans $p(v_{LOK} > v_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
≥ 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Er wordt naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

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

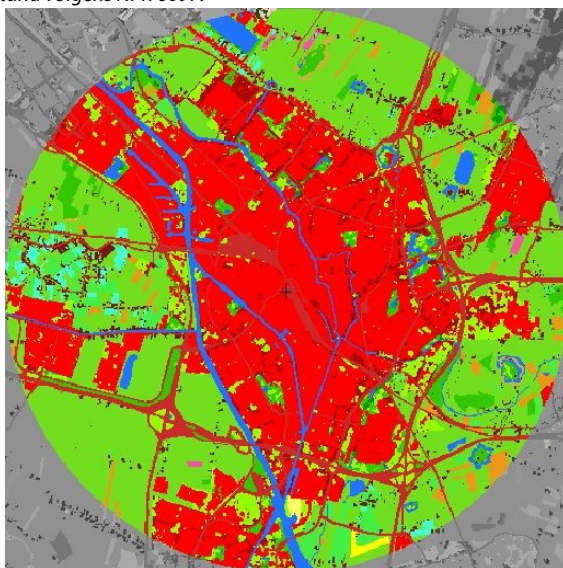
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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

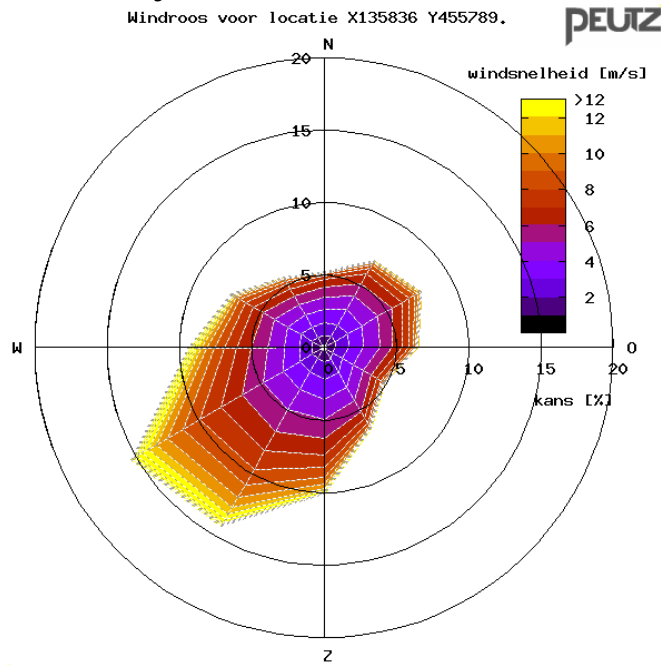
Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteorologische gegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende applicatie wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteorologische gegevens van een groot aantal meteorologische stations 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 uit het zuidwesten (210° en 240°) het meest voor komt. De zuidwesten wind is hiermee bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.

f2.2 Windroos van de betreffende locatie volgens NPR 6097.



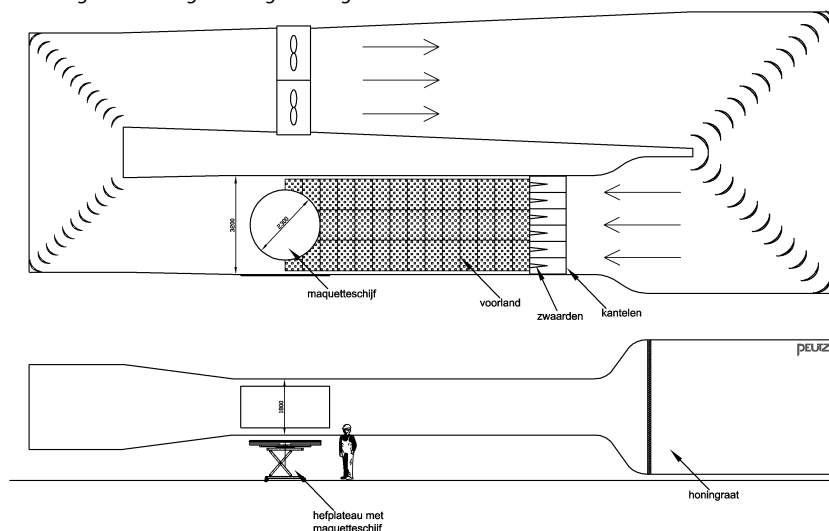
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8767.0	
Positie X135836 Y455789 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.5	
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	West 240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°	
0.0 - 0.9	18.3	18.2	18.7	15.2	20.4	18.8	15.6	17.9	16.8	19.0	17.4	16.2	
1.0 - 1.9	62.4	61.8	52.8	45.8	62.3	67.1	56.9	60.7	54.2	60.5	55.7	56.6	
2.0 - 2.9	82.0	86.5	77.9	69.3	93.2	104.3	93.7	90.0	74.5	82.3	74.0	77.2	
3.0 - 3.9	108.7	98.6	91.7	75.3	100.2	119.5	122.0	114.8	93.1	91.8	80.3	82.9	
4.0 - 4.9	93.1	114.8	96.2	69.8	95.6	125.5	145.2	138.6	101.3	93.3	73.6	73.9	
5.0 - 5.9	84.2	97.8	79.6	55.0	72.7	114.4	149.7	152.3	99.5	81.2	62.4	62.1	
6.0 - 6.9	66.9	68.6	55.5	42.2	46.5	96.3	136.4	150.1	87.4	67.8	47.4	43.4	
7.0 - 7.9	40.5	50.9	41.3	26.1	34.6	78.3	127.5	142.5	77.6	51.8	33.5	24.7	
8.0 - 8.9	25.4	37.6	26.0	13.2	19.9	58.5	108.9	122.1	62.4	37.8	21.0	13.1	
9.0 - 9.9	14.8	21.7	14.1	5.5	11.7	40.6	89.5	104.4	46.1	25.5	14.2	6.9	
10.0 - 10.9	7.7	13.7	7.9	2.0	5.3	27.8	68.6	77.9	32.6	16.2	6.7	3.4	
11.0 - 11.9	3.0	8.0	4.7	0.9	2.5	16.5	49.1	58.3	25.8	10.5	3.5	1.6	
12.0 - 12.9	2.0	2.7	1.6	0.2	0.8	9.2	35.7	46.7	17.5	6.1	2.0	1.3	
13.0 - 13.9	0.6	0.9	0.7	0.1	0.5	4.9	21.7	30.0	12.6	2.8	1.1	0.3	
14.0 - 14.9	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	2.3	13.2	19.3	8.3	1.5	0.4	0.0	
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.1	8.1	12.8	5.0	0.7	0.3	0.0	
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.7	6.2	2.8	0.5	0.1	0.0	
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	4.2	2.0	0.2	0.0	0.0	
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.3	1.1	0.2	0.0	0.0	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	0.6	0.2	0.0	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	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	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	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	0.1	0.0	0.0	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.0	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	609.7	682.2	569.1	420.6	566.2	886.3	1249.9	1353.9	821.8	650.1	493.6	463.6	
gemiddelde snelheid	4.6	4.9	4.7	4.3	4.3	5.4	6.7	7.0	6.2	5.1	4.6	4.2	

2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

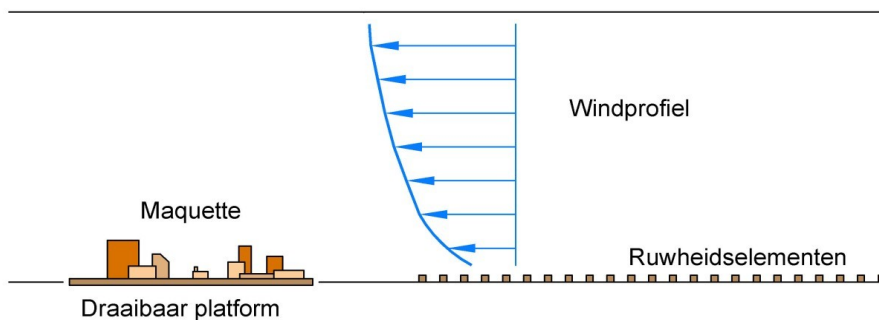
Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.

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 : 350 schaalmodel van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC vervaardigd conform de gegevens zoals ontvangen van het Projectorganisatie Stationsgebied, stand van zaken 20 september 2013. De maquette-delen zijn gepositioneerd op de bij Peutz aanwezige omgevingsmaquette. De volgende bouwdelen zijn in het schaalmodel verwerkt:

- Forum Westflank (verhoogd maaiveld);
- het Stadskantoor;
- de OV-Terminal;
- de geplande bebouwing Westflank Noord, stand van ontwikkeling juni 2012;
- het stedenbouwkundig geplande hotel en casino op de kop van het Jaarbeursterrein.

Meer toekomstige bouwdelen als het Leidsche blok zijn in overleg met de POS niet in het onderzoek betrokken.

De omliggende bebouwing is tot een afstand van circa 400 meter vanaf het midden van het plangebied gemodelleerd.

f2.5 Bovenaanzicht maquette Van Sijpesteijnkwartier en omgeving.



2.6 Onderzoek in de windtunnel

In de geplande situatie zijn in totaal op 118 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 (mesohoogte), 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 onder meer de meeste meetpunten voor de gevels van de geplande bebouwing, de meetpunten nabij de hoofdentrees van de omliggende bebouwing alsmede de meetpunten ter plaatse van de OV-Tramhalte beoordeeld met het criterium voor slentergebied (categorie II). De overige meetpunten worden beoordeeld met het beoordelingscriterium voor loopgebied (categorie I).

Een overzicht van de categorie-indeling van meetpunten is weergegeven in bijlage 2, figuur 2.1.

Teneinde de te verwachten windklimaatsituatie te kunnen relateren aan het momenteel heersende windklimaat is tevens de huidige bebouwingssituatie in de windtunnel onderzocht. Daarnaast is de situatie met alleen nieuwbouw ter plaatse van Westflank Noord onderzocht.

3.1 Variant 1

f3.1 Maquette variant 1.



Situatie: De bestaande bebouwingssituatie, inclusief het in aanbouw zijnde Stads kantoor en het verhoogde maaiveld (Forum Westflank). Gebouw Cranenborch is reeds gesloopt. De geplande ontwikkelingen binnen Westflank Noord, het Van Sijpesteijnkwartier en kop Jaarbeursterrein zijn nog niet gerealiseerd.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.2.

Beoordeling: Het heersende windklimaat op het Jaarbeursplein wordt overwegend als goed beoordeeld.

Op het verhoogde maaiveld (Forum) is als gevolg van de bouwhoogte en de situering van het Stads kantoor met name nabij de noordwestzijde van het Stads kantoor sprake van een slecht windklimaat. Op enkele meetpunten gaat dit samen met een beperkt risico op windgevaar of een overschrijding van het gevaarcriterium.

3.2 Variant 2

f3.2 Maquette variant 2.



Situatie: Als de bestaande bebouwingssituatie (variant 1), met de volgende wijziging:
De geplande bebouwing in plangebied Westflank Noord is als gerealiseerd beschouwd.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.3.

Beoordeling: Als gevolg van realisatie van de geprojecteerde bebouwing in plangebied Westflank Noord is onder meer op het plein tussen het Stadskantoor en Westflank Noord een zeker toename van de windsnelheid te verwachten. Op wat grotere afstand is geen verschil of zelfs een positief effect van de aanwezigheid van deze bebouwing te verwachten.

3.3 Variant 3

f3.3 Maquette variant 3.



Situatie: Als variant 2 met de volgende wijziging:
Binnen plangebied Van Sijpesteijnkwartier is een uitwerking van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC (Leeuwensteyn) geprojecteerd. Het geplande hotel en casino op de kop van het Jaarbeursterrein zijn niet meegenomen.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.4.

Beoordeling: Op diverse meetpunten op het Jaarbeursplein neemt de hinderkans toe als gevolg van realisatie van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC. Rondom het Jaarbeurspleingebouw is vooral nabij de gebouwhoeken sprake van een windsituatie die als matig te beoordelen is. Op één van de meetpunten, bij de noordoostelijke gebouwhoek, is er een beperkt risico op windgevaar.

In de zone tussen het Jaarbeurspleingebouw en het WTC is zonder windafschermende maatregelen een matig tot slecht windklimaat te verwachten. De beoordeling slecht treedt voor een groot deel op voor de zuidwestgevel van het WTC, waarbij gezien de geplande functies het criterium voor slentergebied gehanteerd wordt. Voor loopgebied is sprake van een beoordeling matig.

Ter plaatse van de OV-Tramhalte is zonder (de inmiddels geplande) windafschermende voorzieningen een als matig tot slecht te beoordelen windklimaat te verwachten.

De aanwezigheid van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC heeft een positieve uitwerking op het windklimaat op het Forum voor wat betreft het deel nabij de bebouwing Westflank Noord en op het plein tussen Westflank Noord en het Stads kantoor. Op diverse meetpunten in dit gebied blijft desondanks een als slecht te beoordelen windklimaat te verwachten. Tevens is er plaatselijk een beperkt risico op windgevaar. In de zone tussen het WTC en het Stads kantoor geven deze bouwdelen een toename van de hinderkans. Er blijft sprake van een beoordeling matig. In de onderdoorgang tussen het Stads kantoor en de OVT is een verbetering van het windklimaat vast te stellen.

3.4 Variant 4

f3.4 Maquette variant 4.



Situatie: Als variant 3 met de volgende wijziging:
De schaalmodellen van het geplande hotel en het casino op de kop van het Jaarbeursterrein zijn op de maquette toegevoegd. Het is de verwachting dat deze bouwdelen op een later moment gerealiseerd worden.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.5.

Beoordeling: De bouwmassa's van het hotel en het casino geven een wijziging van het windklimaat rondom het Jaarbeurspleingebouw. In het gebied nabij de zuidwesthoek van het Jaarbeurspleingebouw neemt de hinderkans als gevolg van interactie tussen de bouwdelen enigszins toe, waarmee de beoordeling van de lokale windklimaatssituatie wijzigt van matig naar slecht. Daarnaast heeft de betreffende bebouwing vooral een windafschermende werking bij de overheersende zuidwestelijke windrichting waardoor verder rondom het Jaarbeurspleingebouw overwegend een verbetering van het windklimaat optreedt. In de zone tussen het Jaarbeurspleingebouw en het WTC daalt de hinderkans op een aantal meetposities zodanig dat het windklimaat als matig in plaats van slecht beoordeeld wordt.

3.5 Variant 5

f3.5 Maquette variant 5.



Situatie: Als variant 3 (zonder hotel en casino) met de volgende windafschermende maatregelen:

- Volwassen bomen op het Jaarbeursplein.
- Een half open pergola op het Forum.
- Een wachtruimte / Abri's ter plaatse van de OV-Tramhalte.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.6.

Beoordeling: Ten gevolge van het hoge bouwvolume van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC zijn op een aantal plaatsen relatief hoge windsnelheden te verwachten. Een verbetering van het windklimaat wordt gezien de vastgestelde stedenbouwkundige uitgangspunten voor de bebouwing gezocht in windafschermende maatregelen in het terrein. Hiertoe is onder meer de geplande begroeiing in het plangebied gemodelleerd, deze is in de gebieden met een hogere hinderkans verder geïntensiveerd. Hiermee is een dusdanige verbetering van het windklimaat te verkrijgen dat op geen van de meetpunten rondom het Jaarbeurspleingebouw sprake is van een beoordeling slecht. Op de meeste meetposities op het plein wordt het windklimaat als goed beoordeeld. Plaatselijk, waaronder in een deel van het gebied tussen het Jaarbeurspleingebouw en het WTC blijft sprake van een matig windklimaat. Onderzocht zal moeten worden op

welke plekken bomen of andere inrichtingselementen op het Jaarbeursplein gepositioneerd kunnen worden in relatie tot ondergrondse infrastructuur.

Ter plaatse van de OV-Tramhalte is met de geprojecteerde wachtruimte, bestaande uit een scherm met een dak een goed windklimaat te verwachten. Met andersoortige windafschermende abri's is een vergelijkbaar effect te verwachten. Volgens opgave van de POS zijn dergelijke elementen reeds in de planvorming opgenomen.

De geprojecteerde half open pergola op het Forum geeft in de zone tussen het WTC en het Stads kantoor een goede verbetering van het windklimaat. Er is in deze situatie een overwegend als goed te beoordelen windklimaat te verwachten in het gebied tussen het WTC en het Stads kantoor. De pergola is in één lijn doorgezet tot op het plein tussen bebouwing Westflank Noord en het Stads kantoor. Op het plein neemt het windafschermende effect van de pergola drastisch af. Hier blijft plaatselijk sprake van een als slecht te beoordelen windklimaat, samengaan met een beperkt risico op windgevaar. De resultaten van variantmeting 2, betreffende de situatie zonder het Jaarbeurspleingebouw en het WTC, laten zien dat deze ongunstige windsituatie niet veroorzaakt wordt door de geplande bebouwing op het Jaarbeursplein.

De vastgestelde windklimaatssituatie voldoet hiermee aan het uitgangspunt van de gemeente Utrecht een goed of eventueel matig windklimaat na te streven. Desondanks zal het windklimaat op enkele posities kritisch zijn. Qua posities van terrassen en gebouwentrees dient hiermee rekening gehouden te worden in de verdere ontwerp fasen van het Jaarbeursplein, Jaarbeurspleingebouw en het WTC.

3.6 Variant 6

f3.6 Maquette variant 6.



Situatie: Als variant 5 (windafschermende maatregelen), inclusief het hotel en het casino op de kop van het Jaarbeursterrein.

Meetresultaten: Bijlage 2, figuur 2.7.

Beoordeling: De onderzoeksresultaten zijn grotendeels overeenkomend met die van variant 5 waarbij het aantal meetpunten met een beoordeling matig als gevolg van het windafschermende effect van het hotel en casino verder afneemt. Ten zuidwesten van het Jaarbeurspleingebouw neemt de hinderkans enigszins toe, zonder dat dit van invloed is op de beoordeling. Er blijft plaatselijk sprake van een beoordeling matig.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Arcadis te Apeldoorn is een windtunnelonderzoek uitgevoerd met betrekking tot de geplande bebouwing binnen bestemmingsplan Van Sijpesteijnkwartier te Utrecht. Het betreft een stedenbouwkundige uitwerking van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC. Doel van het onderzoek was het geven van een beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de geplande nieuwbouw. Hierbij is rekening gehouden met de fasering van de bebouwing in de omgeving. Daarnaast is naar aanleiding van de meetresultaten vervolgonderzoek uitgevoerd met betrekking tot windafschermende maatregelen.

Voor het vervaardigen van de schaalmodellen van de geplande bebouwing is gebruik gemaakt van de gegevens zoals verstrekt door de Projectorganisatie Stationsgebied (POS) van de gemeente Utrecht. De modellen zijn gepositioneerd op de bij Peutz aanwezige omgevingsmaquette van het gebied.

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:

- Op het Jaarbeursplein heerst in de bestaande situatie een als goed te beoordelen windklimaat. Plaatselijk is op de Croeselaan sprake van een beoordeling matig. Op het verhoogde maaiveld Forum Westflank is aan de noordwestzijde van het Stadskantoor (richting locatie Westflank Noord) een zone met een overwegend als slecht te beoordelen windklimaat aanwezig. Plaatselijk gaat dit samen met een beperkt risico op windgevaar.
- Realisatie van de geplande bebouwing Westflank Noord geeft in beperkte mate een verdere verslechtering van het windklimaat op het Forum. Daarnaast neemt op een beperkt aantal meetpunten de hinderkans af. Op wat grotere afstand is geen verschil of zelfs een positief effect van de aanwezigheid van deze bebouwing te verwachten.
- Het Jaarbeurspleingebouw en het WTC hebben de volgende effecten op het windklimaat:
 1. Rondom het Jaarbeurspleingebouw is zonder additionele windafschermende maatregelen met name nabij de gebouwhoeken sprake van een windsituatie die als matig te beoordelen is. In de zone tussen het Jaarbeurspleingebouw en het WTC is plaatselijk een matig tot slecht windklimaat te verwachten. De beoordeling slecht treedt voor een groot deel op voor de zuidwestgevel van het WTC, waarbij gezien de geplande functies het criterium voor slentergebied gehanteerd wordt. Bij de noordoostelijke gebouwhoek van het Jaarbeurspleingebouw is er een beperkt risico op windgevaar. Uit vervolgonderzoek blijkt dat door middel van een aangepaste terreininrichting met volwassen begroeiing een dusdanige verbetering van het windklimaat te verkrijgen is dat op geen van de meetpunten in het onderzoeksgebied een slecht windklimaat te verwachten is ten gevolge van het

Jaarbeurspleingebouw en het WTC. Het zal nader onderzocht moeten worden op welke plekken bomen of andere inrichtingselementen op het Jaarbeursplein gepositioneerd kunnen worden in relatie tot ondergrondse infrastructuur.

2. Ter plaatse van de OV-Tramhalte is zonder windafschermende voorzieningen een als matig tot slecht te beoordelen windklimaat te verwachten. Middels het plaatsen vanabri's is een voldoende mate van windafscherming te verkrijgen. Volgens het POS zijn inmiddels dergelijke maatregelen in de planvorming opgenomen.
 3. De geprojecteerde aanwezigheid van het Jaarbeurspleingebouw en het WTC heeft een positieve uitwerking op het windklimaat op het Forum, voor wat betreft het deel nabij de bebouwing Westflank Noord, het plein tussen Westflank Noord en het Stads kantoor alsmede de onderdoorgang tussen het Stads kantoor en de OV-Terminal. Op diverse meetpunten is desondanks een als slecht te beoordelen windklimaat te verwachten. Tevens is er plaatselijk een beperkt risico op windgevaar. Dit is echter niet ten gevolge van de geplande bebouwing op het Jaarbeursplein. In de zone tussen het WTC en het Stads kantoor geven deze bouwdelen wel een toename van de hinderkans. Uit het onderzoek volgt dat het windklimaat in deze zone te verbeteren is door het treffen van windafschermende maatregelen, bijvoorbeeld in de vorm van een half open pergola.
- De geplande bouwmassa's voor een hotel en een casino op de kop van het Jaarbeursterrein hebben overwegend een positief effect op het windklimaat op het Jaarbeursplein. Alleen aan de zuidwestzijde van het Jaarbeurspleingebouw nemen de windsnelheden toe als deze bebouwing gerealiseerd wordt. In de onderzochte situatie met een aangepaste terreininrichting leidt dit niet tot een wijziging van de beoordeling.
 - De vastgestelde windklimaatssituatie in de geplande bebouwingssituatie voldoet met het treffen van de beschreven windafschermende maatregelen (terreininrichting,abri's, pergola) aan het uitgangspunt van de gemeente Utrecht een goed of eventueel matig windklimaat na te streven. Desondanks zal het windklimaat op enkele posities kritisch zijn. Qua posities van terrassen en gebouwentrees dient hiermee rekening gehouden te worden in de verdere ontwerp fases van het Jaarbeursplein, Jaarbeurspleingebouw en het WTC.

Mook,



Dit rapport bevat 22 pagina's

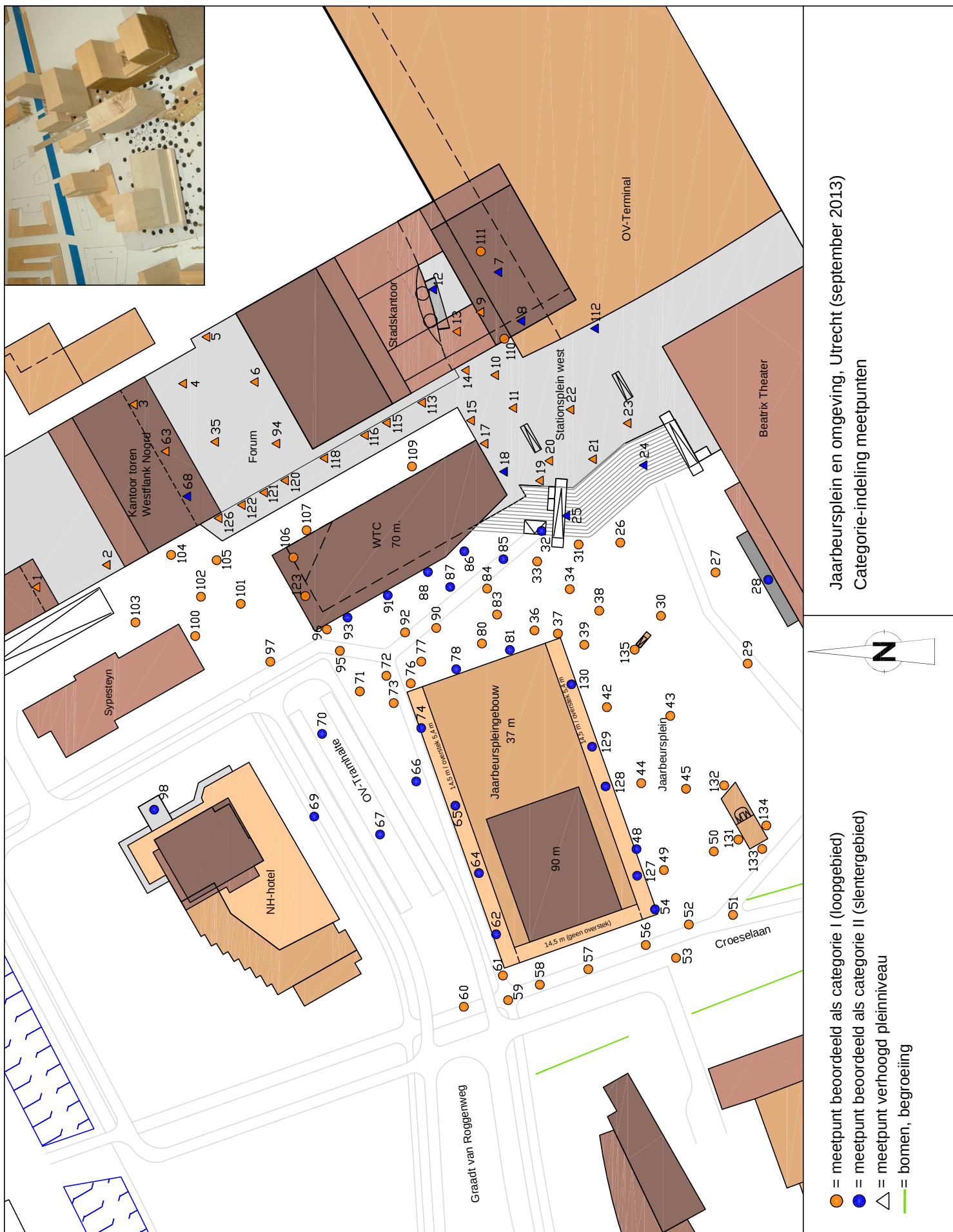
Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

bijlage 2: 7 figuren met betrekking tot meetresultaten.

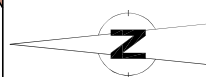
Bijlage 1

Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

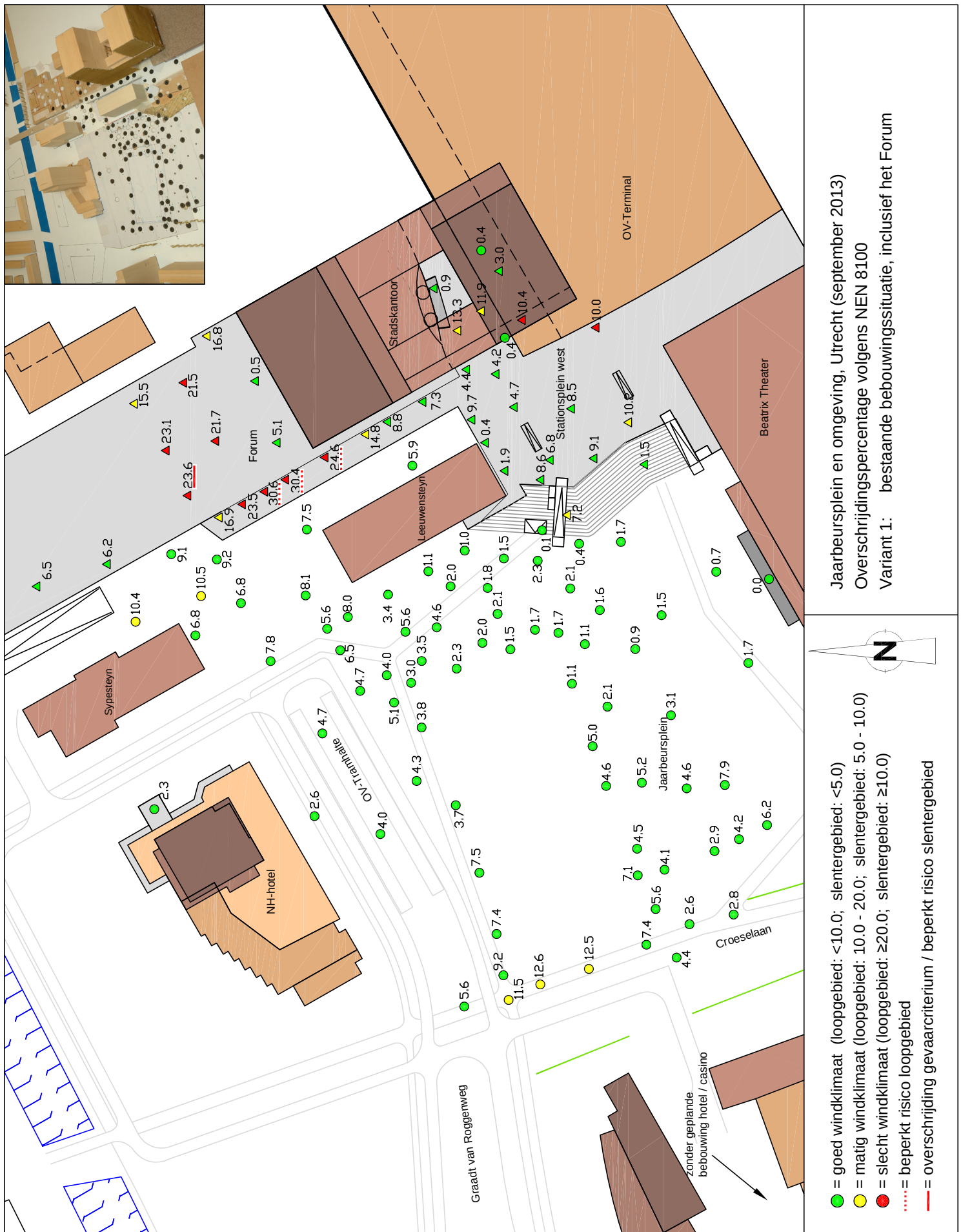
Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Bestemmingsplan Van Sijpesteijnkwartier te Utrecht			
Opdrachtgever	ARCADIS - Apeldoorn			
Projectleider	O.E. Otten			
Datum	13 december 2013			
Model	Algemene gegevens van het model			
Schaal	1:350			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van 400 meter			
Kerngebied	gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie; omgeving: gevouwen gaas; lokaal: staalwol			
Onderzochte configuraties	– huidige bebouwingssituatie – huidige bebouwingssituatie met Westflank Noord – uitwerking geplande bebouwingssituatie (met en zonder hotel / casino) – uitwerking geplande bebouwingssituatie, inclusief windafschermende maatregelen (met en zonder hotel / casino)			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
– kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 118 meetpunten (uitgangssituatie); meethoogte 1,75 m.			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
(minimaal 12 over de windroos)				
Tunnelregeling				
– kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
– kalibratie-instantie	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 = 135836			
	Y = 455789			
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	$p \geq 0,30$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd			
Opmerkingen en eventuele conclusies				
van proef overschrijdend belang				

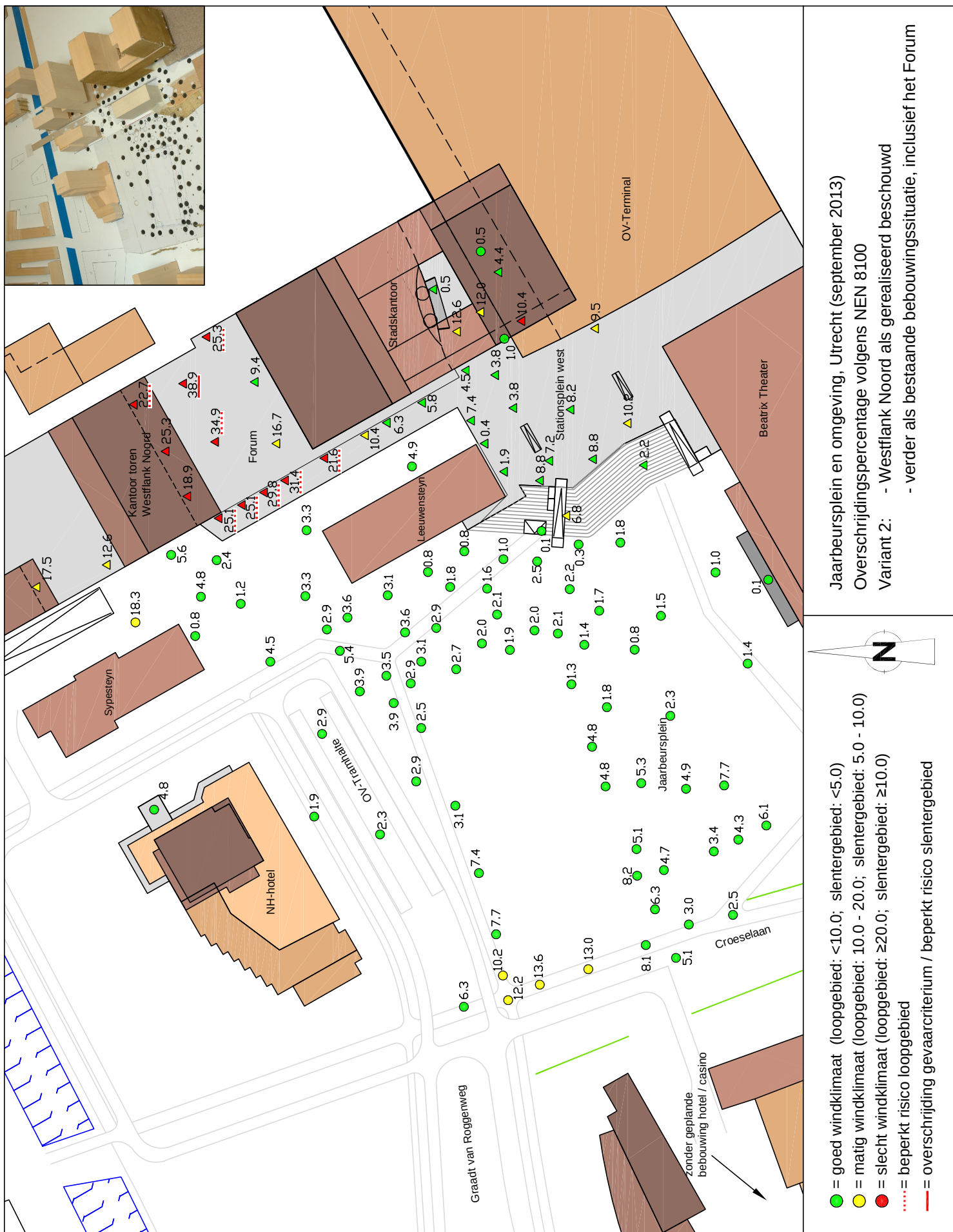


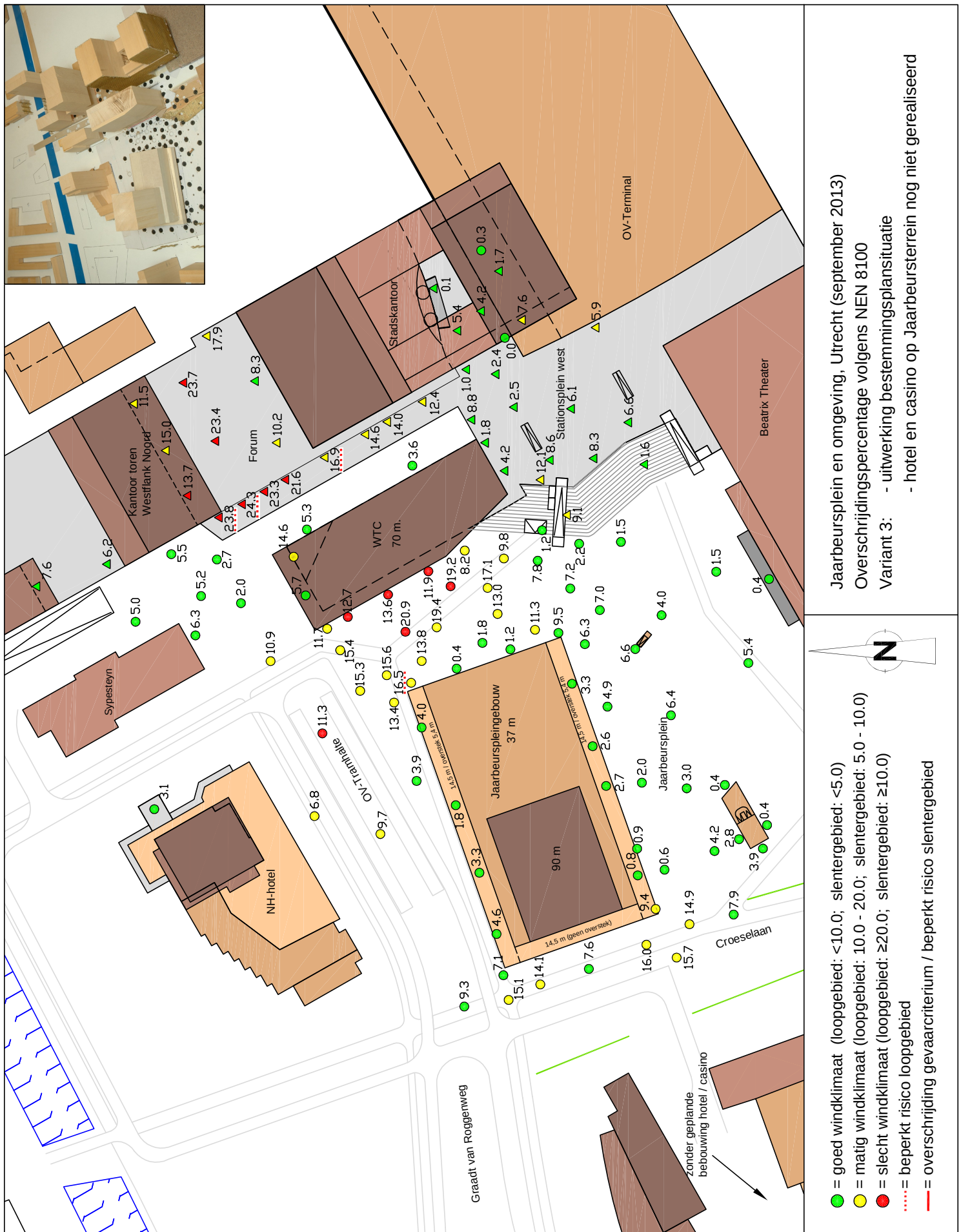
Jaarbeursplein en omgeving, Utrecht (september 2013)
Categorie-indeling meetpunten



- = meetpunt beoordeeld als categorie I (loopgebied)
- = meetpunt beoordeeld als categorie II (sientergebied)
- △ = meetpunt verhoogd pleinniveau
- = bomen, begroeiing



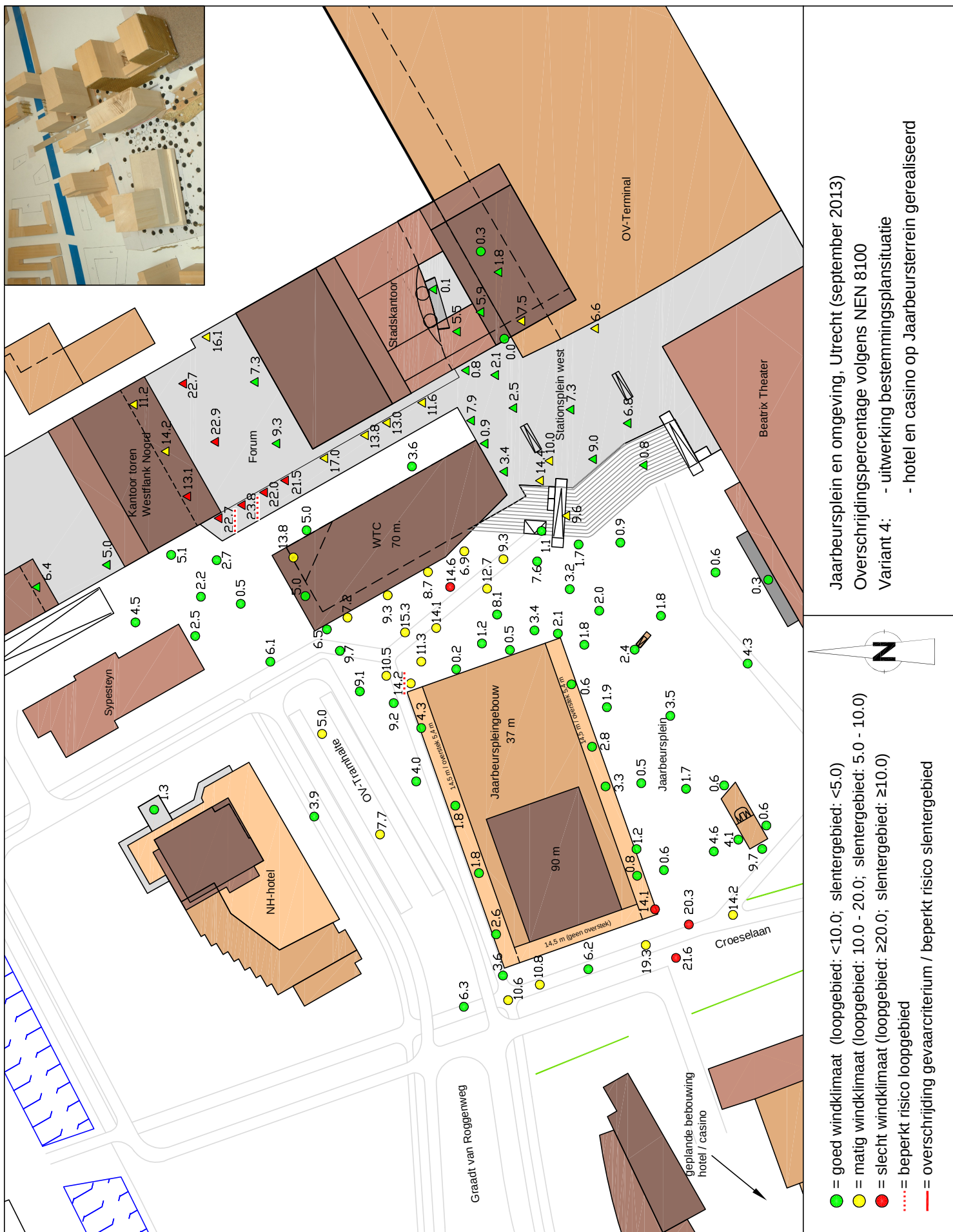


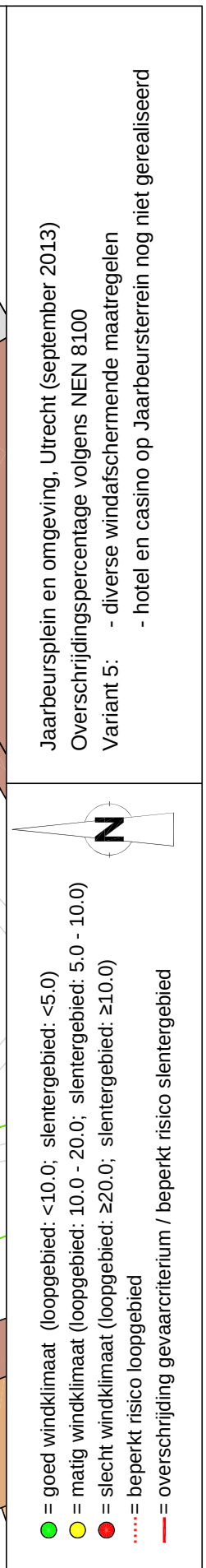


Jaarbeursplein en omgeving, Utrecht (september 2013)
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Variant 3: - uitwerking bestemmingsplansituatie
 - hotel en casino op Jaarbeursterrein nog niet gerealiseerd



● = goed windklimaat (loopgebied: <10.0; slentergebied: <5.0)
 ● = matig windklimaat (loopgebied: 10.0 - 20.0; slentergebied: 5.0 - 10.0)
 ● = slecht windklimaat (loopgebied: ≥20.0; slentergebied: ≥10.0)
 = beperkt risico loopgebied
 — = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied







Jaarbeursplein en omgeving, Utrecht (september 2013)
 Overschrijdingspercentage volgens NEN 8100
 Variant 6: - diverse windafschermende maatregelen
 - hotel en casino op Jaarbeurssterrein gerealiseerd



● = goed windklimaat (loopgebied: <10.0; slentergebied: <5.0)
 ● = matig windklimaat (loopgebied: 10.0 - 20.0; slentergebied: 5.0 - 10.0)
 ● = slecht windklimaat (loopgebied: ≥20.0; slentergebied: ≥10.0)
 = beperkt risico loopgebied
 — = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slentergebied