

Rapport B.2007.5782.00.R001

Stadskantoor/OVT terminal Utrecht

Windklimaatonderzoek

Status: DEFINITIEF

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software



info@dgmr.nl
www.dgmr.nl

Van Pallandtstraat 9-11, Postbus 153
NL-6800 AD Arnhem
T +31 (0)26 351 21 41
F +31 (0)26 443 58 36

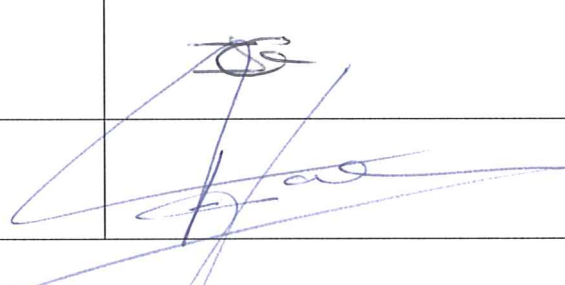
Eisenhowerlaan 112, Postbus 82223
NL-2508 EE Den Haag
T +31 (0)70 350 39 99
F +31 (0)70 358 47 52

Morra 2, Postbus 671
NL-9200 AR Drachten
T +31 (0)512 52 23 24
F +31 (0)512 52 25 19

Prof. P. Willemsstraat 21-23
NL-6224 CC Maastricht
T +31 (0)43 362 36 54
F +31 (0)43 352 00 20



Colofon

Rapportnummer:	B.2007.5782.00.R001	
Plaats en datum:	Arnhem, 22 mei 2008	
Versie:	001	Status: DEFINITIEF
Opdrachtgever:	NS Poort Ontwikkeling bv Postbus 2534 3500 GM UTRECHT	
Opdrachtnummer:	-	
Contactpersoon:	De heer F.W.Th. de Jong	
Telefoon:	+31 (0)6 55 84 54 80	
Fax:	-	
E-mail:	-	
Uitgevoerd door:	DGMR Bouw B.V.	
Informatie:	ir. J. Geerts	
E-mail:	jge@dgmr.nl	
Telefoon:	+31 (0)26 351 21 41	
Fax:	+31 (0)26 443 58 36	
Auteur(s):	ir. J. Geerts ir. E.S. den Tonkelaar	
Eindverantwoordelijke:	ir. P.J. van Bergen	
Voor deze:	ir. F.W.M. Lambregts	
Secretariaat:	BR	

©DGMR Bouw B.V. Alle rechten voorbehouden. Wilt u (delen van) dit rapport kopiëren of vermenigvuldigen, vraagt u dan schriftelijk toestemming daarvoor bij DGMR Bouw B.V.

Inhoudsopgave

Pagina

1.	INLEIDING	4
2.	CRITERIA	5
2.1	Windhinder	5
2.2	Windgevaar	6
3.	UITGANGSPUNTEN.....	8
3.1	Situatie	8
3.2	Maquette.....	8
3.3	Meetpunten	8
3.4	Configuraties	11
4.	MEETRESULTATEN	12
4.1	Windhinder	12
4.2	Windgevaar	13
5.	CONCLUSIE	14

Bijlage 1 : uitgebreide resultaten

1. Inleiding

In opdracht van NS Poort heeft DGMR Bouw B.V. een onderzoek verricht naar het windklimaat dat op zal treden in het gebied bij de aansluiting tussen het nieuw te realiseren stads Kantoor en OVT terminal in het stationsgebied van Utrecht.

Het doel van het onderzoek is vaststellen in welke mate windhinder en/of windgevaar optreedt in de buurt van het nieuw te realiseren plan, afhankelijk van de direct omliggende bebouwing. Hiermee kan inzicht verkregen worden in de effecten die de nieuw te bouwen gebouwen zullen hebben op het windklimaat.

In dit rapport zijn de uitgangspunten, de meetmethode, de toetsingscriteria en de resultaten gepresenteerd van de beproefde modelconfiguraties. De resultaten zijn volgens de NEN 8100 beoordeeld.

2. Criteria

Aan de hand van de NEN 8100 "Windhinder en windgevaar in de bebouwde omgeving" kan het windklimaat bepaald worden. Dit wordt uitgedrukt in overschrijdingskansen per jaar (in procenten) dat de windsnelheid boven een bepaalde waarde zal liggen. Er wordt onderscheid gemaakt in windhinder en windgevaar.

2.1 Windhinder

2.1.1 Overschrijdingskansen

Wanneer mensen hinder ondervinden ten gevolge van wind, is er sprake van windhinder. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid op hoofdhoogte bepaald. Als uurgemiddelde windsnelheid voor het bepalen van de windhinder wordt 5 m/s op hoofdhoogte als behaaglijkheidsgrens gehanteerd. Bij deze gemiddelde windsnelheid blijkt het gedrag van mensen door de wind te worden beïnvloed (zie ook tabel 1). Hierbij is tevens rekening gehouden met optredende windvlagen.

Tabel 1
Windeffecten op voetgangers

windsnelheid [m/s]	effect
< 5	geen effecten waarneembaar
5 - 10	enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

De overschrijdingsfrequentie van de windsnelheidsgrens van 5 m/s is dan het totaal aantal uren per jaar dat het, ter plaatse van het meetpunt, harder waait dan 5 m/s. Dit aantal uren wordt over alle windrichtingen gesommeerd en omgerekend naar het procentueel voorkomen per jaar van een hogere windsnelheid dan 5 m/s. Dit wordt de overschrijdingskans genoemd¹.

De uurgemiddelde windsnelheden worden bepaald volgens de NPR 6097. Deze NPR gaat uit van alle bekende gemeten windsnelheden van de afgelopen 40 jaar op verschillende plaatsen in ons land.

2.1.2 Waardering van kwaliteitsklassen

De grootte van de overschrijdingskans bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt. Er zijn vijf kwaliteitsklassen, A t/m E, gedefinieerd waarbij A overeenkomt met de kleinste overschrijdingskansen en E met de grootste overschrijdingskansen.

¹ De overschrijdingskans is gebaseerd op een turbulentie-intensiteit van 30%. In de windtunnel worden alleen gemiddelde luchtsnelheden gemeten. Derhalve is voorzichtigheid geboden met het hanteren van deze waarden. In gebieden met een lage turbulentie-intensiteit (gebieden met 'strakke' stroming) zullen deze criteria aan de zware kant zijn.

De waardering van een kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteitenklasse. Voor elke plaats/bestemming behoort te worden nagegaan welke activiteit ter plaatse zal overheersen. Er worden drie activiteiten onderscheiden:

1. doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein;
2. slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang;
3. langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

Dit onderscheid wordt gemaakt, omdat de gevoeligheid van personen voor windhinder mede afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. In een park of speeltuin is zodoende een rustiger windklimaat gewenst dan op een parkeerplaats. De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 2 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

Tabel 2
Beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder

overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	kwaliteitsklasse	activiteiten		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 – 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 – 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 – 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20.0	E	slecht	slecht	slecht

De eisen voor zitten zijn niet bedoeld voor horecaterrassen. Voor dergelijke terrassen is een betere afscherming gewenst. Een goed windklimaat op een terras zonder een afscherming in de vorm van windschermen (en nabij hoge gebouwen met luifels) is niet bereikbaar.

Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek 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.

2.2 Windgevaar

Onder windgevaar wordt verstaan het optreden van een zodanige hoge windsnelheid dat bij personen in ernstige mate problemen optreden bij het lopen. Hier wordt het verliezen van het evenwicht mee bedoeld.

Er is sprake van een gevaarlijke situatie indien de windkracht op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s (zie ook tabel 1). De maatgevende windvlagen kunnen dan snelheden bereiken van 20 tot 25 m/s. Het gevaarcriterium wordt bepaald door enerzijds de gemiddelde windsnelheid van 15 m/s en anderzijds door vlagen (bij een turbulentie-intensiteit van 55%) tot 23 m/s op hoofdhoogte. Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 3.

Tabel 3

De beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar

overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	kwalificatie
0.05 – 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt tussen de 0.05% en 0.29% mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 ("doorlopen"). Situaties met een overschrijdingskans groter en gelijk aan 0.30% zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden. Het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

Voor plaatsen waar men voor kwetsbare groepen (bijvoorbeeld bejaarden, minder validen en kleine kinderen) een verantwoorde situatie wil bereiken, kunnen afwijkende eisen worden gehanteerd.

3. Uitgangspunten

3.1 Situatie

Het stadskantoor van Utrecht is een gebouw bestaande uit twee torens van ongeveer 80 m hoog en een middendeel van ongeveer 45 m hoog. Het gebouw wordt aan de jaarbeurszijde van het centraal station van Utrecht gesitueerd. Het gebouw komt grotendeels naast de eveneens nieuw te realiseren OVT terminal te staan en wordt aangesloten op de centrumboulevard. Een deel van het stadskantoor zal uitkragen boven de toekomstige OVT terminal.

De OVT terminal vervangt de huidige stationshal. Ten opzichte van de huidige stationshal wordt de OVT terminal verlengt richting de Jaarbeurs. Aan de noordzijde bevindt zich de Noordpassage. Dit is een open verbinding voor voetgangers om van de ene kant van de sporen naar de andere kant te komen.

De toegang van zowel het stadskantoor als de OVT terminal bevinden zich onder deze overkraging.

3.2 Maquette

Voor het windtunnelonderzoek is gebruikgemaakt van de maquette (schaal 1:300) die gemaakt is voor het voorgaande windtunnelonderzoek (DGMR-rapport B2006.0676.01R001 van 2 maart 2007). Niet alleen de gebouwen zelf zijn gemodelleerd, maar ook de omgeving rondom het project in een straal van 360 m. De maquette is in de windtunnel bij TNO-MEP in Apeldoorn geplaatst.

Op de foto's in de bijlage is de maquette in de windtunnel te zien. De invloed van de omgeving (buiten de maquette) op het windprofiel is gemodelleerd door het voorland in de windtunnel te voorzien van blokken, zodat voor de toegepaste schaal een ruwheidslengte is verkregen van $z_0 = 1$ m (stedelijk gebied). Vervolgens is er voor elke windrichting over de gehele windroos gecorrigeerd voor ruwheidsovergangen (zoals bebouwing, water, stad-water etc.) tot een straal van 5 km van de bouwlocatie.

Voor de maquette zijn tekeningen aangeleverd door de opdrachtgever. De maquette is goedgekeurd door de architect.

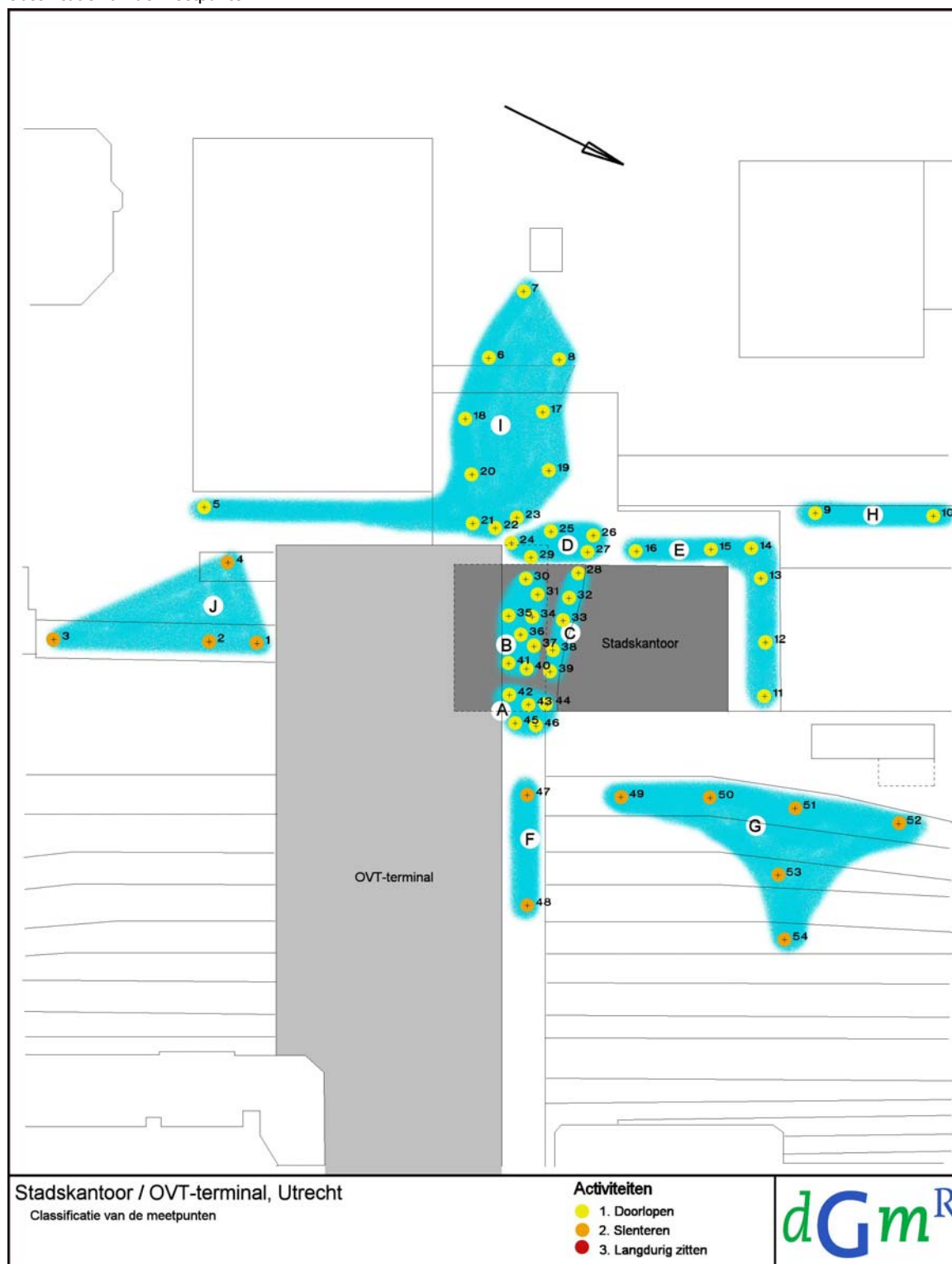
3.3 Meetpunten

Ten behoeve van de windsnelheidsmetingen is de maquette op hoofdhoogte voorzien van 54 meetpunten. In figuur 1 zijn deze meetpunten aangegeven.

Op de meetpunten zijn bij twaalf verschillende windrichtingen de windsnelheden gemeten. Op basis van de statistische meteogegevens zijn de gemeten waarden verwerkt tot gemiddelde snelheden per jaar en overschrijdingskansen per jaar.

Voor ieder meetpunt is nagegaan wat de voornaamste activiteit zal zijn. Deze activiteiten zijn bepalend voor de mate waarin men gevoelig is voor wind. De onderverdeling in activiteiten zijn terug te vinden in figuur 1. De afstemming over de activiteiten van de meetpunten en dus over de manier waarop de beoordeling plaatsvindt, heeft plaatsgevonden in het overleg van 23 april 2008 met NS en de gemeente Utrecht.

Figuur 1
classificatie van de meetpunten



Op basis van locatie en classificatie kunnen de meetpunten geclusterd worden. In tabel 4 en figuur 1 is deze clustering aangegeven.

Tabel 4
Locatie en het aantal meetpunten

letter	locatie	aantal	nummers van de meetpunten
A	overkraging - Noordpassage	5	42, 43, 44, 45, 46
B	onder overkraging nabij OVT terminal	8	30, 31, 34, 35, 36, 37, 40, 41
C	onder overkraging nabij Stads Kantoor	5	28, 32, 33, 38, 39
D	toegangsgebied	5	24, 25, 26, 27, 29
E	noordwesthoek stads Kantoor	6	11, 12, 13, 14, 15, 16
F	Noordpassage	2	47, 48
G	perrons	6	49, 50, 51, 52, 53, 54
H	nabij Mineursgebouw	2	9, 10
I	nabij Jaarbeurs	11	5, 6, 7, 8, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
J	busterminal	4	1, 2, 3, 4

3.4 Configuraties

Er zijn meerdere configuraties gemeten in de windtunnel. In tabel 5 zijn deze omschreven.

Tabel 5

Omschrijving gemeten configuraties

configuratie	omschrijving
1	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie.
2	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven.
3	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie; • wijde opening aan de achterkant.
4	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie; • half doorlatende luifel OVT.
5	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie; • extra overkapping onder stads Kantoor.
6	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie; • extra overkapping onder stads Kantoor; • luifel aan voorkant, ronding naar onderen.
7	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor op oorspronkelijke locatie; • extra overkapping onder stads Kantoor; • luifel aan voorkant, ronding naar onderen doorgezet tot dak OVT.
8	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven; • 2 m hoog scherm langs Noordpassage; • 3 m hoog scherm achterzijde Stads Kantoor.
9	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven; • 2 m hoog scherm langs Noordpassage; • scherm achterzijde Stads Kantoor tot aan dak OVT.
10	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven; • 2 m hoog scherm langs Noordpassage; • scherm achterzijde Stads Kantoor tot aan dak OVT; • kiosk / vertrektijdenbord / stadskarta.
11	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven; • scherm langs Noordpassage tot aan dak OVT; • scherm achterzijde Stads Kantoor tot aan dak OVT.
12	• reliëf op gevel Stads Kantoor; • Stads Kantoor 9 m naar noorden verschoven; • 2 m hoog scherm langs Noordpassage; • scherm achterzijde Stads Kantoor tot aan dak OVT; • scherm voorzijde Stads Kantoor tot aan bovenkant onderdoorgang.

4. Meetresultaten

In dit hoofdstuk zijn de meetresultaten getoetst aan de toetsingscriteria. Dit is afzonderlijk gedaan voor windhinder en windgevaar. De uitgebreide resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in de bijlage.

4.1 Windhinder

In tabel 6 zijn de resultaten voor windhinder voor de configuraties schematisch weergegeven. Hierin geldt:

- ++ = goed windklimaat;
- 00 = matig windklimaat;
- -/- = slecht windklimaat;
- +0 = goed tot matig windklimaat;
- 0/- = matig tot slecht windklimaat;
- +/- = goed tot slecht windklimaat.

Tabel 6
Schematisering windhinder

configuratie	locatie									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0/-	00	+0	+0	+/-	+0	+/-	+0	++	+0
2	0/-	0/-	0/-	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
3	0/-	0/-	0/-	+0	+/-	++	+/-	+/-	++	+0
4	0/-	0/-	0/-	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
5	0/-	+0	+/-	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
6	00	+0	+0	+0	+/-	++	+/-	0/-	++	+0
7	+0	+0	++	+0	+/-	++	+/-	0/-	++	+0
8	00	+0	0/-	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
9	+/-	+0	+0	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
10	+0	+0	+0	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0
11	++	+0	+0	+0	+/-	++	+/-	0/-	++	+0
12	+0	+0	+0	+0	+/-	+0	+/-	0/-	++	+0

Wanneer geen maatregelen getroffen worden zal er onder de overkraging van het stadskantoor over de OVT terminal (locatie A, B en C) een slecht windklimaat optreden. Met name is dit het geval wanneer het Stadskantoor 9 m in noordelijke richting wordt verschoven (zie configuratie 2).

Om dit windklimaat ter plekke te verbeteren valt te denken aan maatregelen zoals beschreven in:

- configuratie 6;
 - Stadskantoor op oorspronkelijke locatie;
 - extra overkapping onder stadskantoor;
 - luifel aan voorkant, ronding naar onderen.
- configuratie 10;
 - Stadskantoor 9 m naar noorden verschoven;
 - 2 m hoog scherm langs Noordpassage;

- scherm achterzijde Stads kantoor tot aan dak OVT;
- kiosk / vertrektijdenbord / stads kaart.
- configuratie 11.
 - Stads kantoor 9 m naar noorden verschoven;
 - scherm langs Noordpassage tot aan dak OVT;
 - scherm achterzijde Stads kantoor tot aan dak OVT.

Configuratie 12 geeft voor windhinder ook een acceptabel klimaat. Hierbij is er echter een meetpunt waar een beperkt risico op windgevaar optreedt. Dit dient ten alle tijden voorkomen te worden.

Het toegangsgebied (locatie D) heeft een acceptabel windklimaat. Afhankelijk van de configuraties heerst hier voornamelijk een goed of matig windklimaat met betrekking tot windhinder.

Voor het gebied ten noordwesten van het Stads kantoor (locatie E), op de perrons (locatie G) en nabij het Mineursgebouw (locatie H) dienen maatregelen nader uitgewerkt te worden bij de realisatie van de nieuwbouw in deze noordwesthoek.

Op de Noordpassage, het Jaarbeursplein en de busterminal (respectievelijk locaties F, I en J) heerst in alle configuraties een acceptabel windklimaat.

4.2 Windgevaar

Het enige meetpunt waar in alle configuraties een beperkt risico op treedt ligt op de noordwesthoek van het Stads kantoor. Maatregelen zijn afhankelijk van de realisatie van nieuwbouw ter plaatse en zullen dan pas uitgewerkt kunnen worden.

Bij een aantal varianten is er sprake van beperkt risico in de onderdoorgang. Deze varianten dienen vermeden te worden.

5. Conclusie

In opdracht van NS Poort heeft DGMR een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor het gebied rondom het nieuw te realiseren Stads kantoor Utrecht en de OVT terminal.

In het afstemmingsoverleg OVT-Stads kantoor van 23 april 2008 zijn de activiteiten per meetpunt en de daarbij behorende criteria voor windhinder vastgesteld.

In het afstemmingsoverleg OVT-Stads kantoor van 23 april 2008 is vastgesteld welke oplossing acceptabel is en verder zal worden uitgewerkt. De volgende maatregelen zijn daarbij afgesproken:

- Stads kantoor wordt 9 m naar het noorden verplaatst;
- een scherm van 2m hoog langs de Noordpassage;
- een scherm tot aan het dak van de OVT aan de achterzijde van het Stads kantoor;
- aan de voorkant van het Stads kantoor plaatsing van een kiosk/informatie-vertrektijdenbord/stadsplattegrond;
- plaatselijke maatregelen bij de ingang van het Stads kantoor.

Met deze voorzieningen is een acceptabel windklimaat in de onderdoorgang tussen de OVT-terminal en het Stads kantoor mogelijk. Er is geen sprake van windgevaar.

Arnhem, 22 mei 2008
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Uitgebreide resultaten

