

**De Leidse Schans te Leiden;
Stedenbouwkundig windhinderonderzoek met CFD**

Datum 25 mei 2012
Referentie 20111514-04

Referentie 20111514-04
Rapporttitel De Leidse Schans te Leiden;
Stedenbouwkundig windhinderonderzoek met CFD

Datum 25 mei 2012

Opdrachtgever Ballast Nedam Ontwikkeling
Postbus 1339
3430 BH NIEUWEGEIN
Contactpersoon De heer G. Chevalier

Behandeld door ir. J.A. Pleysier
ir. J.W.P. Persoon
Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV
Wibautstraat 129
1091 GL AMSTERDAM
Postbus 94204
1090 GE AMSTERDAM
Telefoon 020-6967181
Fax 020-6634962

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Beoordelingscriteria en windstatistiek	4
2.1	Windhinder	4
2.2	Het gevaarcriterium	4
2.3	Gegevens	5
3	Onderzoeksgebieden en invloed van de nabije omgeving	6
3.1	ROC onderwijsgebouw	6
3.2	Appartementengebouw Ananasweg	7
4	CFD rekenmodel: uitgangspunten van de berekeningen	8
4.1	Uitgangspunten	8
4.2	Geometrische modellering	8
4.3	Het rekendomein	8
4.4	Het rekenraster	8
4.5	Windprofiel	8
4.6	Betrouwbaarheid van de resultaten	9
5	Resultaten	10
5.1	Windhinder maaiveldniveau	11
5.2	Windhinder binnentuinen blok A, C en D-E-F	12
5.3	Windgevaar	14
6	Voorzieningen ter verbetering	15
6.1	Algemeen - groenvoorzieningen	15
6.2	Maaiveldniveau	15
6.3	Binnentuin blok D-E-F	16
7	Conclusie	17

Bijlagen

- Bijlage I Bestemmingsplankaart, d.d. 2-3-2012
 Bijlage II Technisch inlegvel numerieke simulatie
 Bijlage III Windstatistiek en ruwheidsinformatie

1 Inleiding

In opdracht van Ballast Nedam Ontwikkeling is door Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV een windhinderonderzoek uitgevoerd voor het bestemmingsplan “De Leidse Schans” te Leiden. Het plan is gelegen in het gebied tussen de kanaalweg en de Lammenschansweg. Het plan omvat diverse bouwblokken (A, B, C, D-E-F) waarin de nieuwbouw van circa 1800 studentenwoningen en 200 starterswoningen wordt gerealiseerd. Het plan kent ten opzichte van het omliggende straatniveau een maximale bouwhoogte van 55 m. Voor de bestemmingsplankaart wordt verwezen naar bijlage I.



Het doel van dit onderzoek is het inschatten van het windstromingsveld rond het plangebied teneinde een globale beoordeling van het windklimaat in de openbare ruimte te doen. De resultaten en conclusies van dit onderzoek geven een indicatie van het te verwachten windklimaat.

Het windstromingsveld rond het plangebied is bepaald door middel van berekeningen met CFD (Computational Fluid Dynamics). De resultaten van de CFD-berekeningen zijn gekoppeld aan de windstatistiek ter plaatse van de planlocatie, verkregen middel NPR 6097:2006. Op basis hiervan is volgens de beoordelingssystematiek van de NEN 8100:2006 - “windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving” –het windklimaat beschreven.

Naast deze bovengenoemde kwantitatieve beoordeling van het windklimaat rond het plangebied zijn tevens de te verwachten effecten van het windklimaat als gevolg van op verdere afstand gelegen hoogbouw beschreven (kwalitatieve beoordeling).

Dit onderzoek is gebaseerd op de volumes zoals opgenomen in de bestemmingsplankaart (d.d. 2 maart 2012).

2 Beoordelingscriteria en windstatistiek

Voor de beoordeling van het windklimaat is de NEN 8100 gehanteerd. In deze norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar voor personen ten gevolge van wind.

2.1 Windhinder

Het criterium voor de beoordeling van windhinder is uit de volgende onderdelen opgebouwd:

1. Een drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder, deze bedraagt 5 m/s;
2. Een overschrijdingskans van deze drempelsnelheid;
3. Windhindergevoeligheid van de activiteit die men op een locatie onderneemt;
 Sommige activiteiten zijn meer windhindergevoelig dan andere, afhankelijk van de activiteit kunnen bepaalde overschrijdingen van de drempelsnelheid geaccepteerd worden.
 Er worden bij de beoordeling van windhinder drie 'activiteiten' onderscheiden:
 - Doorlopen : Niet / nauwelijks windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: parkeerterrein, trottoir.
 - Slenteren : Wel windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: entree, park, winkelstraat.
 - Langdurig zitten: Meest windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: terras, bankje in park, balkon.

Afhankelijk van de activiteit wordt aangegeven of het lokale windklimaat, bij een bepaalde overschrijding van de drempelsnelheid (= kwaliteitsklasse) als goed, matig of slecht voor de activiteit beoordeeld moet worden, zoals aangegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Criteria voor windhinder

Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwaliteits-klasse	Activiteiten en beoordeling windklimaat		
		Doorlopen (niet windhinder-gevoelig)	Slenteren (wel windhinder-gevoelig)	Langdurig zitten (meest windhinder-gevoelig)
< 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

2.2 Het gevaarcriterium

Naar analogie voor de beoordeling van windhinder wordt het criterium ter beoordeling van windgevaar opgebouwd. Hierbij wordt een drempelsnelheid van 15 m/s (uurgemiddelde windsnelheid) aangehouden.

Tabel 2.2 Criteria voor windgevaar

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
< 0,05 %	Geen gevaar, voldoet
0,05 - 0,3 %	Beperkt risico
> 0,3 %	Gevaarlijk

Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhinder gevoelig gebruik, te weten de activiteit 'doorlopen'. Voor de activiteiten slenteren en langdurig zitten is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel.

Alle 'gevaarlijke' situaties met een overschrijdingskans van groter dan 0,30% van de tijd zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

2.3 Gegevens

Conform de NEN 8100 is een technisch inlegvel met een kort overzicht van relevante zaken en aandachtspunten opgenomen in bijlage II.

Voor het bepalen van de lokale windstatistiek wordt – zoals voorgeschreven in de NEN 8100 - gebruik gemaakt van NPR 6097. In bijlage III is naast de windstatistiek tevens een plot van de ruwheidsverdeling volgens de NPR 6097 ter plaatse van het plangebied weergegeven.

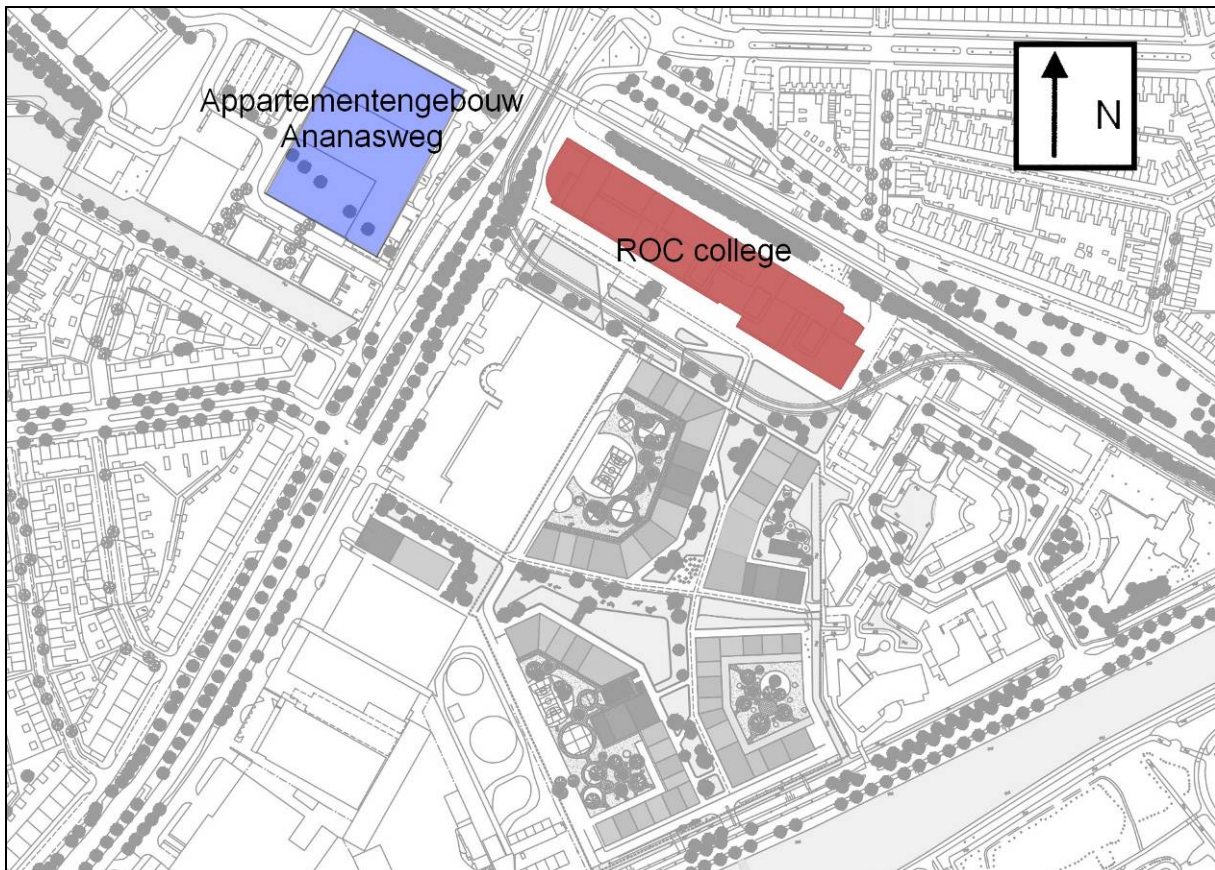
Het bouwplan ligt in de gemeente Leiden. De Amersfoortse coördinaten¹ voor het plangebied zijn:
 $X = 93757$ $Y = 426164$.

Uit de windstatistiek valt op te maken dat de wind overheersend uit zuidwestelijke richting komt. Met name windrichtingen 210° en 240° zijn bepalend.

¹ De Amersfoortse coördinaten zijn identiek aan de coördinaten volgens het Rijksdriehoekstelsel. Conform de NEN 8100 is in bijlage I de term 'Amersfoortse coördinaten' gehanteerd.

3 Onderzoeksgebieden en invloed van de nabije omgeving

De onderzoeksgebieden in dit windhinderonderzoek zijn gelegen tussen de nieuwbouwblokken en ter plaatse van de binnentuinen op de parkeergarages. De omgeving van het onderzoeksgebied wordt zoveel als mogelijk in de modellering betrokken. Voor een aantal gebouwen is dat vanwege het grote onderzoeksgebied niet mogelijk. In dit hoofdstuk wordt op kwalitatieve wijze de invloed van het appartementengebouw Ananasweg en het ROC college op het windklimaat ter plaatse van het onderzoeksgebied gegeven. Het ROC college is reeds gerealiseerd. Het genoemde appartementengebouw bevindt zich in de ontwikkelende fase.



Figuur 3.1 Gebouwen in de omgeving van het onderzoeksgebied

3.1 ROC onderwijsgebouw

Ten noorden van het plangebied is met een maximale hoogte van ca. 45 m de nieuwbouw van het ROC college gelegen. Vanuit eventuele windhinder is de wind afkomstig uit windrichtingen 330, 0, 30, 60 en 90 graden van belang voor het onderzoeksgebied. Hierbij heeft het gebouw met name een afschermende werking ter plaatse van het onderzoeksgebied. Uit een analyse van indicatieve CFD-berekeningen blijkt het ROC college een kleine invloed op het windklimaat ter plaatse van de noordzijde van het onderzoeksgebied te hebben. De bijdrage aan de totale overschrijdingskans van de drempelwindsnelheid aldaar bedraagt maximaal 1%. In vervolg van het onderzoek is op kwalitatieve wijze rekening gehouden met deze invloed.

3.2 Appartementengebouw Ananasweg

Aan de Ananasweg, Perzikweg en de Lammenschansweg wordt in de toekomst een appartementengebouw gerealiseerd. Door middel van een kaderbesluit is door de gemeente Leiden vastgesteld dat aan de zijde van de Lammenschansweg drie torens met een maximale hoogte van 50 m mogen worden gerealiseerd. Hierbij blijft tussen elke toren circa 20 meter ruimte.

Door de gemeente Leiden is gevraagd een uitspraak te doen over de invloed van dit gebouw op het windklimaat ter plaatse van het plangebied. Enkel de wind uit het noordwestelijke kwadrant (300-360 graden) van de windroos is relevant in de beoordeling van het effect ter plaatse van het plangebied. Uit de windstatistiek is af te leiden dat wind uit deze richtingen relatief weinig voorkomen. Tevens is de afstand tot het plangebied relatief groot (150 – 170 m), waardoor de invloed van het appartementengebouw ter plaatse van het plangebied is te verwaarlozen.

4 CFD rekenmodel: uitgangspunten van de berekeningen

Het windstromingsveld rond het plangebied is bepaald middels CFD-berekeningen uitgevoerd met de software PHOENICS 2009. In dit hoofdstuk worden bondig een aantal aspecten van het rekenmodel en de opgelegde randvoorwaarden nader toegelicht.

4.1 Uitgangspunten

In dit onderzoek is conform de bestemmingsplankaart uitgegaan van de maximale bouwhoogten (zie bijlage I). De in dit rapport gepresenteerde resultaten en conclusies zijn van toepassing op het plangebied bij uitvoering van deze bouwvolumes. Als bij de uiteindelijke ruimtelijke invulling de volumes afwijken van de in dit onderzoek gehanteerde bouwvelop uit het bestemmingsplan kan dit leiden tot een ander windklimaat dan hier gepresenteerd. De resultaten van dit onderzoek geven een indicatie van de te verwachten optredende windhinder in het plangebied.

Naast de parkfunctie tussen de bouwblokken op maaiveldniveau is de buitenruimte op de binnentuinen een belangrijk beoordelingsgebied in dit onderzoek. De binnentuinen van blok A, C en DEF bevinden zich op een maximale hoogte van 5 m ten opzichte van maaiveldniveau. De binnentuin van blok B bevindt zich op maaiveldniveau.

4.2 Geometrische modellering

De nieuwbouw en omringende bebouwing zijn gemodelleerd als gesloten volumes, wat inhoudt dat balkons en details in de gevels niet zijn meegenomen. In de modellering is dit dan ook gesloten uitgevoerd. Door het globale karakter van dit onderzoek zijn bebossing en begroeiing in de omgeving, zoals bomenrijen en andere groenvoorzieningen niet meegenomen in het model. Bij veel plannen worden de groenvoorzieningen toegepast om verbeteringen in het windklimaat op loopniveau te bereiken.

4.3 Het rekendomein

De gehanteerde rekendomeinen hebben de volgende afmetingen $400 \times 400 \times 150 \text{ m}^3$ (lxbxh), waarbij het onderzoeksgebied zich in het centrum van het rekendomein bevindt. Vanwege het complexe plan (en het daarbij horende grote aantal rekencellen) is het rekendomein relatief klein te noemen. Dit houdt in dat een deel van de omgeving niet gemodelleerd is, wat zowel positieve als negatieve effecten op het windklimaat kan hebben.

4.4 Het rekenraster

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een rechthoekig raster, waarbij ter plaatse van het onderzoeksgebied en op de beoordelingshoogten een verdichting van het aantal cellen is toegepast. Het totaal aantal rekencellen bedraagt ca. 1.372.000. Het aantal rekencellen in combinatie met de grootte van het rekendomein levert een voldoende nauwkeurig rekenmodel op voor een globaal windhinderonderzoek.

4.5 Windprofiel

Het rekenmodel is voor 12 windrichtingen doorgerekend. Het opgelegde windstromingsprofiel wordt beschreven middels de log-wet.

De omgeving van het plan wordt aan de west-, noord- en oostzijde gekenmerkt door stedelijke bebouwing (zie ook de ruwheidskaart in bijlage III). De zuidoostzijde van het voorland wordt gekenmerkt door weilanden met enkele boerderijen. In dit onderzoek is wat betreft de stromingsprofielen van de windsnelheid rekening gehouden met deze variërende aanstroomgebieden door de volgende ruwheidslengten toe te passen:

- voor wind uit zuidelijke en zuidoostelijke richting (120, 150, 180 en 210 graden) is een windprofiel met een ruwheidslengte z_0 van 0,1 m gesimuleerd;
- voor wind uit de overige windrichtingen (0, 30, 60, 90, 240, 270, 300 en 330 graden) is een windprofiel met een ruwheidslengte z_0 van 1,0 m gesimuleerd

Bij windtunnelonderzoek wordt in dergelijke situaties voor alle windrichtingen een stromingsprofiel voor stedelijke bebouwing gebruikt. Door rekeningen te houden met de verschillende aanstroomgebieden vormen de in dit onderzoek toegepaste windprofielen een betere simulatie van de werkelijkheid.

4.6 Betrouwbaarheid van de resultaten

De in dit hoofdstuk beschreven aspecten hebben alle invloed op de betrouwbaarheid van de uiteindelijke resultaten. Door de doorgevoerde vereenvoudigingen van zowel omgeving als het plan zelf kan het berekende windstromingsveld verschillen van de werkelijkheid. Daarnaast laat de werkelijke windstroming zich niet beschrijven door de relatief eenvoudige wetmatigheden in windhinderonderzoeken. Dit kan plaatselijk leiden tot een onder- dan wel overschatting van de windsnelheid op de beoordelingshoogten. Dit geldt voor zowel windtunnel- als CFD-onderzoeken.

Wat betreft windhinderonderzoeken kan over het algemeen gesteld worden dat bij windtunnelonderzoeken de resultaten één kwaliteitsklasse kunnen verschillen met wat in werkelijkheid optreedt. Bij globale CFD-onderzoeken kan deze onnauwkeurigheid groter zijn.

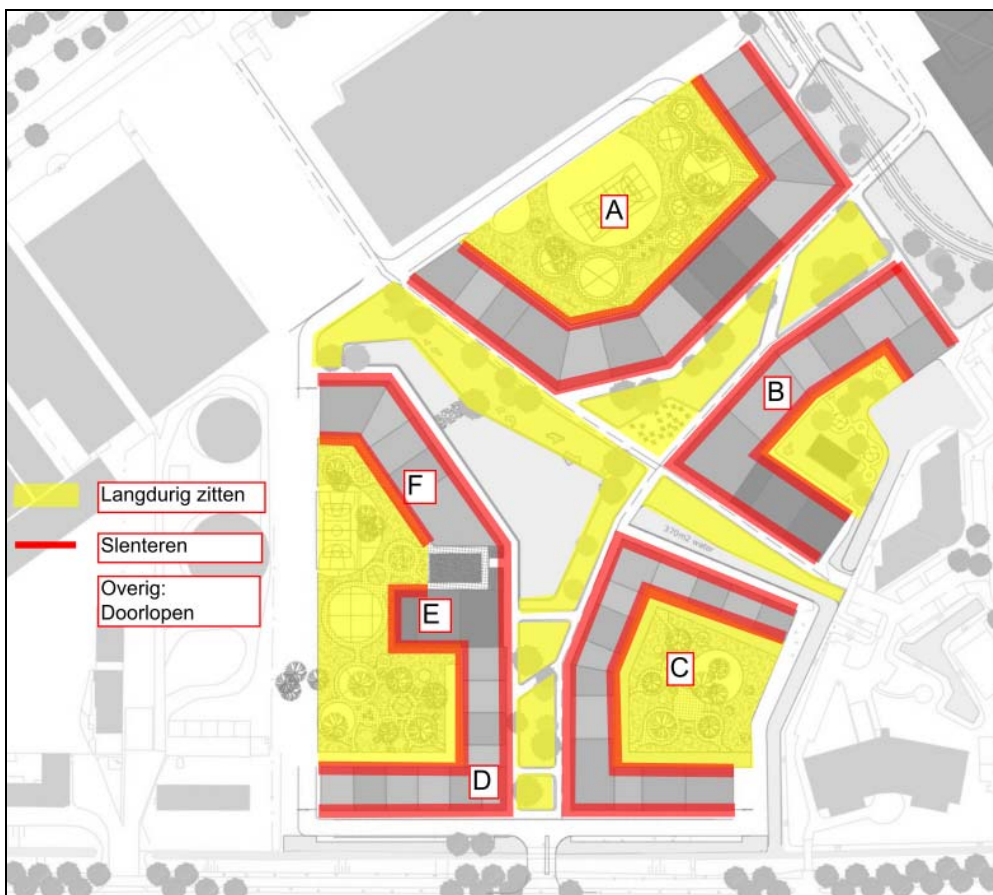
5 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de kwaliteitsklassen en gevaarcriteria conform NEN 8100 gepresenteerd. De resultaten worden in de volgende paragrafen gepresenteerd ter plaatse van de volgende gebieden (zie figuur 5.1):

- Het maaiveld tussen en om de nieuwbouwblokken;
- De binnentuinen van blokken A, C en D-E-F.

Voor de beoordeling van het windklimaat is in overleg vastgesteld welke gebruiksfuncties in beginsel in de openbare ruimte gepland zijn. Bij de uiteindelijke indeling van de openbare ruimte wordt rekening gehouden met de uitkomsten van dit onderzoek.

Aan de hand van de gebruiksfuncties is een vertaalslag gemaakt naar de activiteiten uit de NEN 8100. In de onderstaande figuur wordt dit weergegeven.

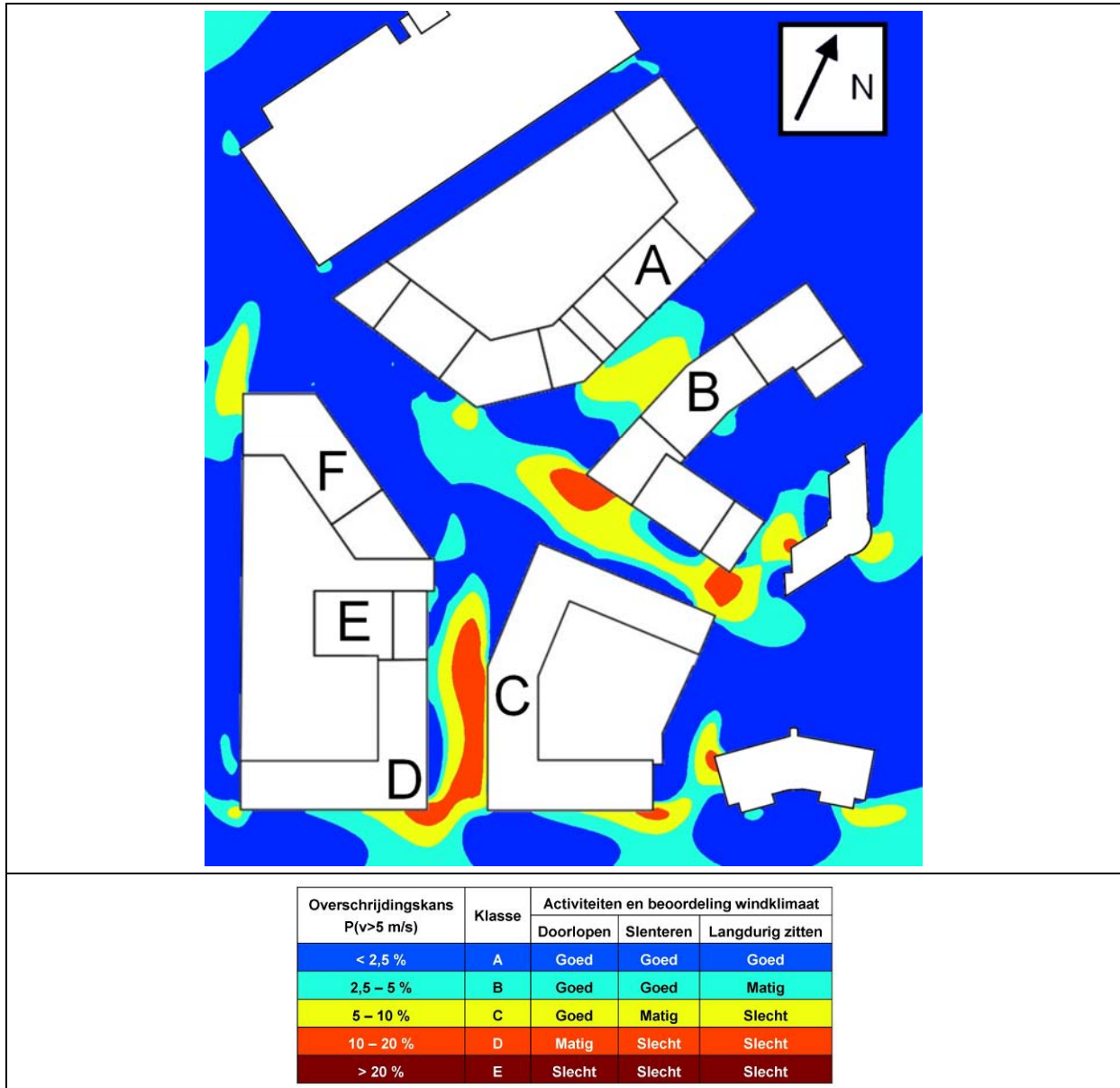


Figuur 5.1 Beoordelingsgebieden en bijbehorende activiteiten

De groenstroken tussen de blokken worden gebruikt voor ontspanning, waarbij mogelijk langdurig op één plek wordt verbleven. Aan de groenstroken is dan ook de activiteit langdurig zitten toegekend. Langs de gevels van alle blokken bevinden zich looproutes en entrees voor zowel woningen als commerciële voorzieningen. Hier is de activiteit slenteren toegekend. Voor alle overige gebieden is de activiteit doorlopen toegekend. De binnentuinen hebben met name een verblijfsfunctie. Aan de binnentuinen is dan ook de activiteit langdurig zitten toegekend. Het gebied langs de gevels aan de binnentuinen is als slentergebied benoemd.

5.1 Windhinder maaiveldniveau

In de navolgende figuur wordt de beoordeling van het windklimaat op maaiveldniveau grafisch weergegeven. Vervolgens wordt aan de hand van de onderstaande figuur voor een aantal aandachtsgebieden de beoordeling van het windklimaat nader toegelicht.



Figuur 5.2 Kwalificatie voor windhinder op maaiveldniveau rondom blokken A, B, C en D-E-F

Groenstroken tussen de blokken (langdurig zitten)

Het windklimaat ter plaatse van de groenstroken varieert tussen de verschillende blokken. Voor de activiteit langdurig zitten geldt enkel met klasse A een goed windklimaat. In figuur 5.2 is klasse A weergegeven in donkerblauw. Dit geldt met name voor een beperkt gebied in het centrum van de openbare ruimte en tussen blok A en F. Voor de overige groenstroken geldt voor langdurig zitten een matig (lichtblauw) of slecht (geel/oranje) windklimaat. Dit geldt voor de volgende zones:

- Tussen blok A en B;

- De smalle groenstrook tussen blok B en C;
- De strook tussen blok C en D/E. Hierbij wordt opgemerkt dat het windklimaat tussen blok C en D beter zal zijn indien lagere bouwhoogtes worden toegepast dan in dit onderzoek zijn gehanteerd.

Omdat sprake is van een relatief uitgebreid openbaar gebied is door de betrokken partijen (gemeente Leiden, Vorm Ontwikkeling BV en Ballast Nedam) aangegeven dat zones met een matig/slecht windklimaat acceptabel zijn. Bij andere delen van het plangebied heerst een goed windklimaat. Dit laat de gebruiker van de openbare ruimte vrij om op een plek te verblijven waar een beter windklimaat heerst. In aanvulling hierop wordt opgemerkt dat de gebieden waar een matig tot slecht windklimaat heerst voor langdurig zitten, naar verwachting niet zullen worden gebruikt als zitplaats in een park.

Indien het gebied wordt beoordeeld als slentergebied (slenteren door een park) heerst een goed windklimaat in de blauwe en lichtblauwe zones. Gele zones geven een matig windklimaat voor slenteren en ter plaatse van de oranje zones heerst dan een slecht windklimaat.

Binnentuin blok B (langdurig zitten)

De binnentuin van blok B (op maaiveldniveau) ligt in de luwte van de overheersende windrichtingen. Met klasse A heerst er ter plaatse van de binnentuin dan ook een goed windklimaat voor langdurig zitten. De toegang aan de zuidzijde van de binnentuin kent met klasse C/D een minder goed windklimaat. Aan deze verkeersroute is de activiteit doorlopen toegekend waarmee het windklimaat aldaar goed tot matig is.

Entrees langs de gevels (slentergebieden)

Voor een aantal entreegebieden geldt met klasse A en B (donkerblauw en lichtblauw) een goed windklimaat. Klasse C of D (geel/oranje) geeft een matig tot slecht windklimaat voor entrees. De entreegebieden waar een matig tot slecht windklimaat heerst zijn de volgende:

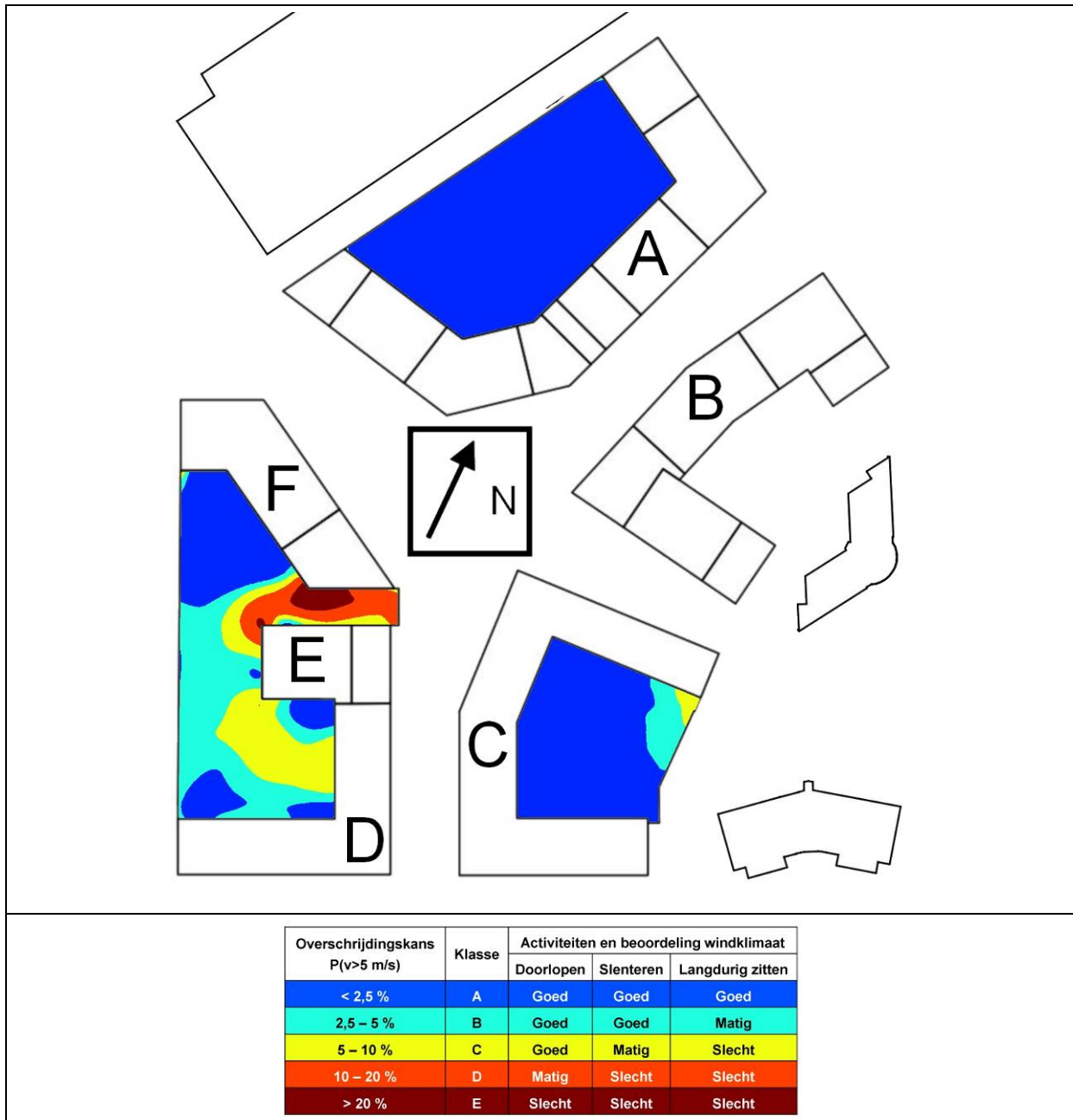
- Entrees aan de zuidoostgevel van blok A kennen een matig windklimaat (klasse C);
- Entrees ter plaatse van de zuidgevel van blok B kennen een matig tot slecht windklimaat (klasse C/D);
- Vanwege de overschrijdingen tussen blok B en C moet bij blok C ook aan de noordgevel rekening gehouden worden met een matig windklimaat;
- Entrees ter plaatse van de zuidwestgevel van blok C kennen een slecht windklimaat (klasse D);
- Ter plaatse van de zuidoosthoek van blok D heerst met klasse C/D een matig tot slecht windklimaat voor entrees.

Verkeersroutes binnen het plangebied (doorloopgebieden)

In en om het plangebied is een aantal verkeersroutes gelegen. Daar waar klasse A, B of C (blauw/lichtblauw/geel) heerst is het windklimaat goed te noemen voor deze doorloopgebieden. Tussen blok B en C en tussen blok C en D/E heerst voor een deel van de verkeersroutes met klasse D een matig windklimaat.

5.2 Windhinder binnentuinen blok A, C en D-E-F

De binnentuinen van blok A en C liggen in de luwte van de overheersende windrichtingen. Met overwegend klasse A heerst er dan ook een goed windklimaat voor alle activiteiten. Enkel ter plaatse van de noordoosthoek van blok C heerst met klasse B/C een matig windklimaat voor slenteren.



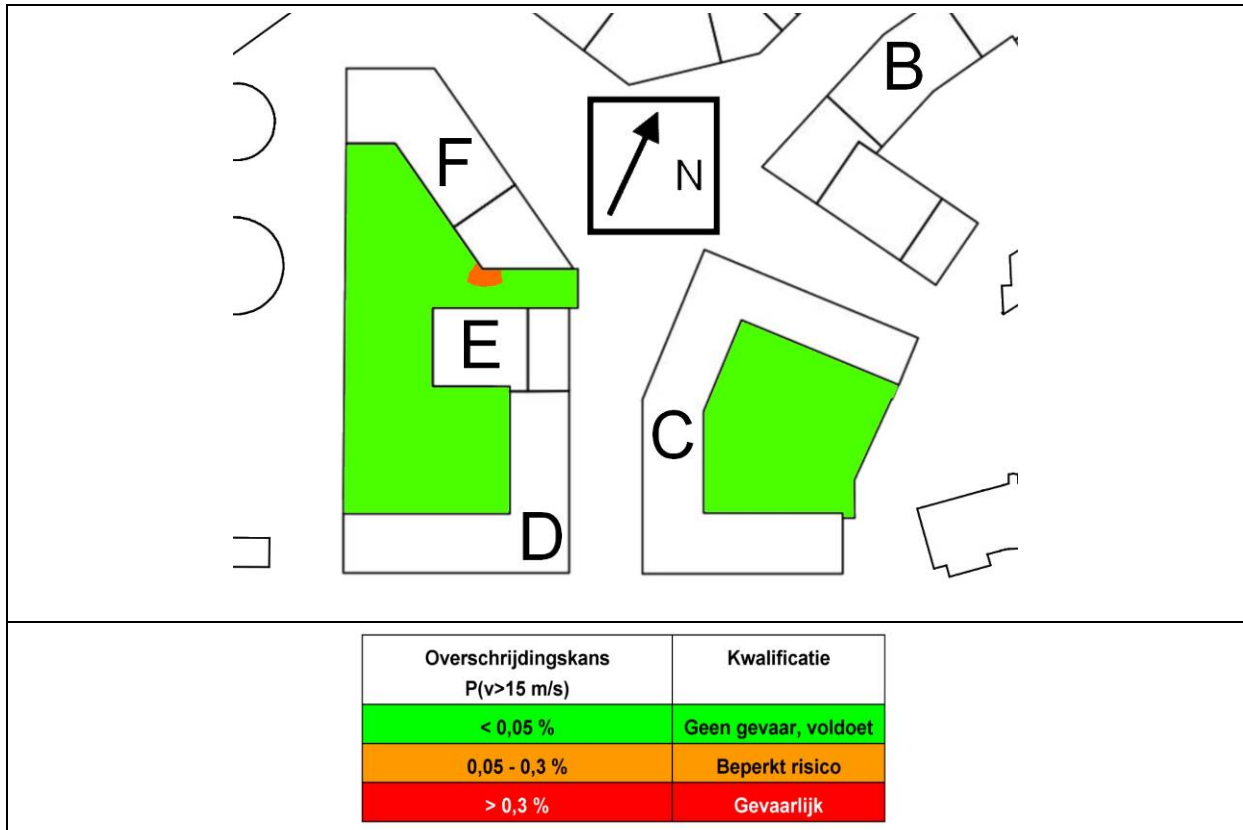
Figuur 5.3 Kwalificatie voor windhinder ter plaatse van de binnentuinen blok A, C en D-E-F

De binnentuin van blok D-E-F is minder gunstig georiënteerd. Met name wind uit zuidwestelijke richting (210 en 240 graden) zorgt voor een overschrijding van de drempelwindsnelheid. De binnentuin ter plaatse van blok F kent met klasse A een goed windklimaat voor langdurig zitten. De ruimte tussen blok D en E kent met klasse A/B/C een variërend windklimaat. Afhankelijk van de locatie in de binnentuin is het windklimaat voor langdurig zitten goed (donkerblauw), matig (lichtblauw) of slecht (geel). Voor de entrees langs de binnengevel van blok D (slentergebied) is het windklimaat matig (geel) tot goed (donkerblauw en lichtblauw).

Het slechtste windklimaat treedt op tussen blok E en F. Dit wordt met name veroorzaakt door de hoekwervels van wind afkomstig uit zuidwestelijke richting. Met overwegend klasse D/E is het windklimaat matig tot slecht voor de activiteit doorlopen.

5.3 Windgevaar

Ter plaatse van de binnentuinen van blok D-E-F wordt het gevaarcriterium overschreden. Er geldt een beperkt risico. Een beperkt risico is acceptabel zolang er geen windhindergevoelige activiteit plaatsvindt. Voorgesteld wordt dit gebied in te richten als een doorloopgebied.



Figuur 5.5 Kwalificatie voor windgevaar ter plaatse van de binnentuin van blok D-E-F

6 Voorzieningen ter verbetering

Op basis van de berekeningsresultaten en een analyse van de maatgevende windrichtingen wordt op kwalitatief niveau een aantal voorzieningen besproken waarmee de windhinder kan worden beperkt. Hierbij zijn maatregelen die betrekking hebben op wijzigingen van de gebouvvolumes buiten beschouwing gelaten.

Voor een kwantificering van de optredende windhinder bij toepassing van de benoemde voorzieningen en voor het bepalen van de benodigde afmetingen van de voorzieningen wordt geadviseerd een windtunnelonderzoek uit te voeren. Dit hoofdstuk geeft een indicatie van de te treffen maatregelen ter verbetering van het windklimaat.

6.1 Algemeen - groenvoorzieningen

Algemeen kan de toepassing van groenvoorzieningen zoals bomen en begroeide pergola's het windklimaat plaatselijk verbeteren of verslechteren. Vanwege ontbrekende validatiegegevens is met CFD-berekeningen het effect van groenvoorzieningen niet goed te bepalen. In windtunnelmetingen is het wel mogelijk gevalideerde groenvoorzieningen te onderzoeken. Doorgaans wordt het effect van groenvoorzieningen daarom bepaald in windtunnelonderzoeken. In dit onderzoek is in de modellering geen rekening gehouden met groenvoorzieningen. Bij toepassing van groenvoorzieningen ter verbetering van het windklimaat moet gedacht worden aan bomen met een groot takkengestel en een kruinhoogte van minimaal 10 m in combinatie met onderbegroeiing zoals hagen.

6.2 Maaiveldniveau

Voor een deel van de openbare ruimte tussen de bouwblokken heerst een matig tot slecht windklimaat. Met name tussen blok B en C en tussen blok C en D. De overschrijdingen worden voornamelijk veroorzaakt door wind uit zuidelijke richting (150, 180 en 210 graden).

Maaiveld tussen blok A en B

Tussen blok A en B heerst met klasse B/C een matig windklimaat voor slenteren en een slecht windklimaat voor langdurig zitten. De bepalende windstroming is afkomstig uit zuidwestelijke richting (240 graden) en bevat zowel horizontale als verticale componenten. Het windklimaat alhier zou verbeterd kunnen worden door toepassing van horizontale (bijvoorbeeld luifels) en/of verticale afscherming (bijvoorbeeld windschermen). Het toepassen van groenvoorzieningen kan ook een positief effect op het windklimaat hebben.

Maaiveld tussen blok B en C

De bepalende windstroming langs de gevel van blok B heeft met name een verticale component. Het toepassen van een horizontale afscherming, zoals bijvoorbeeld een luifel, heeft een positief effect. De invloedssfeer op maaiveldniveau van bijvoorbeeld een luifel beperkt zich grofweg tot het oppervlak onder deze luifel. Hierbij dient een minimale diepte van ca. 6 m aangehouden te worden. Tevens kan overwogen worden een arcade toe te passen, waarbij op kritische gebieden de opening tussen kolommen dichtgezet kan worden.

Elk van de bovengenoemde maatregelen heeft binnen de invloedssfeer van de maatregelen een globale verbetering van gemiddeld ongeveer 1 kwaliteitsklasse tot gevolg. Het gebied tussen blok B en C is dan nog steeds niet geschikt voor langdurig zitten. Voor de activiteit slenteren zal het windklimaat dan als matig worden beoordeeld.

Maaiveld tussen blok C en D

De overschrijdingen tussen blok C en D worden gekenmerkt door horizontale luchtstromingen vanuit zuidelijke richting. Om het windklimaat ter plaatse van de groenstroken te verbeteren is daarom verticale afscherming mogelijk, bijvoorbeeld door toepassing van groenvoorzieningen en bomen. Verticale schermen op regelmatige afstand bieden ook een lokale verbetering, maar is vanwege sociale veiligheid wellicht niet wenselijk. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat met verticale schermen het slechte windklimaat verplaatst wordt naar een andere zone. Bij een vernauwing van het doorstroomprofiel kunnen verticale schermen zelfs leiden tot een verhoging van de windsnelheid en een verslechtering van het windklimaat.

Ter plaatse van de entrees aan de westgevel van blok C heerst een slecht windklimaat. Door de entreegebieden binnen het gebouwvolume te situeren, ontstaat een tweezijdige afscherming waarmee voor de entreegebieden een beter windklimaat wordt gerealiseerd.

Conclusie maaiveldniveau

Verbeteringen van het windklimaat op maaiveldniveau kunnen bereikt worden door toepassing van (semi-permeabele) schermen, luifels en groenvoorzieningen. Door de gemeente is aangegeven dat het toepassen van schermen en luifels stedenbouwkundig niet wenselijk is. Met geplande groenvoorzieningen wordt getracht het windklimaat lokaal te verbeteren.

6.3 Binnentuin blok D-E-F

Het windklimaat ter plaatse van blok D en E kan verbeterd worden door op regelmatige afstand (semi permeabele) schermen toe te passen. Hierdoor ontstaan in de nabijheid van de schermen windluwe gebieden. Zoals eerder vermeld zullen de geplande groenvoorzieningen een verbetering van het windklimaat opleveren. Ook luifels en andere inrichtingselementen zoals pergola's leiden naar verwachting tot een beter windklimaat. Daarnaast kan aandacht besteed worden aan het ontwerp van zitbanken, waarbij hoge rugleuningen worden toegepast. Hiermee worden luwe zitplekken gecreëerd.

Ter plaatse van de ruimte tussen blok E en F heerst een slecht windklimaat. Geadviseerd wordt om dit gebied in te richten als doorloopgebied en hier geen windhindergevoelige activiteit te situeren, zoals een speelveld of zitplekken. Algemeen geldt dat de huidige opzet van bouwvolumes leidt tot hoge windsnelheden in de doorgang met overwegend een horizontale component. Naar verwachting wordt door toepassing van luifels in de doorgang of andere horizontale elementen weinig verbetering bereikt. Inrichtingselementen en groenvoorzieningen leiden mogelijk tot een kleine plaatselijke verbetering van het windklimaat.

7 Conclusie

In opdracht van Ballast Nedam Ontwikkeling is door Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV een windhinderonderzoek uitgevoerd voor het bestemmingsplan “De Leidse Schans” te Leiden. Het plan omvat diverse bouwblokken waarin de nieuwbouw van circa 1800 studentenwoningen en 200 starterswoningen wordt gerealiseerd.

Het doel van dit onderzoek is het inschatten van het windstromingsveld rond het plangebied teneinde een globale beoordeling van het windklimaat te doen. Hierbij is gebruik gemaakt van CFD-berekeningen en is op basis hiervan volgens de beoordelingssystematiek van de NEN 8100:2006 - “windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving” –het windklimaat beschreven.

Dit onderzoek is gebaseerd op de volumes zoals opgenomen in de bestemmingsplankaart (d.d. 2 maart 2012).

Maaiveld begane grond

Beoordeling windklimaat

Het windklimaat ter plaatse van de groenstroken varieert tussen de verschillende blokken. Voor een beperkt gebied in de openbare ruimte geldt met klasse A een goed windklimaat voor langdurig zitten. Daarnaast laten de resultaten een aantal gebieden zien waar het windklimaat matig tot slecht is voor het beoogde gebruik. Dit is met name het geval in de openbare ruimte tussen blok B en C en tussen blok C en D/E. Tussen blok A en B heerst een matig windklimaat. Voor een uitgebreide beoordeling van het windklimaat wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

Mogelijke maatregelen ter verbetering van het windklimaat

Verbeteringen van het windklimaat op maaiveldniveau kunnen bereikt worden door toepassing van (semi-permeabele) schermen, luifels en groenvoorzieningen. Wanneer de maatregelen niet worden getroffen omdat zij uit stedenbouwkundig oogpunt niet wenselijk worden geacht, wordt geadviseerd het gebruik van het maaiveld af te stemmen op het te verwachten windklimaat. Vanwege de relatief grote omvang van de openbare ruimte is door de betrokken partijen (gemeente Leiden, Vorm Ontwikkeling BV en Ballast Nedam) aangegeven dat zones met een matig/slecht windklimaat acceptabel zijn. Bij andere delen van het plangebied heerst een goed windklimaat.

Binnentuinen

Beoordeling windklimaat

De binnentuinen van blok A en C liggen in de luwte van de overheersende windrichtingen. Met overwegend klasse A heerst er dan ook een goed windklimaat voor alle activiteiten.

De binnentuin van blok D-E-F is minder gunstig georiënteerd, waarbij ter plaatse van de ruimte tussen blok D en E het windklimaat voor langdurig zitten goed, matig of slecht is. Het slechtste windklimaat treedt op tussen blok E en F. Dit wordt met name veroorzaakt door de hoekwervels van wind afkomstig uit zuidwestelijke richting. Met overwegend klasse D en plaatselijk klasse E is het windklimaat slecht. Voor een uitgebreide beoordeling van het windklimaat wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

Mogelijke maatregelen ter verbetering van het windklimaat

Het windklimaat ter plaatse van blok D en E kan lokaal verbeterd worden door toepassing van (semi-permeabele) schermen en groenvoorzieningen met voldoende hoogte en dichtheid.

Algemeen geldt dat de huidige opzet van bouwvolumes leidt tot hoge windsnelheden in de doorgang tussen blok E en F met overwegend een horizontale component. Naar verwachting wordt door toepassing van luifels in de doorgang of andere horizontale elementen weinig verbetering bereikt. Inrichtingselementen en groenvoorzieningen leiden mogelijk tot een kleine verbetering van het windklimaat. Geadviseerd wordt om het gebied tussen blok E en F in te richten als doorloopgebied en hier geen windhindergevoelige activiteit te situeren

In hoofdstuk 6 worden de voorzieningen ter verbetering van het windklimaat nader toegelicht.

Voor een kwantificering van de optredende windhinder bij toepassing van de benoemde voorzieningen en voor het bepalen van de benodigde afmetingen van de voorzieningen wordt geadviseerd een windtunnelonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek geeft een indicatie van de te treffen maatregelen ter verbetering van het windklimaat.

Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV

i/o

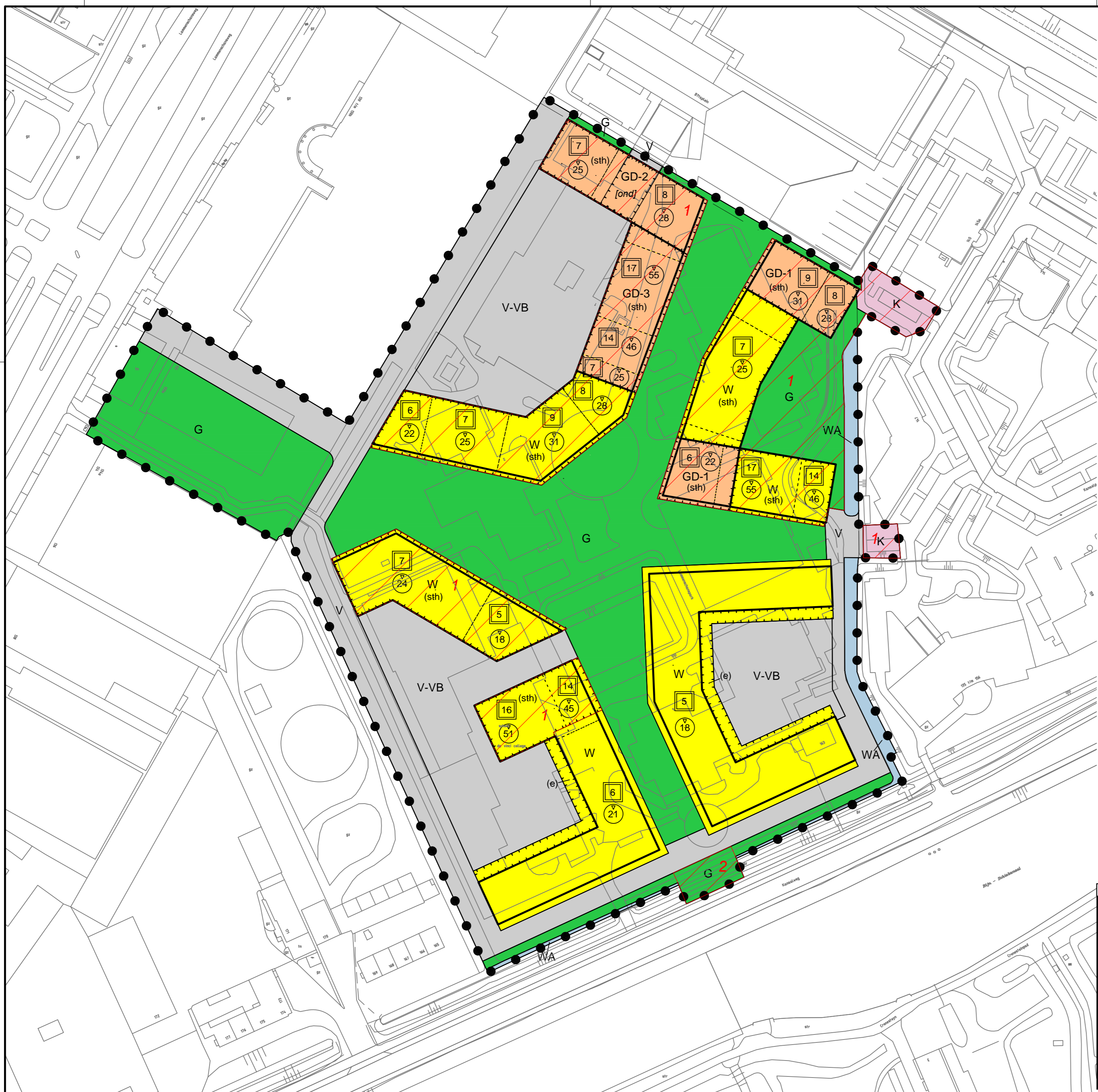


ir. J.A. Pleysier
Adviseur

Bijlage I

Bestemmingsplankaart, d.d. 2-3-2012





Plangebied

De Leidse Schans

Enkelbestemmingen

- GD-1 Gemengd - 1
- GD-2 Gemengd - 2
- GD-3 Gemengd - 3
- G Groen
- K Kantoor
- V Verkeer
- V-VB Verkeer - Verblijfsgebied
- WA Water
- W Wonen

Gebiedsaanduidingen

- 1 Wro-zone - wijzigingsgebied - 1
- 2 Wro-zone - wijzigingsgebied - 2

Funcieaanduidingen

- (e) erf
- (sth) studentenhuisvesting

Bouwvlakken

- bouwvlak

Bouwaanduidingen

- [ond] onderdoorgang

Maatvoeringen

- 28 maximale bouwhoogte (m)
- 5 maximum aantal bouwlagen

<p>OPDRACHTGEVER Gemeente Leiden</p> <hr/> <p>PROJECT Bestemmingsplan De Leidse Schans</p> <hr/> <p>IMRNUMMER : NL.IMRO.0546.BP00076-0101</p> <hr/> <p>STATUS : DATUM CONCEPT : 02-03-2012 Voorontwerp : Ontwerp : Vaststelling :</p>	<p>SCHAAL 1:1000</p> <p>TEKENAAR R. Brinkman</p> <p>PROJECTLEIDER E. Oude Weernink</p> <p>TEKENINGNUMMER : 05-237826-BP-CO-LS-120302</p> <p>ORANJEWOUD OOSTERHOUT Beneluxweg 7 4900 AA Oosterhout</p> <p>HEERENVEEN DEVENTER ALMERE CAPELLE A/D IJSSEL OOSTERHOUT</p> <p style="text-align: right;"> postbus 40 tel. (0162) 487000 fax (0162) 451141 </p>
--	---

Bijlage II

Technisch inlegvel numerieke simulatie



Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens
Projectnaam	De Leidse Schans
Opdrachtgever	Ballast Nedam Ontwikkeling
Projectleider	J. Hardlooper
Datum	April 2012
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	ca. 300x300 m ²
Kerngebied	Het nieuwbouwplan
Omgeving	Omringende bebouwing
Afmetingen model	400x400x150 m ³
Gemodelleerd groen	Nee
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	Bouwplan in de huidige omgeving
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	PHOENICS 2009. FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdonafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	140 x 140 x 70 cellen, rechthoekig raster. Verfijning aangebracht ter plaatse van plangebied
Turbulentiemodellering	K-ε RNG turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: MINMOD. Turbulente grootheden: UPWIND. Scalaire variabelen: UPWIND
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Windprofiel met behulp van Log-wet, afhankelijk van aanstroombied: Windrichting 0° t/m 90° en 240° t/m 360° windprofiel voor stedelijke bebouwing (z _o = 1,0 m) Windrichting 120° t/m 210° windprofiel voor aanstroom over weideland (z _o = 0,1 m)
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=93757 Y=426164
Drempelwindsnelheid hinder	5 m/s
Drempelwindsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Op basis van gebruiksfuncties
Gepresenteerde resultaten	Rapport: Plots van kwaliteitsklassen en gevaarcriteria Bijlage: Plots van totale overschrijdingskans

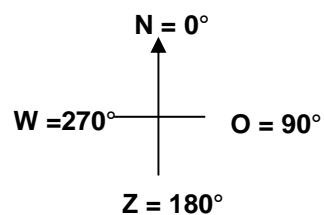
Bijlage III

Windstatistiek en ruweheidsinformatie



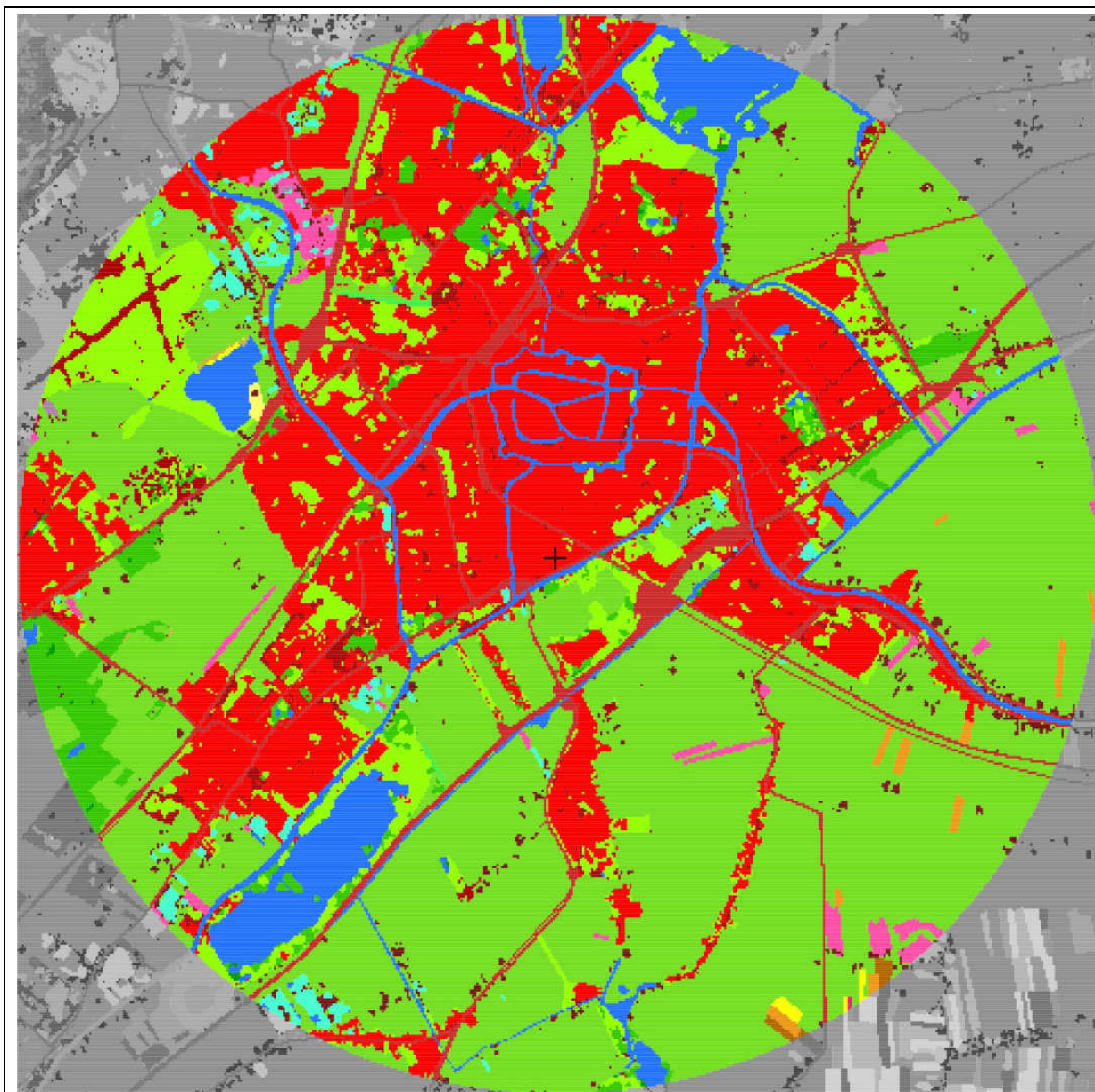
FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID

Distributief in percentages



Coördinaten: X = 93757
 Y = 462164
 Jaar: 1963-2002

Windsnelheid [m/s]	Windrichting [% van de tijd]												Cumulatief [%]
	Noord (360°)	30°	60°	Oost (90°)	120°	150°	Zuid (180°)	210°	240°	West (270°)	300°	330°	
0,0 - 0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,6
1,0 - 1,9	0,6	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	5,4
2,0 - 2,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	0,9	0,9	0,9	8,3
3,0 - 3,9	1,0	1,2	1,0	0,9	0,6	0,9	1,0	1,2	1,5	1,1	1,0	1,0	10,4
4,0 - 4,9	0,9	1,1	1,1	1,0	0,6	0,9	1,1	1,5	1,7	1,2	1,0	1,0	11,4
5,0 - 5,9	0,8	1,0	1,1	1,0	0,6	0,9	1,1	1,7	2,0	1,2	0,9	0,8	11,6
6,0 - 6,9	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	1,0	1,7	1,8	1,0	0,7	0,6	10,7
7,0 - 7,9	0,3	0,5	0,6	0,6	0,4	0,5	0,9	1,6	1,7	0,8	0,6	0,4	9,2
8,0 - 8,9	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,7	1,5	1,3	0,6	0,4	0,3	7,6
9,0 - 9,9	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2	6,4
10,0 - 10,9	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	1,1	0,9	0,3	0,2	0,1	5,0
11,0 - 11,9	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	1,0	0,7	0,2	0,1	0,0	3,7
12,0 - 12,9	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,7	0,5	0,2	0,1	0,0	2,8
13,0 - 13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	2,0
14,0 - 14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	1,4
15,0 - 15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
16,0 - 16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6
17,0 - 17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
18,0 - 18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
19,0 - 19,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
20,0 - 20,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
21,0 - 21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
22,0 - 22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23,0 - 23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24,0 - 24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,0 en hoger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cumulatief [%]	5,4	7,0	7,0	6,7	4,2	6,2	8,9	16,6	16,1	9,0	6,9	6,0	100,0



Kleur	Klasse
Red	Stedelijk bebouwd gebied
Dark Red	Bebouwing in buitengebied
Light Green	Loofbos in bebouwd gebied
Dark Green	Naaldbos in bebouwd gebied
Dark Red	Bos met dichte bebouwing
Light Green	Gras in bebouwd gebied
Yellow	Kale grond in bebouwd buitengebied
Dark Red	Hoofdwegen en spoorwegen
Dark Red	Bebouwing in agrarisch gebied
Black	Start- en landingsbanen
Dark Red	Parkeerplaats
Pink	Kwelders
Yellow	Open zand in kustgebied
Light Green	Open duinvegetatie

Kleur	Klasse
Black	Geen gegevens
Light Green	Gras
Orange	Mais
Brown	Aardappelen
Pink	Bieten
Yellow	Granen
Pink	Overige landbouwgewassen
Light Green	Buitenland
Light Green	Glastuinbouw
Light Green	Boomgaard
Grey	Bollen
Light Green	Loofbos
Dark Green	Naaldbos
Blue	Zoet water
Dark Blue	Zout water

Kleur	Klasse
Light Green	Gesloten duinvegetatie
Purple	Duinheide
Yellow	Open stuifzand
Purple	Heide
Dark Red	Matig vergraste heide
Brown	Sterk vergraste heide
Teal	Hoogveen
Dark Green	Bos in hoogveengebied
Light Green	Overige moerasvegetatie
Light Green	Rietvegetatie
Dark Green	Bos in moerasgebied
Light Green	Veenweidegebied
Light Green	Overig open begroeid natuurgebied
Yellow	Kale grond in natuurgebied

