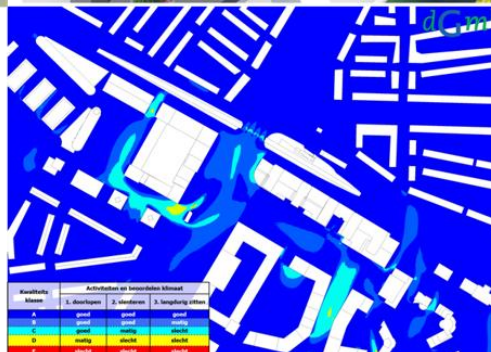
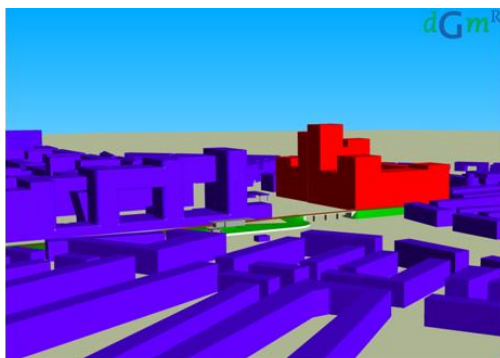


# Windonderzoek Ananasweg Lammenschans te Leiden

## Windonderzoek ten behoeve van de omgevingsvergunning

Status                   definitief  
Versie                   001  
Rapport                 B.2015.1232.01.R002  
Datum                   30 mei 2016



## Colofon

<b>Opdrachtgever</b>	De Raad Bouwontwikkeling BV Postbus 3081 2220 CB Katwijk
<b>Contactpersoon</b>	De heer J. (Jasper) Verdoes
<b>Project</b> Betreft Uw kenmerk	Bouwplan Ananasweg te Leiden Windonderzoek Nr 2016148055
<b>Rapport</b> Datum Versie Status	B.2015.1232.01.R002 30 mei 2016 001 definitief
<b>Uitgevoerd door</b>	DGMR Bouw B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
<b>Informatie</b>	ir. D. (Dimitri) van der Werff 088 346 76 57 dwr@dgmr.nl
<b>Auteur</b>	ir. D. (Dimitri) van der Werff 088 346 76 57 dwr@dgmr.nl
<b>Verantwoordelijk</b>	ing. G. (Gertjan) Verbaan 088 346 76 50 vb@dgmr.nl
<b>Verwerkt door</b>	VB APT

## Inhoud

<b>1. Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2. Criteria</b>	<b>5</b>
2.1 Kader	5
2.2 Windhinder	5
2.3 Windgevaar	7
2.4 Afwijking	7
<b>3. Onderzoeksmethodiek</b>	<b>8</b>
3.1 Situatie en model	8
3.2 CFD	9
3.3 Wind en ruwheid	10
<b>4. Resultaten</b>	<b>11</b>
4.1 Windgevaar	11
4.2 Windhinder	11
<b>5. Conclusie</b>	<b>16</b>

## Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke situaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek voor gebouwlocatie
Bijlage 4	Terreinruwheid tot 6 km rond van de gebouwlocatie

## 1. Inleiding

In opdracht van de Raad Bouwontwikkeling B.V. heeft DGMR voor de ontwikkeling van de Ananasweg in Lammenschans te Leiden een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de omgevingsvergunning.

In dit rapport zijn de uitgangspunten, de meetmethode, de toetsingscriteria en de resultaten gepresenteerd van de beproefde modelconfiguratie. De resultaten zijn beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom het nieuwbouwproject aan de Ananasweg te Leiden.

Voor het onderzoek is een 3D-model van het nieuwbouwproject en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorgerekend. Het onderzoek is uitgevoerd met CFD (Computational Fluid Dynamics), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Rond het project is op hoofdhoogte de windsnelheid bepaald bij twaalf verschillende windrichtingen. Op basis van de statistische meteogegevens (conform de NPR 6097) zijn de windsnelheden verwerkt tot gemiddelde snelheden per jaar en gemiddelde overschrijdingskansen per jaar. Deze overschrijdingskansen zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar.

### *Leeswijzer*

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de criteria voor het windklimaat besproken. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten. Vervolgens worden de resultaten in hoofdstuk 4 geanalyseerd. In hoofdstuk 5 volgt de conclusie.

## 2. Criteria

Er is geen formele, landelijk vastgestelde eis voor windhinder en windgevaar, wel zijn er grote gemeenten met richtlijnen op dat gebied.

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling veelal gebruik gemaakt van de NEN 8100. Aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde 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 tussen windhinder en windgevaar.

In de besluitvorming rond hoogbouwplannen dient conform de hoogbouwvisie van de gemeente Leiden de NEN 8100 ten aanzien van windhinder gehanteerd te worden. Hierin wordt licht afgeweken van het beslismodel in de NEN 8100. Het toepassingsgebied geldt voor elk gebouw hoger dan 40 meter en in laagbouwgebieden en gemengde gebieden voor gebouwen hoger dan 25 meter. Deze hoogbouwtoets wordt onderdeel van het ruimtelijk beleid en het welstandsbeleid.

### 2.1 Kader

Door de gemeente Leiden is op 3 maart 2016 aangegeven dat voor het windonderzoek niet de huidige situatie, maar alleen de situatie met het bouwplan inzichtelijk dient te worden gemaakt. Verder is opgemerkt door de gemeente dat voor het windonderzoek van het bouwplan het volgende in acht moet worden genomen:

*“Het effect van balkons, luifels en bomen kunnen in de rapportage kwalitatief worden omschreven, evenals adviezen voor maatregelen voor gebieden die op basis van NEN 8100 als ‘matig’ of ‘slecht’ worden beoordeeld. Het resultaat ‘slecht’ op het aspect windhinder en de resultaten ‘beperkt risico’ en ‘gevaarlijk’ op het aspect windgevaar vinden we niet getuigen van een goede ruimtelijke ordening. Bij het resultaat ‘matig’ beschouwen we de doeltreffendheid van maatregelen graag in relatie tot kosten, stedenbouwkundige effecten, beeldkwaliteit, etc.*

*In het model moeten de plekken van eventuele toekomstige terrassen (op de hoeken bij de zuidwestgevel) worden getoetst aan de activiteit ‘langdurig zitten’. Het parkje aan de zijde van de Ananasweg is bedoeld voor de activiteit ‘slenteren’ de rest van de omgeving voor de activiteit ‘doorlopen’.”*

### 2.2 Windhinder

In deze paragraaf wordt met betrekking tot windhinder dieper ingegaan op de overschrijdingskansen en waardering van kwaliteitsklassen.

#### 2.2.1 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 genoemd.

De uurgemiddelde windsnelheden worden bepaald volgens de NPR 6097<sup>1</sup>. Deze NPR gaat uit van alle bekende gemeten windsnelheden van de afgelopen 40 jaar op verschillende plaatsen in ons land.

### 2.2.2 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 overschrijdingskans en E met de grootste overschrijdingskans.

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 (NEN 8100)**

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	E	slecht	slecht	slecht

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.

<sup>1</sup> NPR 6097:2006 nl 'Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland'

### 2.3 Windgevaar

Er is sprake van een gevaarlijke situatie indien de wind op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s. 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 tot 23 m/s op hoofdhoogte.

Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 3.

**tabel 3 beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)**

Overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0.05 - 0.29	Beperkt risico
$\geq 0.30$	Gevaarlijk

Situaties waarvoor een overschrijdingskans in procenten tussen de 0.05 en 0.30 geldt, mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 ('doorlopen'). Situaties met een overschrijdingskans in procenten 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, mindervaliden en kleine kinderen) een verantwoorde situatie wil bereiken, kunnen afwijkende eisen worden gehanteerd. In bijlage 2 wordt de gevoelswaarde van de beoordeling van het windklimaat iets specifiekier toegelicht.

### 2.4 Afwijking

Afwijking van de bovengenoemde grenswaarden mag geschieden indien:

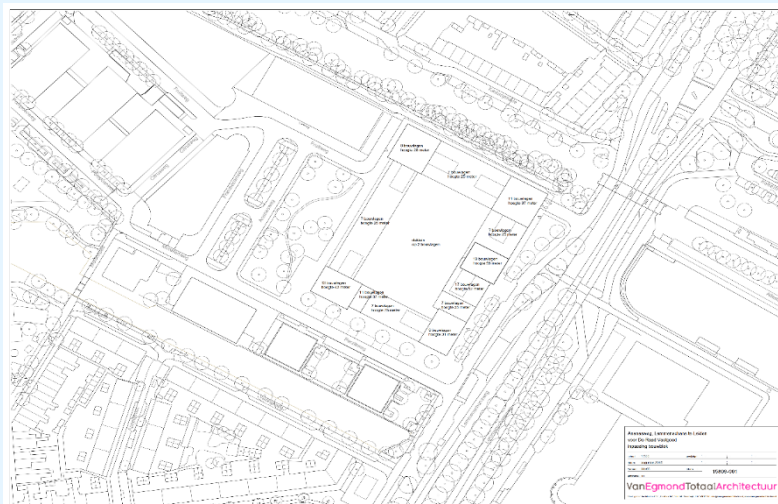
- Uit de metingen van de bestaande situatie blijkt dat het windklimaat na realisering van de nieuwbouw verbetert.
- In de betreffende raadscommissie zijn de verschillende belangen gewogen en daarbij is geaccepteerd dat niet geheel aan de grenswaarden zal worden voldaan.

### 3. Onderzoeksmethodiek

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodiek toegelicht. Allereerst zijn het 3D-model en de bijbehorende omgeving belicht. Vervolgens is kort toegelicht wat CFD inhoudt. Ook wordt aangegeven op basis van welke tekeningen het model tot stand is gekomen. Verder is dieper ingegaan op wind en ruwheid.

#### 3.1 Situatie en model

Het model is gecentreerd op het bouwplan aan de Ananasweg. Door Van Egmond Totaal Architectuur is een 3d-Sketchup model beschikbaar gesteld met daarin aanwezige omgeving. Tevens zijn er plattegronden van het project door de architect beschikbaar gesteld van het ontwerp van mei 2016.



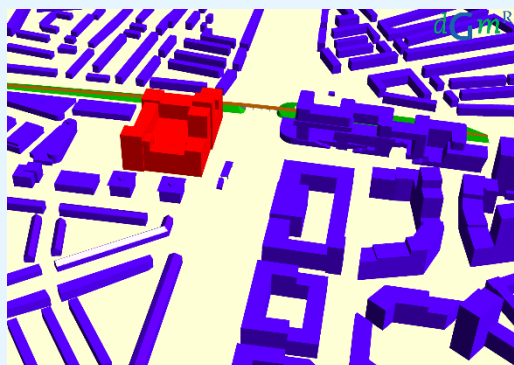
figuur 1: situatie met projectplan aan de Ananasweg



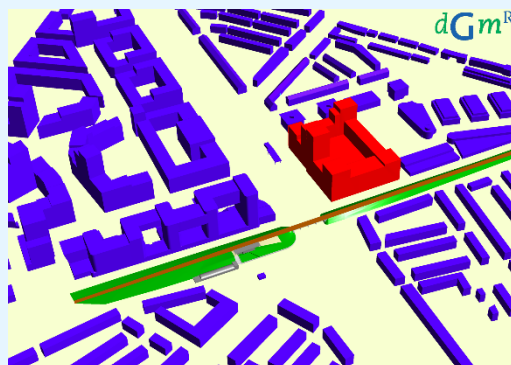
figuur 2: sketch-upmodel Van Van Egmond Totaal Architectuur



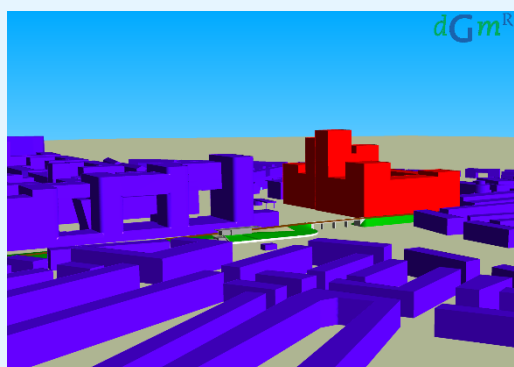
Deze gegevens zijn gebruikt voor het opstellen van het CFD-model voor het windonderzoek.



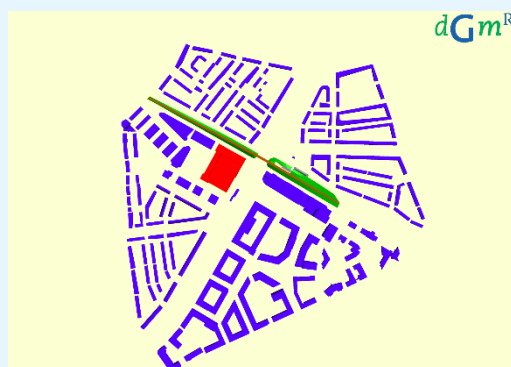
figuur 3: projectplan vanuit het zuiden



figuur 4: projectplan



figuur 5: projectplan vanuit het noorden



figuur 6: bovenaanzicht model

### 3.2 CFD

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de methode Computational Fluid Dynamics, kortweg CFD genaamd. CFD maakt gebruik van numerieke rekenmodellen en algoritmes voor het oplossen en analyseren van problemen waarin stromingen van vloeistoffen en gassen een rol spelen. In dit geval wordt met deze methode inzicht verkregen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket CFX versie 16.2. Het gebruik van CFD staat beschreven in de NEN 8100. De berekeningen zijn uitgevoerd met het RNG  $k-\varepsilon$  turbulentiemodel.

#### 3.2.1 Nauwkeurigheid

De berekeningen zijn voldoende geconvergeerd dat wil zeggen dat de numerieke fout voor de drukvariabele en de snelheidsvariabelen onder de  $10^{-3}$  ligt. Voor de turbulentievariabelen ligt deze rond deze waarde. Bovendien is een aantal monitorpunten opgenomen om te zien of de waarden van variabelen constant genoeg zijn.

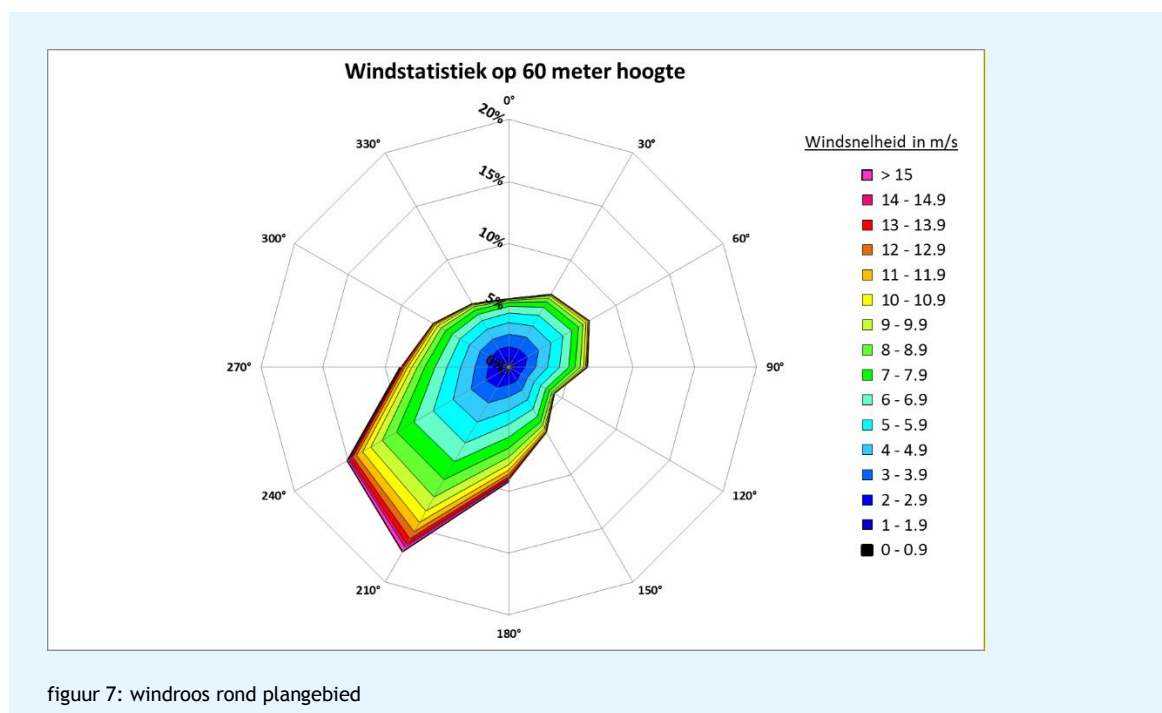
In de NEN 8100 staat de nauwkeurigheid van CFD en windtunnelonderzoeken beschreven. Daarin wordt de inschatting van de fout in de voorspelling van de overschrijdingskans ( $p$ ) gegeven. Deze geldt als de lokale snelheid zich boven de 5 m/s bevindt. In tabel 4 wordt deze weergegeven.

tabel 4 standaarddeviatie  $\delta$  van de fout in de overschrijdingskans ( $p$ )

Overschrijdingskans: $p$ ( $V_{lok} > 5$ m/s) in procenten van het aantal uren per jaar	2.5%	5.0%	10.0%	20.0%
Standaarddeviatie $\delta$ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar	0.8%	1.5%	2.4%	3.1%

### 3.3 Wind en ruwheid

Met behulp van NPR 6097 is de windstatistiek voor de bouwlocatie bepaald. NPR 6097 maakt gebruik van 40 jaar KNMI-meetgegevens van 51 KNMI-meetstations. Met behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 m hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap. Bij de randvoorwaarden in de CFD-berekening is een ruwheidslengte aangehouden van  $z_0 = 1$  m (stedelijk gebied) voor het landinwaartse gebied. In bijlage 3 en 4 zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden. Hieronder wordt in figuur 7 de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.

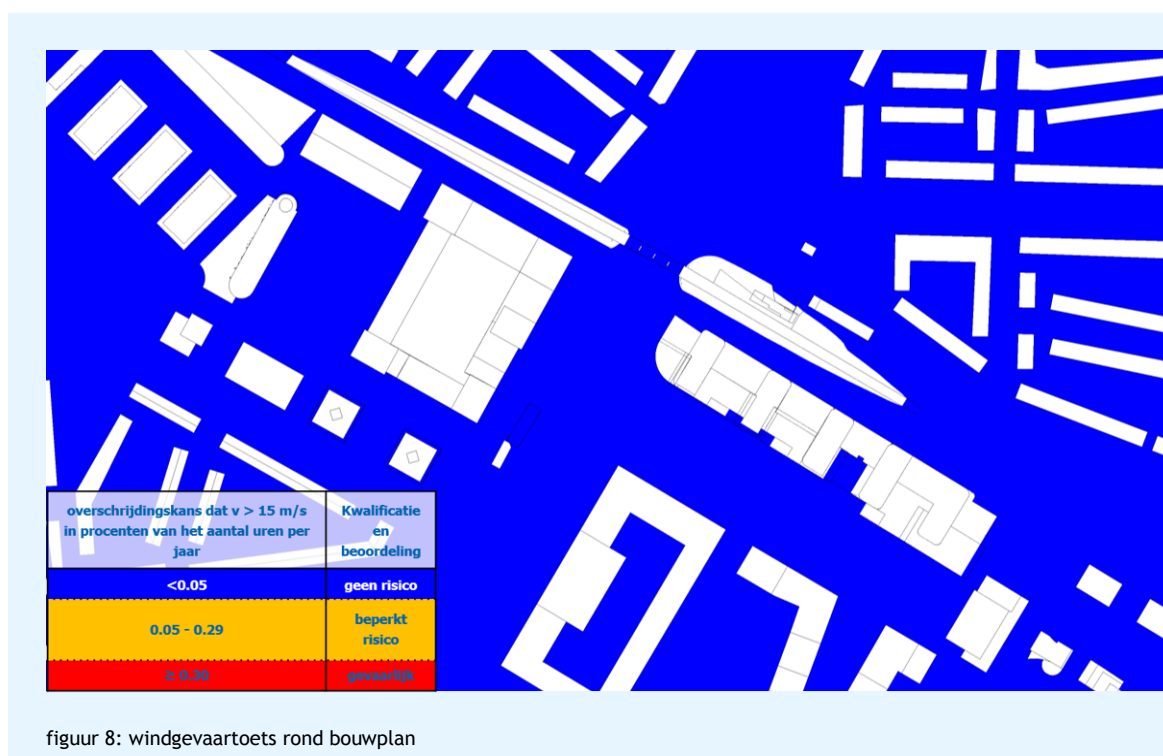


## 4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek rond het bouwplan aan de Ananasweg gepresenteerd. Aandacht zal liggen op de kwalificaties windhinder en windgevaar. De presentatie wordt gevisualiseerd op straatniveau (hoofdhoogte oftewel 1.75 meter boven de maaiveld). Tevens wordt er ingezoomd op de locaties die door de gemeente zijn aangekaart (zie hoofdstuk 2, paragraaf 2.1).

### 4.1 Windgevaar

De resultaten laten zien dat het nieuwe bouwplan aan de Ananasweg geen windgevaar voor de omgeving met zich meebrengt.



figuur 8: windgevaartoets rond bouwplan

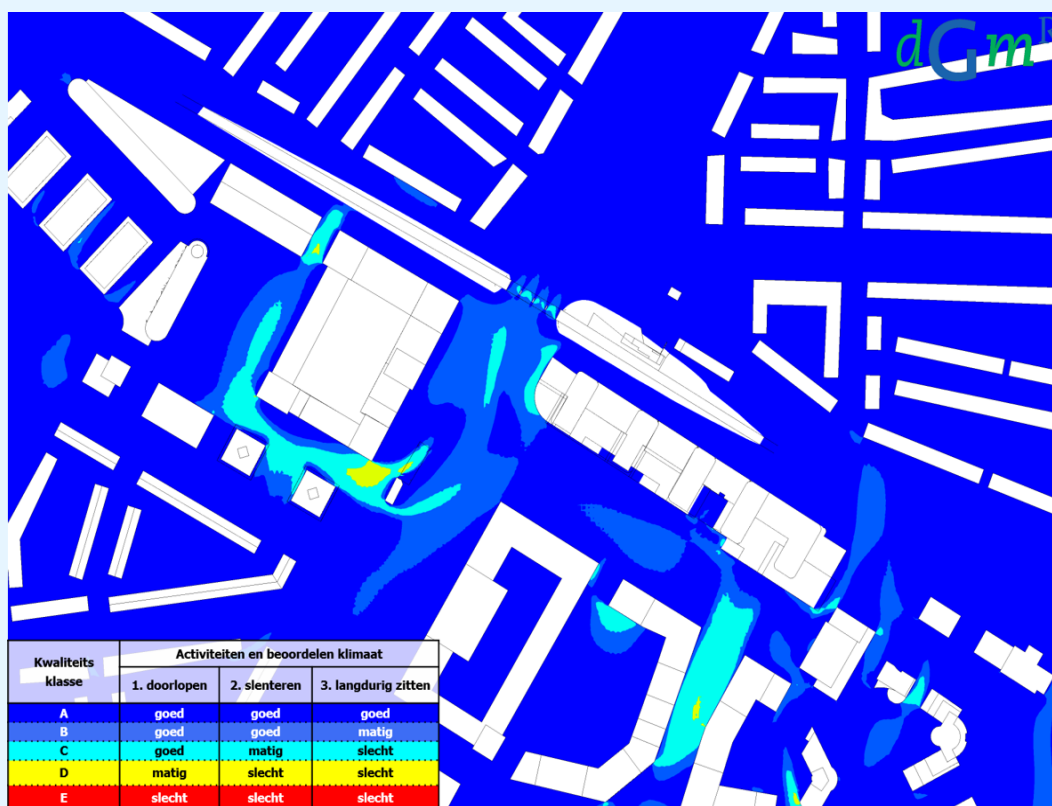
### 4.2 Windhinder

Met betrekking tot windhinder wordt eerst een globaal gegeven van windhinder naar de omgeving rond het bouwplan. Vervolgens zal worden ingezoomd op de door gemeente aangegeven nader te beschouwen locaties rondom het bouwplan.

#### 4.2.1 Globaal beeld

Het globale beeld is dat de impact van het bouwplan naar de omgeving een acceptabel windklimaat met zich meebrengt. Er zijn geen gebieden met de kwalificatie slecht windklimaat.

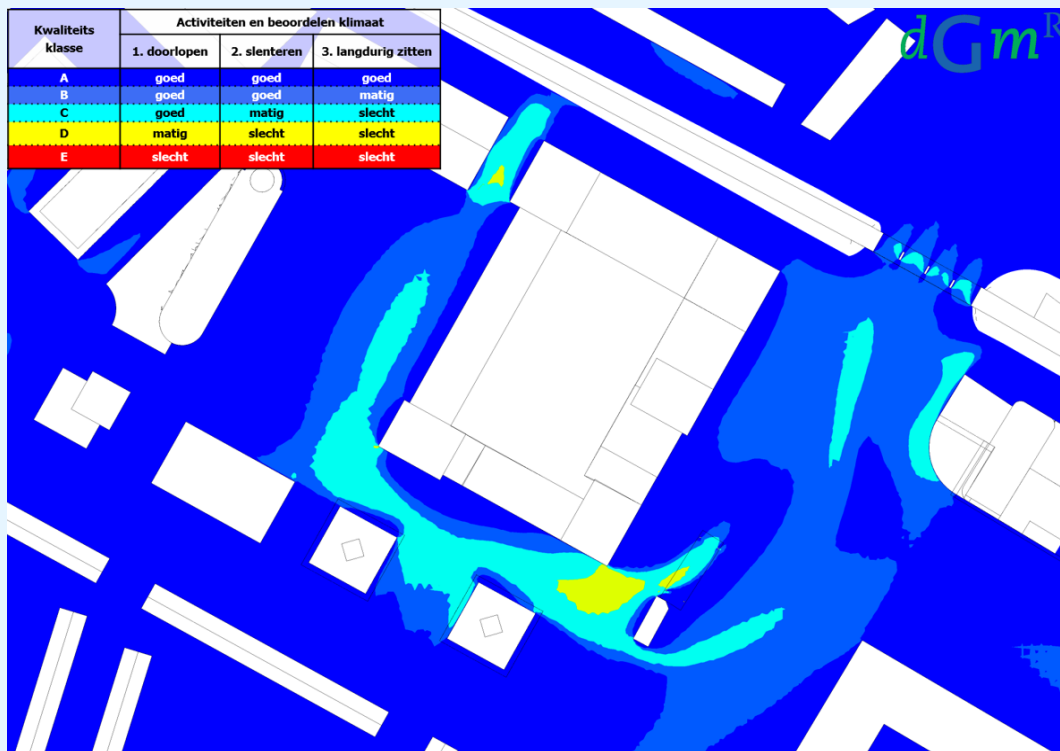
Rond de zuidhoek van het bouwplan ontstaat een klasse D gebied (acceptabel als doorloopgebied) en ten zuidwesten van de zuidwestgevel een gebied met klasse C. Ter plaatse van de noordwestgevel ontstaat rond de westhoek een klasse C gebied. Ter plaatse van de doorgang aan de noordzijde van de noordwestgevel geldt dit eveneens. Klasse C is acceptabel als slentergebied.



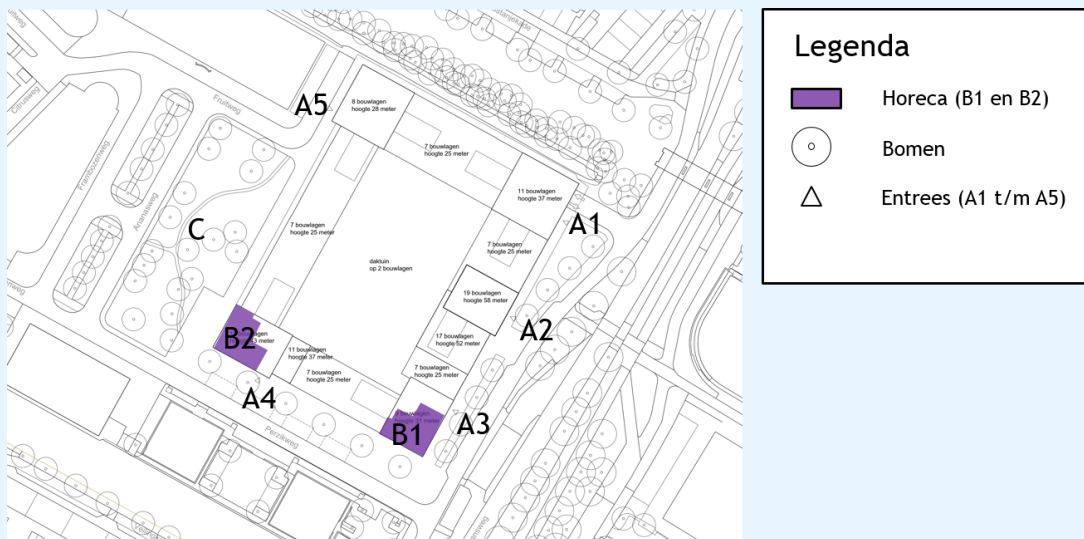
figuur 9: globaal windhinderbeeld rondom project

#### 4.2.2 Lokaal beeld en inrichting

In deze paragraaf wordt ingezoomd op het windklimaat rondom het bouwplan, op de daktuin en worden locaties aangeduid waar het windklimaat wordt beschreven waaronder de aandachtspunten van de gemeente, maar ook de entrees. Verder wordt waar het windklimaat daar om vraagt maatregelen benoemd die het windklimaat verbeteren. De aanwezigheid van bomen zal kwalitatief worden beschreven als ook het windklimaat op de balkons.



figuur 10: lokaal windklimaatbeeld rond project



figuur 11: aandachtslocaties windklimaat

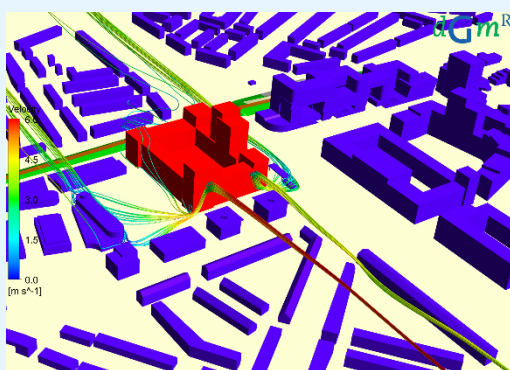
**Entrees**

De entrees hebben allen een goed windklimaat dat wil zeggen klasse A. Entree A5 heeft dichtbij een gebied klasse C door kanalisering van de wind uit zuidwesten. De inspruing van de gevel in het ontwerp draagt bij aan een goed windklimaat bij deze entree.

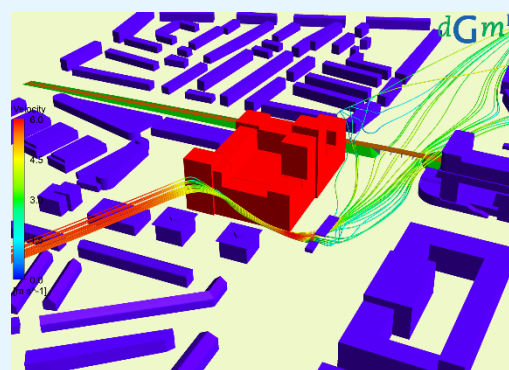
Entree A4 is op basis van de windstatistiek gelegen aan de meest windbelaste gevel. Doordat deze entree niet op de hoek is gelegen ligt ook deze entree in een goed windklimaat (Klasse A).

### Horecaterrassen aan de zuidwestgevel

De horecaterrassen op de hoeken van de zuidwestgevel ondervinden veel windhinder doordat de zuidwestgevel is georiënteerd op de overheersende windrichting in Nederland. Het terras B1 op de zuidhoek ondervindt klasse C/D en terras B2 ondervindt klasse B/C gemiddeld. De volgende figuren illustreren waar de windhinder vandaan komt.



figuur 12: windrichting ZZW



figuur 13: windrichting WZW

Deze plaatjes illustreren dat de overlast met name door valwinden wordt veroorzaakt. Door dit inzicht zal duidelijk zijn welke maatregelen de uitbaters van de terrassen dienen te nemen. Voor terras B1 geldt, dat indien het terras aan de zuidwestgevel (grenzend aan de Perzikweg) zal worden geplaatst een windscherm ten westen van het terras (hoogte minimaal 2 meter) zal moeten worden geplaatst in combinatie met een luifel (ideaal met breedte van 5 meter vanaf de gevel). Afhankelijk of het terras de hoek om wordt getrokken naar de zuidoostgevel (grenzend aan de Lammenschansweg) zal de luifel een stuk door te worden getrokken de hoek om. Voor het terras B2 gelden dezelfde maatregelen maar dan in spiegelbeeld. Hieronder worden deze maatregelen gevisualiseerd.



Legenda	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span>	Horeca (B1 en B2)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span>	Luifel
<span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	Windscherm

figuur 14: maatregelen horecaterrassen om het windklimaat te verbeteren

### Park grenzend aan de Ananasweg

Voor het park aan de Ananasweg geldt dat dit moet worden gezien als slentergebied. Voor een goed windklimaat zal klasse B hier wenselijk zijn. Het klimaat zit op een klasse B/C hierin is nog niet meegenomen de aanwezigheid van de bomen. Deze zullen het windklimaat in het park aanzienlijk verbeteren door de energie absorberende werking van de bomen en daarmee remmende werking van de windsnelheden. Klasse B zal dan ook zeer realistisch zijn.

### Bomen

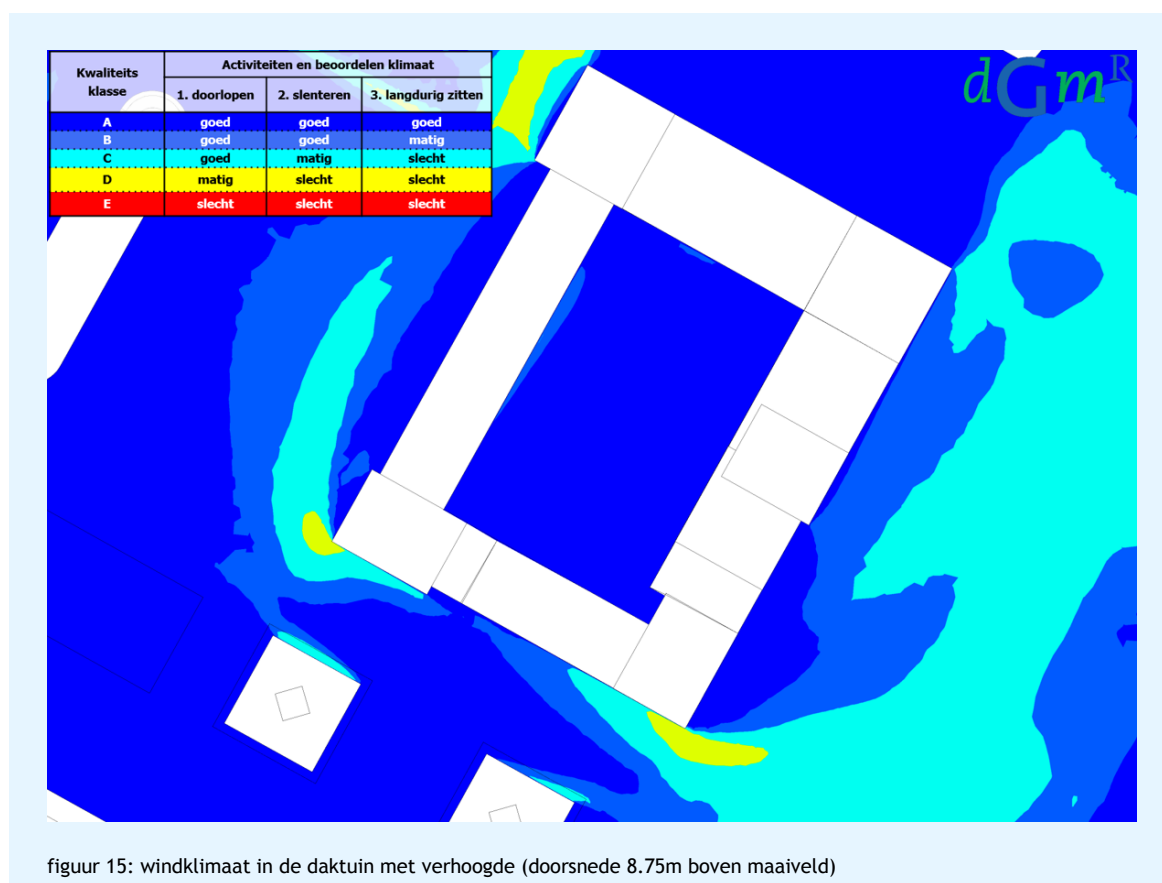
Zoals hierboven reeds beschreven hebben bomen een gunstig effect op het reduceren van de windsnelheden. Zowel voor het park aan de Ananasweg als de locatie van de horecaterrassen zullen de geplande bomen een gunstig effect hebben om het windklimaat te verbeteren.

### Balkons

Op basis van het ontwerp van mei 2016 kan worden gezegd dat de balkons nauwelijks tot geen invloed hebben op de resultaten van het windonderzoek op maaiveld.

### Daktuin

Doordat de daktuin volledig omringd is door bouwvolumes is een windluw gebied ontstaan waar bijna overal klasse A heerst.



## 5. Conclusie

In opdracht van de Raad Bouwontwikkeling B.V. heeft DGMR voor de ontwikkeling van de Ananasweg in Lammenschans te Leiden een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de omgevingsvergunning.

In de besluitvorming rond hoogbouwplannen dient conform de hoogbouwvisie van de gemeente Leiden de NEN 8100 ten aanzien van windhinder gehanteerd te worden. Hierin wordt licht afgeweken van het beslismodel in de NEN 8100. Het toepassingsgebied geldt voor elk gebouw hoger dan 40 meter en in laagbouwgebieden en gemengde gebieden voor gebouwen hoger dan 25 meter. Deze hoogbouwtoets wordt onderdeel van het ruimtelijk beleid en het welstandsbeleid.

### Kader

Door de gemeente Leiden is op 3 maart 2016 aangegeven dat voor het windonderzoek niet de huidige situatie maar alleen de situatie met het bouwplan inzichtelijk dient te worden gemaakt. Verder is opgemerkt door de gemeente dat voor het windonderzoek van het bouwplan het volgende in acht moet worden genomen:

*“Het effect van balkons, luifels en bomen kunnen in de rapportage kwalitatief worden omschreven, evenals adviezen voor maatregelen voor gebieden die op basis van NEN 8100 als ‘matig’ of ‘slecht’ worden beoordeeld. Het resultaat ‘slecht’ op het aspect windhinder en de resultaten ‘beperkt risico’ en ‘gevaarlijk’ op het aspect windgevaar vinden we niet getuigen van een goede ruimtelijke ordening. Bij het resultaat ‘matig’ beschouwen we de doeltreffendheid van maatregelen graag in relatie tot kosten, stedenbouwkundige effecten, beeldkwaliteit, etc.*

*In het model moeten de plekken van eventuele toekomstige terrassen (op de hoeken bij de zuidwestgevel) worden getoetst aan de activiteit ‘langdurig zitten’. Het parkje aan de zijde van de Ananasweg is bedoeld voor de activiteit ‘slenteren’ de rest van de omgeving voor de activiteit ‘doorlopen’.”*

### Windgevaar

Het bouwplan aan de Ananasweg heeft geen windgevaar tot gevolg voor de omgeving.

### Windhinder

Het algehele beeld naar de omgeving is dat het bouwplan geen grote impact heeft op het windklimaat naar de omgeving. Er heerst vrijwel overal een acceptabel tot goed windklimaat. Rondom het bouwplan zijn een aantal locaties beschreven die nader toelichting behoeven. De locaties worden hieronder toegelicht.

### Entrees

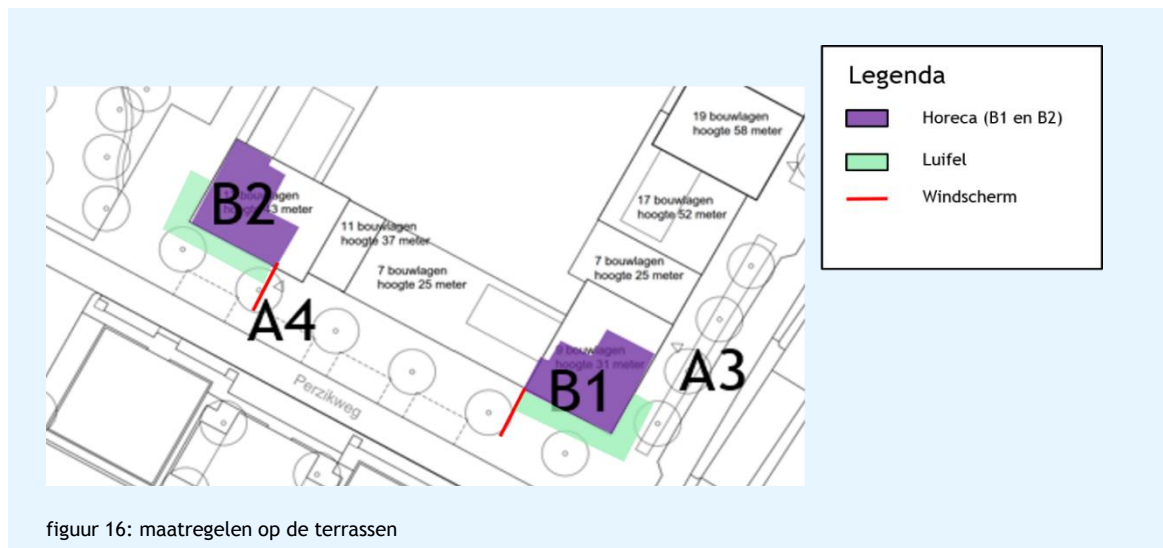
Ter plaatse van alle gebouwentrees heerst een goed windklimaat (klasse A).

### Horecaterrassen aan de zuidwestgevel

De horecaterrassen op de hoeken aan de zuidwestgevel hebben een slecht windklimaat zonder maatregelen (klimaatklasse C gemiddeld). Maatregelen zijn hier dan ook noodzakelijk en moeten worden gevonden in een gecombineerd oplossing met luifels (ideaal 5 meter breed) en windschermen (minimaal 2 meter hoog). In de praktijk worden deze maatregelen door de uitbater van de commerciële ruimte uitgevoerd.



De aanwezige bomen in de geplande situatieschets zijn niet het onderzoek meegenomen en hebben een gunstig effect op het windklimaat aan de zuidwestgevel. Tezamen met de eerdergenoemde maatregelen zal op de terrassen een goed windklimaat gerealiseerd kunnen worden.



#### *Park grenzend aan de Ananasweg*

Voor het park aan de Ananasweg geldt dat dit moet worden gezien als slenter gebied. Voor een goed windklimaat zal klasse B hier wenselijk zijn. Het klimaat zit op een klasse B/C hierin is nog niet meegenomen de aanwezigheid van de bomen. Deze zullen het windklimaat in het park aanzienlijk verbeteren door de energie absorberende werking van de bomen en daarmee remmende werking van de windsnelheden. Klasse B zal dan ook zeer realistisch zijn.

#### *Bomen*

Zoals hierboven reeds beschreven hebben bomen een gunstig effect op het reduceren van de windsnelheden. Zowel voor het park aan de Ananasweg als de locatie van de horecaterrassen zullen de geplande bomen een gunstig effect hebben om het windklimaat te verbeteren.

#### *Balkons*

Op basis van het ontwerp van mei 2016 kan worden gezegd dat de balkons nauwelijks tot geen invloed hebben op de resultaten van het windonderzoek op maaiveld.

ing. G. (Gertjan) Verbaan  
DGMR Bouw B.V.

**Bijlage 1**

Titel	Technisch inlegvel numerieke situaties
-------	--

Tabel 1 technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Ananasweg, Lammenschans te Leiden
Opdrachtgever	De Raad B.V.
Projectleider	D. van der Werff
Datum	April 2016
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van 300 m rond project
Kerngebied	Locatie Ananasweg Lammenschans te Leiden
Omgeving	Ananasweg
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van ca. 1.25 km en een hoogte van 300 meter
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	Nee
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	De situatie met ontwerp
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX v16.2, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Ca. 34 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k- $\epsilon$ turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: High Resolution (second order UPWIND) Turbulente grootheden: UPWIND Scalaire grootheden: High Resolution (second order UPWIND)
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Uitlaat	Ongedwongen (geen drukverschil)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 1$ meter voor stedelijk gebied
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=93639 Y=462489
Drempelsnelheid hinder	5 m/s
Drempelsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Algemeen, afhankelijk van uiteindelijke functie-indeling
Gepresenteerde resultaten	Rapport: plots van kwaliteitsklassen voor windhinder en gevaarcriteria

## Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

## Toelichting beoordeling windklimaat

In tabel 1 is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

**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

In de beoordeling van het windklimaat wordt rekening gehouden met deze tabel. Vanaf een lokale windsnelheid van 5 m/s (vergelijkbaar met een "matige wind") zijn effecten merkbaar, zoals haar dat in de war raakt. Vanaf een lokale windsnelheid van 15 m/s (vergelijkbaar met harde tot stormachtige wind) ontstaat moeite met lopen. Opgemerkt wordt dat hier gesproken wordt over windsnelheden op ooghoogte.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt niet alleen rekening gehouden met de windsnelheid, maar wordt ook rekening gehouden met de activiteit die men onderneemt. Bij lopen of wandelen heeft men minder snel last van de wind, dan bij het slenteren op de markt langs de marktkraampjes, of bij afscheid nemen bij de voordeur. Zittend op het terras is men daarentegen weer gevoeliger voor het windklimaat. Bij de beoordeling wordt daarom rekening gehouden met drie activiteiten, te weten:

- 1 doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen;
- 2 slentergebieden: hierbij kan met denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur;
- 3 plaats voor langdurig zitten. Hierbij kan men denken aan een bankje in het park.

Opgemerkt wordt dat de activiteiten dus plaatsgebonden zijn.

Het windklimaat wordt in een onderzoek voor twee verschillende aspecten beoordeeld:

- 1 windgevaar;
- 2 windhinder.

### *Windgevaar*

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 15 m/s. In de norm wordt het acceptabel geacht dat deze windsnelheid maximaal 0.05% (ongeveer 4 uur per jaar) voorkomt. Komt deze windsnelheid meer dan 0.3% per jaar voor dan spreekt met van 'windgevaar'. In het tussenliggende gebied (tussen de 0.05% en de 0.3%) is er sprake van een 'beperkt risico'.

Beperkt risico wordt aanvaardbaar geacht voor doorloopgebieden, maar niet voor slentergebieden. Indien beperkt risico optreedt in slentergebieden, dan moeten ook hier maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.

Wanneer er sprake is van windgevaar moeten maatregelen worden getroffen door de gebouwwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied. Windgevaar op plaatsen waar mensen zich kunnen bevinden moet voorkomen worden. Windgevaar kun je daarom een 'veiligheidseis' noemen.

**Windhinder**

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 5 m/s. De beoordeling van windhinder is afhankelijk van hoe vaak deze windsnelheid per jaar optreedt. De tijdsduur dat dit optreedt, is verdeeld in vijf klassen van minder dan 2.5% (klasse A) t/m meer dan 20% (klasse E). Hoe deze klasse beoordeeld wordt, is afhankelijk van de activiteit. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

**Tabel 2 Beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)**

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	E	slecht	slecht	slecht

Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied welke maatregelen hij wil treffen om het comfort te verhogen. Windhinder kun je daarom een 'comforteis' noemen.

Bij doorloopgebieden (bijvoorbeeld op het trottoir of op straat) is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 1.5 dag per week (> 20% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je haar in de war kan raken (snelheid meer dan 5 m/s). Bij een matig windklimaat is dit  $\frac{3}{4}$  a 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan  $\frac{3}{4}$  dag per week.

Op een terras is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 0.5 dag per week (> 5% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je papieren van je tafeltje wegwaaien. Bij een matig windklimaat is dit  $\frac{1}{4}$  a 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan  $\frac{1}{4}$  dag per week.

## Bijlage 3

Titel

Windstatistiek voor gebouwlocatie





## Bijlage 4

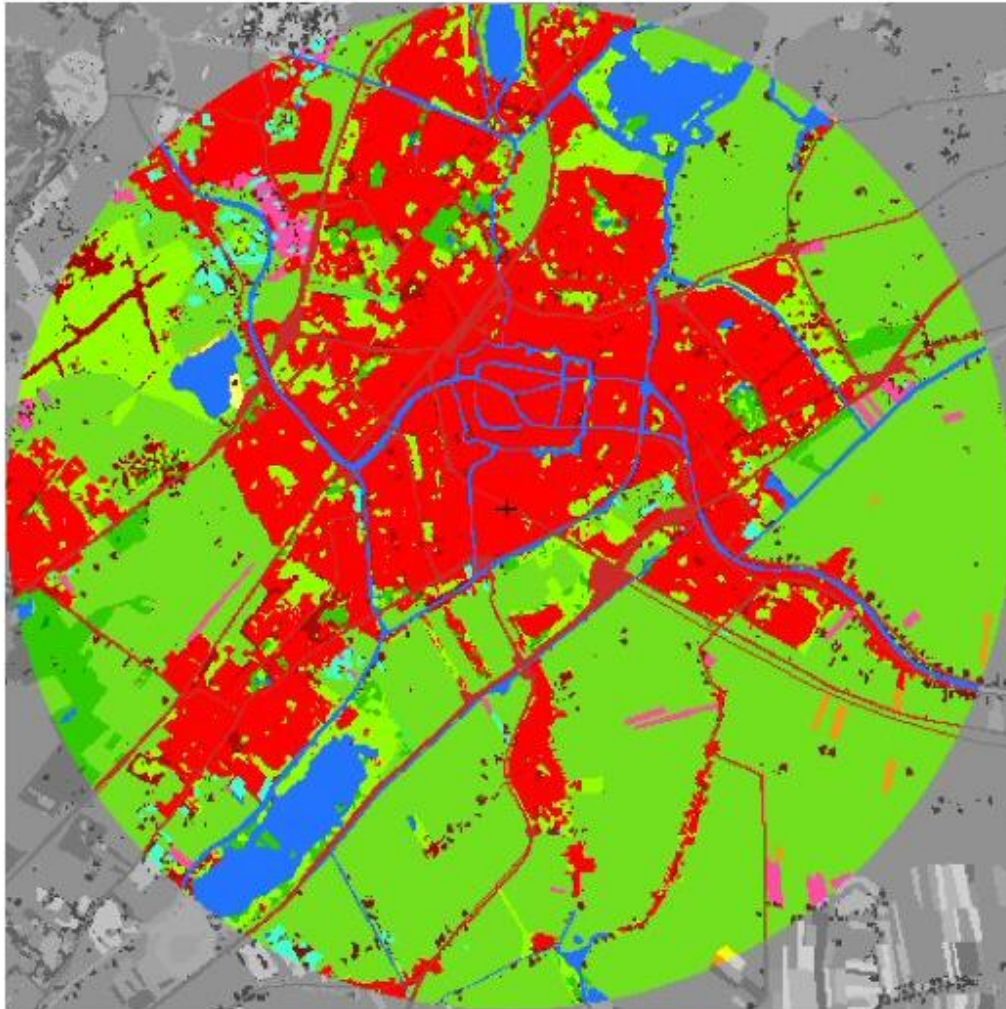
Titel

Terreinruwheid tot 6 km rond van de gebouwlocatie

(Rijksdriehoekcoördinaten X=75131 Y=454118)

ID	z <sub>0</sub> (m)	Rood	Groen	Blauw	Kleur	Klasse
0	0,03	0	0	0		Geen gegevens
1	0,03	115	223	31		Gras
2	0,17	239	153	25		Mais
3	0,07	178	102	0		Aardappelen
4	0,7	229	31	127		Bieten
5	0,16	255	255	0		Granen
6	0,07	255	78	168		Overige landbouwgewassen
7	0,15	4	222	30		Buitenland
8	0,1	70	255	207		Glastuinbouw
9	0,39	69	239	69		Boomgaard
10	0,07	172	129	168		Bollen
11	0,75	51	200	0		Loofbos
12	0,75	0	153	0		Naaldbos
16	0,001	36	115	255		Zoet water
17	0,001	0	0	153		Zout water
18	1,6	255	0	0		Stedelijk bebouwd gebied
19	0,5	172	0	0		Bebouwing in buitengebied
20	1,1	51	200	0		Loofbos in bebouwd gebied
21	1,1	0	153	0		Naaldbos in bebouwd gebied
22	2	171	9	9		Bos met dichte bebouwing
23	0,03	148	255	0		Gras in bebouwd gebied
24	0,001	255	255	102		Kale grond in bebouwd buitengebied
25	0,1	204	42	42		Hoofdwegen en spoorwegen
26	0,5	118	24	24		Bebouwing in agrarisch gebied
27	0,0003	0	0	0		Start- en landingsbanen
28	0,1	204	42	42		Parkeerplaats
30	0,0002	176	48	96		Kwelders
31	0,0003	230	251	4		Open zand in kustgebied
32	0,02	137	212	43		Open duinvegetatie
33	0,06	90	186	64		Gesloten duinvegetatie
34	0,04	117	0	117		Duinheide
35	0,0003	255	255	102		Open stuifzand
36	0,03	117	0	117		Heide
37	0,04	164	35	83		Matig vergraste heide
38	0,06	173	139	6		Sterk vergraste heide
39	0,06	36	153	150		Hoogveen
40	0,75	6	90	76		Bos in hoogveengebied
41	0,03	255	192	203		Overige moerasvegetatie
42	0,1	255	165	0		Rietvegetatie
43	0,75	0	100	0		Bos in moerasgebied
44	0,07	56	198	97		Veenweidegebied
45	0,03	197	182	57		Overig open begroeid natuurgebied
46	0,001	255	255	0		Kale grond in natuurgebied

figuur 1: ruwheidstabel



figuur 2: terreinruwheid in de omgeving van de gebouwlocatie (zwart kruisje), noord is boven, de gekleurde cirkel heeft een straal van respectievelijk 6 km. De legenda staat op de vorige pagina.