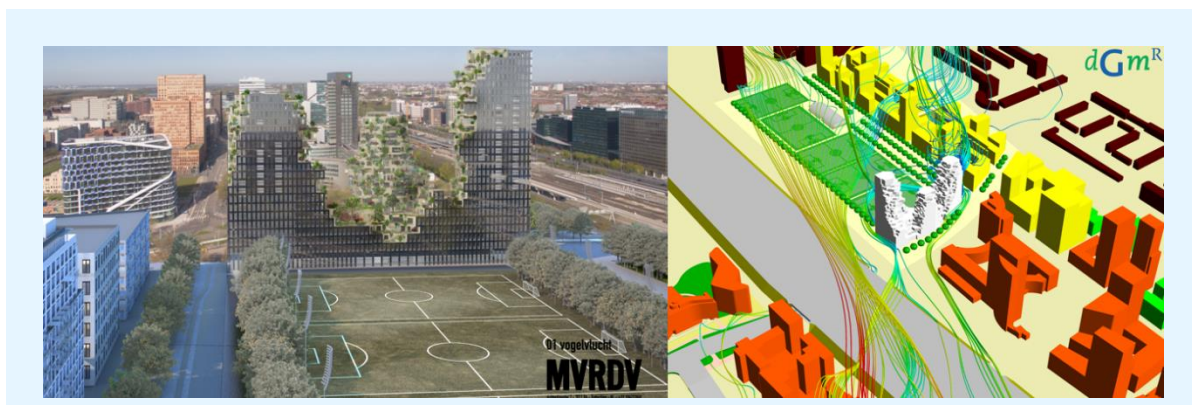


## Windonderzoek Valley - maximale variant

### Windonderzoek Valley ten behoeve van het uitwerkingsplan - maximale variant

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Status  | definitief           |
| Versie  | 002                  |
| Rapport | B.2014.1218.03c.R001 |
| Datum   | 7 november 2016      |



## Colofon

|                                             |                                                                                                      |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opdrachtgever</b>                        | OVG Projecten LXXVII BV<br>Postbus 87354<br>1080 JJ AMSTERDAM                                        |
| <b>Contactpersoon</b>                       | Sandra Gritti (sg@ovg.nl)<br>Tom Redecker (tr@ovg.nl)                                                |
| <b>Project</b><br>Betreft<br>Uw kenmerk     | Valley te Amsterdam<br>Windonderzoek Valley ten behoeve van het uitwerksplan - maximale variant<br>- |
| <b>Rapport</b><br>Datum<br>Versie<br>Status | B.2014.1218.03c.R001<br>7 november 2016<br>002<br>definitief                                         |
| <b>Uitgevoerd door</b>                      | DGMR Bouw B.V.<br>Casuariestraat 5<br>2511 VB Den Haag<br>Postbus 370<br>2501 CJ Den Haag            |
| <b>Informatie</b>                           | ir. D. (Dimitri) van der Werff<br>088 346 76 57<br>dwr@dgmr.nl                                       |
| <b>Auteur</b>                               | ir. D. (Dimitri) van der Werff<br>088 346 76 57<br>dwr@dgmr.nl                                       |
| <b>Verantwoordelijk</b>                     | ing. G. (Gertjan) Verbaan<br>088 346 76 50<br>vb@dgmr.nl                                             |
| <b>Verwerkt door</b>                        | VB OZU                                                                                               |

## 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                | 6         |
| <b>3. Onderzoeksmethodiek</b> | <b>8</b>  |
| 3.1 Situatie en model         | 8         |
| 3.2 CFD                       | 11        |
| 3.3 Wind en ruwheid           | 11        |
| <b>4. Resultaten</b>          | <b>12</b> |
| 4.1 Windgevaar                | 12        |
| 4.2 Windhinder                | 12        |
| <b>5. Conclusie</b>           | <b>18</b> |

## 1. Inleiding

In opdracht van OVG Projecten LXXVII BV heeft DGMR voor Valley een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de ruimtelijke onderbouwing uitwerkingsplan Valley.

Het doel van het onderzoek is de impact op het windklimaat van Valley op de omgeving inzichtelijk te maken. 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'.

Voor het onderzoek is een 3D-model van het nieuwbouwproject en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorerekend. 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.

Voor het opstellen van deze rapportage is gebruik gemaakt van het DO-ontwerp (VV) Valley van MVRDV van 22 september 2016. Het betreft de maximale variant. Ten opzichte van de minimale variant is de noord- en de zuidtoren één verdieping hoger. De hoogte van de drie woontorens bedraagt circa 66 m (westtoren), circa 80 m (zuidtoren) en circa 100 m (noordtoren).

**Maximale variant:** Ontwerp met maximale bouwhoogte conform artikel 3.4 'Afwijken van de bouwregels' van het Uitwerkingsplan Zuidas-Ravel (eerste uitwerking).

### 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.

### 2.1 Kader

De nota Hoogbouw, Beleid en Instrument (2005) is in juni 2005 als aanvullend toetsingskader op het structuurplan "Kiezen voor stedelijkheid" door de gemeenteraad Amsterdam vastgesteld. Het belangrijkste doel van het Amsterdamse hoogbouwbeleid is een zorgvuldige inpassing van hoogbouwinitiatieven in de bestaande structuren van de stad. Daarbij is de landschappelijke inpassing een aspect dat, zodra er sprake is van een zekere impact op het stadslandschap, een stedelijke afweging behoeft. In de Nota wordt aangegeven voor welke hoogbouwplannen dit geldt.

De Zuidas is aangewezen als grootstedelijk hoogbouwcluster. Bij bouwhoogtes groter dan 90 meter is aangegeven dat een landschapsstudie aan de centrale raadscommissie dient te worden gezonden.

De HER is een rapportage waarin alle relevante effecten van hoogbouw, zoals windhinder en schaduwwerking, toetsing aan hindernisbeperkingen als straalpaden en beperkingen rond Schiphol worden onderzocht, maar die vooral is bedoeld om de effecten van een plan op het stadslandschap in beeld te brengen. Voor de ruimtelijke onderbouwing uitwerkingsplan Valley is een HER noodzakelijk, aangezien de ondergrens van 90 meter wordt overschreden.

### 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 klasse A overeenkomt met de kleinste overschrijdingskans en klasse 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.

### 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     |

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

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.

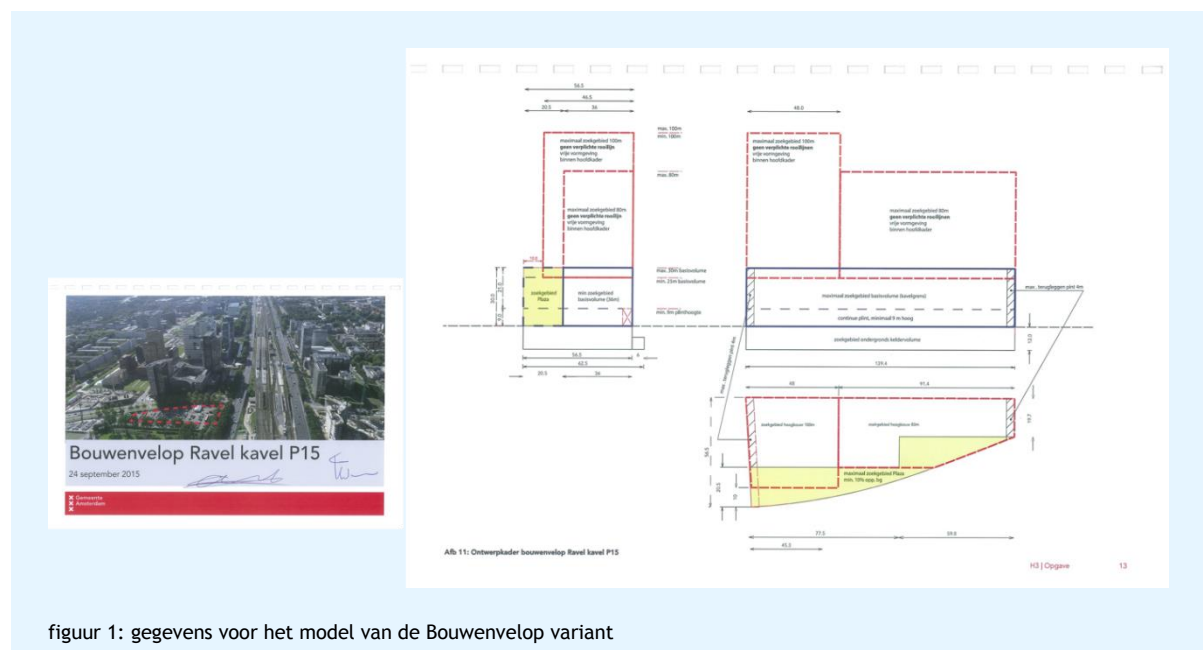
### 3. Onderzoeksmethodiek

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.

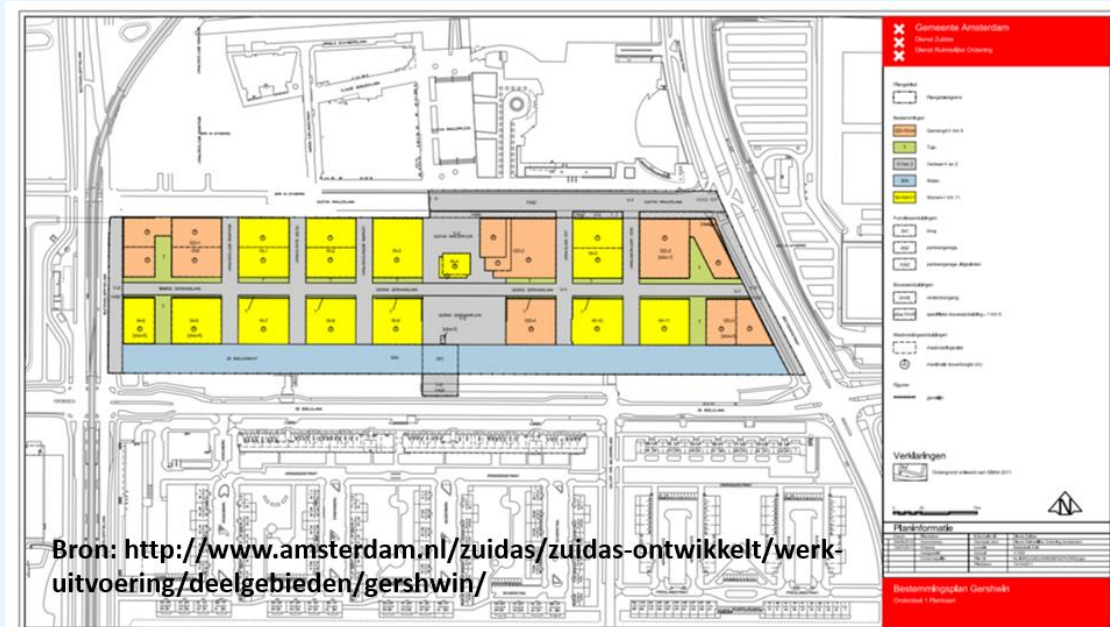
### 3.1 Situatie en model

Er zijn drie situaties doorgerekend: Allereerst de situatie met de ontwikkeling van Omgevingsveld 2, de nieuwe inrichting van de velden van AFC (op basis van een 3D-sketchup model van de gemeente van 2 december 2015, tevens is gebruik gemaakt van de hoogtes opgenomen in het bestemmingsplan van Gerswin) en de Bouwenvelop van Valley zoals aangegeven door de gemeente in het document Bouwenvelop Ravel kavel P15 van 24 september 2015.

Voor de omgeving is verder hoogtedata van gebouwen in een straal van 400 meter rondom het project gebruikt, Google maps en Bing maps om de modellen te valideren en is zoveel mogelijk rekening gehouden met de nieuwbouwprojecten in dit gebied.





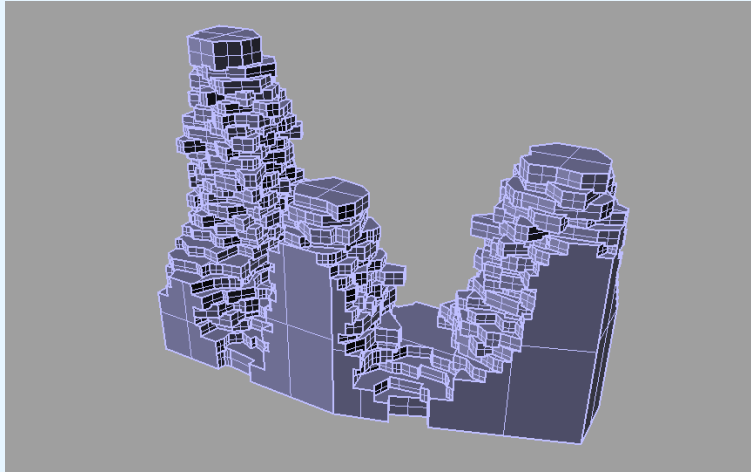


figuur 2: plangebied Gershwin



figuur 3: sketch-up model van de gemeente van 2 december 2015

De variant van het uiteindelijk DO van Valley is gebaseerd op het 3d-model van 30 september 2016 verstrekt door MVRDV. Voor de omgeving van Valley is verder hoogtedata van gebouwen in een straal van 400 meter rondom het project gebruikt, Google maps en Bing maps om de modellen te valideren en is zoveel mogelijk rekening gehouden met de nieuwbouwprojecten in dit gebied.



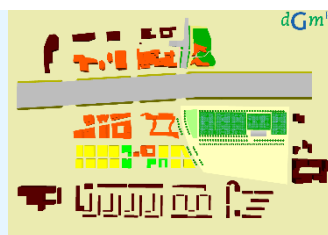
figuur 4: maximale variant DO van MVRDV

Uiteindelijk heeft dit geleid tot drie varianten die zijn gemodelleerd:

- 1 Variant 1 betreft de Bouwenvelop van Valley met Omgevingsveld 2 en de voetbalvelden van AFC. Hierbij zijn bomen en een windscherm (70% doorlatend) meegenomen in de simulatie, alles zoals opgenomen in het SketchUp model van 2 december 2015 van de gemeente.
- 2 Variant 2 is de situatie wanneer de AFC-velden worden opgeleverd, oftewel Variant 1 minus de Bouwenvelop van Valley en Omgevingsveld 2.
- 3 Variant 3 is idem Variant 1 met de maximale variant van het Definitieve Ontwerp van Valley in plaats van de Bouwenvelop van Valley geplaatst in de omgeving.



figuur 5: variant 1 (boven)



figuur 6: variant 2 (boven)



figuur 7: variant 3 (boven)



figuur 8: variant 1 zuidwesten



figuur 9: variant 2 zuidwesten



figuur 10: variant 3 zuidwesten



figuur 11: variant 1 zuidoosten



figuur 12: variant 2 zuidoosten



figuur 13: variant 3 zuidoosten

### 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- $\epsilon$  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.

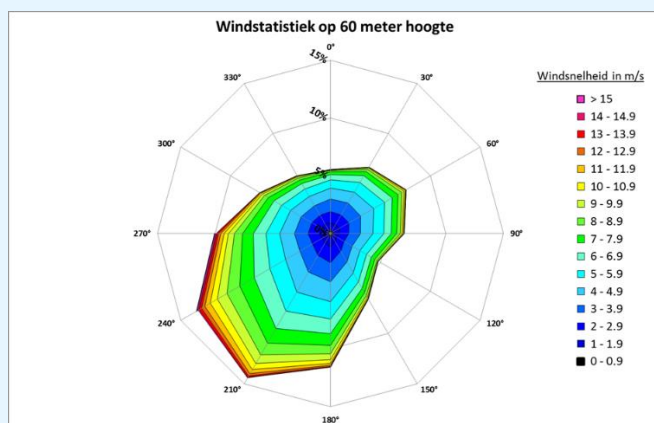
In de NEN 8100 staat de nauwkeurigheid van CFD en windtunnelonderzoeken beschreven. Daarin wordt de inschatting van de fout in de voorspelling van de overschrijdingskans (p) gegeven. Deze geldt als de lokale snelheid zich boven de 5 m/s bevindt. In tabel 4 wordt deze weergegeven.

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

|                                                                                     |      |      |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|
| overschrijdingskans:<br>p (Vlok > 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<br>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 14 de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



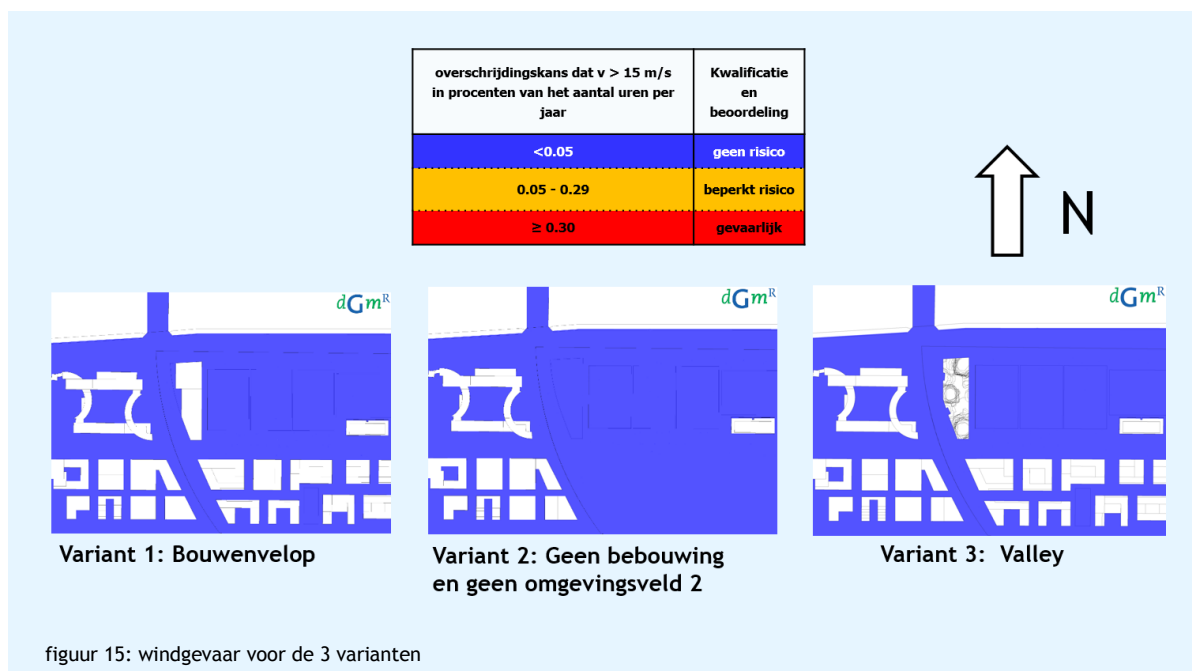
figuur 14: windroos rond plangebied

## 4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek van het Definitieve Ontwerp van Valley te Amsterdam gepresenteerd. Aandacht zal liggen op de kwalificaties windgevaar en windhinder. De resultaten worden gevisualiseerd op maaiveld. Alle doorsneden zijn op 1.75 m boven maaiveld.

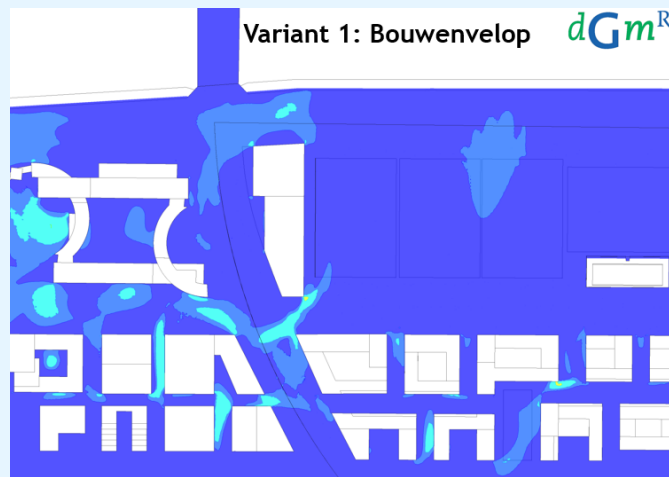
### 4.1 Windgevaar

De resultaten laten zien dat er geen windgevaar of beperkt risico op windgevaar is. Dit geldt voor alle varianten.



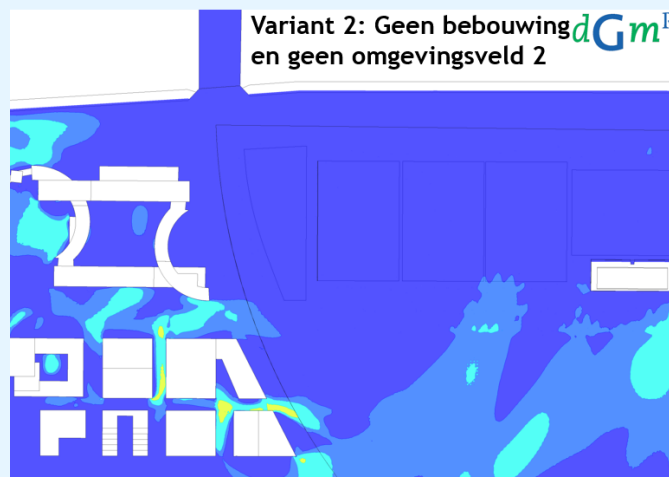
### 4.2 Windhinder

In deze paragraaf worden voor de drie varianten het windhinderklimaat inzichtelijk gemaakt.



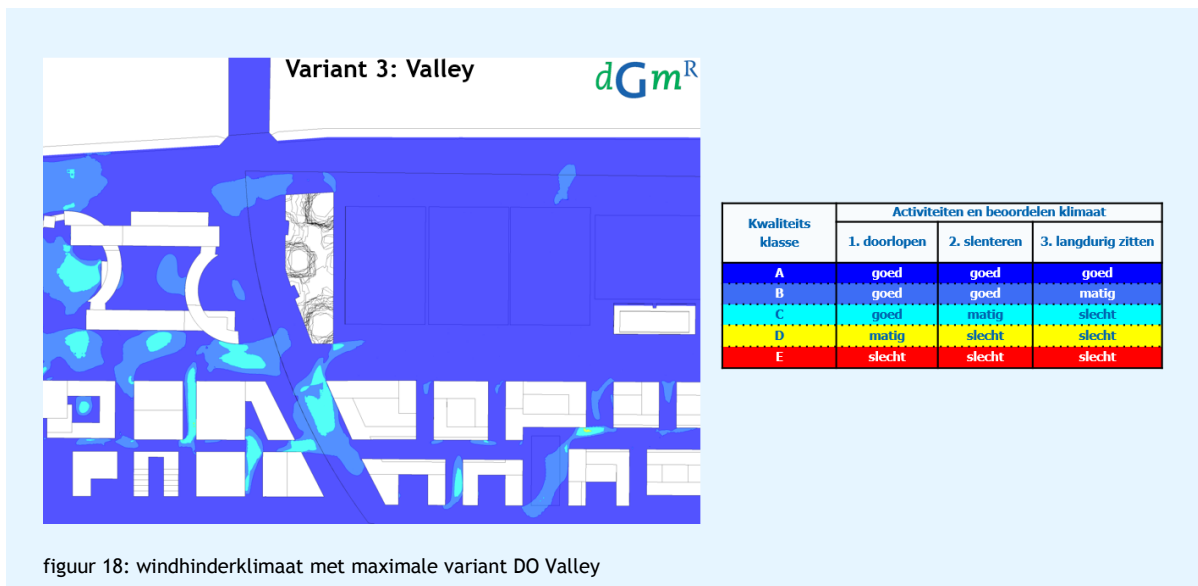
| Kwaliteits<br>klasse | Activiteiten en beoordelen klimaat |              |                     |
|----------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|
|                      | 1. doorlopen                       | 2. slenteren | 3. langdurig zitten |
| A                    | goed                               | goed         | goed                |
| B                    | goed                               | goed         | matig               |
| C                    | goed                               | matig        | slecht              |
| D                    | matig                              | slecht       | slecht              |
| E                    | slecht                             | slecht       | slecht              |

figuur 16: windhinderklimaat rondom variant 1 met de bouwenvelop



| Kwaliteits<br>klasse | Activiteiten en beoordelen klimaat |              |                     |
|----------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|
|                      | 1. doorlopen                       | 2. slenteren | 3. langdurig zitten |
| A                    | goed                               | goed         | goed                |
| B                    | goed                               | goed         | matig               |
| C                    | goed                               | matig        | slecht              |
| D                    | matig                              | slecht       | slecht              |
| E                    | slecht                             | slecht       | slecht              |

figuur 17: windhinderklimaat rondom variant 2 zonder Valley en Omgevingsveld 2



### Globaal beeld

Er kan worden gezegd dat er rondom het project een goed windhinderklimaat heerst. Het goede windklimaat is met name ingegeven doordat de overheersende windrichtingen zuid, zuidwesten en westenwind weerstand ondervinden doordat hier reeds hoogbouw aanwezig is. De stedelijke verdichting van het voorland ten opzichte van het project hebben hierbij dus een positieve bijdrage.

### AFC-velden

Ter plaatse van de nieuwe inrichting van de voetbalvelden van AFC zal er ook een goed windklimaat heersen. Voornamelijk windhinderklasse A en B, hetgeen een goed windklimaat is. Als variant 2 beschouwd wordt, valt op te maken dat ondanks dat het zuiden vrij open is (door het ontbreken van Omgevingsveld 2) het windklimaat op de velden ook goed is.

Dit heeft ermee te maken dat de wind hier met name horizontaal is en derhalve grotendeels onder de 5 m/s blijft ter plaatse van de doorsnede op 1.75 meter boven maaiveld. Voor de duidelijkheid windklasse A of B betekent dus niet windstil.

### Gustav Mahlerlaan ten zuiden van Valley

De doorgang tussen Valley en Omgevingsveld 2 (Gustav Mahlerlaan) zal een acceptabel windklimaat hebben als slentergebied en een goed windklimaat als doorloopgebied (Klasse C).

### Entrees Valley

Het resultaat van het onderzoek heeft uitgewezen dat er ter plaatse van de entrees overall een goed windklimaat heerst (klasse A).



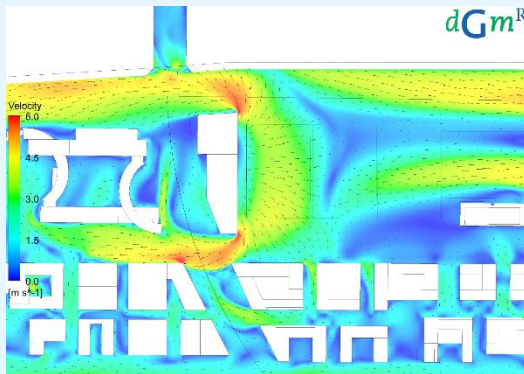
| Kwaliteits<br>klasse | Activiteiten en beoordelen klimaat |              |                     |
|----------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|
|                      | 1. doorlopen                       | 2. slenteren | 3. langdurig zitten |
| A                    | goed                               | goed         | goed                |
| B                    | goed                               | goed         | matig               |
| C                    | goed                               | matig        | slecht              |
| D                    | matig                              | slecht       | slecht              |
| E                    | slecht                             | slecht       | slecht              |



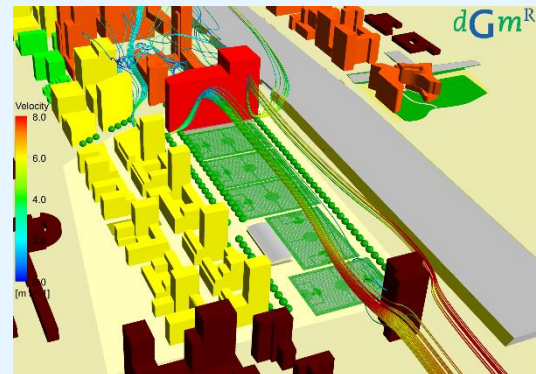
figuur 19: windhinderklimaat ter plaatse van de entrees

### Wind uit niet-overheersende windrichtingen

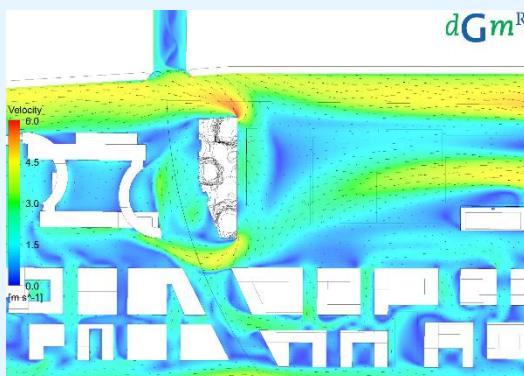
Over het algemeen heerst er dus een goed windklimaat. Er zijn alleen wel twee niet-overheersende windrichtingen die enige toelichting vragen. Dit betreft oostenwind en de westnoordwestenwind. Doordat deze windrichtingen op basis van de statistiek maar beperkt voorkomen is de bijdrage aan het windklimaat beperkt.



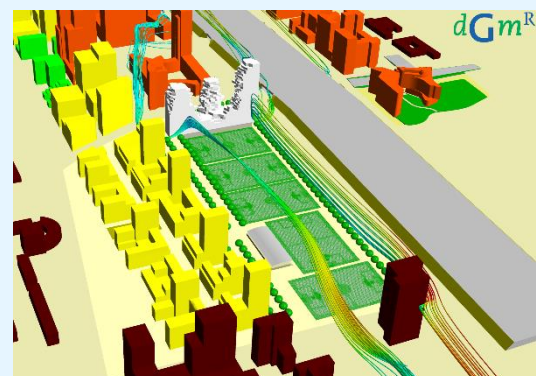
figuur 20: variant 1 oostenwind luchtsnelheden



figuur 21: variant 1 stroomlijnen



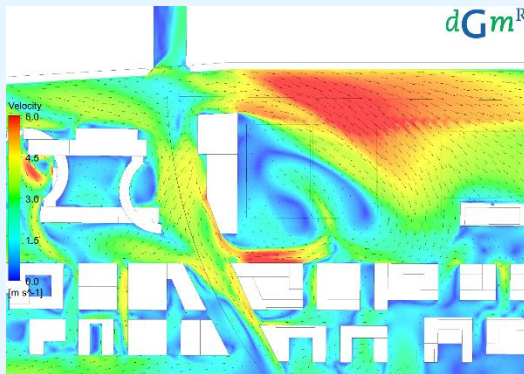
figuur 22: variant 3 oostenwind luchtsnelheden



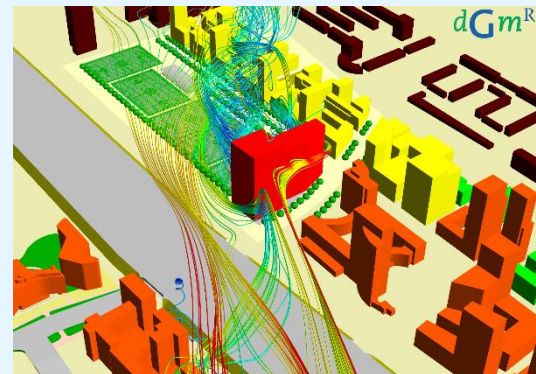
figuur 23: variant 3 stroomlijnen

Deze visualisaties illustreren dat er rond de noordhoek en zuidhoek van de bouwvelop (variant 1) als bij Valley (variant 3) in geval van oostenwind hoge luchtsnelheden kunnen worden verwacht. Dit heeft als oorzaak dat het project vanuit het oosten redelijk vrij kan worden aangestroomd. Het effect van de massa valt hierbij ook in het oog. De variant 1 met volledige bouwvelop opgevuld zorgt voor hogere windsnelheden rond de hoeken.

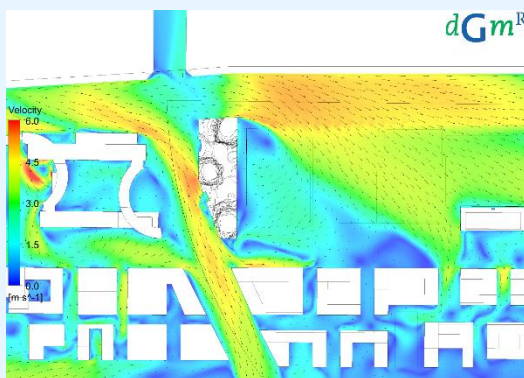




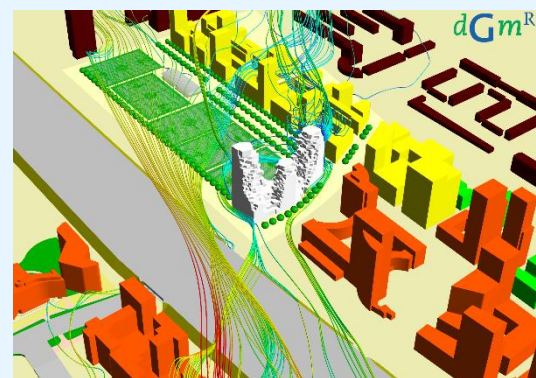
figuur 24: variant 1 WNW-wind luchtsnelheden



figuur 25: variant 1 WNW-wind stroomlijnen



figuur 26: variant 3 WNW-wind luchtsnelheden



figuur 27: variant 3 WNW-wind stroomlijnen

Bij WNW-wind valt te zien dat er hogere windsnelheden kunnen worden verwacht richting de velden van AFC en ook afkomstig van beide hoeken van het ontwerp. De oorzaak hiervoor is dat de wind net als bij oostenwind redelijk vrij kan aanstromen door de aanwezigheid van de A10. Verder valt te zien dat bij deze windrichting door het gebouw met name op het meest westelijk gelegen veld van AFC veel turbulentie ontstaat. Echter wederom valt te zien dat de meer open vorm van de maximale variant DO (variant 3) minder turbulentie veroorzaakt maar ook minder hoge snelheden dan de variant met de volledige bouwvelop. Deze windrichting komt statistisch echter maar circa 7% van de tijd voor in combinatie met lage windsnelheden voor het grootste deel van deze tijd.

## 5. Conclusie

In opdracht van OVG Projecten LXXVII BV heeft DGMR voor de maximale variant van Valley een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de ruimtelijke onderbouwing uitwerkingsplan Valley.

### Kader

De nota Hoogbouw, Beleid en Instrument (2005) is in juni 2005 als aanvullend toetsingskader op het structuurplan "Kiezen voor stedelijkheid" door de gemeenteraad Amsterdam vastgesteld.

Het belangrijkste doel van het Amsterdamse hoogbouwbeleid is een zorgvuldige inpassing van hoogbouwinitiatieven in de bestaande structuren van de stad. Daarbij is de landschappelijke inpassing een aspect dat, zodra er sprake is van een zekere impact op het stadslandschap, een stedelijke afweging behoeft. In de Nota wordt aangegeven voor welke hoogbouwplannen dit geldt.

De Zuidas is aangewezen als grootstedelijk hoogbouwcluster. Bij bouwhoogtes groter dan 90 meter is aangegeven dat een landschapsstudie aan de centrale raadscommissie dient te worden gezonden.

De HER is een rapportage waarin alle relevante effecten van hoogbouw, zoals windhinder en schaduwwerking, toetsing aan hindernisbeperkingen als straalpaden en beperkingen rond Schiphol worden onderzocht, maar die vooral is bedoeld om de effecten van een plan op het stadslandschap in beeld te brengen.

Voor de ruimtelijke onderbouwing uitwerkingsplan Valley is een HER noodzakelijk, aangezien de ondergrens van 90 meter wordt overschreden.

### Toetsing

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.

### Resultaten/Conclusie

In dit onderzoek zijn drie varianten doorgerekend:

- 1 Variant 1 betreft de Bouwenvelop van Valley met Omgevingsveld 2 en de voetbalvelden van AFC. Hierbij zijn bomen en een windscherm (70% doorlatend) meegenomen in de simulatie, alles zoals opgenomen in het SketchUp model van 2 december 2015 van de gemeente.
- 2 Variant 2 is de situatie wanneer de AFC-velden worden opgeleverd, oftewel Variant 1 minus de Bouwenvelop van Valley en Omgevingsveld 2.
- 3 Variant 3 is idem Variant 1 met de maximale variant van het Definitieve Ontwerp van Valley in plaats van de Bouwenvelop van Valley geplaatst in de omgeving.

### Windgevaar

De resultaten laten zien dat er geen windgevaar of beperkt risico op windgevaar is. Dit geldt voor alle varianten.

### Windhinder

Er kan worden gezegd dat er rondom het project een goed windhinderklimaat heerst. Het goede windklimaat is met name ingegeven doordat de overheersende windrichtingen zuid, zuidwesten en westenwind weerstand ondervinden doordat hier reeds hoogbouw aanwezig is. De stedelijke verdichting van het voorland ten opzichte van het project hebben hierbij dus een positieve bijdrage.

**AFC-velden**

Ter plaatse van de nieuwe inrichting van de voetbalvelden van AFC zal ook een goed windklimaat heersen. Voornamelijk windhinderklasse A en B, hetgeen een goed windklimaat is. Als variant 2 beschouwd wordt, valt op te maken dat ondanks dat het zuiden vrij open door het ontbreken van Omgevingsveld 2 het windklimaat op de velden ook goed is. Dit heeft ermee te maken dat de wind hier met name horizontaal is en derhalve grotendeels onder de 5 m/s blijft ter plaatse van de doorsnede op 1.75 meter boven maaiveld. Voor de duidelijkheid windklasse A of B betekent dus niet windstil.

**Gustav Mahlerlaan ten zuiden van Valley**

De doorgang tussen Valley en Omgevingsveld 2 (Gustav Mahlerlaan) zal een acceptabel windklimaat hebben als slentergebied en een goed windklimaat als doorloopgebied (Klasse C).

**Entrees Valley**

De resultaten van het onderzoek hebben uitgewezen dat ter plaatse van de entrees overal een goed windklimaat heerst (klasse A).

p.o.



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

## Bijlage 1

|       |                                         |
|-------|-----------------------------------------|
| Titel | Technisch inlegvel numerieke simulaties |
|-------|-----------------------------------------|

**Tabel 1: technisch inlegvel numerieke simulaties**

| Project                             | Projectgegevens                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectnaam                         | Valley te Amsterdam                                                                                                                                        |
| Opdrachtgever                       | OVG Projecten LXXVII BV                                                                                                                                    |
| Projectleider                       | D. van der Werff                                                                                                                                           |
| Datum                               | oktober 2016                                                                                                                                               |
| Model                               | Algemene gegevens model                                                                                                                                    |
| Omvang gemodelleerd gebied          | In een straal van 300 m rond project                                                                                                                       |
| Kerngebied                          | Locatie project Valley te Amsterdam                                                                                                                        |
| Omgeving                            | Zuidas Amsterdam                                                                                                                                           |
| Afmetingen model                    | $\pi r^2 h$ met straal van ca. 1.25 km en een hoogte van 400 meter                                                                                         |
| Blokkeringsgraad                    | <5%                                                                                                                                                        |
| Gemodelleerd groen                  | Nee                                                                                                                                                        |
| Onderzochte windrichtingen          | 12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)                                                                                              |
| Onderzochte configuraties           | De situatie met ontwerp en zonder het ontwerp                                                                                                              |
| Computerinstellingen                | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                                                                                                            |
| Programmatuur                       | Ansys CFX v16.2, FVM (eindige volume methode)                                                                                                              |
| Algemeen                            | Drie-dimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch                                                                                                          |
| Rekenrooster                        | Ca. 57 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)                                                |
| Turbulentiemodellering              | RNG k-e turbulentiemodel                                                                                                                                   |
| Convectieve differentieschema's     | Snelheidscomponenten: High Resolution (second order UPWIND)<br>Turbulente grootheden: UPWIND<br>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=120197 Y=483403                                                                                                                                          |
| 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 men 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:

- Windgevaar
- 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 men 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 gebouw-ontwikkelaar 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<br>$v > 5$ m/s in procenten van het<br>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 gebouwwontwikkelaar 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  $\frac{3}{4}$  à 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  $\frac{1}{4}$  à 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 |
|-------|-----------------------------------|

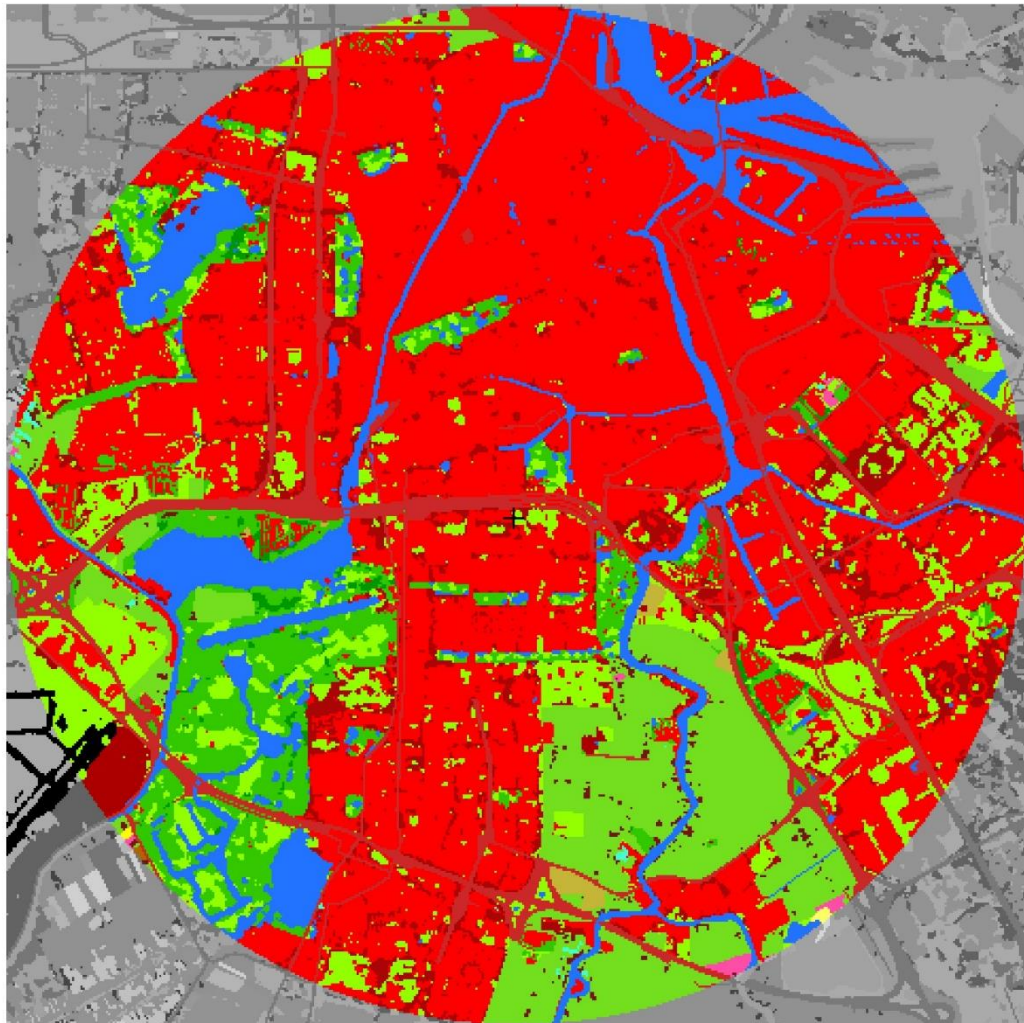
| FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                    |       | Jaar 1963-2002              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                    |       | X120197 Y483403             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                    |       | windrichting (*10 graden)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                    |       | Distributief in percentages |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 35-01                                                              | 02-04 | 05-07                       | 08-10 | 11-13 | 14-16 | 17-19 | 20-22 | 23-25 | 26-28 | 29-31 | 32-34 | Cum.  |
| windsnelheid<br>(m/s)                                              |       |                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0,0 - 0,9                                                          | 0,21  | 0,20                        | 0,21  | 0,18  | 0,15  | 0,19  | 0,25  | 0,23  | 0,19  | 0,21  | 0,24  | 2,47  |
| 1,0 - 1,9                                                          | 0,72  | 0,69                        | 0,68  | 0,55  | 0,45  | 0,58  | 0,91  | 0,76  | 0,67  | 0,71  | 0,70  | 8,15  |
| 2,0 - 2,9                                                          | 0,95  | 0,96                        | 0,94  | 0,86  | 0,73  | 0,90  | 1,36  | 1,25  | 0,99  | 1,03  | 0,89  | 11,81 |
| 3,0 - 3,9                                                          | 1,08  | 1,22                        | 1,18  | 1,08  | 0,79  | 1,09  | 1,62  | 1,70  | 1,27  | 1,17  | 0,97  | 14,18 |
| 4,0 - 4,9                                                          | 0,93  | 1,09                        | 1,31  | 1,08  | 0,77  | 1,07  | 1,70  | 2,04  | 1,51  | 1,28  | 0,92  | 14,77 |
| 5,0 - 5,9                                                          | 0,71  | 0,98                        | 1,09  | 0,95  | 0,65  | 0,92  | 1,53  | 1,92  | 1,60  | 1,21  | 0,74  | 13,19 |
| 6,0 - 6,9                                                          | 0,45  | 0,69                        | 0,76  | 0,64  | 0,48  | 0,64  | 1,28  | 1,76  | 1,57  | 1,07  | 0,54  | 10,64 |
| 7,0 - 7,9                                                          | 0,24  | 0,40                        | 0,57  | 0,47  | 0,34  | 0,42  | 1,05  | 1,45  | 1,46  | 0,92  | 0,35  | 8,24  |
| 8,0 - 8,9                                                          | 0,11  | 0,25                        | 0,39  | 0,31  | 0,22  | 0,32  | 0,74  | 1,19  | 1,23  | 0,69  | 0,22  | 6,05  |
| 9,0 - 9,9                                                          | 0,05  | 0,13                        | 0,21  | 0,16  | 0,08  | 0,18  | 0,53  | 0,85  | 0,94  | 0,51  | 0,12  | 4,00  |
| 10,0 - 10,9                                                        | 0,03  | 0,06                        | 0,14  | 0,09  | 0,03  | 0,11  | 0,34  | 0,60  | 0,69  | 0,37  | 0,06  | 2,64  |
| 11,0 - 11,9                                                        | 0,02  | 0,03                        | 0,07  | 0,05  | 0,01  | 0,05  | 0,19  | 0,39  | 0,51  | 0,28  | 0,03  | 1,72  |
| 12,0 - 12,9                                                        | 0,01  | 0,01                        | 0,02  | 0,02  | 0,01  | 0,03  | 0,11  | 0,23  | 0,31  | 0,19  | 0,02  | 0,97  |
| 13,0 - 13,9                                                        | -     | 0,00                        | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,01  | 0,05  | 0,12  | 0,20  | 0,14  | 0,01  | 0,56  |
| 14,0 - 14,9                                                        | -     | 0,00                        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,01  | 0,02  | 0,05  | 0,11  | 0,08  | 0,01  | 0,29  |
| 15,0 - 15,9                                                        | -     | -                           | 0,00  | 0,00  | -     | 0,00  | 0,01  | 0,03  | 0,07  | 0,05  | 0,00  | 0,16  |
| 16,0 - 16,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | 0,01  | 0,02  | 0,03  | 0,03  | -     | 0,09  |
| 17,0 - 17,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,01  | 0,02  | 0,02  | -     | 0,04  |
| 18,0 - 18,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,01  | 0,01  | -     | 0,02  |
| 19,0 - 19,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | -     | 0,01  |
| 20,0 - 20,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | -     | 0,01  |
| 21,0 - 21,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | -     | 0,00  |
| 22,0 - 22,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | -     | 0,00  |
| 23,0 - 23,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | -     | 0,00  |
| 24,0 - 24,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,00  | 0,00  | -     | 0,00  |
| 25,0 - 25,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 26,0 - 26,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 27,0 - 27,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 28,0 - 28,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 29,0 - 29,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 30,0 - 30,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 31,0 - 31,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 32,0 - 32,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 33,0 - 33,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 34,0 - 34,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 35,0 - 35,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 36,0 - 36,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 37,0 - 37,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 38,0 - 38,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 39,0 - 39,9                                                        | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 40,0 en hoger                                                      | -     | -                           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

## Bijlage 4

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| Titel | Terreinruwheid tot 6 km rond van de gebouwlocatie |
|-------|---------------------------------------------------|

| 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    |       | Maïs                               |
| 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.