

## PEN-Dorp, Alkmaar

### Windhinder

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Status</b> | <b>definitief</b>   |
| Versie        | 001                 |
| Rapport       | B.2023.0296.00.R001 |
| Datum         | 19 juli 2023        |



**Colofon**

|                                     |                                                                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opdrachtgever</b>                | HBB Groep                                                                              |
| <b>Contactpersoon opdrachtgever</b> | -                                                                                      |
| <b>Project</b>                      | HBB Groep - wind herontwikkeling PEN-Dorp Alkmaar                                      |
| <b>Betreft</b>                      | Windhinder                                                                             |
| <b>Uw kenmerk</b>                   | -                                                                                      |
| <b>Rapport</b>                      | B.2023.0296.00.R001                                                                    |
| <b>Datum</b>                        | 19 juli 2023                                                                           |
| <b>Versie</b>                       | 001                                                                                    |
| <b>Status</b>                       | definitief                                                                             |
| <b>Uitgevoerd door</b>              | DGMR Bouw B.V.<br>Weerdjesstraat 70<br>6811 JE Arnhem<br>Postbus 153<br>6800 AD Arnhem |
| <b>Contactpersoon</b>               | ir. D. (Dimitri) van der Werff<br>088 346 76 57<br>dwr@dgmr.nl                         |
| <b>Auteur</b>                       | ir. E.S. (Erik) den Tonkelaar<br>088 346 76 37<br>to@dgmr.nl                           |
| <b>Projectadviseur</b>              | ing. G. (Gertjan) Verbaan<br>088 346 76 50<br>vb@dgmr.nl                               |
| <b>2e lezer/secr.</b>               | BSW HW                                                                                 |

## Inhoud

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>1. Inleiding</b>                     | <b>4</b>  |
| <b>2. Situatie</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>3. Criteria</b>                      | <b>7</b>  |
| 3.1 Windhinder                          | 7         |
| 3.2 NEN 8100: Windgevaar                | 7         |
| <b>4. Onderzoeksmethodiek</b>           | <b>9</b>  |
| 4.1 Situaties                           | 9         |
| 4.2 Geometrisch modellen                | 9         |
| 4.3 Software                            | 11        |
| 4.4 Wind en ruwheid                     | 11        |
| 4.5 Categorie indeling onderzoeksgebied | 12        |
| <b>5. Resultaten</b>                    | <b>13</b> |
| 5.1 Bestaande situatie                  | 13        |
| 5.2 Nieuwbouw situatie                  | 14        |
| <b>6. Conclusie</b>                     | <b>17</b> |

## Bijlagen

|           |                                         |
|-----------|-----------------------------------------|
| Bijlage 1 | Technisch inlegvel numerieke simulaties |
| Bijlage 2 | Toelichting beoordeling windklimaat     |
| Bijlage 3 | Windstatistiek                          |

## 1. Inleiding

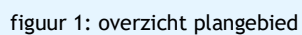
In opdracht van de HBB Groep hebben wij een windhinderonderzoek voor PEN-Dorp in Alkmaar uitgevoerd. De herontwikkeling van PEN-Dorp beslaat circa 70.000 m<sup>2</sup> grondoppervlakte en er komen ongeveer 540 wooneenheden. De meeste gebouwen hebben een hoogte van circa 20 tot 26 meter met twee hoogte-accenten (torens) van 50 meter.

Het doel van het onderzoek is om het windklimaat in kaart te brengen rond de herontwikkeling op maaiveld in het kader van het bestemmingsplan.

Voor het onderzoek hebben wij een 3D-model gemaakt van het gebied en de nabije omgeving om het windklimaat te toetsen aan de gestelde eisen (hoofdstuk 3). Dit model hebben wij met Computational Fluid Dynamics (CFD) gesimuleerd. CFD is een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Aan de hand van klimaatgegevens hebben we de windstromingen voor twaalf verschillende windrichtingen verwerkt tot het windklimaat rondom het gebouw.

In hoofdstuk 2 beschrijven wij de situatie en in hoofdstuk 3 de toetsingscriteria. In hoofdstuk 4 behandelen we de onderzoeksmethodiek en de bijbehorende uitgangspunten. De berekende gemiddelde snelheden zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar. De conclusie volgt in hoofdstuk 5.

Het plangebied ligt aan de westkant van Alkmaar, ingesloten tussen de N9 en de Helderseweg. Het gebied wordt herontwikkeld. Het plangebied ziet u in figuur 1. De nieuwbouw heeft een maximale hoogte van ongeveer 50 m. U ziet in figuur 2 het ontwerp van het stedenbouwkundig plan.





figuur 2: stedenbouwkundig plan

### 3. Criteria

Het windhinderonderzoek is uitgevoerd volgens NEN 8100. Hierin staan ook de eisen. Deze eisen zijn onderverdeeld in windhinder en windgevaar. Deze ziet u in de volgende twee paragrafen.

#### 3.1 Windhinder

Zodra het te hard waait, gaan mensen hinder ondervinden. Bij een snelheid van circa 20 km/h verwaait haar, krijgt de wind teveel vat op kleding en kunnen mensen problemen krijgen met lopen.

Windhinder op een bepaalde plek is het aantal uur per jaar dat het op deze plek harder waait dan deze gestelde grens van 20 km/h (5 m/s). In NEN 8100 zijn vijf kwaliteitsklassen, A t/m E, gedefinieerd waarbij A overeenkomt met het minst aantal uren en E met het grootste aantal.

Hoe iemand het windklimaat ervaart, hangt af van zijn activiteit. In een park of speeltuin heeft een persoon meer behoefte aan een rustiger windklimaat dan op een parkeerplaats.

De norm beschrijft drie activiteitsklassen:

- 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.

De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 1 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

**tabel 1: 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              |

Een belangrijke uitbreiding zijn horecaterrassen. Bij lagere windsnelheden beleven mensen het windklimaat op een horecaterras al eerder als slecht en is klasse A nog niet genoeg. We adviseren dan ook, in lijn met NEN 8100, om extra aanvullende maatregelen te treffen bij deze terrassen zoals windschermen en eventueel luifels bij hoge gebouwen.

#### 3.2 NEN 8100: Windgevaar

Als het erg hard waait (circa 50 km/h) kunnen gevaarlijke situaties optreden. Net als windhinder, drukt de norm windgevaar uit in het aantal uur per jaar dat het op een plek harder waait dan deze drempelsnelheid. Voor de beoordeling houden wij tabel 2 aan volgens NEN 8100. Beperkt risico is alleen acceptabel als mensen op deze plaats doorlopen (dus niet bijvoorbeeld bij een ingang). Gevaarlijke situaties mogen niet optreden op plaatsen waar mensen kunnen verblijven.

**tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)**

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

## 4. Onderzoeksmethodiek

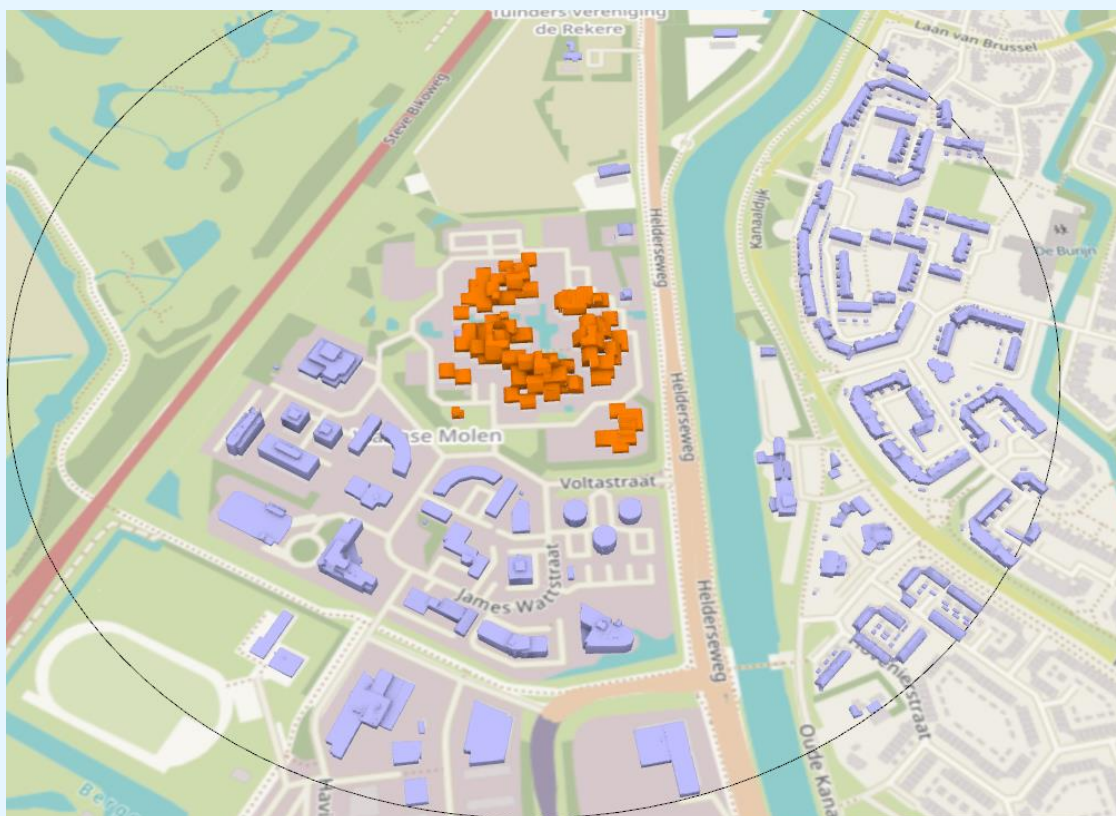
### 4.1 Situaties

We hebben twee situaties onderzocht:

- Bestaande situatie
- Nieuwbouw situatie

### 4.2 Geometrisch modellen

We hebben, volgens NEN 8100, het ontwerp gemodelleerd met de omgeving in een straal van 300 meter. Het 3D-model van de huidige situatie, het stedenbouwkundig ontwerp, is ons digitaal aangeleverd op 15 juni door de opdrachtgever. U ziet in figuur 3 de bestaande situatie. In figuur 4 en figuur 5 ziet u het stedenbouwkundig ontwerp.



figuur 3: 3D-model bestaande situatie (oranje)



figuur 4: 3D-Stedebouwkundig ontwerp (grijs)



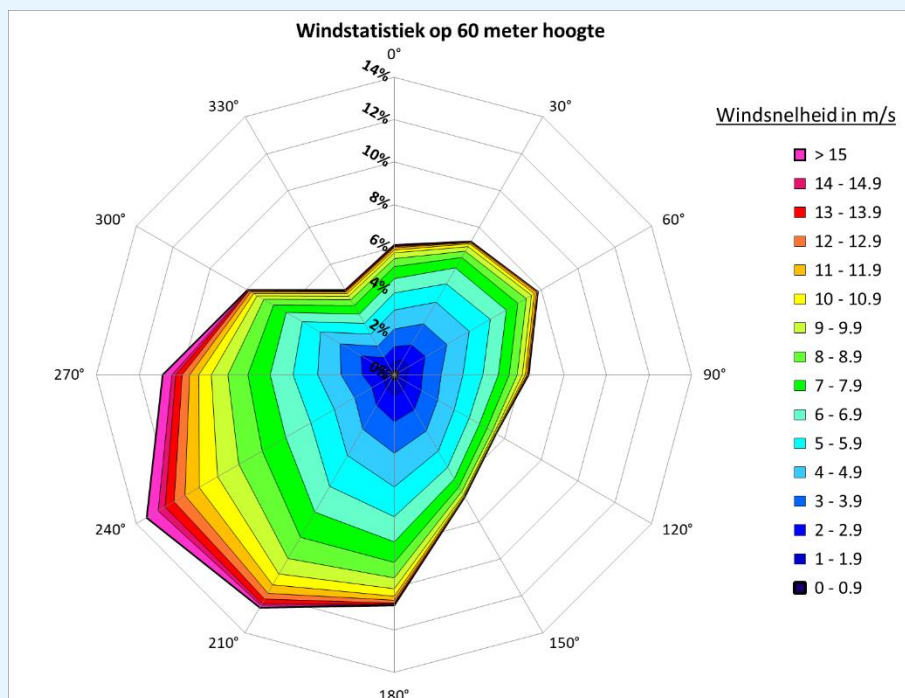
figuur 5: 3D-Stedebouwkundig ontwerp (grijs)

### 4.3 Software

Om het windklimaat te onderzoeken, gebruiken wij de methode Computational Fluid Dynamics (CFD). De berekeningen hebben wij uitgevoerd met het softwarepakket Simscale versie 2023. Zie bijlage 1 voor de numerieke uitgangspunten.

### 4.4 Wind en ruwheid

We passen het meteorologisch model van NPR 6097 toe om te bepalen hoe vaak een bepaalde windsnelheid voor elke windrichting voorkomt ter plaatse van het ontwerp (figuur 6). Dit model houdt rekening met de lokale luchtweerstand (ruwheid) van het landschap. In deze simulatie is rekening gehouden met de ruwheid van stedelijk gebied. Zie bijlage 3 voor de windstatistiek van de omgeving.



figuur 6: windstatistiek plangebied

#### 4.5 Categorie indeling onderzoeksgebied

Het stedenbouwkundig ontwerp is nog niet gedetailleerd genoeg voor de plaats van de toegangen en de inrichting van het maaiveld. Daarom maken we op gebiedsniveau geen onderscheid tussen de verschillende activiteiten en beoordelen we op de activiteit 'doorlopen'.

## 5. Resultaten

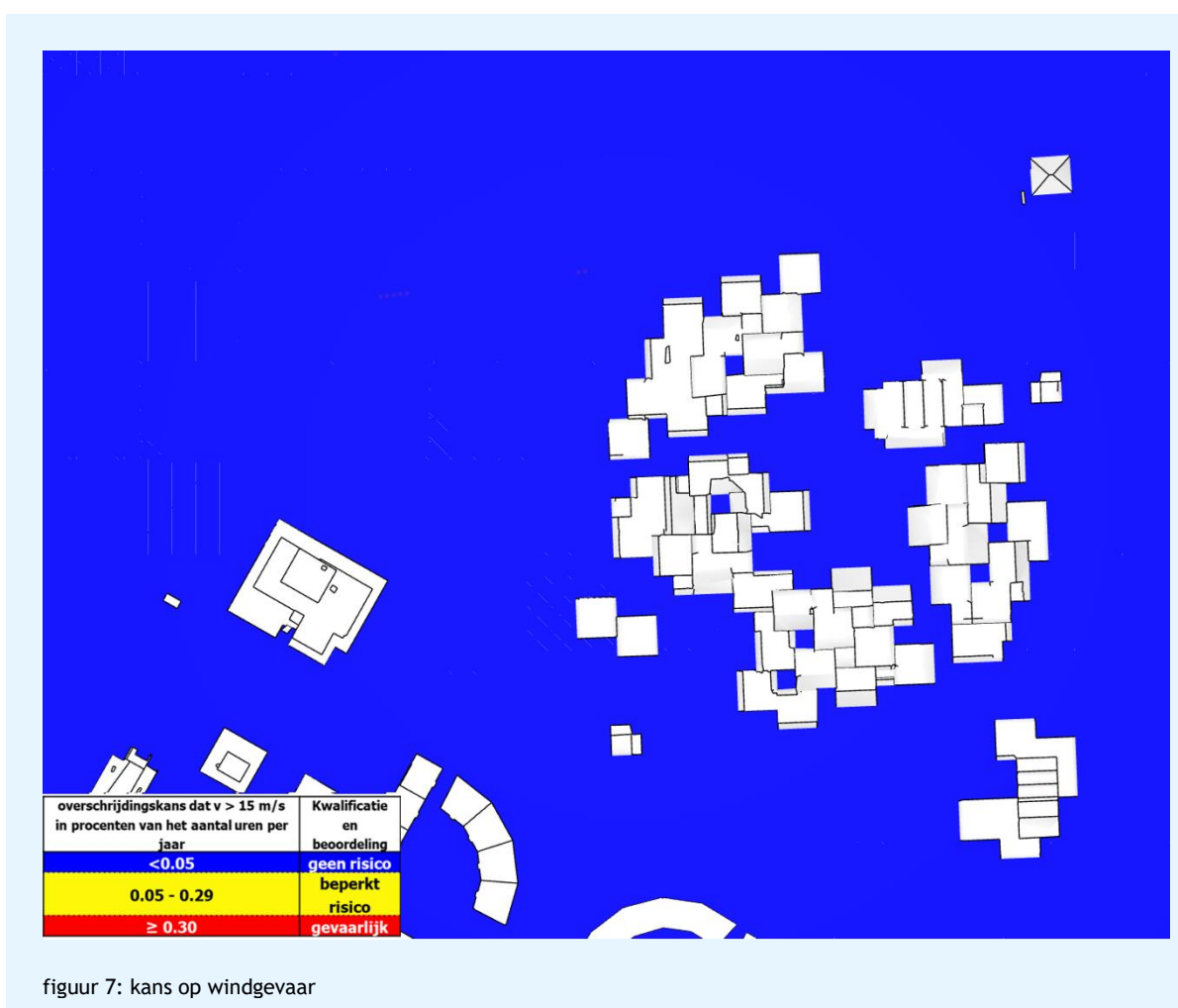
De twee volgende situaties zijn onderzocht:

- Bestaande situatie
- Nieuwbouw situatie

### 5.1 Bestaande situatie

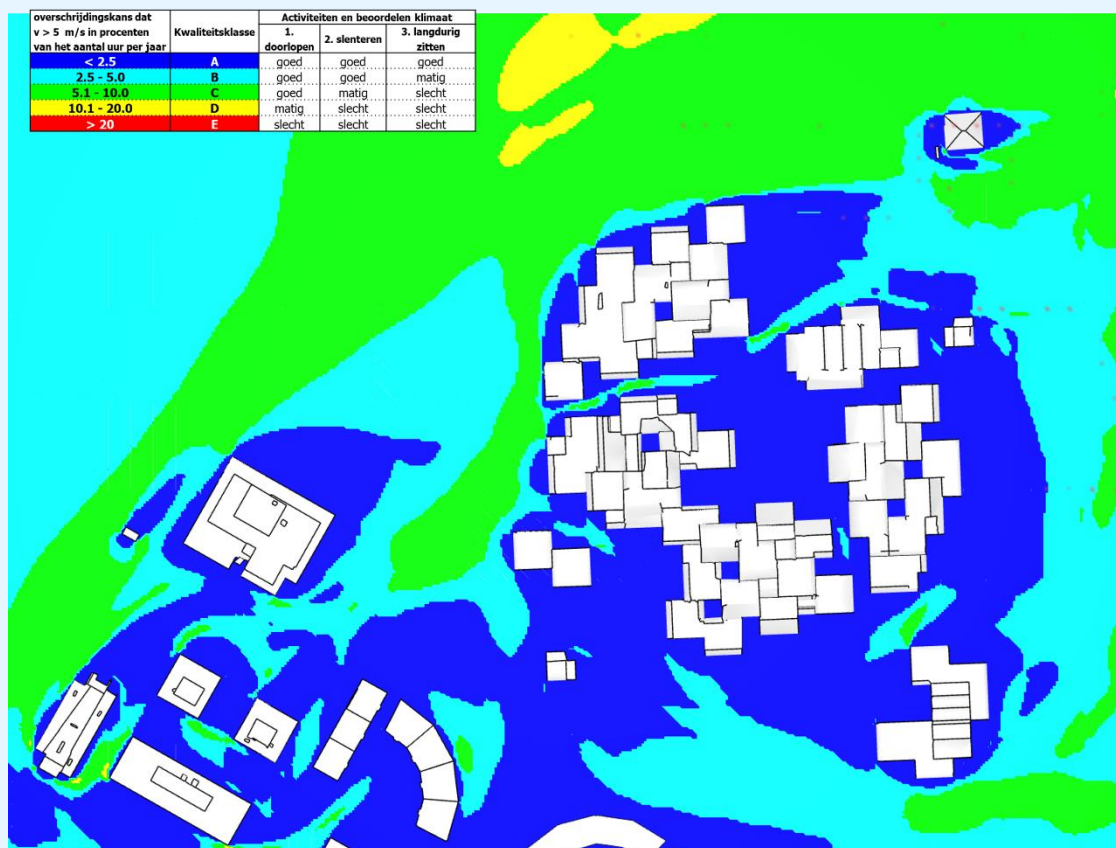
#### 5.1.1 Windgevaar

Er is geen sprake van windgevaar op maaiveldniveau. De resultaten ziet u in figuur 7.



#### 5.1.2 Windhinder

De resultaten voor maaiveldniveau ziet u in figuur 8. Tussen de bestaande bebouwing in het plangebied is er voornamelijk sprake van een goed windklimaat (windklasse A, B en C). Aan de noordwestkant van het plan heerst voornamelijk windklasse C. Dit wordt veroorzaakt door het relatief open karakter van het gebied aan deze kant.

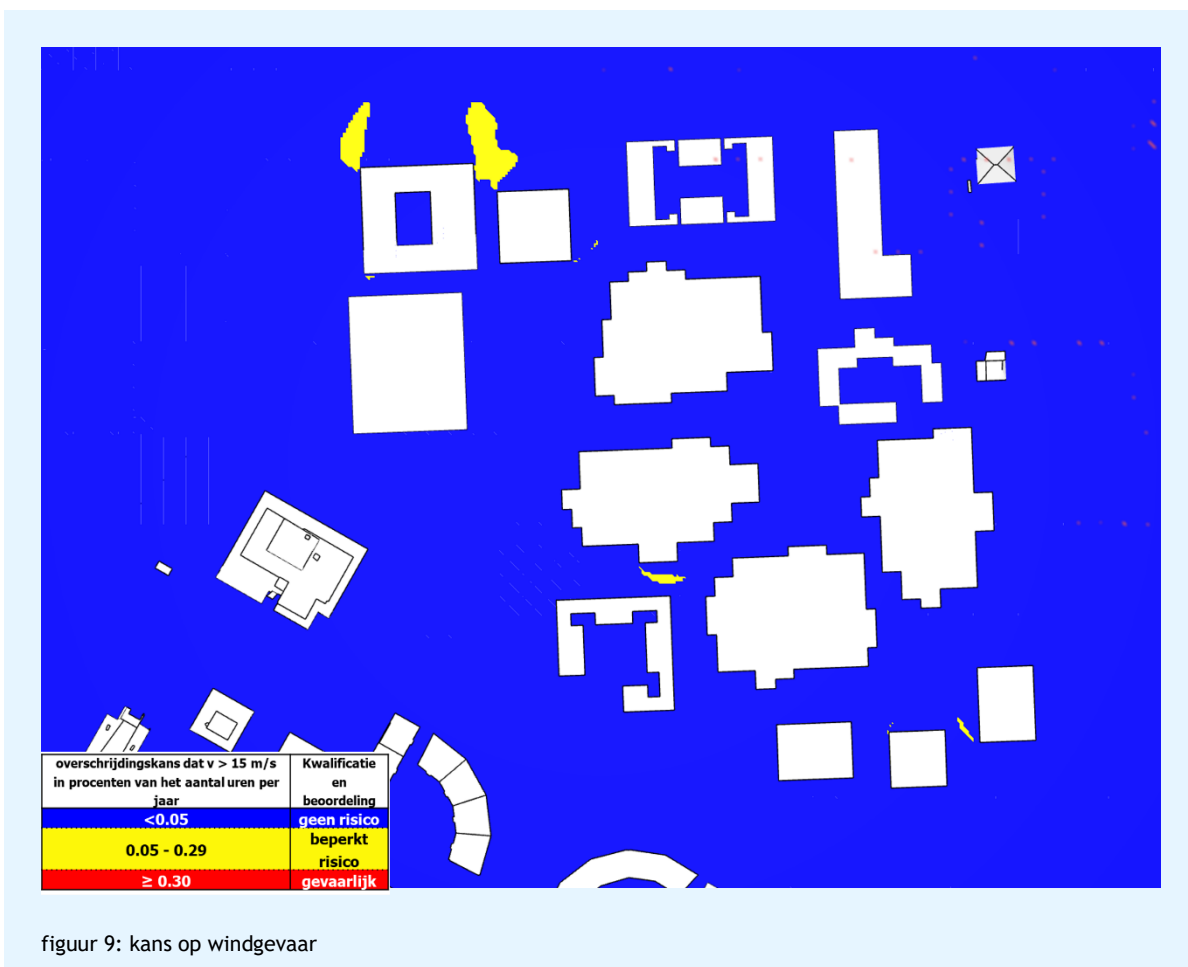


figuur 8: kans op windhinder

## 5.2 Nieuwbouw situatie

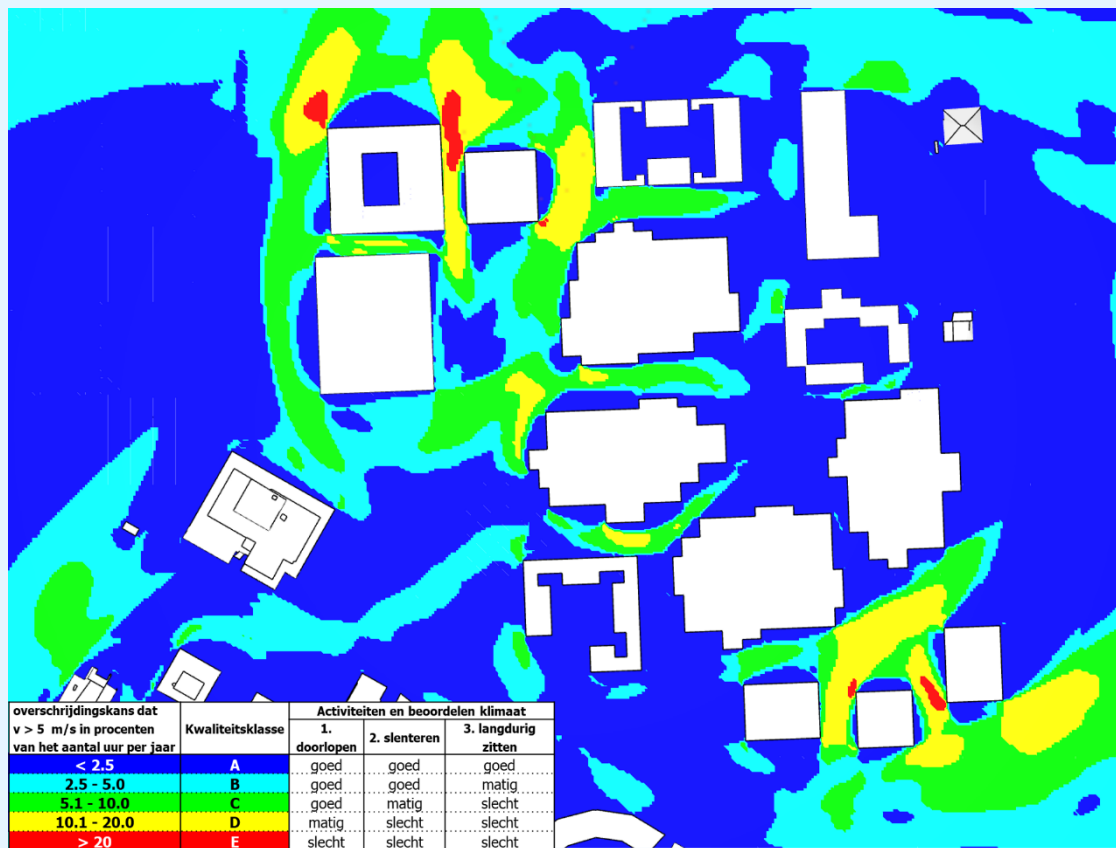
### 5.2.1 Windgevaar

Er is sprake van beperkt risico op maaiveldniveau (figuur 9). Beperkt risico ontstaat voornamelijk aan de westkant. Dit wordt veroorzaakt door het open karakter van het landschap aan deze kant, waardoor de wind vrij spel heeft, en door de (relatief) hoge toren die ernaast staat. Ook bij de toren aan de zuidoostkant ontstaat een klein gebied met beperkt risico. Het laatste gebied met beperkt risico ligt meer in het midden van het plangebied en wordt veroorzaakt door de volumes ter plaatse. Beperkt risico is alleen toegestaan voor doorloopgebieden.



### 5.2.2 Windhinder

De resultaten voor maaiveldniveau ziet u in figuur 10. Op een aantal plaatsen ontstaat een windklasse D (matig windklimaat) en windklasse E (slecht windklimaat). Windklasse E ontstaat ook hier door het open karakter van het terrein aan de westkant, waardoor de wind vrij spel heeft, en door de twee (relatief) hoge torens.



figuur 10: kans op windhinder

## 6. Conclusie

In opdracht van de HBB Groep hebben wij een windhinderonderzoek voor PEN-Dorp in Alkmaar. De herontwikkeling van PEN-Dorp beslaat circa 70.000 m<sup>2</sup> grondoppervlakte en er komen ongeveer 540 wooneenheden. De meeste gebouwen hebben een hoogte van circa 20 tot 26 meter met twee hoogte-accenten (torens) van 50 meter.

Het doel van het onderzoek is om het windklimaat in kaart te brengen rond de herontwikkeling op maaiveld in het kader van het bestemmingsplan.

Voor het onderzoek hebben wij een 3D-model gemaakt van het gebied en de nabije omgeving om het windklimaat te toetsen aan de gestelde eisen. Dit model hebben wij met Computational Fluid Dynamics (CFD) gesimuleerd. CFD is een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Aan de hand van klimaatgegevens hebben we de windstromingen voor twaalf verschillende windrichtingen verwerkt tot het windklimaat rondom het gebouw.

De twee volgende situaties zijn onderzocht:

- Bestaande situatie
- Nieuwbouw situatie

### **Bestaande situatie:**

Er is geen sprake van windgevaar. Binnen het plangebied heerst een goed windklimaat (windklasse A, B en C).

### **Nieuwbouwsituatie:**

Er is op drie plaatsen sprake van beperkt risico. Dit is toegestaan voor doorloopgebieden. Binnen het plangebied is er in de noordwesthoek en de zuidoosthoek sprake van een slecht windklimaat (windklasse E). Dit wordt veroorzaakt door het open karakter van het terrein aan de westkant, waardoor de wind vrij spel heeft, en door de twee (relatief) hoge torens.

Om het windklimaat te verbeteren, kunt u denken aan de volgende mogelijkheden:

- rekening houden met plaatsing van looppaden, entrees, terrassen;
- aanpassen stedenbouwkundig plan;
- schermen en/of luifels;
- in het openbaar gebied inpassen van bomen/struiken en/of schermen/kunstwerken.

p.o. ir. P.B. (Peter) Bijvoet

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

## Bijlage 1

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

**Technisch inlegvel numerieke simulaties**

| Project                                  | Projectgegevens                                                                                                                                          |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectnaam                              | Pen-Dorp Alkmaar                                                                                                                                         |
| Opdrachtgever                            | HBB groep                                                                                                                                                |
| Projectleider                            | D. van der Werf                                                                                                                                          |
| Datum                                    | Juli 2023                                                                                                                                                |
| <b>Model</b>                             | <b>Algemene gegevens model</b>                                                                                                                           |
| Omvang gemodelleerd gebied               | In een straal van meer dan 300 meter rond project                                                                                                        |
| Kerngebied                               | Alkmaar                                                                                                                                                  |
| Omgeving                                 | Alkmaar                                                                                                                                                  |
| Afmetingen model                         | $\pi r^2 h$ met straal van meer dan 300 meter en een hoogte van 480 meter                                                                                |
| Blokkeringsgraad                         | < 5%                                                                                                                                                     |
| Gemodelleerd groen                       | -                                                                                                                                                        |
| Onderzochte windrichtingen               | 12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)                                                                                            |
| Onderzochte configuraties                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• huidige situatie (geen bomen)</li> <li>• stedenbouwkundig plan</li> </ul>                                       |
| <b>Computerinstellingen</b>              | <b>Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur</b>                                                                                                   |
| Programmatuur                            | Simscale 2023, , Lattice Boltzmann Solver                                                                                                                |
| Algemeen                                 | Driedimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch                                                                                                         |
| Rekenrooster                             | Afhankelijk van variant variëren tussen de 20 miljoen en 40 miljoen cellen                                                                               |
| Turbulentiemodellering                   | Expliciete turbulentie plus gemodelleerde turbulentie met een turbulentie model (wanneer grid te groot is voor odelleren turbulentie en nabij de wanden) |
| <b>Randvoorwaarden</b>                   | <b>Gebruikte randvoorwaarden</b>                                                                                                                         |
| 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                                                                                                                            |
| <b>Gegevensbewerking en -beoordeling</b> | <b>Informatie voor locatie en berekening windklimaat</b>                                                                                                 |
| Amersfoortse coördinaten                 |                                                                                                                                                          |
| 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 onderstaande tabel is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

**tabel 2.1: 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 markt-kraampjes, 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:

- 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 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. Wanneer 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 openbare 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. 2.2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)**

| Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het totaal 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 gebouw-ontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbare 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 er 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 er 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.

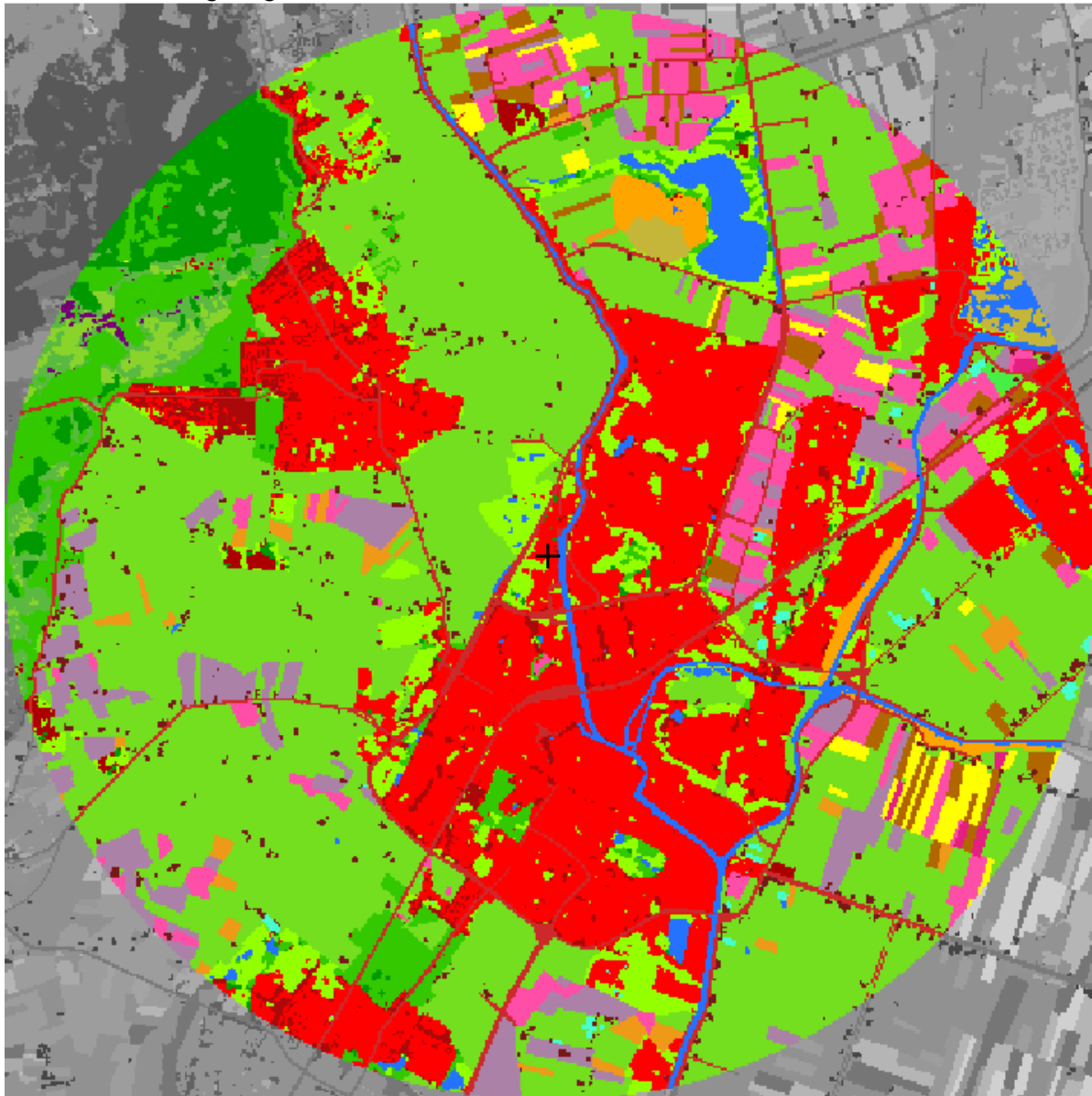
### Bijlage 3

Titel

Windstatistiek

| FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT |       |       |       |       |       |       |                |       |       |       |       |       |        |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| X111254 Y518487                                                    |       |       |       |       |       |       | Jaar 1963-2002 |       |       |       |       |       |        |
| Windrichting (*10 graden)                                          |       |       |       |       |       |       |                |       |       |       |       |       |        |
| Windsnelheid<br>(m/s)                                              | 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.   |
| Distributief in uren per jaar                                      |       |       |       |       |       |       |                |       |       |       |       |       |        |
| 0,0 - 0,9                                                          | 12.1  | 15.2  | 17.9  | 11.6  | 14.9  | 16.8  | 18.4           | 14.3  | 9.4   | 13.3  | 17.4  | 8.7   | 169.9  |
| 1,0 - 1,9                                                          | 41.2  | 53.0  | 52.0  | 40.8  | 44.3  | 57.6  | 66.0           | 47.7  | 36.8  | 46.7  | 57.3  | 29.4  | 572.9  |
| 2,0 - 2,9                                                          | 62.9  | 74.3  | 78.4  | 63.5  | 70.2  | 90.6  | 109.6          | 82.1  | 58.8  | 72.1  | 81.1  | 44.5  | 888.1  |
| 3,0 - 3,9                                                          | 72.3  | 100.1 | 102.2 | 77.3  | 78.7  | 102.7 | 128.4          | 114.2 | 82.1  | 86.9  | 100.6 | 53.1  | 1098.4 |
| 4,0 - 4,9                                                          | 78.4  | 101.8 | 106.1 | 90.9  | 78.2  | 94.8  | 139.1          | 125.8 | 97.2  | 95.1  | 94.5  | 56.5  | 1158.5 |
| 5,0 - 5,9                                                          | 70.5  | 87.2  | 101.1 | 81.3  | 71.0  | 78.6  | 122.3          | 145.5 | 111.9 | 101.3 | 85.9  | 52.1  | 1108.8 |
| 6,0 - 6,9                                                          | 59.3  | 76.3  | 76.1  | 63.7  | 48.7  | 55.2  | 103.6          | 122.7 | 119.3 | 96.1  | 76.3  | 43.7  | 940.8  |
| 7,0 - 7,9                                                          | 49.2  | 48.8  | 54.5  | 44.7  | 37.2  | 36.6  | 86.1           | 120.5 | 112.6 | 91.4  | 60.2  | 39.9  | 781.6  |
| 8,0 - 8,9                                                          | 33.5  | 31.8  | 40.3  | 33.8  | 24.2  | 23.6  | 64.1           | 100.4 | 109.9 | 82.8  | 47.0  | 28.0  | 619.4  |
| 9,0 - 9,9                                                          | 22.0  | 22.0  | 25.3  | 21.5  | 10.7  | 14.2  | 43.0           | 75.4  | 102.3 | 67.8  | 31.0  | 17.9  | 453.1  |
| 10,0 - 10,9                                                        | 13.0  | 12.4  | 15.0  | 11.1  | 4.7   | 6.9   | 30.7           | 51.6  | 87.9  | 51.5  | 18.5  | 11.8  | 315.1  |
| 11,0 - 11,9                                                        | 8.3   | 6.2   | 9.7   | 8.1   | 2.0   | 3.3   | 18.2           | 40.5  | 66.4  | 37.6  | 12.8  | 8.4   | 221.5  |
| 12,0 - 12,9                                                        | 4.4   | 2.5   | 4.8   | 3.2   | 0.6   | 1.0   | 10.4           | 27.6  | 52.0  | 31.4  | 7.8   | 4.3   | 150.1  |
| 13,0 - 13,9                                                        | 3.0   | 2.0   | 1.3   | 1.5   | 0.4   | 0.6   | 5.1            | 19.3  | 43.9  | 24.8  | 3.6   | 2.1   | 107.8  |
| 14,0 - 14,9                                                        | 1.5   | 0.8   | 0.5   | 0.5   | 0.2   | 0.1   | 2.2            | 9.0   | 31.5  | 17.2  | 2.3   | 1.5   | 67.4   |
| 15,0 - 15,9                                                        | 1.3   | 0.1   | 0.2   | 0.4   | 0.1   | -     | 1.1            | 4.9   | 20.5  | 13.6  | 1.1   | 1.0   | 44.3   |
| 16,0 - 16,9                                                        | 0.9   | -     | 0.1   | 0.2   | -     | -     | 0.6            | 2.6   | 13.2  | 8.6   | 0.6   | 0.4   | 27.2   |
| 17,0 - 17,9                                                        | 0.1   | -     | -     | 0.1   | -     | -     | 0.4            | 1.2   | 8.6   | 5.8   | 0.3   | 0.3   | 16.9   |
| 18,0 - 18,9                                                        | 0.0   | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.8   | 5.1   | 3.7   | 0.1   | 0.1   | 9.8    |
| 19,0 - 19,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.4   | 3.2   | 2.3   | 0.2   | 0.0   | 6.1    |
| 20,0 - 20,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.2   | 1.9   | 1.5   | 0.2   | -     | 3.7    |
| 21,0 - 21,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.0   | 1.4   | 0.9   | -     | -     | 2.3    |
| 22,0 - 22,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.1   | 0.9   | 0.3   | 0.0   | -     | 1.3    |
| 23,0 - 23,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.0   | 0.3   | 0.2   | -     | -     | 0.5    |
| 24,0 - 24,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | 0.1   | 0.2   | -     | -     | 0.3    |
| 25,0 - 25,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 0.0   | 0.1   | 0.1   | -     | -     | 0.2    |
| 26,0 - 26,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | 0.1   | 0.1   | -     | -     | 0.2    |
| 27,0 - 27,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | 0.1   | 0.0   | -     | -     | 0.1    |
| 28,0 - 28,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | 0.0   | 0.1   | -     | -     | 0.1    |
| 29,0 - 29,9                                                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | 0.0   | -     | -     | -     | 0.0    |
| 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                                                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | -     | -     | -     | -     | -      |

Ruwheidskaart omgeving



| 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         |