

## NOTITIE WINDHINDER

Aan : AM B.V.  
T.a.v. : De heer E. Schimmel

Referentie : 2018.2007  
Behandeld door : F.J.R. van Mook  
Datum : 21 april 2021

**Project : 310 appartementen Hollandse Meesters in Amstelveen**  
**Betreft: Resultaten van het cfd-onderzoek naar windhinder**

### Inleiding

In opdracht van AM B.V. voert Nieman Raadgevende Ingenieurs een onderzoek naar windhinder en windgevaar voor voetgangers in en rond het project “310 appartementen Hollandse Meesters” aan de Mr Groen van Prinstererlaan in Amstelveen uit. Het onderzoek voeren we uit met numerieke simulaties (cfd, computational fluid dynamics) volgens NEN 8100:2006, *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

In deze notitie rapporteren we beknopt de uitgangspunten van het onderzoek en de bevindingen op het maaiveld- en straatniveau in en direct rondom het project.

### Windhinder en windgevaar

Onder windhinder en windgevaar wordt het effect van de wind op buiten lopende, wandelende en zittende mensen verstaan. Er is sprake van hinder als bijvoorbeeld haren verwaaien, kleding en paraplu's klapperen, stof en papier opwaait en mensen gehinderd worden bij het lopen. Bij windgevaar is de wind lokaal zo sterk dat mensen er nauwelijks in kunnen lopen of staan en dreigen te vallen. In de gebouwde omgeving moet men beducht zijn op windhinder en windgevaar, omdat de wind rondom gebouwen kan

Nieman Raadgevende  
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl  
www.nieman.nl

#### Vestiging Utrecht

Atoomweg 400  
3542 AB Utrecht  
Postbus 40217  
3504 AA Utrecht  
030 241 34 27

#### Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16  
8025 BX Zwolle  
Postbus 40147  
8004 DC Zwolle  
038 467 00 30

#### Algemene gegevens

KVK 30086383  
BTW NL008969541B01  
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92



versnellen. Het windklimaat op straat, op een plein, op een terras of bijvoorbeeld in een park bepaalt of mensen er graag lopen of zitten, en heeft dus consequenties voor de functionaliteit van die buitenruimten.

Sinds maart 2006 bestaat er in Nederland de norm NEN 8100, die eisen voor de overschrijdingskans van windhinder en windgevaar voor voetgangers stelt en twee bepalingsmethoden voor een nader windhinderonderzoek beschrijft. De twee bepalingsmethoden uit NEN 8100 zijn (a) een onderzoek met een windtunnel en (b) een onderzoek met numerieke simulatie (computerberekeningen, cfd). NEN 8100 is overigens in Nederland de enige norm met windhinder en -gevaar als onderwerp.

De norm wordt niet door nationale wetgeving aangestuurd en kan hoogstens door gemeentelijke verordeningen (o.a. via bestemmingsplannen) en door private contracten tussen bouwpartijen van toepassing worden verklaard.

In de Nota van Toelichting bij de Hoogbouwvisie 2019 van de gemeente Amstelveen wordt naar NEN 8100 gerefereerd. De gemeente Amstelveen heeft bij ons weten geen algemeen beleid met concrete toetskaders over windhinder en ook geen specifieke windhindereisen ten aanzien van het project aan de Mr Groen van Prinstererlaan vastgesteld.



*Figuur 1: Ontwerp, gezien vanuit noordwest (links) en noordoost (door architectenbureau Rijnbouwt in Amsterdam, december 2020).*



*Figuur 2: Satellietopname van de bestaande situatie (Google Maps, november 2019, exacte datum van de opname is onbekend). De cirkel heeft een straal van 300 m.*

## Project

Het project “Hollandse Meesters” heeft een footprint van ongeveer 60 bij 65 m<sup>2</sup>. De begane grond beslaat deze rechthoekige footprint. Daarbovenop bevinden zich 5 bouwlagen in een U-vorm (Figuur 1). Op de noordelijke arm van de U-vorm staat een zich verjongende “toren” van 12 bouwlagen (in totaal 18 bovengrondse bouwlagen; totale hoogte van circa 56 m boven maaiveld), op de zuidelijke arm een toren van 10 bouwlagen (in totaal 16 bovengrondse bouwlagen; totale hoogte van circa 50 m boven maaiveld). Het project omvat woonfuncties, en in de noordoosthoek is een multifunctionele ruimte voorzien.

Aan de westzijde van het project is er een parkachtige omgeving. Dit groen gaat door op het binnenterrein van het project (Figuur 3).

Het project bevindt zich niet ver van het centrum van Amstelveen. Ten zuiden en (zuid-)oosten van het project bevinden zich verschillende middelhoge gebouwen van 6 à 10 lagen. Voor het overige bestaat de omgeving (binnen een straal van 300 m) voornamelijk uit laagbouw (Figuur 2).



*Figuur 3: Inrichtings- en bomenplan (door architectenbureau Rijnboutt in Amsterdam, februari 2021).*

## Buitenruimten

De focus van het onderzoek naar windhinder en windgevaar voor voetgangers richten we op de volgende buitenruimten: (1) het maaiveld- en straatniveau in en direct rondom het project (inclusief het binnenterrein), en (2) de balkons van het project. In deze notitie komt alleen onderdeel (1) aan de orde.

Belangrijk daarbij is het onderscheid in de drie activiteitenklassen dat NEN 8100 bij buitenruimten maakt (zie Tabel 1 verderop). In Figuur 4 zijn de activiteitenklassen op het inrichtingsplan van het maaiveld- en straatniveau geschetst. Bij gebouwtoegangen wordt standaard een gebiedje met een straal van enkele meters tot activiteitenklasse II (slenteren) gerekend. De activiteitenklasse van de parkachtige omgeving varieert tussen activiteitenklasse II (slenteren) en III (langdurig zitten), afhankelijk van de plek: activiteitenklasse II over paden, activiteitenklasse III bij zitjes. De activiteitenklasse in het binnenterrein is

voornamelijk activiteitenklasse III (langdurig zitten), mede vanwege de privéterrassen en speelactiviteiten daar.

De te onderzoeken buitenruimten zijn niet in het bijzonder voor kwetsbare voetgangers (bejaarden, mindervaliden en kleine kinderen) bestemd.



*Figuur 4: Buitenruimten op maaiveld- en straatniveau in en direct rondom het project (inclusief binnenterrein), met hun activiteitenklasse.*

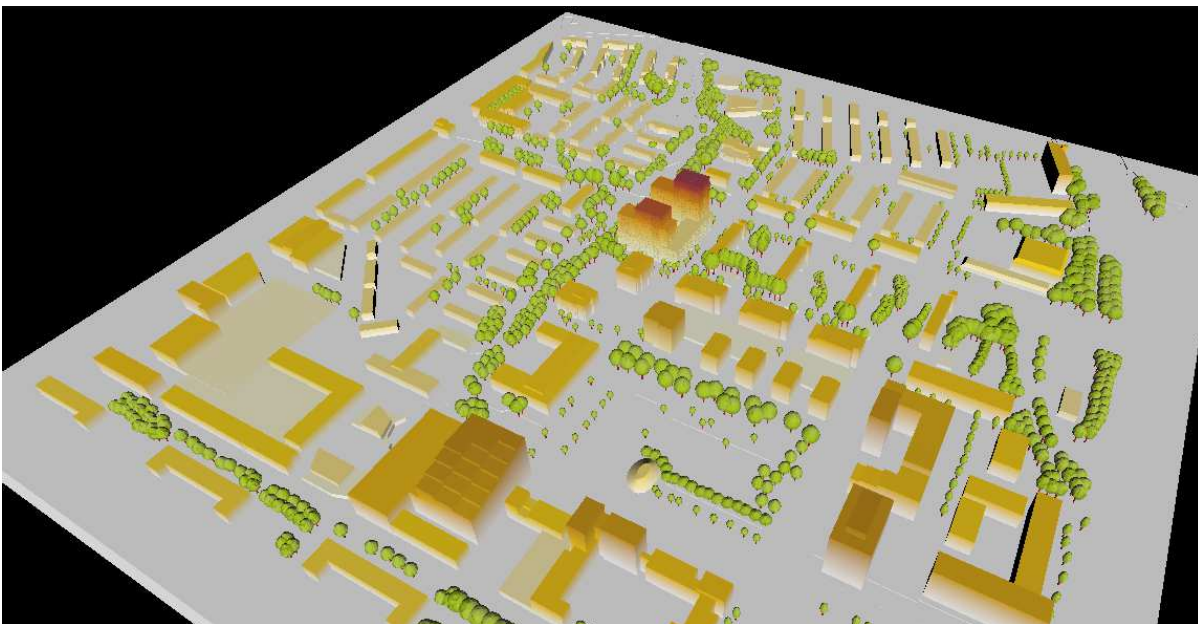
## Model

Het rekenmodel van het project is op het ifc-model van januari 2021 door Rijnboutt gebaseerd. De bebouwing in de omgeving is gebaseerd op de bestaande situatie, zoals uit openbare bronnen blijkt

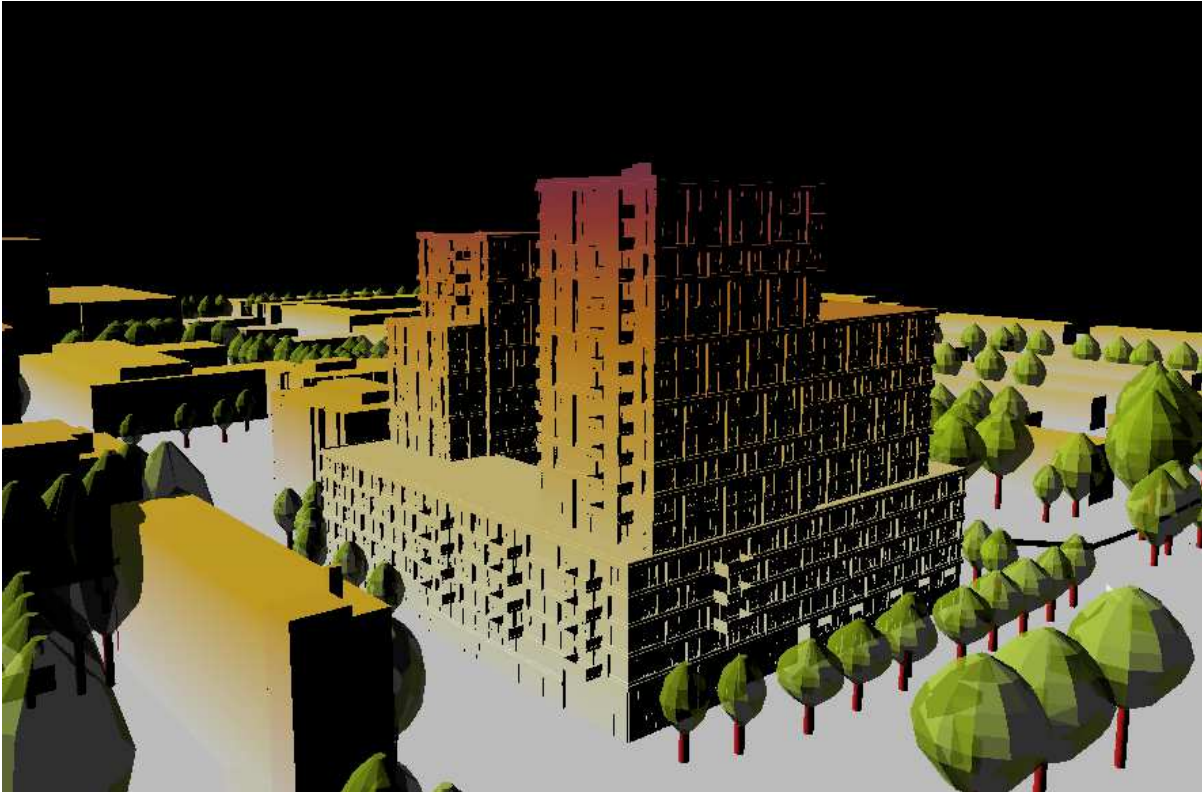
(bijvoorbeeld Actueel Hoogtebestand Nederland, <http://ahn.nl>). Voor de posities en omvang van de bestaande bomen zijn ook openbare bronnen geraadpleegd (waaronder Google Streetview). De beoogde situatie en bomenplan is conform de tekeningen van februari 2021 door Rijnboutt (weergegeven in Figuur 3). Bomen in het binnenterrein zijn (in eerste instantie) niet in het rekenmodel opgenomen; dit is te zien als een worst-casescenario.

Figuur 5 tot en met Figuur 7 geven een indruk van de ingevoerde geometrie van het rekenmodel. In principe worden gebouwen en andere obstakels tot circa 300 m als geometrische vormen gemodelleerd. Obstakels, begroeiing en andere vormen van terreininrichting die zich in principe verder dan 300 m van het project bevinden, worden door middel van een (abstracte) terreinruwheid gemodelleerd (Bijlage 3).

Voor de berekening van de lichtsnelheden wordt het hele luchtvolume (dat zich tot wel 300 m boven het maaiveld uitstrekt) in rekencellen opgedeeld. Naar het project toe worden de rekencellen steeds kleiner. Figuur 11 en Figuur 12 in Bijlage 2 geven impressies van de afmetingen van de rekencellen die aan de oppervlakken van maaiveld, gebouwen etc. grenzen. Conform NEN 8100 is in Bijlage 1 het technisch inlegvel opgenomen, waarin belangrijke kenmerken van de rekenmethode en het rekenmodel zijn opgesomd.



*Figuur 5: Geometrie van het rekenmodel, gezien vanuit zuid.*



*Figuur 6: Geometrie van het project, gezien vanuit noordoost.*



*Figuur 7: Geometrie van het project, gezien vanuit west.*

## Resultaten

De resultaten van de numerieke simulatie bestaan uit overschrijdingskansen voor windhinder- en windgevaar, die volgens NEN 8100 berekend zijn. De overschrijdingskansen geven direct weer hoe vaak windhinder respectievelijk windgevaar op een plek (jaargemiddeld) voorkomt:

- Een overschrijdingskans van  $x$  % voor **windhinder** betekent dat de windsnelheid op die plek  $x$  % van de tijd groter is dan **5 m/s**, en dus dat windhinder op die plek  $x$  % van de tijd voorkomt.
- Een overschrijdingskans van  $y$  % voor **windgevaar** betekent dat de windsnelheid op die plek  $y$  % van de tijd groter is dan **15 m/s**, en dus dat windgevaar op die plek  $y$  % van de tijd voorkomt.

In de overschrijdingskansen zijn zowel de effecten van de lokale wind rondom de bebouwing en andere obstakels als de effecten van het lokale windklimaat ter plaatse van de Mr Groen van Prinstererlaan verwerkt. NEN 8100 schrijft voor dat het lokale windklimaat door middel van NPR 6097:2006 moet worden bepaald. Dit gegeven is jaargemiddeld, en een onderscheid naar seizoen is niet mogelijk. De windroos van de lokale (jaargemiddelde) wind op 60 m boven het maaiveld ter plaatse van project is in Bijlage 4 weergegeven.

De overschrijdingskansen voor windhinder en windgevaar op maaiveld- en straatniveau zijn grafisch in Figuur 8 respectievelijk Figuur 9 weergegeven.

In alle getoonde grafische weergaven gaat het steeds om windhinder op circa 1,75 m boven het plaatselijke maaiveld, straatniveau of de plaatselijke vloer (binnenterrein). Dit wordt hoofdhoogte genoemd.

In de grafische weergaves voor windhinder en windgevaar worden steeds dezelfde kleuren gehanteerd waarmee ranges van overschrijdingskansen worden aangeduid. Zie voor de betekenis van de kleuren Tabel 2 respectievelijk Tabel 3.

De overschrijdingskansen voor windhinder en windgevaar worden volgens NEN 8100 “vertaald” in een beoordeling, zie Tabel 2 respectievelijk Tabel 3. Deze beoordeling is afhankelijk van de activiteiten die voetgangers op een plek uitvoeren. De norm onderscheidt drie activiteitenklassen (Tabel 1) in toenemende mate van windgevoeligheid.

In het geval van windhinder wordt de beoordeling in de kwalificaties “goed”, “matig” en “slecht” ten aanzien van een activiteitenklasse uitgedrukt.

In het geval van windgevaar wordt de beoordeling in de kwalificaties “acceptabel”, “beperkt risico” en “gevaarlijk” uitgedrukt. Afhankelijk van de activiteitenklasse leiden deze kwalificaties tot een acceptabel of onacceptabel windklimaat.

*Tabel 1: Activiteitenklassen volgens NEN 8100:2006.*

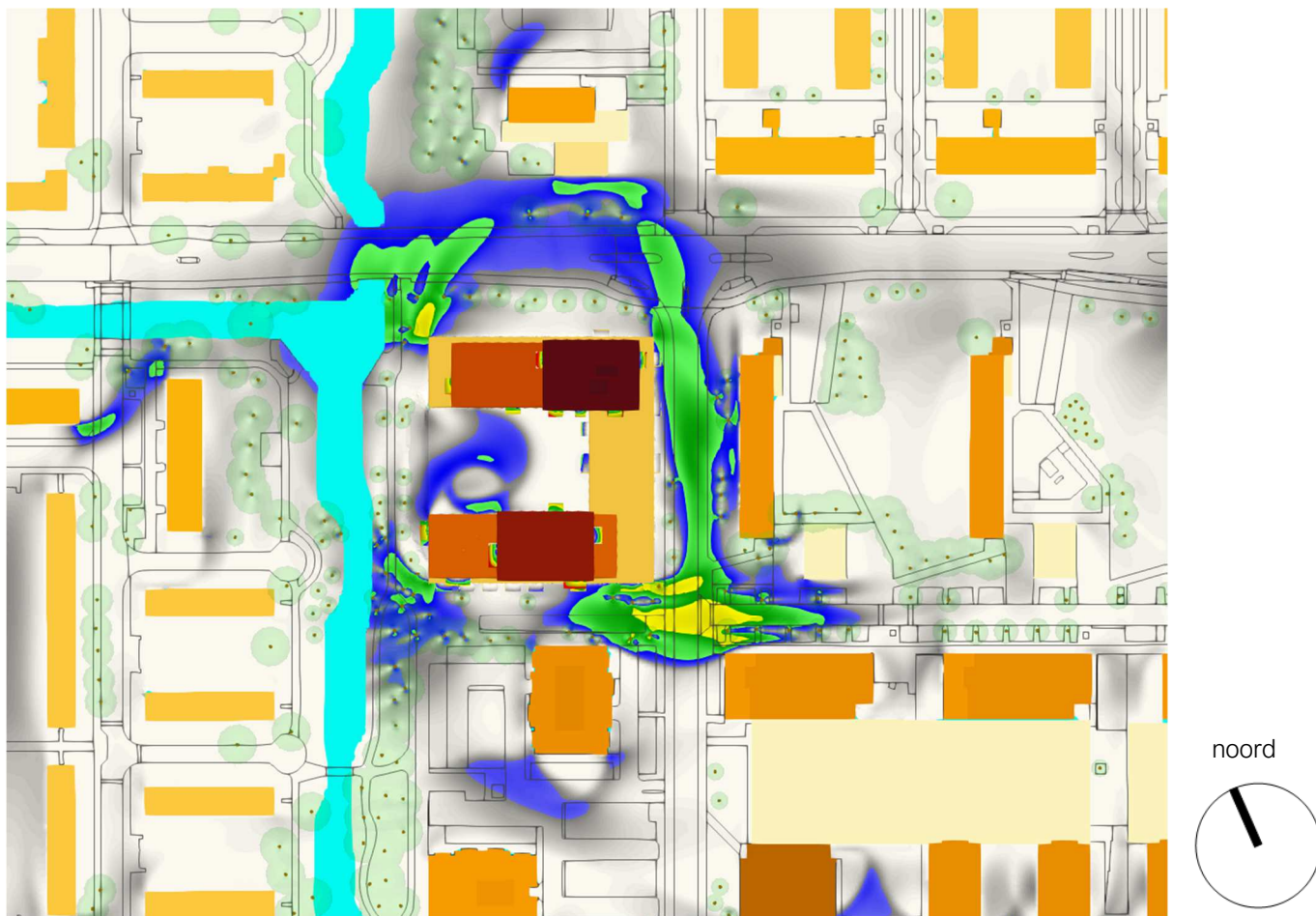
| klasse |                            | voorbeelden                                                |
|--------|----------------------------|------------------------------------------------------------|
| I.     | doorlopen, gericht lopen   | parkeerterrein, trottoir                                   |
| II.    | slenteren, zitten en staan | winkelstraat, onoverdekt winkelcentrum, park, gebouwingang |
| III.   | langdurig zitten           | terras, bankje in park                                     |

Tabel 2: Beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder op loop- of verblijfsniveau (NEN 8100:2006). De drempelsnelheid is  $U_{grens;H} = 5,0$  m/s.

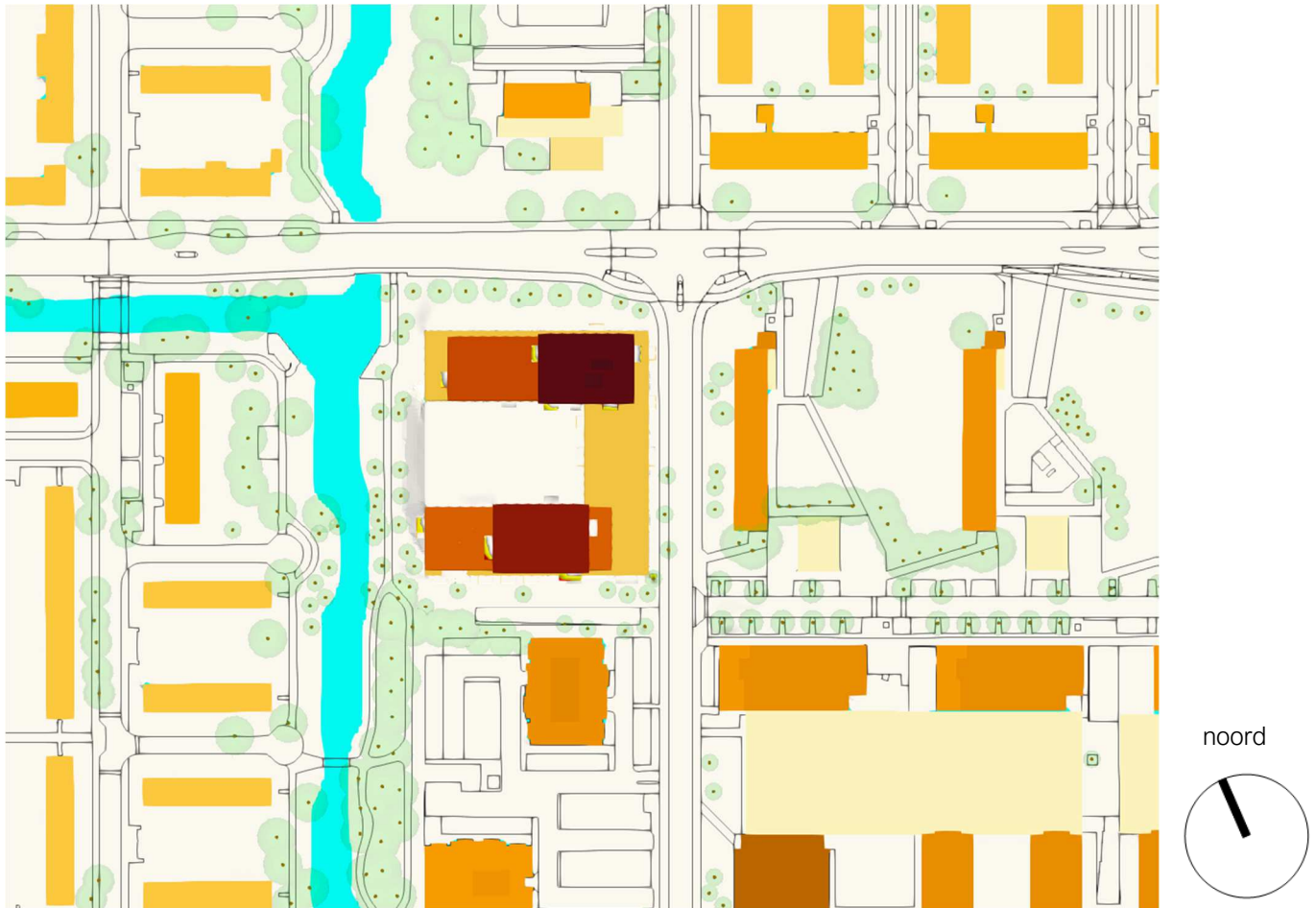
| overschrijdingskans $p(U_{lok} > U_{grens;H})$<br>in % van het aantal uur per jaar | activiteitenklasse |                  |                          | kwaliteits-<br>klasse |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|
|                                                                                    | I.<br>doorlopen    | II.<br>slenteren | III. langdurig<br>zitten |                       |
| < 2,5                                                                              | goed               | goed             | goed                     | A                     |
| 2,5 – 5                                                                            | goed               | goed             | matig                    | B                     |
| 5 – 10                                                                             | goed               | matig            | slecht                   | C                     |
| 10 – 20                                                                            | matig              | slecht           | slecht                   | D                     |
| > 20                                                                               | slecht             | slecht           | slecht                   | E                     |

Tabel 3: Beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar op loop- of verblijfsniveau (NEN 8100:2006). De drempelsnelheid is  $U_{grens;G} = 15$  m/s.

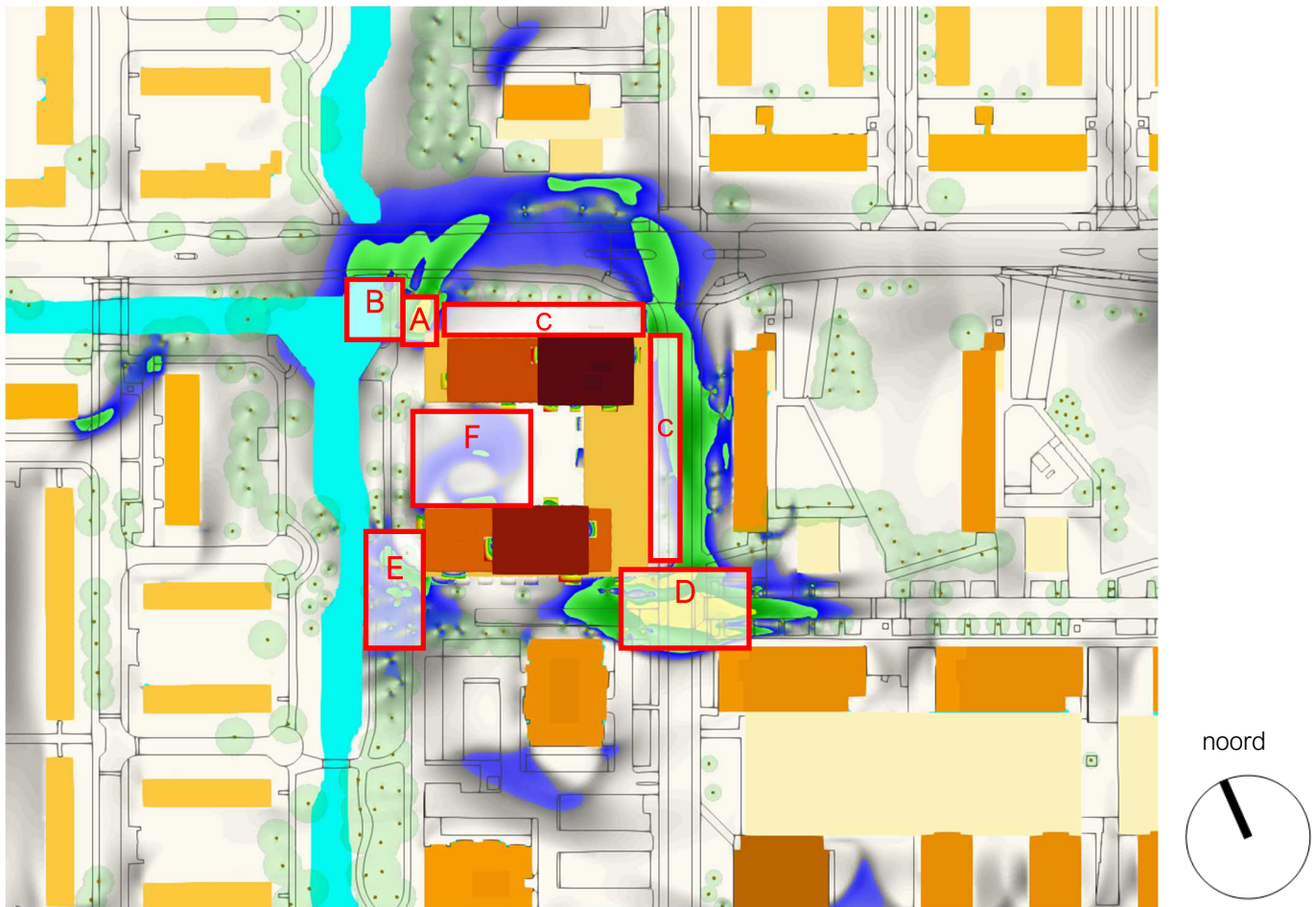
| overschrijdingskans $p(U_{lok} > U_{grens;G})$<br>in % van het aantal uur per jaar | kwalificatie                                                                                                   |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| < 0,05                                                                             | acceptabel                                                                                                     |  |
| 0,05 – 0,30                                                                        | beperkt risico:<br>acceptabel bij activiteitenklasse I, maar<br>onacceptabel bij activiteitenklassen II en III |  |
| $\geq 0,30$                                                                        | gevaarlijk                                                                                                     |  |



*Figuur 8: Windhinder op hoofdhoogte op maaiveld- en straatniveau. Zie Tabel 2 voor de betekenis van de kleuren.*



*Figuur 9: Windgevaar op hoofdhoogte op maaiveld- en straatniveau. Zie Tabel 3 voor de betekenis van de kleuren.*



*Figuur 10: Opmerkingen met betrekking tot windhinder op maaiveld- en straatniveau. Zie de tekst.*

## Evaluatie

We stellen voor om bij de kwalificaties “slecht” en eventueel “matig” voor windhinder en bij de kwalificaties “gevaarlijk” en zo nodig “beperkt risico” voor windgevaar naar oplossingen voor het verminderen van windhinder en windgevaar te zoeken.

Hieronder maken we opmerkingen over het windklimaat op maaiveld- en straatniveau in en direct rondom het project. De rode letters verwijzen naar de vignetten in Figuur 10:

- De activiteitenklassen van de buitenruimten zijn in Figuur 4 geschetst. Met de activiteitenklassen worden de activiteiten van voetgangers naar windgevoeligheid ingedeeld (activiteitenklasse I (lopen) is minst windgevoelig; activiteitenklasse III (langdurig zitten) is meest windgevoelig).

- De gebieden die in Figuur 8 en Figuur 10 in wit en grijs zijn weergegeven, hebben een goed windklimaat voor alle drie activiteitenklassen.
- De gebieden die in Figuur 9 in wit en grijs zijn weergegeven, hebben een acceptabel windgevaar. Zelfs de kwalificatie “beperkt risico” op windgevaar komt op straatniveau direct rond het project niet voor.
- **A:** Op deze hoek van het project is een gebied geel gekleurd: het windklimaat is er dus matig voor doorlopen, slecht voor slenteren en slecht voor langdurig zitten. Dit gebied valt deels op een pad (vergelijk met Figuur 3). Aanbevolen wordt hier de activiteiten te beperken tot doorlopen, en eventueel de inrichting daarop aan te passen. Niet uit de figuur, maar uit nadere inspectie van de simulatieresultaten blijkt dat de windhinder vooral bij wind uit ZW-W en een beetje bij wind uit NO ontstaat. De windhinder wordt hier voornamelijk door zogenaamde hoekstromen veroorzaakt: de wind die op grotere hoogte tegen het gebouw komt, komt deels bij de gebouwhoeken (schuin) omlaag en veroorzaakt veel turbulentie. Hoekstromen zijn in het algemeen moeilijk te verhelpen.
- **B:** Net ten oosten van A is het windklimaat er matig tot goed voor slenteren resp. slecht tot matig voor langdurig zitten. De meeste windhinder ontstaat ook hier bij wind uit ZW-W. Hier loopt het pad evenwijdig aan het water, in de parkachtige omgeving. Aanbevolen wordt hier de activiteiten te beperken tot doorlopen of maximaal slenteren (en eventueel de inrichting daarop aan te passen).
- **C:** Uit de simulaties blijkt een goed windklimaat bij de gebouwtoegangen op straatniveau aan de noord- en oostzijde van het project (zowel de individuele toegangen van de appartementen op de begane grond als de gezamenlijke toegangen tot de trappenhuizen).
- **D:** Op de kruising van de Burgemeester Haspelslaan en de Kamerlingh Onnesstraat is een relatief groot deel matig voor doorlopen (geel gekleurd). Dit matige windklimaat ontstaat ook vlak bij de zuidoosthoek van het project. Niet alleen typische hoekstromen zijn hier debet aan, maar ook de nabijheid van andere hogere gebouwen is dat, waardoor de wind ertussen geperst wordt. De windhinder ontstaat vooral bij wind uit ZZW-ZW. Het is moeilijk dit windklimaat met eenvoudige middelen te verbeteren. Aanbevolen wordt in elk geval gebouwtoegangen niet op deze hoek te situeren of zorgvuldig te ontwerpen (geel betekent immers slecht voor slenteren en dus ook voor gebouwtoegangen). Een eventuele gebouwtoegang kan bijvoorbeeld meer beschut worden gemaakt door deze van een luifel plus verticaal scherm te voorzien.
- **E:** Het windklimaat is op deze hoek wisselend. Windhinder ontstaat bijna alleen bij wind uit ZZW. Zie verder onze opmerkingen bij B.
- **F:** Het windklimaat op het oostelijk deel van het binnenterrein is goed voor alle activiteitenklassen. In het westelijk deel bij vignet F ontstaat daarentegen een matig windklimaat voor langdurig zitten. Daar ontstaat de meeste windhinder bij wind uit WZW. Dan kan de lokale wind op hoofdhoogte boven het binnenterrein niet alleen bijna horizontaal aankomen, maar ook van boven en schuin boven komen. Het windklimaat kan heel lokaal door middel van heggen, verticale schermen en horizontale

schermen (luifels) verbeterd worden, waardoor meer beschutte plekken ontstaan. We bevelen dus hier bij de nadere inrichting van het binnenterrein rekening mee te houden. Gelukkig is het windklimaat er slechts “matig”, waardoor geen drastische middelen nodig zijn. Tenslotte wordt opgemerkt dat het algehele comfort ook door andere factoren zoals zonnestraling en luchttemperatuur sterk bepaald wordt.

## **Conclusie**

De eerste numerieke simulaties zijn uitgevoerd voor de huidige stand van het ontwerp van het project in combinatie met de omgeving zoals deze nu bestaat.

Uit de eerste numerieke simulaties blijkt dat op maaiveld- en straatniveau rondom het project geen windgevaar ontstaat. Windhinder komt op relatief beperkte gebieden voor. Deze zijn in de tekst bij Figuur 10 besproken, samen met oplossingsrichtingen voor windhinderbeperkende maatregelen.

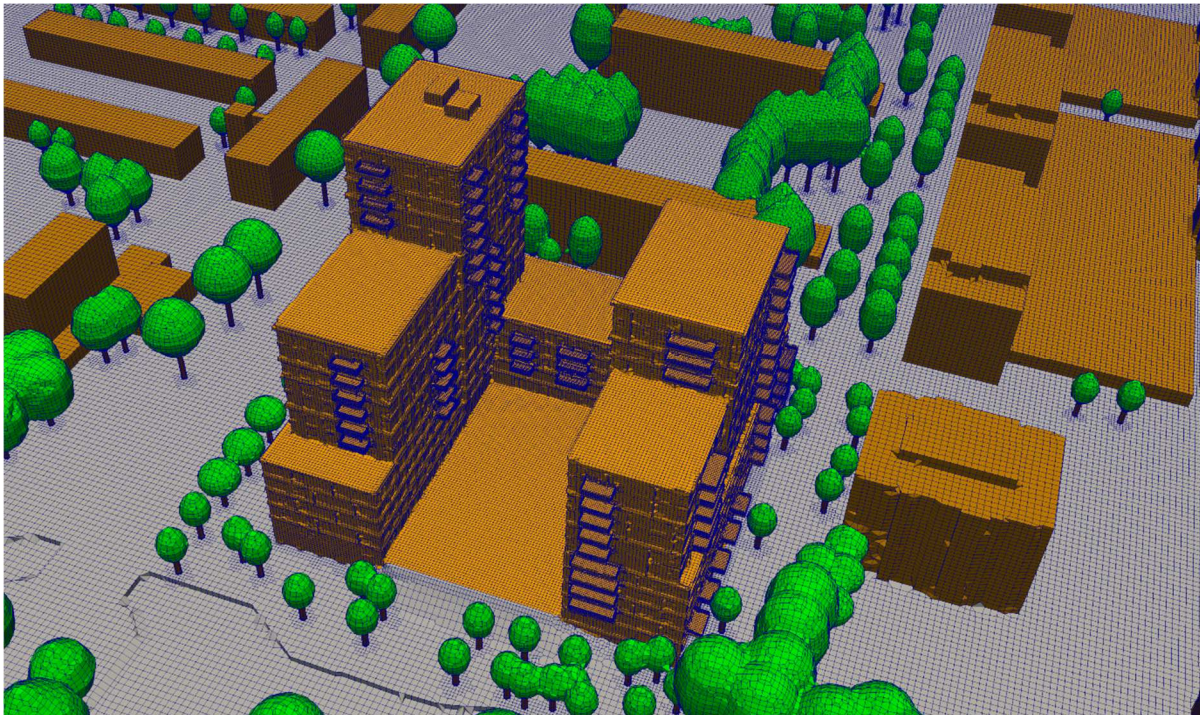
## Bijlage 1    Technisch inlegvel numerieke simulatie

| Project                    | Projectgegevens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectnaam                | "310 appartementen Hollandse Meesters" aan de Mr Groen van Prinstererlaan in Amstelveen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Opdrachtgever              | AM B.V.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Projectleider bij Nieman   | Henk Koekoek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Datum simulaties           | maart 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Model                      | Algemene gegevens van het model                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Omvang gemodelleerd gebied | 700 m * 700 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Kerngebied                 | het nieuwbouwproject en de directe omgeving (aangrenzende straten en parkachtige omgeving)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Omgeving                   | stedelijke omgeving (binnen een straal van 300 m: verschillende middelhoge gebouwen van 6 à 10 lagen ten zuiden en (zuid-)oosten van het project, laagbouw voor het overige)                                                                                                                                                                                                                             |
| Afmetingen model           | 800 m * 800 m * 300 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Blokkeringsgraad           | circa 7%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Gemodelleerd groen         | "jaargemiddelde bomen" (zie ook onder "Computeropstelling" → "Algemeen")                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Onderzochte windrichtingen | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Onderzochte configuraties  | 1 configuratie van de nieuwe, geprojecteerde situatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- project gebaseerd op ifc-bestanden van januari 2021 door architectenbureau Rijnboutt</li> <li>-- beoogd bomen- en inrichtingsplan van februari 2021 door architectenbureau Rijnboutt</li> <li>-- bestaande bomen en bestaande omgeving gebaseerd op openbare bronnen (Pdok, AHN, GoogleMaps)</li> </ul> |

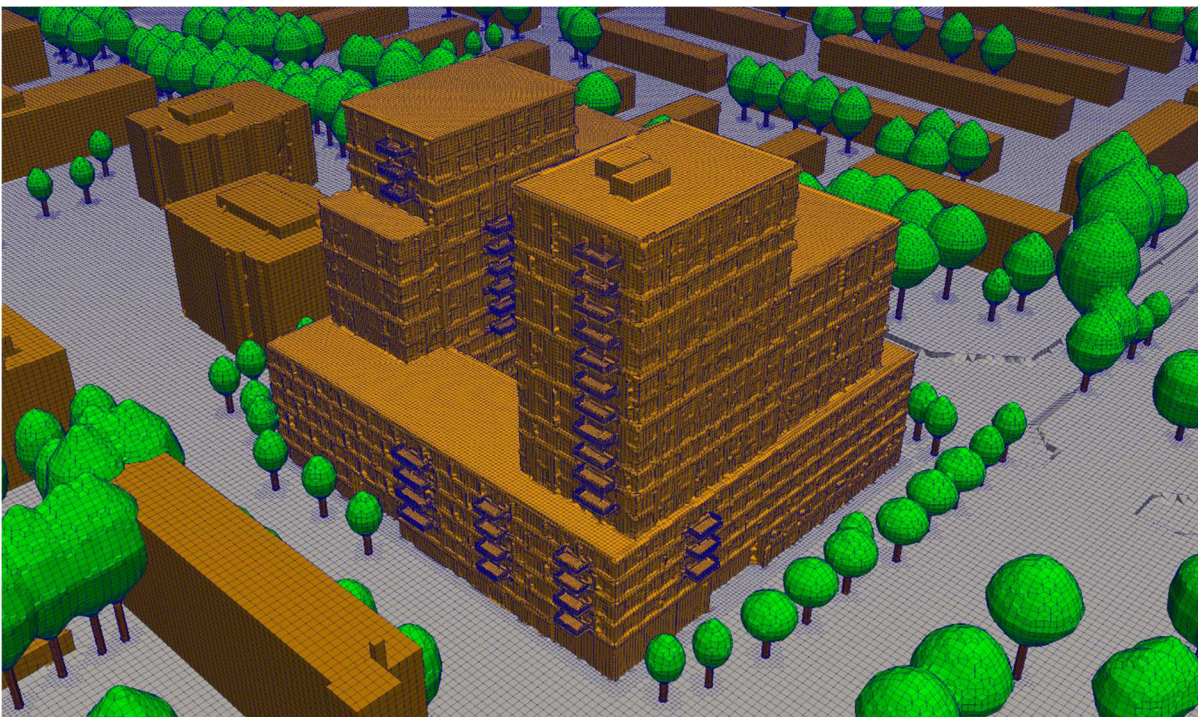
| Project                         | Projectgegevens                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Computeropstelling              | Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur                     |
| Programmatuur                   | OpenFOAM 6.0                                                        |
|                                 | ja FVM (eindige-volumemethode)                                      |
|                                 | nee FEM (eindige-elementenmethode)                                  |
| Algemeen                        | ja drie-dimensionaal                                                |
|                                 | ja tijd-onafhankelijk                                               |
|                                 | ja isothermisch                                                     |
|                                 | nee passieve scalars                                                |
|                                 | nee actieve scalars                                                 |
|                                 | Overige:                                                            |
|                                 | bomen gemodelleerd als poreuze volumes, DarcyForchheimer, $f=0,125$ |
| Rekenrooster                    | 12,5 miljoen; hexagonaal, polyhedra nabij gebouwen;                 |
|                                 | verfijning ter plaatse van balkons (roosterafmeting 0,25 m)         |
| Turbulentiemodellering          | k- $\epsilon$ -RNG-turbulentiemodel                                 |
| Convectieve differentieschema's | snelheidscomponenten: Gauss                                         |
|                                 | turbulentiegrootheden: Gauss                                        |
|                                 | scalaire variabelen: -                                              |
| Randvoorwaarden                 | Gebruikte randvoorwaarden                                           |
| Instroomprofiel                 | logaritmische atmosferische grenslaag;                              |
|                                 | $z_0 = 0,7$ m voor alle windrichtingen                              |
| Uitlaat                         | constante druk                                                      |
| Boven-/zijwanden                | boven: fixed value                                                  |
|                                 | zijwanden: gesloten, wrijvingsloos                                  |

| Project                                                            |                                                                                                                                                                                      | Projectgegevens                                    |                         |                |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| Vloer/bodem                                                        |                                                                                                                                                                                      | z0 = 0,001 m                                       |                         |                |
| Overige                                                            |                                                                                                                                                                                      | gebouwen: z0 = 0,001 m                             |                         |                |
| Gegevensverwerking en                                              |                                                                                                                                                                                      | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat |                         |                |
| -beoordeling                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                    |                         |                |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie                            |                                                                                                                                                                                      | X=119462<br>Y=479699                               |                         |                |
| Toegepaste eisen                                                   | V <sub>DR</sub><br>[m s <sup>-1</sup> ]                                                                                                                                              | Gewenste kwaliteitsklasse                          | Overschrijdingskans [%] | Beoordeling    |
| <b>Voor comfort</b>                                                |                                                                                                                                                                                      |                                                    | $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$ |                |
| Doorlopen                                                          | 5,0                                                                                                                                                                                  | C of beter                                         | $p < 10$                | goed           |
| Slenteren                                                          | 5,0                                                                                                                                                                                  | B of beter                                         | $p < 5$                 | goed           |
| Zitten                                                             | 5,0                                                                                                                                                                                  | A                                                  | $p < 2,5$               | goed           |
| Regionale correctie                                                |                                                                                                                                                                                      | nee                                                |                         |                |
| <b>Voor gevaar</b>                                                 |                                                                                                                                                                                      |                                                    | $p(V_{LOK} > V_{DR,G})$ |                |
|                                                                    | 15                                                                                                                                                                                   | n.v.t.                                             | $0,05 < p < 0,30$       | beperkt risico |
|                                                                    | 15                                                                                                                                                                                   | n.v.t.                                             | $p \geq 0,30$           | gevaarlijk     |
| Gepresenteerde resultaten                                          | overschrijdingskansen van windhinder en windgevaar, grafisch;<br><br>op maaiveld- en straatniveau, op het binnenterrein en op alle balkons; steeds op 1,75 m boven maaiveld of vloer |                                                    |                         |                |
| Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang | (geen)                                                                                                                                                                               |                                                    |                         |                |

## Bijlage 2    Impressie rekenrooster



*Figuur 11: Impressie van het rekenrooster ter plaatse van het project, gezien van zuidwest.*



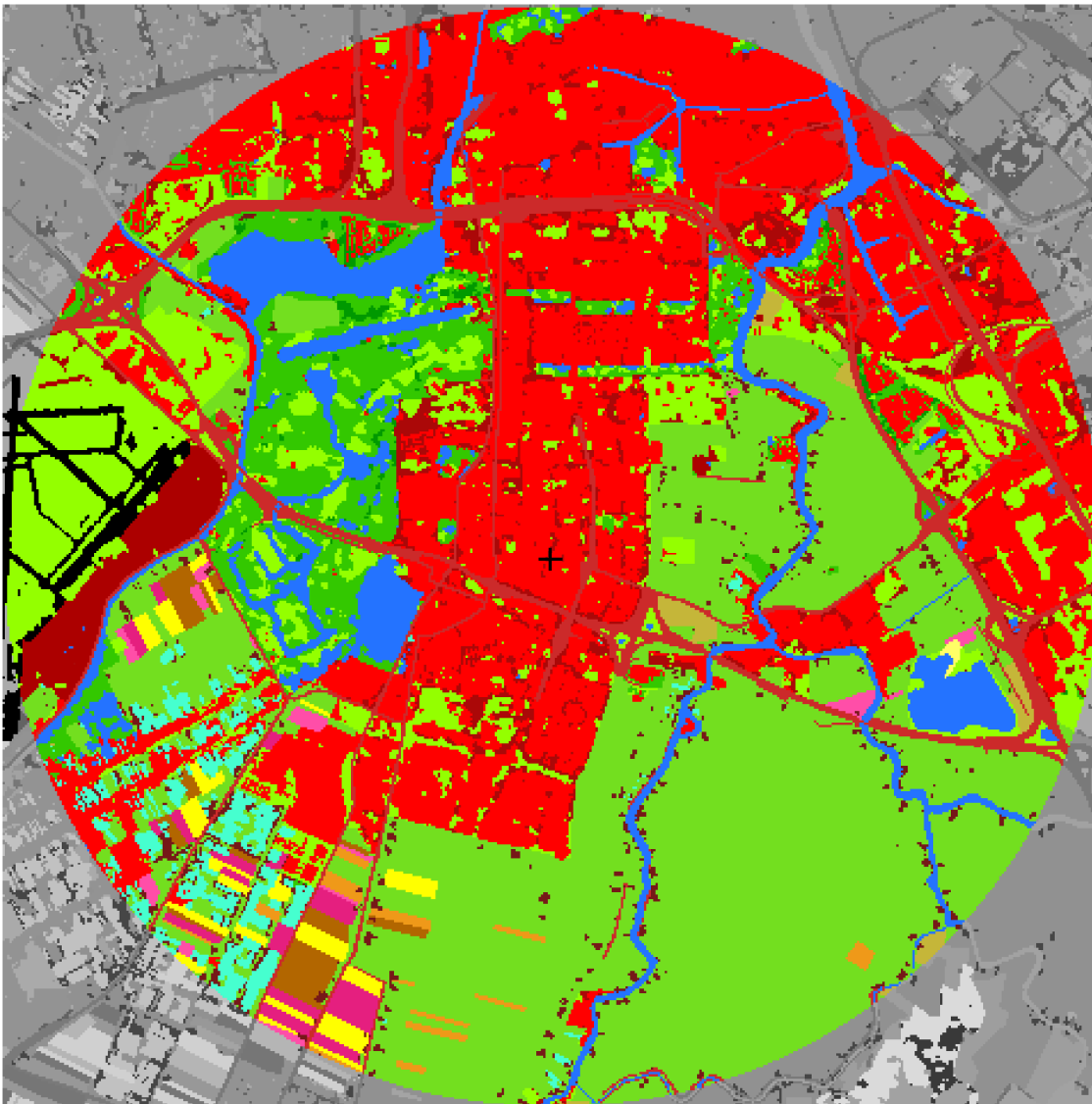
*Figuur 12: Impressie van het rekenrooster ter plaatse van het project, gezien van noordoost.*

### Bijlage 3    Terreinruwheid

De kaart toont het landgebruik tot een straal van 6 km rond het project volgens NPR 6097:2006. De kaart is op satellietfoto's van het landgebruik in 1995 en 1997 gebaseerd.

De in de legenda vermelde ruwheidslengte  $z_0$  is een maat voor de terreinruwheid.

Breedte- en lengtegraden van het midden van het project zijn circa  $52,305^\circ$  en respectievelijk  $4,867^\circ$ . De overeenkomstige Amersfoortse coördinaten zijn  $X=119462$  en  $Y=479699$ .



| Kleur | Klasse                             | $z_0$ (m) |
|-------|------------------------------------|-----------|
|       | Geen gegevens                      | 0,03      |
|       | Gras                               | 0,03      |
|       | Maïs                               | 0,17      |
|       | Aardappelen                        | 0,07      |
|       | Bieten                             | 0,7       |
|       | Granen                             | 0,16      |
|       | Overige landbouwgewassen           | 0,07      |
|       | Buitenland                         | 0,15      |
|       | Glastuinbouw                       | 0,1       |
|       | Boomgaard                          | 0,39      |
|       | Bollen                             | 0,07      |
|       | Loofbos                            | 0,75      |
|       | Naaldbos                           | 0,75      |
|       | Zoet water                         | 0,001     |
|       | Zout water                         | 0,001     |
|       | Stedelijk bebouwd gebied           | 1,6       |
|       | Bebouwing in buitengebied          | 0,5       |
|       | Loofbos in bebouwd gebied          | 1,1       |
|       | Naaldbos in bebouwd gebied         | 1,1       |
|       | Bos met dichte bebouwing           | 2         |
|       | Gras in bebouwd gebied             | 0,03      |
|       | Kale grond in bebouwd buitengebied | 0,001     |
|       | Hoofdwegen en spoorwegen           | 0,1       |
|       | Bebouwing in agrarisch gebied      | 0,5       |
|       | Start- en landingsbanen            | 0,0003    |
|       | Parkeerplaats                      | 0,1       |
|       | Kwelders                           | 0,0002    |
|       | Open zand in kustgebied            | 0,0003    |
|       | Open duinvegetatie                 | 0,02      |
|       | Gesloten duinvegetatie             | 0,06      |
|       | Duinheide                          | 0,04      |
|       | Open stuifzand                     | 0,0003    |
|       | Heide                              | 0,03      |
|       | Matig vergraste heide              | 0,04      |
|       | Sterk vergraste heide              | 0,06      |
|       | Hoogveen                           | 0,06      |
|       | Bos in hoogveengebied              | 0,75      |
|       | Overige moerasvegetatie            | 0,03      |
|       | Rietvegetatie                      | 0,1       |
|       | Bos in moerasgebied                | 0,75      |
|       | Veenweidegebied                    | 0,07      |
|       | Overig open begroeid natuurgebied  | 0,03      |
|       | Kale grond in natuurgebied         | 0,001     |

**Bijlage 4**    Windstatistiek

De onderstaande windroos en het onderstaande staafdiagram geven aan hoe vaak (in percentage van de tijd) de wind op 60 m hoogte met zekere snelheid en vanuit een zekere richting waait.

Windsnelheden ( $u_{60}$ ) zijn in intervallen opgedeeld. Windrichtingen zijn in sectoren van  $30^\circ$  opgedeeld; noord =  $0^\circ$ , oost =  $90^\circ$ , zuid =  $180^\circ$ , west =  $270^\circ$ .

De gegevens komen uit NPR 6097:2006 en zijn gebaseerd op de gemeten windsnelheden van de KNMI-weerstations in het tijdvak 1963-2002 en op een ruwheidskaart (Bijlage 3) die aan de hand van satellietfoto's van het landgebruik in 1995 en 1997 is gemaakt.

### wind op 60 m hoogte boven Mr Groen van Prinstererlaan

(Amersfoortse coördinaten X=119462 en Y=479699)

