

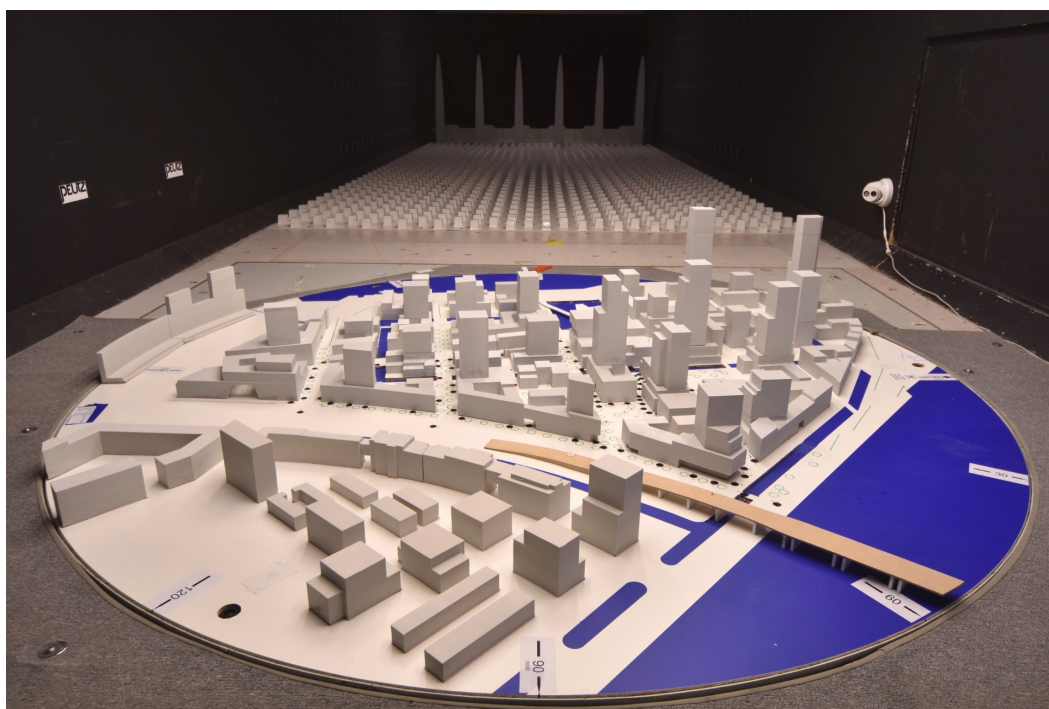


## **Zuidoostkwadrant Sluisbuurt te Amsterdam**

*Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel*

## Zuidoostkwadrant Sluisbuurt te Amsterdam

*Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel*



|                   |                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| opdrachtgever     | Gemeente Amsterdam                                              |
| rapportnummer     | OE 15698-4-RA-001                                               |
| datum             | 13 oktober 2020                                                 |
| referentie        | OO/MaV//OE 15698-4-RA-001                                       |
| verantwoordelijke | O.E. Otten                                                      |
| opsteller         | ir. M.A. Verbruggen<br>+31 858 228 623<br>m.verbruggen@peutz.nl |

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

|          |                                                           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                          | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Normstelling en opzet van het onderzoek</b>            | <b>5</b>  |
| 2.1      | Beslismodel NEN 8100                                      | 5         |
| 2.2      | Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100                 | 5         |
| 2.2.1    | Windhinder                                                | 5         |
| 2.2.2    | Windgevaar                                                | 6         |
| 2.3      | Normstelling windklimaat bouwenvelop / Gemeente Amsterdam | 7         |
| 2.4      | Windklimaat op de locatie                                 | 7         |
| 2.5      | Simulatie windsnelheden                                   | 10        |
| 2.6      | Schaalmodel                                               | 11        |
| 2.7      | Onderzoek in de windtunnel                                | 12        |
| <b>3</b> | <b>Resultaten van het onderzoek</b>                       | <b>13</b> |
| 3.1      | Geplande bebouwingssituatie                               | 14        |
| 3.2      | Variant A                                                 | 16        |
| 3.3      | Geplande bebouwingssituatie met begroeiing                | 18        |
| <b>4</b> | <b>Samenvatting en conclusies</b>                         | <b>20</b> |

## 1 Inleiding

In opdracht van de Gemeente Amsterdam is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het stedenbouwkundig plan voor de Sluisbuurt te Amsterdam, inclusief de stedenbouwkundige omgeving van het project.

Het doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het invloedsgebied van de geplande nieuwbouw in het zuidoostkwadrant van het plangebied. Naar aanleiding van de eerste meetresultaten is vervolgonderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden om het windklimaat te verbeteren.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het windtunnelonderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd.

In hoofdstuk 2 wordt de normstelling toegelicht en de opzet van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 is een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

## 2 Normstelling en opzet van het onderzoek

### 2.1 Beslismodel NEN 8100

De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar, is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Om te bepalen of windhinder en/of windgevaar te verwachten is kan in eerste instantie gebruik worden gemaakt van het beslismodel in de NEN 8100. Hierin wordt onder meer beschreven in welke situaties een windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter, zoals in de geplande nieuwbouwsituatie, wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien.

### 2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

De gevoeligheid van de mens voor wind is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden als hinderlijk ervaren kunnen worden dan bij een hoger activiteitsniveau. In de NEN 8100 wordt voor de beoordeling van het windklimaat derhalve onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitenklassen. Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst aan het specifieke gevaarcriterium.

#### 2.2.1 Windhinder

Windhinder is iets wat in geen geval geheel te voorkomen is: als het stormt is de wind hinderlijk, wat voor maatregelen er ook getroffen worden. Het is daarom ook de kans op windhinder, die maatgevend gehouden wordt voor de beoordeling van het windklimaat. Voor windhinder wordt een drempelwaarde  $v_{DR,H}$  aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen zoals bijvoorbeeld het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier en dergelijke.

Aan de hand van onderstaande tabel 2.1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

## t2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100

| Overschrijdingskans<br>$p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten<br>van het aantal uren per jaar | Kwaliteitsklasse | Activiteit   |               |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|---------------|-----------------------|
|                                                                                                           |                  | I. Doorlopen | II. Slenteren | III. Langdurig zitten |
| < 2,5                                                                                                     | A                | Goed         | Goed          | Goed                  |
| 2,5 – 5                                                                                                   | B                | Goed         | Goed          | Matig                 |
| 5 – 10                                                                                                    | C                | Goed         | Matig         | Slecht                |
| 10 – 20                                                                                                   | D                | Matig        | Slecht        | Slecht                |
| $\geq 20$                                                                                                 | E                | Slecht       | Slecht        | Slecht                |

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden 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.

Er wordt doorgaans naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

## 2.2.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde  $v_{\text{DR,G}}$  gehanteerd. Op basis van tabel 2.2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

## t2.2 Criteria windgevaar volgens NEN 8100

| Overschrijdingskans<br>$p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,G}})$ in procenten van het<br>aantal uren per jaar | Kwalificatie   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $0,05 < p < 0,30$                                                                                         | Beperkt risico |
| $p \geq 0,30$                                                                                             | Gevaarlijk     |

De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

Situaties met een overschrijdingskans van  $p \geq 0,30$  zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

## 2.3 Normstelling windklimaat bouwenvelop / Gemeente Amsterdam

In de bouwenvelop voor de kavels in het zuidoostkwadrant van de Sluisbuurt is voor het windklimaat de volgende eis opgenomen:

*"Daar waar nadelige windeffecten op maaiveldniveau optreden, moeten deze op gebouwniveau worden opgelost. Uitgangspunt hierbij is dat rondom het gehele gebouw een goed windklimaat behaald wordt. Dit betekent dat de score 'goed' moet worden behaald bij de activiteit 'slenteren' in kwaliteitsklasse A of B."*

De verwachting is dat, gezien de zeer open ligging van het plangebied en de geplande bouwhoogten, het windklimaat met het stedenbouwkundig plan niet aan deze eis kan voldoen. Hiermee wordt een strengere activiteitscategorie toegepast dan gebruikelijk is. Derhalve is dit uitgangspunt op voorhand niet realistisch.

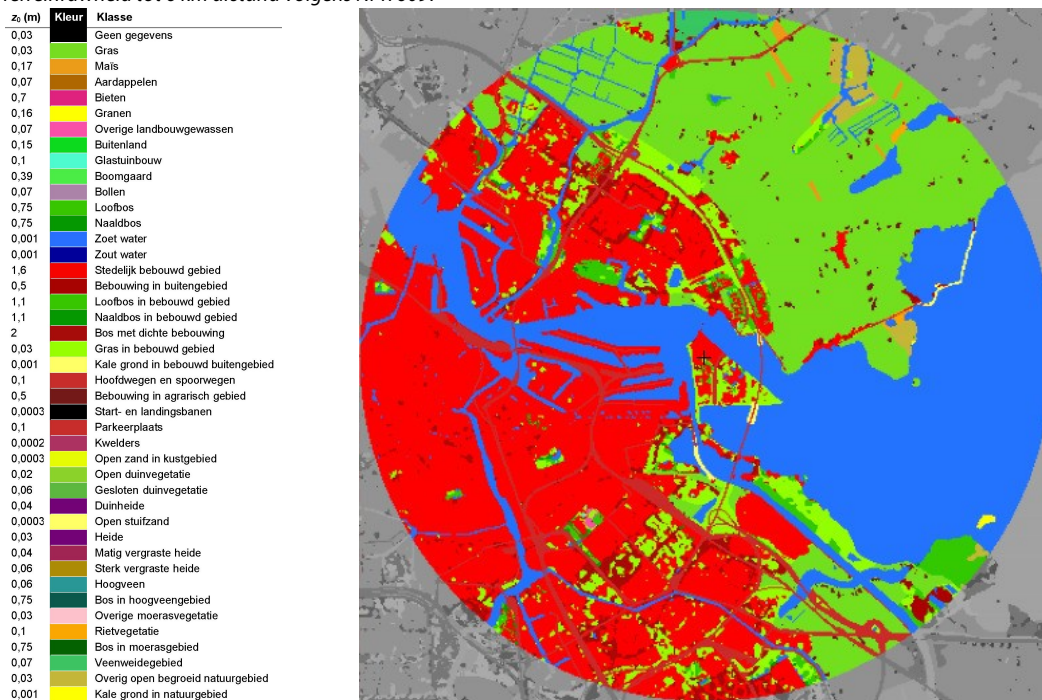
Het voorstel is de volgende uitgangspunten te hanteren:

- Uitgangspunt is geen wezenlijke verslechtering van het windklimaat ten opzichte van het stedenbouwkundig plan, waarbij het effect van additionele terreininrichting buiten beschouwing wordt gelaten.
- Rondom het gehele gebouw is het streven een goed windklimaat voor de betreffende categorie, namelijk 'doorlopen' op straatniveau en 'slenteren' bij windgevoelige functies als gebouwentrees of gebieden met een verblijfsfunctie. Een beoordeling 'slecht' of een overschrijding van het gevaarcriterium dient te worden voorkomen.

## 2.4 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het project. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in figuur 2.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

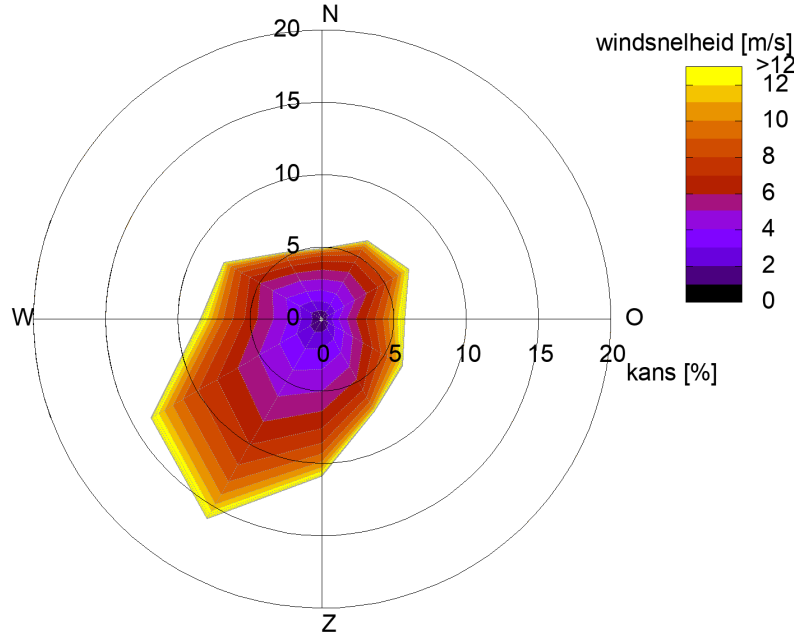
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



In figuur 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel 2.3) blijkt dat op de planlocatie met name bij wind uit het zuiden tot westen de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwestenwind is hiermee het meest bepalend voor het windklimaat op de planlocatie.

## f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X125898 Y487665.



## t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

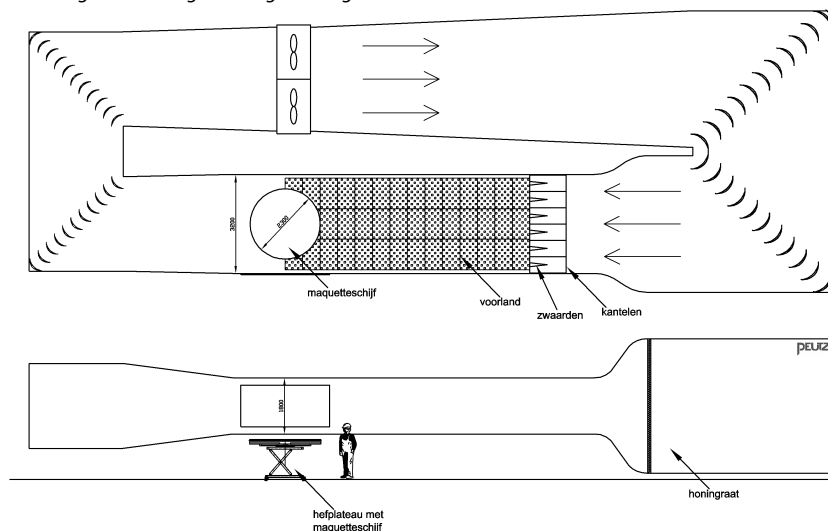
| Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------|--------|--------|--------------|-------|
| Positie X125898 Y487665 Jaar 1963-2002                                               |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
| totaal aantal uren: 8767.2                                                           |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
| gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.9                                                   |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
| wind<br>snelheid                                                                     | Noord<br>0° | 30°   | 60°   | Oost<br>90° | 120°  | 150°  | Zuid<br>180° | 210°   | 240°   | West<br>270° | 330°  |
| 0.0 - 0.9                                                                            | 10.6        | 11.0  | 9.8   | 5.2         | 10.8  | 16.8  | 16.7         | 21.1   | 19.2   | 12.6         | 15.3  |
| 1.0 - 1.9                                                                            | 40.7        | 37.7  | 33.8  | 20.3        | 32.2  | 49.4  | 62.0         | 71.0   | 66.3   | 46.9         | 46.7  |
| 2.0 - 2.9                                                                            | 58.7        | 56.4  | 50.8  | 31.9        | 48.0  | 77.6  | 101.8        | 119.5  | 94.6   | 67.1         | 64.3  |
| 3.0 - 3.9                                                                            | 67.1        | 74.3  | 63.1  | 44.6        | 62.5  | 93.2  | 128.1        | 146.7  | 121.8  | 81.3         | 69.8  |
| 4.0 - 4.9                                                                            | 66.6        | 82.0  | 76.6  | 50.6        | 65.0  | 97.9  | 130.0        | 183.3  | 145.7  | 90.8         | 70.9  |
| 5.0 - 5.9                                                                            | 58.5        | 70.7  | 82.6  | 56.1        | 71.1  | 88.0  | 121.9        | 176.7  | 143.8  | 94.6         | 58.0  |
| 6.0 - 6.9                                                                            | 49.5        | 65.9  | 75.7  | 61.5        | 65.6  | 73.0  | 103.8        | 163.3  | 146.2  | 77.7         | 50.1  |
| 7.0 - 7.9                                                                            | 32.5        | 53.0  | 61.2  | 55.0        | 60.1  | 50.2  | 88.1         | 142.4  | 132.0  | 71.7         | 35.4  |
| 8.0 - 8.9                                                                            | 21.2        | 37.1  | 45.3  | 45.8        | 46.0  | 37.5  | 66.3         | 117.5  | 105.9  | 59.2         | 23.8  |
| 9.0 - 9.9                                                                            | 11.8        | 23.2  | 35.0  | 34.8        | 36.4  | 27.3  | 47.2         | 89.7   | 74.0   | 41.0         | 16.2  |
| 10.0 - 10.9                                                                          | 5.9         | 17.5  | 27.0  | 29.6        | 25.6  | 15.7  | 34.3         | 66.4   | 58.8   | 31.0         | 8.1   |
| 11.0 - 11.9                                                                          | 3.4         | 9.7   | 20.0  | 24.9        | 19.1  | 9.1   | 23.8         | 44.8   | 38.8   | 22.4         | 4.2   |
| 12.0 - 12.9                                                                          | 2.2         | 5.7   | 11.6  | 15.9        | 10.4  | 4.7   | 13.9         | 27.2   | 23.2   | 16.0         | 2.6   |
| 13.0 - 13.9                                                                          | 1.3         | 2.9   | 8.0   | 9.9         | 6.3   | 2.2   | 8.6          | 15.7   | 15.0   | 10.8         | 1.4   |
| 14.0 - 14.9                                                                          | 1.0         | 1.7   | 5.3   | 8.7         | 3.0   | 0.8   | 4.3          | 8.0    | 7.2    | 7.6          | 0.6   |
| 15.0 - 15.9                                                                          | 0.3         | 1.1   | 3.2   | 5.6         | 1.9   | 0.5   | 1.9          | 4.1    | 4.0    | 4.3          | 0.3   |
| 16.0 - 16.9                                                                          |             | 0.4   | 0.9   | 3.1         | 1.2   | 0.1   | 1.0          | 2.1    | 2.5    | 3.0          | 0.1   |
| 17.0 - 17.9                                                                          |             |       | 0.4   | 1.1         | 0.8   | 0.1   | 0.6          | 1.1    | 1.1    | 1.4          | 0.2   |
| 18.0 - 18.9                                                                          |             |       | 0.1   | 0.6         | 0.5   |       | 0.4          | 0.5    | 0.6    | 0.7          | 0.1   |
| 19.0 - 19.9                                                                          |             |       | 0.1   | 0.3         | 0.3   |       |              | 0.1    | 0.3    | 0.3          | 0.2   |
| 20.0 - 20.9                                                                          |             |       |       | 0.3         | 0.2   |       |              |        | 0.2    | 0.3          | 0.1   |
| 21.0 - 21.9                                                                          |             |       |       | 0.1         | 0.1   |       |              |        | 0.1    | 0.1          | 0.1   |
| 22.0 - 22.9                                                                          |             |       |       | 0.1         |       |       |              |        | 0.1    |              |       |
| 23.0 - 23.9                                                                          |             |       |       | 0.1         |       |       |              |        |        | 0.1          |       |
| 24.0 - 24.9                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
| 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                                                                          |             |       |       |             |       |       |              |        |        |              |       |
| aantal uren                                                                          | 431.3       | 550.3 | 610.5 | 506.1       | 567.1 | 644.1 | 954.7        | 1401.2 | 1201.4 | 740.9        | 691.8 |
| gemiddelde snelheid                                                                  | 4.9         | 5.5   | 6.2   | 7.1         | 6.2   | 5.2   | 5.7          | 6.2    | 6.3    | 6.2          | 4.8   |

## 2.5 Simulatie windsnelheden

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz zowel over eigen windtunnel- als rekenfaciliteiten. In eerdere fases van de planontwikkeling is het te verwachten windklimaat in de Sluisbuurt onderzocht aan de hand van CFD-computersimulaties. Voor het huidige windklimaatonderzoek voor het zuidoostkwadrant is gekozen voor simulaties in de windtunnel. De invloed van de optredende interactie tussen de verschillende torens wordt in de windtunnel met echte turbulente luchtstromingen meegenomen, waardoor de onderzoeksresultaten beter overeenkomen met de werkelijk te verwachten situatie.

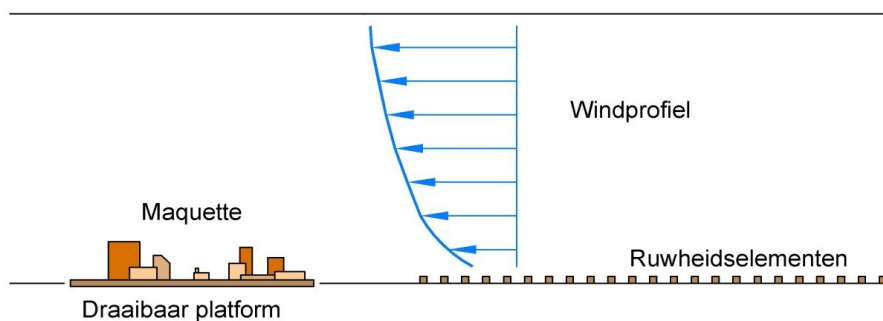
De windtunnel is een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.

f2.3 Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel



In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit t.a.v. het temperatuurprofiel) aanwezig is, op schaal opgewekt, zodat aan de rand van het schaalmodel het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door het mee modelleren van de direct omliggende bebouwing. Zie figuur 2.4. De ligging aan het water is in het aanstroomprofiel is op generieke wijze meegenomen.

f2.4 Opwekken windprofiel in de windtunnel

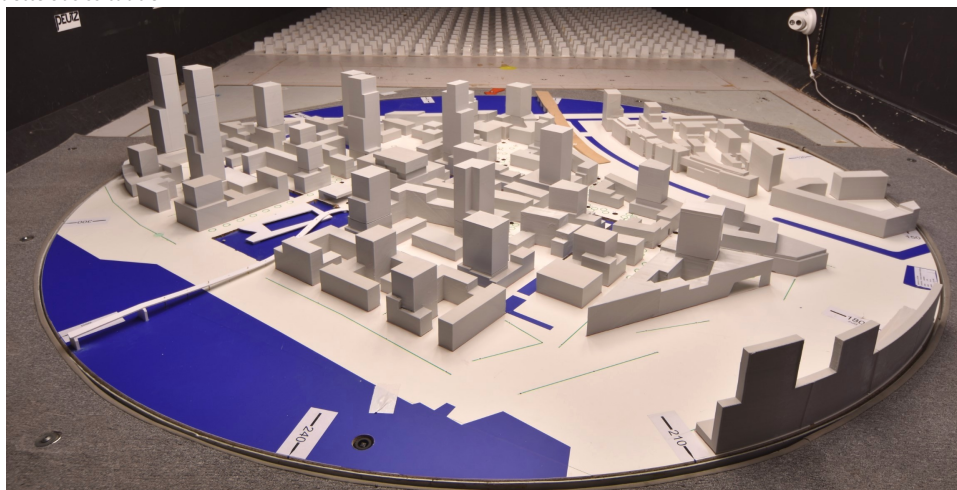


## 2.6 Schaalmodel

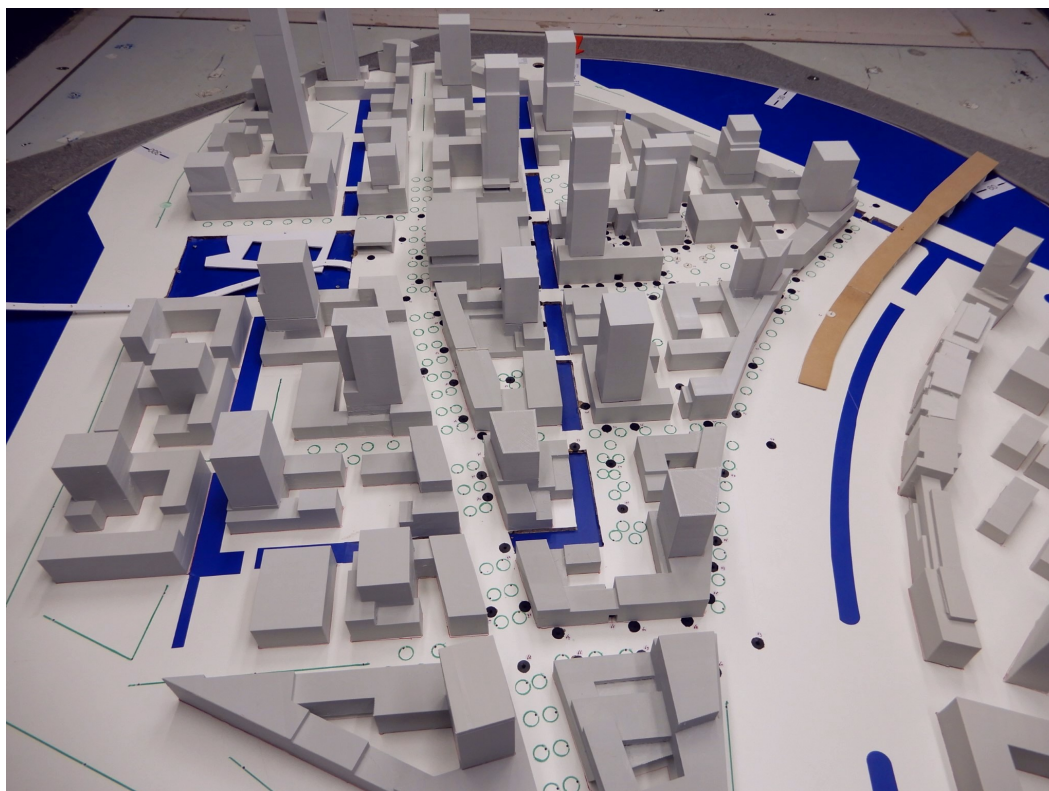
Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:350 schaalmodel van het plangebied en de geplande stedenbouwkundige omgeving vervaardigd conform de 3D-modellen van het stedenbouwkundig plan, zoals ontvangen van de Gemeente Amsterdam, status maart 2020.

De maquette beslaat een cirkelvormig gebied met een diameter van circa 800 meter.

f2.5 Maquette basissituatie



## f2.6 Maquette basissituatie



## 2.7 Onderzoek in de windtunnel

In de basissituatie zijn in totaal op 175 plaatsen rondom het project de gemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 meter boven plaatselijk niveau in werkelijkheid.

Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten  $c_v$  bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte.

Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op de meetposities worden overschreden.

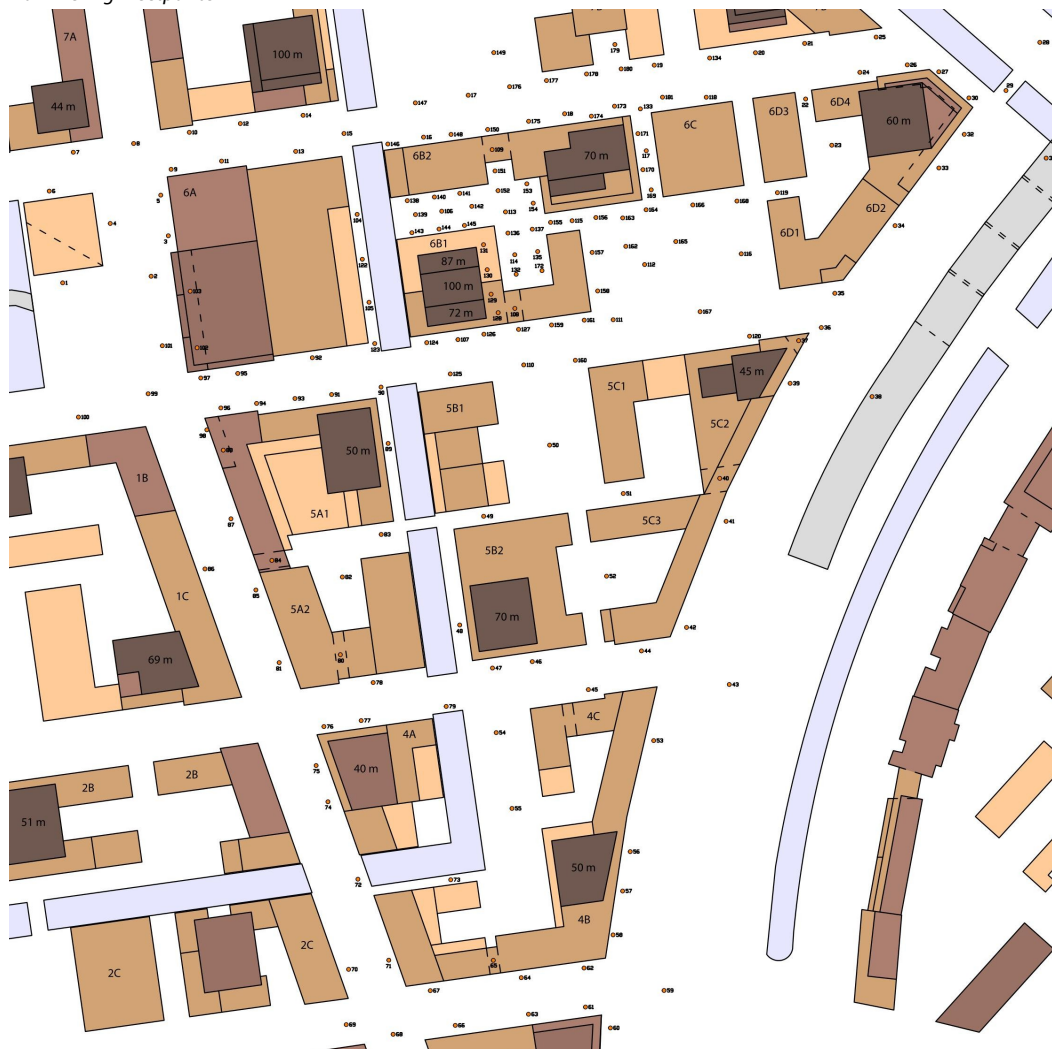
Aan de hand van de windstatistiek voor de planlocatie, zoals berekend volgens de NPR 6097, die eveneens uitgaat van een referentiehoogte van 60 meter, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting, ook wel de hinderkans en de gevaarkans genoemd. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

## 3 Resultaten van het onderzoek

Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. Een volledig overzicht van de resultaten inclusief foto's van de maquette voor de verschillende varianten is tevens opgenomen in bijlage 2. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar. Gezien de stedenbouwkundige fase waarin het plan zich bevindt worden de meetpunten vooralsnog beoordeeld met het criterium voor doorlopen (categorie I).

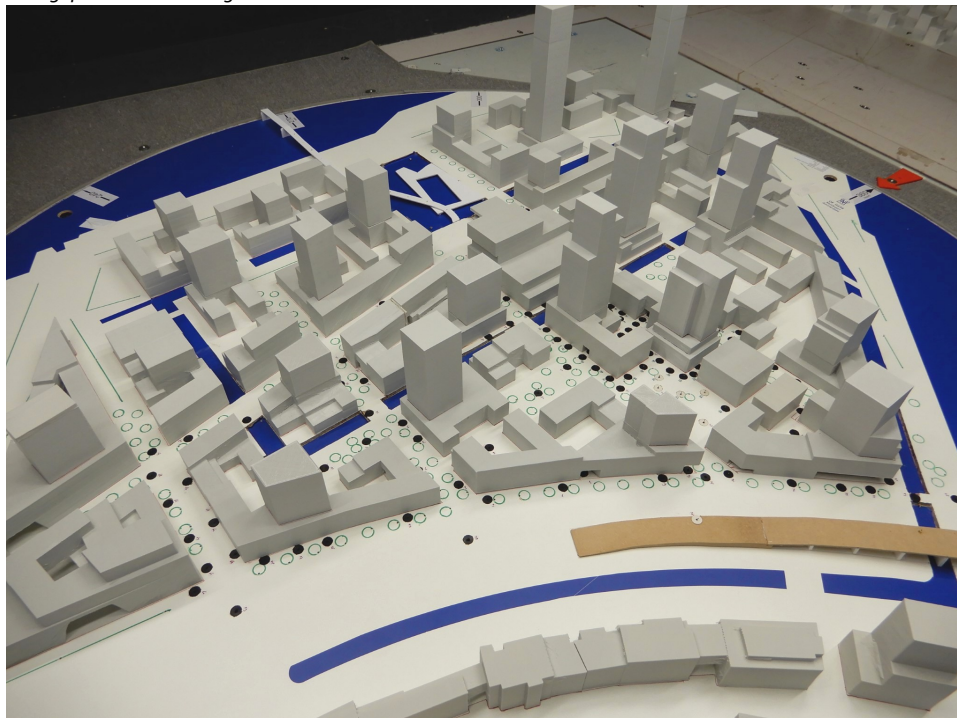
Een overzicht van de meetpunten is opgenomen in figuur 3.1.

f3.1 Nummering meetpunten



## 3.1 Geplande bebouwingssituatie

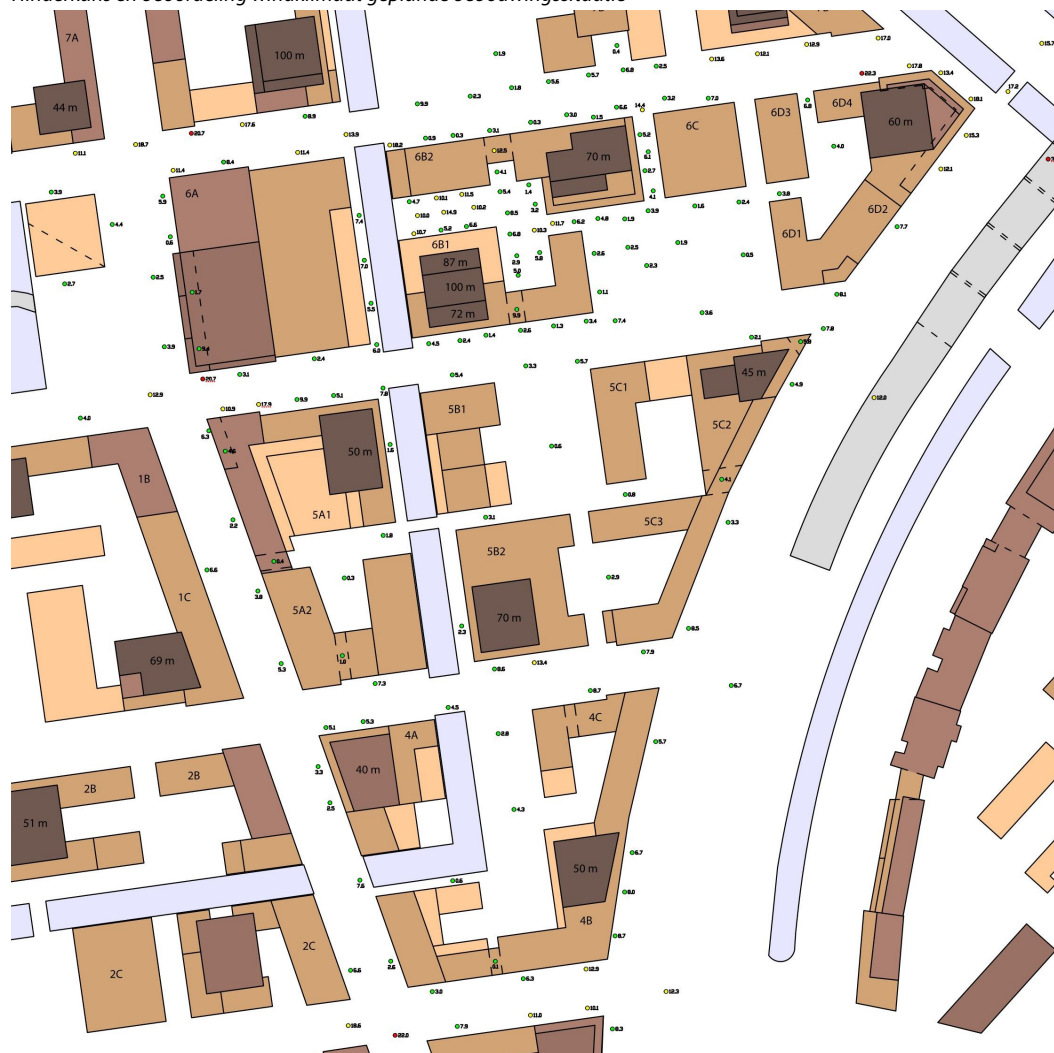
f3.2 Maquette geplande bebouwingssituatie



Een overzicht van de onderzoeksresultaten is opgenomen in figuur 3.3. Uit de meetresultaten volgt dat het te verwachten windklimaat in het plangebied overwegend als goed wordt beoordeeld voor de activiteit doorlopen. Op enkele locaties, zowel aan de randen als binnen het plangebied, is lokaal sprake van een matig tot slecht windklimaat, waarbij er op verscheidene plaatsen tevens een beperkt risico op windgevaar is. Dit is een direct gevolg van de zeer open ligging van het plangebied. In dat perspectief gezien is de vastgestelde windsituatie, ondanks de plaatselijk hogere waarden, relatief gunstig.

Naar aanleiding van deze eerste resultaten zijn door middel van aanvullende metingen de mogelijkheden om het windklimaat te verbeteren onderzocht. Dit aanvullend onderzoek is uitgevoerd in samenspraak met de gemeente Amsterdam.

f3.3 Hinderkans en beoordeling windklimaat geplande bebouwingssituatie



## 3.2 Variant A

f3.4 Maquette variant A



Om het windklimaat lokaal te verbeteren is een wijziging van de bebouwingsopzet op diverse bouwvelden onderzocht. Een overzicht van de resultaten is opgenomen in figuur 3.5, waarbij de gewijzigde bouwvelden zijn aangegeven met een blauw kader.

Op bouwveld 7A is de positie van de geplande toren gewijzigd, waardoor een diepere laagbouwvoet aan de oost- en zuidzijde ontstaat. Ten gevolge van deze wijziging treedt ten zuiden van de geplande toren op bouwveld 7A plaatselijke een verbetering van het windklimaat op. Op grotere afstand van de toren heeft deze wijziging geen significant effect op het windklimaat. De vastgestelde windhinder in deze omgeving is het gevolg van de open ligging.

Op bouwveld 6D4 zijn de positie en afmetingen van de toren gewijzigd. Deze wijziging heeft in de omgeving van dit bouwveld plaatselijk zowel positieve als negatieve effecten op het windklimaat op. Met name langs de gevel van de geplande bebouwing op veld 7B treedt een verbetering van het windklimaat op, terwijl langs de gevel van de bebouwing op veld 6D4 het windklimaat verslechterd. De wijziging levert hierdoor niet het gewenste effect op. Ook hier is de open ligging bepalend voor het windklimaat.

Op bouwvelden 3A en 3B is de hoogbouw volledig verwijderd, terwijl op bouwdeel 4B de laagbouw gedeeltelijk is verlaagd. Ten gevolge van deze wijziging treedt een verbetering van het windklimaat op. De open ligging is hier minder bepalend.

f3.5 Hinderkans en beoordeling windklimaat variant A; kaders: wijziging bebouwing



## 3.3 Geplande bebouwingssituatie met begroeiing

f3.6 Maquette geplande bebouwingssituatie met begroeiing



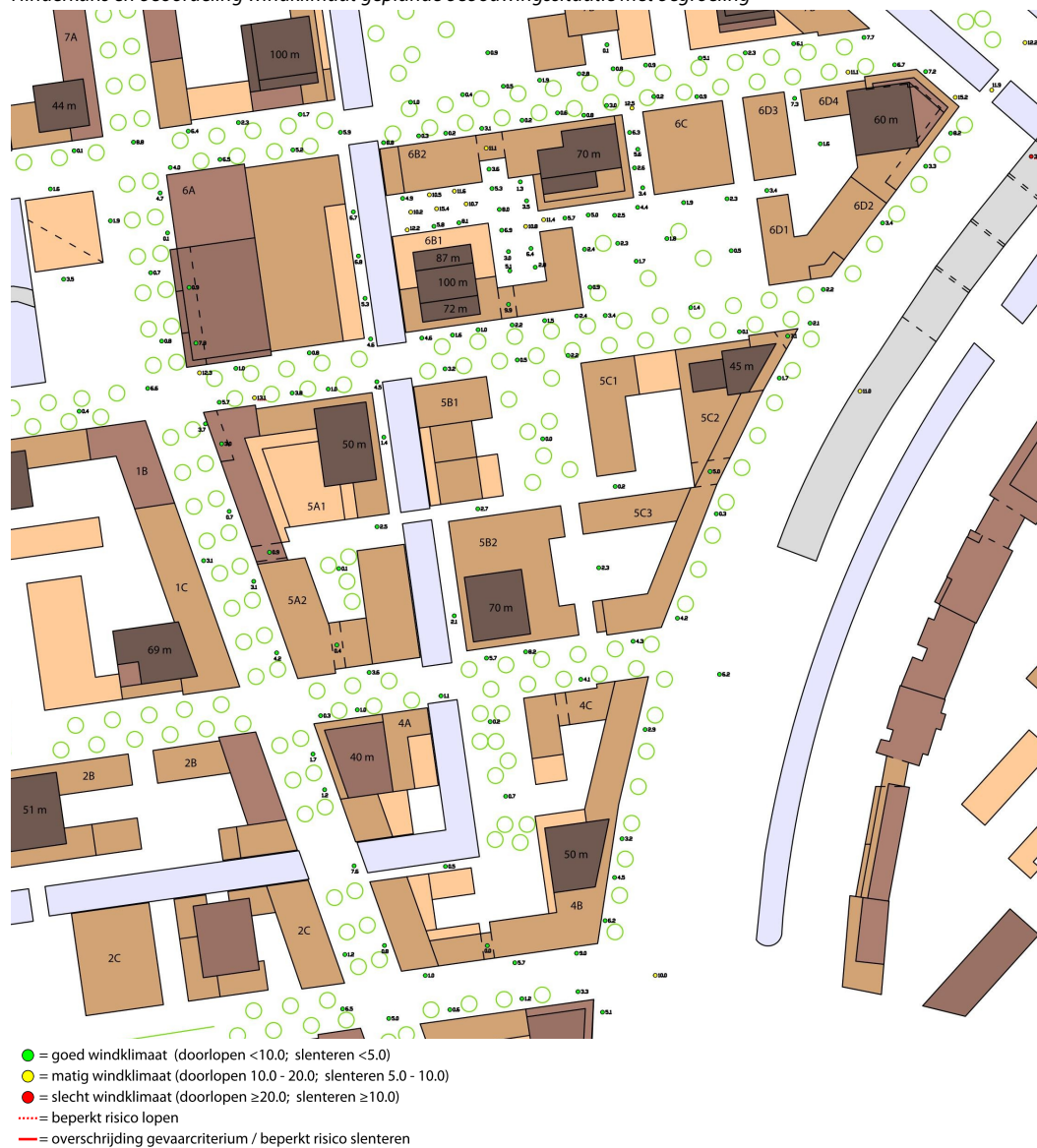
In verband met plaatselijk vastgestelde hogere waarden ten gevolge van de open ligging is onderzocht of een verbetering van het windklimaat kan worden verkregen met behulp van de afschermende werking van bomen. Uitgegaan is van volwassen bomen met een hoogte van 9 meter hoogte. De bebouwing is gelijk aan de geplande situatie zonder de wijzigingen van variantmeting A.

Een overzicht van de onderzoeksresultaten is opgenomen in figuur 3.7. Uit de meetresultaten volgt dat door het toevoegen van de geplande begroeiing een sterke verbetering van het windklimaat kan worden gerealiseerd. In het plangebied is sprake van een overwegend goed windklimaat.

Op enkele plaatsen in het plangebied is een matig windklimaat vastgesteld. Dit is het geval aan de rand van het plangebied, rond kavel 6D4, en ten zuiden van kavel 6A. Dit is ten gevolge van de open ligging ten opzichte van de dominante zuidwestenwind. Een eventuele verbetering van het windklimaat kan worden gerealiseerd door plaatselijk de geplande begroeiing te intensiveren.

Tussen de bebouwing op kavels 6B1 en 6B2 is tevens sprake van een matig windklimaat. Dit is ten gevolge van de grote bouwhoogte van de geplande bebouwing op kavel 6B1, en het ontbreken van een terreininrichting op het omsloten binnengebied. Door het toevoegen van een terreininrichting kan het windklimaat worden verbeterd.

f3.7 Hinderkans en beoordeling windklimaat geplande bebouwingssituatie met begroeiing



## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de Gemeente Amsterdam is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het stedenbouwkundig plan voor de Sluisbuurt te Amsterdam, inclusief de stedenbouwkundige omgeving van het project.

Het doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het invloedsgebied van de geplande nieuwbouw in het zuidoostkwadrant van het plangebied. Naar aanleiding van de eerste meetresultaten is vervolgonderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden om het windklimaat te verbeteren.

Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Uit de resultaten blijkt dat het te verwachten windklimaat met het stedenbouwkundig plan niet voldoet aan de eis gesteld in de bouwenvelop van de kavels, namelijk dat rond de gehele gebouwen het windklimaat goed voor het criterium slenteren dient te zijn.
- In de geplande situatie is in het plangebied een overwegend goed windklimaat te verwachten voor het criterium doorlopen. Op enkele locaties, zowel aan de randen als binnen het plangebied, is lokaal sprake van een matig tot slecht windklimaat, waarbij er op verscheidene plaatsen tevens een beperkt risico op windgevaar is. Dit is een direct gevolg van de zeer open ligging van het plangebied. Aan de zuidzijde van het plangebied kan het windklimaat plaatselijk worden verbeterd door een wijziging in de bebouwing op kavels 3A en 3B, zoals aangetoond in variantmeting A.
- Met behulp van de geplande bomen kan een sterke verbetering van het windklimaat worden gerealiseerd. In het plangebied is dan sprake van een overwegend goed windklimaat, met op enkele plaatsen een beoordeling matig. Dit is het geval aan de rand van het plangebied, rond kavel 6D4, en ten zuiden van kavel 6A. Een eventuele verdere verbetering van het windklimaat kan worden gerealiseerd door plaatselijk de geplande begroeiing te intensiveren.
- Voor het daadwerkelijk verkrijgen van het afschermende effect is nader aandacht nodig voor de selectie van geschikte bomen met voldoende vertakking en dichtheid. Bij voorkeur worden bomen gecombineerd met al dan niet lagere bladhoudende begroeiing.

Mook,



Dit rapport bevat 20 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

Bijlage 2: Resultaten en foto's metingen

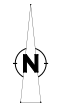
## Bijlage 1 Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

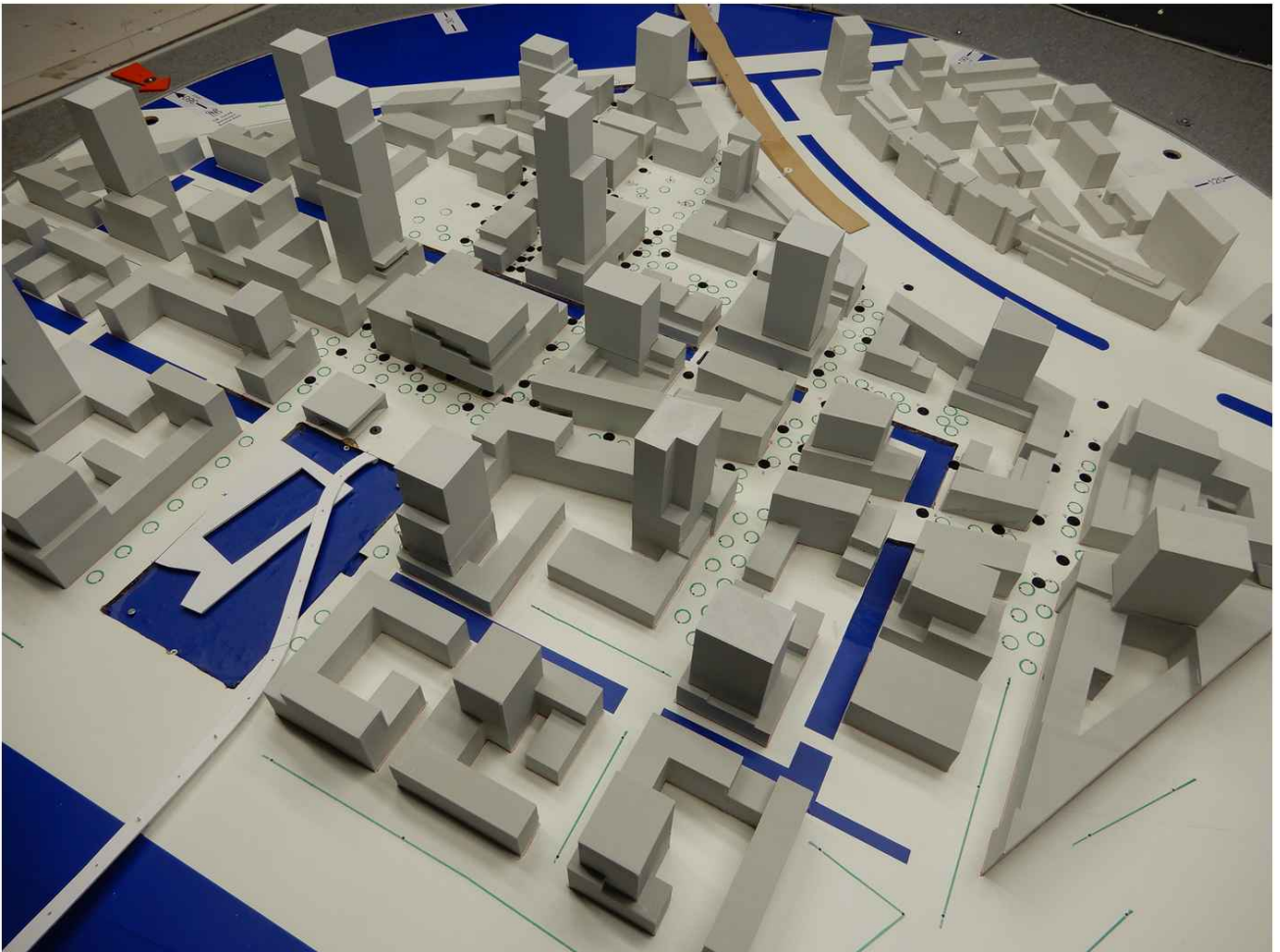
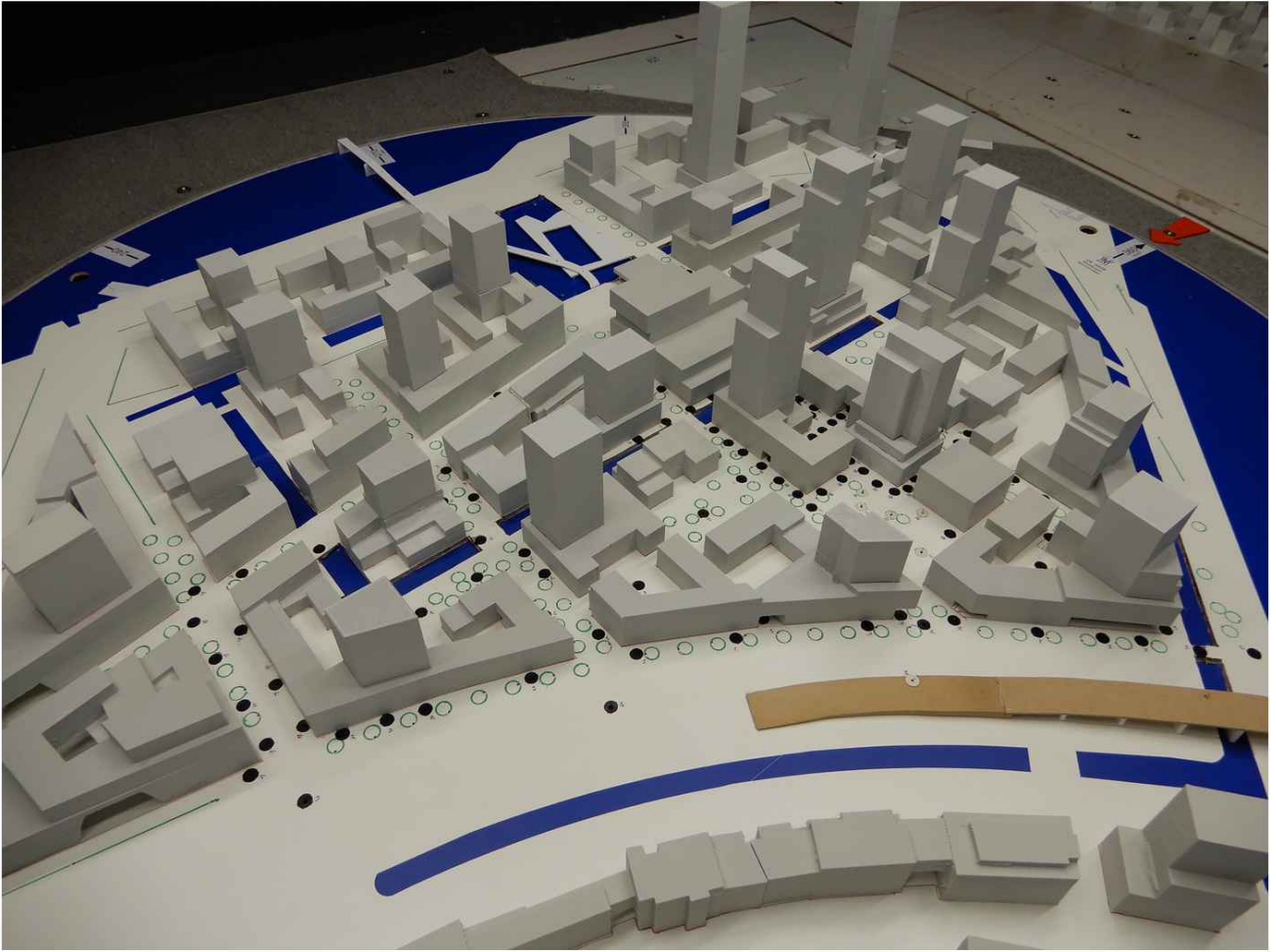
| Project                                                                                      | Projectgegevens                                                                                                                                                     |                              |                          |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|
| Projectnaam                                                                                  | Sluisbuurt te Amsterdam                                                                                                                                             |                              |                          |                |
| Opdrachtgever                                                                                | Gemeente Amsterdam                                                                                                                                                  |                              |                          |                |
| Projectleider                                                                                | O.E. Otten / ir. M.A. Verbruggen                                                                                                                                    |                              |                          |                |
| Datum                                                                                        | 13 oktober 2020                                                                                                                                                     |                              |                          |                |
| Model                                                                                        | Algemene gegevens van het model                                                                                                                                     |                              |                          |                |
| Schaal                                                                                       | 1 : 350                                                                                                                                                             |                              |                          |                |
| Blokkeringsgraad                                                                             | < 5%                                                                                                                                                                |                              |                          |                |
| Omvang gemodelleerd gebied                                                                   | een cirkel met een diameter van 805 meter                                                                                                                           |                              |                          |                |
| Kerngebied                                                                                   | het gebied rondom de geplande nieuwbouw                                                                                                                             |                              |                          |                |
| Omgeving                                                                                     | stedelijk bebouwd gebied                                                                                                                                            |                              |                          |                |
| Gemodelleerd groen                                                                           | jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas                                                                                                                        |                              |                          |                |
| Onderzochte configuraties                                                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>Stedenbouwkundig bouwplan zonder en met toekomstige bomen</li><li>Aanvullende metingen m.b.t. bebouwingswijzigingen</li></ul> |                              |                          |                |
| Meetopstelling                                                                               | Informatie over de meetopstelling                                                                                                                                   |                              |                          |                |
| Gesimuleerde grenslaag                                                                       | stedelijke bebouwing                                                                                                                                                |                              |                          |                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>kalibratiedatum</li></ul>                              | ijking conform kwaliteitssysteem                                                                                                                                    |                              |                          |                |
| Meetpunten en meethoogte                                                                     | in totaal 175 meetpunten (basismeting); meethoogte 1,75 m                                                                                                           |                              |                          |                |
| Onderzochte windrichtingen                                                                   | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                                |                              |                          |                |
| (minimaal 12 over de windroos)                                                               |                                                                                                                                                                     |                              |                          |                |
| Tunnelregeling                                                                               |                                                                                                                                                                     |                              |                          |                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>kalibratiedatum</li><li>kalibratie-instantie</li></ul> | meetapparatuur wordt periodiek gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem<br>intern                                                                          |                              |                          |                |
| Instrumenten                                                                                 |                                                                                                                                                                     |                              |                          |                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>kalibratiedatum</li></ul>                              | meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem                                                                                    |                              |                          |                |
| Gegevensverwerking en -beoordeling                                                           | Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat                                                                                                                  |                              |                          |                |
| Amersfoortse coördinaten van de locatie                                                      | X = 125898<br>Y = 487665                                                                                                                                            |                              |                          |                |
| Toegepaste eisen                                                                             | $v_{DR}$<br>m/s                                                                                                                                                     | Gewenste<br>kwaliteitsklasse | Overschrijdingskans<br>% | Beoordeling    |
| Voor comfort                                                                                 |                                                                                                                                                                     |                              | $p(v_{LOK} > v_{DR,H})$  |                |
| Doorlopen                                                                                    | 5,0                                                                                                                                                                 | ≤ D                          | < 20                     | ≤ matig        |
| Slenteren                                                                                    | 5,0                                                                                                                                                                 | ≤ C                          | < 10                     | ≤ matig        |
| Zitten                                                                                       | 5,0                                                                                                                                                                 | ≤ B                          | < 5                      | ≤ matig        |
| Regionale correctie                                                                          | Geen correctie                                                                                                                                                      |                              |                          |                |
| Voor gevaar                                                                                  |                                                                                                                                                                     |                              | $p(v_{LOK} > v_{DR,G})$  |                |
|                                                                                              | 15                                                                                                                                                                  | n.v.t.                       | $0,05 < p < 0,30$        | beperkt risico |
|                                                                                              | 15                                                                                                                                                                  | n.v.t.                       | $p \geq 0,30$            | gevaarlijk     |
| Gepresenteerde resultaten                                                                    | meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd                                                                                                        |                              |                          |                |
| Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang                          |                                                                                                                                                                     |                              |                          |                |

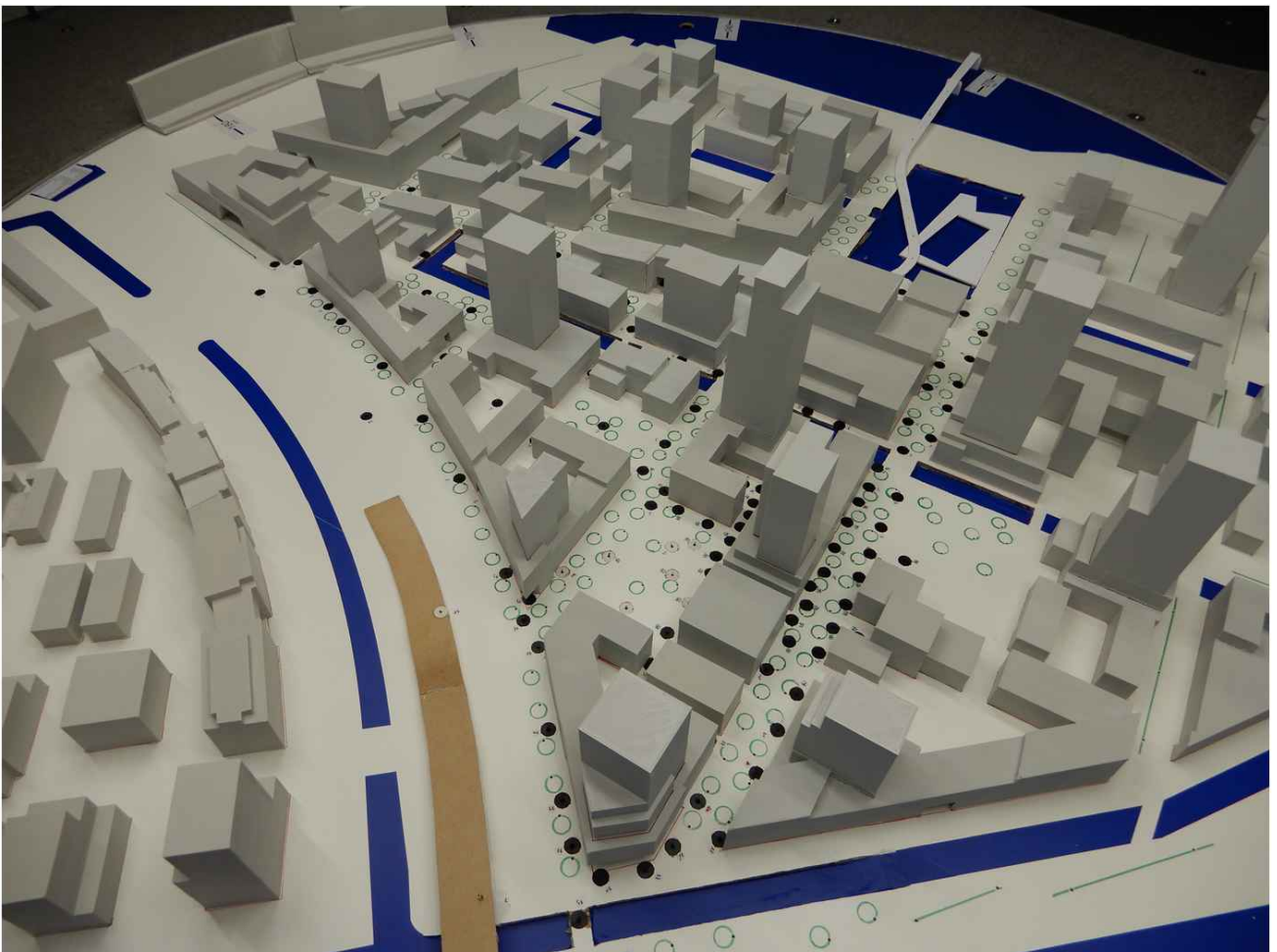
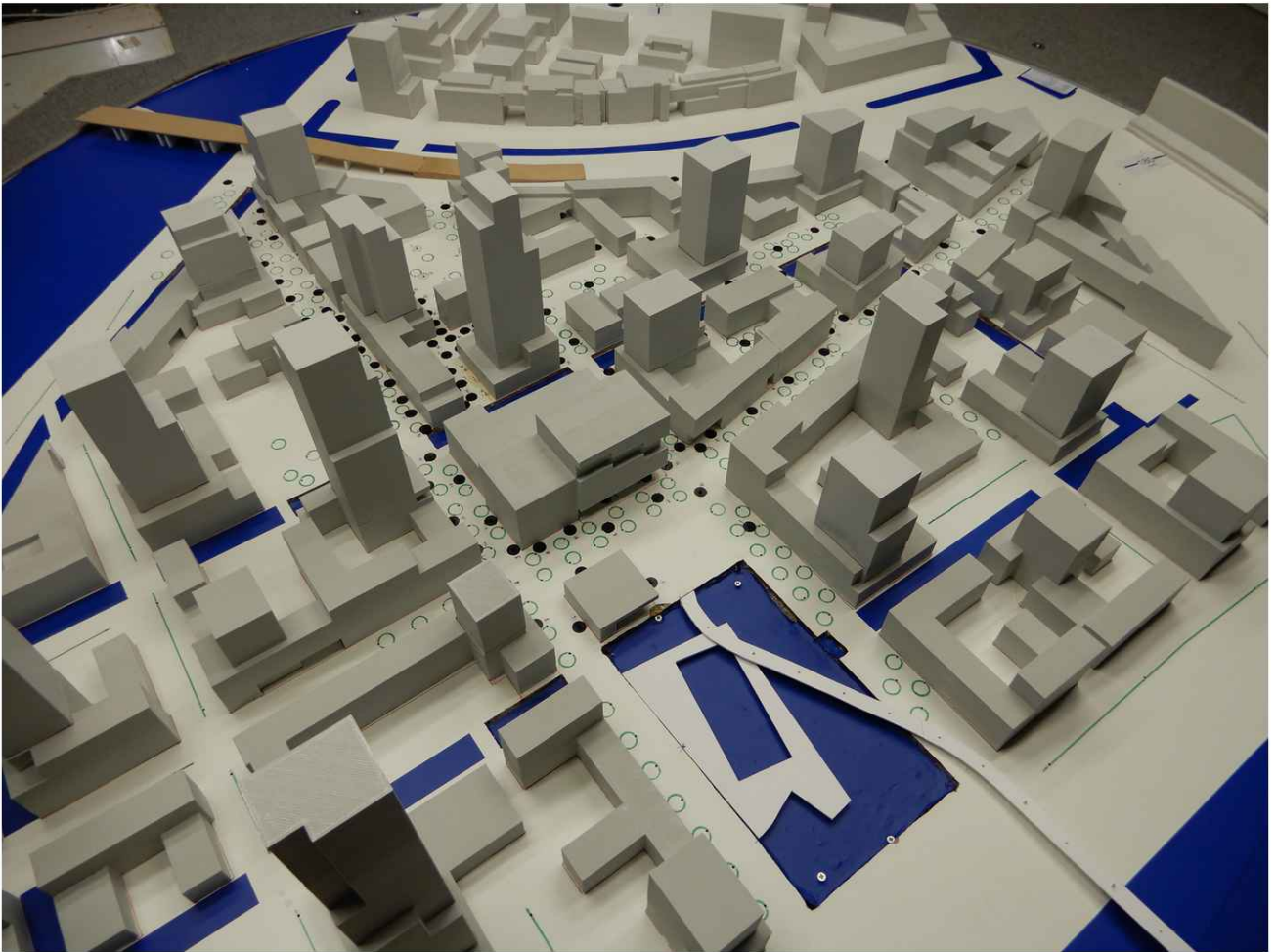




- = goed windklimaat (doorlopen <10.0; slenteren <5.0)
- = matig windklimaat (doorlopen 10.0 - 20.0; slenteren 5.0 - 10.0)
- = slecht windklimaat (doorlopen ≥20.0; slenteren ≥10.0)
- ..... = beperkt risico lopen
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slenteren









Variant A

