

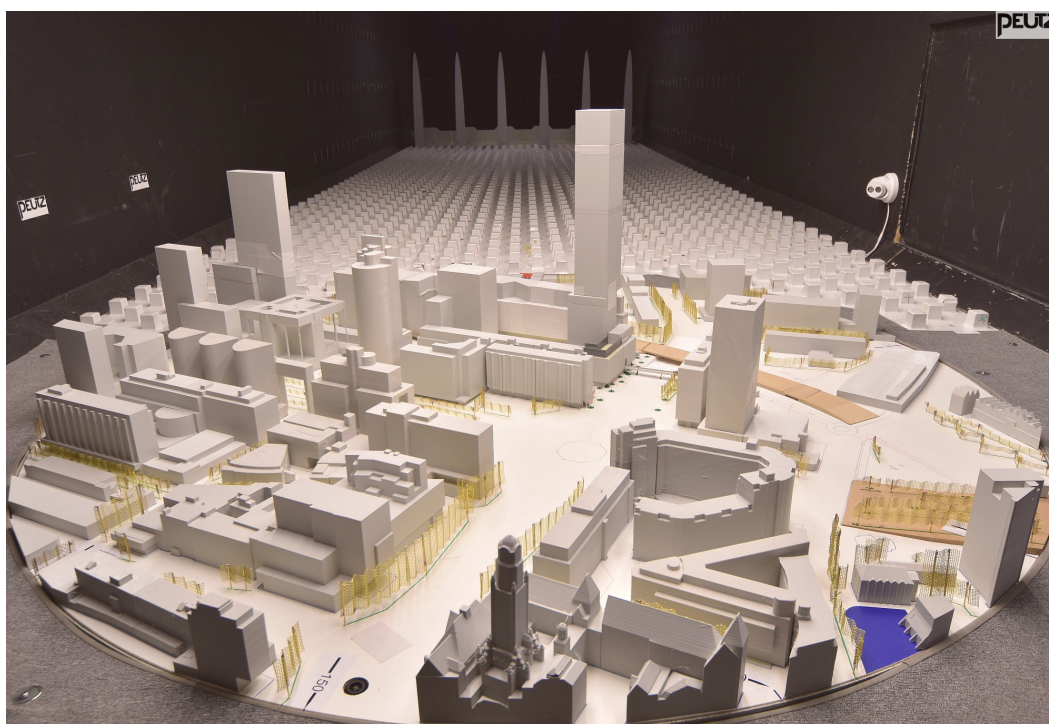


Schiekadeblok Rotterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel

Schiekadeblok Rotterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel



opdrachtgever	Gemeente Rotterdam - Stadsontwikkeling
rapportnummer	O 16525-3-RA-001
datum	4 juni 2021
referentie	OO/OO//O 16525-3-RA-001
verantwoordelijke	O.E. Otten
opsteller	O.E. Otten +31 85 8228667 o.otten@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 – nürnberg – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Normstelling en opzet van het onderzoek	5
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	Windklimaat op de locatie	6
2.4	Simulatie windsnelheden in de windtunnel	9
2.5	Schaalmodel	10
2.6	Onderzoek in de windtunnel	11
3	Resultaten van het onderzoek	12
3.1	Overzicht metingen	12
3.2	Geoptimaliseerde situatie	14
4	Uitwerking in bestemmingsplan	17
5	Samenvatting en conclusies	18

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Rotterdam is een windtunnelonderzoek uitgevoerd ten behoeve van bestemmingsplan Schiekadeblok Rotterdam.

Het doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het invloedsgebied van de geplande hoogbouw. Hierbij zijn verschillende scenario's onderzocht en is het effect van toekomstige ontwikkelingen in de omgeving op het windklimaat bij het Schiekadeblok inzichtelijk gemaakt.

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. Aanvullend is in hoofdstuk 4 een verdere uitwerking van het bestemmingsplanvolume kwalitatief beoordeeld.

In hoofdstuk 5 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 $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten 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
≥ 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 $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,G}})$ in procenten van het 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 $p \leq 0,05$.

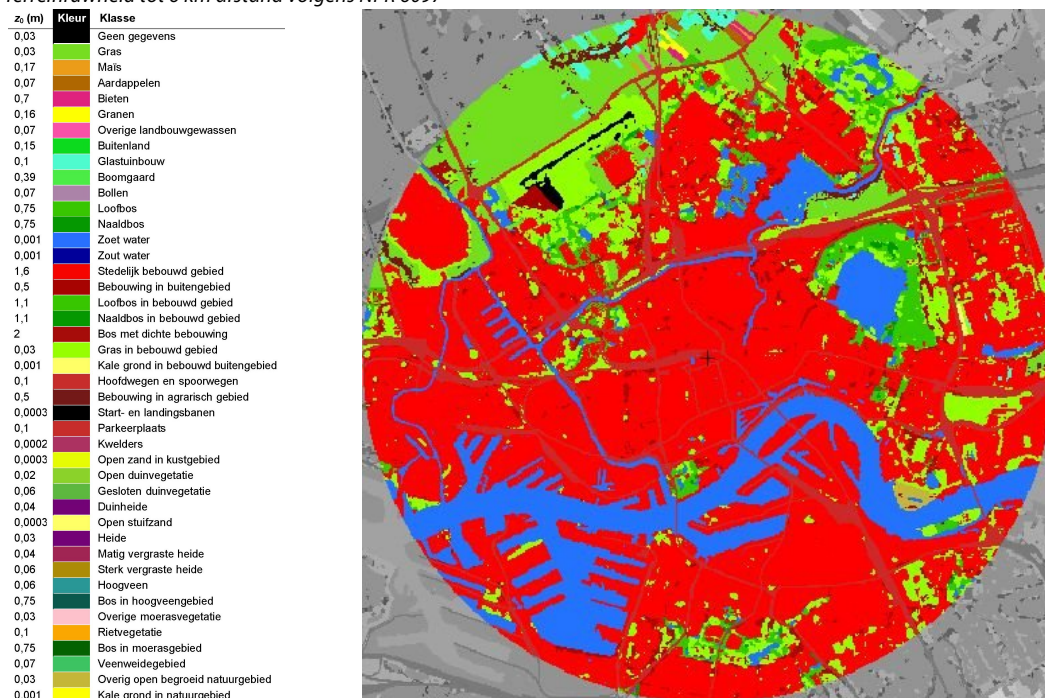
Situaties met een overschrijdingskans van $p \geq 0,30$ zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

2.3 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.

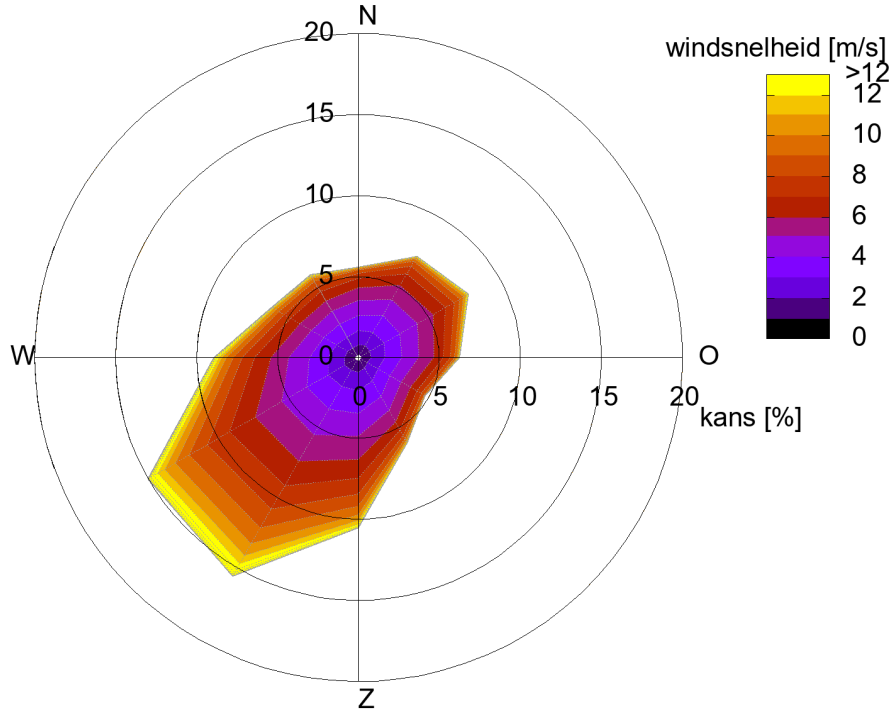
f2.1 *Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097*



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 X092288 Y437808.



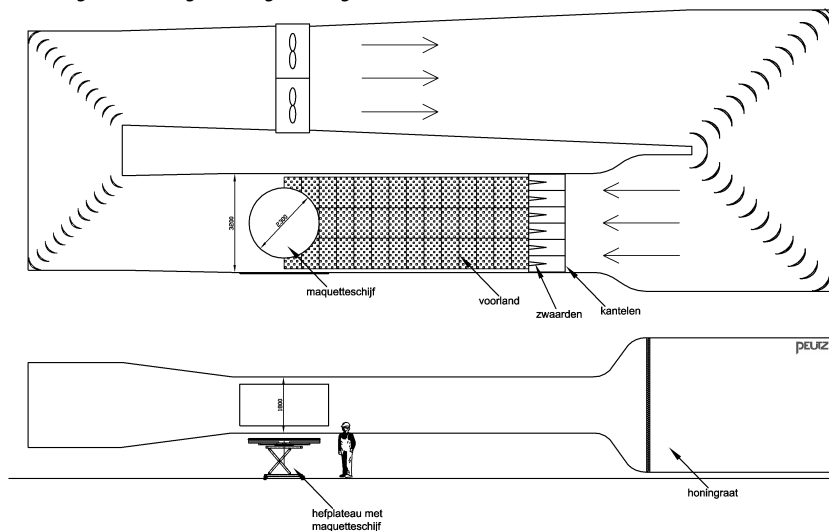
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar													totaal aantal uren: 8766.5	
Positie X092288 Y437808 Jaar 1963-2002													gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.4	
wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°		
0.0 - 0.9	15.9	16.5	17.5	18.0	15.0	16.2	17.5	17.9	21.0	18.9	14.8	14.8		
1.0 - 1.9	53.8	59.3	55.2	51.3	43.0	52.5	62.8	61.1	66.6	59.6	54.0	47.6		
2.0 - 2.9	77.1	84.7	89.1	73.8	65.9	80.3	101.9	103.6	104.1	86.4	72.2	66.6		
3.0 - 3.9	83.3	105.7	98.3	91.9	75.4	95.3	120.3	139.7	131.6	103.8	78.3	81.5		
4.0 - 4.9	79.2	97.4	110.1	91.6	70.5	88.7	123.8	163.5	157.5	110.7	79.4	81.7		
5.0 - 5.9	69.5	89.2	98.5	81.6	56.3	72.7	124.9	162.9	167.9	96.9	68.4	64.6		
6.0 - 6.9	49.4	70.3	75.6	52.5	40.6	47.4	103.6	153.9	159.4	86.3	58.3	55.3		
7.0 - 7.9	30.4	47.5	52.5	38.5	27.2	34.0	84.7	144.9	137.5	67.6	42.1	38.5		
8.0 - 8.9	15.1	29.8	38.2	23.9	15.2	21.5	65.5	119.7	114.7	48.6	31.5	27.5		
9.0 - 9.9	8.1	16.8	24.4	12.1	6.2	12.7	45.5	97.6	87.4	36.6	20.1	17.8		
10.0 - 10.9	4.5	9.7	14.9	6.8	2.5	6.4	31.8	72.6	64.7	24.2	12.2	10.1		
11.0 - 11.9	2.0	3.9	8.0	3.7	1.0	3.0	18.7	52.1	43.5	18.4	7.1	5.6		
12.0 - 12.9	1.2	2.3	3.7	1.3	0.1	0.8	11.4	34.0	25.9	11.3	3.0	3.3		
13.0 - 13.9	0.6	0.8	0.9	0.5	0.2	0.4	5.8	21.3	17.1	6.5	1.4	1.8		
14.0 - 14.9		0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	2.7	11.2	9.1	3.8	0.9	0.9		
15.0 - 15.9			0.1				1.1	6.0	4.5	2.2	0.3	0.4		
16.0 - 16.9							0.6	3.0	2.2	1.4	0.2	0.2		
17.0 - 17.9							0.6	1.8	1.4	0.6	0.1	0.1		
18.0 - 18.9							0.1	1.0	0.6	0.1				
19.0 - 19.9								0.3	0.3	0.1				
20.0 - 20.9								0.1	0.2	0.1				
21.0 - 21.9								0.1	0.1	0.1				
22.0 - 22.9									0.1		0.1			
23.0 - 23.9							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	490.1	634.1	687.4	547.6	419.2	532.1	923.3	1368.4	1317.4	784.2	544.4	518.3		
gemiddelde snelheid	4.4	4.8	5.0	4.6	4.4	4.5	5.6	6.5	6.3	5.6	5.0	4.9		

2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

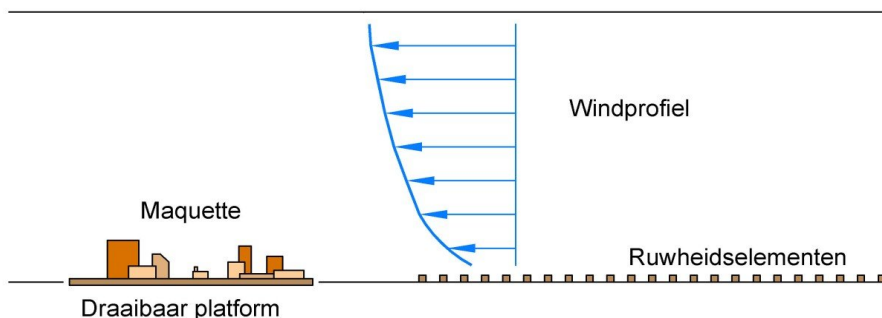
Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz zowel over eigen windtunnel- als rekenfaciliteiten. In deze situatie is gekozen voor simulaties in de windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3 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.

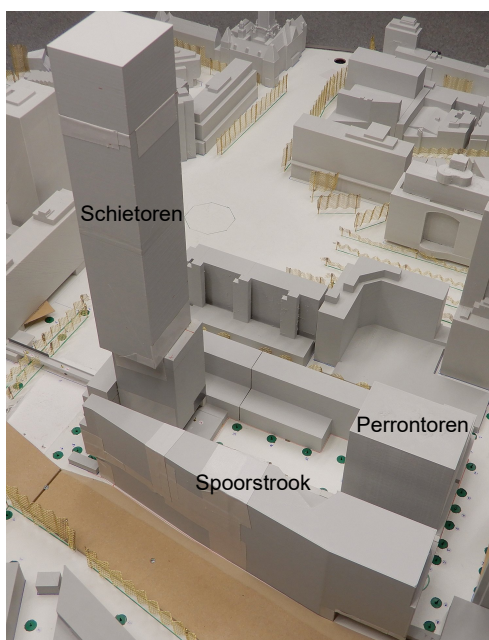
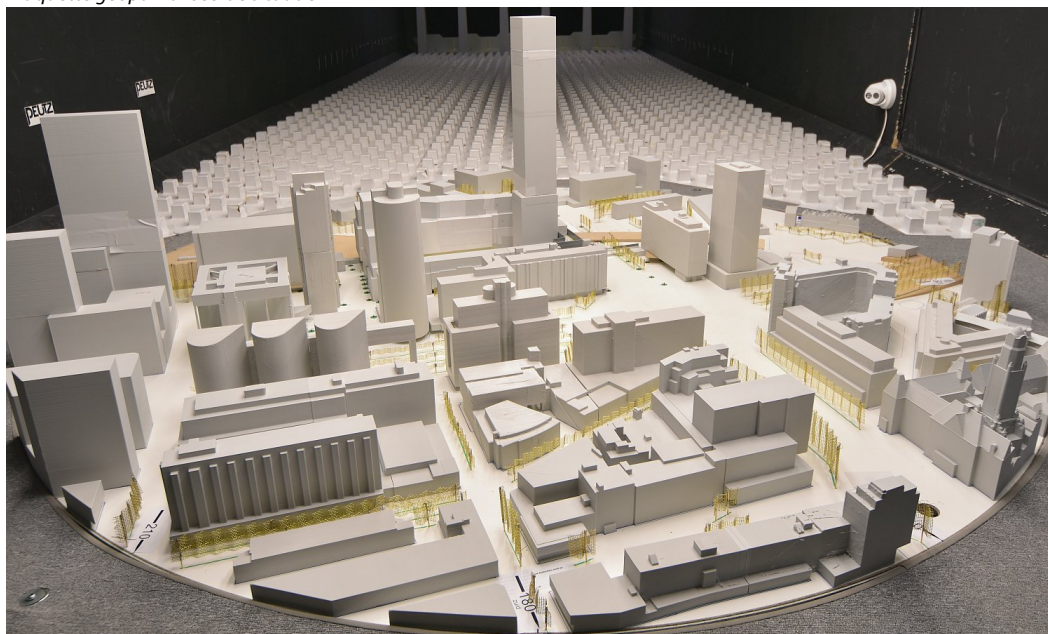
f2.4 Opwekken windprofiel in de windtunnel



2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:300 schaalmodel van de geplande bebouwing van het Schiekadeblok en de stedenbouwkundige omgeving vervaardigd conform de door de gemeente aangeleverde SketchUp-modellen van de geplande bebouwing (december 2020) alsmede van gegevens uit diverse openbare bronnen, waaronder de BGT en AHN. De maquette beslaat een cirkelvormig gebied met een diameter van 690 meter. Gedurende het onderzoek is de geplande bebouwing van de Schiekadeblok in overleg met de gemeente geoptimaliseerd.

f2.5 Maquette geoptimaliseerde situatie



2.6 Onderzoek in de windtunnel

Rondom het project en in de omgeving zijn diverse meetpunten geplaatst, waar de gemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau is gemeten, op een hoogte overeenkomend met 1,75 meter boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Een overzicht van de meetpunten is te zien in figuur 2.6. Een deel van de meetpunten is aangebracht op het verhoogde maaiveld bij en onder de Schietoren (de nummers 111 t/m 115), op de dakakker (116 en 117) en op de luchtsingel (118 t/m 120). Deze meetpunten zijn te herkennen aan de driehoekige vorm.

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.

f2.6 Overzicht meetpunten, geprojecteerd op bestaande bebouwingssituatie (zie ook bijlage 2.1)



3 Resultaten van het onderzoek

In verschillende stappen is proefondervindelijk vastgesteld wat de gevolgen zijn van aanpassing van de bouwmassa's. Onderdelen die onderzocht zijn betreffen:

- (gedeeltelijke) verschuiving van de positie en eventuele verlaging van de Schietoren, een open ruimte onder de Schietoren of een juist gesloten onderzijde;
- wel of niet een gedeeltelijke overkraging van de Schiestraat met bebouwing;
- het aanbrengen van nieuwbouw ter hoogte van de 'wokkel' van Central Post of deze juist handhaven in combinatie met een overbouw;
- het wel of niet overbouwen van het transformatorhuis;
- het wel of niet bebouwen van de spoorstrook;
- een gedeeltelijke verlaging van de bebouwing op de spoorstrook.

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. In dit stadium is het windklimaat op globale wijze inzichtelijk gemaakt en beoordeeld. Het minst strenge beoordelingscriterium voor doorlopen is gehanteerd. Voor (toekomstige) windgevoelige functies wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed op basis van het criterium voor slenteren, geadviseerd. Aan de hand van de weergegeven hinderkans kan desgewenst per meetpunt worden bepaald of hieraan wordt voldaan.

In tabel 3.1 zijn de onderzochte situaties beschreven en voorzien van een beknopte beoordeling van het windklimaat. De bijbehorende meetresultaten en foto's van het schaalmodel zijn opgenomen in bijlage 2.2 t/m 2.42.

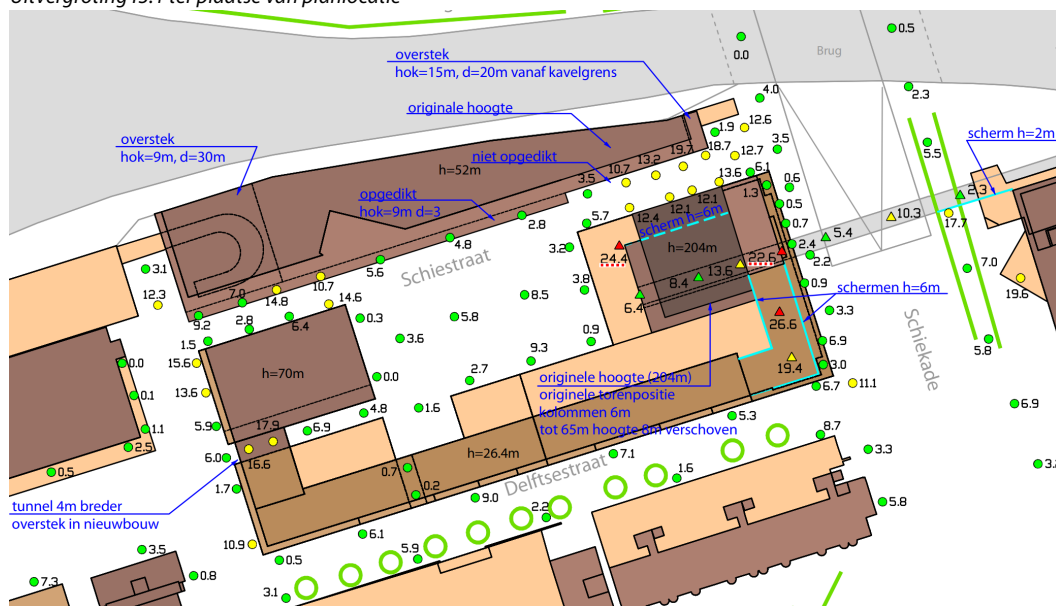
3.1 Overzicht metingen

t3.1 Overzicht metingen

Situatie	Bijlage	Beoordeling
Huidige bebouwingssituatie	2.2 t/m 2.5	In de bestaande bebouwingssituatie is op de meeste plaatsen in en rond het plangebied sprake van een goed of soms matig windklimaat. Op 2 plaatsen krijgt het windklimaat een beoordeling slecht, dat is bij de bestaande bebouwing ter hoogte van Central Post en bij de benzinepomp aan de oostzijde van de Schiekade
Schiekadeblok scenario 1: de Schietoren staat deels op de bestaande bebouwing Schiekadeblok; met de huidige omgevingsbebouwing.	2.6 t/m 2.9	Op een aantal plaatsen bij de Schietoren is sprake van een ongunstig windklimaat. Aan de noordzijde van de Schietoren, op de dakker en in de doorgang naar de luchtsingel krijgt het windklimaat plaatselijk een beoordeling slecht in deze situatie, plaatselijk samengaan met een beperkt risico op windgevaar of overschrijding van het gevaarcriterium. Bij de Perrontoren is op enkele plaatsen sprake van een als matig te beoordelen windklimaat. Op de luchtsingel is aan de overzijde van de Schiekade sprake van een matig tot slecht windklimaat, waar dit in de bestaande situatie matig is. In de omgeving van het Schiekadeblok is overwegend sprake van een goed tot plaatselijk matig windklimaat. Het windklimaat op de meetpunten in de Provenierswijk krijgt een beoordeling goed.

Situatie	Bijlage	Beoordeling
Schiekadeblok scenario 1 met toekomstige ontwikkelingen in de omgeving, waaronder hoogbouw op de locaties ASR, Unilever, Hofplein en Heer Bokelweg.	2.10 t/m 2.13	De geprojecteerde toekomstige hoogbouw heeft een afschermend effect, waardoor het windklimaat bij de Schietoren is verbeterd ten opzichte van de situatie met de bestaande omgevingsbebouwing. Op diverse meetpunten bij de Schietoren is in deze situatie sprake van een matig i.p.v. slecht windklimaat. Aan de westzijde van het Schiekadeblok is sprake van een verslechtering van het windklimaat ten gevolge van de toekomstige hoogbouw in de omgeving.
Schiekadeblok scenario 2: Schietoren naar westzijde geschoven; met huidige omgeving.	2.14 t/m 2.17	De verplaatsing van de Schietoren naar de westelijkere positie heeft een positief effect op het lokale windklimaat. Er blijft op diverse meetpunten bij de Schietoren sprake van een slecht windklimaat. De gevaarskans neemt af waardoor een overschrijding van het gevaarcriterium op enkele plaatsen bij scenario 1 wijzigt in een beperkt risico op windgevaar met scenario 2.
Schiekadeblok scenario 2 met toekomstige omgeving.	2.18 t/m 2.21	Ook met de geplande omgevingsbebouwing pakt het windklimaat beter uit met de Schietoren op de westelijke positie.
Variant A: scenario 2 met huidige omgeving en zonder bebouwing spoorstrook, bestaande bomen op deze locatie; 3 meter hoog scherm aan 1 zijde van de dakker.	2.22 t/m 2.24	Aan de noordzijde van de Schietoren is in deze situatie op meerdere meetpunten een overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld. Verder is aan de noordzijde van de Perrontoren sprake van een goed windklimaat in deze situatie. Op de dakker zorgt de toevoeging van het scherm niet voor voldoende verbetering. Er blijft sprake van een slecht windklimaat en een beperkt risico op windgevaar.
Variant B: zuidgevel spoorstrook vanaf 9 meter hoogte 3 meter opgedikt, tweede scherm langs dakker.	2.25 t/m 2.26	Op het minst gunstige punt ten noorden van de Perrontoren verbetert het windklimaat enigszins (hinderkans 15.3%). Op de dakker blijft ondanks een verbetering ten gevolge van het extra scherm sprake van een matig tot slecht windklimaat.
Variant C: volume spoorstrook met overstek aan oost- en westzijde, toevoeging transformatorhuis aan oostzijde spoorstrook en schermen langs dakker verhoogd naar 6 meter.	2.27 t/m 2.29	Ten gevolge van de overstekken van de spoorstrook wijzigt het windklimaat in beperkte mate. Per saldo blijft de windsituatie bij de Schietoren gelijk en bij de Perrontoren wordt het windklimaat iets gunstiger. Op de dakker heeft het verhogen van de schermen niet het gewenste effect, er blijft sprake van een matig tot slecht windklimaat.
Variant D: Schietoren vanaf 50 meter hoogte in zuidelijke richting verplaatst, totale hoogte 180 i.p.v. 204 meter.	2.30 t/m 2.33	Deze wijziging geeft niet het gewenste positieve effect op het windklimaat bij de Schietoren.
Variant E: complete Schietoren verplaatst in zuidelijke richting, opgedikte gevel spoorstrook t.h.v. Schietoren vervallen; onderdoorgang bij Perrontoren met 4 meter verbreed.	2.34 t/m 2.36	Nu ook de onderzijde van de Schietoren verplaatst is, neemt de hinderkans ten noorden van de Schietoren duidelijk af. Het windklimaat krijgt op deze plaats een beoordeling matig i.p.v. slecht in deze situatie. Bij de noordwestelijke hoek van de Schietoren is plaatselijk sprake van een slecht windklimaat op het verhoogde maaiveld. De verbreding van de onderdoorgang aan de zuidzijde van de Perrontoren heeft geen wezenlijk effect op het als matig te beoordelen windklimaat.
Variant F: verlaging spoorstrook t.h.v. Schietoren, onderzijde Schietoren open m.u.v. noordgevel; schermen langs luchtsingel aan andere zijde Schiekade.	2.37 t/m 2.39	De verlaging van de spoorstrook en de open ruimte onder de Schietoren zorgen ondanks plaatselijke verschillen per saldo niet voor een wijziging van het windklimaat. De windschermen langs de luchtsingel geven een aanzienlijke verbetering van het plaatselijke windklimaat.

f3.2 Uitvergroting f3.1 ter plaatse van planlocatie



In de basis zijn 2 scenario's voor de positie van de Schietoren onderzocht. De situatie waarbij de Schietoren niet op gebouw Schiekadeblock staat maar direct ten westen daarvan, scenario 2 in bijlage 2.18, blijkt voor het windklimaat het best uit te pakken. Desondanks is aan de noordzijde van de Schietoren, in de Schiestraat, een slecht windklimaat te verwachten. De optimalisatie van het windklimaat wordt bereikt door het onderste deel van de Schietoren tot circa 65 meter hoogte 8 meter in zuidelijke richting te verschuiven. De valwind ten gevolge van de Schietoren komt dan bij de dominante windrichting zuidwest deels op het verhoogde maaiveld bij de noordwesthoek van de Schietoren waardoor een slecht windklimaat en een beperkt risico op windgevaar in de lager gelegen Schiestraat wijzigt naar een matig windklimaat. Op het verhoogde maaiveld dient hierdoor nabij de noordwesthoek zeer plaatselijk rekening gehouden te worden met een slecht windklimaat. Dit kan met maatregelen in de vorm van bijvoorbeeld een scherm nader worden verbeterd.

In de doorgang door gebouw Schiekadeblock richting de luchtsingel is plaatselijk sprake van een als slecht te beoordelen windklimaat en een beperkt risico op windgevaar. Doordat dit wordt veroorzaakt door luchtdrukverschillen als gevolg van de Schietoren, is met plaatselijke maatregelen nauwelijks een verbetering van het windklimaat te verkrijgen, anders dan de doorgang dicht te zetten met een sluisconstructie of tourniquet (draaideur).

Op de dakker is door de situering naast de Schietoren sprake van een toename van windhinder. Met behulp van 3 meter hoge schermen is een deel van de verslechtering te compenseren maar er blijft ook dan een matig tot slecht windklimaat te verwachten. Het heeft nauwelijks effect de schermen te verhogen.

Op het centrale plein is op de meeste plaatsen een goed windklimaat voor de categorie doorlopen te verwachten. Bij toekomstige windgevoelige functies zal met het slentercriterium, zonder additionele afscherming, zeer plaatselijk op het plein sprake zijn van

een als matig te beoordelen windklimaat. Met de toevoeging van de geplande begroeiing is een beoordeling goed op het plein ook met dit criterium haalbaar.

In de Schiestraat is aan de noordzijde van de Perrontoren plaatselijk sprake van een matig windklimaat. Dit geldt ook voor de westgevel van de Perrontoren en in de onderdoorgang ten zuiden van deze toren. De breedte van de onderdoorgang heeft geen effect op het plaatselijke windklimaat.

Ter plaatse van de bestaande onderdoorgang van de Delftsestraat naar het centrale plein blijft ten gevolge van een gunstige oriëntatie ten opzichte van de dominante windrichting een goed windklimaat aanwezig in de geplande situatie.

In de verdere omgeving van het plangebied heeft de realisatie van het plan slechts een beperkt effect op het windklimaat. Er is overwegend sprake van een goed tot plaatselijk matig windklimaat voor de functie doorlopen.

Op de luchtsingel is in de bestaande situatie aan de oostzijde van de Schiekadeblok plaatselijk sprake van een (zeer) matig windklimaat. Ten gevolge van een geringe verslechtering in de geplande situatie is zonder nadere maatregelen sprake van een slecht windklimaat. Dit kan effectief worden voorkomen met een plaatselijke afscherming.

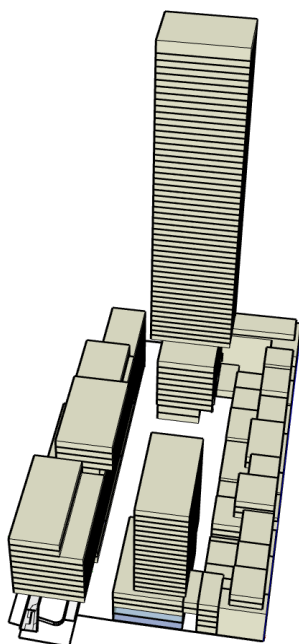
In verband met het globale karakter van het onderzoek in deze fase is in de weergave van de meetresultaten uitgegaan van minst strenge beoordelingscriterium voor doorlopen. Voor windgevoelige functies zoals gebouwentrees (hoofdentrees) en verblijfsgebieden wordt geadviseerd een beoordeling goed voor slenteren te hanteren. Dit komt overeen met een windhinderkans van maximaal 4.9 in figuur 3.1. Aan de hand van deze afbeelding kans desgewenst nader worden vastgesteld in hoeverre hieraan wordt voldaan.

4 Uitwerking in bestemmingsplan

De bebouwingssituatie is na afronding van de metingen door de gemeente verder uitgewerkt voor het bestemmingsplan. De primaire aanpassingen zijn:

- de positionering van de Perrontoren met een grotere afstand naar de spoorstrook;
- een beperkte aanpassing in de hoogte van de spoorstrook;
- een ander profiel van de Schietoren, inclusief 5,5 meter overkraging aan de Schiestraat voor het bouwdeel boven de 40 meter hoogte;
- Het onderste deel van de toren (tot 40 meter hoogte) kraagt uit aan de pleinzijde.

f4.1 Aanzicht uitgewerkt model



Aan de hand van de meetresultaten wordt verwacht dat de nadere uitwerking van de Perrontoren in verband met de getrapte hoogteopbouw aan de Schiestraat een positief effect heeft op het windklimaat.

De aanpassing van de hoogte van de spoorstrook zal geen wezenlijk effect op het windklimaat te weeg brengen.

Het lage dage deel van de Schietoren is in dit model direct aan de Schiestraat gelegen, hetgeen in de metingen ongunstig uitpakte. De westgevel van de toren is wat breder geworden, waardoor de mate van windhinder bij de belangrijke windrichting zuidwest wat toeneemt. Doordat het onderste deel van de toren in dit model veel verder in westelijke richting uitkraagt, bestaat de mogelijkheid dat de valwind van de toren hierdoor gebroken wordt en op hoger niveau door de Schiestraat zal gaan. Of het positieve effect hiervan opweegt tegen de andere beschreven nadelige effecten kan alleen worden vastgesteld aan de hand van een nader onderzoek.

5 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de gemeente Rotterdam is een windtunnelonderzoek uitgevoerd ten behoeve van bestemmingsplan Schiekadeblok Rotterdam. Doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het invloedsgebied van de geplande hoogbouw. Hierbij zijn verschillende scenario's onderzocht en is het effect van toekomstige ontwikkelingen in de omgeving op het windklimaat bij het Schiekadeblok inzichtelijk gemaakt.

In verband met het globale karakter van het onderzoek in deze fase is overal uitgegaan van minst strenge beoordelingscriterium voor doorlopen. Voor windgevoelige functies zoals gebouwentrees (hoofdentrees) en verblijfsgebieden wordt geadviseerd minstens een beoordeling goed voor slenteren te hanteren. Desgewenst kan aan de hand van de meetresultaten nader worden vastgesteld in hoeverre hieraan wordt voldaan.

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

- De geplande bebouwing heeft over het algemeen geen grote effecten op het windklimaat buiten het plangebied.
- Op de luchtsingel is in de bestaande situatie aan de oostzijde van de Schiekadeblok plaatselijk sprake van een (zeer) matig windklimaat. Ten gevolge van een geringe verslechtering in de geplande situatie is zonder nadere maatregelen plaatselijk sprake van een slecht windklimaat. Dit kan effectief worden voorkomen met een plaatselijke afscherming, bijvoorbeeld met een plaatselijke verhoging van de borstwering tot in totaal 2 meter hoogte.
- Met de oorspronkelijk geplande opzet voor de Schietoren is aan de noordzijde van de Schietoren sprake van een slecht windklimaat met, afhankelijk van de positie van de toren, een beperkt risico op windgevaar of een overschrijding van het gevaarcriterium. Een verbetering van het windklimaat wordt verkregen door de westelijke positie van de Schietoren, achter gebouw Schiekadeblock, waarbij het onderste deel van de Schietoren 8 meter naar het zuiden verschoven is. Dit staat beschreven in paragraaf 3.2. Het plaatselijke windklimaat wijzigt dan van slecht naar matig, zonder overschrijding van de gevaardrempel. Als ook de toekomstige omgevingsbebouwing gerealiseerd wordt, zal het windklimaat bij de Schietoren verder verbeteren. Op het verhoogde maaiveld bij de Schietoren dient nabij de noordwesthoek rekening gehouden te worden met plaatselijk aanvullende maatregelen om een slecht windklimaat te voorkomen, bijvoorbeeld in de vorm van een scherm.
- In de doorgang door gebouw Schiekadeblock richting de luchtsingel is plaatselijk sprake van een als slecht te beoordelen windklimaat en een beperkt risico op windgevaar. Doordat dit wordt veroorzaakt door drukverschillen die optreden bij de Schietoren, is met afschermende maatregelen nauwelijks een verbetering van het windklimaat te verkrijgen. Een blootstelling aan hoge windsnelheden bij ongunstige weersomstandigheden kan worden voorkomen door de doorgang dicht te zetten met een sluisconstructie of tourniquet (draaideur).
- Op de dakker is door de situering naast de Schietoren sprake van een toename van windhinder. Met behulp van 3 meter hoge schermen is een deel van de verslechtering te

compenseren maar er blijft ook dan een matig tot slecht windklimaat te verwachten. Een verhoging van de schermen heeft nauwelijks effect. Alternatieven zijn een dichtere kas-achtige constructie met een dak of een andere locatie voor de dakakker.

- Rondom de Perrontoren is op een aantal plaatsen een matig windklimaat te verwachten, waaronder in de aangrenzende onderdoorgang. De breedte van de onderdoorgang is niet van invloed op het lokale windklimaat.
- Verder is overwegend sprake van een goed windklimaat voor de beoordelingsfunctie doorlopen.
- Op het centrale plein van het Schiekade blok is in verband met toekomstige windgevoelige functies ook met het criterium voor slenteren op de meeste plaatsen een goed windklimaat te verwachten. Met het windafschermende effect van toekomstige begroeiing in een goed windklimaat op het hele plein haalbaar.
- De bebouwingssituatie is na afronding van de metingen door de gemeente verder uitgewerkt voor het bestemmingsplan (zie hoofdstuk 4). De wijziging van de Perrontoren heeft naar verwachting een positief effect op het windklimaat. Een andere hoogteopbouw van de spoorstrook heeft geen wezenlijk effect. In de voorgestelde uitwerking van de Schietoren is de verplaatsing van de onderbouw niet verwerkt. De grotere uitkraging van het onderste deel van de Schietoren aan de westzijde kan de negatieve effecten hiervan mogelijk mogelijk compenseren. Het resulterende effect op het windklimaat is echter zonder nader onderzoek niet duidelijk vast te stellen. Voorgesteld wordt derhalve in het bestemmingsplan de mogelijkheid op te nemen voor een verplaatsing van het onderste deel van de Schietoren in zuidelijke richting, mocht dit nodig blijken.
- Geadviseerd wordt het windklimaat bij de uitwerking van de daadwerkelijke bouwplannen nader te laten onderzoeken.

Mook,



Dit rapport bevat 19 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

Bijlage 2: Meetresultaten en foto's schaalmodel.

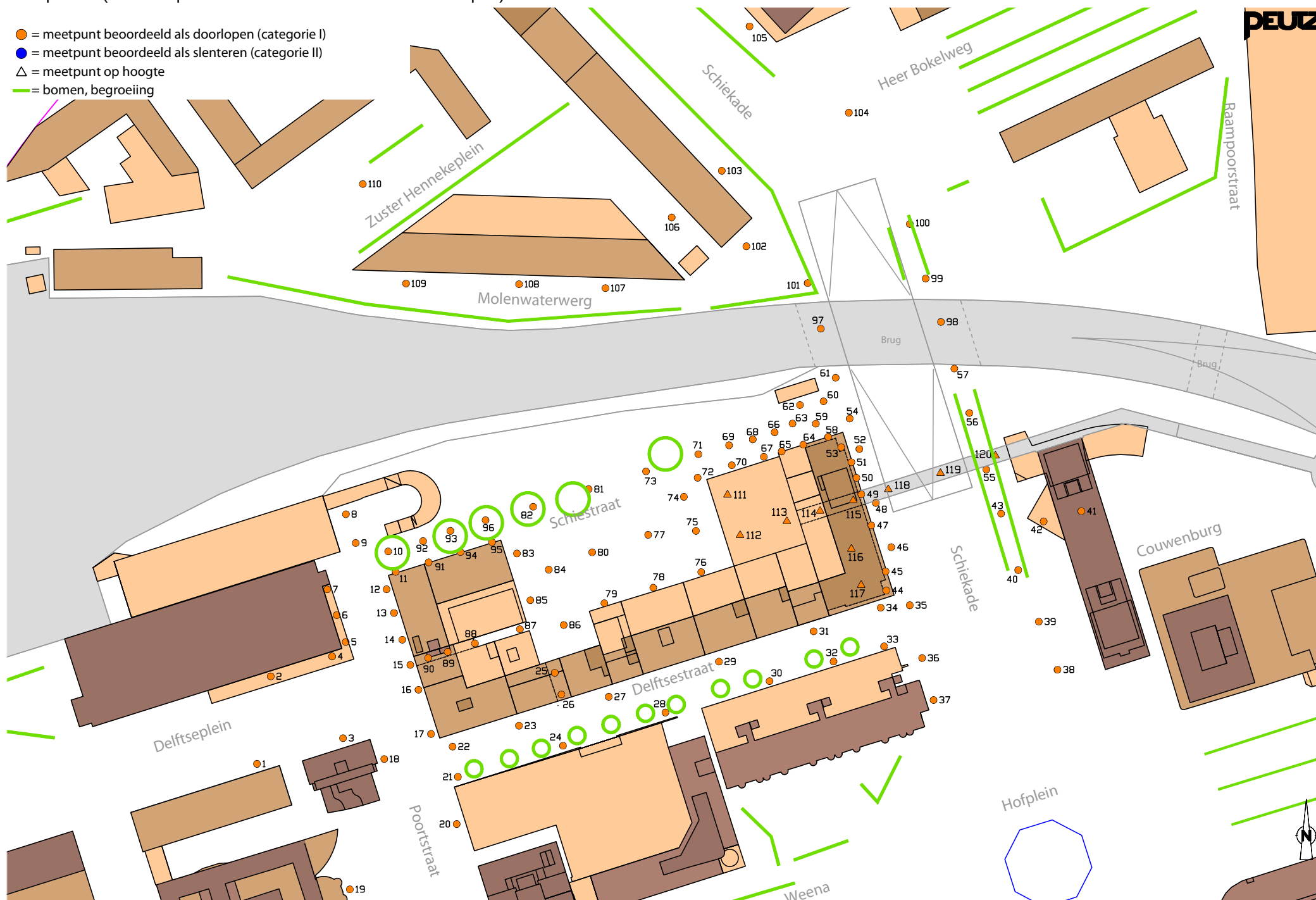
Bijlage 1

Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

Project	Projectgegevens																																																			
Projectnaam	Schiekadeblok Rotterdam																																																			
Opdrachtgever	Gemeente Rotterdam - Stadsontwikkeling																																																			
Projectleider	O.E. Otten																																																			
Datum	4 juni 2021																																																			
Model	Algemene gegevens van het model																																																			
Schaal	1 : 300																																																			
Blokkeringsgraad	< 5%																																																			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een diameter van 690 meter																																																			
Kerngebied	het gebied rondom de geplande nieuwbouw																																																			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied/begroeiing/spoortalud																																																			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas																																																			
Onderzochte configuraties	12 configuraties m.b.t. huidige situatie, geplande situatie, toekomstige omgevingsbebouwing en optimalisatie.																																																			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling																																																			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing																																																			
kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem																																																			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 120 meetpunten op 1,75 meter hoogte; deels aangebracht op het verhoogde maaiveld, op de dakker en op de luchtsingel																																																			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)																																																			
(minimaal 12 over de windroos)																																																				
Tunnelregeling																																																				
- kalibratiedatum - kalibratie-instantie	meetapparatuur wordt periodiek gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem intern																																																			
Instrumenten																																																				
kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem																																																			
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat																																																			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 92288 Y = 437808																																																			
Toegepaste eisen	<table><tr><td>v_{DR}</td><td>Gewenste</td><td>Overschrijdingskans</td><td>Beoordeling</td></tr><tr><td>m/s</td><td>kwaliteitsklasse</td><td>%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$</td><td></td></tr><tr><td>Voor comfort</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Doorlopen</td><td>5,0</td><td>≤ D</td><td>< 20</td><td>≤ matig</td></tr><tr><td>Slenteren</td><td>5,0</td><td>≤ C</td><td>< 10</td><td>≤ matig</td></tr><tr><td>Zitten</td><td>5,0</td><td>≤ B</td><td>< 5</td><td>≤ matig</td></tr><tr><td>Regionale correctie</td><td colspan="4">Geen correctie</td></tr><tr><td>Voor gevaar</td><td></td><td></td><td>$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$</td><td></td></tr><tr><td></td><td>15</td><td>n.v.t.</td><td>0,05 < p < 0,30</td><td>beperkt risico</td></tr><tr><td></td><td>15</td><td>n.v.t.</td><td>p ≥ 0,30</td><td>gevaarlijk</td></tr></table>	v_{DR}	Gewenste	Overschrijdingskans	Beoordeling	m/s	kwaliteitsklasse	%				$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$		Voor comfort				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 ≥ 0,30	gevaarlijk
v_{DR}	Gewenste	Overschrijdingskans	Beoordeling																																																	
m/s	kwaliteitsklasse	%																																																		
		$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$																																																		
Voor comfort																																																				
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 ≥ 0,30	gevaarlijk																																																
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd																																																			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang																																																				

Meetpunten (alle meetpunten beoordeeld met criterium doorlopen)

- = meetpunt beoordeeld als doorlopen (categorie I)
- = meetpunt beoordeeld als slenteren (categorie II)
- △ = meetpunt op hoogte
- = bomen, begroeiing

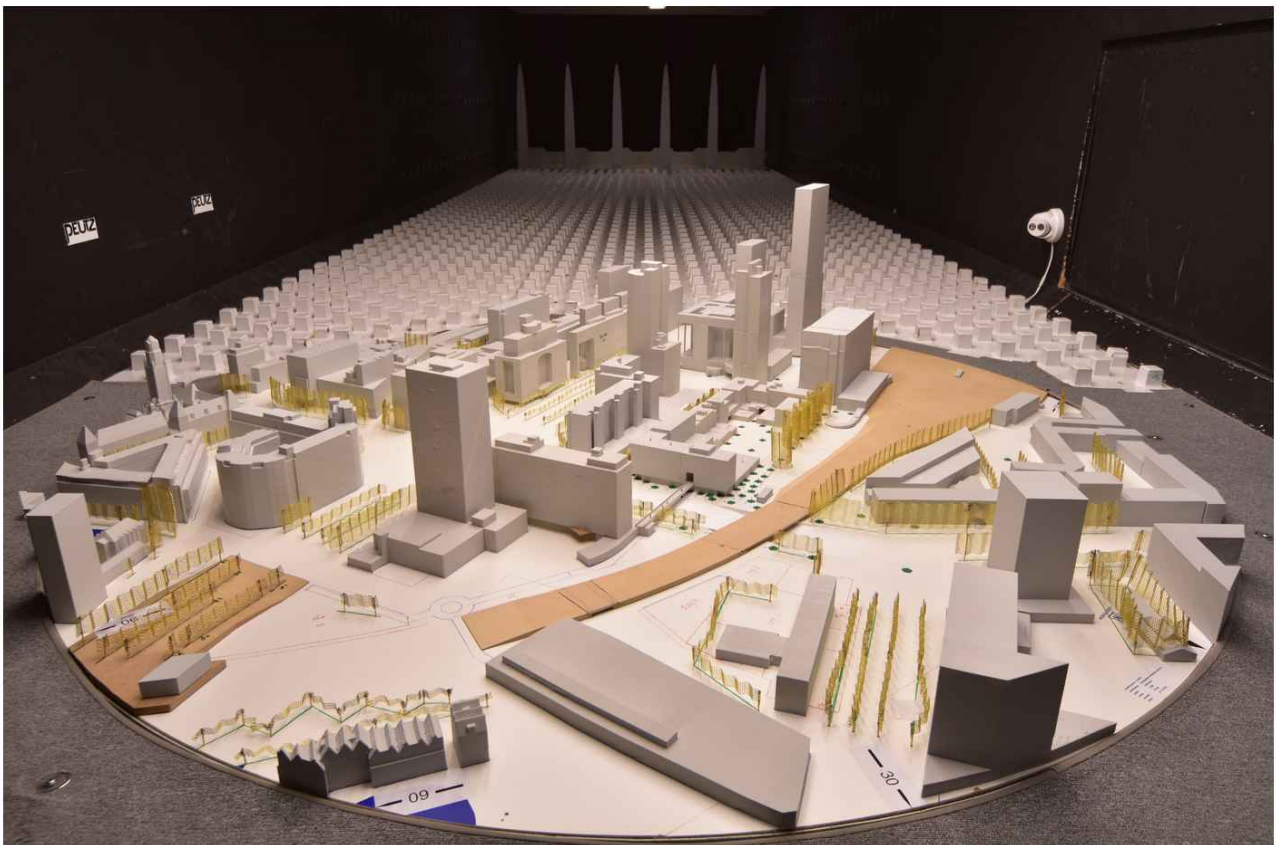
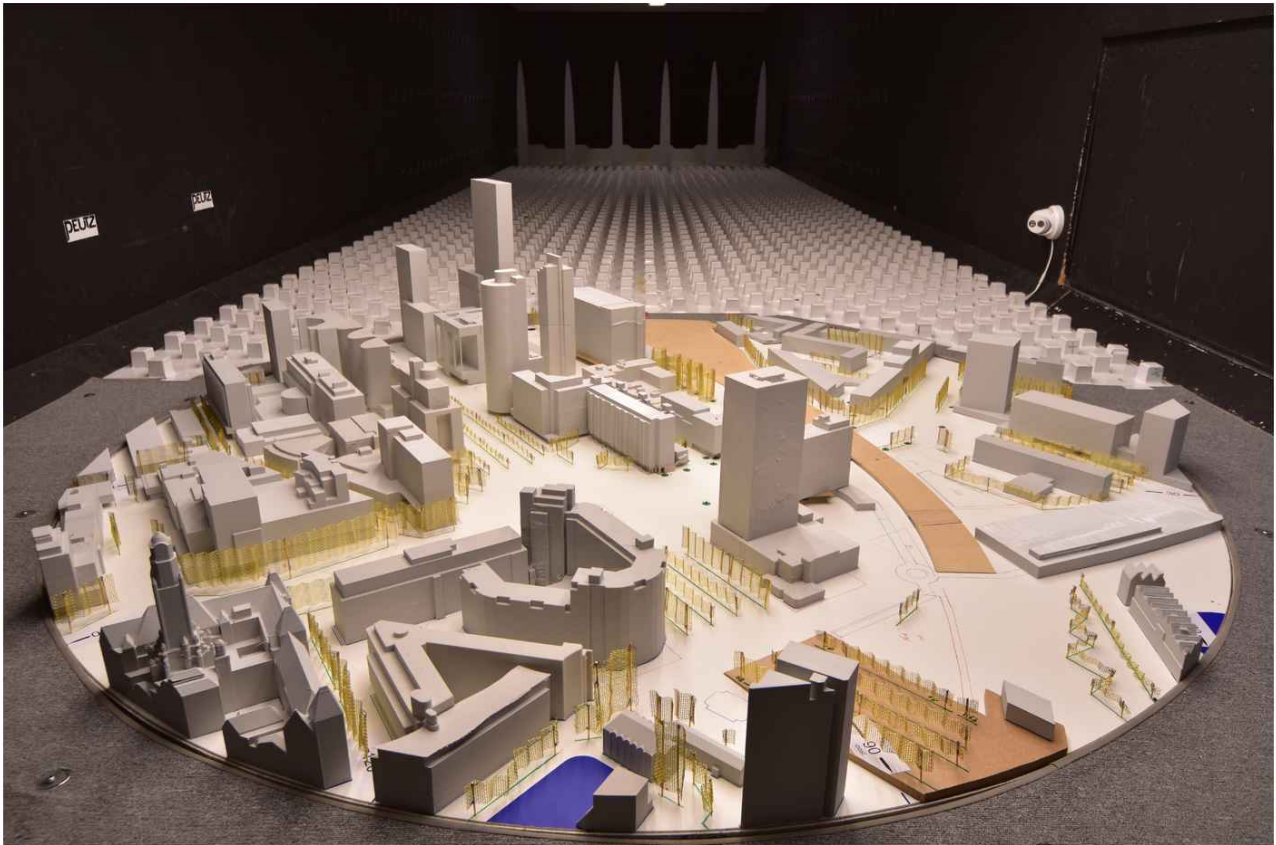


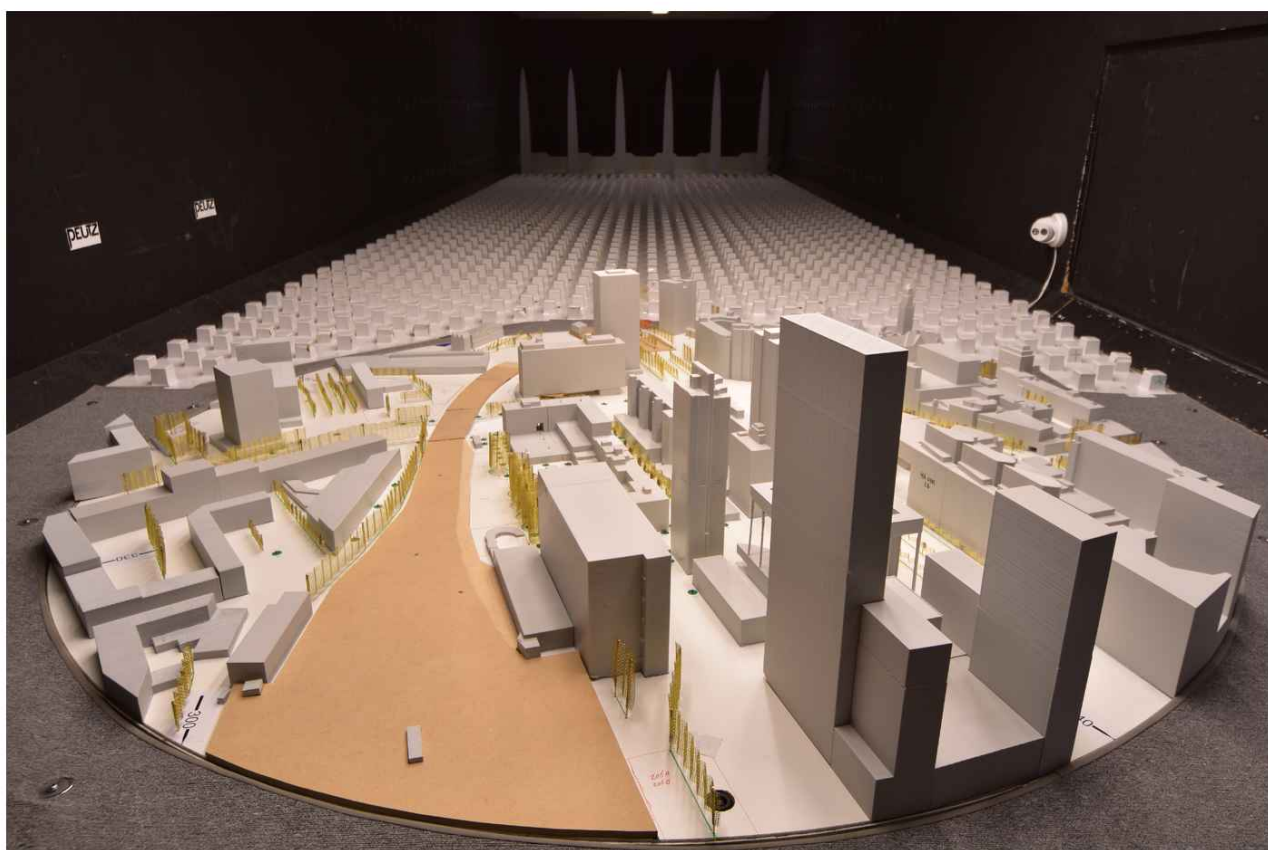
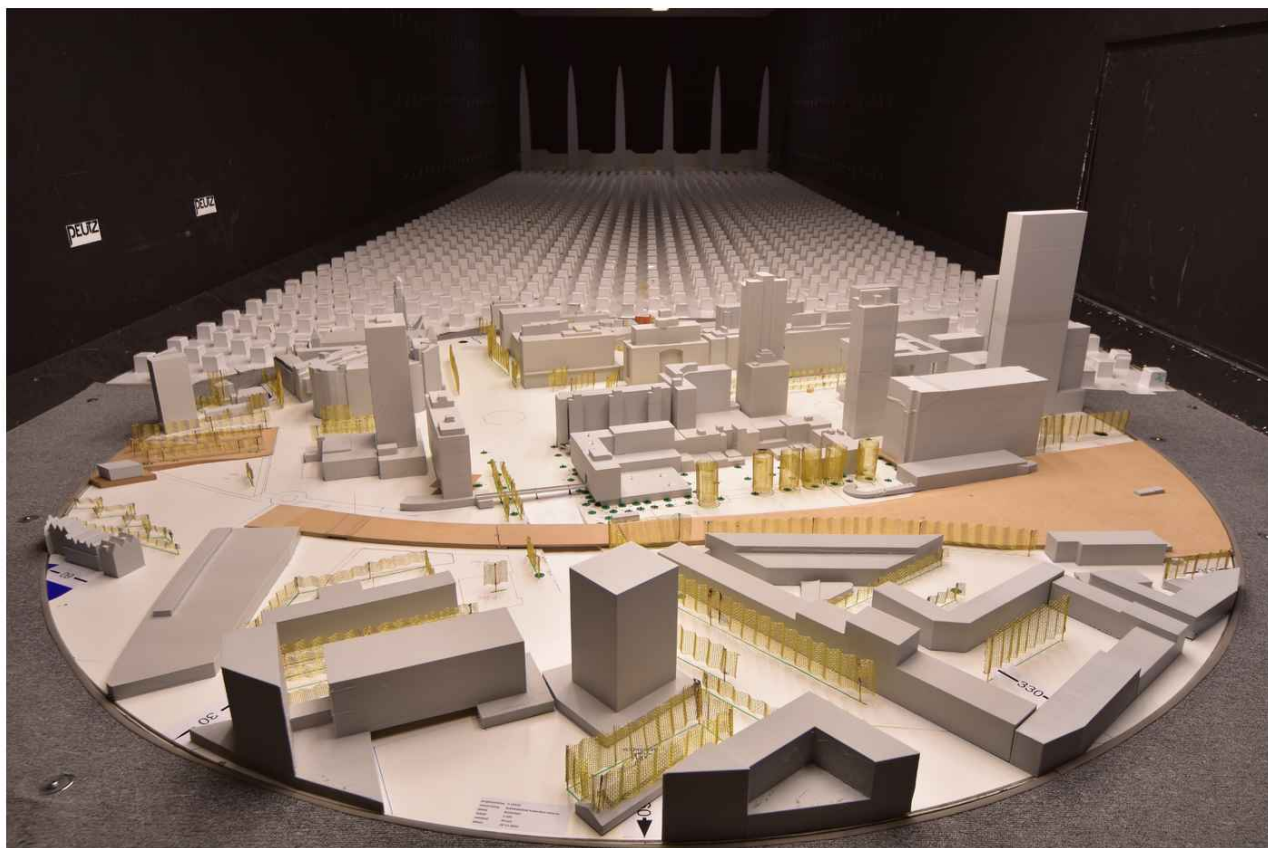
PEUZ

Schiekadeblok huidige situatie met huidige omgeving

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren





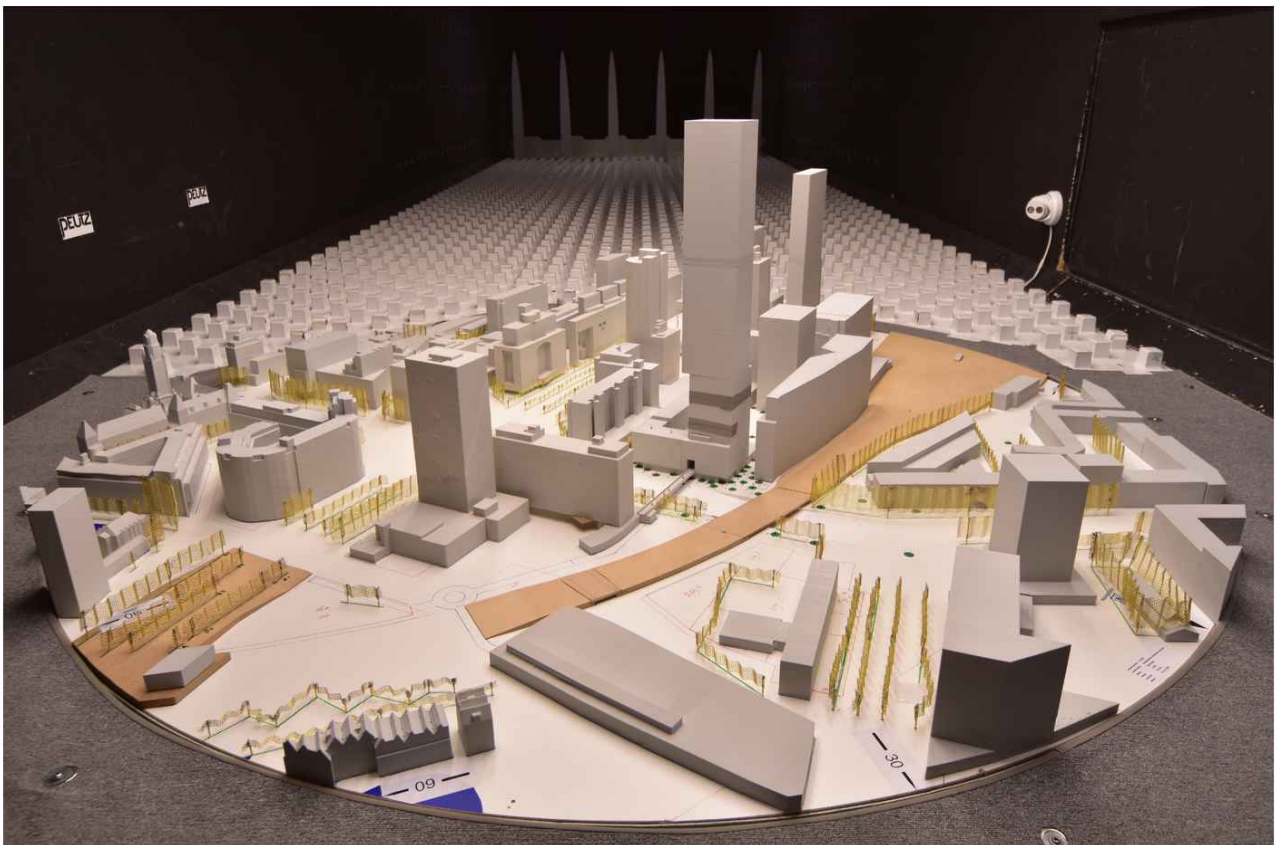
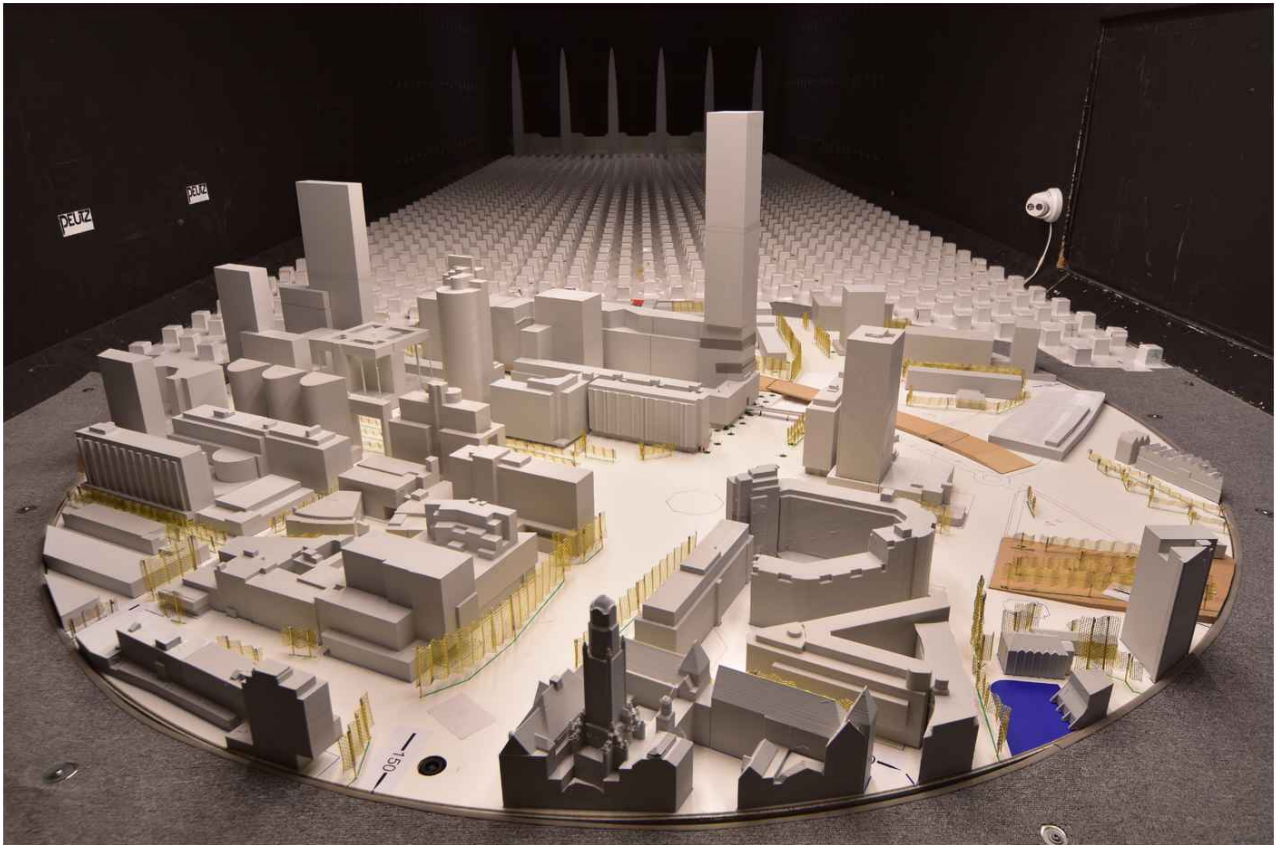


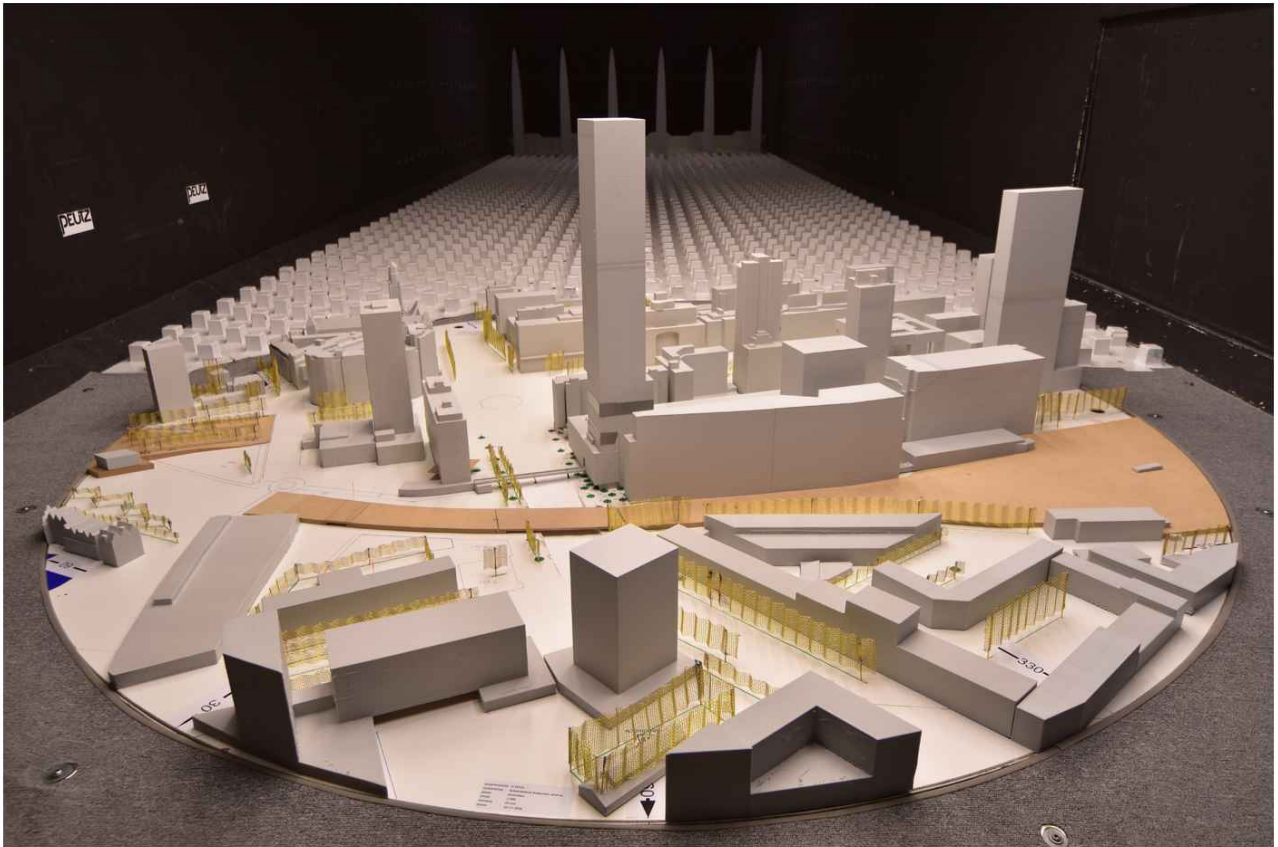


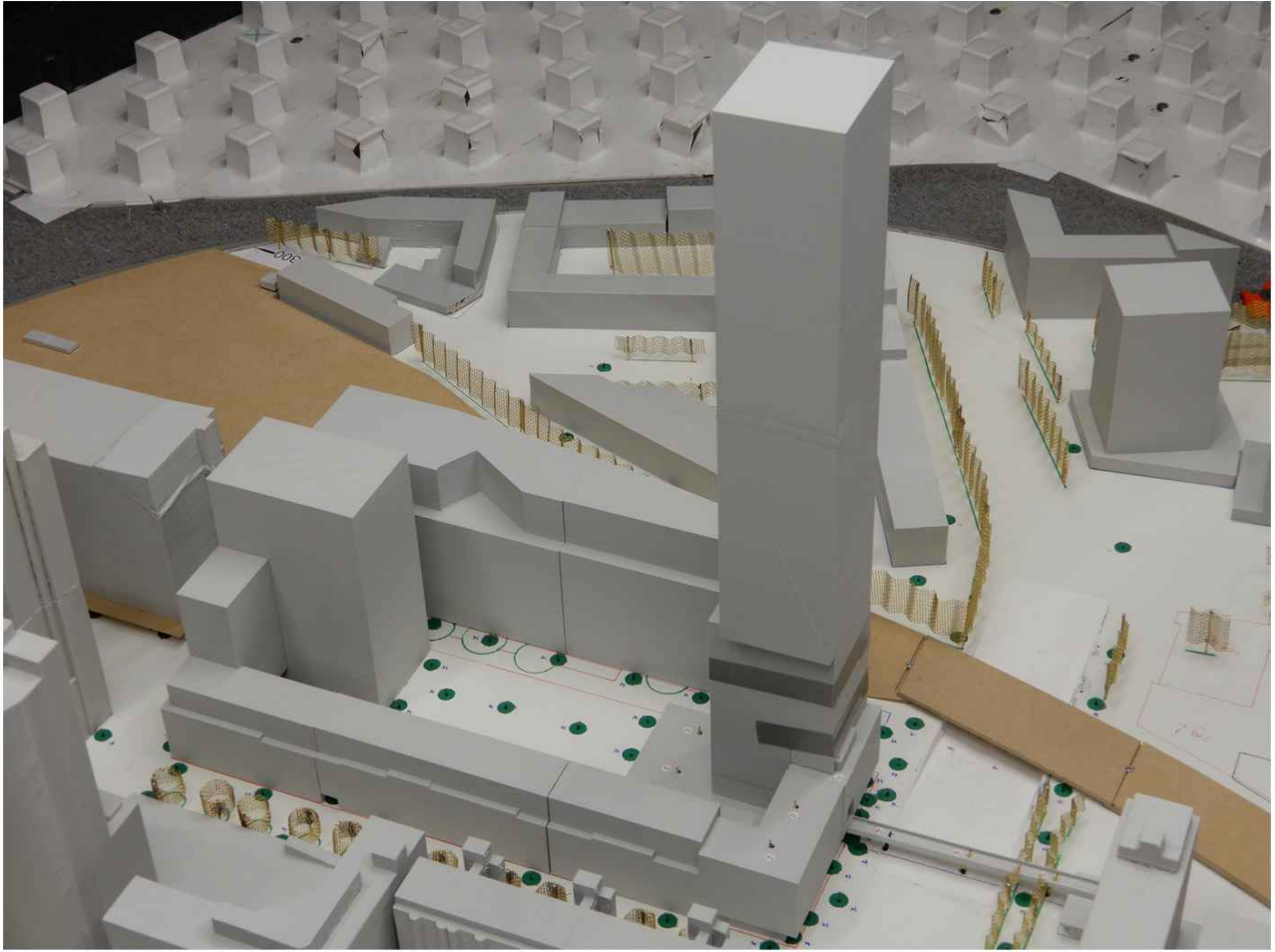
Schiekadeblok scenario 1 met huidige omgeving

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren





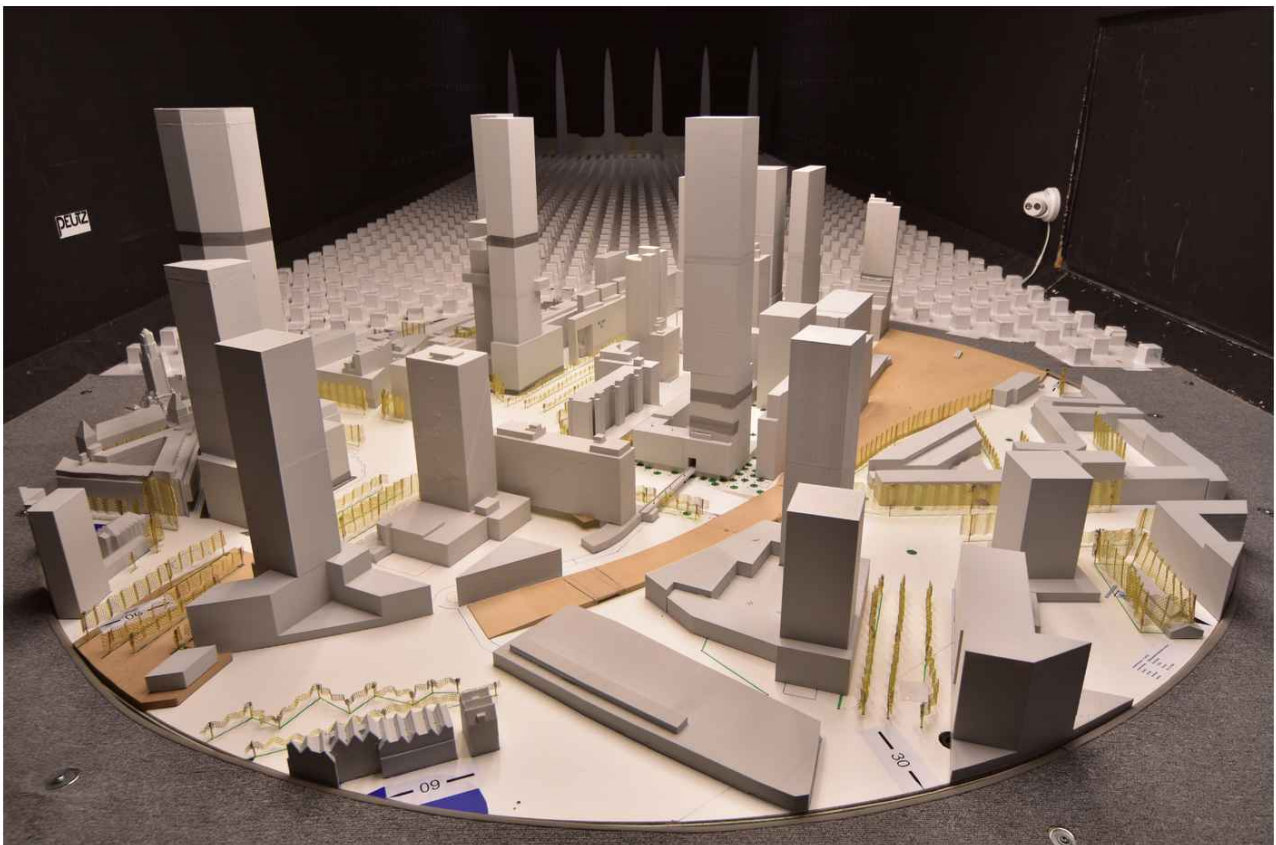
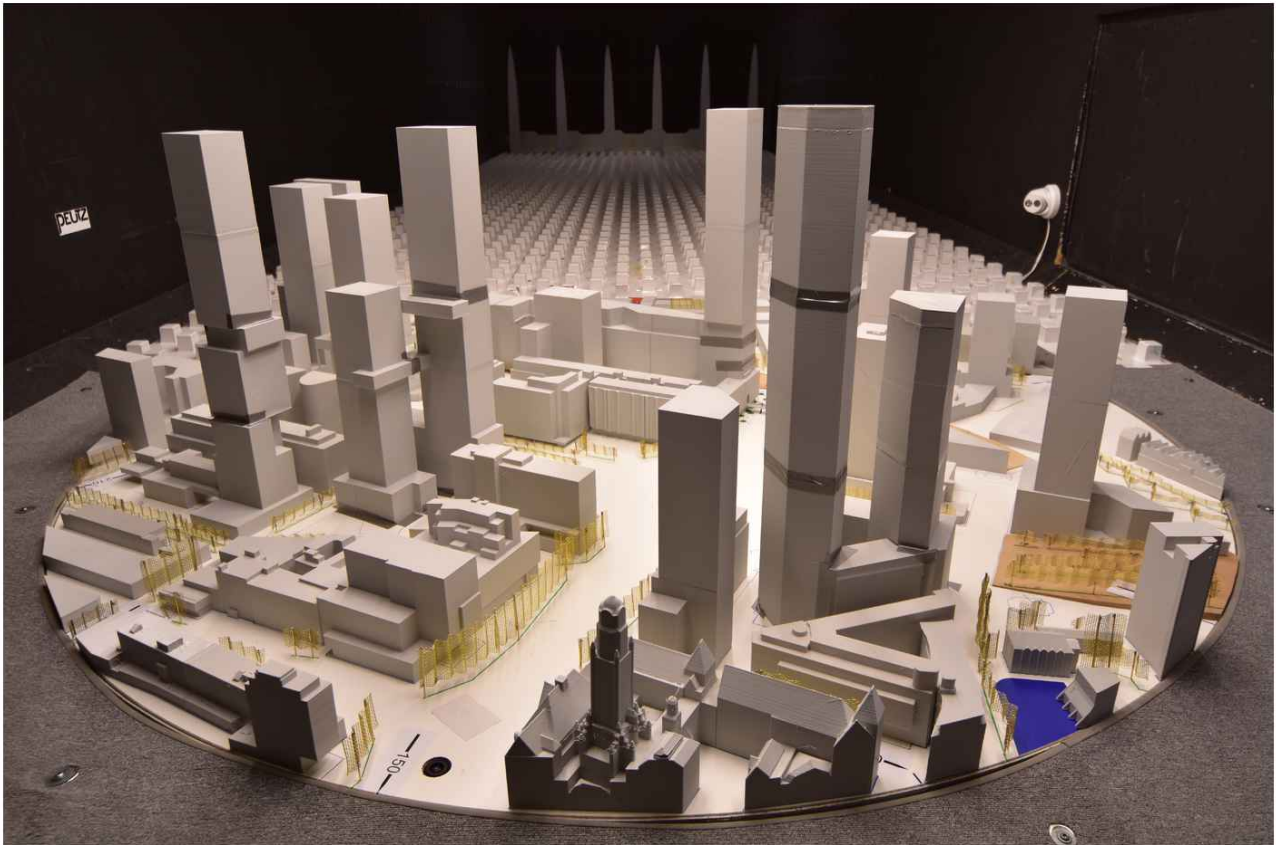


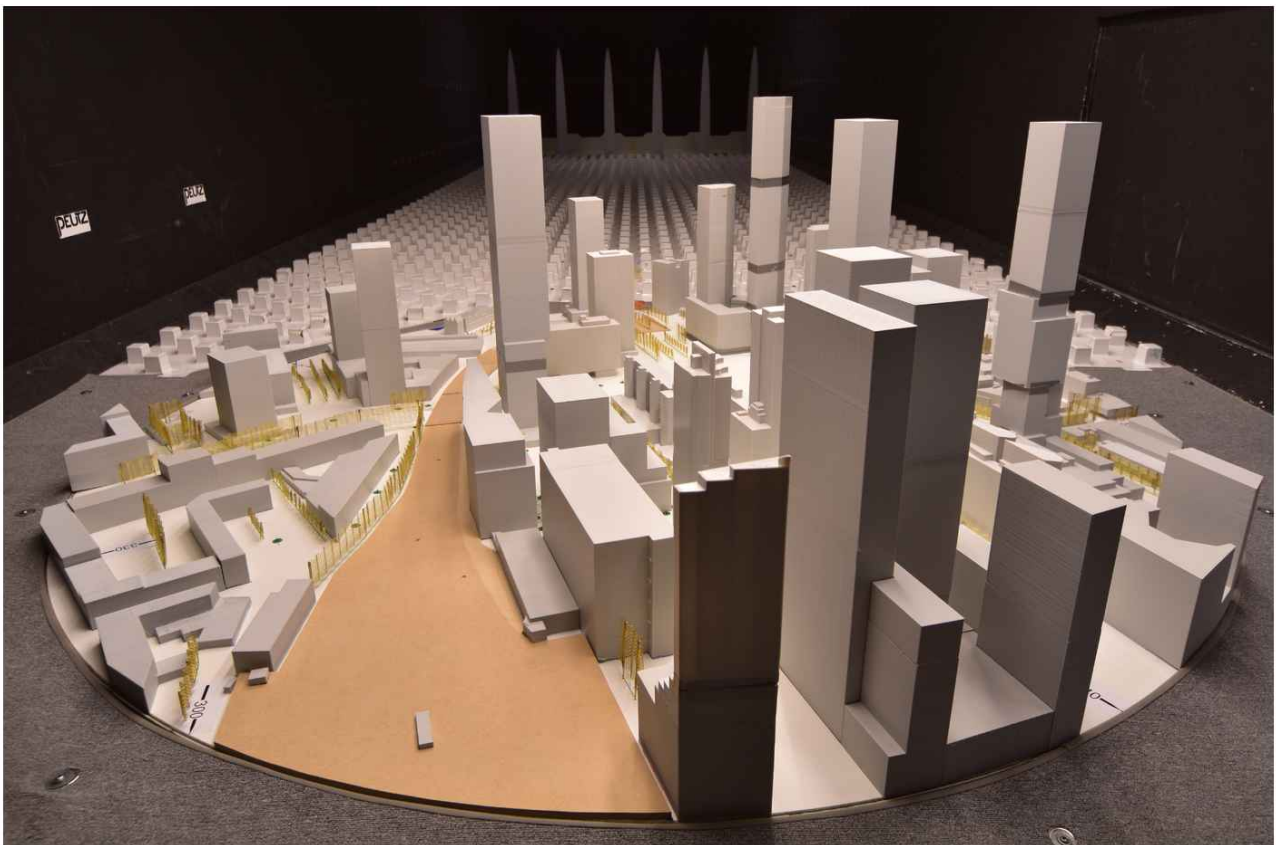
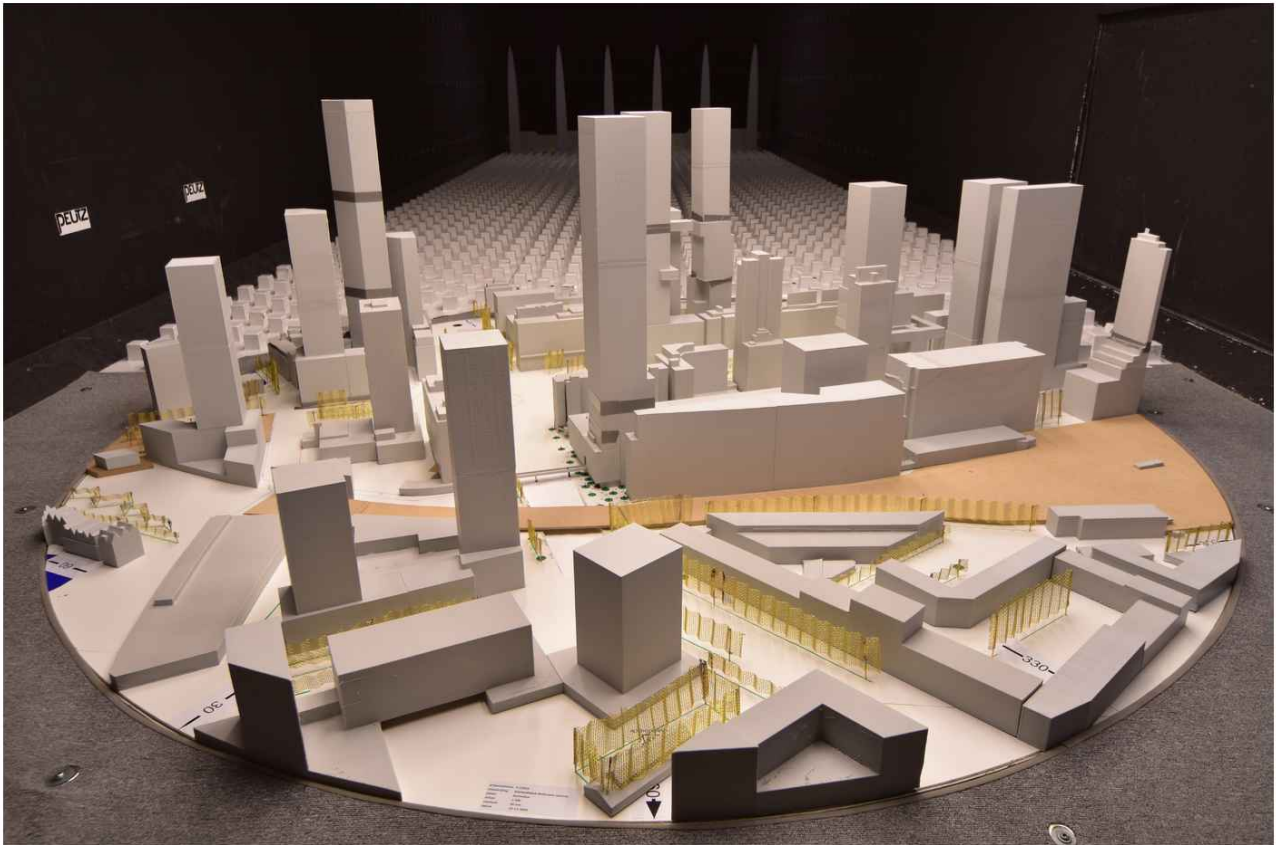


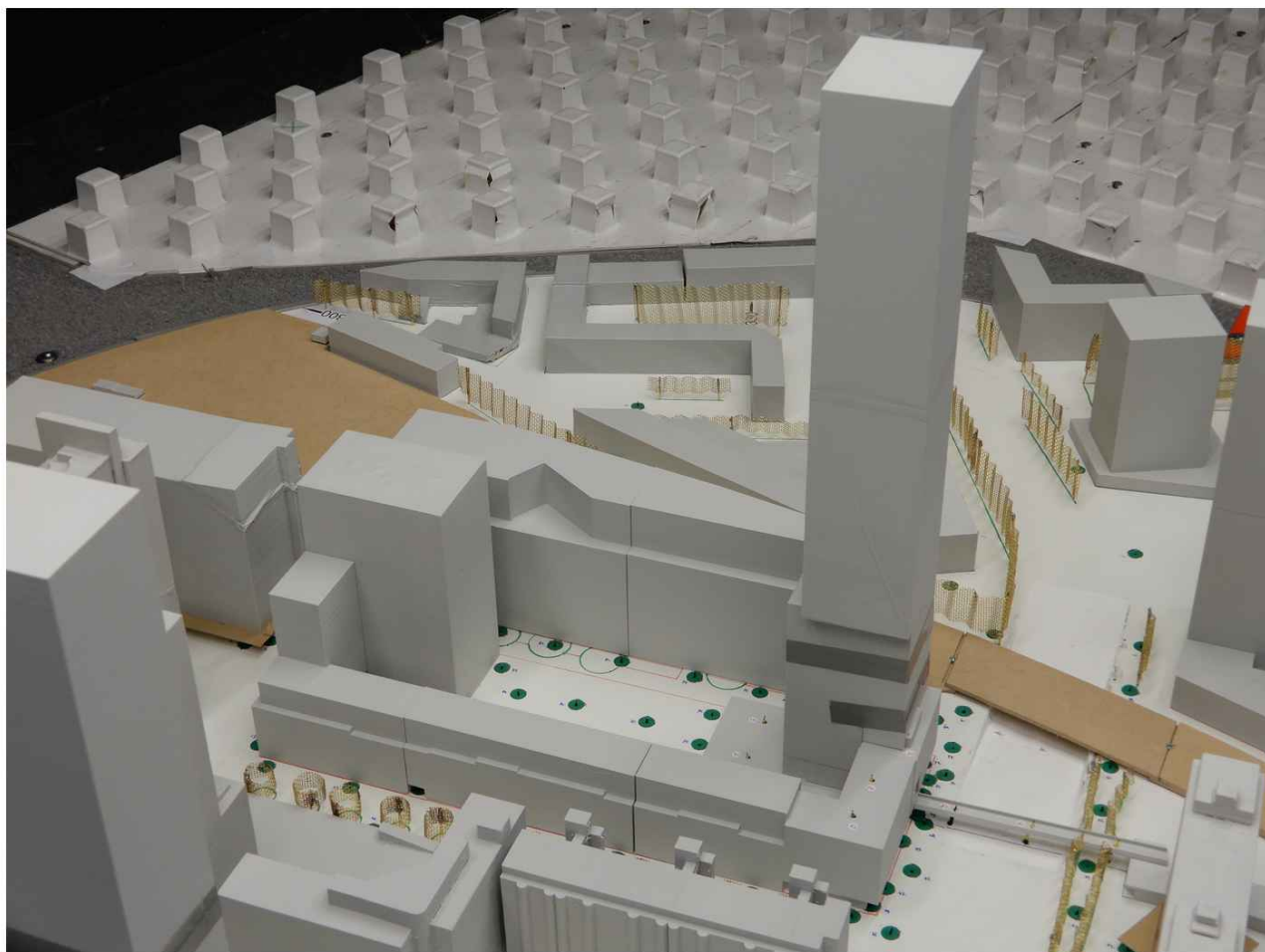
Schiekadeblok scenario 1 met toekomstige omgeving

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren





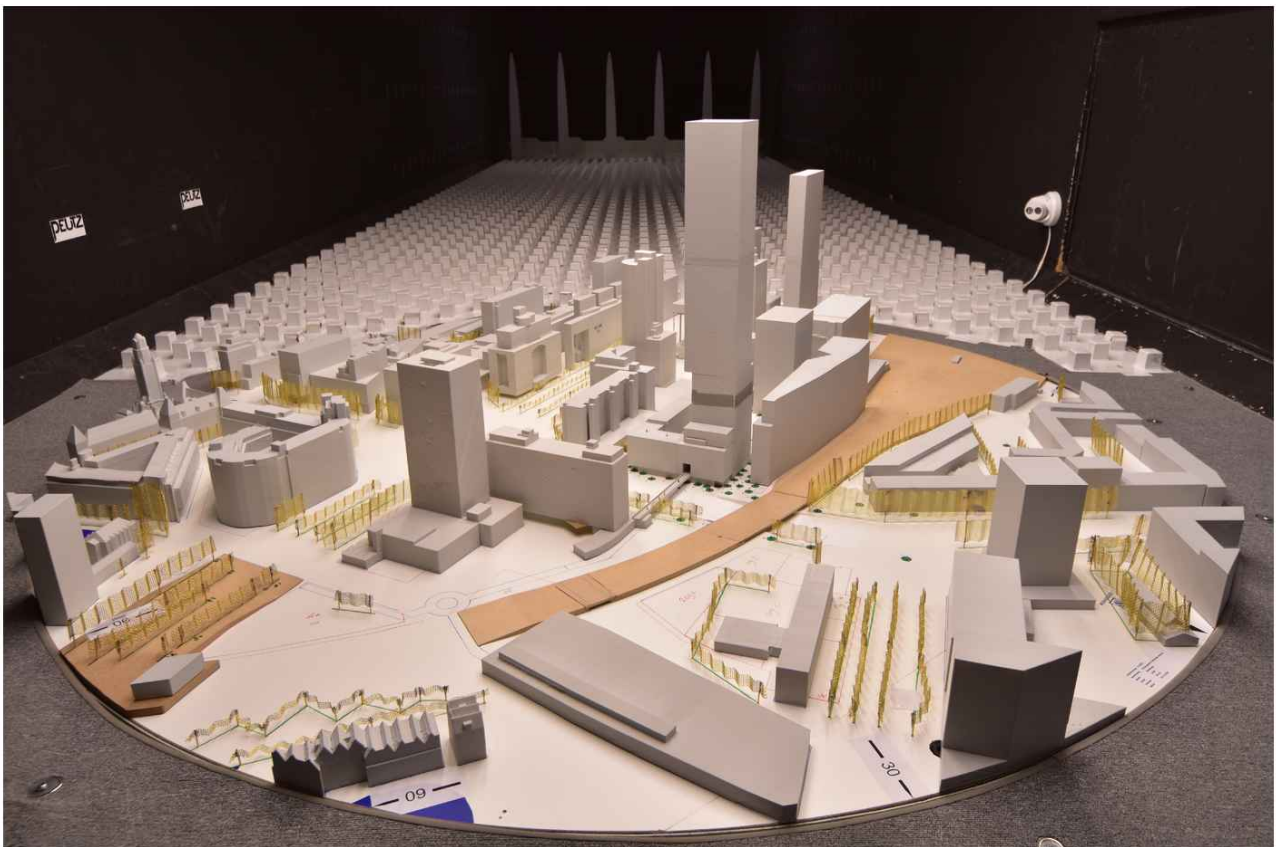
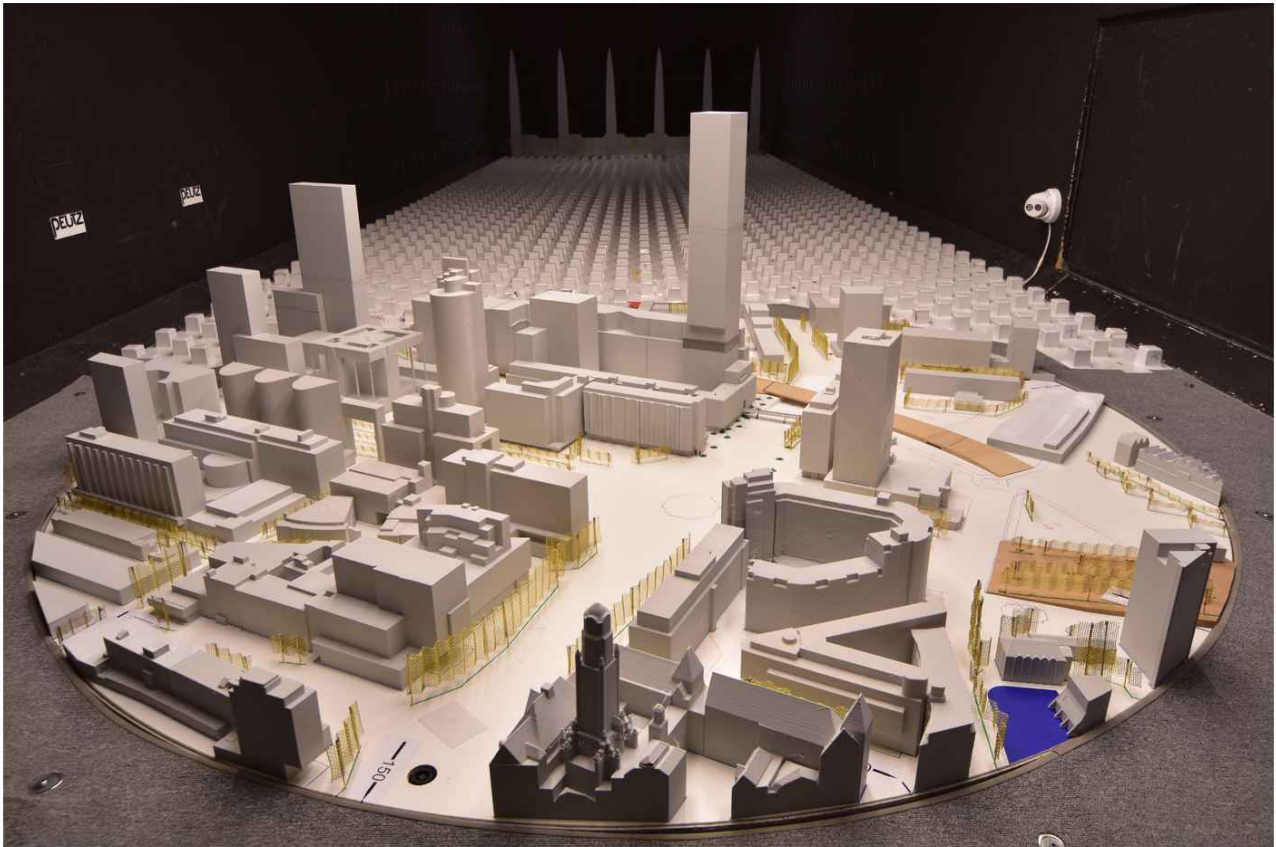


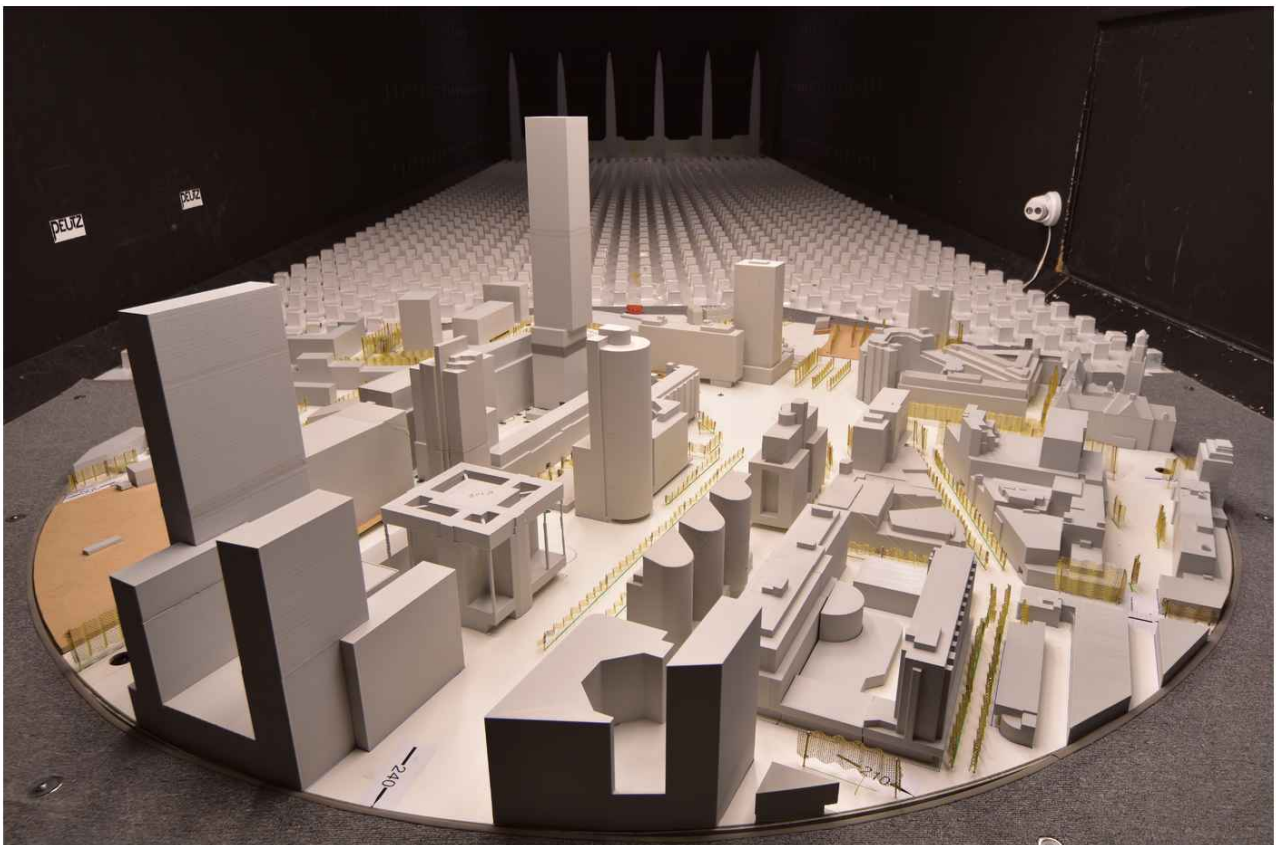
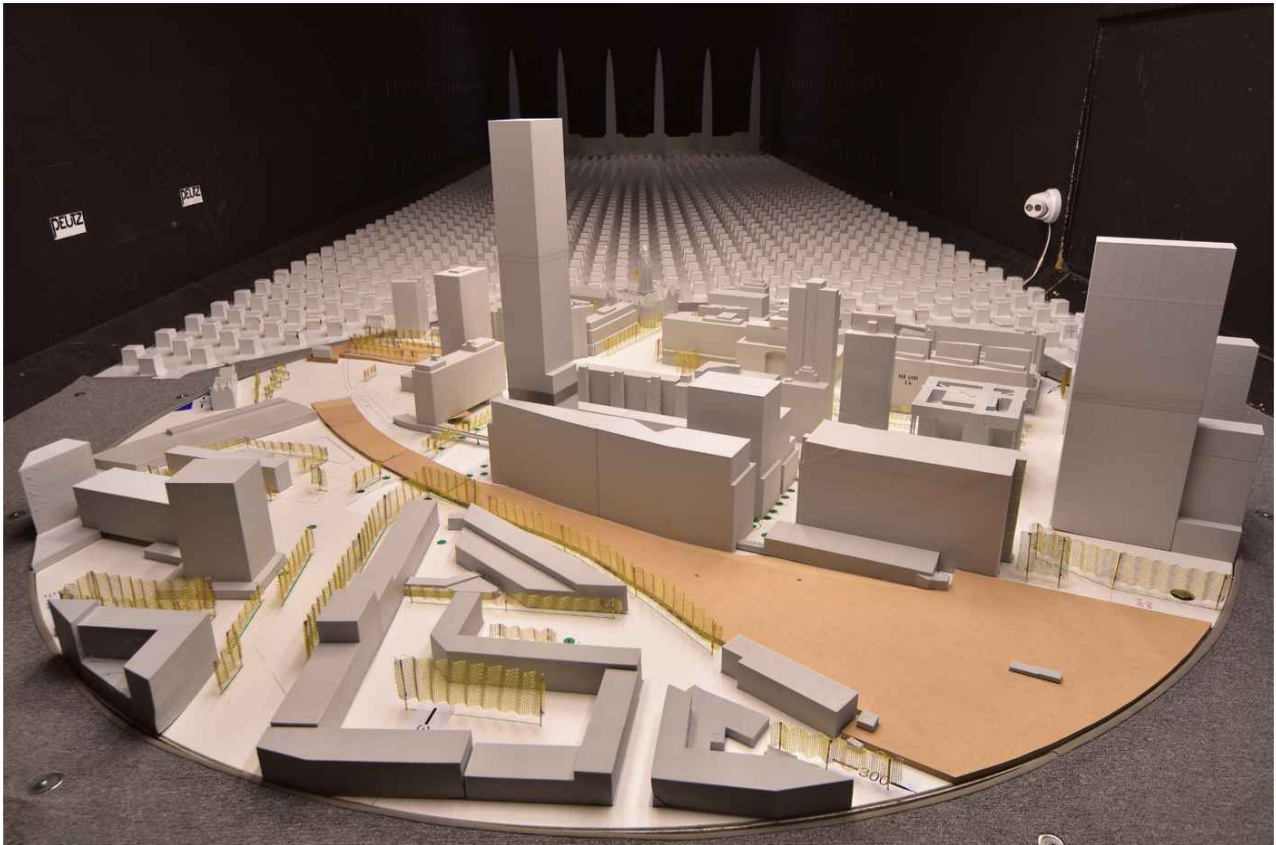


Schiekadeblok scenario 2 met huidige omgeving

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren





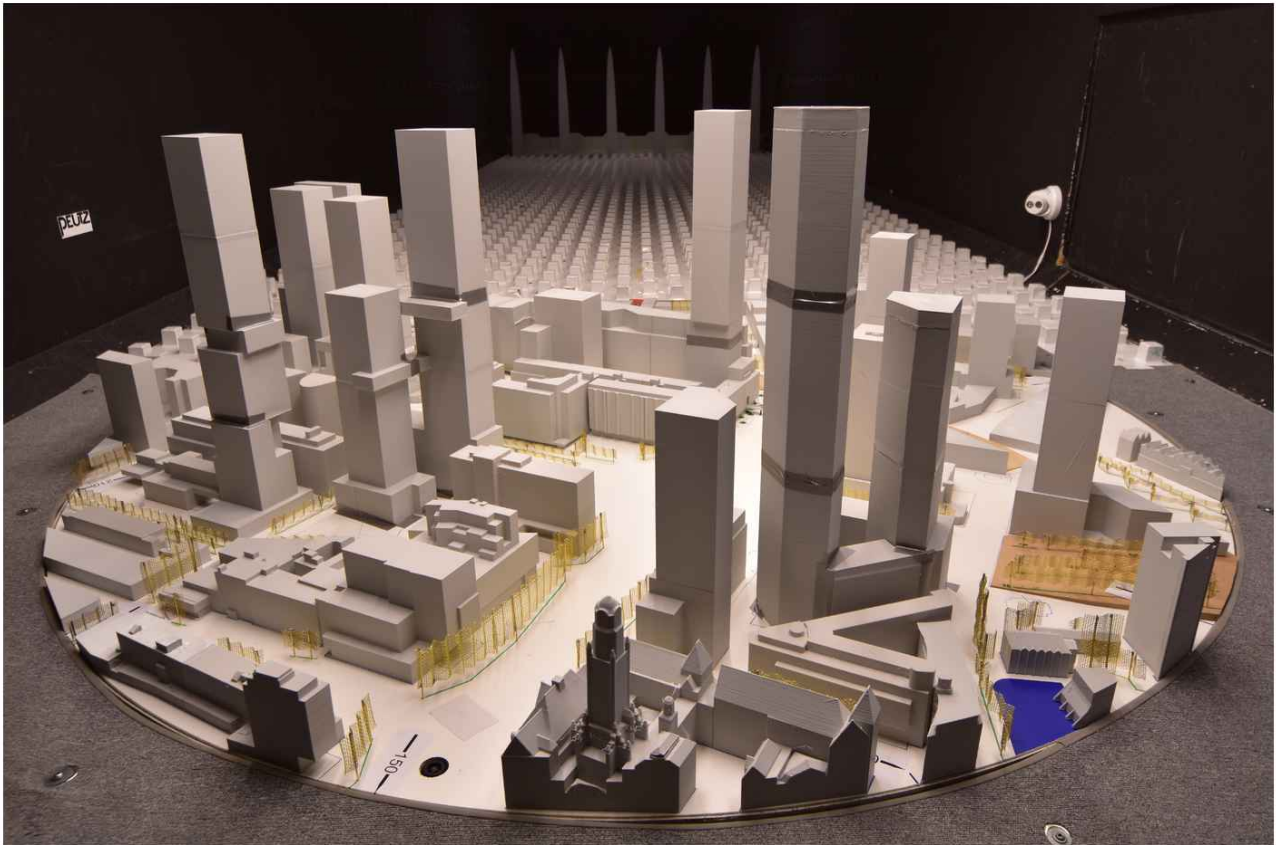


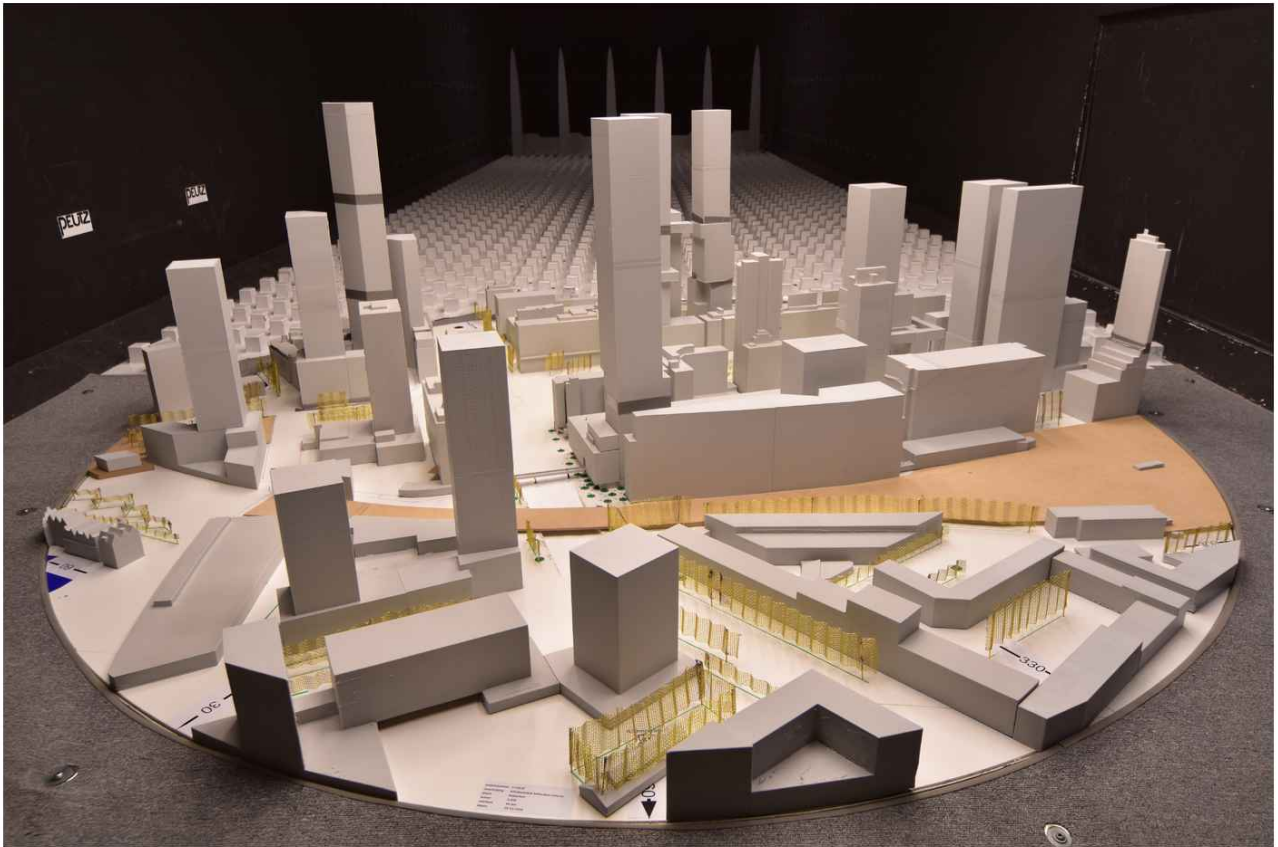


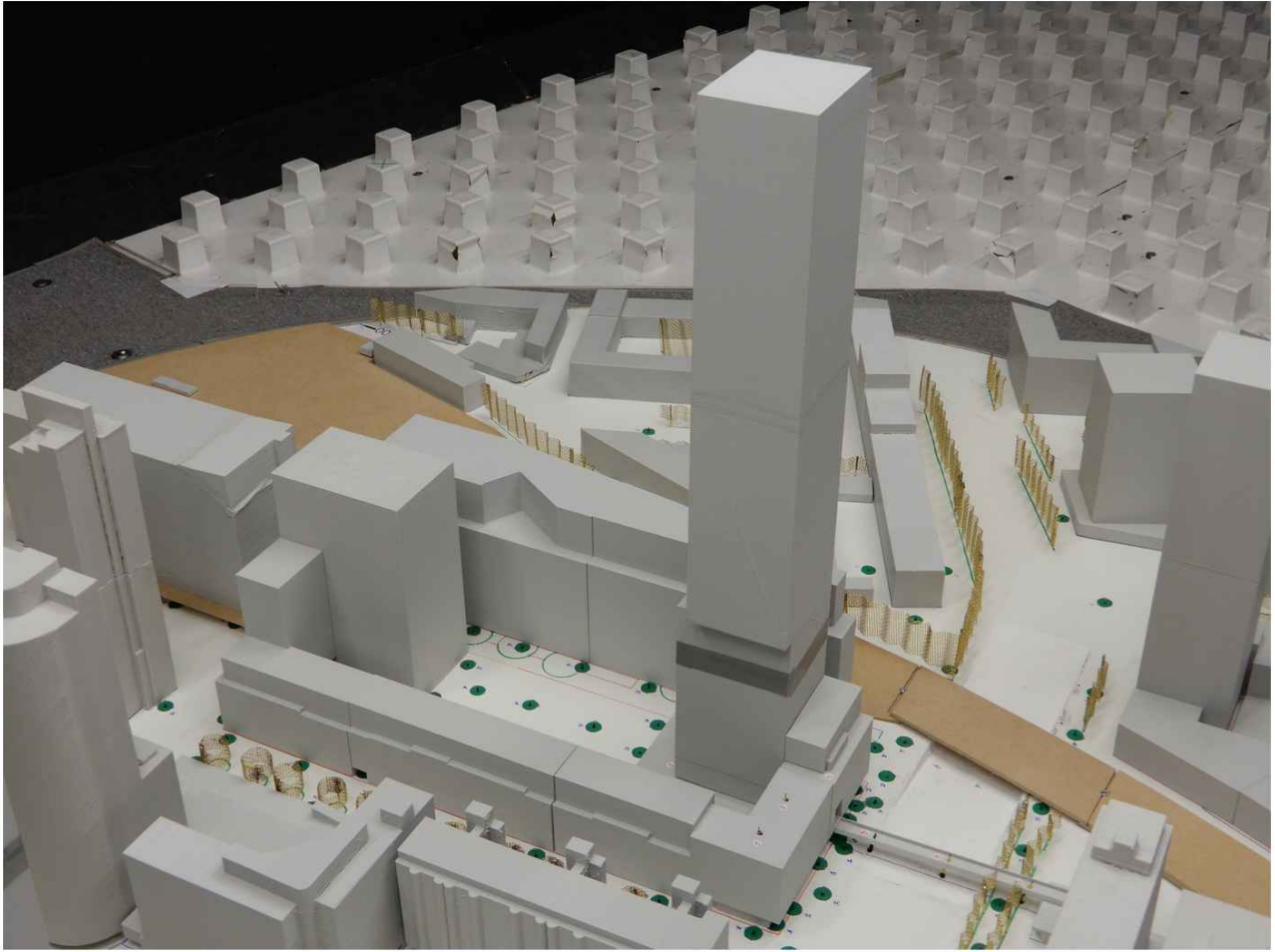
Schiekadeblok scenario 2 met toekomstige omgeving

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren



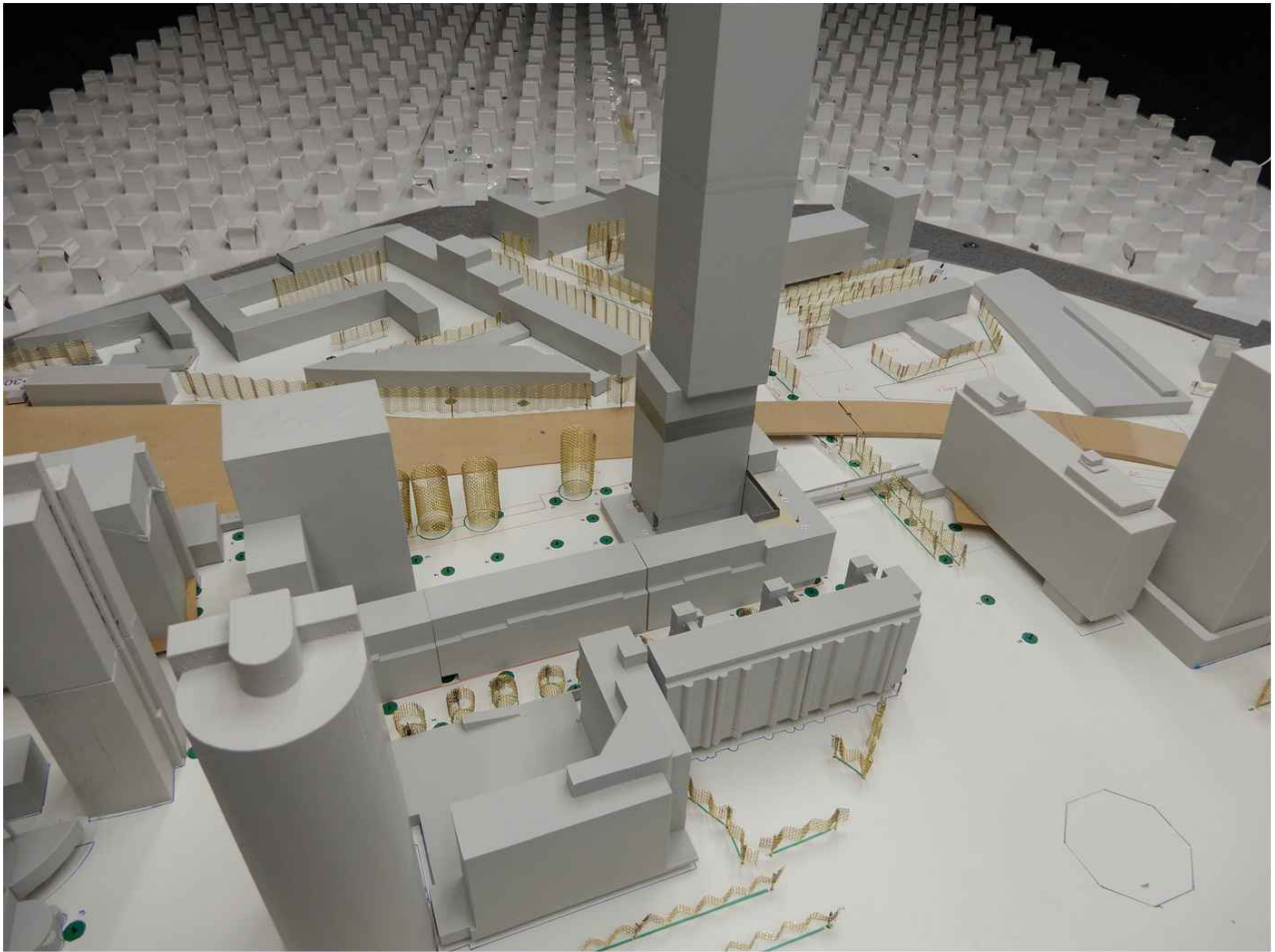


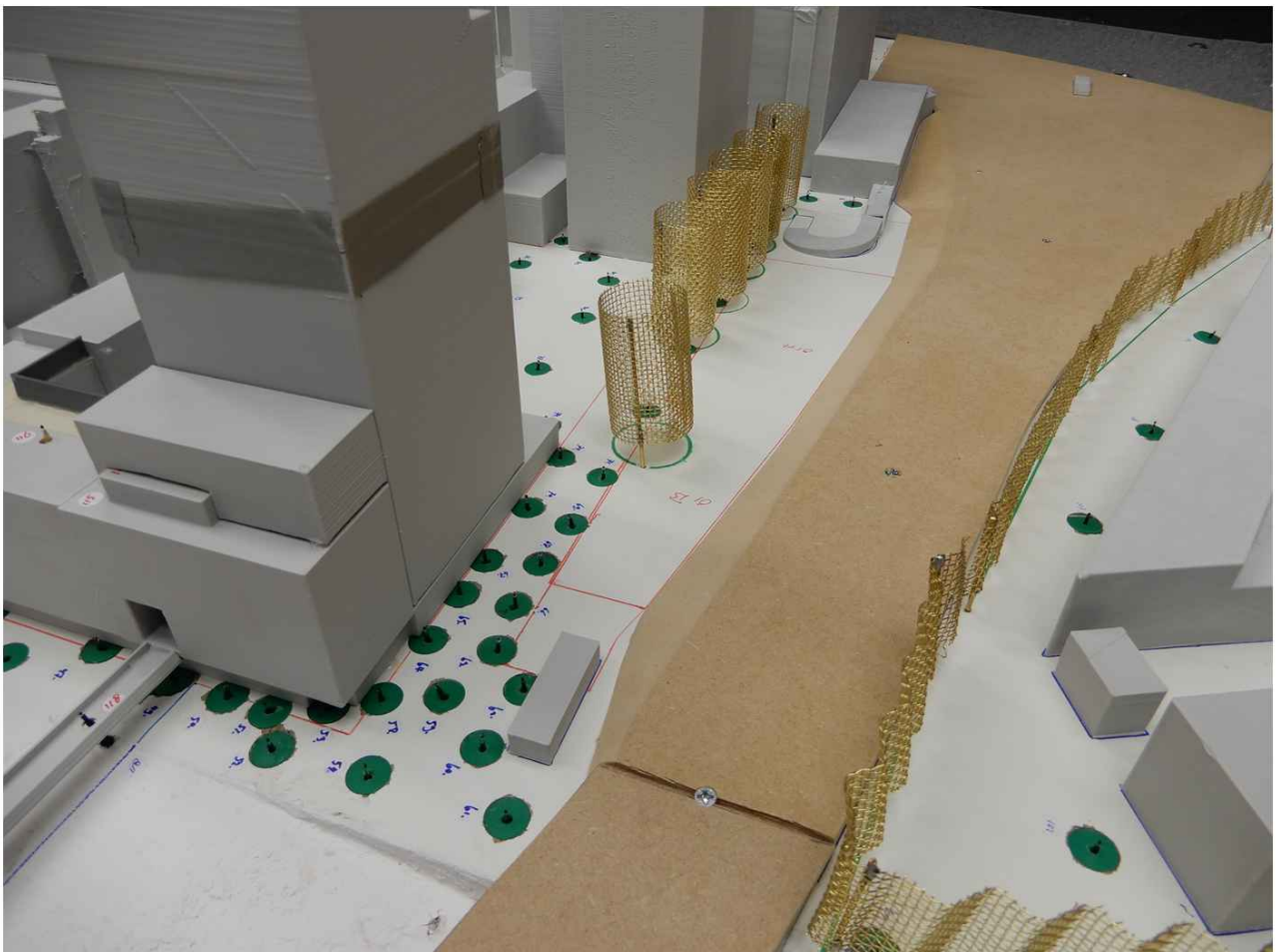
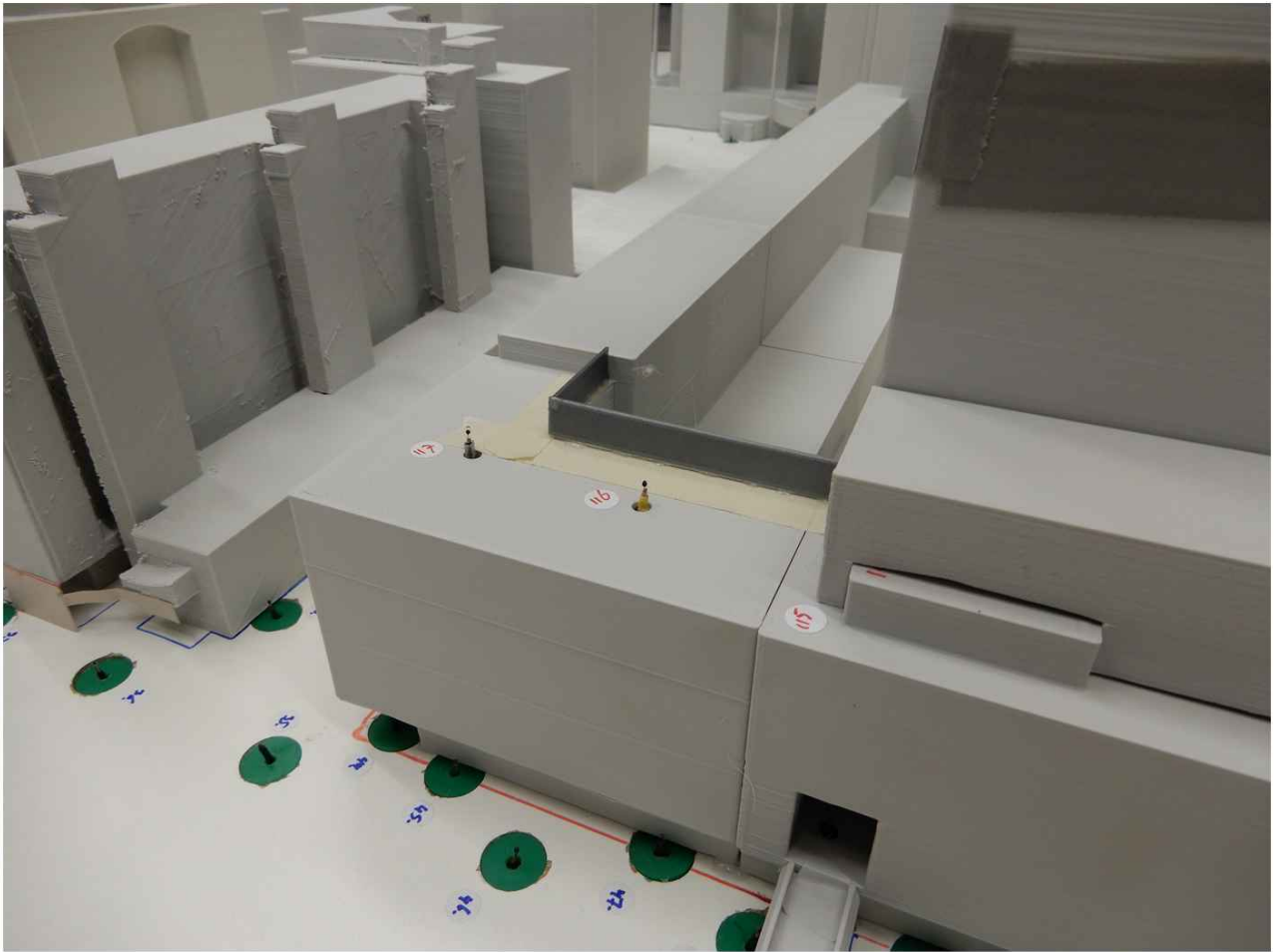




- = goed windklimaat (doorlopen <10.0; slenteren <5.0)
- = matig windklimaat (doorlopen 10.0 - 20.0; slenteren 5.0 - 10.0)
- = slecht windklimaat (doorlopen ≥20.0; slenteren ≥10.0)
- = beperkt risico lopen
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slenteren

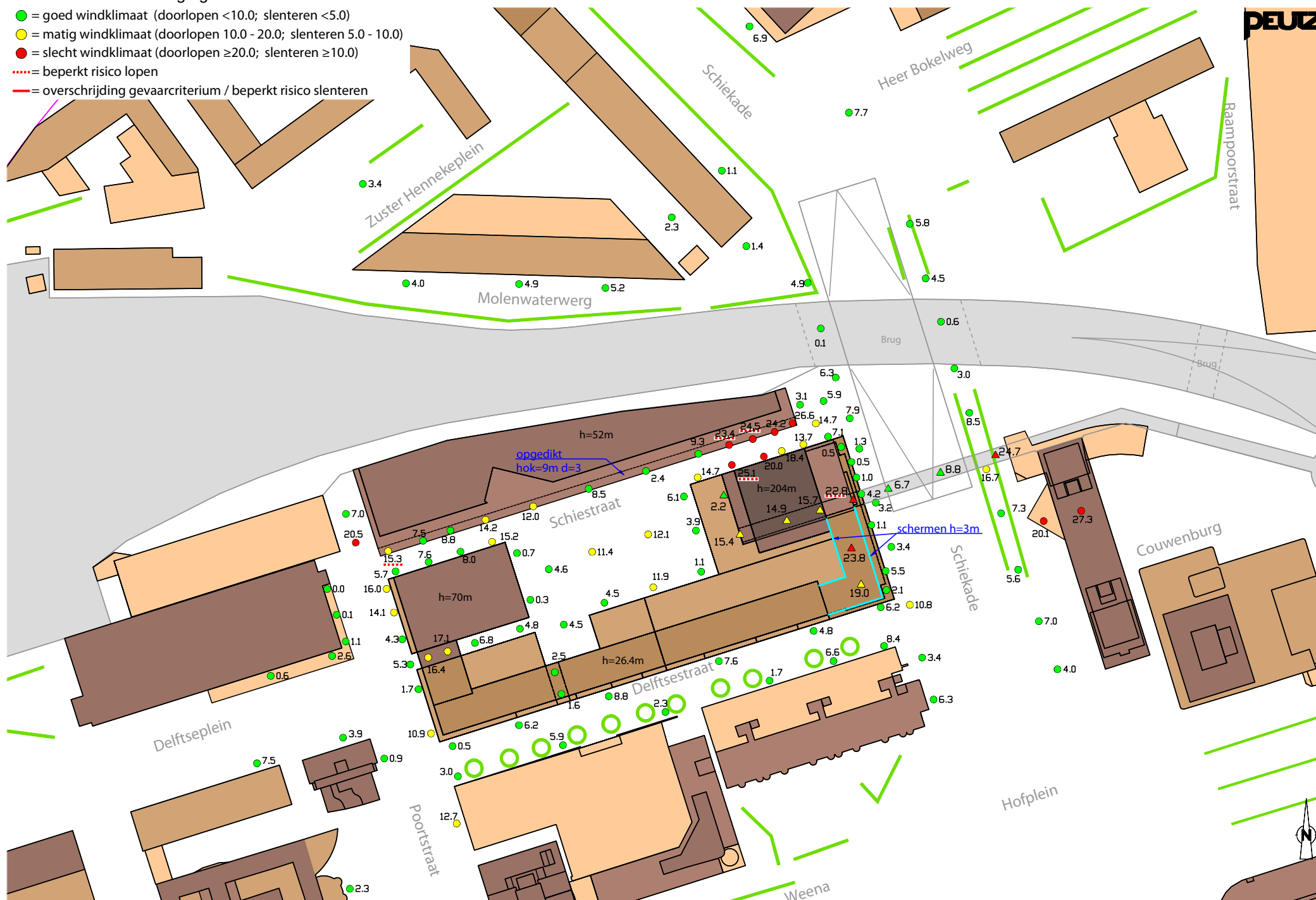


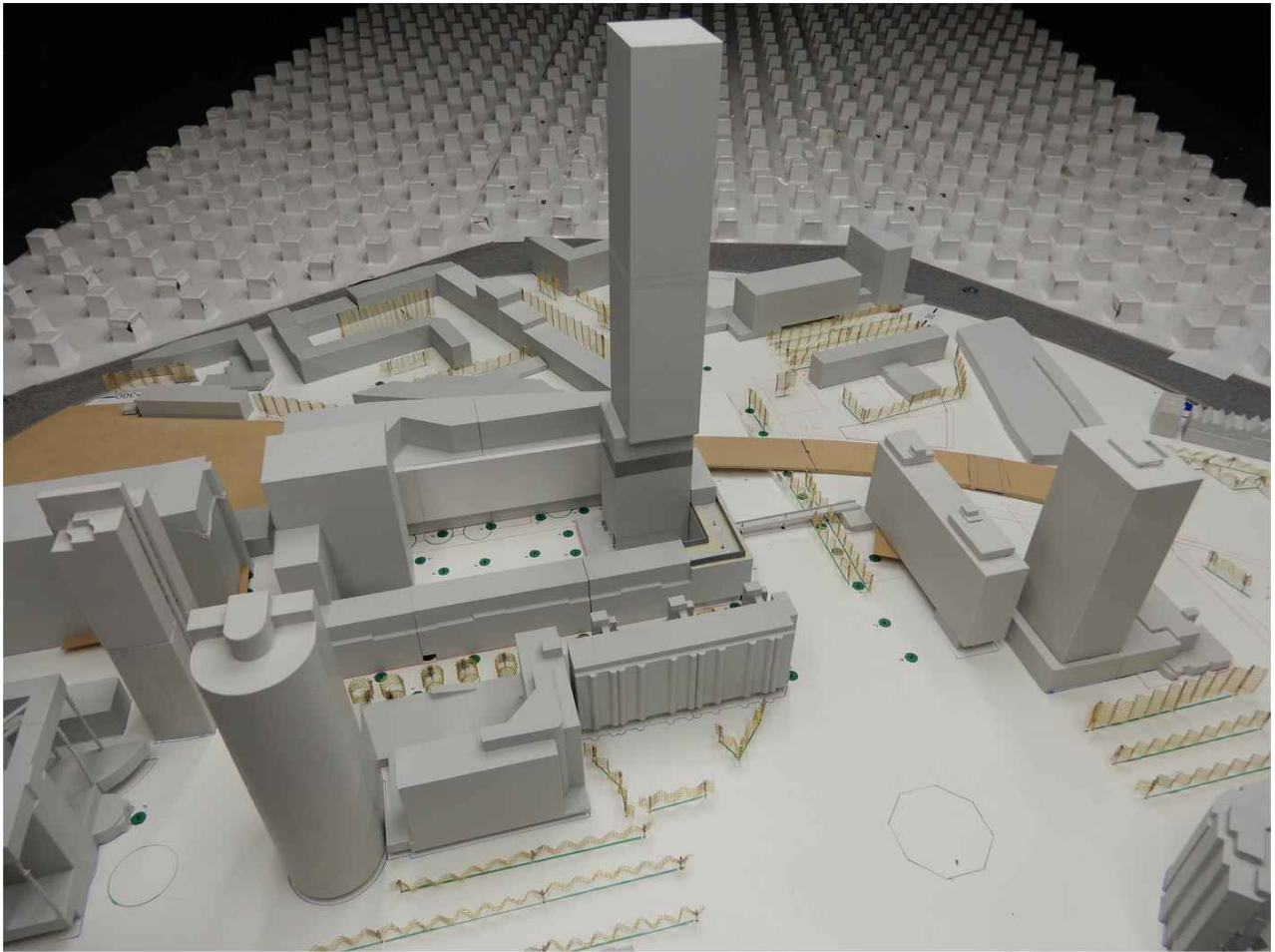




Variant B: met overkraging Schiestraat

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren

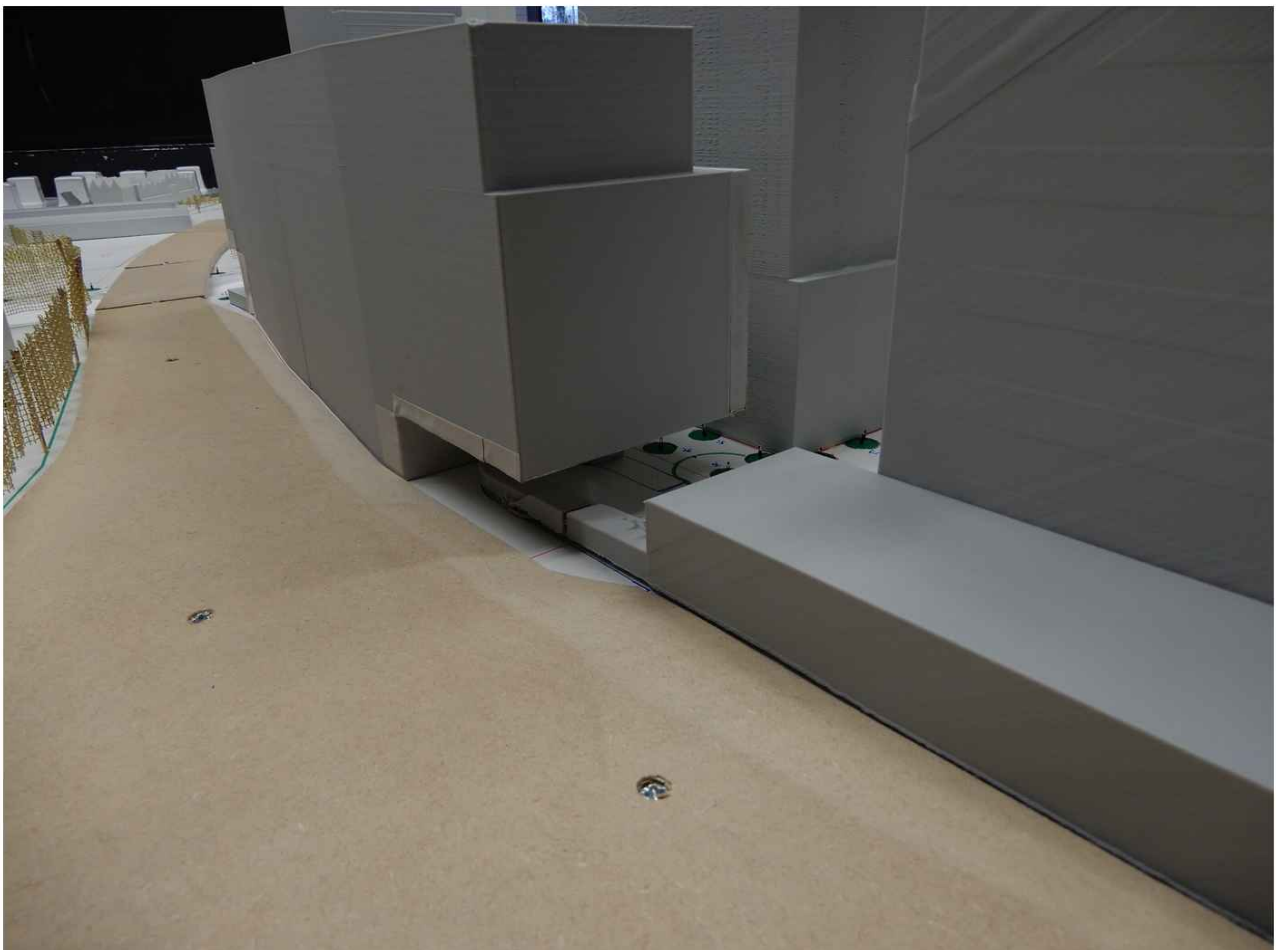
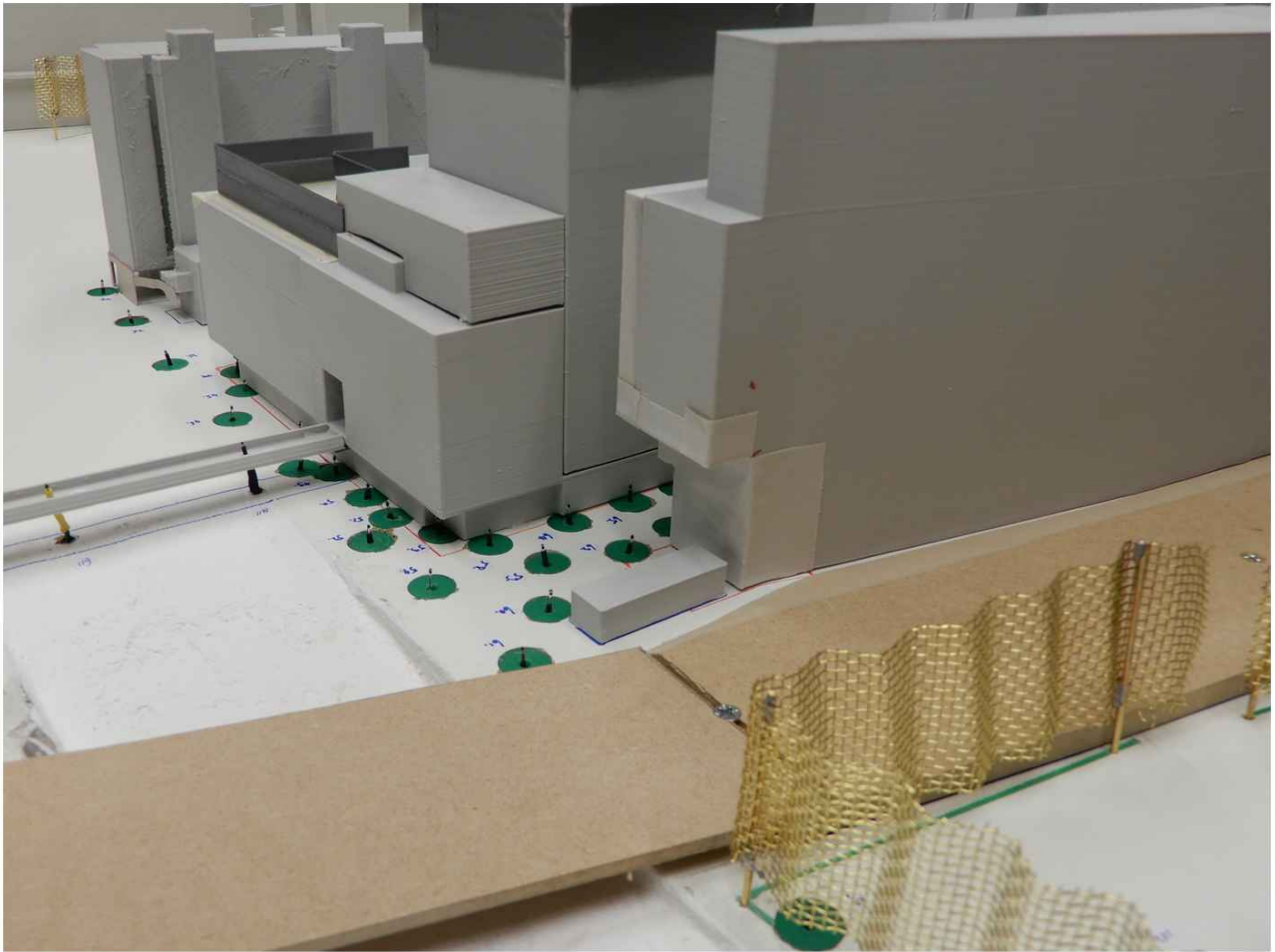




- = goed windklimaat (doorlopen <10.0 ; slenteren <5.0)
- = matig windklimaat (doorlopen $10.0 - 20.0$; slenteren $5.0 - 10.0$)
- = slecht windklimaat (doorlopen ≥ 20.0 ; slenteren ≥ 10.0)
- = beperkt risico lopen
- = overschrijding gevaarcriterium / beperkt risico slenteren

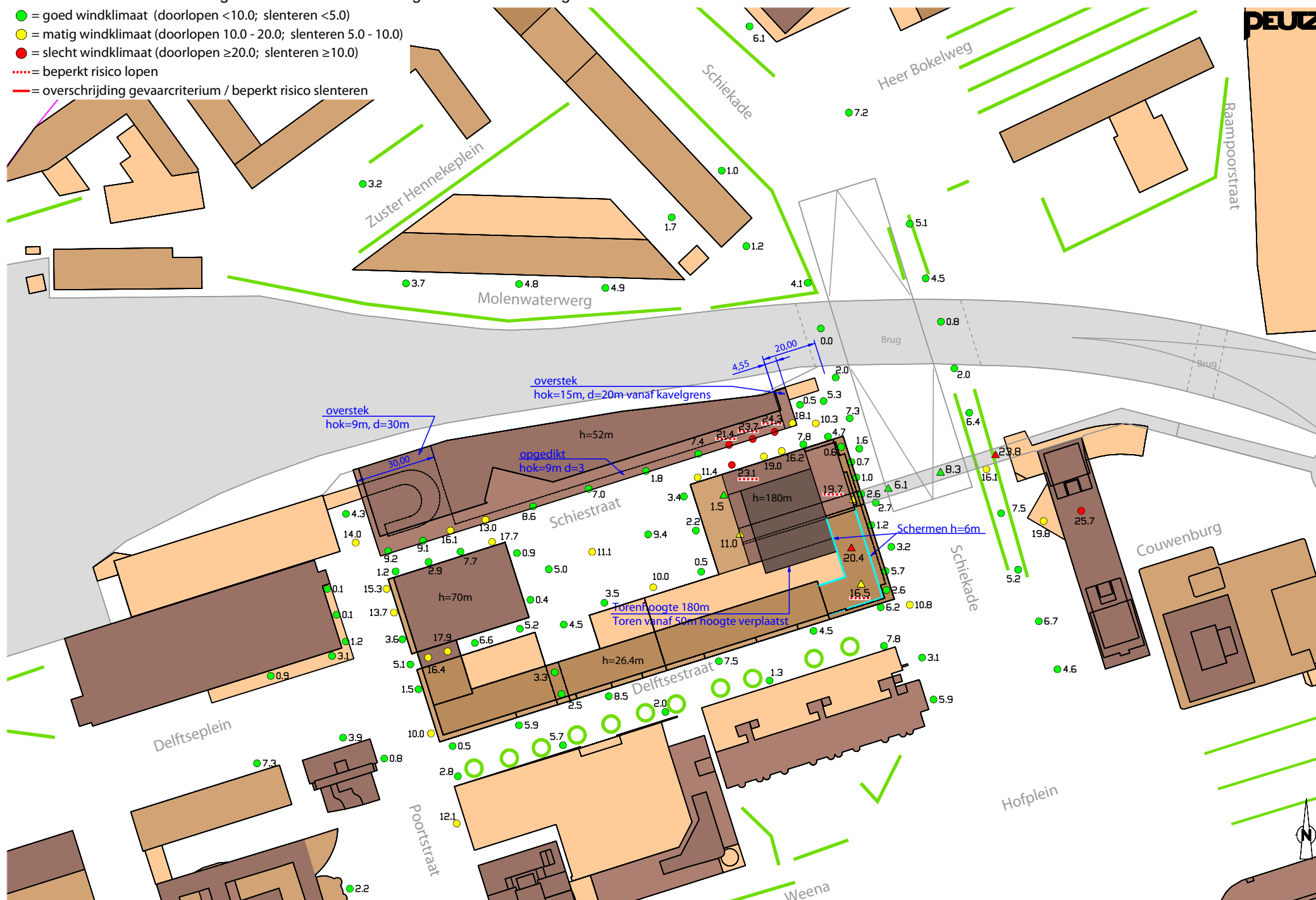


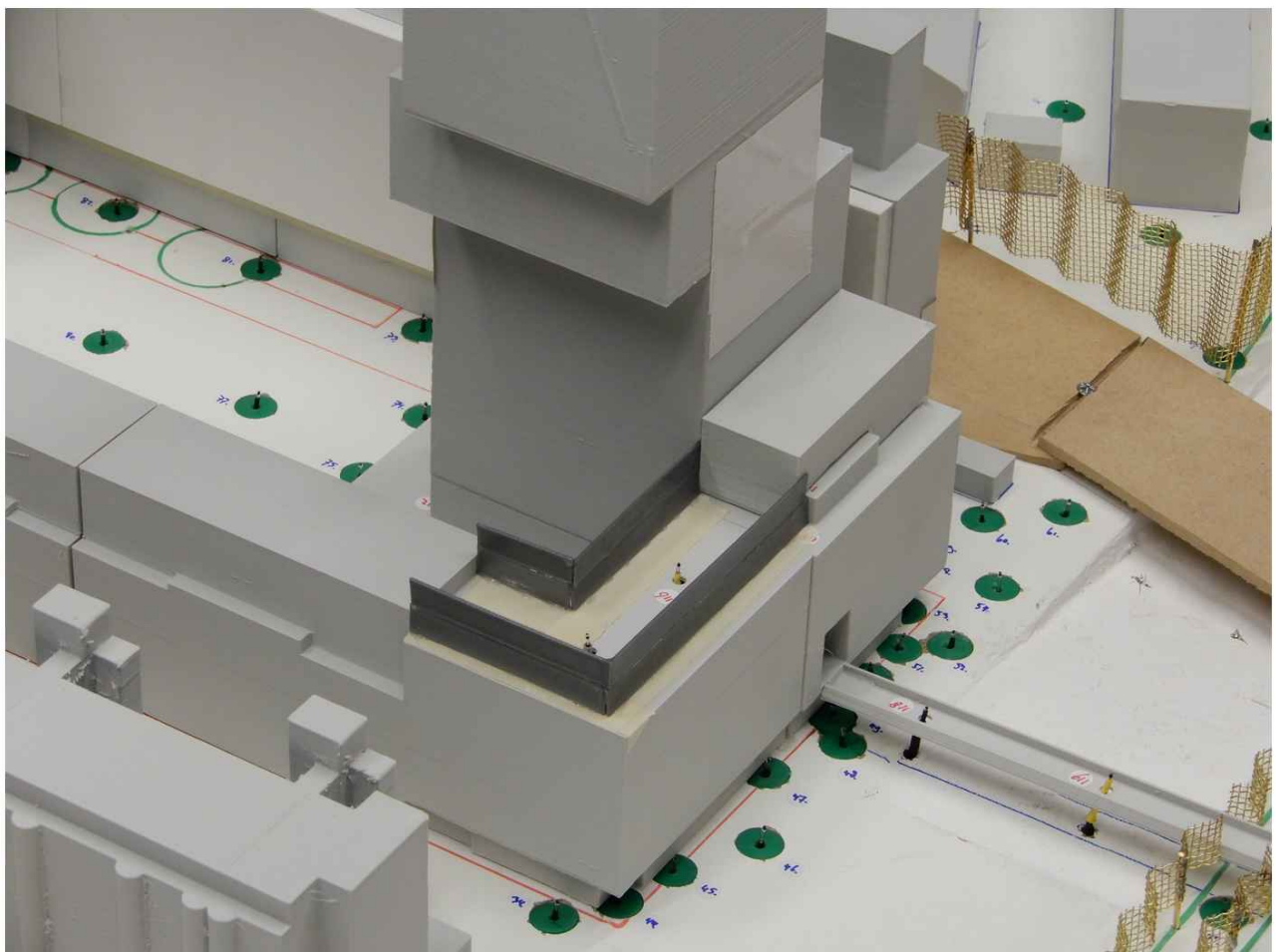


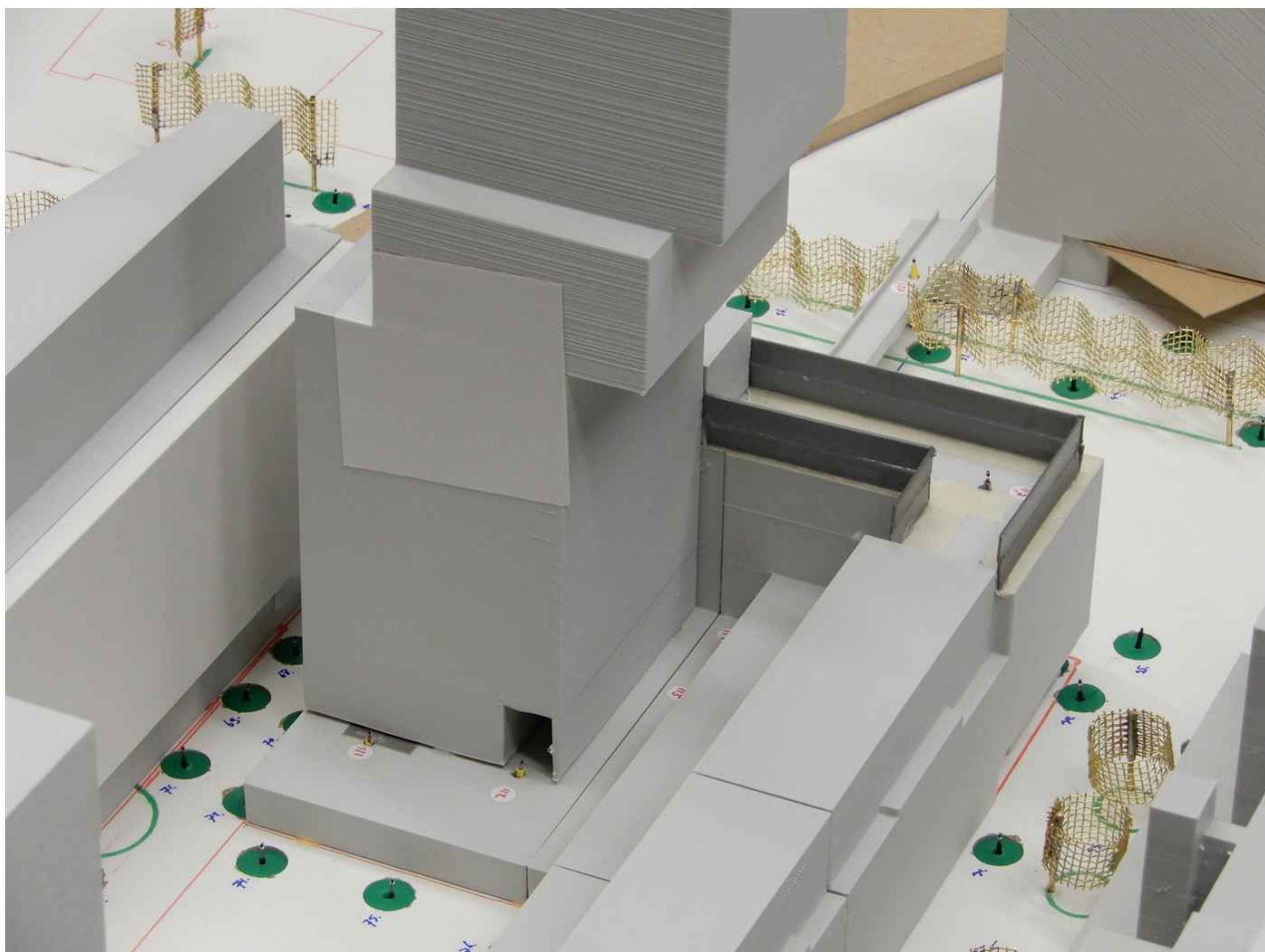


Variant D: Schietoren verlaagd en vanaf 50 meter hoogte naar het zuiden geschoven

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren



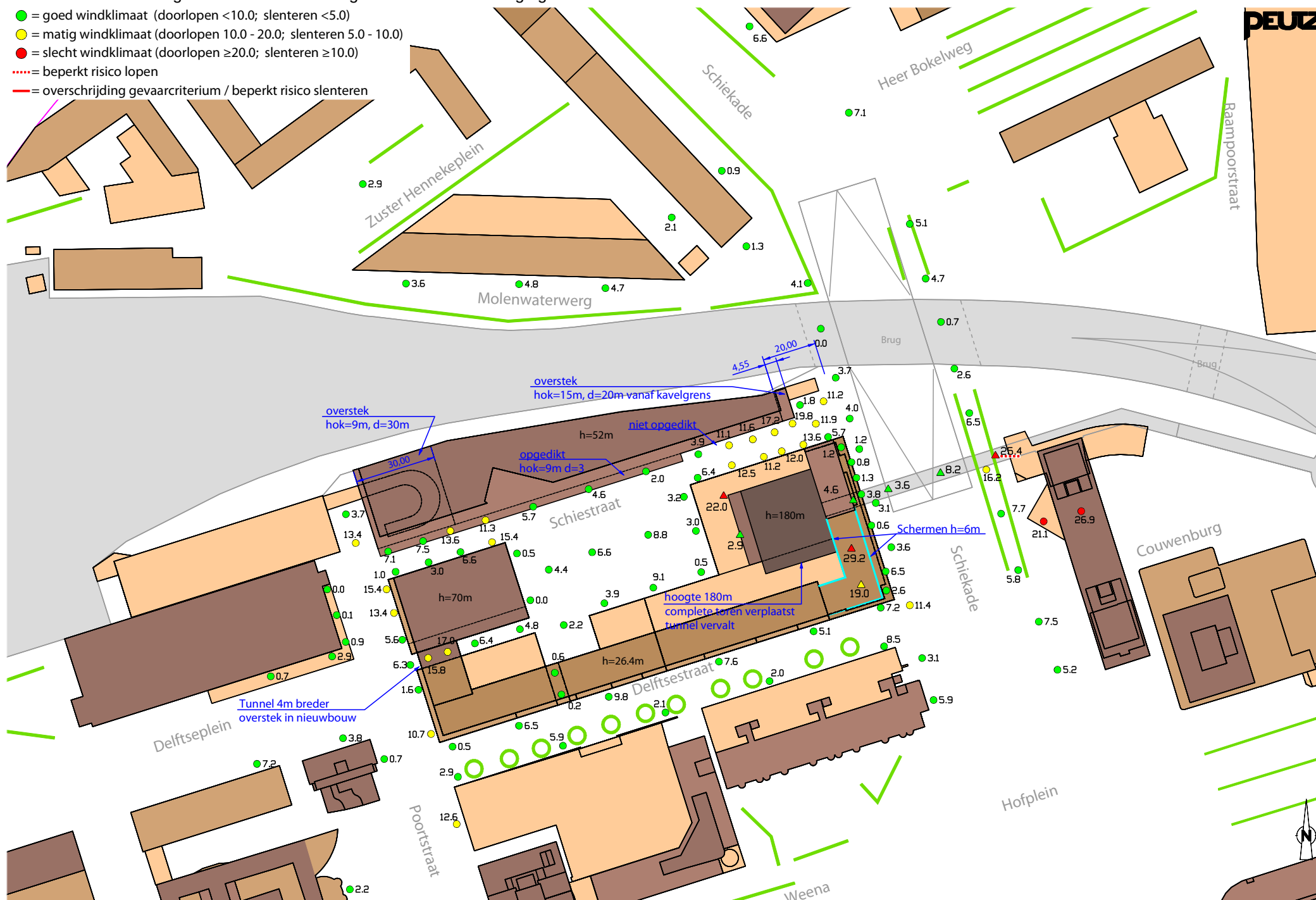


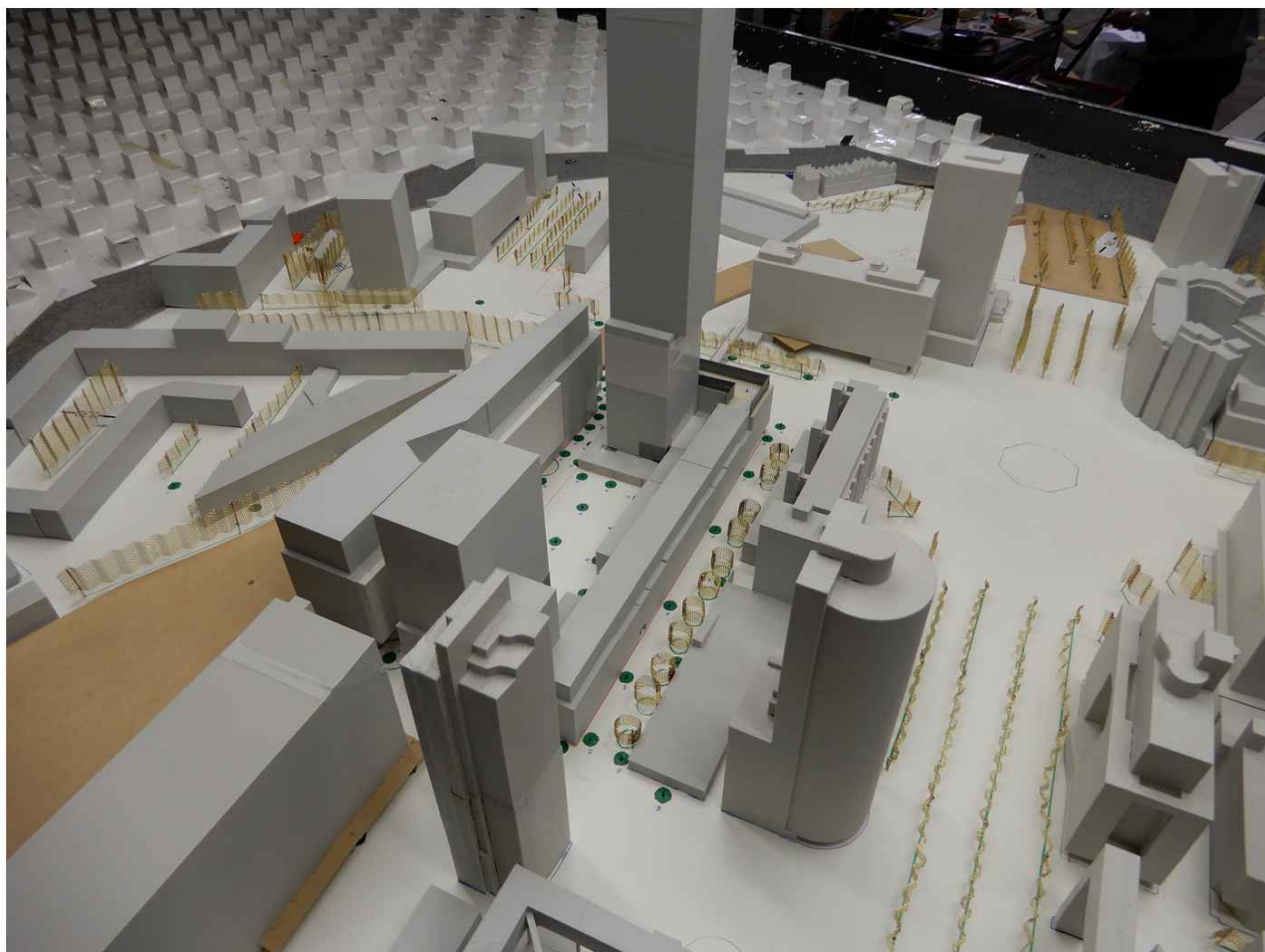


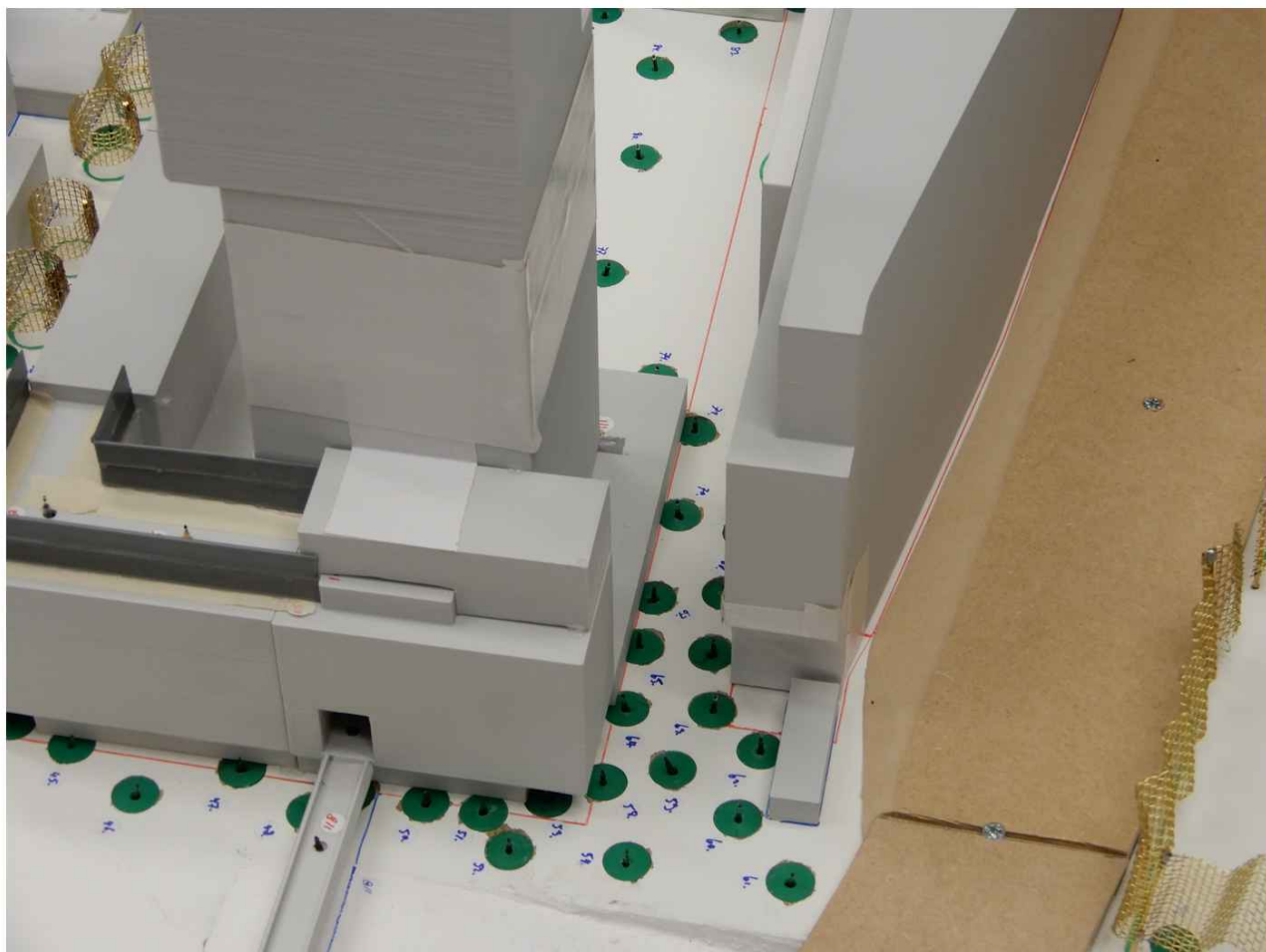
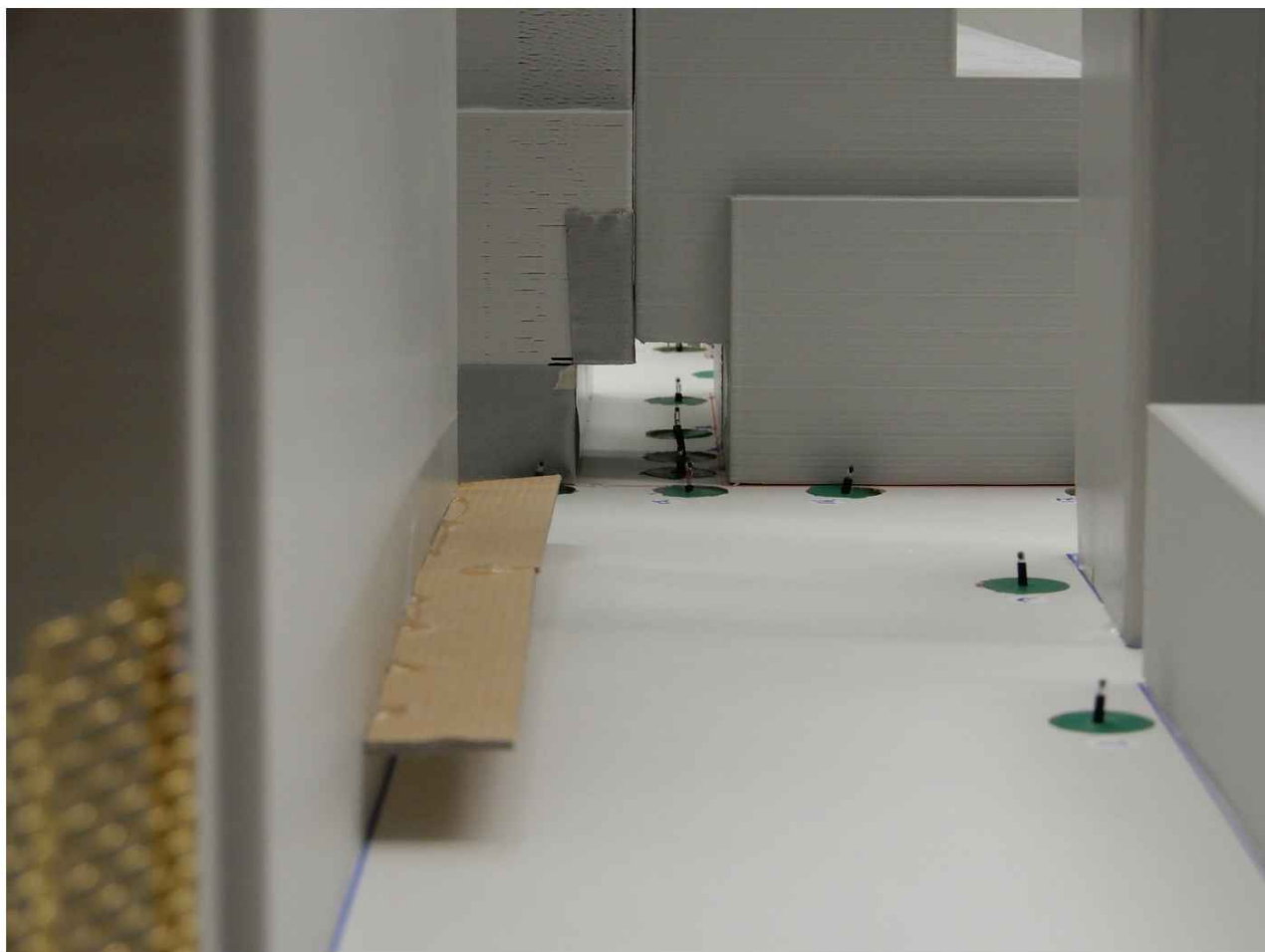


Variant E: Schietoren geheel naar het zuiden geschoven en overkraging Schiestraat deels vervallen

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren

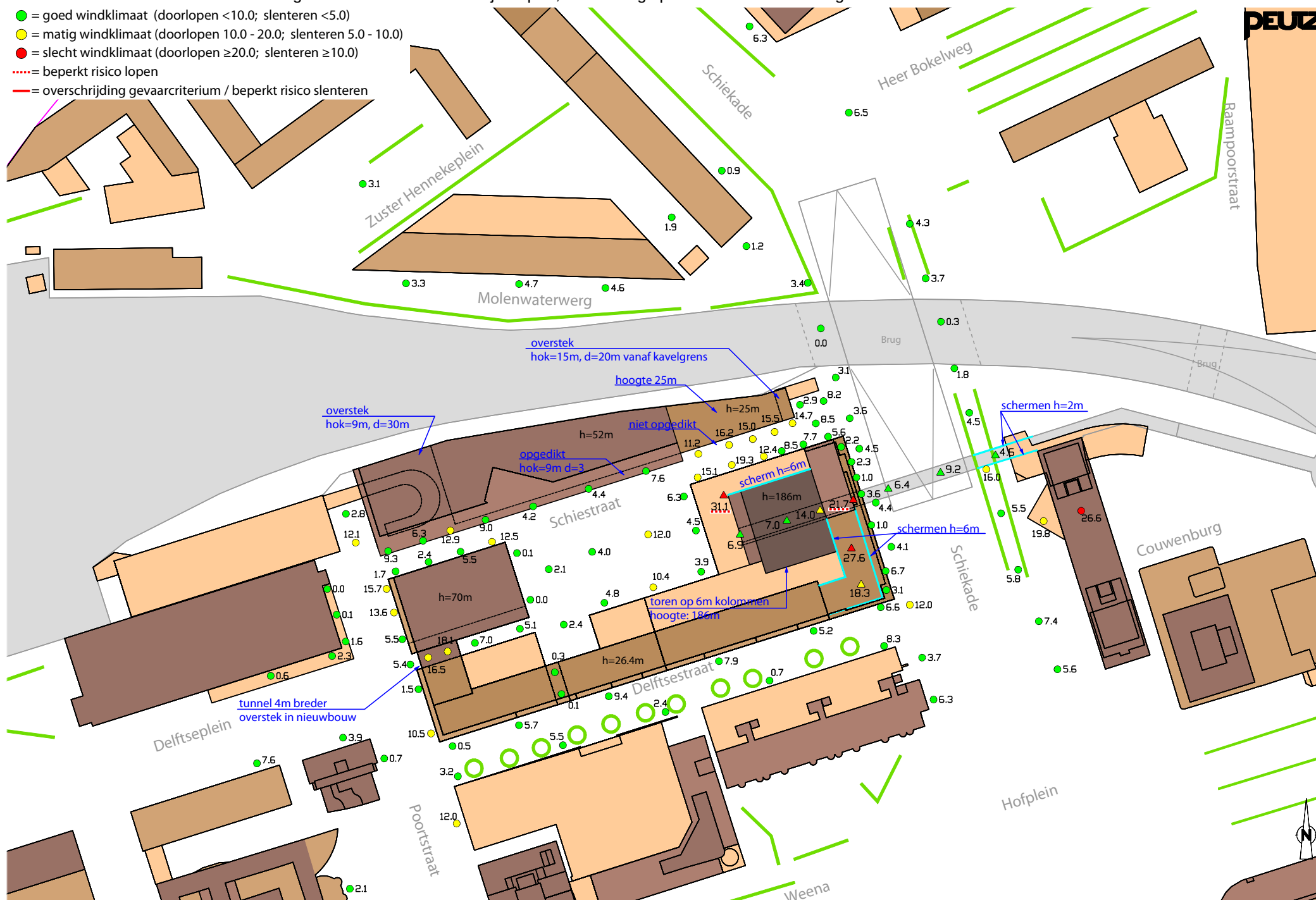


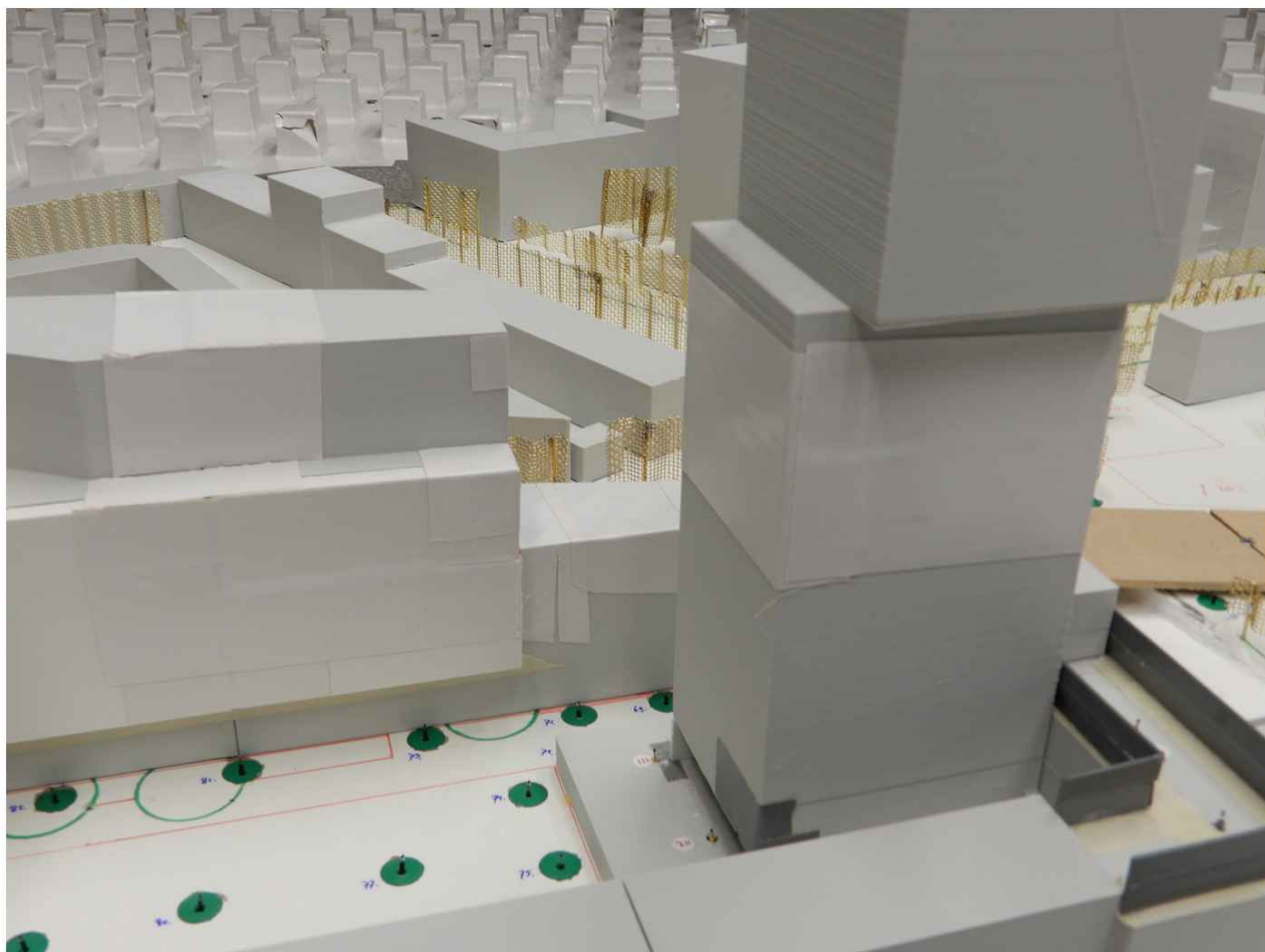


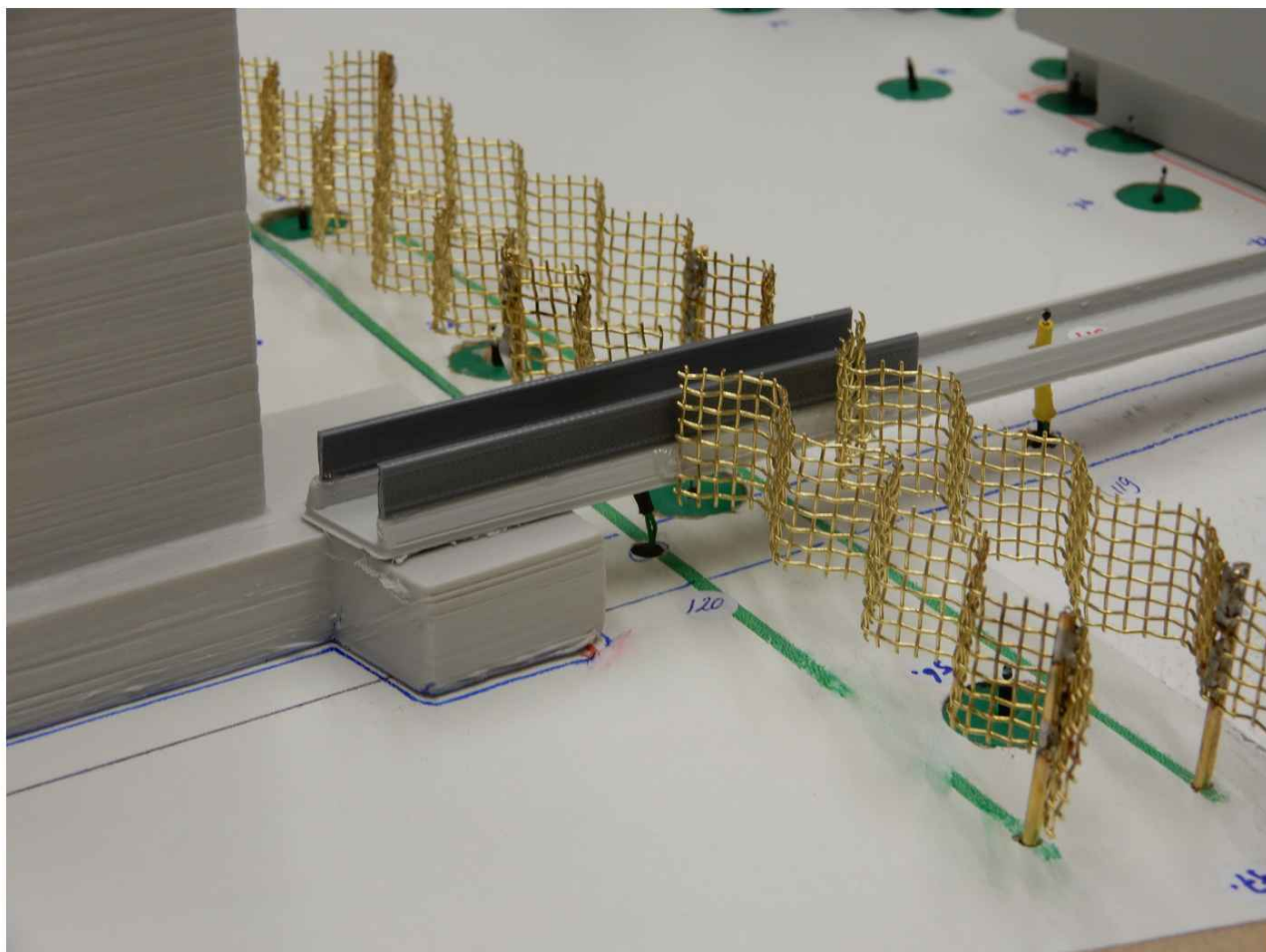
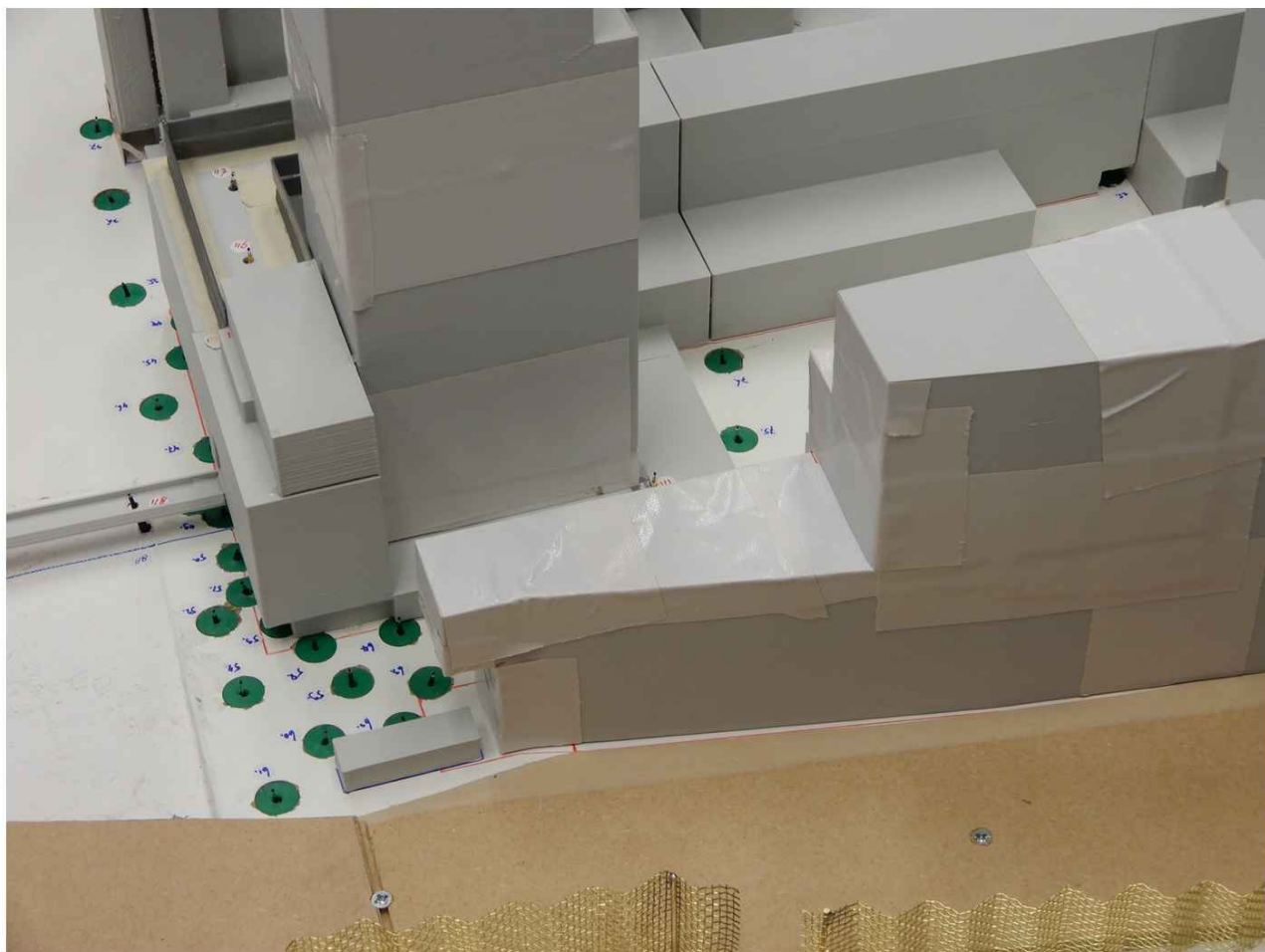


Variant F: Schietoren naar het zuiden geschoven en aan onderzijde open, bebouwing spoorstrook deels verlaagd

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren







Variant G: Schietoren tot 50 meter hoogte naar het zuiden geschoven, Schiestraat overkraagd

- = 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 gevaaarcriterium / beperkt risico slenteren

