

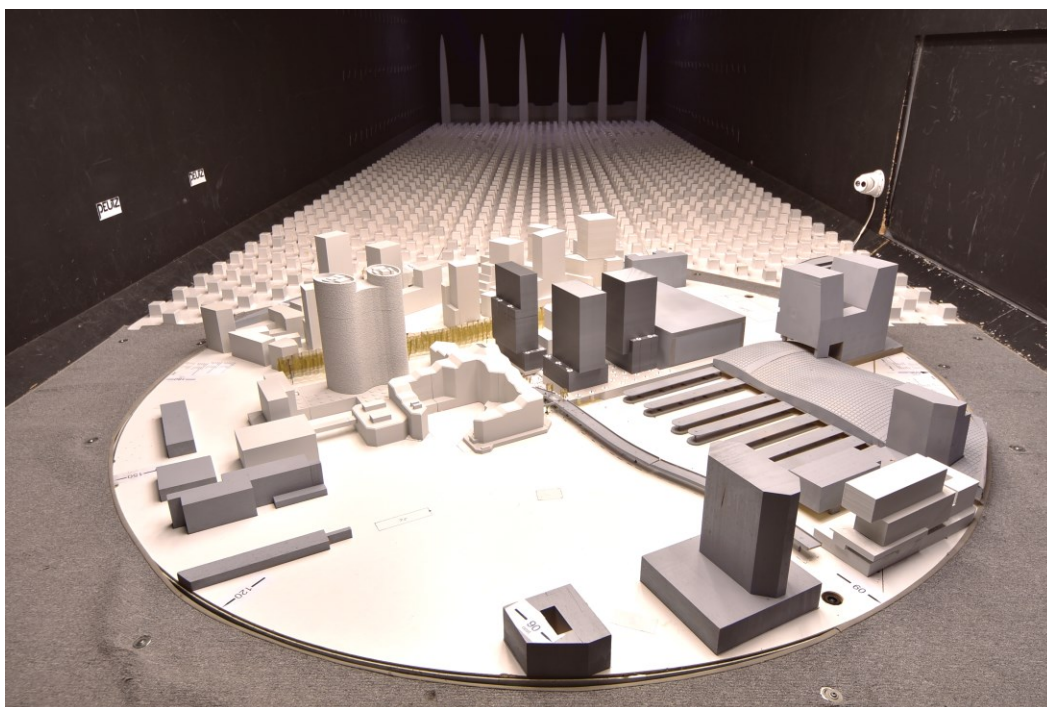


Rijkskantoor De Knoop fase 2 en 3 te Utrecht

Windklimaatonderzoek

Rijkskantoor De Knoop fase 2 en 3 te Utrecht

Windklimaatonderzoek



Opdrachtgever: Rijksvastgoedbedrijf
Rapportnummer: OE 15483-2-RA-002
Datum: 20 juni 2023
Referentie: LA/MaV/ /OE 15483-2-RA-002
Verantwoordelijke: dr. ir. [REDACTED]
Opsteller: ir. [REDACTED]
+31 [REDACTED]
[REDACTED]@peutz.nl

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	7
2.4	Simulatie windsnelheden met de windtunnel	9
2.5	Schaalmodel	10
3	Resultaten van het onderzoek	11
3.1	Overzicht metingen	11
3.2	90-90-90 basissituatie	11
3.3	90-90-75 basissituatie	14
3.4	90-90-90 met additionele begroeiing	16
3.5	Resultaten op verhoogd niveau	18
4	Samenvatting en conclusie	20

1 Inleiding

Voor fase 2 en 3 van De Knoop te Utrecht heeft een windklimaatonderzoek plaatsgevonden. Het doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het plangebied en de invloed naar de omgeving. Tevens is het windklimaat op verhoogd niveau inzichtelijk gemaakt. De nabijgelegen ontwikkelingen Beurskwartier en Wonderwoods zijn in dit onderzoek als omgevingsbebouwing meegenomen.

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.

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 bijvoorbeeld het wachten bij een bushalte of het zitten op een terrasje zullen lagere windsnelheden eerder als hinderlijk worden ervaren dan bij stevig doorlopen. In de NEN 8100 wordt daarom voor de beoordeling van windhinder onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitenklassen. Bij hogere windsnelheden kan daarnaast sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst op windgevaar.

Het windklimaat wordt vastgesteld bij 12 windrichtingen. De beoordelingshoogte is 1,75 meter.

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 is 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 een rol spelen, zoals het verwaaien van haar, het wapperen van kleding en bij toenemende windsnelheid het bewaren van het evenwicht.

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

t 2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100

Overschrijdingskans	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
p(v _{LOK} > v _{DR,H}) in procenten				
van het aantal uren per jaar		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

De overschrijdingskans van de drempelwaarde voor windhinder wordt ook wel de hinderkans genoemd. In de meetresultaten wordt de hinderkans met de kleur volgens t 2.1 weergegeven.

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt het lokale windklimaat beoordeeld als 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie t 2.1).

- Bij een goed windklimaat ondervindt wordt geen overmatige windhinder ervaren. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder.
- Bij een matig windklimaat worst af en toe overmatige windhinder ervaren.
- Bij een slecht windklimaat wordt regelmatig overmatige windhinder ervaren. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

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

2.2.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $v_{\text{DR,G}}$ gehanteerd. Het windklimaat krijgt een kwalificatie op basis van t 2.2.

t 2.2 Criteria windgevaar volgens NEN 8100

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

De overschrijdingskans van de drempelwaarde voor windgevaar wordt ook wel de gevaarkans genoemd. In de meetresultaten wordt bij een overschrijding de tekst 'beperkt risico' of 'gevaar' samen met de gevaarkans op het meetpunt aangegeven. Daarnaast worden deze meetpunten gemarkeerd met een dikke rand.

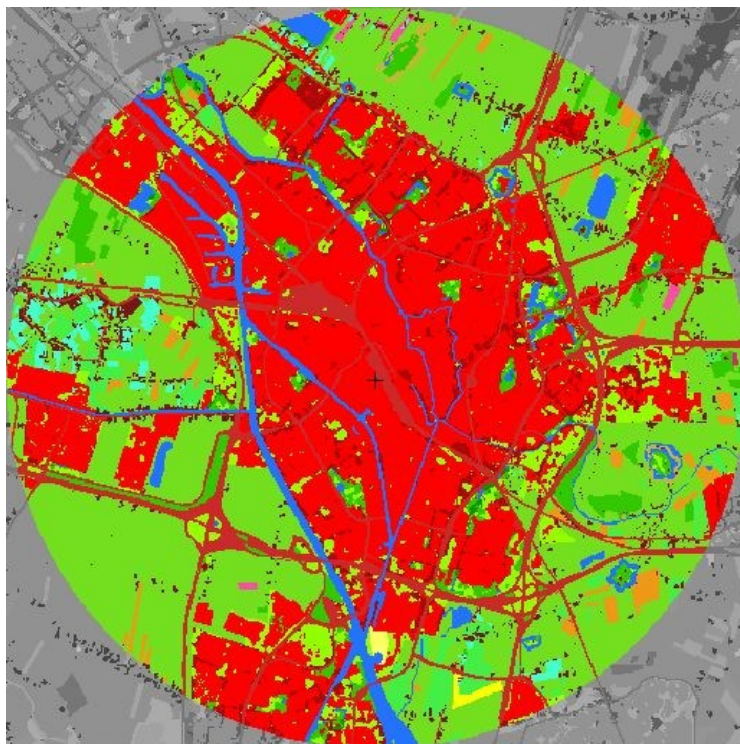
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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 berekeningen 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 over terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in f 2.1. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

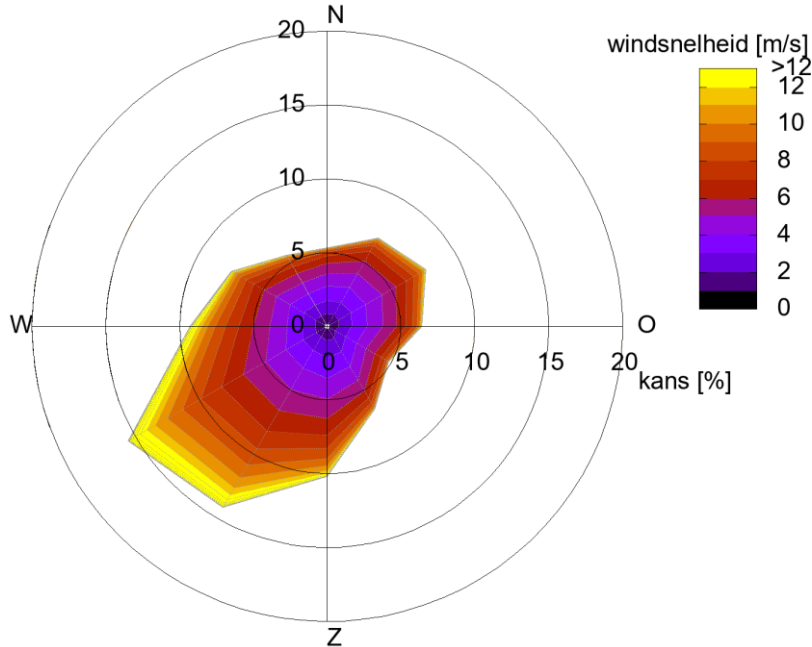
z_0 (m)	Kleur	Klasse
0,03		Geen gegevens
0,03		Gras
0,17		Mais
0,07		Aardappelen
0,7		Bieten
0,16		Granen
0,07		Overige landbouwgewassen
0,15		Buitenland
0,1		Glastuinbouw
0,39		Boomgaard
0,07		Bollen
0,75		Looibos
0,75		Naaldbos
0,001		Zoet water
0,001		Zout water
1,6		Stedelijk bebouwd gebied
0,5	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



f 2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097

In f 2.2 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie te zien. De windroos geeft de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weer. Met kleuren wordt de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen aangeduid. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (t 2.3) blijkt dat op de planlocatie de wind relatief vaak uit het uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. Bij deze windrichtingen treden ook de hoogste windsnelheden op. De zuidwestenwind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de planlocatie.

Windroos voor locatie X135960 Y455468.



f 2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

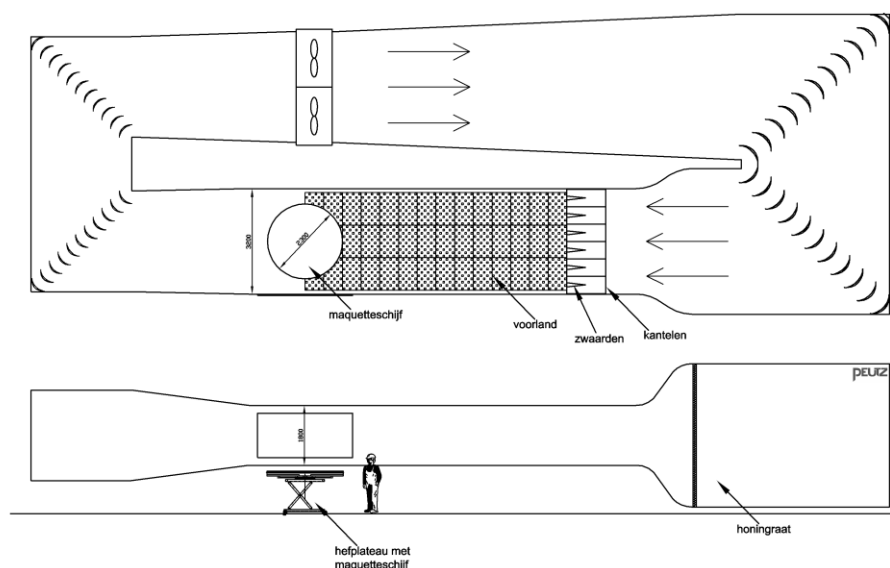
t 2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar											
Positie X135960 Y455468 Jaar 1963-2002											
totaal aantal uren: 8767,0											
gemiddelde windsnelheid (m/s): 5,5											
wind snelheid	Noord 0°	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	330°
0.0 - 0.9	16.9	18.3	18.0	18.5	14.4	20.4	18.6	15.8	18.1	16.8	19.4
1.0 - 1.9	57.9	62.7	61.2	52.1	43.7	62.3	67.0	56.7	60.9	54.3	61.8
2.0 - 2.9	79.1	82.8	85.8	76.7	67.7	92.0	104.5	93.6	89.9	75.5	84.1
3.0 - 3.9	84.0	106.5	98.3	90.5	74.3	100.7	120.6	121.3	114.6	93.1	93.5
4.0 - 4.9	76.0	94.2	114.2	93.7	70.0	96.1	124.3	144.5	138.5	102.1	94.8
5.0 - 5.9	61.2	84.5	96.8	80.1	58.2	73.1	115.5	147.2	153.0	99.7	81.3
6.0 - 6.9	43.0	65.6	68.7	55.0	40.5	46.4	96.6	141.3	150.6	85.8	69.0
7.0 - 7.9	24.2	39.5	51.0	41.2	27.9	34.2	79.6	122.2	141.4	77.2	52.3
8.0 - 8.9	12.9	25.0	37.6	26.3	16.2	20.4	58.7	109.6	124.7	60.8	37.4
9.0 - 9.9	6.4	14.3	21.3	14.3	6.3	11.8	41.6	87.8	105.2	45.3	25.1
10.0 - 10.9	3.2	7.2	13.8	7.9	2.4	5.5	28.3	67.8	81.4	32.1	16.1
11.0 - 11.9	1.7	2.9	8.0	4.7	1.1	2.5	17.3	48.2	59.0	25.8	10.4
12.0 - 12.9	1.2	1.8	2.8	1.6	0.3	0.7	9.4	35.0	47.3	16.8	5.9
13.0 - 13.9	0.2	0.5	0.9	0.7	0.2	0.5	5.3	22.1	30.4	12.1	2.9
14.0 - 14.9		0.1	0.3	0.3		0.1	2.5	12.9	19.9	7.9	1.5
15.0 - 15.9			0.1	0.1			1.0	7.9	13.6	4.3	0.6
16.0 - 16.9							0.6	3.5	6.8	2.8	0.5
17.0 - 17.9							0.6	2.1	4.4	1.8	0.1
18.0 - 18.9								1.2	2.3	0.9	0.2
19.0 - 19.9								0.8	1.5	0.4	0.2
20.0 - 20.9								0.2	0.8	0.3	0.1
21.0 - 21.9								0.1	0.3	0.1	
22.0 - 22.9									0.2	0.1	
23.0 - 23.9									0.2	0.1	
24.0 - 24.9									0.1		
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	467.9	605.9	678.8	563.7	423.2	566.7	892.0	1241.8	1365.1	816.1	657.3
gemiddelde snelheid	4.2	4.6	4.9	4.7	4.4	4.4	5.5	6.7	7.0	6.1	5.1

2.4 Simulatie windsnelheden met de windtunnel

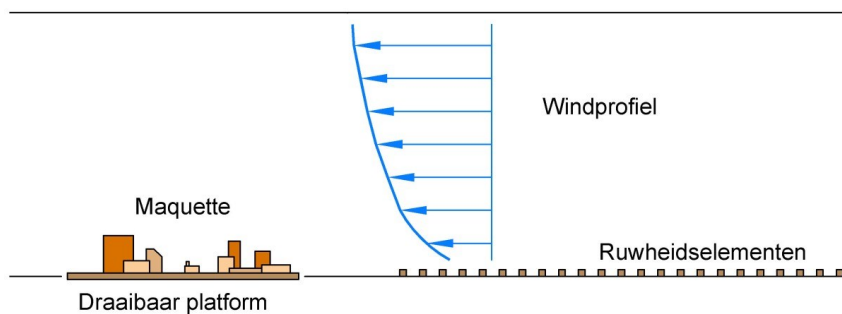
Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz zowel over eigen windtunnel- als rekenfaciliteiten. In deze situatie is gekozen voor simulaties in de windtunnel. De invloed van de optredende interactie tussen de verschillende torens wordt in de windtunnel met echte turbulente luchtstromingen 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 f 2.3 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.



f 2.3 Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel

In de praktijk is bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel een grenslaagstroming aanwezig. Deze wordt aan de rand van het schaalmodel opgewekt zodat 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 f 2.4.



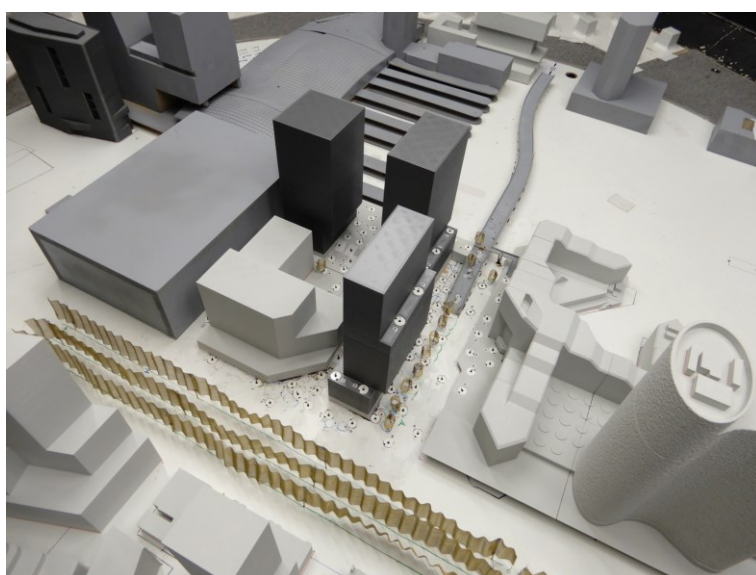
f 2.4 Opwekken windprofiel in de windtunnel

2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:300 schaalmodel van de geplande bebouwing vervaardigd conform de modellen van Rijksvastgoedbedrijf, d.d. 14 april 2023. Deze modellen zijn geplaatst in een reeds bij Peutz aanwezige maquette van de omgeving van het plan. Deze omgevingsmaquette is geactualiseerd naar de situatie zoals te verwachten bij oplevering van het plan, waarbij tevens de geplande ontwikkelingen Wonderwoods en Beurskwartier zijn meegenomen.

De maquette beslaat een cirkelvormig gebied met een diameter van circa 690 meter.

In het plangebied en de directe omgeving is een groot aantal meetpunten geplaatst.



f 2.5 Maquette bebouwingssituatie 90-90-90

3 Resultaten van het onderzoek

Tijdens het onderzoek is het windklimaat voor diverse situaties inzichtelijk gemaakt. In paragraaf 3.1 zijn de onderzochte situaties beschreven en voorzien van een beknopte beoordeling van het windklimaat. Daarnaast zijn de varianten uitvoeriger besproken in paragrafen 3.2 t/m 3.4. De resultaten op verhoogd niveau worden besproken in paragraaf 3.5.

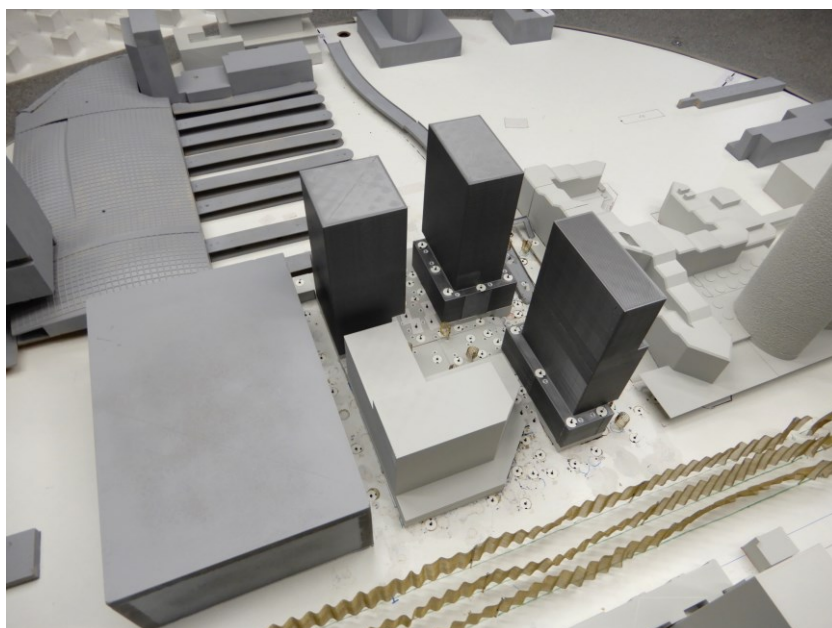
De resultaten zijn tevens opgenomen in bijlage 2.

3.1 Overzicht metingen

Paragraaf	Situatie	Beoordeling
paragraaf 3.2 bijlage 2.1	90-90-90 basismeting	Het windklimaat is op veel plaatsen goed voor de activiteit doorlopen, klasse A t/m C. Op diverse plaatsen is sprake van een matig windklimaat, klasse D, vastgesteld. In het plangebied komt geen slecht windklimaat, klasse E, voor.
paragraaf 3.3 bijlage 2.3	90-90-75 basismeting	Ten opzichte van de 90-90-90 basismeting is rond toren 3 een duidelijk beter windklimaat vastgesteld. Hierdoor is de omvang van diverse gebieden met een matig windklimaat duidelijk afgenomen.
paragraaf 3.4 bijlage 2.5	90-90-90 met additionele begroeiing	De toegevoegde begroeiing heeft duidelijke een positieve invloed op het windklimaat.

3.2 90-90-90 basissituatie

Dit is de geplande situatie waarbij alle torens 90 meter hoog zijn.



f 3.1 Maquette 90-90-90 basissituatie

Een overzicht van de resultaten is opgenomen in f 3.2. Uit de resultaten blijkt dat het windklimaat in het plangebied op veel plaatsen goed is voor de activiteit doorlopen. Dit komt overeen met kwaliteitsklasse A t/m C, en wordt weergegeven met de kleuren blauw, groen en geel. Daarnaast is op een aantal locaties sprake van een matig windklimaat, klasse D. Er is nergens sprake van kwaliteitsklasse E, wat als slecht wordt beoordeeld voor de activiteit doorlopen.

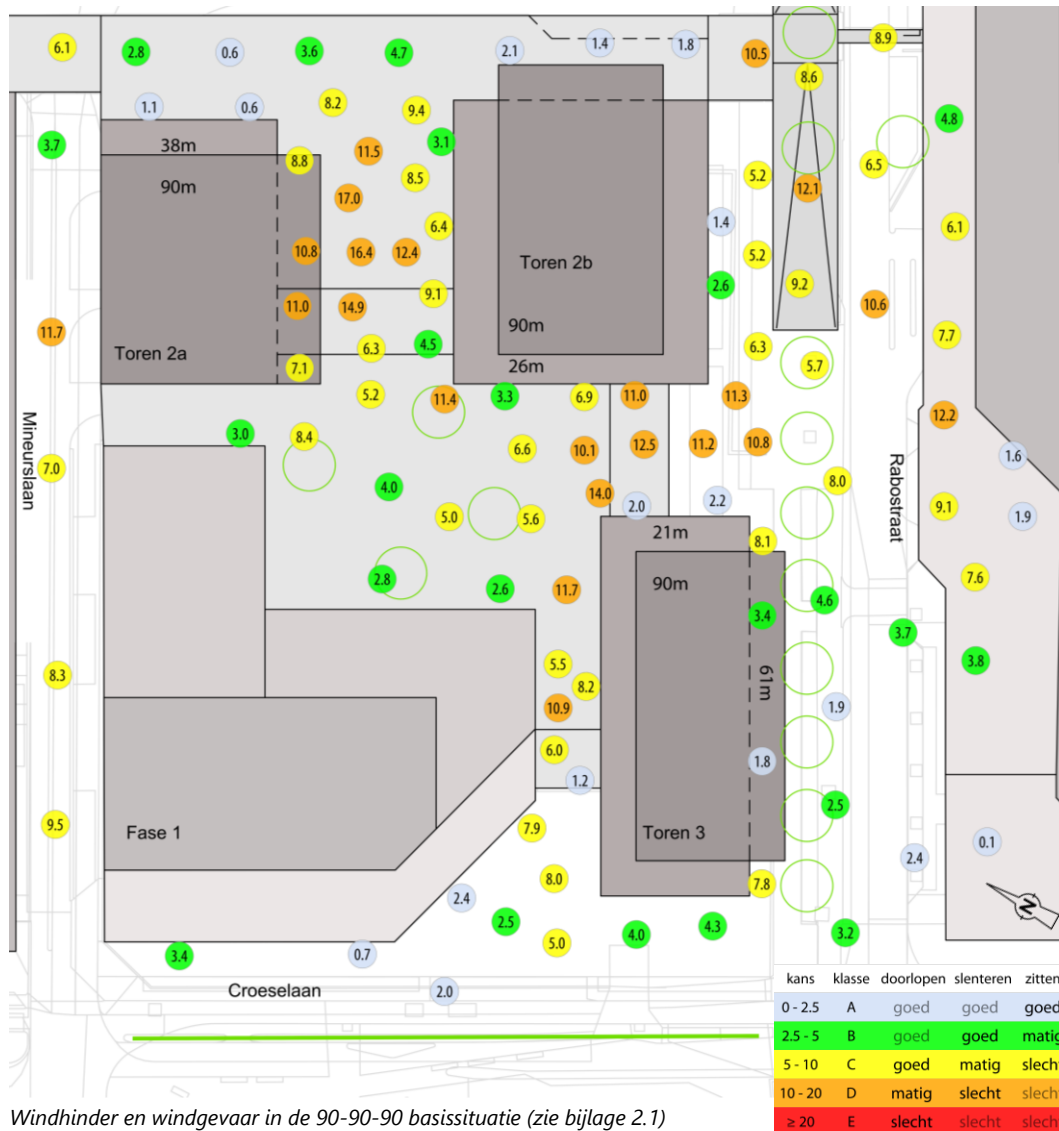
In de Mineurslaan is zeer plaatselijk sprake van een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen. Dit is ten gevolge van de zuidwestelijke oriëntatie van de straat, hetgeen gelijk is aan de dominante windrichting, in combinatie met hoogbouw langs beide zijden. De Mineurslaan is echter geen voetgangersgebied, maar een expeditiestraat, en zal derhalve slechts door gemotoriseerd verkeer gebruikt worden.

Op het verhoogd maaiveld langs de Rabobank is tevens zeer plaatselijk een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen vastgesteld. Dit is met name ten gevolge van de hoogte van de Rabobank, in combinatie met de zuidwestelijke oriëntatie van de Rabostraat.

Op de Moreelsebrug is een overwegend goed en zeer plaatselijk matig windklimaat voor doorlopen te verwachten. De plaatselijk hogere hinderkans is met name een gevolg van de open en verhoogde ligging van de trap.

Op het Knoopplein is met name in de gebieden tussen torens 2a en 2b, en tussen torens 2b en 3 sprake van een matig windklimaat. Tussen toren 3 en fase 1 wordt het windklimaat zeer plaatselijk matig beoordeeld. Dit is een gevolg van de interactie tussen deze torens, in combinatie met het glooiende karakter van het verhoogde maaiveld.

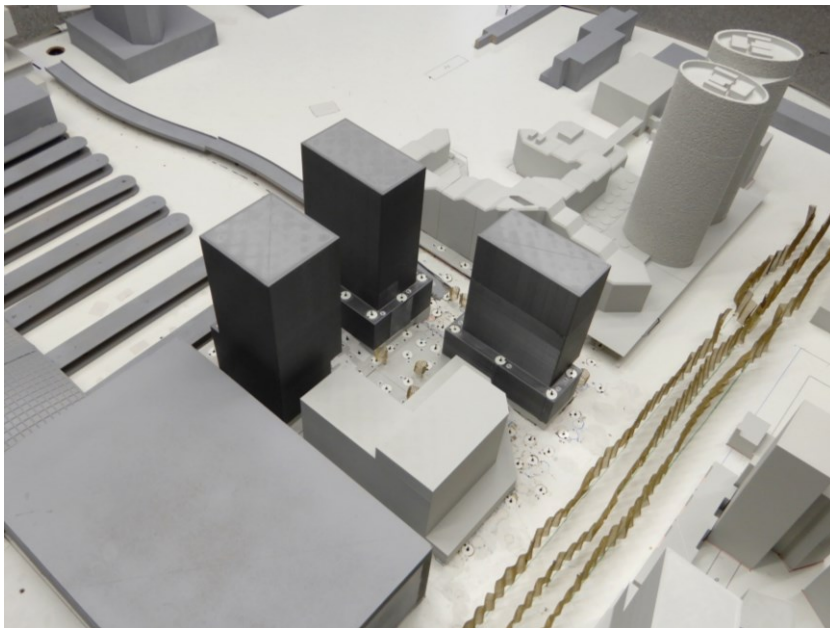
Er is nergens sprake van een kwalificatie beperkt risico of gevaarlijk.



f 3.2 Windhinder en windgevaar in de 90-90-90 basissituatie (zie bijlage 2.1)

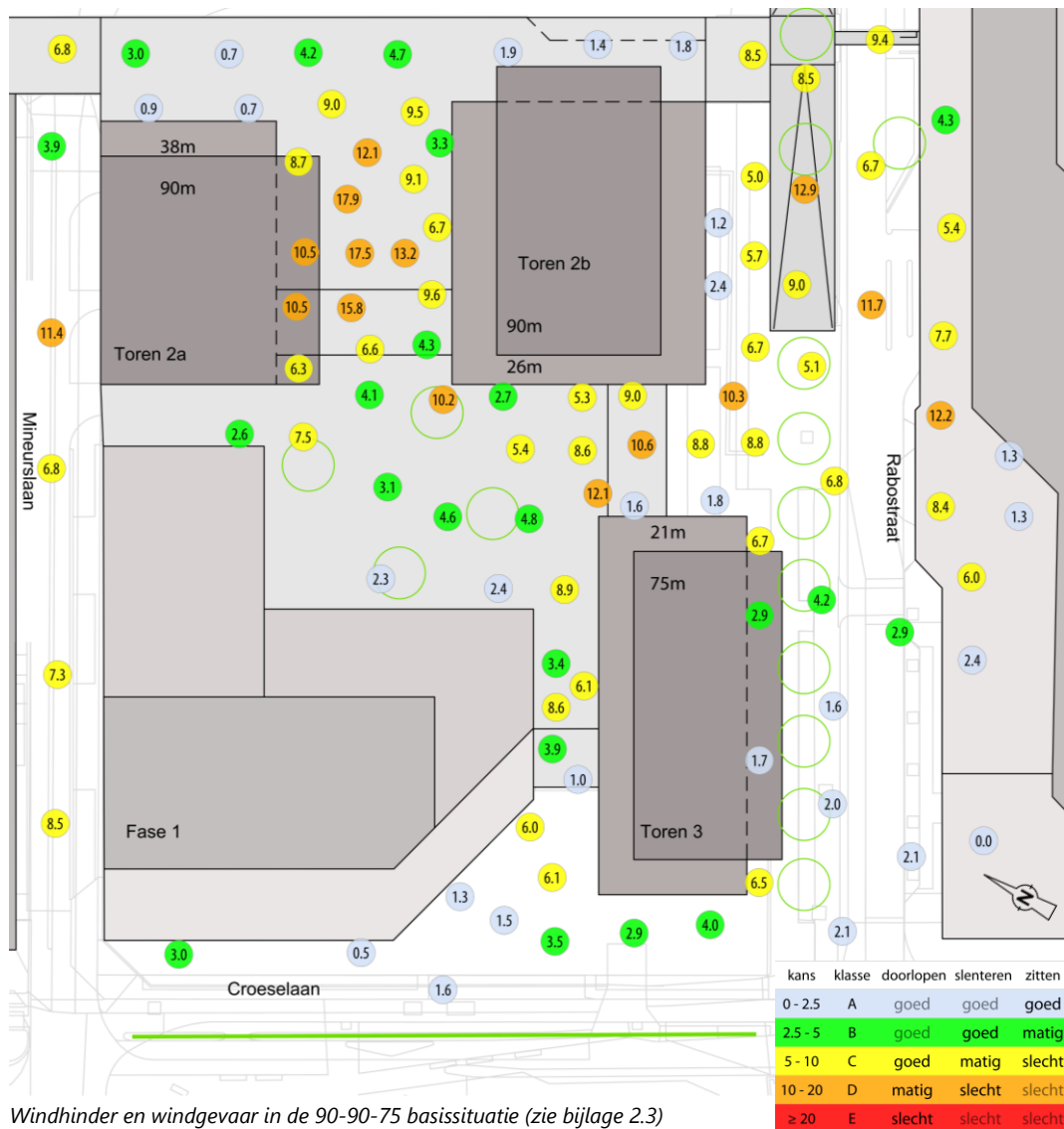
3.3 90-90-75 basissituatie

Dit is de geplande situatie waarbij torens 2a en 2b een hoogte hebben van 90 meter en toren 3 een hoogte van 75 meter.



f 3.3 Maquette 90-90-75 basissituatie

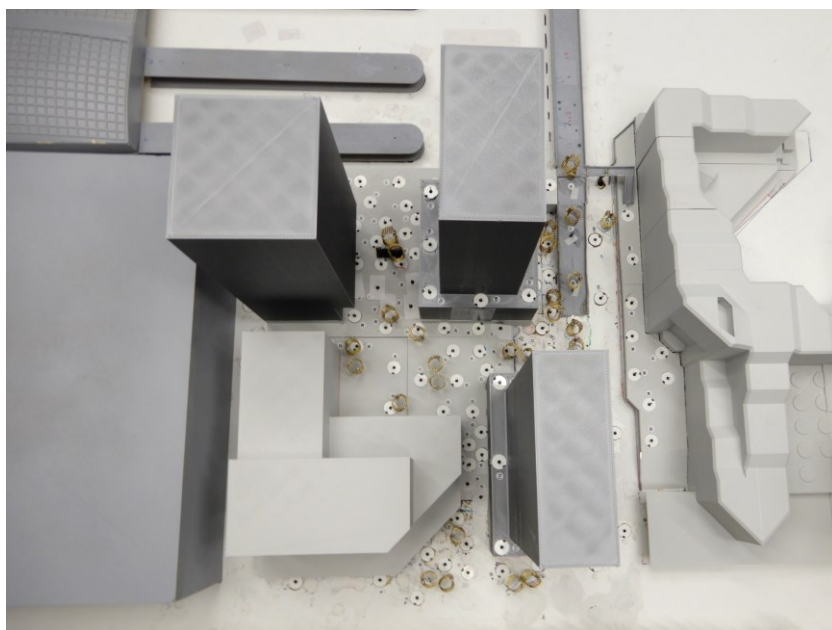
Een overzicht van de resultaten is opgenomen f 3.4. Uit de resultaten blijkt dat het windklimaat ten opzichte van de 90-90-90 basissituatie met name rond toren 3 door de lagere bouwhoogte gunstiger is. Op het Knooppunt tussen torens 2b en 3 is het gebied met een matig windklimaat hierdoor duidelijk in omvang afgenomen, en tussen toren 3 en fase 1 is niet langer sprake van een matig windklimaat voor de activiteit doorlopen.



f 3.4 Windhinder en windgevaar in de 90-90-75 basissituatie (zie bijlage 2.3)

3.4 90-90-90 met additionele begroeiing

Dit is de geplande situatie waarbij alle torens 90 meter hoog zijn, en in het plangebied op diverse plaatsen extra begroeiing in de vorm van bomen en hagen is toegevoegd. Tevens is de bestaande borstwering langs het verhoogde maaiveld bij de Rabobank aan de maquette toegevoegd.

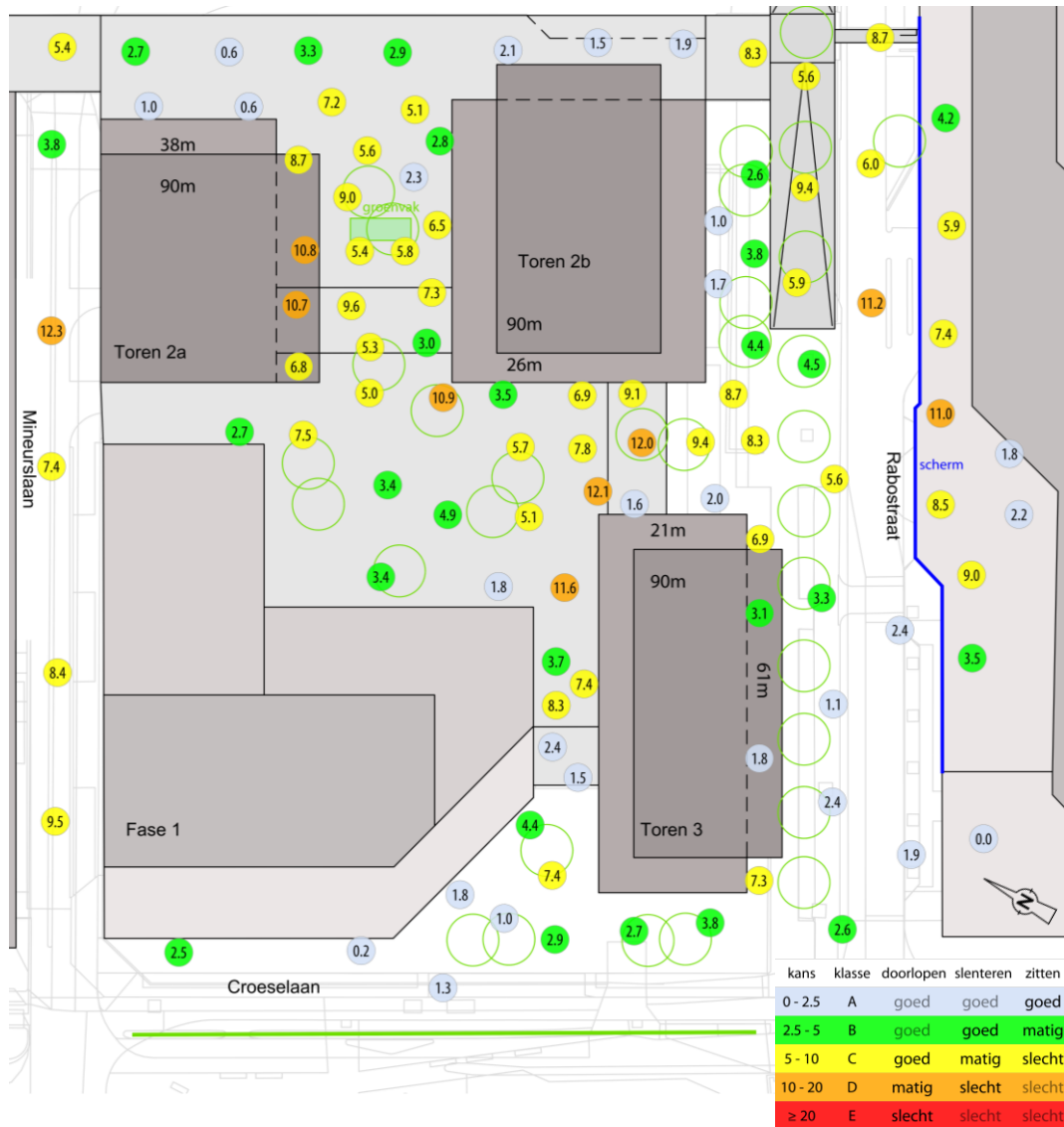


f 3.5 Maquette 90-90-90 met additionele begroeiing

Een overzicht van de resultaten is opgenomen f 3.6. Uit de resultaten blijkt dat ten gevolge van de additionele begroeiing het windklimaat met name op het Knooppunt duidelijk beter is. Hierdoor is nog slechts zeer plaatselijk sprake van een beoordeling matig voor de activiteit doorlopen.

Desgewenst kan door verdere terreininrichting het windklimaat verder worden verbeterd. Hierbij zullen met name bladhoudende meerstammige heesters effectief zijn.

Een andere mogelijkheid om het windklimaat te verbeteren is het aanpassen van de opzet van het verhoogde maaiveld. Door het versmallen van de trappen en daarmee het aanbrengen van grotere sprongen in het maaiveld kan het windklimaat positief worden beïnvloed.

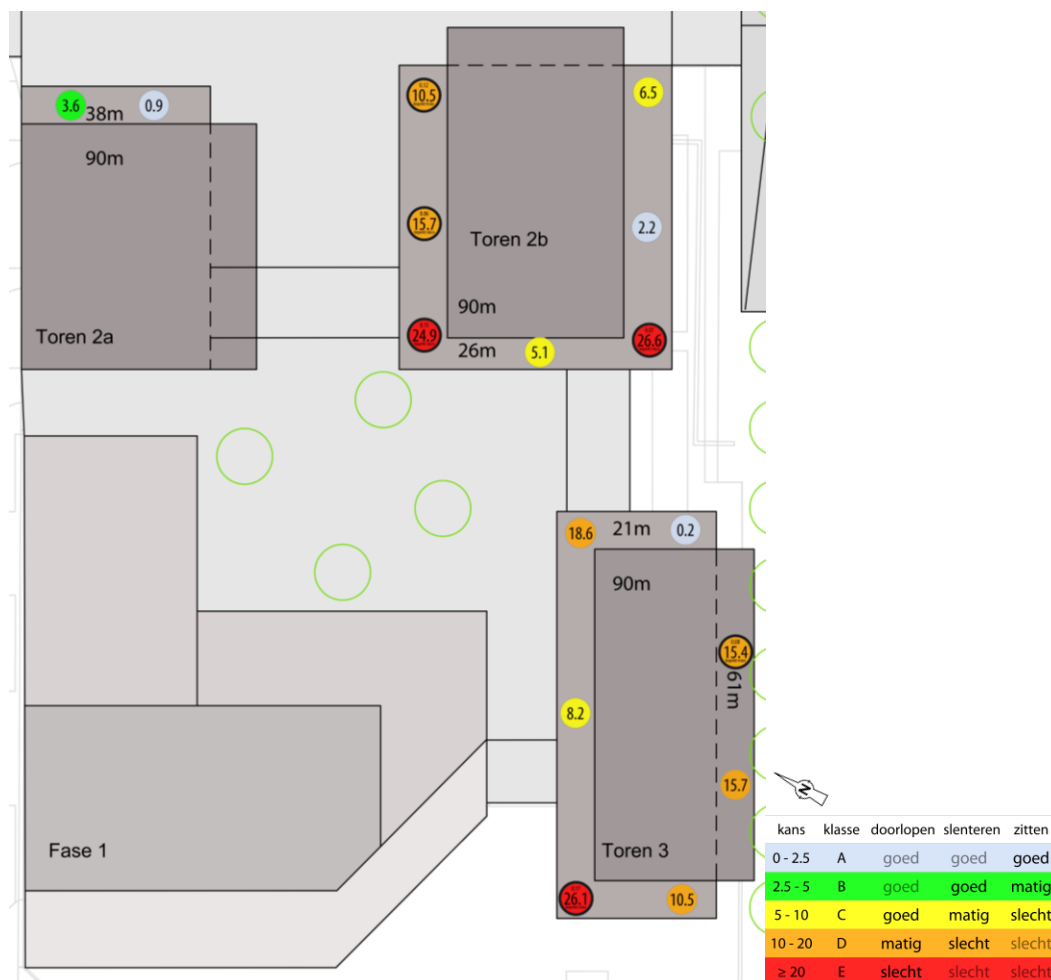


f 3.6 Windhinder en windgevaar in de 90-90-90 met additionele begroeiing (zie bijlage 2.5)

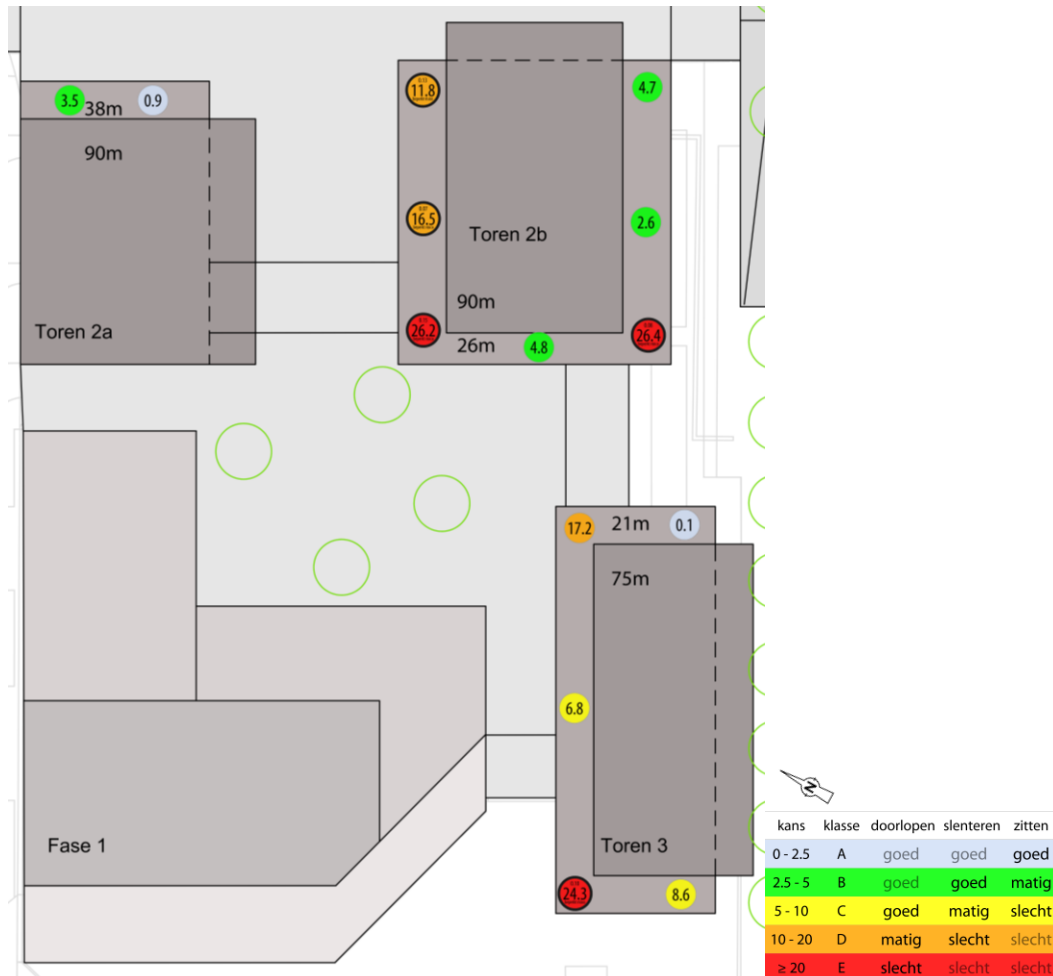
3.5 Resultaten op verhoogd niveau

Het windklimaat op verhoogd niveau is voor de 2 basissituaties inzichtelijk gemaakt. De additionele begroeiing op het maaiveld heeft geen effect op het windklimaat op dit niveau.

Een overzicht van de resultaten is opgenomen in f 3.7. Uit de resultaten blijkt dat op enkele plaatsen sprake is van windklasse A of B, wat deze locaties geschikt maakt voor windgevoelige functies zoals buitenruimtes. Op veel plaatsen is echter ook windklasse D en E vastgesteld, met een kwalificatie beperkt risico. Op deze locaties zijn windafschermende maatregelen noodzakelijk om buitenruimtes te kunnen realiseren. Hierbij kan worden gedacht aan schermen haaks op de gevel om de ruimte te compartimenteren, naast gesloten schermen langs de rand. Daarnaast kan worden overwogen de gebouwhoeken, waar de hoogste waarden zijn vastgesteld, ontoegankelijk te maken.



f 3.7 Windhinder en windgevaar op verhoogd niveau, 90-90-90 basissituatie (zie bijlage 2.2)



f 3.8 Windhinder en windgevaar op verhoogd niveau, 90-90-75 basissituatie (zie bijlage 2.4)

4 Samenvatting en conclusie

Voor fase 2 en 3 van De Knoop te Utrecht heeft een windklimaatonderzoek plaatsgevonden. Het doel van het onderzoek was het inzichtelijk maken en beoordelen van het windklimaat in het plangebied en de invloed naar de omgeving. Tevens is het windklimaat op verhoogd niveau inzichtelijk gemaakt. De nabijgelegen ontwikkelingen Beurskwartier en Wonderwoods zijn in dit onderzoek als omgevingsbebouwing meegenomen.

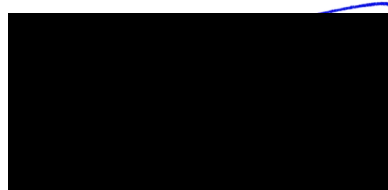
Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- In de 90-90-90 basissituatie is het windklimaat op veel plaatsen goed voor de activiteit doorlopen, klasse A t/m C. Op diverse plaatsen is sprake van een matig windklimaat, klasse D, vastgesteld. In het plangebied komt geen slecht windklimaat, klasse E, voor. Tevens is geen overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld.
- In de 90-90-75 basissituatie is door het verlagen van toren 3 rond deze toren een duidelijk beter windklimaat vastgesteld. Hierdoor is de omvang van diverse gebieden met een matig windklimaat duidelijk afgenomen.
- Het toevoegen van additionele begroeiing aan de 90-90-90 situatie heeft een zeer positieve invloed op het windklimaat.
- Desgewenst kan door verdere terreininrichting het windklimaat verder worden verbeterd. Hierbij zullen naar verwachting met name bladhoudende meerstammige heesters effectief zijn. Een andere mogelijkheid om het windklimaat te verbeteren is het aanpassen van de opzet van het verhoogde maaiveld. Door het versmallen van de trappen en daarmee het aanbrengen van grotere sprongen in het maaiveld kan het windklimaat positief worden beïnvloed.
- Op verhoogd niveau is op diverse plaatsen sprake van windklasse A of B, wat deze locaties geschikt maakt voor windgevoelige functies zoals buitenruimtes. Op veel plaatsen is echter ook windklasse D en E met een beperkt risico op windgevaar vastgesteld, waardoor windafschermende maatregelen noodzakelijk zijn om buitenruimtes te kunnen realiseren. Hierbij kan worden gedacht aan schermen haaks op de gevel om de ruimte te compartimenteren, naast gesloten schermen langs de rand en het ontoegankelijk maken van de gebieden met de hoogste hinderkans.

Dit rapport bevat 20 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

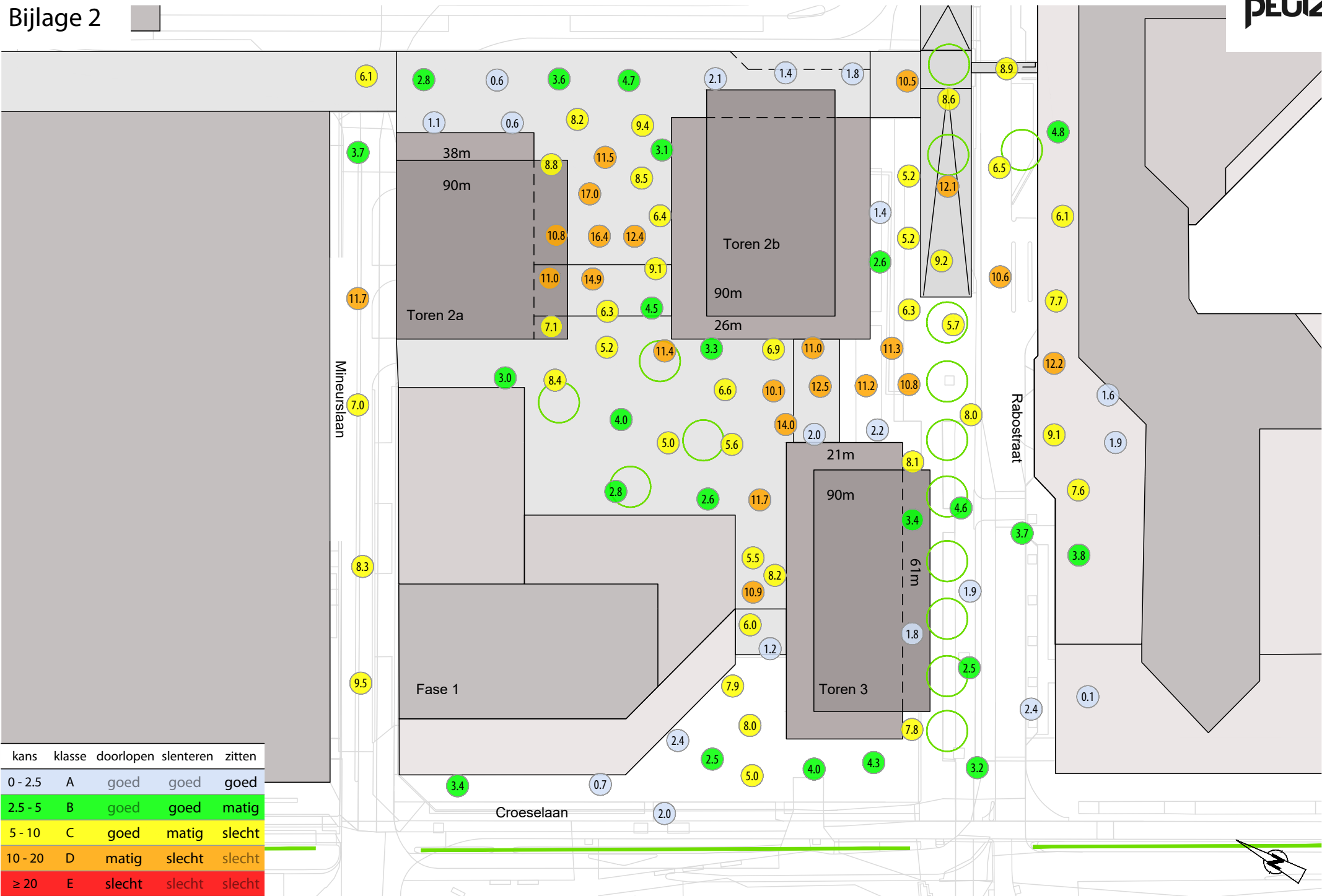
Bijlage 2: Resultaten en foto's



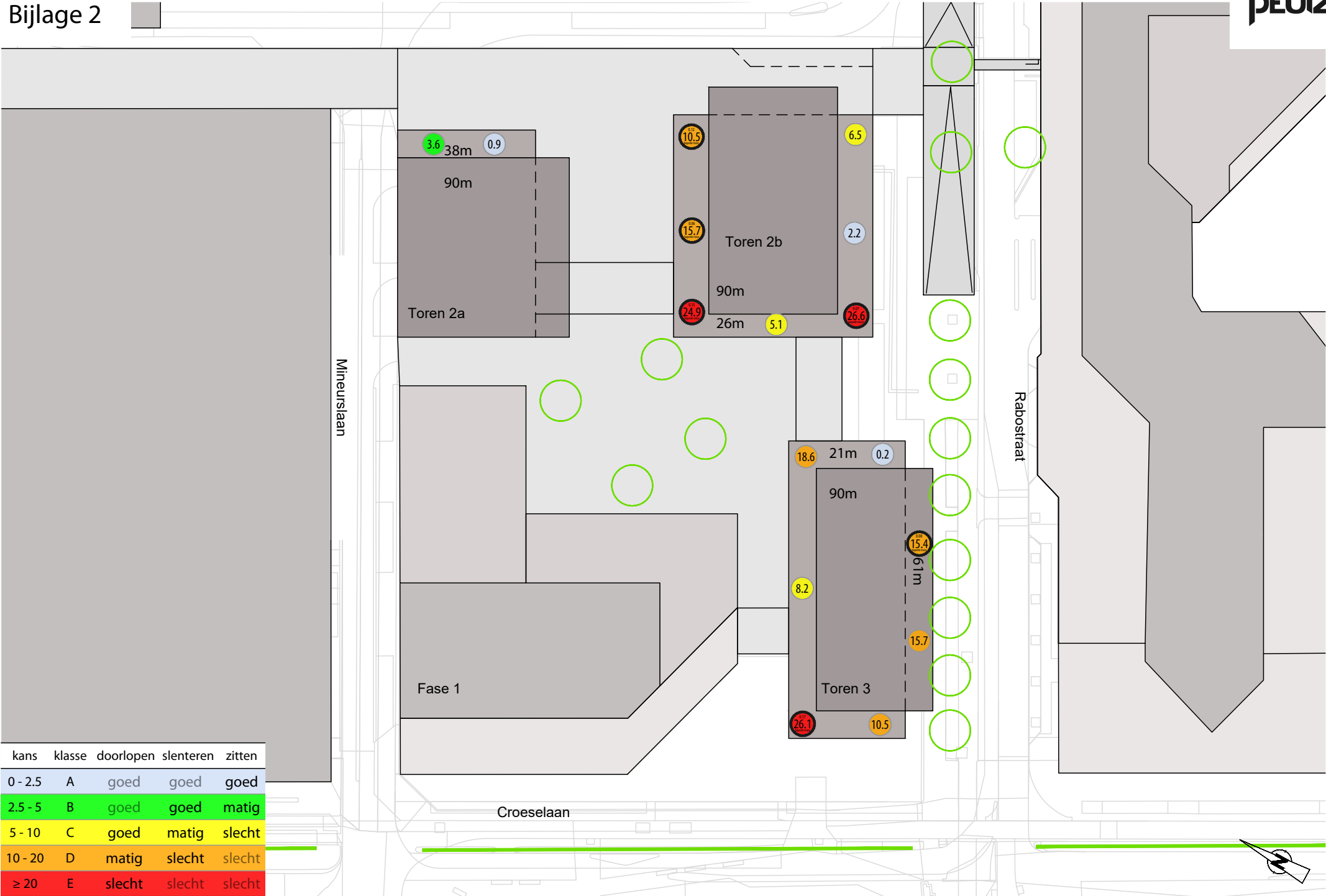
Bijlage 1 Technisch inlegvel

windtunnelsimulatie

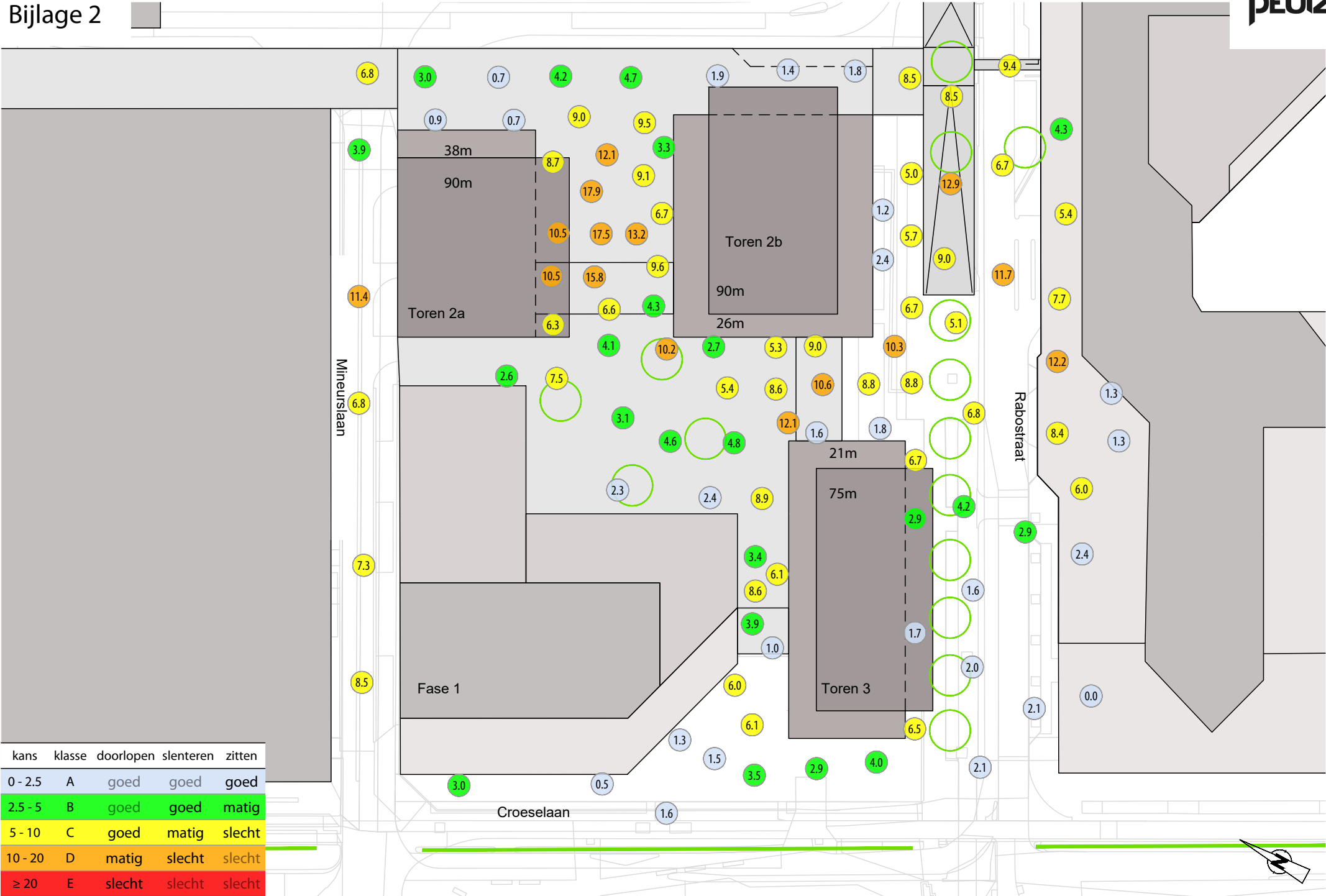
Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Rijkskantoor De Knoop fase 2 en 3 te Utrecht			
Opdrachtgever	Rijksvastgoedbedrijf			
Projectleider	dr. ir. [REDACTED]			
Datum	20 juni 2023			
Model	Algemene gegevens van het model			
Schaal	1:300			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een diameter van 690 meter			
Kerngebied	het gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas			
Onderzochte configuraties	- basissituatie 90-90-90 - basissituatie 90-90-75 - situatie 90-90-90 met additionele begroeiing			
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling			
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
- kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 120 meetpunten (basismeting); meethoogte 1,75 m			
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
(minimaal 12 over de windroos)				
Tunnelregeling				
- kalibratiedatum	meetapparatuur wordt periodiek gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
- kalibratie-instantie	intern			
Instrumenten				
- kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat			
Amersfoortse coörd. locatie	X = 125898 Y = 487665			
Toegepaste eisen	V _{DR} [m/s]	Gewenste kwaliteitskl.	Overschrijdingskans [%]	Beoordeling
Voor comfort			p(V _{LOK} > V _{DR,G})	
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	figuren met p (V _{LOK} > V _{DR,H})-waarden			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang				

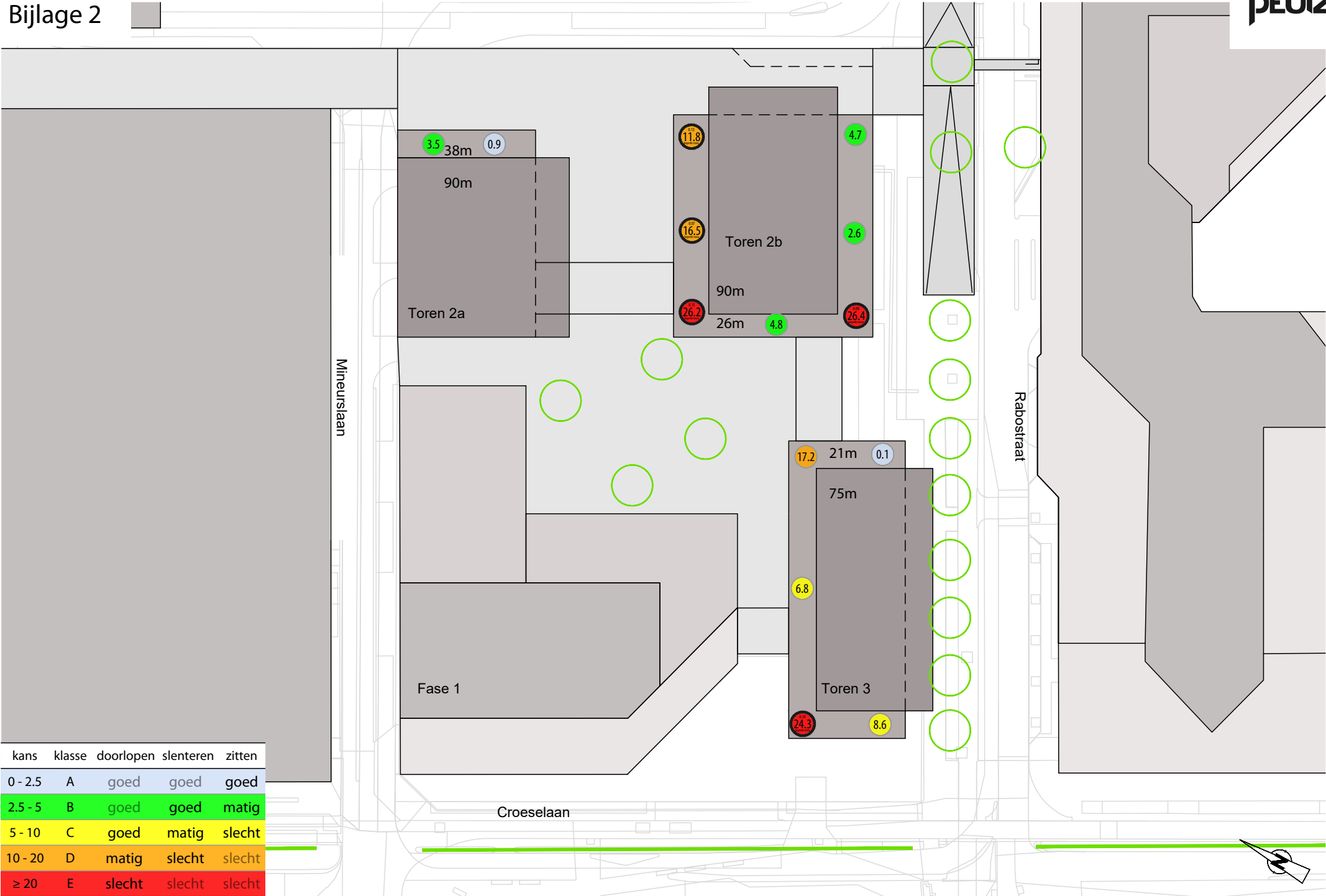


90-90-90 basismeting

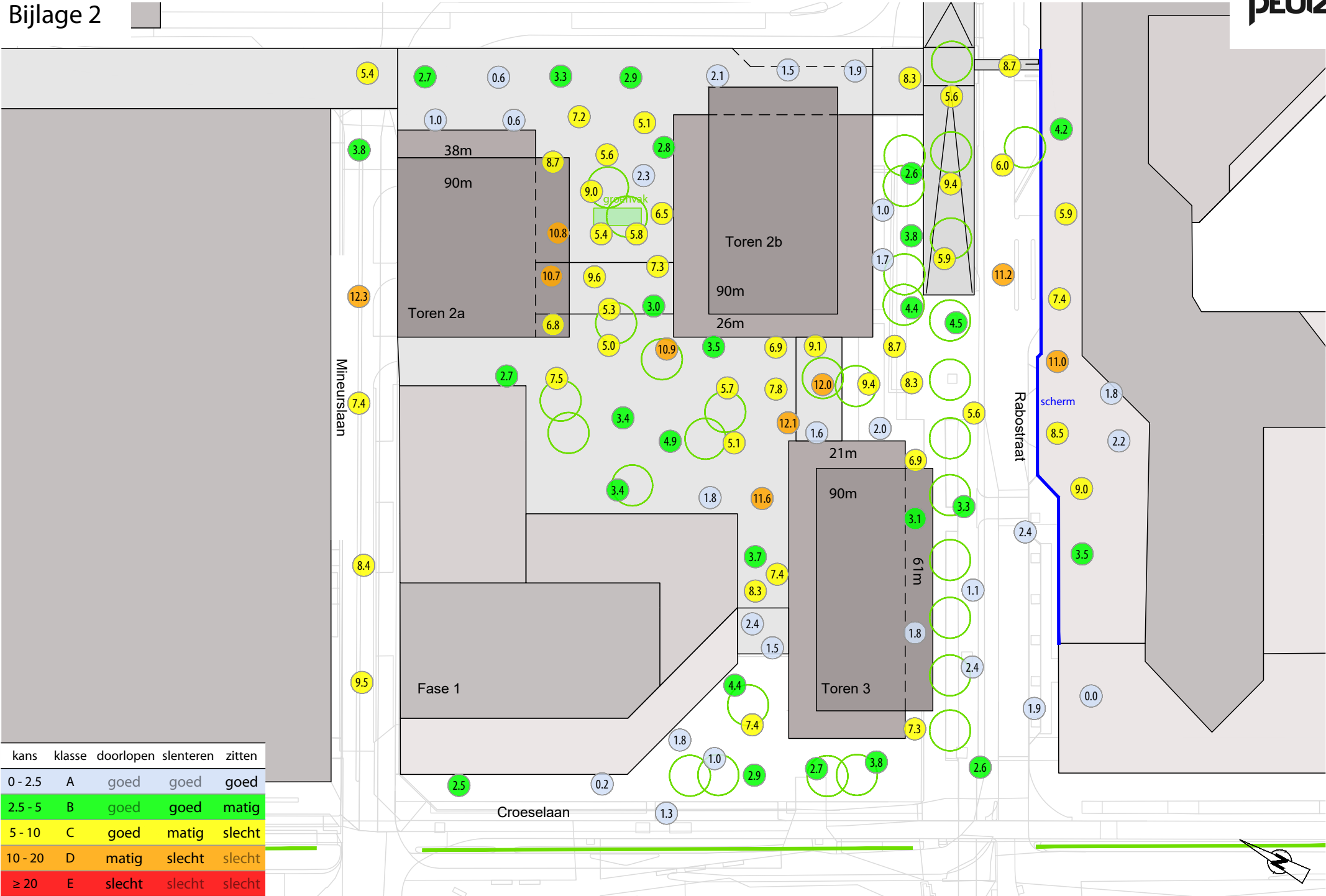


90-90-90 basismeting (H)





90-90-75 basismeting (H)



90-90-90 met begroeiing