

Notitie

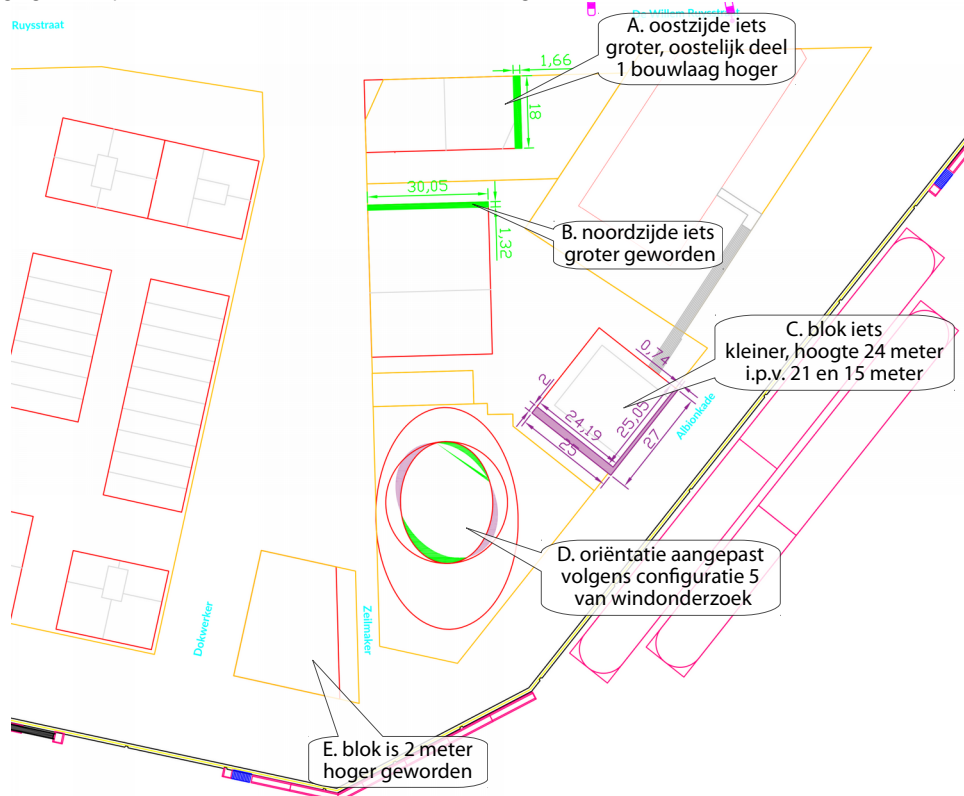
betreft: Beoordeling wijzigingen bebouwing Timmerplein Vlissingen ten opzichte van
windklimaatonderzoek 2018
datum: 19 november 2020
referentie: OO/OO//OG 158-2-NO

1 Inleiding

In 2018 is het windtunnelonderzoek afgerond dat naar aanleiding van de 100 meter hoge Zeelandtoren is uitgevoerd. Sinds die tijd zijn de gebouwcontouren- en hoogtes van het stedenbouwkundig plan gewijzigd. In verband met het opstellen van het ontwerpbestemmingsplan zijn de wijzigingen ten aanzien van het windklimaat op basis van expert judgement beoordeeld.

2 Wijzigingen

f2.1 Wijzigingen ten opzichte van de in 2018 onderzochte situatie volgens buro Ma.an



3 Beoordeling

3.1 Wijzigingen A en B

De wijzigingen zijn in figuur 2.1 aangegeven. Gezien de vastgestelde relatief lage hinderkans in dit deel van het gebied wordt verwacht dat de aangegeven beperkte wijzigingen geen belangrijke rol spelen voor het windklimaat.

3.2 Wijziging C

Aan de zuidwest- en noordwestzijde van dit bouwdeel is in het onderzoek bij scenario 5, die in de rapportage als eindvariant beschouwd wordt, plaatselijk sprake van een als matig te beoordelen windklimaat. Voor de andere gevels is sprake van een beoordeling goed. De vergroting van de bouwhoogte kan een beperkt negatief effect op het windklimaat teweeg brengen. Doordat de vastgestelde hinderkans overal ruim lager is dan de grenswaarde van 20.0 is het in deze situatie aannemelijk dat deze wijziging niet leidt tot een beoordeling slecht.

3.3 Wijziging D

De hoogte van de Zeelandtoren is gelijk gebleven. De oriëntatie is aangepast conform scenario 5 van het windklimaatonderzoek. Dit is vanuit het windperspectief de geadviseerde wijziging, met een positief effect.

3.4 Wijziging E

De bouwhoogte is aangepast van 19 naar 21 meter. Aan de hand van de onderzoeksresultaten van de scenario's 4 en 5 (bijlagen 5 en 6 van de rapportage), valt op te maken dat een verandering van de bouwhoogte van dit bouwdeel zorgt voor een verandering van de wind in het gebied tussen dit bouwdeel en de toren, het gebied onder de luifel van de toren en het gebied aan de kade ten zuiden van de toren. In de meetresultaten zijn deze gebieden aangemerkt als de aandachtsgebied A4, A5 en A8.

In de meetresultaten van scenario 5 (eindvariant) is in gebied A4 plaatselijk sprake van een slecht windklimaat. De hinderkans zal hier naar verwachting enigszins toenemen ten gevolge van de wijziging van de bouwhoogte. In de gebieden A5 en A8 is sprake van een beoordeling matig en een beoordeling slecht. Verwacht wordt dat de hinderkans hier enigszins afneemt. De wijziging van de bouwhoogte heeft derhalve zowel positieve als negatieve effecten op het windklimaat. Deze effecten zullen gezien de beperkte wijziging van de bouwhoogte niet groot zijn.

4 Conclusie

De bebouwingsopzet in het ontwerp-bestemmingsplan wijkt op 5 punten enigszins af van de in 2018 onderzochte stedenbouwkundige situatie. De wijziging van de Zeelandtoren is de opvolging van het advies, en heeft derhalve een positief effect op het windklimaat. De wijzigingen van de 2 ten noorden van de toren gesitueerde bouwdelen hebben geen noemenswaardig effect op het windklimaat. Een toename van het bouwdeel ten zuidwesten van de toren heeft zowel beperkte positieve als beperkte negatieve effecten tot gevolg. De ophoging van de bebouwing ten noordoosten van de toren sorteert naar verwachting een beperkt negatief effect, er blijft een matig windklimaat te verwachten.

PEUTZ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mook', with a long horizontal stroke extending to the right.

Mook,

Deze notitie bevat 3 pagina's

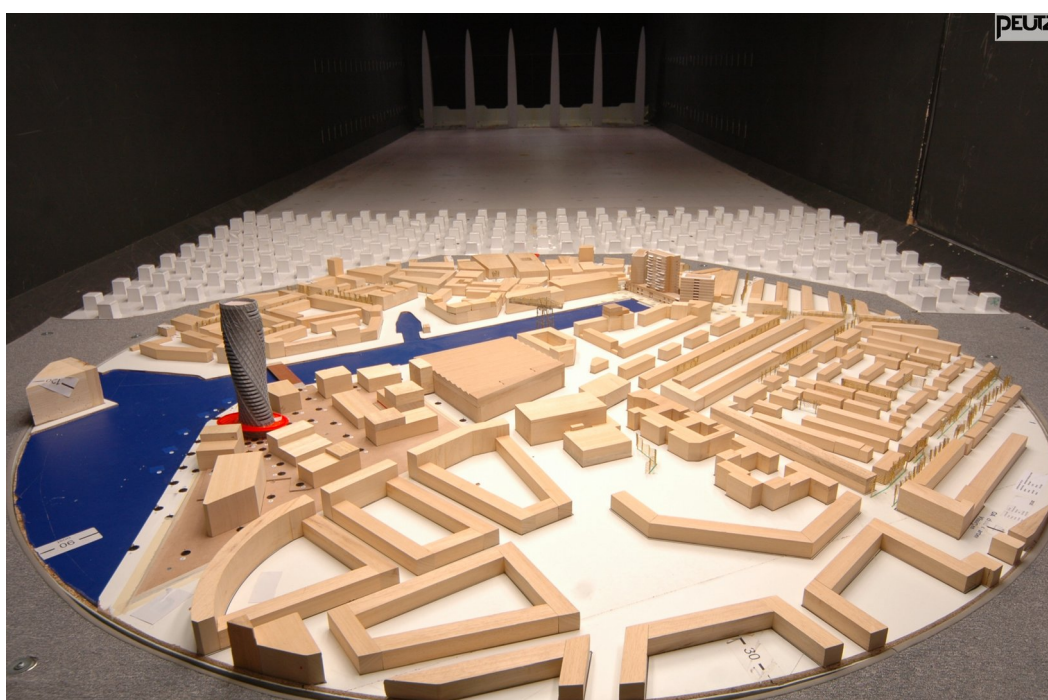


Zeelandtoren Vlissingen

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel

Zeelandtoren Vlissingen

Windklimaatonderzoek met behulp van de windtunnel



opdrachtgever	Gemeente Vlissingen
rapportnummer	OE 158-1-RA-001
datum	30 november 2018
referentie	OO/AZ//OE 158-1-RA-001
verantwoordelijke	O.E. Otten
opsteller	A. Zaagougui 024-3579427 a.zaagougui@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

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

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlin – 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	7
2.4	Simulatie windsnelheden in de windtunnel	9
2.5	Schaalmodel	11
2.6	Onderzoek in de windtunnel	11
3	Resultaten van het onderzoek	13
3.1	Onderzoeksresultaten 2016	14
3.1.1	Huidige onbebouwde situatie	14
3.1.2	Geplande situatie zonder Zeelandtoren	15
3.1.3	Geplande situatie Zeelandtoren zonder additionele maatregelen	16
3.1.4	Geplande situatie Zeelandtoren met luifel	17
3.2	Actualisering onderzoek 2018	18
3.2.1	Scenario 1	19
3.2.2	Scenario 2	20
3.2.3	Scenario 3	21
3.2.4	Scenario 4	21
3.2.5	Scenario 5	22
3.2.6	Scenario 6	23
4	Samenvatting en conclusies	24

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Vlissingen is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het stedenbouwkundig plan Scheldekwartier en omgeving te Vlissingen.

De geplande bebouwing omvat onder meer een appartemententoren van circa 97 meter hoogte op de hoek van de Jan Weugkade / Koningsweg. Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom de zogeheten Zeelandtoren en in de verdere omgeving. Het onderzoek is in meerdere processtadia uitgevoerd.

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 betreffende het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven. Diverse tussenresultaten van het onderzoek zijn opgenomen in de bijlage.

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 bebouwingssituatie, 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 $p(V_{LOK} > v_{DR,H})$ 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 naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

Opgemerkt wordt dat de natuurlijke gebruiksmomenten van terrassen en buitenruimten doorgaans niet vaak samenvallen met ongunstige windomstandigheden. Zo zal een relatief groot deel van voorkomende windhinder optreden in de winter. In de norm wordt daar geen rekening mee gehouden. Op terrassen en buitenruimten wordt om deze reden meestal uitgegaan van het criterium voor slenteren in plaats van langdurig zitten, met een streefwaarde van minder dan 5%.

2.2.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde $v_{DR,G}$ 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 $p(V_{LOK} > v_{DR,G})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

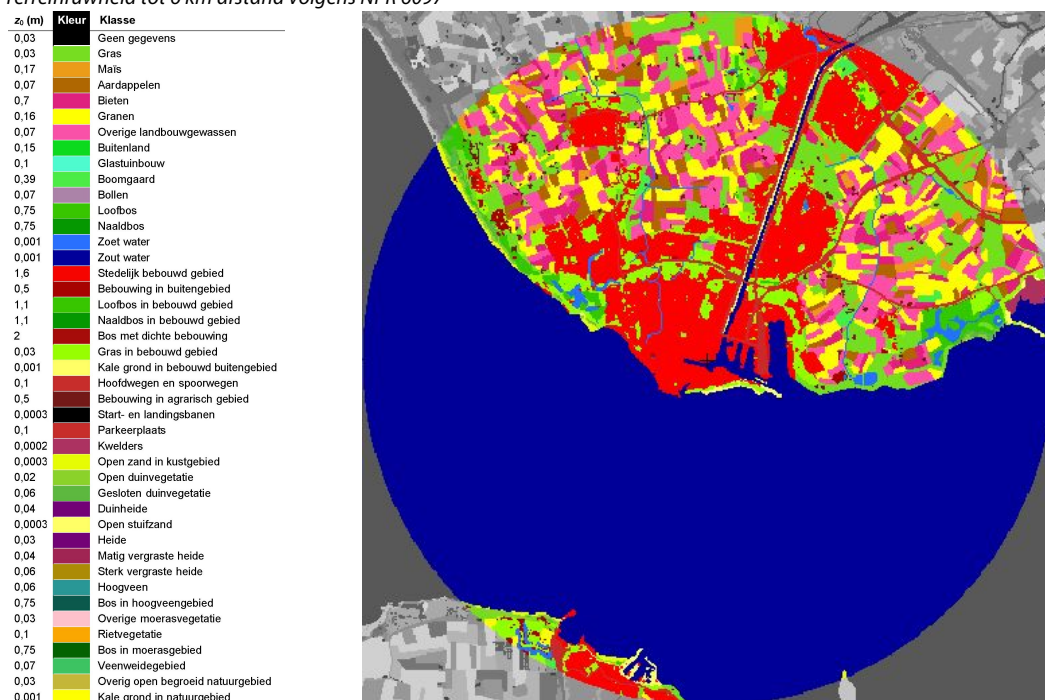
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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

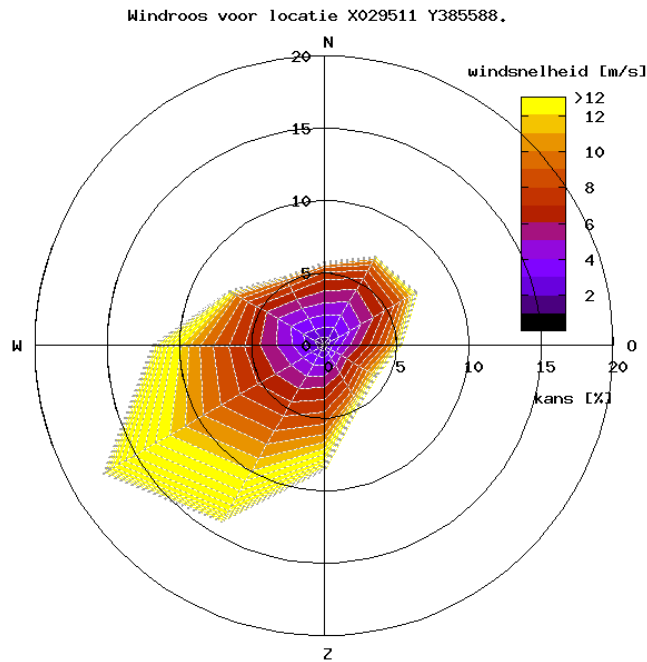
Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden 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 de planlocatie. 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 en blauw voor water.

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



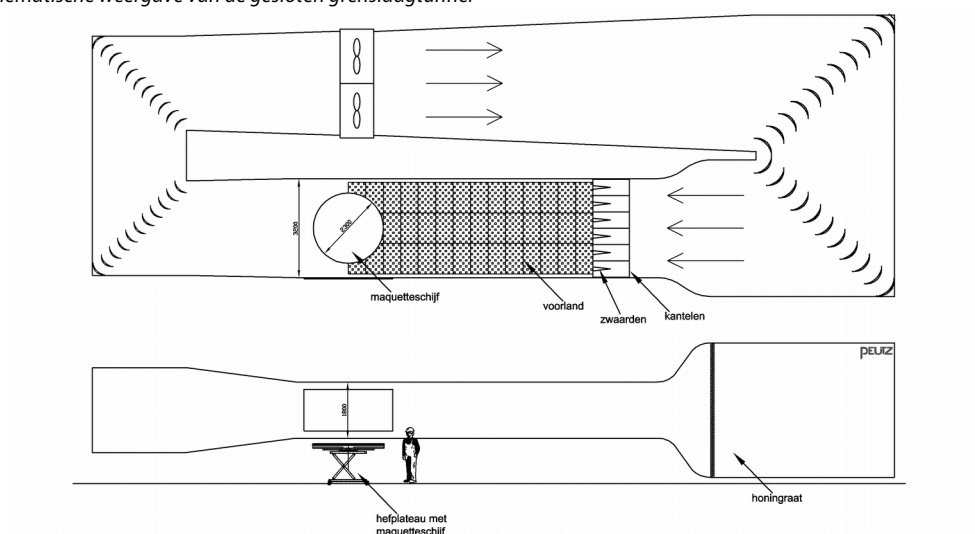
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8766.8	
Positie X029511 Y385588 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 7.5	
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°	
0.0 - 0.9	10.9	8.9	5.4	5.3	5.7	7.1	7.7	7.2	10.9	15.5	12.6	10.8	
1.0 - 1.9	43.8	35.0	19.7	16.2	18.3	22.4	24.0	26.0	36.8	51.7	41.8	38.7	
2.0 - 2.9	72.3	59.0	34.7	24.5	29.8	38.7	42.7	47.2	62.2	76.5	60.4	62.5	
3.0 - 3.9	86.0	78.3	46.7	31.9	36.9	52.1	60.0	65.4	82.2	89.8	73.4	72.2	
4.0 - 4.9	95.1	78.0	54.3	40.2	48.0	61.7	75.9	86.5	94.3	90.8	72.9	77.7	
5.0 - 5.9	86.7	88.5	59.5	42.8	50.4	68.1	91.0	106.5	101.8	80.2	64.1	73.3	
6.0 - 6.9	77.6	79.4	59.1	42.7	50.2	77.3	94.1	121.3	96.3	70.1	52.3	63.1	
7.0 - 7.9	54.8	64.4	48.4	40.9	47.4	74.0	99.8	130.6	94.9	56.3	40.9	45.9	
8.0 - 8.9	38.7	48.5	40.8	34.3	37.1	71.8	99.7	130.1	90.6	45.2	27.9	29.2	
9.0 - 9.9	26.8	34.3	31.8	27.0	27.2	59.9	95.9	126.5	80.2	32.6	16.7	14.6	
10.0 - 10.9	16.1	27.0	25.2	22.0	21.2	50.4	93.8	121.9	66.1	21.3	9.4	8.5	
11.0 - 11.9	9.1	18.9	15.6	14.9	16.1	41.5	85.3	111.9	53.8	14.3	5.1	5.1	
12.0 - 12.9	4.6	11.3	11.3	11.4	12.9	33.9	77.1	97.9	42.7	10.4	3.2	2.8	
13.0 - 13.9	2.5	7.7	5.7	5.1	7.5	28.5	67.2	82.8	33.2	5.5	1.6	1.5	
14.0 - 14.9	1.1	3.9	4.0	2.3	5.3	20.6	55.5	70.9	27.6	3.9	0.9	0.7	
15.0 - 15.9	0.2	2.1	2.2	1.4	2.8	16.9	45.7	59.6	21.2	1.6	0.3	0.3	
16.0 - 16.9	0.1	0.3	0.9	1.9	1.8	11.7	34.9	45.7	14.2	1.0	0.1	0.1	
17.0 - 17.9	0.0	0.3	0.7	0.6	1.0	8.1	27.1	34.6	11.1	0.6	0.1	0.0	
18.0 - 18.9	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	5.7	18.8	23.6	7.3	0.5	0.0	0.0	
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	3.6	14.3	17.7	4.9	0.3	0.0	0.0	
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.3	8.6	12.6	3.1	0.2	0.0	0.0	
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.4	5.9	8.0	2.0	0.0	0.0	0.0	
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	3.9	4.2	1.7	0.0	0.0	0.0	
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	2.0	3.2	0.8	0.0	0.0	0.0	
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	1.8	0.4	0.0	0.0	0.0	
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
aantal uren	626.4	645.9	466.2	366.2	420.9	759.4	1234.7	1547.1	1041.0	668.3	483.7	507.0	
gemiddelde snelheid	5.3	6.0	6.5	6.8	6.8	8.2	9.6	9.8	7.9	5.6	5.0	5.1	

2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

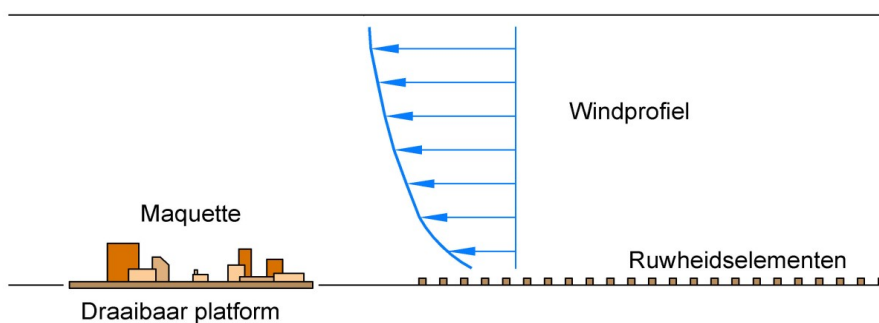
Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz zowel over eigen windtunnel- als rekenfaciliteiten. In deze situatie is gekozen voor simulaties in de windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.3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

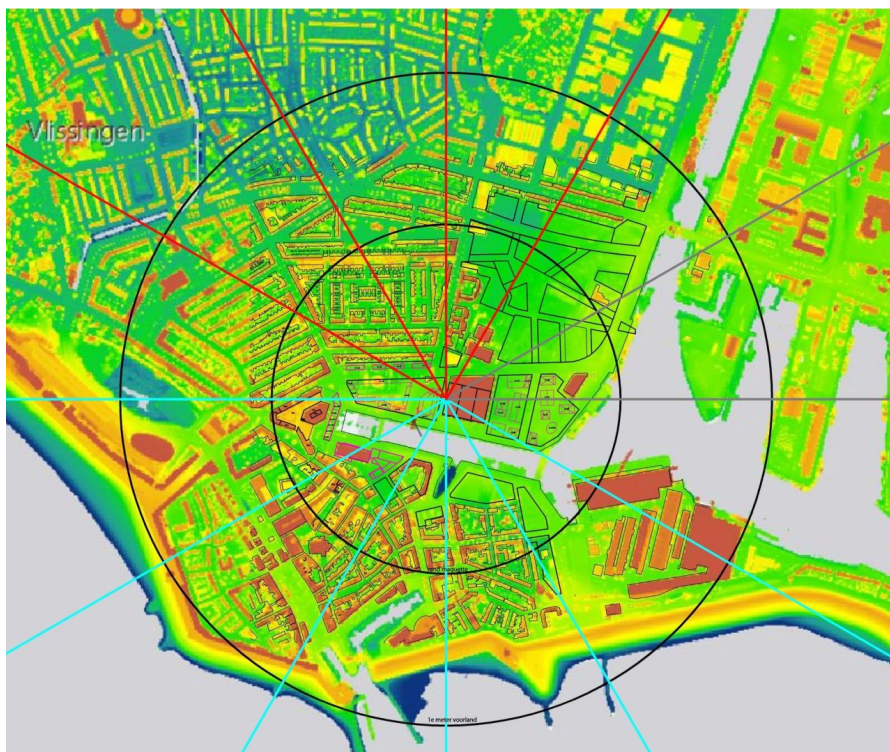


Gezien de ligging van het plangebied in de directe nabijheid van de Westerschelde en de Noordzee, zijn er ruwheidselementen in het aanstroomtraject van de windtunnel geplaatst in ongeveer de eerste meter buiten de maquetteschijf. Hiermee komt de simulatie bij de windrichtingen zuidoost t/m west, waaronder de overheersende zuidwestelijke windrichting, goed overeen met de werkelijke situatie.

Bij een windaanstroming vanaf de stad, bij noordwestelijke tot oostelijke windrichting, kan hierdoor een geringe overschatting van de windsnelheden optreden. Het is echter experimenteel vastgesteld dat de mate van windhinder in het plangebied nauwelijks bepaald wordt door wind uit deze richtingen en er hierdoor geen wezenlijke afwijkingen optreden. Derhalve is om praktische reden gekozen het voorland bij alle windrichting gelijk te houden. Het effect van aanstroming over land of water wordt verder uiteraard volledig meegenomen op basis van de gehanteerde windroos.

Een illustratie van het gebied vertegenwoordigd door de ruwheidselementen is aangeduid met de buitenste cirkel in figuur 2.5, waarbij de binnenste cirkel de begrenzing van de maquette aangeeft.

f2.5 Bereik maquette en ruwheidselementen



2.5 Schaalmodel

Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:350 schaalmodel van het plangebied en de stedenbouwkundige omgeving vervaardigd conform de volgende gegevens:

- 180711 Scheldekwartier Uitsnede.SKP van Buro Ma.an (3D model Zeelandtoren in situatie)
- 180711 Brontekening Scheldekwartier_Bouwvlak+Hoogtes_scenario1.pdf van Buro Ma.an
- 180711 Brontekening Scheldekwartier_Bouwvlak+Hoogtes_scenario2.pdf van Buro Ma.an
- Bouwplan Kop van het Dok conform bouwkundige tekeningen van Atelier Pro (aug. '17)
- Gegevens uit diverse openbare bronnen, waaronder de BGT en AHN

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

De modellering van scenario 1 volgens de brontekening is weergegeven in figuur 2.6.

f2.6 Maquette volgens brontekening scenario 1 (2018)



2.6 Onderzoek in de windtunnel

In totaal zijn (bij scenario 1) op 116 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 bouwlocatie, 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

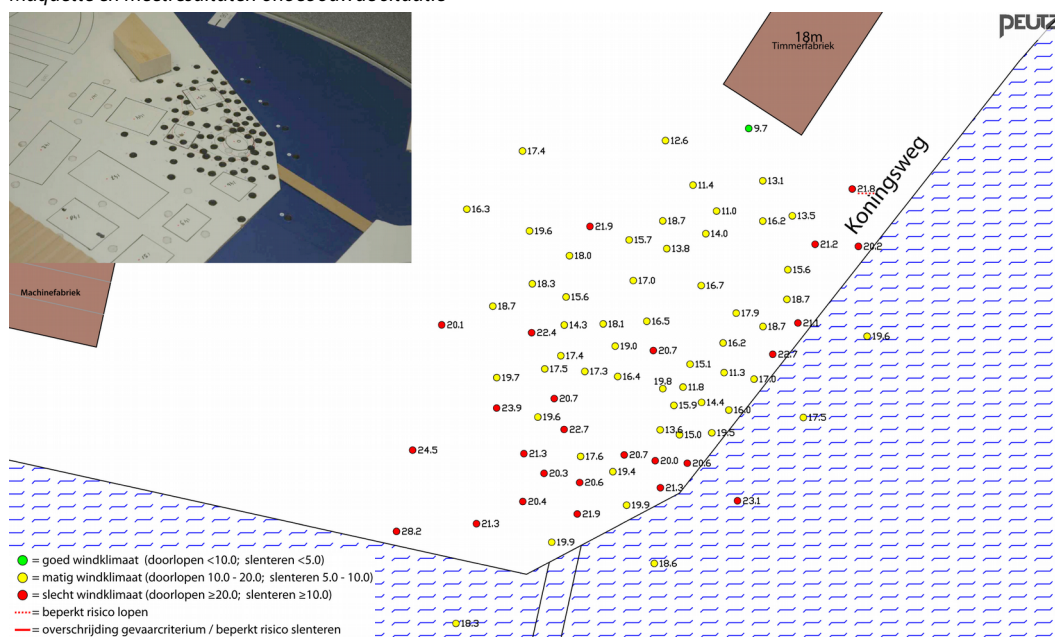
Onderstaand wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar. Gezien het premature stadium waarin de plannen zich bevinden wordt bij de beoordeling geen specifiek onderscheidt gemaakt tussen de verschillende beoordelingscriteria. De meetresultaten worden integraal beoordeeld met het criterium voor doorlopen. Bij toekomstige windgevoelige functies, zoals gebouwentrees, winkels en terrassen dient een zo laag mogelijke hinderkans, met een maximum van minder dan 5% nagestreefd te worden.

Het eerste deel van het onderzoek heeft plaats gevonden in 2016 en is in 2018 geactualiseerd. Voor een overzichtelijk beeld van de te verwachten windsituatie is een selectie van de resultaten van beide onderzoeksperioden weergegeven. Naast de situatie met de Zeelandtoren zijn ter referentiesituaties ook de huidige onbebouwde situatie en de geplande situatie zonder de aanwezigheid van de toren onderzocht.

3.1 Onderzoeksresultaten 2016

3.1.1 Huidige onbebouwde situatie

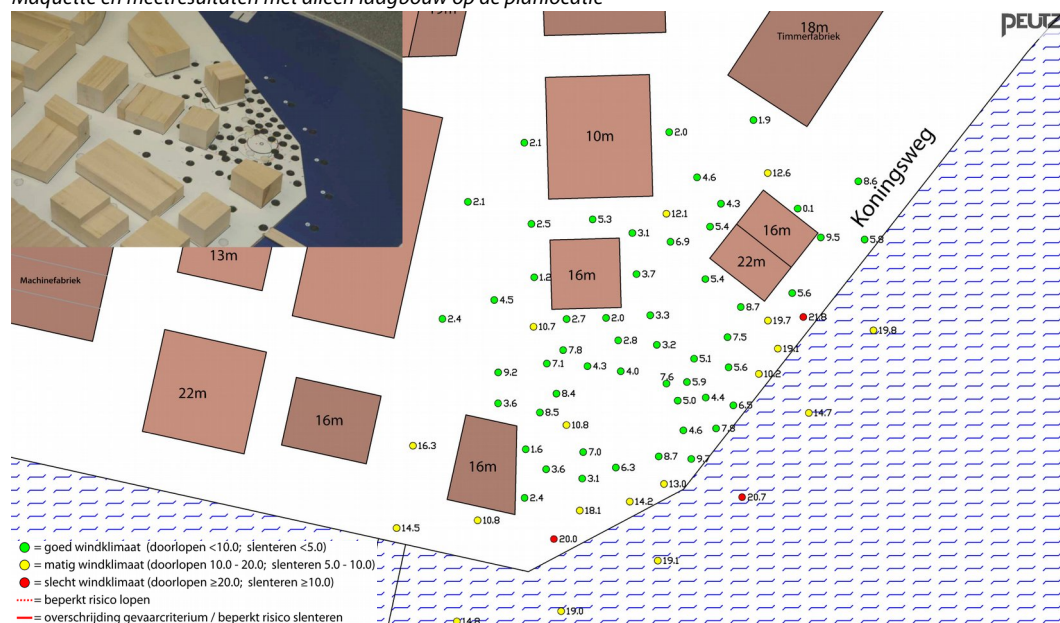
f3.1 Maquette en meetresultaten onbebouwde situatie



In figuur 3.1 wordt het huidig heersende windklimaat weergegeven in de onbebouwde situatie op de planlocatie. Het windklimaat wordt conform de criteria van de NEN 8100 voor de functie doorlopen beoordeeld als matig tot slecht (geel en rood in figuur 3.1). Er is geen overschrijding van het gevaarcriterium vastgesteld. Wel is er een beperkt risico op windgevaar op de Koningsweg ter hoogte van de Timmerfabriek.

3.1.2 Geplande situatie zonder Zeelandtoren

f3.2 Maquette en meetresultaten met alleen laagbouw op de planlocatie

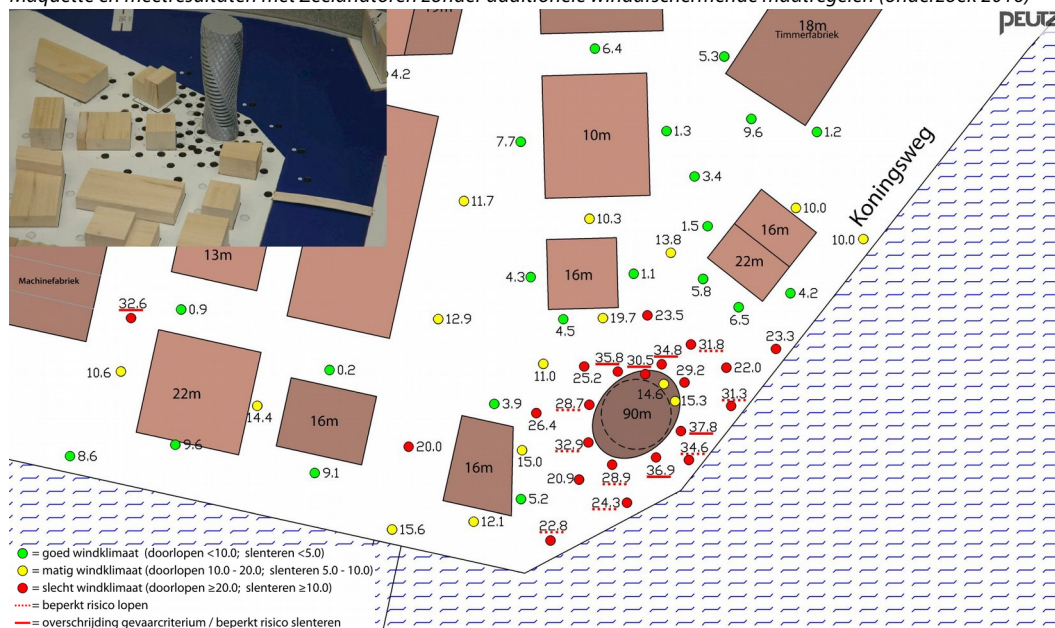


In figuur 3.2 wordt het windklimaat weergegeven voor de situatie dat op de planlocatie alleen laagbouw (tot 22 meter hoogte) gerealiseerd wordt.

De geplande laagbouw heeft een afschermend effect voor de wind, waardoor een verbetering van het heersende windklimaat in het gebied optreedt. Het windklimaat krijgt in deze situatie een beoordeling overwegend goed tot matig (groen en geel in figuur 3.2). Op een beperkt aantal meetpunten langs de kade (en op het water) is sprake van een beoordeling slecht. Het gevaaarcriterium wordt niet overschreden.

3.1.3 Geplande situatie Zeelandtoren zonder additionele maatregelen

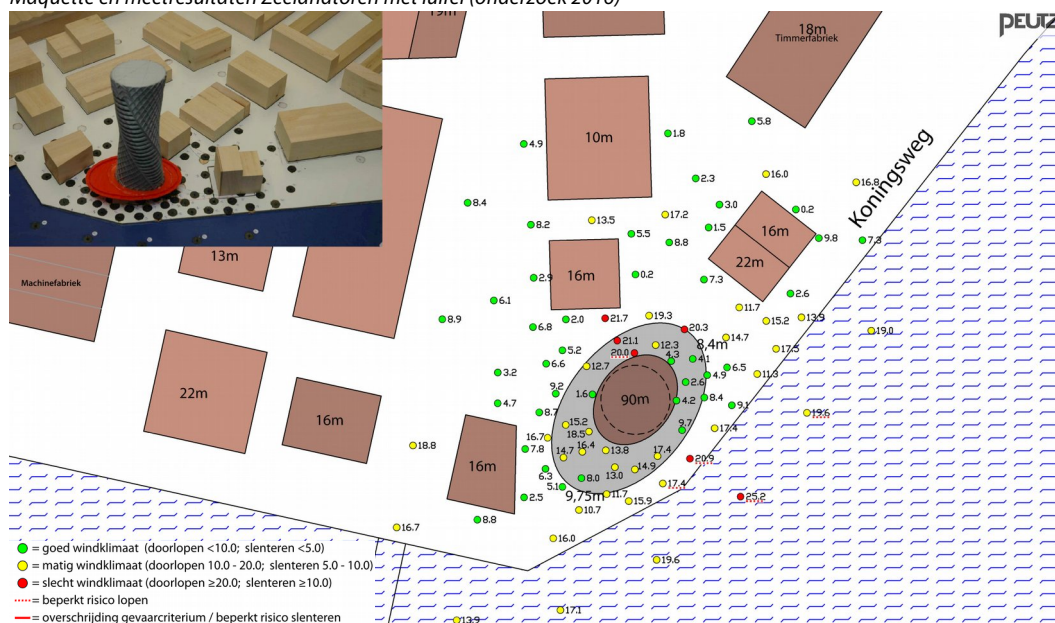
f3.3 Maquette en meetresultaten met Zeelandtoren zonder additionele windafschermende maatregelen (onderzoek 2016)



Als de toren gerealiseerd zou worden zonder additionele windafschermende maatregelen, zoals een grote luifel of aangrenzende laagbouw, is in het gebied rondom de toren sprake van een overwegend als slecht te beoordelen windklimaat (rode cirkels in figuur 3.3). Ook is er dan plaatselijk een overschrijding van het gevaaarcriterium (rode strepen) of een beperkt risico op windgevaar (rode stippellijn). De meting heeft plaatsgevonden in 2016. Inmiddels is de vormgeving en positie van de toren gewijzigd. Verwacht wordt dat ook met de actuele vormgeving en positie een dergelijke ongunstige windklimaatssituatie zal ontstaan, voor zover geen windafschermende maatregelen geïntroduceerd zouden worden.

3.1.4 Geplande situatie Zeelandtoren met luifel

f3.4 Maquette en meetresultaten Zeelandtoren met luifel (onderzoek 2016)



Samen met de gemeente, stedenbouwkundigen en de projectontwikkelaar zijn in 2016 meerdere bebouwingswijzigingen en windafschermende maatregelen in de windtunnel onderzocht met als doel een overschrijding van het gevaaarcriterium en een beoordeling slecht zoveel mogelijk te voorkomen. Onderzocht zijn onder meer situaties waarbij de toren op een laagbouwvoet is gepositioneerd en verschillende situaties met een grote luifel, al dan niet in combinatie met laagbouw. Vastgesteld is onder meer dan met een grote luifel een aanzienlijke verbetering van het windklimaat verkregen kan worden. De situatie zoals weergegeven in figuur 3.4 is naar aanleiding van de onderzoeksresultaten door de gemeente als referentie gehanteerd voor het stedenbouwkundige plan. Er is overwogen een matig tot goed windklimaat met het criterium voor doorlopen te verwachten in deze situatie. Ook blijft op een beperkt aantal plaatsen sprake van een slecht windklimaat en/of een beperkt risico op windgevaar. Bij de concrete uitwerking van de toren en de terreininrichting kan een verdere verbetering van het windklimaat gerealiseerd worden.

3.2 Actualisering onderzoek 2018

Medio 2018 is het windklimaatonderzoek geactualiseerd. Aanleiding hiervoor was een stedenbouwkundige wijziging van de positie en oriëntatie van de Zeelandtoren. Ook de bouwhoogte is gewijzigd van 90 meter naar 98 meter.

Bij het onderzoek in de windtunnel waren de gemeente, de stedenbouwkundige, de architect en de projectontwikkelaar aanwezig.

De scenario's situaties zijn onderzocht:

1. Volgens brontekening 180711 Brontekening Scheldekwartier_MAAAN_SK totaal 1.
2. Volgens brontekening 180711 Brontekening Scheldekwartier_MAAAN_SK totaal 2.
3. Gebouw ten zuidwesten van de Zeelandtoren getrapt gemodelleerd.
4. Gebouw ten zuidwesten van de Zeelandtoren getrapt, Zeelandtoren 18° verdraaid.
5. Gebouw zuidwestelijk van de Zeelandtoren 'ongetrapt', Zeelandtoren 18° verdraaid.
6. Gebouw zuidwestelijk van de Zeelandtoren 'ongetrapt', Zeelandtoren 9° verdraaid.

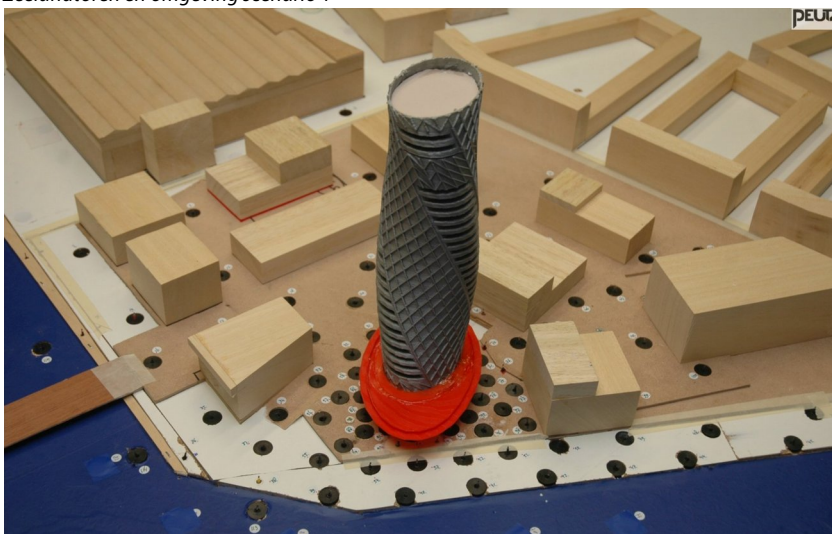
Voor de beoordeling van het windklimaat in de geplande situatie dient het windklimaat zoals in 2016 vastgesteld in de variant met luifel, zoals vastgelegd in figuur 3.4, als referentie. Deze variant wordt verder in het rapport *scenario 0* genoemd.

In de navolgende paragrafen worden de diverse scenario's van het actuele onderzoek kort beschreven. De maatgevende scenario's 1 en 5 zijn verder uitgewerkt en beoordeeld. Een volledig overzicht van de meetresultaten is opgenomen in de bijlage 2 t/m 7.

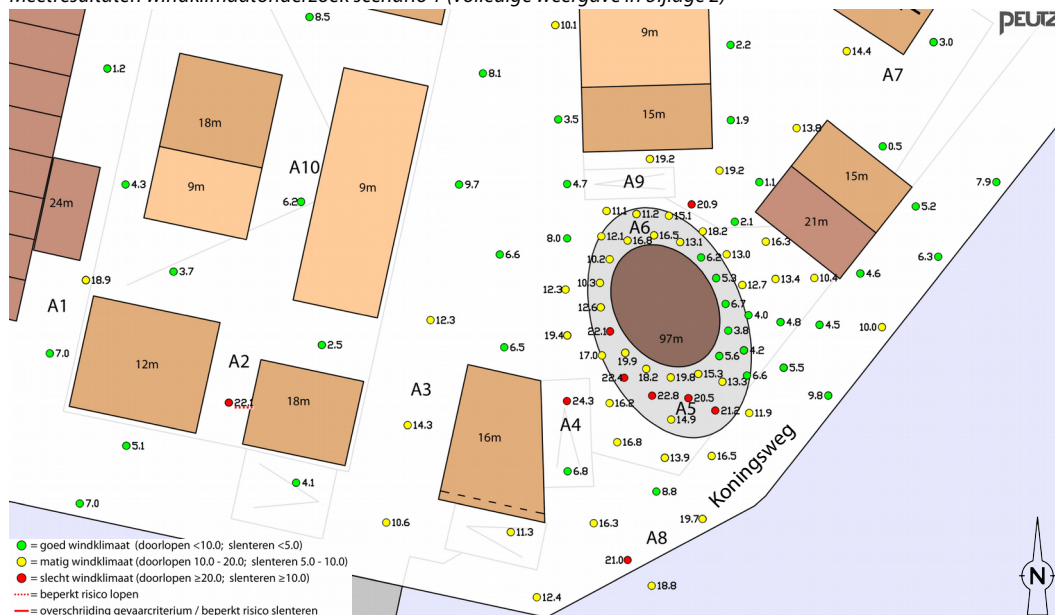
3.2.1 Scenario 1

De maquette van de Zeelandtoren en omliggende bebouwing conform stedenbouwkundig scenario 1 van buro Ma.an is weergegeven in figuur 3.5. Dit is de lage variant van de geactualiseerde stedenbouwkundige situatie, zonder nadere optimalisatie voor het windklimaat.

f3.5 Maquette Zeelandtoren en omgeving scenario 1



f3.6 Meetresultaten windklimaatonderzoek scenario 1 (volledige weergave in bijlage 2)



De meetresultaten voor scenario 1 zijn weergegeven in figuur 3.6. Met de aanduiding A1 t/m A9 zijn enkele aandachtsgebieden aangegeven. In de navolgende beoordeling wordt daarna verwezen.

De meetresultaten tonen onder de luifel van de Zeelandtoren een overwegend als matig tot plaatselijk slecht te beoordelen windklimaat voor de functie doorlopen (A5 en A6 in figuur 3.6). Het gevaarcriterium wordt hierbij niet overschreden. Aan de oostzijde van de toren is het windklimaat onder de luifel het meest gunstig en daarmee het meest geschikt voor windgevoelige functies. In vergelijking met de referentiesituatie, scenario 0 (figuur 3.4), verplaatst het gebied met een beoordeling slecht naar de zuidwestzijde van de toren en is dit gebied wat groter.

Het windklimaat onder de luifel wordt onder meer beïnvloed door het bouwdeel ten zuidwesten van de toren. Ten gevolge van een plaatselijke onderdruk bij dit bouwdeel, bij de dominante windrichting zuidwest, wordt de optredende valwind van de toren versterkt. Ook in het gebied tussen dit bouwdeel en de toren ontstaat (anders dan bij scenario 0) plaatselijk een slecht windklimaat (gebied A4 in figuur 3.6).

Ten zuiden van de toren is op de Koningsweg eveneens plaatselijk een slecht windklimaat vastgesteld. Dit is echter niet het directe gevolg van de toren.

Het windklimaat in de gebieden naast de Machinefabriek (A1), de straat in het verlengde van de brug (A3) en ten noorden van de Zeelandtoren (A9) kenmerkt zich door een beoordeling matig. Bij de Machinefabriek is hiermee sprake van een verbetering ten opzichte van het 0 scenario.

In het gebied tussen de 2 bouwdelen van 12 en 18 meter hoogte aan het water (A2) is een slecht windklimaat vastgesteld met een beperkt risico op windgevaar voor criterium doorlopen. Dit gebied heeft echter geen publieke functie waardoor het windklimaat voor deze beoordeling minder relevant is.

Het terras bij de Timmerfabriek (A7) is qua windklimaat aan de zuidwestzijde matig en aan de zuidoostzijde goed voor doorlopen. Op hoofdlijnen is het windklimaat in gebied A7 ongewijzigd ten opzichte van de onbebouwde situatie. In de werkelijke situatie zijn terrasschermen aanwezig waarmee het windklimaat gunstiger is. Daar staat tegenover dat op de terraslocatie een zwaarder beoordelingscriterium geldt. Gezien het windklimaat niet wezenlijk wijzigt, geeft dit in deze fase geen aanleiding voor gedetailleerd nader onderzoek.

3.2.2 Scenario 2

Een foto van de maquette en de meetresultaten zijn bijgevoegd als bijlage 3. De wijzigingen ten opzichte van scenario 1 staan bij de meetresultaten aangegeven. In feite is dit de hoge variant van de omgevingsbebouwing.

Het windklimaat in deze situatie valt over het gehele onderzochte gebied, met uitzondering van het gebied aan de zuidzijde van de toren (A5), door de hogere bouwvolumes wat ongunstiger uit dan scenario 1.

Het windklimaat onder de luifel van de toren in gebied A5 verbetert aanzienlijk ten opzichte van scenario 1. Uit de meetresultaten blijkt dat de zuidwestenwind in scenario 2 minder intens is in gebied A5 ten gevolge van de toegenomen hoogte van het bouwdeel (appartementencomplex) ten zuidwesten van de Zeelandtoren.

3.2.3 Scenario 3

In scenario 3 is het appartementencomplex ten zuidwesten van de Zeelandtoren getrapd gemodelleerd; de bouwlagen zijn na elke etage kleiner uitgevoerd. Deze modellering benadert het bouwplan van WTS Architecten voor dit bouwdeel. Voor de rest is de maquette gelijk aan de situatie van scenario 2. De maquette en meetresultaten zijn weergegeven in bijlage 4.

Bevonden is dat het windklimaat in de gebieden ten zuiden van de toren (A5) en op de Koningsweg (A8) verslechtert door de getrapte uitvoering van het appartementencomplex ten zuidwesten van de Zeelandtoren. In het gebied tussen het appartementencomplex en de Zeelandtoren (A4) verbetert het windklimaat. Deze effecten zijn tegenovergesteld aan die bij scenario 2.

3.2.4 Scenario 4

In scenario 4 is de luifel van de Zeelandtoren uitgelijnd met de gebouwen noordelijk van de toren door de Zeelandtoren met luifel 18° om z'n as rechtsom te draaien. Verder is de situatie ongewijzigd ten opzichte van scenario 3. De maquette en meetresultaten zijn weergegeven in bijlage 5.

Uit de meetresultaten blijkt dat de aanpassing van de oriëntatie van de toren een gunstig effect heeft op het windklimaat rondom de toren, in de gebieden A4, A5 en A6. Dit wordt gezien als een belangrijke constatering en een duidelijke verbetering ten opzichte van het vertrekpunt scenario 0. Op geen van de meetpunten onder de luifel krijgt het windklimaat een beoordeling slecht voor doorlopen in deze situatie. De maximaal vastgestelde hinderkans daalt van 23,4% naar 19,4%.

Bij het bouwdeel ten noorden van de toren (A9) is een beperkt risico op windgevaar vastgesteld. Feitelijk valt de meetwaarde net boven de grenswaarde en is er geen groot verschil tussen deze situatie en de eerdere scenario's, waarbij de meetwaarde net onder de grens viel. Het gaat hier om een privaat gebied, zonder publieke functie. Aan de Koningsweg vervalt het beperkt risico. Ook hier gaat het om een minimaal verschil.

3.2.5 Scenario 5

Scenario 5 wordt als eindvariant van het onderzoek gezien.

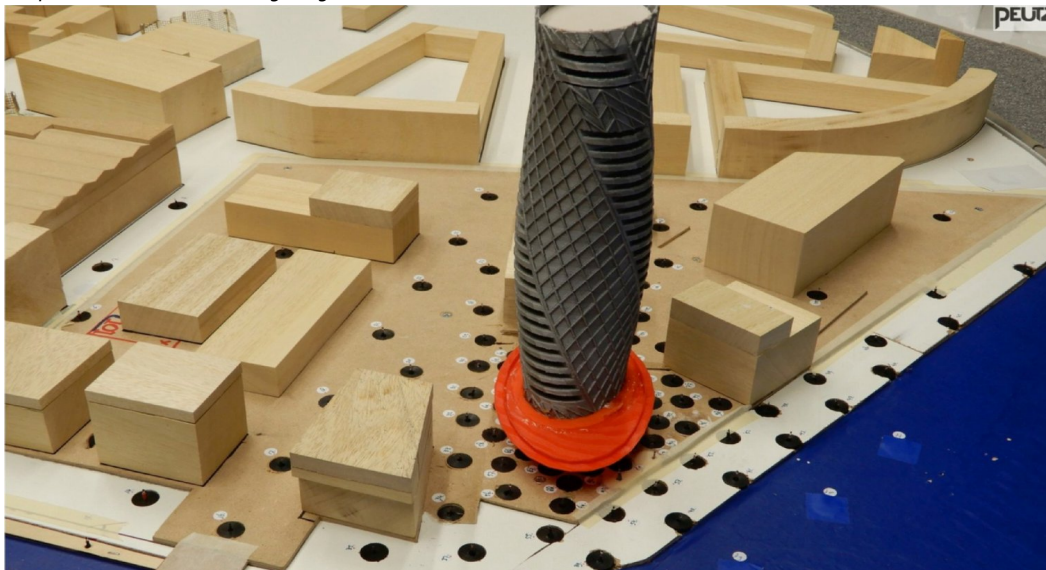
Ten opzichte van scenario 4 is het appartementencomplex weer terug naar zijn oorspronkelijke stedenbouwkundige vorm conform scenario 2 gebracht (hoge ongetrapte variant). De rest van de maquette evenals de oriëntatie van de toren zijn gelijk aan scenario 4.

Een foto van de maquette is te zien in figuur 3.7. De meetresultaten voor het meest relevante deel van het gebied zijn weergegeven in figuur 3.8. De complete afbeelding is opgenomen in bijlage 6.

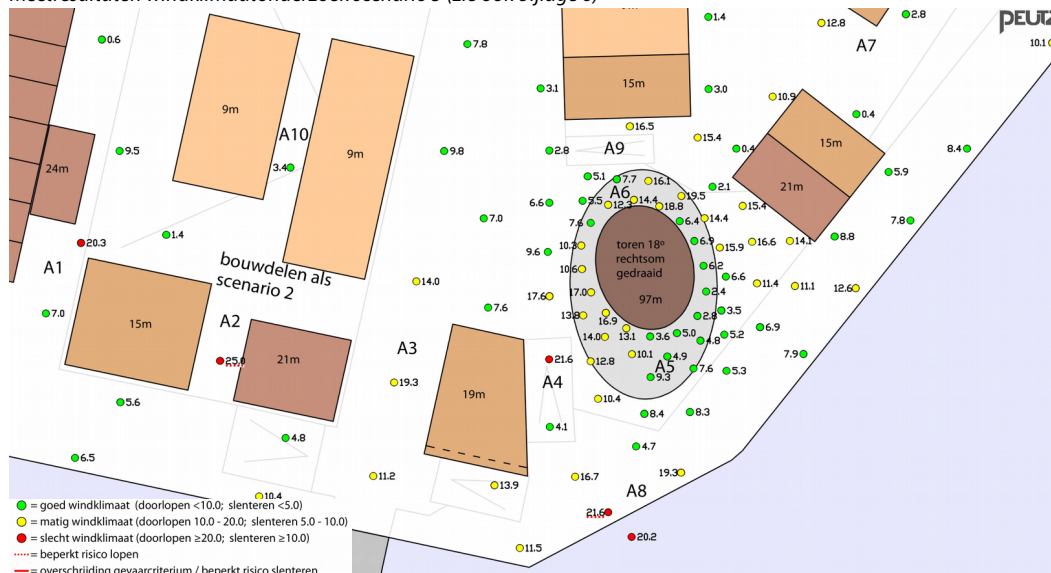
Te zien is onder meer dat onder de luifel van de Zeelandtoren ook in dit scenario een relatief gunstig windklimaat te verwachten is in vergelijking met het vertrekpunt scenario 0. Het windklimaat onder de luifel krijgt aan de west- en noordzijde van de toren voor de functie doorlopen een beoordeling matig (A6) en aan de oost- en zuidoostzijde een beoordeling goed (A5). Voor windgevoelige functies blijven aanvullend plaatselijke windafschermende voorzieningen nodig. Bij het gebouwwontwerp en de terreininrichting kan hiermee rekening gehouden worden.

De vormgeving van het appartementencomplex ten zuidwesten van de Zeelandtoren heeft bij deze oriëntatie van de toren minder invloed op het windklimaat onder de luifel, hetgeen gunstig is.

f3.7 Maquette Zeelandtoren en omgeving scenario 5



f3.8 Meetresultaten windklimaatonderzoek scenario 5 (zie ook bijlage 6)



3.2.6 Scenario 6

Scenario 6 is gelijk aan scenario 5, waarbij de wijziging van de oriëntatie van de toren en luifel is gehalveerd van 18° naar 9°. Een foto van de maquette en de meetresultaten zijn bijgevoegd als bijlage 7. Er is geconstateerd dat de te verwachten windsituatie bij de toren (A5) aanzienlijk verslechtert ten opzichte van scenario 5. De verdraaiing van de toren met 18° ten opzichte van de stedenbouwkundig geplande situatie van scenario 1 cq 2 is duidelijk gunstiger.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de gemeente Vlissingen is een windtunnelonderzoek uitgevoerd aan een schaalmodel van het stedenbouwkundig plan Scheldekwartier en omgeving te Vlissingen. De geplande bebouwing omvat onder meer een appartemententoren van circa 97 meter hoogte. Doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat rondom de Zeelandtoren en in de verdere omgeving.

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.

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

- In de huidige onbebouwde situatie is er overwegend sprake van een matig tot slecht windklimaat, met op de Koningsweg lokaal een beperkt risico op windgevaar.
- Gezien de aanzienlijke bouwhoogte en de ligging aan het water en nabij zee, is zonder additionele windafschermende maatregelen een zeer ongunstige windklimaatssituatie rondom de toren te verwachten. In een vroeg stadium van de stedenbouwkundige ontwikkeling (2016) is vastgesteld dat een aanzienlijke verbetering van het windklimaat te verkrijgen is met een relatief grote luifel rondom de toren. Ook dan blijft sprake van een overwegend matig tot slecht windklimaat voor de functie doorlopen.
- Wegens stedenbouwkundige redenen zijn de positie en oriëntatie van de Zeelandtoren recent gewijzigd. Aan de hand van een actualisatie van het windklimaatonderzoek is vastgesteld dat het windklimaat in de nieuwe situatie op hoofdlijnen overeenkomt met de situatie van 2016. Het gebied met een slecht windklimaat bevindt zich wel op een andere positie en kan zich, mede afhankelijk van de configuratie van de toekomstige omgevingsbebouwing, enigszins uitbreiden. Vastgesteld is dat met name de hoogte en vormgeving van het bouwdeel ten zuidwesten van de toren bepalend is voor de mate dat de optredende valwind van de toren onder de luifel slaat.
- Aanvullend is het windklimaat op stedenbouwkundig niveau in de windtunnel geoptimaliseerd door middel van een rotatie van de toren. De toren is (inclusief luifel) 19° om z'n as gedraaid, waarmee de as van de luifel is uitgelijnd met de noordelijk gesitueerde bebouwing. Ten gevolge van deze aanpassing stroomt de wind op een andere manier om de toren en slaat deze minder onder de luifel. Het windklimaat onder de luifel komt hiermee op een beoordeling matig tot goed met het criterium voor doorlopen. Voor windgevoelige functies blijven aanvullend plaatselijke windafschermende voorzieningen nodig. Bij het gebouwontwerp en de terreininrichting kan hiermee rekening gehouden worden. De aanpassing van de oriëntatie van de Zeelandtoren (conform scenario 5) wordt overgenomen in het stedenbouwkundig plan.
- Op enkele plaatsen in de omgeving blijft sprake van een ongunstig windklimaat. Uitgaande van scenario 5 is zeer plaatselijk sprake van een beoordeling slecht in enkele doorgangen tussen de bouwdelen aan de Jan Weugkade. Op het eigen terrein tussen 2 van de bouwdelen gaat dit samen met een beperkt risico op windgevaar. Op de aansluiting van de Jan Weugkade en de Koningsweg is eveneens een slecht windklimaat vastgesteld met een beperkt risico op windgevaar. Het windklimaat krijgt hier ook in de



bestaande onbebouwde situatie een beoordeling slecht. Het beperkt risico op windgevaar is een lichte overschrijding welke in de uitwerking verder geoptimaliseerd kan worden, bijvoorbeeld door het gebouw ten zuidwesten van de toren getrapd opgebouwd vorm te geven.

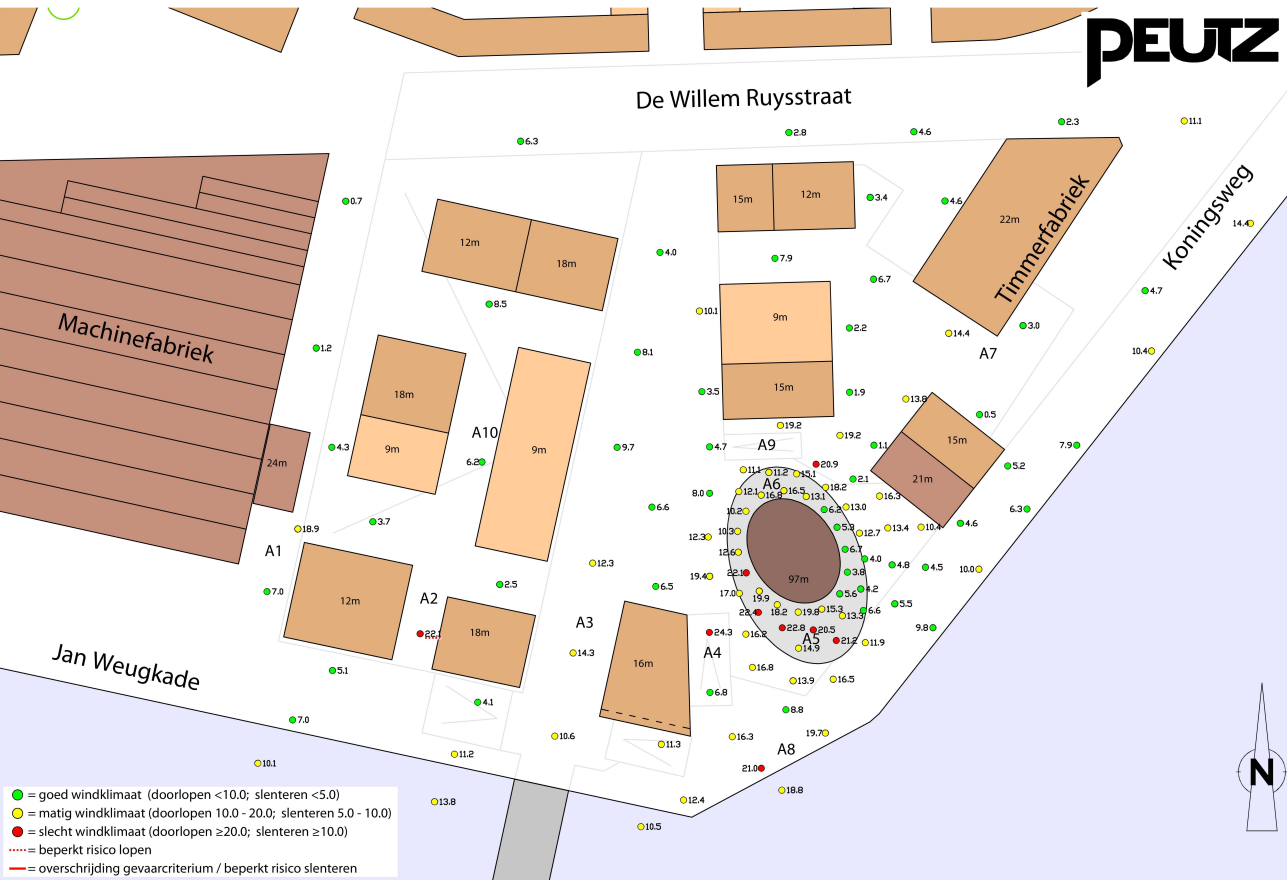
Mook,

Dit rapport bevat 25 pagina's en 7 bijlagen.

Bijlage 1: technisch inlegvel windtunnelsimulatie

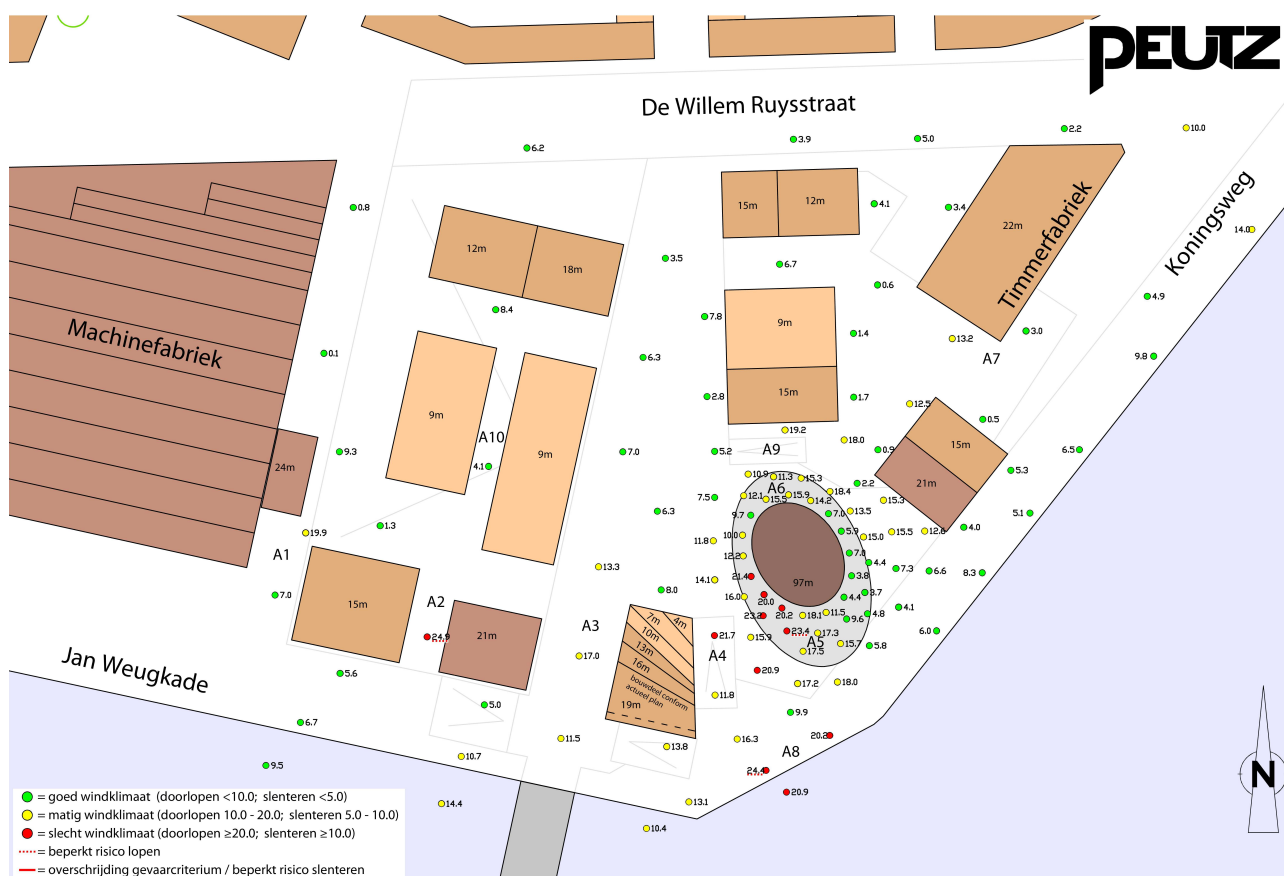
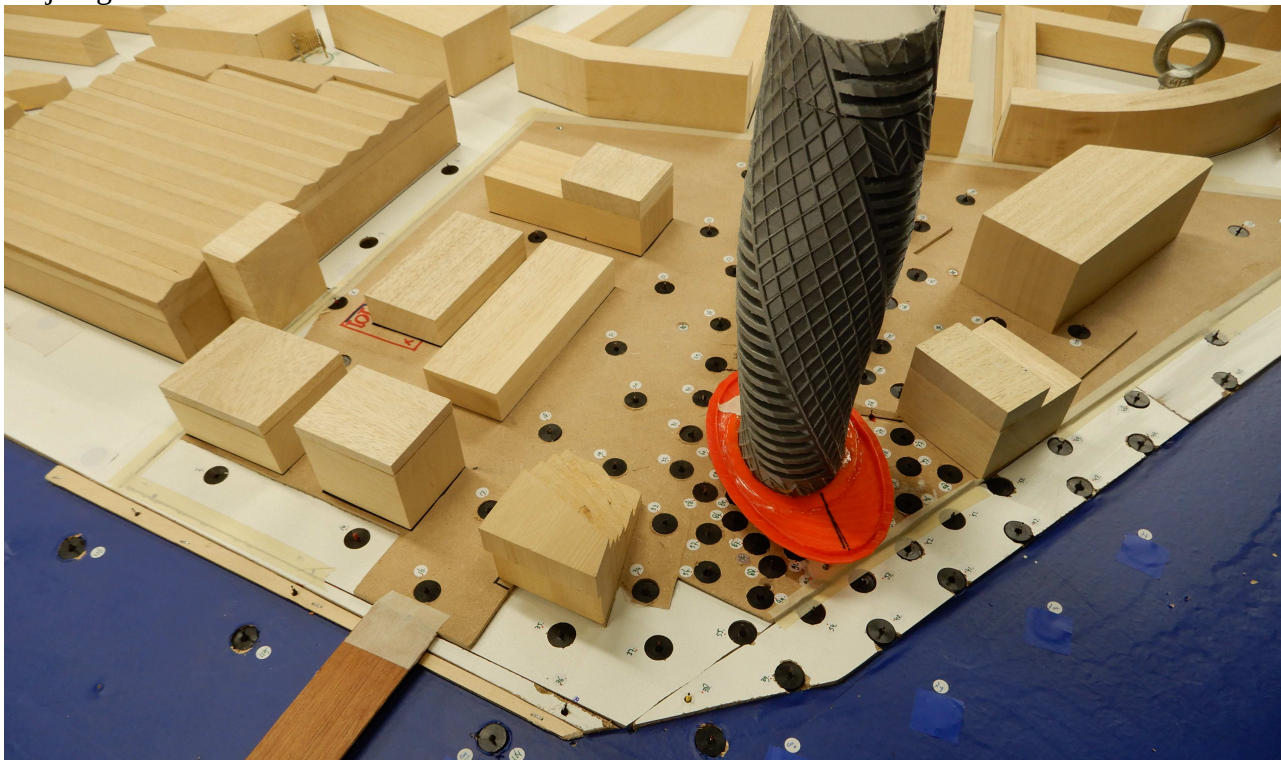
Project	Projectgegevens																								
Projectnaam	Zeelandtoren Vlissingen																								
Opdrachtgever	Gemeente Vlissingen																								
Projectleider	A. Zaagougui/O.E. Otten																								
Datum	30 november 2018																								
Model	Algemene gegevens van het model																								
Schaal	1 : 350																								
Blokkeringsgraad	< 5%																								
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een diameter van 805 meter																								
Kerngebied	Scheldekwartier ter hoogte van de Zeelandtoren																								
Omgeving	gedeeltelijk open ligging aan zee, deel stedelijke bebouwing																								
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas																								
Onderzochte configuraties	diverse bebouwingssituaties in 2016 en 2018																								
Meetopstelling	Informatie over de meetopstelling																								
Gesimuleerde grenslaag	water / stedelijke bebouwing																								
kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem																								
Meetpunten en meethoogte	in totaal 116 meetpunten ; meethoogte 1,75 m. (scenario 1)																								
Onderzochte windrichtingen	12 (rondom in stappen van 30 graden)																								
(minimaal 12 over de windroos)																									
Tunnelregeling																									
- kalibratiedatum - kalibratie-instantie	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem intern																								
Instrumenten																									
kalibratiedatum	meetapparatuur wordt periodiek gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem																								
Gegevensverwerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat																								
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 029511, Y = 385588																								
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></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	v_{DR}	Gewenste	Overschrijdingskans	Beoordeling	m/s	kwaliteitsklasse	%				$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$													
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																									
	<table><tr><td></td><td>$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$</td><td></td></tr><tr><td>15</td><td>n.v.t</td><td>0,05 < p < 0,30 beperkt risico</td></tr><tr><td>15</td><td>n.v.t</td><td>p ≥ 0,30 gevaarlijk</td></tr></table>		$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$		15	n.v.t	0,05 < p < 0,30 beperkt risico	15	n.v.t	p ≥ 0,30 gevaarlijk															
	$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$																								
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																									

Bijlage 2 foto en meetresultaten scenario 1





Bijlage 4 foto en meetresultaten scenario 3



Bijlage 5 foto en meetresultaten scenario 4

