



'Kop van Cruquius' te Amsterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD

Concept

'Kop van Cruquius' te Amsterdam

Windklimaatonderzoek met behulp van CFD



Concept

opdrachtgever	Amvest
rapportnummer	OA 15832-1-RA-001
datum	9 oktober 2018
referentie	LA/RMu//OA 15832-1-RA-001
verantwoordelijke	dr. ir. L. Aanen
opsteller	ir. R.J.W.M. Mulders +31 24 3570778 r.mulders@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 – berlijn – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Normstelling en uitgangspunten	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 CFD	9
3	Rekenresultaten	10
3.1	Basis-variant	10
3.2	Variantenstudies	15
3.2.1	rekenresultaten variant 1 met behoud van onderdoorgang	16
3.2.2	rekenresultaten variant 2 met behoud van onderdoorgang	18
4	Samenvatting en conclusies	21

1 Inleiding

In opdracht van Amvest is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing van het project 'Kop van Cruquius' te Amsterdam.

Voor het vervaardigen van het CFD model is onder meer gebruik gemaakt van een door de opdrachtgever aangeleverd 3D IFC model. De overige geplande bebouwing langs de Cruquiusweg is als gerealiseerd beschouwd. In totaal is een gebied gemodelleerd is van circa 1100 bij 1100 meter.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. Hierbij is een basisvariant berekend en vervolgens zijn hierop 2 varianten doorgerekend.

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*.

f1.1 Het gehanteerde 3D-model van de geplande bebouwing



In dit rapport wordt verslag gedaan van het verrichte onderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd. In hoofdstuk 2 worden de normstelling en uitgangspunten van het onderzoek toegelicht. De rekenresultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 3 van dit rapport. Tot slot is in hoofdstuk 4 een samenvatting van het onderzoek opgenomen en worden conclusies gegeven.

2 Normstelling en uitgangspunten

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 windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie noodzakelijk geacht. Gezien de geplande bouwhoogte van 63 meter, wordt het uitvoeren van een windklimaatonderzoek als noodzakelijk beschouwd.

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 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

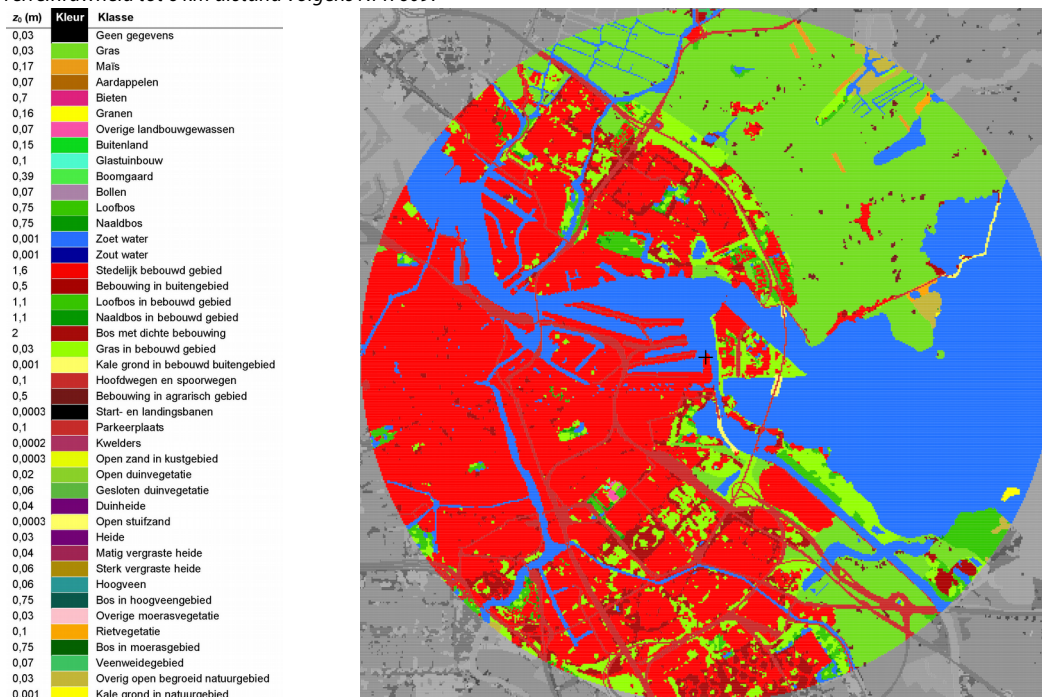
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van $0,05 < p < 0,30$ mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis $p \leq 0,05$.

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 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 omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het plan. 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.

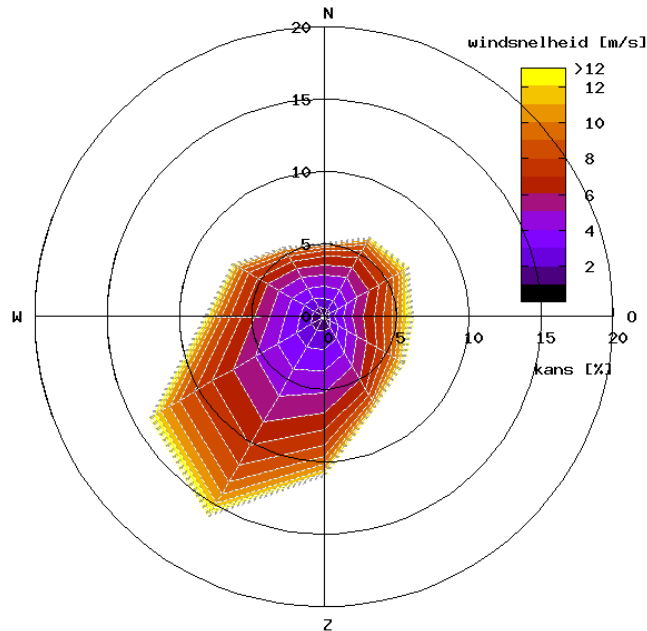
f2.1 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097



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 de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee voor een groot deel bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie. Door de open ligging aan het IJ komen er ook vanuit oostelijke richtingen relatief hoge windsnelheden voor.

f2.2 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097

Windroos voor locatie X125533 Y487210.



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: 8766.9
Positie X125533 Y487210 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 5.8
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°
0.0 - 0.9	11.5	9.4	6.5	11.8	17.6	18.4	21.5	21.0	15.2	14.9	15.8	11.1
1.0 - 1.9	40.7	33.5	23.8	33.5	52.7	67.2	72.1	72.3	53.0	51.1	47.4	41.6
2.0 - 2.9	59.4	50.0	35.8	51.5	82.1	110.9	117.6	101.5	75.9	73.6	66.3	60.7
3.0 - 3.9	77.7	63.0	51.0	65.5	98.3	130.5	155.3	131.1	88.0	85.9	72.2	70.4
4.0 - 4.9	84.2	75.0	57.1	66.7	97.7	136.2	185.9	151.0	98.1	87.6	73.6	69.4
5.0 - 5.9	72.3	82.1	61.4	72.9	89.3	121.3	179.8	155.6	94.6	83.2	61.8	61.0
6.0 - 6.9	66.6	73.8	68.0	64.6	68.0	101.4	163.6	147.4	78.7	70.5	49.6	50.1
7.0 - 7.9	51.8	59.4	58.8	58.0	42.8	88.2	142.0	131.3	66.5	58.8	37.1	34.0
8.0 - 8.9	34.2	43.5	48.4	44.3	33.3	67.2	114.7	100.9	51.8	41.2	25.8	22.1
9.0 - 9.9	22.9	34.0	35.2	32.5	21.3	46.7	86.6	70.0	32.8	29.9	17.5	11.8
10.0 - 10.9	14.9	26.1	31.8	24.1	12.3	34.0	60.0	56.2	26.5	19.9	9.4	6.2
11.0 - 11.9	8.1	19.0	23.5	16.3	6.6	20.6	41.7	33.8	18.1	11.5	5.2	3.7
12.0 - 12.9	4.2	10.8	15.7	8.4	3.4	12.1	24.6	20.5	11.9	8.8	3.0	2.1
13.0 - 13.9	2.3	7.9	10.3	4.9	0.9	6.7	13.4	12.1	7.7	4.1	1.6	1.1
14.0 - 14.9	1.5	5.1	7.7	2.0	0.6	3.1	6.5	5.7	4.2	2.0	0.7	1.0
15.0 - 15.9	0.6	2.7	5.3	1.3	0.3	1.4	3.4	3.1	2.8	1.1	0.3	0.3
16.0 - 16.9	0.1	0.9	2.3	0.9	0.1	0.8	1.9	1.9	1.4	0.7	0.2	0.0
17.0 - 17.9	0.0	0.4	1.3	0.6	0.0	0.6	1.0	0.9	0.4	0.2	0.0	0.0
18.0 - 18.9	0.0	0.1	0.4	0.2	0.0	0.1	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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	0.0	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	0.0	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	553.0	596.8	545.2	560.3	627.3	967.4	1391.9	1217.2	728.1	645.6	487.5	446.6
gemiddelde snelheid	5.4	6.2	6.9	6.0	4.9	5.6	6.1	6.1	5.8	5.5	4.9	4.8

2.4 Simulatie windsnelheden met CFD

Voor het uitvoeren van een windklimaatonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Als het gaat om relatief eenvoudige bebouwingssituaties, of bebouwingssituaties waar op voorhand van wordt verwacht dat geen grote windproblemen op gaan treden, kan worden volstaan met een numerieke simulatie met Computational Fluid Dynamics (CFD). In deze situatie is in overleg met de opdrachtgever van deze onderzoeksmethode uitgegaan. De rekenmethode is aan de hand van eerder uitgevoerde windtunnelprojecten gevalideerd.

De grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit ten aanzien van het temperatuurprofiel) aanwezig is wordt aan de rand van het CFD-model opgewekt zodat het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door de direct omliggende bebouwing en begroeiing mee te modelleren.

De windsnelheden rondom het project worden met het CFD-model voor 12 windrichtingen berekend. Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend in navolging van de NPR 6097, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskansen voor de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar 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.

In bijlage 1 is het technisch inlegvel, conform de NEN 8100, opgenomen. Het technisch inlegvel bevat een aantal rubrieken en aandachtspunten die een kort, schetsmatig overzicht geven van de relevante zaken van de CFD-berekeningen.

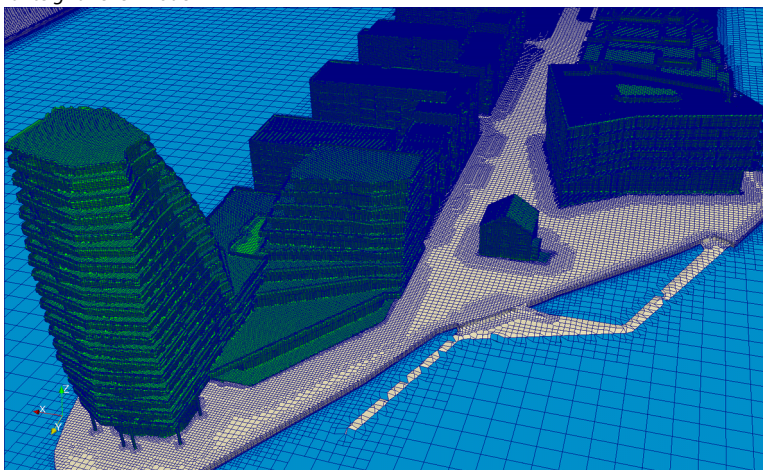
3 Rekenresultaten

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een basisvariant van het nieuwbouwproject. Naar aanleiding van de rekenresultaten van deze basisvariant, zijn aanpassingen gemaakt aan de geplande bebouwing en is het windklimaat voor twee aanvullende varianten bepaald. Daarnaast is begroeiing meegenomen in de twee aanvullende varianten.

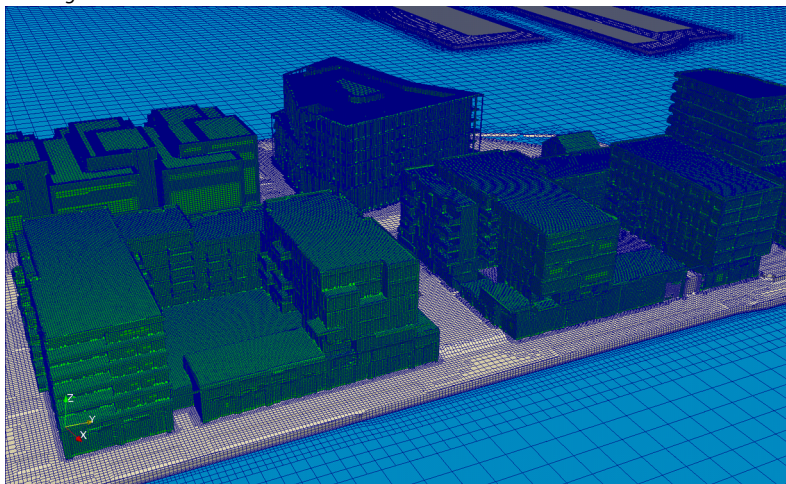
3.1 Basis-variant

In figuren 3.1 en 3.2 is een aanzicht gegeven van het rekengrid ter plaatse van de geplande bebouwing.

f3.1 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel



f3.2 Aanzicht oppervlakte grid rekenmodel



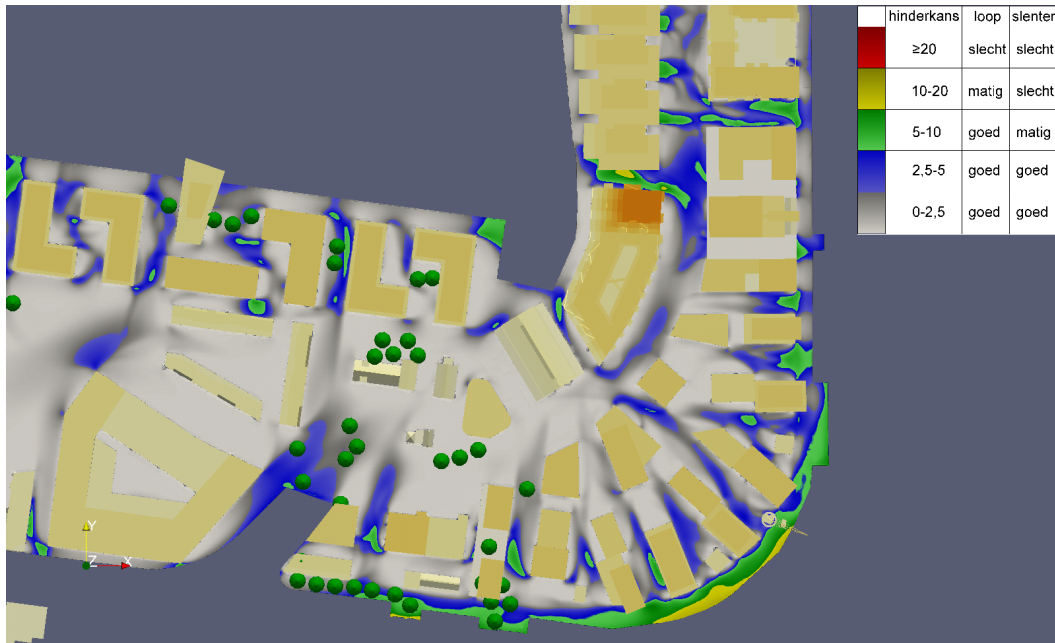
Het toekomstige windklimaat wordt beoordeeld op basis van de uitgevoerde CFD-berekeningen, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 betreffende windhinder en windgevaar.

In figuren 3.3 t/m 3.7 wordt in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte (1,75 meter boven plaatselijk maaiveldniveau) de berekende hinderkans met kleurcontouren voor de geplande bebouwingssituatie weergegeven. De kleuren zijn afgestemd op de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Bij de beoordeling van het windklimaat wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën loop- en slentergebied. Het criterium voor slentergebied is van toepassing bij de gebouwentrees, verder wordt het criterium voor loopgebied gehanteerd. In slentergebieden wordt een hinderkans van minder dan 5%, overeenkomend met een beoordeling goed nagestreefd. Het criterium voor langdurig zitten is niet toegepast. De berekende zones met windgevaar zoals omschreven in 2.2.2, wordt weergegeven in figuur 3.8.

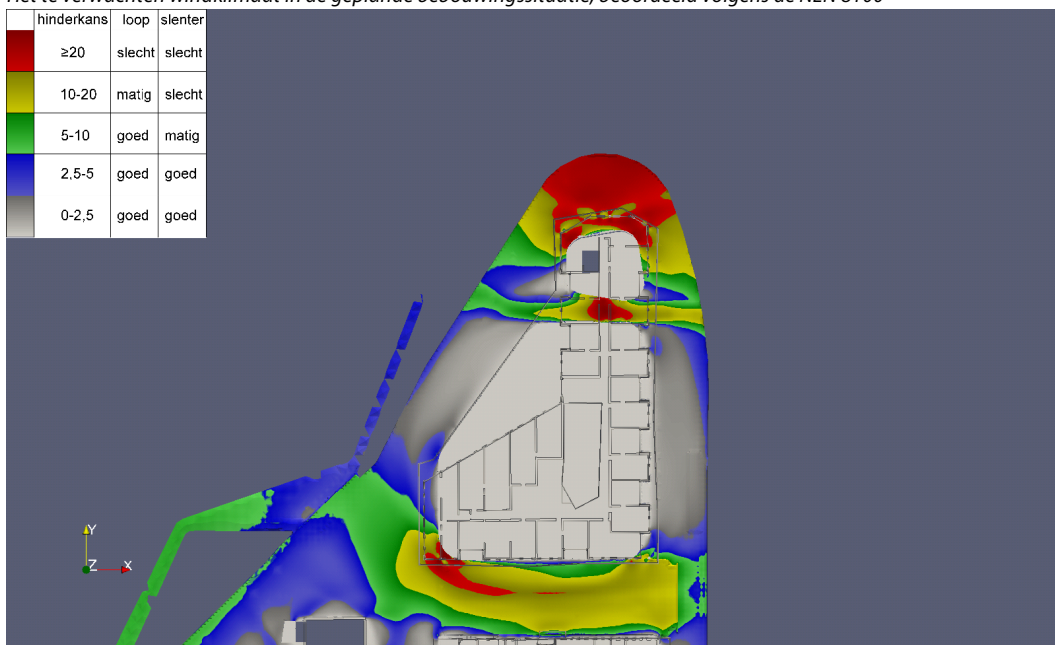
f3.3 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



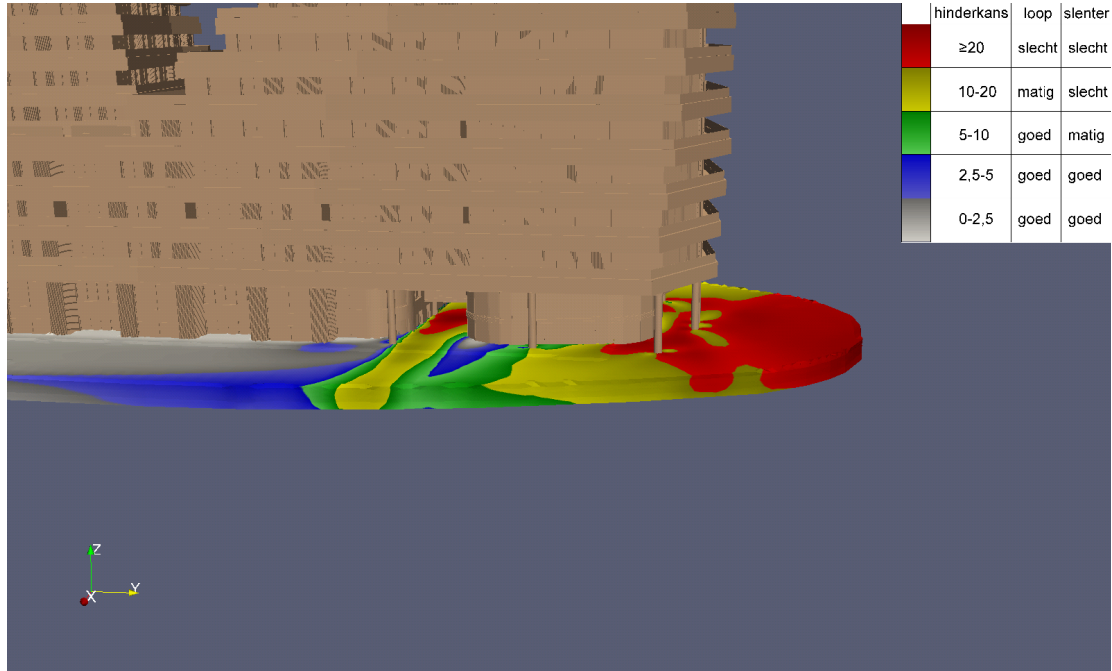
f3.4 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



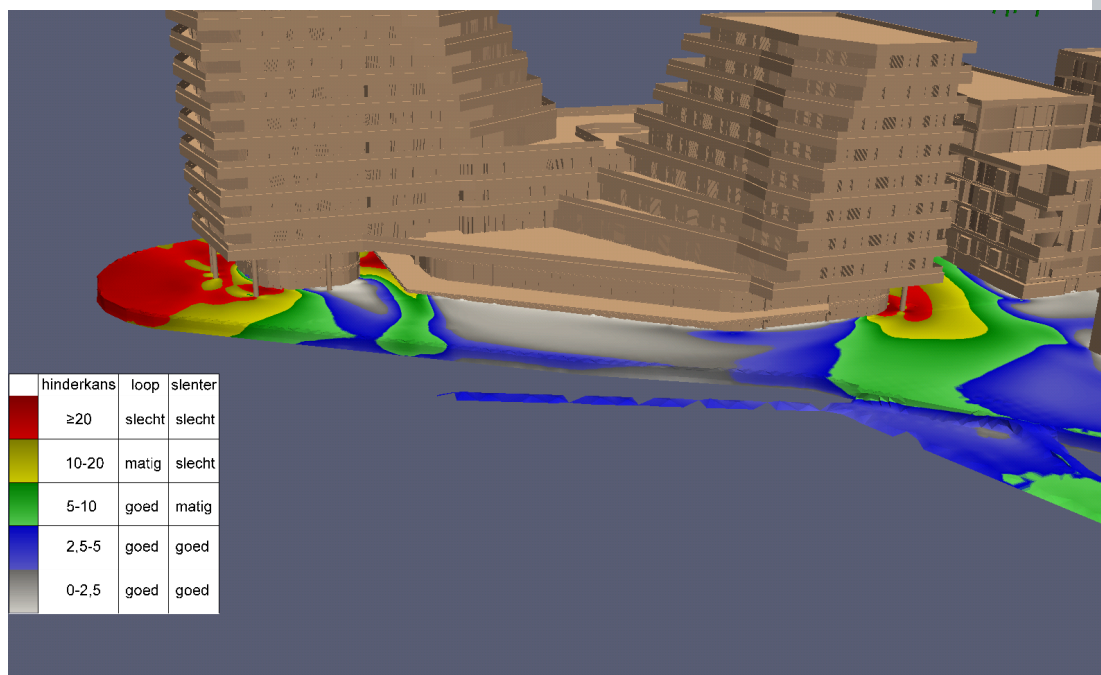
f3.5 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



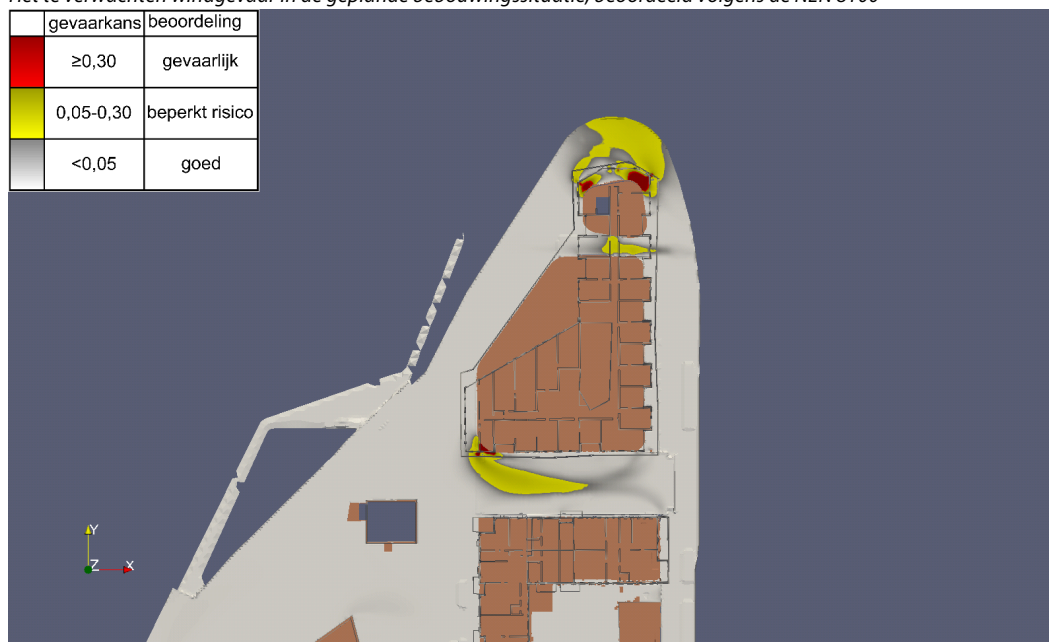
f3.6 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



f3.7 Het te verwachten windklimaat in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



f3.8 Het te verwachten windgevaar in de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100



Uit de resultaten blijkt onder meer dat rondom de geplande hoogbouw op de noordpunt van het plangebied op een aantal plaatsen een grote hinderkans te verwachten is, waarmee het windklimaat als matig tot slecht beoordeeld wordt (geel/rood in figuren 3.3 t/m 3.7). Dit geldt voor de noordpunt van de kade, de zuidwestelijke hoek van het noordelijkste gebouw en de onderdoorgang van dit gebouw. Daarnaast blijkt uit figuur 3.8 dat op deze plekken ook sprake is van een beperkt risico op windgevaar. Bij de noord- en zuidwestzijde is

daarnaast lokaal sprake van een kwalificatie “gevaarlijk” conform de NEN8100. In de onderdoorgang waarin zich de entreezone bevindt is sprake van een beperkt risico op windgevaar. Gezien het feit dat hier de classificatie slentergebied gehanteerd wordt, is dit volgens de norm niet acceptabel. Dit ongunstige windklimaat wordt verklaard doordat bij wind uit westelijke en zuidwestelijke richtingen valwinden langs de gevels van het gebouw naar beneden stromen, die op laag niveau ongehinderd om het gebouw heen kunnen stromen. Hierbij speelt de open ligging van het plan een grote rol. Het windklimaat in de onderdoorgang wordt bepaald door drukverschillen tussen de oost- en westgevel bij wind uit westelijke richtingen.

Langs de oost- en westgevel van het gebouw is het te verwachten windklimaat aanzienlijk gunstiger en mag een voor slentergebied goed windklimaat verwacht worden.

Oplossingsrichtingen waaraan gedacht kan worden ter voorkoming van gevaar en hinder door het windklimaat rond dit noordelijkste gebouw zijn als volgt:

- De gevaarlijke en/of hinderlijke plaatsen toegankelijk maken;
- De vorm van het gebouw aanpassen en/of windschermen toepassen.

Onder het aanpassen van de vorm van het gebouw kunnen meerdere oplossingen geschaard worden. Te denken valt hierbij aan het weghalen of het sluiten van de onderste verdieping van de onderdoorgang en het verkleinen van de hoogbouw ten opzichte van de plint van het gebouw. Ook het verschuiven van de hoogbouw meer naar het midden van het gebouw waardoor een laagbouwvoet ontstaat zou tot een verbetering van het windklimaat kunnen leiden.

Het te verwachten windklimaat rond de meer zuidelijk gelegen blokken is door de kleinere bouwhoogte aanzienlijk gunstiger. Op de meeste punten mag een voor doorlopen goed windklimaat verwacht worden, plaatselijk is er sprake van een beoordeling matig (geel) op straten tussen de te bouwen blokken voor de classificatie “doorlopen”.

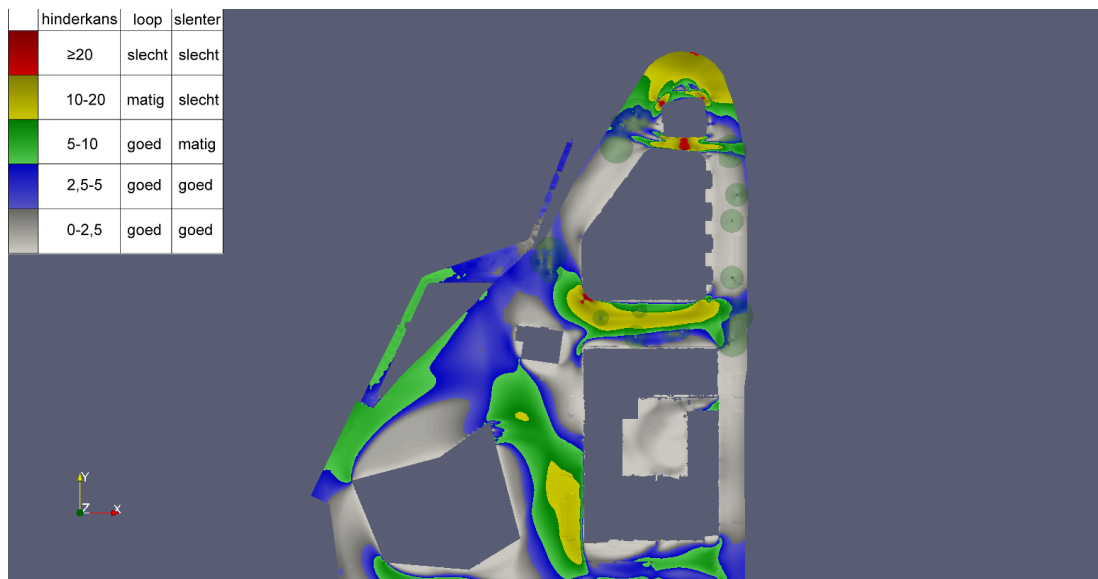
Opgemerkt dient te worden dat het windremmende effect van de geplande begroeiing, gezien het beperkte effect bij jonge aanplant, niet in deze berekening is meegenomen. Na een bepaalde groeiperiode kan de vastgestelde hinderkans als gevolg van de afschermbewerking van de begroeiing in de praktijk afnemen. Daarnaast kan aan de hand van de resultaten van het onderzoek worden vastgesteld op welke plaatsen het afschermbewerking effect van begroeiing gewenst is.

3.2 Variantenstudies

Naar aanleiding van de rekenresultaten zijn twee aanvullende varianten gemodelleerd. Voor deze beide varianten is begroeiing toegevoegd en is het monumentale te verplaatsen pand op een nieuwe beoogde plaats gekomen. Voor de beide varianten is de luifel van het lagere plintgebouw aangepast. Daarnaast is voor de tweede variant de onderdoorgang

verwijderd. Deze is behouden in de eerste variant. In de aanzichten in figuren 3.11, 3.12, 3.15 en 3.16 wordt voor beide varianten de wijziging in plintgebouw zichtbaar.

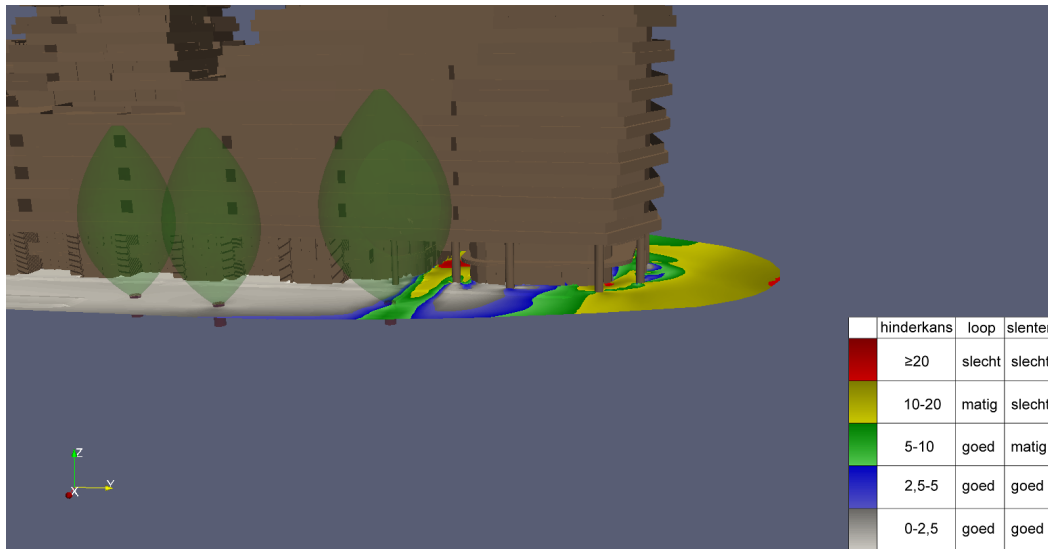
3.2.1 rekenresultaten variant 1 met behoud van onderdoorgang



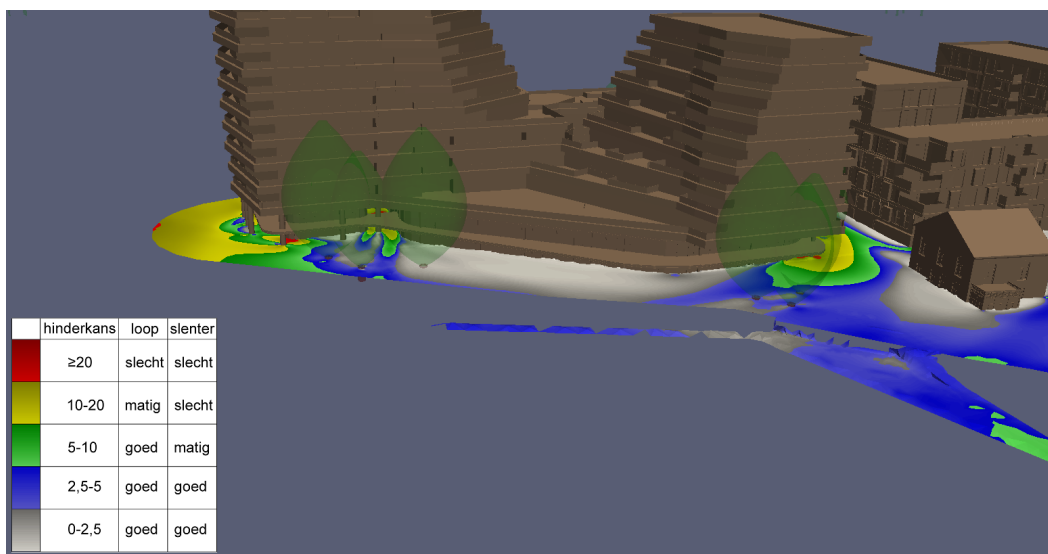
f3.9 bovenaanzicht windhinder variant 1, met behoud van onderdoorgang



f3.10 bovenaanzicht windgevaar variant 1, met behoud van onderdoorgang



f3.11 Aanzicht oost windhinder, variant 1, met behoud van onderdoorgang



f3.12 Aanzicht west windhinder, variant 1, met behoud van onderdoorgang

De begroeiing en de veranderde luifel hebben een positief effect heeft op met name het windklimaat op de noordpunt van het gebouw op de kop van het schiereiland en in de straat ten zuiden van het gebouw.

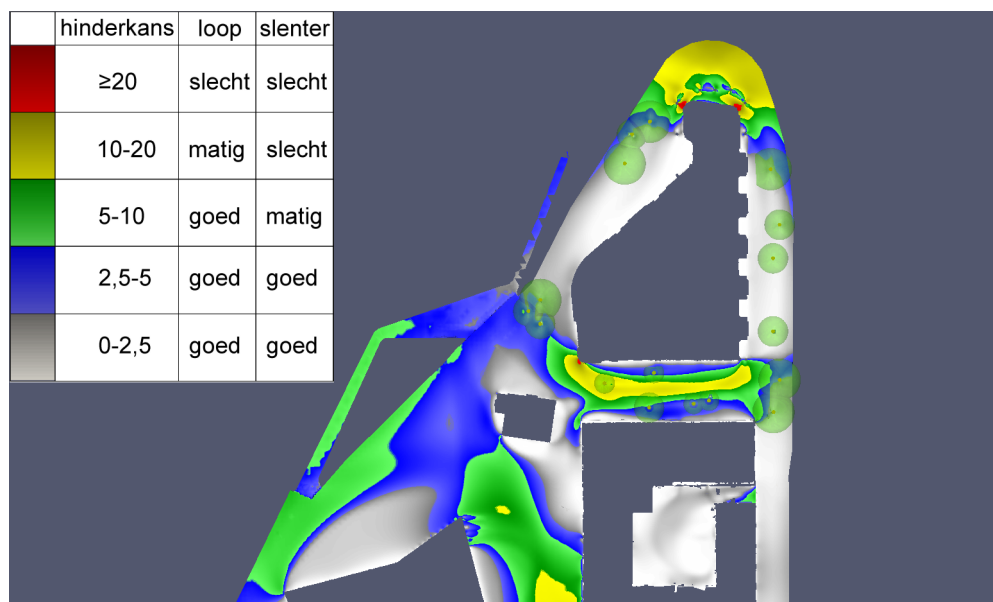
In de onderdoorgang is het windklimaat ook verbeterd, maar daar heeft de begroeiing, die voor én achter de onderdoorgang is geplaatst, niet genoeg effect om het slechte windklimaat voldoende te verbeteren. In deze onderdoorgang heerst overwegend nog een als slecht te beoordelen windklimaat voor de categorie slenteren (Geel en Rood).

Daarnaast is ook het windgevaar significant verbeterd. Hier zijn nu nog lokaal enkele kleine plaatsen waar de beoordeling "gevaarlijk" voor geldt. Hier zouden windschermen uitkomst

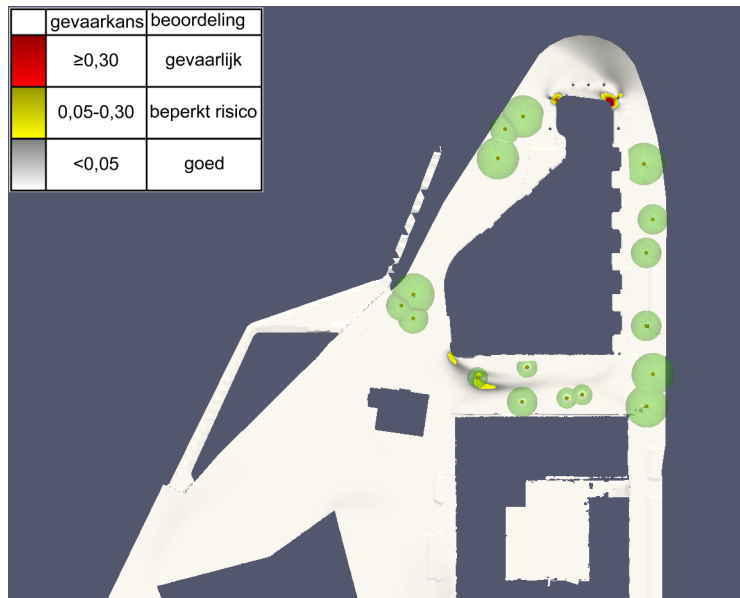
kunnen bieden. Daarnaast is het windklimaat in de onderdoorgang verbeterd en hoeft nu nog slechts een kleine plaats in deze onderdoorgang als "beperkt risico" beoordeeld te worden.

Sommerend kan gesteld worden dat het windgevaar aanzienlijk is verbeterd in deze variant. Daarnaast is de windhinder verbeterd rond de noordpunt van het gebouw en ten zuiden van het gebouw, maar is deze in de onderdoorgang nog steeds slecht.

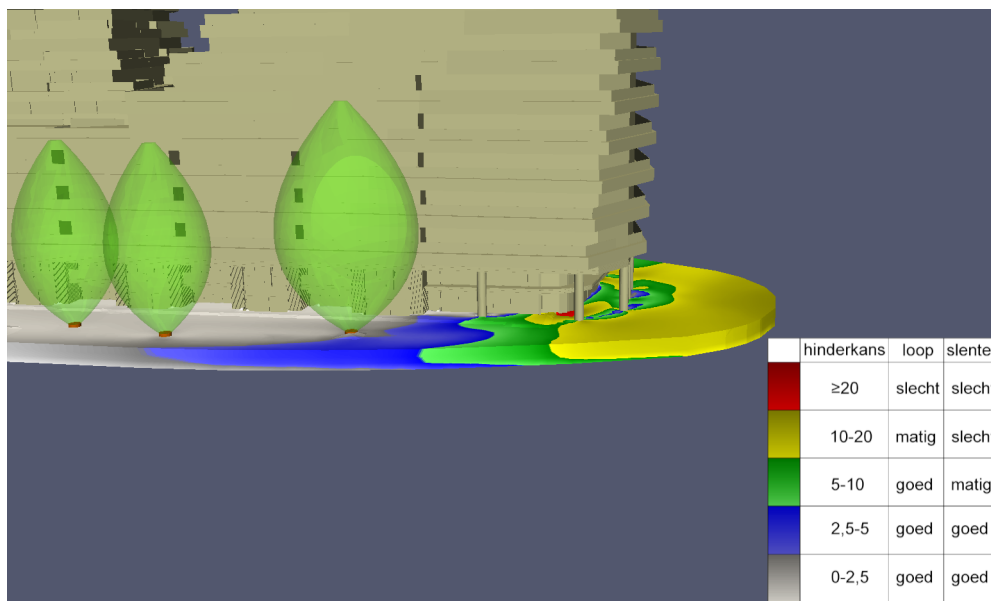
3.2.2 rekenresultaten variant 2 met behoud van onderdoorgang



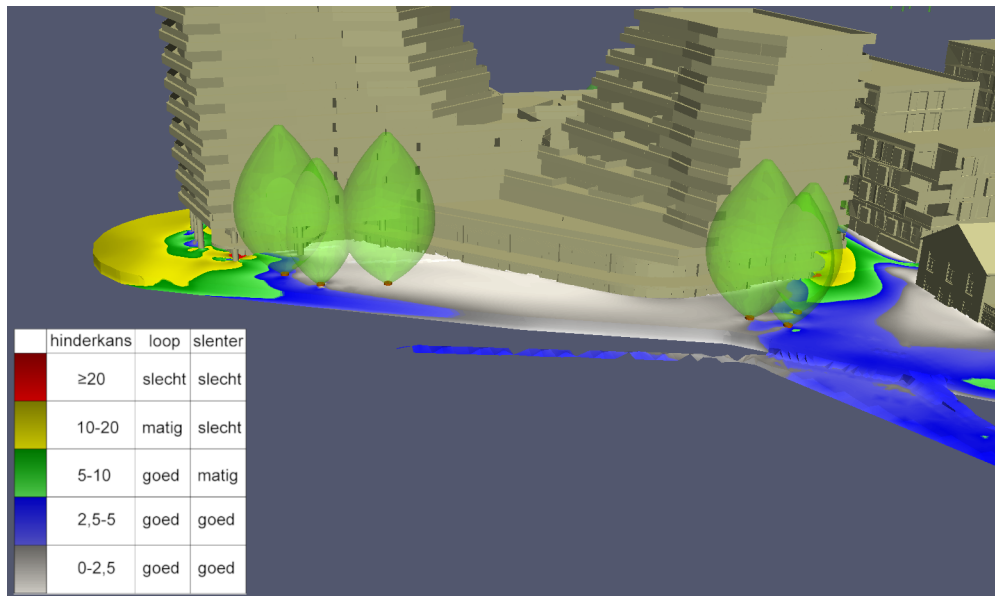
f3.13 bovenaanzicht windhinder variant 2, zonder onderdoorgang



f3.14 bovenaanzicht windhinder variant 2, zonder onderdoorgang



f3.15 Aanzicht oost windhinder, variant 2, zonder onderdoorgang



f3.16 Aanzicht west windhinder, variant 2, zonder onderdoorgang

De gevaarkansen nemen voor variant 2 aan de zuidzijde af. Er is alleen nog sprake van een beperkt risico. Aan de noordzijde is er bij de hoeken zeer lokaal nog wel sprake van een overschrijding van het gevaarcriterium.

Het windklimaat toont een vergelijkbaar beeld: aan de zuidzijde is er sprake van een lichte verbetering. Ook het gebied met een matig windklimaat wordt lichtelijk kleiner. Aan de noordzijde is er bij de westelijke ronding weinig verandering, bij de oostelijke ronding lijkt het gebied met een slecht windklimaat net wat groter te zijn geworden. Dit zou te maken kunnen hebben met het feit dat wind die in de situatie met onderdoorgang door deze onderdoorgang stroomde nu om het gebouw heen moet stromen. De effecten zijn echter zeer beperkt.

4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van Amvest is met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) een indicatief onderzoek verricht naar de te verwachten windklimaatssituatie rondom de geplande bebouwing van het project 'Kop van Cruquius' te Amsterdam.

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:

- Rondom de noordelijke toren op de kop van Cruquius is het windklimaat in een aantal gebieden als slecht te kwalificeren en leidt dit lokaal tot overschrijding van het gevaarcriterium conform de NEN 8100.
- Op straten rond de overige gebouwen is op veel plaatsen een goed, lokaal een matig windklimaat te verwachten.

Oplossingsrichtingen waaraan gedacht kan worden ter voorkoming van gevaar en hinder door het windklimaat rond het noordelijke gebouw zijn als volgt:

- De gevaarlijke en/of hinderlijke plaatsen ontoegankelijk maken;
- De vorm van het gebouw aanpassen en/of windschermen toepassen.

Variantenstudies

Het windgevaar is aanzienlijk verbeterd in de studie van variant 1 met onderdoorgang. Er blijven echter zeer lokaal plaatsen met windgevaar. Daarnaast is de windhinder verbeterd rond de noordpunt van het gebouw en ten zuiden van het gebouw, maar is deze in de onderdoorgang nog steeds slecht.

De gevaarkansen nemen voor variant 2 aan de zuidzijde af. Er is alleen nog sprake van een beperkt risico. Aan de noordzijde is er bij de hoeken zeer lokaal nog wel sprake van een overschrijding van het gevaarcriterium.

Het windklimaat toont een vergelijkbaar beeld voor deze tweede variant: aan de zuidzijde is er sprake van een lichte verbetering. Ook het gebied met een matig windklimaat wordt lichtelijk kleiner. Aan de noordzijde is er bij de westelijke ronding weinig verandering, bij de oostelijke ronding lijkt het gebied met een slecht windklimaat net wat groter te zijn geworden.

Mook,

Dit rapport bevat 21 pagina's