

Gatwickstraat 11
1043 GL AMSTERDAM
Postbus 9396
1006 AJ AMSTERDAM

T +31 (0)88-5152505
E info@cauberg Huygen.nl
www.cauberg Huygen.nl

K.v.K 58792562
IBAN NL71 RABO 0112 075584

Project Pattistpark toren te Terneuzen; verslag CFD-windonderzoek

Datum 12 april 2019
Referentie 04363-26619-04

Referentie 04363-26619-04
Rapporttitel Project Pattistpark toren te Terneuzen;
verslag CFD-windonderzoek

Datum 12 april 2019

Opdrachtgever Aannemersbedrijf Van der Poel bv
Hughersluys 31
4536 HM TERNEUZEN
Contactpersoon De heer R. Schanssema

Behandeld door ir. L. Apon
ir. K. Scholts
Cauberg-Huygen B.V.
Gatwickstraat 11
1043 GL AMSTERDAM
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Toelichting beoordelingscriteria windhinder en windgevaar	4
2.1	Beoordeling windhinder conform NEN 8100	4
2.2	Beoordeling gevaarcriterium conform NEN 8100	5
3	Plangebied	6
3.1	Windstatistiek op de locatie	6
3.2	Wijdere omgeving plan	6
3.3	Bouwplan	7
4	Over CFD-berekeningen en modellering	9
5	Resultaten	10
5.1	Windhinder	10
5.2	Windgevaar	13
5.3	Mogelijke verbeteringen	14
6	Variant beplanting zuidzijde bouwplan	15
7	Samenvatting	20

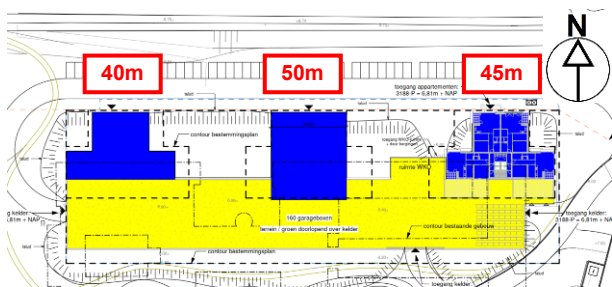
Bijlagen

Bijlage I	Inlegvel NEN 8100
Bijlage II	Luchtfoto's locatie
Bijlage III	Windstatistiek en ruwheidslengtes
Bijlage IV	Afbeeldingen CFD-model
Bijlage V	Grafische presentatie berekeningsresultaten, windhinder en gevaar conform NEN 8100
Bijlage VI	Grafische presentatie berekeningsresultaten, overschrijdingskansen per windrichting
Bijlage VII	Grafische presentatie berekeningsresultaten, variant

1 Inleiding

Door Cauberg Huygen BV is, in samenwerking met Actiflow BV, in opdracht van Aannemersbedrijf Van der Poel bv uit Terneuzen een windstudie conform NEN 8100 op basis van berekeningen met computational fluid dynamics (CFD) voor het project Pattistpark uitgevoerd.

Het project Pattistpark omvat de nieuwbouw van drie torens langs het water van respectievelijk 40 (westtoren), 50 (midentoren) en 45 (oosttoren) meter hoog op een parkeergarage van één bouwlaag.



Figuur 1: Situatietekening en bouwhoogtes Pattistpark



Figuur 2: 3D rendering Pattistpark

Middels een CFD-onderzoek conform NEN 8100 is het windklimaat op maaiveld rondom het bouwplan onderzocht en beoordeeld aan de hand van de kwaliteitsklassen uit NEN 8100. In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek. Daarnaast is het windklimaat een variant met vegetatie aan de zuidzijde van het plan nader onderzocht. Het rapport omvat de onderstaande onderdelen:

- In hoofdstuk 2 van deze rapportage worden de eisen aan windklimaat en beoordelingsmethodiek uit NEN 8100 behandeld.
- In hoofdstuk 3 wordt het plangebied omschreven.
- Hoofdstuk 4 geeft een nadere toelichting op het uitgevoerde onderzoek.
- In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het onderzoek gegeven en toegelicht.
- In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de variant gegeven en toegelicht.

2 Toelichting beoordelingscriteria windhinder en windgevaar

Voor de beoordeling van het windklimaat is NEN 8100 gehanteerd. In deze norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar voor personen ten gevolge van wind.

2.1 Beoordeling windhinder conform NEN 8100

In NEN 8100 is 'windhinder' gedefinieerd als 'het ondervinden van hinder ten gevolge van wind'. Hierbij valt te denken aan wapperende kleding, verwaaide haren, gehinderd worden bij het lezen van een krant of gehinderd worden bij het lopen. Het ervaren van windhinder is afhankelijk van de activiteit die men op dat moment onderneemt, waarbij de kans dat bij een willekeurige snelheid windhinder ervaren wordt groter is bij stil zitten dan bij stevig doorlopen. Het criterium voor de beoordeling van windhinder is daarom als volgt opgebouwd:

1. Een drempelsnelheid en overschrijding van de drempelsnelheid

De drempelsnelheid voor het beoordelen van windhinder is 5 m/s. Het blijkt dat bij windsnelheden boven circa 5 m/s mechanische effecten een rol gaan spelen: het haar verwaait, kleding en paraplu's worden door de wind bewogen. Hoe vaker de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, hoe slechter het windklimaat ervaren zal worden.

2. Kwaliteitsklasse

Aan de overschrijdingskans dat de drempelsnelheid van 5 m/s overschreden wordt, zijn de kwaliteitsklassen A tot en met E gekoppeld. Klasse A staat voor de hoogste comfortklasse en klasse E voor het laagste kwaliteitsniveau.

3. Activiteiten en de windhindergevoeligheid van de activiteit

Ook wordt er bij de beoordeling ten aanzien van windhinder rekening mee gehouden dat de gevoeligheid van personen voor windhinder afhankelijk is van de activiteit die men op een zeker moment onderneemt.

Er worden bij de beoordeling van windhinder drie 'activiteiten' onderscheiden:

- Doorlopen Niet / nauwelijks windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: parkeerterrein, trottoir.
- Slenteren Wel windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: entree, park, winkelstraat.
- Langdurig zitten Meest windhinder gevoelig, bijvoorbeeld: terras, bankje in park, balkon.

Afhankelijk van de activiteit wordt aangegeven of het lokale windklimaat, bij een bepaalde overschrijding van de drempelsnelheid (= kwaliteitsklasse) als goed, matig of slecht voor de activiteit beoordeeld moet worden, zoals aangegeven in tabel 2.1.

In onderstaande tabel is de beoordeling van windhinder/windcomfort samengevat:

Tabel 2.1: Criteria voor windhinder

Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen (niet windhinder-gevoelig)	Slenteren (wel windhinder-gevoelig)	Langdurig zitten (meest windhinder-gevoelig)
< 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

2.2 Beoordeling gevaarcriterium conform NEN 8100

In NEN 8100 is 'windgevaar' gedefinieerd als 'het optreden van een zodanige windsnelheid dat bij personen in ernstige mate problemen (evenwichtsverlies) optreden bij het lopen'.

Naar analogie voor de beoordeling van windhinder wordt het criterium ter beoordeling van windgevaar opgebouwd. Hierbij wordt een drempelsnelheid van 15 m/s (uurgemiddelde windsnelheid) aangehouden. Met 'windgevaar' worden zodanig hoge windsnelheden bedoeld dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen en tijdens een windvlaag zouden mensen kunnen vallen. Bij windvlagen neemt de snelheid in korte tijd toe tot ruim 1,5 maal de uurgemiddelde windsnelheid. Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling zoals aangegeven in tabel 2.2 aangehouden.

Tabel 2.2: Criteria voor windgevaar

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
$\leq 0,05$ %	Geen risico
0,05 - 0,30 %	Beperkt Risico
$\geq 0,30$ %	Gevaarlijk

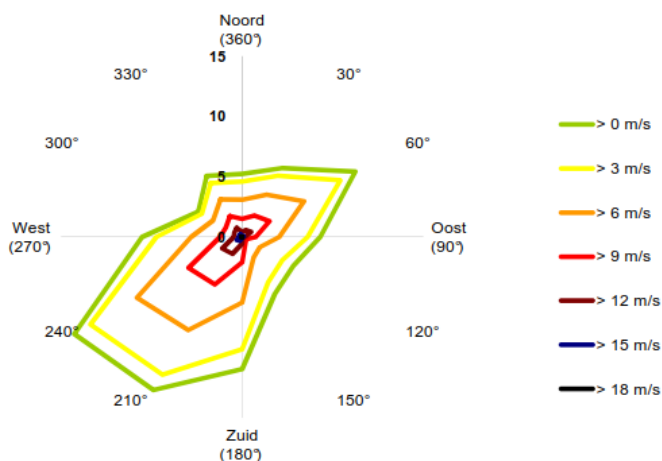
Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhindergevoelig gebruik, te weten de activiteit 'doorlopen'. Voor de activiteiten slenteren en langdurig zitten is een beperkt risico op gevaar niet acceptabel. Alle situaties met een overschrijdingskans groter dan 0,30% van de tijd zijn gevaarlijk en behoren te worden vermeden, het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

3 Plangebied

3.1 Windstatistiek op de locatie

De Amersfoortse coördinaten voor het bouwplan zijn: X: 48.200 en Y: 372.852. Voor het bepalen van de lokale windstatistiek wordt – zoals voorgeschreven in NEN 8100 – gebruik gemaakt van NPR 6097.

Zoals op de meeste locaties binnen Nederland is de overheersende windrichting zuidwest (zuid-zuidwest en west-zuidwest).



Figuur 3.1: Windsnelheid op locatie
(per sector) op 60 m hoogte

3.2 Wijdere omgeving plan

Het plangebied is gelegen in de gemeente Terneuzen langs de dijk van de Westerschelde aan de noordzijde van de gemeente. In onderstaande figuur is de ligging van het plan weergegeven.



Figuur 3.2: Wijdere omgevingsplan

In de bovenstaande figuur is te zien dat:

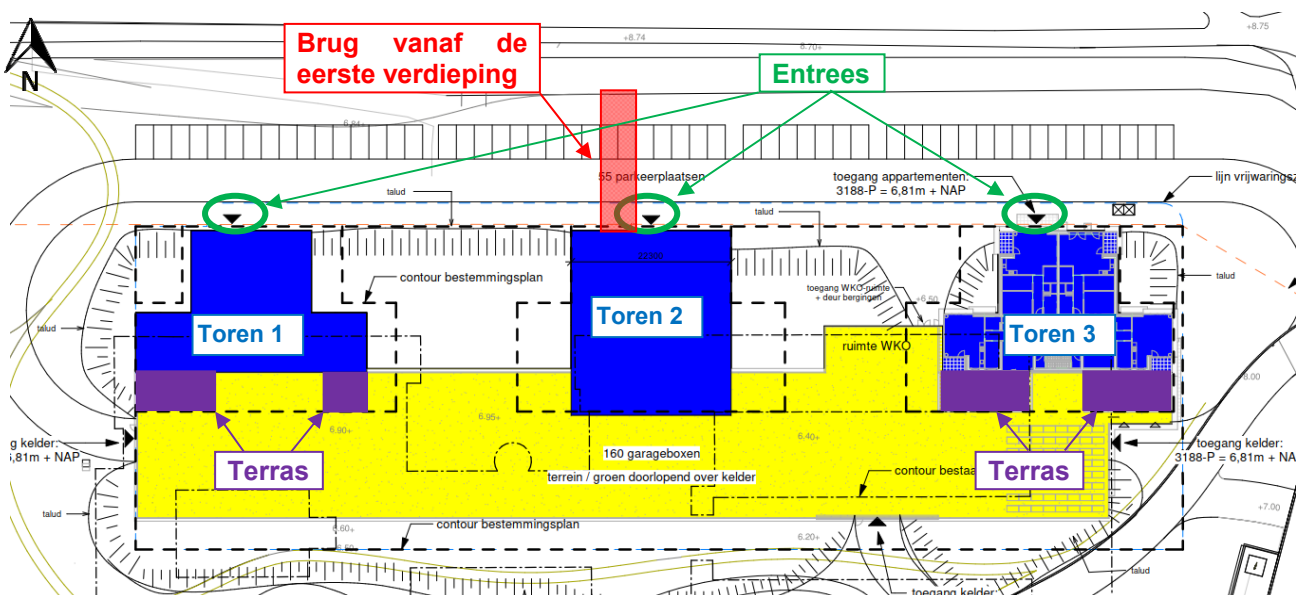
- Het bouwplan ligt direct aan de dijk van de Westerschelde. De wind kan over het open water vanuit alle richtingen vanuit het noorden vrij op het bouwplan aanstromen. Aan de zuidzijde van het bouwplan liggen bestaande woonwijken van laagbouw met bebouwing tot 3 bouwlagen. De wind kan ongestoord over de bebouwing vrijuit op het bouwplan aanstromen.
- Direct ten oosten staat de woontoren "Maxima" van 7 bouwlagen. Ten westen van het bouwplan staat een rij woontorens van 12 bouwlagen langs de Churchillaan. Deze woontorens leveren een beperkte afscherming van wind direct vanuit het westen respectievelijk het oosten.
- Doordat de torens overwegend een duidelijk grotere hoogte hebben ten opzichte van de omliggende bebouwing kan de wind vanuit nagenoeg alle richtingen vrij op de torens aanstromen.

3.3 Bouwplan

Het project Pattistpark omvat de nieuwbouw van drie torens van respectievelijk 40 (westtoren), 50 (middeltoren) en 45 (oosttoren) meter hoog op een parkeergarage van één bouwlaag. Tussen het bouwplan en de dijk van de Westerschelde aan de noordzijde wordt extra parkeergelegenheid gerealiseerd.

De entrees van de drie torens zijn op de begane grond in de noordgevel van de torens gesitueerd. Daarnaast heeft de middelste toren aan de noordzijde op de eerste verdieping een tweede entree welke middels een loopbrug over het parkeerterrein met het voetpad op de dijk verbonden is.

Op de parkeerkelder wordt een groen dak gerealiseerd. Langs de zuidgevel van de oost- en westtoren worden terrassen op de parkeerkelder gerealiseerd. Het overige deel van het dak is niet bestemd als verblijfsgebied.

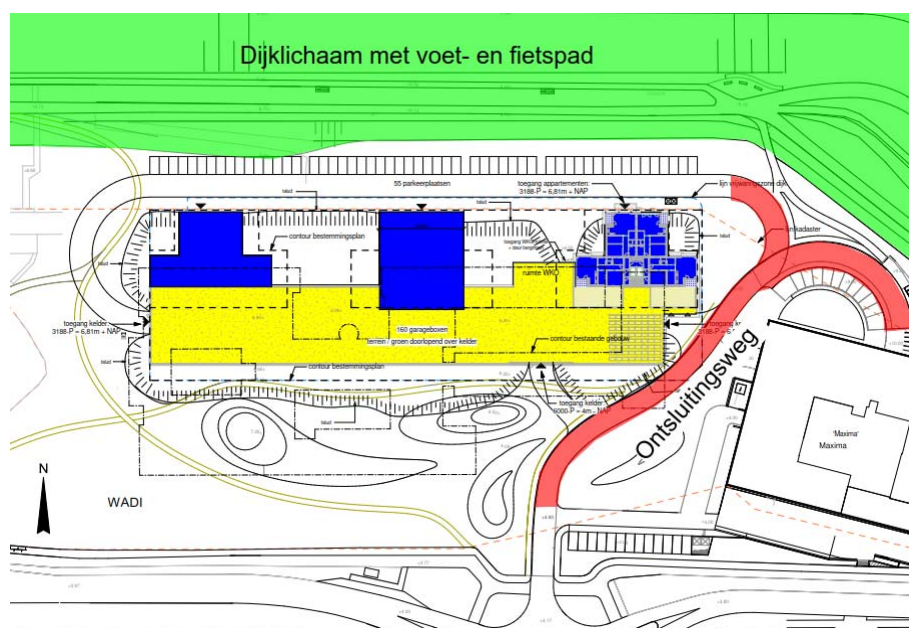


Figuur 3.3: Overzicht bouwplan

Directe omgeving van het plangebied, aanwezige functies

In onderstaande figuur is de directe omgeving van het plan weergegeven, met daarin ook aangegeven de gebieden die extra aandacht vragen, zoals:

- Op de dijk voet- en fietspad kruimhoogte +2 meter boven maaiveld (8,8 m +NAP).
- Tussen bouwplan en woontoren maxima ontsluitingsweg voor het bouwplan en de bestaande woontoren.
- Parkeerterrein en entrees van de toren (zie figuur 3.3).
- Dakterrassen op het parkeerdek (zie figuur 3.3).



Figuur 3.4: Openbare ruimte rondom het plan

Met de resultaten van het CFD-onderzoek kan beoordeeld worden of het windklimaat rondom het bouwplan geschikt is voor de beoogde functies. Voor de openbare buitenruimten kan de normstelling uit de onderstaande tabel, conform hoofdstuk 2 en NEN 8100, aangehouden worden.

Tabel 3.2: Normstelling conform NEN 8100

Type gebied	Classificatie	Windhinder		Windgevaar
		Ambitieniveau	Minimaal / acceptabel niveau	
Openbaar gebied rondom de torens (trottoirs, voetpaden, fietsroutes en dergelijke)	Doorloopgebied	Goed windklimaat voor doorlopen = Klasse A, B of C	Matig windklimaat voor doorlopen = Klasse D	<i>Beperkte overschrijding van het gevaarcriterium toegestaan.</i>
Gebied nabij de entrees van de torens	Slentergebied	Goed voor slenteren = Klasse A of B	Matig windklimaat voor slenteren = Klasse C	<i>Overschrijding van het gevaarcriterium <u>niet</u> toegestaan.</i>
Terrassen (op het dak van de parkeergarage)	Gebied voor langdurig zitten	Goed voor langdurig zitten = Klasse A	Matig windklimaat voor langdurig zitten = Klasse B	<i>Overschrijding van het gevaarcriterium <u>niet</u> toegestaan.</i>

4 Over CFD-berekeningen en modellering

De numerieke simulaties zijn uitgevoerd door Actiflow BV. Conform NEN 8100 is het technische inlegvel met een kort overzicht van relevante zaken en aandachtspunten opgenomen in bijlage I.

Op basis van het door Aannemersbedrijf Van der Poel bv aangeleverde 3D-modellen, situatietekening en aangevuld met geodata van de bestaande omliggende bebouwing is een 3D-rekenmodel gemaakt, geschikt voor CFD-windhinderonderzoek conform NEN 8100 (zie onderstaande figuur). Het verkregen 3D-model is aangepast tot een benodigd detailniveau en nauwkeurigheid voor een CFD-berekening. In bijlage III zijn de afbeeldingen van het rekenmodel inclusief rekenraster weergegeven.



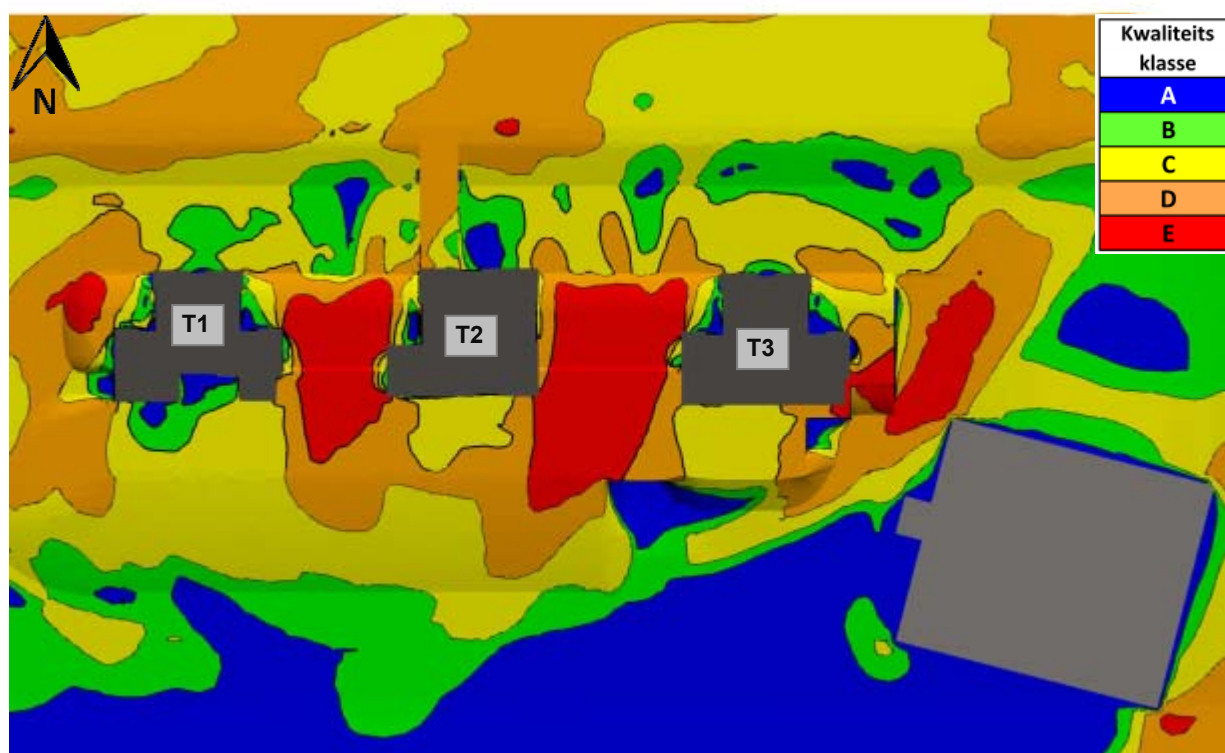
Figuur 4.1: 3D-rekenmodel ten behoeve van CFD-onderzoek

5 Resultaten

Het windklimaat in de (openbare) buitenruimten op maaiveldniveau is conform NEN 8100 bepaald. In de figuren in de hierna volgende paragrafen worden de resultaten voor windhinder en windgevaar weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld.

5.1 Windhinder

In onderstaand figuur 5.1 zijn de onderzoeksresultaten, vertaald in windhinderklassen conform NEN 8100 gepresenteerd.



Figuur 5.1: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100

In figuur 5.1 is een totaaloverzicht gegeven, waarbij voor het totaaloverzicht in één figuur de verschillende 'maaiveld'hoogtes gepresenteerd zijn: maaiveld (MV), dak parkeerkelder (3,2 m boven MV) en het dijklichaam langs het water (tot 2,0 m boven MV) en de brug van de dijk naar de eerste verdieping van de middelste toren (tot 3,2 m boven MV).

In aanvulling op de resultaten en figuren gepresenteerd in deze paragraaf zijn meer grafische resultaten in de bijlage opgenomen:

- Bijlage V bevat de resultaten ten aanzien van windhinder, uitgedrukt in klasse A t/m E en de resultaten ten aanzien van windgevaar.
- Bijlage VI geeft de overschrijdingskans van de 5 m/s per windrichting. Alle overschrijdingen over alle windrichtingen bij elkaar opgeteld leiden tot de overschrijdingen van de 5 m/s en de kwaliteitsklassen uit NEN 8100 als gepresenteerd in bijlage V. De overschrijdingen per windrichting geven meer inzicht in de oorzaak van het heersende windklimaat.

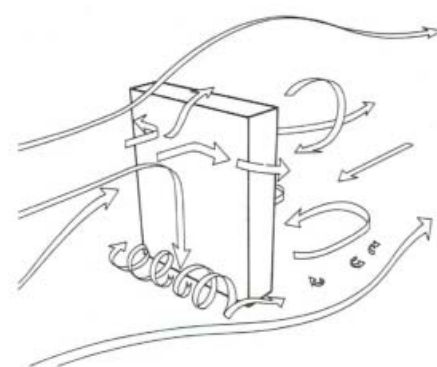
Toelichting windklimaat op maaiveld

Uit de figuur blijkt dat rondom de toren niet overal een goed windklimaat aanwezig is:

- Tussen de drie torens, op het dak van de parkeerkelder, valt het windklimaat overwegend in de klasse E, dit is slecht voor alle functies. Dit deel van het dak is echter niet bestemd als doorloop- of verblijfsgebied (niet toegankelijk gebied), waardoor niemand overlast zal hebben van dit slechte windklimaat.
- Echter ook tussen de oostelijke toren van 45 m hoog en het naburige woongebouw 'Maxima' is een ongunstig windklimaat aanwezig, met klasse E en klasse D (matig tot slecht voor doorlopen). Grote zones met klasse E zijn niet gewenst in doorloopgebied.
- Op het dak van de parkeergarage zijn, aan de zuidzijde van toren 1 en toren 3, dakterrassen geprojecteerd. Bij toren 1 valt het windklimaat overwegend in klasse A en B, dit is matig tot goed voor langdurig zitten. Met enige aanvullende afscherming kan hier kwalitatief goede tot redelijke buitenruimtes gerealiseerd worden. Bij toren 3 valt het windklimaat overwegend in klasse D, dit is niet goed voor langdurig zitten. Deze plekken zijn niet geschikt als buitenruimte.
- Nabij de entrees op de begane grond is een zone aanwezig waar het windklimaat overwegend in klasse A en B valt, dit is goed voor slenteren en ook goed voor entrees. Het windklimaat op de 'aanlooproute' naar deze entrees, over het parkeerterrein is overwegend klasse C, wat goed is voor doorlopen.
- Op de dijk aan de noordzijde én de brug van de dijk naar de middelste toren valt het windklimaat overwegend in klasse C en D: dit is matig tot goed voor doorlopen. Uit de analyse van de resultaten concluderen wij echter dat het windklimaat op het dijklichaam langs het water ook zonder realisatie van de torens naar verwachting in windklasse C en D zal vallen. Dit doordat het dijklichaam hoger ligt dan de omgeving.

Het hierboven omschreven windklimaat rondom het bouwplan is te verklaren door:

- Door de ligging van het plan zal wind uit nagenoeg alle windrichtingen vrij op het bouwplan aan kunnen stromen. De torens zijn beduidend hoger dan de gebouwen (en bomen etc.) in de omgeving. Wind die direct op de torens aanstroomt zal richting het maaiveld afstromen. Op maaiveld zullen grote wervelingen aan de voet van het gebouw ontstaan, de wind zal zich naar de gebouwhoeken bewegen, waar cornerstreams ontstaan.
- Dit zijn wervels met een verticale as (staande wervels) die ontstaan op de gebouwhoek en die regelmatig van het gebouw loslaten, en zich dan van het gebouw af bewegen. In de gebieden met deze 'cornerstreams' zullen verhoogde windsnelheden, met een sterk variërende windrichting optreden.

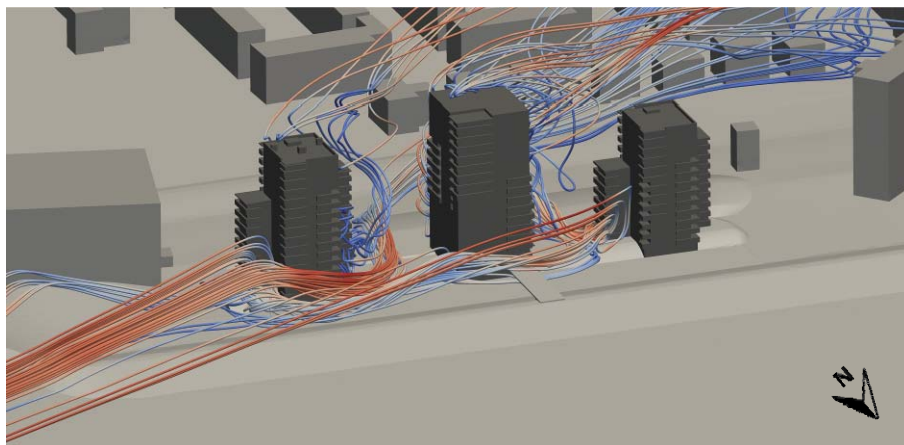


Figuur 5.2: Schematische windstromingen rondom vrijstaande hoogbouw

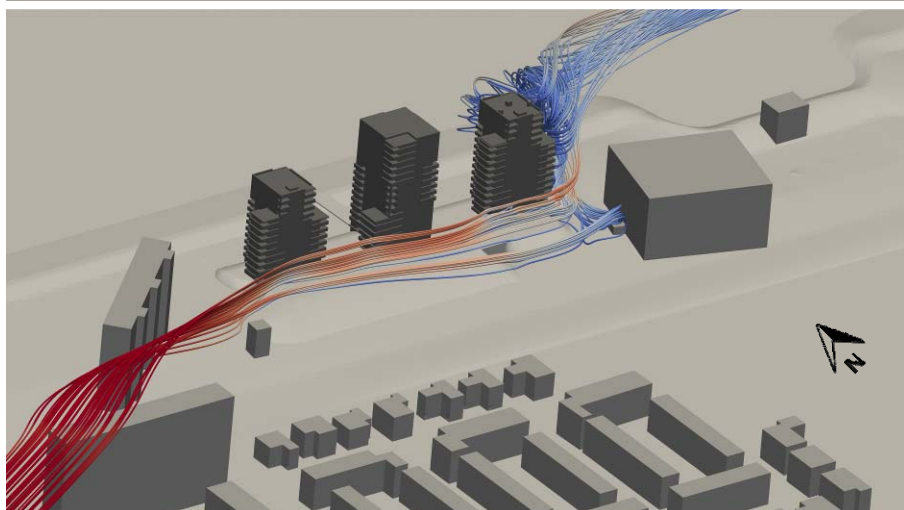
- Wind vanuit de overheersende zuidwestelijke richting kan vrij op de torens aanstromen. De wind wordt geblokkeerd door de drie torens en de zuidgevels van de torens naar het dak van de parkeergarage gestuwd, waar de wind zich, met hoge snelheid, verder in oostelijke richting zal verplaatsen (figuur 5.3).
- Achter de torens is een gebied met een lagere druk, waardoor de wind ook met hoge snelheid tussen de torens door zal bewegen. Bij de gebouwhoeken ontstaan cornerstreams (figuur 5.3).
- Doordat de torens relatief onbeschermd liggen, met open gebieden (water) aan de noordoostzijde van de torens, kan, bij wind uit de overheersende windrichting zuid-zuidwest, de langs en tussen de torens door afstromende wind vrij en met hoge snelheden uitstromen.

De boven genoemde effecten versterken elkaar waardoor de snelheid nog meer toeneemt. In de onderstaande figuren zijn de genoemde effecten met behulp van stromingslijnen voor de windrichting west-zuidwest en de richting oost-noordoost grafisch weergegeven.

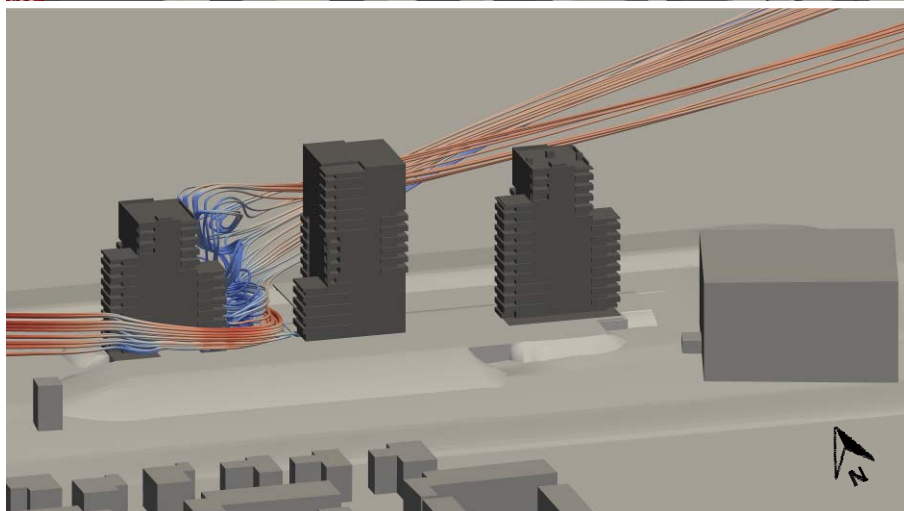
Windrichting oost-noordoost



Windrichting west-zuidwest



Windrichting west-zuidwest



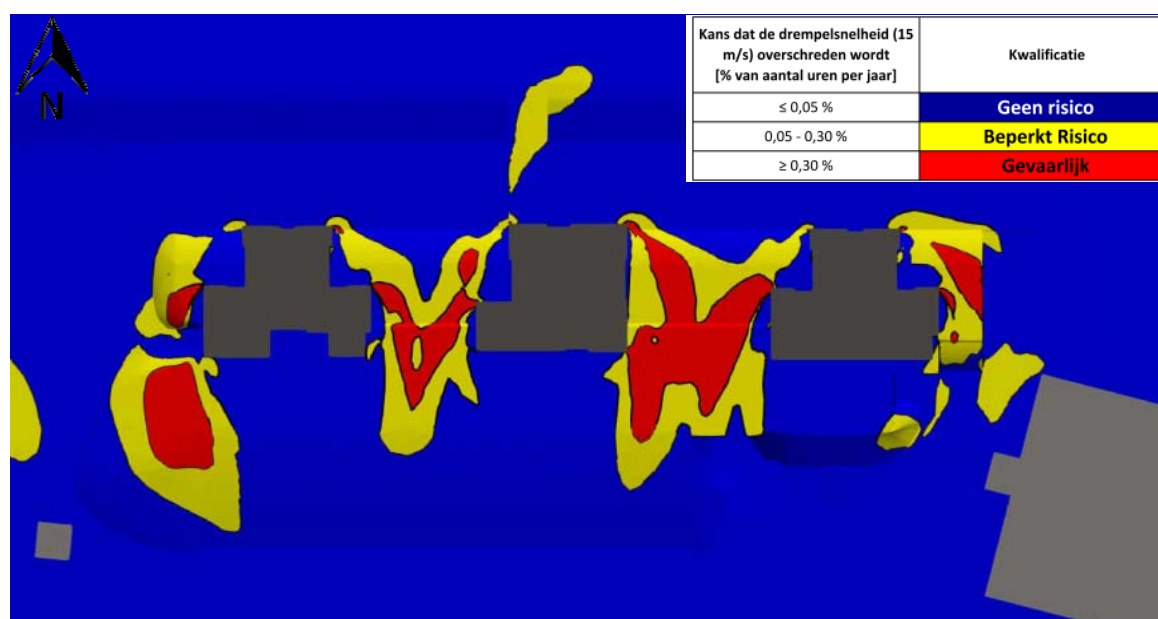
Figuur 5.3: Streamlines

5.2 Windgevaar

Berekeningsresultaten

Onderstaande figuur geeft de resultaten voor windgevaar in het plangebied, weergegeven op een horizontale doorsnede op 1,75 m boven maaiveld. Met 'windgevaar' worden zodanige hoge windsnelheden bedoeld dat mensen ernstige problemen ondervinden tijdens het lopen, tijdens een windvlaag zouden mensen kunnen vallen.

In bijlage V is de volledige grafische presentatie van de resultaten gegeven.



Figuur 5.4: Beoordeling gevaar conform NEN 8100

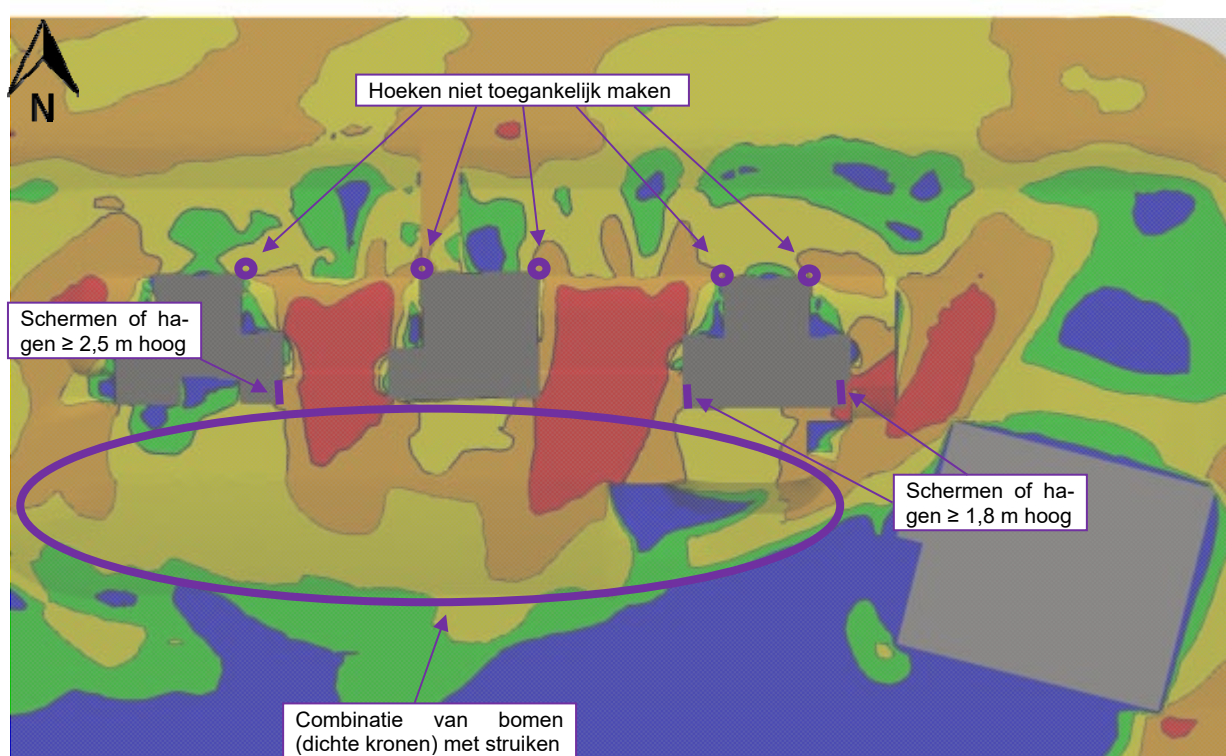
Toelichting rekenresultaten windgevaar

- Het figuur laat zien dat op het dak van de parkeergarage een significant gebied met 'gevaar' én met 'beperkt risico' aanwezig is. Op het moment dat deze gebieden niet bestemd én niet toegankelijk zijn voor het publiek, dan kan deze situatie geaccepteerd worden.
- Op het parkeerterrein, bij de noordelijke gebouwhoeken, zijn kleine zones met een 'beperkt risico'. In doorloopgebieden kan dit geaccepteerd worden.
- Op de brug die van de dijk naar de middelste toren loopt, is eveneens een gebied met een 'beperkt risico' aanwezig. Hoewel dit niet optimaal is, kan dit in doorloopgebieden geaccepteerd worden.
- Ook tussen toren 3 en het naburige woongebouw 'Maxima' is een gebied met een 'beperkt risico' aanwezig. Voor een doorloopgebied is dit toegestaan.
- Ter plaatse van de entrees en terrassen is geen windgevaar aanwezig.

5.3 Mogelijke verbeteringen

Gezien de oorzaken van het optredende windklimaat (de ligging en de bouwhoogte) zal het niet mogelijk zijn om met kleine, lokale maatregelen het windklimaat ingrijpend te verbeteren.

In onderstaand figuur zijn mogelijke maatregelen gegeven, die (lokaal) een positief effect kunnen hebben op het windklimaat ter plaatse. De grootste bijdrage van de windhinder komt vanuit de maatgevende zuidwestelijke windrichting. Door het plaatsen van struikgewas, dichte hagen en bomen in combinatie met plantenbakken zullen zowel horizontale als schuine windstromingen afremmen en mag verwacht worden dat hierdoor het windklimaat zal verbeteren.



Figuur 5.5: mogelijke oplossingen

Maatregelen voor de terrassen op dak parkeerkelder

- Dichte hagen of schermen langs de hoeken van de torens.
- Het dak van de parkeerkelder opvullen struikgewas en bomen.
- Het gebied ten zuiden van de parkeerkelder opvullende met bomen en struikgewas.

Maatregelen voor de gebieden op het parkeerterrein nabij de gebouwhoeken

- De gebieden rond de hoeken op de begane grond niet toegankelijk maken door het plaatsen van beplanting.

Maatregelen voor de gebieden tussen toren 3 en woongebouw Maxima

- Door het plaatsen van veel obstructies (bomen met dichte kronen, struiken of kunstmatige obstructies) in het gebied ten zuiden van het bouwplan, gecombineerd met schermen of hagen rondom toren 3 zal het windklimaat tussen toren 3 en gebouw Maxima mogelijk verbeteren

6 Variant beplanting zuidzijde bouwplan

In paragraaf 5.3 zijn verschillende mogelijke maatregelen ter verbetering van het windklimaat voorgesteld. Op basis van deze maatregelen is een variant onderzocht waar verschillende maatregelen zijn opgenomen. De maatregelen zijn toegepast op een model van de maximale planologische invulling. In onderstaand figuur is een overzicht gegeven van het model. In het figuur is de maximale planologische invulling in grijs aangegeven. Daarnaast is, ter informatie, het plan in oranje aangegeven. Het windklimaat is alleen bepaald voor de maximale planologische situatie.



Figuur 6.1: Overzicht variant zuidwest (Nieuw model = grijs Oorspronkelijk model = oranje)

De volgende maatregelen zijn in de variant opgenomen:

Beplanting ten het dak parkeerkelder

Het gehele oppervlak van het dak van de parkeerkelder wordt gevuld met verschillende soorten vegetatie met meerdere hoge struiken in lager struikgewas. De hoogte van de struiken variëren (conform opgaaf van de opdrachtgever) tussen 0,5 – 1,0 meter. In het model is deze beplanting gemodelleerd als 'heggetjes' op het dak van de parkeerkelder maar de vegetatie kan dus verspreid op het dak geplaatst worden.

Beplanting ten zuiden van het plan

Het zuiden van plan wordt gevuld met verschillende soorten vegetatie met meerdere hoge struiken en kleine bomen in lager struikgewas. De hoogte van de struiken variëren (conform opgaaf van de opdrachtgever) tussen 0,5 – 1,5 meter. De hoogte van de bomen zijn ca. 12 meter hoog. De indeling van deze maatregelen beschouwen wij als een 'best case' situatie omdat er veel bomen zijn toegevoegd aan het model en het dat het een aantal jaren duurt voordat de bomen zijn volgroeid tot 12 meter.

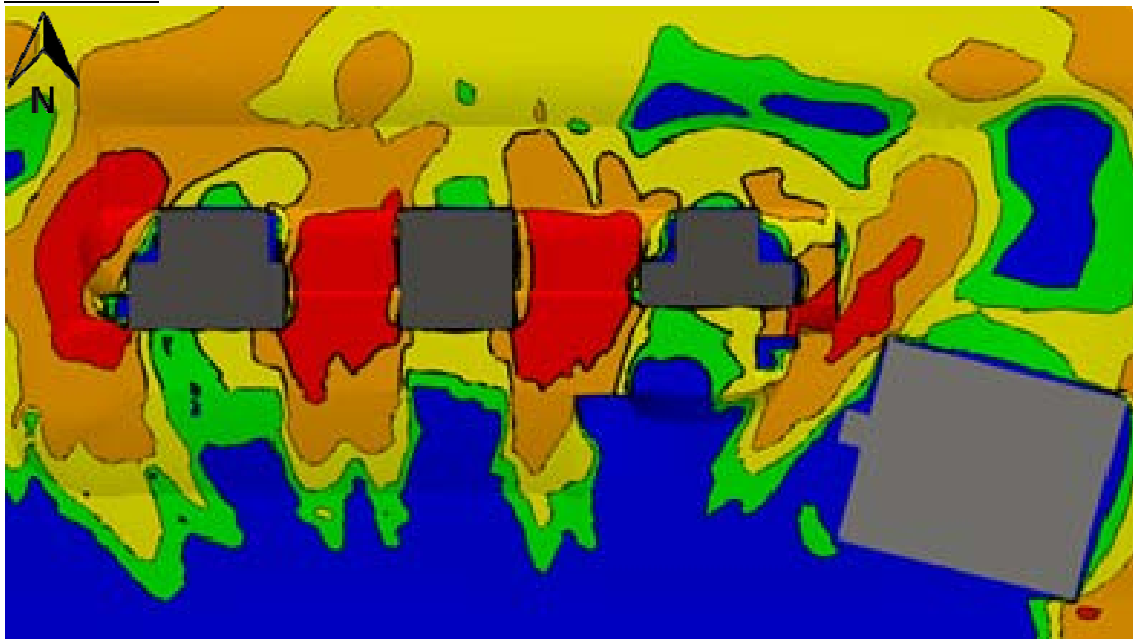
Beplanting ten westen van woontoren maxima

Het gebied ten westen van de woontoren maxima wordt gevuld met verschillende soorten vegetatie met meerdere hoge struiken in lager struikgewas. De hoogte van de struiken variëren (conform opgaaf van de opdrachtgever) tussen 0,5 – 1,5 meter. In het model is deze beplanting gemodelleerd als 'heggetjes' rondom het gebied maar de vegetatie kan dus verspreid op het dak geplaatst worden.

Windhinder

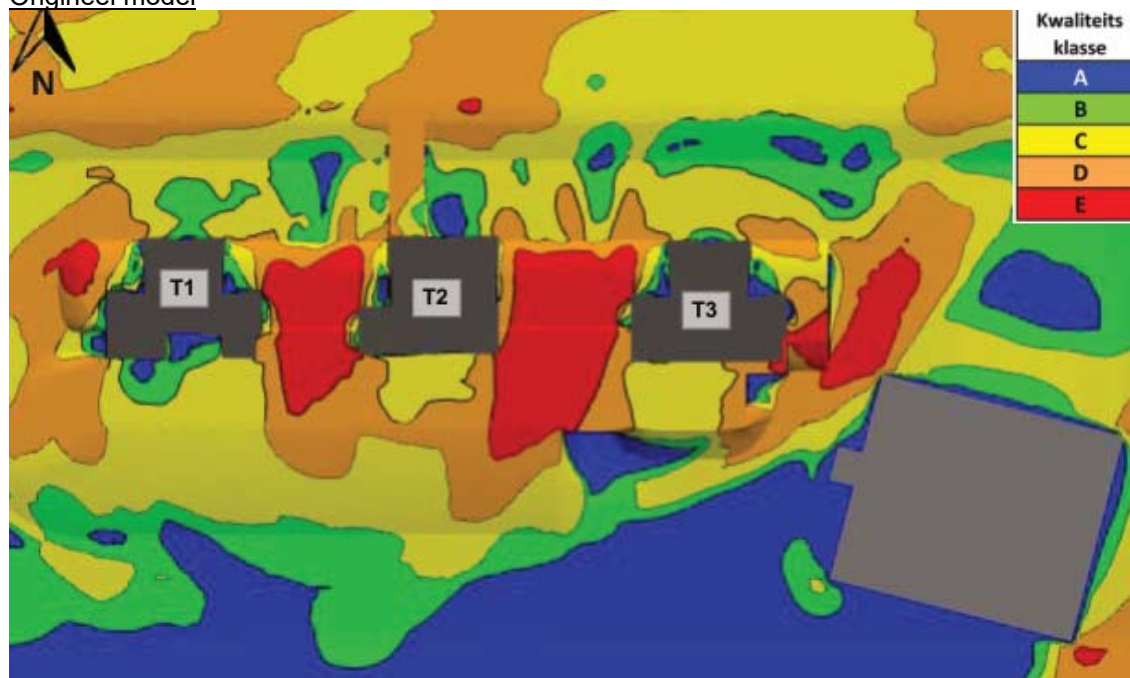
In onderstaand figuur is een overzicht van de windhinder in de nieuwe en originele situatie weergegeven.

Nieuw model



Figuur 6.2: Beroordeling windcomfort conform NEN 8100 (nieuw model)

Origineel model



Figuur 6.3: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100 (origineel model)

Uit de resultaten blijkt dat het gebied aan de oostzijde met windhinder klasse E (rood) kleiner is geworden. Echter aan de westzijde van toren 1 is het gebied met windhinderklasse E groter geworden. Door de bomen wordt de windhinder vanuit het zuiden aan de zuidzijde gunstiger maar vanwege versperring door deze bomen zal er meer wind zijn weg door de grootste opening tussen de bebouwing aan de westzijde vervolgen. Het grotere bouwvolume (en daarmee de smallere doorgang tussen de torens) versterkt deze versperring ten opzichte van het oude model. Het voordeel is wel dat er dus iets minder windhinder klasse E aan de oostzijde bij de ontsluitingsweg tussen de toren 3 en woongebouw “Maxima” aanwezig is, echter het is nog niet volledig opgelost.

Vanwege de grote afstand tot de torens (de parkeerkelder zit ertussen) hebben de bomen slechts een beperkt positief effect op het windklimaat rondom de torens. Om het windklimaat bij de torens verder te verbeteren zou er dichters op de torens hogere beplanting geplaatst moeten worden.

De ‘heggetjes’ (1 m hoog) op het dak van de parkeerkelder hebben een gunstig effect tot 1 meter hoog. Het getoonde overzicht is op 1,75 meter waardoor dit niet zichtbaar is en geen effect heeft op de beoordeling. Om ook een gunstig effect te hebben op 1,75 meter moet de beplanting ook 1,75 m hoog zijn.

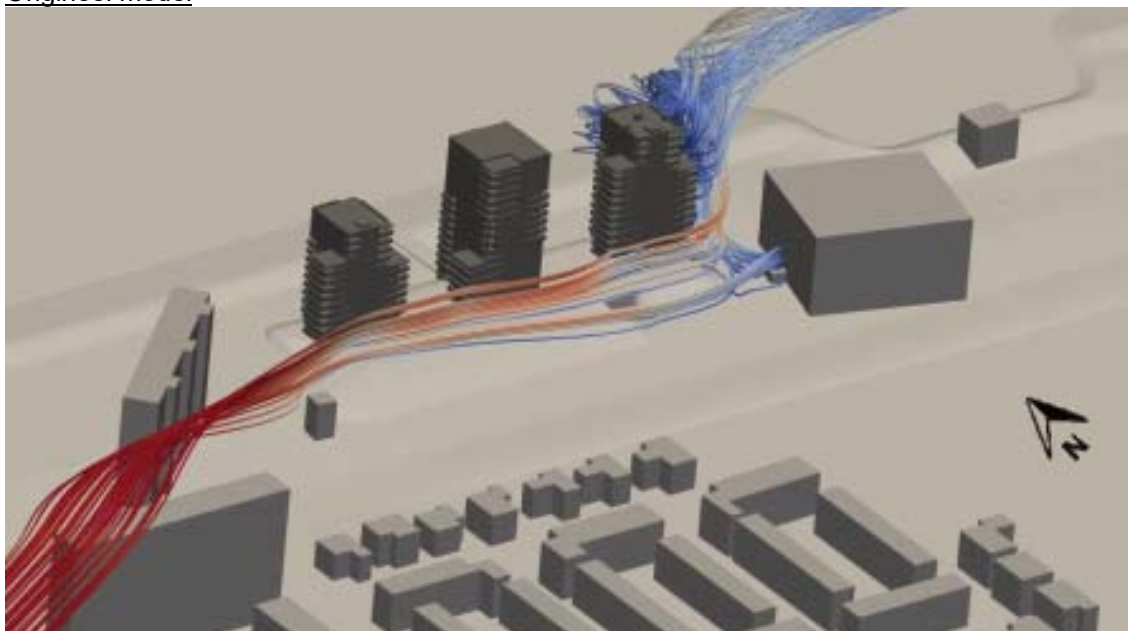
In onderstaande figuren is duidelijk te zien dat de wind zich dichters langs de toren verplaatst en een deel van de wind eerder naar het noorden afbuigt tussen toren twee en drie door. Daardoor is de windhinder kleiner bij de ontsluitingsweg tussen toren 3 en woontoren Maxima.

Nieuw model



Figuur 6.4: Streamlines (nieuw model)

Origineel model

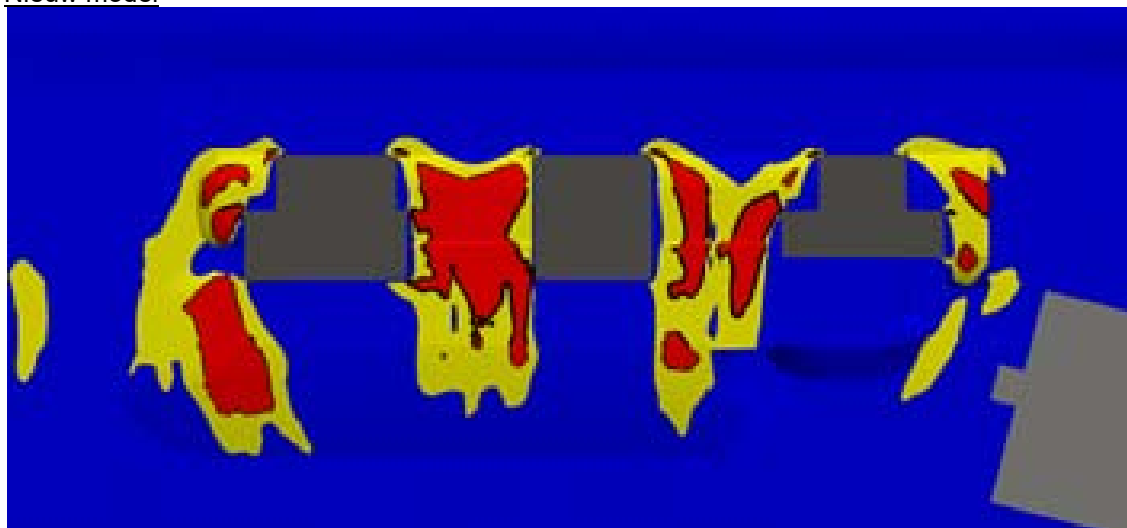


Figuur 6.5: Streamlines (origineel model)

Windgevaar

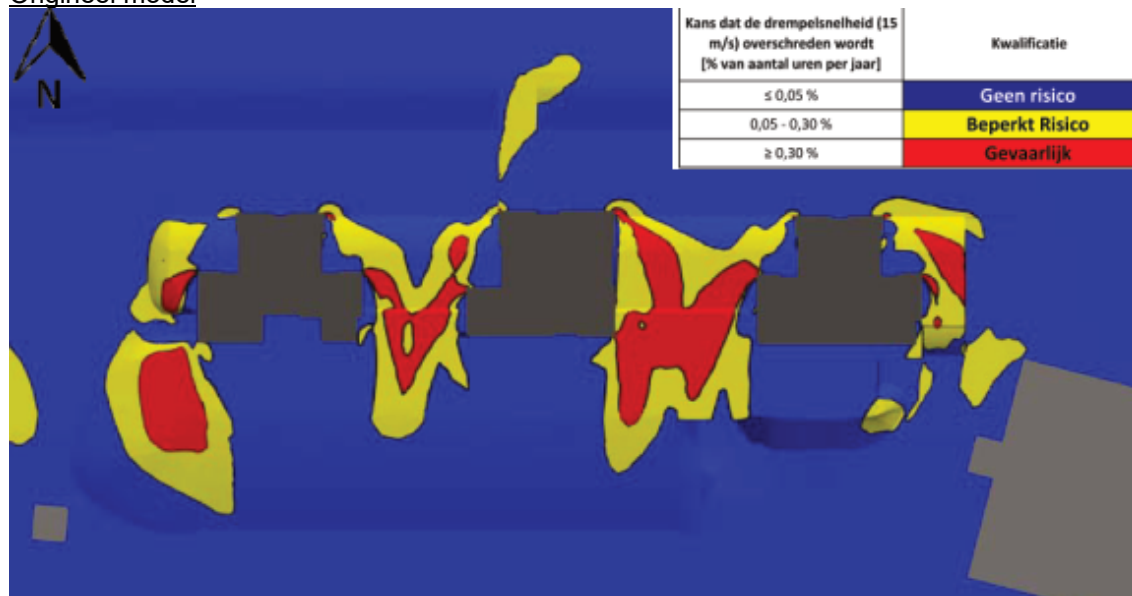
In onderstaand figuur is een overzicht van het windgevaar in de nieuwe en originele situatie weergegeven.

Nieuw model



Figuur 6.6: Beoordeling gevaar conform NEN 8100 (nieuw model)

Origineel model



Figuur 6.7: Beoordeling gevaar conform NEN 8100 (origineel model)

Uit de resultaten blijkt dat de gebieden met klasse gevaar (rood) ongeveer gelijk blijven. Geconcludeerd kan worden dat dit 'bestcase' maatregelenpakket tot een kleine verbetering van het windklimaat aan de oostzijde tussen toren 3 en het woongebouw "Maxima" leidt, maar dat aan westzijde van de toren het windklimaat verslechtert. Echter de verslechtering treedt op op het dak van de parkeerkelder dat niet toegankelijk is.

Mogelijke verbeteringen

Mogelijke verbeteringen van het windklimaat rond de torens is het plaatsen van hogere beplanting of schermen dicht op de torens (op het dak van de parkeerkelder).

In bijlage VII is de volledige grafische presentatie van de resultaten van de variantstudie opgenomen.

7 Samenvatting

Door Cauberg Huygen is, in samenwerking met Actiflow B.V., in opdracht van Aannemersbedrijf Van der Poel bv uit Terneuzen een windstudie conform NEN 8100 op basis van berekeningen met computational fluid dynamics (CFD) voor het project Pattistpark uitgevoerd. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

Het project Pattistpark omvat de nieuwbouw van drie torens langs het water van respectievelijk 40 (westtoren), 50 (midentoren) en 45 (oosttoren) meter hoog op een parkeergarage van één bouwlaag.

Uit het CFD-windhinderonderzoek blijkt dat de effecten van de realisatie van dergelijk hoge torens in een overwegend vrij veld (laagbouw en open water) het windklimaat op het maaiveld significant zijn.

- Tussen de drie torens in, op het dak van de parkeergarage maar ook tussen toren 3 en het naburige woongebouw Maxima, is het windklimaat met klasse E slecht voor alle activiteiten.
- Op het parkeerterrein ten noorden van het bouwplan valt het windklimaat overwegend in klasse C, dit is goed voor doorlopen. De entrees van de woongebouwen die eveneens aan deze zijde liggen, hebben met windklasse A en B een goed windklimaat.
- De beoogde terrassen van toren 1, op het parkeerdek, zijn zo gepositioneerd dat (delen van) deze dakterrassen een goed tot matig windklimaat hebben (klasse A en B). Dit geldt echter niet voor de beoogde dakterrassen van toren 3, op deze plekken valt het windklimaat in klasse D, wat slecht is voor langdurig zitten.
- Op het dak van de parkeerkelder en bij de hoek van de noordgevels op de begane grond valt het windgevaar in klasse 'gevaarlijk'. Wij adviseren deze gebieden zo in te richten dat ze niet toegankelijk zijn voor het publiek.
- In de zone tussen toren 3 en gebouw Maxima en op een klein deel van de dijk is een 'beperkt risico' op windgevaar aanwezig. Beperkt windgevaar is acceptabel in doorloopgebieden.

In hoofdstuk 6 zijn de resultaten van een variantstudie opgenomen. In de variantstudie is beplanting opgenomen aan de zuidzijde de woontorens. Het gebied met winhinderklasse E dat aan de oostzijde bij de ontsluitingsweg tussen de toren 3 en woongebouw "Maxima" aanwezig is, is iets kleiner geworden. Echter het is niet volledig opgelost. Aan de westzijde van toren 1 is het gebied met windhinderklasse E groter geworden.

Cauberg Huygen B.V.



Mevrouw ir. L. Apon
Senior Adviseur

Bijlage I Inlegvel NEN 8100

Technisch inlegvel numerieke simulatie

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Windstudie Pattistpark te Terneuzen			
Opdrachtgever	DPA Cauberg-Huygen			
Projectleider	Ir. Ragiël Wildvank			
Datum	28 November 2018			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom de nieuwbouw			
Kerngebied	Geschematiseerde model met de nieuwe situatie			
Omgeving	Omgeving in massa's, gedetailleerd nabij het kerngebied			
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m.			
Blokkeringsgraad	Maximaal 4 %			
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12			
Onderzochte configuraties	Windhinder, windgevaar (bestaande en nieuwe situatie) en windcomfort			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: 5.x			
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:			
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag, 29.922.998 cellen			
Turbulentiemodellering	k-omega SST			
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV Turbulente grootheden: upwind Scalaire variabelen: n.v.t.			
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden			
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag: wind stedelijk gebied, z0 = 1.6 m			
Uitlaat	Druk-uitlaat			
Boven-/Zijwanden	Slip-wanden			
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand			
Overige	No-slip, ruwe wand			
Gegevensverwerking en -beoordeling	informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 48174 Y: 372754			
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteits-klasse	Overschrijdings-kans %	Beoordeling
Voor comfort			$p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	
Doorlopen	5.0	A, B, C, D	< 20	Matig
Slenteren	5.0	A, B, C	< 10	Matig
Zitten	5.0	A, B	< 5	Matig
Regionale correctie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Voor gevaar				
	15	n.v.t.	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t.	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Windhindercontouren en klassenindeling, windgevaarcontouren			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				

Bijlage II Luchtfoto's locatie

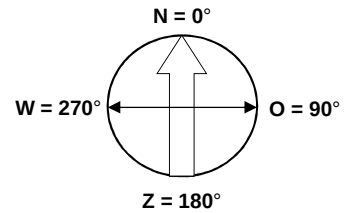


Figuur 1: **Wijdere omgeving plangebied**

Bijlage III Windstatistiek en ruwheidslengtes

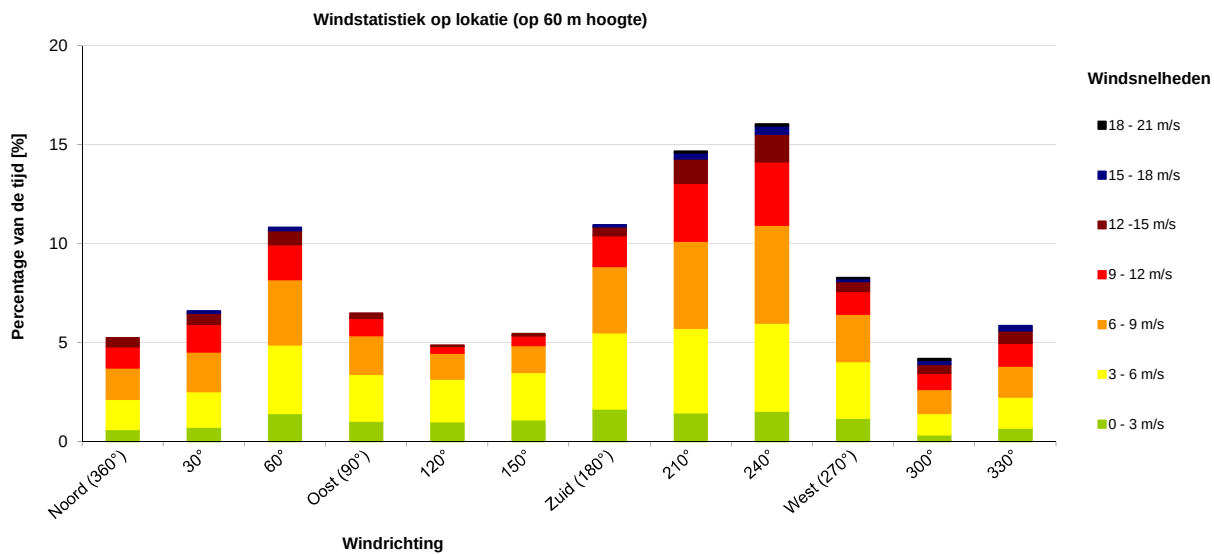
FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID

Distributief in percentages

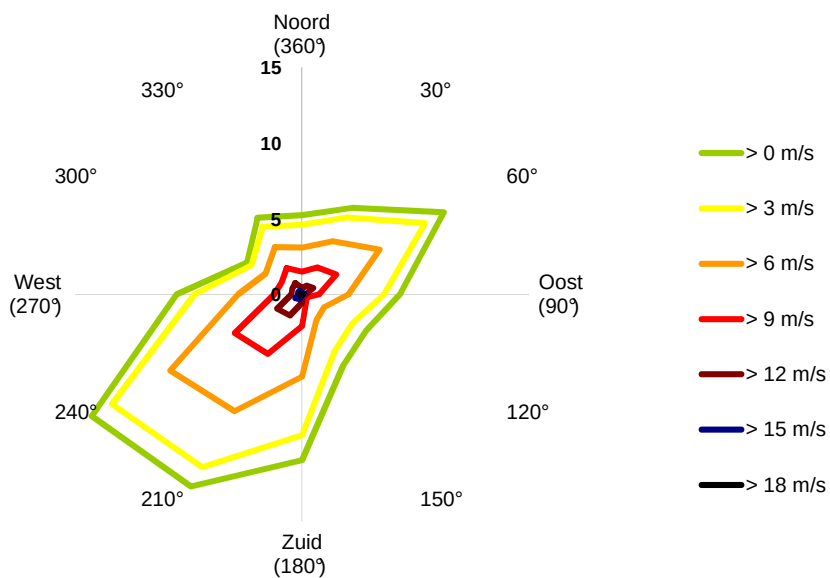


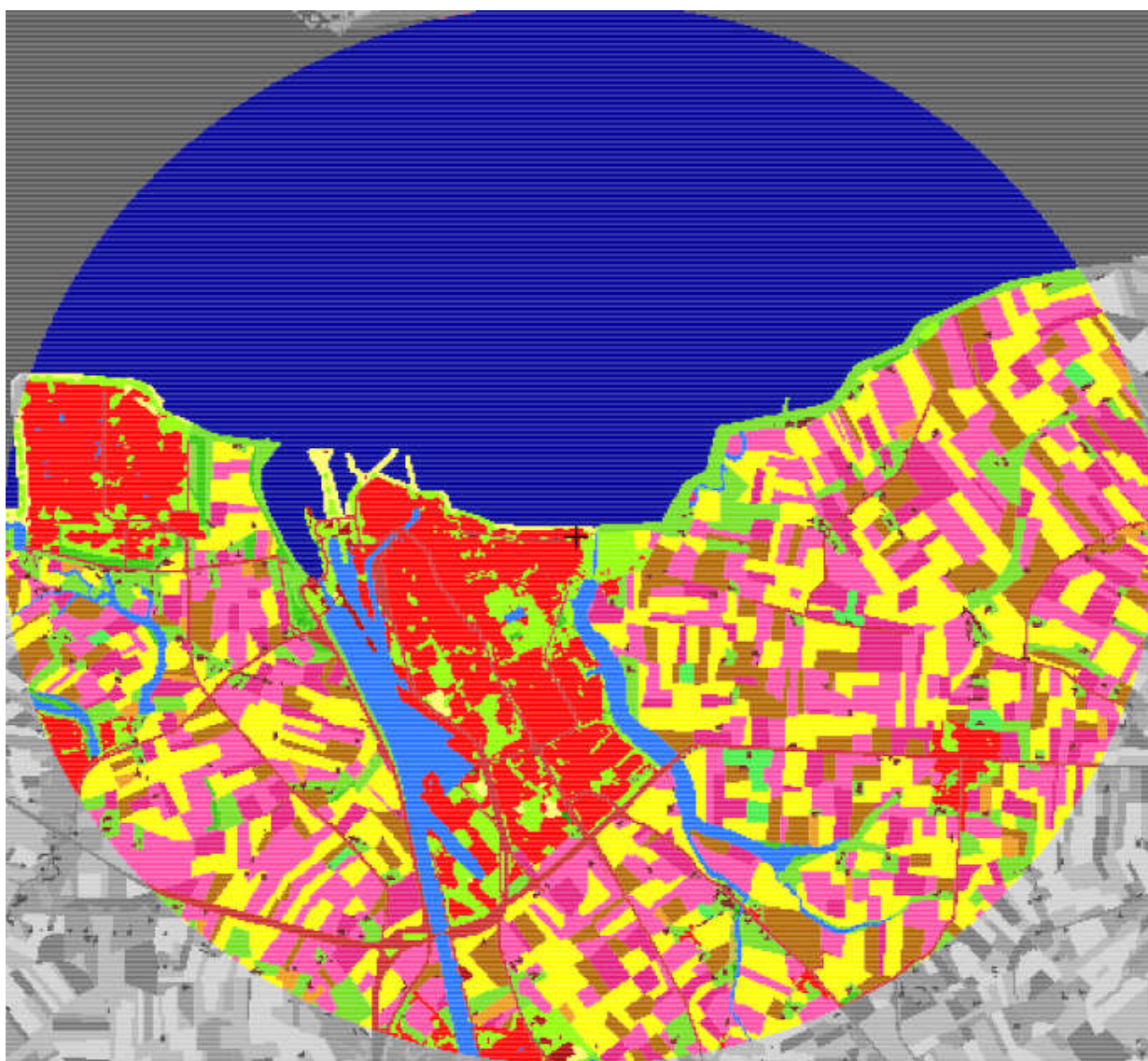
Coördinaten: X = 48200 = 51°20'05.4"N
Y = 372852 = 3°51'16.1"E
Jaar: 1963-2002

Windsnelheid [m/s]	Windrichting [% van de tijd]												Cumulatief [%]
	Noord (360°)	30°	60°	Oost (90°)	120°	150°	Zuid (180°)	210°	240°	West (270°)	300°	330°	
0,0 - 0,9	0,06	0,08	0,13	0,12	0,11	0,12	0,17	0,13	0,14	0,11	0,02	0,07	1,27
1,0 - 1,9	0,23	0,25	0,48	0,36	0,36	0,40	0,53	0,49	0,51	0,39	0,10	0,22	4,34
2,0 - 2,9	0,34	0,40	0,82	0,57	0,54	0,59	0,95	0,85	0,90	0,69	0,22	0,39	7,28
3,0 - 3,9	0,44	0,55	1,08	0,72	0,72	0,75	1,16	1,18	1,25	0,89	0,30	0,48	9,53
4,0 - 4,9	0,52	0,60	1,19	0,80	0,75	0,82	1,34	1,48	1,52	1,00	0,38	0,55	10,94
5,0 - 5,9	0,55	0,65	1,20	0,84	0,69	0,82	1,36	1,61	1,68	0,97	0,41	0,55	11,34
6,0 - 6,9	0,58	0,69	1,26	0,80	0,58	0,61	1,33	1,53	1,75	0,90	0,45	0,55	11,03
7,0 - 7,9	0,55	0,67	1,11	0,65	0,42	0,45	1,12	1,50	1,67	0,82	0,39	0,53	9,87
8,0 - 8,9	0,46	0,64	0,93	0,50	0,31	0,30	0,90	1,36	1,52	0,67	0,37	0,49	8,45
9,0 - 9,9	0,43	0,58	0,73	0,39	0,19	0,25	0,68	1,21	1,29	0,49	0,31	0,42	6,97
10,0 - 10,9	0,36	0,45	0,58	0,29	0,11	0,14	0,51	0,96	1,05	0,38	0,28	0,39	5,49
11,0 - 11,9	0,28	0,37	0,45	0,20	0,04	0,09	0,36	0,76	0,87	0,29	0,23	0,34	4,30
12,0 - 12,9	0,21	0,25	0,33	0,13	0,02	0,06	0,23	0,56	0,65	0,23	0,20	0,26	3,12
13,0 - 13,9	0,13	0,18	0,22	0,07	0,02	0,03	0,14	0,40	0,45	0,15	0,14	0,21	2,12
14,0 - 14,9	0,09	0,14	0,16	0,04	0,00	0,01	0,09	0,27	0,29	0,12	0,11	0,16	1,48
15,0 - 15,9	0,06	0,09	0,09	0,03	0,00	0,00	0,04	0,16	0,21	0,08	0,09	0,11	0,97
16,0 - 16,9	0,04	0,07	0,06	0,01	0,00	0,00	0,03	0,10	0,13	0,04	0,07	0,08	0,62
17,0 - 17,9	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,08	0,03	0,05	0,05	0,37
18,0 - 18,9	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,21
19,0 - 19,9	0,01	0,01	0,01	-	-	-	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,15
20,0 - 20,9	0,01	0,01	0,00	-	-	-	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,07
21,0 - 21,9	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04
22,0 - 22,9	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
23,0 - 23,9	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
25,0 en hoger	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00
Cumulatief [%]	5,4	6,7	10,9	6,5	4,9	5,4	11,0	14,7	16,1	8,3	4,2	6,0	100,0



Windsnelheid op lokatie per sector op 60 m hoogte





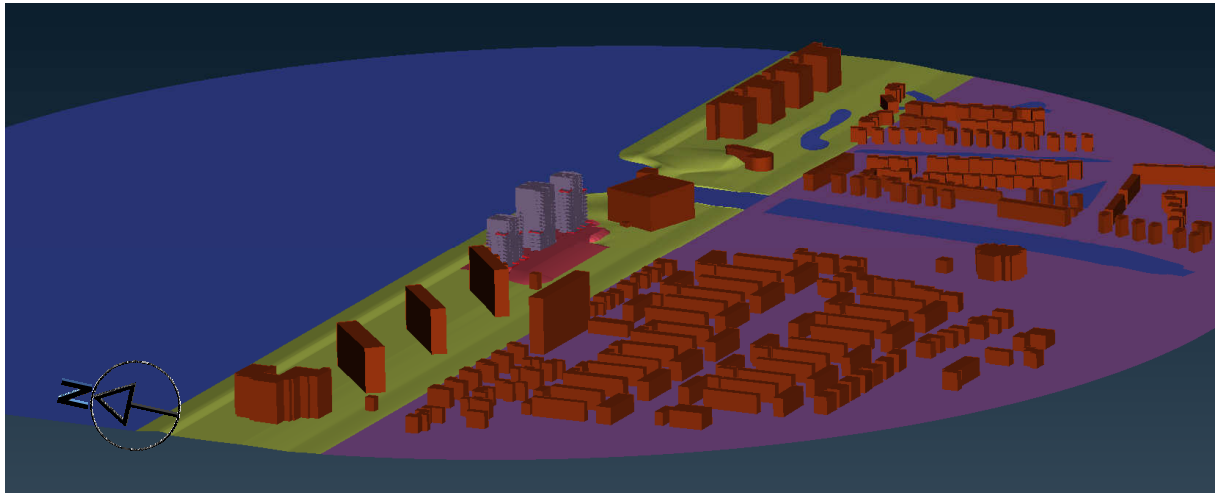
Ruwheidslengten conform NPR 6097
(zie legenda op volgende blz voor opgave ruwheidslengten)

Tabel 1 — Ruwheidstabel

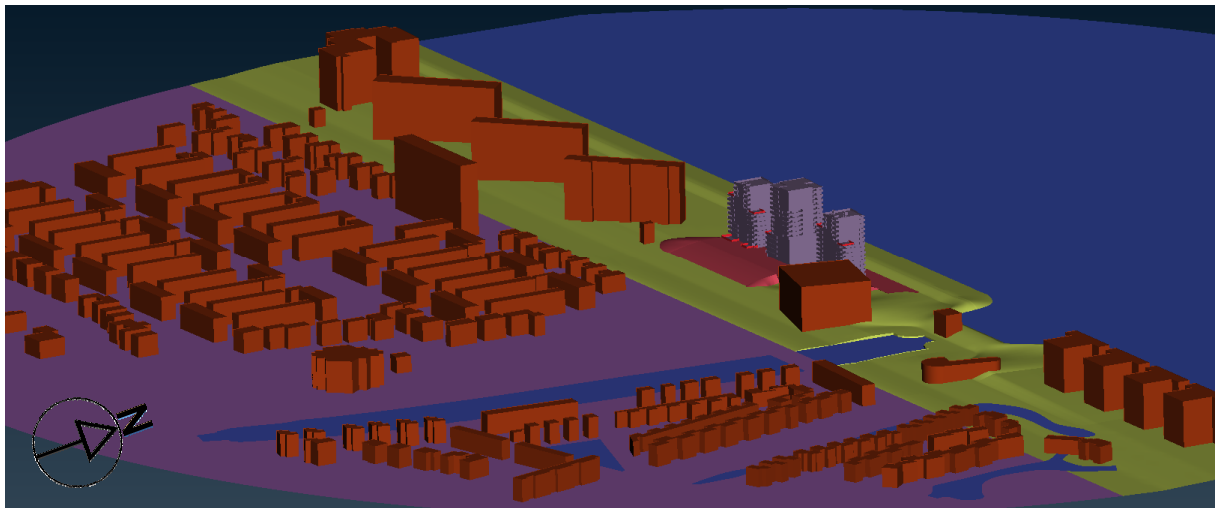
ID	z ₀ (m)	Rood	Groen	Blauw	Kleur	Klasse
0	0,03	0	0	0		Geen gegevens
1	0,03	115	223	31		Gras
2	0,17	239	153	25		Maïs
3	0,07	178	102	0		Aardappelen
4	0,7	229	31	127		Bieten
5	0,16	255	255	0		Granen
6	0,07	255	78	168		Overige landbouwgewassen
7	0,15	4	222	30		Buitenland
8	0,1	70	255	207		Glastuinbouw
9	0,39	69	239	69		Boomgaard
10	0,07	172	129	168		Bollen
11	0,75	51	200	0		Loofbos
12	0,75	0	153	0		Naaldbos
16	0,001	36	115	255		Zoet water
17	0,001	0	0	153		Zout water
18	1,6	255	0	0		Stedelijk bebouwd gebied
19	0,5	172	0	0		Bebouwing in buitengebied
20	1,1	51	200	0		Loofbos in bebouwd gebied
21	1,1	0	153	0		Naaldbos in bebouwd gebied
22	2	171	9	9		Bos met dichte bebouwing
23	0,03	148	255	0		Gras in bebouwd gebied
24	0,001	255	255	102		Kale grond in bebouwd buitengebied
25	0,1	204	42	42		Hoofdwegen en spoorwegen
26	0,5	118	24	24		Bebouwing in agrarisch gebied
27	0,0003	0	0	0		Start- en landingsbanen
28	0,1	204	42	42		Parkeerplaats
30	0,0002	176	48	96		Kwelders
31	0,0003	230	251	4		Open zand in kustgebied
32	0,02	137	212	43		Open duinvegetatie
33	0,06	90	186	64		Gesloten duinvegetatie
34	0,04	117	0	117		Duinheide
35	0,0003	255	255	102		Open stuifzand
36	0,03	117	0	117		Heide
37	0,04	164	35	83		Matig vergraste heide
38	0,06	173	139	6		Sterk vergraste heide
39	0,06	36	153	150		Hoogveen
40	0,75	6	90	76		Bos in hoogveengebied
41	0,03	255	192	203		Overige moerasvegetatie
42	0,1	255	165	0		Rietvegetatie
43	0,75	0	100	0		Bos in moerasgebied
44	0,07	56	198	97		Veenweidegebied
45	0,03	197	182	57		Overig open begroeid natuurgebied
46	0,001	255	255	0		Kale grond in natuurgebied

Beschrijving van de (door Wieringa en Rijkoot gewijzigde) ruwheidsklassen van Davenport		
Landschapstype	Ruwheids-lengte [m]	Beschrijving
Zee	0,0002	open zee of plas, met vrije striklengte van ten minste 1 km
0,0002	0,005	landoppervlak zonder merkbare obstakels of begroeiing, bijvoorbeeld: wad, strand, ijsvlakte, sneeuwlandschap zonder bomen
0,005	0,03	vlak land met alleen oppervlakkige begroeiing (gras) en soms geringe obstakels, bijvoorbeeld: startbanen, weidelandschap zonder singels, braakliggend bouwland
0,03	0,1	bouwland met regelmatig laag gewas, of weideland met sloten die minder dan 20 slootbreedten van elkaar liggen. Verspreide obstakels (lage heggen, enkelvoudige rijen kale bomen, alleen liggende boerderijen) kunnen voorkomen op onderlinge afstanden van ten minste 20x hun eigen hoogte.
0,1	0,25	bouwland met afwisselend hoge en lage gewassen. Grote obstakels (rijen bebladerde bomen, lage boomgaarden) met onderlinge afstanden van ca. 15 x hun hoogte. Wijngaarden, maisvelden e.d.
0,25	0,5	obstakelgroepen (grote boerenhofsteden, stukken bos) gescheiden door open ruimten van ca. 10 x hun hoogte. Verspreid struikgewas, jong dicht opeen geplant bos, boomgaarden
0,5	1	bodem regelmatig en volledig bedekt met vrij grote obstakels, met tussengelegen ruimten niet groter dan een paar obstakelhoogten. Grote bossen, laagbouw in dorpen en kleine steden
Stadskern	≥ 2	centrum van grote stad met afwisselend hoog- en laagbouw. Bossen met grote bomen en veel onregelmatige open plekken

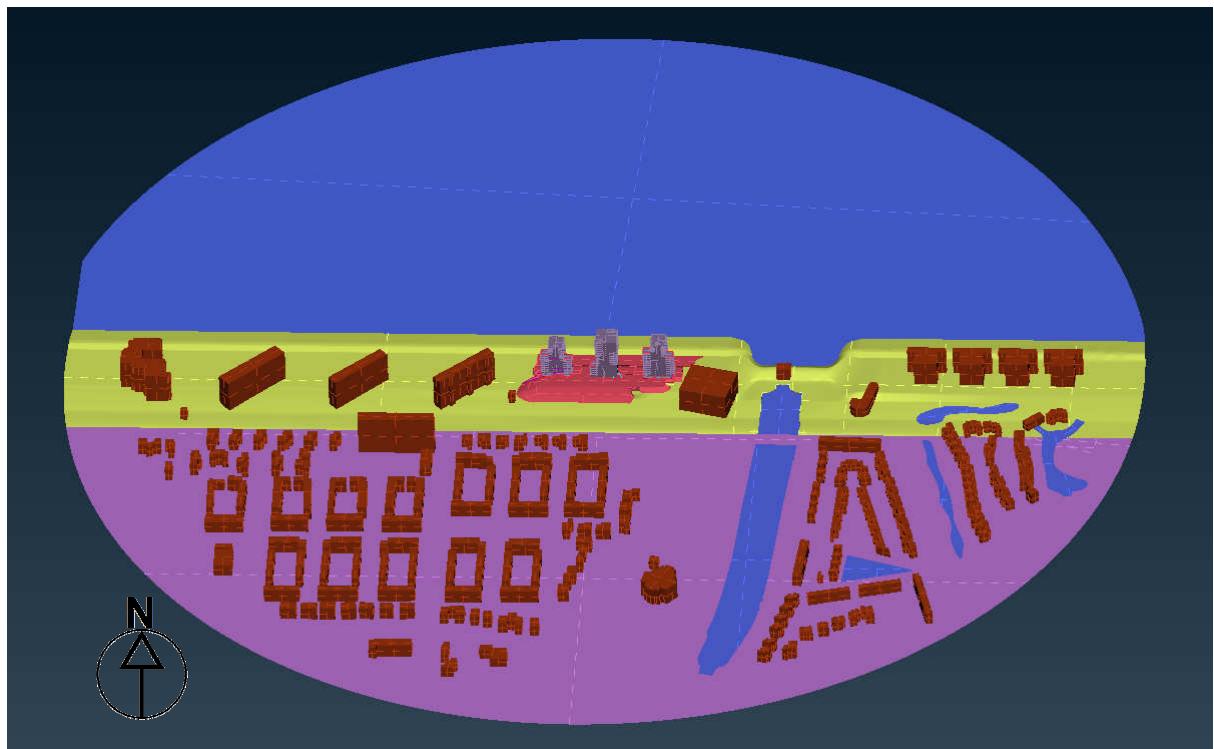
Bijlage IV Afbeeldingen CFD-model



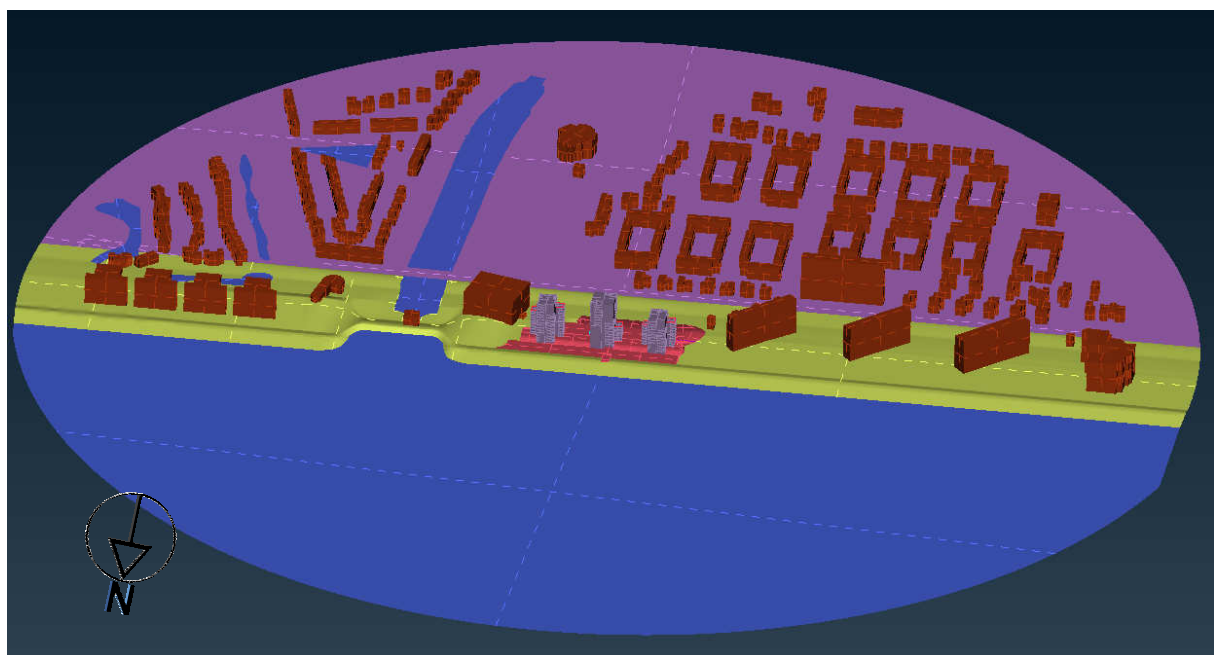
Figuur 1: Overzicht 3D model vanuit west



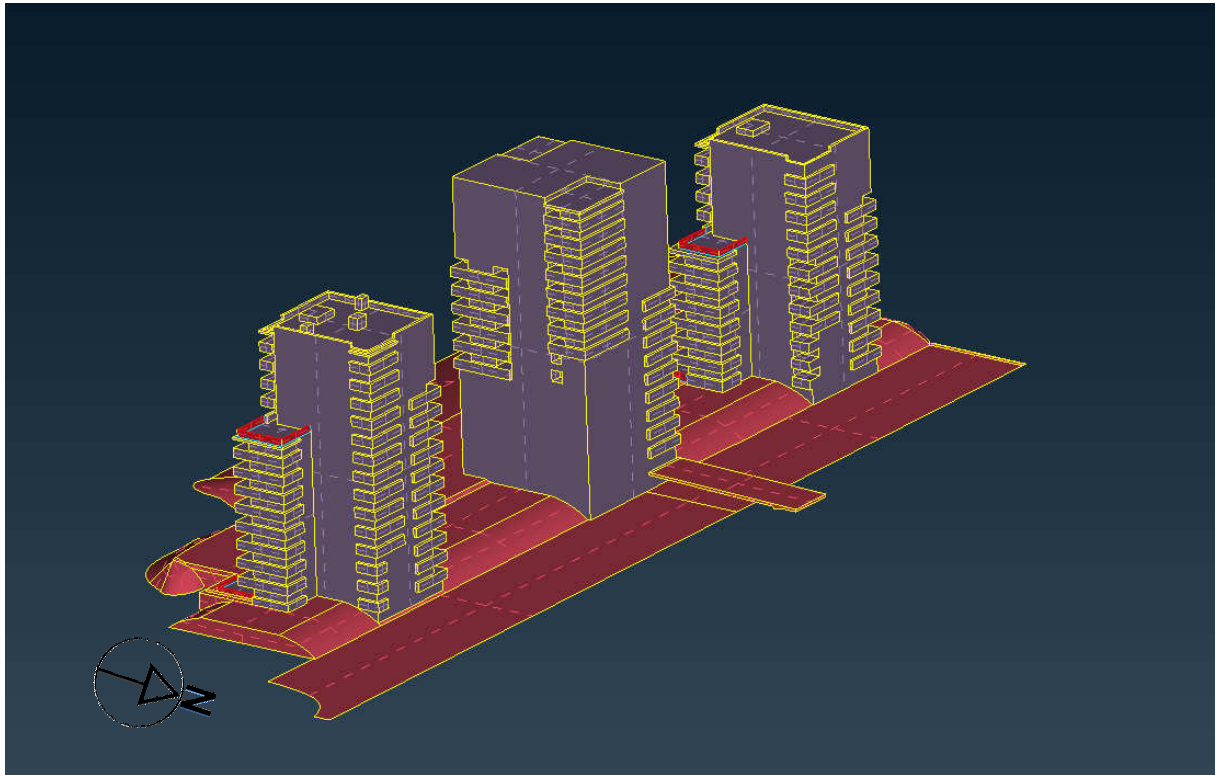
Figuur 2: Overzicht 3D model vanuit zuidoost



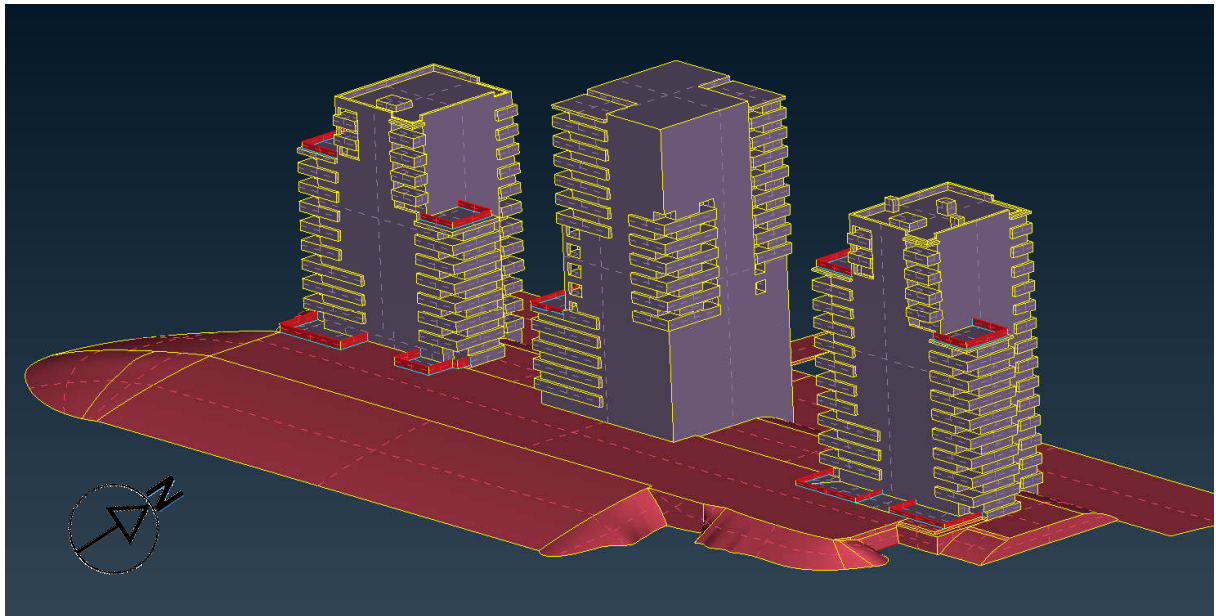
Figuur 3: Overzicht 3D model vanuit zuid



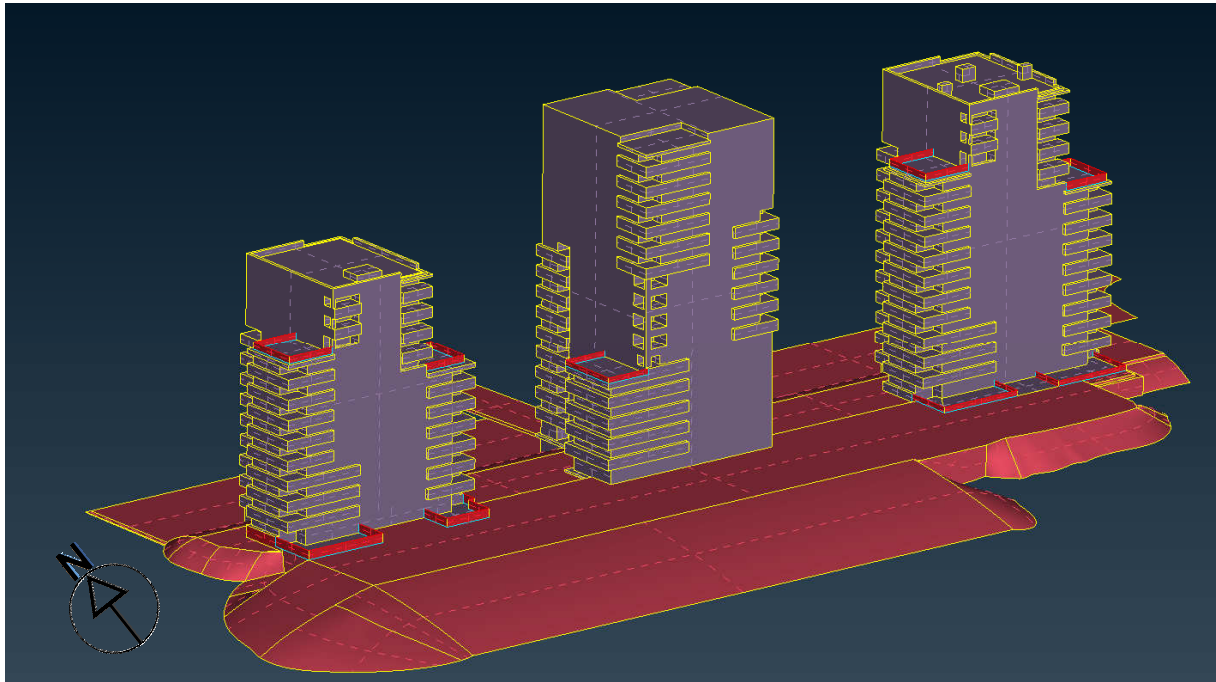
Figuur 4: Overzicht 3D model vanuit noord



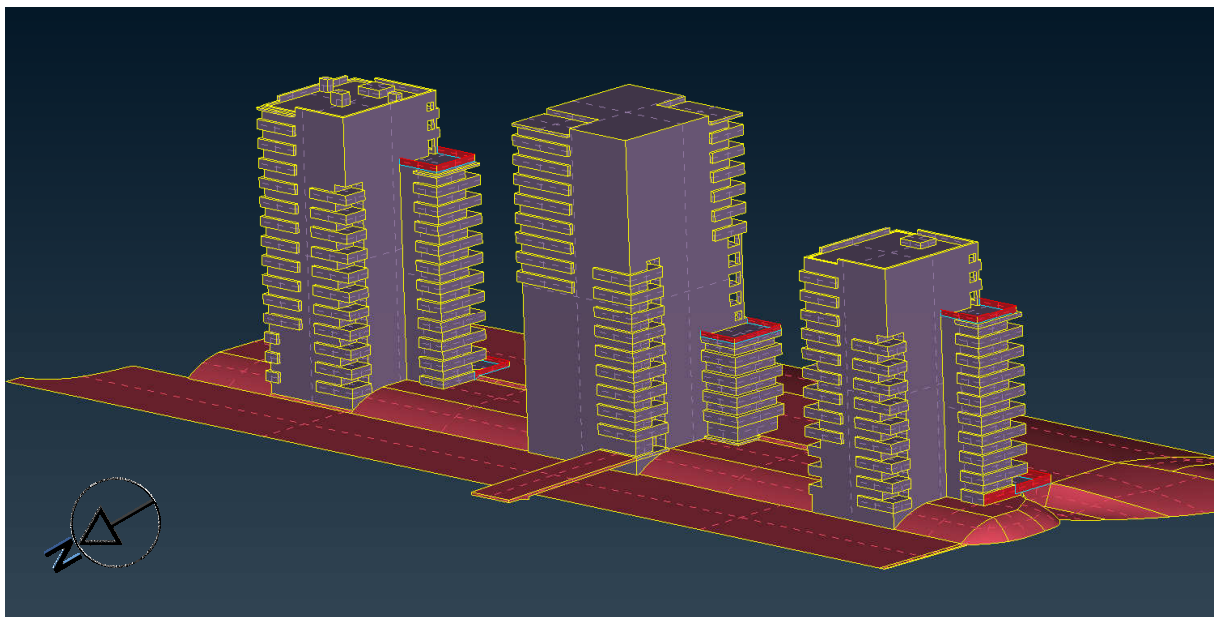
Figuur 5: Detail bouwplan vanuit noordoost



Figuur 6: Detail bouwplan vanuit zuidoost

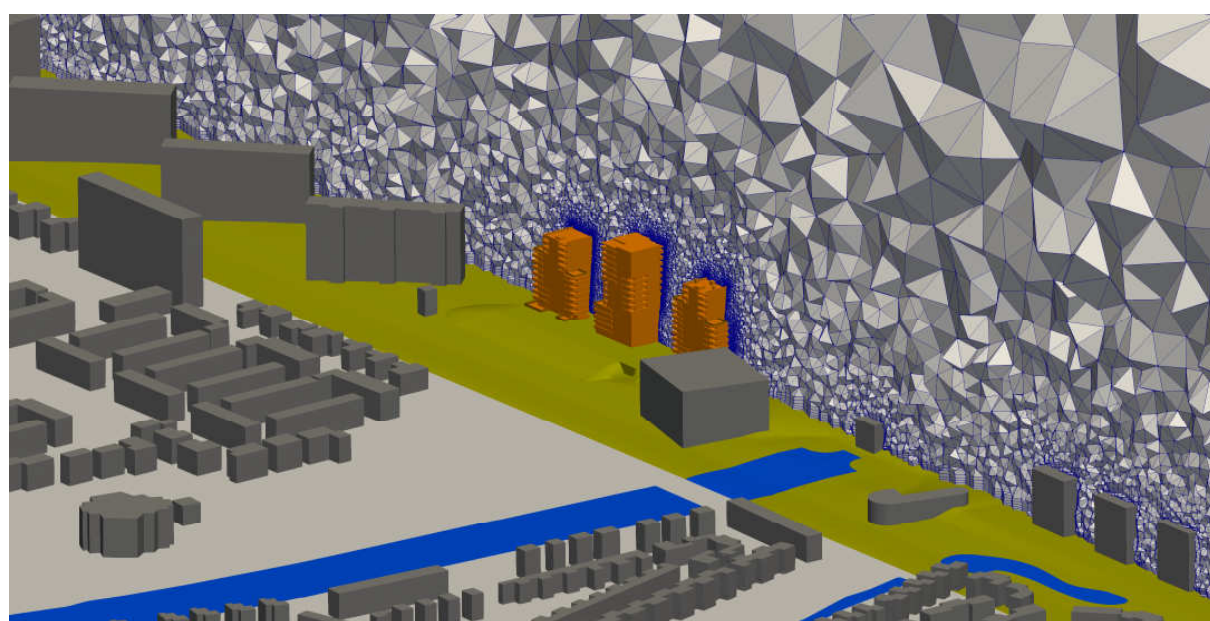
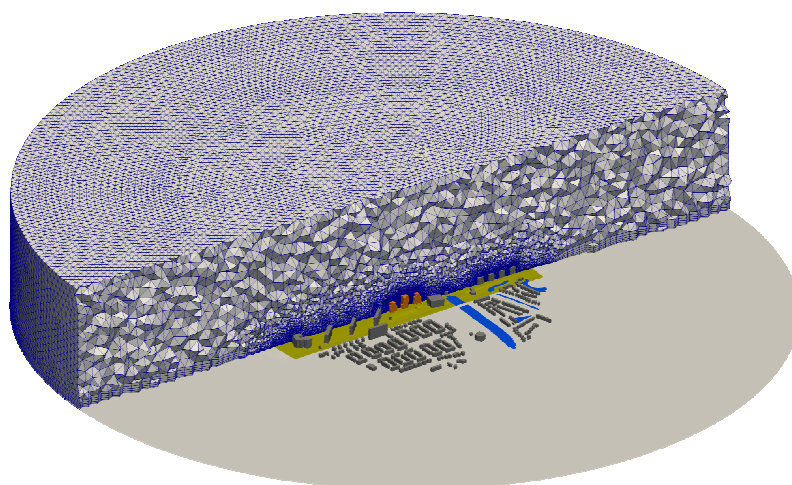
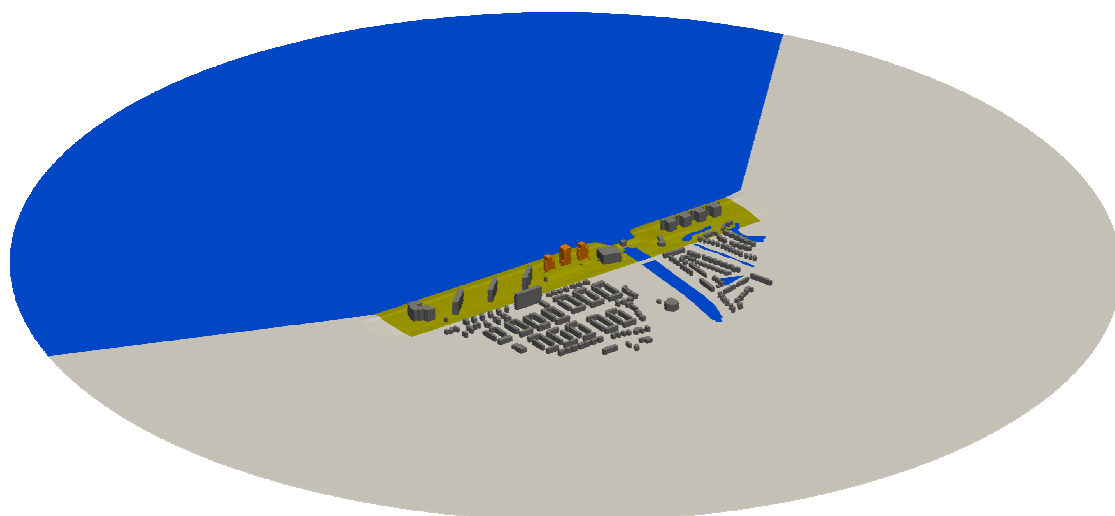


Figuur 7: Detail bouwplan vanuit zuidwest



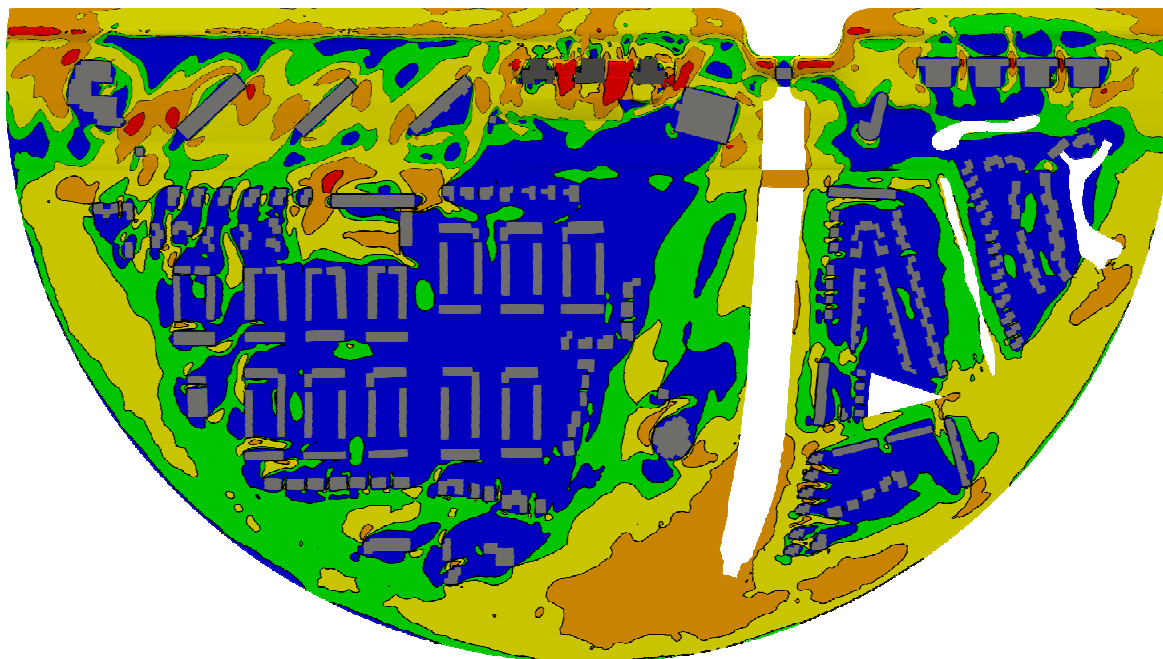
Figuur 8: Detail bouwplan vanuit noordwest

CFD rekenmodel en rekengrid

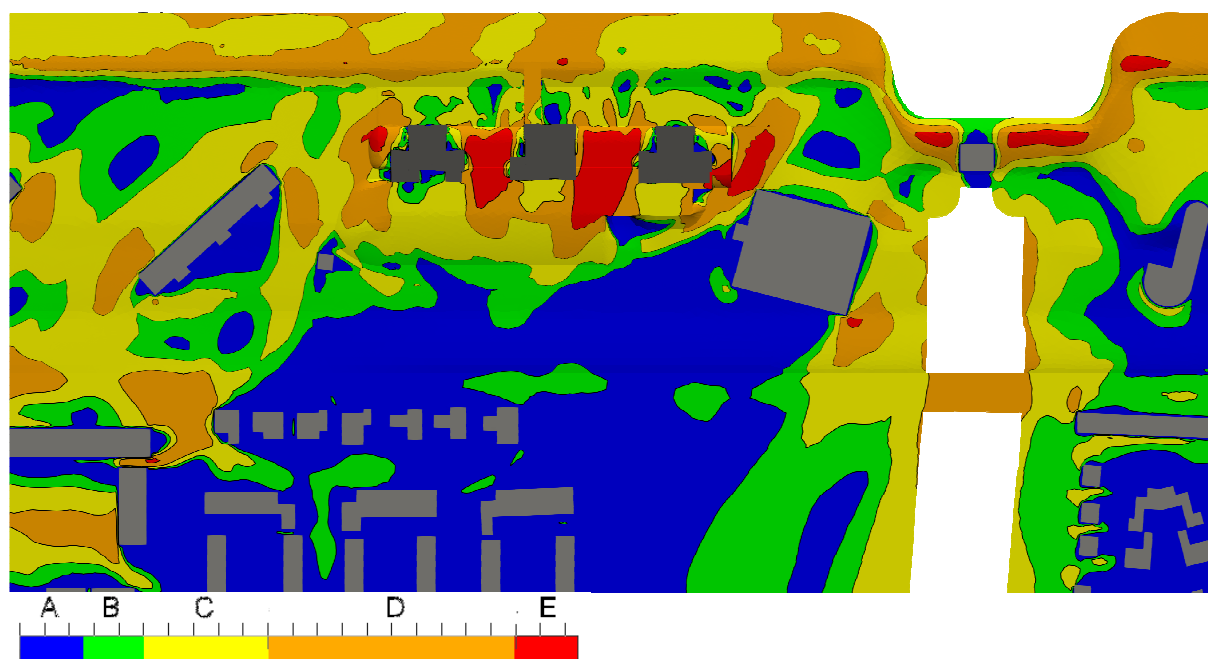


Bijlage V Grafische presentatie berekeningsresultaten, windhinder en gevaar conform NEN 8100

Windhinder



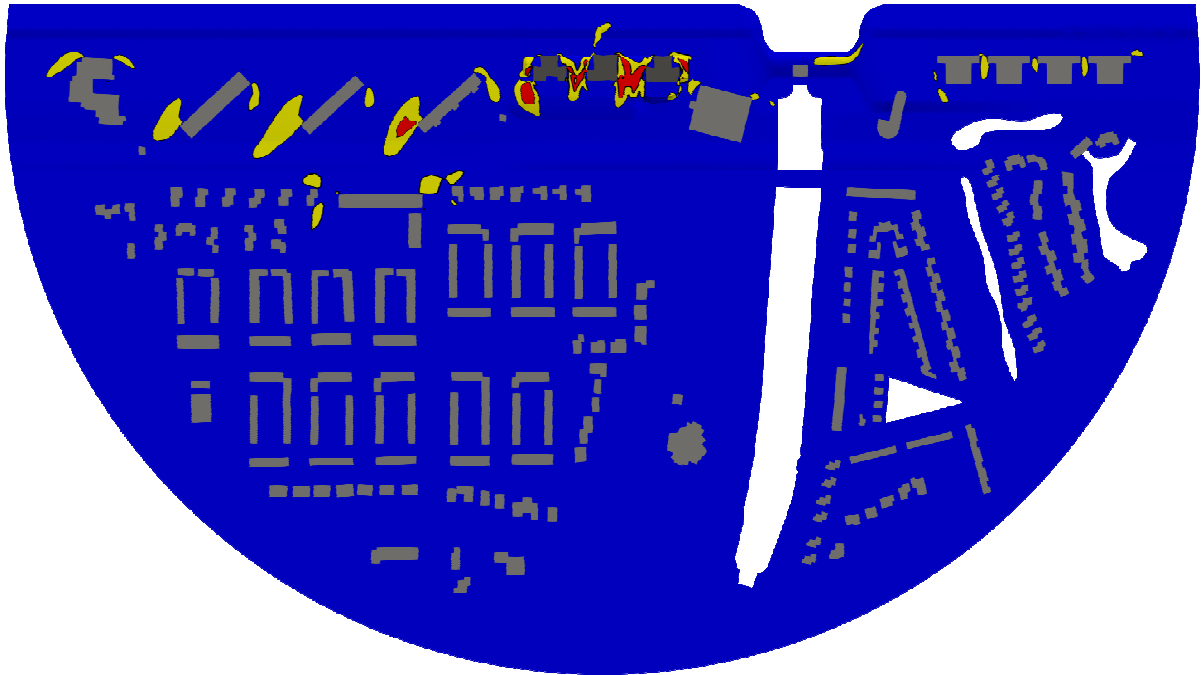
Figuur 1: Beoordeling windhinder conform NEN 8100 (overzicht)



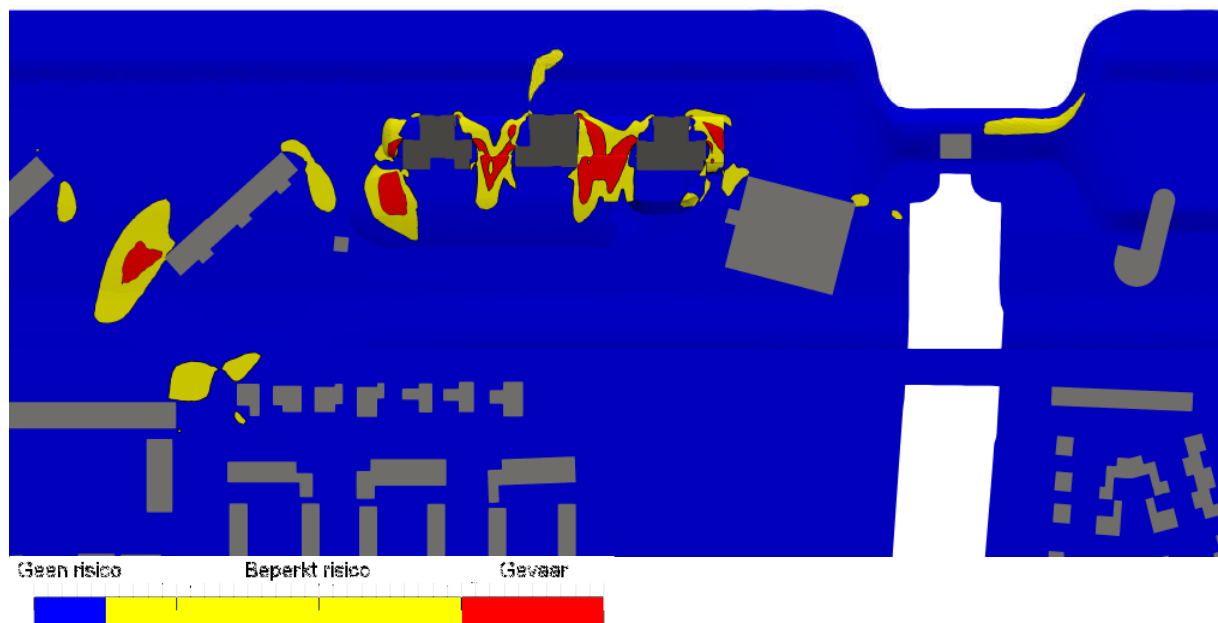
Figuur 2: Beoordeling windhinder conform NEN 8100 (detail)

Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwaliteits klasse	Activiteiten		
		Doorlopen (niet windhinder-gevoelig)	Slenteren (wel windhinder-gevoelig)	Langdurig zitten (meest windhinder-gevoelig)
< 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

Windgevaar



Figuur 3: Beoordeling windgevaar conform NEN 8100 (overzicht)

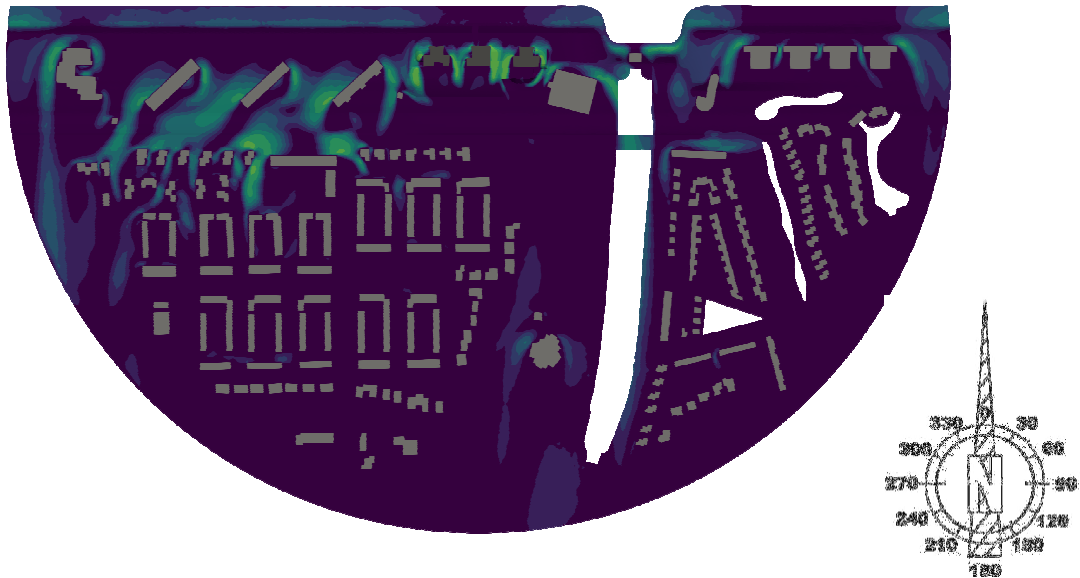


Figuur 4: Beoordeling windgevaar conform NEN 8100 (detail)

Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
$\leq 0,05$ %	Geen risico
0,05 - 0,30 %	Beperkt Risico
$\geq 0,30$ %	Gevaarlijk

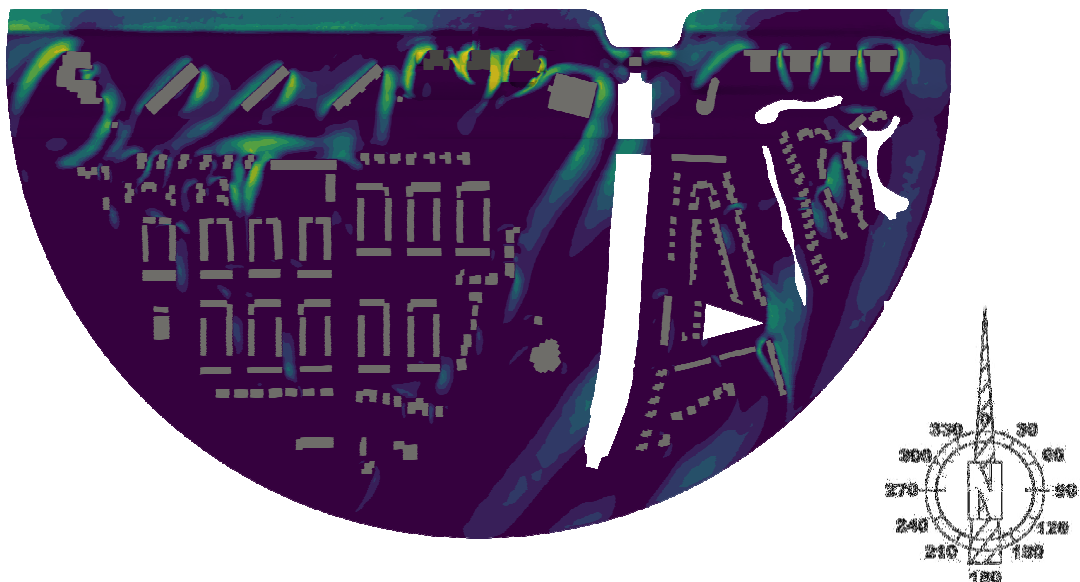
Bijlage VI Grafische presentatie berekeningsresultaten, overschrijdingskansen per windrichting

Windrichting: 0° Noord

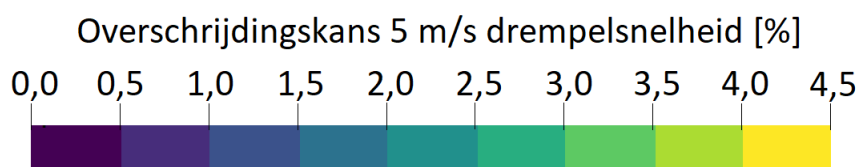


Figuur 1: Overschrijdingskans per windrichting 0° Noord

Windrichting: 30° Noord-Noordoost



Figuur 2: Overschrijdingskans per windrichting 30° Noord-Noordoost

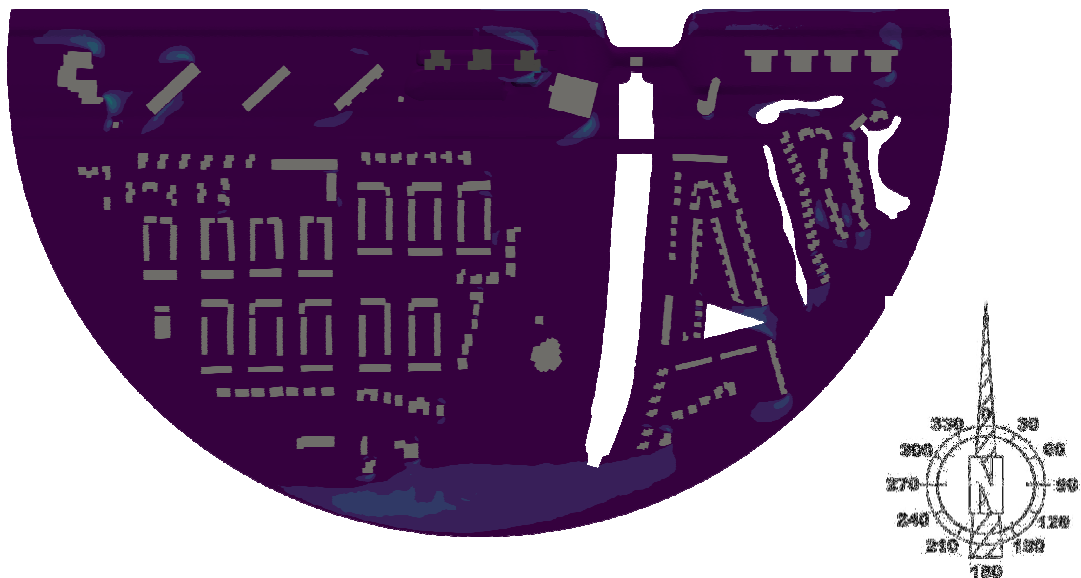


Windrichting: 60° Oost-Noordoost

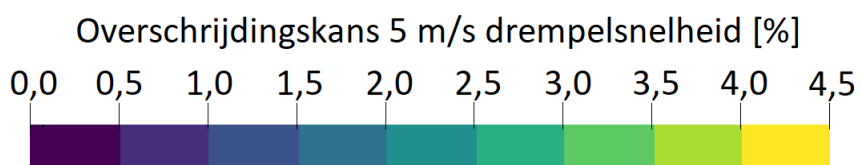


Figuur 3: Overschrijdingskans per windrichting 60° Oost-Noordoost

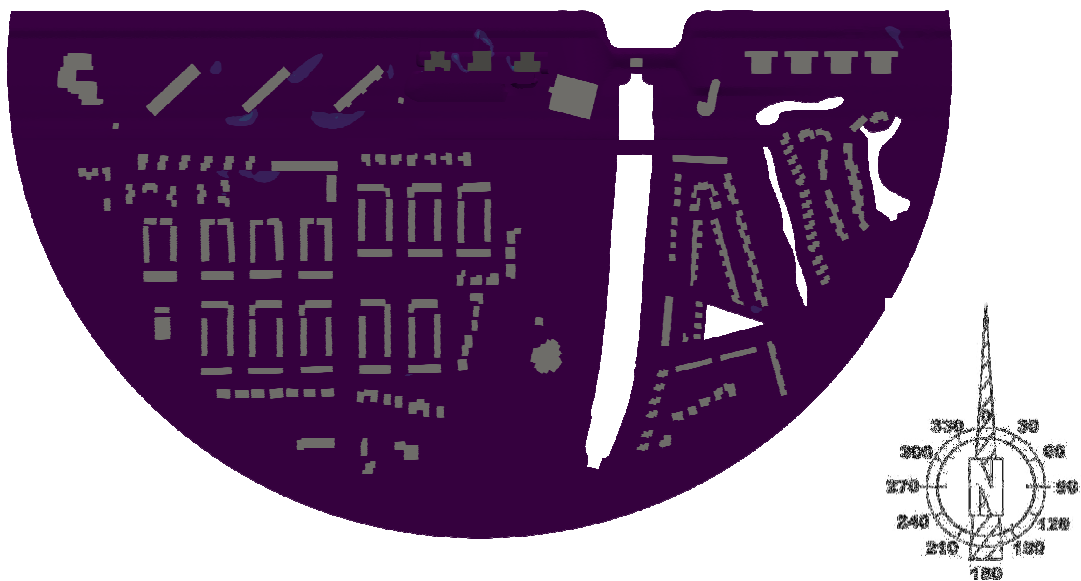
Windrichting: 90° Oost



Figuur 4: Overschrijdingskans per windrichting 60° Oost-Noordoost

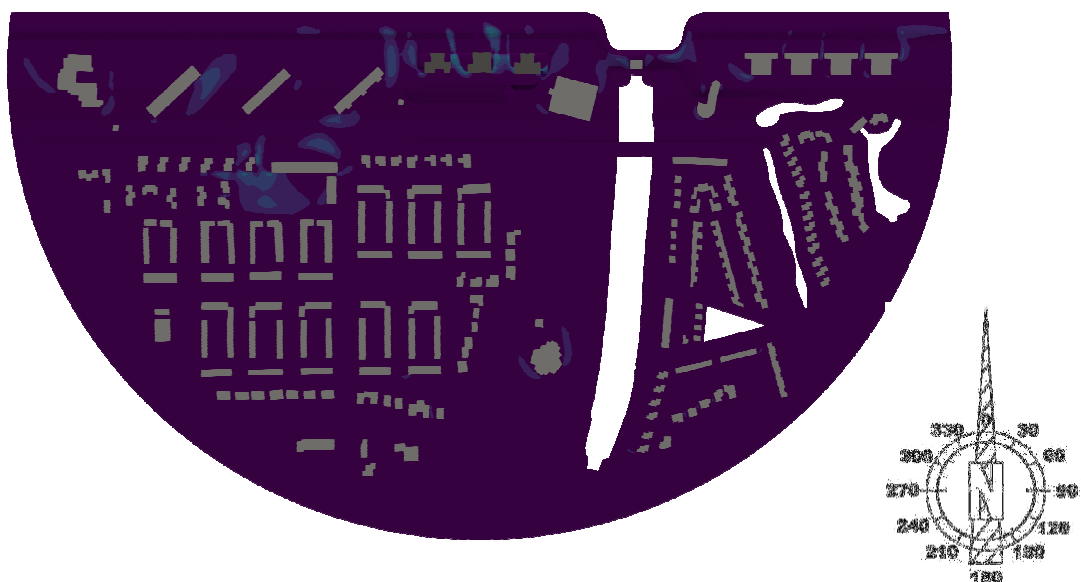


Windrichting: 120° Oost-Zuidoost

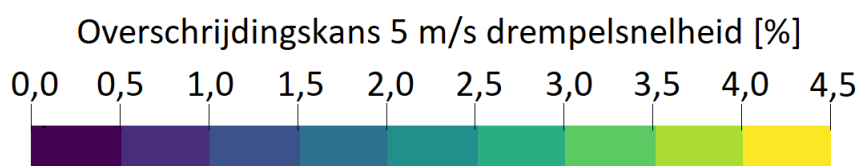


Figuur 5: Overschrijdingskans per windrichting 120° Oost-Zuidoost

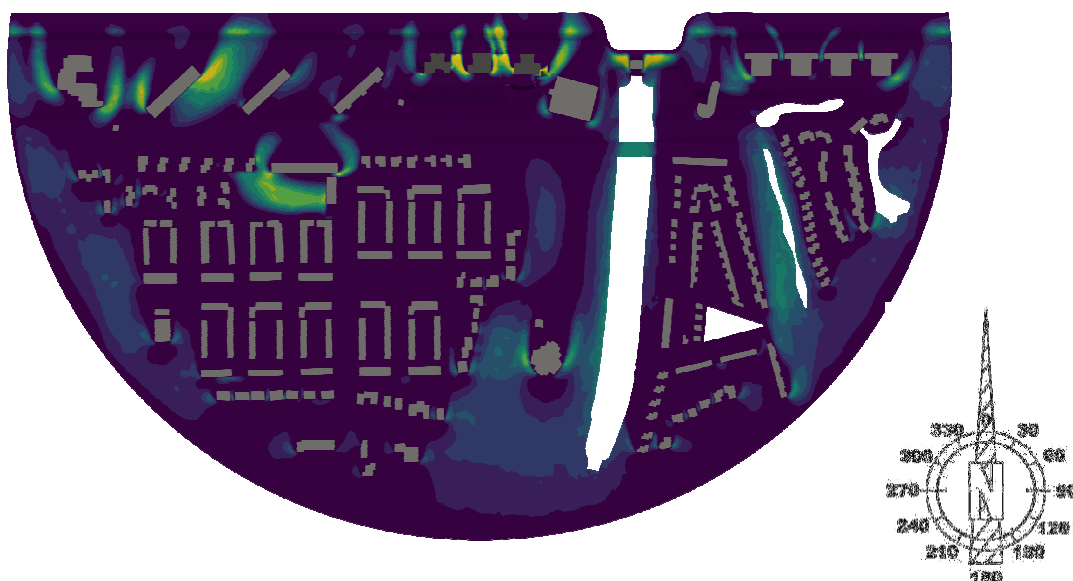
Windrichting: 150° Zuid-Zuidoost



Figuur 6: Overschrijdingskans per windrichting 150° Zuid-Zuidoost

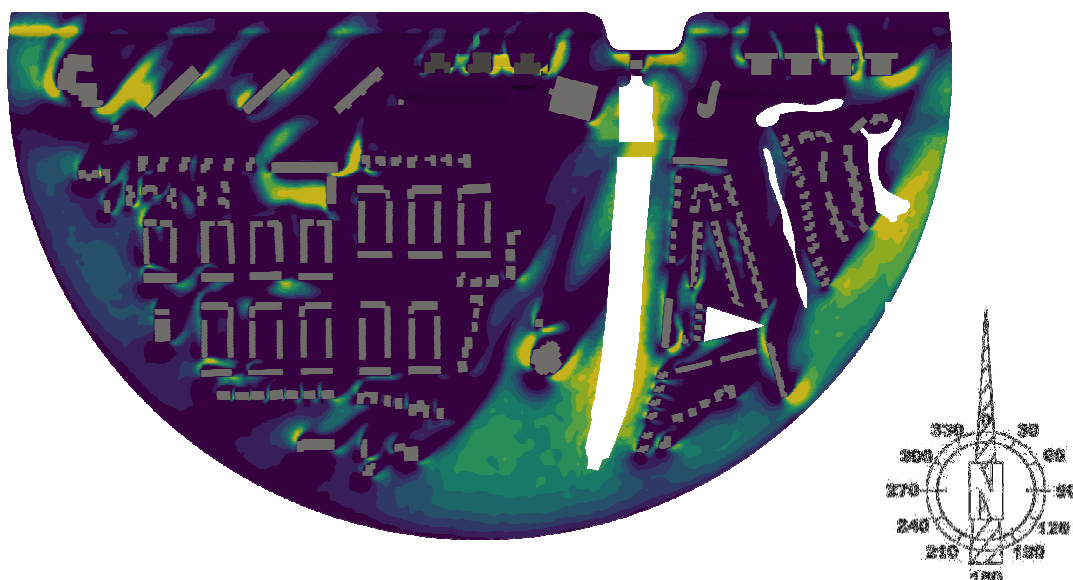


Windrichting: 180° Zuid

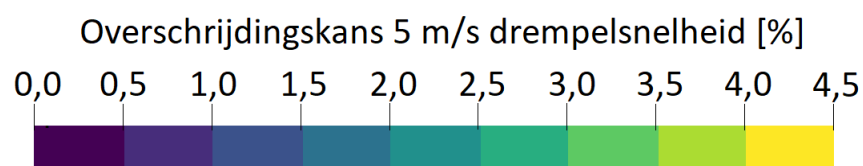


Figuur 7: Overschrijdingskans per windrichting 180° Zuid

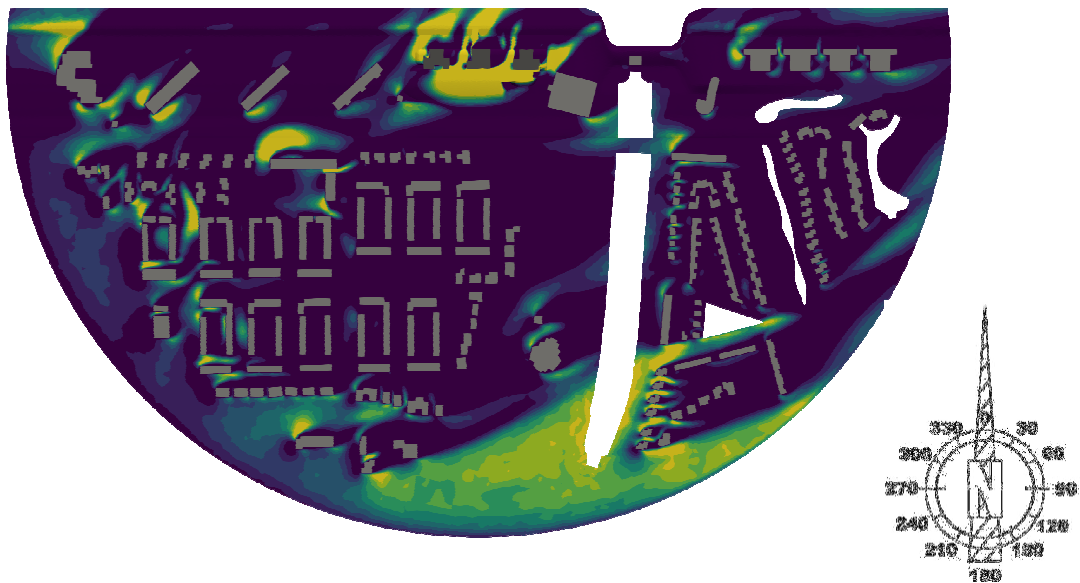
Windrichting: 210° Zuid-Zuidwest



Figuur 8: Overschrijdingskans per windrichting 210° Zuid-Zuidwest



Windrichting: 240° West-Zuidwest

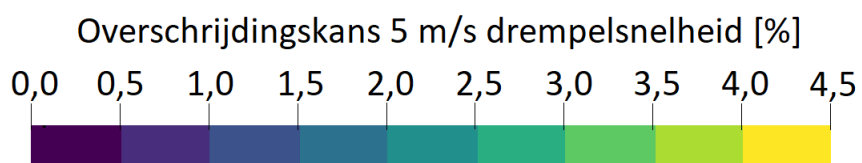


Figuur 9: Overschrijdingskans per windrichting 240° West-Zuidwest

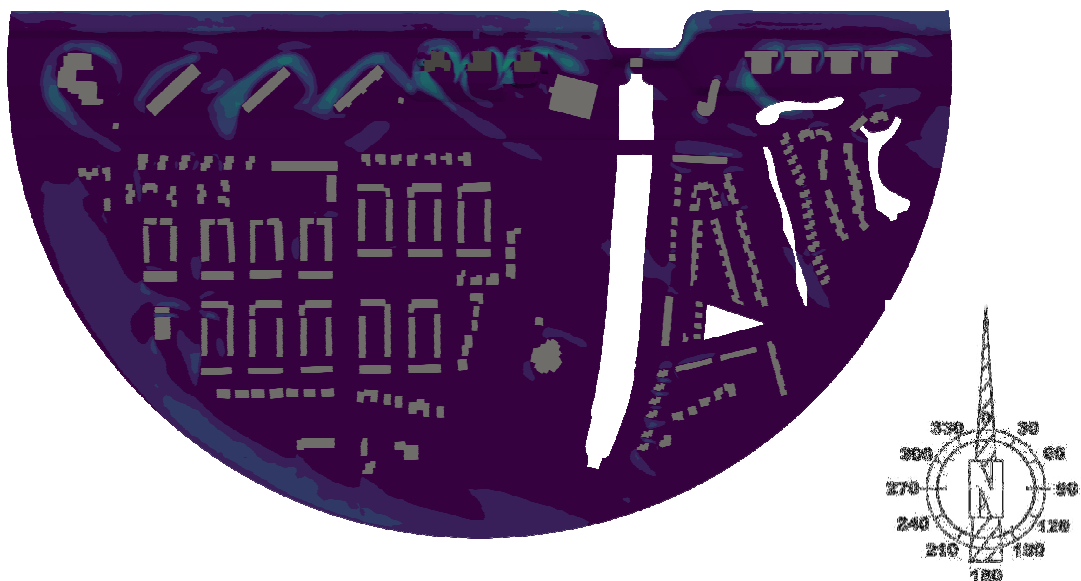
Windrichting: 270° West



Figuur 10: Overschrijdingskans per windrichting 270° West



Windrichting: 300° West-Noordwest

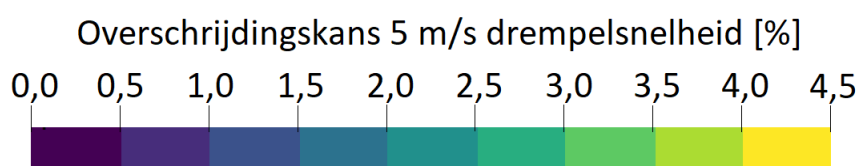


Figuur 11: Overschrijdingskans per windrichting 300° West-Noordwest

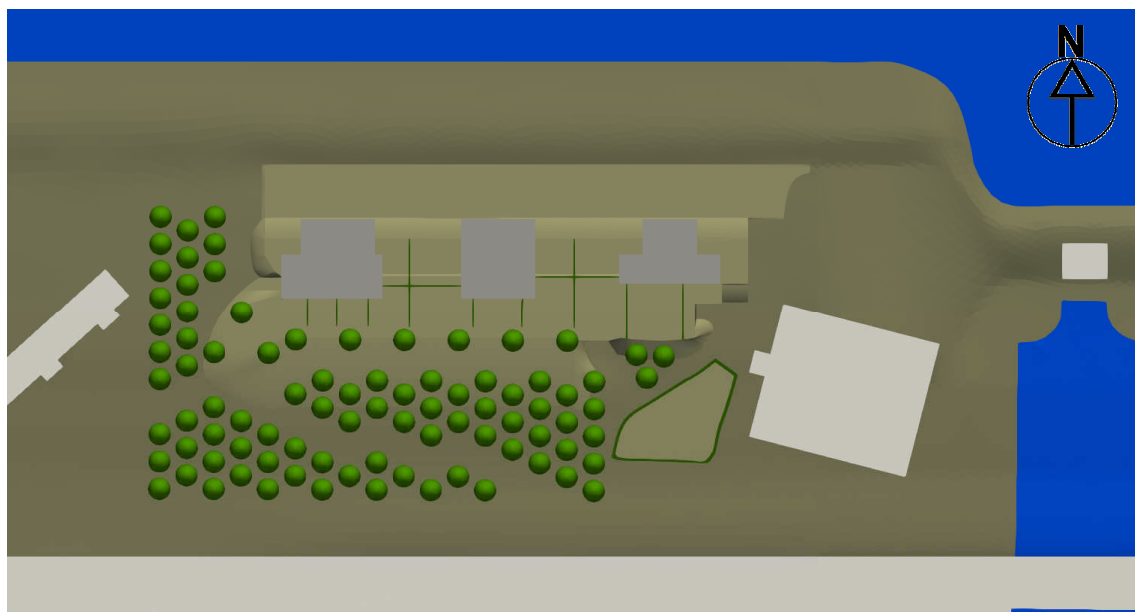
Windrichting: 330° Noord-Noordwest



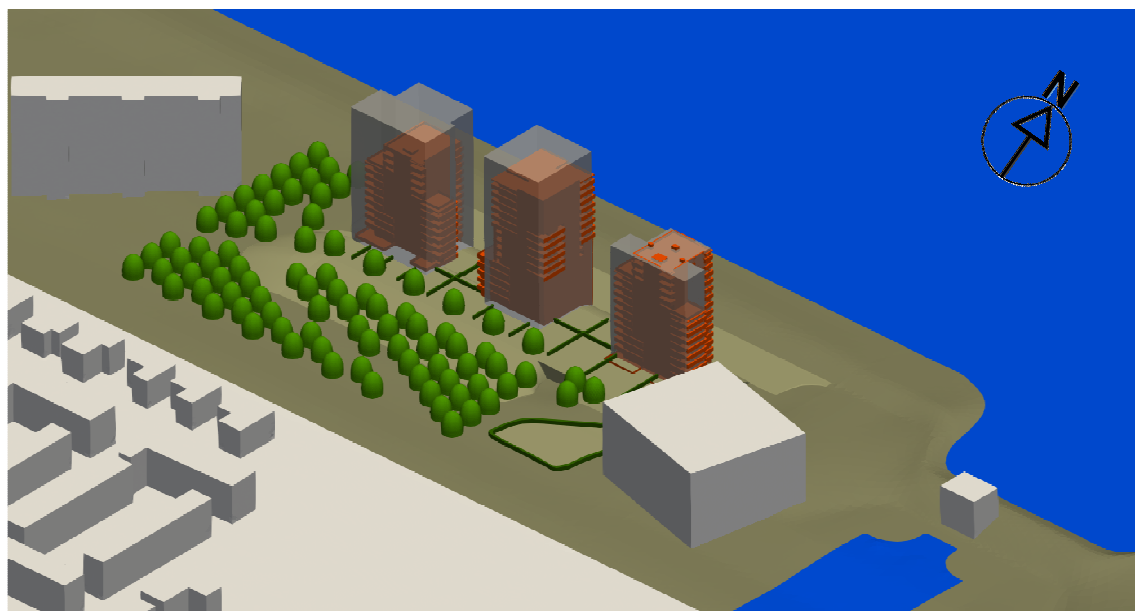
Figuur 12: Overschrijdingskans per windrichting 330° Noord-Noordwest



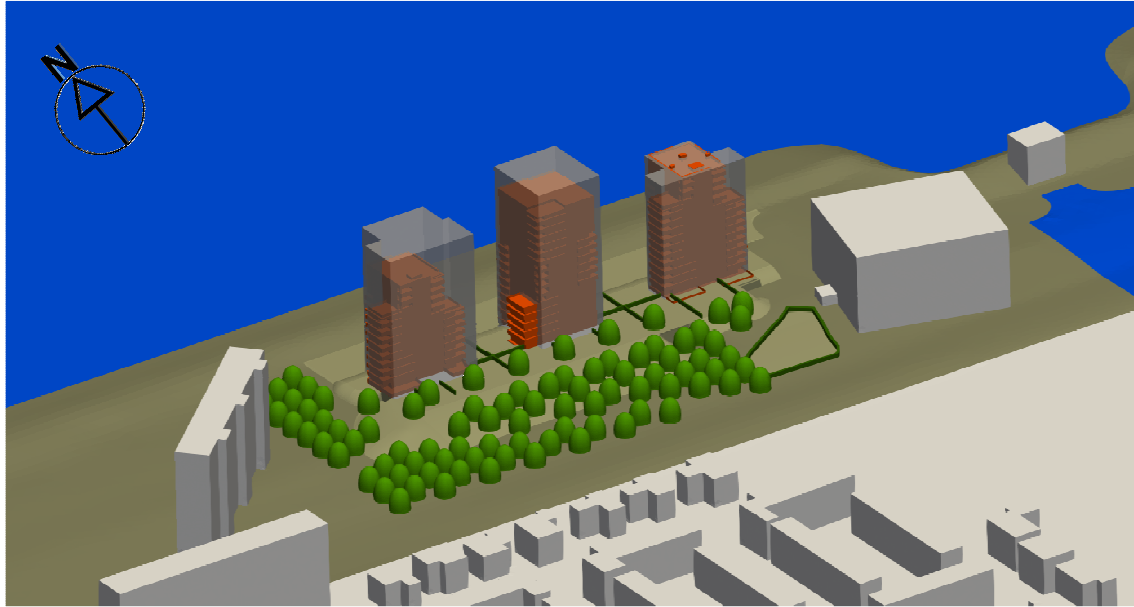
Bijlage VII Grafische presentatie berekeningsresultaten, variant



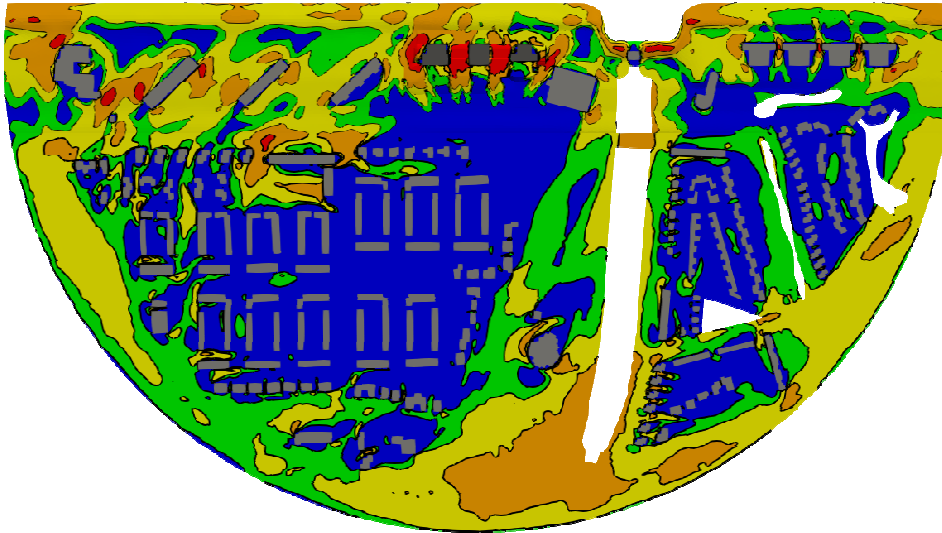
Figuur 1: Overzicht model plattegrond



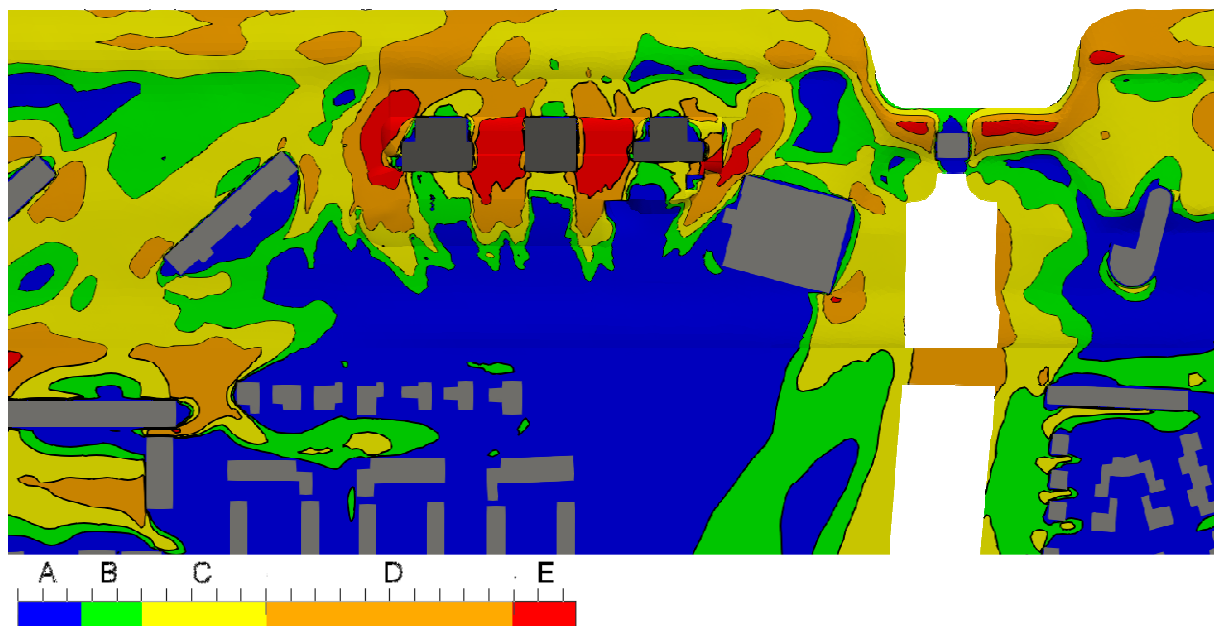
Figuur 2: Overzicht model vanuit zuidoost (Nieuw model = grijs Oorspronkelijk model = oranje)



Figuur 3: Overzicht model vanuit zuidwest (Nieuw model = grijs Oorspronkelijk model = oranje)

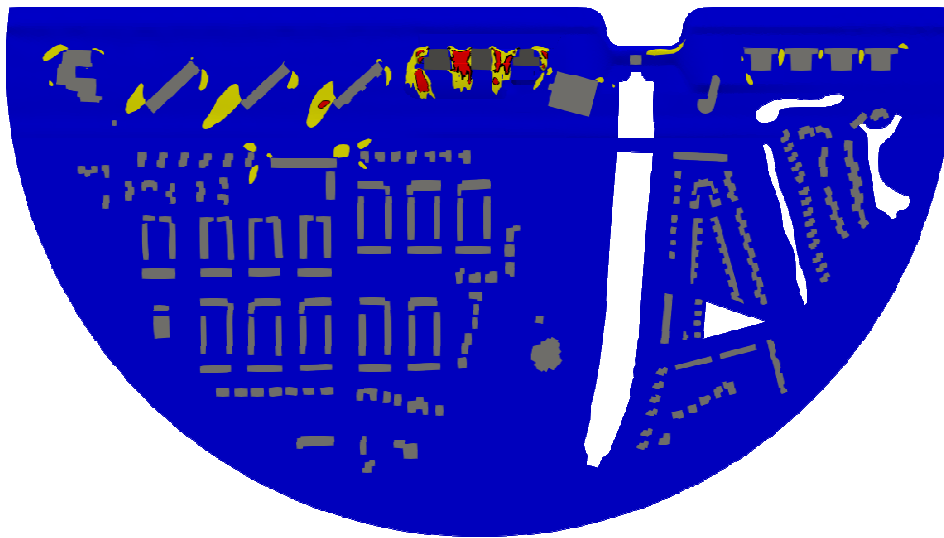


Figuur 4: Beoordeling windhinder conform NEN 8100 (overzicht)

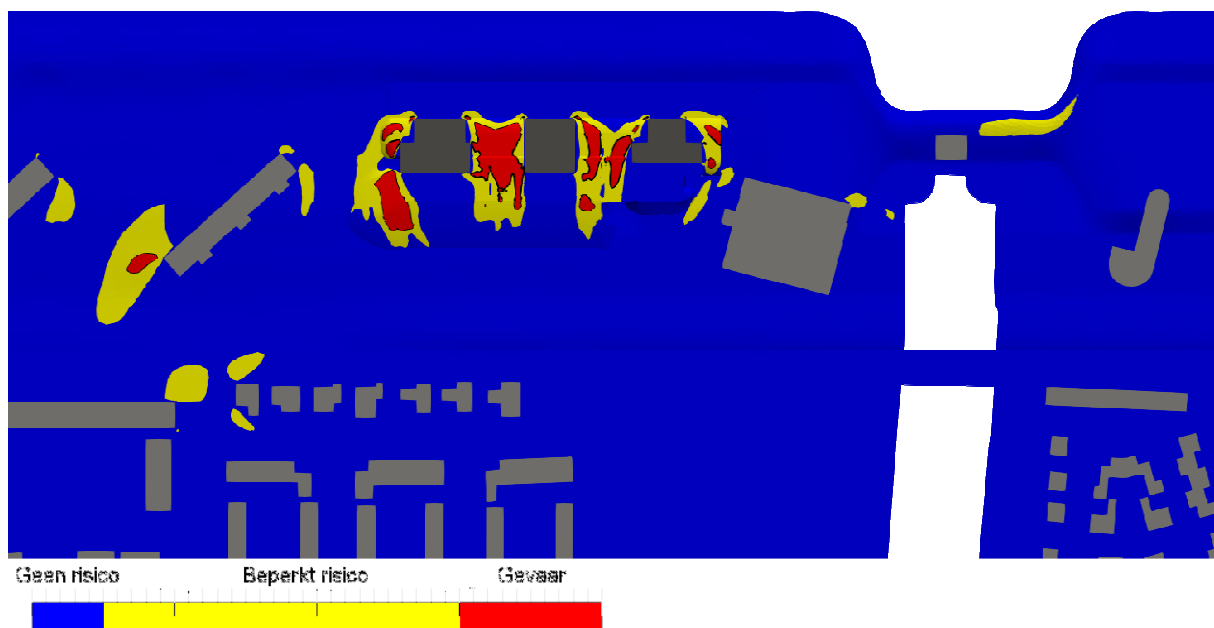


Figuur 5: Beoordeling windhinder conform NEN 8100 (detail)

Kans dat de drempelsnelheid (5 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwaliteits klasse	Activiteiten		
		Doorlopen (niet windhinder-gevoelig)	Slenteren (wel windhinder-gevoelig)	Langdurig zitten (meest windhinder-gevoelig)
< 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



Figuur 6: Beoordeling windgevaar conform NEN 8100 (overzicht)



Figuur 7: Beoordeling windgevaar conform NEN 8100 (detail)

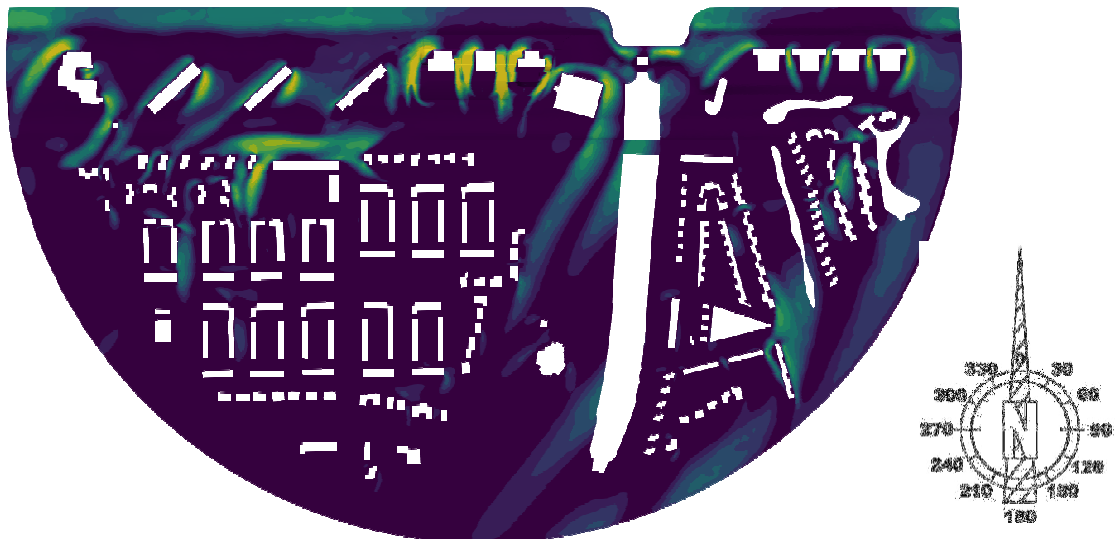
Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
$\leq 0,05 \%$	Geen risico
0,05 - 0,30 %	Beperkt Risico
$\geq 0,30 \%$	Gevaarlijk

Windrichting: 0° Noord

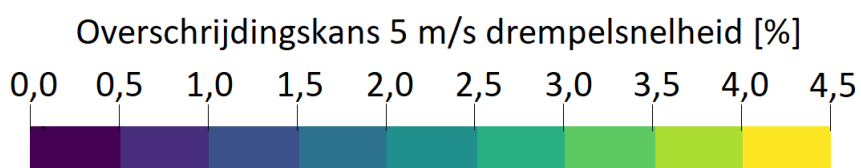


Figuur 8: Overschrijdingskans per windrichting 0° Noord

Windrichting: 30° Noord-Noordoost



Figuur 9: Overschrijdingskans per windrichting 30° Noord-Noordoost

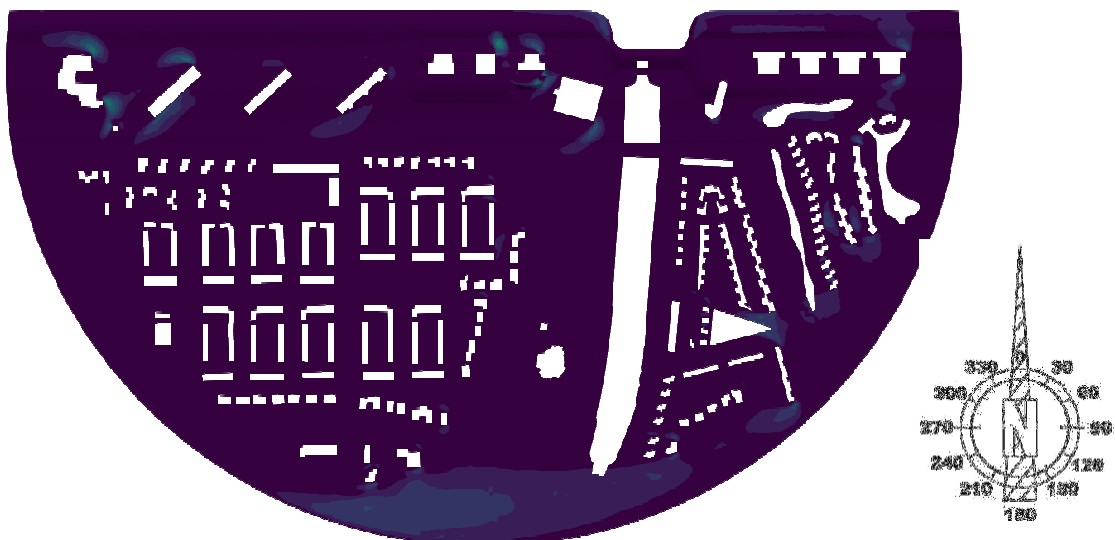


Windrichting: 60° Oost-Noordoost

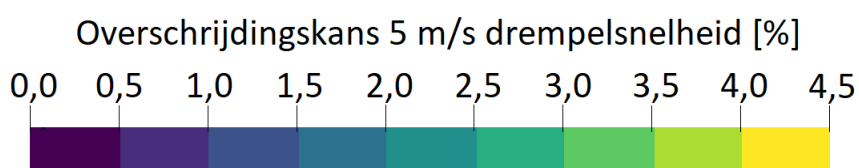


Figuur 10: Overschrijdingskans per windrichting 60° Oost-Noordoost

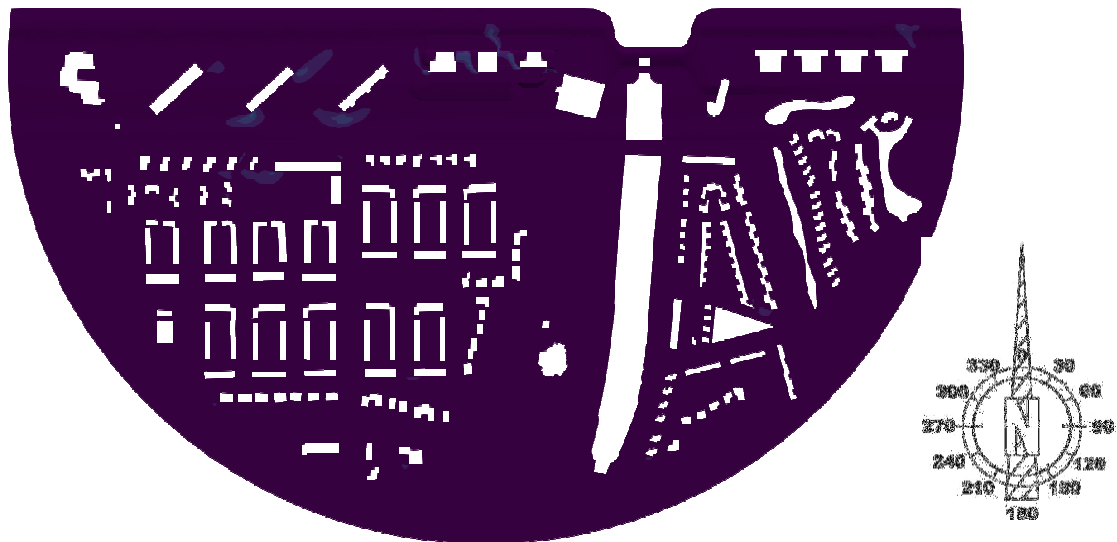
Windrichting: 90° Oost



Figuur 11: Overschrijdingskans per windrichting 60° Oost-Noordoost

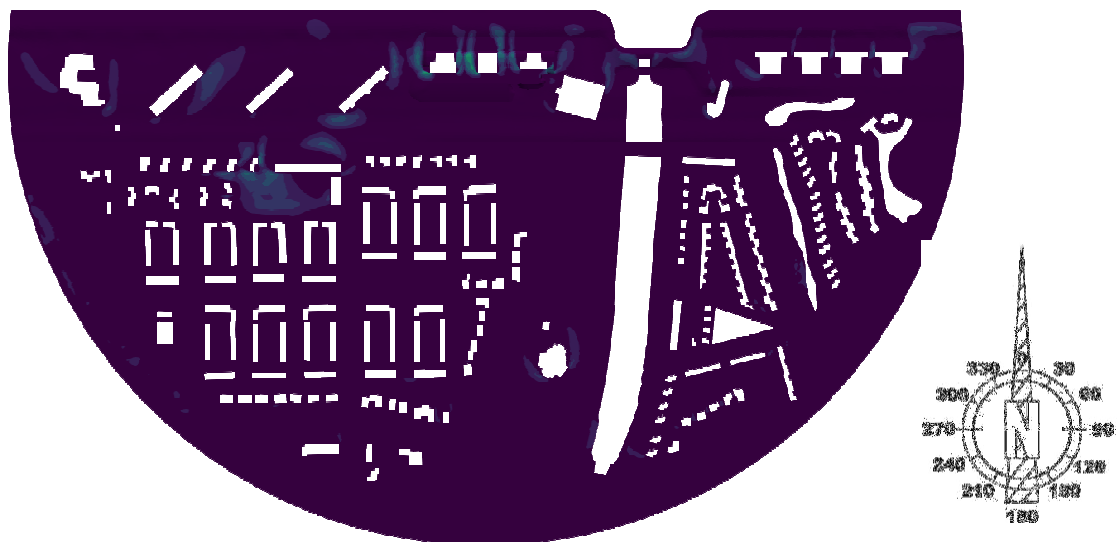


Windrichting: 120° Oost-Zuidoost

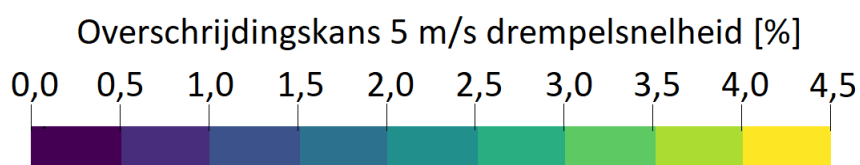


Figuur 12: Overschrijdingskans per windrichting 120° Oost-Zuidoost

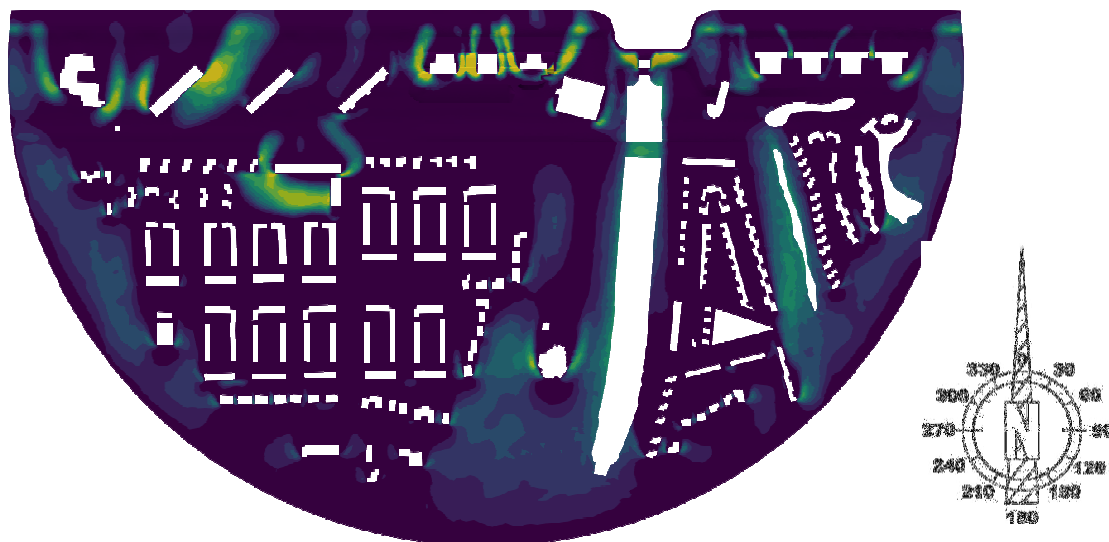
Windrichting: 150° Zuid-Zuidoost



Figuur 13: Overschrijdingskans per windrichting 150° Zuid-Zuidoost

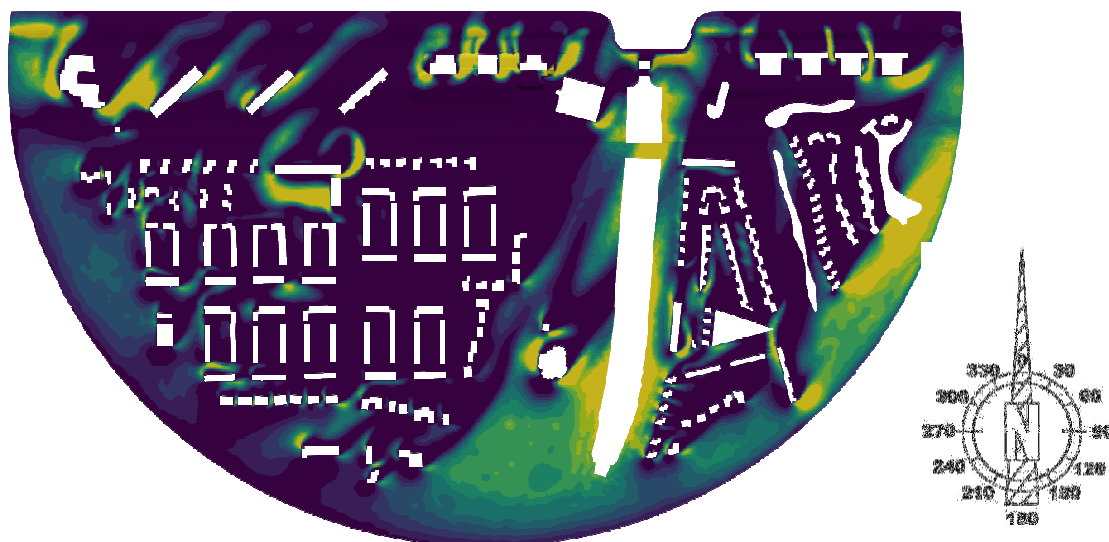


Windrichting: 180° Zuid

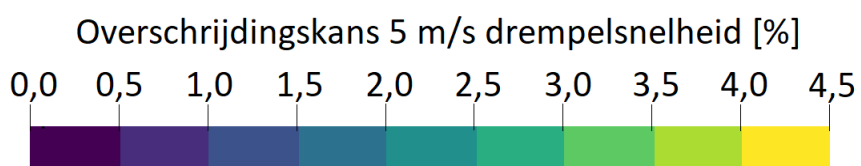


Figuur 14: Overschrijdingskans per windrichting 180° Zuid

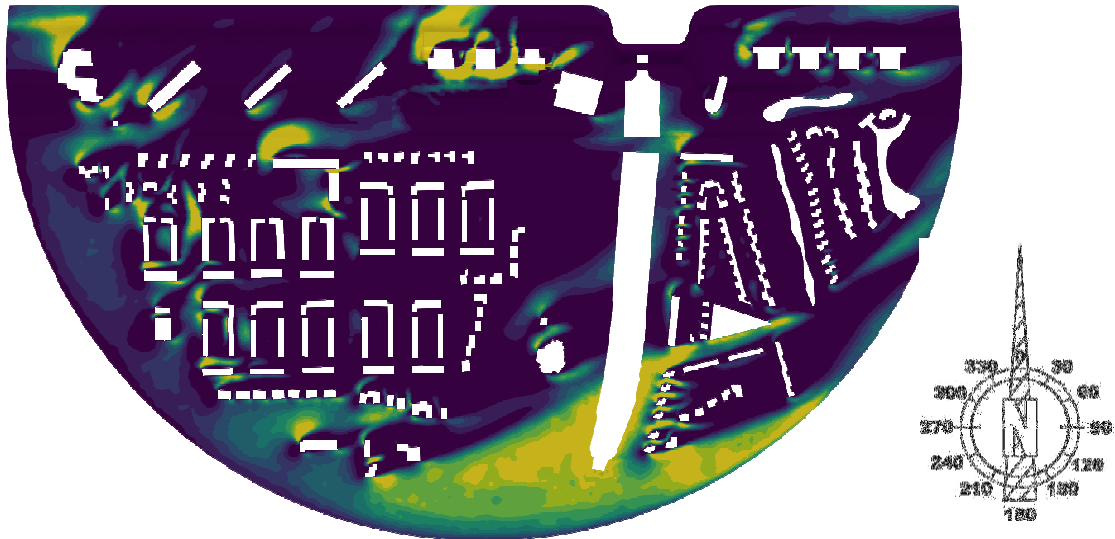
Windrichting: 210° Zuid-Zuidwest



Figuur 15: Overschrijdingskans per windrichting 210° Zuid-Zuidwest



Windrichting: 240° West-Zuidwest

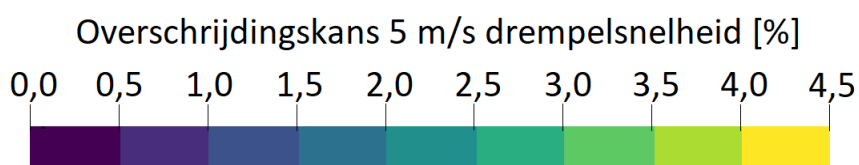


Figuur 16: Overschrijdingskans per windrichting 240° West-Zuidwest

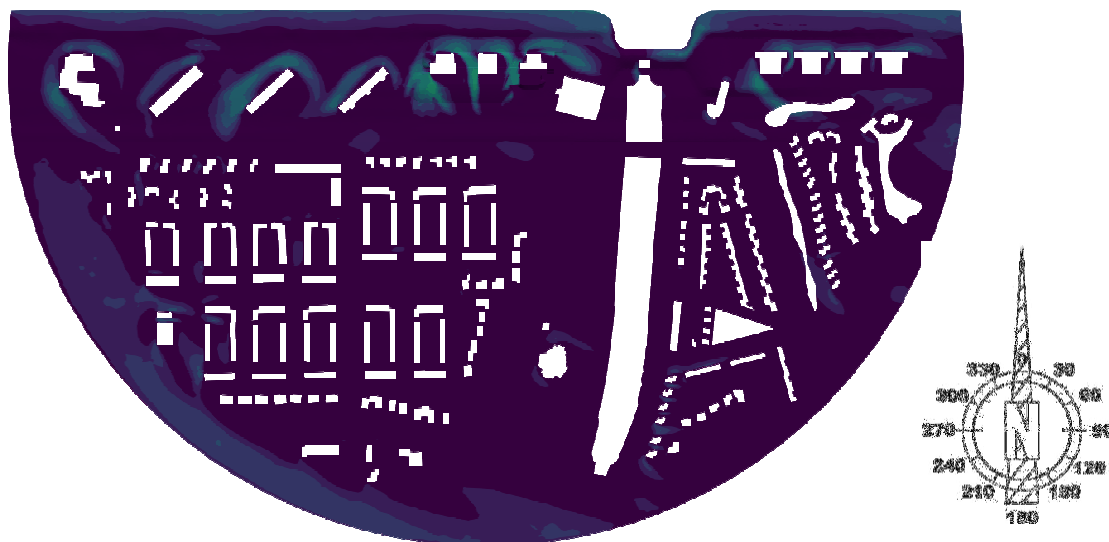
Windrichting: 270° West



Figuur 17: Overschrijdingskans per windrichting 270° West



Windrichting: 300° West-Noordwest

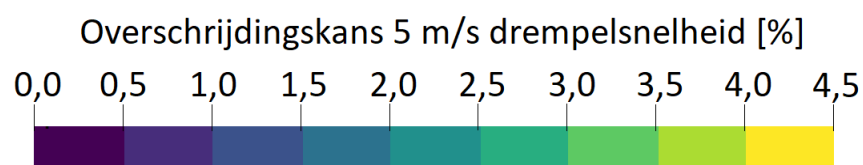


Figuur 18: Overschrijdingskans per windrichting 300° West-Noordwest

Windrichting: 330° Noord-Noordwest



Figuur 19: Overschrijdingskans per windrichting 330° Noord-Noordwest



Van: [REDACTED]

Verzonden: dinsdag 21 mei 2019 10:17

Aan: [REDACTED]
[REDACTED]

Onderwerp: RE: windhinderonderzoek Pattistpark [REDACTED]

Goedendag,

Hier de aanvullende figuren van kritische hoek tussen het project en het “maxima” gebouw.
De resultaten zowel van het Basisontwerp als het ontwerp met maatregelen is opgenomen.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]

Adviseur



Contactgegevens

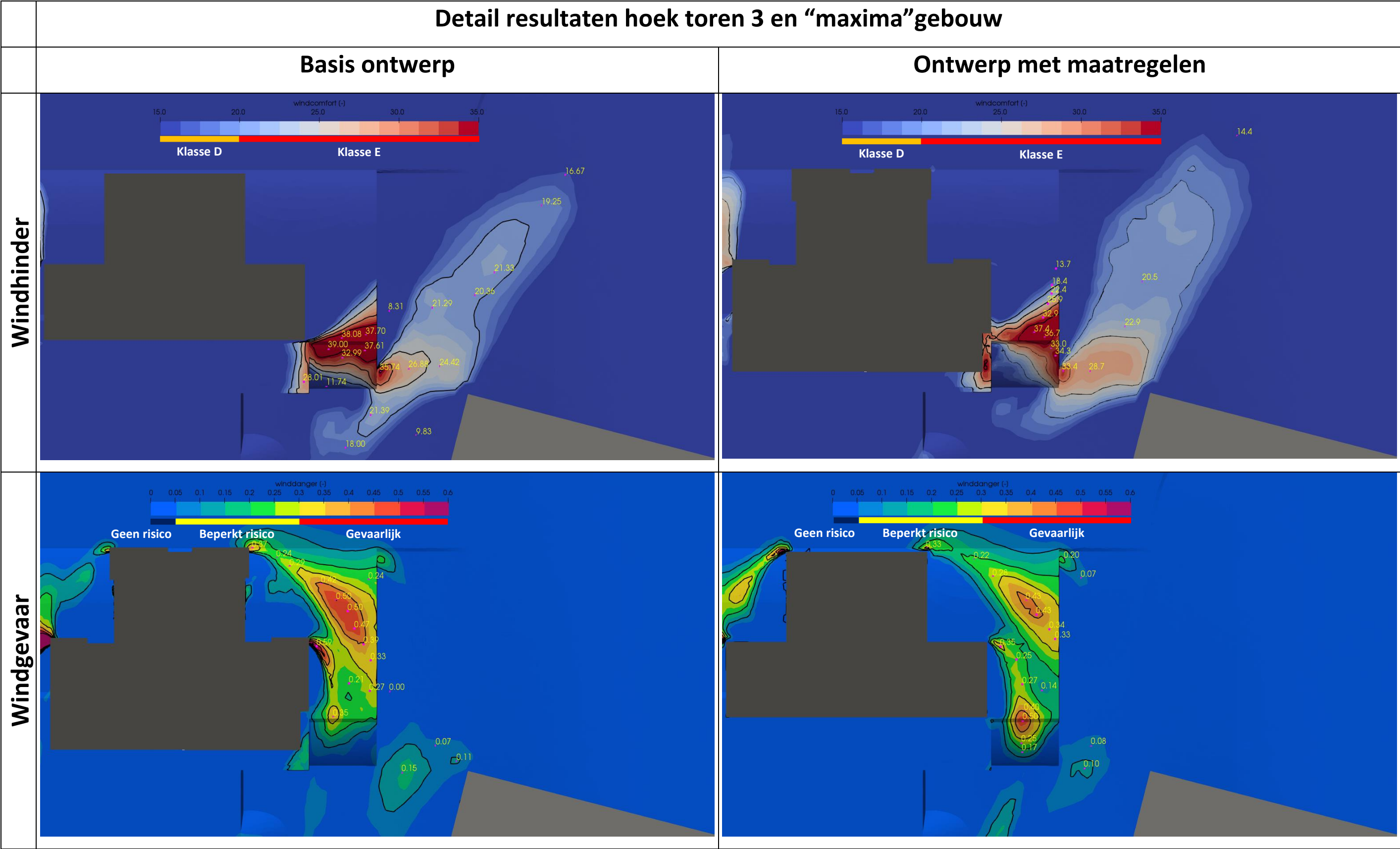
Hoofdweg 70
3067 GH Rotterdam
Tel +31610486947
[REDACTED]@cauberghuygen.nl

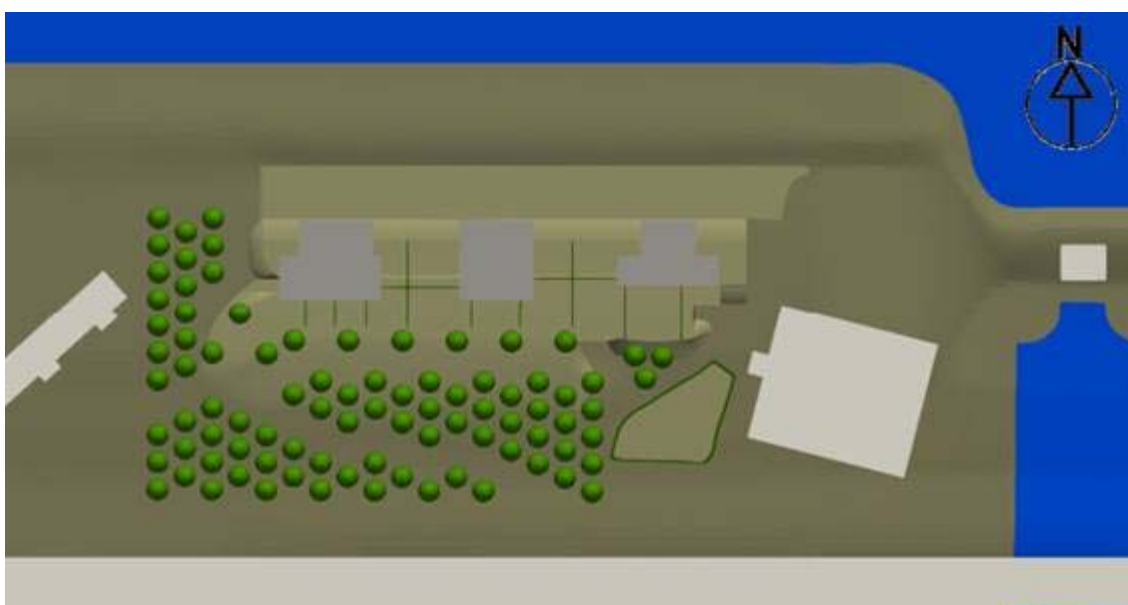
Cauberg Huygen B.V.

Postadres: Hoofdweg 70
3067 GH Rotterdam
Tel algemeen: +31 88 5152 505
Mail algemeen: info@cauberghuygen.nl

Disclaimer link

Op al onze overeenkomsten, tenzij anders overeen te komen, zijn de voorwaarden vanuit de KvK en de recentste DNR2011 van toepassing. De DNR2011 is te downloaden via de volgende [link](#)





Beplanting op het dak stallingsgarage en ten zuiden van het plan