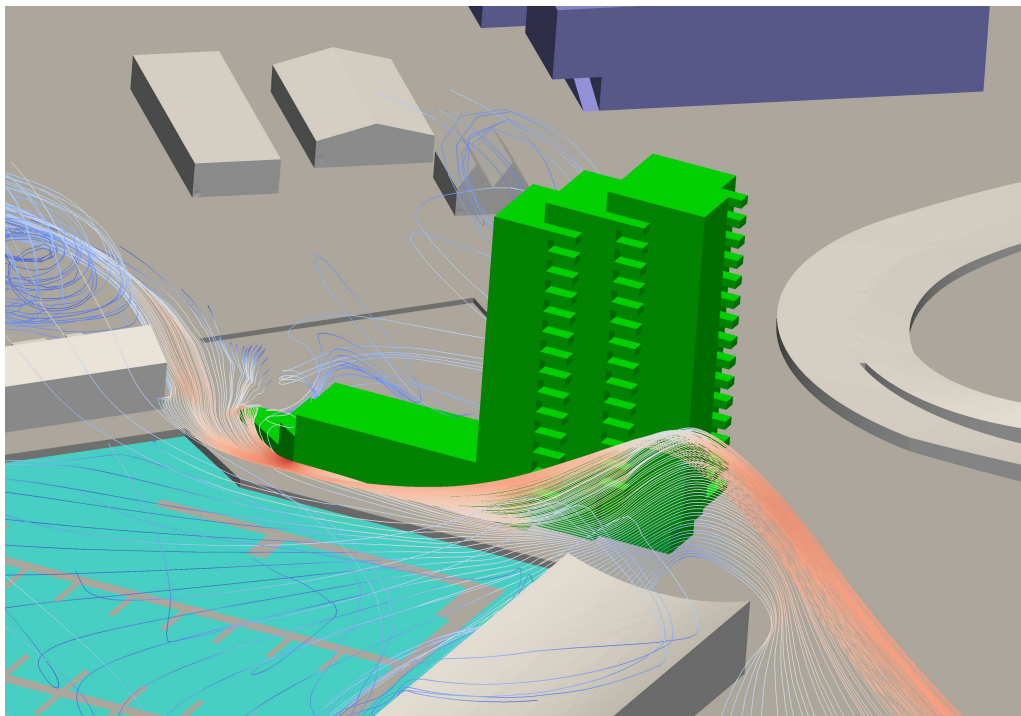


Windstudie Festivalterrein te Groningen

CFD-studie windklimaat



AFR-4528
17-11-2017
Versie 1.0

2017 © Actiflow
Auteur(s): Dr. Lorenzo Lignarolo
Controleur(s): ir. Reinier Maas

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	Normstelling	2
3	Opzet van de berekening	4
3.1	Software	4
3.2	Geometrie en rekenrooster	4
3.3	Aannames en randvoorwaarden	7
4	Resultaten	8
5	Conclusies	15
A	Inlegvel NEN 8100:2006	17
B	Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid	18

1

Introductie

Men is voornemens aan de Reitdiephaven in Groningen nieuwbouw te realiseren van een woontoren van circa 50 m hoog (17 verdiepingen). De nieuwbouw is gelegen aan de jachthaven. Deze locatie wordt omgeven door relatief open terrein aan de stadsgrens van Groningen. De aanwezigheid van akkers en weiland en het ontbreken van (hoge) bebouwing en obstakels ten einde de wind te blokkeren kan leiden tot een windstromingspatroon dat zorgt voor discomfort, hinder of gevaar. Dit kan vervolgens leiden tot een verminderde bruikbaarheid van de ruimte en dus een lagere waarde. In het kader van de ruimtelijke onderbouwing wordt bij dit onderzoek het windklimaat in de omgeving op maaiveld vergeleken tussen de bestaande en nieuwe situatie, om daarmee het effect van de nieuwbouw op het windklimaat in beeld te brengen. In de nieuwe situatie wordt de naastgelegen hoogbouw aan de Hoogeweg meegenomen in het onderzoek. Daarnaast wordt er extra aandacht geschonken aan het windklimaat in de jachthaven.

Actiflow is gevraagd om voor de genoemde nieuwbouw het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen op basis van Computational Fluid Dynamics, CFD. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, conform de Nederlandse norm NEN 8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving.' Op basis van deze normering is een studie uitgevoerd voor de nieuwe situatie.

Hoofdstuk 2 van onderhavige rapportage gaat in op de gebruikte normstelling waaraan getoetst is. De gebruikte geometrie van het gebouw, de omgeving, het rekendomein en de bijbehorende randvoorwaarden zijn vermeld in hoofdstuk 3. De resultaten van de berekeningen worden weergegeven in hoofdstuk 4, waarna de conclusies volgen in hoofdstuk 5.

2

Normstelling

In onderhavige windstudie wordt het windklimaat ter plaatse van openbare buitenruimten in kaart gebracht. De toetsing hiervan vindt plaats aan de hand van de normstelling uit NEN 8100:2006.

In de norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. De definitie van windhinder is het ondervinden van hinder door wind. Dit zal bij een gemiddeld persoon gebeuren wanneer de lokale uurgemiddelde windsnelheid meer dan 5 m/s bedraagt. Windgevaar is het optreden van een dergelijk hoge windsnelheid waarbij in ernstige mate problemen optreden bij het lopen, zoals evenwichtsverlies, waardoor het onmogelijk wordt zich staande te houden of zich lopend voort te bewegen. Windgevaar vindt vooral tijdens vlagen plaats. Dit fenomeen wordt vanwege de benodigde rekenkracht en conform de norm, niet gemodelleerd in een tijdsafhankelijke berekening, maar in een aanvulling op de statistische windhinderanalyse. Hier wordt aangenomen dat windgevaar optreedt als de uurgemiddelde lokale windsnelheid meer dan 15 m/s bedraagt.

NEN 8100:2006 geeft een indeling voor windhinder naar kwaliteitsklassen. Deze indeling is terug te vinden in tabel 2.1. Aan de hand van de kans op overschrijding van de grenswaarde voor windhinder wordt bepaald in welke klasse een locatie valt. Afhankelijk van het gebruiksdoel van de locatie wordt een bepaalde klasse gekarakteriseerd als goed, matig of slecht.

Tabel 2.1: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder

Overschrijdingskans	Kwaliteitseis	Activiteiten		
$P(V_{LOK} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5	B	Goed	Goed	Matig
5 - 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 - 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Tabel 2.2 toont de indeling en kwalificatie voor de kans op windgevaar op vergelijkbare wijze als voor windhinder wordt gedaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor activiteitsklassen II. en III. zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Voor deze activiteitsklassen geldt dat enkel $p \leq 0.05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet te allen tijde worden vermeden.

Tabel 2.2: Eisen voor de beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar

Overschrijdingskans	Kwaliteitseis
$P(V_{LOK} > V_{DR,H})$ in procenten van het aantal uren per jaar	
0,05 - 0,30	Beperkt risico
> 0,30	Gevaarlijk

Toetsing vindt voor zowel windhinder als windgevaar plaats op een hoogte van 1,75 m boven het grondoppervlak. Hierbij wordt de vergelijking gemaakt tussen de bestaande en de nieuwe situatie.

Gebouwentrees vormen een afwijkend element in de beoordeling. Hiervoor biedt NEN 8100:2006 namelijk geen handvatten, echter is enige aandacht voor deze elementen op zijn plaats. Geadviseerd wordt hierbij te hoog optredende windsnelheden, waardoor gebouwentrees slecht bruikbaar kunnen worden, te voorkomen. Dit zou het openen van deuren namelijk negatief kunnen beïnvloeden. Dientengevolge wordt de algemeen geaccepteerde richtlijn hieromtrent hier benoemd. Ter plaatse van gebouwentrees dient bij voorkeur windhinder klasse A behaald te worden, klasse B biedt een matig niveau. Hogere klassen, evenals mogelijk windgevaar dienen vermeden te worden.

3

Opzet van de berekening

Voor een overzicht van de instellingen bij de berekening wordt verwezen naar het inlegvel uit de NEN 8100:2006, welke is toegevoegd in bijlage A.

3.1 Software

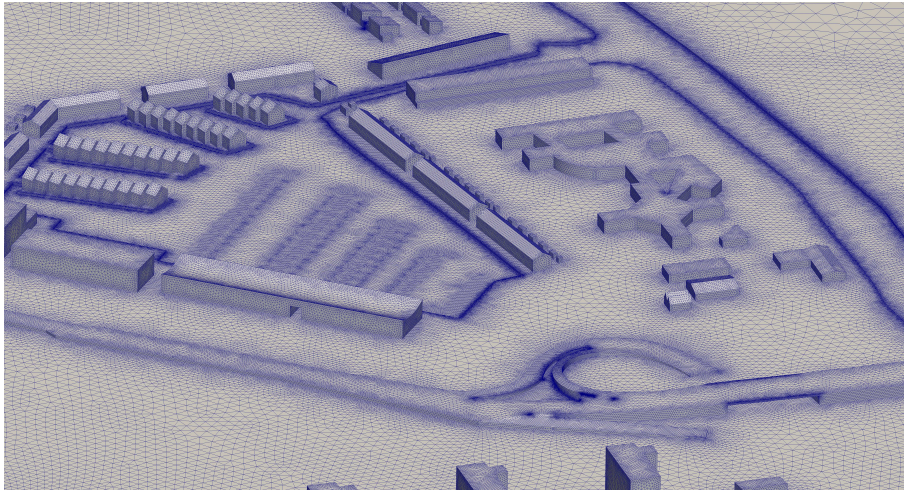
De berekening is uitgevoerd met behulp van OpenFOAM, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuüm mechanica en thermodynamica. Voor dit project is "simpleFoam" gebruikt. Deze solver is gebaseerd op de incompressibele Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen en houdt rekening met turbulentie. Turbulentie is gemodelleerd in het $k-\omega$ SST model.

3.2 Geometrie en rekenrooster

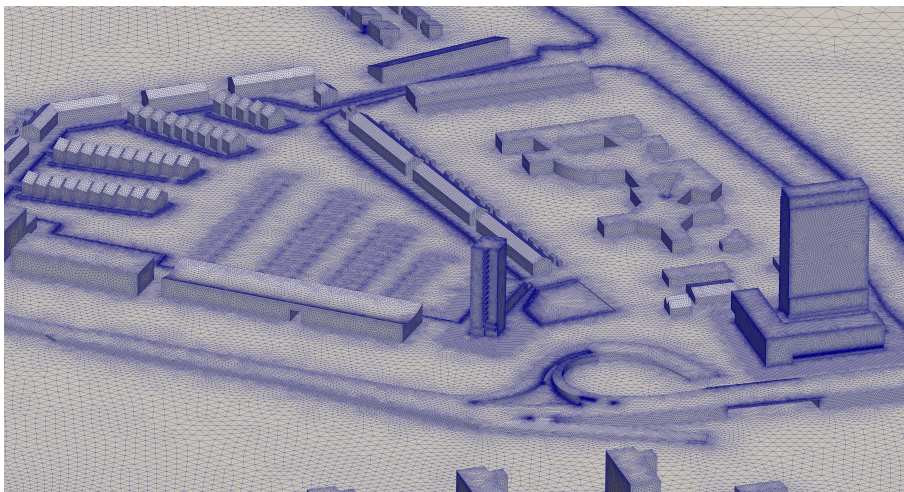
Het driedimensionale model is weergegeven in figuur 3.1 en 3.2. Dit betreft het model inclusief de bestaande en nieuwe situatie. Het model omvat de bebouwing en belangrijke hoogteverschillen in een straal van ten minste 300 m rond het plangebied. In de nieuwe situatie wordt ook de nieuwe hoogbouw die gelegen is aan de Hoogeweg meegenomen in het onderzoek. De omliggende bebouwing is als eenvoudige volumes weergegeven. Bij de nieuwbouw is een grotere mate van detail meegenomen, vanwege de interesse in het exacte windstromingspatroon op deze locatie.

Rond het driedimensionaal model is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3.000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat het voor- of achtergebied te klein wordt. De ruwheid van het voorland, inclusief water, is afgestemd op de werkelijke situatie.

Op basis van de hierboven beschreven geometrie is een rekenrooster opgesteld, zie Figuur 3.2 (nieuwe situatie). Dit rooster bestaat uit 16.891.997 cellen bij de bestaande situatie en 20.082.855 cellen bij de nieuwe situatie. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen prisma's geplaatst. Deze prismalaag zorgt voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de atmosferische grenslaag.

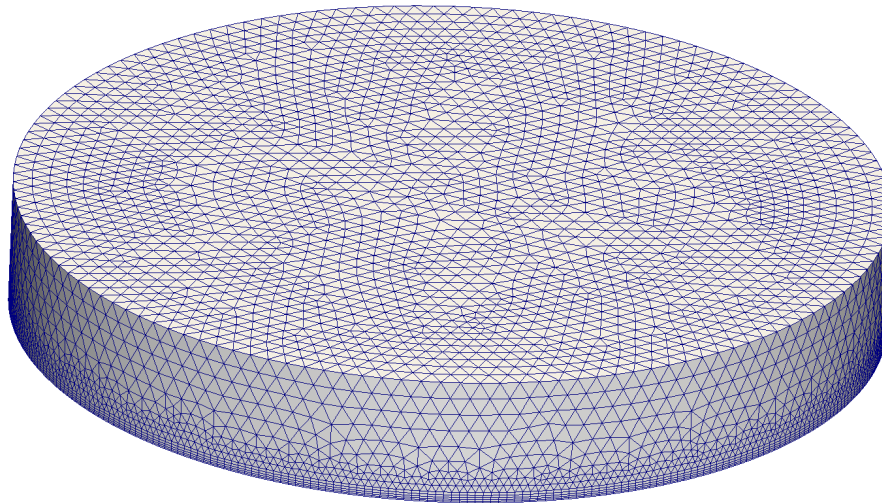


(a) Bestaande situatie

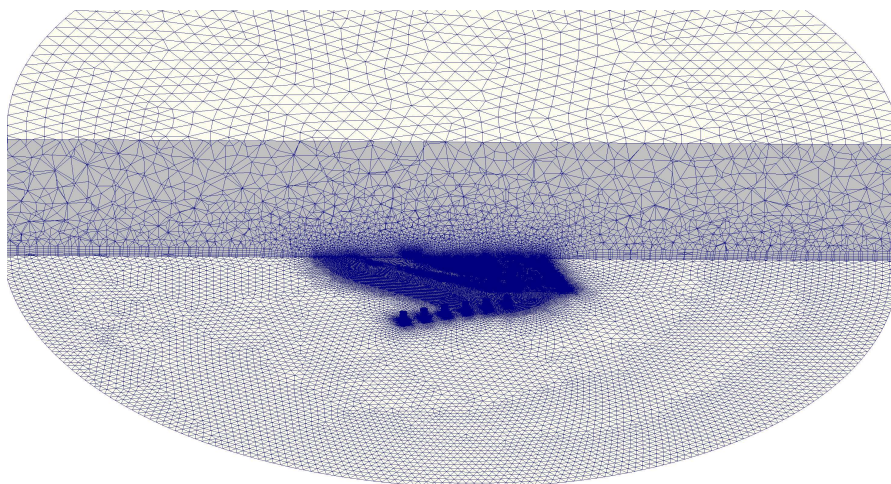


(b) Nieuwe situatie

Figuur 3.1: Impressie model met rekengrid



(a) Beeld van het volledige rekengrid



(b) Doorsnede over het rekengrid

Figuur 3.2: Impressie rekengrid (nieuwe situatie)

3.3 Aannames en randvoorwaarden

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, te weten 12 windrichtingen. Er is aangenomen dat de atmosferische grenslaag een snelheidsprofiel heeft volgens vergelijking 3.1 en 3.2. Hierin is U_n de horizontale windsnelheid, z de hoogte vanaf het maaiveld, en z_0 een ruwheidslengte. De ruwheidslengte is een maat voor de ruwheid van het terrein. Verder geldt dat $\kappa = 0,41$. Deze empirische constante is gerelateerd aan het gebruik van wandfuncties. Ook de turbulente grootheden k en ω verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft C_μ de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulente model (k- ω SST).

$$U_n(z) = \left(\frac{U^*}{\kappa} \right) \ln \left(\frac{z + z_0}{z_0} \right) \quad (3.1)$$

$$U^*(z_0, U_{ref}, z_{ref}) = \frac{\kappa \cdot U_{ref}}{\ln \left(\frac{z_{ref} + z_0}{z_0} \right)} \quad (3.2)$$

$$k(z) = \frac{U^{*2}}{\sqrt{C_\mu}} \quad (3.3)$$

$$\omega(z) = \frac{U^*}{\kappa(z - z_{ground} + z_0) \sqrt{C_\mu}} \quad (3.4)$$

Voor de 12 windrichtingen die in beschouwing zijn genomen wordt een resulterend snelheidsveld bepaald. Hiermee is voor elke locatie per windrichting de versterkingsfactor ten opzichte van de opgelegde windsnelheid vastgelegd. Vervolgens wordt de lokale windstatistiek gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van de drempelwindsnelheid. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een acceptabel windklimaat kan zijn.

4

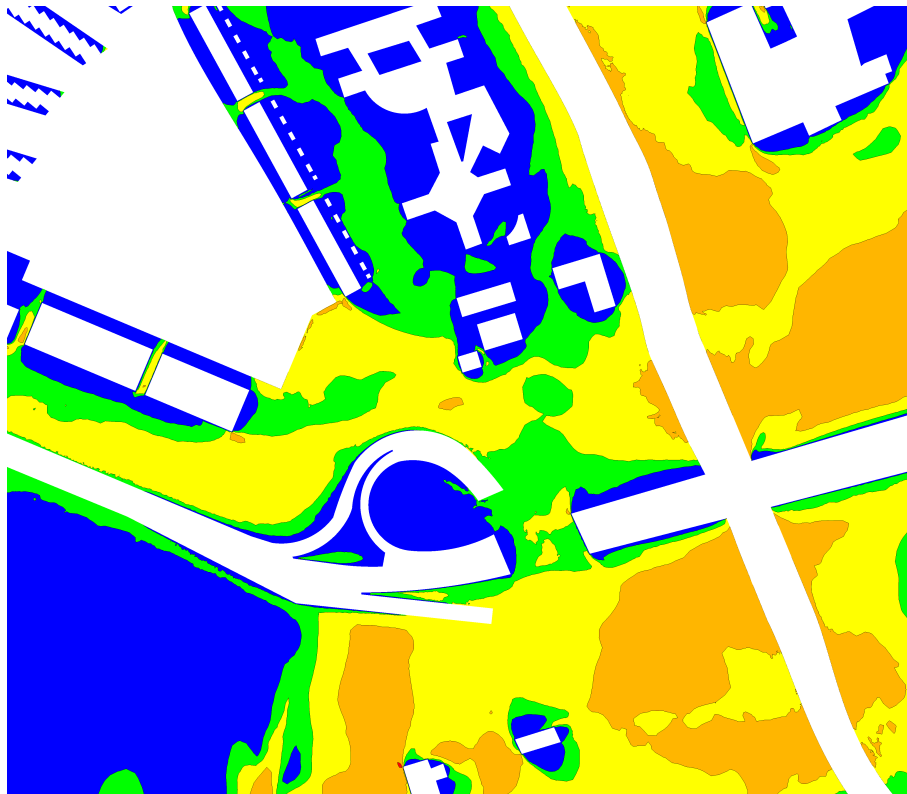
Resultaten

De resultaten zijn bepaald voor de openbare buitenruimten in de omgeving van de nieuwbouw ten behoeve van de ruimtelijke onderbouwing. De resultaten worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld. Voor de visualisatie van windhinder worden afbeeldingen gebruikt op drie schaalniveau's, namelijk een overzicht van de hele omgeving, een close-up van het plan met de directe omgeving en een overzicht van de jachthaven.

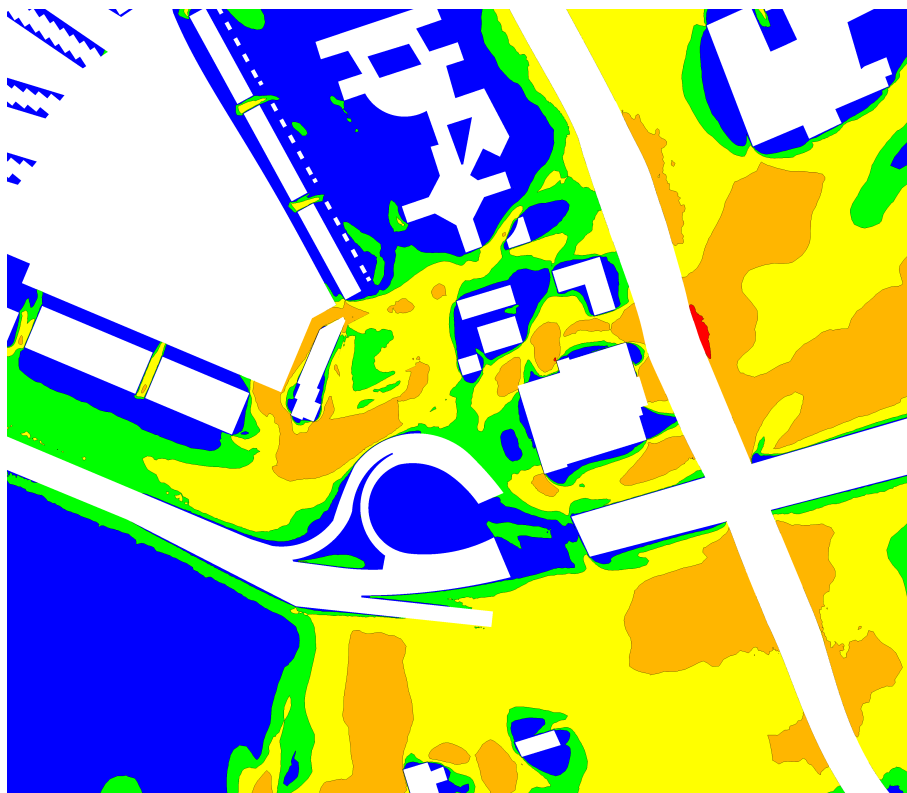
Voor de openbare buitenruimten (trottoirs) geldt de volgende normstelling, conform hoofdstuk 2:

- Het windklimaat in de nieuwe situatie dient niet substantieel te verslechteren ten opzichte van de bestaande situatie.
- Het gehele gebied dat hier ter beschouwing voor ligt, wordt gekenmerkt door de activiteit *I. Doorlopen*. Windhinder dient bij voorkeur klasse A, B of C te zijn. Klasse D biedt een matig niveau, maar kan in beperkte mate geaccepteerd worden. Klasse E biedt een slecht niveau en dient vermeden te worden.
- Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden.
- Nabij gebouwentrees dient bij voorkeur windhinderklasse A behaald te worden. Klasse B biedt een matig niveau, maar kan in beperkte mate geaccepteerd worden. Hogere klassen dienen hier vermeden te worden.

Figuren 4.1 t/m 4.6 tonen de resultaten.



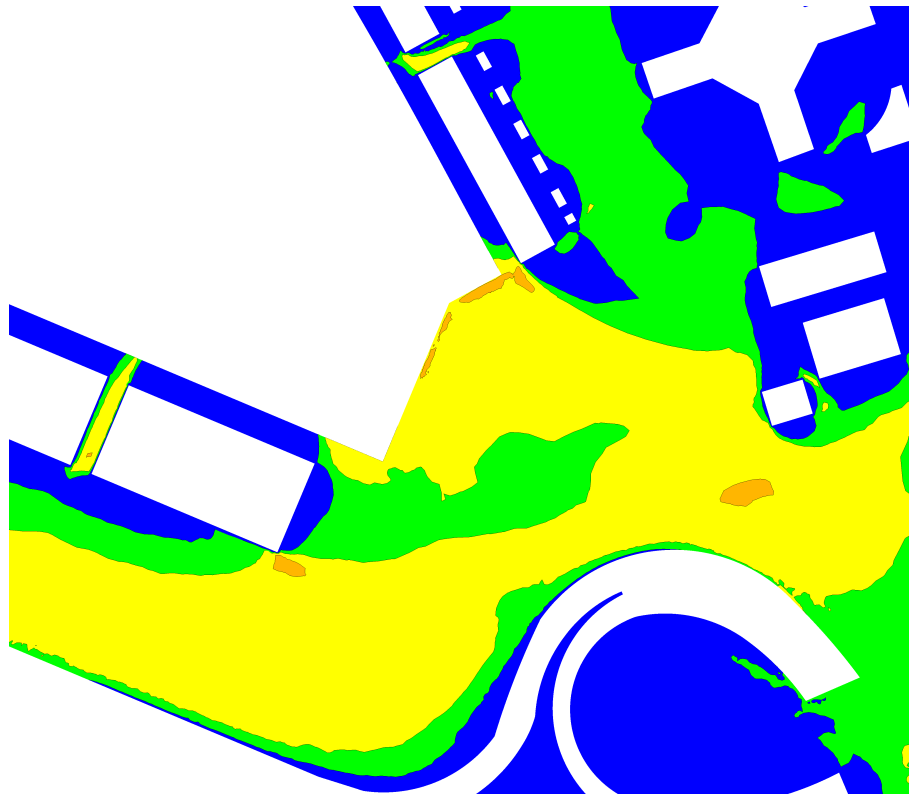
(a) Bestaande situatie



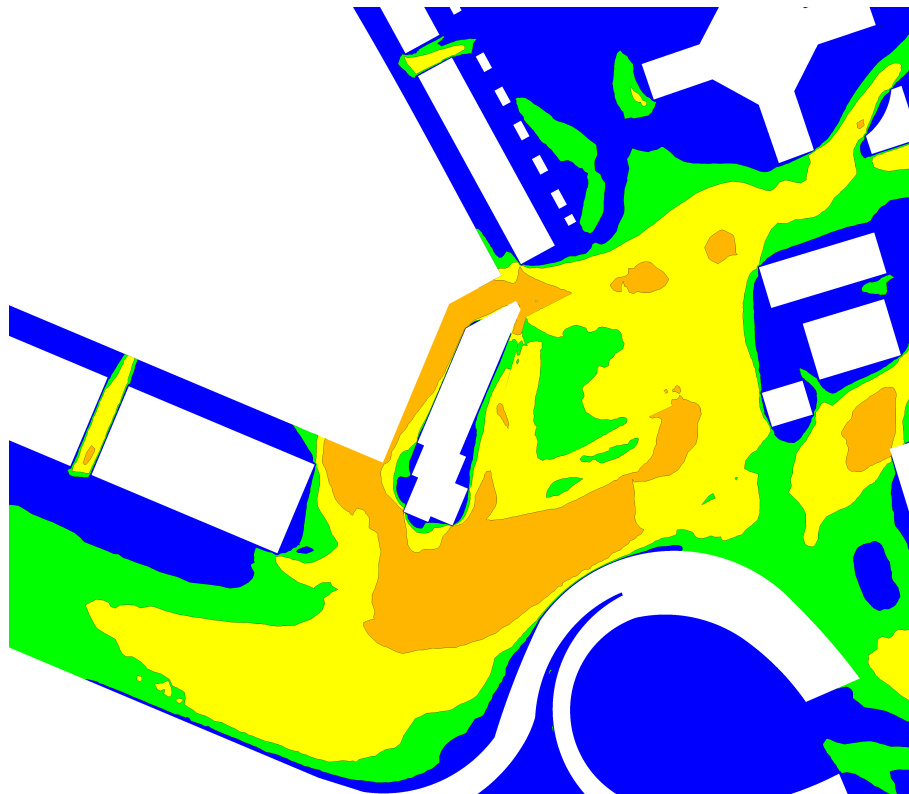
(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.1: Overzichtsbeeld met windhinder op voetgangersniveau



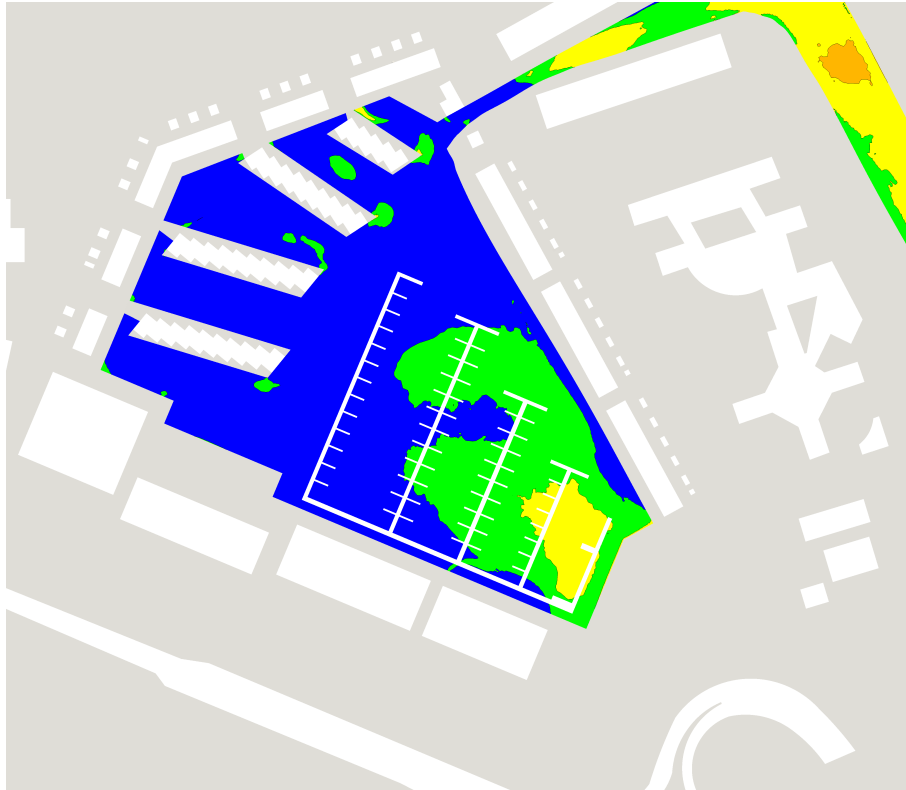
(a) Bestaande situatie



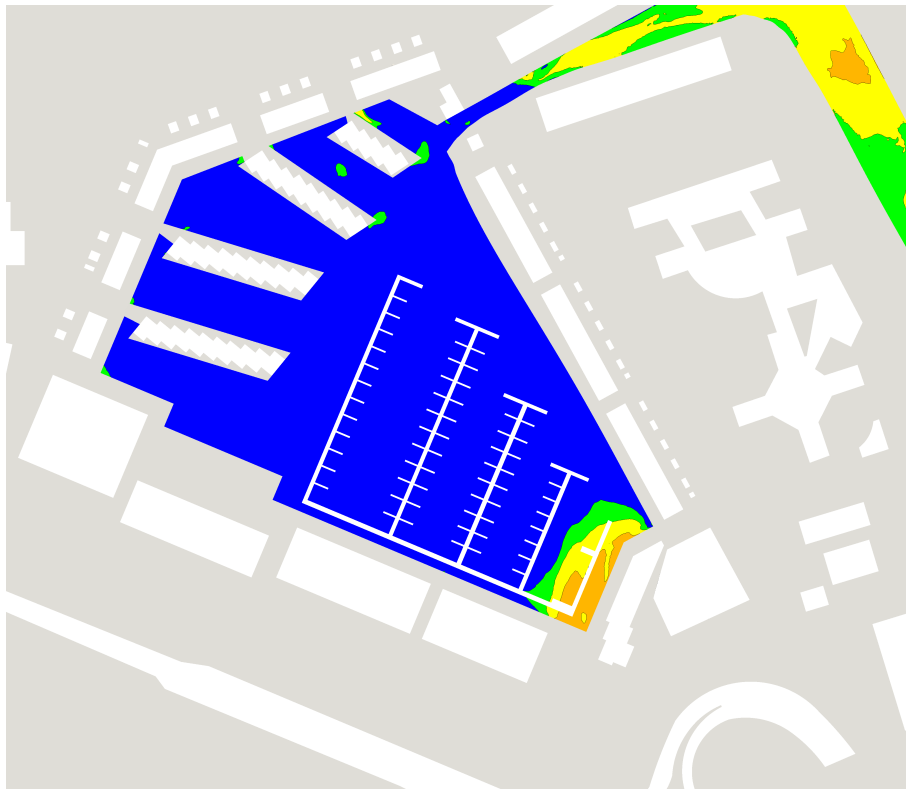
(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.2: Close-up met windhinder op voetgangersniveau



(a) Bestaande situatie



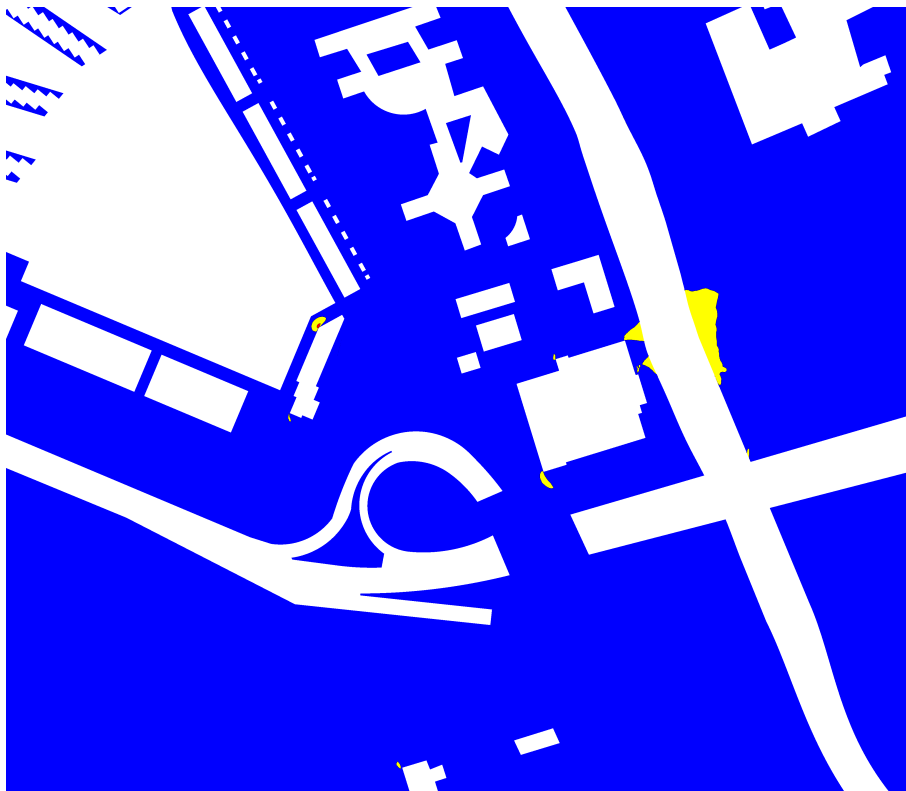
(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.3: Close-up met windhinder op de Reijndiephaven



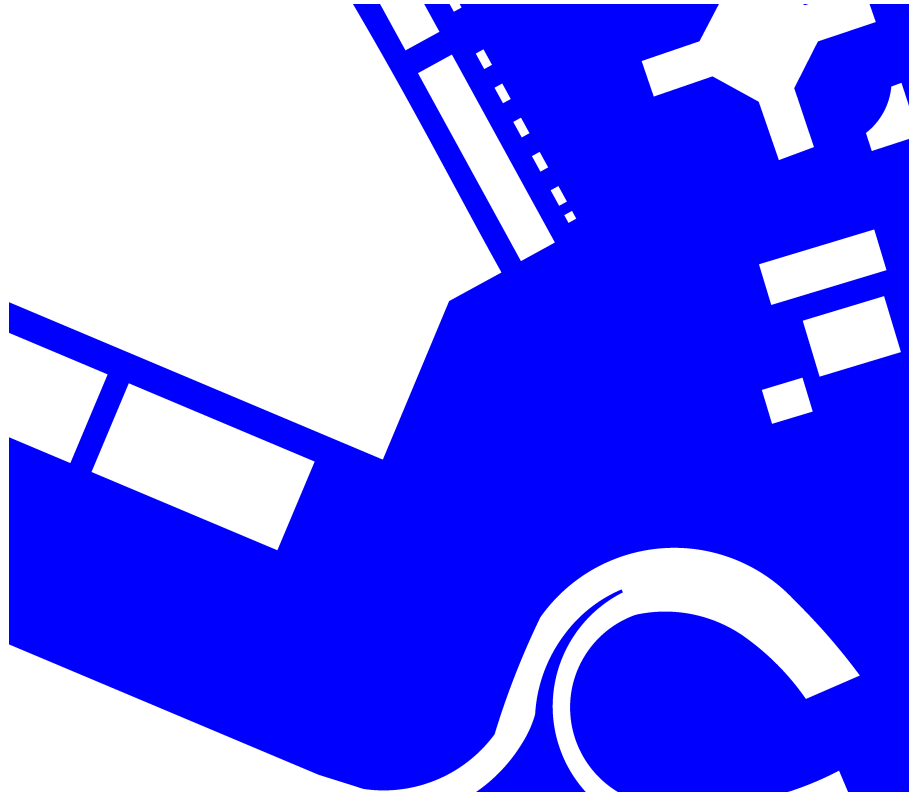
(a) Bestaande situatie



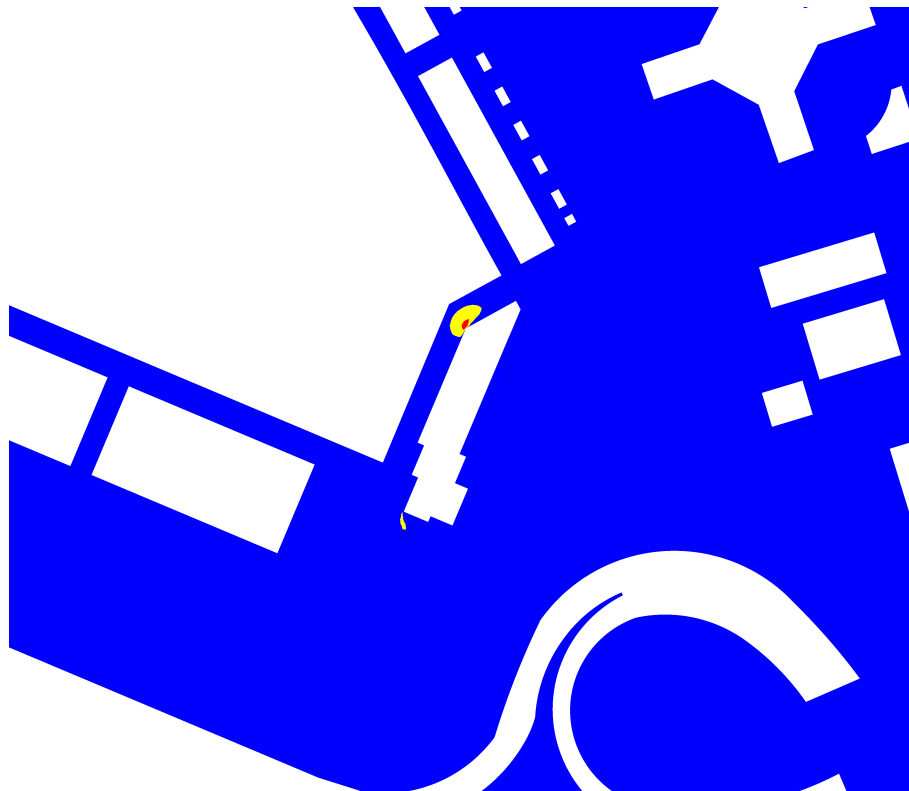
(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.4: Overzichtsbeeld met windgevaar op voetgangersniveau



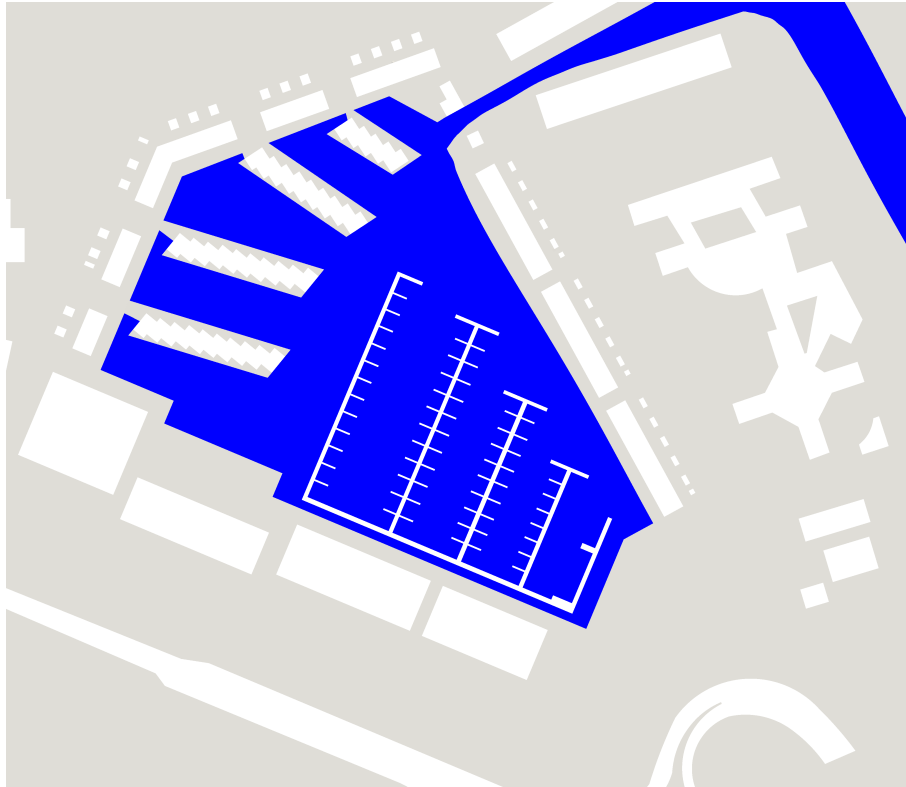
(a) Bestaande situatie



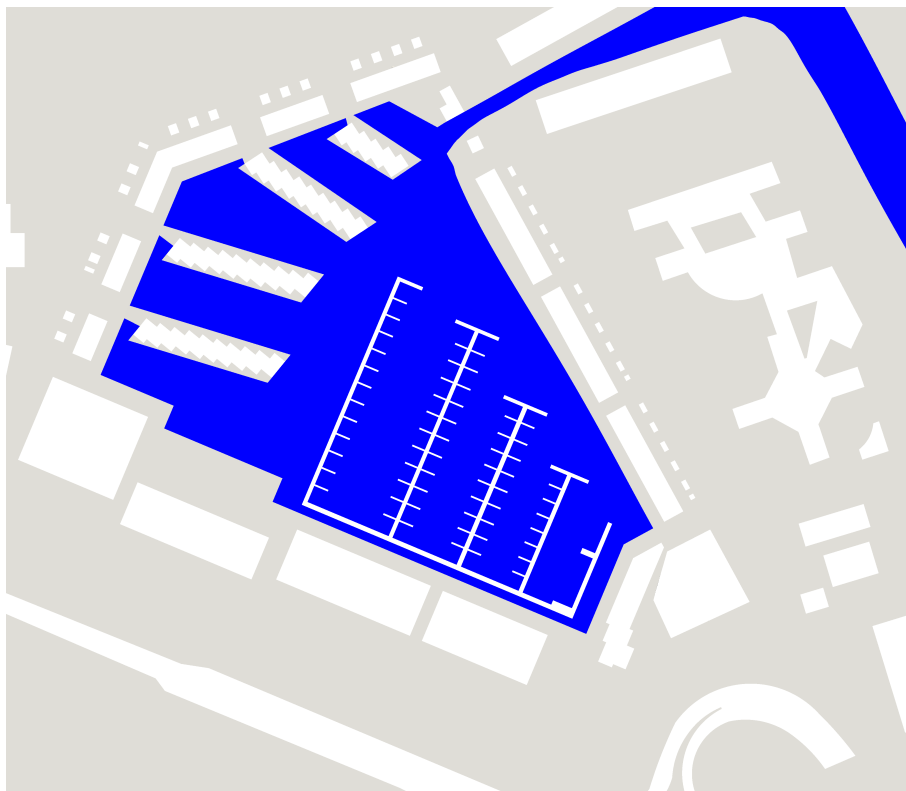
(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.5: Close-up met windgevaar op voetgangersniveau



(a) Bestaande situatie



(b) Nieuwe situatie



Figuur 4.6: Close-up met windgevaar op de Reithaven

5

Conclusies

Op basis van de resultaten van deze windstudie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- *Ruime omgeving*

In de bestaande situatie kan het windklimaat in de ruime omgeving over het algemeen beschouwd worden als matig tot goed. Hierbij leveren de gebouwen rond de jachthaven voldoende afscherming om de centraal gelegen zone aangenaam te maken. De overheersende zuidwestelijke windrichting wordt hierbij geblokkeerd. Nabij de woningen aan de jachthaven is overwegend windhinderklasse A en B aanwezig. Ten zuiden van de haven zijn grote zones met windhinderklasse B en C aanwezig.

Na voltooiing van de nieuwbouw is het windklimaat meer gevarieerd. De toevoeging van de hoogbouw leidt tot lokale versterking van de windsnelheid. Echter leidt deze toevoeging ook voor afscherming van de zuidelijke windrichtingen. Nabij de woningen aan de jachthaven zal het windklimaat hierdoor veelal beter worden tot overwegend windhinderklasse A. Ten zuiden van de haven varieert het windklimaat van windhinderklasse B tot D.

Daarnaast ontstaat een zone met een beperkt risico op windgevaar op en nabij het Reitdiep. Dit wordt veroorzaakt door de hoogbouw aan de Hoogeweg.

- *De directe omgeving van de nieuwbouw*

In de bestaande situatie kan het windklimaat in de directe omgeving van de geplande nieuwbouw worden gekarakteriseerd door een goed windklimaat. Hierbij zijn grote zones met windhinderklasse B en voornamelijk C aanwezig.

Na voltooiing van de nieuwbouw ontstaat met name in de directe omgeving van de nieuwbouw een gevarieerd windklimaat. Hierbij zijn zones met windhinderklassen B tot D aanwezig wat een goed tot matig niveau biedt. De zones met een matig windklimaat vinden hun oorzaak in de ongestoorde en frequente wind vanuit het zuidwesten. Deze slaat tegen de gevel van de hoogbouw en wordt afgebogen naar het trottoirniveau (downwash- en corner-effect). Dit niveau kan met name nabij entreezones en nabij de kade en steigers tot hinder leiden. Hier kunnen maatregelen gewenst zijn, zoals het plaatsen van windschermen of het toepassen van verdichte beplanting.

In de nabijheid van de nieuwbouw bevindt zich een kleine zone met een beperkt risico op windgevaar en een te verwaarlozen zone met windgevaar. De oorzaak hiervan is gelijkwaardig aan het eerder genoemde downwash- en corner-effect.

- *De Reitdiephaven*

In de bestaande situatie is het windklimaat op de Reitdiephaven veelal goed met windhinderklassen A, B en in mindere mate C. Dit wordt veroorzaakt door de beschutting van de omliggende bebouwing. De hoogste windhinderklassen zijn aanwezig in het zuidelijke deel van de haven.

In de nieuwe situatie ontstaat voornamelijk een verbetering van het windklimaat op de Reitdiephaven. De grote zone met windhinderklasse B verdwijnt grotendeels en wordt windhinderklasse A. Het meest zuidelijke gebied van de haven ondervindt echter hogere windsnelheden, waardoor nu een kleine zone met windhinderklasse D ontstaat. Hier kunnen maatregelen gewenst zijn, zoals het plaatsen van windschermen of het toepassen van verdichte beplanting.

Op de Reitdiephaven zijn geen zones aanwezig met een (beperkt) risico op windgevaar.

Op basis van onderhavige windstudie kan geconcludeerd worden dat de nieuwbouw aan de Reitdiephaven leidt tot een verbetering van het windklimaat in het grootste deel van de ruime omgeving. Dit geldt zowel voor de woningen als voor de Reitdiephaven zelf.

Direct nabij de nieuwbouw ontstaan zones met een matig windklimaat. Dit wordt met name veroorzaakt door de overheersende zuidwestelijke windrichting welke relatief ongehinderd tegen de gevel van de nieuwbouw slaat. Windschermen of dichte begroeiing kunnen de situatie verbeteren. Het toepassen van maatregelen dient afgestemd te worden op het gebruik van de openbare buitenruimte en het gewenste comfortniveau aldaar.



Inlegvel NEN 8100:2006

Project	Projectgegevens			
Projectnaam	Windstudie Festivalterrein te Groningen			
Opdrachtgever	Gemeente Groningen			
Projectleider	Dr. Lorenzo Lignarolo			
Datum	10 November 2017			
Model	Algemene gegevens van het model			
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen ca. 300 m rondom de nieuwbouw			
Kerngebied	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	Bestaande en Nieuwe situatie			
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur			
Programmatuur	<input checked="" type="checkbox"/> FVM (eindige volume methode) <input type="checkbox"/> FEM (eindige elementen methode) <input type="checkbox"/> anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: 4.x-5c32f339e350			
Algemeen	<input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch <input type="checkbox"/> passieve scalars <input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch <input type="checkbox"/> actieve scalars Overige:			
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag, 16.891.997 cellen bij de bestaande situatie en 20.082.855 cellen bij de nieuwe situatie			
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: n.v.t.		Y: n.v.t.	
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	Windhinder en windgevaar			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang				

B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60,0 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF

Windsnelheid (m/s)	Windrichting (*10 graden)												Cum.
	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
	Distributief in percentages												
0,0 - 0,9	0,15	0,17	0,19	0,17	0,19	0,14	0,13	0,11	0,16	0,13	0,14	0,13	1,80
1,0 - 1,9	0,48	0,57	0,61	0,6	0,67	0,59	0,47	0,46	0,58	0,46	0,52	0,45	6,45
2,0 - 2,9	0,72	0,87	1,01	1,03	0,97	0,94	0,90	0,86	1,00	0,79	0,77	0,70	10,56
3,0 - 3,9	0,85	1,08	1,26	1,21	1,11	1,08	1,09	1,14	1,23	0,95	0,93	0,75	12,69
4,0 - 4,9	0,79	1,01	1,27	1,23	0,99	0,98	1,20	1,32	1,30	1,03	0,95	0,70	12,76
5,0 - 5,9	0,64	0,88	1,12	1,04	0,86	0,74	1,06	1,50	1,46	1,05	0,93	0,68	11,98
6,0 - 6,9	0,50	0,65	0,88	0,83	0,62	0,53	0,96	1,47	1,44	1,01	0,89	0,62	10,40
7,0 - 7,9	0,32	0,41	0,67	0,55	0,37	0,36	0,76	1,36	1,41	0,94	0,79	0,54	8,48
8,0 - 8,9	0,21	0,27	0,47	0,42	0,22	0,22	0,62	1,21	1,31	0,87	0,67	0,40	6,88
9,0 - 9,9	0,13	0,15	0,28	0,22	0,10	0,11	0,45	1,03	1,18	0,72	0,59	0,30	5,26
10,0 - 10,9	0,08	0,08	0,17	0,12	0,04	0,07	0,33	0,81	0,96	0,58	0,40	0,22	3,84
11,0 - 11,9	0,04	0,03	0,09	0,08	0,02	0,03	0,22	0,62	0,73	0,43	0,26	0,15	2,72
12,0 - 12,9	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,02	0,15	0,50	0,61	0,33	0,19	0,09	2,02
13,0 - 13,9	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,11	0,41	0,46	0,24	0,12	0,05	1,45
14,0 - 14,9	0,01	0,00	0,01	0,00	-	0,00	0,06	0,28	0,33	0,18	0,07	0,03	0,98
15,0 - 15,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,19	0,24	0,14	0,05	0,02	0,67
16,0 - 16,9	0,00	-	-	0,00	-	0,00	0,01	0,11	0,15	0,10	0,03	0,01	0,42
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0,01	0,07	0,09	0,05	0,02	0,01	0,25
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0,01	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,15
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0,00	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,10
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,06
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04
22,0 - hoger	-	-	-	-	-	-	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02

Actiflow BV
Halstraat 31a
4811 HV Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.nl



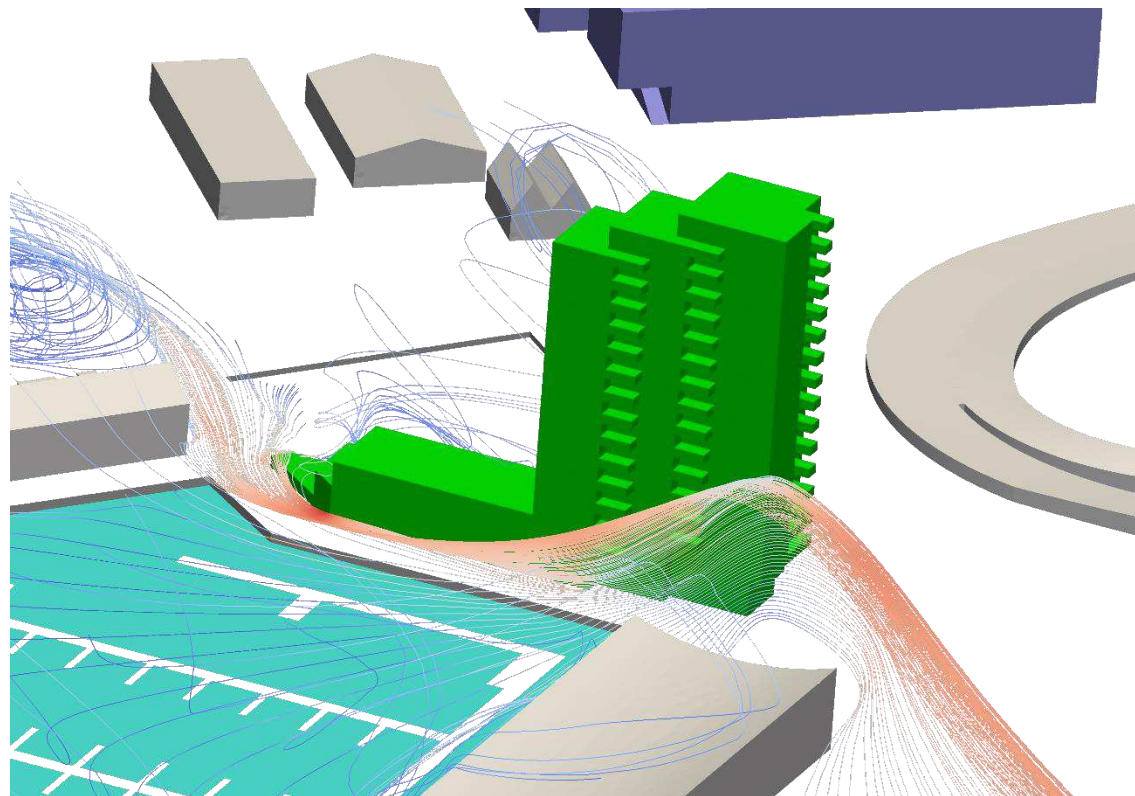
Festivalterrein te Groningen

Windstudie hinder en gevaar

Reinier Maas
Actiflow Building Physics

Inhoud

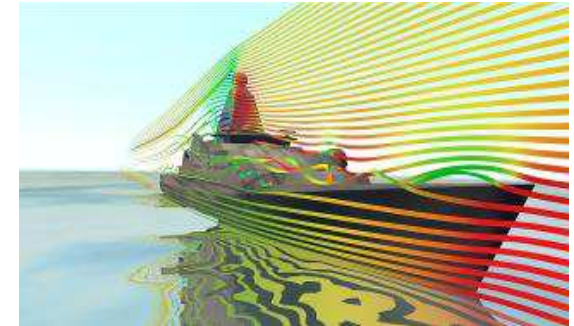
- Introductie Actiflow
- Normstelling
- Opzet van de studie
- Resultaten
- Conclusie



Introductie Actiflow

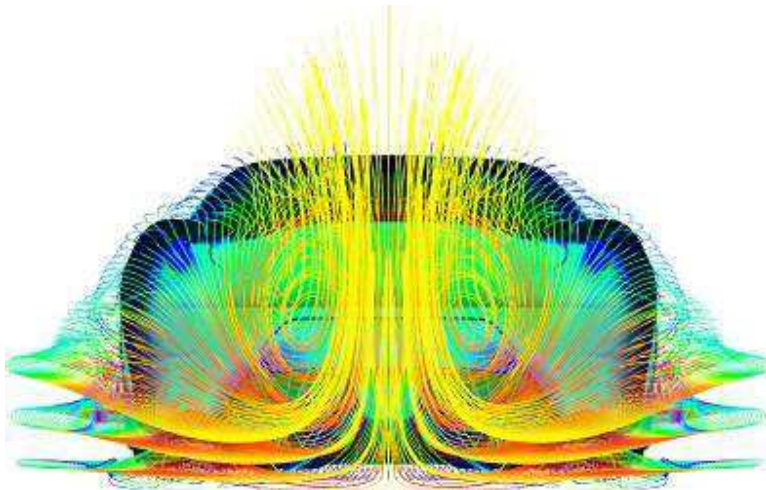
Actiflow is expert in fluid dynamics

- ***“Actiflow maakt luchtstroming zichtbaar”***
We simuleren het gedrag van lucht- en vloeistofstromingen met de computer, waardoor we inzicht kunnen verschaffen en onze klanten kunnen adviseren bij het ontwerp van producten, gebouwen, apparaten, processen, enz.
- ***“Actiflow ontwerpt met lucht”***
Met onze kennis op het vlak van stromingsleer ontwerpen we zelf producten en/of productverbeteringen voor onze klanten. Op deze manier gaat er geen informatie verloren en kunnen we meer waarde toevoegen voor onze klanten.

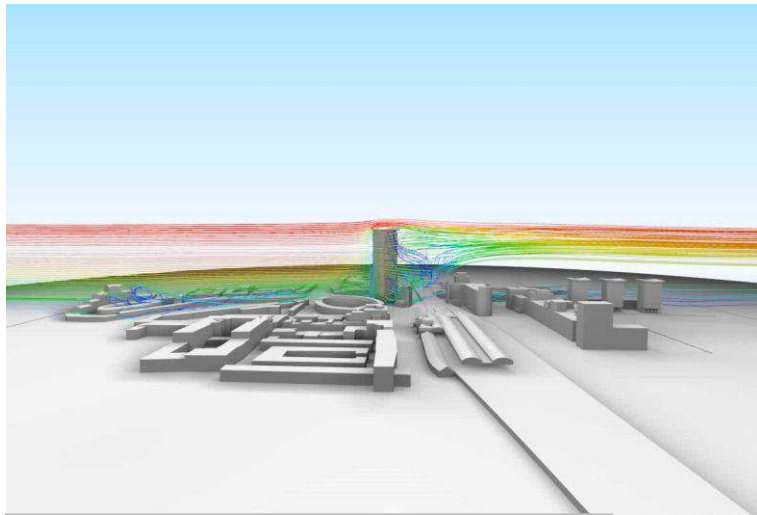


Actiflow is opgericht in 2005 als spin-off van de TU Delft

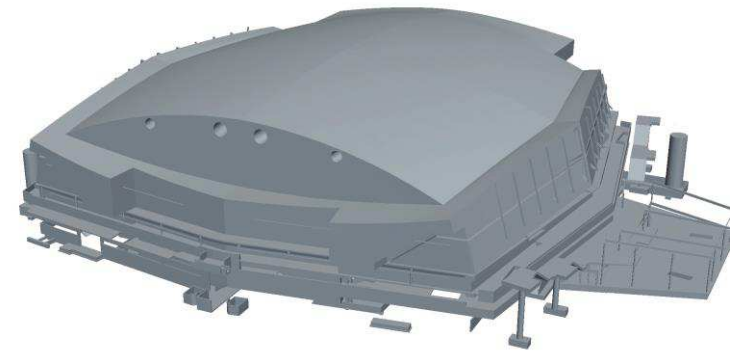
- Tijdens de eerste 3 jaar met name nadruk op de automotive industrie
- Kennis van de TU Delft werd door Actiflow gevaloriseerd via de ontwikkeling van een nieuwe aerodynamische technologie voor auto's
- In samenwerking met Ferrari werd een systeem ontwikkeld dat uiteindelijk is toegepast op de Ferrari 599XX



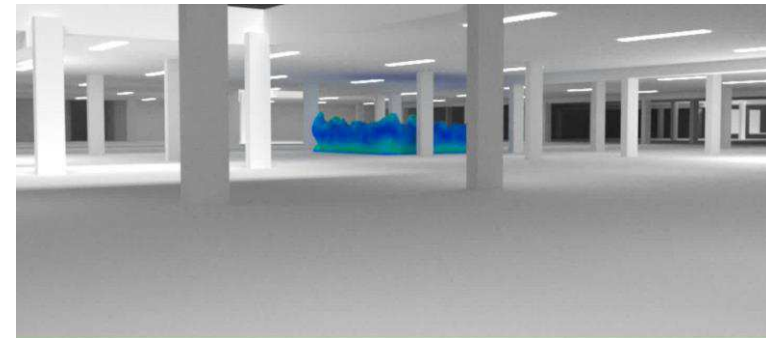
Specialisatie in Actiflow Building Physics



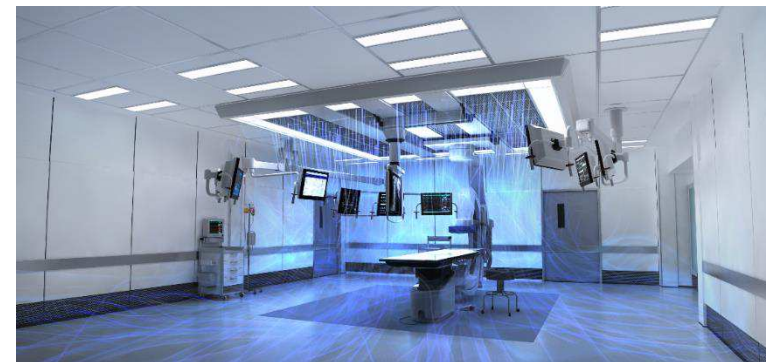
Sigma
i.o.v. LBP|SIGHT



Ahoy
i.o.v. Deerns



AZ Zeno
i.o.v. B2Ai



FlexOK
i.o.v. Interflow

Benchmark windbelasting
i.s.m. TNO

TNO innovation
for life

TNO report

TNO 2016 R11459 | Final report
CFD benchmark for wind loads on a
high-rise building

Buildings
Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
P.O. Box 49
2600 AA Delft
The Netherlands

www.tno.nl
T +31 88 86 63000
F +31 88 86 63010
wegwijzer@tno.nl

Windstudie Festivalterrein te Groningen

Normstelling

NEN8100:2006

- **Windhinder** bij een lokale uurgemiddelde windsnelheid groter dan 5 m/s
 - Effecten als wegwaaien krant
 - Kwaliteitsklassen en activiteiten

Overschrijdingskans (%) (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (van het aantal uren per jaar)	Kwaliteitseis	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
<2.5 %	A	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>
2.5 – 5 %	B	<i>Goed</i>	<i>Goed</i>	<i>Matig</i>
5 – 10 %	C	<i>Goed</i>	<i>Matig</i>	<i>Slecht</i>
10 – 20 %	D	<i>Matig</i>	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>
>20 %	E	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>	<i>Slecht</i>

^a Dit geldt conform de norm voor een bankje in het park, voor horeca terrassen of private buitenruimten is zwaardere normstelling nodig om het gewenste comfort te behalen.

- **Windgevaar** bij een lokale uurgemiddelde windsnelheid groter dan 15 m/s
 - Effecten als evenwichtsverlies
 - Risico-inventarisatie

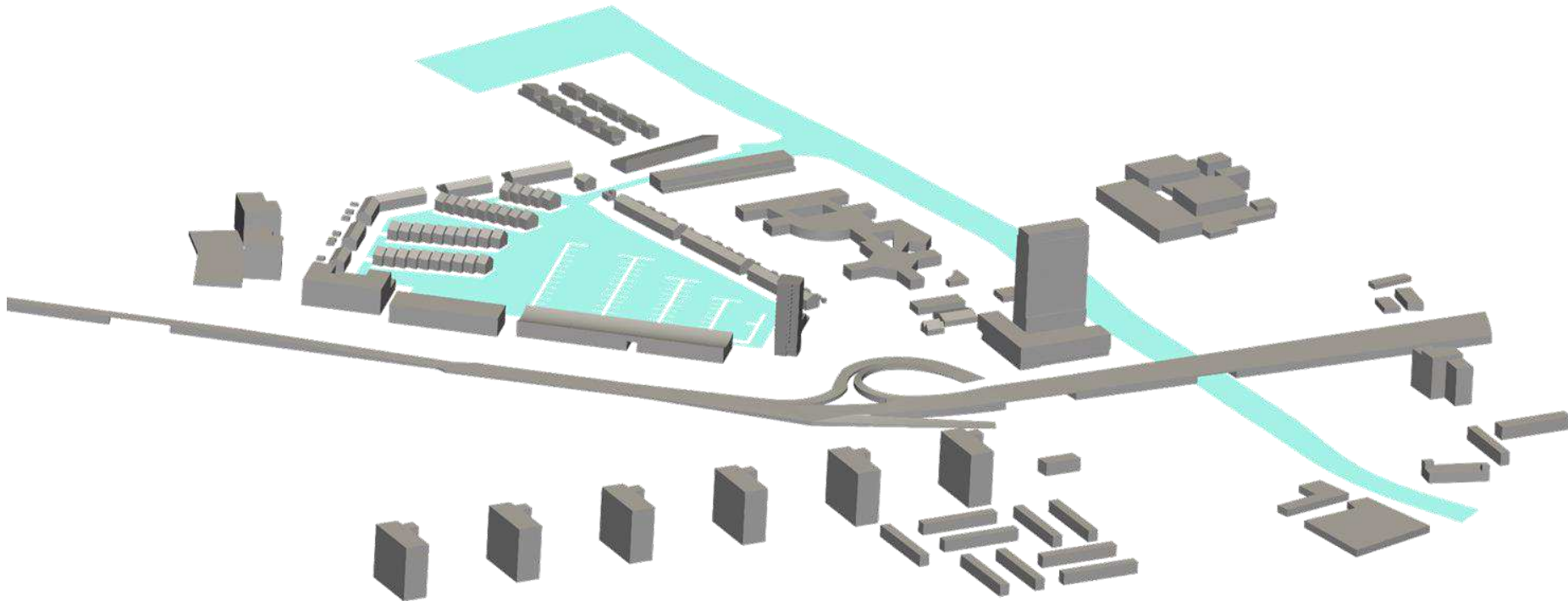
Overschrijdingskans (%) (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (van het aantal uren per jaar)	Kwaliteitseis
0.05 – 0.30 %	<i>Beperkt risico</i>
>0.30 %	<i>Gevaarlijk</i>

Windstudie Festivalterrein te Groningen

Opzet van de studie

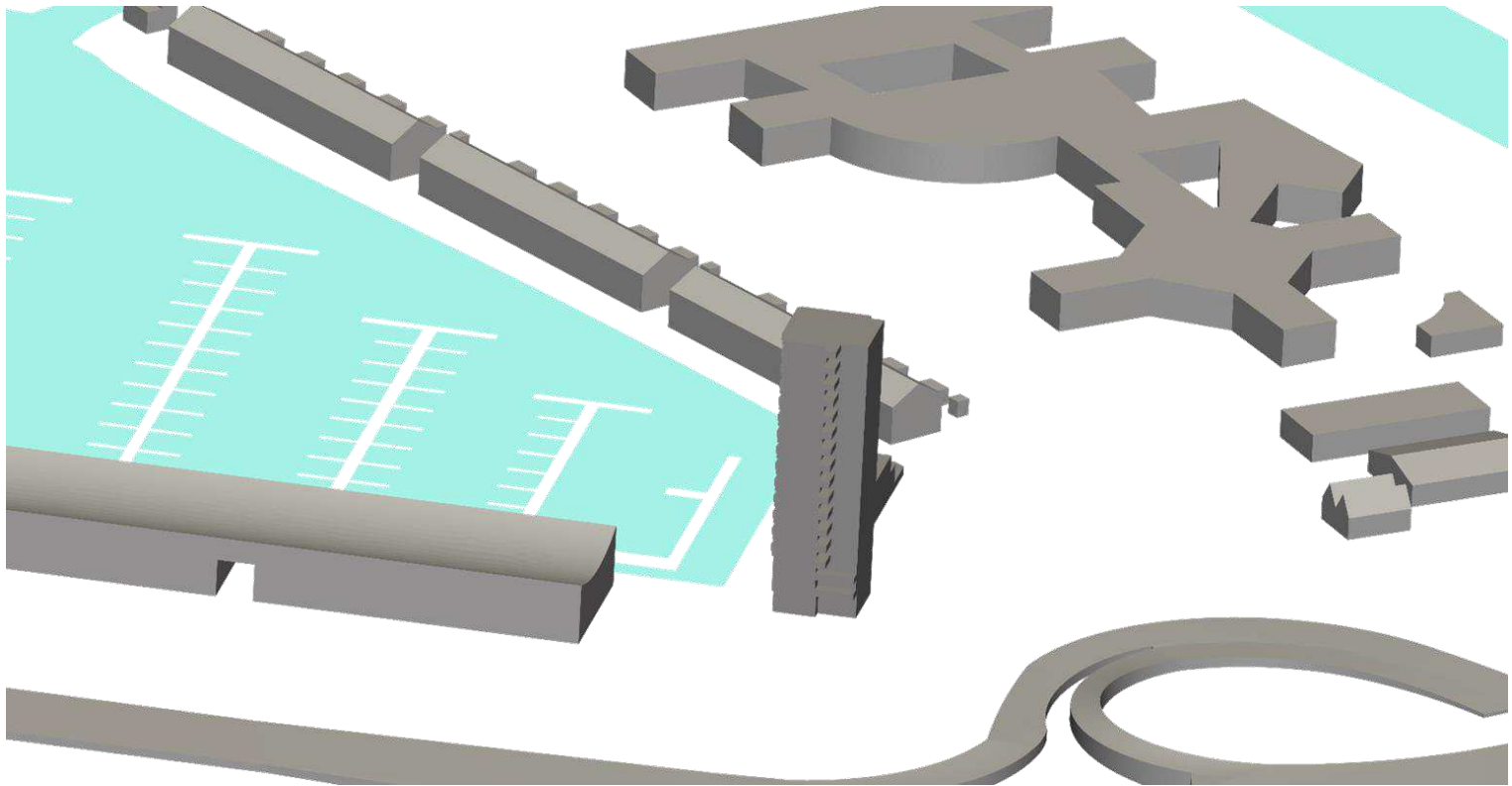
Driedimensionaal model

- Nieuwbouw Festivalterrein en Hoogeweg opgenomen in model
- Ruwheid omgeving afgestemd op werkelijkheid:
 - water, bos, landbouwgrond en stedelijke omgeving



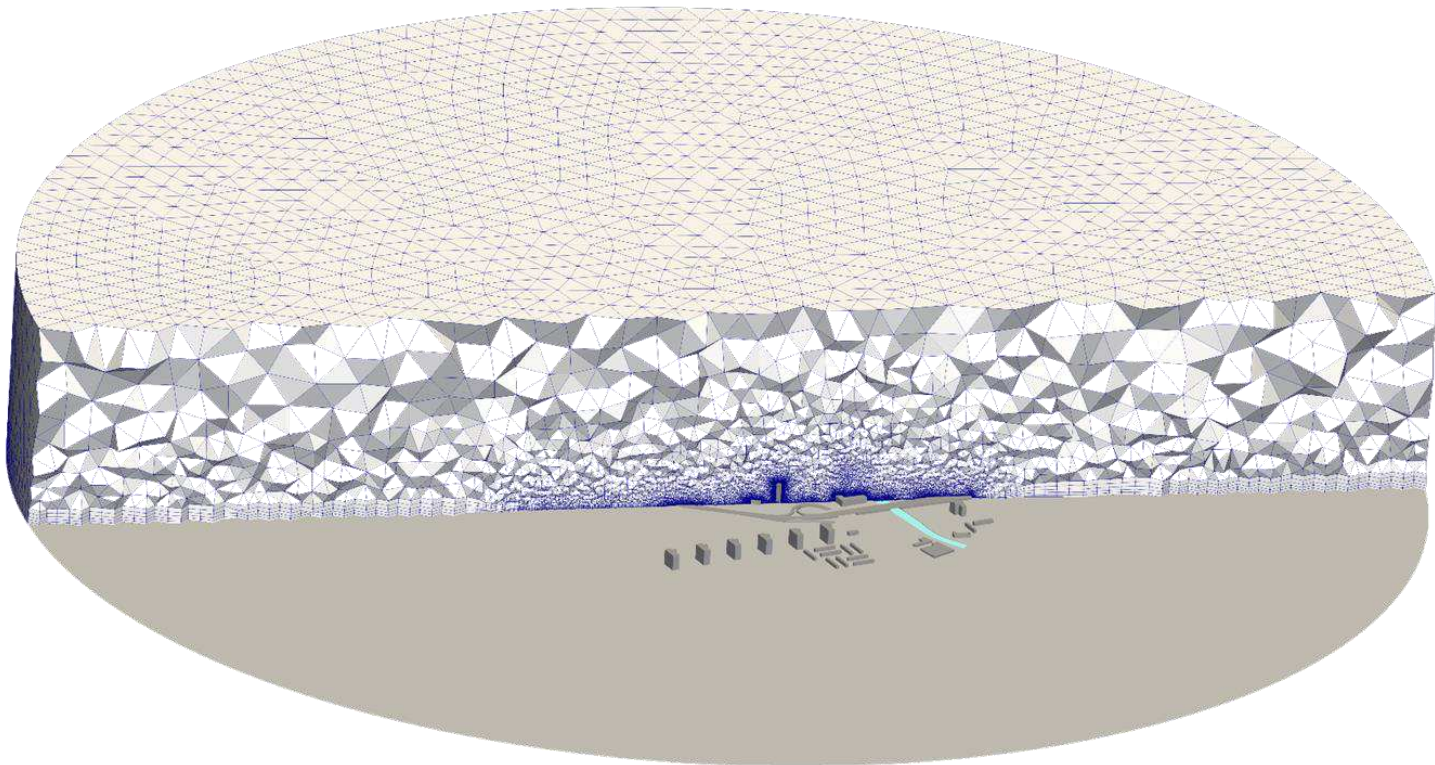
Driedimensionaal model

- Omliggende gebouwen als volumes
- Nieuwbouw in detail inclusief balkons



Rekengrid

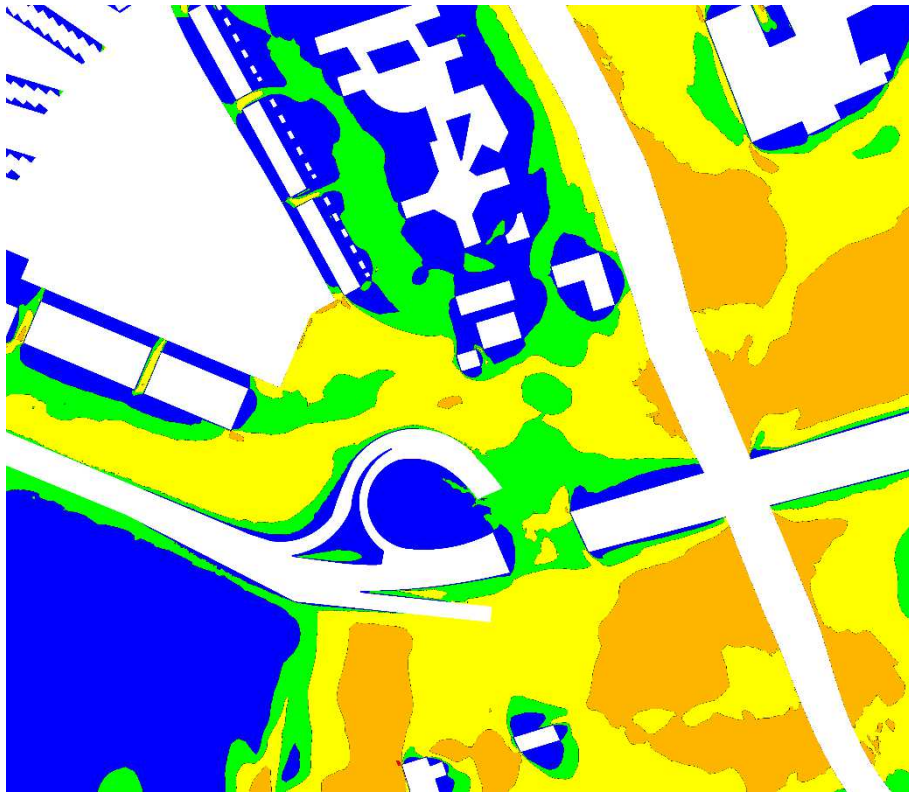
- Domein met doorsnede van 3.000m en hoogte 500m
- Opgedeeld in rekencellen met verfijning nabij nieuwbouw en prismacellen op oppervlakken
- Totaal 14.357.232 rekencellen



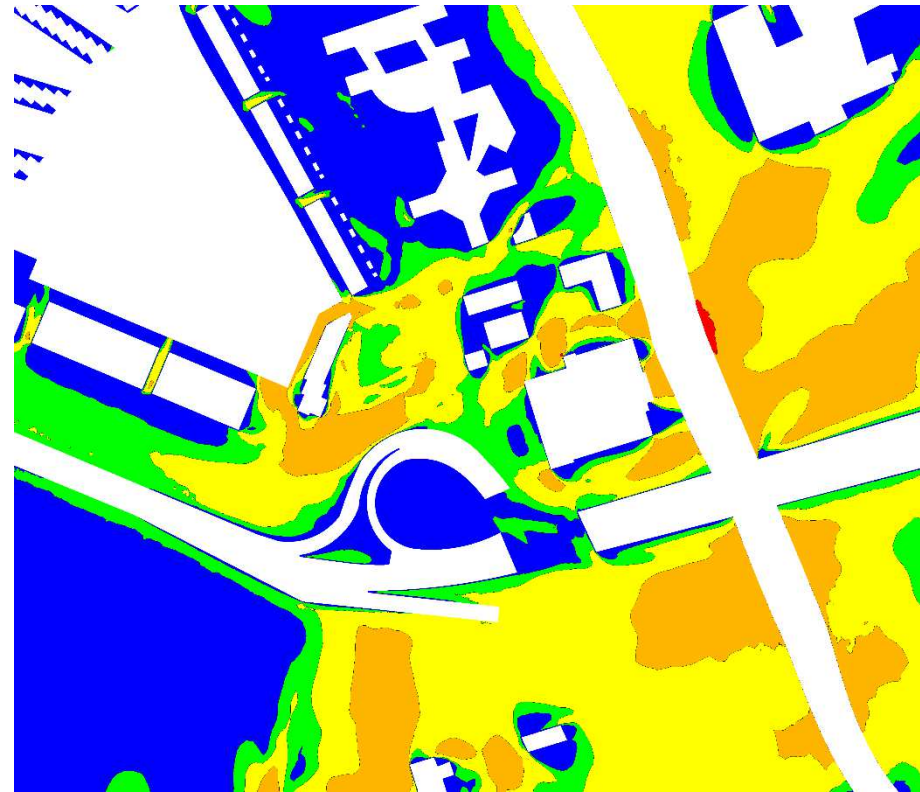
Windstudie Festivalterrein te Groningen

Resultaten windhinder en windgevaar in het openbaar domein

Windhinder



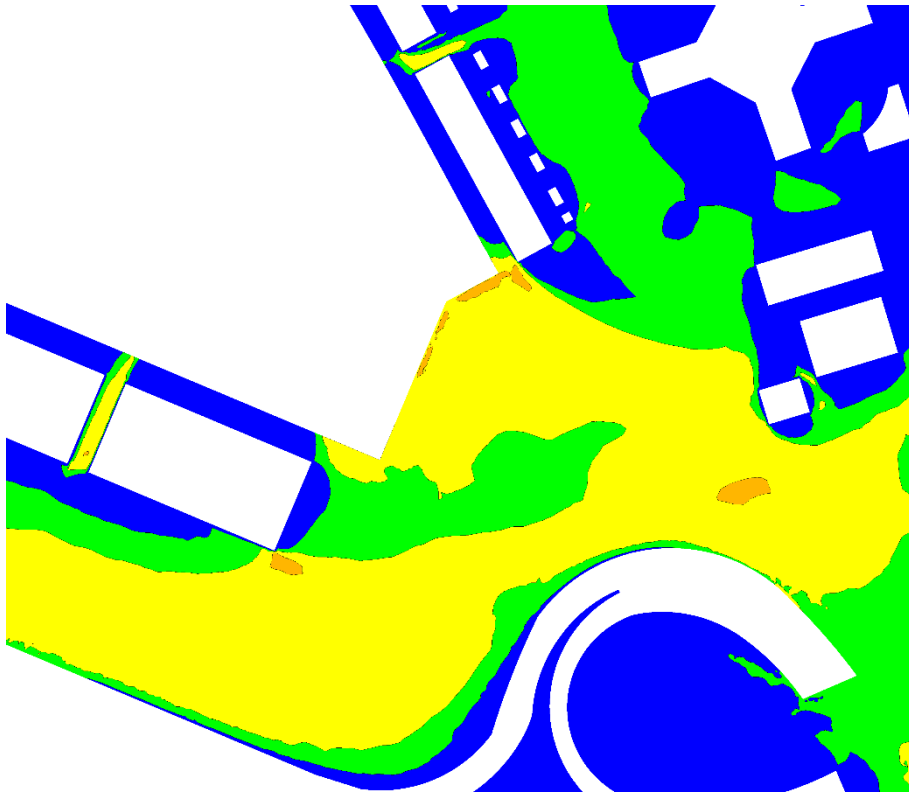
Bestaande situatie



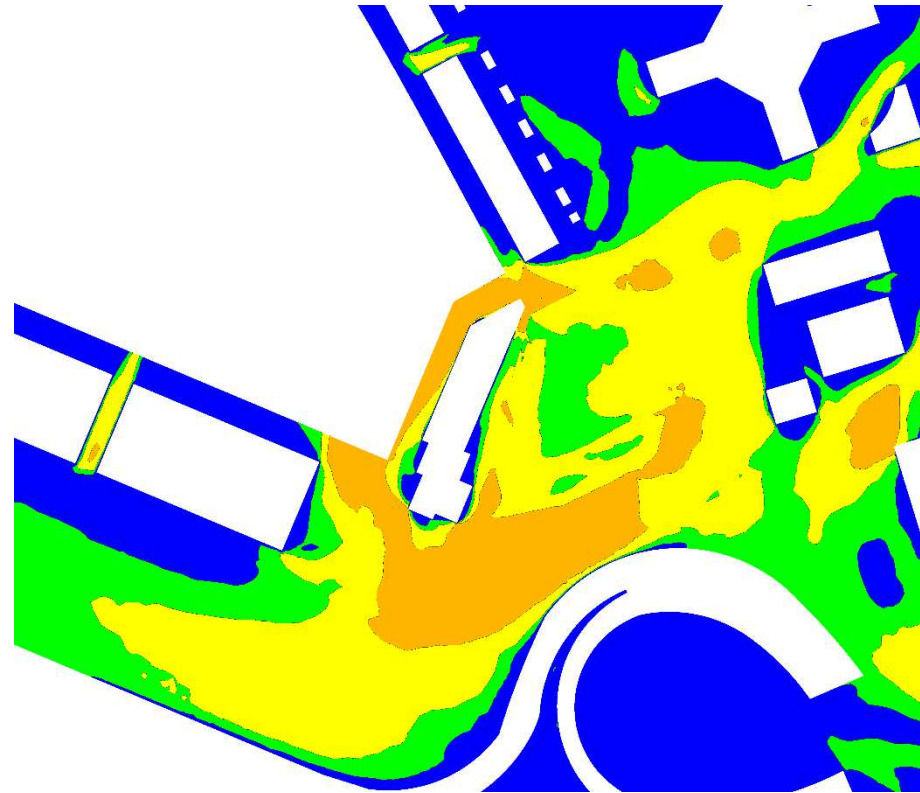
Nieuwe situatie



Windhinder



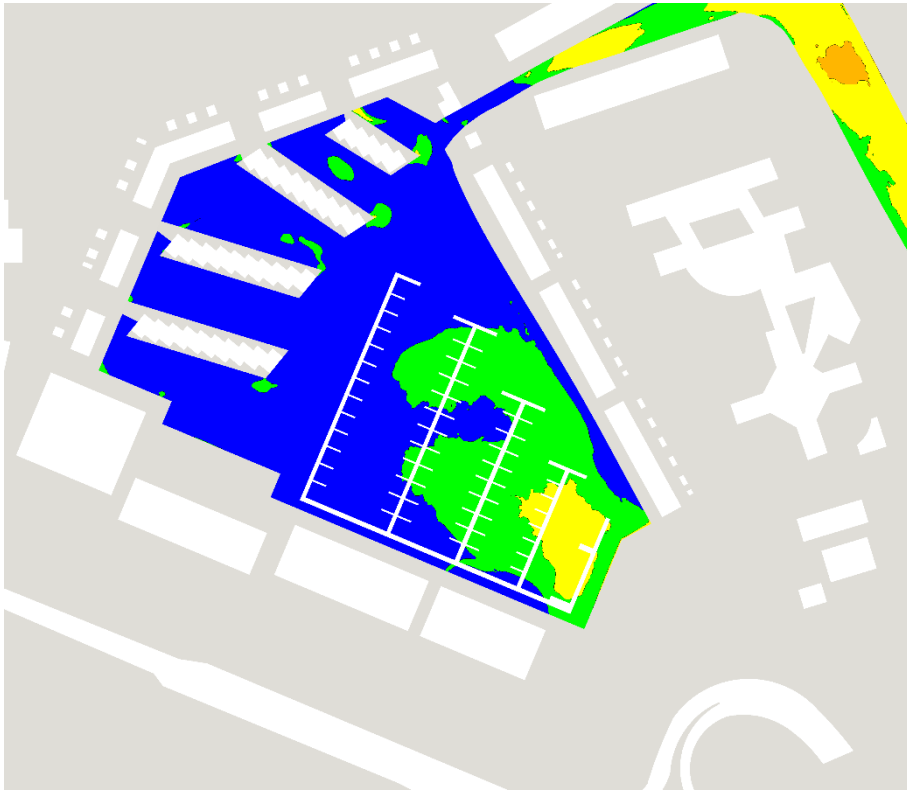
Bestaande situatie



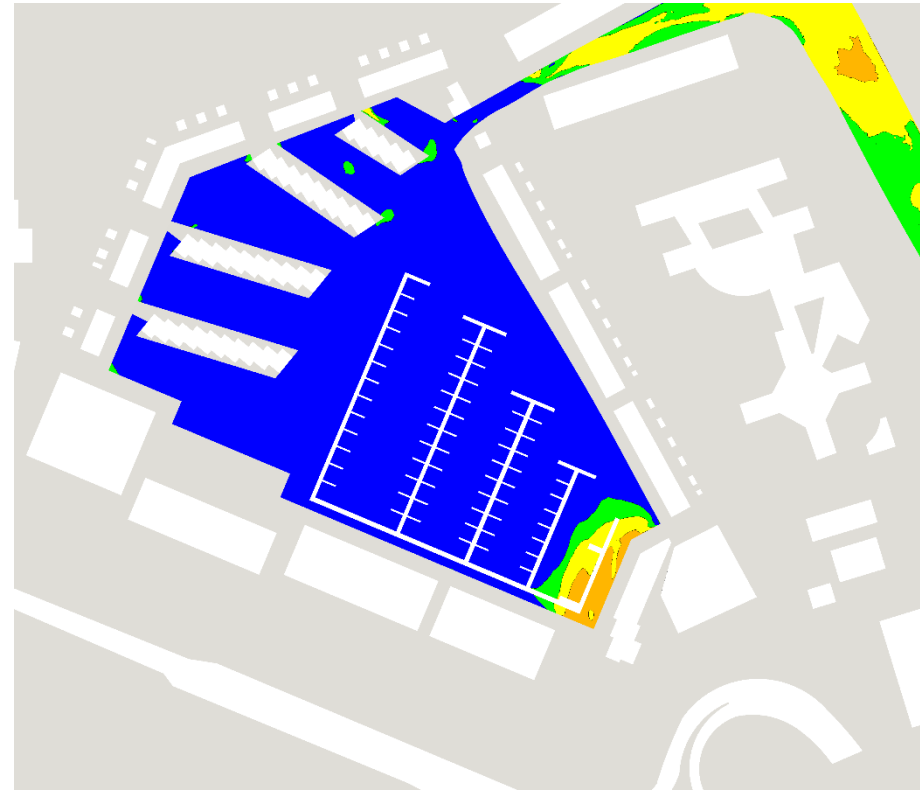
Nieuwe situatie



Windhinder



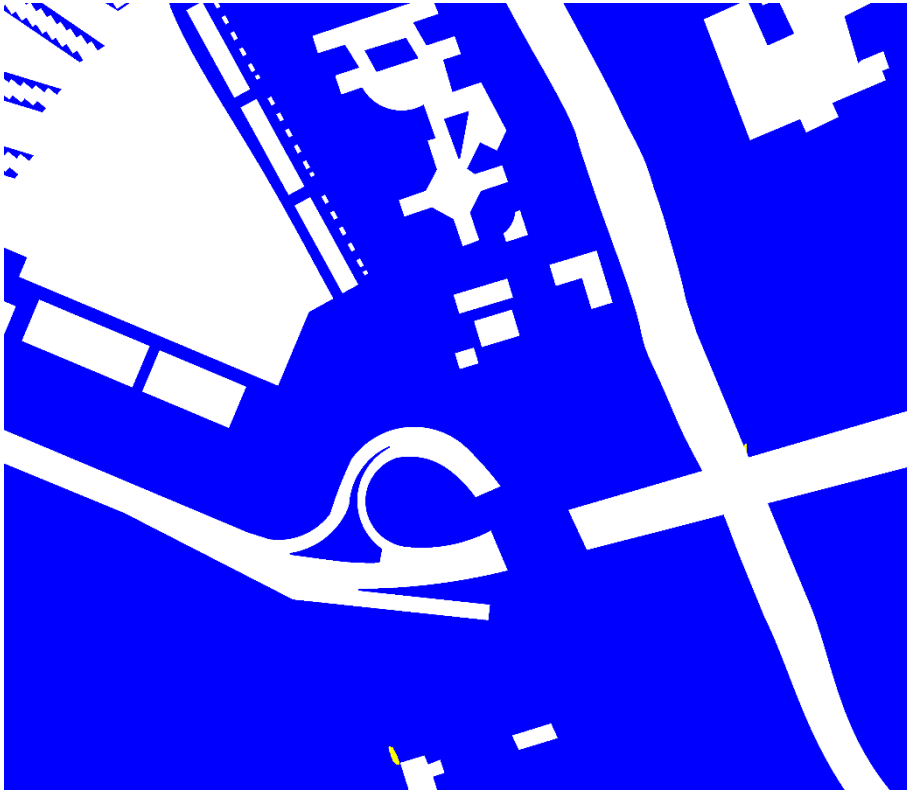
Bestaande situatie



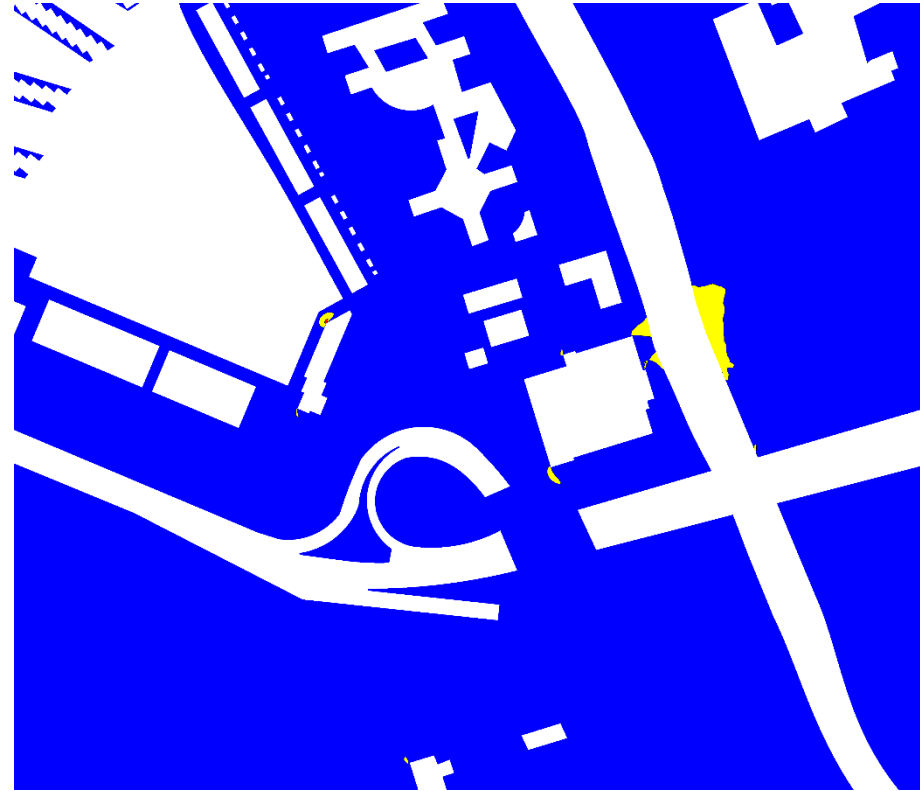
Nieuwe situatie



Windhinder



Bestaande situatie



Nieuwe situatie

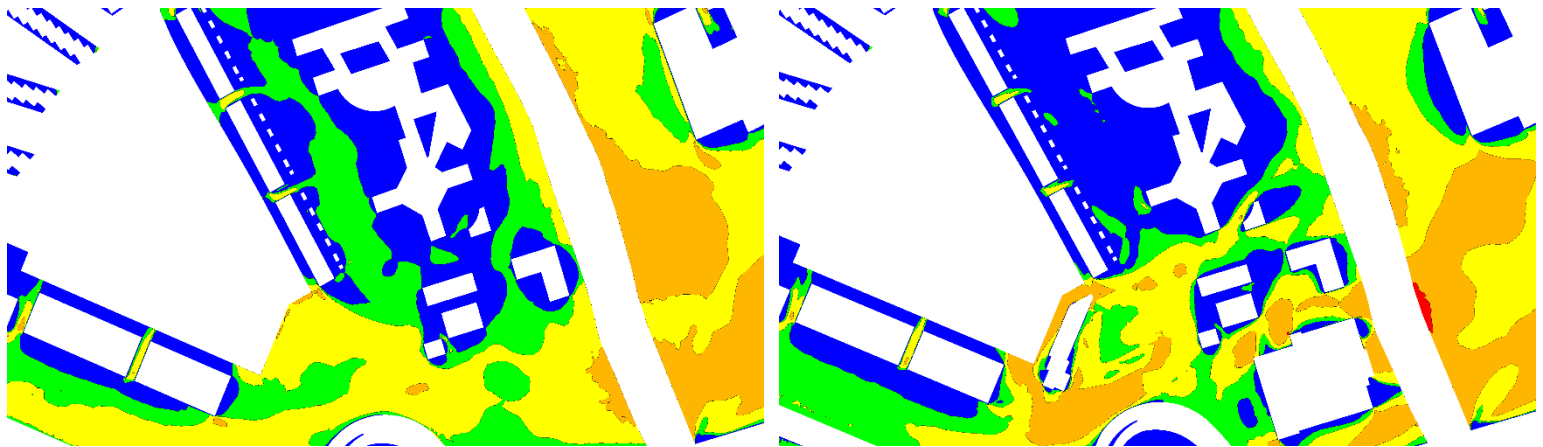


Windstudie Festivalterrein te Groningen

Conclusies

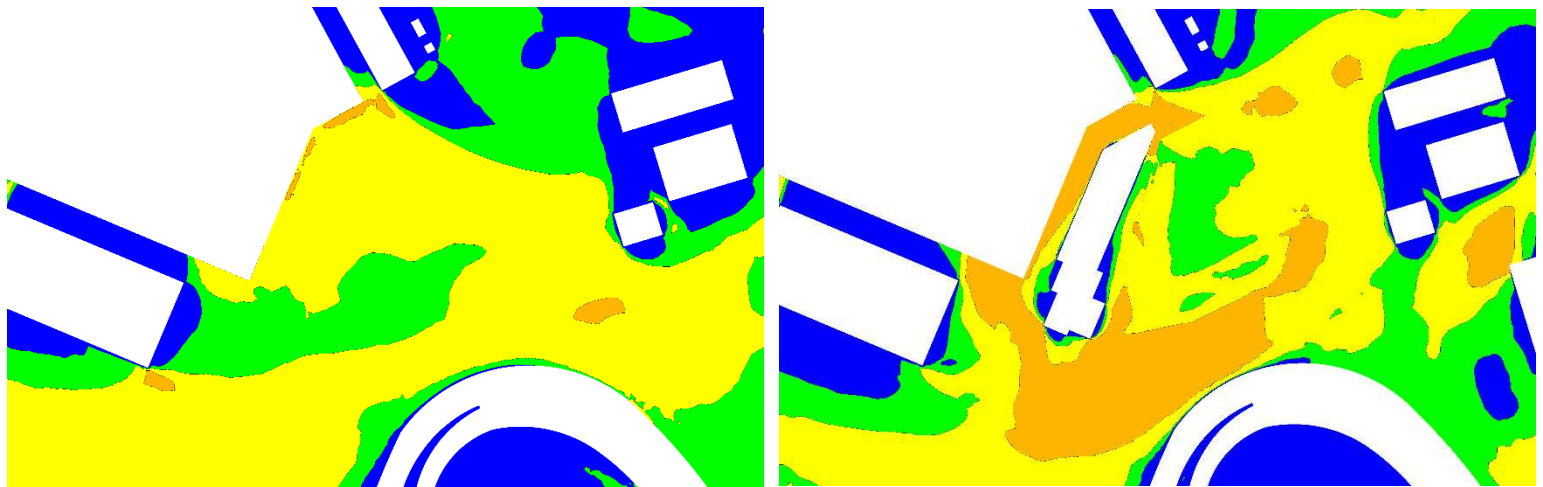
Ruime omgeving

- De ruime omgeving ervaart in de bestaande situatie veelal een goed tot matig windklimaat. De bebouwing rondom de Reitdiephaven ervaart veelal windhinderklasse A, B of C. Aan de oostzijde van het Reitdiep zijn zones met windhinderklasse D aanwezig.
- Door toevoeging van de nieuwbouw ontstaat veelal een verbetering van het windklimaat nabij de bebouwing rondom het Reitdiep. De zones met windhinderklasse B en C worden significant kleiner en de zone met een optimaal windklimaat, klasse A wordt groter. Aan de oostzijde van het Reitdiep ontstaat een verschuiving van de zone met windhinderklasse D. Dit wordt veroorzaakt door de nieuwbouw aan de Hoogeweg. Hier zijn mitigerende maatregelen in onderzoek.



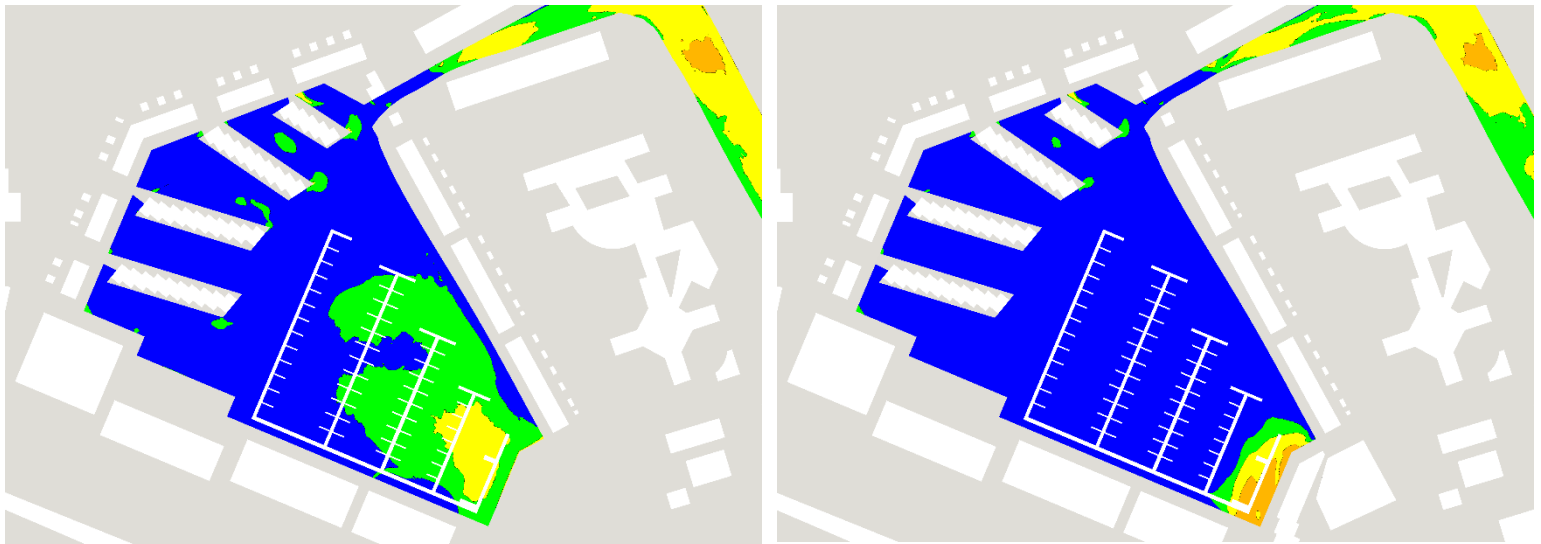
Directe omgeving

- Het nu braakliggende perceel ervaart veelal windhinderklasse B en C.
- Na toevoeging van de nieuwbouw zal de directe omgeving van de nieuwbouw meer wind ervaren. Hier ontstaan zones met windhinderklasse D. Dit biedt een matig windklimaat. Er is onderzoek gedaan naar mitigerende maatregelen, zoals luifels. Dit biedt geen oplossing. De toevoeging van permanente groenstructuren, zoals bomen, hagen en struiken kan het windklimaat lokaal verbeteren. Het wordt geadviseerd om de functie van de openbare ruimte af te stemmen op het lokale windklimaat.



De Reitdiephaven

- De Reitdiephaven ervaart nu veelal windhinderklasse A en in het zuidelijke deel klassen B en C.
- Na toevoeging van de nieuwbouw zal het windklimaat op de Reitdiephaven veelal verbeteren. De zone met windhinderklasse B neemt significant af in omvang, waardoor het overgrote deel van de haven windhinderklasse A zal ervaren. De zuidelijke hoek van de haven, nabij de nieuwbouw zal lokaal een slechter windklimaat gaan ervaren met windhinderklasse D. Deze zone ligt deels over de meest zuidelijke steiger. Dit biedt een matig windklimaat, maar leidt niet tot gevaar.



Conclusies

- Door toevoeging van de nieuwbouw zal het windklimaat:
 - Beter worden ter plaatse van de omliggende, bestaande bebouwing.
 - Veelal beter worden ter plaatse van de Reitdiephaven.
 - Slechter worden ter plaatse van de meest zuidelijke steiger op de Reitdiephaven, echter biedt dit een matig niveau zonder gevaar.
 - Slechter worden in de directe omgeving van de nieuwbouw. Dit niveau is inherent aan de ligging en omvang van de nieuwbouw en biedt een matig niveau. Het toevoegen van groenstructuren kan het windklimaat lokaal verbeteren.
- Conform de normstelling leidt de nieuwbouw tot een acceptabel windklimaat.

Q & A



Actiflow BV
Halstraat 31a
4811 HV Breda
Nederland

Pauwstraat 19 A
9120 Melsele
België

Tel. +31 (0) 765 422 220
Fax +31 (0) 765 411 788
contact@actiflow.com
www.actiflow.com