

Bezoekadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam

T +31 (0)88-5152505
E info@cauberg Huygen.nl
W <http://www.cauberg Huygen.nl>

K.V.K. 58792562
IBAN NL71RABO0112075584

**Veilingstraat te Utrecht;
CFD Windhinderonderzoek**

Datum 27 oktober 2023
Referentie 08619-56085-06v2

Referentie 08619-56085-06v2
Rapporttitel Veilingstraat te Utrecht;
CFD Windhinderonderzoek

Datum 27 oktober 2023

Opdrachtgever Ten Brinke Bouw B.V.
Ravenswade 4
3439 LD NIEUWEGEIN
Contactpersoon De heer M. Bergacker

Behandeld door De heer ir. K. Scholts
Cauberg Huygen B.V.
Bezoekadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Beoordeling windklimaat	5
2.1	Beoordeling windhinder conform NEN 8100	5
2.2	Beoordeling gevaarcriterium conform NEN 8100	6
3	Plangebied	7
3.1	Windstatistiek op de locatie	7
3.2	De wijdere omgeving van het plan	7
3.3	Bouwplan	8
3.4	Beoordeling van het windklimaat rondom het bouwplan	8
4	Over CFD-berekeningen en modellering	9
5	Resultaten CFD-windonderzoek	10
5.1	Windhinder	10
5.2	Windgevaar	12
5.3	Mogelijke verbeteringen met lokale maatregelen	13
6	Samenvatting en conclusie	14

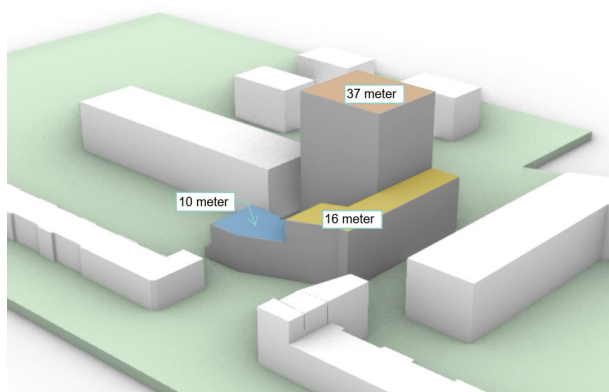
Bijlagen

Bijlage I	Inlegvel NEN 8100
Bijlage II	CFD model en rekenraster
Bijlage III	Berekeningsresultaten: overschrijdingskansen per windrichting
Bijlage IV	Berekeningsresultaten windhinder en windgevaar
Bijlage V	Berekeningsresultaten windhinder per activiteit
Bijlage VI	Stroomlijnen

1 Inleiding

Door Cauberg Huygen BV is, in samenwerking met Actiflow BV, in opdracht van ten Brinke Bouw B.V. voor het plan Veilingstraat in Utrecht een windstudie conform NEN 8100:2006 uitgevoerd op basis van berekeningen met Computational Fluid Dynamics (CFD).

Het plan is gelegen aan het Veilingstraat in Utrecht, nabij de Veilinghaven. Momenteel is op de planlocatie een bestaand winkelpand aanwezig. Ten Brinke Bouw B.V. is voornemens dit gebouw te slopen en te vervangen door een appartementengebouw. Het project bestaat uit een U-vormig gebouw van verschillende bouwhoogtes. Het gebouw is 16 en 10 meter hoog. De toren is 37 meter hoog. Vóór het appartementengebouw aan de zuidwestzijde wordt een plein gerealiseerd aan de haven.



Figuur 1.1a: Plan 'Veilingstraat'; 3D-impresie



Figuur 1.1b: Plangebied en omgeving

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

- In hoofdstuk 2 van deze rapportage worden de eisen aan windklimaat en beoordelingsmethodiek uit de NEN 8100 behandeld.
- Hoofdstukken 3 en 4 geven een nadere toelichting op het uitgevoerde onderzoek.
- In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het onderzoek gegeven en toegelicht.

2 Beoordeling windklimaat

Voor de beoordeling van het windklimaat op het maaiveld is de NEN 8100:2006 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 de 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 stilzitten 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.

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 gevaaarcriterium conform NEN 8100

In de 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, zoals 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

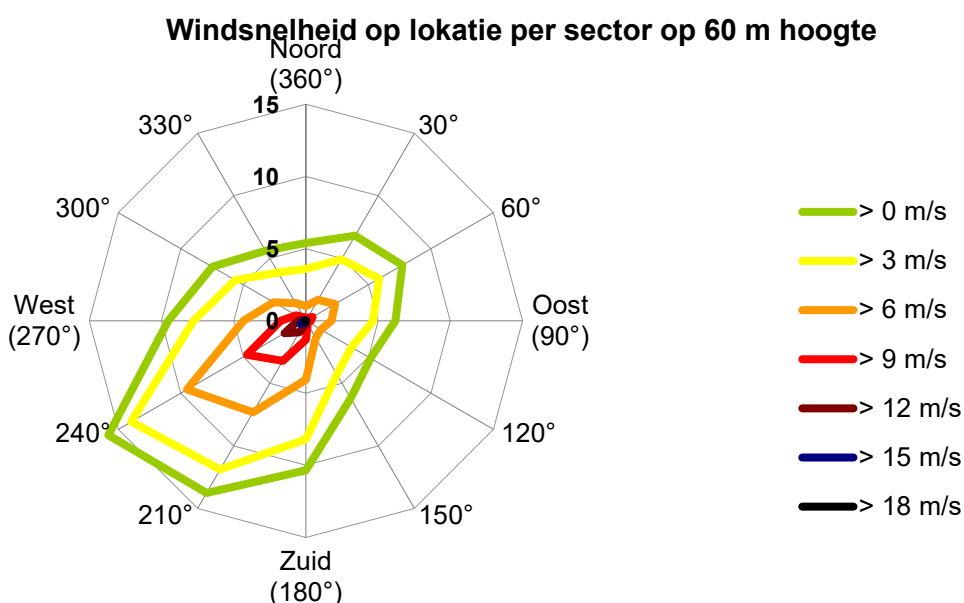
Kans dat de drempelsnelheid (15 m/s) overschreden wordt [% van aantal uren per jaar]	Kwalificatie
≤ 0,05 %	Geen risico
0,05 - 0,30 %	Beperkt Risico
≥ 0,30 %	Gevaarlijk

Een 'beperkt risico' is slechts acceptabel bij niet windhinder gevoelig 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 van 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

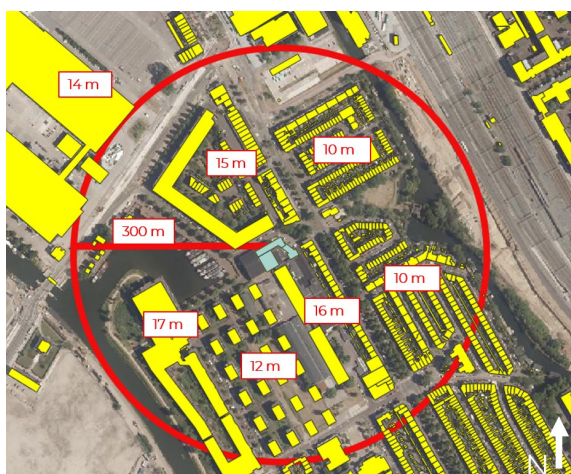
De Amersfoortse coördinaten voor het plangebied zijn: X = 135.950 en Y = 454.920. Voor het bepalen van de lokale windstatistiek wordt – zoals voorgeschreven in de NEN 8100 – gebruik gemaakt van NPR 6097. Zoals op de meeste locaties binnen Nederland is de overheersende windrichting zuidwest (zuid-zuidwest en west-zuidwest).



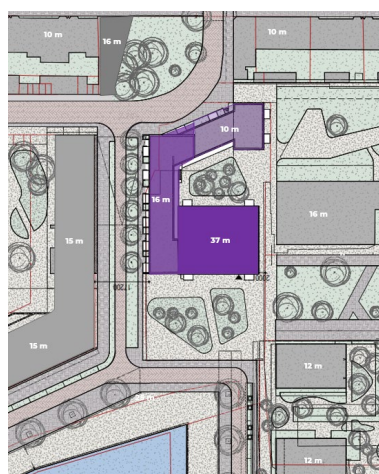
Figuur 3.1: Windsnelheid op locatie (per sector) op 60 m hoogte

3.2 De ruimere omgeving van het plan

Het plangebied is gelegen in de gemeente Utrecht, zuidwest van het centrum. In onderstaande figuren is de ligging van het plan in de omgeving weergegeven.



Figuur 3.2: Het plan in de ruimere omgeving



Figuur 3.3: Het plan in zijn directe omgeving

In de bovenstaande figuren is te zien dat het bouwplan is overwegend omringd door stedelijk gebied. In de directe omgeving van het gebouw, het gebied met een straal van circa 300 m, is bebouwing tot circa 17 m hoogte aanwezig. Aan de zuidwestzijde van het plan ligt de veilinghaven.

Het U-gebouw is ongeveer even hoog als de omliggende bebouwing en de toren is circa 20 m hoger dan de gemiddelde bouwhoogte in de directe omgeving, waardoor de wind relatief vrij op het plan kan aanstromen, met name op de toren.

3.3 Bouwplan

Het bouwplan omvat een woontoren van 37 meter op een laagbouw van 16 meter. Aan de noordoostzijde is de laagbouw slechts 10 meter. Het nieuwe gebouw wordt gerealiseerd aan de noordoostzijde van de kavel. Aan de zuidwestzijde wordt een plein gerealiseerd met uitzicht op de veilinghaven.

In de zuidwestgevel van de woontoren is de hoofdentree aanwezig voor de woningen. Bijna alle woningen worden ontsloten via deze entree. Alleen de woningen in het oostelijk blok van de laagbouw worden ontsloten via een eigen entree aan de staartzijde aan noordoost kant van de laagbouw. In de hoofdtoren wordt in de steeg aan de zuidzijde een entree voor de fietsen berging beoogd. De voordeur van de woningen in de laagbouw zijn gelegen aan een galerij aan de binnentuin.

Op de begane grond van de woontoren wordt een commercieel/maatschappelijke ruimte gerealiseerd met een entree in de zuidwestgevel. Op het plein is een terras voorzien ten behoeve van de commercieel/maatschappelijke functie. Aan de overzijde van de Veilingstraat hebben de woningen op de begane grond een buitenruimte aan de straatkant. De buitenruimte is gelegen achter een gesloten balustrade.

3.4 Beoordeling van het windklimaat rondom het bouwplan

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 de NEN 8100, aangehouden worden.

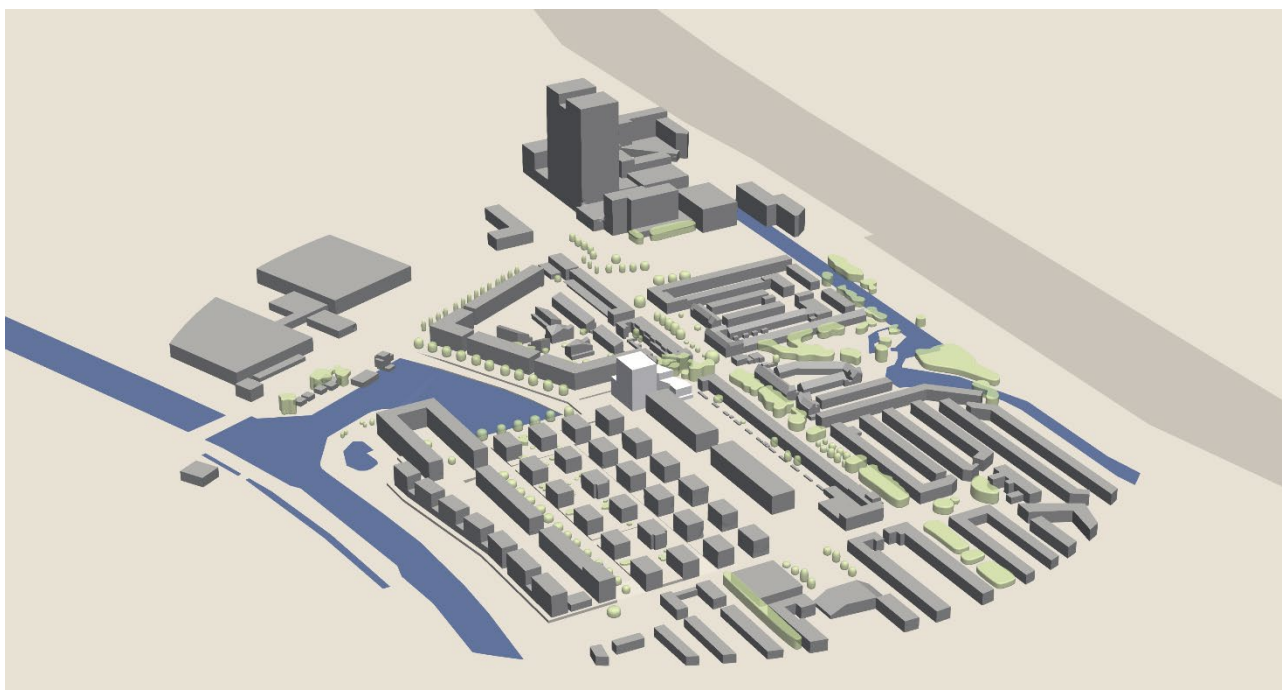
Tabel 3.1: Normstelling conform NEN 8100

Type gebied	Classificatie	Windhinder		Windgevaar
		Ambitieniveau	Minimaal / acceptabel niveau	
Openbaar gebied rondom de toren (trottoirs, voetpaden, fietsroutes en dergelijke)	Doorloopgebied	Goed windklimaat voor doorlopen = Klasse A, B of C	Matig windklimaat voor doorlopen = Klasse D	<i>Bepaalde overschrijding van het gevaarcriterium toegestaan.</i>
Gebied nabij hoofdentrees én entree van de fietsenstalling	Slentergebied	Goed voor slenteren = Klasse A of B	Matig windklimaat voor slenteren = Klasse C	<i>Overschrijding van het gevaarcriterium <u>niet</u> toegestaan.</i>
Gebied voor terras	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 B.V. Conform de NEN 8100 is het technische inlegvel met een kort overzicht van relevante gegevens opgenomen in bijlage I.

Op basis van de aangeleverde 3D-modellen, situatietekening en geo-data is een 3D-rekenmodel gemaakt, geschikt voor CFD-windhinderonderzoek conform de NEN 8100 (figuur 4.1). Het 3D-model is aangepast tot een benodigd detailniveau en nauwkeurigheid voor een CFD-berekening. In het rekenmodel zijn ook aanwezige bomen (groter dan 4 m) gemodelleerd als poreuze medium. In bijlage II zijn de afbeeldingen van het rekenmodel inclusief rekenraster weergegeven.



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

5 Resultaten CFD-windonderzoek

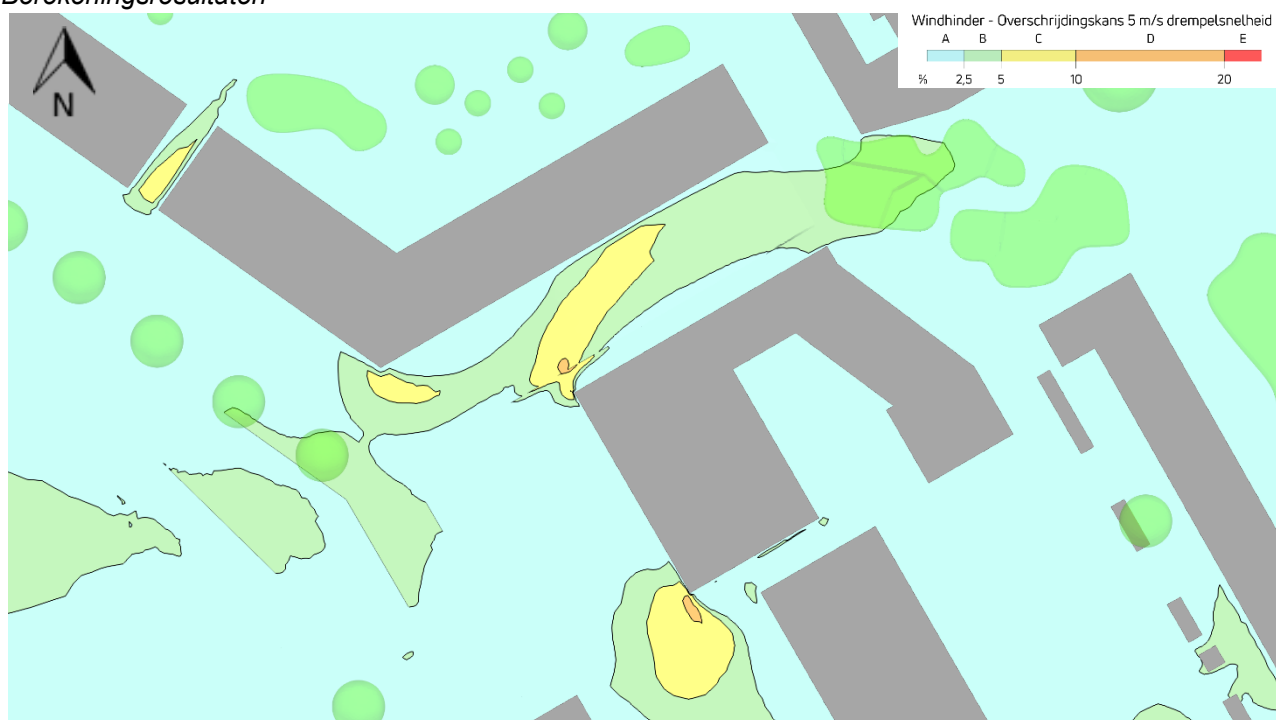
Het windklimaat in de (openbare) buitenruimten op maaiveldniveau is conform de NEN 8100 bepaald. In de figuren in de hierna volgende paragrafen worden de resultaten voor windhinder en windgevaar weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld.

5.1 Windhinder

Onderstaande figuren geven de berekeningsresultaten weer ten aanzien van windhinder uitgedrukt in de kwaliteitsklassen A t/m E uit de NEN 8100:2006.

In aanvulling op de resultaten en figuren gepresenteerd in deze paragraaf zijn meer grafische resultaten opgenomen in de bijlage III. Deze bijlage 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 de NEN 8100 als gepresenteerd in deze paragraaf en in bijlage VI. De overschrijdingen per windrichting geven meer inzicht in de oorzaak van het aanwezige windklimaat.

Berekeningsresultaten



Figuur 5.1: Beoordeling windcomfort conform NEN 8100

Toelichting windklimaat rondom het gebouw

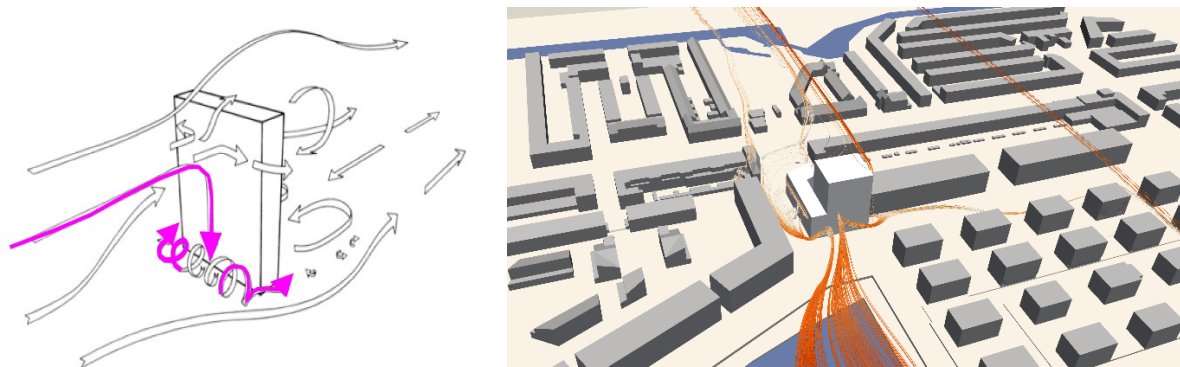
- Het figuur laat zien dat rondom het gebouw het windklimaat overwegend in klasse A valt, dit is een goed windklimaat voor alle functies. Ook in het hof en in de steeg valt het windklimaat in klasse A.
- In de Veilingstraat noordwest van het gebouw is het windklimaat overwegend B. Dit is goed voor lopen en slenteren en matig voor langdurig zitten. Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ondervonden.
- Vanwege de cornerstream van de westhoek ontstaat er een pluim met een verslechtering tot klasse C. Deze verslechtering breidt zich uit tot aan de gevel van de woningen aan de overzijde. Klasse C is 'slecht' voor langdurig zitten. Langs de gevel aan de overzijde zijn buitenruimtes aanwezig. Deze ruimtes worden afgeschermd door een gesloten balustrade. Achter deze balustrade zal het windklimaat gunstiger zijn en een klasse hoger gunstiger zijn. Achter de balustrade is een klasse B te verwachten; 'matig' voor langdurig zitten.
- Lokaal bij de zuidhoek valt het windklimaat in klasse C, dit is een 'goed' windklimaat voor doorlopen en 'matig' voor slenteren. Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ondervonden. Gezien hier geen windgevoelige functies zoals entrees aanwezig zijn, kan dit lokaal geaccepteerd worden.
- Zeer lokaal wordt bij de hoeken van de zuidwestgevel een verhoogd windklimaat klasse D verkregen. Aangezien deze gebieden zeer klein zijn wordt dit acceptabel geacht. Bij cornerstreams is altijd een zeer lokale verhoging van het windklimaat te verwachten.

Beoordeling activiteiten

- In het steegje is het windklimaat voornamelijk klasse A. Dit is gunstig voor een eventuele ingang naar de (fietsen) berging.
- De hoofdingang is aan het plein in de zuidwestgevel gesitueerd. Klasse A en B is 'goed' voor een ingang. Alleen direct op de hoek van de zuidgevel is een 'matig' windklimaat aanwezig voor een ingang.
- Op het plein aan de voorzijde is een windklimaat klasse A aanwezig. Dit is 'goed' voor een eventueel terras op het plein.

Geconcludeerd wordt dat er geen sprake is van onacceptabele windhinder.

Dit windklimaat is te verklaren doordat het appartementengebouw aan de zuidwestzijde 37 m hoog is, waar de wind vrij over de omliggende bebouwing kan aanstromen. Deze gevel zal dus verhoudingsgewijs nog veel wind zullen vangen, die ook langs de gevel afstroomt. Op de hoeken ontstaan cornerstreams.

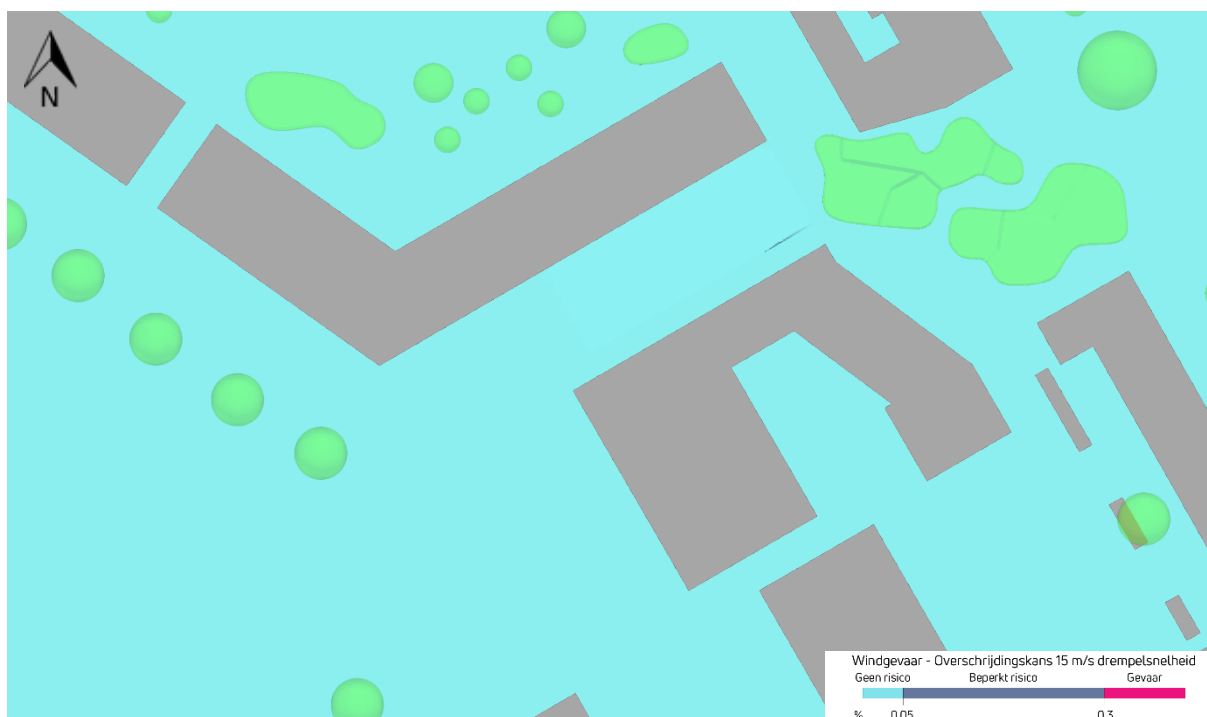


Figuur 5.2: Windstromingen rondom te toren: schematisch (links) en met gebruik van stromingslijnen voor wZW-richting (rechts)

5.2 Windgevaar

Berekeningsresultaten

Onderstaande figuren geven de resultaten weer 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, zoals vallen.



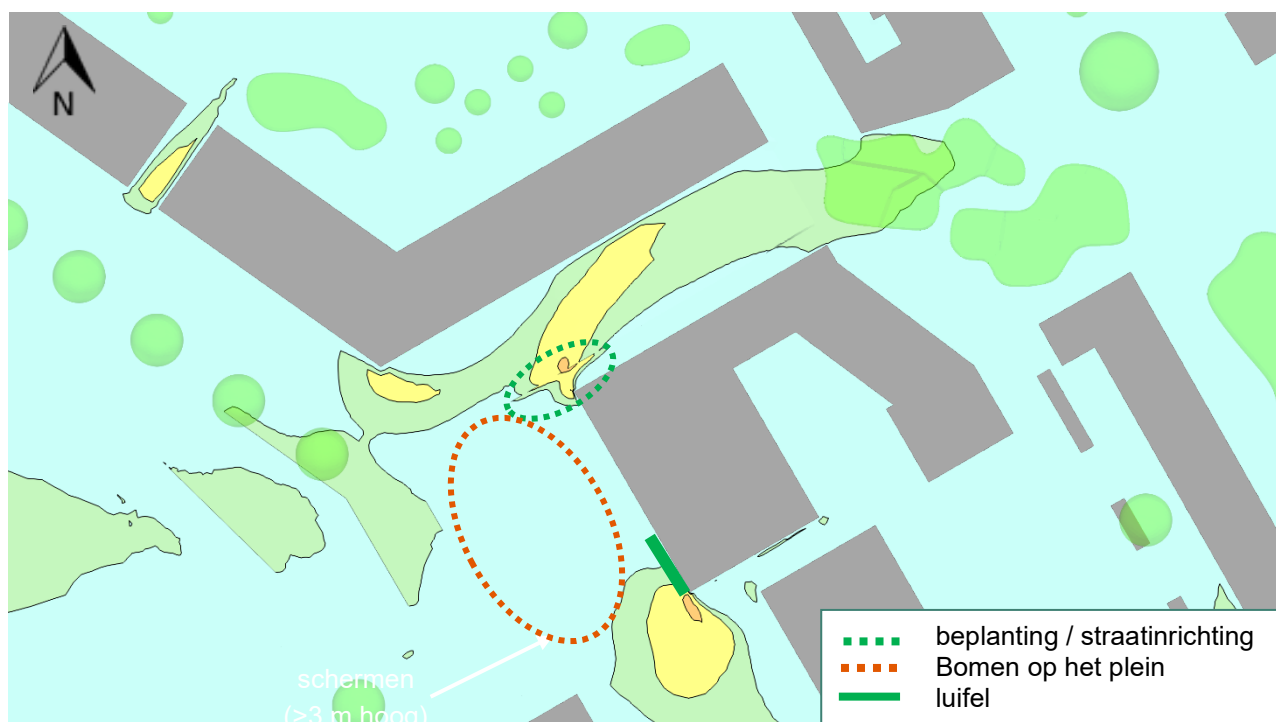
Figuur 5.3: Beoordeling gevaar conform NEN 8100

Toelichting rekenresultaten windgevaar

Het figuur laat zien dat in het openbaar gebied rondom het plan geen risico op windgevaar aanwezig is.

5.3 Mogelijke verbeteringen met lokale maatregelen

Voor het overgrote deel van het gebied is het windklimaat goed voor de beoogde functies. Op enkele locaties is het windklimaat matig. Om het windklimaat verder te verbeteren zijn in het onderstaande figuur mogelijke maatregelen gegeven, die lokaal een positief effect kunnen hebben op het windklimaat.



Figuur 5.4: Mogelijke verbeteringen voor windklimaat op maaiveld

Toelichting maatregelen:

- Om het windklimaat in de Veilingstraat te verbeteren kan dichte beplanting of een windscherm (terras afscherming) worden geplaatst. In figuur 5.4 is de locatie aangegeven. Deze schermen zullen de wind richting de Veilingstraat gedeeltelijk blokkeren. De schermen kunnen geperforeerd uitgevoerd worden met een 'open' percentage van ten hoogste 50%.
- Door het plaatsen van bomen op het plein wordt een deel van de zuidwestgevel afgeschermd. Hierdoor zal minder wind naar het maaiveld afstromen. Hierdoor zal het windklimaat bij de zuidhoek en in de Veilingstraat verbeteren.
- Om het windklimaat te verbeteren bij de zuidhoek van de toren kan overwogen worden om een brede luifel boven in hoofdingang te plaatsen. Hoewel het windklimaat bij de hoofdentree goed is, kan het gebied met klasse C naast de ingang verbeterd worden door een brede luifel boven de ingang te plaatsen. De afstromende wind wordt dan opgevangen door de luifel. De wind zal niet afstromen naar het maaiveld.

Het is moeilijk in te schatten wat het effect is van deze maatregelen zonder een CFD-berekening.

6 Samenvatting en conclusie

Door Cauberg Huygen BV is, in samenwerking met Actiflow BV, in opdracht van ten Brinke Bouw B.V. voor het plan Veilingstraat in Utrecht een windstudie conform NEN 8100:2006 uitgevoerd op basis van berekeningen met Computational Fluid Dynamics (CFD).

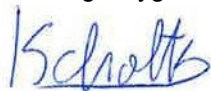
Uit het CFD-windhinderonderzoek blijkt dat:

- Rondom het gebouw valt het windklimaat overwegend in klasse A.
- Het windklimaat in de Veilingstraat is overwegend klasse B. Vanwege een cornerstream een pluim met windhinderklasse C. Deze pluim bereikt gevel van de woningen aan de overzijde van de straat. Windhinderklasse C is slecht voor langdurig zitten. De buitenruimtes aan de overzijde zijn afgeschermd door een gesloten balustrade. Dit heeft een gunstig effect op het wind klimaat. Achter de balustrade is een klasse B te verwachten; 'matig' voor langdurig zitten.
- Lokaal bij de zuidhoek valt het windklimaat in klasse C, dit is een 'goed' windklimaat voor doorlopen en 'matig' voor slenteren. Bij een matig windklimaat wordt af en toe overmatige windhinder ondervonden.
- In het steegje is het windklimaat voornamelijk klasse A. Dit is gunstig voor een eventuele ingang naar de (fietsen) berging.
- De hoofdingang is aan het plein in de zuidwestgevel gesitueerd. Klasse A en B is 'goed' voor een ingang. Alleen direct op de hoek van de zuidgevel is een 'matig' windklimaat aanwezig voor een ingang.
- Op het plein aan de voorzijde is een windklimaat klasse A aanwezig. Dit is 'goed' voor een eventueel terras op het plein.

In het openbaar gebied rondom het plan is geen risico op windgevaar aanwezig. Er is geen sprake van onacceptabele windhinder.

In paragraaf 5.3 zijn maatregelen benoemd die een positief effect kunnen hebben op het windklimaat in de directe omgeving van het gebouw.

Cauberg Huygen B.V.



De heer ir. K. Scholts
Adviseur

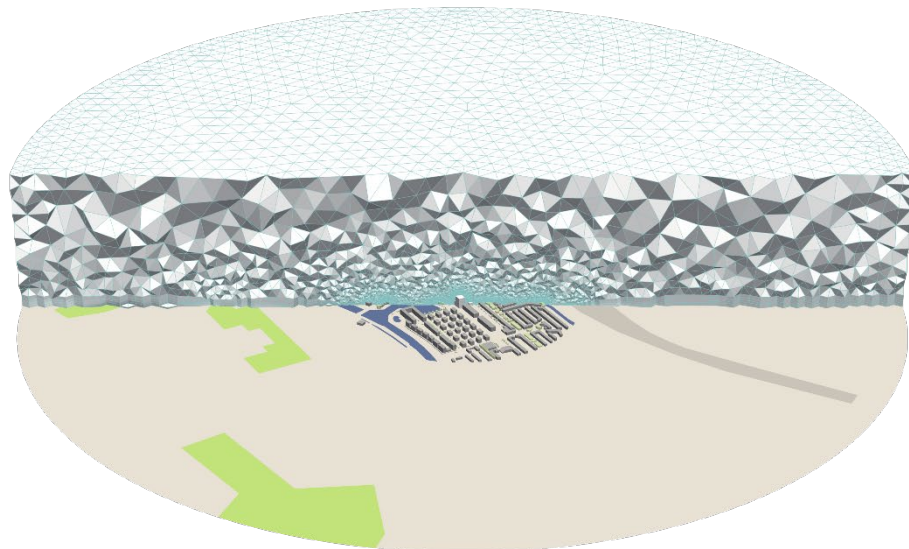
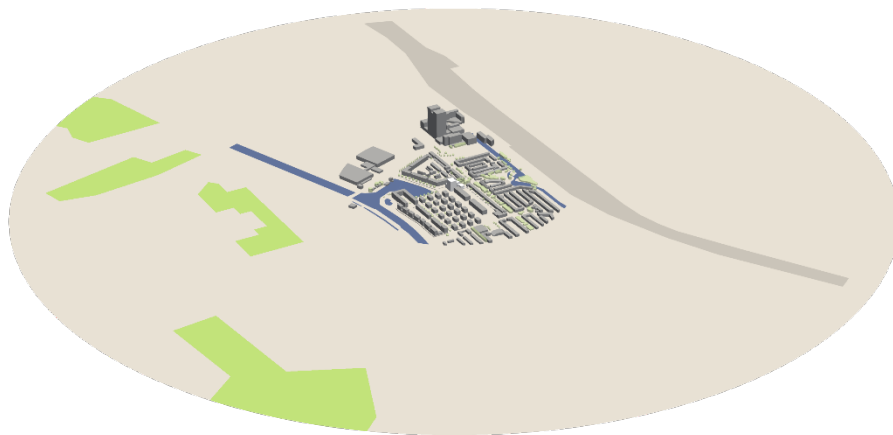
Bijlage I Inlegvel NEN 8100

Technisch inlegvel numerieke simulatie

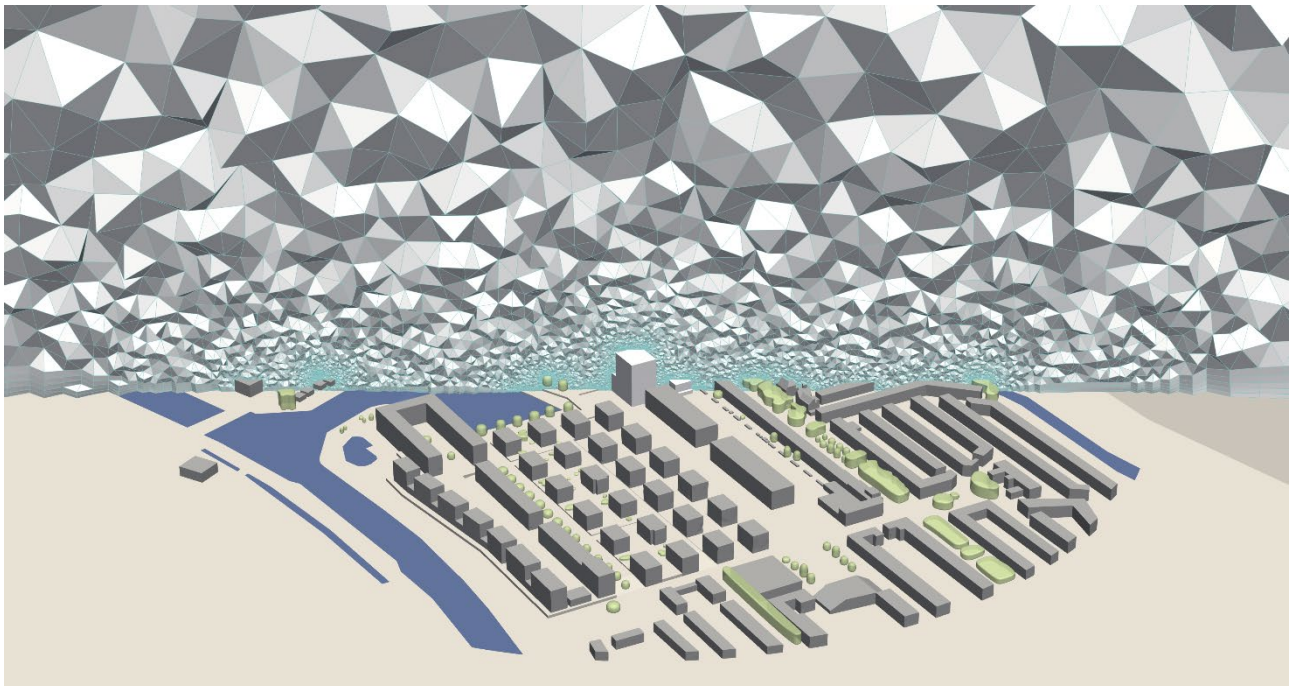
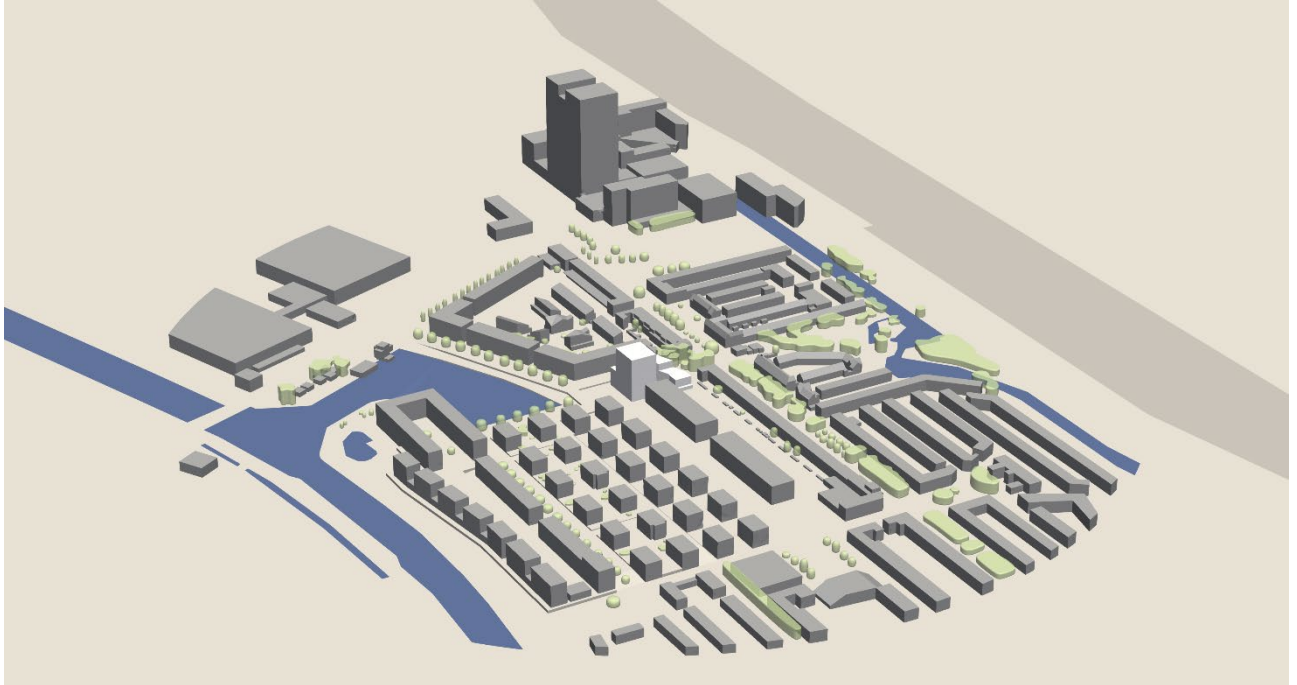
Project		Projectgegevens		
Projectnaam	Veilingstraat Utrecht			
Opdrachtgever	Cauberg-Huygen B.V.			
Projectleider Actiflow	ir. N.J.V. Vlaun			
Datum	12 oktober 2023			
Model		Algemene gegevens van het model		
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 400 m rondom projectgebouw			
Kerngebied	Nieuwbouw en de directe omgeving			
Omgeving	Omgeving in vereenvoudigde bouwvolumes, gedetailleerd nabij kerngebied			
Afmetingen model	Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m			
Blokkeringsgraad	Maximaal 3 %			
Gemodelleerd groen	Bomen en struiken: poreuze zone			
Onderzochte windrichtingen	2 x 12 (rondom in stappen van 30°, met en zonder vegetatie)			
Onderzochte configuraties	2 configuraties: 1) bestaande situatie, 2) toekomstige situatie incl. nieuwbouw			
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: of2212			
Algemeen	<input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input 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 Basis: 22 792 334 cellen			
Turbulentiemodellering	SST k- ω			
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1 Turbulente grootheden: limitedLinear 1 Scalaire variabelen: n.v.t.			
Randvoorwaarden		Gebruikte randvoorwaarden		
Instroomprofiel	Logaritmische atmosferische grenslaag, $z_0 = 1,6\text{m}$			
Uitlaat	Druk-uitlaat			
Boven-/Zijwanden	Slipwanden			
Vloer/bodem	No-slip, ruwe wand			
Overige	No-slip, ruwe wand/gladde wand			
Gegevensverwerking en beoordeling		Informatie voor locatie en berekening windklimaat		
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X: 136001		Y: 454935	
Toegepaste eisen	V_{DR} m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans % $p(V_{LOK} > V_{DR,H})$	Beoordeling
Voor comfort				
Doorlopen	5,0	A, B, C	$p < 10$	Goed
Slenteren	5,0	A, B	$p < 5$	Goed
Zitten	5,0	A	$p < 2,5$	Goed
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 contouren en klassenindeling, windgevaar contour			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef-overschrijdend belang	Geen			

Bijlage II **CFD model en rekenraster**

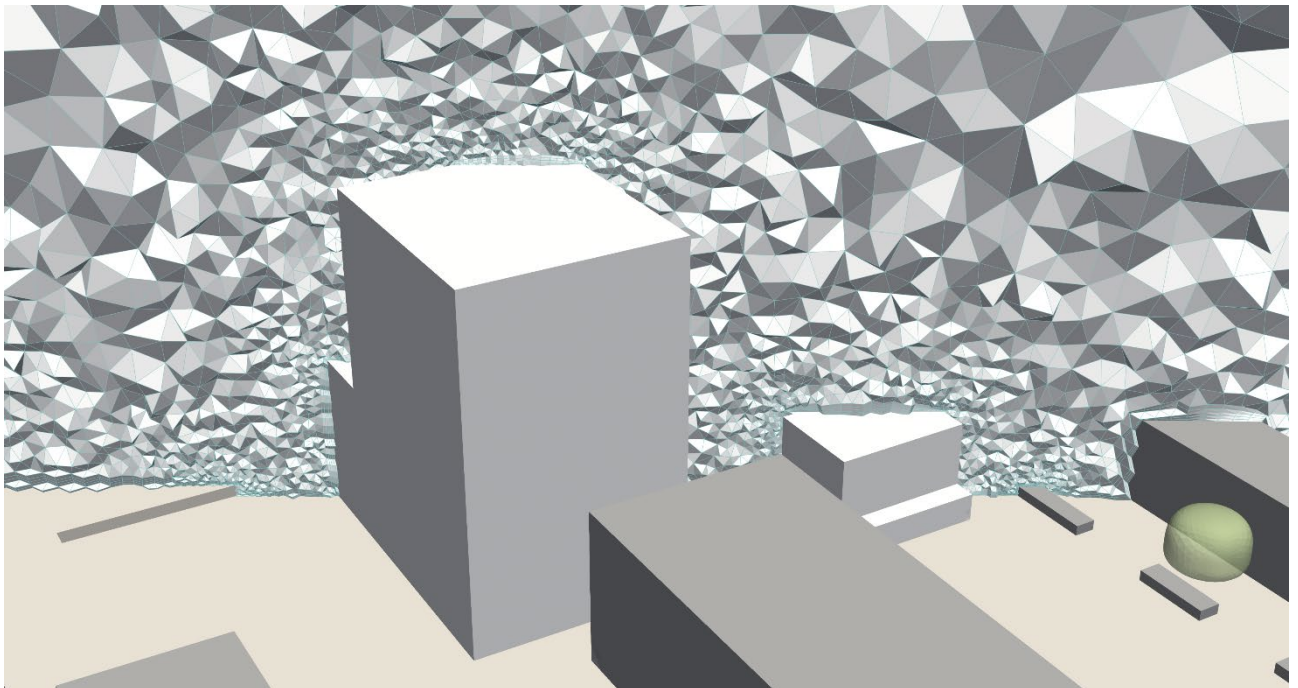
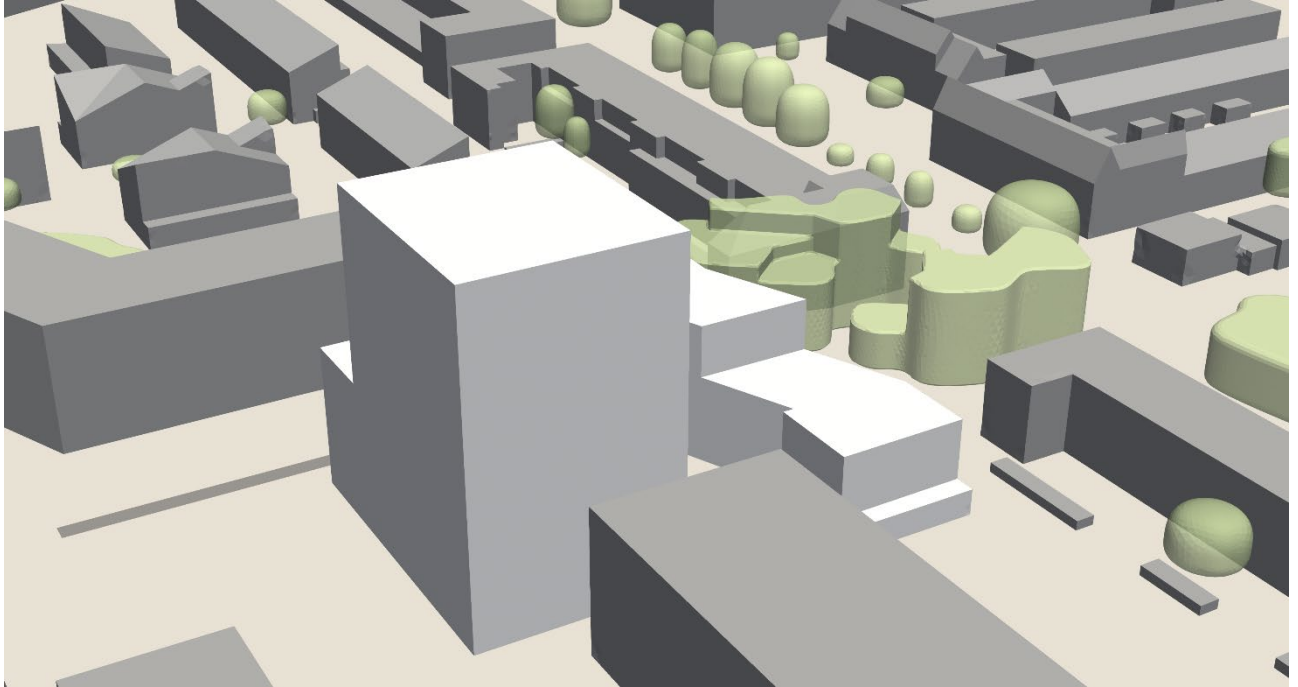
Overzicht model en mesh



Kern model en mesh



Detail model en mesh



Bijlage III Berekeningsresultaten: overschrijdingskansen per windrichting

Windrichting: 0° Noord



Windrichting: 30° Noord-Noordoost



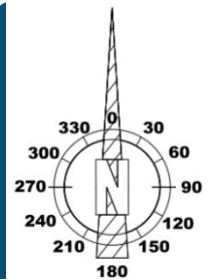
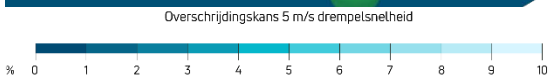
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsetheid



Windrichting: 60° Oost-Noordoost



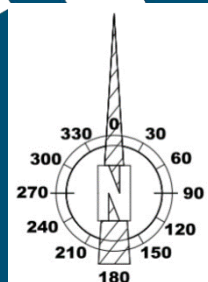
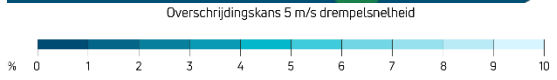
Windrichting: 90° Oost



Windrichting: 120° Oost-Zuidoost



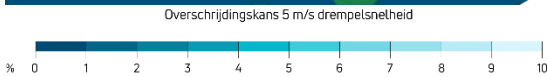
Windrichting: 150° Zuid-Zuidoost



Windrichting: 180° Zuid



Windrichting: 210° Zuid-Zuidwest



Windrichting: 240° West-Zuidwest



Windrichting: 270° Zuid



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid



Windrichting: 300° West-Noordwest



Windrichting: 330° Noord-Noordwest

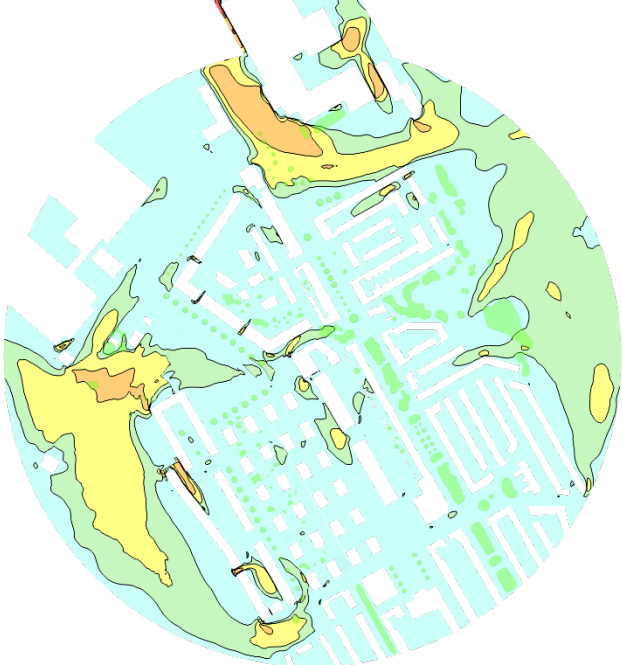


Overschrijdingskans 5 m/s drempelnelheid

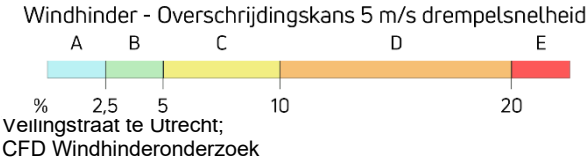
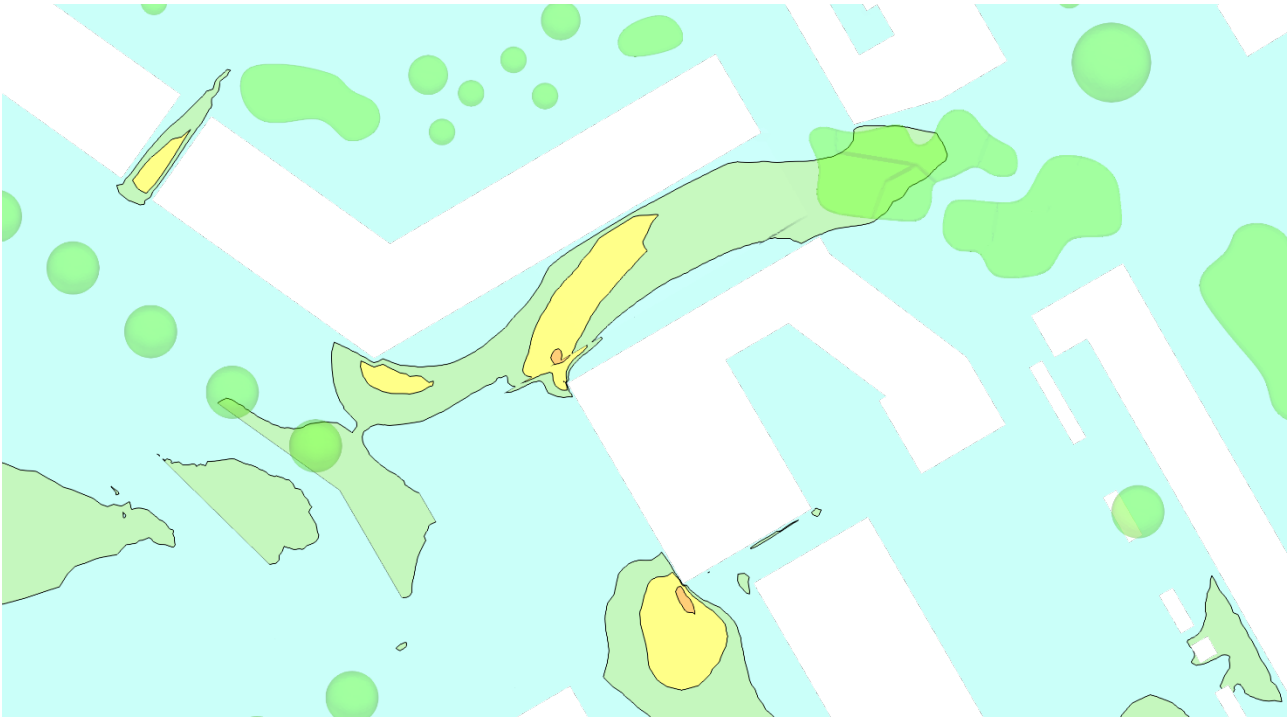


Bijlage IV Berekeningsresultaten windhinder en windgevaar

Overzicht windhinder



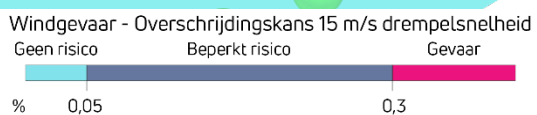
Detail windhinder



Overzicht windgevaar



Detail windgevaar



Bijlage V Berekeningsresultaten windhinder per activiteit

Overzicht windhinder voor doorlopen



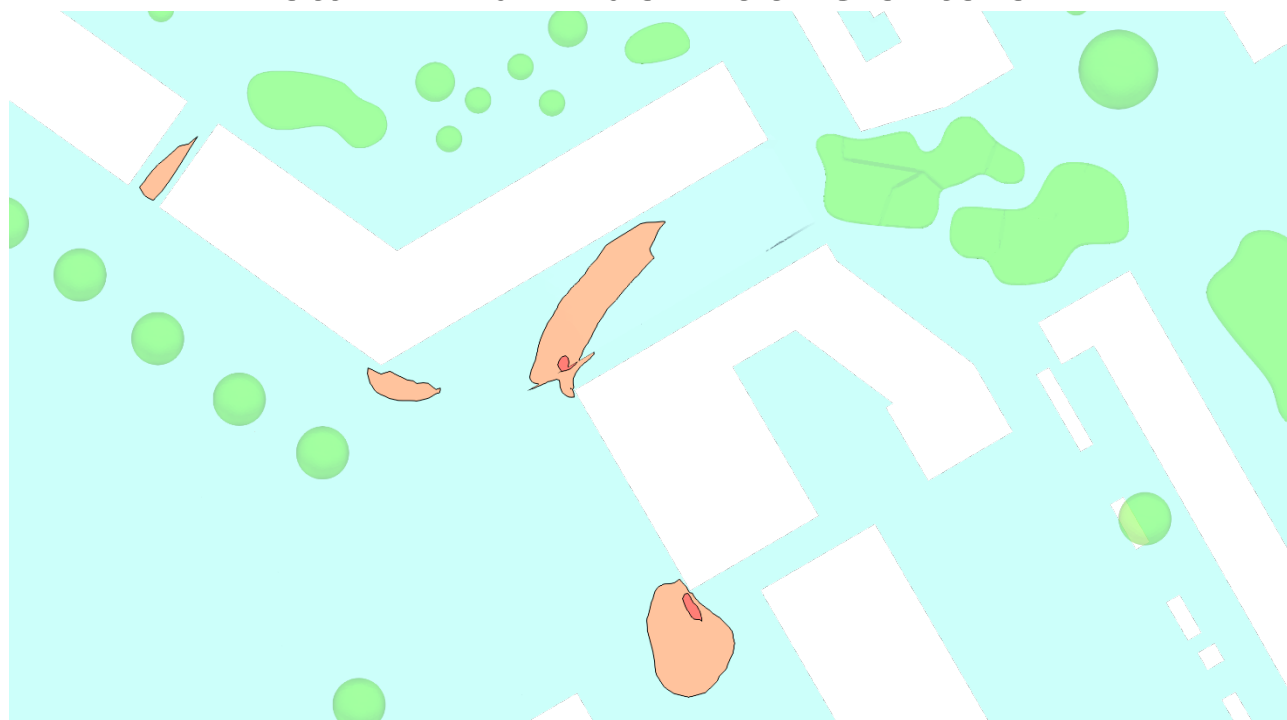
Detail windhinder voor doorlopen



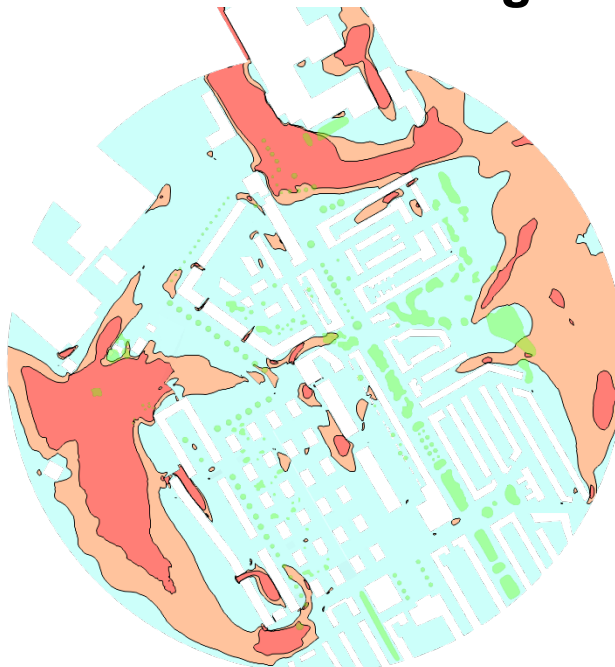
Overzicht windhinder voor slenteren



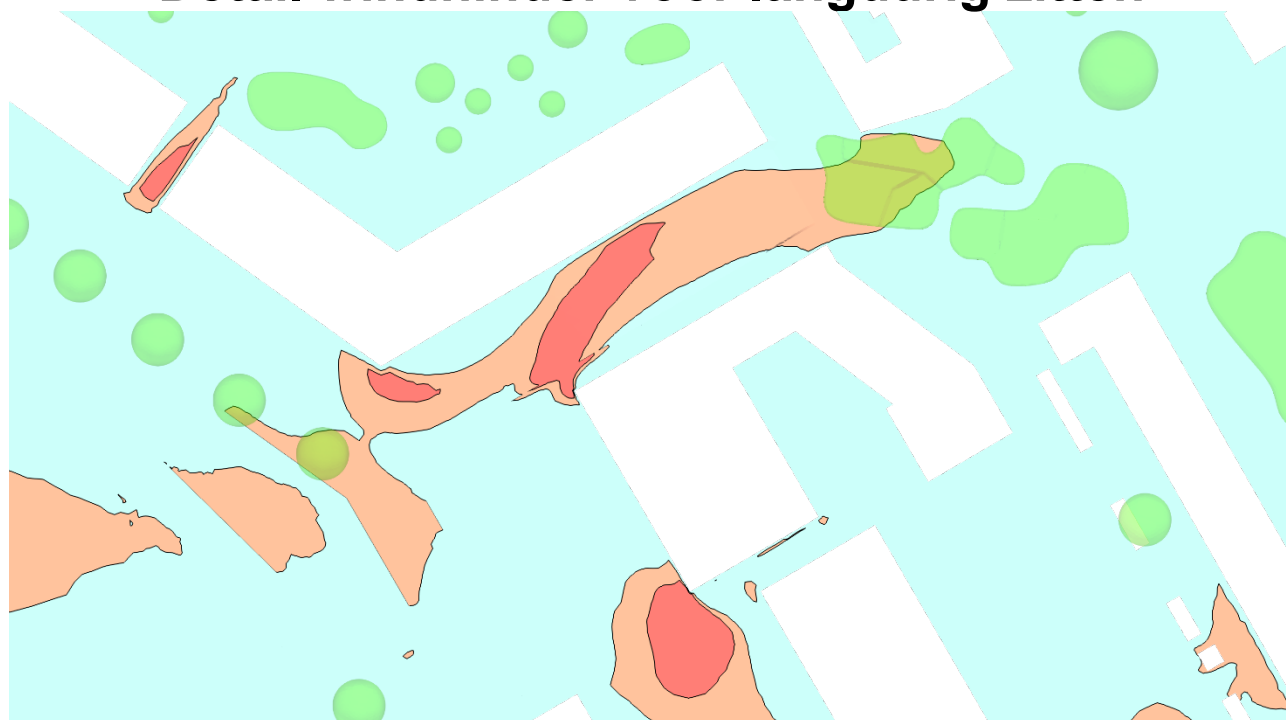
Detail windhinder voor slenteren



Overzicht windhinder voor langdurig zitten



Detail windhinder voor langdurig zitten

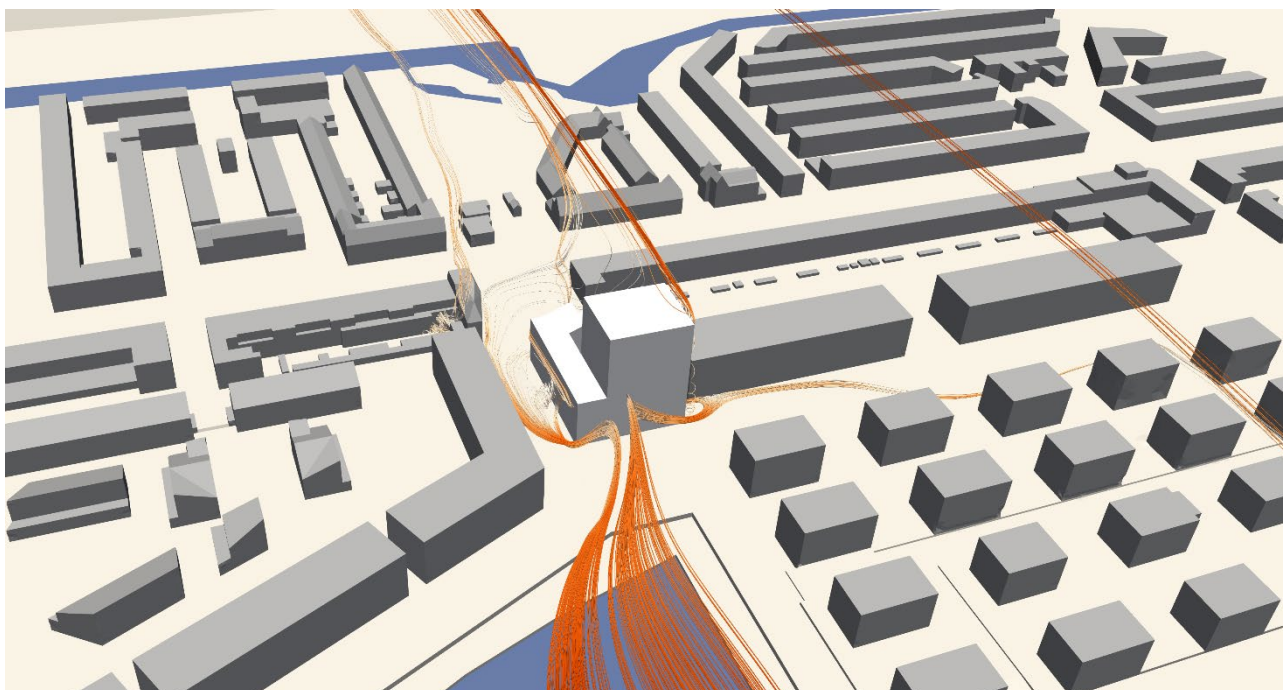
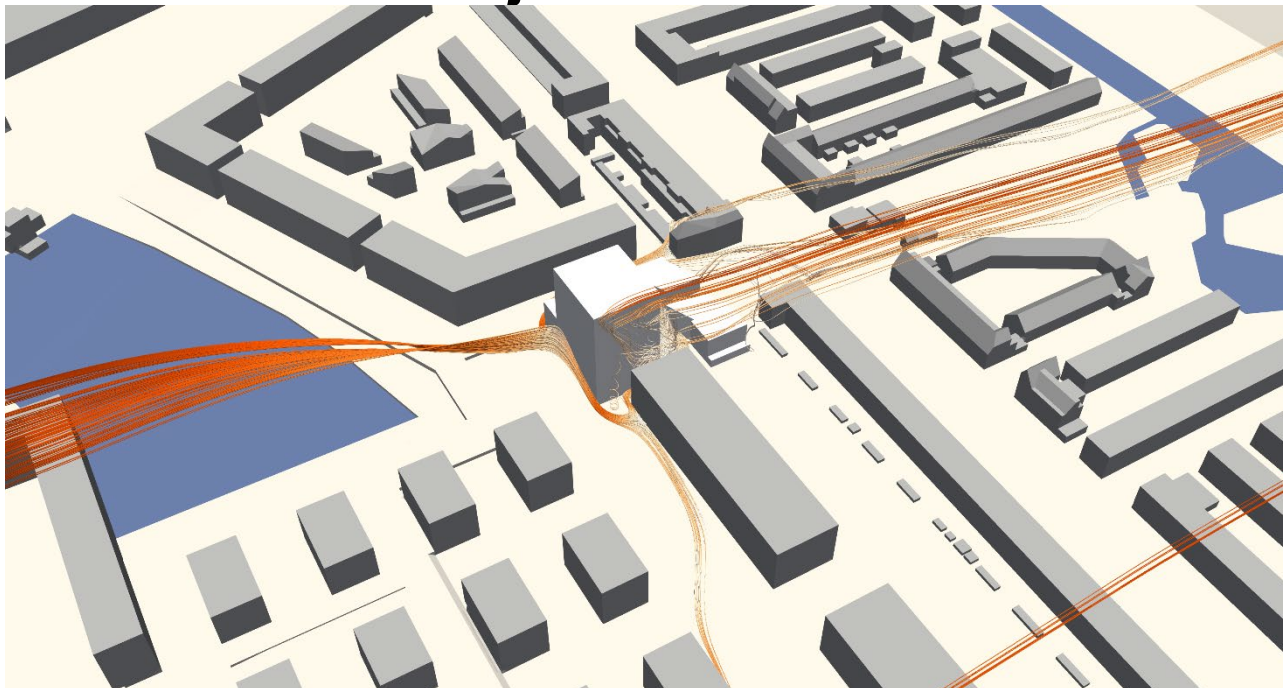


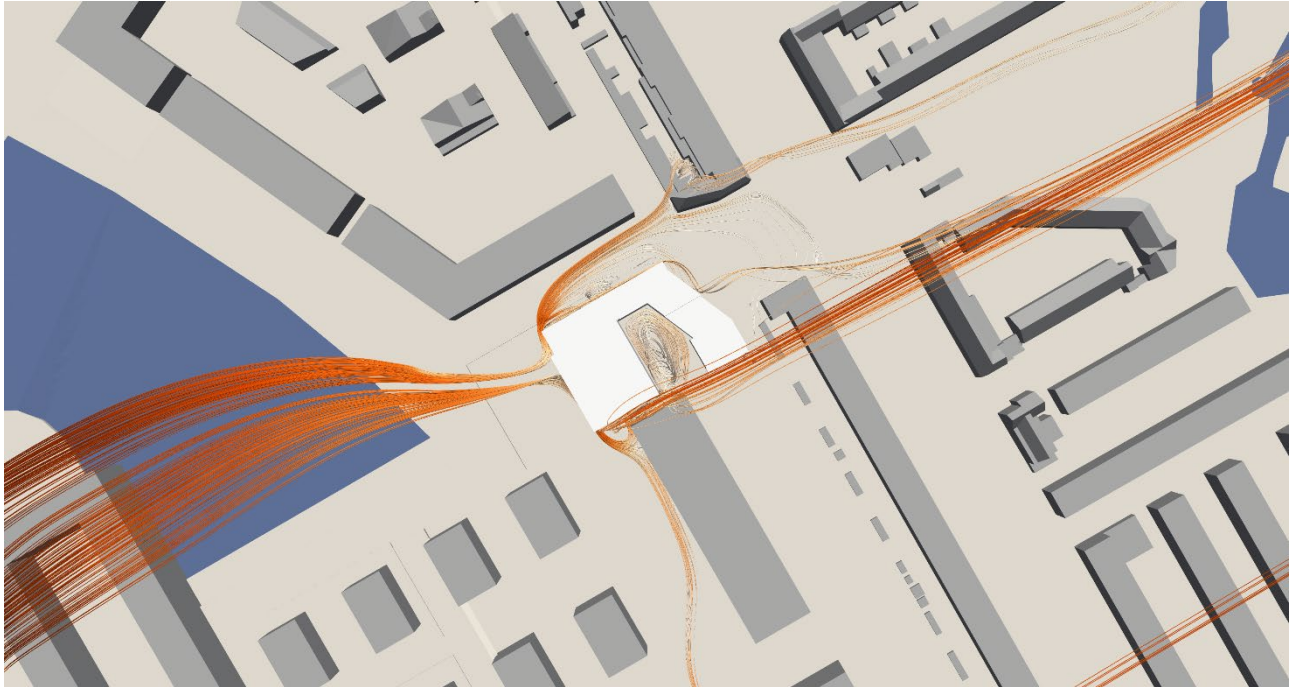
Goed Matig Slecht



Bijlage VI Stroomlijnen

Stroomlijnen West zuidwest





Stroomlijnen Zuid zuidwest

