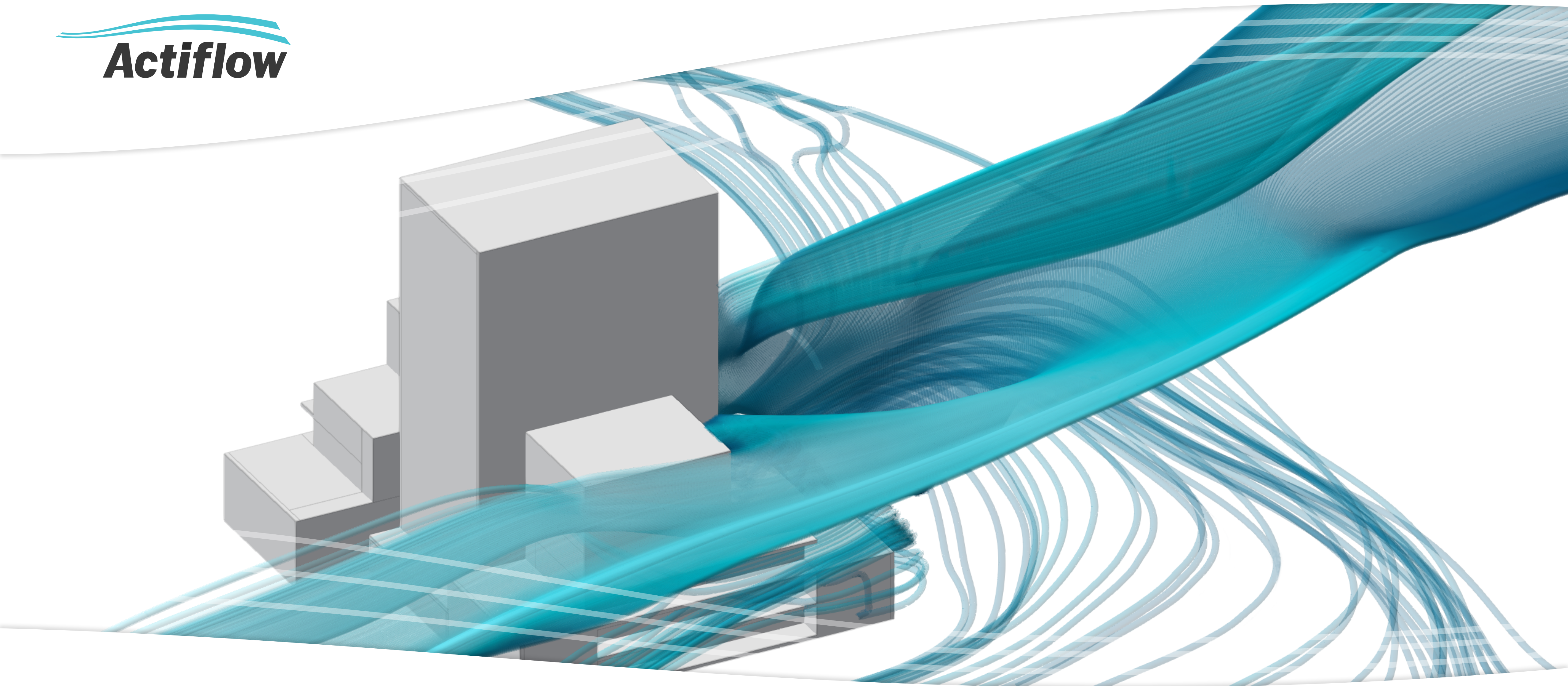




't Ovaal te Eindhoven

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

't Ovaal te Eindhoven
CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar

Opdrachtgever	Trudo
Contactpersoon opdrachtgever	Joep Dirx
Projectnummer	7573
Rapportversie	1.0
Status	Definitief
Datum	21 oktober 2024
	©2024 Actiflow BV
Auteur	ir. Roland Broers 
Controleur	ir. Reinier Maas 

Actiflow BV
Tramsingel 5
4814 AB Breda
+31 (0)76 5422 220
contact@actiflow.com
www.actiflow.com

Inhoudsopgave

1. Introductie	4	5. Conclusie	18
2. Normstelling	5	A Inlegvel NEN 8100:2006	19
2.1 Windhinder en windgevaar		B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid	20
2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar		C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld	21
2.3 Beleidsregel Eindhoven		D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen	23
2.4 Windhinder en windgevaar private buitenruimten		E Windklimaat private buitenruimten VS-gebouw	29
3. Opzet van de berekening	9		
3.1 3D-Model en rekenrooster			
3.2 Vegetatie			
3.3 Methodiek			
3.4 Software			
3.5 Aannames en randvoorwaarden			
4. Resultaten	12		
4.1 Windklimaat openbare buitenruimte			
4.2 Windklimaat private buitenruimte			

1 Introductie

Voorliggende rapportage omschrijft een windonderzoek uitgevoerd door **Actiflow** in opdracht van Trudo. Dit windonderzoek is uitgevoerd voor de ontwikkeling van het project "'t Ovaal" te Eindhoven.

Het plangebied van de ontwikkeling bevindt zich in de noordwesthoek van de buurt Groenewoud, zie figuur 1.1. Ten oosten en zuiden is het omgeven door laagbouw en middenhoogbouw, ten noorden en westen door de bosgebieden van Vredeoord en De Herdgang. De nieuwbouw is opgebouwd uit verschillende elementen van variërende hoogte. De centrale woontoren heeft een hoogte van ongeveer 36 meter, zie figuur 1.2.

Het inpassen van de nieuwbouw zal leiden tot een wijziging van het lokale windklimaat. Dit kan zorgen voor een situatie die als onprettig of gevaarlijk wordt ervaren. Daarnaast vragen de functies van de gebouwen en het verwachte gebruik van de openbare buitenruimte om een acceptabel comfortniveau ten aanzien van wind. Het is dan ook noodzakelijk het windklimaat inzichtelijk te maken, zodat mogelijke knelpunten kunnen worden aangepakt.

Actiflow is gevraagd om het windklimaat inzichtelijk te maken met behulp van berekeningen op basis van Computational Fluid Dynamics (CFD). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de normstelling omtrent windhinder en windgevaar, de Nederlandse norm NEN8100:2006 'windhinder en windgevaar in de gebouwomgeving'.

Een uitgebreide beschrijving van de richtlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 2. De geometrie van het gebouw en de omgeving, de numerieke instellingen, het rekenrooster en randvoorwaarden zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten worden vervolgens getoond en beschreven in hoofdstuk 4, waarna een aanvullende analyse van de stromingsfenomenen volgt in hoofdstuk 5. Ten slotte wordt een conclusie gevormd in hoofdstuk 6.



Figuur 1.1:
Impressie van de
locatie van het
nieuwbouwproject
(Google Maps)



Figuur 1.2:
Impressie van
het model van de
toekomstige situatie

Zicht vanuit het
westen

2 Normstelling

2.1 Windhinder en windgevaar

De normstelling betreffende het windklimaat in de openbare ruimte vindt haar oorsprong in NEN 8100:2006. In deze norm wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. De definitie van windhinder is het ondervinden van hinder door wind. In de norm wordt verondersteld dat dit bij een gemiddeld persoon zal optreden wanneer de lokale uurgemiddelde windsnelheid meer dan 5 m/s bedraagt. Aan de hand van de activiteit die op een bepaalde locatie wordt uitgevoerd kan deze periode van hinder beoordeeld worden. Zo zal in een gebied waar voetgangers enkel doorheen lopen een relatief lange periode van hinder geaccepteerd kunnen worden. Daarentegen zal het windklimaat in bijvoorbeeld een winkelstraat, bushalte of speeltuin pas acceptabel zijn wanneer de tijdsduur van windhinder beperkt is.

Aangenomen wordt dat windgevaar optreedt wanneer de uurgemiddelde lokale windsnelheid meer dan 155 m/s bedraagt. Windgevaar is het optreden van een zeer hoge windsnelheid, waardoor problemen optreden bij het lopen, zoals evenwichtsverlies. Ook hier kan een klein risico op windgevaar geaccepteerd worden bij minder kritische activiteiten, echter een groot risico op windgevaar is in alle voetgangersgebieden onacceptabel.

Figuren 2.1 en 2.2 tonen voorbeelden van windhinder en windgevaar voor voetgangers.



Figuur 2.1:
Verbeelding situatie
van windhinder



Figuur 2.2:
Verbeelding situatie
van windgevaar

2.2 Classificatie en beoordeling van windhinder en windgevaar

NEN 8100:2006 geeft de indeling voor windhinder in kwaliteitsklassen. Zowel windhinder als windgevaar worden hierbij op hoofdhoogte van een staande persoon, te weten 1,75m boven het grondoppervlak, beoordeeld. De indeling in windhinderklassen is weergegeven in tabel 2.1. Aan de hand van de kans op overschrijdingsduur van de grenswaarde voor windhinder wordt bepaald in welke klasse een locatie valt. Afhankelijk van het gebruiksdoel van of activiteit op een specifieke locatie wordt een bepaalde klasse vervolgens beoordeeld als goed, matig of slecht:

- “Goed” betekent dat mensen zich comfortabel voelen en dat de wind nauwelijks voelbaar is.
- “Matig” betekent dat mensen de wind regelmatig zullen opmerken, maar niet vaak genoeg om storend te zijn voor de voorziene activiteit.
- “Slecht” betekent dat de wind vaak voelbaar is en hinderlijk is voor de voorziene activiteit. “Slecht” betekent niet dat de situatie onveilig is.

Tabel 2.2 toont de indeling en beoordeling van de kans op windgevaar. Bij de beoordeling wordt niet direct onderscheid gemaakt in activiteiten, echter wordt in NEN 8100:2006 opgemerkt dat voor activiteitenklassen ‘Slenteren’ en ‘Langdurig zitten’ zelfs een beperkt risico al onacceptabel is. Dit betekent dat voor deze activiteitenklassen geldt dat enkel $p \leq 0,05$ acceptabel is. Een gevaarlijk windklimaat moet in elk voetgangersgebied worden vermeden.

Tabel 2.1: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Windhinderklasse	Beoordeling per activiteit		
		Doorlopen	Slenteren	Langdurig zitten ^a
< 2,5 % (< 219 uren)	A	Goed	Goed	Goed
2,5 - 5 % (219-438 uren)	B	Goed	Goed	Matig
> 5 - 10 % (> 438-876 uren)	C	Goed	Matig	Slecht
> 10 - 20 % (> 876-1752 uren)	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20 % (1752 uren)	E	Slecht	Slecht	Slecht

^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.

Tabel 2.2: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Beoordeling
< 0,05 % (< 4,5 uren)	Geen risico
0,05 - 0,30 % (4,5-26 uren)	Beperkt risico
> 0,30 % (> 26 uren)	Gevaarlijk

2.3 Beleidsregel Eindhoven

NEN8100:2006 wordt niet in landelijke wetgeving aangestuurd. Daarnaast geeft deze norm enkel aan hoe windhinder en windgevaar geclassificeerd en beoordeeld kunnen worden, maar niet wanneer iets acceptabel is of niet. Middels lokale beleid kunnen gemeenten hier zelf hun eigen invulling aan geven.

De beleidsregel van Eindhoven stelt dat voor de openbare ruimte de ondergrens van een 'goed' windklimaat, zoals gekwalificeerd in NEN 8100:2006, worden nagestreefd. Voor 'langdurig zitten' wordt altijd een kwalificatie 'goed' verlangd. Deze kwalificatie geldt ook voor 'slenteren' wanneer een hoofdentree van een gebouw in een dergelijk gebied is gelegen. Een beoordeling 'matig' kan eventueel na bestuurlijke afweging worden geaccepteerd, hierbij spelen kosten van windhinderbeperkende maatregelen en het ontbreken van alternatieven een rol. Een 'slecht' windklimaat is niet toegestaan. In situaties waar, vanwege specifieke locatieomstandigheden, in zeer beperkte mate op niet voor verblijf relevante plekken, het windhinderklimaat in redelijkheid niet kan worden verbeterd, hebben B&W de bevoegdheid van deze eis af te wijken.

Verder stelt de beleidregel dat bij windgevaar de kwalificatie 'gevaarlijk' te allen tijde dient te worden vermeden.

2.4 Windhinder en windgevaar private buitenruimten

NEN 8100:2006 geldt enkel voor de openbare buitenruimte en geeft geen houvast voor private buitenruimten, zoals balkons en (dak)terrassen. Voor deze laatste ruimten hanteert [Actiflow](#) een eigen beoordelingsmethode die is opgesteld op basis van eigen ervaring. De criteria sluiten zoveel als mogelijk aan op NEN 8100:2006, maar met enkele belangrijke wijzigingen. De criteria die [Actiflow](#) gebruikt voor private buitenruimten worden samengevat in tabellen 2.3 en 2.4 waar:

Tabel 2.3: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder op private buitenruimten

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 5 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Windhinderklasse conform NEN8100	Beoordeling
< 5 % (< 438 uren)	A & B	Goed
5 - 10 % (438-876 uren)	C	Matig
> 10 % (> 876 uren)	D & E	Slecht

Tabel 2.4: Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar op private buitenruimten

Overschrijdingskans (Lokaal windsnelheid > 15 m/s) (% van het aantal uren per jaar)	Beoordeling
< 0,05 % (< 4,5 uren)	Geen risico
≥ 0,05 % (≥ 4,5 uren)	Beperkt risico & Gevaarlijk

- "Goed" betekent dat mensen zich comfortabel voelen en dat de wind nauwelijks voelbaar is.
- "Matig" betekent dat mensen de wind regelmatig zullen opmerken, maar niet vaak genoeg om storend te zijn voor de voorziene activiteit.
- "Slecht" betekent dat de wind vaak voelbaar is en hinderlijk is voor de voorziene activiteit. "Slecht" betekent niet dat de situatie onveilig is. Van windgevaar is enkel sprake bij een overschrijding van 15 m/s (conform NEN 8100:2006).

Voor de private buitenruimten is het aannemelijk dat de gebruikers hiervan veelal zittend gebruik maken van de ruimte. In afwijking van NEN 8100:2006 zal toetsing dan ook plaats vinden op een hoogte van 1,10 m boven het vloeroppervlak, wat overeenkomt met de hoofdhoogte van een zittend persoon. De beoordeling van het windklimaat op private buitenruimten is minder streng dan de beoordeling voor langdurig zitten in de publieke ruimte. Hiervoor zijn verschillende redenen:

1. Private buitenruimten worden met name in de zomerperiode (april t/m september) gebruikt. Resultaten op basis van NEN 8100:2006 zijn echter het resultaat van een middeling over het hele jaar, aangezien de bijbehorende NPR 6097:2006 enkel jaargemiddelde waarden beschikbaar stelt. Daarom kunnen de gesimuleerde windcondities worden gezien als “worst case”.
2. Private buitenruimten worden niet enkel gebruikt voor langdurig zitten, maar ook vaak voor kortstondig gebruik. In dat geval is windhinderklasse C aanvaardbaar.
3. Voor private buitenruimten geldt dat mensen zelf kunnen kiezen of zij de ruimte willen gebruiken wanneer het waait. Dit in tegenstelling tot plaatsen in de publieke ruimte zoals trottoirs, bushaltes en gebouw-entrees waar mensen moeten komen ongeacht de windcondities. Deze 'keuzevrijheid' leidt tot de mogelijkheid om windrijke gebieden te vermijden en hiermee tot een hogere acceptatiegrens.

3 Opzet van de berekening

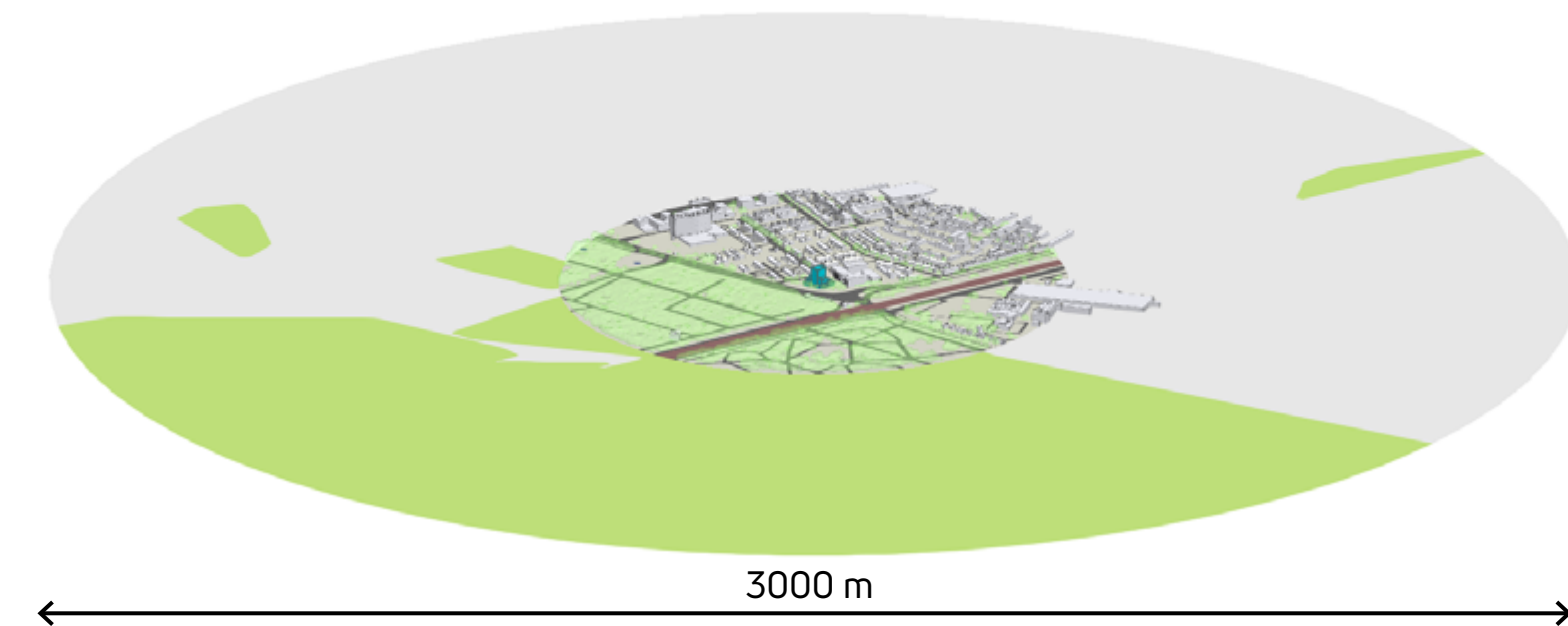
Het windonderzoek is uitgevoerd aan de hand van de richtlijnen in NEN 8100:2006. Hierbij hanteert [Actiflow](#) een 'Kwaliteitsrapport', zoals dit ook benoemd wordt in NEN 8100:2006. Hiermee wordt de kwaliteit van ons onderzoek en de betrouwbaarheid van de resultaten gewaarborgd. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste elementen voor de opzet van de berekeningen weergegeven.

3.1 3D-Model en rekenrooster

De geometrie van het model is gebaseerd op de verkregen tekeningen van de opdrachtgever. Het model omvat alle gebouwen binnen een straal van minimaal 300 m. Dit betreft de toekomstige situatie na toevoeging van de nieuwbouw in figuren 1.2 en 3.1.

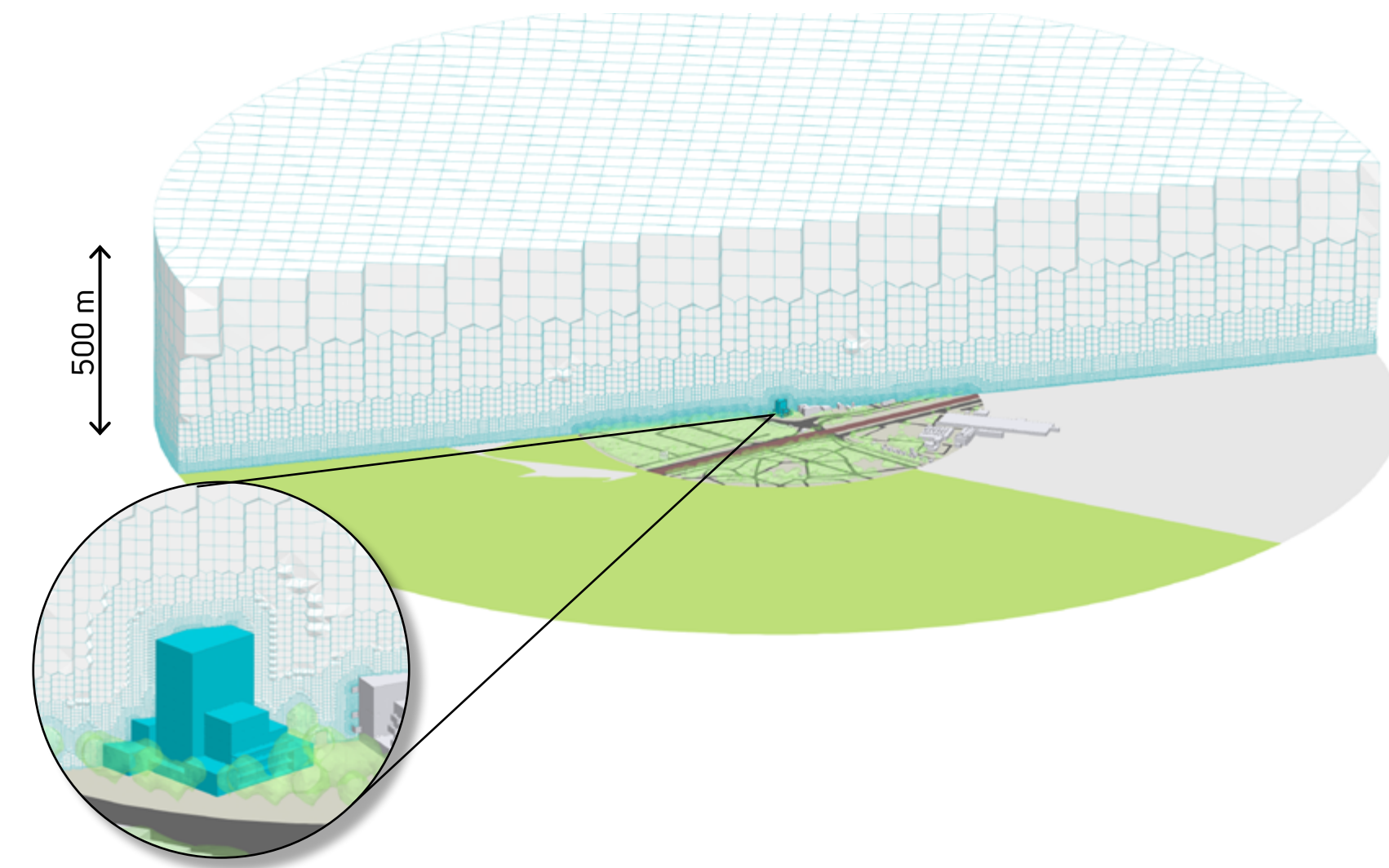
De omliggende bebouwing is als eenvoudige massa's weergegeven. Rond dit gebied is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat het voor- of achtergebied te klein wordt. De ruwheid van het voorland is afgestemd op de werkelijke situatie conform NPR 6097:2006.

Het luchtvolume in de hierboven omschreven geometrie is vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleine volumecellen. Deze cellen tezamen vormen het rekenrooster voor deze situatie (figuur 3.2). Dit rooster bestaat uit ongeveer 40 miljoen cellen. Over het grondoppervlak en de bebouwing zijn vijf lagen met anisotrope verfijning geplaatst. Hierbij is de resolutie hoger loodrecht op de betreffende wand. Deze lagen zorgen voor een betere berekening van de snelheidsgradiënt in de (atmosferische) grenslaag.



Figuur 3.1:
Impressie van het
model

Zicht vanuit het
westen



Figuur 3.2:
Doorsnede van het
rekenrooster

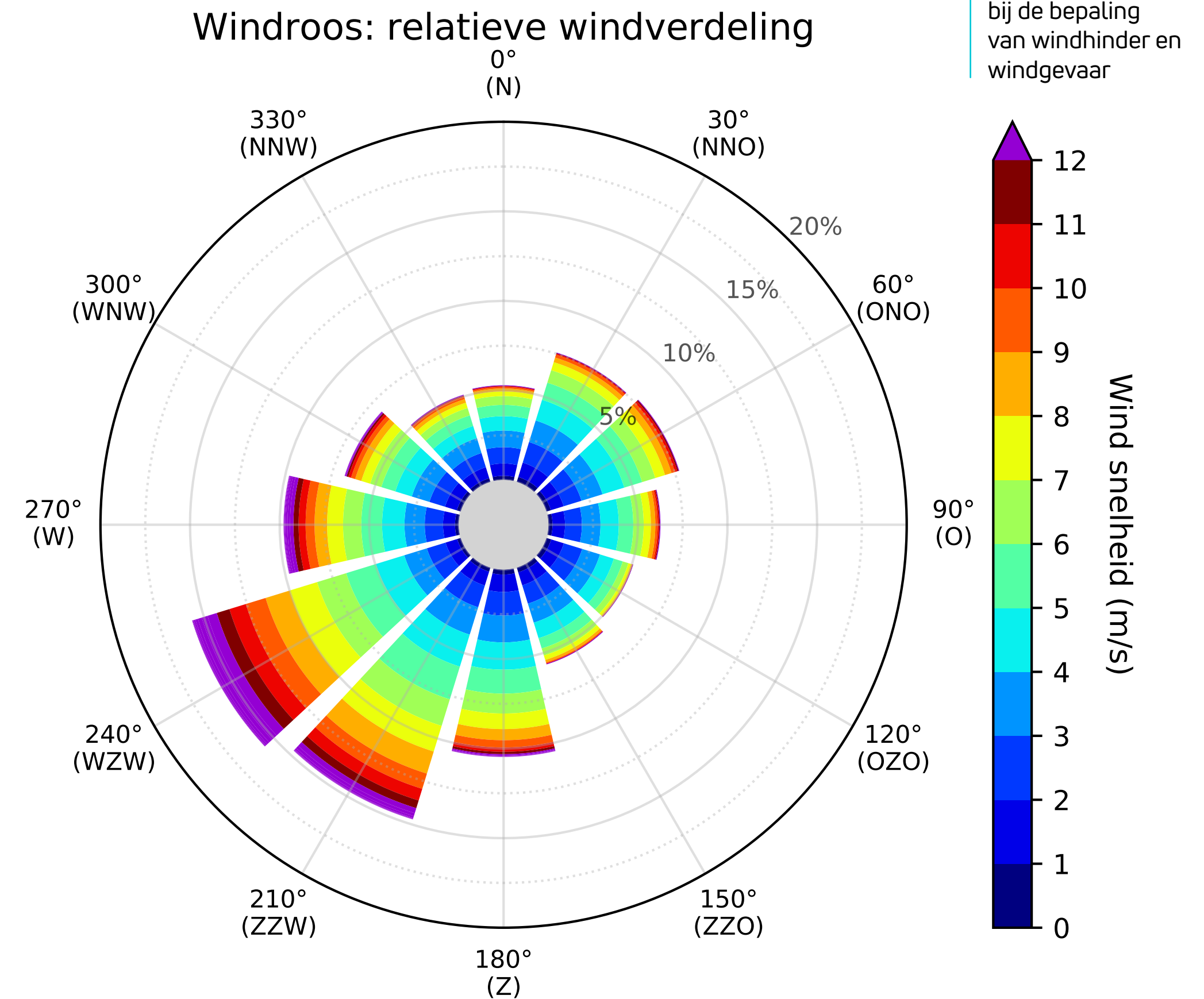
Zicht vanuit het
westen

3.2 Vegetatie

Vegetatie heeft een relevante invloed op het windklimaat en is daarom rondom het plangebied en op het eigen perceel opgenomen. Deze invloed verandert echter in de loop van het jaar, afhankelijk van het seizoen en het type vegetatie. Tegelijkertijd verschillen ook de windomstandigheden in de loop van het jaar. Op dit moment zijn windstatistieken niet voor elke maand of seizoen apart beschikbaar. Om een zo realistisch mogelijk beeld van het windklimaat te krijgen is daarom een vereenvoudiging nodig. In het bijzonder worden twee verschillende simulatiesets uitgevoerd voor het hele jaar: één met bladdragende vegetatie (vegetatietoestand in de zomer) en één met bladloze vegetatie (vegetatietoestand in de winter). Het gemiddelde tussen de twee resultaten wordt vervolgens berekend om een overzicht te krijgen van het windklimaat over het hele jaar. De jaargemiddelde resultaten worden gerapporteerd en besproken in hoofdstuk 4 conform NEN 8100:2006, terwijl de afzonderlijke resultaten voor het geval met bladdragende vegetatie en bladloze vegetatie worden gerapporteerd in bijlage C.

3.3 Methodiek

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgererekend, te weten 12 windrichtingen. Voor elke windrichting die in beschouwing is 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 windstatistiek conform NPR 6097:2006 gecombineerd met de berekende versterkingsfactor, zodat voor elke windsnelheid op een locatie een overschrijdingskans kan worden bepaald van verschillende windsnelheden. Deze overschrijdingskans wordt vervolgens getoetst aan de gewenste kwaliteitsklasse om te bepalen of er een comfortabel windklimaat kan zijn. Een visualisatie van de lokale windstatistiek als windroos is weergegeven in figuur 3.3. Een frequentieverdeling van de windsnelheid op 60m hoogte wordt gerapporteerd in bijlage B.



3.4 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2406, 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 Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) vergelijkingen voor incompressibele vloeistoffen en houdt rekening met turbulentie. Voor de modellering van turbulentie is gebruik gemaakt van het SST k- ω model.

3.5 Aannames en randvoorwaarden

Voor de berekeningen is een referentie-windsnelheid van 5 m/s op een hoogte van 60 m opgegeven. Hierbij is een atmosferisch grenslaagprofiel toegepast. 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 is κ de constante van von Kármán en die is gelijk aan 0,41. Deze empirische constante is gerelateerd aan het modelleren van grenslagen. 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 turbulentiemodel (SST k- ω).

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

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

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

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

4 Resultaten

4.1 Windklimaat openbare buitenruimte

In deze sectie worden de resultaten voor windhinder en windgevaar ter plaatse van de openbare buitenruimte weergegeven conform NEN 8100:2006. De resultaten van de openbare buitenruimte worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,75 m boven maaiveld.

Figuren 4.1, 4.2 en 4.3 tonen de resultaten van de openbare buitenruimte. In figuur 4.2 worden de resultaten getoond voor de diverse activiteiten die benoemd worden in NEN 8100:2006. Figuur 4.2(a) en (b) tonen de jaargemiddelde resultaten voor de activiteiten doorlopen en slenteren. Figuur 4.2(c) toont het resultaat voor de activiteit langdurig zitten. Deze activiteit vindt, in tegenstelling tot de andere activiteiten, typisch plaats tijdens dagen die een aangenamer klimaat kennen. Deze dagen zijn veelal gelegen in de lente- en zomermaanden, wanneer de aanwezige vegetatie volledig in het blad staat. Het hier getoonde resultaat is dan ook die van de berekeningen met al de vegetatie bladdragend.

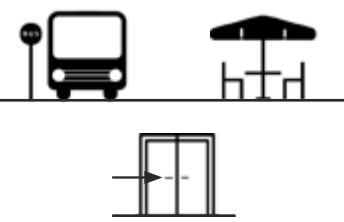
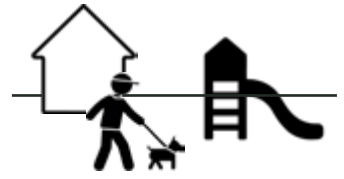
Als richtwaarden voor de gewenste windhinderklassen wordt tabel 4.1 aangehouden.

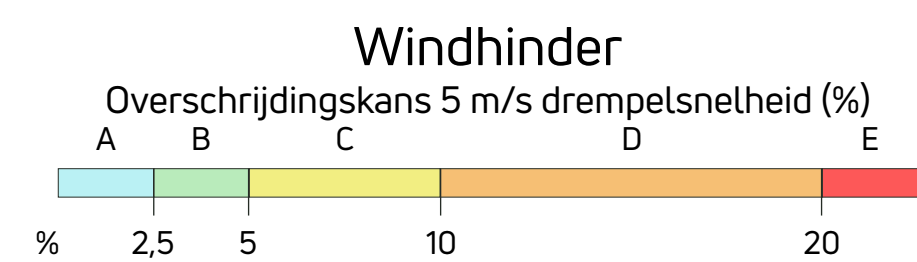
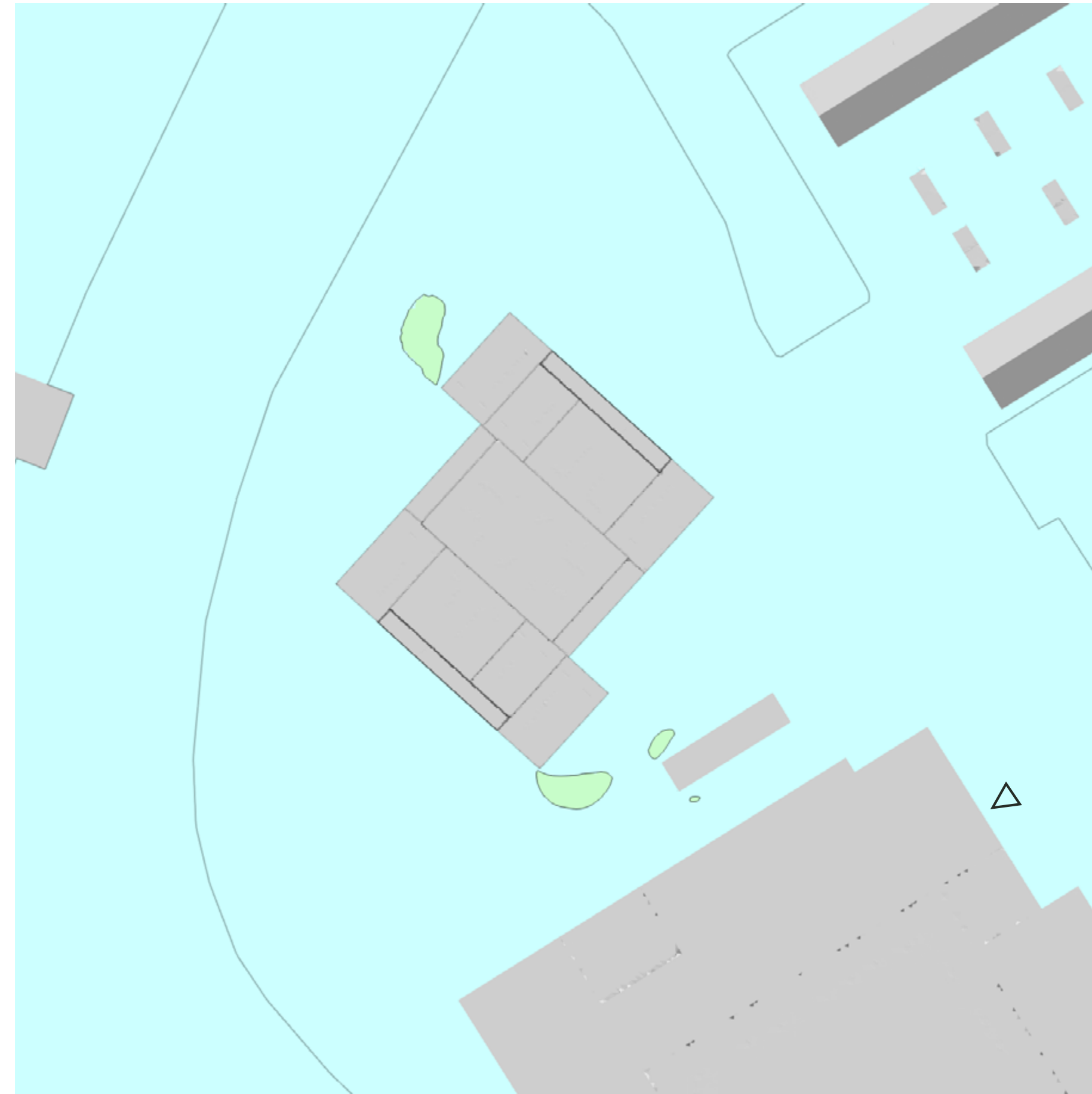
Uit de resultaten blijkt dat na de realisatie van de nieuwbouw er een zeer windluw windklimaat optreedt. Het gebouw is grotendeels omgeven door windhinderklasse A, met enkele plukjes windklasse B, zie figuur 4.1. Ook de entree van het VS-gebouw, aangegeven met een driehoek in de figuur, bevindt zich in de grote zone met windhinderklasse A.

Figuur 4.2 laat zien dat het gebied geschikt is voor alle activiteiten zoals benoemd in tabel 4.1.

Er treedt geen risico op tot windgevaar, zoals getoond wordt in figuur 4.3.

Tabel 4.1: Richtwaarden van de windhinderklassen per activiteit

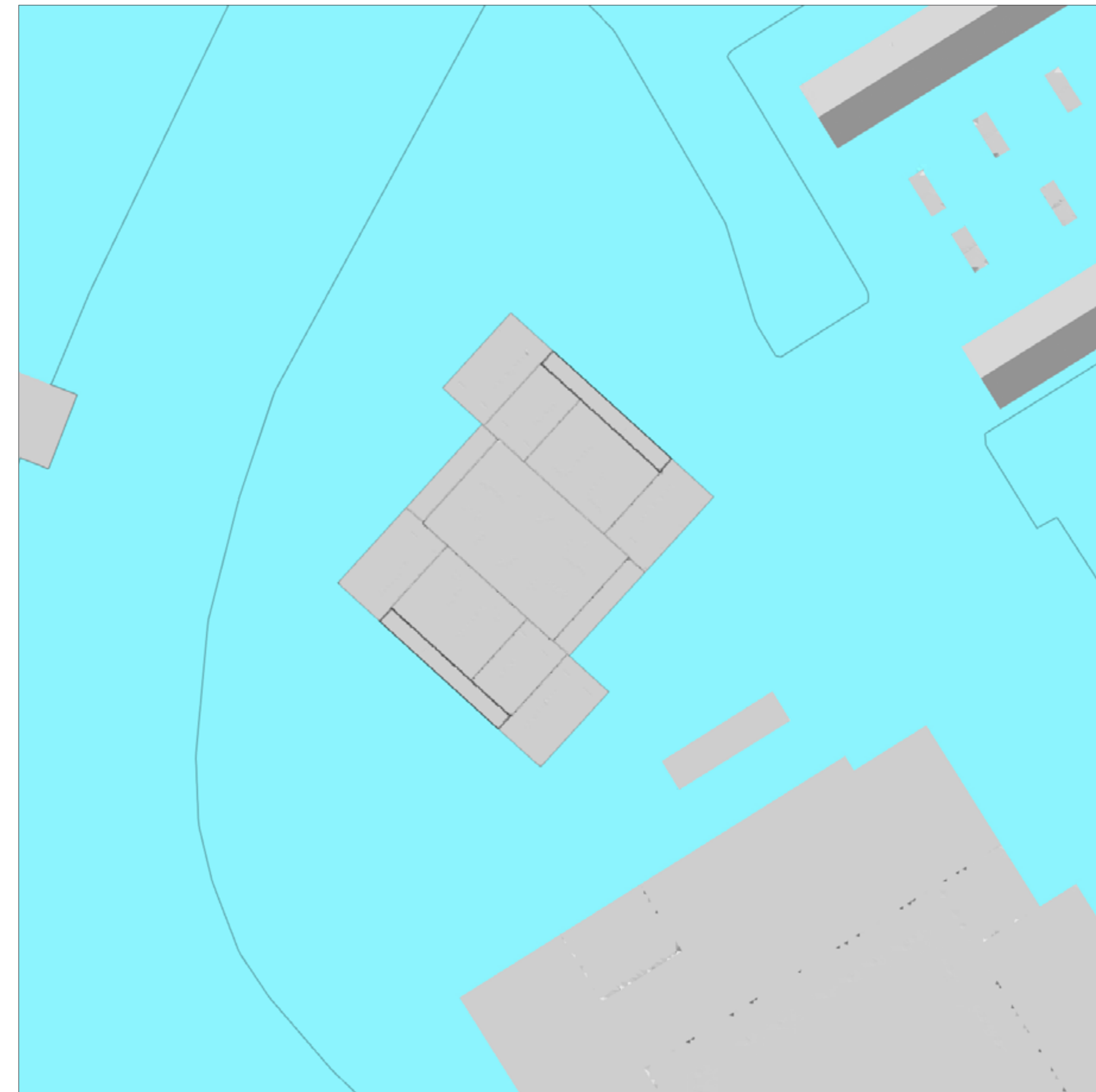
		Goed	Matig	Slecht
	<i>Langdurig zitten</i> en voetgangersactiviteiten ter plaatse van gebouw-entrees, etc.	A	B	C, D en E
	<i>Slenteren</i> en op locaties die gezien kunnen worden als verblijfsgebied voor voetgangers	A en B	C	D en E
	<i>Doorlopen</i> op locaties met voor voetgangers louter een verkeersfunctie en geen verblijfsfunctie	A, B en C	D	E
Windgevaar dient bij voorkeur voorkomen te worden. Een beperkt risico kan lokaal geaccepteerd worden wanneer deze valt binnen in een zone met activiteit "doorlopen"				



Figuur 4.1:
Windhinder op
voetgangsniveau

Figuur 4.2:
Windhinder op
voetgangersniveau
voor drie
verschillende
activiteiten





Figuur 4.3:
Windgevaar op
voetgangsniveau

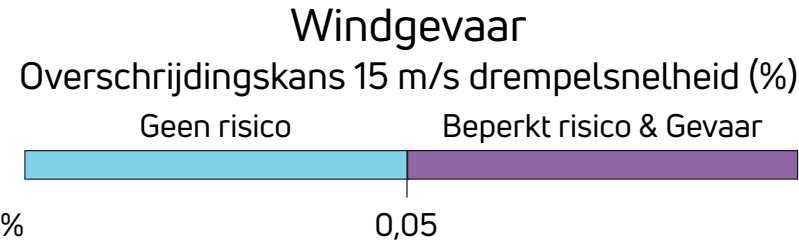
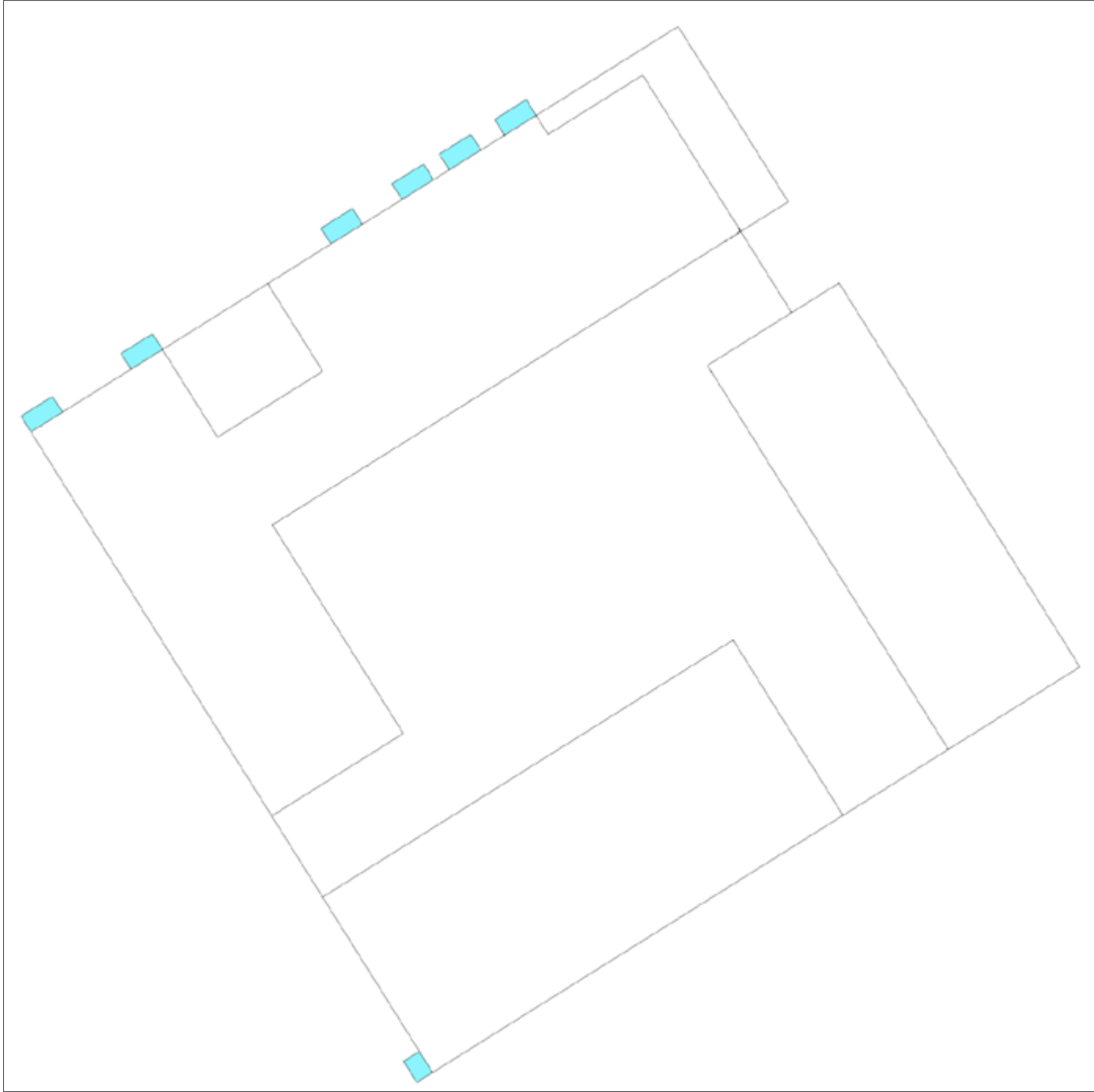
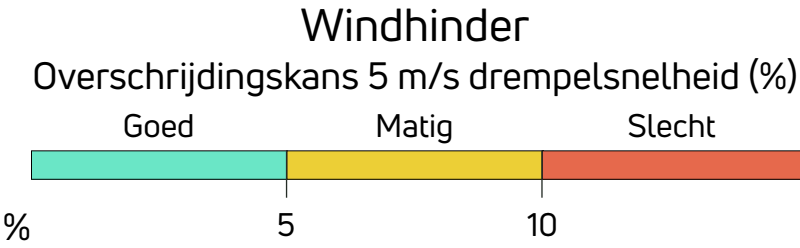
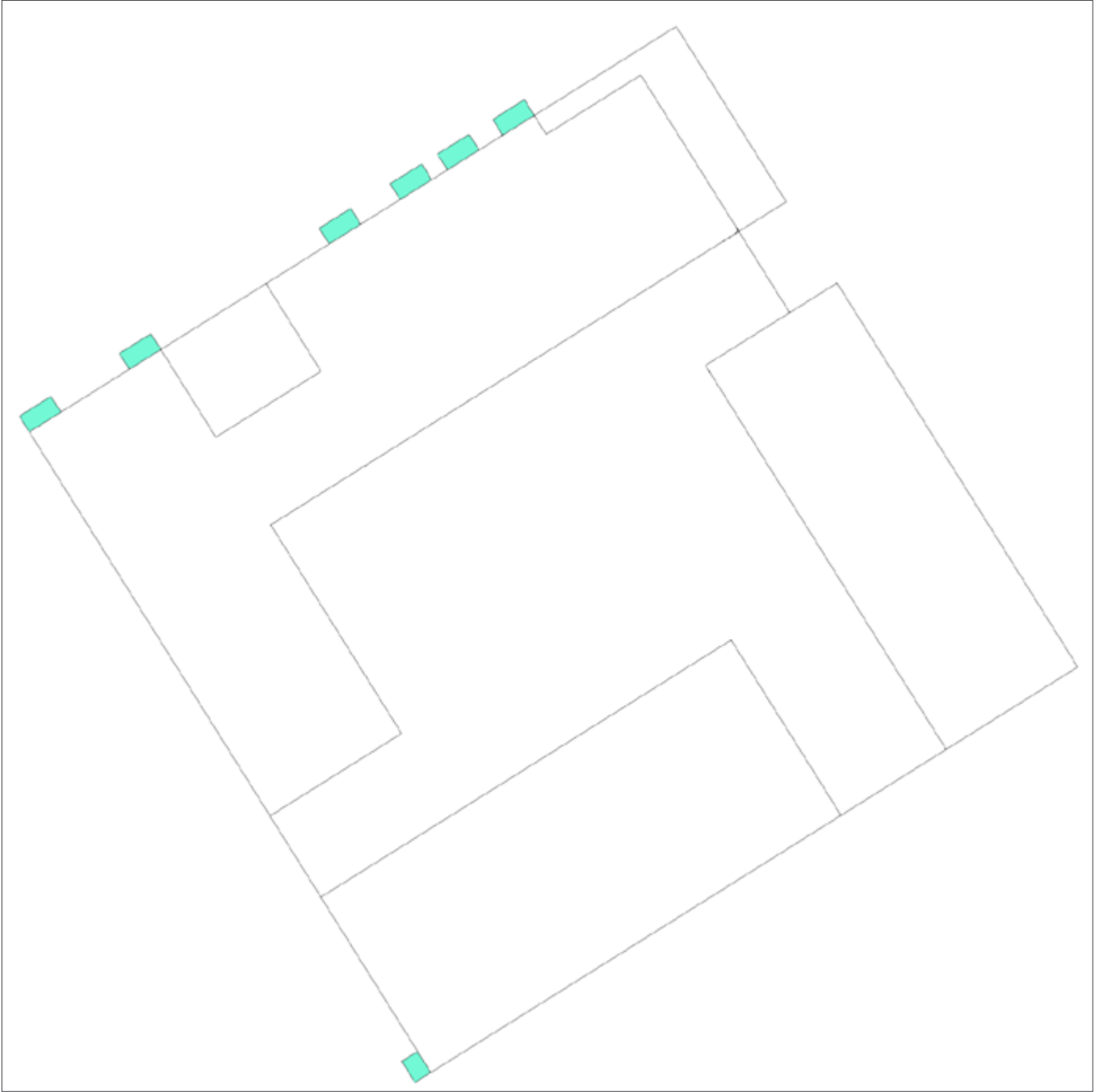
4.2 Windklimaat private buitenruimte

Actiflow hanteert de volgende richtlijnen om te bepalen of het windklimaat op een balkon of terras voldoet:

1. Minimaal 75 % van het oppervlak van het terras of balkon moet bestaan uit windhinderklasse A of B. Maximaal 25 % van het oppervlak mag bestaan uit windhinderklasse C. Bij deze beoordeling nemen wij aan dat gebruikers van de buitenruimte kunnen kiezen waar men gaat zitten. Het is veelal mogelijk om stoelen en een tafel te verplaatsen naar een windluw stuk van het balkon of terras.
2. Windgevaar (overschrijding van 15 m/s) moet te allen tijde vermeden worden op private buitenruimten.

De resultaten van de openbare buitenruimte worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,1 m boven maaiveld.

Figuur 4.4 toont de windhinder en het windgevaar op de private buitenruimten op de eerste etage van het VS-gebouw. De resultaten op alle etages worden getoond in bijlage E. De resultaten tonen dat het windklimaat goed is op alle private buitenruimten en dat er geen risico is op windgevaar.



Figuur 4.4:
Windhinder (links) en
windgevaar (rechts)
private buitenruimten
op de eerste etage van
het VS-gebouw

5 Conclusie

Dit rapport beschrijft een windonderzoek uitgevoerd door [Actiflow](#) voor het project "'t Ovaal" te Eindhoven. Door de plaatsing van de nieuwbouw zal het lokale windklimaat beïnvloed worden.

[Actiflow](#) is gevraagd een onderzoek uit te voeren op basis van de Nederlandse norm "NEN 8100:2006: Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving". Hierbij is een geometrisch model van het gebouw en zijn omgeving opgesteld. Een rekenrooster met hoge resolutie is rond deze geometrie opgetrokken als basis voor Computational Fluid Dynamics (CFD)-simulaties van de windstroming.

Het windonderzoek laat het volgende zien:

- Het heersende windklimaat in het projectgebied zeer windluw is, met overwegend windhinderklasse A en daarmee geschikt is voor alle activiteiten.
- De entree van het VS-gebouw bevindt zich in een ruime zone met windhinderklasse A.
- Het windklimaat op de balkons van het VS-gebouw maken ze goed geschikt voor het gebruik als private buitenruimten.
- Er is geen risico op windgevaar gevonden in het plangebied.

Wij concluderen dan dat na de realisatie van de nieuwbouw er een goed windklimaat zal heersen in het projectgebied dat voldoet aan het lokale beleid.

Project	Project gegevens
Project naam	't Ovaal te Eindhoven
Opdrachtgever	Trudo
Projectleider Actiflow	ir. Roland Broers
Datum	2024-10-15
Model	Algemene gegevens van het model
Omvang gemodelleerd gebied	Bebouwing binnen 300 m rondom project gebouw
Kerngebied	Nieuwbouw en de directe omgeving
Omgeving	Omgeving in versimpelde bouwvolumes, gedetailleerd nabij het kerngebied
Afmetingen model	Rond met straal 1500 m en hoogte 500 m
Blokkeringsgraad	Maximaal 3 %
Gemodelleerd groen	Bomen en struiken: poreuze zone
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	2x 12 (rondom in stappen van 30 graden, met en zonder vegetatie)
Onderzochte configuraties	1 configuratie: nieuwbouw in bestaande omgeving
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	☒ FVM (eindige volume methode) ☐ FEM (eindige elementen methode) ☐ anders Programmatuur: OpenFOAM Versie: of2406
Algemeen	☒ drie-dimensionaal ☒ tijd-onafhankelijk ☒ isothermisch ☐ passieve scalars ☐ twee-dimensionaal ☐ tijd-afhankelijk ☐ thermisch ☐ actieve scalars Overige:
Rekenrooster	Hybride ongestructureerd: tetraëders en hexaëders met prismalaag Basis: 39735 018 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, ruwheid afgestemd op omgeving (NPR6097:2006)			
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: 159377		Y: 385289	
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 proefoverschrijdend belang	Geen			

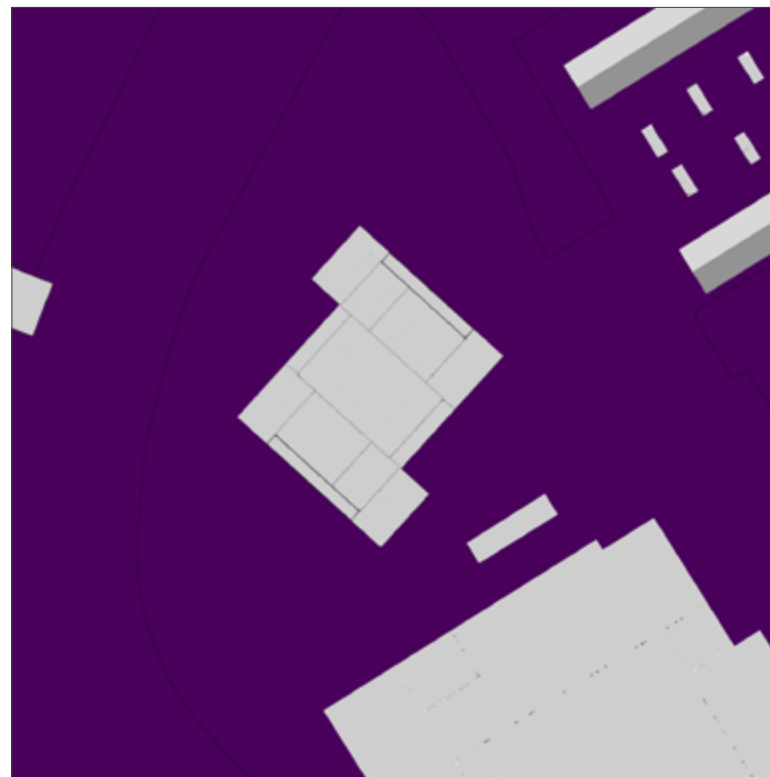
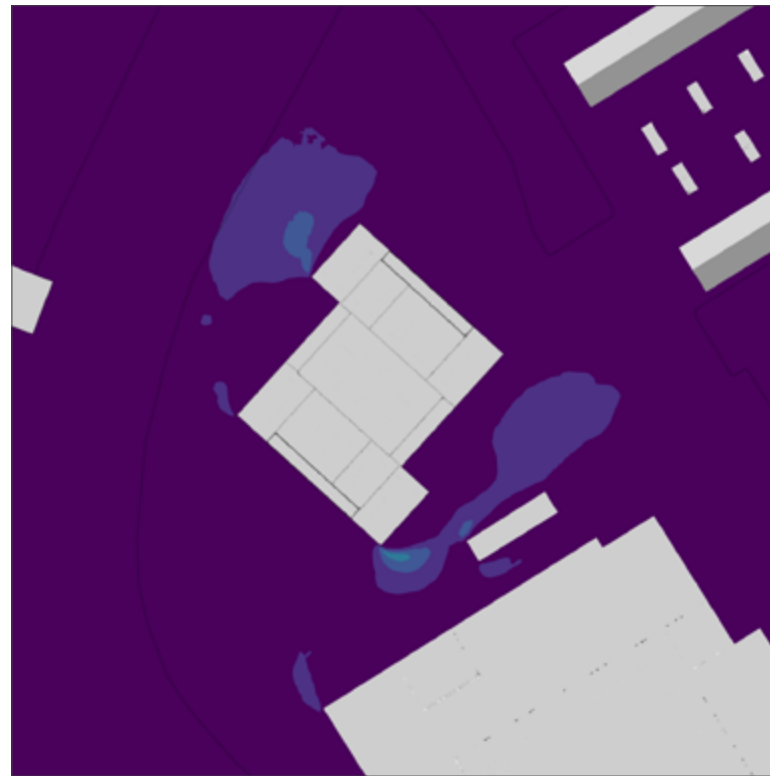
B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF IN PERCENTAGES
Amersfoortse Coördinaten: X: 159377 Y: 385289 Jaar 1963-2002

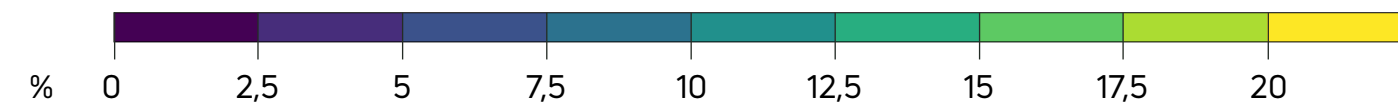
Windsnelheid [m/s]	N 345° - 15°	NNO 15° - 45°	ONO 45° - 75°	O 75° - 105°	OZO 105° - 135°	ZZO 135° - 165°	Z 165° - 195°	ZZW 195° - 225°	WZW 225° - 255°	W 255° - 285°	WNW 285° - 315°	NNW 315° - 345°	Cumulatief
0,0 - 0,9	0.23	0.29	0.26	0.23	0.28	0.28	0.28	0.24	0.21	0.21	0.23	0.22	2.97
1,0 - 1,9	0.69	0.84	0.75	0.7	0.74	0.76	0.97	0.81	0.68	0.67	0.69	0.64	8.94
2,0 - 2,9	0.91	1.2	1.04	0.94	1.07	1.07	1.32	1.27	1.09	1.02	0.91	0.83	12.65
3,0 - 3,9	0.93	1.26	1.23	1.04	1.04	1.11	1.5	1.6	1.32	1.13	1.03	0.87	14.07
4,0 - 4,9	0.8	1.21	1.27	1.02	0.81	0.91	1.52	1.87	1.66	1.25	0.96	0.71	13.99
5,0 - 5,9	0.63	1	1.04	0.81	0.52	0.6	1.34	1.91	1.73	1.16	0.82	0.62	12.18
6,0 - 6,9	0.49	0.73	0.77	0.58	0.33	0.41	1.11	1.55	1.7	1.02	0.65	0.43	9.77
7,0 - 7,9	0.27	0.47	0.57	0.4	0.16	0.26	0.87	1.5	1.6	0.89	0.52	0.31	7.82
8,0 - 8,9	0.16	0.27	0.38	0.25	0.07	0.14	0.62	1.29	1.41	0.7	0.36	0.21	5.86
9,0 - 9,9	0.08	0.17	0.2	0.13	0.02	0.06	0.41	0.89	1.15	0.5	0.24	0.13	3.98
10,0 - 10,9	0.05	0.06	0.14	0.08	0.01	0.03	0.24	0.68	0.96	0.39	0.16	0.05	2.84
11,0 - 11,9	0.02	0.03	0.07	0.04	0	0.01	0.13	0.45	0.74	0.29	0.1	0.03	1.92
12,0 - 12,9	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0	0.07	0.29	0.54	0.19	0.05	0.02	1.22
13,0 - 13,9	0	0	0	0.01	-	0	0.03	0.17	0.34	0.14	0.03	0.01	0.73
14,0 - 14,9	-	-	0	0	-	-	0.02	0.1	0.22	0.09	0.01	0	0.45
15,0 - 15,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.04	0.15	0.06	0.01	0	0.27
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.09	0.03	0	0	0.16
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.05	0.02	0	-	0.09
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.03	0.01	0	-	0.05
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	0	0.02	0.01	0	-	0.03
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0	0.01	0	0	-	0.02
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0.01
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	0
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0
25,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0

C Situatie bladdragend en bladloze vegetatie, en jaargemiddeld

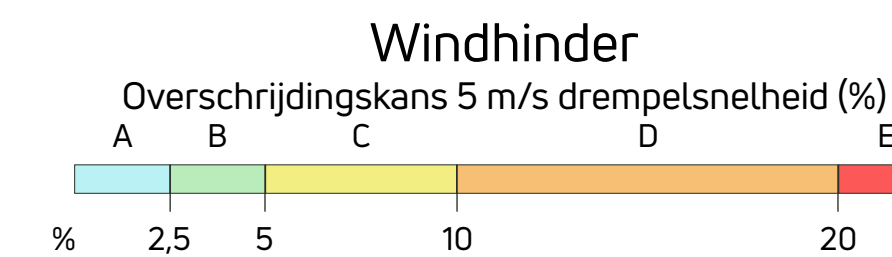
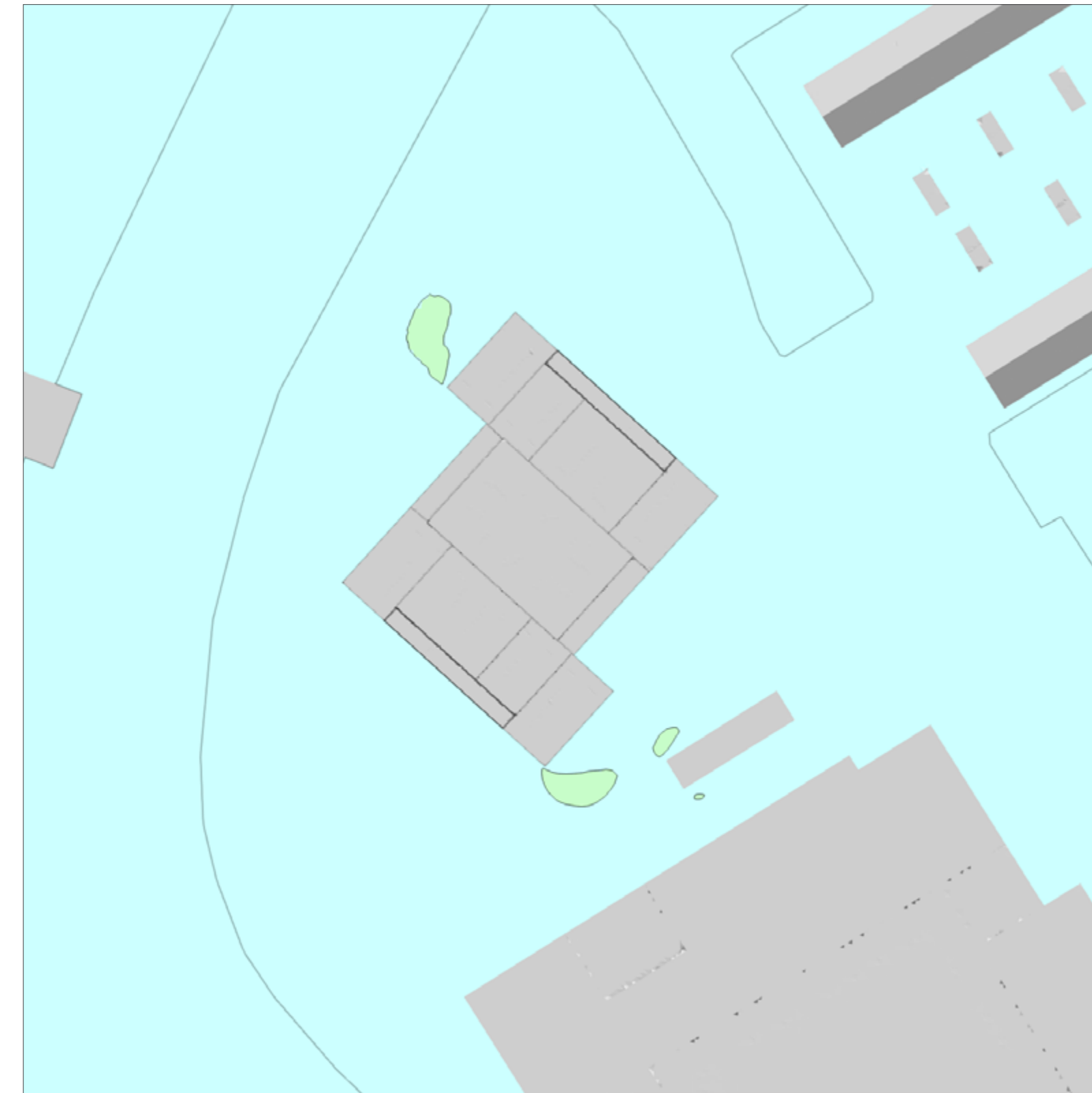
Windhinder in de toekomstige situatie



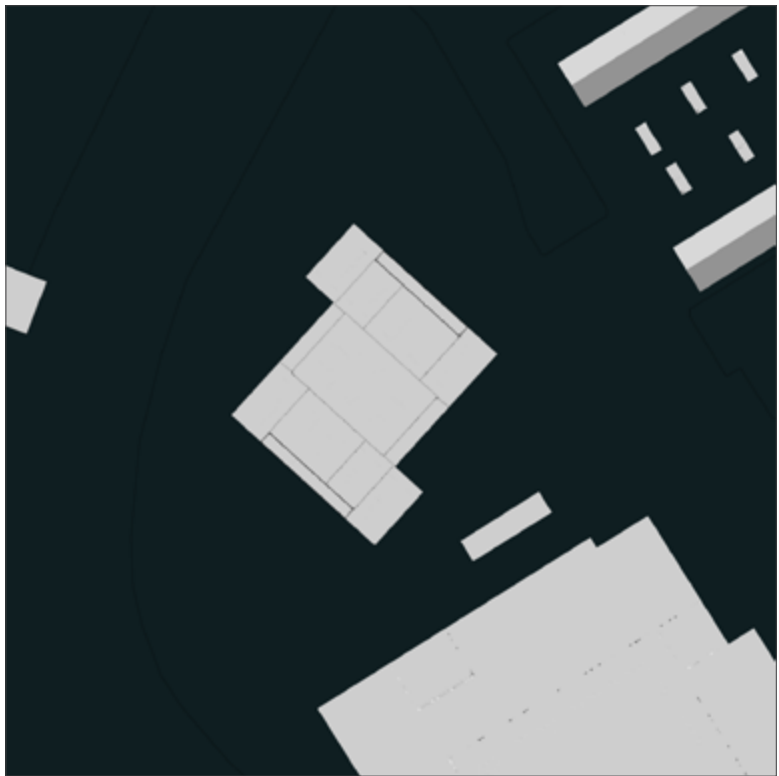
Windhinder
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



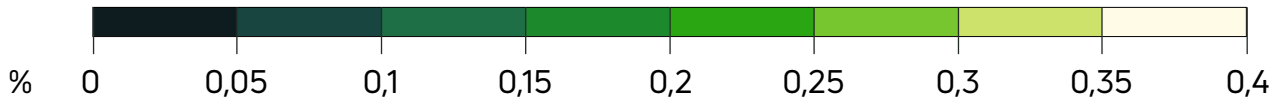
$\bar{X}$



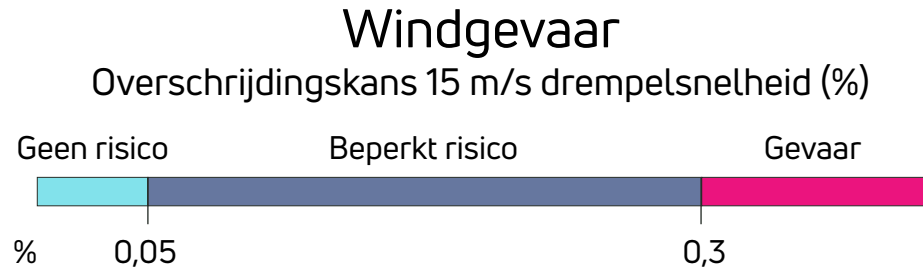
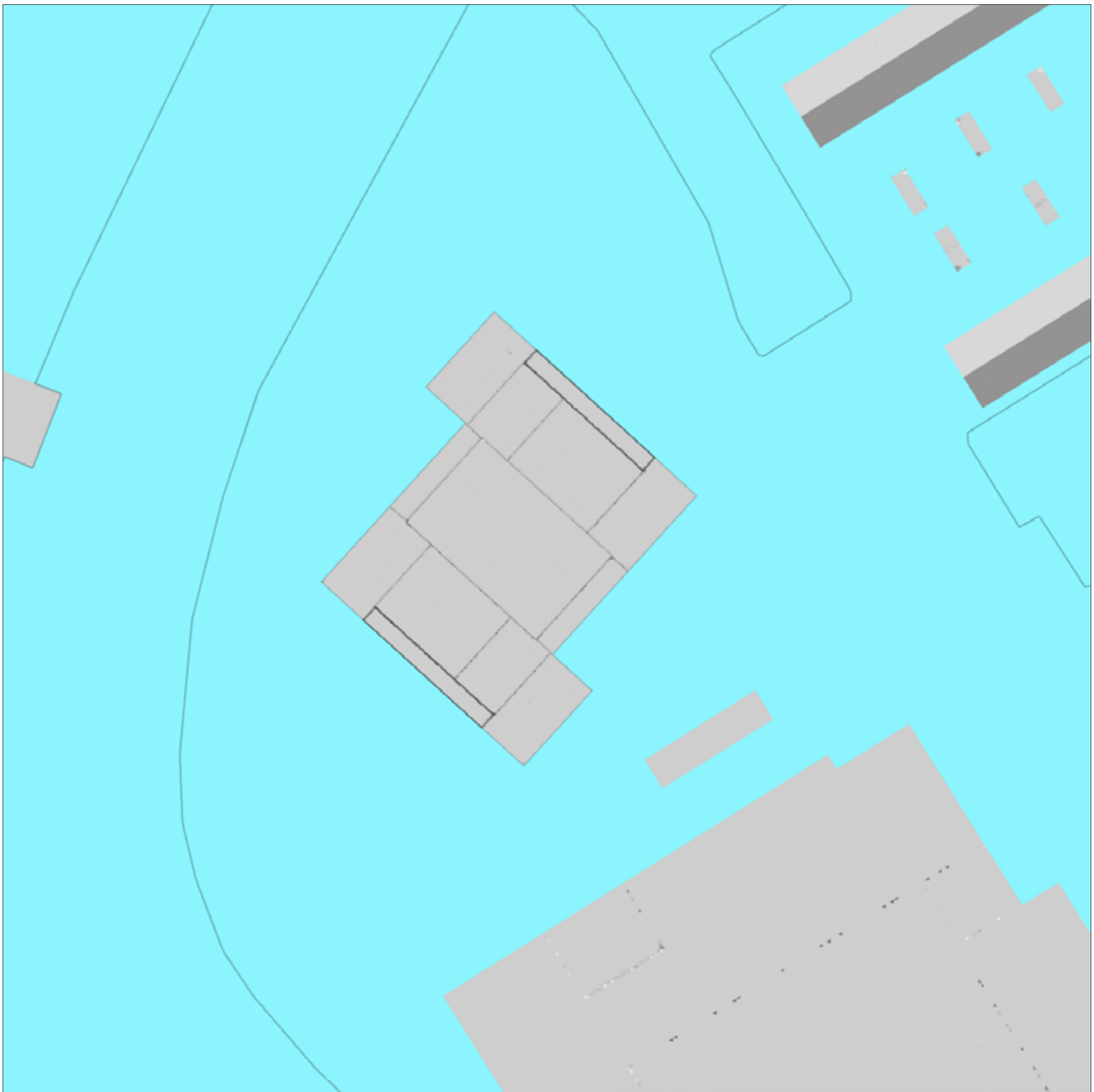
Windgevaar in de toekomstige situatie



Windgevaar
Overschrijdingskans 15 m/s drempelsnelheid (%)

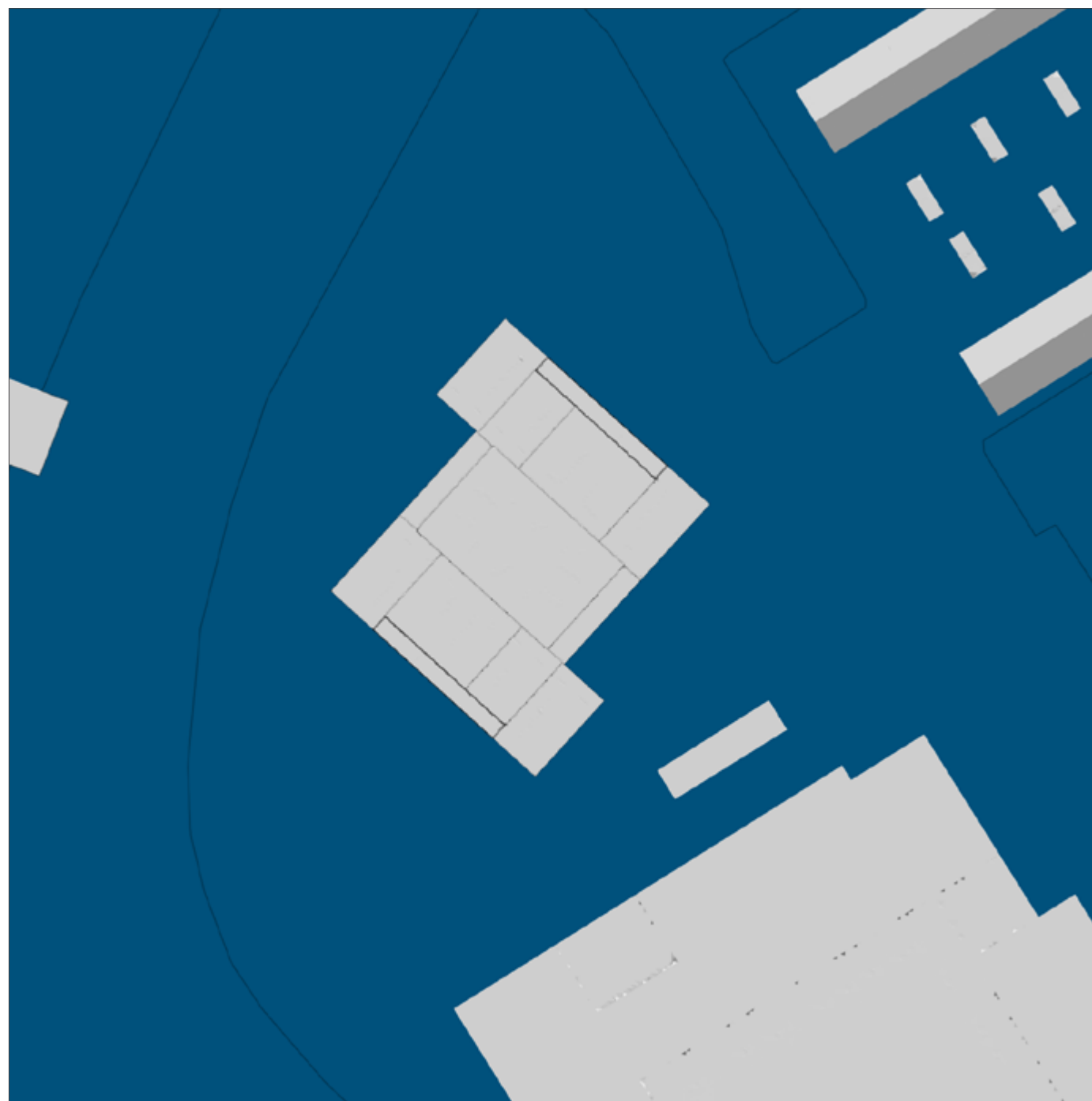
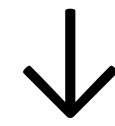


$\bar{X}$



D Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid voor individuele windrichtingen

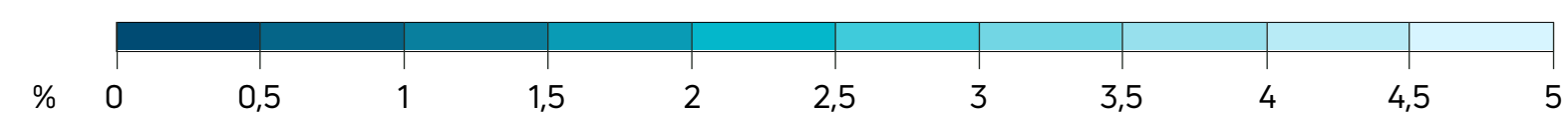
Windrichting:
0° Noord



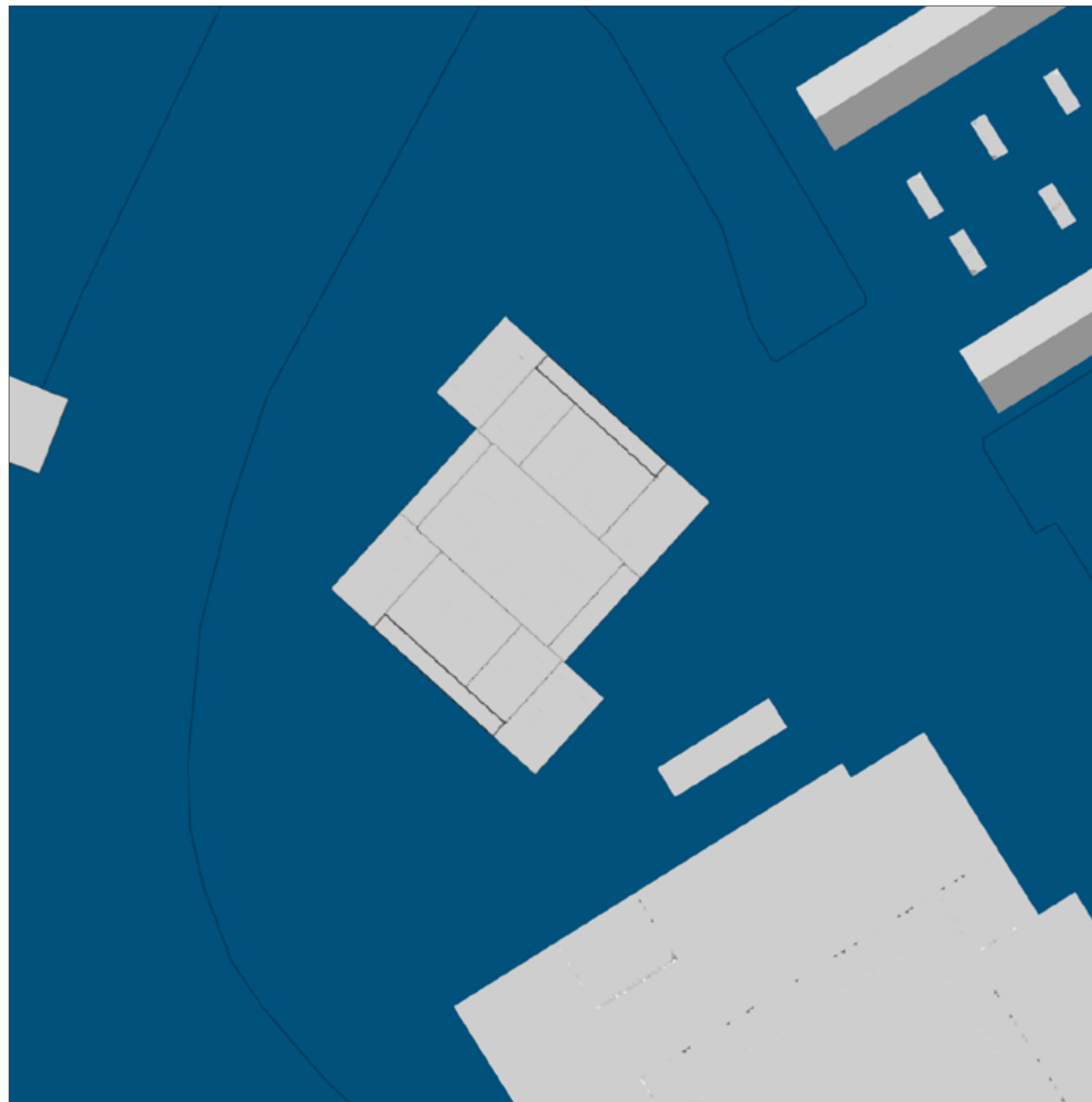
Windrichting:
30° Noordnoordoost



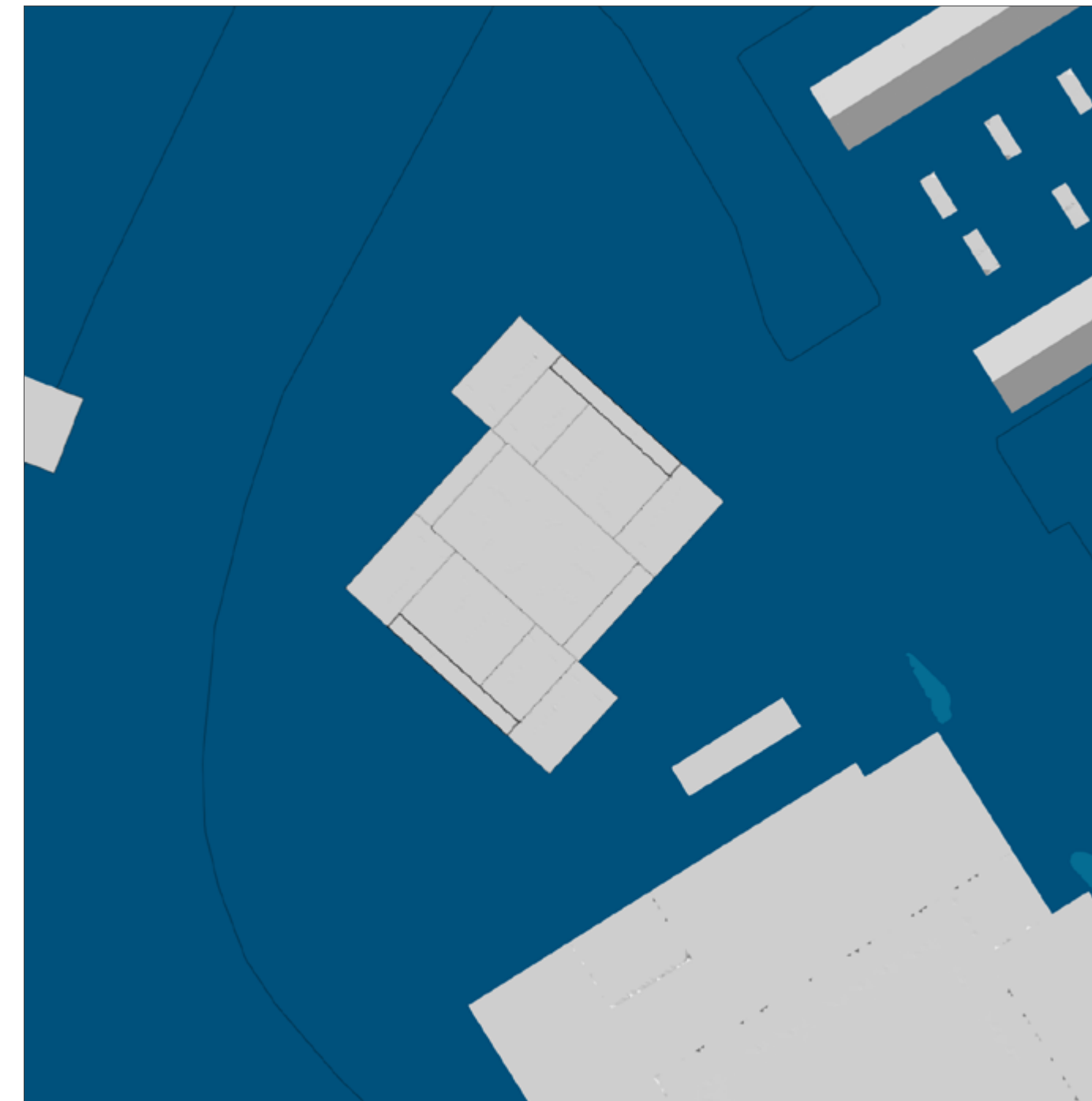
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



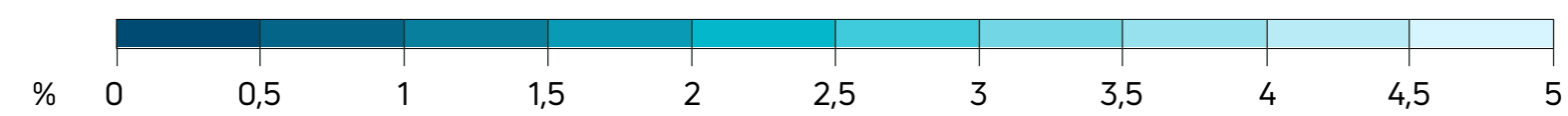
Windrichting:
60° Oostnoordoost



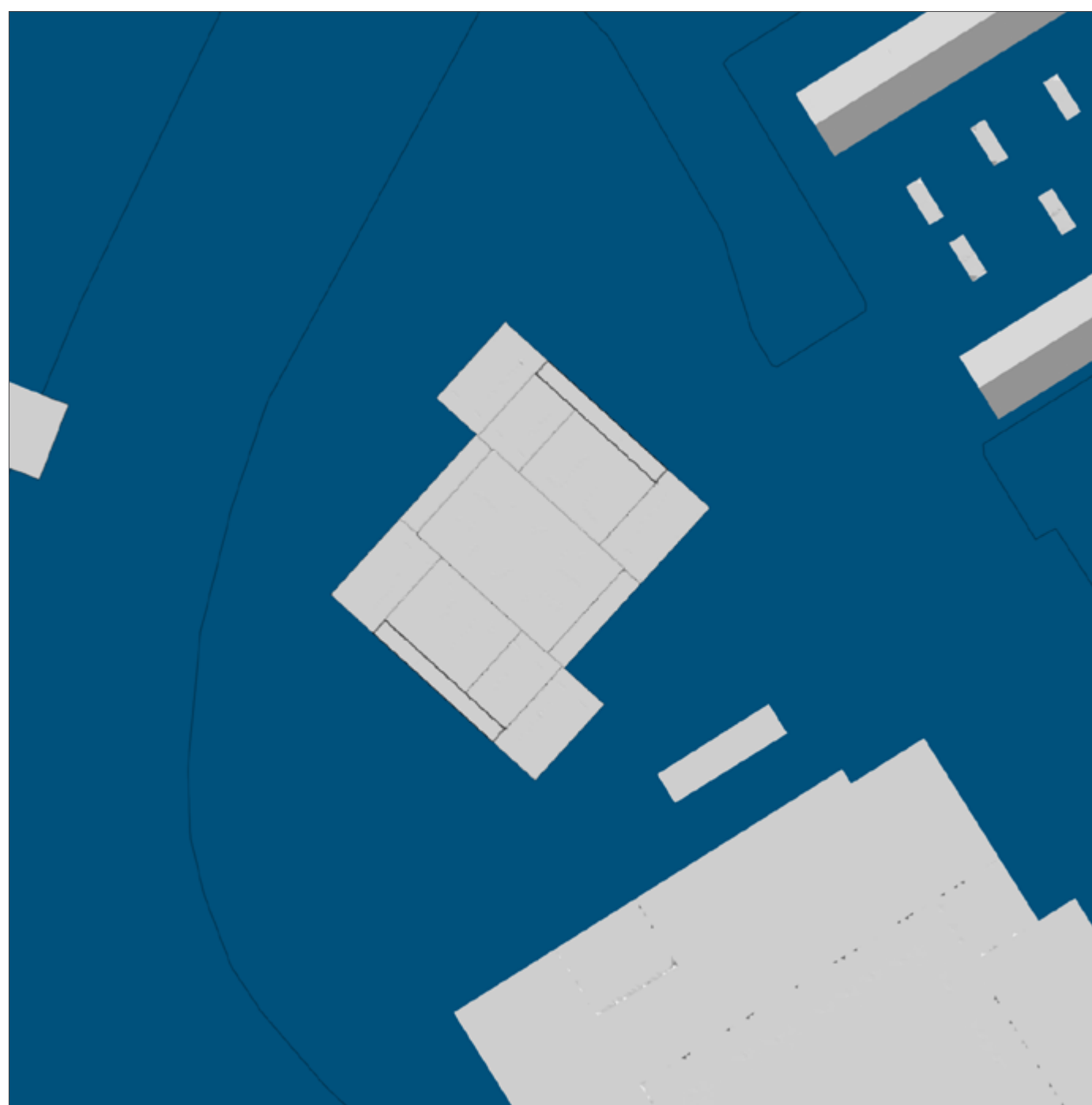
Windrichting:
90° Oost



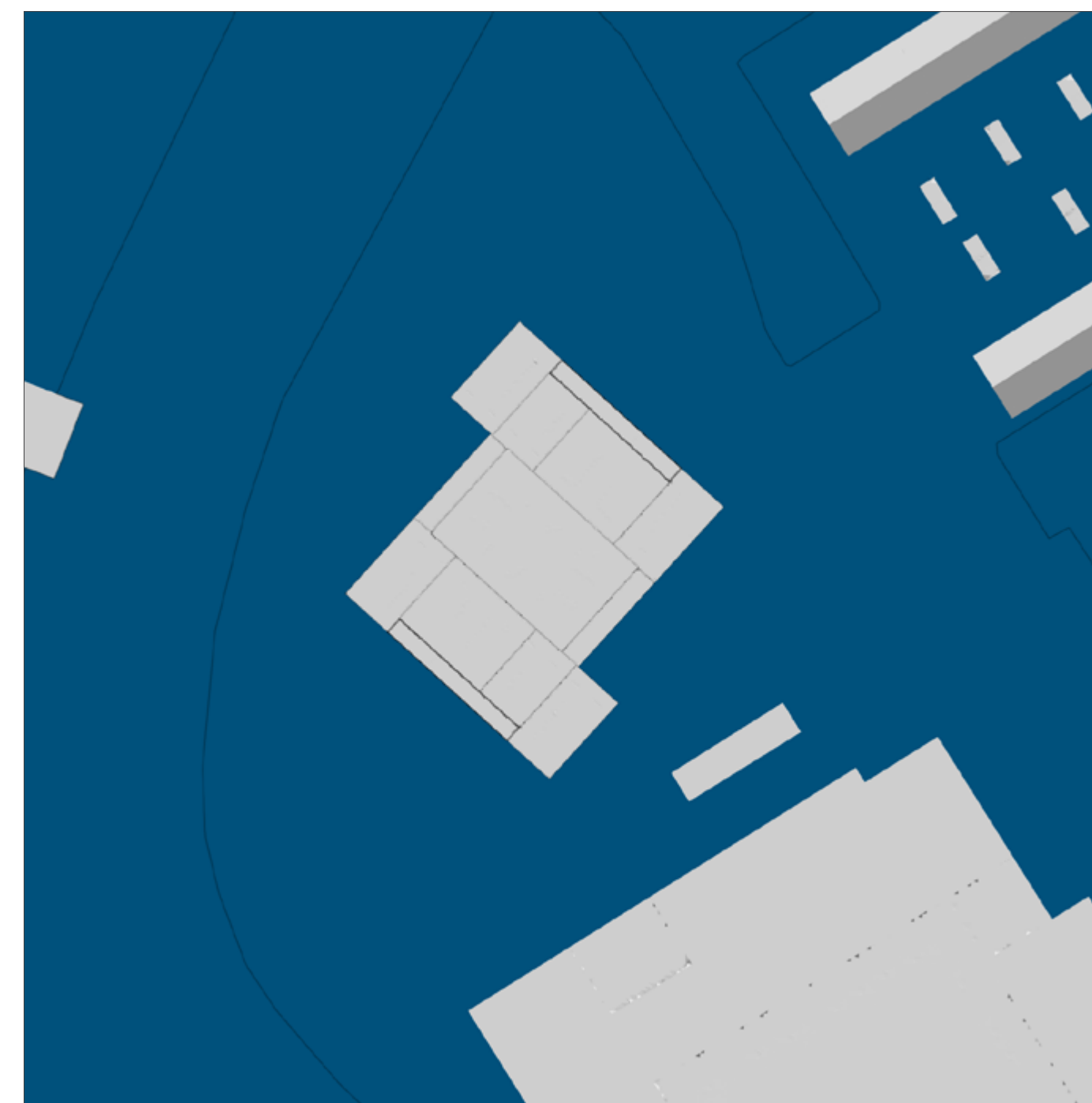
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



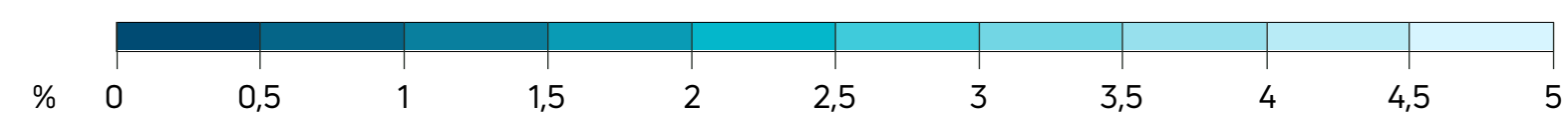
Windrichting:
120° Oostzuidoost



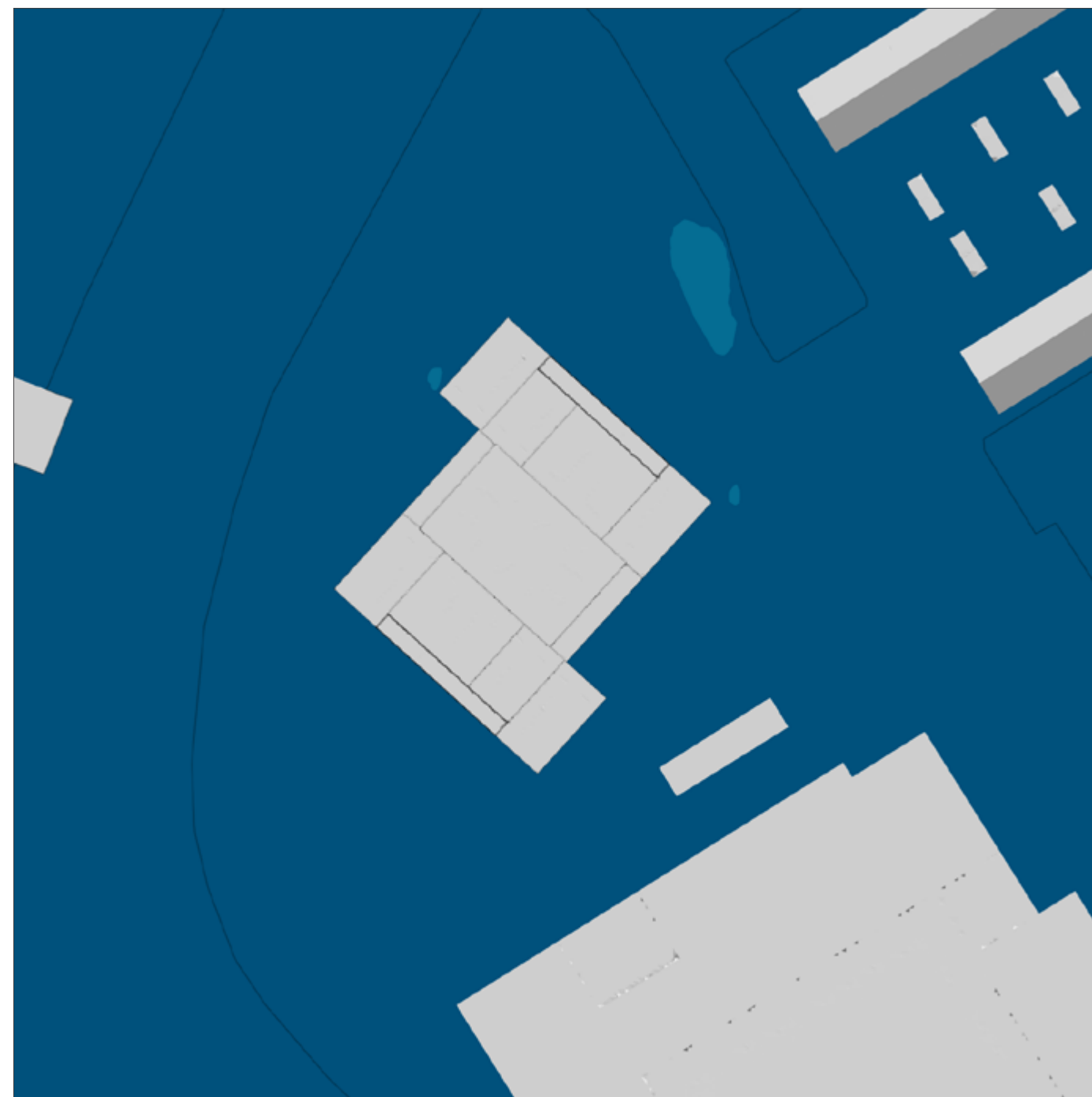
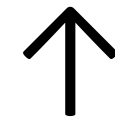
Windrichting:
150° Zuidzuidoost



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



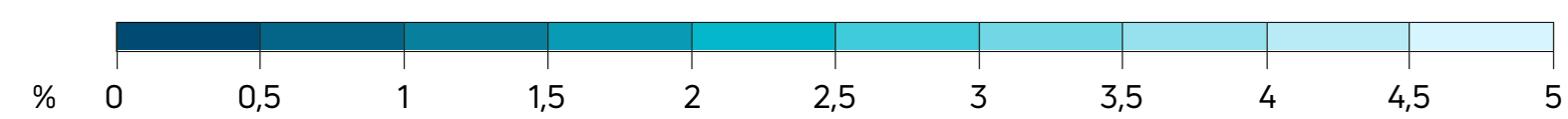
Windrichting:
180° Zuid



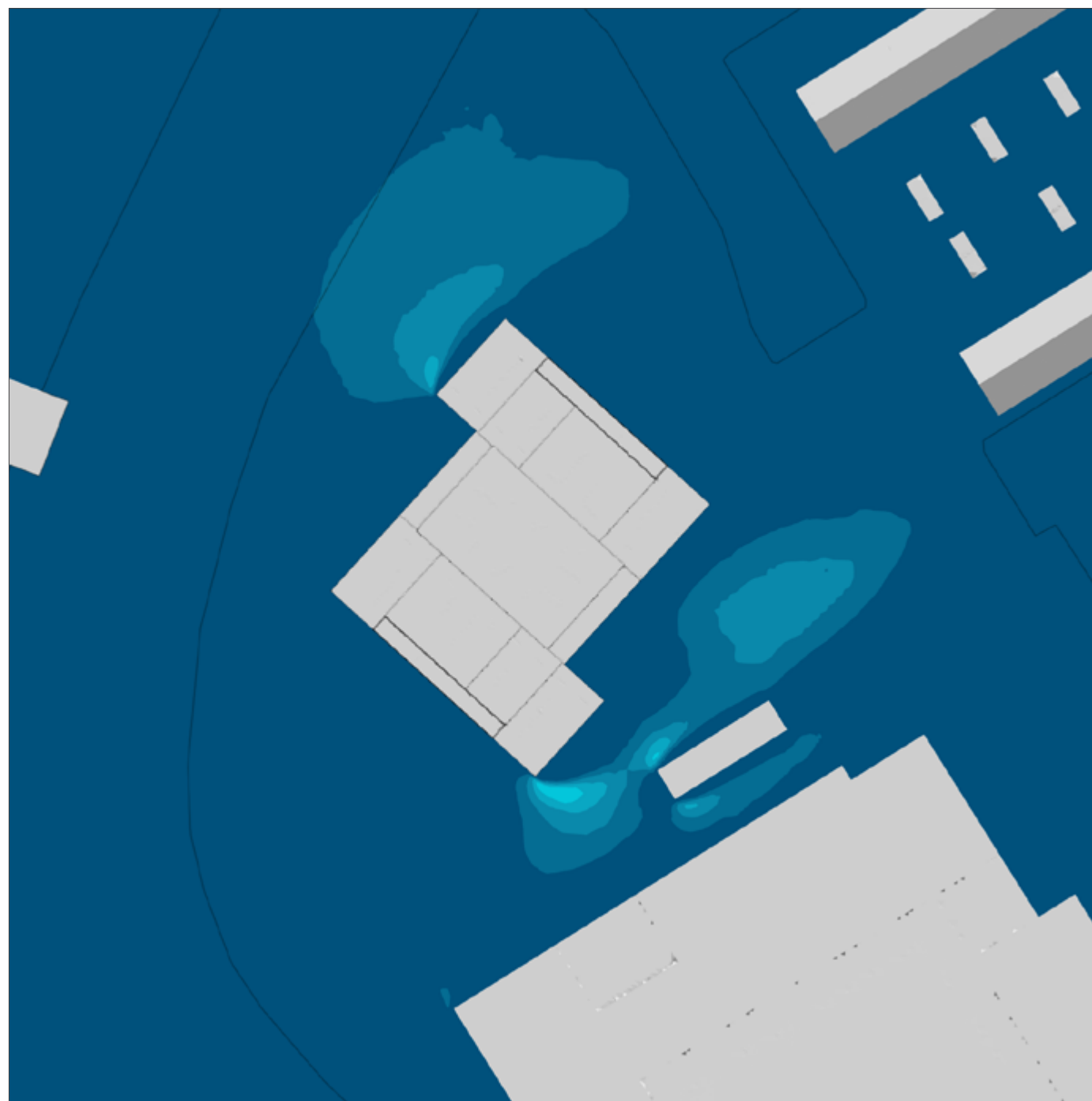
Windrichting:
210° Zuidzuidwest



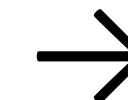
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



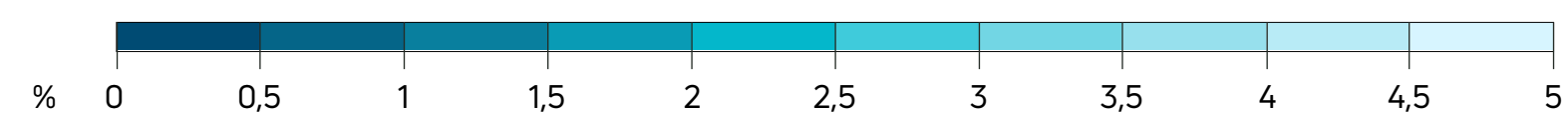
Windrichting:
240° Westzuidwest



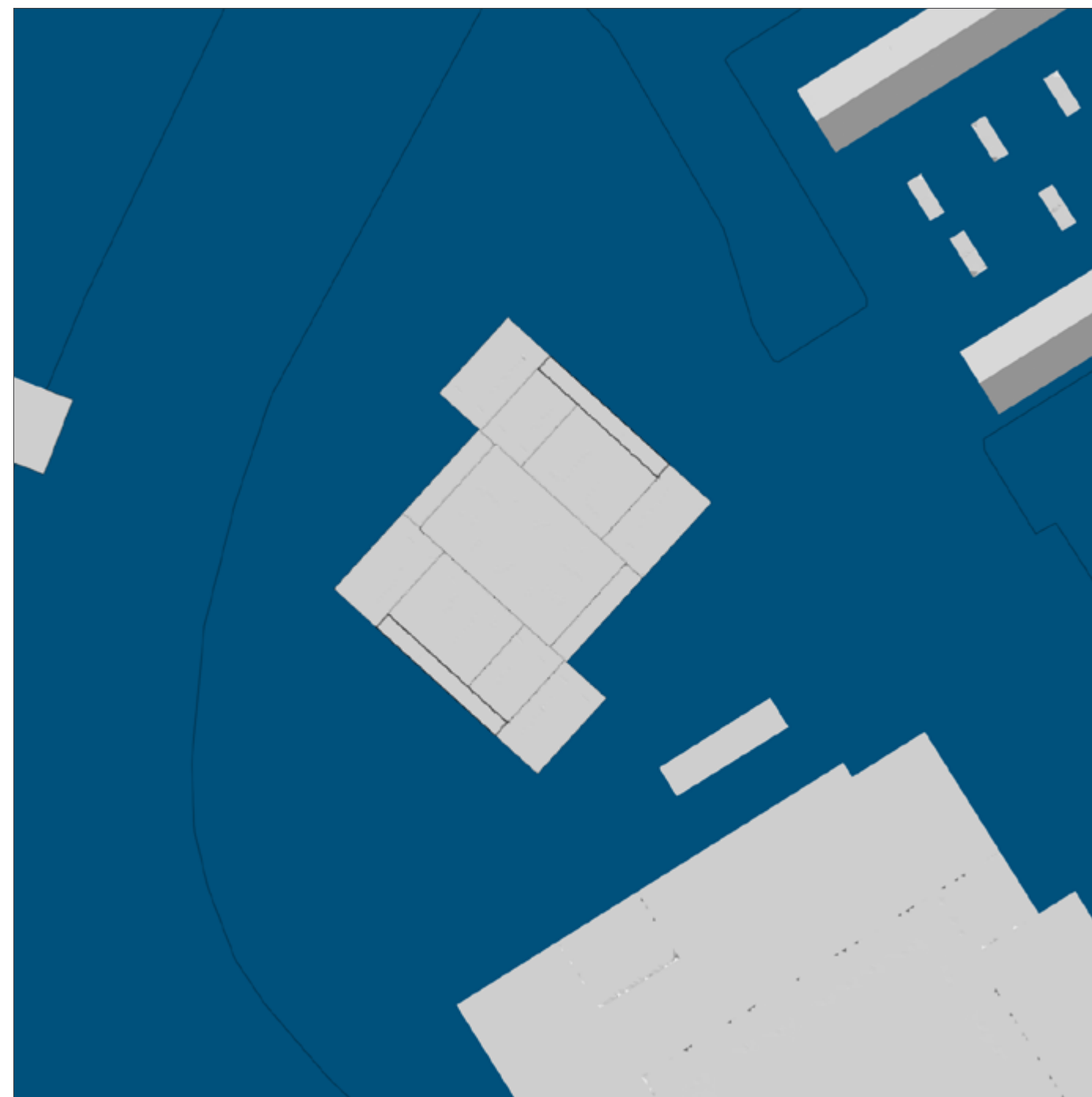
Windrichting:
270° West



Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



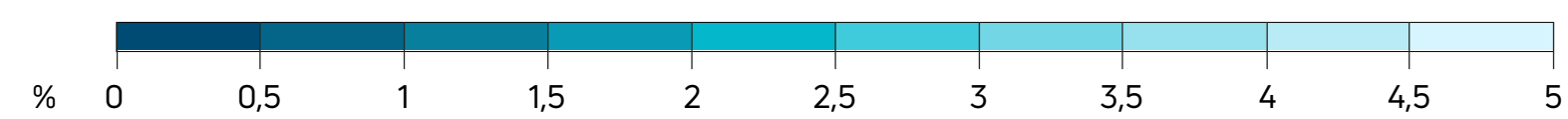
Windrichting:
300° Westnoordwest



Windrichting:
330° Noordnoordwest



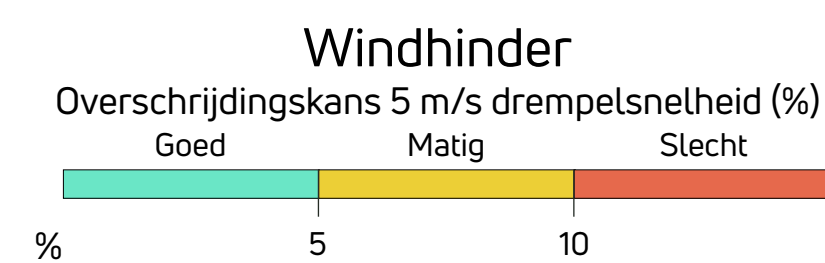
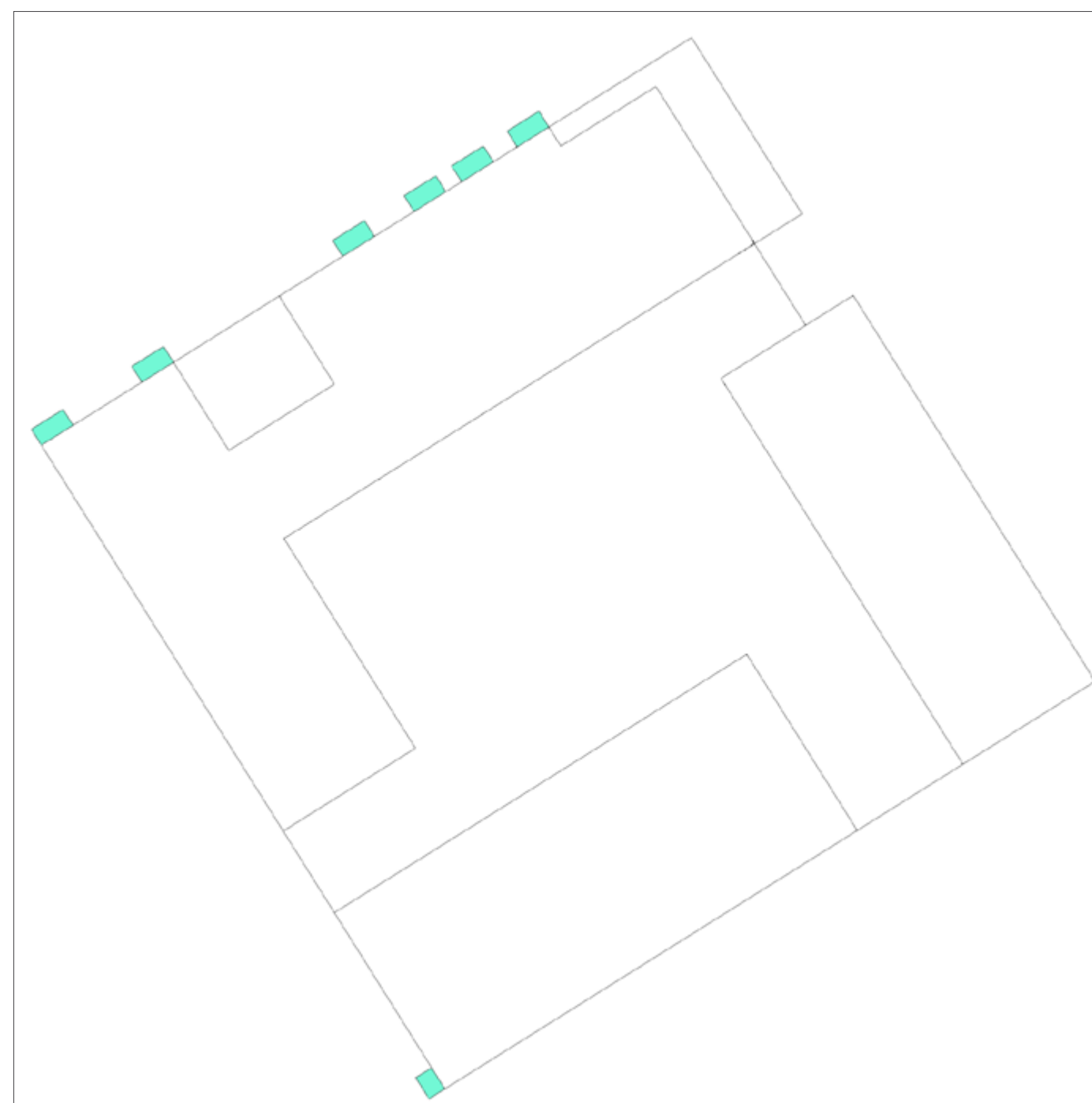
Overschrijdingskans 5 m/s drempelsnelheid (%)



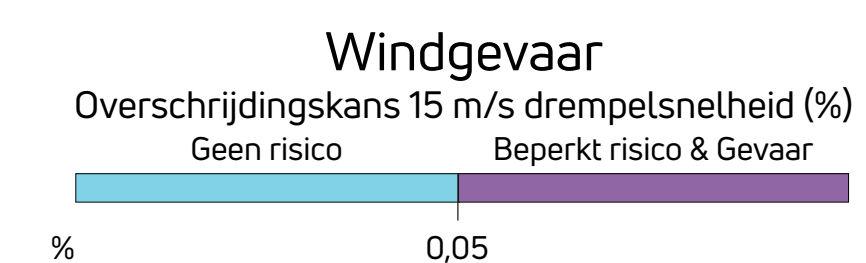
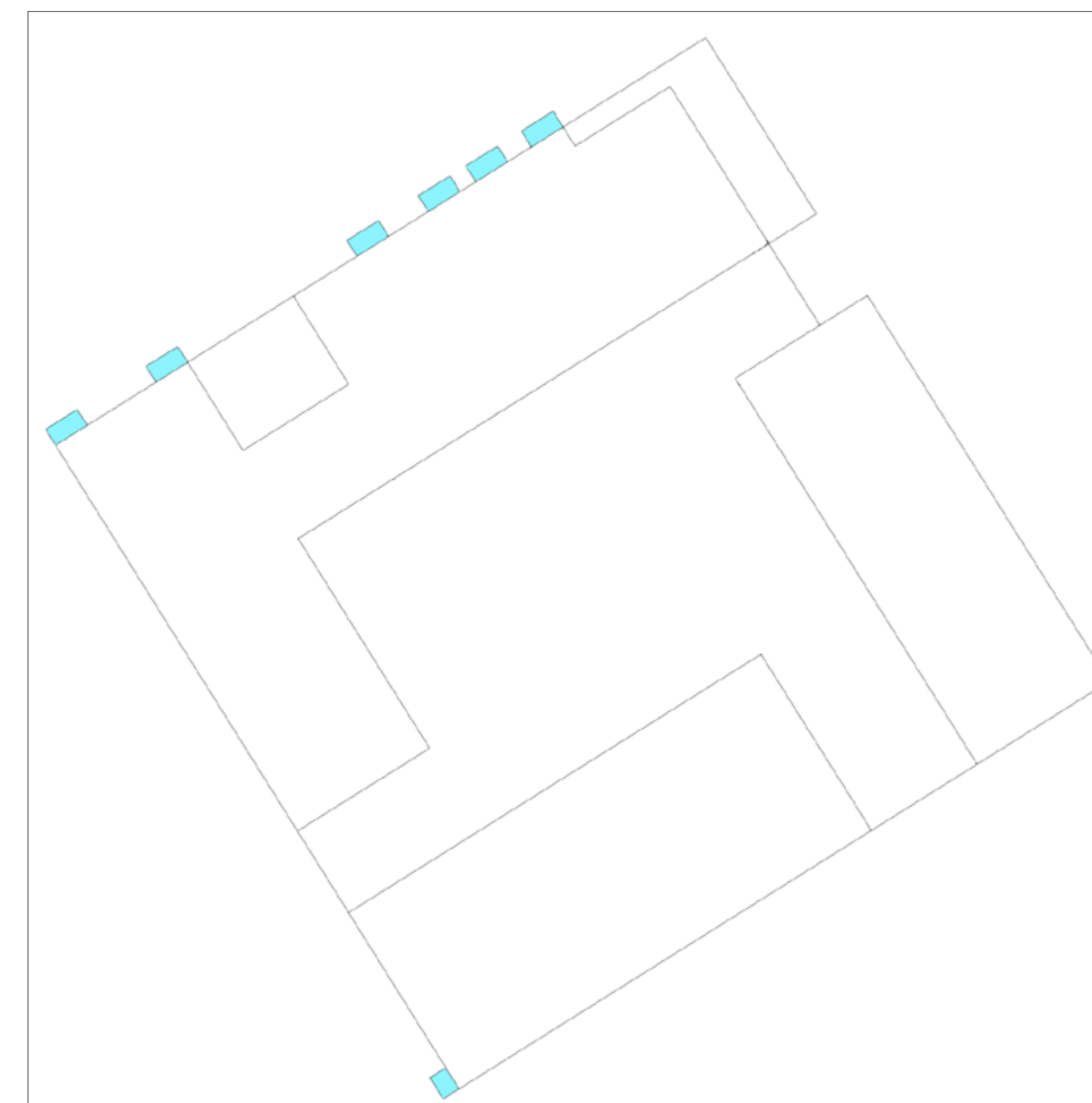
E Windklimaat private buitenruimten VS-gebouw

1e verdieping

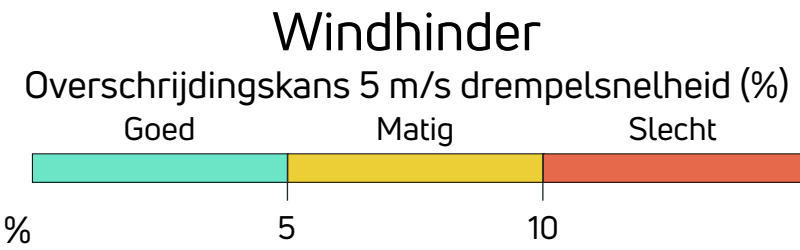
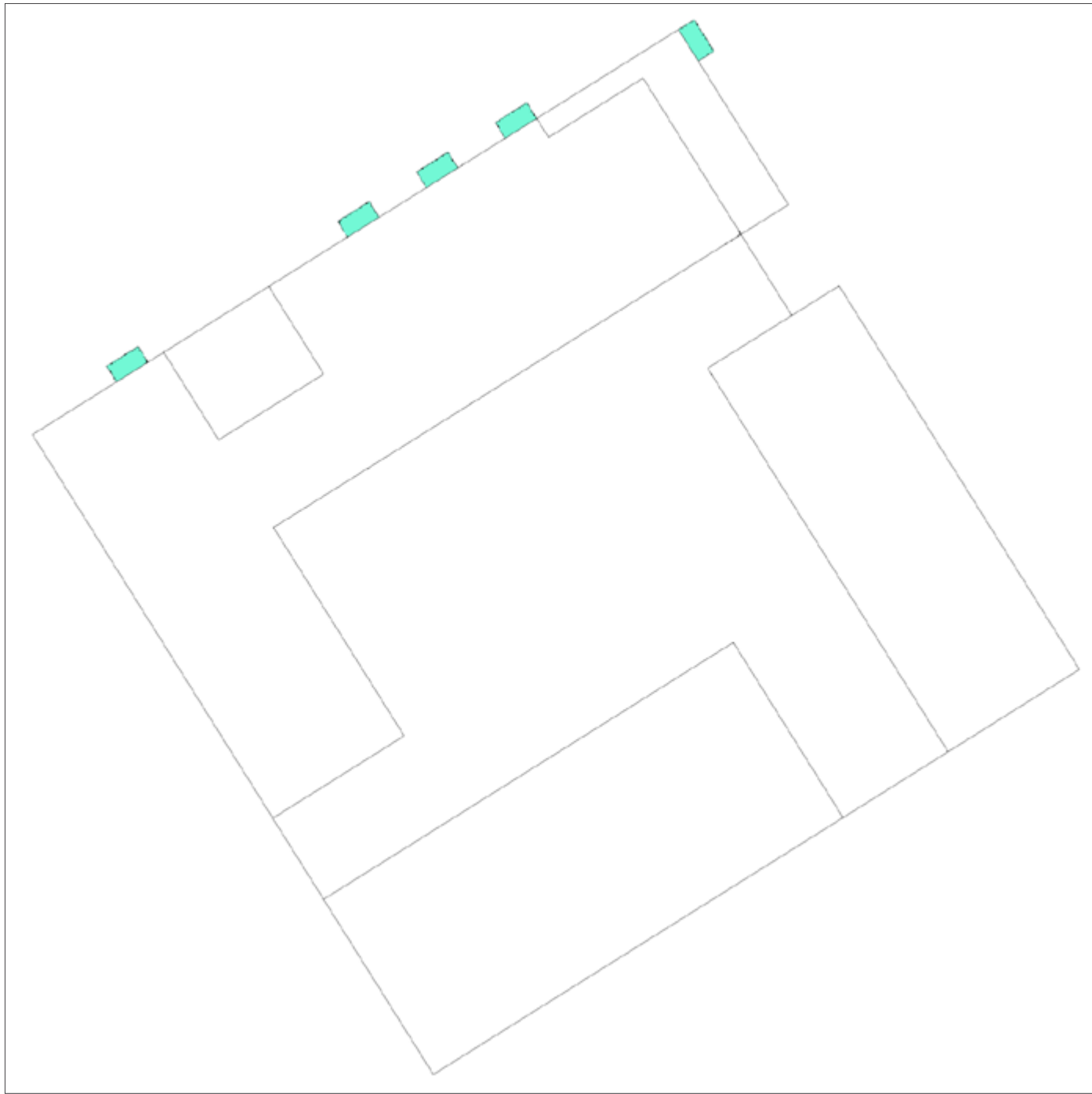
Windhinder



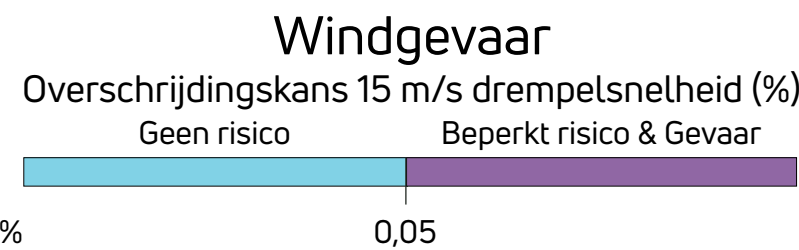
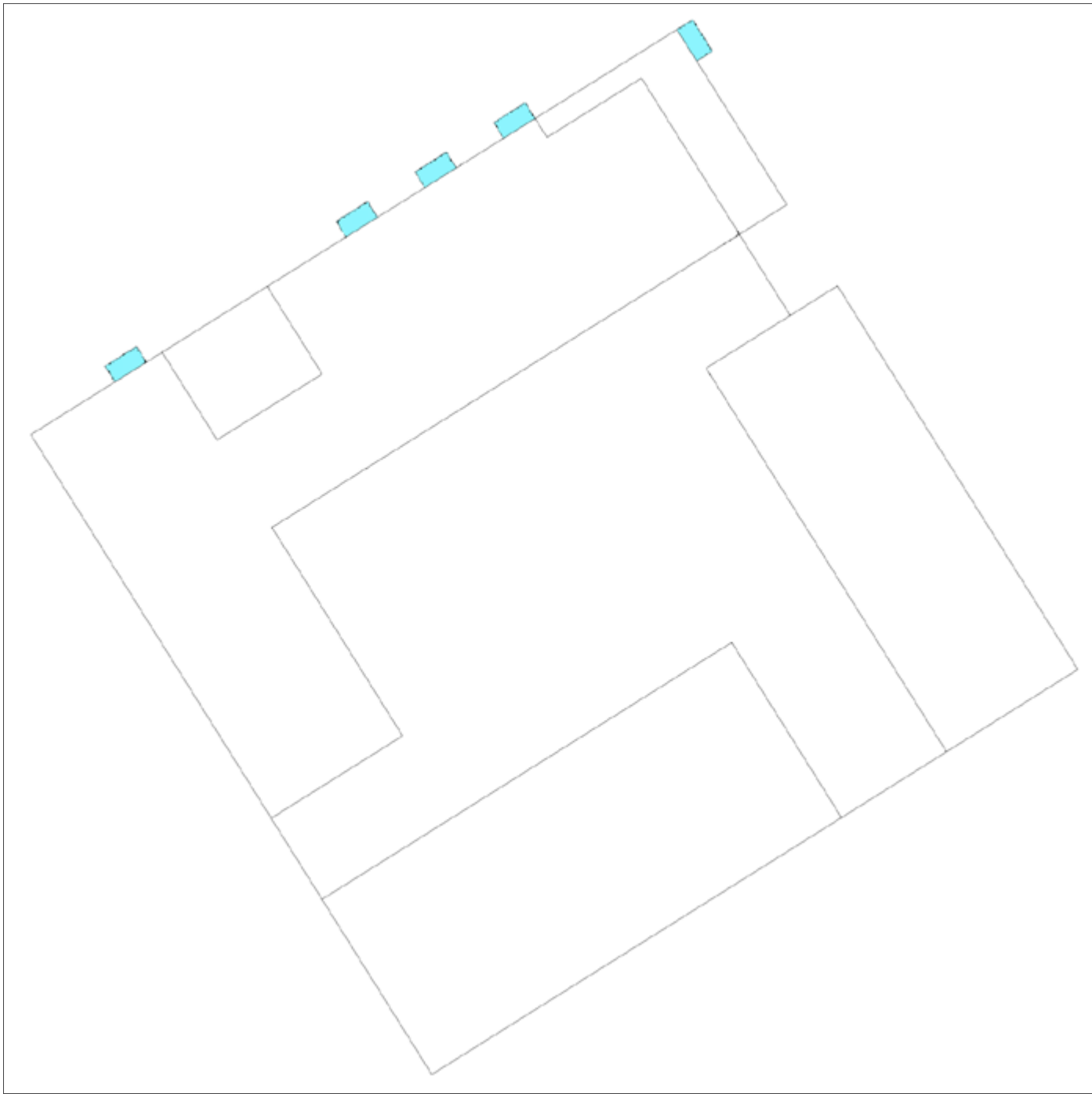
Windgevaar



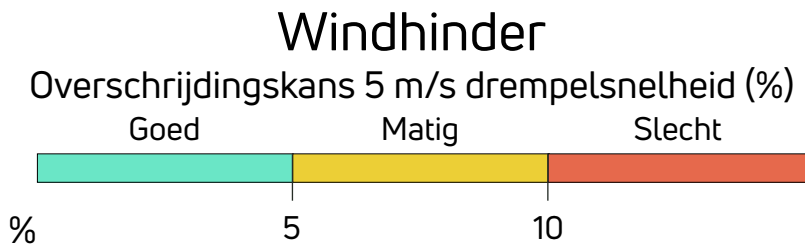
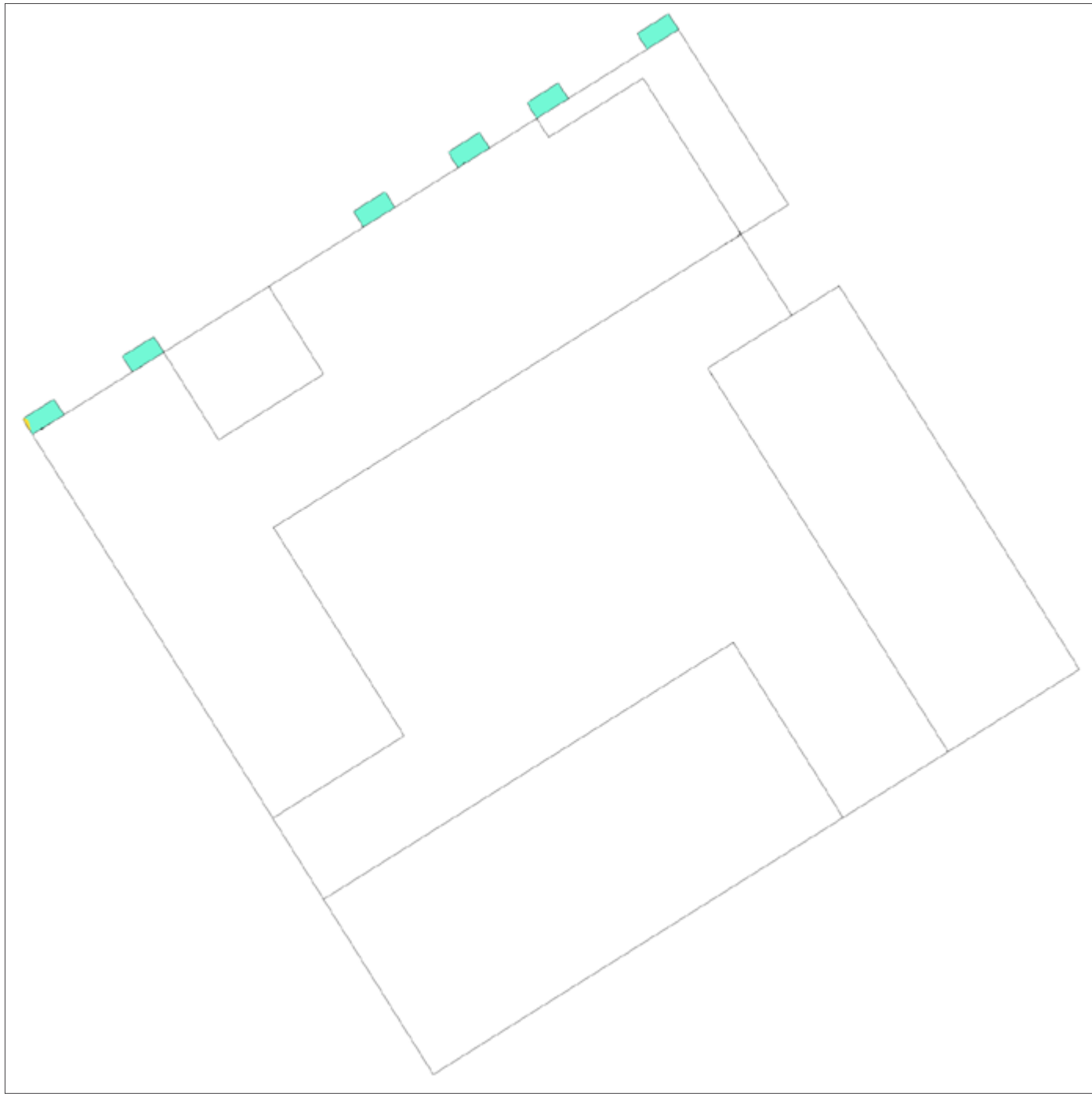
Windhinder



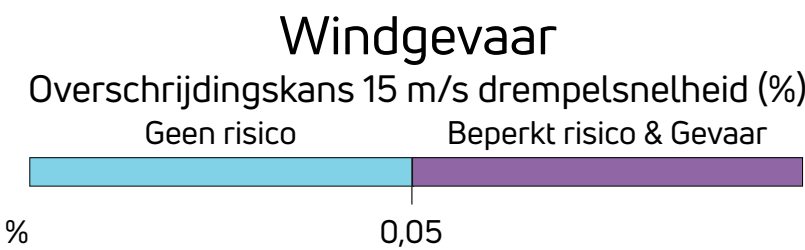
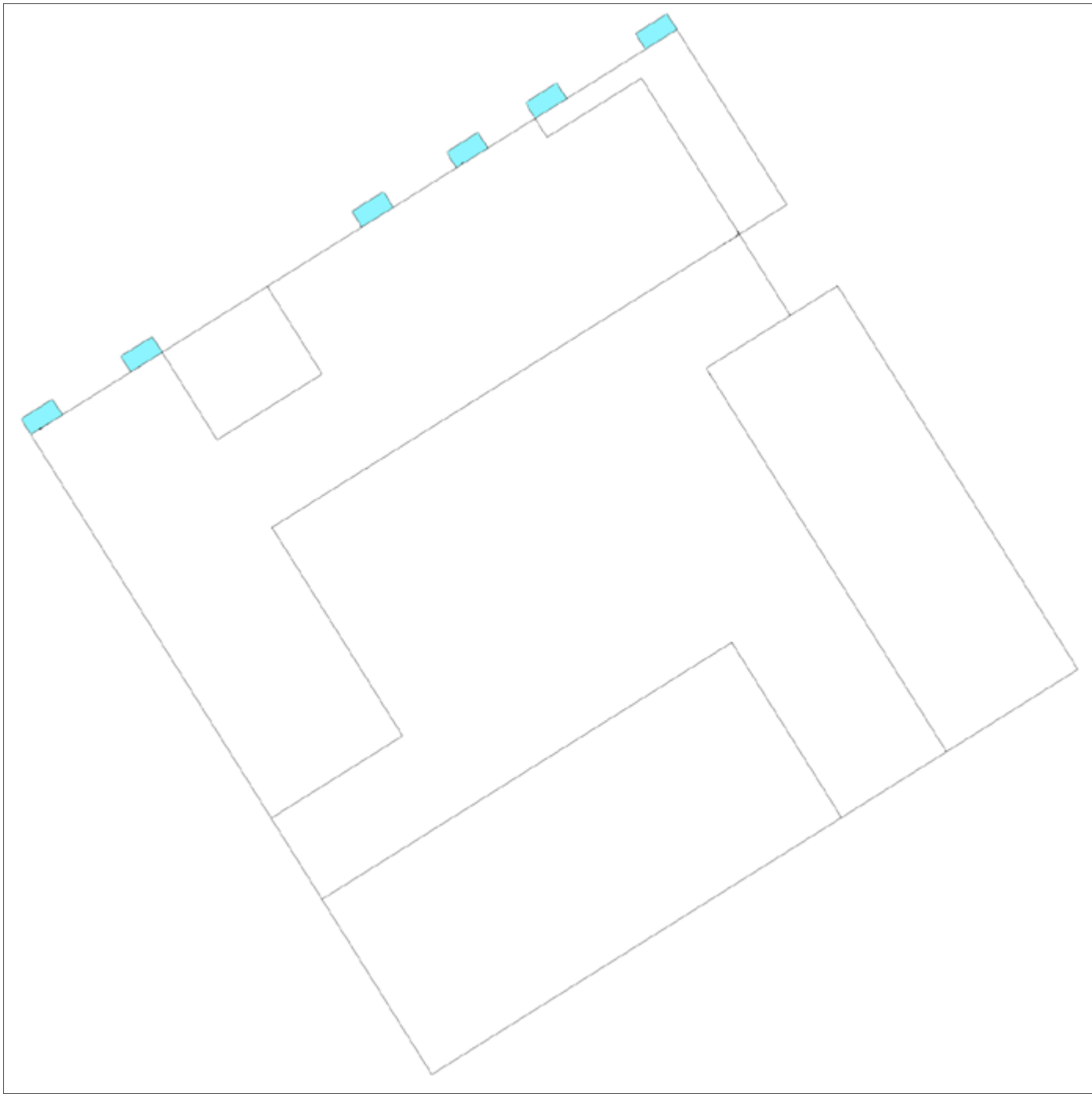
Windgevaar



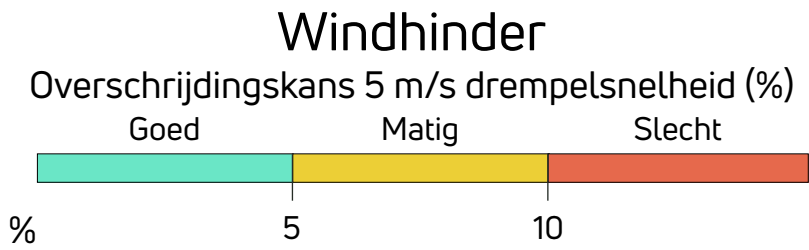
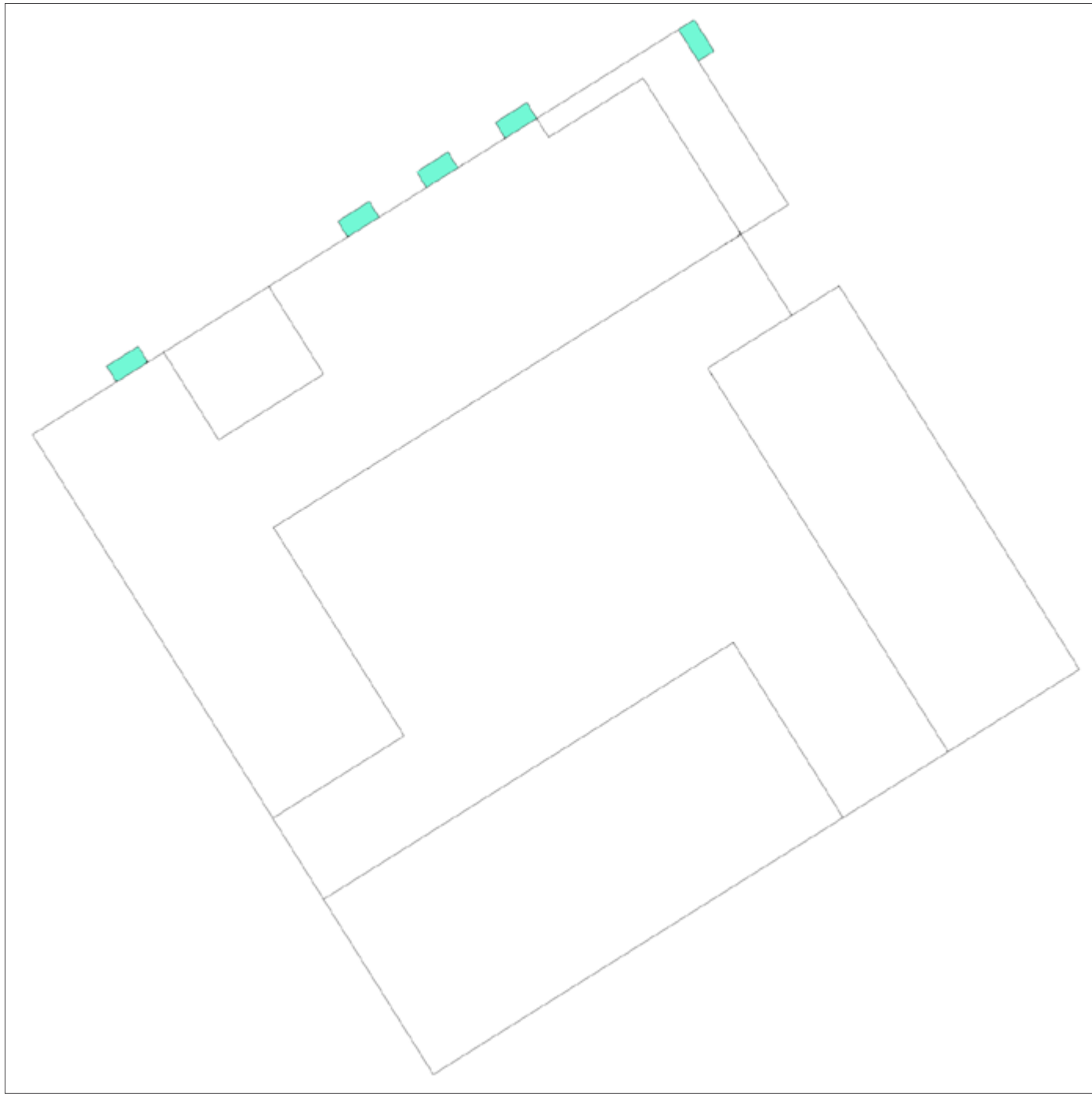
Windhinder



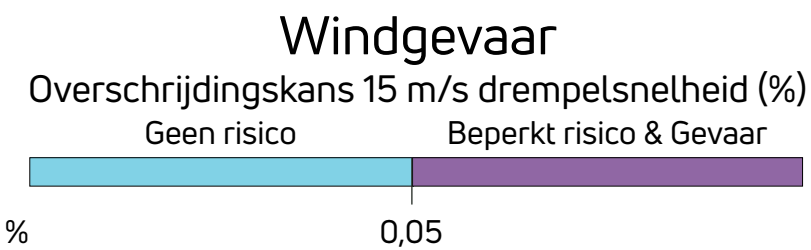
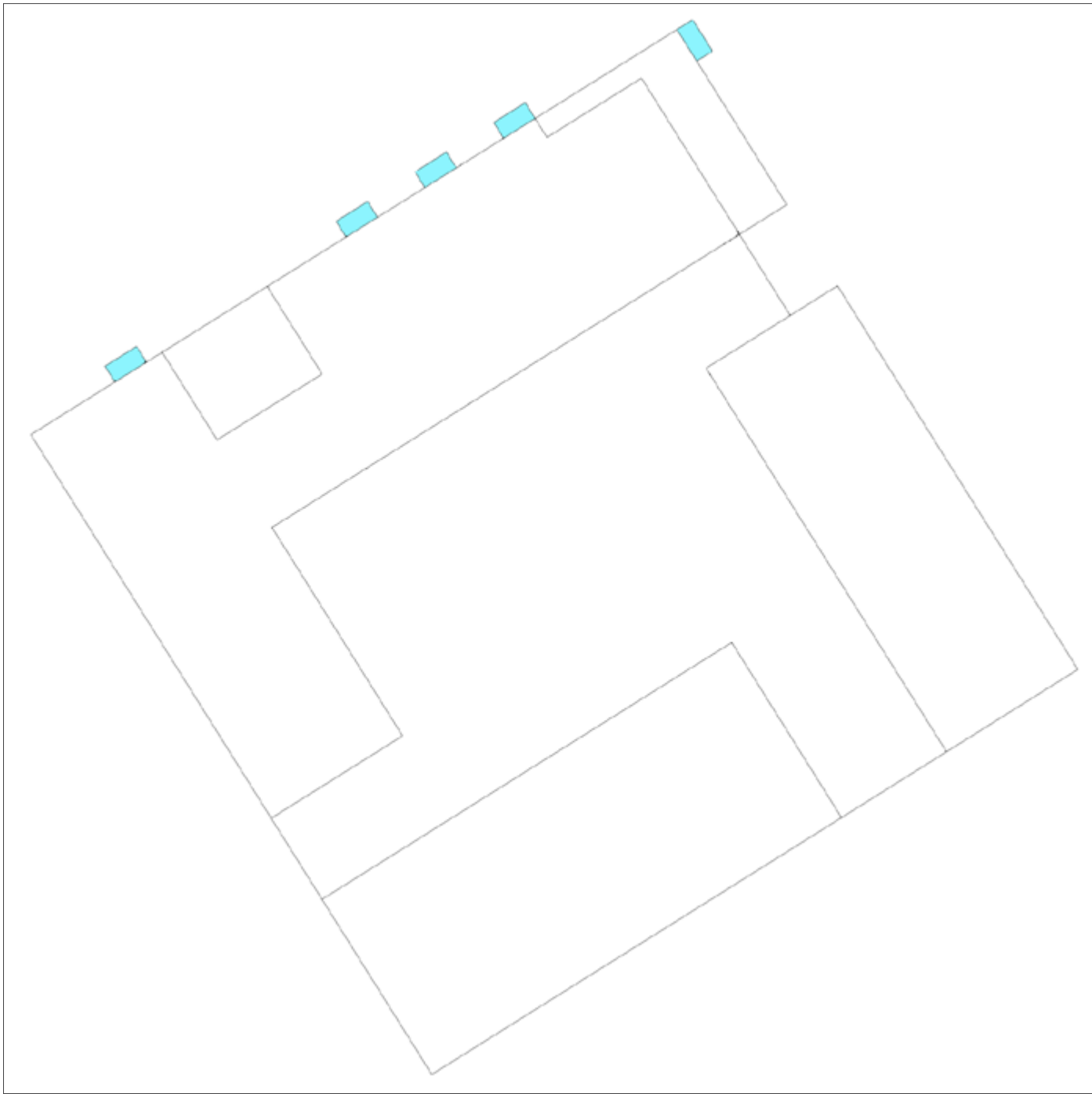
Windgevaar



Windhinder



Windgevaar





Actiflow BV

Tramsingel 5

4814 AB Breda

+31 (0)76 5422 220

contact@actiflow.com

www.actiflow.com