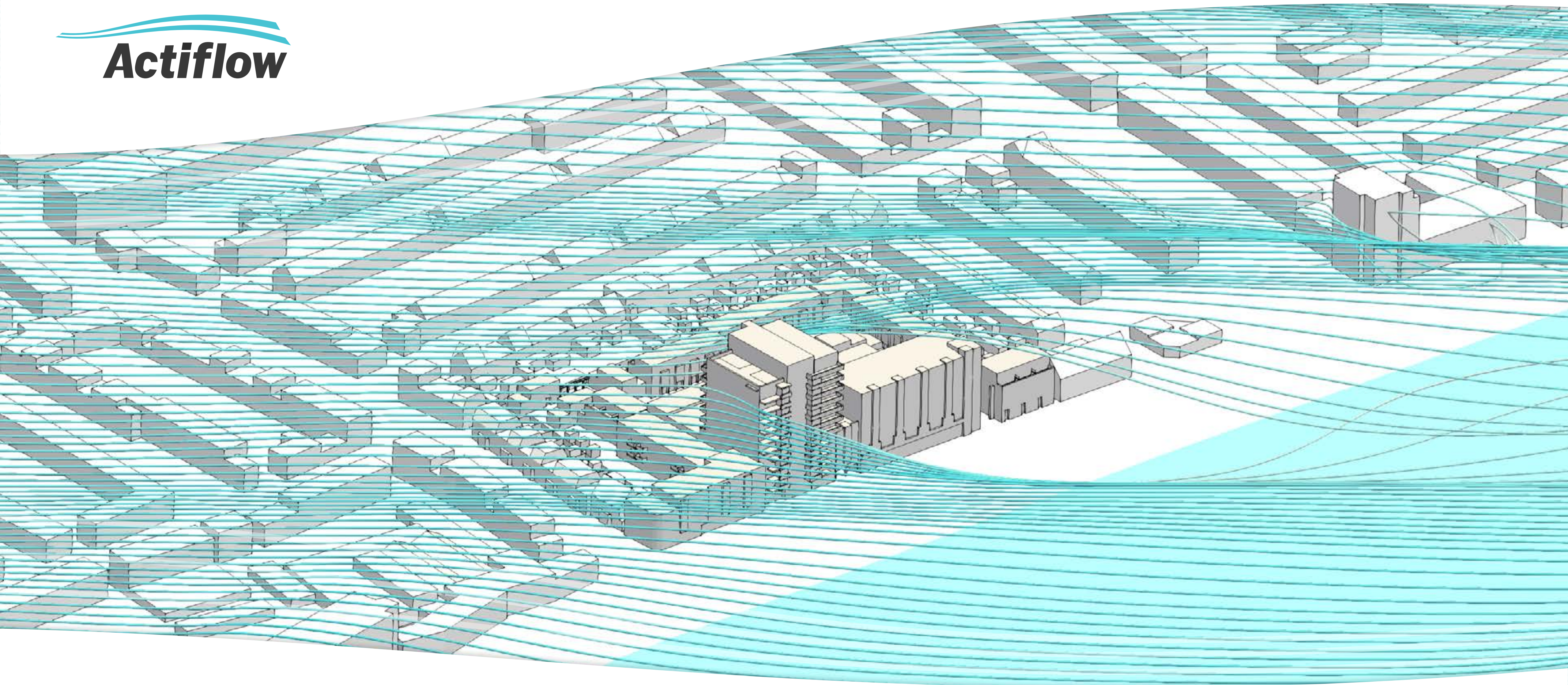




# **BLOOM te Haarlem**

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimten

BLOOM te Haarlem

CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimten

Opdrachtgever  
Contactpersoon opdrachtgever

VORM Ontwikkeling B.V.  
dhr. N. (Niels) Marijnissen

Projectnummer  
Rapportversie  
Status  
Datum

7390  
1.0  
Definitief  
2 november 2023  
©2023 [Actiflow BV](#)

Auteur(s)

ing. Marc Koops



Controleur

ir. Dean Pelkmans



[Actiflow BV](#)  
Tramsingel 1  
4814 AB Breda  
+31 (0)76 5422 220  
[contact@actiflow.com](mailto:contact@actiflow.com)  
[www.actiflow.com](http://www.actiflow.com)

# Inhoudsopgave

|    |                         |    |   |                                                        |    |
|----|-------------------------|----|---|--------------------------------------------------------|----|
| 1. | Introductie             | 4  | A | Inlegvel NEN 8100:2006                                 | 24 |
| 2. | Normstelling            | 7  | B | Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid | 25 |
|    | 2.1                     |    |   | Windhinder en windgevaar                               |    |
|    | 2.2                     |    |   | Windhinder en windgevaar private buitenruimten         |    |
| 3. | Opzet van de berekening | 9  |   |                                                        |    |
|    | 3.1                     |    |   | 3D-Model en rekenrooster                               |    |
|    | 3.2                     |    |   | Methodiek                                              |    |
|    | 3.3                     |    |   | Software                                               |    |
|    | 3.4                     |    |   | Aannames en randvoorwaarden                            |    |
| 4. | Resultaten              | 12 |   |                                                        |    |
| 5. | Analyse en discussie    | 21 |   |                                                        |    |
|    | 5.1                     |    |   | Stromingsfenomenen                                     |    |
|    | 5.2                     |    |   | Maatregelen                                            |    |
| 6. | Conclusie               | 23 |   |                                                        |    |

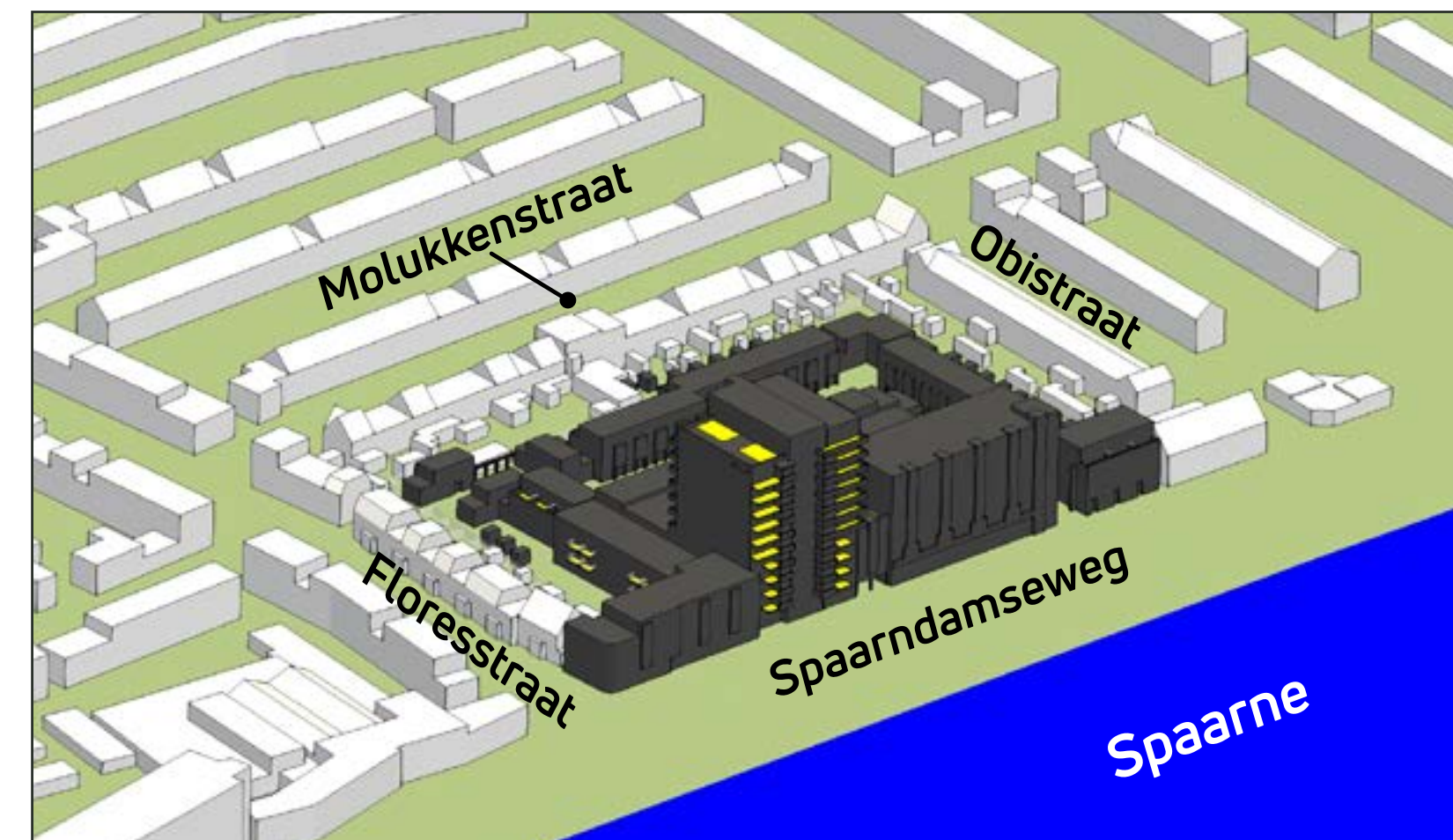
# 1 Introductie

Voorliggend rapport omschrijft een windonderzoek in kader van de ontwikkeling BLOOM te Haarlem. Dit onderzoek is in opdracht van Vorm Ontwikkeling uitgevoerd door [Actiflow](#). Het onderzoek omschrijft de mate van windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimten van de nieuwbouw. Het windklimaat op de openbare buitenruimte is reeds onderzocht en gedocumenteerd in het rapport *“BLOOM te Haarlem – Actualisatie CFD-onderzoek naar windhinder en windgevaar d.d. 3 oktober 2023 V1.0”*.

Het nieuwbouwproject wordt gerealiseerd in de Indischewijk gelegen in Haarlem-Noord. De projectlocatie wordt omsloten door de Obistraat in het noorden, de Spaarndamseweg in het oosten, de Floresstraat in het zuiden en in het westen door de Molukkenstraat. Ten oosten van de projectlocatie ligt de rivier de Spaarne met op verdere afstand industriële bebouwing. Ten noorden, zuiden en westen wordt het plangebied gekenmerkt door residentiële laagbouw (zie figuur 1.1). De projectlocatie bestaat momenteel uit een braakliggend terrein. Het bouwproject omvat de realisatie van meerdere woningen op dit terrein met onder andere een toren van circa 40 m hoog (zie figuur 1.2).



**Figuur 1.1:**  
Locatie van het project (Bron: Google Earth)



**Figuur 1.2:**  
Impressie van het project.

Zicht vanuit het zuidoosten

Het plan is onderverdeeld in acht verschillende blokken (figuur 1.3). Zes van deze bouwblokken bevatten private buitenruimten:

- **Blok A** – rijwoningen met balkons aan de achterzijde
- **Blok D** – herenhuizen met balkons aan de voorzijde (Spaarndamseweg)
- **Blok E** – appartementen met balkons aan zowel de parkzijde als de Spaarndamsewegzijde. De penthouses boven in de toren beschikken naast een balkon ook over een dakterras.
- **Blok F** – appartementen met balkons grenzend aan de parkzijde
- **Blok G** – appartementen met balkons aan de parkzijde en de Obistraatzijde
- **Blok H** – gezinsopvang met enkele balkons aan de achterzijde

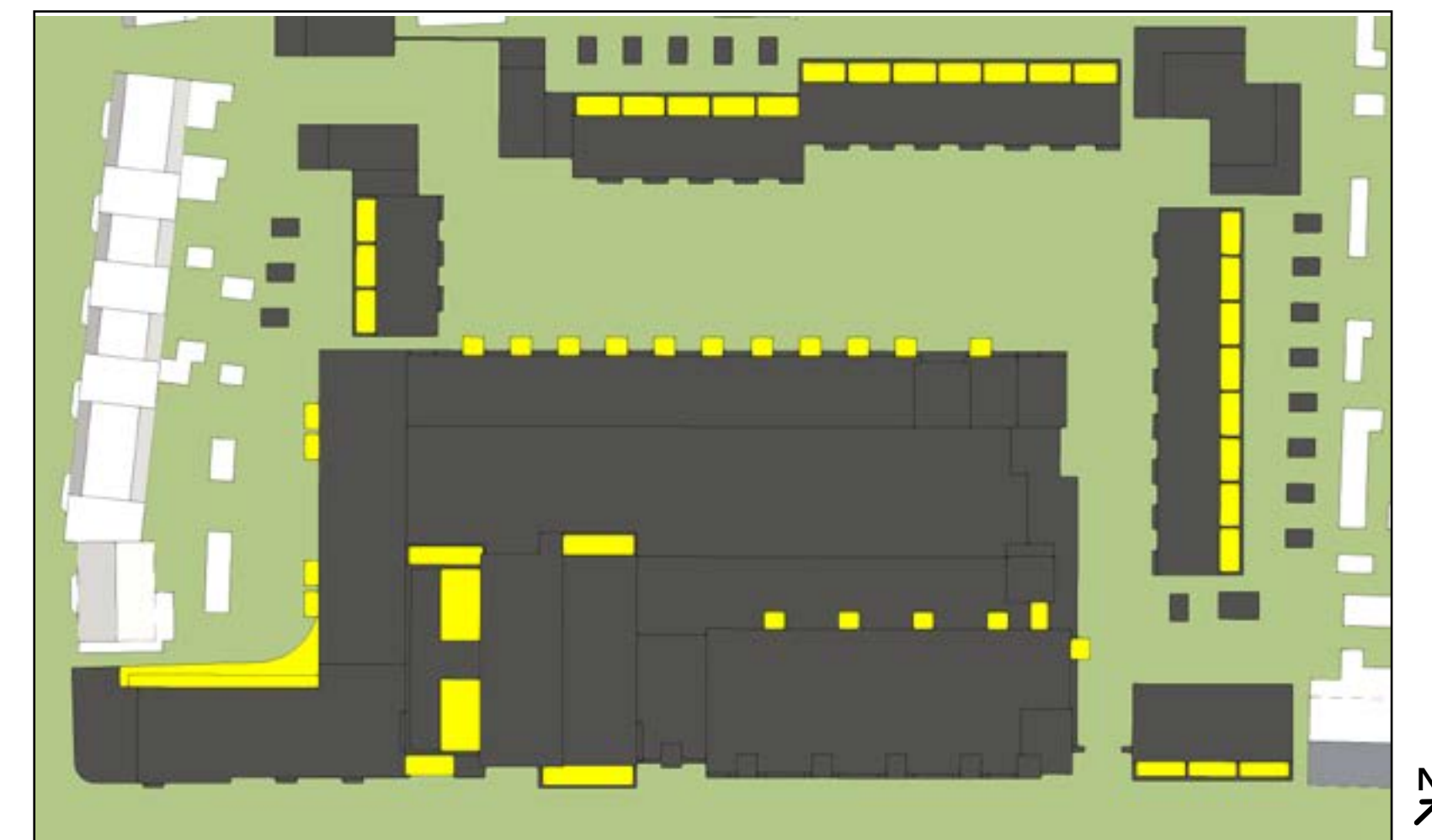
De balkons van zowel Blok A als van Blok D worden door middel van een muur of privacy scherm van 1,8 m hoog van elkaar gescheiden. De balkons van Blok E, welke grenzen aan de Spaarndamseweg, worden uitgevoerd als geluidsloggia in combinatie met een open balkon. Deze balkons worden uitgerust met een balustrade bestaande uit spijlen. Omwille van het open karakter van deze spijlen wordt deze valbescherming in het onderzoek buiten beschouwing gelaten. De dakterrassen van Blok E kennen geen afscherming. De overige balkons worden uitgevoerd met gesloten balustraden.

**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 de randvoorwaarden zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten worden vervolgens getoond en beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 gaat in op de stromingsfenomenen en beschrijft enkele maatregelen. Tot slot wordt er in hoofdstuk 6 een conclusie gevormd.

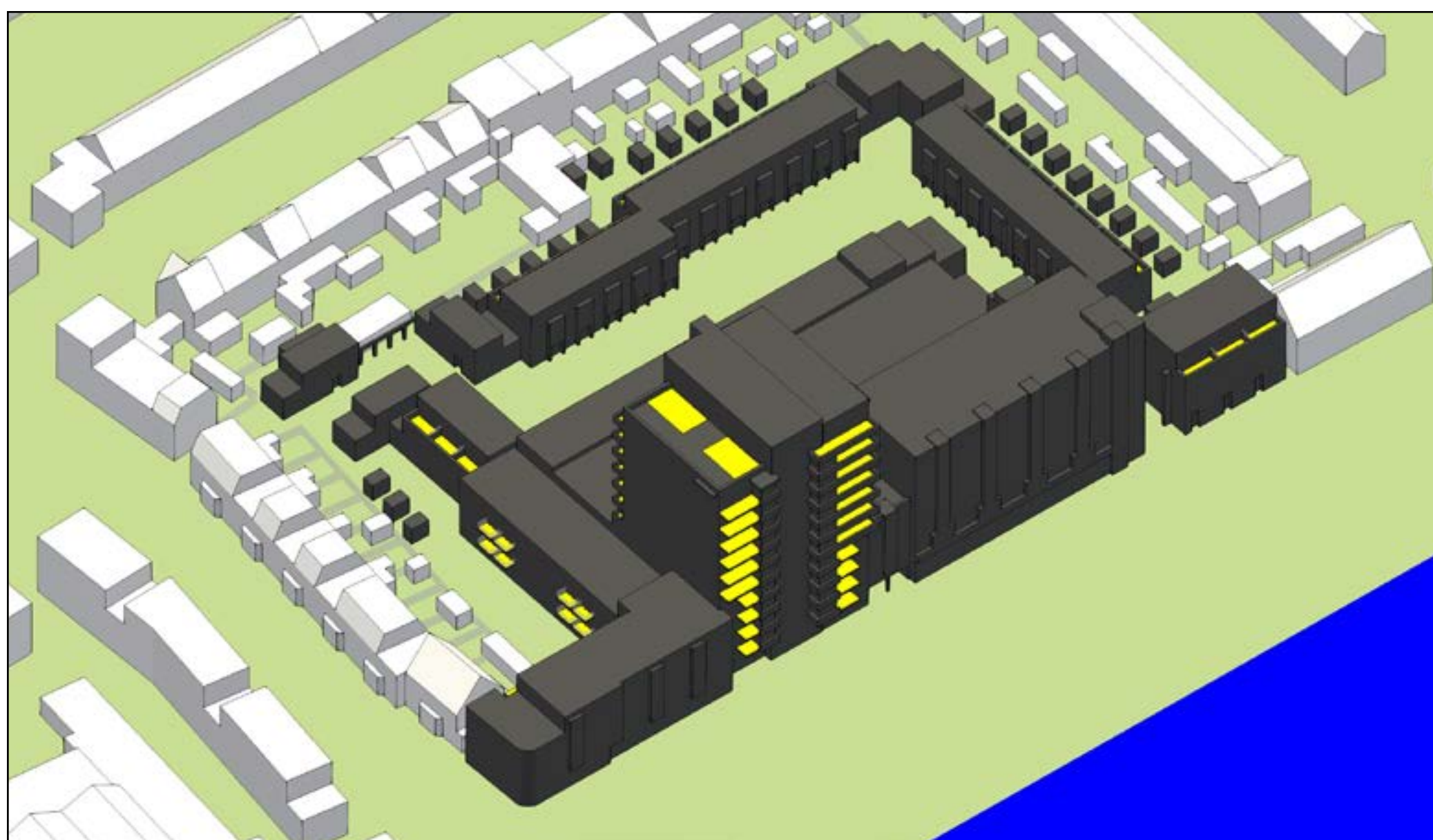


**Figuur 1.3:**  
Indeling nieuwbouw



**Figuur 1.4:**  
Aanduiding private  
buitenruimten

(a) bovenaanzicht



(b)



(c)

**Figuur 1.4:**  
Aanduiding private buitenruimten

(b) bovenaanzicht vanuit het zuidoosten  
(c) bovenaanzicht 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 15 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 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 en enkele buitenlandse richtlijnen. 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 2.1 en 2.2 waar:

- “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).

**Tabel 2.1:** Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windhinder op private buitenruimten

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

**Tabel 2.2:** Classificatie en beoordeling van het lokale windklimaat voor windgevaar op private buitenruimten

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

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) worden. 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.

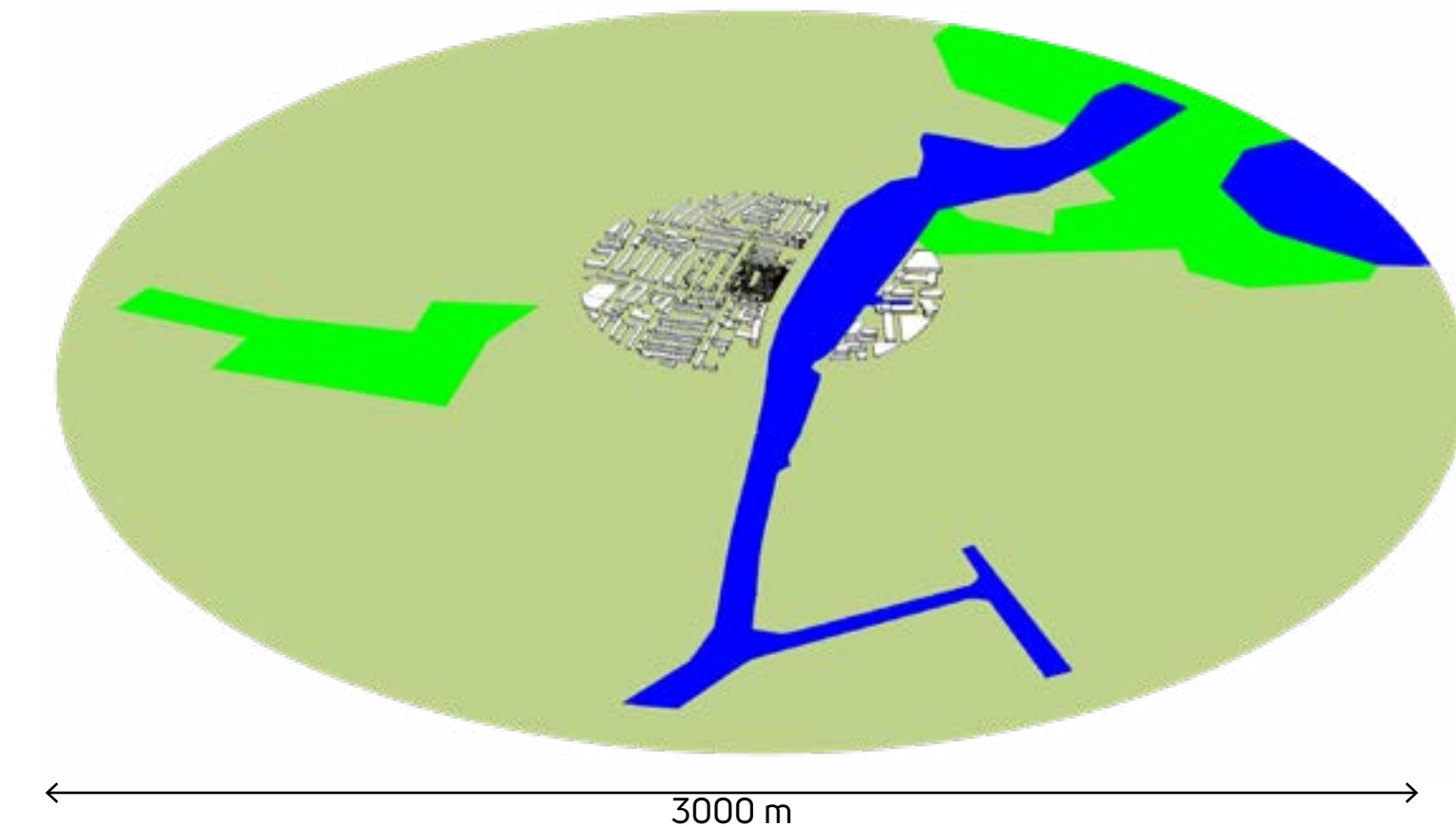
## 3.1 3D-Model en rekenrooster

De geometrie van de 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 figuur 1.2, 1.4 en 3.1.

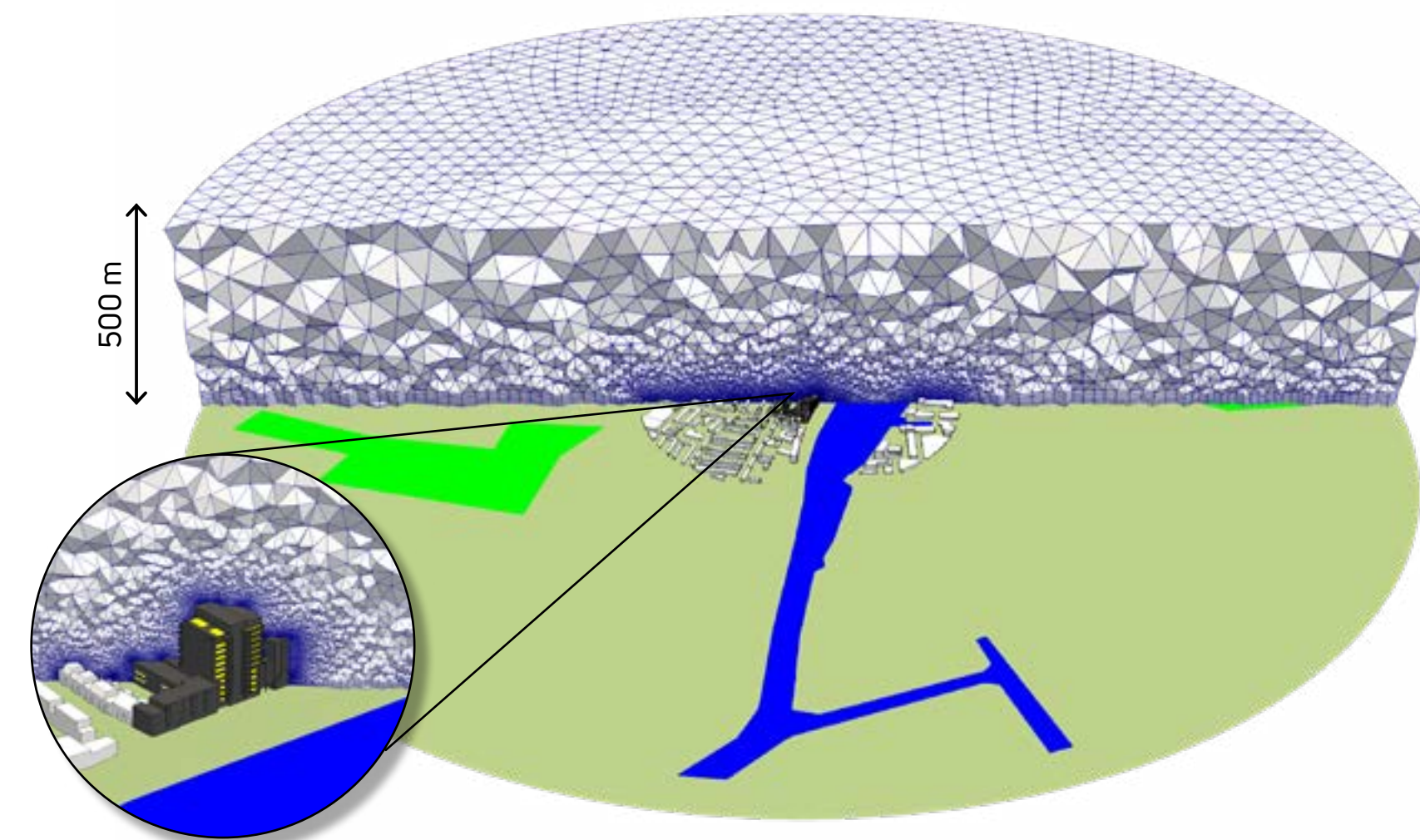
De omliggende bebouwing is als eenvoudige massa's weergegeven. Rond dit gebied is een cilindervormig domein geplaatst met een doorsnede van 3000 m en een hoogte van 500 m. Het plangebied is centraal in dit domein geplaatst, zodat hier verschillende windrichtingen op kunnen worden toegepast zonder dat 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 47 939 654 cellen.

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.



**Figuur 3.1:**  
Impressie van het  
model  
Zicht vanuit het zuiden



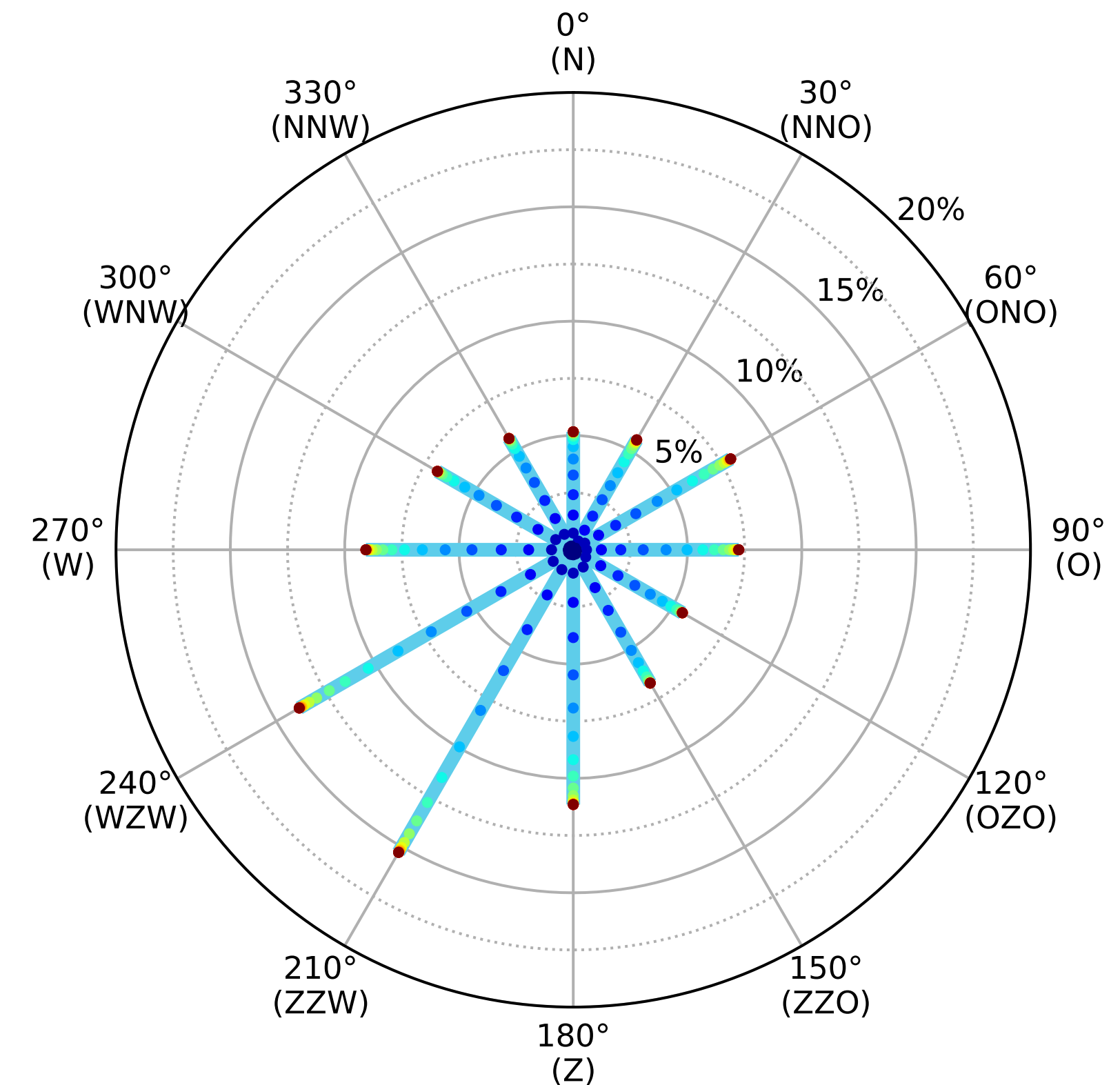
**Figuur 3.2:**  
Doorsnede van het  
rekenrooster  
Zicht vanuit het zuiden

### 3.2 Methodiek

Om inzicht te krijgen in het windklimaat is de gehele windroos doorgerekend, 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 60 m hoogte wordt gerapporteerd in bijlage B.

### 3.3 Software

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van OpenFOAM v2112, een softwarepakket dat bedoeld is voor het oplossen van problemen in de continuümmechanica 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- $\omega$  model.



**Figuur 3.3:** Visualisatie van de windstatistiek welke is gebruikt bij de bepaling van windhinder en windgevaar

### 3.4 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  $\kappa$  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  $\omega$  verlopen volgens een voorgeschreven profiel, zoals aangegeven in vergelijking 3.3 en vergelijking 3.4. Hierin heeft  $C_\mu$  de waarde 0,09. Deze empirische constante komt voort uit het gebruikte turbulentiemodel (SST k- $\omega$ ).

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

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

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

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

# 4 Resultaten

In deze sectie worden de resultaten voor windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimte weergegeven. De resultaten worden weergegeven op horizontale doorsneden op 1,1 m boven het grondvlak van de 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. Windhinderklasse D&E dienen op private buitenruimten vermeden te worden.
3. Windgevaar (overschrijding van 15 m/s) moet te allen tijde vermeden worden op private buitenruimtes.

Figuren 4.1 t/m 4.11 tonen de resultaten van windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimten.

Uit de resultaten blijkt dat er op de balkons van de eerste drie verdiepingen enkel kalme condities heersen die behoren tot windhinderklasse A&B, daarnaast is er op deze balkons geen kans op windgevaar waargenomen, zie figuur 4.1 t/m 4.3. Deze resultaten leiden er toe dat deze balkons, welke behoren tot bouwblokken A,D,E,F en H, voldoen aan de door **Actiflow** gestelde eisen voor het gebruik als private buitenruimte.

Vanaf de vierde verdieping ontstaan er op meerdere balkons van Blok E windrijke condities die behoren tot windhinderklasse C (matig comfort) en klasse D&E (slecht comfort), zie figuren 4.4 t/m 4.11. Voor de balkons aan de parkzijde geldt dat deze windrijke gebieden omwille van hun beperkte omvang verwaarloosd kunnen worden. Het windklimaat op de balkons nabij de zuidelijke hoek van de toren (verdieping 5 t/m 10) kennen relatief grote zones waar klasse D&E gelden en daardoor niet voldoen aan de gestelde eisen. Het windklimaat op deze balkons wordt in hoofdstuk 5 verder geanalyseerd ten einde maatregelen voor te stellen om het windklimaat op deze balkons te verzachten.

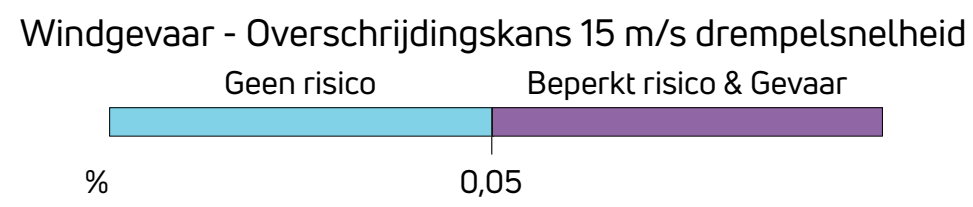
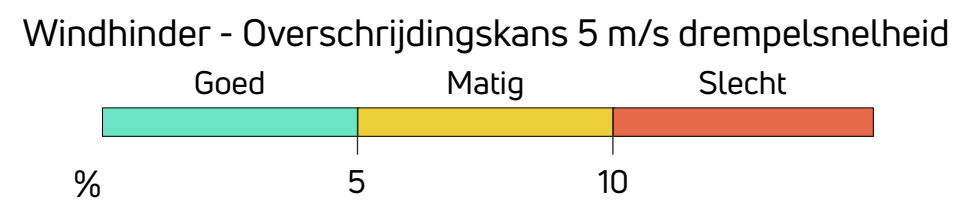
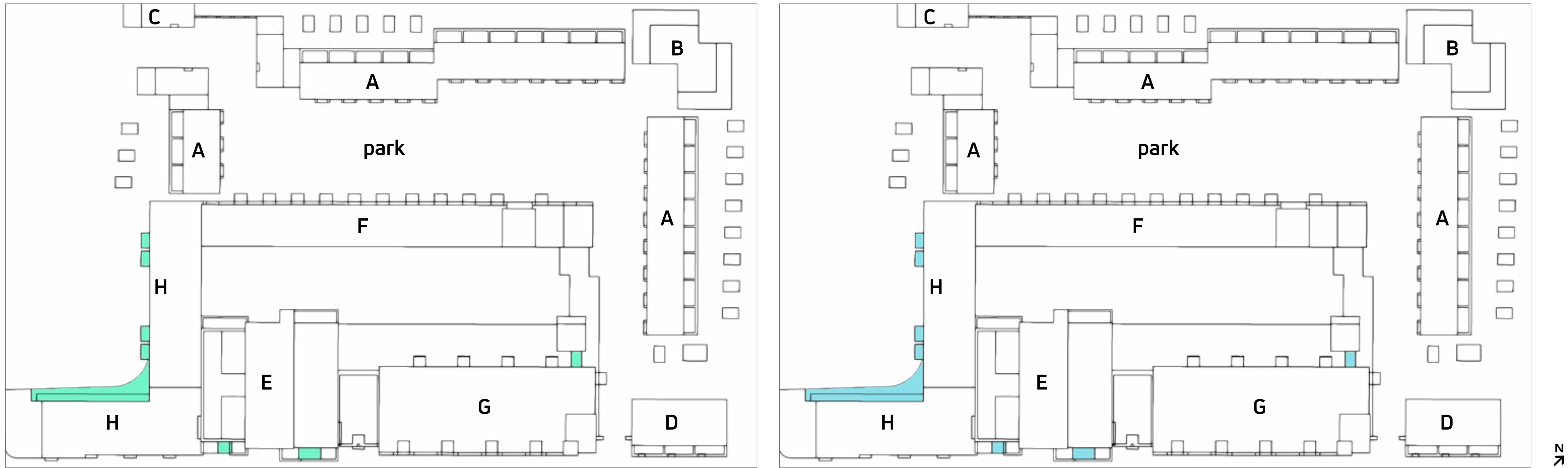
De balkons nabij de oostelijke hoek van Blok E hebben overwegend een goed windcomfort (klasse A&B). Er is op deze balkons slechts een klein gebied waar ook windklasse C voorkomt wat leidt tot een matige kwalificatie. De gebieden waar klasse C heerst zijn kleiner dan 25% van het gebruiksoppervlak, daarmee zijn de balkons nabij de oostelijke hoek geschikt voor beoogd gebruik.

De windcondities op de balkons van Blok G kennen enkel kalme condities (klasse A&B), zie figuren 4.4 en 4.5. Deze buitenruimten zijn geschikt voor beoogd gebruik.

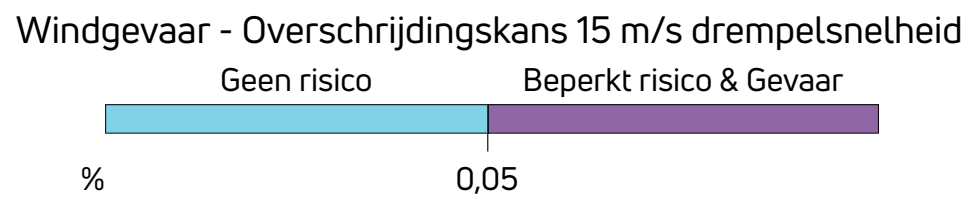
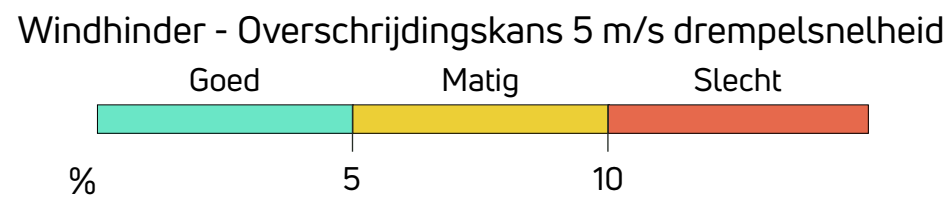
Figuur 4.11 toont het windklimaat op de dakterrassen en balkons van de penthouses van Blok E. De balkons kennen overwegend een windklimaat dat gekenmerkt wordt door klasse A&B, ook is klasse C in zeer beperkte mate waargenomen. Volgens de door [Actiflow](#) opgestelde richtlijnen zijn deze balkons geschikt voor het gebruik als private buitenruimten. Het dakterras dat grenst aan het park kent vooral een kalm windklimaat (klasse A&B), ook wordt hier klasse C op het terras waargenomen. Omdat het gebied met klasse C kleiner dan 25% van het gebruiksoppervlak is voldoet het windklimaat op dit dakterras aan de gestelde eisen. Het andere dakterras kent eveneens windrijke condities die zich kenmerken door klasse C. Omdat bijna het gehele terras een matige classificatie kent voldoet dit terras niet aan de gestelde eisen. Het windklimaat op dit terras wordt in hoofdstuk 5 verder geanalyseerd om passende maatregelen voor te kunnen stellen.

Er is op geen van de balkons een kans op windgevaar waargenomen.

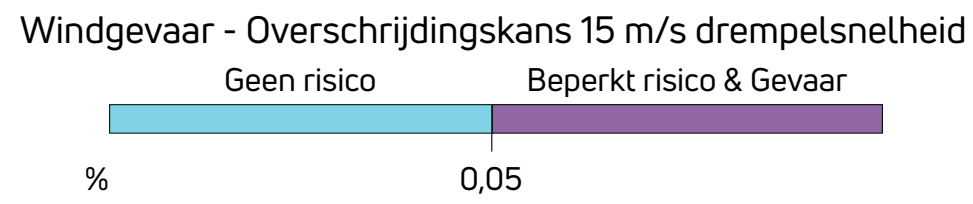
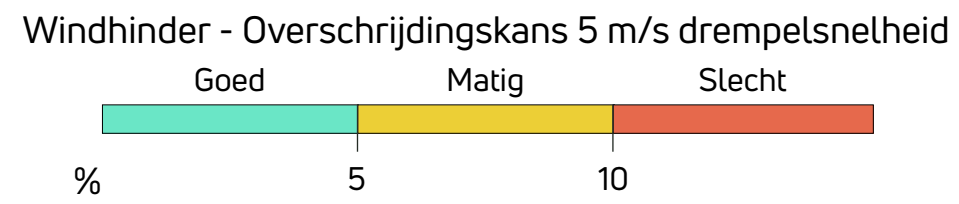
**Figuur 4.1:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 1e verdieping

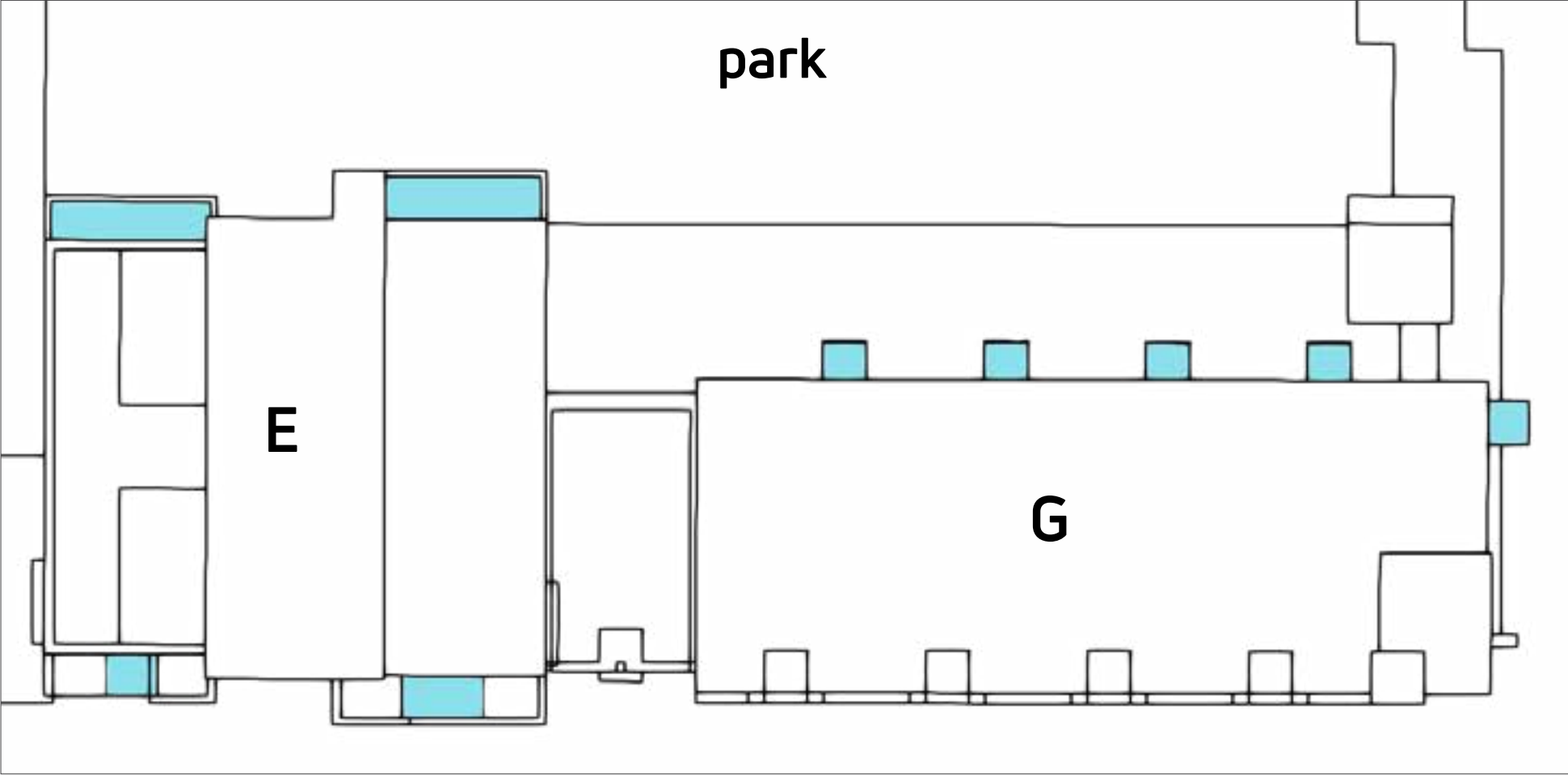
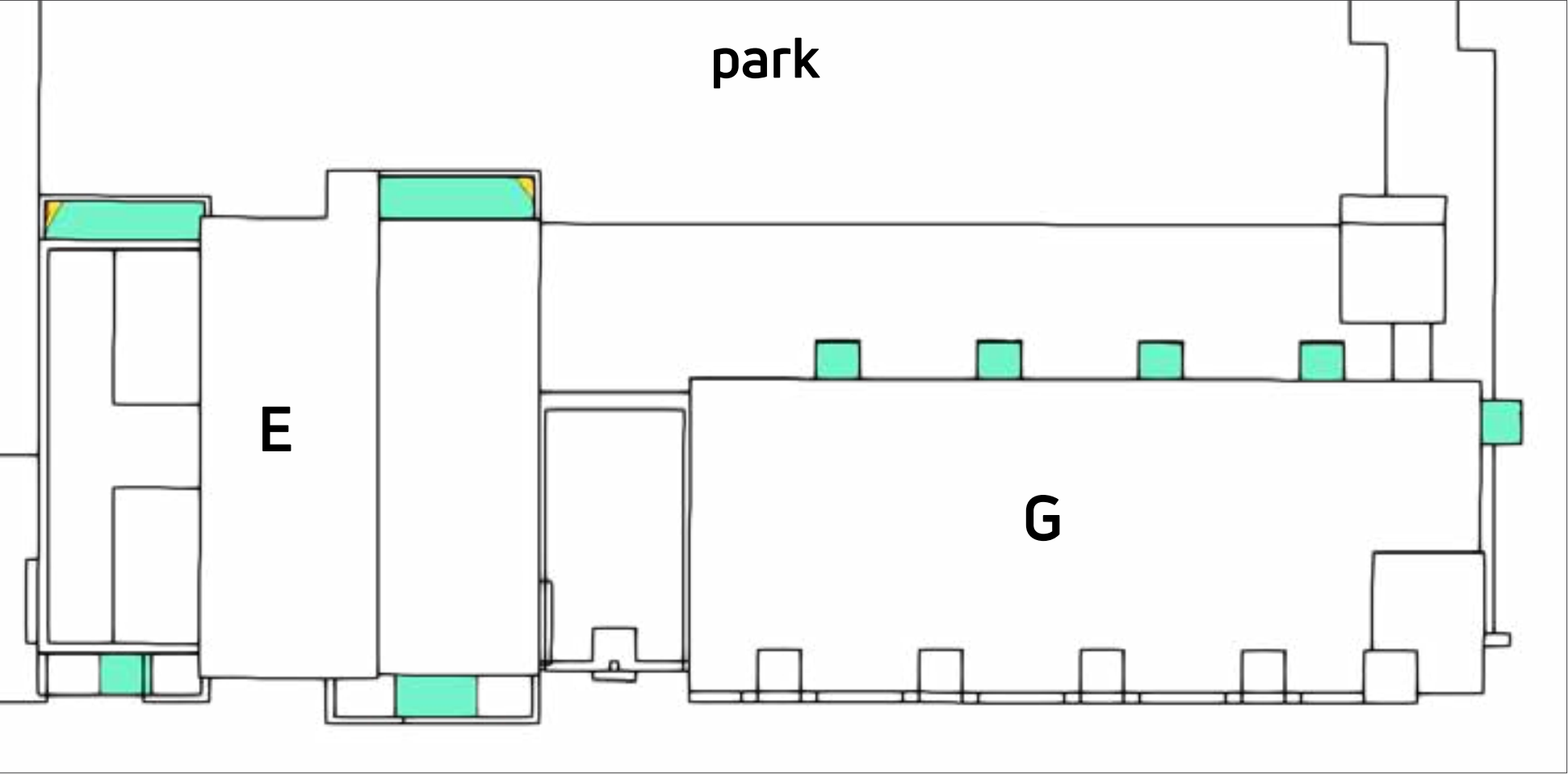


**Figuur 4.2:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 2e verdieping

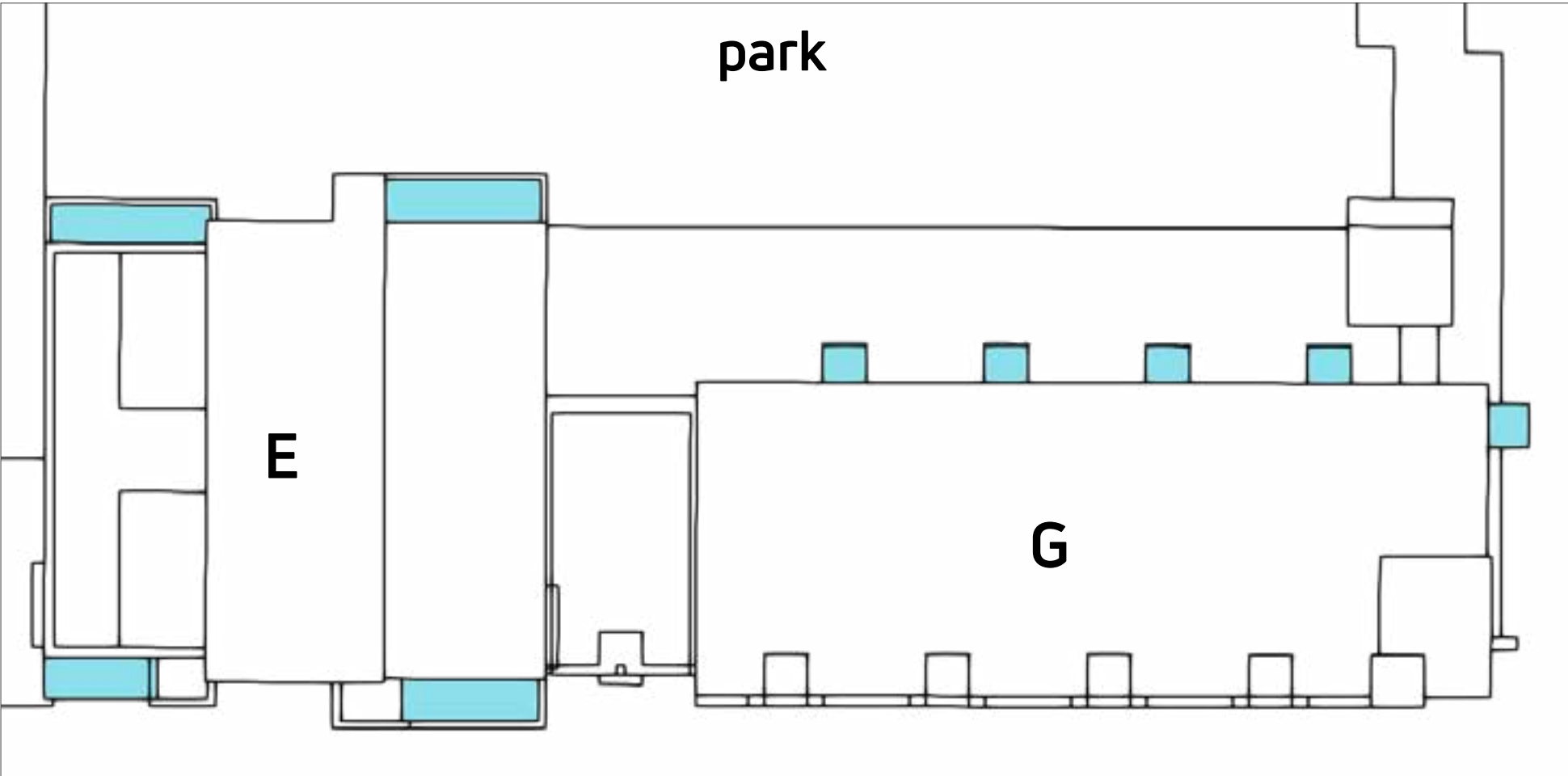
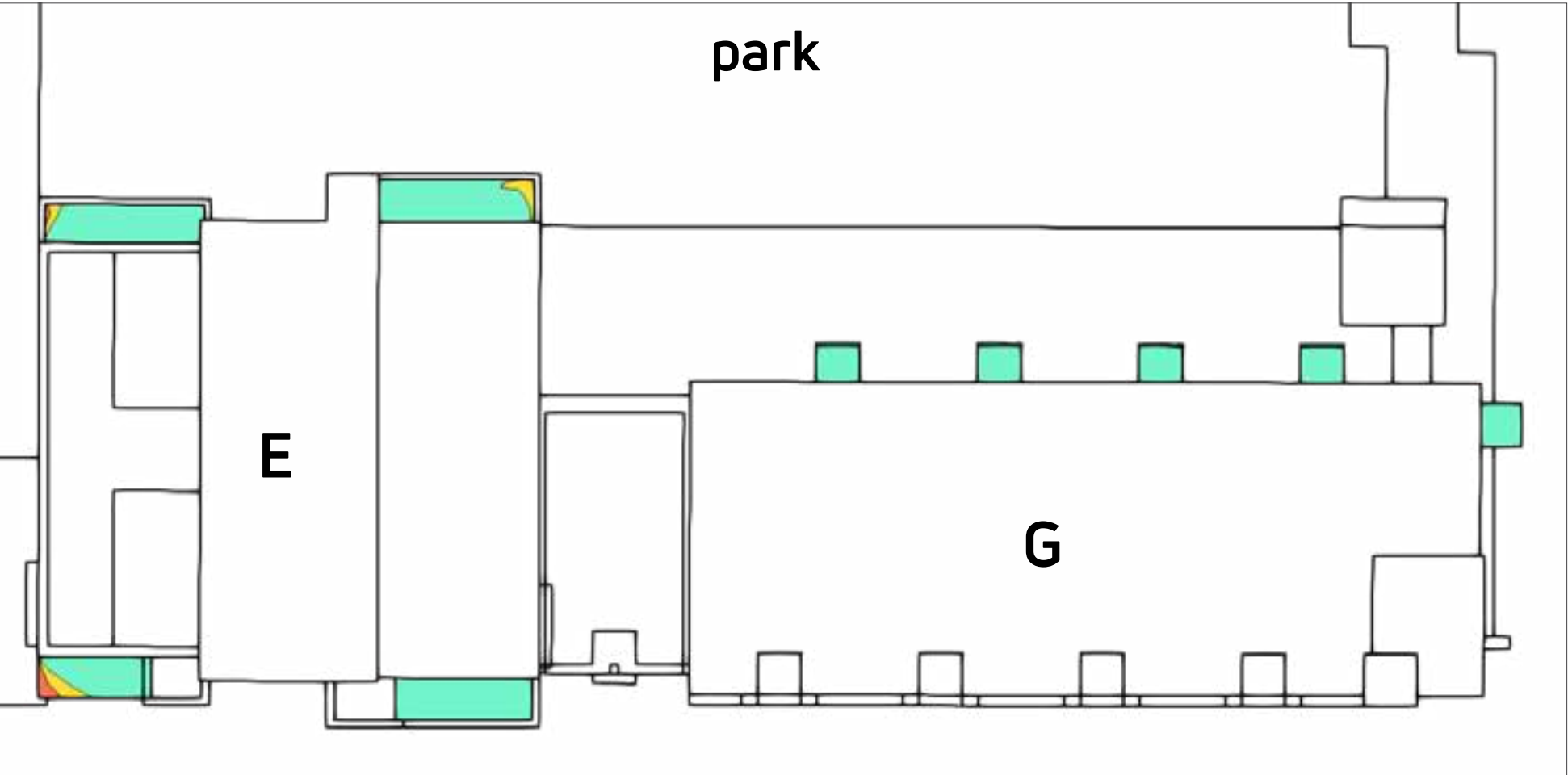


**Figuur 4.3:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 3e verdieping

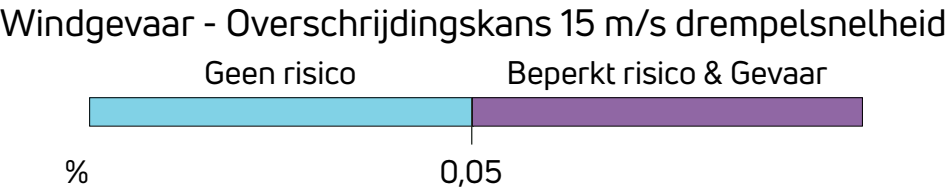
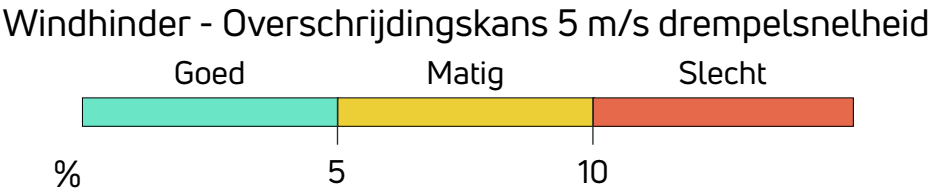


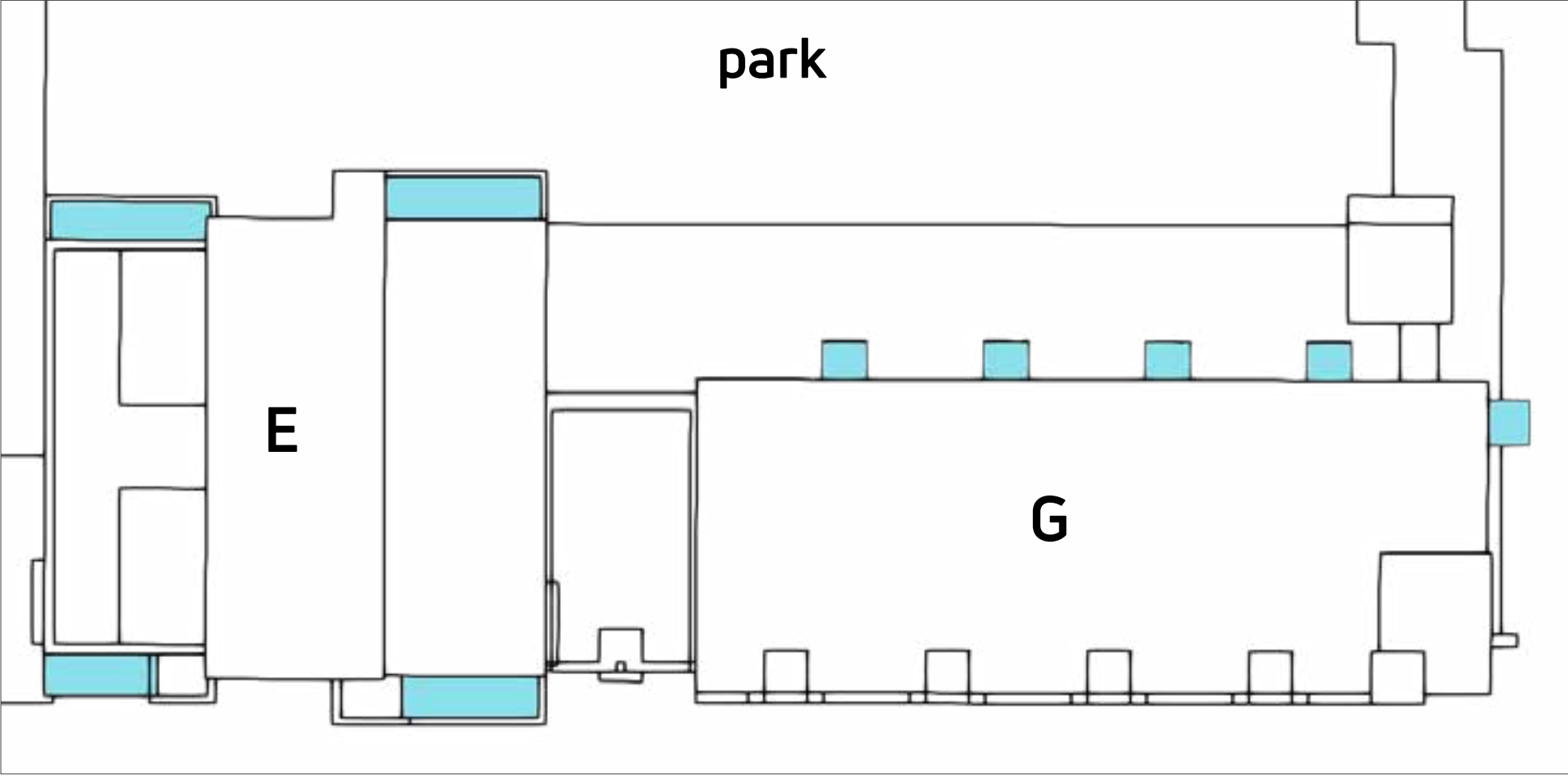
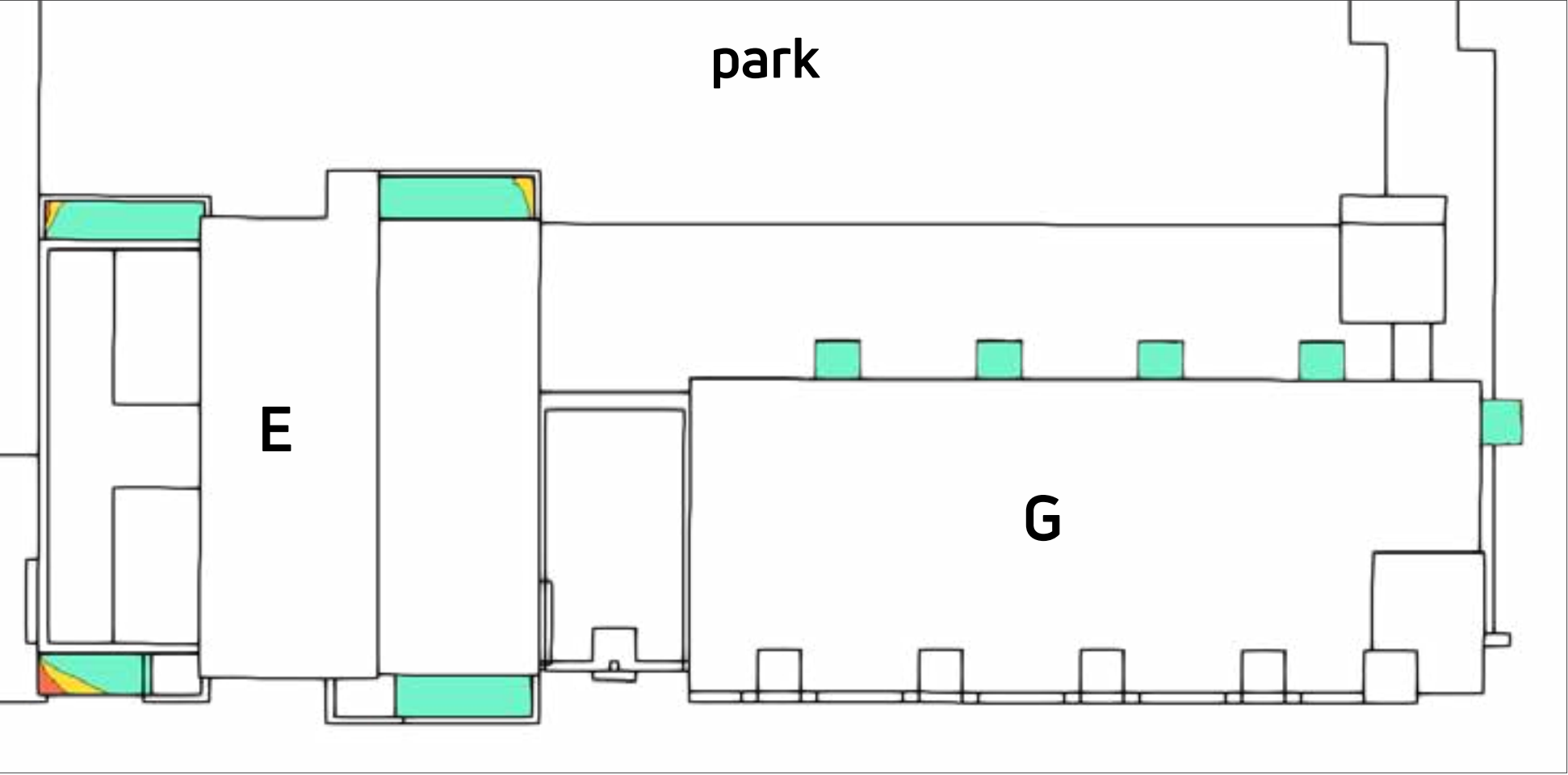


**Figuur 4.4:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de  
4e verdieping

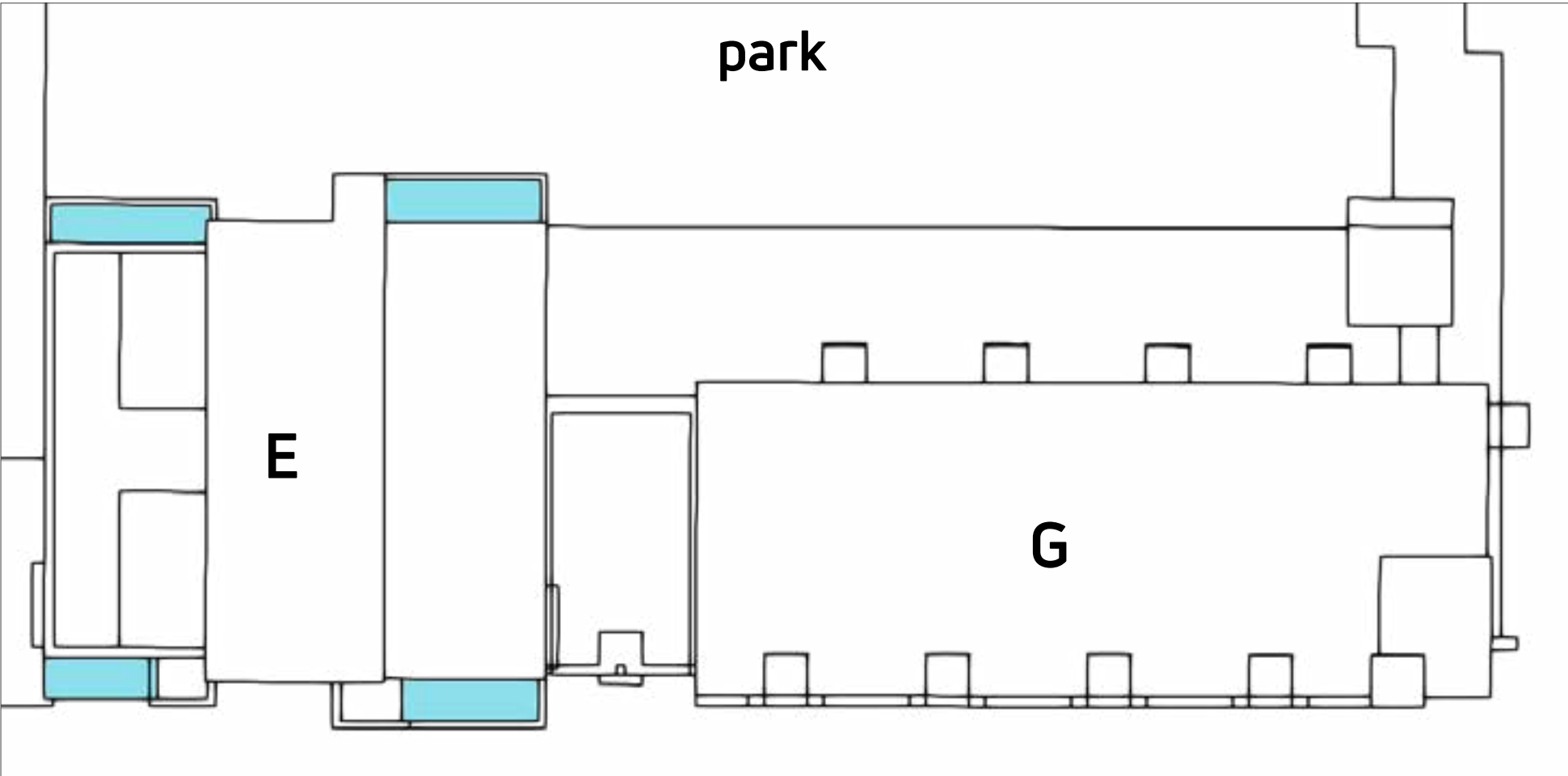
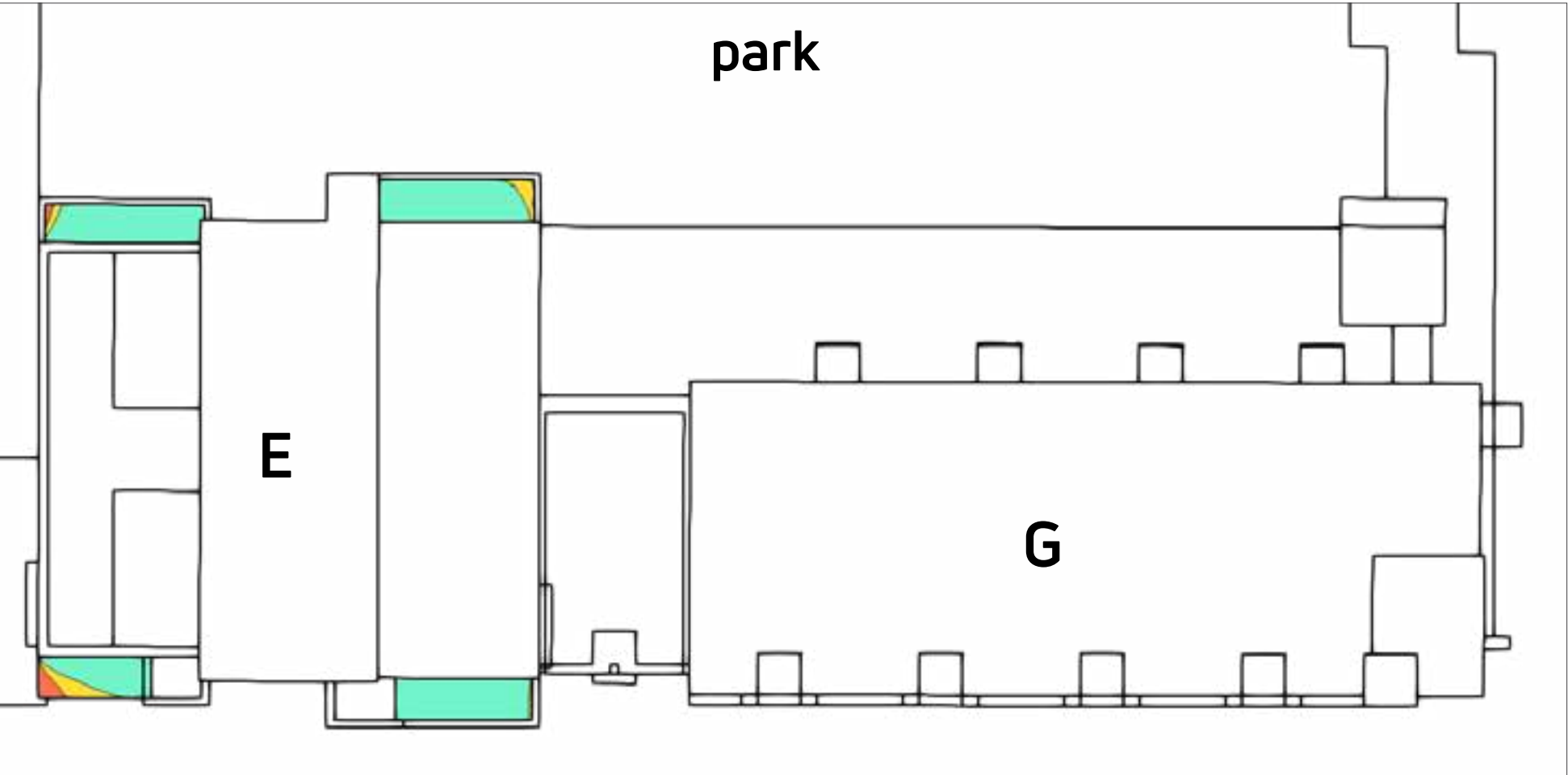


**Figuur 4.5:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 5e verdieping



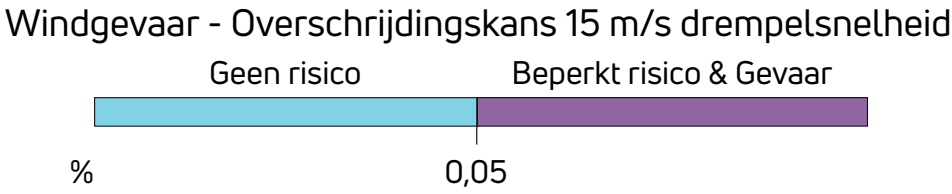
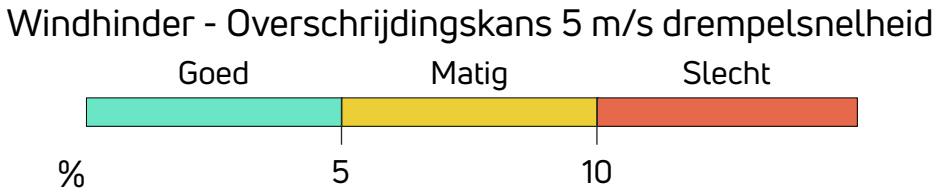


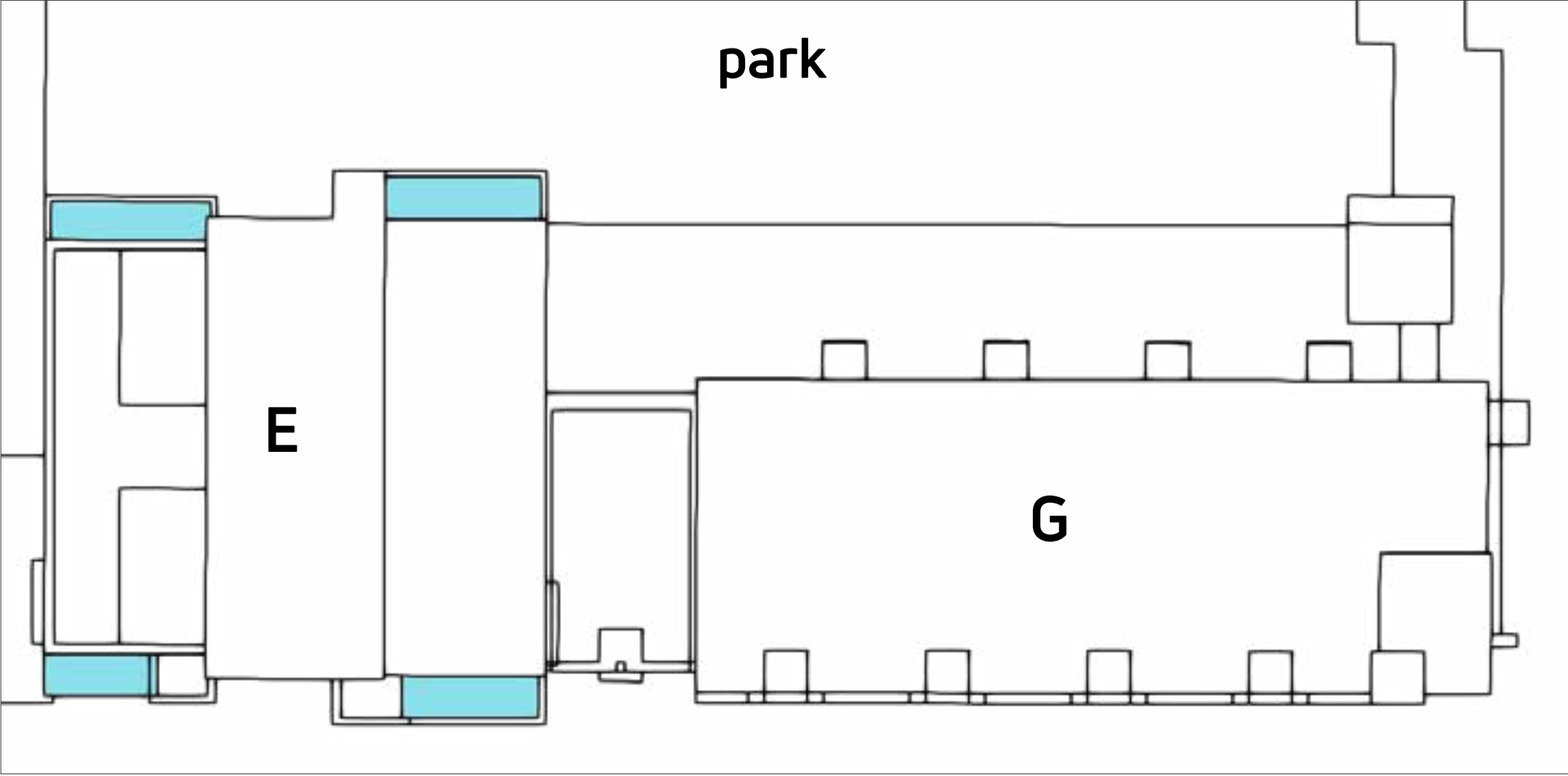
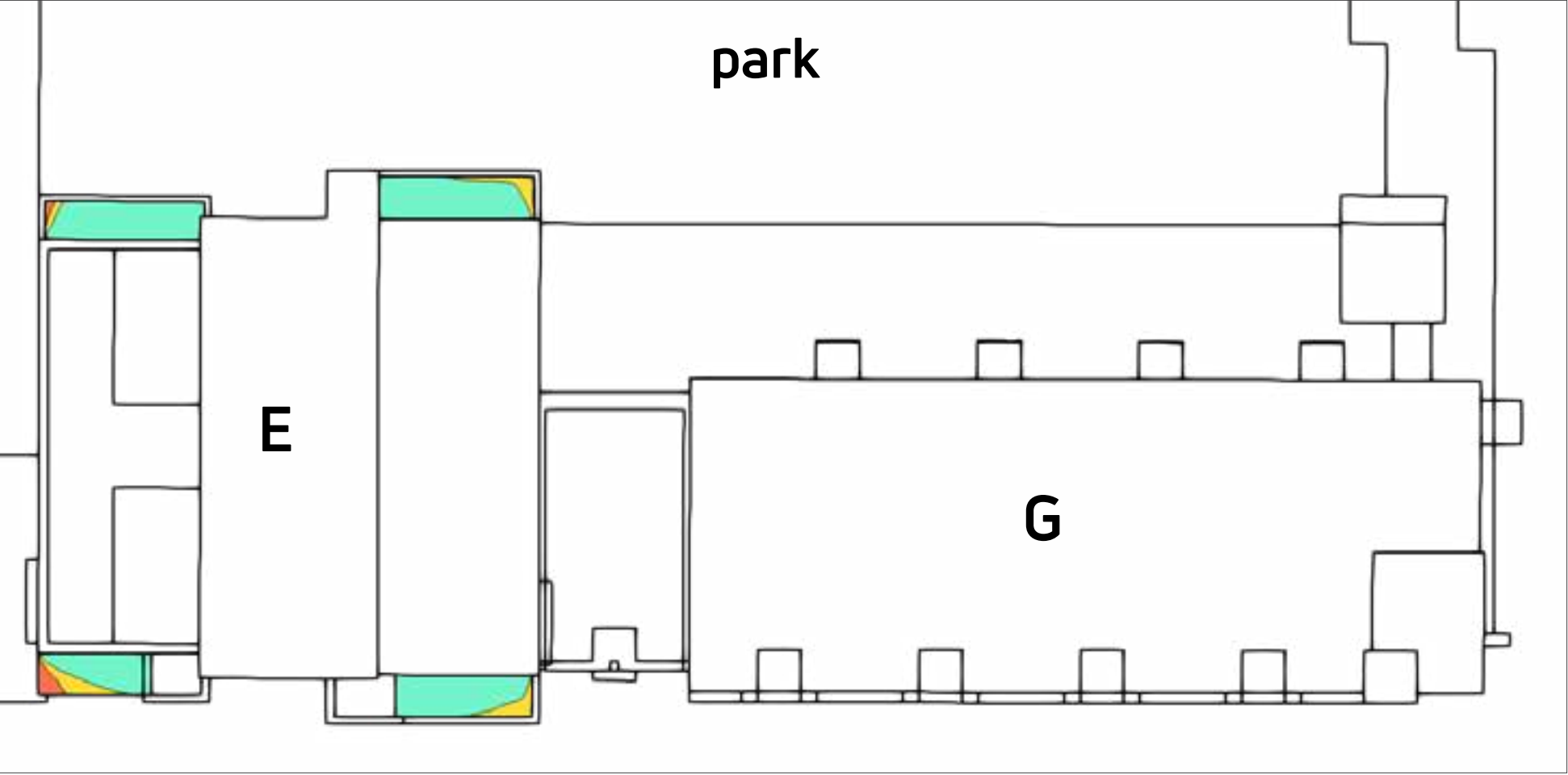
**Figuur 4.6:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de  
6e verdieping



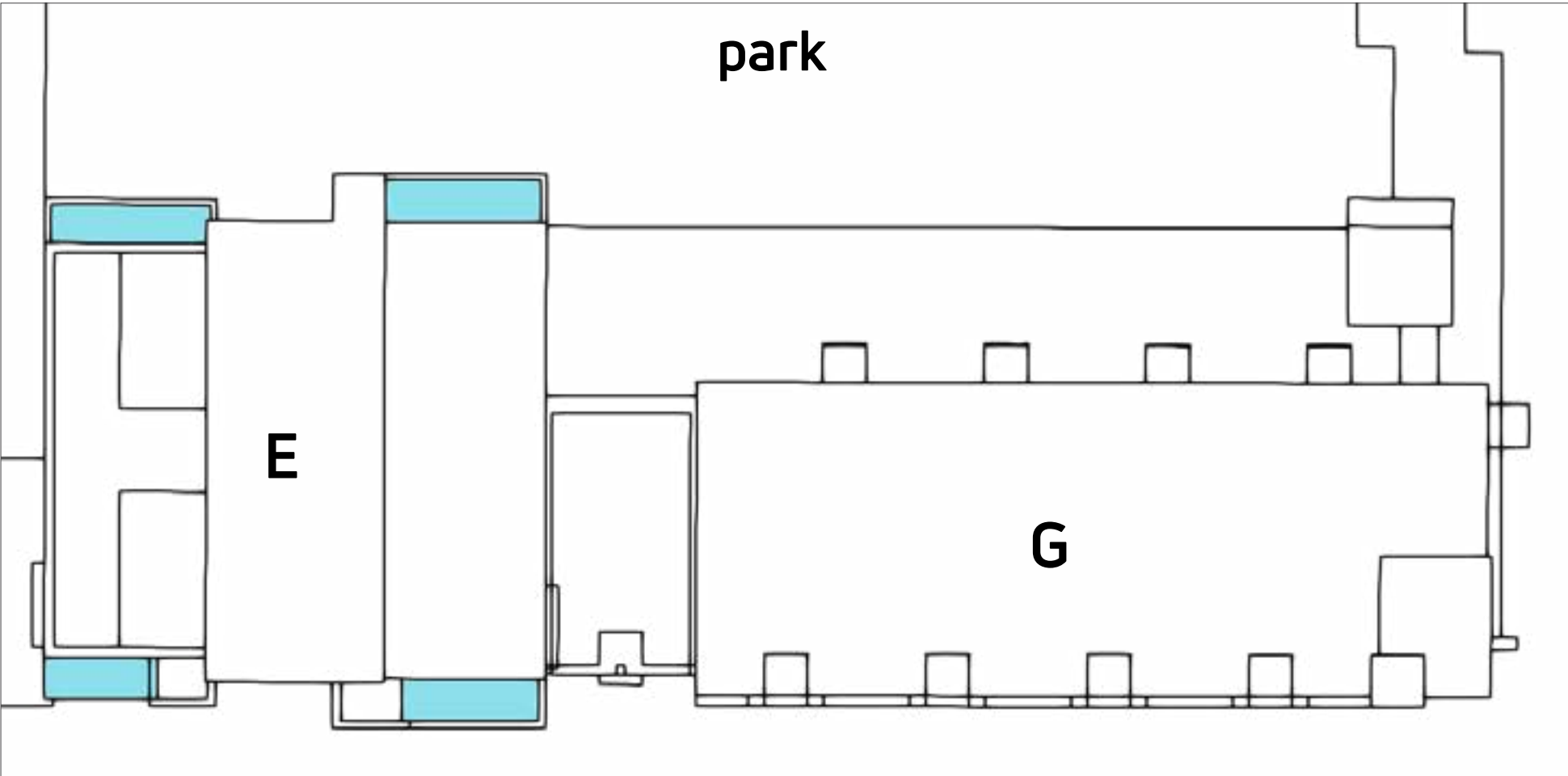
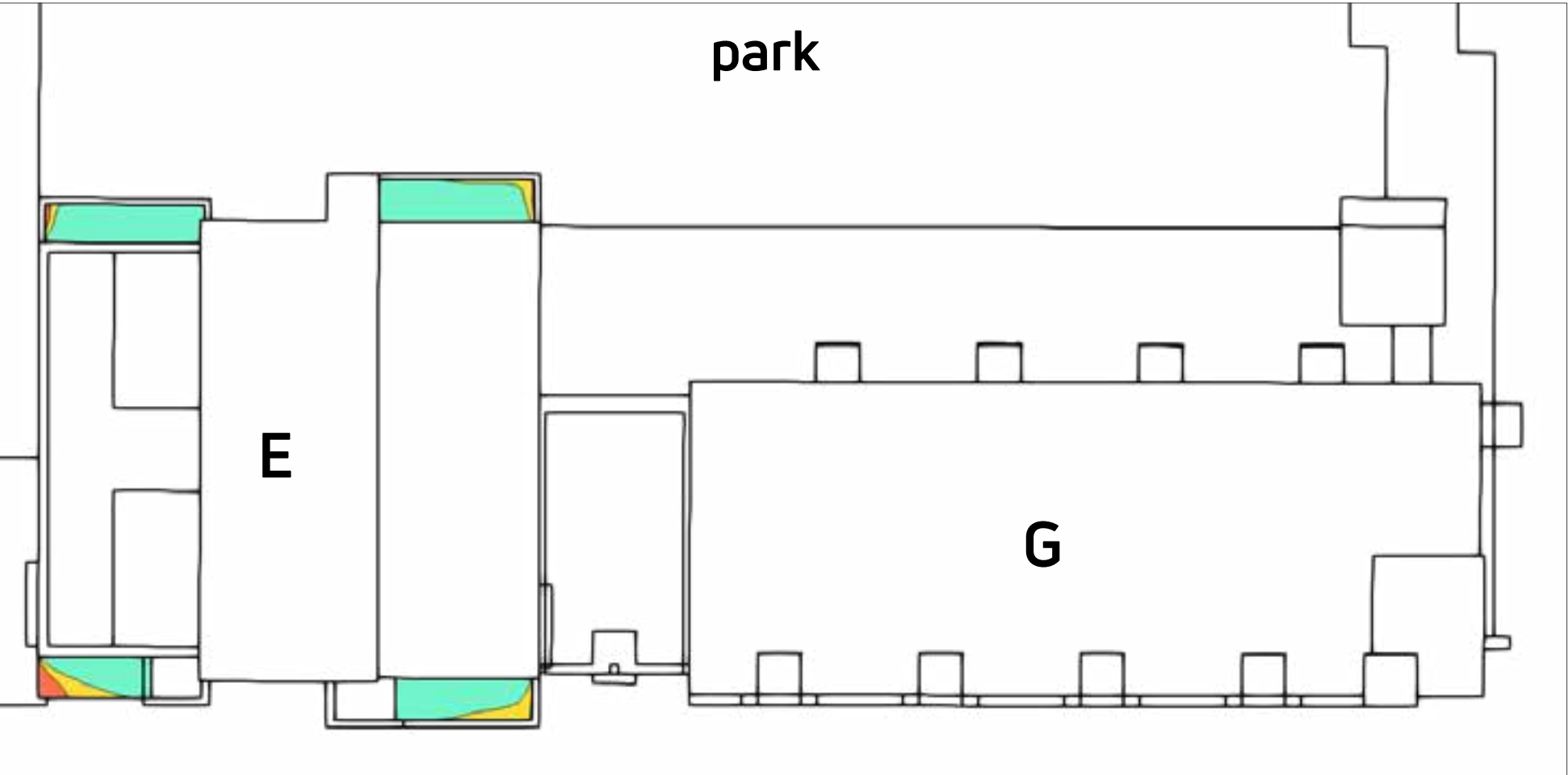
**Figuur 4.7:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 7e verdieping

N  
↗



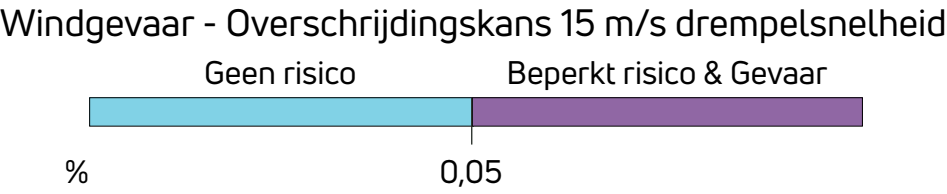
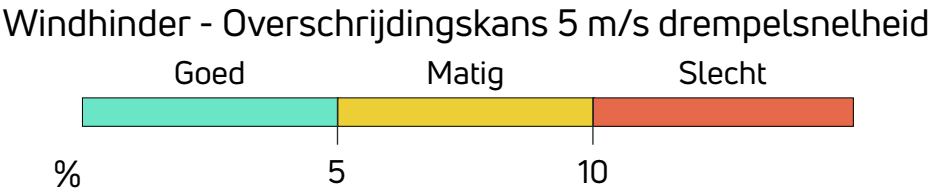


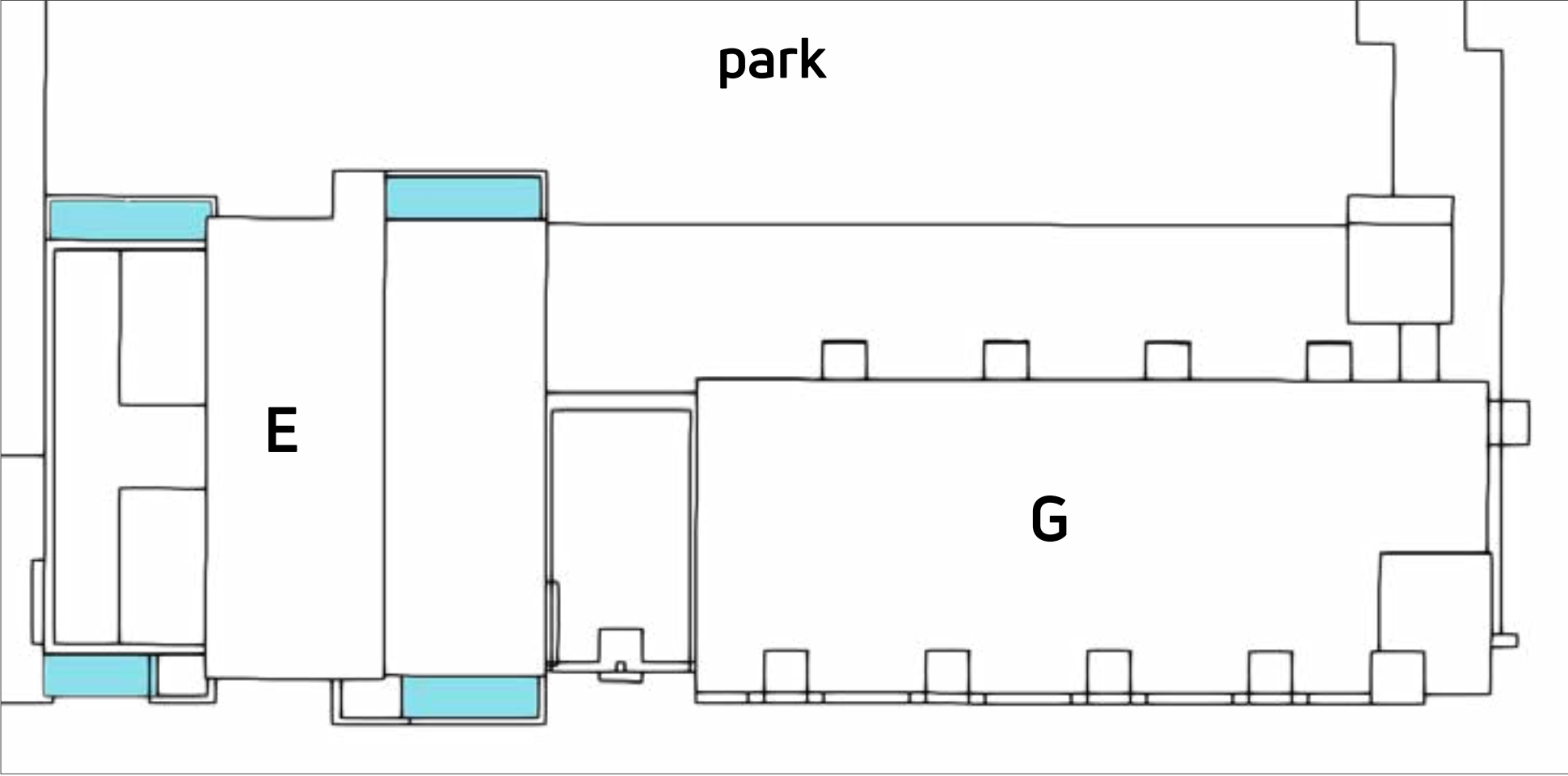
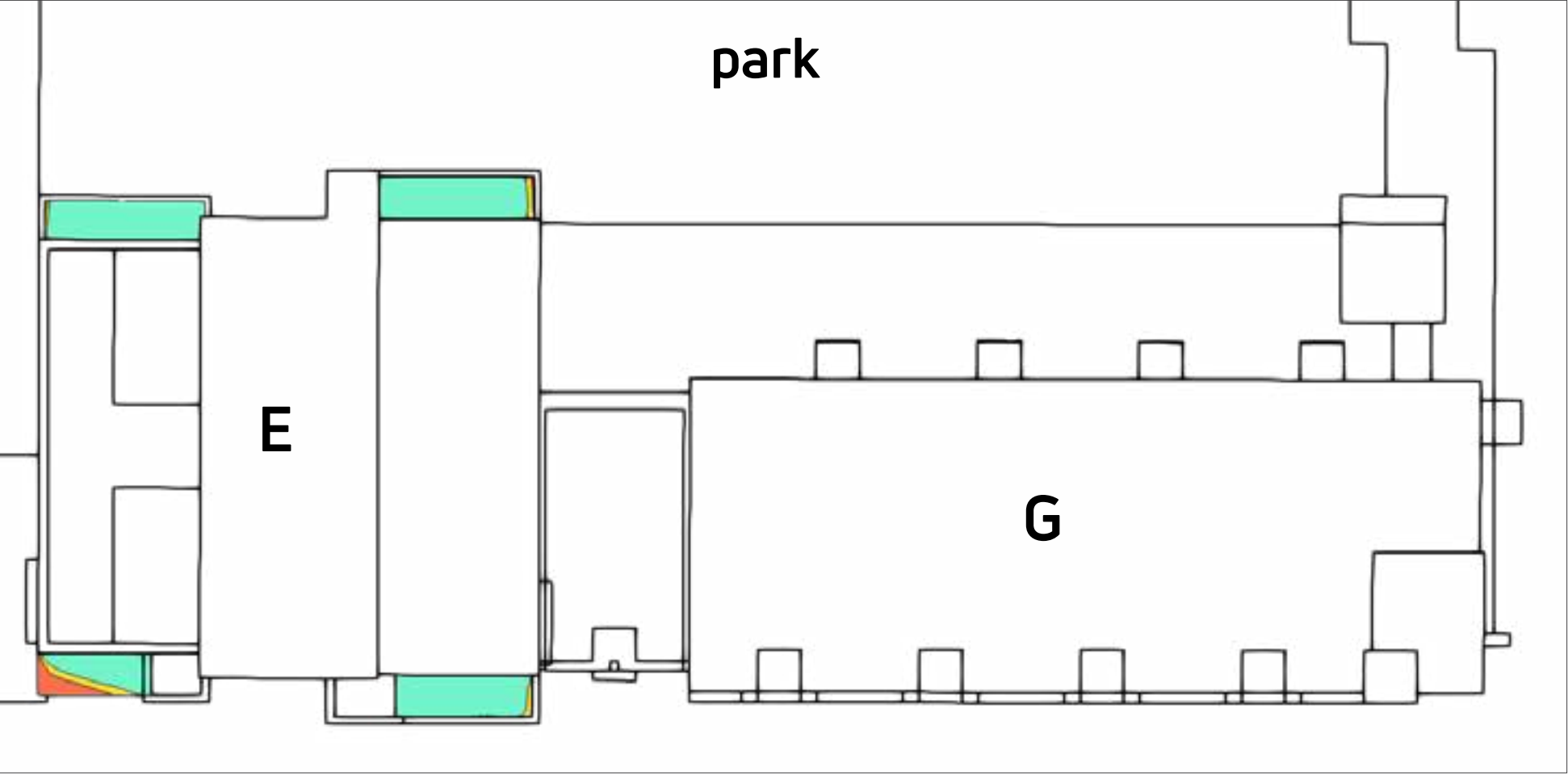
**Figuur 4.8:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de  
8e verdieping



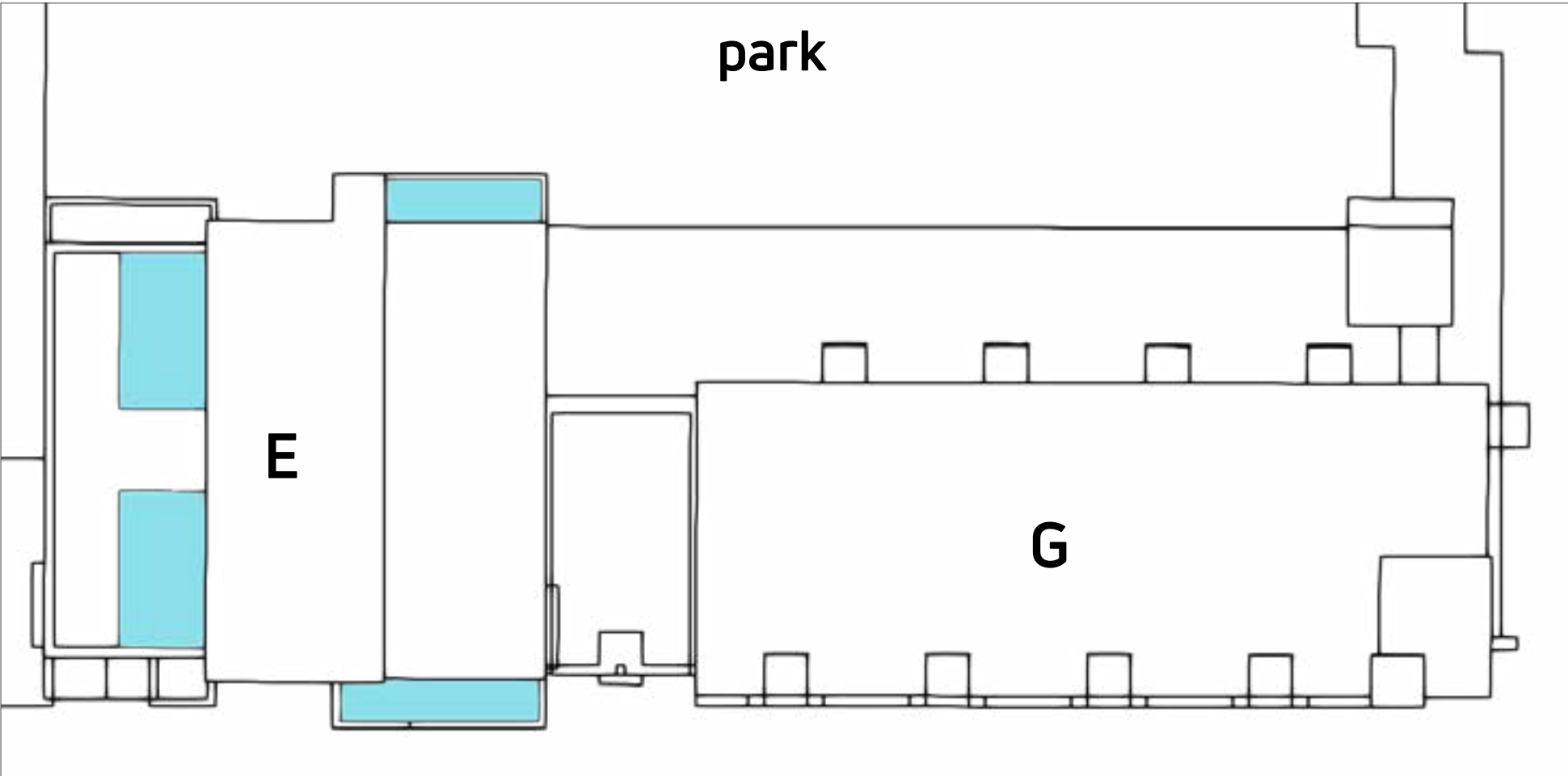
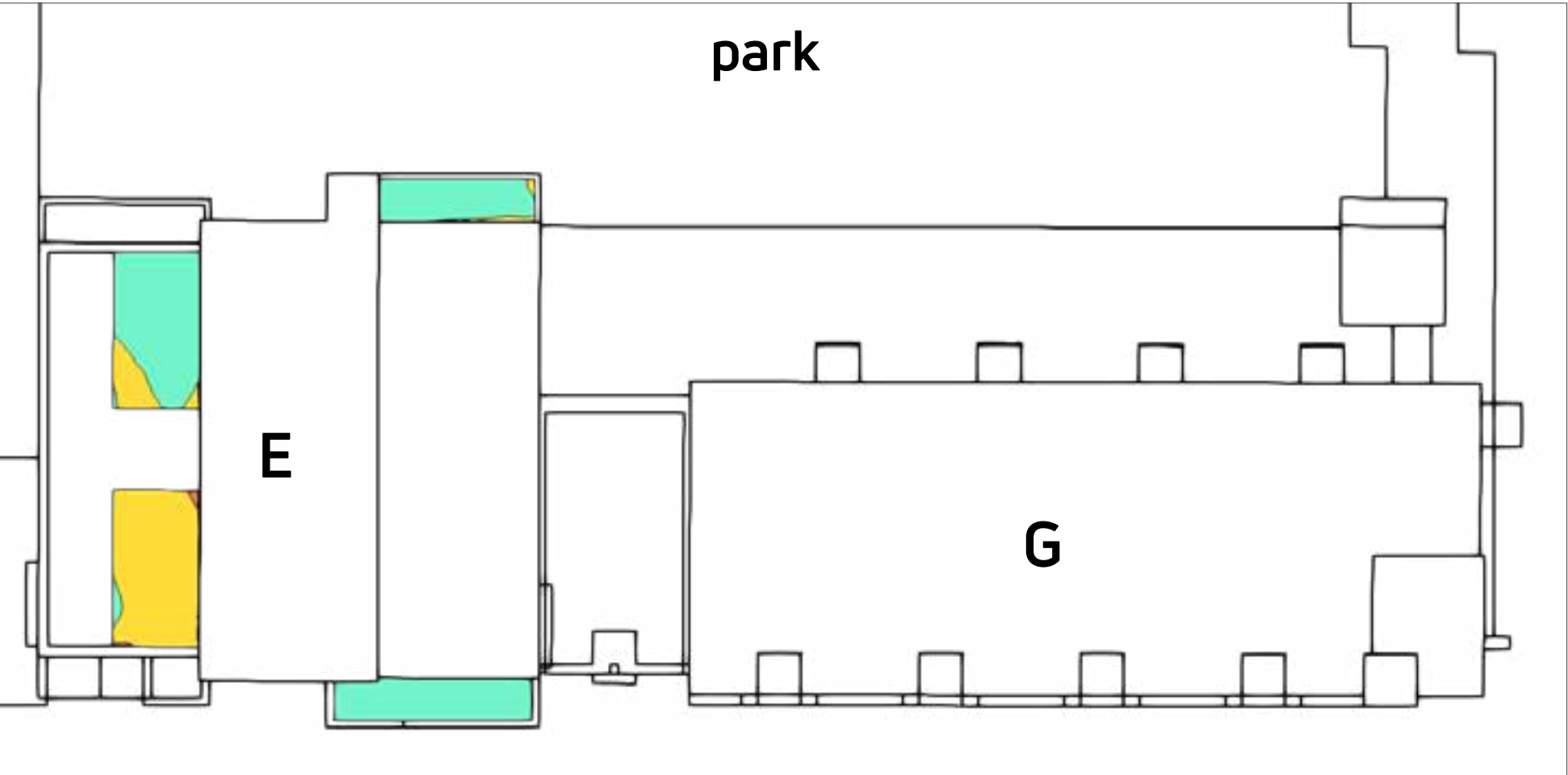
**Figuur 4.9:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 9e verdieping

N  
↗



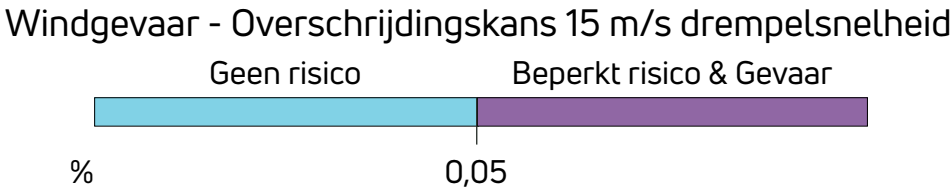
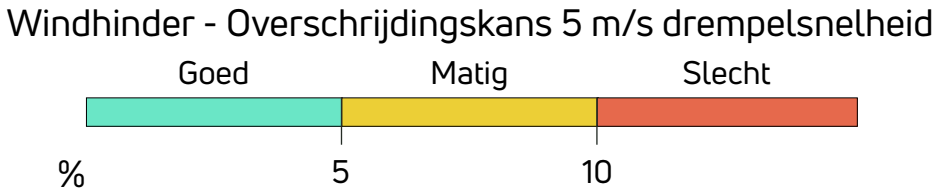


**Figuur 4.10:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de  
10e verdieping



**Figuur 4.11:**  
Windhinder (links) en  
windgevaar (rechts)  
op de 11e verdieping

N  
↗



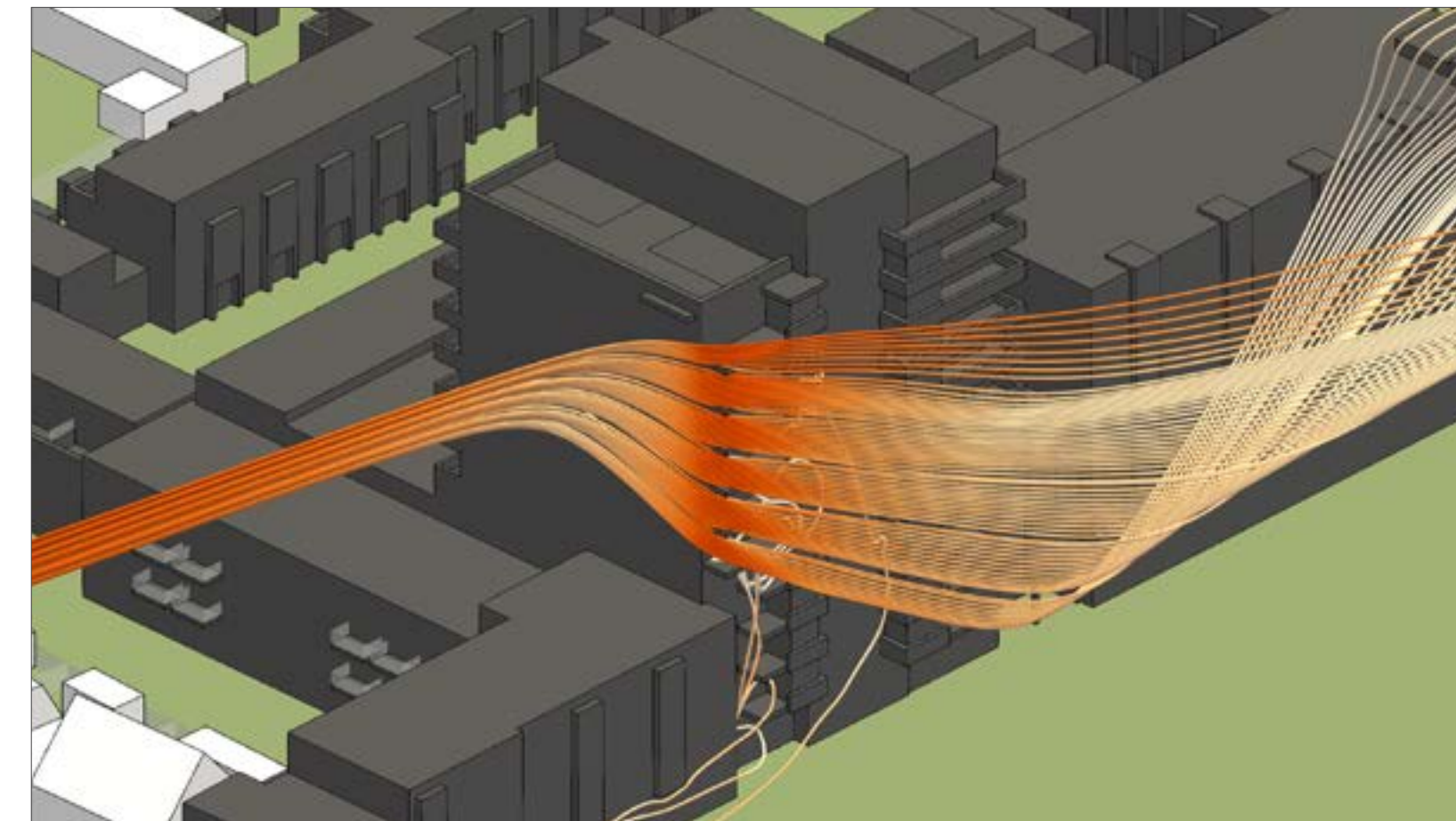
# 5 Analyse en discussie

## 5.1 Stromingsfenomenen

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het in hoofdstuk 4 getoonde windklimaat ontstaat en hoe dit eventueel gemitigeerd kan worden. Door de overschrijdingskans per windrichting te analyseren kan bepaald worden welke richtingen de grootste invloed hebben op het windklimaat op de private buitenruimten van de ontwikkeling. Voor de balkons nabij de zuidelijke hoek van de toren is dit de zuidzuidwestelijke richting, voor het dakterras betreft dit de westzuidwestelijke richting. Door de stromingen uit deze richtingen te analyseren middels stroomlijnen wordt duidelijk hoe de wind langs de bebouwing stroomt en hoe dit lokaal het windklimaat beïnvloedt.

Figuur 5.1 toont de stroomlijnen voor de wind uit het zuidzuidwesten die over de zuidelijke balkons stromen. Er is te zien hoe de wind tegen de zuidwestelijk georiënteerde gevel van de toren aanstroomt en vervolgens richting de zuidelijke hoek stroomt. Nabij de hoek maakt de wind een hoekversnelling door wat, in combinatie met lokale vernauwing van de balkons, ervoor zorgt dat de wind met hoge snelheid over de balkons stroomt. Dit resulteert lokaal in de windrijke condities en daarmee in de matige tot slechte kwalificatie.

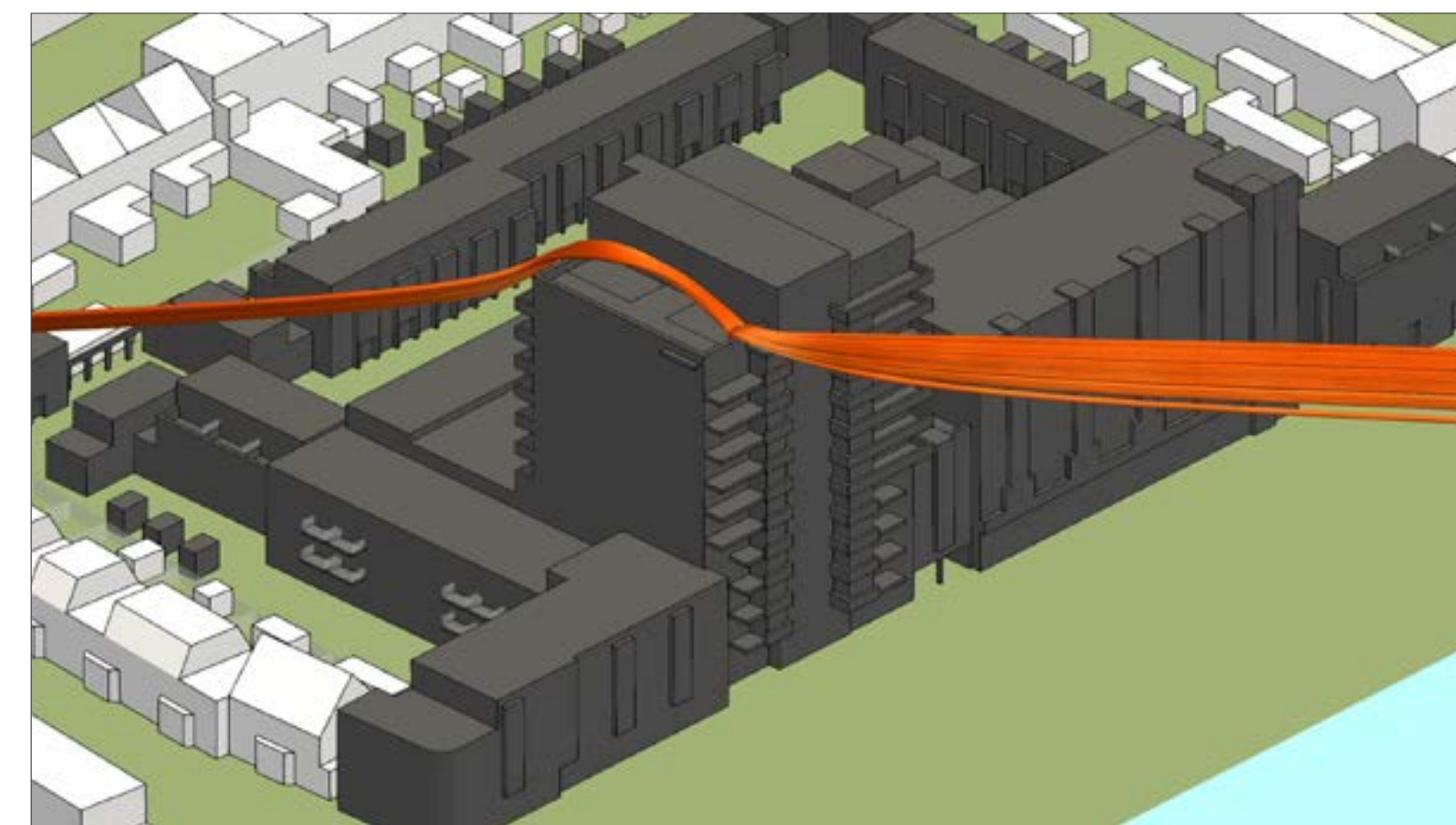
In figuur 5.2 worden de stroomlijnen over het dakterras getoond. De wind komt hierbij aanstromen vanuit het westzuidwesten. De wind komt in contact met de dakrand aan de noordwestelijke zijde. Hierbij versnelt de wind en buigt hierdoor naar boven af, waardoor het eerste dakterras in de luwte komt te liggen. Vervolgens neemt de stroming in snelheid af en daalt hierbij neer op het dakterras dat aan de Spaarndamseweg grenst. Bij het neerkomen heeft de wind echter nog wel genoeg snelheid om lokaal een matig windklimaat te veroorzaken.



**Figuur 5.1:**  
Stroomlijnen over de balkons nabij de zuidelijke hoek van Blok E (toren)

Wind vanuit ZZW

laag hoog



**Figuur 5.2:**  
Stroomlijnen over het dakterras van Blok E (toren)

Wind vanuit WZW

laag hoog

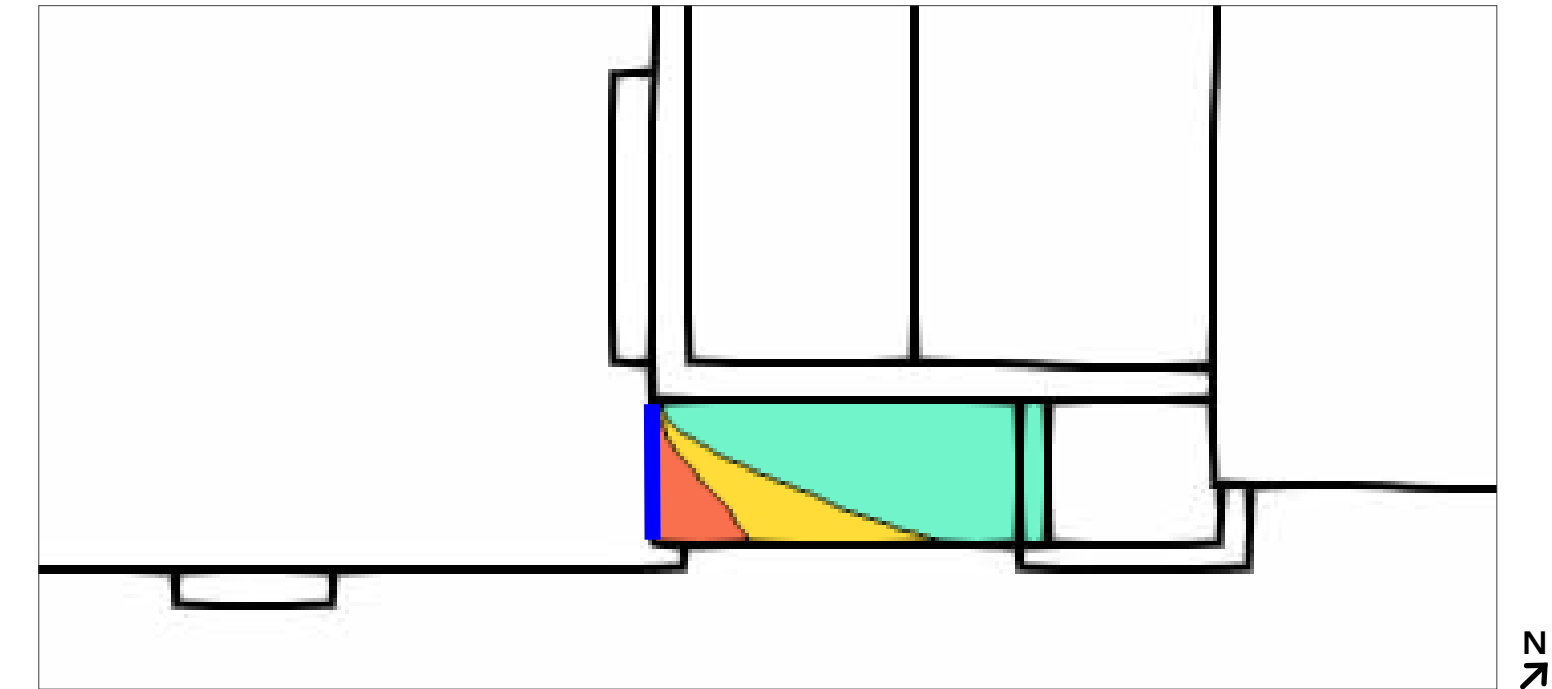
## 5.2 Maatregelen

Om het windklimaat op de zuidelijke balkons van de toren te verbeteren wordt aanbevolen de zuidwestelijk georiënteerde zijde van de balkons te voorzien van een dichte balustrade van tenminste 1,2 m hoog, zie figuur 5.3. Deze balustrade zal afscherming bieden voor de in figuur 5.1 getoonde windstromen wat leidt tot een aangenaam klimaat over het gehele balkon.

Om het windklimaat op het dakterras te verbeteren wordt voorgesteld om de dakrand te verhogen tot een hoogte van tenminste 1,5 m. Daarbij wordt ook geadviseerd om een privacyscherm van tenminste 1,8 m tussen de twee dakterrassen te plaatsen, zie figuur 5.4. Door het privacyscherm tussen de dakterrassen te plaatsen zal het terras dat aan de Spaarndamseweg grenst in een luwte komen te liggen. Het ophogen van de dakrand zorgt er vervolgens voor dat wind die nog om het privacyscherm kan stromen omhoog wordt geleid waardoor deze niet op het terras neerdaalt.

Het effect van de genoemde maatregelen dient nader te worden onderzocht en gevalideerd.

Bij de keuze van verdere maatregelen die genomen dienen te worden en het beoordelen van hun effectiviteit kan [Actiflow](#) geraadpleegd worden.



**Figuur 5.3:**  
Schematische weergave plaatsing dichte balustrade op de balkons nabij de zuidelijke hoek van Blok E.

Weergegeven op een representatief balkon.



**Figuur 5.4:**  
Schematische weergave plaatsing privacyscherm dakterras en verhoging dakrand van Blok E

# 6 Conclusie

---

Deze rapportage omschrijft een windonderzoek naar windhinder en windgevaar ter plaatse van de private buitenruimten van de ontwikkeling BLOOM te Haarlem. Dit onderzoek is in opdracht van Vorm Ontwikkeling uitgevoerd door [Actiflow](#). 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:

- De private buitenruimten van Blokken A,D,F,G en H kennen alle een goed windklimaat (klasse A&B) dat voldoet aan de door [Actiflow](#) gestelde eisen.
- Enkele van de private buitenruimten van Blok E kennen windrijke condities waardoor deze ruimten niet voldoen aan de gestelde eisen. Er zijn voor deze buitenruimten maatregelen voorgesteld om het windklimaat lokaal te verbeteren.
- Er is op geen van de private buitenruimten een kans op windgevaar waargenomen.

Bij de keuze van verdere maatregelen die genomen dienen te worden en het beoordelen van hun effectiviteit kan [Actiflow](#) geraadpleegd worden.

# A Inlegvel NEN 8100:2006

| Project                                                   | Projectgegevens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Projectnaam                                               | BLOOM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
| Opdrachtgever                                             | VORM Ontwikkeling B.V.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |
| Projectleider Actiflow                                    | ing. Marc Koops                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Datum                                                     | 02-11-2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| Model                                                     | Algemene gegevens van het model                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Omvang gemodelleerd gebied                                | Bebouwing binnen 300m rondom projectgebouw                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| Kerngebied                                                | Nieuwbouw en de directe omgeving                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
| Omgeving                                                  | Bouwmassa's                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| Afmetingen model                                          | Rond met straal 1.500 m en hoogte 500 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| Blokkeringsgraad                                          | <2%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |
| Gemodelleerd groen                                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |
| Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos) | 12 (rondom in stappen van 30 graden)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| Onderzochte configuraties                                 | 1 configuratie: nieuwbouw in bestaande omgeving                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| 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<br>Programmatuur: OpenFOAM<br>Versie: of2112                                                                                                                                                                                        |           |
| Algemeen                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> drie-dimensionaal <input checked="" type="checkbox"/> tijd-onafhankelijk <input checked="" type="checkbox"/> isothermisch<br><input type="checkbox"/> passieve scalars<br><input type="checkbox"/> twee-dimensionaal <input type="checkbox"/> tijd-afhankelijk <input type="checkbox"/> thermisch<br><input type="checkbox"/> actieve scalars<br>Overige: |           |
| Rekenrooster                                              | Hybride ongestructureerd: tetraëders met prismalaag<br>Basis: 47 939 654 cellen                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Turbulentiemodellering                                    | SST k- $\omega$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Convectieve differentieschema's                           | Snelheidscomponenten: linearUpwindV cellLimited leastSquares 1<br>Turbulente grootheden: limitedLinear 1<br>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: 104836                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Y: 490260 |

# B Frequentietabel uurgemiddelde windrichting en snelheid

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF IN PERCENTAGES  
Amersfoortse Coördinaten: X: 104836 Y: 490260      Jaar 1963-2002

| Windsnelheid<br>[m/s] | N<br>350° - 10° | NNO<br>20° - 40° | ONO<br>50° - 70° | O<br>80° - 100° | OZO<br>110° - 130° | ZZO<br>140° - 160° | Z<br>170° - 190° | ZZW<br>200° - 220° | WZW<br>230° - 250° | W<br>260° - 280° | WNW<br>290° - 310° | NNW<br>320° - 340° | Cumulatief |
|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------|
| 0,0 - 0,9             | 0.16            | 0.1              | 0.13             | 0.13            | 0.16               | 0.21               | 0.22             | 0.23               | 0.23               | 0.22             | 0.21               | 0.19               | 2.2        |
| 1,0 - 1,9             | 0.57            | 0.34             | 0.45             | 0.45            | 0.47               | 0.66               | 0.8              | 0.77               | 0.78               | 0.73             | 0.68               | 0.59               | 7.3        |
| 2,0 - 2,9             | 0.79            | 0.55             | 0.7              | 0.65            | 0.76               | 1.04               | 1.28             | 1.28               | 1.15               | 1                | 0.89               | 0.8                | 10.89      |
| 3,0 - 3,9             | 0.89            | 0.71             | 0.86             | 0.85            | 0.87               | 1.15               | 1.54             | 1.75               | 1.49               | 1.2              | 1.08               | 0.91               | 13.32      |
| 4,0 - 4,9             | 0.86            | 0.83             | 1.02             | 0.98            | 0.85               | 1.1                | 1.63             | 2.07               | 1.73               | 1.28             | 1.02               | 0.91               | 14.3       |
| 5,0 - 5,9             | 0.7             | 0.71             | 1.08             | 1               | 0.78               | 0.92               | 1.45             | 2.01               | 1.79               | 1.17             | 0.88               | 0.73               | 13.22      |
| 6,0 - 6,9             | 0.54            | 0.65             | 0.99             | 0.92            | 0.61               | 0.62               | 1.24             | 1.84               | 1.68               | 1                | 0.72               | 0.59               | 11.4       |
| 7,0 - 7,9             | 0.31            | 0.55             | 0.79             | 0.69            | 0.43               | 0.42               | 1.02             | 1.55               | 1.51               | 0.78             | 0.54               | 0.39               | 8.96       |
| 8,0 - 8,9             | 0.15            | 0.4              | 0.59             | 0.5             | 0.3                | 0.3                | 0.72             | 1.26               | 1.16               | 0.55             | 0.37               | 0.23               | 6.54       |
| 9,0 - 9,9             | 0.09            | 0.27             | 0.45             | 0.39            | 0.16               | 0.16               | 0.52             | 0.93               | 0.8                | 0.4              | 0.22               | 0.14               | 4.53       |
| 10,0 - 10,9           | 0.05            | 0.17             | 0.34             | 0.28            | 0.07               | 0.09               | 0.33             | 0.65               | 0.64               | 0.28             | 0.12               | 0.07               | 3.08       |
| 11,0 - 11,9           | 0.02            | 0.11             | 0.22             | 0.17            | 0.03               | 0.04               | 0.19             | 0.44               | 0.38               | 0.19             | 0.08               | 0.04               | 1.9        |
| 12,0 - 12,9           | 0.02            | 0.07             | 0.15             | 0.1             | 0.01               | 0.01               | 0.11             | 0.25               | 0.23               | 0.13             | 0.03               | 0.02               | 1.12       |
| 13,0 - 13,9           | 0.01            | 0.04             | 0.09             | 0.07            | 0.01               | 0.01               | 0.05             | 0.13               | 0.14               | 0.07             | 0.01               | 0.01               | 0.64       |
| 14,0 - 14,9           | 0               | 0.03             | 0.06             | 0.04            | 0                  | 0                  | 0.02             | 0.06               | 0.06               | 0.04             | 0.01               | 0                  | 0.32       |
| 15,0 - 15,9           | -               | 0.01             | 0.02             | 0.01            | 0                  | -                  | 0.01             | 0.03               | 0.04               | 0.02             | 0                  | 0                  | 0.14       |
| 16,0 - 16,9           | -               | 0.01             | 0.01             | 0.01            | 0                  | -                  | 0.01             | 0.02               | 0.02               | 0.01             | 0                  | -                  | 0.09       |
| 17,0 - 17,9           | -               | 0                | 0                | 0               | -                  | -                  | 0                | 0.01               | 0.01               | 0                | 0                  | -                  | 0.03       |
| 18,0 - 18,9           | -               | -                | 0                | 0               | -                  | -                  | -                | 0                  | 0                  | 0                | 0                  | -                  | 0.01       |
| 19,0 - 19,9           | -               | -                | 0                | -               | -                  | -                  | -                | 0                  | 0                  | 0                | 0                  | -                  | 0          |
| 20,0 - 20,9           | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | -                  | 0                  | 0                | 0                  | -                  | 0          |
| 21,0 - 21,9           | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | 0                  | 0                  | 0                | -                  | -                  | 0          |
| 22,0 - 22,9           | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | 0                  | 0                  | -                | -                  | -                  | 0          |
| 23,0 - 23,9           | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -          |
| 24,0 - 24,9           | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -          |
| 25,0 en hoger         | -               | -                | -                | -               | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -                | -                  | -                  | -          |



Actiflow BV  
Tramsingel 1  
4814 AB Breda  
+31 (0)76 5422 220  
contact@actiflow.com  
[www.actiflow.com](http://www.actiflow.com)