

PRO VAST / Tree House

Windonderzoek Aanvraag Omgevingsvergunning



Documentnummer:
Datum:
Contactpersoon:

B.2020.1550.37.R002 (BPE /)
3 februari 2023
[Redacted]



Opdrachtgever	
Contactpersoon opdrachtgever	
Project	
Betreft	
Uw kenmerk	
Rapport	
Datum	
Versie	
Status	
Uitgevoerd door	
Contactpersoon	
Auteur	
Projectadviseur	
2e lezer/secr.	

Inleiding	<u>3</u>
Criteria windonderzoek	<u>4</u>
Kader	<u>5</u>
Modellen voor toetsing	<u>6</u>
Onderzoeksmethodiek	<u>8</u>
Resultaten windhinder & windgevaar maaiveld	<u>9</u>
Resultaten windhinder & windgevaar perrons	<u>11</u>
Resultaten rondom Treehouse	<u>13</u>
Resultaten terrassen/balkons/tribunes	<u>16</u>
Conclusie en aanbevelingen Samenvatting	<u>17</u>

- [Bijlage 1](#): Numeriek inlegvel
- [Bijlage 2](#): Toelichting beoordeling windklimaat
- [Bijlage 3](#): Windstatistiek en terreinruwheid bij project
- [Bijlage 4](#): Windhinderbijdrage per windrichting per scenario
- [Bijlage 5](#): Expliciete windhinder totaal per variant

Inleiding

Inleiding

In opdracht van Provast heeft DGMR Bouw B.V. een windonderzoek uitgevoerd voor de Aanvraag Omgevingsvergunning (AO) van het project Tree House in Rotterdam.

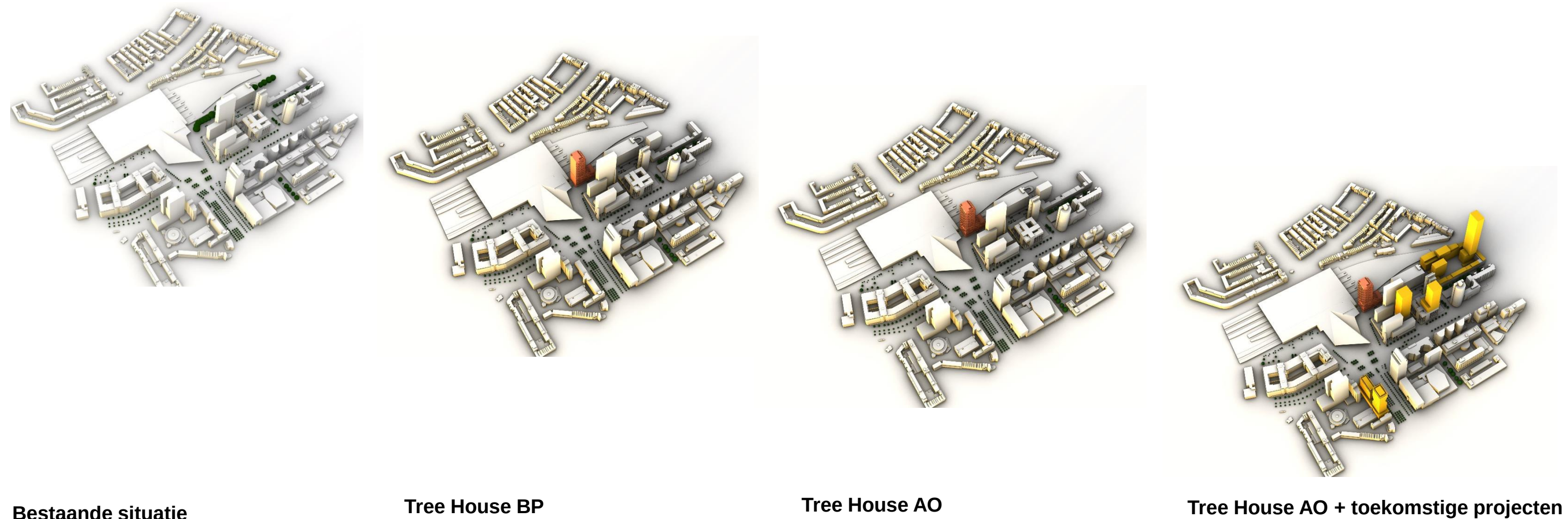
Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. In totaal zijn vier varianten doorgerekend:

- Huidige situatie (referentie);
- Tree House conform bestemmingsplan in bestaande omgeving (BP) (Treehouse is hier zalmkleurig weergegeven);
- Tree House conform Aanvraag Omgevingsvergunning in bestaande omgeving (AO) (Treehouse is hier zalmkleurig weergegeven) ;
- Tree House conform Aanvraag Omgevingsvergunning (AO) (Treehouse is hier zalmkleurig weergegeven) met toekomstige omgeving (donker- en okergeel weergegeven).

In figuur 1 zijn deze varianten weergegeven.

In dit document zijn achtereenvolgens de toetsingscriteria en het kader, de modellen gebruikt voor toetsing, de onderzoeksmethodiek, de resultaten en de conclusie gepresenteerd van het onderzoek.

Voor de opzet en de beoordeling van het onderzoek is uitgegaan van de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.



figuur 1: de vier scenario's

Criteria windonderzoek

Criteria windhinder

In NEN 8100:2006 nl ‘Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving’ worden duidelijke criteria gesteld om het windklimaat te beoordelen.



Voor windhinder worden verschillende kwaliteitsklassen (A t/m E) genoemd waarbij het gaat om de overschrijdingskans [%] van een windsnelheid groter dan 5 m/s.

De waardering van een kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteiten. De gevoeligheid van personen voor windhinder hangt met name af van die activiteit.

Er worden drie activiteiten onderscheiden:

1. Doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein, ook een activiteit als voetballen past binnen deze activiteitenklasse.
2. Slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang.
3. Langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

De beoordeling voor het lokale windklimaat op basis van NEN 8100 is in onderstaande tabel weergegeven. De windstatistiek is volgens NPR 6097.

In [bijlage 2](#) is een nadere toelichting opgenomen.

Overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht

Criteria windgevaar

Er is sprake conform de NEN 8100:2006 nl van een gevaarlijke situatie als de wind op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s. De maatgevende windvlagen kunnen dan snelheden bereiken van 20 tot 25 m/s. Het gevaarcriterium wordt bepaald door enerzijds de gemiddelde windsnelheid van 15 m/s en anderzijds door vlagen tot 25 m/s op hoofdhoogte.

Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in de tabel hiernaast.

Situaties waarvoor een overschrijdingskans in procenten geldt tussen de 0.05 en 0.29 mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 (‘doorlopen’). Situaties met een overschrijdingskans in procenten groter en gelijk aan 0.30 zijn evident gevaarlijk en behoren altijd te worden vermeden. Het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

Voor plaatsen waar men voor kwetsbare groepen (bijvoorbeeld bejaarden, mindervaliden en kleine kinderen) een verantwoorde situatie wil bereiken, kunnen afwijkende eisen worden gehanteerd.

overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie en beoordeling
<0.05	geen risico
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

Kader

Wind is een aspect dat in Rotterdam een belangrijke rol speelt bij ontwikkeling van nieuwe hoogbouw. Zo vroeg mogelijk in het ontwikkelproces oriënterende windstudies te doen naar de vorm, kan helpen om de haalbaarheid zo vroeg mogelijk in te schatten. Ons advies is dit dan ook altijd te doen bij hoogbouw ontwikkelingen.

De gemeente Rotterdam onderbouwt dit met haar Hoogbouwvisie 2019 waarin zij oriënterende windonderzoeken aan de voorkant van het ontwerpproces verplicht stelt en sluit bij toepassing voor deze onderzoeken aan bij NEN 8100.

NEN 8100

In de NEN 8100 worden twee onderzoeks-mogelijkheden genoemd:

1. Een kwalitatief windhinderonderzoek. Een expert maakt op basis van zijn expertise een risico- inschatting op het ontstaan van windhinder rond het plangebied.
2. Een kwantitatief windhinderonderzoek op basis van metingen in de windtunnel of berekeningen met behulp van Computational Fluid Dynamics (kortweg CFD genoemd).

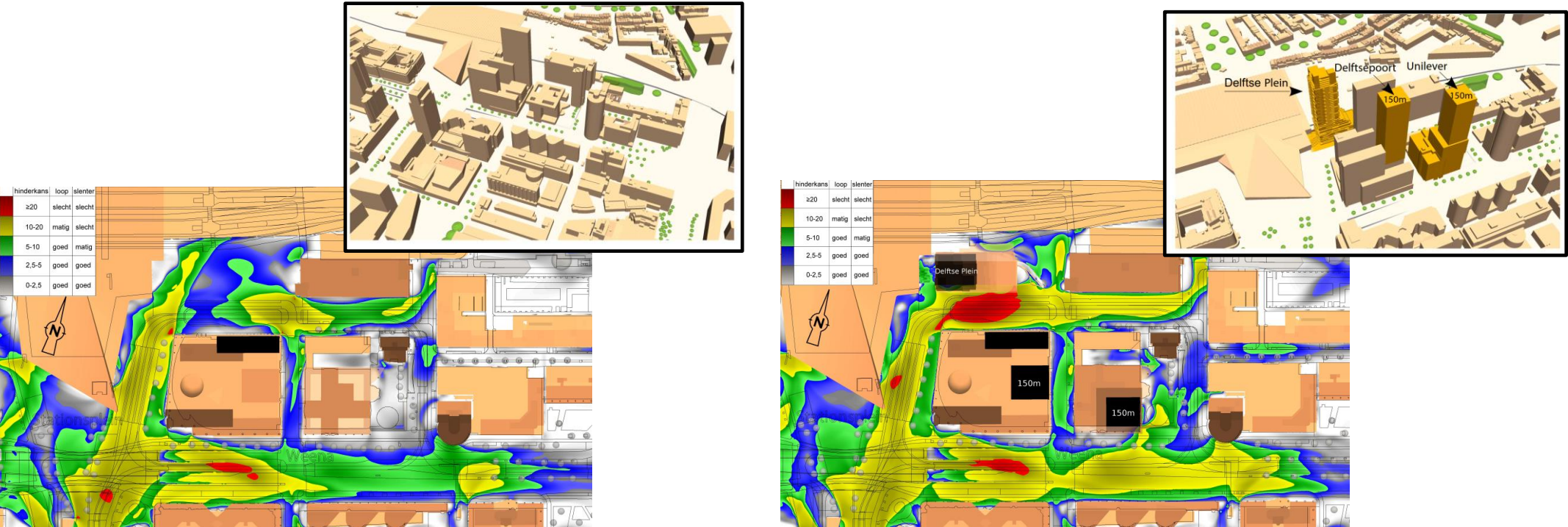
Vanwege de maximale hoogte van Tree House, te weten 130 meter, is volgens het beslismodel uit NEN 8100 (paragraaf 5.3) een kwantitatief windhinderonderzoek noodzakelijk. NEN 8100 behandelt met nadruk op maaiveld de impact op het windklimaat van nieuwbouw op de bestaande omgeving.



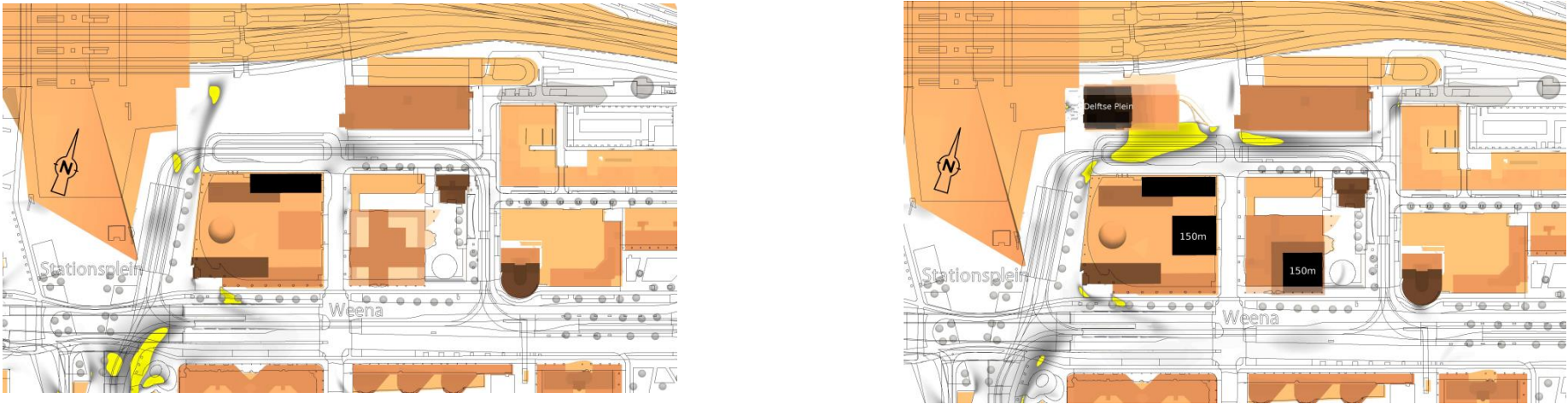
Windonderzoek bestemmingsplan

Voor het bestemmingsplan van Tree House heeft Peutz een windonderzoek uitgevoerd (b_NL.IMRO.0599.BP1033CentralDist-va02_tb10.pdf). Hieruit kwamen de volgende conclusies naar voren.

1. In de bestaande situatie heerst er plaatselijk een matig tot slecht windklimaat.
2. Bij het Delftse Plein wordt in de geplande situatie een groot gebied met een slecht windklimaat verwacht evenals een relatief groot gebied met een beperkt risico op windgevaar. In de huidige situatie is het windklimaat hier grotendeels goed voor doorlopen.
3. Door de toegevoegde hoogbouw wordt in het loopgebied rondom de Unilever locatie plaatselijk een matig windklimaat voor doorlopen verwacht. In de huidige situatie is het windklimaat hier goed. Bij de huidige hoofdentree blijft het windklimaat goed.
4. Nergens in het plangebied wordt een overschrijding van het gevaarcriterium verwacht.
5. Een verbetering van de windsituatie kan worden verkregen middels aanpassingen in de bouwmassa en de terreininrichting. Dit kan desgewenst in een later stadium nader worden onderzocht



figuur 2: Het te verwachten windklimaat in links de bestaande bebouwingssituatie en rechts de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100 (resultaten onderzoek Peutz). De hoogbouw is in de hier getoonde plattegronden met zwarte vlakken weergegeven. Middelhoge gebouwen zijn met grijze vlakken aangeduid.



figuur 3: Gevaarkans contouren in links de bestaande bebouwingssituatie en rechts de geplande bebouwingssituatie, beoordeeld volgens de NEN 8100 met een drempelwaarde van 15 m/s. Deze resultaten zijn afkomstig uit het windonderzoek van Peutz. De gebieden met een beperkt risico op windgevaar zijn aangeduid met de gele vlekken. geel = beperkt risico op windgevaar

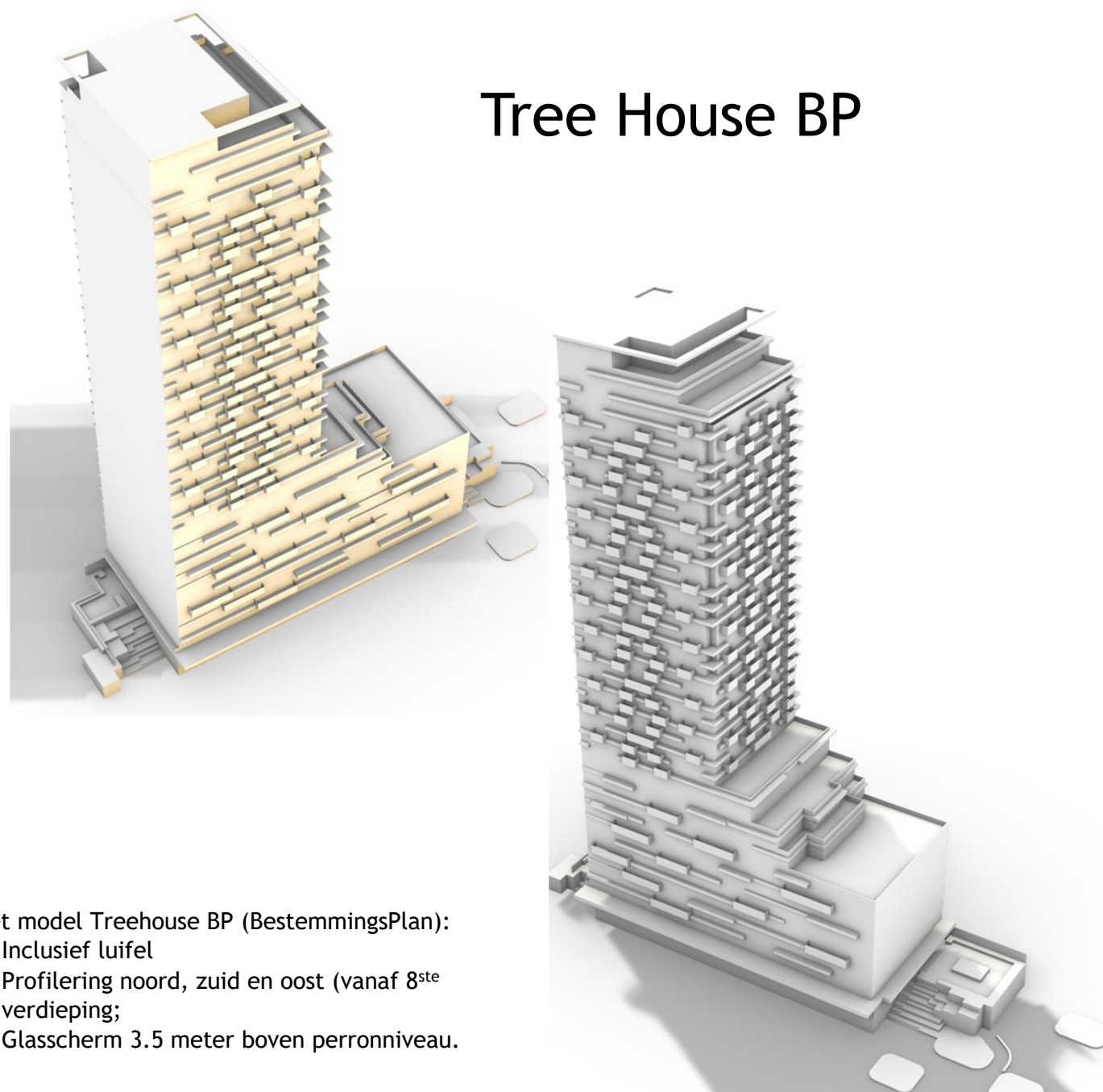
Modellen voor toetsing | Model Tree House BP en AO

Model

Voor het windonderzoek is het 3d-model van Tree House van INBO van 20 januari 2023 gebruikt. Er zijn twee modellen opgesteld:

1. Tree House binnen bestemmingsplan (BP);
2. Tree House Aanvraag Omgevingsvergunning (AO).

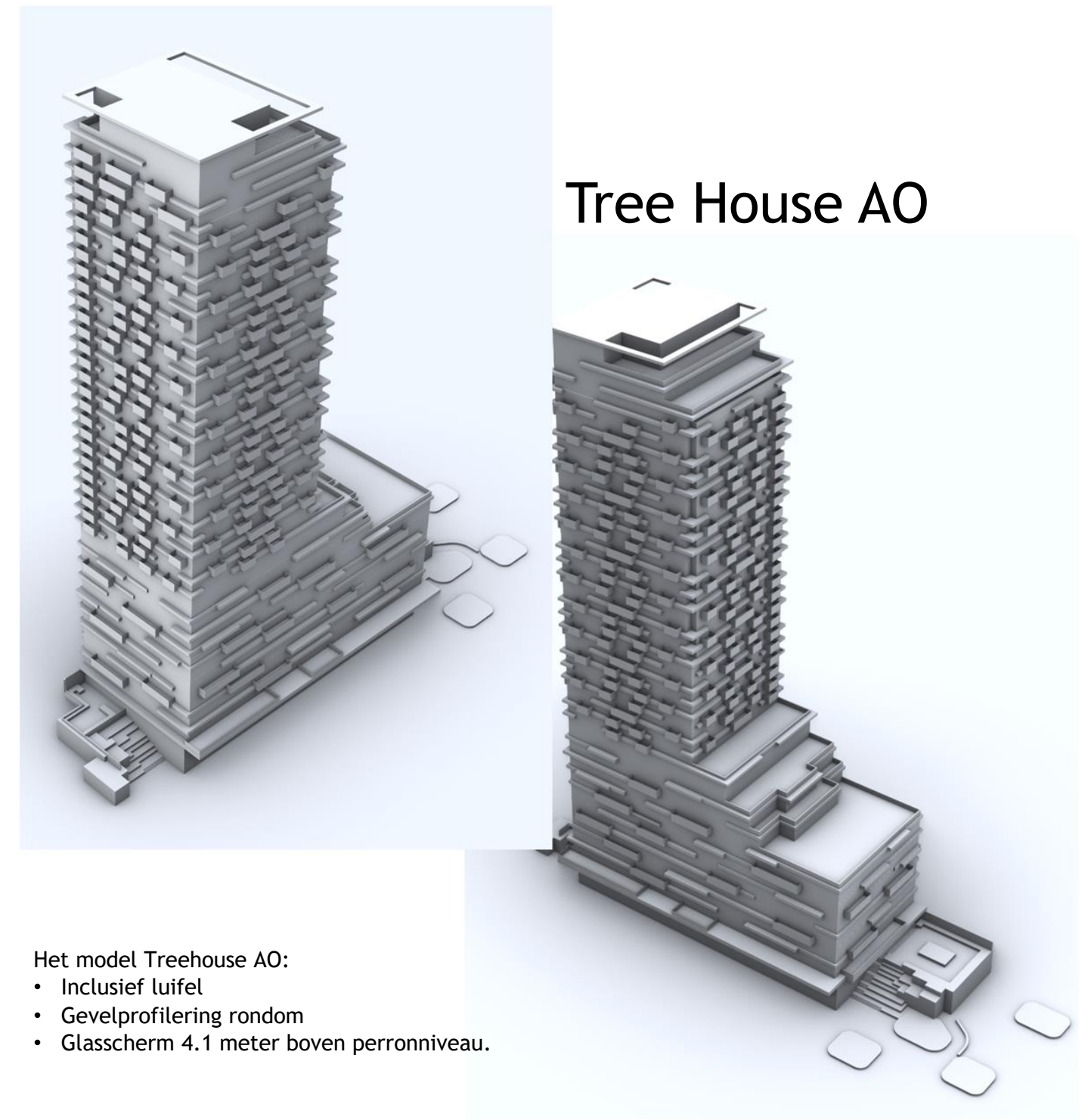
Het model voor Tree House Aanvraag Omgevingsvergunning (AO) past niet geheel binnen de bouwmogelijkheden van het geldende bestemmingsplan.



Het model Treehouse BP (BestemmingsPlan):

- Inclusief luifel
- Profilering noord, zuid en oost (vanaf 8^{ste} verdieping;
- Glasscherf 3.5 meter boven perronniveau.

figuur 4: renders model Tree House BP: westgevel (l) en oostgevel (r)



Het model Treehouse AO:

- Inclusief luifel
- Gevelprofilering rondom
- Glasscherf 4.1 meter boven perronniveau.

figuur 5: render model Tree House omgevingsvergunning aanvraag

Modellen voor toetsing | Omgevingsmodellen

Model

Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van verschillende 3d-modellen. Voor de omgeving is gebruikgemaakt van [Rotterdam3D](#), [3DBAG](#), de modellen van ZUS en de gemeente Rotterdam die wij in onze bezit hebben.

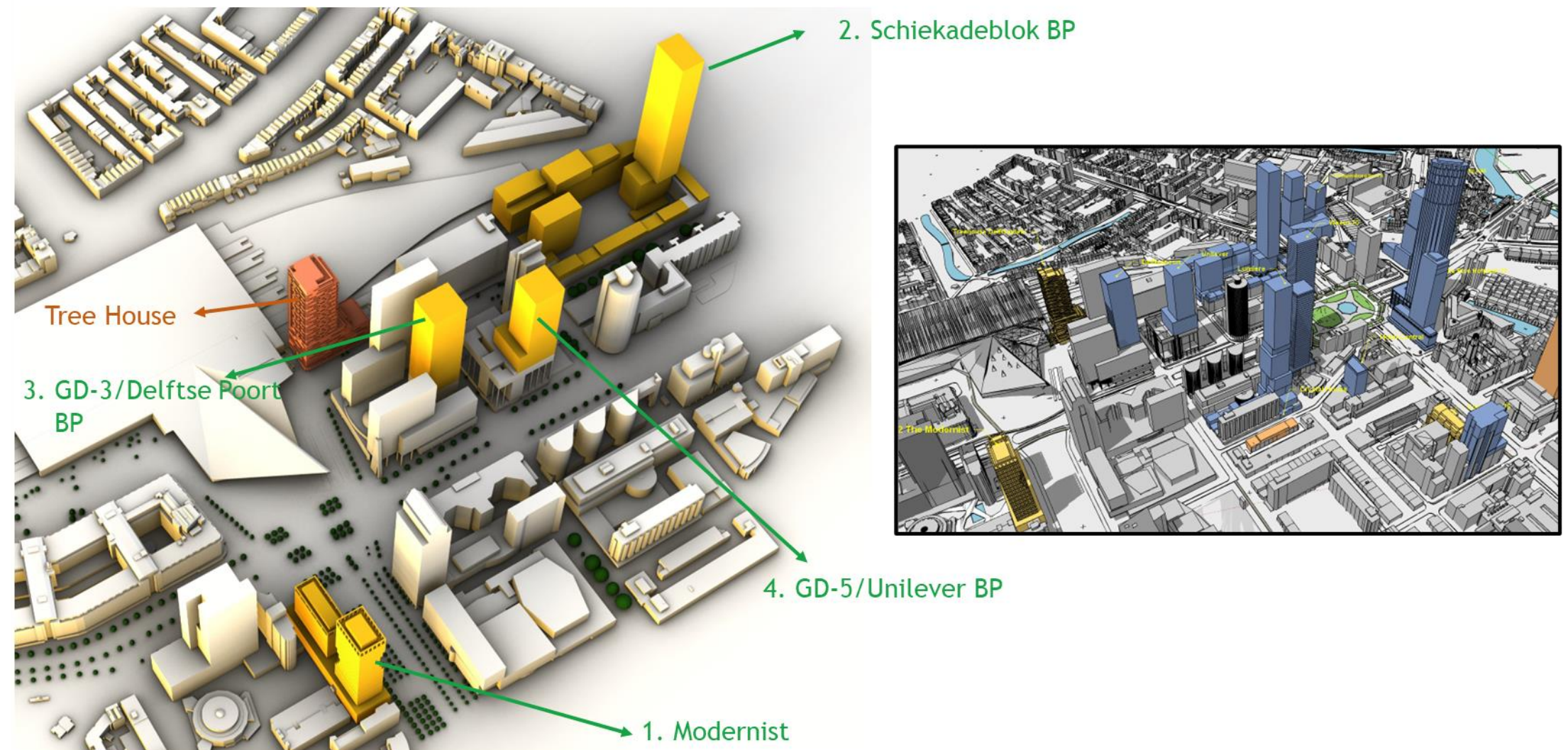
Voor het toekomst scenario hebben wij in overleg met de gemeente de volgende ontwikkelingen meegenomen:

1. The Modernist;
2. Bestemmingplan van Schiekadeblok;
3. GD-3/Delftse Poort BP
4. GD-5/ Unilever BP

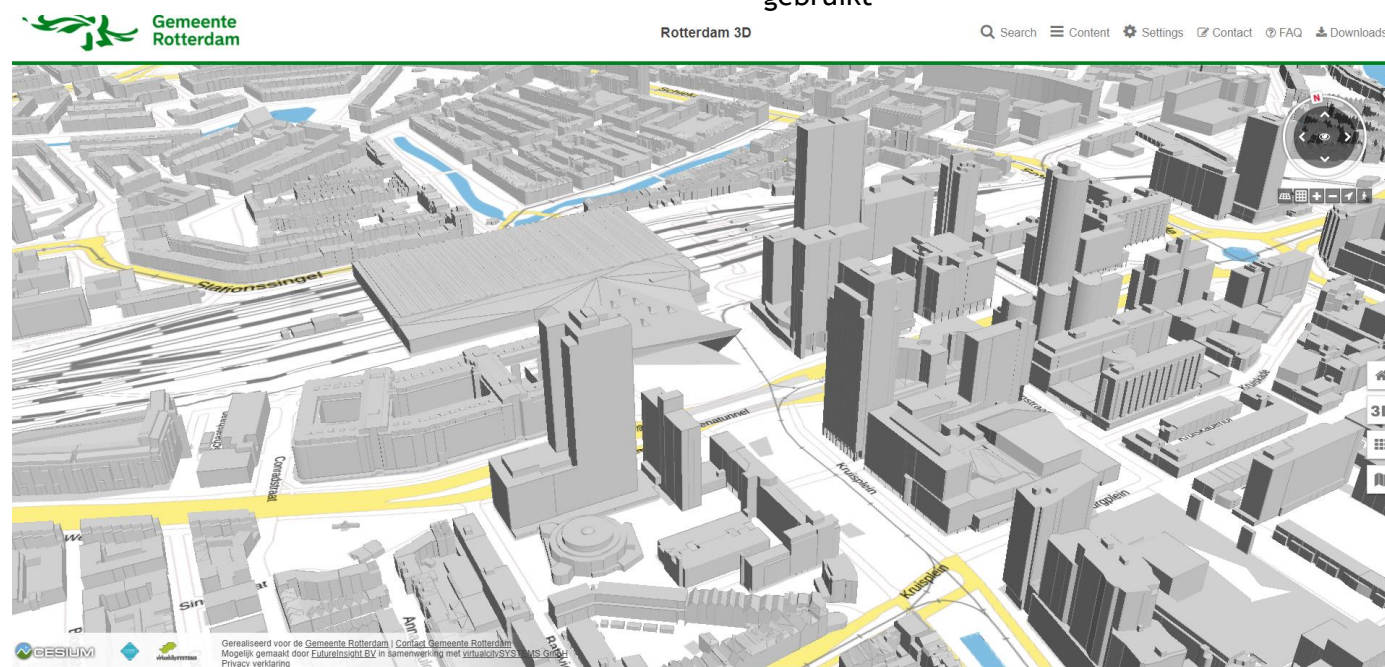
Het modelleren van de bomen is de nabijheid gedaan op basis van [Rotterdam3D](#). Voor de situatie met het AO van Tree House is gebruik gemaakt van de overzichtstekening van het schetsontwerp van de gemeente van het Delftseplein waarbij duidelijk is te zien welke monumentale bomen zijn gehandhaafd.

Verder is de data bij het maken van de omgeving op juistheid gecheckt met Google Streetview, Google Maps 3D en de AHN-viewer.

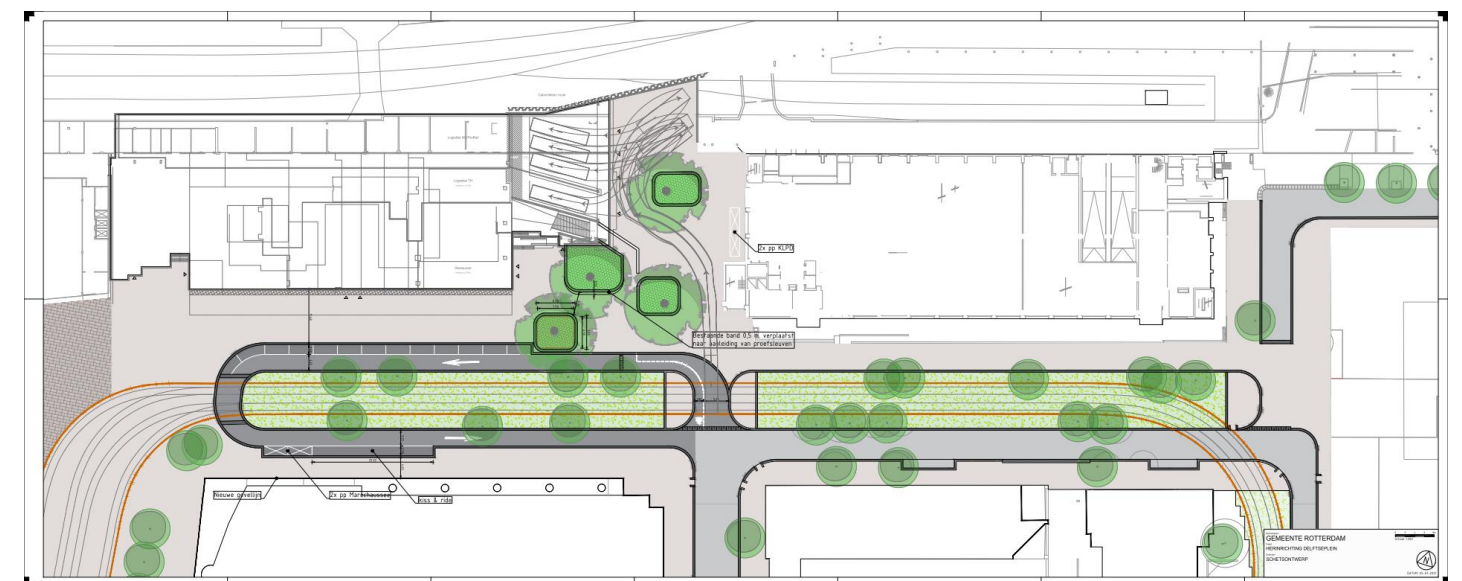
Het eindresultaat van de samengevoegde modellen is te zien in de inleiding (figuur 1).



figuur 6: Model Tree House (AO) in toekomstige situatie (l) en rechts uitsnede model Rotterdam Central District (RCD) dat met name voor input van de Modernist is gebruikt



figuur 7: model stationsgebied Rotterdam3D



figuur 8: Schetsontwerp gemeente Rotterdam SO Delftseplein

CFD

Voor het windonderzoek is gebruik gemaakt van stromingsprogrammatuur (Computational Fluid Dynamics, CFD). Er is gebruik gemaakt van innovatieve software van Pacefish, versie 2022. Binnen deze software is gebruik gemaakt van een solver op van de Lattice Boltzmann Methode (LBM). De algoritmes achter deze methode zijn dus afgesteld in deze software zodat deze geschikt zijn gemaakt voor het simuleren van de stromingsvergelijkingen. De software is gevalideerd op het verkrijgen van zeer accurate resultaten.

Nauwkeurigheid en rekengrid

De LBM methode maakt gebruik van een Cartesian background mesh (rekenrooster). Dit rekengrid is een samenstelling van kubische elementen die niet gealigneerd zijn met de geometrie. Binnen het grid wordt rekening gehouden met de grens tussen buitenlucht en gebouwen door een koppeling van de geometrie met het rekengrid. Keuzes binnen de fijnheid van grid wordt gedaan op basis van een afweging voor een gemiddelde resolutie van de mesh, die nauwkeurige en snelle resultaten oplevert.

Windprofiel en windstatistiek

Voor het windprofiel wordt rekening gehouden met de ruwheid van het voorland. In dit geval is er sprake van een $z_0 = 1.0$ meter (stedelijk gebied) voor alle windrichtingen.

Met behulp van NPR 6097 is de windstatistiek voor de bouwlocatie bepaald. NPR 6097 maakt gebruik van 40 jaar KNMI-meetgegevens van 51 KNMI-meetstations. Met deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 meter hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap.

Er is een ruime straal om het project gemodelleerd waardoor de ruwheid met name door de expliciete omgeving wordt bepaald. In [bijlage 3](#) zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden.

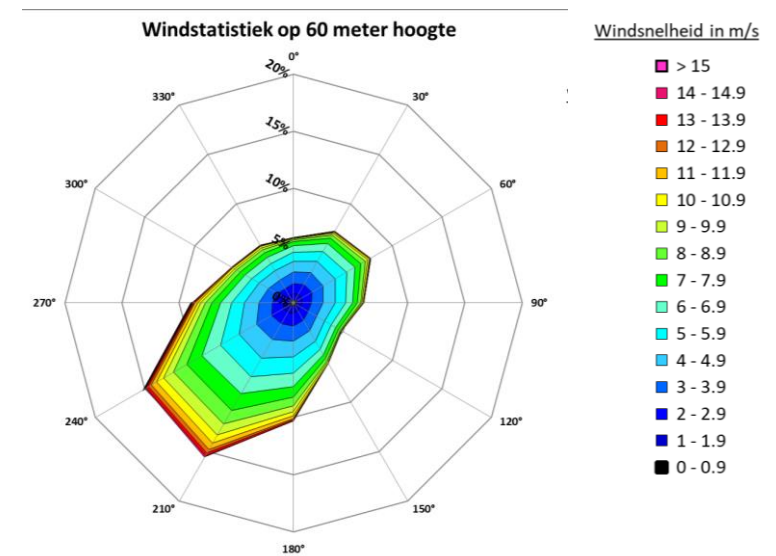


figuur 9: Verticale doorsnede van het rekengrid



figuur 10: Horizontale doorsnede van het rekengrid op 1.75 m boven maaiveld

Hieronder wordt in een windroos de windstatistiek ter plaatse van het project Tree House gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



Bomen

Bomen zijn gemodelleerd als een poreus medium waarbij voor de weerstand uit is gegaan van jaargemiddelde bomen (met als aanvullend uitgangspunt dat het geen wintergroene bomen zijn).

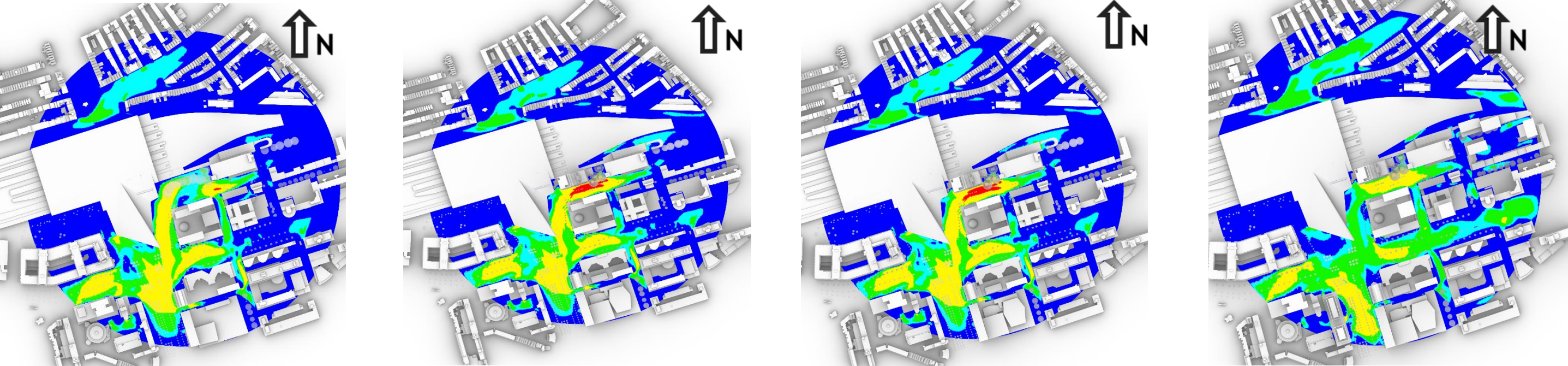
Resultaten windhinder maaiveld

Huidige situatie

Tree House BP

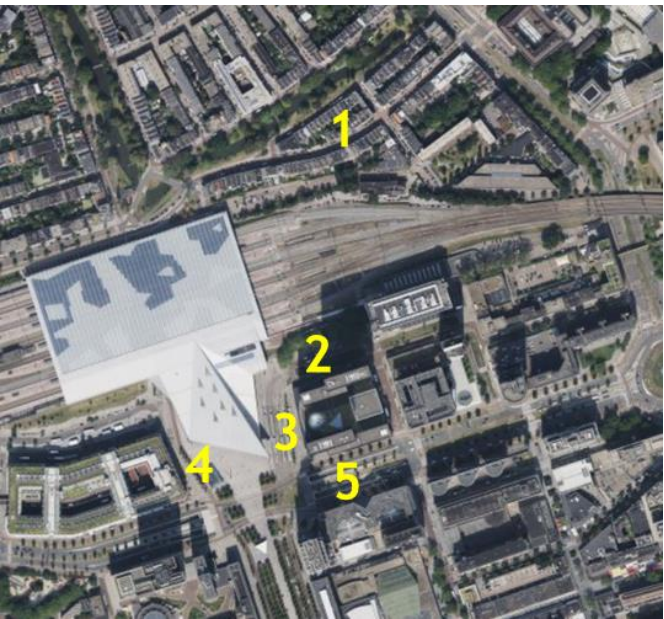
Tree House AO

Tree House AO + toekomstige plannen



figuur 11 : resultaten windhinder voor van links naar rechts: de huidige situatie, Tree House BP, Tree House AO en Tree House AO in een toekomstige configuratie.

overschrijdingskans dat v > 5 m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten en beoordelen klimaat		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht



figuur 12: 5 gebieden die worden besproken

Windhinderklimaat

Er zijn vier varianten doorgerekend. De resultaten op maaiveld worden besproken voor 5 gebieden die in figuur 12 zijn weergegeven. In [Bijlage 5](#) is de expliciete bijdrage aan windhinder per windrichting weergegeven, deze bijlage geeft een nog wat betere nuance tussen de klassen (bijvoorbeeld is klasse D dicht bij klasse C of E).

Provenierswijk (1)

Voor de Provenierswijk zien wij dat de impact van Tree House minimaal is. Het windklimaat blijft nagenoeg in de zelfde orde van grootte. Veelal met windhinderklasse A of B.

Plan locatie Tree House (2)

Het windklimaat ter plaatse van de planlocatie verslechtert door de aanwezigheid van Tree House. De grootste reden hiervoor is de trechterwerking die ontstaat tussen de toren van Delftse Poort Noord en Tree House.

De verschillen tussen de variant Tree House BP en Tree House AO zijn voor het windhinderklimaat beperkt.

Zo verplaatst het gebied met klasse E en is de afstand tot de gevel van Tree House iets groter in de variant Tree House AO, maar neemt dit gebied in omvang niet toe. De toekomstige variant geeft een verbetering met name als gevolg van de Modernist. Klasse D is acceptabel als doorloopgebied.

Oostelijk entreegebied Rotterdam Centraal (3)

Dit gebied heeft als slentergebied zowel in de huidige situatie als in de varianten met Tree House een slecht windklimaat (klasse D). De toekomstige variant met Tree House laat een verbetering zien naar met name klasse C (matig voor slenteren) door toedoen van het bouwplan van 'the Modernist'.

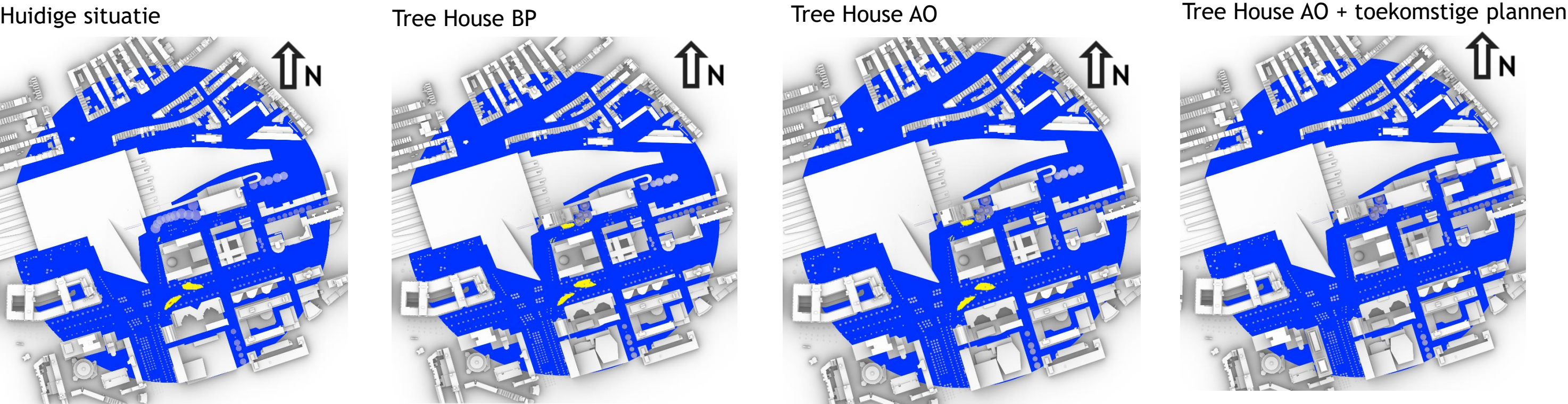
Westelijk entreegebied Rotterdam Centraal (4)

Hier zien wij een windklimaat met overwegend klasse C in de huidige situatie en in de varianten met Tree House. De variant Tree House AO laat een kleine verbetering zien ten opzichte van de variant Tree House BP. Met het toevoegen van de toekomstige plannen zien wij dit zelfs verbeteren naar klasse A/B.

Weena (5)

Op het Weena zien wij een klasse C/D en verandert er niet heel veel als gevolg van de ontwikkeling van Tree House. Wel is te zien dat de impact van 'the Modernist' ook voor het Weena het windklimaat verbetert en dat er dan meer een klasse C heerst.

Resultaten windgevaar maaiveld



figuur 13: resultaten windgevaar voor van links naar rechts: de huidige situatie, Tree House BP, Tree House AO en Tree House AO in een toekomstige configuratie.

overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie en beoordeling
<0.05	geen risico
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

Windgevaar

Op deze pagina wordt windgevaar besproken. Windgevaar is een hard criterium en is wenselijk niet te overschrijden. Beperkt risico op windgevaar is meestal acceptabel als doorloopgebied, maar mag in beginsel niet worden overschreden.

Huidige situatie

In de huidige situatie zien wij dat met name op het Weena al gebieden zijn met een beperkt risico op windgevaar en zelfs een klein gebied met windgevaar. Ook in het gebied van de Noordwesthoek Van de toren van Delftse Poort Noord is een gebied met beperkt risico op windgevaar te zien.

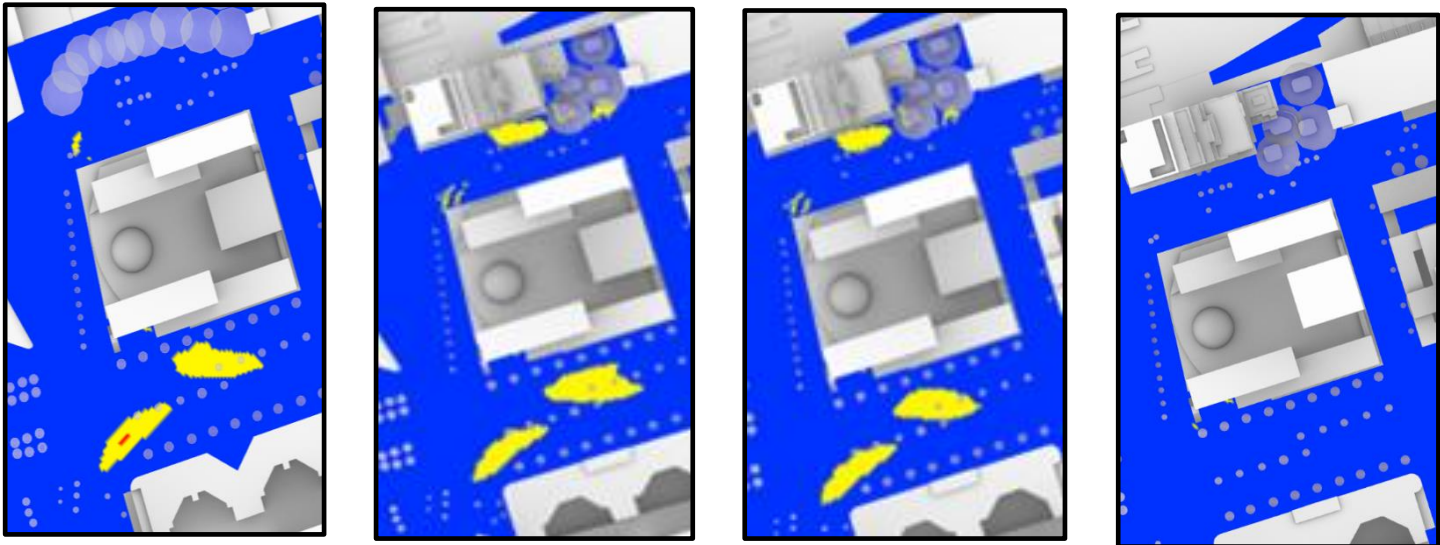
Varianten met TreeHouse BP & Tree House AO

Hier valt te zien dat met name het gebied tussen Delftse Poort Noord en Tree House meer gebieden met beperkt risico op windgevaar hebben. Het beperkte risico op windgevaar is bij deze varianten vergelijkbaar en het gebied met windgevaar dat in de huidige situatie op het

Weena aanwezig is, is in deze varianten niet meer aanwezig. De variant Tree House AO laat een marginale verbetering zien ten opzichte van de variant Tree House BP, doordat de gebieden met een beperkt risico op windgevaar iets kleiner worden

TreeHouse AO + toekomstige plannen

De situatie met toekomstige plannen, zoals hier berekend, geeft aan dat er geen windgevaar of beperkt risico op windgevaar aanwezig is. Net als bij windhinder zien wij dus het effect van ‘the Modernist’ terug in de toetsing op windgevaar.



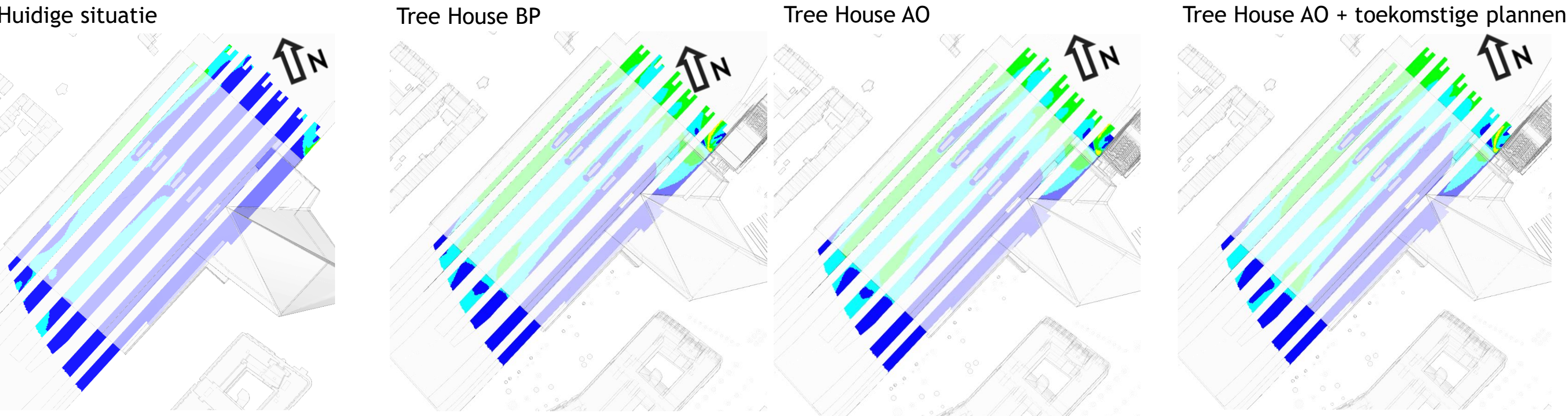
Huidige situatie

TreeHouse BP

TreeHouse AO

Tree House AO +
toekomstige
plannen

Resultaten windhinder perrons



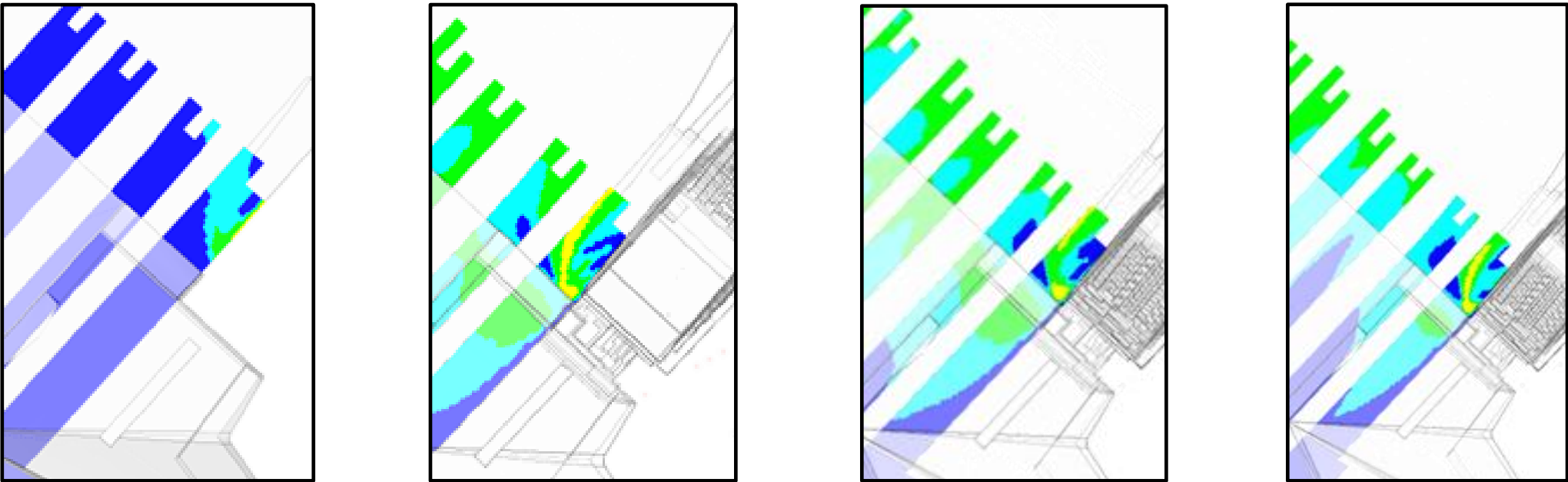
figuur 15: resultaten windhinder perrons voor vier varianten

Windhinder perrons

Voor de 4 doorgerekende scenario's hebben wij het windhinderklimaat op de nabijgelegen perrons inzichtelijk gemaakt. We zien dat het windklimaat iets ongunstiger wordt door het toevoegen van Tree House en de overige toekomstige plannen. Voornamelijk zal het van klasse A/B naar klasse B/C gaan met name op het oostelijke deel van de perrons.

Bij het perron dat het dichtst bij Treehouse is gelegen (het perron bij spoor 1) ontstaan twee beperkte gebieden met klasse D, verder worden de gebieden met klasse B en C hier als gevolg van Treehouse en de toekomstige plannen wat groter. De gebieden met klasse D bevinden zich echter buiten de stationsoverkapping van Rotterdam Centraal. Reizigers hoeven dit deel van het perron niet persé te gebruiken bij ongunstige windcondities omdat zij ook onder de overkapping op hun trein kunnen wachten. Vanuit comfort oogpunt is op perrons klasse B/C wenselijk. Daaraan wordt overal onder de overkapping en op alle perrons voldaan, met uitzondering van de beperkte gebieden met klasse D op het perron bij spoor 1.

overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten en beoordelen klimaat		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht



Huidige situatie

Tree House BP

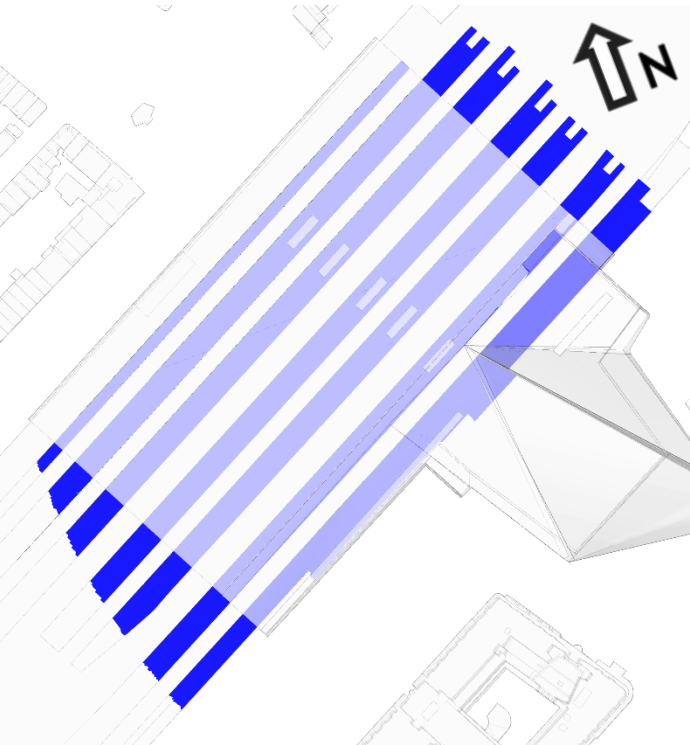
Tree House AO

Tree House AO + toekomstige plannen

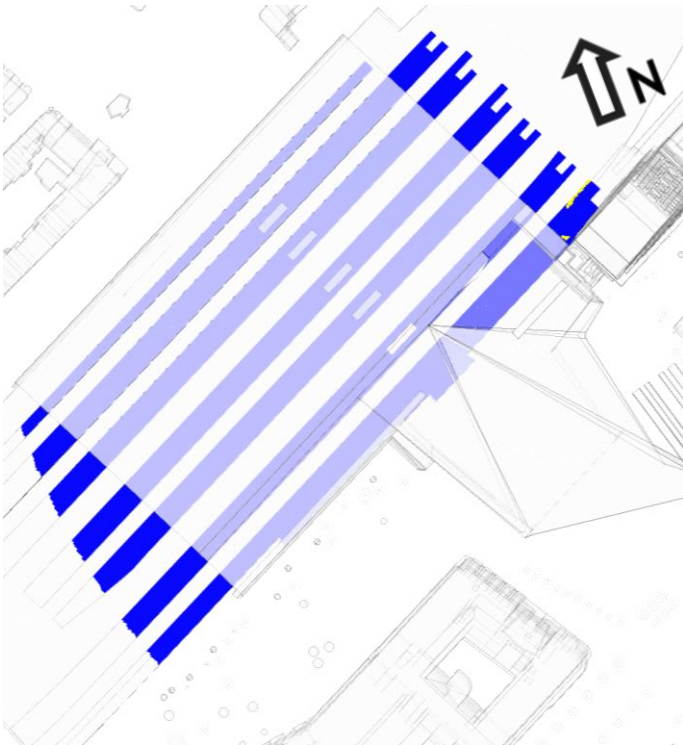
figuur 16: resultaten windhinder perrons voor vier varianten ingezoomd

Resultaten windgevaar perrons

Huidige situatie



Tree House BP



Tree House AO



Tree House AO + toekomstige plannen



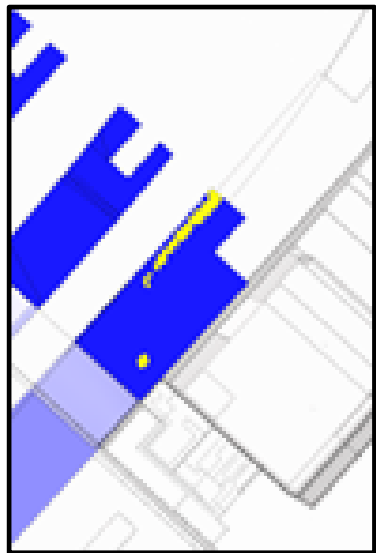
figuur 17: resultaten windgevaar perrons voor vier varianten

Windgevaar perrons

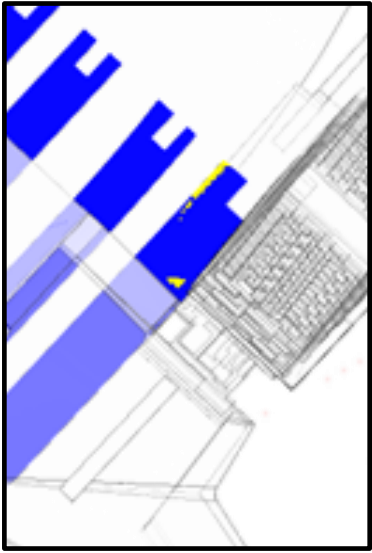
In de huidige situatie is geen windgevaar of beperkt risico op windgevaar. Voor de situatie met Tree House zien we alleen op het meest dichtbijgelegen perron dat er net buiten de overkapping van het station beperkt risico op windgevaar voorkomt en dat deze gebieden waar dit voorkomt door de profilering van Tree House verder in omvang afneemt. Dat geldt in nog grotere mate als ook de toekomstige plannen worden gerealiseerd.

Verder geldt ook hier dat de reizigers dit deel van het perron niet persé hoeven te gebruiken bij ongunstige windcondities omdat zij ook onder de overkapping op hun trein kunnen wachten.

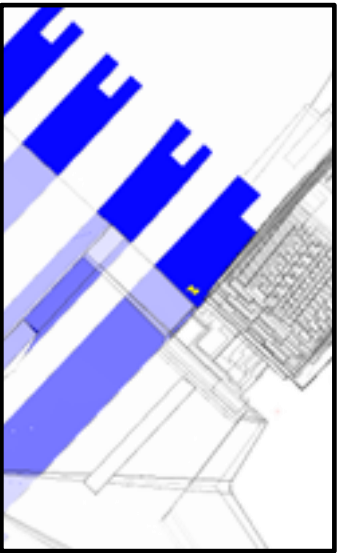
overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie en beoordeling
<0.05	geen risico
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk



Tree House BP



Tree House AO

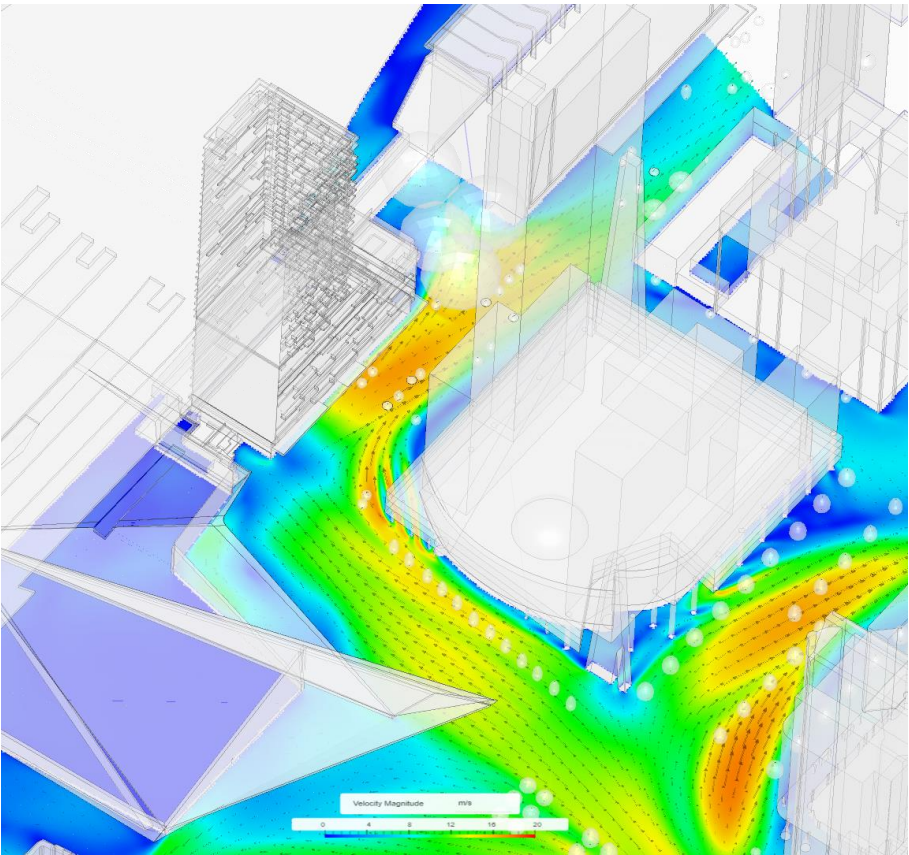


Tree House AO + toekomstige plannen

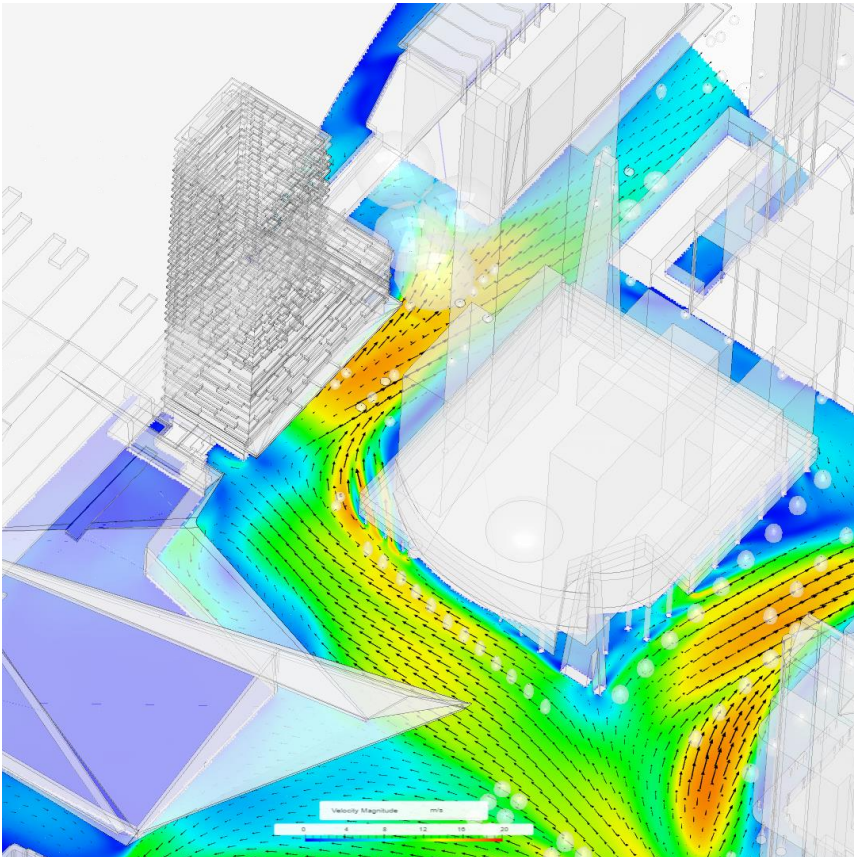
figuur 18: resultaten windgevaar perrons ingezoomd

Resultaten rondom Tree House | Effect toekomstige plannen

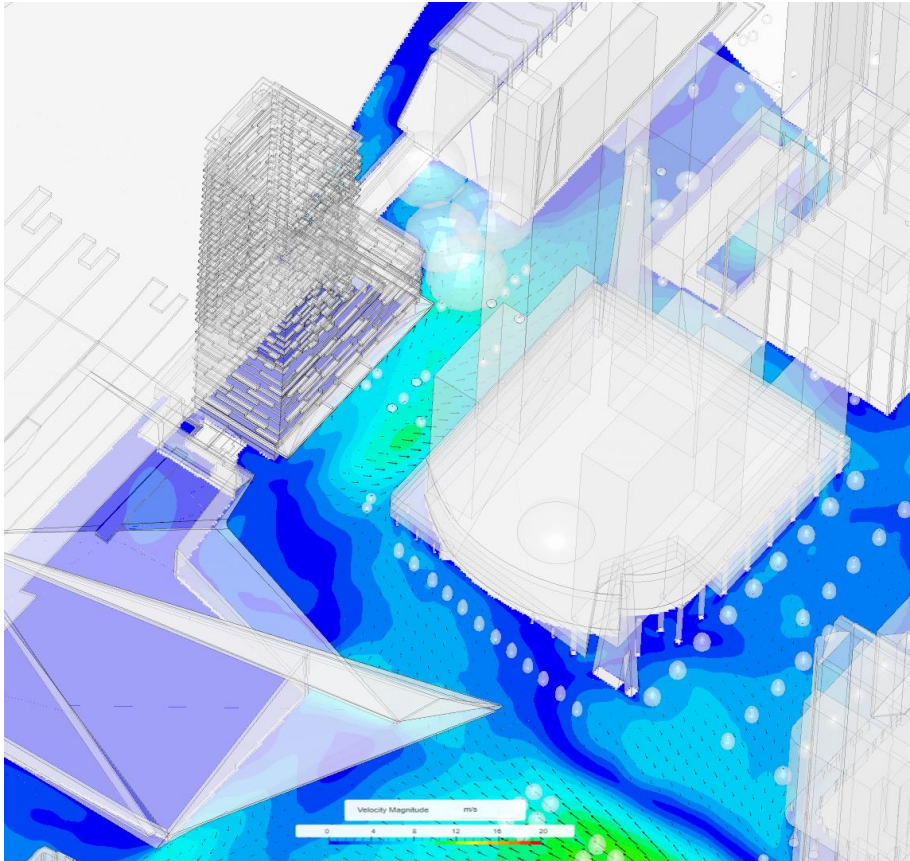
Tree House BP



Tree House AO



Tree House AO + toekomstige plannen



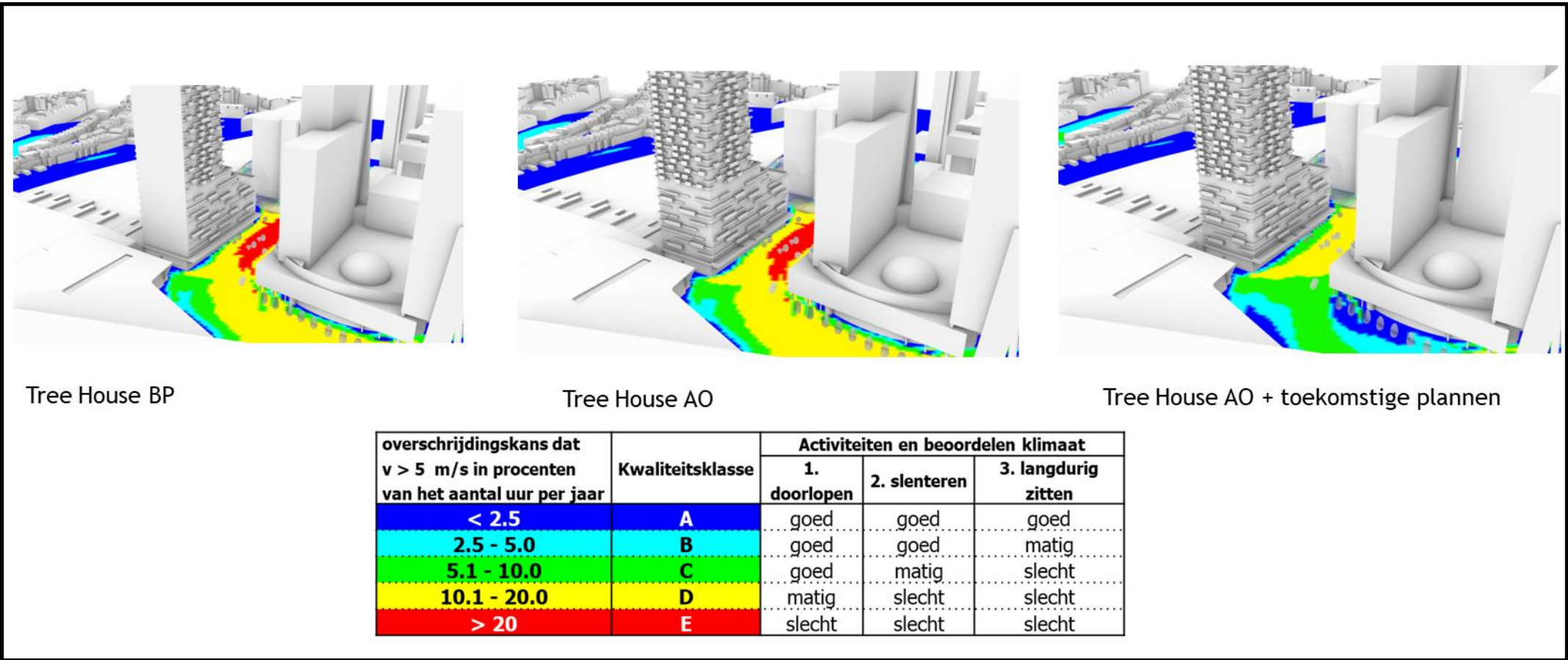
figuur 19: resultaten windsnelheden voor de meest voorkomende zuidzuidwesten wind

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op het windklimaat rondom TreeHouse. Allereerst benoemen wij het effect van de toekomstige plannen. Daarna zoomen wij in en kijken naar de functionaliteit van de luifel, het windklimaat nabij de entrees en het gewenste klimaat op horecaterrassen en de daarbij geschikte locaties.

Windhinderklimaat in de nabijheid van Tree House

Met de bovenstaande snelheidsplaatjes wordt getoond dat de gemiddelde windsnelheid voor zuidzuidwesten wind bijna gehalveerd wordt door toedoen van de gewijzigde toekomstige situatie met ‘the Modernist’ die het meeste effect heeft op het windhinderklimaat rond Tree House en het centraal station.

In figuur 20 zien wij het effect hiervan terug in classificering van de totale windhinder.



figuur 20: ingezoomd 3d-beeld van de totale windhinder

Resultaten rondom Tree House | Functionaliteit luifel

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op het windklimaat rondom TreeHouse, waarbij we de functionaliteit van de luifel, het windklimaat nabij de entrees en het gewenste klimaat op Horecaterrassen en de daarbij geschikte locaties.

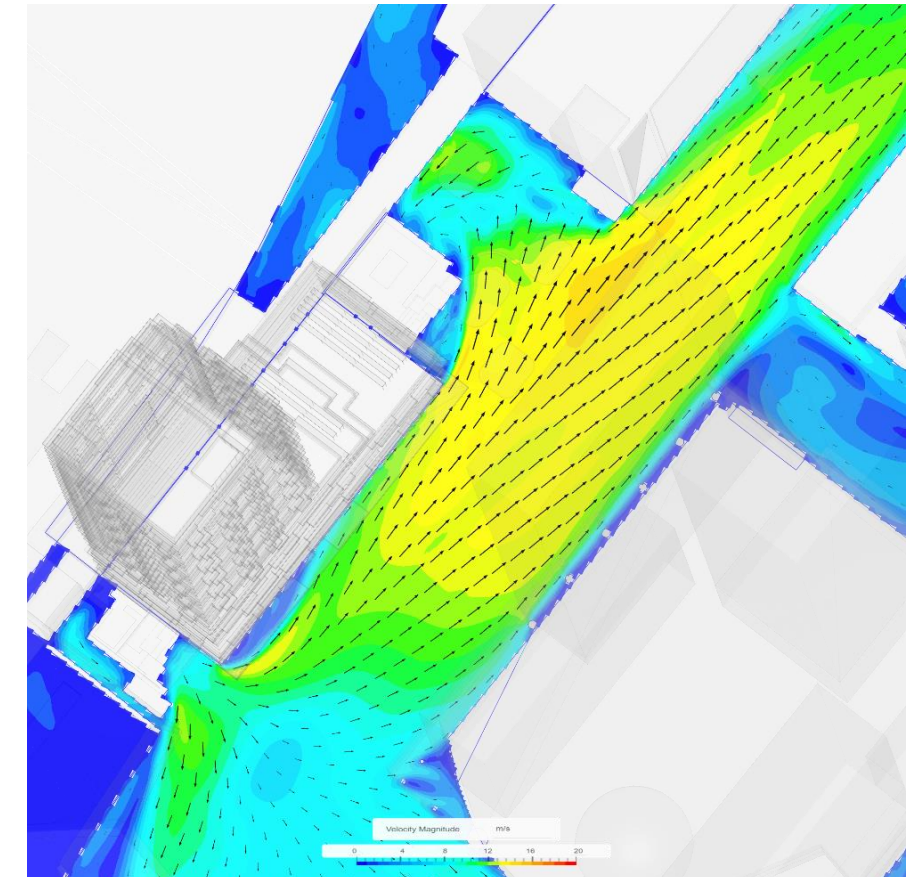
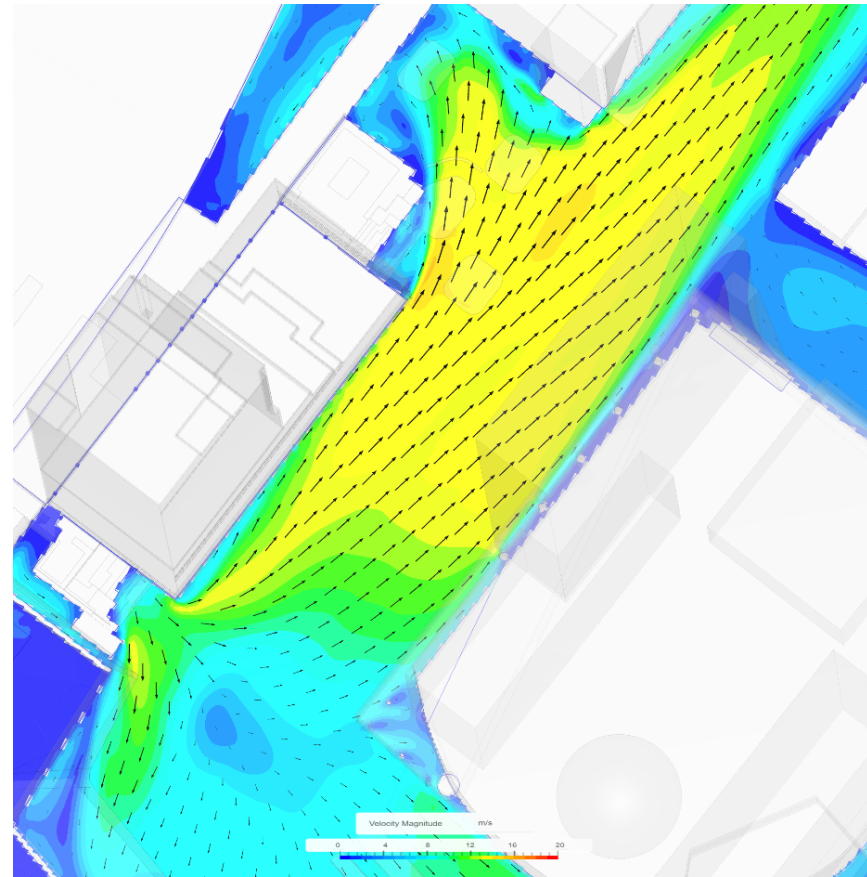
Functionaliteit luifel

Om een inschatting te maken van de effectiviteit van de luifel hebben wij een extra model doorgerekend zonder luifel.

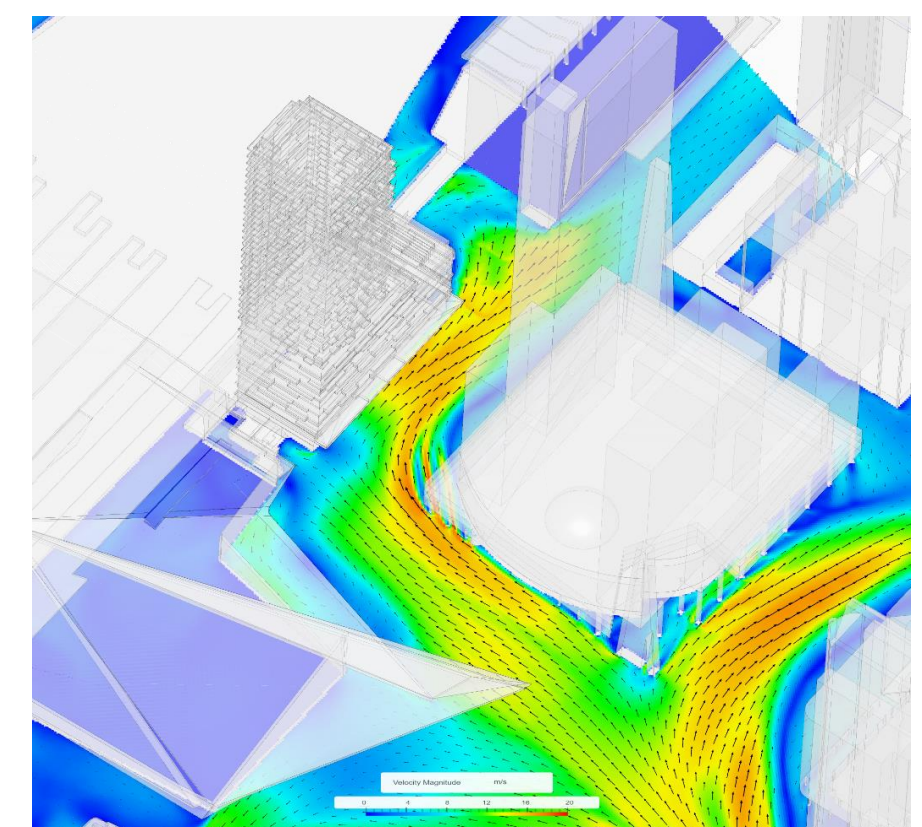
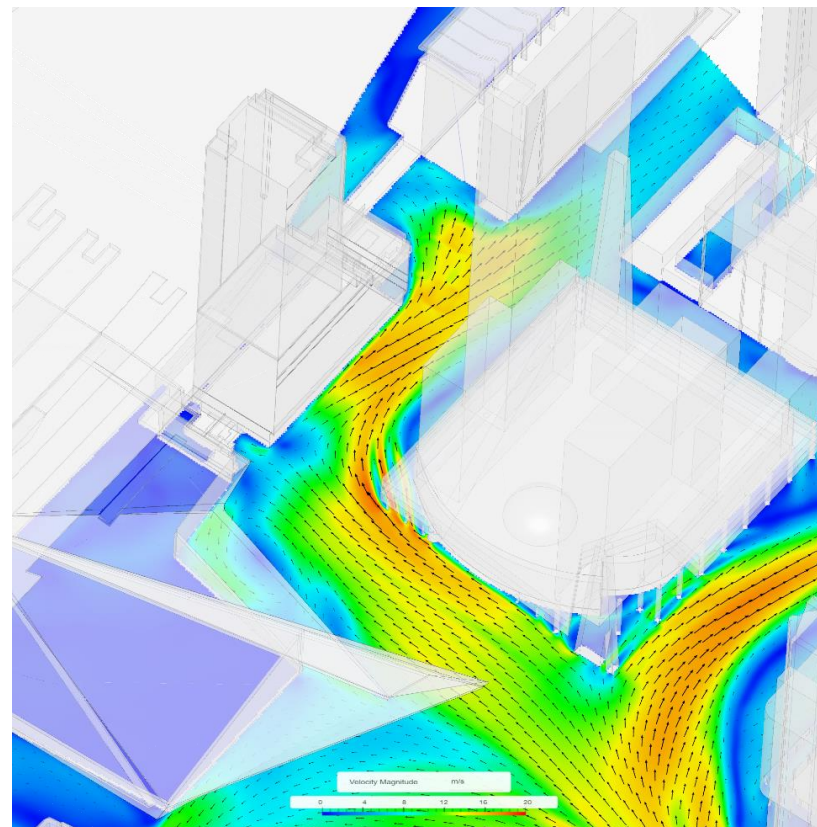
In figuur 21 tonen wij aan dat de bijdrage zich beperkt tot met name het gebied in de nabijheid van de zuidwesthoek van Tree House. Deze berekeningen zijn bij een westzuidwesten wind (WZW).

In figuur 22 zien wij dat wij bij een zuidzuidwesten wind (ZZW) het effect minimaal als bijna nihil is. Dit heeft te maken dat bij deze windrichting de trechtervorming tussen TreeHouse en de toren van Delfse Poort Noord meer bepalend is dan het afvangen van valwinden door de luifel.

Kortom bij een ZZW-wind (volgens de statistiek ruim 15% op jaarbasis) heeft de luifel een gunstig effect voor het gebied rond de zuidwesthoek van Tree House.



figuur 21: resultaten gemiddelde windsnelheden bij westzuidwestenwind (links zonder luifel en rechts met luifel)



figuur 22: resultaten gemiddelde windsnelheden bij zuidzuidwestenwind (links zonder luifel en rechts met luifel)

Resultaten rondom Tree House | Entrees en horeca terrassen

Entrees

Gekoppeld aan de effectiviteit van de luifel is ook de leefbaarheid van het gebied daaronder relevant. En dan gaat het met name om de vier hoofdentrees weergegeven met groene driehoeken in figuur 23.

Bij een (hoofd) entree is het streven en ons advies altijd een klasse A/B windklimaat. Let wel het is geen harde eis maar een comfort-eis. Als we figuur 20 bekijken zien wij dat alleen voor de eerste twee entree's vanaf de westzijde dat criterium wordt behaald (entree horeca en hoofdentree woningen). In de situatie met de toekomstige plannen verbeterd dat nog, waardoor het windklimaat ook ter plaatse van de hoofdentree verbeterd.

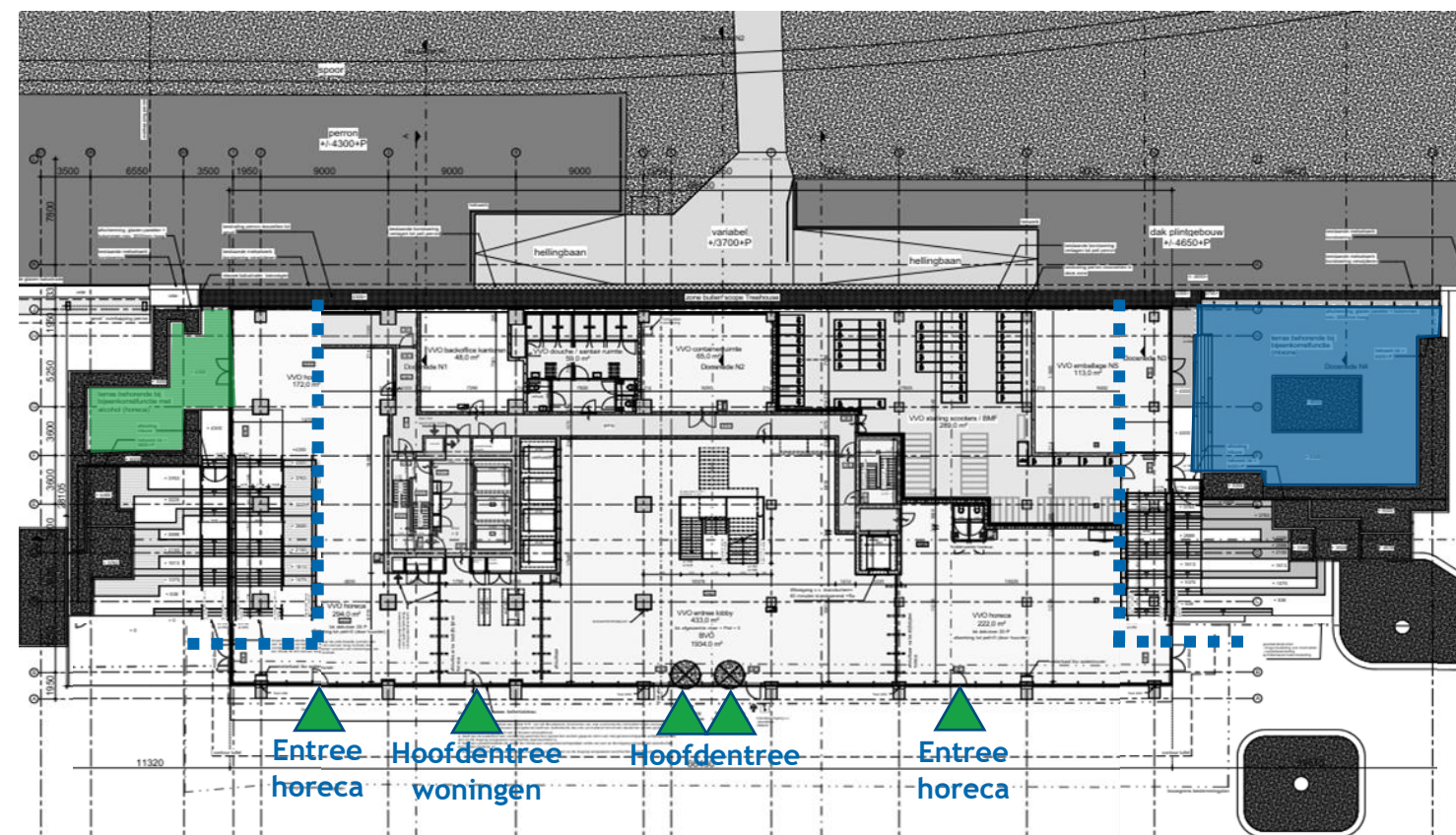
Vanuit windcomfort zou ons advies zijn om eventueel schermen/beplanting haaks op de gevel te plaatsen aan de westelijke zijde van de entrees. We begrijpen echter dat dit vanuit de looproute en stedenbouw ongewenst is. Aangezien dit een comfort-eis betreft en geen harde eis, is zonder deze maatregel de situatie aanvaardbaar. Bovendien is de situatie niet anders dan in de bestemmingsplan situatie.

In de situatie met Treehouse en de toekomstige plannen in de omgeving, verbetert de situatie nabij de entrees aanzienlijk (naar klasse A-C).

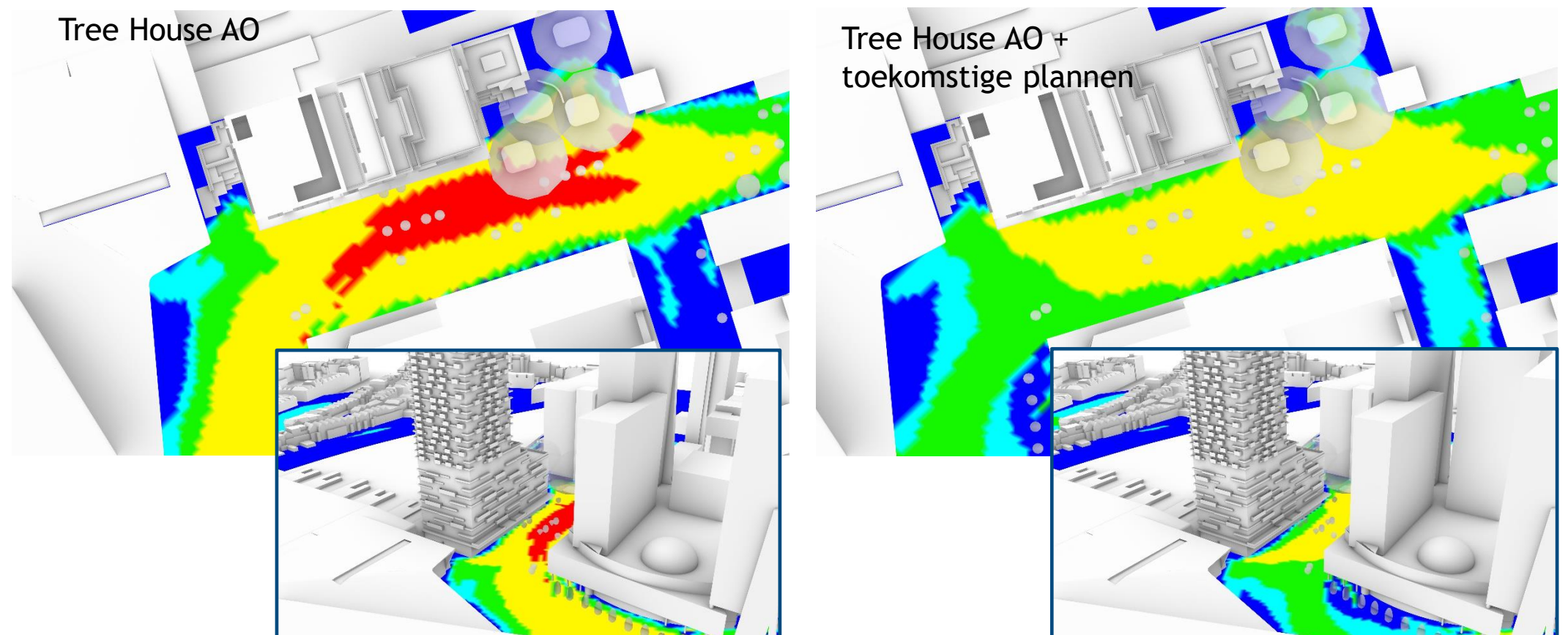
De aanwezigheid van tourniquets bij de hoofdentree zijn gunstig tegen tocht naar binnen maar verbeteren niet de beleving buiten waarin de directe nabijheid van de gevel vooral klasse D windhinderklimaat heerst (en met de toekomstige plannen klasse C verwacht wordt).

Horeca terrassen

In het geval van Treehouse zijn er op het aangrenzende maaiveld bij de horeca geen terrassen voorzien. De aanwezige horeca heeft zitmogelijkheden aan de bovenzijde van de aangrenzende westtribune (groen gearceerd) en op de oosttribune (blauw gearceerd), waar zoals op de volgende pagina te zien is, een klasse A windklimaat heerst.



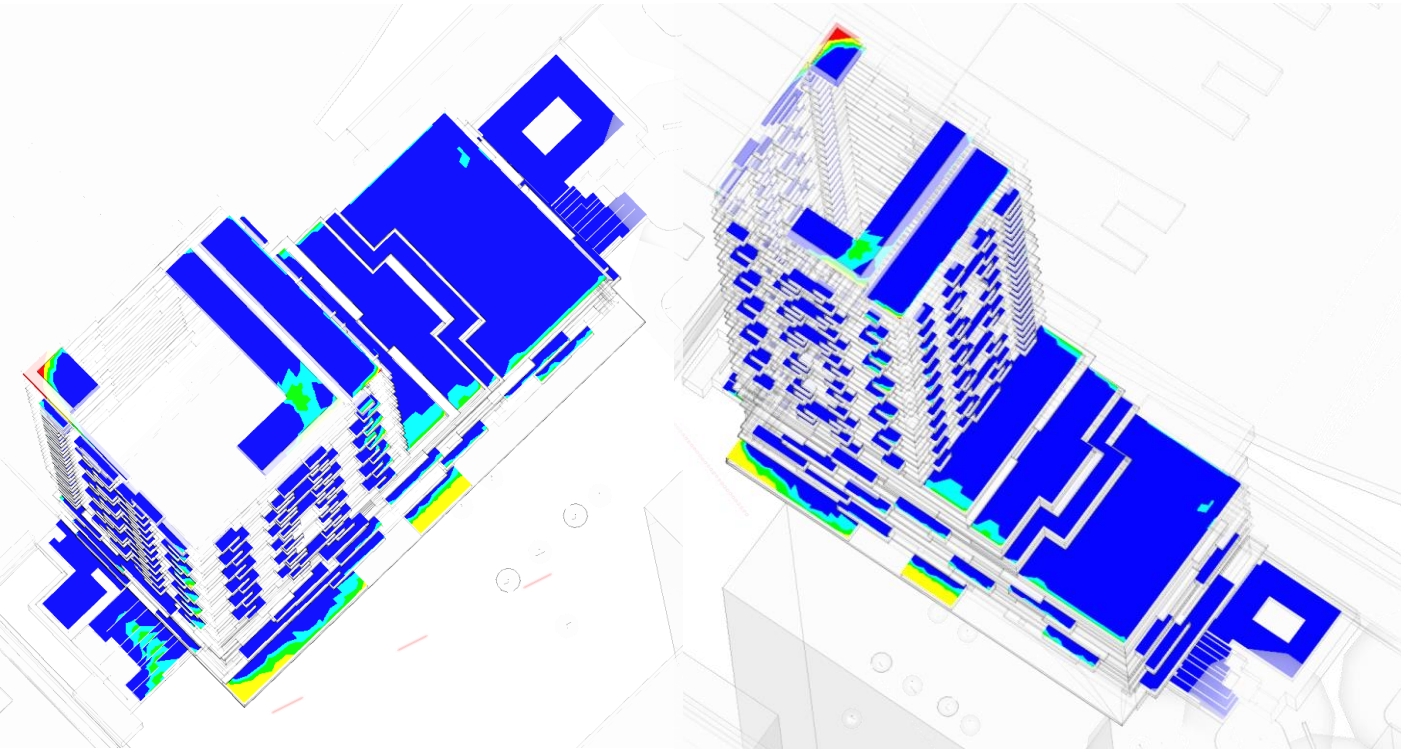
figuur 23: Situatie begane grond (tussen blauwe stippellijnen) met entrees en aansluiting ter plaatse van de tribunes met toegangen tot tribunes op de 1^e verdieping (links er rechts van blauwe stippellijnen)



figuur 24: Hierbij zijn de windhinderresultaten gepresenteerd rondom TreeHouse voor de situatie TreeHouse AO en TreeHouse AO met toekomstige plannen

Resultaten windklimaat terrassen/balkons/tribunes

Tree House AO



figuur 25: resultaten windhinder balkons, terrassen en tribunes voor de variant met Tree House AO (links) en de variant met Tree House AO en toekomstige plannen (rechts) beide gezien vanuit het zuidwesten en zuidoosten

Tribunes

Aan weerszijden van Tree House zijn zogeheten tribunes geposteerd. Deze zijn (gedeeltelijk) openbaar.

Westelijke tribune

Duidelijk is te zien dat de westelijke tribune een iets slechter windhinderklimaat heeft met maximaal klasse C in de situatie Tree House AO en maximaal klasse B in de situatie Tree House AO met de toekomstige plannen (figuur 25). Deze gebieden bevinden zich vooral op de onderste treden en zijn minder geschikt voor langdurig verblijf. De hogere gebieden op de westelijke tribune hebben wel een klasse A.

Het windklimaat op de lagere treden verbetert al aanzienlijk in de situatie met de toekomstige plannen en zou nog verder verbeterd kunnen worden door afscherming voor valwinden. Daar wordt vanuit de gewenste transparantie naar het openbaar gebied op dit moment echter niet voor gekozen.

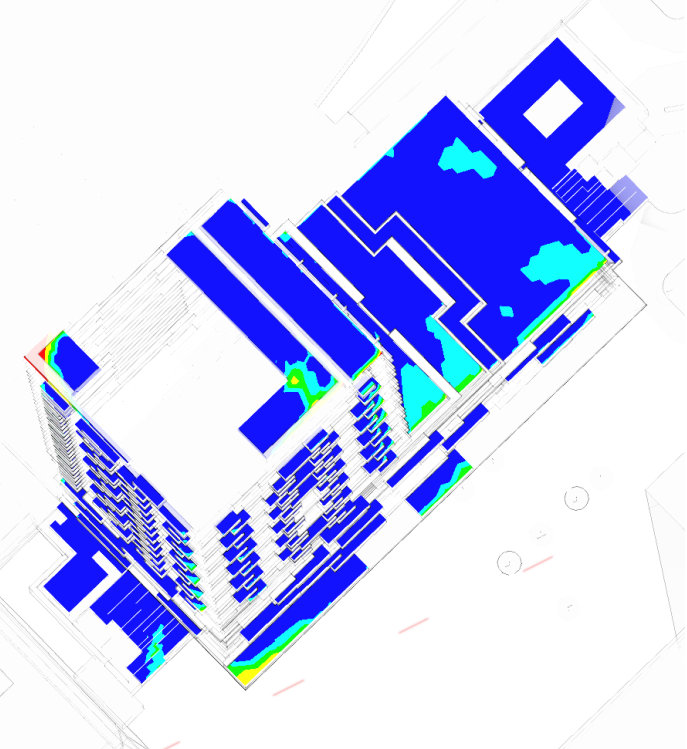
Oostelijke tribune

De oostelijke tribune ligt aan de gunstige zijde en heeft een klasse A windklimaat. Dit is gunstig voor langdurig verblijf.

overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie en beoordeling
<0.05	geen risico
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

figuur 26: resultaten windgevaar variant AO Tree House

Tree House AO + toekomstige plannen



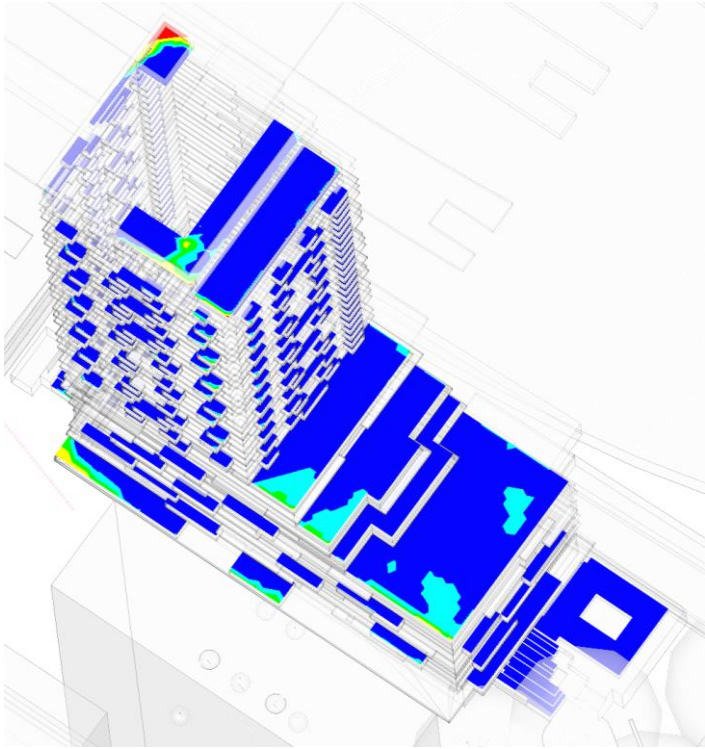
Terrassen en balkons

Voor de terrassen en balkons hebben wij de visualisaties op 1.75 meter weergegeven boven het vloeroppervlak. In de berekeningen is rekening gehouden met dichte balustrades van 1.2 meter. Toetsing voor balkons en terrassen is gedaan op basis van de NEN 8100 criteria (zoals vaak bij windonderzoeken) maar eigenlijk zijn deze voor maaiveld bedoeld.

We zien dat met name de terrassen en balkons rond de noordwest, zuidwest en zuidoosthoek meer wind voor de kiezen krijgen.

Advies is dat het uitgangspunt een zo goed mogelijk klimaat moet zijn op de terrassen en streven naar klasse A zou enorme meerwaarde zijn voor de woningen. Wij zien dat op de meeste balkons en terrassen met als uitgangspunt een dichte balustrade van 1.20 meter hoog hieraan wordt voldaan.

Wel zien wij ook hier voor de toekomstige situatie waarbij met name bij de meest voorkomende zuidzuidwesten wind ‘the Modernist’ in het voorland staat dat het windklimaat op de terrassen en balkons zeer gunstig wordt beïnvloed.



overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten en beoordelen klimaat		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht



overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie en beoordeling
<0.05	geen risico
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

figuur 27: windgevaar AO Tree House + toekomstige plannen

Inleiding

In opdracht van Provast heeft DGMR Bouw B.V. een windonderzoek uitgevoerd voor de Aanvraag Omgevingsvergunning van het project Tree House in Rotterdam.

Het doel van het onderzoek was het vaststellen en beoordelen van het te verwachten windklimaat in de directe omgeving van de geplande bebouwing. In totaal zijn vier varianten doorgerekend:

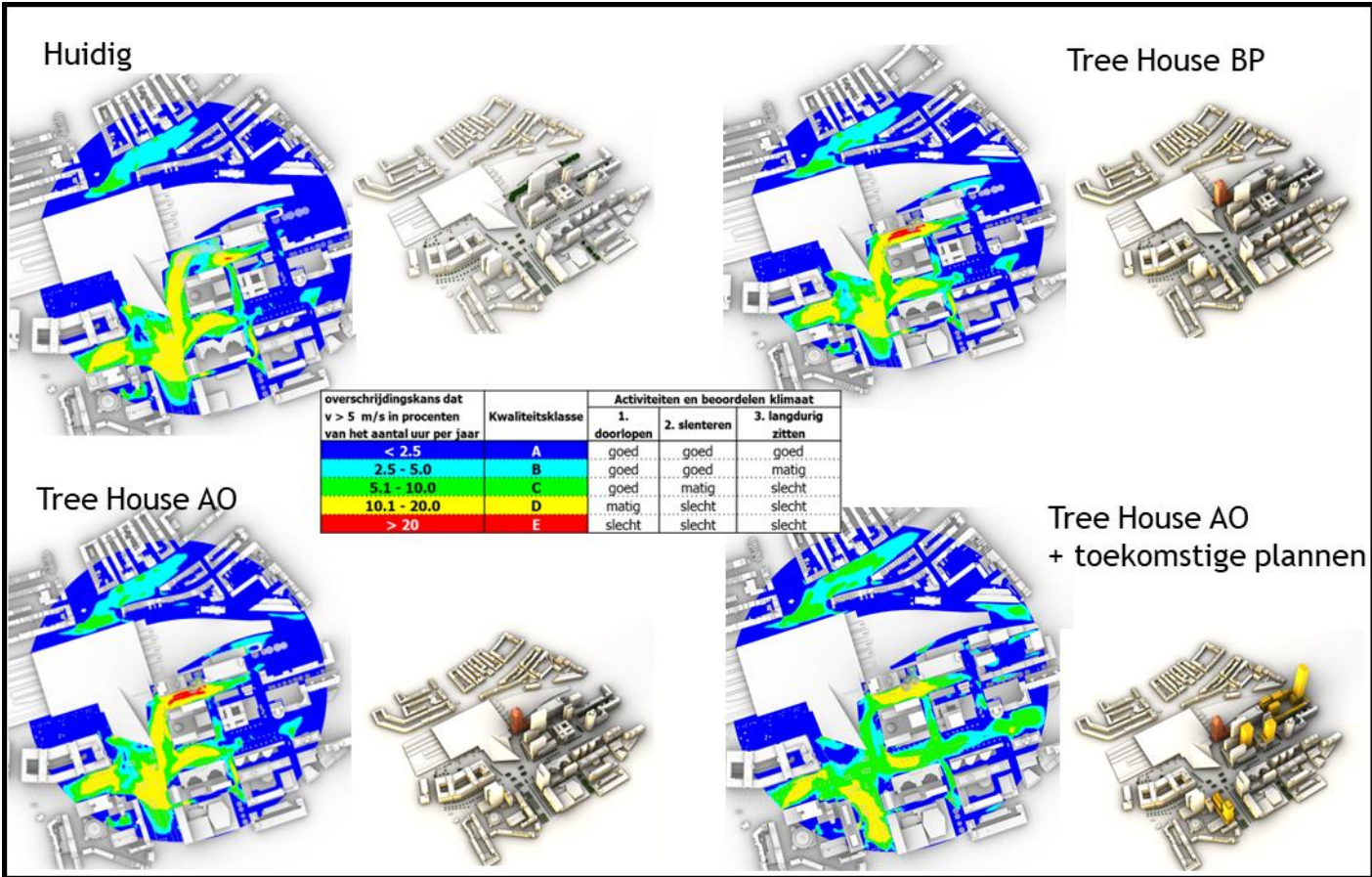
- Huidige situatie (referentie);
- Tree House conform bestemmingsplan in bestaande omgeving (BP) (zalmkleurig in figuur 27);
- Tree House conform Aanvraag Omgevingsvergunning in bestaande omgeving (AO) (zalmkleurig in figuur 27) ;
- Tree House conform Aanvraag Omgevingsvergunning (AO) (zalmkleurig) met toekomstige omgeving (donker- en okergeel in figuur 27).

Voor de opzet en de beoordeling van het onderzoek is uitgegaan van de NEN 8100:2006 nl ‘Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving’.

De resultaten hebben tot een aantal conclusies geleid. Deze worden onderverdeeld in conclusies naar de omgeving en op en rondom het Tree House AO.

Conclusies/aanbevelingen windonderzoek naar de omgeving

- In de huidige situatie heerst er een matig tot slecht windklimaat;
- In de provenierswijk heerst een goed tot matig windklimaat afhankelijk van de gebruiksactiviteiten. Dit verandert niet in de scenario’s met Tree House met of zonder de toekomstige plannen;
- Het verschil in windklimaat tussen Tree House BP en Tree House AO is beperkt tot nihil en wordt hierna verder toegelicht.
- Op het Delftse Plein wordt het windklimaat in vergelijking met de bestaande situatie zowel in de situatie Tree House BP en Tree House AO ongunstiger van klasse C/D naar klasse D/E. Dit slechtere windklimaat is op zich aanvaardbaar omdat het zich met name bevindt ter plaatse van de trambaan.



figuur 27: resultaten windhinder alle varianten

De situatie Tree House AO is overigens beperkt gunstiger. Zo verplaatst het gebied met klasse E en is de afstand tot de gevel van Tree House iets groter in de variant Tree House AO, maar neemt dit gebied in omvang niet toe. Met de toekomstige plannen, en dan met name de bouw van de Modernist wordt het windklimaat weer klasse C/D. Dit is vergelijkbaar met de huidige situatie ter plaatse van Central Post en plaatselijk zelfs beter en gunstiger dan de variant Tree House BP.

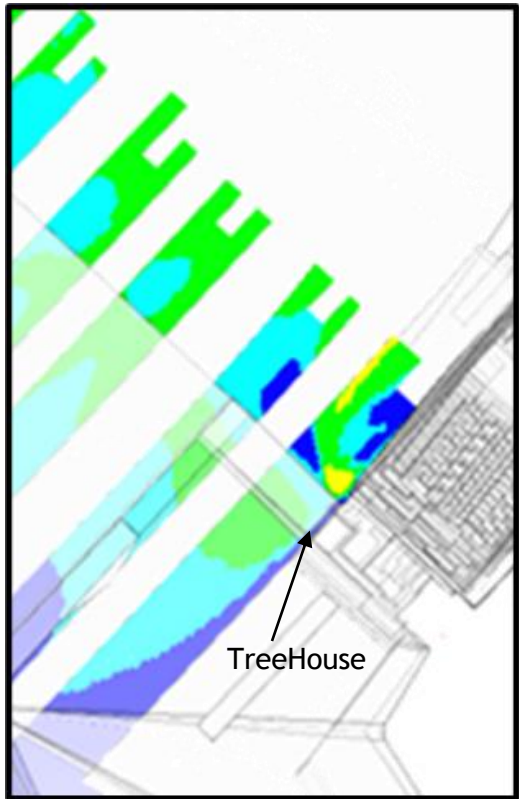
- Op het Stationsplein en het Weena verandert het windklimaat door de variant Tree House BP en Tree House AO niet of nauwelijks in beleving.
- Het oostelijke stationsplein heeft hierbij over het algemeen een windklimaat acceptabel voor doorlopen en het westelijke stationsplein meer acceptabel voor slenteren. De variant Tree House AO laat daarbij in het westelijk entree gebied van Rotterdam Centraal een kleine verbetering zien ten opzichte van de variant Tree House BP. Het Weena heeft bij beide varianten grotendeels een windhinderklasse acceptabel voor doorlopen.
- Het gevaarcriterium wordt in de huidige situatie op het Weena net overschreden. Bij Tree House BP en Tree House AO is dat niet meer het geval. Verder zijn er in de huidige situatie enkele gebieden op het

Weena en op het Delftse Plein met een beperkt risico op windgevaar. Dit is acceptabel als doorloopgebied.

- Rekening houdend met de toekomstige plannen en met name ‘the Modernist’ wordt het windhinderklimaat zowel op het Delftse Plein, het Stationsplein en het Weena een klasse beter en wordt er zowel op het Weena als op het Delftse Plein geen overschrijding van het windgevaar of beperkt risico op windgevaar criterium meer verwacht.
- Op de treinperrons van Rotterdam Centraal gaat het windklimaat van klasse A/B naar B/C op de uiteinden van de perrons zowel bij Tree House BP als Tree House AO. Vanuit comfort oogpunt is op perrons klasse B/C wenselijk. Daaraan wordt overal onder de overkapping en op alle perrons voldaan, met uitzondering van de beperkte gebieden met klasse D op het perron bij spoor 1. Daar ondervindt men meer windhinder en heerst lokaal een beperkt risico op windgevaar. Reizigers hoeven dit deel van het perron niet persé te gebruiken bij ongunstige windcondities omdat zij ook onder de overkapping op hun trein kunnen wachten. Ook hier geldt dat het toevoegen van ‘the Modernist’ het windklimaat licht verbeterd.

Conclusies/aanbevelingen windklimaat rondom Tree House

- De luifel heeft gedurende zo’n 15% van het jaar een gunstige effect op het windklimaat nabij de zuidwesthoek.
- Vanuit windcomfort zouden we adviseren om eventueel schermen/beplanting haaks op de gevel te plaatsen aan de westelijke zijde van de entrees. We begrijpen echter dat dit vanuit de looproute en stedenbouw ongewenst is. Aangezien dit een comfort-eis betreft is zonder deze maatregel de situatie aanvaardbaar.
- Voor horecaterrassen geldt dat wij adviseren deze te plaatsen op gebieden waar windhinderklasse A heerst. Voor zowel de westelijke als de oostelijke horeca zijn hiervoor locaties te vinden op de tribunes.
- De westelijke tribune heeft op de onderste treden een klasse B/C, dit is niet ideaal voor langdurig verblijf, advies is om hier rekening bij te houden met de inrichting van het gebied;
- De meeste balkons en terrassen hebben windklasse A of grotendeels windklasse A waarbij in de berekeningen is uitgegaan van een dichte balustrade van 1.20 meter hoog.



figuur 28: resultaten windhinder perrons

Bijlage 1: Numeriek inlegvel

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Treehouse
Opdrachtgever	ProVast
Projectleider	ir. D. van der Werff
Datum	januari 2023
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	Treehouse en een straal van 400 meter
Kerngebied	Situering bebouwingsplot Tree House
Omgeving	Nabije omgeving
Afmetingen model	LxBxH = ca. 4700 m x 2700 m x 1200 m
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	Ja, jaargemiddeld
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	1. Huidige situatie 2. Treehouse BP + huidige omgeving 3. Treehouse AO + huidige omgeving 4. Treehouse AO + toekomstige scenario
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Simscale (Pacefish), Lattice Boltzmann Solver
Algemeen	Driedimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Afhankelijk van variant variëren tussen de 20 miljoen en 40 miljoen cellen
Turbulentiemodellering	Expliciete turbulentie plus gemodelleerde turbulentie met een turbulentie model (wanneer grid te groot is voor modelleren turbulentie en nabij de wanden)
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Uitlaat	Ongedwongen (geen drukverschil)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 1$ meter voor stedelijk gebied
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=092034 Y=437760
Drempelsnelheid hinder	5 m/s
Drempelsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Algemeen, afhankelijk van uiteindelijke functie-indeling
Gepresenteerde resultaten	Rapport: plots van kwaliteitsklassen voor windhinder en windgevaar, analyse van windsnelheden rondom Tree House, in de bijlage 4 bijdrage windhinder per windrichting en in bijlage 5 de expliciete windhinderbijdragen

Bijlage 2: Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In de beoordeling van het windklimaat wordt rekening gehouden met deze tabel.

Windsnelheid [m/s]	Effect
< 5	geen effecten waarneembaar
5 - 10	enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

Vanaf een lokale windsnelheid van 5 m/s (vergelijkbaar met een "matige wind") zijn effecten merkbaar, zoals haar dat in de war raakt.

Vanaf een lokale windsnelheid van 15 m/s (vergelijkbaar met harde tot stormachtige wind) ontstaat moeite met lopen. Opgemerkt wordt dat hier gesproken wordt over windsnelheden op ooghoogte.

Activiteiten

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt niet alleen rekening gehouden met de windsnelheid, maar wordt ook rekening gehouden met de activiteit die men onderneemt. Bij lopen of wandelen heeft men minder snel last van de wind, dan bij het slenteren op de markt langs de marktkraampjes, of bij afscheid nemen bij de voordeur. Zittend op het terras is men daarentegen weer gevoeliger voor het windklimaat. Bij de beoordeling wordt daarom rekening gehouden met drie activiteiten, te weten:

- Doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen.
- Slentergebieden: hierbij kan met denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur.
- Plaats voor langdurig zitten. Hierbij kan men denken aan een bankje in het park.

Opgemerkt wordt dat de activiteiten dus plaatsgebonden zijn.

Het windklimaat wordt in een onderzoek voor twee verschillende aspecten beoordeeld:

- windgevaar
- windhinder

Windgevaar

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 15 m/s. In de norm wordt het acceptabel geacht dat deze windsnelheid maximaal 0.05% (ongeveer 4 uur per jaar) voorkomt. Komt deze windsnelheid meer dan 0.3% per jaar voor dan spreekt met van 'windgevaar'. In het tussenliggende gebied (tussen de 0.05% en de 0.3%) is er sprake van een 'beperkt risico'.

Beperkt risico wordt aanvaardbaar geacht voor doorloopgebieden, maar niet voor slentergebieden. Als beperkt risico optreedt in slentergebieden, dan moeten ook hier maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.

Wanneer er sprake is van windgevaar moeten maatregelen worden getroffen door de gebouwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied. Windgevaar op plaatsen waar mensen zich kunnen bevinden moet voorkomen worden. Windgevaar kun je daarom een 'veiligheidseis' noemen.

Windhinder

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 5 m/s. De beoordeling van windhinder is afhankelijk van hoe vaak deze windsnelheid per jaar optreedt. De tijdsduur dat dit optreedt, is verdeeld in vijf klassen van minder dan 2.5% (klasse A) t/m meer dan 20% (klasse E). Hoe deze klasse beoordeeld wordt, is afhankelijk van de activiteit. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

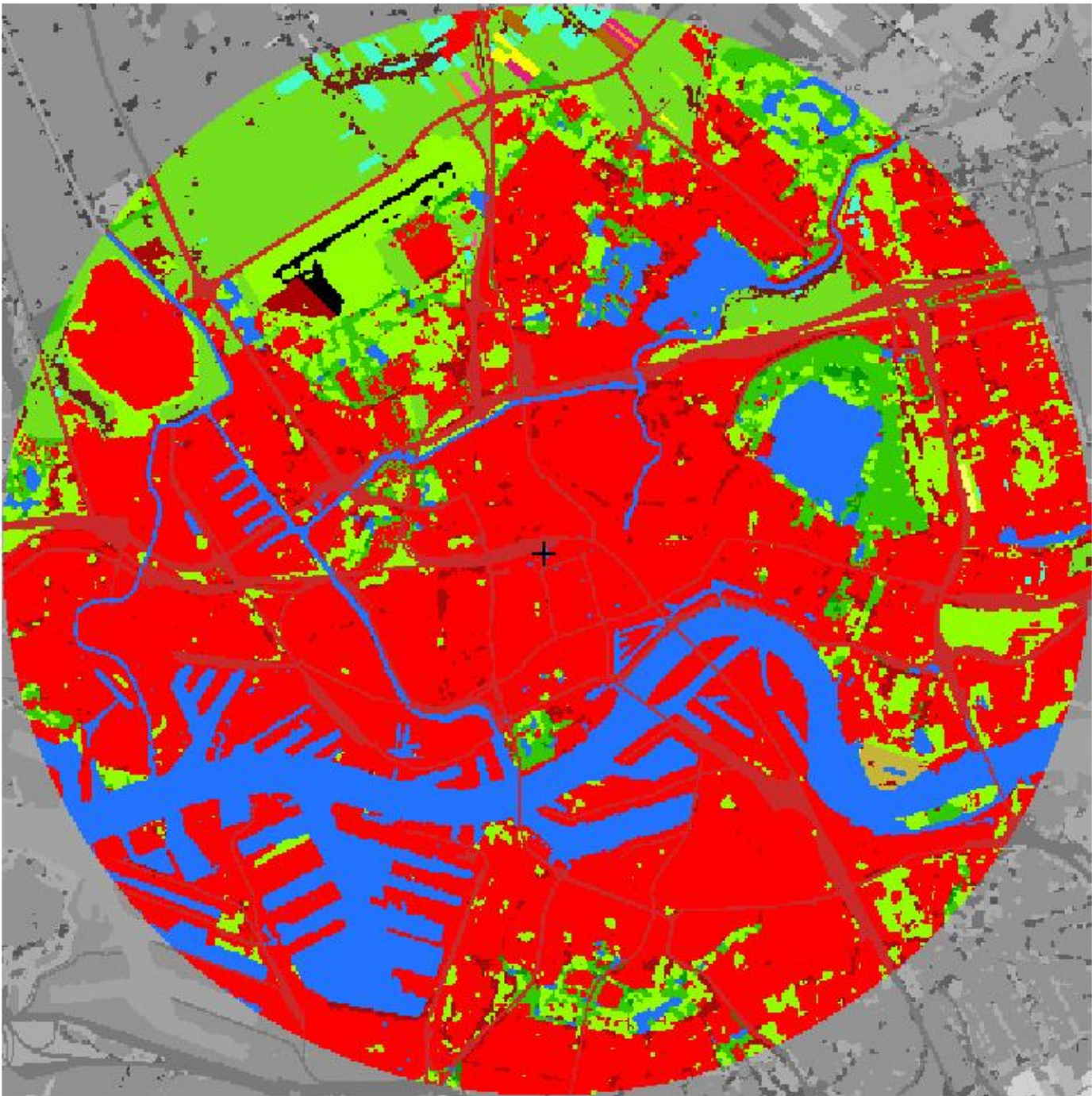
Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied welke maatregelen hij wil treffen om het comfort te verhogen. Windhinder kun je daarom een 'comforteis' noemen.

Bij doorloopgebieden (bijvoorbeeld op het trottoir of op straat) is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 1.5 dag per week (> 20% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je haar in de war kan raken (snelheid meer dan 5 m/s). Bij een matig windklimaat is dit ¼ à 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan ¾ dag per week.

Op een terras is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 0.5 dag per week (> 5% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je papieren van je tafeltje wegwaaien. Bij een matig windklimaat is dit ¼ a 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan ¼ dag per week.

Overschrijdingskans dat v > 5 m/s in procenten van het aantal uur per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht

Bijlage 3: Windstatistiek en terreinruwheid bij project



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

Windsnelheid in		Distributief in percentages per windrichting op 60 meter hoogte												
m/s		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	totaal
0	0.9	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	2.3%
1	1.9	0.6%	0.7%	0.6%	0.6%	0.5%	0.6%	0.7%	0.7%	0.8%	0.7%	0.6%	0.5%	7.6%
2	2.9	0.9%	1.0%	1.0%	0.8%	0.8%	0.9%	1.1%	1.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.7%	11.5%
3	3.9	1.0%	1.2%	1.1%	1.0%	0.9%	1.1%	1.3%	1.6%	1.5%	1.2%	0.9%	0.9%	13.7%
4	4.9	0.9%	1.1%	1.3%	1.1%	0.8%	1.0%	1.4%	1.9%	1.8%	1.3%	0.9%	0.9%	14.4%
5	5.9	0.8%	1.0%	1.1%	0.9%	0.7%	0.8%	1.4%	1.9%	1.9%	1.1%	0.8%	0.7%	13.1%
6	6.9	0.6%	0.8%	0.9%	0.6%	0.5%	0.5%	1.2%	1.8%	1.8%	1.0%	0.7%	0.6%	10.8%
7	7.9	0.4%	0.5%	0.6%	0.4%	0.3%	0.4%	1.0%	1.7%	1.6%	0.8%	0.5%	0.4%	8.5%
8	8.9	0.2%	0.3%	0.4%	0.3%	0.2%	0.2%	0.7%	1.4%	1.3%	0.6%	0.4%	0.3%	6.3%
9	9.9	0.1%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.1%	0.5%	1.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.2%	4.4%
10	10.9	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.4%	0.9%	0.7%	0.3%	0.1%	0.1%	3.0%
11	11.9	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.6%	0.5%	0.2%	0.1%	0.1%	1.9%
12	12.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.4%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	1.1%
13	13.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.7%
14	14.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
15	15.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
16	16.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
17	17.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
18	18.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
19	19.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20	20.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
21	21.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
22	22.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
totaal		5.7%	7.2%	7.8%	6.2%	4.9%	6.1%	10.4%	15.7%	15.1%	8.9%	6.2%	5.8%	100.0%

Bijlage 4: Resultaten windhinderbijdrage voor huidige situatie (variant 1)



Bijlage 4: Resultaten windhinderbijdrage voor variant Tree House BP



Bijlage 4: Resultaten windhinderbijdrage voor variant Treehouse AO



Bijlage 4: Resultaten windhinderbijdrage voor variant Treehouse AO + toekomst



Bijlage 5: Resultaten expliciete windhinderbijdrage

