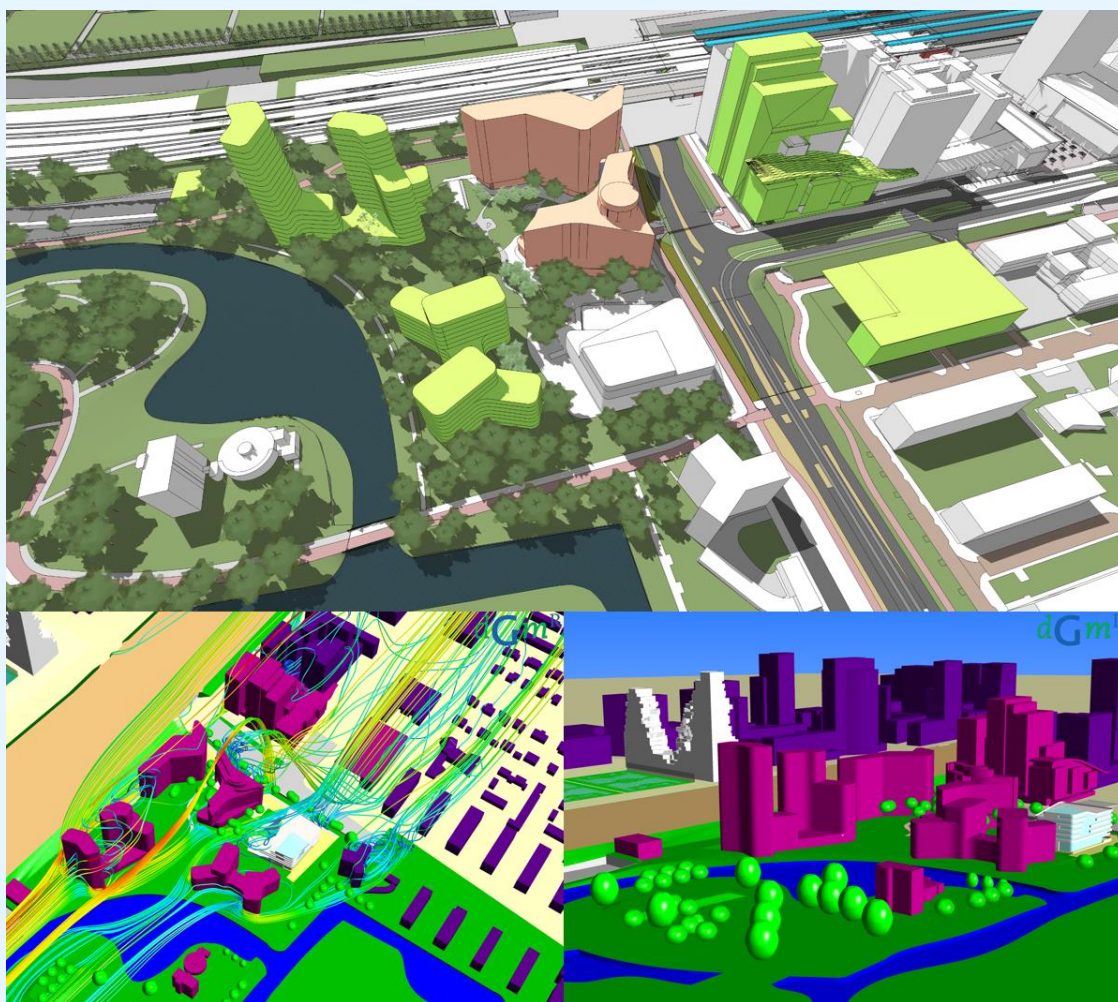


Windonderzoek Beethoven fase 2

Onderbouwing bestemmingsplan

Status	definitief
Versie	001
Rapport	B.2016.0981.01.R001
Datum	22 december 2016



Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam Zuidas
Contactpersoon	de heer P. Geleijnse
Project	Bestemmingsplan Beethoven fase 2
Betreft	windonderzoek
Uw kenmerk	-
Rapport	B.2016.0981.01.R001
Datum	22 december 2016
Versie	001
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
Informatie	ir. D. (Dimitri) van der Werff 088 346 76 57 dwr@dgmr.nl
Auteur	ir. D. (Dimitri) van der Werff 088 346 76 57 dwr@dgmr.nl
Verantwoordelijk	ing. G. (Gertjan) Verbaan 088 346 76 50 vb@dgmr.nl
Verwerkt door	VB/BRA

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Criteria	5
2.1 Kader	5
2.2 Windhinder	5
2.3 Windgevaar	6
3. Onderzoeksmethodiek	8
3.1 Situatie en model	8
3.2 CFD	12
3.3 Wind en ruwheid	12
4. Resultaten	13
4.1 Windgevaar	13
4.2 Windhinder	13
4.3 Luchtsnelheden- en stromingen bij bepaalde windrichtingen	15
5. Conclusie	19

Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek voor gebouwlocatie
Bijlage 4	Terreinruwheid tot 6 km rond van de gebouwlocatie

1. Inleiding

In opdracht van Dienst Zuidas van de gemeente Amsterdam heeft DGMR voor Beethoven fase 2 een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de onderbouwing van het bestemmingsplan.

In dit rapport zijn de uitgangspunten, de meetmethode, de toetsingscriteria en de resultaten gepresenteerd van de beproefde modelconfiguratie. De resultaten zijn beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Het doel van het onderzoek is de impact op het windklimaat van de voorkeursverkaveling van het bestemmingsplan van Beethoven fase 2 op de omgeving inzichtelijk te maken.

Voor het onderzoek is een 3D-model van de voorkeursverkaveling en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorgerekend. Het onderzoek is uitgevoerd met CFD (Computational Fluid Dynamics), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Rond het project is op hoofdhoogte de windsnelheid bepaald bij twaalf verschillende windrichtingen. Op basis van de statistische meteogegevens (conform de NPR 6097) zijn de windsnelheden verwerkt tot gemiddelde snelheden per jaar en gemiddelde overschrijdingskansen per jaar. Deze overschrijdingskansen zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar.

Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de criteria voor het windklimaat besproken. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten. Vervolgens worden de resultaten in hoofdstuk 4 geanalyseerd. In hoofdstuk 5 volgt de conclusie.

2. Criteria

Er is geen formele, landelijk vastgestelde eis voor windhinder en windgevaar, wel zijn er grote gemeenten met richtlijnen op dat gebied.

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling veelal gebruik gemaakt van de NEN 8100. Aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' wordt het windklimaat bepaald. Dit wordt uitgedrukt in overschrijdingskansen per jaar (in procenten) dat de windsnelheid boven een bepaalde waarde ligt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

2.1 Kader

De nota Hoogbouw, Beleid en Instrument (2005) is in juni 2005 als aanvullend toetsingskader op het structuurplan "Kiezen voor stedelijkheid" door de gemeenteraad Amsterdam vastgesteld.

Het belangrijkste doel van het Amsterdamse hoogbouwbeleid is een zorgvuldige inpassing van hoogbouwinitiatieven in de bestaande structuren van de stad. Daarbij is de landschappelijke inpassing een aspect dat, zodra er sprake is van een zekere impact op het stadslandschap, een stedelijke afweging behoeft. In de nota wordt aangegeven voor welke hoogbouwplannen dit geldt. Een hoogbouwrapportage (rapportage over de effecten van een hoogbouwinitiatief zoals impact op stedenbouwkundige en landschappelijke structuren, windhinder, schaduwwerking etc.) wordt aanbevolen, maar is niet langer verplicht. Een landschapsstudie wordt in het vervolg ter kennisneming naar de leden van raadscommissie gestuurd.

De Zuidas is aangewezen als grootstedelijk hoogbouwcluster. Bij bouwhoogtes groter dan 90 meter is aangegeven dat een landschapsstudie aan de centrale raadscommissie wordt gezonden. In dit geval voor Beethoven fase 2 hoeft er geen integrale HER naar de centrale raadscommissie te worden gestuurd ter beoordeling. Ondanks dat een HER dus niet verplicht is wordt het wel dringend geadviseerd tegen de achtergrond van het feit dat een goede ruimtelijke onderbouwing en onderzoek naar ruimtelijke effecten altijd noodzakelijk zijn.

2.2 Windhinder

In deze paragraaf gaan we dieper in op de overschrijdingskansen en waardering van kwaliteitsklassen.

2.2.1 Overschrijdingskansen

Wanneer mensen hinder ondervinden ten gevolge van wind, is er sprake van windhinder. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid op hoofdhoogte bepaald. Als uurgemiddelde windsnelheid voor het bepalen van de windhinder wordt 5 m/s op hoofdhoogte als behaaglijkheidsgrens gehanteerd. Bij deze gemiddelde windsnelheid blijkt het gedrag van mensen door de wind te worden beïnvloed (zie ook tabel 1). Hierbij is tevens rekening gehouden met optredende windvlagen.

tabel 1: windeffecten op voetgangers

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

De overschrijdingsfrequentie van de windsnelheidsgrens van 5 m/s is dan het totaal aantal uren per jaar dat het ter plaatse van het meetpunt harder waait dan 5 m/s. Dit aantal uren wordt over alle

windrichtingen gesommeerd en omgerekend naar het procentueel voorkomen per jaar van een hogere windsnelheid dan 5 m/s. Dit wordt de overschrijdingskans genoemd.

De uurgemiddelde windsnelheden worden bepaald volgens de NPR 6097¹. Deze NPR gaat uit van alle bekende gemeten windsnelheden van de afgelopen 40 jaar op verschillende plaatsen in ons land.

2.2.2 Waardering van kwaliteitsklassen

De grootte van de overschrijdingskans bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt. Er zijn vijf kwaliteitsklassen, A t/m E gedefinieerd, waarbij klasse A overeenkomt met de kleinste overschrijdingskans en klasse E met de grootste overschrijdingskans.

De waardering van een kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteitenklasse. Voor elke plaats/bestemming behoort te worden nagegaan welke activiteit ter plaatse zal overheersen. Er worden drie activiteiten onderscheiden:

1. doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein;
2. slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang;
3. langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

Dit onderscheid wordt gemaakt omdat de gevoeligheid van personen voor windhinder mede afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. In een park of speeltuin is zodoende een rustiger windklimaat gewenst dan op een parkeerplaats. De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 2 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

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

Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

2.3 Windgevaar

Er is sprake van een gevaarlijke situatie indien 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 23 m/s op hoofdhoogte.

Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 3.

¹ NPR 6097:2006 nl 'Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland'

tabel 3: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)

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

Situaties waarvoor een overschrijdingskans tussen de 0.05 en 0.30 % geldt, mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 ('doorlopen'). Situaties met een overschrijdingskans in ≥ 0.30 % zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde 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.

3. Onderzoeksmethodiek

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodiek toegelicht. Allereerst zijn het 3D-model en de bijbehorende omgeving belicht. Vervolgens is kort toegelicht wat CFD inhoudt. Verder is dieper ingegaan op wind en ruwheid.

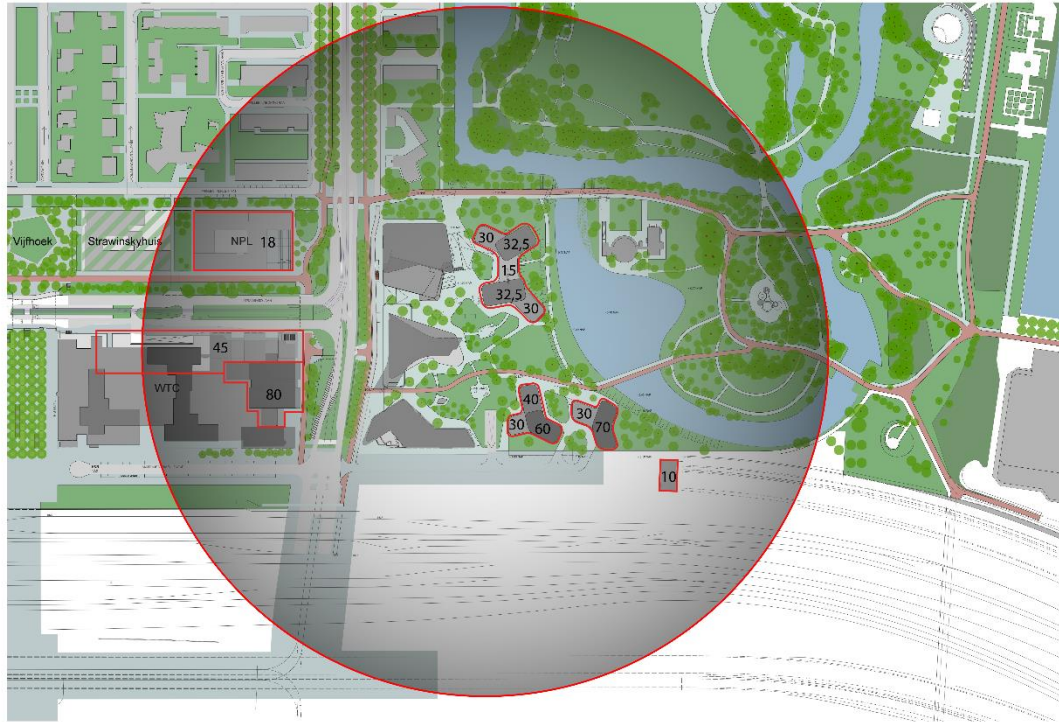
3.1 Situatie en model

Het model is gebaseerd op de 3d-Sketchup model van 21 november 2016 van de uitgevulde voorkeursverkaveling voor het bestemmingsplan van Beethoven fase 2. Tevens is rekening gehouden met de recente plannen voor WTC en Winterthur/Nationale Postcodeloterij zoals aangegeven in deze sketchup. Een 3D-overzicht van het plangebied is in figuur 1 geïllustreerd.



figuur 1: sketchup-model van 21 november 2016 (met relevante gebouwen in geelgroen)

De maximale hoogtes van de voorkeursverkaveling van het bestemmingsplan voor Beethoven fase 2 en voor de nieuwe plannen van WTC en NPL zijn weergegeven in figuur 2. Wat hierin opvalt is dat het noordelijke plan binnen de voorkeursverkaveling van Beethoven fase 2 een maximale hoogte heeft van 32,5 meter. Het zuidelijke plan heeft met een toren van 70 en 60 meter duidelijk een grotere impact wat betreft stedelijke massa. Ook de maximale hoogte van het nieuwe plan van WTC te weten 80 meter zal impact hebben op het windklimaat.

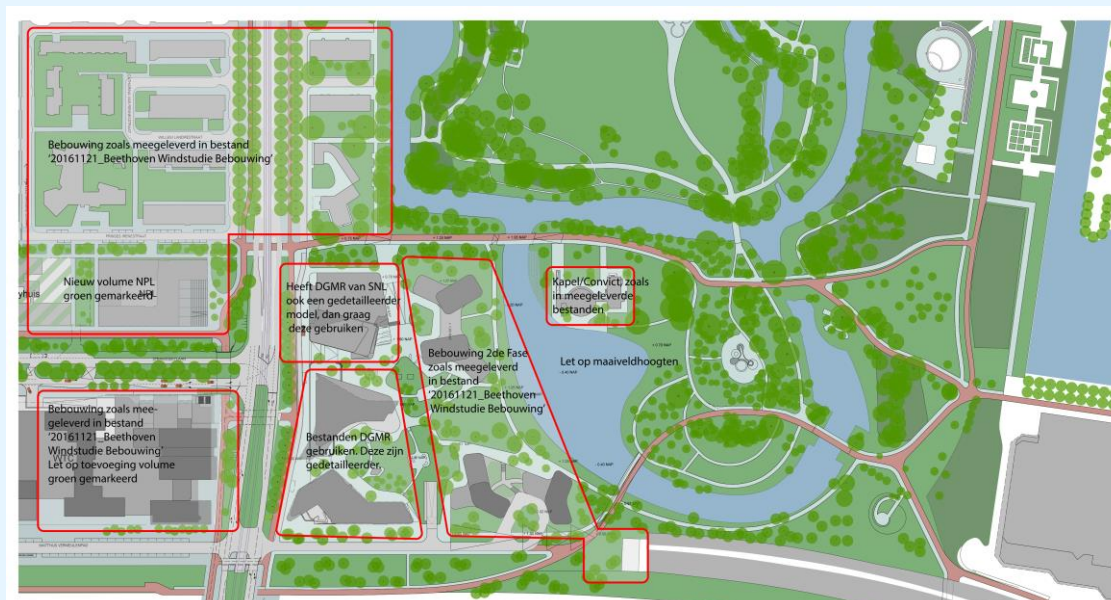


figuur 2: maximale hoogtes nieuwe bestemmingsplan Beethoven fase 2, WTC en NPL

Met betrekking tot de gebouwen Akzo, Stibbe en het Sint-Nicolaas Lyceum (SNL) wordt gebruikgemaakt van de modellen die reeds in bezit van DGMR zijn op basis van eerdere windstudies. Een andere omgeving zoals is aangegeven in figuur 3 is gemodelleerd aan de hand van de geleverde sketch-up en modellen binnen DGMR van eerdere windstudies binnen de Zuidas. Voor de bomen aan de Beethovenstraat en rond de gebouwen van Akzo, Stibbe en SNL geldt dat die worden opgenomen zoals deze reeds door DGMR in eerdere studies zijn gemodelleerd.

Voor de aangegeven bomen in het Beatrixpark in figuur 4 zijn van de vier boomsoorten de drie grootste meegenomen. De bomen zijn als volgt gemodelleerd:

- De grootste bomen hierin zijn circa 24 meter hoog, waarbij de kroon op 10 meter vanaf maaiveld begint.
- De middelmaat bomen zijn circa 15 meter hoog, waarbij de kroon op 5 meter vanaf maaiveld begint.
- De kleine bomen zijn circa 10 meter hoog, waarbij de kroon op 3 meter vanaf maaiveld begint.
- De kleinste bomen die zijn ingetekend, zijn geen bomen maar struweel, en zijn niet meegenomen in het model.

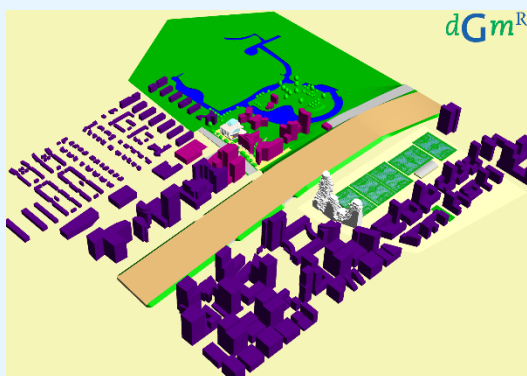


figuur 3: overzicht te gebruiken modellen plangebied



figuur 4: overzicht gemodelleerde bomen in plangebied

Voor de overige omgeving zijn met het sketch-up model van de gemeente van 21 november 2016, de bestanden reeds in bezit van DGMR en bingmaps en googlemaps gevormd. Dit heeft uiteindelijk geleid tot het model zoals hieronder weergegeven.



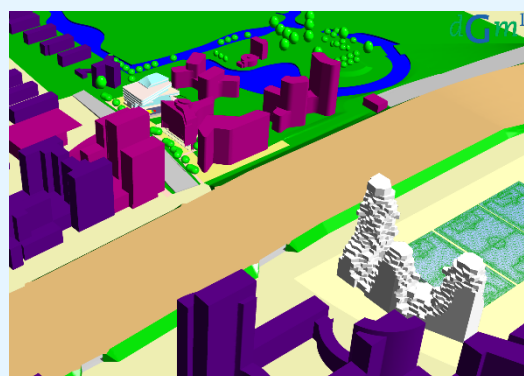
figuur 5: overzicht totale CFD-model



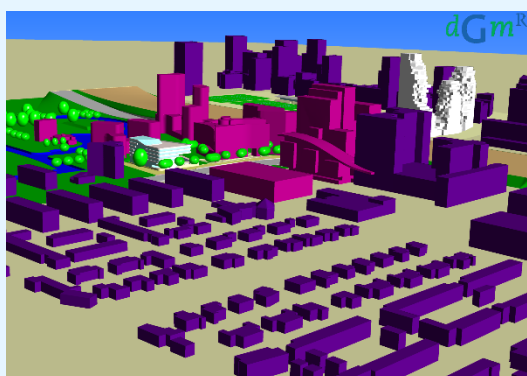
figuur 6: bovenaanzicht CFD-model



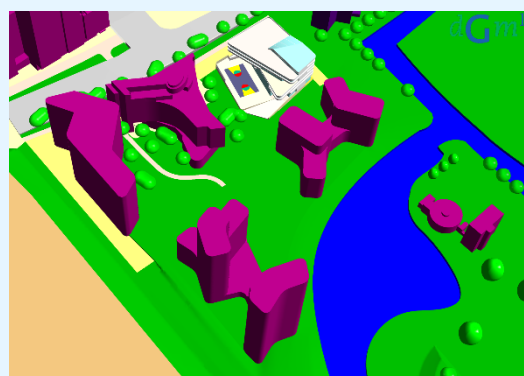
figuur 7: model vanuit het noordoosten



figuur 8: model vanuit het zuidwesten



figuur 9: model vanuit het noordwesten



figuur 10: vogelvlucht perspectief plangebied Beethoven

3.2 CFD

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van de methode Computational Fluid Dynamics, kortweg CFD genaamd. CFD maakt gebruik van numerieke rekenmodellen en algoritmes voor het oplossen en analyseren van problemen waarin stromingen van vloeistoffen en gassen een rol spelen. In dit geval wordt met deze methode inzicht verkregen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket CFX versie 16.2. Het gebruik van CFD staat beschreven in de NEN 8100. De berekeningen zijn uitgevoerd met het RNG $k-\epsilon$ turbulentiemodel.

3.2.1 Nauwkeurigheid

De berekeningen zijn voldoende geconvergeerd, dat wil zeggen dat de numerieke fout voor de drukvariabele en de snelheidsvariabelen onder de 10^{-3} ligt. Voor de turbulentievariabelen ligt deze rond deze waarde. Bovendien is een aantal monitorpunten opgenomen om te zien of de waarden van variabelen constant genoeg zijn.

In de NEN 8100 staat de nauwkeurigheid van CFD en windtunnelonderzoeken beschreven. Daarin wordt de inschatting van de fout in de voorspelling van de overschrijdingskans (p) gegeven. Deze geldt als de lokale snelheid zich boven de 5 m/s bevindt. In tabel 4 wordt deze weergegeven.

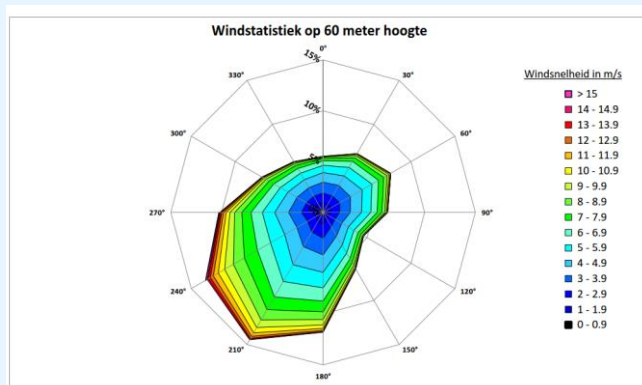
tabel 4: standaarddeviatie δ van de fout in de overschrijdingskans (p)

overschrijdingskans:	2.5%	5.0%	10.0%	20.0%
p ($V_{lok} > 5$ m/s) in procenten van het aantal uren per jaar				
standaarddeviatie δ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar	0.8%	1.5%	2.4%	3.1%

3.3 Wind en ruwheid

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 behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 m hoogte bepaald kan worden. De statistiek wordt daarbij gecorrigeerd voor ruwheden in het landschap. Bij de randvoorwaarden in de CFD-berekening is een ruwheidslengte aangehouden van $z_0 = 1$ m (stedelijk gebied) voor het landinwaartse gebied.

In bijlagen 3 en 4 zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden. Hieronder wordt in figuur 11: windroos rond plangebied) de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



figuur 11: windroos rond plangebied

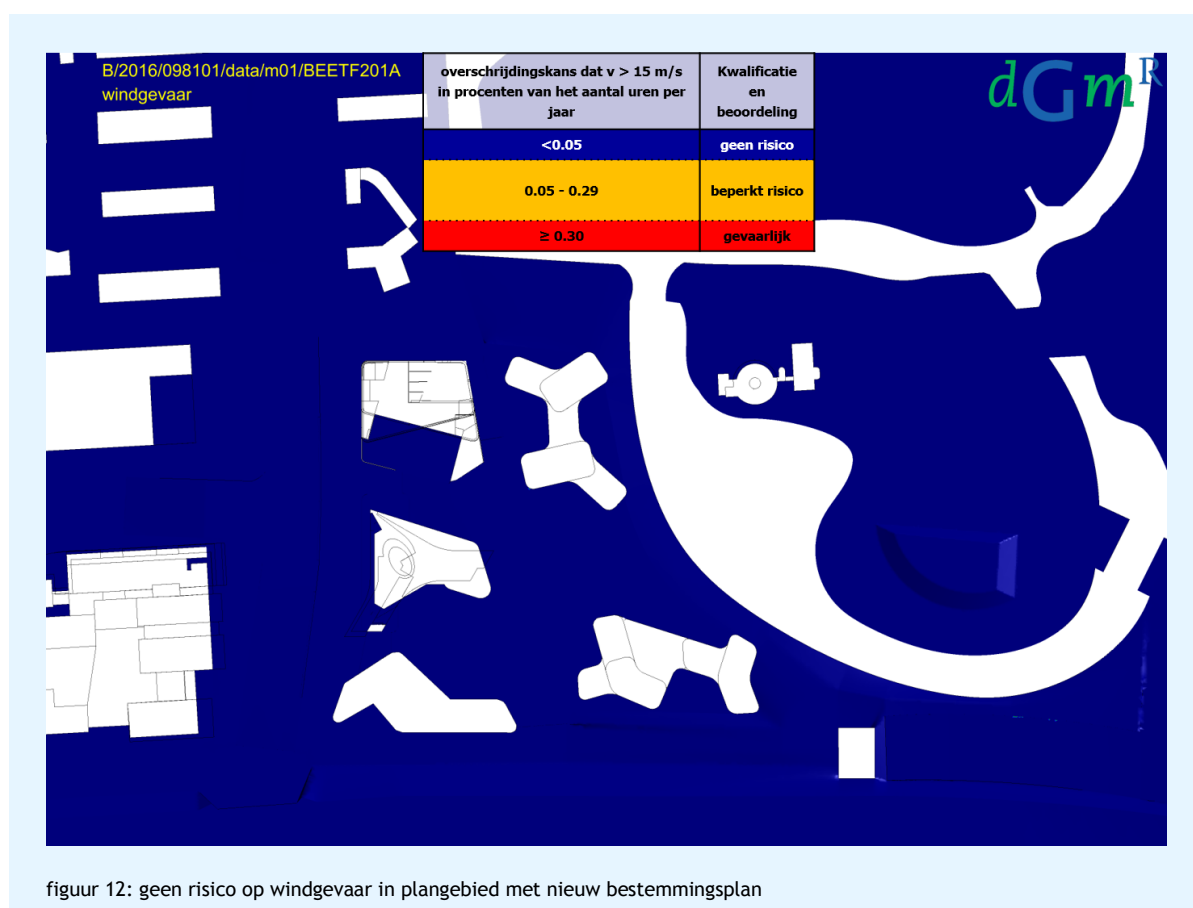
4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek de uitgevulde voorkeursverkaveling van het plangebied Beethoven fase 2 gepresenteerd. Tevens zijn in het model de gebouwen van de eerste fase van het plangebied opgenomen: Akzo en Stibbe. Ook het Sint Nicolaas Lyceum is opgenomen als de plannen voor WTC en de Nationale Postcodeloterij/Winterthur aan de westelijke zijde van de Beethovenstraat tegenover het plangebied. Aandacht zal liggen op de kwalificaties windgevaar en windhinder.

De resultaten zijn gevisualiseerd op maaiveld. Alle doorsneden zijn op 1.75 m boven het desbetreffende oppervlak. Het noorden is in alle visualisaties naar boven gericht.

4.1 Windgevaar

Het windonderzoek toont aan dat er geen windgevaar is of risico tot windgevaar met het nieuwe bestemmingsplan voor Beethoven fase 2.

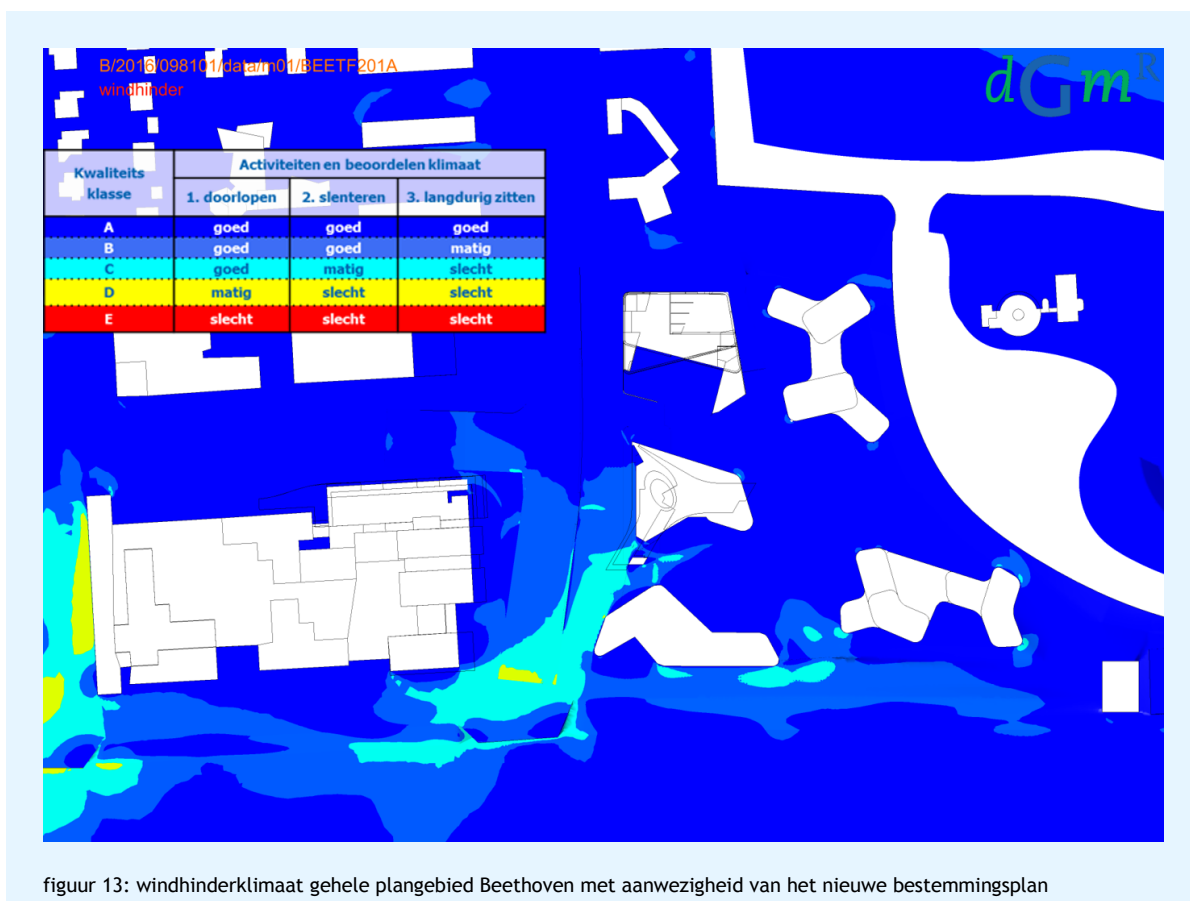


4.2 Windhinder

In deze paragraaf wordt dieper ingegaan op de impact van het nieuwe bestemmingsplan op het windhinderklimaat. Eerst wordt het hele plangebied Beethoven beschouwd, vervolgens is ingezoomd op het windhinderklimaat in fase 2.

4.2.1 Beeld gehele plangebied Beethoven

In deze paragraaf wordt de impact van het nieuwe bestemmingsplan op het gehele plangebied Beethoven beschouwd (zie onderstaande figuur).

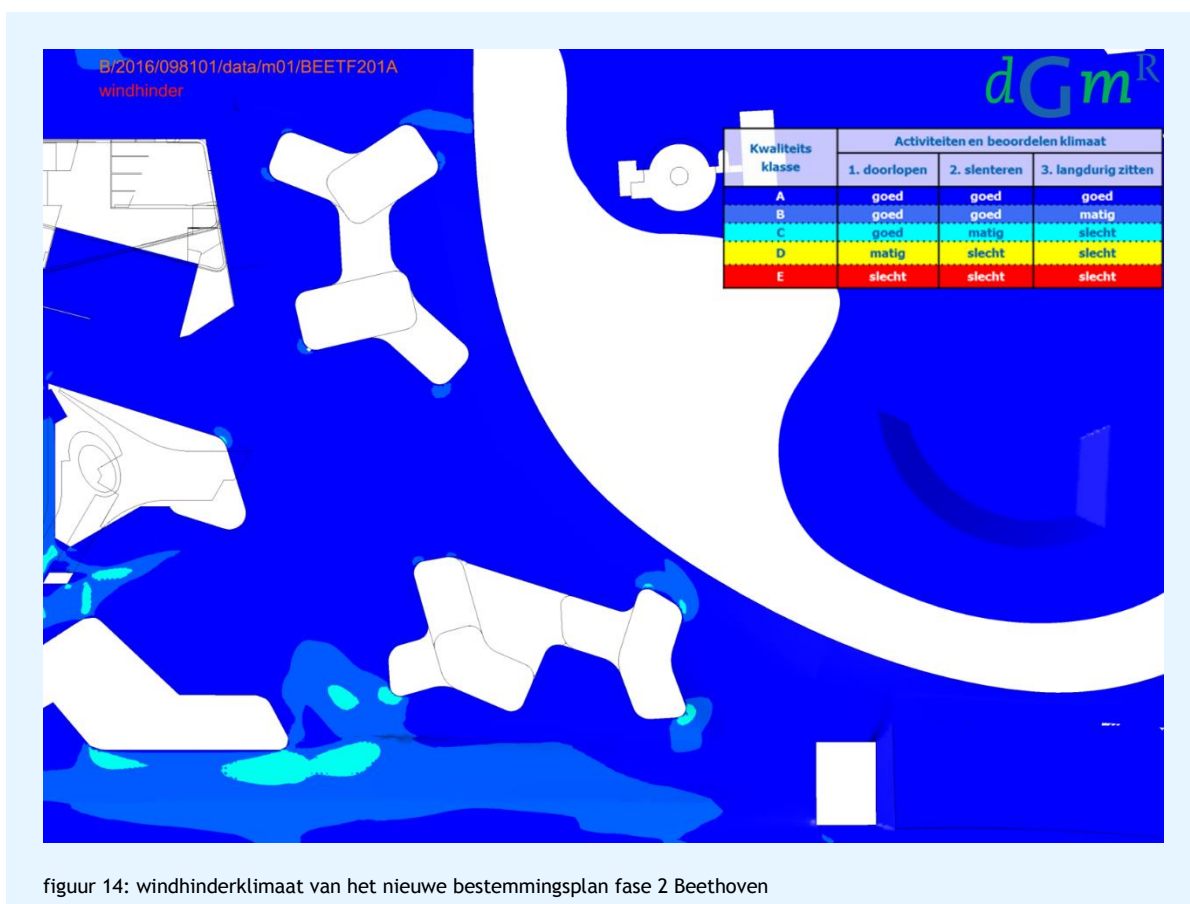


Het algemene beeld is dat er een zeer acceptabel windklimaat heerst in het plangebied Beethoven.

Tussen de zuidoosthoek van het nieuwe plan van WTC en Akzo valt een klasse D gebied te zien. Dit gebied betreft de Beethovenstraat en zal als doorloopgebied een acceptabel windklimaat hebben. Het windklimaat tussen Stibbe en Akzo is in eerdere windonderzoeken een aandachtspunt geweest. In deze situatie is het windhinderklimaat met klasse B/C ook zeer acceptabel. De verbetering van het windklimaat hier is moeilijk te definiëren aangezien er geen overige varianten zijn doorgerekend. De verwachting is dat de verbetering een effect is van verschillende aspecten: het nieuwe plan van WTC, de bomen aan de Beethovenstraat en de aanwezigheid van het nieuwe bestemmingsplan van Beethoven fase 2. Het grotere volume van het WTC geeft meer beschutting voor wind afkomstig vanuit het zuidwesten en westen. De bomen aan de Beethovenstraat zorgen voor meer weerstand zodat de lucht liever een andere route kiest. De toevoeging van fase 2 van het plangebied Beethoven genereert eveneens meer weerstand bij een zuidwestenwind doordat er meer massa achter Akzo en Stibbe aanwezig is.

4.2.2 Beeld rondom fase 2 van het plangebied

In deze paragraaf wordt er meer ingezoomd op het windhinderklimaat in fase 2 van het plangebied Beethoven met daarin centraal de 'uitgevulde' voorkeursverkaveling.



figuur 14: windhinderklimaat van het nieuwe bestemmingsplan fase 2 Beethoven

Het noordelijke plan van de uitgevulde voorkeursverkaveling van fase 2 van Beethoven heeft rondom een goed windklimaat (klasse A/B). Voor het zuidelijke plangebied over het algemeen ook een goed windklimaat. Rondom de zuidoost- en zuidwesthoek en tussen de zuidwesthoek en Akzo heerst een klimaatklasse C met name door de zuidenwind. Ook rondom de noordoosthoek van het zuidelijke bestemmingsplan van fase 2 valt een klasse C windklimaat te verwachten. In dit geval door de statistisch minder voorkomende oostenwind. Vanuit het oosten heeft de wind redelijk vrij spel om de toren van 70 meter aan te stromen. Dit zal in de volgende paragraaf duidelijker worden. Voor deze hoeken zal het dus een aandachtspunt zijn hier geen entrees te plaatsen of maatregelen te treffen om een beter windklimaat te krijgen. Verder geeft het onderzoek aan dat in het Beatrixpark een zeer goed windhinderklimaat is te verwachten (klasse A).

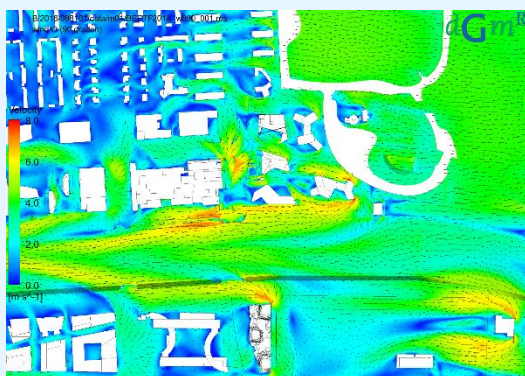
4.3 Luchtsnelheden- en stromingen bij bepaalde windrichtingen

In deze paragraaf is de insteek om wat meer gevoel te geven bij de resultaten. Een goed windhinderklimaat (klasse A of B) betekent namelijk niet dat het windstil is. Bedenk hierbij goed dat aan de classificering van het windhinderklimaat in NEN 8100 een lokale statistiek (zie figuur 11) en een overschrijdingskans van een windsnelheid van 5 m/s ten grondslag ligt. Er wordt in de volgende subparagrafen ingezoomd op een aantal windrichtingen die de hoogste windsnelheden genereren binnen het plangebied Beethoven.

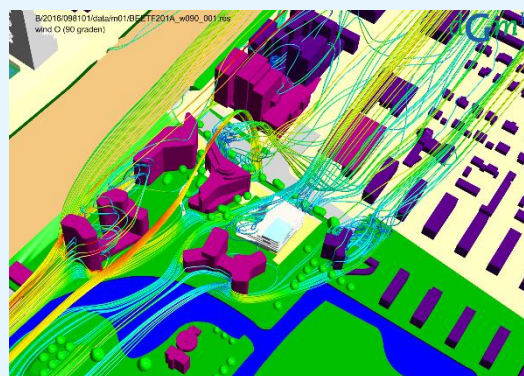
4.3.1 Oostenwind

De oostenwind komt op basis van de statistiek slechts 6% voor per jaar en ontbeert echte heel hoge windsnelheden en zal daardoor weinig effect hebben in de windhinderanalyse.

Omdat bij deze windrichting fase 2 van Beethoven redelijk vrij (qua voorland) kan worden aangestroomd kan hier met name bij het zuidelijke plan van Beethoven fase 2 bij de zuid- en noordoosthoek veel wind worden verwacht doordat de wind tegen de 70 meter hoge toren aanstroomt en vervolgens naar beneden valt en via de hoeken om het gebouw in westelijke richting stroomt. Dit wordt geïllustreerd in de volgende figuren.



figuur 15: luchtsnelheden bij oostenwind

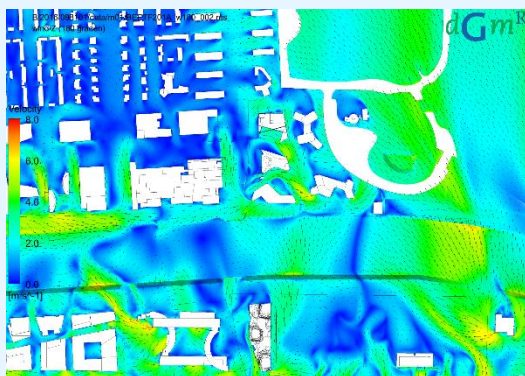


figuur 16: stroomlijnen van de wind bij oostenwind

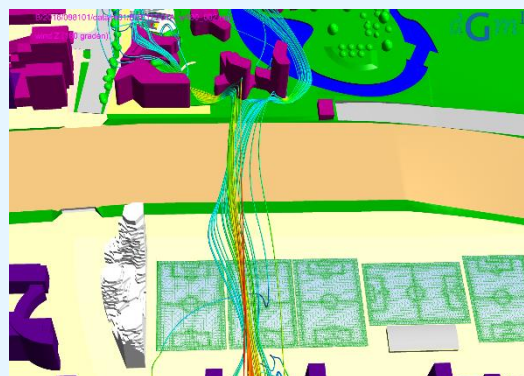
Op het windhinderklimaat heeft dit uiteindelijk een windklimaat bij de noord- en zuidoosthoek van klasse C tot gevolg.

4.3.2 Zuidenwind

De zuidenwind komt op basis van de statistiek ter plaatse van de planlocatie ongeveer 12% voor per jaar. Vanuit het zuiden kan ook bij deze windrichting het zuidelijke plan redelijk vrij worden aangestroomd met eenzelfde effect als bij oostenwind voor de zuidoosthoek en de zuidwesthoek van het zuidelijke plan (te weten een windhinderbeeld van klasse C). Ook tussen het zuidelijke plan en Akzo zal het windklimaat door de combinatie van valwinden bij Akzo en het zuidelijke plan (dan met name de toren van 60 meter) en de relatief smallere doorgang tot hogere windsnelheden leiden. In de volgende figuren wordt dit verduidelijkt.



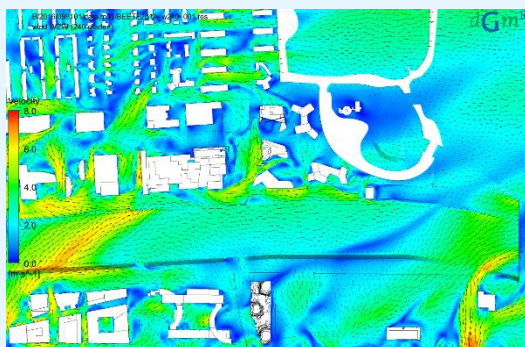
figuur 17: luchtsnelheden bij zuidenwind



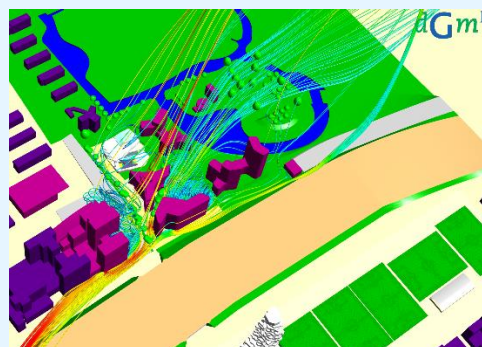
figuur 18: stroomlijnen van de wind bij zuidenwind

4.3.3 Westzuidwestenwind

Westzuidwestenwind komt in absolute zin net iets minder voor dan zuidzuidwestenwind (13% versus ca. 15% per jaar) maar heeft meer impact voor het plangebied Beethoven. Dit heeft te maken met het feit dat het voorland bij een zuidzuidwestenwind meer verstedelijke verdichting heeft. Bij een westzuidwestenwind heeft de wind meer kans op een vrije aanstroming door het spoor en A10. Deze windrichting draagt met name bij aan het windhinderklimaat van klasse C en D tussen het nieuwe plan van WTC en Akzo en tussen het klasse C windhinderklimaat tussen Akzo en Stibbe.



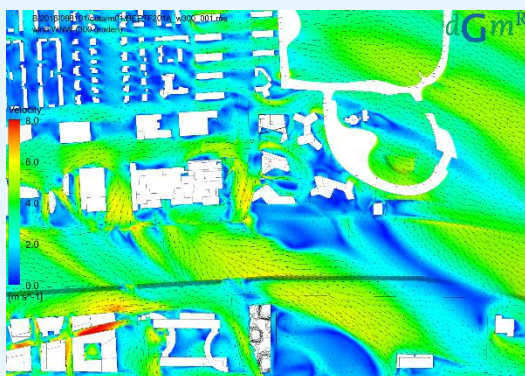
figuur 19: luchtsnelheden bij westzuidwestenwind



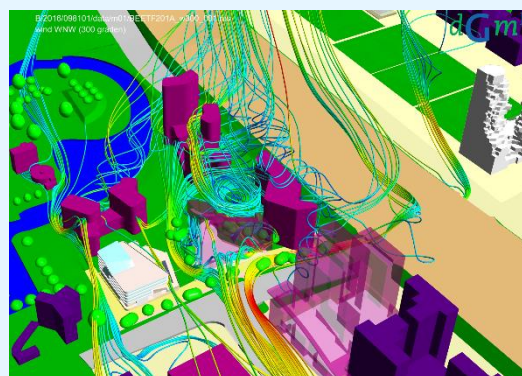
figuur 20: stroomlijnen van de wind bij westzuidwestenwind

4.3.4 Westnoordwestenwind en noordnoordwestenwind

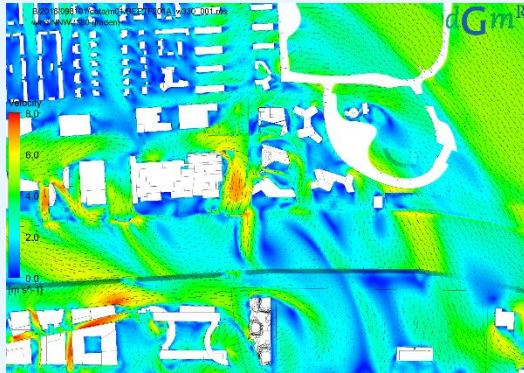
Deze windrichtingen komen statistisch gezien 7% en 6% per jaar voor. Beide windrichtingen geven voor plangebied Beethoven op dezelfde gebieden windhinder, te weten het gebied tussen het nieuwe plan van WTC en Akzo, tussen Akzo en Stibbe en tussen Stibbe en SNL. De volgende figuren maken dit duidelijk. Voor het algehele windklimaat telt met name de windhinder voor de eerste twee hierboven genoemde locaties beperkt mee voor de classificering.



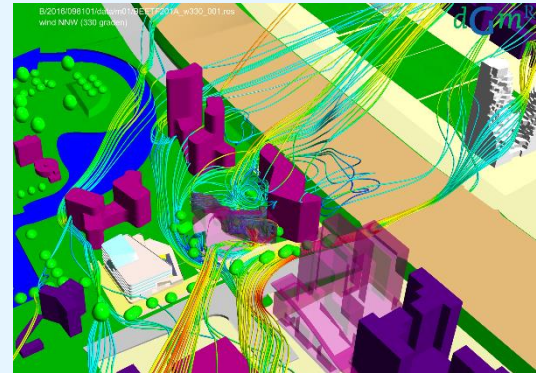
figuur 21: luchtsnelheden bij westnoordwestenwind



figuur 22: stroomlijnen van de wind bij westnoordwestenwind



figuur 23: luchtsnelheden bij noordnoordwestenwind



figuur 24: stroomlijnen van de wind bij noordnoordwestenwind

5. Conclusie

In opdracht van Dienst Zuidas van de gemeente Amsterdam heeft DGMR voor Beethoven fase 2 een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de onderbouwing van het bestemmingsplan.

Kader

De nota Hoogbouw, Beleid en Instrument (2005) is in juni 2005 als aanvullend toetsingskader op het structuurplan "Kiezen voor stedelijkheid" door de gemeenteraad Amsterdam vastgesteld.

Het belangrijkste doel van het Amsterdamse hoogbouwbeleid is een zorgvuldige inpassing van hoogbouwinitiatieven in de bestaande structuren van de stad. Daarbij is de landschappelijke inpassing een aspect dat, zodra er sprake is van een zekere impact op het stadslandschap, een stedelijke afweging behoeft. In de Nota wordt aangegeven voor welke hoogbouwplannen dit geldt. Een hoogbouwrapportage (rapportage over de effecten van een hoogbouwinitiatief zoals impact op stedenbouwkundige en landschappelijke structuren, windhinder, schaduwwerking etc.) wordt aanbevolen, maar is niet langer verplicht.

De Zuidas is aangewezen als grootstedelijk hoogbouwcluster. Bij bouwhoogtes groter dan 90 meter is aangegeven dat een landschapsstudie aan de centrale raadscommissie dient te worden gezonden. In dit geval voor Beethoven fase 2 hoeft er geen integrale HER naar de centrale raadscommissie te worden gestuurd ter beoordeling. Ondanks dat een HER dus niet verplicht is wordt het wel dringend geadviseerd tegen de achtergrond van het feit dat een goede ruimtelijke onderbouwing en onderzoek naar ruimtelijke effecten altijd noodzakelijk zijn.

Criteria

Er is geen formele, landelijk vastgestelde eis voor windhinder en windgevaar, wel zijn er grote gemeenten met richtlijnen op dat gebied.

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling veelal gebruikgemaakt van de NEN 8100. Aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' kan het windklimaat bepaald worden. Dit wordt uitgedrukt in overschrijdingskansen per jaar (in procenten) dat de windsnelheid boven een bepaalde waarde zal liggen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

Conclusie

Hieronder zullen de resultaten en conclusies ten aanzien van windgevaar en windhinder worden beschreven.

Windgevaar

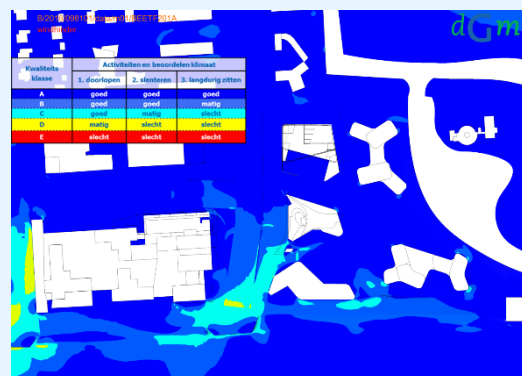
Het onderzoek heeft aangetoond dat met de implementatie van het nieuwe bestemmingsplan voor Beethoven fase 2 er geen windgevaar is of beperkt risico op windgevaar.

Windhinder

Het algehele beeld naar de omgeving is dat er vrijwel overal een acceptabel tot goed windklimaat heerst. Er zijn in het rapport een aantal locaties beschreven in het plangebied Beethoven of grenzend aan het plangebied, deze worden hieronder samengevat.



figuur 25: windgevaar plangebied Beethoven



figuur 26: windhinder plangebied Beethoven

Gebied tussen WTC en Akzo

Het gebied tussen WTC en Akzo heeft met het nieuwe bestemmingsplan voor Beethoven fase 2 een windhinderklimaat klasse C/D. Het gebied met klasse D is met name de Beethovenstraat. Aangezien dit een doorloopgebied is zal windhinderklasse D hier volstaan. Belangrijkste windrichtingen die hieraan een bijdrage leveren zijn de westzuidwestenwind en westnoordwestenwind en de noordnoordwestenwind.

Gebied tussen Stibbe en Akzo

Het windklimaat tussen Stibbe en Akzo is in eerdere windonderzoeken een aandachtspunt geweest. In deze situatie is het windhinderklimaat met klasse B/C ook zeer acceptabel. De verbetering van het windklimaat hier is moeilijk te definiëren aangezien er geen overige varianten zijn doorgerekend. De verwachting is dat de verbetering een effect is van verschillende aspecten: het nieuwe plan van WTC, de bomen aan de Beethovenstraat en de aanwezigheid van het nieuwe bestemmingsplan van Beethoven fase 2. Het grotere volume van het WTC geeft meer beschutting voor wind afkomstig vanuit het zuidwesten en westen. De bomen aan de Beethovenstraat zorgen voor meer weerstand zodat de lucht liever een andere route kiest. De toevoeging van fase 2 van het plangebied Beethoven genereert eveneens meer weerstand bij een zuidwestenwind doordat er meer massa achter Akzo en Stibbe aanwezig is. Dezelfde windrichtingen als bij het gebied tussen WTC en Akzo zijn hier maatgevend.

Gebied tussen Stibbe en SNL

Dit gebied heeft een goed windklimaat (klasse A). Bij noordnoordwesten en westnoordwestenwind zijn hier de hoogste windsnelheden maar statistisch gezien komen deze windrichtingen vrij weinig voor waardoor er een goed windklimaat wordt verkregen.

Rondom het noordelijke plan van Beethoven fase 2

Rondom het noordelijke plan van Beethoven fase 2 heerst een windklimaat klasse A/B. Dit heeft te maken met de relatief lage hoogte van het bestemmingsplan alsmede de beschutte ligging ten opzichte van de aanstroming van de zuidwestenwind en zuidenwind.

Rondom het zuidelijke plan van Beethoven fase 2

Het zuidelijke plan van Beethoven fase 2 heeft twee hoge torens van 70 meter en 60 meter. De noordwesthoek zal door de beschutte ligging een goed windklimaat hebben (klasse A). De zuid- en noordoosthoek zal een klimaatklasse C hebben. Dit heeft te maken met de statistisch niet veel voorkomende oostenwind, die behoorlijk vrij spel heeft om de 70 meter hoge toren aan te stromen.

De zuidwesthoek van het plan en het gebied tussen Akzo en de zuidwesthoek heeft eveneens een klasse C windklimaat . De oorzaak ligt hier in de aanstromende zuidenwind. Bij de uitwerking van het definitieve ontwerp voor het zuidelijk plan van Beethoven fase 2 dient dus rekening te worden gehouden met de plaatsing van de entrees ter plaatse van deze hoeken.

Het Beatrixpark

Het Beatrixpark heeft een zeer goed windklimaat met klasse A.



ing. G. (Gertjan) Verbaan
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel

Technisch inlegvel numerieke simulaties

Tabel 1 Technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Beethoven Fase 2 Amsterdam Zuidas
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam Dienst Zuidas
Projectleider	D. van der Werff
Datum	December 2016
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In de richting van de overheersende windrichtingen (W tot Zuid) een straal van 600 m rond plangebied overige oriëntaties een straal van 300 m
Kerngebied	Plangebied Beethoven te Amsterdam Zuidas
Omgeving	Amsterdam Zuidas
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van ca. 1.25 km en een hoogte van 400 meter
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	Ja (bomen beethovenstraat, gebied bij Stibbe en Akzo en Beatrixpark)
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	Uitgevulde voorkeursverkaveling bestemmingsplan Beethoven fase 2
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX v16.2, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Ca. 57 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k-e turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: High Resolution (second order UPWIND) Turbulente grootheden: UPWIND Scalaire grootheden: High Resolution (second order UPWIND)
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=136179 Y=455548
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 gevaarcriteria en stromings- en snelheidsbeeld bij bepaalde windrichtingen

Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In tabel 1 is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

Tabel 1: Windeffecten op voetgangers

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

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

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:

- 1 Doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen.
- 2 Slentergebieden: hierbij kan men denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur.
- 3 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:

- 1 Windgevaar.
- 2 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 men 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. Indien 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 gebouwwontwikkelaar 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.

Tabel 2: Beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

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

Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwonwikkelaar 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 $\frac{3}{4}$ à 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{3}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ à 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{1}{4}$ dag per week.

Bijlage 3

Titel

Windstatistiek voor gebouwlocatie

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF RELATIEF

X120300 Y483775

Jaar 1963-2002

	windrichting (*10 graden)												
windsnelheid (m/s)	35-01	02-04	05-07	08-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	Cum.
	Distributief in percentages												
0,0 - 0,9	0.21	0.20	0.22	0.19	0.15	0.18	0.25	0.22	0.17	0.24	0.21	0.24	2.48
1,0 - 1,9	0.73	0.69	0.70	0.57	0.46	0.56	0.92	0.75	0.62	0.78	0.72	0.70	8.19
2,0 - 2,9	0.96	0.97	0.96	0.87	0.73	0.86	1.37	1.24	0.95	1.11	0.95	0.89	11.85
3,0 - 3,9	1.08	1.21	1.23	1.05	0.78	1.06	1.64	1.68	1.23	1.27	1.08	0.98	14.29
4,0 - 4,9	0.94	1.08	1.34	1.10	0.75	1.08	1.72	2.05	1.39	1.37	1.04	0.91	14.77
5,0 - 5,9	0.71	0.97	1.11	0.92	0.64	0.89	1.52	1.91	1.62	1.22	0.87	0.74	13.11
6,0 - 6,9	0.45	0.69	0.75	0.62	0.46	0.66	1.30	1.75	1.49	1.12	0.74	0.53	10.56
7,0 - 7,9	0.24	0.40	0.58	0.47	0.32	0.42	1.06	1.44	1.49	0.90	0.54	0.35	8.20
8,0 - 8,9	0.11	0.25	0.38	0.29	0.20	0.32	0.75	1.18	1.25	0.69	0.36	0.22	6.00
9,0 - 9,9	0.05	0.13	0.21	0.14	0.07	0.19	0.54	0.86	1.00	0.48	0.21	0.11	3.99
10,0 - 10,9	0.02	0.06	0.13	0.09	0.03	0.12	0.34	0.60	0.71	0.37	0.12	0.06	2.64
11,0 - 11,9	0.02	0.03	0.07	0.04	0.01	0.05	0.19	0.39	0.56	0.25	0.07	0.03	1.72
12,0 - 12,9	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.11	0.23	0.35	0.18	0.03	0.01	0.99
13,0 - 13,9	-	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.12	0.23	0.13	0.01	0.01	0.57
14,0 - 14,9	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.13	0.07	0.01	0.00	0.30
15,0 - 15,9	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.01	0.03	0.08	0.04	0.00	0.00	0.17
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.04	0.02	0.00	-	0.09
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	-	0.04
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.02	0.01	0.00	-	0.03
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.00	0.00	-	0.01
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
25,0 - 25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0 - 29,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0 - 30,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0 - 31,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0 - 32,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0 - 33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0 - 34,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0 - 35,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36,0 - 36,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,0 - 37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38,0 - 38,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39,0 - 39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0 en hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

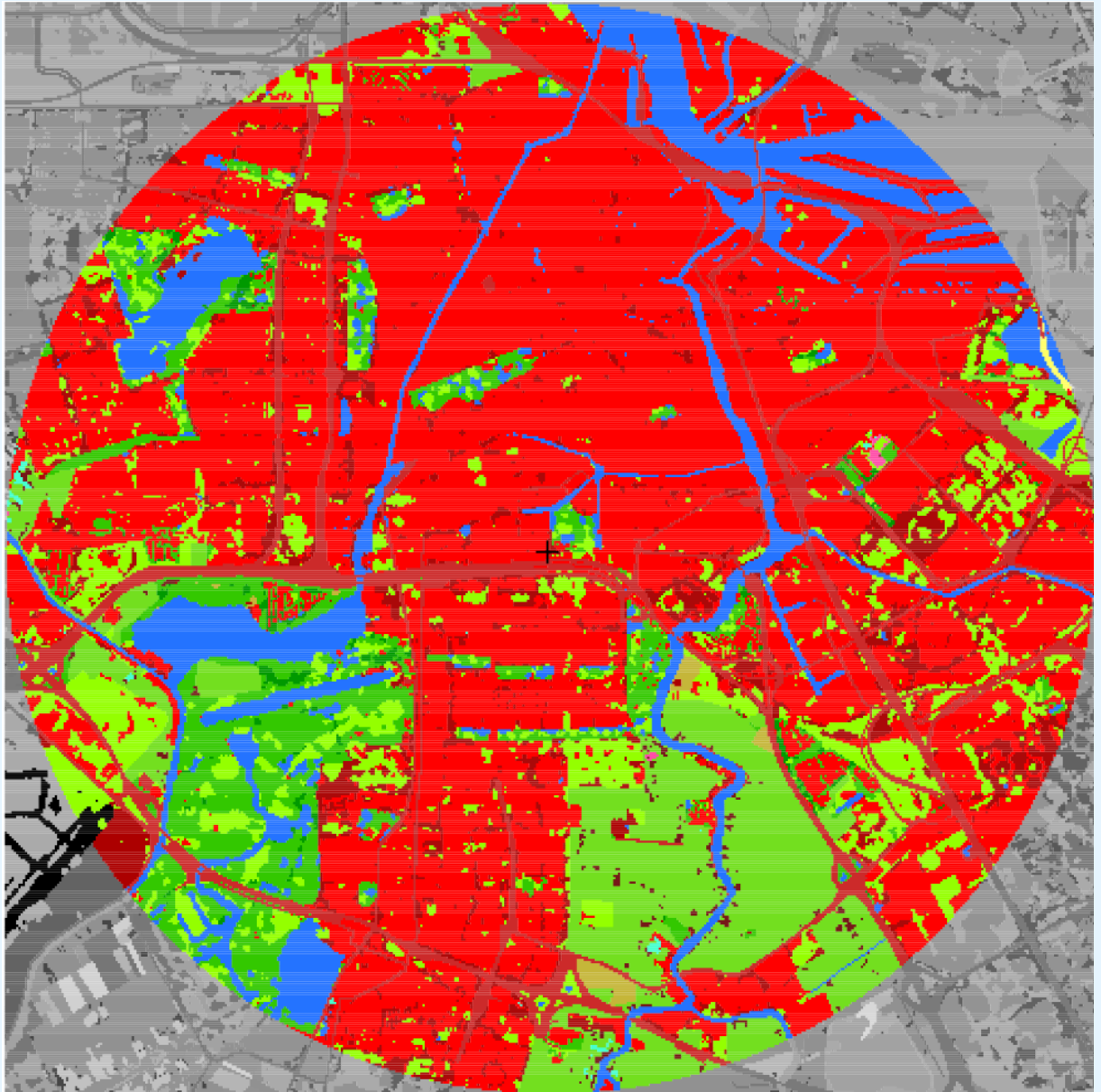
Bijlage 4

Titel

Terreinruwheid tot 6 km rond van de gebouwlocatie

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		Maïs
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

figuur 1: Ruwheidstabel



figuur 2: terreinruwheid in de omgeving van de gebouwlocatie (zwart kruisje), noord is boven, de gekleurde cirkel heeft een straal van respectievelijk 6 km. De legenda staat op de vorige pagina.