

Windhinderonderzoek Werelderfgoedcentrum Waddenzee

Windhinderonderzoek

Status	definitief
Versie	001
Rapport	B.2018.0230.16.R001
Datum	25 februari 2020

Colofon

Opdrachtgever	abcnova
Contactpersoon opdrachtgever	Mevrouw S.E. Huttenga Doornbos
Project	abcnova/Werelderfgoedcentrum Waddenzee
Betreft	windhinderonderzoek
Uw kenmerk	-
Rapport	B.2018.0230.16.R001
Datum	25 februari 2020
Versie	001
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ir. P.B. (Peter) Bijvoet 088 346 76 01 BV@dgmr.nl
Auteur	ir. B. (Bert) Swart 088 346 76 36 bsw@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. P.B. (Peter) Bijvoet 088 346 76 01 BV@dgmr.nl
2e lezer/secr.	BV BR

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Criteria	5
2.1 Windhinder	5
2.2 Windgevaar	5
2.3 Windklimaat sluis en voorhaven	6
3. Onderzoeksmethodiek	7
3.1 Situatie	7
3.2 CFD-model	7
3.3 CFD	8
3.4 Wind en ruwheid	9
3.5 Categorie indeling onderzoeksgebied	9
3.6 Nauwkeurigheid	10
4. Windklimaat omgeving	11
4.1 Windklimaat sluis en voorhaven	11
4.2 Windklimaat spuisluizen	13
5. Windklimaat gebouw	15
5.1 Windgevaar	15
5.2 Windhinder maaiveldniveau	16
5.3 Windhinder dak	17
6. Conclusies	18

Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek

1. Inleiding

In opdracht van abcnova heeft DGMR Bouw B.V. een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor het project Werelderfgoedcentrum Waddenzee in Lauwersoog. Het huidige ontwerp heeft een hoogte van circa 17 meter. Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom het gebouw.

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

Voor het onderzoek is een 3D-model van het gebouw 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.

In hoofdstuk 2 worden de criteria voor het windklimaat besproken. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten. Vervolgens worden de resultaten in hoofdstuk 4 geanalyseerd en in hoofdstuk 5 volgt de conclusie.

2. Criteria

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling van het windklimaat veelal gebruikgemaakt van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Er wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar. Windgevaar moet altijd voorkomen worden op plaatsen waar normaliter mensen komen.

In bijlage 2 wordt de gevoelswaarde van de beoordeling van het windklimaat specifiekier toegelicht.

2.1 Windhinder

Wanneer mensen hinder ondervinden door wind, is er sprake van windhinder.

Als behaaglijkheidsgrens wordt een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op hoofdhoogte gehanteerd. Bij deze gemiddelde windsnelheid blijkt het gedrag van mensen door de wind beïnvloed te worden.

Het totaal aantal uren per jaar (overschrijdingskans) dat het ter plaatse van het meetpunt harder waait dan 5 m/s geeft de mate van windhinder aan.

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

- 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 1 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

tabel 1: 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

Een windklasse A wordt regelmatig gebruikt voor horecaterrassen. Voor zo'n terras zijn echter vaak extra aanvullende maatregelen nodig, omdat ook bij lagere windsnelheden dan 5 m/s het windklimaat op een horecaterras regelmatig als slecht wordt beoordeeld.

2.2 Windgevaar

Er is sprake van een gevaarlijke situatie als de wind op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s. Voor het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 2.

tabel 2: 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	Geen risico
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 binnen activiteitenklasse 1 ("doorlopen") vallen. Situaties met een overschrijdingskans in procenten groter en gelijk aan 0.30 zijn evident gevaarlijk en moeten altijd worden vermeden; het publiek mag hieraan niet worden blootgesteld.

2.3 Windklimaat sluis en voorhaven

Er zijn geen richtlijnen voor de beoordeling van het windklimaat voor de scheepvaart of boten. Ook de norm NEN8100 geeft geen handvaten voor de beoordeling van de wind op dobberende boten in de nabijheid van de sluis. Door de huidige situatie en de ontwerpsituatie te vergelijken kunnen we aangeven of we verwachten dat het gebouw invloed heeft op het gebied nabij de sluis en in de voorhaven.

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. Ook wordt aangegeven hoe het model tot stand is gekomen. Verder is dieper ingegaan op wind en ruwheid.

3.1 Situatie

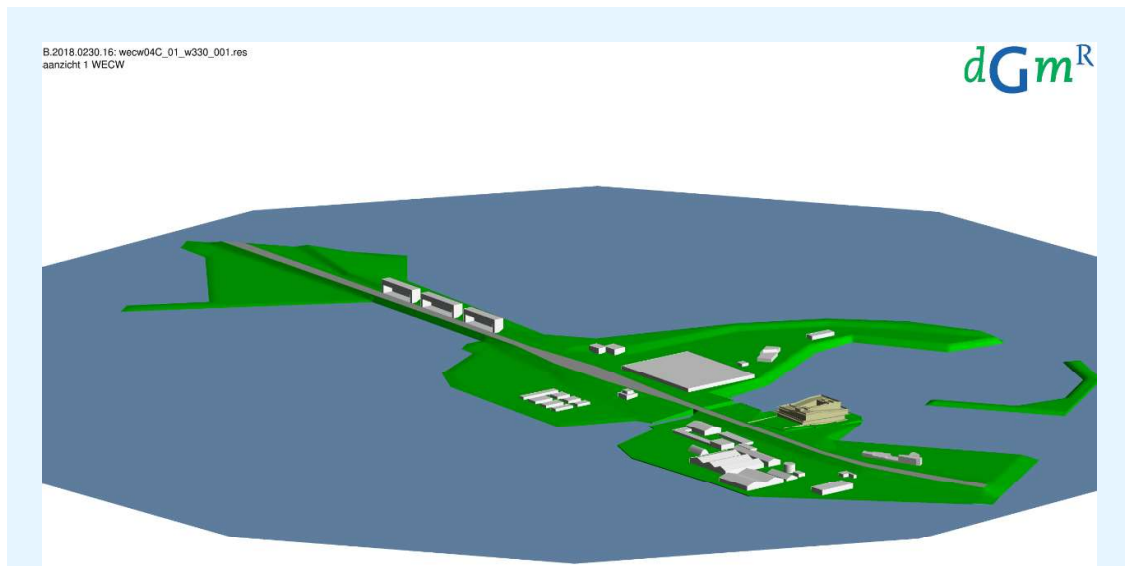
Het model oriënteert zich op het ontwerp van het Werelderfgoedcentrum en de nabije omgeving. De nieuwbouw komt te staan nabij de Kustweg (N361). De positie van de nieuwbouw is schematisch weergegeven in figuur 1.



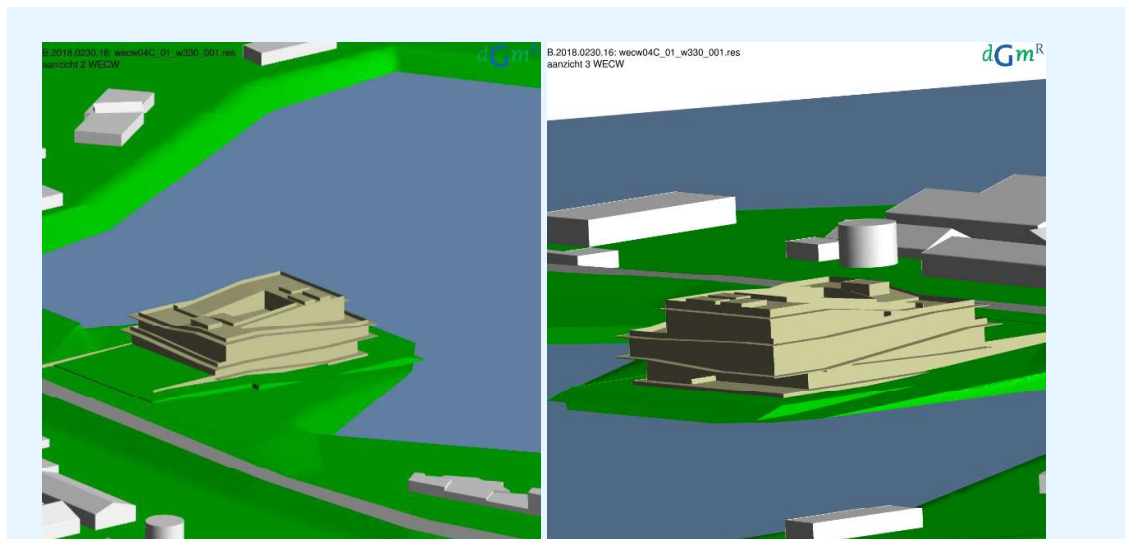
figuur 1: huidige omgeving met (indicatief in het rood omcirkeld) de locatie van de nieuwbouw. Bron: Google Maps

3.2 CFD-model

In figuur 2 en figuur 3 zijn aanzichten van het CFD-model van het Werelderfgoedcentrum Waddenzee en de meegenomen omgeving opgenomen.



figuur 2: aanzicht van het CFD-model



figuur 3: aanzichten geometrisch model nieuwbouw Werelderfgoedcentrum

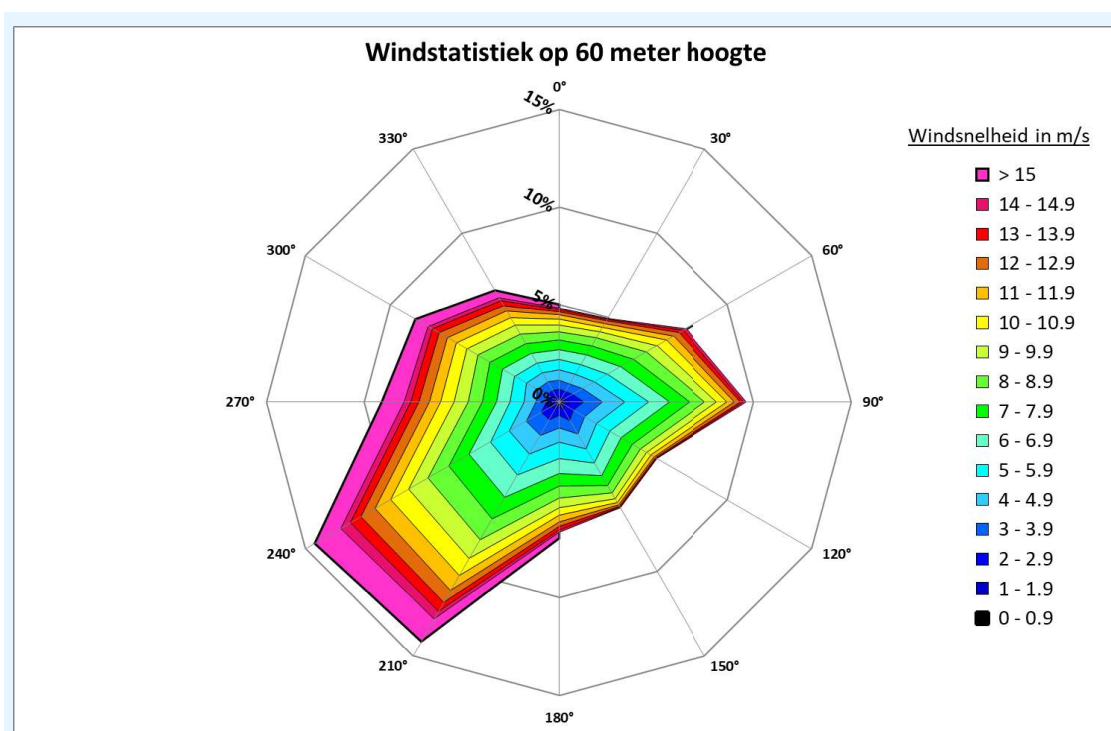
3.3 CFD

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van de methode Computational Fluid Dynamics, kortweg CFD genaamd. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket CFX versie 19.1. Het gebruik van CFD staat beschreven in de NEN 8100. De berekeningen zijn uitgevoerd met het RNG k- ϵ turbulentiemodel.

3.4 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 meter 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 $z_0 = 0.001$ m (zoet/zout water).

In bijlage 3 is de windstatistiek van de omgeving te vinden. Hieronder wordt in figuur 4 de windstatistiek ter plaatse van het gebouw gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



figuur 4: windstatistiek Werelderfgoedcentrum Waddenzee

3.5 Categorie indeling onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in de categorieën 'doorlopen' op maaiveldniveau en 'slenteren' ter hoogte van entree van het gebouw en het dakterras. Het windcomfort wordt beoordeeld op een hoogte van 1.75 meter.

Ook schatten we in of het ontwerp mogelijk effect heeft op boten in de voorhaven. Dit gebied kunt u zien in figuur 5.



figuur 5: voorhaven buitenzijde sluis

3.6 Nauwkeurigheid

Verschillen in de numerieke benadering ontstaan vaak door het dynamische karakter van de windstromingen, waardoor grote turbulentiezones niet op één plaats blijven liggen maar heen en weer schommelen in de ruimte. Er is dus altijd een inherente onzekerheid in het daadwerkelijk optredende windklimaat. De NEN8100 geeft een richtlijn voor de inschatting van de fout in de overschrijdingskans (figuur 6). Door deze fout kan iemand bijvoorbeeld concluderen dat een gebied klasse C is, terwijl deze klasse D zou moeten zijn.

Tabel 3 — Standaarddeviatie δ van de fout in de overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > 5,0 \text{ m/s})$

Overschrijdingskans: $p(v_{\text{LOK}} > 5,0 \text{ m/s})$ in procenten van het aantal uren per jaar	2,5 %	5,0 %	10 %	20 %
Standaarddeviatie δ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar	0,8 %	1,5 %	2,4 %	3,1 %

figuur 6: inschatting fout in de overschrijdingskans volgens NEN8100

4. Windklimaat omgeving

In dit hoofdstuk beoordelen we de resultaten van het windklimaatonderzoek met betrekking tot de sluizen en de voorhaven in de omgeving van Werelderfgoedcentrum Waddenzee.

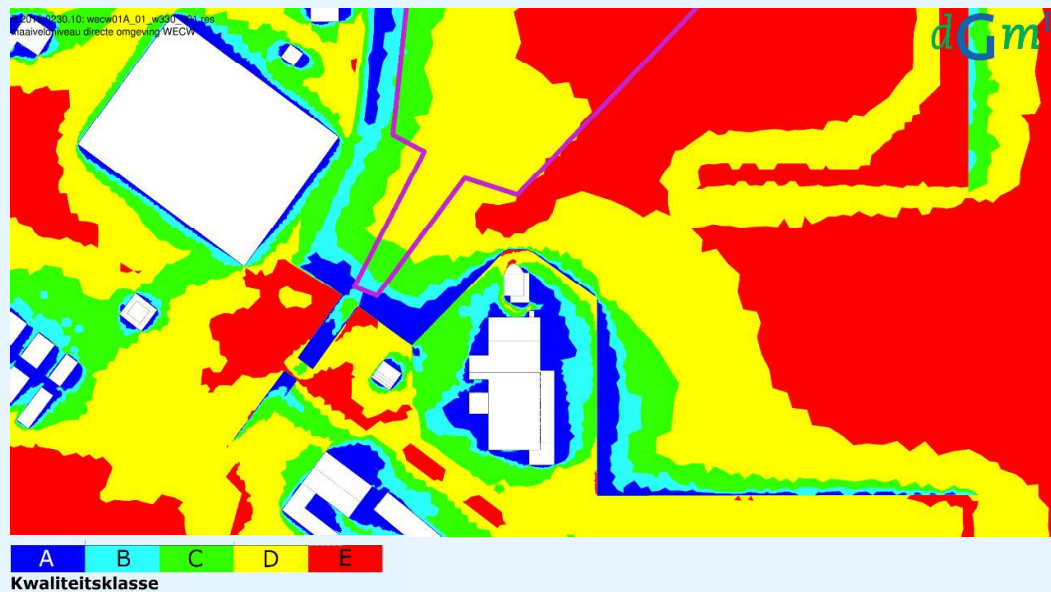
4.1 Windklimaat sluis en voorhaven

Het windklimaat op een hoogte van 1.75 meter rondom de sluis en in de voorhaven is weergegeven in figuur 7 voor de bestaande situatie en in figuur 8 voor het huidig ontwerp.

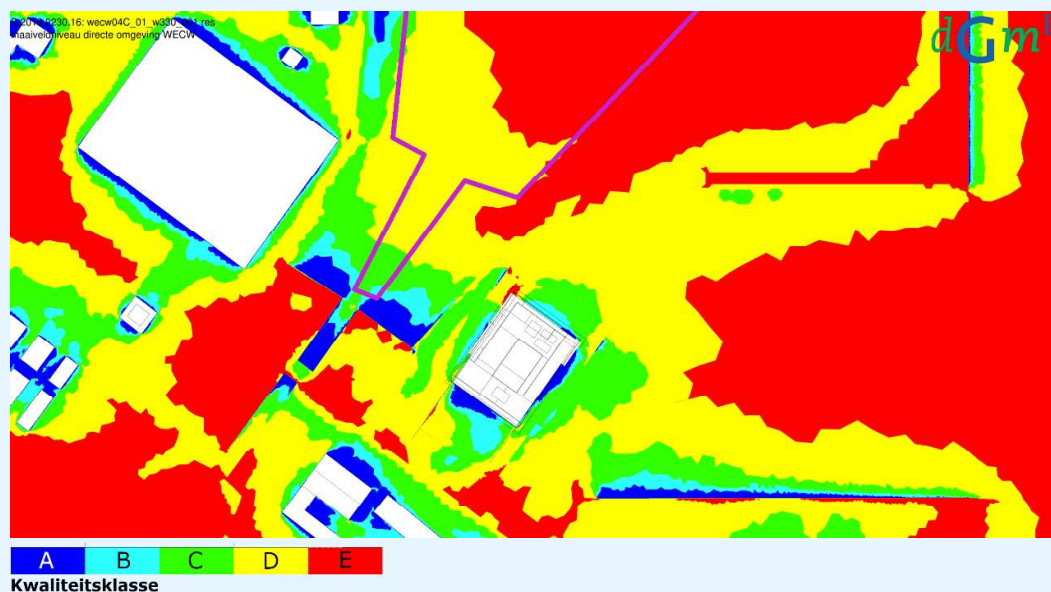
Er zijn kleine verschillen te zien in beide figuren. In het algemeen kunnen twee redenen aangewezen worden voor verschillen tussen twee varianten: verschillen die ontstaan door wijzigingen in de geometrie en verschillen die ontstaan door de numerieke benadering van de luchtstromingen (zie par. 3.6).

In de plaatjes is te zien dat de classificatie (gekleurde gebieden) nauwelijks verandert. Dit past bij de mate van nauwkeurigheid van de berekeningen. Op basis van onze ervaring verwachten we daarom geen significant verschil in het windklimaat. Het gebouw ligt ook aan de oostzijde van de voorhaven, terwijl de maatgevende windrichting zuidwest tot noordwest is. We verwachten dan ook dat het windklimaat kwalitatief vergelijkbaar is.

Door de bouw van het centrum verwachten we dus geen merkbare nadelige wijziging van het windklimaat voor boten in het sluisgebied en voorhaven.



figuur 7: overzicht kwaliteitsklassen in de bestaande situatie. De voorhaven is weergegeven met paarse lijnen.

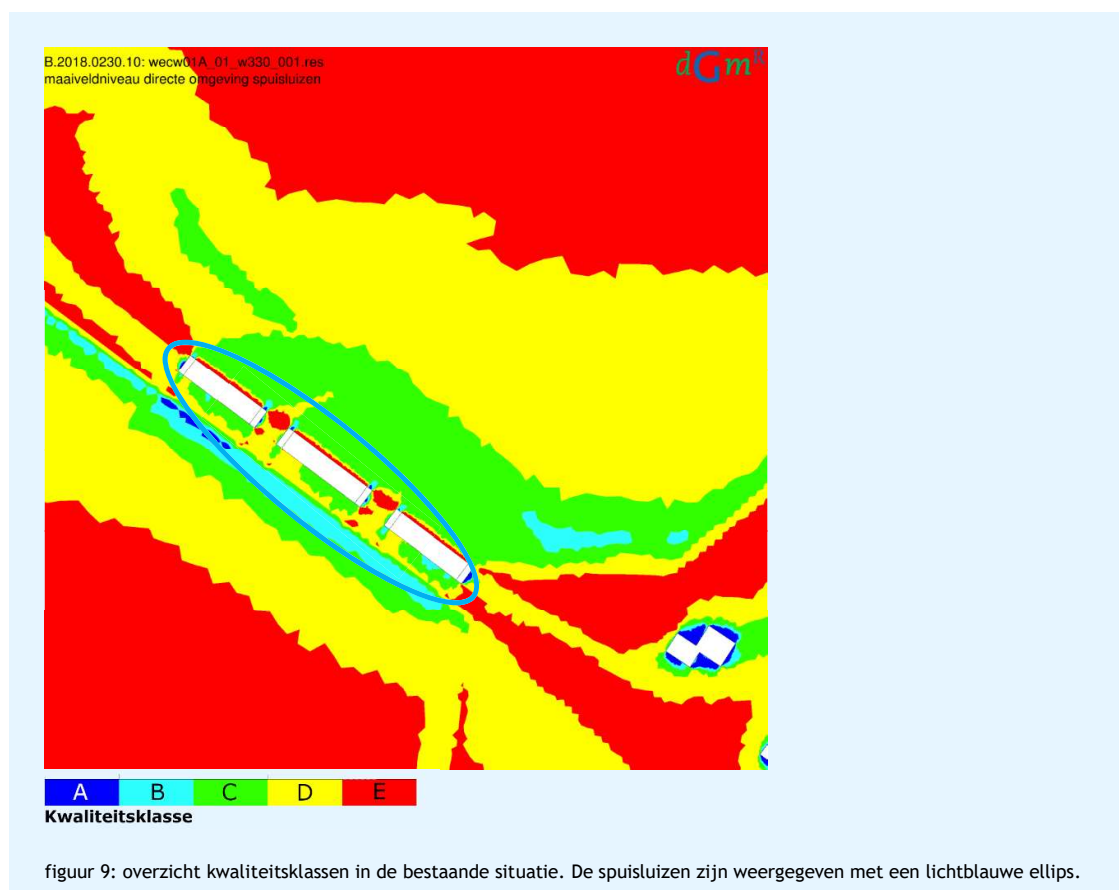


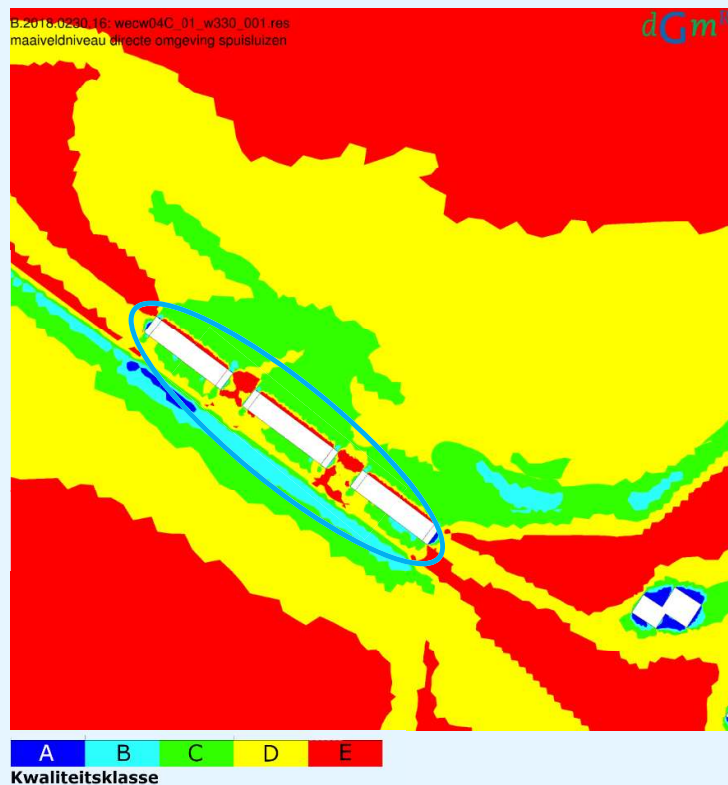
figuur 8: overzicht kwaliteitsklassen in de ontwerpsituatie. De voorhaven is weergegeven met paarse lijnen.

4.2 Windklimaat spuisluisen

De verandering van het windklimaat op een hoogte van 1.75 meter rondom de spuisluisen is weergegeven in figuur 9 voor de bestaande situatie en in figuur 10 voor de situatie met het huidig ontwerp. U hoeft geen significante verandering verwachten. Dit komt door de geringe bouwhoogte in relatie tot de grote afstand tussen het centrum en de spuisluisen. De zichtbare verschillen passen weer bij de mate van nauwkeurigheid van de berekeningen.

Door de bouw van Werelderfgoedcentrum Waddenzee is dus geen wijziging te verwachten in het windklimaat in de directe omgeving van de spuisluisen.





figuur 10: overzicht kwaliteitsklassen in de ontwerpsituatie. De spuislulzen zijn weergegeven met een lichtblauwe ellips.

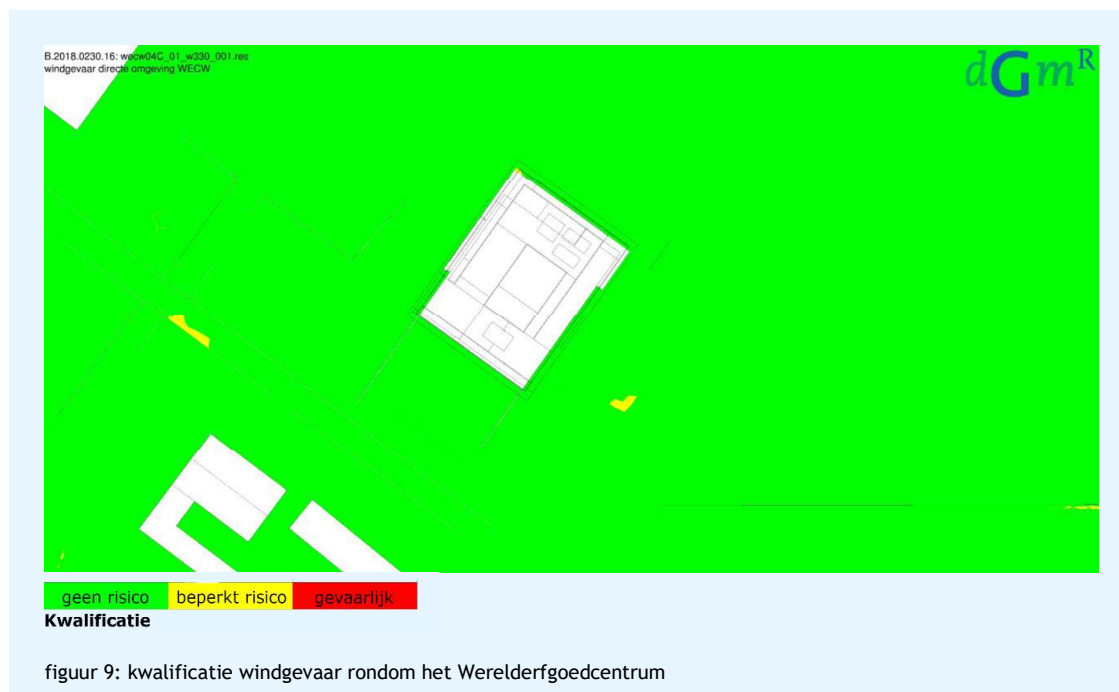
5. Windklimaat gebouw

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek met betrekking tot windhinder en windgevaar gepresenteerd op maaiveldniveau (hoofdhoogte oftewel 1.75 meter) in de directe omgeving van het ontwerp.

5.1 Windgevaar

Op maaiveldniveau is er sprake van een klein gebied met een beperkt risico (zie figuur 9). Dit is toegestaan voor gebieden die niet gebruikt worden voor “langdurig zitten” of “slenteren” zoals bijvoorbeeld nabij een entree.

Er zijn voor het aspect windgevaar geen aanvullende maatregelen nodig.



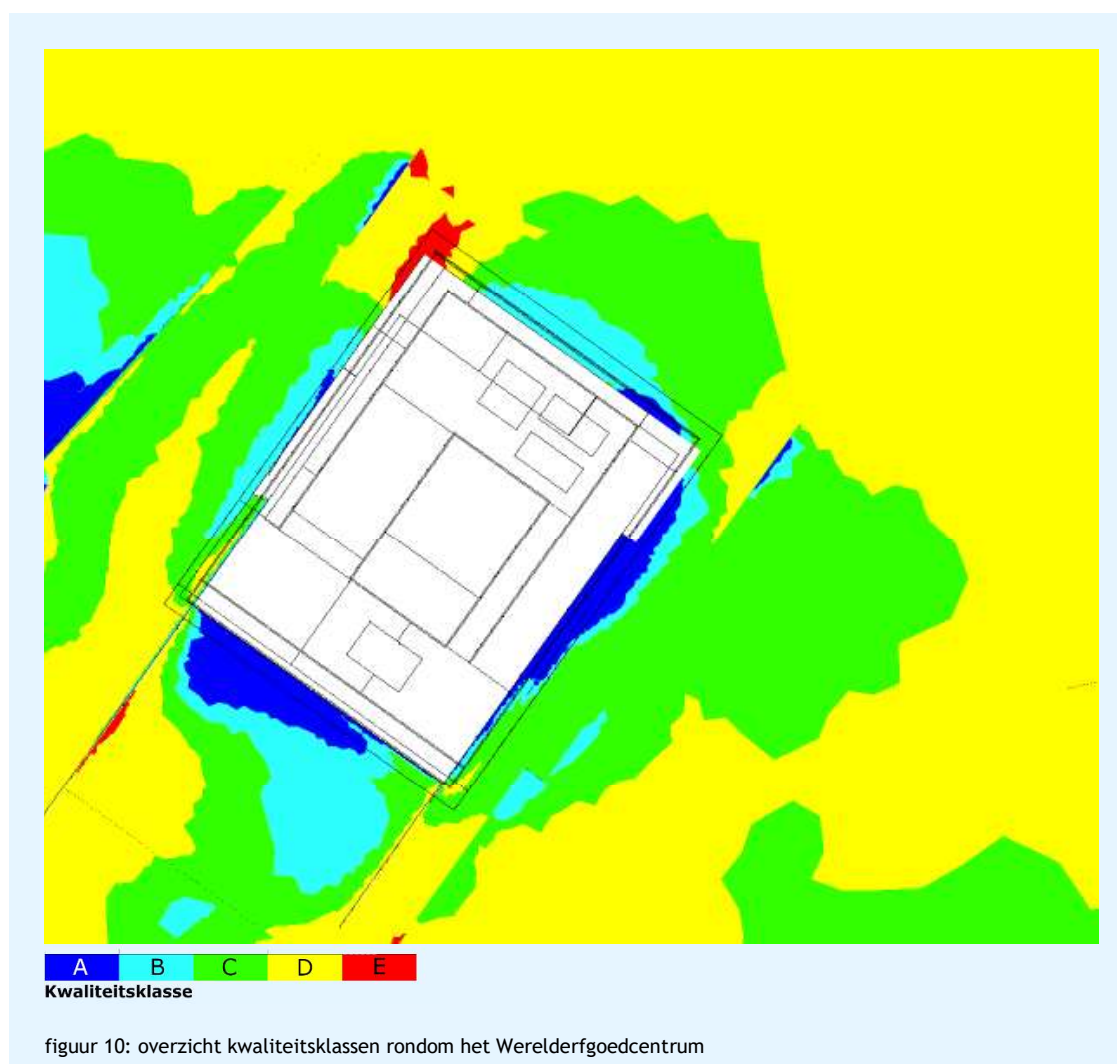
5.2 Windhinder maaiveldniveau

Een overzicht van de kwaliteitsklassen van het gebied rondom het centrum op maaiveldniveau is weergegeven in figuur 10.

Op maaiveldniveau is er globaal sprake van een “slecht” tot “matig” windklimaat voor de activiteit “slenteren” en “doorlopen” op de landtong waarop het centrum gebouwd wordt (klasse C-E). Nabij het gebouw is een bezoeker meer beschermt voor de wind en kan lokaal een “goed” windklimaat verwacht worden. Dit geldt dus ook voor de entree aan de zuidelijke gevel.

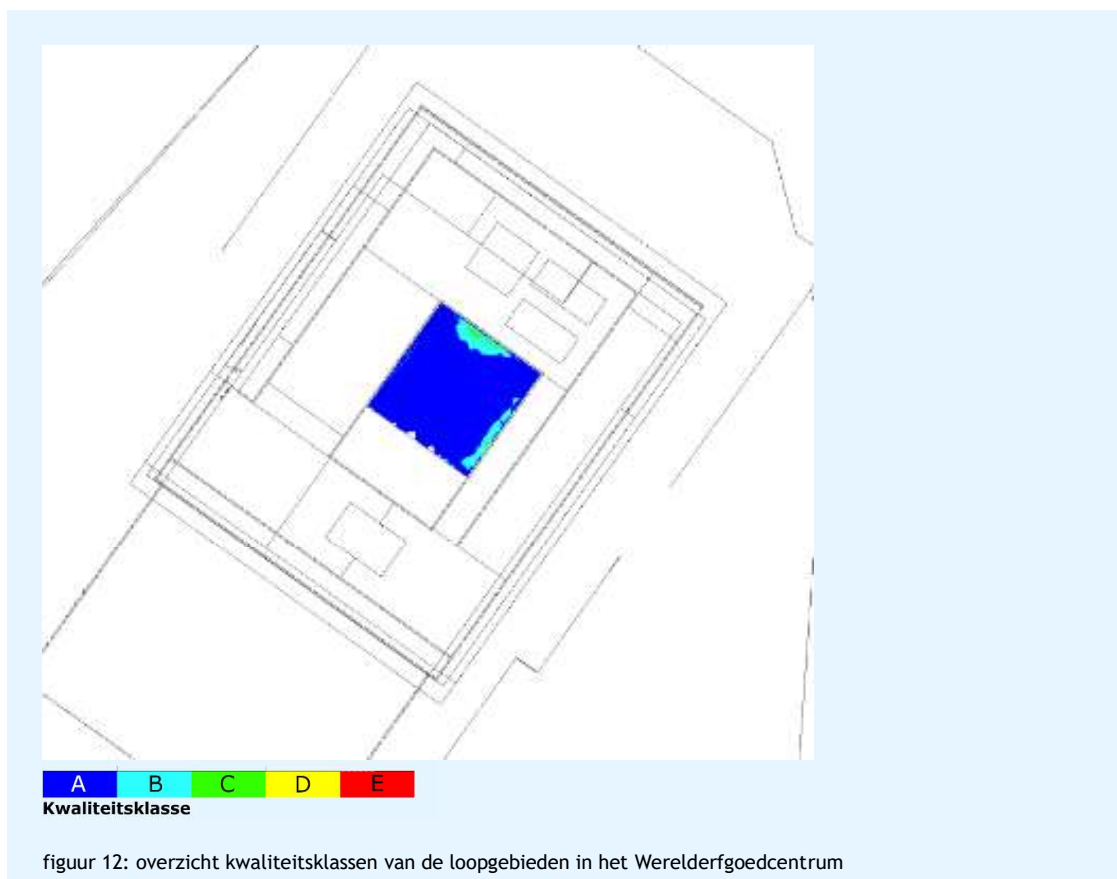
Gezien de verwachtingswaarde van een bezoeker van het windklimaat nabij zee, is het de vraag of maatregelen nodig zijn om het windklimaat te verbeteren.

Voor mogelijke verbetermogelijkheden kunt u, als u dit wenst, denken aan het gebruik van schanskorven of schermen om de wind af te remmen en af te buigen. Ook het inzetten van beplanting kan de windsnelheid reduceren.



5.3 Windhinder dak

Op het dak kunt u klasse A/B verwachten. Hier is dus een goed windklimaat te verwachten voor “slenteren” door de verdiepte ligging. Maatregelen zijn hier dus niet nodig.



6. Conclusies

Wij hebben een windklimaatonderzoek uitgevoerd voor het project Werelderfgoedcentrum Waddenzee in Lauwersoog. Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom het vernieuwde ontwerp van de nieuwbouw. In het huidige ontwerp is de hoogte van het gebouw ongeveer 17 meter.

Voor het onderzoek is een 3D-model van de nieuwbouw 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. De resultaten zijn beoordeeld volgens de criteria gesteld in de NEN 8100:2006 nl 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'.

Op basis van de beoordeling stellen wij het volgende over de omgeving:

- Door de bouw van Werelderfgoedcentrum Waddenzee is geen significante wijziging te verwachten in het windklimaat in het gebied nabij de sluis, brug en voorhaven ten opzichte van de huidige situatie gezien de oostelijke ligging van het centrum terwijl de maatgevende windrichtingen zuidwest tot noordwest zijn.
- In de directe omgeving van de spuisluizen zijn geen veranderingen te verwachten gezien de geringe bouwhoogte in relatie tot de grote afstand tussen Werelderfgoedcentrum Waddenzee en de spuisluizen.

Over het gebouwoontwerp stellen wij dat:

- Er is geen sprake van windgevaar nabij het ontwerp.
- Op maaiveldniveau is er globaal gezien sprake van een slecht tot matig windklimaat voor de activiteit "slenteren" en "doorlopen". Gezien de verwachtingswaarde van een bezoeker van het windklimaat nabij zee is het de vraag of verdere maatregelen nodig zijn om het windklimaat te verbeteren. Als u dit wenst, kan het windklimaat verbeterd worden door afscherming met maatregelen zoals schanskorven, schermen en/of beplanting.
- Ter hoogte van de entree is het windklimaat goed, gezien de plaatsing van de entree in het midden van de zuidelijke gevel.
- Op het dak is een goed windklimaat te verwachten door de verdiepte ligging.

ir. P.B. (Peter) Bijvoet
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel

Technisch inlegvel numerieke simulaties

tabel 1: technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Werelderfgoedcentrum Lauwersoog
Opdrachtgever	ABC Nova
Projectleider	B. Swart
Datum	Februari 2020
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van 300 m rond project met inbegrip van spuisluizen
Kerngebied	Haven Lauwersoog
Omgeving	Lauwersoog
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van meer dan 300m en een hoogte van 450 meter
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	Nvt
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	1 configuraties (ontwerp)
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX 2019R1, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Driedimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Ca. 14 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k- ϵ 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	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 0.001$ meter
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=208898 Y=602763
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

Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In tabel 1 is aangegeven wat voor effect de wind heeft op de 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 gebouwon ontwikkelaar 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. Wij 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. Wij spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{1}{4}$ dag per week.

Bijlage 3

Titel

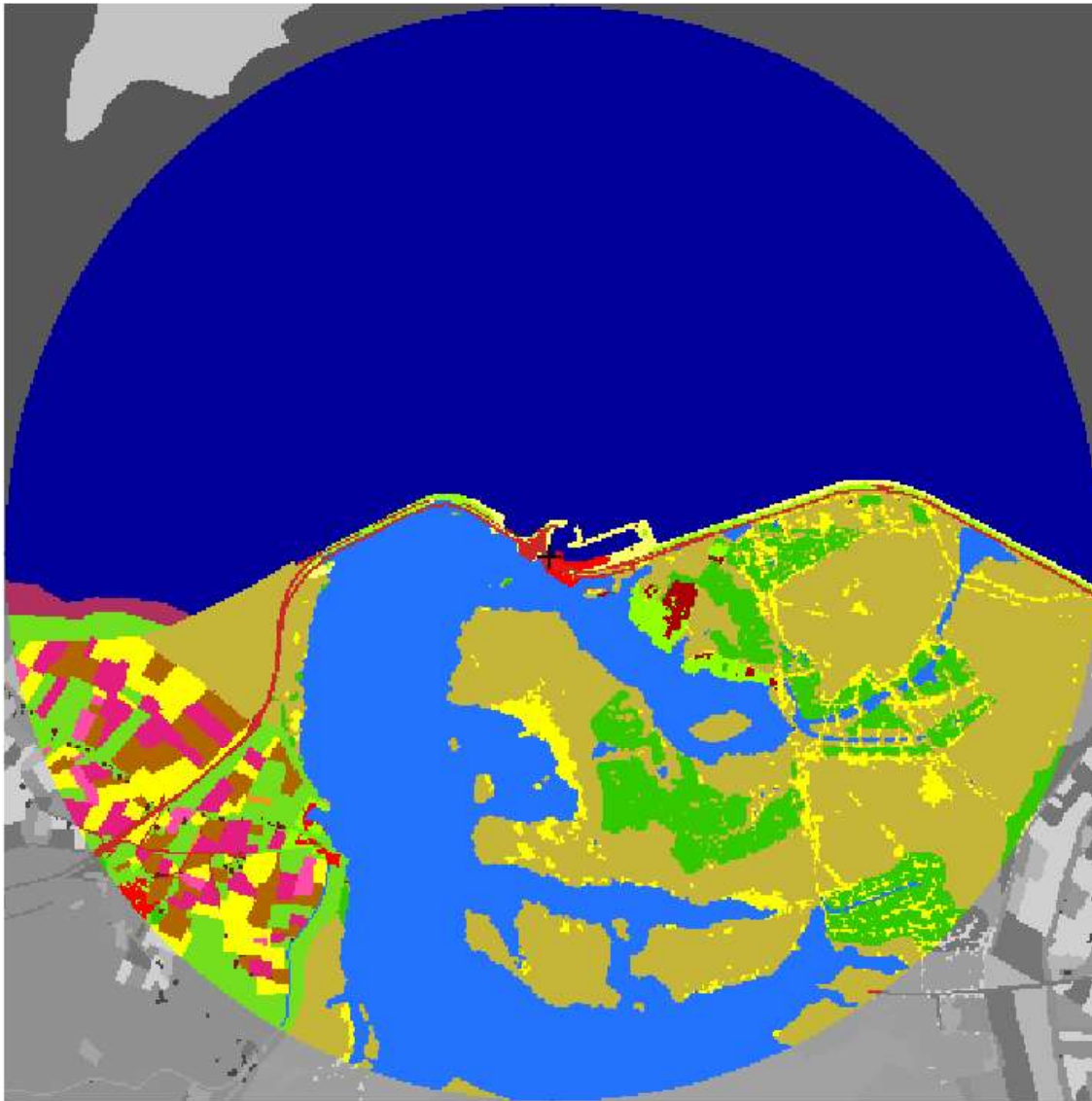
Windstatistiek

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID DISTRIBUTIEF ABSOLUUT

X208898 Y602763

Jaar 1963-2002

	Windrichting (*10 graden)												
	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.
Windsnelheid (m/s)	Distributief in uren per jaar												
0,0 - 0,9	6.1	5.6	7.7	10.1	6.2	8.9	4.6	7.9	7.7	4.7	6.4	6.3	82.2
1,0 - 1,9	19.0	18.4	23.0	37.8	25.6	30.6	19.5	28.2	29.7	18.0	21.4	20.6	291.9
2,0 - 2,9	31.9	31.4	39.3	61.6	42.7	55.2	35.2	55.3	57.4	34.5	37.1	33.6	515.3
3,0 - 3,9	41.5	40.5	49.7	85.1	56.3	69.7	56.0	79.4	76.3	47.3	49.0	44.4	695.2
4,0 - 4,9	46.5	48.9	61.3	101.4	63.3	76.5	64.9	97.2	89.3	54.0	58.7	47.9	810.0
5,0 - 5,9	47.0	51.0	69.3	104.0	67.6	75.1	72.2	108.3	97.3	61.3	59.5	51.1	863.5
6,0 - 6,9	44.3	47.9	69.3	96.8	60.1	62.8	67.4	115.6	108.3	63.1	62.2	49.9	847.8
7,0 - 7,9	40.8	47.4	66.6	87.9	54.9	52.3	59.0	113.6	107.6	63.2	64.7	49.5	807.4
8,0 - 8,9	37.6	40.9	64.4	73.4	43.8	39.0	52.9	107.6	105.3	63.3	62.5	49.3	740.1
9,0 - 9,9	30.9	32.8	56.6	56.0	32.2	28.4	43.7	97.0	100.1	61.5	57.8	45.7	642.5
10,0 - 10,9	27.4	24.6	47.6	45.5	20.6	20.0	34.0	88.9	93.3	60.8	55.4	39.5	557.6
11,0 - 11,9	20.1	17.6	37.8	34.0	15.9	12.9	28.2	76.6	84.4	52.8	47.5	35.9	463.6
12,0 - 12,9	13.1	14.0	30.1	24.9	8.6	7.2	20.5	60.4	72.9	46.5	40.9	28.5	367.7
13,0 - 13,9	10.9	7.7	21.9	15.5	4.1	4.9	16.6	48.4	55.1	37.2	34.1	23.3	279.6
14,0 - 14,9	7.0	6.5	17.0	11.6	2.3	3.0	11.7	40.0	48.4	30.8	24.2	17.5	219.8
15,0 - 15,9	5.4	4.4	11.5	8.1	1.5	1.8	8.1	35.1	39.6	24.8	19.1	12.0	171.4
16,0 - 16,9	4.0	2.7	7.7	4.4	0.8	1.0	6.6	25.8	30.2	21.0	14.3	9.1	127.6
17,0 - 17,9	2.6	1.6	5.0	2.0	0.5	0.3	4.4	20.3	23.7	15.5	10.3	5.6	91.8
18,0 - 18,9	1.3	1.1	2.5	0.9	0.2	0.1	3.1	12.4	16.8	12.1	8.4	4.3	63.1
19,0 - 19,9	1.0	0.9	2.0	0.7	0.2	0.1	1.9	9.3	10.6	9.5	5.6	2.4	44.3
20,0 - 20,9	0.7	0.5	1.4	0.2	0.0	-	0.8	6.0	7.8	7.0	3.7	1.8	29.8
21,0 - 21,9	0.4	0.1	0.6	0.1	-	0.0	0.6	3.3	5.2	5.5	2.3	1.2	19.3
22,0 - 22,9	0.2	-	0.4	-	-	-	0.5	2.2	2.6	2.9	2.0	0.9	11.7
23,0 - 23,9	0.1	-	0.3	-	-	-	0.2	1.7	1.8	2.2	1.3	0.4	7.9
24,0 - 24,9	0.1	-	0.1	-	-	-	0.3	1.0	1.4	2.0	0.9	0.4	6.1
25,0 - 25,9	0.0	-	0.0	-	-	-	0.1	0.8	0.8	1.4	0.6	0.1	3.7
26,0 - 26,9	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.3	0.8	0.1	0.2	1.9
27,0 - 27,9	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.5	0.2	0.1	1.3
28,0 - 28,9	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0



Ruwheidskaart omgeving Werelderfgoedcentrum

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