

Gemeente Utrecht

Merwede

Wind & bezonning

27874900

Definitief | 18 November 2020

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client.

It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

Job number 27874900

Arup bv

Postal address:
PO Box 57145

1040 BA Amsterdam

Visitor address:

Naritaweg 118

1043 CA Amsterdam

The Netherlands

www.arup.com

ARUP

Contents

	Page	
1	Inleiding	1
2	Uitgangspunten en randvoorwaarden	3
	2.1 Referenties	3
	2.2 Bezonning	4
	2.3 Windhinder en windgevaar	5
	2.4 Windklimaat op de locatie	6
	2.5 CFD	7
3	Resultaten bezonningsonderzoek	8
	3.1 Bezonning Merwedepark en Europalaan	8
	3.2 Bezonning straten en binnenterreinen	9
	3.3 Bezonning pleinen	10
	3.4 Bezonning gevels	11
	3.5 Beschaduwning omliggende gebouwen	12
4	Resultaten windhinderonderzoek	14
	4.1 Beoordeling Windhinder	14
	4.2 Beoordeling Windgevaar	16
5	Conclusies en aanbevelingen	19
	5.1 Conclusies bezonning	19
	5.2 Aanbevelingen bezonning	19
	5.3 Conclusies wind	20
	5.4 Aanbevelingen wind	21

Appendices

Appendix A

Windstatistiek en terrein ruwheid

Appendix B

Technisch inlegvel numerieke simulatie

Appendix C

Schaduw studie

1 Inleiding

Voorliggende rapportage behandelt het windhinder- en bezonningsonderzoek voor het project “Merwede” in Utrecht.

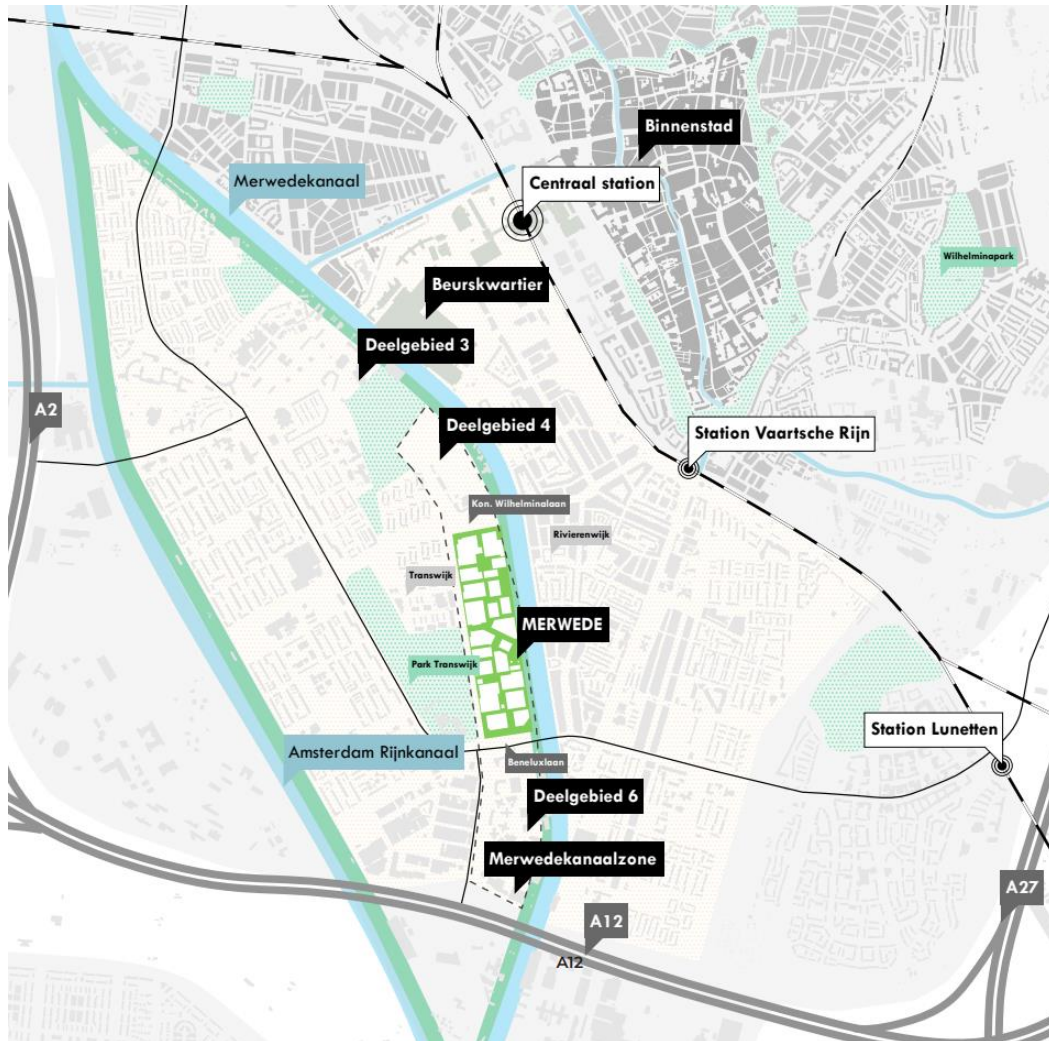
Het project is gelegen nabij het centrum tussen de Europalaan in het westen en het Merwedekanaal aan het Oosten. De nieuwe wijk zal ruimte geven aan ongeveer 12.000 bewoners. De ambitie van Merwede is om een gezonde stadswijk, innovatief op het gebied van energie, mobiliteit, hergebruik en klimaat te worden. Daarom zijn in het *Stedenbouwkundig Plan Merwede* ambitieuze richtlijnen opgesteld met betrekking tot de gewenste niveaus van bezonning en windcomfort.

Het uitgevoerde onderzoek richt zich op het in kaart brengen van de kwaliteit van de openbare ruimte (parken, binnentuinen, toegankelijke daken en wegen) en de geplande gebouwen met betrekking tot wind en bezonning.

Het windhinderonderzoek is uitgevoerd door middel van een Computational Fluid Dynamics (CFD) analyse. In de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de *NEN8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

De bezonningsanalyse is voor verschillende momenten van het jaar uitgevoerd. Hierbij zijn de effecten van de geplande bebouwing in en buiten het plangebied beschouwd. Afhankelijk van het type activiteit dat in de verschillende buitenruimten wordt uitgevoerd, wordt gekeken naar een wintersituatie of een lente / herfst- of zomersituatie.

In de volgende hoofdstukken worden de uitgangspunten voor de analyse gegeven en worden de analyseresultaten besproken.



Figuur 1 - Ligging Merwede (bron: Stedenbouwkundig Plan Merwede, 2020)



Figuur 2 - Overzicht ontwerp Merwede (proefverkaveling)

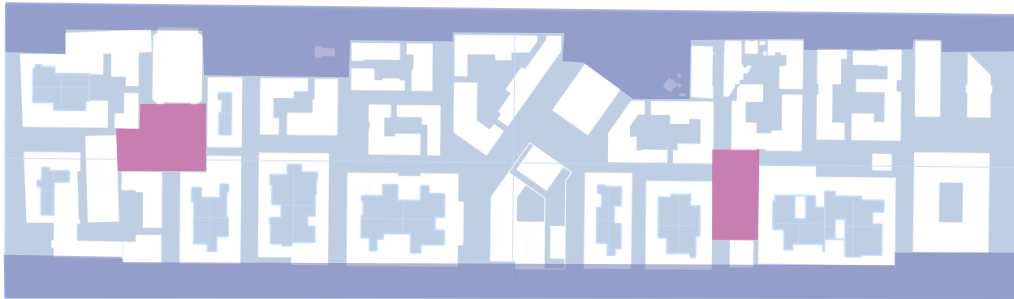
2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Het comfort van het microklimaat met betrekking tot windhinder en bezonning is in het Stedenbouwkundig Plan Merwede beschreven aan de hand van minimumeisen die betrekking hebben op verschillende typen buitenruimten binnen het stedenbouwkundig plan.

In de volgende paragrafen wordt de werkwijze voor de analyses beschreven, waarbij wordt gerefereerd aan de volgende (deel)gebieden binnen het Stedenbouwkundig Plan:

- Merwedepark & Europalaan
- Pleinen
- Straten en binnenterreinen
- Gevels van de geplande en bestaande bebouwing

In Figuur 3 worden deze typen buitenruimten op de plattegrond aangeduid.



- Pleinen
- Merwedepark & Europalaan
- Straten en binnenterreinen

Figuur 3 - Typen buitenruimten

2.1 Referenties

De volgende documenten zijn gehanteerd als grondslag voor de analyses.

- Stedenbouwkundig Plan Merwede, 23 oktober 2020
- Sketchup modellen:
 - 1605_Merwede_200706_voorbeelduitwerking1-DOSPv2017.skp
- NEN8100:2006 Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving
- NPR 6097:2006 Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland
- Lichte TNO bezonningsnorm

2.2 Bezonning

Voor deze studie zijn vier verschillende dagen, in december, februari, maart en juni geanalyseerd.

- **21 december:** kortste winterdag
- **19 februari:** de meest nadelige situatie binnen de lichte TNO norm in relatie tot beschikbare uren zon
- **21 maart:** de gemiddelde lente of herfstdag (de zon heeft in deze jaargetijden dezelfde stand)
- **21 juni:** langste zomerdag

De kaders voor bezonning zijn in het Stedenbouwkundig Plan als volgt gedefinieerd:

- Merwedepark & Europalaan:
 - Minimaal 2 bezonningsuren op de kortste winterdag (21 december)
- Pleinen
 - 75% van de pleinen ontvangt minimaal 2 uur direct zonlicht in de periode van 21 maart tot en met 21 september
- Straten en binnenterreinen:
 - 50% van de binnenterreinen ontvangt minimaal 2 uur direct zonlicht in de periode van 21 maart tot en met 21 september
 - 75% van de straten ontvangt minimaal 2 uur direct zonlicht in de periode van 21 maart tot en met 21 september
- Gevels appartementen
 - 50% van de gevels ontvangt minimaal 2 uur direct zonlicht in de periode van 19 februari tot en met 21 oktober (lichte TNO norm)

2.2.1 Beschaduwning bestaande woningen

Om de impact van de geplande ontwikkeling op de bestaande bebouwing in kaart te brengen is voor meerdere momenten in het jaar een schaduwanalyse uitgevoerd. Bijzondere aandacht is daarbij besteed aan de bestaande woonboten in het Merwedekanaal aangezien deze het dichtstbij het plangebied zijn gelegen.

Voor de woonboten is hetzelfde toetsmoment gedefinieerd als voor de gevels van de bestaande bebouwing, namelijk 19 februari (de meest nadelige situatie binnen de lichte TNO norm). Het streven is dat op dit moment de Westgevels (de gevels die uitkijken op de Merwedekanaalzone) van de woonboten minimaal 2 uur per dag direct zonlicht ontvangen.

2.3 Windhinder en windgevaar

De beoordeling van het windklimaat is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

2.3.1 Windhinder

Er is sprake van windhinder wanneer personen hinder ondervinden van de wind. Het blijkt dat vooral bij windsnelheden boven circa 5 m/s mechanische effecten een rol spelen: het haar verwaait, kleding en paraplu's worden door de wind bewogen, en met toenemende windsnelheid heeft men steeds meer moeite om regelmatig te blijven lopen en het evenwicht te bewaren.

Windkracht 3 op de schaal van Beaufort omvat snelheden tussen 3,4 m/s en 5,4 m/s; windkracht 4 tussen 5,5 m/s en 7,9 m/s. Het KNMI geeft hierbij de beschrijving: bladeren en twijgen bewegen voortdurend (3 Beaufort) en kleine takken beginnen te bewegen, stof en papier dwarrelt op (4 Beaufort).¹

De NEN8100 beoordeelt de mate van windhinder dan ook op basis van de grenswaarde voor de windsnelheid van 5 m/s. Hierbij worden drie activiteiten onderscheiden (I. Doorlopen, II. Slenteren en III. Langdurig zitten) waarbij voor elke activiteit een andere mate van hinder wordt ervaren, zie Tabel 1. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid van 5 m/s op hoofdhoogte bepaald.

Tabel 1 - NEN 8100 Beoordeling criteria windhinder per activiteitenklasse

Overschrijdingskans $p(V_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

In het stedenbouwkundig plan is een minimale score van 'naar tevredenheid' vereist voor elke verblijfsplek in de buitenruimte (parken, pleinen, straten, binnentuinen) volgens het Lawson criterium. Dit is te vertalen naar een score van 'goed' voor de activiteit 'zitten' in NEN 8100.

Verder mogen in de openbare ruimte geen plekken voorkomen die volgens het Lawson criterium als 'hinderlijk' worden beoordeeld. Dit kan worden vertaald naar de volgende minimumeisen voor de overige twee activiteiten in NEN 8100:

doorlopen kwaliteitsklasse D
slenteren kwaliteitsklasse C

¹ NEN 8100

2.3.2 Windgevaar

Er is sprake van windgevaar als er een zodanig hoge windsnelheid optreedt dat lopende personen slecht blijven staan. In de NEN8100 wordt hiervoor een drempelsnelheid (15 m/s) gehanteerd die ten hoogste 0,3 % van het jaar (beperkt risico) mag worden overschreden. Dit geldt alleen voor activiteitenklasse I ‘doorlopen’. Voor de activiteitenklassen II en III geldt dat de drempelsnelheid ten hoogste 0,05% van het jaar mag worden overschreden, zie Tabel 2.

Tabel 2 - NEN 8100 Beoordeling criteria windgevaar

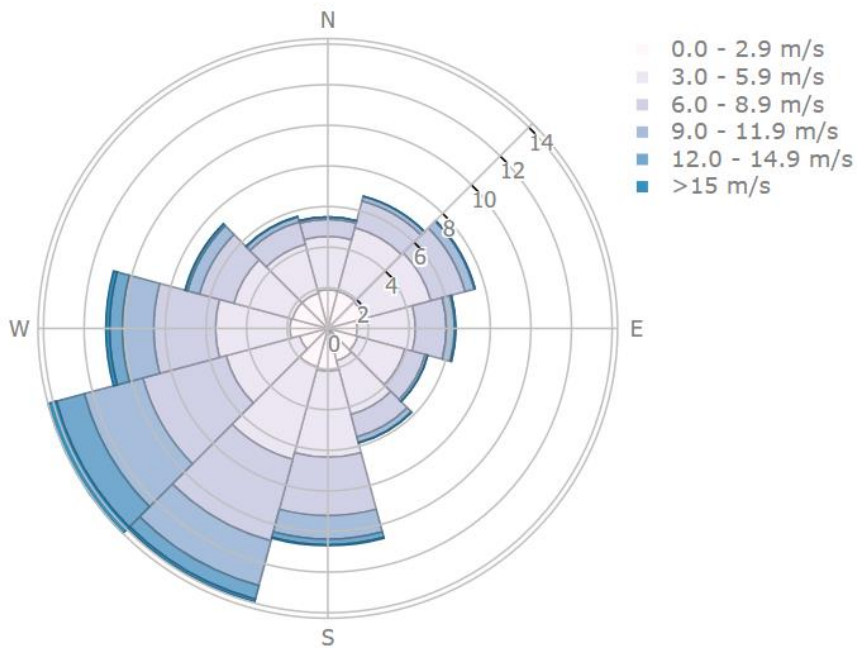
Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

2.4 Windklimaat op de locatie

De CFD-analyse toetst het plangebied op 12 windrichtingen, met een windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie. De windstatistiek is bepaald met behulp van NPR 6097. De statistiek is gebaseerd op meetgegevens van de windsnelheid en windrichting van maximaal 51 KNMI meetstations. Deze meetgegevens beslaan de periode van 40 jaar, 1963 – 2002.²

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). In Appendix A zijn de windstatistiek en de ruwheid van de omgeving te vinden. In Figuur 4 is de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven.

² NPR 6097



Figuur 4 - Windroos van de bouwlocatie met windsnelheden, -richtingen en frequentie

2.5 CFD

Voor het windhinder onderzoek is gebruik gemaakt van Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD is de studie van stromingsleer waarin gebruik wordt gemaakt van numerieke analyses voor het oplossen van stromingsvergelijkingen. Hierbij worden computers ingezet om de interacties te simuleren van vloeistoffen en/of gassen onderling en met oppervlakken. In dit geval wordt CFD ingezet als ‘digitale windtunnel’ om inzicht te verkrijgen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket OpenFoam versie 5. Meer details over het model zijn als Appendix B opgenomen.

3 Resultaten bezonningsonderzoek

3.1 Bezonning Merwedepark en Europalaan

Figuur 5 toont de analyse resultaten van de bezonningsstudie voor het Merwedepark en de Europalaan.

In deze analyse is eerst de situatie op de kortste dag van het jaar, 21 december, bekeken. We concluderen dat het park en de Europalaan vrijwel onbeschadwd gelegen zijn en voldoen aan de bezonningseisen.

Door de zeer laagstaande zon op deze referentiedag zal in het Merwedepark beschaduwing direct ten noorden van aangrenzende bebouwing optreden ter plekke van de twee inhammen in het stedenbouwkundig plan. Op 21 maart (gemiddelde herfst/lentedag) en 21 juni (langste zomerdag), wanneer het park naar verwachting intensiever wordt gebruikt, zijn deze inhammen niet meer beschadwd. Door verblijfsplekken niet direct aan de noordzijde van de bebouwing te plaatsen kan in deze gebieden ook worden voldaan aan de eisen gesteld in het stedenbouwkundig plan.



21 december



21 maart



21 juni

Figuur 5 - Bezonning Merwedepark & Europalaan op verschillende momenten van het jaar (winter, lente/herfst, zomer)

3.2 Bezonning straten en binnenterreinen

Figuur 6 toont de analyse resultaten van de bezonningsstudie voor de straten en binnenterreinen. In deze analyse is de situatie op 21 maart en 21 juni geanalyseerd.

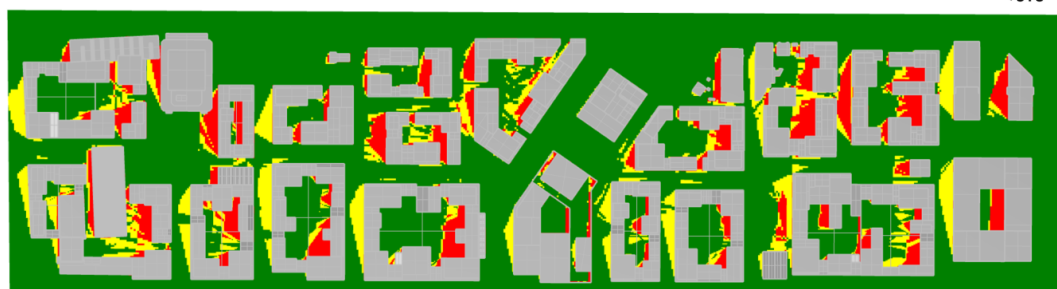
Binnenterreinen

We kunnen uit deze studie concluderen dat sommige delen van de binnenterreinen in de lente/herfst geen bezonning ontvangen. Deze gebieden zijn in rood aangegeven en de plaatsing van de gebruiksfuncties op deze locaties zal extra aandacht vereisen in volgende fasen van het ontwerpproces.

Over de gehele ontwikkeling bezien kunnen we concluderen dat de binnenterreinen voldoen aan de eisen gesteld in het stedenbouwkundig plan. Enkele individuele binnenterreinen op maaiveld halen echter niet de doelstelling van 50% bezonning op basis van de proefverkaveling. Voor deze binnenterreinen kan worden overwogen om het niveau van het binnenterrein te verhogen of de lagere bebouwing aan de zuidzijde van het blok te plaatsen zodat meer zon kan toetreden.

Straten

De bezonning in de straten op 21 maart voldoet aan de eisen uit het stedenbouwkundig plan.

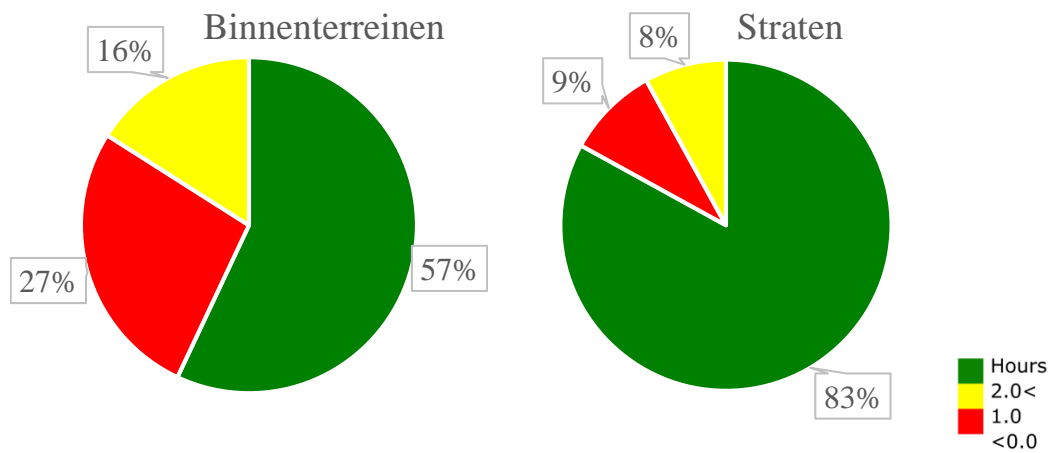


21 maart



21 juni

Figuur 6 - Bezonning maaiveld op verschillende momenten van het jaar (lente/herfst, zomer)

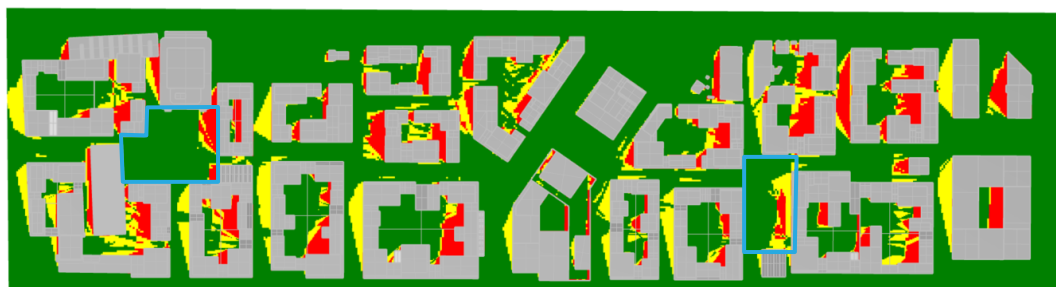


Figuur 7 – Data bezonning straten en binnenterreinen (21 maart)

3.3 Bezonning pleinen

De blauwe contouren in Figuur 8 geven de posities van de twee centrale pleinen weer. De analyse laat dat op het toetsdatum 21 maart wat betreft bezonning aan de streefwaarden van het Stedenbouwkundig Plan voldoen.

Op 21 juni zijn de pleinen volledig bezond.

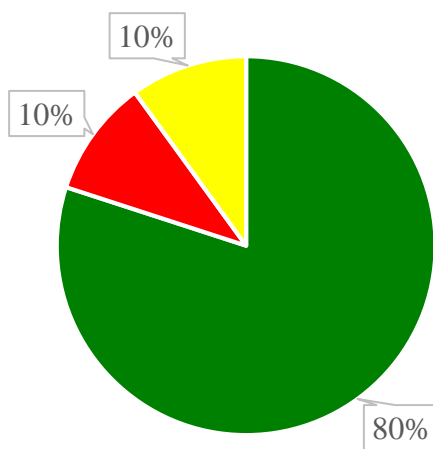


21 maart



21 juni

Figuur 8 - Bezonning pleinen op verschillende momenten van het jaar (lente/herfst, zomer)



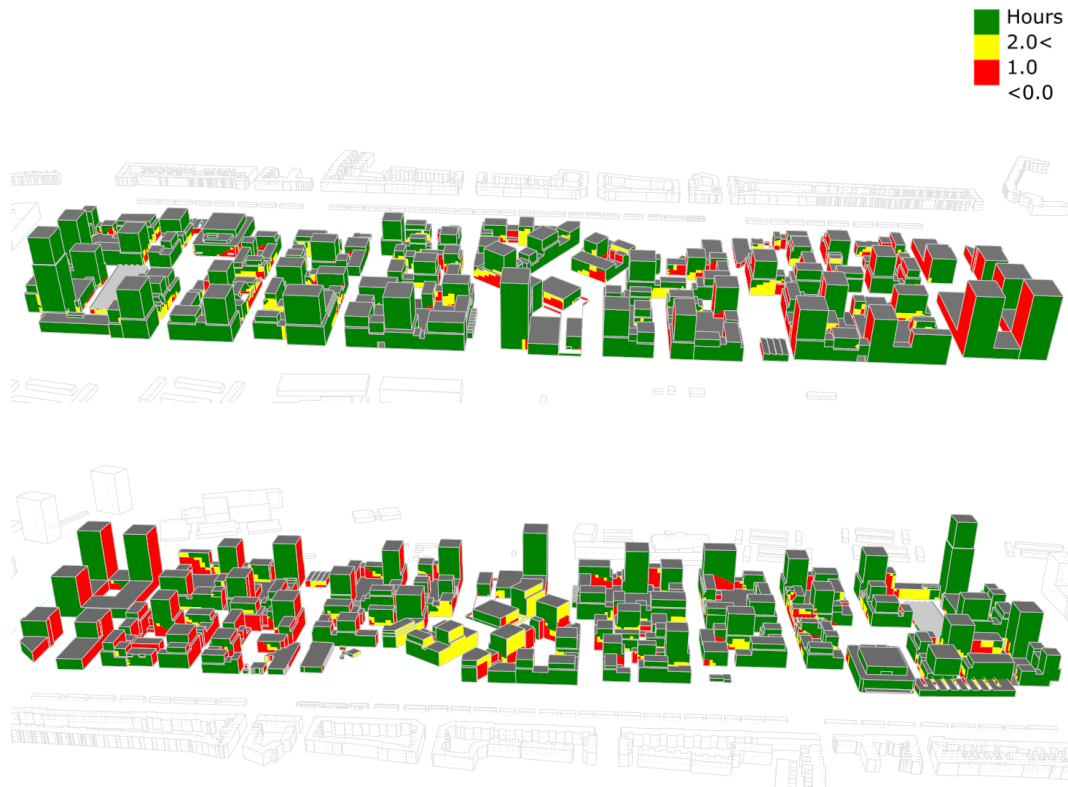
Figuur 9 - Data bezonning pleinen (21 maart)

3.4 Bezonning gevels

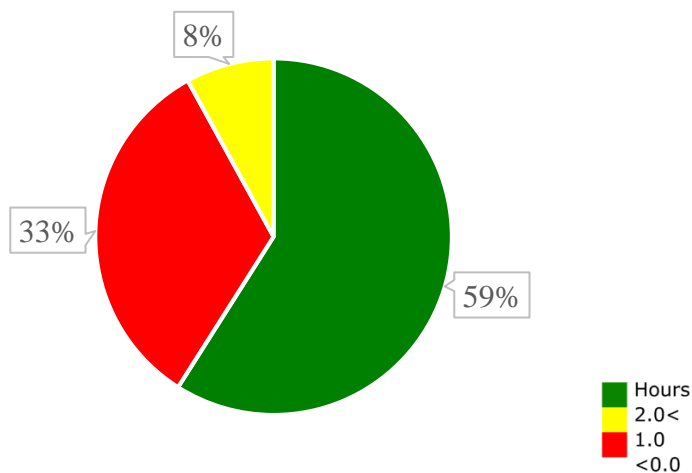
Figuur 10 toont de analyse resultaten van de bezonningsstudie voor de gevels van de nieuwe ontwikkeling. In deze analyse is de situatie op 19 februari geanalyseerd, de meest nadelige situatie binnen de lichte TNO norm.

Gebieden die voldoen aan de eisen uit het stedenbouwkundig plan zijn in groen weergegeven, gebieden die geen direct zonlicht ontvangen zijn in rood weergegeven. Opgemerkt moet worden dat de meeste rode gebieden samenvallen met de gevels die puur op het noorden gericht zijn. Gevels met deze oriëntatie ontvangen doorgaans maar weinig direct zonlicht, onafhankelijk van de afstand tot aangrenzende bebouwing. Hiermee is wel rekening gehouden in de streefwaarden van het stedenbouwkundig plan, waarbij op 19 februari 50% van de gevels 2 uur zon moet ontvangen.

Uit de analyse kunnen we concluderen dat voldaan kan worden aan de eisen met betrekking tot de bezonning van de gevels die in het stedenbouwkundig plan zijn gesteld.



Figuur 10 - Bezonning gevels op 19 februari (boven: zicht vanuit het westen, onder: zicht vanuit het oosten)



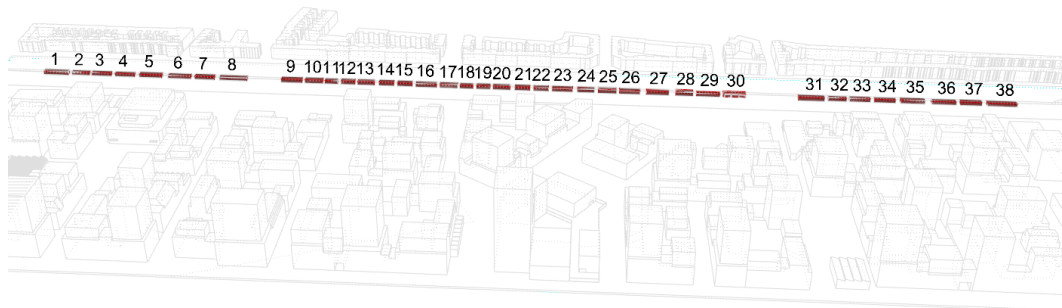
Figuur 11 - Data bezonning gevels (19 februari)

3.5 Beschaduwning omliggende gebouwen

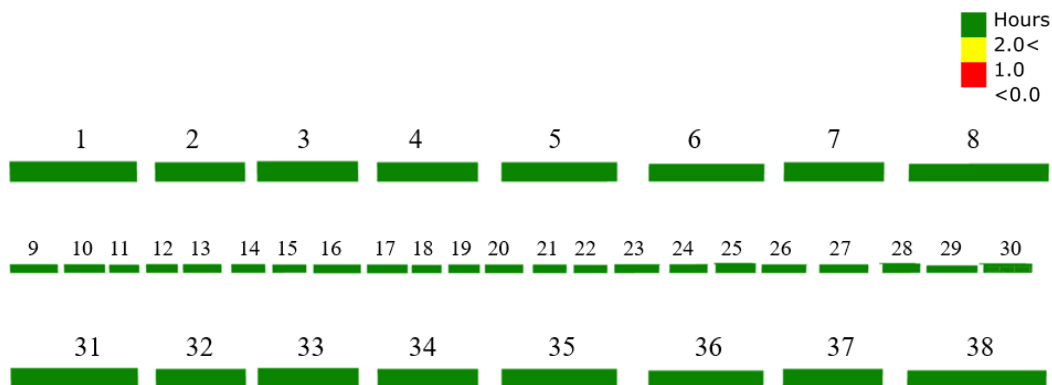
Om inzicht te krijgen in de impact van de ontwikkeling van Merwedekanaalzone op de omliggende bebouwing is een beschaduwingsstudie uitgevoerd op 19 februari, 21 maart en 21 juni.

Bijzondere aandacht is daarbij besteed aan de bestaande woonboten in het Merwedekanaal aangezien deze het dichtstbij het plangebied zijn gelegen. Figuur

13 toont de resultaten uit de beschaduwingsanalyse op de west gevel van de woonboten op 19 februari (meest nadelige situatie binnen de TNO norm). Hieruit blijkt dat voor alle woonboten gedurende twee uren per dag bezonning mogelijk is.



Figuur 12 - Overzicht woonboten



Figuur 13 - Resultaten beschaduwingsanalyse op de west gevel van de woonboten op 19 februari (meest nadelige situatie binnen de lichte TNO norm)

Ook is er op verschillende momenten van het jaar een schaduwanalyse uitgevoerd om inzicht te krijgen in de schaduw die de Merwedekanaalzone veroorzaakt op de bestaande bebouwing ten oosten van de ontwikkeling. De resultaten van de analyse zijn terug te vinden in bijlage C. Hieruit blijkt dat door de slankheid van de hoogbouwaccenten de schaduwwerking op de aangrenzende gebouwen van korte duur is. Gemiddeld worden de omliggende gebouwen het hele jaar door niet meer dan een uur per dag beschaduwd.

4 Resultaten windhinderonderzoek

Op basis van de uitgevoerde CFD-analyse is het windklimaat beoordeeld volgens de NEN 8100 zoals beschreven in H2.1. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

4.1 Beoordeling Windhinder

Voor de beoordeling van windhinder zijn de berekende kwaliteitsklassen met kleurcontouren in een horizontale doorsnede op hoofdhoogte weergegeven. Het kleurgebruik volgt de beoordelingscriteria uit de NEN 8100. Tabel 3 toont de gebruikte kleuren in relatie tot de berekende kwaliteitsklassen.

Tabel 3 - Kleurcodering windhinder

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

Bij de beoordeling van windhinder wordt onderscheid gemaakt tussen de drie activiteiten doorlopen, slenteren en langdurig zitten. Deze activiteiten zijn gekoppeld aan de functie van een gebied. Een parkeerterrein behoort bijvoorbeeld tot activiteit I: doorlopen. Slenteren doet men bijvoorbeeld in een winkelstraat, onoverdekt winkelcentrum of park. Bij langdurig zitten valt te denken aan zitten op een bankje in een park.³

Het criterium voor slenteren is in dit plangebied van toepassing bij de hoofdingangen van gebouwen, de twee centrale pleinen en het Merwedepark. Op locaties waar een horeca terras is gepland wordt het criterium zitten gehanteerd en op de overige locaties wordt de activiteitenklasse doorlopen gehanteerd.

4.1.1 Resultaten op maaiveld

Figuur 14 toont de resultaten van de evaluatie voor windhinder volgens NEN 8100. Het wordt geconcludeerd dat in het Merwedepark, de pleinen en de binnenterreinen een goed windklimaat heerst.

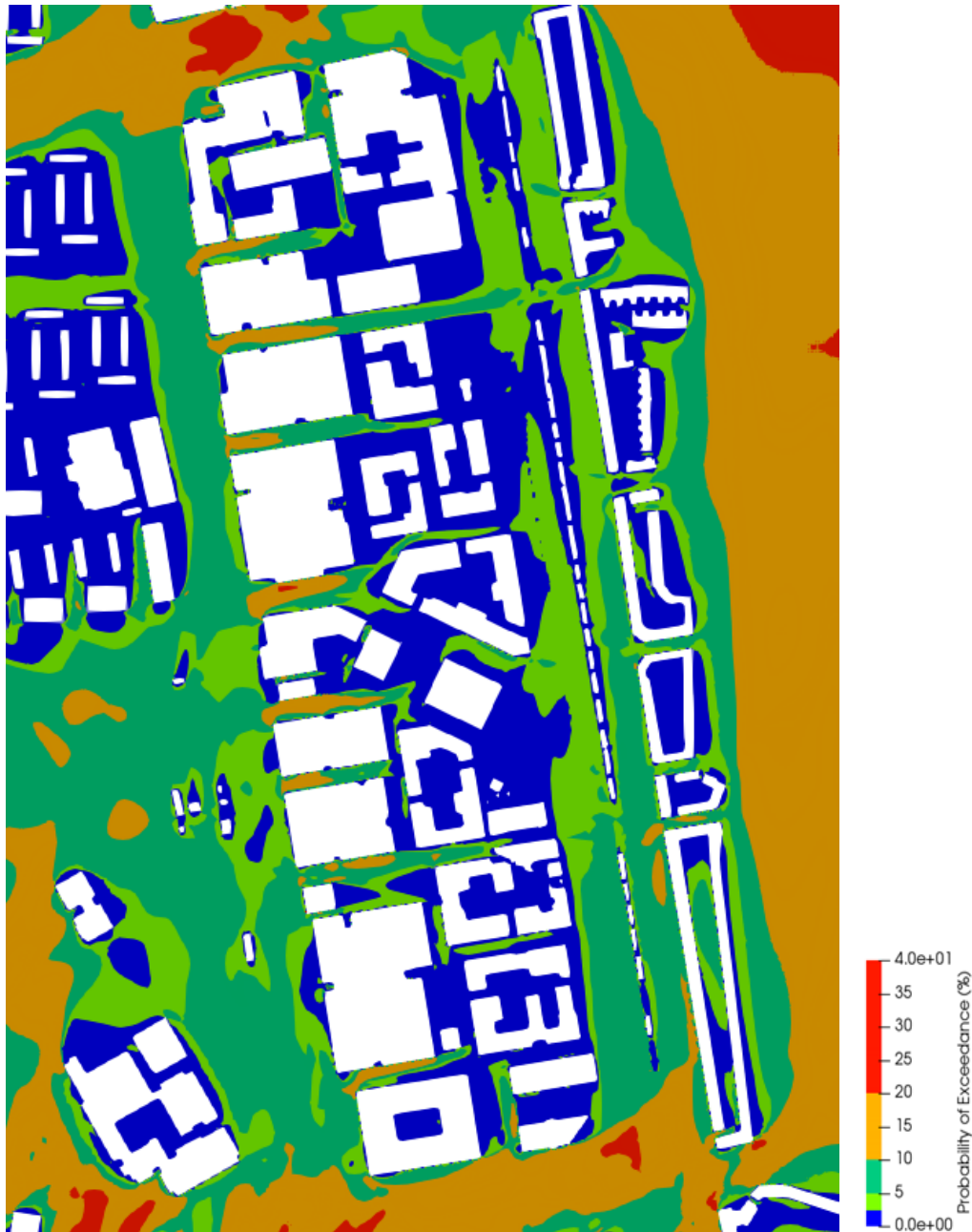
In het hele Merwedepark wordt voldaan aan het criterium voor ‘slenteren’. Ook zijn er diverse gebieden die voldoen aan het criterium voor ‘zitten’ en dus geschikt zijn voor gebruiksfuncties zoals horeca terrassen.

³ NEN 8100

Ook het plein in het noorden van het plangebied heeft een goed windklimaat en voldoet ook grotendeels aan het criterium voor activiteitenklasse 'zitten'. Het zuidelijke plein daarentegen wordt blootgesteld aan hogere windsnelheden, al voldoet het nog voornamelijk aan het criterium voor 'slenteren'.

In de straten loodrecht op de Europalaan komen hogere windsnelheden voor. In de meeste gevallen wordt nog steeds aan het criterium 'doorlopen' voldaan, behalve op een centrale plek in het midden van het gebied aan de zijde van de Europalaan. Hier zijn aanvullende maatregelen nodig om te kunnen voldoen aan de eisen uit het Stedenbouwkundig Plan. Ter plaatse van de hoofdingangen van gebouwen dient volgens NEN 8100 minimaal aan het criterium 'slenteren' te worden voldaan. Een aandachtspunt is daarom het plaatsen van hoofdentrees in de straten grenzend aan de Europalaan.

Andere gebieden waar hoge windsnelheden optreden bevinden zich in het noorden van de ontwikkeling langs de Kon. Wilhelminalaan en het Zuiden aan de Beneluxlaan. Ook hier is een zorgvuldige planning van de hoofdingangen van het gebouw nodig. Daarnaast wordt lokaal niet voldaan aan het criterium 'doorlopen'. Aanbevolen wordt om hier mee rekening te houden bij het plannen van eventuele fiets- en voetpaden.



Figuur 14- Resultaten windhinder op maaiveld

4.2 Beoordeling Windgevaar

Om het ontwerp op windgevaar te beoordelen is de kans op het overschrijden van een windsnelheid van 15 m/s bepaald. Er is conform NEN8100 geen sprake van windgevaar als deze kans maximaal 0,3% bedraagt.

In het CFD model is hiertoe het windklimaat in het plangebied op hoofdhoogte beoordeeld. De gebruikte kleurcodering is in Tabel 4 weergegeven. Voor de locaties waar geen windgevaar aanwezig is zijn de kleuren blauw en groen gebruikt.

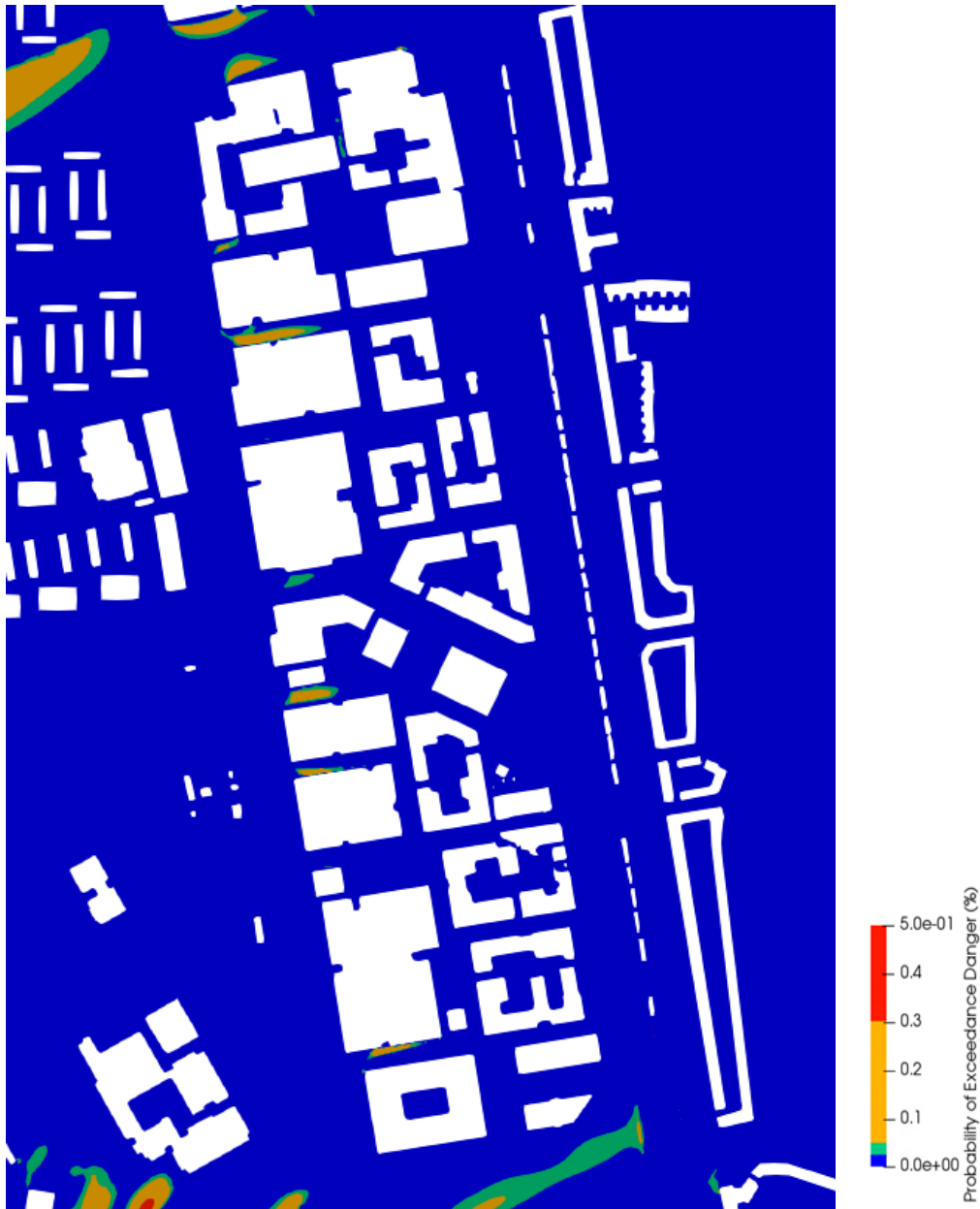
Tabel 4 - Kleurcodering windgevaar

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR;G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

4.2.1 Resultaten op maaiveld

Figuur 15 toont de resultaten van de evaluatie voor windgevaar volgens NEN 8100. Geconcludeerd wordt dat in het Merwedepark, de pleinen en de binnenterreinen geen windgevaar bestaat.

In sommige straten loodrecht op de Europalaan bestaat een beperkt risico op windgevaar. Volgens NEN 8100 mag een matig risico op windgevaar alleen worden geaccepteerd op locaties die vallen binnen activiteitenklasse I (doorlopen). Voor slentergebieden (zoals gebouwingangen) zijn lokaal aanvullende maatregelen nodig om het windklimaat te verbeteren.



Figuur 15 - Resultaten windgevaar op maaiveld

5 Conclusies en aanbevelingen

Er is een windhinder- en bezonningstudie uitgevoerd voor het project 'Merwede' in Utrecht op basis van een representatieve proefverkaveling. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het bezonningsonderzoek heeft betrekking op de beoordeling van:
 - het openbare gebied op maaiveld en de (verhoogde) binnenterreinen
 - de gevels van de geplande ontwikkeling
 - de gevels van omliggende bestaande bebouwing
- Bezonningsstudie voor verschillende momenten van het jaar (winter, lente/herfst, zomer)
- Windhinder studie conform randvoorwaarden NEN8100 met behulp van Computational Fluid Dynamic (CFD) computer simulatie
- Controle op beantwoording aan de streefwaarden voor bezonning en wind zoals voorgeschreven in het stedenbouwkundig plan

5.1 Conclusies bezonning

Uit de bezonningsstudie blijkt dat zowel de buitenruimtes als de gevels van de geplande bebouwing voldoen aan de eisen van het stedenbouwkundig plan. Ook uit het beschaduwingsonderzoek op de bestaande bebouwing rondom het plangebied blijkt dat de ontwikkeling van de Merwede een beperkte impact heeft op de bezonning door de slankheid van de geplande hoogbouwaccenten.

Wel bestaat er een aantal aandachtspunten voor het ontwerp van Merwede:

Binnenterreinen op maaiveld

- De binnenterreinen als geheel gezien voldoen aan de eisen die het stedenbouwkundig plan stelt. Enkele individuele binnenterreinen op de begane grond ontvangen echter minder dan 50% bezonning op 21 maart.

Merwedepark

- Door de zeer laagstaande zon op de referentiedag (21 december) zal in het Merwedepark beschaduwing direct ten noorden van aangrenzende bebouwing optreden ter plekke van de twee inhammen in het stedenbouwkundig plan.

5.2 Aanbevelingen bezonning

Om de bezonning op de bovengenoemde aandachtspunten te optimaliseren is een aantal maatregelen mogelijk:

Binnenterreinen

Om de bezonning van sommige van de binnenterreinen op maaiveld te verbeteren, kan worden overwogen om het maaiveldniveau van het binnenterrein te verhogen

of de lagere bebouwing aan de zuidzijde van het blok te plaatsen zodat meer zon kan toetreden.

Merwedepark

Door verblijfsplekken niet direct aan de noordzijde van de bebouwing in het Merwedepark te plaatsen kan in deze gebieden ook worden voldaan aan de eisen gesteld in het stedenbouwkundig plan.

Als alternatief kan worden overwogen om de gebouwen die verantwoordelijk zijn voor de beschaduwning te verlagen. Gezien de lage zonhoek op de referentiedag zou de reductie in hoogte echter aanzienlijk moeten zijn.

5.3 Conclusies wind

Het windhinderonderzoek laat zien dat er over het algemeen sprake is van een goed windklimaat in het Merwedepark, de binnenterreinen en de centrale pleinen. Op de meeste plekken wordt dus ook voldaan aan de eisen uit het Stedenbouwkundig Plan.

Wel bestaan er een aantal aandachtspunten voor het ontwerp van Merwede:

Straten loodrecht op de Europalaan

- Op een centrale plek in het midden van het plangebied aan de zijde van de Europalaan heerst een slecht windklimaat voor activiteit 'doorlopen'. Hier wordt niet voldaan aan de eisen uit het Stedenbouwkundig Plan en er zijn lokaal aanvullende maatregelen nodig om de hoge windsnelheden te temperen.
- In meerdere straten haaks op de Europalaan treden hogere windsnelheden op. Hier wordt niet voldaan aan het criterium 'slenteren' (windhinder) dat van toepassing is bij hoofdingangen van gebouwen.
- Er bestaat een beperkt risico op windgevaar op meerdere locaties haaks op de Europalaan.

Pleinen

- Het zuidelijke plein ligt dicht bij de Europalaan en wordt lokaal blootgesteld aan hogere windsnelheden. Op deze locaties wordt niet voldaan aan criterium 'slenteren'. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de planning van de gebruiksfuncties op het plein en de positionering van gebouwentrees.

Kon. Wilhelminalaan en Beneluxlaan

- In het noorden van de ontwikkeling langs de Kon. Wilhelminalaan en het Zuiden aan de Beneluxlaan treden ook hoge windsnelheden op. Er wordt hier niet voldaan aan criterium 'slenteren'. Hiermee dient wederom rekening te worden gehouden bij de planning van gebouwentrees.

- Er wordt lokaal niet voldaan aan criterium ‘doorlopen’. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de planning van eventuele fiets- en voetpaden.

5.4 Aanbevelingen wind

Om het windklimaat op de bovengenoemde aandachtspunten te verbeteren is een aantal maatregelen mogelijk:

Geometrische variaties van de centrale toren

Om het gebied van comfortklasse E dicht bij de centrale toren te verminderen, kunnen slimme interventies op de geometrie van het gebouw worden genomen. Enkele voorbeelden zijn het verkleinen van het blootgestelde geveoppervlak in de hoofdwindrichting (zuidwest) , het toevoegen van een plint of het aanbrengen van ‘setbacks’ langs de zuid- en westgevel.

Schermen bij hoofdentrees

Indien het wenselijk is om hoofdentrees in de straten loodrecht op de Europalaan te plaatsen, kunnen schermen worden aangebracht om het windklimaat lokaal te verbeteren.

Openbaar groen (landscaping)

Het inzetten van openbaar groen zoals bomen en struiken kan een effectieve maatregel zijn om lokaal hoge windsnelheden te verminderen. Vooral het plaatsen van bomen langs de Europalaan kan helpen om de wind te vertragen voordat deze de straten van de Merwedekanaalzone binnenkomt.

Verder dient te worden opgemerkt dat in de huidige analyse het Park Transwijk niet is meegenomen. Verwacht wordt dat dit ook een positief effect zal hebben op het verlagen van de windsnelheden.

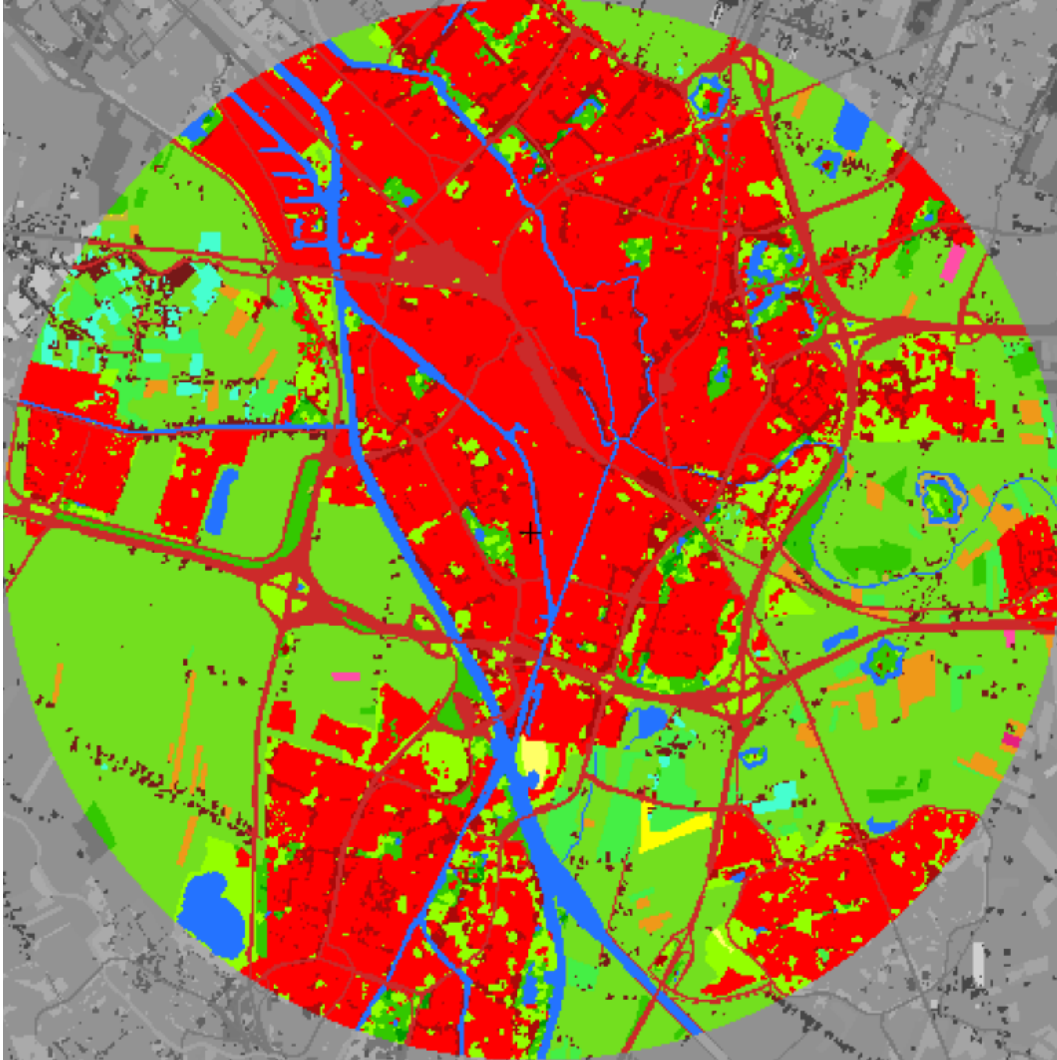
Wel moet opgemerkt worden dat het positieve effect van openbaar groen zich zal beperken tot het late voorjaar tot het vroege najaar. In de winter, wanneer de bomen kaal zijn, zullen ze aanzienlijk minder wind tegenhouden.

Appendix A

Windstatistiek en terrein
ruwheid

Tabel 5 - Frequentietabel van de windsnelheden op 60 m hoogte. Bron: NPR 6097:2006

FREQUENTIETABEL VAN DE 60 METER WINDSNELHEID CUMULATIEF RELATIEF													
X135972 Y453779 Jaar 1963-2002													
Windsnelheid (m/s)	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.
	Cumulatief in percentages												
0,0 - 0,9	0.22	0.21	0.20	0.18	0.17	0.18	0.21	0.19	0.13	0.22	0.21	0.21	2.33
1,0 - 1,9	0.95	0.94	0.88	0.69	0.70	0.75	0.95	0.86	0.64	0.90	0.88	0.89	10.03
2,0 - 2,9	1.89	1.89	1.83	1.45	1.52	1.64	2.10	1.95	1.44	1.86	1.80	1.79	21.16
3,0 - 3,9	2.93	3.11	2.93	2.39	2.40	2.61	3.48	3.36	2.46	3.00	2.87	2.70	34.24
4,0 - 4,9	3.84	4.19	4.19	3.38	3.25	3.58	4.98	5.01	3.73	4.25	3.89	3.56	47.83
5,0 - 5,9	4.53	5.13	5.26	4.31	3.94	4.38	6.33	6.67	5.20	5.51	4.79	4.29	60.34
6,0 - 6,9	4.99	5.83	6.03	4.99	4.43	4.89	7.50	8.20	6.67	6.64	5.56	4.82	70.54
7,0 - 7,9	5.24	6.23	6.59	5.45	4.77	5.27	8.44	9.68	8.12	7.70	6.13	5.20	78.82
8,0 - 8,9	5.37	6.48	7.00	5.83	4.97	5.52	9.21	10.84	9.44	8.54	6.55	5.44	85.19
9,0 - 9,9	5.43	6.62	7.23	6.04	5.06	5.67	9.73	11.82	10.64	9.23	6.86	5.58	89.91
10,0 - 10,9	5.46	6.68	7.38	6.17	5.09	5.76	10.11	12.59	11.65	9.72	7.04	5.65	93.29
11,0 - 11,9	5.48	6.71	7.47	6.24	5.10	5.80	10.36	13.12	12.43	10.09	7.16	5.69	95.66
12,0 - 12,9	5.49	6.73	7.49	6.28	5.11	5.81	10.51	13.47	13.03	10.37	7.23	5.71	97.23
13,0 - 13,9	-	6.73	7.50	6.29	5.11	5.82	10.60	13.67	13.53	10.56	7.26	5.72	98.29
14,0 - 14,9	-	6.73	7.51	6.30	5.11	5.82	10.64	13.80	13.85	10.72	7.28	5.72	98.97
15,0 - 15,9	-	-	7.51	6.30	-	5.82	10.66	13.88	14.06	10.80	7.29	5.73	99.38
16,0 - 16,9	-	-	-	6.30	-	-	10.67	13.92	14.20	10.87	7.29	5.73	99.64
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	10.68	13.94	14.29	10.90	7.30	-	99.79
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	10.68	13.95	14.34	10.93	7.30	-	99.89
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	10.68	13.95	14.37	10.94	7.30	-	99.93
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	13.96	14.39	10.94	7.30	-	99.96
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	13.96	14.40	10.95	7.30	-	99.98
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	13.96	14.41	10.95	7.30	-	99.99
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	13.96	14.41	10.95	-	-	99.99
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	13.96	14.41	10.95	-	-	100.00
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figuur 16 - Terreinruwheid in de omgeving (6 km) van de gebouwlocatie (zwart kruisje).
Bron: NPR 6097:2006

Tabel 6 - Ruwheidstabel NPR 6097:2006

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

Appendix B

Technisch inlegvel numerieke
simulatie

Tabel 7 - Technisch inlegvel numerieke simulatie. Bron: NEN 8100

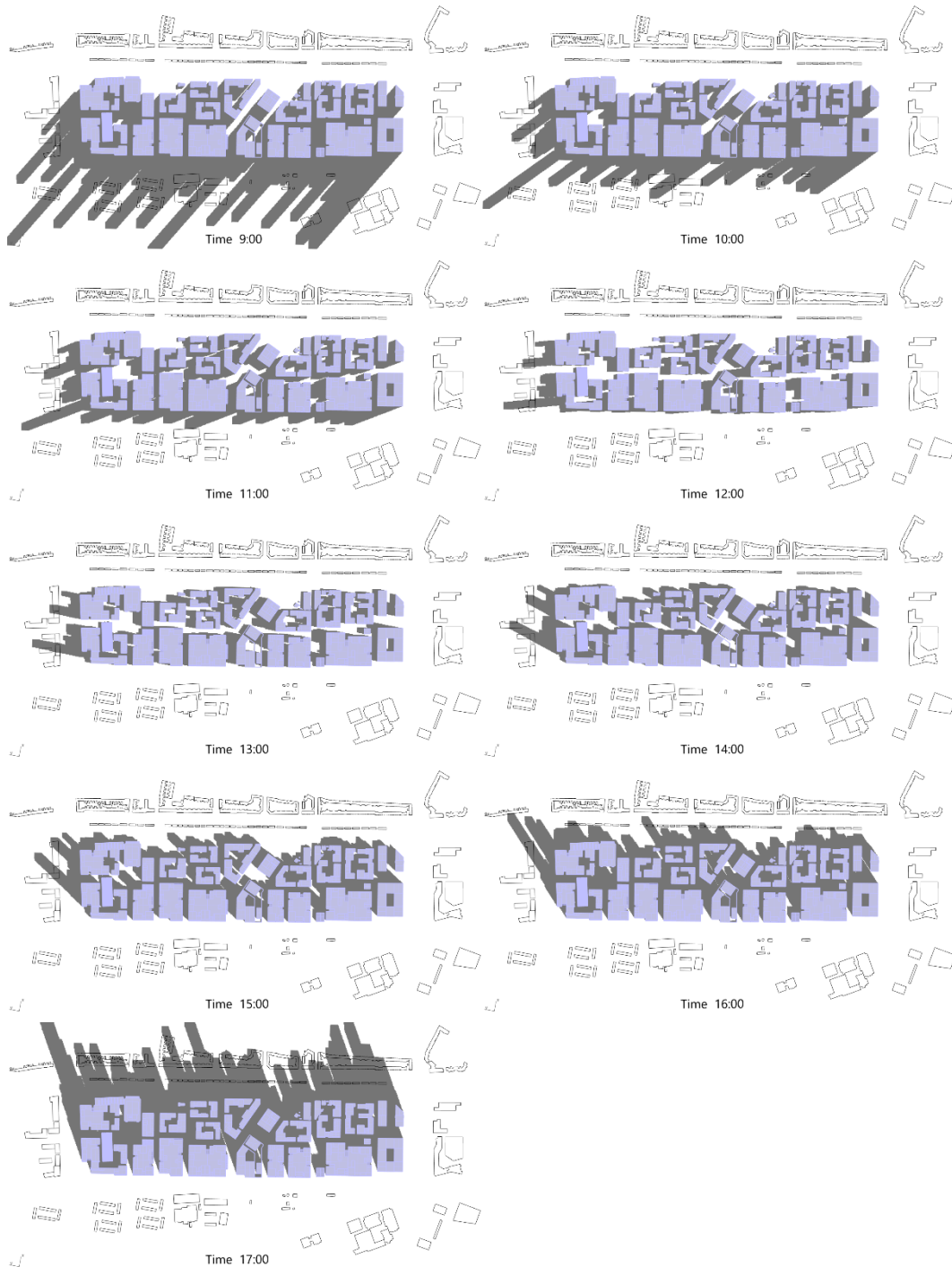
Project	Projectgegevens	
Projectnaam	Merwedekanaalzone	
Opdrachtgever	Merwedekanaalzone	
Projectleider	Jacco Paauw	
Datum	11-11-2020	
Model	Algemene gegevens van het model	
Omvang gemodelleerd gebied	300 m rond de bouwlocatie aan de N, O en Z kant; 600 m rond de bouwlocatie aan de W kant	
Kerngebied	Merwedekanaalzone Utrecht	
Omgeving	bebouwd	
Afmetingen model	2250 x 3450 x 500 m	
Blokkeringsgraad	< 5%	
Gemodelleerd groen	Nee	
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)	
Onderzochte configuraties	geplande bebouwingssituatie	
Computeropstelling	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur	
Programmatuur	FVM (eindige volume methode) FEM (eindige elementen methode) anders Programmatuur: OpenFoam Versie: 5	
Algemeen	drie-dimensionaal tijd-onafhankelijk isothermisch passieve scalars Overige: -	twee-dimensionaal tijd-afhankelijk thermisch actieve scalars
Rekenrooster	ca. 23 miljoen cellen; rechthoekig grid met verfijning t.p.v. het kerngebied	
Turbulentiemodellering	RNGkEpsilon	
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: lineair upwind Turbulentie grootheden: upwind Scalaire variabelen: -	
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden	
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel	
Uitlaat	Constante druk	
Boven-/zijwanden	Ongedwongen (geen drukverschil)	
Vloer/bodem	Ruwheidslengte z0= 1 m voor stedelijk gebied	
Overige	-	

Gegevensverwerking en - beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat			
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X=135972, Y=453779			
Toegepaste eisen	v_{DR} [m/s]	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans [%]	Beoordeling
Voor comfort			$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	D	< 20	matig
Slenteren	5,0	C	< 10	matig
Zitten	5,0	A	< 2,5	goed
Regionale correctie	-	-	-	-
Voor gevaar			$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$	
	15,0	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15,0	n.v.t	$p \geq 0,3$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	Plots van windgevaarcriteria en kwaliteitsklassen voor windhinder			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proefoverschrijdend belang	-			

Appendix C

Schaduw studie

C1 Schaduw studie - 19 februari



C2 Schaduw studie - 21 maart



C3 Schaduw studie - 21 juni

