



# Deskundig oordeel windklimaat

## Europalaan

Winterswijk

P39023690e101

29 juni 2023

Revisie 1

<b>Project</b>	<b>Europalaan</b>
Locatie	Winterswijk
<b>Onderwerp</b>	<b>Deskundig oordeel windklimaat</b>
Document	P39023690e101
Revisie	1
Datum	29 juni 2023
Status	Definitief
<b>Opdrachtgever</b>	<b>BJZ.nu</b>
	Dr. Van Wiechenweg 2 8025 BZ, Zwolle
<b>CFD-expert</b>	<b>SIMSTUDIO International Consultants</b>
	Baron de Coubertinlaan 6 2719 EL Zoetermeer info@simstudio-ic.com <a href="http://www.simstudio-ic.com">www.simstudio-ic.com</a>

<b>Huidige versie</b>			
Uitgifte nummer:	101	Uitgifte datum:	21/06/2023
	Auteur:	Gecontroleerd door:	Reden voor uitgave:
Naam:	Pieter Bügel	Martin Eimermann	- Aanpassing doorgevoerd voor de gebouwhoogte.

<b>Vorige versies</b>				
Uitgifte nr.:	Datum:	Auteur:	Controle:	Reden voor uitgave
100	23/06/2023	Pieter Bügel	Martin Eimermann	Eerste versie

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Europalaan	4
1.2	Onderzoeksdoel	4
1.3	NEN8100 beslismodel	5
1.4	NEN8100 Beoordelingsmethodiek	5
<b>2</b>	<b>ALGEMENE INFORMATIE</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>SITUATIE</b>	<b>8</b>
3.1	Huidige situatie	8
3.2	Toekomstige situatie	10
3.3	Winddata	11
<b>4</b>	<b>ANALYSE TE VERWACHTEN WINDKLIMAAT</b>	<b>12</b>
4.1	Optie 1	13
4.2	Optie 2	13
<b>5</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>BIJLAGE – WINDKLIMAAT PRINCIPES TOEGELICHT</b>	<b>15</b>
6.1	Wanneer windhinder	15
6.2	Fenomenen	15
6.3	Effect van gebouwen op de wind	16

# 1 Inleiding

## 1.1 Europalaan

Voor het ontwikkelingsplan Europalaan in Winterswijk is een deskundig oordeel windklimaat uitgevoerd. Het ontwikkelingsgebied ligt ten westen van de stadskern en wordt omsloten door de Europalaan en de straat Handelscentrum. Langs beide wegen lopen fiets- en wandelpaden.

In de huidige situatie bestaat de bebouwing uit een drie blokken met elk 5 bouwlagen. De maximale hoogte binnen de bestaande situatie is 15,5m. In de huidige situatie ligt het parkeerterrein langs de Europalaan.

Binnen het ontwikkelingsplan zijn twee toekomstige situatie opgenomen. Beide opties bestaan uit 4 woningblokken. Tussen de twee opties verschillen de bouwhoogtes van de vier blokken. De maximale hoogte voor optie 1 is 23m en voor optie 2 20m. Voor beide opties is een het deskundig oordeel windklimaat uitgevoerd. Rondom de geplande ontwikkeling worden parkeergelegenheden voorzien, met uitzondering van de zijde langs de Europlaan.

Figuur 1 geeft een impressie weer van de twee opties binnen het voorgestelde bouwplan.



Figuur 1: Impressie voorgestelde situaties Europalaan, links optie 1, rechts optie 2, aanzicht noordwest.

## 1.2 Onderzoeksdoel

Het doel van het deskundige oordeel is om inzicht te geven in het te verwachten windklimaat in en rond de gebiedsontwikkeling. Het masterplan wordt beoordeeld op basis van kennis, ervaring en basisprincipes ten aanzien van windklimaat. Wanneer nodig worden er ook verbeteringspunten aangedragen om het windklimaat te verbeteren.

### 1.3 NEN8100 beslismodel

De NEN8100 geeft een beslismodel om te bepalen of en wat voor type windklimaatonderzoek noodzakelijk is. In het voorgelegde plan zijn gebouwen opgenomen met een hoogte van 9m en 21m, de NEN8100 zegt hier het volgende over:

*Voor beschut liggende gebouwen met een hoogte tussen de 15 m en 30 m en voor onbeschut liggende gebouwen tot een hoogte van 30 m is de hulp van een windhinderdeskundige noodzakelijk om te beoordelen of er wel of niet windtunnel- CFD-onderzoek noodzakelijk is.*

*Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 m is nader onderzoek met CFD- of Windtunnelsimulatie noodzakelijk.*

Het deskundige oordeel is daarmee voldoende voor de toetsing van het voorgestelde plan

### 1.4 NEN8100 Beoordelingsmethodiek

In de NEN8100 worden 5 kwaliteitsklassen gegeven waarbij windhinder als **goed**, **matig** of **slecht** wordt geclassificeerd voor een drietal activiteiten. Deze omschrijving staat voor:

- Bij een **goed** windklimaat ervaart men *geen tot weinig* overmatige windhinder.
- Bij een **matig** windklimaat ervaart men *af en toe* overmatige windhinder.
- Bij een **slecht** windklimaat ervaart men *regelmatig* overmatige windhinder.

Een zo omschreven **matig** windklimaat past bij de algemene ervaring van het windklimaat in Nederland.

De kwaliteitsklasse is afhankelijk van het aantal uren dat de windhinder (overlast) drempelwaarde van 5 m/s naar verwachting wordt overschreden. Deze waardering is weergegeven in Tabel 1 met in groen acceptabele kwaliteitsklasse.

De drempelwaarde voor windgevaar is 15 m/s (NEN8100) en wordt gekwalificeerd als aangegeven in Tabel 2.

Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		Doorlopen	Slenteren	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

Tabel 1: Classificatie windklimaat conform NEN8100.

Overschrijdingskans In procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
0,05 < 0,30	Beperkt risico
> 0,30	Gevaarlijk

Tabel 2: Kwalificatie tabel windgevaar conform NEN8100.

## 2 Algemene informatie

Conform de NEN8100 wordt het windklimaat beoordeeld op basis van de overschrijdingskans van de windsnelheid drempelwaarde van 5 m/s. Daarnaast kan wind als hinderlijk ervaren worden als er fluctuaties in snelheid en richting plaats vinden. In een normaal windklimaat zonder invloed van bebouwing wordt in basis niet gesproken van overmatige windhinder. In de bebouwde omgeving treden windversnellingen en vertragingen op door de obstructie van gebouwen.

Denk aan hinder bij windsnelheden boven circa 5 m/s die worden ondervonden aan: 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). Figuur 2 toont de schaal van Beaufort met de benaming, snelheden en uitwerkingen.

Voor elke bestemming behoort te worden nagegaan welke activiteit zal overheersen. Een parkeerterrein behoort bijvoorbeeld tot activiteit I: doorlopen. Slenteren doet men bijvoorbeeld in een winkelstraat, onoverdekt winkelcentrum of park en rond een entree. Bij langdurig zitten valt te denken aan zitten op een bankje in een park.

Gebouwen die tussen andere gebouwen staan van ongeveer dezelfde hoogte veroorzaken geen overmatige windhinder. Dit is het geval indien de verhouding tussen de hoogte van het gebouw en de hoogte van ieder ander gebouw in de omgeving kleiner is dan 1,5.

Hoge bouwwerken vereisen altijd een windhinderonderzoek. Gebouwen die tweemaal hoger zijn dan de andere gebouwen binnen de invloedsfeer veroorzaken vrijwel altijd een verslechtering van het windklimaat.


In de NEN8100 worden bovenstaande condities ondergebracht in de categorieën van beschutte en onbeschutte ligging. Wanneer een bouwplan beschut ligt zal waarschijnlijk geen windhinder optreden. Landelijk gezien zal verreweg het grootste deel van de bouwplannen in deze categorie vallen. Bij een onbeschutte ligging van het bouwplan is de kans op een windklimaat met een lage graad van comfort aanmerkelijk groter.

Van de wind die tegen een gebouw aanstroomt gaat circa 2/3 naar beneden, dit komt door de druk van de atmosfeer. Dit deel van de wind stroomt grotendeels op straatniveau om de hoeken van dat gebouw verder in de windrichting. De volumestroom lucht neemt daardoor naast het gebouw toe waardoor de wind relatief harder stroomt dan als het gebouw hier niet zou hebben

gestaan. Deze windversnellingen kunnen leiden tot windhinder. Achter het gebouw ontstaat door de relatieve onderdruk een zog, waarbinnen lucht terug naar het gebouw stroomt (in tegengestelde richting van de wind). Figuur 3 toont een aantal basisprincipes.

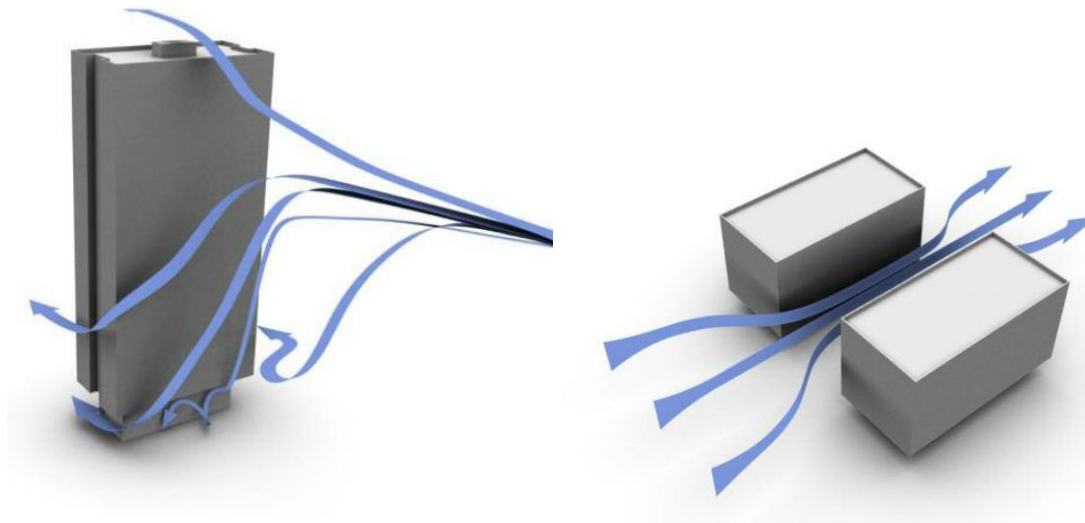
De lengte waarover het gebouw effect heeft op het lokale windklimaat is afhankelijk van de breedte, hoogte en lengte. Als er twee hoge gebouwen naast elkaar staan wordt het effect versterkt.

Tussen gebouwen welke op korte afstand van elkaar staan kan ook een luwte ontstaan wanneer de wind er overheen scheert. Hierdoor wordt een beter windklimaat dan in het open veld gerealiseerd.

SCHAAL VAN BEAUFORT 				
kracht	benaming	wind gemiddelde snelheid over 10 minuten		uitwerking boven land en bij mens
		km/h	m/s	
0	stil	0-1	0,0-0,2	rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	zwak	1-5	0,3-1,5	windrichting goed af te leiden uit rookpluimen
2	zwak	6-11	1,6-3,3	wind merkbaar in gezicht
3	matig	12-19	3,4-5,4	stof waait op
4	matig	20-28	5,5-7,9	haar in de war; kleding flappert
5	vrij krachtig	29-38	8,0-10,7	opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen; gekuifde golven op meren en kanalen; vuilcontainers waaien om
6	krachtig	39-49	10,8-13,8	paraplu's met moeite vast te houden
7	hard	50-61	13,9-17,1	het is lastig tegen de wind in te lopen of te fietsen
8	stormachtig	62-74	17,2-20,7	voortbewegen zeer moeilijk
9	storm	75-88	20,8-24,4	schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg; kinderen waaien om
10	zware storm	89-102	24,5-28,4	grote schade aan gebouwen; volwassenen waaien om
11	zeer zware storm	103-117	28,5-32,6	enorme schade aan bossen
12	orkaan	>117	>32,6	verwoestingen

Figuur 2: Schaal van Beaufort.





Figuur 3: Voorbeeld basisprincipes wind om gebouwen.

## 3 Situatie

### 3.1 Huidige situatie

Het ontwikkelingsgebied ligt ten westen van de stadskern en is omgeven door de Europalaan en de Handelscentrum straat. Langs beide wegen lopen fiets en wandelpaden. De ligging van het ontwikkelingsgebied is aangegeven op Figuur 4.

In de huidige situatie bestaat de bebouwing uit een drie blokken met elk 5 bouwlagen. De maximale hoogte binnen de bestaande situatie is 15,5m. In de huidige situatie zijn er verschillende parkeergelegenheden langs de Europalaan.

De omgeving van de bouwlocatie bestaat voornamelijk uit 3 laags woningen en bedrijventerrein.

Aan de noord- en oostzijde van de Handelcentrum straat staan drie grote industrie gebouwen. De hoogte van de gebouwen is tussen de 5m en 10m.

Van zuidoost- tot westelijke windrichting bestaat de bebouwing voornamelijk uit 3 laags woningen met een hoogte tussen de 8m en 10m. Verder staan er tussen de woningen veel bijgebouwen met een hoogte van ongeveer 2,5m. In noordwestelijke windrichting staat nog een groot supermarkt gebouw met een hoogte tussen de 6m en 10m.

De huidige bebouwing steekt daarmee ongeveer twee bouwlagen boven de omgeving uit.

Langs de Europalaan en de straat Handelcentrum staat een rij met bomen met een behoorlijke tussenruimte.



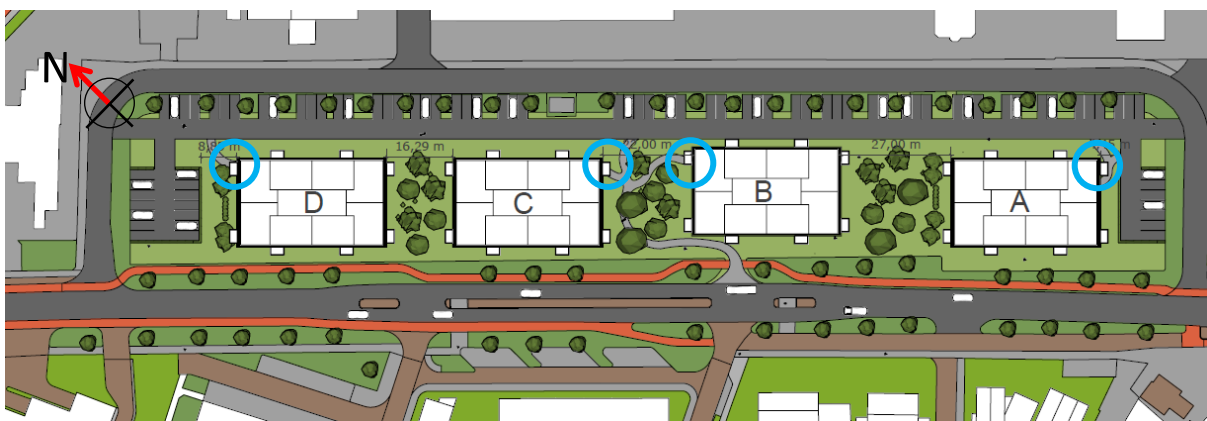
*Figuur 4: Ligging ontwikkelingsplan Europalaan in Winterswijk, geel gestippelde lijn, Google Earth.*

### 3.2 Toekomstige situatie

Voor het ontwikkelingsplan zijn twee mogelijke opties beoordeeld. Beide opties bestaan uit 4 woningblokken met verschillende bouwhoogtes. Per optie verschillen de bouwhoogtes van de vier blokken.

Figuur 5 geeft vier bouwblokken weer met de gebruikte identificatie letter. Daarnaast geeft het figuur ook de entree locaties weer en de locatie van de toekomstige parkeerplaatsen. Tabel 3 geeft de hoogte weer per gebouw per optie.

Voor optie 1 is de maximale bouwhoogte ongeveer 21m (7 bouwlagen). Voor optie 2 is de maximale bouwhoogte ongeveer 20m (6 bouwlagen). Voor beide opties is gebouw B het hoogste gebouw.



Figuur 5: Bouwblokken en indicatie van de entrees met blauwe cirkels, inclusief identificatie letter.

Gebouw	Gebouw hoogte [m]	
	Optie 1	Optie 2
A	17	18
B	23	20
C	11	14
D	14	17

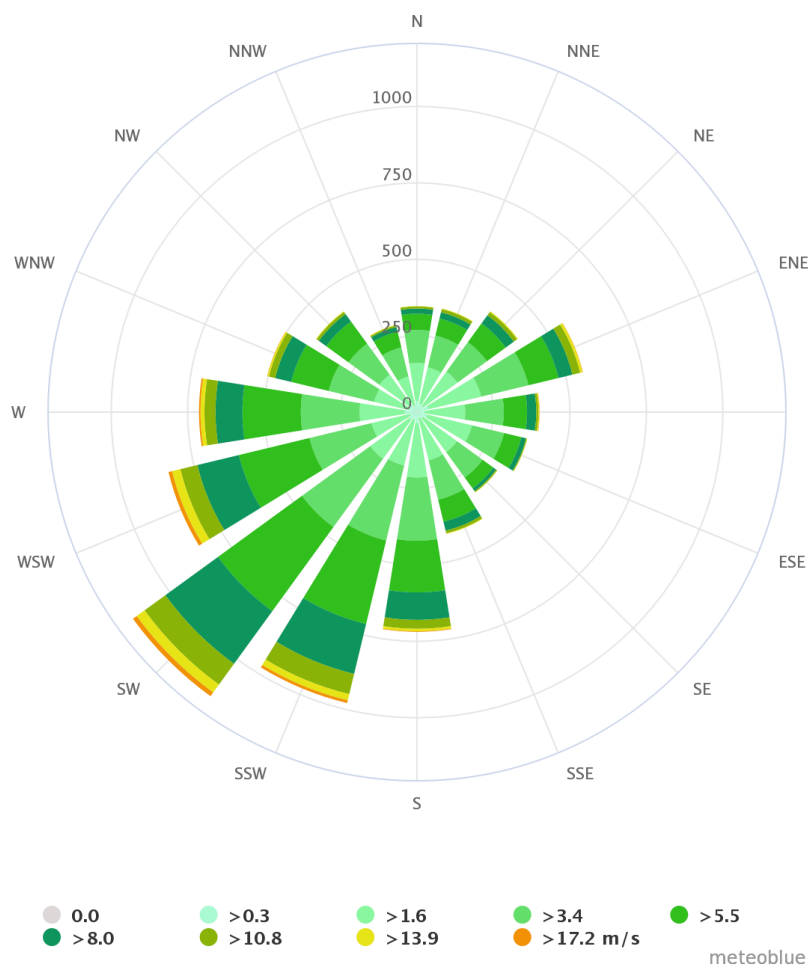
Tabel 3: Gebouwhoogtes per gebouw en optie

### 3.3 Winddata

Voor de analyse is gebruik gemaakt van winddata van Meteoblue voor Winterswijk.

Figuur 6 toont de windroos met windsnelheden in kilometer per uur. De snelheidscategorieën in deze windroos zijn gebaseerd op de schaal van Beaufort (bft). Wind tussen 1 en 5 km/h is gelijk aan 1bft, daarboven per categorie 1bft hoger. De windroos is opgebouwd 16 windrichtingen.

Zoals de windroos toont komt de wind overwegend uit zuidwestelijke richting. Wind uit zuidelijke tot westelijke wind vinden 50% van het jaar plaats en zijn daarmee bepalend voor het te ervaren windklimaat. De gemiddelde windsnelheid is 15.7 km/h (4,3 m/s, windkracht 3).



Figuur 6: Windroos geconstrueerd door Meteoblue voor Winterswijk.

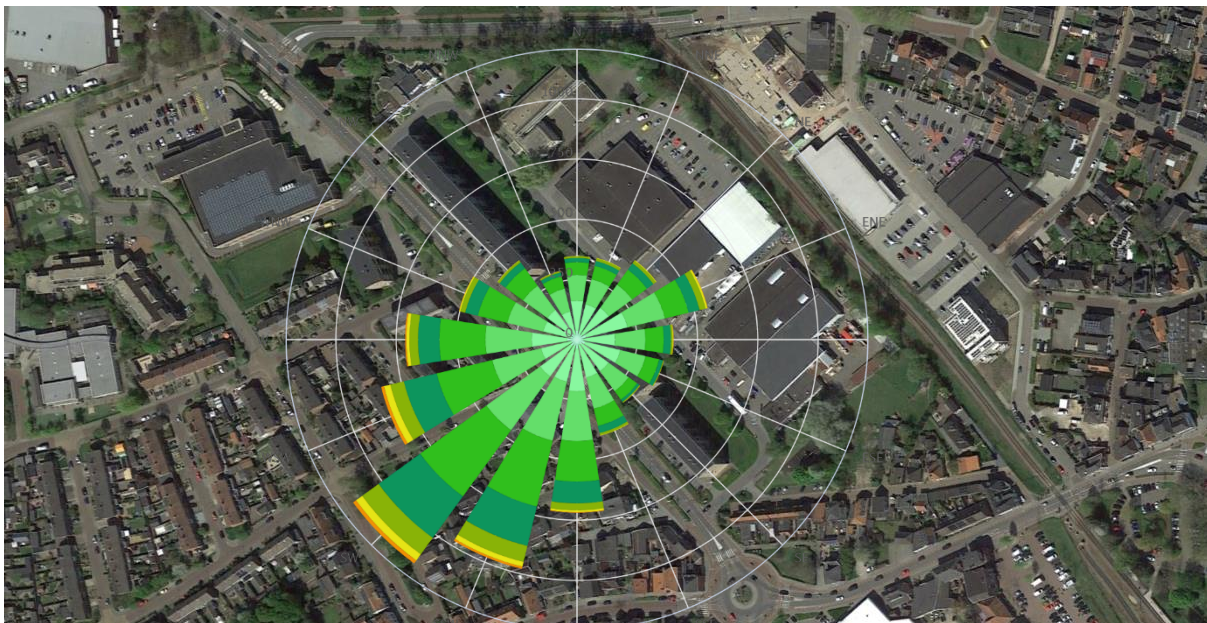
## 4 Analyse te verwachten windklimaat

In de NEN8100 wordt gesteld dat gebouwen tot 1,5 keer de hoogte van de omliggende bebouwing naar verwachting geen overmatige windhinder veroorzaken. Bij een grotere verhouding bestaat de kans op windhinder. Het ontwikkelingsgebied langs de Europalaan in Winterswijk is op sommige plaatsen 1,5 keer hoger dan de naast gelegen gebouwen en kan daarmee effect hebben op het windklimaat.

Figuur 7 toont de bouwlocatie met daaroverheen de windroos geprojecteerd. Zoals beschreven in paragraaf 3.3 komt de wind bijna 50% van het jaar uit zuid- tot westelijke richting. Deze windrichtingen zullen de meeste impact hebben op het windklimaat op straatniveau.

Langs de Europalaan staan in de huidige situatie verschillende rijen met bomen. In de toekomstige situatie worden er tussen de gebouwen in, verschillende bomen gepland. Daarnaast wordt er een bomenrij toegevoegd langs de Handelscentrum straat. De bomen tussen de gebouwen in verbeteren het windklimaat en kunnen eventuele windversnellingen, die tussen de gebouwen door gaan, voorkomen. Gezien de hoogte van de bouwplannen zullen de windversnellingen niet hinderlijk zijn wanneer de bomen daar niet worden geplaatst.

Het verwachte windklimaat wordt besproken voor beide opties binnen het ontwikkelingsplan.



Figuur 7: Windroos geprojecteerd over plangebied.

#### 4.1 Optie 1

De verschillende bouwblokken in optie 1 (van A naar D) hebben een hoogte van 5, 7, 3 en 4 bouwlagen. De hoogte van de gebouwen komt daarmee op ongeveer 17m, 23m, 11m en 14m.

Gebouw A is ongeveer 17m hoog wat gelijk is aan de huidige situatie. Verwacht wordt dat het windklimaat rond gebouw A voldoet aan windklimaat klasse A tot C.

Gebouw B is het hoogste gebouw van optie 1. Het gebouw is ongeveer een keer zo hoog als de omliggende omgeving. Door deze hoogte stroomt er meer wind tegen de ontwikkeling aan. Verwacht wordt dat het windklimaat rond gebouw B voornamelijk voldoet aan windklimaat A tot C. Rond de zuid- en westhoeken van het gebouw is er kans op een klein gebied met windklasse D.

De gebouwen C en D hebben een vergelijkbare hoogte als de omliggende bebouwing en hebben daarmee een beschut karakter. Verwacht wordt dat het windklimaat rond deze gebouwen voldoet aan windklimaat klasse A tot B.

De nieuwe parkeergelegenheden aan langs de Handelscentrum straat liggen voornamelijk in de luwte van de gebouw blokken. Daarmee wordt verwacht dat het windklimaat zal voldoen aan een windklimaatklasse A tot B.

Verwacht wordt dat bij optie 1 alle fiets- en wandelpaden rondom de ontwikkeling voldoen aan de gestelde eisen van windklimaatklasse D, 'doorlopen'. Ook wordt verwacht dat alle entrees voldoen aan de gestelde eisen van windklimaatklasse C, 'slenteren'. Daarnaast wordt er ook geen windgevaar verwacht rondom de ontwikkeling.

#### 4.2 Optie 2

De verschillende bouwblokken in optie 2 (van A naar D) hebben een hoogte van 4, 6, 4 en 5 bouwlagen. De hoogte van de gebouwen komt daarmee op ongeveer 14m, 20m, 14m en 17m.

De gebouwen A en C hebben een vergelijkbare hoogte als de omliggende bebouwing en hebben daarmee een beschut karakter. Verwacht wordt dat het windklimaat rond deze gebouwen voldoet aan windklimaat klasse A tot B.

Gebouw B is ook in optie 2 het hoogste gebouw. Het 20m hoge gebouw is 3m lager dan het gebouw in optie 1. Verwacht wordt dat het windklimaat rond het gebouw vergelijkbaar is met het windklimaat rondom gebouw B in optie 1. Dat betekent dat ook hier voornamelijk een windklimaat klasse A tot C op zal treden. Rond de zuid- en westhoeken van het gebouw is er een kleine kans dat er een gebied met windklasse D op kan treden.

Gebouw D is ongeveer 17m hoog wat gelijk is aan de huidige situatie. Verwacht wordt dat het windklimaat rond gebouw A voldoet aan windklimaat klasse A tot C.

Voor de parkeergelegenheden wordt hetzelfde windklimaat verwacht als bij optie 1.

Verwacht wordt dat alle fiets- en wandelpaden rondom de ontwikkeling voldoen aan de gestelde eisen van windklimaatklasse D, 'doorlopen'. Ook wordt verwacht dat alle entrees voldoen aan de gestelde eisen van windklimaatklasse C, 'slenteren'. Daarnaast wordt er ook geen windgevaar verwacht rondom de ontwikkeling.

## 5 Conclusie

Voor het de ontwikkeling Europalaan in Winterswijk is een deskundig oordeel windklimaat uitgevoerd. Het ontwikkelingsgebied ligt ten westen van de stadskern en is omgeven door de Europalaan en de straat Handelscentrum. Langs beide wegen lopen fiets- en wandelpaden.

In de huidige situatie bestaat de bebouwing uit een drie blokken met elk 5 bouwlagen. De maximale hoogte binnen de bestaande situatie is 15,5m. In de huidige situatie liggen de parkeergelegenheden langs de Europalaan.

Binnen het ontwikkelingsplan zijn twee toekomstige situatie opgenomen. Beide opties bestaan uit 4 woningblokken. Tussen de twee opties verschillen de bouwhoogtes van de vier blokken. De maximale hoogte voor optie 1 is 23m (7 bouwlagen) en voor optie 2 20m (6 bouwlagen). Voor beide opties is het deskundig oordeel windklimaat uitgevoerd. Rondom de geplande ontwikkeling worden parkeergelegenheden voorzien, met uitzondering van de zijde langs de Europlaan.

Verwacht wordt dat het windklimaat voor zowel optie 1 als optie 2 voldoet aan alle gestelde eisen. Op de omliggende fiets- en wandelpaden wordt verwacht dat het windklimaat voldoet aan de windklimaat klasse D, gelijk aan een windklimaat voor een 'doorloop' activiteit. Het verwachtte windklimaat bij de verschillende entree gebieden en parkeerplaatsen zal voldoen aan windklimaat klasse C, gelijk aan een klimaat voor een 'slenter' activiteit.

Verder wordt er rondom de ontwikkeling geen windgevaar verwacht.

## 6 Bijlage – windklimaat principes toegelicht

### 6.1 Wanneer windhinder

Als een effect waarbij windversnelling optreedt, optreedt bij de veel voorkomende windrichtingen. Hierdoor neemt het aantal uren dat de drempelwaarde voor windhinder wordt overschreden toe en kan het windklimaat tot een andere klasse gaan behoren.

### 6.2 Fenomenen

#### 6.2.1 Wind

Wind is een natuurlijke luchtbeving van de atmosfeer. Deze ontstaat door horizontale luchtdrukverschillen. Hierbij stroomt lucht altijd van een hoogdrukgebied naar een laagdrukgebied (Wikipedia, n.d.). Het heersende windklimaat in het onderste gedeelte van de atmosfeer, waar in wij leven, wordt beïnvloed door de ruwheid (steden, bomen, bergen etc.) van het aardoppervlak. Ondanks deze ruwheid stroomt de wind altijd van A naar B. Dit betekent dat als er een stad of gebouw staat, de wind tegen of om het gebouw heen stroomt waarna het zich in de heersende windrichting zal vervolgen. De wind stopt dus niet met stromen.

Doordat wind altijd een uitweg zoekt om in de heersende windrichting verder te stromen zorgt dat in steden voor plekken met relatief meer wind. Hoe hoger het gebouw des te meer wind op grondniveau. Echter is de oorzaak van windhinder vaak niet eenduidig, maar een combinatie van verschillende oorzaken. Deze oorzaken zijn de reden waarom de wind in een bepaalde manier beweegt.

In de onderstaand hoofdstukken worden een aantal basisprincipes van wind, het effect van gebouwen op het lokale windklimaat en oplossingen voor het verminderen van slecht windklimaat besproken.

#### 6.2.2 Atmosferische druk

Bebouwing heeft effect op het windklimaat in het onderste gedeelte van de atmosfeer. Het bewoonbare gedeelte van de atmosfeer heeft maar een geringe hoogte in vergelijking met de totale atmosfeer. Alle bovengelige luchtlagen liggen als het ware op de onderste luchtlag. Dit zorgt voor een grote drukkende kracht op de onderste luchtlag. Wanneer wind tegen hoogbouw aan stroomt kan de wind daardoor niet (geheel) naar boven weg stromen. De wind wordt daardoor naar beneden geduwd.

#### 6.2.3 Snelheidsprofiel

Wind stroomt met een snelheidsprofiel. Dit houdt in dat wind dicht bij het maaiveld minder snel stroomt dan op 60m hoog.

Dit snelheidsprofiel is afhankelijk van de ruwheid (bijv. gebouwen) op de grond. Een toename in ruwheid zorgt voor een verlaging van de snelheid op grondniveau. De mate van invloed op het snelheidsprofiel wordt beschreven door de ruwheidlengte (Troen & Petersen, 1991)

#### 6.2.4 Zog

Bij het aanstromen van wind op een object is aan de voorzijde veel wind en aan de achterkant weinig wind (lijzijde). Wind stroomt om het object heen, waarnaar het de originele windrichting weer aanneemt. Achter het gebouw ontstaat daardoor een gebied met weinig wind (lage druk).



Dit heet een zog. Het zog achter het gebouw is afhankelijk van de afmetingen van het gebouw, maar ook afhankelijk van het dak en eventuele doorgangen.

### 6.3 Effect van gebouwen op de wind

#### 6.3.1 Downwash

Van downwash wordt gesproken wanneer wind tegen bijv. hoogbouw aanstroomt en een gedeelte van de wind, door de atmosferische druk, naar beneden wordt gedrukt. Bij hoogbouw stroomt de wind tot  $2/3$  van de hoogte (H) naar beneden. Alle wind daarboven stroomt over het gebouw heen. Als de downwash bij de grond aankomt wordt het omgezet in een rollende golf. Deze golf stroomt dan langs de gevel in de richting van de hoeken van het gebouw. Hierna stroomt de wind weer in de originele windrichting. Alle wind die van boven komt stroomt weg langs de hoeken van het gebouw. Hierdoor is er op deze locatie een toename van wind.

Naast dat de hoeveelheid lucht toeneemt, neemt ook de snelheid van de lucht toe bij een downwash. Dit wordt veroorzaakt doordat wind van een hogere hoogte naar beneden stroomt. Wind op straatniveau heeft hierdoor een grotere kans om de 5 m/s te overschrijven.

#### 6.3.2 Afstand gebouwen in windrichting

Het windklimaat tussen twee of meerdere gebouwen in is afhankelijk van de afstand tussen de gebouwen in. Bij een grote afstand tussen de gebouwen in (15 tot 20 keer de gebouwhoogte (H)), is het zog achter het gebouw als het waren opgelost. Wind van een hoger luchtlag rijkt hierbij weer tot de grond. Ook heeft het daarmee effect op het volgende gebouw.

Bij een afstand van 5H tot 15H mengen het zog en de hogere luchtlagen zich in het tussengelegen gebied. De ongestoorde lucht heeft maar deels effect op het volgende gebouw.

Wanneer de afstand tussen de twee gebouwen kleiner is dan 5H stroomt de wind over de gebouwen heen. Hierbij hebben hogere luchtlagen weinig tot geen effect op het windklimaat tussen de gebouwen. In deze situatie wordt er gesproken van een stedelijk dek.

Bij een tussenliggende afstand die kleiner is dan 2H ontstaat er, aerodynamisch gezien, een aaneengesloten gebouw.

#### 6.3.3 Hoogte naastgelegen bebouwing

De hoogte van naastgelegen gebouwen heeft effect op het heersende windklimaat. Gebouwen die tussen andere gebouwen staan van ongeveer dezelfde hoogte veroorzaken geen overmatige windhinder. Dit is het geval indien de verhouding tussen de hoogte van het gebouw en de hoogte van ieder ander gebouw in de omgeving kleiner is dan 1,5. Gebouwen die tweemaal hoger zijn dan de andere gebouwen binnen de invloedssfeer veroorzaken vrijwel altijd een verslechtering van het windklimaat. Onderzocht dient te worden of dit ook hinderlijk is.

#### 6.3.4 Lengte van gevel

Ongestoorde wind heeft de mogelijkheid om te versnellen. In stedelijk gebied heeft dit voornamelijk effect op lange opeenvolgende gevels. De snelheid langs deze gevels neemt daarmee toe.

### 6.3.5 Doorgangen naast hoogbouw

Kleine doorgangen of straten die gelegen zijn naast hoogbouw, hebben vaak een verslechterd windklimaat. Doordat hier meer wind op straatniveau is door een downwash, stroomt de wind deels weg via doorgangen. Kleine doorstroom oppervlaktes zorgen dan voor hogere snelheden.

### 6.3.6 Onderdoorgangen

Onderdoorgangen kunnen positieve of negatieve werking hebben op het windklimaat. Wanneer een lange gevel is uitgerust met één doorgang dan wordt heel veel wind door deze doorgang geduwd. Rond de hoeken treden windversnellingen op en het heeft een slecht windklimaat. Bij meerdere doorgangen in één gevel wordt de wind verdeeld over verschillende doorgangen. Wind stroomt dan niet alleen meer om de hoeken van het gebouw. Hiermee kan het windklimaat verbeterd worden. Bouwtechnisch is dit wel een grote ingreep.

### 6.3.7 Open straten/groenstroken

Ongestoorde wind heeft de mogelijkheid om te versnellen. Bij open straten of grote groenstroken zijn dan ook hogere windsnelheden te verwachten. In vergelijking met een minder brede straten kan dit een windklimaatklasse verschelen.

### 6.3.8 Vegetatie

Bomen en struiken hebben een dempende werking op de wind. Het plaatsen van vegetatie heeft daarom vaak een positieve werking op het windklimaat. Extra vegetatie kan als oplossing dienen voor gebieden met windhinder. Bij het optreden van (veel) windgevaar is vegetatie geen gewenste oplossing dan wordt aangeraden om naar bouwkundige oplossingen te zoeken.

### 6.3.9 Pleinen en parkeerplaatsen

Pleinen die omgeven zijn met dichte bouwstroken hebben over het algemeen een rustig windklimaat. Door het grote doorstroom oppervlakte zijn er geen grote snelheidsverschillen. Wanneer straten met (veel) hoogbouw uitkomen op een plein kan men wel hogere snelheden verwachten.

### 6.3.10 Trechter vorming

Bij taps toelopende doorgangen zijn hogere snelheden te verwachten. Het doorstroom oppervlakte van dit soort doorgangen neemt af en de snelheid neemt daarmee toe. Dit komt doordat de massastroom gelijk blijft over de doorgang. Trechter vorming verslechtert het windklimaat t.o.v. een normale doorgang.

### 6.3.11 Beschut

Volgens de NEN8100 wordt gesteld dat beschutting van een gebouw afhangt van de volgende twee punten:

- Het oppervlak dat obstakels als bomen en gebouwen beslaan, bedraagt 20% of meer van het totale oppervlak binnen een straal van 300m
- Het bouwwerk steekt niet meer dan 50% uit boven de gemiddelde hoogte (h) van de obstakels binnen een straal van 300m

Ondanks de grote reikwijdte die de NEN8100 stelt, wordt er extra gekeken naar de naastgelegen gebouwen in de meest voorkomende windrichtingen. Deze kunnen ondanks het gemiddelde voor 300m een groot effect hebben op het heersende windklimaat.

In Nederland houdt dit in dat het overgrote gedeelte van de gebouwen in steden beschut liggen.

### 6.3.12 Onbeschut

Van een onbeschut gebouw wordt gesproken wanneer het niet voldoet aan de eisen van beschutte bebouwing, zoals besproken in paragraaf 6.3.11.

Langs de kust en bij open water kan het beduidend harder waaien. Daardoor vragen deze bouwplannen een nadere toetsing

### 6.3.13 Luifel of podium

voldoet.

Door een downwash kan er op grondniveau een duidelijke verandering in het windklimaat ontstaan. Een luifel heeft de werking om een entree gebied of wandelpad te beschermen van een downwash. De downwash stroomt dan op de luifel en niet tot de grond. Hiermee wordt de downwash niet geheel voorkomen, maar wordt eerder verplaatst. Bij deze verplaatsing is het niet gewenst dat de downwash dan alsnog op een wandelpad of fietspad uitkomt. Door de diepte van de luifel aan te passen kan de downwash vergenoeg verplaatst worden. Daarmee zijn de afmetingen van een luifel erg afhankelijk van de situatie. Richtlijnen voor de diepte zijn tussen de 5m en 10m.

Een podium is de vergrotende trap van de luifel. Wanneer de gebouwhoogte ervoor zorgt dat er een zeer grote kans op windgevaar is wordt het aangeraden om een podium te plaatsen. Net als de luifel zijn de afmetingen erg afhankelijk van de situatie. Richtlijnen voor de diepte van een podium liggen tussen de 5m en 15m

### 6.3.14 Terrasvormige gevel

Wanneer een gevel is opgebouwd uit verschillende niveaus, kan de wind die tegen de hoogste gevel aanstroomt niet tot de grond rijken. Hierbij heeft deze wind geen effect op het windklimaat op straatniveau. Deze toepassing heeft het beste effect als de gevels met een oriëntatie in de richting van de meest voorkomende windrichtingen, zo worden uitgevoerd.

### 6.3.15 Het verspringen van gevels

Lange straten met opeenvolgende (en vlakke) gevels zorgen ervoor dat de wind gemakkelijk kan versnellen. Door meer ruwheid in de doorsnede van de straat toe te voegen neemt het versnellen van de wind af. Hierin wordt aangeraden om gevels naar achter te leggen i.p.v. naar voren. Het is namelijk niet te bedoeling dat de doorsnede van de straat kleiner wordt. Hierdoor versnelt de wind alleen maar meer.

### 6.3.16 Straten opdelen met doorgangen

Naast het laten verspringen van gevels is het ook aan te raden om lange straten op te delen met tussen liggende doorgangen. Zo worden de gevels onderbroken en kan de wind via de doorgang 'ontsnappen'.

### 6.3.17 Draaien van een gebouw

De oorzaak van een verslechterd windklimaat komt vaak doordat hoge gevels loodrecht staan op de meest voorkomende windrichting. Door het gebouw te draaien ligt niet de gevel maar de punt van het gebouw in de meest voorkomende windrichting. De wind stroomt dan niet naar beneden, maar langs de twee gevels van het gebouw. Echter is dit een zeer grote ingreep wat ook effect heeft op andere aspecten van een gebouw.