

Windhinder



Windhinder onderzoek Haagse Markt en Uitenhogestraat

Onderzoek naar windhinder als gevolg
van bouw woontorens nabij Haagse
Markt en Uitenhogestraat ten behoeve
van bestemmingsplan

Dienst Stedelijke Ontwikkeling



Windhinder



Windhinder onderzoek Haagse Markt en Uitenhogestraat

Onderzoek naar windhinder als gevolg
van bouw woontorens nabij Haagse
Markt en Uitenhogestraat ten behoeve
van bestemmingsplan

Dienst Stedelijke Ontwikkeling

dossier Z0904

registratienummer Me.Z0904.01.R01

versie 1

mei 2005 / final

INHOUD	BLAD
1 WINDKLIMAAT	4
1.1 Snelheidsverhoging	4
1.2 Vlagerigheid	5
1.3 Invloedsgebied	5
1.4 Karakteristieke gebouw afmeting	5
1.5 Norm	6
1.5.1 Windhinder	6
1.5.2 Windgevaar	6
1.6 Maatregelen	6
2 GEGEVENS	7
2.1 Gebouw en omgeving	7
2.2 Windroos	7
3 UITKOMSTEN WINDHINDER ONDERZOEK	8
3.1 Invloedsgebied	8
3.2 Karakteristieke afmeting	9
3.3 Metingen snelheidsverhoging	9
3.4 Windklimaat	10
3.5 Maatregelen	11
3.5.1 Wijze van bouwen	11
3.5.2 Luifel rond gebouw	11
3.5.3 Afremmen met poreuze objecten	12
4 CONCLUSIES	13
4.1 Haagse Markt	13
4.2 Bedrijventerrein Uitenhogestraat	13
4.3 Metingen	13
5 REFERENTIES	13
6 COLOFON	14

SAMENVATTING

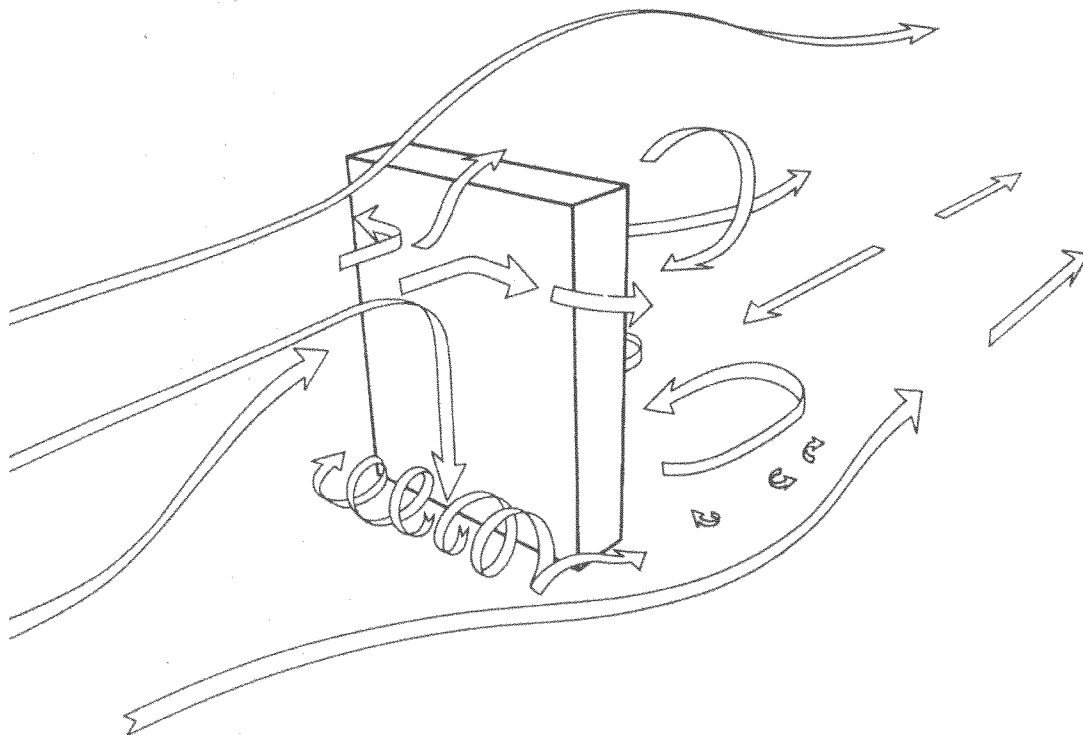
Er is een “desktop” windhinder en windgevaar onderzoek uitgevoerd voor een drietal locaties: twee locaties rond de Haagse Markt en één locatie op het bedrijventerrein Uitenhogestraat waar mogelijk hoge woontorens geplaatst worden. Aan de hand van de uitkomsten van dit onderzoek zijn maatregelen geformuleerd om het windklimaat te verbeteren.

Het “desktop” windhinder onderzoek is uitgevoerd met behulp van: een literatuurstudie ter verkrijging van gegevens over de wind rond de woontorens, de modellen uit Mertens [5] voor de bepaling van de kans op een specifieke windsnelheid en de uitgebreide ervaring van DHV op het gebied van voorkomen van windhinder.

De woontorens veroorzaken geen extra windhinder en windgevaar zoals dat gedefinieerd is in NEN 8100. Voor de woontorens nabij de Haagse Markt zijn maatregelen ter verbetering van het windklimaat toch gewenst omdat er bij bepaalde windrichtingen een verhoging van de windsnelheid op loopniveau optreedt (denk bijvoorbeeld aan wegwaaien van koopwaar op de Haagse Markt). Deze maatregelen kunnen bestaan uit een luifel rond het gebouw op ongeveer drie meter hoogte met een rij bomen of poreuze schermen rond de luifel. Verder verdient het ook aanbeveling het windklimaat op de hele Haagse Markt te verbeteren door op diverse (strategische) locaties bomen of poreuze schermen neer te zetten. Maatregelen ter verbetering van het windklimaat rond de woontoren op het bedrijventerrein Uitenhogestraat zijn niet noodzakelijk.

1 WINDKLIMAAT

Een (hoog) gebouw haalt de hoge windsnelheden op dakniveau naar looppniveau. De mate waarin dit gebeurt hangt af van het frontale oppervlak dat de wind “ziet”. Dit frontale oppervlak wordt vaak vertaald naar een karakteristieke afmeting van het gebouw. Hoe groter deze karakteristieke afmeting, hoe groter de afbuiging van de hoge windsnelheid op dakhoogte naar beneden en dus hoe groter de windhinder en snelheidsverhoging op looppniveau ten gevolge van het gebouw.



Figuur 1 Omstroming gebouw en afbuiging windsnelheden in hogere luchtflagen naar grondniveau.

1.1 Snelheidsverhoging

De ongestoorde windsnelheid op looppniveau (2 m hoog) wordt genoteerd met $u(2)$. Ten gevolge van het gebouw verandert deze windsnelheid in $\tilde{u}(2)$ waarbij de tilde de aanwezigheid van het gebouw symboliseert. De snelheidsverandering door het gebouw op loophoogte wordt genoteerd met K_2 . We hebben dus

$$\tilde{u}(2) = u(2)K_2 \quad (1)$$

Het is echter ook gebruikelijk de snelheid op dakniveau met hoogte h te koppelen met de snelheid op looppniveau.

$$\tilde{u}(2) = u(h)K_h \quad (2)$$

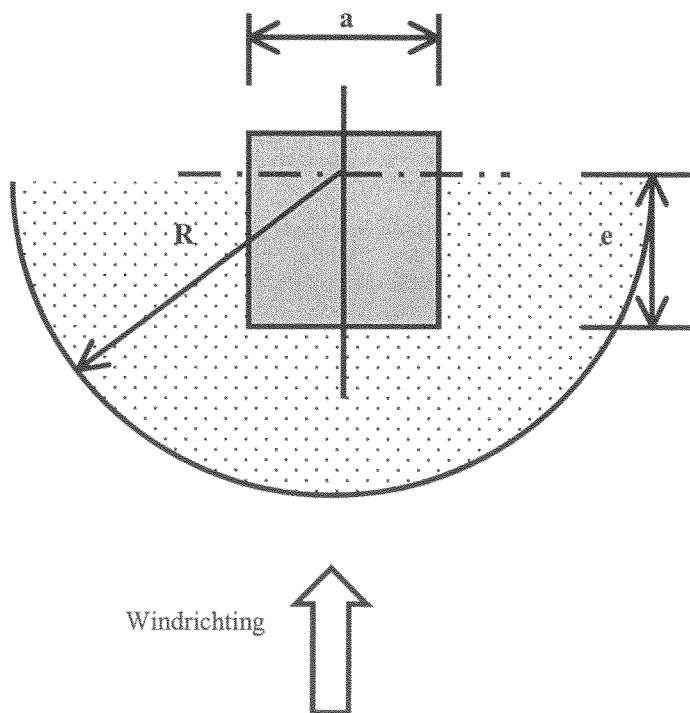
Voor specifieke gebouwafmetingen zijn in de literatuur waarden van K_2 en/of K_h te vinden.

1.2 Vlagerigheid

Naast de snelheidsverhoging van de wind op loopniveau door het gebouw, is de mate waarin de windsterkte wisselt of de vlagerigheid van de wind ook belangrijk voor het ervaren van windhinder. Nabij gebouwen neemt de vlagerigheid toe. Het gebied waarin snelheidsverhoging en de vlagerigheid aanzienlijk is wordt het invloedsgebied genoemd.

1.3 Invloedsgebied

Het invloedsgebied van het gebouw waarbinnen sterk wisselende windsnelheden en windrichtingen optreden wordt bij goede benadering gegeven door een cirkel om het gebouw met straal R . Het middelpunt van de cirkel ligt een afstand e achter de op de wind gerichte gevel.



Figuur 2 Ligging van het invloedsgebied.

1.4 Karakteristieke gebouw afmeting

De afmeting van een gebouw zoals dat door de wind wordt ervaren kan geschaald worden met de karakteristieke afmeting S die gedefinieerd is volgens

$$S = (D_l D_s^2)^{1/3} \quad (3)$$

In (3) is D_l de “largest” afmeting van de op de wind gerichte gebouwkant en D_s de afmeting van de “smallest” op de wind gerichte kant van het gebouw.

1.5 Norm

In NEN 8100 [6] wordt een schema gegeven waarmee het windklimaat beoordeeld kan worden. Dit schema kent een verdeling in windhinder en windgevaar en relateert de kans op windsnelheden hoger dan een drempelwaarde aan een waardering van het windklimaat. De kansberekening voor optreden van windsnelheden wordt uitgevoerd volgens modellen in Mertens [5].

1.5.1 Windhinder

Het schema voor de windhinder kwalificatie in NEN 8100 gaat uit van het optreden van lokale windsnelheden $u(2)$ hoger dan 5m/s en waardeert dit met een kwalificatie zoals weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Waardering van het windklimaat volgens NEN 8100 ten aanzien van windhinder.

Overschrijdingskans voor $u(2) > 5$ m/s [%]	Klasse	Kwalificatie van de activiteiten		
		1. Doorlopen	2. Slenteren	3. Langdurig zitten
> 2.5	A	Goed	Goed	Goed
2.5 – 5.0	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
> 20	E	Slecht	Slecht	Slecht

1.5.2 Windgevaar

Het schema voor de kwalificatie van windgevaar in NEN 8100 gaat uit van het optreden van lokale windsnelheden $u(2)$ hoger dan 15m/s en waardeert dit met een kwalificatie zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Waardering van het windklimaat volgens NEN 8100 ten aanzien van windgevaar.

Overschrijdingskans $u(2) > 5$ m/s [%]	Kwalificatie
> 0.0	Geen gevaar
$0.0 < P < 0.3$	Beperkt risico
> 0.3	Gevaarlijk

1.6 Maatregelen

In een vroeg stadium van het ontwerp kan de windhinder die door een gebouw veroorzaakt wordt soms gereduceerd worden door aanpassen van de vorm van het gebouw. Bepaalde vormen van gebouwen geven namelijk meer windhinder dan andere vormen.

Als het ontwerp van het gebouw al vast ligt dan kan de windhinder rond het gebouw tegengegaan worden met twee hoofdmaatregelen:

- afbuigen en
- afremmen

van de luchtstroom met hoge windsnelheid. Met afbuigen wordt bedoeld dat de luchtstroom met hoge snelheid wordt afgebogen naar een locatie waar ze als minder hinderlijk worden ervaren. Dit afbuigen wordt vaak uitgevoerd met luifels rond het gebouw.

Met afremmen wordt bedoeld dat de windsnelheid in de luchtstroom die windhinder veroorzaakt wordt afgeremd. Dit afremmen kan plaatsvinden met poreuze schermen of bomen en struiken. Kenmerkend voor al deze poreuze objecten is dat de porositeit ongeveer 50% moet bedragen voor een optimale afremming. In dat geval bestaat 50% van het object uit materiaal terwijl 50% van het object luchtdoorlatend is.

2 GEGEVENS

Dit hoofdstuk geeft de gegevens die gebruikt zijn voor de berekening van het windklimaat.

2.1 Gebouw en omgeving

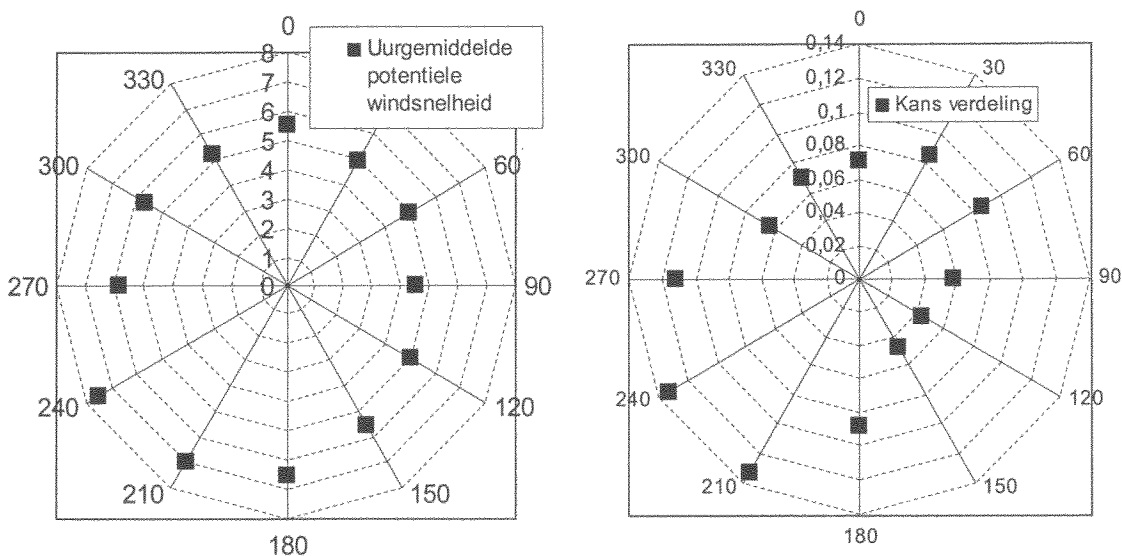
Hierna zijn de gegevens van gebouw en omgeving vermeld waarmee het windhinder onderzoek is verricht.

Tabel 3 Gegevens van het gebouw en de omgeving van het gebouw.

Gebouw afmetingen	$a \times b \times h$	25 × 25 × 65 m
Plaats	Den haag: aan de 2 kopse kanten van de Haagse Markt en op het Bedrijven terrein Uitenhogestraat	
Meso-ruwheid (Wieringa [4])	z_0	1 m
Activiteiten klasse Haagse Markt	Slenteren/ langdurig zitten	
Activiteiten klasse Uitenhogestraat	Doorlopen	
Jaargemiddelde potentiële windsnelheid (Wieringa [4])	u_p	4.75 m/s

2.2 Windroos

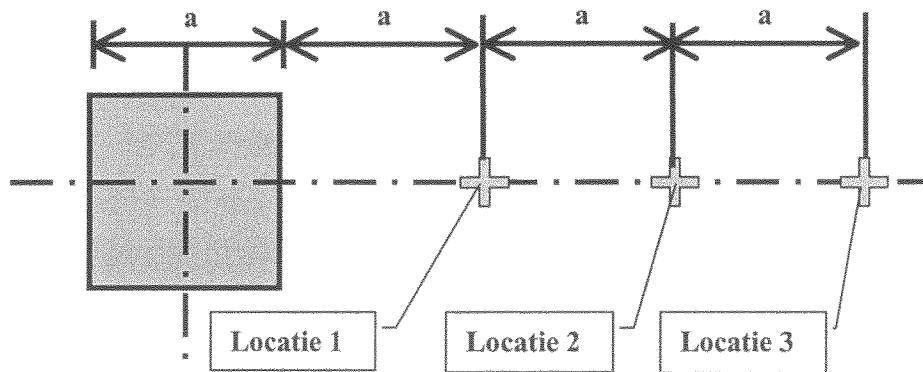
Voor de windroos van Den Haag kiezen we de dichtstbijzijnde gemeten windroos van Vlissingen (SBR [2], Wieringa [4]).



Figuur 3 Windroos met uurgemiddelde windsnelheid per sector en kans op wind uit een sector.

3 UITKOMSTEN WINDHINDER ONDERZOEK

Dit hoofdstuk geeft de uitkomsten van het windhinder onderzoek. De berekeningen voor het windklimaat zijn uitgevoerd op een drietal locaties rond de woontorens zoals afgebeeld in Figuur 5.



Figuur 4 Locaties voor de berekening van het windklimaat.

3.1 Invloedsgebied

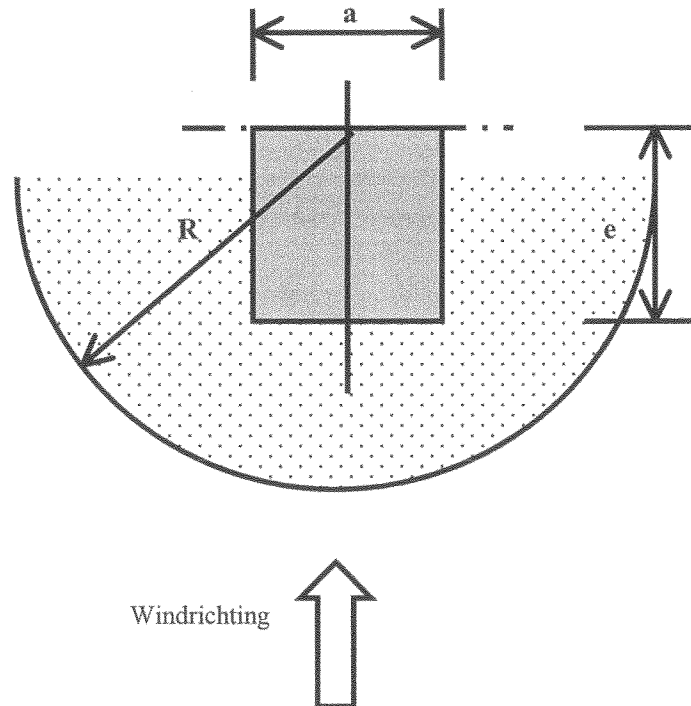
Uit Tabel 3 volgt dat $a < 0.4h$. Het gebouw kan dan volgens SBR [3] gekarakteriseerd worden als een smal gebouw zodat voor de afmetingen uit Figuur 2 gesteld mag worden dat

$$R = 1.8a = 45 \text{ m} \tag{4}$$

met e volgens

$$e = 1.0a = 25 \text{ m} \tag{5}$$

Op schaal ziet dit er dan uit zoals afgebeeld in Figuur 5.



Figuur 5 Ligging van het invloedsgebied aangegeven met een gearceerde halve cirkel.

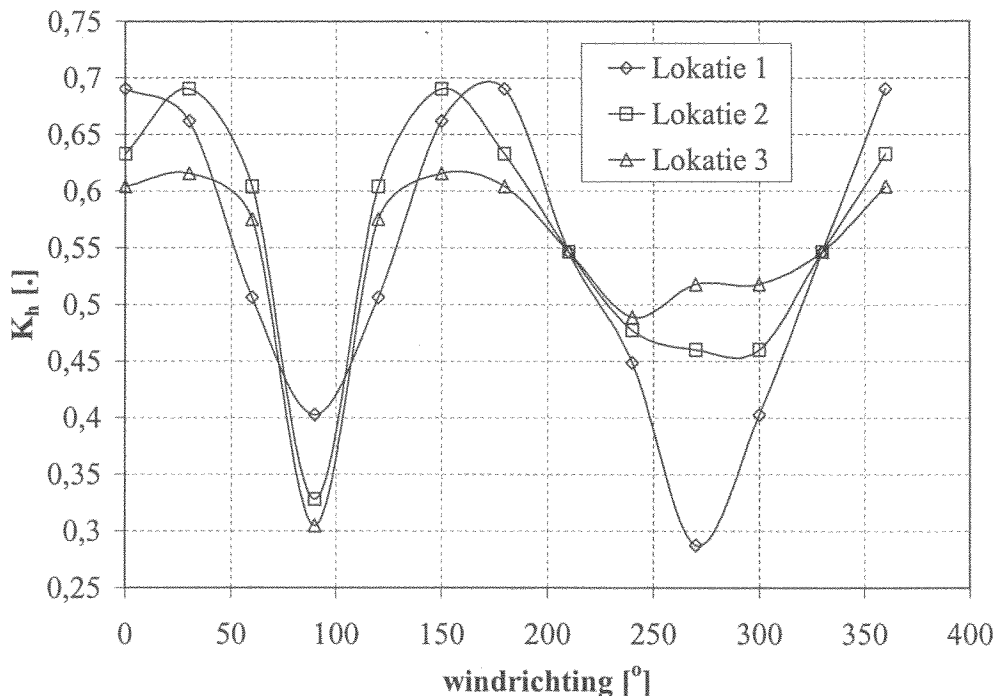
Omdat het gebouw gezien de afmetingen volgens SBR [3] als een smal gebouw gekarakteriseerd kan worden is in de formule van R en e de hoogte van het gebouw h verdwenen. Dit komt omdat de lucht voor een groot deel om een smal gebouw heen gaat. Het heeft dus nauwelijks invloed meer op de windhinder rond het gebouw wanneer het gebouw hoger wordt dan de opgegeven $h = 65$ m in Tabel 3.

3.2 Karakteristieke afmeting

De karakteristieke afmeting volgt uit de gegevens in Tabel 3. We vinden dan met (3) dat $S = (65 \times 30^2)^{1/3} = 39$ m. Deze afmeting is gebruikt voor het verzamelen van meetgegevens van K_2 uit Hanqing [1] welke vermeld zijn in sectie 3.3.

3.3 Metingen snelheidsverhoging

Metingen van K_2 aan een toren met $a \times b \times h = 30 \times 30 \times 60$ zijn te vinden in Hanqing [1]. Uit deze gegevens valt af te leiden dat K_h benaderd kan worden met de onderstaande grafiek.



Figuur 6 K_h als functie van de windrichting en locatie volgens Figuur 4.

3.4 Windklimaat

Een berekening van de kans op $u(2) > 5$ m/s en $u(2) > 15$ m/s met de gegevens vermeld in Figuur 3 en Figuur 6 en met gebruik van de modellen volgens Mertens [5] geeft de volgende uitkomsten.

Tabel 4 Uitkomsten van de berekening van het windklimaat op de locaties volgens Figuur 3.

Locatie	Kans op $u(2) > 5$ m/s [%]	Kans op $u(2) > 15$ [%]
1	15	4×10^{-3} %
2	19	5×10^{-3} %
3	20	9×10^{-3} %

De kans op $u(2) > 5$ m/s nabij het gebouw is lager dan de kans op $u(2) > 5$ m/s ver van het gebouw. Het gebouw zorgt dus voor afscherming van de wind. De woontorens zorgen dus niet voor een verhoging van de gemiddelde windsnelheid nabij het gebouw. De windhinder die door de woontorens wordt veroorzaakt is hiermee niet als kritisch aan te merken. De beoordeling van het windklimaat kan gevonden worden met behulp van Tabel 1, de activiteitenklasse rond de woontorens volgens Tabel 3 en de kansen volgens Tabel 4. We vinden dan de onderstaande waardering voor het windklimaat.

Tabel 5 Waardering van het windklimaat nabij de woontorens.

Locatie	Activiteit rond locatie	Waardering volgens NEN 8100
Haagse Markt	Slenteren/ langdurig zitten	Slecht op alle locaties
Bedrijventerrein Uitenhogestraat	Doorlopen	Matig op alle locaties

De kans op een windsnelheid van meer dan 15m/s nabij de woontorens is zeer klein (Tabel 4). Deze situatie wordt volgens Tabel 2 naar NEN 8100 dan ook gekenmerkt met "geen gevaar" op alle locaties rond de woontorens.

3.5 Maatregelen

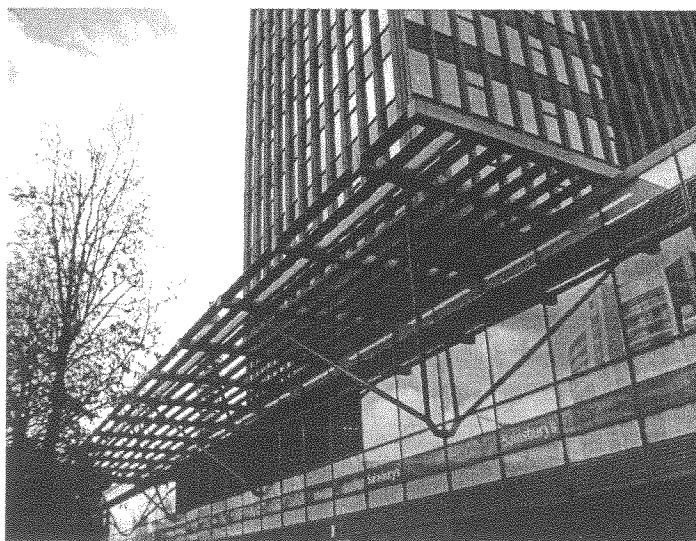
Hierna worden de maatregelen besproken die het windklimaat rond de woontorens volgens Tabel 3 verbeteren.

3.5.1 Wijze van bouwen

De woontorens volgens Tabel 3 veroorzaken blijkens de berekening en uitleg in 3.4 weinig extra windhinder en geen windgevaar. Het is dan ook wat overdreven om de vorm van het gebouw te kiezen vanuit het oogpunt van voorkomen van windhinder.

3.5.2 Luifel rond gebouw

Ondanks het feit dat de woontorens volgens Tabel 3 de wind afschermen zijn maatregelen gewenst voor de woontorens nabij de Haagse Markt om de hinderlijke vlagerigheid binnen het invloedsgebied van het gebouw tegen te gaan. Hiertoe kan het gebouw uitgevoerd worden met een luifel op ongeveer 3 meter hoogte rondom met gebouw (Figuur 7).



Figuur 7 Voorbeeld (poreuze) Luifel aan een hoog gebouw

In SBR [3] is het effect van een luifel op de windhinder gegeven in de vorm van een windhinderparameter γ . Uitgaande van een massieve luifel met een afmeting van ongeveer 10% van de karakteristieke afmeting van het gebouw S blijkt dat:

- de windhinder direct rond het gebouw wordt gereduceerd
- de windhinder verschuift naar net buiten de overkapping van de luifel
- de windhinder buiten de overkapping van de luifel iets verminderd.

Een rij bomen met een (blijvend groen) bladerdak of een poreus scherm (zie paragraaf 1.6) rond en iets boven de luifel hoogte kan nog zorgen voor een verdere afname van de windhinder rond het gebouw.

3.5.3 Afremmen met poreuze objecten

De optie van afremmen met behulp van poreuze objecten (bv bomen of poreuze schermen) is al even ter sprake gekomen bij de luifel. Aangezien de verkennende berekening laat zien dat de hele Haagse Markt naar de criteria van de NEN 8100 een slecht windklimaat heeft, verdient het aanbeveling om de wind rond de Haagse Markt af te remmen. Dit zou bijvoorbeeld gerealiseerd kunnen worden door een rij bomen of poreuze schermen op strategische plekken rond de markt te plaatsen.



Figuur 8 Voorbeeld van poreuze schermen ter afremming van de wind.

4 CONCLUSIES

4.1 Haagse Markt

De woontorens veroorzaken geen extra windhinder zoals gedefinieerd in NEN 8100. Het meest kritisch voor windhinder is de locatie van de woontorens nabij de Haagse Markt omdat de activiteit hier gedefinieerd kan worden als slenteren of langdurig stilzitten. Alhoewel de woontorens geen extra windhinder in de zin van NEN 8100 veroorzaken zijn maatregelen ter voorkoming van windhinder hier toch gewenst. Het feit dat er voor sommige windrichtingen toch een snelheidsverhoging nabij het gebouw optreedt is hier debet aan tezamen met de hinderlijke vlaggerigheid die de gebouwen veroorzaken in combinatie met het gebruik van de Haagse Markt (denk bv aan het wegwaaien van handelswaar van de huurders van marktkramen).

4.2 Bedrijventerrein Uitenhogestraat

De locatie van de woontoren op het bedrijventerrein Uitenhogestraat is minder veeleisend dan de locatie Haagse Markt omdat het hier een doorloopgebied nabij de toren betreft. De maatregelen ter voorkoming van windhinder kunnen hier dan ook achterwege gelaten worden.

4.3 Metingen

Ter verificatie van deze verkennende berekeningen kan een windtunnelonderzoek uitgevoerd worden naar de windhinder. Een dergelijk onderzoek is nuttig voor de windhinder op de Haagse Markt omdat het windklimaat hier slecht is (Tabel 5). Naast de windhinder die door de woontorens wordt veroorzaakt kan dan ook het slechte algemene windklimaat op de Haagse Markt gecontroleerd worden.

5 REFERENTIES

- [1] Hanqing Wu, Pedestrian-level wind environment around buildings, Centre for building studies, concordia university, 1994
- [2] Beperken van windhinder om gebouwen, deel 1, 65, Stichting bouwresearch, Kluwer Technische boeken b.v., 1979
- [3] Beperken van windhinder om gebouwen, deel 2, 90, Stichting bouwresearch, Kluwer Technische boeken b.v., 1982
- [4] Wieringa, J., Rijkoort, P.J., Windklimaat van Nederland, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1983
- [5] Mertens, S., Wind Energy in the Built Environment, Multi-Science, United Kingdom, 2005
- [6] Ontwerp NEN 8100, NEN, maart 2005

6 COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Den Haag
Project	: Windhinder onderzoek Haagse Markt en Uitenhogestraat
Dossier	: Z0904
Omvang rapport	: 14 pagina's
Auteur	: Sander Mertens
Bijdrage	:
Projectleider	: Sander Mertens
Contractmanager	: Rick Huizinga
Datum	: 23 mei 2005
Naam/Paraaf	:
