

bouw fysica
bouw techniek
installatietechniek



Project
**Bestemmingsplan Laakhaven-West en
Petroleumhaven, Den Haag**

Opdrachtgever
Gemeente Den Haag, Dienst Stedelijke Ontwikkeling

Architect
-

Omschrijving
Windhinderonderzoek Slachthuislaan

Datum
21-03-2018

R812040adA3

Project
**Bestemmingsplan Laakhaven-West en
Petroleumhaven, Den Haag**

Opdrachtgever
Gemeente Den Haag, Dienst Stedelijke Ontwikkeling

Architect
-

Omschrijving
Windhinderonderzoek Slachthuislaan

R812040adA3

Datum
21-03-2018

Adviseur
Ing. J. Harder

INHOUD

BLZ.

1.	Inleiding	2
2.	Beschrijving stedenbouwkundige situatie	3
3.	Normstelling	4
4.	Uitgangspunten modellering	5
5.	Simulatieresultaten	7
6.	Conclusie	11

Figuur 1 t/m 7

1. INLEIDING

Door de gemeente Den Haag wordt het bestemmingsplan Laakhaven-West en Petroleumhaven geactualiseerd. In opdracht van de Directie Project Management Den Haag van de Dienst Stedelijke Ontwikkeling van de gemeente Den Haag is door Wolf Dikken adviseurs een windhinderonderzoek uitgevoerd. Hierbij is het windklimaat in de toekomstige situatie in beeld gebracht in de directe omgeving van de hoge woontorens die in het bestemmingsplan mogelijk worden gemaakt.

Op basis van voorliggend onderzoek kunnen knelpunten worden gelokaliseerd (gebieden met grote windsnelheden en windgevoelige activiteiten zoals fietsroutes). Eventuele knelpunten kunnen nader worden onderzocht in een vervolgonderzoek.

De actualisatie van het bestemmingsplan omvat enkele wijzigingen van het vigerende bestemmingsplan. Onderdeel van deze wijzigingen is het mogelijk maken van de realisatie van twee hoge woontorens:

- de toren in bestemming Gemengd-1 langs de Neherkade wijzigt van positie en wordt maximaal 70 m hoog;
- het bestemmingsplan wordt uitgebreid met een maximaal 73 m hoge woontoren op de hoek van de Neherkade en de Slachthuislaan (binnen het vigerende bestemmingsplan Laakhavens).

Voorliggende rapportage vormt de neerslag van het onderzoek naar de toren aan de Slachthuislaan. In de rapportage "Windhinderonderzoek Petroleumhaven" (R812040adA3 d.d. 16-03-2018) is het onderzoek naar de toren aan de Neherkade, gezamenlijk met de conclusies, omschreven.

Bij de totstandkoming van het voorliggende onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- digitale topografische kaarten ontvangen van de gemeentelijke Dienst Stedelijke Ontwikkeling:
 - matenplan Petroleumhaven (6.38-LK-PLT-035.dwg);
 - digitale ondergrond situatie Calandkade (95018941-LAAKH-LAN-DO-001.dgn);
 - digitale tekening van het huidige bestemmingsplan (NL.IMRO.0518.BP0192FLaakhavenW-41ON.dwg d.d. 18-09-2012);
- situatietekening met bouwhoogten (6.38.LK-ORS-001-2D-Model 1-000.pdf);
- tekening van het huidige bestemmingsplan (NL.IMRO.0518.BP0192FLaakhavenW-50VA.pdf d.d. 20-12-2012);
- bouwkundige tekeningen van d.d. 13-10-2017 van Geurst & Schulze architecten;
- digitale tekeningen d.d. 03-03-2017 van het bouwplan Waldo Mountains;
- digitale situatietekeningen van de bestaande bebouwing;
- Actueel Hoogtebestand Nederland;
- foto's van de directe omgeving van het bouwplan.

2. BESCHRIJVING STEDENBOUWKUNDIGE SITUATIE

In bijlage 1 is de situatietekening van de actualisatie van het bestemmingsplan opgenomen.

Onderhavige woontoren is 73 m hoog en wordt gerealiseerd op de kruising van de Neherkade en de Slachthuislaan.

Ten noorden van het bouwplan bevindt zich, aan de overzijde van het water, een plint met bedrijven met gebouwhoogten van ca. 17 meter. Op de hoek van deze plint bevindt zich een woontoren met een hoogte van ca. 53 m. Achter deze plint en woontoren bevindt zich bebouwing met een hoogte variërend van ca. 11 m tot 30 m.

Direct ten noordoosten van het bouwplan bevindt zich een ca. 11 m hoge plint met bedrijven. Op deze plint zijn appartementen gerealiseerd. De appartementen variëren in hoogte van 40 m tot 50 m.

Ten oosten van de toren bevindt zich een ca. 30 m hoog woongebouw. Achter dit woongebouw ligt een woonwijk met gebouwhoogten tussen de 10 en de 17 meter.

Ten zuiden van de locatie is relatief weinig bebouwing aanwezig. In de nabijheid van de toren staan twee appartementengebouwen met een hoogte van ca. 30 m. De gebouwen zijn omringd door groenperken.

Zuidwestelijk van het bouwplan bevindt zich, op ruime afstand van het bouwplan, een plint met bedrijven. Aan deze plint zijn woontorens met een hoogte van ca. 45 m geplaatst.

Ten westen van het bouwplan is, aan de overzijde van het water, een hoogbouwgebied aanwezig met verschillende hoge appartementengebouwen en torens. De gebouwhoogten in dit gebied variëren tussen de 40 en de 50 meter.

In figuur 1 is een situatietekening toegevoegd van de toekomstige bebouwing. In figuur 2 is een driedimensionaal overzicht gegeven van de toekomstige stedenbouwkundige situatie.

3. NORMSTELLING

Er zijn geen wettelijk vastgelegde eisen voor de mate van windhinder en windgevaar bij openbare ruimten en woningen en dergelijke. Om een oordeel te kunnen geven over een windklimaat op leefniveau in de toekomstige situatie kan gebruik worden gemaakt van NEN 8100:2006 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving'. Deze methode beschrijft een eenduidige bepalingsmethode om te komen tot een objectief oordeel van het windklimaat. Op basis van de NEN 8100:2006 dient een beoordeling van het lokale windklimaat plaats te vinden middels een bepaling van de volgende overschrijdingskansen:

1. Windhinder:

- overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,H}$

V_{LOK} = lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau [m/s]

$V_{DR,H}$ = drempelsnelheid ter beoordeling van windhinder = 5.0 m/s

De grootte van de overschrijdingskans bepaalt in welke kwaliteitsklasse het lokale windklimaat valt (zie tabel 1). Een beoordeling van het windklimaat vindt vervolgens plaats door naast de kwaliteitsklasse tevens de uit te voeren activiteit(-en) te bepalen (zie tabel 1).

TABEL 1 - BEOORDELING WINDKLIMAAT BETREFFENDE WINDHINDER ($v > 5$ m/s)				
overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,H}$ in procenten van het aantal uren per jaar	kwaliteitsklasse	activiteiten		
		I. doorlopen	II. slenteren	III. zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.0 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.0 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20.0	E	slecht	slecht	slecht

2. Windgevaar:

- overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,G}$

V_{LOK} = lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau [m/s]

$V_{DR,G}$ = drempelsnelheid ter beoordeling van windgevaar = 15.0 m/s

TABEL 2 - BEOORDELING WINDKLIMAAT BETREFFENDE WINDGEVAAR ($v > 15$ m/s)	
overschrijdingskans $V_{LOK} > V_{DR,G}$ in procenten van het aantal uren per jaar	kwalificatie
$0.05 < p < 0.30$	beperkt risico
$p \geq 0.30$	gevaarlijk

4. UITGANGSPUNTEN MODELLERING

Middels CFD (computational fluid dynamics) zijn in 12 windrichtingen de stromingspatronen bepaald. Hiertoe is een computermodel gemodelleerd met een schaal 1:1 van de te realiseren situatie. Bij het modelleren van het model en uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt het softwarepakket EFD Pro 17.

Het model is opgebouwd uit het nieuw te bouwen plan en de omliggende bestaande bebouwing. Van de nieuw te bouwen torens zijn de vormen tot op het niveau van balkons ingevoerd. De omliggende bebouwing is in een straal van circa 300 m rondom het plein gemodelleerd om de invloed van de omliggende bebouwing op de luchtstroming nabij het nieuwbouwplan in voldoende mate mee te nemen. Van de omliggende bebouwing zijn de 'hoofdvormen' gemodelleerd. Eventuele ruwheidslengten binnen het model zijn verwaarloosd (ten gevolge van andere materialen / obstakels dan gemodelleerd). Verder is de begroeiing niet gemodelleerd waardoor dus is gerekend met een ongunstig scenario (zie figuur 2 voor een overzicht van het model).

Het windprofiel waarmee is gerekend kan worden uitgedrukt in de vorm van de volgende formule:

$$U(z) = U_g * (H/H_g) ^ \alpha$$

$U(z)$ = de windsnelheid op hoogte z [m/s]

U_g = de windsnelheid aan de bovenzijde van de grenslaag [m/s]

H = hoogte [m]

H_g = hoogte van de grenslaag [m]

α = coëfficiënt afhankelijk van de terreinruwheid [-]

Ten behoeve van het voorliggende onderzoek is uitgegaan van de volgende waarden:

$U_g = 12$ m/s, $H_g = 240$ m, $\alpha = 0.3$ (waarden voor een stedelijk gebied)

Hiermee kan bovengenoemde formule als volgt worden omschreven:

$$U(z) = 12 * (H/240) ^ 0.3$$

Het instroomprofiel is tot een dusdanige hoogte (boven de bebouwing) gemodelleerd, dat (boven de bebouwing) voldoende ruimte overblijft voor een luchtstroming welke niet wordt verstoord door de directe bouwkundige omgeving (model tot 240 m boven maaiveld). Daarnaast is aan de voor- en achterzijde van de bebouwing en aan de zijkanten van de bebouwing in het model voldoende ruimte meegenomen om tot een juiste stromingsprofiel te komen ter plaatse van de bebouwing. De stromingen zijn tijdsafhankelijk opgelost en de thermische effecten zijn verwaarloosd.

De meetpunten zijn geplaatst op een hoogte van 1.75 m boven het vloerniveau in de omgeving van het gebouw. De verschillende meetpunten zijn in figuur 3 weergegeven. Deze posities worden op

voorhand beoordeeld als gevoelige gebieden vanwege het te verwachten windklimaat en / of het te verwachten gebruik.

Het model is opgebouwd uit circa 1.596.686 cellen om te komen tot een voldoende nauwkeurigheid (zie figuur 4 voor de horizontale verdeling van de cellen op loophoogte). Om te komen tot een bepaling van de windsnelheid op looppniveau worden per meetpunt de resultaten gepresenteerd in de vorm van de volgende snelheidsverhouding:

$$C_{v;wt} = V_{LOK;wt} / V_{REF;wt}$$

$C_{v;wt}$ = windsnelheidsverhouding in een windtunnel / CFD-berekening [-]

$V_{LOK;wt}$ = lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau [m/s]

$V_{REF;wt}$ = referentie uurgemiddelde windsnelheid op 60 m hoogte boven locatie [m/s]¹

Door deze snelheidsverhouding gelijk te stellen aan de snelheidsverhouding welke in werkelijkheid (in situatie) optreedt, kan de werkelijke lokale uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau worden bepaald (in situatie):

$$C_{v;wt} = C_{v;is}$$

$$V_{LOK;is} = C_{v;wt} * V_{REF;is}$$

$C_{v;is}$ = windsnelheidsverhouding in werkelijkheid (in situatie) = $V_{LOK;is} / V_{REF;is}$

De referentie uurgemiddelde windsnelheid op 60 m hoogte boven de locatie wordt bepaald middels de windstatistiek conform NPR 6097:2006. Met behulp van deze NPR is de windstatistiek op de exacte locatie bepaald (zie figuur 5). Op basis van deze windstatistiek kan bij elke windsnelheidsverhouding in werkelijkheid (in situatie) het aantal te verwachten overschrijdingsuren worden bepaald voor de specifieke locatie (zie figuur 6). Het aantal te verwachten overschrijdingsuren bij een bepaalde windsnelheidsverhouding in werkelijkheid (in situatie) is gelijk aan het aantal overschrijdingsuren bij eenzelfde snelheidsverhouding berekend middels CFD. (In figuur 7 is zichtbaar op welke wijze de onbelemmerde windsnelheden in relatie staan met de mate van hinder en gevaar afhankelijk van de diverse verhoudingscoëfficiënten. Figuur 7 geeft dus inzicht in de wijze waarop de uren in figuur 5 worden opgeteld om te komen tot de uren zoals weergegeven in figuur 6.)

5. SIMULATIERESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van de berekeningen. In de onderstaande tabellen zijn de berekeningsresultaten voor de diverse meetpunten numeriek weergegeven. Positie van de meetpunten zijn in figuur 3 weergegeven.

In tabel 3 is de berekende windsnelheidsverhouding per meetpunt en windrichting weergegeven ($C_{v,wt}$).

TABEL 3- BEREKENDE WINDSNELHEIDSVERHOUDINGEN PER MEETPUNT EN WINDRICHTING [-]												
meetpunt	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
mp1	0,648	0,509	0,359	0,276	0,071	0,068	0,294	0,492	0,184	0,209	0,227	0,688
mp2	0,541	0,424	0,516	0,336	0,025	0,046	0,341	0,381	0,086	0,079	0,043	0,336
mp3	0,391	0,325	0,505	0,382	0,150	0,042	0,284	0,367	0,114	0,081	0,084	0,240
mp4	0,271	0,253	0,470	0,461	0,265	0,038	0,116	0,315	0,138	0,095	0,136	0,325
mp5	0,244	0,259	0,351	0,277	0,227	0,094	0,185	0,263	0,062	0,093	0,274	0,116
mp6	0,387	0,305	0,233	0,351	0,094	0,228	0,368	0,526	0,036	0,217	0,160	0,191
mp7	0,399	0,407	0,230	0,381	0,189	0,143	0,299	0,490	0,042	0,208	0,096	0,164
mp8	0,344	0,385	0,200	0,391	0,327	0,178	0,196	0,407	0,220	0,158	0,116	0,145
mp9	0,317	0,417	0,175	0,465	0,732	0,358	0,128	0,374	0,308	0,075	0,187	0,082
mp10	0,279	0,449	0,192	0,503	0,641	0,408	0,130	0,254	0,285	0,157	0,161	0,027
mp11	0,120	0,390	0,099	0,433	0,560	0,485	0,264	0,251	0,114	0,050	0,099	0,030
mp12	0,106	0,341	0,029	0,400	0,595	0,672	0,431	0,468	0,095	0,335	0,483	0,289
mp13	0,220	0,273	0,106	0,162	0,380	0,593	0,225	0,588	0,180	0,315	0,521	0,635

Op basis van tabel 3 en de bovenste tabel in figuur 6 zijn de berekende overschrijdingsuren betreffende windhinder per meetpunt en windrichting bepaald ($v > 5$ m/s). Deze uren zijn weergegeven in tabel 4.

TABEL 4 - BEREKENDE OVERSCHRIJDINGSUREN PER MEETPUNT EN WINDRICHTING [uur] ($v > 5$ m/s, kans op windhinder)												
meetpunt	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
mp1	52,4	56	5	0	0	0	2	222	0	2	0	82
mp2	25,9	14	90	5	0	0	27	95	0	0	0	3
mp3	1,1	3	90	5	0	0	2	95	0	0	0	0
mp4	0,0	0	28	20	0	0	0	95	0	0	0	3
mp5	0,0	0	5	0	0	0	0	9	0	0	0	0
mp6	1,1	3	0	5	0	0	27	433	0	2	0	0
mp7	1,1	14	0	5	0	0	2	222	0	2	0	0
mp8	1,1	3	0	5	1	0	0	222	13	0	0	0
mp9	1,1	14	0	20	104	1	0	95	113	0	0	0
mp10	0,0	14	0	71	61	10	0	9	13	0	0	0
mp11	0,0	3	0	20	30	10	2	9	0	0	0	0
mp12	0,0	3	0	5	30	75	83	222	0	25	20	0
mp13	0,0	0	0	0	1	43	2	433	0	25	66	82

Bij de bepaling van het aantal overschrijdingsuren (op basis van de bovenste tabel in figuur 6) heeft een afronding naar boven plaatsgevonden.

Op basis van tabel 3 en de onderste tabel in figuur 6 zijn de berekende overschrijdingsuren betreffende windgevaar per meetpunt en windrichting bepaald ($v > 15$ m/s). Deze uren zijn weergegeven in tabel 5.

TABEL 5 - BEREKENDE OVERSCHRIJDINGSUREN PER MEETPUNT EN WINDRICHTING [uur] ($v > 15$ m/s, kans op windgevaar)												
meetpunt	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
mp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
mp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
mp4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
mp9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
mp10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mp13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

In onderstaande tabel 6 is per meetpunt rondom het gebouw het totaal aantal overschrijdingsuren betreffende windhinder en windgevaar gegeven, zowel in absolute als in relatieve waarden. Op basis van deze resultaten is het windklimaat beoordeeld / aangemerkt tot een bepaalde kwaliteitsklasse (volgens NEN 8100:2006).

TABEL 6 - OVERZICHT REKENRESULTATEN EN BEOORDELING PER MEETPUNT						
meetpunt	totale overschrijdingen [uur]		totale overschrijdingen [% uren / jaar]		beoordeling	
	v > 5 m/s (windhinder)	v > 15 m/s (windgevaar)	v > 5 m/s (kans op windhinder)	v > 15 m/s (kans op windgevaar)	windhinder (klasse)	windgevaar
mp1	421	0	5	0,00	B	ongevaarlijk
mp2	259	0	3	0,00	B	ongevaarlijk
mp3	195	0	2	0,00	A	ongevaarlijk
mp4	146	0	2	0,00	A	ongevaarlijk
mp5	14	0	0	0,00	A	ongevaarlijk
mp6	470	0	5	0,00	C	ongevaarlijk
mp7	246	0	3	0,00	B	ongevaarlijk
mp8	244	0	3	0,00	B	ongevaarlijk
mp9	349	0	4	0,00	B	ongevaarlijk
mp10	177	0	2	0,00	A	ongevaarlijk
mp11	74	0	1	0,00	A	ongevaarlijk
mp12	463	0	5	0,00	C	ongevaarlijk
mp13	651	0	7	0,00	C	ongevaarlijk

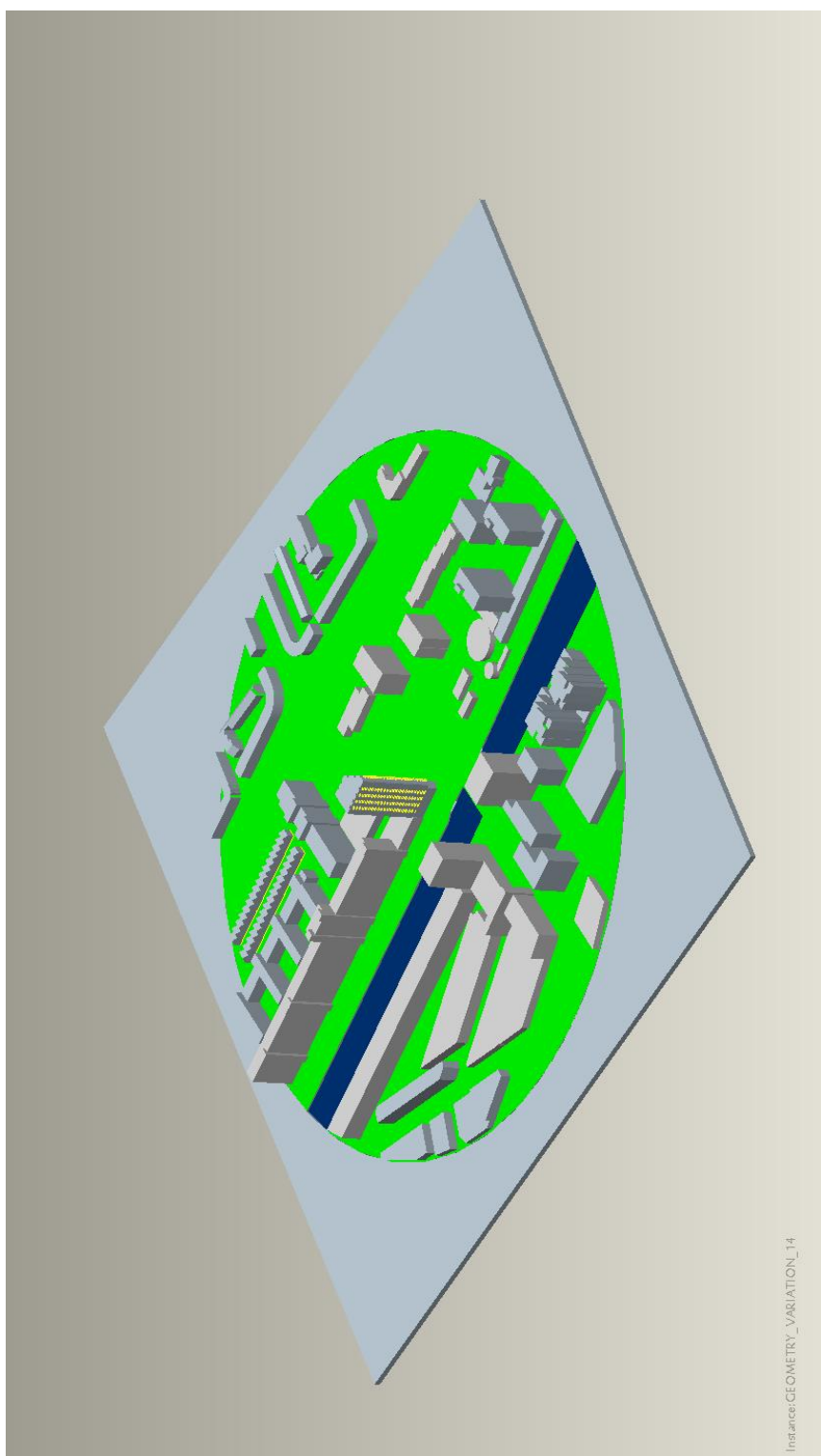
6. CONCLUSIE

Op grond van het uitgevoerde onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

- op geen enkel meetpunt is het windklimaat gevaarlijk.
- het windklimaat aan noordzijde van het gebouw valt onder klasse A. Dit betekent dat de activiteiten zoals 'slenteren', 'lopen' en 'zitten', uit de norm als goed worden gekarakteriseerd. Het windklimaat leent zich uitstekend voor de positionering van het entreegebied van het gebouw. Meer naar de kruising van de Neherkade en de Slachthuislaan verandert het windklimaat van A naar klasse B. Hier zal de activiteit 'langdurig zitten' als matig worden ervaren;
- het windklimaat aan de westzijde van het gebouw, op de kruising van de Neherkade en de Slachthuislaan, valt onder klasse C. De activiteit 'doorlopen' zal doorgaans als goed worden ervaren, 'slenteren' als matig en 'zitten' als slecht. Hier wordt afgeraden het entreegebied van de toren te positioneren;
- het windklimaat aan de zuidzijde, van het gebouw valt onder klasse A en C. Klasse A is aanwezig op de meetpunten 10 en 11. Een uitstekende plek voor het entreegebied. Deze dient echter niet te dicht bij de kruising van de Neherkade en de Slachthuislaan te worden geplaatst, meetpunt 12 en 13. Hier is een windklimaat met klasse C aanwezig;
- het windklimaat aan de oostzijde van de toren valt onder klasse B en C. De activiteit 'doorlopen' zal doorgaans als goed worden ervaren, 'slenteren' als goed tot matig en 'zitten' als matig tot slecht.

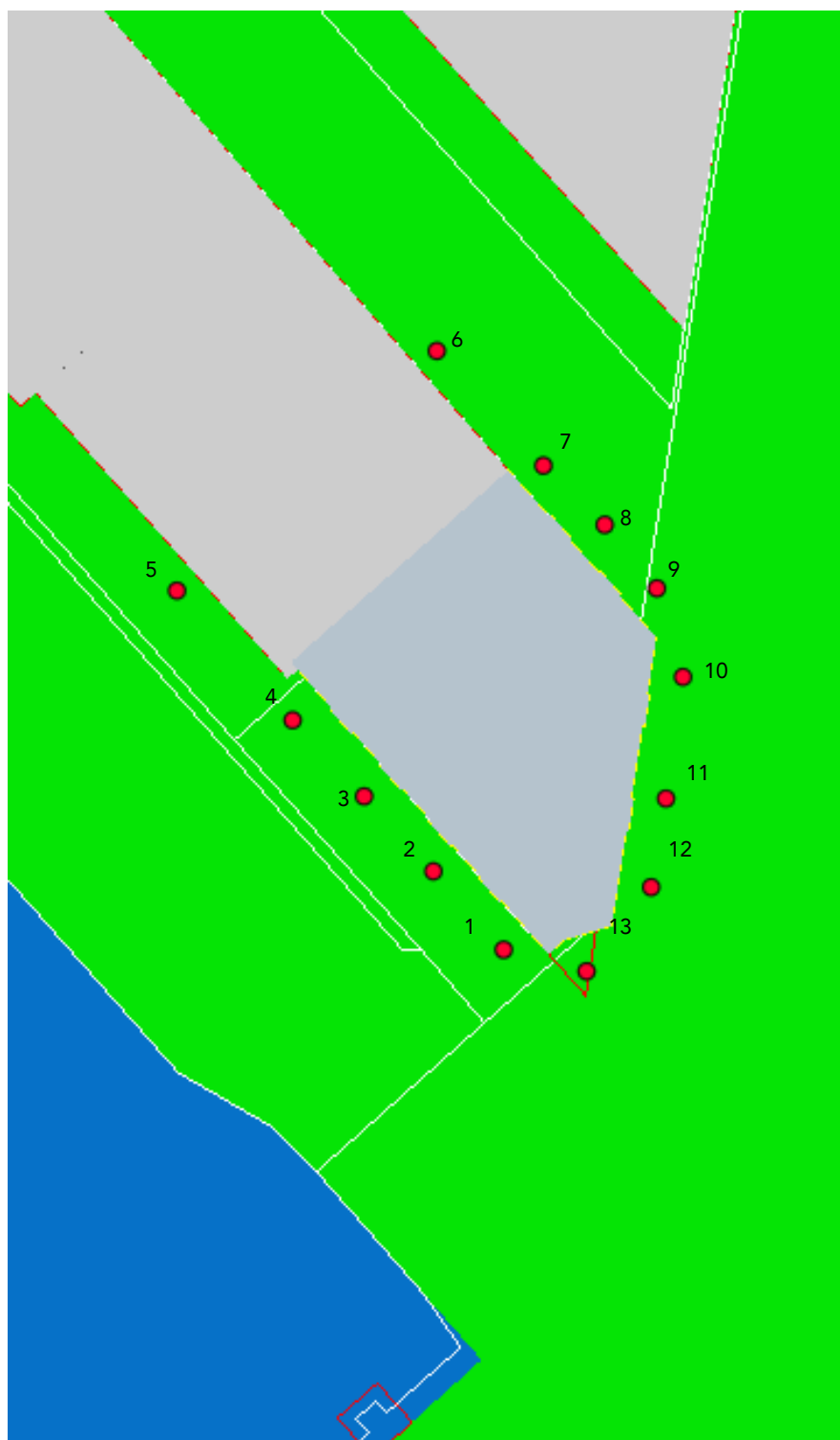


Figuur 1– situatie

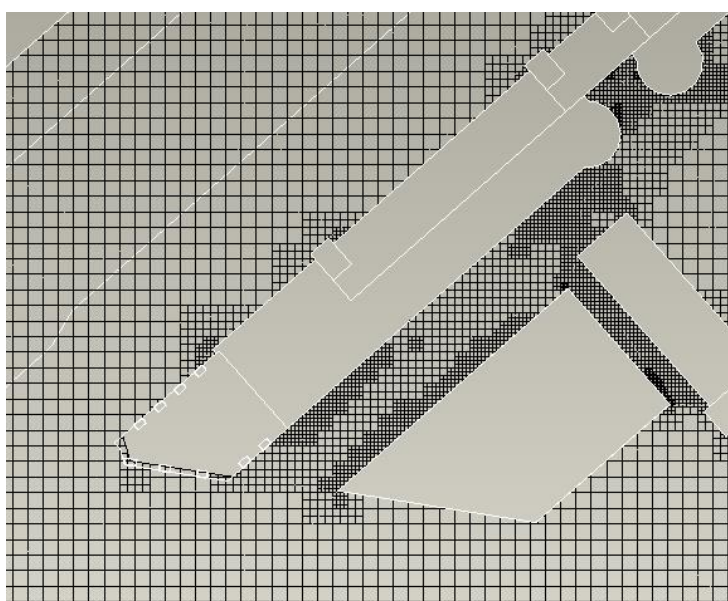
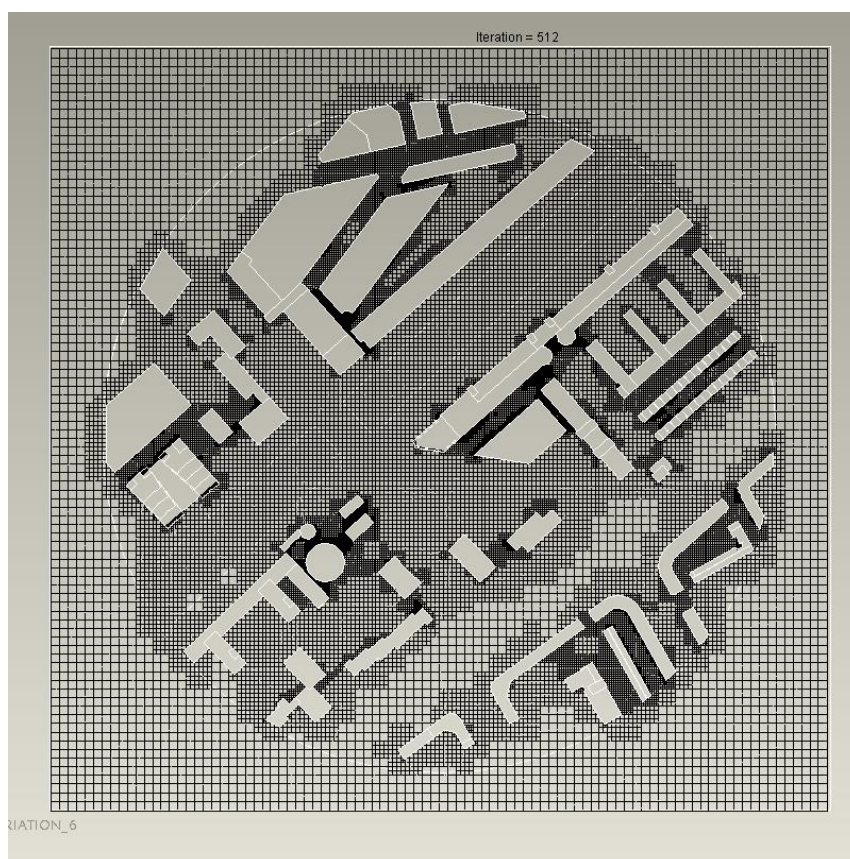


Instance:GEOMETRY_VARIATION_14

Figuur 2 – overzicht 3d model



Figuur 3 – overzicht meetpunten



Figuur 4 – overzicht rekencellen/ grid

Tabel 7 (Frequentietabel van de 60 m windsnelheid DISTRIBUTIEF ABSOLUUT (uren/ jaar))

X 81258

Y 452808

wind snelheid [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,
0,0 - 0,9	17,9	16,8	17,5	14,4	15,4	16,4	15,1	17,3	21,1	20,7	18,7	18,7	210,2
1,0 - 1,9	58	58,9	58,3	42,8	45	52	52,8	60,8	65,4	65,4	64,8	58,3	682,4
2,0 - 2,9	80,1	86,2	89,2	64,3	68,4	79,2	92,5	102,4	103,8	90,3	84,2	81,5	1022,1
3,0 - 3,9	90,5	106,5	103,8	79,7	79,6	91,1	113,9	137,9	126,1	110,2	94,6	93,3	1227,1
4,0 - 4,9	81,3	100,5	114,4	89	72,3	91,1	119,5	167,4	155,1	115,9	89,4	82,8	1278,5
5,0 - 5,9	66,6	87,7	97,9	77,5	60,5	74,7	114,8	164,4	163,9	101,4	72,2	66,7	1148,3
6,0 - 6,9	42,2	67,7	71,2	57,4	42,2	49	100,9	153,6	157,7	89,1	61	45,6	937,4
7,0 - 7,9	22,3	40,3	49,5	40,5	30,2	34,4	85,2	146,8	135,8	66,8	42,1	28,8	722,6
8,0 - 8,9	10,6	26,3	35,6	27	17,7	22,3	68,5	119,8	112,8	50,2	27,1	16,3	534
9,0 - 9,9	5,4	13,9	19,6	15,6	6,8	13	47,2	102,1	86,3	34	16,8	8,4	369
10,0 - 10,9	2,4	7,1	12	7,8	3,1	6,3	34,9	78,4	64,5	23,1	9,8	4,2	253,7
11,0 - 11,9	1,6	3,3	5,8	4,8	1,4	3	23,5	54,6	44,2	16,8	4,5	2	165,5
12,0 - 12,9	0,4	1,8	1,6	1,8	0,3	0,8	13,1	37,5	25,2	10,5	1,5	0,9	95,5
13,0 - 13,9	0	0,4	0,4	0,9	0,3	0,5	8,2	22,5	17,4	5,6	1	0,4	57,8
14,0 - 14,9	-	0,2	0,1	0,4	0,1	0,3	4,1	12,5	8,9	2,9	0,4	0,1	29,8
15,0 - 15,9	-	-	0,1	0,1	-	-	1,9	7,3	4,7	2,2	0,2	0	16,4
16,0 - 16,9	-	-	-	-	-	-	1	3,5	2,2	0,9	0,1	-	7,7
17,0 - 17,9	-	-	-	-	-	-	0,4	2,1	1,3	0,3	0	-	4,2
18,0 - 18,9	-	-	-	-	-	-	0,6	1,2	0,6	0,1	0	-	2,5
19,0 - 19,9	-	-	-	-	-	-	0	0,4	0,4	0	-	-	0,8
20,0 - 20,9	-	-	-	-	-	-	-	0	0,2	0,1	0,1	-	0,3
21,0 - 21,9	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	0,2
22,0 - 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1
23,0 - 23,9	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0	-	-	-	0,1
24,0 - 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figuur 5 –frequentietabel van wind op 60 m hoogte

TABEL 8 - OVERSCHRIJDINGSUREN PER JAAR ($v > 5$ m/s, kans op windhinder)

Cv,i5 [-]	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.
1.0	151,5	248,7	293,8	233,8	162,6	204,3	504,3	906,9	826,3	404,1	236,8	173,4	4345,9
0.9	151,5	248,7	293,8	233,8	162,6	204,3	504,3	906,9	826,3	404,1	236,8	173,4	4345,9
0.8	84,9	161,0	195,9	156,3	102,1	129,6	389,5	742,5	662,4	302,7	164,6	106,7	3197,6
0.7	42,7	93,3	124,7	98,9	59,9	80,6	288,6	588,9	504,7	213,6	103,6	61,1	2260,2
0.6	20,4	53,0	75,2	58,4	29,7	46,2	203,4	442,1	368,9	146,8	61,5	32,3	1537,6
0.5	4,4	12,8	20,0	15,8	5,2	10,9	87,7	220,2	169,8	62,6	17,6	7,6	634,6
0.4	0,4	2,4	2,2	3,2	0,7	1,6	29,3	87,2	61,1	22,7	3,3	1,4	215,4
0.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,4	4,9	1,5	0,2	0,0	15,9
0.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TABEL 9 - OVERSCHRIJDINGSUREN PER JAAR ($v > 15$ m/s, kans op windgevaar)

Cv,i5 [-]	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.
1.0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	3,9	14,7	9,6	3,7	0,4	0,0	32,3
0.9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,4	4,9	1,5	0,2	0,0	15,9
0.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,8	1,4	0,3	0,1	0,0	4,0
0.7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,4
0.6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0.5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Opgemerkt wordt dat bovenstaande tabellen tot stand zijn gekomen op basis van tabel 7 (figuur5) en tabel 10 (figuur 7).

Bij de bepaling van het aantal overschrijdingsuren (op basis van tabel 7) heeft afronding naar boven plaatsgevonden.

Figuur 6 – tabellen met overschrijdingsuren

TABEL 10 - LOKALE WINDSNELHEID [m/s] (op een hoogte van 1.75 m)

(lichtgrijs = windhinder, donkergrijs = windgevaar)

C _v ;is [-]	Referentiewindsnelheid [m/s] (op een hoogte van 60 m)												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0
0.9	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3
0.8	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	8.8	9.6	10.4	11.2	12.0	12.8	13.6
0.7	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8	10.5	11.2	11.9
0.6	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	10.2
0.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
0.4	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8
0.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1
0.2	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4
0.1	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7

Figuur 7 –tabel met lokale windsnelheden