

windhinderonderzoek Rijnsburgerblok, Leiden

Status	definitief
Versie	002
Rapport	B.2015.0490.00.R001
Datum	28 mei 2015

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Leiden Postbus 171 2300 AD Leiden
Contactpersoon	N. van Schoonhoven
Project Betreft Uw kenmerk	Gem Leiden/windhinder CFD Rijnsburgerblok windhinderonderzoek -
Rapport Datum Versie Status	B.2015.0490.00.R001 28 mei 2015 002 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Informatie	ir. E.S. (Erik) den Tonkelaar 088 346 76 37 to@dgmr.nl
Auteur	ir. E.S. (Erik) den Tonkelaar 088 346 76 37 to@dgmr.nl
Verantwoordelijk	ir. E.S. (Erik) den Tonkelaar 088 346 76 37 to@dgmr.nl
Verwerkt door	LA KME

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Criteria	5
2.1 Windhinder	5
2.2 Overschrijdingskans	5
2.3 Waardering van kwaliteitsklassen	6
2.4 Windgevaar	6
3. Onderzoeksmethodiek	8
3.1 Situatie	8
3.2 CFD model	9
3.3 CFD	10
3.4 Nauwkeurigheid	10
3.5 Tekeningen en gebouwhoogte	10
3.6 Wind en ruwheid	10
3.7 Categorie indeling onderzoeksgebied	11
4. Resultaten	12
4.1 Huidige situatie	12
4.2 Situatie met Rijnsburgerblok	15
5. Conclusie	20

Bijlagen

Bijlage 1	Technisch inlegvel numerieke simulaties
Bijlage 2	Toelichting beoordeling windklimaat
Bijlage 3	Windstatistiek
Bijlage 4	Overzicht CFD model huidige situatie en nieuwbouw situatie
Bijlage 5	Categorie indeling "doorlopen", "slenteren" en "langdurig zitten"
Bijlage 6	Resultaten CFD

1. Inleiding

In opdracht van de Gemeente Leiden heeft DGMR een windklimaatonderzoek uitgevoerd ten behoeve van het bestemmingsplan Rijnsburgerblok deel 1.

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van het windklimaat rondom de nieuwbouw Rijnsburgerblok. De nieuwbouw bestaat uit een plint die gedeeltelijk 17 m en gedeeltelijk 24 m hoog is, met daarop drie torens. Er zijn twee situaties onderzocht. De huidige situatie en de toekomstige situatie, zodat de invloed van de nieuwbouw inzichtelijk wordt.

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

Voor het onderzoek is een 3D-model van de nieuwbouw Rijnsburgerblok en de nabije omgeving gemaakt. Dit model is in een computersimulatie doorgerekend. Het onderzoek is uitgevoerd met CFD (Computational Fluid Dynamics), een methode om complexe luchtstromingen in en rond gebouwen te bepalen. Rond het project is op hoofdhoogte de windsnelheid bepaald bij twaalf verschillende windrichtingen. Op basis van de statistische meteogegevens (conform de NPR 6097) zijn de windsnelheden verwerkt tot gemiddelde snelheden per jaar en gemiddelde overschrijdingskansen per jaar. Deze overschrijdingskansen zijn een maat voor het optreden van windhinder en windgevaar.

Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de criteria voor het windklimaat besproken. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten. Vervolgens worden de resultaten in hoofdstuk 4 geanalyseerd. In hoofdstuk 5 volgt de conclusie.

2. Criteria

Er is geen formele, landelijk vastgestelde eis voor windhinder en windgevaar, wel zijn er grote gemeenten met richtlijnen op dat gebied.

Sinds 2006 wordt voor de beoordeling veelal gebruik gemaakt van de NEN 8100. Aan de hand van de NEN 8100 'Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving' kan het windklimaat bepaald worden. Dit wordt uitgedrukt in overschrijdingskansen per jaar (in procenten) dat de windsnelheid boven een bepaalde waarde zal liggen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen windhinder en windgevaar.

De beoordeling van het windklimaat is gesplitst in twee delen: windhinder en windgevaar. Windgevaar dient altijd voorkomen te worden op plaatsen waar mensen normaliter zullen komen, dus de gebieden die aangemerkt worden als doorloopgebied, slentergebied of gebied voor langdurig zitten. De aspecten windhinder en windgevaar maken deel uit van een brede afweging waarin ook andere aspecten een rol spelen als architectonische vormgeving, verkeersveiligheid, financiën, etc. De gemeente kan bij de afweging van deze aspecten in concrete gevallen afwijken van de richtlijn.

2.1 Windhinder

In deze paragraaf wordt met betrekking tot windhinder dieper ingegaan op de overschrijdingskansen en waardering van kwaliteitsklassen.

2.2 Overschrijdingskansen

Wanneer mensen hinder ondervinden ten gevolge van wind, is er sprake van windhinder. Om de mate van windhinder vast te stellen, wordt de overschrijdingsfrequentie van een uurgemiddelde windsnelheid op hoofdhoogte bepaald. Als uurgemiddelde windsnelheid voor het bepalen van de windhinder wordt 5 m/s op hoofdhoogte als behaaglijkheidsgrens gehanteerd. Bij deze gemiddelde windsnelheid blijkt het gedrag van mensen door de wind te worden beïnvloed (zie ook tabel 1). Hierbij is tevens rekening gehouden met optredende windvlagen.

tabel 1: windeffecten op voetgangers

windsnelheid [m/s]	effect
< 5	geen effecten waarneembaar
5 - 10	enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

De overschrijdingsfrequentie van de windsnelheidsgrens van 5 m/s is dan het totaal aantal uren per jaar dat het ter plaatse van het meetpunt harder waait dan 5 m/s. Dit aantal uren wordt over alle windrichtingen gesommeerd en omgerekend naar het procentueel voorkomen per jaar van een hogere windsnelheid dan 5 m/s. Dit wordt de overschrijdingskans genoemd.

De uurgemiddelde windsnelheden worden bepaald volgens de NPR 6097¹. Deze NPR gaat uit van alle bekende gemeten windsnelheden van de afgelopen 40 jaar op verschillende plaatsen in ons land.

¹ NPR 6097:2006 nl 'Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland'

2.3 Waardering van kwaliteitsklassen

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

De waardering van een kwaliteitsklasse is afhankelijk van de activiteitenklasse. Voor elke plaats/bestemming behoort te worden nagegaan welke activiteit ter plaatse zal overheersen. Er worden drie activiteiten onderscheiden:

- 1 doorlopen, bijvoorbeeld op een parkeerterrein;
- 2 slenteren, bijvoorbeeld in een winkelstraat of bij een gebouwingang;
- 3 langdurig zitten, bijvoorbeeld op een bankje in het park.

Dit onderscheid wordt gemaakt omdat de gevoeligheid van personen voor windhinder mede afhankelijk is van de activiteit die men onderneemt. In een park of speeltuin is zodoende een rustiger windklimaat gewenst dan op een parkeerplaats. De waardering van het lokale windklimaat wordt gekwalificeerd met goed, matig of slecht. In tabel 2 is de beoordeling voor windhinder weergegeven.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

overschrijdingskans dat $v > 5$ m/s in procenten van het aantal uur per jaar	kwaliteitsklasse	Activiteiten		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	matig	slecht	slecht
> 20	E	slecht	slecht	slecht

Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Een windklasse A wordt vaak gebruikt voor terrassen. Echter, voor een terras zijn vaak extra aanvullende maatregelen nodig, omdat ook bij lagere windsnelheden dan 5 m/s het windklimaat op een terras vaak al als slecht wordt beoordeeld. De luchttemperatuur en de straling van de zon hebben hierbij ook invloed op het comfort op een terras.

2.4 Windgevaar

Er is sprake van een gevaarlijke situatie indien de wind op hoofdhoogte een uurgemiddelde windsnelheid heeft die groter is dan 15 m/s. De maatgevende windvlagen kunnen dan snelheden bereiken van 20 tot 25 m/s.

Het gevaarcriterium wordt bepaald door enerzijds de gemiddelde windsnelheid van 15 m/s en anderzijds door vlagen tot 23 m/s op hoofdhoogte.

Ten aanzien van het beoordelen van windgevaar wordt de indeling aangehouden zoals weergegeven in tabel 3.

tabel 3: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windgevaar (NEN 8100)

overschrijdingskans dat $v > 15$ m/s in procenten van het aantal uren per jaar	kwalificatie
0.05 - 0.29	beperkt risico
≥ 0.30	gevaarlijk

Situaties waarvoor een overschrijdingskans in procenten tussen de 0.05 en 0.30 geldt, mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteitenklasse 1 ('doorlopen'). Situaties met een overschrijdingskans in procenten groter en gelijk aan 0.30 zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld.

Voor plaatsen waar men voor kwetsbare groepen (bijvoorbeeld bejaarden, mindervaliden en kleine kinderen) een verantwoorde situatie wil bereiken, kunnen afwijkende eisen worden gehanteerd. In bijlage 2 wordt de gevoelswaarde van de beoordeling van het windklimaat iets specifiekier toegelicht.

3. Onderzoeksmethodiek

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodiek toegelicht. Allereerst zijn het 3D-model en de bijbehorende omgeving belicht. Vervolgens is kort toegelicht wat CFD inhoudt. Ook wordt aangegeven op basis van welke tekeningen het model tot stand is gekomen. Verder is dieper ingegaan op wind en ruwheid.

3.1 Situatie

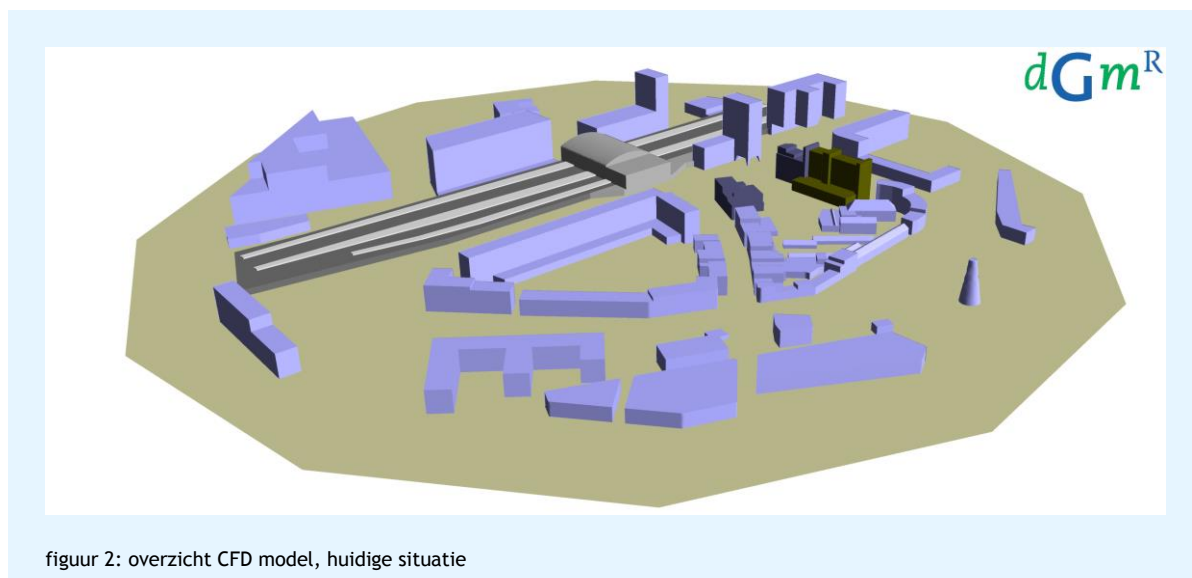
Het model oriënteert zich op nieuwbouw Rijnsburgerblok en de nabije omgeving. De nieuwbouw komt te staan tussen het Schuttersveld en de Stationsweg. De positie van de nieuwbouw is schematisch weergegeven in figuur 1.



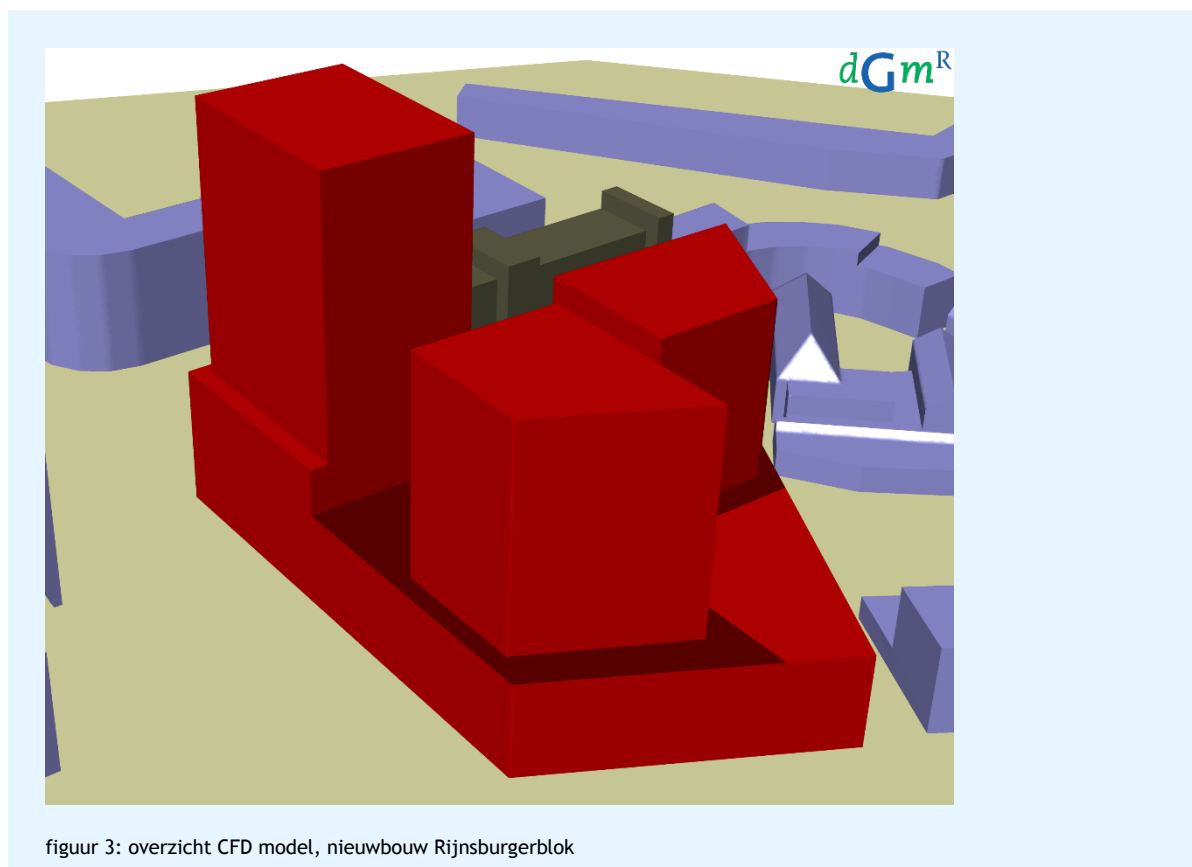
figuur 1: overzicht met (schematisch) nieuwbouw. Bron: google maps.

3.2 CFD model

In figuur 2 is de bestaande situatie weergegeven.



In figuur 3 is het CFD model van de nieuwbouw en de omgeving opgenomen.



In de bijlage zijn meer figuren weergegeven.

3.3 CFD

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de methode Computational Fluid Dynamics, kortweg CFD genaamd. CFD maakt gebruik van numerieke rekenmodellen en algoritmes voor het oplossen en analyseren van problemen waarin stromingen van vloeistoffen en gassen een rol spelen. In dit geval wordt met deze methode inzicht verkregen in de luchtstromingen rond gebouwen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket CFX versie 15.0. Het gebruik van CFD staat beschreven in de NEN 8100. De berekeningen zijn uitgevoerd met het RNG $k-\epsilon$ turbulentiemodel.

3.4 Nauwkeurigheid

De berekeningen zijn voldoende geconvergeerd dat wil zeggen dat de numerieke fout voor de drukvariabele en de snelheidsvariabelen onder de 10^{-3} ligt. Voor de turbulentievariabelen ligt deze rond deze waarde. Bovendien is een aantal monitorpunten opgenomen om te zien of de waarden van variabelen constant genoeg zijn.

In de NEN 8100 staat de nauwkeurigheid van CFD en windtunnelonderzoeken beschreven. Daarin wordt de inschatting van de fout in de voorspelling van de overschrijdingskans (p) gegeven. Deze geldt als de lokale snelheid zich boven de 5 m/s bevindt. In tabel 4 wordt deze weergegeven.

tabel 4: standaarddeviatie δ van de fout in de overschrijdingskans (p)

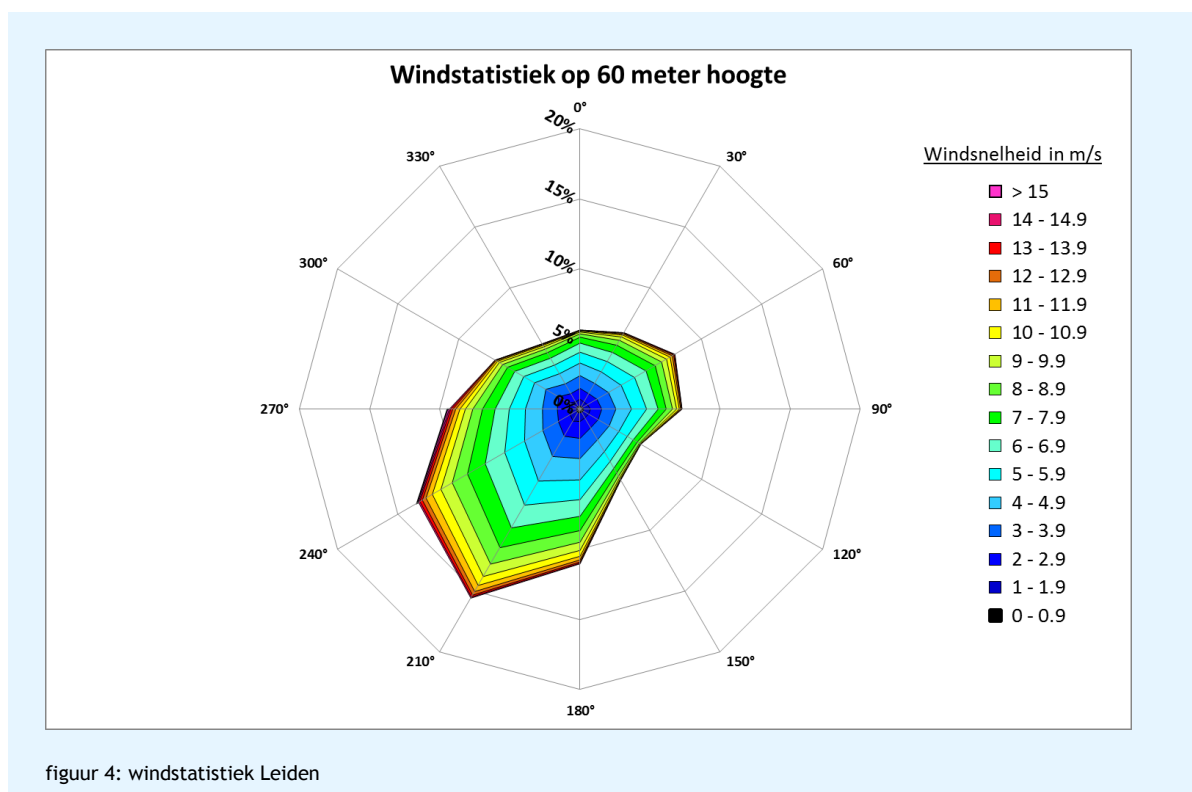
overschrijdingskans: p ($V_{lok} > 5$ m/s) in procenten van het aantal uren per jaar		2.5%	5.0%	10.0%	20.0%
standaarddeviatie δ van de fout in procenten van het aantal uren per jaar		0.8%	1.5%	2.4%	3.1%

3.5 Tekeningen en gebouwhoogte

Voor het maken van het CFD-model is door de gemeente een 3D model aangeleverd voor de huidige situatie, de nieuwbouw en voor de omgeving.

3.6 Wind en ruwheid

Met behulp van NPR 6097 is de windstatistiek voor de bouwlocatie bepaald. NPR 6097 maakt gebruik van 40 jaar KNMI-meetgegevens van 51 KNMI-meetstations. Met behulp van deze meetgegevens is een dataset gemaakt waarmee voor iedere locatie in Nederland de windstatistiek op 60 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 de bijlage is de windstatistiek van de omgeving te vinden. Hieronder wordt in figuur 4 de windstatistiek ter plaatse van het project gegeven. In de windroos is eveneens rekening gehouden met de hoogte van de windsnelheid per windrichting.



3.7 Categorie indeling onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in de categorieën “doorlopen”, “slenteren” en “langdurig zitten”. Deze onderverdeling is weergegeven in de bijlage.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het windklimaatonderzoek met betrekking tot windhinder en windgevaar gepresenteerd op straatniveau (hoofdhoogte oftewel 1.75 meter boven de grond) en op de dakterrassen van de nieuwbouw.

4.1 Huidige situatie

Windgevaar

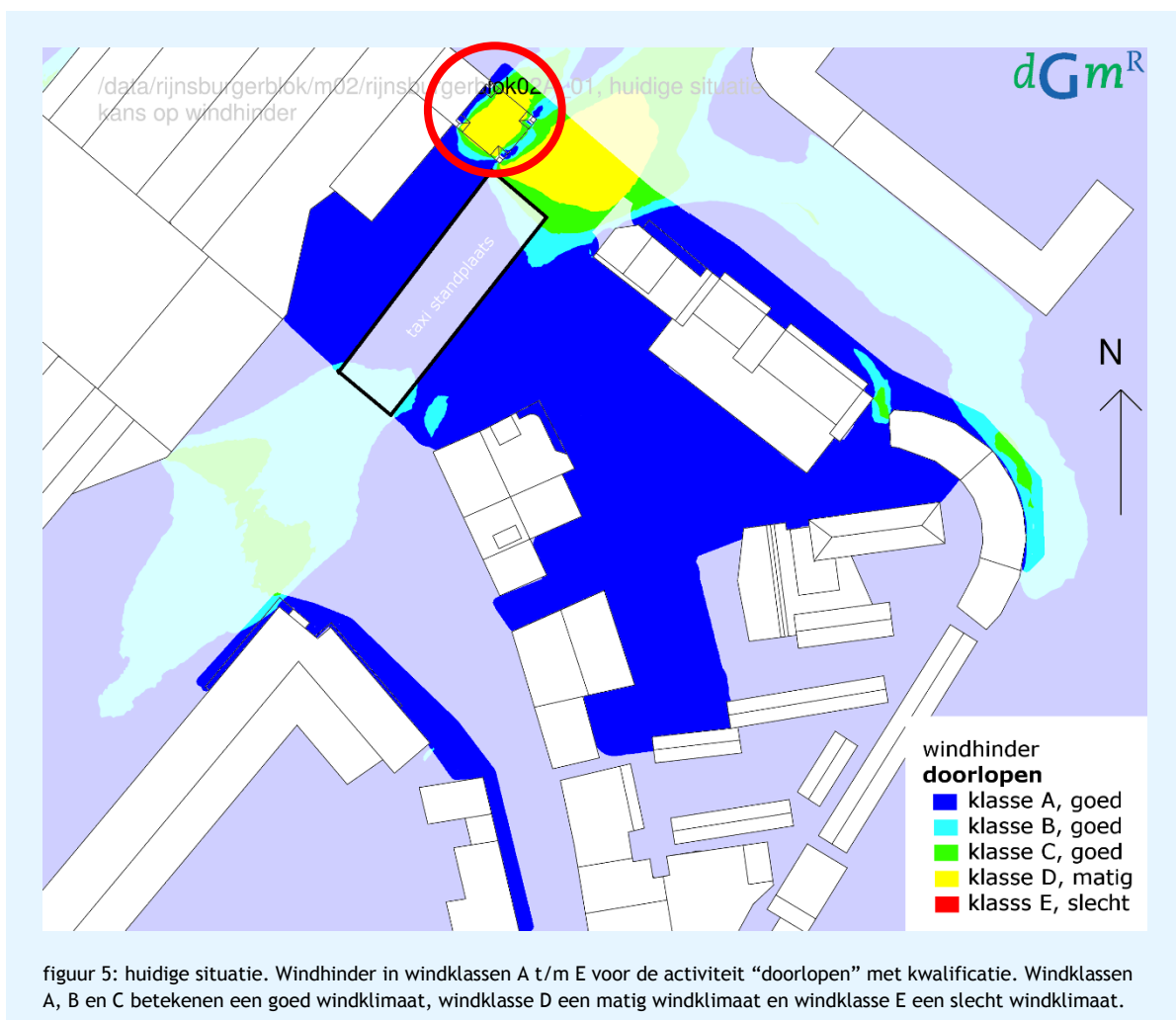
Er is geen sprake van windgevaar.

Windhinder

In de bijlage zijn de berekende windklassen voor het gehele gebied weergegeven, zonder kwalificatie. Tevens is de overschrijdingskans per jaar weergegeven. De kwalificatie van de windklassen is afhankelijk van de activiteit zoals gepresenteerd in tabel 2. In de volgende figuren zijn per activiteit de windklassen met kwalificatie weergegeven.

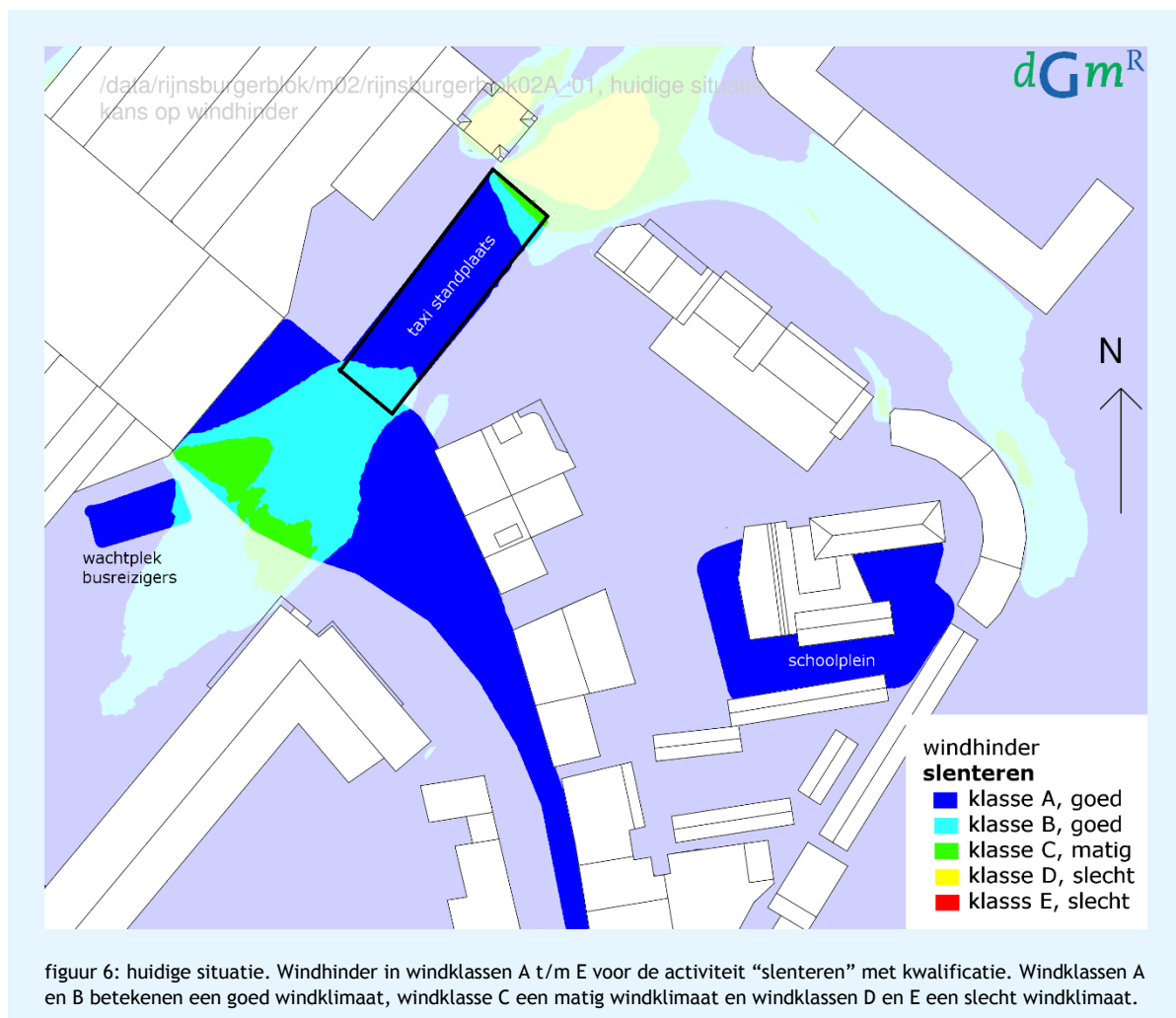
In figuur 5 zijn voor de activiteit “doorlopen” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “doorlopen” betekenen de windklassen A, B en C een goed windklimaat, windklasse D een matig windklimaat, en windklasse E een slecht windklimaat.

In het doorloopgebied is de windklasse over het algemeen klasse A, B of C en is het windklimaat te classificeren als goed. Ter plaatse van de toren van de sociale verzekeringsbank (SVB) is de windklasse D en dus het windklimaat matig. Echter, onder de SVB toren van de SVB, aangegeven met een rode cirkel, is de kans op windhinder 18%. Dit ligt dicht tegen windklasse E aan. Onder de SVB toren is er dus sprake van een windklimaat dat als matig gekwalificeerd wordt maar dat dicht tegen slecht aan zit.



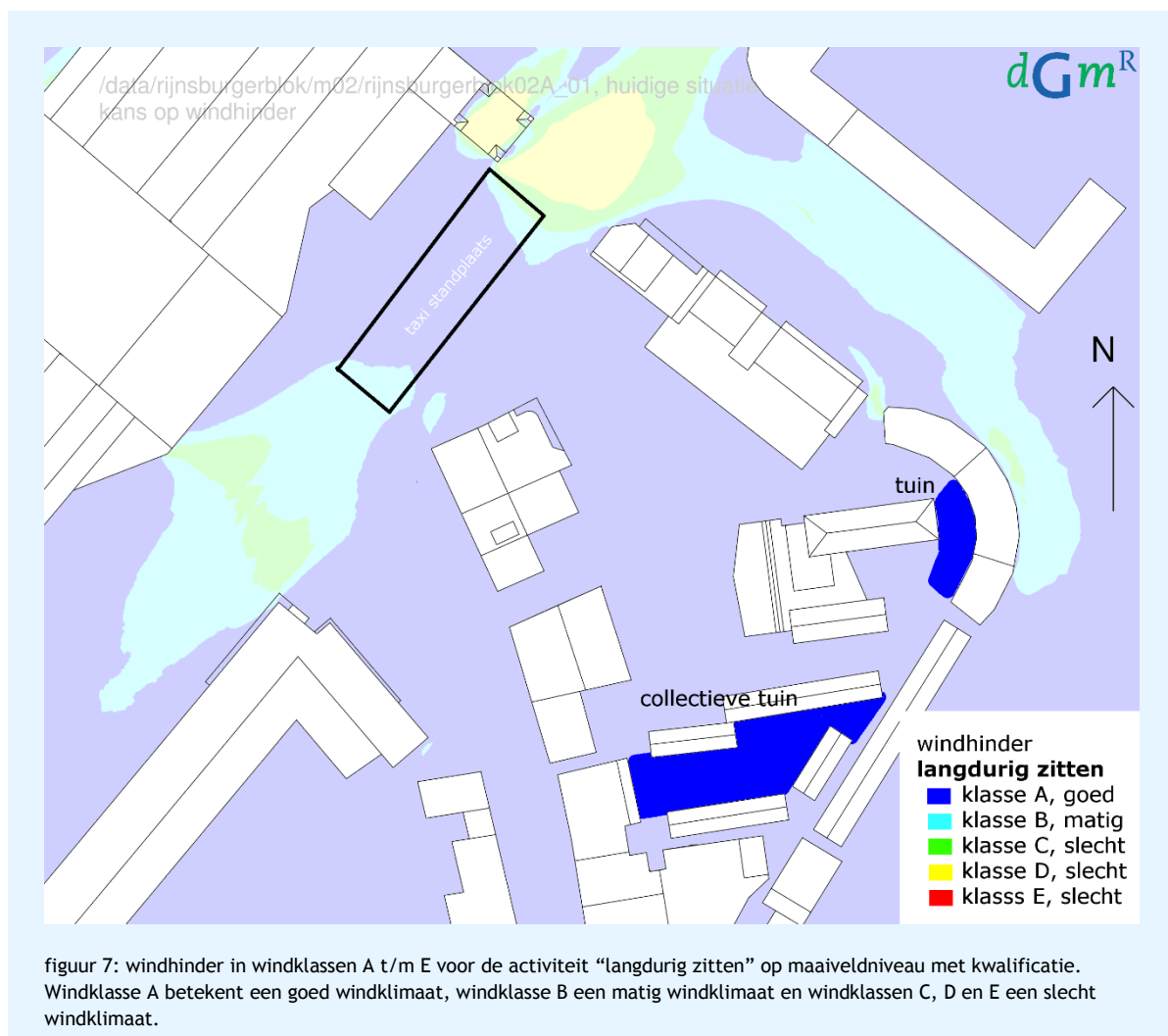
In figuur 6 zijn voor de activiteit “slenteren” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “slenteren” betekenen windklassen A, B een goed windklimaat, windklasse C een matig windklimaat, en windklassen D en E een slecht windklimaat.

In de slentergebieden is het windklimaat grotendeels goed (windklasse A en B). Alleen ten zuiden van het station is het windklimaat plaatselijk matig (windklasse C) en op het meest noordelijke deel van de taxistandplaats.



In figuur 7 zijn voor de activiteit “langdurig zitten” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “langdurig zitten” betekent windklasse A een goed windklimaat, windklasse B een matig windklimaat, en windklassen C, D en E een slecht windklimaat.

Het windklimaat in de verschillende tuinen is goed (windklasse A).



4.2 Situatie met Rijnsburgerblok

Windgevaar

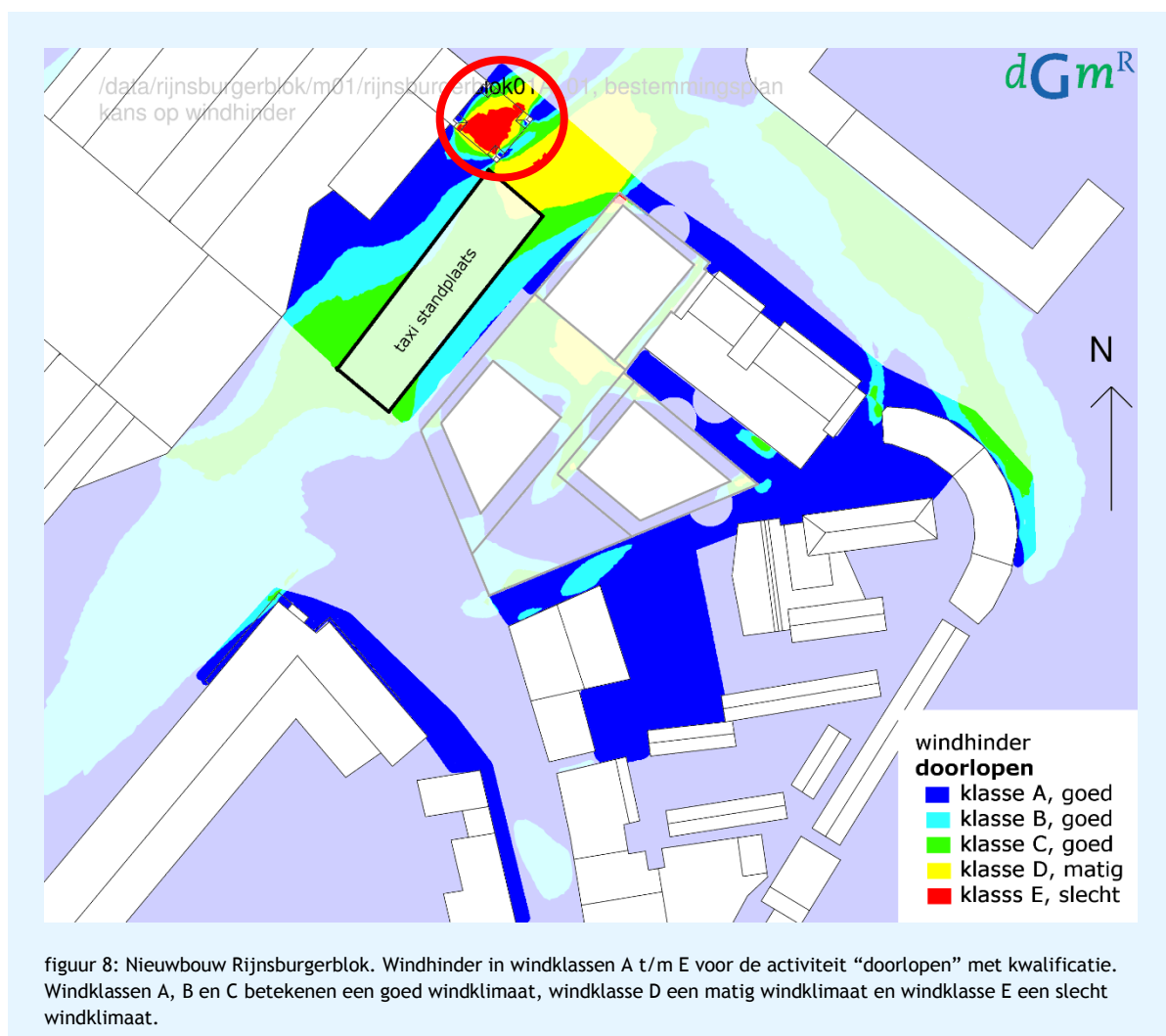
Er is geen sprake van windgevaar.

Windhinder

In de bijlage zijn de berekende windklassen voor het gehele gebied weergegeven, zonder kwalificatie. Tevens is de overschrijdingskans per jaar weergegeven. De kwalificatie van de windklassen is afhankelijk van de activiteit zoals gepresenteerd in tabel 2. In de volgende figuren zijn per activiteit de windklassen met kwalificatie weergegeven.

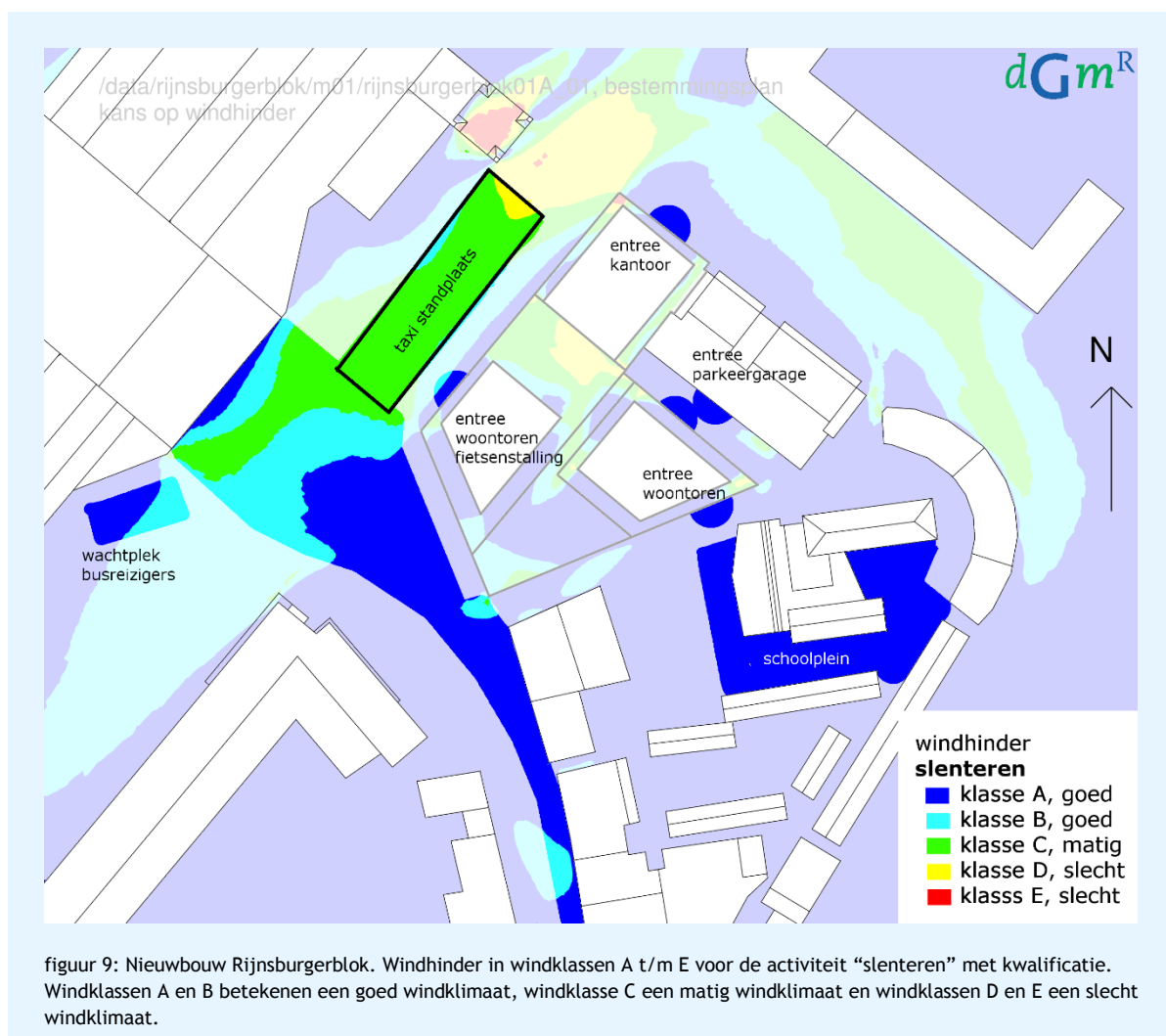
In figuur 8 is voor de activiteit “doorlopen” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “doorlopen” betekenen de windklassen A, B en C een goed windklimaat, windklasse D een matig windklimaat, en windklasse E een slecht windklimaat.

Het windklimaat tussen station en Rijnsburgerblok verslechtert. Dit wordt veroorzaakt door het volume en de hoogte van de nieuwbouw. Het windklimaat in dit gebied blijft rond de taxistandplaats over het algemeen goed (windklasse A, B en C). Ten noorden van de taxistandplaats is er sprake van een matig windklimaat. Onder de SVB toren is er sprake van een slecht windklimaat. De kans op windhinder is onder de toren 25 %. Ten opzichte van de huidige situatie is er een toename van 18% naar 25%.



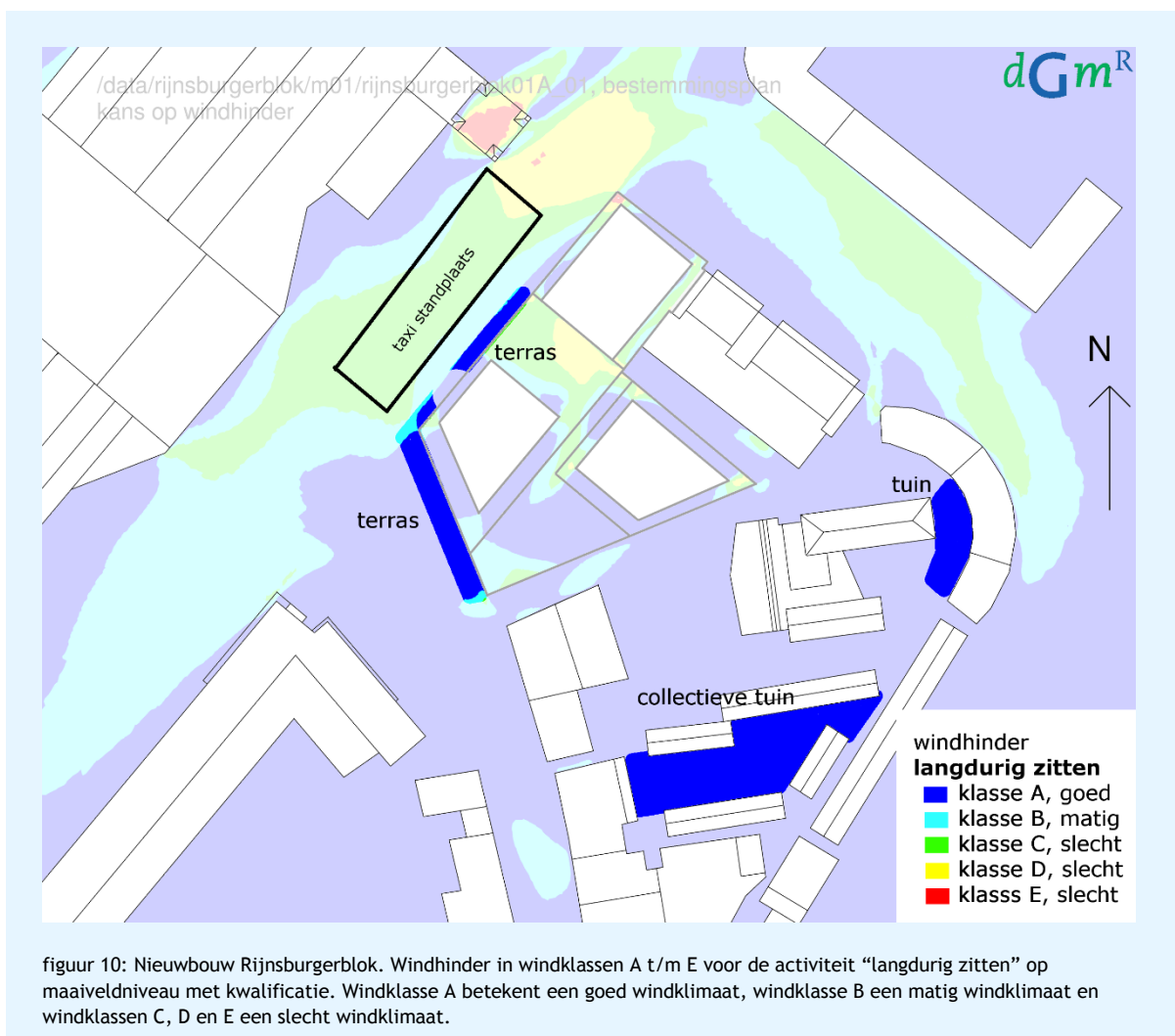
In figuur 9 is voor de activiteit “slenteren” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “slenteren” betekenen windklassen A, B een goed windklimaat, windklasse C een matig windklimaat, en windklassen D en E een slecht windklimaat.

Het slentergebied voor het station heeft een matig (windklasse C) tot goed (windklasse A en B) windklimaat. De taxistandplaats heeft een matig windklimaat (windklasse C) en in het uiterste noorden een slecht windklimaat (windklasse D). De overige gebieden hebben een goed windklimaat (windklasse A en B).

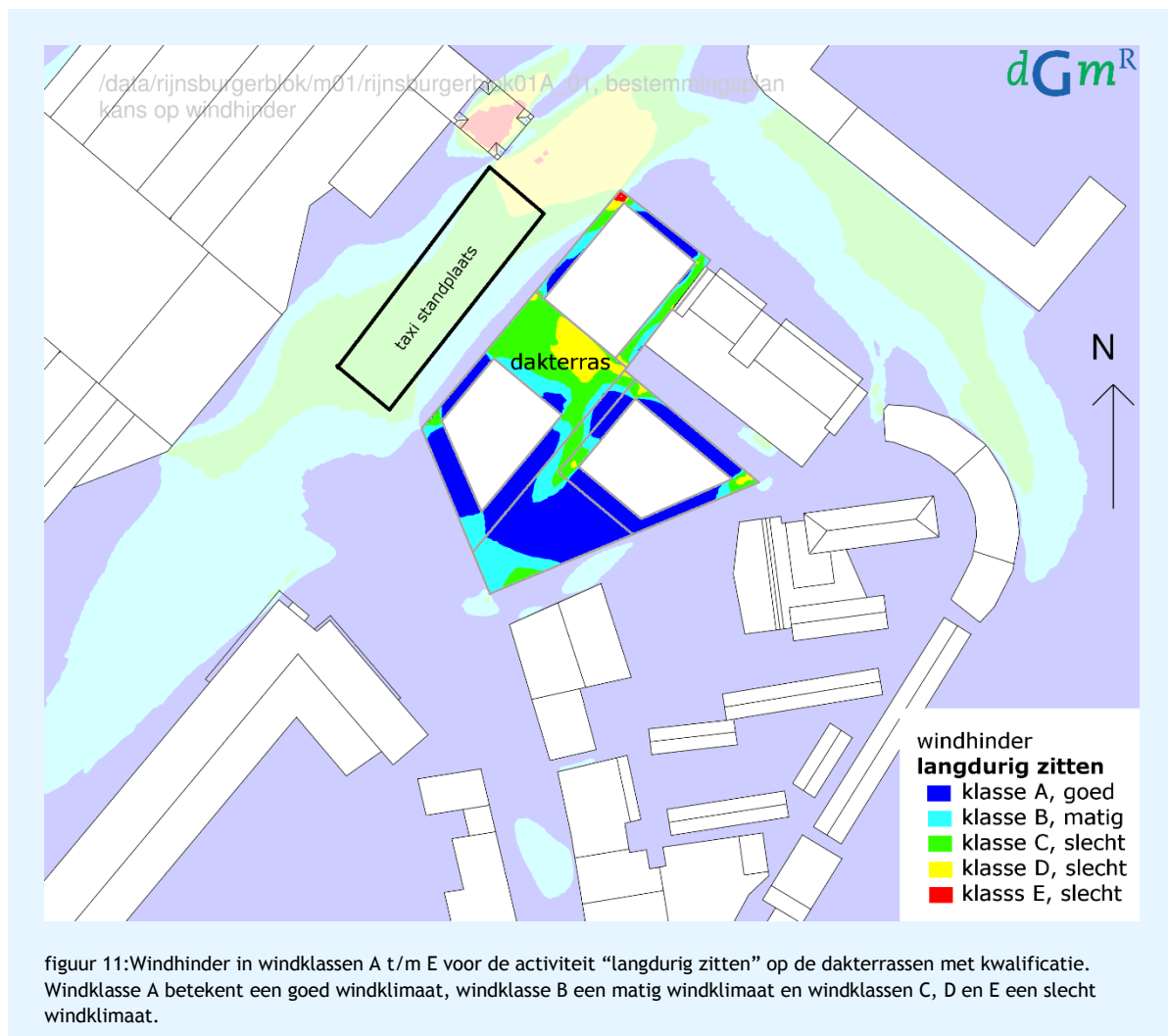


In figuur 10 en figuur 11 zijn voor de activiteit “langdurig zitten” de windklassen en de bijbehorende kwalificatie weergegeven. Voor de activiteit “langdurig zitten” betekent windklasse A een goed windklimaat, windklasse B een matig windklimaat, en windklassen C, D en E een slecht windklimaat. figuur 10 geeft de terrassen langs de nieuwbouw weer en de tuinen die ten zuiden en zuidoosten van de nieuwbouw liggen. In figuur 11 zijn de dakterrassen van de nieuwbouw weergegeven.

Het windklimaat in de tuinen en de terrassen is goed (windklasse A). Alleen op de hoeken van Rijnsburgerblok is er sprake van een matig windklimaat (windklasse B). Merk op dat voor terrassen vaak toch nog aanvullende maatregelen nodig zijn zodat in meer omstandigheden gebruik gemaakt kan worden van het terras.



Op het dakterras van Rijnsburgerblok is op grote delen het windklimaat matig tot goed (windklasse A en B). Op de hoeken van de torens en tussen de torens in is er vooral sprake van een slecht windklimaat (windklasse C, D en E).



5. Conclusie

In dit onderzoek is het windklimaat rondom de nieuwbouw Rijnsburgerblok in kaart gebracht. Het windklimaat is vergeleken met het windklimaat in de huidige situatie, zodat de invloed van de nieuwbouw inzichtelijk wordt.

Windgevaar

In de huidige en de toekomstige situatie is er geen sprake van windgevaar

Windhinder

In de huidige situatie is er over het algemeen sprake van een goed windklimaat. De uitzondering hierop is het windklimaat rond de toren van de sociale verzekeringsbank (SVB). Ter plaatse is er sprake van een matig windklimaat. In de onderdoorgang van deze toren is er eveneens sprake van een matig windklimaat, maar ligt het windklimaat in feite heel dicht bij de classificatie slecht windklimaat.

De plaatsing van de nieuwbouw Rijnsburgerblok zorgt voor een vergroting van de bouwmassa met drie relatief hoge torens. Het ligt dan ook in de lijn der verwachting dat dit plaatselijk voor hogere windsnelheden zal zorgen, waardoor het windklimaat plaatselijk verslechtert. Dit volgt ook uit de berekeningen. Ten zuiden van de nieuwbouw blijft het windklimaat over het algemeen ongewijzigd. Tussen het spoor en de nieuwbouw is er sprake van een minder windklimaat. Op de taxistandplaats wijzigt het windklimaat van goed naar matig. En in de onderdoorgang van de SVB toren wijzigt het windklimaat van matig naar slecht. Hierbij wordt de kanttekening geplaatst dat in de huidige situatie het windklimaat al heel dicht tegen de classificatie slecht windklimaat aan zit.

Het windklimaat in de onderdoorgang kan bijvoorbeeld verbeterd worden door het aanbrengen van luifels aan de SVB toren. Het plaatsen van extra bomen of voorzieningen op maaiveld zullen het windklimaat in de onderdoorgang niet verbeteren.

p.o.



ir. E.S. (Erik) den Tonkelaar
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Technisch inlegvel numerieke simulaties
-------	---

tabel 1: technisch inlegvel numerieke simulaties

Project	Projectgegevens
Projectnaam	Bestemmingsplan Rijnsburgerblok te Leiden
Opdrachtgever	Gemeente Leiden
Projectleider	E.S. den Tonkelaar
Datum	Mei 2015
Model	Algemene gegevens model
Omvang gemodelleerd gebied	In een straal van 300 m rond project
Kerngebied	Centrum Leiden
Omgeving	Leiden
Afmetingen model	$\pi r^2 h$ met straal van ca. 1 km en een hoogte van 500 meter
Blokkeringsgraad	<5%
Gemodelleerd groen	n.v.t.
Onderzochte windrichtingen	12 (elke richting representeert één windsector van 30 graden)
Onderzochte configuraties	1 configuraties
Computerinstellingen	Specifieke gegevens van gebruikte programmatuur
Programmatuur	Ansys CFX v15, FVM (eindige volume methode)
Algemeen	Drie-dimensionaal, tijdsafhankelijk, isothermisch
Rekenrooster	Ca. 10 miljoen cellen (tetragrid met prisma's ter plaatse van de wanden om de grenslaag goed te modelleren)
Turbulentiemodellering	RNG k- ϵ turbulentiemodel
Convectieve differentieschema's	Snelheidscomponenten: High Resolution (second order UPWIND) Turbulente grootheden: UPWIND Scalaire grootheden: High Resolution (second order UPWIND)
Randvoorwaarden	Gebruikte randvoorwaarden
Instroomprofiel	Logaritmisch windprofiel (Richard & Hoxey)
Uitlaat	Ongedwongen (geen drukverschil)
Grond buiten gemodelleerde omgeving	Ruwheidslengte $z_0 = 1$ meter voor stedelijk gebied, 0.03 meter voor de duinen en 0.0002 meter voor de zee.
Gebouwen	Lokale ruwheid van 0.01 meter
Gegevensbewerking en -beoordeling	Informatie voor locatie en berekening windklimaat
Amersfoortse coördinaten	X=94050 Y=464960
Drempelsnelheid hinder	5 m/s
Drempelsnelheid gevaar	15 m/s
Beoordeling	Algemeen, afhankelijk van uiteindelijke functie-indeling
Gepresenteerde resultaten	Rapport: plots van kwaliteitsklassen voor windhinder en gevaarcriteria

Bijlage 2

Titel

Toelichting beoordeling windklimaat

Toelichting beoordeling windklimaat

In tabel 1 is aangegeven wat voor effect wind heeft op voetgangers.

tabel 1: windeffecten op voetgangers

windsnelheid [m/s]	Effect
< 5	geen effecten waarneembaar
5 - 10	enige effecten op het lopen waarneembaar
10 - 15	duidelijke effecten op het lopen waarneembaar
> 15	zeer duidelijke effecten op het lopen waarneembaar

In de beoordeling van het windklimaat wordt rekening gehouden met deze tabel. Vanaf een lokale windsnelheid van 5 m/s (vergelijkbaar met een "matige wind") zijn effecten merkbaar, zoals haar dat in de war raakt. Vanaf een lokale windsnelheid van 15 m/s (vergelijkbaar met harde tot stormachtige wind) ontstaat moeite met lopen. Opgemerkt wordt dat hier gesproken wordt over windsnelheden op ooghoogte.

Bij de beoordeling van het windklimaat wordt niet alleen rekening gehouden met de windsnelheid, maar wordt ook rekening gehouden met de activiteit die men onderneemt. Bij lopen of wandelen heeft men minder snel last van de wind dan bij het slenteren op de markt langs de marktkraampjes, of bij afscheid nemen bij de voordeur. Zittend op het terras is men daarentegen weer gevoeliger voor het windklimaat. Bij de beoordeling wordt daarom rekening gehouden met drie activiteiten, te weten:

1. doorloopgebieden: voor alle gebieden waar mensen lopen om zich van A naar B te verplaatsen;
2. slentergebieden: hierbij kan men denken aan slenteren op de markt of afscheid nemen bij de voordeur;
3. plaats voor langdurig zitten. Hierbij kan men denken aan een bankje in het park.

Opgemerkt wordt dat de activiteiten dus plaatsgebonden zijn.

Het windklimaat wordt in een onderzoek voor twee verschillende aspecten beoordeeld:

1. windgevaar
2. windhinder

Windgevaar

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 15 m/s. In de norm wordt het acceptabel geacht dat deze windsnelheid maximaal 0.05% (ongeveer 4 uur per jaar) voorkomt. Komt deze windsnelheid meer dan 0.3% per jaar voor dan spreekt men van 'windgevaar'. In het tussenliggende gebied (tussen de 0.05% en de 0.3%) is er sprake van een 'beperkt risico'.

Beperkt risico wordt aanvaardbaar geacht voor doorloopgebieden, maar niet voor slentergebieden. Indien beperkt risico optreedt in slentergebieden, dan moeten ook hier maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.

Wanneer er sprake is van windgevaar moeten maatregelen worden getroffen door de gebouwwontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied. Windgevaar op plaatsen waar mensen zich kunnen bevinden moet voorkomen worden. Windgevaar kun je daarom een 'veiligheidseis' noemen.

Windhinder

Hierbij wordt getoetst aan een windsnelheid van 5 m/s. De beoordeling van windhinder is afhankelijk van hoe vaak deze windsnelheid per jaar optreedt. De tijdsduur dat dit optreedt, is verdeeld in vijf klassen van minder dan 2.5% (klasse A) t/m meer dan 20% (klasse E). Hoe deze klasse beoordeeld wordt, is afhankelijk van de activiteit. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

tabel 2: beoordeling van het lokale windklimaat ten aanzien van windhinder (NEN 8100)

overschrijdingskans dat v > 5 m/s in procenten van het aantal uur per jaar	kwaliteitsklasse	activiteiten		
		1. doorlopen	2. slenteren	3. langdurig zitten
< 2.5	A	Goed	goed	goed
2.5 - 5.0	B	Goed	goed	matig
5.1 - 10.0	C	Goed	matig	slecht
10.1 - 20.0	D	Matig	slecht	slecht
> 20	E	Slecht	slecht	slecht

Er is geen wettelijke verplichting om windhinder te voorkomen of te beperken. Het is aan de gebouwon ontwikkelaar en/of de eigenaar van het openbaar gebied welke maatregelen hij wil treffen om het comfort te verhogen. Windhinder kun je daarom een 'comforteis' noemen.

Bij doorloopgebieden (bijvoorbeeld op het trottoir of op straat) is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 1.5 dag per week (> 20% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je haar in de war kan raken (snelheid meer dan 5 m/s). Bij een matig windklimaat is dit $\frac{3}{4}$ à 1.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{3}{4}$ dag per week.

Op een terras is sprake van een slecht windhinderklimaat als het meer dan 0.5 dag per week (> 5% van de tijd) harder waait zodat bijvoorbeeld je papieren van je tafeltje wegwaaien. Bij een matig windklimaat is dit $\frac{1}{4}$ à 0.5 dag per week. We spreken van een goed windklimaat als deze periode minder is dan $\frac{1}{4}$ dag per week.

Bijlage 3

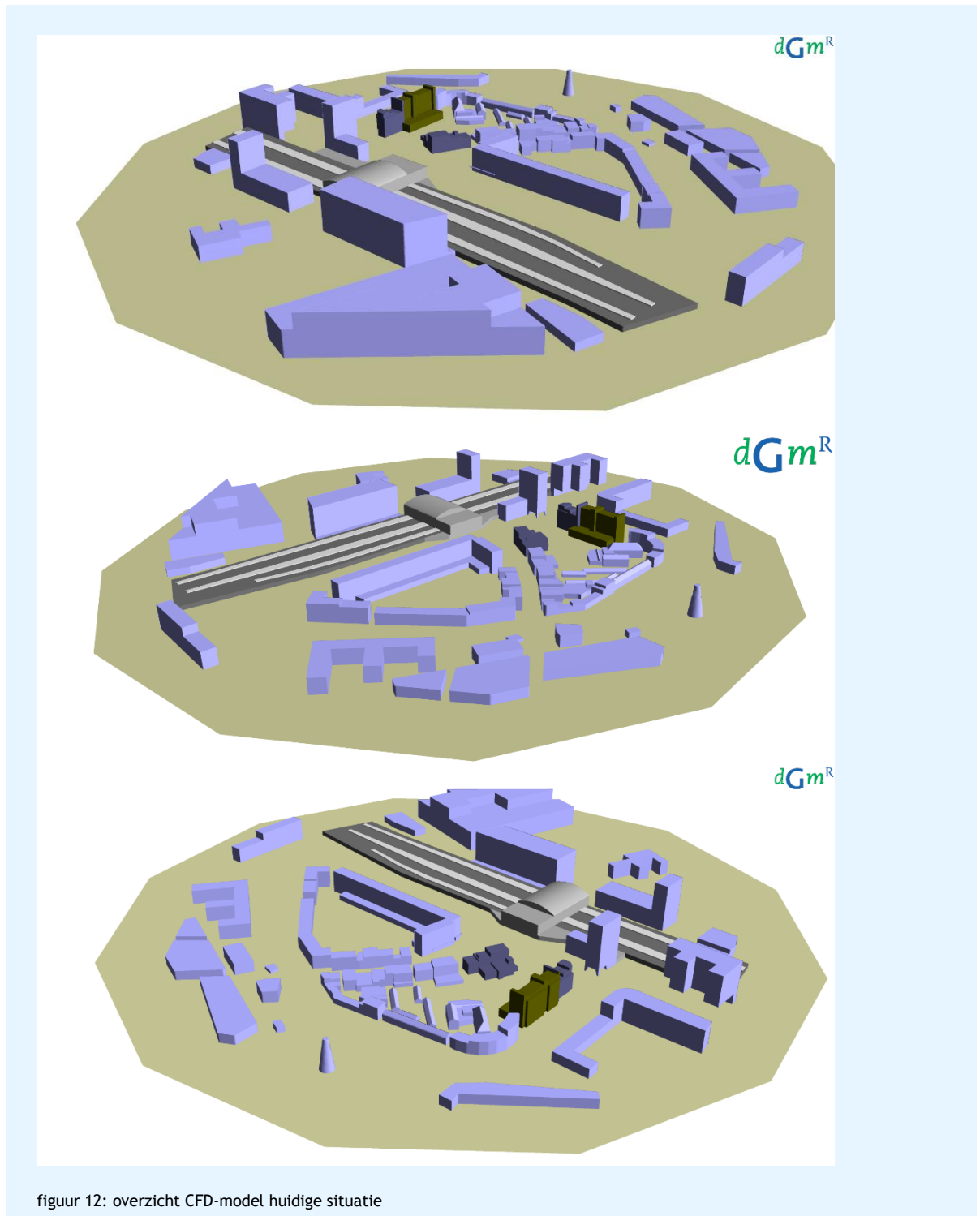
Titel

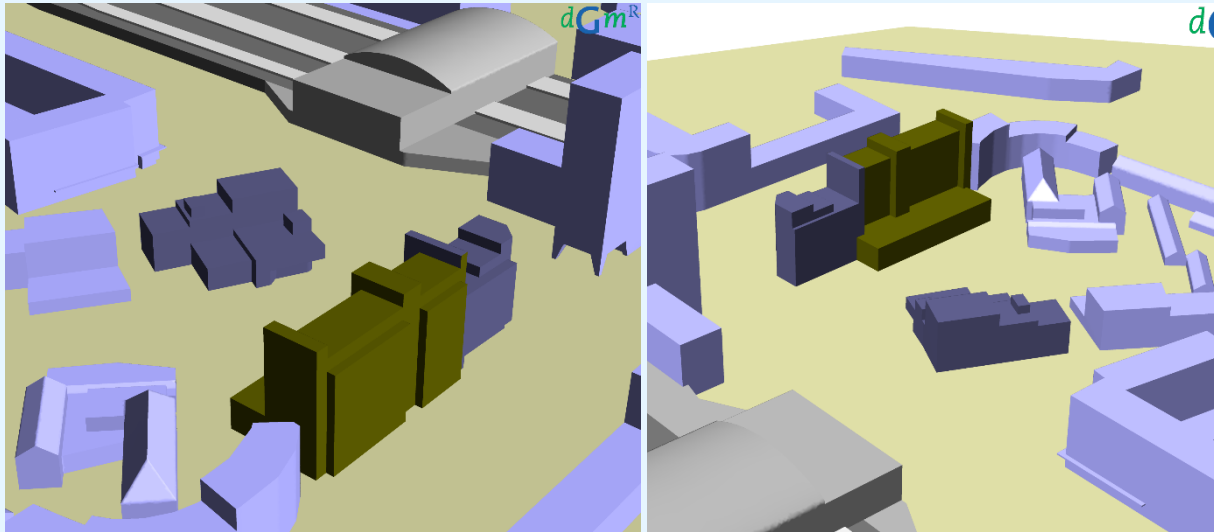
Windstatistiek

coördinaten	X094050 Y464960														
soort tabel	Distributief in uren per jaar														
Vmin	Vmax	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	som	
0	1	0.1621	0.1096	0.1427	0.1804	0.1849	0.1689	0.1929	0.2237	0.1929	0.1735	0.2032	0.1347	2.0696	
1	2	0.5457	0.4566	0.4817	0.5571	0.5297	0.5411	0.6918	0.7751	0.6153	0.589	0.6712	0.4817	6.9361	
2	3	0.774	0.6872	0.7785	0.8151	0.7877	0.8231	1.2135	1.2546	0.9715	0.8584	0.8927	0.6712	10.5274	
3	4	0.9132	0.855	0.9521	1.0148	0.8984	0.9829	1.4452	1.6701	1.2785	1.0628	1.0628	0.8048	12.9406	
4	5	0.8973	0.9543	1.0422	1.1107	0.8059	0.984	1.5194	2.016	1.5103	1.2192	0.9292	0.8356	13.8242	
5	6	0.7751	0.8482	1.1073	1.0765	0.6849	0.8116	1.4087	1.9806	1.629	1.1484	0.8916	0.71	13.0719	
6	7	0.6473	0.7454	0.9441	0.8196	0.4886	0.5537	1.1952	1.879	1.6062	1.008	0.7432	0.5753	11.2055	
7	8	0.4212	0.5993	0.75	0.5788	0.3345	0.3893	1.0251	1.6267	1.4623	0.9053	0.5856	0.4509	9.129	
8	9	0.2409	0.3973	0.5331	0.4532	0.1804	0.266	0.8288	1.3505	1.2591	0.6872	0.403	0.3014	6.9007	
9	10	0.1313	0.2763	0.4132	0.2911	0.0696	0.1518	0.5765	1.0251	0.9292	0.5285	0.2842	0.1906	4.8676	
10	11	0.0742	0.1644	0.2911	0.1895	0.0285	0.0879	0.4178	0.7409	0.7078	0.3858	0.1621	0.1187	3.3687	
11	12	0.0422	0.0947	0.1769	0.1027	0.0137	0.0411	0.2648	0.4977	0.5171	0.3014	0.1107	0.0571	2.2203	
12	13	0.0194	0.0559	0.1221	0.0594	0.0023	0.016	0.1518	0.2968	0.3025	0.2078	0.0537	0.0365	1.3242	
13	14	0.0137	0.0285	0.0731	0.0342	0.0034	0.0057	0.0947	0.1621	0.2055	0.1461	0.0228	0.0205	0.8105	
14	15	0.0068	0.016	0.0331	0.0114	0	0.0034	0.0434	0.0925	0.1096	0.1016	0.0126	0.0091	0.4395	
15	16	0.0023	0.0068	0.0137	0.0046	0	0.0011	0.0205	0.04	0.0616	0.0548	0.008	0.0057	0.2192	
16	17	0	0.0011	0.0034	0.0023	0	0	0.0091	0.0217	0.032	0.0331	0.0023	0.0034	0.1084	
17	18	0	0.0011	0.0011	0	0	0	0.008	0.0114	0.0171	0.0228	0.0011	0	0.0628	
18	19	0	0	0.0011	0	0	0	0.0034	0.0034	0.0114	0.0103	0.0023	0	0.032	
19	20	0	0	0	0	0	0	0	0.0011	0.0034	0.0068	0	0	0.0114	
20	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0023	0.0023	0	0	0.0046	
21	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0023	0.0011	0.0011	0	0.0046	
22	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0011	0	0	0	0.0011	
23	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0011	0	0	0.0011	
24	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0011	0	0	0.0011	
25	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

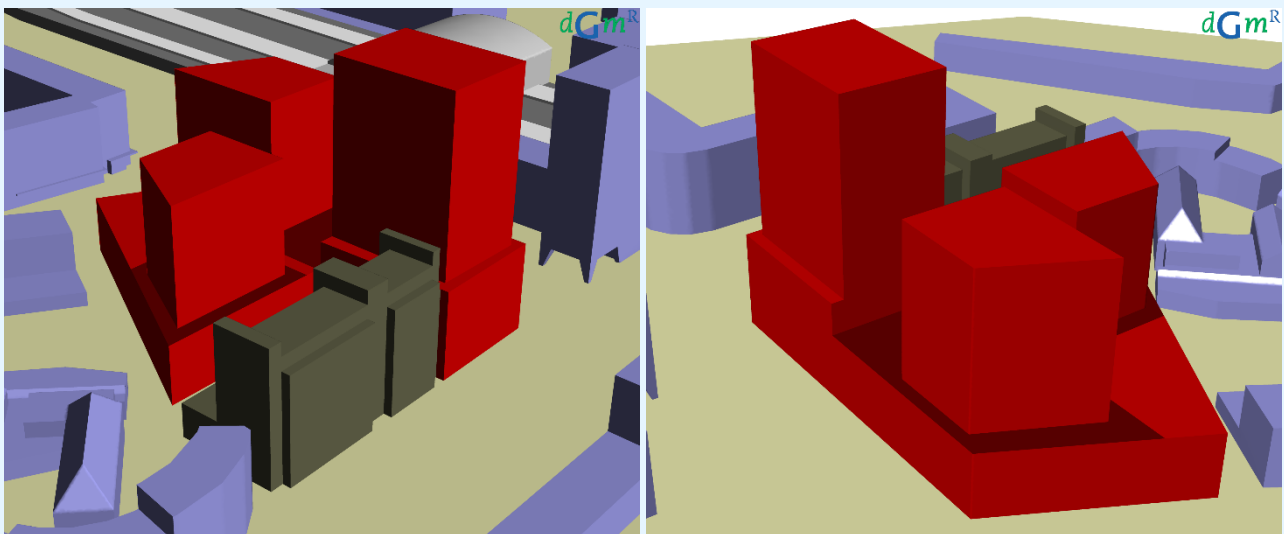
Bijlage 4

Titel	Overzicht CFD model huidige situatie en nieuwbouw situatie
-------	--

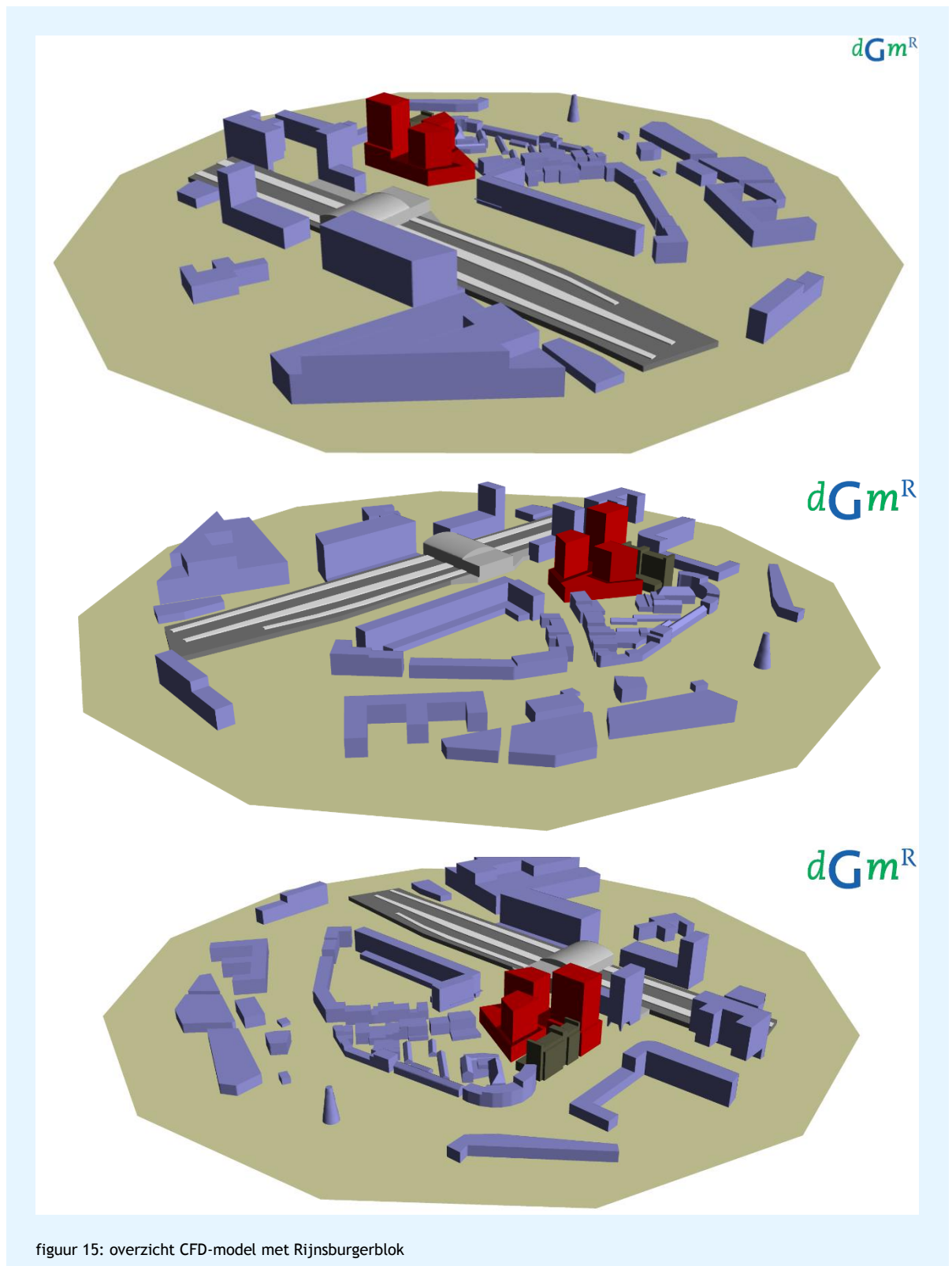


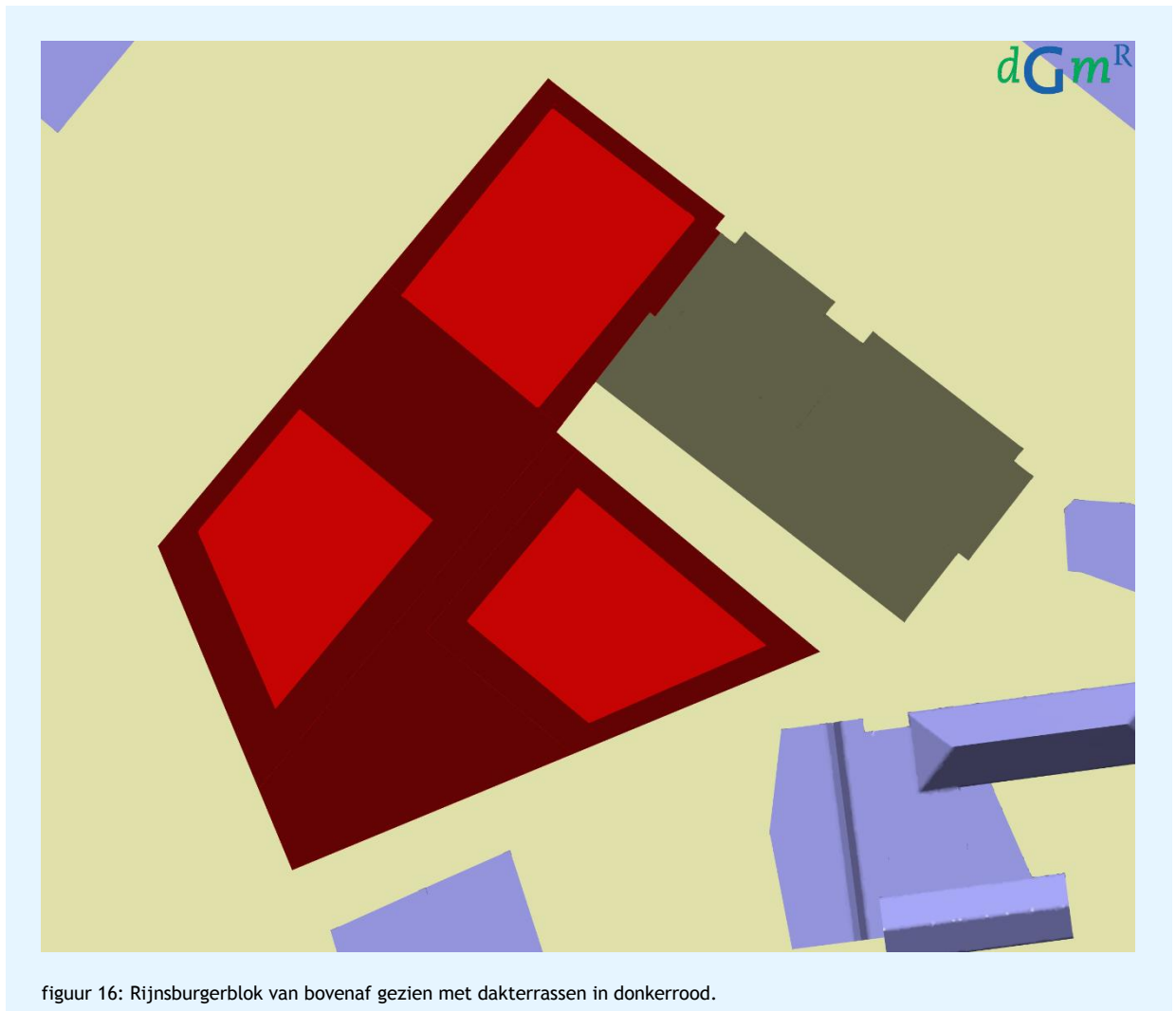


figuur 13: overzicht CFD model huidige situatie



figuur 14: Rijnsburgerblok

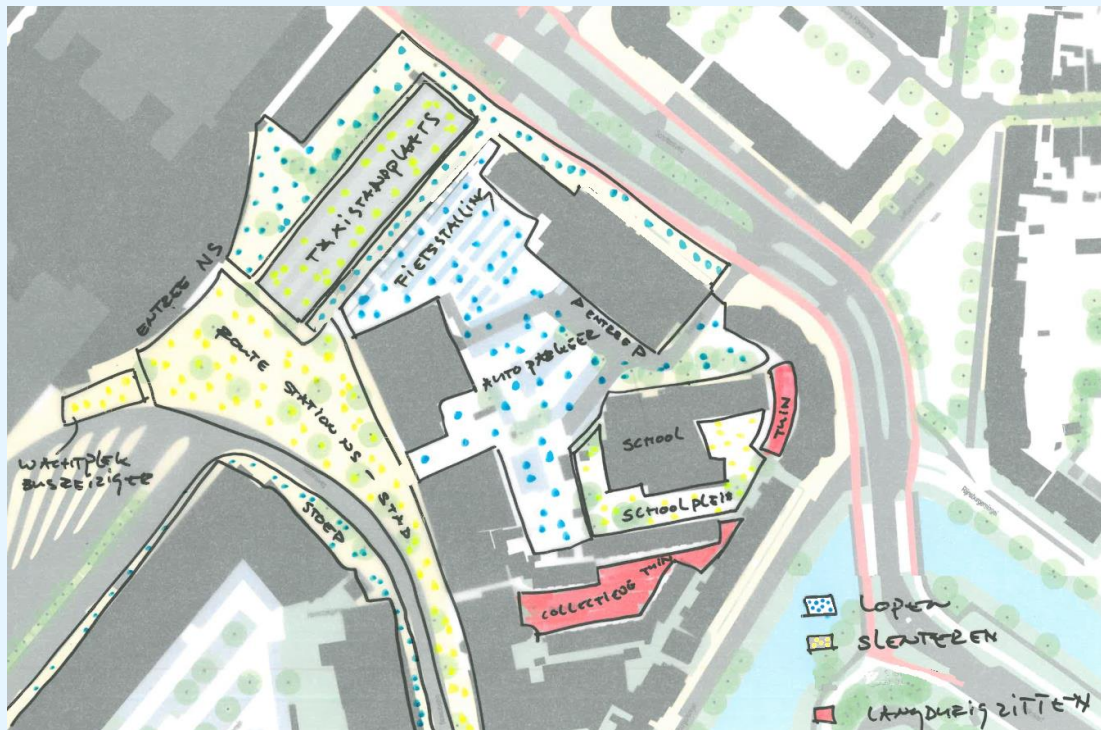




figuur 16: Rijnsburgerblok van bovenaf gezien met dakterrassen in donkerrood.

Bijlage 5

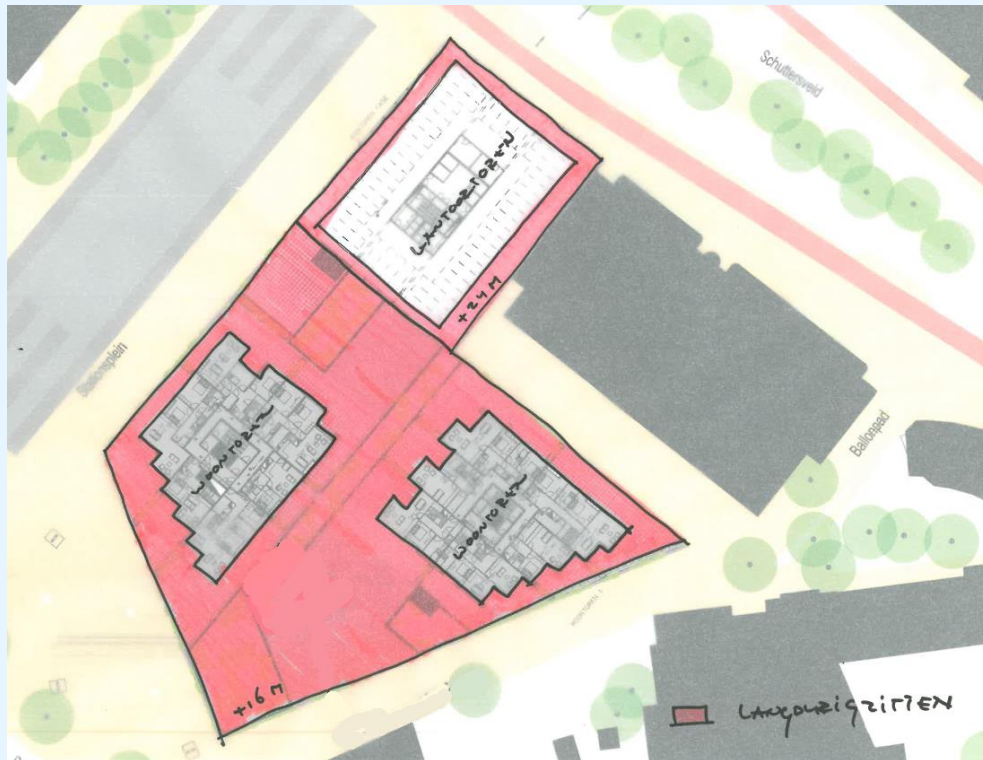
Titel	Categorie indeling "doorlopen", "slenteren" en "langdurig zitten"
-------	---



figuur 17: onderverdeling onderzoeksgebied, huidige situatie, in de categorieën: “doorlopen”, “slenteren” en “langdurig zitten”.



figuur 18: onderverdeling onderzoeksgebied, situatie met Rijnsburgerblok, in de categorieën: “doorlopen”, “slenteren” en “langdurig zitten”.



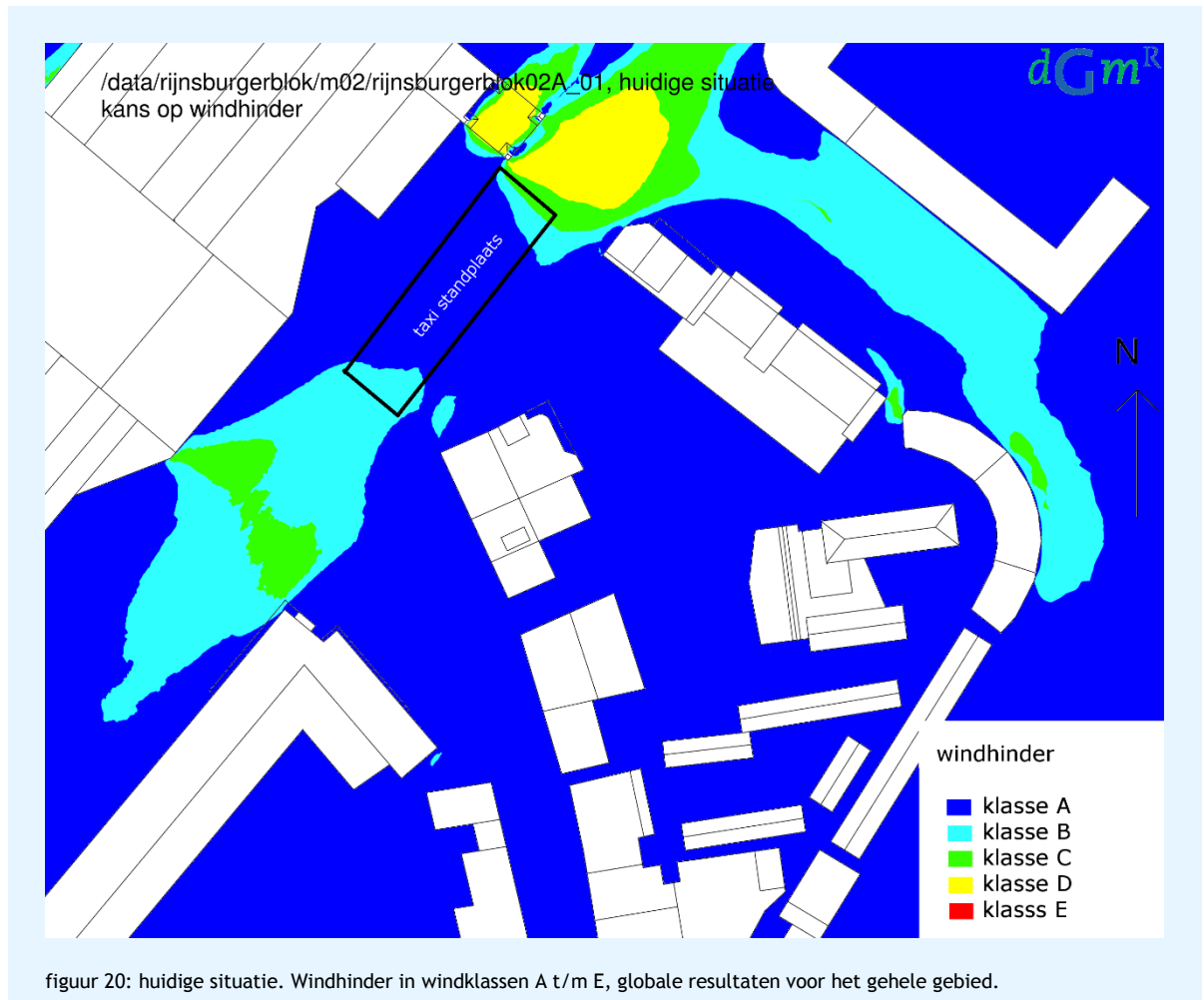
figuur 19: onderverdeling onderzoeksgebied, dakterras Rijnsburgerblok.

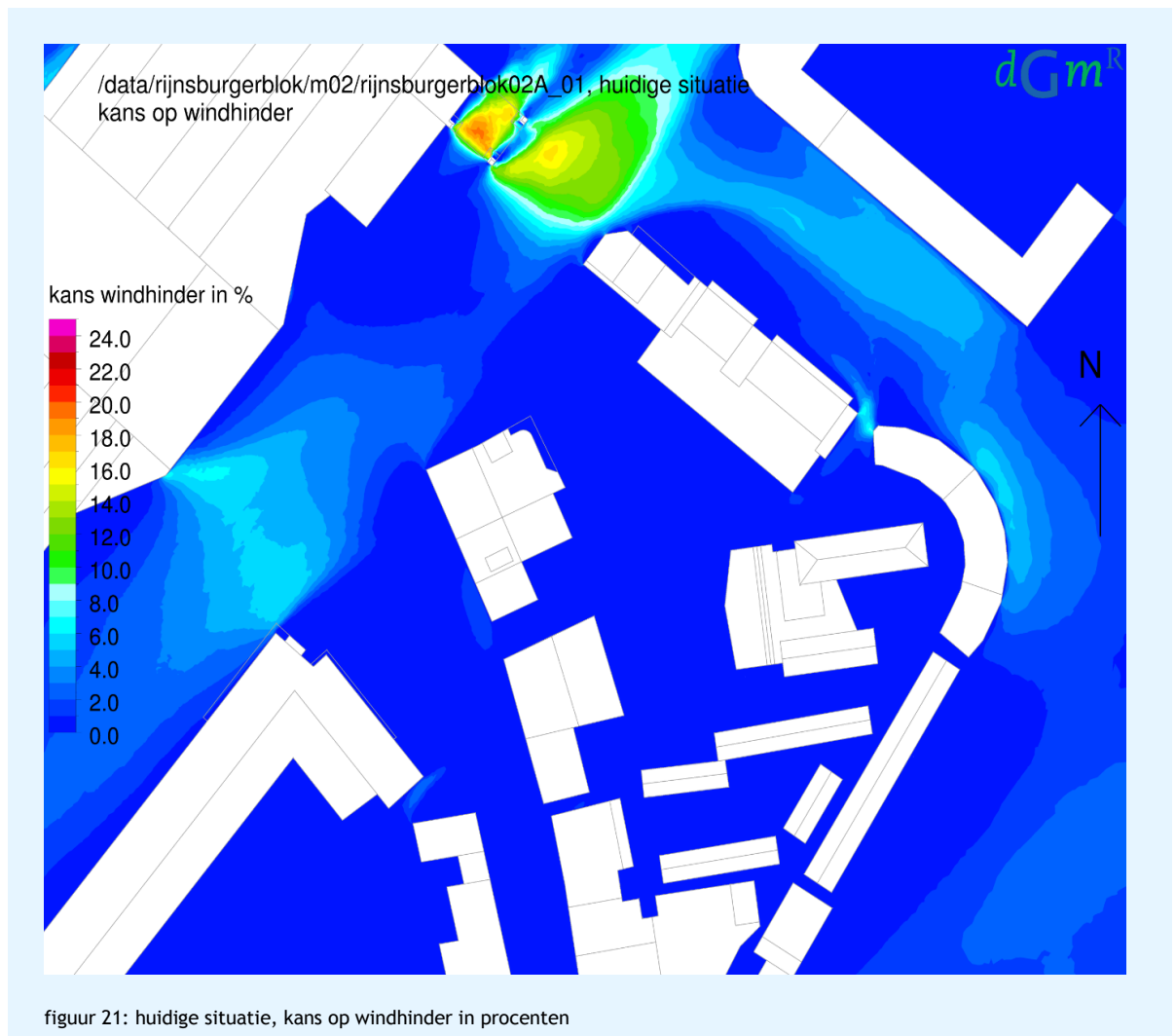
Bijlage 6

Titel

Resultaten CFD

Huidige situatie





Toekomstige situatie met Rijnsburgerblok

