

KLIMAATADAPTATIE IN EEN BESTAANDE JAREN '70 WOONWIJK

*ZIJN DE EISEN VAN
KLIMAATADAPTATIE WEL HAALBAAR?*



GESCHREVEN DOOR
Kai Keijsers

AERES HOGESCHOOL
Augustus 2019

Klimaatadaptatie in een bestaande jaren '70 woonwijk

Zijn de eisen van klimaatadaptatie wel haalbaar?

Student: Kai Keijzers

Studentnummer: 3023367

Klas: 4 Geo Media & Design

School: Aeres Hogeschool

Plaats: Horst

Datum: 24/08/2019

Afstudeerdocent: Karin Wilterdink

Begeleider gemeente Almere: Marten Rouvoet

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Ik heb de kans gekregen om onderzoek te doen naar klimaatadaptatie binnen de gemeente Almere. Het onderzoek wat ik daar heb mogen doen stond onder begeleiding van Marten Rouvoet. Ik heb veel mogen leren tijdens mijn periode bij de afdeling Stadsruimte en ik wil daarom ook mijn collega's bedanken. Een speciaal bedank gaat uit naar Marten Rouvoet voor de prettige begeleiding en de vele informatie die hij beschikbaar heeft gesteld voor mij. Graag wil ik mijn naaste familie en vrienden bedanken voor de steun die ik gekregen heb tijdens het schrijven van dit rapport en mijn medestudent Charlotte Hovenier voor de behulpzame tips.

Inhoud

Samenvatting	1
Summary	2
1. Inleiding.....	3
1.1 Klimaatverandering.....	3
1.2 Welke maatregelen kunnen er worden getroffen?	4
1.2.1 Wateroverlast	4
1.2.2 Hittestress	7
1.2.3 Wateroverlast en hittestress	8
1.3 De Marken.....	10
1.3.1 Algemene beschrijving	10
1.3.2 Typologie.....	11
1.4 De eisen met betrekking tot klimaatadaptatie	11
1.5 Hoofd- en deelvragen	12
1.6 Leeswijzer.....	12
2. Materiaal en Methode	14
2.1 Onderzoeksmethode	14
2.2 Kansrijke gebieden.....	14
2.3 Aanpassingen	14
2.4 Toetsing.....	14
3. Resultaten	16
3.1 SWOT-analyse	16
3.2 Deelvraag 1: Wat zijn de kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om wateroverlast tegen te gaan?	17
3.2.1 Gebieden met wateroverlast in De Marken	17
3.2.2 Kansrijke gebieden voor maatregelen tegen wateroverlast in De Marken.....	18
3.3 Deelvraag 2: Wat zijn de kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om hittestress tegen te gaan?	18
3.3.1 Gebieden met hittestress in De Marken.....	18
3.3.2 Kansrijke gebieden voor maatregelen tegen hittestress in De Marken	20
3.4 Deelvraag 3: Welke aanpassingen in de publieke ruimte zullen het meest effectief zijn in het tegengaan van wateroverlast en hittestress binnen deze kansrijke gebieden?	20
3.4.1 Profielen wateroverlast.....	20
3.4.2 Situaties hittestress.....	23
3.5 Deelvraag 4: Voldoen de aanpassingen aan de eisen van de gemeente Almere?	25
3.5.1 Water op de straat.....	25

3.5.2	Hitte in de wijk	29
4.	Discussie.....	32
4.1	Beantwoording deelvragen.....	32
4.1.1	Deelvraag 1: Kansrijke gebieden wateroverlast	32
4.1.2	Deelvraag 2: Kansrijke gebieden hittestress.....	32
4.1.3	Deelvraag 3: Aanpassingen	32
4.1.4	Deelvraag 4: Eisen en haalbaarheid.....	33
4.2	Reflectie	33
4.2.1	Gekozen aanpak.....	33
4.2.2	Gekozen methoden.....	33
4.3	Betekenis voor de praktijk	34
5.	Conclusie en aanbevelingen	35
5.1	Conclusie	35
5.1.1	Conclusie deelvraag 1: Kansrijke gebieden wateroverlast	35
5.1.2	Conclusie deelvraag 2: Kansrijke gebieden hittestress.....	35
5.1.3	Conclusie deelvraag 3: Aanpassingen	35
5.1.4	Conclusie deelvraag 4: Eisen en haalbaarheid.....	36
5.2	Relevantie voor de praktijk	36
5.3	Aanbevelingen	36
5.4	Aanbevelingen vervolgonderzoek.....	37
	Literatuur	38

Samenvatting

Het veranderende klimaat op aarde zorgt er voor dat er in Nederland vaker extreme weersomstandigheden voor komen. Hierdoor komt de veiligheid en gezondheid van de bewoners in gevaar. In het kader van hittestress kunnen vooral de oudere bewoners last ondervinden van de hoge temperaturen. In dit onderzoek wordt er gekeken hoe er in een bestaande jaren '70 woonwijk klimaat adaptief kan worden ingegrepen zodat de extreme weersomstandigheden opgevangen kunnen worden en de bewoners in de wijk een zo comfortabel mogelijke periode doormaken.

Er is in dit onderzoek gebruik gemaakt van een casus in een bestaande wijk. De Marken in Almere Haven is een bloemkool-gestructureerde woonwijk die als voorbeeld dient. Dit wil zeggen dat de straten in de wijk vaak doodlopend eindigen en er hofjes ontstaan achter de woningen. In het onderzoek is de wijk onderzocht op kwetsbare en kansrijke gebieden m.b.t. de onderwerpen wateroverlast en hittestress. De maatregelen moeten genomen worden tijdens het aankomende groot onderhoud van de wijk. Deze vereiste zorgt voor een realistische kijk op het vraagstuk. Om tot een antwoord te komen op dit vraagstuk is er een hoofdvraag opgesteld, die luidt als volgt: *“Hoe is de publieke ruimte in een bestaande bloemkool-gestructureerde woonwijk, het beste klimaatadaptief in te richten zodat deze voldoet aan door de gemeente gestelde eisen met betrekking tot klimaatadaptatie?”*

Het beantwoorden van de hoofdvraag wordt gedaan d.m.v. het toetsen van de eisen die opgesteld zijn door de gemeente Almere. Ook worden er verschillende maatregelen geanalyseerd in de kwetsbare gebieden in De Marken door middel van ontwerpanalyses en vervolgens wordt er gekeken of de gebieden voldoen aan de eisen die gesteld zijn.

De Marken is niet gebouwd om een extreme bui op te vangen, wat volkomen normaal is voor een woonwijk uit de jaren '70. Uit dit onderzoek blijkt dat er klimaat adaptieve maatregelen toegepast kunnen worden in De Marken die er voor zorgen dat de kwetsbare gebieden robuust zijn ingericht tegen de verwachte extreme weersomstandigheden. Door de aanpassingen die gedaan zijn in de ontwerpanalyse moet er geen wateroverlast meer ontstaan in de wijk. Ook binnen het onderwerp hittestress zijn er een aantal maatregelen voorgesteld waarvan het aanbrengen van bomen en vegetatie de meest effectieve blijkt. Deze maatregelen zorgen er voor dat de hittestress niet toe zal nemen in het desbetreffende gebied.

Het advies voor een vervolgonderzoek is dat er gekeken wordt naar universele maatregelen in een doorsnee straat uit een jaren '70 woonwijk.

Summary

The changing climate on earth ensures that extreme weather conditions occur more often in the Netherlands. This endangers the safety and health of the residents. In the context of heat stress, especially the older residents may experience problems with the high temperatures. This study gives a closer look at the measures that can be taken to adapt a typical suburb from 1970 to the changing climate and its extreme weather conditions.

In this study, use was made of a case in an existing neighborhood. De Marken in Almere Haven is a cauliflower-structured residential area. This means that the streets in the neighborhood often end in a dead end and courtyards are created behind the houses. The study investigated the neighborhood for vulnerable and promising areas regarding the issues of flooding and heat stress. The measures must be taken during the upcoming major maintenance of the neighborhood. This requirement provides a more realistic view of the issue. To come to an answer to this issue, a main question has been drawn up, which reads as follows: "How can the public space in an existing cauliflower-structured residential area be best adapted to climate change so that it meets the requirements set by the municipality with regard to with regard to climate adaptation? "

Answering the main question is done by means of testing the requirements drawn up by the municipality of Almere. Various measures are also analyzed in the sensitive areas in De Marken by means of design analyzes and then it is checked whether the areas meet the requirements that have been set.

De Marken was not built to cope with an extreme rain shower, which is completely normal for a residential area from the 1970s. This research shows that climate adaptive measures can be applied in De Marken that ensure that the vulnerable areas are robustly designed to meet the expected extreme weather conditions. Due to the changes that have been made in the design analysis, there should no longer be any flooding occurrences in the neighborhood. Within the subject of heat stress, several measures have also been proposed, of which the application of trees and vegetation appears to be the most effective. These measures ensure that the heat stress will not increase in the area concerned.

The recommendation for a follow-up study is that universal measures in an average street from a 1970s residential area are being investigated.

1. Inleiding

Doordat het klimaat verandert krijgen we te maken met meer extreme buien en tevens ook meer kans op tropische dagen in Nederland (Opdam & Pouwels, 2006). Om een jaren '70 woonwijk hier robuust op in te richten wordt er onderzoek gedaan naar hoe dit het beste aangepakt kan worden. De Marken is een wijk in Almere Haven, het oudste stadsdeel in Almere. In dit onderzoek wordt er specifiek gekeken naar de situatie in deze bloemkool-gestructureerde woonwijk. Met betrekking tot de onderwerpen wateroverlast en hittestress kunnen er problemen ontstaan in de toekomst. Wateroverlast is een onderwerp dat er al vaker aan te pas komt bij gemeenten. Er worden al met verschillende maatregelen stappen genomen om een gebied zonder wateroverlast te creëren. Hittestress daarentegen is een begrip wat nog redelijk onbekend is binnen de sector. Omdat het steeds warmer wordt door de klimaatverandering zullen de normaal ongekende hoge temperaturen schade kunnen aanrichten aan de gezondheid van de inwoners en de infrastructuur. Beide onderwerpen dienen aangepakt te worden door de gemeente in dit geval. De gemeente Almere doet daarom onderzoek naar de problemen in de wijk en hoe deze voorkomen kunnen worden.

1.1 Klimaatverandering

Klimaatverandering is een van de belangrijkste onderwerpen van nu en van de toekomst. We hebben maar één aarde en die moeten we goed verzorgen om hem netjes door te geven aan de volgende generaties. Het feit dat er een groot gedeelte aan broeikasgassen rondvliegt in de atmosfeer maakt dit steeds lastiger voor ons. In Nederland heerst nu ongeveer hetzelfde klimaat als dat in Noord-Frankrijk in 1900. De Marken zal de klimaatverandering ook ondervinden en zal zich moeten aanpassen om zich te weren.

Over de hele wereld stijgt de temperatuur, sinds 1900 is de temperatuur wereldwijd met 0,7°C gestegen (A.H.M. Bresser, 2005). In Nederland bedraagt die stijging 1°C, dit bedraagt bijna 43% meer dan de mondiale stijging. Zomers worden warmer en winters worden koeler. Dit soort veranderingen brengt ook gevaren met zich mee, risicogroepen worden blootgesteld aan temperaturen van recordhoogte in de zomer.

Een toename van de neerslag is een duidelijk kenmerk van klimaatverandering in Nederland. In de toekomst wordt de kans op extreme buien een stuk groter. De neerslag in Nederland is vanaf 1906 met ongeveer 20% toegenomen (Adri Buishand, 2011). Normaal regent het zo'n 8% van de tijd in Nederland, de winter is over het algemeen natter dan de zomer. De toename van de neerslag betekent niet dat er meer regendagen zijn in Nederland. Het aantal dagen met neerslag is vrijwel gelijk gebleven. Als het regent, regent het een stuk intensiever. Hetzelfde geldt voor de zomers. In de toekomst zal dit verschil nog groter worden, winters zullen nog veel natter worden en zomers een stuk droger. Uiteindelijk kan dit leiden tot een mogelijk watertekort in de zomers. De zomer van 2018 is een voorbeeld van de toekomstige mogelijke droge zomers. In de maand juli viel er in de Bilt 5,3mm water waarvan 5,2mm op 28 juli viel. Gemiddeld staat de neerslag in juli op 84mm. In Almere viel er 85mm minder dan normaal (7mm i.p.v. 92mm) (Maandsommen neerslag, normalen, anomalieën, sd). De maatgevende bui die wordt aangehouden om hier op voor te bereiden bedraagt 70mm in één uur. De herhalingstijd is één keer in de 100 jaar.

De stijgende temperaturen maar ook de stijging van de zeespiegel brengt vele risico's met zich mee. Bij aanhoudende periodes van hitte en droogte schieten de sterftegevallen omhoog. Veel risicogroepen zoals baby's en ouderen kunnen het niet aan en overlijden aan de gevolgen. Buiten dit zijn grote risico's voor Nederland redelijk goed te overzien, het is een rijk land dat zich goed aanpast aan de omgeving. Echter zal er op mondiale schaal veel veranderen bij een versterkte klimaatverandering. Waar er in andere delen van de wereld grote crisissen ontstaan zal dit ook effect

hebben op Nederland. Zo zal de wereldeconomie enorme schade oplopen en zal het een extra stress-factor zijn bij allerlei wereldproblemen die toch al spelen zoals waterschaarste, verlies van biodiversiteit en de voedseltekorten (Jelle van Minnen, 2012).

Bij stijgende temperaturen in Nederland maar bijvoorbeeld ook in het Middellandse Zeegebied zal de toeristische sector zich hoogstwaarschijnlijk gaan verplaatsen. Wanneer de temperaturen rond de Middellandse Zee zo extreem hoog worden gaan toeristen hun vakantieplaats noordelijker opzoeken. Dit is een financieel positief gevolg van de stijgende temperaturen.

In steden zijn de problemen met name het grootst. Door de vele verharding in een stad kan het water moeilijk infiltreren en zal het afgevoerd moeten worden naar het riool. Tijdens extreme regenbuien kunnen rioleringen deze piekafvoer vaak niet aan en zal de straat onder water komen te staan. Ook de gevoelstemperatuur in de stad ligt hoger dan op het platteland. Door de bebouwing en verharding warmt de stad meer op en tijdens de nacht zal het de warmte ook langer vasthouden. De naam voor dit fenomeen is het Urban Heat Island, ofwel het hitte eiland effect (Climate Centre, 2019).

1.2 Welke maatregelen kunnen er worden getroffen?

Om wateroverlast en hittestress tegen te gaan in steden kunnen er maatregelen geïmplementeerd worden in de wijk. De maatregelen kunnen d.m.v. de stedelijke inrichting geïmplementeerd worden in de openbare ruimtes zoals straten en parken. In deze paragraaf worden er verschillende maatregelen geanalyseerd.

1.2.1 Wateroverlast

Bovengrondse wateropvang en infiltratie

Een optie die weinig voorkomt is het aanleggen van een waterplein om wateroverlast te verminderen. Om een waterplein aan te leggen moet er in eerste instantie genoeg ruimte zijn voor deze maatregel. Het waterplein moet het laagste punt in het neerslag gebied zijn. Al het hemelwater wordt afgevoerd naar het plein om het hier tijdelijk op te slaan en te laten infiltreren met behulp van infiltratiekratten. Het water kan hier net als op de afbeelding (figuur 1.1) het beste geleidelijk afgevoerd worden naar het riool (HWA). Wanneer er een extreme bui valt dan zal het water op tijd snel weg moeten kunnen voordat het plein overstromt. De overstort van plein naar riool zorgt hiervoor. Het plein functioneert eigenlijk als een bufferzone bij zware neerslag.



Figuur 1.1 Werking waterplein (Amsterdam Rainproof, sd)

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧💧
Biodiversiteit	🌱
Multifunctioneel ruimtegebruik	🚶🚴🚲
Kosten constructie	✂✂✂
Kosten onderhoud	⚙⚙⚙

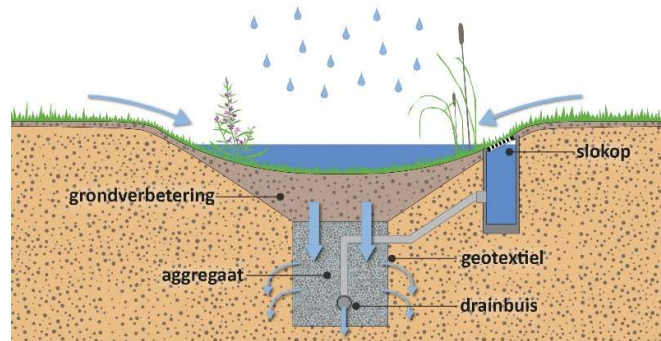
Effecten waterplein

Het aanleggen van wadi's zorgt voor een groenere uitstraling in de wijk. Een wadi is in principe een groene bufferzone (figuur 1.2). Bij hevige neerslag wordt het water naar de wadi toe geleid en zal het zich hier verzamelen. Er ontstaat een waterlichaam op de verlaagde groenstrook, die tevens gevuld kan worden met beplanting om het effect te versterken en mee te werken aan de vermindering van hittestress. Om een wadi effectief te maken moet het water goed kunnen infiltreren. Op een zandgrond zal het water snel de bodem intrekken en is een wadi dus vaak een goede maatregel om wateroverlast te voorkomen. Wanneer een wadi op een kleigrond ligt zal het water erg traag infiltreren, wat er voor zorgt dat het water lang blijft staan in de wadi en de kans groter wordt dat de wadi overstroomt bij een tweede extreme bui in korte tijd.



Figuur 1.2 Wadi in Apeldoorn
(Cynthia Schepers)

Ook hier moet men er voor zorgen dat de wadi op de laagste plek ligt en dat het water makkelijk in de wadi geleid kan worden. Een wadi bestaat soms uit meerdere lagen (figuur 1.3). De toplaag van de wadi heeft een zuiverende werking. Na infiltratie door de toplaag komt het water in een ondergrondse infiltratievoorziening zoals een grindkoffer. Vanuit deze grindkoffer infiltreert het water verder de bodem in.



Figuur 1.3 (Amsterdam Rainproof, sd)

Wadi's voorkomen dat schoon regenwater alsnog gezuiverd wordt door het niet in het riool terecht te laten komen.

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧💧
Biodiversiteit	🌱🌱
Multifunctioneel ruimtegebruik	🏠🌳
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️

Effecten wadi

Het gebruik van infiltratiekratten wordt vaak gecombineerd met maatregelen zoals de eerdergenoemde waterpleinen en wadi's. De infiltratiekrat zorgt er voor dat het regenwater zich ondergronds kan verzamelen en kan infiltreren in de grond (figuur 1.4). Wanneer er geen infiltratiekratten aanwezig zijn zal het water zich meteen op het oppervlak verzamelen en ondertussen infiltreren. De kratten zorgen er dus voor dat het water al in de grond zit en zo nog meer ruimte voor het opvangen van het hemelwater biedt. In plaats van infiltratiekratten kan er ook gebruik gemaakt worden van ROCKWOOL steenwol blokken. Deze blokken nemen tot wel 90% van hun volume op.



Figuur 1.4 Werking infiltratiekratten (Amsterdam Rainproof, sd)

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧💧
Multifunctioneel ruimtegebruik	🔗🔗🔗
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️⚙️

Effecten infiltratiekratten (ROCKWOOL)

Bovengrondse afvoer

Bij een extreme bui wordt het water veelal afgevoerd over het oppervlak. Open goten of molgoten zorgen ervoor dat het water een bepaald pad aanneemt en zo in het gewenste gebied of in een kolk terecht komt. Omdat de open goten schoon moeten blijven zodat het water er vrij door kan stromen mogen de goten niet te diep zijn. Ze worden vaak schoongemaakt met borstelwagens en bij een te diepe goot is dit niet meer het geval. Een open goot werkt goed in combinatie met holle wegen.

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️⚙️

Effecten bovengronds afvoeren

Om de druk op het riool (HWA) te verminderen kunnen regenpijpen afgekoppeld worden. Het regenwater komt niet in het riool terecht maar op het oppervlak waar het kan infiltreren als dat tot een van de mogelijkheden toebehoort. Hergebruik is ook een optie van het afgekoppelde regenwater. Het is een must dat het regenwater weggeleid wordt van de woning om waterschade te voorkomen. Door gebruik van deze maatregel te maken wordt er een mogelijk risico op een overbelast riool voorkomen bij een extreme bui.

Met de term Afwateren wordt eigenlijk het verplaatsen van water bedoeld. Al het water wat op het wegdek terecht komt kan via kolken afgewaterd worden naar bijvoorbeeld het riool of naar een waterlichaam. Wanneer het water afgevoerd wordt moet er wel voor gezorgd worden dat het naar een lager gelegen plek gaat, anders zal het een omgekeerd effect hebben. Deze maatregel kan zowel bovengronds als ondergronds toegepast worden. Het water kan naar het riool stromen maar er kan ook gekozen worden om het water bovengronds af te voeren door middel van een goot of holle weg.

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧💧
Multifunctioneel ruimtegebruik	🔗🔗
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️⚙️

Effecten drainage

1.2.2 Hittestress

Schaduw

Zoals hierboven al genoemd is kan schaduw gecreëerd worden door het plaatsen van bomen. Bij kleine smalle straatjes kunnen er bijvoorbeeld doeken tussen de woningen gehangen worden om zo de zonneschijn tegen te gaan. Er zijn veel voorbeelden van deze maatregel zoals de hangende paraplu's in smalle steegjes maar ook doeken. Als de situatie het toelaat dan kan er in plaats van doeken ook gekozen worden voor een groen "scherm" tussen de woningen. In verschillende mediterrane steden wordt er gespeeld met schaduw. Een voorbeeld hiervan is Málaga (figuur 1.5), gelegen in Spanje. Op de boulevard hebben ze een constructie gerealiseerd die schaduw creëert op basis van waar de zon staat. Hierdoor kan er schaduw gecreëerd worden op het heetst van de dag en in de vroege en late uurtjes de zonneschijn doorlaten.



Figuur 1.5 Schaduw in Málaga

Luchttemperatuur verlagen

Het wordt al vaker toegepast bij terrasjes in mediterrane steden. Door verneveld water de lucht in te spuiten wordt de gevoelstemperatuur drastisch verlaagd (figuur 1.6). De kleine druppels water komen op de huid terecht en koelen het lichaam. Door verneveling toe te passen kan de omgevingstemperatuur wel tot 12 graden dalen. Een verrassend bijeffect van toegepaste verneveling is dat de insecten wegblijven en er als gevolg hiervan op die plek weinig tot geen wespen en vliegen te vinden zijn.



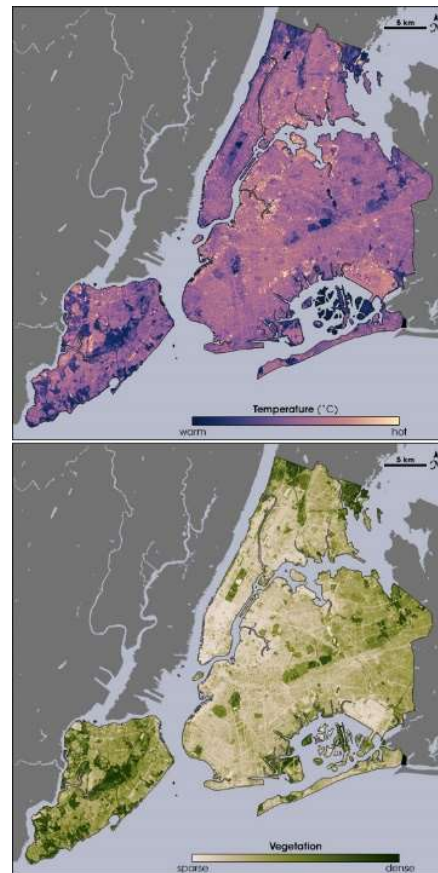
Figuur 1.6 Voorbeeld van verneveling

Verkoeling door oppervlaktewater

In Amsterdam zorgen de grachten ongetwijfeld voor een koelere omgeving. Door de verdamping van water zal de luchttemperatuur lager worden en zo ook aangener in een stad in de zomer. Echter is het niet de meest effectieve maatregel gebleken. 's Nachts zal het water de opgenomen warmte gedurende de nacht afgeven en zo zorgen voor een averechts effect in de nacht. Ook kan een waterlichaam in de zomer problemen krijgen met de kwaliteit van het water. Door de hoge temperaturen kunnen bacteriën zich snel verspreiden in (stilstaand) water. Met het onderhouden van een waterlichaam zal deze maatregel zorgen voor een koelere, stedelijke omgeving.

Groen in de wijk

Door meer vegetatie toe te passen aan een straatbeeld zal de temperatuur aangener blijken in de zomer. Niet alleen bomen maar ook struiken en grassen zorgen voor evapotranspiratie. Op de kaart hiernaast (figuur 1.7) is de temperatuur (boven) en de concentratie aan vegetatie (onder) in New York City te zien. Hier is duidelijk uit te halen dat de temperatuur aanzienlijk lager is bij plekken met een hoge concentratie aan vegetatie. Vegetatie zorgt voor schaduw en is goed voor een grotere biodiversiteit.



Figuur 1.7 Temperatuur (boven) en concentratie aan vegetatie (onder) in New York City (Afbeelding: NASA)

1.2.3 Wateroverlast en hittestress

Bomen

Een voorziening die gebruikt kan worden om wateroverlast en tevens hittestress tegen te gaan zijn bomen. Om een wijk een groener aanzicht te geven worden er vaak bomen geplant. Maar bomen zijn op vele andere manieren nuttig in een wijk. Een boom kan namelijk voor veel schaduw zorgen wat de opwarming van het oppervlak kan beperken. Op gebied van wateroverlast kunnen bomen zeer nuttig zijn met hun kenmerk om water op te nemen. Een boom zoals een populier kan in 24 uur tijd wel 1.500 liter water opnemen. In de Amerikaanse stad Sacramento bleken de bomen 2% van de jaarlijkse neerslag te onderscheppen. Bomen moeten wel onderhouden worden om ze optimaal in te zetten, hier zit natuurlijk een prijskaartje aan verbonden.

Ook zorgen bomen voor een verkoelend effect, misschien nog wel het grootste effect van alle maatregelen. Bomen dragen door middel van evapotranspiratie bij aan de verlaging van de luchttemperatuur in de wijk. Buiten het verkoelen van de luchttemperatuur zorgt een boom ook voor schaduw op bijvoorbeeld een wegdek of woning die normaal gezien bloot wordt gesteld aan de directe zonneschijn. Hierdoor zal het beschaduwde deel minder snel opwarmen en blijft de temperatuur lager.

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧
Biodiversiteit	🌱🌱
Hittebestrijding	🌬️🌬️
Multifunctioneel ruimtegebruik	👤👤
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️⚙️

Effecten bomen

Groen dak

De toepassing van groene daken heeft vele voordelen. Op gebied van wateroverlast houdt een groen dak, afgaand op het type, water vast. Door het vasthouden van het hemelwater komt dit niet op de grond en/of in het riool terecht. Er kan gebruik gemaakt worden van in extensief groen dak of een intensief groen dak (figuur 1.8). Waarbij een extensieve sedum of kruidendaken vanwege hun lage gewicht op vrijwel alle type daken toepasbaar zijn nemen ze minder water op dan een intensief groen dak. Het onderhoud van een extensief groen dak is dan ook minimaal. Intensieve daken bestaan voornamelijk uit veel beplanting en kun je dus zien als een daktuin. Deze vorm van groene daken kan meer water vasthouden maar heeft in tegenstelling tot een extensief groen dak veel meer onderhoud nodig. Naast het waterhoudend vermogen zorgen groene daken ook voor een betere isolatie en een langere levensduur van dakbedekking.

De aanleg van groene daken zorgt in het kader van hittestress voor lagere temperaturen in de wijk. Een groen dak is een natuurlijk isolatiemiddel en houdt woningen in de zomer koel en in de winter warm. Wel moet er gekeken worden naar het type groen dak dat gebruikt zal worden. Een intensief groen dak, wat meer als een daktuin oogt, zal meer baten hebben dan een extensief groen dak. De laatstgenoemde bestaat voornamelijk uit sedum en kruidendaken en vereist weinig tot geen onderhoud.



Figuur 1.8 Intensief groen dak (Amsterdam Rainproof, sd)

Bijkomende effecten

Kwaliteit water	💧💧
Biodiversiteit	🌱🌱🌱
Hittebestrijding	⬇️⬇️
Multifunctioneel ruimtegebruik	🔄🔄
Kosten constructie	✂️
Kosten onderhoud	⚙️

Effecten extensief groen dak

Bijkomende effecten

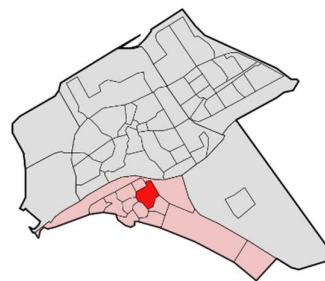
Kwaliteit water	💧💧
Biodiversiteit	🌱🌱🌱
Hittebestrijding	⬇️⬇️
Multifunctioneel ruimtegebruik	🔄🔄
Kosten constructie	✂️✂️
Kosten onderhoud	⚙️⚙️

Effecten intensief groen dak

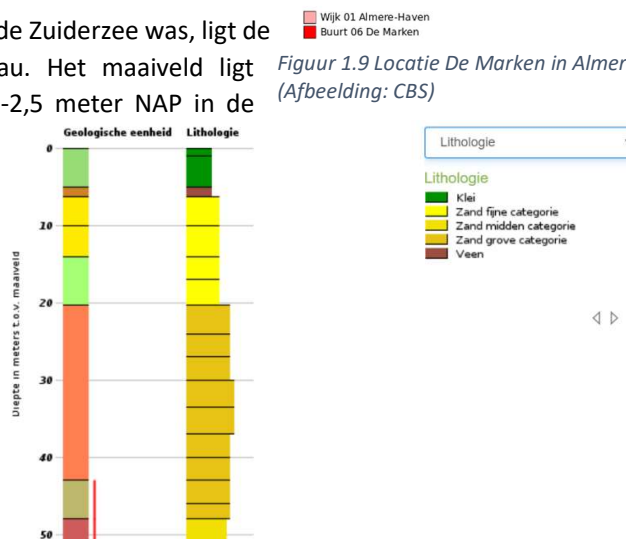
1.3 De Marken

1.3.1 Algemene beschrijving

Almere Haven is het oudste stadsdeel van Almere. Het eerste huis in Almere Haven werd in 1976 bewoond. Het stadsdeel bestaat vooral uit dezelfde opbouw, namelijk bloemkool-gestructureerde woonwijken. De Marken (figuur 1.9) is een typisch voorbeeld van het stadsbeeld van Almere Haven, het heeft een dorps karakter dat behouden is na de bouw in 1976.

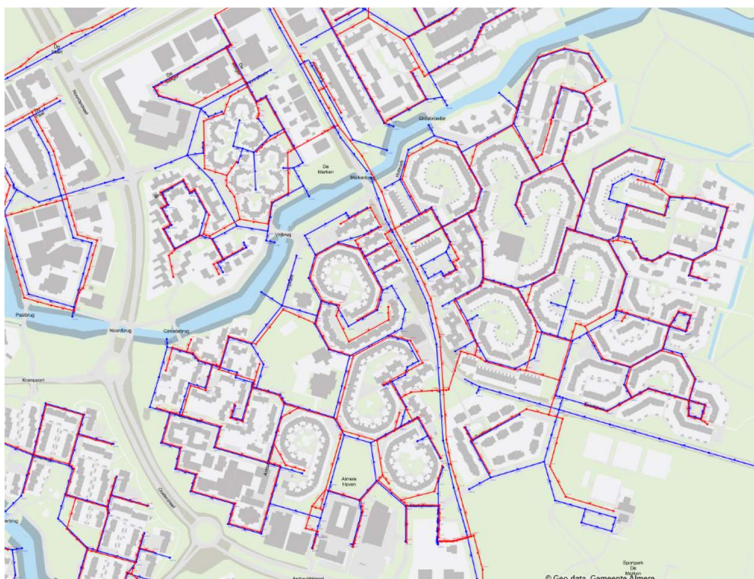


Omdat de provincie Flevoland vroeger nog de Zuiderzee was, ligt de ingepolderde provincie beneden zeeniveau. Het maaiveld ligt daarom ook tussen de -4 meter NAP en -2,5 meter NAP in de Marken. De ondergrond van Almere Haven bestaat daarom vooral uit een kleipakket van 3 tot 5 meter (figuur 1.10). Onder het kleipakket ligt nog een laag veen. Tot slot ligt na deze slecht passeerbare lagen een dikke laag zand. De grondwaterstand in de Marken is vrij constant, namelijk -4,5 meter NAP. Dit betekent, met een maaiveld op -2,85 meter NAP, dat er ruim 1,5 meter tussen het maaiveld en de grondwaterstand zit.



Figuur 1.10 Bodemprofiel van de Marken (Afbeelding: Dinoloket)

De rioleringsystemen in de Marken liggen voornamelijk onder de straten. Er wordt gebruik gemaakt van een gescheiden rioolstelsel. Op de kaart hiernaast (figuur 1.11) is de ligging van de leidingen te zien. De rode lijn geeft het droogweerafvoer weer, ookwel afgekort naar DWA. Dit wil zeggen dat het gaat om het afvalwater vanuit de woningen. De blauwe lijnen geven het regenwaterafvoer weer, ookwel afgekort naar RWA. In het RWA komt al het hemelwater terecht. Dit wil zeggen dat de neerslag apart opgevangen en vervoerd wordt zodat het schoon blijft en dus niet gemengd wordt met het verontreinigde DWA riool. Het RWA komt uit op het grachtenstelsel van Almere, het waterpeil in de Marken ligt op -4,8 meter NAP.



Figuur 1.11 DWA en RWA afvoer in De Marken (Afbeelding: Geo-data, gemeente Almere)

1.3.2 Typologie

De Marken is een bloemkool-gestructureerde woonwijk (figuur 1.12). Dit wil zeggen dat de wijk opgebouwd is met een bepaalde structuur, namelijk een soort vertakkend wegennet. Veel straten lopen dood in de wijk, dit zijn de uiteinden van de 'takjes', ook wel 'bloemkoolroosjes' genoemd. Door deze unieke structuur met weinig doorrij mogelijkheden heeft de wijk een autoluwe eigenschap. Bloemkool-gestructureerde woonwijken zijn ontstaan in 1970 en hebben veel kenmerkende eigenschappen zoals de hofjes en kronkelende straten. De bewoners van de Marken zien de wijk als een stadsdeel met een dorps karakter.



Figuur 1.12 Voorbeeld Bloemkool-gestructureerde woonwijk
(Afbeelding: Google Earth)

1.4 De eisen met betrekking tot klimaatadaptatie

Om een woonwijk klimaatadaptief in te richten heeft de gemeente Almere een aantal eisen opgesteld. Deze eisen worden onderzocht in het kader van haalbaarheid en of de eisen ze realistisch zijn voor de bloemkool-gestructureerde woonwijk De Marken. Er zijn twee categorieën waaronder de eisen zijn verdeeld, wateroverlast en hittestress.

Wateroverlast/schade beperken

- De ambitie voor het groot onderhoud van de Marken is om gezamenlijk een ontwerpoptimalisatie door te voeren waarbij een neerslaggebeurtenis van 70 mm in één uur over de gehele wijk geen overlast optreedt.
- De waterstand op de verharding moet zo klein mogelijk zijn en niet groter dan 10 cm.
- Regenwater mag niet bij panden binnenstromen.
- Overtollig regenwater in het openbaar gebied mag niet worden afgewenteld op percelen van derden
- In het ontwerp van de openbare ruimte dient rekening gehouden te worden met afstroming van percelen van derden
- Voor grotere neerslaggebeurtenissen dan 70 mm in één uur is de wens dat het gebied robuust is ingericht, zodat de kans op wateroverlast zo klein mogelijk is.
- Voorzieningen moeten eenvoudig te beheren zijn.
- Minimale levensduur van 25 jaar voor de bovengrond en 60 jaar voor voorzieningen in de ondergrond
- In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de bodemdoorlatendheid en grondwaterstanden in natte perioden
- In het ontwerp wordt infiltratie buitengesloten

Hittestress

- De hittestress mag in het plangebied niet toenemen

- Verwijderen van verharding waar mogelijk
- Toepassen van schaduwrijk groen, zodat Coolspots ontstaan.
- Het streven is dat er in de openbare ruimte schaduwrijke plekken aanwezig zijn die afgestemd zijn op de functie en gebruikers van het gebied . Deze plekken dienen aanwezig te zijn op maximaal 300 m lopen van elke gebouwtoegang. Nagegaan moet worden of en hoe dit realiseerbaar is in het gebied.
- Verkoelen van Hotspots door het toepassen van schaduwrijk groen
- Verkoelen van locaties met gevoelige gebruiksfuncties door het toepassen van schaduwrijk groen, zoals:
 - (School)pleinen
 - BSO
 - Ouderen- en zorgcentra
- Bij nieuw groen moet rekening worden gehouden met:
 - Ecologische aantrekkelijkheid
 - Bijdrage (bio)diversiteit
 - Zonnepanelen en kansrijke locaties voor toekomstige zonnepanelen

1.5 Hoofd- en deelvragen

De hoofdvraag luidt als volgt:

Hoe is de publieke ruimte in een bestaande bloemkool-gestructureerde woonwijk, het beste klimaatadaptief in te richten zodat deze voldoet aan door de gemeente gestelde eisen met betrekking tot klimaatadaptatie?

Om tot een antwoord te komen op de hoofdvraag zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om wateroverlast tegen te gaan?
2. Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om hittestress tegen te gaan?
3. Welke aanpassingen in de publieke ruimte zullen het meest effectief zijn in het tegengaan van wateroverlast en hittestress binnen deze kansrijke gebieden?
4. Voldoen de aanpassingen aan de eisen van de gemeente Almere?

Het doel van het onderzoek is om concrete aanpassingsvoorstellen te doen aan de gemeente Almere. Niet alleen de gemeente Almere maar ook andere steden met vergelijkbare bloemkool-gestructureerde woonwijken worden voorzien van inspiratie van hoe een dergelijke wijk klimaatadaptief ingericht zou kunnen worden.

In dit onderzoek wordt er alleen een inschatting gedaan van de haalbaarheid van de eisen. Er wordt geen gedetailleerde kosten-baten analyse opgesteld. De gedetailleerde analyse hoort in een latere fase van wijkinrichting die echter buiten dit onderzoek valt.

1.6 Leeswijzer

Dit afstudeerwerkstuk beschikt over 5 hoofdstukken. In de inleiding wordt de aanleiding van het onderzoek toegelicht, er wordt ingegaan op de beschikbare literatuur en de doelstelling wordt behandeld. Hoofdstuk 2 beschikt over een uitleg over de methodiek en het gebruikte materiaal. In Hoofdstuk 3 worden de resultaten uit het onderzoek weergegeven. Hoofdstuk 4 beschikt over een

discussie van de gevonden resultaten. Uiteindelijk worden in hoofdstuk 5 de conclusies getrokken en worden er aanbevelingen gedaan op basis van dit onderzoek.

2. Materiaal en Methode

In dit hoofdstuk zullen de gebruikte methodes van het opstellen van het afstudeerwerkstuk aan bod komen. Ook wordt er aangegeven welk materiaal er gebruikt wordt en bij welke onderdelen dit van toepassing is.

2.1 Onderzoeksmethode

Door gebruik te maken van kaarten van de Klimaatatlas en het Algemeen Hoogtebestand Nederland is er informatie gewonnen die essentieel is voor het beantwoorden van de deelvragen en de hoofdvraag. Gedurende de onderzoeksperiode heeft de onderzoeker gebruik gemaakt van een zelf opgesteld plan van aanpak. Met behulp van dit plan van aanpak heeft de onderzoeker de tijd optimaal kunnen gebruiken. De onderzoeker is op veldonderzoek gegaan door de woonwijk De Marken in Almere Haven te fotograferen. Hierbij heeft de onderzoeker een beter beeld kunnen krijgen hoe de wijk er uitziet, buiten Google Maps en een satellietbeeld. De onderzoeker heeft ook andere activiteiten ondernomen dat hulp heeft geboden bij het beantwoorden van het vraagstuk, zoals het bijwonen van een test van waterinfiltratie bij water passerende verharding en het bijwonen van een hittecongres. Tevens is er ook een SWOT-analyse opgesteld om de sterke en zwakke punten van de woonwijk te benoemen. De SWOT-analyse is een extra tool om de wijk beter te begrijpen en staat daarom in het begin van het hoofdstuk Resultaten.

2.2 Kansrijke gebieden

Allereerst zijn de kaarten van de Klimaatatlas, het AHN, de hittestresskaarten en alle andere middelen die hulp konden bieden bij het determineren van kansrijke gebieden onderzocht. De gebieden waar overlast ontstaat zijn geanalyseerd en deze zijn later onderzocht om te kijken of het ook kansrijke gebieden zijn. De tijdsfactor heeft ook meegespeeld, het onderzoek duurde 3 maanden en dit is te kort om elke overlastsituatie aan te passen. De hevigheid van de overlast is tegenover de mogelijkheid aan oplossingen gelegen en hieruit zijn de kansrijke situaties bepaald. Externe factoren hebben ook meegewogen. Een voorbeeld hiervan is de busbaan, die extreem veel wateroverlast ondervindt in de kaart van de Klimaatatlas. De busbaan is niet als kansrijke situatie gekozen in opdracht van de gemeente Almere, de busbaan wordt niet meegenomen in het geplande groot onderhoud en zal dus niet verder uitgewerkt worden in dit onderzoek.

2.3 Aanpassingen

De onderzoeker heeft veel informatie verzameld over eventuele maatregelen die gebruikt kunnen worden bij wateroverlast en hittestress. Deze maatregelen zijn opgesomd in de inleiding. Bij gebrek aan informatie heeft de onderzoeker contact opgenomen met collega's binnen de gemeente Almere die over meer kennis beschikken met betrekking tot het onderwerp. Omdat er verschillende situaties zijn in een woonwijk uit de jaren '70 zijn er ook verschillende maatregelen onderzocht. Na het onderzoeken van de maatregelen is er gekeken naar de situaties en welke maatregelen hier het beste in passen. Het gebied werd geanalyseerd en er werd gekeken naar de ruimte die nodig is voor verkeer, hoeveel parkeerplaatsen er aanwezig moeten zijn en naar de stroombanen van water op de neerslagkaarten. Met betrekking tot hittestress zijn soortgelijke analyses uitgevoerd.

2.4 Toetsing

De toetsing van het doelgebied werd voornamelijk gedaan met de data uit de Klimaatatlas, de hittestresskaarten van de gemeente Almere, het Algemeen Hoogtebestand Nederland, etc. Op de onderwerpen wateroverlast en hittestress werd er naar verschillende scenario's gekeken. De Marken moet bij een regenbui van 70mm/uur zo ingericht zijn dat de wateroverlast beperkt wordt tot een minimum of zelfs helemaal niet meer voorkomt. De minimale wateroverlast die gehanteerd wordt is

maximaal 10 centimeter water op het wegdek en geen wateroverlast in woningen en gebouwen. Samen met Marten Rouvoet zijn er berekeningen gemaakt die de basis leggen voor de maatregelen die op papier genomen zijn.

Met betrekking tot hittestress werd er gekeken naar de afgebeelde kaarten van de gemeente Almere. Er is rekening gehouden met de toekomst en de maatregelen zijn deels gebaseerd op de voorspelde situatie in 2050.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de verkregen resultaten behandeld. De resultaten worden per deelvraag gegeven.

3.1 SWOT-analyse

De SWOT analyse (tabel 1) met betrekking tot de Marken is opgesteld om de sterke kanten en de zwaktes van de wijk aan het licht te brengen. Ook is er gekeken naar de kansen en de bedreigingen/risico's die een wijk te bieden heeft. Dit is een belangrijk onderdeel aan context waarin de aanpassingen tegen wateroverlast en hittestress kunnen worden toegepast. Een SWOT-analyse heeft een verbeterde kijk op een wijk door verschillende mogelijkheden open te leggen.

Tabel 1, SWOT-analyse De Marken, Almere Haven

Sterk	• De Marken heeft een relatief groene uitstraling in vergelijking met andere grote steden. • In vergelijking met andere grote steden valt de hittestress mee in Almere door de lagere bevolkingsdichtheid en dus ook de Marken. • Sterke saamhorigheid bij de inwoners.
Zwak	• Het is aantrekkelijk voor inwoners om de tuin te verharderen i.v.m. onderhoud en kosten. • De busbaan ligt in een lager gelegen gebied wat wateroverlast in de hand werkt. • De hittestress rondom grote gebouwen, zoals scholen en bedrijven, ligt is in versterkte mate aanwezig. • Er staan weinig schaduw gevende bomen voor de gevels van woningen.
Kansen	• De doodlopende straten eindigen vaak in een onnodig verharde ondergrond, dit kan vergroend worden. • Grote gebouwen als basisscholen hebben plek voor groene daken. Dit vermindert de hitteabsorptie van het zwarte dak en zorgt voor koelere temperaturen in de school. Een betere leeromgeving bevordert de prestaties van leerlingen en leraren. • Door het groot onderhoud van de wijk zijn er meer mogelijkheden dan wanneer dit niet het geval is. • In het hart van een bloemkoolroosje (hofje) is vaak plaats voor schaduwwijk groen. • Bedrijfspanen worden verwijderd en daar komen woningcomplexen voor in de plaats, hierbij kan rekening worden gehouden met een klimaatbestendige inrichting. • De vele hofjes in de wijk vallen onder openbare ruimte, ze zijn dus aan te passen door de gemeente.
Bedreigingen/ risico's	• Toenemende parkeeroverlast. • De maatregelen moeten binnen het budget passen. • Financiële aantrekkelijkheid om complexen niet groen in te richten.

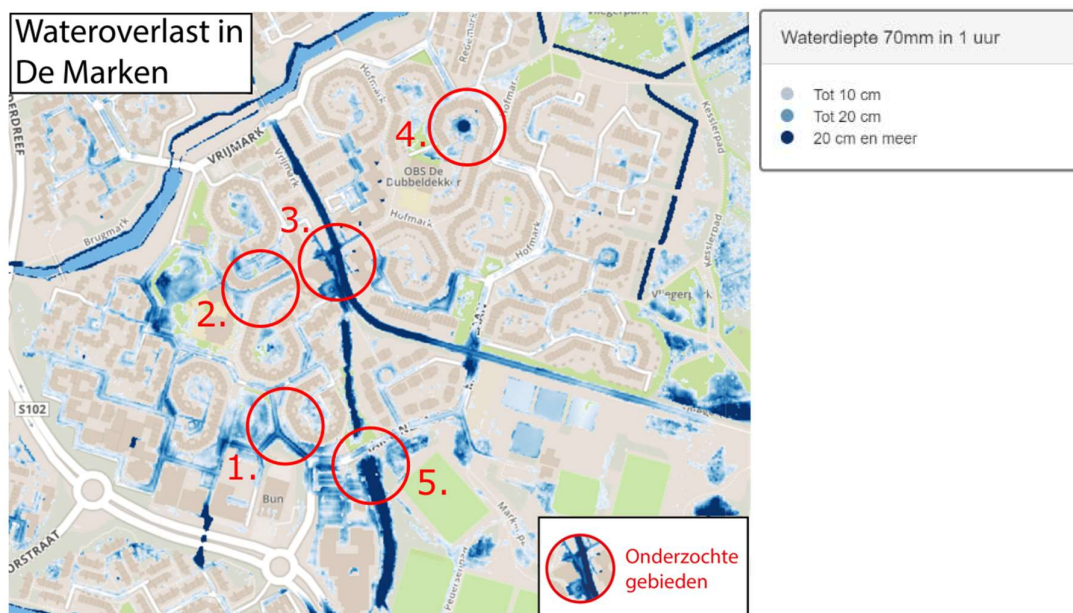
3.2 Deelvraag 1: Wat zijn de kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om wateroverlast tegen te gaan?

3.2.1 Gebieden met wateroverlast in De Marken

Op de kaart van de Klimaatatlas hieronder (figuur 3.1) is te zien dat er op een paar plekken in de Marken wateroverlast ontstaat bij een hevige bui. Er zijn vier plekken uitgelicht die erg opvallen. Cirkel 1 in het westen geeft aan dat er water op de weg staat, deze weg is een ontsluitingsweg en dus onmisbaar voor het bereiken van de wijk vanuit de Oosterdreef. In een nauwe straat op de Vrijmark komt water te staan op uitgegeven terrein, deze overlast bevindt zich in cirkel 2. Binnen de derde cirkel is duidelijk te zien dat de busbaan onder water komt te staan. De busbaan is een belangrijk onderdeel omdat deze de wijk verbindt met het OV. De busbaan wordt in het groot onderhoud echter niet aangepakt. Vervolgens is er binnen cirkel 4 te zien dat water zich verzameld op een hofje in de Hofmark. Doordat het hofje lager ligt dan het omliggende gebied stroomt het water deze kant op en komt het hofje onder water te staan. Dit is echter geen groot probleem omdat het een groen, onbewoonbaar gebied is. Bij cirkel 5 ontstaat er wateroverlast op een fietspad richting het zuiden. Het lijkt alsof hier een weg loopt vanuit de busbaan naar de Oosterdreef, dit is in feite het overblijfsel van de oude busbaan. Er bevindt zich hier enig fietsverkeer richting en van het sportpark. Naast het fietspad is een groenstrook gelegen.

Onderzochte gebieden:

- 1. Vrijmark/Ambachtsmark
- 2. Nauwe straat Vrijmark
- 3. Busbaan
- 4. Hof, Hofmark
- 5. Fietspad Markenlaan



Figuur 3.1 Wateroverlast locaties in de Marken (Afbeelding: Klimaatatlas)

3.2.2 Kansrijke gebieden voor maatregelen tegen wateroverlast in De Marken

Het gebied gelegen in cirkel nummer 1 op de kaart hierboven (figuur 3.1) biedt veel mogelijkheden. De ontsluitingsweg staat hier bij extreme neerslag onder water. Omdat er een groot grasveld naast ligt biedt dit veel mogelijke oplossingen. Het grasveld bezit over circa 3.650 m² wat bij een afgraving van een halve meter voor een opvangcapaciteit van 1.825 m³ zorgt. Het gebied met de straat er omheen bezit over circa 9.000 m². Bij een extreme bui van 70 mm in een uur (2,78 l/s/ha x 3600 seconden x 0,9 hectare x 70 mm = 630 m³) zal er genoeg capaciteit zijn in het afgegraven veldje om het water op de weg op te vangen. Hierbij kan gekozen worden om het water traag en horizontaal te laten infiltreren en/of het opgeslagen water geleidelijk af te voeren naar het hemelwaterriool. Het afvoeren heeft de voorkeur omdat er weinig tot geen infiltratie plaatsvindt in het gebied. In de berekening van de bui van 70 mm is geen rekening gehouden met de afvoering van het riool. Als hier wel rekening mee gehouden wordt dan komt er 450 m³ aan te pas.

In de nauwe straatjes van de Marken ligt potentie door de autoluwe samenstelling. Een voorbeeld hiervan is cirkel 2. Omdat er weinig tot geen verkeer door de smalle straten gaat is een holle straat een ideale oplossing. Normaal gezien worden er op sommige plaatsen geen holle wegen aangelegd omdat er te veel gewicht op de straat komt te staan. De holle wegen gaan naar verluid minder lang mee dan bolle wegen maar zorgen voor minder wateroverlast. Bij een extreme bui kan de straat dienen als tijdelijke opslagplaats. Het water mag niet buiten de openbare weg treden en zo op particulier terrein komen.

Cirkel nummer 5 is ook een kansrijk gebied. Omdat het een fietspad is zal er niet veel verkeer plaatsvinden en er is veel groen rondom het pad. Desalniettemin hoort deze weg ten alle tijden begaanbaar te zijn. De groene omgeving biedt veel mogelijkheden om de wateroverlast te beperken. Een van de eisen geeft aan dat er maximaal 10 centimeter water op de wegen mag blijven staan bij een extreme bui. Bij het fietspad kan het water voor een langere tijd blijven staan omdat er weinig verkeer plaatsvindt. Ook is er een mogelijkheid om het water af te voeren naar het laaggelegen gebied ten noorden van het fietspad waar de overblijfselen van de oude busbaan te zien zijn.

Ten slotte geeft de kaart aan dat er op het hofje in de Hofmark water blijft staan. Door deze plek aan te pakken kan er wateroverlast op meerdere hofjes op een vergelijkbare manier aangepakt worden omdat de vele hofjes over dezelfde functies en opbouw bezitten. Het hofje dient als speeltuin voor de omwonende kinderen. Er staan dan ook verschillende speeltoestellen. Buiten de speelgelegenheid is het hofje een goede plek om water te verzamelen zodat het niet de woningen in komt. Het hofje is geheel groen en beschikt over verschillende bomen. Het water mag overigens niet te lang blijven staan omdat dit slecht is voor de bomen en gezondheidsrisico's door stilstaand water. Het hofje is het een geschikte plek om water te bergen mits het water niet te lang blijft staan. Het hofje bevindt zich in cirkel 4.

3.3 Deelvraag 2: Wat zijn de kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om hittestress tegen te gaan?

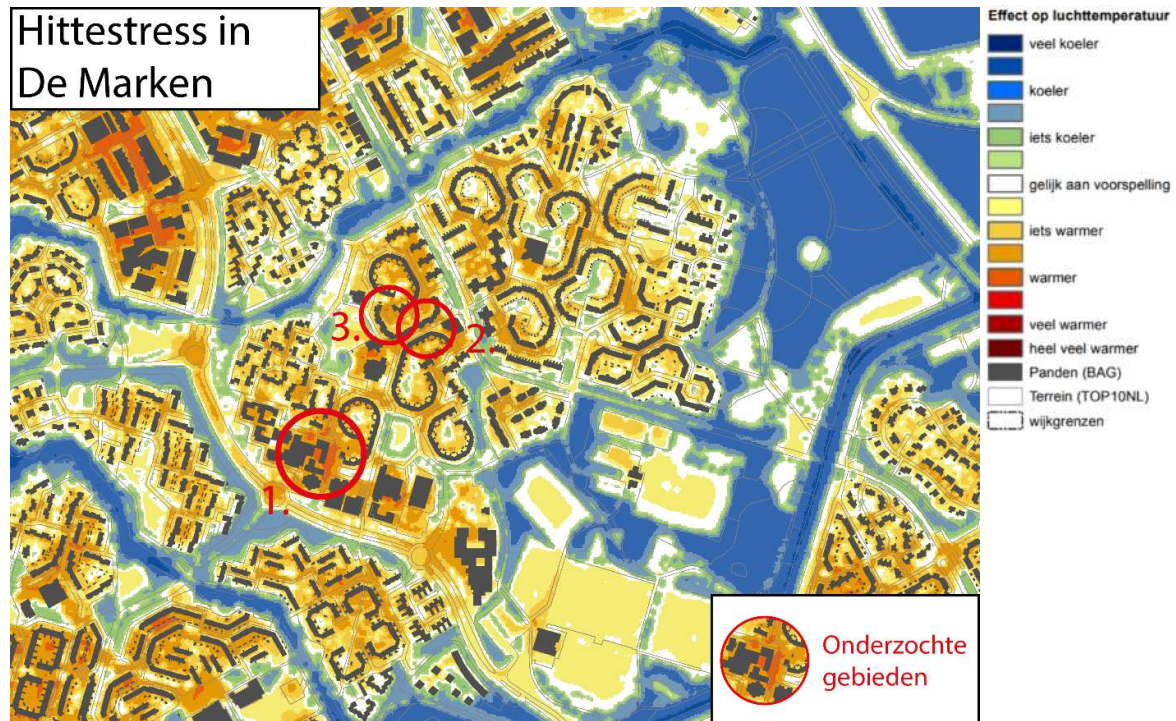
3.3.1 Gebieden met hittestress in De Marken

Bij cirkel nummer één (figuur 3.2) is duidelijk te zien dat er binnen de Ambachtsmark in het westen van de Marken een versterkt hitte-eiland bestaat. In de komende jaren zal dit industriegebied van de Marken omgebouwd worden en vol komen te staan met appartementencomplexen. Binnen de tweede cirkel is goed te zien dat er een smalle straat aanwezig is met hittestressproblemen. Dit komt doordat er nauwelijks ruimte tussen de gebouwen zit en dit de hitte goed vasthoudt. Hier staan geen (grote) schaduw gevende bomen. Omdat er zo weinig plaats is voor aanpassingen is dit een interessante casus. De derde en laatste cirkel geeft aan dat er verhoogde temperaturen zijn bij een

doodlopende straat in de Vrijmark. Veel straten lopen dood in de bloemkool structuur van de Marken. Dit maakt het interessant om aan te pakken en wellicht ook toe te passen in verschillende vergelijkbare gebieden in de Marken. In het zuiden van de Marken ligt nog een plek met een verhoogde temperatuur. De keuze om deze plek niet te onderzoeken is omdat dit gebied verbouwd gaat worden.

Onderzochte gebieden:

- 1. Ambachtsmark
- 2. Vrijmark smalle straat
- 3. Vrijmark doodlopende straat



Figuur 3.2 Hittestress kaart van De Marken

3.3.2 Kansrijke gebieden voor maatregelen tegen hittestress in De Marken

Een van de redenen dat de Ambachtsmark opvalt op een hittekaart is omdat er geen tot weinig bomen staan die voor schaduw kunnen zorgen. Wanneer er hier een bomenrij toegevoegd wordt zal er meer schaduw op het wegdek en de bedrijven vallen. Voordat dit gerealiseerd wordt moet er eerst gekeken worden hoe deze buurt veranderd gaat worden. Dit moet natuurlijk gebeuren omdat de Ambachtsmark flink gaat transformeren van industriegebied naar woonwijk. De bomen kunnen niet geplaatst worden en vervolgens een jaar later weggehaald worden om plaats te maken voor de appartementencomplexen. Er moet nagedacht worden om deze complexen duurzaam en groen in te richten om de hittestress tegen te gaan.

Cirkel nummer twee is een smalle straat waar geen auto's komen. Doordat er vrijwel alleen bebouwing is, geen groene tuinen, en de huizenrijen dicht op elkaar staan blijft de hitte hier makkelijk hangen. Deze smalle straat biedt mogelijkheden op gebied van groen en schaduw. Het is een uitdaging om de hitte hier terug te dringen.

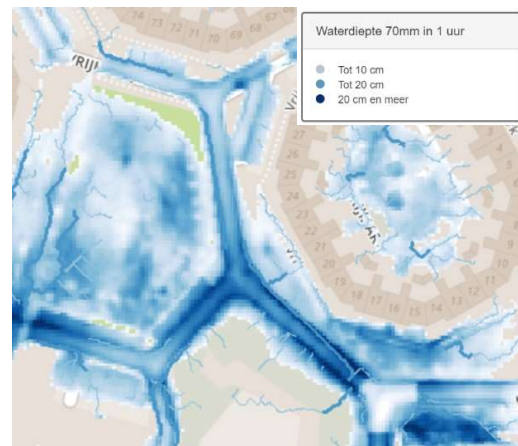
Bij de derde cirkel loopt een straat dood en is het gebied vooral verhard. Hier zijn duidelijk verhoogde temperaturen te vinden. Een simpele maatregel voor dit probleem is het openbreken van de straat en het vergroenen van de doodlopende straat. Hier kan tevens ook rekening gehouden worden met het voorkomen van wateroverlast door het groen zo in te richten dat het tijdelijk water kan bergen.

3.4 Deelvraag 3: Welke aanpassingen in de publieke ruimte zullen het meest effectief zijn in het tegengaan van wateroverlast en hittestress binnen deze kansrijke gebieden?

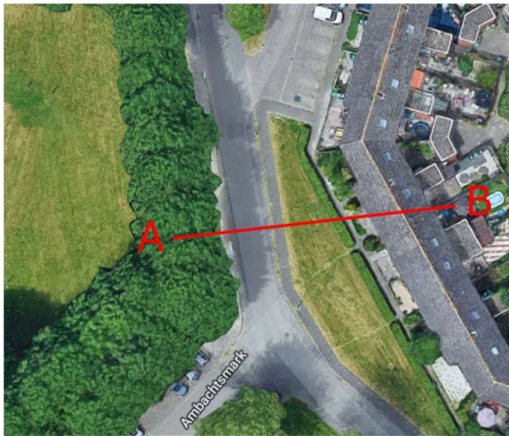
3.4.1 Profielen wateroverlast

Vrijmark/Ambachtsmark

Een deel van de Vrijmark/Ambachtsmark staat bij een extreme bui vrijwel geheel onderwater (figuur 3.3). Omdat deze weg een ontsluitingsweg is voor de wijk kan dit voor grote problemen zorgen. In de eisen met betrekking tot klimaatadaptatie is opgenomen dat er tot maximaal 10 centimeter water op het wegdek mag komen te staan. Bij het groot onderhoud in de wijk zal er opgehoogd worden om het maaiveld weer op originele hoogte te brengen. De berekeningen zijn dus uitgevoerd op deze situatie. Bij een straatprofiel zoals hier onder weergegeven komt uit de berekeningen dat het wegdek maar maximaal $0,35\text{m}^3/\text{meter}$ kan bergen wanneer de norm van maximaal 10 centimeter op het wegdek wordt gehanteerd. Bij een extreme bui van $70\text{mm}/\text{uur}$ zal een hoeveelheid van $1,65\text{m}^3/\text{meter}$ vallen. Er ontstaat hier een wateroverschot van $1,3\text{m}^3/\text{meter}$. Om deze hoeveelheid water op te vangen zal er een passende maatregel toegepast moeten worden omdat het originele profiel niet voldoet aan de nieuwe eisen. De zuidelijke splitsing is het laagstgelegen punt in de buurt, hier verzameld het meeste

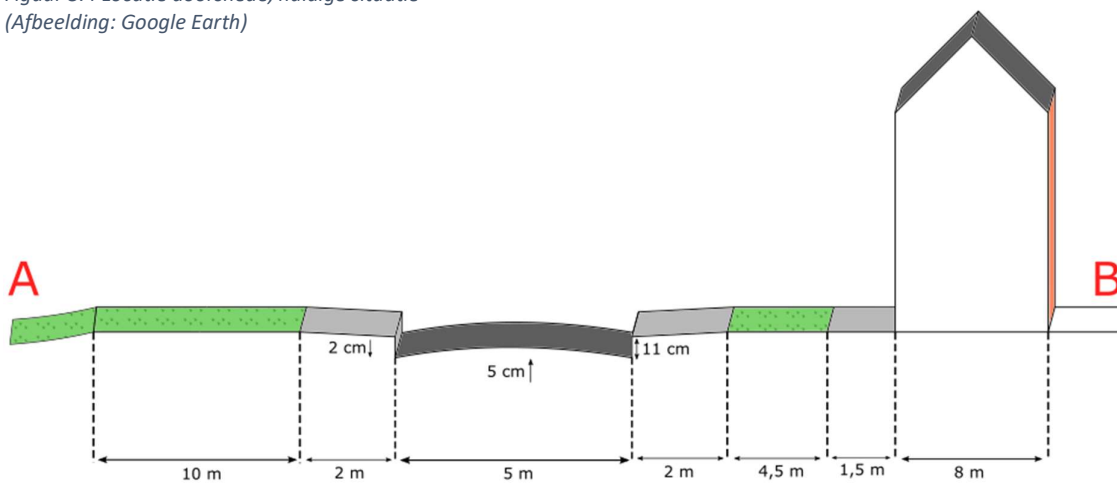


Figuur 3.3 Wateroverlast in het gebied na een extreme bui, huidige situatie (Afbeelding: Klimaatatlas)



water zich. Opmerkelijk is dat het grasveld naast de weg hoger ligt dan het wegdek, terwijl hier geen kabels of leidingen onder liggen en het uitstekend als opslagplaats gebruikt kan worden. De doorsnede van de straat is te zien op figuren 3.4 en 3.5.

Figuur 3.4 Locatie doorsnede, huidige situatie
(Afbeelding: Google Earth)



Figuur 3.5 Doorsnede straat (Afbeelding: Kai Keijzers)

Vrijmark

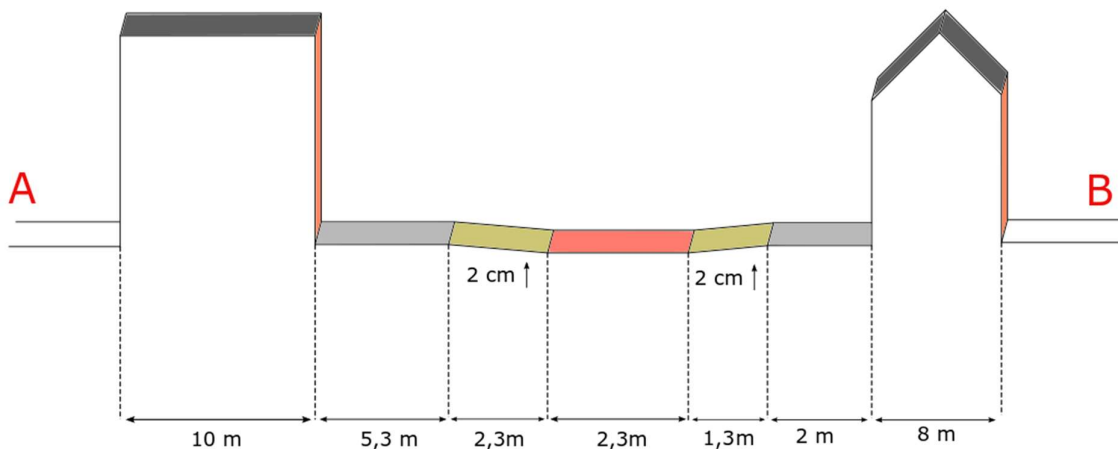
De smalle straat in het oosten van de Vrijmark is een complexe straat om de aanwezige wateroverlast aan te pakken. De dichte bebouwing zorgt voor weinig ruimte in het straatbeeld. Omdat alles in de straat, op de bomenperkjes na, verhard is kan het water niet infiltreren. Het water blijft vooral staan in de wijk (figuur 3.6) en er komt weinig water de straat ingestroomt. Aan de westelijke zijde van de straat ligt een verlaagde tuin. Het water uit de straat zal hier geleidelijk in lopen, dit water kan in de aangrenzende woning terecht komen. Omdat deze straat geen wegdek heeft maar eigenlijk dient als een fiets- en wandelpad liggen er hier geen drempels. De hoeveelheid water die op de straat kan komen te staan is dus extreem weinig. Het probleem met deze straat is dat het straatniveau op het moment niet waterpas is en het water zo naar de noordelijke zijde stroomt. De voortuinen van de woningen zijn flink verzakt en zorgen zo voor ongewilde opslag van water. Bij het uitvoeren van groot onderhoud zal deze straat verhoogd worden en ook weer waterpas zijn. De straat kan maximaal 2 centimeter waterhoogte vasthouden (figuur 3.7 en 3.8) voordat het water buiten het straatbeeld treedt. Per meter kan er $0,082\text{m}^3$ opgevangen worden terwijl er per meter, bij een bui van 70mm/uur, $1,56\text{m}^3$ water valt.



Figuur 3.6 Wateroverlast in het gebied na een extreme bui, huidige situatie (Afbeelding: Klimaatatlas)



Figuur 3.7 Locatie doorsnede, huidige situatie (Afbeelding: Google Earth)

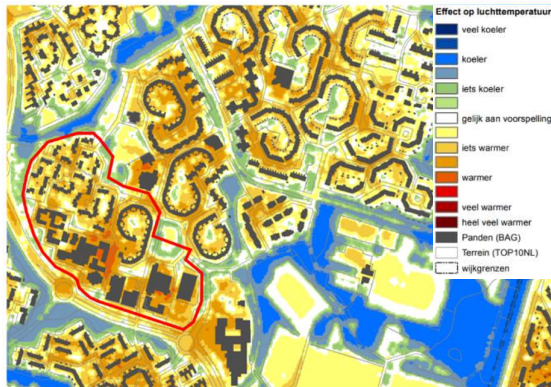


Figuur 3.8 Doorsnede straat (Afbeelding: Kai Keijzers)

3.4.2 Situaties hittestress

Ambachtsmark

De Ambachtsmark is een bedrijventerrein met veel verharding. Het is niet gek dat er meer hittestress optreedt in deze buurt (figuur 3.9). Met name de centraal gelegen straat waar de industrie zich bevindt toont een verhoogde temperatuur op de kaart ten opzichte van de rest van de wijk. Er is weinig groen te bekennen langs de weg en omdat er geen bomen staan is er ook weinig schaduw wat voor verkoeling kan zorgen (figuur 3.10). De opritten van de vele bedrijven zijn allemaal verhard, er bevindt zich weinig tot geen groen. Alleen langs de rijstroken komt er gering groen voor in de vorm van lage struiken.



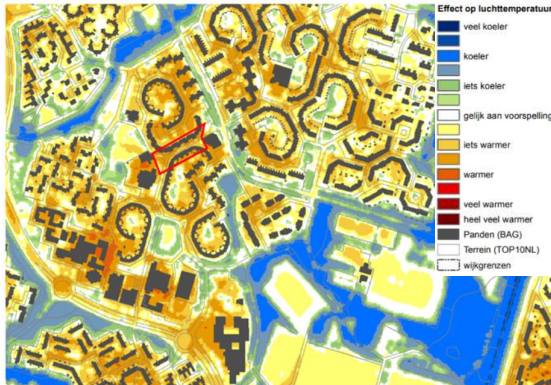
Figuur 3.9 Locatie Ambachtsmark met hittestress
(Afbeelding: Tauw)



Figuur 3.10 Beeld van de verharde, schaduwloze
Ambachtsmark (Afbeelding: Kai Keijzers)

Vrijmark

In de Vrijmark zijn twee plekken aangegeven waar hittestress voorkomt en aangepakt kunnen worden. De eerste situatie bevindt zich in de nauwe straat die loodrecht op de busbaan ligt en waar twee woningblokken elkaar bijna raken, afgebeeld in figuur 3.11. Hier blijft de hitte vooral hangen omdat de woningrijen dicht op elkaar staan. Een oplosbaar probleem is de vele verharding in de straat. Weinig inwoners hebben een groene voortuin (figuur 3.12) wat er voor zorgt dat de verharding meer hitte absorbeert en afgeeft.

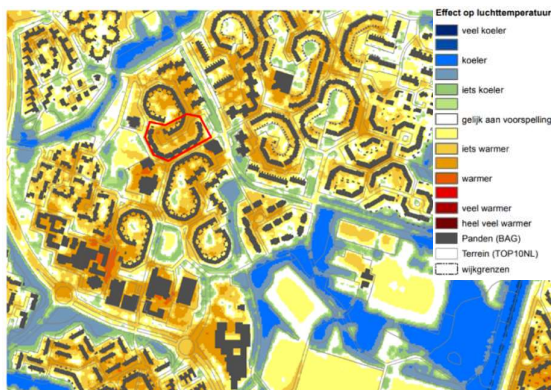


Figuur 3.11 Locatie nauwe straat Vrijmark (Afbeelding: Tauw)



Figuur 3.12 Beeld van de nauwe, verharde straat in de Vrijmark (Afbeelding: Kai Keijsers)

Het is duidelijk te zien dat in figuur 3.13, de omcirkelde doodlopende straat, er problemen voorkomen in de vorm van een verhoogde temperatuur. Deze straat eindigt in vele parkeerplekken die allemaal verhard zijn. Ook hier zijn weinig bomen aanwezig die schaduw kunnen creëren en tevens met behulp van evapotranspiratie er voor kunnen zorgen dat de luchttemperatuur omlaag gaat. In figuur 3.14 is duidelijk te zien dat er een geheel verhard plein ontstaan is met een kleine boom in het midden. Het autoverkeer moet hier natuurlijk genoeg ruimte hebben om te draaien en in te parkeren. Dit kan op een andere manier ingericht worden met een groene strook en of plein op deze plek waarbij de auto's nog steeds genoeg ruimte hebben.



Figuur 3.13 Locatie van de doodlopende straat Vrijmark (Afbeelding: Tauw)



Figuur 3.14 Google Earth view van de doodlopende straat Vrijmark (Afbeelding: Google Earth)

3.5 Deelvraag 4: Voldoen de aanpassingen aan de eisen van de gemeente Almere?

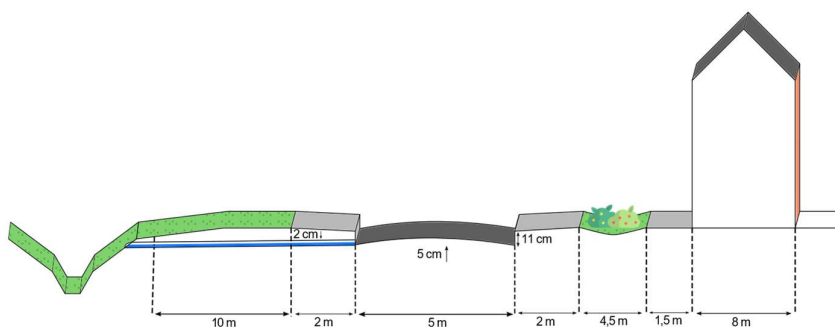
De toetsing van het doelgebied wordt voornamelijk gedaan met de data uit de Klimaatatlas, de hittestresskaarten van de gemeente Almere, het Algemeen Hoogtebestand Nederland, etc. Op de onderwerpen wateroverlast en hittestress zal er naar verschillende scenario's gekeken worden. De Marken moet bij een regenbui van 70mm/uur zo ingericht zijn dat de wateroverlast beperkt wordt tot een minimum of zelfs helemaal niet meer voorkomt. De minimale wateroverlast die gehanteerd wordt is maximaal 10cm water op het wegdek en geen wateroverlast in woningen en gebouwen.

Met betrekking tot hittestress wordt er gekeken naar de afgebeelde kaarten van de gemeente Almere. Er wordt rekening gehouden met de toekomst en de maatregelen zijn deels gebaseerd op de voorspelde situatie in 2050.

3.5.1 Water op de straat

De eerste situatie waar er getoetst is op wateroverlast is de Vrijmark/Ambachtsmark. Op het eerste gezicht ontstaat hier vrij veel wateroverlast op de wegen. De berekeningen die uitgevoerd zijn houden rekening met een bui van 70mm/uur. Omdat de afvoernorm van het RWA op 20mm/uur ligt wordt er gerekend met 50mm/uur. Op deze manier neem je het RWA mee in de berekeningen. Verder wordt er gerekend met de aanname dat er niets infiltreert. Dat wil zeggen dat al het water wat uit de lucht valt ook daadwerkelijk verzameld wordt op het oppervlak. Waardes zoals een stoeprand van 11 centimeter zijn vaak een gemiddelde. De stoeprand in Almere varieert vaak van 10 centimeter hoog tussen twee kolken in en 12 centimeter hoog bij een kolk. Op deze manier ligt de kolk op de laatste plek en stroomt het water richting het RWA. Met een wegbreedte van 5 meter en een bolling van 5 centimeter kan het wegdek, wanneer er rekening wordt gehouden met maximaal 10 centimeter water op het wegdek, ongeveer $0,35\text{m}^3$ per meter bergen. Binnen het desbetreffende gebied van de Vrijmark/Ambachtsmark valt ongeveer $1,65\text{m}^3$ per meter. Het resultaat van deze te kleine opslagcapaciteit leidt zodoende tot wateroverlast. Om al het water te kunnen opvangen en te bergen zal er ruimte gemaakt moeten worden voor $1,3\text{m}^3$. Het water kan slecht infiltreren in de grond in de Marken, als er gekeken wordt naar vertraagde infiltratie dan zou er afgegraven moeten worden.

Wanneer er een groene greppel aangelegd wordt op het grasveld naast de weg waarnaar het water afgevoerd wordt, kan al het water opgevangen worden (figuur 3.15). De greppel zou dan 4 meter breed moeten worden, inclusief de



Figuur 3.15 Doorsnee van de Vrijmark/Ambachtsmark met maatregel (Afbeelding: Kai Keijsers)

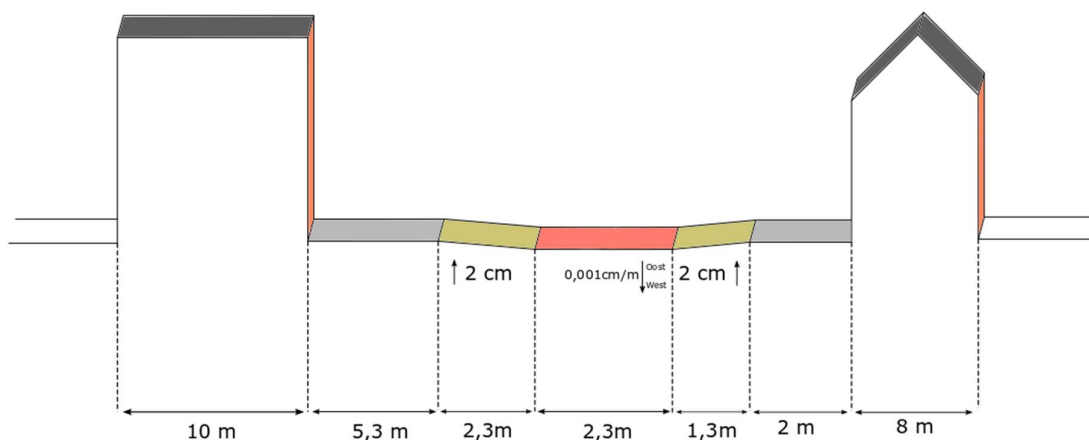
hellingen, met een diepte van 30 centimeter. De hellingen bedragen 1 meter in horizontale lengte. Met deze afmetingen kan de greppel $1,5\text{m}^3$ per meter bergen. In combinatie met de bestaande opslagcapaciteit kan er $1,85\text{m}^3$ aan hemelwater per meter opgevangen worden. Dit is genoeg om een bui van 70mm/uur op te vangen mits er geen water vanuit andere locaties hier naartoe stroomt. Het voordeel van de locatie van de toepassing is dat hij breder gemaakt kan worden. Er liggen geen leidingen onder het grasveld.

Het huidige straatprofiel in de Marken laat zien dat de wegen bol aangelegd zijn. Het regenwater stroomt naar de banden aan de zijkant waarna het de kolken inloopt. Het voordeel van dit straatprofiel is dat het een stabiele constructie is en langer meegaat dan een holle weg. Dit komt door de verdeling van het gewicht op de weg. Het nadeel van de bolle weg is dat deze vorm op gebied van wateroverlast minder water op kan vangen. Wanneer er een holle weg aangelegd wordt dan ontstaat er een soort van waterbassin bij extreme buien. Er ontstaat meer ruimte in het straatbeeld waar het water in terecht kan, ook hier zat het water afgevoerd naar het RWA. Doordat er meer water opgevangen kan worden op de weg zal er minder kans zijn op wateroverlast in woningen in de buurt van de weg. Dit betekent wel dat het midden van de weg vaker onder water staat. Bij normale regenbuien is het geen probleem maar bij extreme buien kan dit voor hinder zorgen voor hulpdiensten en dergelijken omdat de weg onder water staat.

In een andere straat op de Vrijmark bevindt zich een andere situatie. De smalle straat zorgt er namelijk voor dat er geen auto's rijden. De straat is echter veel kwetsbaarder door de direct aanliggende woningen. Het water dat in het gebied valt moet afgevoerd worden zodat het niet voor wateroverlast kan zorgen in de woningen. Om hier voor te zorgen zullen er enkele maatregelen genomen moeten worden. De hoeveelheid water die in 1 meter straatlengte valt in een bui van 70mm/uur is $1,36\text{m}^3$. Al dit water moet ergens terecht kunnen waar het niet voor overlast zorgt. Op het moment zorgt de indeling van de straat er voor dat er maar $0,205\text{m}^3$ per meter geborgen kan worden op het wegdek. Wanneer er een goot in het midden van de straat aangelegd wordt en daarbij dus ook gezorgd wordt dat dit het laagste punt is, kan het water gemakkelijk wegstromen naar een ander gebied. Hier zal echter niet voor gekozen worden i.v.m. onderhoudskosten van de goot. Het aangewezen gebied hiervoor zou dan het kleine plein zijn dat ten westen van de straat ligt (figuur 3.16). Het probleem dat zich op dit moment bevindt op het plein is dat het vrijwel geheel verhard is, op uitzondering van de boomvakken. Wanneer dit plein verlaagd wordt kan het dienen als waterplein om tijdelijk water te bergen. Het plein zal dan 25 centimeter verlaagd moeten worden om al het regenwater op te vangen van deze straat. Ook kan de verharding



Figuur 3.16 Verhard plein Vrijmark vanuit de straat gezien (Afbeelding: Kai Keijsers)



Figuur 3.17 Doorsnee van de smalle straat in de Vrijmark met maatregel (Afbeelding: Kai Keijsers)

er uit en kan er een groen plein gerealiseerd worden. Er moet hoe dan ook voor gezorgd worden dat het plein lager ligt dan de desbetreffende straat om voor de benodigde berging te zorgen. Een deel van een tuin op uitgegeven grond ligt een stuk lager dan het straatniveau. Dit betekent dat het water vanaf de straat makkelijk de voortuin in loopt en zo in de woning kan komen. Tevens is het niet de bedoeling dat er water op het eigendom van de bewoners komt te staan. Om er voor te zorgen dat het water wat in de straat terecht komt afgevoerd wordt naar het waterplein, zonder gebruik te maken van een goot, zal de straat een verhang kunnen krijgen (figuur 3.17) van 0,001cm/m. Al het water zal zo eenvoudig naar het westen toe lopen, het plein op. Er is gekozen voor een verhang in de weg i.p.v. een goot of open goot omdat dit erg makkelijk en goedkoop te onderhouden is. Het is een minimale maar effectieve maatregel om wateroverlast tegen te gaan.

De resultaten op de gestelde eisen met betrekking tot wateroverlast zijn in tabel 2 uitgewerkt. De haalbaarheid is vermeld en er wordt een uitleg gegeven op het resultaat van de toetsing.

Tabel 2, Eisen wateroverlast

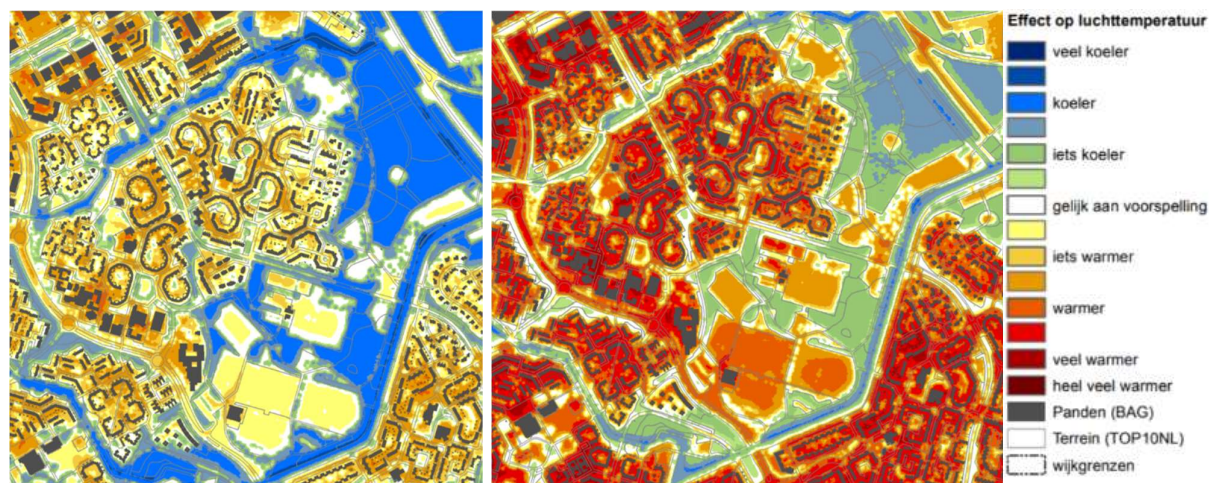
Eis	Haalbaarheid	Uitleg
Wateroverlast		
1. De ambitie voor het groot onderhoud van de Marken is om gezamenlijk een ontwerpoptimalisatie door te voeren waarbij een neerslaggebeurtenis van 70 mm in één uur over de gehele wijk geen overlast optreedt.	Ja.	De maatgevende situaties zijn getest door maatregelen te treffen die er voor zorgen dat er geen wateroverlast meer ontstaat op de onderzochte locaties.
2. De waterstand op de verharding moet zo klein mogelijk zijn en niet groter dan 10 cm.	Ja.	De oplossingen zijn gebaseerd op een maximale waterstand van 10 cm op het wegdek. Er zal dus geen waterstand boven de 10 cm kunnen ontstaan bij een bui van 70mm/uur.
3. Regenwater mag niet bij panden binnenstromen.	Ja.	De getroffen maatregelen zorgen er voor dat al het water op de straat terecht komt en vanuit hier afgevoerd wordt. Er zal geen water in de panden stromen.
4. Overtollig regenwater in het openbaar gebied mag niet worden afgewenteld op percelen van derden	Ja.	De voorgestelde maatregelen zorgen er voor dat al het water op openbare grond blijft.
5. In het ontwerp van de openbare ruimte dient rekening gehouden te worden met afstroming van percelen van derden	Ja.	In de berekeningen m.b.t. de voorgestelde maatregelen is de hoeveelheid hemelwater dat valt op uitgegeven grond meegenomen. De afstroming van percelen van derden is meegenomen in het ontwerpen van de maatregelen.
6. Voor grotere neerslaggebeurtenissen dan 70	N.t.b.	De voorgestelde maatregelen zijn ontworpen om een bui van 70mm/uur op

mm in één uur is de wens dat het gebied robuust is ingericht, zodat de kans op wateroverlast zo klein mogelijk is.		te vangen met daarbij een kleine buffer. Het ligt aan de grootte van de bui om te kunnen aangeven of de wijk robuust genoeg is ingericht.
7. Voorzieningen moeten eenvoudig te beheren zijn.	Ja.	Bij het ontwerpen van de voorgestelde maatregelen is rekening gehouden met de onderhoudskosten. Hierdoor is besloten om een hellende straat te gebruiken als maatregel tegen wateroverlast i.p.v. een goot met raster.
8. Minimale levensduur van 25 jaar voor de bovengrond en 60 jaar voor voorzieningen in de ondergrond	Ja.	De geadviseerde maatregelen hebben met goed onderhoud een levensduur van minimaal 25 jaar. Mocht er gekozen worden voor een holle weg op autoluwe wegen dan zal deze weg eerder vervangen moeten worden.
9. In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de bodemdoorlatendheid en grondwaterstanden in natte perioden	Ja.	Bij het ontwerpen van de geadviseerde maatregelen is bodeminfiltratie uitgesloten. De kleigrond is slecht doorlaatbaar en is daarom niet opgenomen in de berekeningen. De grondwaterstand in natte periodes zal niet boven potentiële afgravingen voor wadi's komen. De ontwateringsdiepte dient circa 60cm te zijn.
10. In het ontwerp wordt infiltratie buitengesloten	Ja	Door de kleigrond is infiltratie in de grond niet meegenomen in de berekeningen.

3.5.2 Hitte in de wijk

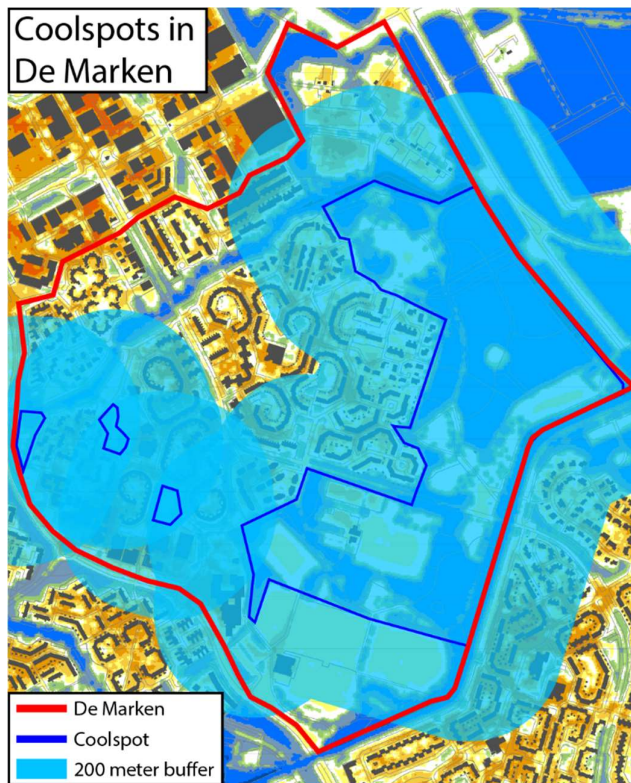
Het toetsen van hittestress blijkt een lastige opgave te zijn. Toch zijn er kaarten die aangeven wat de voorspelde hittestress in 2050 zal zijn (figuur 3.18). Op basis hiervan kan er gekeken worden welke gebieden de meeste verkoeling nodig hebben. Het feit is dat wijken veranderen, gebouwen worden gesloopt en er komen nieuwe gebouwen of andere inrichtingselementen voor in de plaats. De voorspelling van 2050 komt dus alleen in de buurt van de werkelijkheid als de wijk exact hetzelfde blijft. De hittestress zal toenemen omdat het klimaat warmer wordt. Om te toetsen welke maatregelen genomen moeten worden, moet er gekeken worden naar de bestaande situatie en naar de maatregelen die bepaalde effecten hebben die gunstig zijn tegen hittestress.

De Ambachtsmark is de eerste situatie en tevens ook het gebied met de meeste hittestress in De Marken. In dit gebied kan er een hitte eiland effect van 1,2 - 1,4 °C ontstaan tegenover de rest van de wijk, wat rond de 0,8 - 1,0 °C ligt (Atlas Natuurlijk Kapitaal, sd). Om deze toename in temperatuur tegen te gaan moeten er maatregelen genomen worden. Het plaatsen van bomen en groen in de Ambachtsmark is een grote stap om dit te bewerkstelligen. Er is momenteel weinig tot geen schaduw creërende vegetatie aanwezig. De buurt is op veel plaatsen onnodig verhard. Door de verharding te vervangen door groen of en semi-verharde grond zal de hittestress in kleine mate afnemen.



Figuur 3.18 Hittestress in de Marken in 2015 en de voorspelde hittestress in 2050 (Afbeelding: Tauw)

De Marken heeft een aanzienlijk stuk park binnen de wijkgrenzen liggen. Het is dan ook niet gek dat de meeste bewoners hier terecht kunnen om wat verkoeling te zoeken. Het Vliegerpark biedt vooral de oostzijde van de wijk verkoeling bij warme dagen. Hiernaast is een kaart afgebeeld (figuur 3.19) die laat zien hoe ver de coolspots van de bewoners af liggen. Coolsspots zijn schaduwrijke plekken die bewoners kunnen opzoeken voor verkoeling bij hitte. Een coolspot moet een schaduwrijke omgeving van circa 2.000 m² zonder verharding hebben. De bufferzone om de coolspots hebben een breedte van 200 meter. De eis van de gemeente luidt als volgt: *“Er wordt geëist dat er in de openbare ruimte schaduwrijke plekken aanwezig zijn die afgestemd zijn op de functie en gebruikers van het gebied. Deze plekken dienen aanwezig te zijn op maximaal 300 m lopen van elke gebouwtoegang.”*



Figuur 3.19 Coolsspots in de Marken

De aanname die gemaakt is, is dat 200 meter hemelsbreed grotendeels de 300 meter loopafstand (door de straten) bedekt. Het is duidelijk te zien dat een klein deel van de wijk geen coolspot tot zijn beschikking heeft. Om er voor te zorgen dat de eis wel gehaald wordt moeten er coolspots komen in het noordwesten van de wijk. Ook het oude schoolgebouw kan een rol spelen in het creëren van een coolspot zodat de gehele wijk voorzien is.

De resultaten op de gestelde eisen met betrekking tot hittestress zijn in tabel 3 uitgewerkt. De haalbaarheid is vermeld en er wordt een uitleg gegeven op het resultaat van de toetsing.

Tabel 3, Eisen hittestress

Eis	Haalbaarheid	Uitleg
Hittestress		
1. De hittestress mag in het plangebied niet toenemen	Ja.	Wanneer de voorgestelde maatregelen worden toegepast zal de hittestress niet toenemen in de getoetste locaties. Soortgelijke maatregelen kunnen er voor zorgen dat de hittestress in de rest van de wijk niet toeneemt.
2. Verwijderen van verharding waar mogelijk	Ja.	Op veel doodlopende wegen in de Marken zijn parkeerplaatsen aanwezig. Deze parkeerplaatsen zijn niet goed ingericht waardoor er meer verharding nodig is. Wanneer een straat anders ingericht wordt zal er minder verharding nodig zijn zoals aangegeven is in de toetsing.

3. Toepassen van schaduwrijk groen, zodat Coolspots ontstaan.	Ja.	In het noordwesten van de wijk moet nog een coolspot gecreëerd moeten worden. Dit blijkt uit de kaart uit hoofdstuk 6.3 om aan de volgende eis te kunnen voldoen.
4. Het streven is dat er in de openbare ruimte schaduwrijke plekken aanwezig zijn die afgestemd zijn op de functie en gebruikers van het gebied . Deze plekken dienen aanwezig te zijn op maximaal 300 m lopen van elke gebouwtoegang. Nagegaan moet worden of en hoe dit realiseerbaar is in het gebied.	Ja.	Aan de hand van de kaart in hoofdstuk 6.3 is er gekeken naar de afstand die afgelegd moet worden tot een coolspot, moet er in het noordwesten van de wijk een coolspot gecreëerd worden. Er aangenomen en gerekend met een afstand van 200m van een coolspot vandaan, zodat er ongeveer een loopafstand van 300m zal zijn.
5. Verkoelen van Hotspots door het toepassen van schaduwrijk groen	Ja.	Een geadviseerde maatregel is het planten van bomen in gebieden met veel hittestress. Door het planten van bomen wordt er schaduw gecreëerd en vindt er evapotranspiratie plaats. Het gevolg van deze maatregel is een verlaagde temperatuur.
6. Verkoelen van locaties met gevoelige gebruiksfuncties door het toepassen van schaduwrijk groen, zoals: a. (School)pleinen b. BSO c. Ouderen- en zorgcentra	N.t.b.	Deze eis is niet aan bod gekomen in het onderzoek, daarom kan hier ook geen oordeel over gedaan worden.
7. Bij nieuw groen moet rekening worden gehouden met: a. Ecologische aantrekkelijkheid b. Bijdrage (bio)diversiteit c. Zonnepanelen en kansrijke locaties voor toekomstige zonnepanelen	Ja.	Alles wat in de openbare ruimte geplaatst wordt eerst over worden nagedacht. Dit zal ook gebeuren bij het openbaar groen in de Marken. Een geadviseerde maatregel is het aanleggen van wadi's. Wadi's zorgen voor een ecologische aantrekkelijkheid en bieden een bijdrage aan de biodiversiteit. Ook het planten van bomen om hittestress tegen te gaan voldoet aan deze eis.

4. Discussie

In dit hoofdstuk zullen de gekozen aanpak en de resultaten bediscussieerd worden.

Het doel van dit onderzoek is om gemeentes te helpen bij het klimaatbestendig inrichten van de leefomgeving, gespecificeerd op de jaren '70 woonwijk.

4.1 Beantwoording deelvragen

Deze paragraaf wordt gebruikt om in te gaan op de beantwoording van de deelvragen. Ook zullen ze vergeleken worden met de informatie uit de inleiding.

4.1.1 Deelvraag 1: Kansrijke gebieden wateroverlast

Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om wateroverlast tegen te gaan?

Uit het onderzoek blijkt dat er verschillende kwetsbare plekken in De Marken aanwezig zijn maar de niet allemaal even kansrijk zijn. Er zijn 5 kwetsbare plekken bekeken waarvan er twee plekken genomen zijn om te onderzoeken omdat deze plekken een vaker voorkomende situatie in een jaren '70 woonwijk is. De situatie in de Ambachtsmark/Vrijmark is een situatie waar er meer ruimte tot de beschikking is om overtollig water tijdelijk te bergen. De smalle straat in de Vrijmark is een situatie waar er weinig plek is. De onderzochte plekken zijn tevens ook de kansrijke gebieden. In deze gebieden zijn de passende maatregelen op papier toegepast en is er onderzocht wat dit als resultaat bracht d.m.v. verschillende berekeningen. Uit de informatie in de inleiding is er bij de algemene beschrijving en de typologie zijn er verschillende open plekken te zien in de wijk, echter geeft dit geen beeld van kansrijke gebieden. Er moet overlast ontstaan om deze gebieden kansrijk te bestempelen, anders heeft het geen functie. De aangewezen gebieden zijn succesvol aangepast zodat er geen wateroverlast meer zal moeten ontstaan tijdens een toekomstige extreme regenbuien. Het sterke aspect aan het aanbrengen van een waterplein bij de smalle straat is dat het gebruikt kan worden als speelplek voor de kinderen die aan de aangrenzende basisschool leren.

4.1.2 Deelvraag 2: Kansrijke gebieden hittestress

Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om hittestress tegen te gaan?

Ook de resultaten met betrekking tot hittestress geven aan dat er kansrijke gebieden zijn in De Marken. In de hittekaarten is goed te zien dat er zogenaamde 'hotspots' zijn ontstaan op plekken met veel verharding. De Ambachtsmark is een van die plekken waar er vanaf het begin van het onderzoek al de verwachting ontstond dat er een verhoogde temperatuur optreedt tijdens periodes van warmte. Deze verwachting hangt samen met het feit dat de Ambachtsmark een klein industriegebied is en weinig groen bevat. Dit gebied is ook bestempeld als een kansrijk gebied. Ook zijn er nog twee straten onderzocht omdat deze een vaker voorkomende situatie zijn in een jaren '70 woonwijk. De doodlopende straat, ook wel het bloemkoolroosje genoemd, is een terugkerend gezicht in de desbetreffende wijk. Verder is er ook een autoluwe, nauwe straat geanalyseerd met dezelfde reden.

4.1.3 Deelvraag 3: Aanpassingen

Welke aanpassingen in de publieke ruimte zullen het meest effectief zijn in het tegengaan van wateroverlast en hittestress binnen deze kansrijke gebieden?

In de inleiding zijn verschillende maatregelen opgesomd en uitgebreid uitgelegd. De maatregelen zijn geanalyseerd en vervolgens is er nagedacht over de inzetbaarheid van de maatregelen in de kansrijke gebieden. Bij het beslissen van de inzetbaarheid is er gekeken naar de haalbaarheid van de maatregel in het gebied maar ook met de vraag of het een realistische aanpassing is. Vervolgens zijn er door

middel van berekeningen conclusies getrokken naar de effectiviteit van de aanpassingen. De resultaten hieruit bleken positief te zijn. Wanneer de maatregelen toegepast zouden worden in de kansrijke gebieden dan zal de wateroverlast beperkt worden. Hetzelfde geldt voor de hittestress, wanneer er meer (schaduwrijke) vegetatie in de wijk geplaatst wordt zal de hittestress niet toenemen. Het resultaat van de beperkte hittestress is echter wel nog een discussiepunt. Het meten van dit vraagstuk is een grote klus en kan duidelijk gemaakt worden door verschillende tests. In dit onderzoek zijn de aannames genomen dat meer schaduw door middel van bomen en vegetatie de hittestress zal beperken. Door de afwezigheid van directe zonnestraling is het een valide aanname, de resultaten worden alleen niet onderbouwd met tests.

4.1.4 Deelvraag 4: Eisen en haalbaarheid

Voldoen de aanpassingen aan de eisen van de gemeente Almere?

De eisen die gehanteerd zijn in dit onderzoek zijn opgesteld door de gemeente Almere. Deze eisen zijn onderzocht en meegenomen in het onderzoek wanneer er maatregelen geïmplementeerd werden in kansrijke gebieden. Door middel van verschillende berekeningen zijn de maatregelen zodoende toegepast dat er geen wateroverlast meer zou moeten ontstaan bij een maatgevende bui van 70mm/uur. In feite zijn de eisen eerst geanalyseerd om vervolgens de aanpassingen in het kansrijke gebied daarop af te stemmen. Bij het onderwerp hittestress zijn er geen berekeningen gemaakt. Dit maakt het onderzoek met betrekking tot hittestress in een jaren '70 woonwijk een discussiepunt. Zoals eerder vermeld in paragraaf 4.1.3 moet hier een vervolgonderzoek voor afgenomen worden waarin verschillende tests gedaan worden om een sterke onderbouwing te creëren wanneer het gaat over hitte bestrijdende aanpassingen in een jaren '70 woonwijk.

4.2 Reflectie

Deze paragraaf geeft een kritische reflectie op de gekozen aanpak en de onderzoeksmethoden

4.2.1 Gekozen aanpak

Dit onderzoek is afgenomen in de gemeente Almere. Het proces heeft 3 maanden geduurd. De tijdsperiode bleek achteraf korter dan gedacht. 3 maanden tijd is te kort om het hele onderzoek onderbouwend af te leveren. Het uitgebreid toetsen van de hittebestendige aanpassingen was nog een sterke toevoeging geweest van het onderzoek. Er zijn tijdens de genoemde periode ook meerdere activiteiten ondernomen zoals het testen van een water passerende verharding en het bijwonen van een hittecongres. Wanneer dit onderzoek in de toekomst op dezelfde manier afgenomen wordt kunnen de resultaten anders zijn. Het implementeren van maatregelen kunnen op verschillende manieren gebeuren en verschillende maatregelen kunnen er voor zorgen dat de overlast in de woonwijk beperkt wordt.

4.2.2 Gekozen methoden

Tijdens dit onderzoek heeft de onderzoeker een plan van aanpak opgesteld om zo het beste de tijdsverdeling weer te geven. Wanneer er ergens vertraging opgelopen werd kon dit door middel van het doornemen van de planning overzien worden. Het onderzoek is van start gegaan door alle maatregelen tegen wateroverlast en hittestress te onderzoeken. De maatregelen zijn opgesomd en vervolgens geanalyseerd. Wanneer de benodigde informatie gewonnen was is er een begin gemaakt aan de analyse van de wijk. De kwetsbare gebieden zijn opgenomen in het verslag en vervolgens ook de kansrijke gebieden. Deze kansrijke gebieden zijn aangepast door middel van het toepassen van een passende maatregel. Er zijn berekeningen gedaan om te bekijken hoe de maatregel de voorspelde overlast zou kunnen tegengaan. De resultaten die hier uit kwamen zijn zoals voorspeld, positief. Hierop zijn de conclusie en de aanbevelingen gebaseerd.

De methode is passend voor dit soort onderzoek. Door de maatregelen eerst te onderzoeken en ook het gebied te analyseren kun je erna de informatie gebruiken om te gaan kiezen welke maatregelen het beste passen in de huidige situaties in de woonwijk.

4.3 Betekenis voor de praktijk

Dit onderzoek is opgesteld door een casus te gebruiken. Er zijn meerdere bloemkool-gestructureerde woonwijken in Nederland te vinden die nu en in de toekomst last hebben van wateroverlast en hittestress. De gemeenten waar deze wijken onder vallen zullen de wijken moeten inrichten zodat er weinig tot geen overlast meer is voor de bewoners. Het onderzoek richt zich op bestaande wijken en niet op nieuwe wijken. Voor alle bloemkool-gestructureerde wijken in Nederland met dezelfde problemen kan dit onderzoek hulp bieden. De implementatie van de genoemde maatregelen kunnen zorgen voor het voorkomen van materiele schade en nog belangrijker zelfs, gezondheidsschade.

Het onderzoek kan zeker van enige hulp zijn, vooral voor gemeenten die nog niks doen aan klimaatbestendigheid in deze woonwijken. Wanneer de gemeenten zich er verder in verdiepen en plannen maken voor aanpassingen in de wijk dan zullen zij zich verder moeten laten informeren in de maatregel of toepassing.

5. Conclusie en aanbevelingen

Omdat de aarde aan het opwarmen is en het klimaat in Nederland hierdoor aan het veranderen is zullen er meer extreme weersituaties ontstaan. De kans op een extreme regenbui wordt steeds groter en hittegolven worden ook steeds normaler in Nederland. Gemeentes moeten zich aanpassen op deze verandering en kunnen dit doen door in te grijpen in de openbare leefomgeving.

Het doel van dit onderzoek is het aansporen van gemeentes in Nederland om hun woonwijken uit de jaren '70 aan te passen op het huidige, en misschien wel het toekomstige, klimaat. Door alleen al kleine aanpassingen te maken kan er veel overlast voorkomen worden.

In dit hoofdstuk worden de conclusies per deelvraag behandeld. De conclusies van de deelvragen vormen samen het antwoord op de hoofdvraag. Uiteindelijk worden de aanbevelingen die voortgekomen zijn uit dit onderzoek besproken.

5.1 Conclusie

In deze paragraaf zullen de conclusies per deelvraag beschreven worden. Samen beantwoorden ze de hoofdvraag: **Hoe is de publieke ruimte in een bestaande bloemkool-gestructureerde woonwijk, het beste klimaatadaptief in te richten zodat deze voldoet aan door de gemeente gestelde eisen met betrekking tot klimaatadaptatie?**

5.1.1 Conclusie deelvraag 1: Kansrijke gebieden wateroverlast

Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om wateroverlast tegen te gaan?

De resultaten uit dit onderzoek geven aan dat wateroverlast in De Marken in Almere Haven voor grote problemen kan zorgen. Het onderzoek heeft de focus vooral op vaker voorkomende situaties gelegd en heeft met deze reden de Ambachtsmark/Vrijmark en de smalle straat in de Vrijmark geanalyseerd. De toetsingen in het onderzoek zijn gebaseerd op een extreme regenbui van 70mm/uur. Elk lager gelegen gebied in een woonwijk vormt een gevarenpunt bij dit soort buien. Het water stroomt naar het laagste punt en omdat het rioleringsstelsel de hoge afvoer niet aankan zal het water zich hier gaan ophopen. Een overlast gebied is niet meteen een kansrijk gebied te noemen, er moet ruimte zijn of worden gemaakt om een aanpassing te doen in het straatbeeld. Gebieden die een stuk onbebouwd land in de buurt hebben liggen, zoals een plein of grasveld, kunnen bestempeld worden als een kansrijk gebied. Deze gebieden zijn veelal geschikt voor tijdelijke berging en geleidelijke afvoer.

5.1.2 Conclusie deelvraag 2: Kansrijke gebieden hittestress

Wat zijn kansrijke gebieden in woonwijk De Marken in Almere Haven om hittestress tegen te gaan?

Uit het onderzoek is gebleken dat vooral de verharde delen in een woonwijk voor een verhoogd hitte eiland effect zorgen. Ook gebieden die weinig groen in de omgeving hebben zullen op een hittekaart uitgelicht worden. De Ambachtsmark is een perfect voorbeeld in dit onderzoek. Het vrijwel geheel versteende industriegebied absorbeert de zonnestraling en geeft meer warmte af dan groene gebieden, zoals het Vliegerpark. Een gemeente kan alleen op openbare grond maatregelen nemen tegen hittestress. Doordat veel doodlopende wegen in een bloemkool-gestructureerde woonwijk uitkomen op een parkeerplaats, is er veel verharding aanwezig die voor verhoogde gevoelstemperaturen zorgt op deze plekken.

5.1.3 Conclusie deelvraag 3: Aanpassingen

Welke aanpassingen in de publieke ruimte zullen het meest effectief zijn in het tegengaan van wateroverlast en hittestress binnen deze kansrijke gebieden?

Er zijn verschillende maatregelen onderzocht in dit onderzoek. Enkele maatregelen zijn, door middel van berekeningen, getoetst op de effectiviteit in woonwijk De Marken. De methode waarbij water tijdelijk opgevangen wordt en geleidelijk afgevoerd wordt blijkt een werkende methode te zijn in een straat gelegen in een jaren '70 woonwijk. Echter moet deze straat wel genoeg ruimte hebben om, naast de weg, een gebied te gebruiken als wadi. Ook is er een succesvolle aanpassing op papier gedaan voor de smalle straat in de Vrijmark. Door de straat aflopend te maken richting een plein waar op het moment nog verharding en een vijftal ingesloten bomen staan kan het overvloedige regenwater hier naartoe afgevoerd worden. Het plein moet dan omgebouwd worden naar een waterplein wat circa 25 centimeter verlaagd wordt en tevens een groenere uitstraling kan krijgen.

De situaties met betrekking tot hittestress wijzen vrijwel allemaal naar een behoefte aan meer schaduw in de wijk. Deze schaduw kan gerealiseerd worden door bomen te planten. De bomen zorgen niet alleen voor schaduw maar ook voor evapotranspiratie, wat voor een lagere luchttemperatuur zorgt. In een bloemkool-gestructureerde woonwijk zijn veel hofjes aanwezig die zo ingericht kunnen worden dat ze voor schaduw en nog belangrijker, verkoeling kunnen zorgen door een grote boom te planten. De resultaten uit dit onderzoek wijzen uit dat er meer onderzoek gedaan moet worden naar de effectiviteit van hitte bestrijdende maatregelen zoals vegetatie. Op deze manier kunnen de argumenten voor hitte bestrijdende maatregelen beter onderbouwd worden.

5.1.4 Conclusie deelvraag 4: Eisen en haalbaarheid

Voldoen de aanpassingen aan de eisen van de gemeente Almere?

Dit onderzoek is gebaseerd op de eisen die gesteld zijn door de gemeente Almere. Buiten het feit dat de eisen recentelijk zijn opgesteld zijn de eisen haalbaar. De aanpassingen die op papier getoetst zijn op de situaties na groot onderhoud, geven aan dat de eisen goed haalbaar zijn. Omdat de maatregelen alleen op papier en niet in de praktijk getoetst zijn kan er geen rekening worden gehouden met eventuele ontstopningen van de waterafvoer bij extreme buien en dergelijke hinderlijke situaties. Om een volledig antwoord te kunnen geven moeten de eisen nog verder toegespitst worden en zal er ook een kosten-baten analyse gemaakt moeten worden van de maatregelen die toegepast kunnen worden. De haalbaarheid van enkele eisen zijn nader te bepalen omdat deze niet aan bod zijn gekomen in dit onderzoek.

5.2 Relevantie voor de praktijk

Gemeenten in Nederland die beschikken over een bloemkool-gestructureerde woonwijk zullen te maken krijgen met wateroverlast en hittestress in deze woonwijken. Een jaren '70 woonwijk is niet gebouwd om een bui van 70mm/uur op te vangen en goed af te voeren. Er kan veel overlast voorkomen worden wanneer een gemeente ingrijpt in een woonwijk. De vele verharding in een bloemkool-gestructureerde woonwijk zorgt voor een verhoogd hitte eiland effect en een minder comfortabele woonomgeving voor de bewoners.

5.3 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen die gedaan worden zijn gemaakt op basis van de resultaten van dit onderzoek. De aanbevelingen zijn dan ook gespecificeerd op de situatie in de woonwijk De Marken in Almere Haven.

Wateroverlast

Het meten van de haalbaarheid van de eisen met betrekking tot wateroverlast is geheel gebaseerd op berekeningen. De situatie na het uitvoeren van groot onderhoud is geanalyseerd. Verzakking is niet

meegenomen in de modellen omdat de openbare ruimte opgehoogd wordt, waar nodig, tijdens het groot onderhoud.

Om de wateroverlast in de Ambachtsmark/Vrijmark op te lossen wordt er geadviseerd om een wadi aan te leggen ten westen van de straat. De wadi kan het regenwater opvangen dat niet door het riool opgenomen kan worden. Ook wordt er geadviseerd om aan de oostkant van de straat gebruik te maken van een 'mini-wadi', op deze manier is het gebied nog beter voorbereid op extreme regenbuien.

De smalle straat in de Vrijmark kan deels verhoogd worden tijdens het uitvoeren van groot onderhoud. Op deze manier ontstaat er een kleine helling in de straat die er voor zorgt dat het regenwater wat niet opgenomen kan worden door het riool, naar het westen stroomt. Ten westen van de straat ligt een verhard plein dat 25 centimeter verlaagd moet worden. Tevens kan er gebruik van worden gemaakt om dit plein te vergroenen. Het plein krijgt een functie als tijdelijke waterberging.

Door over te stappen op holle wegen bij autoluwe straten kan er meer water opgevangen worden op de straten voordat het straatprofiel overstroomt. Holle wegen hebben een kortere levensduur dan bolle wegen omdat alle druk van het verkeer op het middelpunt van de weg komt te staan.

Hittestress

Om de eisen met betrekking tot hittestress te meten zijn er een aantal tests gedaan. Op de kaart met coolspots is te zien dat er een klein gedeelte van de wijk niet binnen 200 meter van een coolspot af ligt. Om twee eisen te voltrekken, namelijk de afstand tot coolspots en het creëren van coolspots, zouden er in het noordwesten van de wijk meerdere coolspots ontwikkeld moeten worden.

In de Ambachtsmark kan de toename van het hitte eiland effect tegengegaan worden door schaduwrijk groen te planten. Bomen zorgen er voor dat zonnestraling de verharde oppervlakken niet direct kan bereiken wat voor een lagere temperatuur zorgt. Ook het verwijderen van onnodige verharding en het plaatsen van vegetatie in de plaats ervan zorgt voor een lagere temperatuur.

De onnodige verharding in de doodlopende straat in de Vrijmark moet eveneens verwijderd worden. Een aandachtspunt is de parkeerfaciliteit in de straat. Het aantal parkeerplaatsen mag niet zomaar verminderd worden.

Meer schaduw creëren in de smalle straat d.m.v. schaduwdoeken ophangen of bomen met een grotere kroon plaatsen. Door het creëren van meer schaduw in de smalle straat binnen de Vrijmark door middel van gebruik van schaduwdoeken of bomen met een grotere kroon plaatsen, zal de luchttemperatuur verlaagd worden.

Het aanleggen van groene (sedum) daken op platte daken zorgt voor een constantere temperatuur in een gebouw. De gemeente kan deze maatregel alleen treffen bij een openbaar gebouw.

Er wordt ook geadviseerd om de eisen concreter op te stellen. Een afgebakende eis zorgt voor minder verwarring en betere, meetbare resultaten.

5.4 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Dit onderzoek kan als startpunt gebruikt worden voor een vervolgonderzoek in hetzelfde onderwerp. Voor een vervolgonderzoek wordt er aanbevolen om verder in te gaan op de hitte bestrijdende maatregelen. In dit onderzoek zijn er aannames gemaakt over de effectiviteit van hitte bestrijdende maatregelen. De maatregelen zijn niet onderbouwd met berekeningen of uitgevoerde tests in de praktijk.

Literatuur

- A.H.M. Bresser, M. B. (2005). *Effecten van Klimaatverandering in Nederland*. Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau. Opgeroepen op mei 16, 2019
- Adri Buishand, T. B. (2011). *Ruimtelijke verdeling van neerslagtrends in Nederland in de afgelopen 100 jaar*. H 2 O. Opgeroepen op juni 3, 2019
- Amsterdam Rainproof. (sd). *Infiltratiekratten*. Opgeroepen op april 24, 2019, van Amsterdam Rainproof: <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiekratten>
- Amsterdam Rainproof. (sd). *Intensieve groene daken*. Opgeroepen op april 24, 2019, van Amsterdam Rainproof: <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/intensieve-groene-daken>
- Amsterdam Rainproof. (sd). *Wadi's*. Opgeroepen op april 25, 2019, van Amsterdam Rainproof: <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/wadis>
- Amsterdam Rainproof. (sd). *Waterpleinen*. Opgeroepen op april 16, 2019, van Amsterdam Rainproof: <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterpleinen>
- Atlas Natuurlijk Kapitaal. (sd). *Kaarten*. Opgehaald van Atlas Natuurlijk Kapitaal: <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/kaarten>
- Climate Centre. (2019). *Heatwave guide for cities*. Opgeroepen op augustus 25, 2019
- Jelle van Minnen, W. L. (2012). *Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. Opgeroepen op mei 27, 2019
- Maandsommen neerslag, normalen, anomalieën*. (sd). Opgeroepen op april 17, 2019, van KNMI: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/archief/maand/rd>
- Opdam, P. F., & Pouwels, R. (2006). *De ecologische hoofdstructuur en klimaatverandering: waar kunnen we het beste investeren in meer ecologische veerkracht?* Wageningen: Alterra. Opgeroepen op mei 27, 2019