



Jeroen Kluck
Wiebe Bakker
Laura Kleerekoper
Marten Rouvoet
Ronald Wentink
Lisette Klok
Ronald Loeve

ONDERZOEKSPROGRAMMA URBAN TECHNOLOGY

MEI 2016

VOOR HETZELFDE GELD KLIMAATBESTENDIG

Voorbeelden klimaatbestendige inrichting

ACHTERGRONDEN

Voor hetzelfde geld klimaatbestendig

**Voorbeelden klimaatbestendige inrichting
voor veelvoorkomende karakteristieke straten**

Achtergronden

Dr. Ir. Jeroen Kluck
Ir. Wiebe Bakker
Ir. Laura Kleerekoper
Marten Rouvoet BBE
Ing. Ronald Wentink
Dr. Ir. Lisette Klok
Ir. Ronald Loeve

mei 2016

Onderzoeksprogramma Urban Technology Stad
Faculteit Techniek
Hogeschool van Amsterdam

Gebouw Leeuwenburg
Weesperzijde 190
1097 DZ Amsterdam
www.hva.nl/klimaatbestendigestad

Colofon:

Uitgave:

Hogeschool van Amsterdam en SBRCURnet

Auteurs:

Dr. Ir. Jeroen Kluck, Ir. Wiebe Bakker, Ir. Laura Kleerekoper, Marten Rouvoet BBE, Ing. Ronald Wentink, Dr. Ir. Lisette Klok en Ir. Ronald Loeve.

Samenwerking:

Dit achtergrond document bij het voorbeeldenboek "*Voor hetzelfde geld klimaatbestendig*" is het resultaat van het praktijkgerichte onderzoeksproject "De Klimaatbestendige Stad: Inrichting in de praktijk", uitgevoerd door een consortium van gemeenten en kennisinstellingen. Aan dit project werkten in consortiumverband mee: gemeente Amsterdam - Dienst Zuidas (Gregor van Lit), gemeente Eindhoven (Luuk Postmes), gemeente Hoogeveen (Thomas Klomp), gemeente Houten (Marco Harms), Ingenieursbureau Amsterdam (Jasper Passtoors, Teun Timmermans), Waternet (Eljakim Koopman, Kasper Spaan), Hanzehogeschool Groningen (Olof Akkerman, Floris Boogaard, Jonathan Tipping) en de bovengenoemde auteurs van de Hogeschool van Amsterdam. Daarnaast werkten de gemeente Almere (Arjo Hof), de gemeente Almelo (Ruben de Jong) en de gemeente Groningen (Dries Jansma) aan het project mee.

Financiering:

Dit onderzoek is medegefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en TKI Deltatechnologie.

Contact:

Dr. Ir. Jeroen Kluck
j.kluck@hva.nl
Hogeschool van Amsterdam, Faculteit Techniek
Postbus 1025, 1000 BA Amsterdam
www.hva.nl/klimaatbestendigestad

Meer informatie:

Het voorbeeldenboek "*Voor hetzelfde geld klimaatbestendig*" en dit achtergrond document zijn ook online beschikbaar op:
www.hva.nl/klimaatbestendigestad







Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1	3	UITGANGSPUNTEN ONTWIKKELING VARIANTEN	20
1.1	Klimaatbestendig inrichten: van weten, willen naar werken in de dagelijkse praktijk	1	3.1	Afbakening	20
1.2	Achtergronddocument	2	3.2	Technische uitgangspunten	23
			3.3	Kosten	28
2	WIJKTYPOLOGIEËN	3	4	ACHTERGRONDINFORMATIE PRAKTIJKVOORBEELDEN	33
2.1	Van compacte binnenstad naar sub urbane uitbreiding	4	4.1	Vooroorlogs bouwblok	33
2.2	Typologie en microklimaat	8	4.2	Naoorlogs tuinstad hoogbouw	34
2.3	Vooroorlogs bouwblok	9	4.3	Bloemkoolwijk	35
2.4	Naoorlogse tuinstad hoogbouw	12			
2.5	Bloemkoolwijk – woonerf	16	5	LITERATUUR	38

Figuren

Figuur 2.1. Organisatie openbaar en privé in het Nederlandse bouwblok.....	5
Figuur 2.2. Vooroorlogs bouwblok (bron: Peter de Bois).....	9
Figuur 2.3. Vooroorlogs bouwblok: luchtfoto en hittestresskaart, Deventer	10
Figuur 2.4. Groendak aan de Keizersgracht in Amsterdam..	11
Figuur 2.5. Naoorlogse tuinstad hoogbouw.	12
Figuur 2.6. Naoorlogse tuinstad hoogbouw: luchtfoto en hittestresskaart, Borgele, Deventer.....	14
Figuur 2.7. Combinatie van wadi en speelplaats	15
Figuur 2.8. Groene herinrichting binnengebied Schiebroek- Zuid.....	16
Figuur 2.9. Bloemkoolwijk – woonerf.	17
Figuur 2.10. Bloemkoolwijk: luchtfoto en hittestresskaart, Deventer	18
Figuur 2.11. Groen met een waterbergings- en infiltratiefunctie	19
Figuur 2.11. Traditionele variant: waterpeil op vloerpeil.	27
Figuur 2.11. Klimaatbestendige variant: meer berging bovengronds.	27

Tabellen

Tabel 2.1. Samenvatting van de typologieën met drie onderscheidende kenmerken en stedelijke oppervlak verdeling.	6
Tabel 2.2. Classificaties van stedelijke types in relatie tot het microklimaat.	8
Tabel 2.3. Vooroorlogs bouwblok: fysieke eigenschappen.	9
Tabel 2.4. Naoorlogse tuinstad hoogbouw: fysieke eigenschappen.....	13
Tabel 2.5. Bloemkoolwijk: fysieke eigenschappen.....	17
Tabel 3.1. Ontwerputgangspunten inrichtingsvarianten.	25
Tabel 3.2. Ontwerputgangspunten inrichtingsvarianten.	30

1 Inleiding

1.1 Klimaatbestendig inrichten: van weten, willen naar werken in de dagelijkse praktijk

Groeiende overlast, schade, veiligheidsrisico's en kosten maken een stad onaantrekkelijk. Een klimaatbestendige inrichting is daarom noodzakelijk, zoals landelijk is vastgesteld met de Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie [ref]. Om onze leefomgeving beter bestand te maken tegen extremere regenbuien, perioden van droogte en meer hitte, zullen gemeenten bij herinrichting wijken klimaatbestendig moeten inrichten.

De praktijkvoorbeelden tot nu toe betreffen veelal pilots, losse projecten om een lokaal probleem op te lossen of om maatregelen te onderzoeken. Daarmee is wel veel kennis opgebouwd over de mogelijkheden om een straat, wijk en uiteindelijk een stad klimaatbestendiger te maken.

De Hogeschool van Amsterdam heeft een voorbeeldenboek (Kluck et al. 2016) gemaakt met voorbeelden van klimaatbestendige (her)inrichting van wijken. De voorbeelden laten zien dat een klimaatbestendige herinrichting in veel gevallen eenvoudig te realiseren is en niet duurder dan een traditionele herinrichting. De voorbeelden zijn gebaseerd op concrete praktijkvoorbeelden voor drie veelvoorkomende wijktypologieën. Voor elk van de typologieën zijn vier varianten gemaakt: een traditionele herinrichting plus drie klimaatbestendige varianten. Op basis van een uitwerking van de kosten en baten voor de varianten volgt de conclusie dat de herinrichting **voor het zelfde geld klimaatbestendig** kan worden uitgevoerd.

Het doel van het voorbeeldenboek is om gemeenten meer inzicht te geven in de effecten van bepaalde inrichtingskeuzes zodat zij een betere afweging kunnen maken over het klimaatbestendig (her)inrichten van een wijk. De voorliggende publicatie is het achtergronddocument bij dit voorbeeldenboek.

1.2 Achtergronddocument

Dit achtergronddocument geeft meer inzicht in de uitgangspunten, beschouwingen en afwegingen die zijn gemaakt bij de verschillende praktijkvoorbeelden. Bovendien geeft dit achtergronddocument uitgebreidere informatie over een aantal onderwerpen waar in het voorbeeldenboek geen ruimte voor was.

Het voorbeeldenboek *"Voor hetzelfde geld klimaatbestendig"* en dit bijbehorende achtergronddocument zijn het resultaat van het praktijkgerichte onderzoeksproject *"De Klimaatbestendige Stad: Inrichting in de praktijk"*. Het achtergronddocument biedt aanvullende informatie bij de hoofdstukken in het voorbeeldenboek.

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de wijktypologieën en hoe deze kunnen bijdragen aan het structureren van maatregelen om een wijk klimaatbestendig te maken. Hierbij komen de onderscheidende kenmerken aan bod die van belang zijn voor de mogelijkheden van klimaatadaptatie. Uitgebreide aandacht krijgen de drie typologieën waar de praktijkvoorbeelden in het voorbeeldenboek onder vallen.

In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten beschreven voor het opstellen van de inrichtingsvarianten. Naast uitleg

over gemaakte keuzes en gedane aannames, krijgen de technische uitgangspunten uitgebreid aandacht. Het geeft inzicht in de neerslagbelasting waar we rekening mee houden, de inrichting van de openbare ruimte om berging en afvoer te realiseren, de kans op schade en kosten wanneer het systeem faalt en het berekenen van de hoogte van kosten en baten.

Hoofdstuk 4 geeft nadere achtergrondinformatie over de praktijkvoorbeelden behandeld in het voorbeeldenboek.



2 Wijktypologieën

Gebiedskenmerken zijn bepalend voor de kansen voor klimaatadaptatie. Zo biedt het vele publieke groen in naoorlogse tuinsteden mogelijkheid om minder kwetsbaar te worden voor overlast en schade door hitte en extreme regenval. In binnensteden is de ruimte vaak beperkt en ligt er meer nadruk op technische oplossingen, bijvoorbeeld ondergronds. De typische structuur van bloemkoolwijken biedt juist weer ruimte voor wadi's om hevige regenbuien lokaal te kunnen verwerken.

Stedelijke typologieën worden in de regel onderscheiden in relatie tot het bouwjaar, de bebouwingsvorm en de organisatie van het publieke en private domein (Wassenberg 1993, Beaten, et al. 2004, Lorzinger, Harbers en Schluchter 2008, Ibelings 1999). De onderverdeling in typologieën en de vertaling daarvan naar het stedelijk microklimaat zoals in dit hoofdstuk

wordt beschreven is gebaseerd op onderzoek van Kleerekoper (2016).

De eerste paragraaf van dit hoofdstuk gaat in op het ontstaan en de historische achtergrond van stedelijke typologieën. De daarop volgende paragrafen zoomen in op drie wijktypologieën en hun karakteristieke kenmerken die van belang zijn voor de mogelijkheden van klimaatadaptatie. Dit zijn de drie typologieën waaronder de straten van de behandelde praktijkvoorbeelden vallen. Voor alle drie de typologieën wordt de klimaatbestendigheid en adaptatiemaatregelen in de laatste paragraaf beschreven.

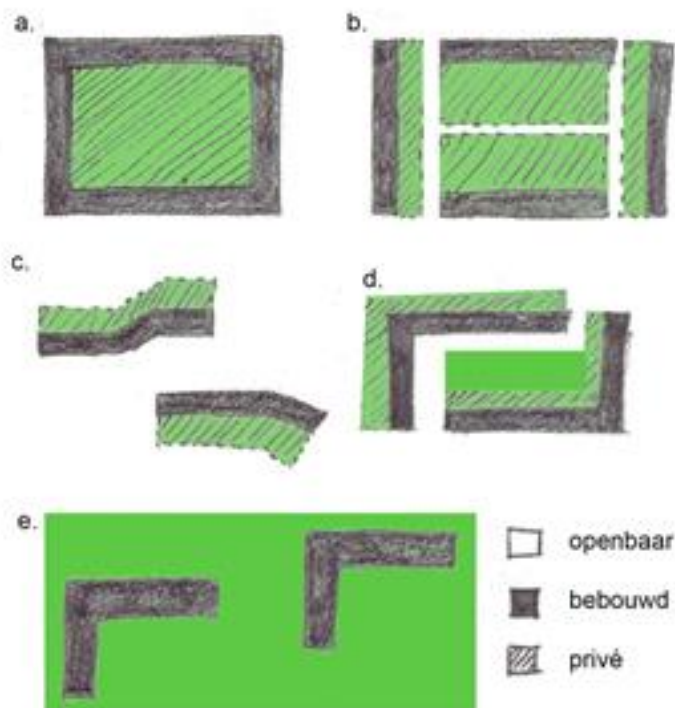
2.1 Van compacte binnenstad naar sub urbane uitbreiding

Voor 1900 werden er volgens de stedenbouwtraditie voornamelijk gesloten bouwblokken ontwikkeld: bouwblokken met een binnenterrein in privébezit van de omsluitende panden. Figuur 2.1 toont verschillende bouwblokken. Deze **stedelijke bouwblokken** werden per kavel ontwikkeld door met name private partijen. Tussen 1890 en 1930 ontstond met de invloed van woningcorporaties de ontwikkeling van complete bouwblokken in plaats van kavel voor kavel. In veel steden zijn naast wijken met hoge dichtheden ook ruim opgezette **villawijken** ontwikkeld. Villawijken zijn gewilde woonwijken en worden ook nu nog aangelegd.

Rond 1910-1930 werden stedelijke uitbreidingen ontwikkeld met inspiratie uit het concept van Ebenezer Howard waarin stad en platteland werden samengebracht (Howard 1902). Howard streefde naar een betere woonomgeving voor de beroepsbevolking dan de ongezonde industriële metropool. Dit concept is terug te vinden in de Nederlandse **tuindorpen** waarvan met name de diepe tuinen en de 'jaren 30 bouwstijl' kenmerkend zijn. De gewilde wijken Oog en Al en Tuindorp in Utrecht zijn hier voorbeelden van. Na deze periode (van 1930 tot 1940) werd het concept van groene woningen steeds meer losgelaten en ging de aandacht vooral uit naar het snel realiseren van woningen om zoveel mogelijk gezinnen te huisvesten. In deze **volkswijken** was weinig aandacht voor sociale functies en groen.

Na de tweede wereldoorlog was er een nog grotere behoefte aan woonruimte vanwege bombardementen, de gestagneerde woningbouw tijdens de oorlog en de snel groeiende bevolking na de oorlog. In de jaren 50 en 60 verrees de eerste hoogbouw. Door hoger te bouwen in plaats van compacter trachtte men meer lucht, licht en ruimte te creëren ondanks de hoge woningdichtheden die gehaald moesten worden. De **naoorlogse tuinsteden** kunnen worden onderverdeeld in naoorlogse **hoogbouw** en naoorlogse **laagbouw**. Deze twee vormen komen ook in combinatie met elkaar voor. Het meest onderscheidende element van naoorlogse laagbouw is het vele (semi-)openbare groen dat heel dicht bij de woningen is gerealiseerd, waarmee het binnen gebied van het bouwblok deels onderdeel wordt van de openbare ruimte. De typologie naoorlogse hoogbouw gaat nog een stap verder in het vrije gebruik van (groene) ruimte om gebouwen. De entree is gecentreerd en begane grond dient vaak als berging. Dit maakt aaneengesloten groen om het gebouw mogelijk.

De naoorlogse tuinsteden kunnen worden gezien als nieuwe trend in de stadsontwikkeling. In dezelfde periode werden ook meer traditionele **naoorlogse uitbreidingswijken** gebouwd.



Figuur 2.1. Organisatie openbaar en privé in het Nederlandse bouwblok: a. en b. gesloten, c. stroken, d. open, e. verspreide bebouwing/grid.

Tien jaar later (1970) werd het woonerf geïntroduceerd als een veilige woonomgeving voor kinderen. In tegenreactie op de monotone tuinsteden werd gericht op een kleinschaliger en intiemer wonen; de ontwikkeling van de zogenaamde 'bloemkoolwijken'. De wijken danken hun naam aan het karakteristieke patroon van complexe vormen en kronkelige straten met langzaam verkeerszones.

In de jaren 80 en 90 was de compacte stad het uitgangspunt: niet uitbreiden maar inbreiden. Groengebieden om steden konden zo behouden blijven. Parallel aan de compacte stad beweging liepen nieuwe stadsuitbreidingen binnen het kader **VINEX** (Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra). De VINEX uitbreidingen vormen grootschalige ontwikkelingen langs de rand van grote steden en vormen de meest recente uitvoering van de behoefte die er in Nederland is aan grondgebondenwoningen met eigen tuin.

De Nederlandse steden zullen blijven uitbreiden vanwege bevolkingsgroei, trek van platteland naar de stad en de behoefte aan grotere woningen. **Stadscentra met hoogbouw** en hoge dichtheden zullen groeien met nog meer gebruikers. Groei moet hier gevonden worden in, waar mogelijk, compacter bouwen. Bij herontwikkeling in stadscentra is de kwaliteit van de openbare ruimte extra van belang. Hier dient de verdichtingsopgave te worden gecombineerd met de klimaatadaptatie opgaven.

De beschreven typologieën komen veel voor in Nederlandse steden. Een wijk met zuiver één enkele typologie is echter minder algemeen voorkomend. Vaak is een wijk in meerdere etappes gebouwd waarmee een samenstelling van verschillende bouwwijzen en organisatiestructuur te zien is. Veelal vallen telkens wel een aantal straten in een duidelijke typologie.

Straten en wijken in Nederlandse steden zijn op te delen in de karakteristieke typologieën van Tabel 2.1. De typologieën verschillen ten eerste in bouwperiode en bouwstijl. Daarnaast verschillen ze ook in kenmerken als percentage groen, of openbare ruimte, water, etc. Dit zijn aspecten die de hittebestendigheid in de openbare ruimte bepalen. Wanneer aan deze tabel de parameters

vlak/hellend en grondsoort wordt toegevoegd kan er ook een goed beeld van de wateropgave en oplossingen worden gegeven. Hiermee kunnen de kansen voor het verkleinen van problemen door klimaatveranderingen inzichtelijk worden. In de volgende paragraaf wordt de relatie tussen de typologieën en het stedelijk microklimaat nader beschreven.

De verhoudingen van het stedelijk oppervlak zoals weergegeven in Tabel 2.1 zijn gebaseerd op een analyse van de TOP 10 kaarten in GIS (Middel 2002). Hierbij is de uitsnede van de wijk die wordt gemaakt mede bepalend voor de hoeveelheid groen en verharding. De uitsnede omvat alleen wijk-specifiek groen, dus wanneer er een stadspark langs ligt is dit geen onderdeel van de typologie. Echter, wanneer er bijvoorbeeld een singel de

wijkgrens vormt wordt deze tot in de as meegenomen. Ook ontsluitingswegen die op de wijkgrens liggen worden meegenomen tot de as van de weg. In de analyse zijn niet alle wijktypologieën meegenomen.

Tabel 2.1 toont de onderscheidende kenmerken die het meest interessant zijn in relatie tot klimaatadaptatie.

Van deze typologieën zijn in het voorbeeldenboek drie typologieën uitgewerkt:

- Vooroorlogs bouwblok;
- Naoorlogse tuinstad hoogbouw, en
- Bloemkoolwijk - woonerf.

In de paragrafen 2.3 tot en met 2.5 volgt een beschrijving van deze drie typologieën.

Tabel 2.1. Samenvatting van de typologieën met drie onderscheidende kenmerken en stedelijke oppervlak verdeling.

Stedelijke typologie		Microklimaat categorie			Stedelijk oppervlak
	Periode	Hoogte	Bebouwingsvorm	Groen	
Historische binnenstad & Vooroorlogs bouwblok	voor 1910 1890-1930	Midden hoog	Gesloten bouwblok	Weinig groen (0-10%)	
Tuindorp	'10-'30	Laag	Gesloten bouwblok	Gematigd groen (10-30%)	

Tabel 2.1b. Samenvatting van de typologieën met drie onderscheidende kenmerken en stedelijke oppervlak verdeling (vervolg).

Stedelijke typologie		Microklimaat categorie			Stedelijk oppervlak
Volkswijk	'30-'40	Laag	Gesloten bouwblok	Weinig tot gematigd groen (5-30%)	
Naoorlogse tuinstad laagbouw	'45-'55	Laag	Open bouwblok	Veel groen (30-50%)	
Naoorlogse tuinstad hoogbouw	'50-'60	Midden hoog/ hoog	Open bouwblok	Gematigd groen (10-30%)	
Bloemkoolwijk - Woonerf	'75-'80	Laag	Strokenbouw / Open bouwblok	Gematigd tot veel groen (10-50%)	
Hoogbouw stadscentra	'60-heden	Hoog	Verspreide bebouwing	Weinig groen (0-10%)	
Sub-urbane uitbreiding - Vinex	'90-'05	Laag	Strokenbouw / Gesloten bouwblok	Gematigd groen (10-30%)	

2.2 Typologie en microklimaat

De traditionele bouwwijze van de Nederlandse stad is over het algemeen gericht op het bieden van een prettig en comfortabel verblijf binnen de gebouwen. Met strenge winters en milde zomers was de uitdaging vooral zoveel mogelijk te beschermen tegen kou, wind en regen. In de moderne bouwwijze zijn we ondertussen zover dat we dit comfort kunnen bereiken met energie-neutrale gebouwen. Deze perfectionering in het warmte vasthouden zullen we moeten aanpassen aan het warmere toekomstige klimaat met verschuiving van de focus naar het voorkomen van opwarming van gebouwen. En bovendien, het leefbaar houden en maken van de buitenruimte verdient meer aandacht omdat deze vaker als verblijfsruimte gebruikt kan worden.

We kunnen de typologieën zoals hierboven besproken aanhouden om tot een selectie van maatregelen te komen. De maatregelen die effect hebben op het microklimaat zullen een of meerdere van de volgende variabelen beïnvloeden: luchttemperatuur, straling (korte en lange golf), luchtstroming, luchtvochtigheid, reflectie, absorptie, convectie, transmissie, evaporatie en evapotranspiratie (door vegetatie). De parameters die deze variabelen op hun beurt sturen zijn bijvoorbeeld verharde oppervlakken, type materiaal, kleur, percentage en type groen en water, hoogte/breedte verhouding van straten en binnen de bouwblokken, openheid, oriëntatie op de zon en wind en de bebouwingsvorm. Hiervan zijn de meest bepalende parameters voor het microklimaat waarin Nederlandse wijken zich van elkaar onderscheiden de bebouwingshoogte, de bebouwingsvorm en de verhouding verhard- versus natuurlijk oppervlak. Voor elk van deze drie

parameters hebben we vier categorieën bepaald, zie Tabel 2.2 met de classificaties.

Tabel 2.2. Classificaties van stedelijke types¹ in relatie tot het microklimaat.

Bebouwingshoogte	Bebouwingsvorm	Verhouding verhard/natuurlijk ²
Laag (t/m 3 lagen)	Strokenbouw	Weinig groen (0-10%)
Midden hoog (4-6 lagen)	Open bouwblok	Gematigd groen (10-30%)
Hoog (7-10 lagen)	Gesloten bouwblok	Veel groen (30-50%)
High-rise (9 en meer lagen)	Verspreide bebouwing/grid	Zeer veel groen (50-100%)

Let op, in de verhouding verhard- natuurlijk oppervlak is het geveloppervlak meegenomen in het totale stedelijke oppervlak. Gevels beïnvloeden immers in belangrijke mate het stedelijk klimaat. Bovendien draagt een groene gevel bij aan de hoeveelheid natuurlijk oppervlak en dat is terug te zien in de verhouding tot verharding. Het percentage groen bestaat uit openbaar groen plus een percentage van privétuinen (gebaseerd op Google Earth). Bomen zijn niet meegenomen in het percentage groen omdat de aanwezigheid van straatbomen sterk varieert per straat en minder per typologie. Daarbij hebben bomen in bestrating of in gras een andere werking. Uiteraard spelen bomen een zeer grote rol in beide, water en hitte bestendigheid, en zullen daarom net als de H/B verhouding apart worden beschouwd.

¹ Gebaseerd op (Berghauser Pont en Haupt 2009).

² Natuurlijk: oppervlak met een natuurlijke begroeiing.

De wijken die in het voorbeeldenboek worden uitgewerkt zijn gecategoriseerd op basis van de methode zoals hierboven beschreven. Er volgen in de toekomst meer voorbeeldwijken die we op dezelfde manier zullen onderverdelen in typologieën.

2.3 Vooroorlogs bouwblok

2.3.1 Beschrijving

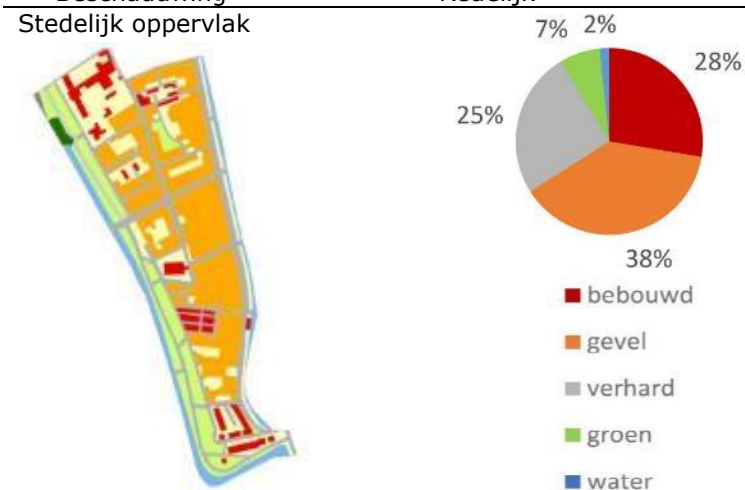
De traditionele bouwblokken van de Nederlandse steden kennen een relatief hoge dichtheid en veel verharding. Daar staat tegenover dat de ruimten binnen het bouwblok vaak erg groen zijn met regelmatig grote volwassen bomen. Het groen in deze bouwblokken staat erg onder druk vanwege de concurrentie met tegel terras, uitbouw en parkeerplaatsen. Naast het groen binnen bouwblokken bevatten historische binnensteden ofwel monumentale singels en grachten, ofwel monumentale lanen en parken met grote bomen. Tabel 2.3 geeft de fysieke eigenschappen van deze typologie.



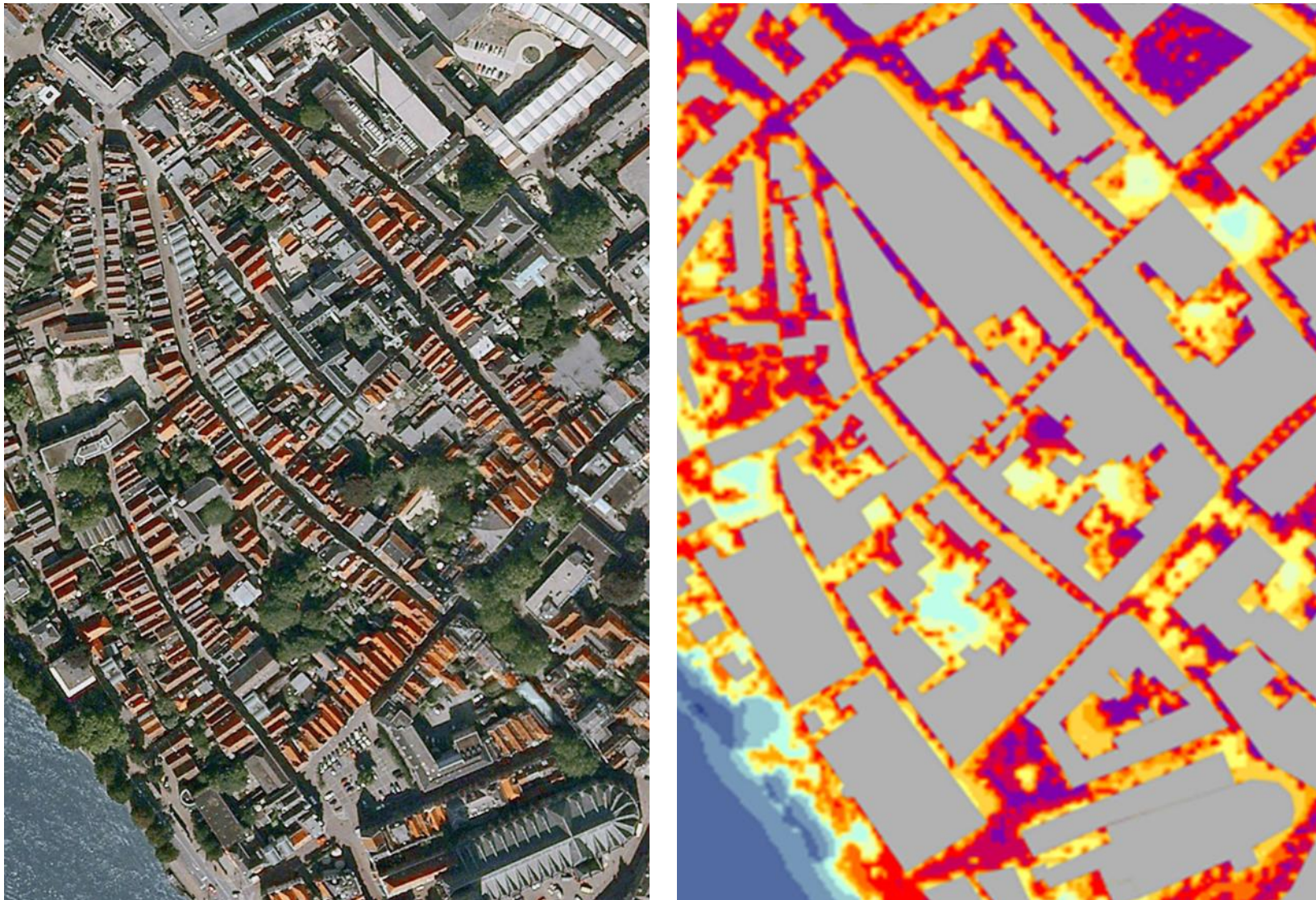
Figuur 2.2. Vooroorlogs bouwblok (bron: Peter de Bois).

Tabel 2.3. Vooroorlogs bouwblok: fysieke eigenschappen.

Bebouwingsvorm	Gesloten bouwblok
Gemiddelde bebouwingshoogte	12 meter
Straat	
Hoogte/Breedte verhouding	2,4
Ventilatie	Weinig
Beschaduwing	Redelijk
Aanwezigheid straatbomen	Weinig
Binnen gebied	
Hoogte/Breedte verhouding	0,4 - 3
Ventilatie	Goed tot weinig
Beschaduwing	Redelijk



De structuur en organisatie van historische binnensteden zorgt voor veel warmteopslag in steenachtige materialen en er is weinig verkoeling door groen en weinig ventilatie. Dit leidt tot hoge temperaturen in straten en op pleinen. In Figuur 2.3 is dat goed te zien aan de rode en paarse plekken. Binnen de stedelijke bouwblokken staan regelmatig grote bomen en is vaak groen aanwezig. Dat zie je goed terug op de kaart als lichtblauwe plekken.



Figuur 2.3. Vooroorlogs bouwblok: luchtfoto en hittestresskaart, Deventer (bron: Tauw).

2.3.2 Klimaatadaptatie

In deze type wijken is de gevoeligheid voor waterschade erg afhankelijk van de aanwezigheid, locatie en omvang van oppervlaktewater in de vorm van grachten en singels. Er is veel verhard oppervlak wat betekent dat er ook veel afstromend regenwater is. Als er voldoende oppervlaktewater aanwezig is binnen een redelijke afstand van het afvoerend verhard oppervlak en dit afstromende water wordt goed geleid, dan treden er weinig problemen op bij extreme neerslag. Wanneer er echter geen grote waterelementen aanwezig zijn, dan kunnen er snel problemen optreden bij hevige neerslag.

Historische binnensteden zijn gevoelig voor wateroverlast om de volgende redenen:

- De huizen zijn regelmatig voorzien van souterrains waar aanzienlijke schade kan ontstaan wanneer water binnenstroomt.
- De oudere stadsdelen zijn organisch gegroeid met vaak hoogteverschillen tussen straten en panden.
- Winkelstraten zijn geregeld zoveel mogelijk zonder randen en maaiveldhoogteverschillen aangelegd, de winkelpanden zelf hebben vaak geen drempels en er is nauwelijks hoogteverschil tussen straat en vloerpeil van de begane grond.

Vanwege de grote hoeveelheid verharding in verhouding tot groen en water zijn binnensteden gevoelig voor hittestress. Door variatie in hoogte/breedte-verhoudingen en oriëntatie kunnen straten meer of minder opwarmen of warmte vasthouden. Door de grote druk op de openbare ruimte in stadscentra, zijn maatregelen die een beslag leggen op de openbare ruimte in deze wijken niet gemakkelijk te realiseren. Het is wenselijk te zoeken naar oplossingen die gebruik maken van oppervlak dat niet volledig wordt benut

of een dubbele functie kan vervullen. Het is logisch te beginnen bij het combineren van maatregelen die bijdragen aan waterberging én het beperken van hittestress. Een voorbeeld hiervan is het groendak dat is aangelegd op een historisch pand aan de Keizersgracht in Amsterdam (zie Figuur 2.4). De substraatlaag van 8 cm dikte houdt 40 mm, oftewel 40 liter water per m² vast. Vervolgens zorgt de vegetatie op het dak voor verkoeling door verdamping. Of een postzegelpark dat een koele plek creëert waar ook water wordt geïnfiltreerd.



Figuur 2.4. Groendak aan de Keizersgracht in Amsterdam (bron: Rainproof.nl).

Bomen en planten vervullen in feite altijd meerdere functies en bieden daardoor meerdere voordelen, zoals het positieve effect op luchtkwaliteit, gezondheid en welbevinden, leefgebied voor flora en fauna, hogere vastgoedwaarden, etc.

Groen kan veelal gecombineerd worden met voorzieningen in de openbare ruimte, zoals bijvoorbeeldabri's, fietsenrekken, zitplekken of verlichting.

2.4 Naoorlogse tuinstad hoogbouw

2.4.1 Beschrijving

Net als de naoorlogse tuinstad laagbouw is de **naoorlogse tuinstad hoogbouw**-variant voorzien van een ruime groenstructuur. Door gestapeld te bouwen trachtte men een hoge dichtheid te bereiken met behoud van 'licht, lucht en ruimte' binnen de woningen en de straten. De wijken hebben vaak een eenzijdig woningaanbod met relatief kleine (goedkopere) woningen. Om de aantrekkelijkheid van dergelijke wijken op te waarderen, zullen woningen en buitenruimte moeten transformeren. Meer variatie in woningaanbod, met wat ruimere, luxe en energiezuinige woningen zal de wijken aantrekkelijker maken. De buitenruimte kent een vrije indeling ten opzichte van de gebouwen omdat de entrees van de hoogbouw zijn gecentreerd en de begane grond plaats biedt aan bergingen voor bewoners. Als gevolg hiervan is er minder zicht op straat vanuit woningen en dus weinig sociale controle.

Groen is een wezenlijk onderdeel van de structuur van de wijken. Tussen bouwblokken bevindt zich afwisselend een groengebied of een parkeerplaats, soms ook een combinatie van die twee. Alhoewel er veel groen aanwezig is, mist deze in verschillende opzichten effectiviteit. Omdat het meeste groen 'kijkgroen' is dat bestaat uit een grasveld zonder extra functie, wordt het groen niet optimaal beleefd, gebruikt of ingezet voor water- en hittebestendigheid. Het water in de naoorlogse tuinsteden heeft geen specifieke rol in de bouwblokken. Wel is er in veel wijken een waterstructuur om de wijk aangelegd of is de wijk gelegen aan een regionaal water. De ruime opzet en het vele groen biedt de mogelijkheid meer water binnen de wijk te houden.

Door de hoge gebouwen en open groene ruimten daartussen, is er veel ventilatie. De wind wordt door een hoog gebouw namelijk naar beneden afgebogen. Dit kan met harde wind ook leiden tot oncomfortabele en zelfs gevaarlijke situaties, vooral op de hoeken van gebouwen. In Tabel 2.4 staan de fysieke eigenschappen van deze typologie.

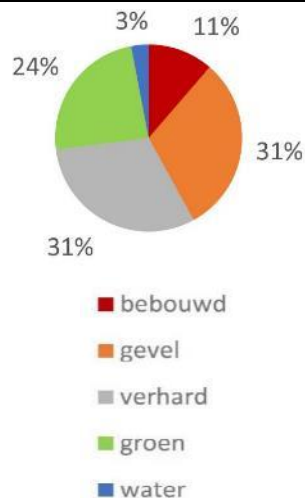


Figuur 2.5. Naoorlogse tuinstad hoogbouw.

Tabel 2.4. Naoorlogse tuinstad hoogbouw: fysieke eigenschappen.

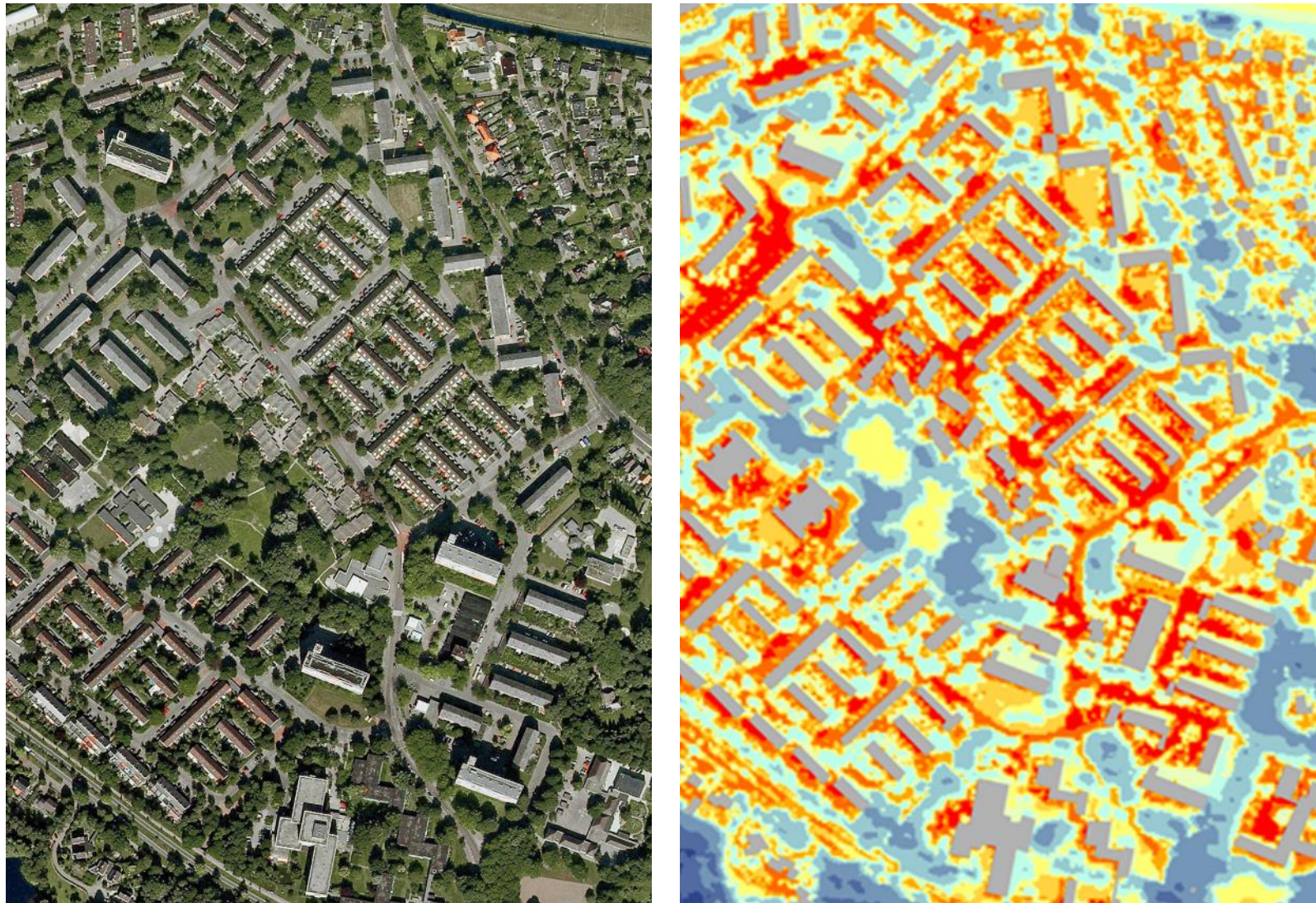
Bebouwingsvorm	Open bouwblok
Gemiddelde bebouwingshoogte	30 meter
Straat	
Hoogte/Breedte verhouding	0,3
Ventilatie	Zeer goed
Beschaduwing	Beperkt
Aanwezigheid straatbomen	gemiddeld
Binnen gebied	
Hoogte/Breedte verhouding	0,4
Ventilatie	Goed
Beschaduwing	Beperkt

Stedelijk oppervlak



hoog kan oplopen. De temperaturen zijn evenwel minder hoog dan bij het vooroorlogs bouwblok.

Deze over het algemeen groene wijken hebben minder risico op overlast en schade bij extreme hitte en neerslag omdat er veel groen is en warmte goed weg kan door ventilatie en uitstraling. Op de hittekaart in Figuur 2.6 is te zien dat er ondanks het groen er grote aaneengesloten verharde oppervlakken zijn waar de temperatuur plaatselijk



Figuur 2.6. Naoorlogse tuinstad hoogbouw: luchtfoto en hittestresskaart, Borgele, Deventer (bron: Tauw).

2.4.2 Klimaatadaptatie

Extreme buien kunnen in deze wijken voor flink veel water op straat zorgen omdat het aanwezige groen niet is ingericht om bij te dragen aan afwatering, berging en infiltratie. De schade aan woningen zal over het algemeen meevallen omdat deze boven het maaiveld zijn gesitueerd. In sommige gevallen zijn de bergingen half verdiept aangelegd en kunnen dan onderlopen bij hevige neerslag. Niet alleen de schadegevoeligheid van de wijk zelf, maar ook de afwenteling van water op andere gebieden die wellicht kwetsbaar(der) zijn, is van belang. Het groen in deze wijk kan eenvoudig worden ingezet als onderdeel van het watersysteem: groen met waterinfiltratie- en bufferzones. Hierin kunnen water- en hittebestendigheid samenkomen.

Bijvoorbeeld een combinatie van waterspeelplaats en wadi of een fruitboomgaard met bankjes die mag onderlopen. Figuur 2.7 toont een voorbeeld van een dergelijke combinatie.

Het huidige groen is vaak vanwege onderhoudskosten eentonig met voornamelijk gras. Met bepaalde vaste planten (Hop 2011) of bloemenmengsels zijn beheerkosten terug te brengen en wordt het beeld divers en gevarieerd per seizoen. Dit geldt ook voor de beplanting van wadi's. Hiervoor zijn specifieke plantenmengsels beschikbaar die de werking van een wadi kunnen ondersteunen (Blänsdorf 2015). Daarbij geven vaste planten meer verkoeling en meer plek en voedsel voor bijen, vlinders en vogels. Door een juiste keuze van de vegetatie in een wadi kan een positieve bijdrage worden geleverd aan de beleving, het vastleggen van verontreinigingen en het langdurig functioneren (Boogaard, Jeurink en Gels 2003).



Figuur 2.7. Combinatie van wadi en speelplaats (bron: Ronald Wentink).

De gevoeligheid voor hittestress in deze wijken is niet direct urgent, vanwege de goede ventilatie door de opbouw van de wijk en het aanwezige groen. Echter, op de grote parkeerplaatsen en ook op de grasvelden met weinig bomen kan de temperatuur flink oplopen. Zeker op windstille dagen zijn er in deze wijken onvoldoende plekken die voor verkoeling zorgen.

Een belangrijke oorzaak van hittestress in deze wijken zijn woningen waar zonwering ontbreekt en waar het gedurende een hittegolf enorm heet wordt binnen. Een belangrijke stap naar hittebestendigheid ligt hier in de aanpassing van woningen. Met buitenzonwering wordt de meeste warmte tegengehouden. Koele daken door reflecterende

dakbedekking, groendak, zonnepanelen of polderdak betekenen voor de bovenste verdieping een groot verschil. Gevelbegroeiing op de Oost, Zuid en West gevels dragen bij aan het binnen én buitenklimaat (zie Figuur 2.8). Van een groenblauwe inrichting profiteren in het bijzonder de eerste vier woonlagen.



Figuur 2.8. Groene herinrichting binnen gebied Schiebroek-Zuid (bron: except.nl).

De grote groengebieden in deze wijken kunnen toenemen in waarde wanneer deze meer functies gaan faciliteren. Daarbij dragen sociale functies in het groen bij aan hittebestendigheid. Richt het groen in als buitenverblijfplaats met schaduwrijke en zonnige plekken. Andere functies van de grote groengebieden tussen de bouwblokken kunnen dienen voor de hele wijk: een waterzuiveringspark met rietplanten, een kinderboerderij, stadslandbouw met wijkrestaurant of een glooiend grasveld waar zomers picknicktafels en barbecues staan en welke

(deels) kan onderlopen bij hevige neerslag. De groengebieden kunnen beter op elkaar aansluiten wanneer er activiteitenroutes worden aangelegd: bijvoorbeeld een fiets- en skateroute die aansluit op een route buiten de wijk of wandelpaden voor de dagelijkse 30 minuten bewegen.

2.5 Bloemkoolwijk – woonerf

2.5.1 Beschrijving

De bloemkoolwijk heeft een karakteristieke organisatiestructuur. In een aaneenschakeling van woonerven, verbonden door een kronkelige weg, wordt ieder woonerf omsloten door woningen. Deze structuur geeft van bovenaf gezien de vorm van een bloemkool waarbij de woonerven de bloemkoolroosjes voorstellen. Het is een veelvoorkomende wijktypologie, in 2008 woonde één op de zes inwoners van Nederland in een 'woonerfwijk' (Wagenaar, et al. 2008). Deze wijken zijn gebouwd met de visie om de sociale cohesie op buurtniveau terug te brengen. Een belangrijk obstakel hierin is de monofunctionaliteit van de wijken. De sociale activiteiten als arbeid, gebruik van voorzieningen en winkelen vinden immers buiten de buurt plaats (Steinvoort 2011).

De bloemkoolwijk bevindt zich meestal in de periferie van steden, op redelijke fietsafstand van de binnenstad. Vaak ligt er een grote verkeersader tussen de wijk en de stad. Dat vormt een barrière, maar zorgt ook voor een relatief goede ontsluiting op uitvalswegen wat aantrekkelijk is wanneer je werkplek buiten de stad ligt. Door de gunstige ligging voor forensen is het autobezit in deze wijken hoog. Echter, bij de aanleg van de woonerven speelde de auto een ondergeschikte rol. En dat zie je terug in de parkeerdruk en de inrichting van de woonerven waarin de auto inmiddels een hoofdrol speelt.

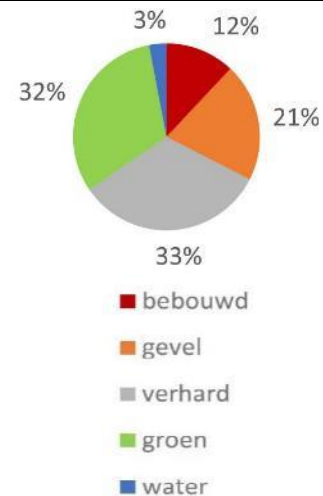
Een bijzondere kwaliteit van deze wijken ligt in de hoeveelheid groen die direct aan de woonerven grenst. Bij de opzet zijn groen en blauw bewust ingezet ten behoeve van de woonkwaliteit. Echter, de verbinding tussen de woonerven en het groen zijn zwak. En de woonerven zijn sterk verhard met weinig visuele verbinding naar omliggend groen. Wanneer de woonerven een groenere inrichting krijgen en de bestaande groenstructuur wordt verbeterd en doorzichten worden gecreëerd vanuit de erven kunnen de bloemkoolwijken een parkachtig woonmilieu krijgen. In Tabel 2.5 staan de fysieke eigenschappen van deze typologie.



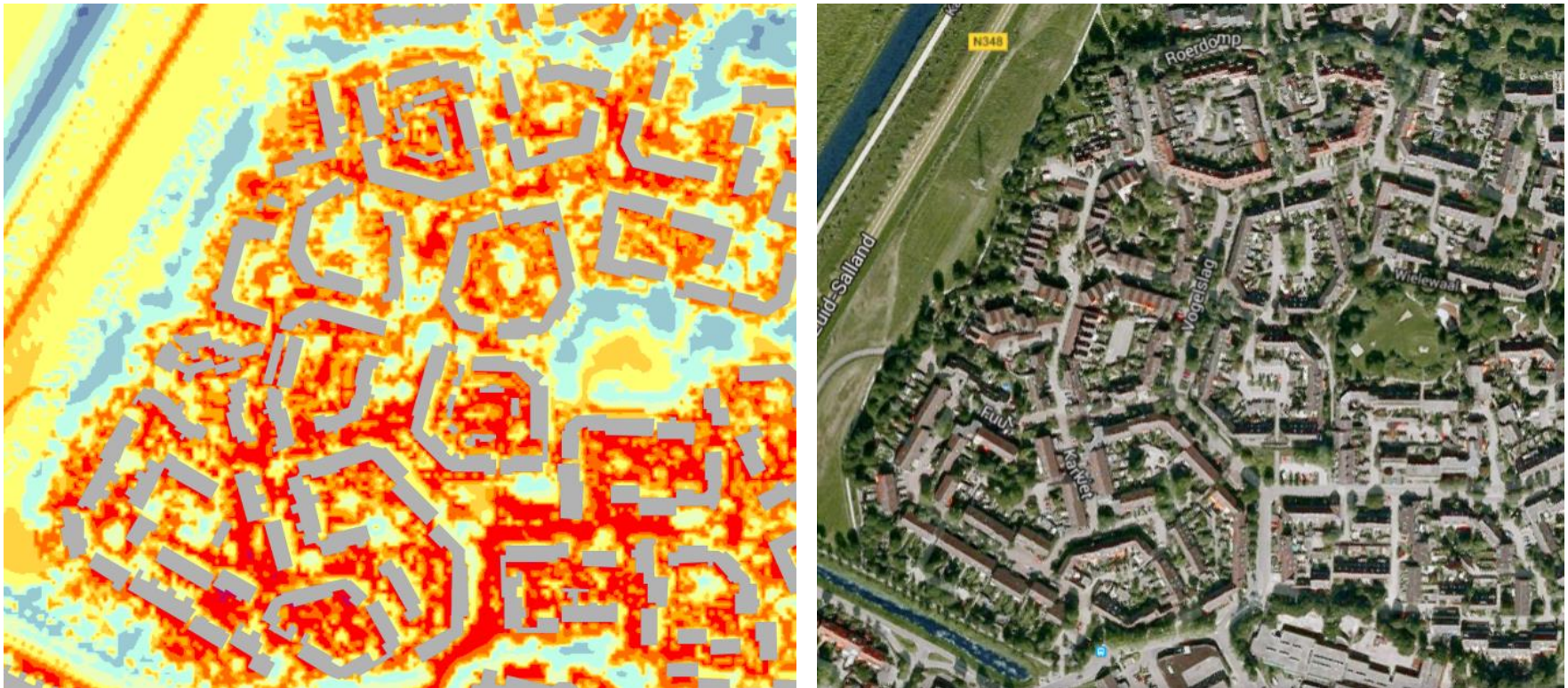
Figuur 2.9. Bloemkoolwijk – woonerf.

Tabel 2.5. Bloemkoolwijk: fysieke eigenschappen.

Bebouwingsvorm	Stroken/Open bouwblok
Gemiddelde bebouwingshoogte	10 meter
Straat	
Hoogte/Breedte verhouding	0,5-0,7
Ventilatie	Beperkt
Beschaduwing	Beperkt
Aanwezigheid straatbomen	Gemiddeld
Binnen gebied	
Hoogte/Breedte verhouding	0,3
Ventilatie	Goed
Beschaduwing	Beperkt
Stedelijk oppervlak	



Bloemkoolwijken variëren in opwarming tijdens hete dagen door verschillende inrichting van de binnengebieden en privé tuinen. De grote groengebieden die deze wijken kenmerkt zouden vooral goed bereikbaar en toegankelijk moeten zijn. Lokaal kan er met de inrichting veel bereikt worden op de hete locatie die op de hittekaart in Figuur 2.10 te zien zijn.



Figuur 2.10. Bloemkoolwijk: luchtfoto en hittestresskaart, Deventer (bron: Tauw).

2.5.2 Klimaatadaptatie

Bloemkoolwijken kunnen minder gevoelig voor extreme neerslag worden gemaakt door gebruik te maken van de waterbergingsmogelijkheden die hier aanwezig zijn. Deze mogelijkheden liggen vooral in het afvoeren van regenwater naar de aanwezige groen- en waterstructuur (zie Figuur 2.11). Berging in oppervlaktewater is mogelijk als er ruimte is om het waterpeil op te zetten en/of door te voeren naar ander water waar wel bergingsmogelijkheden zijn. In groenvoorzieningen is berging en infiltratie in de meeste gevallen mogelijk, al of niet ondersteund door een grondverbetering of drainage om het water vertraagd af te voeren naar oppervlaktewater.

Door de ligging aan de rand van de stad en aanwezigheid van voldoende groen en water zijn deze wijken in potentie goed bestand tegen hittestress. Het groen moet dan wel toegankelijker worden en meer (verblijfs-) functies voor bewoners krijgen. Evengoed treden er binnen de straten en woonerven problemen op met hitte vanwege veel verharding en weinig groen. Omdat het groen vaak erg versnipperd is geeft dit problemen bij beheer en dreigt daardoor te worden wegbezuinigd. Een duidelijke visie op groen (met bijvoorbeeld koppeling aan functies als waterberging of infiltratie) kan de verbinding met de grotere groenstructuur verbeteren en bovendien een koele plek dichtbij huis waarborgen. Dit is met name van belang voor de groeiende groep ouderen in deze wijken. Daarbij kan groen op strategische plaatsen bijdragen aan een comfortabel binnenklimaat.



Figuur 2.11. Groen met een waterbergings- en infiltratiefunctie (bron: Ronald Wentink).

3

Uitgangspunten ontwikkeling varianten

3.1 Afbakening

Om te komen tot een voorbeeldenboek met voor gemeenten herkenbare, realistische en uitvoerbare voorbeelden van klimaatbestendige (her)inrichting van straten, zijn keuzes gemaakt en aannames gedaan. De navolgende paragrafen geven uitleg over de keuzes en aannames.

3.1.1 Klimaatverandering: extreme neerslag en hittestress

Een “klimaatbestendige inrichting” is een breed begrip. Nederland wil anticiperen op veranderingen van het klimaat, de veranderingen en de mogelijke gevolgen daarvan zijn divers: temperatuur, neerslag, droogte, luchtkwaliteit, intensiteit van de Uv-straling, etc.

De focus van de voorbeelden in het voorbeeldenboek is gericht op de gevolgen van extreme neerslag en hittestress. Daarbij gaat het om het voorkomen van schade door water in woningen en bedrijven en om het verminderen van de hittestress door het creëren van schaduw, het beperken van de opwarming van materialen en het bevorderen van de natuurlijke verdamping.

Meer neerslag in een korte periode leidt tot wateroverlast en mogelijke gezondheidsrisico's doordat rioolwater op straat komt te staan. Het kan leiden tot waterschade doordat water woningen en bedrijven binnenstroomt, schades door tijdelijke onbereikbaarheid van bedrijven, maar ook tot slachtoffers door gevaarlijke verkeerssituaties, of omdat hulpdiensten langere aanrijtijden hebben. Een toename van het aantal tropische

dagen met hoge temperaturen heeft onder andere consequenties voor het welzijn van mensen, voor de kwaliteit van nachtrust, voor de arbeidsproductiviteit en voor de behoefte aan extra koeling (airconditioning).

3.1.2 Schaalniveau: woonstraat

De praktijkvoorbeelden in het voorbeeldenboek hebben de grootte van een woonstraat of een gedeelte daarvan. Dit heeft de volgende redenen: De woonstraat is één van de meest voorkomende elementen in een stedelijk gebied. Daarbij is een woonstraat veelal ook goed in een specifiek wijktypologie onder te verdelen. Tot slot heeft de straat vaak ook het schaalniveau waarop andere werkzaamheden in de stad, zoals wegreconstructie en rioolvervanging, plaatsvinden.

3.1.3 Situatie: bestaande bouw

Het voorbeeldenboek richt zich op bestaande situaties waarbij vernieuwing, renovatie of groot onderhoud plaatsvindt. Hier ligt voor veel gemeenten momenteel en in de nabije toekomst de grootste opgave.

In een nieuwbouwsituatie is het relatief eenvoudig om het gebied direct klimaatbestendig in te richten, bij bestaande bouw zijn er vaak veel meer obstakels. Bijvoorbeeld wordt bij herinrichting van bestaande bouw vaak niet alles vernieuwd maar blijven bijvoorbeeld gebouwen staan of blijft de riolering liggen. De herinrichting moet aansluiten op de bestaande situatie wat betekent dat er minder vrijheid is voor nieuwe ruimtelijke inrichting. Het voorbeeldenboek laat zien dat het toch goed mogelijk is om klimaatbestendige inrichting in de praktijk te brengen in een bestaande stad. De voorbeelden helpen de verschillende belanghebbenden in de stedelijke netwerken te overtuigen.

3.1.4 De straat behorende tot een type wijk

In het voorbeeldenboek zijn straten gekozen van verschillende wijktypologieën die veelvuldig en verspreid over Nederland voorkomen. Voor veel gemeenten zijn de voorbeelden daarom herkenbaar en bruikbaar.

Op de schaal van een woonstraat zijn enkele karakteristieke eigenschappen van de straat bepalend voor de mogelijkheden van klimaatbestendige inrichting. Straten kunnen onderverdeeld worden in typologieën met gelijke karakteristieke eigenschappen (zie hoofdstuk 2). Bij elke typologie is een bepaalde verhouding tussen bebouwing, private terreinen, openbare verhardingen, groen en water. Deze verhouding bepaalt voor een deel hoe groot de problemen van bijvoorbeeld extreme neerslag of hittestress zijn, maar ook of in dat gebied de oplossingen hiervoor gevonden kunnen worden.

3.1.5 De straat kent lokale kenmerken

Naast de algemene overeenkomsten die straten van eenzelfde typologie hebben, kunnen er ook lokale verschillen zijn waardoor klimaatadaptatie niet op eenzelfde manier ingevuld kan worden. Het gaat hier om het maaiveldverloop, de bodemopbouw en de grondwaterstanden, geologische omstandigheden die per locatie sterk kunnen verschillen. Dat kan maken dat sommige gepresenteerde oplossingen niet direct overal toepasbaar, een iets andere werking hebben of andere kosten met zich meebrengen. Ook kunnen deze verschillen er toe leiden dat er juist andere oplossingen mogelijk zijn dan gepresenteerd. Om welke geologische verschillen gaat het:

- **Maaiveldverloop:**
Bij de drie praktijkvoorbeelden in het voorbeeldenboek is sprake van vlak terrein. In grote delen van Nederland is echter sprake van behoorlijk hellend terrein. In een volgend voorbeeldenboek zullen ook voorbeelden voor meer hellende gebieden worden opgenomen. In meer hellende gebieden zal het bergen van water lastiger zijn en moet er voor worden gewaakt dat te grote waterstromen ontstaan.
- **Bodemopbouw:**
In de praktijkvoorbeelden is uitgegaan van een gemiddeld goede doorlatendheid en stabiliteit van de bodem. De Nederlandse bodem kent een diverse opbouw, van zeer doorlatend tot zeer ondoorlatend. Bij slecht en ondoorlatende bodems zal het moeilijker zijn om regenwater te infiltreren en valt de keuze eerder op het bergen en vertraagd afvoeren. Daarnaast zullen de kosten van de aanleg van riolering hoger zijn als er sprake is van onderheide riolering bij een niet draagkrachtige grondslag.
- **Grondwaterstanden:**
In de praktijkvoorbeelden is uitgegaan van gemiddelde grondwaterstanden. Bij hoge grondwaterstanden zal de keuze minder snel vallen op bijvoorbeeld een infiltratieriool of infiltratieput, maar eerder op hoog gelegen voorzieningen zoals een wadi of waterpasserende verharding. Bij de aanleg van riolering zal bij hogere grondwaterstanden eerder bemaling nodig zijn, wat kostenverhogend werkt.

3.1.6 Voorwaarde voor uitvoering: meekoppelen

Ruimtelijke aanpassing, herinrichting, renovatie en vernieuwing in de bestaande stad is vaak een grote opgave waarbij veel partijen met veel verschillende belangen

betrokken zijn. Het implementeren van klimaatbestendige maatregelen in de bestaande stad is zo'n uitdaging.

Ingrepen in de openbare ruimte zijn vaak kostbaar doordat diverse aanvullende maatregelen nodig zijn om de ingreep mogelijk te maken. Daarbij heeft de ingreep vaak (tijdelijke) overlast en economische schade tot gevolg door belemmering van het functioneren van de openbare ruimte. Het autonoom uitvoeren van maatregelen in de openbare ruimte is onverstandig en ook zelden mogelijk. Om kosten en overlast te beperken moet een gemeente altijd proberen om de diverse ruimtelijke maatregelen die op een locatie uitgevoerd worden, te clusteren. De planning van de belangrijkste en meest urgente ingreep is daarbij meestal leidend, andere werkzaamheden passen hier hun planning op aan. Leidend zijn de sloop of nieuwbouw van woningen of gebouwen, een reconstructie van de rijweg of de vervanging van de riolering. Uitvoering van een van deze werkzaamheden is een kans om zaken tot uitvoering te brengen die anders niet gerealiseerd kunnen worden. Het aanhaken op activiteiten die gaan plaatsvinden en het samen optrekken noemen we meekoppelen.

Het opnieuw - en klimaatbestendig - inrichten van een bestaande straat is mogelijk wanneer de straat op de schop gaat als gevolg van rioolrenovatie, reconstructie van de weg of bouwwerkzaamheden. Het is voor de hand liggend dat een klimaatbestendige inrichting is gekoppeld aan rioleringswerkzaamheden, maar dit is niet altijd noodzakelijk.

De focus van dit onderzoek is gericht op de openbare ruimte van de stad. Hier is over het algemeen één regisseur en dat is de gemeente. Het zou relatief eenvoudig moeten zijn om intern zaken op elkaar af te stemmen en procedures te doorlopen om zodoende kansen voor meekoppelen te benutten. Echter is goede interne afstemming en



samenwerking binnen gemeenten en tussen gemeentelijke diensten onderling niet altijd vanzelfsprekend, laat staan eenvoudig. Daarnaast heeft de gemeente bij ruimtelijke projecten te maken met diverse partijen buiten de eigen organisatie.

Zo zijn er in de openbare ruimte nutsbedrijven actief. Hiermee is afstemming nodig en zelden eenvoudig. Deze partijen kunnen er soms een eigen agenda op na houden zodat de straat open gaat terwijl de gemeente er net is geweest of er binnenkort aan de slag moet.

Ook het waterschap is - in meer of mindere mate - betrokken bij ruimtelijke inrichting van de stad. Dit vanuit het belang van het (grond)watersysteem en de afvalwaterzuivering. Het waterschap beoordeelt ruimtelijke plannen van gemeenten of er voldoende rekening wordt gehouden met water. Deze 'watertoets' zou de verbindende schakel moeten vormen tussen waterbeheer en ruimtelijke ordening. Het waterschap richt ook watersystemen in en beheert deze, ook in stedelijk gebied. De keuze van inrichting van een woonstraat en het rioolstelsel bepaalt in sterke mate hoe er met (regen)water omgegaan wordt. Daarom is betrokkenheid van het waterschap van belang.

Het is belangrijk om te beseffen dat een groot deel van het stedelijk gebied niet in handen is van de gemeente, maar van particulieren, bedrijven of instellingen. Zoals blijkt uit hoofdstuk 2 is dit circa 30 tot 60% van het verharde oppervlak. Daarbij zitten 'kleine' partijen, zoals particulieren die een koopwoning hebben, maar ook 'grote' partijen zoals woningcorporaties en grote bedrijven. Deze partijen kunnen een groot aandeel hebben in het klimaatbestendig maken van de straat, de wijk en uiteindelijk de stad. Want maatregelen op particulier terrein kunnen veel effectiever zijn dan in de openbare ruimte. Zeker als daarmee ook een particulier belang gediend

wordt. Een voorbeeld is het toepassen van groene daken. Deze kunnen zorgen voor het vasthouden en vertraagd afvoeren van regenwater, maar ook voor isolatie van de onderliggende ruimte. Er wordt op verwarmings- en koelingskosten bespaard en het heeft lokaal positief effect op het leefmilieu.

Het voorbeeldenboek gaat niet in op de diverse partijen die betrokken zijn bij (her)inrichting van openbare en private ruimte, noch het proces dat onder regie van een gemeente doorlopen wordt. Wel wordt het grote belang hiervan ingezien. De technische benadering van klimaatbestendig inrichten is één aspect, maar wel een essentiële. Het voorbeeldenboek belicht mogelijke inrichtingskeuzes en (financiële) consequenties daarvan. Deze kennis helpt gemeenten om intern en met betrokken partijen het gesprek aan te gaan en inrichtingsmogelijkheden goed af te wegen, waarbij klimaatbestendigheid wordt meegenomen in de afweging.

3.2 Technische uitgangspunten

3.2.1 Extreme neerslag

Al meer dan een eeuw verzamelt het KNMI neerslaggegevens. Op basis van deze data hebben we een beeld van hoe vaak extreme buien statistisch gezien voorkomen (frequentie) en hoeveel water er bij zo'n bui naar beneden komt (hoeveelheid neerslag bij een buiduur). Met het veranderen van het klimaat zijn deze inzichten niet meer actueel: het regent steeds harder en het regent steeds vaker hard. Maar hoe vaak het hard regent en hoe intensief de buien dan zijn, dat is niet precies te voorspellen. Het hangt af van de stijging van de temperatuur en of dit nu 2 of 4°C is geeft een groot verschil in neerslag. Rekening houdend met de verschillende klimaatscenario's wordt één keer in de 10 jaar (herhalingstijd), tussen 30 en 50 mm per uur verwacht. Bij



een nog zeldzamere extreme bui, welke theoretisch één keer in de 100 jaar valt, wordt maximaal tussen de 50 en 90 mm in een uur verwacht. Meer informatie hierover is ook te vinden in een eerder door de Hogeschool van Amsterdam verricht onderzoek (Kluck, Hogezaad, et al. 2013).

Waar moet een gemeente rekening mee houden? Wanneer is een gemeente klimaatbestendig? En wat is klimaatbestendig genoeg? Omdat er onzekerheid is over de ontwikkeling van extreme buien (frequentie en hoeveelheid neerslag), kan alleen een grove inschatting gemaakt worden van de intensiteit van een toekomstige extreme bui, zoals bovengenoemde ranges aangeven.

Een groeiend aantal gemeenten gebruikt bij controle en toetsing van de lokale situatie bij extreme neerslag een neerslaghoeveelheid van 60 mm die in een uur valt. Deze 60 mm in een uur valt binnen de verwachte range voor de maximale uurneerslag eens per 100 jaar, zoals die is aangegeven in de publicatie Anticiperen op extreme neerslag (Kluck, Hogezaad, et al. 2013): 50 tot 70 mm in een uur bij 2°C temperatuurstijging.

Volgens de oude statistiek werd eens per 100 jaar een bui van 43 mm in een uur verwacht. De gemeten extremen in het laatste 10 jaar onderstrepen de logica om van de oude statistiek af te stappen en uit te gaan van meer extreme neerslag. Stichting Rioned (Luijtelaar 2015) stelt voor om de bui van Herwijnen van 28 juni 2011 als toetsbui te gebruiken. Met 79 mm in een klokuur is dit met recht een extreme bui die past binnen de schatting voor een herhalingstijd van 100 jaar en een temperatuurstijging van 4°C.

In het voorbeeldenboek zijn wij uitgegaan van 60 mm in een uur omdat dit al een zeldzaam zware belasting is, rekening houdend met klimaatsverandering. Met het

beschouwen van een situatie bij deze bui wordt voldoende aandacht gegeven aan het functioneren in een extreme situatie.

De 60 mm in een uur ligt 40% hoger dan de 43 mm in een uur die volgens de oude statistiek eens per 100 jaar werd verwacht. Deze toename is groter dan de toename van de maximale dagneerslag die volgens het meest kritische klimaatscenario verwacht wordt circa 30%) (Buishand en Wijngaard 2007).

60 mm in een uur wordt steeds vaker gezien als een maat voor de extreme neerslag waar we op moeten anticiperen. Het zonder waterschade kunnen verwerken van 60 mm neerslag in een uur kan gezien worden als toekomstbestendig.

In het voorbeeldenboek ontwerpen we klimaatvarianten dus op een extreme bui van 60 mm. Vervolgens toetsen we de verschillende varianten op belastingen met verschillende herhalingstijden. Voor de eenduidigheid hebben we hiertoe de oude regenduurlijnen omgevormd tot nieuwe regenduurlijnen door de neerslaghoeveelheden bij de verschillende herhalingstijden met 40% te verhogen.

Dit is een arbitraire keuze die alleen onderbouwd wordt door de grote onzekerheid in klimaatontwikkeling en gevolgen daarvan op de extreme (kortdurende) neerslag en door het feit dat wij voor de vergelijking van varianten van straatinrichting een uniforme aanpak nodig hebben die de juiste richting aangeeft.

3.2.2 Variantedefinitie

De herhalingstijden van buien zijn onzeker. Daarom is bij het ontwerp van de verschillende inrichtingsvarianten nadruk gelegd op hoeveelheid neerslag in een uur en



minder op frequentie van voorkomen. Bij de inschatting van waterschades die kunnen ontstaan over een lange periode, is echter wel gerekend met theoretische frequenties (op basis van een aangepaste regenduurlijn. Zie paragraaf 3.2.1).

Bij ieder praktijkvoorbeeld zijn vier inrichtingsvarianten opgesteld, variant 0 tot en met 3. Tabel 3.1 toont de ontwerputgangspunten van elke inrichtingsvariant.

Tabel 3.1. Ontwerputgangspunten inrichtingsvarianten.

Variant	Omgaan met regenwater	Neerslag [mm]	Bergen in het gebied [mm]	Afvoeren uit het gebied [mm]
0	Afvoer via riolering	40	20	20
1	Combinatie berging en afvoer	60	40	20
2	Berging en verwerking	60	60	0
3	Berging en verwerking	60	60	0

Het onderscheid tussen de verschillende varianten zit in de verhouding bergen - afvoeren en de hoeveelheid water die in het profiel kan worden geborgen.

Traditioneel zijn straatontwerpen (inclusief riolering) gericht op het afvoeren van regenwater via de riolering. Deze traditionele ontwerpvariant noemen we variant 0. Hier worden geen "klimaatmaatregelen" genomen en de openbare ruimte wordt traditioneel (her)ingericht. Bij de meer klimaatbestendige varianten wordt meer water lokaal vastgehouden en minder (of zelfs niet meer) afgevoerd.

- Variant 0: Traditionele herinrichting
In de nulvariant vindt een herinrichting van de huidige situatie plaats, waarbij vrijwel dezelfde inrichting wordt

teruggebracht, De afvoer van het huidige rioleringssysteem (20 mm in een uur) blijft daarbij gehandhaafd. De afvoer is daarmee gebaseerd op het verwerken van een bui T=1 tot 2 jaar, dus een bui die eenmaal per jaar tot twee jaar voorkomt. Voor meer extreme neerslag kan 20 mm geborgen worden op straat. Met deze aanvullende berging van 20 mm kan een bui T=10 (circa 40 mm) verwerkt worden zonder dat daarbij (ernstige) overlast of schade optreedt. Bij meer extreme neerslag kan water woningen binnenstromen.

- Variant 1: Bergings- en afvoervariant
Bij variant 1 wordt 20 mm neerslag via de riolering afgevoerd. Aanvullend wordt 40 mm berging in het gebied gerealiseerd. Pas bij meer dan 60 mm in een uur (eens per 100 jaar) kan water woningen binnenstromen. Er wordt in deze variant echter nog steeds water afgewenteld op de omgeving via de afvoer van de riolering.
- Varianten 2 en 3: Bergingsvarianten
In variant 2 en 3 wordt al het regenwater verwerkt op de plaats waar het valt of daar zeer dicht bij in de buurt. Dit betekent dat er geen regenwater meer via de riolering wordt afgevoerd. Het regenwaterriool (of het gemengde stelsel) is bij deze variant dan ook verdwenen. Daarvoor in de plaats wordt het water afgevoerd naar decentrale of centrale bergingsvoorzieningen. Tijdens pieksituaties zal ook water op straat staan. Deze varianten kunnen een bui van T=100 verwerken zonder daarbij een wateroverschot af te wentelen op de omgeving.

3.2.3 Toetsing falen bij extreme neerslag

De varianten hebben we zo ontworpen dat bij de aangegeven herhalingstijden geen water in woningen terecht komt. Het is daarnaast van belang te bepalen bij welke belasting wel water de woningen binnen kan stromen. De ontwerp- en toetsingsmethodiek is als volgt:

Bij extreem hevige neerslag kan het water dat op verhard oppervlak valt niet snel genoeg worden afgevoerd waardoor het op straat blijft staan. Het waterpeil zal bij voortdurende neerslag gaan stijgen en stroomt uiteindelijk woningen in de straat binnen. Op dat moment is er sprake van falen van het systeem met waterschade tot gevolg.

Met inzicht in de piekbelasting van buien met een theoretische frequentie, de totale afvoer en berging van het plangebied en de drempelhoogtes van woningen is een inschatting gemaakt van de kans op falen van het systeem. Tezamen met een benadering van schadebedragen bij water in de woning, is een inschatting gemaakt van de te verwachten schadekosten over langere periode. Dit is teruggerekend naar een gemiddeld jaarlijks schadebedrag (zie paragraaf 3.3.1 Een benadering van werkelijke kosten).

Voor de bepaling van waterstanden is de straat benaderd als een simpel bakje waarin water terechtkomt en wordt afgevoerd. Hierbij is voor de praktijkvoorbeelden met vlak maaiveld aangenomen dat er geen aan- en afvoer via het oppervlak plaatsvindt van en naar buiten de straat, of dat deze aan- en afvoer gelijk is en niet leidt tot verandering van de waterstand. Wanneer de regenwateraanvoer groter is dan de afvoer stijgt het waterpeil. Andersom, bij grotere afvoer dan aanvoer zakt het waterpeil weer. Voor verschillende herhalingstijden en buiduren (tot één uur) is met stapjes van 1 minuut bepaald wat de maximaal te

bergen hoeveelheid water is (=aanvoer – afvoer). Dit geeft per bui de maximale peilstijging van water dat op straat blijft staan.

Het moment van falen is het moment waarop de peilstijging van water op straat een kritiek waterpeil bereikt en water de woningen binnenstroomt. De kans op een kritiek waterpeil volgt uit analyse van de verwerking van de maximale uurneerslag bij verschillende herhalingstijden voor de regenduurlijnen (Buishand en Wijngaard 2007) waarbij de neerslagintensiteit is verhoogd met 40% als gevolg van klimaatverandering.

Bij een kritiek waterpeil blijkt een deel van de woningen in een straat waterschade te hebben en een deel niet. Dit komt omdat vloerpeilen en drempelhoogtes variëren, ook in de vrijwel vlakke gebieden zoals de situaties van de behandelde praktijkvoorbeelden.

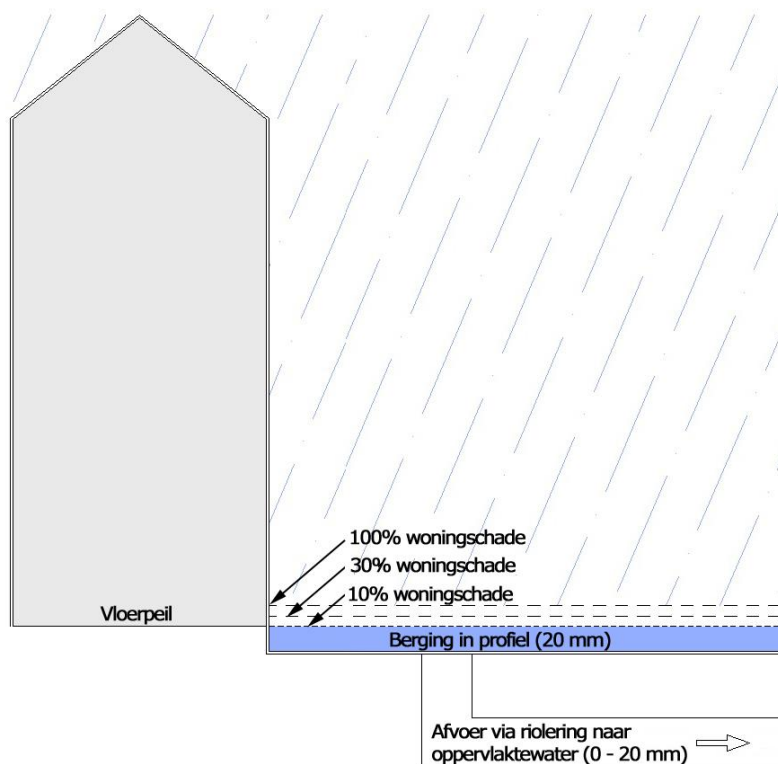
In deze studie is aangenomen dat de woningen aan de straat eenzelfde vloerpeil hebben maar dat de drempelhoogtes van de woningen variëren.

Verder zijn de volgende aannames gedaan:

- Een berekende waterstand beneden de laagste drempelhoogte leidt niet tot schade;
- Een berekende waterstand tot de laagste drempelhoogte en hoger leidt altijd tot kosten voor afzetting van de rijweg en reinigen van de rijweg na de bij door afgezet slib;
- Indien de berekende waterstand tot het vloerpeil reikt, dan heeft 10% van de woningen schade;
- Indien de berekende waterstand tot 40 mm boven het vloerpeil reikt, dan heeft 30% van de woningen schade en wordt 30% van de personen ziek;

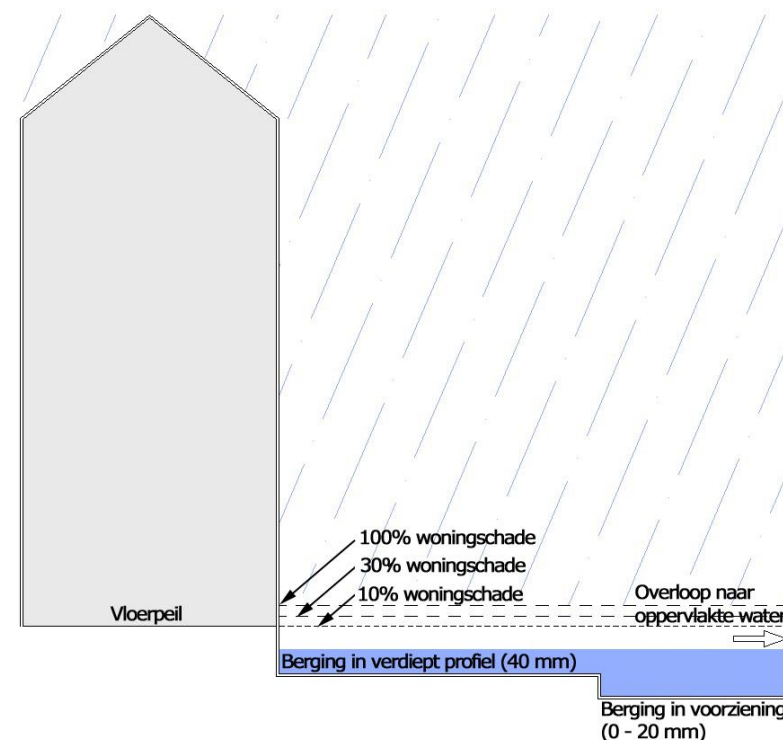
- Indien de berekende waterstand tot 80 mm boven het vloerpeil reikt, dan heeft 100% van de woningen schade en wordt 100% van de personen ziek;
- Er is geen rekening gehouden met het effect van waterberging in de panden op de waterstand.

Figuur 3.1 verbeeldt de geschematiseerde traditionele situatie van een waterpeil dat het vloerpeil bereikt en geeft het percentage woningen weer dat waterschade ondervindt



Figuur 3.1. Traditionele variant: waterpeil op vloerpeil.

bij dit waterpeil en hogere waterpeilen. Figuur 3.2 geeft de situatie weer als er meer berging bovengronds wordt gerealiseerd.



Figuur 3.2. Klimaatbestendige variant: meer berging bovengronds.

3.2.4 Uitgangspunten ten aanzien van bergings-, infiltratie- en afvoervoorziening

Bij veel inrichtingsvarianten speelt berging in het gebied een belangrijke rol. Hierbij worden voorzieningen toegepast die bovengrondse of ondergrondse bergingsruimte bieden. Bij de dimensionering van de boven- en ondergrondse bergingsvoorzieningen (bijvoorbeeld wadi's) zijn we er van uitgegaan dat er gedurende de beschouwde bui geen infiltratie of andere vorm van beperkte afvoer plaatsvindt. Dit uitgangspunt is gekozen omdat de aanvoer van water bij een piekbui tijdelijk vele malen groter is dan de mogelijke afvoer via infiltratie. Het afstromende regenwater dat in de infiltratievoorziening terechtkomt, moet daar dus gedurende de bui geborgen kunnen worden. Om te allen tijde problemen te voorkomen wordt de berging voorzien van een overloop zodat bij volledig vulling voldoende afvoer kan plaatsvinden naar oppervlaktewater of naar een lager gelegen plandeel waar het geen schade veroorzaakt. Ook deze afvoer wordt in het ontwerp meegenomen. Afvoer tijdens de bui vindt alleen plaats via de riolering, indien aanwezig. Na afloop van de bui ledigt de bergingsvoorziening in de bodem of naar oppervlaktewater.

Bij infiltrerende verharding kan de berging pas bereikt worden na passage van de verharding. Het regenwater moet eerst door de steen en/of voegen infiltreren om de daaronder liggende buffer te bereiken. Het uitgangspunt is daarom dat de infiltratiecapaciteit van steen en/of voegen voldoende groot is en blijft om dat te bereiken. Daarvoor is een infiltratiecapaciteit van het doorlatende oppervlak aangehouden van 270 l/s/ha (F. Boogaard 2015). Hierop kan driemaal het oppervlak aan infiltrerende verharding aangesloten worden. Dit betekent dat op 1 m² infiltrerende verharding maximaal 2 m² extra aan trottoirs, parkeerplaatsen en daken af mag wateren.

Bij het bepalen van de berging in voorzieningen, is er vanuit gegaan dat deze leeg zijn bij aanvang van de beschouwde bui. De volledige berging is dus bij aanvang van de bui beschikbaar.

3.2.5 Levensduur

Uitgegaan is van een levensduur voor de riolering van 60 jaar. De openbare ruimte is elke 30 jaar aan groot onderhoud toe. Hiertoe behoren de straatverharding, infiltratie- en bergingsvoorzieningen.

3.3 Kosten

In het proces naar een nieuwe inrichting van een straat kunnen kosten doorslaggevend zijn voor de keuze van de inrichting. Ergens in dit proces zal de vraag gesteld worden wat de inrichting gaat kosten. Wanneer verschillende varianten worden voorgelegd is het belangrijk om eigenschappen te kunnen vergelijken, waaronder de kosten. Vooral wanneer er wordt afgeweken van een gebruikelijke, traditionele inrichting wordt gevraagd naar een onderbouwing.

Niet zelden komen alleen de initiële investeringskosten van aanleg in beeld en worden andere kosten, zoals voor onderhoud, niet meegenomen. Een verklaring hiervoor is dat deze kosten bij andere partijen binnen de gemeente liggen dan de initiatiefnemer. De financiering is anders geregeld en het belang om 'anderomans' kosten mee te wegen is er onvoldoende.

Gelukkig wordt toch vaak geprobeerd verder te kijken door ook een inschatting te geven van onderhoudskosten bij een ruimtelijke inrichting. Het is immers uiteindelijk de inwoner die betaalt, ongeacht de financiële organisatie van de gemeente.

Het meenemen van de onderhoudskosten geeft een beter beeld van de kosten van een straatinrichting, maar nog geen totaalbeeld waarmee inrichtingsvarianten goed en zuiver kunnen worden vergeleken.

Wanneer er een verkeerd of onvolledig beeld is over kosten bij de keuze van inrichting, dan kunnen keuzes gemaakt worden die achteraf ongunstig en onwenselijk blijken te zijn. Dit speelt momenteel bij de vraag of - en op welke wijze - klimaatbestendigheid mee te nemen bij de (her)inrichting van straten en wijken.

Op het eerste gezicht lijken aanpassingen van het ontwerp aan meer extreme neerslag en hitte tot extra kosten te leiden ten opzichte van een traditioneel ontwerp. Als er niet verder wordt gekeken kan dit beeld ertoe leiden dat gemeenten bij herinrichting klimaatbestendigheid niet eens meenemen in de afweging, of uiteindelijk afwijzen. Met een betere benadering van de werkelijke kosten (en mogelijk ook baten) van ruimtelijke inrichting kan een ander beeld ontstaan en kan een gemeente anders beslissen.

Het voorbeeldenboek maakt een kostenschatting op basis alle investeringskosten, kosten voor onderhoud en te verwachten schadekosten voor een periode van 100 jaar.

3.3.1 Een benadering van werkelijke kosten

In het voorbeeldenboek zijn mogelijkheden van straatinrichting en de consequenties daarvan, waaronder de financiële, uiteengezet. Daarbij zijn inrichtingsvarianten beschouwd met behulp van een eenvoudige maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA)³. Het beeld van kosten en baten maakt het mogelijk om

³ Een MKBA is een hulpmiddel dat oorspronkelijk bedoeld is om besluiten te nemen over grote en ingrijpende ruimtelijke projecten. Het brengt de voor- en nadelen van een investering in beeld, ongeacht waar die

inrichtingsvarianten op een meer zuivere wijze te kunnen vergelijken.

De MKBA is bij het voorbeeldenboek ingezet op relatief kleine en zeer lokale projecten: de herinrichting van een straat. Daarbij is per inrichtingsvariant een berekening gemaakt van:

- **Investeringskosten**
Dit zijn alle kosten die gemaakt worden voor de herinrichting van een straat: arbeid en materiaal voor het verwijderen van de oude straat en realiseren van een nieuwe straat, inclusief grondwerk, verharding, riool, eventuele voorzieningen en groen.
- **Onderhoudskosten**
Dit zijn alle onderhoudskosten aan de straat, het groen, de riolering en voorzieningen.
- **Waterschade bij extreme neerslag**
Dit is een inschatting van de materiele schade die ontstaat wanneer een extreme neerslaggebeurtenis leidt tot water in woningen en/of bedrijven.
- **Baten van groen**
Dit geeft een beschouwing van de voordelen van groen, gelet op omgevings-/ beeldkwaliteit, gezondheid, leefcomfort en energieverbruik.

Hoofdstuk 4 geeft per praktijkvoorbeeld een tabel met de kosten.

terechtkomen. De belangen worden zoveel mogelijk in geld uitgedrukt waarna vergelijking van varianten en consequenties mogelijk is.

Investerings- en onderhoudskosten

Voor berekening van de aanleg- en onderhoudskosten van riool, bergings- en infiltratievoorzieningen is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de kengetallen zoals die zijn opgenomen in module D1100 van de Leidraad Riolering, (RIONED maart 2015) met prijspeil januari 2015. In aanvulling zijn kengetallen van de gemeente Almere gebruikt en zijn ontbrekende gegevens aangevuld met eigen inzichten.

Schadekosten

Zoals beschreven in paragraaf 3.2.3 Toetsing falen bij extreme neerslag, is met inzicht in de piekbelasting van buien met een theoretische frequentie, de totale afvoer en berging van het plangebied en de drempelhoogtes van woningen een inschatting gemaakt van de kans op falen van het systeem. Ook zijn hier de aannames beschreven over de schade die zal ontstaan bij falen van het systeem. Tezamen met een benadering van schadebedragen bij water op straat en in de woning, is een inschatting gemaakt van de te verwachten schadekosten over langere periode. Dit is teruggerekend naar een gemiddeld jaarlijks schadebedrag.

Om de waterschade die gemiddeld over een groot aantal jaren ontstaat in te schatten is een risicobenadering gehanteerd op basis van de kans dat een kritiek waterpeil bereikt wordt én de hoogte van schade die bij dat waterpeil ontstaat. De kans op een kritiek waterpeil volgt uit analyse van de verwerking van de maximale uurneerslag bij verschillende herhalingstijden voor de regenduurlijnen (Buishand en Wijngaard, 2007) waarbij de neerslagintensiteit is verhoogd met 40% als gevolg van klimaatsverandering.

De hoogte van het schadebedrag bij het binnenstromen van water in de woning is afgeleid van de Waterschadeschatter (Hoes, Nelen en Leeuwen 2013). Het gaat hierbij om

woningschade, kosten als gevolg van gezondheidsrisico's, tijdelijke afzetting van de weg en het verwijderen van slib van verharding na water op straat.

Tabel 3.2. Ontwerputgangspunten inrichtingsvarianten.

Inboedelschade en herstelkosten woning	€3.500,-
Hieronder vallen de volgende posten	
Verwijderen en afvoeren vloerbedekking e.d.	
Nieuwe vloerbedekking / parket	
Stucwerk / schilderwerk	
Gezondheidsrisico door water op straat:	€193,- per pers.
Herstelkosten weg:	€0,73 per m ¹
Verwijderen slib van verhardingen	
Tijdelijke afzetting rijweg	

De schadebedragen zijn geactualiseerd naar het niveau 1 januari 2015 door een jaarlijkse indexering van 3% door te voeren.

Baten van groen

Gekozen is om de baten van groen in het eerste voorbeeldenboek niet in geld uit te drukken maar beschrijvend te beschouwen. Dit gelet op de grote mate van onzekerheid over effecten van groen op de kleine schaal waar het voorbeeldenboek zich op richt. Daarnaast bestaat er bij de opstellers van het voorbeeldenboek twijfel over de bestaande berekeningswijzen en kengetallen waarmee waarden van groen en water geprobeerd worden in geld uit te drukken. Het vergt nadere studie om te bepalen of en hoe baten van groen zijn uit te drukken in een aannemelijk bedrag. In het volgende voorbeeldenboek zal getracht worden meer aandacht te besteden aan baten van groen.

Disconteren

De kosten zijn beschouwd over een periode van 100 jaar. Alle toekomstige kosten gedurende deze periode zijn



teruggerekend naar nu (verdisconteerd). Hierbij is met een discontovoet gerekend van 3% en daarmee is aangesloten op advies van de nationale Werkgroep Discontovoet 2015 (Werkgroep Discontovoet 2015 2015). De discontovoet kan worden geïnterpreteerd als een jaarlijkse rendementseis die de overheid stelt op investeringen.

Uiteindelijk zijn alle kosten weer teruggerekend naar gemiddelde jaarlijkse kosten.

3.3.2 Verdeling van kosten en baten over partijen

In de MKBA methodiek worden de kosten en baten die gemoeid zijn met de herinrichting van de woonstraat meegenomen, ongeacht welke partij deze kosten maakt of wie de baten toekomt. Dat geeft een goed inzicht in de totale te maken maatschappelijke kosten, maar doet geen recht aan de afzonderlijke partijen. Een variant die veel geld bespaart doordat er veel minder waterschade optreedt, is gunstig voor bewoners, bedrijven en verzekeraars. De gemeente is echter degene die moet investeren en beheren en zou wel eens duurder uit kunnen zijn dan bij een traditionele (her)inrichting. Bij een andere variant kan het afvoeren van regenwater naar oppervlaktewater goed(koop) uitpakken voor bewoners, bedrijven, verzekeraars en gemeente, maar misschien wat minder voor de waterbeheerder die meer water moet bergen en/of afvoeren.

In het huidige speelveld van partijen is het vaak lastig om tot een oplossing te komen waarmee iedereen content is. De financiën kunnen daarbij al een struikelblok vormen, maar soms ook regels, richtlijnen of emoties. De varianten die in het voorbeeldenboek zijn uitgewerkt zijn in eerste instantie bedoeld als illustratie voor het klimaatbestendig inrichten van een woonstraat. Vanuit financieel oogpunt blijkt dat klimaatbestendig (her)inrichten niet duurder hoeft

te zijn dan een traditionele inrichting indien alle kosten en baten gedurende de levensduur worden opgeteld. Het vereist echter wel overleg met de verschillende betrokken partijen om na te gaan hoe de verschillende kosten en baten verdeeld of afgestemd kunnen worden.

In de uitgevoerde MKBA zijn de direct toerekenbare investeringen, onderhoudskosten en schadekosten meegenomen. Dus alles wat betrekking heeft op de woonstraat en de directe omgeving. Dat is in feite een denkbeeldige grens, want de invloed van wat er op straatniveau gebeurt reikt veel verder. Als er in één straat minder regenwater wordt afgevoerd doordat er meer ter plekke wordt vastgehouden en geïnfiltreerd, dan heeft dat ook invloed het functioneren van de rest van het rioolstelsel en de rioolwaterzuivering. Het bergen van extra water in aanwezige watergangen kan mogelijk leiden tot investeringen in bijvoorbeeld beschoeiingen, duikers of gemalen. Ook kan dit invloed hebben op het beheer en onderhoud van de watergangen (zoals meer slib, algenbloei, etc.). De invloed reikt verder en wordt ingrijpender als er een schaalvergroting optreedt. Dus als niet één straat klimaatbestendig wordt ingericht, maar een hele buurt of wijk. Deze effecten en kosten zijn in de praktijkvoorbeelden in het voorbeeldenboek niet meegenomen.

Een andere, indirect optredend effect is een mogelijke waardeverandering van het vastgoed. Een klimaatbestendige wijk kan tot een hogere vastgoedwaarde leiden doordat er een kleinere kans op wateroverlast is, de straat of buurt groener is ingericht, de klimaatbestendige inrichting gecombineerd is met bijvoorbeeld het ombouwen van de woningen tot energie neutrale woningen, etc. Naast dit effect kan in de toekomst misschien ook de verzekeringspremie worden verlaagd, of minder sterk verhoogd, omdat er minder risico is op wateroverlast in de

woning. In de wijken waar gekozen is voor een rioollose oplossing voor het hemelwater ligt op termijn mogelijk een verlaging van het rioolrecht en zuiveringslasten in het verschiet. Ook deze baten zijn niet meegenomen bij de praktijkvoorbeelden in het voorbeeldenboek.

A photograph of a pond filled with lily pads and white flowers. The lily pads are green and round, floating on the water. Several white flowers are in bloom, and some yellow buds are visible. The water is dark and reflects the light.

4 Achtergrondinformatie praktijkvoorbeelden

4.1 Vooroorlogs bouwblok

In de grotere steden komen vooroorlogse bouwblokken relatief vaak voor. Het vooroorlogs bouwblok in dit praktijkvoorbeeld is gelegen in Amsterdam. De beschouwde straat is typerend voor een vooroorlogs bouwblok, maar kent enkele aspecten die deze specifieke straat kenmerkt.

De bodem is opgebouwd uit meerdere verschillende lagen grond. De eerste drie meter bodem bestaat voornamelijk uit zand en veen. De lagen hieronder bestaan, tot 10 meter onder maaiveld, uit veen en klei. Door de brede veen/klei laag kan er bij belasting van de bovengrond een zetting plaatsvinden.

Het grondwaterpeil ligt op circa 0,75 m onder het maaiveld. De hoge grondwaterstand zorgt voor een relatief kleine ontwateringsdiepte. Het voordeel is dat de kans op droogte klein is.

Ook de omgeving van de straat bestaat uit vooroorlogs bouwblokken. Er is hierbij in de hele omgeving weinig openbaar groen op het maaiveld te vinden. De straat en de omgeving bestaan voornamelijk uit particuliere koopappartementen waarbij de grond is gehuurd van de gemeente middels erfpacht. In totaal bestaat de straat uit 176 woningen, waarin circa 282 personen wonen. Er zijn geen voortuinen.

De openbare ruimte in deze straat is niet al te ruim opgezet en voor het grootste deel verhard. De straat is circa 300 meter lang en de afstand tussen de gevels is gemiddeld 15 meter. De straat grenst voor een deel aan een verhard schoolplein. Het schoolplein is in dit praktijkvoorbeeld buiten beschouwing gelaten.

De verharding in de openbare ruimte wordt vooral gebruikt voor het parkeren van auto's en fietsen. Door dit intensieve gebruik zijn maatregelen met een groot ruimte gebruik lastig toe te passen. De straat is ook gekenmerkt door de aanwezigheid van relatief veel bomen. De 43 bomen zorgen voor een groen beeld in de straat. Op het maaiveld is echter geen groen aanwezig.

Het gescheiden rioolstelsel in de straat is gedimensioneerd om circa 20 mm neerslag in een uur af te voeren. Een bui met een herhalingskans van 1 x in de 2 jaar kan probleemloos worden verwerkt. Wanneer het heviger regent, kan het hemelwater op straat blijven staan. In sommige gevallen zal dit leiden tot water in de woningen.

Tijdens het groot onderhoud in de straat wordt de verharding en de riolering geheel vervangen. Deze situatie biedt de kans om de straat klimaatbestendig in te richten.

In bijlage 1 zijn de kosten van de verschillende varianten van het vooroorlogs bouwblok weergegeven. Daarbij gaat het om zowel de aanleg- en onderhoudskosten als de shades.

4.2 Naoorlogs tuinstad hoogbouw

Woonwijken die zich kenmerken aan de typologie naoorlogse tuinstad komen veel voor in Nederland. Voor dit praktijkvoorbeeld is de onderliggende typologie hoogbouw verder uitgewerkt.

De beschouwde straat in dit praktijkvoorbeeld is gelegen in Almelo. De straat is typerend voor de tuinstad hoogbouw, maar heeft de volgende locatie specifieke eigenschappen.

De bodem is opgebouwd uit meerdere lagen grond. De eerst laag bestaat uit circa twee meter fijn zand. De onderliggende laag bestaat uit grof zand. De zetting die plaats vindt is door de zandige ondergrond minimaal.

De grondwaterstand fluctueert tussen de 0,5 en 1,3 meter onder het maaiveld. Door de relatief hoge grondwaterstand is ondergrondse infiltratie in dit praktijkvoorbeeld moeilijk toepasbaar.

Het beschouwde praktijkvoorbeeld bestaat uit twee portiekflats die worden ontsloten doormiddel van twee woonstraten. De woonstraten zijn samen ongeveer 220 meter lang, waarbij de afstand tussen de flats minimaal 30 meter is.

De flats worden gescheiden door een rijloper, parkeervoorziening en een gazon van circa 20 meter breed. In tegenstelling tot de omliggende woonwijk uit de jaren '30 kent het praktijkvoorbeeld door dit gazon een relatief groene uitstraling. In het noorden van het beschouwde praktijkvoorbeeld ligt een groot gazon. Deze grond is niet beschikbaar om te gebruiken voor eventuele klimaatbestendige maatregelen.

Door de ruime opzet van de straat en het extensieve gebruik is het zijn maatregelen direct op het maaiveld tussen de flats een optie.

In de portiekflats bevinden zich 48 appartementen waar circa 106 personen wonen. Het grootste deel bestaat uit particuliere koopwoningen. De appartementen bevinden zich op de eerste verdieping of hoger. Op de begaande grond is voor elk appartement een berging van ongeveer 19 m² beschikbaar.



In de straat ligt een gemengd rioolstelsel. Via het gemengde stelsel kan in een uur 20 mm neerslag worden afgevoerd. Een bui met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar kan hierdoor zonder water op straat worden verwerkt.

Wanneer het heviger regent, kan het hemelwater op straat komen te staan. Bij extreme neerslag is het mogelijk dat de portiekflats inunderen. De schadekosten die dan ontstaan door wateroverlast vallen relatief laag uit doordat de optredende waterschade in een bergingsruimte lager uitvalt dan bij een woning.

Tijdens het groot onderhoud wordt de gehele verharding, en riolering vervangen. Dit biedt de kans om de straat klimaatbestendig in te richten.

In bijlage 2 zijn de kosten van de verschillende varianten van de Naoorlogs tuinstad hoogbouw weergegeven. Daarbij gaat het om zowel de aanleg- en onderhoudskosten als de schades.

4.3 Bloemkoolwijk

De bloemkoolwijk in dit praktijkvoorbeeld is gelegen in de provincie Flevoland. De wijk past in het typerende beeld van de bloemkoolwijk. Er zijn echter een aantal aspecten die kenmerkend zijn voor alleen deze bloemkoolwijk.

De bodem in de wijk bestaat uit drie verschillende grondlagen. De onderste laag stamt af uit het pleistocene tijdperk. Deze grondlaag bestaat voornamelijk uit zand. De huizen in het projectgebied zijn gefundeerd op deze pleistocene laag. Bovenop de pleistocene laag ligt de holocene laag. Deze laag bestaat voornamelijk uit klei en veen. De dikte van de holocene laag in de wijk is gemiddeld 4 meter. De toplaag bestaat uit zand. Deze zandlaag, van

ongeveer 1 meter dik, is tijdens de aanleg van de wijk over de holocene laag opgespoten.

Bij belasting van de ondergrond vindt er in de pleistocene klei- en veenlaag een relatief grote zetting plaats. Sinds de aanleg van de wijk in 1976 is het straatprofiel circa 30 centimeter gezakt.



Figuur 4.1. Bloemkoolwijk – woonerf.

Vanuit de randmeren stroomt grondwater de Flevopolder in. Dit grondwater (kwel), bevindt zich voornamelijk in de pleistocene en de holocene laag. Het grondwater kent een relatief grote druk, waardoor de stijghoogte van het water

tot in de opgespoten zandlaag staat. De holocene laag kent een kleine waterdoorlatendheid. Hierdoor kan maar een klein deel van de kwel de opgespoten zandlaag bereiken. Wanneer er wordt gekozen om, ten behoeve van een ontwerp, een deel van de holocene laag te verwijderen, wordt de kwel groter. Dit betekent dat er grotere continue grondwaterstromen zullen ontstaan. In tijden van droogte voorkomt de kwel uitdroging van de bodem. In neerslagsituaties kan de bodem in dit geval sneller verzadigd raken.

De wijk is omringd door meerdere woonwijken en een centrumgebied. De wijk bestaat uit sociale huurwoningen, waarbij enkele woningen aan particulieren zijn verkocht.

In dit praktijkvoorbeeld is één straat uit de bloemkoolwijk beschouwd. De openbare ruimte in deze straat is compact en voor een relatief groot deel verhard. De lengte van de straat is circa 90 meter. De afstand van gevel tot gevel is gemiddeld 10 meter. De verharding bestaat uit betonnen straatstenen en tegels. In de verharding bevinden zich in totaal 8 bomen.

Over het algemeen zijn er geen grote hoogte verschillen in de straat. De plaatselijke hoogteverschillen die wel aanwezig zijn bedragen niet meer dan enkele centimeters. Het gemiddelde straatpeil is -2,77 mNAP. Het straatpeil in de omliggende straten ligt enkele centimeters hoger. Het vloerpeil van de woningen ligt in de gehele straat op -2,45 mNAP. In totaal wonen er in de straat 27 personen verdeeld over 13 woningen.

In een deel van de straat scheidt een haag van circa 2 meter breedte de rijloper en het voetpad van elkaar. In het midden van het beschouwde gebied ligt een kleine speelplaats. Deze is omringd door een brede haag met in totaal 4 bomen. De voortuinen van de bewoners in de straat

bestaan voornamelijk uit verharding waarbij weinig ruimte voor groen is overgelaten (zie Figuur 4.2).



Figuur 4.2. Bloemkoolwijk: straat praktijkvoorbeeld.

De riolering in deze straat bestaat uit een gescheiden stelsel, waarbij het hemelwaterriool is gedimensioneerd om 20 mm neerslag in een uur af te voeren. Een bui met een herhalingskans van 1 x in de 2 jaar kan zonder water op straat worden verwerkt. Bij heviger regenvval kan wateroverlast ontstaan. De wateroverlast ontstaat in dit gebied sneller dan op andere locaties doordat er via verschillende routes hemelwater de straat kan bereiken:

- **Het hemelwaterriool**
De straat in dit praktijkvoorbeeld is lager gelegen ten opzichte van de omliggende straten. Wanneer de waterstand in het rioolstelsel een dusdanige hoogte bereikt dat deze boven het maaiveld uitkomt, gebeurt dit als eerste in deze straat.
- **Het maaiveld**
Doordat het straatpeil lager ligt dan de omliggende straten, stroomt het hemelwater bij afstroming aan de noordkant de straat in. Door een drempel in het midden van de straat blijft het hemelwater aan de noordkant van de straat hangen.
- **Verharde tuinen**
De particuliere voortuinen van de woningen in de straat zijn gemiddeld voor circa 85 procent verhard. Dit heeft als gevolg dat hemelwater bijna niet wordt vastgehouden en afstroomt naar de openbare ruimte.

Tijdens het binnenkort geplande groot onderhoud worden de verharding, het groen en de riolering in de straat vervangen. Deze renovatie biedt de kans om de straat klimaatbestendig in te richten.

In bijlage 3 zijn de kosten van de verschillende varianten van de bloemkoolwijk weergegeven. Daarbij gaat het om zowel de aanleg- en onderhoudskosten als de shades.

5 Literatuur

- Beaten, J., J.J. Berg, A. Betsky, H. van Bergeijk, H. Ibelings, M. Kuipers, M. Steenhuis, M. de Vletter, M. Teunissen, en V. Stissi. 2004. *Gewoon architectuur 1850-2004*. Rotterdam: NAI.
- Berghauser Pont, M.Y., en P.A. Haupt. 2009. *Spacematrix. Space, Density and Urban Form*. Delft: Delft University of Technology.
- Blänsdorf, E. 2015. *Waterberging in de stad, natuurlijke wadi's*. <http://www.molinia.net>.
- Boogaard, F.C. 2015. *Storm water characteristics and new testing methods for certain sustainable urban drainage systems in The Netherlands*. Delft: Delft University of Technology.
- Boogaard, F.C., N. Jeurink, en J.H.B. Gels. 2003. *Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's: inrichting, functioneren en beheer*. Utrecht/Ede: STOWA/Rioned Publicatie 2003-04, 36.
- Buishand, T.A., en J.B. Wijngaard. 2007. *Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren. KNMI technical report TR-295*. De Bilt: KNMI.
- Hoes, O., F. Nelen, en E. van Leeuwen. 2013. *Waterschadeschatter (WSS): Gebruikershandleiding*. Amersfoort: STOWA, publicatie 2013-11.
- Hop, M.E.C.M. 2011. *Vaste planten in openbaar groen. Voor functionele en onderhoudsvriendelijke toepassingen*. Boskoop: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), WageningenUR, 47.
- Howard, Ebenezer. 1902. *Garden Cities of To-morrow*. London: Swan Sonnenschein & Co., 195.
- Ibelings, H. 1999. *Nederlandse stedenbouw van de 20ste eeuw*. Rotterdam: NAI.
- Kleerekoper, L. 2016. *Urban Climate Design. Improving thermal comfort in Dutch neighbourhood typologies*. Delft: Delft University of Technology.

- Kluck, J., R.J.P. van Hogezaand, E. van Dijk, J. van der Meulen, en J.H.M. Straatman. 2013. *Extreme neerslag: Anticiperen op extreme neerslag in de stad*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam: Kenniscentrum Techniek.
- Kluck, J., W.J. Bakker, L. Kleerekoper, M.M. Rouvoet, R. Wentink, E.J. Klok, en R. Loeve. 2016. *Voor hetzelfde geld klimaatbestendig: Voorbeelden klimaatbestendige inrichting voor veelvoorkomende karakteristieke straten*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam en SBRCURnet.
- Lorzing, H., A Harbers, en S Schluchter. 2008. *Een stedenbouwkundige typologie*. Rotterdam: NAI.
- Luijtelaar, H. van. 2015. *Dimensioneren (kleinschalige) regenwatervoorzieningen*. Ede: Stichting RIONED.
- Middel, G. 2002. *TOP 10 data set P1661, Topografische-Dienst, Data Archiving and Networked Services*. Topografische-Dienst, Data Archiving and Networked Services. Zwolle.
- RIONED. maart 2015. *Leidraad Riolerings*. Ede: Stichting RIONED.
- Steinvoort, J. 2011. *De woonerfenis van een bloemkoolwijk. Over de invloed van de stedenbouwkundige structuur op sociale cohesie. Masterscriptie*. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Wagenaar, C, N Mens, J Singelenberg, en A Visser . 2008. *De toekomst van de bloemkoolwijken*. Rotterdam: SEV.
- Wassenberg, F. 1993. *Ideeën voor naoorlogse wijken*. Delft: Delft University Press.
- Werkgroep Discontovoet 2015. 2015. „Rapport Werkgroep Discontovoet 2015.” Den Haag, 95 + bijlagen.



Bijlagen



Bijlage 1: Kosten vooroorlogs bouwblok

Vooroorlogs bouwblok

	Aanlegkosten per jaar	Onderhouds- kosten per jaar	Schadekosten per jaar	Totale Jaarkosten	Contante waarde over 100 jaar	Restwaarde na 100 jaar
Variant 0	€ 14.259	€ 2.127	€ 2.092	€ 18.479	€ 611.241	€ 8.844
Variant 1	€ 14.126	€ 2.127	€ 225	€ 16.478	€ 545.901	€ 8.751
Variant 2	€ 15.410	€ 2.488	€ 242	€ 18.140	€ 600.801	€ 9.468
Variant 3	€ 15.888	€ 3.060	€ 240	€ 19.188	€ 635.301	€ 9.802

Vooroorlogs bouwblok

Schadekosten

Post	Schadegrens			Herhalingskans	variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	1	2	3					
Waterstand	VP + 0 mm	VP + 40 mm	VP + 80 mm	Schadegrens 1	T= 9 jaar	T= 93 jaar	T= 87 jaar	T= 88 jaar
Woningschade	10%	30%	100%	Schadegrens 2	T= 225 jaar	T= 1.100 jaar	T= 975 jaar	T= 975 jaar
Persoonschade	10%	30%	100%	Schadegrens 3	T= 2.050 jaar	T= 10.000 jaar	T= 9.250 jaar	T= 9.250 jaar
Afzetting weg	100%	100%	100%					
Schadekosten per woning	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	Kosten grens 1	€ 1.811	€ 167	€ 178	€ 176
Schadekosten per persoon	€ 193	€ 193	€ 193	Kosten grens 2	€ 200	€ 41	€ 46	€ 46
Schadekosten per strekkende meter weg	€ 0,73	€ 0,73	€ 0,73	Kosten grens 3	€ 82	€ 17	€ 18	€ 18
Aantal woningen	4	13	44					
Aantal personen	7	21	70					
Lengte weg	299	299	299					
Totale schade	€ 16.977	€ 50.494	€ 167.805	Kosten per jaar	€ 2.092	€ 225	€ 242	€ 240

Klik op de tabel voor een vergroting

Vooroorlogs bouwblok																					
Inrichting- en beheerskosten																					
Kostenpost	Hoeveelhedenstaat				Eenheid	Eenheidsprijs				Variant 0			Variant 1			Variant 2			Variant 3		
	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3		Aanleg	Vervanging	Verwijderen	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten
Grondwerk																					
Zand	427,1	298,9	298,9	298,9	m3	€ 14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Aanleg	€ 5.979	€ -	Aanleg	€ 4.185	€ -	Aanleg	€ 4.185	€ -	Aanleg	€ 4.185	€ -
Teelarde	12,2	8,5	8,5	8,5	m3	€ 30	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Aanleg	€ 365	€ -	Aanleg	€ 255	€ -	Aanleg	€ 255	€ -	Aanleg	€ 255	€ -
Elementen verharding																					
Wegtype 5c	2290,84	2290,84	2160,44	1045,5	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 59.905	€ 540	Vervangen	€ 59.905	€ 540	Vervangen	€ 56.496	€ 509	Vervangen	€ 27.340	€ 246
Wegtype 6c	1979,69	1979,69	1979,69	2004,7	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 51.769	€ 467	Vervangen	€ 51.769	€ 467	Vervangen	€ 51.769	€ 467	Vervangen	€ 52.423	€ 472
Wegtype 7c	0	0	0	0	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rubbertegels	0	0	0	0	m2	n.v.t.	€ 129	n.v.t.	€ 2,66	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Doorlatende verharding	0	0	0	1220,3	m2	€ 69	€ 69	€ 2	€ 0,96	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 84.201	€ 1.168
Hemelwatersyteem																					
Lokale wadi	0	0	0	0	m2	€ 29	€ 29	n.v.t.	€ 6,86	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Centrale wadi	0	0	0	0	m2	€ 33	€ 33	n.v.t.	€ 2,36	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Granudrain	0	0	326	0	m1	€ 150	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,04	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 48.900	€ 339	n.v.t.	€ -	€ -
Molgoot	0	0	0	0	m1	€ 93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Drainage	0	0	255	255	m1	€ 6	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 1.581	€ 255	Aanleg	€ 1.581	€ 255
Verbinding wadi naar oppervlakte water	0	0	0	0	m1	€ 16	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Hemelwaterriool																					
Streng beton 300	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,52	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 400	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 500	272,4	272,4	272,4	272,4	m1	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	Vervangen	€ 31.058	€ 81	Vervangen	€ 31.058	€ 81	Verwijderen	€ 20.161	€ -	Verwijderen	€ 20.161	€ -
Streng beton 600	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 700	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1000	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1250	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 300	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 35	€ 43	€ 8	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 400	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 42	€ 51	€ 10	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 500	272,4	272,4	272,4	272,4	m1	€ 52	€ 64	€ 12	n.v.t.	Vervangen	€ 17.443	€ -	Vervangen	€ 17.443	€ -	Verwijderen	€ 3.378	€ -	Verwijderen	€ 3.378	€ -
Rioolput beton 600	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 65	€ 80	€ 16	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 700	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 81	€ 99	€ 19	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 800	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 101	€ 124	€ 24	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 900	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 126	€ 154	€ 30	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1000	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 157	€ 192	€ 38	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1250	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 229	€ 280	€ 55	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Perceelaansluiting	272,4	272,4	272,4	272,4	m1	€ 18	€ 21	€ 3	n.v.t.	Vervangen	€ 5.721	€ -	Vervangen	€ 5.721	€ -	Verwijderen	€ 736	€ -	Verwijderen	€ 736	€ -
Kolk	27	27	27	27	st	€ 187	€ 199	€ 12	€ 4,50	Vervangen	€ 5.373	€ 122	Vervangen	€ 5.373	€ 122	Verwijderen	€ 327	€ -	Verwijderen	€ 327	€ -
Afvalwaterriool																					
Streng beton 235-250	292	292	292	292	m1	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,47	Vervangen	€ 23.962	€ 138	Vervangen	€ 23.962	€ 138	Vervangen	€ 23.962	€ 138	Vervangen	€ 23.962	€ 138
Streng beton 400	0	0	0	0	m1	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 500	0	0	0	0	m1	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 600	0	0	0	0	m1	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 700	0	0	0	0	m1	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1000	0	0	0	0	m1	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1250	0	0	0	0	m1	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 300	12	12	12	12	st	€ 1.394	€ 1.705	€ 327	n.v.t.	Vervangen	€ 20.460	€ -	Vervangen	€ 20.460	€ -	Vervangen	€ 20.460	€ -	Vervangen	€ 20.460	€ -
Rioolput beton 400	0	0	0	0	st	€ 1.680	€ 2.055	€ 400	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 500	0	0	0	0	st	€ 2.094	€ 2.561	€ 496	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 600	0	0	0	0	st	€ 2.609	€ 3.191	€ 628	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 700	0	0	0	0	st	€ 3.251	€ 3.976	€ 778	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 800	0	0	0	0	st	€ 4.051	€ 4.954	€ 963	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 900	0	0	0	0	st	€ 5.047	€ 6.173	€ 1.212	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1000	0	0	0	0	st	€ 6.289	€ 7.692	€ 1.500	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1250	0	0	0	0	st	€ 9.156	€ 11.198	€ 2.192	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Perceelaansluiting	44	44	44	44	st	€ 183	€ 210	€ 27	n.v.t.	Vervangen	€ 9.240	€ -	Vervangen	€ 9.240	€ -	Vervangen	€ 9.240	€ -	Vervangen	€ 9.240	€ -
Groenvoorziening																					
Gazon	0	0	0	0	m2	€ 1	€ 1	n.v.t.	€ 1,59	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Haag	0	0	0	0	m2	n.v.t.	€ 18	n.v.t.	€ 4,78	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Vervangen	€ -	€ -
Boom in beplanting	0	0	0	0	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Vervangen	€ -	€ -
Boom in gazon	0	0	0	0	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Boom in verharding	43	43	43	43	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,73	n.v.t.	€ -	€ 289	n.v.t.	€ -	€ 289	n.v.t.	€ -	€ 289	Vervangen	€ -	€ 289
Overig																					
Paal beton	0	0	0	0	st	n.v.t.	€ 210	n.v.t.	€ 2,10	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Vervangen	€ -	€ -
Straatverlichting	13	13	13	13	st	n.v.t.	€ 200	n.v.t.	€ 37,75	Vervangen	€ 2.600	€ 491	Vervangen	€ 2.600	€ 491	Vervangen	€ 2.600	€ 491	Vervangen	€ 2.600	€ 491
Totalen											€ 233.875	€ 2.127		€ 231.972	€ 2.127		€ 244.049	€ 2.488		€ 250.848	€ 3.060
Kosten exclusief BTW inclusief uitvoeringskosten, algemene kosten, winst en risico											€ 331.401			€ 328.705			€ 345.818			€ 355.452	

Bijlage 2: Kosten Naoorlogse tuinstad hoogbouw

Naoorlogse tuinstad hoogbouw

	Aanlegkosten per jaar	Onderhouds- kosten per jaar	Schadekosten per jaar	Totale Jaarkosten	Contante waarde over 100 jaar	Restwaarde na 100 jaar
Variant 0	€ 9.061	€ 5.660	€ 525	€ 15.246	€ 502.699	€ 5.697
Variant 1	€ 8.985	€ 5.660	€ 56	€ 14.702	€ 484.905	€ 5.644
Variant 2	€ 9.212	€ 6.096	€ 61	€ 15.370	€ 507.117	€ 6.087
Variant 3	€ 11.936	€ 6.838	€ 59	€ 18.833	€ 621.938	€ 7.992

Naoorlogse tuinstad hoogbouw								
Schadekosten								
Post	Schadegrens							
	1	2	3	Herhalingskans	variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Waterstand	VP + 0 mm	VP + 40 mm	VP + 80 mm	Schadegrens 1	T= 9 jaar	T= 93 jaar	T= 87 jaar	T= 89 jaar
Woningschade	10%	30%	100%	Schadegrens 2	T= 265 jaar	T= 1.250 jaar	T= 1.055 jaar	T= 1.070 jaar
Persoonschade	10%	30%	100%	Schadegrens 3	T= ### jaar	T= #### jaar	T= 10.000 jaar	T= 10.000 jaar
Afzetting weg	100%	100%	100%					
Schadekosten per berging	€ 871	€ 871	€ 871	Kosten grens 1	€ 466	€ 43	€ 46	€ 45
Schadekosten per persoon	€ 193	€ 193	€ 193	Kosten grens 2	€ 43	€ 9	€ 11	€ 11
Schadekosten per strekkende meter weg	€ 0,73	€ 0,73	€ 0,73	Kosten grens 3	€ 16	€ 4	€ 4	€ 4
Aantal bergingen	5	14	48					
Aantal personen	0	0	0					
Lengte weg	217	217	217					
Totale schade	€ 4.339	€ 12.699	€ 41.959	Kosten per jaar	€ 524,98	€ 56,27	€ 60,72	€ 59,49

Klik op de tabel voor een vergroting



Naoorlogse tuinstad hoogbouw																									
Inrichting- en beheerskosten																									
Kostenpost	Hoeveelhedenstaat				Eenheid	Eenheidsprijs				Onderhouds-kosten	Variant 0			Onderhouds-kosten	Variant 1			Onderhouds-kosten	Variant 2			Onderhouds-kosten	Variant 3		
	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3		Aanleg	Vervanging	Verwijderen	Kosten-categorie		Aanleg-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten		Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Kosten-categorie		Aanleg-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten		Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Kosten-categorie
Grondwerk																									
Zand	53,7	0,0	0,0	0,0	m3	€ 14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Aanleg	€ 752	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Zand overschot	0,0	-107,4	-107,4	-107,4	m3	€ 3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ -322	€ -	Aanleg	€ -322	€ -	Aanleg	€ -322	€ -				
Elementen verharding																									
Wegtype 5c	1845,69	1845,69	1780,55	366,5	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 48.265	€ 435	Vervangen	€ 48.265	€ 435	Vervangen	€ 46.561	€ 435	Vervangen	€ 9.584	€ 86				
Wegtype 6c	861,8	861,8	823,47	861,8	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 22.536	€ 203	Vervangen	€ 22.536	€ 203	Vervangen	€ 21.534	€ 194	Vervangen	€ 22.536	€ 203				
Wegtype 7c	0	0	0	0	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rubbertegels	0	0	0	0	m2	n.v.t.	€ 129	n.v.t.	€ 2,66	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Doorlatende verharding	0	0	0	1479,2	m2	€ 69	€ 69	€ 2	€ 0,96	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 102.065	€ 1.416				
Hemelwatersysteem																									
Lokale wadi	0	0	0	0	m2	€ 29	€ 29	n.v.t.	€ 6,86	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Centrale wadi	0	0	503,1	0	m2	€ 33	€ 33	n.v.t.	€ 2,36	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 16.492	€ 1.186	n.v.t.	€ -	€ -				
Granudrain	0	0	0	0	m1	€ 150	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,04	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Molgoot	0	0	130,1	0	m1	€ 93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 12.099	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Drainage	0	0	140	251,7	m1	€ 6	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 868	€ 140	Aanleg	€ 1.561	€ 252				
Verbinding wadi naar oppervlakte water	0	0	0	0	m1	€ 16	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Hemelwaterriool																									
Streng beton 300	77	77	0	0	m1	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,24	Aanleg	€ 4.158	€ 18	Aanleg	€ 4.158	€ 18	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 400	152,4	152,4	0	0	m1	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	Aanleg	€ 9.754	€ 42	Aanleg	€ 9.754	€ 42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 500	0	0	0	0	m1	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 600	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 700	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 1000	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 1250	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 300	77,0	77,0	0,0	0,0	m1	€ 35	€ 43	€ 8	n.v.t.	Aanleg	€ 2.683	€ -	Aanleg	€ 2.683	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 400	152,4	152,4	0,0	0,0	m1	€ 42	€ 51	€ 10	n.v.t.	Aanleg	€ 6.401	€ -	Aanleg	€ 6.401	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 500	0	0	0	0	m1	€ 52	€ 64	€ 12	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 600	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 65	€ 80	€ 16	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 700	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 81	€ 99	€ 19	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 800	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 101	€ 124	€ 24	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 900	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 126	€ 154	€ 30	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 1000	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 157	€ 192	€ 38	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 1250	0,0	0,0	0,0	0,0	m1	€ 229	€ 280	€ 55	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Perceelaansluiting	229,4	229,4	0	0	m1	€ 18	€ 21	€ 3	n.v.t.	Aanleg	€ 4.198	€ -	Aanleg	€ 4.198	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Kolk	18	18	0	0	st	€ 187	€ 199	€ 12	€ 4,50	Vervangen	€ 3.582	€ 81	Vervangen	€ 3.582	€ 81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Afvalwaterriool																									
Streng beton 300	248,87	248,87	248,87	248,87	m1	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,52	Vervangen	€ 20.407	€ 129	Vervangen	€ 20.407	€ 129	Vervangen	€ 20.407	€ 129	Vervangen	€ 20.407	€ 129				
Streng beton 400	0	0	0	0	m1	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 500	0	0	0	0	m1	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 600	0	0	0	0	m1	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 700	0	0	0	0	m1	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 1000	0	0	0	0	m1	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Streng beton 1250	0	0	0	0	m1	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 300	6	6	6	6	st	€ 1.394	€ 1.705	€ 327	n.v.t.	Vervangen	€ 10.230	€ -	Vervangen	€ 10.230	€ -	Vervangen	€ 10.230	€ -	Vervangen	€ 10.230	€ -				
Rioolput beton 400	0	0	0	0	st	€ 1.680	€ 2.055	€ 400	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 500	0	0	0	0	st	€ 2.094	€ 2.561	€ 496	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 600	0	0	0	0	st	€ 2.609	€ 3.191	€ 628	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 700	0	0	0	0	st	€ 3.251	€ 3.976	€ 778	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 800	0	0	0	0	st	€ 4.051	€ 4.954	€ 963	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 900	0	0	0	0	st	€ 5.047	€ 6.173	€ 1.212	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 1000	0	0	0	0	st	€ 6.289	€ 7.692	€ 1.500	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Rioolput beton 1250	0	0	0	0	st	€ 9.156	€ 11.198	€ 2.192	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Perceelaansluiting	16	16	16	16	st	€ 183	€ 210	€ 27	n.v.t.	Vervangen	€ 3.360	€ -	Vervangen	€ 3.360	€ -	Vervangen	€ 3.360	€ -	Vervangen	€ 3.360	€ -				
Groenvoorziening																									
Gazon	2664	2664	2199,5	2664,16	m2	€ 1	€ 1	n.v.t.	€ 1,59	Vervangen	€ 3.197	€ 4.236	Vervangen	€ 3.197	€ 4.236	Vervangen	€ 2.639	€ 3.497	Vervangen	€ 3.197	€ 4.236				
Haag	0	0	0	0	m2	n.v.t.	€ 18	n.v.t.	€ 4,78	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -				
Boom in beplanting	4	4	4	4	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	n.v.t.	€ -	€ 25	n.v.t.	€ -	€ 25	n.v.t.	€ -	€ 25	n.v.t.	€ -	€ 25				
Boom in gazon	7	7	7	7	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	n.v.t.	€ -	€ 44	n.v.t.	€ -	€ 44	n.v.t.	€ -	€ 44	n.v.t.	€ -	€ 44				
Boom in verharding	5	5	5	5	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,73	Vervangen	€ 1.400	€ 34	Vervangen	€ 1.400	€ 34	Vervangen	€ 1.400	€ 34	Vervangen	€ 1.400	€ 34				
Overig																									
Paal beton	17	17	17	17	st	n.v.t.	€ 210	n.v.t.	€ 2,10	Vervangen	€ 3.570	€ 36	n.v.t.	€ 3.570	€ 36	n.v.t.	€ 3.570	€ 36	Vervangen	€ 3.570	€ 36				
Straatverlichting	10	10	10	10	st	n.v.t.	€ 200	n.v.t.	€ 37,75	Vervangen	€ 2.000	€ 378	Vervangen	€ 2.000	€ 378	Vervangen	€ 2.000	€ 378	Vervangen	€ 2.000	€ 378				
Totaal											€ 146.493	€ 5.660		€ 145.419	€ 5.660		€ 140.838	€ 6.096		€ 179.587	€ 6.838				
Kosten exclusief BTW inclusief uitvoeringskosten, algemene kosten, winst en risico								</																	

Bijlage 3: Kosten Bloemkoolwijk

Bloemkoolwijk

	Aanlegkosten per jaar		Onderhouds- kosten per jaar		Schadekosten per jaar		Totale Jaarkosten		Contante waarde over 100 jaar		Restwaarde na 100 jaar	
Variant 0	€	5.566	€	1.394	€	639	€	7.599	€	251.150	€	3.430
Variant 1	€	5.506	€	1.394	€	75	€	6.975	€	230.786	€	3.411
Variant 2	€	5.659	€	3.009	€	81	€	8.749	€	287.358	€	2.160
Variant 3	€	5.896	€	1.684	€	33	€	7.613	€	250.392	€	2.232

Bloemkoolwijk									
Schadekosten									
Post	Schadegrens								
	1	2	3	Herhalingskans	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3	
Waterstand	VP + 0 mm	VP + 40 mm	VP + 80 mm	Schadegrens 1	T= 9,5 jaar	T= 95 jaar	T= 90 jaar	T= 230 jaar	
Woningschade	10%	30%	100%	Schadegrens 2	T= 155 jaar	T= 800 jaar	T= 720 jaar	T= 1500 jaar	
Persoonsschade	10%	30%	100%	Schadegrens 3	T= 1100 jaar	T= 4250 jaar	T= 3750 jaar	T= 9750 jaar	
Afzetting weg	100%	100%	100%						
Schadekosten per woning	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	Kosten grens 1	€ 508,05	€ 47,69	€ 49,99	€ 18,93	
Schadekosten per persoon	€ 193	€ 193	€ 193	Kosten grens 2	€ 84,77	€ 15,52	€ 17,16	€ 8,63	
Schadekosten per strekkende meter weg	€ 0,73	€ 0,73	€ 0,73	Kosten grens 3	€ 46,21	€ 11,96	€ 13,56	€ 5,21	
Aantal woningen	1,3	3,9	13						
Aantal personen	2,73	8,19	27,3						
Lengte weg	88,6	88,6	88,6						
Totale schade	€ 5.142	€ 15.295	€ 50.834	Kosten per jaar	€ 639	€ 75	€ 81	€ 33	

Klik op de tabel voor een vergroting

Bloemkoolwijk																					
Inrichting- en beheerskosten																					
Kostenpost	Hoeveelhedenstaat				Eenheid	Eenheidsprijs				Variant 0			Variant 1			Variant 2			Variant 3		
	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3		Aanleg	Vervanging	Verwijderen	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten	Kosten-categorie	Aanleg-kosten	Onderhouds-kosten
Grondwerk																					
Zand	386,3	333,1	293,1	306,4	m3	€ 14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Aanleg	€ 5.409	€ -	Aanleg	€ 4.663	€ -	Aanleg	€ 4.103	€ -	Aanleg	€ 4.290	€ -
Elementen verharding																					
Wegtype 5c	533	533	533	462,1	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 13.938	€ 126	Vervangen	€ 13.938	€ 126	Vervangen	€ 13.938	€ 126	Vervangen	€ 12.084	€ 109
Wegtype 6c	579,4	579,4	375,7	579,4	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 15.151	€ 137	Vervangen	€ 15.151	€ 137	Vervangen	€ 9.825	€ 89	Vervangen	€ 15.151	€ 137
Wegtype 7c	56,6	56,6	56,6	56,6	m2	€ 24	€ 26	€ 3	€ 0,24	Vervangen	€ 1.480	€ 13	Vervangen	€ 1.480	€ 13	Vervangen	€ 1.480	€ 13	Vervangen	€ 1.480	€ 13
Rubbertegels	40	40	40	40	m2	n.v.t.	€ 129	n.v.t.	€ 2,66	Vervangen	€ 5.160	€ 106	Vervangen	€ 5.160	€ 106	Vervangen	€ 5.160	€ 106	Vervangen	€ 5.160	€ 106
Doorlatende verharding	0	0	0	70,8	m2	€ 69	€ 69	€ 2	€ 0,96	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 4.885	€ 68
Hemelwatersyteem																					
Lokale wadi	0	0	309,1	0	m2	€ 29	€ 29	n.v.t.	€ 6,86	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 8.896	€ 2.119	n.v.t.	€ -	€ -
Centrale wadi	0	0	0	138,8	m2	€ 33	€ 33	n.v.t.	€ 2,36	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 4.550	€ 106
Granudrain	0	0	0	0	m2	€ 150	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,04	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Molgoot	0	0	81,8	0	m2	€ 93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 7.607	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Drainage	0	0	130	110	m2	€ 6	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 806	€ 130	Aanleg	€ 682	€ 110
Verbinding wadi naar oppervlakte water	0	0	27,5	110	m2	€ 16	n.v.t.	n.v.t.	€ 1,00	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 432	€ 28	Aanleg	€ 1.727	€ 110
Hemelwaterriool																					
Streng beton 300	0,0	0,0	0,0	0,0	m2	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,52	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 400	79,0	79,0	79,0	79,0	m2	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	Vervangen	€ 7.661	€ 22	Vervangen	€ 7.661	€ 22	Verwijderen	€ 4.976	€ -	Verwijderen	€ 4.976	€ -
Streng beton 500	0,0	0,0	0,0	0,0	m2	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 600	12,1	12,1	12,1	12,1	m2	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	Vervangen	€ 1.640	€ 5	Vervangen	€ 1.640	€ 5	Verwijderen	€ 1.057	€ -	Verwijderen	€ 1.057	€ -
Streng beton 700	0,0	0,0	0,0	0,0	m2	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1000	18,3	18,3	18,3	18,3	m2	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	Vervangen	€ 7.136	€ 11	Vervangen	€ 7.136	€ 11	Verwijderen	€ 3.970	€ -	Verwijderen	€ 3.970	€ -
Streng beton 1250	0	0	0	0	m2	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 300	0	0	0	0	m2	€ 35	€ 43	€ 8	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 400	79	79	79	79	m2	€ 42	€ 51	€ 10	n.v.t.	Vervangen	€ 4.058	€ -	Vervangen	€ 4.058	€ -	Verwijderen	€ 790	€ -	Verwijderen	€ 790	€ -
Rioolput beton 500	0	0	0	0	m2	€ 52	€ 64	€ 12	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 600	12	12	12	12	m2	€ 65	€ 80	€ 16	n.v.t.	Vervangen	€ 969	€ -	Vervangen	€ 969	€ -	Verwijderen	€ 191	€ -	Verwijderen	€ 191	€ -
Rioolput beton 700	0	0	0	0	m2	€ 81	€ 99	€ 19	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 800	0	0	0	0	m2	€ 101	€ 124	€ 24	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 900	0	0	0	0	m2	€ 126	€ 154	€ 30	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1000	18	18	18	18	m2	€ 157	€ 192	€ 38	n.v.t.	Vervangen	€ 3.519	€ -	Vervangen	€ 3.519	€ -	Verwijderen	€ 686	€ -	Verwijderen	€ 686	€ -
Rioolput beton 1250	0	0	0	0	m2	€ 229	€ 280	€ 55	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Perceelaansluiting	13	13	13	13	st	€ 183	€ 210	€ 27	n.v.t.	Vervangen	€ 2.730	€ -	Vervangen	€ 2.730	€ -	Verwijderen	€ 351	€ -	Verwijderen	€ 351	€ -
Kolk	110	110	109	109	m2	€ 19	€ 20	€ 1	€ 0,45	Vervangen	€ 2.189	€ 50	Vervangen	€ 2.189	€ 50	Verwijderen	€ 131	€ -	Verwijderen	€ 131	€ -
Afvalwaterriool																					
Streng beton 300	103	103	103	103	m2	€ 54	€ 82	€ 53	€ 0,52	Vervangen	€ 8.446	€ 53	Vervangen	€ 8.446	€ 53	Vervangen	€ 8.446	€ 53	Vervangen	€ 8.446	€ 53
Streng beton 400	0	0	0	0	m2	€ 64	€ 97	€ 63	€ 0,28	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 500	0	0	0	0	m2	€ 75	€ 114	€ 74	€ 0,30	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 600	0	0	0	0	m2	€ 89	€ 135	€ 87	€ 0,39	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 700	0	0	0	0	m2	€ 186	€ 275	€ 153	€ 0,42	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1000	0	0	0	0	m2	€ 264	€ 390	€ 217	€ 0,61	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Streng beton 1250	0	0	0	0	m2	€ 353	€ 521	€ 290	€ 0,81	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 300	2	2	2	2	st	€ 1.394	€ 1.705	€ 327	n.v.t.	Vervangen	€ 3.410	€ -	Vervangen	€ 3.410	€ -	Vervangen	€ 3.410	€ -	Vervangen	€ 3.410	€ -
Rioolput beton 400	0	0	0	0	st	€ 1.680	€ 2.055	€ 400	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 500	0	0	0	0	st	€ 2.094	€ 2.561	€ 496	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 600	0	0	0	0	st	€ 2.609	€ 3.191	€ 628	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 700	0	0	0	0	st	€ 3.251	€ 3.976	€ 778	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 800	0	0	0	0	st	€ 4.051	€ 4.954	€ 963	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 900	0	0	0	0	st	€ 5.047	€ 6.173	€ 1.212	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1000	0	0	0	0	st	€ 6.289	€ 7.692	€ 1.500	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Rioolput beton 1250	0	0	0	0	st	€ 9.156	€ 11.198	€ 2.192	n.v.t.	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -
Perceelaansluiting	13	13	13	13	st	€ 183	€ 210	€ 27	n.v.t.	Vervangen	€ 2.730	€ -	Vervangen	€ 2.730	€ -	Vervangen	€ 2.730	€ -	Vervangen	€ 2.730	€ -
Groenvoorziening																					
Gazon	0	0	17,8	0	m2	€ 1	€ 1	n.v.t.	€ 1,59	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 21	€ 28	n.v.t.	€ -	€ -
Haag	123	123	0	123	m2	n.v.t.	€ 18	n.v.t.	€ 4,78	Vervangen	€ 2.217	€ 589	Vervangen	€ 2.217	€ 589	n.v.t.	€ -	€ -	Vervangen	€ 2.217	€ 589
Boom in beplanting	4	4	0	4	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	Vervangen	€ 1.120	€ 25	Vervangen	€ 1.120	€ 25	n.v.t.	€ -	€ -	Vervangen	€ 1.120	€ 25
Boom in gazon	0	0	20	0	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,31	n.v.t.	€ -	€ -	n.v.t.	€ -	€ -	Aanleg	€ 3.600	€ 126	n.v.t.	€ -	€ -
Boom in verharding	8	8	5	8	st	€ 180	€ 280	€ 100	€ 6,73	Vervangen	€ 2.240	€ 54	Vervangen	€ 2.240	€ 54	Vervangen	€ 1.400	€ 34	Vervangen	€ 2.240	€ 54
Overig																					
Paal beton	25	25	3	25	st	n.v.t.	€ 210	n.v.t.	€ 2,10	Vervangen	€ 5.250	€ 53	Vervangen	€ 5.250	€ 53	Vervangen	€ 630	€ 6	Vervangen	€ 5.250	€ 53
Straatverlichting	4	4	4	4	st	n.v.t.	€ 200	n.v.t.	€ 37,75	Vervangen	€ 800	€ 151	Vervangen	€ 800	€ 151	Vervangen	€ 800	€ 151	Vervangen	€ 800	€ 151
Totaal											€ 97.252	€ 1.394		€ 96.506	€ 1.394		€ 85.436	€ 3.009		€ 88.374	€ 1.684
Kosten exclusief BTW inclusief uitvoeringskosten, algemene kosten,											€ 137.807			€ 136.749			€ 121.063			€ 125.226	

