



Basisrioleringsplan 2015

Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland



23 december 2015



Basisrioleringsplan 2015

Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland

Voor

Gemeente Den Haag
Gemeente Rijswijk
Gemeente Leidschendam-Voorburg
Gemeente Westland

Nelen & Schuurmans

Postbus 1219
3500 BE Utrecht

www.nelen-schuurmans.nl

Projectgegevens

Dossier : P0094
Datum : 23-12-2015

Niets uit deze rapportage mag worden veeleelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel van de studie	3
1.3	Proces	3
1.4	Projectorganisatie.....	4
2	De afvalwaterketen	5
2.1	Kenmerken en deelgebieden	5
2.1.1	Inleiding.....	5
2.1.2	Rioolstelsel.....	5
2.1.3	Bemalingsgebieden	6
2.1.4	Verhard oppervlak	8
2.1.5	Berging in het gemengde stelsel	9
2.1.6	Overstorten	10
2.1.7	Gemalen en pompen.....	10
2.1.8	Zuivering	11
2.2	Modellen van de afvalwaterketen	11
2.2.1	3Di modelinstrumentarium.....	11
2.2.2	Modeleerproces	12
2.2.3	Twee type modellen.....	13
2.3	Methodiek	14
2.3.1	Hydraulisch functioneren	14
2.3.2	Milieutechnisch functioneren	15
2.3.3	Bepalen maatregelen in de riolering.....	16
2.3.4	Klimaat stresstest	16
3	Berekeningsresultaten.....	18
3.1	Hydraulisch functioneren	18
3.1.1	Gemeente Den Haag	18
3.1.2	Gemeente Rijswijk.....	19
3.1.3	Gemeente Leidschendam-Voorburg.....	19
3.2	Milieutechnisch functioneren.....	22
3.3	Klimaatbestendigheid	26
3.3.1	Waterdiepte.....	26
3.3.2	Kwetsbare gebouwen	30
3.3.3	Kwetsbare wegen	32
3.3.4	Schade.....	34
3.3.5	Klimaatbestendigheid.....	35



4	Maatregelen.....	37
4.1	Rioleringsmaatregelen.....	37
4.1.1	Algemene maatregelen.....	37
4.1.2	Maatregelen per gemeenten.....	38
4.2	Klimaat adaptieve maatregelen.....	39
4.2.1	Effectiviteit maatregelen pakket.....	39
4.2.2	Lange termijn, maar nu beginnen.....	44
4.2.3	Procesmatige maatregelen.....	44
4.2.4	Onderzoeksmaatregelen.....	46
4.3	Kosten.....	46
4.3.1	Korte termijnmaatregelen.....	46
4.3.2	Lange termijnmaatregelen.....	47
5	Conclusies en aanbevelingen.....	48
5.1	Conclusies.....	48
5.2	Aanbevelingen.....	49
5.2.1	Rioleringsmaatregelen.....	49
5.2.2	Procesmatige maatregelen.....	49
5.2.3	Onderzoeksmaatregelen.....	50
I.	Gegevensbronnen.....	51
II.	Kaarten.....	52
III.	Kenmerkenbladen.....	53



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De rioolstelsels van de gemeenten Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland (Wateringen) zijn voor een groot deel met elkaar verbonden en functioneren als een integraal systeem. Daarom hebben de gemeenten besloten om het Basisrioleringsplan (BRP) gezamenlijk op te stellen.

Het vorige BRP van de gemeenten dateert uit 2003. Inmiddels is er behoefte aan een geactualiseerd BRP. Niet alleen het rioolstelsel is sindsdien veranderd, maar ook in de buitenruimte hebben de laatste jaren ontwikkelingen plaatsgevonden.

Behalve deze fysieke veranderingen, zijn er ook wijzigingen geweest in wet- en regelgeving die betrekking hebben op de riolering. Zo is er geen vergunning meer nodig voor de riooloverstortingen, vanwege het verdwijnen van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) in 2009. Ook heeft de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) bijgedragen aan toegenomen aandacht voor ecologie en waterkwaliteit.

De laatste jaren is klimaatverandering een actueel onderwerp geworden, waarmee behoefte is ontstaan aan inzicht in de gevolgen van extreme neerslag. Om het nodige inzicht te krijgen in deze gevolgen is een innovatieve aanpak nodig. In dit BRP is een eerste invulling gegeven aan een dergelijk innovatieve aanpak.

1.2 Doel van de studie

Het doel van dit BRP voor de gemeenten Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland is tweeledig:

- › 'Klassiek' inzicht geven in het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van de riolering.
- › 'Innovatief' inzicht geven in de gevolgen van extreme (klimaat) buien, zowel in de riolering als in de openbare ruimte.

Het inzicht in het functioneren van de riolering is gebruikt om de uitgevoerde maatregelen van de afgelopen jaren te evalueren. Dit inzicht is ook vertaald naar nieuwe maatregelen om aan huidige en toekomstige richtlijnen te voldoen. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt naar korte en lange termijn maatregelen.

De inzichten opgedaan in dit BRP dienen als technische onderlegger voor de verschillende Gemeentelijke Rioleringsplannen, ter onderbouwing van zorgvuldig en doelmatig beleid.

1.3 Proces

Voor het opstellen van dit BRP is een nieuw instrument gebruikt, namelijk het 3Di modelinstrumentarium. Met het 3Di modelinstrumentarium is een nieuw gedetailleerd rioleringsmodel opgesteld. Bijzonder hierbij is dat ook de bovengrond (straten, gebouwen, plantsoenen) in het 3Di model is opgenomen. De gemeenten zijn de eersten die zo gedetailleerd en op deze schaal het BRP hebben opgesteld.

Het 3Di model is gebruikt om zowel invulling te geven aan een klassiek vraagstuk, als het verkrijgen van nieuwe inzichten in het opkomende thema van extreme neerslag. Het BRP is opgesteld conform de Leidraad Riolering C2100 van Stichting RIONED.



De voortgang van het project is bewaakt door een projectgroep die maandelijks bijeenkwam. Bij het maandelijks voortgangsoverleg was tenminste één medewerker van elke gemeente en het waterschap aanwezig.

Daarnaast zijn drie workshops gehouden om inzichten in de gevolgen van extreme neerslag te delen met een bredere groep. Bij de workshops waren ook vertegenwoordigers vanuit ruimtelijke ordening betrokken. Deze workshops hebben bijgedragen aan het definiëren van het afwegingskader voor de gevolgen van extreme buien.

1.4 Projectorganisatie

Het project is uitgevoerd door een projectgroep, waarin de volgende mensen zitting hadden:

- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Den Haag (projectleider)
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Den Haag
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Den Haag
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Den Haag
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Den Haag
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Leidschendam-Voorburg
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Leidschendam-Voorburg
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Leidschendam-Voorburg
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Rijswijk
- › 5.1.2.e [redacted], gemeente Westland
- › 5.1.2.e [redacted], hoogheemraadschap van Delfland
- › 5.1.2.e [redacted], hoogheemraadschap van Delfland

Het project is extern ondersteund door het consortium van Nelen & Schuurmans en Grontmij.

Bij de totstandkoming van dit Basisrioleringsplan is een grote hoeveelheid gegevens verzameld en verwerkt in databases. Daarnaast zijn van de resultaten digitale kaarten beschikbaar. Deze databases en kaarten kunnen worden geraadpleegd via onder andere www.Lizard.net.



2 De afvalwaterketen

De gemeenten Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland (Wateringen) lozen (deels) onder vrij verval op Haagse rioolstelsel. De rioolstelsels van de gemeenten kennen een indeling in deelgebieden. De deelgebieden wateren af onder vrij verval of via een rioolgemaal.

Het rioolgemaal voert het water af naar naastgelegen bemalingsgebied of een persleiding die het afvalwater naar de zuivering (AWZI) vervoert. In het gebied zijn twee AWZI's, Houtrust en Harnaschpolder. De persleidingen vanaf het eindgemaal en de zuiveringen zijn in beheer bij Hoogheemraadschap van Delfland.

Bij extreme belasting van het gemengde rioolstelsel kan water worden geborgen in bergbezinkbassins. Als ook dat niet voldoende is kan het water via overstorten worden geloosd op het oppervlaktewater.

2.1 Kenmerken en deelgebieden

2.1.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de kenmerken van de deelgebieden van het rioolstelsel beschreven. Er is uitgegaan van de actuele situatie in peiljaar 2014. Alle kenmerken van de deelgebieden zijn te vinden op de kenmerkenbladen in de bijlage. De kenmerken zijn per thema samengevat in de onderstaande paragrafen.



Figuur 2-1. Het studiegebied bestaat uit gemeente Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland (Wateringen)

2.1.2 Rioolstelsel

De rioolstelsels van de gemeenten vormen gezamenlijk een complex en samenhangend netwerk van ruim 2300 kilometer aan leidingen. Dit stelsel staat voor een groot deel onder



vrij verval met elkaar in verbinding, of via één van 76 interne overstorten of 132 rioolgemaal. Bijzonder is de aanwezigheid van 22 bergbezinkbassins (BBB), waarvan het merendeel in Den Haag liggen.

Tabel 2-1. De kerngetallen van de rioolstelsels van de gemeenten

	Riolering (km)			Putten (aantal)	BBB's (aantal)	Gemalen (aantal)	Overstorten (aantal)	
	Gemengd	DWA	RWA				Intern	Extern
Den Haag	830	290	724	33.041	18	76	53	118
Rijswijk	112	17	66	4.968	0	17	2	73
Leidschendam-Voorburg	161	36	74	6.959	4*	25	16	52
Westland (Wateringen)	26	18	27	2.048	0	14	5	6
Totaal	1.129	361	891	47.016	22	132	76	249

* BBB Schenkade en IJscubweg liggen op het grondgebied van Den Haag

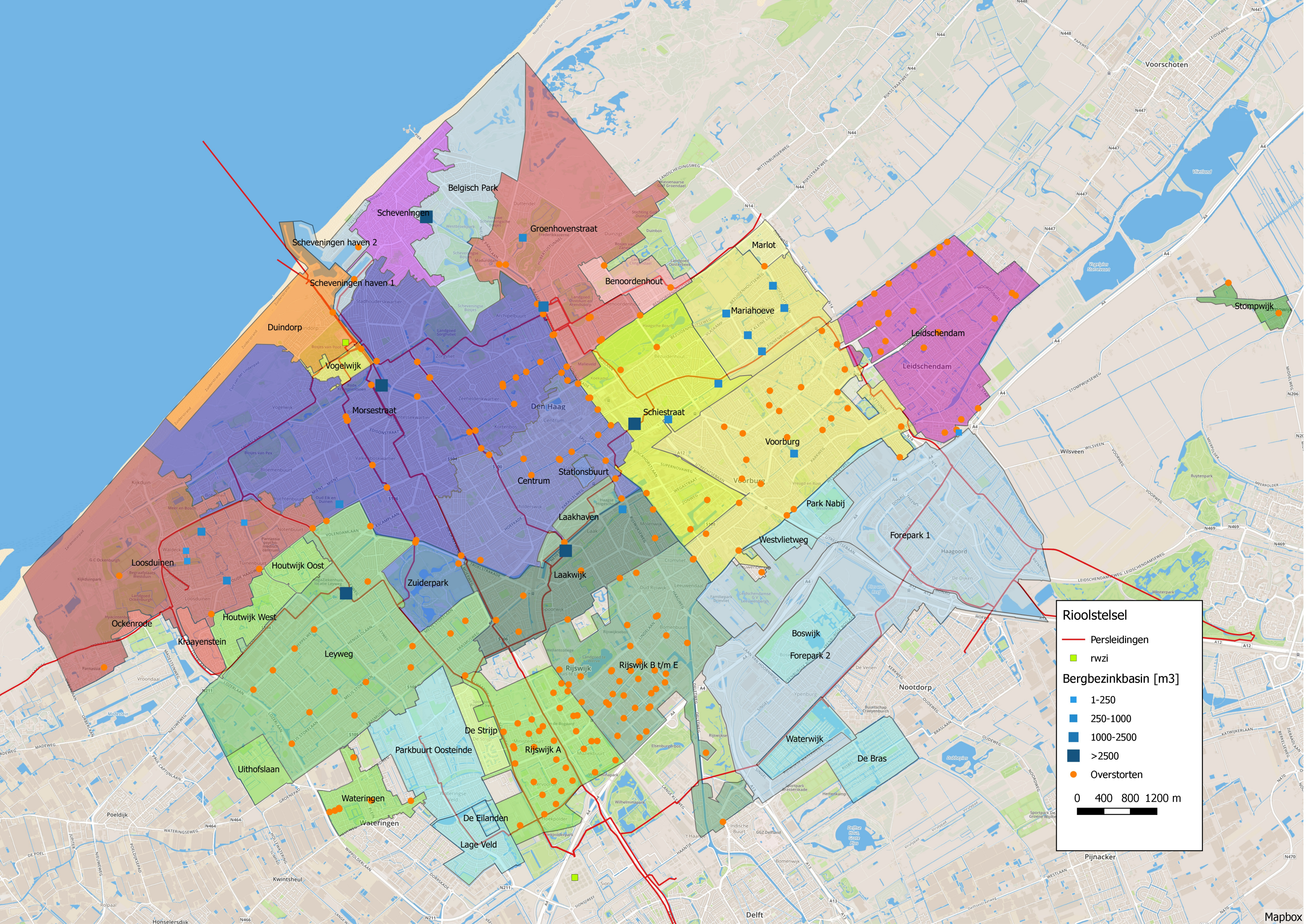
2.1.3 Bemalingsgebieden

De gemeenten Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland (Wateringen) zijn opgedeeld in 14 hoofdgebieden. De basiskennmerken van de hoofdgebieden staan in de onderstaande tabel samengevat.

Tabel 2-2. De basiskennmerken van de bemalingsgebieden. Een uitgebreidere tabel en de kenmerkenbladen staan in de bijlage

Bemalingsgebied	Aantal Inwoners	Verhard oppervlak op gemengde riolering (ha)	Capaciteit BBB (m3)	Totale berging bemalingsgebied (mm)
AWZI Houtrust	231.614	1209	27000	10,2
Belgisch Park	8.877	63,7	5000	11,2
Scheveningen en Haven	17.784	125,8	6000	8,9
Morsestraat en Centrum	198.120	997,1	16000	10,2
Vogelwijk	1.298	7,2		12,3
Duindorp	5.535	14,7		18,3
AWZI Harnaschpolder (deel Den Haag)	391.054	1571	28913	11,7
Groenhovenstraat	14.728	164,9	3861	10,9
Schiestraat en Voorburg	71.116	461,9	10370	11,6
Laakwijk en Rijswijk BCDE	70.533	298,9	6500	12,4
Leyweg	107.670	410,4	6000	11,6
Loosduinen	34.111	134,6	2032	13,1
Leidschendam	29.205	100,5	150	9,8
Leidschenveen-Ypenburg*	18.895	0		
Wateringseveld*	44.796	0		
AWZI Leiden Zuid				
Stompwijk	1923	6,0	0	7,7

* Deze gebieden bestaan uit gescheiden stelsels, waarbij de RWA leidingen vaak zonder drempel afwateren. Daardoor is er geen sprake van onderdrempel berging. Ook is geen verhard oppervlak gekoppeld aan de gemengde riolering.



Rioolstelsel

- Persleidingen
- rwzi

Bergbezinkbasin [m3]

- 1-250
- 250-1000
- 1000-2500
- >2500
- Overstorten

0 400 800 1200 m



De hoofdgebieden bestaan in totaal uit 45 deelgebieden. Deze deelgebieden kunnen op verschillende wijze afwateren. In de onderstaande tabel staat per deelgebied aangegeven op welke wijze deze afwatert.

Tabel 2-3. Per deelgebied staat aangegeven op welke wijze deze afwatert

AWZI Harnaschpolder		AWZI Houtrust	
<i>Den Haag</i>		<i>Den Haag</i>	
Groenhovenstraat (1 van 2*)	Gemaal	Belgisch Park	Gemaal
Groenhovenstraat gestuwd (2 van 2*)	Stuwput	Scheveningen (1 van 3*)	Gemaal
Benoordenhout	Gemaal	Scheveningen gestuwd (2 van 3*)	Stuwput
Schiestraat	Gemaal	Scheveningen Westduinweg (3 van 3*)	Wervelventiel
Mariahoeve	Gemaal	Haven 1	Gemaal
Marlot	Gemaal	Haven 2	Gemaal
Laakwijk	Gemaal	Morsestraat	Gemaal
Laakhaven	Gemaal	Centrum	Gemaal
Leyweg	Gemaal	Stationsbuurt	Gemaal
Houtwijk oost	Gemaal	Zuiderpark	Gemaal
Houtwijk west	Gemaal	Vogelwijk	Gemaal
Uithofslaan	Gemaal	Duindorp	Gemaal
Loosduinen	Gemaal		
Ockenrode	Gemaal	<i>Leidschendam-Voorburg</i>	
Kraaijenstein	Gemaal	Voorburg	Vrij verval
Parkbuurt Oosteinde	Gemaal	Leidschendam	Gemaal
De Eilanden	Gemaal		
Lage Veld	Gemaal	AWZI Leiden Zuid	
Forepark 1	Gemaal	Stompwijk	Gemaal
Forepark 2	Gemaal		
Park Nabij	Gemaal	Buiten zuiveringskring	
Westvlietweg	Gemaal	Utrechtse Baan	Vrij verval
Boswijk	Gemaal		
Waterwijk	Gemaal		
De Bras	Gemaal		
<i>Rijswijk</i>			
Rijswijk BCDE	Vrij verval		
Rijswijk A	Vrij verval		
De Strijp	Gemaal		
<i>Westland</i>			
Wateringen	Vrij verval		

* De gebieden Groenhovenstraat en Scheveningen zijn opgedeeld in meerdere deelgebieden. De deelgebieden hebben een eigen hydraulische werking, bijvoorbeeld als stuwgebied.

2.1.4 Verhard oppervlak

In de onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van het aan de gemengde riolering aangekoppeld verhard oppervlak. In het overzicht is onderscheid gemaakt naar type verhard oppervlak en naar gemeente.

De gemeenten hebben in de afgelopen periode een afkoppelprogramma uitgevoerd, waarbij alleen al in Den Haag circa 100 ha verhard oppervlak is afgekoppeld van het gemengde stelsel. Hiervoor zijn speciale voorzieningen getroffen, zoals de aanleg van regenwaterleidingen. Door het afkoppelen van verhard oppervlak wordt de belasting van het gemengde rioolstelsel en de zuivering gereduceerd.



Het verhard oppervlak is bij de laatste inventarisatie opnieuw bepaald. Ten opzichte van de vorige inventarisatie, lijkt het verhard oppervlak te zijn toegenomen, terwijl er juist is afgekoppeld door de gemeenten. Bij de laatste inventarisatie heeft een kwaliteitsslag plaatsgevonden. Blijkbaar is in het verleden het aangesloten verhard oppervlak onderschat.

Tabel 2-4. De totalen verhard oppervlak aangekoppeld aan de gemengde riolering in hectares per type oppervlak per gemeente

Verhard oppervlak (ha)	Gesloten verharding	Open verharding	Dak hellend	Dak vlak	Totaal
Den Haag	309,0	809,9	271,9	816,1	2207,0
Rijswijk	13,1	86,3	61,9	68,2	229,4
Leidschendam-Voorburg	20,7	133,7	86,7	86,3	327,5
Westland (Wateringen)	0,6	8,6	8,1	4,7	22,0
Totaal	343,3	1038,4	428,6	975,4	2785,8

2.1.5 Berging in het gemengde stelsel

De berging is bepaald op basis van de onderdrempelberging van de laagste drempel in betreffende deelgebied. Dit is exclusief verloren berging. Dit is per deelgebied ook bepaald in aantal mm, gerelateerd aan het aangekoppeld oppervlak.

De bergingscapaciteit van de gemengde rioolstelsels staan weergegeven in de onderstaande tabel. In de tabel staan de deelgebieden met uitsluitend gescheiden systemen niet opgenomen.

Tabel 2-5. De bergingscapaciteit van het gemengde rioolstelsel per bemalingsgebied. Deelgebieden met uitsluitend gescheiden systemen zijn niet opgenomen

Gebiedsnaam	Bruto berging	Verloren berging		Netto berging	Randvoorzieningen	Totaal	
	(m3)	(m3)		(m)	(m3)	(m3)	(mm)
Belgisch Park	2182	69	3%	2113	5000	7113	11,2
Scheveningen (1 van 3)	2427	88	4%	2339	6000	8339	16,2
Scheveningen gestuwd (2 van 3)	1211	11	1%	1201		1201	2,7
Scheveningen Westduinweg (3 van 3)	322	11	4%	310		310	3,0
Haven 1	736	12	2%	724		724	6,0
Haven 2	621	11	2%	609		609	7,5
Morsestraat	51562	544	1%	51018	16000	67018	9,7
Centrum	34067	707	2%	33361		33361	11,2
Stationsbuurt	1415	10	1%	1406		1406	18,3
Vogelwijk	900	12	1%	888		888	12,3
Duindorp	2899	208	7%	2692		2692	18,3
Groenhovenstraat (1 van 2)	10935	40	0%	10895	3861	14756	12,6
Groenhovenstraat gestuwd (2 van 2)	1038	14	1%	1024		1024	4,1
Benoordenhout	2145	8	0%	2137		2137	9,3
Schiestraat	16084	214	1%	15870	7400	23270	13,3
Mariahoeve	5545	12	0%	5533	1970	7503	12,1
Marlot	603	6	1%	597		597	15,2
Voorburg	21806	674	3%	21132	1000	22132	10,0
Laakwijk	17213	101	1%	17112	6500	23612	15,3



Rijswijk BCDE	13096	190	1%	12906		12906	8,9
Leyweg	29438	186	1%	29252	6000	35252	11,6
Rijswijk A	6487	97	1%	6390		6390	7,5
Wateringen	2065	120	6%	1945		1945	8,9
Loosduinen	14904	115	1%	14789	2032	16821	12,5
Leidschendam	10265	553	5%	9712	150	9862	9,8
Stompwijk	488	23	5%	465		465	7,7

2.1.6 Overstorten

In het studiegebied zijn 249 externe overstorten in gemengde riolering. Rijswijk en Leidschendam-Voorburg hebben relatief veel overstorten, in vergelijking met het aantal kilometer leiding en hectares verhard oppervlak. Over het algemeen zijn de overstorten in Den Haag echter 'groter'.

In de onderstaande tabel staan de 10 grootste overstorten weergegeven. Deze zijn gebaseerd op de gemiddelde volumes bepaald in de reeksberekening.

Tabel 2-6. De 10 overstorten in de gemengde riolering met het hoogste gemiddelde jaarvolume overgestort water

Overstort ID	Locatie	Deelgebied	Drempel	
			Hoogte (m NAP)	Breedte (m)
954-01	Gele Meerbloem	Wateringen	-0,91	1
G3_7002	Kranenburgweg	Morsestraat	2,5	4
D4_7002	Haringkade	Scheveningen (BBB)	1,1	41
D4_7001	Haringkade	Belgisch Park (BBB)	-0,15	44,5
L2_7001	Thorbeckelaan	Loosduinen	-0,15	12,7
NWG532	Laan van Nieuw Oosteinde	Voorburg	-0,82	5
K3_N02	Loosduinseweg	Morsestraat	-0,15	12
BBB05B	Laan van Eik en Duinen	Morsestraat (BBB)	-0,15	18
H3_7003	Valkenboskade	Morsestraat	0,05	9
882-04	Rozemarijn	Wateringen	-0,99	0,3

2.1.7 Gemalen en pompen

In het studiegebied zijn 132 rioolgemalen aanwezig. In de onderstaande tabel is een top 10 weergegeven van de gemalen met de hoogste normcapaciteit. De overige gemalen en kenmerken staan op de kenmerkenbladen in de bijlage.

De grootste gemalen zijn over het algemeen de grootste deelgebieden. Een aantal grote deelgebieden die afwateren onder vrij verval of via een stuw zijn staan hierin niet opgenomen. Dit zijn de gebieden Voorburg, Rijswijk BCDE, Rijswijk A en Wateringen.

Een aantal gebieden vallen op met een hoge norm capaciteit ten opzichte van het verhard oppervlak en de inwoners, zoals deelgebied Schiestraat. Deze gebieden hebben relatief veel 'doorvoer' van water uit andere gebieden.



Tabel 2-7. De 10 grootste gemalen in het studiegebied

Deelgebied	Inwoners	Droog weer capaciteit (m ³ /h)	Verhard oppervlak (gemengd) (ha)	Pompovercapaciteit (m ³ /h)	Totale normcapaciteit (m ³ /h)
Morsestraat	125.429	2714	690,3	7060	9774
Leyweg	66.743	1627	303,3	3164	4791
Schiestraat	16.434	1042	175,2	3234	4275
Centrum	70.765	1052	299,2	2177	3228
Laakwijk	43.743	938	154,5	2202	3140
Groenhovenstraat (1 van 2)	9.187	260	116,8	1154	1414
Loosduinen	30.427	448	134,6	942	1390
Scheveningen (1 van 3)	8.189	243	51,4	881	1124
Leidschendam	29.205	350	100,5	704	1054
Mariahoeve	12.984	183	61,8	460	643

2.1.8 Zuivering

Via persleidingen wordt het afvalwater naar twee afvalwaterzuiveringsinstallaties gepompt, AWZI Houtrust en AWZI Harnaschpolder. Deze twee AWZI's zuiveren het water en lozen het gezuiverde water op 2,5 kilometer uit de kust in zee.

AWZI	Houtrust	Harnaschpolder
Bouwjaar	1967	2006
Zuiveringscapaciteit (ontwerp) (i.e.)	390.000	1.260.000
Maximum Droog Weer Aanvoer (m ³ /u)	3.600	10.950
Maximum Regen Weer Aanvoer (m ³ /u)	13.900	35.800

2.2 Modellen van de afvalwaterketen

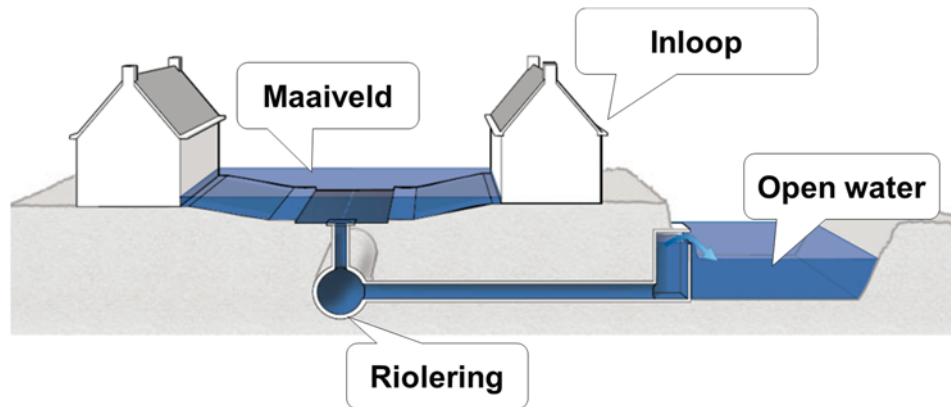
2.2.1 3Di modelinstrumentarium

Om te kwantificeren wat het effect is van neerslag scenario's en maatregelen is een model van het rioolstel nodig. Hoe heviger de bui, hoe complexer de waterstromen gaan lopen.

3Di omvat een instrumentarium, waarmee integraal en op hoog detail aan water gerekend kan worden. Met dit model kan wateroverlastproblematiek in het stedelijk gebied voor extreme neerslaggebeurtenissen worden gesimuleerd, gevisualiseerd en gecommuniceerd.

Een 3Di model bestaat uit vier componenten:

- › Een inloopcomponent.
- › Een maaiveldcomponent.
- › Een rioolcomponent.
- › Een open watercomponent.



Figuur 2-2. Een 3Di model bestaat uit een inloopcomponent, een maaiveldcomponent, een inloopcomponent, een rioolcomponent en een open watercomponent

De inloopcomponent kan op twee manieren de inloop van neerslag in het rioolstelsel berekenen:

- › Volgens het NWRW-inloop model.
- › Volgens een volledig 2D stromingsmodel.

De maaiveldcomponent beschrijft de stroming van neerslag dat op het maaiveld valt, waarna het water het rioolstelsel in kan stromen. Evenzeer beschrijft het de stroming van water op straat dat uit de rioolputten stroomt als de waterstand in het riool boven maaiveld komt.

De rioolcomponent berekent het hydraulisch functioneren van het stelsel. Het berekent waterstanden, debieten en stroomsnelheden in leidingen en putten. Bij overbelasting van het stelsel ontstaan overstorten op het buitenwater en water op straat.

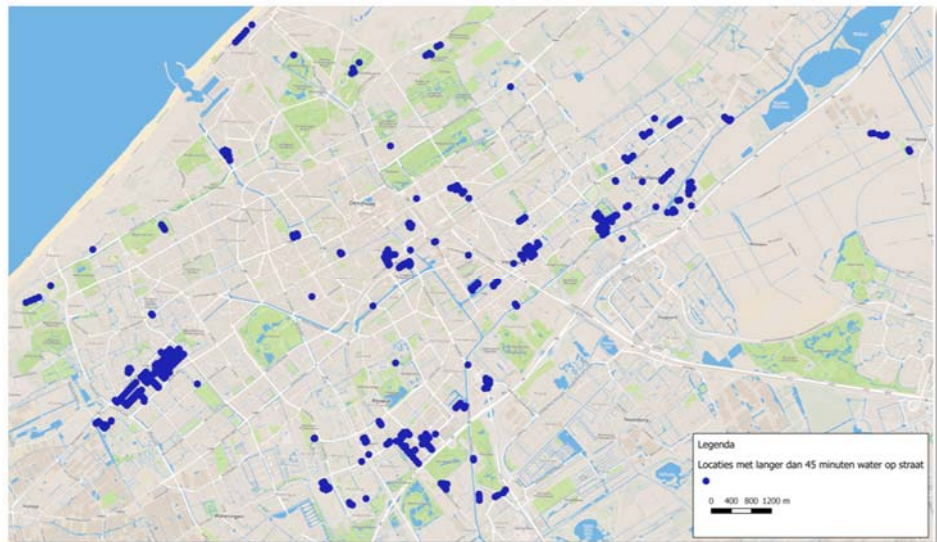
De open watercomponent berekent het hydraulisch functioneren van het oppervlaktewatersysteem. Het berekent waterstanden, debieten en stroomsnelheden in de waterlopen en kunstwerken.

2.2.2 *Modeleerproces*

Het 3Di model is tot stand gekomen door de basisgegevens te verwerken tot rekenklare gegevens. De invoergegevens zijn aangeleverd door de gemeenten, Hoogheemraadschap Delfland en Rijnland. De gegevens zijn uitvoerig gecontroleerd:

- › De gegevens van de gemeenten zijn gecontroleerd op volledigheid van de data, logica en consistentie.
- › De gegevens zijn tot een modelschematisatie verwerkt en deze schematisatie is met een aantal testsommen gecontroleerd, zoals alleen DWA belasting of een constante ontwerpbelasting.
- › De resultaten van de bovenstaande stappen zijn met de gemeenten teruggekoppeld, waarna er verbeteringen in de modelschematisatie zijn doorgevoerd.
- › De verbeterde modelschematisatie is opnieuw met een aantal testsommen gecontroleerd.

Het verbeterde model is met Bui7 belast en de resultaten zijn geverifieerd. De resultaten, water op straat, stroomsnelheden, waterstanden en overstortvolumes zijn samen met de gemeenten nagelopen. In onderstaand figuur staan de resultaten vóór verificatie aangegeven.



Figuur 2-3. In de verificatie is het model met ontwerp-bui 7 belast. De resultaten zijn met de gemeente geverifieerd om onvolkomenheden uit de gegevens de halen

In de modelverificatie is de oorzaak van het water op straat achterhaald. Dit kunnen knelpunten in bestaande riolering zijn, als ook onvolkomenheden in de gegevens of het model. Denk daarbij aan verharde oppervlakken die in werkelijkheid aan een andere leiding gekoppeld zijn of aan overstorten die in het model ontbreken. De resultaten van de validatie zijn met de gemeenten besproken, waarna het model is aangepast.

In het BRP is geen kalibratie of validatie uitgevoerd van het model. Wel zijn veel verificatie berekeningen gemaakt en zijn de resultaten besproken met de gebiedsbeheerders.

De gemaalcapaciteiten in het model komen niet altijd overeen met de werkelijk geïnstalleerde capaciteiten. De gemeente Den Haag gaat namelijk uit van de normcapaciteiten. De normcapaciteit is de afvoercapaciteit zoals deze zou moeten zijn volgens de afspraken met Delfland.

Het is raadzaam om modelresultaten te valideren met metingen. Voor het klimaatmodel zijn geen praktijkwaarnemingen beschikbaar, omdat een zeer extreme bui (gelukkig) nog niet is gevallen in het studiegebied. De modelresultaten moeten mede daarom voorzichtig worden geïnterpreteerd. Deze resultaten moeten in dit stadium vooral richting geven aan het aanwijzen van de aandachtsgebieden/kwetsbare gebieden en geven een indicatie van de te nemen maatregelen.

De schematisatie van Waterningen bevat enkele gebreken, waarover is besloten dit niet verder te verbeteren. De modelresultaten van Waterningen zijn daarom niet meegenomen in de analyses. Modelmatig heeft dit een beperkt effect op het rioolstelsel van Den Haag.

2.2.3 Twee type modellen

Er zijn twee varianten gemaakt van het 3Di model:

- › Klassiek rioolmodel;
- › Klimaatmodel.



Klassiek rioolmodel

Om het nieuwe BRP met het huidige BRP te kunnen vergelijken is een klassiek BRP uitgevoerd. Voor het spoor 'Klassiek BRP' is een nieuw rioolmodel gemaakt met dezelfde uitgangspunten als het oude rioolmodel. Concreet bestaat het model uit een schematisatie van de neerslaginloop conform NWRW 4.3 en een schematisatie van het rioolstelsel als 1D hydraulisch model.

De inloopcomponent berekent de dynamische (water)belasting op het rioolstelsel. De belasting bestaat uit de afvoer bij droog weer (DWA) en de regen water afvoer (RWA).

De rioolcomponent berekent het hydrodynamisch functioneren van het rioolstelsel, oftewel de waterstanden/waterdiepten en de stroomsnelheden/debietten. Water kan geborgen worden in bassins, of via putten en overstorten uit het stelsel treden.

De berging van water op straat wordt geschematiseerd door een oppervlak bovenop de rioolput van standaard 100 m².

Klimaatmodel

Het 'klimaatmodel' is een integraal model waarin het 1D netwerk van de riolering is gekoppeld aan een 2D terreinmodel van de buitenruimte.

In dit integrale model valt neerslag op het terreinmodel. Hier kan het infiltreren in de bodem, of naar de riolering stromen via de kolken. Als de waterstand in de riolering te hoog is, kan het water niet meer afstromen naar de riolering en blijft het water op maaiveld staan. Ook kan water via de kolken naar het maaiveld stromen, als de waterstand in de riolering te hoog is.

Omdat het integrale model veel rekenpunten heeft, zijn er zes deelmodellen gemaakt, namelijk:

- › Den Haag Centrum.
- › Den Haag Leyweg.
- › Scheveningen.
- › Leidschendam-Voorburg.
- › Rijswijk.
- › Leischnveen, Ypenburg en Wateringseveld.

2.3 Methodiek

Deze paragraaf beschrijft de gehanteerde methodiek voor de analyses in de BRP. Het klassieke rioolmodel is gebruikt om twee type analyses uit te voeren:

- › Hydraulisch functioneren.
- › Milieutechnische functioneren.

Aan de hand van deze analyses zijn op systematische wijze maatregelen in de riolering bepaald.

Het klimaatmodel is gebruikt om een stresstest voor extreme neerslag uit te voeren.

2.3.1 Hydraulisch functioneren

Het hydraulisch functioneren wordt beoordeeld aan de hand van tevoren vastgestelde criteria. Deze zijn vastgesteld door de gemeenten en zijn in deze paragraaf beschreven.

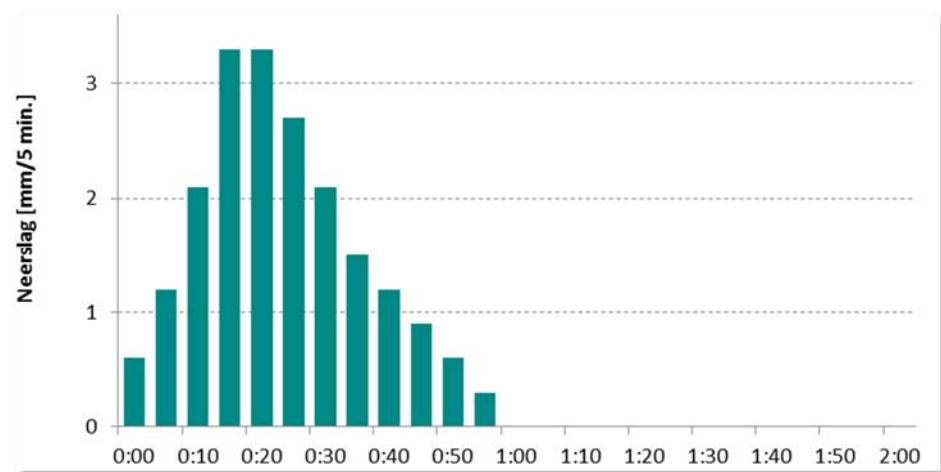


De riolering is getoetst is op 'Water hinder', dat is vastgesteld als een locatie waar het water langer dan 45 minuten op straat staat. De afvoer- en bergingscapaciteit van het rioolstelsel moet voldoende groot zijn om water hinder te voorkomen. Als maatstaf voor water op straat zijn de maaiveldhoogtes uit het aangeleverde model gebruikt. Met het hydraulische rekenmodel is de duur van water op straat inzichtelijk gemaakt.

Om het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel te toetsen, is het stelsel belast met een Bui07 uit de leidraad riolering. In deze bui valt 19.8 mm gedurende een uur, zie onderstaand figuur. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- › Het stelsel is leeg aan het begin van de bui.
- › Inloopparameters volgens het NWRW 4.3.
- › Water op straat wordt geborgen op een oppervlak van 100 m².
- › DWA-belasting wordt niet meegenomen.

Deze uitgangspunten zijn gelijk aan de uitgangspunten uit het vorige BRP.



Figuur 2-4. Neerslagverloop van de Bui07

2.3.2 Milieutechnisch functioneren

Vuilwater dat niet naar de zuivering wordt afgevoerd, mag het oppervlaktewater niet overmatig belasten, vanuit het oogpunt van waterkwaliteit en ecologie. In het verleden was hiervoor verplicht te toetsen aan de Eenduidige Basisinspanning.

Om een vergelijking met uitkomsten van het vorige BPR te faciliteren, is op vergelijkbare wijze een emissieberekening uitgevoerd. Voor deze berekening is het klassieke rioolmodel gebruikt, een hydraulisch strengenmodel.

Een reeks berekening uitgevoerd voor een periode van 10 jaar, met neerslaggegevens van 1955 tot 1964. Daarbij zijn de overstort volumina van de gemengde stelsels berekend per overstort en per neerslaggebeurtenis. Deze overstort volumina zijn omgerekend naar vuilemissies volgens dezelfde uitgangspunten als in het vorige BRP.

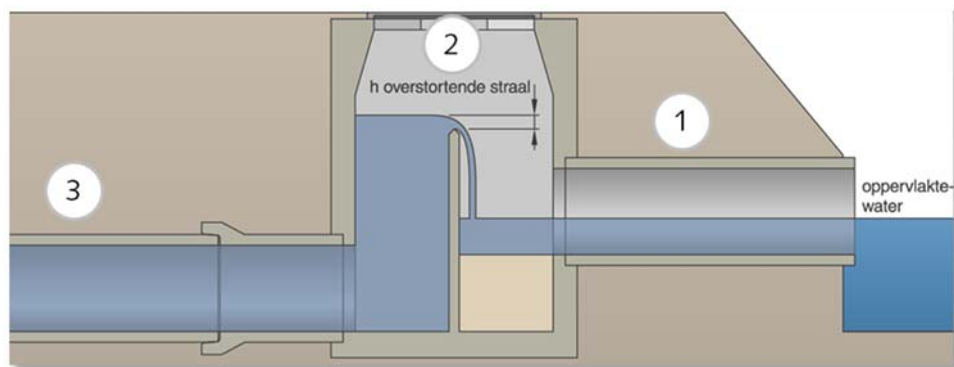
- › Het 'vuilgehalte' van de gemiddelde jaarlijkse emissie is 50 mg BZV/l.
- › Het verwijderingsrendement van een bergbezinkbassin is gesteld op 45%.

2.3.3 Bepalen maatregelen in de riolering

Maatregelen in de riolering zijn op systematische wijze bepaald. Dit is in drie stappen gedaan (zie ook onderstaand figuur):

- › Als eerste zijn de 'uitstroombakken' achter de overstorten vergroot, wanneer een te grote opstuwung ontstaat over de uitstroombak in de buurt van een water-op-sstraatlocatie.
- › Ten tweede zijn de overstortbreedtes vergroot, wanneer de overstortende straal groter dan 25 cm is in de buurt van een water-op-sstraatlocatie.
- › Ten slotte zijn rioolleidingen vergroot, wanneer de stroomsnelheden in de buurt van water-op-sstraatlocaties meer dan 1 m/s bedraagt.

Op enkele locaties is maatwerk toegepast, omdat lokale omstandigheden de bovenstaande methode minder toepasbaar maken.



Figuur 2-5. Het rioolsysteem is in drie stappen geoptimaliseerd. In de eerste stap is ervoor gezorgd dat alle overstortleidingen niet hydraulisch beperkend zijn. In de tweede stap zijn te hoge overstortende stralen teruggebracht tot maximaal 25 centimeter. In de derde stap zijn hydraulische knelpunt en in leidingen verholpen door leidingdimensies te vergroten

2.3.4 Klimaat stresstest

Een klimaat stresstest voor extreme neerslag is uitgevoerd, met behulp van de klimaatmodellen. Voor deze stresstest is een scenario berekend met 100 mm neerslag die gelijkmatig in 2 uur valt.

Bij een dergelijk extreme bui is het belangrijk de wateroverlast in de openbare ruimte en particuliere eigendommen in beeld te brengen. Er is (nog) geen toetsingskader beschikbaar om te bepalen wat acceptabel is en wat niet.

Een bui van in totaal 100 mm is zeer extreem, maar komt in Nederland bijna jaarlijks voor. Een dergelijke bui zorgt doorgaans voor veel overlast. De kans dat een zodanige bui lokaal in het studiegebied valt is circa eens in de honderd jaar.

Het model berekent de stroming en de waterstanden bij de bui gedurende vier uur. Om een beeld te schetsen van de mogelijke overlast, zijn de modelresultaten naverwerkt in vier type kaarten:

- › Waterdiepte na één uur, na twee uur en na vier uur.
- › Kwetsbare gebouwen.
- › Kwetsbare wegen.
- › Schade.



Waterdiepte geeft een inundatiebeeld van waar het water blijft staan op straat, in de tuinen, op pleinen of in de gebouwen. De waterdiepte kaart geeft de inundatiediepte op een bepaald tijdstip op een ruimtelijke resolutie van 0,25 m².

Kwetsbare gebouwen zijn gebouwen waar water 'naar binnen stroomt'. Het naar binnen treden van water wordt berekend door het vlak dekkend terreinmodel. In de maaiveldhoogtekaart van het terreinmodel zijn de vloerpeilen geschat. Deze zijn geschat door 15 cm op te tellen bij de mediaan van de omliggende hoogtes. Er is geen rekening gehouden met souterrains en kelders.

Kwetsbare wegen zijn wegen die moeilijk begaanbaar of onbegaanbaar zijn. Wegen met een waterdiepte groter dan 20 centimeter zijn onbegaanbaar voor normaal verkeer. Indien de waterdiepte groter is dan 30 centimeter zijn wegen ook onbegaanbaar voor calamiteitenverkeer.

Schade is de schade berekend met de STOWA Water Schade Schatter. Deze berekent op basis van de maximale waterdiepte en het landgebruik de schade per vierkante meter. Meer informatie over de Water Schade Schatter staat op www.waterschadeschatter.nl.

Klimaatbestendigheid is een scorekaart op basis van de drie impactkaarten, deze geeft een klimaatbestendigheid score per wijk. Deze score is een gemiddelde van drie scores voor kwetsbare gebouwen, kwetsbare wegen en mogelijke schade. De scores voor kwetsbare gebouwen en kwetsbare wegen zijn als volgt per wijk berekend:

- › Score kwetsbare gebouwen = Aantal kwetsbare gebouwen / Totaal aantal gebouwen.
- › Score kwetsbare wegen = Aantal km kwetsbare wegen / Totaal aantal km wegen.

Voor het berekenen van de score voor mogelijke schade, is eerst voor elke wijk de gemiddelde schade per m² berekend. Daarna is deze gemiddelde schade omgerekend naar een score tussen 1 en 10 met behulp van de onderstaande conversietabel.

Tabel 2-8. Een conversietabel is gebruikt om de schade per vierkante meter om te rekenen naar een score van 1 tot 10

Schade score	Gemiddelde schade in euro's per m ²
1	16,61
2	14,02
3	11,42
4	8,83
5	6,24
6	3,64
7	1,05
8	0,02
9	0,01
10	0

3 Berekeningsresultaten

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de rekenmethode beschreven in het vorige hoofdstuk.

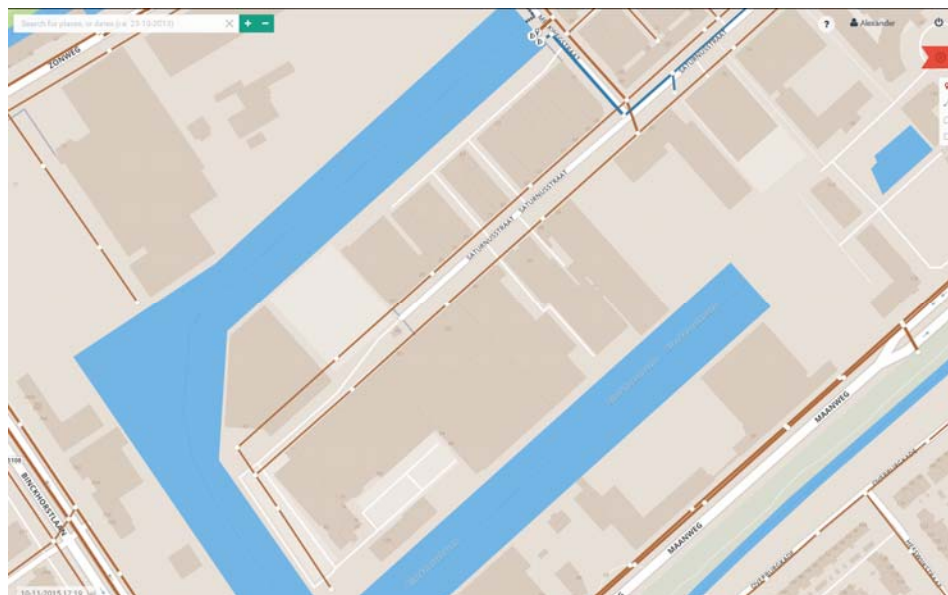
3.1 Hydraulisch functioneren

De resultaten van de berekening zijn verwerkt tot een kaart, waarop de locaties van water op straat zijn gevisualiseerd met een duur langer dan 45 minuten. In het figuur op de volgende pagina staan de knelpunten weergegeven, waar de waterstand langer dan 45 minuten boven maaiveldhoogte staat. De omcirkelde locaties worden hieronder toegelicht.

De overige locaties zijn putten met lage maaiveldhoogtes in vergelijking met naburige putten. Deze locaties zijn besproken met de opdrachtgever en worden niet als knelpunt herkend.

3.1.1 Gemeente Den Haag

Saturnusstraat. De breedte van de overstortdrempel aan de Melkwegstraat is beperkt in verhouding tot het afvoerende debiet. Daardoor loopt bij hevige buien de overstortende straal snel op. Vanaf de Melkwegstraat tot aan de Saturnusstraat ligt een leiding met een grote afvoercapaciteit (600/900 mm). In de Saturnusstraat gaat dit echter over in een dubbel ei-vormig riool 300/450 mm. Dit leidt tot een verdere opstuwung in de riolering. Opmerkelijk is een Ø800 leiding in de Maanweg, die vanaf put K9_1073 naar de rand van de Broeksloot loopt. Mogelijk is hier een overstort aanwezig.



Figuur 3-1. Locatie Saturnusstraat

Jaap Edenweg. De oorsprong van dit knelpunt ligt in de belasting vanuit het gebied sportcentrum De Uithof. Het verhard oppervlak is modelmatig toegewezen aan de gemengde riolering, maar mogelijk is dit in werkelijkheid niet het geval.

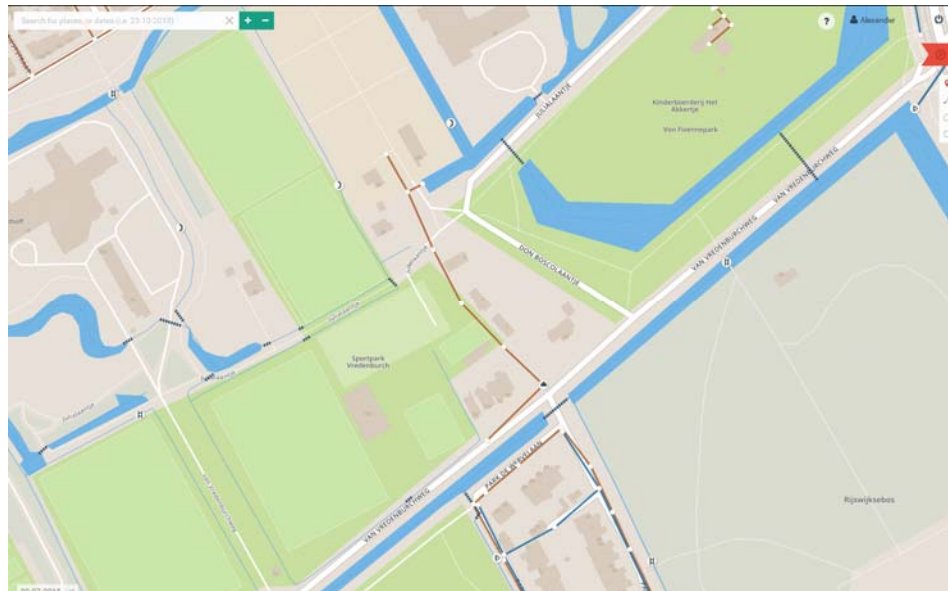
Het riool is niet afgestemd op de toegewezen belasting. Er is namelijk ruim 3 hectare weggoppervlak toegewezen, terwijl de leiding vrijwel geheel Ø300 mm is (tot aan de Lozerweg). Daarnaast zorgt de smalle overstortdrempel aan de Meppelweg voor een verdere opstuwing.

Boorlaan. Vanuit het Malieveld is een groot dakoppervlak toegewezen aan het riool. Dit oppervlak is niet (meer) aanwezig op recente luchtfoto's.

3.1.2 *Gemeente Rijswijk*

De Ruijt. Dit is een absoluut stelsel. Dat betekent dat er geen overstorten zijn en een gemaal het hele stelsel ledigt. Wel zijn er wegdelen en dakoppervlakken aangesloten op de riolering. In combinatie met geringe berging, zal bij hevige neerslag de afvoer via het gemaal onvoldoende zijn, waardoor water op straat treedt.

Julialaantje. De problematiek is gelijk aan De Ruijt. Opvallend is de aanwezigheid van een klein riool richting de waterpartij aan de zuidzijde van park Den Burgh. Dit kan wijzen op een overstort of nooduitlaat.



Figuur 3-2. Locatie Julialaantje

3.1.3 *Gemeente Leidschendam-Voorburg*

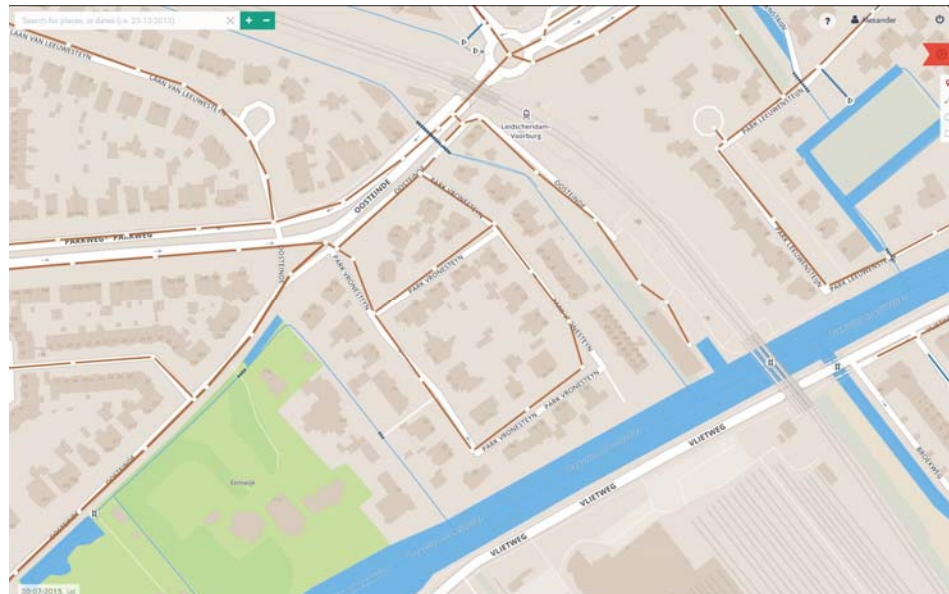
De Tol. De overstort aan het Toevluchtpad heeft een bijzonder smalle drempel, namelijk 15 centimeter. In samenhang met de kleine diameters van het stelsel zal het nooit de bedoeling zijn geweest dat een dergelijk stelsel veel afvoerend oppervlak zou kunnen verwerken. De 'dip' in het maaiveld, het gevolg van het verloop vanaf de Leidsekade naar De Tol, versterkt de gevoeligheid voor water-op-straat.

De Star. De dimensionering van het stelsel is niet afgestemd op de hoeveelheid afvoerend oppervlak. Er is niet één plek aan te wijzen waar het stelsel echt opvallend te kort schiet. De lichte kom waarin het bedrijventerrein De Star ligt, draagt bij aan de verhoogde gevoeligheid voor water-op-straat.

Park Vronesteyn. De afstand tussen de relevante overstorten (Rembrandtlaan en Leeuwenstein) en het maaiveldniveau ter hoogte van Park Vronesteyn is beperkt. Daardoor treedt snel water op straat in dit gebied, ook bij beperkte belasting.



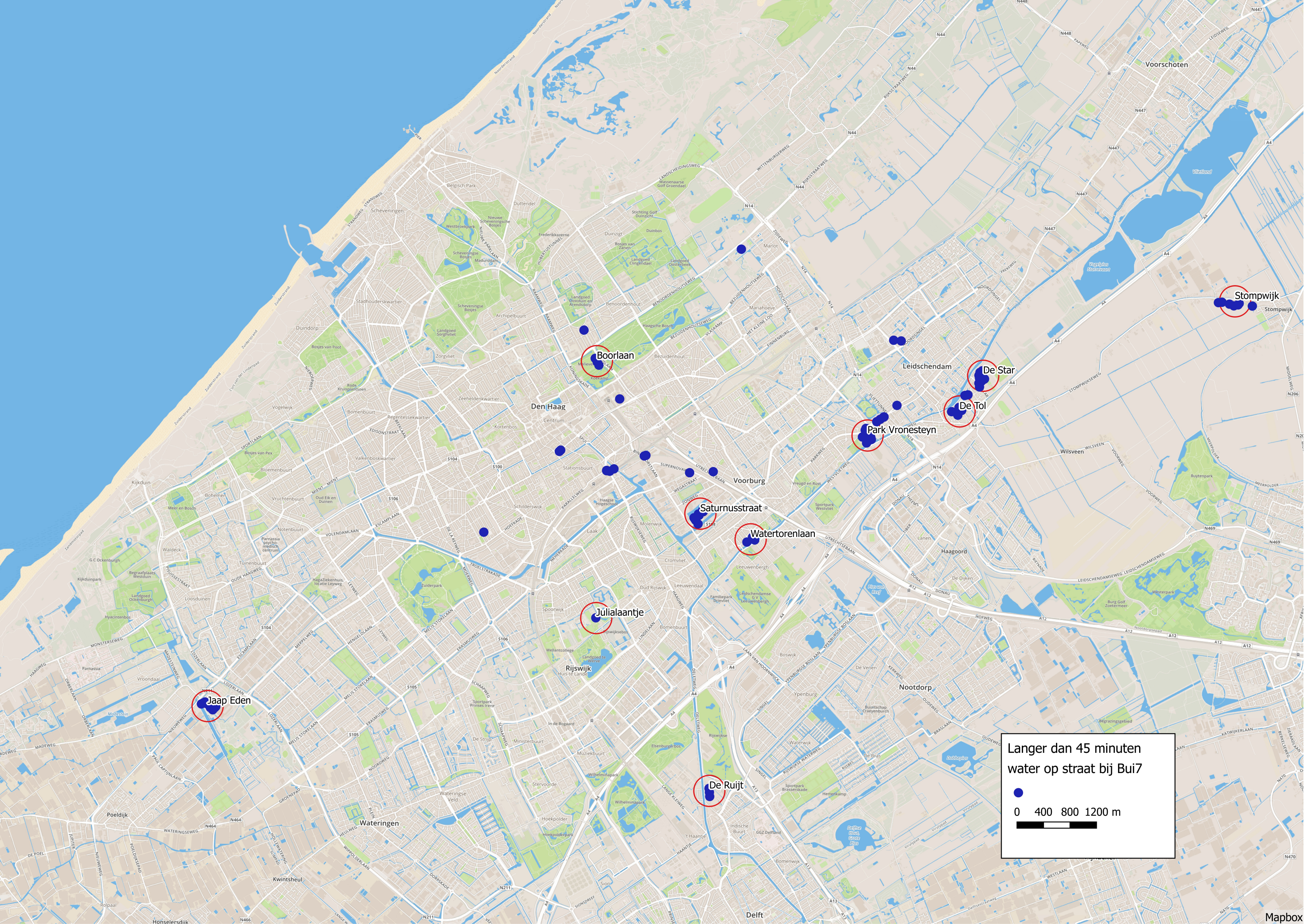
De diameter van de leidingen neemt toe richting de boezem. Dit is een indicatie dat hier mogelijk een overstort aanwezig is, of heeft gezeten. Er is echter geen overstort bekend op deze locatie.



Figuur 3-3. Locatie Park Vronesteyn

Stompwijk. Het deelgebied Van Noortstraat is een absoluut stelsel. In het verleden zat hier een overstort, maar die is op verzoek van het Hoogheemraadschap opgeheven. Het gemaal ledigt nu het hele stelsel. Doordat de hoeveelheid neerslag dat in het stelsel komt groter is dan de gemaalcapaciteit, treedt er water op straat op.

Watertorenlaan. Ondanks dat de weg in de Watertorenlaan is afgekoppeld treedt de druklijn langdurig boven maaiveldniveau. Dit komt in beginsel niet op straat te staan, maar zal in het geval van slechte ontluchting of lage vloerpeilen tot problemen in de woningen kunnen leiden. Het gemengde stelsel vertoont geen groot knelpunt in de afvoercapaciteit.





3.2 Milieutechnisch functioneren

Het resultaat van de berekening is gepresenteerd op een kaart waarin per overstort, de gemiddelde jaarlijkse vuilemissie is gevisualiseerd (zie volgende pagina).

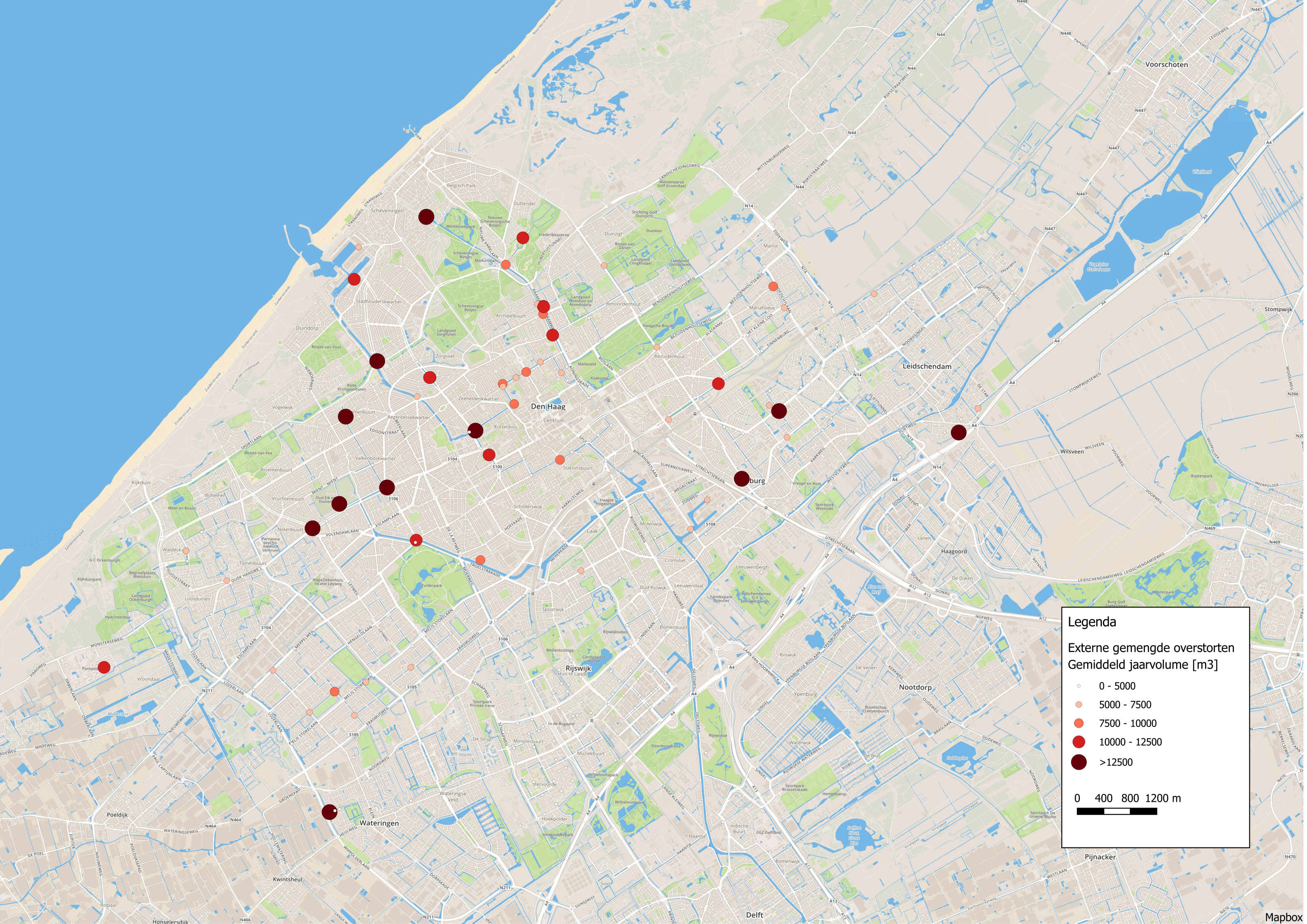
De resultaten van de emissieberekening staan samengevat in de onderstaande tabel. Voor het totaal wordt geconstateerd dat het overgestort volume lager is dan de basisinspanning, en de emissies hoger.

Tabel 3-1. Samenvatting van de resultaten van de emissieberekening

Gebied		Basisinspanning 2003		Huidige situatie	
Code	Naam	Volume (gem m ³ /jaar)	Emissie (gem kg BZV/jaar)	Volume (gem m ³ /jaar)	Emissie (gem kg BZV/jaar)
1	DH Groenhovenstraat/ Benoordenhout	55.939	1.538	41.643	1.690
2	DH Scheveningen/ Belgisch Park	69.885	1.922	46.844	1.476
3	DH Morsestraat/ Loosduinen/Vogelijk	311.042	8.554	176.247	8.111
4	DH Laakwijk/Rijswijk BCDE	113.444	3.120	43.526	2.085
5	DH Schiestraat/ Mariahoeve/ Marlot/Voorburg	162.082	4.457	101.958	4.487
6	DH Centrum/ Stationsbuurt/Zuiderpark	113.209	3.113	42.705	2.135
7	DH Duindorp	10.536	290	280	14
8	DH Leyweg/Rijswijk A*	130.089	3.578	107.288	5.364
9	DH Leidschenveen/ Ypenburg/ Wateringseveld**	-	-	0	0
10	Leidschendam**	-	-	28.674	1.235
11	Stompwijk**	-	-	1.003	50
Totaal		966.226	26.572	590.167	26.647

* Door ontbrekende gegevens ten tijde van de berekening zijn de emissies van Wateringen buiten beschouwing gelaten. Dit betreffen gegevens van overstorten, zoals de locatie en drempelhoogtes.

**Deze gebieden waren geen onderdeel van de watersysteemberekening uit 2003. Daarnaast zijn Leidschenveen, Ypenburg en Wateringseveld volledig gescheiden rioolstelsels.



Legenda

Externe gemengde overstorten
Gemiddeld jaarvolume [m3]

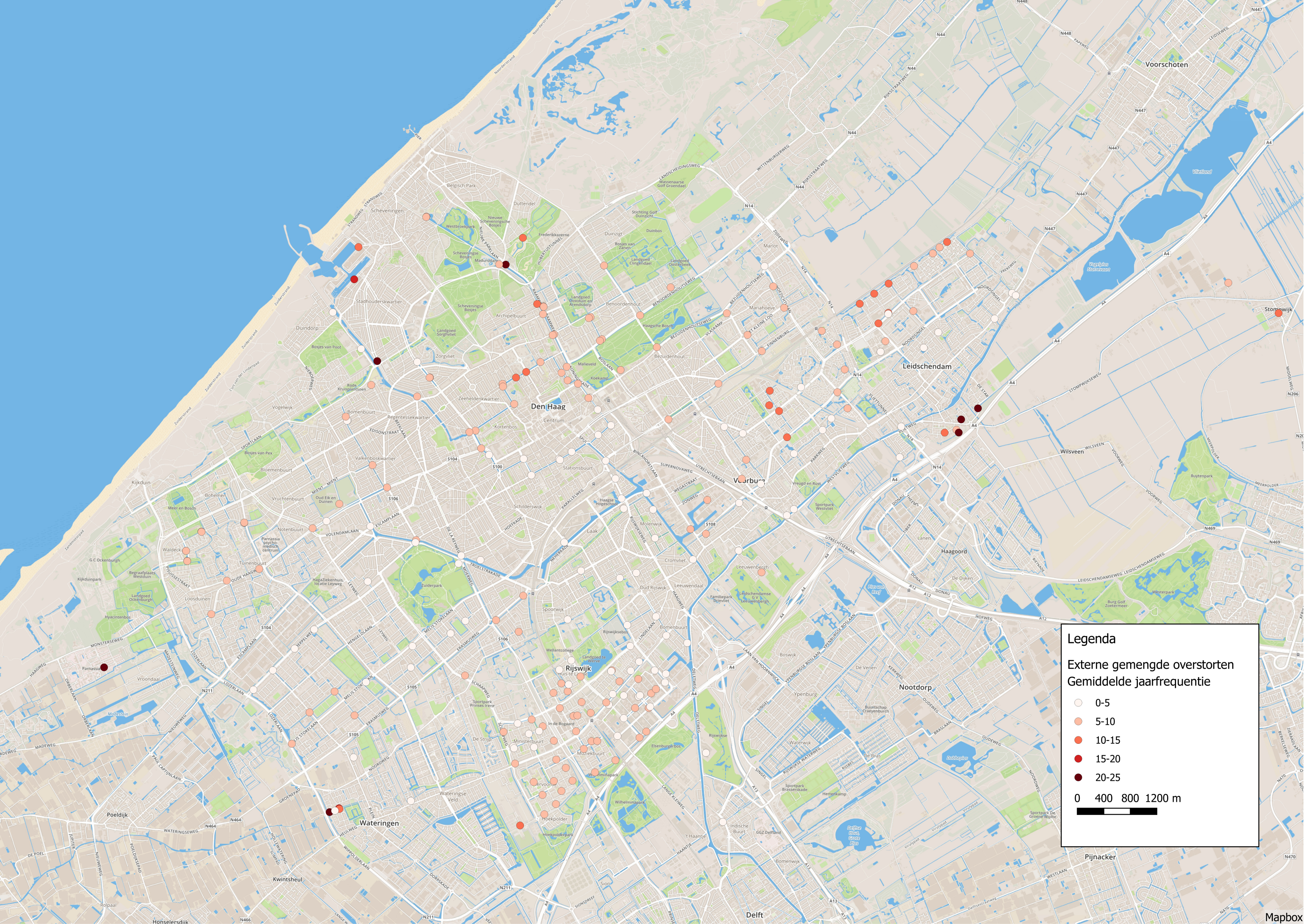
- 0 - 5000
- 5000 - 7500
- 7500 - 10000
- 10000 - 12500
- >12500

0

400

800

1200 m



Legenda

Externe gemengde overstorten
Gemiddelde jaarfrequentie

	0-5
	5-10
	10-15
	15-20
	20-25

0

400

800

1200 m



Als we de uitkomsten vergelijken met die uit het vorige BRP dan zien we een aantal verschillen. Dit wordt veroorzaakt door de model invoerdata en de gebruikte rekenmethode. Een voorbeeld hiervan is de eerder genoemde herinventarisatie van het verhard oppervlak.

De emissieberekening is uitgevoerd met een volledig strengenmodel. Dit model berekend de verdeling van het water tussen de overstorten hydraulisch. Bij de watersysteemberekening in 2003 is gebruikt gemaakt van een bakkenmodel. De verdeling van water tussen de overstorten is daarmee minder nauwkeurig bepaald.

Verskillende uitgangspunten zijn gehanteerd voor overstorthoogtes, niet alle overstorthoogtes zijn ingemeten. De gehanteerde drempelhoogtes staan onder andere op de kenmerkenbladen.

Voor het bepalen van de overstortvolumes wordt de 10-jarige neerslagreeks (1955-1964) van De Bilt gebruikt. Deze is gebaseerd op de vijftien minuten neerslagreeks De Bilt 1955-1979 die ook ten grondslag ligt aan de standaardbuien die onder andere gebruikt worden voor het bepalen van het hydraulisch functioneren (Leidraad Riolerings, C2100). Het begin van deze reeks is al 60 jaar geleden. Veranderde neerslagpatronen ten gevolge van klimaatveranderingen worden hierdoor niet meegenomen.

Er wordt uitgegaan van een gemiddelde concentratie CZV tijdens overstortingen van 250 mg CZV/liter. CZV staat voor chemisch zuurstofverbruik. Het is geen stof op zich, maar een afgeleide van een aantal stoffen die in hun omzetprocessen zuurstof verbruiken. Een onderdeel hiervan is het biologisch zuurstofverbruik ($CZV/5 = BZV$). Dat staat voor de hoeveelheid zuurstof die wordt gebruikt bij de biologische afbraak van de vuilvracht. De gemiddelde concentratie CZV is gebaseerd op metingen van meerdere stelsels ten tijde van de NWRW-onderzoeken.

Dus de vuilemissie waarmee wordt getoetst is gebaseerd op een afgeleide van stoffen (samengevat als CZV) waarvan de gemiddelde waarde is bepaald op basis van metingen die zijn uitgevoerd ten tijden van een onderzoek in 1983-1990.

Er wordt uitgegaan van een gemiddeld bezinkingsrendement van de randvoorziening van 45%. Het gemiddelde bezinkingsrendement is gebaseerd op metingen van meerdere randvoorzieningen ten tijde van de NWRW-onderzoeken.

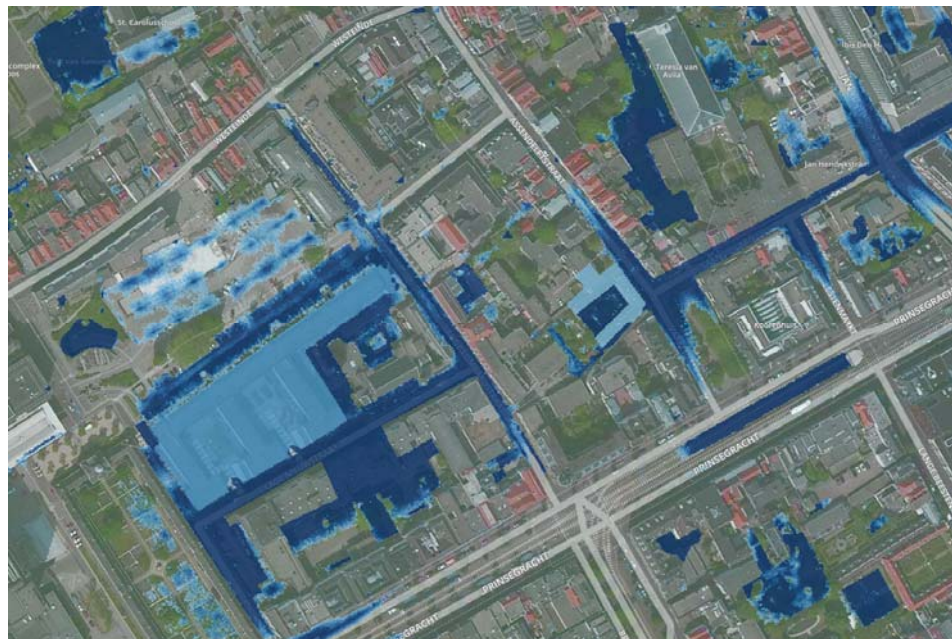
Het gaat om het bereiken van een goede waterkwaliteit van het oppervlaktewater en een goed functionerend afvalwatersysteem. De EBI-methode houdt op bij de overstortdrempel en kijkt niet naar de impact op het ontvangende oppervlaktewatersysteem.

3.3 Klimaatbestendigheid

3.3.1 Waterdiepte

De klimaatberekening is zo nauwkeurig als mogelijk, maar blijft desondanks een indicatieve berekening. Dit komt doordat gedetailleerde invoer gegevens niet altijd beschikbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn de hoogte van vloerpeilen, kolkhoogtes en private riolering. Daarnaast is er geen validatie uitgevoerd, omdat een zeer extreme bui nog niet in Den Haag, Rijswijk, Leidschendam-Voorburg en Westland is gevallen.

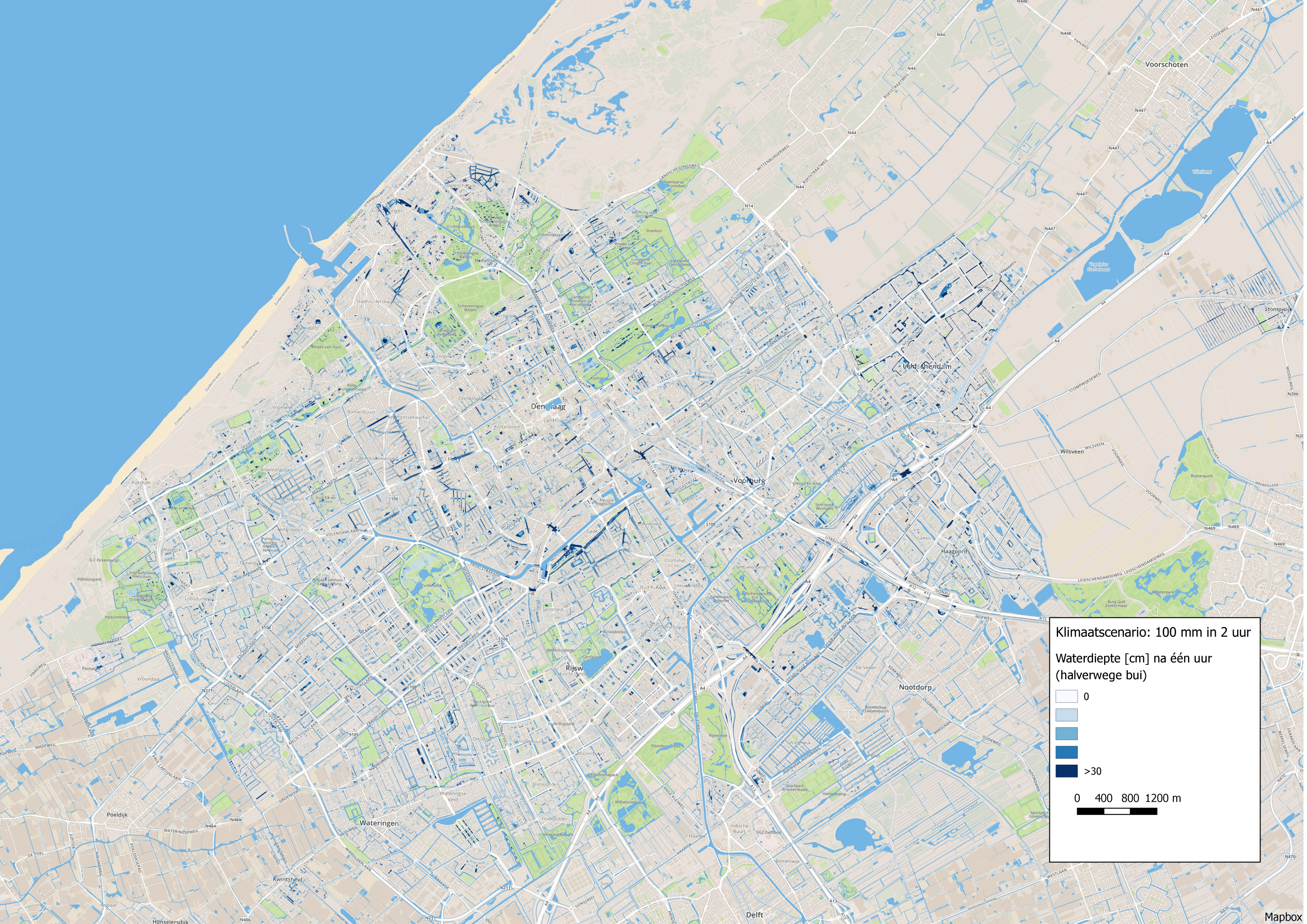
Ruimtelijke waterdieptes zijn gedurende de bui uitgerekend. Deze zijn beschikbaar per 5 minuten tot twee uur na de bui.



Figuur 3-4. De berekende waterstanden zijn per 5 minuten beschikbaar

Op de volgende pagina's staan de waterdieptekaarten van het projectgebied. Deze zijn op de volgende momenten:

- › één uur na start bui (na 50 mm neerslag);
- › twee uur na start bui (na 100 mm neerslag);
- › vier uur na start bui (2 uur na de bui).

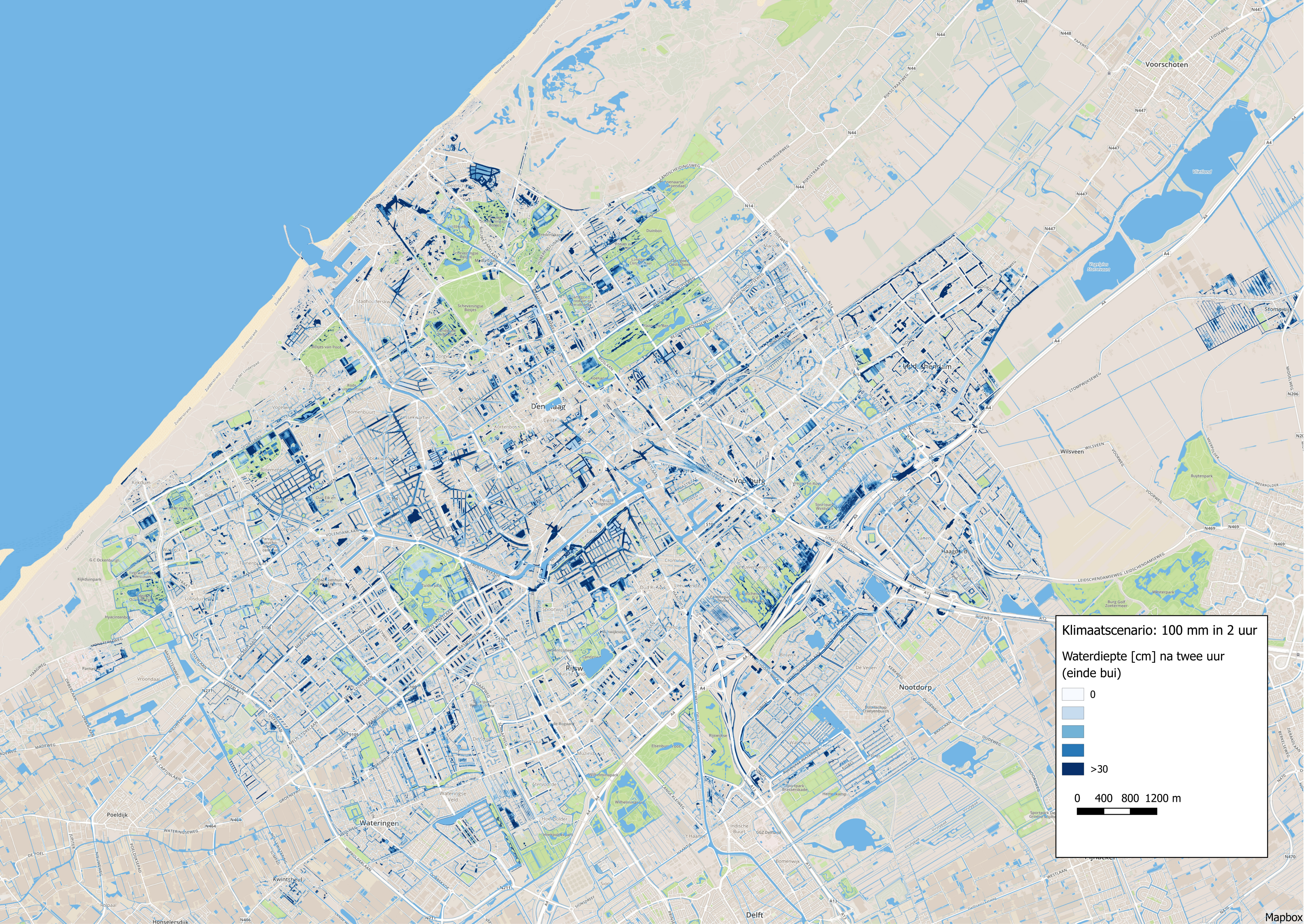


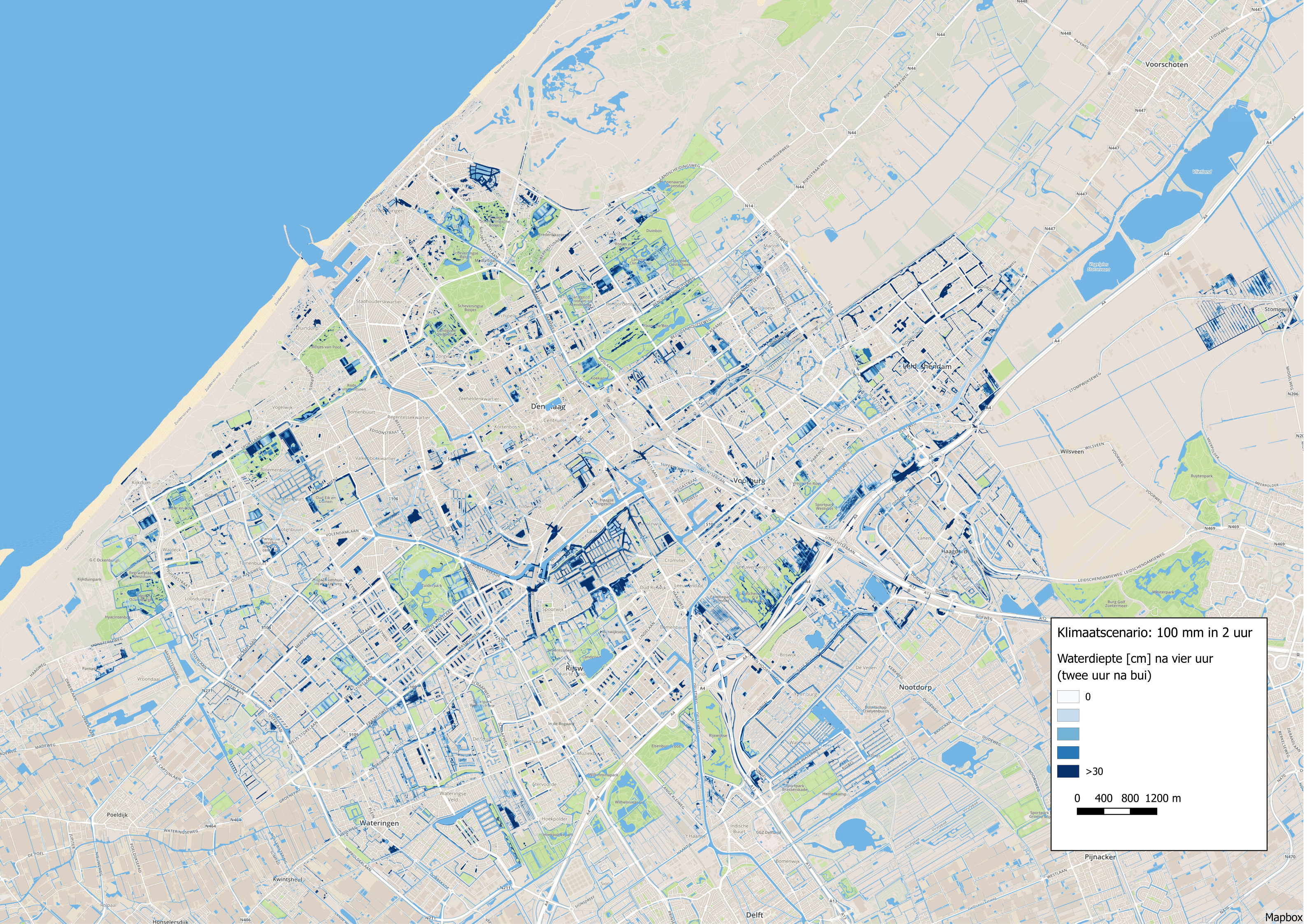
Klimaatscenario: 100 mm in 2 uur

Waterdiepte [cm] na één uur
(halverwege bui)

0
>30

0 400 800 1200 m





Klimaatscenario: 100 mm in 2 uur

Waterdiepte [cm] na vier uur
(twee uur na bui)

Light blue	0
Medium blue	
Dark blue	
Very dark blue	>30

0 400 800 1200 m

3.3.2 Kwetsbare gebouwen

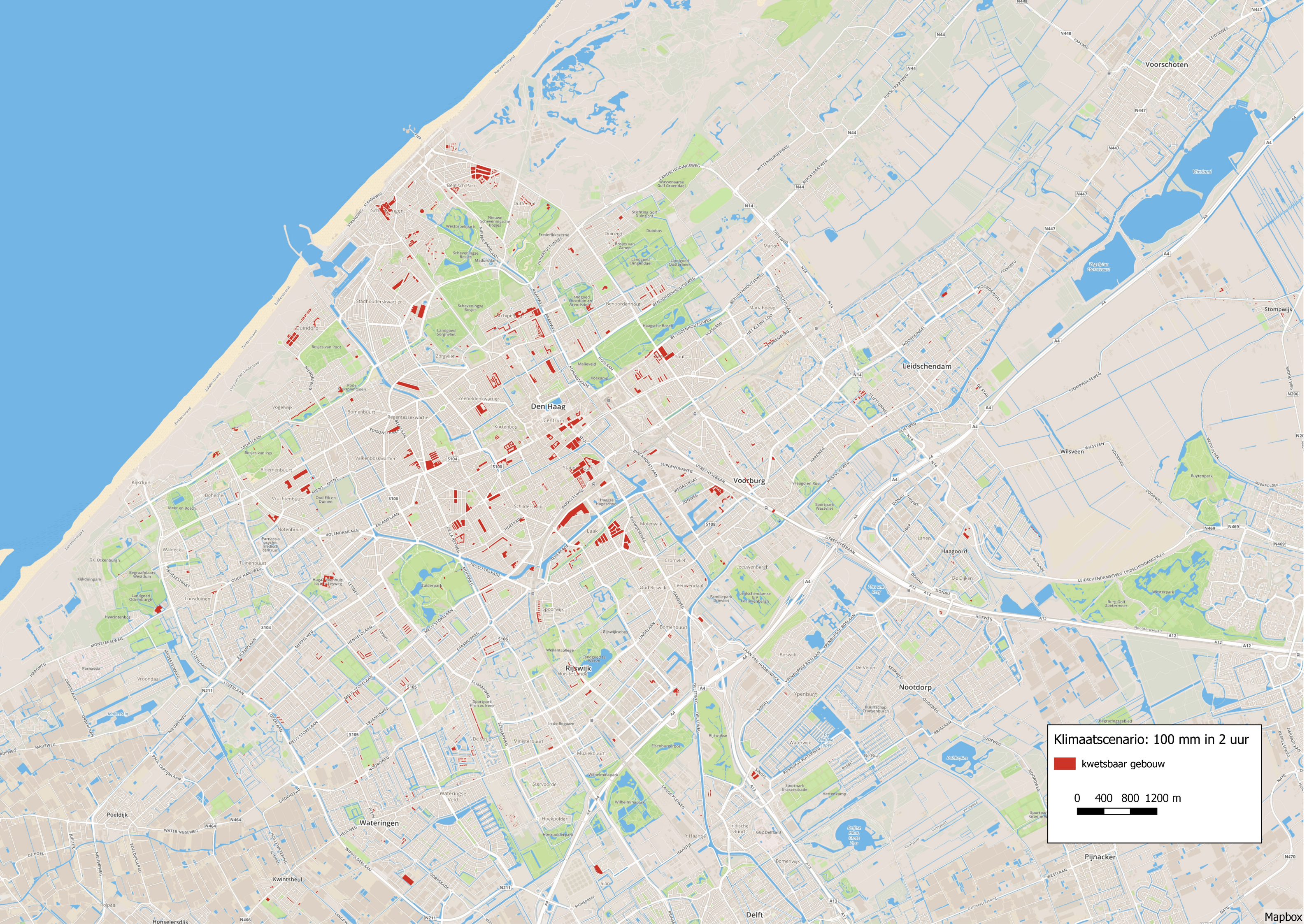
Op basis van de berekende waterdieptes is geanalyseerd welke gebouwen kwetsbaar zijn voor wateroverlast. Hiervoor is gebruik gemaakt van het panden bestand van de Basis Administratie Gebouwen (BAG). Door dit vlakkenbestand te vergelijken met de berekende waterdieptes per pixel, is een eerste verkenning van potentieel kwetsbare gebouwen gedaan.

De gebouwen kwetsbaar voor wateroverlast bij zeer extreme neerslag staan aangegeven in onderstaand figuur.



Figuur 3-5. Op de kaart staan de kwetsbare gebouwen aangegeven. Dit zijn gebouwen waar mogelijk water naar binnen treedt, bij een bui van 100 mm in twee uur

De kaart met kwetsbare gebouwen is opgenomen in de bijlage. Ook is deze digitaal beschikbaar. Op de digitale detail kaarten kan tot op straatniveau worden ingezoomd.



3.3.3 Kwetsbare wegen

De wegen kwetsbaar voor wateroverlast bij zeer extreme neerslag staan aangegeven in onderstaand figuur. Het geeft een eerste verkenning van potentieel kwetsbare wegen.

Op de kaart staan de kwetsbare wegen bij een bui van 100 mm in twee uur aangegeven. De gele wegen zijn onbegaanbaar voor normaal verkeer, de waterdiepte is meer dan 20 cm. De rode wegen zijn ook onbegaanbaar voor calamiteiten verkeer, de waterdiepte is meer dan 30 cm.



Figuur 3-6. Op de kaart staan de kwetsbare wegen bij een bui van 100 mm in twee uur aangegeven. De gele wegen zijn onbegaanbaar voor normaal verkeer, de waterdiepte is meer dan 20 cm. De rode wegen zijn ook onbegaanbaar voor calamiteiten verkeer, de waterdiepte is meer dan 30 cm

De kaart met kwetsbare wegen is opgenomen in de bijlage. Ook is deze digitaal beschikbaar. Op de digitale detail kaarten kan tot op straatniveau worden ingezoomd.



Klimaatscenario: 100 mm in 2 uur

- begaanbaar voor calamiteitenverkeer
- onbegaanbaar

0 400 800 1200 m



3.3.4 Schade

De WaterSchadeSchatter is gebruikt om het ruimtelijke schadebeeld bij het scenario te berekenen. Deze schade is een indicatie voor de directe en indirecte schade die door de inundatie kan ontstaan. Hierbij kan gedacht worden aan een indicatie van de totale 'maatschappelijke' schade. In de onderstaande tabel staat de totale schade per categorie landgebruik aangegeven.

Tabel 3-2. De berekende schade voor het projectgebied per categorie landgebruik.

Categorie	Oppervlakte met schade (ha)	Totale schade
Woonfunctie	82,1	€ 123.688.800
Kantoorfunctie	16,6	€ 20.730.600
Industriefunctie	7,5	€ 10.225.100
Onderwijsfunctie	3,8	€ 6.898.700
Overig kleiner dan 50 m2 (schuurtjes)	18,4	€ 5.404.300
Overig groter dan 50 m2 (bedrijfspanen)	17,7	€ 5.182.700
Bijeenkomstfunctie	3,4	€ 4.419.700
Winkelfunctie	2,8	€ 3.668.300
Gezondheidszorgfunctie	1,9	€ 2.848.700
Kassen	2,1	€ 459.100
Logiesfunctie	0,3	€ 412.300
Sportfunctie	0,9	€ 341.900
Secundaire wegen	714	€ 218.900
Primaire wegen	34,7	€ 10.100
Spoorbaanlichaam	15,6	€ 4.300
Begraafplaats	10,6	€ 3.900
Bebouwd gebied	14,2	€ 3.400
Celfunctie	0,1	€ 300
Totaal	946,7 ha	€ 184.521.100

De schade is per vierkante meter berekend, deze staat aangegeven op de kaart in de bijlage. Deze kaart is ook digitaal beschikbaar, waar tot op straatniveau kan worden ingezoomd.



Figuur 3-7. De kaart met mogelijk schade per vierkante meter is digitaal beschikbaar



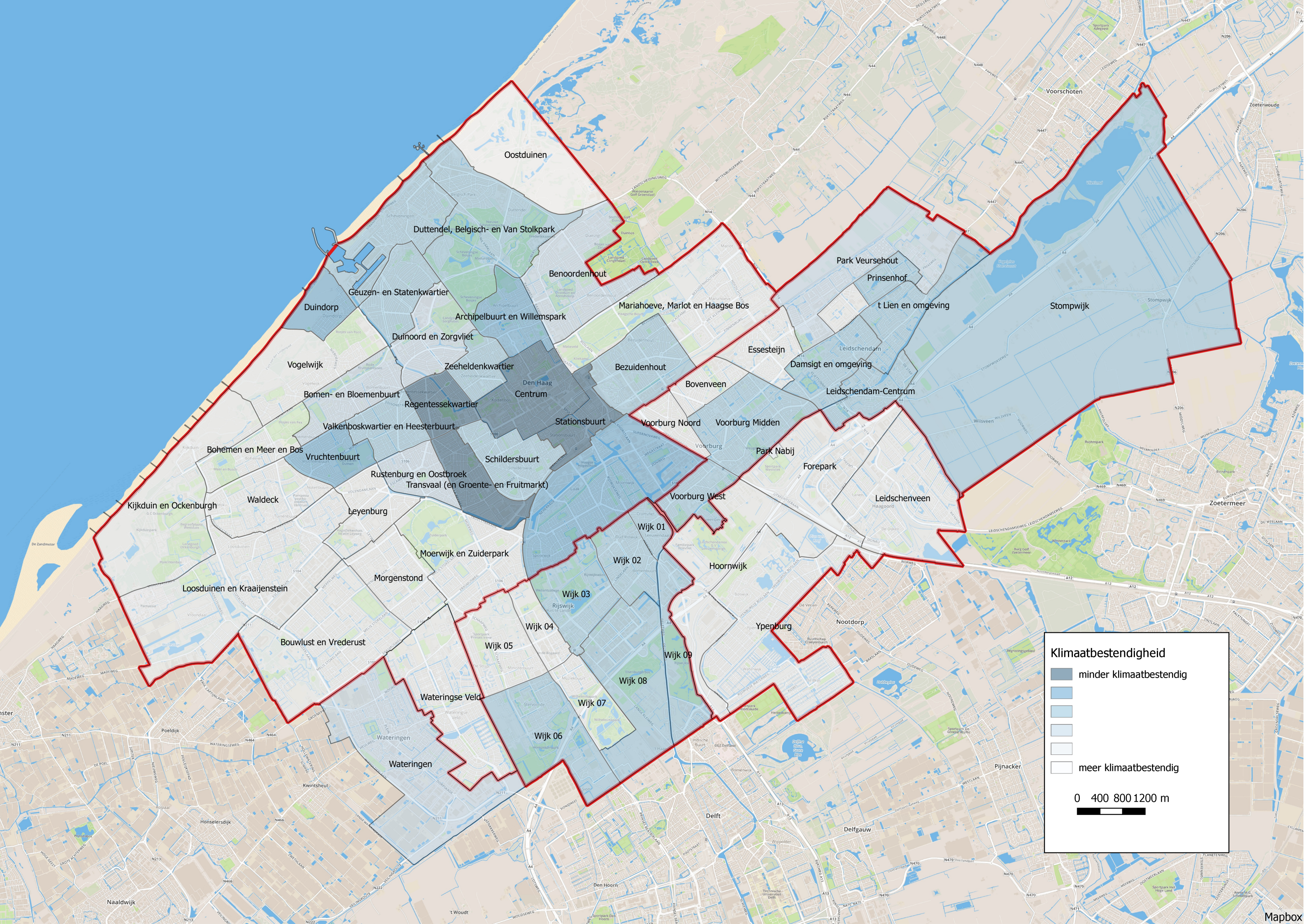
3.3.5 Klimaatbestendigheid

De score voor klimaatbestendigheid is berekend per wijk, deze staat in de onderstaande tabel aangegeven. Het is te zien dat hoog stedelijk gebied over het algemeen lager scoort, zoals het centrum van Den Haag. De rekenmethodiek staat beschreven in paragraaf 2.3.4.

In het figuur de volgende pagina staat de score per wijk op kaart aangegeven.

Tabel 3-3. De score voor klimaatbestendigheid per wijk

Wijk	Score	Wijk	Score
Gemeente Den Haag		Gemeente Rijswijk	
Benoordenhout	6,5	Wijk 01	5,8
Scheveningen Bad, Dorp en Haven	5,4	Wijk 02	6,0
Duindorp	4,7	Wijk 03	6,0
Geuzen- en Statenkwartier	5,7	Wijk 04	6,9
Bomen- en Bloemenbuurt	6,8	Wijk 05	6,9
Vogelwijk	7,5	Wijk 06	5,9
Bohemen en Meer en Bos	7,5	Wijk 07	6,9
Kijkduin en Ockenburgh	7,3	Wijk 08	6,0
Waldeck	7,2	Wijk 09	5,8
Vruchtenbuurt	5,0		
Valkenboskwartier en Heesterbuurt	5,7	Gemeente Leidschendam-Voorburg	
Regentessekwartier	4,5	Park Veursehout	6,1
Zeeheldenkwartier	5,6	Prinsenhof	6,0
Bezuidenhout	5,4	t Lien en omgeving	6,0
Stationsbuurt	3,7	Stompwijk	6,0
Centrum	4,3	Leidschendam-Centrum	5,8
Schildersbuurt	5,8	De Heuvel en omgeving	6,9
Rustenburg en Oostbroek	6,6	Damsigt en omgeving	5,9
Leyenburg	7,0	Essesteijn	6,9
Bouwlust en Vrederust	7,4	Voorburg Midden	5,8
Morgenstond	7,1	Bovenveen	6,9
Archipelbuurt en Willemspark	4,8	Voorburg Noord	6,9
Transvaal (en Groente- en Fruitmarkt)	4,5	Voorburg West	5,9
Moerwijk en Zuiderpark	6,9		
Laakkwartier, Spoorwijk en Binckhorst	5,1	Gemeente Westland	
Loosduinen en Kraaijenstein	7,4	Wateringen	6,1
Mariahoeve, Marlot en Haagse Bos	6,9		
Duinoord en Zorgvliet	6,4		
Duttendel, Belgisch- en Van Stolkpark	5,5		
Oostduinen	7,8		
Wateringse Veld	7,5		
Hoornwijk	7,4		
Ypenburg	7,7		
Forepark	7,6		
Leidschenveen	7,5		



Klimaatbestendigheid

	minder klimaatbestendig
	meer klimaatbestendig

0

400

800

1200 m



4 Maatregelen

4.1 Rioleringsmaatregelen

4.1.1 Algemene maatregelen

Het afkoppelen van verhard oppervlak aangesloten op het gemengde stelsel is in de afgelopen jaren uitgevoerd en ook in de toekomst wenselijk, omdat hiermee niet alleen het rioolstelsel wordt ontlast, maar ook de zuivering en het oppervlaktewater (minder overstortingen). Aandachtspunt is wel dat er geen onbedoelde aansluitingen op het regenwater riool erin sluipen, waardoor het oppervlaktewater "continue" met vervuild water wordt belast i.p.v. van incidenteel wordt ontzien (minder overstortingen).

Het is raadzaam afkoppelen op een doelmatige manier te borgen in beleidsplannen. Bijvoorbeeld, in het Gemeentelijke Rioleringsplan van Den Haag is hierover de onderstaande alinea opgenomen.

Het scheiden van de verschillende waterstromen wordt daarom structureel meegenomen bij nieuwbouw of herstructurering in bestaand stedelijk gebied. Uitgangspunt is dan wel dat de maatregel doelmatig moet zijn (kosten vs. nut en noodzaak). Ook bij grootschalige rioolvervanging wordt afkoppelen indien doelmatig meegenomen.

Een andere maatregel is om water zoveel mogelijk bij de bron te bergen, zoals op platte daken, op pleinen en op parkeerplaatsen. Het infiltreren van het water naar de bodem is eveneens een no-regret maatregel, maar wel moet erop worden gelet dat er geen grondwateroverlast ontstaat, het grondwater wordt vervuild of dat de infiltratie voorziening "dichtslibt". Aanbevolen wordt daarom om te starten met pilot projecten en deze goed te monitoren gedurende enige jaren. Op basis van de ervaringen kan dan worden besloten om de maatregelen (in aangepaste vorm) grootschaliger toe te passen.

Daarnaast is het 'vergroenen' van de stad een no-regret maatregel, die bovendien zorgt voor een beter leefklimaat en een reductie van hittestress.

Klachten kunnen leidend zijn voor het opstellen van verbetermaatregelen. Daarom is het waardevol klachten te registreren, structureren en overzichtelijk te presenteren in een informatiesysteem. Nieuwe klachten kunnen worden gebruikt voor het uitvoeren van systeem analyses.



4.1.2 *Maatregelen per gemeenten*

In de onderstaande tabel staan per knelpunt maatregelen gegeven, die voor een oplossing van het knelpunt zorgen. Dat betekent dat met uitvoering van de maatregel niet langer dan 45 minuten water op straat staat.

Gemeente Den Haag

Saturnusstraat. Het is raadzaam te onderzoeken of vanuit put K9_1073 in de Maanweg een leiding naar een niet geregistreerde overstort loopt. Ook is het verstandig na te gaan of er via particuliere riolering verbindingen bestaan tussen de Saturnusstraat en de Maanweg.

Indien de locatie als knelpunt wordt ervaren, kunnen maatregelen worden getroffen. Op basis van het aangekoppeld verhard oppervlak kan gedacht worden aan een eventuele diametervergroting in de Saturnusstraat: vervanging van 335 m Ø 300/450 naar Ø600/900. Goedkopere alternatieven lijken voorhanden: door de bovengrondse inrichting aan te passen kan water oppervlakkig naar het oppervlaktewater stromen.

Jaap Edenweg. Allereerst moet worden onderzocht of het toegewezen verhard oppervlak wel daadwerkelijk afwatert op de gemengde riolering. Indien dit het geval is, zal over een lengte van ca. 580 m een vergroting naar Ø500 nodig zijn.

Boorlaan. Als maatregel is het verstandig de locatie opnieuw te inventariseren, met name met betrekking tot het verhard oppervlak en de afwatering hiervan.

Gemeente Rijswijk

De Ruijt. Dit gebied is reeds in ontwikkeling. De kwetsbaarheid voor water op straat wordt integraal aangepakt in de herinrichting.

Julialaantje. Controleren of in put CB001 een (nood)overstort aanwezig is. Indien dit inderdaad niet het geval is, is het raadzaam een overstort te plaatsen.

Gemeente Leidschendam-Voorburg

De Tol. Als eerste stap is een goede inventarisatie van werkelijk aangesloten oppervlakken van belang.

Door de overstortdrempel te verbreden van 15 cm naar 150 cm kan de gevoeligheid voor water-op-sstraat voor deel worden teruggebracht. De nabijheid van oppervlaktewater maakt afkoppelen van enkele dakoppervlakken kansrijk. Wel is het raadzaam dit samen met de afvoerende capaciteit van het watersysteem te onderzoeken.

De Star. Het is raadzaam te inventariseren welk deel van het verhard oppervlak daadwerkelijk op het gemengde stelsel is aangesloten. Waarschijnlijk kunnen nog enkele dakoppervlakken worden afgekoppeld. Tevens is het niet onlogisch dat er al een extra overstort aanwezig is in de buurt van het rioolgemaal, gelet op de diameteropbouw. Hier dient onderzoek naar te worden verricht.

Park Vronesteyn. Indien in Oosteinde rioolinspecties zijn uitgevoerd, kunnen deze worden bekeken om zo vast te stellen of er een aanwijzing is voor een reeds bestaande overstort. Indien dit niet het geval is en de overlast wordt in de praktijk herkend dan kan een extra overstort worden aangelegd. Een alternatief is het aanpassen van het wegprofiel en banden aan de zuidzijde van Oosteinde. Overtollig water loopt op deze wijze naar de aangrenzende sloot.

Stompwijk. Controleren of een overstort aanwezig is. Indien dit inderdaad niet het geval is, is het raadzaam een overstort te plaatsen.

Watertorenlaan. Er worden geen aanvullende maatregelen in het gemeentelijk stelsel geadviseerd.



4.2 Klimaat adaptieve maatregelen

4.2.1 Effectiviteit maatregelen pakket

Op lange termijn kunnen maatregelen in de stad worden uitgevoerd om deze bestendiger te maken tegen extreme neerslag. Voordat een dergelijke programma gestart wordt, is het belangrijk inzicht te krijgen in de effectiviteit van de maatregelen. Met behulp van de klimaatmodellen is een eerste indicatie verkregen van deze effectiviteit.

Met het deelmodel 'Den Haag Centrum' is een illustratief maatregelen pakket gemodelleerd en voor de bemarkingsgebieden Den Haag Centrum, Morsestraat en Loosduinen. In dit maatregelenpakket zijn drie type maatregelen geschematiseerd:

- › Vergroten infiltratie capaciteit wegen.
- › Inrichten groene daken.
- › Infiltratie vergroten in groenvoorziening.

Het totaal oppervlak aan maatregelen is 5.6 km². Hiermee schetsen we een potentieel lange termijn scenario voor de 'klimaatbestendige stad'. De maatregelen staan hieronder toegelicht en op kaart weergegeven.

Vergroten infiltratiecapaciteit geselecteerde wegen

In de klimaatberekening zijn de kwetsbare wegen in kaart gebracht. Voor deze wegen is de maatregel 'vergroten doorlatendheid' gemodelleerd, met uitzondering van de wegen aangemerkt als 'hoofdweg' of 'ontsluitingsweg'. In de maatregel is de infiltratiecapaciteit vergroot tot 100 mm/u. De selectie van wegen hebben een gezamenlijk oppervlak van 1.2 km². Dit is 23% van alle wegen.

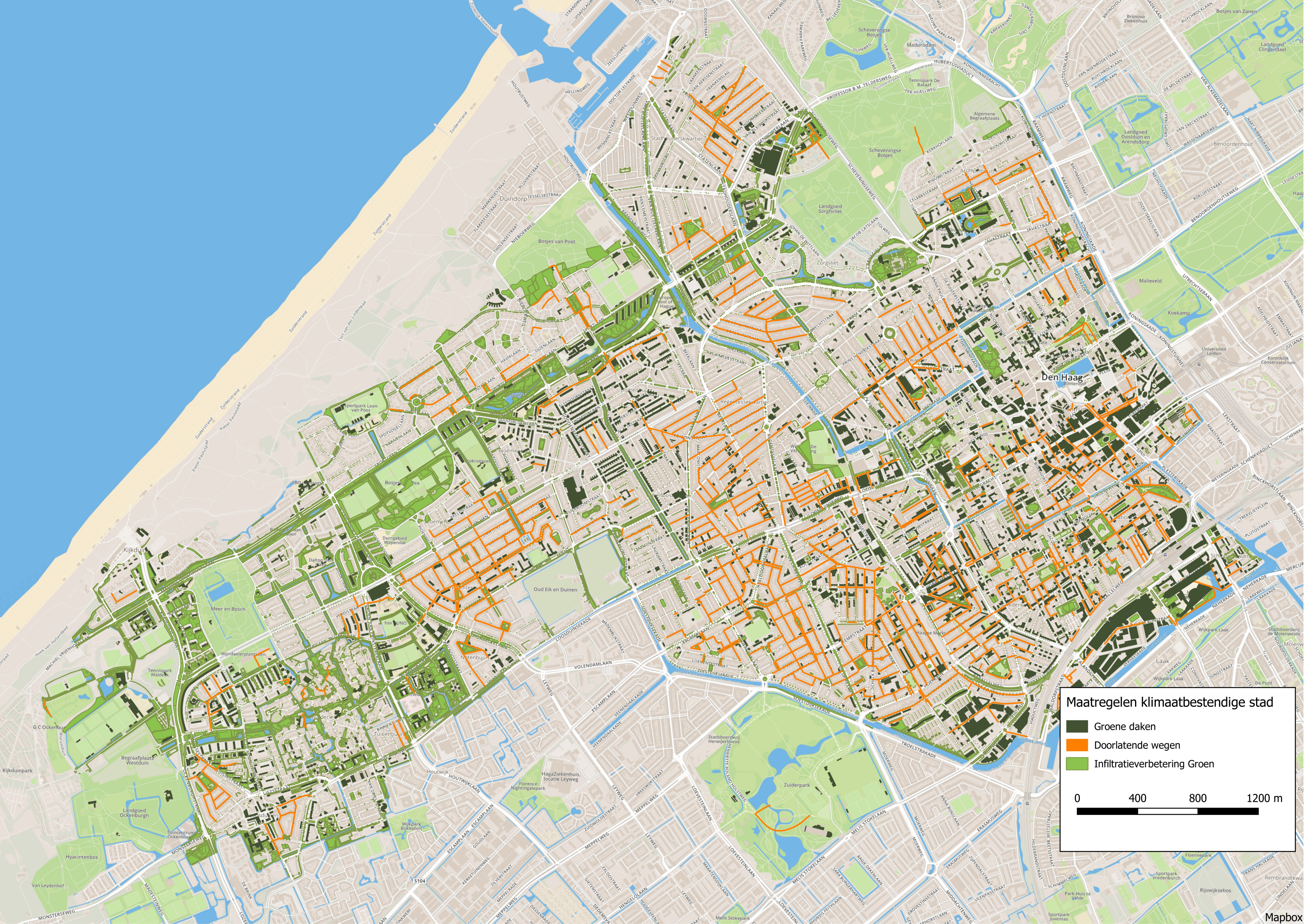
Gebouwen met groene daken

Een selectie is gemaakt van platte daken met een oppervlak groter dan 200 m². Voor deze daken is de maatregel 'groen dak' doorgevoerd, daarmee hebben ze een buffercapaciteit gekregen van 10cm per dak. Deze daken hebben een gezamenlijk oppervlak van 2.01 km². Dit is 42% van alle platte daken.

Infiltratie vergroten in groenvoorziening

In deze maatregel is voor het stedelijk groen de infiltratie vergroot. Hierbij is te denken aan het aanpassen van het groen (en de grond), of door een speciale infiltratie voorziening aan te leggen die water afvoer naar de bodem vergroot. Op deze locaties is de infiltratiecapaciteit vergroot tot 120 mm/u. Dit is voor toegepast voor het stedelijk groen in het centrum. Dit stedelijk groen heeft een oppervlak van 1.9 km².

Het maatregelenpakket staat in het onderstaande figuur op kaart weergegeven. Hierbij zijn geen maatregelen in de riolering doorgevoerd.



Maatregelen klimaatbestendige stad

- Groene daken
- Doorlatende wegen
- Infiltratieverbetering Groen

0

400

800

1200 m

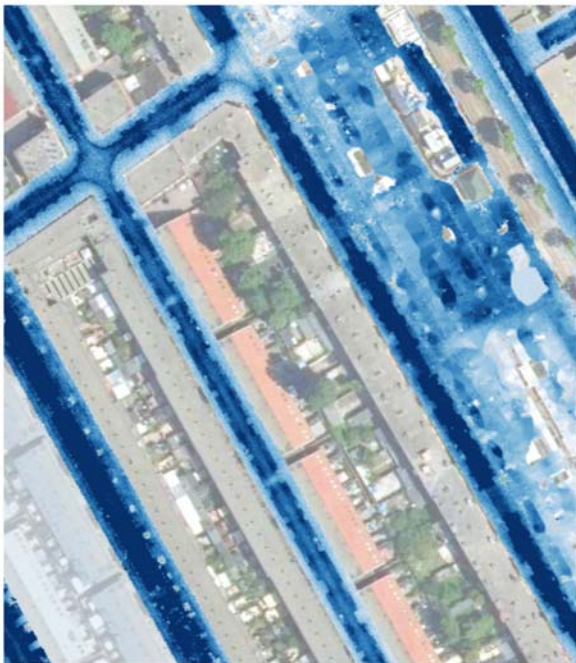


Het maatregelenpakket is doorgerekend met het klimaatmodel van het centrum. De resulterende waterdieptekaart staat op pagina 45 weergegeven.

In de onderstaande figuren staan enkele locaties uitvergroot. Het effect van de maatregel op de waterdiepte is goed zichtbaar.



Figuur 4-1. In beide figuren staat de waterdiepte weergegeven aan het einde van de 100mm bui. Links staat het basis scenario, bij het rechterfiguur is het maatregelenpakket geschematiseerd



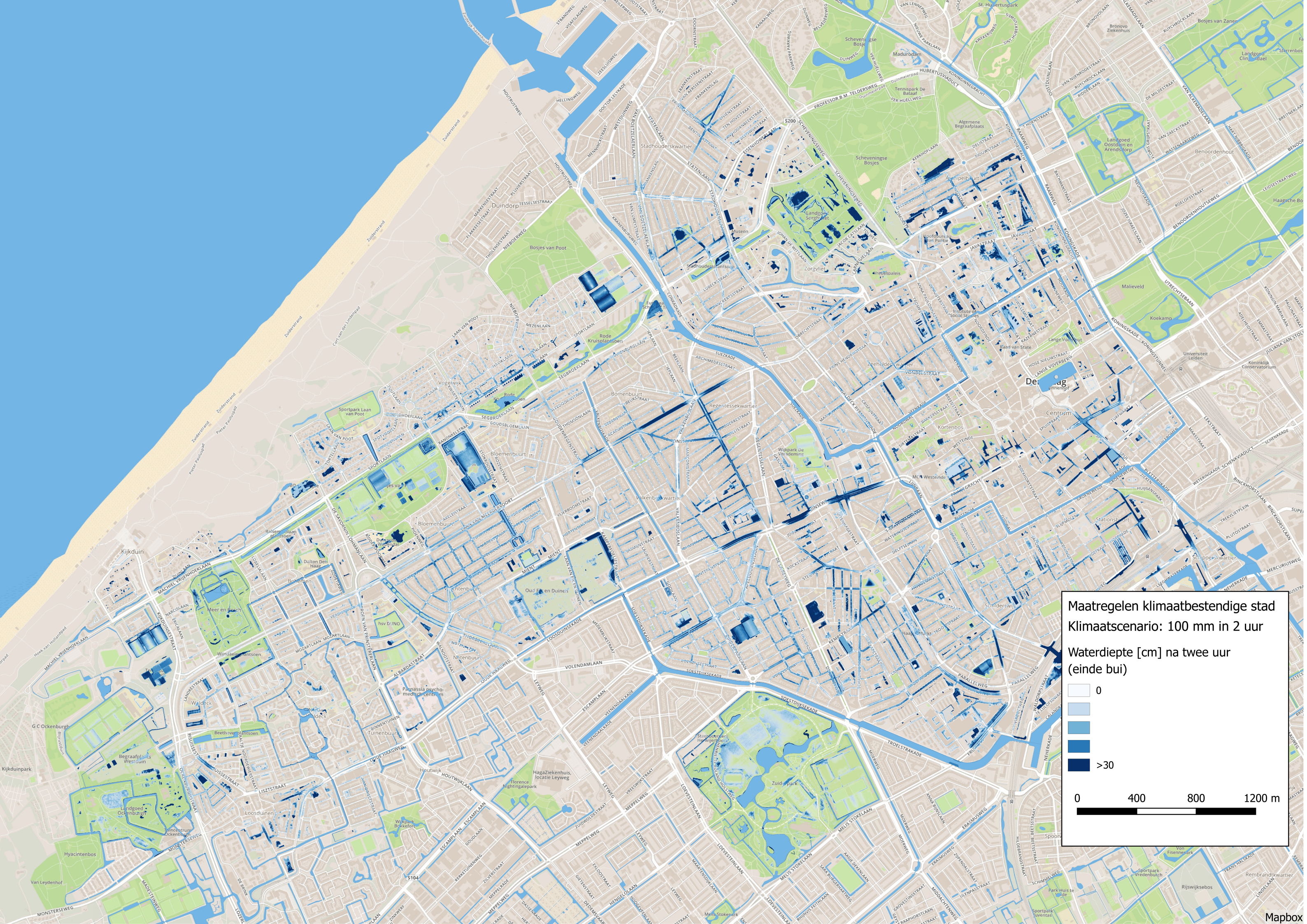
Figuur 4-2. In beide figuren staat de waterdiepte weergegeven aan het einde van de 100mm bui. Links staat het basis scenario, bij het rechterfiguur is het maatregelenpakket geschematiseerd



Met behulp van de WaterSchadeSchatter is de schade berekend voor het oorspronkelijke scenario en het scenario met het maatregelenpakket. Een aanzienlijk deel van de oorspronkelijke schade wordt beperkt door het maatregelenpakket, zie onderstaande tabel.

Tabel 4-1. Met de WaterSchadeSchatter is de schade berekend voor het basisscenario en het scenario met het maatregelenpakket. Door het maatregelenpakket neemt de schade aanzienlijk af

Categorie	Basis scenario	Maatregelenpakket
Woonfunctie	€ 51.726.100	€ 20.616.900
Kantoorfunctie	€ 17.977.600	€ 6.534.300
Industriefunctie	€ 4.982.800	€ 1.964.700
Primaire wegen	€ 4.689.000	€ 3.563.200
Onderwijsfunctie	€ 4.538.000	€ 2.906.200
Secundaire wegen	€ 3.131.100	€ 2.560.300
Overig groter dan 50 m2 (bedrijfspanen)	€ 2.645.400	€ 1.685.400
Winkelfunctie	€ 2.288.400	€ 1.085.500
Bijeenkomstfunctie	€ 1.616.400	€ 859.100
Gezondheidszorgfunctie	€ 1.254.700	€ 1.297.000
Spoorbaanlichaam	€ 1.125.400	€ 1.125.300
Overig kleiner dan 50 m2 (schuurtjes)	€ 1.058.500	€ 687.300
Logiesfunctie	€ 237.200	€ 80.200
Sportfunctie	€ 109.700	€ 87.300
Kassen	€ 92.700	€ 1.000
Begraafplaats	€ 2.800	€ 2.100
Bebouwd gebied	€ 1.900	€ 300
Totaal	€ 97.477.700	€ 45.056.100



Maatregelen klimaatbestendige stad

Klimaatscenario: 100 mm in 2 uur

Waterdiepte [cm] na twee uur
(einde bui)

0

>30

04008001200 m



4.2.2 *Lange termijn, maar nu beginnen*

Bij een zeer extreme bui is de riolering niet in staat om al het hemelwater af te voeren. Via de overstorten kan nog een aanzienlijke hoeveelheid water worden afgevoerd, maar bij stijgende waterstanden wordt ook deze afvoer gestremd. Het vergroten van de berging in een riolering, de gemalen of de leidingdiameter zijn kostbaar en weinig effectief bij zeer extreme neerslag. Om een indruk te geven: een zeer extreme bui is een bui van 100 mm. De huidige berging in het riool is orde 10 mm en de pompcapaciteit is 0,7 mm/uur. De infiltratiecapaciteit van een weg kan worden vergroot tot 100 mm/uur.

Er resteren dan nog de volgende maatregelen om de wateroverlast bij een zeer extreme bui te beperken:

- › Zorg dat meer water kan worden geborgen, bijvoorbeeld op platte daken, pleinen of parkeerplaatsen.
- › Zorg dat meer water via de infiltratie naar de bodem afgevoerd kan worden.
- › Richt de stad zo in dat de impact van wateroverlast wordt gereduceerd, met andere woorden dat de schade of "ontwrichting" wordt gereduceerd.

Deze maatregelen kunnen niet op korte termijn grootschalig worden genomen, maar ze kunnen wel in de komende decennia geleidelijk worden ingevoerd. Voordeel van een geleidelijke invoering is dat de (meer)kosten kunnen worden beperkt en dat er ervaring met nieuwe maatregelen kan worden opgedaan. Nadeel van een geleidelijke invoering is dat er nu geen actie wordt genomen, omdat het morgen ook nog kan. Dit betekent dan ook dat er beleid moet worden ontwikkeld op het vlak van ruimtelijke ordening, vergunningverlening en budget.

4.2.3 *Procesmatige maatregelen*

Verschillende steden zijn begonnen met het nemen of stimuleren van klimaat maatregelen. Voorbeelden zijn de aanleg van waterpleinen in Rotterdam, het stimuleren van groene daken en het stimuleren van burgerinitiatieven in Amsterdam. Het is verstandig om deze ervaringen te delen tussen de steden.



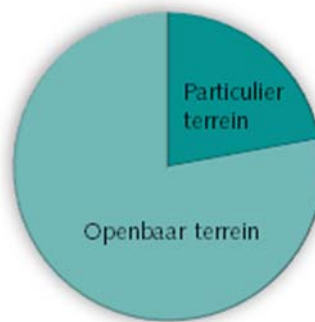
Figuur 4-3. Voorbeeld van klimaatmaatregelen bij Amsterdam Rainproof

Klimaattoets ruimtelijke plannen

In lijn met de watertoets zou een klimaattoets voor ruimtelijke plannen kunnen worden voorgesteld. Daarbij zou het plan getoetst moeten worden op de gevolgen van een extreme bui. Het is daarbij niet noodzakelijk om een norm voor te schrijven, maar bijvoorbeeld wel een inspanningsverplichting voor betaalbare maatregelen om de impact van overlast zoveel mogelijk te beperken.

Particuliere initiatieven faciliteren en stimuleren

Een significant deel van de stad is particulier terrein (zie onderstaand figuur). De waterafvoer vanuit dit terrein op het riool of oppervlaktewater bij een extreme bui zou kunnen worden gemaximaliseerd. Hiervoor zijn waterberging of waterinfiltratie voorzieningen nodig op particulier terrein. Om particuliere maatregelen te stimuleren zijn er verschillende mogelijkheden. Andere grote steden zetten daarbij in op een publiekscampagne, zoals het programma Amsterdam Rainproof. Het is ook mogelijk om in het bouwbesluit aanvullende eisen te stellen aan de klimaatbestendigheid van bijvoorbeeld parkeergarages, kelders of entrees.



Figuur 4-4. Een significant deel van het studiegebied is particulier terrein, bijna een kwart van het totale oppervlak (23%, bron: www.lizard.net).

Waterbewustzijn vergroten

De gemeenten en het waterschap kunnen bedrijven en particulieren informeren over de waterrisico's en mogelijkheden om overlast te reduceren. Dit kan door kaarten als in dit BRP te communiceren. Hiermee kan de gemeente 'awareness' creëren bij particulieren, en stimuleren om maatregelen te treffen.

4.2.4 *Onderzoeksmaatregelen*

Maatregelen in de riolering of de openbare ruimte zijn bijzonder kostbaar. In het verleden is het effect van maatregelen niet altijd goed onderzocht. Om dat te voorkomen is het verstandig om knelpunten en voorgenomen maatregelen zorgvuldig te dimensioneren of te onderzoeken, voordat tot uitvoering wordt overgegaan. Hierbij kunnen de volgende stappen gevolgd worden:

- › Knelpunten nauwkeurig bepalen en valideren met metingen.
- › Kwetsbaarheid van omgevingsfactoren in kaart brengen.
- › Mogelijke maatregelen vaststellen.
- › Meekoppelkansen en uitvoeringsdatum onderzoeken.
- › Effectiviteit van maatregelen monitoren.

4.3 **Kosten**

4.3.1 *Korte termijnmaatregelen*

Een kosteninschatting is gemaakt van de rioleringsmaatregelen genoemd in hoofdstuk 4. Het is raadzaam te modelresultaten eerst te valideren met metingen en meldingen, voordat maatregelen daadwerkelijk uitgevoerd worden.

In de onderstaande tabel staan de geraamde kosten voor de maatregelen. Deze zijn gebaseerd op de Leidraad Riolering module D1100.



Tabel 4-2. De geraamde kosten voor de maatregelen. Deze zijn gebaseerd op de Leidraad Riolerings module D1100

Locatie	Maatregel	Investering
<i>Den Haag</i>		
Saturnusstraat	335 m vergroten naar Ø 800	€ 385.000
Jaap Edenweg	580 m vergroten naar Ø 500	€ 399.000
<i>Rijswijk</i>		
Julianalaantje	plaatsen overstortput	€ 10.000
<i>Leidschendam-Voorburg</i>		
De Tol	verbreden drempel en afkoppelen	€ 15.000
Park Vroyesteyn	plaatsen overstortput	€ 10.000
Stompwijk	plaatsen overstortput	€ 10.000

4.3.2 Lange termijnmaatregelen

Het is raadzaam budget te reserveren voor lange termijn maatregelen. Door budget te reserveren, wordt het eerder genoemde concept van pilots geborgen. Naast financiering van de maatregelen zelf, dient budget gereserveerd te worden voor andere aspecten, zoals:

- › Onderhoud van de aangelegde voorzieningen.
- › Meten van de effectiviteit van de aangelegde voorzieningen.
- › Onderzoek naar toepasbaarheid op andere locaties.
- › Onderzoek naar de effectiviteit voor theoretische neerslaggebeurtenissen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

In het Basisrioleringsplan is het functioneren van het rioolstelsel opnieuw onderzocht. Het vorige BRP was ruim 10 jaar oud en de afgelopen jaren zijn tal van maatregelen uitgevoerd. Geconcludeerd wordt dat het rioolstelsel goed functioneert en vrijwel aan de gestelde richtlijnen voldoet. Een beperkt aantal maatregelen is voorgesteld om op alle locaties aan de huidige richtlijnen te voldoen.

De huidige richtlijnen zijn met name gericht op het functioneren van de riolering. In aanvulling hierop, komt er steeds meer aandacht voor de effecten in de openbare ruimte en het oppervlakte water. Deze richtlijnen hebben betrekking op:

- › *Water hinder.* Het huidige rioolontwerp is gericht op geringe water hinder bij een hevige bui die gemiddeld eens in de 2 jaar valt. Daarbij neemt de aandacht toe voor wateroverlast in de buitenruimte, ten gevolge van een extreme bui die eens in de 100 jaar kan vallen.
- › *Waterkwaliteit.* In het verleden richtten eisen zich op de hoeveelheid en frequentie van riooloverstortingen vanuit het gemengde stelsel. Deze eisen zijn niet meer van toepassing door het verdwijnen van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO) in 2009. Nieuwe richtlijnen zullen zich richten op de ecologische kwaliteit van het stadswater. De Kader Richtlijn Water (KRW) stelt voorwaarden aan de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater, waaruit maatstaven kunnen worden afgeleid voor de waterkwaliteit. Hierin speelt ook de milieu belasting vanuit de riolering een rol.

In dit BRP is een eerste aanzet gedaan om het rioolsysteem niet alleen aan de “oude” richtlijnen, maar ook aan verwachte nieuwe richtlijnen te toetsen.

Om de nieuwe richtlijnen te toetsen is een nieuw type model nodig, waarbij niet alleen het rioolstelsel, maar ook de omgeving is gemodelleerd. Met andere woorden, er is een nieuw integraal model nodig van de openbare ruimte, het rioolstelsel, de zuivering en het ontvangend oppervlaktewater. In deze studie is het ontvangend oppervlaktewater en de zuivering nog niet in beschouwing genomen.





Een dergelijk model bestond nog niet, maar is in het kader van deze studie gebouwd met het nieuwe modelinstrumentarium 3Di. Daarbij is samengewerkt met gemeenten Amsterdam, Rotterdam en zuiveringskring OAS Groote Lucht.

Met het nieuwe integrale model is de klimaatbestendigheid onderzocht bij een zeer extreme bui van 100 mm. Gebleken is dat er dan flinke wateroverlast ontstaat. Het is praktisch en financieel niet mogelijk om deze overlast te voorkomen, maar de overlast kan wel worden gereduceerd door de buitenruimte anders in te gaan richten. Dit is een lange termijn oplossing, die echter wel op korte termijn moet worden gestart, namelijk op het moment dat de buitenruimte wordt (her)ingericht. Het klimaatbestendig herinrichten van de buitenruimte vraagt om een multidisciplinaire aanpak, waarbij de gemeenten, waterschap, burgers en bedrijven zijn betrokken.

De ecologische kwaliteit van het stedelijk water is in deze studie niet onderzocht, anders dan een toets op de basisinspanning. Om meer inzicht in te krijgen is uitbreiding van het model met het ontvangend oppervlaktewater nodig. Daarmee kan ook de invloed van verhoogde waterstanden op wateroverlast in de stad meer nauwkeurig worden onderzocht.

De inzichten opgedaan in dit BRP zijn verwerkt in de diverse Gemeentelijke Rioleringsplannen van de betrokken gemeenten.

5.2 Aanbevelingen

5.2.1 Rioleringsmaatregelen

Voor de riolering is een aantal locatie specifieke maatregelen aanbevolen (zie paragraaf 4.1). Bij enkele maatregelen wordt extra geloosd op het oppervlakte water. Het effect van de extra lozing op het oppervlakte water dient nader onderzocht te worden, voordat ingrepen in de riolering plaatsvinden.

Aanbevolen wordt om bij nieuwe ruimtelijke inrichting te kijken naar de mogelijkheid voor een aantal algemene oplossingen:

- › Afkoppelen van verhard oppervlak. Afkoppelen zorgt voor een ontlasting van zowel het gemengde rioolstelsel, als de zuiveringen.
- › Bergen van water dichtbij de bron, zoals op platte daken of pleinen.
- › Infiltreren van water naar de bodem.

Het is raadzaam voor deze maatregelen eerst te starten met een aantal pilotprojecten, om de effectiviteit te monitoren. Dit BRP heeft een modelinstrument opgeleverd dat geschikt is om deze effectiviteit te vertalen naar andere locaties.

Om het rioolstelsel verder te optimaliseren is meer detail inzicht nodig. Het is daarom raadzaam om het simulatiemodel verder te verbeteren en te valideren met metingen, zoals de afvoeren bij gemalen. Dit is een continu en noodzakelijk proces dat leidt tot steeds beter inzicht. Op basis hiervan kan het rioolstelsel de komende jaren verder worden geoptimaliseerd.

5.2.2 Procesmatige maatregelen

Naast de rioleringsmaatregelen, is een aantal procesmatige maatregelen aanbevolen (zie paragraaf 4.2). Samenvattend, worden de volgende procesmatige maatregelen aanbevolen:



- › Particuliere initiatieven faciliteren en stimuleren. Om de waterafvoer vanuit particulier terrein bij een extreme bui te verminderen, zijn voorzieningen nodig op particulier terrein. Om dit te stimuleren zijn er verschillende 'zachte' maatregelen, zoals een publiekscampagne.
- › Waterbewustzijn vergroten. De gemeenten en het waterschap kunnen het initiatief nemen om bedrijven en particulieren te informeren over de risico's van wateroverlast en mogelijkheden om dit te reduceren.
- › Klimaattoets ruimtelijke plannen. De gemeente kan ook dwingende maatregelen opleggen via verordeningen of vergunningen. Bijvoorbeeld een klimaattoets voor ruimtelijke plannen kan voorgesteld worden. Daarbij zou het plan getoetst moeten worden op de gevolgen van een extreme bui.

5.2.3 Onderzoeksmaatregelen

Hoewel fysieke maatregelen in onder- of bovengrond zeer kostbaar zijn, is in het verleden het effect van maatregelen niet altijd goed onderzocht. Daarom is het raadzaam knelpunten en voorgenomen maatregelen zorgvuldig te onderzoeken en uit te werken. Hierbij kunnen de volgende stappen gevolgd worden:

- › Knelpunten nauwkeurig in kaart brengen en waar mogelijk te toetsen met metingen.
- › Kwetsbaarheid van de locatie bepalen.
- › Kansrijke oplossingen identificeren.
- › Meekoppelkansen en uitvoeringsdatum onderzoeken.
- › Monitoren effectiviteit voor een aantal jaren, zodat er een leercurve ontstaat voor soortgelijke maatregelen elders in de stad.

Daarnaast wordt aanbevolen overstorthoogtes en pompcapaciteiten in het veld in te meten. Deze dienen bijgewerkt te worden in beheer- en modelleergegevens, indien dit significant afwijkt van bekende waardes.

In het algemeen is het raadzaam de actuele situatie te monitoren en veranderingen vast te leggen. Door deze vast te leggen, kan uitgevoerd beleid achteraf beter geëvalueerd worden. Bij veranderingen kan gedacht worden aan het afkoppelen van verhard oppervlak of het aanbrengen van groene daken.



I. Gegevensbronnen

Voor het opstellen van dit BRP zijn de volgende gegevensbronnen gebruikt:

- › Rekenmodel gemeente Den Haag van september 2014
- › Rekenmodel gemeente Leidschendam-Voorburg van maart 2015
- › Rekenmodel gemeente Rijswijk van maart 2015
- › 3Di model OAS de Groote Lucht van maart 2015
- › 3D daken gemeente Den Haag
- › DigiTop gemeente Den Haag
- › Peilgebieden Hoogheemraadschap Delfland
- › Watervlakken Hoogheemraadschap Delfland
- › Persleiding en afwatering Hoogheemraadschap Delfland
- › Peilgebieden Hoogheemraadschap Rijnland
- › Watervlakken Hoogheemraadschap Rijnland
- › AHN-2
- › Landgebruik WaterSchadeSchatter
- › BOFEK bodemkaart



II. Kaarten

- › Gebiedsinformatie
- › Hydraulisch functioneren: Locaties met langer dan 45 minuten water op straat
- › Milieutechnisch functioneren: gemiddelde overstortvolume
- › Milieutechnisch functioneren: gemiddelde overstortfrequentie
- › Klimaatbestendigheid kaart
- › Waterdiepte (na 1, 2 en 4 uur)
- › Kwetsbare gebouwen
- › Kwetsbare wegen
- › Schade
- › Klimaat maatregel
- › Waterdiepte klimaatmaatregel



III. Kenmerkenbladen

Bemalingsgebied	Verhard oppervlak (ha)	Capaciteit BBB (m3)	Totale berging bemalingsgebied (mm)
AWZI Houtrust			
01 DH Belgisch Park	63,7	5000	11,2
02 DH Scheveningen (blad 1 van 3)	51,4	6000	16,2
02S DH Scheveningen gestuwd (blad 2 van 3)	44,1		2,7
02W DH Scheveningen Westduinweg (blad 3 van 3)	10,2		3,0
11 DH Haven 1	12,2		6,0
08 DH Haven 2	12,4		7,5
12 DH Morsestraat	719,9	16000	9,7
14 DH Centrum	325,5		11,2
18 DH Stationsbuurt	7,7		18,3
23 DH Zuiderpark	3,0		
16 DH Vogelwijk	8,3		12,3
10 DH Duindorp	28,2		18,3
AWZI Harnaschpolder			
03 DH Groenhovenstraat (blad 1 van 2)	119,0	3861	12,6
03S DH Groenhovenstraat gestuwd (blad 2 van 2)	25,1		4,1
13 DH Benoordenhout	23,9		9,3
04 DH Schiestraat	217,1	7400	13,3
09 DH Mariahoeve	72,4	1970	12,1
07 DH Marlot	8,9		15,2
VB VB Voorburg	265,1	1000	10,0
05 DH Laakwijk	187,7	6500	15,3
06 DH Laakhaven	34,2		
RB RW Rijswijk BCDE	237,2		8,9
19 DH Leyweg	369,7	6000	11,6
20 DH Houtwijk oost	20,4		
21 DH Houtwijk west	37,3		
26 DH Uithofslaan	1,6		
RA RW Rijswijk A	131,0		7,5
RS RW De Strijp	21,9		
WA WA Wateringen	39,1		8,9
17 DH Loosduinen	186,3	2032	12,5
15 DH Ockenrode	3,2		
24 DH Kraaijenstein	15,2		
LD LD Leidschendam	198,4	150	9,8
28 DH Forepark 1	137,6		
29 DH Forepark 2	100,6		
30 DH Parkbuurt Oosteinde	32,1		
31 DH Boswijk	15,6		
32 DH De Bras	24,0		
33 DH Lage Veld	33,4		
36 DH De Eilanden	2,0		
34 DH Waterwijk	24,3		
35 DH Westvlietweg	11,0		
37 DH Park Nabij	1,0		
AWZI Leiden Zuid			
SW SW Stompwijk	11,8		7,7
Buiten zuiveringskring			
27 DH Utrechtse Baan	2,5		