



Stedelijk waterbeheer kanalen

Eindrapportage

Slim Watermanagement Zuid-Nederland

16 juni 2017

Project Stedelijk waterbeheer kanalen
Document Eindrapportage
Status Definitief 03
Datum 16 juni 2017
Referentie RW2104-1/17-008.610

Opdrachtgever Slim Watermanagement Zuid-Nederland
Projectcode RW2104-1
Projectleider drs.ing. A. Balla
Projectdirecteur ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) T.J.C. Deurloo MSc
Gecontroleerd door drs.ing. A. Balla
Goedgekeurd door drs.ing. A. Balla

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Proces	2
1.4	Leeswijzer	3
2	WATERSYSTEEMBESCHRIJVING	4
2.1	Algemeen	4
2.2	Zuid-Willemsvaart (ZWV)	5
2.3	Wilhelminakanaal (WHK)	5
2.4	Het Grote Pand	6
2.5	Stedelijk gebied	7
2.6	Bedrijven	8
2.7	Scheepvaart	8
3	ANALYSE HOOGWATER- EN LAAGWATERSITUATIES	9
3.1	Hoogwater	9
3.1.1	Peilen	9
3.1.2	Water aan- en afvoer	11
3.1.3	Praktijksituaties hoogwater	11
3.1.4	Referentie hoogwater: juni 2016	14
3.2	Stedelijke afvoer	17
3.3	Laagwater	19
3.4	Praktijksituaties laagwater	19
3.5	Resumé	21
4	MODELSTUDIE	22
4.1	Beschrijving Sobek-model	22
4.2	Gebruikte gegevens	24
4.3	Resultaten model	26

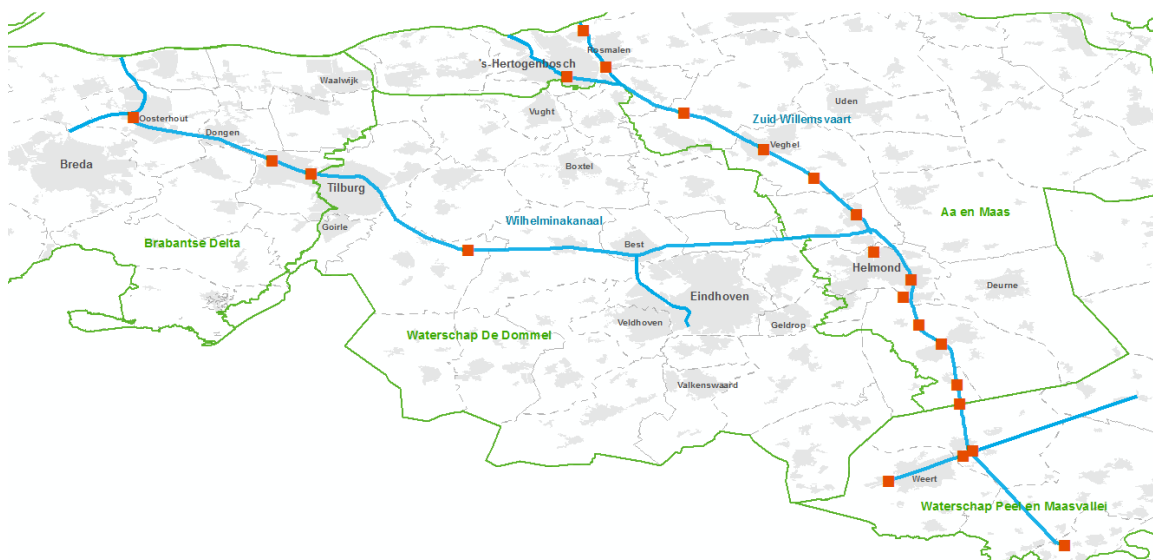
4.4	Resultaten met en zonder stedelijke afvoer	29
4.5	Resumé	31
5	ANALYSE KANSEN, KNELPUNTEN EN OPLOSSINGSRICHTINGEN	32
5.1	Knelpunten en risico's	32
5.2	Wensen	33
5.3	Kansen en oplossingsrichtingen	33
5.4	Resumé	34
6	REDENEERLIJNEN EN AFSPRAKENKADER	35
6.1	Redeneerlijn waterafvoer gemeenten	35
6.1.1	Bestaand beheer	35
6.1.2	Belangenafwegingen	37
6.2	Redeneerlijn wateraanvoer gemeenten	41
6.3	Redeneerlijn waterafvoer bedrijven	42
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
7.1	Inhoudelijke analyse	43
7.2	Ambities wensen, knelpunten en oplossingsrichtingen	44
7.3	Advies afsprakenkader	44
8	LITERATUUR	49
	Laatste pagina	49
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Watersysteemkaart	1
II	Kaarten hoogwater	2
III	Praktijksituaties hoogwater	5
IV	Kaart laagwater	1
V	Kaart reacties bedrijven en gemeenten	1
VI	Factsheets per kanaalpand	16
VII	Overzichtstabel stedelijke afvoeren	3
VIII	Overzichtstabel lozingen	1
IX	Samenwerkingskaart	1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Rijkswaterstaat heeft zich voorgenomen om met alle gemeenten langs de Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen (MNLBK, zie afbeelding 1.1) afspraken te maken over de stedelijke wateraanvoer en -afvoer op de kanalen. Hierbij is het van belang dat voor alle gemeenten en bedrijven langs de kanalen in beeld wordt gebracht welke problemen, kansen en risico's er op het gebied van waterbeheer in relatie tot de kanalen liggen.

Afbeelding 1.1 Overzichtkaart Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen



Op basis van de inzichten dient gewerkt te worden naar het beter benutten van het beschikbare water(systeem), waarbij niet alleen naar de verantwoordelijkheden in het eigen beheergebied gekeken wordt, maar juist ook over de beheergebieden heen. Dit wordt ook wel Slim Watermanagement genoemd. In het Slim Watermanagement programma voor de periode 2016-2021 wordt onder andere gericht op:

- het opleveren van concrete verbetermaatregelen voor het operationele waterbeheer voor het beter benutten van het water(systeem) binnen de huidige infrastructuur;
- het samen met de betrokken waterbeheerder (borgen van) de implementatie van de verbetermaatregelen.

1.2 Doelstelling

Het landelijke programma Slim Watermanagement is gericht op het optimaal benutten van het watersysteem zonder (grote) investeringen. Vertaald naar de regionale systemen van de Maas en de Midden Limburgse en Noord Brabantse Kanalen zijn de doelen:

- 1 zoveel mogelijk voorkómen van droogte en wateroverlast;
- 2 minder schade bij droogte en wateroverlast.

Doel van het project is om te komen tot een minimale set van afspraken voor wateraf- en aanvoer op de kanalen vanuit stedelijk gebied voor de komende vijf tot tien jaar, waarbij een doorkijk wordt gemaakt voor de ontwikkelingen richting 2050.

Om te komen tot deze afsprakenlijst, worden de volgende onderdelen opgepakt:

- 1 beschrijven van de huidige situatie;
- 2 beschrijven van de behoeften en wensen van de potentiële lozers (gemeenten en bedrijven);
- 3 beschrijven van de risico's en kansen voor waterafvoer en -aanvoer van het kanalenstelsel op het stedelijk watersysteem;
- 4 opstellen van een maatschappelijk afwegingskader;
- 5 opstellen van uitvoeringstrategieën, waarbij rekening gehouden wordt met de effecten voor de verschillende deelnemende overheden;
- 6 opstellen van een afsprakenset en een uitvoeringsagenda.

1.3 Proces

In september van 2016 is het project Stedelijk water kanalen gestart. Het project loopt door tot medio mei 2017. Het doel van het project is om te komen tot een redeneerlijn voor een afsprakenkader voor de wateraan- en afvoer vanuit gemeenten (en bedrijven) op het Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalenstelsel. Het project wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met de werkgroep Stedelijk water kanalen (met daarin Rijkswaterstaat (RWS), de Brabantse waterschappen en de gemeenten Tilburg, Oosterhout en Meierijstad). De aanpak richt zich daarbij op:

- 1 afstemming met de waterschappen, gemeenten en voor het project belangrijke bedrijven via interviews, werksessies en bijeenkomsten;
- 2 een inhoudelijke analyse van de impact van wateraan- en afvoer vanuit stedelijk gebied op het kanalenstelsel.

Afstemming met gemeenten en bedrijven

Bedrijven, gemeenten en waterschappen zijn per e-mail en telefonisch benaderd voor medewerking aan het project:

- gemeenten: Tilburg, Oosterhout, Meierijstad, Geertruidenberg, Laarbeek, Best, Hilvarenbeek, 's-Hertogenbosch, Helmond, Oirschot, Asten, Son en Breugel, Dongen, Someren en Weert;
- bedrijven: Bavaria, Rendac, Engie/NWB, Trobas en Friesland Campina DMV;
- waterbeheerders: RWS en de waterschappen Brabantse Delta, Dommel, Aa en Maas en Peel en Maasvallei.

Alle bovenstaande partijen zijn thans betrokken bij het project. Er hebben daarbij in november 2016 een startbijeenkomst en in december 2017 een werksessie plaatsgevonden, waarbij al deze gemeenten, bedrijven en waterschappen zijn uitgenodigd. De gemeente Weert en Waterschap Peel en Maasvallei waren niet aanwezig bij deze bijeenkomsten vanwege andere prioriteiten. Ook enkele andere gemeenten waren afwezig, maar deze gaven aan ook geen direct belang te hebben bij het project. Tijdens de startbijeenkomst is het project toegelicht. Aanvullend hebben er interviews plaatsgevonden bij de gemeenten: Oosterhout, Tilburg, Hilvarenbeek, Eindhoven, 's-Hertogenbosch, Meierijstad en Helmond om inzicht te krijgen in de kansen, knelpunten en oplossingen met betrekking tot stedelijk waterbeheer en de kanalen. De interviews dienden als input voor de werksessie waar de kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen voor de aanwezige gemeenten geïnventariseerd werden.

In januari 2017 heeft een separate bijeenkomst plaatsgevonden met de bedrijven. In februari en april 2017 hebben bijeenkomsten plaatsgevonden, waarbij de focus ligt op het afsprakenkader.

Inhoudelijke analyse

De inhoudelijke analyse richt zich op het in beeld krijgen van de impact van de huidige aan- en afvoer vanuit stedelijk gebied op het kanalenstelsel. Daarvoor zijn de metingen van de waterstanden op het kanalenstelsel in de afgelopen tien jaar verzameld, de afvoer vanuit de grote beken op het kanaalstelsel in de afgelopen tien jaar en de eigenschappen van de rioleringsstelsels die afvoeren op de kanalen. De inhoudelijke analyse omvat tevens een modelstudie, waarbij de waterstanden in de kanalen zijn doorgerekend met de gemeten waterafvoeren van de (grote) beken en de gemodelleerde afvoer vanuit de rioolstelsels van de gemeenten.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit rapport geeft een watersysteembeschrijving. In hoofdstuk 3 van het rapport is een analyse opgenomen van de hoogwatersituaties en de impact van het stedelijk gebied hierop. Tevens wordt ingegaan op de laagwatersituaties. Hoofdstuk 4 omvat de modelstudie. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de knelpunten, risico's kansen en oplossingsrichtingen. In hoofdstuk 6 worden adviezen uitgewerkt voor het afsprakenkader. Hoofdstuk 7 geeft tenslotte een overzicht van de conclusies en aanbevelingen.

2

WATERSYSTEEMBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk wordt het watersysteem beschreven. In bijlage I is een watersysteemkaart opgenomen. In bijlage VI is per kanaalpand nog een factsheet opgenomen, waarin een aantal basisgegevens is opgenomen.

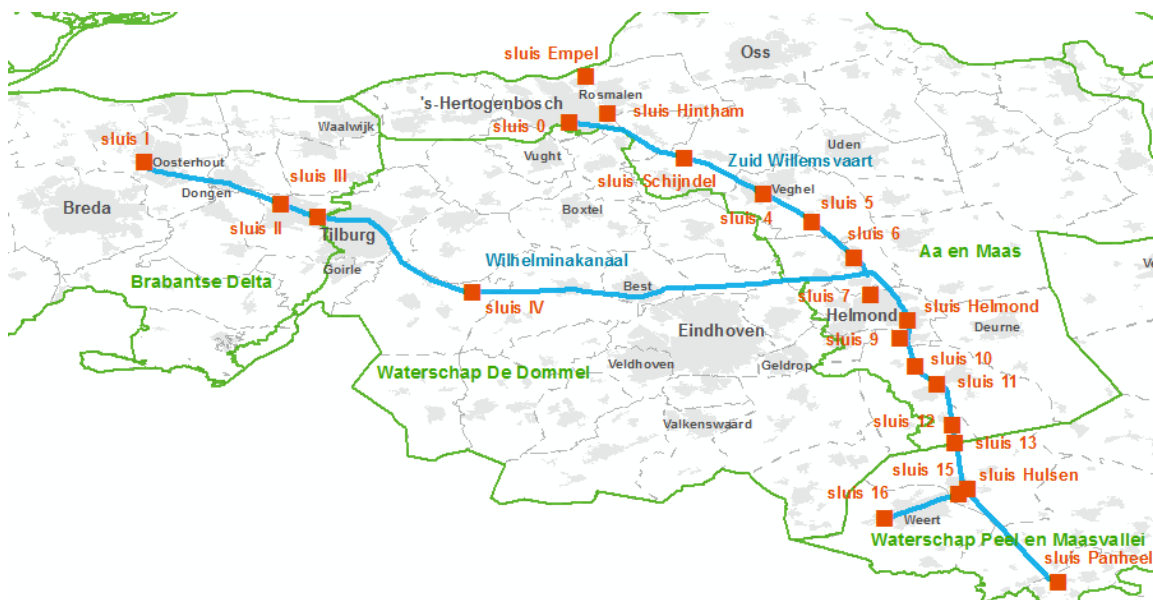
2.1 Algemeen

Zowel het Wilhelminakanaal (WHK) als de Zuid-Willemsvaart (ZWV) zijn gegraven kanalen (19^e eeuw) die in beginsel vooral zijn aangelegd voor de scheepvaart, maar die daarnaast ook een functie vervullen in de wateraan- en afvoer.

Om het hoogteverschil in de kanalen te overbruggen zijn in de kanalen verschillende sluizen aanwezig. De verschillende sluizen in de kanalen zijn weergegeven in afbeelding 2.1. De aanduiding van sluizen in het WHK zijn met Romeinse cijfers (van I tot en met V aangegeven) en die in de ZWV met Arabische cijfers (van 0 tot en met 16).

RWS is sinds de komst van de Waterwet de waterbeheerder van de kanalen. Rijkswaterstaat is beheerder van ZWV tot sluis aan 0.

Afbeelding 2.1 Overzicht sluizen Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen

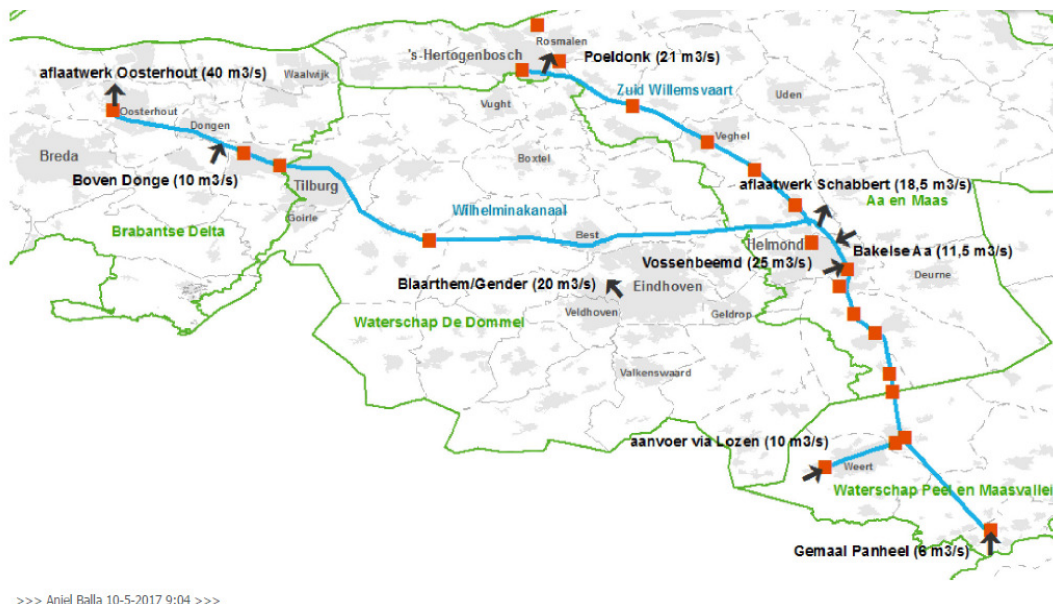


Op afbeelding 2.1 is het projectgebied verder gedefinieerd. De kanalen Noordervaart en Markkanaal vallen af omdat ze voor dit project van stedelijk waterbeheer in relatie tot de kanalen minder tot niet van belang zijn. Het Beatrixkanaal en de stadstraverse Helmond zijn niet in beheer bij RWS, hier wordt echter wel stedelijk water op geloosd welke in het MLNBK terechtkomt, deze worden wel meegenomen.

Het Maximakanaal heeft geen afvoerfunctie, enkel een vaarwegfunctie en is daarom niet relevant. De buitenpanden staan in directe verbinding met de Maas en staan dus sterk onder de invloed van de waterstanden van de Maas.

2.2 Zuid-Willemsvaart (ZWV)

Afbeelding 2.2 Overzicht van belangrijkste aan- en afvoeren op het MLNBK ($Q > 4 \text{ m}^3/\text{s}$)



De ZWV loopt vanaf Maastricht door België in noordelijke richting, richting 's-Hertogenbosch, waar het water samen met de Aa en Dommel wordt afgelaten op de Dieze, met een afvoer (aflaatwerk) naar de Maas. De totale lengte van het kanaal bedraagt ongeveer 120 km. In het begin van de jaren negentig is er bij Helmond een omlegging van het kanaal gerealiseerd. Tevens is eind 2014 een omleiding gerealiseerd bij 's-Hertogenbosch (Maximakanaal) en er is daarbij een opwaardering gedaan van het kanaal ten behoeve van scheepvaart tot aan Veghel. Er zijn in totaal dertien panden op de ZWV in het kanalenstelsel in Midden Limburg en Noord-Brabant.

De belangrijkste wateraanvoeren ($> 4 \text{ m}^3/\text{s}$) zijn als volgt. Vanuit België (Lozen) wordt gecontroleerd water aangevoerd met een maximum debiet van $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Verder kan water worden ingelaten bij gemaal Panheel (Maas) en water wordt onder vrij verval geloosd vanuit de Bakelse Aa (Bakelse Aa, Waterschap Aa en Maas) en met kunstwerk Vossenbeemd (Aa, RWS) op de ZWV. Voor de locaties zie afbeelding 2.2.

De belangrijkste waterafvoeren ($> 4 \text{ m}^3/\text{s}$) zijn als volgt. Er wordt op drie punten meer dan $4 \text{ m}^3/\text{s}$ afgelaten van de ZWV, te weten bij Katsbergen richting de Peelkanalen (ten tijden van hoogwater bij voorkeur 0), bij de Schabbert richting de Aa en bij Poeldonk richting stadstraverse van de Aa in 's-Hertogenbosch.

2.3 Wilhelminakanaal (WHK)

Het WHK loopt vanaf de ZWV nabij Helmond in westelijke richting, richting Oosterhout, het buitenpand van het WHK loost uiteindelijk op de Amer nabij Geertruidenberg. De totale lengte van het kanaal bedraagt ongeveer 70 km. Er bevinden zich vier kanaalpanden op het WHK.

De grote regionale afvoeren op het WHK komen vanaf aflatwerk Blaarthem (de Dommel, Waterschap de Dommel) en vanaf aflatwerk Boven Donge (de Donge, Waterschap Brabantse Delta). De regionale afvoer die wordt afgelaten bij Blaarthem bereikt het WHK via het afwateringskanaal en het Beatrixkanaal. Al het water van het WHK wordt afgelaten bij het aflatkunstwerk in Oosterhout naast sluis I.

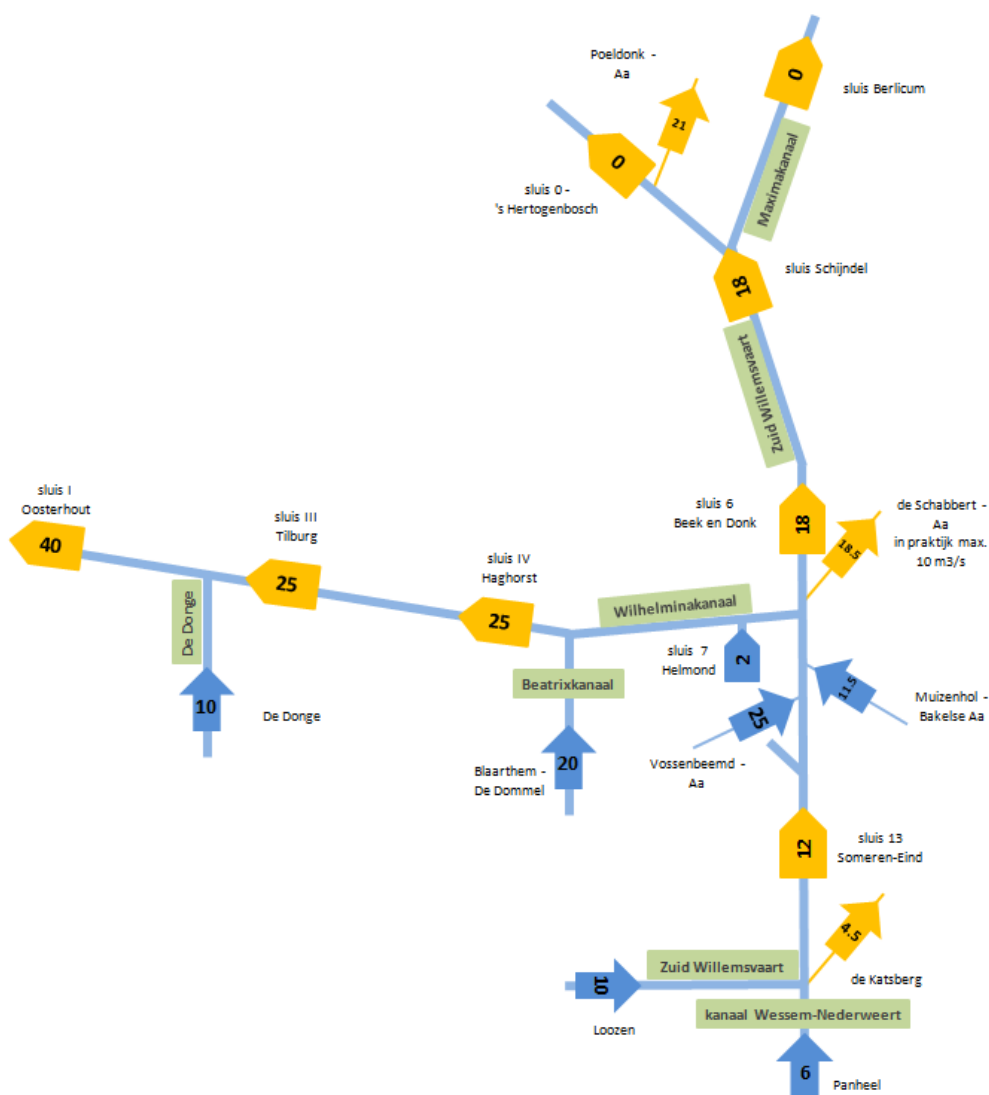
2.4 Het Grote Pand

De ZWV en het WHK staan bij Aarle Rixtel in directe verbinding met elkaar, dit pand wordt ook wel het 'Grote Pand' genoemd. Het Grote Pand wordt begrensd door sluis Helmond (ZWV), sluis 7 van de traverse Helmond, sluis 6 bij Beek en Donk (ZWV) en sluis IV bij Haghorst (WHK). Het Beatrixkanaal wat ten westen van Eindhoven in verbinding staat met het WHK behoort ook tot het Grote Pand.

Het Grote Pand ontvangt met name water van de Aa, Bakelse Aa en de Dommel. Tijdens normale omstandigheden wordt de aanvoer vanuit het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas via kunstwerk de Schabbert weer afgelaten naar de Aa. De aanvoer vanuit Waterschap de Dommel wordt via het WHK in westelijke richting afgevoerd.

Op afbeelding 2.3 is een schematisatie te vinden van het Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalenstelsel met daarin de WATAK-waardes (1993, lit. 3) in kuub per seconde voor de belangrijkste regionale water aan- en afvoeren.

Afbeelding 2.3 Schematisatie van MLNBK met grote regionale aan- en afvoeren



De piekafvoeren vanuit de waterschappen kunnen enigszins worden gestuurd door het gebruik van de verschillende waterbergingsgebieden die zijn aangelegd.

2.5 Stedelijk gebied

Vanuit verschillende stedelijke gebieden wordt overstortwater geloosd op het kanalenstelsel of water ingenomen vanuit het kanalenstelsel. Kernen die reeds lozen op het kanalenstelsel zijn: Oosterhout, Tilburg, Haghorst, Best, Laarbeek, Eindhoven, Helmond, Weert, Nederweert, Veghel, Schijndel en 's-Hertogenbosch. De grootste aanvoeren van stedelijk water komen uit Eindhoven (luchthaven) op het Beatrixkanaal, Best (kernen) direct op het WHK en Veghel (industrieterreinen en bedrijven) op de ZWV. In bijlage VII is een overzicht gegeven van de stedelijke gebieden die afvoeren op het kanalenstelsel.

Tevens wordt er door verschillende gemeentes (bijvoorbeeld Oosterhout en Lieshout) water ingenomen om het stedelijk gebied (parken, vijvers) van water te voorzien en de stedelijke waterinfrastructuur door te spoelen.

2.6 Bedrijven

Er bevinden zich meerdere grote bedrijven aan en langs het kanalenstelsel, welke afhankelijk zijn van proces- of koelwater vanuit het stelsel of water lozen op het stelsel. Dit zijn vaak constante lozingen of onttrekkingen. Daarnaast maken de bedrijven ook gebruik van de vaarwegen voor levering en verscheeping van verschillende producten.

In bijlage VIII is een overzicht gegeven van de lozingen op het kanalenstelsel. Grote bedrijven die zich aan het kanalenstelsel bevinden zijn bijvoorbeeld Friesland Campina DMV, Bavaria, Mars, Brabant Water, AWZI Vossenberg en Tata Steel.

2.7 Scheepvaart

Zowel het WHK als de ZWV hebben een belangrijke functie voor de scheepvaart binnen de provincie. Op het WHK is het traject tussen Oosterhout en sluis II geschikt voor klasse IV-schepen. Op de ZWV is voor de scheepvaart het Maximakanaal gegraven, welke toegang van grotere schepen op het kanalenstelsel mogelijk maakt, tevens is de ZWV vanaf Poeldonk tot aan Veghel verbreed om de vaart van klasse IV-schepen tot aan de havens van Veghel mogelijk te maken. Dit is tevens ook de belangrijkste scheepvaartroute op het kanalenstelsel, van sluis Empel naar de havens in Veghel.

ANALYSE HOOGWATER- EN LAAGWATERSITUATIES

Voor inzicht in de impact van het stedelijk gebied op de hoogwaterstanden van de kanalen tijdens natte perioden is eerst een goed inzicht nodig in de afvoeren van de grote beken op het kanalenstelsel, de hoogwaterstanden en waterafvoer naar de Maas. Vervolgens kan dan beschouwd worden wat de impact is van het stedelijk gebied. Voor droge perioden worden de laagwaterstanden beschouwd.

Voor de analyse zijn er van de verschillende waterschappen en RWS metingen ontvangen van kunstwerken die zorgen voor regionale wateraan- en afvoer, denk hierbij aan de grote beekafvoeren (Aa, Dommel en Donge). Daarnaast zijn vanuit RWS metingen bij de sluizen (waterstanden benedenstreams en bovenstreams en hier en daar debieten) gebruikt. De aanvoer van water vanuit Limburg bij sluis 13 hebben we echter maar tot 2014. Metingen zijn opgevraagd voor de periode 2006 tot en met 2016.

Neerslag is aangevraagd via Meteobase, echter de neerslag die hier beschikbaar is loopt maar tot 1 januari 2016, helaas missen we dus neerslag vanuit Meteobase voor de hoogwatersituatie in juni 2016. De neerslag heeft een ruimtelijke spreiding, er zijn rasterdata (van radars) en meetdata van meetstations geaggregeerd op gemeenteniveau, welke benut is voor inzicht in de afvoer vanuit de rioleringsstelsels op het kanalenstelsel.

3.1 Hoogwater

In deze paragraaf wordt gekeken naar de peilen tijdens hoogwater. Daarnaast wordt ook gekeken naar de wateraan- en afvoer tijdens pieksituaties. Tenslotte wordt nagegaan wat de bijdrage vanuit het stedelijk gebied is tijdens een hoogwatergolf.

3.1.1 Peilen

Tijdens hoogwater gelden er twee alarmeringspeilen, maximaal alarmeringspeil 1 (MAP1) en maximaal alarmeringspeil 2 (MAP2). MAP1 is de operationele bovengrens, deze is vooral van belang voor het spuibeheer. MAP2 is de uiterste bovengrens op basis van belangenafweging, deze leidt mogelijk tot het beperken van regionale afvoeren vanuit de beken.

Daarnaast is er een toetsingspeil hoogwater voor de waterkering, dit zijn vastgestelde waterstanden die de aanliggende waterkering moet kunnen keren. De waterkeringen langs het WHK en ZWV moeten voldoen aan een herhalingstijd van $T=100$ jaar.

Tijdens hoogwater kan gebruik worden gemaakt van de rinketten in de sluizen, gebruik van de rinketten resulteert echter wel in beperking van de scheepvaart. RWS gaat nog na hoe vaak er sprake is geweest van stremming door scheepvaart. Uit het BWZ-rapport (lit. 1) blijkt dat het gemiddeld zo'n één keer in de anderhalf jaar plaatsvindt.

In tabel 3.1 zijn per kanaalpand, de streefpeilen, alarmeringspeilen, toetsingspeilen en het aantal overschrijdingen van de alarmeringspeilen in twee of tien jaar te zien. Verder zijn er kaarten met de ingetekende peilen te vinden in de bijlagen (bijlage II).

Tabel 3.1 Overzicht van peilen per pand en aantal overschrijdingen van alarmeringspeilen (maximaal peil)

Pand	Streefpeil (m +NAP)	MAP1 streefpeil	MAP2 (m + streefpeil	Toetspeil T=100 (m +NAP)	Gemiddeld aantal dagen overschrijding MAP1 per jaar	Gemiddeld aantal dagen overschrijding MAP2 per jaar
sluis I-sluis II	5.15	+10	+20	5.40-5.45	4	0.5
sluis II-sluis III	7.70	+10	+15	-	12	1
sluis III-sluis IV	12.55	+15	+30	13.20-13.55	0.3	0.2
Grote Pand	15.00	+8	+15	15.35-15.50	13	0.5
sluis 0-sluis 2	4.70	+13	+20	5.15-5.20	0.8	0.1
sluis 3-sluis 4	8.52	+15	+30	8.75	0.5	0
sluis 4-sluis 5	10.57	+15	+30	8.75-11.20	2.5	0
sluis 5-sluis 6	12.75	+10	+30	11.20-13.20	1	0.2
sluis 9-sluis 10	20.67 *)	+15	+30	15.50-20.75	0,1	0,1
sluis 10-sluis 11	22.58	+15	+20	20.75-24.40	0.4	0.2
sluis 11-sluis 12	25.08	+10	+20	25.40-27.35	0.5	0
sluis 12-sluis 13	27.06	+15	+25	27.35	0.4	0.2
sluis 13-sluis 15	28.65	+5	+7	28.95-33.85	14	6.5
sluis 15-sluis 16	33.55	+16	+21	33.85	7.5	3

* Peil is aangepast ten opzichte van WATAK-peil.

Opvallend is dat het toetspeil voor de waterkering in sommige gevallen lager ligt dan de MAP2. Dit kan het gevolg zijn van de hoogte van een kadewand.

Er is een aantal kleine panden, die door de grootte ervan over weinig bergingscapaciteit beschikken. Hierdoor fluctueren de waterstanden in deze panden vrij snel. Het betreft daarbij de volgende panden:

- pand sluis 13-sluis 15. In dit pand speelt tevens mee, dat het alarmeringspeil MAP1 slechts 5 cm boven het streefpeil ligt;
- pand sluis 15-sluis 16;
- pand sluis II-sluis III. Dit pand is tevens qua oppervlak het kleinste pand in het WHK en heeft daarmee ook een beperkte bergingscapaciteit.

Daarnaast treedt in het Grote Pand ook geregeld een waterstand op boven de MAP1, dit is te wijten aan de verschillende grote afvoeren vanuit de beken die lozen op dit pand.

3.1.2 Water aan- en afvoer

Tijdens situaties waarbij veel water wordt aangevoerd naar het kanalenstelsel, is het van belang om het water ook snel af te voeren. Bij hoge waterstanden en afvoeren is er daarom sprake van aangepast waterbeheer. Bij een afvoer van meer dan $8 \text{ m}^3/\text{s}$ bij kunstwerk de Schabbert wordt het overtollige water in het Grote Pand afgevoerd door de spuiduikers onder sluis 6, dit kan tot een maximum van $18 \text{ m}^3/\text{s}$. Wanneer dit nog niet afdoende is kan de afvoer door de Schabbert weer worden vergroot. In theorie kan de waterafvoer via Schabbert en RWZI Helmond worden verhoogd tot $22,5 \text{ m}^3/\text{s}$, maar in de praktijk is dit niet haalbaar, omdat er dan wateroverlast optreedt in het benedenstroomse gedeelte van de Aa. De maximale afvoer van Schabbert en RWZI Helmond op de Aa is ongeveer $12 \text{ m}^3/\text{s}$ ($8 \text{ m}^3/\text{s}$ via Schabbert en $4 \text{ m}^3/\text{s}$ RWZI Helmond met afvoer via de Hermeanderende Aa). $8 \text{ m}^3/\text{s}$ afvoer hiervan is dus afvoer van kanaalwater. Extra waterafvoer kan nog plaatsvinden door de rinketten van sluis 4, 5 en 6 open te zetten ($10 \text{ m}^3/\text{s}$). Zodra de rinketten worden geopend is het echter niet meer mogelijk om schepen te schutten, de scheepvaart moet dan dus worden stilgelegd op de ZWV.

De afvoer van overtollig water van de Dommel loopt in een normale situatie volledig via het WHK door sluis Haghorst (sluis IV). Deze kan zonder problemen $25 \text{ m}^3/\text{s}$ afvoeren, in geval van een grotere wateraanvoer kunnen omloopriolen worden gebruikt, dit gebeurt enkel in extreme situaties. In de praktijk kan er maar één omloopriool gebruikt worden (capaciteit $5 \text{ m}^3/\text{s}$). Bij gebruik van het omloopriool moet de scheepvaart worden gestremd.

De maximale afvoercapaciteit bedraagt dan $36 \text{ m}^3/\text{s}$ (inclusief $10 \text{ m}^3/\text{s}$ rinketten) via de ZWV en $30 \text{ m}^3/\text{s}$ (inclusief $5 \text{ m}^3/\text{s}$ omloopriool) via het WHK (en $40 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Oosterhout), er kan dan echter geen scheepvaart plaatsvinden. Met scheepvaart bedragen de maximale afvoercapaciteiten $26 \text{ m}^3/\text{s}$ ($18 + 8 \text{ m}^3/\text{s}$) voor de ZWV en $25 \text{ m}^3/\text{s}$ voor het WHK.

De T10 aanvoer bedraagt ongeveer $47,3 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de Aa en Maas, $23,5 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de Dommel en $11 \text{ m}^3/\text{s}$ voor Brabantse Delta [lit. 1]. Dit betekent dat er een afvoertekort zonder scheepvaart is van ongeveer $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$ tussen de 0 en 20 uur. Het afvoertekort met scheepvaart bedraagt $20,8 \text{ m}^3/\text{s}$ voor een periode van 10 tot 50 uur. Hierbij is een uniforme T10-situatie aangenomen die plaatsvindt bij alle waterschappen en gelijktijdige aanvoer van de beken op de MLNBK.

3.1.3 Praktijksituaties hoogwater

Om een beeld te krijgen hoe het kanalsysteem reageert tijdens hevige neerslag zijn vijf praktijksituaties geselecteerd, zie bijlage III. De situaties zijn geselecteerd op basis van maximale som van de beekafvoeren in de analyseperiode van 2006 tot en met 2016. Daarbij wordt opgemerkt, dat er tijdens bepaalde hoogwatergolven geen metingen van debieten beschikbaar zijn, omdat de metingen uitvallen tijdens deze extreme hoogwatersituaties.

De geselecteerde perioden betreffen:

- november 2009;
- november 2010;
- januari 2012;
- maart 2016;
- juni 2016.

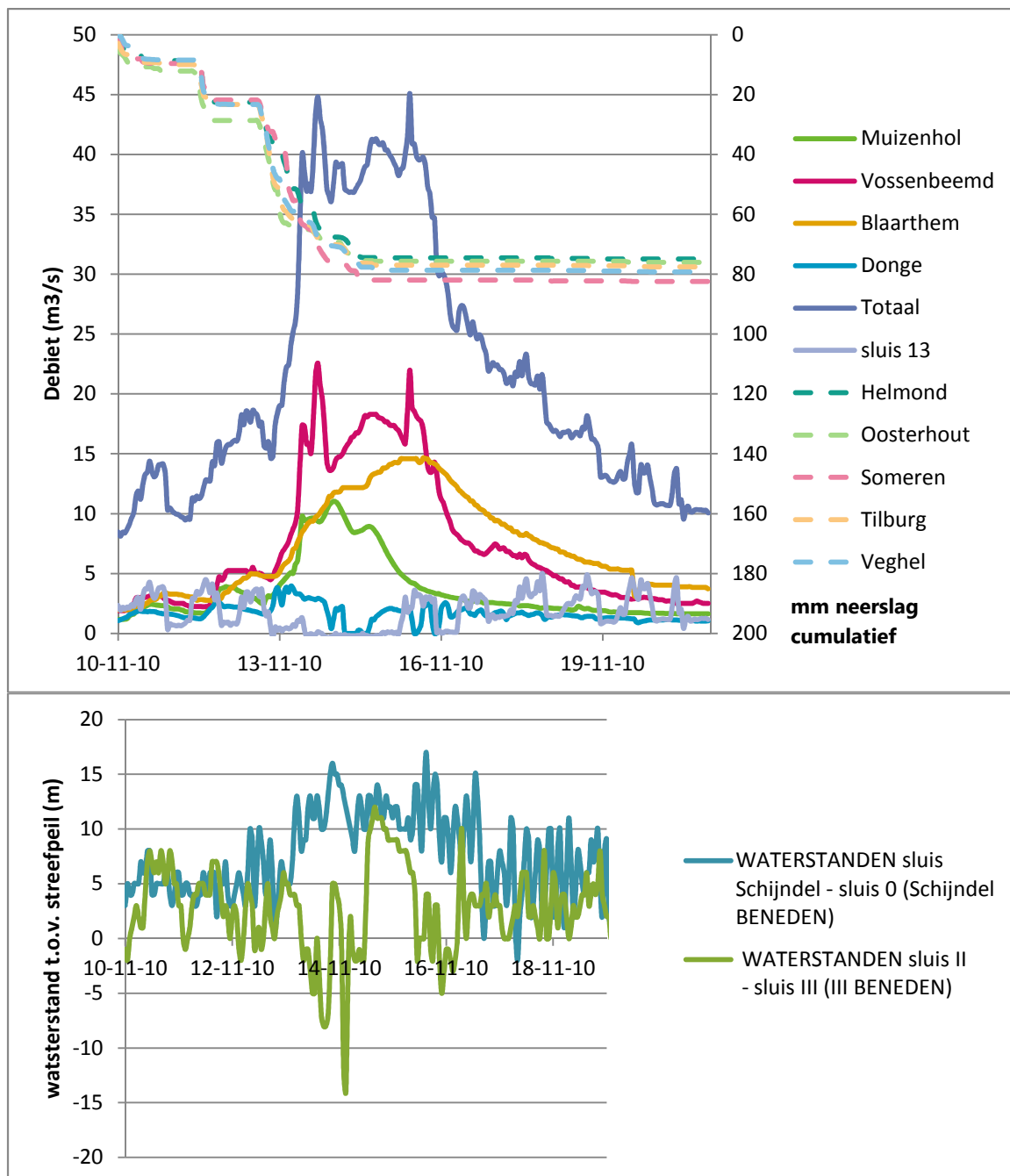
Voor de impact van het stedelijk gebied op de hoogwatersituaties is het van belang om inzicht te hebben of de waterafvoer vanuit het stedelijk gebied tegelijkertijd plaatsvindt met de waterafvoer vanuit de beken en afvoer van de hoogwatergolf in het kanalenstelsel. In het verleden werd er veelal van uitgegaan, dat piekafvoeren vanuit het stedelijk gebied niet snel zullen samenvallen met hoogwatergolven.

De metingen van de waterstanden voor de vijf praktijksituaties zijn dus geanalyseerd om inzicht te krijgen in de vertraging in neerslag en piekafvoer vanuit de beken op het kanalenstelsel en de snelheid waarin de hoogwatergolf zich beweegt in het kanalenstelsel. Op basis van de analyse van deze praktijksituaties met hoogwater kan het volgende geconcludeerd worden:

- de debieten over de Vossenbeemd en vanaf de Bakelse Aa nemen snel toe tijdens pieksituaties, het stroomgebied van de Aa reageert dus het snelste, en wordt gevolgd door de Blaarthem (de Dommel), de tijd tussen deze toename in debiet ligt tussen één en zes uur voor de praktijksituaties. De snelle piekafvoer van Vossenbeemd en Bakelse Aa wordt mede veroorzaakt doordat hier vrij veel stedelijk gebied op is aangesloten en door de aanwezigheid van automatische stuwen die tijdens pieksituaties om gaan;
- de piekdebieten over de Vossenbeemd zijn tijdens hoogwatersituaties het hoogst (tenzij er sprake is van intensieve neerslag het afwateringsgebied van een andere beek);
- de Vossenbeemd (en in mindere mate Bakelse Aa) heeft een steilere afvoergolf dan aflat Blaarthem, de debieten nemen snel toe en nemen ook relatief snel weer af, de afvoergolf heeft een relatief korte doorlooptijd;
- de Blaarthem (de Dommel) heeft over het algemeen een meer afgevlakte piekafvoer, neemt geleidelijk aan toe en neemt ook geleidelijk af, de afvoergolf is wat meer uitgesmeerd en heeft daardoor een langere doorlooptijd. Tijdens extreem veel neerslag in korte tijd kan er ook sprake zijn van een snelle toename in de afvoer (zoals in november 2009, waarbij er circa 40 mm neerslag in één dag was gevallen);
- de tijdsverschillen tussen de afvoerpieken zijn over het algemeen beperkt. Over het algemeen ligt de piek van afvoerpunt Vossenbeemd voor die van de Blaarthem, ongeveer vier uur;
- op de ZWV treden over het algemeen meer hogere waterstanden op dan in het WHK, waardoor de hoogwatersituatie in ZWV meer kritiek is;
- de aanvoer vanuit sluis 13 en de afvoer vanuit stroomgebied de Donge laten in het algemeen weinig tot geen overeenkomsten zien met die vanuit de Dommel en Aa. Daarnaast zijn beide aanvoeren vele malen kleiner dan de aanvoeren vanuit de Dommel en Aa.

Hierna is een voorbeeld gegeven van het afvoerverloop van de belangrijkste beekaanvoeren, de neerslag en de piekwaterstanden ten opzichte van het streefpeil op enkele panden. Tijdens de periode november 2010 is de afvoer via de Vossenbeemd sterk beïnvloed door handelingen bovenstrooms in de Aa, waterbergingen werden ingezet. Hierin is het steilere verloop en de eerdere aankomst van de afvoer Vossenbeemd (en Bakelse Aa) ten opzichte van Blaarthem terug te vinden.

Afbeelding 3.1 Voorbeeld hoogwatersituatie november 2010, analyse van de beekafvoeren, neerslag en waterstanden



*) Bij Vossenbeemd wordt soms een kleine afvoerpiek gemeten als gevolg van beheersmaatregelen destijds, zoals het schoonmaken van een krooshek waardoor er een kleine afvoergolf ontstaat.

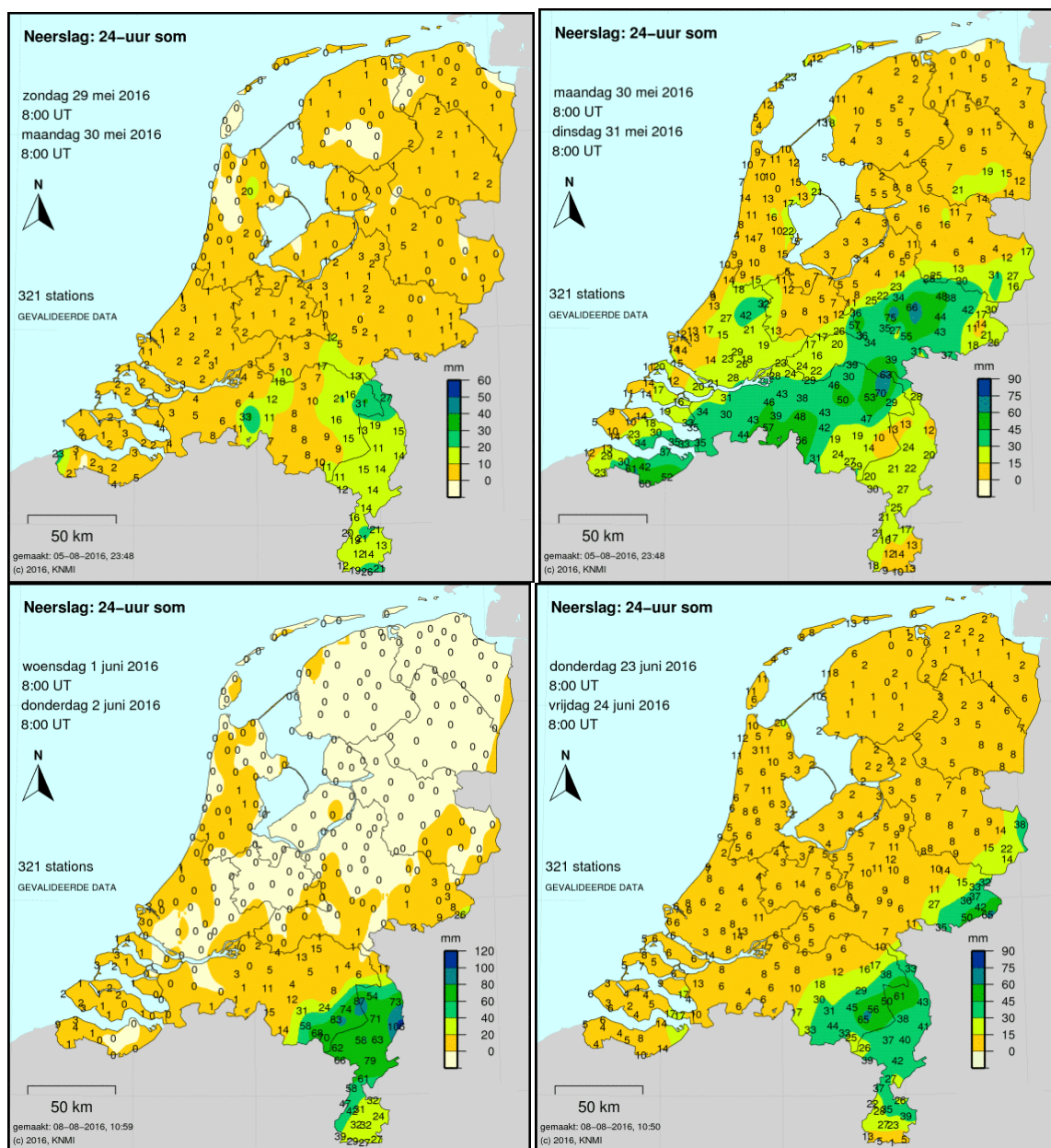
Normaal gesproken zal het samenvallen van een piekafvoer vanuit stedelijke gebieden door één enkele neerslagpiek niet tegelijkertijd plaatsvinden met de piekafvoer van een beek. Uitzondering is de piekafvoer van Vossenbeemd, door zijn snelle karakter.

3.1.4 Referentie hoogwater: juni 2016

In de paragraaf hiervoor is een analyse gedaan van vertragingstijden van neerslag en hoogwatergolven. Daarbij is er nog geen rekening meegehouden, dat een natte periode bestaat uit verschillende neerslagpieken en dat de neerslagpieken verspreid plaatsvinden. Daarom wordt de hoogwatersituatie van juni 2016 nader geanalyseerd.

De periode juni 2016 is een recente periode met hoogwater, waarbij stremming van de scheepvaart is opgetreden. Er is meerdere dagen een grote hoeveelheid neerslag gevallen (30/31 mei 2016), waarbij op 2 juni 2016 in een groot gedeelte van Limburg extreme neerslag is gevallen van ongeveer 80 mm. Daarnaast is op 24 juni 2016 nogmaals een grote hoeveelheid neerslag gevallen, het systeem en de grond waren toen nog redelijk verzadigd, wat zorgde voor grote en vooral snelle afvoeren. Met daarbij het in onderhoud zijn van de spuiwerken van sluis IV, moest meer water worden afgevoerd via de ZWV. Zie voor de neerslagspreiding in juni, afbeelding 3.2.

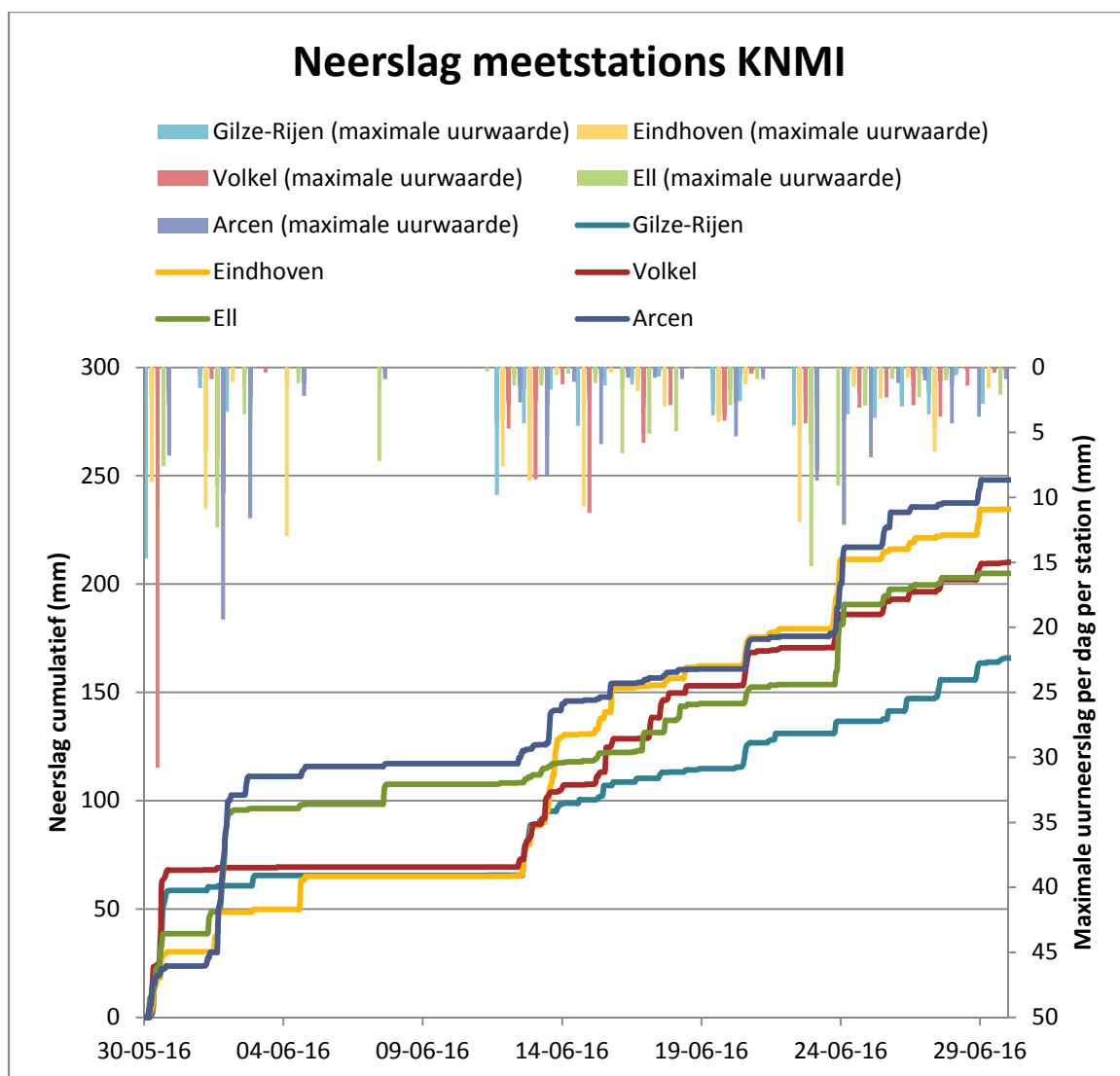
Afbeelding 3.2 Overzicht neerslagspreiding neerslagevenementen mei/juni 2016



Daarnaast zijn in Someren en Asten op 2 juni 2016 meerdere straten en huizen onder water gelopen, dit enerzijds door de hevige neerslag zelf, anderzijds kon het regionale systeem de combinatie van overstorten en afvoeren door de hevige neerslag niet aan zonder wateroverlast.

Op vrijdag 24 juni 2016 steeg in Veghel het peil benedenstrooms van sluis 4 tot boven de overstortdrempel, waardoor kanaalwater het gemeentelijk rioolstelsel instroomde en het rioolstelsel zich volledig vulde, ondanks het feit dat het gemeentelijk rioolgemaal op maximale capaciteit pompte. Hierdoor kon Friesland Campina DMV (FC DMV) haar afvalwater niet langer lozen op het gemeentelijk rioolstelsel en dreigde FC DMV haar productieproces stil te moeten leggen. Een terugslagklep bij de overstort kan het probleem van instroom van kanaalwater in het rioolstelsel voorkomen.

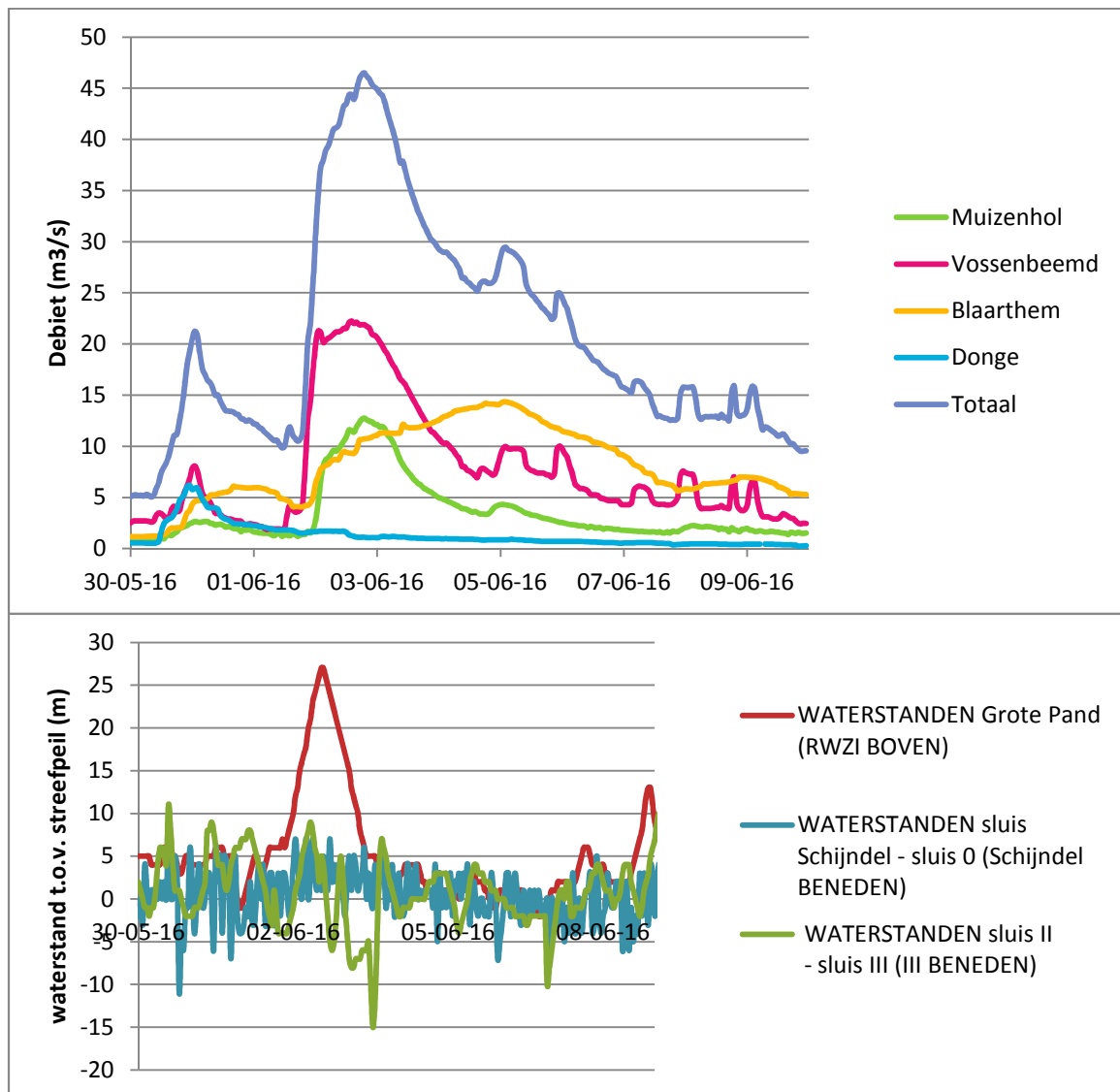
Afbeelding 3.3 Overzicht van de cumulatieve neerslag en maximale uurneerslag per dag van verschillende KNMI-neerslagstations in de buurt van de MLNBK



In de afbeelding hierboven (afbeelding 3.3) zijn de neerslagmetingen van verschillende KNMI-neerslagstations in de buurt weergegeven. Het gaat hier om puntmetingen, dit kan enig vertekend beeld geven, er zitten namelijk grote verschillen tussen de verschillende neerslagstations.

In de volgende afbeeldingen is het verloop van de afvoergolf op verschillende panden terug te vinden. Daarin is vooral te zien dat de waterstanden op het Grote Pand enorme hoogten bereikten. Voor de afvoergolf 24 juni 2016 treedt de piekwaterstand op het Grote Pand op, op 24 juni 2016 15.00 uur, de piekwaterstand op het pand sluis 0-sluis Schijndel treedt op, op 24 juni 2016 23.00 uur, acht uur later. De spuiwerken bij sluis IV waren in onderhoud, dit kan effect hebben op de piekwaterstand in pand sluis II-sluis III, deze trad op, op 25 juni 2016 04.00 uur, ongeveer dertien uur na de piekwaterstand in het Grote Pand. Geconcludeerd kan worden, dat de hoogwatersituatie van juni 2016 het gevolg is geweest van een extreem natte periode verspreid over meerdere dagen en verspreid in het gebied. Hierdoor kan sprake zijn van piekafvoeren vanuit het stedelijk gebied tijdens de hoogwatergolf.

Afbeelding 3.4 Afvoergolf en waterstanden in periode 30 mei tot 9 juni 2016



Op bovenstaande afbeelding is in het Grote Pand een peilstijging van 27 cm aangegeven. De MAP1 ligt 8 cm boven streefpeil en de MAP2 ligt 15 cm boven streefpeil. Er is dus een forse overschrijding ten opzichte van de MAP-waarden. Het toetspeil voor de waterkering ligt 50 cm boven streefpeil. De waterstand ligt hier dus nog ruim onder.

Tijdens de hoogwatersituatie in juni 2016 waren de waterbergingsgebieden bij de beken voor het vasthouden van het water niet ingezet. Wel was er sprake van natuurlijke inloop van water naar de waterbergingsgebieden. Inzetten van de waterbergingsgebieden is een optie om de peilstijging in de beken en het kanalenstelsel te beperken, maar leidt wel inzetkosten door schade voor de landbouw in het gebied.

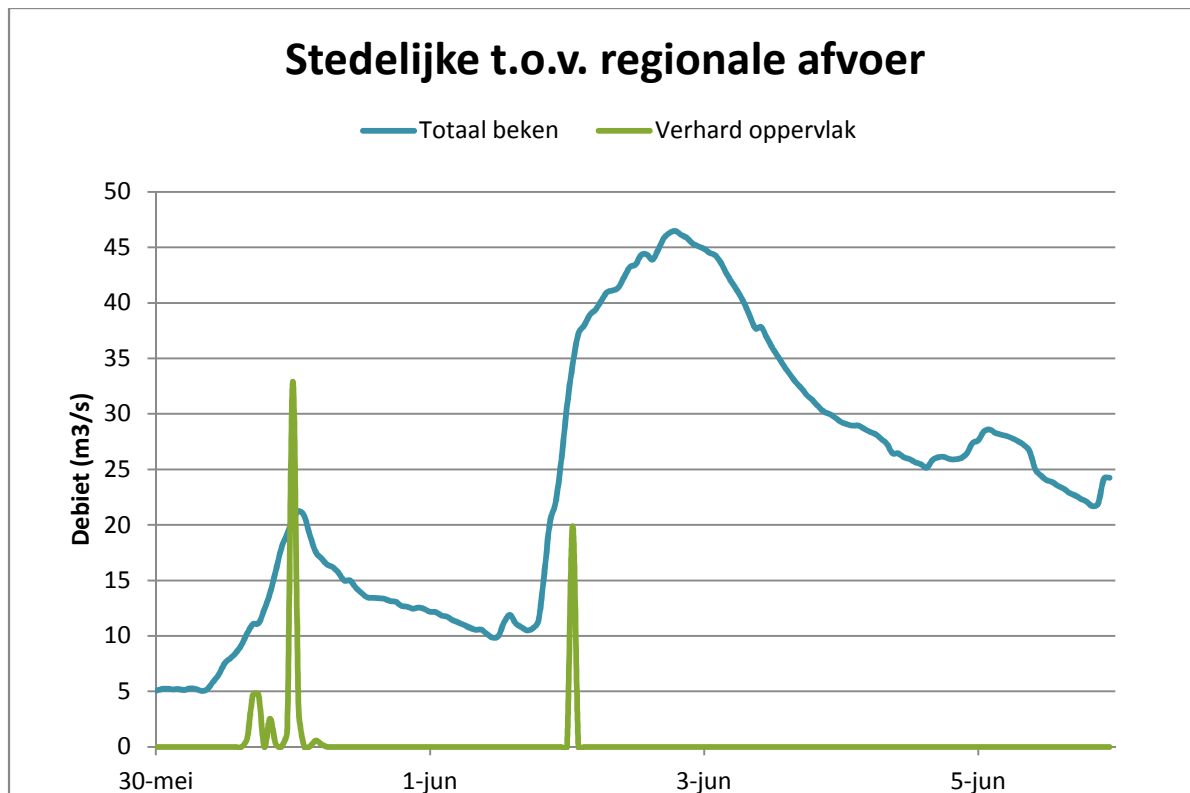
3.2 Stedelijke afvoer

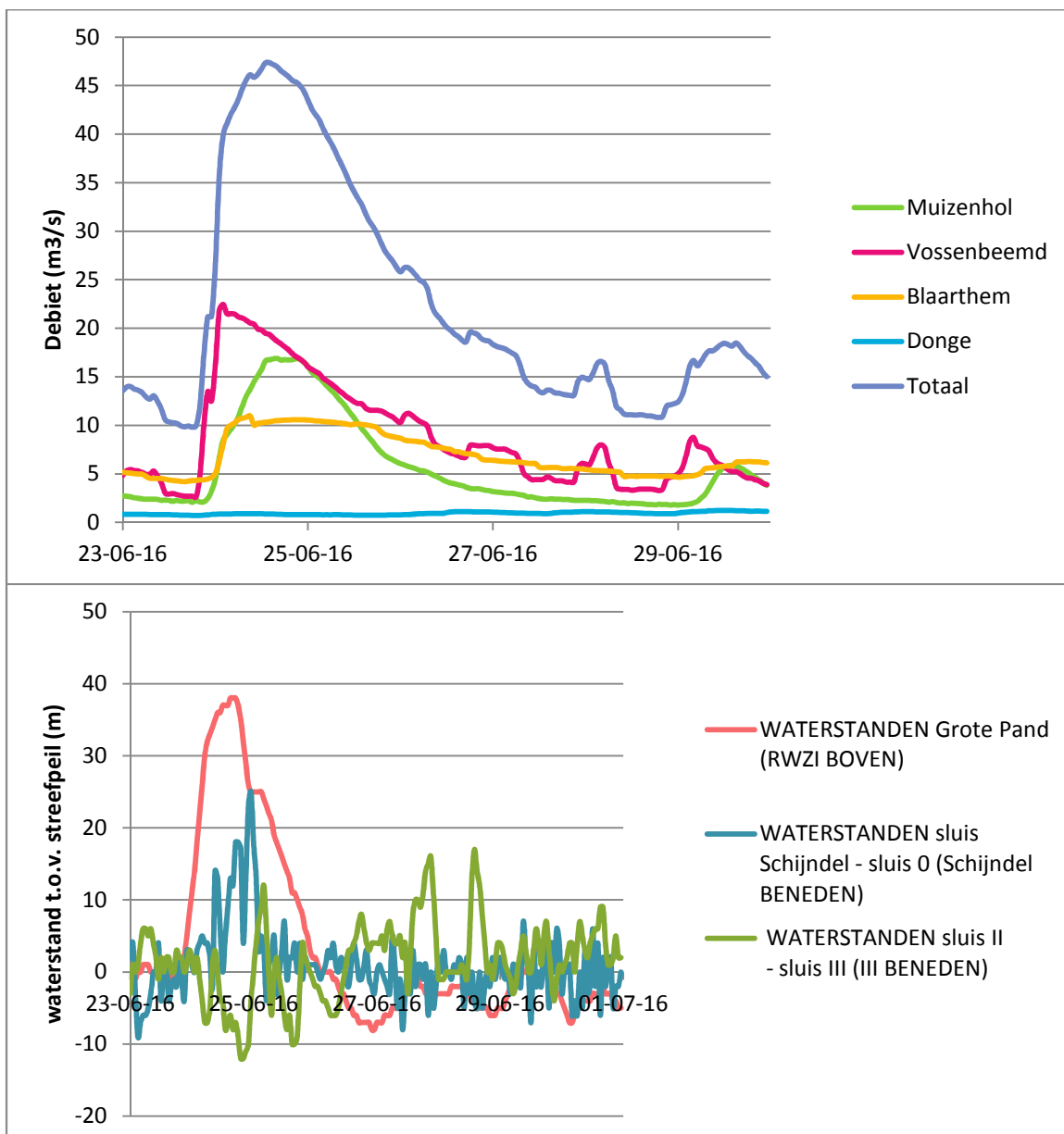
Om inzicht te krijgen in de stedelijke afvoer tijdens de periode 30 mei tot 2 juni 2016, zijn enkele SOBKE-berekeningen uitgevoerd aan het verharde oppervlak. Hierbij zijn de verharde oppervlakttes uit de studie van stedelijk afvoeren vanuit de waterschappen benut. Tevens is aangenomen dat alle systemen zijn ingericht als gemengde systemen met een berging van 8 mm en een pomp-over-capaciteit van 0,7 mm/h. Dit leverde de volgende resultaten op, zie afbeelding 3.5. Daarbij wordt opgemerkt dat de aangehouden berging en een pomp-over-capaciteit slechts indicatief zijn. De werkelijke situatie is meer complex en gedifferentieerd.

De overstortdebieten zijn groot maar het totaal volume van de overstorten is maar 2 % van de totale beekafvoeren in deze periode. Tevens vinden de overstorten aan het begin van de afvoergolf vanuit de beken plaats en zullen dus waarschijnlijk voor de piekafvoer vanuit de beken al zijn afgevoerd. Enige beperking in deze analyse is het missen van de ruimtelijke spreiding, de neerslag van de verschillende KNMI-stations is gebruikt (puntneerslag). Tevens zijn voor alle rioolssystemen dezelfde eigenschappen aangenomen en zijn de overstorten niet opgesplitst per pand.

In de modelstudie zullen de aangeleverde eigenschappen van de rioolssystemen worden benut en wordt de ruimtelijke spreiding van de neerslag meegenomen. Daarnaast takken de overstorten tijdens de modellering ook aan op de werkelijk locatie in het kanalenstelsel.

Afbeelding 3.5 Afvoeren vanuit de beken en totale hoeveelheid berekende overstorten door bakjesmodel





Op afbeelding 3.5 is in het Grote Pand een peilstijging van 38 cm aangegeven. De MAP1 ligt 8 cm boven streefpeil en de MAP2 ligt 15 cm boven streefpeil. Er is dus een forse overschrijding ten opzichte van de MAP waarden. Het toetspeil voor de waterkering ligt 50 cm boven streefpeil. De waterstand ligt hier dus nog onder.

Met het kanalenmodel van RWS, dat onderdeel is van het BOS Brabant model, zal de tienjarige periode doorgerekend worden in januari 2017. In dit model zal het volgende worden ingevoerd:

- de spreiding in de neerslag op basis van radardata (geaggregeerd op gemeenteniveau, zodat lokale verschillen goed meegenomen worden);
- de metingen van de debieten van de grote beken;
- de neerslagafvoer vanuit het rioleringsmodel (als bakjes met berging en p.o.c.).

Op basis van deze berekening zal nog beter in beeld komen wat de bijdrage van het stedelijk gebied is aan hoogwatergolven.

3.3 Laagwater

Bijlage IV geeft inzicht in de laagwaterstanden in de verschillende kanaalpanden.

Tijdens laagwater gelden er ook twee alarmeringspeilen, minimaal alarmeringspeil 1 (MIP1) en minimaal alarmeringspeil 2 (MIP2). MIP1 is de operationele ondergrens, er wordt dan vooral gelet op het schutbeheer. MIP2 is de uiterste ondergrens op basis van belangenafweging, er wordt dan een prioritering gemaakt in wateraanvoer en dit kan leiden tot beperkingen aan onttrekkingen vanuit het kanalenstelsel.

Het kanalenstelsel in laagwatersituaties en de functie van een waterbekken; er wordt water onttrokken om lokale systemen door te kunnen spoelen en te voeden. Voor de verdeling van water tijdens extreme schaarste is er een bestrijdingsplan watertekort MLNBK. Daarnaast is er een landelijke verdringingsreeks en liggen er afspraken in het WATAK. Het WATAK gaat echter niet over extremen en hierin is de waterverdeling geregeld onder normale omstandigheden.

In tabel 3.2 zijn per kanaalpand, de streefpeilen, alarmeringspeilen en aantal overschrijdingen van alarmeringspeilen in tien jaar te zien en de datum en tijd van de laagste waterstand.

3.4 Praktijksituaties laagwater

Als praktijksituatie laagwater is de periode mei tot september 2013 gebruikt. De minimale waterstanden ten opzichte van het streefpeil zijn ook terug te vinden in tabel 3.2. Wanneer de minimale waterstand in de periode 2013, naast het aantal overschrijdingen wordt gelegd kan wat gezegd worden over de gevoeligheid van verschillende panden ten opzichte van droogte.

De volgende panden lijken gevoeliger te zijn dan de andere ten opzichte van droogte:

- pand sluis 0-sluys Schijndel, er zijn hier meerdere malen overschrijdingen van de MIP1 en MIP2 geweest in een periode van tien jaar, tevens is tijdens de referentieperiode de waterstand tot 16 cm onder streefpeil gezakt;
- pand sluis 10-sluys 11, hier zijn ook meerdere malen overschrijdingen van zowel MIP1 als MIP2 geweest in een periode van tien jaar, tijdens de referentieperiode is de waterstand hier tot 8 cm onder streefpeil gezakt;
- pand sluis 12-sluys 13, hier zijn ook meerdere malen overschrijdingen van zowel MIP1 als MIP2 geweest in een periode van tien jaar, tijdens de referentieperiode is de waterstand hier tot 12 cm onder streefpeil gezakt.

Tabel 3.2 Overzicht van peilen per pand en aantal overschrijdingen van alarmeringspeilen (minimaal peil)

Pand	Streefpeil (m +NAP)	MIP1 (cm ten opzichte van streefpeil)	MIP2 (cm ten opzichte van streefpeil)	Aantal dagen onderschijding in analyseperiode MIP1	Aantal dagen onderschijding in analyseperiode MIP2	Min. waterstand ten opzichte van streefpeil mei/sept 2013
sluis I-sluis II	5.15	-10	-20	3 ¹	0 ¹	-
sluis II-sluis III	7.70	-10	-20	5	0	-9
sluis III-sluis IV	12.55	-10	-20	0	0	-10
Grote Pand	15.00	-15	-20	0 ¹	0 ¹	-
sluis 0-sluis 2	4.70	-10	-20	10	3	-16
sluis 3-sluis 4	8.52	-10	-20	0 ¹	0 ¹	-
sluis 4-sluis 5	10.57	-10	-20	1 ¹	0 ¹	-
sluis 5-sluis 6	12.75	-10	-20	1	0	-12
sluis 9-sluis 10	20.67	-10	-20	3	0	-
sluis 10-sluis 11	22.58	-10	-20	4	2	-8
sluis 11-sluis 12	25.08	-10	-20	2 ¹	0 ¹	-
sluis 12-sluis 13	27.06	-10	-20	9	2	-12
sluis 13-sluis 15	28.65	-13	-21	8 ¹	0 ¹	-
sluis 15-sluis 16	33.55	-9	-14	4 ¹	2 ¹	-

¹ Metingen van twee jaar, overig metingen van tien jaar.

3.5 Resumé

Resumé belangrijkste leerpunten:

- hoogwaterstanden zijn niet volledig één op één te herleiden aan hoge afvoerpieken/extreme neerslag, de indruk bestaat dat het spuibeheer (al dan niet onder invloed van onderhoud) ook van belang is op de hoogwaterstanden;
- kleine kanaalpanden hebben weinig berging en zijn hierdoor gevoelig voor hoogwaterstanden. Daarbij is het wel zo, dat peilstijgingen juist in het Grote Pand plaatsvindt, omdat hierop veel water vanaf de beken afgevoerd wordt;
- bij intense neerslag zal er snel veel water afgevoerd worden op het Grote Pand, omdat er veel stedelijk gebied afvoert op Vossenbeemd en in mindere mate Bakelse Aa;
- in de andere beken is er sprake van een zodanige vertraging, dat een piekbui vanuit een beek niet zo snel zal samenvallen met de piekafvoer vanuit het stedelijk gebied. In de benedenstroomse panden zal deze kans nog kleiner zijn, omdat het even duurt voordat de hoogwatergolf deze benedenstroomse panden bereikt;
- in een natte neerslagperiode zoals in juni 2016 is er niet sprake van één piekbui, maar is er sprake van meerdere piekbuien die op verschillende locaties op verschillende momenten voorkomen. Hierdoor is er sprake geweest van piekafvoeren vanuit het stedelijk gebied tijdens een hoogwatergolf. Er is dus sprake van een relevante interactie tussen het stedelijk gebied en een hoogwatergolf;
- laagwaterperioden komen slechts in enkele panden voor en komen incidenteel voor en zijn hierdoor minder kritiek. Bovendien is de laagwaterstand zeer kortstondig, waardoor het eerder een gevolg is van beheer dan beperking in beschikbaarheid van aanvoerwater.

4

MODELSTUDIE

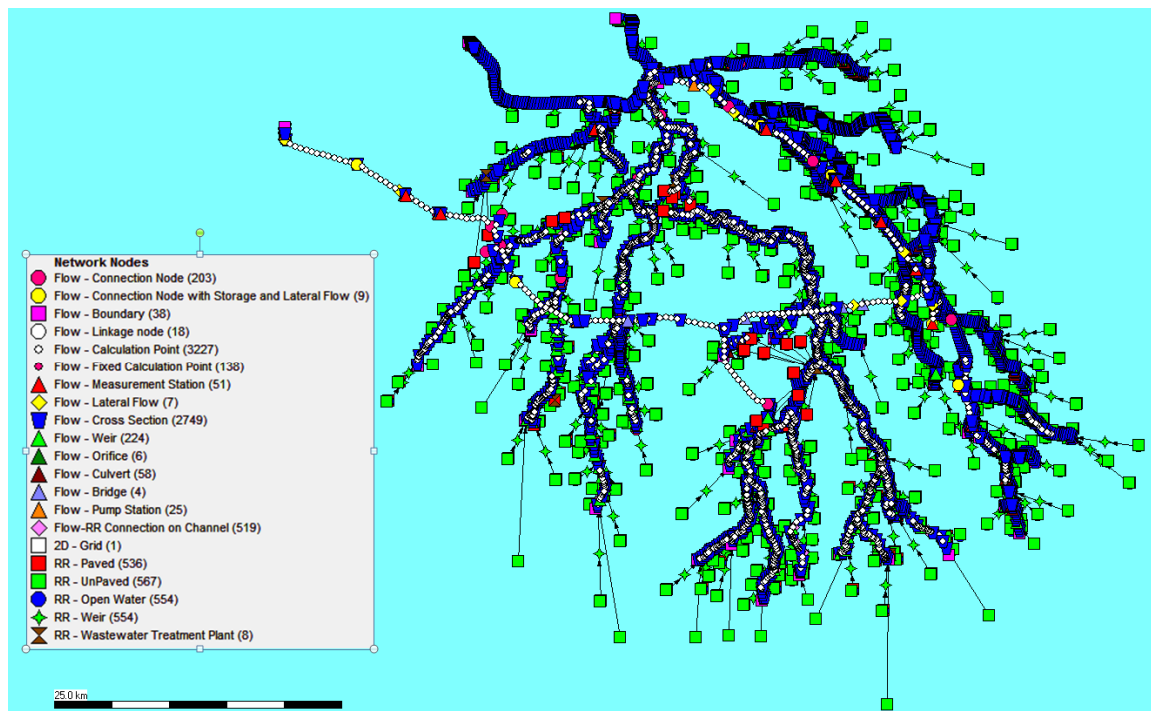
Voor aanvullend inzicht in het functioneren van het kanalenstelsel is naast analyse van de metingen tevens een modelstudie uitgevoerd. Deze Sobek-modelstudie richt zich daarbij specifiek op het effect van de afvoer vanuit stedelijk gebied op het kanalenstelsel. Zo zijn er berekeningen uitgevoerd met en zonder stedelijk gebied om inzicht te krijgen in welke mate afvoer vanuit het stedelijk gebied bijdraagt aan hoogwaterstanden.

4.1 Beschrijving Sobek-model

Het gebruikte model is gebaseerd op het door RWS aangeleverde BOS2.0-model, waarin het kanalenmodel is opgenomen (model DOENAA3.lit). Het betreft een model dat opgebouwd is door de Brabantse waterschappen en RWS ten behoeve van het 'Beslissing Ondersteunend Systeem Hoogwaterverwachting Noord-Brabant'. Het model kan worden ingezet om verwachtingen van hoogwaterstanden en -afvoeren op te stellen en de optimalisatie van maatregelen zoals de inzet van waterbergingen, aflat op kanalen en sturing van kunstwerken door te rekenen. Het model is in 2014 opgesteld door Witteveen+Bos [lit. 4]. Om er zeker van te zijn dat we over het meest actuele model beschikken is het BOS-model eind 2016 opgevraagd bij RWS.

Het model omvat de beken van de waterschappen en het kanalenstelsel. Op afbeelding 4.1 is de modelschematisatie weergegeven. De afbeelding is niet bedoeld voor een volledig inzicht in het model, maar is opgenomen in de rapportage zodat hieruit opgemaakt kan worden, dat ook de beken in het model opgenomen zijn.

Afbeelding 4.1 BOS 2.0-model met beken en kanalen (knopen en netwerk channel flow en rainfall-runoff)



Het model maakt gebruik van de modules CF (channel flow), RR (rainfall-runoff) en RTC (real-time control). De channel flow-module omvat het stelsel aan watergangen, rainfall-runoff simuleert de neerslagafvoer en real-time control omvat de aansturing van de kunstwerken. De real-time control-module is gekoppeld aan Matlab. Om te kunnen controleren of de verschillende modules ook rekenen, is het model getest met de default-buienreeks van Sobek. Dit leverde geen problemen op, het model rekt op basis van de buien de neerslagafvoer, de stroming in de watergang en de aansturing van de kunstwerken.

Zoals aangegeven omvat het BOS2.0-model zowel de beken als de kanalen. Voor de studie is er voor gekozen om de neerslagafvoer op de beken en de stroming in de beken niet mee te nemen bij de berekeningen, maar de metingen van de debieten van de beekafvoeren in te voeren (als laterale stromen op het kanaal). Metingen van de debieten zijn immers meer accuraat dan de debieten die berekend worden op basis van de rainfall-runoff-module en de stroming in de beken met channel flow-module.

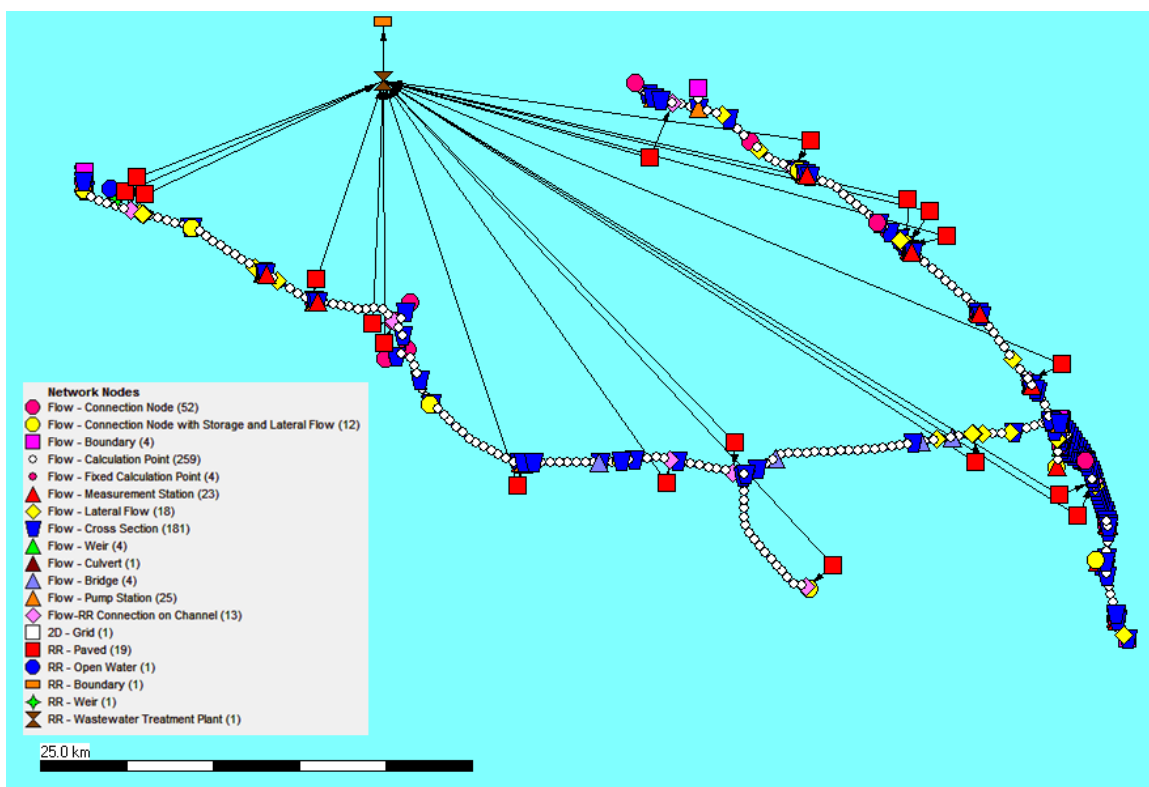
De bestaande strengen van de beken zijn dus uit het model verwijderd. Hierbij is als volgt te werk gegaan:

- verwijderen van alle modeltakken (channel flow) die niet direct tot de kanalen van RWS behoren. Vanwege de aansturing van stuw Schabbert is de Aa bij Helmond tot aan stuw Schabbert wel opgenomen;
- verwijdering van alle bestaande rainfall-runoff-componenten. Het gestripte model maakt gebruik van gemeten debieten van de laterale instromingen van de beken;
- het toevoegen van laterale knopen die de gemeten instroomdebieten van de beken representeren, daarbij is gekozen om de afvoer van de grote beken in te voeren;
- het toevoegen van laterale knopen die constante lozingen en onttrekkingen van bedrijven representeren;
- opnemen van neerslagreeksen uit Meteobase. Hierbij zijn exports gemaakt op basis van gemeentegrenzen, zodat ruimtelijk verdeelde neerslag wordt gebruikt in verdere berekeningen. Het komt er dus op neer, dat de neerslag in het model niet uniform is over het model, maar dat deze per locatie verschilt op basis van de neerslagdata zoals deze zijn opgenomen in Meteobase;
- opnemen van verharde knopen per stedelijke kern, hiermee zijn de overstorten/hemeluitlaten gemodelleerd, uitgesplitst per type riolering;

- het begrenzen van de afvoer van stuw Schabbert op $10 \text{ m}^3/\text{s}$, zoals ook is opgenomen in het waterakkoord. Uit een tussentijdse berekening bleek namelijk dat de sturing in het aangeleverde model piekdebieten tot circa $18 \text{ m}^3/\text{s}$ berekent. Dit had veel impact op de berekende waterstanden op het Grote Pand. Het model berekende hierdoor lage waterstanden in het Grote Pand bij hevige buien. Om deze reden is de begrenzing op $10 \text{ m}^3/\text{s}$ doorgevoerd.

De modelschematisatie van het (gestripte) Sobek kanalenmodel is weergegeven op afbeelding 4.2. In de modelschematisatie is dus nu de structuur van de kanalen zichtbaar.

Afbeelding 4.2 Het gestripte Sobek kanalenmodel



4.2 Gebruikte gegevens

Laterale instroming op kanalen

De insteek bij het gebruik van het gestripte model is dat zoveel mogelijk gemeten debieten op de modelranden worden gebruikt. Bij de waterbeheerders zijn de metingen van de aanvoerdebieten in de afgelopen tien jaar opgevraagd. De volgen (afgeleide) debietmetingen zijn beschikbaar:

- de aanvoer vanuit de Dommel bij stuw Blaarthem (1 januari 2006 tot en met 31 augustus 2016);
- de aanvoer vanuit de Boven Donge bij het aflatkunstwerk Tilburg (1 januari 2006 tot en met 28 augustus 2016);
- de aanvoer vanuit de Aa bij Stuw Bakelse Aa (29 oktober 2006 tot en met 13 april 2016);
- de aanvoer vanuit de Aa bij stuw Vossenbeemd (18 maart 2010 tot en met 7 november 2016);
- de aanvoer vanuit de ZWV bij sluis 13 (1 januari 2006 tot en met 31 maart 2014).

Met deze beschikbaarheid van data is het mogelijk om berekeningen uit te voeren voor de periode van 18 maart 2010 tot en met 31 maart 2014. Er zijn per meetpunt (kortstondige) periodes waarin geen metingen beschikbaar zijn. In Sobek wordt in dat geval lineair geïnterpoleerd voor de tussenliggende periode. In ongeveer de helft van de metingen ontbreken er één of meerdere metingen per dag. Over het algemeen betreft dit periodes van maximaal enkele aaneengesloten uren in de beschouwde periodes.

Bij stuw Vossenbeemd komt het wel voor dat er enkele dagen aan metingen ontbreken. Hier is rekening mee gehouden in de keuze voor de beschouwde periodes.

Vaste lozingen en onttrekkingen

In tabel 4.1 zijn de lozingen en onttrekkingen van de bedrijven weergegeven die in het model zijn opgenomen. Daarbij wordt opgemerkt, dat een onttrekking van water door een bedrijf voor gebruik als koelwater, dat dan ook weer wordt teruggebracht naar het kanaal, niet opgenomen wordt in de tabel. De impact hiervan op de waterkwantiteit is immers niet relevant.

Tabel 4.1 Opgenomen vaste lozingen en onttrekkingen van bedrijven (op basis van bijlage VIII)

Locatie	Vergunning	Vergunninghouder	Omschrijving	Opmerkingen
Oosterhout *	LPT8 lozing proceswater	Tata Steel	LPT8 proceswater	35.000 m ³ /jaar (cf. vergunning)
Dongen/Tilburg	lozing awzi	RWB Afvalwater	afvalwater AWZI	afvalwater afkomstig van Fuji, Coca-Cola, Agristo, IFF 450m ³ /h
Lieshout	lozing awzi Bavaria	Bavaria Lieshout	afvalwater bierbrouwer	5.000 m ³ /dag (inschatting)
Lieshout	onttrekken	Swinkels bouwmaterialen		2.000 m ³ /jaar
Lieshout	onttrekken	gemeente Laarbeek		peilhandhaving kerkgracht gemeente Lieshout 40 m ³ /uur (gedurende 2,5-4 uur/dag, maximum per dag: 160 m ³)
Veghel **	lozing koelwater	Mars Nederland BV		herkomst bronneringswater: 200 m ³ /uur
Veghel	onttrekking t.b.v. koelwater	Mars Nederland BV	koelwater	niet ingevoerd, want lozing en onttrekking zijn gelijk
Helmond	lozing	Brabant Water		waterlozing WOB lozing spoelwater en dergelijke 57.500 m ³ /jaar

* De koelwaterlozing van Tata steel is meegenomen in de modelberekening omdat het geloosde water onttrokken wordt uit het kanaal.

** Alleen de koelwaterlozing van water van Mars Nederland met als herkomst bronneringswater is meegenomen in de modelberekening. Koelwaterlozing met als herkomst water uit de Nieuwe Haven is niet meegenomen, omdat het geloosde koelwater afkomstig is uit het kanaal.

Neerslag en verdamping

Op basis van de gemeentegrenzen zijn neerslagreeksen geëxporteerd vanuit Meteobase. Hierin zijn de neerslagdata op gemeenteniveau opgenomen. De spreiding van de neerslag is dus opgenomen in de dataset hierdoor. In het model is hiermee de locatiespecifieke neerslag ingevoerd. De neerslag op de volgende locaties zijn in het model ingevoerd: Asten, Best, Dongen, Eindhoven, Geertruidenberg, Helmond, 's-Hertogenbosch, Hilvarenbeek, Oirschot, Oosterhout, Schijndel, Sint-Michielsgestel, Someren, Son en Breugel, Tilburg, Veghel, Laarbeek. Voor de verdamping is de langjarige gemiddelde verdampingsreeks van de KNMI gebruikt (de Bilt). Voor verdamping is de ruimtelijke spreiding veel minder van belang dan de neerslag.

Riolering

Voor de riolering is gebruik gemaakt van de inventarisatie naar de overstorten/hemelwateruitlaten die uitkomen op de kanalen van RWS. Per afwaterend gebied zijn de volgende gegevens verzameld:

- oppervlak (hectare);
- type rioleringsstelsel;
- kenmerken rioleringsstelsel (p.o.c. en berging).

In veel gevallen waren de pompovercapaciteit (p.o.c.) en berging niet bekend. In die gevallen zijn de standaardwaarden aangehouden zoals weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Standaardwaarden p.o.c en berging

Type stelsel	p.o.c. (mm/uur)	Berging (mm)
gemengd stelsel	0,7	7
gescheiden stelsel	0	0
verbeterd gescheiden stelsel	0,4	4

Per stedelijke kern zijn verschillende types riolering opgenomen, zoals opgenomen in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Oppervlakte rioleringsstelsel per type riolering en per stedelijke kern (op basis van bijlage VII)

Stad	Gemengd stelsel (ha)	Gescheiden stelsel (ha)	Verbeterd gescheiden stelsel (ha)
Beek en Donk	0	0,675	0
Best	0	17	0
Eindhoven	0	408	0
Helmond	358	0,3	0
Hilvarenbeek (Haghorst)	5,16	0	0
Laarbeek (Lieshout)	0	2	0
Oirschot	0	4	0
Oosterhout	15,67	17,3	20,2
Schijndel	0	6,1	0
's-Hertogenbosch	0	1,5	0
Tilburg	0	167	17
Tilburg (/Dongen)	0	1,5	0
Veghel	40,5	8	100

4.3 Resultaten model

In de volgende paragrafen wordt voor enkele meetpunten waarvan metingen beschikbaar zijn de vergelijking gemaakt tussen het model en de metingen. Omdat het doorrekenen van de volledige periode problemen gaf met de stabiliteit van het model, is er een aantal kortere periodes doorgerekend. Dit zijn periodes waar piekwaterstanden worden waargenomen in de metingen. De volgende periodes zijn achtereenvolgens doorgerekend:

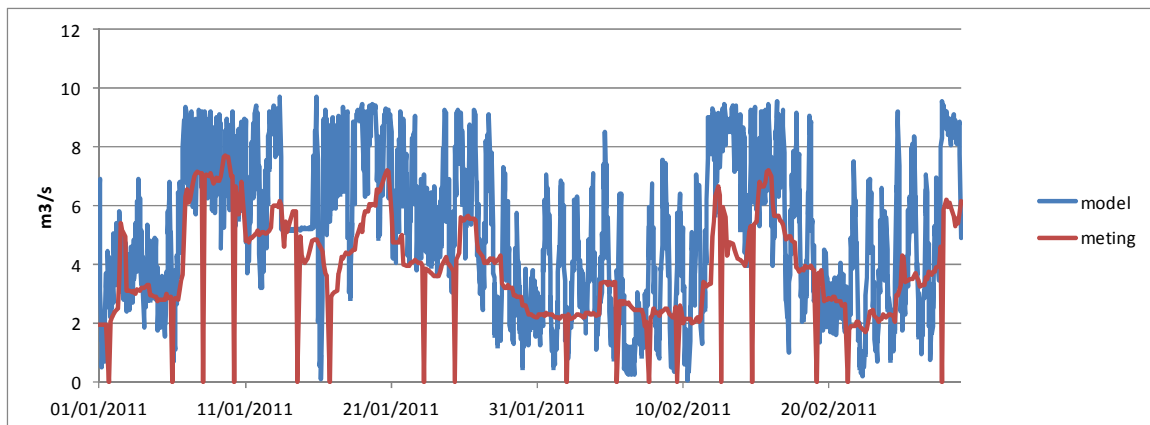
- 1 november 2010 tot en met 8 december 2010;

- 1 januari 2011 tot en met 1 maart 2011;
- 1 maart 2011 tot en met 1 juni 2011;
- 1 juni 2014 tot en met 1 augustus 2014.

Stuw Schabbert

Voor de doorgerekende periodes zijn er geen situaties waarbij er voor stuw Schabbert zowel debiet- als waterstandsmetingen beschikbaar zijn. De gemeten en berekende debieten zijn met elkaar vergeleken. Zoals eerder aangegeven, is daarbij het debiet in het model gemaximeerd op $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Een afwijking tussen de gemeten en de berekende waterstand kan in sommige gevallen verklaard worden doordat de aansturing van kunstwerken in de praktijk anders kan zijn. Het verloop van het debiet wordt redelijk benaderd. Het berekende debiet 'juttert' daarbij fors meer dan in de metingen.

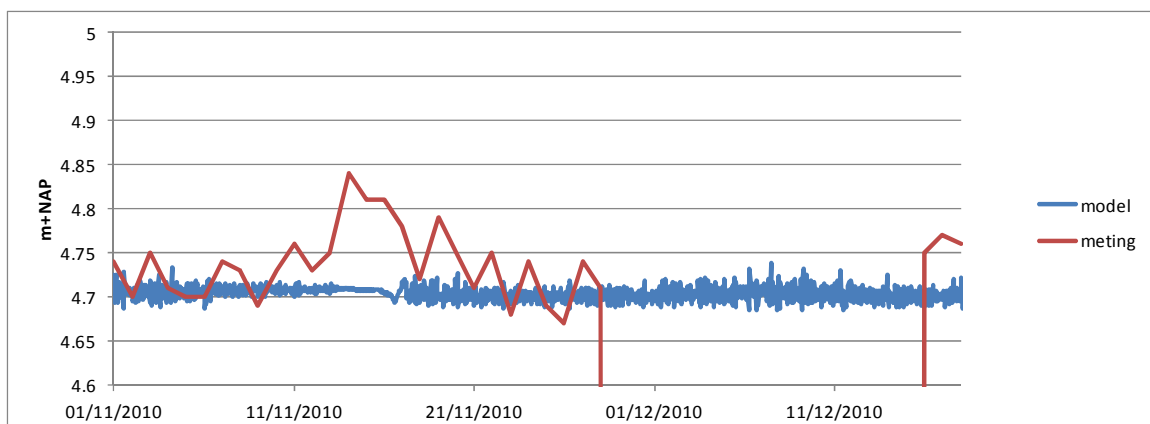
Afbeelding 4.3 Schabbert, debiet



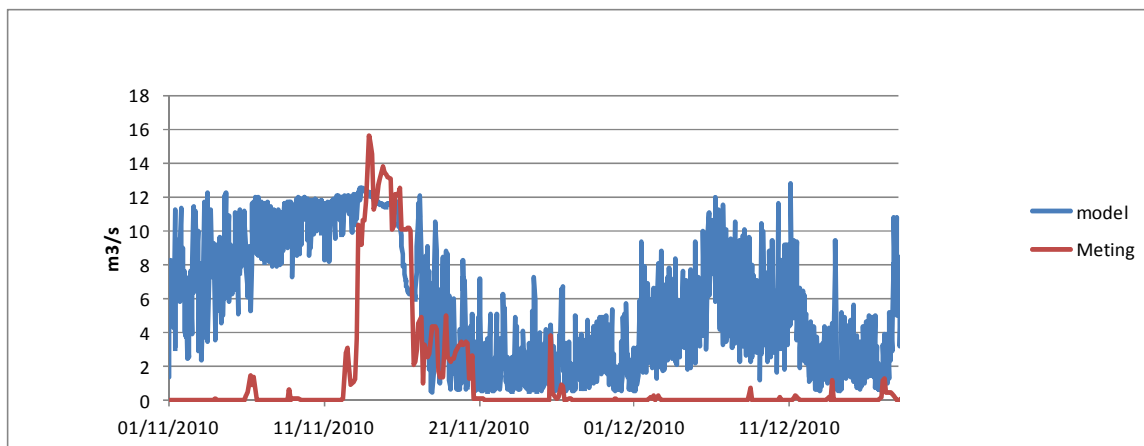
Sluis Schijndel

Voor sluis Schijndel is er wel een doorgerekende periode waarin waterstands- en debietmetingen beschikbaar zijn. Dit betreft de benedenstroomse waterstand. Bij de debietreeks valt het op dat er structureel meer afvoer wordt berekend dan wordt gemeten. Mogelijk valt het verschil in berekend debiet deels te verklaren door het verschil in de sturing tussen model en praktijk. In het model wordt vrij strak gestuurd rondom het streefpeil. In het benedenstroomse pand blijkt op basis van de metingen dat er in de praktijk een vrij grote beheer-bandbreedte rond streefpeil aangehouden wordt. De piek in de benedenstroomse waterstand rond 14 november 2010 komt niet terug in de berekeningen. Het piekdebiet van sluis Schijndel is in de metingen echter iets hoger ten opzichte van de meting, wat deels het verschil verklaart. In de afbeelding is verder zichtbaar, dat er geen betrouwbare metingen zijn van de dagen begin december 2010.

Afbeelding 4.4 Sluis Schijndel, waterstand benedenstrooms



Afbeelding 4.5 Sluis Schijndel, debiet



Opvallend is dus, dat de gemeten debieten alleen een kortstondige afvoer hebben. Het model berekent continu een debiet in de weergegeven periode in de afbeelding. Onduidelijk is waardoor het verschil wordt veroorzaakt. De spuiwerken bij sluis Schijndel en Poeldonk slaan aan in het model zodra er een waterstand in het pand benedenstrooms van pand Schijndel een waterstand van NAP +4,60 m heeft. Het model stuurt dus strak aan op een peil van NAP +4,60 m in het benedenstroomse pand, waardoor er continu een debiet is in de weergegeven periode in de afbeelding. Om goed inzicht te krijgen in de oorzaak van het verschil tussen model en praktijk, wordt eerst nadere controle van de constructie en sturing in de praktijk aanbevolen.

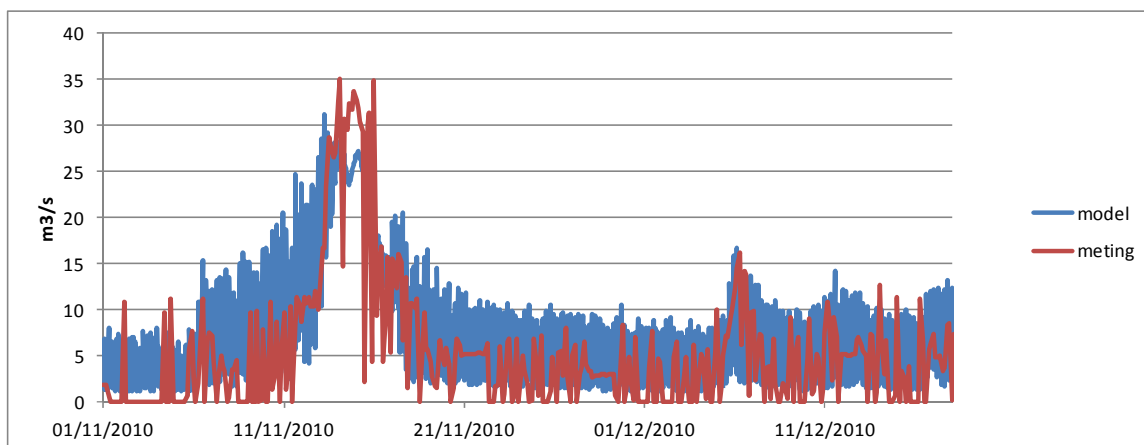
Aflaat Poeldonk

Van aflaat Poeldonk zijn alleen debietmetingen beschikbaar voor de periode van 17 februari 2012 tot en met 13 december 2016. Een van de uitgevoerde berekeningen valt binnen deze periode, alleen valt deze periode net samen met een reeks ontbrekende metingen. Hierdoor kunnen model en meting niet vergeleken worden voor dit kunstwerk.

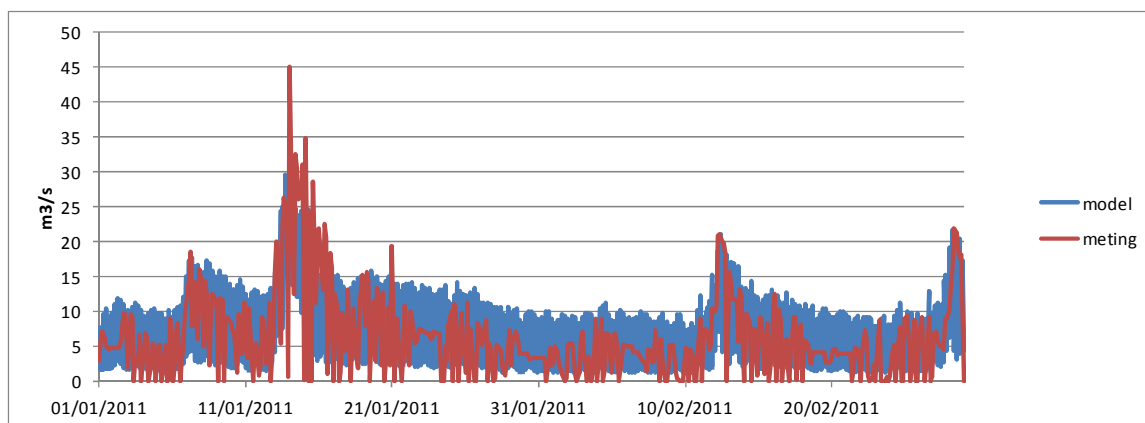
Aflaat Oosterhout

Bij de aflaat Oosterhout zijn alleen debietmetingen beschikbaar. Het verloop van het debiet lijkt aardig overeen te komen met de metingen. In de berekeningen schommelt de waterstand iets meer.

Afbeelding 4.6 Aflaat Oosterhout, debiet



Afbeelding 4.7 Aflaat Oosterhout, debiet



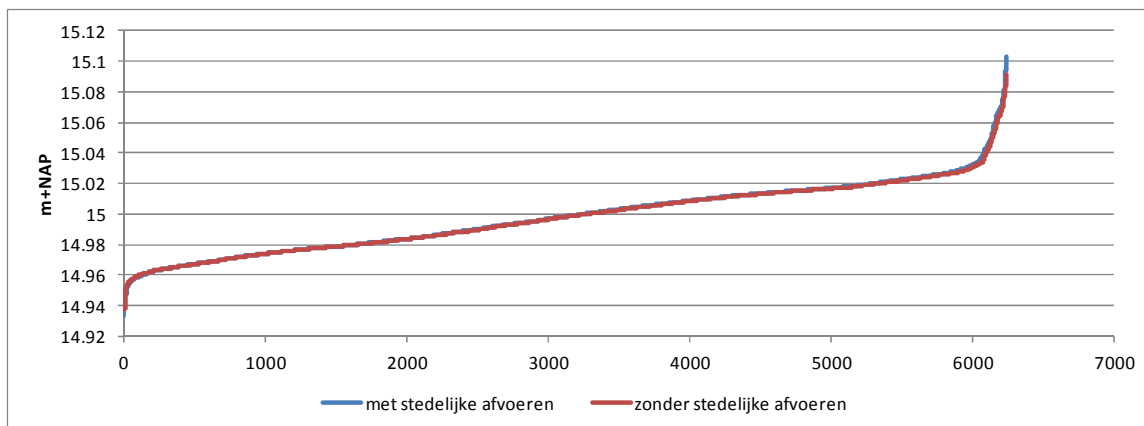
Op basis van de vergelijking tussen meting en berekening kan worden vastgesteld dat het (gestripte) model het daadwerkelijke systeemgedrag redelijk benadert. Eventuele meetfouten in de gemeten debietreeksen van de beken zullen daarbij doorwerken in de modelberekeningen. Het meest opvallend is dat het model uitgaat van een vrij strakke beheermarge in de waterstanden, terwijl dit in de praktijk minder strak is.

Als de debieten bij Schabbert, Schijndel en Oosterhout worden beschouwd, dan valt op dat het debiet hoger is dan hetgeen dat in totaal gemeten wordt. Een deel hiervan is te verklaren door de wegzijging in de kanaalpanden die niet meegenomen wordt in de modelberekeningen.

4.4 Resultaten met en zonder stedelijke afvoer

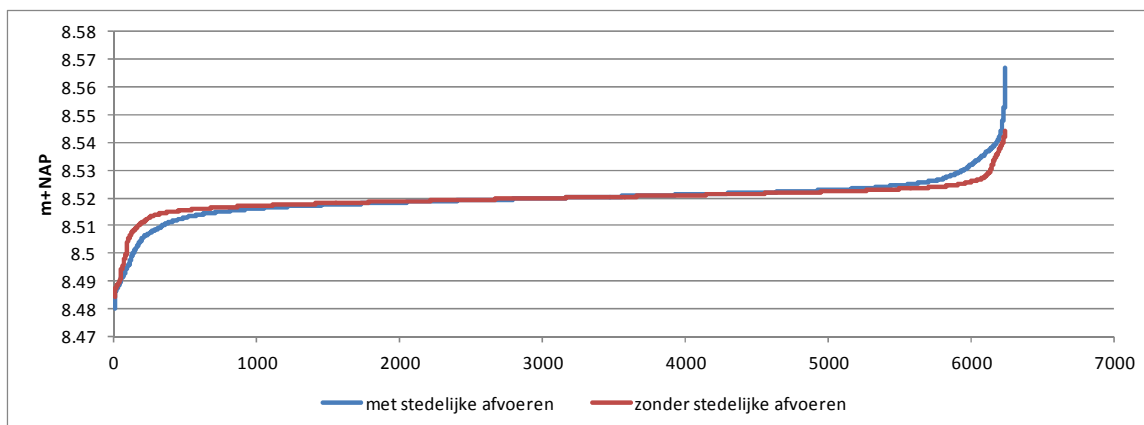
Om het effect van de stedelijke afvoeren op de waterstanden in de kanaalpanden in beeld te brengen zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de stedelijke afvoeren uit het model zijn verwijderd. De fouten in eventuele aanvoerdebeten van de beken en het beheerregime werken daarbij zowel door in de modelberekening met de stedelijke afvoeren als de modelberekening zonder de stedelijke afvoeren. Om de verschillen in beeld te brengen zijn de resultaten uitgezet in grafieken. Hierbij zijn de berekende waterstanden gesorteerd van laag naar hoog en vervolgens geplot (voor de doorgerekende perioden 1 november 2010 tot en met 8 december 2010, 1 januari 2011 tot en met 1 maart 2011, 1 maart 2011 tot en met 1 juni 2011 en 1 juni 2014 tot en met 1 augustus 2014). Het resultaat hiervan is een S-curve van de waterstanden naar de duur van voorkomen. In de volgende afbeeldingen zijn achtereenvolgens de S-curves van het Grote Pand, pand III-IV van het WHK en pand III-IV van de ZWV weergegeven. Uit de afbeeldingen kan worden opgemaakt dat er alleen enige berekende effecten van de stedelijke afvoeren te zien zijn op pand 3-4 van de ZWV (tot 3 cm). Op dit relatief kleine pand vindt aanvoer vanuit ruim 125 ha verhard oppervlak plaats. In de andere panden is het effect minimaal (minder dan 1 cm). De oorzaak is dan een groot oppervlak aan kanaalpand of een beperkte aanvoer vanuit het stedelijk gebied. Op het Grote Pand watert circa 320 ha verhard oppervlak af en op pand III-IV watert thans 11 ha verhard oppervlak af. Daarbij wordt opgemerkt, dat het alleen het oppervlak aan stedelijk gebied is dat direct afvoert op het Grote Pand. Diverse kernen in het stroomgebied van de de Aa en de Bakelse Aa wateren via deze beken ook af op het grote pand.

Afbeelding 4.8 S-curve van het Grote Pand (uurwaarden)



Afbeelding 4.9 S-curve van pand III-IV van het Wilhelminakanaal (uurwaarden)

Afbeelding 4.10 S-curve van pand 3-4 van de Zuid-Willemsvaart



In de doorgerekende periode is de waterstand in het Grote Pand circa 10 cm boven het streefpeil, in pand III-IV circa 7 cm boven streefpeil en in pand 3-4 circa 4 cm boven streefpeil bij de situatie zonder stedelijk gebied en 7 cm met stedelijk gebied. Ter indicatie: in het Grote Pand was de peilstijging in 2016 38 cm, dat ligt dus fors hoger.

Spui 4, 5 en 6 hebben een spuirool (ondergrondse leiding) met schotten. In het model is de capaciteit van deze sluizen $19 \text{ m}^3/\text{s}$. In de praktijk zal de capaciteit ook bepaald worden door het verval bij de spuiconstructies. De spuidebieten in de sluispand 3-4 hebben in het model een bovendien een complexe sturing hebben:

- vanaf NAP +4,6 m benedenstrooms voert Sluis Schijndel af met $19 \text{ m}^3/\text{s}$ en neemt vervolgens (lineair af tot $0 \text{ m}^3/\text{s}$ bij NAP +4,83 m en hoger;
- sluis 4 stuurt op het peil bovenstrooms van sluis Schijndel met $19 \text{ m}^3/\text{s}$ bij NAP + 8,42 m en neemt lineair af tot $0 \text{ m}^3/\text{s}$ bij NAP +8,67 m en hoger.

Deze complexe sturing en onderlinge interactie leidt in de modelberekeningen tot lagere waterstanden in de situatie met overstorten aan het begin van de S-curve in afbeelding 4.10.

4.5 Resumé

Op basis van de modelstudie zijn de belangrijkste leerpunten als volgt:

- in kleine kanaalpanden met een groot oppervlak aan afwaterend verhard oppervlak is er een beperkte impact vanuit het stedelijk gebied. In andere panden is het effect beduidend minder;
- het belangrijkste verschil tussen de modelberekeningen en de metingen, is dat het model uitgaat van een vrij strak peilregiem. In de praktijk is het spuibeheer minder strak. Uit de modellering blijkt dat er (theoretisch) ruimte is voor optimalisatie. Hiermee is de verwachting dat hier nog een verdere optimalisatie in te maken is;
- deels zal de afwijking tussen modelberekeningen en de praktijk ook veroorzaakt worden doordat het aangehouden verhard oppervlak van het stedelijk gebied afwijkt van de praktijk. Omdat de verwachting is dat de debieten van de beken meer bepalend zijn dan de debieten vanuit het stedelijk gebied, wordt dit niet beschouwd als een belangrijke oorzaak in verschillen tussen gemeten en berekende waterstanden;
- het model presteert vrij redelijk, maar dient nog verder verbeterd te worden voordat het daadwerkelijk toegepast kan worden om verwachtingen van hoogwaterstanden en -afvoeren door te rekenen en hiermee te optimaliseren in maatregelen zoals de inzet van waterbergingen, aflat op kanalen en sturing van kunstwerken;
- in de bestaande situatie watert circa 11 ha verhard oppervlak af op pand III-IV van het WHK. De impact van de overstorten/hemelwateruitlaten op de waterstanden is beperkt (minder dan 1 cm bij de doorgerekende perioden);
- in de bestaande situatie watert circa 125 ha verhard oppervlak af op pand 3-4 van het ZWV. De impact van de overstorten/hemelwateruitlaten op de waterstanden loopt op tot circa 3 cm in de doorgerekende periode;
- in de bestaande situatie watert circa 320 ha verhard oppervlak af op het Grote Pand. De impact van de overstorten/hemelwateruitlaten op de waterstanden is beperkt (minder dan 1 cm bij de doorgerekende perioden).

5

ANALYSE KANSEN, KNELPUNTEN EN OPLOSSINGSRICHTINGEN

Ten behoeve van deze studie zijn de knelpunten, wensen, kansen en risico's met betrekking tot stedelijk waterbeheer en het kanalenstelsel geïnventariseerd door middel van interviews en werksessies. In dit hoofdstuk zullen de resultaten van deze inventarisatie worden toegelicht.

Uit de interviews en werksessies is een kaart gekomen met daarop de opmerkingen, deze is terug te vinden in bijlage V. Daarnaast zijn er factsheets per pand opgesteld waar ook de opmerkingen en fysieke kenmerken van de verschillende panden staan vermeld, zie bijlage VI.

5.1 Knelpunten en risico's

De knelpunten en risico's betreffen:

- belemmering van de waterafvoer vanuit stedelijk gebied via rioolstelsels op het kanalenstelsel is een aandachtspunt (wel afhankelijk van het pand en het lozende stelsel). Het risico is dat er in de toekomst extra wateroverlast in stedelijk gebied optreedt als gevolg van deze belemmering;
- afname van kanaalkwel is een risico in de omgeving van het kanaal in droge perioden. Dit kan leiden tot verdroging in het stedelijk gebied in de omgeving van het kanaal en zelfs tot verslechtering van de waterkwaliteit in stedelijke watersystemen in de omgeving van het kanalenstelsel;
- risico op de mogelijkheden van waterinname van water uit het kanalenstelsel naar stedelijke watersystemen met negatieve gevolgen voor bebouwing of beplanting.

Dit inzicht in de knelpunten en risico's is in beeld gekomen op basis van het volgende.

Voor de gemeenten en bedrijven is nu al sprake van een knelpunt tijdens hoogwaterperioden, omdat er op een aantal locaties geen afvoer vanuit de bestaande riolering op het kanaal kan plaatsvinden tijdens hoogwater. Met name de ZWV, heeft te weinig afvoercapaciteit om in extremen de grote hoeveelheden water af te voeren. Als gevolg hiervan stroomde tijdens de hoogwatersituatie in mei/juni 2016 water vanuit het kanaal zelfs in het rioolsysteem van Veghel. Belemmering van de afvoer vanuit het stedelijk gebied op het kanalenstelsel kan leiden tot wateroverlast in het stedelijk gebied. In de praktijk heeft dit nog niet plaatsgevonden, het is dus een risico voor in de toekomst.

In droge perioden in de toekomst is er een risico, dat de hoeveelheid kanaalkwel in het omliggend gebied zal afnemen (in extremen met langdurige lage waterstanden in het kanaal). Dit kan ook negatieve waterkwaliteitseffecten hebben. Zo zijn thans in Safaripark Beekse Bergen meerdere plassen aanwezig die nu worden voorzien van relatief schoon kwelwater. Een risico voor de toekomst kan zijn dat de afname van kwelwater aangevuld dient te worden met waterinname van water uit het kanalenstelsel. De kwaliteit van het kanaalwater is van mindere kwaliteit dan de waterkwaliteit van kanaalkwel. Hierdoor is er mogelijk sprake van een risico op waterkwaliteitsproblemen.

Verder wordt er thans ook in stedelijk gebied water ingenomen vanuit het kanalenstelsel. Zo is er sprake van waterinname in Oosterhout in het centrum van Oosterhout waar zich meerdere monumentale panden en bomen bevinden. Een risico is dat de beschikbaarheid van kanaalwater in de toekomst in bepaalde droge perioden beperkt is, waardoor het een negatieve impact kan hebben op het stedelijk gebied.

5.2 Wensen

Vanuit duurzaam stedelijk waterbeheer werken de gemeenten aan verdere verbetering van hun riool- en hemelwaterafvoerstelsels. Daarbij komt steeds vaker in beeld om water af te voeren op het kanalenstelsel, vanwege het volgende:

- het kanalenstelsel ligt in sommige gevallen centraal in het bebouwd gebied, terwijl de transportafstanden naar ander oppervlaktewater vrij groot is;
- de gemeenten koppelen hemelwater waar mogelijk af van het thans gemengd rioolstelsel, dat gebeurt nu en zal in de toekomst ook spelen.

Concreet op korte termijn speelt nu al het volgende. De gemeente Tilburg heeft door afwezigheid van nabij gelegen regionale wateren de laatste jaren geïnvesteerd in zogenaamde 'Blauwe Aders'. Deze 'Blauwe Aders' zijn grote buizen die zorgen voor de afvoer van stedelijk water vanaf het verharde oppervlak naar de buitengebieden van Tilburg, waar zogenaamde waterparken zullen worden ingericht die zorgen voor de berging van het water. Echter om het systeem robuuster te maken zou de gemeente Tilburg graag enkele nooduitlaten plaatsen op het WHK, deze nooduitlaten zullen enkel worden gebruikt wanneer de 'Blauwe Aders' de hoeveelheid water niet kunnen verwerken. 'De Blauwe Aders' zijn in principe ingericht voor een BUI10 (ofwel een berging van 28 mm), enkel de neerslag die tot afstroming komt tijdens een neerslagevenement boven BUI10 zal dus worden overgestort op het kanalenstelsel.

In de nabije toekomst is bovendien het volgende wat er speelt. De gemeente Meierijstad wil in de nabije toekomst meerdere wijken en industriegebieden van Veghel gaan afkoppelen. De afgekoppelde gebieden lozen reeds op het kanalenstelsel. Het afkoppelen van deze gebieden zal geen tot bijna geen invloed hebben tijdens extreme neerslag, maar zal tijdens kleinere hoeveelheden neerslag ook zorgen voor de toevoer van water uit het stedelijk systeem.

Andere, minder concrete afkoppelplannen of andere plannen voor waterafvoer op het kanalenstelsel betreffen:

- het mogelijk afkoppelen van een deel van het luchtmachtterrein nabij Eindhoven waarbij het afgekoppelde water zal worden afgevoerd op het Beatrixkanaal;
- omdat er thans sprake is van wateroverlast in Someren met zelfs water in de woningen in mei/juni 2016, is het afvoeren van het verhard oppervlak van Someren Eind een mogelijke optie. Op deze wijze kan dan het risico op wateroverlast in de kern van Someren worden gereduceerd door verhard oppervlak en een deel van het oppervlaktewater op het kanaal te lozen, waardoor het gebied benedenstrooms (bij kern Someren) wordt ontlast;
- oppervlakkige afstroming van verhard oppervlak op het kanaal in de gemeente Oosterhout.

5.3 Kansen en oplossingsrichtingen

Om de knelpunten die de gemeenten ervaren bij hoogwatersituaties te verminderen en om in te spelen op de wensen met meer afvoer vanuit het stedelijk gebied op het kanalenstelsel is het van belang, dat nagegaan wordt op welke wijze de hoogwaterstanden beperkt kunnen worden. Vanuit de werksessie met de gemeenten zijn er kansen en oplossingsrichtingen in beeld:

- het peilbeheer in het kanalenstelsel;
- waterberging in het kanalenstelsel bij herinrichting;
- waterverdeelpunten voor droge perioden (vernieuwen en herijken).

Voor het peilbeheer tijdens een hoogwatersituatie is het goed om een waterverdeelpunten klaar te hebben, er is reeds een samenwerkingskaart, echter de gemeenten en bedrijven worden daar nog niet in meegenomen. Daarbij kunnen voor de sturing van het water vanuit het Grote Pand naar de benedenstroomse panden inrichtingsmaatregelen getroffen worden voor een grotere afvoercapaciteit (verruimen spuiduikers/spuikanalen/spuiriolen voor een groter afvoercapaciteit). Meer waterafvoercapaciteit via het WHK realiseren heeft dan de voorkeur boven meer waterafvoercapaciteit via ZWV.

Afvoeren via het WHK is hydraulisch ook enigszins gunstiger omdat de waterstanden van de Maas bij de aantakking aan de Maas enigszins lager zijn. Daarnaast wordt sluis II reeds vervangen en de capaciteit van aflatkunstwerk Oosterhout lijkt voor nu voldoende, hierdoor hoeven enkel de aflatkunstwerken van sluis III en sluis IV te worden vergroot. In de bestaande situatie wordt zo veel mogelijk water vanuit het gebied van Waterschap Aa en Maas afgevoerd via ZWV en water uit het gebied van Waterschap de Dommel via WHK. De extra waterafvoercapaciteit kan dan benut worden voor afvoer van water vanuit de gebieden van beide waterschappen.

Er kan daarbij ook nagedacht worden over het toepassen van 'omloopbeken/kanalen', bij de sluizen aanleggen, voor de versnelde afvoer. Deze beken en kanalen kunnen dan tevens dienen als vispassage om ecologische doelen te behalen.

De stedelijke watersystemen kunnen ook benut worden voor doorvoer van water tijdens hoogwatersituaties. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld de inlaat bij de Reeshof in de gemeente Tilburg die benut zou kunnen worden. De inlaat heeft nu geen functie. De inlaat zou eventueel kunnen worden gebruikt om het water wat wordt overgestort bij het centrum in te laten richting systeem Reeshof en de Boven Donge, waar het eventueel tijdelijk geborgen kan worden.

Verder kan nagegaan worden of er mogelijkheden zijn voor afvoer van water naar de regionale watersystemen. Zo kan er nagegaan worden of tijdens perioden van hoogwater in de kanalen er mogelijkheden zijn om water af te voeren op de beken die het kanaal doorkruisen, zoals de Beerze, de Donge en de Reusel. Hiervoor dient inzichtelijk te zijn of de hoogwaterstanden in de beken tegelijkertijd voorkomen met de hoogwaterstanden in het kanaalpand. Voordeel hiervan kan zijn dat het water dan niet via de benendestroomse kanaalpanden afgevoerd hoeft te worden, maar er direct vanuit een afzonderlijke kanaalpand afgevoerd kan worden naar een beeksysteem. Dit geeft dan meer flexibiliteit in de sturing.

Meer berging zou gerealiseerd kunnen worden bij herinrichting van zones langs de kanalen. Dat zouden bijvoorbeeld EVZ's kunnen zijn waarbij waterberging gerealiseerd wordt. Er liggen reeds enige EVZ's tussen de Aa en de ZWV nabij Someren en er moeten daar ook nog verdere EVZ's worden ingericht. Ook kan bijvoorbeeld bij nieuwbouw herinrichting met waterberging in het kanalenstelsel in beeld komen. De gemeente Oosterhout heeft naast het kanalenstelsel meerdere stroken nog niet ingericht land liggen.

Om vanuit de kanalen de regio en het groen in de steden van water te voorzien is een waterverdeelplan van belang. Daarbij kan dan ook rekening gehouden worden met verdringsreeks.

5.4 Resumé

Op basis van de inventarisatie van de kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen zijn de volgende afwegingen van belang voor het afsprakenkader:

- of er een compensatieplicht dient te gelden voor waterafvoer op het kanalenstelsel voor de toename van waterafvoer vanuit het stedelijk gebied op het kanalenstelsel is afhankelijk van de vraag of deze piekafvoeren leiden tot situaties, waarbij het desbetreffende kanaalpand volledig vol is. De vraag is in dat geval onder welke omstandigheden en voorwaarden afwenteling van piekafvoeren vanuit stedelijk gebieden op het kanalenstelsel geaccepteerd wordt;
- of waterafvoer vanuit het stedelijk gebied de voorkeur heeft boven belemmering van de scheepvaart (of onder welke omstandigheden en voorwaarden);
- onder welke omstandigheden belemmeren van de afvoer vanuit regionale systemen op het kanalenstelsel de voorkeur heeft boven belemmeren van waterafvoer van uit het stedelijk gebied;
- of belemmering van de waterafvoer van bedrijven de voorkeur heeft boven belemmering van de waterafvoer vanuit stedelijk gebied;
- de impact van de stedelijke waterafvoer op de waterkwaliteit.

REDENEERLIJNEN EN AFSPRAKENKADER

6.1 Redeneerlijn waterafvoer gemeenten

Hoogwaterstanden en de afvoer vanuit de steden zijn een belangrijk aandachtspunt. Het kanaal zit immers vrij frequent vol. Voor deze situaties is een belangenafweging van belang. Onderstaand wordt hier verder op ingegaan. Daarbij wordt eerst een beschrijving gegeven van het bestaand beheer bij hoogwater.

6.1.1 Bestaand beheer

De waterschappen en RWS hebben reeds onderzoek uitgevoerd en afspraken gemaakt als het gaat om hoogwaterstanden, waterafvoer en waterberging. De afspraken zijn vastgelegd in de samenwerkingskaart. De samenwerkingskaart is opgenomen in bijlage IX.

Op basis van de samenwerkingskaart blijkt dat de volgende middelen reeds worden ingezet:

- voor de waterafvoer via de ZWV wordt er rekening mee gehouden, dat een aanvoercapaciteit tot 26 m³/s verwerkt kan worden (door 8 m³/s af te voeren via Schabbert en 18 m³/s af te voeren via de aflaatwerken ZWV). Daarbij wordt rekening gehouden met wateraanvoer vanuit de Aa. De reguliere maatregelen die thans ingezet worden bestaan uit:
 - voorspuien;
 - water vasthouden in het regionale systeem;
 - aanvullend water spuien via WHK (indien daar reestruimte is);
- voor de waterafvoer via het WHK wordt er rekening mee gehouden, dat een aanvoercapaciteit tot 25 m³/s verwerkt kan worden (via de aflaatwerken WHK). Daarbij wordt rekening gehouden met wateraanvoer vanuit de Dommel. De reguliere maatregelen die thans ingezet worden bestaan uit:
 - voorspuien;
 - water vasthouden in het regionale systeem;
 - aanvullend water spuien via ZWV (indien daar reestruimte is);
- aanvullend kunnen bij grote aanvoeren op het kanalenstelsel de volgende maatregelen ingezet worden:
 - inzet waterbergingsgebied Groene Peelvallei (piekreductie 3 m³/s);
 - inzet waterbergingsgebied Diesdonk (piekreductie 7 m³/s);
 - extra aflaat via Schabbert tot 16 m³/s (dus tot 8 m³/s extra);
- aanvullend kunnen bij nog grotere aanvoeren op het kanalenstelsel de volgende maatregelen ingezet worden:
 - waterafvoer door de sluiskolken van het WHK en ZWV;
 - beperken van de wateraanvoer door Waterschap De Dommel door extra waterafvoer via de Dommel in Eindhoven;
 - beperken van de wateraanvoer door het Waterschap Aa en Maas door inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden;
 - beperken van de wateraanvoer door het Waterschap de Dommel door inzet van waterbergingsgebieden Valkenswaard en de Run.

Voor de belangenafweging is daarbij het volgende relevant:

- bij inzet van de waterbergingsgebieden zijn de kosten door schade bij de landbouw in het waterbergingsgebied (per inzet, met langdurige effecten):
 - Groene Peel: tot 130 k€ in de zomer en tot 17 k€ in de winter;
 - Diesdonk: tot 400 k€ in de zomer en tot 50 k€ in de winter;
 - Bakelse Beemden: tot 130 k€ in de zomer en tot 17 k€ in de winter;
 - Valkenswaard en de Run: 410 k€ in de winter (inzet in de zomer is geen optie);
- voor de investeringen die gedaan zijn door de waterschappen voor de waterbergingsgebieden dient rekening gehouden te worden met circa 25 k€/ha [lit. 1];
- bij extra afvoer via aflat Schabbert zijn de kosten door schade bij de landbouw tot 400 k€ in de zomer en tot 50 k€ in de winter;
- bij waterafvoer door de sluiskolken wordt de scheepvaart belemmerd. De schade voor de scheepvaart (exclusief kosten verladers en vervolgschade) betreffen (per inzet met kortstondige effecten tot enkele dagen):
 - 50 k€ scheepvaartstremming ZWV (sluis, 4,5 en 6 gestremd);
 - 200 k€ scheepvaartstremming ZWV (sluis 4, 5 en 6 + sluis Schijndel gestremd);
 - 100 k€ scheepvaartstremming WHK (sluis II, III en IV belemmerd).

De schade in stedelijk gebied door wateroverlast kan enorm zijn. Bij de case Tilburg verderop in dit hoofdstuk wordt ingegaan op de schade in stedelijk gebied tijdens extreme buien.

Voor het project heeft een gesprek plaats gevonden met een van de seniorbeheerders van RWS, die werkt aan het operationeel beheer van de sluizen en het spuibeheer. Daarbij is het volgende aangegeven:

- spui IV, III en II hebben een spuivoorziening via het parallel spuikanaal waarin schotten zitten die geopend kunnen worden. Het water stroomt dan onderlangs door. Spui IV heeft een capaciteit van 23 m³/s, spui III van 30 m³/s en spui II van 31,6 m³/s;
- spui I is voorzien van een spuiduiker (voorzien van een klep). De duiker is nieuw en heeft een capaciteit van 45 m³/s;
- sluis IV is gereviseerd en daardoor konden de schotten niet volledig geopend worden tijdens de hoogwatersituatie in mei/juni 2016;
- spui V is niet in gebruik (staat altijd open);
- spui 4, 5 en 6 hebben een spuiriool (ondergrondse leiding) met schotten. De capaciteit van spui 4 is 18 m³/s, spui 5 van 25 m³/s en spui 6 van 25 m³/s;
- sluis Schijndel is voorzien van een parallel spuikanaal met schotten;
- alle schutsluizen zijn voorzien van een opening en met een schot. Het schot kan geopend worden bij hoogwater. Er kan dan uitgegaan worden van 5 m³/s extra capaciteit. Dit is een noodvoorziening. Er kunnen dan geen schepen passeren en er vindt dan grondverplaatsing (onderspoeling) plaats;
- op de centrale sturingskamer kunnen waterstanden en debieten tot een uur geleden afgelezen worden;
- er is een team van senioroperators aanwezig, die samen sturen op het spuibeheer. De seniorbeheerder is altijd bereikbaar als coördinator spuibeheer. Als de MAP1 en MAP2 waterstanden overschreden worden, dan komt er een alarm binnen bij de centrale sturingskamer. Op basis van weersvoorspellingen wordt reeds voorgespuid.

Door de beheerder is daarbij aangegeven, dat zijn ervaring is dat de effectieve afvoercapaciteit bij een spuivoorziening meestal wordt bereikt uren nadat deze geopend is. De capaciteit zal afhankelijk zijn van het verval bij de spuiconstructie.

Naast inzetkosten van de waterbergingsgebieden en schade voor de scheepvaart is tijdens werksessies en in rapporten aangegeven, dat er rekening gehouden dient te worden met het volgende:

- stremming van de scheepvaart door hoogwater komt thans naar inschatting in de praktijk circa zeven keer per tien jaar voor, dit betekent gemiddeld één keer per anderhalf jaar (bron: rapport BWZ Ingenieurs, 2012);
- bij hoogwater kan er sprake zijn van erosie van de oever (zodra de spuiwerken ingezet worden, dan ontstaat er een verhanglijn in het kanaalpand, dat zorgt voor stroming). Dit komt dan doordat het water boven het niveau van de damwanden uitkomt en de oever dan door de stroming gaat eroderen. Als gevolg hiervan dient de oever weer aangevuld te worden met grond en daarmee hersteld te worden;
- bij het spuien door het openen van de schotten in de schutsluizen, treedt grondverplaatsing op.

Hiermee is duidelijk dat er thans een kritische situatie is. Voor waterafvoer vanuit het stedelijk gebied is daarom een belangenafweging van belang.

6.1.2 Belangenafwegingen

Waterafvoer op het kanalenstelsel vanuit de gemeenten kan van belang zijn voor het voorkomen van wateroverlast in het bebouwd gebied. Onderstaand wordt ingegaan in de cases Tilburg en Veghel.

Case Tilburg

De gemeente Tilburg koppelt af met de Blauwe Aders. Daarbij is de strategie gericht om met de Blauwe Aders het water af te voeren naar de rand van de stad, waar waterbergingsgebieden ingericht worden. De Blauwe Aders worden op deze wijze ingezet om het risico op wateroverlast te verminderen.

Schade door wateroverlast tot 25 k€ wordt door de gemeente zelf uitgekeerd (betreft het eigen risico). Schadekosten boven de 25 k€ worden door een verzekeraar afgehandeld. De gemeente Tilburg heeft inzicht in schade door wateroverlast, omdat ze gegevens van de uitgekeerde schade hebben ontvangen van een grote verzekeraar met circa driekwart van het marktaandeel. Het betreft de uitgekeerde schade van de wateroverlastsituatie op 27 juli 2014 (er was toen circa 50 tot 70 mm neerslag in een dag, vergelijkbaar met een eens per 50 jaar neerslag). Het was daarbij een totaal uitgekeerd schadebedrag door de verzekeraar van 830 k€ voor 146 claims (de gemiddelde schade bedroeg daarmee circa 6 k€ per claim). De gemeente had zelf 22 k€ uitgekeerd voor zes claims (de gemiddelde schade bedroeg daarmee circa 4 k€). Daarbij dient er dan rekening mee gehouden te worden dat er dan ook nog aanvullende kosten zijn door apparaatskosten, inzet brandweer, afsluitingen en dergelijke, voor de gemeente om het voorval in banen te leiden.

De gemeente gaat uit van afkoppelen van in totaal 127 ha bestaand gebied en 113 ha in nieuwe ontwikkelingsgebieden (totaal dus circa 240 ha). De totale investeringskosten van afkoppelen zijn daarbij geraamd op 68 M€. De gemeente investeert hiermee fors in duurzaam stedelijk waterbeheer. Het afkoppelsysteem Blauwe Aders omvat een nooduitlaat op het kanalenstelsel. De hiermee gemoeide kosten betreffen die van de benodigde kunstwerken ten behoeve van overstortschachten en uitstrooprofielen, de extra leidingen tussen de 'reguliere' Blauwe Aders en de nooduitlaten Oude Lind, Waalstraat en Brugstraat en de benodigde rioolvergrotingen die nodig zijn in de 'reguliere' blauwe aders tot de nooduitlaat.

De investeringen in het afkoppelen met de Blauwe Aders worden uitgevoerd om te voldoen aan het uitgangspunt om geen water-op-sstraat situaties te hebben bij een herhalingstijd van één keer per twee jaar (bui08) en voor het verwerken van water voor nieuwe ontwikkelingen. Het uitgangspunt van bui08 is opgenomen in de Structuurvisie Water en Riolerings van de gemeente Tilburg. Dit is een uitgangspunt dat veel toegepast wordt. Een aantal gemeenten eist zelfs een hogere veiligheid tegen wateroverlast. Bui08 bestaat uit 20 mm in één uur. De wateroverlastsituatie in juli 2014 in Tilburg is qua neerslagintensiteit dus heviger dan de bui08. Het afkoppelen met de Blauwe Aders zal dus niet leiden tot volledige het volledig voorkomen van schade aan particulieren bij een dergelijke situatie als in juli 2014.

Als we dan beschouwen wat de impact van het afkoppelen op het kanalenstelsel is, dan moeten we rekening houden met het volgende:

- in het afkoppelsysteem van de Blauwe Aders is een grote bergingscapaciteit opgenomen: 20 mm. Voor de pompovercapaciteit van het first flush gemaal kan uitgegaan worden van circa 0,2 mm/uur. Wateraanvoer vanuit het afgekoppeld stelsel naar het kanalenstelsel zal hiermee alleen plaatsvinden in zeer extreme situaties;
- uit de metingen blijkt dat in de afgelopen tien jaar de MAP2-waarde in kanaalpand sluis III-IV nog nooit is overschreden. Er is dus sprake van restcapaciteit;
- een snelle vingeroefening laat zien dat deze ook niet overschreden zou worden als er sprake zou zijn van afvoer vanuit het afgekoppeld stelsel Blauwe Aders op het kanaal bij hoogwatersituatie:
 - op 2 juni 2016 was een hoogwatersituatie van NAP +12,73 m gemeten. Er was toen een neerslagintensiteit van 58 mm in 15 uur. De maximale afvoer vanuit de Blauwe Aders bij een dergelijke bui is circa 80.000 m³. Op basis van 65 ha oppervlak van het kanaalpand, kan de

waterstand dan 13 cm stijgen tot NAP +12,86 m. De MAP2-waarde (van NAP +12,85 m) zou dan net 1 cm overschreden worden. De berekening is echter een worstcase aanname, want in de praktijk zal de piekafvoer niet exact op het moment van de hoogwaterstand plaatsvinden;

- in 2015 was een hoogwatersituatie van NAP +12,72 m gemeten. Er was toen een neerslagintensiteit van 27 mm in zeven uur. De maximale afvoer vanuit het Blauwe Aders bij een dergelijke bui is circa 55.000 m³. Op basis van 65 ha oppervlak van het kanaalpand, kan de waterstand dan 8 cm stijgen tot NAP +12,80 m. De MAP2-waarde zou dan niet overschreden worden;
- Daarbij dient er rekening mee gehouden te worden, dat deze vingeroefeningen naar verwachting een overschatting geven van de afvoerhoeveelheid vanuit het afgekoppeld stelsel op het kanalenstelsel. Uit rioleringsberekeningen voor een extreme T=100 situatie is de afvoer circa 40.000 m³ (mondelinge mededeling gemeente tijdens overleg);
- met het afkoppelen zal relatief schoon water naar het kanalenstelsel worden afgevoerd. De first flush zal immers niet afgevoerd worden op het kanalenstelsel.

De volgende afspraak wordt daarom aanbevolen:

- omdat er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te hoge waterstanden in pand III-IV van het WHK wordt een vergunning verleend door RWS aan de gemeente Tilburg voor noodoverlaten vanuit het afkoppelsysteem Blauwe Aders.

Case Veghel

De gemeente Meierijstad wil in de nabije toekomst in meerdere wijken en industriegebieden van Veghel het bestaand gemengd rioolstelsel gaan ombouwen tot een verbeterd gescheiden stelsel. Afkoppelen draagt dan net als bij het afkoppelen in Tilburg bij aan een vermindering van de aanvoer van water naar de rwzi.

De af te koppelen gebieden lozen reeds op het kanalenstelsel via de overstorten van het gemengd stelsel. Het betreft in totaal circa 100 ha. Voor afkoppelen kan uitgegaan worden van meerkosten ten opzichte van rioolvervangings van 10 tot 20 €/m². De investeringskosten van afkoppelen zijn daarmee in dat geval in totaal 10 tot 20 M€. De gemeente investeert in dat geval fors in duurzaam stedelijk waterbeheer.

Als we dan beschouwen wat de impact van het afkoppelen op het kanalenstelsel is, dan moeten we rekening houden met het volgende:

- bij het afkoppelen zal hemelwater direct afgevoerd worden op het kanalenstelsel. Nu is er sprake van afvoer op het kanalenstelsel op het moment dat het gemengd stelsel vol is. Nu wordt dus de berging en de pompovercapaciteit (p.o.c.) van het gemengd stelsel benut. Daarbij kan er rekening mee worden gehouden, dat een verbeterd gescheiden stelsel over het algemeen een lagere bergingscapaciteit heeft. Als indicatie kan daarbij aangehouden worden dat een verbeterd gescheiden stelsel 4 mm minder berging heeft dan een gemengd stelsel. In geval van 4 mm afname van de berging over een oppervlak van 100 ha, zal er 40.000 m³ meer afgevoerd worden bij extreme buien. Pand sluis 3-4 heeft een oppervlak van 40 ha. Dit betekent dus in dat geval een theoretische maximale extra peilstijging van 1 cm;
- de theoretische berekening met het model geven indicatief aan, dat het bestaand rioolstelsel een impact heeft op de waterstand in het kanaalpand sluis 3-4 van circa 3 cm (in de doorgerekende perioden: 1 november 2010 tot en met 8 december 2010, 1 januari 2011 tot en met 1 maart 2011 en 1 maart 2011 tot en met 1 juni 2011). De verwachting is dat de impact op de hoogwaterstanden door 4 mm bergingsverlies daarbij beperkt zal zijn;
- in juni 2016 zijn hoogwaterstanden gemeten van NAP +8,68 m (begin juni) en NAP +8,82 m (24 juni 2016). Het toetspeil voor de waterkering in pand sluis 3-4 ligt op NAP +8,70 m en het MAP2-peil ligt op NAP +8,82 m. Deze waterstanden zijn dus op 24 juni 2016 overschreden. Daarbij was echter wel sprake, dat de afvoermogelijkheden via het WHK belemmerd waren. Zonder belemmering van de afvoer, zou de MAP2-peil niet bereikt worden;
- als het toetspeil van de waterkering overschreden wordt, dan is er een risico op het afkalven van de oever door erosie van de oever onder invloed van de stroming. In dergelijke gevallen kan het nodig zijn om de oever weer te herstellen. Een alternatief is het verhogen van de damwand;
- op vrijdag 24 juni 2016 steeg in Veghel het peil benedenstrooms van sluis 4 tot boven de overstortdrempel, waardoor kanaalwater het gemeentelijk rioolstelsel instroomde en het rioolstelsel zich volledig vulde, ondanks het feit dat het gemeentelijk rioolgemaal op maximale capaciteit pompte. Hierdoor kon FC DMV haar afvalwater niet langer lozen op het gemeentelijk rioolstelsel en dreigde

FC DMV haar productieproces stil te moeten leggen. Een terugslagklep bij de overstort kan het probleem van instroom van kanaalwater in het rioolstelsel voorkomen;

- met het afkoppelen zal relatief schoon water naar het kanalenstelsel worden afgevoerd. De first flush zal immers niet afgevoerd worden op het kanalenstelsel. Nu vindt overstort vanuit het gemengd stelsel op het kanalenstelsel plaats. Hiermee komt huishoudelijk afvalwater in het kanalenstelsel terecht. Het afkoppelen zal dus bijdragen aan een betere waterkwaliteit in het kanalenstelsel.

De volgende afspraak wordt aanbevolen:

- omdat er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te hoge waterstanden in pand 3-4 (mits er geen werkzaamheden aan suizen plaatsvinden) van de ZWV wordt er een vergunning verleend door RWS aan de gemeente Meierijstad voor afkoppelen.

Overige cases

Andere gemeente met plannen voor mogelijke waterafvoer betreffen:

- de gemeente Oosterhout wil in de toekomst tijdens extreme neerslag oppervlakkige afstroming van verhard oppervlak op het kanaal. Oosterhout kan dan afwateren op het pand sluis I-sluys II. In dit pand kan 25 cm peilstijging plaatsvinden totdat de MAP2 bereikt is, tot NAP +5,40 m. Dit is tevens het toetspeil voor de waterkering. De MAP2-waarde is nog niet overschreden. Op 2 juni 2016 werd er een waterstand gemeten in het kanaalpand van NAP +5,36 m. Er is zelfs dan nog een restruimte van 4 cm. Het kanaalpand heeft een oppervlak van 65 ha. Er is dan dus een bergingsruimte van 26.000 m³. Ter indicatie in een dergelijk geval kan bij een extreme situatie van 100 mm neerslag, 26 ha afgekoppeld worden totdat de MAP2-waarde is bereikt. Vooralsnog is er dus nog ontvangstruimte in het kanaalpand. De gemeente heeft aangegeven, dat het met ontwikkelingen bergingsruimte kan creëren bij de oevers. Daarbij dient er dan rekening mee gehouden te worden, dat voor 1 cm extra waterbergingsruimte een bergingsoppervlak van 2,6 ha gerealiseerd dient te worden. Uitgaande van een grondprijswaarde in stedelijk gebied van EUR 80/m², betekent dit een investering met een bedrag van circa 2 M€;
- in het geval van Eindhoven speelt het mogelijk afkoppelen van het luchtmachtterrein bij Eindhoven op het Beatrixkanaal. Het Beatrixkanaal komt uit op het Groot Pand. Het Groot Pand is een kritische locatie, omdat hier maar 15 cm peilstijging mogelijk is. Het Groot Pand heeft een groot oppervlak: 142 ha. Hierdoor zal het afkoppelen een beperkt effect hebben op de peilstijging;
- de gemeente Someren overweegt oppervlaktewater af te voeren op het kanaal. De plannen zijn op dit moment nog weinig concreet. Pand sluis 11-sluys 12 heeft op dit moment nog restruimte. De MAP2-waarde ligt 20 cm boven streefpeil: NAP +25,25 m. Op 8 juni 2016 was er een hoogwaterstand van NAP +25,22 m. Er is nog enige restruimte.

Optimalisatie spuibeheer

In dit project is het kanalenmodel van het Beslis Ondersteunend Systeem van de Brabantse waterschappen en RWS Zuid-Holland (BOS2.0) gebruikt. Het model wordt ingezet om verwachtingen van hoogwaterstanden en -afvoeren op te stellen en de optimalisatie van maatregelen zoals de inzet van waterbergingen, afluut op kanalen en sturing van kunstwerken door te rekenen.

Uit de metingen blijkt dat de relatie tussen neerslagintensiteit, beekafvoeren en hoogwaterstanden relatief laag is. Op basis hiervan is de verwachting, dat naast extreme neerslag en piekdebieten vanuit de beken ook het spuibeheer een belangrijke bepalende factor is op hoogwaterstanden. Uit vergelijking van de berekeningen met de metingen blijkt dat:

- het kanalenmodel snellere peildalingen berekent dan gemeten wordt;
- het model ervan uitgaat dat er snel gespuid wordt, zodra waterstanden stijgen, sneller dan uit de metingen blijkt.

Bij het advies voor waterafvoer in de cases Tilburg en Veghel is geen rekening gehouden met de impact op de mogelijke (tijdelijke) afname op de afvoercapaciteit van het spuien door het WHK door de hogere waterstand in het pand en daarmee de impact op andere kanaalpanden. Deze impact is nu met de huidige meetdata en het huidige kanalenmodel niet goed te bepalen. Hiervoor is een optimalisatie in het bestaand model nodig.

Er zijn twee richtingen die benut kunnen worden om het beheer verder te optimaliseren:

- aanbevolen wordt om het kanalenmodel te verbeteren, zodat het beter de praktijk benadert. Anders kan optimalisatie van maatregelen zoals de inzet van waterbergingen, aflat op de kanalen en sturing van de kunstwerken niet genomen worden;
- door na te gaan op welke wijze er snel beslissingen genomen kunnen worden voor het inzetten van de spuiemiddelen. De snelheid waarmee gestuurd wordt is naar verwachting immers een belangrijke factor voor de hoogwaterstand. De beheerders van het kanalenstelsel pakken nu al snel acties, maar verdere optimalisatie/professionalisering hierin is gewenst. Op termijn kan overwogen worden om RTC in te zetten.

Uit gesprek met de beheerder is er de indruk, dat de theoretische afvoercapaciteiten bij de spuiwerken niet overeenkomen met de capaciteiten in de praktijk. De indruk is dat de theoretische waarden afwijken van de meetwaarden. Daarbij is aangegeven, dat de afvoercapaciteit van de spuiwerken in 2003 zijn bepaald, terwijl er sindsdien vernieuwingen hebben plaatsgevonden. Het is daarom van belang dat de afvoercapaciteiten per sluis goed doorgemeten worden (dan kan ook gecontroleerd worden of het inderdaad uren duurt voordat de effectieve spuicapaciteit bereikt wordt na openen van een sluis).

Voor het afsprakenkader wordt hiermee het volgende aanbevolen:

- RWS zorgt binnen twee jaar voor enkele verbeteringen van het kanalenmodel op basis van metingen van waterstanden en actuele metingen van de afvoercapaciteiten;
- binnen twee jaar wordt door RWS een advies uitgewerkt waarin de verdere optimalisatie van het beheer is uitgewerkt, onderdeel hiervan zijn:
 - een handleiding met protocollen voor het spuibeheer;
 - mogelijkheden voor het benutten van een dashboard voor de sturing in spuibeheer;
 - mogelijkheden voor benutten van RTC voor sturing in het spuibeheer.

Nu meet RWS boven- en benedenstrooms van de sluizen. Het is wenselijk dat er ook metingen plaatsvinden in het centrum van een kanaalpand. De metingen boven- en benedenstrooms staan immers direct onder invloed van het spuiwerk. Aanvullende metingen buiten deze invloedszone zijn wenselijk. Daarbij kan gezocht worden naar combinaties met het gemeentelijk meetnet van waterstanden (zoals bij overstorten) zodat de kosten beperkt blijven.

Heroverwegingen vanwege klimaatontwikkelingen

Bij de bovenstaande afweging of het kanalenstelsel voldoende capaciteit heeft om de beoogde extra afvoer vanuit het afkoppelen in Tilburg en Veghel te verwerken, is geen rekening gehouden met de impact van klimaatontwikkelingen. Met het model kunnen klimaatscenario's doorgerekend worden. Voor betrouwbare voorspellingen dient het model echter verbeterd te worden.

Indien uit nader onderzoek blijkt dat klimaatontwikkelingen leiden tot knelpunten vanuit de stedelijke afvoer op hoogwaterstanden en er een belangenafweging van belang is, dan dient er rekening gehouden te worden met het volgende:

- afkoppelen van stedelijk gebied is een uitgangspunt dat gehanteerd wordt door gemeenten en waterschappen voor duurzaam stedelijk waterbeheer. Gemeenten houden bij de keuze voor afkoppelen ook rekening met het geven van een voorbeeldfunctie, hun imago op het gebied van duurzaamheid en maatschappelijk en politiek draagvlak et cetera;
- indien gekozen is voor afvoer van water vanuit het stedelijk gebied op het kanalenstelsel dan is het volgende van belang. De afvoer van het stedelijk gebied dient afgewogen te worden ten opzichte van de inzet van de bestaande waterbergingsgebieden en belemmering van de scheepvaart;
- nieuwe maatregelen die overwogen kunnen worden zijn:
 - nieuwe waterbergingsgebieden bij de beken. De investeringskosten en inzetkosten hiervan dienen dan op te wegen tegen de baten. Daarbij wordt ervan uitgegaan, dat door middel van de WATAK afspraken al geborgd zijn, wat de waterschappen kunnen afvoeren. Indien deze afvoeren toenemen, dan kunnen de waterschappen aanvullende waterbergingsgebieden overwegen;
 - vergroten van de afvoercapaciteit. De investeringskosten en inzetkosten hiervan dienen op te wegen tegen de baten. Afvoeren via het WHK is hydraulisch gunstiger omdat de waterstanden van de Maas bij de aantakking aan de Maas lager zijn. Daarnaast wordt sluis II reeds vervangen en de capaciteit

van aflatkunstwerk Oosterhout lijkt voor nu voldoende, hierdoor hoeven enkel de aflatkunstwerken van sluis III en sluis IV te worden vergroot. Voor de aanpassingen aan sluis IV en renovatie van het oude aflatwerk in Oosterhout is door HKV/Oranjewoud een kostencalculatie opgesteld. Die is geraamd op een aannemingsom van respectievelijk 2,4 M€. Voor aanpassing van de spuisluizen bij Tilburg (sluis III) wordt op dit moment uitgegaan van een bedrag van circa 2 M€ [lit. 2];

- afvoeren vanuit het kanalenstelsel op een omliggende beek met resterend ontvangstcapaciteit.

Voor gemeenten is van belang, dat ze in afstemming met het waterschap met een weloverwogen onderbouwing dienen te komen, waarom ze de keuze hebben gemaakt om af te koppelen op het kanalenstelsel. RWS, gemeente en waterschap maken dan een integrale afweging of er ingezet wordt op afkoppelen, waarbij ze dan ook gezamenlijk de impact op de waterstanden op het kanalenstelsel meewegen. RWS kan dit dan meenemen bij afweging van de vergunningverlening.

Als het model geoptimaliseerd is, dan kunnen hiermee berekeningen uitgevoerd worden waarmee klimaatscenario's doorgerekend kunnen worden. Met het model kunnen dan scenario's voor het beheer doorgerekend worden. Bij deze scenario's kan dan rekening worden gehouden met de investeringskosten, inzetkosten en schade. Bij de studie kan gekozen worden om ook een aantal referentiesituaties voor extreme neerslag vast te stellen die als basis kunnen dienen voor de modelstudie en scenarioanalyse. Bij de berekeningen is het van belang om ook mee te nemen of hoogwater op Maas een beperking kan zijn.

Voor het afsprakenkader wordt hiermee het volgende aanbevolen:

- gemeenten leveren in afstemming met het waterschap een onderbouwing aan RWS aan voor de achterliggende onderbouwing van het afkoppelen (of andere plannen die leiden tot een toename van de afvoer op het kanalenstelsel). Op deze wijze kan er een integrale afweging plaatsvinden, waarbij RWS betrokken is;
- RWS, gemeente en waterschap voeren binnen vijf jaar een onderzoek uit naar beheerstrategieën bij klimaatbuien en wegen daarmee de verschillende belangen af. De resultaten hiervan worden verwerkt in beheerprotocollen en eventueel in een RTC.

6.2 Redeneerlijn wateraanvoer gemeenten

Voor het project heeft een gesprek plaatsgevonden met een van de seniorbeheerders van RWS, die werkt aan het operationeel beheer van de sluizen en het inlaatbeheer. Daarbij is het volgende aangegeven. Bij sluis I is een pomp met een capaciteit van 3 m³/s voor wateraanvoer. Bij sluis Panheel is er een pomp met een capaciteit van 6 m³/s. De pompen worden vrijwel de gehele zomerperiode ingezet (worden benut wanneer nodig). De capaciteit is in de praktijk voldoende. Uit de analyse van de waterstanden blijkt eveneens vooralsnog geen belemmering te zijn voor waterinname vanuit de kanalen naar het stedelijk gebied. Bij deze overweging speelt mee, dat uit de metingen blijkt dat laagwaterstanden geen knelpunt vormen. Er zijn geen waarnemingen van waterstanden tot onder de MIP2-waarden. Ook vanuit de medewerkers operationeel beheer wordt dit niet beschouwd als een knelpunt voor nu en de komende decennium. Bovendien is de waterbehoefte van gemeenten voor waterinname vanuit de kanalen beperkt. De gemeente Oosterhout neemt nu water in vanuit het WHK. Er zijn thans geen andere gemeenten die aangegeven hebben een waterinnamevraag te hebben. Er worden hiermee geen beperkingen en bedreigingen gezien vanuit waterinnamevraagstukken van gemeenten.

De volgende afspraak wordt aanbevolen: zolang er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te lage waterstanden wordt er een vergunning verleend door RWS aan de gemeenten. In de vergunning kan dan veiligheidshalve worden opgenomen, dat waterinname kan plaatsvinden totdat de MIP2-waarde is bereikt.

Deze afspraak kan heroverwogen worden:

- indien er een MIP2-onderschrijding wordt gemeten;
- indien er grootschalige intenties zijn voor waterinname vanuit gemeenten;
- op basis van een tienjaarlijkse reguliere evaluatie (waarbij voortschrijdende inzichten in de effecten van klimaatontwikkelingen meegenomen kunnen worden).

6.3 Redeneerlijn waterafvoer bedrijven

Bedrijven hebben ook belang, maar de bijdrage van bedrijven op de totale waterafvoer is vrij beperkt. Er zijn diverse bedrijven met intenties tot waterafvoer op het kanalenstelsel (zie ook onderstaand kader). Voor acceptatie van deze waterafvoer is niet zo zeer de waterkwantiteit van belang als wel de waterkwaliteit. In het onderstaande kader wordt dit nader toegelicht.

Waterkwaliteitsissues van vijf bedrijven met (intenties tot) lozingen op het kanalenstelsel

Er zijn voor een aantal bedrijven dingen die spelen, omdat deze lozen of water willen lozen op de kanalen en daarmee regionale watersystemen kunnen ontlasten. Uit gesprekken met RWS en de bedrijven is het volgende gebleken:

- Trobas Gelatine loost thans (gezuiverd) afvalwater op de Schorsleij. De Schorsleij mondt uit op de Donge. Het afvalwater bevat fosfaat, sulfaat en chloride. Vanuit de KRW-doelen van de Donge is de lozing op de Donge ongewenst. Lozing op het WHK is een alternatief;
- Rendac voert gezuiverd afvalwater af op het oppervlaktewatersysteem van de Dommel (in het verleden vond de lozing plaats op het kanaal). Het afvalwater bevat chloride, sulfaat en stikstof. Vanuit de KRW-doelen van de Dommel is de lozing van Rendac op de rwzi ongewenst.

De waterkwantiteit is voor de bedrijven niet direct een knelpunt, omdat ze een alternatief hebben voor afvoer op een communale rwzi (die loost op een beek) of lozing op regionale watergang. De bedrijven gebruiken reeds BBT-plustechnieken. Voor Trobas en Rendac is van belang dat er eerst een emissietoets plaatsvindt, zodat ze weten of ze het water kunnen lozen op het kanaal. Het is voor vergunningverlening van belang dat RWS en het waterschap de situatie gezamenlijk beoordelen. Het verdelen van de afvalwaterlozing op het kanaal en op een regionale watergang/communale rwzi is een optie.

Bij andere bedrijven is het beeld als volgt:

- Bavaria heeft een vergunning aangevraagd voor afvoer van effluent op het kanaal. Bavaria loost thans water op de Goorloop;
- FC loost afvalwater op ZWH. Het afvalwater bevat fosfaat, stikstof, sulfaat en zink;
- NWB (New Water business) heeft een waterzuivering voor vier bedrijven. Het afvalwater wordt afgevoerd op het kanaal. De bedrijven loosden voorheen afvalwater op de Zandleij.

De afsprakenkader stedelijk water richt zich op waterkwantiteit. De volgende afspraak wordt aanbevolen: indien er een intentie is voor het lozen op het kanaal, terwijl hiervoor werd geloosd op een regionale waterpartij of rwzi, dan bespreken RWS en het waterschap op basis van een integrale afweging of een lozing toegestaan is en onder welke voorwaarden. Daarbij kan dan nagegaan worden of er oplossingsrichtingen zijn voor een vergunbare situatie (het voldoen aan de wetgeving blijft daarbij de maatlat).

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 Inhoudelijke analyse

De inhoudelijke analyse omvat thans een analyse van de metingen van de waterstanden op het kanalenstelsel in de afgelopen tien jaar verzameld, de wateraanvoer vanuit de grote beken in de afgelopen tien jaar en de eigenschappen van de rioleringsstelsels die afvoeren op de kanalen. Inzichten die hieruit verkregen zijn betreffen:

- thans is sprake van één keer per anderhalf jaar (zevenmaal in de afgelopen tien jaar) waarin de scheepvaart in het kanalenstelsel door hoogwater beperkt wordt, hoogwatersituaties komen hiermee met regelmaat voor;
- kleine kanaalpanden hebben weinig berging en zijn hierdoor gevoelig voor hoogwaterstanden (pand sluis 13-sluis 15, pand sluis 15-sluis 16 en pand sluis II-sluis III);
- bij intense neerslag zal er snel veel water afgevoerd worden op het Grote Pand, omdat er veel stedelijk gebied afvoert op Vossenbeemd en in mindere mate Bakelse Aa;
- in de andere beken is er sprake van een zodanige vertraging, dat een piekbui vanuit een beek niet zo snel zal samenvallen met de piekafvoer vanuit het stedelijk gebied. In de benedenstroomse panden zal deze kans nog kleiner zijn, omdat het even duurt voordat de hoogwatergolf deze benedenstroomse panden bereikt. Met een statistische analyse van de metingen zal dit nog geverifieerd worden;
- de periode mei/juni 2016 is een recente periode met stremming van de scheepvaart. In een natte neerslagperiode zoals in juni 2016 is er niet sprake van één piekbui, maar is er sprake van meerdere piekbuien die op verschillende locaties op verschillende momenten voorkomen. Hierdoor is er sprake geweest van piekafvoeren vanuit het stedelijk gebied tijdens een hoogwatergolf. Er is dus sprake van een interactie tussen het stedelijk gebied en een hoogwatergolf;
- laagwaterperioden komen slechts in enkele panden voor en komen incidenteel voor en zijn hierdoor minder kritiek. Bovendien is de laagwaterstand zeer kortstondig, waardoor het eerder een gevolg is van beheer dan beperking in beschikbaarheid van aanvoerwater;
- op basis van een eenvoudige berekening/beperkte analyse is de indruk dat in kleine kanaalpanden met een groot oppervlak aan afwaterend verhard oppervlak er een beperkte impact vanuit het stedelijk gebied is (enkele centimeters). In andere panden is het effect beduidend minder;
- het belangrijkste verschil tussen de modelberekeningen en de metingen, is dat het kanalenmodel uitgaat van een vrij strak peilregiem. In de praktijk is het spuibeheer minder strak. Hiermee is de verwachting dat hier nog een verdere optimalisatie in te maken is;
- het kanalenmodel presteert vrij redelijk, maar dient nog verder verbeterd te worden voordat het daadwerkelijk toegepast kan worden om verwachtingen van hoogwaterstanden en -afvoeren door te rekenen en hiermee te optimaliseren in maatregelen zoals de inzet van waterbergingen, aflat op kanalen en sturing van kunstwerken.

Belangrijk inzicht is dat het stedelijk gebied sneller reageert. Het kanaal als geheel zit niet vol, er zijn kanaalpanden die gevoelig zijn. Bij een langdurige natte periode met meerdere hevige buien is de impact van het stedelijk gebied relevant.

7.2 Ambities wensen, knelpunten en oplossingsrichtingen

Uit de interviews en werksessies zijn de volgende ontwikkelingen in beeld:

- de gemeente Tilburg is de enige gemeente die echt binnen de komende twee jaren via de nooduitlaten van de 'Blauwe Aders' water wil afvoeren op het kanalenstelsel, waterafvoer zal alleen in zeer extreme situaties plaatsvinden omdat er veel waterberging in het stelsel wordt gerealiseerd;
- overige mogelijke ontwikkelingen die de gemeenten zien betreffen:
 - afkoppelen van terreinen op de kanalen in Veghel (terreinen die reeds afvoeren op de kanalen via het gemengd stelsel);
 - het mogelijk afkoppelen van het luchtmachtterrein bij Eindhoven;
 - afvoeren oppervlaktewater vanuit Someren op het kanaal;
 - de gemeente Oosterhout wil in de toekomst tijdens extreme neerslag oppervlakkige afstroming van verhard oppervlak op het kanaal.

Als inrichting- en beheerstrategie voor de toekomst is het volgende benoemd:

- realiseren van waterberging waar mogelijk (de gemeente Oosterhout ziet kansen bij herontwikkelingen langs de kanalen, waterberging bij EVZ-zones);
- het maken van een waterverdeelplan voor zowel hoogwatersituaties als voor laagwatersituaties, gericht op verdeling van het water over de kanalen (en waar mogelijk aan- en afvoer naar de omliggende beken). Bij de uitwerking kunnen een of meerdere typische Brabantse neerslagsituaties en droogteperiodes als referentie aangehouden worden;
- benodigde waterafvoer in de toekomst van het Grote Pand bij voorkeur afvoer via WHK (voorkeur boven afvoer via ZWV). De achterliggende gedachte is dat de benedenstroomse panden van het WHK minder kritisch zijn voor hoogwaterstanden. Tevens is de waterstand op de Maas nabij Geertruidenberg lager waardoor afvoer beter mogelijk is. Bovendien kan dan het aantal sluizen waar aanpassingen nodig zijn beperkt blijven;
- afwegen of en wanneer het beperken van de scheepvaart de voorkeur heeft boven beperken van de afvoer vanuit het stedelijk gebied of compensatiemaatregelen door een gemeente;
- vanuit de bedrijven is nu het waarborgen van (vergunde) mogelijkheden voor wateraan- en afvoer als belangrijk benoemd.

7.3 Advies afsprakenkader

Het project stedelijk water heeft bijgedragen aan een kennisuitwisseling tussen gemeenten, waterschappen en RWS. Met het project is er een advies voor afspraken voor de komende jaren. Het is evenwel van belang, dat RWS, waterschappen en gemeenten de komende jaren de samenwerking voortzetten door de werkgroep Stedelijk water in stand te houden (en daarbij één of twee keer per jaar bij elkaar komen). Via dit traject worden afspraken gemaakt tussen RWS en gemeenten en RWS en de waterschappen. Het is verder van belang, dat het afsprakenkader door RWS en de waterschappen wordt vastgelegd via de nieuwe WATAK.

Tot op heden worden voor de wateraan- en afvoer afspraken gemaakt op basis van vaststaande wateraan- en afvoerdebieten. Dit heeft tot op heden goed gewerkt, het schept duidelijkheid per locatie in hetgeen toelaatbaar is aan aan- en afvoer. In de praktijk is er echter veel meer dynamiek, neerslag valt immers niet gelijkmatig over het gebied met een constante intensiteit. Dit werkt ook meetbaar door in het verloop van de debieten van de beken en het verloop van de debieten en de waterstanden in de kanaalpanden. Daarbij speelt zelfs mee, dat de spui capaciteit in de kanalenpanden niet een vaste hoeveelheid zijn, maar juist bepaald wordt door het verval in de waterstanden. In het Grote Pand is dit nog complexer omdat richting het WHK en het ZWV gespuid wordt. Stedelijke gebieden hebben daarbij een nog grotere dynamiek in afvoerdebieten. Met het maken van afspraken op basis van vaste maximale debieten, wordt de potentie van kanalenstelsels voor waterberging en waterafvoer onvoldoende benut. Het doet immers tekort aan de lokale reestruimte die er is voor waterberging en waterafvoer. In een aantal kanaalpanden, het Grote Pand in het bijzonder, is er in de afgelopen jaren sprake geweest van een kritische situatie. Daarbovenop moeten we rekening houden met klimaatveranderingen. Steeds meer komt in beeld dat de steden het water niet meer zelf kunnen verwerken.

Het is daarbij essentieel, dat we gaan werken naar een kanaalbeheer dat hierop voorbereid wordt en dat ook voldoende afgestemd is op de variatie in neerslagpatronen. In deze paragraaf is een advies voor het afsprakenkader voor de komende vijf tot tien jaar uitgewerkt en is een stappenplan gegeven voor het inspelen op klimaatontwikkelingen.

Afspraken korte termijn (scope tot tien jaar)

Waterbeheerders zetten zich waar mogelijk in voor slim watermanagement. Slim watermanagement heeft tot doel om watertekort en wateroverlast te verminderen door de beschikbare capaciteit van het watersysteem beter te benutten. Het benutten van de bergingscapaciteit van het kanalenstelsel voor het stedelijk watersysteem past binnen het beginsel van Slim watermanagement. Voor de korte termijn wordt gericht op het optimaal benutten van deze bergingscapaciteit voor het stedelijk gebied op basis van de huidige middelen en kennis. Optimaal betekent daarbij zonder dat het direct negatief doorwerkt bij andere belangen als waterveiligheid en scheepvaart. In het onderstaande afsprakenkader is hiermee rekening gehouden. Onderdeel daarvan is dan ook optimalisatie in het beheer. Het beschikken van een goed kanalenmodel is daarbij van belang.

In de tabel 7.1 wordt een overzicht gegeven van de afspraken die geadviseerd worden voor de korte termijn.

Tabel 7.1 Afsprakenkader korte termijn (scope 10 jaar)

Nummer	Afspraak Opmerkingen
1. 	Voor de komende tien jaar kan RWS instemmen met het verlenen voor nieuwe afvoeren vanuit het stedelijk water op het kanalenstelsel mits: - de gemeenten minimaal zorgen voor voldoende berging in het stedelijk watersysteem voor het bergen van bui 08 uit de leidraad riolering (herhalingstijd één keer per twee jaar); - een eventuele toename van verhard oppervlak gecompenseerd wordt conform de normen van het waterschap; - het stedelijk gebied betreft, dat voorheen ook al via overstorten/uitlaten water afvoerde op het kanalenstelsel; - het stedelijk gebied betreft, dat voorheen indirect via een beek (al dan niet via een rwzi) water afvoerde op het desbetreffende kanaalpand van het kanalenstelsel; - het een afvoer betreft op de sluispanden die niet kritisch zijn ten aanzien van hoogwaterstanden omdat ze geen substantiële wateraanvoer hebben (10-11, 11-12, 12-13). In andere gevallen, wordt kritisch opgetreden met de instemming: - nieuwe ontwikkelingen met afvoer op de sluispanden I-II, III-IV, 0-Schijndel, Schijndel-4, 4-5, 5-6, 9-10 (panden met een substantiële wateraanvoer, die in de loop der tijd kritisch kunnen worden voor hoogwaterstanden); - en in bijzonder nieuwe ontwikkelingen met afvoer op de sluispanden waarin de hoogwaterstanden kritisch zijn zoals sluispand II-III, Grote Pand, sluispand 13-15 en sluis 15-16 wordt terughoudend opgetreden. In deze gevallen vraagt RWS aan het waterschap om een advies. Van belang is dan dat afgewogen wordt of er inderdaad een voorkeur is voor afvoer op het kanalenstelsel boven afvoer op het regionaal systeem. Gemeenten dienen rekening te houden met het installeren van terugslagkleppen en/of voorzieningen waarmee de afvoer beperkt kan worden bij het bereiken van de MAP2-waarden.
2. 	Omdat er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te hoge waterstanden in pand III-IV van het WHK stemt RWS in met de noodoverlaten vanuit het afkoppelsysteem Blauwe Aders van de gemeente Tilburg. Het Blauwe Aders afkoppelsysteem draagt bij aan duurzaam waterbeheer. De noodoverlaten dragen bij aan het voorkomen van wateroverlast in de gemeente Tilburg.
3. 	Omdat er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te hoge waterstanden in pand Schijndel-4 van de ZWV stemt RWS in met de afkoppelplannen van de gemeente Meierijstad. Het betreft gebied dat nu ook al op het kanalenstelsel afwatert (via overstorten van het gemengd stelsel). Het afkoppelen draagt bij aan duurzaam waterbeheer, waarbij de lozing van vervuult overstortwater op het kanalenstelsel zal afnemen.
4.	Omdat er nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te lage waterstanden stemt RWS in met waterinname door gemeenten. Afspraak daarbij is, dat er dan (veiligheidshalve) geldt dat waterinname kan plaatsvinden totdat de MIP1-waarde is bereikt. Daarbij is de verdringingsreeks van belang, met als aflopend

Nummer	Afspraak Opmerkingen
	belang: 1) de stabiliteit van de waterkering, 2) proceswater en 3) scheepvaart, landbouw/natuur/industrie en waterkwaliteit in de stad. Bij de afweging zal RWS rekening houden met het belang voor scheepvaart, vanaf de MIP1 gelden immers diepvaaibeperkingen. Indien grootschalige waterinname door een gemeente voorzien wordt, dan worden de hiervoor benodigde extra waterinnamekosten (pompkosten) in rekening gebracht bij de gemeente.
5. 	In geval van werkzaamheden aan sluizen die leiden tot een (tijdelijke) belemmering van het spuidebiet, dan informeert RWS de relevante gemeenten en waterschappen, zodat beheermaatregelen overwogen kunnen worden of onderlinge afspraken gemaakt kunnen worden. Ook bij onverwachte beperkingen en storingen wordt er geïnformeerd en worden onderlinge afspraken gemaakt.
6. 	Binnen twee jaar wordt door RWS een advies uitgewerkt waarin de verdere optimalisatie van het beheer is uitgewerkt als eerste stap naar slim watermanagement, onderdeel hiervan zijn: - een handleiding met protocollen voor het spuibeheer; - mogelijkheden voor het benutten van een dashboard voor de sturing in spuibeheer (waarin metingen van de peilen en debieten zichtbaar zijn en doorvertaald worden naar mogelijke handelingen); - mogelijkheden voor benutten van geautomatiseerde RTC voor sturing in het spuibeheer (nu zijn veel handmatige acties nodig). In het plan worden de verdeling van de realisatie en beheerkosten verwerkt naar rato van de baten voor de gemeenten en waterschappen.
7. 	Advies waterkwaliteit (buiten directe scope van de opdracht): indien er een intentie is voor het lozen op het kanaal, terwijl hiervoor werd geloofd op een regionale waterpartij of rwzi, dan bespreken RWS en het waterschap op basis van een integrale afweging of een lozing toegestaan is en onder welke voorwaarden. Daarbij kan dan nagegaan worden of er oplossingsrichtingen zijn voor een vergunbare situatie (het voldoen aan de wetgeving blijft daarbij de maatlat).
8. 	RWS zorgt binnen twee jaar voor verbeteringen van het kanalenmodel op basis van metingen van waterstanden en actuele metingen van de afvoercapaciteiten. Het model wordt dan verbeterd door de sturing van de spuiwerken (en de capaciteiten van de spuiwerken) in het model zodanig in te stellen dat deze aansluiten op de praktijk (de metingen van de waterstanden worden daarbij benut voor een gedetailleerde kalibratie van het model). Het kan daarbij ook betekenen dat optimalisaties in de sturing van de spuiwerken worden doorgevoerd in de praktijk. Nadat het kanalenmodel geoptimaliseerd is, kan het via het BOS Brabant-model benut worden voor integrale studies waarin de regionale watersystemen meegenomen zijn. Er kan ook gewerkt worden aan een meetsysteem, dat vastlegt wanneer de spuimiddelen ingezet worden. Op deze manier kunnen relaties gelegd worden tussen de waterstanden in de kanalen en de impact van inzet van de spuimiddelen. Dit is dan de eerste opwerkstap richting het verkrijgen van een geautomatiseerd sturingsysteem.
9. 	RWS, gemeente en waterschap voeren binnen vijf jaar een onderzoek uit naar beheerstrategieën bij klimaatbuien, dat ook rekening houdt met de dynamiek in het watersysteem, en wegen daarmee de verschillende belangen af (mede op basis van de kosten en baten). De resultaten hiervan worden verwerkt in optimalisaties in de beheerprotocollen en verder doorvoeren van geautomatiseerde RTC. Het onderzoek leidt tot een advies 'Slim watermanagement' waterverdeelplan (vanuit regionale watersystemen naar het kanalenstelsel, in het kanalenstelsel, en vanuit het kanalenstelsel naar het regionale stelsel, voor hoog- en voor laagwater situaties). Met het waterverdeelplan wordt dan ingespeeld op de dynamiek in meteorologische situaties. Het is dus een waterverdeelplan dat voorbereid is op verschillende neerslagsscenario's en het optimaliseren in het benutten van de ruimte voor waterberging in de kanaalpanden en in regionale systemen. Het voordeel van mogelijkheden voor waterafvoer naar regionale watersystemen is dat hiermee meer sturingsmogelijkheden ontstaan voor het peilbeheer in afzonderlijke kanaalpanden. In het plan wordt daarbij ook rekening gehouden en afgestemd op het schutbedrijf en voldoende waterdiepte voor de scheepvaart. In het plan wordt dan ook de kostenverdeling van het onderzoek tussen de betrokken partijen opgenomen. In het waterverdeelplan moet tevens de verdeelsleutel opgenomen zijn voor investering- en beheerkosten (de kosten worden verdeeld naar rato van het kubieke meters wateraan- en/of afvoer). Meer waterbergingsruimte in het kanalenstelsel kan in beeld komen, maar de verwachting is dat dit weinig effectief is.
	Voor de kanaalpanden die kritisch zijn, wordt er een noodplan opgesteld voor extremen.

Symbolen:



: afspraak wordt aanbevolen



afpraak is noodzakelijk

Doorkijk lange termijn (scope tot 2050)

Het waterbeleid in Nederland gaat zich meer richten op klimaatbestendigheid. Gemeenten pakken dit op door steeds vaker het stedelijk watersysteem in te richten voor het verwerken van heftige (klimaat)buien, alternatieve waterbergingsvormen waar mogelijk et cetera.

Thans wordt door het Rijk het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie voorbereid, dat zich richt op onder andere het verminderen van de toename op schade door wateroverlast en droogte. Ook met het kanalenstelsel kan hier naar toe gewerkt worden. In het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie wordt gewerkt met de strategie, weten, willen en werken. Ook voor het optimaliseren van het kanalenstelsel is dit van belang.

Het spoor 'Weten' bestaat daarbij uit het analyseren van de klimaatveranderingen en de doorwerking hiervan op de waterbergingscapaciteit. Een goed kanalenmodel daarvoor is essentieel. Hiermee kan immers gewerkt worden naar een beheer van het kanalenstelsel, waarbij rekening wordt gehouden met de dynamiek in neerslag, debieten en waterstanden. In het afsprakenkader voor de korte termijn wordt hier ook op ingespeeld.

Het spoor 'Willen' bestaat uit het gezamenlijk vastleggen van de oplossingsstrategie. Het beginsel van Slim watermanagement ligt daarbij aan de basis. In beeld zijn:

- 1 een optimale waterverdeling in het kanalenstelsel en vanuit en naar het regionaal watersysteem (passend bij het op dat moment optredende verloop en lokale verschillen in neerslag/aanvoerdebieten, rekening houdend met belangen als waterveiligheid en scheepvaart);
- 2 benutten van geautomatiseerde RTC;
- 3 vergroten van de afvoercapaciteit.

Dit komt dan bovenop bestaande oplossingsstrategieën als inzet van waterbergingsgebieden.

Het spoor 'Werken' bestaat daarbij uit het programmeren van de uitvoeringsstrategie met bijbehorende financieringsmiddelen en kostenverdeelsleutels.

In de tabel 7.2 wordt doorkijk gegeven van de lange termijnmaatregelen waarmee ingespeeld wordt op de klimaatontwikkelingen.

Tabel 7.2 Doorkijk lange termijnmaatregelen

Nummer	Afspraak Opmerkingen
1. 	Uitgangspunt is dat de waterschappen zich inzetten om een toename van debieten naar de kanalen niet toe te laten nemen. Waar nodig zullen ze dan aanvullende waterbergingsgebieden inrichten. Nieuwe maatregelen als het realiseren van waterbergingsgebieden of verbeteren van de afvoercapaciteit kunnen in beeld komen indien hier aanleiding is op basis van inhoudelijke (model)studies, waarin ook rekening gehouden wordt met investeringskosten en baten zoals reductie van schade. Het BOS Brabant model kan benut worden voor de analyse van waterbergingsgebieden en het slim inzetten van deze waterbergingsgebieden. Met een kosten/baten analyse kunnen daarbij keuzes onderbouwd worden. Voor de lange termijn kan zelfs het aflaten vanuit de kanalen op de beken overwogen worden.
2. 	Voor de lange termijn als alle optimalisaties in beheer en andere mogelijkheden zijn doorgevoerd en klimaatontwikkelingen zich doorzetten, is extra afvoeren via het WHK een kansrijke en efficiënte oplossingsrichting. Afvoeren via het WHK is hydraulisch gunstiger omdat de waterstanden van de Maas bij de aantakking aan de Maas lager zijn. Daarnaast wordt sluis II reeds vervangen en de capaciteit van aflaatkunstwerk Oosterhout lijkt voor nu voldoende, hierdoor hoeven enkel de aflaatkunstwerken van sluis III en sluis IV te worden vergroot (kosten totaal 4 tot 5 M€). Van belang voor dergelijke investeringen, is dat de kosten in dat geval verdeeld worden naar bijvoorbeeld de rato van de kubieke meters wateraanvoer bij hoogwater (waar waterschappen en gemeenten aan bijdragen).
3. 	Zolang nog geen kritische situaties plaatsvinden ten aanzien van te lage waterstanden vanuit oogpunt van waterveiligheid en scheepvaart kan waterinname plaatsvinden vanuit het kanalenstelsel door de gemeenten. Bijstelling en programmering moet opgepakt worden via het waterakkoord. Het beschikbare water is verdeeld in het waterakkoord uitgaande van een vaste inname hoeveelheden. Het met dit rapport in de praktijk beschikbare reestruimte kan benut worden voor waterinname door de gemeenten.

Nummer	Afspraak Opmerkingen
4. 	In sommige gevallen ligt de MAP2 hoger dan de toetswaarden van de waterkering. Daarbij kan de hoogte van de kadewand bepalend zijn. Nagegaan dient te worden of ophogen van de kadewand benut kan worden voor extra waterberging (beperking voor ophogen kan de drempelhoogte van de overstort zijn). Daarnaast dient er rekening mee gehouden te worden, dat het toelaten van hogere waterstanden geen ongewenste belemmeringen voor de scheepvaart met zich meenemen. Programmering van de kadewandverhoging kan plaatsvinden via het traject van het Deltaplan Waterveiligheid.

8

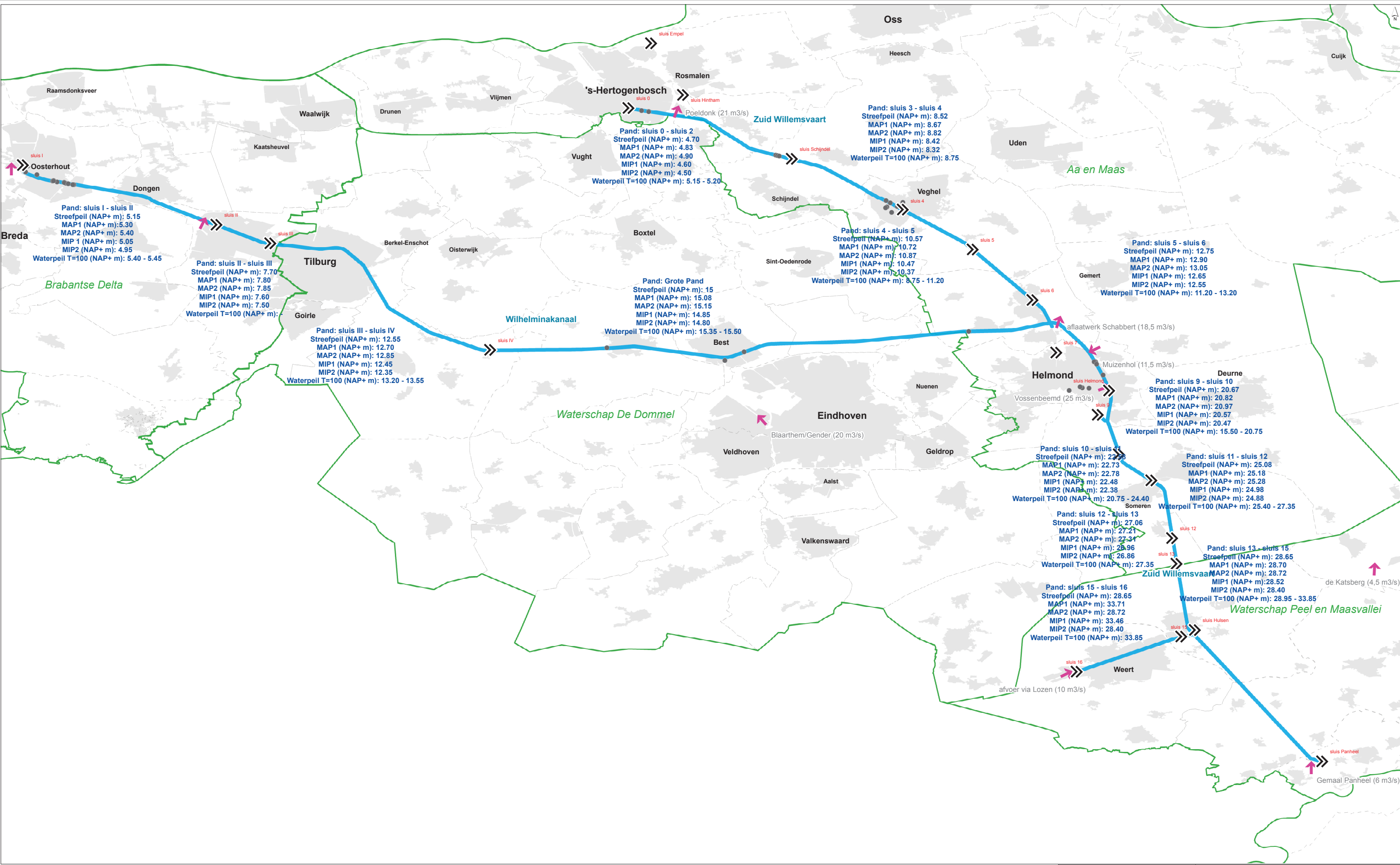
LITERATUUR

1. Onderzoek oplossingen hoogwaterproblematiek op de Brabantse kanalen, BWZ ingenieurs, 2012.
2. Stedelijke lozingen op de Brabantse kanalen, afstudeerscriptie, Niels van Erp, Nick Verhoeven, 2015.
3. Waterakkoord voor de Middenlimburgse en Noordbrabantse Kanalen (MLNBK) 1 december 1994.
4. Beslissing Ondersteunend Systeem Hoogwaterverwachting Noord-Brabant-Modellering, Witteveen+Bos, 2014.

Bijlagen

I

BIJLAGE: WATERSYSTEEMKAART



algemeen

kanaal

sluis

overstort

waterschapsgrenzen

kern

gemeente

WATAK aan- en afvoeren (>4 m3/s)

getekend: ir. T.J.C. Deurloo

gecontroleerd:

goedgekeurd:

versie: 1

datum: 02-12-2016

tekeningnr: 10

formaat: A1 liggend

schaal: 1:150000

0

2

4

6

8

10 km

Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen

watersysteemkaart

streefpeil; MIP; MAP; toetsingpeil

opdrachtgever: Rijkswaterstaat

projectnaam: stedelijk afvoer kanalen

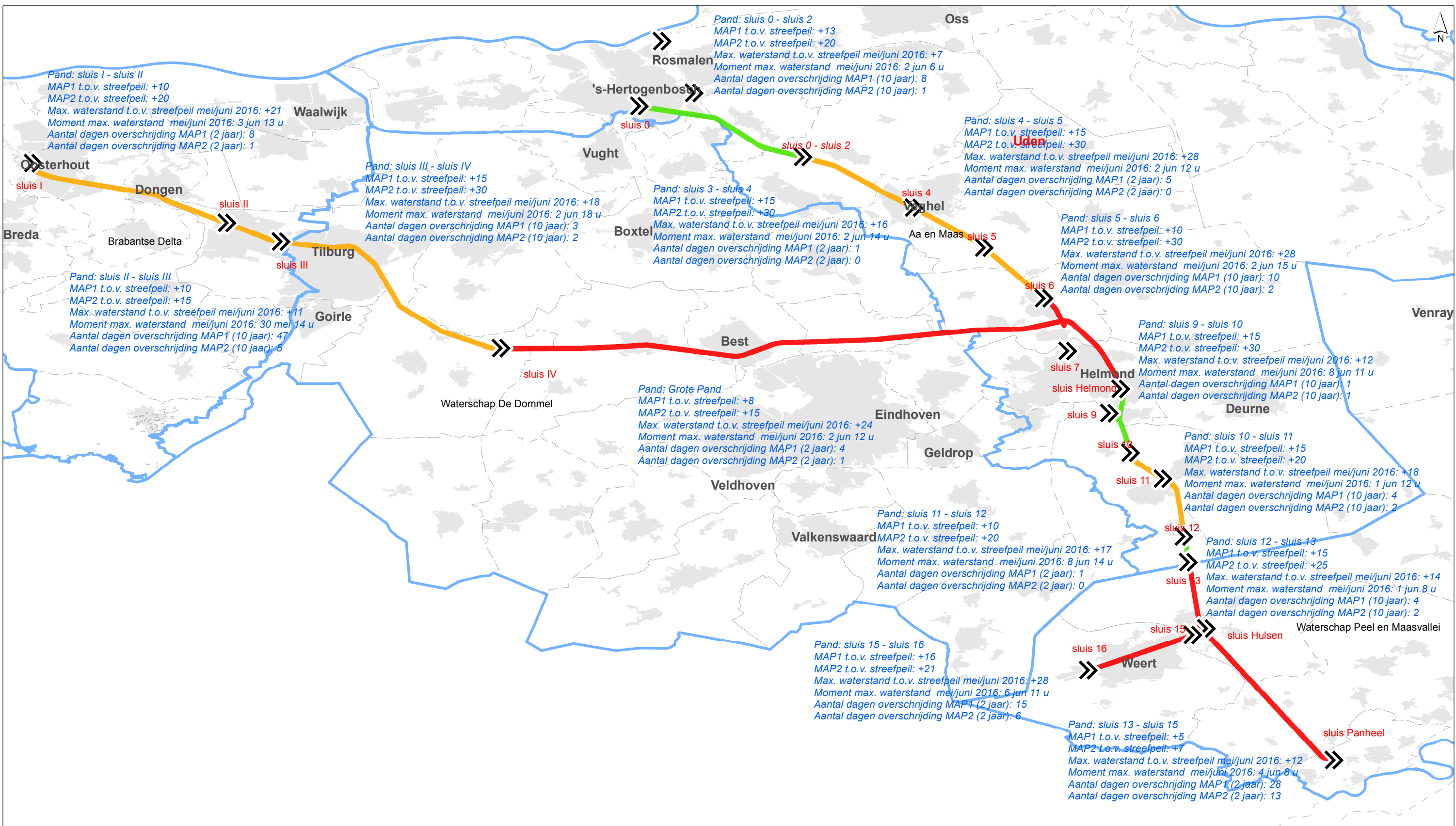
projectcode: RW2104-1

Witteveen

Bos

II

BIJLAGE: KAARTEN HOOGWATER



algemeen

waterschapsgrenzen

kernen

Gemeente

kanalen

overschrijding MAP1, MAP2 (periode: mei-juni 2016)

maximale waterstand boven MAP2

maximale waterstand tussen MAP1 en MAP2

maximale waterstand onder MAP1 en MAP2

getekend: N.Evers

gecontroleerd:

goedgekeurd:

versie: 1

datum: 07-12-2016

tekeningnr: 11

formaat: A3 liggend

schaal: 1:320000

Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen

hoogwater alarmeringspeilen mei/juni 2016

opdrachtgever: Rijkswaterstaat

projectnaam: stedelijk afvoer kanalen

projectcode: RW2104-1

Witteveen + Bos

30

Witteveen+Bos

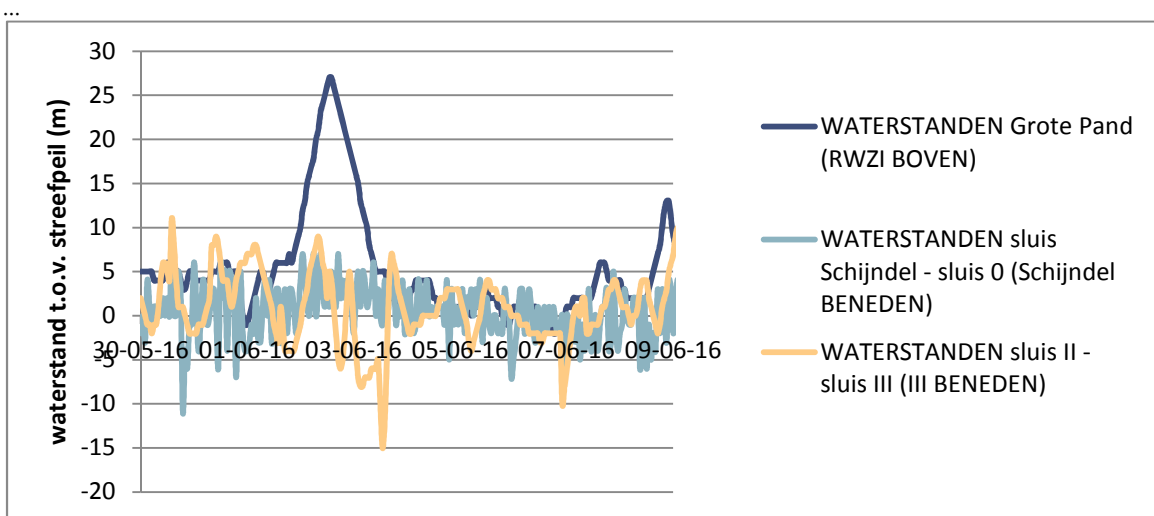
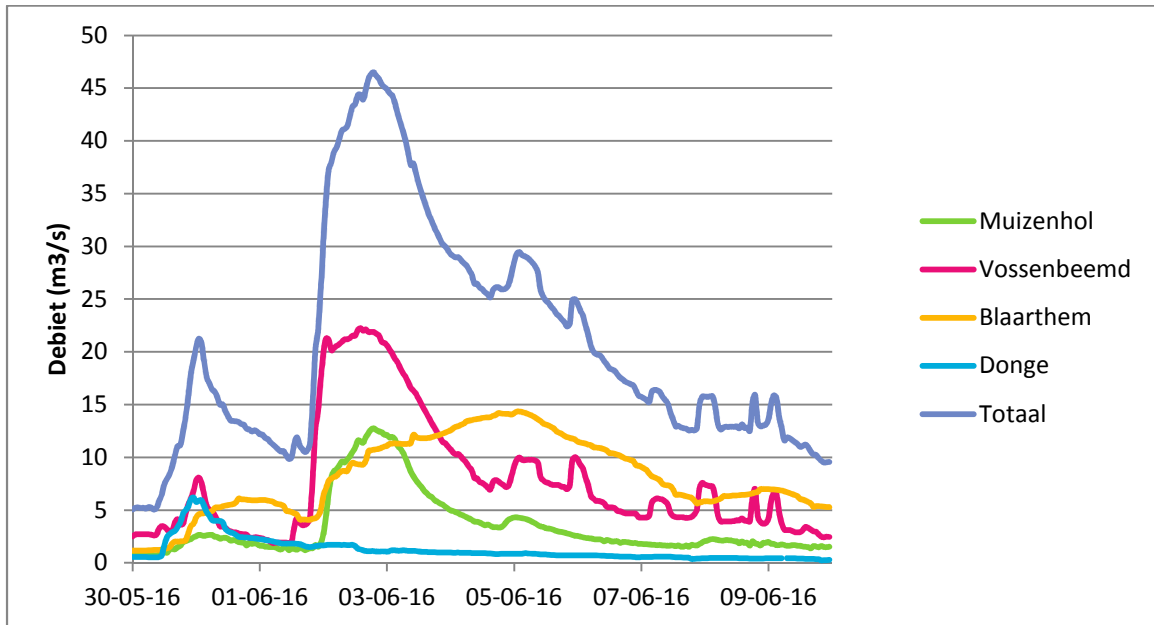
T:\TWPR\RW2104-1\ehdsc\lg\gl\projecten\RW2104-1\AANPAS.mxd 11/01/2017 16:17:41

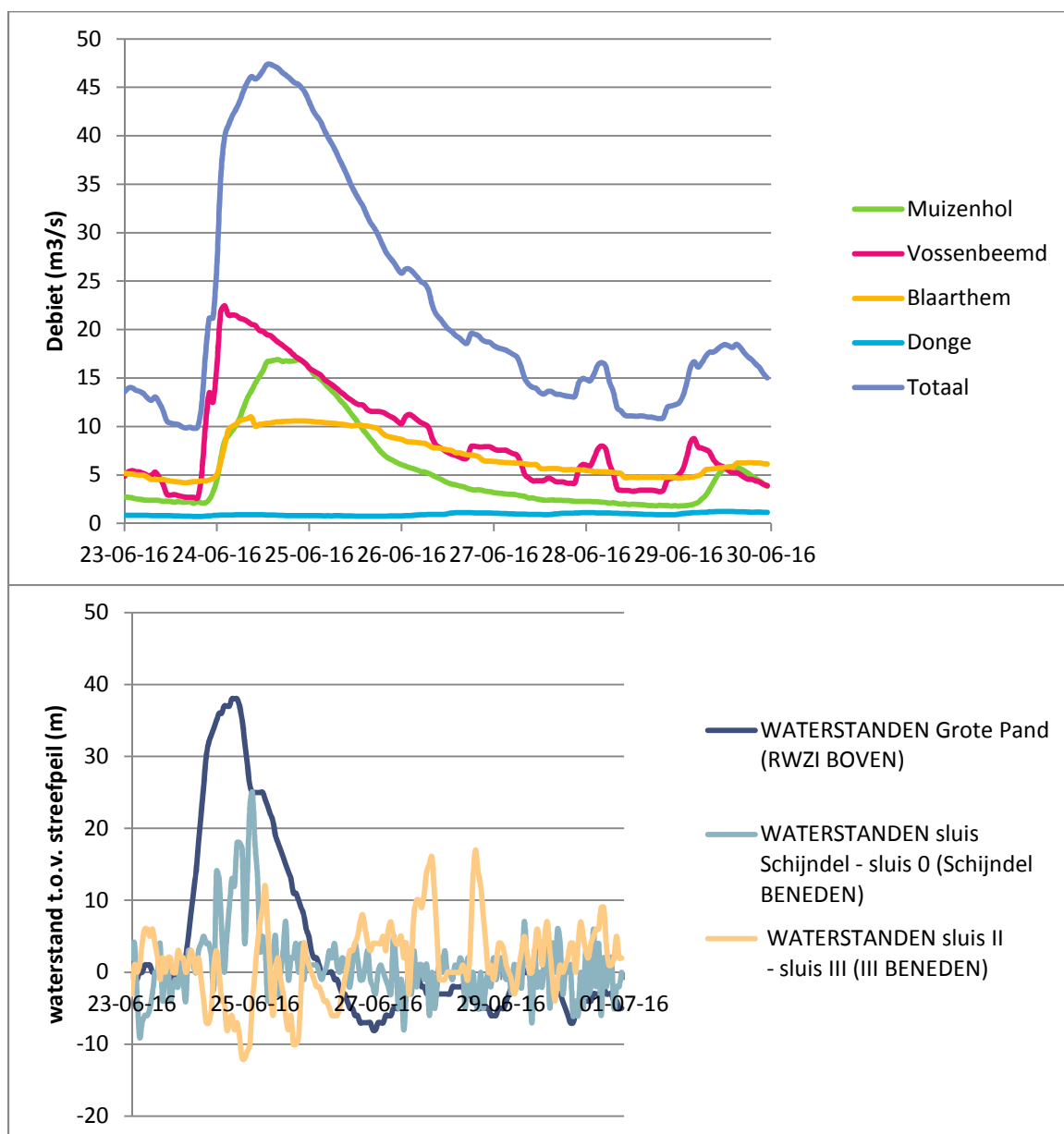
III

BIJLAGE: PRAKTIJKSITUATIES HOOGWATER

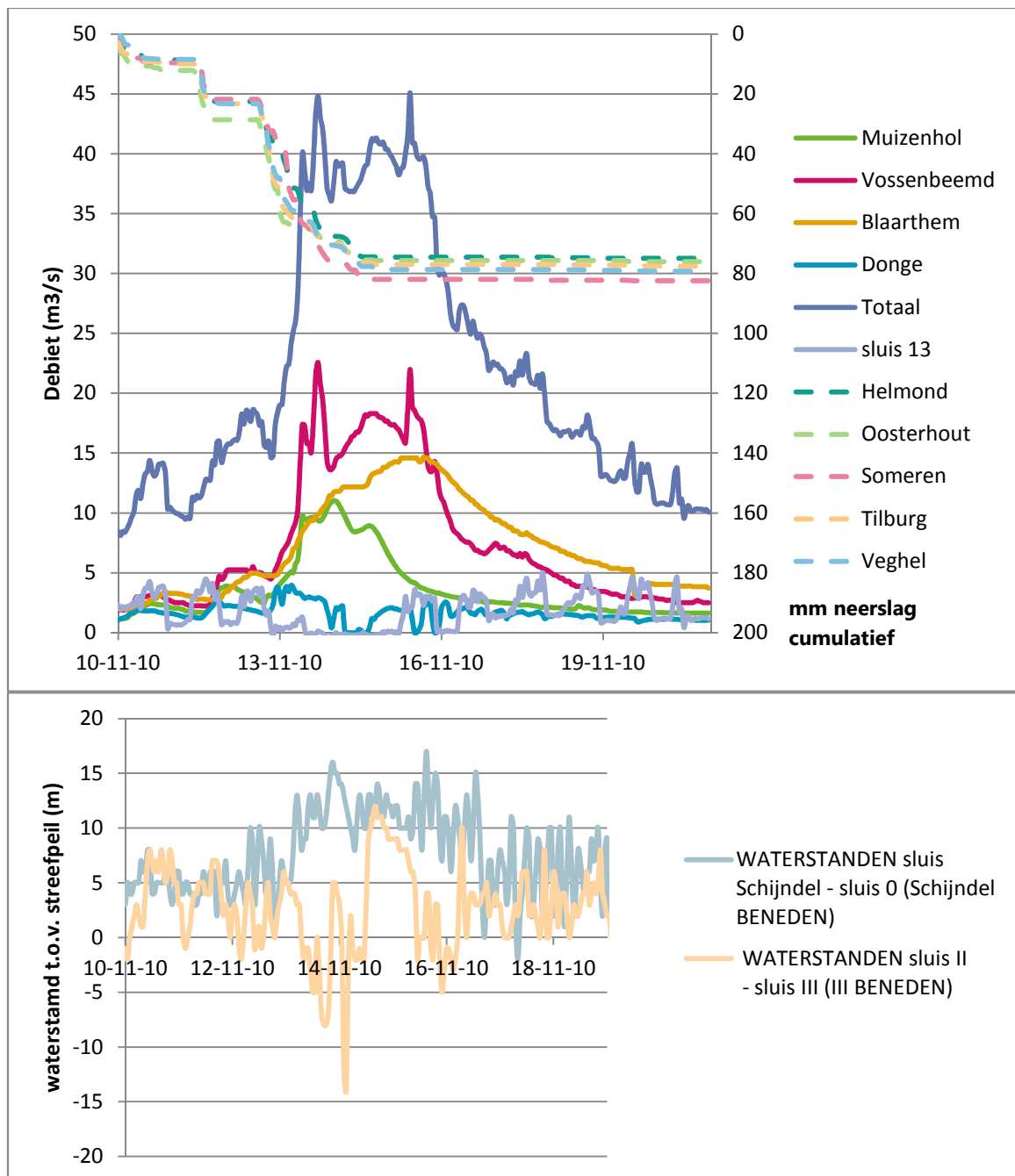
Om inzicht te krijgen in het reageren van het beken/kanalensysteem zijn vijf praktijksituaties geanalyseerd hieronder zijn de afvoergolven vanuit de beken en de totale afvoergolf weergegeven, de waterstanden in verschillende panden ten opzichte van streefpeil en voor waar beschikbaar de cumulatieve neerslag voor enkele locaties binnen het projectgebied.

III.1 Juni 2016

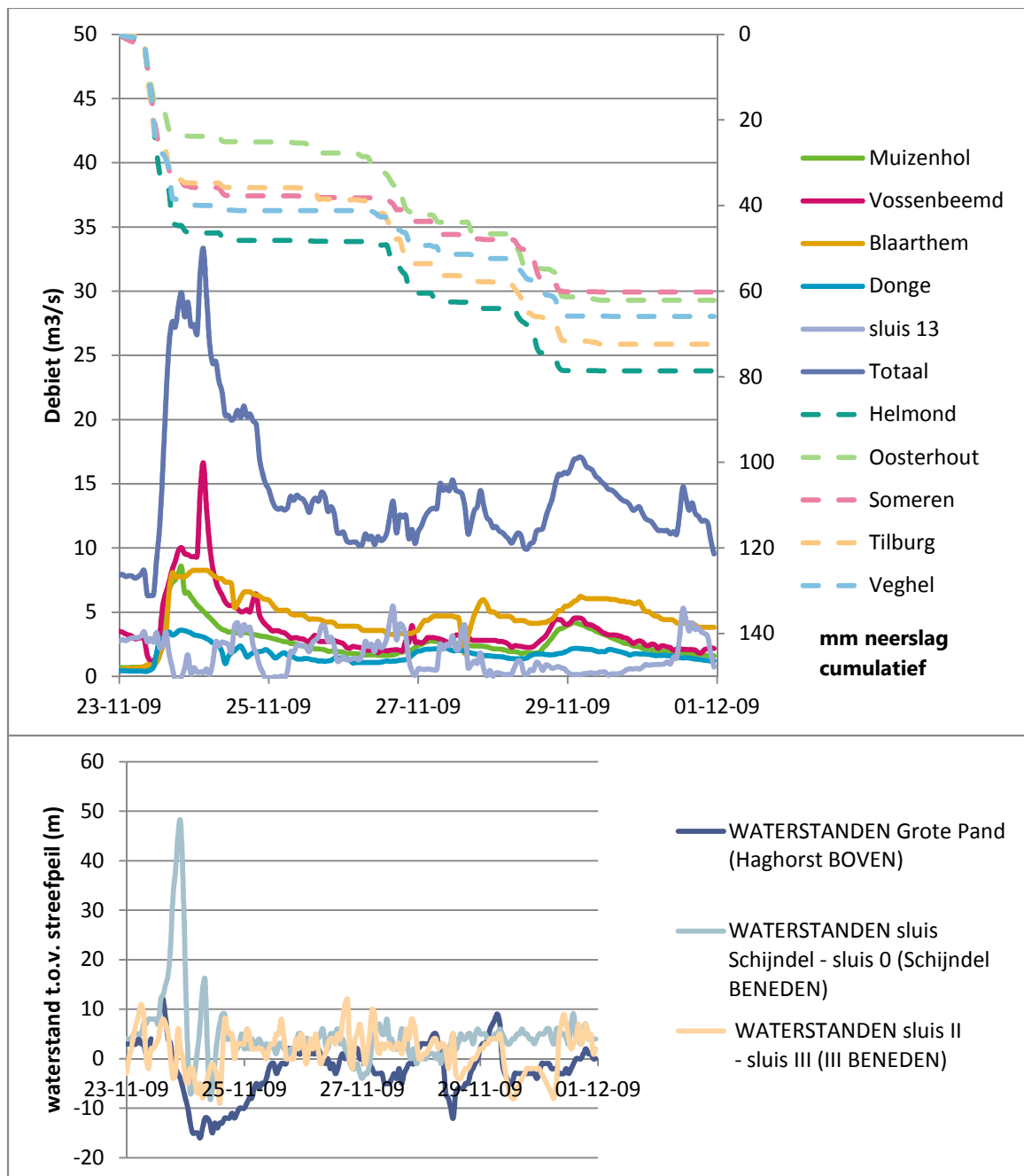




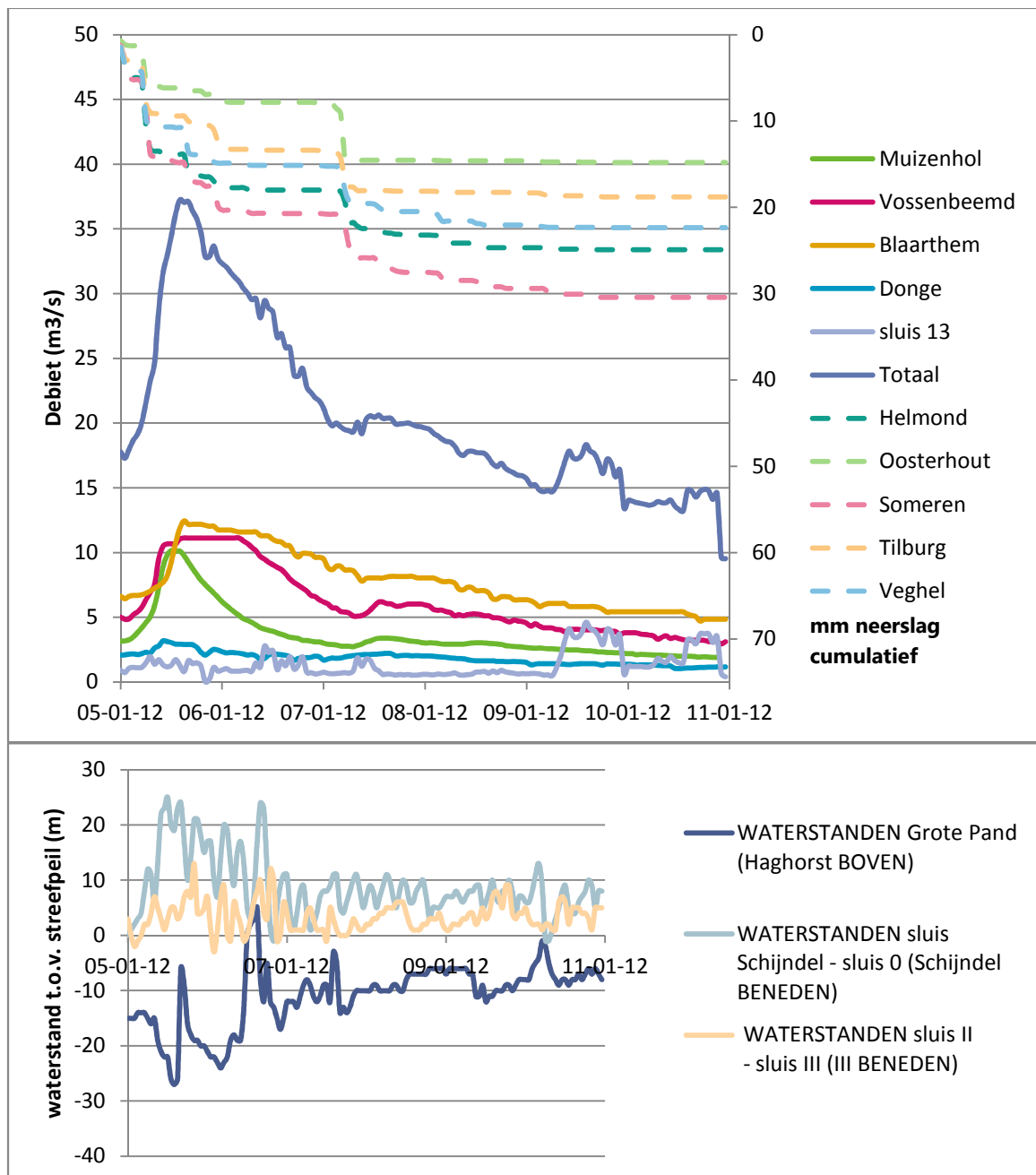
III.2 November 2010



III.3 November 2009

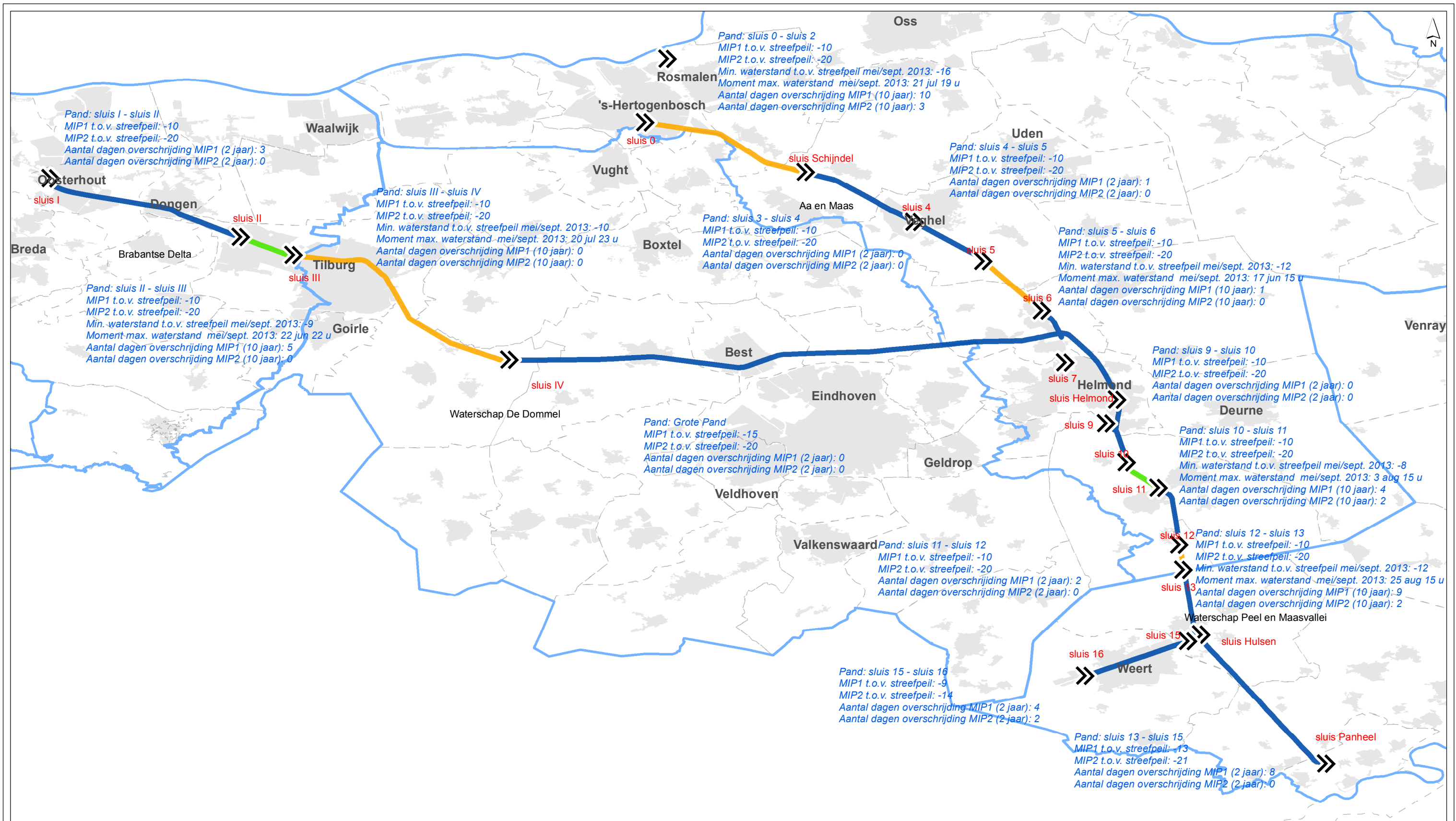


III.4 Januari 2012



IV

BIJLAGE: KAART LAAGWATER



algemeen

waterschapsgrenzen

kernen

Gemeente

kanalen

overschrijding MIP1, MIP2 (periode: mei-sept. 2013)

minimale waterstand onder MIP2

minimale waterstand tussen MIP1 en MIP2

minimale waterstand boven MIP1 en MIP2

geen gegevens mei/sept 2013

getekend: N.Evers

gecontroleerd:

goedgekeurd:

versie: 1

datum: 07-12-2016

tekeningnr: 9

formaat: A3 liggend

schaal: 1:322912

0

5

10

15 km

Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen

laagwater alarmeringspeilen mei/sept 2013

opdrachtgever: Rijkswaterstaat

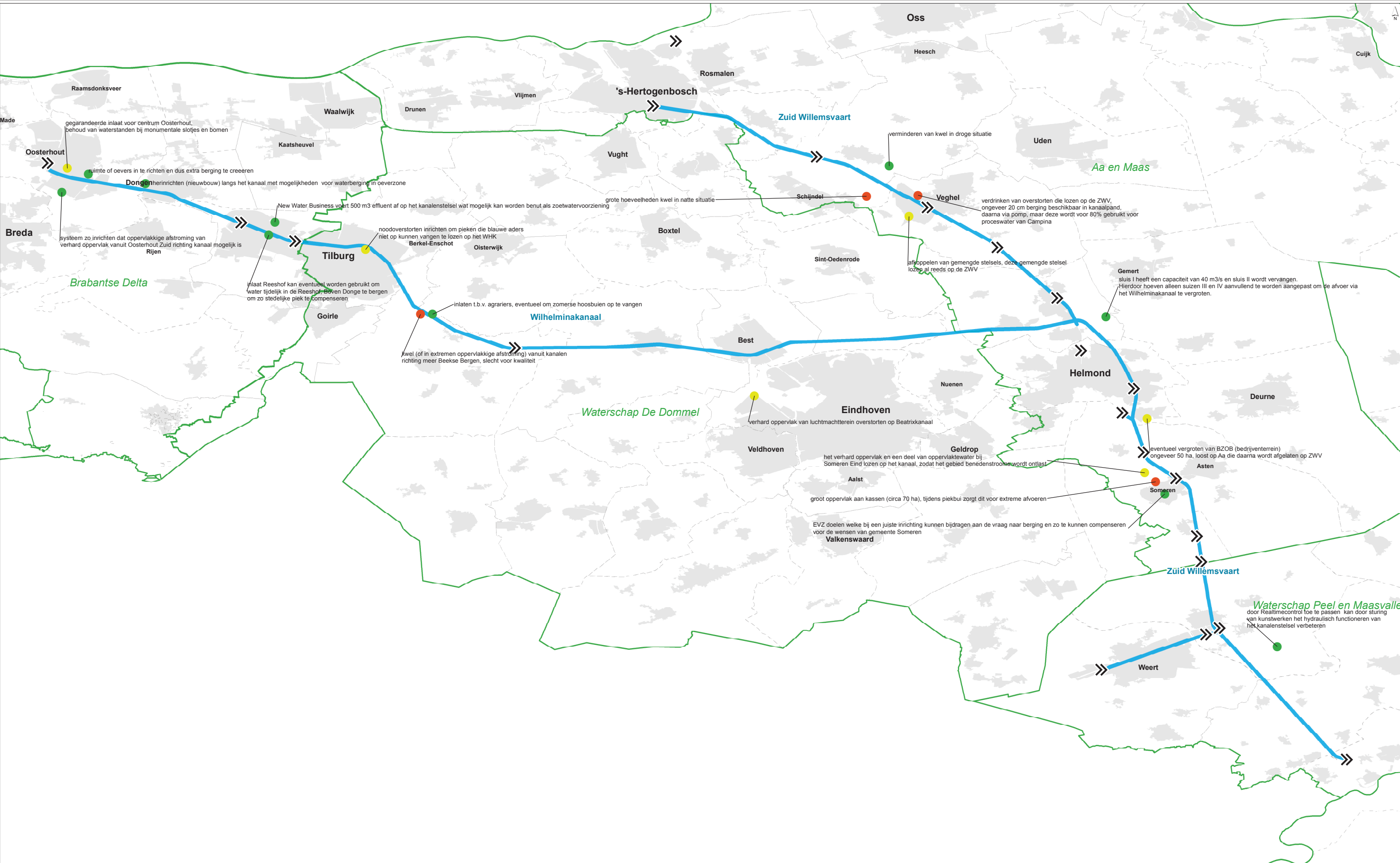
projectnaam: stedelijk afvoer kanalen

projectcode: RW2104-1

Witteveen+Bos



BIJLAGE: KAART REACTIES BEDRIJVEN EN GEMEENTEN



algemeen

kanaal

sluis

overstort

waterschapsgrenzen

kern

gemeente

opmerkingen

type

kans

risico

wens

getekend: ir. T.J.C. Deurloo

gecontroleerd:

goedgekeurd:

versie: 1

datum: 09-12-2016

tekeningnr: 9

formaat: A1 liggend

schaal: 1:150000

0

2

4

6

8

10 km

Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen

overzicht van opmerkingen vanuit de gemeentes

opdrachtgever: Rijkswaterstaat

projectnaam: stedelijk afvoer kanalen

projectcode: RW2104-1

Witteveen

Bos

© 2016 Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Alle rechten voorbehouden. Dit document is auteursrechtelijk beschermd.

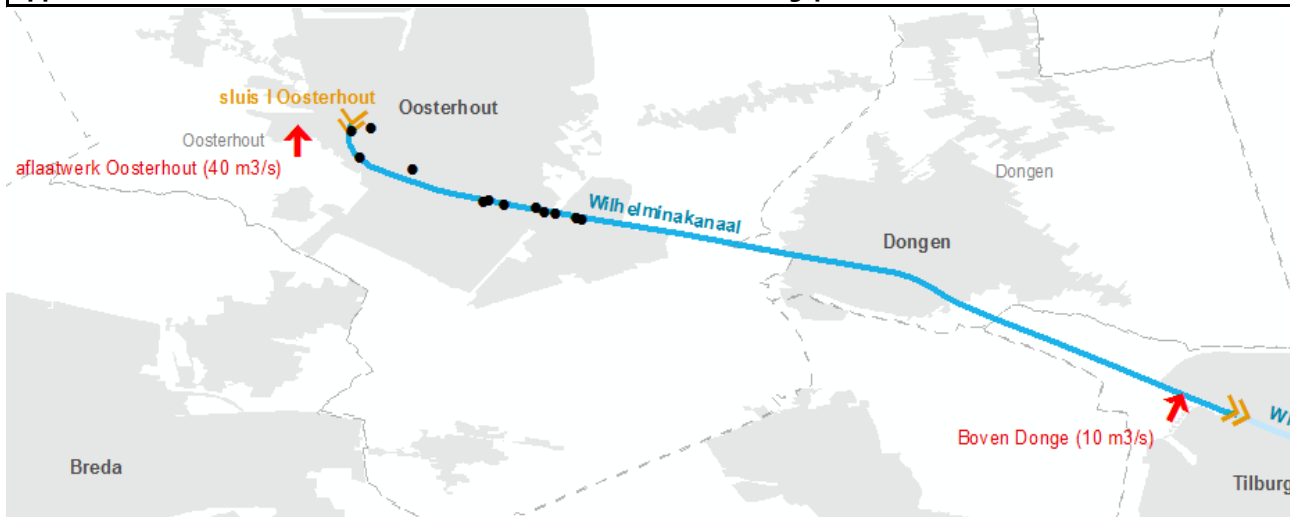
VI

BIJLAGE: FACTSHEETS PER KANAALPAND

Factsheet: kanaalpand sluis I - sluis II

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis I - sluis II	streefpeil (m NAP):	5.15
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	5.3
gemeenten:	Oosterhout, Dongen en Tilburg	MIP1 (m NAP):	5.05
waterschappen:	Brabantse Delta	MAP2 (m NAP):	5.4
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	4.95
oppervlakte (m²):	649175	toetsingspeil T = 100 (m NAP):	5.4



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
spuiwerk II Dongen	25	aflaatwerk Oosterhout	40
aflaatwerk Boven Donge	10	Spui	0,01
Galjoen	0,16	Houthaven Simons	0,02
Denariusstraat	0,25	Paterserf	0,02
Werkhaven Oosterhout	0,12		
stedelijke afvoeren Oosterhout			

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
Denariusstraat	OPP	757500	5.7	Eidijk	VGS	80000	5.45
Denariusstraat	GS	100000		Paterserf	OPP		
WHK Noord		5000		Duigendreef	OPP		
WHK Zuid	GS	33000		Brandaris	VGS		5.4
Esdoornlaan	GM	91000	5.48	Damloper	VGS/OPP		5.4
Hoeneveind	VGS		5.74	Galjoen	GM	28700	
Meerpaal	VGS	81000	5.4	Korvet	OPP		
J. de Witstraat	GM	37000	5.54	Jaagpad	VGS	34600	3.46

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit
oppervlakkige afstroming vanuit Oosterhout Zuid	inlaten voor monumentale slotjes, bomen

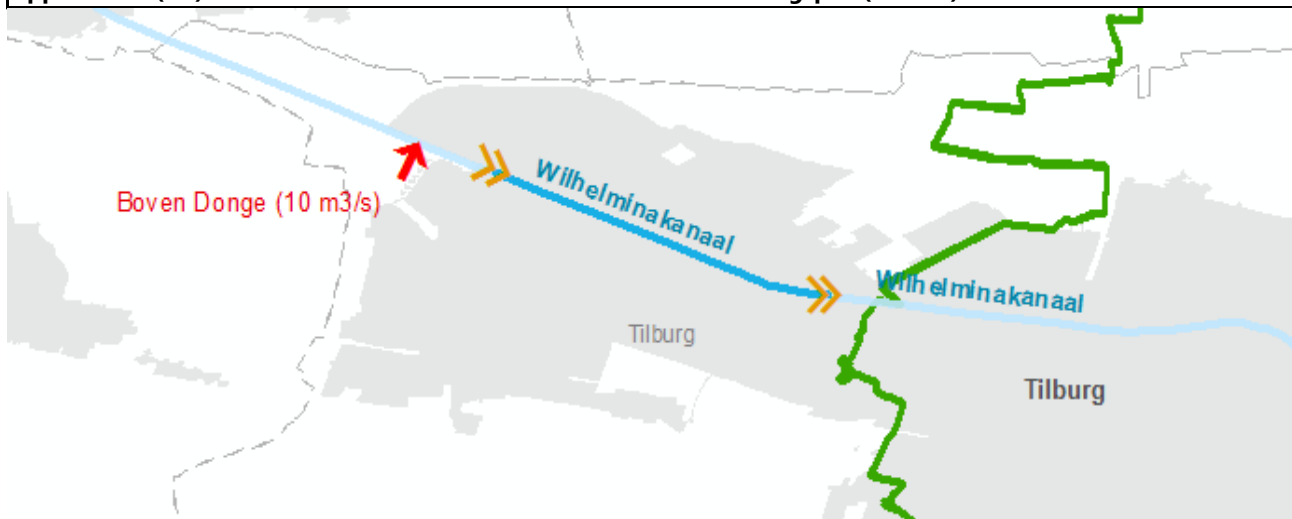
5. Opmerkingen:

het dynamische inrichten en sturen van het kanalenstelsel is belangrijk, daarnaast is er veel berging mogelijk in pand I-II, er is ook de mogelijkheid om oevers van het WHK in te richten als berging

Factsheet: kanaalpand sluis II - sluis III

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis II - sluis III	streefpeil (m NAP):	7.7
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	7.8
gemeenten:	Tilburg	MIP1 (m NAP):	7.6
waterschappen:	Brabantse Delta	MAP2 (m NAP):	7.85
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	7.5
oppervlakte (m²):	649175	toetsingspeil (m NAP):	



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
sluis III Tilburg	25	sluis II Dongen	25
Medemblikpad	- (max. 450 m3/h)		

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
Albionstraat	GS	15,000		AWZI Vossenbergh			

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit
Moersedreef	GM

5. Opmerkingen:

(mogelijk) overstort Moersedreef van de gemengde riolering met randvoorziening die omgebouwd wordt naar aanleiding van de kanaalverbreding. Kenmerken: H : 9,8 m NAP en frequentie van zo'n 1,5x per jaar.

Factsheet: kanaalpand sluis III - sluis IV

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis III - sluis IV	streefpeil (m NAP):	12.55
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	12.7
gemeenten:	Tilburg, Hilvarenbeek en Oisterwijk	MIP1 (m NAP):	12.45
waterschappen:	Brabantse Delta en De Dommel	MAP2 (m NAP):	12.85
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	12.35
oppervlakte (m²):	643261	toetsingspeil (m NAP):	13.1



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis IV Haghorst	25	sluis III Tilburg	25
vijver Centaurushaven en Loven	0,4	Piushaven	-0,0125
stedelijke afvoer gemeente Tilburg			

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
Industriehaven Loven	GS			Haghorst	VIS	51,600	13.4
Kanaalzone en Piushaven	VGS			Centaurusvijver	POMP		
Verbuntterrein		60,000					

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit
verder afkoppelen van het gemengd stelsel van Tilburg Centrum in totaal zo'n 260 ha *	

5. Opmerkingen:

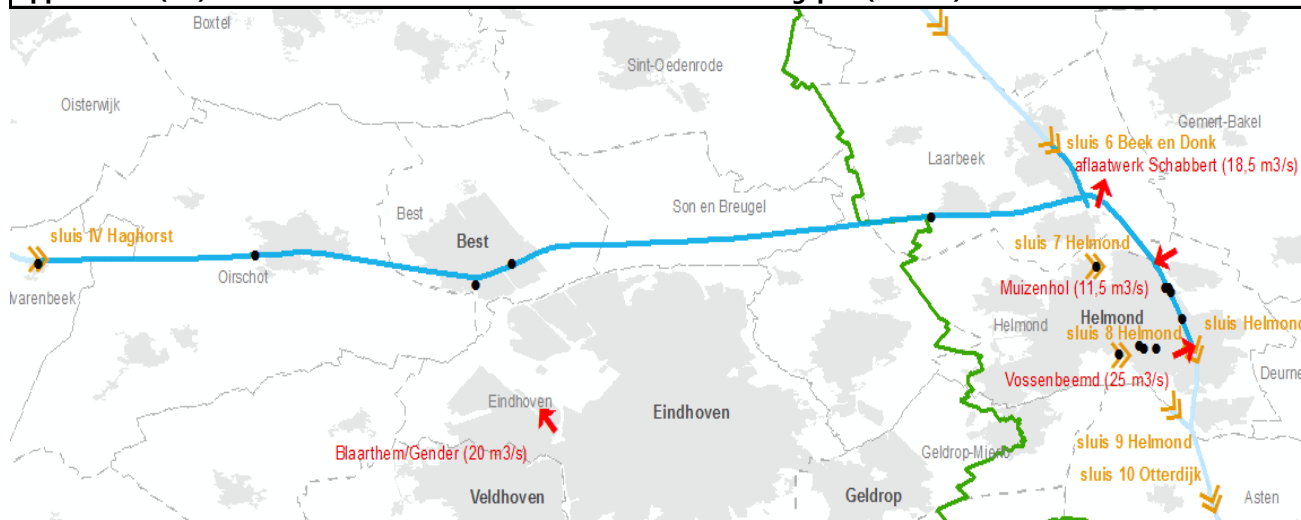
er kan eventueel water worden ingelaten bij de inlaat Reeshof om te compenseren voor de overstorten vanuit Tilburg centrum
mogelijke problemen waterkwaliteit door kwel bij plassen Beekse Bergen

*het verder afkoppelen van de 260 ha houdt in dat alleen bij hoogwater lozing plaats vindt op het kanaal via de volgende nooduitlaten: Brugstraat (i.p.v. Midden-Brabantweg), Waalstraat, Oude Lind en Enschtotsestraat. Daarvan heeft de gemeente voor nooduitlaten Waalstraat en Oude Lind reeds vergunning aangevraagd

Factsheet: kanaalpand 'het Grote Pand'

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand 'het Grote Pand'	streefpeil (m NAP):	15
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland Hilvarenbeek, Orischoot, Best, Eindhoven, Son en Breugel, Gerwen en Nederwetten, Laarbeek en	MAP1 (m NAP):	15.08
gemeenten:	Helmond	MIP1 (m NAP):	14.85
waterschappen:	De Dommel en Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	15.15
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	14.8
oppervlakte (m²):	1415819	toetsingspeil (m NAP):	15.3



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
doorlaatwerk Helmond	9	sluis IV Slaghorst	25
sluis 7 Helmond	2.1	sluis 6 Beek en Donk	18
		uitlaatpunt Schabbert (praktijk max. 10 m ³ /s)	18.5
aflaat Vossenbeemd	25	RWZI Helmond	4
stuw Muizenhol	11.5	Gem. Laarbeek Lieshout (40 m ³ /h)	
aflaatwerk RWZI	4	Donkervoortste loop	0,2
gemaal Mierloo	1.8	inlaat visvijver	0,1
gemaal Wilhelminakanaal	1.8	inlaat Gulden Aa	0,2
aflaatwerk Blaarthem (incl. Gender)	25	inlaat de Vries	0,01
Wetering	0.2	inlaat Eijkenlust	0,05
Weyer	0.5	inlaat Schootense loop	0,05
Deense hoek	0,1	jachthaven Dieskant	
gemaal Goorloop	2		
stedelijke overstorten Best, Oirschot, Son en Eindhoven			

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
meerdere overstorten op het Beatrixkanaal vanuit				G010 Rijpelbaan	GM	30000	16.8
gemeente Eindhoven				BBB 045 Rijpelberg	GM	620,000	17.4
Best		170000		BBB 0458 Gulden Aa	GM	1,000,000	
Rendac (max. 120 m3/uur)				BBL 063 Braak	GM	1,000,000	
Ekkersrijt (2900 m3/h bij BUI08)				BBB 080 De Weijer	GM	300,000	
Gebr. Swinkels Lieshout	GS	20000		Hortensiapark	GM		
Bavaria (5000 m3/dag)				Smyrnoffstraat	GM	30,000	
Koppelstraat 37	GS	6,750	13.5	Breinterlaan	GM		

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit
mogelijk vergroten industrieterrein BZOB (ongeveer 50 ha komt op Aa die wordt afgelaten)	
luchtmachtterrein afkoppelen met overstort op Beatrixkanaal	

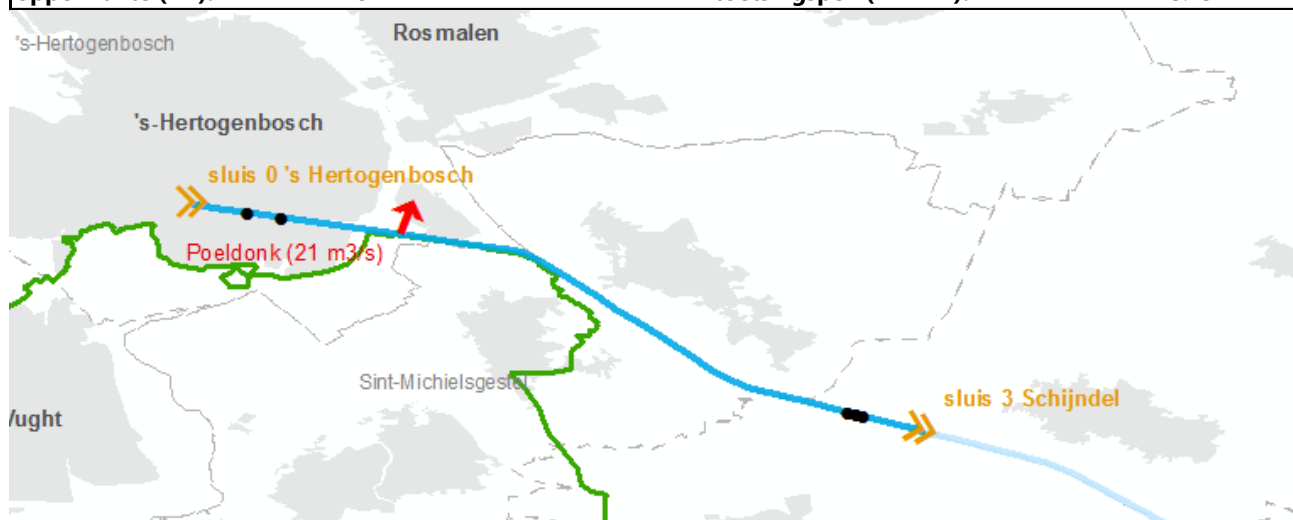
5. Opmerkingen:

--

Factsheet: kanaalpand sluis 0 - sluis 3

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 0 - sluis 3	streefpeil (m NAP):	4.7
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	4.83
gemeenten:	's Hertogenbosch, Sint-Michielsgestel, Schijndel en Bernheze	MIP1 (m NAP):	4.6
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	4.9
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	4.5
oppervlakte (m²):	717731	toetsingspeil (m NAP):	5.15



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis 3 Schijndel	18	Poeldonk	21
Schijndelse Loop	3	sluis Schijndel inlaat	0.1

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
van Veldekade				Kanaaldijk Zuid (3x)	GS	61000	
Tesselschadestraat		15,000					

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

5. Opmerkingen:

er lopen projecten om de kades van het gedeelte Zuid-Willemsvaart en Aa door het 's Hertogenbosch opnieuw in te richten

Factsheet: kanaalpand sluis 3 - sluis 4

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 3 - sluis 4	streefpeil (m NAP):	8.52
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	8.67
gemeenten:	Schijndel, Bernheze en Veghel	MIP1 (m NAP):	8.42
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	8.82
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	8.32
oppervlakte (m²):	401567	toetsingspeil (m NAP):	8.7



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis 4 Veghel	18	sluis 3 Schijndel	18
stedelijke afvoer gemeente Veghel			

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
Friesland Campina	GS	80,000		industrieterrein de Dubbelen	GM	1,000,000	
NCB-laan	GM	250,000					
Wijk West	GM	155,000					

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit
verschillende gemengde stelsels worden afgekoppeld ze lozen reeds al op het kanaal	

5. Opmerkingen:

kwel verminderen in droge situatie, en effect van kwel op natte situatie
tijdens hoogwater op vrijdag 24 juni is water vanuit het kanaal het gemeentelijk rioolstelsel ingestroomd

Factsheet: kanaalpand sluis 4 - sluis 5

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 4 - sluis 5	streefpeil (m NAP):	10.57
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	10.72
gemeenten:	Veghel	MIP1 (m NAP):	10.47
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	10.87
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	10.37
oppervlakte (m²):	139406	toetsingspeil (m NAP):	11.15



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

	WATAK (m³/s)		WATAK (m³/s)
in		uit	
sluis 5 Keldonk	18	sluis 4 Veghel	18

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

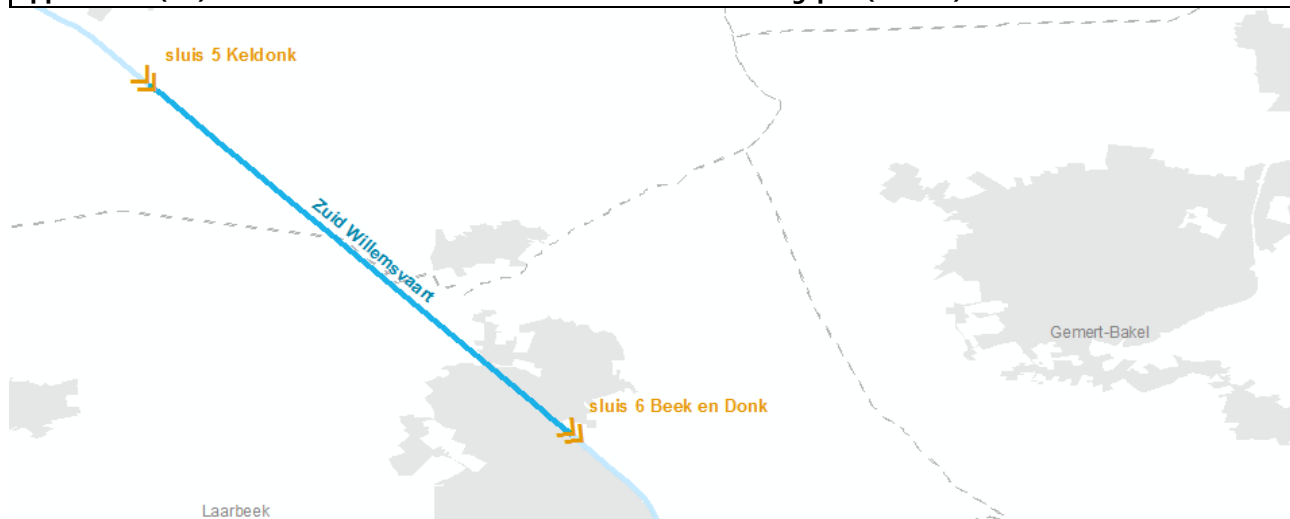
in	uit

5. Opmerkingen:

Factsheet: kanaalpand sluis 5 - sluis 6

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 5 - sluis 6	streefpeil (m NAP):	12.75
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	12.9
gemeenten:	Veghel en Beek en Donk	MIP1 (m NAP):	12.65
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	13.05
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	12.55
oppervlakte (m²):	139127	toetsingspeil (m NAP):	13.1



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis 6 Beek en Donk	18	sluis 5 Keldonk	18

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

5. Opmerkingen:

Factsheet: kanaalpand sluis Helmond - sluis 10

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis Helmond - sluis 10	streefpeil (m NAP):	20.67
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	20.82
gemeenten:	Helmond, Asten en Someren	MIP1 (m NAP):	20.57
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	20.97
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	20.47
oppervlakte (m²):	357383	toetsingspeil (m NAP):	20.75



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
sluis 10 Otterdijk		doorlaatwerk Helmond	9

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte
WHO/1909				Riooloverstort			
Bakelsedijk 139							

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

5. Opmerkingen:

--

Factsheet: kanaalpand sluis 10 - sluis 11

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 10 - sluis 11	streefpeil (m NAP):	22.58
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	22.73
gemeenten:	Asten en Someren	MIP1 (m NAP):	22.48
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	22.78
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	22.38
oppervlakte (m²):	73261	toetsingspeil (m NAP):	22.9



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis 11 Someren		sluis 10 Otterdijk	

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

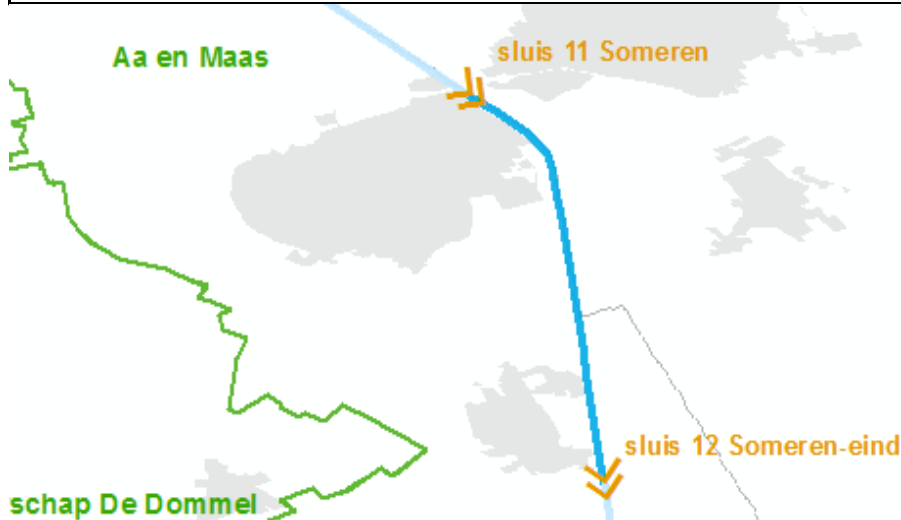
5. Opmerkingen:

--

Factsheet: kanaalpand sluis 11 - sluis 12

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 11 - sluis 12	streefpeil (m NAP):	25.08
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	25.18
gemeenten:	Asten en Someren	MIP1 (m NAP):	24.98
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	25.28
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	24.88
oppervlakte (m²):	137120	toetsingspeil (m NAP):	25.4



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
sluis 12 Someren-Eind		sluis 11 Someren kanaaldijk noord Someren (95 m3/h)	

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

5. Opmerkingen:

--

Factsheet: kanaalpand sluis 12 - sluis 13

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 12 - sluis 13	streefpeil (m NAP):	27.06
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	27.21
gemeenten:	Someren	MIP1 (m NAP):	26.96
waterschappen:	Aa en Maas	MAP2 (m NAP):	27.31
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	26.86
oppervlakte (m²):	51757	toetsingspeil (m NAP):	27.35



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m ³ /s)	uit	WATAK (m ³ /s)
sluis 13		sluis 12 Someren-Eind	

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

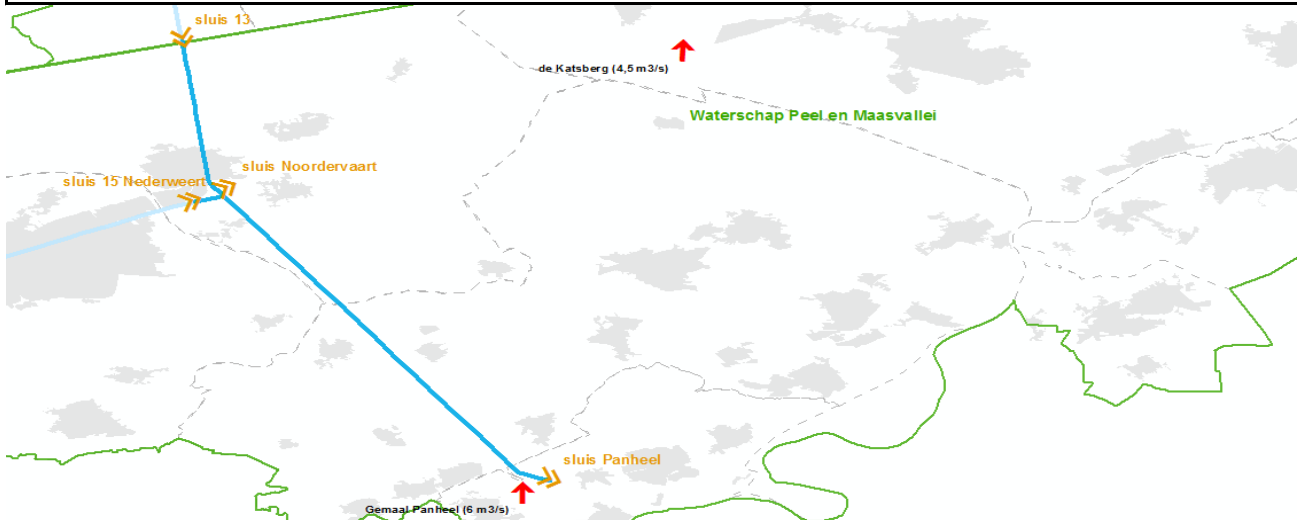
in	uit

5. Opmerkingen:

Factsheet: kanaalpand sluis 13 - sluis 15

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 13 - sluis 15	streefpeil (m NAP):	28.65
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	28.7
gemeenten:	Nederweert, Leudal en Maasgauw	MIP1 (m NAP):	28.52
waterschappen:	Peel en Maasvallei	MAP2 (m NAP):	28.72
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	28.4
oppervlakte (m²):	836950	toetsingspeil (m NAP):	28.95



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
sluis 15 Nederweert		sluis 13	
gemaal Panheel	6	de Katsberg	4.5

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

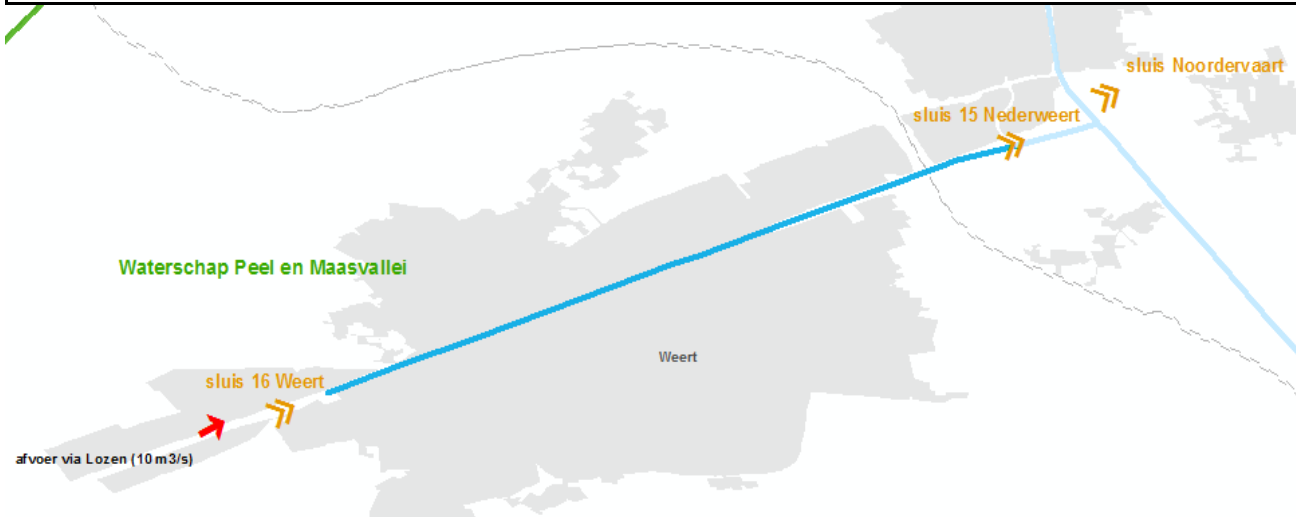
5. Opmerkingen:

--

Factsheet: kanaalpand sluis 15 - sluis 16

1. Basisgegevens

naam:	kanaalpand sluis 13 - sluis 15	streefpeil (m NAP):	33.55
waterbeheerder:	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland	MAP1 (m NAP):	33.71
gemeenten:	Nederweert, Leudal en Maasgouw	MIP1 (m NAP):	33.46
waterschappen:	Peel en Maasvallei	MAP2 (m NAP):	33.76
bedrijven:		MIP2 (m NAP):	33.41
oppervlakte (m²):	185520	toetsingspeil (m NAP):	33.85



2. Water aan- en afvoer in huidige situatie

in	WATAK (m3/s)	uit	WATAK (m3/s)
sluis 16 Weert		sluis 15 Nederweert	
afvoer via Lozen	10		

3. Kenmerken stedelijke afvoeren

naam	stelsel	m ²	overstort hoogte	naam	stelsel	m ²	overstort hoogte

4. Toekomstig (gewenste) aan- en afvoeren

in	uit

5. Opmerkingen:

--

VII

BIJLAGE: OVERZICHTSTABEL STEDELIJKE AFVOEREN

locatie	vergunninghouder	adres	omschrijving lozing	ø mm	type GM/GS/VGS	opp. verhard (ha)	berging (mm)	poc (mm/h)	overstorthoogte (m NAP)	opmerkingen	X	Y	km
WHK													
SLUIS I													
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Denariusstraat	oppervlaktewater	2x 700 mm	OPP		75.8			5.7 afvoer bosgebied en verschillend overstorten 1257000 m3/jaar (cf vergunning) en hemelwater terrein 14 ha, 10 ha verhard?	119814	404540	8,600
Oosterhout	Tata Steel	Denariusstraat	hemelwater		GS		10				120594	404306	9,442
Oosterhout	Rodenburg	Denariusstraat	hemelwater										
Oosterhout		Wilhelminakanaal-Noord	hemelwater				0.5			oud jamin terrein			
Oosterhout	Dohler	Wilhelminakanaal-Zuid	hemelwater		GS		3.3			Dohler	117512	405367	6,100
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Esdoornlaan / WHK-Noord	rioolwater		600 GM		9.1			zie VGRP Oosterhout rioleringskaart 03/14688 3349u 602	119310	404729	8,100
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Hoeveneind	hemelwater		700 VGS					5.48 m3 piek			
										5.74			
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Meerpaal / WHK-Zuid	hemelwater		600 VGS		8.1			5.4 oude vergunning WS BD 03/14689: verhard opp 81000 m2	118928	404785	7,701-7,731-7,763
Oosterhout	gemeente Oosterhout	J. de Wittstr/WHK-Noord	rioolwater		600 GM		3.7			0826A-KL3243U 03/14688 verg WS BDF overstort gem	118740	404885	7,485
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Eikdijk / WHK-Zuid	hemelwater??		600 VGS		8			5.54 stelsel 312 m3 piekmissie	118685	404851	7,440
Oosterhout	Waterschap Brabantse Delta	Paterserf	oppervlaktewater		OPP					5.45 frequentie 1maal per jaar max.1088 m3 (WS BD 03/14689)			
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Bouwlingstraat	oppervlaktewater met afsluiter		315 OPP								
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Duigendreef	oppervlaktewater met afsluiter of pomp		200 OPP								
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Brandaris	hemelwater		400 VGS					5.4			
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Damloper	hemelwater	2x 400	VGS/OPP					5.31			
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Galjoen	Bergbezinkbassin oppervlaktewater met		GM		2.87			zie VGRP Oosterhout rioleringskaart 458 kg CZV/jr 3300 m3/jaar	117035	406197	5,100
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Korvet	pomp		300 OPP								
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Jaagpad	hemelwater		300 VGS					3.46			
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Houthaven											
Oosterhout	gemeente Oosterhout	Duigendreef 7	hemelwater		GS		3.5			zie VGRP Oosterhout en tabel WS BD (0826A-Y8848U)	117839	405550	6,440
Oosterhout	gemeente Oosterhout	WHK-Zuid 116	VGH hemelwater		VGS		4.1			frequentie 1maal per jaar komt uit invent. 1999 907u	119395	404658	7,871
SLUIS II													17,200
Tilburg (/Dongen)	gemeente Tilburg	Albionstraat	hemelwater milieustr		GS		1.5			hemelwater afkomstig van 1,5 ha milieustraat 600 m3/h max	130382	399353	20,100
SLUIS III													20,250
Tilburg	Gemeente Tilburg				VGS		17			4 lozingpunten cap. Berekend: 104454 m3/j VGS			22,787
Tilburg	vml Verbuntterrein			800 mm			6			Verbuntterrein bebouwing gesloopt mogelijke ontw woonwijk	134565	398779	24,436
Tilburg	Centaurusvijver en vijver Loven	Industriehaven Loven	2 vijzelgemalen (max. 0,4 m3/s)		GS		161			overtollig neerslagwater industrieterrein Centaurusweg en Loven 2x 0,2m3/s	135124	398211	25,100
Hilvarenbeek (Haghorst)	gemeente Hilvarenbeek	Overstort Haghorst	lozing VIS		VIS		5.16	8.82	0.55	13.4 St. Josephstraat Haghorst 2,73 ha 2xp/j overstorten	142448	389872	36,850
SLUIS IV													36,900
Oirschot				700 mm			4			Verder geen gegevens: schatting 3 ha	151006	390130	45,435

Beatrixkanaa

Item	Value
ZWV	
SLUIS 0	121,350

SLUIS	
SCHIJNDEL	111,150

Veghel	DMV International Campina	FrieslandCampina	via verzamelput K13	1000 mm	GS	8			hemelwater afkomstig van terrein DMV (daken e.d.)			
Veghel	Mars Nederland BV	Industrieterrein de Dubbelen		1000 mm					800m3/h max	164291	402833	104,495
Veghel	gemeente Veghel	Haven industrieterrein	overstort gemeng st		VGS	100			nominaal 2.000 m3/uur(onttrekking uit nieuwe Haven+bronneringswater) 200m3/h over 3x? Volgens GRP Overstort via haven: Taylorweg en	164273	402800	104,506
Veghel		NCB-Laan			GM	25						
Veghel		Wijk West			GM	15.5						
Beek en Donk	gemeente Laarbeek	Koppelstraat 37	hemelwater	300 mm	GS	0.675	13 n.v.t.	13.5	hemelwater afkomstig van Bosscheweg + fietspad + deels	171797	394739	93.765
				300 mm					Een IT-stelsel 440m ø 500 mm met nog 100m sloot.	171757	394793	93.491
				200 mm					Op dit stelsel zitten 3 overstorten	171594	395013	93.423
SLUIS 6												92,900

Helmond	Gemeente Helmond	G010 Rijpelbaan	overstort	GM	3	9	0.7	16.8 meting, brp Hoogeind 2014
Helmond	Gemeente Helmond	BBB 045 Rijpelberg	overstort	GM	62	9	0.7	17.4 meting
Helmond	Gemeente Helmond	BBB 047 Rivierensingel	overstort	GM	60	9	0.7	17.55 meting, Brp Rijpelberg
Helmond	Gemeente Helmond	BBB 048 Gulden AA	overstort	GM	100	14	0.7	15.5 meting, Brp Brouwhuis
Helmond	Gemeente Helmond	BBL 063 Braak	overstort	GM	100	9	0.7	15.5 Quick scan stedelijke wateropgave, oppervlak is verhard en onverhard
Helmond	Gemeente Helmond	BBB 080 De Weijer	overstort	GM	30	9	0.7	17 meting, Quick scan stedelijke wateropgave, oppervlak is verhard en onverhard

Helmond	Gemeente Helmond	Hortensiapark	er	GM						
Helmond	Gemeente Helmond	Smyrnoffstraat	regenwaterafvoer	GM		3				
Helmond	Gemeente Helmond	Breinterlaan	overloop	GM						
SLUIS										
HELMOND										83,800
Helmond	Gemeente Helmond	afgekoppelde weg	160 mm -250	GS	0.3		afstromend hemelwater afkomstig van weg 85-100 m3/h??	175529	388940	86,405
Helmond	Gemeente Helmond						geen verdere gegevens: schatting		85,250 / 85,750	

VIII

BIJLAGE: OVERZICHTSTABEL LOZINGEN

kaart	km	adres	locatie	oeverzijde	vergunning ingevolge	vergunninghouder	omschrijving lozing	buisdiameter mm	onttrekking/ lozing m3/t	opmerkingen	X	Y	
SLUIS 0		121,350											
SLUIS SCHIJNDEL		111,150											
LOZING													
	143	104,506	Industrieterrein de Dubbelen	Veghel	zuid/west	Lozing koelwater	Mars Nederland BV	1000 mm	200 m3/uur	nominaal 2.000 m3/uur(onttrekking uit nieuwe Haven+bronneringswater) 200m3/h over	164273	402800	
ONTTREKKING													
	141		Industrieter. De n.v.t. Dubbelen	Veghel	n.v.t.	Onttrekking t.b.v. koelwater	Mars Nederland BV	koelwater	700 mm	2000 m3/uur	Onttrekking tbv suppletiewater voor 2 verdampingscondensators en als koelwater voor	164076	402432
SLUIS 4		103,600											
SLUIS 5		98,350											
SLUIS 6		92,900											
SLUIS HELMOND		83,800											
LOZING													
	172	85,985	Bakelsedijk 139	Helmond	oostzijde	Lozing	Brabant Water	315 mm	57000 m3/jaar	Waterlozing WOB lozing spoelwater e.d. 57500m3/j	175644	388612	
SLUIS 10		78,200											
SLUIS 11		75,200											
ONTTREKKING													
	180	73,660	Kanaaldijk noord	Someren	westzijde	Onttrekken	Glastuinbouw Kievitsakkers	pompput 2 pompen	95 m3/uur	Gietwaterinstallatie t.b.v. glastuinbouwgebied. 95 m3/h	179382	377243	
SLUIS 12		69,900											
SLUIS 13		67,650											

IX

BIJLAGE: SAMENWERKINGSKAART

In aanvulling op afspraken in het waterakkoord MLNBK 1994

Normaal beheer	Bijzondere omstandigheden	Calamiteitenorganisatie: Coördinatenivo 1 Afstemming & besluitvorming inzet reguliere maatregelen én indien nodig advisering inzet aanvullende maatregelen	Reguliere maatregelen bij wateraanvoer vanuit regionale watersysteem vanaf T1	Aanvullende maatregelen bij wateraanvoer vanuit regionale watersysteem tot T10	Bijdrage aan piekreductie	Indicatie inzetkosten	Extra aanvullende maatregelen bij wateraanvoer vanuit regionale watersysteem tussen T10 en T100	Bijdrage aan piekreductie	Indicatie inzetkosten	Calamiteitenorganisatie: Coördinatenivo 2 en hoger Besluitvorming inzet aanvullende maatregelen
		Bereikbaarheid: Ws de Dommel tel. 0411-618618 Ws Aa en Maas tel. 06-54984315/073-6156666 Ws Brabantse Delta tel. 06-52398094/076-5641000 Rijkswaterstaat tel. 0800-0341 (Nautisch Centrum)	Ws Aa en Maas aanvoer op grote pand > 26 m3/s Ws de Dommel aanvoer op grote pand < 25 m3/s Ws Brabantse Delta aanvoer op pand sluis II-I Wilhelminakanaal > 10 m3/s <i>Maatregelen in willekeurige volgorde</i>	Ws Aa en Maas aanvoer op grote pand > 26 en < 46,5 m3/s Ws de Dommel aanvoer op grote pand = 25 Ws Brabantse Delta aanvoer op pand sluis II-I Wilhelminakanaal > 10 m3/s <i>Maatregelen in willekeurige volgorde (zwart inzetbaar, groen maatregel mogelijk inzetbaar, rood maatregel niet inzetbaar)</i>			Ws Aa en Maas aanvoer op grote pand > 46,5 en < 56 m3/s Ws de Dommel aanvoer op grote pand > 25 en < 33 m3/s Ws Brabantse Delta aanvoer op pand sluis II-I Wilhelminakanaal > 10 m3/s <i>Maatregelen in willekeurige volgorde (zwart inzetbaar, groen maatregel mogelijk inzetbaar, rood maatregel niet inzetbaar)</i>			Bereikbaarheid: Ws de Dommel tel. 0411-618618 Ws Aa en Maas tel. 06-54984315/073-6156666 Ws Brabantse Delta tel. 06-52398094/076-5641000 Rijkswaterstaat tel. 0800-0341 (Nautisch Centrum)
Ws Aa en Maas aanvoer grote pand < 26 m3/s <i>Afvoer via Schabbert < 8 m3/s en aflaatswerken Zuid-Willemsvaart < 18 m3/s</i>	Verwachting Ws Aa en Maas aanvoer grote pand > 26 m3/s	Initiatief afstemming: Centrale wacht Ws Aa en Maas Afstemming met: Piket manager Ws de Dommel en Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat	Voorspuien regionale watersystemen.	A) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet bergingsgebied Groene Peelvallei	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000	B) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4	4	50.000	Initiatief besluitvorming: Ws Aa en Maas voorzitter calamiteitenteam besluitvorming met: Ws de Dommel en Rijkswaterstaat voorzitters calamiteitenteam
			Water vasthouden regionale watersystemen.	D) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet bergingsgebied Diesdonk	7	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	C) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4,Schijnidel.	10	200.000	
			Benutten restcapaciteit ws de Dommel spuiwerken Wilhelminakanaal ¹⁾	E) Ws Aa en Maas extra afvoer van kanalenstelsel door inzet extra capaciteit aflaatwerk Schabbert tot 16 m3/s.	0-8	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	F) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen IV, III en II Wilhelminakanaal	8	100.000	
						H) Reductie aanvoer ws de Dommel op kanalenstelsel; extra water doorvoeren via de Dommel in Eindhoven.	0-?	0		
				J) Reductie aanvoer ws de Dommel; anticiperen op inzet waterbergingsgebieden Valkenswaard (gereed 2015) en Run (nog geen besluitvorming)		7	410.000 winter			
				I) Reductie waterafvoer ws Aa en Maas, anticiperen op inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden (gereed 2015)		3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000			
Ws de Dommel aanvoer grote pand < 25 m3/s <i>Afvoer via aflaatswerken Wilhelminakanaal < 25 m3/s</i>	Verwachting Ws de Dommel aanvoer grote pand > 25 m3/s	Initiatief afstemming: Piket manager Ws de Dommel Afstemming met: Centrale wacht Ws Aa en Maas, coördinatiewacht Ws Brabantse Delta en Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat	Voorspuien regionale watersystemen.	A) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Groene Peelvallei	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000	B) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4	4	50.000	Initiatief besluitvorming: Ws de Dommel voorzitter calamiteitenteam besluitvorming met: Ws Aa en Maas, Ws Brabantse Delta en Rijkswaterstaat voorzitters calamiteitenteam
			Water vasthouden regionale watersystemen.	D) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Diesdonk.	7	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	C) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4,Schijnidel.	10	200.000	
			Benutten restcapaciteit ws Aa en Maas spuiwerken Zuid-Willemsvaart	E) Ws Aa en Maas extra afvoer van kanalenstelsel door inzet extra capaciteit aflaatwerk Schabbert tot 16 m3/s.	0-8	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	F) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen IV, III en II Wilhelminakanaal	8	100.000	
						G) Anticiperen spuien door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluis I Wilhelminakanaal	10?	130.000 ?		
				H) Reductie aanvoer ws de Dommel op kanalenstelsel; extra water doorvoeren via de Dommel in Eindhoven.		0-?	0			
				J) Reductie aanvoer ws de Dommel; anticiperen op inzet waterbergingsgebieden Valkenswaard (gereed 2015) en Run (nog geen besluitvorming)		7	410.000 winter			
				I) Reductie waterafvoer ws Aa en Maas, anticiperen op inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden (gereed 2015)		3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000			
Aanvoer grote pand < 51 m3/s <i>Afvoer via Schabbert < 8 m3/s en aflaatswerken Zuid-Willemsvaart < 18 m3/s en/of aflaatswerken Wilhelminakanaal < 25 m3/s</i>	Verwachting aanvoer grote pand > 51 m3/s	Initiatief afstemming: Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat Afstemming met: Centrale wacht Ws Aa en Maas en piketmanager Ws de Dommel	Voorspuien regionale watersystemen.	A) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Groene Peelvallei	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000	C) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4,Schijnidel.	10	200.000	Initiatief besluitvorming: Rijkswaterstaat voorzitter calamiteitenteam besluitvorming met: Ws Aa en Maas en de Dommel voorzitters calamiteitenteam
			Water vasthouden regionale watersystemen.	D) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Diesdonk.	7	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	F) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen IV, III en II Wilhelminakanaal	8	100.000	
				E) Ws Aa en Maas extra afvoer van kanalenstelsel door inzet extra capaciteit aflaatwerk Schabbert tot 16 m3/s.	0-8	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	J) Reductie aanvoer ws de Dommel; anticiperen op inzet waterbergingsgebieden Valkenswaard (gereed 2015) en Run (nog geen besluitvorming)	7	410.000 winter	
				H) Reductie aanvoer ws de Dommel op kanalenstelsel; extra water doorvoeren via de Dommel in Eindhoven.	0-?	0				
				I) Reductie waterafvoer ws Aa en Maas, anticiperen op inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden (gereed 2015)	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000				
Aanvoer ws Brabantse Delta Wilhelminakanaal pand sluis I - sluis II < 10 m3/s	Verwachting aanvoer ws Brabantse Delta Wilhelminakanaal pand sluis I - sluis II > 10 m3/s	Initiatief afstemming: Coördinatiewacht Ws Brabantse Delta Afstemming met: Centrale wacht Ws Aa en Maas en piket manager Ws de Dommel, Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat	Voorspuien regionale watersystemen.				B) Anticiperen spuien door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4 Zuid-Willemsvaart	4	50.000	Initiatief besluitvorming: Ws Brabantse Delta voorzitter calamiteitenteam besluitvorming met: Ws Aa en Maas, de Dommel, Rijkswaterstaat voorzitters calamiteitenteam
			Water vasthouden regionale watersystemen.			C) Anticiperen spuien door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen 6,5,4,Schijnidel Zuid-Willemsvaart.	10	200.000		
			Benutten restcapaciteit ws Aa en Maas spuiwerken Zuid-Willemsvaart							
Onbelemmerde afvoer ws Aa en Maas aflaatwerk Poeldonk (Zuid-Willemsvaart) <i>Afvoer via aflaatwerk Poeldonk ≤ 21 m3/s</i>	Verwachting afvoercapaciteit ws Aa en Maas aflaatwerk Poeldonk (Zuid-Willemsvaart) < dan benodigde capaciteit	Initiatief afstemming: Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat of centrale wacht Ws Aa en Maas Afstemming met: Centrale wacht Ws Aa en Maas en piketmanager Ws de Dommel, Calamiteitencoördinator NAT Rijkswaterstaat	Voorspuien regionale watersystemen.	A) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Groene Peelvallei	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000	F) Anticiperen waterafvoer door sluiskolken/vooraankondiging scheepvaartstremming sluizen IV, III en II Wilhelminakanaal	8	100.000	Initiatief besluitvorming: Rijkswaterstaat of Ws Aa en Maas voorzitters calamiteitenteam besluitvorming met: Ws Aa en Maas en de Dommel voorzitters calamiteitenteam
			Water vasthouden regionale watersystemen.	D) Reductie aanvoer ws Aa en Maas; anticiperen op inzet waterbergingsgebied Diesdonk.	7	zomer tot 400.000 winter tot 50.000	J) Reductie aanvoer ws de Dommel; anticiperen op inzet waterbergingsgebieden Valkenswaard (gereed 2015) en Run (nog geen besluitvorming)	7	410.000 winter	
			Benutten restcapaciteit ws de Dommel spuiwerken Wilhelminakanaal ¹⁾	E) Ws Aa en Maas extra afvoer van kanalenstelsel door inzet extra capaciteit aflaatwerk Schabbert tot 16 m3/s.	0-8	zomer tot 400.000 winter tot 50.000				
				H) Reductie aanvoer ws de Dommel op kanalenstelsel; extra water doorvoeren via de Dommel in Eindhoven.	0-?	0				
				I) Reductie waterafvoer ws Aa en Maas, anticiperen op inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden (gereed 2015)	3	zomer tot 130.000 winter tot 17.000				

Disclaimer: De afspraken op deze kaart zijn in aanvulling op het Waterakkoord Midden-Limburgse en Noord-Brabantse Kanalen uit 1994. De waterbeheerders zijn verantwoordelijk voor het water uit het regionale watersysteem (wettelijk aansprakelijk). Als er bij inzet van maatregelen sprake is van inzetkosten komen deze voor rekening van de belanghebbende waterbeheerder. Voor een bui die minder vaak dan eens in de 100 voorkomt bevat deze afsprakenkaart onvoldoende maatregelen.

1) Afspraak ws Aa en Maas en Dommel maart 2013: In overleg met ws de Dommel en Rijkswaterstaat kan ws Aa en Maas in een frequent voorkomende situatie gebruik maken van de restcapaciteit van de spuiwerken langs de sluisen in het Wilhelminakanaal totdat ws de Dommel zelf gebruik wil maken deze capaciteit. De afspraak is gemaakt ondervoorbehoud van nog te maken afspraken over het verrekken van kosten beheer & onderhoud. In een situatie die eens in 100 voorkomt maakt ws Aa en Maas geen aanspraak op doorvoercapaciteit van het Wilhelminakanaal.

