RAPPORT

Update overall watervergunning Markiezaten Bergen op Zoom

Klant: Gemeente Bergen op Zoom

Referentie: BI1684-MI-RP-240703-0836

Status: Definitief/2

Datum: 3 juli 2024

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Larixplein 1
[redacted] Eindhoven
Netherlands
Mobility & Infrastructure

+31 88 348 42 50 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Update overall watervergunning Markiezaten Bergen op Zoom
Sub titel:	
Referentie:	BI1684-MI-RP-240703-0836
Uw kenmerk	
Status:	Definitief/2
Datum:	3 juli 2024
Projectnaam:	Click to enter "ProjectName"
Projectnummer:	BI1684
Auteur(s):	[redacted]
Opgesteld door:	[redacted]
Gecontroleerd door:	[redacted]
Datum:	3 juli 2024
Goedgekeurd door:	[redacted]
Datum:	3 juli 2024

Classificatie
Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
2	**Uitgangsdocumenten en afspraken**	**2**
2.1	Uitgangsdocumenten	2
2.2	Afspraken met waterschap	2
3	**Werking totale watersysteem Markiezaten hemelwater**	**5**
4	**Waterberging Markiezaten**	**7**
4.1	Wijziging waterberging	7
4.2	Benodigde waterberging	8
4.3	Beschikbare waterberging	11
5	**Stand van zaken reeds vergunde waterpartijen en kunstwerken**	**13**
6	**Overige kunstwerken**	**16**
6.1	Bodempassages	16
6.2	Stuwvoorzieningen	17
6.3	Overstorten	18
6.4	Bootinlaten/maaisel oplaadplaats	19
6.5	Duikers	19
6.6	Bruggen	20
6.7	Uitstroomvoorzieningen	20
7	**Afspraken beheer en Onderhoud**	**21**

Bijlagen

1 Overzichtstekening Watersysteem Markiezaten, d.d. 3-6-2024, tek.nr. BF5769-101-100-TE-VG-9601, versie 10
2 Waterbergingsberekening
3 Verhardingstekening Markiezaten, stand van zaken februari 2019
4 Tekening bodempassages Markiezaatsweg, d.d. 10-03-2008, tek.nr. W1102-76/D01
5 Detailtekeningen kunstwerken
6 Eisen en randvoorwaarden ‘Inlaadplaats maaiboot en maaisellos- en laadplaats’ (ontvangen van waterschap)
7 Beheerafspraken waterschap Brabantse Delta Markiezaten, 31 mei 2016, kenmerk 16UT000489, incl. rapportage ‘Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet, inclusief rioleringsplan stedelijk gebied’, DHV, kenmerk PD/NH/V-0038 d.d. januari 2009
8 Notitie resultaten first-flush berekeningen Bergen op Zoom, Royal HaskoningDHV, kenmerk BI1684-MI-NT-230727-0942, d.d. 27 juli 2023 en aangepast op 6 juli 2023 t.b.v. watervergunning)
9 Doorspoelprotocol Plaatvliet (Omloop Bergse Plaat), 18-12-2000

1 Inleiding

De gemeente Bergen op Zoom werkt momenteel aan de ontwikkeling De Markiezaten in de gemeente Bergen Op Zoom. De nieuwe ontwikkeling De Markiezaten ligt ten zuiden van het centrum van Bergen op Zoom en ten noorden van de Markiezaatsweg, gelegen aan het natuurgebied Dal van Molenbeek. De nieuwbouwwijk is voorzien van alle dagelijkse voorzieningen, zoals een school met kinderopvang, een sportpark met voetbalvelden, tennisbanen, sportpark en een gezondheidscentrum.
Een deel van Markiezaten is reeds ontwikkeld. Zo zijn de wijk Klaverwei en de sportvelden De Brug en de ontsluitingsweg Markiezaten Noord en Zuid geheel aangelegd; andere wijken zoals De Meander, de Wal en de Terpen zijn deels ontwikkeld.

Het hemelwater afkomstig van deze verharde oppervlakken watert conform de rapportage 'Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet' (DHV, kenmerk: PD/NH/V-0038 januari 2009) al af naar de Centrale waterpartij of naar het oppervlaktewater van de Wal (zie figuur 1 opgenomen in deze rapportage).

Op 5 maart 2021 is een vergunning verleend ingevolge de Keur waterschap Brabantse Delta 2015 (zaaknr. 06[redacted]) op basis van een overall-watervergunning Markiezaten Bergen op Zoom (Royal HaskoningDHV, ref. BF5769_T&P_RP_2010141149 d.d. 14 oktober 2020).
Als basis voor deze overall-watervergunning is de rapportage 'Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet' gehanteerd en aangevuld met een herberekening van de waterberging en de laatste wijzigingen in de inrichting (stand van zaken 2020).

De gemeente Bergen op Zoom heeft eind 2021 Royal HaskoningDHV opdracht gegeven om modelberekeningen uit te voeren zodat meer inzicht wordt verkregen in het functioneren van het integrale stedelijke watersysteem rondom de Plaatvliet. Meer inzicht in het watersysteem was nodig in verband met geplande aanpassingen aan de overstorten van het stamriool en de realisatie van een extra overstort, de zogenaamde First-Flush overstort om stankoverlast te voorkomen. Op basis van deze analyse is gebleken dat de peilen in de Centrale Waterpartij en de Molenbeek en dus ook de beschikbare berging ten opzichte van de huidige verleende overall-watervergunning zijn gewijzigd. Verder is naar voren gekomen dat de beperkende afvoerfactor 'het oppervlaktewater richting de Plaatvliet' voldoende capaciteit heeft om regenwater vanuit Markiezaten en aanliggende wijken in combinatie met afvoer vanuit de Molenbeek zonder problemen af te voeren. Waterschap Brabantse Delta heeft uitgesproken dat op basis hiervan een tekort aan berging in dit geval geen probleem is.

In overleg met het waterschap en de gemeente is daarop besloten om de overall-watervergunning Markiezaten aan te passen aan de laatste situatie. Kunstwerken die in de overall-vergunning van 2020 als nog-te-vergunnen waren opgenomen, zijn als vergund meegenomen in de update.

In deze rapportage wordt ingegaan op de gemaakte afspraken met het waterschap. Aan de hand van een overzichtstekening wordt een korte beschrijving van het totale watersysteem van Markiezaten gegeven. Daarna wordt ingegaan op de uitwerking van de waterberging waarbij de benodigde- en beschikbare berging en de diverse voorzieningen worden besproken. Als laatste wordt kort het beheer en onderhoud besproken.

2 Uitgangsdocumenten en afspraken

2.1 Uitgangsdocumenten

Voor de aanvraag van de watervergunning Markiezaten is uitgegaan van de volgende uitgangsdocumenten:

- Rapportage 'Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet, inclusief rioleringsplan stedelijk gebied', DHV, kenmerk PD/NH/V-0038 d.d. januari 2009. Bijbehorende Rioleringsplan, tekeningen nr. W1102-35/P07G (ontwerp zuid/oost Markiezaten) en W1102-35/P08G (ontwerp noord/west Markiezaten) d.d. 29-12-2008;
- Tekening 'Aanpassen talud spoorsloot', DHV, tekeningnr. W1102-62/B08, d.d. 11-1-2009;
- Tekening 'Watersysteem randweg zuid-west, uitstroomvoorzieningen situatie en details, DHV, tekeningnr. W1102-76/D01, d.d. 10-0.3-2008;
- Revisiegegevens bestaande riolering, ontvangen van gemeente d.d. juli 2021;
- Ontwikkelingsplan De Markiezaten, planontwerp, d.d. 20-12-2018, doc.nr. 249952;
- Inrichtingsplan Meander II, d.d. mei 2021, doc.nr. 250352;
- Verhardingstekening Markiezaten, ontvangen d.d. 4-2-2019;
- Notitie resultaten first-flush berekeningen Bergen op Zoom, Royal HaskoningDHV, kenmerk BI1684-MI-NT-230727-0942, d.d. 27 januari 2023.

2.2 Afspraken met waterschap

In de overleggen gevoerd in 2018, 2019, 2023 en 2024 met het waterschap en de gemeente zijn de volgende afspraken gemaakt met betrekking tot de overall-watervergunning Markiezaten:

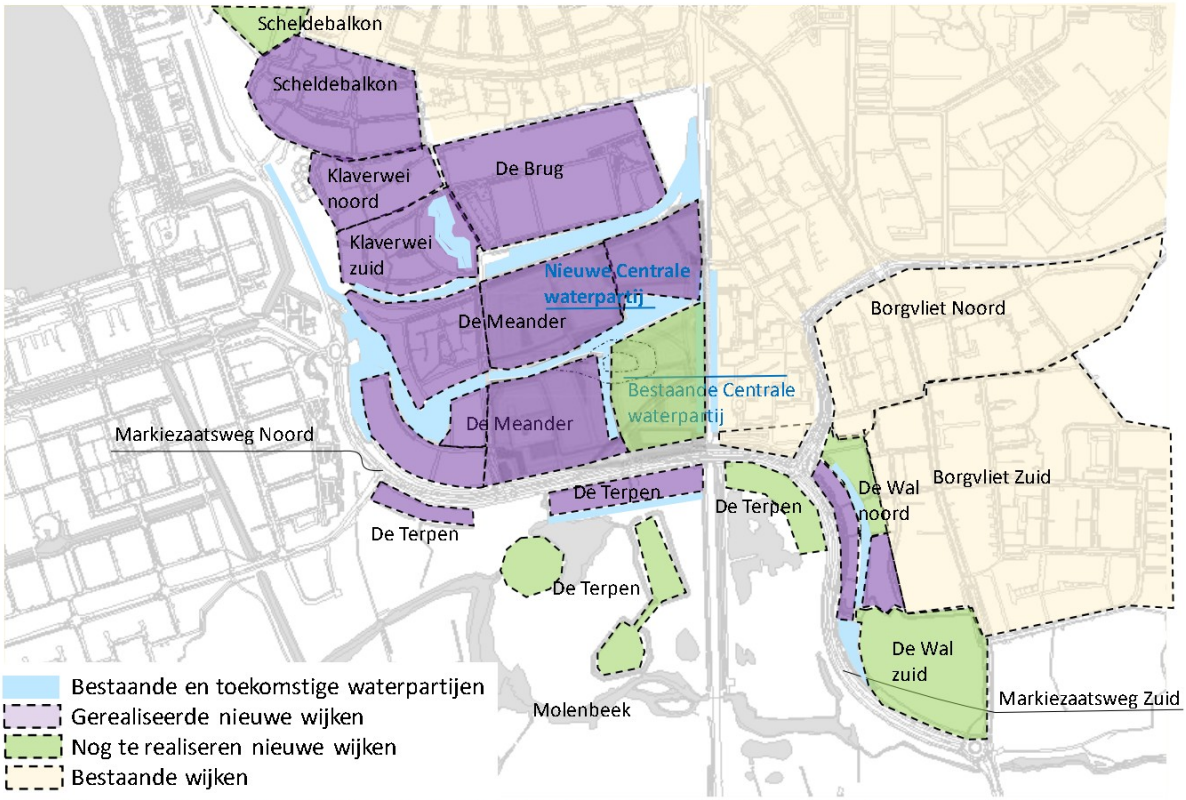
- *Wijze van aanvraag watervergunning Markiezaten*
  Aangezien het plangebied Markiezaten al deels gefaseerd is aangelegd en gefaseerd aangelegd gaat worden, is het gelet op de watervergunningen lastig om overzicht te houden op het watersysteem van Markiezaten. Afgesproken is om de reeds uitgevoerde werkzaamheden maar ook de nog uit te voeren werkzaamheden in Markiezaten vast te leggen in één globale watervergunning. Het waterschap zal hierbij door de gemeente regelmatig op de hoogte worden gehouden van wijzigingen en aanvullingen op het plan.

  Basis voor de watervergunning is de rapportage 'Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet', DHV, kenmerk PD/NH/V-0038 d.d. januari 2009 inclusief de bijbehorende tekeningen nr. W1102-35/P07G (ontwerp zuid/oost Markiezaten) en W1102-35/P08G (ontwerp noord/west Markiezaten) d.d. 29-12-2008.

  In deze watervergunning wordt ervan uitgegaan dat de reeds gerealiseerde delen van Markiezaten bekend zijn bij het waterschap.

- *Uitvoeren herberekeningen waterberging*
  In 2020 is met het waterschap afgesproken om, gezien de wijzigingen in de inrichtingsplannen binnen Markiezaten de afgelopen jaren, een herberekening van de benodigde en beschikbare waterberging uit voeren. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen bestaande wijken en nieuwe gerealiseerde en nog te realiseren wijken. Aangezien de peilen in het watersysteem zijn gewijzigd, wordt in deze update ook de waterberging herzien. In figuur 1 is een overzicht gegeven van de laatste stand van zaken (2024) van de wijken in Markiezaten. De gerealiseerde Markiezaatsweg Noord en Zuid wordt in de herberekening van de waterberging meegenomen.

In 2023 heeft het waterschap op basis van aanvullende modelberekeningen aangegeven dat een tekort aan waterberging geen probleem is, aangezien het ontvangende oppervlaktewater voldoende afvoercapaciteit heeft om het regenwater af te voeren. Aangezien er nog maatwerk nodig is voor de inregeling van de stuwen (Hazen [redacted] is in deze update van de watervergunning uitgegaan van de maximaal mogelijke waterberging.



Figuur 1: Overzicht bestaande wijken, gerealiseerde en nog te realiseren nieuwe wijken (stand van zaken 2024)

Afgesproken uitgangspunten in 2020 daarbij zijn:

- Bergingsberekeningen worden uitgevoerd o.b.v. aangeleverde laatste verhardingstekeningen (aangeleverd door de gemeente in februari 2019).
  Uitgangspunten voor de aangesloten verhardingen hierbij zijn:
  - Gerealiseerde nieuwe wijken worden conform verhardingstekening aangesloten;
  - Voor de nog te realiseren nieuwe wijken wordt een aangesloten verharding gehanteerd van 80% van totaal bruto oppervlak;
  - Bestaande wijken worden conform verhardingstekening aangesloten. Bij de berekening is uitgegaan van een toekomstig afkoppelpercentage van 80%;
  - De ontsluitingsweg Markiezaatsweg Noord en Zuid is van rotonde tot rotonde voor 100% meegenomen.
- Benodigde berging:
  - 60mm voor verharding nieuwe wijken en ontsluitingsweg;
  - 15mm voor verharding bestaande wijken.

  Kanttekening: op basis van modelberekeningen ten behoeve de First-flush overstort (januari 2023, zie bijlage 8) is gebleken dat het oppervlaktewater richting de Plaatvliet voldoende capaciteit heeft om het regenwater *vanuit Markiezaten, de afvoer vanuit de Molenbeek en regenwater vanuit andere wijken, af te voeren zonder dynamisch te bergen. In dat kader heeft het waterschap aangegeven dat een tekort aan waterberging in Markiezaten geen probleem is.*

Royal HaskoningDHV

- Nieuwe Centrale waterpartij wordt meegenomen in bergingsberekening. Nieuwe Centrale waterpartij conform Inrichtingsplan Meander II, d.d. 26-6-2019, doc. nr. 250352.

- *Voorwaarde waterschap afvoer Borgvliet Noord*
  Conform afspraak met het waterschap dient de hemelwaterafvoer van de wijk Borgvliet Noord direct via een uitlaat op het oppervlaktewater De Wal noord en zuid op de Molenbeek aangesloten te worden. De Centrale waterpartij wordt daarmee ontlast.

- *Wijziging status C-watergang naar A-watergang*
  In overleg met het waterschap en de gemeente is in januari 2024 afgesproken om de status van het oppervlaktewater De Wal noord en zuid (Goudbaard) te wijzigen van een C-watergang naar een A-watergang. Door de wijziging van de afvoerrichting van het hemelwater van Borgvliet Noord naar de Wal noord en zuid wordt er voldoende verhard oppervlak aangesloten om de status van betreffend oppervlaktewater te wijzigen. Met de gemeente is afgesproken dat, voordat het onderhoud van deze wateren overgaat naar het waterschap, enkele aantal zaken herstelt (schanskorven) danwel aangepast (noordelijke bootinlaat) dient te worden.

- *Wijziging status B-watergang naar A-watergang*
  Naar aanleiding van de wijziging van de status van bovenstaande C-watergang naar een A-watergang, zal ook de status van de aansluitende zuidelijke deel van de B-watergang aan de westzijde van de Markiezaatsweg aangepast worden. Met het waterschap is afgesproken om de status van dit stukje B-watergang om te zetten naar een A-watergang.

- *Functionele omschrijving van kunstwerken*
  Waterschap heeft aangegeven dat in vergunningen meer gestuurd wordt op functionele omschrijving van kunstwerken. Er wordt bij bijvoorbeeld duikers niet meer gestuurd op bijvoorbeeld afmetingen maar op voldoende afvoercapaciteit. Dit geldt voor alle kunstwerken binnen het plangebied. Met het waterschap is kortgesloten deze werkwijze voor dit plangebied toe te passen.

- *Aanpassing Centrale waterpartij in de Meander*
  De Centrale waterpartij in de Meander is ten opzichte van de eerdere situatie door de nieuwe ontwikkelingen aangepast qua ligging. Door deze wijziging zullen delen van A en B-watergangen en twee duikers komen te vervallen.

- *Inregeling stuwen noordelijke en zuidelijke watersysteem*
  Momenteel zijn de instellingen van de stuwen van het noordelijk en het zuidelijke watersysteem nog niet op elkaar afgestemd. Met het waterschap is afgesproken (januari 2023) dat maatwerk nodig is voor de regeling en sturing van de stuwen en het vasthouden en afvoeren van stedelijk water. In de toekomst dient nader te bekeken te worden hoe het watersysteem in de praktijk functioneert en hoe hierop gestuurd kan worden. De inregeling van de stuwen is geen onderdeel van deze watervergunning.

- *Verhogen overstortdrempel waterpartij Klaverwei (D)*
  Met het waterschap is afgesproken om de overstortdrempel van de waterpartij Klaverwei (D) te verhogen van NAP +0,6m naar NAP +1,1m in verband met het creëren van extra waterberging. Het verhogen van de drempel heeft geen effect op de laag gelegen delen in Markiezaten.

3 Werking totale watersysteem Markiezaten hemelwater

In bijlage 1 is een overzicht gegeven van het huidige en toekomstige watersysteem van Markiezaten. Op deze tekening zijn zowel de bestaande- als de toekomstige oppervlaktewateren en watergangen aangegeven. In principe zal het hemelwater afkomstig van de verhardingen in de nieuwe gerealiseerde en nog te realiseren wijken voor 100% afwateren op het oppervlaktewater binnen de Markiezaten. De hemelwaterafvoer van de verhardingen van de bestaande wijken (Zeekant, Het Fort, Plan Langeweg, Glacis, Guido Gezellelaan en Borgvliet Noord en Zuid) is momenteel voor een deel (ca. 40%, stand van zaken juli 2023) aangesloten op het oppervlaktewater binnen de Markiezaten. Bij de bergingsberekeningen (zie paragrafen 4.2 en 4.3) is rekening gehouden met een toekomstig afkoppelpercentage van 80% voor de bestaande wijken.

Het hemelwater van zowel nieuwe- als bestaande oppervlakken zal geborgen worden *of* in de noordelijke waterpartijen (bijlage 1: A t/m F, I en J) *of* in de zuidelijke waterpartijen (bijlage 1: G en H) en in en rondom de Molenbeek. De noordelijke- en zuidelijke waterpartijen zijn twee aparte watersystemen die middels stuwen ingeregeld kunnen worden en zo vertraagd kunnen afvoeren op de Plaatvliet richting het Schelde-Rijnkanaal. De maximale afvoer op de Plaatvliet is daarbij 3,25m3/s bij een maximale snelheid van 0,3m/s. Deze maximale afvoer is ontworpen op de afvoer van het stedelijk en landelijk gebied waarbij rekening is gehouden met doorspoeling van de afvalwaterpersleiding en de calamiteitenleiding.
Momenteel zijn de instellingen van de stuwen van het noordelijk en het zuidelijke watersysteem nog niet op elkaar afgestemd. Met het waterschap is afgesproken (januari 2023) dat maatwerk nodig is voor de regeling en sturing van de stuwen en het vasthouden en afvoeren van stedelijk water. In de toekomst dient nader te bekeken te worden hoe het watersysteem in de praktijk functioneert en hoe hierop gestuurd kan worden.
Door extra uitgevoerde modelberekeningen is verder inzicht verkregen in het functioneren van het integrale stedelijke watersysteem rondom de Plaatvliet. Uit de berekeningen komt naar voren dat het oppervlaktewater richting de Plaatvliet voldoende capaciteit heeft om het regenwater vanuit Markiezaten, de afvoer vanuit de Molenbeek en regenwater vanuit andere wijken, af te voeren.
Omdat het oppervlaktewater voldoende capaciteit heeft, is door het waterschap uitgesproken dat een tekort aan berging geen probleem is. Voor de achtergrond van deze berekeningen wordt verwezen naar de notitie ‘Resultaten first-flush berekeningen Bergen op Zoom’ in bijlage 8.

De noordelijke waterpartijen (Klaverwei (D, E), water sportvelden (F) en waterpartijen rondom het spoor (I, J)) komen uit in de Centrale waterpartij (A). Het peil en de berging in de Centrale waterpartij wordt gestuurd door middel van een automatische stuw (stuw Hazen) aan de westzijde van de Centrale waterpartij. Het streefpeil in de Centrale waterpartij is ingesteld op een hoogte van NAP +0,2m. Het water in de Centrale waterpartij en omliggende waterpartijen wordt door de automatische stuw maximaal opgezet tot een peil van NAP +0,6m (maximale stuwhoogte stuw Hazen NAP +1,0m). Het peil kan niet hoger opgezet worden in verband met lage overstorthoogten vanuit het bestaande stelsel aan de Langeweg. Dit geldt niet voor de waterpartij Klaverwei (D). Deze waterpartij staat niet direct in contact met lage overstorthoogten. Om extra waterberging te creëren is besloten op de bestaande stuw in waterpartij Klaverwei (D) te verhogen van NAP +0,6m naar NAP +1,1m.

De zuidelijke waterpartijen (waterpartijen ten westen van De Wal, G en H) zijn met elkaar en met de Molenbeek verbonden middels duikers. Het streefpeil in de zuidelijke waterpartijen is voor het noordelijk deel (G) ingesteld op een hoogte van NAP +0,87m; middels een vaste drempel aan de zuidzijde van deze waterpartij wordt het water maximaal opgezet tot een peil van NAP +1,1m. De huidige stuwvoorziening (NAP +1,3m) dient hierop nog aangepast te worden. De zuidelijke waterpartij ten westen van De Wal (H) heeft een streefpeil van NAP +0,56m; het water kan maximaal opgezet worden tot een peil van NAP +0,8m (stuwhoogte stuw net voor instroom op de Molenbeek).

Royal HaskoningDHV

Het hemelwater afkomstig van de ontsluitingsweg Markiezaten Noord en Zuid wordt in verband met de verwachte mindere kwaliteit van het hemelwater via een bodempassage afgevoerd naar het oppervlaktewater. De hemelwaterafvoer van de Markiezaatsweg heeft/krijgt een drietal uitlaten welke direct zijn aangesloten op een bodempassage. Het noordelijke deel van de rijbaan is aangesloten op bodempassage 1 (zie bijlage 1), een ondiepe laagte begroeid met riet welke uitkomt in de Centrale waterpartij (B). Het middendeel van de Markiezaatsweg is via bodempassage 2, een smalle watergang aan de zuidzijde van de Markiezaatsweg begroeid met riet, middels een stuw aangesloten op de spoorsloot in de Terpen. De stuw richting de spoorsloot dient nog aangelegd te worden. Het oostelijke deel van de Markiezaatsweg wordt via bodempassage 3 aangesloten op de waterpartij Wal zuid (H). Deze bodempassage dient nog aangelegd te worden. Voorstel is om deze laatste bodempassage uit te voeren als een lavakoffer waarin het water gezuiverd kan worden.

De helofytenfilter (riet) in bodempassages 1 en 2 zorgt ervoor dat vaste deeltjes in het hemelwater bezinken. Daarnaast zorgt het riet voor een goed leefklimaat voor bacteriën die in de bodem leven. De bacteriën zuiveren vervolgens het hemelwater door voedingsstoffen te onttrekken. In de lavakoffer zorgt de lava voor het goede leefklimaat voor bacteriën.

Het waterpeil in de Molenbeek wordt middels de stuw Akkerman jaarrond automatisch gestuurd op een hoogte van NAP +0,5m. Stuw Akkerman heeft een keerconstructie die maximaal tot een hoogte van NAP +1,5m ingesteld kan worden. Gezien het kwelgebied in de Terpen is echter voor de waterbergingsberekening gerekend met een opzet van NAP +0,5m tot een peil van NAP +0,8m. De stuwtjes die het kwelgebied scheiden van de Molenbeek zijn ingesteld op een hoogte van NAP +0,8m. Indien het water in de Molenbeek en omgeving boven dit peil stijgt, zal het kwelgebied mee gaan bergen. In deze extreme situaties zal dit worden geaccepteerd.

De twee spoorsloten parallel aan het spoor in de Terpen liggen niet in het kwelgebied en worden middels een tweetal stuwen gestuwd tot een peil van NAP +0,52m. Aangezien de insteek van de taluds van deze spoorsloten op een minimale hoogte van NAP +0,8m ligt, zal er geen kwelwater over maaiveld afstromen via deze spoorsloten.

Het waterschap heeft aangegeven dat middels de stuw Akkerman het peil in de Molenbeek in ieder geval 10cm boven het peil van de Plaatvliet wordt ingesteld.

Gezien de beperkte berging in de Centrale waterpartij heeft het waterschap in 2020 de voorwaarde gesteld dat het hemelwater van wijk Borgvliet Noord afgeleid en afgevoerd moet worden naar de zuidelijke waterpartijen (waterpartijen ten westen van de Wal, I en J). Deze omleiding van het water zorgt ervoor dat de waterberging binnen de Markiezaten beter verdeeld wordt over de waterpartijen noord en zuid. Zoals aangegeven wordt de vaste drempel (huidig op NAP +1,3m) tussen de twee zuidelijke waterpartijen daarbij verlaagd naar een peil van NAP +1,1m. Daarnaast zal de bestaande afvoer naar de Centrale waterpartij van deze wijk als noodoverstort gaan werken. Hiervoor wordt een extra drempel op een hoogte van NAP +1,3m in een put richting de Centrale waterpartij aangebracht (zie bijlage 1). Momenteel is de gemeente deze werkzaamheden aan het voorbereiden.

Daarnaast heeft de gemeente het plan om de Centrale waterpartij ook middels een andere verbinding (stuw en duiker onder de Markiezaatsweg) te verbinden met de westelijke bestaande spoorsloot parallel aan het spoor. Het plan is om daarvoor de bestaande duiker (ø800mm) onder de Markiezaatsweg in combinatie met een stuwvoorziening (NAP +0,8m) te gebruiken. Om afvoer richting de spoorsloot mogelijk te maken, zal het bestaande riool ten noorden van de Terpwoningen (t.p.v. Oostmoer) aangepast worden.

4 Waterberging Markiezaten

4.1 Wijziging waterberging

In de watervergunning van 5 maart 2021 (zaaknr. 06[redacted]) zijn de volgende punten reeds opgenomen:

- In verband met nieuwe ontwikkelingen in de wijk Meander is het Ontwikkelingsplan De Markiezaten (d.d. 20-12-2018, doc.nr. 249952) aangepast. Naar aanleiding van het opgestelde inrichtingsplan Meander (deelgebied ten oosten van de Zuiderdreef) d.d. 26 juni 2019 is de vorm van de bestaande Centrale waterpartij aangepast. De wijziging is als toekomstig wateroppervlak opgenomen in bijlage 1 (Overzicht watersysteem). Door deze wijziging van de Centrale waterpartij zullen delen van A- en B-watergangen komen te vervallen en twee duikers worden verwijderd. De afvoer van deze vervallen watergangen zal worden opgevangen en gecompenseerd door de Centrale waterpartij en de westelijke spoorsloot.
- Het nieuwe wateroppervlak van de Centrale waterpartij ten oosten van de Zuiderdreef is meegenomen in de waterbergingsberekening. Hierbij is de waterlijn als bovenoppervlak meegenomen in de berekening; de extra berging in de taluds van deze waterpartij is hierdoor niet meegerekend in de berekening.
- De Centrale waterpartij ten oosten van de Zuiderdreef is gelijk gebleven en zal niet worden gewijzigd.

Naar aanleiding van aanvullende modelberekeningen (zie bijlage 8) en in overleg met het waterschap zijn extra wijzigingen doorgevoerd aan het watersysteem die van invloed zijn op de waterberging. Zo wordt ten opzichte van de eerdere vergunning een lager streefpeil gehanteerd in de Centrale waterpartij maar door lage overstortdrempels in het rioolstelsel in Langeweg is er minder waterberging in deze- en aanliggende waterpartijen beschikbaar. Verder wordt ten behoeve voorkomen van verdroging een hoger streefpeil in de Molenbeek (stuw Akkermans) gehanteerd. Hierdoor is minder berging beschikbaar.
Hieronder de wijzigingen in het peilbeheer en in de waterberging ten opzichte van de watervergunning van 5 maart 2021:

- Stuw Hazen (Centrale waterpartij): automatische stuw wordt gestuurd op een peil van NAP +0,2m. Een maximale peilopzet is mogelijk tot NAP +0,6m bij piekbuien (tijdelijke situatie) zonder dat er wateroverlast in de laaggelegen wijk Langeweg optreedt.
  In eerder verleende watervergunning was voor stuw Hazen een streefpeil van NAP +0,3m opgenomen met een maximaal peilopzet tot NAP +1,1m. Door de wijzigingen in het peilbeheer is er minder waterberging in de Centrale waterpartij aanwezig.
- Stuw Akkerman (Molenbeek): automatische stuw wordt gestuurd op een peil van NAP+0,5m. Een peilopzet tot maximaal NAP +0,8m is mogelijk zonder dat vermenging van kwelwater met beekwater plaatsvindt.
- De noordelijke waterpartijen (Klaverwei (D, E), de waterpartijen nabij sportvelden (F), de waterpartijen rondom het spoor (I, J)) en de ondiepe verlengde Centrale waterpartij (C) komen uit in de Centrale waterpartij. Het peil en de berging in de Centrale waterpartij wordt gestuurd middels de automatische stuw (stuw Hazen) aan de westzijde van de Centrale waterpartij. Door de wijziging in de maximale stuwhoogte in de Centrale waterpartij naar NAP +0,6m wordt zonder aanvullende voorzieningen in deze waterpartijen minder of geen waterberging gerealiseerd.
  Voor de waterpartij Klaverwei (D) is besloten om de bestaande stuwconstructie aan de zuidzijde aan te passen van NAP +0,6m naar NAP +1,1m waardoor er meer water geborgen kan worden. Aangezien deze waterpartij geen directe verbinding heeft met de laag gelegen delen in Markiezaten zal deze opstuwing niet tot problemen leiden.

Met het waterschap is afgesproken dat maatwerk nodig is voor de regeling en sturing van de stuwen Hazen [redacted] en het vasthouden en afvoeren van stedelijk water. In de toekomst dient nader te bekeken te worden hoe het watersysteem in de praktijk functioneert en hoe hierop gestuurd kan worden. Voor de update van de watervergunning wordt vooralsnog uitgegaan van bovenstaande stuwinstellingen.

4.2 Benodigde waterberging

In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in de benodigde waterberging in Markiezaten op basis van de beleidsregels van waterschap Brabantse Delta en de laatste stuwinstellingen van de stuwen Hazen [redacted] Op basis van aanvullende modelberekeningen en afvoercapaciteit van het ontvangende oppervlaktewater is gebleken dat er in principe geen waterberging benodigd is aangezien de afvoercapaciteit en de bergingscapaciteit van het ontvangende oppervlaktewater voldoende is. Het waterschap ziet een tekort aan waterberging als geen probleem in dit geval. Normaal gesproken dient er bij nieuwe ontwikkelingen/afkoppelen van bestaand verhard oppervlak in principe waterberging aangelegd te worden om het ontvangende oppervlaktewater van het waterschap te ontlasten. In dit geval is dat niet aan de orde omdat het ontvangende oppervlaktewater voldoende capaciteit heeft. Waterberging kan echter wel voor andere redenen zoals waterkwaliteit en doorspoeling ingezet worden. Het bestaande doorspoelprotocol van de Plaatvliet (Omloop Bergse Plaat) is toegevoegd in bijlage 9. Een nadere afstemming tussen waterschap en gemeente hierover dient nog plaats te vinden.

Volgens de beleidsregels van waterschap Brabantse Delta is voor de toename van verhard oppervlak een watercompensatie benodigd van 600m3 per hectare extra verhard oppervlak (60mm per m2). Deze beleidsregel geldt voor de nieuwe wijken in de ontwikkeling De Markiezaten en het oppervlak van de Markiezaatsweg Noord en Zuid. Naast de nieuwe wijken watert ook een deel van de bestaande wijken ten noorden van Markiezaten af op de waterbergingen in het plangebied. Voor deze verhardingen zijn afspraken gemaakt met betrekking tot de benodigde waterberging. In overeenstemming met het waterschap is in 2020 afgesproken om 15mm per m2 bestaand aangesloten verhard oppervlak mee te nemen in de benodigde waterberging.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de aangesloten verhardingen. Hierbij is gerekend met een percentage aangesloten verhardingen van de nieuwe wijken van 100%. Voor de bestaande wijken is voor de aangesloten verhardingen gerekend met een percentage van 80%. Momenteel (stand van zaken oktober 2023) wordt ca. 40% van de verhardingen afgevoerd naar de Centrale waterpartij. Het afvoerend verhard oppervlak van de nieuwe wijken is berekend op 33,27ha; het afvoerend verhard oppervlak van de bestaande wijken is uitgaand van een afkoppelpercentage van 80% 86,4ha. De her in te richten deelwijk Scheldebalkon valt in dit geval onder de nieuwe wijken (Scheldebalkon is een deelgebied van de wijk Zeekant).

Tabel 1: Overzicht aangesloten verhardingen

Wijk ***	Verhard oppervlak [ha]	Percentage toekomstig aangesloten	Afvoerend verhard oppervlak [ha]	Aangesloten op Markiezaten
Nieuwe wijken				
Klaverwei	1,89	100%	1,89	Noord
De Brug (sportvelden)	2,49	100%	2,49	Noord
De Meander	11,87	100%	11,87	Noord
De Terpen	5,43	100%	5,43	Zuid
Markiezaatsweg noord	1,08	100%	1,08	Zuid
Markiezaatsweg zuid	0,95	100%	0,95	Zuid
Laan van Borgvliet	0,75	100%	0,75	Zuid
De Wal	4,69	100%	4,69	Zuid
Scheldebalkon*	4,12**	100%	4,12	Noord
Totaal	*33,27*		*33,27*	
Bestaande wijken				
Zeekant*	16,79	80%	13,43	Noord
Het Fort	16,25	80%	13,00	Noord
Plan Langeweg	11,60	80%	9,28	Noord
Glacis	17,50	80%	14,00	Noord
G. Gezellelaan	22,16	80%	17,73	Noord
Borgvliet Noord	9,94	80%	7,95	Zuid
Borgvliet Zuid	13,77	80%	11,01	Zuid
Totaal	*108,01*		*86,40*	

*Scheldebalkon is onderdeel van wijk Zeekant. In wijk Zeekant is het verhard oppervlak van Scheldebalkon afgetrokken.
**Verhard oppervlak op basis van bestaande situatie.
***Voor de ligging van de wijken wordt verwezen naar de kaart in bijlage 1

Zoals aangegeven wordt het hemelwater van zowel nieuwe- als bestaande oppervlakken geborgen *of* in de noordelijke waterpartijen *of* in de zuidelijke waterpartijen en in en rondom de Molenbeek. Aangezien de waterpartijen als verhard oppervlak worden gezien, worden deze oppervlakken in de waterbergings-berekeningen meegenomen. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de oppervlakken van de waterpartijen binnen de Markiezaten onderverdeeld in noord en zuid.

Tabel 2: Overzicht oppervlak waterpartij

Oppervlaktewater	Oppervlakte [ha]
Markiezaten Noord	
A. Centrale waterpartij oost	1,20
B. Centrale waterpartij west	1,11
C. Verlengde centrale waterpartij	0,14
D. Klaverwei noord	0,47
E. Klaverwei zuid	0,21
F. Water sportvelden	0,73
I. Waterpartij ten westen van spoor	0,25
J. Waterpartij ten oosten van spoor	0,09
Totaal Markiezaten Noord	*4,20*
Markiezaten Zuid	
G. De Wal noord	0,28
[redacted] zuid	0,22
Totaal Markiezaten Zuid	*0,50*

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de benodigde waterberging op basis van de beleidseisen van het waterschap waarbij een splitsing is gemaakt in berging noord en berging zuid.

Tabel 3: Overzicht benodigde waterberging o.b.v. beleidseisen van het waterschap

	Markiezaten Noord [ha]	Markiezaten Zuid [ha]	Benodigde berging [mm]	Benodigde berging Noord [m3]	Benodigde berging Zuid [m3]	Totaal benodigde berging [m3]
Nieuwe wijken *	20,38	12,90	60	12.226	7.738	19.964
Bestaande wijken	67,44	18,96	15	10.116	2.845	12.960
T.b.v. oppervlakte water	4,20	0,5	60	2.520	300	2.820
Totaal	**92,02**	**30,96**		**24.862**	**10.882**	**35.744**

*Inclusief oppervlak Markiezaatsweg Noord en Zuid van rotonde tot rotonde

4.3 Beschikbare waterberging

Een overzicht van de beschikbare waterberging binnen de noordelijke- en zuidelijke waterpartijen is gegeven in tabel 4. In bijlage 2 is de gedetailleerde waterbergingsberekening opgenomen. Hierin is tevens de stand van zaken met betrekking tot de aangebrachte verhardingen en de waterpartijen opgenomen. Bij de bepaling van de beschikbare waterberging in de Molenbeek en omgeving is berging in het kwelgebied niet meegenomen.

In verband met het gewijzigde streefpeil en maximale peilopzet in de Centrale waterpartij, wordt er zonder aanvullende voorzieningen geen extra berging gecreëerd in de waterpartij verlengde Centrale waterpartij (C) en waterpartij Klaverwei (D). Hetzelfde geldt voor de waterpartij De Wal noord (G). In verband met de toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem waarbij drempels worden verlaagd en verwijderd, wordt er geen extra waterberging gevonden in deze waterpartij. Voor de waterpartij Klaverwei (D) is besloten om de zuidelijke stuwvoorziening op te zetten van NAP +0,6m naar NAP +1,1m waardoor er extra berging wordt gecreëerd. Voor de andere waterpartijen is besloten om geen aanvullende voorzieningen te treffen.

Tabel 4: Beschikbare waterberging

Oppervlaktewater	Beschikbare waterberging [m³]	Opmerkingen
Markiezaten Noord		
A. Centrale waterpartij oost	4.788	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
B. Centrale waterpartij west	4.455	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
C. Verlengde centrale waterpartij	-	Er worden geen aanvullende voorzieningen getroffen om extra berging te creëren
D. Klaverwei noord	2.348	Berging van NAP +0,6m tot NAP +1,1m
E. Klaverwei zuid	858	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
F. Water sportvelden	2.902	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
I. Waterpartij ten westen van spoor	1.026	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
J. Waterpartij ten oosten van spoor	350	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
Totaal Markiezaten Noord	*16.727*	
Markiezaten Zuid		
G. De Wal noord	-	Gezien de toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem (afvoer Borgvliet Noord direct naar Molenbeek) is momenteel geen rekening gehouden met berging in de waterpartij De Wal Noord.
[redacted] zuid	519	Berging van NAP +0,564m tot NAP +0,8m
Molenbeek e.o.	15.028	Berging van NAP +0,5m tot NAP +0,8m. Berging in het kwelgebied is niet meegenomen in de waterberging
Totaal Markiezaten Zuid	*15.547*	
Moeraszone	5.496	Berging van NAP +0,5m tot NAP +0,8m. Voor ligging moeraszone zie bijlage 1
Totaal beschikbaar	**37.771**	

Conclusie

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de benodigde- en beschikbare waterberging in Markiezaten. Te zien is dat in Markiezaten Noord met de gestelde eisen (60mm en 15mm waterberging) onvoldoende waterberging aanwezig is. Ook de compensatie van de hoeveelheid berging in Markiezaten Zuid is niet voldoende om de peilwijziging in Markiezaten Noord op te vangen, met een totaal van -3.470 m^3 (8.135 m^3 – 4.665 m^3).

Tabel 5: Beschikbare- en benodigde waterberging

	Markiezaten Noord [m^3]	Markiezaten Zuid [m^3]
Benodigde waterberging	24.862	10.882
Beschikbare waterberging	16.727	15.547
Overschot en tekort aan waterberging	**-8.135**	**4.665**

Aangezien het bestaande watersysteem voldoende afvoercapaciteit heeft, zorgt het tekort aan waterberging niet voor problemen.

5 Stand van zaken reeds vergunde waterpartijen en kunstwerken

In figuur 2 is een overzicht gegeven van de reeds vergunde- en niet vergunde waterpartijen en kunstwerken (stand van zaken 2024). Waterpartijen en kunstwerken welke opgenomen zijn in de verleende watervergunning van 5 maart 2021 (nr. 366468) zijn in deze figuur als vergund opgenomen. Alleen als er wijzigingen hebben plaatsgevonden, zijn deze als niet vergund opgenomen.

Ten opzichte van de eerdere watervergunning hebben de volgende wijzigingen plaatsgevonden:

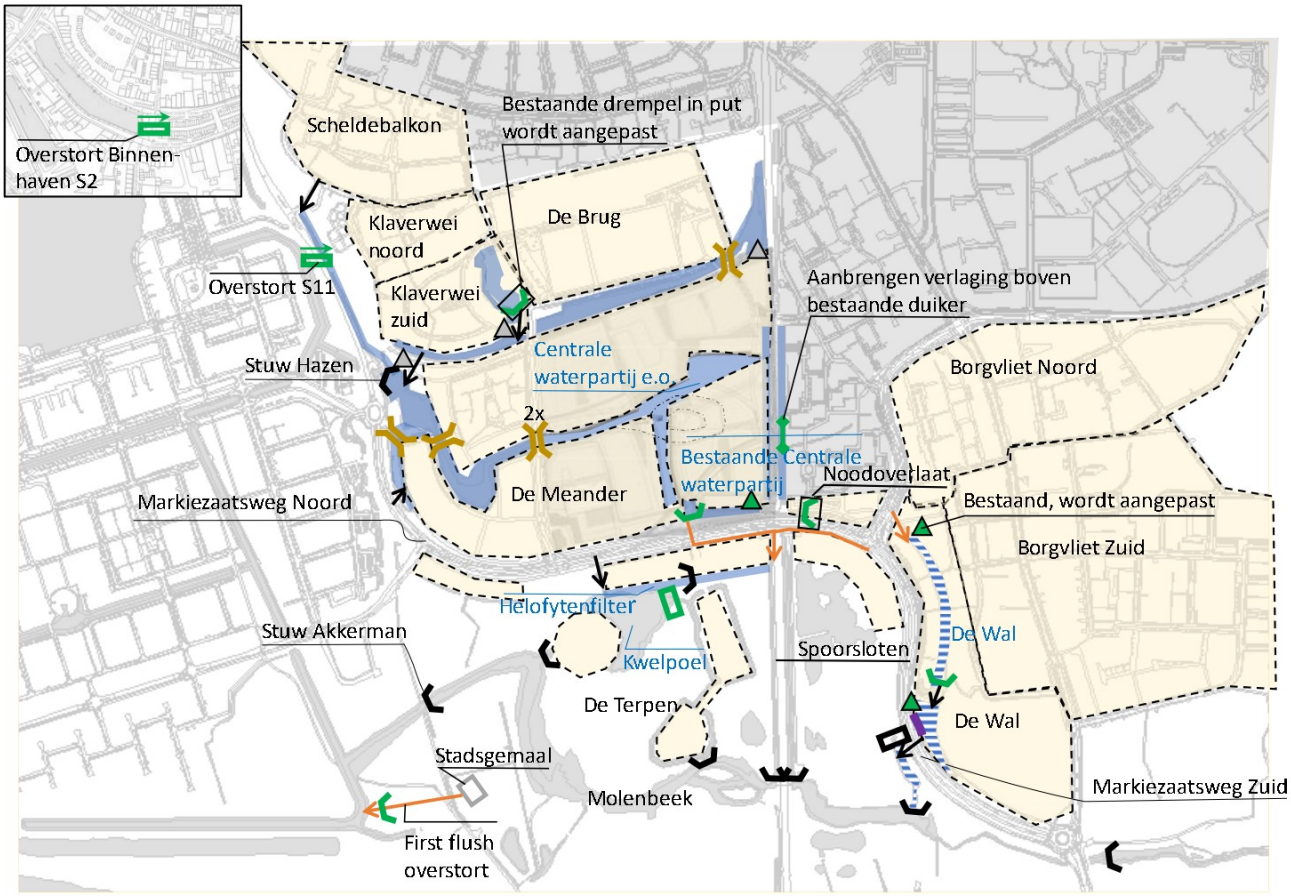
- In het zuidelijke deel van de Centrale waterpartij (A2) is de stuwhoogte van de stuw voor de onderdoorgang (ø800mm) onder de Markiezaatsweg richting de westelijke spoorsloot aan de zuidzijde van de Markiezaatsweg gewijzigd naar een hoogte van NAP +0,8m. De stuwvoorziening is ontworpen als een put met roosterdeksel, zie tekening bijlage 5 Aansluiting riolering Markiezaatsweg;
- In het zuidelijke deel van de Centrale waterpartij (A2) wordt een extra bootinlaat gemaakt, zie tekening bijlage 5 Aansluiting riolering Markiezaatsweg;
- Tussen Borgvliet Noord en de Centrale waterpartij wordt een extra drempel in een put als noodoverlaat aangebracht op een hoogte van NAP +1,3m. Zie tekening bijlage 5 Overstorten Goudbaard, Goudbaard noord, blad 1;
- De bestaande stuw tussen de twee waterpartijen de Wal noord en zuid wordt aangepast; de zuidelijke drempel wordt verwijderd en de noordelijke drempel wordt verlaagd. Zie tekening bijlage 5 Overstortleiding en lavafilter, Goudbaard noord, blad 2;
- Ter plaatse van de twee waterpartijen de Wal worden twee bootinlaten aangebracht; de noordelijke bootinlaat is reeds bestaand. Deze noordelijke bootinlaat wordt aangepast teruggebracht na uitvoering van de rioleringswerkzaamheden. Zie tekening bijlage 5 Overstorten Goudbaard, Goudbaard noord, blad 1 en Overstortleiding en lavafilter, Goudbaard noord, blad 2;
- Een aanvullende bodempassage in de vorm van een lavakoffer wordt verder aangebracht ter plaatse van waterpartij de Wal zuid. Regenwater vanaf de Markiezaatsweg wordt door deze lavakoffer geleid Zie tekening bijlage 5 Overstortleiding en lavafilter, Goudbaard noord, blad 2;
- De status van de twee waterpartijen de Wal wordt gewijzigd van een C-status naar een A-status. Zie overzichtstekening bijlage 1;
- De status van het zuidelijke deel van de B-watergang aan de westzijde van de Markiezaatsweg richting Molenbeek wordt eveneens gewijzigd naar een A-status.
- Door deze wijziging van de Centrale waterpartij zullen delen van A- en B-watergangen (oostzijde komen te vervallen en twee duikers (KDU44855 en KDU02511) worden verwijderd. De afvoer van deze vervallen watergangen zal worden opgevangen en gecompenseerd door de Centrale waterpartij en de westelijke spoorsloot.
- Er wordt een gronddam in de Terpen aangebracht om het kwelwater in de kwelpoel te scheiden van het overige water. Zie overzichtstekening bijlage 1;
- Er wordt een first-flush overstort aangebracht ten behoeve van het bestaande stadsgemaal ten zuiden van de Molenbeek. De first flush voorziening wordt aangebracht om stankoverlast na de werking van overstort 11 te voorkomen. Zie tekening bijlage 5 Nieuwe overstort first flush.
- Aanvullend op het aanbrengen van de first-flush overstort worden verder de volgende overstorten gewijzigd om stankoverlast te voorkomen en overstortend water te reduceren:
    - Overstort S11: De drempel van de overstort segment 1 (breedte 10,6m) wordt verhoogd van NAP +2,5m naar NAP +2,8m;
    - Overstort binnenhaven: De drempel van de overstort (breedte 11,5m) wordt verhoogd van NAP +2,5m naar NAP +2,8m.

  Zie overzichtstekening bijlage 1 en bijlage 5 Overstortputten S2 en S11.

- In de oostelijke spoorsloot werd in de eerdere watervergunning duiker KDU0215 verwijderd en vervangen door een watergang. Aangezien bij het realiseren van de watergang gegraven dient te worden in het talud van het spoor waardoor de draagkracht van het spoor wordt verminderd, is besloten om de duiker te behouden en daarboven een verlaging aan te brengen. Dit zal verder worden uitgewerkt bij de voorbereiding van de werkzaamheden.
- De bestaande overstortdrempel in de put aan de zuidzijde van de waterpartij Klaverwei wordt aangepast van een hoogte van NAP +0,6m naar NAP +1,1m.

Een andere komende wijziging (reeds aangegeven in watervergunning 5 maart 2021) is een wijziging in de waterafvoer van Borgvliet Noord. In de huidige situatie wordt het hemelwater van deze wijk afgevoerd naar de Centrale waterpartij. Zoals overeengekomen met het waterschap zal deze waterstroom zodanig gewijzigd worden dat Borgvliet Noord direct gaat afwateren via de waterpartijen ten westen van de Wal naar de Molenbeek. De huidige afvoer zal als noodafvoer ingezet gaan worden. De gemeente is momenteel bezig met de voorbereidingen van deze wijziging.

Zoals aangegeven zal de status van het oppervlaktewater de Wal wijzigen van een B-watergang naar de A-watergang. De gemeente zal hiervoor nog herstelwerkzaamheden uitvoeren en een bootinlaat aanpassen.



Reeds vergunde waterpartijen
Status wijzigingen naar A-watergang, reeds vergunde waterpartijen
Nog niet vergunde waterpartijen
Stuw, reeds vergund
Toekomstige stuw, nog niet vergund
Toekomstige drempel in put, nog niet vergund
Bestaande gronddam
Gronddam, nog niet vergund
Brug, reeds vergund
Boothelling, reeds vergund
Boothelling, nog niet vergund
Stromingsrichting
Stromingsrichting in voorbereiding
Wijken Markiezaten
Lavafilter, nog niet vergund
Gewijzigde overstort, nog niet vergund
Bestaande duiker met daarboven nieuwe verlaging in maaiveld

Figuur 2: Overzicht reeds vergunde en nog niet vergunde waterpartijen (stand van zaken 2024)

6 Overige kunstwerken

6.1 Bodempassages

In principe zal het hemelwater afkomstig van de verhardingen in het plangebied Markiezaten afwateren op het oppervlaktewater binnen Markiezaten. Grotendeels is dit hemelwater afkomstig van verhardingen van daken van woningen en verharde oppervlakken (bestrating) binnen de wijken. Dit hemelwater is relatief schoon en kan zonder bodempassage afgevoerd worden op het oppervlaktewater. Dit geldt niet voor het hemelwater afkomstig van de Markiezaatsweg. Deze weg wordt intensief gebruikt door verkeer waardoor het hemelwater vervuild kan zijn met zware metalen. Het is daardoor noodzakelijk om het hemelwater van de Markiezaatsweg via een bodempassage naar het oppervlaktewater te laten stromen.
Voor de Markiezaatsweg zijn een drietal bodempassage gepland waarvan twee reeds zijn ingericht. Op de tekening in bijlage 1 zijn de bodempassages genummerd weergegeven. In tabel 6 is een overzicht gegeven van betreffende bodempassages. De nummers corresponderen met de nummers op de tekening.

In bijlage 4 is de verdere uitwerking van bodempassages 1 en 2 opgenomen; in bijlage 5 is een tekening opgenomen van de uitwerking van bodempassage 3 (lavafilter).

Tabel 6: Overzicht bodempassages in Markiezaatsweg

Bodempassage *	Ten behoeve van	Uitvoering
Bodempassage 1	Markiezaatsweg Noord	Verhoogd deel van de Centrale waterpartij west (ondiepe verlenging). Bodem op een hoogte van NAP +0,9m. Eventuele verontreinigingen kunnen bezinken in dit lage deel welke voorzien is van riet. Bodempassage is vergund en aangelegd, zie bijlage 4
Bodempassage 2	Midden gedeelte van Markiezaatsweg	Helofytenfilter in greppel ten zuiden van geplande woningen aan de Markiezaatsweg. De greppel heeft een breedte van 1,5m, is 0,5m diep en heeft taluds van 1:1. De taluds zijn aangeplant met riet. De bodem van de greppel ligt op een hoogte van NAP +0,3m. De greppel is aan de oostzijde aangesloten op de spoorsloot gelegen naast het spoor. De spoorsloot stort middels een stuw over op de Molenbeek. Bodempassage is vergund en aangelegd, zie bijlage 4
Bodempassage 3	Markiezaatsweg Zuid	**Bodempassage is nog niet aangelegd en nog niet vergund.** Hemelwater afkomstig van de Markiezaatsweg wordt door een zuiverende lavakoffer geleid voordat het afstroomt naar de waterpartij de Wal Zuid. Zie bijlage 5

*zie tekening in bijlage 1 voor de ligging van de bodempassages.

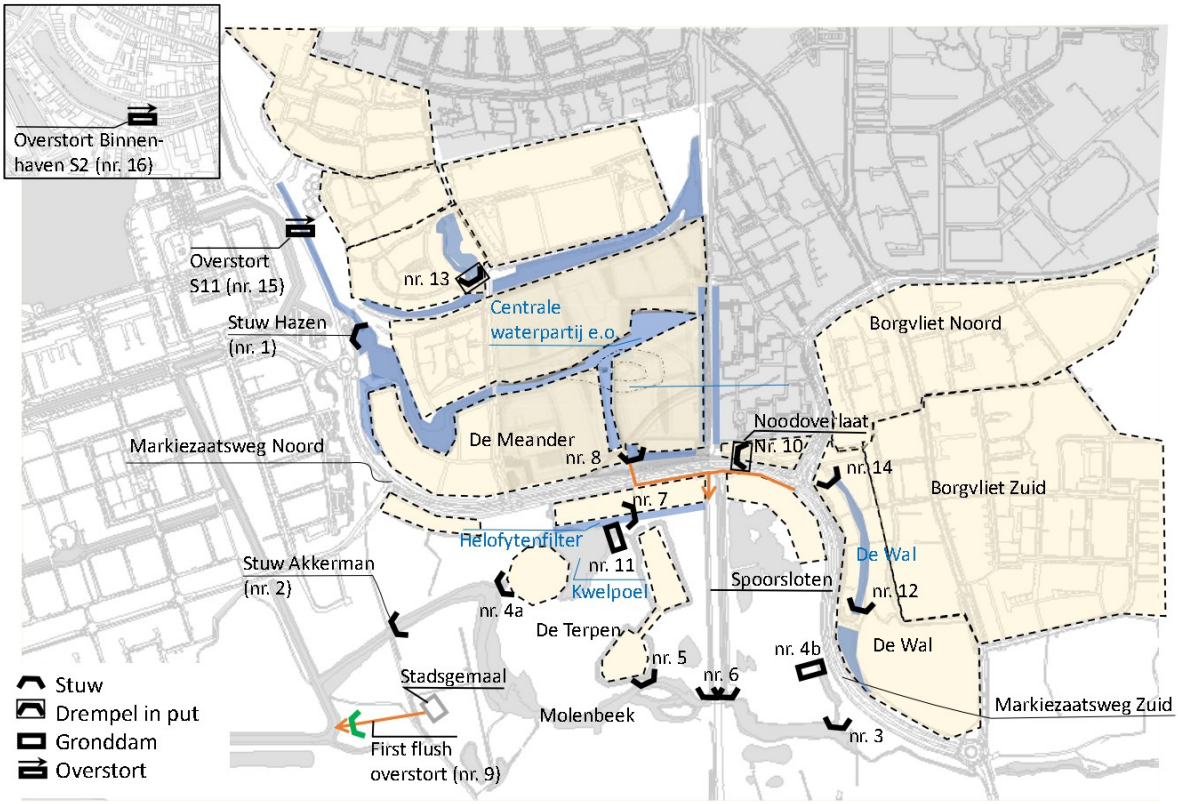
6.2 Stuwvoorzieningen

In tabel 7 zijn de gegevens van de stuwvoorzieningen binnen het plangebied Markiezaten opgenomen. In figuur 3 is een overzicht gegeven van betreffende stuwen met bijbehorende nummering. Voor detailtekeningen van de toekomstige voorzieningen wordt verwezen naar bijlage 5. Stuwvoorzieningen 1 t/m 7 zijn reeds vergund en 8 t/m 13 nog niet. Stuwvoorzieningen 1 t/m 6 zijn inmiddels al aangebracht.

Tabel 7: Gegevens stuwvoorzieningen binnen Markiezaten

	Locatie	Streefpeil [m+NAP]	Bereik [m+NAP]	Breedte [m]	Opmerkingen
Stuw Hazen (nr. 1)	Westzijde Centrale waterpartij	0,2+	Min. 0 tot max. 1,0+	6	Automatische stuw
Stuw Akkerman (nr. 2)	Westzijde Molenbeek	0,5+	Tot max. 1,5+	4,5	Bij stijging Plaatvliet wordt stuw middels keerconstructie omhoog gezet tot max. NAP +1,5m. Peil Molenbeek wordt 10cm boven peil van Plaatvliet gehouden
Stuw instroom Molenbeek (nr. 3)	Zuidoostzijde van Markie-zaatsweg	0,8+	Min. 0,23+ Max. 0,8+	1,0	Vaste stuwconstructie
Stuw (4a) en gronddam kwelgebied (nr. 4b)	In kwelgebied Terpen	0,8+	0,8+	divers	Betreft bestaande stuwvoorziening (1 st) en gronddam (1 st) om kwelwater te scheiden van overig oppervlaktewater
Stuw zuidzijde Terpen (nr. 5)	Tussen oppervlakte-water Terpen en Molenbeek	0,5+	Min. 0,3+ Max. 0,8+	Niet bekend	
Stuw spoorsloot (2x, nr. 6)	In spoorsloot met overstort op Molenbeek	0,52+	0,52+	4,4	Beide spoorsloten (ten oosten en ten westen van spoor) zijn voorzien van een stuwvoorziening
Toekomstige stuw Helofytenfilter bodempassage 2 (nr. 7)	Ten zuiden van Markiezaats-weg	0,7+	0,7+	1,5	Betreft vaste stuw ten behoeve van helofytenfilter
Toekomstige stuwconstructie 'Markiezaatsweg' noord/zuid (nr. 8)	Markiezaats-weg midden	0,8+	0,8+	2,5	Centrale waterpartij wordt middels een extra verbinding (stuwvoorziening en duiker onder de Markiezaatsweg) verbonden met de westelijke Spoorsloot. Betreft put met roosterdeksel
Toekomstige stuw first-flush overstort stadsgemaal (nr. 9)	Stadsgemaal	2,0+	2,0+	6,0	Betreft put met interne drempel, zie ook bijlage 8
Toekomstige Stuw noodoverlaat Borgvliet noord (nr. 10)	Tussen Borgvliet noord en Centrale waterpartij ten noorden van Markiezaatsweg	1,30+	1,30+	2,0	Betreft put met interne drempel. Noodoverlaat, wordt alleen bij calamiteiten of bij zeer intensieve buien ingezet

	Locatie	Streefpeil [m+NAP]	Bereik [m+NAP]	Breedte [m]	Opmerkingen
Toekomstige gronddam kwelpoel (nr. 11)	In kwelgebied Terpen (ten oosten van kwelpoel)	0,8+	0,8+	n.t.b.	Stuwvoorziening wordt uitgevoerd als gronddam
Stuwconstructie de Wal (nr. 12)	Tussen oppervlakte-water de Wal noord en zuid	0,875+	1,10+	3	Betreft bestaande stuwconstructie die wordt aangepast
Stuwvoorziening in put (nr. 13)	Zuidzijde waterpartij Klaverwei	1,1+	1,1+	2	Betreft bestaande drempel in put die wordt aangepast
Stuwvoorziening (nr. 14)	Noordzijde waterpartij de Wal	0,1+	0,1+	2	Uitlaat is gesitueerd onder de aan te passen boothelling



Figuur 3: Overzicht stuw- en overstortvoorzieningen binnen plangebied Markiezaten met nummering

6.3 Overstorten

In tabel 8 zijn de gegevens van de te wijzigen overstorten in en nabij het plangebied Markiezaten opgenomen. In figuur 3 zijn de locaties van de twee overstorten opgenomen (nr. 15 en 16). Zie ook de overzichtstekening in bijlage 1 en bijlage 5 voor de principe schetsen van de wijzigingen aan de overstorten. Beide overstorten zijn reeds aanwezig, alleen de overstorthoogten worden aangepast. Voor het doorspoelprotocol van overstort S11 in verband met het doorspoelen van de Plaatvliet (Omloop Bergse Plaat) na het in werking treden van de overstort wordt verwezen naar bijlage 9.

Tabel 8: Gegevens overstorten in en nabij Markiezaten

	Locatie	Breedte [m]	Overstorthoogte [m+NAP]	Opmerkingen
Overstort S11 (nr. 15)	Ter hoogte van Markiezaatsweg, ten westen van Klaverwei	Segment 1: 2,70 Segment 2: 7,90	Segment 1: 2,80+ Segment 2: 2,90+	Overstorthoogte van segment 1 wordt opgehoogd van NAP +2,50m naar NAP +2,80m
Overstort Binnenhaven S2 (nr. 16)	T.h.v. kruising Wagenplein/ Zuidzijde Haven/ Zuidzijde Noord	12,40	2,80+	Overstorthoogte wordt opgehoogd van NAP +2,50m naar NAP +2,80m

6.4 Bootinlaten/maaisel oplaadplaats

Indien de breedte van de waterpartijen groter is dan 14m (reikwijdte kraan ca. 7m), is onderhoud vanaf de kant niet mogelijk. In dat geval zal er varend onderhoud moeten gaan plaatsvinden. Momenteel zijn er drie bootinlaatplaatsen aangebracht. De eerste is aangebracht aan de zuidoostzijde van Klaverwei ten behoeve van Klaverwei zuid (E), de tweede ten noorden van stuw Hazen ten behoeve van de Centrale waterpartij (A en B) en de derde ten oosten van de sportvelden ten behoeve van het oostelijke deel van de Sportvelden water (F). Deze drie bootinlaatplaatsen zijn reeds vergund door het waterschap.

Naast deze drie vergunde bootinlaatplaatsen worden er nog drie extra bootinlaatplaatsen aangebracht dan wel teruggebracht. De eerste inlaatplaats wordt aangebracht in de meest zuidoostelijke deel van de Centrale waterpartij, direct gelegen naast de spoorsloot. De andere twee bootinlaatplaatsen worden aangebracht ter plaatse van waterpartij de Wal noord en zuid. De noordelijke inlaatplaats is reeds aanwezig in de bestaande situatie. Na uitvoering van de rioleringswerkzaamheden wordt deze inlaat zoveel mogelijk aangepast aan de eisen van het waterschap en voorzien van grasbetontegels. Op de overzichtstekening in bijlage 1 zijn de nog te realiseren/aan te passen bootinlaatplaatsen/maaisel-oplaadplaatsen weergegeven. Voor detailtekeningen wordt verwezen naar bijlage 5.

De bootinlaten en maaisel oplaadplaatsen worden conform de richtlijn van het waterschap aangebracht. De betreffende richtlijn is opgenomen in bijlage 6. De nadere uitwerking van de bootinlaten en maaisel oplaadplaats worden nadat de definitieve inrichting bekend is, voorgelegd aan het waterschap. Voor de onderhoudsmethode per waterpartij wordt verwezen naar paragraaf 4.11.

6.5 Duikers

De waterpartijen en watergangen binnen het plangebied Markiezaten zijn indien nodig onderling verbonden met duikers. De afmetingen van betreffende duikers zijn aangegeven op de tekening in bijlage 1.

De bestaande duiker (KDU02515) in de oostelijke spoorsloot zal afwijkend van de eerdere vergunning worden behouden. Boven de duiker zal een verlaging worden aangebracht om de watergang ook bovengronds te laten doorstromen. Er is voor deze oplossing gekozen omdat anders bij de aanleg van een volledige watergang in het talud van het spoor wordt gegraven en de draagkracht van de spoorbaan wordt verminderd. Verder worden er twee duikers in het plangebied verwijderd. In tabel 9 is een overzicht gegeven van de te verwijderen duikers

Tabel 9: Te verwijderen duikers in Markiezaten

	Locatie	Diameter [mm]	Lengte [m]	Opmerkingen
KDU44855	Onder Koekoeksbloem 37	Ø300	14	Is reeds verwijderd
KDU02521	Onder Koekoeksbloem 13 t/m 19	Ø1400	29	Is reeds verwijderd

6.6 Bruggen

In Markiezaten zijn momenteel vijf bestaande bruggen aanwezig. De eerste twee zijn gelegen in de Zuiderdreef op de scheiding van de Centrale waterpartij oost en west. De derde en vierde brug zijn gelegen aan de westzijde van de Centrale waterpartij west. De laatste is gelegen aan de oostzijde van water sportvelden. De exacte locaties zijn te vinden in bijlage 1.

Alle bruggen zijn in een eerdere fase van Markiezaten vergund door het waterschap. Hierbij is uitgegaan van een minimale doorvaarhoogte van 1m en een minimale doorvaarbreedte van 3,5m.

6.7 Uitstroomvoorzieningen

Het hemelwater afkomstig van de wijken en Markiezaatsweg worden middels uitstroomvoorzieningen aangesloten op de waterpartijen binnen het plangebied Markiezaten. Hierbij worden alle uitstroomvoorzieningen passend in het talud aangebracht middels een uitstroombak. De uitstroombakken worden daarbij indien mogelijk boven het streefpeil aangebracht. De locaties van de uitstroomvoorzieningen zijn opgenomen in de tekening zoals toegevoegd in bijlage 1.

7 Afspraken beheer en Onderhoud

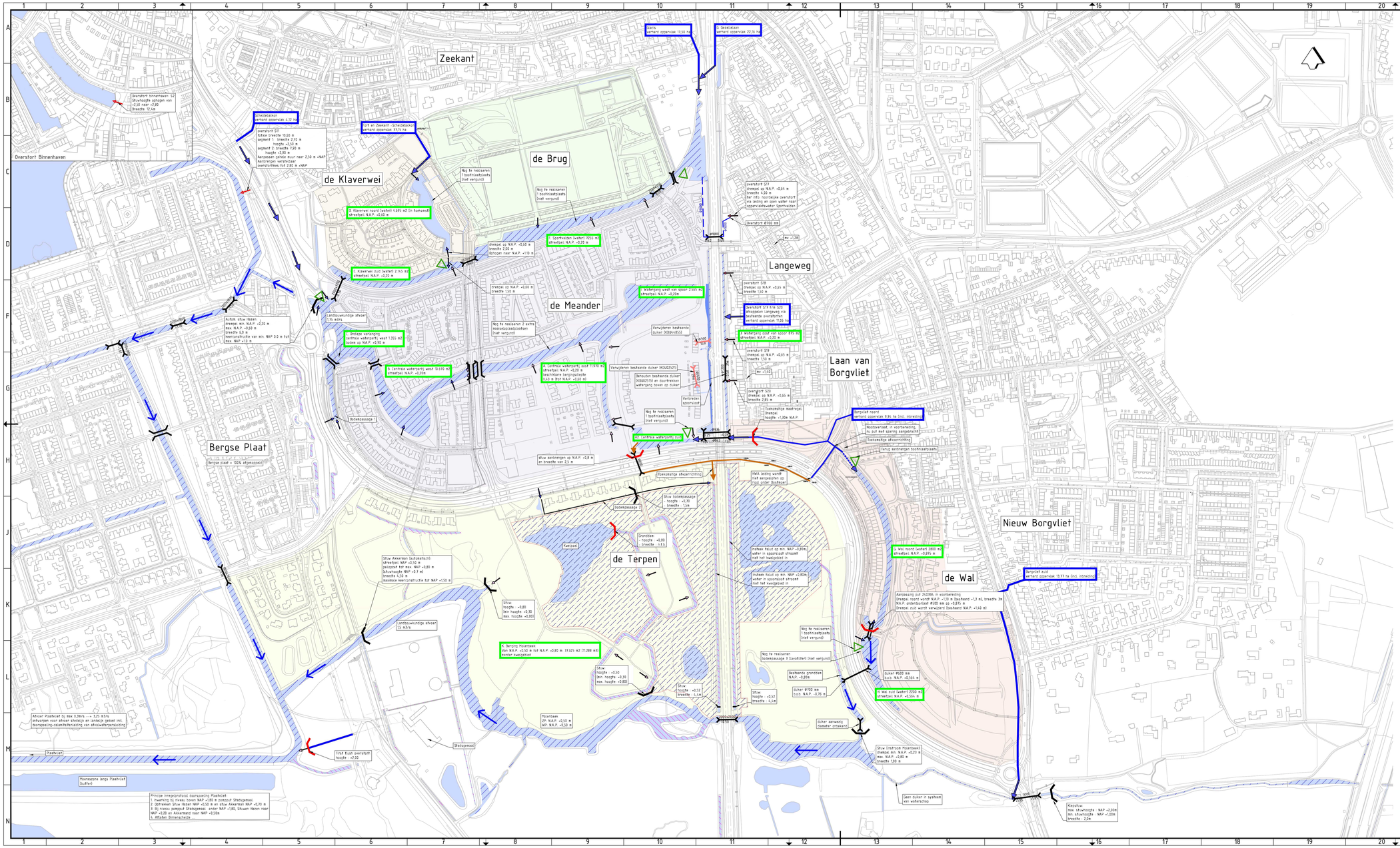
De gemeente en het waterschap hebben in 2016 afspraken gemaakt met betrekking tot het overdragen van de eerste definitieve watergangen inclusief de kunstwerken en het beheer en onderhoud in Markiezaten. In bijlage 7 zijn de beheerafspraken opgenomen waarbij de reeds overgedragen definitieve watergangen en kunstwerken naar het waterschap zijn aangegeven. In verband met eventuele wijzigingen in het nog te ontwikkelen stedelijk gebied zijn de overige watergangen momenteel tijdelijk in beheer bij het waterschap. Pas na een concrete definitieve inrichting zullen vaste afspraken tussen de gemeente en het waterschap worden gemaakt. De gemaakte afspraak in januari 2024 tussen de gemeente en het waterschap dat de status van het oppervlaktewater de Wal noord en zuid (Goudbaard) wijzigt van een B-status naar een A-status, kan bij deze vaste afspraken meegenomen worden.

Hiervoor zal een overleg worden ingepland waarbij het beheer en onderhoud van de overige watergangen inclusief de kunstwerken zal worden besproken en waarbij afspraken worden vastgelegd.
De daadwerkelijke overname van onderhoud vindt plaats als wordt voldaan aan de beleidsregel ‘Waterlopen op Orde’, waarbij in ieder geval voor de bootinlaten/maaiseloplaadplaatsen wordt voldaan aan de eisen en randvoorwaarden van het waterschap.

Bijlage 1

Overzichtstekening Watersysteem Markiezaten, d.d. 3-6-2024, tek.nr. BF5769-101-100-TE-VG-9601, versie 10

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together


Zeekant
de Brug
de Klaverwei
de Meander
Langeweg
Laan van Borgvliet
Bergse Plaat
de Terpen
Nieuw Borgvliet
de Wal
Overstort Binnenhaven
Overstort S/7
Schotsluis
Overstort S/8
Overstort S/9 t/m S/20
Overstort S/19
Overstort S/20
Overstort Ø1200 mm
Overstort Ø1000 mm
Overstort Ø1100 mm
Overstort Ø1200 mm
Overstort Ø1000 mm
Overstort Ø1000 mm
Overstort Ø1000

Bijlage 2

Waterbergingsberekening

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Toekomstige situatie Markiezaten

d.d. 11-6-2024

Benodigde berging

Uitgangspunten:

- Benodigde berging nieuwe wijken	60	mm voor extra verhard oppervlak conform huidige richtlijnen Waterschap Brabantse Delta
- Benodigde berging bestaande wijken	15	mm conform afspraken met waterschap
- % verhard nieuwe wijken	0,8	indien wijk nog niet uitgewerkt is in plan; bij uitgewerkte plannen, werkelijke verhardingen gehanteerd
** waarvan dak*	*0,4*	*o.b.v. verhoudingen bepaald*
** waarvan verharding*	*0,6*	*o.b.v. verhoudingen bepaald*
- Factor Fv nieuwe wijken	1,0	(alle verhardingen worden aangesloten op hwa-stelsel)
- Factor Fv bestaande wijken	0,8	(intentie: 80% van de verhardingen wordt in toekomst afgekoppeld)

- Oppervlak oppervlaktewater op streefpeil wordt meegenomen als 'verhard' oppervlak

0,873

Bepaling verhard oppervlak

	Aangesloten op hemelwaterafvoer		Aangesloten op gemengde riolering		Subtotaal	Afvoerend verhard oppervlak	Waarvan reeds verhard oppervlak	Waarvan toekomstig verhard oppervlak	Aangesloten op Markiezaten	Opmerkingen
	dakoppervlak m2	verharding m2	dakoppervlak m2	verharding m2	m2	m2	m2	m2		
Nieuwe wijken										
Klaverwei	8.201	10.789	-	-	18.990	18.990	18.990	-	Noord	
De Brug (sportvelden)	6.404	18.517	-	-	24.921	24.921	24.921	-	Noord	
De Meander	46.664	72.034	-	-	118.698	118.698	28.335	90.363	Noord	Deels uit verharding/deels uit verhoudingen. Svz feb. 2019
De Terpen	18.800	35.500	-	-	54.300	54.300	-	54.300	Zuid	Incl. kavels Markiezaatsweg zuid+terpen, gelijk aan modellering
Markiezaatsweg (noord)		10.842	-	-	10.842	10.842	10.842	-	Zuid	
Markiezaatsweg (zuid)		9.472	-	-	9.472	9.472	9.472	-	Zuid	Incl. rotonde tot aan spoor
Laan van Borgvliet		7.497	-	-	7.497	7.497	7.497	-	Zuid	
De Wal	18.044	28.809	-	-	46.853	46.853	14.585	32.268	Zuid	Zonnetrap, wonen op de wal+deels obv verhouding. SvZ feb. 2019
Scheldebalkon	14.160	27.002	-	-	41.162	41.162	-	41.162	Noord	Nieuwe wijk Scheldebalkon is onderdeel van Zeekant, o.b.v. bestaande situatie
Totaal Nieuwe wijken					332.735	**332.735**	**114.642**	**218.093**		
Bestaande wijken										
Zeekant minus Scheldebalkon	9.685	36.515	62.285	59.396	167.881	134.305	134.305	-	Noord	Nieuwe wijk Scheldebalkon is onderdeel van Zeekant
Het Fort	26.841	67.283	49.792	18.556	162.472	129.978	129.978	-	Noord	
Plan Langeweg	5.259	23.541	40.245	46.972	116.017	92.814	92.814	-	Noord	
Glacis	3.005	9.414	59.116	103.464	174.999	139.999	139.999	-	Noord	
G. Gezellelaan	33.319	102.414	60.151	25.721	221.605	177.284	177.284	-	Noord	
Borgvliet Noord	11.010	30.683	35.334	22.346	99.373	79.498	79.498	-	Zuid	
Borgvliet Zuid	14.236	63.600	45.968	13.876	137.680	110.144	110.144	-	Zuid	
Totaal bestaande wijken					1.080.027	**864.022**	**864.022**	**-**		

	Oppervlak m2		Ligt binnen Markiezaten	Opmerkingen
Oppervlaktewateren				
A. Centrale waterpartij_oost	11.970		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
B. Centrale waterpartij_west	11.138		Noord	Conform bestaand
C. Verlengde centrale waterpartij	1.355		Noord	Bodem op ca. NAP +0,9m; conform bestaand
D. Klaverwei noord	4.695		Noord	Toekomst (vlakkentekening 2017)
E. Klaverwei zuid	2.145		Noord	Conform bestaand
F. Water sportvelden	7.255		Noord	Conform bestaand
G. Ten westen van De Wal_Nrd	2.800		Zuid	Conform bestaand, streefpeil NAP +0,875m
H.Ten westen van De Wal_Zd	2.200		Zuid	Conform bestaand, streefpeil NAP +0,564m
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.565		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
J. Waterpartij ten oosten van spoor	875		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
Totaal oppervlaktewateren	**46.998**			

Totaal afvoerend verhard oppervlak in m2	**1.196.756**
Totaal oppervlaktewateren in m2	**46.998**
Totaal in m2	**1.243.754**
Totaal in ha	**124,4**

Benodigde berging gesplitst naar Markiezaten Noord en Zuid

Uitgangspunt:

Hemelwaterafvoer Borgvliet Noord wordt direct via een uitlaat op het oppervlaktewater De Wal noord en zuid op de Molenbeek aangesloten.

Benodigde berging	Markiezaten Noord m2	Markiezaten Zuid m2	Totaal m2	Benodigde berging mm	Benodigde berging Noord m3	Benodigde berging Zuid m3	Totaal benodigde berging m3
Nieuwe wijken	203.771	128.964	332.735	60	12.226	7.738	19.964
Bestaande wijken	674.379	189.642	864.022	15	10.116	2.845	12.960
T.b.v. Oppervlaktewater	41.998	5.000	46.998	60	2.520	300	2.820
Totaal	**920.148**	**323.606**	**1.243.754**		**24.862**	**10.882**	**35.744**

Beschikbare berging

In waterpartijen

	Oppervlak m2	streefpeil m+NAP	max. peil m+NAP	peilstijging m	Beschikbare berging m3	Reeds aangelegd m2	Nog aan te leggen m2	Opmerking
NOORD								
A. Centrale waterpartij_oost	11.970	0,2	0,6	0,4	4.788	9.600	2.370	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), huidige vorm oppervlaktewater wordt gewijzigd; peil gewijzigd aug. 2022
B. Centrale waterpartij_west	11.138	0,2	0,6	0,4	4.455	11.138	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
C. Verlengde centrale waterpartij	1.355	0,9	0,9	0	-	1.355	-	bodem op ca. NAP +0,9m; conform bestaand, zonder aanvullende voorzieningen geen extra berging beschikbaar
D. Klaverwei noord	4.695	0,6	1,1	0,5	2.348	1.190	3.505	toekomst (vlakkentekening 2017). Drempel in put wordt verhoogd naar NAP +1,1m zodat extra berging wordt gecreëerd.
E. Klaverwei zuid	2.145	0,2	0,6	0,4	858	2.145	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
F. Water sportvelden	7.255	0,2	0,6	0,4	2.902	7.255	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.565	0,2	0,6	0,4	1.026	2.565	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), peil gewijzigd aug. 2022
J. Waterpartij ten oosten van spoor	875	0,2	0,6	0,4	350	875	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), peil gewijzigd aug. 2022
Totaal noord	41.998				16.727	36.123	5.875	
ZUID								
G. Ten westen van De Wal_Nrd	2.800	0,875	0,875	0	-	2.800	-	I.v.m. toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem voor nu geen rekening gehouden met beschikbare berging in De Wal noord
H.Ten westen van De Wal_Zd	2.200	0,564	0,8	0,236	519	2.200	-	toekomst, streefpeil NAP +0,564m
Molenbeek e.o.	50.093	0,5	0,8	0,3	15.028	50.093	-	O.b.v. AHN4-berekening_augustus 2022, ZONDER KWELGEBIED
Totaal zuid	55.093				15.547	55.093	-	
Moeraszone	18.321	0,5	0,8	0,3	5.496	18.321	-	Maaiveld thv moeraszone is NAP +2,05m
TOTAAL beschikbaar toekomst					**37.770**			

	Markiezaten Noord m3	Markiezaten Zuid m3
Benodigde berging (60mm en 15mm)	24.862	10.882
Beschikbare berging	16.727	15.547
Tekort/overschot aan berging	**-8.135**	**4.665**

Huidige situatie oppervlaktewateren mei 2022
Bron: Streetsmart, luchtfoto van mei 2022

Oppervlaktewater:
De Wal noord
De Wal zuid

Oppervlaktewater:
Centrale waterpartij oost
Waterpartij ten westen van spoor

Oppervlaktewater:
Centrale waterpartij west
Verlengde centrale waterpartij

Luchtfoto NL 2022 6cm
STRANDKRAB
STRANDKRAB
NOORTJE
ZUIDERKREEF
ZUIDERKREEF
FRIEKEL
OESTER
KOKKEL
ZUIDERKREEF
ZUIDERKREEF
MARKIEZAATSWEG
STRANDKRAB
MARKIEZAATSWEG
MARKIEZAATSWEG
STELLENGE
STELLENGE
STELLENGE

Oppervlaktewater:
De Terpen

Berekening bergingscapaciteit natuurgebied Molenbeek

Opdrachtgever:	Gemeente Bergen op zoom
Project:	Watersysteem Markiezaten
Betreft:	Bergingscapaciteit
Datum:	26-aug-22
Dossiernummer:	BF5769

Uitgangspunten
- berekening obv AHN3
- weergave figuur betreft situatie bijeen bergingspeil van NAP +0,8m

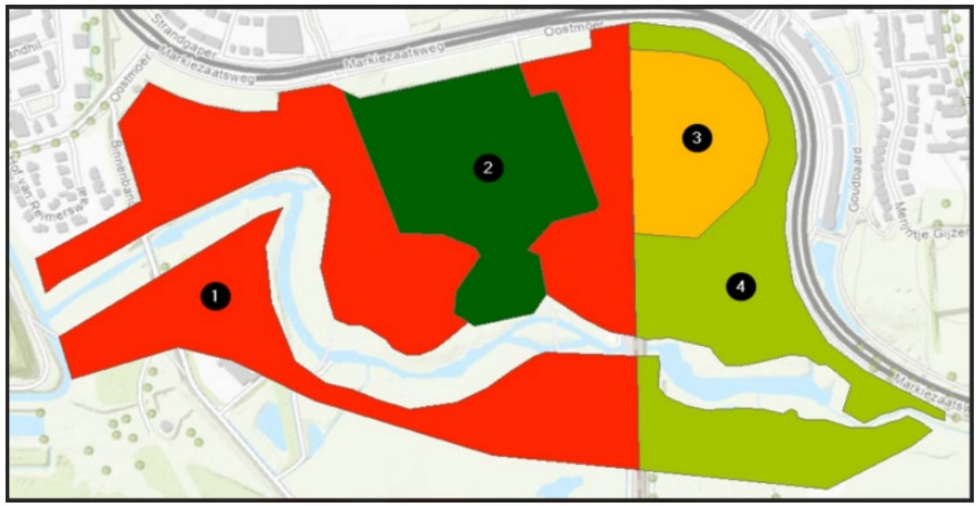
verhard oppervlak incl. opp watergangen			123	ha
waterberging noord+wal	17517	m3	14	mm

Waterberging Molenbeek

Waterstand	Capaciteit MET kwelgebied (gebied 1 t/m 5)							
0,50	m+NAP	1.520	m³	1,24	mm	19.037	m3	16 mm
0,80	m+NAP	18.040	m³	14,70	mm	35.557	m3	29 mm

Waterstand	Capaciteit ZONDER kwelgebied (gebied 1, 4, 5)							
0,50	m+NAP	1.483	m³	1,21	mm	19.000	m3	15 mm
0,80	m+NAP	16.511	m³	13,46	mm	34.028	m3	28 mm

Minimaal peil Langeweg	1,27	m+NAP
Max. peilstijging	0,80	m+NAP (stuwhoogten Terpen, daarachter kwelgebied)
Beschikbare berging	**15.028**	**m3 van 0,5+ tot 0,8+ ZONDER kwelgebied**
	50.093	**m2 van 0,5+ tot 0,8+ ZONDER kwelgebied**



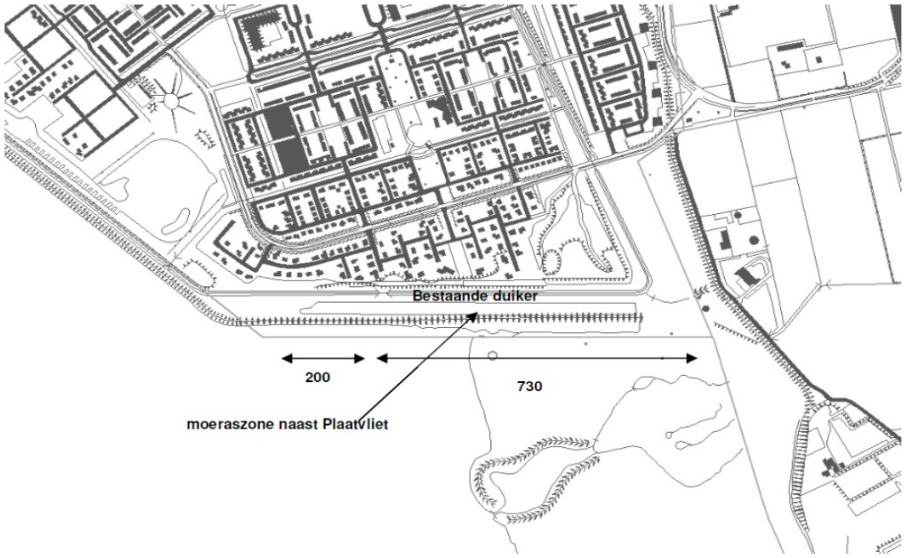
Moeraszone

Tabel B2.6
Afmetingen moeras[18]

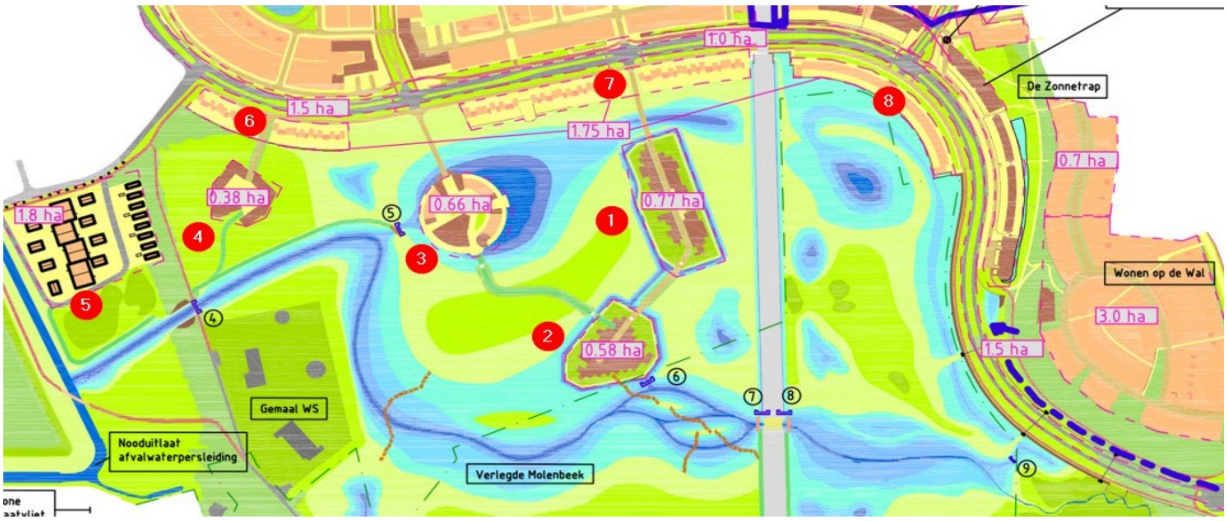
Object	Parameter	opmerking
deel 1	L = 730 m B = ca 29 m bodem: 0 m + NAP taluds 1:3	
deel 2	L = 200 m B = ca 29 m bodem: 0,5 m + NAP taluds 1:3	
kade tussen moeraszone en Markiezaatsmeer	kruinhoogte: 2 m + NAP	voorkomt overlopen naar Markie-zaatsmeer
kade tussen moeraszone en Plaatvliet	kruinhoogte: 2 m + NAP	
Bestaande duiker	Ø 315 mm, ca 0,25 m + NAP	Ingemeten 17 febr 2008
Nieuwe situatie In- en uitstroomvoorziening moeraszone = duiker onder weg	nat oppervlak van 1,25 m² bij een peil van een 0,5 m + NAP en een drempel op 0,15 m + NAP. Uitstroomcon-structie aanleggen in het diepe deel van het moeras.	De in- en uitstroomconstructies vervangen de bestaande duiker tussen het moeras en de Plaatvliet

deel 1			**deel 2**		
bodem	0	m+NAP	bodem	0	m+NAP
peil	0,5	m+NAP	peil	0,5	m+NAP
mv noord	2,05		mv noord	2,05	
talud 1:	3		talud 1:	3	
breedte 2 x talud	9,3	m insteek tot peil	breedte 2 x talud	9,3	m insteek tot peil
breedte insteek	29	m	breedte insteek	29	m
breedte op peil	19,7	m	breedte op peil	19,7	m
lengte	730	m	lengte	200	m
Opp op peil	14.381	m2	Opp op peil	3.940	m2
Totaal	**18.321**	**m2**			

Figuur B2.3
Moeraszone



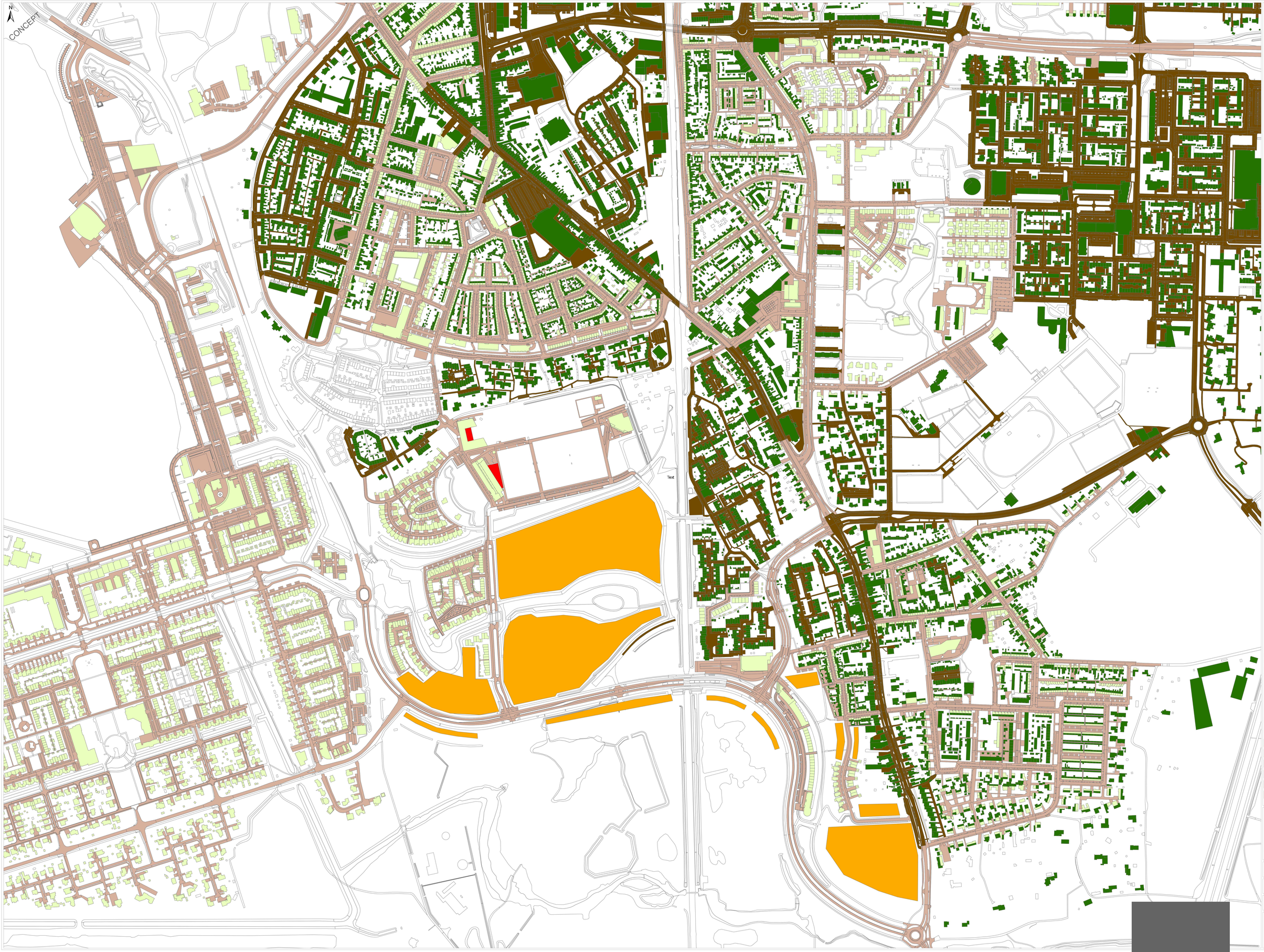
Oppervlakken Terpen toegevoegd aan model en berginsgberekening



Bijlage 3

Verhardingstekening Markiezaten, stand van zaken februari 2019

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



De verhardingen tekening is als .dgn bestand aangeleverd door de gemeente op 25 februari 2019

Legenda

Verhard oppervlak

- Niet aangesloten
- Open verharding, GEM
- Open verharding, HWA
- Dak hellend, GEM
- Dak hellend, HWA
- Bruto opp. nieuwbouw

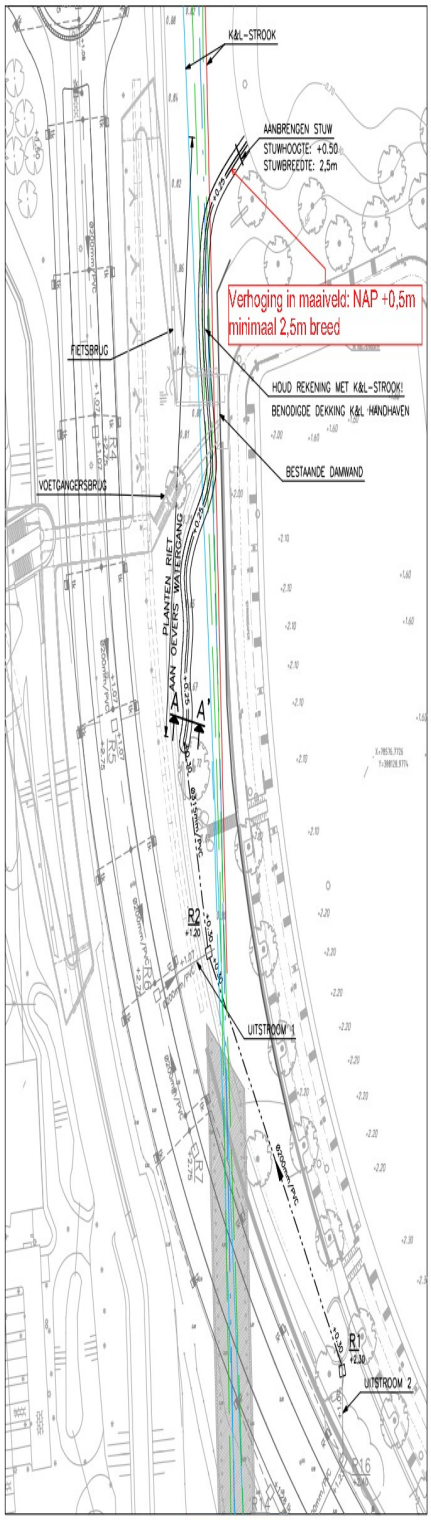
Titel Verhard oppervlak tekening Bergen op Zoom	
Project Project	
Opdrachtgever Gemeente Bergen op Zoom	
Datum 07/01/2020	*Schaal* 1:2500
Figuur Figure	
Gecontroleerd door CheckedBy	*Volgnummer* 1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Bijlage 4

Tekening bodempassages Markiezaatsweg, d.d. 10-03-2008, tek.nr. W1102-76/D01

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

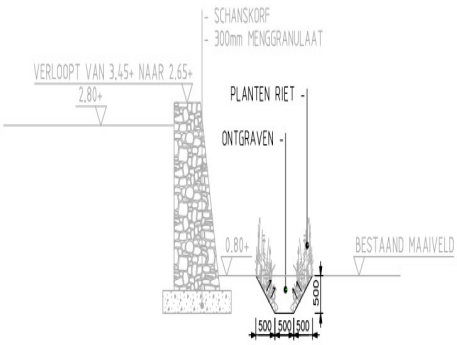


SITUATIE UITSTROOM 1+2 Bodempassage 1

SCHAAL 1:500

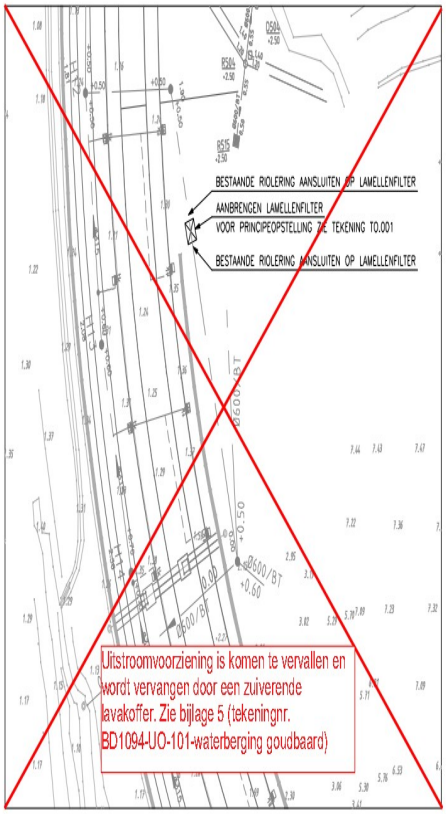
DWARSPROFIEL A-A'

SCHAAL 1:50



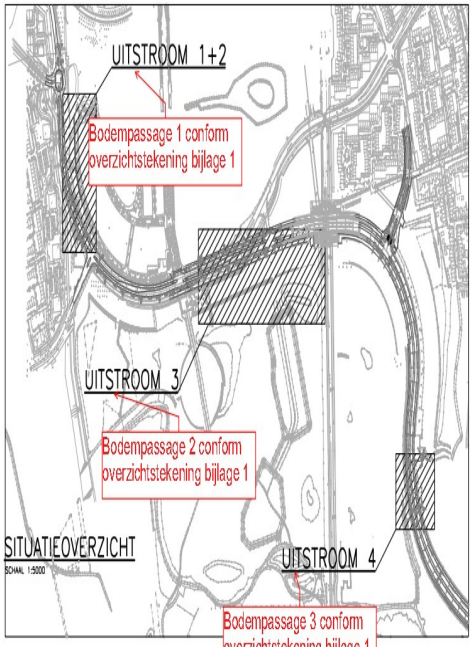
DWARSPROFIEL B-B'

SCHAAL 1:50



SITUATIE UITSTROOM 4

SCHAAL 1:500



SITUATIEOVERZICHT

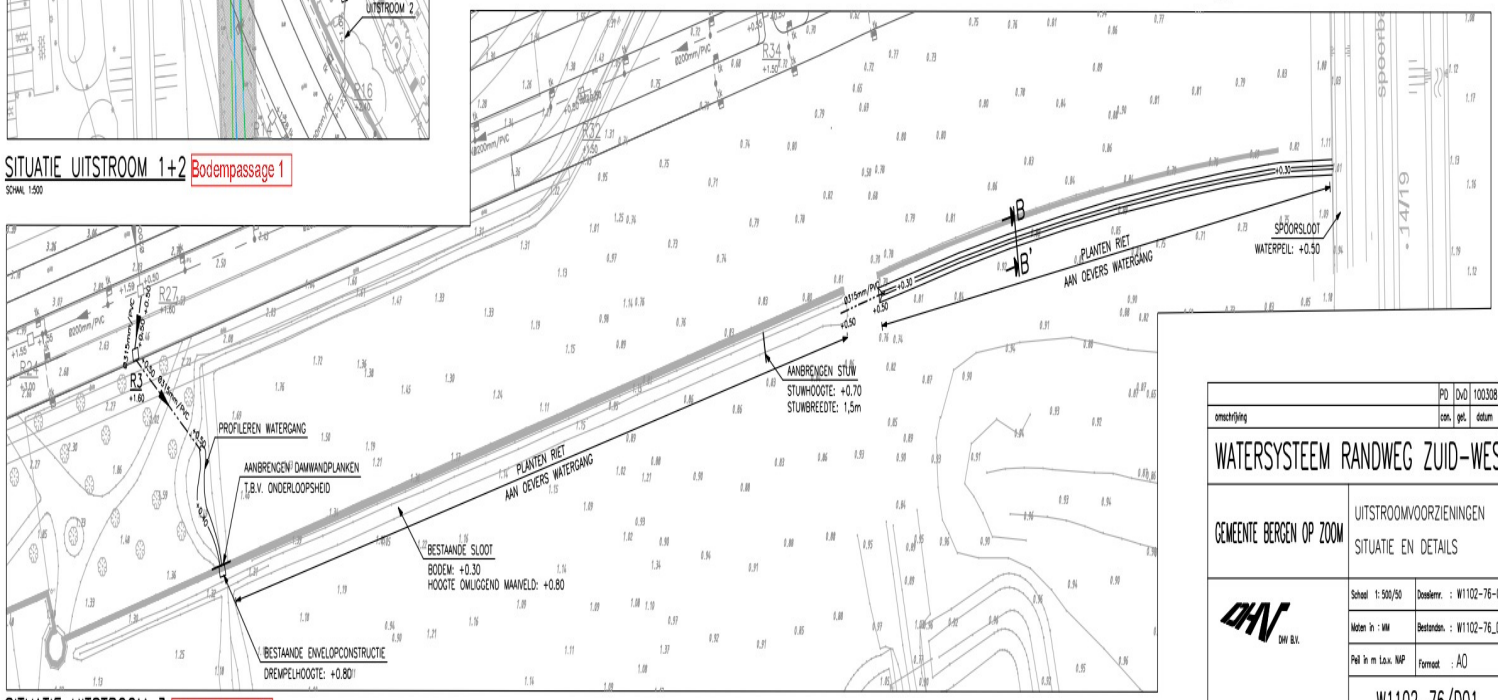
SCHAAL 1:5000

LEGENDA

WATERGANG INCL. BODEMHOOGTE
AANBRENGEN OEVERBEPLANTING VAN RIET

RWA-RIOOL INCL. PUTNR., B.O.B. EN DIAMETER

R2
+1.20



SITUATIE UITSTROOM 3 Bodempassage 2

SCHAAL 1:500

	PD	DvD	100308	A
omschrijving	con.	gec.	datum	versie

WATERSYSTEEM RANDWEG ZUID-WEST

GEMEENTE BERGEN OP ZOOM

UITSTROOMVOORZIENINGEN
SITUATIE EN DETAILS

DHV B.V.

Schaal 1: 500/50	Dossiernr. : W1102-76-001
Meten in : MM	Bestanden. : W1102-76_D01A
Peil in m t.o.v. NAP	Formaat : A0

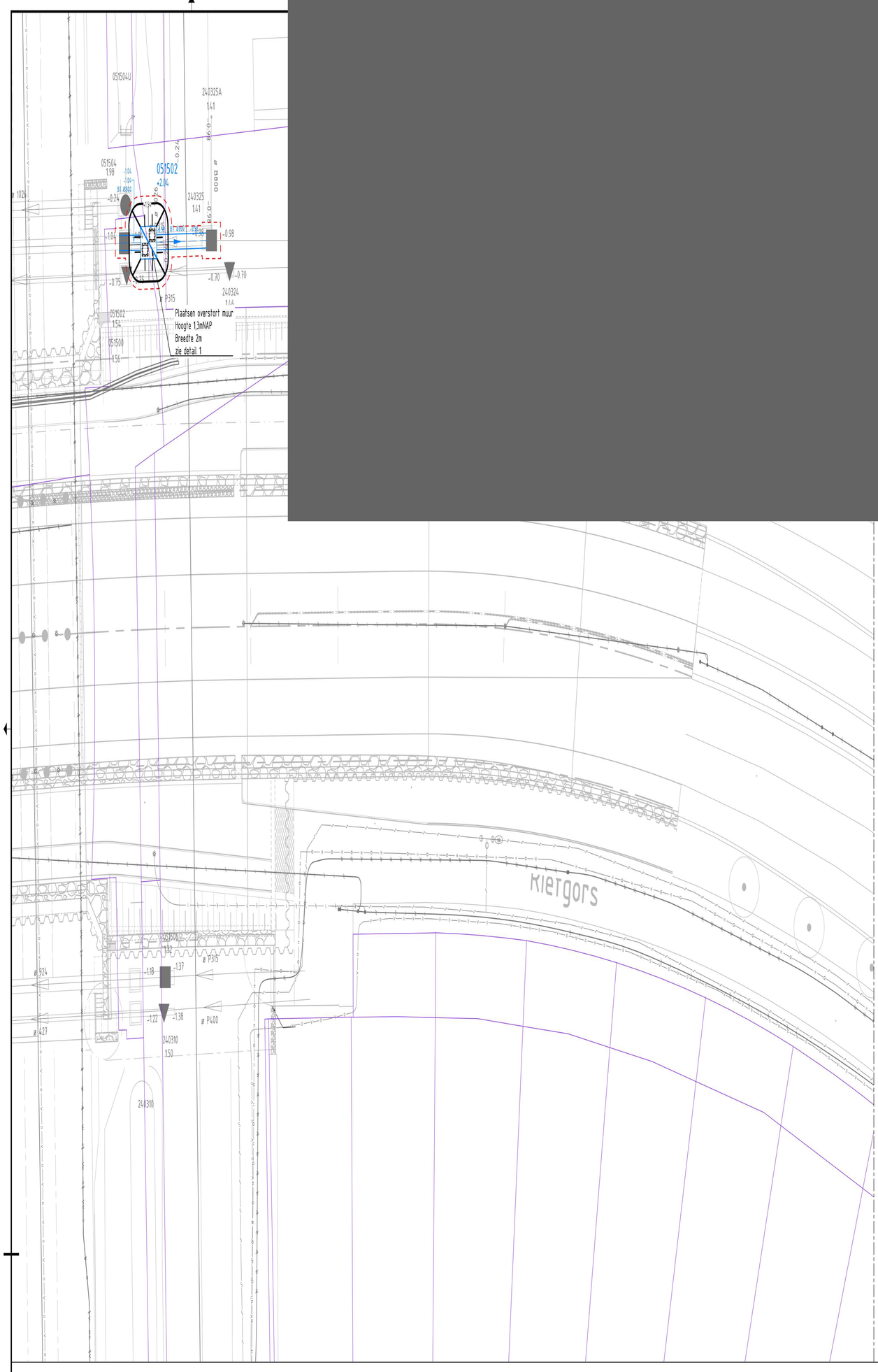
W1102-76/D01

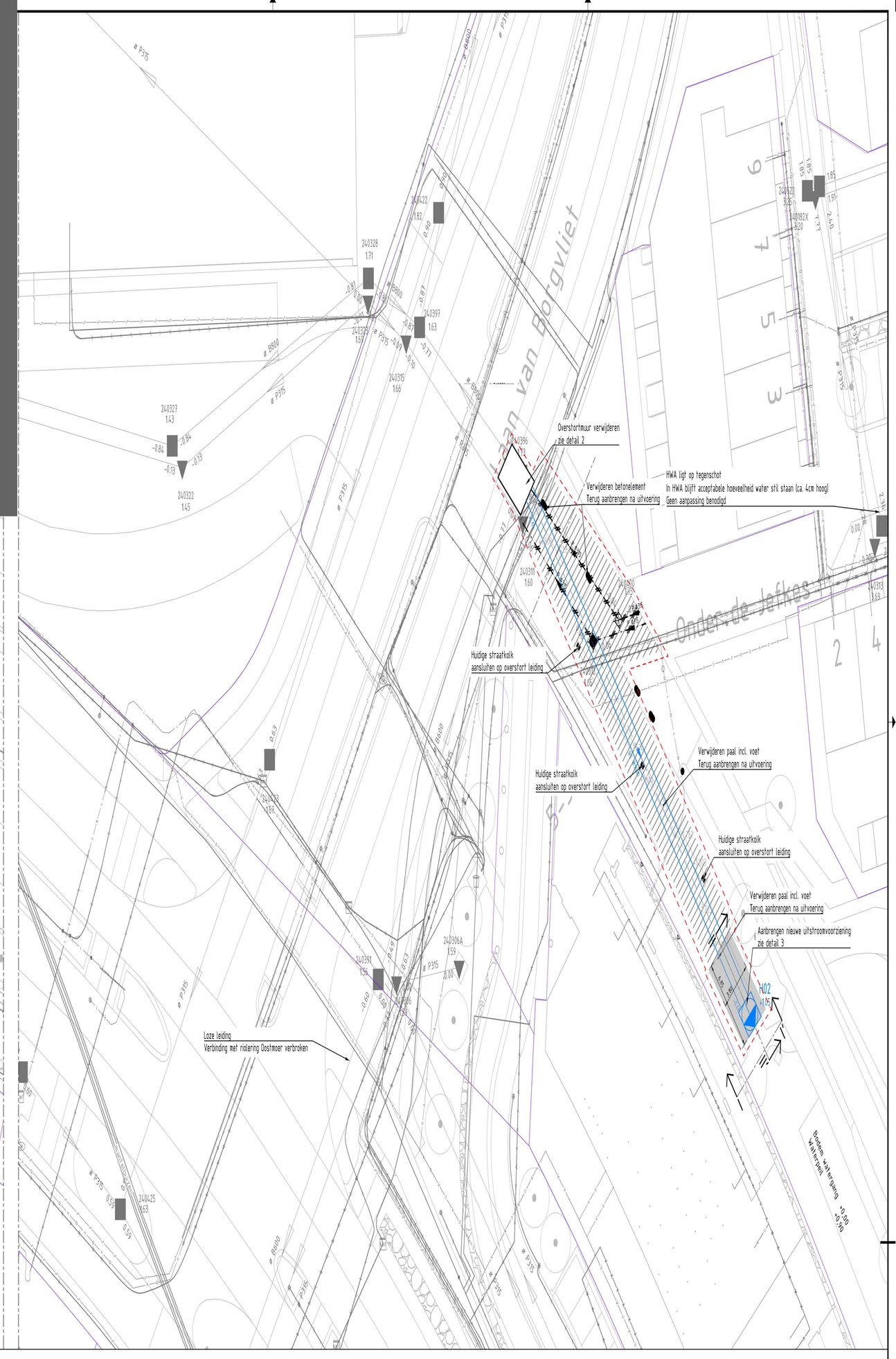
© DHV B.V. Zoals bedoeld mag niet worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan dat waarvoor zij is verstrekt.

Bijlage 5

Detailtekeningen kunstwerken

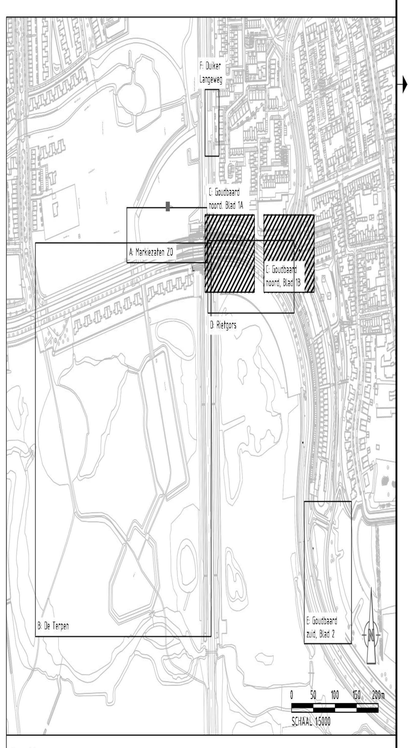
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

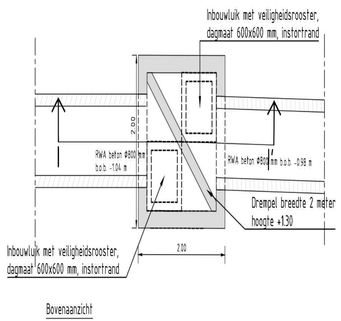




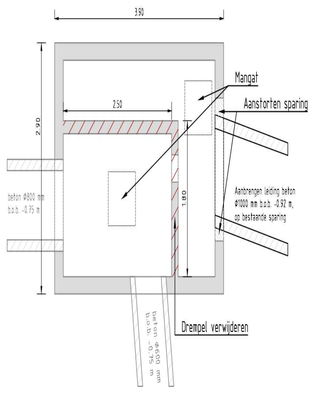
Legenda

- Aanbrengen inspectieput
  incl. putnummer en putdeksel hoogte
  Exacte putdeksel hoogte in werk te bepalen
- Aanbrengen uitstroomput
  incl. putnummer en putdeksel hoogte
  Exacte putdeksel hoogte in werk te bepalen
- Aanbrengen rioleringsbuis
  incl. B.O.B., materiaal en diameter
- Opbreken HWA inspectieput
- Opbreken HWA rioleringsbuis
  (Loze leiding)
- Opbreken DWA inspectieput
- Opbreken DWA rioleringsbuis
  (Loze leiding)
- Behouden bestaande rioleringsput
- Behouden bestaande rioleringsbuis
- Opbreken en opnieuw aanbrengen open verharding
  Straatbakstenen, ZK, kepervertand
- Opbreken en opnieuw aanbrengen boothelling
  Siertegelstraten
- Behouden schanskorf
- Bestaande betonnen element
  Verwijderen en later na uitvoering terug te brengen
- Aanbrengen taluds
  Inzaaien met grasmengsel

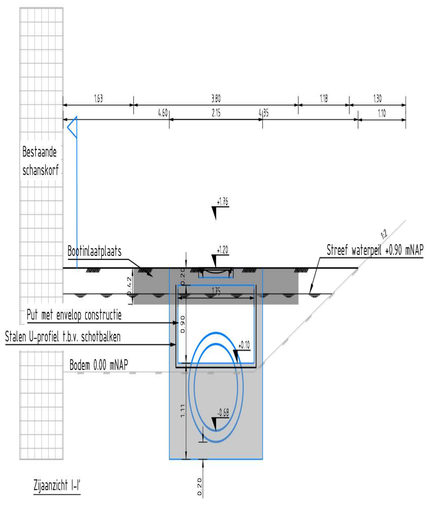




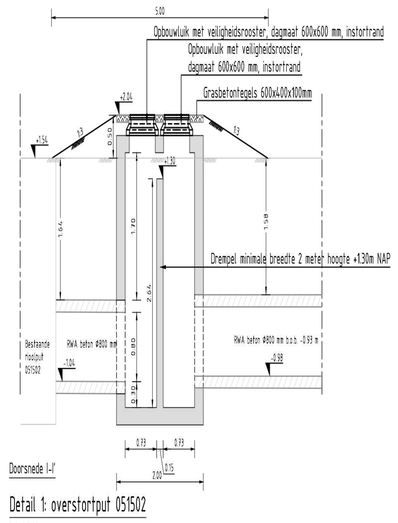
Bovenaanzicht



Bovenaanzicht



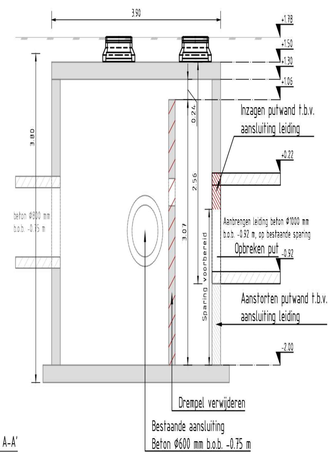
Zijaanzicht I-I'



Doorsnede I-I'

Detail 1: overstortput 051502

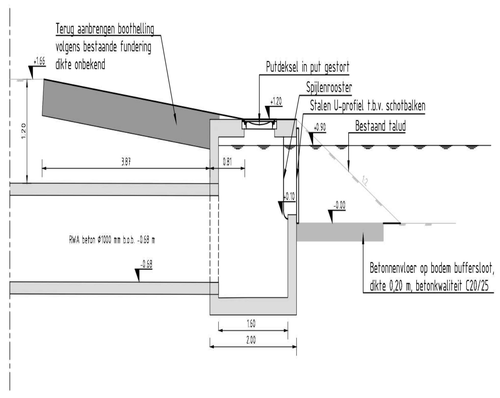
Schaal: 1:50



Doorsnede A-A'

Detail 2: bestaande put 240396

Schaal: 1:50



Doorsnede II-II'

Detail 3: uitstroomput H01

Schaal: 1:50

Opmerkingen:
- Maten in meters, tenzij anders aangegeven
- Peilen in meters t.v.v. NAP
- KLIC d.d. 06-07-2023

versie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
3.0	Toevoeging overzichtskaart.				20-07-2023
2.0	Drempel verplaatst naar berm nabij Lüdl				17-02-2023
1.0	Eerste uitgave				01-11-2022

opdrachtgever
Gemeente Bergen op Zoom

project
Markiezaten Zuid Oost
Goudbaard noord, blad 1

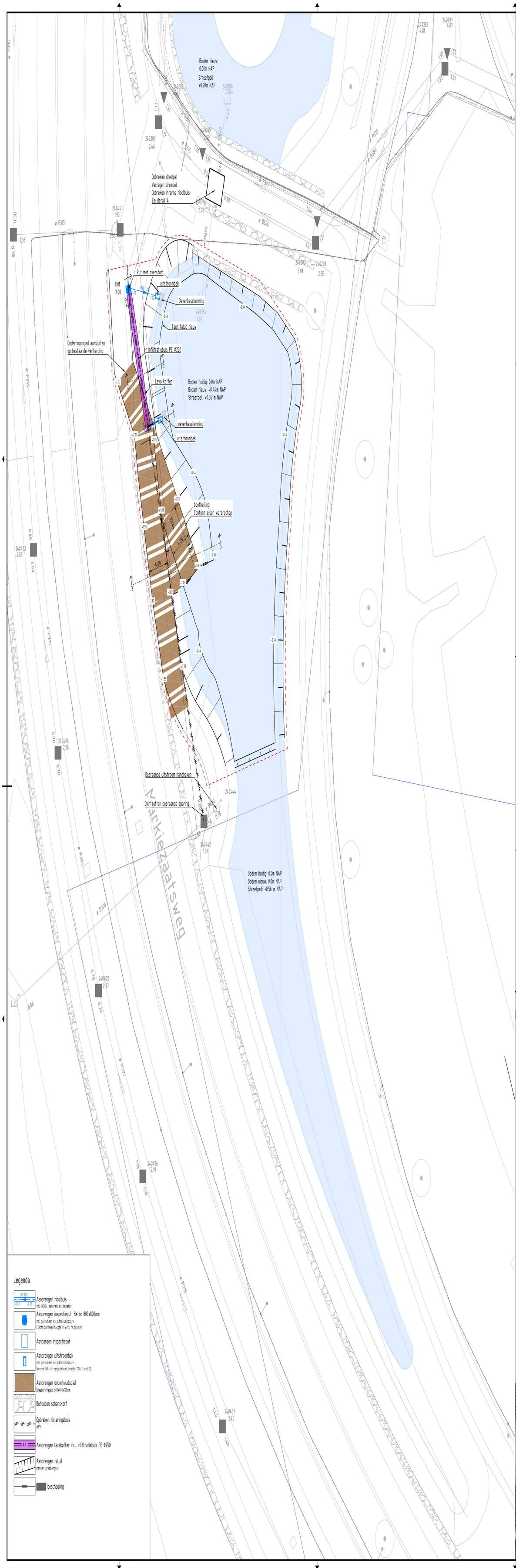
omschrijving
Overstortleiding en lavafilter

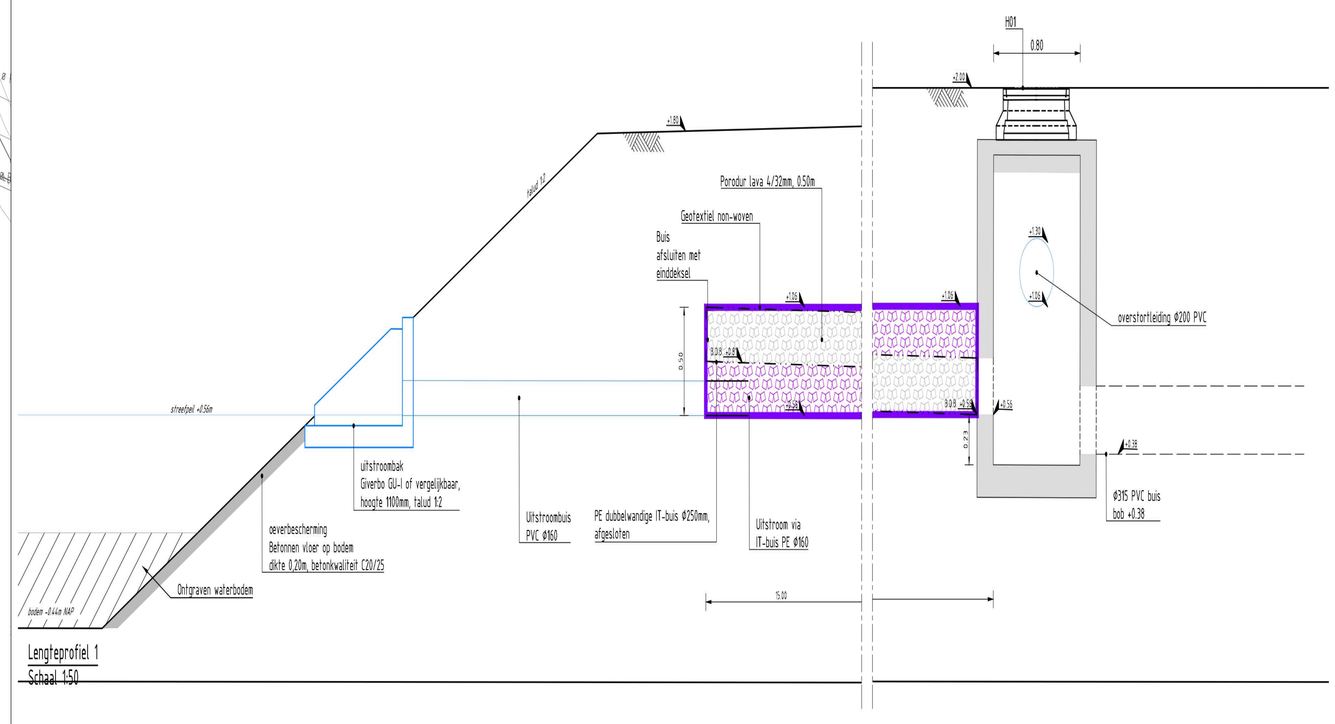
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

documentstatus: Concept
documentversie: 3.0

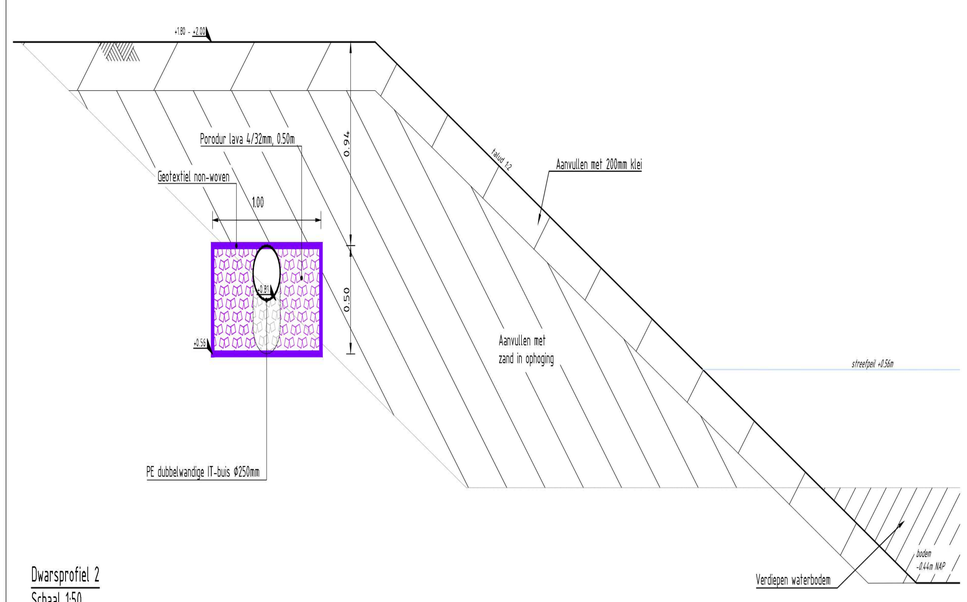
formaat: A0 | schaal: 1:200 | fase: DO | blaadnr.: 1 | van: 2

projectnummer / tekeningnummer: BI1684-RHD-DR-MZ-DR-C-2001

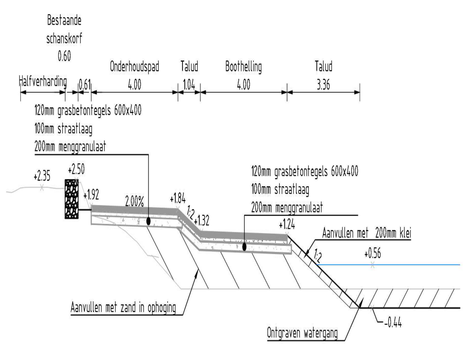




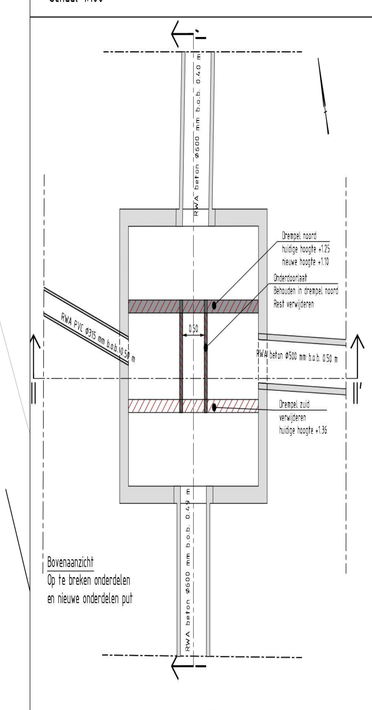
Lengteprofiel 1
Schaal 1:50

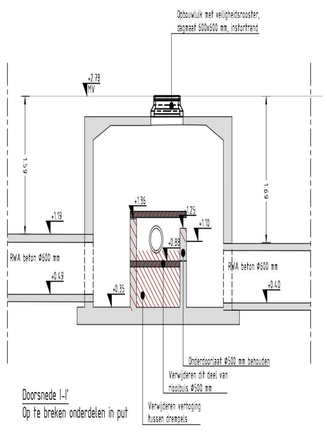


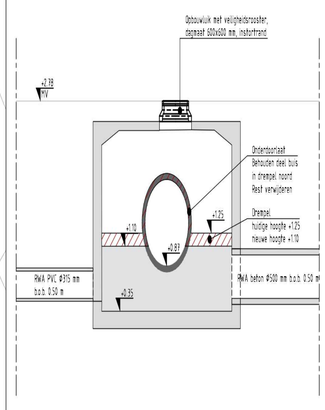
Dwarsprofiel 2
Schaal 1:50

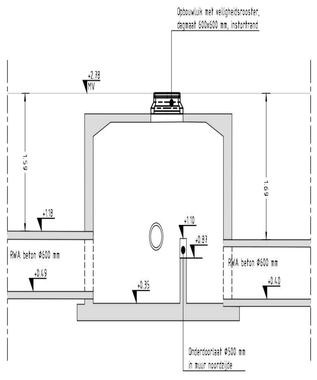


Dwarsprofiel 3
Schaal 1:100



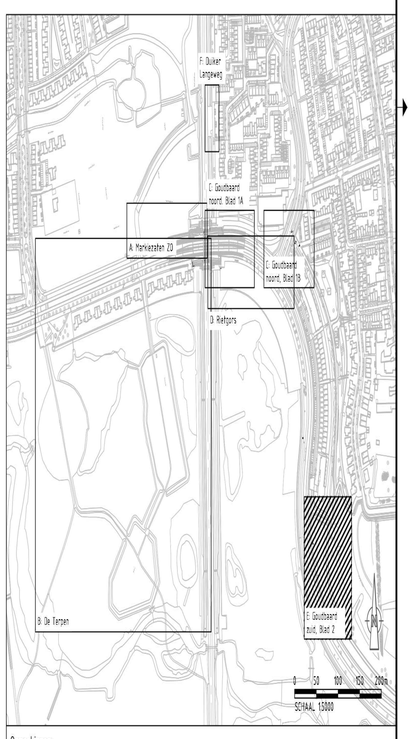






Detail 4: overstortput 3403B4

Schaal 1:50



Opmerkingen:
- Maten in meters, tenzij anders aangegeven
- Peilen in meters t.o.v. NAP
- Afmetingen put 3403B4 zijn op basis van scan doorgestuurd door Gemeente Bergen op Zoom d.d. 10-10-2022
- KLIC d.d. 05-07-2023

versie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
3.0	Toevoeging overzichtskaart				20-07-2023
2.0	Verwijderen lavafilter en vervangen buis bij knuisput				27-03-2023
1.0	Eerste uitgave				20-10-2022

opdrachtgever
Gemeente Bergen op Zoom

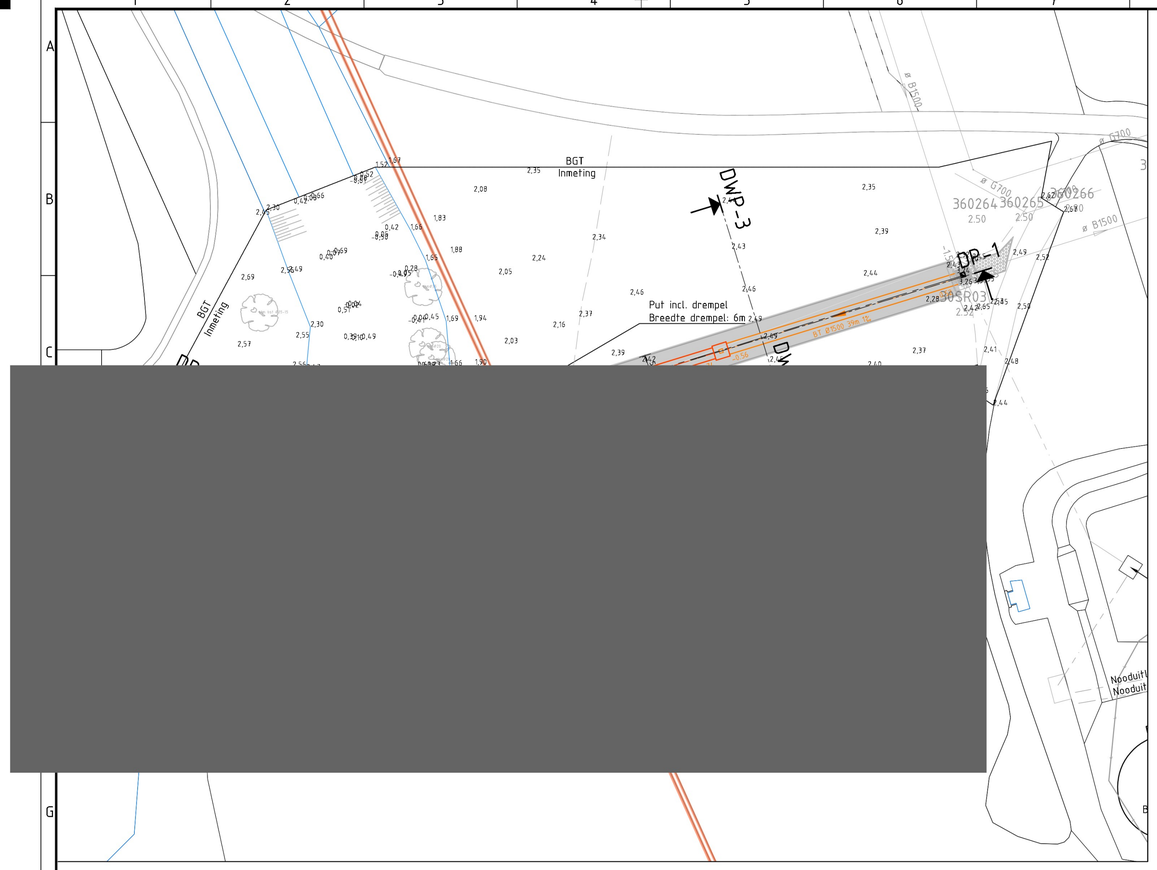
project
Markiezaten Zuid Oost
Goudbaard zuid, blad 2

omschrijving
Overstortleiding en lavafilter

HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

documentstatus	documentversie
Concept	3.0

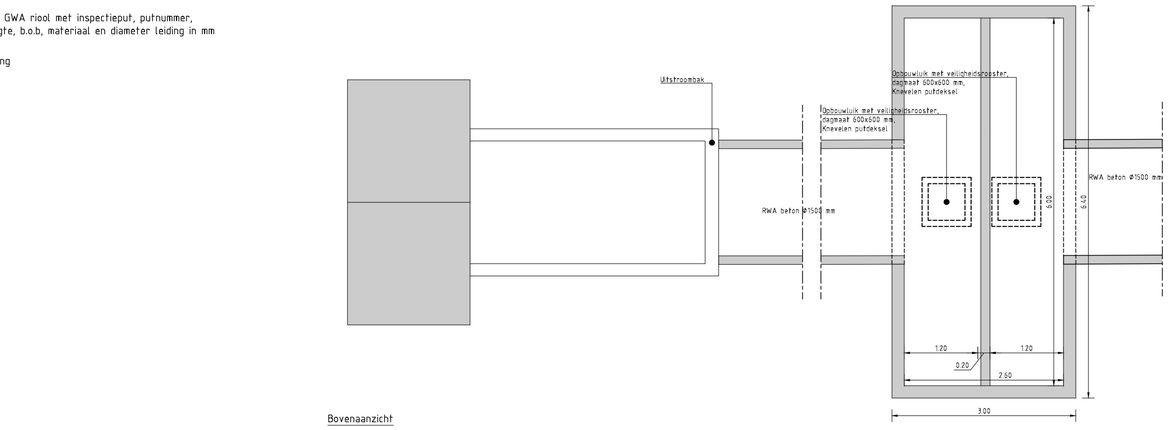
formaat	schaal	fase	bladnr.	van	projectnummer / tekeningnummer
A0	1:200	DO	2	2	BI1684-RHD-BR-MZ-DR-C-2001



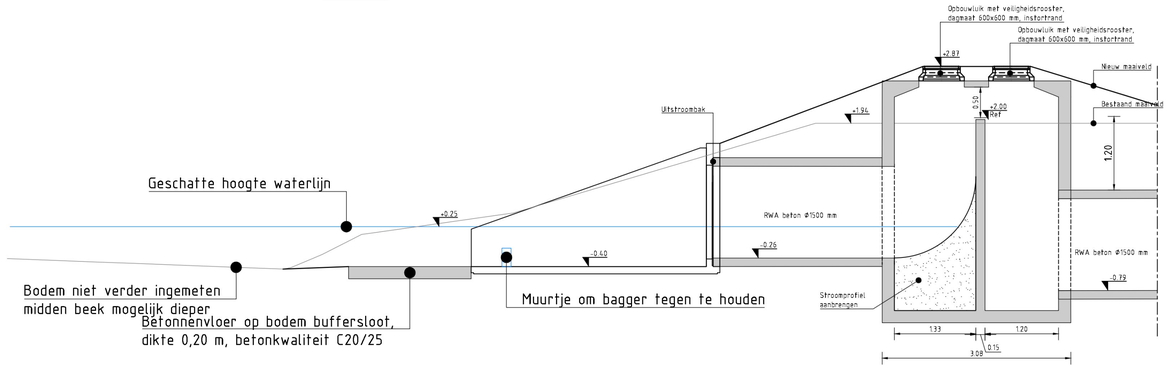
[redacted]

Legenda

PVC Ø400 G01 0.00 -1.50 -1.50	Aanbrengen GWA riool met inspectieput, putnummer, putrandhoogte, b.o.b, materiaal en diameter leiding in mm
	Liquide leiding



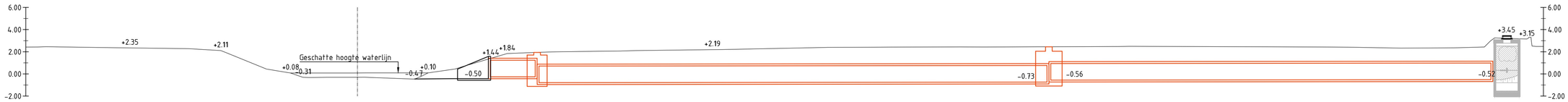
Bovenaanzicht



Doorsnede

Detail 3: overstortput (G02)

Schaal 1:50



DWARSPROFIEL DP-1

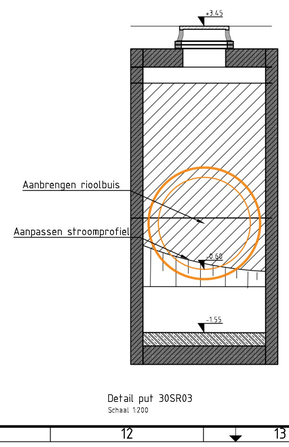
Metrering 0098

Schaal 1:200

DWARSPROFIEL DWP-3

Metrering 0069

Schaal 1:200



Detail put 30SR03

Schaal 1:200

versie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
2.0	Diverse wijzigingen vanuit Gemeente				22-08-2022
1.0	Eerste uitgave				27-06-2022

opdrachtgever: Gemeente Bergen op Zoom

project: Overstort first flush

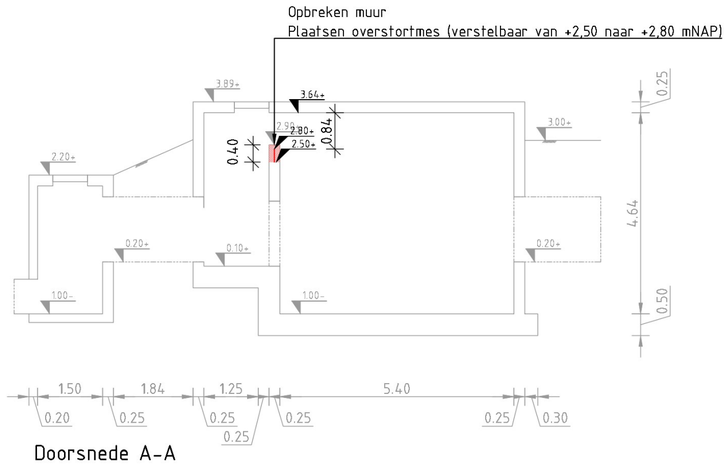
omschrijving: Nieuwe overstort first flush

Royal HaskoningDHV — Enhancing Society Together

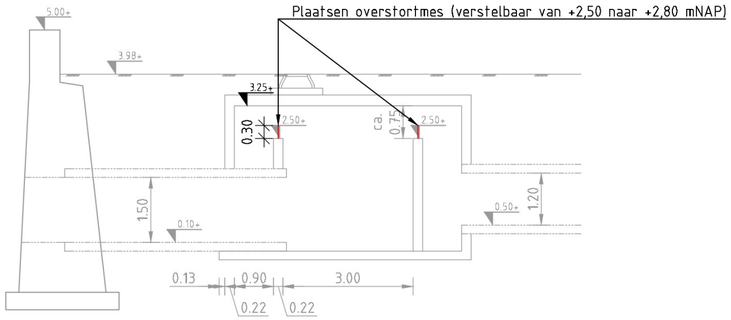
HaskoningDHV Nederland B.V. Transport & Planning

formaat	schaal	fase	bladnr.	van	documentstatus	documentversie
A1	1:500	SO	1	1	Concept	2.0

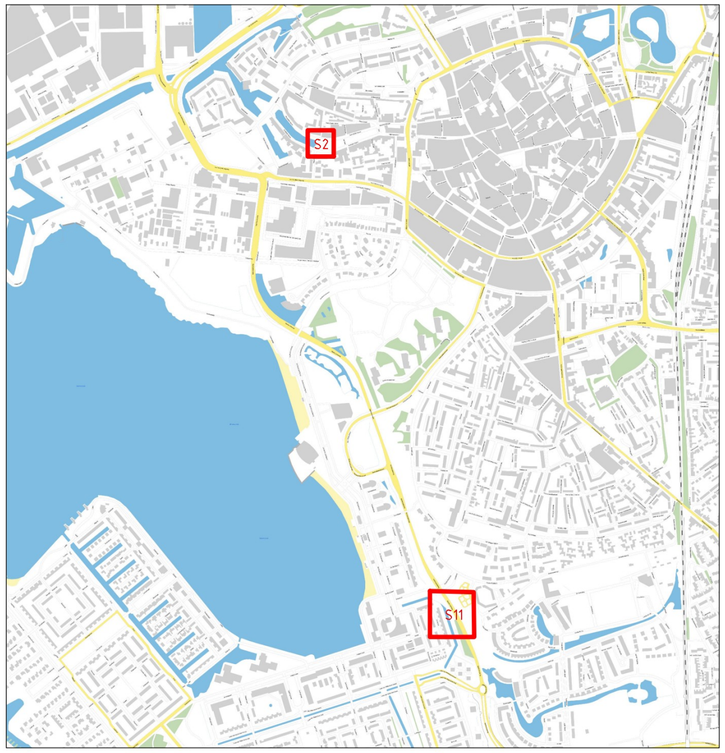
projectnummer / tekeningnummer: BI1684-RHD-SW-FF-DR-C-1003

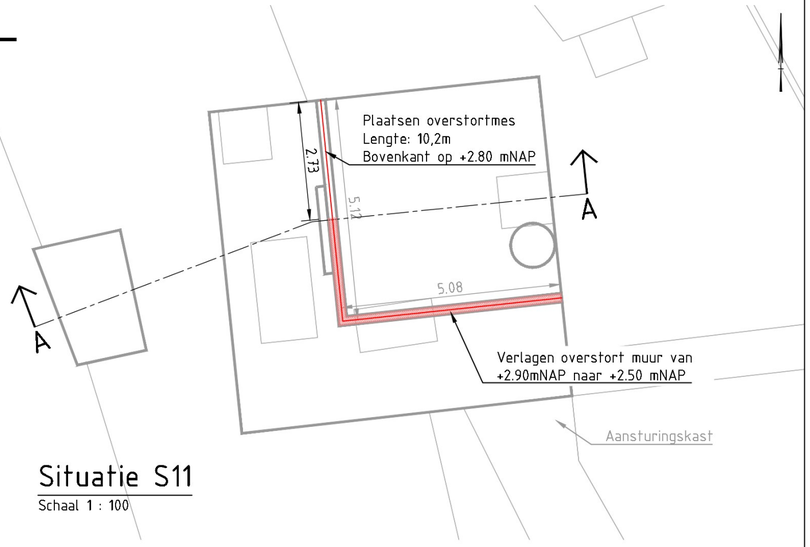


Doorsnede A-A
Schaal 1:100

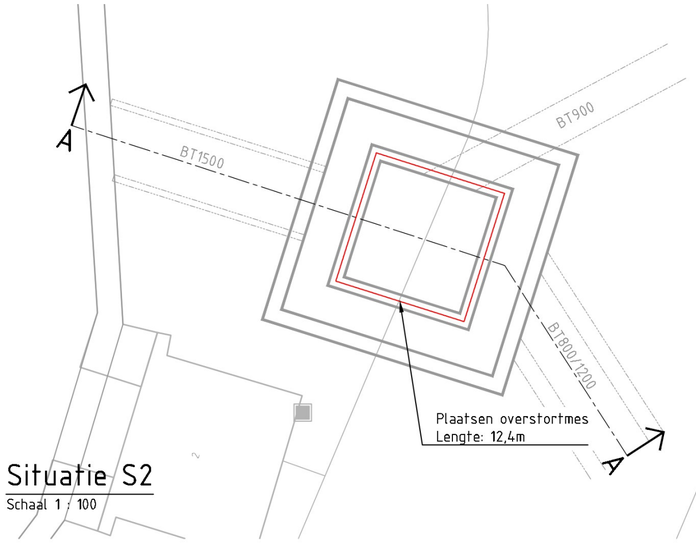


Doorsnede A-A
Schaal 1:100





Situatie S11
Schaal 1 : 100



Situatie S2
Schaal 1 : 100

Opmerkingen

- Maten in meters, tenzij anders vermeld;
- Materiaalmaten in millimeters, tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld;
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld;
- Coördinaten in meters t.o.v. Rijksdriehoeksstelsel;
- Hoeken in graden (360°);

Schaal 1:100
0 1 2 3 4m

versie	omschrijving	getekend	gecontr.	akkoord	datum
2.0	Toevoeging overzicht	RvH	HvD	JvdV	02-07-2024
1.0	Eerste uitgave	MVe	HvD	JvdV	31-05-2024

opdrachtgever
Gemeente Bergen op Zoom

project
Markiezaten

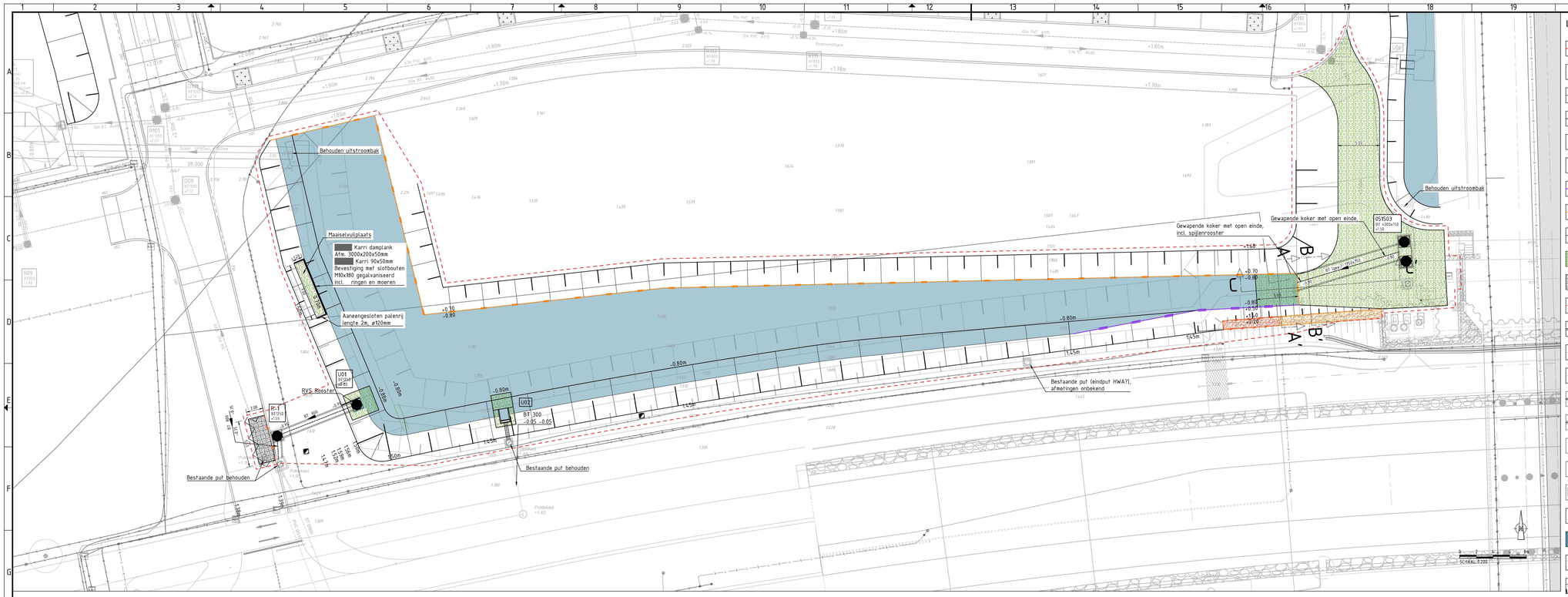
omschrijving
Overstortputten S2 en S11
Principe details

HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

formaat	schaal	fase	bladnr.	van
A2	1:100	Definitief ontwerp	1	1

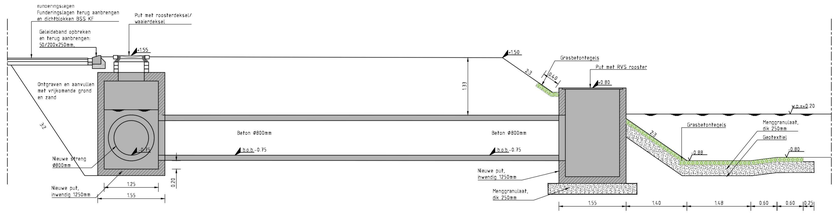
documentstatus	documentversie
Definitief	1.0

projectnummer / tekeningnummer
BI1684-RHD-XX-MA-DR-C-2701

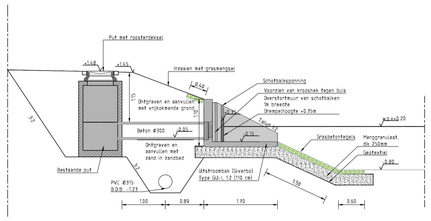


Legenda

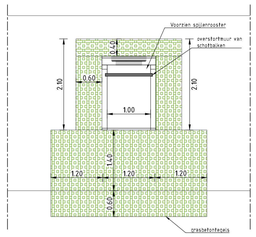
- Werkgrens
- Bestaande situatie conform BGT
- Nieuwe situatie
- Kadastrale eigendomsgrens
- Bestaande hoogte — 1.535
- Nieuwe hoogte — 1.45m
- Nieuwe beschoeiing van L-wanden
  19x200x110 cm
- damwandplank van Karri hout
  Lengte: 3 m, Afmeting: 200 x 50 mm
- Zaagsnede
  Trapfries
- Grasbetontegels, 600x400x100mm,
  100mm straatzag, 200mm aangrenzend
  t.p.v. uitstroomvoorziening, maaiselvulplaatsplaats en maaivulplatform
- Verwijderen asfalt
  Na rioolwerkzaamheden dichtblijven met BGS Kf bijkwartband
- Geleideband 50/200x250mm
  Opbreken en terug aanbrengen na rioolwerkzaamheden
- Opsluitband 150x250mm
  Aanbrengen
- Bestaande HWA-riolering, beton,
  incl. inspectieputten en b.o.b.'s
- Bestaande DWA-riolering, PVC,
  incl. inspectieputten en b.o.b.'s
- Nieuwe HWA-riolering, beton,
  BF ø800 — incl. afmetingen, afsponsichting en b.o.b.'s
- Nieuwe DWA-riolering, PVC Ø315mm,
  PVC ø315 — incl. afsponsichting en b.o.b.'s
- Nieuwe inspectieput HWA-riolering, beton
  O-1 BT300 -0.05 — incl. ihw. afmetingen en putnummer
- Nieuwe inspectieput DWA-riolering, beton
  O-2 BT1000 -2.00 — Ihw. 1000x1000mm), incl. putnummer
- Nieuwe uitstroomvoorziening HWA-riolering, beton
  U01 — Type zichtbaar in detail
- Nieuwe putrand, beton
- Nieuwe watergang
- Bestaand talud
- Nieuw talud
  Inzaaien met grasmengsel
- Bestaande schanskorf
- Bestaande schanskorf, tijdelijk verwijderen
  Na aanlegger nooi weer terug plaatsen
- Bestaande schanskorf, definitief verwijderen



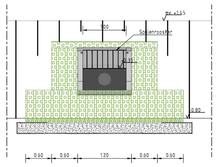
Detail U01 - Instroomvoorziening
SCHAAL 1 : 50 (zijaanzicht)



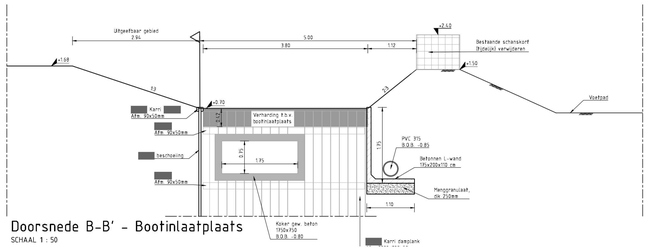
Detail U02 - Uitstroomvoorziening talud 1:2
SCHAAL 1 : 50 (zijaanzicht)



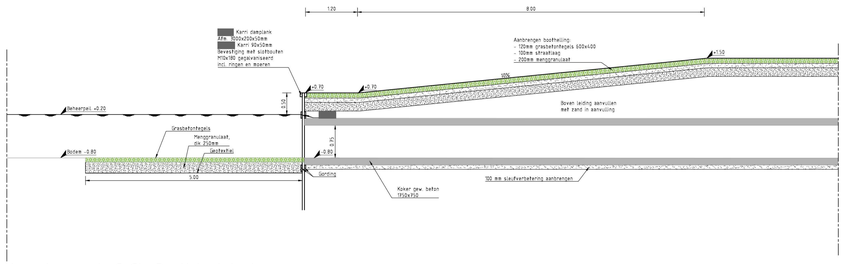
Detail U02 - Uitstroomvoorziening
SCHAAL 1 : 50 (bovenaanzicht)



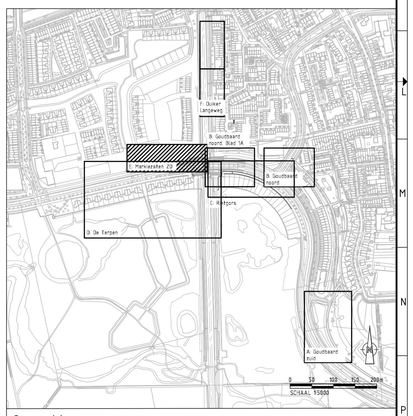
Detail U02 - Uitstroomvoorziening
SCHAAL 1 : 50 (vooraanzicht)



Doorsnede B-B' - Bootinlaatplaats
SCHAAL 1 : 50



Langdoorsnede C-C'- Bootinlaatplaats
SCHAAL 1 : 50



Opmerkingen
- Maten in meters en dimensies van materialen in mm, tenzij anders aangegeven.
- Coördinaten in RD-stelsel en hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.
- KLIC d.d. 06-07-023
- Inrichtingsplan ontvangen van Aveco

versie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
4.0	Aanpassingen t.b.v. definitief bezoek incl. tekeningnummer wijziging				27-06-2024
3.0	Diverse wijzigingen en optimalisaties na opmerkingen OG op concept bezoek				04-10-2023
2.0	Diverse aanpassingen				06-09-2023
1.0	Eerste vulgeren				26-07-2023

opdrachtgever
Gemeente Bergen op Zoom

project
Markiezaten zuidoost, Deelgebied E

omschrijving
Nieuwe situatie
Ontwerp DWA- en HWA-riolering

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

formaat	schaal	fase	blad nr.	van
A1	1:200	Bestek	1	1

document status	document versie
Definitief	4.0

projectnummer / tekeningnummer
BI1684-RHD-XX-MZ-DR-C-2501

Bijlage 6

Eisen en randvoorwaarden ‘Inlaadplaats maaiboot en maaisellos- en laadplaats’ (ontvangen van waterschap)

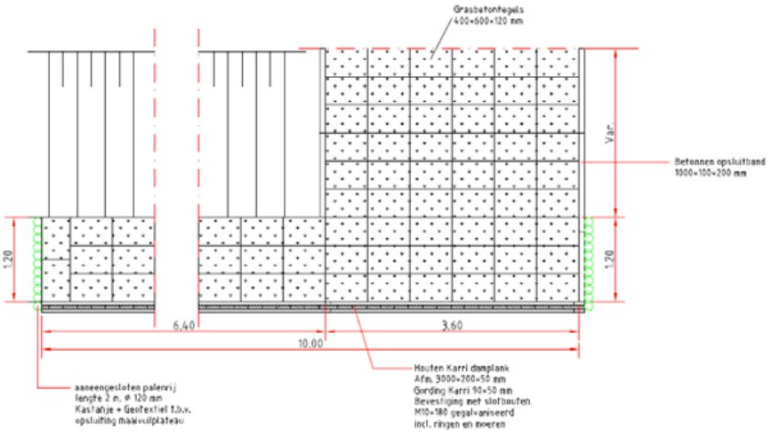
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

54. Inlaatplaats maaiboot en maaisellos- en laadplaats

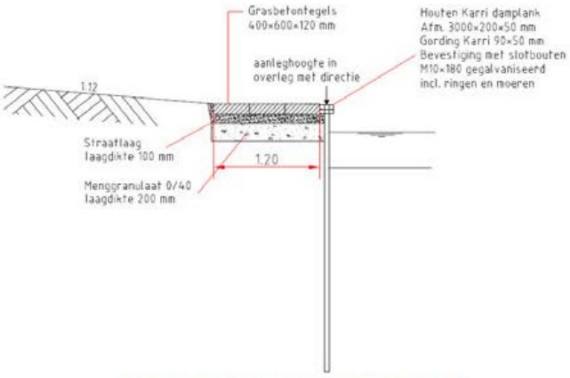
Eindbeeld
Een inlaatplaats waar een maaiboot ten behoeve van het maaionderhoud in het water kan worden gelaten + een maaisellos- en laadplaats waar de maaiboot het maaisel kan deponeren en waar vervolgens weer kan worden opgeladen voor afvoer.

Bijzonderheden
- Inlaatplaats op een locatie waar de toegang vanaf de openbare weg goed geregeld is + technisch mogelijk (draaicirkels)
- Indien de toegang naar de inlaatplaats over een gazon gaat (in stedelijk gebied vaak het geval) dient dit te worden voorzien van een voorziening om insporing te voorkomen (grasbetonstenen, puingranulaat of ritterplaten)
- De maaisellos- en laadplaats dient goed toegankelijk vanaf de openbare weg te zijn gelegen. Een vrachtauto dient dichtbij de laadplaats te kunnen komen zodat met een knijper het maaisel rechtstreeks kan worden opgeladen
- Geen gecreosoteerde palen gebruiken
- Indien de waterpartij langer dan 200 m is dient, in overleg met het waterschap te worden bezien waar een eventuele extra maaisellos- en laadplaats kan worden aangelegd
- Indien de waterpartij voorzien is van objecten die niet passeerbaar zijn voor de maaiboot dienen eventuele extra inlaatplaatsen te worden aangebracht (exacte locatie in overleg met het waterschap)

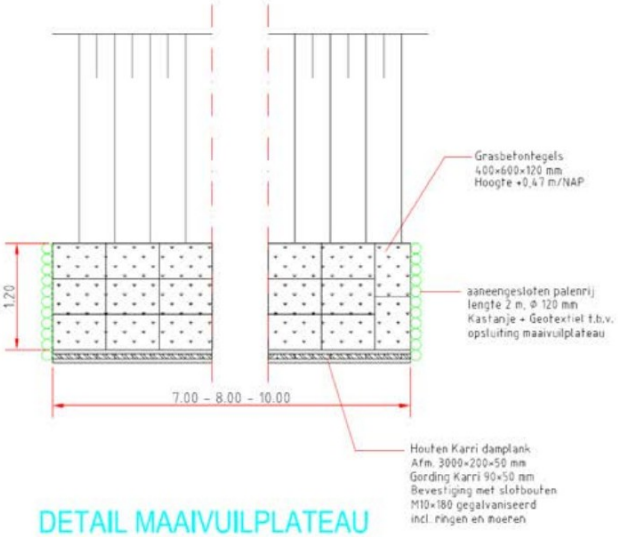
DETAIL MAAIBOOT INLAATPLAATS
DWARSDOORSNEDE
1:50



DETAIL MAAIBOOT INLAATPLAATS / MAAIVUILPLATEAU
BOVENAANZICHT
1:50



DETAIL MAAIVUILPLATEAU
DWARSDOORSNEDE
1:50



DETAIL MAAIVUILPLATEAU
BOVENAANZICHT
1:50

Bijlage 7

Beheerafspraken waterschap Brabantse Delta Markiezaten, 31 mei 2016, kenmerk 16UT000489, incl. rapportage 'Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet, inclusief rioleringsplan stedelijk gebied', DHV, kenmerk PD/NH/V-0038 d.d. januari 2009

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Waterschap Brabantse Delta

Gemeente Bergen op Zoom
I16-032866
Reg. datum: **01/06/2016**

Gemeente Bergen op Zoom
De heer/mevrouw [redacted]
Postbus 35
[redacted] Bergen op Zoom

Uw schrijven van	:	geen
Uw kenmerk	:	geen
Zaaknummer	:	
Ons kenmerk	:	16UT000489
Barcode	:	
Behandeld door	:	[redacted]
Doorkiesnummer	:	[redacted]
Datum	:	31 mei 2016
Verzenddatum	:	

31 MEI 2016

Onderwerp: Overname Markiezaat te Bergen op Zoom

Geachte [redacted], [redacted], [redacted]

Het afgelopen jaar is de gemeente Bergen op Zoom in overleg met Waterschap Brabantse Delta bezig geweest om de watergangen in het gebied "De Markiezaten" en Augustapolder over te dragen naar het waterschap. Het gaat hierbij om de gewijzigde categorie A oppervlaktewaterlichamen (waaronder ook de herinrichting van het Dal van de Molenbeek) inclusief de daarin aanwezige kunstwerken.

De als bijlage 1 toegevoegde kaart geeft de ligging van het gebied aan waarin de oppervlaktewaterlichamen liggen. De rood gearceerde delen worden definitief overgenomen. De oranje gearceerde delen worden tijdelijk in onderhoud genomen omdat hier in de komende periode nog stedelijke ontwikkelingen zullen plaatsvinden. Pas na concrete definitieve inrichting zullen vaste afspraken tussen gemeente Bergen op Zoom en waterschap worden gemaakt over laatstgenoemde delen.
In bijlage 2 is aangegeven welke (gewijzigde) oppervlaktewaterlichamen worden overgedragen en de wijze waarop het beheer aan het oppervlaktewaterlichamen plaatsvindt (Vanaf het water of vanaf de oever). Het gaat hier om de categorie A oppervlaktewaterlichamen.

Na toetsing van de oppervlaktewaterlichamen (zie bijlage 1, rood gearceerde traject) aan "Waterlopen op Orde", is besloten om het onderhoud van de waterlopen **per 1 juni 2016** over te nemen onder voorwaarden zoals vermeld in bijgaand besluit (bijlage 3). Ook zijn afspraken gemaakt over het deel van de waterloop wat ook een EVZ-(ecologische verbindingszone) functie heeft. Deze afspraken zijn vastgelegd in het beheer en onderhoudsplan voor het Dal van de Molenbeek. Dit document is een gezamenlijke uitgave van Brabants Landschap, de Gemeente Bergen op Zoom en Waterschap Brabantse Delta. De gemaakte afspraken voor wat betreft de categorie A oppervlaktewaterlichamen in het Dal van de Molenbeek zijn van toepassing tussen Brabantse Delta en Brabants Landschap.

Afgelopen jaar is er diverse malen overleg geweest over deze waterlopen met bijbehorende kunstwerken. Aanleiding was het onvoldoende duidelijk zijn van het beheer en onderhoud na (her)inrichting in de periode 2004-2010. Tijdens genoemde overleggen is consensus bereikt over de overname en de wijze waarop de oppervlaktewaterlichamen beheerd worden (onder voorwaarden zoals ook verder bij dit bijgesloten besluit). Daarnaast zijn nog een aantal werkzaamheden uitgevoerd om de oppervlaktewaterlichamen en de kunstwerken overdraagbaar te maken. Deze werkzaamheden zijn:

Waterschap Brabantse Delta
Postbus 5520, 4801 DZ Breda T 076 564 10 00 F [redacted]
[redacted]@brabantsedelta.nl I www.brabantsedelta.nl K.v.K.nr: 51 181 584
IBAN NL88 NWAB 0636 7592 02 BIC NWABNL2GXXX BTW.nr: NL812566762B01

- Inmeten over te dragen oppervlaktewaterlichamen en kunstwerken en de contouren van de in te zetten waterberging, zodanig dat deze gegevens te verwerken zijn in het beheersregister van Waterschap Brabantse Delta
- Aanbrengen van veiligheidsmaatregelen KAM) ter plaatse van de kunstwerken (stuwen) in de Molenbeek. Deze zijn uitgevoerd en goedgekeurd door het waterschap.

Naast deze maatregelen zijn er nog een aantal maatregelen die uitgevoerd dienen te worden door de gemeente of het waterschap. Dit gebeurd op korte termijn en maakt onderdeel uit van de gemaakte afspraken in deze overdracht.

- Aansluiten elektra stuw Akkerman. Hiervoor verleend de gemeente Bergen op Zoom een opdracht. Waterschap Brabantse Delta begeleidt de uitvoering en draagt zorg voor de oplevering.
- Inregelen stuw Akkerman en stuw Cromvliet en indien nodig afstemmen van de beide stuwen op het waterpeil in de Plaatvliet. De stuw wordt ingeregeld op basis van het document "Waterafvoer de Markiezaten en Plaatvliet van DHV d.d. 13 januari 2009 versie 10 (bijlage 4). Dit wordt uitgevoerd door Waterschap Brabantse Delta.

Voor het verwerken van de as built gegevens in het beheersregister zijn de volgende stukken overgedragen:

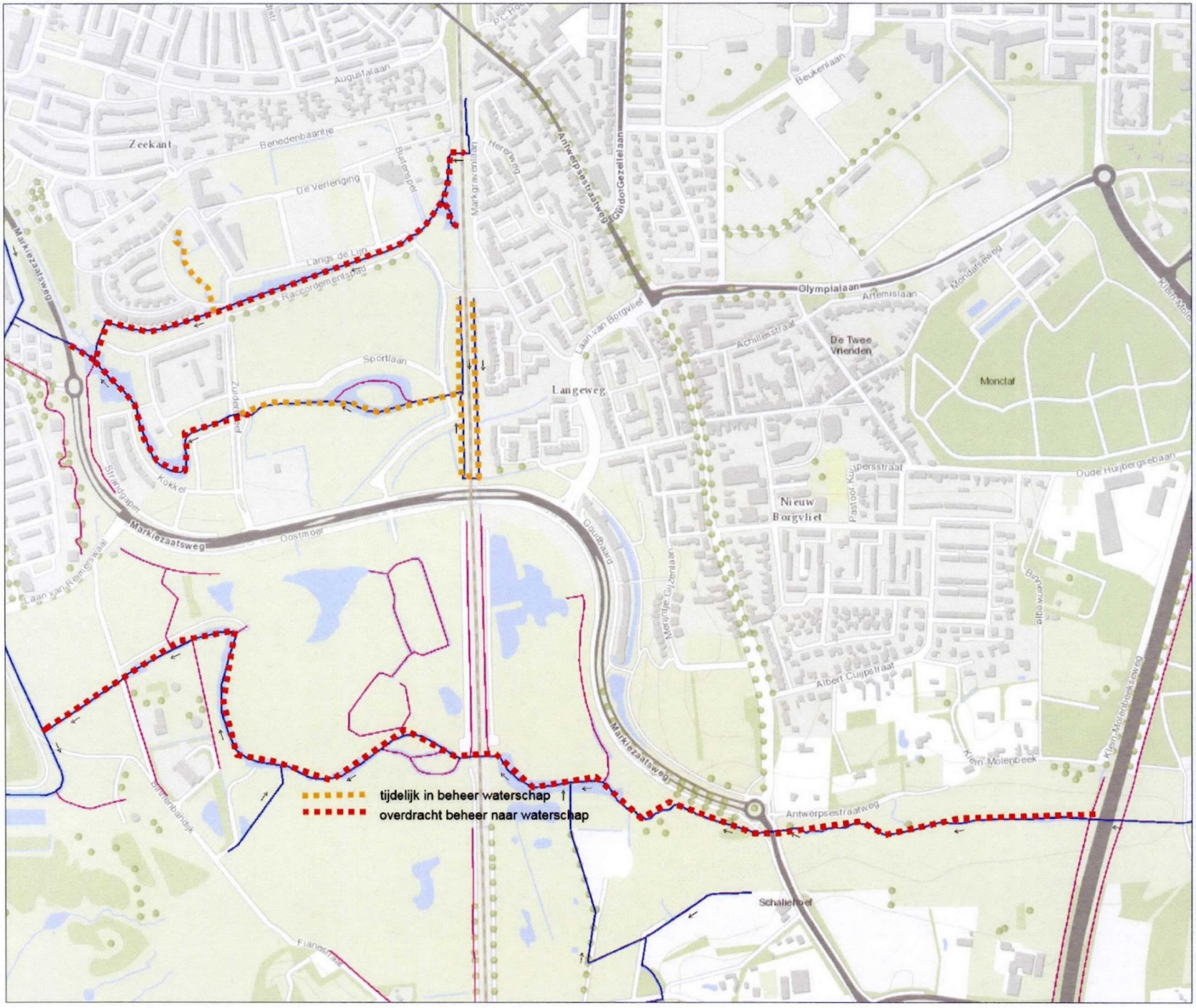
- bedieningsvoorschriften, handleiding en as-built tekeningen stuw Cromvliet
- bedieningsvoorschriften, handleidingen as-built tekeningen stuw Akkerman
- as-built tekeningen ingemeten door Coenradie van de categorie A watergangen ten noorden van de Markiezaatsweg tot en met stuw Cromvliet.
- As built tekeningen van de Molenbeek en het gebied ten zuiden van de Markiezaatsweg.

Daarnaast zijn de stukken overgedragen weergegeven in bijlage 1, 2, 4-6.

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor meer informatie over deze overname kunt u contact opnemen met [redacted] van het waterschap. Voor vragen over de toekomstige onderhoudswerkzaamheden kunt u contact opnemen met de teamleider Onderhoud van Rayon West [redacted]

Hoogachtend,
Namens het dagelijks bestuur,
[redacted]ening & beheer

Bijlagen: 1. Tekening over te dragen oppervlaktewaterlichamen
2. Over te dragen beheerselementen met codering
3. Besluit overname Markiezaat / Augustapolder te Bergen op Zoom
4. Waterafvoer de Markiezaten en Plaatvliet van DHV d.d. 13 januari 2009 versie 10
5. Tekening locatie folie tegen opbarsten waterbodem.
6. Lijst met over te dragen oppervlaktewaterlichamen en beheerselementen



Overzicht over de dragen watergangen Markiezaten /

Overdracht beheer van gemeente Bergen op Zoom naar Waterschap

- Categorie A waterloop
- Categorie B waterloop
- Waterschapsgrens
- Topo

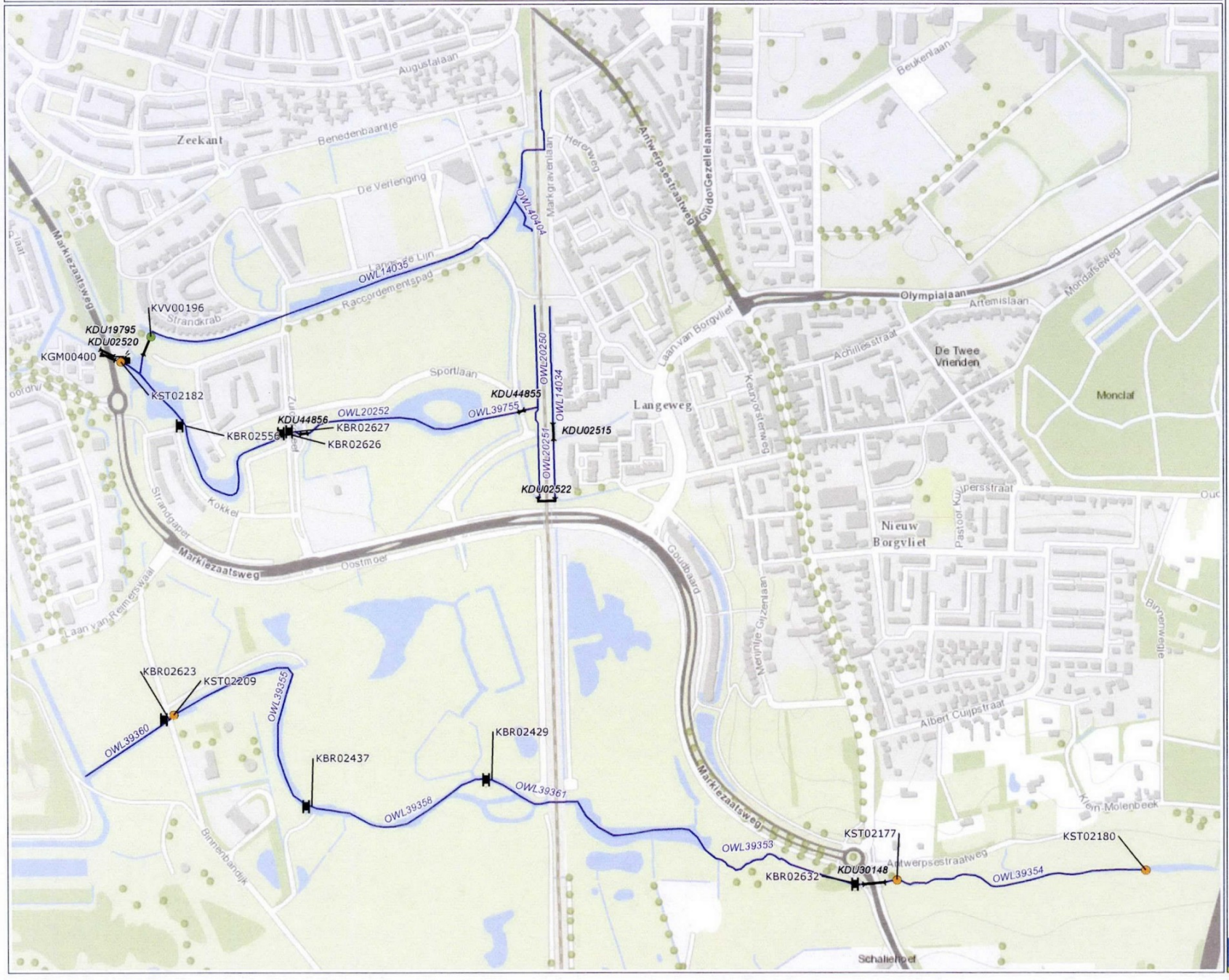
Naam/Afdeling:

Datum: 08-12-2015
Formaat: A3
Schaal: 1:6.396

Waterschap Brabantse Delta

Over te dragen beheerselementen

van gem bergen op Zoom naar ws Brabantse Delta



- Brug
- Stuw
- Oppervlaktewatergemaal
- Krooshek/Vuilvang
- Duiker
- Categorie A waterloop

Waterschap Brabantse Delta

Projectomschrijving
EVZ Molenbeek

Opdrachtgever
[redacted]

Opdrachtnemer
[redacted]

Gezien
-

Afdeling
Kennis & Advies

Fromaat	Schaal	
A3	1:6.000	
Versie	**Volgnummer**	**Datum**
-	1	13-1-2016

G:\WB_KenAITG_GIM\Projecten\7901\gisimaps\20160108_Over_te_dragen_beheerselementen.mxd

Bijlage 3: Besluit overname Markiezaat / Augustapolder te Bergen op Zoom

Gegeven:
- "Waterlopen op Orde", de Beleidsregel van het waterschap voor het rangschikken van oppervlaktewateren en de overname van het onderhoud, welke door het waterschap op 1 juni 2011 is vastgesteld (hierna: de Beleidsregel);
- Paragraaf 5.2 Beleidsregel, waarin beschreven de procedure op grond waarvan besloten wordt tot overname van onderhoud van wateren;
- Hoofdstuk 4 Keur waterkeringen en oppervlaktewateren waterschap Brabantse Delta.

Gezien:
- Artikel 3.1 Criteria voor het aanmerken van leggerwateren
- Artikel 5.2 Algemene uitgangspunten voor het overnemen van onderhoud;
- Artikel 5.3 Bijzondere voorwaarden m.b.t. overname van het onderhoud.

Overwegende dat toetsing aan paragrafen 3.1, 5.2 en 5.3 van de Beleidsregel "Waterlopen op Orde" de volgende constateringen oplevert:

Zuidelijk van Markiezaatsweg

- De waterlopen zoals aangegeven in de bijlage voldoet aan artikel 3.1. lid 1 waarin is aangegeven dat oppervlaktewaterlichamen met een debiet van 30 l/s of meer categorie A waterlichamen zijn waarbij oppervlaktewaterlichaam Markiezaat tevens voldoet aan lid 2 van het hiervoor genoemde artikel 3.1.;
- Artikel 4.1.1.:
    - Bouwkundig onderhoud van kunstwerken:
        - stuwen in de cat A oppervlaktewaterlichamen komen in onderhoud bij het waterschap, stuwen in cat B oppervlaktewaterlichamen komen niet bij het waterschap in onderhoud (de stuwen in de zijwaterlopen van de Molenbeek komen in onderhoud bij Brabants Landschap);
        - Voor wat betreft duikers neemt het waterschap het doorstroomprofiel over. De duikerconstructies zijn/blijven in onderhoud bij de beheerder van het bovengelegen object (spoorlijn- en wegbeheerder) inclusief uitstroomvoorzieningen;
        - Aanwezige schanskorven komen <u>niet</u> in onderhoud bij het waterschap;
        - De draaibrug in de Molenbeek blijft in beheer en onderhoud bij de gemeente Bergen op Zoom in verband met het recreatief karakter;
        - De boothellingen gelegen aan de categorie A oppervlaktewaterlichamen komen in beheer en onderhoud bij het waterschap (locaties stuw Cromvliet, Klaverwei, waterpartij nabij duiker onder spoor ten oosten van sportpark);
        - Doorwaadplaatsen in de Molenbeek komen in beheer en onderhoud bij het waterschap;
    - Onderhoudsplicht leggerprofiel: het onderhoud van de bodem en de taluds komt in onderhoud bij het waterschap;
- Artikel 4.2.:
    - Het onderhoud van de aanwezige onderhoudsstroken blijven in onderhoud bij de aanliggende eigenaren;

Noordelijk van Markiezaatsweg

- De waterlopen zoals aangegeven in de bijlage voldoet aan artikel 3.1. lid 2 waarin is aangegeven dat oppervlaktewaterlichamen benedenstrooms van een gemeentelijke lozing (> 2ha aangesloten hemelwaterafvoer) oppervlaktewaterlichaam cat A zijn ;
- Artikel 4.1.1.:
    - Bouwkundig onderhoud van kunstwerken:
        - stuwen in de cat A oppervlaktewaterlichamen komen in onderhoud bij het waterschap,;
        - Voor wat betreft duikers neemt het waterschap het doorstroomprofiel over. De duikerconstructies zijn/blijven in onderhoud bij de beheerder van het bovengelegen object (spoorlijn- en wegbeheerder) inclusief uitstroomvoorzieningen;
        - Kunststof folie ter hoogte van "de Kokkel" teneinde opbarsten van de waterbodem (a.g.v. kwel) in onderhoud bij het waterschap;
        - Aanwezige schanskorven komen <u>niet</u> in onderhoud bij het waterschap;
        - Steigers en vlonders komen niet in onderhoud bij het waterschap;
        - De boothellingen gelegen aan de categorie A oppervlaktewaterlichamen komen in beheer en onderhoud bij het waterschap (locaties stuw Cromvliet, Klaverwei, waterpartij nabij duiker onder spoor ten oosten van sportpark);

- Onderhoudsplicht leggerprofiel: het onderhoud van het natte profiel (voor zover met de maaiboot te onderhouden) komt in onderhoud bij het waterschap. De overblijvende taluds blijven in onderhoud bij de gemeente Bergen op Zoom. Delen die met de kraan worden onderhouden zullen als nat profiel inclusief taluds worden onderhouden door het waterschap;

– Artikel 4.2.:

- Het onderhoud van de aanwezige onderhoudsstroken blijven in onderhoud bij de aanliggende eigenaren;

B E S L U I T :

Zuidelijk van Markiezaatsweg

1. het waterschap neemt het onderhoud over van de bodem en de taluds voor zover het onderhoud plaatsvindt met een mobiele kraan vanaf de onderhoudsstrook. Indien het onderhoud plaatsvindt met een maaiboot neemt het waterschap alleen het natte profiel (wateroppervlak en 0,5 m van het talud) over in onderhoud. Bijlage 1 geeft aan waar welk onderhoudsregime van toepassing is en in hoeverre het onderhoud wordt overgenomen van de gemeente Bergen op Zoom;
2. het waterschap neemt het onderhoud van het doorstroomprofiel van de duikers in de cat A oppervlaktewaterlichamen over;
3. het waterschap neemt niet het onderhoud over van voorzieningen die geen waterhuishoudkundige functie hebben zoals de onderhoudsstroken, schanskorven, steigers en vlonders, draaibrug in de Molenbeek, bouwkundig deel van de duikers en oevervoorzieningen met een grondkerende functie (schanskorven);
4. het waterschap neemt niet het onderhoud van de aanwezige beplanting over.

Noordelijk van Markiezaatsweg

6 het waterschap neemt het onderhoud over van de bodem en de taluds voor zover het onderhoud plaatsvindt met een mobiele kraan vanaf de onderhoudsstrook. Indien het onderhoud plaatsvindt met een maaiboot neemt het waterschap alleen het natte profiel (wateroppervlak en 0,5 m van het talud) over in onderhoud. Bijlage 1 geeft aan waar welk onderhoudsregime van toepassing en in hoeverre het onderhoud wordt overgenomen van de gemeente Bergen op Zoom;

7 het waterschap neemt de bediening en het bouwkundig onderhoud van stuwen, boothellingen, doorwaadplaatsen, kunststoffolie t.h.v. "de Kokkel" over

8 het waterschap neemt het onderhoud van het doorstroomprofiel van de duikers in de cat A oppervlaktewaterlichamen over;

9 het waterschap neemt niet het onderhoud over van voorzieningen die geen waterhuishoudkundige functie hebben zoals de onderhoudsstroken, steigers en vlonders, bouwkundig deel van de duikers en oevervoorzieningen met een grondkerende functie (schanskorven);

10 het waterschap neemt niet het onderhoud van de aanwezige beplanting over.

Namens het dagelijks bestuur,
Hoofd afdeling bediening & beheer

[redacted]

Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet

Inclusief rioleringsplan stedelijk gebied

Gemeente Bergen op Zoom

januari 2009
definitief

Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet

Inclusief rioleringsplan stedelijk gebied

dossier Waterafvoer Plaatvliet : A 3164-01-001
dossier Rioleringsplan Markiezaten : W1102-35-001
Dossier: PD/NH/V-0038
versie : 10

Gemeente Bergen op Zoom

januari 2009
definitief

© DHV B.V. Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.
Het kwaliteitssysteem van DHV B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001.

INHOUD BLAD

1	OPDRACHTEN	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Opdracht Rioleringsplan De Markiezaten (W1102-35-001)	3
1.3	Opdracht Waterafvoer Plaatvliet (A3164-01-001)	4
1.4	Uitbreiding opdracht waterafvoer Plaatvliet (A3164-02-001)	4
1.5	Leeswijzer: Drie opdrachten, één rapportage	4
2	PROBLEEMANALYSE STROOMGEBIED PLAATVLIET	5
2.1	Onderzoeksgebied	5
2.2	Afkoppelen	6
2.3	Water-op-straat, inundatie en interactie	6
2.4	Langeweg	8
2.5	Gemaal Hazen	9
2.6	Eerste verkenning functioneren oppervlaktewateren in de Markiezaten	10
2.7	Molenbeek	12
2.8	Kwel	13
2.9	Plaatvliet	13
2.10	Bergse Plaat	14
2.11	Schelde-Rijnkanaal: Ruimte voor de Rivier	14
2.12	Onderzoeksvragen	14
3	ANTWOORDEN OP DE ONDERZOEKSVRAGEN	16
3.1	Modelberekeningen	16
3.2	Optimaal afkoppelpercentage	16
3.3	Moet gemaal Hazen vervangen worden?	17
3.4	Invloed Langeweg op het watersysteem Markiezaten	19
3.4.1	Interactie Langeweg in scenario 2050	19
3.4.2	Relatie peil oppervlaktewater, overstortdrempels Langeweg en terugstroming	20
3.4.3	Verbindingen richting centrale waterpartij	22
3.4.4	Interactie Bergse Plaat.	23
3.4.5	Conclusies functioneren Langeweg	23
3.5	Is er een noodoverlaat nodig vanuit de centrale waterpartij naar de Molenbeek?	24
3.6	Stuw tussen Molenbeek en Plaatvliet	24
3.7	Effect van de afvalwaterpersleidingcalamiteit	24
3.8	Hoeveel water wordt geborgen in het stroomgebied van de Molenbeek?	25
3.9	Ontstaat er inundatie in het stedelijk gebied bij T = 100?	27
3.10	Inrichting watersysteem	28
4	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	29
	COLOFON	31

BIJLAGEN

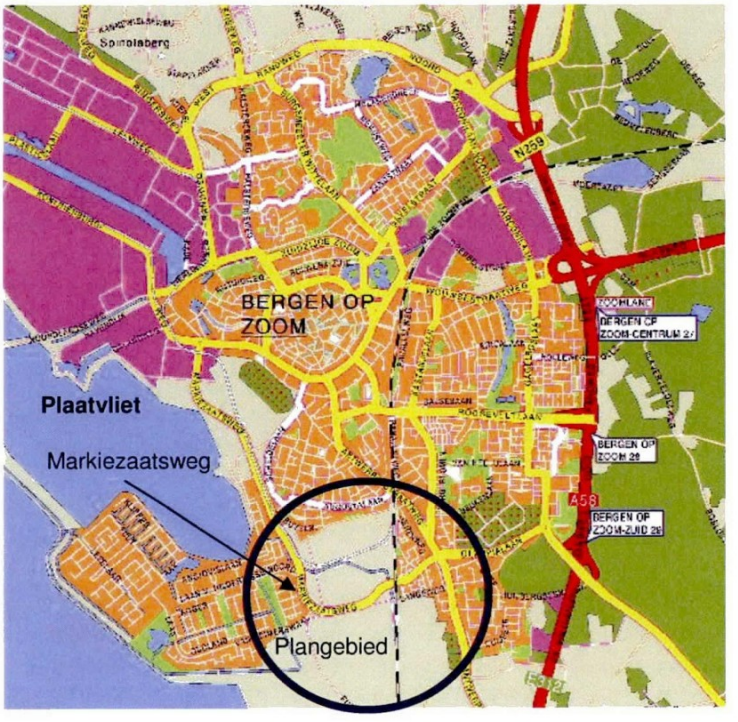
1 RIOLERINGSPLAN DE MARKIEZATEN
2 DIMENSIES INVOERPARAMETERS MODELLERING
3 UITGANGSPUNTEN BIJ DE MODELLERING
4 WATERBALANSBEREKENING DE MARKIEZATEN
5 RIOLERINGSTEKENING DE MARKIEZATEN W1102-35/P07 en P08
6 SOBEK-BEREKENINGEN DE MARKIEZATEN EN PLAATVLIET + TOELICHTING

1 OPDRACHTEN

1.1 Inleiding

De zuidelijke stadsrand in Bergen op Zoom wordt ontwikkeld tot woon- en natuurgebied. DHV heeft opdracht gekregen om het woongebied en het natuurontwikkelingsgebied besteksgereed te maken. Het plangebied staat omcirkeld in figuur 1.1. Voor een gedetailleerde visuele weergave wordt verwezen naar figuur 2.1 in hoofdstuk 2.

Figuur 1.1
Ligging De Markiezaten in Bergen op Zoom



1.2 Opdracht Rioleringsplan De Markiezaten (W1102-35-001)

Onderdeel van het besteksgereed maken is het rioleringsplan voor het woongebied. Het gehele gebied zal voorzien worden van een gescheiden rioolstelsel en waterpartijen om het regenwater in op te vangen en door af te voeren.

Het resultaat van de opdracht is een rioleringsplan gebaseerd op een hydraulische berekening.

1.3 Opdracht Waterafvoer Plaatvliet (A3164-01-001)

Onderdeel van de ontwikkeling van de Markiezaten is het verleggen van de Molenbeek. Daarnaast is de gemeente bezig met het afkoppelen van verhard oppervlak in de gebieden rondom de Markiezaten. Samen met de ontwikkeling van een woongebied in de Markiezaten leidt dit tot significante wijzigingen in de waterhuishouding in het stroomgebied van de Plaatvliet. Daartoe heeft de gemeente Bergen op Zoom DHV opdracht verleend voor het analyseren van de waterafvoer in het stroomgebied de Plaatvliet in de huidige situatie en in de situatie na de ontwikkeling van de Markiezaten door middel van een modelstudie.

Doel van de opdracht is de gevolgen van de interactie tussen de stedelijke gebieden en de oppervlaktewateren in het stroomgebied de Plaatvliet in samenhang met het Schelde-Rijnkanaal inzichtelijk te maken en aanbevelingen te doen voor het peilbeheer van de betrokken oppervlaktewateren.

1.4 Uitbreiding opdracht waterafvoer Plaatvliet (A3164-02-001)

De resultaten uit de studie naar de waterafvoer in het stroomgebied van de Plaatvliet maken duidelijk dat er een sterke interactie is tussen de rioolstelsels en de oppervlaktewateren. Met name het lager gelegen deel in Langeweg heeft een prominente rol in de waterhuishouding van het gebied. In de uitbreiding van de opdracht wordt daar nadrukkelijk naar gekeken en worden tevens de laatste ontwikkelingen in het gebied in de modellering meegenomen.

1.5 Leeswijzer: Drie opdrachten, één rapportage

De drie opdrachten zoals beschreven in § 1.2, § 1.3 en § 1.4 zijn samengebracht in één rapportage en dat is het onderhavige rapport. Het centrale thema in dit rapport is de waterafvoer naar de Plaatvliet. Het rioleringsplan voor het woongebied in de Markiezaten vormt een invoerparameter voor de studie naar de waterafvoer naar de Plaatvliet. De technische gegevens van het rioleringsplan de Markiezaten staan in bijlage 1, ontdaan van alle context die al in het hoofdrapport wordt behandeld.
In hoofdstuk 2 staat een analyse van de aandachtspunten in het stroomgebied van de Plaatvliet. De bijbehorende dimensies zijn opgenomen in bijlage 2. Uit de aandachtspunten en probleemanalyse volgen de onderzoeksvragen in het kader van deze studie. Op basis daarvan zijn hydraulische berekeningen uitgevoerd. De uitgangspunten bij deze berekeningen staan verwoord in bijlage 3. De resultaten worden per onderzoeksvraag in hoofdstuk 4 behandeld. Het rapport eindigt met de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 5. In bijlagen 4, 5 en 6 zijn de resultaten van de studie opgenomen.

De rapportage heeft zich gedurende de looptijd van het project ontwikkeld. Daarbij zijn de volgende twee doelen nagestreefd:
- de rapportage geeft de laatste stand van zaken weer (waardoor eerdere beschouwingen vervangen kunnen zijn);
- motivaties bij afwegingen moeten duidelijk worden vastgelegd, zodat ook toekomstige waterbeheerders begrijpen waarom voor een bepaalde oplossing is gekozen.

2 PROBLEEMANALYSE STROOMGEBIED PLAATVLIET

2.1 Onderzoeksgebied

De modelstudie is gericht op de volgende deelgebieden binnen de gemeente Bergen op Zoom (zie figuur 2.1):
- Stedelijk ontwikkelingsgebied de Markiezaten.
- Natuurontwikkelingsgebied de Markiezaten met daarin de verlegde Molenbeek.
- Bergse Plaat.

Af te koppelen gebieden:
- Fort Zeekant.
- Glacis.
- Guido Gezellelaan.
- Langeweg.
- Borgvliet Noord.
- Borgvliet Zuid.

Oppervlaktewateren:
- De Molenbeek.
- De Plaatvliet + de Cromvliet.
- Centrale waterpartij de Markiezaten.
- Waterpartij in en naast Klaverwei.
- Waterpartij bij de sportvelden.
- Zwanenvliet.
- Steenvliet.
- Middelvliet.
- Reigersvliet.
- Moeras ter hoogte van de Bergse Plaat aan de zuidzijde van de Plaatvliet.
- Schelde-Rijnkanaal.

Het Markiezaatsmeer wordt wel genoemd in deze rapportage, maar is verder niet meegenomen in de modellering.

Overstorten:
- Overstort S11 Fort Zeekant – lozingspunt op de Plaatvliet.
- Overstort S9 Guido Gezellelaan / Borgvliet Noord (door het afkoppelproject Canadalaan en omgeving is deze overstort gereduceerd tot een noodoverlaat en werkt niet meer bij bui 8) - lozingspunt noordoostelijke spoorsloot richting waterpartij bij sportvelden.
- Overstort S17 wijk Langeweg – lozingspunt richting de voetbalvelden.
- Overstorten S18 tot en met S20 wijk Langeweg - lozingspunt op de waterlopen langs spoor naar centrale waterpartij in de Markiezaten.
- Overstort S10 vanuit Borgvliet Zuid - lozingspunt op de Molenbeek.
- VGS-overstorten vanuit de Bergse Plaat - lozingspunten via Bergse Plaat naar de Plaatvliet.

2.2 Afkoppelen

Het ambitieniveau is om in 2050 vijfennegentig procent (95%)[1] van de beschouwde oppervlakken afgekoppeld te hebben. Om dit ambitieniveau te bereiken moeten zowel de voorkanten als de achterkanten van huizen worden afgekoppeld. In de praktijk blijkt met name het afkoppelen van de achterkanten van huizen een ingrijpende aangelegenheid, waardoor de verhouding tussen investering en rendement uit balans raakt, behalve wanneer er sprake is van nieuwbouw. In deze studie wordt het afkoppelpercentage als variabele meegenomen. Bij het afkoppelen zal door de gefaseerde uitvoering het bestaande rioolstelsel vervangen worden door buizen met dezelfde diameter. Dit betekent dat de relatieve berging (mm) in het gemengde rioolstelsel zal toenemen, naarmate er meer wordt afgekoppeld. Dit is gunstig voor de vuilemissie uit het gemengde rioolstelsel.

Zolang er wordt afgekoppeld zal er sprake zijn van een hybride situatie, waarin de Plaatvliet deels belast wordt met water uit de Markiezaten (zowel uit het stedelijk gebied als uit het natuurgebied) en deels met water uit de overstorten van de gemengde stelsels die erop zijn aangesloten. Uitgangspunt in deze studie is dat in 2050 het maximaal aan te bevelen afkoppelpercentage is bereikt (zie ook § 3.2). Voor de leesbaarheid wordt onderscheid gemaakt in de situatie 2006 (vertrekpunt) en de situatie 2050 waarin de maximale afkoppeling verondersteld wordt gereed zal zijn. Situatie 2050 is maatgevend voor de dimensionering van duikers en stuwen in het plangebied van de Markiezaten. Deze worden dan maximaal belast.

2.3 Water-op-straat, inundatie en interactie

Het belangrijkste criterium bij het ontwerpen van rioolstelsels en oppervlaktewateren is geen water-op-straat gekoppeld aan de herhalingsfrequenties van regenbuien. In het stedelijk gebied kan op drie manieren 'wateroverlast' ontstaan:

- De afvoercapaciteit van het riool is te klein in relatie tot het aanbod van regenwater waardoor water-op-straat ontstaat.
- De combinatie van berging en afvoercapaciteit in het oppervlaktewater is onvoldoende, waardoor het oppervlaktewater op het maaiveld komt. Dat is inundatie.
- Het oppervlaktewater vermindert tijdelijk de afvoercapaciteit uit het rioolstelsel door een te hoge waterstand. Dit leidt tot (extra) water-op-straat als gevolg van interactie tussen oppervlaktewater en riolering.

Voor water-op-straat en inundatie zijn richtlijnen vastgelegd. Het rioolstelsel wordt ontworpen op basis van een ontwerpregenbui met een herhalingsfrequentie T = 2 (bui 8), gekoppeld aan een minimale wakingshoogte. Oppervlaktewateren bij nieuwbouwsituaties moeten een regenbui met herhalingsfrequentie T = 100 kunnen bergen, zonder dat het tot inundatie leidt[2]. Voor water-op-straat door interactie bestaan geen landelijke ontwerpmethodiek en richtlijnen. Het waterschap hanteert als richtlijn[3] dat de buitenwaterstand onder de drempel blijft bij T = 2 en een maximale peilstijging van 0,50 m in het oppervlaktewater bij T = 10[4]. De gemeente Bergen op Zoom noemt in de conceptnotitie SWO een richtlijn van geen verdrinking bij T = 2 tot T = 5 en dat verdronken drempels niet vaker dan gemiddeld één keer per 25 jaar mogen leiden tot water-op-straat resulterend in wateroverlast.

---

[1] Bron: waterplan Bergen op Zoom

[2] Stedelijke wateropgave

[3] Beleidsregel hydraulische randvoorwaarden

[4] Zie 'Op weg met het waterschap' van Waterschap Brabantse Delta.

Figuur 2.1: Stroomgebied Plaatvliet situatie 2050

Bij het ontwerpen van een watersysteem is het van belang dat riolering en oppervlaktewater aan elkaar worden gekoppeld, waardoor een mogelijke interactie zichtbaar wordt. Op basis van gezond verstand kan vervolgens bepaald worden of het ontwerp aanpassing behoeft.

2.4 Langeweg

Langeweg grenst aan de Markiezaten en kent een natuurlijk maaiveldverloop van 11 m + NAP naar 1,80 m + NAP tot 1,20 m + NAP. De gemeente Bergen op Zoom geeft aan dat in de huidige situatie in de omgeving van de Langeweg met enige regelmaat wateroverlast optreedt in het lage gedeelte. In de rioleringsberekeningen voor de Markiezaten[5] is echter geen oorzaak aanwijsbaar. Bui 10 laat kleine hoeveelheden 'water op straat' te zien en bui 8 wordt (krap aan) verwerkt. De praktijk functioneert dus anders dan het model. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de sterke helling in het gebied ervoor zorgt dat het regenwater de kolken voorbij schiet en in het lage deel verzamelt. Daarnaast blijkt dat de spoorsloot met duikers waar de overstorten in uitmonden onderhoudsgevoelig is en de afvoer kan belemmeren. Door middel van beheer en onderhoud worden diverse verbeteringen in het systeem aangebracht.

Bij de ontwikkeling van het stedelijk gebied van de Markiezaten worden wijzigingen aangebracht in de afvoer van het overstortwater uit Langeweg. Langeweg heeft vier overstorten. De noordelijke overstort wordt gescheiden van de drie zuidelijke overstorten door de aanleg van een tunnel. De huidige afvoerroute via de spoorsloot wordt daarmee verbroken. In plaats daarvan wordt het overstortwater van de noordelijke overstort via een leiding en een open water naar de noordkant van de Markiezaten gebracht en mondt uit in het oppervlaktewater onder de sportvelden (zie figuur 2.2). De overige drie overstorten blijven verbonden met de spoorsloot en komen in verbinding te staan met de centrale waterpartij in de Markiezaten.

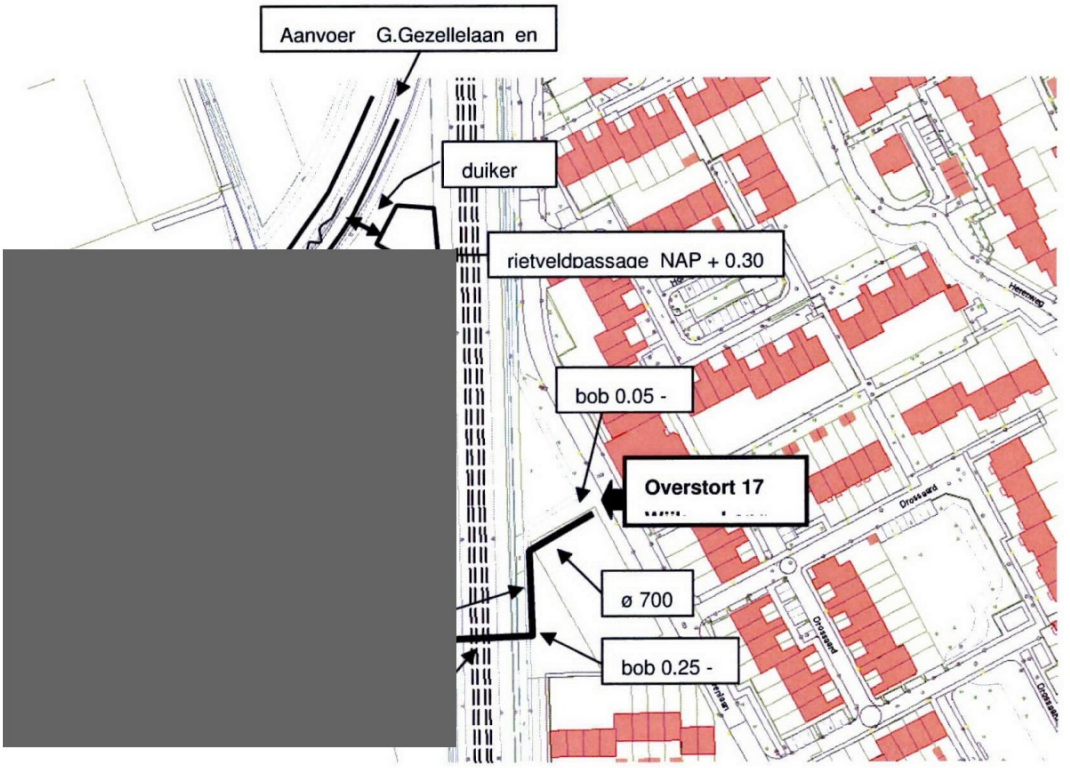
De overstorten in Langeweg hebben een relatief laag drempelniveau ten opzichte van het streefpeil in de centrale waterpartij in de Markiezaten (0,30 m + NAP).

Overstort S17:	0,64 m + NAP
Overstort S18:	0,70 m + NAP
Overstort S19:	0,68 m + NAP
Overstort S20:	0,88 m + NAP

Het verschil tussen de drempelhoogte en het streefpeil is dusdanig klein, dat de laagste drempels in Langeweg relatief snel kunnen verdrinken. Verdrinking van de overstortdrempels is niet wenselijk wanneer er sprake is van terugstroming van het oppervlaktewater, waardoor de rioolwaterzuivering zwaarder wordt belast. De lage drempels zijn ook gevoelig voor interactie tussen het oppervlaktewater en de riolering, met mogelijk extra water-op-straat als gevolg. Als richtlijn wordt gehanteerd dat de buitenwaterstand bij T=2 onder de overstortdrempel blijft.
Als tweede ontwerpparameter wordt een maximale waterstand in het oppervlaktewater nabij Langeweg van 1,20 m + NAP bij T = 100 aangehouden, zodat inundatie op het laagste punt van Langeweg wordt voorkomen. Met aftrek van het verhang leidt dit tot een maximaal gewenste waterstand in de centrale waterpartij in de Markiezaten van 1,10 m + NAP.

[5] Memo 'Waterafvoer Plaatvliet', DHV, 5 september 2006, A3164-01-001

Figuur 2.2
Nieuwe afvoerroute noordelijke overstort Langeweg



2.5 Gemaal Hazen

In de huidige situatie wordt het water uit de Molenbeek door middel van gemaal Hazen via de Cromvliet in de Plaatvliet gepompt. De gemaalcapaciteit bedraagt 4200 m^3/h.
In de toekomstige situatie wordt de Molenbeek verlegd en sluit op een ander punt op de Plaatvliet aan. De Cromvliet is vanaf dat moment beschikbaar voor de afvoer uit de centrale waterpartij in de Markiezaten. De onderdoorgang onder de Markiezaatsweg tussen gemaal Hazen en de Cromvliet is aan vervanging toe. Hetzelfde geldt voor gemaal Hazen, waarbij de vervanging niet locatiegebonden is.
Gemaal Hazen is gerealiseerd om het waterpeil in de Markiezaten (voorheen Augustapolder) te kunnen reguleren. Deze studie naar het stroomgebied van de Plaatvliet moet uitsluitsel geven of de inzet van gemaal Hazen in de toekomstige situatie nog steeds nodig is. Op basis van de streefpeilen in de Plaatvliet, Molenbeek en de Markiezaten blijkt dat vrije afstroming mogelijk is. Uit de hydraulische berekeningen moet volgen of dat bij hevige regenval ook het geval is. De voorkeur gaat uit naar een afvoerregime zonder gemaal. Het peilbeheer vindt dan plaats met (beweegbare) stuwen. Alleen wanneer blijkt dat de afvoer door de Plaatvliet niet gegarandeerd is, kan alsnog besloten worden een gemaal in te zetten.

2.6 Eerste verkenning functioneren oppervlaktewateren in de Markiezaten

In het stedelijk gebied van de Markiezaten bevinden zich meerdere oppervlaktewateren (zie ook figuur 2.1 en tabel B2.3). De meeste oppervlaktewateren hebben een streefpeil van 0,30 m + NAP, met uitzondering van Klaverwei waar het streefpeil 0,60 m + NAP bedraagt.
In de oppervlaktewateren kan tijdelijk regenwater worden geborgen. Met behulp van een waterbalansberekening (zie bijlage 4) is globaal verkend hoe de oppervlaktewateren functioneren in relatie tot maximale waterpeilen en benodigde afvoercapaciteiten. Doel is om een eerste inschatting te maken van de inrichting van het oppervlaktewatersysteem. De resultaten staan in tabel 2.1.

Tabel 2.1
In- en uitvoergegevens waterbalansberekening[6] stedelijk gebied Markiezaten

Object	Parameter	opmerking
netto verhard oppervlak stedelijk gebied de Markiezaten	36,09 ha	zie bijlage 2, B2.2
netto verhard oppervlak R.O.C	1,030 ha	Loost het regenwater op het oppervlaktewater bij de sportvelden (juli 2008)
afwaterend oppervlak naar centrale waterpartij	25,90 ha	zie bijlage 2, B2.2
totaal afwaterend oppervlak naar centrale waterpartij	25,90 + 1,03 = 26,93 ha	
aangesloten verhard oppervlak omringende gebieden	96,5 ha, inventarisatie september 2006 = 100%	totaal af te koppelen oppervlak – Borgvliet Zuid = 108,25 - 11,77 ha = 96,5 ha zie tabel B2.1 (bijlage 2)
theoretische landbouwkundige afvoer de Markiezaten, kleigrond	26,93 ha * 2,67 l/(s.ha) = 72 l/s = 258 m³/h	Zie 'op weg met het waterschap', bijlage 3, voor de landbouwkundige afvoer
totaal geprojecteerd wateroppervlak	4,313 ha	Het oppervlak is afgeleid uit de ontwerptekening, uitgaande van de streefpeilen, zie ook tabel B2.3 De oppervlakken zijn in maart 2008 gecontroleerd op basis van de bestekstekening en in november 2008 aangepast naar aanleiding van het ontwerpen van de waterpartij onder de sportvelden
streefpeil waterpartijen met uitzondering van Klaverwei	0,30 m + NAP	voor het totale wateroppervlak. Er is geen rekening gehouden met het hogere peil in Klaverwei. Het is een verkennende berekening
laagste maaiveld stedelijk gebied de Markiezaten	1,30 m + NAP	
laagste maaiveld Langeweg	1,20 m + NAP	blijkt uit steekproefsgewijze nameting in het veld, december 2006

[6] Waterbalansberekening op basis van de frequentiekrommen van [redacted] en [redacted] 1906 - 2003

beschikbare bergingsdiepte	0,80 m		uitgaande van een maximaal peil van 1,10 m + NAP in de centrale waterpartij t.b.v. Langeweg (zie § 2.4)
peilstijging oppervlaktewateren in De Markiezaten wanneer het alleen belast wordt met regenwater uit de Markiezaten bij een landbouwkundige afvoer	T = 10: 54 mm 24 uur T = 50: 71 mm 24 uur T = 100: 79 mm in 24 uur	0,39 m 0,55 m 0,63 m	Gegeven een ongehinderde uitwisseling van water tussen de verschillende waterpartijen. Er is geen rekening gehouden met taluds. Landbouwkundige afvoer: 26,93* 2,67 l/(s.ha) * 3,6 = 258 m³/h
peilstijging oppervlaktewateren in de Markiezaten wanneer het belast wordt met regenwater uit de Markiezaten + 100% afgekoppelde gebieden	T = 10: 44,7 mm 10 uur T = 50: 59,3 mm 10 uur T = 100: 66,2 mm in 10 uur	1,05 m 1,48 m 1,67 m	Afvoerend oppervlak: 26,93 + 96,50 = 123,43 ha Landbouwkundige afvoer: 123,43 * 2,67 l/(s.ha) * 3,6 = 1186 m³/h
benodigde afvoer bij **100%** van het afgekoppelde oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	19.800 m³/h = 5,5 m³/s		Bij T = 100 Afvoerend oppervlak: 26,93 + 96,50 = 123,43 ha
benodigde afvoer bij **80%** van het afgekoppeld oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	11.600 m³/h = 3,22 m³/s		Bij T = 100 Afvoerend oppervlak 26,93 + 0.8 * 96,50 = 104,13 ha
benodigde afvoer bij **60%** van het afgekoppeld oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	4.300 m³/h = 1,2 m³/s		Bij T = 100 Afvoerend oppervlak 26,93 + 0.6 * 96,50 = 84,83 ha

In de waterbalansberekening is uitgegaan van een maximaal peil van 1,10 m + NAP, terwijl het laagste maaiveld 1,20 m + NAP bedraagt (Langeweg). Op deze wijze wordt rekening gehouden met het verhang tussen Langeweg en de centrale waterpartij in de Markiezaten.
Uit de waterbalansberekening blijkt dat de waterpartijen in het stedelijk gebied van de Markiezaten voldoende groot zijn om het regenwater dat op het eigen gebied valt te bergen en vertraagd af te voeren naar de Plaatvliet[7] bij T = 100. De waterpeilen blijven ruimschoots onder het maatgevende peil van 1,10 m + NAP (in verband met Langeweg).

Wanneer de oppervlaktewateren belast worden met regenwater van de afgekoppelde gebieden rondom het stedelijk gebied van de Markiezaten moet de afvoer vergroot worden. In de tabel zijn de globaal benodigde afvoercapaciteiten berekend bij verschillende afkoppelpercentages.

Uit de waterbalansberekeningen wordt duidelijk dat er grote afvoercapaciteiten nodig zijn om het waterpeil zodanig laag te houden dat Langeweg geen hinder van het oppervlaktewater ondervindt. Het is daarom geen optie om statische berging te creëren en de afvoer de knijpen. In plaats daarvan zal het systeem worden ingericht op basis van dynamische berging met een open afvoer naar de Plaatvliet.

[7] Principe bij hydrologisch neutraal bouwen

2.7 Molenbeek

De Molenbeek voert regenwater uit het achterliggend landelijk gebied af. Dit gebied heeft een omvang van circa 1500 ha. Als uitgangspunt voor de intensiteit bij een herhalingstijd van 1 keer per jaar wordt 1 l/(s. bruto ha) gehanteerd (landelijke afvoer), hetgeen een afvoer door de Molenbeek oplevert van 1,5 m^3/s. Dit is tevens de maximale afvoer door de duiker onder de A58. In de praktijk blijkt dat in de huidige situatie nauwelijks inundaties optreden, zodat verondersteld mag worden dat het achterliggend gebied een groot bergend vermogen heeft.
De Molenbeek wordt verder belast met overstortwater uit Borgvliet-Zuid (zie figuur 2.1), waarvan de first flush via Wonen op de Wal naar de centrale waterpartij wordt afgevoerd. Ook het regenwater van Wonen aan de Wal en delen van de Randweg Zuid-West (gefilterd) wordt geloosd op de Molenbeek.

Het peil in de Molenbeek wordt gereguleerd door middel van een stuw ter hoogte van de kruising met de twee 150 kV-leidingen (locatie 4 in figuur 2.1). De leidingen worden voorzien van een beschermende constructie die tevens als stuw functioneert. De bovenkant van de beschermende constructie ligt op 0,3 m + NAP. Ter hoogte van de stuw is een vistrap gepland. Onderzocht moeten worden in hoeverre de vistrap in combinatie met de beschermende constructie van invloed is op de voorgenomen zomer- en winterpeilen (zie ook bijlage B2.4)[8].

In het natuurontwikkelingsgebied zijn vier terpen met woningbouw geprojecteerd. Het regenwater van deze terpen komt via een sloot om de terp in de Molenbeek terecht. Verder komen er kwelpoelen die eveneens hun water naar Molenbeek afvoeren. Het maaiveldniveau rondom de kwelpoelen ligt op 0,8 m + NAP.

In de Molenbeek tussen de Antwerpsestraatweg en de snelweg is een kleine ruimte voor extra buffering, maar het is niet als zodanig ingericht. De potentiële buffercapaciteit is niet meegenomen in de berekeningen, omdat de keuze ertoe afhankelijk is van ecologische doelstellingen en de frequentie waarmee bepaalde peilen worden bereikt.

In extreem natte omstandigheden kan het stroomgebied van de Molenbeek worden gebruikt voor berging van regenwater. Daarbij gelden de volgende randvoorwaarden:
- Er mag geen inundatie optreden in het stedelijk gebied bij T=100.
- De aanwezigheid van overstort S11 op de Plaatvliet leidt tot een verslechterde waterkwaliteit. Het water uit de Plaatvliet mag niet terugstromen naar de Molenbeek in verband met de waterkwaliteit. De stuw tussen de Molenbeek en de Plaatvliet moet dus de hoge waterstanden in de Plaatvliet kunnen keren.
- De kwelpoelen worden zo min mogelijk belast met gebiedsvreemd water, in dit geval betreft dat water uit de Molenbeek en de Plaatvliet.
- Er wordt uitgegaan van de meest nadelige situatie en dat is in dit geval het winterpeil in de Molenbeek.

[8] Stand van zaken december 2008

2.8 Kwel

Kenmerk van het natuurontwikkelingsgebied is het optreden van kwel. Dit gebeurt zowel in de kwelpoelen, als in de Molenbeek zelf. De kwelstromen vormen een extra, maar relatief kleine belasting voor de Molenbeek en de Plaatvliet. Het kweldebiet varieert met de stijghoogte. De maximale stijghoogte bedraagt 1,5 m; de gemiddelde stijghoogte varieert per seizoen. Voor deze studie wordt een stijghoogte van 1,2 m gehanteerd. Het kweldebiet bedraagt dan in orde van grootte, inclusief veiligheden, 15.000 - 19.000 m^3/d en dat komt overeen met circa 0,2 m^3/s.

2.9 Plaatvliet

Relatie met omringende wateren

De Plaatvliet wordt ingeklemd door de Binnenschelde en door het Markiezaatsmeer. Uitgangspunt is dat er geen uitwisseling mag optreden vanuit de Plaatvliet naar de twee andere oppervlaktewateren in verband met de gewenste kwaliteit van de oppervlaktewateren. De Plaatvliet loost op het Schelde-Rijnkanaal door middel van een open verbinding.

Maximaal debiet door de Plaatvliet

De Plaatvliet is ontworpen voor de afvoer uit het stedelijk en landelijk gebied inclusief doorspoeling en een calamiteitlozing van de afvalwaterpersleiding. Er treedt uitschuring op bij een langdurige stroomsnelheid van 0,3 m/s. Dit komt overeen met een debiet van 3,25 m^3/s voor het deel tussen de Bergse Plaat en het Schelde-Rijnkanaal.

Moeraszone

Aan de zuidzijde van de Plaatvliet ter hoogte van de Bergse Plaat bevindt zich een moeraszone dat in verbinding staat met de Plaatvliet door middel van een duiker (zie bijlage B2.5). De eigenaar van dit moeras is de gemeente Bergen op Zoom. Uitgangspunt in deze modelstudie is dat deze zone gebruikt mag worden als berging bij hevige neerslag, al moet het Brabants Landschap nog worden betrokken bij de besluitvorming.

Extra belasting Plaatvliet

Na een overstorting wordt de Plaatvliet met water uit Binnenschelde doorgespoeld. Daarnaast is de nooduitlaat van de afvalwaterpersleiding op de Plaatvliet aangesloten. De herhalingstijd voor deze gebeurtenis is in 1994 ingeschat op één maal per 50 jaar[9]. Het waterschap gaat inmiddels uit van een kans van één keer in de 7 – 10 jaar.

[9] Bron: 'Waterhuishoudkundig systeem Bergse Plaat en Kijk in de Pot' (herzien), mei 1994, Witteveen en Bos, blz 4.

In 1994 is de Plaatvliet al eerder doorgerekend[10]. Daaruit kwamen waterpeilen in de Plaatvliet voor van 1,15 m + NAP tot 1,5 m + NAP bij regengebeurtenissen met een herhalingstijd van éénmaal per twee jaar en éénmaal per tien jaar. Deze grote peilstijgingen waren het gevolg van een gelijktijdige belasting van de Plaatvliet door overstortwater, doorspoelwater en een calamiteit uit de afvalwaterpersleiding. In de praktijk vindt geen doorspoeling van de Plaatvliet plaats tijdens regen. Dit debiet wordt in de hydraulische controleberekeningen daarom niet meegenomen. De calamiteitlozing wordt in een aparte berekening meegenomen om zo het effect inzichtelijk te maken.

2.10 Bergse Plaat

Het deelgebied Bergse Plaat bestaat grotendeels uit een verbeterd gescheiden rioolstelsel. Het overstortend regenwater wordt opgevangen in de oppervlaktewateren in de wijk en wateren vervolgens af op de Plaatvliet. Het gebied ligt buitendijks en is direct afhankelijk van het waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal en dus van het peil in de Plaatvliet. Op basis van een studie van Witteveen en Bos is de Bergse Plaat verhoogd aangelegd (laagste maaiveld is 1,60 m + NAP), om wateroverlast te voorkomen. Tot op heden zijn er geen problemen opgetreden in dit gebied. Randvoorwaarde in deze studie is dat er geen inundatie mag optreden in de Bergse Plaat bij T = 100.

2.11 Schelde-Rijnkanaal: Ruimte voor de Rivier

Het streefpeil in de Plaatvliet is gelijk aan het peil in het Schelde-Rijnkanaal. Dit kan variëren tussen 0,10 m – NAP en 0,15 m + NAP. In het kader van Ruimte voor de Rivier (beheerder: Rijkswaterstaat) is voorgenomen het peil met 1,5 - 2 m (indicatieve waarden) te laten stijgen om te zorgen dat Rotterdam niet inundeert. De verwachte frequentie van deze gebeurtenis is eenmaal in de paar honderd jaar, ervan uitgaande dat de Maeslantkering naar behoren functioneert.

2.12 Onderzoeksvragen

Uit de probleemanalyse volgen de hier onder beschreven onderzoeksvragen, geldende voor de situatie 2050 (maximale afkoppeling):

1) Wat is het effect van het afkoppelen van de omringende gebieden op de waterhuishouding in het stedelijk gebied van de Markiezaten?
2) Is de inzet van een gemaal noodzakelijk (vervanging van gemaal Hazen)?
3) Indien de inzet van een gemaal noodzakelijk is, waar kan het gemaal het beste worden geplaatst?
4) Welke invloed heeft het lage maaiveld in Langeweg op het watersysteem in het stedelijke gebied van de Markiezaten? Gekeken wordt naar de interactie, het functioneren van de overstortdrempels en de verbindingen naar de centrale waterpartij.
5) Is er een noodoverlaat nodig vanuit de centrale waterpartij in het stedelijk gebied van de Markiezaten naar het stroomgebied van de Molenbeek?
6) Hoe ziet de inrichting van het watersysteem er uit, zodanig dat aan alle randvoorwaarden wordt voldaan?

[10] 'Waterhuishoudkundig systeem Bergse Plaat en Kijk in de Pot' (herzien), mei 1994, Witteveen en Bos

7) Wat is het effect van de calamiteitlozing in een situatie T=100?
8) Hoeveel water wordt geborgen in het stroomgebied van de Molenbeek bij de maatgevende T = 100 bui (in verband met de subsidiëring door het waterschap)?
9) Is er sprake van inundatie in het stroomgebied van de Plaatvliet bij T = 100?

3 ANTWOORDEN OP DE ONDERZOEKSVRAGEN

3.1 Modelberekeningen

De hydraulische berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het softwareprogramma SOBEK. Het volledige rioolstelsel van Bergen op Zoom is gekoppeld aan de oppervlaktewateren in het stroomgebied van de Plaatvliet. Op deze wijze worden alle interacties tussen oppervlaktewateren en riolering meegenomen.

Voor deze studie de volgende varianten doorgerekend:
- Situatie 2006 om de resultaten van de overige varianten mee te vergelijken.
- Situatie 2006 aangevuld met het rioolstelsel van de Markiezaten.
- Situatie 2050, met verschillende afkoppelpercentages.
- Voorkeursscenario situatie 2050 met calamiteitlozing.

De situaties zijn doorgerekend met de maatgevende bui T = 100 in verband met de inundatienorm en met de buien 8, 9 en 10 uit de Leidraad Riolering voor de interactie tussen oppervlaktewater en riolering en voor de benodigde afvoercapaciteit van duikers in het stedelijk gebied van de Markiezaten.

De maatgevende bui T=100 is bepaald aan de hand van iteratieve SOBEK-berekeningen waarbij het systeem met verschillende neerslagdiepten en neerslagduren is belast. Hieruit is gebleken dat voor de vijverpartijen in de Markiezaten een bui met een duur van 2 uur en een neerslagdiepte van 47,5 mm de hoogste oppervlaktewaterstanden tot gevolg heeft en dus de maatgevende bui is. Dit is een andere maatgevende bui dan dat uit de waterbalans volgt. In de SOBEK-berekeningen wordt, in tegenstelling tot de waterbalans, rekening gehouden met de inrichting van het systeem. In dit geval zorgen de duikers die de verschillende waterpartijen met elkaar verbinden bij een kortdurende bui voor een maatgevende opstuwing.

3.2 Optimaal afkoppelpercentage

In de verkennende waterbalansberekeningen is globaal bepaald hoe groot de afvoercapaciteit uit de centrale waterpartij ongeveer moet zijn om het regenwater van het stedelijk gebied van de Markiezaten + van de af te koppelen gebieden af te kunnen voeren. Daarnaast mag het peil in de centrale waterpartij niet tot 1,10 m + NAP stijgen bij T=100. Beide eisen kunnen worden bereikt door middel van een stuw ter hoogte van de Cromvliet op een hoogte van 0,3 m + NAP. Met deze maatregelen wordt alleen gebruik gemaakt van de dynamische berging in het systeem.
Het model is doorgerekend met verschillende afkoppelpercentages (20, 40, 60 en 80%). Daaruit blijkt dat bij het systeem bij 80% afkoppelen en een lage stuw naar de Cromvliet goed functioneert. Er treedt geen inundatie op en de Cromvliet kan het aanbod verwerken. Het ambitieniveau van 100% afkoppelen wordt niet bereikt, maar 80% is nog steeds een hoog percentage. Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen wordt verder uitgegaan van 80% afkoppelen.

Om het afkoppelen te simuleren is het verhard oppervlak van de af te koppelen gebieden overal met 80% verminderd. De afgekoppelde oppervlakken zijn in het model direct aangesloten op de oppervlaktewateren waar ze in uitmonden. Volgens de NWRW-normen hebben al deze oppervlakken een berging op straat van 1 mm, alleen de vertraging van de afstroming ontbreekt. Als gevolg hiervan komt het regenwater sneller in het oppervlaktewater dan dat het in werkelijkheid zou doen.

3.3 Moet gemaal Hazen vervangen worden?

Het water uit de centrale waterpartij in de Markiezaten kan onder vrij verval afstromen naar de Plaatvliet. Hiertoe moet een verbinding worden gemaakt tussen de centrale waterpartij en de Cromvliet voorzien van een lage stuw.

De duiker onder de weg is van slechte kwaliteit en wordt eveneens vervangen. Vervolgens kan het gemaal worden verwijderd. Het gemaal hoeft op deze locatie niet te worden vervangen (zie navolgende afweging).

De verkennende waterbalansberekening laat zien dat bij 80% afkoppelen een afvoer uit de centrale waterpartij van circa 3,2 m^3/s nodig is. Bij een kleinere afvoer is er kans op inundatie. De grote afvoercapaciteit is een extra reden om op deze locatie geen gemaal neer te zetten. In plaats daarvan komt er ter hoogte van het huidige gemaal Hazen een stuw met een hoogte van 0,30 m + NAP en een breedte van 6 meter. Dit heeft tot gevolg dat alleen de dynamische berging in het systeem wordt gebruikt. De brede drempel zorgt er voor dat het peil vanaf het begin voldoende laag blijft om inundatie van Langeweg te voorkomen.

Onderzocht is welk effect het tijdelijk verlagen van de stuw heeft tijdens een regenbui op de waterstanden in de centrale waterpartij (op basis van veronderstelling dat de maatregel eventueel kritische waterstanden zou kunnen voorkomen). In de modellering is uitgegaan van een drempelhoogte 0,30 m + NAP waarbij de stuw naar 0,15 m + NAP kan zakken indien de waterstand in de centrale waterpartij 0,60 m + NAP bereikt (ongeveer de hoogte van de laagste drempels in Langeweg). Het blijkt dat het verlagen van de drempel nauwelijks invloed heeft op de waterstand.
Een vaste lage drempel kan in een hybride situatie, waarin nog niet alles is afgekoppeld, wellicht ongunstig uitpakken. Door de overstorting bij overstort S11 kan het watepeil in de Plaatvliet harder stijgen dan het peil in de centrale waterpartij. Om terugstroming van overstortwater naar de Markiezaten te voorkomen kan de stuw in de hybride situatie tijdelijk hoger worden gezet. Hiervoor is een beweegbare stuw nodig. Een beweegbare stuw is tevens inzetbaar bij het onderhoud van de waterpartijen.

Blijft over de vraag of het gemaal op een andere locatie moet worden ingezet. Dat is alleen nodig wanneer inundatie vanuit de Plaatvliet optreedt. Om dit te onderzoeken is gekeken naar de waterpeilen in de Plaatvliet situatie 2050, T = 100 en bij bui 8. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 3.1. De nummers staan weergegeven in figuur 3.1. In de berekening is (nog) geen rekening gehouden met de calamiteitlozing van de afvalwaterpersleiding. In beide berekeningen is de moeraszone opgenomen, alleen bestaat in situatie 2006 de verbinding uit een enkele kleine duiker en is in situatie 2050 zowel een grote in- als uitstroomconstructie opgenomen.
Uit de berekening blijkt dat het peil in de Plaatvliet in situatie 2050 gunstiger is dan in situatie 2006. Het aanbod in 2050 is gematigder, hetgeen wordt veroorzaakt door de vertraging die optreedt door de dynamische berging in de moeraszone en in de Markiezaten, waardoor de afvoer meer gespreid wordt. Daarnaast is er een toename van de relatieve berging in het rioolstelsel door het afkoppelen. Dit heeft een extra vertraging van het wateraanbod tot gevolg. Het resultaat is een nivellering van de waterstanden. Er vindt in de situatie 2050 geen terugstroming plaats vanuit de Plaatvliet naar het stedelijk gebied van de Markiezaten, omdat de peilstijging in de Plaatvliet voornamelijk het gevolg is van de afvoer uit de Markiezaten en de Molenbeek. Gedurende de aanleg van de Markiezaten vinden er al afkoppelingen plaats in het omringende gebied. Bij gereedkoming van de Markiezaten is Zeekant voor circa 50% afgekoppeld, Canadalaan (Guido Gazellelaan) grotendeels afgekoppeld en is de eerste fase van Borgvliet gereed. De aanvoer van regenwater uit Zeekant en Canadalaan zorgt er voor dat overstortwater uit overstort S11 niet het oppervlaktewater van de Markiezaten instroomt.

Tabel 3.1

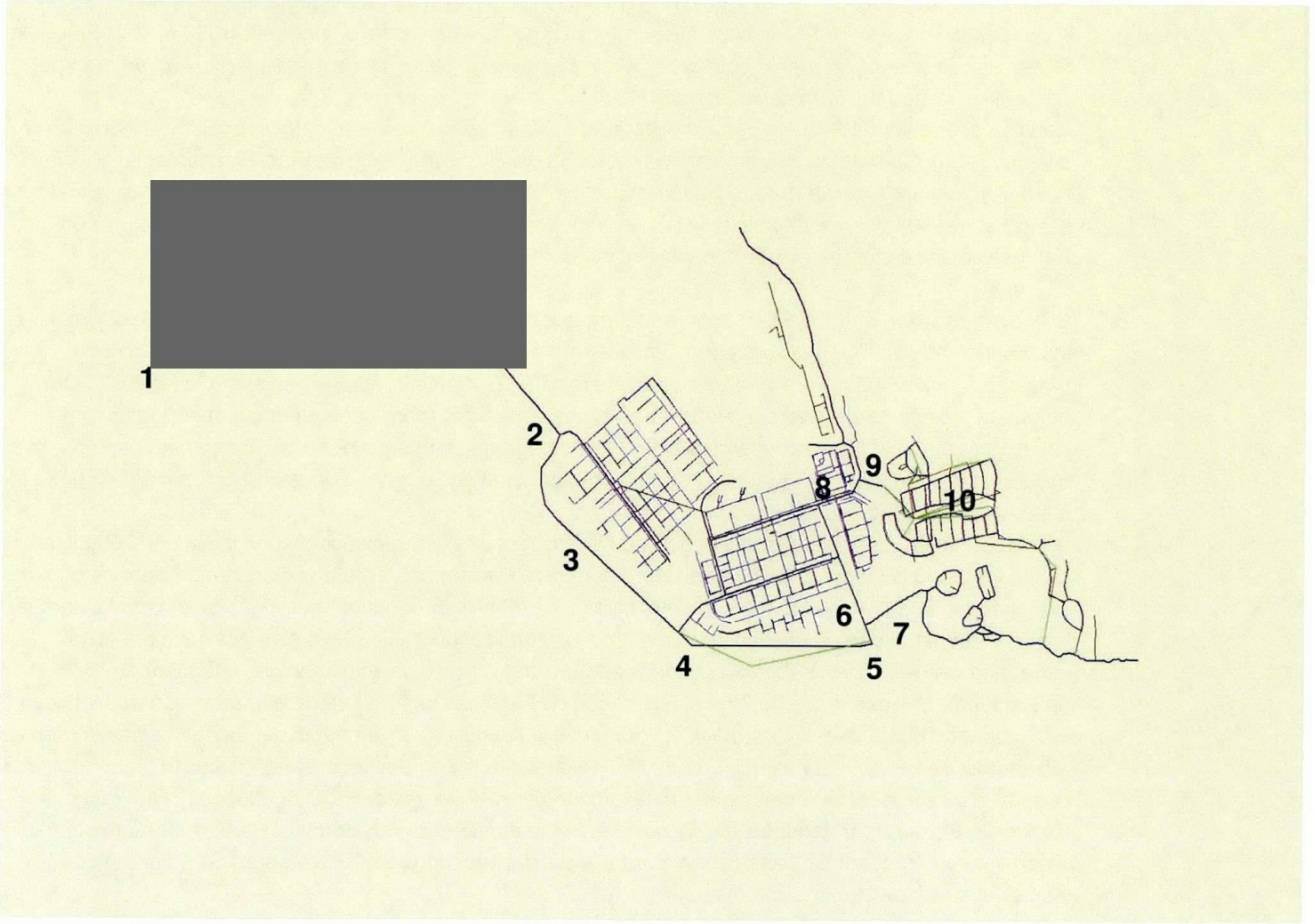
Maximale waterstanden bij T = 100, 47,5 mm in 2 uur, situatie 2006 en 2050 (80% afkoppelen)

Locatienummer	Omschrijving locatie	waterstand 2006 [m + NAP]	waterstand 2050 bij 80% afkoppelen [m + NAP]
1	uitstroom Schelde-Rijnkanaal	0,15	0,15
2	benedenstrooms Bergse Plaat	0,39	0,35
3	halverwege Bergse Plaat	0,41	0,38
4	uitstroom moeraszone	0,43	0,40
5	instroom moeraszone	0,56	0,45
6	Plaatvliet ter hoogte van Molenbeek	0,56	0,45
7	Molenbeek ter hoogte van Plaatvliet	-	0,77*
8	Plaatvliet bij monding Cromvliet	1,06	0,91
9	Cromvliet beginpunt	1,07	0,91
10	centrale waterpartij de Markiezaten	-	0,97

* Na 6 uur rekenen = 4 uur na einde neerslag

Figuur 3.1

Locaties waterstanden



De bovenstroomse waterpeilen blijven onder het laagste maaiveldniveau in de Bergse Plaat (1,6 m + NAP) en Langeweg (1,20 m + NAP). Daarmee voldoet het systeem aan de eis dat het stedelijk gebied niet mag inunderen bij T=100. De inzet van een gemaal kan daarmee komen te vervallen.

Alleen hoge waterstanden in het Schelde-Rijnkanaal kunnen in combinatie met een regenbui T = 100 tot onacceptabele waterstanden in de Plaatvliet leiden. De beschikbare ruimte in de centrale waterpartij in de Markiezaten bedraagt 0,13 m (het verschil tussen het maximaal wenselijk peil van 1,10 m + NAP en de maximale waterstand bij T = 100, 0,97 m + NAP in de Markiezaten). Verwacht wordt (het is niet exact uitgerekend) dat het peil in het Schelde-Rijnkanaal tot circa 0,35 m + NAP kan stijgen, voordat het noodzakelijk wordt om in te grijpen. In dat geval kan gedacht worden aan een noodoverlaat op het Markiezaatsmeer ter hoogte van de moeraszone. De moeraszone kan dan worden gebruikt als bezinkzone. Het peil in de Markiezaatsmeer bedraagt maximaal 0,50 m + NAP en fluctueert voornamelijk op basis van neerslag en verdamping (alleen het gebied de Blaffert watert af op het Markiezaatsmeer). Deze optie is niet verder uitgewerkt in deze studie. Het is niet zinvol om een permanent gemaal voor noodsituaties neer te zetten, omdat de benodigde pompcapaciteit te groot is en de gebruikfrequentie te laag.

3.4 Invloed Langeweg op het watersysteem Markiezaten

3.4.1 Interactie Langeweg in scenario 2050

Langeweg is een gevoelig punt in het watersysteem van het stedelijk gebied van de Markiezaten. Uit de berekeningen blijkt dat in de situatie 2006 en in de situatie 2050 met 80% afkoppelen geen water-op-straat optreedt in Langeweg bij bui 8. Het rioleringssysteem van Langeweg voldoet in theorie aan de richtlijnen voor water-op-straat. Praktische problemen in Langeweg vallen buiten deze studie.

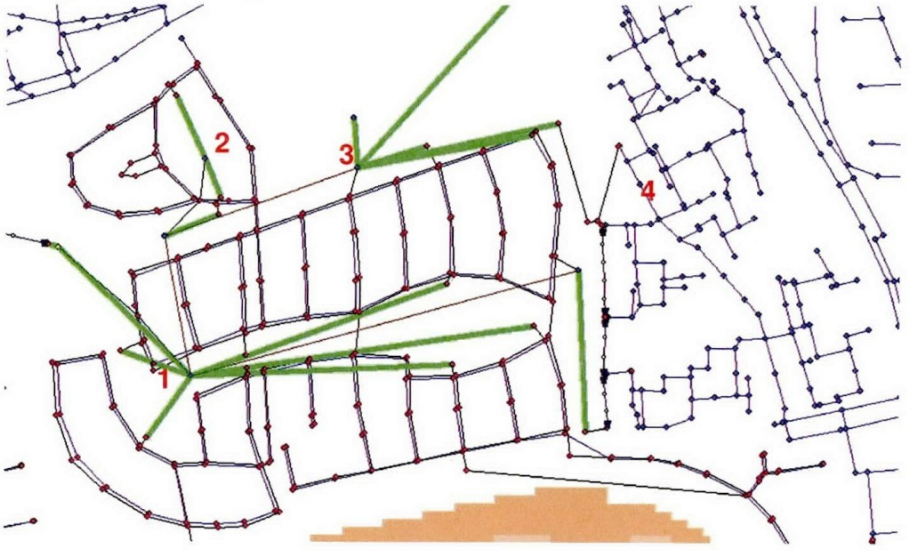
In tabel 3.2 staan de waterstanden bij Langeweg vermeld onder verschillende omstandigheden. Zie figuur 3.2 voor visualisatie van de locaties. Bij T = 100 bedraagt het waterpeil in de centrale waterpartij precies de streefwaarde van 1,10 m + NAP en blijft daarmee onder het laagste maaiveld van de Langeweg (1,20 m + NAP, zie ook tabel B2.5). Er wordt dus voldaan aan de inundatienorm.

Tabel 3.2
Waterstanden in de waterpartijen van de Markiezaten en riolering Langeweg bij 80% afkoppelen, situatie 2050

	Nr op tekening	Bui 8 [m + NAP]	Bui 10 [m + NAP]	T = 100 [m + NAP]
Centrale waterpartij	1	0,64	0,87	0,97
Klaverwei	2	1,17	1,58	1,23
Water bij sportvelden	3	0,76	1,24	1,13
Langeweg (in riolering bij laagste maaiveld)	4	-0,16*	1,18	1,10

* Onder invloed van bui 8 raakt het riool niet volledig gevuld

Figuur 3.2
Weergave locaties zoals genoemd in tabel 3.2



In het model zijn riolering en oppervlaktewater aan elkaar gekoppeld, zodat een eventuele interactie zichtbaar wordt. Overstorten S18, S19 en S20 staan in verbinding met de centrale waterpartij. De laagste drempel van de drie ligt op 0,68 m + NAP. Vanuit de centrale waterpartij vindt er geen terugstroming plaats in de situatie 2050. Door de hoge mate van afkoppeling vindt er nauwelijks vulling van het rioolstelsel plaats bij bui 8.
Overstort S17 heeft de laagste drempel (0,64 m + NAP) en staat in scenario 2050 in verbinding met het water bij de sportvelden. Het water bij de sportvelden staat hoger dan dat laagste maaiveld bij T = 100. De overstortdrempel zal verdrinken en er zal terugstroming plaatsvinden. In dat geval kan een terugslagklep worden overwogen, of het opheffen van de overstort S17 samen met het omleiden van de afvoerroute van het gemengde rioolwater. Dit laatste vormt een onderdeel van het afkoppelplan voor Langeweg.

3.4.2 Relatie peil oppervlaktewater, overstortdrempels Langeweg en terugstroming

Voor water-op-straat door interactie hanteert het waterschap als richtlijn[11] dat de buitenwaterstand onder de drempel blijft bij T = 2 en een maximale peilstijging van 0,50 m in het oppervlaktewater bij T = 10[12]. De gemeente Bergen op Zoom en het waterschap noemen in de conceptnotitie SWO als richtlijn dat de buitenwaterstand onder de drempel blijft bij T = 2 tot T = 5 en dat water-op-straat door interactie niet vaker dan gemiddeld één keer per 25 jaar mag resulteren in wateroverlast.

De waterstanden in de open wateren in de Markiezaten stijgen alleen significant bij kortdurende, hevige regenbuien. Voor T = 25 is dat 37 mm in 2 uur en voor T = 100 is dat 47,5 mm in 2 uur. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in tabel 3.3a naast de resultaten van bui 8, bui 9 en bui 10. In tabel 3.3b zijn de maximale terugstroomdebieten opgenomen. Om ook een indruk van de omvang te krijgen zijn

[11] Beleidsregel hydraulische randvoorwaarden
[12] Zie 'Op weg met het waterschap' van Waterschap Brabantse Delta.

in tabel 3.3c de terugstroomvolumes gedurende de eerste twee uur weergegeven. Na deze periode vindt bij alle ontwerpbuien geen terugstroming meer plaats.

Tabel 3.3a

Maximale waterstanden bij overstorten Langeweg scenario 2050, verschillende ontwerpbuien

Over-stort	Drempel-hoogte [m+NAP]	Bui 8 (T =2) [m + NAP] Beneden/boven	Bui 9 (T = 5) [m + NAP] Beneden/boven	Bui 10 (T=10) [m + NAP] Beneden/boven	T = 25 [m + NAP] Beneden/boven	T = 100 [m + NAP] Beneden/boven
S17	0,64	0,75 / -0,16	0,99 / 0,98	1,21 / 1,20	0,93 / 0,93	1,11 / 1,11
S18	0,70	0,66 / 0,00	0,82 / 0,89	0,91 / 0,95	0,82 / 0,88	1,00 / 1,00
S19	0,68	0,66 / 0,21	0,82 / 0,83	0,91 / 0,91	0,82 / 0,82	0,99 / 0,99
S20	0,88	0,74 / -0,04	0,85 / 0,94	0,91 / 0,99	0,82 / 0,92	0,99 / 1,00
Water-op-straat in Langeweg		Nee	Nee	Ja	Nee	Nee

Beneden = benedenstrooms van de drempel = peil oppervlaktewater

Boven = bovenstrooms van de drempel = waterpeil in riolering

Tabel 3.3b

Maximale terugstroomdebieten over overstorten Langeweg scenario 2050, verschillende ontwerpbuien

Overstort	Bui 8 (T =2) [m³/s]	Bui 9 (T = 5) [m³/s]	Bui 10 (T=10) [m³/s]	T = 25 [m³/s]	T = 100 [m³/s]
S17	-0,12	-0,35	-0,45	-0,2	-0,249
S18	0,00	0,00	-0,013	0,00	-0,025
S19	0,00	-0,008	-0,014	-0,009	-0,013
S20	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,022

Tabel 3.3c

Terugstroomvolumes gedurende 2 uur over overstorten Langeweg scenario 2050, verschillende ontwerpbuien

Overstort	Bui 8 (T =2) [m³/2 uur]	Bui 9 (T = 5) [m³/2 uur]	Bui 10 (T=10) [m³/2 uur]	T = 25 [m³/2 uur]	T = 100 [m³/2 uur]
S17	172	440	657	365	683
S18	0	0	9	0	42
S19	0	5	25	15	47
S20	0	0	0	0	14

Uit de tabellen 3a, 3b en 3c blijkt dat er in 2050 sprake is van terugstroming en dus interactie, behalve bij de overstorten S18, S19 en S20 bij bui 8. Bij de overige buien houden de binnen- en buitenwaterstand elkaar redelijk in evenwicht en is de terugstroming klein te noemen. In geen van de scenario's is sprake van water-op-straat in Langeweg. Daarmee is aan de richtlijn geen wateroverlast bij T = 25 voldaan. De drempels van Langeweg voldoen bijna aan de richtlijn van een peil in het oppervlaktewater onder de drempel bij T = 2. Door maatregelen te treffen bij S17 kan hier in zijn geheel aan worden voldaan. Bij bui 9 is een minimale terugstroming bij overstort S19. Geconcludeerd wordt dat na het afkoppelen (scenario 2050) en het treffen van maatregelen bij S17 zo goed als wordt voldaan aan de interactierichtlijn.

Daarnaast is berekend in hoeverre er sprake is van water-op-straat in scenario 2006 waarbij de overstorten van Langeweg een vrije uitstroom hebben en in een hybride situatie waarbij Langeweg niet is afge-

koppeld, maar de omringende gebieden wel voor 60%. De resultaten van deze berekening staan in tabel 3.4a. In tabel 3.4b staan de maximale terugstroomdebieten weergegeven in de hybride situatie.

Tabel 3.4a

Maximale waterstanden bij overstorten Langeweg scenario 2006 en hybride (60% afkoppelen en Langeweg niet afgekoppeld), verschillende ontwerpbuien

Overstort	Drempelhoogte [m + NAP]	Bui 8 (T =2), 2006 [m + NAP] Beneden/boven	Bui 8 (T=2), hybride [m + NAP] Beneden/boven	T = 25, hybride [m + NAP] Beneden/boven
S17	0,64	- / 0,85	0,81 / 0,85	0,90 / 0,90
S18	0,70	- / 0,84	0,81 / 0,95	0,80 / 0,90
S19	0,68	- / 0,78	0,79 / 0,87	0,81 / 0,84
S20	0,88	- /0,90	0,89 / 1,04	0,85 / 0,97
Water-op-straat in Langeweg		Nee, maar wel kritisch	Nee	Nee

Beneden = benedenstrooms van de drempel = peil oppervlaktewater

Boven = bovenstrooms van de drempel = waterpeil in riolering

Tabel 3.4b

Maximale terugstroomdebieten overstorten Langeweg scenario hybride, bui 8 en T = 25

Overstort	Bui 8 (T=2), hybride [m³/s]	T = 25, hybride [m³/s]
S17	0,00	0,00
S18	0,00	0,00
S19	0,00	-0,013
S20	0,00	0,00

Uit de tabellen volgt dat ten opzichte van scenario 2050 er niets verandert bij bui 8 en is bij T = 25 sprake van minder terugstroming.
Verder valt op dat de verschillen in de waterstanden benedenstrooms van de overstorten bij bui 8 in de hybride situatie aanzienlijk groter zijn dan in de afgekoppelde situatie (tabel 3.3.a). In de tabel staan de waterstanden aan de benedenstroomse kant van de drempel weergeven en dat komt overeen met het begin van de overstortleiding. Met name bij overstort S20 blijkt de lange overstortleiding voor veel opstuwing te zorgen. In de periode dat nog niet wordt afgekoppeld kan het vergroten van de overstortleiding er voor zorgen dat de waterstanden in het rioolstelsel zakken.

3.4.3 Verbindingen richting centrale waterpartij

Het regenwater van de afgekoppelde gebieden komt in het watersysteem van het stedelijk gebied van de Markiezaten via de oppervlaktewateren van Klaverwei en bij de sportvelden. Het oppervlaktewater van Klaverwei is te klein om het aanbod op te kunnen vangen. Om inundatie te voorkomen moeten de verbindingen richting de centrale waterpartij extra groot worden uitgevoerd (uitgangspunt 80% afkoppelen). In tabel 3.5 staan de benodigde diameters weergegeven.

Tabel 3.5
Afmetingen duikers tussen oppervlaktewateren stedelijk gebied Markiezaten (voor b.o.b.'s zie rioleringstekening)

Locatie	Afmeting [mm]
Uitstroomzijde water sportvelden	2,5 m x 0,75 m
Uitstroomzijde water klaverwei	Ø 1.250 mm
Drempel stuw Klaverwei op waterloop ten zuiden van Klaverwei	H = 0,6 m en B = 3 m
Verbinding tussen centrale waterpartij en waterloop bij Klaverwei	2 m x 1,75 m

In verband met het kruisen van een andere leiding ligt de b.o.b. van de koker bij de sportvelden op 0,30 m + NAP. Dit is ook als zodanig opgenomen in de modellering. In de praktijk kan de b.o.b. wellicht iets zakken (in orde van grootte 5 cm) en dat heeft een gunstig effect op de doorstroming. De precieze b.o.b. wordt vastgesteld in de civieltechnische uitwerking.

3.4.4 Interactie Bergse Plaat.

De nieuwe inrichting van het watersysteem rondom de Plaatvliet heeft ook gevolgen voor de Bergse Plaat. In de berekeningen is de interactie tussen de verschillende overstorten en de oppervlaktewateren onderzocht bij T = 100 (47,5 mm in 2 uur), bui 8, bui 9 en bui 10.

Plaatvliet

De regenwateroverstorten rechtstreeks op de Plaatvliet hebben, op een na, een niveau van 1,40 m + NAP. De laagste overstort kent een niveau van 0,8 m+ NAP (nabij de Laan van Reimerswaal). In alle berekeningen blijft het waterniveau hier ruim onder (minimaal ca 0,15 m) zodat hier geen interactie is te verwachten.

Zwanenvliet, Steenvliet, Middelvliet en Reigersvliet

De meeste overstortdrempels hebben hier een niveau van 0,8 m + NAP. Er zijn geen lagere drempels aanwezig. De berekende waterstanden overschrijden bij T=100 licht de drempels (enkele centimeters). Door de geringe overschrijding wordt verwacht dat geen interactie plaatsvindt en de drempels niet verdrinken. Bij lagere herhalingstijden stijgen de berekende waterstanden niet boven de 0,8 m + NAP.

Boulevard

De berekende waterstanden langs de Markiezaatsweg in de omgeving van de Boulevard blijven onder het niveau van de overstortdrempels (1,40 m+NAP) zodat ook hier geen interactie tussen oppervlaktewater en riolering is te verwachten.

3.4.5 Conclusies functioneren Langeweg

Langeweg is het meest gevoelige punt in het watersysteem van de Markiezaten. Door alleen gebruik te maken van de dynamische berging in de waterpartijen van de Markiezaten wordt Langeweg ontzien. Feit blijft dat de overstortdrempels van Langeweg laag zijn en er kans is op terugstroming. Dit is met name het geval bij overstort S17 die gekoppeld is aan de waterpartij onder de sportvelden. Eventuele problemen kunnen worden opgelost binnen het (nog te maken) afkoppelplan voor Langeweg. Uit een verkennende studie is gebleken dat het mogelijk is om de gemengde overstort S17 op te heffen in combinatie met

afkoppelen en minimale aanpassingen aan het rioolstelsel zelf. De overige overstorten functioneren binnen de gestelde richtlijnen, al blijft er optimalisatie mogelijk bij het gebruik van lange overstortleidingen.

Met betrekking tot het afkoppelplan kan gebruik worden gemaakt van de waterstanden in de waterpartijen zoals weergegeven in tabel 3.3a. In deze studie is als uitgangspunt gehanteerd dat het bestaande rioolstelsel blijft liggen. In de praktijk zal een dubbel leidingsysteem aanleiding zijn voor een (gedeeltelijk) nieuw ontwerp in verband praktische kruisingen. Dit verandert het systeem en het biedt kansen om te kijken naar de locaties van de overstorten (handhaven, opheffen of verplaatsen?). Tot slot zal altijd rekening gehouden moeten worden met de mogelijkheid tot terugstroming.

3.5 Is er een noodoverlaat nodig vanuit de centrale waterpartij naar de Molenbeek?

Er is geen noodoverlaat nodig bij het scenario van 80% afkoppelen. Met de grote lage stuw ter hoogte van de Cromvliet kan voldoende water worden afgevoerd naar de Plaatvliet, zodat de waterpeilen in de centrale waterpartij in de Markiezaten onder de 1,10 m + NAP blijven. De Plaatvliet kan het aanbod verwerken zonder dat dit tot water-op-straat in het stedelijk gebied leidt (zie ook § 3.3) en er is sprake van een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. Toch is besloten de noodoverlaat aan te leggen, zodat er ruimte ontstaat voor meer afkoppelen en als noodvoorziening bij onderhoudswerkzaamheden. De noodoverlaat treedt niet in werking in scenario 2050, 80% afkoppelen bij bui 8.

3.6 Stuw tussen Molenbeek en Plaatvliet

Bij de Molenbeek, ter hoogte van de Plaatvliet, komt een beweegbare stuw die reageert op het waterpeil in de Plaatvliet. De stuw is standaard ingesteld op het streefpeil van de Molenbeek. Wanneer het waterpeil in de Plaatvliet stijgt, mag het water uit de Plaatvliet niet in de Molenbeek stromen. Zolang de waterstand in de Molenbeek hoger is dan de waterstand in de Plaatvliet, kan het water uit de Molenbeek nog wel naar de Plaatvliet stromen. De stuw beweegt mee en zorgt er voor dat het verschil tussen het stuwpeil en de waterstand in de Plaatvliet 10 centimeter bedraagt. Wanneer de waterstand in de Plaatvliet de hoogte van 0,80 m + NAP bereikt, wordt de stuw in een keer opgetrokken naar 1,20 m + NAP, waardoor de afvoer vanuit de Molenbeek blokkeert. De hoogte van 0,80 m + NAP is gekozen om er voor te zorgen dat de kwelpoelen in het natuurontwikkelingsgebied zolang mogelijk gevrijwaard blijven van gebiedsvreemd water, in dit geval het landbouwkundige water van het achterliggende gebied. Boven de 0,8 m + NAP stromen de kwelpoelen altijd onder. Vanaf dat moment kan voorrang worden verleend aan de afvoer van het oppervlaktewater uit de Markiezaten en wordt de stuw in zijn geheel opgetrokken. Uit de berekeningen blijkt dat dit geen nadelige gevolgen heeft voor de waterstanden in het bebouwde deel van de Markiezaten en is er verder geen aanleiding geweest om de stuw eerder te laten optrekken.

3.7 Effect van de afvalwaterpersleidingcalamiteit

De nooduitlaat van de afvalwaterpersleiding bevindt zich in de Plaatvliet ter hoogte van de Bergse Plaat (zie ook figuur 2.1). Het debiet bij een calamiteit is gelijk aan 3,9 m^3/s in de eerste drie minuten en 2,2 m^3/s gedurende de daarop volgende zes uur. De *hydraulische* effecten van een afvalwaterpersleidingcalamiteit op de waterstanden in de Plaatvliet zijn in een aparte berekening onderzocht. De resultaten van de berekening staan in tabel 3.6.

Tabel 3.6
Waterpeilen in Plaatvliet, situatie 2050, T=100, 47,5 mm in 2 uur + calamiteit afvalwaterpersleiding bij 80% afkoppelen

Locatienummer	Omschrijving locatie	max waterstand 2050 exclusief calamiteitlozing [m + NAP]	max waterstand 2050 inclusief calamiteitlozing [m + NAP]
1	uitstroom Schelde-Rijnkanaal	0,15	0,15
2	benedenstrooms Bergse Plaat	0,35	0,49
3	halverwege Bergse Plaat	0,38	0,50
4	uitstroom moeraszone	0,40	0,53
5	instroom moeraszone	0,45	0,59
6	Plaatvliet ter hoogte van Molenbeek	0,45	0,59
7	Molenbeek ter hoogte van Plaatvliet	0,77*	0,80*
8	Plaatvliet nabij Cromvliet	0,91	0,96
9	Cromvliet	0,91	0,96
10	centrale waterpartij de Markiezaten	0,97	1,00

* Na 6 uur = 4 uur na einde neerslag en tevens einde van de berekening.

De calamiteitlozing zorgt voor een extra opstuwing in het hele systeem. Het water stroomt meteen naar het Schelde-Rijnkanaal, hetgeen tot grote verschillen in waterstanden benedenstrooms leidt. Direct stroomopwaarts is de invloed ook groot (punt 6), verder stroomopwaarts leidt de calamiteitlozing slechts tot een kleine extra opstuwing doordat gebruik gemaakt wordt van de dynamische berging in de Markiezaten en de moeraszone. In het algemeen kan worden gesteld dat de Plaatvliet in staat is een eventuele calamiteit te verwerken bij een bui T =100 bij een waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal van 0,15 m + NAP zonder dat dit tot wateroverlast in het stedelijk gebied leidt.

De maximale waterstanden in de Molenbeek zijn afhankelijk van de landbouwkundige afvoer van 1,5 m^3/s. De berekening stopt na 6 uur. Het is niet zeker of dan ook de maximale waterstand is bereikt.

De berekening laat zien dat het vervuilde water terugstroomt naar de waterpartijen in de Markiezaten. Dit is alleen te voorkomen door de beweegbare stuw bovenstrooms van de Cromvliet meteen op te trekken bij een calamiteit. Ook de moeraszone zal bij een calamiteit vervuilen.

3.8 Hoeveel water wordt geborgen in het stroomgebied van de Molenbeek?

De omvang van de berging in het stroomgebied van de Molenbeek is per bui verschillend en kan dus niet eenduidig worden vastgesteld. De berging neemt toe naarmate de herhalingstijd afneemt en de duur van de bui toeneemt. Gekozen is de berging te bepalen bij een T = 100 ontwerpbui met een duur van 24 uur. Dit sluit aan bij de bovenstroomse randvoorwaarde van de landbouwkundige afvoer van 1,5 m^3/s gedurende één etmaal. Deze landbouwkundige afvoer heeft weliswaar een herhalingsfrequentie van T = 1, maar door de diameter van de duiker is deze afvoer gelimiteerd en zal deze niet verder toenemen bij een lagere herhalingsfrequentie van de regenbui.

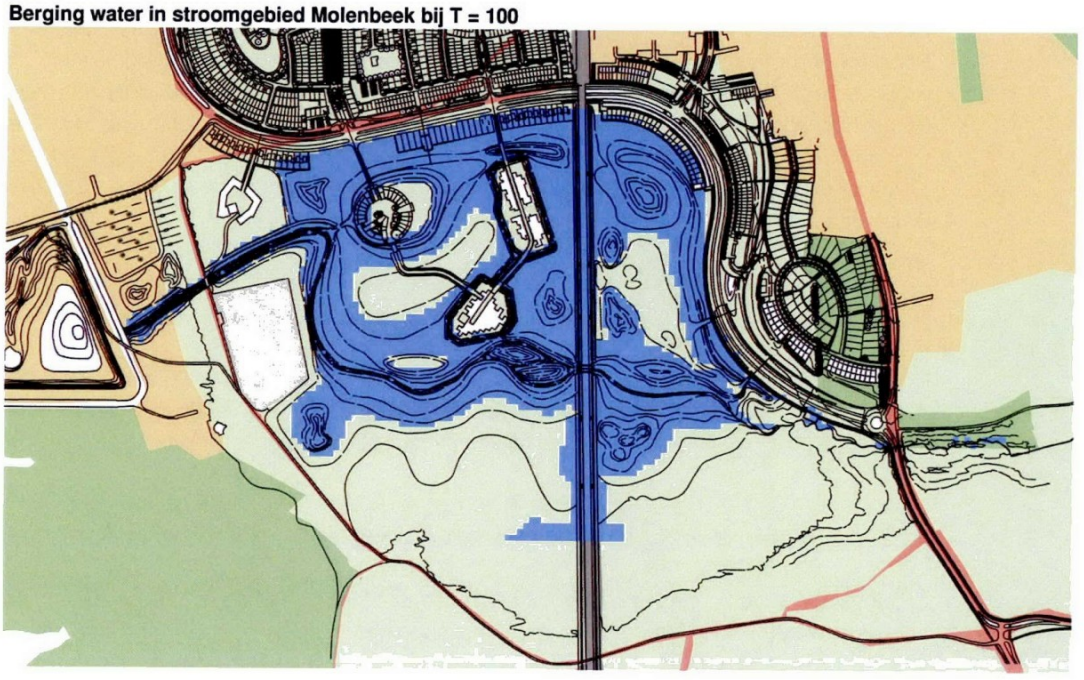
Bij een bui van 79 mm in 24 uur (T=100) en 80% afkoppelen wordt 128.000 m^3 geborgen in het stroomgebied van de Molenbeek. De berging wordt visueel weergegeven in figuur 3.3. Hier uit blijkt dat nagenoeg het hele gebied als bergingsoppervlak wordt gebruikt. De maximale waterstand in de Molenbeek die

optreedt bij T = 100 is 1,04 m + NAP waarmee het niveau van de kwelpoelen wordt overschreden. De woonterpen inunderen niet.

De berekening is gebaseerd op grids van 10 bij 10 m met een gemiddeld maaiveldniveau binnen een grid. Het ondergelopen gebied kent daardoor geen vloeiende lijnen. In figuur 3.3 lijkt het alsof de woningen aan de zuidzijde van de Markiezaatsweg een en deel van één van de terpen zullen inunderen. Oorzaak hiervan is de vereenvoudiging van het maaiveld niveau naar een grid van 10 bij 10 m. Hierdoor ligt het gemiddelde maaiveld hier lager dat in het plan is voorzien. Duidelijk is wel dat niet de woonterpen, maar de bebouwing langs de Markiezaatsweg maatgevend is.

De waterstand in de Plaatvliet blijft bij T = 100 voldoende laag om de stuw in de Molenbeek niet op te hoeven trekken. De afvoer uit de Molenbeek bedraagt na 24 uur circa 1,2 m^3/s. Dat is iets minder dan de aanvoer van 1,5 m^3/s. Het restant van de aanvoer en neerslag in het gebied wordt geborgen in het dal van de Molenbeek.
Geconcludeerd wordt dat het systeem van de Molenbeek goed functioneert bij zowel hevige korte buien (zie § 3.3), als langdurige buien met een herhalingsfrequentie van T = 100.

Figuur 3.3
Berging water in stroomgebied Molenbeek bij T = 100



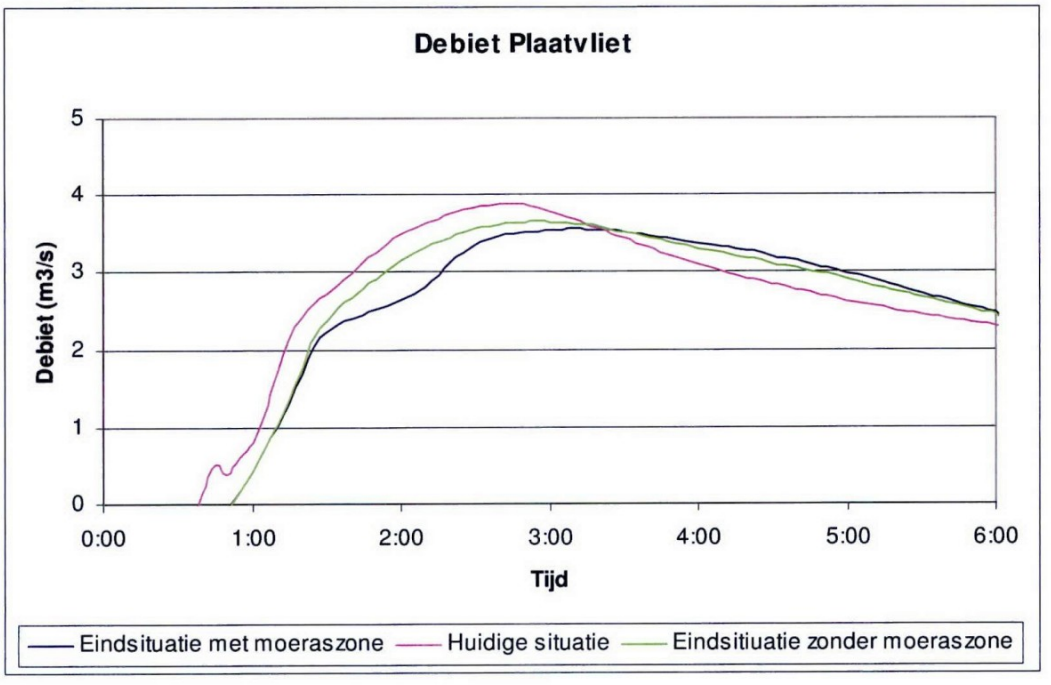
3.9 Ontstaat er inundatie in het stedelijk gebied bij T = 100?

Er ontstaat geen inundatie in het stedelijk gebied. De waterstanden in tabel 3.1 laten zien dat de maaiveldhoogten in de Bergse Plaat (1,6 m + NAP) en de Markiezaten / Langeweg (1,2 m + NAP) niet worden overschreden.
Alleen wanneer het waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal stijgt (frequentie minder dan éénmaal per 100 jaar), kan sprake zijn van inundatie (zie ook § 3.3).

Ondanks dat bij hoge herhalingstijden interactie optreedt tussen het water in de Markiezaten en de riolering van Langeweg wordt geen toename van bestaande overlast verwacht. Zowel in de huidige als toekomstige situatie blijven de rioolwaterstanden bij T=2, T=25 en T=100 onder het maaiveld van Langeweg.

Door alle veranderingen in de waterhuishouding verandert de belasting op de Plaatvliet wel. In figuur 3.4 is het verschil in belasting te zien tussen situatie 2006 en 2050. Daaruit blijkt dat de Plaatvliet in de toekomst minder zware piekafvoeren krijgt. Er is sprake van vertraging door de dynamische berging in het watersysteem van de Markiezaten, door het inzetten van de moeraszone en door het toenemen van de relatieve berging in de gemengde rioolstelsels van de af te koppelen gebieden.

Figuur 3.4
Afvoer op de Plaatvliet bij 80% afkoppelen



3.10 Inrichting watersysteem

Samengevat ziet de inrichting van het watersysteem er als volgt uit:

- Gemaal Hazen hoeft niet te worden vervangen.
- De afvoer uit de centrale waterpartij uit de Markiezaten vindt plaats door middel van een beweegbare stuw bij de Cromvliet (hoogte: 0,30 m, breedte 6 m) voor een situatie bij 80% afkoppelen.
- De moeraszone wordt ingezet als extra buffer.
- De duikers van en naar de moeraszone is aan de in- en uitstroomzijde hebben een nat oppervlak van 1,25 m² bij een peil van een 0,5 m + NAP. In de duiker moet een vrije waterspiegel zijn. Voorkomen moet worden dat in droogweersituaties water uitwisselt tussen de Plaatvliet en de moeraszone. Ongeacht de uitvoeringsvorm moet er een drempel komen op 0,15 m + NAP.
- Tussen de Molenbeek en de Plaatvliet komt een beweegbare stuw met een minimale hoogte van 0,4 m + NAP. Tot aan 0,8 m + NAP beweegt het mee met het waterpeil in de Plaatvliet, zodanig dat terugstroming vanuit de Plaatvliet wordt voorkomen. De stuw kan worden opgetrokken naar 1,20 m + NAP, waarmee de afvoer uit de Molenbeek tijdelijk wordt stilgelegd om de afvoer uit de Markiezaten voorrang te geven.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In hoofdstuk 3 zijn alle onderzoeksvragen apart behandeld. In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen samengevoegd tot één verhaal.

De belangrijkste conclusie is dat de waterhuishouding in het stroomgebied van de Plaatvliet verbetert door de komst van de Markiezaten. De belasting op de Plaatvliet verloopt iets gelijkmatiger ten opzichte van de situatie in 2006.

Gemaal Hazen is niet langer nodig voor het reguleren van het waterpeil in het stedelijk gebied van de Plaatvliet en komt daarmee te vervallen. De afvoercapaciteit in de Plaatvliet is groot genoeg om een regenbui T = 100 af te voeren zonder tot water-op-straat te leiden. Pas wanneer het waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal toeneemt tot (naar verwachting) circa 0,35 m + NAP is een aanvullende maatregel nodig om inundatie van het stedelijk gebied te voorkomen. Gedacht wordt aan een noodoverlaat op het Markiezaatsmeer. Dit is verder niet in deze studie meegenomen.

De Plaatvliet is ontworpen op de gelijktijdige afvoer van regenwater, doorspoeling en een calamiteitlozing uit de afvalwaterpersleiding. Het doorspoelen van de Plaatvliet gebeurt niet tijdens regenval. De belasting op de Plaatvliet wordt verder verminderd door de buffering van regenwater in de waterpartijen in de Markiezaten, de moeraszone langs de Plaatvliet en het toenemen van de relatieve berging in de gemengde rioolstelsels van de af te koppelen gebieden. Als gevolg hiervan zal een calamiteitlozing uit de afvalwaterpersleiding tijdens een regenbui T=100 niet tot water-op-straat in het stedelijk gebied leiden. Het leidt wel tot vervuiling van de waterpartijen in het stedelijk gebied en de moeraszone.

De maximale berging in het stroomgebied van de Molenbeek bedraagt bij T = 100 79 mm in 24 uur, 128.000 m^3 uitgaande van een landelijke belasting op de Molenbeek van 1,5 m^3/s. Bij deze bui bedraagt de theoretische waterstand 1,04 m + NAP, waardoor de kwelpoelen zullen onderstromen. Tussen de Molenbeek en de Plaatvliet komt een beweegbare stuw die reageert op het waterpeil in de Plaatvliet, waardoor er geen terugstroming vanuit de Plaatvliet naar de Molenbeek plaatsvindt. Wanneer het waterpeil in de Plaatvliet boven de 0,80 m + NAP komt, zal de stuw bij de Molenbeek worden opgetrokken naar 1,20 m + NAP. De afvoer uit de Molenbeek wordt dan (tijdelijk) geblokkeerd en de afvoer van het water uit het stedelijk gebied van de Markiezaten en overstort S11 krijgt voorrang boven de afvoer van het water uit de Molenbeek. De hoogte van 0,80 m + NAP is gekozen om er voor te zorgen dat de kwelpoelen in het stroomgebied van de Molenbeek zolang mogelijk gevrijwaard blijven van gebiedsvreemd water (in dit geval het water dat afkomstig is uit het achterliggend gebied). Boven de 0,8 m + NAP stromen ze onder en maakt het voor de kwelpoelen niet meer uit dat de stuw wordt opgetrokken. De berekeningsresultaten ten aanzien van de waterstanden van het stedelijk gebied in de Markiezaten geven geen aanleiding om de drempel eerder omhoog te trekken.

Bij de stuw in de Molenbeek is een vistrap geprojecteerd. Om te voorkomen dat water uit de Plaatvliet via de vistrap in de Molenbeek terecht komt, moet de vistrap bij een stijgend waterpeil in de Plaatvliet tijdelijk worden afgesloten. Het ontwerp van de vistrap valt buiten deze studie.
Aandachtspunt is de beschermende constructie ter hoogte van de stuw in de Molenbeek waarvan de bovenkant op 0,30 m + NAP komt te liggen. Deze hoogte komt overeen met het zomerpeil. Willen de vissen deze hindernis kunnen passeren, zal het zomerpeil moeten worden opgetrokken. Hydraulisch heeft dit geen gevolgen, omdat in de berekeningen is uitgegaan van een worst-case-benadering en dus van het winterpeil. Ecologisch heeft dit gegeven wel gevolgen.

Het waterpeil in de centrale waterpartij in de Markiezaten is bij T=100 scenario 2050 zonder calamiteitlozing berekend op 0,97 m + NAP en bij bui 8 op 0,64 m + NAP. Langeweg blijft gevrijwaard van water dat terugstroomt vanuit de centrale waterpartij bij bui 8. Een noodoverlaat tussen de centrale waterpartij en het regenwaterstelsel van Borgvliet-Zuid is voor deze situatie niet nodig. Er wordt toch een noodoverlaat aangebracht anticiperend op een hoger afkoppelpercentage en als hulp bij het onderhoud van de waterpartijen. Bij 80% afkoppelen treedt de noodoverlaat niet in werking bij bui 8.

Het water uit de centrale waterpartij wordt via de Cromvliet afgelaten op de Plaatvliet. De bestaande onderdoorgang onder de Markiezaatsweg wordt vervangen door een duiker met eenzelfde doorstromend oppervlak als de Cromvliet en een vrije waterspiegel. De stuw heeft een breedte van 6 m en een hoogte van 0,30 m + NAP en wordt in een beweegbare variant uitgevoerd. Zolang er sprake is van een hybride situatie kan de stuw worden opgetrokken om te voorkomen dat rioolwater uit overstort S11 terugstroomt naar de waterpartijen in de Markiezaten. Verder is het handig bij het plegen van onderhoudswerkzaamheden aan de stedelijke waterpartijen.

De moeraszone langs de Plaatvliet wordt benut als buffer. Hiertoe moet de bestaande duiker worden vervangen door een groter exemplaar aan de oostkant en moet aan de westkant van de moeraszone een uitstroomvoorziening worden aangebracht (voor de randvoorwaarden zie § 3.10).

Langeweg is de zwakke schakel in het plan en heeft een grote invloed op de waterhuishoudkundige inrichting van de Markiezaten. Binnen de voorgestelde inrichting van het watersysteem functioneren drie van de vier overstorten binnen de interactierichtlijn. Alleen overstort S17 krijgt te maken van terugstroming vanuit de waterpartij onder de sportvelden. Dit is oplosbaar binnen het nog op te stellen afkoppelplan voor Langeweg. Bij het opstellen van het afkoppelplan moet nadrukkelijk rekening worden gehouden met de interactie met de stedelijke waterpartijen in de Markiezaten.
Zolang er nog niet wordt afgekoppeld kan het vergroten van de overstortleiding bij overstort S20 voor extra waking zorgen in Langeweg.

Voor alle toekomstige afkoppelprojecten die binnen het projectgebied van deze studie vallen wordt aanbevolen te kijken of het mogelijk is om (een deel van) het regenwater vertraagd af te kunnen voeren.

COLOFON

Opdrachtgever	:	Gemeente Bergen op Zoom
Project	:	Waterafvoer De Markiezaten en Plaatvliet
Dossier	:	A 3164-01-001
Omvang rapport	:	31 pagina's
Auteur	:	[redacted] ir. [redacted]
Bijdrage	:	ir. [redacted]
Projectleider	:	[redacted] ir. [redacted]
Projectmanager	:	ing. [redacted]
Datum	:	13 januari 2009
Naam/Paraaf	:	ir. [redacted]

DHV B.V.
Ruimte en Mobiliteit
Larixplein 1
[redacted] Eindhoven
Postbus 80007
[redacted] Eindhoven
T (040) 250 92 50
F (040) 250 92 51
E eindhoven@dhv.nl
www.dhv.nl/bz

BIJLAGE 1 RIOLERINGSPLAN DE MARKIEZATEN

B1.1 Opdracht

De opdracht behelst het ontwerpen van een gescheiden rioolstelsel voor het stedelijke ontwikkelingsgebied in De Markiezaten. Het rioolstelsel moet zodanig worden ingericht dat bij een mogelijke ombouw naar een verbeterd gescheiden stelsel de lediging van het regenwaterstelsel op één centraal punt mogelijk is.

B1.2 Resultaat

Het resultaat van de berekening is terug te zien op tekening W1102-35/P07 en P08 versie G in bijlage 5 van dit rapport. De SOBEK-berekening is digitaal opgenomen in bijlage 6.

B1.3 Hoogteligging

De projectlocatie betreft een laaggelegen poldergebied. In de polder varieert de hoogteligging van ca. 0,6 m + NAP tot circa 1,4 m + NAP, gemiddeld 1 m + NAP. De rand van de polder varieert in het noorden van circa 2 m + NAP tot 4 m + NAP. Aan de oostkant is een klif-structuur aanwezig van de Brabantse Wal. Het maaiveld stijgt hier tot circa 10 m + NAP. In het westelijk deel is plaatselijk een opduiking tot circa 4 m + NAP. Het betreft hier een dekzandrug.

Bij de ontwikkeling van het plangebied wordt het noordelijk deel grotendeels opgehoogd. Er is gestreefd naar een gesloten grondbalans. De sterke hoogte accenten aan de noordelijke en oostelijke rand blijven gehandhaafd. De uiteindelijke hoogtes zijn opgenomen in de rioleringstekeningen in bijlage 5.

B1.4 Uitgangspunten waterhuishouding

De Molenbeek wordt omgeleid door de nieuwe natuurontwikkeling aan de zuidkant van het plan.
Ter plaatse van de bestaande Molenbeek wordt een stedelijke waterpartij gerealiseerd om water te kunnen bergen. Verder zal in de toekomst veel aangrenzend gebied worden afgekoppeld, waardoor de belasting op de stedelijke waterpartijen zal wijzigen.

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- Het verhard oppervlak De Markiezaten volgens bijlage B2.1.
- Het verhard oppervlak van aangrenzende gebieden volgens bijlage B2.1.
- Afgekoppelde systemen kennen geen stelselberging ('worst case').
- Voor de Molenbeek is een apart waterlichaam aangehouden.
- Een streefpeil in de waterpartijen van 0,30 m + NAP.
- Een streefpeil in de waterpartij van de Klaverwei van 0,60 m + NAP.
- Een bodempeil van de centrale waterpartij op 0,65 m – NAP.
- Door INBO opgestelde indicatieve dwarsprofielen van de centrale vijverpartij.
- Indien aanwezig is voor het talud 1:5 aangehouden, overeenkomstig de dwarsprofielen van INBO.

B1.5 Afvoerend oppervlak

Het afvoerend oppervlak van het stedelijk ontwikkelingsgebied in de Markiezaten bedraagt 36,09 ha. De opbouw is weergeven in bijlage B2.1.

B1.6 Droogweerafvoer

Voor de droogweerafvoer wordt uitgegaan van een hoeveelheid van 10 l/h per inwoner gedurende 12 uur. Het aantal te bouwen woningen bedraagt circa 1.600. Uitgaande van gemiddeld 2,5 inwoners per woning levert dit een droogweerafvoer op van 1.600 inw * 2,5 inw/woning * 10 l/h = 40 m^3/h. De droogweerafvoer wordt per gemaal afgevoerd naar het nabijgelegen stamriool. Het gemaal is gesitueerd in put 75 (zie rioleringstekening) met als alternatieve locatie put 74. De gemaalcapaciteit bedraagt 50 m^3/h.

B1.7 Opbouw van het rioolstelsel

Stelseltype
Het rioleringsplan bestaat uit de aanleg van een gescheiden stelsel. Op de regenwaterleiding worden zowel de wegverhardingen als de terreinverhardingen en de dakvlakken aangesloten. Dit systeem loost het overtollige water op de vijvers. Het afstromend water van de wegverharding van de Markiezaatsweg wordt geloosd via een verbeterd gescheiden stelsel of een gelijkwaardig systeem.

Diepteligging riolering
Bij het bepalen van de b.o.b.'s is rekening gehouden met de ontwerprichtlijnen van de gemeente Bergen op Zoom:
- Een minimale dekking boven de leidingen van 1,2 m.
- Het verhang van regenwaterleidingen 1:1000 of steiler.
- Het verhang van droogweerafvoerleidingen 1 op de diameter.
- Eindstrengen van de droogweerriolering niet steiler dan 1:150.

De diepteligging van de regenwaterriolering en droogweerriolering is zodanig dat de aanleg van kruisingsputten wordt voorkomen. In de droogweerriolering wordt de kans op verstopping beperkt door het zo min mogelijk toepassen van valputten.

Mogelijkheid tot ombouw verbeterd gescheiden rioolstelsel
De diepteligging van het regenwaterstelsel is zodanig gekozen dat bij eventuele ombouw naar een verbeterd gescheiden stelsel ter hoogte van put 127 een gemaal kan worden geplaatst. Put 128 aan de overzijde van het oppervlaktewater moet hiermee in verbinding worden gebracht. Bij een eventuele ombouw worden de vrije uitstroomputten voorzien van een drempel.

Afvoer van het regenwater
De lozing van regenwater zal plaatsvinden door middel van een aantal vrije uitstroompunten (zie rioleringstekening). In Wonen aan de Paden en Klaverwei zijn deze uitstroompunten onder het oppervlaktewaterpeil gelegen als gevolg van de ontwerprichtlijnen voor riolering en de waterpeilen aldaar. De waterpartijen staan in verbinding met de centrale waterpartij in Wonen aan de Paden.

Het oostelijk deel van De Zonnetrap (oostelijk van de spoorlijn) zal het regenwater lozen via het regenwaterstelsel van Wonen aan de Paden. Een verbinding van dit deel met het stelsel van Wonen aan de Paden is voorzien om eventuele ombouw van het stelsel naar verbeterd gescheiden stelsel uit te kunnen voeren zonder het bijplaatsen van een extra gemaal.

Het gebied Wonen op de Wal loost het regenwater op de Molenbeek. Ook is er een verbinding met het regenwaterstelsel van Wonen aan de Paden. Een verbinding van dit deel met het stelsel van Wonen aan de Paden is voorzien om eventuele ombouw van het stelsel naar verbeterd gescheiden stelsel uit te kunnen voeren zonder het bijplaatsen van een extra gemaal.

Diameters regenwaterleidingen
Het regenwaterrioolstelsel bestaat uit leidingen met diameters van 300 mm tot 600 mm met uitzondering van de noord- en de oostzijde.
In het Noorden van Klaverwei is rekening gehouden met de aanvoer van regenwater vanuit het gebied Zeekant. Dit leidt tot een benodigde diameter van 1000 mm. Het regenwater uit Zeekant wordt zo snel mogelijk op het oppervlaktewater geloosd om de afmetingen van de overige regenwaterriolering beperkt te houden.
Aan de oostzijde van het plan wordt op twee locaties regenwater van de afgekoppelde gebieden Borgvliet Noord en Zuid aangeboden. Ten behoeve van deze aanvoer is de benodigde diameter van de regenwaterriolen nabij de spoorkruising bepaald op 800 en 1000 mm.

B1.8 Hydraulische controleberekening

Ontwerpregenbui
De gemeente geeft de volgende ontwerprichtlijnen:
- De ontwerpregenbui is gelijk aan bui 8 (conform Leidraad Riolering) waarbij de piekintensiteit is verhoogd naar 120 l/s per ha gedurende 10 minuten.
- De waking bij de ontwerpneerslag bedraagt minimaal 0,3 m.

In het ontwerp is rekening gehouden met een buitenwaterstand van 0,6 m + NAP. Het is een keuze geweest tussen de ondergrens van het streefpeil (0,3 m + NAP) en de bovengrens van de drempelhoogtes in de omgeving. Verder kunnen bij een eventuele ombouw naar een verbeterd gescheiden rioolstelsel de riooldrempels zonder problemen op 0,6 m + NAP worden aangelegd.

De hydraulische controleberekening van het regenwaterstelsel is opgenomen in bijlage 6. Uit de berekening volgt dat de waking overal tenminste 0,3 m bedraagt bij de ontwerpregenbui.

INVULB1.XLS (980928) | Ingek. Reg. | Goedk. Reg. | Inv. dat. | HHS van West-Brabant

Gemeente:	Bergen op Zooom	Adviesbureau:	DHV	A3164-01-001

Kern (naam)	Bergen op Zoom	Berekening d.d.	150608	Ruimte voor toelichting:
Naam plan / rioleringsgebied	Markiezaten	Hoofd-/Onderbem./Stuwgebied (H,O,S)	O	
Rioleringsgebied (code)	Nader toe te kennen	Pomp-/Vijzelgemaal/Stuwconstr. (P,V,S)	P	in ontwerp aangegeven als Hoofdlaan
Afvoeren naar gebied (code)	Stamriool gemeente	Type stelsel (GEM, GS, VGS, VIS)	GS	
Woonwijk/Industrie/Recreatie (W/I/R)	W	Vrijverval/Druk/Onderdrukriol. (V,D,O)	V	

Huidige + toekomstige situatie:	Jaartal:	2008	(Bestaand)	2008 (Gewenst)		2018 (+10 jaar)	
Aantal woningen						1600	
Gem. woningbezetting		2,5		2,5		2,5	
Aantal inwoners	A1*A2					4000	
DWA inwoners (m3/u)	A3/100					40,0	
Bruto oppervlak industrieterrein (ha)							
Ind.verhard oppervl.op vuilw.riool(ha)							
Ind.verh.opp. op HWA-riool (ha)							
Ind. verh. opp. afgekoppeld (ha)							
Totaal aan ind. verh. oppervlak (ha)	B2+B3+B4						
Niet-huishoudelijke DWA (m3/u)							
(Pomp)overcapaciteit (m3/u)							
		DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC
Afvoer eigen gebied (DWA)	A4+B6					40,0	
Afvoer eigen gebied (RWA)	A4+B6+C						40,0
Injecties uit ander gebied (Naam)	Geb. code						
Benodigde afvoercap. (m3/u)	D+E					40,0	40,0
Werkelijke / geinstalleerde cap. (m3/u)			50,0				
Aangesloten verhard oppervl. (ha)							
Onderdrempelberging (m3)							
Berging in VIS-riool (m3)							
Onderdrempelberging (mm)	H/G/10						
Berging op straat / afstroomverlies (mm)		1,0		1,0		1,0	
Berekende dynamische berging (mm)		+		+		+	
Totale berging (mm)	I+J	1,0		1,0		1,0	
Pompovercapaciteit (mm/uur)	C/G/10						
Ledigingstijd (uur)	(H+T)/C	-		-		12,0	
Vultijd by DWA (uur)	(H+T)/F1	-		-			
Overstortfrequentie (Kuipers 37jr.)							
Verhard opp. per woning (m2)	(G-B5)/A3	-		-		-	
Afvr.norm industr.DWA (m3/u/ha)		-		-		-	
Benodigde tot.inh. bassins (mm)							
Benodigde tot.inh. bassins (m3)							
Geinstall. totale bezinkinhoud (m3)							

Locatie injectiepunt (straat + huisnummer)

Perm. berekeningsregen (l/s/ha)	60	Opgave van de overstorthoeveelheden betreffen de situatie in: 2018							
Overstort (put)nummer									
Drempelhoogte (m1 t.o.v. NAP)	Intern								
Idem	Extern								
Drempelbreedte (m1)	Extern								
Overtstortfrequentie deze overstort:	Intern								
Idem	Extern								
Overstortvolume bij bui nr. 8 (m3)	Extern								
Overst.debiet bij 60 l/s/ha constant	Extern								
Afwaterend verhard oppervlak (ha)									
Opmerkingen (E/B/K/S/TO/TY/I)		-	-	-	-	-	-	-	-
Geinstall. bergbezinkvolume (m3)									
Benodigd bergbezinkvolume (m3)									

Waterbalans:

Regenval op totaal verhard opp.	(l/s)	
(Pomp-)overcapaciteit	(l/s)	
		-
Doorvoer interne overstorten	(l/s)	
Totaal debiet (berekend)	(l/s)	
Totaal debiet (opgave)	(l/s)	
		-
Verschil	(l/s)	

Locaties overstorten:

Putnr:	X-coord.	Y-coord.	Straatnaam + huisnr.	Afw. eenheid	Reg.nr. WVO vergun.

BIJLAGE 2 DIMENSIES INVOERPARAMETERS MODELLERING

B2.1 Afkoppelen en verharde oppervlakken

In tabel B2.1 staan de oppervlakken van de af te koppelen gebieden rondom De Markiezaten. De afkoppelwerkzaamheden zijn reeds gestart en het ambitieniveau is om in 2007 tien procent, in 2018 vijftig procent en in 2050 vijfennegentig procent (95%) van de alle oppervlakken in de gemeente afgekoppeld te hebben. Tot 2050 zal er sprake zijn van een hybride situatie waarbij de Plaatvliet gedeeltelijk met water uit overstort S11 en gedeeltelijk met water uit de Markiezaten zal worden belast. Ook de andere overstorten zullen blijven functioneren, zij het steeds minder.
Uitgangspunt bij de berekeningen zijn de oppervlakken zoals in september 2006 geïnventariseerd.

Tabel B2.1
Af te koppelen oppervlakken tussen 2006 en 2050

Deelgebied	Af te koppelen oppervlak [ha] Gegevens aangeleverd in januari 2006[13]	Af te koppelen oppervlak [ha] Inventarisatie september 2006[14]
Fort Zeekant	24,21	35,41
Guido Gezellelaan	22,29	28,39 + 2,2
Glacis	13,52	12,95
Langeweg	9,45	9,46
Borgvliet Noord	8,23	8,07 (inclusief inbreiding)
Borgvliet Zuid	8,35	11,77 (inclusief inbreiding)
Totaal	**86,05**	**108,25**

Het extra oppervlak van 2,2 ha op de Guido Gezellelaan betreft een deel van het Cort Heijligersterrein (kazerne) waar geen infiltratie mogelijk is.

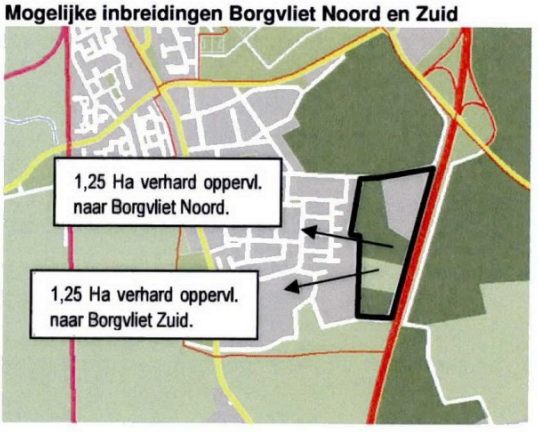
Zowel bij Borgvliet Noord als bij Borgvliet Zuid is rekening gehouden met een mogelijke inbreiding van 1,25 ha (zie figuur B2.1). Het is nog niet duidelijk of en wanneer de inbreiding zal plaatsvinden. De oppervlakken zijn wel meegenomen in de berekening om een eventueel benodigde retentieruimte veilig te stellen. Het betreft hier dus een reserve retentiecapaciteit!

[13] memo 'berekening peilstijgingen waterpartijen De Markiezaten', concept, 4 januari 2006, Gemeente Bergen op Zoom afdeling projecten

[14] mail 'nieuwe afkoppelcijfers tbv De Markiezaten', 12 september 2006, van [redacted] Bergen op Zoom aan DHV

Figuur B2.1

Mogelijke inbreidingen Borgvliet Noord en Zuid



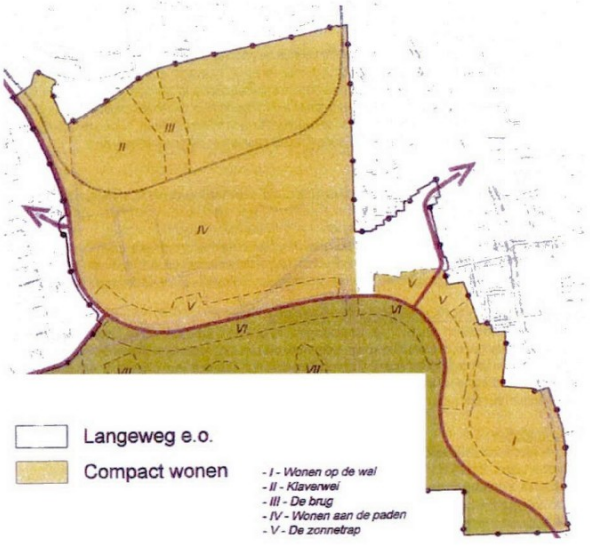
In tabel B2.2 staan de verharde oppervlakken van het stedelijk gebied in De Markiezaten. De namen van de gebieden zijn terug te vinden in figuur B2.2. In tabel B2.2 is onderscheid gemaakt tussen 'verhard oppervlak op rioolstelsel' en 'verhard oppervlak op oppervlaktewater'. Het gebied wordt voorzien van een gescheiden rioolstelsel. Een deel van het regenwater wordt door middel van een rwa-stelsel naar het oppervlaktewater gebracht ('verhard oppervlak op rioolstelsel). Het overig deel ('verhard oppervlak op oppervlaktewater') stroomt direct naar de centrale waterpartij in De Markiezaten. Uitzondering hierop zijn de Terpen en het oostelijk deel van de Randweg Zuid-West, welke op de Molenbeek lozen.

Tabel B2.2

Verhard oppervlak stedelijk gebied De Markiezaten

Gebied	Verhard oppervlak dat afwatert naar de centrale waterpartij [ha]	Verhard oppervlak dat niet afwatert naar de centrale waterpartij [ha]
Wonen op de Wal zuidelijk deel		3,0
De Zonnetrap (oostelijk deel)	1,75+0,6=2,35	
Wonen aan de paden, De Zonnetrap (westelijk deel)	15,40	
Klaverwei, De brug	4,20	
Bebouwing zuidrand	1,75	
Terpen		0,38+0,66+0,77+0,58=2,39
Wonen op de wal noord	0,7	
Randweg zw Oostelijk deel		1,5
Randweg zw Westelijk deel		1,5
Randweg zw parallelweg	1,0	
Ontsluitingsweg (via Langeweg)	0,5	
Woonblok west zijde		1,80
Subtotaal	25,9	10,19
Totaal	36,09	

FiguurB2.2
Ligging deelgebieden stedelijk ontwikkelingsgebied De Markiezaten[15]



[15] uit het bestemmingspan Zuidelijke Stadsrand, april 2004

B2.2 Wateroppervlakken en waterpeilen De Markiezaten

In tabel B2.3 staan de oppervlakken en waterpeilen van de waterpartijen in het stedelijk gebied van de Markiezaten.

Tabel B2.3
Waterpartijen De Markiezaten

Object	Parameter		opmerking
wateroppervlakken stedelijk gebied De Markiezaten uitgesplitst	sportvelden Klaverwei sloot zuidkant Klaverwei ten westen spoor centrale waterpartij	4.970 m^2 3.880 m^2 2.320 m^2 3.875 m^2 28.085m^2	De oppervlakken zijn ingemeten bij de streefpeilen Totaal: 43.130m^2
wateroppervlakken ten westen van 'Wonen op de wal'	valleiwater noord valleiwater zuid	2.440 m^2 720 m^2	Totaal: 3.160 m^2
streefpeil waterpartij Klaverwei	0,60 m + NAP		esthetische afweging
streefpeil spoorsloot ter hoogte van Langeweg streefpeil spoorsloot in natuurontwikkelingsgebied	0,30 m + NAP 0,50 m + NAP		= streefpeil water Markiezaten = winterpeil Molenbeek
streefpeil overige waterpartijen in de Markiezaten	0,30 m + NAP		In verband kweldruk[16] richting natuurontwikkelingsgebied en optimale beleving van water in de wijk
verbinding water Klaverwei en overige waterpartijen	stuwhoogte: 0,60 m + NAP stuwlengte: 3 m		
handhaving streefpeil Klaverwei bij droogte	indien nodig water uit Plaatvliet in de waterpartijen pompen ter hoogte van de Markiezaatsweg		handhaven van het streefpeil van de waterpartij bij Klaverwei kan alleen door het inzetten van een extra pomp en indien nodig een persleiding
stuw De Markiezaten naar Cromvliet	stuwhoogte: 0,30 m + NAP stuwlengte: 6 m		
afvoerleiding onder Markiezaatsweg tussen centrale waterpartij De Markiezaten en Cromvliet	doorstromend oppervlak gelijk aan het doorstroomprofiel van de Cromvliet		

[16] Een lager waterpeil, en daarmee een lager bodempeil, leidt tot een dunnere deklaag boven de kwelstromen. Bij een dunnere laag is er meer kans op opbarsten waardoor kwel ontstaat. Dit is niet gewenst, omdat daardoor teveel grondwater via de centrale waterpartij wordt afgevoerd en er verdroging ontstaat. Om dit te voorkomen is een minimaal waterpeil in de centrale vijverpartij noodzakelijk.

B2.3 Langeweg en noodoverlaat

In de huidige situatie monden de vier overstorten van Langeweg uit op de spoorsloot. Een deel van deze sloot met daarop aangesloten de drie zuidelijke overstorten wordt straks verbonden met de centrale waterpartij in de Markiezaten. De noordelijk overstort wordt op de waterpartij van de toekomstige sportvelden aangesloten (waterpeil gelijk aan de centrale waterpartij, zie tabel B2.3). Met het oog op een mogelijke hoge waterstand in de centrale waterpartij en het onderlopen van Langeweg zou een noodoverlaat verlichting kunnen brengen. Vooruitlopend hierop is bij het ontwerpen van rioolstelsel rekening gehouden met de mogelijkheid om een noodoverlaat aan te kunnen brengen ter hoogte van een zuidelijke verlenging van de Markgravenlaan[17] tussen Borgvliet Noord en het regenwaterstelsel van de Markiezaten (zie ook tekening W1102-35/P08, bijlage 5). Via de noodoverlaat kan oppervlaktewater uit de centrale waterpartij in de Markiezaten overstorten op Molenbeek via de Vallei. Ter plaatse van de spoorkruising zal het water dan in tegengestelde richting gaan stromen. Om de afvoer te bevorderen is in het rioleringsplan een extra leiding ter plaatse van de spoorkruising opgenomen. De dimensies van de eventuele noodoverlaat zijn weergegeven in tabel B2.4.

Tabel B2.4
Parameters Langeweg en noodoverlaat centrale waterpartij De Markiezaten

Object	Parameter	opmerking
laagste maaiveld Langeweg	1,20 m + NAP	steekproefsgewijs gemeten december 2006
Hoogte overstortdrempels Langeweg	Overstort S17: 0,64 m + NAP Overstort S18: 0,70 m + NAP Overstort S19: 0,68 m + NAP Overstort S20: 0,88 m + NAP	
streefpeil spoorsloot	0,50 m + NAP	
frequentie waarbij noodoverlaat in werking mag treden	T = 50	aangehouden na overleg 23 nov 2006, gemeente, Waterschap, DHV
ontwerpbui	T = 100, 44 mm in 2 uur	maatgevende bui uit de waterbalans
drempelhoogte noodoverlaat	1,10 m + NAP	
drempellengte noodoverlaat	3,6 m	

B2.4 Molenbeek

De dimensies van de molenbeek zijn samengevat in tabel B.2.5.

Tabel B2.5
Stroomgebied Molenbeek

Object	Parameter	opmerking
Gemaal Hazen situatie 2006	4200 m^3/h = 70 m^3/min = 1,17 m^3/s	
afvoerend landelijk gebied op de Molenbeek	1500 ha	

[17] put 32 in rioleringsplan De Markiezaten, tekening W1102-35/P08

landbouwkundige afvoer Molenbeek	1,5 m^3/s	Landbouwkundige afvoer met een herhalingstijd van 1 à 2 keer per jaar 1 l/(s.bruto ha) * 1500 ha gelimiteerd door duiker onder A58 Tijdsduur: enkele dagen
zomerpeil Molenbeek	0,30 m + NAP	Uit inrichtingsplan Molenbeek, afspraak tussen waterschap en gemeente
winterpeil Molenbeek	0,50 m + NAP	Uit inrichtingsplan Molenbeek
bovenkant beschermingsconstructie boven twee 150 kV-leidingen in de Molenbeek	0,30 m + NAP	vastgesteld december 2006, DHV
flexibele stuw tussen Plaatvliet en Molenbeek	tot 0,80 m + NAP	ingegeven door het maaiveldniveau rond de kwelpoelen
stuwhoogte tussen Plaatvliet en Molenbeek vanaf waterpeil in Plaatvliet 0,8 m + NAP	1,20 m + NAP	
stuwlengte	2,5 m	
maximaal peil kwelpoelen	0,80 m + NAP	gereguleerd d.m.v stuw
maaiveld rond kwelpoelen	0,80 m + NAP	
kweldebiet in stroomgebied Molenbeek	15.000 – 19.000 m^3/d	voorlopig resultaat, interne memo DHV, 20 november 2006 bij stijghoogte 1,2 m, veiligheidsfactor 1,5
laagste maaiveld stroomgebied Molenbeek	0,46 m + NAP	in de zuidoostelijke punt van het gebied
duiker onder A58	Ø 1000 mm	bestaand, niet opgenomen in het model; het is de bovenstroomse randvoorwaarde
duiker Antwerpse Straatweg	Ø 1000 mm	geprojecteerd
duiker onder spoorlijn	Ø 1000 mm	geprojecteerd
twee ecoduikers onder spoorlijn	afmetingen onbekend	uitgangspunt: deze duikers werken niet mee aan het afvoeren van beekwater

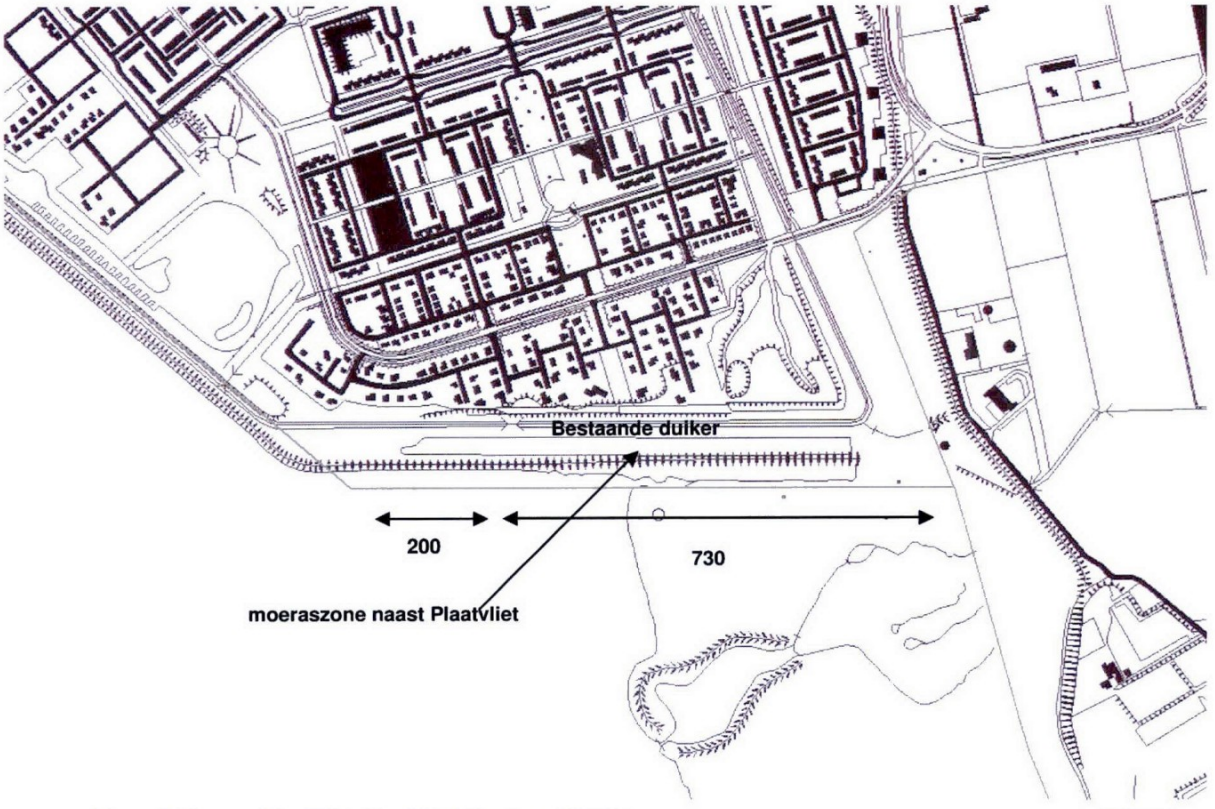
B2.5 Moeraszone Plaatvliet

De moeraszone ligt langs de Plaatvliet aan de zuidkant van de Bergse Plaat (zie figuur B2.3). De afmetingen staan in tabel B2.6.

Tabel B2.6
Afmetingen moeras[18]

Object	Parameter	opmerking
deel 1	L = 730 m B = ca 29 m bodem: 0 m + NAP taluds 1:3	
deel 2	L = 200 m B = ca 29 m bodem: 0,5 m + NAP taluds 1:3	
kade tussen moeraszone en Markiezaatsmeer	kruinhoogte: 2 m + NAP	voorkomt overlopen naar Markie-zaatsmeer
kade tussen moeraszone en Plaatvliet	kruinhoogte: 2 m + NAP	
Bestaande duiker	Ø 315 mm, ca 0,25 m + NAP	Ingemeten 17 febr 2008
Nieuwe situatie In- en uitstroomvoorziening moeraszone = duiker onder weg	nat oppervlak van 1,25 m² bij een peil van een 0,5 m + NAP en een drempel op 0,15 m + NAP. Uitstroomcon-structie aanleggen in het diepe deel van het moeras.	De in- en uitstroomconstructies vervangen de bestaande duiker tussen het moeras en de Plaatvliet

Figuur B2.3
Moeraszone



B2.6 Bergse Plaat

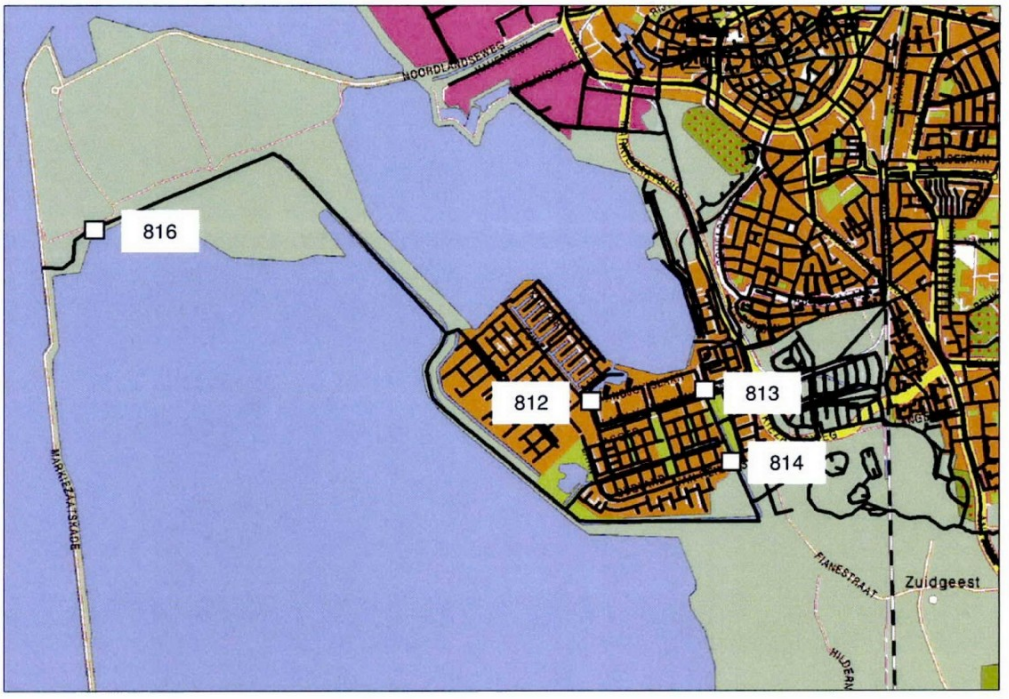
Het deelgebied Bergse Plaat heeft grotendeels een gescheiden rioolstelsel. Het regenwater wordt opgevangen in de oppervlaktewateren in de wijk en wateren vervolgens af op de Plaatvliet.
Het gebied ligt buitendijks en is direct afhankelijk van het waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal. Op basis van een studie van Witteveen en Bos is de Bergse Plaat verhoogd aangelegd, om wateroverlast te voorkomen. Tot op heden zijn er geen problemen opgetreden in dit gebied. Randvoorwaarde in deze studie is dat er geen inundatie mag optreden in de Bergse Plaat bij T = 100.

Het regenwater uit het oostelijk deel van de Bergse Plaat stroomt af naar de Zwanenvliet, de Steenvliet en de Middelvliet die op hun beurt een open verbinding hebben met de Plaatvliet aan de zuidwestzijde. Aan de oostzijde van de Bergse Plaat staan beide vlieten in verbinding met de Plaatvliet door middel van twee stuw (nr. 813 en 814 in figuur B2.4 en tabel B2.8). Dit zijn inlaatpunten vanuit de Plaatvliet, alleen bedoeld om beide vlieten door te spoelen met water vanuit de Binnenschelde.

Het westelijk deel van de Bergse Plaat loost via de Reigersvliet op de Plaatvliet. Alleen de daken in de Tjalkenbuurt aan de noordwestzijde van de wijk wateren af via de Schippersvliet af op de Binnenschelde. Het straatwater uit deze buurt stort via het verbeterd gescheiden rioolstelsel over in de Reigersvliet. Voor deze oplossing is gekozen in verband met de gewenste waterkwaliteit van de Binnenschelde.

De Snoekplas en de Baarsvliet in het zuiden van de wijk staan in open verbinding met de Binnenschelde door middel van een zinker onder de Plaatvliet. Bij hoge waterstanden op de Binnenschelde kan de Snoekplas aan de noordoostzijde (nabij de Steenvliet) overstorten op de Plaatvliet. Deze relatie valt echter buiten de opdracht en wordt derhalve niet de modelstudie meegenomen. Het verdient de aanbeveling de risico's nader te bekijken.
In het model zijn alleen de oppervlaktewateren meegenomen die in verbinding staan met de Plaatvliet.

Figuur B2.4



Scheidingen in stroomgebied Plaatvliet

Stuw 812 regelt de eventueel benodigde afvoer van de Binnenschelde, alsmede de benodigde doorspoeling van de Zwanenvliet, Steenvliet en Plaatvliet. Dit gebeurt uiteraard niet in de maatgevende afvoersituatie. De Binnenschelde is niet in de modellering opgenomen en derhalve heeft stuw 812 in het model geen functie. In tabel B2.7 is een opsomming gegeven van de streefpeilen en maaiveldhoogten. In tabel B2.8 staan de afmetingen van de stuwen.

Tabel B2.7
Streefpeilen Bergse Plaat

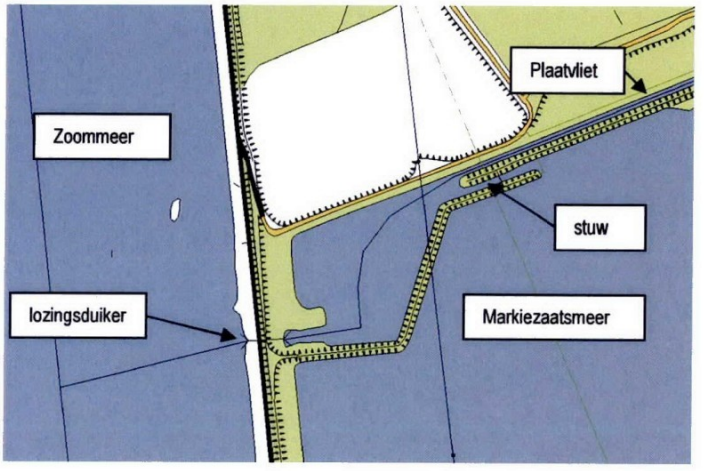
Object	Parameter	opmerking
streefpeil Binnenschelde / Baarsvliet / Snoekplas	1,50 m + NAP	Deze wateren zijn niet verbonden aan de Plaatvliet
streefpeil Zwanenvliet, Steenvliet	Zoommeerpeil	
maaiveld Bergse Plaat	1,6 – 1,8 m + NAP	
Waterpeil Zoommeer	0,10 m – NAP tot 0,15 m + NAP	

Tabel B 2.8
Afmetingen stuwen[19]

Stuwnummer	812	813	814
Regulering	Handmatig	Handmatig	handmatig
Kruinbreedte	1,64 m	1,00 m	1,50 m
Max kruinhoogte	1,96 m + NAP	1,10 m + NAP	1,10 m + NAP
Min kruinhoogte	1,00 m + NAP	0,50 m – NAP	0,50 m - NAP

Stuw 816 zit niet in de Plaatvliet, maar regelt het peil in het Markiezaatsmeer (zie figuur B2.5). Het overtollige water uit het Markiezaatsmeer valt over de stuw in de kom (Plaatvliet) voor de duiker onder de Markiezaatskade richting het Zoommeer. Gedurende een jaar blijkt het waterpeil van het Markiezaatsmeer nagenoeg altijd onder de kruin van de stuw te staan.

Figuur B2.5
Stuw 816 ter hoogte van het Markiezaatsmeer



[19] afmetingen overgenomen uit tekening 10945C, 10799E en 10799G van de gemeente Bergen op Zoom

BIJLAGE 3 UITGANGSPUNTEN BIJ DE MODELLERING

B3.1 Randvoorwaarden bij de berekeningen

De belangrijkste randvoorwaarden in de modelstudie zijn de volgende:

- Er mag in de toekomstige situatie geen water-op-straat optreden in Langeweg bij bui 8.
- Er mag geen inundatie optreden in het stedelijk gebied bij een neerslaggebeurtenis T = 100.
- De Plaatvliet mag niet terugstromen naar de Molenbeek in verband met de waterkwaliteit.
- De Plaatvliet mag geen water uitwisselen met de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer.
- Het water uit de Molenbeek mag niet in de kwelpoelen stromen bij herhalingstijden groter dan T=100.
- In het kader van hydrologisch neutraal bouwen mag de afvoer door de Plaatvliet in de toekomstige situatie niet groter zijn dan de afvoer in de huidige situatie.

B3.2 Uitgangspunten bij de berekeningen

Startsituatie

Voor iedere start van een berekening zijn de volgende aannames gehanteerd:

- Het rioolstelsel is leeg.
- In de open waterlopen heerst het (hoogste) streefpeil.

Anders gezegd: de startsituatie komt overeen met een winterse situatie waar het al enige tijd niet geregend heeft. Door gebruik te maken van langdurige regenbuien wordt de startsituatie steeds minder relevant. De invloed van de winterpeilen zal altijd blijven en geldt als een 'worst case scenario'.

Af te koppelen oppervlakken

Uitgangspunt is 80% afkoppelen.

Modellering Molenbeek

Er zijn onvoldoende gegevens aanwezig om het achterland dat op de Molenbeek afwatert te modelleren en te kalibreren. Het Waterschap gaat in het kader van de Integrale Gebiedsanalyse voor de Brabantse Wal in een later stadium het gehele stroomgebied in kaart brengen. Besloten is daarom het landelijk gebied niet in deze studie te betrekken. Dit heeft tot gevolg dat de Molenbeek een bovenstroomse randvoorwaarde nodig heeft voor wat betreft de aanvoer van regenwater. Gekozen is voor een landbouwkundige afvoer met een herhalingstijd van 1 à 2 keer per jaar, hetgeen overeenkomt met 1 l/(s. bruto ha) = 1,5 m^3/s (bron: Waterschap). Verondersteld wordt dat deze afvoer enkele dagen kan aanhouden. De duiker onder de A58 vormt een natuurlijk limitering. Bij meer neerslag zal de afvoer door de Molenbeek niet toenemen. Dit maakt deze randvoorwaarde ook bruikbaar bij regenbuien met een lagere herhalingsfrequentie.

Het nadeel is dat in deze modellering niet duidelijk zal worden wat de kans is op het samenvallen van een hoge afvoer van de Molenbeek en een hoge afvoer uit het stedelijk gebied. In de modellering start de afvoer door de Molenbeek van 1,5 m^3/s tegelijk met de ontwerpregenbuien. Daardoor wordt duidelijk wat de effecten zijn wanneer beide situaties gelijktijdig optreden.

Modellering Plaatvliet

Voor de profielen van de Plaatvliet zijn de ontwerpprofielen aangehouden.

Doorspoelen Plaatvliet
De Plaatvliet wordt niet doorgespoeld met water uit de Binnenschelde in een neerslagsituatie.

B3.3 Modellering situatie 2006

Fort Zeekant stort via overstort S11 over op de Plaatvliet. De gemengde rioolstelsels van Borgvliet-Zuid en Langeweg storten over op de Molenbeek. Overstort S9 Guido Gezellelaan en overstort S10 Borgvliet monden uit in de bestaande Molenbeek. De regenwateroverstorten vanuit de Bergse Plaat lozen via Bergse Plaat naar de Plaatvliet. Het water uit de Molenbeek wordt via gemaal Hazen in de Plaatvliet gelaten, met 70 m^3/min = 1,17 m^3/s.

SOBEK model situatie 2006
De gemeente heeft het SOBEK-bestand VIJVRB.lit aangeleverd. Dit bestand geeft de stand van zaken van begin 2007 weer, inclusief de voorgenomen verbeteringsmaatregelen (aanleg randvoorziening en het afkoppelen van delen in de binnenstand, Fort Zeekant en Canadalaan). De verharde oppervlakken zijn aangepast conform de geactualiseerde gegevens uit september 2006 (zie bijlage B2.1).

Modellering oppervlaktewateren
De Molenbeek is in deze situatie niet gemodelleerd, maar als een constante lozing van 70 m^3/min = 1,17 m^3/s op de Plaatvliet meegenomen. Als gevolg daarvan zijn overstorten van Borgvliet en Langeweg gemodelleerd als externe overstorten die vrij uit kunnen stromen. Bij de overige overstorten wordt wel een relatie gelegd met het oppervlaktewater, omdat de profielen van de Plaatvliet zijn opgenomen in het model, evenals de profielen van Steenvliet, Zwanenvliet en Reigersvliet.
De gegevens van de waterloop, de stuwen, gemalen en duikers zijn aangeleverd door het Waterschap. Voor de dwarsprofielen van de Plaatvliet zijn de ontwerpprofielen opgenomen in het model.
De duikers in het tracé zijn niet ingemeten. Enkele grote exemplaren (2 bij 2,5 m) hebben een b.o.b. onder het bodemniveau van de Plaatvliet. In de berekeningen is er vanuit gegaan dat de duikers niet zijn dichtgeslibd.
De afmetingen van de Cromvliet zijn overgenomen van de ontwerptekeningen zoals aangeleverd door de gemeente.

B3.4 Modellering situatie 2050

De Molenbeek wordt verlegd naar de zuidrand van de Markiezaten. Borgvliet-Zuid watert er nog steeds op af, waarbij de first flush uit het gescheiden stelsel via de Vallei naar de centrale waterpartij in de Markiezaten wordt getransporteerd. De koppeling komt ter hoogte van put 323 in de Antwerpse Straatweg[20]. In deze put wordt een stroomprofiel aangebracht, waardoor het regenwater eerst naar put 306 stroomt en pas bij een groter aanbod naar de Molenbeek.
De geprojecteerde terpen in het natuurontwikkelingsgebied wateren ook af naar de Molenbeek.
Het stedelijk ontwikkelingsgebied van De Markiezaten loost het water op de centrale waterpartij, evenals de overstorten van Langeweg. Het verhard oppervlak in Langeweg wordt afgekoppeld.
Fort Zeekant, Glacis en Guido Gezellelaan wateren hun afgekoppeld regenwater af op de waterpartijen aan de noordrand van de Markiezaten.
In 2010 is overstort S9 gereduceerd tot een noodoverlaat met een zeer lage overstortingsfrequentie.
De afwatering van de Bergse Plaat blijft onveranderd.

---

[20] Rioleringsplan De Markiezaten, tekening W1102-35/P07

SOBEK model situatie 2050
Het SOBEK-model situatie 2050 is gebaseerd op het bestand VIJVRB.lit.
De belangrijkste aanpassingen in het SOBEK model toekomstige situatie zijn:

- Toegevoegd: het stroomgebied van de Molenbeek in het natuurontwikkelingsgebied van de Markiezaten.
- Toegevoegd: het rioolstelsel van het stedelijk ontwikkelingsgebied van de Markiezaten.
- Toegevoegd: centrale waterpartij De Markiezaten, ronde waterpartij bij de Klaverweide, sloot aan zuidzijde Klaverweide, waterpartij bij de sportvelden, spoorsloot aan de oostkant van het plan.
- Toegevoegd: de verharde oppervlakken van de afgekoppelde gebieden aangesloten op het water in de Klaverwei en het water onder sportvelden.
- Toegevoegd: kwelstroom uit de kwelpoelen 0,2 m^3/s.
- Niet toegevoegd: de lozing uit Kijk in de Pot (te verwaarlozen).

Modellering oppervlaktewateren
Voor de waterpartijen zijn de oppervlakken meegenomen die optreden bij het streefpeil. In SOBEK is dit vertaald naar waterpartijen met rechte wanden. In de praktijk worden er taluds aangebracht, waardoor de berekende (SOBEK)waterpeilen hoger zijn dan de buitenwaterpeilen.

Modellering Molenbeek
Het stroomgebied van de Molenbeek en de (voorbeeld)profielen zijn overgenomen uit het inrichtingsplan Molenbeek[21]. De maaiveldhoogten bestaan uit een GIS-bestand uit de uitgebreide grondbalansberekening[22]. Met behulp van deze gegevens kan worden berekend welk gebied van de Molenbeek onder water komt te staan, bij een verhoogde aanvoer van water (zie ook paragraaf 2.6).

Modellering verharde oppervlakken
Het rioolstelsel voor het stedelijk ontwikkelingsgebied De Markiezaten is opgenomen uit het 'Rioleringsplan Ontwikkeling De Markiezaten'[23]. De verharding is per deelgebied evenredig verdeeld over de strengen naar rato van de strenglengte.

B3.5 Kalibratie van het model

Er zijn gegevens opgevraagd en aangeleverd om het model te kunnen kalibreren. De betrouwbare regengegevens waren afkomstig van station 25 en die zijn gemeten in de periode 30-07-2006 en 18-08-2006. Van deze periode zijn geen gevallen van 'water op straat' bekend, zodat het niet mogelijk was het model te kalibreren.

B3.6 Ontwerpregenbui

Het model is belast met de maatgevende neerslaggebeurtenis T=100, 44 mm in 2 uur. Het benadert tevens de belangrijkste bui uit de 96-jarige regenreeks, de bui uit 1961. Ter controle is ook een berekening uitgevoerd met een T = 100 bui, 61 mm in 12 uur.

---

[21] 'Inrichtingsplan Molenbeek', DHV, 22 december 2004, W1102.03.001
[22] Grondbalansberekening ...
[23] 'Ontwikkeling De Markiezaten, Rioleringsplan en waterhuishouding', juli 2006, concept, DHV, W1102-35-001

BIJLAGE 4 WATERBALANSBEREKENING DE MARKIEZATEN

BIJLAGE 5 RIOLERINGSTEKENING DE MARKIEZATEN W1102-35/P07 en P08

BIJLAGE 6 SOBEK-BEREKENINGEN DE MARKIEZATEN EN PLAATVLIET + TOELICHTING

Toelichting berekeningen Plaatvliet

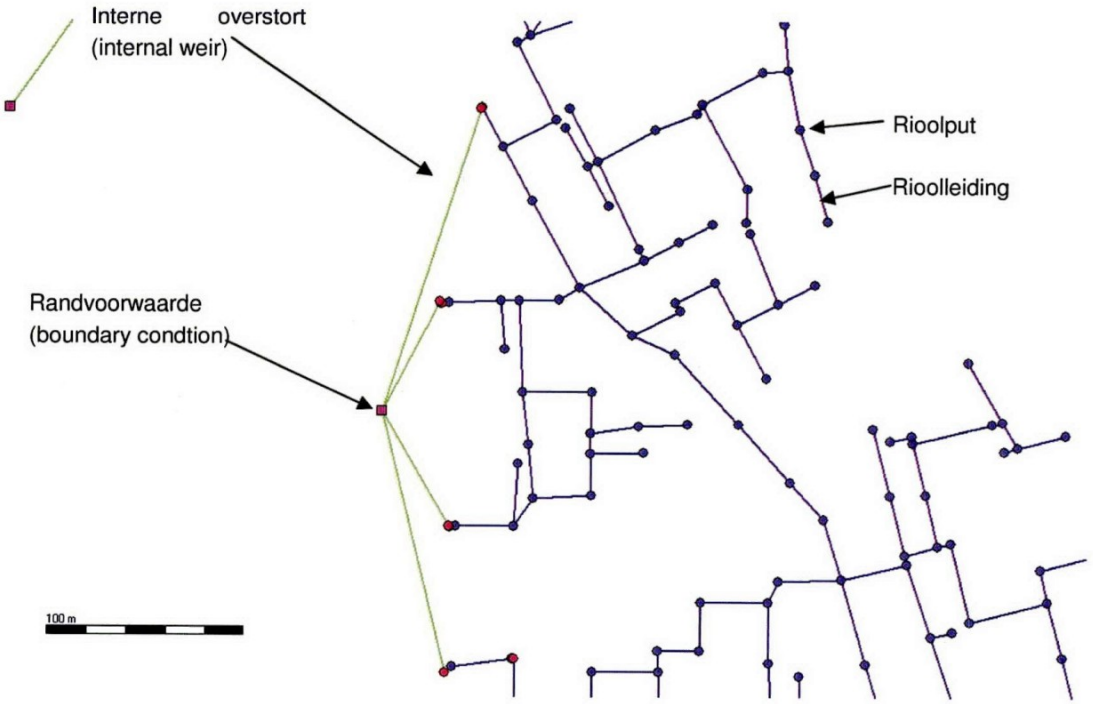
Het rekenmodel bestaat uit een **rioleringsmodel** en een **oppervlaktewatermodel**. Deze zijn aan elkaar gekoppeld door middel van interne overstorten.

Het **rioleringsmodel** bestaat uit putten met daartussen een leiding (met afmetingen en diepteligging). Het **oppervlaktewatermodel** bestaat uit verbindingsknopen met daartussen verbindingen. Deze verbindingsknopen en verbindingen kennen geen afmetingen. Dwarsdoorsneden, duikers, overstorten etc zijn als een knoop op de verbindingen gelegd. Tussen twee dwarsdoorsneden wordt het profiel door SOBEK automatisch geïnterpoleerd.

Het raadplegen van berekeningsresultaten van het oppervlaktewatermodel vindt op dezelfde wijze plaats als bij het rioleringsmodel.

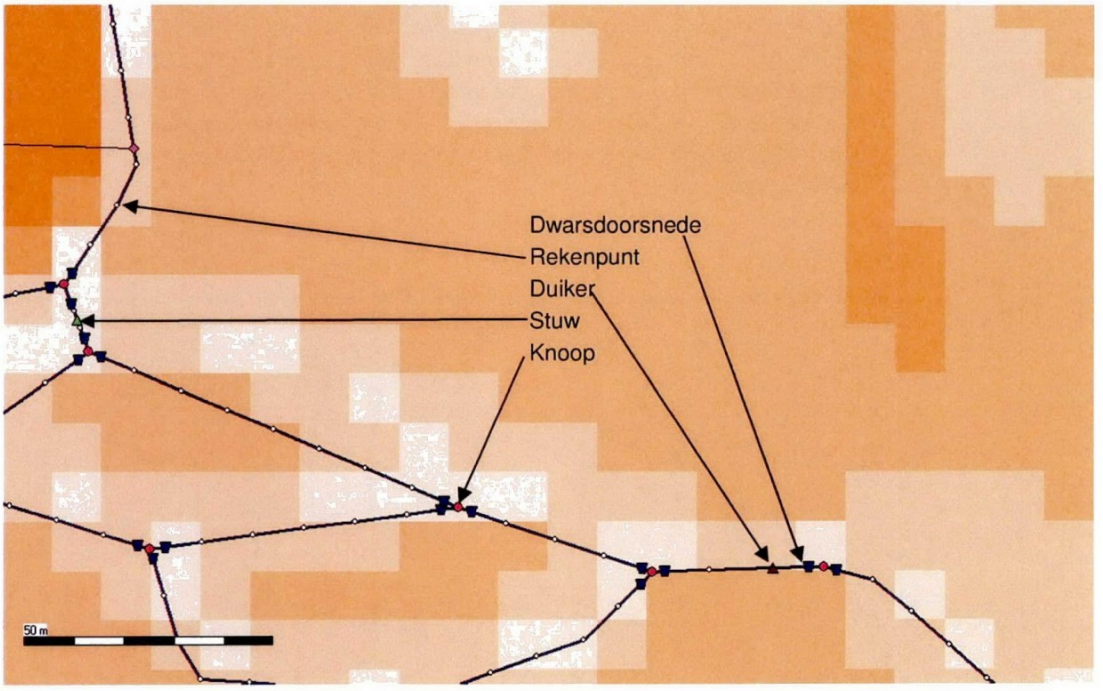
Figuur 1

<u>Rioleringsmodel</u> (met daarin: putten, interne overstorten, randvoorwaarden en leidingen)



Figuur 2

<u>Oppervlaktewatermodel</u> met knopen, duikers, dwarsdoorsneden, stuwen en rekenpunten



Aanwezige modelmatige trucs

Een model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Het is vaak moeilijk om de werkelijkheid in een model op te nemen. Bij onzekerheden met betrekking tot ligging en afmetingen kunnen vereenvoudigingen worden toegepast. De volgende vereenvoudigingen zijn in dit model toegepast:

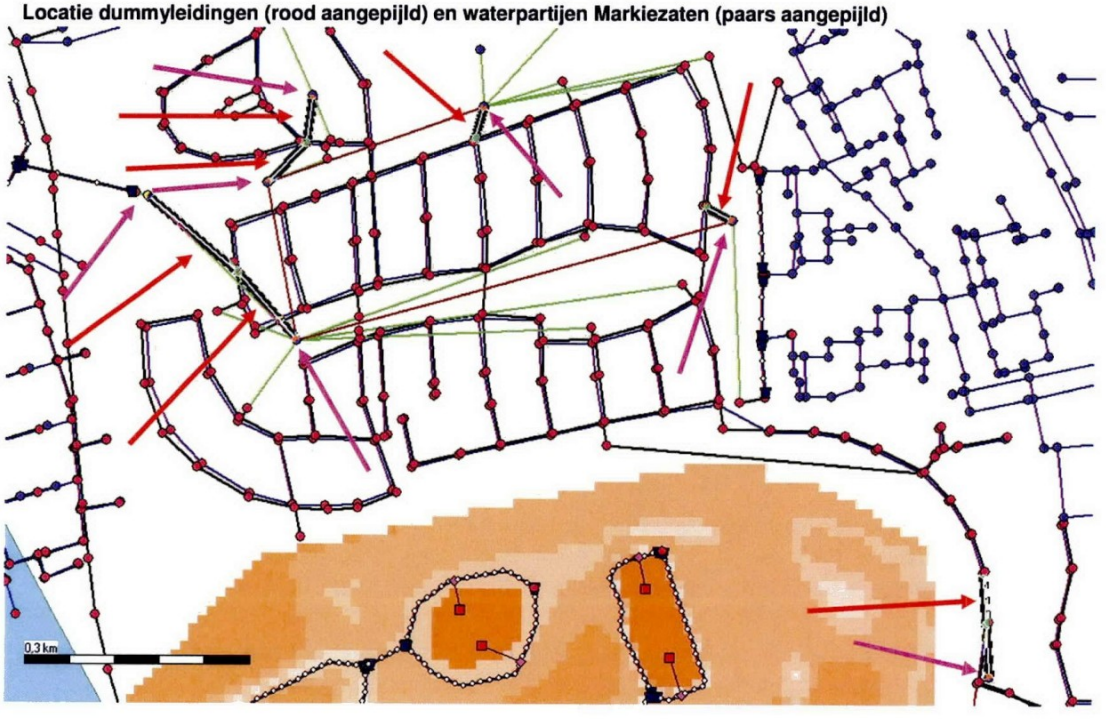
1) Een manier om twee punten met elkaar te verbinden is het toepassen van een interne overstort (weir) of internal culvert (duiker). Hiermee kunnen twee punten die in het model geografisch ver van elkaar liggen direct met elkaar worden verbonden. De weergegeven lijn van de verbinding geeft geen traject aan van een leiding, er wordt enkel een verbinding weergegeven. De afmetingen van de verbinding worden in het model apart opgegeven. Zo kunnen twee punten die in het model bijvoorbeeld 100 m uit elkaar liggen worden verbonden door een duiker met een lengte van 1 m. De randvoorwaarde uit figuur 1 is zo'n punt. Aan de randvoorwaarde is in het model een locatie gegeven en vier interne overstorten vormen een directe verbinding tussen de riolering en de randvoorwaarde. De grote afstand heeft geen gevolgen voor de hydraulische werking. Men kan er ook voor kiezen om bij elke overstort een aparte randvoorwaarde aan te brengen. Het aanbrengen van één randvoorwaarde heeft als voordeel dat bij een wijziging er maar één waarde gewijzigd hoeft te worden.

2) De waterpartijen van de Markiezaten en de moeraszone zijn gemodelleerd als een grote (riool)put. Hierdoor wordt er in de waterpartijen zelf geen stroming berekend, alleen waterstanden. De waterpartijen zijn onderling verbonden door een duiker (culvert).

3) In het model wordt gerekend met een beginwaterstand. De beginwaterstand wordt in het oppervlaktewatermodel opgegeven op de dwarsdoorsneden. In het rioleringsmodel dient deze te worden opgegeven op de leiding. Sobek kent dan de beginwaterstand toe aan de aangrenzende knopen. Daar de waterpartijen van de Markiezaten (in het model als een put gemodelleerd) alleen verbonden zijn met interne overstorten kennen deze geen beginwaterstand. Om hier toch een beginwaterstand te hebben zijn dummyleidingen toegevoegd (zie voor een overzicht figuur 3). Deze liggen zo hoog dat ze niet mee doen in de stroming. Doordat aan de knooppunten aan weerszijden van de dummyleidingen een beginwaterstand is toegekend, geldt deze automatisch voor de als put gemodelleerde waterpartijen.

Figuur 3

Locatie dummyleidingen (rood aangepijld) en waterpartijen Markiezaten (paars aangepijld)



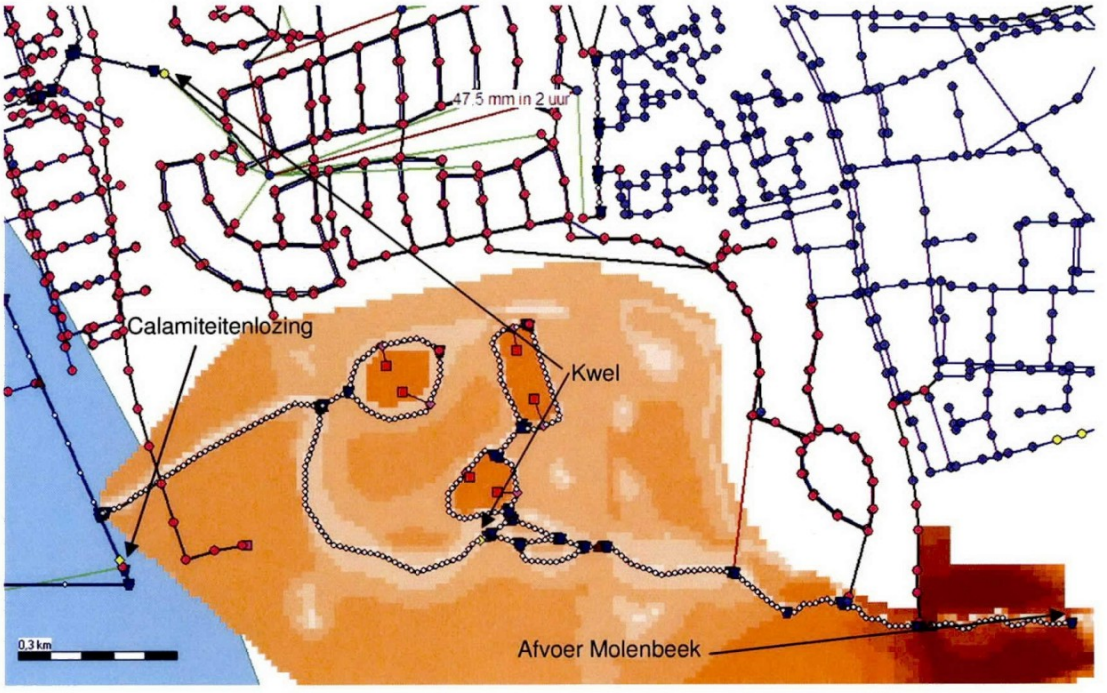
Bijzondere knopen

In het model is een aantal knopen aanwezig die enige toelichting behoeven. Het betreft hier enkele laterale invoeren, de moeraszone en het verhard oppervlak van de wooneilanden.

Laterale invoeren zijn weergegeven als een gele knoop (rond of ruit). Het betreft hier kwel, afvoer Molenbeek en de calamiteitenlozing (alleen bij berekening met calamiteitenlozing). In figuur 4 zijn de locaties aangegeven.

Figuur 4

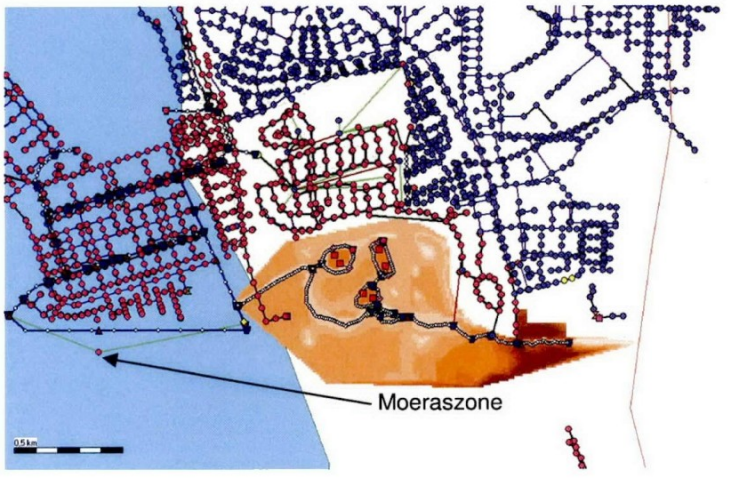
Ligging laterale invoeren



In figuur 5 is de locatie van de *Moeraszone* in het model weergegeven. De moeraszone is gemodelleerd als een put, verbonden met de Plaatvliet door middel van twee interne overstorten.

Fguur 5

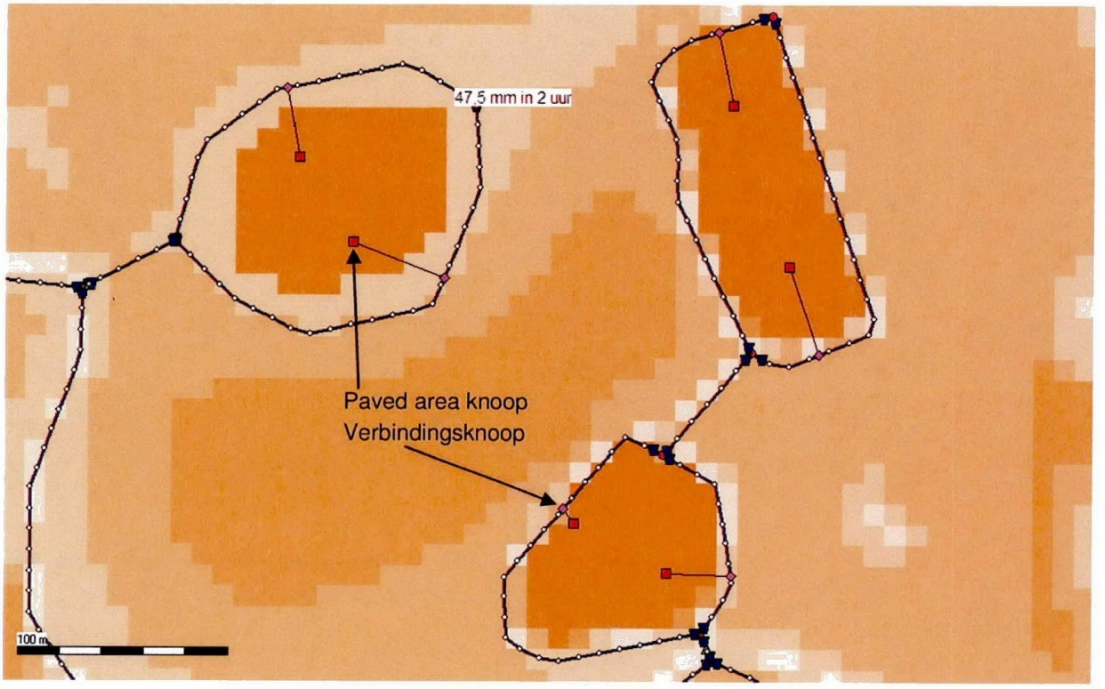
Ligging moeraszone

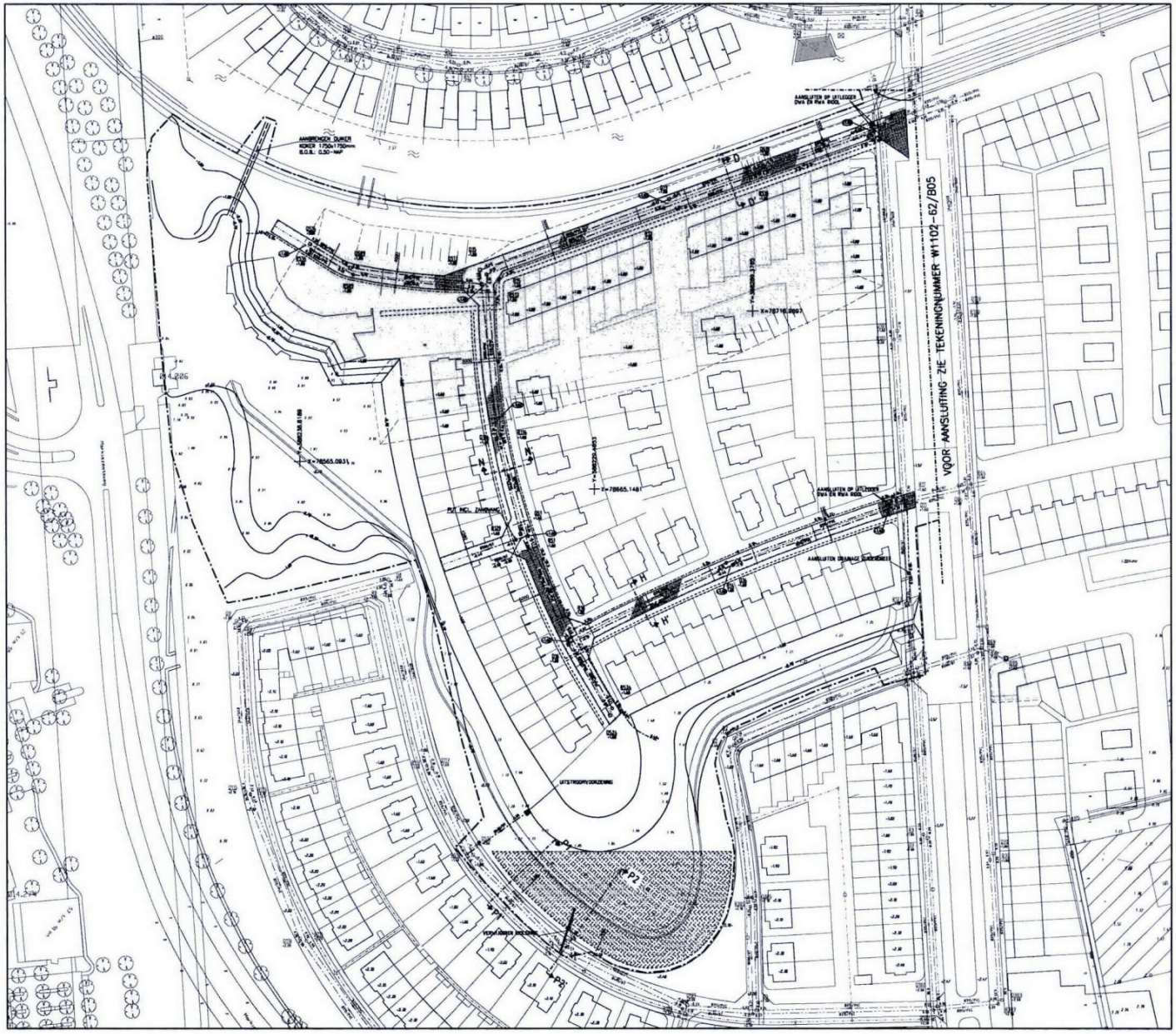


Het *verhard oppervlak van de wooneilanden* is gemodelleerd door middel van een 'paved area' knoop (rood vierkant in figuur 6). Hiermee kan een rioolstelsel schematisch als bakje worden opgenomen in het model. Het 'paved area' is door middel van een verbindingsknoop (roze ruit) gekoppeld aan het oppervlaktewater rondom de wooneilanden.

Figuur 6

Schematisatie wooneilanden





SITUATIE
SCHAL 1:500

LEGENDA

- PLANGEBIEDGRENS
- AANBRENGEN GELEIDEBAND 50/200x250mm OP DE KOP
- AANBRENGEN OPSLUITBAND 120x250mm OP DE KOP
- MATERIAALSCHEIDING
- WEGAS VOORLIFVASE (= WEGAS BOUWRIJFVASE)
- KABELS EN LEIDINGENSTROOK
- BESTAANDE DWA RIOLERING MET DIAMETER, B.O.B., PUT
- BESTAANDE RWA RIOLERING MET DIAMETER, B.O.B., PUT
- BESTAANDE DRAINAGE BWA/PVC
- DWA RIOLERING MET DIAMETER, B.O.B., PUT
- RWA RIOLERING MET DIAMETER, B.O.B., PUT
- UITLEGGER T.B.V. KOLK
- DICHTZETTEN LEIDING
- DRAINAGE BWA/PVC INCL. B.O.B.
- DOORSPUITPUT 815mm/PVC
- DOORSPUITPUT MET REGELING T.B.V. WATERNIVEAU
- UITSTROOMBAK MET SCHISTSPOMMINGEN
- PUTNUMMER + PUTDEKSELHOOGTE
- KAVELHOOGTE
- HOOGTELIJN TOEKOMSTIG MAAIVELD INCL. HOOGTE
- HOOGTE WEG-AS
- N N' DWARSPROFIEL
- AANBRENGEN FOLIE
- AANBRENGEN BGS KF GRUS BLOKVERBAND OP DE KOP
- MENGGRANULAAT
- WEGAS VOORBELAST GEMED

SITUATIE OVERZICHT
SCHAL 1:1000

OPM: VOOR DWARSPROFIELEN ZIE TEKENINGNUMMER W1102-62/B06

RUBRIK INCL. RIOLERING VERWIJDERD, UITSTROOM DRAINAGE T.P.V. FIJNEDONSFRAISTE GEWIJZIGD	DD	DvD	081014	C
RIOLERING HWBJ GASLEIDING + KBL.-STROOK GEWIJZIGD	DD	DvD	080908	B
	DD	DvD	080908	A
omschrijving	con.	gel.	datum	versie

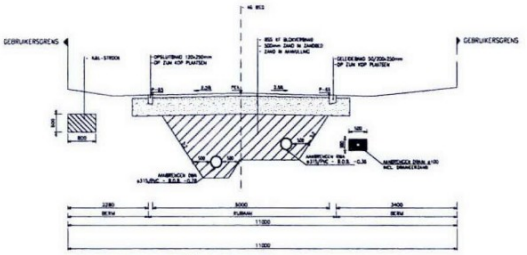
DE MARKIEZATEN BRM FASE 2

GEMEENTE BERGEN OP ZOOM

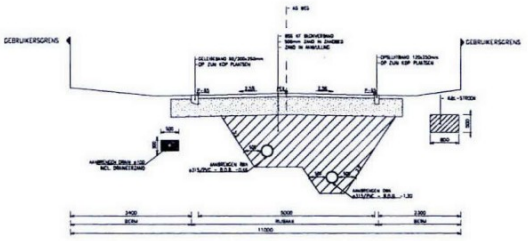
BRM DE MEANDER NOORD-WEST
SITUATIE

Schaal:	1:500	Tekeningnr:	W1102-62-001
Datum:	MM	Bestandsnr:	W1102-62_B04C
Pad:		Formaat:	A0

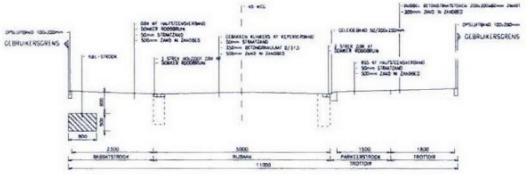
W1102-62/B04



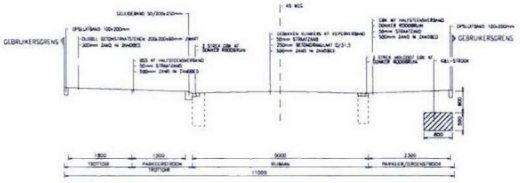
DWARSPROFIEL N-N' BOUWRIJPFASE
SCHAAL 1:50



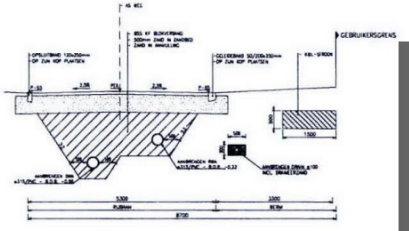
DWARSPROFIEL H-H' BOUWRIJPFASE
SCHAAL 1:50



DWARSPROFIEL N-N' WOONRIJPFASE
SCHAAL 1:50

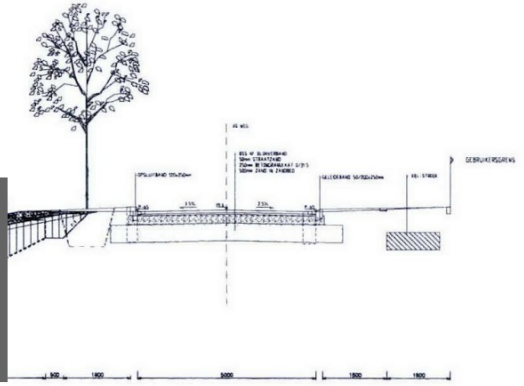


DWARSPROFIEL H-H' WOONRIJPFASE
SCHAAL 1:50

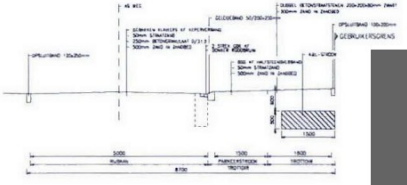


DWARSPROFIEL D-D' BOUWRIJPFASE
SCHAAL 1:50

[redacted]

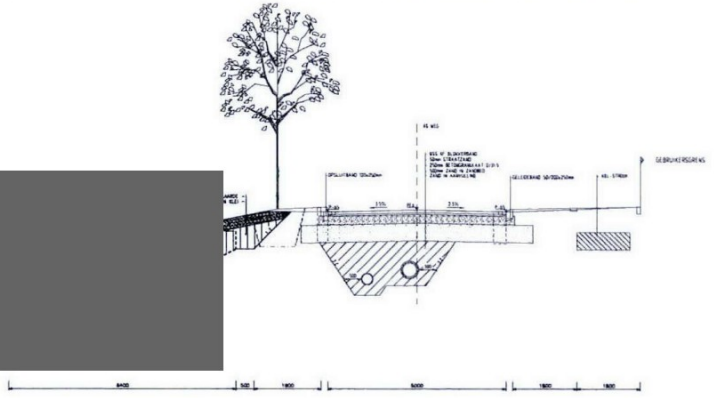


DWARSPROFIEL P1-P1' WOONRIJPFASE
SCHAAL 1:50

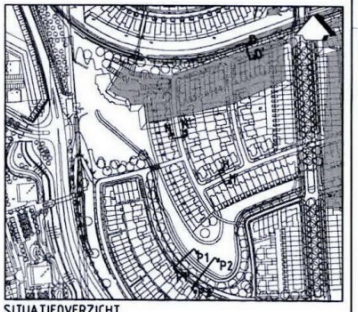


DWARSPROFIEL D-D' WOONRIJPFASE
SCHAAL 1:50

[redacted]



DWARSPROFIEL P2-P2' WOONRIJPFASE
SCHAAL 1:50



SITUATIEOVERZICHT
SCHAAL 1:10000

DWARSPROFIEL AF-AF VERWIJDERD	DD	DvD	081014	C
DRAINAGE TOEGEVOEGD	DD	DvD	080825	B
omschrijving	tek.	gel.	datum	versie

DE MARKIEZATEN BRM FASE 2

GEMEENTE BERGEN OP ZOOM

DWARSPROFIELEN BRM DE MEANDER NOORD-WEST

Schaal 1:50	Dossiernr.	W1102-62-001	
Datum 01.08	Bestekcode	W1102-62_806C	
Tek. in de Tdm. WEF	Formaat	A0	

W1102-62/806

Lijst met over te dragen beheerselementen van gemeente Bergen op Zoom naar Waterschap Brabantse Delta

Behoort bij overzichtstekening over te dragen beheerselementen

13 januari 2016, versie 1

Markiezaten

Permanent in beheer WS	
Categorie A waterlopen	
OWL 39359	
OWL14035	
OWL40404	
OWL20252	vanaf stuw Cromvliet tot en met brug Zuiderdreef (KBR 02626 en KBR02627)
Duikers	
KDU44857	Spirosolduiker onder Markiezaatsweg is reeds overgenomen door WS
KDU19795	Spirosolduiker onder Markiezaatsweg is reeds overgenomen door WS
KDU02520	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
Nog geen code	Zuiderdreef in watergang OWL14035, Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
Nog geen code	Langs de Lijn / Sportlaan in watergang OWL14035, Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
Krooshekken	
KVV0196	
Bruggen	
KBR02626	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KBR02627	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KBR02556	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
Stuwen	
KST02182	Cromvliet
Gemalen	
KGM00400	
Tijdelijk in beheer WS	
Watergangen	
Nog geen code	watergang Strandkrab
OWL39755	
OWL20250	
OWL20251	
OWL14034	
OWL20252	Vanaf brug Zuiderdreef (KBR 02626 en KBR02627) in oostelijke richting in tijdelijk beheer
Duikers	
KDU02520	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KDU44856	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KDU44855	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KDU02522	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KDU02515	vervallen

Natuurontwikkeling dal v/d Molenbeek

Categorie A watergangen	
OWL 39360	Molenloop tot A4
OWL39355	Molenloop
OWL39358	Molenloop
OWL39361	Molenloop
OWL39353	Molenloop
OWL39354	Molenloop
Duikers	
KDU30148	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
Bruggen	
KBR02632	Blijven in beheer bij Brabants landschap
KBR02429	Blijven in beheer bij Brabants landschap
KBR02437	Blijven in beheer bij Brabants landschap
KBR02623	Blijft in beheer bij gemeente
Stuwen	
KST02180	Heimolen
KST02177	Antwerpse Straatweg
KST02209	Akkerman

Bijlage 8

Notitie resultaten first-flush berekeningen Bergen op Zoom, Royal HaskoningDHV, kenmerk BI1684-MI-NT-230727-0942, d.d. 27 juli 2023 en aangepast op 6 juli 2023 t.b.v. watervergunning)

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Notitie

HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

Aan:	Gemeente Bergen op Zoom en Waterschap Brabantse Delta
Van:	[redacted] en [redacted] (Royal HaskoningDHV)
Datum:	2 januari 2023
Kopie:	-
Ons kenmerk:	BI1684-MI-NT-230102-1409
Classificatie:	Projectgerelateerd
Goedgekeurd door:	[redacted] (Royal HaskoningDHV)

Onderwerp: **Notitie resultaten first-flush berekeningen Bergen op Zoom**

---

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De aanleiding van deze studie zijn diverse ontwikkelingen die plaatsvinden in de hemelwaterafvoer van het stedelijk gebied van Bergen op Zoom en het effect hiervan op de Plaatvliet. Als onderdeel van deze ontwikkelingen wil de gemeente Bergen op Zoom aanpassingen doen aan de overstorten van hun stamriool waaronder de realisatie van een extra overstort, de First-Flush overstort. In de huidige situatie klagen burgers over stankklachten na de werking van overstort 11 die het ongezuiverde, maar sterk verdunde rioolwater, loost op het de Cromvliet. Daarnaast stort overstort 2 op de Oude Binnenhaven, waar geen doorspoeling mogelijk is. Waterschap Brabantse Delta spoelt na de overstortgebeurtenis de Cromvliet door met water uit de Binnenschelde. Om de klachten en doorspoeling te verminderen heeft de gemeente bedacht om een first flush overstort te realiseren verder benedenstrooms van de riolering en de Plaatvliet. Met het realiseren van deze overstort verwachten de gemeente en het waterschap de klachten aan te pakken en dat minder doorspoeling nodig is. Dit leidt tot naar verwachting tot een algemene kwaliteit winst voor het stedelijke watersysteem. De First-Flush overstort is gelegen aan de Plaatvliet buiten bebouwd gebied. Naast het voorkomen van klachten wil de gemeente en het waterschap inzicht in het functioneren van het integrale stedelijke watersysteem rondom de Plaatvliet. In een eerdere studie is aangegeven dat de Plaatvliet een maximale stroomsnelheid mag hebben van 0,3 m/s wat overeenkomt met een debiet van 3,25 m^3/s. Dit om erosie van de taluds tegen te gaan. Door integraal naar het systeem functioneren te kijken, beantwoorden we de diverse vraagstukken in deze notitie.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is om aan te tonen met een integrale hydraulische berekening dat het debiet van de Plaatvliet niet verslechtert naar aanleiding van de ontwikkeling van een extra First-Flush overstort. Hiervoor dienen diverse onderdelen in beeld gebracht te worden:

- Het op een globale wijze inzichtelijk maken van het landelijk debiet van de Molenbeek;
- Het benutten van de dynamische hemelwaterberging door een voorstel te doen voor de regeling van de stuwen Akkerman en Hazen;
- Het bepalen van het effect van de First-Flush overstort en de vermindering van het functioneren van overstorten 11 en Binnenhaven (OVS2);
- Dit alles dient weer als input gebruikt voor het protocol voor doorspoeling van het oppervlaktewater van De Bergse Plaat.

2 Uitgangspunten

2.1 Wijze van modelleren

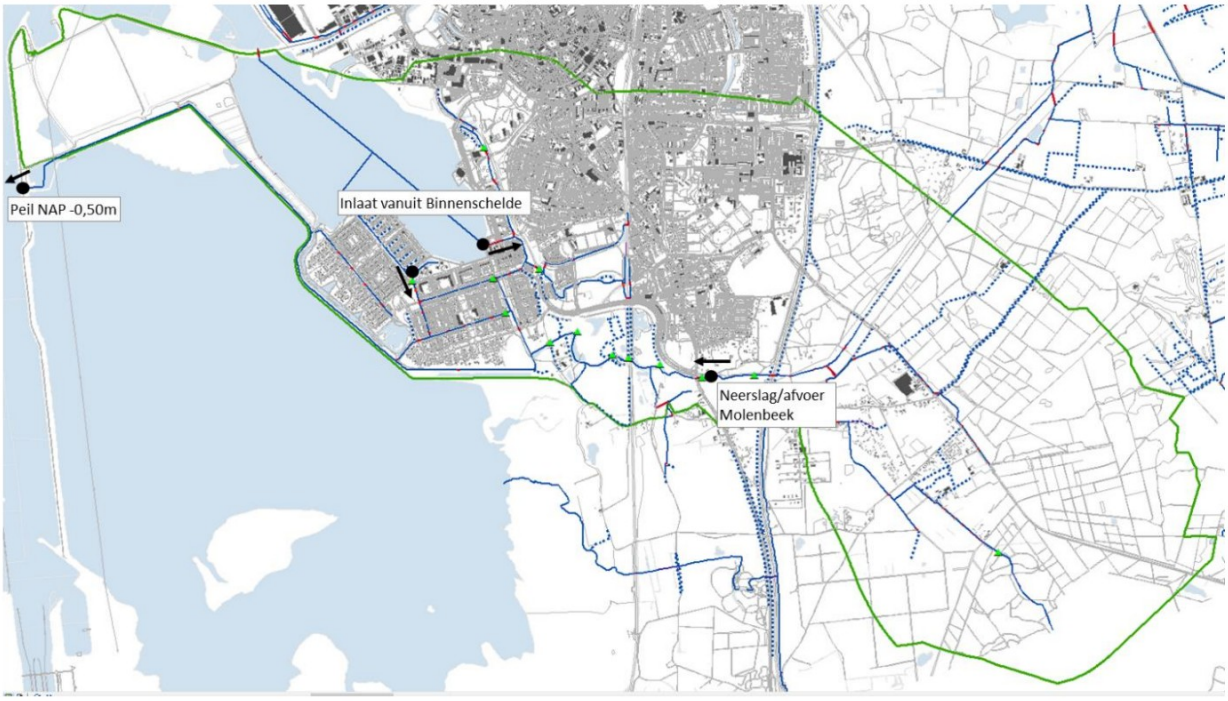
Voor deze studie is gebruik gemaakt van het rekensoftwarepakket InfoworksICM versie 11.0. Om de interactie tussen de riolering en het oppervlaktewater zo goed mogelijk inzichtelijk te maken is een integraal model opgebouwd tussen beide systemen. Dat betekent dat aan het actuele rioleringsmodel van de gemeente het oppervlaktewatersysteem is toegevoegd, zodat het systeem integraal beoordeeld kan worden. Om met het rekenmodel snel genoeg een 10-jarige reeks door te kunnen rekenen is het model opgebouwd in 1D. Deze werkwijze zorgt ervoor dat er enkel stroming via 1D componenten kan plaatsvinden.

- Het bestaande rioleringsmodel van Bergen op Zoom is gehanteerd (aangeleverd door de gemeente in CSV formaat met de bestandsnaam *Bergen op Zoom 00 (FIXpumps)_Optimalisaties.csv* d.d. november 2021). Hierin is het gehele rioolstelsel opgenomen met o.a. leidingen, putten, overstorten en gemalen. Het model is getoetst en waar nodig aangepast ten behoeve van de 10-jarige reeks berekening.
- Voor een deel van het oppervlaktewater wordt het bestaande model gehanteerd dat in 2019/2020 in InfoworksICM is gebouwd in het kader van de watervergunning voor Markiezaten.
    - De interactie met de maaiveldberging (2D component) die in het bestaande model is opgenomen, is omgezet naar een 1D component.
    - Het resterende oppervlaktewater is opgebouwd als een zogenoemde river-reach in Infoworks ICM. Dit is toegepast voor het reeds gemodelleerde oppervlaktewater in het integrale model. Met deze werkwijze kan in de toekomst het model eenvoudig gebruikt worden indien alsnog uitwisseling met het maaiveld (1D-2D) gewenst is.

2.2 Modelgrens

Het plangebied omvat het stedelijk gebied van Bergen op Zoom en het stroomgebied van de Molenbeek die ontspringt bij het vliegveld Woensdrecht tot aan de uitmonding van de Plaatvliet in het Volkerak Zoommeer. Zowel boven- als benedenstrooms is een modelrand opgenomen. In figuur 1 is het stroomgebied van de Molenbeek opgenomen met daarin de stuwen (groene driehoekjes) en zijn de boven- en benedenstroomse randen aangeduid.

- **Riolering;** Het gehele rioleringsmodel van Bergen op Zoom is opgenomen in het model.
- **Bovenstrooms;** Bovenstrooms bestaat de modelgrens uit de stuw (stuw KST02180) ter hoogte van de A4. Bovenstrooms hiervan komt de landelijke afvoer van de Molenbeek. Deze afvoer wordt bepaald door middel van een analyse van de aanwezige meetgegevens over stuw Akkerman. Deze analyse staat verderop in deze notitie beschreven.
- **Benedenstrooms;**
    - Daar waar de Plaatvliet uitkomt in het Volkerak Zoommeer is het oppervlaktewaterpeil van het Volkerak Zoommeer opgenomen. Het meer benedenstrooms heeft een peil van NAP -0,50 m en heeft daarmee geen effect op het peil in de Plaatvliet.
      NB. Tijdens het overleg met het waterschap op 16 mei 2022 kwam naar voren dat het Volkerak Zoommeer een gemiddeld peil heeft tussen de NAP -0,1 en +0,2 m. Op de conclusies van de resultaten zal dit geen effect hebben.
    - De Binnenschelde heeft een vast peil van NAP +1,60 m en zal naar verwachting weinig fluctueren in de 10-jarige reeks. De Binnenschelde is daarom niet meegenomen in de modellering. De modelgrens ligt bij het watersysteem van de Cromvliet en Plaatvliet.

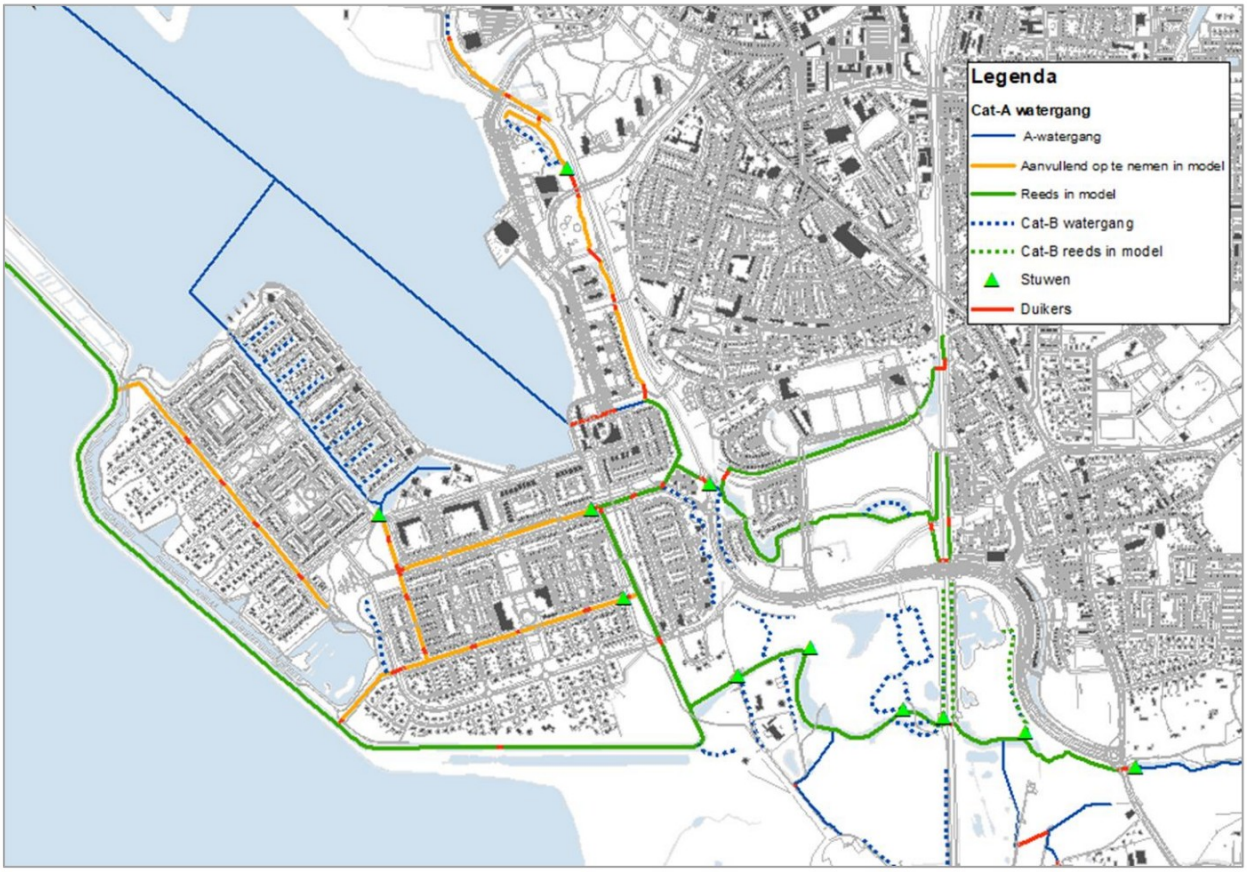


Figuur 1. Begrenzing van het oppervlaktewatersysteem (groen) met boven- en benedenstroomse randvoorwaarden

2.3 Modelbouw oppervlaktewater

Het bestaande rioleringsmodel is uitgebreid met een aantal watergangen. Dit is gedaan op basis van een export van de kernregistratie van de legger die in 2019 is ontvangen van Waterschap Brabantse Delta. Op deze manier is vanuit de brondata een vertaling gemaakt naar het oppervlaktewater model in InfoworksICM, in plaats van de vanuit het reeds geschematiseerde SOBEK-model waarin mogelijk al aannames zijn gedaan.

Oppervlaktewater
Het integrale model in 2D dat is opgebouwd voor de water vergunning voor Markiezaten is omgebouwd naar een 1D model. Hiervoor is een aantal onderdelen gewijzigd of toegevoegd. In figuur 2 is weergegeven welke watergangen reeds opgenomen waren in het bestaande integrale model (groen) en welke watergangen zijn toegevoegd (oranje). Voor de uitbreiding van het oppervlaktewatersysteem is gebruik gemaakt van de leggerprofielen van Waterschap Brabantse Delta.



Figuur 2. Overzicht watergangen reeds opgenomen in model en nog aanvullend opgenomen in model

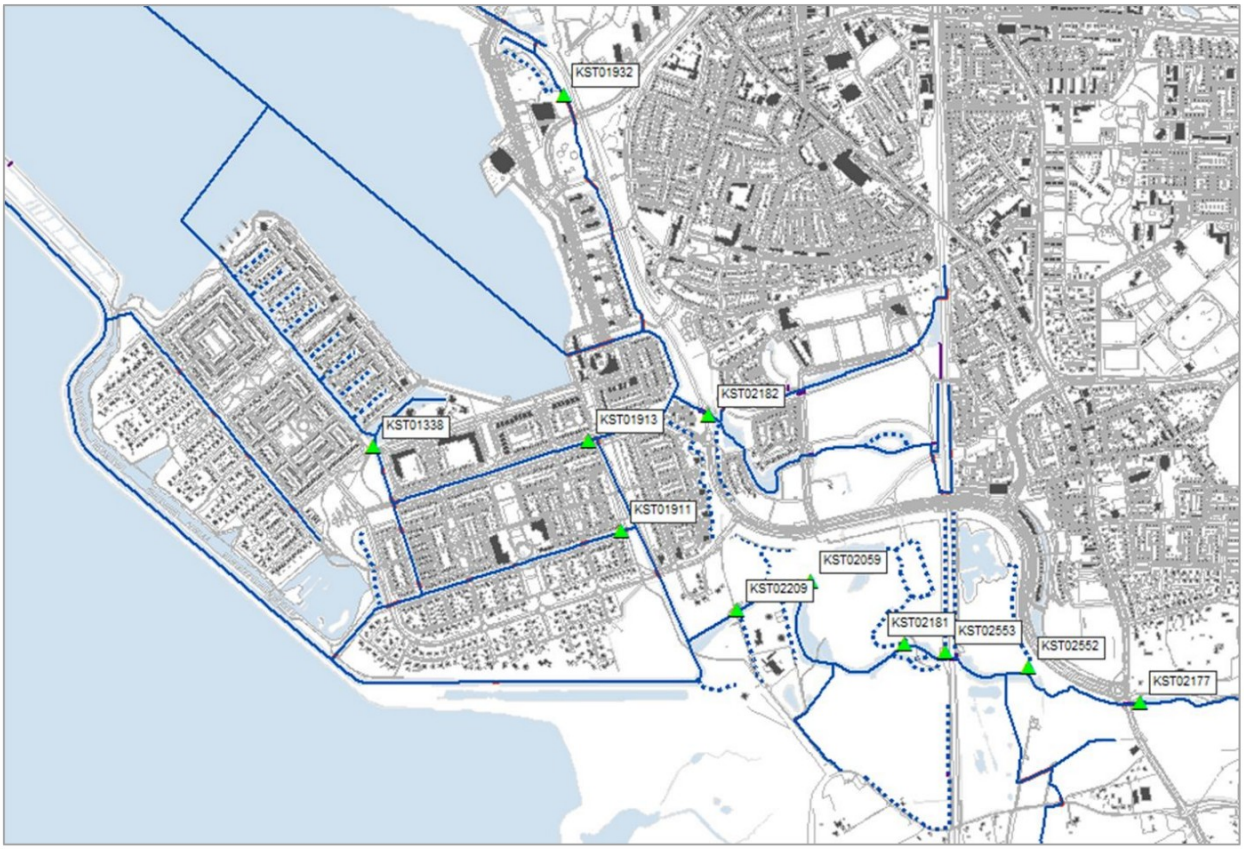
Stuwen
De eigenschappen van de stuwen zijn overgenomen uit de aangeleverde leggerdata, het SOBEK-model en de watersysteemkaart die is opgezet voor de watervergunning Markiezaten. Voor de 10-jarige reeks berekening is gebruik gemaakt van het zomer streefpeil en instellingen.

Voor een aantal stuwen is uitgegaan van de watersysteemkaart die is gemaakt ten behoeve van de watervergunning Markiezaten.

Tabel 1. Kenmerken stuwen in de Molenbeek

ID	Naam	Breedte	Stuwstand	Streefpeil Zomer	Streefpeil winter	Opmerking
		[m]	*[m NAP]*	*[m NAP]*	*[m NAP]*	
KST02180	Heimolen	1,5	2,27			
KST02177	Antwerpsestraatweg	1,5	1,53			
KST02059	Binnenbandijk B Bergen op Zoom	2	0,80*			Hoogte NAP +0,80 vasthouden van kwel
KST02181	Augustapolder	2	0,80*			Hoogte NAP +0,80 vasthouden van kwel
KST02553	Stuw Augustapolder 1 (spoorsloot-west)	4,4	0,52			Stuw in spoorsloot
Niet in data WS	Stuw spoorsloot-oost	4,4	0,52			Stuw in spoorsloot
KST01932	Markiezaatsweg Bergen op Zoom	1	0,50			Vaste stuw
KST02209	Akkermans	4,5	0,5	0,4	0,5	Automatische sturing jaarrond op NAP +0,5 m (min NAP -0,30 m en max NAP +1,40 m)
KST02182	Stuw Cromvliet – stuw Hazen	6	0,2	0,30	0,45	Automatische sturing op NAP +0,2 m in verband met terugstroming overstorten Langeweg (min NAP 0,0 m en max NAP +1,0 m)
KST02552	Stuw Markiezaatsweg 1	1	0,23			
KST01338	Bergseplaat 2 (Flat)	1,5	-0,26			Vaste stuw
KST01913	Laan van Hildernisse, Bergen op Zoom	0,76	-0,15			Vaste stuw
KST01911	Plaatvliet	1,33	-0,30			Vaste stuw

* of voor vulling vanuit landelijk gebied Molenbeek, in data waterschap hoogte NAP +0,50 m



Figuur 3. Overzicht stuwen (groen) in het stroomgebied van de Molenbeek

Weerstand
Voor de ruwheid in de watergangen is een gemiddelde gehanteerd voor de 10-jarige reeks. Voor het doorrekenen van een zomersituatie worden begroeide watergangen met een Manning waarde van 15 $m^{1/3} * s^{-1}$ toegepast. Voor een wintersituatie zou bij voorkeur een lagere weerstand worden gekozen van Manning 33 $m^{1/3} * s^{-1}$. Voor het uitvoeren van de 10-jarige reeksberekening is een gemiddelde Manning-waarde aangehouden van 25 $m^{1/3} * s^{-1}$.

Landelijke afvoer Molenbeek
Voor de bepaling van de landelijke afvoer van de Molenbeek is een analyse gedaan op basis van beschikbare meetgegevens van stuw Akkerman over de periode september 2018 – december 2021. Hieronder zijn de bevindingen opgenomen.

- Meer dan de helft van de tijd vindt er geen afvoer plaats over de stuw, de klephoogte is dan hoger dan de bovenstroomse waterstand
- Er is één periode waarin de afvoer boven de 1,5 m^3/s uitkomt. De klepstand zakt in deze periode naar beneden zonder dat daar een aanwijsbare reden voor is o.b.v. waterstanden of neerslag. Deze periode in de metingen is daardoor niet betrouwbaar.
- Uit de overige metingen is af te leiden dat de afvoer nooit boven de 200 l/s uitkomt.
- De beek is weinig dynamisch en reageert minimaal op neerslag gebeurtenissen. Dit wil zeggen dat er geen duidelijke golf zichtbaar is als reactie op de neerslag.

Op basis van de meetgegevens zou het volstaan om een afvoer van 200 l/s op te nemen voor de Molenbeek. Echter komt de maatgevende afvoer die bepaald is door het waterschap voor de Molenbeek uit op 400 l/s. Daarom is ervoor gekozen om de maatgevende afvoer van het waterschap (400 l/s) over te nemen, daarmee zitten we altijd aan de veilige kant.

2.4 Modelbouw stedelijk gebied

Voor de modellering van de gemeentelijke rioolstelsels van Bergen op Zoom is uitgegaan van de meest recente versie van het gemeentelijke rioleringsmodel van de gemeente Bergen op Zoom (versie november 2021). De overstortlocaties van het stedelijk gebied van Bergen op Zoom, die binnen het plangebied vallen, zijn volledig gekoppeld aan het oppervlaktewatermodel. In het kader van deze studie is een aantal aanpassingen doorgevoerd in dit model ten aanzien van:

- Aangesloten verhardingen nieuwe wijken;
- Waterberging nieuwe wijken;
- Diverse kleine aanpassingen om het model stabieler te krijgen (zoals vergroten pendelberging in de pompputten).

Aangesloten verhardingen nieuwe wijken
Het rioleringsmodel is beoordeeld op compleetheid van het afvoerend verhard oppervlak van de nieuwe wijken. Voor de volgende gebieden geldt dat het afvoerend oppervlak nog aanvullend is opgenomen in het rioleringsmodel:

- Voor een gedeelte van de Meander ten oosten van de Zuiderdreef is verhard oppervlak aanvullend opgenomen als afvoerend verhard oppervlak.
- Voor de Terpen geldt dat dit nog volledig ontbreekt in het rioleringsmodel, hiervoor is 3,76 ha afvoerend verhard oppervlak toegevoegd.

In de watervergunning Markiezaten[1] is een overzicht weergegeven van de aangesloten verhardingen van nieuwe wijken, in tabel 2 is dit overzicht weergegeven. In de tabel is aangegeven of deze oppervlakken reeds zijn opgenomen in het rioleringsmodel of nog aanvullend zijn opgenomen voor deze studie. Alle verhardingen van de nieuwe wijken worden aangesloten op de riolering. Het afvoerend verhard oppervlak van de nieuwe wijken is berekend op 31,6 ha; De her in te richten deelwijk Scheldebalkon valt in dit geval onder de nieuwe wijken (Scheldebalkon is een deelgebied van de wijk Zeekant).

Tabel 2. Overzicht aangesloten verhardingen nieuwe wijken

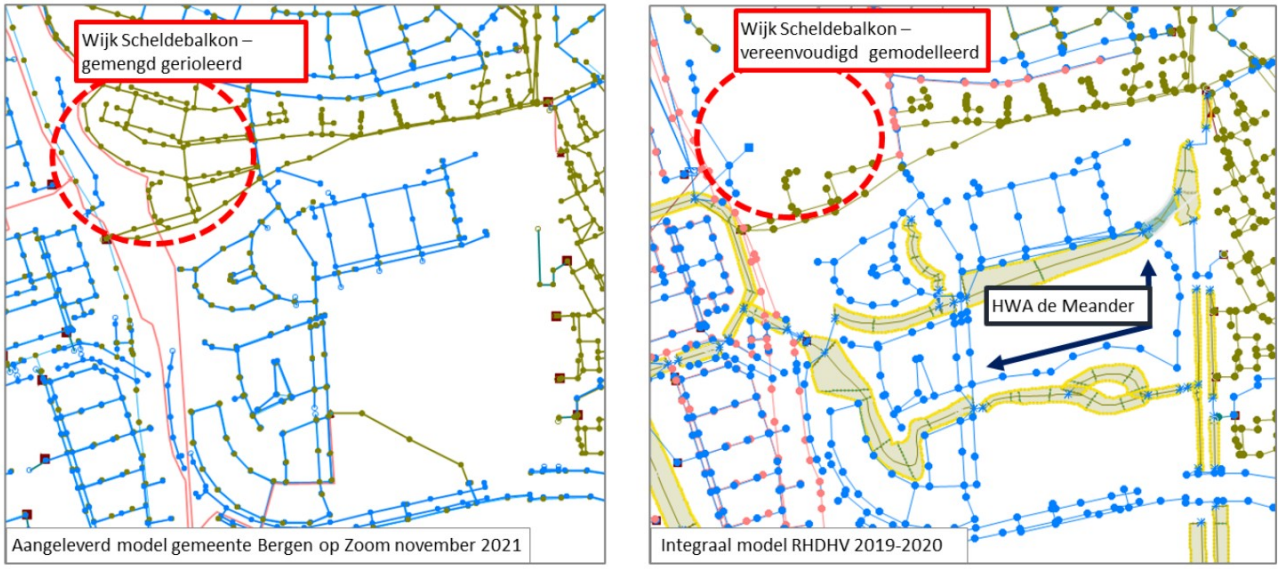
Wijk	Verhard oppervlak [ha]	Percentage toekomstig aangesloten	Rioleringsmodel
Klaverwei	1,89	100%	Reeds in model
De Brug (sportvelden)	2,49	100%	Reeds in model
De Meander	11,87	100%	In model opgenomen
De Terpen	5,43	100%	In model opgenomen
Markiezaatsweg noord	1,08	100%	Reeds in model
Markiezaatsweg zuid	0,95	100%	Reeds in model
Laan van Borgvliet	0,75	100%	Reeds in model
De Wal	4,69	100%	Reeds in model
Scheldebalkon*	4,12**	100%	In model opgenomen
Totaal	**33,27**		

*Scheldebalkon is onderdeel van wijk Zeekant.
**Verhard oppervlak op basis van bestaande situatie.

[1] Overall-watervergunning Markiezaten Bergen op Zoom met referentie BF5769_T&P_RP_2010141149 versie Definitief/3.0 d.d. 14 oktober 2020.

De Wijk Scheldbalkon is in het opgeleverde model nog gemengd gerioleerd (links in figuur 4). In het model dat opgesteld is in het kader van de vergunning voor Markiezaten is de wijk Scheldebalkon geschematiseerd opgenomen in het model (rechts in figuur 4). In het integrale model is de wijk Scheldebalkon gedetailleerd toegevoegd conform het rioolontwerp. Hieruit zijn zowel de verhardingen als de leidingen opgenomen.

De wijken Meander Noord en Zuid (deze zijn recent ontworpen) zijn eveneens toegevoegd aan het integrale model.

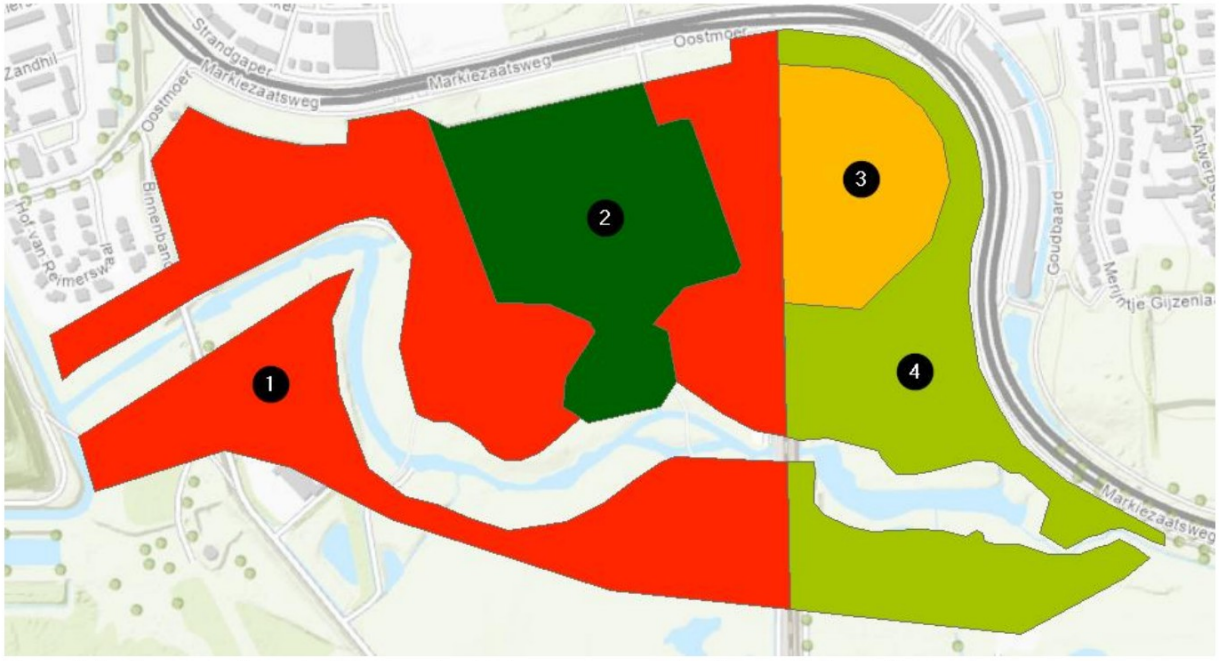


Figuur 4. De wijk Scheldebalkon zoals opgenomen in de beschikbare data

Waterberging opnemen in model

De interactie met het maaiveld (2D component) die in het bestaande model was opgenomen is omgezet naar een 1D component.

- De berging in de Centrale waterpartij (onderdeel C op watersysteemkaart) is geschematiseerd in een 1D bergingsknoop met een oppervlakte van 11.970 m^2, met een bodemhoogte van NAP +0,2 m. Met een maximale peilstijging tot een hoogte van NAP +0,6 m betreft dit een bergingsvolume van ca. 8.379 m^3.
- De berging in de Terpen is geschematiseerd in 1D-bergingsknopen. Voor de bepaling van het volume aan berging in de Terpen is het gebied onderverdeeld in vier subgebieden (figuur 5). Omdat de watergangen in 1D zijn gemodelleerd zijn deze eruit geknipt om het dubbel meenemen van de berging te voorkomen. Per subgebied is een S-curve (oppervlak per maaiveldhoogte) van het maaiveld bepaald, die vervolgens als bergingsknopen aan het model zijn toegevoegd. De verbinding tussen de watergang en de bergingsknoop van subgebied 1 is opgenomen als een stuw van 10 meter breed en een hoogte van NAP +0,8 m. Deze stuw bootst de insteekhoogte na, waarna de berging zich kan vullen. Vervolgens is de bergingsknoop van subgebied 1 met een stuw gekoppeld aan subgebied 2 (om wederom een insteek na te bootsen). Bij subgebieden 4 en 3 is eenzelfde verbinding tussen de watergang en de bergingsknopen toegepast.
  NB. Voor het bepalen van de hoeveelheid berging in het gebied ten behoeve van de watervergunning is het gedeelte van de watergangen wèl meegenomen.



Figuur 5. De Terpen, onderverdeeld in vier subgebieden waarvoor maaiveldcurves zijn bepaald.

2.5 Neerslagsituatie

Het integrale riolerings- en oppervlaktewatermodel is doorgerekend met een recente regenreeks voor een periode van 10 jaar. Hiervoor is een actuele neerslag periode van 1-1-2012 tot 31-12-2021 bewerkt en toegepast. Deze is gedownload uit de Nationale Regenradar.

- Stedelijk gebied; voor het stedelijk gebied is neerslagspreiding toegepast.
- Landelijk gebied; voor de afvoer van het landelijk gebied is een vaste waarde van 0,4 m^3/s aangehouden.

In bijlage 1 zijn voor 1 pixel in het centrum van Bergen op Zoom meerdere karakteristieken weergegeven voor de neerslag dat is gevallen in desbetreffende jaren.

2.6 Stuwregelingen

In het overleg van 7 februari 2022 is besloten om in de berekeningen automatische stuwen Hazen [redacted] een sturing te geven op een vast bovenstrooms peil. Dit houdt in dat er is gerekend zonder het vasthouden van water bovenstrooms van deze stuwen. Stuw Hazen stuurt op een bovenstrooms peil van NAP +0,2 m en stuw Akkerman op een bovenstrooms peil van NAP +0,5 m.

In hoofdstuk 5 zijn mogelijke slimme stuwregelingen uiteengezet en is in overleg met het Waterschap en de Gemeente een voorstel gedaan van een preferabele stuwregeling.

2.7 Berekende situaties

Met het model zijn twee situaties doorgerekend.

1. Huidige situatie;
2. Scenario met de first flush overstort en waarbij de afvoer van de Langeweg richting de Molenbeek via de Terpen afstroomt. In dit scenario is een drempel gemodelleerd tussen de Centrale Waterpartij en de Terpen. Opmerking: in latere fase is besloten om de afvoer van de Langeweg toch te laten afvoeren richting de Centrale Partij. Dit is nu mogelijk omdat de Centrale Waterpartij in de toekomst gestuurd gaat worden op een peil van NAP +0,2m.

Tabel 3 geeft in beknopte wijze de uitgangspunten weer voor de doorgerekende huidige situatie en het scenario. In de tekst eronder zijn deze uitgangspunten uitgeschreven.

Tabel 3. Uitgangspunten van de huidige en toekomstige situatie

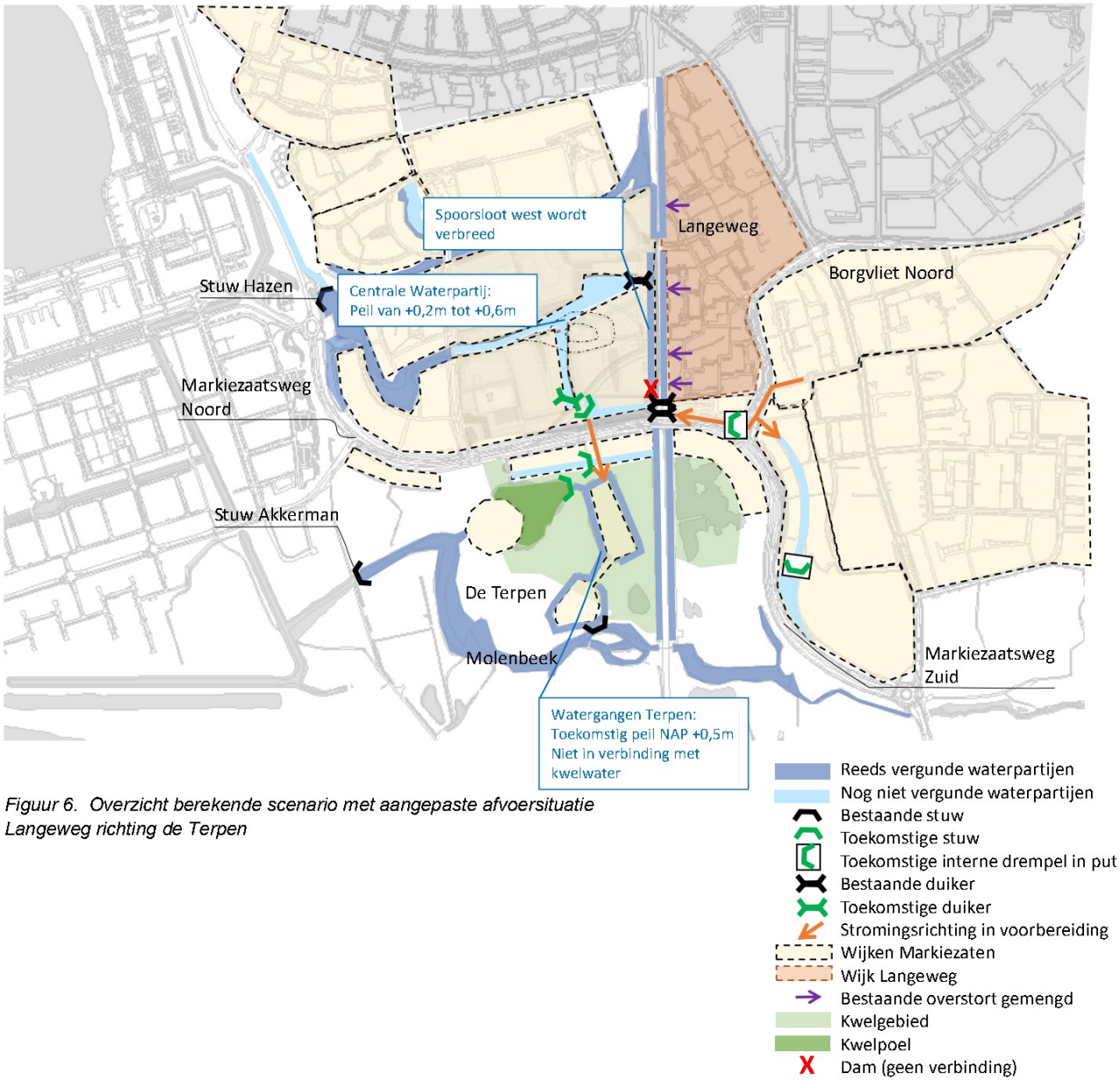
	Huidig	Scenario
Stuw Hazen	Automatische stuw: sturing op peil NAP +0,2 m	Automatische stuw: sturing op peil NAP +0,2 m
Stuw Akkerman	Automatische stuw: sturing op peil NAP +0,5 m	Automatische stuw: sturing op peil NAP +0,5 m
Overstort Binnenhaven	Hoogte: NAP +2,5 m Breedte: 11,5 m	Hoogte: NAP +2,8 m Breedte: 11,5 m
Overstort 11	Hoogte: NAP +2,5 m Breedte: 10,6 m	Hoogte: NAP +2,8 m Breedte: 10,6 m
Overstort first flush	-	Hoogte: NAP +2,0 m Breedte: 6,0 m
Langeweg	Drempels hebben huidige hoogte NAP +0,35m	Drempels met hoogte NAP +0,65 m (noordelijkste drempel heeft een terugslagklep)
	Spoorsloot watert af via centrale waterpartij	Spoorsloot watert af via Terpen naar Molenbeek
	-	Noodoverlaat van centrale waterpartij richting Terpen
Borgvliet	Watert af via spoorsloot naar centrale waterpartij	Watert af richting De Wal (+noodoverlaat naar Spoorsloot Langeweg)
Verharding	Verharding Terpen en Scheldebalkon toegevoegd	Verharding Meander, Terpen, Scheldebalkon toegevoegd

Huidige situatie

- Overstort Binnenhaven heeft een hoogte van NAP +2,5 m (met breedte van 11,5 meter).
- Overstort 11 heeft een hoogte van NAP +2,5 m (met breedte van 10,6 meter).
- Langeweg in het model zoals huidig:
  - Drempels op huidige hoogtes.
  - De Spoorsloot aan de oostzijde van het spoor watert af via de centrale waterpartij.
  - Geen ‘noodoverlaat’ van de centrale waterpartij richting De Terpen.
- Borgvliet watert zonder drempel af via de spoorsloot (westzijde) naar de centrale waterpartij.
- In de berekeningen van de huidige situatie zijn de verhardingen van De Terpen en Scheldebalkon toegevoegd, het toekomstige HWA-systeem van de Meander nog niet.

Doorgerekend scenario

- Overstort Binnenhaven heeft een hoogte van NAP +2,8 m.
- Overstort 11 heeft hoogte van NAP +2,8 m.
- Overstort First flush heeft hoogte van NAP +2,0 m (met breedte van 6 meter).
- Langeweg in het model zoals 'nieuw' bedacht, weergegeven in figuur 6:
  - Drempels op hoogte van NAP +0,65 m
  - De Spoorsloot aan de oostzijde van het spoor watert af via de Terpen naar de Molenbeek.
  - Een 'noodoverlaat' van de centrale waterpartij richting De Terpen.
- Borgvliet Noord watert af richting via het watersysteem van De Wal met daarnaast voor hoogwatersituaties via een drempel richting de oostelijke Spoorsloot (figuur 6).
- In de berekeningen van de toekomstige situatie zijn de verhardingen van De Terpen, Scheldebalkon en de Meander toegevoegd.



Figuur 6. Overzicht berekende scenario met aangepaste afvoersituatie Langeweg richting de Terpen

3 Wijzigingen t.o.v. watervergunning

Op basis van eerste berekeningsresultaten en overleggen met het waterschap, zijn extra wijzigingen doorgevoerd aan het watersysteem van Markiezaten. In bijlage 4 is een overzicht gegeven van het huidige en toekomstige watersysteem van Markiezaten, stand van zaken december 2022. Op deze tekening (Overzichtstekening Watersysteem Markiezaten, d.d. 22-12-2022, tek.nr. BF5769-101-100_TE-VG-9601) zijn zowel de bestaande- als de toekomstige oppervlaktewateren en watergangen aangegeven.

Door de wijzigingen in het peilbeheer zijn er wijzigingen in de werking van het watersysteem t.o.v. de watervergunning en daarmee ook wijzigingen in de waterberging. Hieronder zijn de wijzigingen in het peilbeheer én in de waterberging toegelicht.

- Er wordt een gewijzigd streefpeil gehanteerd door het waterschap voor de stuwen Hazen en Akkermans. Het streefpeil in Markiezaten wordt lager gehanteerd. Het streefpeil in de Molenbeek (stuw Akkermans) wordt hoger gehanteerd ten behoeve van verdroging, hierdoor is minder berging beschikbaar.
- Er is minder berging beschikbaar door een gewijzigd maximaal peil in de Centrale waterpartij omdat de drempels in Langeweg laag liggen en er daardoor gevoeligheid is voor wateroverlast.

3.1 Wijzigingen peilbeheer

Hieronder zijn de wijzingen ten opzichte van de watervergunning opgenomen.

- Door het waterschap wordt een gewijzigd streefpeil gehanteerd van stuw Hazen. En het maximaal peil in de Centrale waterpartij is gewijzigd omdat het niet gewenst is dat het peil in Langeweg hoger komt dan NAP +0,60m. Het streefpeil in de Centrale waterpartij is ingesteld op een hoogte van NAP +0,2m. Het water in de Centrale waterpartij en omliggende waterpartijen wordt door de automatische stuw maximaal opgezet tot een peil van NAP +0,6m (maximale stuwhoogte stuw Hazen NAP +0,5m).
- De noordelijke waterpartijen (Klaverwei (D, E), water sportvelden (F) en waterpartijen rondom het spoor (I, J)) komen uit in de Centrale waterpartij. Het peil en de berging in de Centrale waterpartij wordt gestuurd middels een automatische stuw (stuw Hazen) aan de westzijde van de Centrale waterpartij.
    - Het peil in de verlengde centrale waterpartij (C) kan alsnog opgezet worden van NAP +0,9m tot NAP +1,1m. Hiervoor dient een constructie aangebracht te worden zodat het water kan worden vastgehouden.
    - De waterpartij vanuit Klaverwei Noord (D) komt via een stuwconstructie uit op de Centrale waterpartij. Deze stuwconstructie heeft een hoogte van NAP +0,6m en zou moeten aangepast worden om water te kunnen bergen tot een hoogte van NAP +1,1m. Het gebied heeft een oppervlak van 4.695 m^2 en er is daarmee 2.348 m^3 berging beschikbaar.
- Het zomerpeil van de Molenbeek is middels de stuw Akkerman ingesteld op een hoogte jaarrond van NAP +0,5m en een maximale stuwhoogte van NAP +0,70m om het water vast te houden bij het inwerking treden van de first-flush overstort. Stuw Akkerman heeft een keerconstructie die maximaal tot een hoogte van NAP +1,5m ingesteld kan worden. Gezien het aanwezige kwelgebied in de Terpen is echter voor de waterbergingsberekening gerekend met een opzet van NAP +0,5m tot een peil van NAP +0,8m. De stuwtjes die het kwelgebied scheiden van de Molenbeek zijn ingesteld op een hoogte van NAP +0,8m. Indien het water in de Molenbeek en omgeving boven dit peil stijgt, zal het kwelgebied mee gaan bergen. In deze extreme situaties zal dit worden geaccepteerd. Met een S-curve is voor het gebied de beschikbare berging bepaald. Tussen een hoogte van NAP +0,50 en NAP +0,8m is 15.050 m^3 berging beschikbaar.

3.2 Wijzigingen in berging

Door het wijzigen van het peil in de Markiezaten en de Molenbeek is de beschikbare waterberging gewijzigd. De aangesloten verhardingen en het oppervlak van de waterpartijen zijn niet gewijzigd.

Een overzicht van de beschikbare waterberging binnen de noordelijke- en zuidelijke waterpartijen is gegeven in tabel 4. In bijlage 5 is de gedetailleerde waterbergingsberekening opgenomen. Hierin is tevens de stand van zaken met betrekking tot de aangebrachte verhardingen en de waterpartijen opgenomen. Bij de bepaling van de beschikbare waterberging in de Molenbeek en omgeving is berging in het kwelgebied niet meegenomen.

Tabel 4: Beschikbare waterberging

Oppervlaktewater	Beschikbare waterberging [m3]	Opmerkingen
Markiezaten Noord		
A. Centrale waterpartij oost	4.788	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
B. Centrale waterpartij west	4.455	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
C. Verlengde centrale waterpartij	271	Berging van NAP +0,9m tot NAP +1,1m
D. Klaverwei noord	2.348	Berging van NAP +0,6m tot NAP +1,1m
E. Klaverwei zuid	858	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
F. Water sportvelden	2.902	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
I. Waterpartij ten westen van spoor	1.026	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
J. Waterpartij ten oosten van spoor	350	Berging van NAP +0,2m tot NAP +0,6m
Totaal Markiezaten Noord	*16.998*	
Markiezaten Zuid		
G. De Wal noord	-	Gezien de toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem (afvoer Borgvliet Noord direct naar Molenbeek) is momenteel geen rekening gehouden met berging in de waterpartij De Wal Noord.
[redacted] zuid	519	Berging van NAP +0,564m tot NAP +0,8m
[redacted] e.o.	15.028	Berging van NAP +0,5m tot NAP +0,8m. Berging in het kwelgebied is niet meegenomen in de waterberging
Totaal Markiezaten Zuid	*15.547*	
Moeraszone	5.496	Berging van NAP +0,5m tot NAP +0,8m
Totaal beschikbaar	**52.442**	

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de benodigde- en beschikbare waterberging in Markiezaten. Te zien is dat in Markiezaten Noord met de gestelde eisen (60mm en 15mm waterberging) niet voldoende waterberging meer aanwezig is. Ook de compensatie van de hoeveelheid berging in Markiezaten Zuid is niet voldoende om de peilwijziging in Markiezaten Noord op te vangen, met een totaal van -2.199 m^3.

Tabel 5: Beschikbare- en benodigde waterberging

	Markiezaten Noord [m3]	Markiezaten Zuid [m3]
Benodigde waterberging	24.862	9,882
Beschikbare waterberging	16.998	15.547
Overschot aan waterberging	**-7,864**	**5.665**

Omdat er eerder in de watervergunning voldoende waterberging aanwezig was, is de berging in de Moeraszone langs de Plaatvliet toen niet meegenomen. Deze kan eventueel ingezet worden om te compenseren, maar het lijkt niet helemaal wenselijk om overstort water vanuit de first-flush overstort te bergen grenzend aan een natuurgebied. Op dat moment is afvoeren via de Plaatvliet meer voor de hand liggend.

In overleg met het waterschap is besproken dat het niet enkel gaat om te voldoen aan de berging die gerealiseerd moet worden volgens de gestelde eisen. Er spelen verschillende belangen, namelijk;

- Niet overschrijden van de maximale afvoerlimiet door de Plaatvliet.
- Regenwater zoveel mogelijk vasthouden.
- Waterkwaliteit na de overstortgebeurtenissen verbeteren.
- Afvoeren van stedelijk overstortwater voordat de landelijke piekafvoer komt.

De belangen voor het watersysteem zijn soms tegenstrijdig met elkaar, daarom is besloten dat maatwerk nodig is in de regeling en sturing van de stuwen en het vasthouden en afvoeren van stedelijk water. Omdat het oppervlaktewater voldoende capaciteit heeft is door het waterschap uitgesproken dat een tekort aan berging geen probleem is.

4 Resultaten

De drie paragrafen hieronder beschrijven de resultaten van de modelberekeningen.

4.1 Overstortingen

Tabel 6 geeft de resultaten weer van de totaalvolumes en frequenties van de first flush overstort, overstort 11 en overstort Binnenhaven. Hieruit zijn de volgende conclusies af te leiden:

- Overstort Binnenhaven neemt af van 42 overstortingen naar 19 in totaal over de periode van 10 jaar. Het totale volume neemt af van 118.606 m^3 naar 40.246 m^3 (afname van 66%).
- Overstort 11 neemt af van 33 overstortingen naar 13 in totaal over de periode van 10 jaar. Het totale volume neemt af van 67.303 m^3 naar 23.446 m^3 (afname van 65%).
- De first flush overstort stort in totaal 44 keer over met een totaalvolume van 106.653 m^3.

In de toekomstige situatie is het totale overstortvolume minder ten opzichte van de huidige situatie (185.909 m^3 bij de huidige situatie en 170.345 m^3 bij de toekomstige situatie). Mogelijke redenen hiervoor zijn:

- De berging in het stelsel wordt beter benut.
- Er vindt meer berging op straat plaats.

In een eerdere fase heeft de gemeente middels een SSW beoordeeld of dit tot meer wateroverlast leidt, waaruit is gebleken dat dit niet het geval zal zijn.

In de toekomstige situatie wordt meer overstortwater door de Plaatvliet gestuurd vanwege de first flush overstort. In de toekomstige situatie stroomt 130.099 m^3 overstortwater door de Plaatvliet, waar dat in de huidige situatie 67.303 m^3 is (toename van 93%).

Tabel 6: Resultaten overstorten

	Huidig		Toekomstig	
	Volume [m^3]	Frequentie [aantal]	Volume [m^3]	Frequentie [aantal]
First flush overstort	-	-	106.653	44
Overstort 11	67.303	33	23.446	13
Overstort Binnenhaven	118.606	42	40.246	19
Totaal	**185.909**	**75**	**170.345**	**76**

Naast bovenstaande analyse zijn ook de meetresultaten vergeleken met de berekende overstortingen, deze zijn weergegeven in bijlage 2 en bijlage 3. Hierin zijn de starttijden, overstortduren en volumes weergegeven.

Uit de vergelijking van de metingen met de berekeningsresultaten komt naar voren dat de overstortvolumes in de metingen over het algemeen veel groter zijn dan met het model wordt berekend. Daarnaast is het aantal overstortgebeurtenissen in de metingen veel groter dan wordt berekend. Mogelijke oorzaken zijn:

1. De kwaliteit van de meetdata is onbekend en niet beoordeeld.
2. De berekende overstortvolumes zijn normaliter een grove inschatting.
3. Langdurige overstortingen hebben mogelijk een verband met onderhoudswerkzaamheden aan het rioolgemaal.
4. Mogelijk wijkt de theorie (model) af van de praktijk. Het model is afkomstig uit het SSW van Bergen op Zoom. Bij RHDHV is het onbekend of het model gevalideerd is op basis van meetgegevens.

4.2 Maximaal debiet en stroomsnelheid Plaatvliet

Om erosie in de Plaatvliet te voorkomen is door het Waterschap vastgesteld dat de maximale stroomsnelheid door de Plaatvliet 0,3 m/s mag zijn en dat dit overeenkomt met een maximaal debiet van 3,25 m^3/s. Dit maximale debiet van 3,25 m^3/s bij de Plaatvliet wordt in de reeksberekening van de toekomstige situatie 1x overschreden met een maximaal debiet van 3,41 m^3/s. Dit gebeurt bij het event van 13 augustus 2015 en alleen in de watergang bovenstrooms van de 'knijpende' duiker (KDU02532). Verder wordt nog 1x het debiet van 3,09 m^3/s en van 2,70 m^3/s bereikt, verder blijft het debiet in de gehele reeks onder de 2,5 m^3/s. Een kanttekening hierbij is dat hier een worst-case benadering van de landelijke afvoer van 0,4 m^3/s is meegenomen en dat bij dit event in de zomer niet zo een hoge landelijke afvoer wordt verwacht. Daarnaast wordt in de berekeningen de berging in de Molenbeek en de Markiezaten niet benut, waardoor naar verwachting in de praktijk geen overschrijding plaats zal vinden van het maximaal toegestane debiet in een tienjarige reeks.

De stroomsnelheid van 0,3 m/s bij de Plaatvliet wordt in de watergang niet overschreden. De maximaal berekende snelheid is 0,26 m/s.

4.3 Volumes stuw Akkerman en stuw Hazen

Om te bepalen hoeveel water er in potentie bij stuw Hazen [redacted] kan worden vastgehouden is van de meest extreme neerslagevent in de reeks een nadere analyse gedaan. Dit is gedaan voor de neerslag die is gevallen op 13 augustus 2015. Bij dit event is bepaald wat boven op de basisafvoer nog extra is afgevoerd over beide stuwen. Stuw Hazen voert 18.470 m^3 water extra af boven op het basisdebiet en Stuw Akkerman 10.142 m^3. Deze waardes zijn licht onderschat doordat geen rekening is gehouden met terugstroming. Uit de bergingsberekening volgt dat in Markiezaten Noord er 16.998 m^3 berging beschikbaar is en in Markiezaten Zuid nog eens 15.547 m^3. Ondanks de onderschatting bij de bepaling van de extra afgevoerde volumes, wordt verwacht dat een groot deel van deze hoeveelheden kan worden vastgehouden in de beschikbare berging in Markiezaten Noord en Zuid.

5 Advies sturing automatische stuwen

Voor de automatische stuwen (stuw Hazen en stuw Akkerman) zijn binnen dit project meerdere regelingen voorgesteld. De nieuwbouwwijken, (waaronder de Meander, de Klaverwei, de Brug, de Terpen, de Wal, Scheldebalkon, zie overzicht tabel 2) die veelal voorzien zijn van een gescheiden stelsel beschikken namelijk over dynamische berging. Deze berging is in te zetten met behulp van de stuwen Hazen [redacted]

Er zijn drie doelen waarop de sturing van de stuwen kan worden gereguleerd:

- Het doel om erosie bij de Plaatvliet te voorkomen.
- Het doel om de waterkwaliteit na overstortgebeurtenissen te verbeteren.
- Het doel om regenwater zoveel mogelijk vast te houden.

Voor de drie doelen is hieronder een mogelijke regeling beschreven, waarna een voorkeursregeling is toegevoegd dat in samenspraak met het waterschap en de gemeente in het overleg van 16 mei 2022 is samengesteld.

Voorkomen erosie Plaatvliet
In de basis is het doel van deze regeling dat de snelheid in de Plaatvliet niet wordt overschreden. Om erosie te voorkomen dient de snelheid kleiner of gelijk te zijn aan 0,3 m/s. Dit komt overeen met een debiet van ≤3,25 m3/s. In het begin waren de taluds onbegroeid en net opgespoten. Momenteel zijn ze goed beworteld, waardoor mogelijk een hogere stroomsnelheid acceptabel is. Daarnaast komen uit de berekeningsresultaten naar voren dat het debiet van 3,25 m3/s in totaal 1x wordt overschreden, waardoor de andere doelen mogelijk meer prioriteit krijgen.

Mocht alsnog het doel zijn om hieraan te voldoen, dan dienen de stuwen te worden opgetrokken indien de snelheid in de Plaatvliet dreigt te overschrijden. Hiervoor dient een meetpunt te worden aangebracht in de Plaatvliet (niveau & snelheidsmeter) waarop de stuwen kunnen reageren. Eventueel zou ook gestuurd kunnen worden op de niveaumeter van de first flush overstort. Dit is wellicht eenvoudiger te realiseren.

Verbeteren waterkwaliteit na overstortgebeurtenis
Volgens het doorspoelprotocol zou in de huidige situatie na een overstortgebeurtenis water vanuit de Binnenschelde ingelaten worden om het watersysteem van de Plaatvliet door te spoelen. Om de waterkwaliteit te verbeteren na een overstortgebeurtenis kan tijdens de overstorting het regenwater bovenstrooms van stuwen Hazen [redacted] worden vastgehouden en na afloop van de overstortingen worden afgevoerd. Met het vasthouden van water en deze aflaten na de gebeurtenis zal de inlaat vanuit de Binnenschelde mogelijk overbodig worden. Met een meetpunt bij de overstorten kan deze sturing worden ingesteld.

Voorkeursregeling
Met het waterschap en de gemeente is tijdens het overleg van 16 mei 2022 een stuwregeling bedacht dat ervoor zorgt dat de dynamische berging wordt benut en dat ervoor zorgt dat de waterkwaliteit na overstortgebeurtenissen verbetert. Deze sturing houdt in dat de hoogtes van stuwen Hazen [redacted] worden gereguleerd middels een niveaumeter in de pompput bij het Stadsgemaal. Als het peil in deze put stijgt tot circa NAP +1,8 m, wordt vlak voordat een overstorting zal plaatsvinden bij de first flush overstort, de stuwen Hazen [redacted] opgetrokken. Voor het peil van circa NAP +1,8 m is gekozen doordat vanaf een peil van NAP +2,0 m de first flush overstort gaat overstorten. Zodra het peil in de pompput weer daalt (en er geen overstorting meer plaatsvindt) worden de stuwen weer op de oorspronkelijke instellingen ingesteld. Deze regeling zorgt ervoor dat de dynamische berging in de Markiezaten en de Molenbeek worden benut en dat de waterkwaliteit in Bergen op Zoom verbetert na afloop van overstortgebeurtenissen.

Stuw Hazen heeft een peil van NAP +0,20m en stuw Akkerman een peil van NAP +0,50m. De gewenste maximale optrekhoogte van stuw Hazen is circa NAP +0,5 m en van stuw Akkerman circa NAP +0,7 m. Rekening houdend met een maximaal peil van Markiezaten Noord van NAP +0,60m (10cm opstuwing) en Markiezaten Zuid NAP +0,80m. Bij deze hoogtes vinden er namelijk geen negatieve overstortingen plaats bij de Langeweg en blijft bij de Molenbeek het water binnen de insteek en vindt geen uitwisseling plaats tussen de kwelpoelen en de beek. Als het peil in de pompput bij het gemaal vervolgens daalt tot onder NAP +1,8 m (en er dus geen overstorting meer plaatsvindt), dan kunnen de stuwen terug naar hun oorspronkelijke instelling en wordt het tussentijds geborgen water gebruikt als doorspoeling van de Plaatvliet.

Een aandachtspunt bij bovengenoemde stuwregeling is dat bij eerdere berekeningen voor de vergunning van de nieuwbouwwijken om aan de eis van 60 mm berging te voldoen, gebruik is gemaakt van maximale stuwhoogtes bij stuw Hazen van NAP +1,1 m en bij de Molenbeek van NAP +0,8 m (zie hoofdstuk 3 voor de wijzigingen). Met de voorgestelde stuwregeling waarbij de stuwen minder stijgen (tot NAP +0,6 m en NAP +0,75 m) wordt dus niet voldaan aan de eis van 60 mm berging voor de nieuwbouwwijken. Met het waterschap en de gemeente is dit echter besproken en is de argumentatie dat Bergen op Zoom helemaal benedenstrooms in het watersysteem ligt geaccepteerd om van deze eis af te wijken. 60 mm bergen voor nieuwbouwprojecten heeft het doel om ervoor te zorgen dat extra verharding niet zorgt voor problemen benedenstrooms in het watersysteem. Omdat desbetreffende nieuwbouwwijken al helemaal benedenstrooms in het watersysteem liggen en dit niet tot problemen leidt, is het hier minder van belang om water vast te houden. Door het water in Markiezaten niet hoger op te zetten dan NAP +0,60m worden negatieve overstorten Langeweg en indirect onnodig extra belasting van de AWP/ zuivering Bath voorkomen.

6 Herziening doorspoelprotocol

In de huidige situatie wordt het watersysteem van de Plaatvliet na overstortgebeurtenissen doorgespoeld met water vanuit de Binnenschelde. Uit overleg met waterschap en de gemeente kwam naar voren dat er veel onduidelijkheden bestaan over het doorspoelprotocol en blijkt dat het protocol niet altijd wordt uitgevoerd. Daarnaast zijn er bepaalde streefwaarden bepaald, maar is niet duidelijk waar deze vandaan komen en of deze waarden realistisch zijn om te behalen. Uiteindelijk is gebleken dat de huidige Fosfor concentratie in de Plaatvliet 0,38 mg/l is, dit is dan ook het uitgangspunt als streefwaarden voor het watersysteem.

7 Waterkwaliteitsanalyse

Om beter inzicht te krijgen in de benodigde doorspoeling van het watersysteem ten behoeve van de waterkwaliteit is een analyse uitgevoerd op basis van de uitgevoerde reeksberekening. Er is hierbij gebruik gemaakt van de overstortgebeurtenissen uit de 10-jarige reeks. Belangrijke vragen hierbij zijn: “hoeveel water stort er over op de Plaatvliet en hoeveel water is nodig om door te spoelen?”.

Doelstelling van de analyse bestaat uit de volgende onderdelen:

- Hoeveel vuilwater stort er over?
- Hoeveel water kan er vastgehouden worden om mee door te spoelen?
- Hoeveel water is nodig om door te spoelen o.b.v. gewenste verdunning?
- Is er voldoende buffering of moet er nog water ingelaten worden vanuit de Binnenschelde?

Werkwijze bepalen volumes
Het totaal overstort volume bestaat per gebeurtenis uit de first flush overstort en overstort 11. Dus allereerst is bepaald hoe vaak en met hoeveel water de beide overstorten in werking treden. Vervolgens is het totaal wat kan worden vastgehouden bepaald, vanaf het moment dat de first-flush overstort in werking treedt. Het volume dat in de reeksberekening van de toekomstige situatie over stuw Hazen en stuw Akkermans gaat kan worden vastgehouden. Daarnaast vindt er in de reeksberekening een opstuwing plaats van water bij deze stuwen, deze peilstijging in de Markiezaten en de Molenbeek is vertaald naar een volume. Het volume dat overstort plus het volume dat wordt vastgehouden door opstuwing is het totaal volume dat kan worden vastgehouden. Als dit volume groter is dan kan worden vastgehouden (op basis van de bergingsberekening) tot het maximale peil dan gaat dit alsnog over de stuw heen. In de reeksberekening is een landelijke afvoer van de Molenbeek gehanteerd van 0,4 m3/s, deze is hierop in mindering gebracht omdat dit een worst-case benadering in de reeksberekening is geweest. In de meeste periodes van het jaar is deze hoeveelheid water niet beschikbaar in de Molenbeek.

Voor de berekening is uitgegaan van een maximaal beschikbare berging in Markiezaten Noord met een oppervlak van 35.950 m^2 en 14.380 m^3 berging. De maximale berging van de Molenbeek (Markiezaten Zuid) is dynamisch bepaald op basis van een S-curve. Het gebied heeft een maximaal oppervlak van 50.093 m^2 en maximaal 15.028 m^3 berging.

Werkwijze waterkwaliteitsanalyse
Met het overstortvolume is de waterkwaliteitsberekening toegepast volgens de werkwijze die eerder is toegepast door waterschap Brabantse Delta. Voor de fosfor concentratie is een onderscheidt gemaakt tussen overstortwater vanuit een hemelwaterstelsel en influent concentratie (worst-case). Vervolgens is per overstort event bepaald of er op basis van het overstortvolume doorspoeling nodig is én hoeveel water nodig is om door te spoelen op basis van de gewenste verdunning. De gewenste verdunning is gebaseerd op een maximale Fosfor concentratie van 0,38 mg/l. De analyse is uitgevoerd op basis van de aannames opgenomen in tabel 7. De resultaten van de waterkwaliteitsberekening zijn opgenomen in bijlage 6.

Tabel 7: Aannames parameters t.b.v. waterkwaliteitsanalyse

Parameter	Toelichting	Concentratie
BZV	Overstortwater zonder bergbezinkbassin	60 mg/l
Zuurstof (O2)	Plaatvliet	8 mg/l
	Doelstelling Plaatvliet	> 3 mg/l
Fosfor (P)	Overstortwater hemelwater	3.5 mg/l
	Overstortwater influent concentratie zuivering	5 mg/l
	Doelstelling Plaatvliet (=huidige situatie)	0.38 mg/l
Volume	Plaatvliet	36.000 m^3
	Doorspoelvolume (vastgehouden of vanuit Binnenschelde)	18.000 m^3

Resultaten
In totaal zijn er in 10 jaar tijd 44 overstortgebeurtenissen vanuit de first-flush overstort naar de Plaatvliet. Voor 30 overstort gebeurtenissen van de first-flush overstort komt het BZV gehalte en de Fosfor concentratie niet boven de gestelde norm. Voor 14 overstort gebeurtenissen is het totaal beschikbare volume dat wordt vastgehouden niet voldoende om de Plaatvliet door te spoelen en dient er water ingelaten te worden vanuit de Binnenschelde.

Voor zowel het BZV gehalte van 5 mg/l als de Fosfor concentratie van 5 mg/l (o.b.v. influent overstortwater) is maximaal 3x verversing van de Plaatvliet nodig. Dit komt neer op een verversing van per keer 18.000 m^3 en daarmee een totaal van 54.000 m^3. Voor deze 14 keer kan er maximaal 22.000 m3 water worden vastgehouden via stuw Hazen en stuw Akkermans. Dit betekent dat er maximaal ca. 32.000 m^3 inlaat water vanuit de Binnenschelde nodig voor de doorspoeling van de Plaatvliet. In tabel 8 is een samenvatting van de resultaten opgenomen. Deze maximale situatie van water inlaten komt 2x voor.

Tabel 8: Samenvatting resultaten

	Frequentie [aantal]	Benodigd voor doorspoeling Volume [m^3]	Maximaal inlaten Volume [m^3]
Totaal aantal overstorten	**44**	-	-
Geen doorspoeling nodig	30	Geen	-
Doorspoeling nodig	14	-	-
1x doorspoeling	6	18.000 m^3	11.000 m^3
2x doorspoeling	6	36.000 m^3	24.500 m^3
3x doorspoeling	2	54.000 m^3	32.000 m^3

Het peil in de Molenbeek stijgt in de periode van 10 jaar maximaal tot NAP +0,72m. in de meeste gevallen blijft deze peilstijging onder de NAP +0,65m. Hierbij is geen rekening gehouden met de landelijke afvoer van de Molenbeek. De uiteindelijke peilstijging is dus afhankelijk van de daadwerkelijke afvoer van de Molenbeek op dat moment.

Kanttekeningen

- De modelberekeningen zijn erg afwijkend ten opzichte van metingen van de overstorten. Dus deze methode is puur theoretisch.
- Alleen het volume overstortwater tijdens de lozingsperiode van de First flush is bepaald, het water vanuit De Wal komt waarschijnlijk pas later en kan ook als doorspoeling worden gebruikt.
- We gaan er nu vanuit dat het doorspoelwater én oorspronkelijke water in de Plaatvliet volledig schoon zijn (0 mg/L BZV). Als dit bijvoorbeeld meer dan 1 mg/L is, dan zijn de uitkomsten anders.
- In de modelberekening stroomt het water van Langeweg via de Terpen naar de Molenbeek, deze afstromingsrichting is later gewijzigd.
- Het basisdebiet bij stuw Akkermans van 0,4 m^3/s is van het totaal volume afgehaald omdat dit waarschijnlijk een flinke overschatting zal zijn. Maar mocht het bijvoorbeeld 0,1 m^3/s zijn, dan kan er toch al best meer water worden vastgehouden dan nu is vastgesteld.
- Voor de Fosfor concentratie van het overstortwater is een influent concentratie gebruikt. In de praktijk bestaat het overstortwater uit verdund afvalwater. De concentratie P vanuit de first-flush overstort zal naar verwachting lager zijn dan de influent concentratie die nu is gebruikt.

8 Conclusie

Om het effect van de ontwikkeling van een extra first flush overstort te bepalen zijn twee integrale hydraulische berekeningen in Infoworks ICM uitgevoerd. Dit betreffen twee reeksberekeningen met neerslagspreiding voor de jaren 2012-2021 van de huidige situatie en van een scenario waarbij de afvoer van Langeweg via de Terpen afgevoerd wordt naar de Molenbeek. Naar aanleiding van de berekeningen is in een latere fase besloten om Langeweg in de toekomstige situatie toch via de Centrale Waterpartij te laten afvoeren.

De berekeningen zijn uitgevoerd met sturing op een vast (laag) bovenstrooms peil voor stuw Hazen en stuw Akkerman, wat betekent dat er geen rekening is gehouden met bergen tijdens neerslag in Markiezaten en de Molenbeek. Daarnaast is voor de basisafvoer van de Molenbeek een worst-case benadering opgenomen dat mogelijk wordt overschat (0,4 m^3/s).

Uit de resultaten van de berekeningen komt een aantal bevindingen naar voren:

- Het aantal overstortingen en het volume van overstortingen op de Binnenhaven en overstort 11 nemen af. Er wordt echter wel een groter overstortvolume naar de Plaatvliet afgevoerd door het gebruik van de first flush overstort. De first flush overstort voert het meeste overstortwater af direct buiten het stedelijk gebied.
- Het totaalvolume van de drie overstorten neemt af in de toekomstige situatie t.o.v. de huidige situatie. De reden hiervoor is onduidelijk, maar het kan liggen aan het opzetten van de overstortdrempels, waardoor meer berging in het stelsel of berging op straat ontstaat.
- Om erosie in de Plaatvliet te voorkomen is door het Waterschap vastgesteld dat de maximale stroomsnelheid door de Plaatvliet 0,3 m/s mag zijn en dat dit overeenkomt met een maximaal debiet van 3,25 m^3/s. Het maximaal berekende debiet wordt in de berekening 1 keer overschreven in 2015 met 3,41 m^3/s. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met de worst-case benadering (constante landelijke afvoer van 0,4 m^3/s en geen benutting van de berging in de Molenbeek en de Markiezaten).
- De maximale stroomsnelheid van 0,3m/s wordt in de berekeningen niet overschreven.
- Eerste inzichten geven weer dat er bij het neerslagevent van 13 augustus 2015 ca. 18.000 m^3 en 10.000 m^3 meer aan water over stuwen Hazen [redacted] wordt afgevoerd boven op de basisafvoer. Bepaald is dat er in de systemen van Markiezaten Noord en Zuid ca. 17.000 m^3 en 15.500 m^3 berging aanwezig is, waardoor wordt verwacht dat deze hoeveelheden kunnen worden vastgehouden (en later vrijgegeven).

Op basis van deze uitkomsten is samen met het waterschap en de gemeente een stuwregeling bedacht. Deze sturing houdt in dat de hoogtes van stuwen Hazen [redacted] worden gereguleerd middels een niveaumeter in de pompput bij het Stadsgemaal. Als het peil in deze put stijgt, wordt vlak voordat een overstorting zal plaatsvinden bij de first flush overstort, de stuwen Hazen [redacted] opgetrokken. Zodra het peil in de pompput weer daalt (en er geen overstorting meer plaatsvindt) worden de stuwen weer op de oorspronkelijke instellingen ingesteld. Deze regeling zorgt ervoor dat de dynamische berging in de Markiezaten en de Molenbeek worden benut en dat de waterkwaliteit in Bergen op Zoom verbetert na afloop van overstortgebeurtenissen.

Op basis van de resultaten van de reeksberekening is vervolgens een waterkwaliteitsanalyse uitgevoerd. Er is hierbij gebruik gemaakt van de overstortgebeurtenissen uit de 10 jarige reeks. Hieruit komt een aantal bevindingen naar voren:

- Er kan minimaal 40% van de benodigde hoeveelheid doorspoelwater worden vastgehouden via stuw Hazen en stuw Akkermans. In sommige kan er zelfs tot ca. 70% van het benodigde doorspoelwater worden vastgehouden, dit is afhankelijk van de bui die valt.

- Uit de waterkwaliteitsanalyse volgt dat er maximaal 32.000 m^3 water ingelaten hoeft te worden vanuit de Binnenschelde over een periode van 10 jaar. Uit de eerdere theoretische berekening van het waterschap bleek een volume van 100.000 m^3, dit lijkt een overschatting te zijn.

Maatwerk
Uit de uitgevoerde analyse blijkt dat voor het integrale watersysteem waar het oppervlaktewater van de Molenbeek en het stedelijke watersysteem van Bergen op Zoom samenkomen maatwerk nodig is. De belangen voor het watersysteem zijn soms tegenstrijdig met elkaar, daarom is besloten dat maatwerk nodig is in de regeling en sturing van de stuwen en het vasthouden en afvoeren van stedelijk water. Omdat het oppervlaktewater voldoende capaciteit heeft is door het waterschap uitgesproken dat een tekort aan berging geen probleem is.

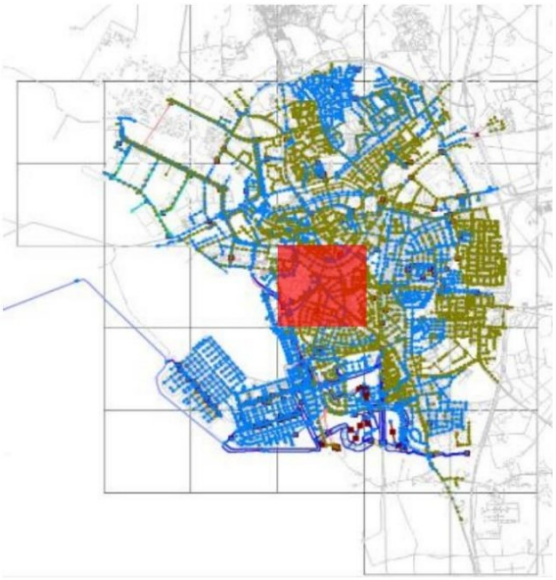
Uit de analyse blijkt dat de maximale afvoer door de Plaatvliet slechts eenmalig wordt overschreden in een periode van 10 jaar. Het stedelijke overstortwater vanuit het gemengde rioolstelsel kan dus zonder problemen afgevoerd worden om op deze manier wateroverlast te voorkomen. De stuwen Hazen en Akkermans kunnen dan zo effectief mogelijk ingezet worden ten behoeve van de waterkwaliteit. Door hemelwater vast te houden in Markiezaten Noord en de Molenbeek kan het water na de overstortgebeurtenis gebruikt worden om de Plaatvliet door te spoelen. Op deze manier kunnen de verschillende belangen worden ingevuld voor het integrale watersysteem.

Bijlage 1 Neerslagkarakteristieken van de 10-jarige reeks

Om gevoel te krijgen bij de neerslag die is gevallen in de doorgerekende periode van 01-01-2012 tot 31-12-2021, is in deze bijlage een aantal analyses uiteengezet.

Allereerst laat figuur A1 de pixels zien waarvoor neerslagreeksen zijn gedownload per pixel vanuit de Nationale Regenradar. De rode pixel geeft de pixel weer waarop onderstaande analyses zijn uitgevoerd. In tabel A1 is de totale hoeveelheid neerslag per jaar te zien.

Figuur A1: Pixels met neerslagreeksen. De rode pixel is de pixel waarop de analyse is gebaseerd.



Tabel A1: Totale hoeveelheid neerslag per jaar.

Jaar	Neerslag [mm]
2012	846
2013	651
2014	696
2015	707
2016	726
2017	812
2018	681
2019	766
2020	737
2021	772

Tabel A2 geeft voor de 5 neerslaggebeurtenissen met de hoogste piekvolumes binnen 30 minuten de karakteristieken weer. De tabel eronder (tabel A3) is een tabel gekopieerd uit de rapportage van STOWA uit 2019. Deze rapportage heet “Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019”. In deze tabel zijn neerslaghoeveelheden (in mm) bij verschillende herhalingstijden en neerslagduren tussen 10 minuten en 8 dagen te zien. Als tabel A2 met tabel A3 wordt vergeleken is te zien dat voor de 5 geselecteerde buien bij een duur van 30 minuten de herhalingstijden liggen tussen T1 en T20 en als wordt gekeken naar de neerslaghoeveelheden binnen 60 minuten het ligt tussen de herhalingstijden T1 en T10.

Tabel A2: 5 neerslaggebeurtenissen met de hoogste piekvolumes binnen 30 minuten.

Starttijd	Eindtijd	Buiduur (uren)	Buivolume (mm)	Piekvolume 30min (mm)	Piekvolume 60min (mm)
05-07-2012 18:00	06-07-2012 02:45	8.75	42.6	29.7	31.3
13-08-2015 18:00	14-08-2015 04:00	10.00	39.1	22.9	28.8
30-08-2015 20:30	31-08-2015 05:30	9.00	24.6	19.0	20.1
25-07-2021 11:00	25-07-2021 22:00	11.00	29.6	16.1	20.6
05-06-2019 20:00	06-06-2019 03:45	7.75	36.1	13.3	17.0

Tabel A3: Neerslagstatistiek tabel uit STOWA 2019-19. De waardes in de tabel zijn de hoeveelheid millimeters neerslag bij desbetreffende herhalingstijd en buiduur. De gearceerde cellen komen overeen met de neerslaghoeveelheden van bovenstaande tabel.

Duur	10 min	30 min	1 uur	2 uur
Herhalingstijd (jaar)				
0.5	8	10	13	15
1	10	13	16	20
2	12	17	20	24
5	15	21	26	31
10	18	25	31	37
20	20	30	37	44
25	21	32	40	47
50	25	38	48	57
100	29	46	58	68
200	33	55	70	81
250	35	58	75	87
500	41	70	91	105
1000	48	85	111	128

Bijlage 2 Vergelijking overstortingen metingen vs model OVS11

Rapportage	CIW
Periode	11-04-2017 (10:52:00) t/m 24-11-2021 (10:52:00)
Locatie	203: Markiezaatsweg (0511)
Locatie soort	Overstort
Werkgebied	Bergen op Zoom: Zeekant
Bron	Meetwaarden
Datum rapport	24-11-2021 (10:57:27))
Drempelhoogte	2.54 mNAP
Drempelbreedte	10.60 m
Afvoercoefficient	1 ..

OVERSTORTNUMMER	BEGIN OVERSTORT	EINDE OVERSTORT	BRUTO OVERSTORTDUUR (uren:minuten)	NETTO OVERSTORTDUUR (uren:minuten)	OVERSTORT VOLUME (grove schatting , m3)	PENDELS	Modelresultaten: Begin overstort	Overstortduur (uren:minuten)	Overstortvolume (m3)
1	09-06-2017 (09:07:10)	09-06-2017 (10:59:00)	01:51	00:45	526	7	09-06-17 07:46	00:34	47
2	01-07-2017 (06:41:20)	01-07-2017 (11:11:10)	04:29	04:29	7483	1			
3	12-07-2017 (06:26:45)	12-07-2017 (11:32:22)	05:05	02:03	4739	3	12-07-17 04:26	04:28	3900
4	14-09-2017 (09:23:00)	15-09-2017 (05:09:19)	19:46	14:31	26785	57	14-09-17 14:06	02:29	2685
5	27-11-2017 (13:51:00)	27-11-2017 (14:06:22)	00:15	00:15	252	1			
6	10-12-2017 (17:49:24)	10-12-2017 (18:21:24)	00:32	00:05	25	2			
7	13-12-2017 (19:20:45)	13-12-2017 (20:38:00)	01:17	00:42	976	3			
8	31-12-2017 (19:09:30)	31-12-2017 (19:22:51)	00:13	00:13	691	1			
9	11-03-2018 (05:39:48)	11-03-2018 (10:08:15)	04:28	00:20	394	2			
10	13-03-2018 (09:44:00)	13-03-2018 (11:37:40)	01:53	01:17	440	8			
11	11-04-2018 (01:52:30)	11-04-2018 (02:09:30)	00:17	00:17	336	1	10-04-18 23:36	00:54	1485
12	29-04-2018 (23:01:24)	01-05-2018 (06:50:30)	31:49:00	06:46	7540	43			
13	29-05-2018 (20:17:40)	29-05-2018 (20:47:30)	00:29	00:13	144	3	29-05-18 14:56	03:54	5574
14	31-05-2018 (11:34:00)	31-05-2018 (12:17:19)	00:43	00:15	297	2	31-05-18 09:06	01:04	597
							25-08-18 06:21	01:49	842
15	27-10-2018 (09:30:00)	27-10-2018 (13:00:00)	03:30	02:20	4758	7			
16	02-12-2018 (09:04:20)	02-12-2018 (11:06:00)	02:01	01:14	1247	10			
17	08-12-2018 (20:07:30)	08-12-2018 (20:56:19)	00:48	00:24	256	3			
18	07-03-2019 (06:48:51)	07-03-2019 (07:36:30)	00:47	00:22	291	4			
19	05-06-2019 (22:51:38)	06-06-2019 (06:12:30)	07:20	03:37	12008	14	05-06-19 20:51	03:44	5616
20	15-06-2019 (06:34:34)	15-06-2019 (13:55:00)	07:20	02:53	3935	34	15-06-19 04:36	01:04	2633
21	26-09-2019 (20:31:53)	27-09-2019 (04:16:48)	07:44	06:15	10063	15			
22	29-09-2019 (15:04:30)	29-09-2019 (20:36:15)	05:31	03:35	3838	17			
23	01-10-2019 (08:47:17)	01-10-2019 (18:56:00)	10:08	01:38	2084	9			
24	26-02-2020 (03:42:00)	26-02-2020 (04:50:00)	01:08	01:08	853	1			
25	05-03-2020 (20:32:00)	05-03-2020 (21:45:00)	01:13	01:13	671	1			
26	10-03-2020 (04:17:40)	10-03-2020 (10:58:49)	06:41	00:17	424	2			
27	05-06-2020 (11:51:00)	05-06-2020 (17:56:42)	06:05	05:37	8445	7			
28	12-06-2020 (23:26:12)	13-06-2020 (01:46:30)	02:20	01:15	1680	13			
29	17-06-2020 (19:09:34)	17-06-2020 (19:42:00)	00:32	00:32	1246	1	17-06-20 17:26	00:19	46
30	01-07-2020 (07:09:30)	01-07-2020 (21:37:19)	14:27	12:43	19252	11			
							11-08-20 19:56	00:24	91
31	16-08-2020 (18:21:06)	16-08-2020 (19:50:49)	01:29	01:04	4003	2	16-08-20 16:46	01:04	356
32	19-08-2020 (14:29:48)	21-08-2020 (14:50:11)	48:20:00	22:31	975982	8			
33	23-08-2020 (18:56:53)	25-08-2020 (21:23:11)	50:26:00	42:16:00	1896168	4			
34	27-08-2020 (00:05:48)	27-08-2020 (04:10:12)	04:04	01:53	86152	2			
35	28-08-2020 (22:22:47)	28-08-2020 (23:22:12)	00:59	00:59	44934	1			
36	30-08-2020 (11:27:47)	30-08-2020 (12:03:12)	00:35	00:35	26463	1			
37	01-09-2020 (11:20:47)	01-09-2020 (11:26:12)	00:05	00:05	3845	1			
38	09-09-2020 (09:54:50)	09-09-2020 (22:05:15)	12:10	00:40	27908	9			
39	26-09-2020 (02:35:00)	26-09-2020 (04:18:00)	01:43	00:38	168	2			
40	22-11-2020 (16:30:49)	22-11-2020 (16:36:14)	00:05	00:05	3898	1			
41	05-05-2021 (14:29:22)	05-05-2021 (15:56:12)	01:26	01:07	49488	3			
42	20-06-2021 (01:13:42)	20-06-2021 (01:35:00)	00:21	00:21	340	1	19-06-21 22:01	01:49	2764
43	25-07-2021 (21:07:51)	26-07-2021 (14:19:19)	17:11	00:48	3261	2	25-07-21 19:16	01:04	3377
							07-08-21 15:46	00:45	1764
44	17-08-2021 (18:46:45)	18-08-2021 (09:47:12)	15:00	07:43	351039	6			
45	19-08-2021 (12:38:48)	20-08-2021 (18:46:11)	30:07:00	27:13:00	1223371	7			
46	21-08-2021 (20:57:48)	27-08-2021 (23:50:12)	146:52:00	60:08:00	2672701	107			
							03-10-21 06:41	00:54	522
47	06-10-2021 (07:44:30)	06-10-2021 (08:11:00)	00:26	00:26	138	1			
48	14-10-2021 (16:12:34)	15-10-2021 (09:52:19)	17:39	02:59	133474	17			
49	19-10-2021 (15:33:36)	19-10-2021 (16:07:19)	00:33	00:33	25247	1			
50	31-10-2021 (18:04:00)	31-10-2021 (18:22:00)	00:18	00:18	128	1			
51	13-11-2021 (09:07:45)	13-11-2021 (21:56:12)	12:48	09:20	432017	12			

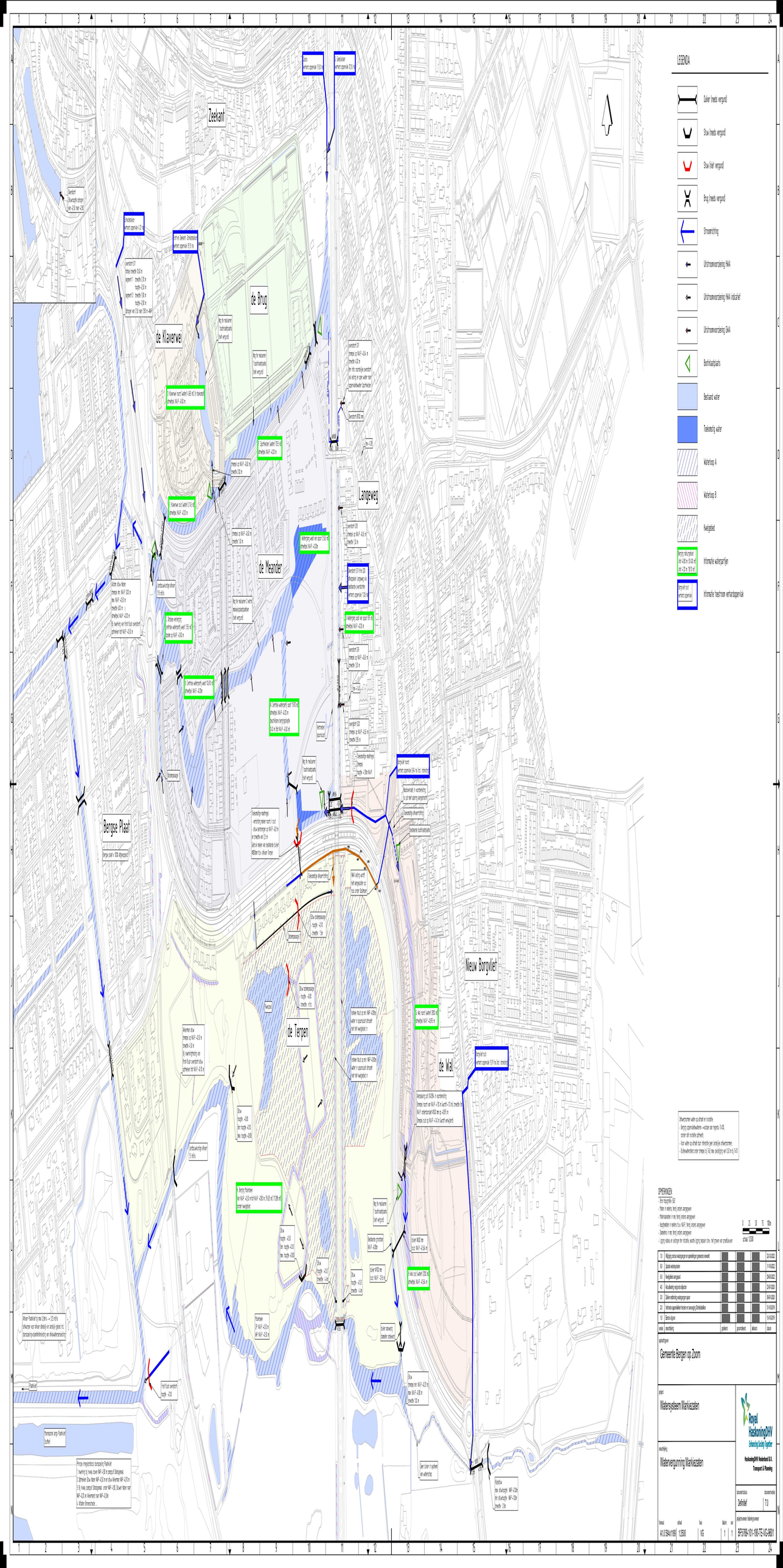
Bijlage 3 Vergelijking overstortingen metingen vs model OVS2

Rapportage	CIW
Periode	01-03-2019 (08:06:00) t/m 30-11-2021 (08:06:00)
Locatie	200: Noordzijde Haven (klein Spuihuis)
Locatie soort	Overstort
Werkgebied	Waterkringwest: Werkgebied
Bron	Meetwaarden
Datum rapport	30-11-2021 (08:07:41))
Drempelhoogte	2.59 mNAP 01-03-2019 (08:06:00) t/m 30-11-2021 (08:07:41)
Drempelbreedte	11.70 m
Afvoercoefficient	0.87 ..

OVERSTORTNUMMER	BEGIN OVERSTORT	EINDE OVERSTORT	BRUTO OVERSTORTDUUR (uren:minuten)	NETTO OVERSTORTDUUR (uren:minuten)	OVERSTORT VOLUME (grove schatting, m3)	PENDELS	**Modelresultaten** Begin overstort	Overstortduur (uren:minuten)	Overstortvolume (m3)
1	07-03-2019 (06:36:47)	07-03-2019 (10:22:35)	03:45	03:45	5244	1			
2	05-06-2019 (22:44:26)	06-06-2019 (09:15:11)	10:30	09:44	13424	11	05-06-19 20:46	06:47	7482
3	15-06-2019 (06:31:37)	15-06-2019 (14:10:41)	07:39	07:35	5489	2	15-06-19 04:32	01:33	3083
4	26-09-2019 (20:31:10)	27-09-2019 (04:22:11)	07:51	07:33	8484	2			
5	29-09-2019 (15:05:05)	29-09-2019 (21:06:59)	06:01	05:51	4993	3			
6	01-10-2019 (08:40:37)	01-10-2019 (19:42:20)	11:01	05:11	4981	4	01-10-19 15:07	02:13	622
7	26-02-2020 (03:21:18)	26-02-2020 (05:40:40)	02:19	02:18	2338	2			
8	05-03-2020 (20:06:37)	06-03-2020 (03:37:38)	07:31	07:29	5067	1			
9	10-03-2020 (04:19:24)	10-03-2020 (13:20:41)	09:01	03:35	1589	5			
10	12-03-2020 (03:09:49)	12-03-2020 (04:08:47)	00:58	00:56	134	2			
11	05-06-2020 (11:49:26)	05-06-2020 (18:18:12)	06:28	06:28	7236	1			
12	12-06-2020 (23:24:44)	13-06-2020 (03:41:31)	04:16	03:51	2125	6			
13	17-06-2020 (19:01:26)	17-06-2020 (21:13:15)	02:11	02:11	3140	1	17-06-20 17:21	01:29	1058
14	19-06-2020 (17:41:34)	19-06-2020 (18:06:36)	00:25	00:10	1650	2			
15	01-07-2020 (07:11:22)	01-07-2020 (21:42:30)	14:31	14:31	19962	1			
							11-08-20 19:56	00:59	520
							13-08-20 17:32	00:38	106
16	16-08-2020 (18:12:27)	16-08-2020 (20:01:44)	01:49	01:48	5483	2	16-08-20 16:46	01:34	1455
17	26-09-2020 (02:26:05)	26-09-2020 (05:15:46)	02:49	02:48	2364	1	26-09-20 01:53	01:06	588
18	27-09-2020 (05:29:16)	27-09-2020 (06:25:20)	00:56	00:56	178	1			
19	28-01-2021 (10:02:01)	28-01-2021 (10:36:04)	00:34	00:30	31	3			
20	17-05-2021 (13:24:58)	17-05-2021 (13:25:54)	00:00	00:00	74	1			
21	20-06-2021 (01:06:04)	20-06-2021 (02:06:18)	01:00	01:00	3699	1	19-06-21 22:01	02:14	4102
22	25-07-2021 (20:54:57)	26-07-2021 (14:46:22)	17:51	02:28	10772	3	25-07-21 19:02	01:48	4038
							07-08-21 15:36	01:19	2474
23	03-10-2021 (08:00:42)	03-10-2021 (15:04:06)	07:03	02:48	1466	3	03-10-21 06:26	02:34	2214
24	06-10-2021 (06:38:46)	06-10-2021 (09:18:08)	02:39	02:36	2046	2			
25	31-10-2021 (17:57:15)	31-10-2021 (18:51:19)	00:54	00:54	793	1			
26	26-11-2021 (21:26:00)	27-11-2021 (00:19:12)	02:53	02:49	7021	2	26-11-21 21:21	01:48	918

Bijlage 4 Overzichtstekening Watersysteem Markiezaten

d.d. 22-12-2022, tek. Nr. BF5769-101-100-TE-VG-9601


LEGENDA
Zuiker treets vergund
Slow treets vergund
Slow tiiet vergund
Brug treets vergund
Stroomrichting
Uitstromvoorziening RWA
Uitstromvoorziening RWA industrieel
Uitstromvoorziening DWA
Beeldmeetpunten
Bestaand water
Toekomstig water
Waterloop A
Waterloop B
Kwelgebied
Bergrig rolcontainer 54 x 420 x 10 m1 m1 x 10 m 10 m1
Informatie waterpartijen
Bergrig bestaand 75 x 10 m
Informatie hoogtelijnen verharding/oppervlak
Zeekant
de Brug
de Klaverweg
Langeweg
de Meander
Berge Plaat
de Terpen
Nieuw Borgvliet
de Wal
Zeeschot
Zeeschot
Zeeschot 21
Zeeschot 21
Zeeschot 21

Bijlage 5 Waterbergingsberekening

Toekomstige situatie Markiezaten

d.d. 26-8-2022

Benodigde berging

Uitgangspunten:

- Benodigde berging nieuwe wijken	60	mm voor extra verhard oppervlak conform huidige richtlijnen Waterschap Brabantse Delta
- Benodigde berging bestaande wijken	15	mm conform afspraken met waterschap
- % verhard nieuwe wijken	0,8	indien wijk nog niet uitgewerkt is in plan; bij uitgewerkte plannen, werkelijke verhardingen gehanteerd
** waarvan dak*	*0,4*	*o.b.v. verhoudingen bepaald*
** waarvan verharding*	*0,6*	*o.b.v. verhoudingen bepaald*
- Factor Fv nieuwe wijken	1,0	(alle verhardingen worden aangesloten op hwa-stelsel)
- Factor Fv bestaande wijken	0,8	(intentie: 80% van de verhardingen wordt in toekomst afgekoppeld)
- Oppervlak oppervlaktewater op streefpeil wordt meegenomen als 'verhard' oppervlak		
	0,873	

Bepaling verhard oppervlak

	Aangesloten op hemelwaterafvoer		Aangesloten op gemengde riolering		Subtotaal	Afvoerend verhard oppervlak	Waarvan reeds verhard oppervlak	Waarvan toekomstig verhard oppervlak	Aangesloten op Markiezaten	Opmerkingen
	dakoppervlak m2	verharding m2	dakoppervlak m2	verharding m2	m2	m2	m2	m2		
Nieuwe wijken										
Klaverwei	8.201	10.789	-	-	18.990	18.990	18.990	-	Noord	
De Brug (sportvelden)	6.404	18.517	-	-	24.921	24.921	24.921	-	Noord	
De Meander	46.664	72.034	-	-	118.698	118.698	28.335	90.363	Noord	Deels uit verharding/deels uit verhoudingen. Svz feb. 2019
De Terpen	14.014	23.614	-	-	37.628	37.628	-	37.628	Zuid	Incl. kavels Markiezaatsweg zuid+terpen
Markiezaatsweg (noord)		10.842	-	-	10.842	10.842	10.842	-	Zuid	
Markiezaatsweg (zuid)		9.472	-	-	9.472	9.472	9.472	-	Zuid	Incl. rotonde tot aan spoor
Laan van Borgvliet		7.497	-	-	7.497	7.497	7.497	-	Zuid	
De Wal	18.044	28.809	-	-	46.853	46.853	14.585	32.268	Zuid	Zonnetrap, wonen op de wal+deels obv verhouding. SvZ feb. 2019
Scheldebalkon	14.160	27.002	-	-	41.162	41.162	-	41.162	Noord	Nieuwe wijk Scheldebalkon is onderdeel van Zeekant, o.b.v. bestaande situatie
Totaal Nieuwe wijken					316.063	**316.063**	**114.642**	**201.421**		
Bestaande wijken										
Zeekant minus Scheldebalkon	9.685	36.515	62.285	59.396	167.881	134.305	134.305	-	Noord	Nieuwe wijk Scheldebalkon is onderdeel van Zeekant
Het Fort	26.841	67.283	49.792	18.556	162.472	129.978	129.978	-	Noord	
Plan Langeweg	5.259	23.541	40.245	46.972	116.017	92.814	92.814	-	Noord	
Glacis	3.005	9.414	59.116	103.464	174.999	139.999	139.999	-	Noord	
G. Gezellelaan	33.319	102.414	60.151	25.721	221.605	177.284	177.284	-	Noord	
Borgvliet Noord	11.010	30.683	35.334	22.346	99.373	79.498	79.498	-	Zuid	
Borgvliet Zuid	14.236	63.600	45.968	13.876	137.680	110.144	110.144	-	Zuid	
Totaal bestaande wijken					1.080.027	**864.022**	**864.022**	-		

	Oppervlak m2		Ligt binnen Markiezaten	Opmerkingen
Oppervlaktewateren				
A. Centrale waterpartij_oost	11.970		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
B. Centrale waterpartij_west	11.138		Noord	Conform bestaand
C. Verlengde centrale waterpartij	1.355		Noord	Bodem op ca. NAP +0,9m; conform bestaand
D. Klaverwei noord	4.695		Noord	Toekomst (vlakkentekening 2017)
E. Klaverwei zuid	2.145		Noord	Conform bestaand
F. Water sportvelden	7.255		Noord	Conform bestaand
G. Ten westen van De Wal_Nrd	2.800		Zuid	Conform bestaand, streefpeil NAP +0,875m
H.Ten westen van De Wal_Zd	2.200		Zuid	Conform bestaand, streefpeil NAP +0,564m
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.565		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
J. Waterpartij ten oosten van spoor	875		Noord	Toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
Totaal oppervlaktewateren	**46.998**			

Totaal afvoerend verhard oppervlak in m2	**1.180.084**
Totaal oppervlaktewateren in m2	**46.998**
Totaal in m2	**1.227.082**
Totaal in ha	**122,7**

Benodigde berging gesplitst naar Markiezaten Noord en Zuid

Uitgangspunt:

Hemelwaterafvoer Borgvliet Noord wordt direct via een uitlaat op het oppervlaktewater De Wal noord en zuid op de Molenbeek aangesloten.

Benodigde berging	Markiezaten Noord m2	Markiezaten Zuid m2	Totaal m2	Benodigde berging mm	Benodigde berging Noord m3	Benodigde berging Zuid m3	Totaal benodigde berging m3
Nieuwe wijken	203.771	112.292	316.063	60	12.226	6.738	18.964
Bestaande wijken	674.379	189.642	864.022	15	10.116	2.845	12.960
T.b.v. Oppervlaktewater	41.998	5.000	46.998	60	2.520	300	2.820
Totaal	**920.148**	**306.934**	**1.227.082**		**24.862**	**9.882**	**34.744**

Beschikbare berging

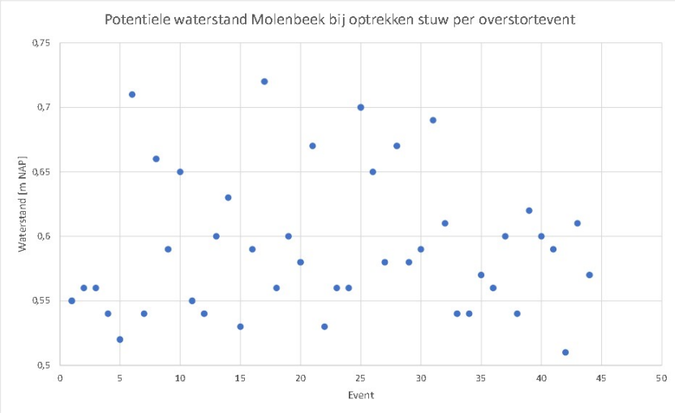
In waterpartijen

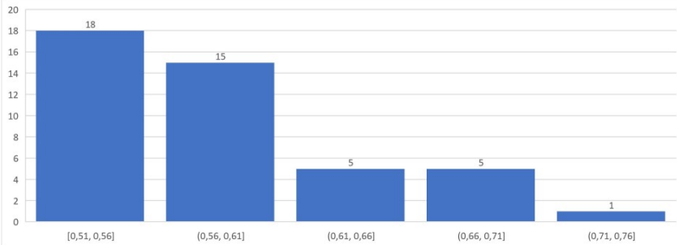
	Oppervlak m2	streefpeil m+NAP	max. peil m+NAP	peilstijging m	Beschikbare berging m3	Reeds aangelegd m2	Nog aan te leggen m2	Opmerking
NOORD								
A. Centrale waterpartij_oost	11.970	0,2	0,6	0,4	4.788	9.600	2.370	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), huidige vorm oppervlaktewater wordt gewijzigd; peil gewijzigd aug. 2022
B. Centrale waterpartij_west	11.138	0,2	0,6	0,4	4.455	11.138	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
C. Verlengde centrale waterpartij	1.355	0,9	1,1	0,2	271	1.355	-	bodem op ca. NAP +0,9m; conform bestaand
D. Klaverwei noord	4.695	0,6	1,1	0,5	2.348	1.190	3.505	toekomst (vlakkentekening 2017)
E. Klaverwei zuid	2.145	0,2	0,6	0,4	858	2.145	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
F. Water sportvelden	7.255	0,2	0,6	0,4	2.902	7.255	-	conform bestaand; peil gewijzigd aug. 2022
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.565	0,2	0,6	0,4	1.026	2.565	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), peil gewijzigd aug. 2022
J. Waterpartij ten oosten van spoor	875	0,2	0,6	0,4	350	875	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), peil gewijzigd aug. 2022
Totaal noord	41.998				16.998	36.123	5.875	
ZUID								
G. Ten westen van De Wal_Nrd	2.800	0,875	0,875	0	-	2.800	-	I.v.m. toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem voor nu geen rekening gehouden met beschikbare berging in De Wal noord
H.Ten westen van De Wal_Zd	2.200	0,564	0,8	0,236	519	2.200	-	toekomst, streefpeil NAP +0,564m
[redacted] e.o.	50.093	0,5	0,8	0,3	15.028	50.093	-	O.b.v. AHN4-berekening_augustus 2022, ZONDER KWELGEBIED
Totaal zuid	55.093				15.547	55.093	-	
Moeraszone	18.321	0,5	0,8	0,3	5.496	18.321	-	Maaiveld thv moeraszone is NAP +2,05m
TOTAAL beschikbaar toekomst					**38.041**			

	Markiezaten Noord m3	Markiezaten Zuid m3
Benodigde berging (60mm en 15mm)	24.862	9.882
Beschikbare berging	16.998	15.547
Tekort/overschot aan berging	**-7.864**	**5.665**

Bijlage 6 Waterkwaliteitsberekening

	starttijden	eindtijden	overstortduur (mins)	overstortvolume firstflush (m3)	overstortvolume overstort11 (m3)	volume over hazen (m3)	volume over akkermans (m3)	waterstand max hazen (mnap)	waterstand max akkermans (mnap)	volume door waterstand Hazen (m3)	volume door waterstand Akkermans (m3)	max vol Hazen (m3)	max vol Molenbeek (m3)	vol def Hazen (m3)	vol def Akkermans (m3)	potentieel peil Molenbeek (mnap)
0	1-1-2012 21:40	1-1-2012 23:14	94	1524		0	990	0,237	0,51	1330	129	14380	15028	1330	1119	0,55
1	9-5-2012 03:41	9-5-2012 05:05	84,3	887		2463	1041	0,217	0,511	611	141	14380	15028	3074	1183	0,56
2	3-6-2012 06:31	3-6-2012 08:00	89,5	939		2190	1131	0,212	0,51	431	129	14380	15028	2621	1259	0,56
3	4-6-2012 10:26	4-6-2012 11:25	59,8	372		1427	662	0,203	0,509	108	116	14380	15028	1535	778	0,54
4	18-6-2012 07:01	18-6-2012 07:20	19,6	15		283	244	0,206	0,51	216	129	14380	15028	498	372	0,52
5	5-7-2012 18:51	5-7-2012 23:55	304,7	8118	5598	9708	7431	0,439	0,547	8592	604	14380	15028	14380	8035	0,71
6	12-9-2012 23:46	13-9-2012 00:40	54,7	164		1100	609	0,202	0,509	72	116	14380	15028	1172	725	0,54
7	27-7-2013 22:11	28-7-2013 00:35	144,7	4963	3904	3610	4637	0,404	0,533	7334	424	14380	15028	10944	5061	0,66
8	10-9-2013 20:01	10-9-2013 23:30	209,8	2209		4819	2101	0,208	0,51	288	129	14380	15028	5106	2230	0,59
9	13-10-2013 08:16	13-10-2013 14:50	394,7	5289		8053	4293	0,288	0,512	3164	154	14380	15028	11217	4448	0,65
10	8-11-2013 18:21	8-11-2013 19:21	60	922		1799	952	0,207	0,512	252	154	14380	15028	2050	1106	0,55
11	22-7-2014 04:01	22-7-2014 05:00	59,8	380		1314	709	0,205	0,51	180	129	14380	15028	1493	837	0,54
12	25-8-2014 23:51	26-8-2014 03:35	224,7	1969		4888	2156	0,205	0,51	180	129	14380	15028	5068	2284	0,6
13	27-12-2014 05:56	27-12-2014 12:25	389,8	1458		7440	3458	0,207	0,511	252	141	14380	15028	7692	3599	0,63
14	8-1-2015 14:41	8-1-2015 16:00	79	528		1823	554	0,203	0,508	108	103	14380	15028	1931	657	0,53
15	5-5-2015 00:31	5-5-2015 02:05	94,8	2492	601	3156	1756	0,257	0,517	2049	218	14380	15028	5205	1975	0,59
16	13-8-2015 18:56	13-8-2015 22:15	199,8	7467	5185	5760	7795	0,502	0,555	10857	707	14380	15028	14380	8502	0,72
17	26-8-2015 19:16	26-8-2015 20:23	67,4	522		1288	1147	0,213	0,516	467	206	14380	15028	1755	1352	0,56
18	30-8-2015 22:01	31-8-2015 00:25	144,8	3495	2632	4918	2213	0,31	0,521	3954	270	14380	15028	8872	2482	0,6
19	4-9-2015 23:01	5-9-2015 00:48	107,5	1284		2761	1740	0,213	0,517	467	218	14380	15028	3229	1959	0,58
20	30-5-2016 11:01	30-5-2016 22:25	684,6	2159		11699	5128	0,21	0,511	359	141	14380	15028	12058	5269	0,67
21	6-11-2016 16:26	6-11-2016 17:30	64,6	511		1513	511	0,211	0,51	395	129	14380	15028	1908	640	0,53
22	12-1-2017 22:31	13-1-2017 02:15	224,8	451		4311	1196	0,204	0,506	144	77	14380	15028	4455	1273	0,56
23	9-6-2017 07:21	9-6-2017 08:55	94,8	1143		2274	1194	0,203	0,512	108	154	14380	15028	2382	1348	0,56
24	12-7-2017 04:26	12-7-2017 10:55	389,9	9478	87	10048	6610	0,368	0,515	6040	193	14380	15028	14380	6803	0,7
25	14-9-2017 13:56	14-9-2017 18:10	254,8	6296		6712	4375	0,324	0,514	4458	180	14380	15028	11169	4555	0,65
26	10-4-2018 23:26	11-4-2018 01:15	109,2	2466	75	3609	1787	0,211	0,513	395	167	14380	15028	4005	1954	0,58
27	29-5-2018 14:56	29-5-2018 19:35	279,8	5756	1852	7581	4951	0,298	0,527	3523	347	14380	15028	11104	5298	0,67
28	31-5-2018 08:56	31-5-2018 11:00	124,6	2144		3126	1740	0,208	0,513	288	167	14380	15028	3413	1907	0,58
29	25-8-2018 06:11	25-8-2018 08:45	154,2	2531		4231	2023	0,229	0,513	1043	167	14380	15028	5273	2190	0,59
30	5-6-2019 20:51	6-6-2019 03:30	399,8	6957	1180	11928	6156	0,31	0,523	3954	296	14380	15028	14380	6451	0,69
31	15-6-2019 04:31	15-6-2019 06:22	111,5	2978	718	3717	2443	0,251	0,518	1833	231	14380	15028	5551	2674	0,61
32	1-10-2019 15:11	1-10-2019 17:20	129,8	784		2024	718	0,211	0,511	395	141	14380	15028	2420	859	0,54
33	17-6-2020 17:16	17-6-2020 18:45	89,8	988		2296	678	0,207	0,507	252	90	14380	15028	2548	768	0,54
34	11-8-2020 19:46	11-8-2020 21:10	84,6	903		1632	1300	0,21	0,517	359	218	14380	15028	1992	1518	0,57
35	13-8-2020 17:21	13-8-2020 18:00	39,8	364		1338	993	0,212	0,522	431	283	14380	15028	1769	1276	0,56
36	16-8-2020 16:41	16-8-2020 18:25	104,9	1680		3009	2173	0,224	0,524	863	308	14380	15028	3872	2482	0,6
37	26-9-2020 01:51	26-9-2020 03:05	74,5	411		1914	618	0,21	0,509	359	116	14380	15028	2273	734	0,54
38	19-6-2021 22:01	20-6-2021 00:35	154,4	4377	19	5083	2905	0,235	0,518	1258	231	14380	15028	6341	3136	0,62
39	25-7-2021 19:16	25-7-2021 21:05	109,1	3273	1234	3205	2168	0,306	0,52	3811	257	14380	15028	7016	2425	0,6
40	7-8-2021 15:01	7-8-2021 17:15	134,8	2394	361	3951	1830	0,24	0,514	1438	180	14380	15028	5389	2010	0,59
41	21-8-2021 20:57	21-8-2021 21:15	18,4	5		274	200	0,203	0,507	108	90	14380	15028	382	290	0,51
42	3-10-2021 06:06	3-10-2021 09:25	199,3	2402		5170	2513	0,22	0,511	719	141	14380	15028	5889	2654	0,61
43	26-11-2021 20:46	26-11-2021 23:20	154	1205		3549	1394	0,21	0,507	359	90	14380	15028	3908	1483	0,57





BZV	Overstortwater	60	mg/l	"De fijne fractie BZV(oneindig) uit overstort zonder bergbezinkbassin bedraagt ongeveer 60 mg O2/l (bron: STOWA 2004-01 TEWOR VOOR DUFLOW EN SOBEK)"
O2	Plaatvliet	8	mg/l	
	Doel (meer dan)	3	mg/l	
Fosfor (P)	Overstortwater	3,5	mg/l	
	Overstortwater	5	mg/l	"(op basis van influent Dongemond)"
	Plaatvliet/Doel	0,38	mg/l	
Volume	Plaatvliet	36000	m3	
	Doorspoelvolume	18000	m3	

FALSE
TRUE

Van vorig tabblad				
starttijden	overstortvolume firstflush (m3)	overstortvolume overstort11 (m3)	vol def Hazen (m3)	vol def Akkermans (m3)
1-1-2012 21:40	1524	0	1330	1119
9-5-2012 03:41	887	0	3074	1183
3-6-2012 06:31	939	0	2621	1259
4-6-2012 10:26	372	0	1535	778
###########	15	0	498	372
5-7-2012 18:51	8118	5598	14380	8035
###########	164	0	1172	725
###########	4963	3904	10944	5061
###########	2209	0	5106	2230
###########	5289	0	11217	4448
###########	922	0	2050	1106
###########	380	0	1493	837
###########	1969	0	5068	2284
###########	1458	0	7692	3599
8-1-2015 14:41	528	0	1931	857
5-5-2015 00:31	2492	601	5205	1975
###########	7467	5185	14380	8502
###########	522	0	1755	1352
###########	3495	2632	8872	2482
4-9-2015 23:01	1284	0	3229	1959
###########	2159	0	12058	5269
###########	511	0	1908	640
###########	451	0	4455	1273
9-6-2017 07:21	1143	0	2382	1348
###########	9478	87	14380	6803
###########	6296	0	11169	4555
###########	2466	75	4005	1954
###########	5756	1852	11104	5298
###########	2144	0	3413	1907
###########	2531	0	5273	2190
5-6-2019 20:51	6957	1180	14380	6451
###########	2978	718	5551	2674
###########	784	0	2420	859
###########	983	0	2548	768
###########	903	0	1992	1518
###########	364	0	1769	1276
###########	1630	0	3872	2482
###########	411	0	2273	734
###########	4377	19	6341	3136
###########	3273	1234	7016	2425
7-8-2021 15:01	2994	361	5389	2010
###########	5	0	382	290
###########	2402	0	5889	2654
###########	1205	0	3908	1483

BZV Plaatvliet

BZV onder 5 krijgen	0		1		2		3		Aantal keer mengen	Benodigd spoelwater (m3)	Vastgehouden spoelwater	Benodigd vanuit Binnenschelde
2,5	TRUE	2,5	TRUE	2,5	TRUE	2,5	TRUE	0	0	2449	0	
1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	0	0	4257	0	
1,6	TRUE	1,6	TRUE	1,6	TRUE	1,6	TRUE	0	0	3880	0	
0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0	0	2313	0	
0,0	TRUE	0,0	TRUE	0,0	TRUE	0,0	TRUE	0	0	870	0	
22,9	FALSE	11,4	FALSE	5,7	FALSE	2,9	TRUE	3	54000	22415	31585	
0,3	TRUE	0,3	TRUE	0,3	TRUE	0,3	TRUE	0	0	1897	0	
14,8	FALSE	7,4	FALSE	3,7	TRUE	3,7	TRUE	2	36000	16005	19995	
3,7	TRUE	3,7	TRUE	3,7	TRUE	3,7	TRUE	0	0	7336	0	
8,8	FALSE	4,4	TRUE	4,4	TRUE	4,4	TRUE	1	18000	15665	2335	
1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	0	0	3156	0	
0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0	0	2330	0	
3,3	TRUE	3,3	TRUE	3,3	TRUE	3,3	TRUE	0	0	7352	0	
2,4	TRUE	2,4	TRUE	2,4	TRUE	2,4	TRUE	0	0	11291	0	
0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0	0	2588	0	
5,2	FALSE	2,6	TRUE	2,6	TRUE	2,6	TRUE	1	18000	7180	10820	
21,1	FALSE	10,5	FALSE	5,3	FALSE	2,6	TRUE	3	54000	22882	31118	
0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0	0	3107	0	
10,2	FALSE	5,1	FALSE	2,6	TRUE	2,6	TRUE	2	36000	11354	24646	
2,1	TRUE	2,1	TRUE	2,1	TRUE	2,1	TRUE	0	0	5188	0	
3,6	TRUE	3,6	TRUE	3,6	TRUE	3,6	TRUE	0	0	17327	0	
0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0,9	TRUE	0	0	2548	0	
0,8	TRUE	0,8	TRUE	0,8	TRUE	0,8	TRUE	0	0	5728	0	
1,9	TRUE	1,9	TRUE	1,9	TRUE	1,9	TRUE	0	0	3730	0	
15,9	FALSE	8,0	FALSE	4,0	TRUE	4,0	TRUE	2	36000	21183	14817	
10,5	FALSE	5,2	FALSE	2,6	TRUE	2,6	TRUE	2	36000	15724	20276	
4,2	TRUE	4,2	TRUE	4,2	TRUE	4,2	TRUE	0	0	5959	0	
12,7	FALSE	6,3	FALSE	3,2	TRUE	3,2	TRUE	2	36000	16402	19598	
3,6	TRUE	3,6	TRUE	3,6	TRUE	3,6	TRUE	0	0	5320	0	
4,2	TRUE	4,2	TRUE	4,2	TRUE	4,2	TRUE	0	0	7463	0	
13,6	FALSE	6,8	FALSE	3,4	TRUE	3,4	TRUE	2	36000	20831	15169	
6,2	FALSE	3,1	TRUE	3,1	TRUE	3,1	TRUE	1	18000	8225	9775	
1,3	TRUE	1,3	TRUE	1,3	TRUE	1,3	TRUE	0	0	3279	0	
1,6	TRUE	1,6	TRUE	1,6	TRUE	1,6	TRUE	0	0	3316	0	
1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	1,5	TRUE	0	0	3510	0	
0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0,6	TRUE	0	0	3045	0	
2,8	TRUE	2,8	TRUE	2,8	TRUE	2,8	TRUE	0	0	6354	0	
0,7	TRUE	0,7	TRUE	0,7	TRUE	0,7	TRUE	0	0	3007	0	
7,3	FALSE	3,7	TRUE	3,7	TRUE	3,7	TRUE	1	18000	9477	8523	
7,5	FALSE	3,8	TRUE	3,8	TRUE	3,8	TRUE	1	18000	9441	8559	
4,6	TRUE	4,6	TRUE	4,6	TRUE	4,6	TRUE	0	0	7399	0	
0,0	TRUE	0,0	TRUE	0,0	TRUE	0,0	TRUE	0	0	672	0	
4,0	TRUE	4,0	TRUE	4,0	TRUE	4,0	TRUE	0	0	8543	0	
2,0	TRUE	2,0	TRUE	2,0	TRUE	2,0	TRUE	0	0	5391	0	

Fosfor (P) Plaatvliet (bij 3,5 mg/l in overstortwater)

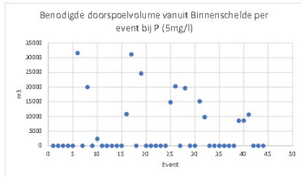
0		1		2		3		Aantal keer mengen	Benodigd spoelwater (m3)	Vastgehouden spoelwater	Benodigd vanuit Binnenschelde
0,15	TRUE	0,15	TRUE	0,15	TRUE	0,15	TRUE	0	0	2449	0
0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0	0	4257	0
0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0	0	3880	0
0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0	0	2313	0
0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0	0	870	0
1,33	FALSE	0,67	FALSE	0,33	TRUE	0,33	TRUE	2	36000	22415	13585
0,02	TRUE	0,02	TRUE	0,02	TRUE	0,02	TRUE	0	0	1897	0
0,86	FALSE	0,43	FALSE	0,22	TRUE	0,22	TRUE	2	36000	16005	19995
0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0	0	7336	0
0,51	FALSE	0,26	TRUE	0,26	TRUE	0,26	TRUE	1	18000	15665	2335
0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0	0	3156	0
0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0	0	2330	0
0,19	TRUE	0,19	TRUE	0,19	TRUE	0,19	TRUE	0	0	7352	0
0,14	TRUE	0,14	TRUE	0,14	TRUE	0,14	TRUE	0	0	11291	0
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	2588	0
0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0	0	7180	0
1,23	FALSE	0,62	FALSE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	2	36000	22882	13118
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	3107	0
0,60	FALSE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	1	18000	11354	6646
0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0	0	5188	0
0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0	0	17327	0
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	2548	0
0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0	0	5728	0
0,11	TRUE	0,11	TRUE	0,11	TRUE	0,11	TRUE	0	0	3730	0
0,93	FALSE	0,46	FALSE	0,23	TRUE	0,23	TRUE	2	36000	21183	14817
0,61	FALSE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	1	18000	15724	2276
0,25	TRUE	0,25	TRUE	0,25	TRUE	0,25	TRUE	0	0	5959	0
0,74	FALSE	0,37	TRUE	0,37	TRUE	0,37	TRUE	1	18000	16402	1598
0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0	0	5320	0
0,25	TRUE	0,25	TRUE	0,25	TRUE	0,25	TRUE	0	0	7463	0
0,79	FALSE	0,40	FALSE	0,20	TRUE	0,20	TRUE	2	36000	20831	15169
0,36	TRUE	0,36	TRUE	0,36	TRUE	0,36	TRUE	0	0	8225	0
0,08	TRUE	0,08	TRUE	0,08	TRUE	0,08	TRUE	0	0	3279	0
0,10	TRUE	0,10	TRUE	0,10	TRUE	0,10	TRUE	0	0	3316	0
0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0,09	TRUE	0	0	3510	0
0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0	0	3045	0
0,16	TRUE	0,16	TRUE	0,16	TRUE	0,16	TRUE	0	0	6354	0
0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0,04	TRUE	0	0	3007	0
0,43	FALSE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	1	18000	9477	8523
0,44	FALSE	0,22	TRUE	0,22	TRUE	0,22	TRUE	1	18000	9441	8559
0,27	TRUE	0,27	TRUE	0,27	TRUE	0,27	TRUE	0	0	7399	0
0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0	0	672	0
0,23	TRUE	0,23	TRUE	0,23	TRUE	0,23	TRUE	0	0	8543	0
0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0	0	5391	0

Fosfor (P) Plaatvliet (bij 5 mg/l in overstortwater)

0		1		2		3		Aantal keer mengen	Benodigd spoelwater (m3)	Vastgehouden spoelwater	Benodigd vanuit Binnenschelde
0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0	0	2449	0
0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0,12	TRUE	0	0	4257	0
0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0	0	3880	0
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	2313	0
0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0	0	870	0
1,91	FALSE	0,95	FALSE	0,48	FALSE	0,24	TRUE	3	54000	22415	31585
0,02	TRUE	0,02	TRUE	0,02	TRUE	0,02	TRUE	0	0	1897	0
1,23	FALSE	0,62	FALSE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	2	36000	16005	19995
0,31	TRUE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	0	0	7336	0
0,73	FALSE	0,37	TRUE	0,37	TRUE	0,37	TRUE	1	18000	15665	2335
0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0	0	3156	0
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	2330	0
0,27	TRUE	0,27	TRUE	0,27	TRUE	0,27	TRUE	0	0	7352	0
0,20	TRUE	0,20	TRUE	0,20	TRUE	0,20	TRUE	0	0	11291	0
0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0	0	2588	0
0,43	FALSE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	1	18000	7180	10820
1,76	FALSE	0,88	FALSE	0,44	FALSE	0,22	TRUE	3	54000	22882	31118
0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0	0	3107	0
0,85	FALSE	0,43	FALSE	0,21	TRUE	0,21	TRUE	2	36000	11354	24646
0,18	TRUE	0,18	TRUE	0,18	TRUE	0,18	TRUE	0	0	5188	0
0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0	0	17327	0
0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0,07	TRUE	0	0	2548	0
0,06	TRUE	0,06	TRUE	0,06	TRUE	0,06	TRUE	0	0	5728	0
0,16	TRUE	0,16	TRUE	0,16	TRUE	0,16	TRUE	0	0	3730	0
1,33	FALSE	0,66	FALSE	0,33	TRUE	0,33	TRUE	2	36000	21183	14817
0,87	FALSE	0,44	FALSE	0,22	TRUE	0,22	TRUE	2	36000	15724	20276
0,35	TRUE	0,35	TRUE	0,35	TRUE	0,35	TRUE	0	0	5959	0
1,06	FALSE	0,53	FALSE	0,26	TRUE	0,26	TRUE	2	36000	16402	19598
0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0,30	TRUE	0	0	5320	0
0,35	TRUE	0,35	TRUE	0,35	TRUE	0,35	TRUE	0	0	7463	0
1,13	FALSE	0,57	FALSE	0,28	TRUE	0,28	TRUE	2	36000	20831	15169
0,51	FALSE	0,26	TRUE	0,26	TRUE	0,26	TRUE	1	18000	8225	9775
0,11	TRUE	0,11	TRUE	0,11	TRUE	0,11	TRUE	0	0	3279	0
0,14	TRUE	0,14	TRUE	0,14	TRUE	0,14	TRUE	0	0	3316	0
0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0,13	TRUE	0	0	3510	0
0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0,05	TRUE	0	0	3045	0
0,23	TRUE	0,23	TRUE	0,23	TRUE	0,23	TRUE	0	0	6354	0
0,06	TRUE	0,06	TRUE	0,06	TRUE	0,06	TRUE	0	0	3007	0
0,61	FALSE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	1	18000	9477	8523
0,63	FALSE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	0,31	TRUE	1	18000	9441	8559
0,38	FALSE	0,19	TRUE	0,19	TRUE	0,19	TRUE	1	18000	7399	10601
0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0,00	TRUE	0	0	672	0
0,33	TRUE	0,33	TRUE	0,33	TRUE	0,33	TRUE	0	0	8543	0
0,17	TRUE	0,17	TRUE	0,17	TRUE	0,17	TRUE	0	0	5391	0

OVERZICHT
Benodigd vanuit Binnenschelde

BZV	P (3,5 mg/l)	P (5mg/l)
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
31585	13585	31585
0	0	0
19995	19995	19995
0	0	0
2335	2335	2335
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
10820	0	10820
31118	13118	31118
0	0	0
24646	6646	24646
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
14817	14817	14817
20276	2276	20276
0	0	0
19598	1598	19598
0	0	0
0	0	0
15169	15169	15169
9775	0	9775
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
8523	8523	8523
8559	8559	8559
0	0	10601
0	0	0
0	0	0
0	0	0



Bijlage 9

Doorspoelprotocol Plaatvliet (Omloop Bergse Plaat), 18-12-2000

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Breda, 18dec. 2000

BEDIENINGSVOORSCHRIFT

Doorspoelduiker Plaatvliet (Bergen op Zoom)

Dit betreft een instructie voor doorspoelen van de Plaatvliet (Omloop Bergse Plaat) na het in werking treden van de riooloverstort (nr.11) van het stadsgemaal te Bergen op Zoom. Deze instructie is reeds een aantal jaren van kracht en dient om de vuilwaterprop uit de Plaatvliet te verwijderen en te verdunnen zodat klachten over stank en mogelijke vissterfte niet optreden.

		actie door:
1.	**Signalering van de overstort**. Signalering van een (mogelijke) overstort vindt plaats via niveaumeting van de vijzelkolk in het HWB-persstation te Bergen op Zoom. Omdat het verhang tussen de overstortlocatie en het vijzelgemaal afhankelijk is van de bedrijfssituatie in het vijzelgemaal kan een van de twee volgende meldingen komen: a) overstort bij 2 draaiende vijzels (= 71% ~ 2.15 m + NAP) b) overstort bij stilstaande vijzels (= 78% ~ 2.50 m + NAP) De overstort wordt behandeld als niet urgente klacht (alleen op werkdagen van 8.00 - 16.30 uur; meldingen buiten deze uren worden vastgehouden, doch zo spoedig mogelijk doorgegeven).	HWB-persstation
2.	**Afhandeling van de overstortmelding**. Na automatische melding van een overstort moet eerst beoordeeld worden hoe lang de overstort geduurd heeft (zie schrijver van de vijzels in het persstation). a) Bij geringe overstorten (korter dan 15 minuten) vindt géén doorspoeling plaats. b) Bij overstorten langer dan 15 minuten moet de doorspoelafsluiter aan de Binnenschelde geopend worden. In dit geval vindt telefonische melding aan het Waterschap Scheldekwartier plaats. [redacted] tel. 06-[redacted], of direct aan het waterschap tel 0165-304606). Buiten kantoor uren krijgt de beller het Nood-nummer van het waterschap Scheldekwartier te horen. Bij het bellen van dit nummer krijgt men degene die piketdienst heeft. Hierbij worden <u>begintijd en eindtijd</u> van de overstort gemeld.	HWB--persstation HWB-persstation + waterschap
3.	**Bediening van de doorspoelafsluiter** Door het waterschap wordt zo spoedig mogelijk na de overstort melding overgegaan tot het openen van de doorspoelduiker. Voordat de doorspoelafsluiter geopend wordt dient gecontroleerd te worden of de doorgang vrij is van waterplanten e.d. Indien sprake is van opeenhoping dient het rooster uiteraard eerst opgeschoond te worden. Tevens aandacht vragen voor schoning van doorspoelafsluiter bij reguliere maaibeheersakties door gemeente.	waterschap
	Tabel 1: stroomsnelheidmetingen 28/06/2011 door [redacted] en [redacted]	waterschap

Aantal slagen open	Berekend debiet
10	40 l/s
25	300 l/s
40	700 l/s
60 (niet getest)	Circa 1000 l/s (geëxtrapoleerd)

-Doorspoelen van traject A - B (zie bijlage) zal met een debiet van 700 l/s ongeveer 17 uur duren.

-Het doorspoelen van het gehele traject A - D (zie bijlage) zal bij een debiet van 700 l/s ongeveer 2 dagen duren

-Uitgaande van een oppervlakte van de Binnenschelde van 180 ha zorgt het doorspoelen van het traject A-B voor een peildaling van circa 3 cm in de Binnenschelde. Doorspoelen van het traject AD levert circa 7 cm peildaling op.

waterschap

waterschap

HWB persstation

Allen

De tijdsduur van doorspoelen wordt eventueel verkort indien voor het peilbeheer een ontoelaatbare situatie ontstaat (peil van de Binnenschelde lager van 1.40+ NAP). Verder verdunning kan dan optreden door gemaal Hazen, maar ook door de neerslag op de Bergse plaat. Er is hier een gescheiden rioolstelsel aanwezig. Het is beter dat in de Plaatvliet schoon regenwater, of water dat van het gemaal Hazen komt, dan water uit de Binnenschelde, waarin algenbloei aanwezig is.

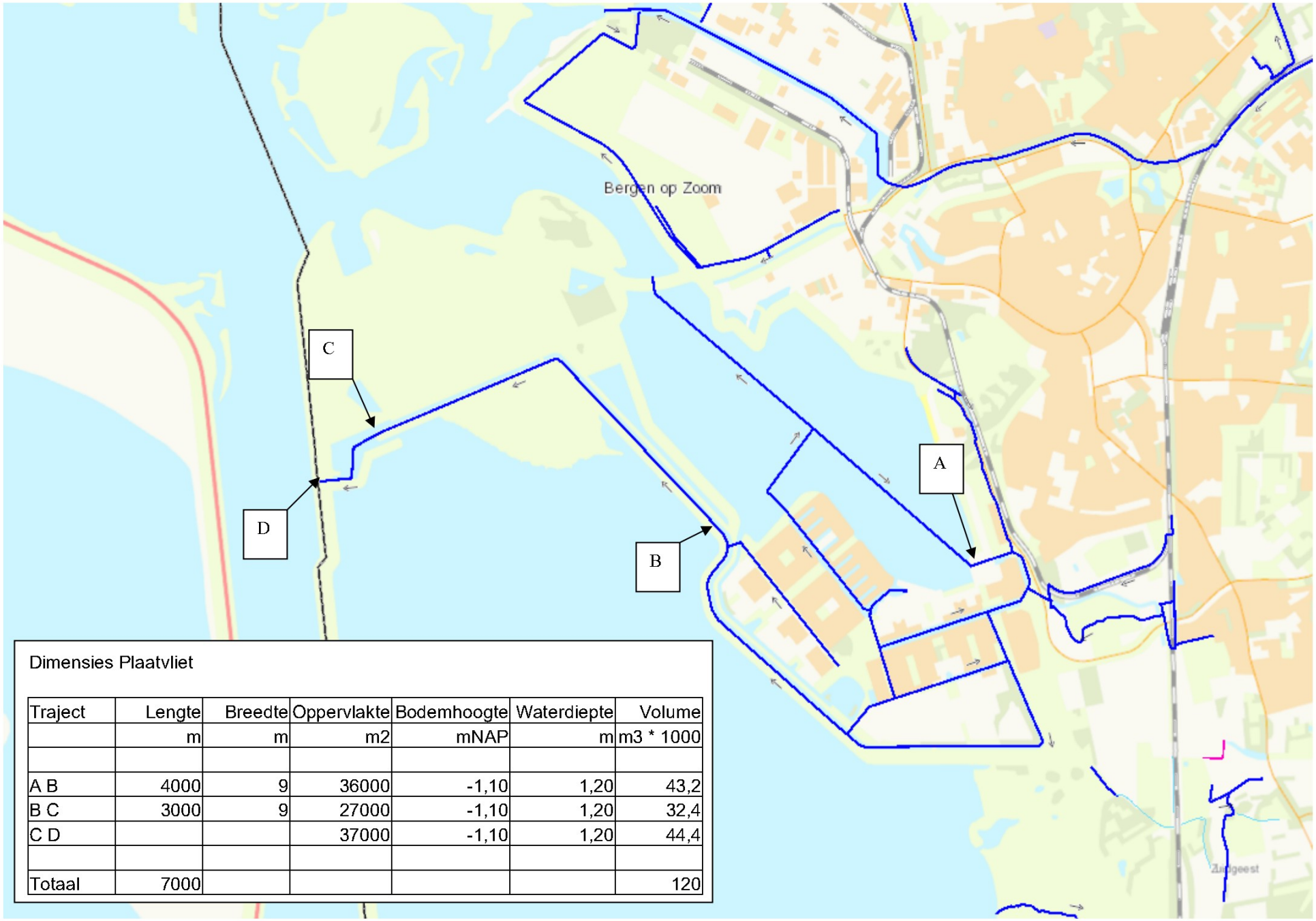
4. **Administratieve afhandeling**

a) Een gesignaleerde overstort waarop actie ondernomen is, wordt telefonisch gemeld aan het HWB. Contactpersonen zijn [redacted] 0765-641511 en/of [redacted] 0765-651518.

b) Er wordt genoteerd wanneer de afsluiter geopend en gesloten is. Eén maal per halfjaar wordt hiervan een afschrift aan het HWB (t.a.v. P. van Iersel) gestuurd.

c) Op het persstation van het HWB wordt ook elk jaar de overstortduur en de vastgestelde peilverhoging genoteerd en hiervan wordt jaarlijks een overzicht van aan het bureau Bureau Watersystemen en het waterschap Scheldekwartier gezonden.

d) Eenmaal per jaar wordt dit bedieningsvoorschrift met de betrokkenen geëvalueerd.



Dimensies Plaatvliet

Traject	Lengte	Breedte	Oppervlakte	Bodemhoogte	Waterdiepte	Volume
	m	m	m2	mNAP	m	m3 * 1000
A B	4000	9	36000	-1,10	1,20	43,2
B C	3000	9	27000	-1,10	1,20	32,4
C D			37000	-1,10	1,20	44,4
Totaal	7000					120