

RAPPORT

Overall-watervergunning Markiezen Bergen op Zoom

Klant: Gemeente Bergen op Zoom

Referentie: BF5769_T&P_RP_2010141149

Status: Definitief/3.0

Datum: 14 oktober 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Larixplein 1
5616 VB EINDHOVEN
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

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

Titel document: Overall-watervergunning Markiezen Bergen op Zoom

Ondertitel:
Referentie: BF5769_T&P_RP_2010141149
Status: 3.0/Definitief
Datum: 14 oktober 2020
Projectnaam:
Projectnummer: BF5769
Auteur(s): Hilde van Daal

Gecontroleerd door: Dirk van Daal

Datum: 14 oktober 2020



Goedgekeurd door: Dirk van Daal

Datum: 14 oktober 2020



Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden vervaelvoudigd 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 persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Uitgangsdocumenten en afspraken	2
2.1	Uitgangsdocumenten	2
2.2	Afspraken met waterschap	2
3	Werking totale watersysteem Markiezzaten hemelwater	4
4	Waterberging Markiezzaten	6
4.1	Wijziging waterberging	6
4.2	Benodigde berging	6
4.3	Beschikbare waterberging	9
4.4	Stand van zaken reeds vergunde waterpartijen	10
4.5	Bodempassages	11
4.6	Stuwvoorzieningen	12
4.7	Bootinlaten/maaisel oplaadplaats	12
4.8	Duikers	12
4.9	Bruggen	13
4.10	Uitstroomvoorzieningen	13
4.11	Afspraken beheer en Onderhoud	13

Bijlagen

- 1 Overzichtstekening Watersysteem Markiezzaten, d.d. 23-07-2020, tek.nr. BF5769-101-100-TE-VG-9601
- 2 Waterbergingsberekening
- 3 Verhardingstekening Markiezzaten, stand van zaken februari 2019
- 4 Tekening bodempassages Markiezzaatsweg, d.d. 10-03-2008, tek.nr. W1102-76/D01
- 5 Tekening Ontwerp zuiverende lavakoffer Markiezzaatsweg, d.d. 16-02-2016, tek.nr. BD1094-UO-101-waterberging goudbaard
- 6 Eisen en randvoorwaarden 'Inlaadplaats maaiboot en maaisellos- en laadplaats' (ontvangen van waterschap
- 7 Beheerafspraken waterschap Brabantse Delta Markiezzaten, 31 mei 2016, kenmerk 16UT000489

1 Inleiding

De gemeente Bergen op Zoom werkt momenteel aan de ontwikkeling De Markiezen in de gemeente Bergen op Zoom. De Nieuwe ontwikkeling De Markiezen ligt ten zuiden van het centrum van Bergen op Zoom en ten noorden van de Markiezenweg 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 Markiezen is reeds ontwikkeld. Zo zijn de wijk Klaverwei en de sportvelden De Brug en de ontsluitingsweg Markiezen Noord en Zuid geheel aangelegd; andere wijken zoals De Meander en de Wal zijn deels ontwikkeld.

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

In verband met al reeds uitgevoerde en toekomstige wijzigingen in de plannen is in overeenstemming met het waterschap besloten om een nieuwe overall-watervergunning aan te vragen voor Markiezen. Als basis voor de overall-watervergunning wordt de rapportage 'Waterafvoer De Markiezen en Plaatvliet' opgesteld in 2008 door DHV gehanteerd. Deze wordt aangevuld met een herberekening van de waterberging en de laatste wijzigingen in de inrichting. De gemeente Bergen op Zoom heeft Royal HaskoningDHV opdracht gegeven om de vergunningsaanvraag De Markiezen te verzorgen.

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 Markiezen 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 Markiezen is uitgegaan van de volgende uitgangsdocumenten:

- Rapportage 'Waterafvoer De Markiezen 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 Markiezen) en W1102-35/P08G (ontwerp noord/west Markiezen) 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. 10-03-2008;
- Revisiegegevens bestaande riolering, ontvangen van gemeente d.d. mei 2018;
- Ontwikkelingsplan De Markiezen, planontwerp, d.d. 20-12-2018, doc.nr. 249952;
- Inrichtingsplan Meander II, d.d. 26-6-2019, doc.nr. 250352;
- Verhardingstekening Markiezen, ontvangen d.d. 4-2-2019.

2.2 Afspraken met waterschap

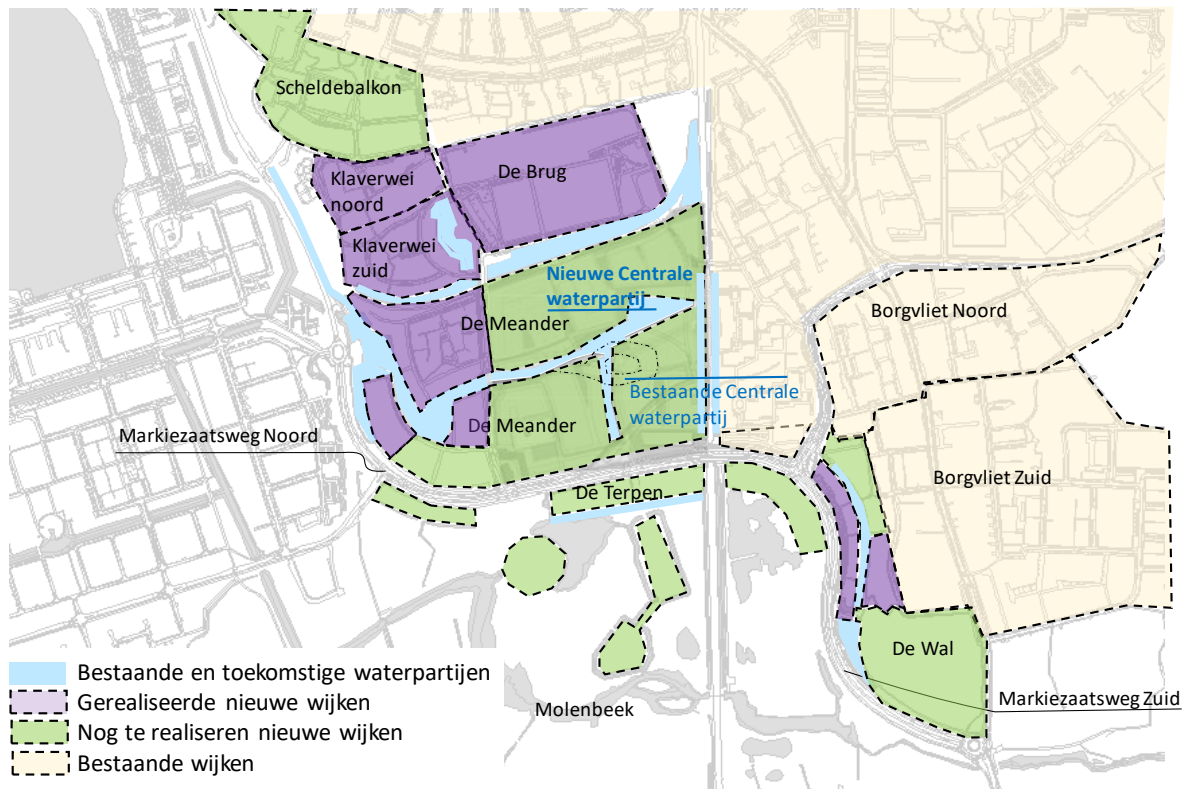
In de overleggen gevoerd in 2018 en 2019 met het waterschap en de gemeente zijn de volgende afspraken gemaakt met betrekking tot de overall-watervergunning Markiezen:

- *Wijze van aanvraag watervergunning Markiezen*
Aangezien het plangebied Markiezen 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 Markiezen. Afgesproken is om de reeds uitgevoerde werkzaamheden maar ook de nog uit te voeren werkzaamheden in Markiezen 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 Markiezen en Plaatvliet', DHV, kenmerk PD/NH/V-0038 d.d. januari 2009 inclusief de bijbehorende tekeningen nr. W1102-35/P07G (ontwerp zuid/oost Markiezen) en W1102-35/P08G (ontwerp noord/west Markiezen) d.d. 29-12-2008.

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

- *Uitvoeren herberekeningen waterberging*
Gezien de wijzigingen in de inrichtingsplannen binnen Markiezen de afgelopen jaren is afgesproken om een herberekening van de benodigde en beschikbare waterberging uit voeren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande wijken en nieuwe gerealiseerde en nog te realiseren wijken. In figuur 1 is een overzicht gegeven van de wijken in Markiezen. De gerealiseerde Markiezenweg Noord en Zuid wordt in de herberekening van de waterberging meegenomen.



Figuur 1: Overzicht bestaande wijken, gerealiseerde en nog te realiseren nieuwe wijken

Afgesproken uitgangspunten 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 afkoppelperscentage 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.
 - 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.
- *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.

3 Werking totale watersysteem Markiezzaten hemelwater

In bijlage 1 is een overzicht gegeven van het huidige en toekomstige watersysteem van Markiezzaten. 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 Markiezzaten. 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 oktober 2019) aangesloten op het oppervlaktewater binnen de Markiezzaten. Bij de bergingsberekeningen (zie paragrafen 4.2 en 4.3) is rekening gehouden met een toekomstige 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 worden ingeregeld en vertraagd 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. Het is de bedoeling dat deze systemen samen gaan werken zodat de waterberging in beide watersystemen optimaal gebruikt wordt (dynamische waterberging) en waarbij voldaan wordt aan de voorwaarden van de afvoer op de Plaatvliet. Afstemming hierover dient binnen het waterschap nog plaats te vinden.

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 streefpeil in de Centrale waterpartij is ingesteld op een hoogte van NAP +0,3m. Het water in de Centrale waterpartij en omliggende waterpartijen wordt door de automatische stuw maximaal opgezet tot een peil van NAP +1,1m (maximale stuwhoogte stuw Hazen NAP +1,0m).

De zuidelijke waterpartijen (waterpartijen ten westen van De Wal (G,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 wordt het water in de huidige situatie maximaal opzet tot een peil van NAP +1,3m. 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).

Het hemelwater afkomstig van de ontsluitingsweg Markiezzaten 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 Markiezzaatsweg 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 Markiezzaatsweg is via bodempassage 2, een smalle watergang aan de zuidzijde van de Markiezzaatsweg begroeid met riet, middels een stuw aangesloten op de spoorloot in de Terpen. De stuw richting de spoorloot dient nog aangelegd te worden. Het oostelijke deel van de Markiezzaatsweg wordt via bodempassage 3 aangesloten op de waterpartij Wal zuid (H). Deze bodempassage dient nog aangelegd en uitgewerkt 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 het lava voor het goede leefklimaat voor bacteriën.

Het zomerpeil van de Molenbeek is middels de stuw Akkerman ingesteld op een hoogte van NAP +0,4m; het winterpeil is ingesteld 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 aanwezige kwelgebied in de Terpen is echter voor de waterbergingsberekening gerekend met een opzet van NAP +0,4m tot een peil van NAP +0,8m. De stuwstukjes 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 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 Markiezen beter verdeeld wordt over de waterpartijen noord en zuid. De vaste drempel (huidig op NAP +1,3m) tussen de twee zuidelijke waterpartijen zal daarbij waarschijnlijk verlaagd worden naar een peil van NAP +1,1m. Daarnaast zal de bestaande afvoer naar de Centrale waterpartij van deze wijk als noodoverstort gaan werken. Momenteel is de gemeente deze werkzaamheden aan het voorbereiden.

Verder heeft de gemeente het plan om de Centrale waterpartij ook middels een andere verbinding (stuw en duiker onder de Markiezaatsweg) te verbinden met de zuidelijke waterpartijen. Het plan is om daarvoor de bestaande duiker (ø800mm) onder de Markiezaatsweg te gebruiken; de stuw die nog verder uitgewerkt en vergund te worden.

4 Waterberging Markiezen

4.1 Wijziging waterberging

In verband met nieuwe ontwikkelingen in de wijk Meander is het Ontwikkelingsplan De Markiezen (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).

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.

4.2 Benodigde berging

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 Markiezen en het oppervlak van de Markiezenweg Noord en Zuid. Aangezien naast de nieuwe wijken ook een deel van de bestaande wijken ten noorden van Markiezen afwatert op de waterbergingen in het plangebied, zijn voor deze verhardingen afspraken gemaakt met betrekking tot de benodigde waterberging. In overeenstemming met het waterschap is afgesproken op 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 2019) wordt ca. 40% van de verhardingen afgevoerd naar de Centrale waterpartij. Het afvoerend verhard oppervlak van de nieuwe wijken is berekend op 31,6ha; het afvoerend verhard oppervlak van de bestaande wijken is uitgaand van een afkoppelpercentage van 80% 86,4ha. De herin 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	3,76	100%	3,76	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
<i>Totaal</i>	<i>31,60</i>		<i>31,60</i>	
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
<i>Totaal</i>	<i>108,01</i>		<i>86,40</i>	

*Scheldebalkon is onderdeel van wijk Zeekant. In wijk Zeekant is het verhard oppervlak van Scheldebalkon afgetrokken.

**Verhard oppervlak op basis van bestaande situatie.

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 waterbergingsberekeningen 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]
Markiezen 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
<i>Totaal Markiezen Noord</i>	<i>4,20</i>
Markiezen Zuid	
G. De Wal noord	0,28
H. De Wal zuid	0,22
<i>Totaal Markiezen Zuid</i>	<i>0,50</i>

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

Tabel 3: Overzicht benodigde waterberging

	Markiezen Noord [ha]	Markiezen Zuid [ha]	Benodigde berging [mm]	Benodigde berging Noord [m3]	Benodigde berging Zuid [m3]	Totaal benodigde berging [m3]
Nieuwe wijken *	20,38	11,23	60	12.226	6.738	18.964
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	9.882	34.744

*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 de toekomstige wijzigingen in het zuidelijke watersysteem waarbij drempels eventueel worden verlaagd en/of verwijderd, wordt ervoor nu bij de beschikbare berging vanuit gegaan dat er geen waterberging aanwezig is in waterpartij De Wal noord (G).

Tabel 4: Beschikbare waterberging

Oppervlaktewater	Beschikbare waterberging [m3]	Opmerkingen
Markiezen Noord		
A. Centrale waterpartij oost	9.576	Berging van NAP +0,9m tot NAP +1,1m
B. Centrale waterpartij west	8.910	Berging van NAP +0,3m tot NAP +1,1m
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	1.716	Berging van NAP +0,3m tot NAP +1,1m
F. Water sportvelden	5.804	Berging van NAP +0,3m tot NAP +1,1m
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.052	Berging van NAP +0,3m tot NAP +1,1m
J. Waterpartij ten oosten van spoor	700	Berging van NAP +0,3m tot NAP +1,1m
<i>Totaal Markiezen Noord</i>	<i>31.377</i>	
Markiezen 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.
H. De Wal zuid	519	Berging van NAP +0,564m tot NAP +0,8m
Molenbeek e.o.	15.050	Berging van NAP +0,4m tot NAP +0,8m. Berging in het kwelgebied is niet meegenomen in de waterberging
<i>Totaal Markiezen Zuid</i>	<i>15.569</i>	
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 Markiezen. Te zien is dat zowel in Markiezen Noord als in Markiezen Zuid met de gestelde eisen (60mm en 15mm waterberging) voldoende waterberging aanwezig is. Aangezien er voldoende waterberging binnen het plan aanwezig is, is de berging in de Moeraszone langs de Plaatvliet niet meegenomen. Deze kan eventueel elders worden ingezet.

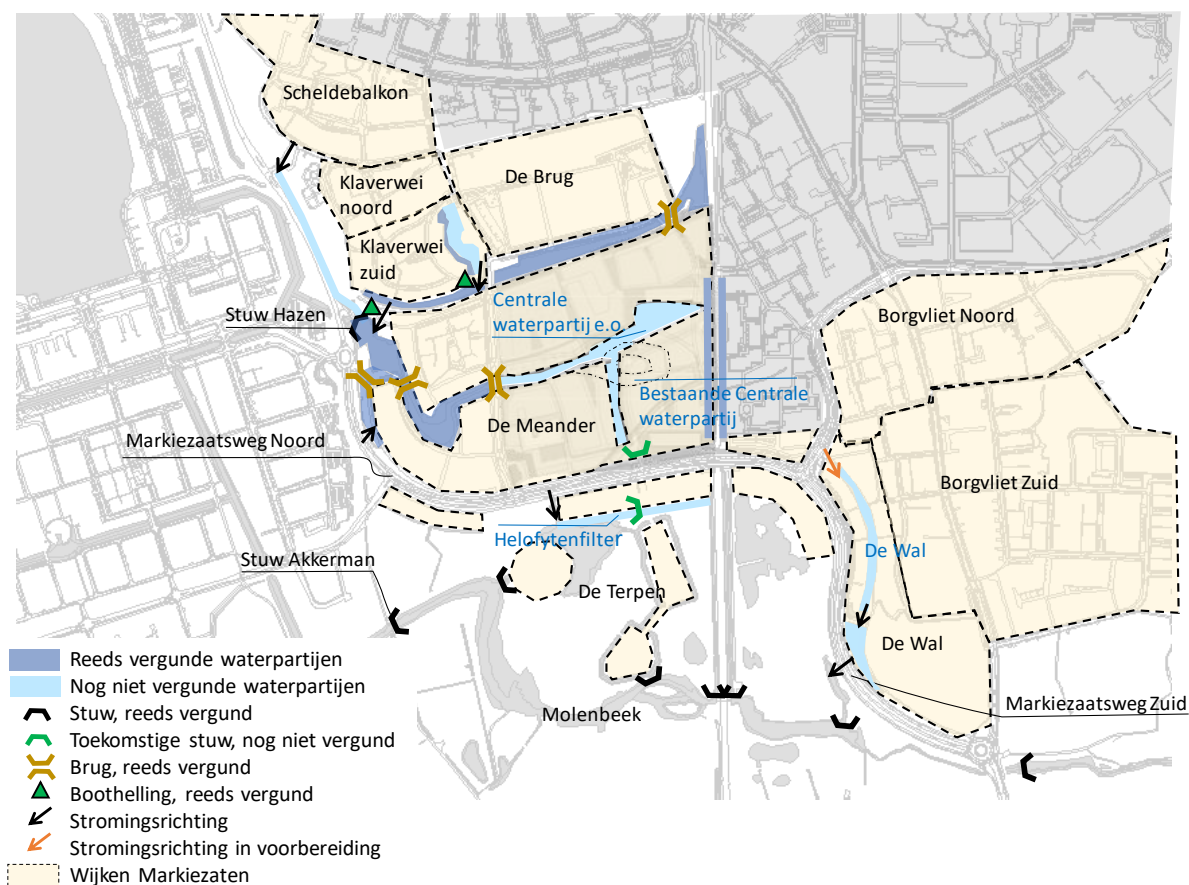
Tabel 5: Beschikbare- en benodigde waterberging

	Markiezen Noord [m3]	Markiezen Zuid [m3]
Benodigde waterberging	24.862	9.882
Beschikbare waterberging	31.377	15.569
Overschot aan waterberging	6.515	5.687

4.4 Stand van zaken reeds vergunde waterpartijen

In figuur 2 is een overzicht gegeven van de reeds vergunde waterpartijen en de nog niet vergunde waterpartijen. Er wordt vanuit gegaan dat het waterschap bekend is met de reeds vergunde waterpartijen inclusief de daarbij behorende kunstwerken. De nog niet vergunde waterpartijen betreffen het tweede deel van de waterpartij in Klaverwei, de waterpartijen de Wal en de helofytenfilter in de Terpen. De Centrale waterpartij was reeds vergund, echter door recente wijzigingen aan het oostelijke deel van De Meander zal het oostelijke deel opnieuw ingediend moeten worden.

Een andere komende wijziging is zoals eerder aangegeven 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.



Figuur 2: Overzicht reeds vergunde en nog niet vergunde waterpartijen

4.5 Bodempassages

In principe zal het hemelwater afkomstig van de verhardingen in het plangebied Markiezzaten afwateren op het oppervlaktewater binnen Markiezzaten. 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 Markiezzaatsweg. Deze weg wordt intensief gebruikt door verkeer waardoor het hemelwater vervuild kan zijn met zware metalen. Een bodempassage waardoor het hemelwater van de Markiezzaatsweg afstroomt naar het oppervlaktewater is daardoor noodzakelijk.

Voor de Markiezzaatsweg 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 en 5 zijn de tekeningen van de verdere uitwerking van de bodempassages opgenomen.

Tabel 6: Overzicht bodempassages in Markiezzaatsweg

Bodempassage *	Ten behoeve van	Uitvoering
Bodempassage 1	Markiezzaatsweg 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 aangelegd, zie bijlage 4
Bodempassage 2	Middengedeelte van Markiezzaatsweg	Helofytenfilter in greppel ten zuiden van geplande woningen aan de Markiezzaatsweg. De greppel heeft een breedte van 1,5m, is 0,5m diep en heeft taluds van 1:1. De taluds zijn aangepland 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 aangelegd, zie bijlage 4
Bodempassage 3	Markiezzaatsweg Zuid	Bodempassage is nog niet aangelegd. Hemelwater afkomstig van de Markiezzaatsweg 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.

4.6 Stuwvoorzieningen

In tabel 7 zijn de gegevens van de stuwvoorzieningen binnen het plangebied Markiezzaten opgenomen.

Tabel 7: Gegevens stuwvoorzieningen binnen Markiezzaten

	Locatie	Streefpeil [m+NAP]	Bereik [m+NAP]	Breedte [m]	Opmerkingen
Stuw Hazen	Westzijde Centrale waterpartij	0,3+	Min. 0 tot max. 1,0+	6	Automatische stuw
Stuw Akkerman	Westzijde Molenbeek	ZP: 0,4+ WP: 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	Zuidoostzijde van Markie- zaatsweg	0,8+	Min. 0,23+ Max. 0,8+	1,0	Vaste stuwconstructie
Toekomstige stuw Helofytenfilter bodempassage 2	Ten zuiden van Markiezaats- weg	0,7+	0,7+	1,5	Betreft vaste stuw ten behoeve van helofytenfilter
Toekomstige stuw 'Markie- zaatsweg' noord/zuid	Markiezaats- weg midden	Nog nader te bepalen	Nog nader te bepalen	Nog nader te bepalen	Gemeente heeft het plan om de Centrale waterpartij middels een extra verbinding (stuw en duiker onder de Markiezaatsweg) te verbinden met de zuidelijke waterpartijen.

4.7 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. De overige locaties van de bootinlaten en de maaisel oplaadplaatsen dienen nog nader afgestemd te worden met het waterschap. Op de overzichtstekening in bijlage 1 zijn wel het aantal nog te realiseren bootinlaatplaatsen/maaisel oplaadplaatsen weergegeven.

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.

4.8 Duikers

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

4.9 Bruggen

In Markiezen 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 tweede en derde brug zijn gelegen aan de westzijde van de Centrale waterpartij west. De laatste is gelegen aan de oostzijde van water sportvelden.

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

4.10 Uitstroomvoorzieningen

Het hemelwater afkomstig van de wijken en Markiezenweg worden middels uitstroomvoorzieningen aangesloten op de waterpartijen binnen het plangebied Markiezen. 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.

4.11 Afspraken beheer en Onderhoud

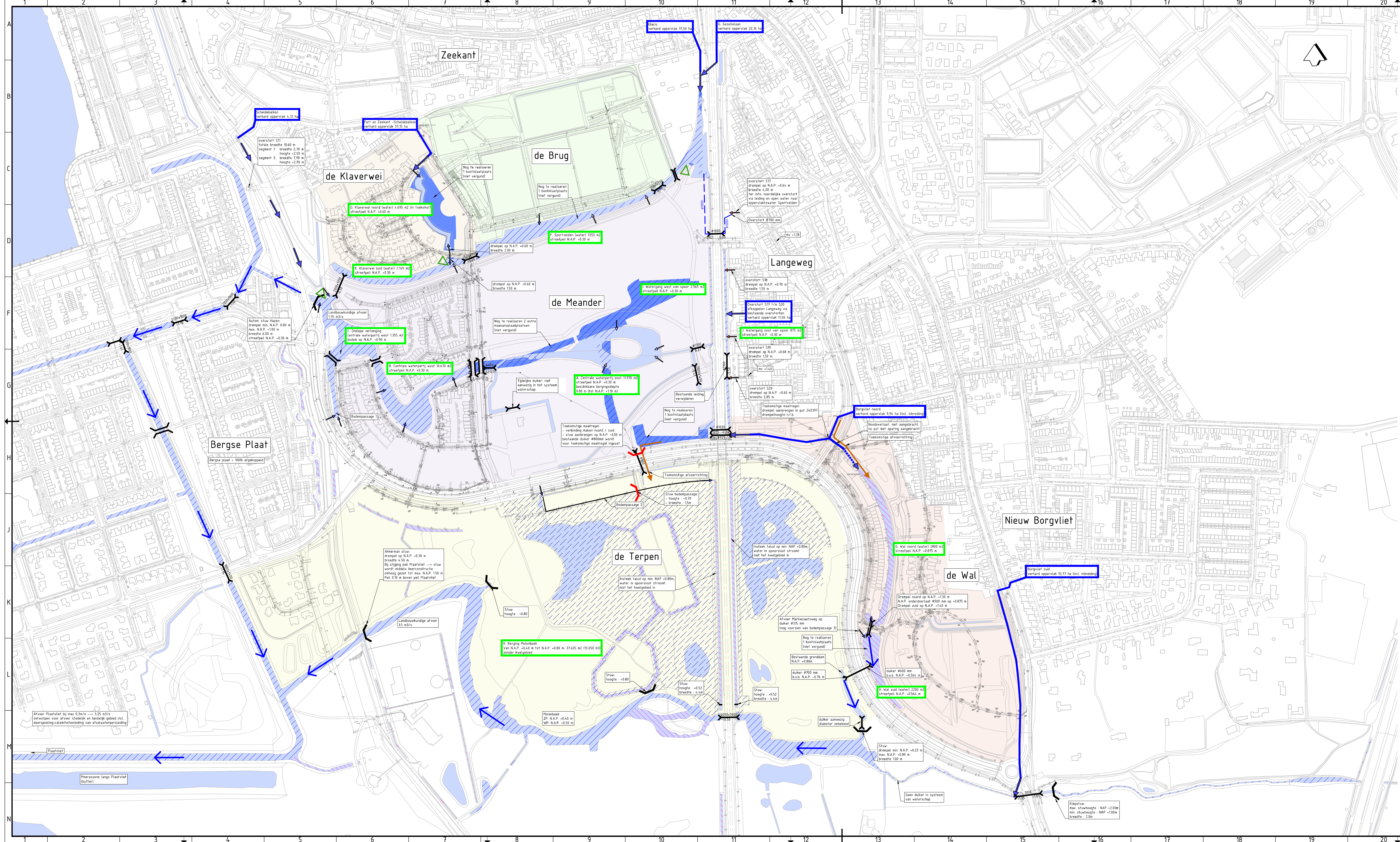
De gemeente en het waterschap hebben reeds in 2016 afspraken gemaakt met betrekking tot het overdragen van de eerste definitieve watergangen inclusief de kunstwerken en het beheer en onderhoud in Markiezen. In bijlage 7 zijn de beheerafspraken opgenomen waarbij de reeds overgedragen definitieve watergangen 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.

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
Markiezen, d.d. 23-07-2020,
tek.nr. BF5769-101-100-TE-VG-9601**



LEGENDA

- Duiker (reeds vergund)
- Stuw (reeds vergund)
- Stuw (niet vergund)
- Brug (reeds vergund)
- Stroomrichting
- Uitstroombvoorziening HWA
- Uitstroombvoorziening HWA indicatief
- Uitstroombvoorziening GWA
- Boothoofaaplaats (reeds vergund)
- Bestaad water
- Toekomstig wafer
- Waterloop A
- Waterloop B
- Kwefgebied
- Berging natuurgebied
- Informatie waterpartijen
- Borgvliet zuid
- Informatie toestroom verhardoppervlak

Ontwerpsnormen wafer-op-straat en inundatie:
- Berging oppervlaktewaters -> ribben aan regelbu T=100, zonder dal inundatie oppervlakt
- Voor wafer-op-straat door interactie geen landelijke ontwerpsnormen
- Bultwaterstand onder drempel bij T=2, max. peilstijging van 0,50 m bij T=10

OPMERKINGEN:

- Bron topografie: BGT
- Maten in meters, tenzij anders aangegeven
- Hoogten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven
- Diameters in mm, tenzij anders aangegeven
- Ligging kabels en leidingen ter indicatie, exacte ligging bepalen d.m.v. het graven van proefsluizen

4.0	Actualisatie vergoede objecten	R. Beelen	H. van Dael	D. van Dael	23-07-2020
3.0	Duker verandering watergevoel op de	R. Beelen	H. van Dael	D. van Dael	16-01-2020
2.0	Verandering oppervlaktewaters en invoering Scheldebaken	R. Beelen	H. van Dael	D. van Dael	31-10-2019
1.0	Eerste uitgave	D. Balmeyer	H. van Dael	D. van Dael	15-10-2019
versie	omschrijving	gekeurd	gecontroleerd	akkoord	datum

Gemeente Bergen op Zoom

project: **Watersysteem Markiezzaten**

omschrijving: **Watervergunning Markiezzaten**

documentstatus: **Definitief**

documentversie: **4.0**

formaat: **A1.0 594x1189**

schaal: **1:2500**

base: **VG**

blad: **1**

van: **1**

projectnummer / tekeningnummer: **BF5769-101-100-TE-VG-9601**

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Bijlage 2

Waterbergingsberekening

Toekomstige situatie Markiezzaten
d.d. 14-10-2020

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 m2	Afvoerend verhard oppervlak m2	Waarvan reeds verhard oppervlak m2	Waarvan toekomstig verhard oppervlak m2	Aangesloten op Markiezzaten	Opmerkingen
	dakoppervlak m2	verharding m2	dakoppervlak m2	verharding 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 Markiezzaatsweg zuid+terpen
Markiezzaatsweg (noord)		10.842	-	-	10.842	10.842	10.842	-	Zuid	
Markiezzaatsweg (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 Markiezzaten	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 (vlakken-tekening 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 Markiezzaten 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	Markiezzaten Noord m2	Markiezzaten 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	0,3	1,1	0,8	9.576	9.600	2.370	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019), huidige vorm oppervlaktewater wordt gewijzigd
B. Centrale waterpartij_west	11.138	0,3	1,1	0,8	8.910	11.138	-	conform bestaand
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 (vlaktekentekening 2017)
E. Klaverwei zuid	2.145	0,3	1,1	0,8	1.716	2.145	-	conform bestaand
F. Water sportvelden	7.255	0,3	1,1	0,8	5.804	7.255	-	conform bestaand
I. Waterpartij ten westen van spoor	2.565	0,3	1,1	0,8	2.052	2.565	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
J. Waterpartij ten oosten van spoor	875	0,3	1,1	0,8	700	875	-	toekomst (obv nieuwe inrichting 17 juni 2019)
Totaal noord	41.998				31.377	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.	37.625	0,4	0,8	0,4	15.050	37.625	-	O.b.v. AHN-berekening augustus 2019, ZONDER KWELGEBIED
Totaal zuid	42.625				15.569	42.625	-	
Moeraszone	18.321	0,5	0,8	0,3	5.496	18.321	-	Maaiveld thv moeraszone is NAP +2,05m

TOTAAL beschikbaar toekomst	52.442
-----------------------------	--------

	Markiezzaten Noord m3	Markiezzaten Zuid m3
Benodigde berging (60mm en 15mm)	24.862	9.882
Beschikbare berging	31.377	15.569
Tekort/overschot aan berging	6.515	5.687

Huidige situatie oppervlaktewateren per oktober 2019

Bron: Globespotter, streetsmart, luchtfoto van 2018

Oppervlaktewater:

De Wal noord

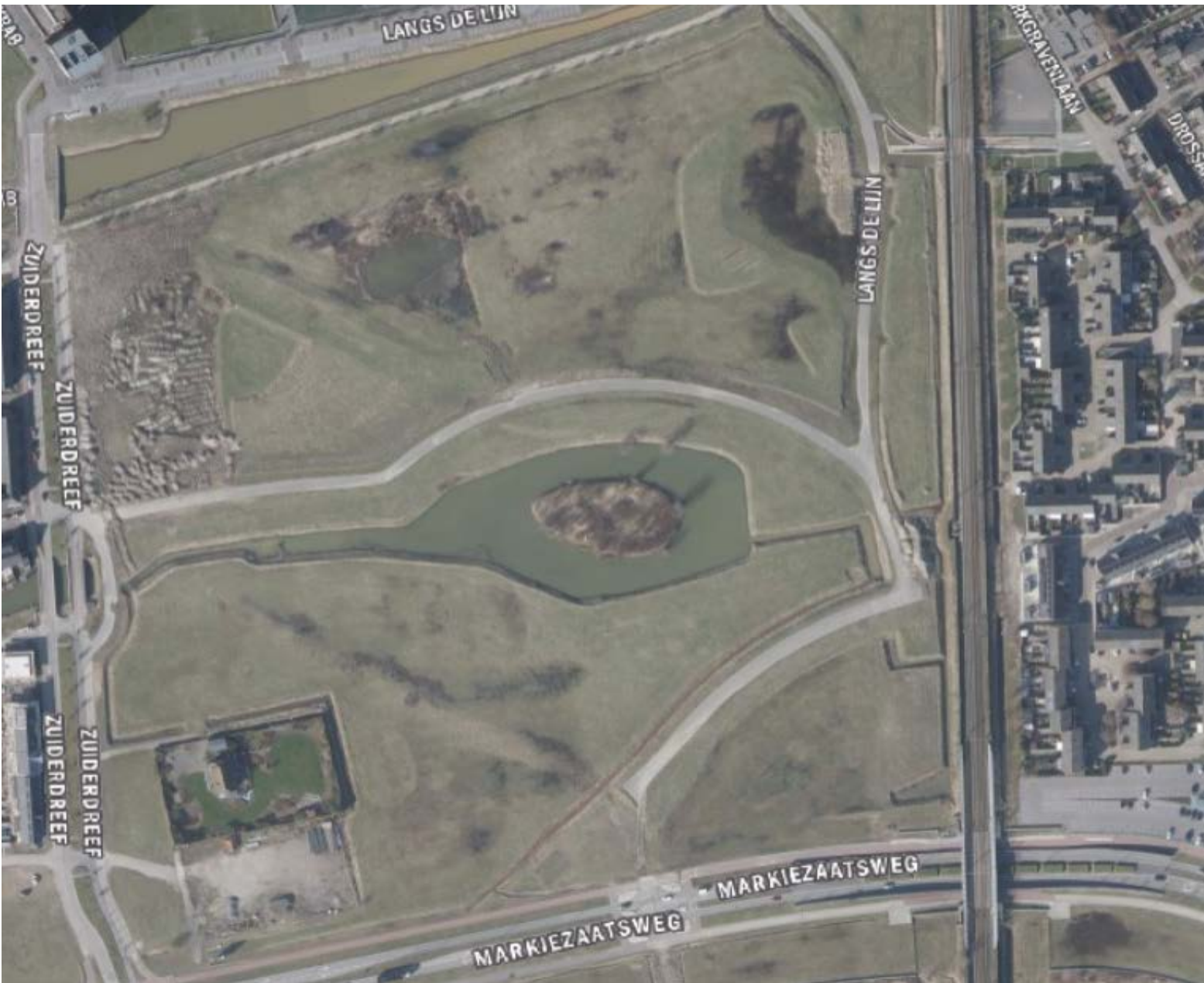
De Wal zuid



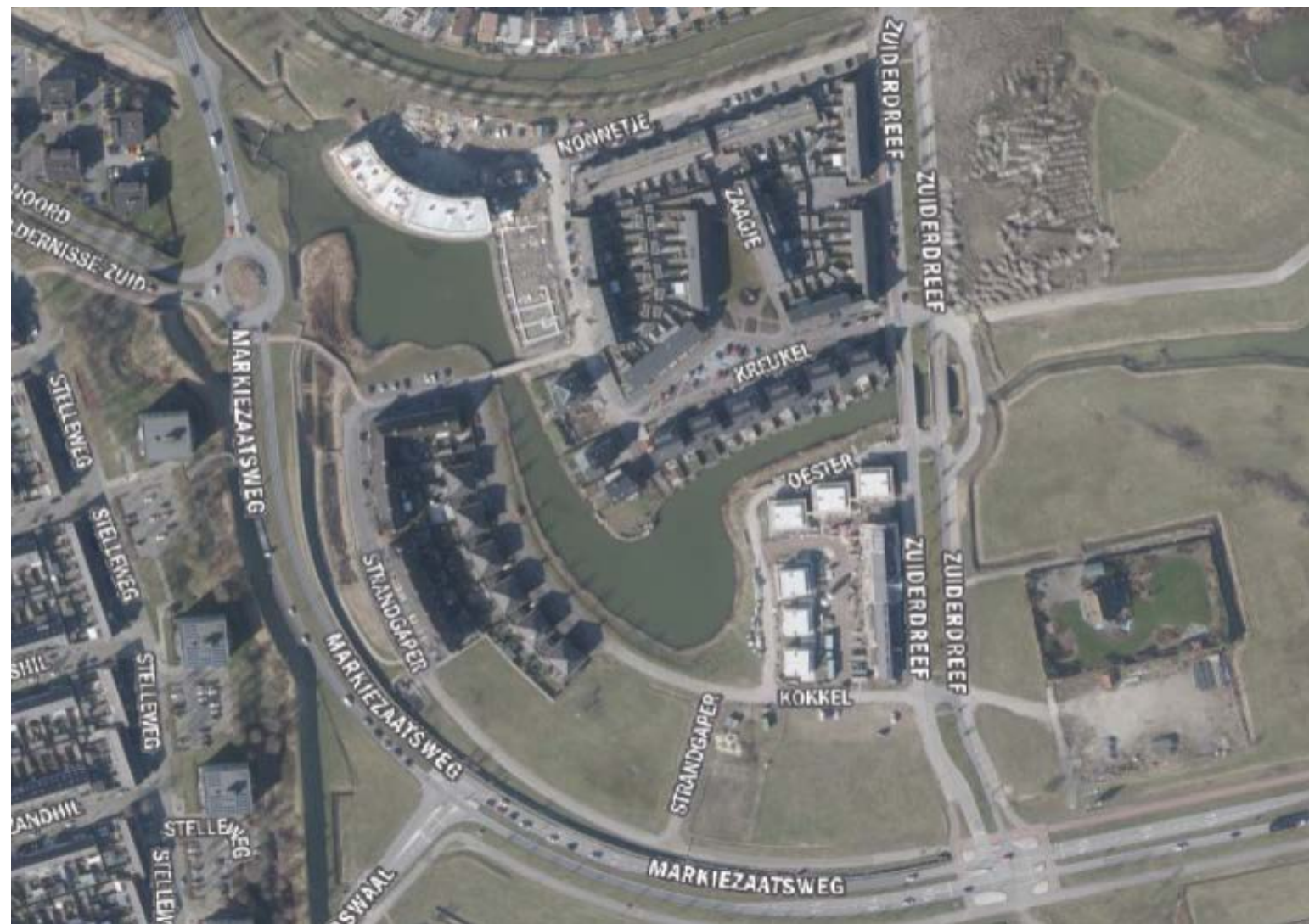
Oppervlaktewater:

Centrale waterpartij oost

Waterpartij ten westen van spoor



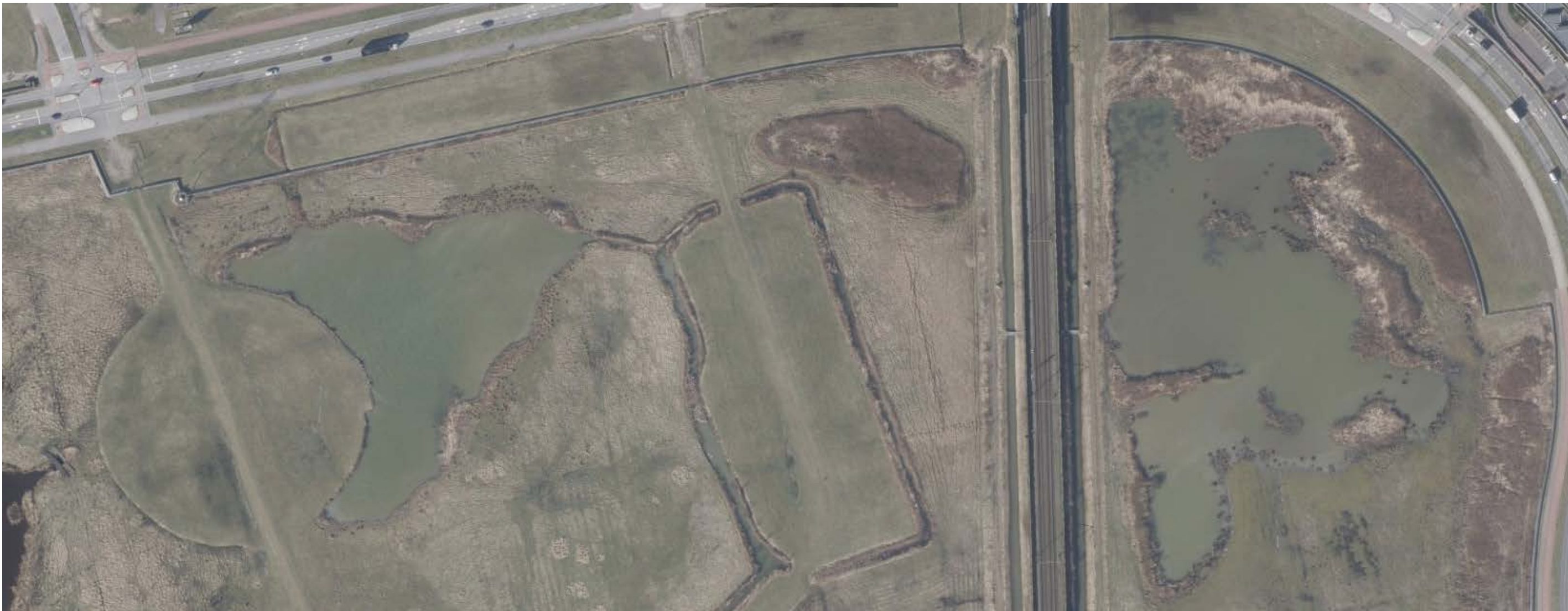
Centrale waterpartij west
Verlengde centrale waterpartij



Oppevliktewater:
Klaverwei noord
Klaverwei zuid
Water sportvelden



Oppervlaktewater:
De Terpen



Berekening bergingscapaciteit natuurgebied Molenbeek

Opdrachtgever: Gemeente Bergen op zoom
 Project: Watersysteem Markiezen
 Betreft: Bergingscapaciteit
 Datum: 10-sep-19
 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 31896 m3 26 mm
 Waterberging Molenbeek

Waterstand	Capaciteit MET kwelgebied				
0,20 m+NAP	100 m ³	0,08 mm	31.996 m3	26 mm	
0,30 m+NAP	120 m ³	0,10 mm	32.016 m3	26 mm	
0,40 m+NAP	150 m ³	0,12 mm	32.046 m3	26 mm	
0,50 m+NAP	700 m ³	0,57 mm	32.596 m3	27 mm	
0,60 m+NAP	3.500 m ³	2,85 mm	35.396 m3	29 mm	
0,70 m+NAP	10.000 m ³	8,15 mm	41.896 m3	34 mm	
0,80 m+NAP	20.900 m ³	17,03 mm	52.796 m3	43 mm	
0,90 m+NAP	36.500 m ³	29,75 mm	68.396 m3	56 mm	
1,00 m+NAP	55.900 m ³	45,56 mm	87.796 m3	72 mm	
1,10 m+NAP	79.900 m ³	65,11 mm	111.796 m3	91 mm	
1,20 m+NAP	108.400 m ³	88,34 mm	140.296 m3	114 mm	

Waterstand	Capaciteit ZONDER kwelgebied				
0,20 m+NAP	100 m ³	0,08 mm	31.996 m3	26 mm	
0,30 m+NAP	120 m ³	0,10 mm	32.016 m3	26 mm	
0,40 m+NAP	150 m ³	0,12 mm	32.046 m3	26 mm	
0,50 m+NAP	600 m ³	0,49 mm	32.496 m3	26 mm	
0,60 m+NAP	2.700 m ³	2,20 mm	34.596 m3	28 mm	
0,70 m+NAP	7.500 m ³	6,11 mm	39.396 m3	32 mm	
0,80 m+NAP	15.200 m ³	12,39 mm	47.096 m3	38 mm	
0,90 m+NAP	25.500 m ³	20,78 mm	57.396 m3	47 mm	
1,00 m+NAP	37.700 m ³	30,72 mm	69.596 m3	57 mm	
1,10 m+NAP	51.800 m ³	42,21 mm	83.696 m3	68 mm	
1,20 m+NAP	68.300 m ³	55,66 mm	100.196 m3	82 mm	

Minimaal peil Langeweg 1,27 m+NAP
 Max. peilstijging 0,80 m+NAP (stuwhoogten Terpen, daarachter kwelgebied)
Beschikbare berging 15.050 m3 van 0,4+ tot 0,8+ ZONDER kwelgebied
37.625 m2 van 0,4+ tot 0,8+ ZONDER kwelgebied



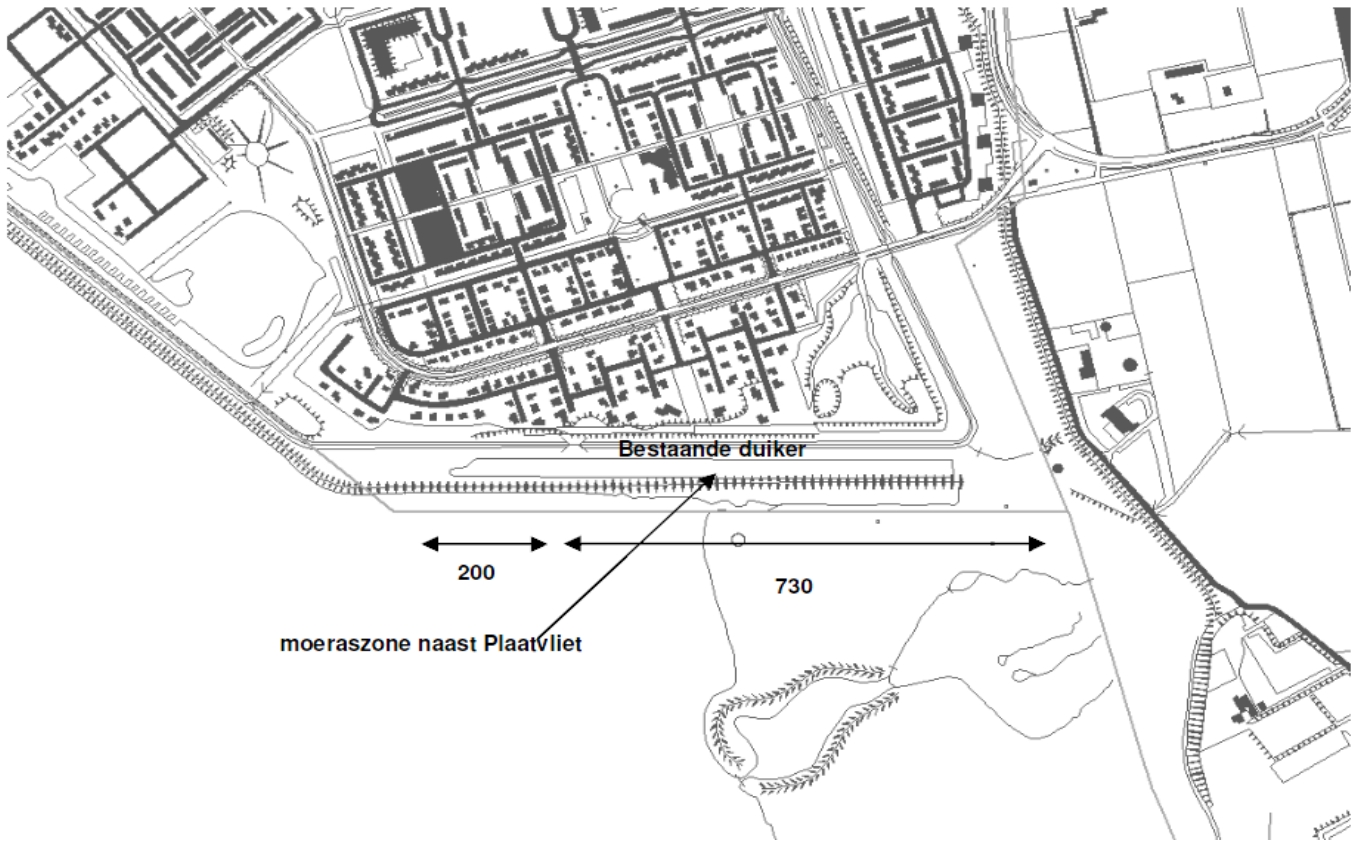
Moeraszone

Tabel B2.6
Afmetingen moeras¹⁸

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 m ² 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

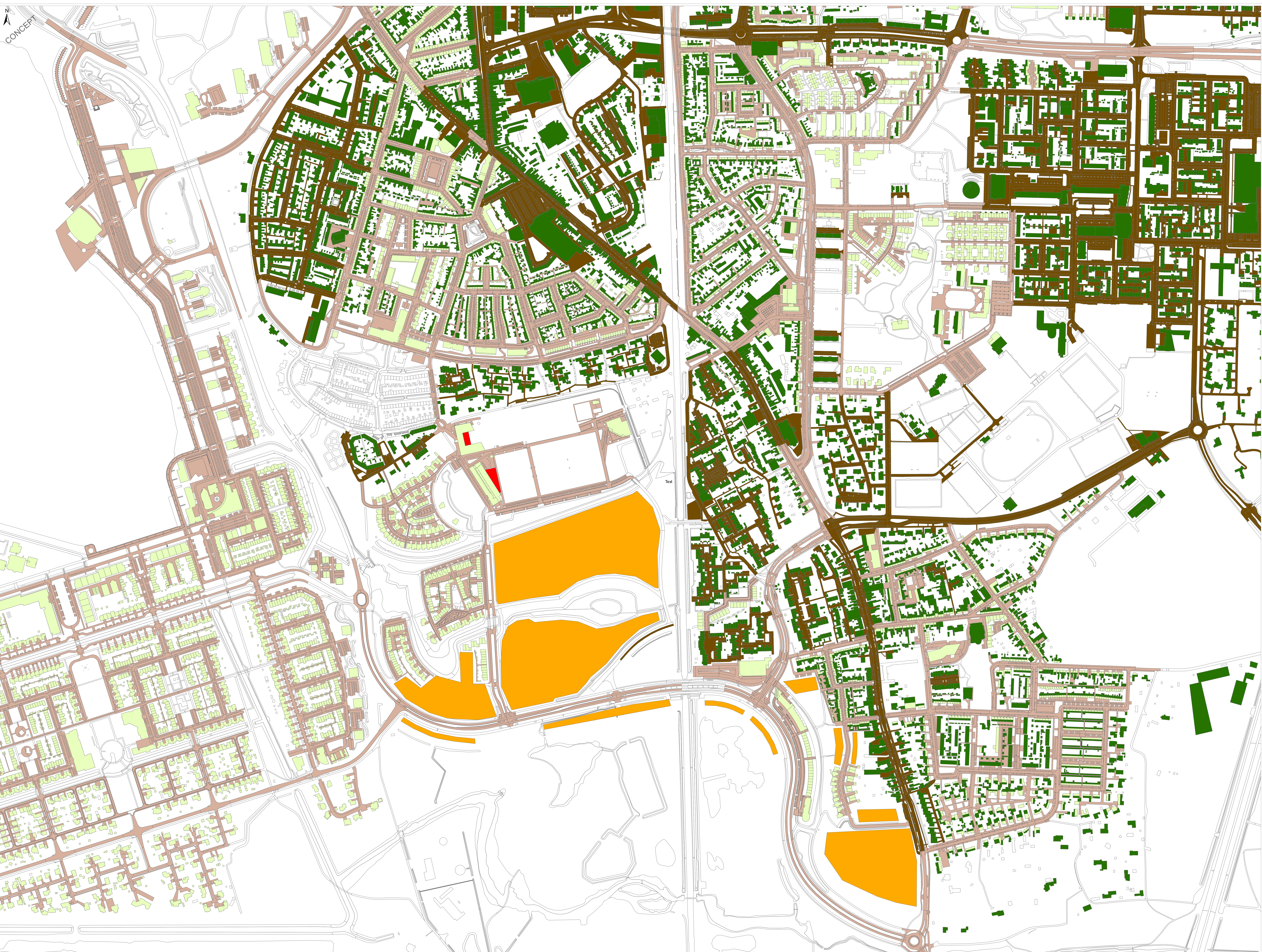
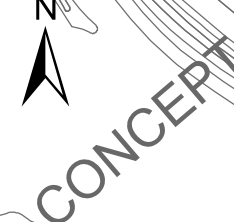
deel 1		deel 2	
bodem	0 m+NAP	bodem	0 m+NAP
peil	0,5 m+NAP	peil	0,5 m+NAP
mv noord	2,05	mv noord	2,05
talud 1:	3	talud 1:	3
breedte 2 x talud	9,3 m insteek tot peil	breedte 2 x talud	9,3 m insteek tot peil
breedte insteek	29 m	breedte insteek	29 m
breedte op peil	19,7 m	breedte op peil	19,7 m
lengte	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



Bijlage 3

**Verhardingstekening Markiezen,
stand van zaken februari 2019**



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
Figuur

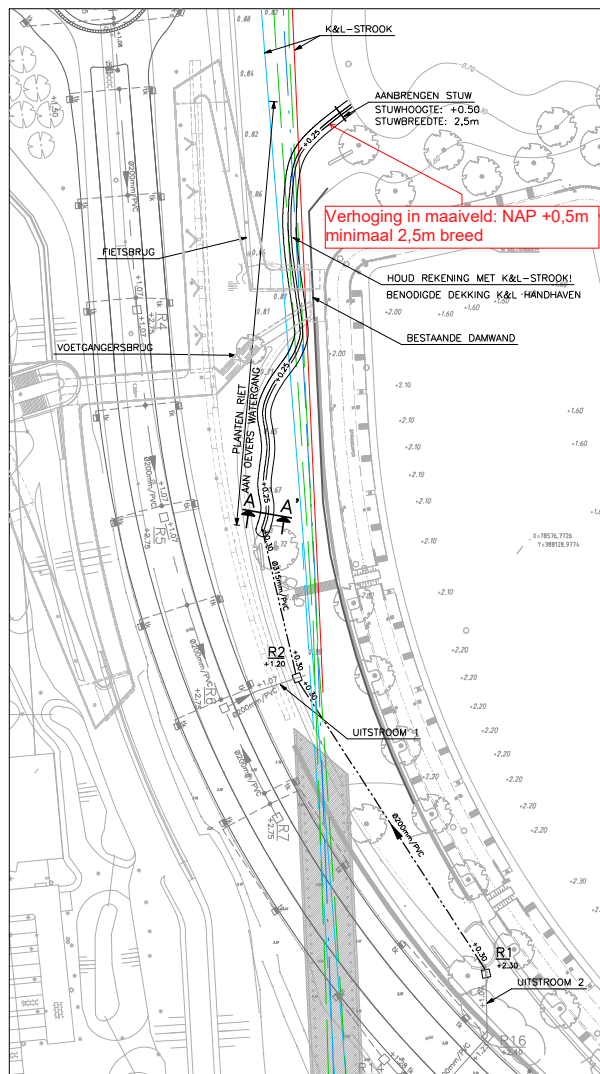
Gecontroleerd door
Checked by

Volgnummer
1

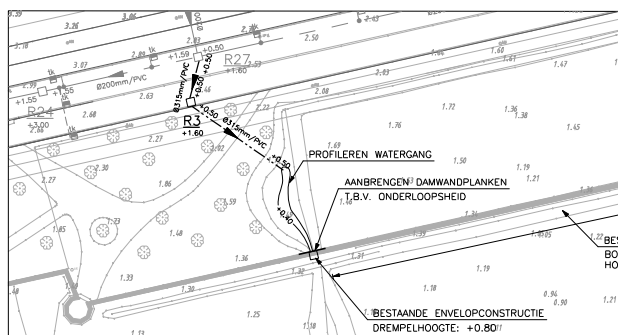
Bijlage 4

Tekening bodempassages

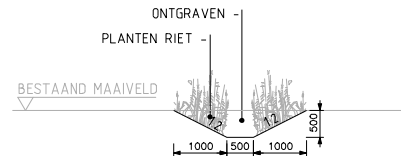
**Markiezaatsweg, d.d. 10-03-2008, tek.
nr. W1102-76/D01**



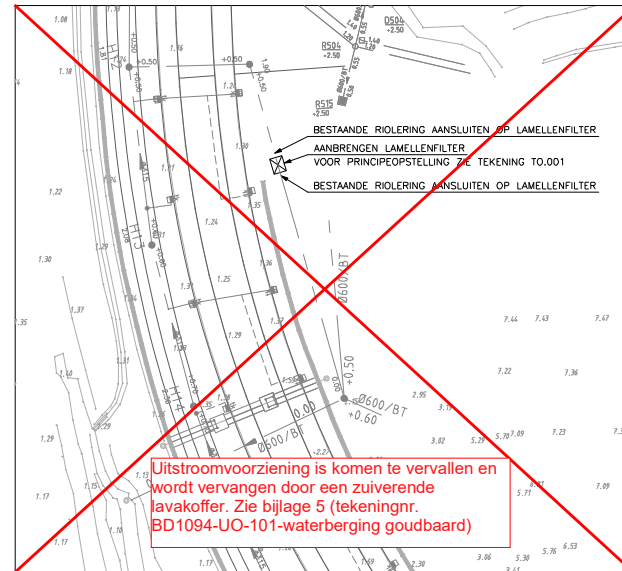
SITUATIE UITSTROOM 1+2 Bodempassage 1
SCHAL 1:500



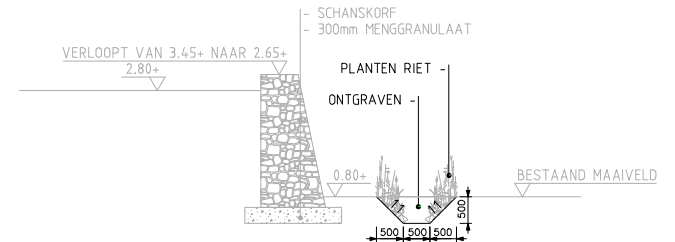
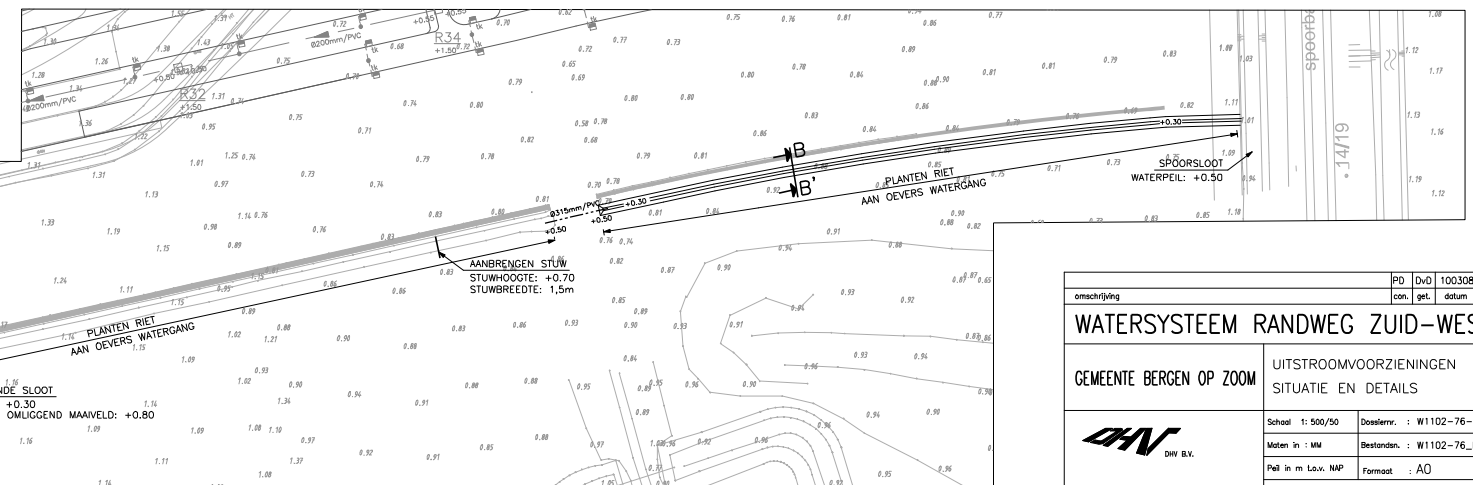
SITUATIE UITSTROOM 3 Bodempassage 2
SCHAL 1:500



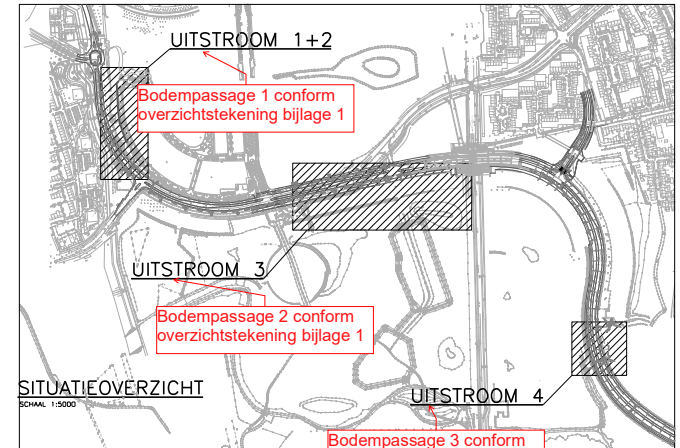
DWARSPROFIEL A-A'
SCHAL 1:50



SITUATIE UITSTROOM 4
SCHAL 1:500




DWARSPROFIEL B-B'
SCHAL 1:50



SITUATIEOVERZICHT
SCHAL 1:5000

LEGENDA

==+0.25==	WATERGANG INCL. BODEMHOOGTE
==+0.30==	AANBRENGEN OEVERBEPLANTING VAN RIET
R2 +1.20	RWA-RIOL. INCL. PUTNR., B.O.B. EN DIAMETER

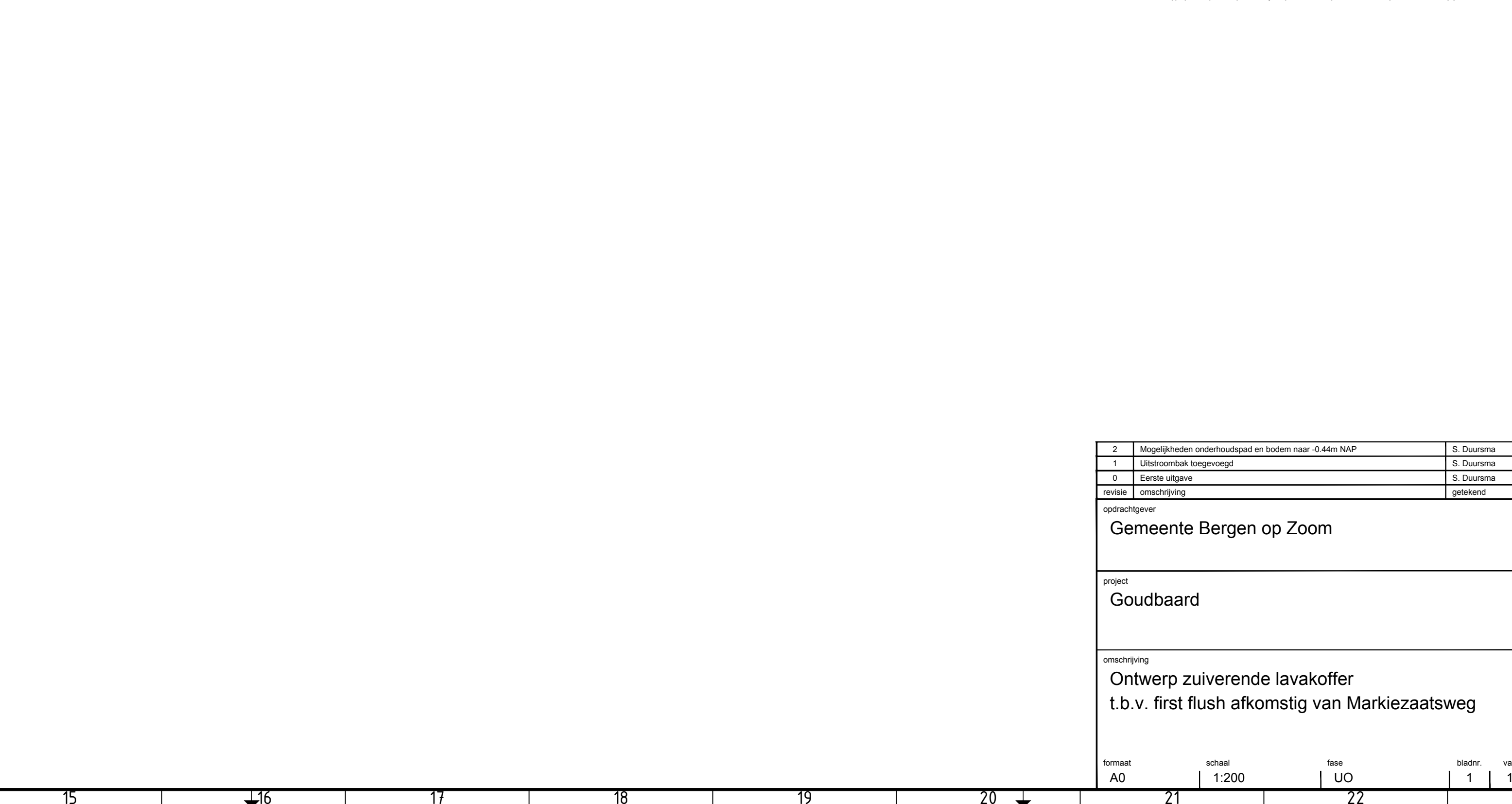
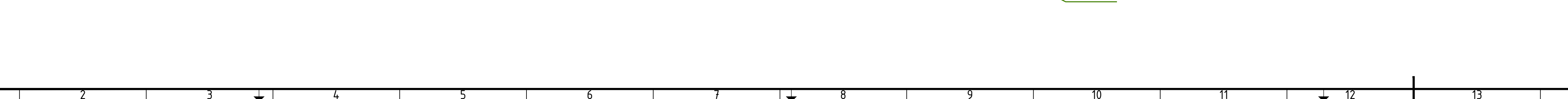
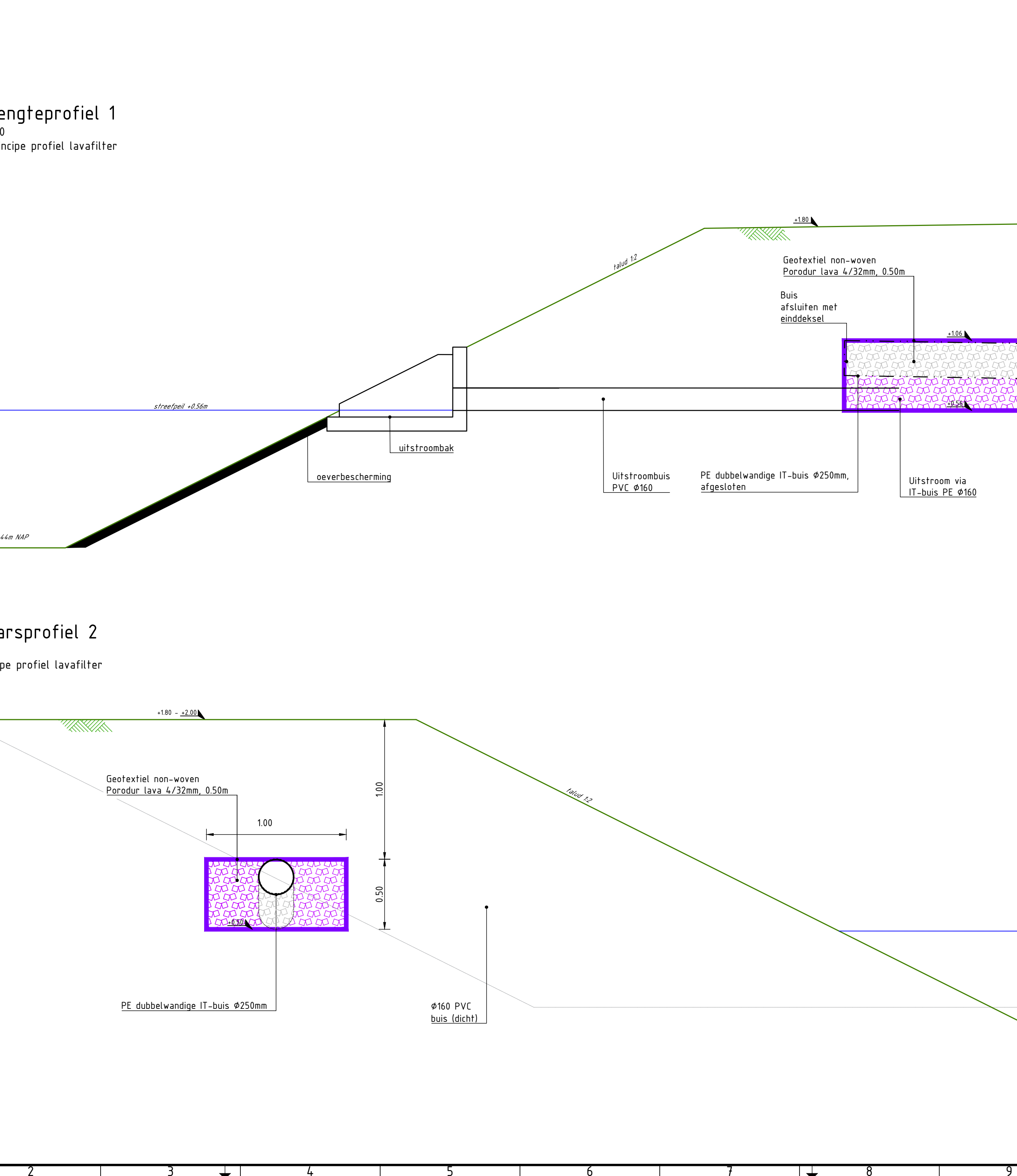
omschrijving	PD	D/O	100308	A
	con.	get.	datum	versie
WATERSYSTEEM RANDWEG ZUID-WEST				
GEMEENTE BERGEN OP ZOOM	UITSTROOMVOORZIENINGEN SITUATIE EN DETAILS			
 DHV B.V.	Schaal 1: 500/50	Doorslerv.: W1102-76-001		
	Motien in : MW	Bestanden.: W1102-76_001A		
	Pell in m L.o.v. NAP	Formaat.: A0		
W1102-76/D01				

© Dine B.V. Deze tekening mag niet worden verspreid of anderszins openbaar gemaakt, verspreid, of anderszins open

© DHV B.V. Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of openbaar te maken. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of openbaar te maken. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of openbaar te maken.

Bijlage 5

**Tekening Ontwerp zuiverende
lavakoffer Markiezaatsweg, d.d. 16-02-
2016, tek.nr. BD1094-UO-101-
waterberging goudbaard**




2	Mogelijkheid onderzocht en toeken nr. 0-466 NAF	S. Druzeira	H. van Daal	D. van Daal	16-02-2016
1	Lidmaatschap toegewezen	S. Druzeira	D. van Daal	D. van Daal	13-01-2016
1	Coste gemaakt	S. Druzeira	H. van Daal	D. van Daal	24-12-2015
aanvraag	omzetting	getekend	gecontroleerd	afgehandeld	datum

contract/groep

Gemeente Bergen op Zoom

Gemeente Bergen op Zoom

project	 Royal HaskoningDHV Enhancing Society Together HaskoningDHV Nederland B.V. Transport & Planning						
Goudbaard							
omschrijving							
ontwerp zuiverende lavakoffer t.b.v. first flush afkomstig van Markiezaatsweg							
normal							
afstand	1:200	type	UO	bladnr.	1	van	1
21	22	23	24	25	26	27	28

documentstatus

documentversie

1 2

projectnummer / tekenprojectnummer

BD104-UO-101-sterberging-goudbaard

21 22 23 24 25 26 27 28

Bijlage 6

**Eisen en randvoorwaarden
'Inlaadplaats maaiboot en maaisellos-
en laadplaats' (ontvangen van
waterschap)**

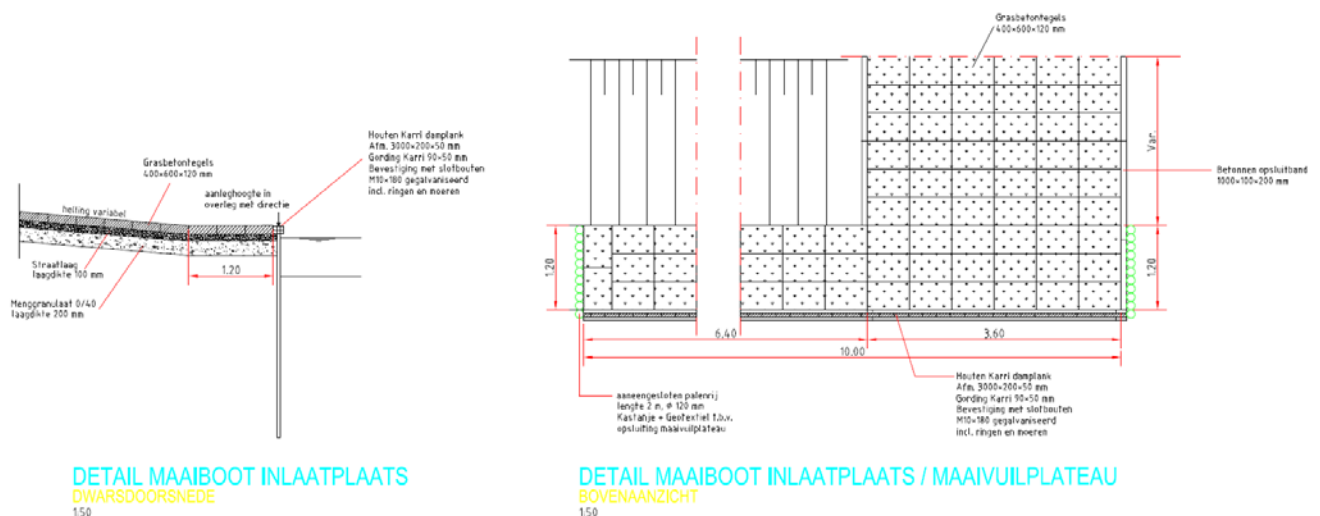
54. Inlaatplaats maaiboot en maaisellos- en laadplaats

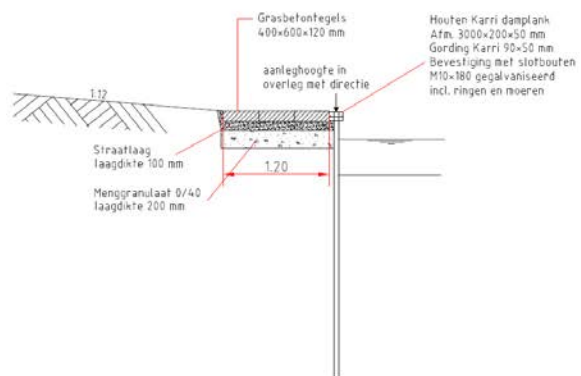
Eindbeeld

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.

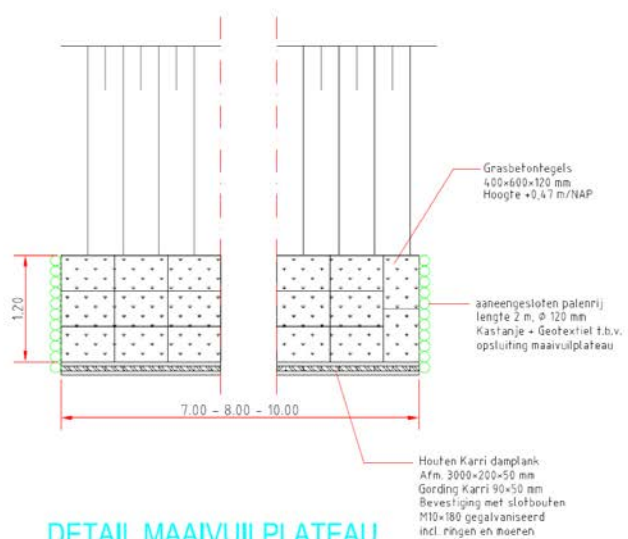
Bijzonderheden

- 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)

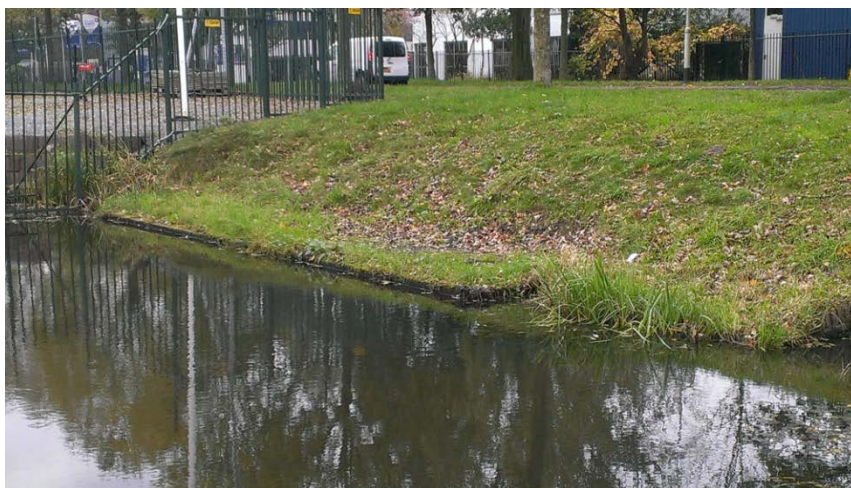




DETAIL MAAIVULPLATEAU
DWARSDOORSNEDE
1:50



DETAIL MAAIVULPLATEAU
BOVENAANZICHT
1:50



Bijlage 7

**Beheerafspraken waterschap
Brabantse Delta Markiezen, 31 mei
2016, kenmerk 16UT000489**



Gemeente Bergen op Zoom
De heer/mevrouw C. de Korte
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

Uw schrijven van : geen
Uw kenmerk : geen
Zaaknummer :
Ons kenmerk : 16UT000489

Barcode : 
Behandeld door : de heer C. de Rooij
Doorkiesnummer : 076 564 18 72
Datum : 31 mei 2016
Verzenddatum :

31 MEI 2016

Onderwerp: Overname Markiezaat te Bergen op Zoom

Geachte heer, mevrouw De Korte,

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:

- 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 gebeurt 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.

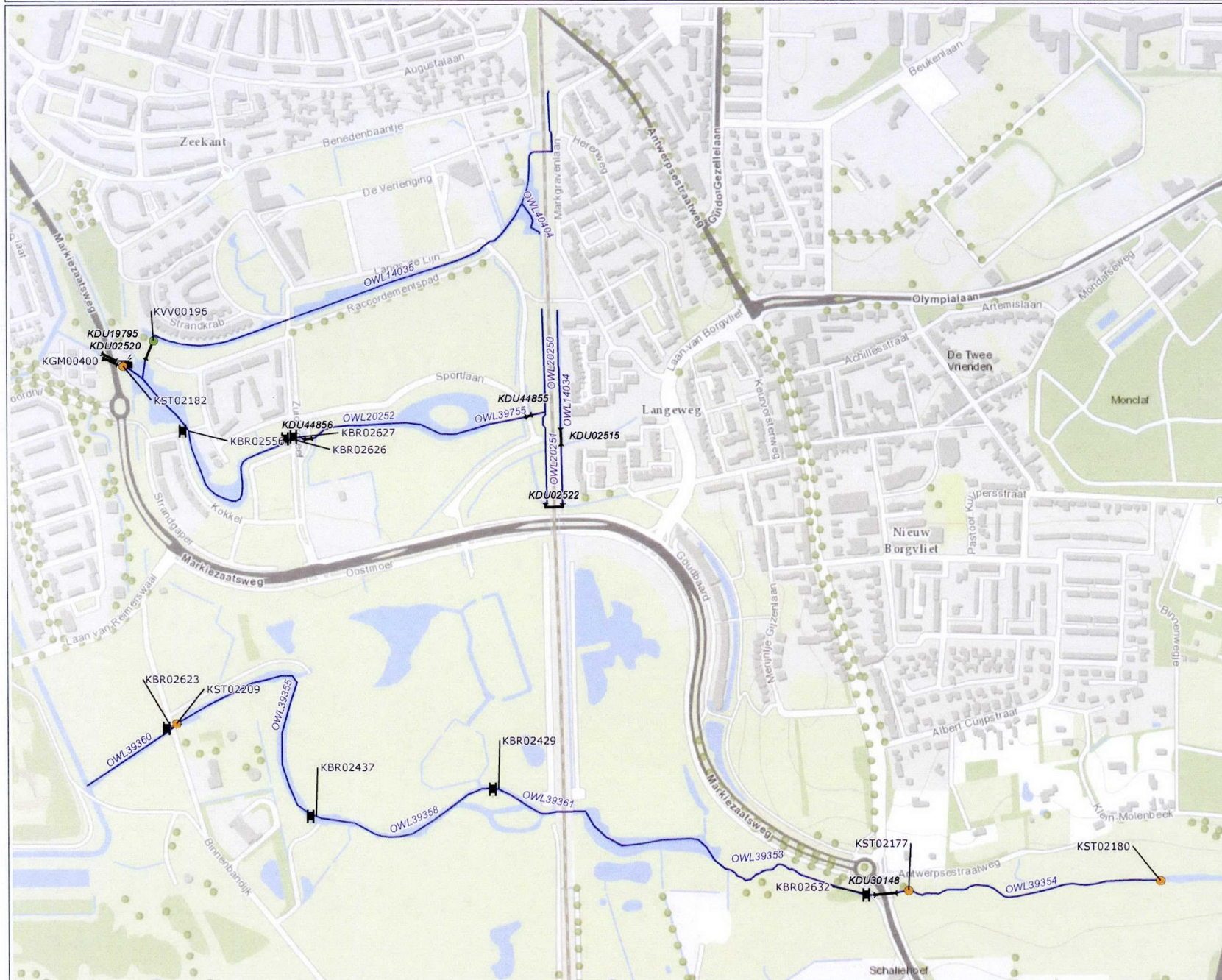
Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor meer informatie over deze overname kunt u contact opnemen met de heer K. de Rooij van het waterschap. Voor vragen over de toekomstige onderhoudswerkzaamheden kunt u contact opnemen met de teamleider Onderhoud van Rayon West (A. Segeren).

Hoogachtend,
Namens het dagelijks bestuur,
Hoofd afdeling bediening & beheer


L.J. Nooteboom

- 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

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
Dorus Daris
Opdrachtnemer
Joris van Buul
Afdeling
Kennis & Advies

Gezien
-

Formaat
A3
Versie
-

Schaal
1:6.000
Volgnummer
1

Datum
13-1-2016

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 constatering 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.:
 - o 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 boveng gelegen object (spoorlijn- en wegbeheerder) inclusief uitstroomvoorzieningen;
 - Aanwezige schanskorven komen niet 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;
 - o Onderhoudsplicht leggerprofiel: het onderhoud van de bodem en de taluds komt in onderhoud bij het waterschap;
- Artikel 4.2.:
 - o 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.:
 - o 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 boveng gelegen object (spoorlijn- en wegbeheerder) inclusief uitstroomvoorzieningen;
 - Kunststof folie ter hoogte van "de Kokkel" teneinde opbarsten van de waterbodembodem (a.g.v. kwel) in onderhoud bij het waterschap;
 - Aanwezige schanskorven komen niet 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 is 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


L.J. Nooteboom

Waterafvoer De Markiezen en Plaatvliet

Inclusief rioleringsplan stedelijk
gebied

Gemeente Bergen op Zoom

januari 2009
definitief

Waterafvoer De Markiezen en Plaatvliet

Inclusief rioleringsplan stedelijk gebied

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

Gemeente Bergen op Zoom

januari 2009
definitief

INHOUD**BLAD**

1	OPDRACHTEN	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Opdracht Rioleringsplan De Markiezen (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 Markiezen	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 Markiezen	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

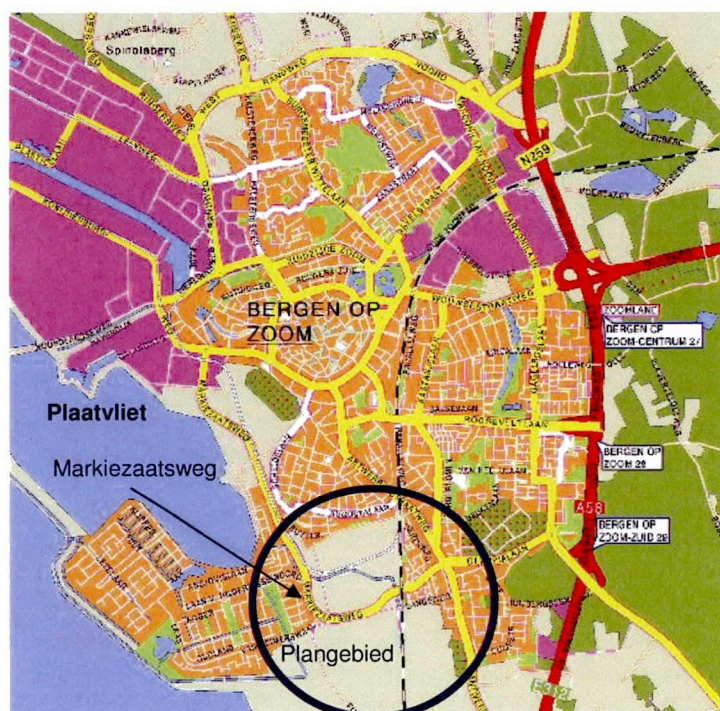
1 OPDRACHTEN

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 Markiezzaten in Bergen op Zoom



1.2 Opdracht Rioleringsplan De Markiezzaten (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 Markiezzaten is het verleggen van de Molenbeek. Daarnaast is de gemeente bezig met het afkoppelen van verhard oppervlak in de gebieden rondom de Markiezzaten. Samen met de ontwikkeling van een woongebied in de Markiezzaten 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 Markiezzaten 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 Markiezzaten vormt een invoerparameter voor de studie naar de waterafvoer naar de Plaatvliet. De technische gegevens van het rioleringsplan de Markiezzaten 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 Markiezen.
- Natuurontwikkelingsgebied de Markiezen 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 Markiezen.
- 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 Markiezenmeer 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 Markiezen.
- 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 vijftiennegentig 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 riolerings.

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 leidt². Voor water-op-straat door interactie bestaan geen landelijke ontwerpmethodiek en richtlijnen. Het waterschap hanteert als richtlijn³ 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 Markiezen 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 Markiezen⁵ 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 spoor-sloot 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 Markiezen 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 spoor-sloot 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 Markiezen gebracht en mondt uit in het oppervlaktewater onder de sportvelden (zie figuur 2.2). De overige drie overstorten blijven verbonden met de spoor-sloot en komen in verbinding te staan met de centrale waterpartij in de Markiezen.

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

Overstort S17: 0,64 m + NAP

Overstort S18: 0,70 m + NAP

Overstort S19: 0,68 m + NAP

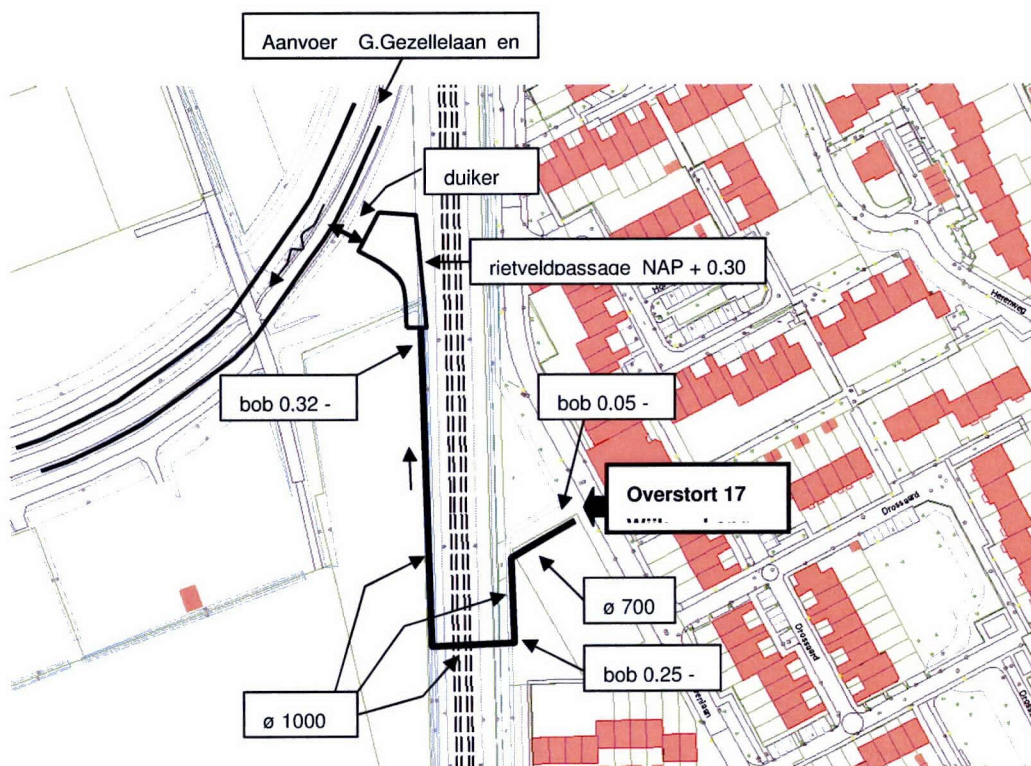
Overstort S20: 0,88 m + NAP

Het verschil tussen de drempelhoogte en het streefpeil is dusdanig klein, dat de laagste drempels in Langeweg relatief snel kunnen verdrinken. Verdrinking van de overstordrempels 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 overstordrempel 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 Markiezen 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 m³/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 waterbalansberekening⁶ stedelijk gebied Markiezaten

Object	Parameter	opmerking
netto verhard oppervlak stedelijk gebied de Markiezaten	36,09 ha	zie bijlage 2, B2.2 Loost het regenwater op het oppervlaktewater bij de sportvelden (juli 2008)
netto verhard oppervlak R.O.C	1,030 ha	
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	$26,93 \text{ ha} \cdot 2,67 \text{ l/(s.ha)} = 72 \text{ l/s} = 258 \text{ m}^3/\text{h}$	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 Buishand en Velds 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* $2,67 \text{ l/(s.ha)} * 3,6 = 258 \text{ m}^3/\text{h}$
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: $26,93 + 96,50 = 123,43 \text{ ha}$ Landbouwkundige afvoer: $123,43 * 2,67 \text{ l/(s.ha)} * 3,6 = 1186 \text{ m}^3/\text{h}$
benodigde afvoer bij 100% van het afgekoppelde oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	19.800 m ³ /h = 5,5 m ³ /s	Bij T = 100 Afvoerend oppervlak: $26,93 + 96,50 = 123,43 \text{ ha}$
benodigde afvoer bij 80% van het afgekoppeld oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	11.600 m ³ /h = 3,22 m ³ /s	Bij T = 100 Afvoerend oppervlak $26,93 + 0,8 * 96,50 = 104,13 \text{ ha}$
benodigde afvoer bij 60% van het afgekoppeld oppervlak voor maximale peilstijging van 0,8 m	4.300 m ³ /h = 1,2 m ³ /s	Bij T = 100 Afvoerend oppervlak $26,93 + 0,6 * 96,50 = 84,83 \text{ ha}$

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 Plaatvliet⁷ 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 knippen. 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 herhalingsdij van 1 keer per jaar wordt 1 l/(s. bruto ha) gehanteerd (landelijke afvoer), hetgeen een afvoer door de Molenbeek oplevert van 1,5 m³/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 kwelputten die eveneens hun water naar Molenbeek afvoeren. Het maaiveldniveau rondom de kwelputten 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 kwelputten 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 kwelputten, 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 veiligheidsfactor, 15.000 - 19.000 m³/d en dat komt overeen met circa 0,2 m³/s.

2.9 Plaatvliet

Relatie met omliggende 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 m³/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 jaar⁹. 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 doorgerekend¹⁰. Daaruit kwamen waterpeilen in de Plaatvliet voor van 1,15 m + NAP tot 1,5 m + NAP bij regengebeurtenissen met een herhalingsdij 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 Markiezen?
- 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 Markiezen? 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 Markiezen 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 Markiezen.
- 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 Markiezen.

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 vijfverpartijen in de Markiezen 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 Markiezen + 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 Markiezen 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 m³/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 Markiezen 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 Markiezen, 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 Markiezen, omdat de peilstijging in de Plaatvliet voornamelijk het gevolg is van de afvoer uit de Markiezen en de Molenbeek. Gedurende de aanleg van de Markiezen vinden er al afkoppelingen plaats in het omringende gebied. Bij gereedkoming van de Markiezen 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 Markiezen instroomt.

Tabel 3.1

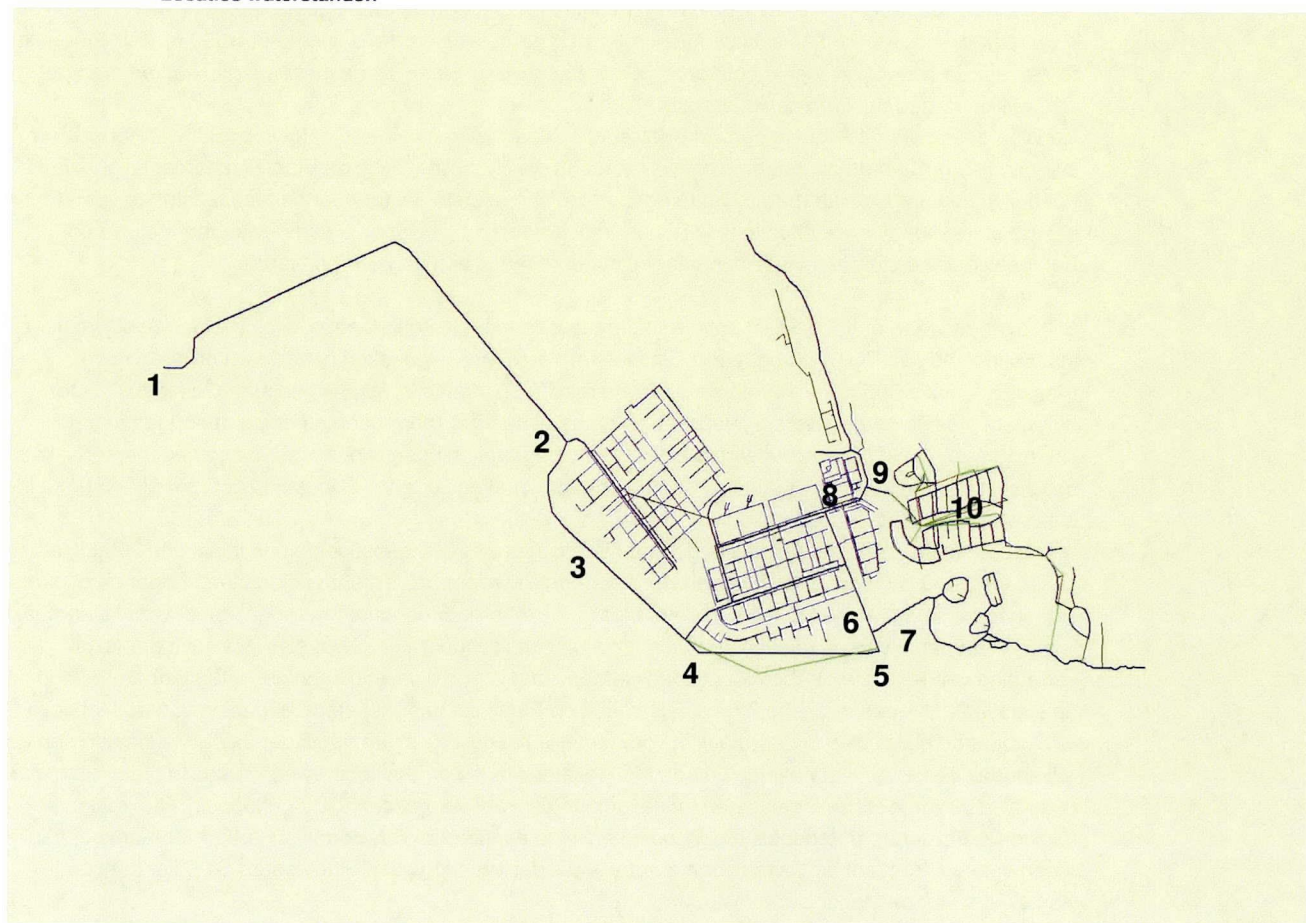
Maximale waterstanden bij T = 100, 47,5 mm in 2 uur, situatie 2006 en 2050 (80% afkoppelen)

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 Markiezen 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 Markiezen). 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 gebruiksfrequentie te laag.

3.4 Invloed Langeweg op het watersysteem Markiezen

3.4.1 Interactie Langeweg in scenario 2050

Langeweg is een gevoelig punt in het watersysteem van het stedelijk gebied van de Markiezen. 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 rioleringsysteem 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.

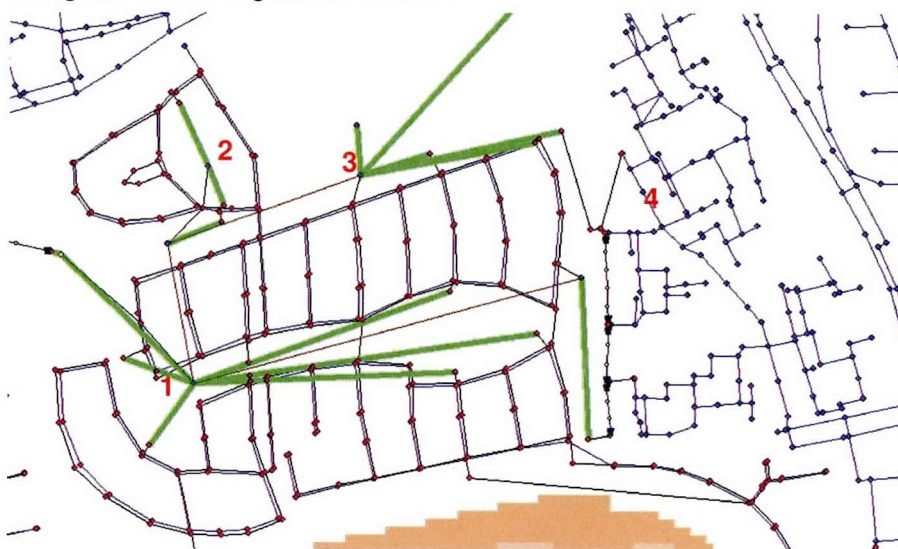
Tabel 3.2

Waterstanden in de waterpartijen van de Markiezen 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 afvoeroute 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 richtlijn¹¹ dat de buitenwaterstand onder de drempel blijft bij T = 2 en een maximale peilstijging van 0,50 m in het oppervlaktewater bij T = 10¹². 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 ontwerpbuizen geen terugstroming meer plaats.

Tabel 3.3a

Maximale waterstanden bij overstorten Langeweg scenario 2050, verschillende ontwerpbuizen

Overstort	Drempelhoogte [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-sstraat 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 ontwerpbuizen

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 ontwerpbuizen

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 buizen 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-sstraat 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-sstraat 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 ontwerpbuizen

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-sstraat 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 weergegeven en dat komt overeen met het begin van de overstortleiding. Met name bij overstort S20 blijkt de lange overstortleiding voor veel opstuw- ing te zorgen. In de periode dat nog niet wordt afgekoppeld kan het vergroten van de overstortleiding er voor zorgen dat de waterstanden in het rioelstelsel 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 verbin- dingen 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 Markiezen (voor b.o.b.'s zie rioleringskening)

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 Markiezenweg 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 Markiezen. Door alleen gebruik te maken van de dynamische berging in de waterpartijen van de Markiezen 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 kwelputten 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 kwelputten 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 m³/s in de eerste drie minuten en 2,2 m³/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 m³/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 herhalings tijd 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 m³/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 m³ 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.

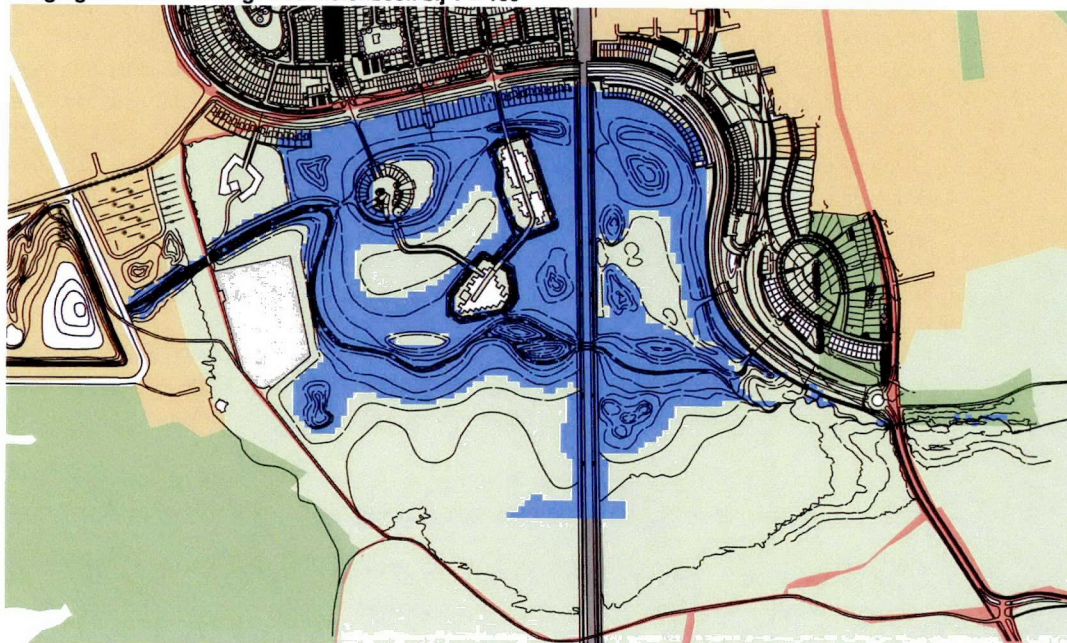
De berekening is gebaseerd op grids van 10 bij 10 m met een gemiddeld maaiveldniveau binnen een grid. Het ondergelopen gebied kent daardoor geen vloeiende lijnen. In figuur 3.3 lijkt het alsof de woningen aan de zuidzijde van de Markiezaatsweg een en deel van één van de terpen zullen inunderen. Oorzaak hiervan is de vereenvoudiging van het maaiveld niveau naar een grid van 10 bij 10 m. Hierdoor ligt het gemiddelde maaiveld hier lager dan 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 $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dat is iets minder dan de aanvoer van $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. 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 Markiezen / Langeweg (1,2 m + NAP) niet worden overschreden.

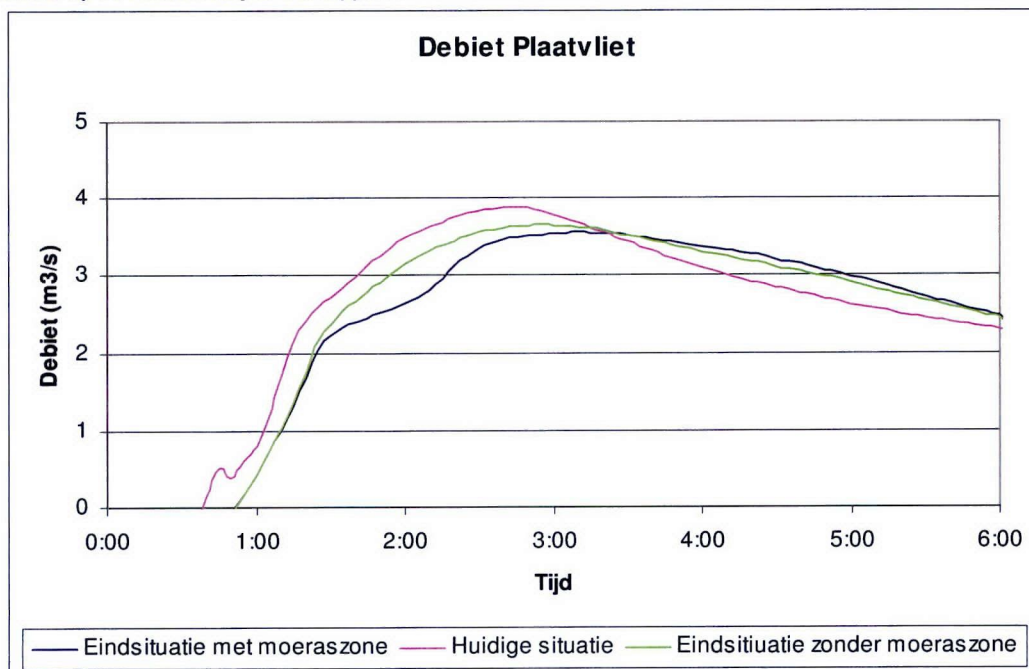
Alleen wanneer het waterpeil in het Schelde-Rijnkanaal stijgt (frequentie minder dan éénmaal per 100 jaar), kan sprake zijn van inundatie (zie ook § 3.3).

Ondanks dat bij hoge herhalingstijden interactie optreedt tussen het water in de Markiezen 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 Markiezen, 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 Markiezen 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 Markiezen 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 verbeterd door de komst van de Markiezzaten. 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 $0,35 \text{ m} + \text{NAP}$ is een aanvullende maatregel nodig om inundatie van het stedelijk gebied te voorkomen. Gedacht wordt aan een noodoverlaat op het Markiezzaatsmeer. 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 Markiezzaten, 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 $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij deze bui bedraagt de theoretische waterstand $1,04 \text{ m} + \text{NAP}$, 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 $0,80 \text{ m} + \text{NAP}$ komt, zal de stuw bij de Molenbeek worden opgetrokken naar $1,20 \text{ m} + \text{NAP}$. De afvoer uit de Molenbeek wordt dan (tijdelijk) geblokkeerd en de afvoer van het water uit het stedelijk gebied van de Markiezzaten en overstort S11 krijgt voorrang boven de afvoer van het water uit de Molenbeek. De hoogte van $0,80 \text{ m} + \text{NAP}$ 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 $0,8 \text{ m} + \text{NAP}$ 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 Markiezzaten 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 $0,30 \text{ m} + \text{NAP}$ 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 Markiezen 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 Markiezenweg 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 Markiezen. 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 Markiezen. 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 Markiezen. 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 Markiezen en Plaatvliet	
Dossier	: A 3164-01-001	
Omvang rapport	: 31 pagina's	
Auteur	: mevr. ir. P.M.M. Dicker	
Bijdrage	: ir. S.A.M. Hofhuis	
Projectleider	: mevr. ir. P.M.M. Dicker	
Projectmanager	: ing. J.C.I. Moerkerk	
Datum	: 13 januari 2009	
Naam/Paraaf	:	ir. P.M.M. Dicker

DHV B.V.

Ruimte en Mobiliteit

Larixplein 1

5616 VB Eindhoven

Postbus 80007

5600 JZ 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 Markiezen. 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 Markiezen 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 Markiezen bedraagt 36,09 ha. De opbouw is weergegeven 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 $1.600 \text{ inw} * 2,5 \text{ inw/woning} * 10 \text{ l/h} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$. De droogweerafvoer wordt per gemaal afgevoerd naar het nabijgelegen stamriool. Het gemaal is gesitueerd in put 75 (zie rioleringsstekening) met als alternatieve locatie put 74. De gemaalcapaciteit bedraagt $50 \text{ m}^3/\text{h}$.

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 lost 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 uitstroompunten voorzien van een drempel.

Afvoer van het regenwater

De lozing van regenwater zal plaatsvinden door middel van een aantal vrije uitstroompunten (zie riolerings-tekening). 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.

bijlage 1
- 5 -

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.

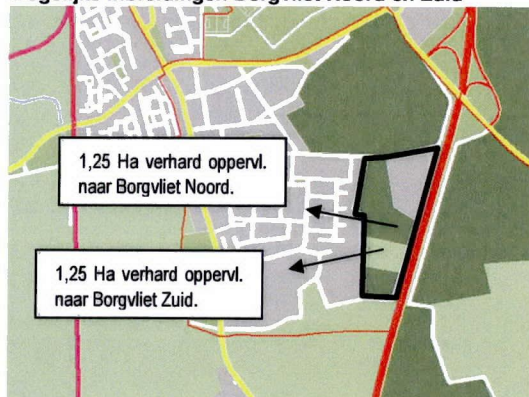
Zowel bij Borgvliet Noord als bij Borgvliet Zuid is rekening gehouden met een mogelijke inbreiding van 1,25 ha (zie figuur B2.1). Het is nog niet duidelijk of en wanneer de inbreiding zal plaatsvinden. De oppervlakken zijn wel meegenomen in de berekening om een eventueel benodigde retentieruimte veilig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

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 E. Akkerman, 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 Markiezen. 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 Markiezen. Uitzondering hierop zijn de Terpen en het oostelijk deel van de Randweg Zuid-West, welke op de Molenbeek lozen.

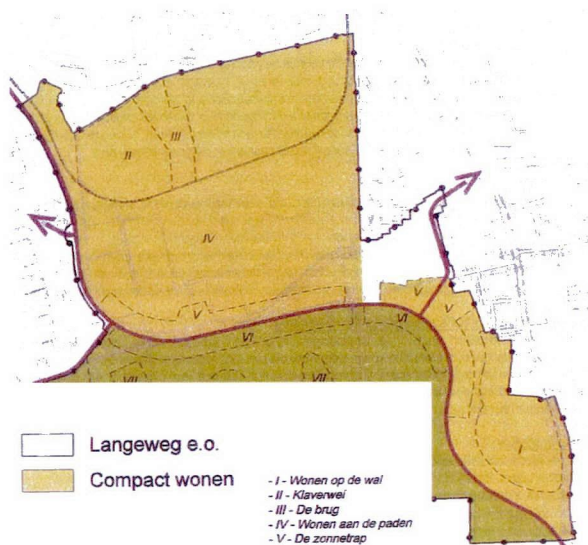
Tabel B2.2

Verhard oppervlak stedelijk gebied De Markiezen

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 Markiezen¹⁵



¹⁵ uit het bestemmingsplan 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	4.970 m ²	De oppervlakken zijn ingemeten bij de streefpeilen Totaal: 43.130m ²
	Klaverwei	3.880 m ²	
	sloot zuidkant Klaverwei	2.320 m ²	
	ten westen spoor	3.875 m ²	
	centrale waterpartij	28.085m ²	
wateroppervlakken ten westen van 'Wonen op de wal'	valleiwater noord	2.440 m ²	Totaal: 3.160 m ²
	valleiwater zuid	720 m ²	
streefpeil waterpartij Klaverwei	0,60 m + NAP		esthetische afweging
streefpeil spoorloot ter hoogte van Langeweg	0,30 m + NAP		= streefpeil water Markiezaten
streefpeil spoorloot in natuuront- wikkelingsgebied	0,50 m + NAP		= 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 stuwlength: 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 stuwlength: 6 m		
afvoerleiding onder Markiezaatsweg tussen centrale waterpartij De Markiezaten en Cromvliet	doorstromend oppervlak gelijk aan het doorstroombrofiel 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 spoorstoot. Een deel van deze stoot met daarop aangesloten de drie zuidelijke overstorten wordt straks verbonden met de centrale waterpartij in de Markiezen. 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 Markgravenlaan¹⁷ tussen Borgvliet Noord en het regenwaterstelsel van de Markiezen (zie ook tekening W1102-35/P08, bijlage 5). Via de noodoverlaat kan oppervlaktewater uit de centrale waterpartij in de Markiezen 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 Markiezen

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 spoorstoot	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 Markiezen, tekening W1102-35/P08

landbouwkundige afvoer Molenbeek	1,5 m ³ /s	Landbouwkundige afvoer met een herhalingsdij 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 kwelputten
stuwhoogte tussen Plaatvliet en Molenbeek vanaf waterpeil in Plaatvliet 0,8 m + NAP	1,20 m + NAP	
stuwlengthe	2,5 m	
maximaal peil kwelputten	0,80 m + NAP	gereguleerd d.m.v stuw
maaiveld rond kwelputten	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.

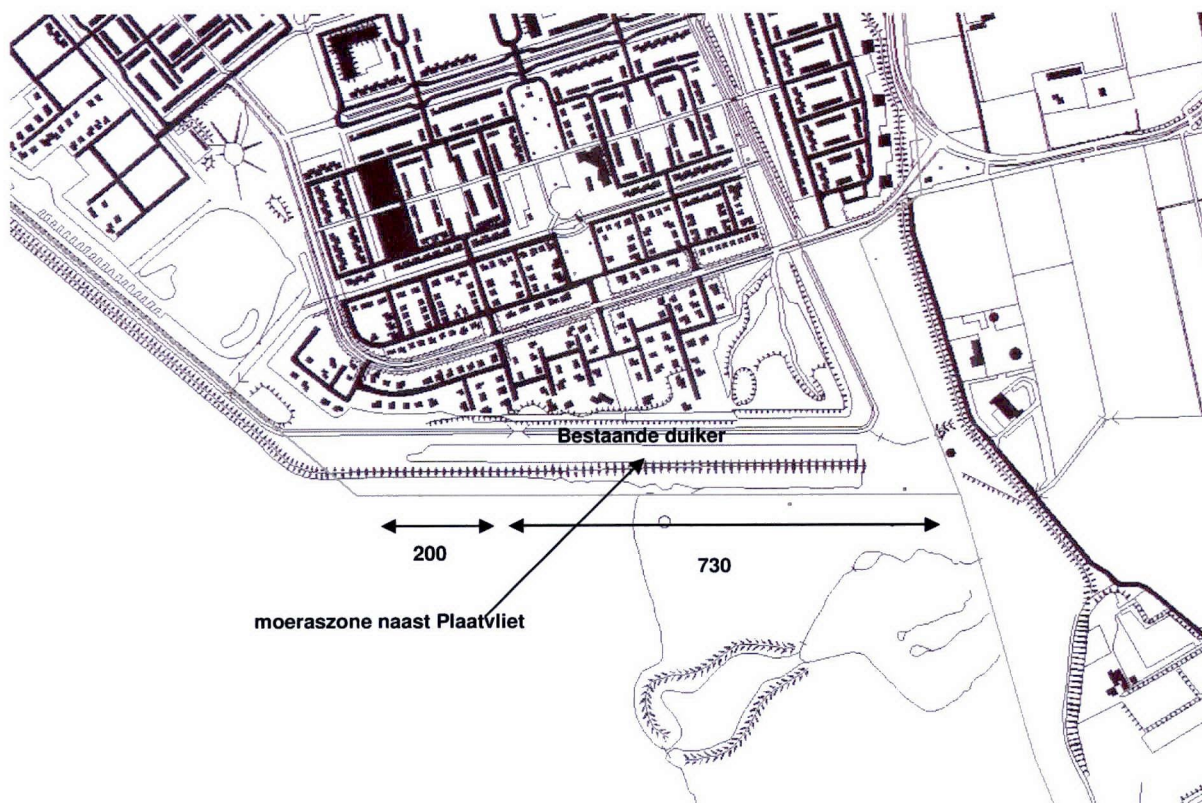
Tabel B2.6

Afmetingen moeras¹⁸

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 Markiezaatsmeer
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. Uitstroomconstructie 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 $T = 100$.

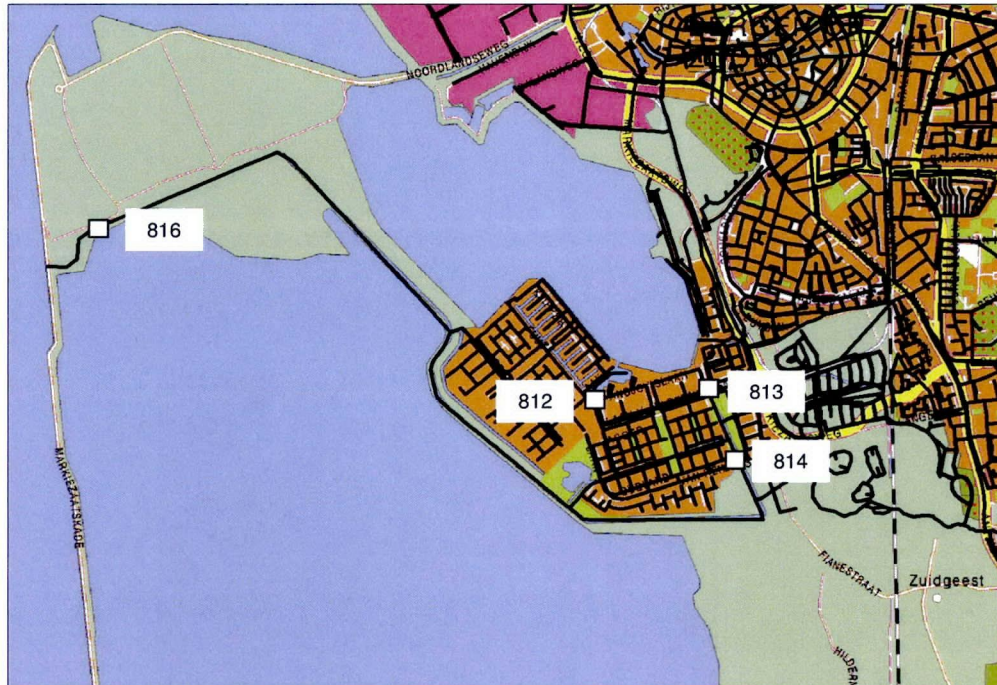
Het regenwater uit het oostelijk deel van de Bergse Plaat stroomt af naar de Zwanenvliet, de Steenvliet en de Middelvliet die op hun beurt een open verbinding hebben met de Plaatvliet aan de zuidwestzijde. Aan de oostzijde van de Bergse Plaat staan beide vlieten in verbinding met de Plaatvliet door middel 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 Plaats

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 Plaats	1,6 – 1,8 m + NAP	
Waterpeil Zoommeer	0,10 m – NAP tot 0,15 m + NAP	

Tabel B 2.8

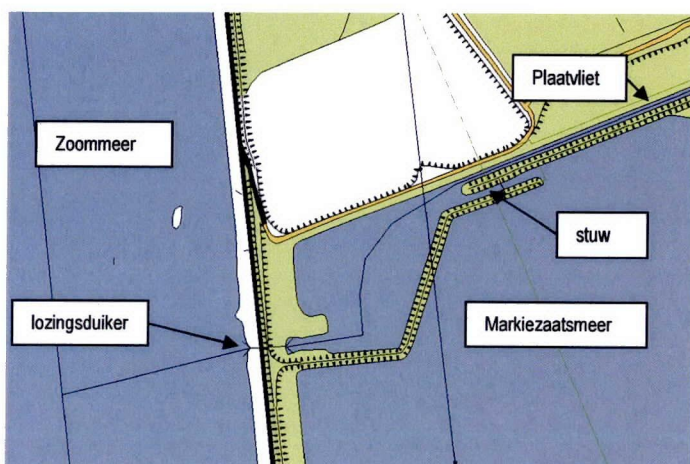
Afmetingen stuwen¹⁹

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 kwelputten 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 $1 \text{ l/(s. bruto ha)} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (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 $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 Modellerings 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 $70 \text{ m}^3/\text{min} = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$.

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).

Modellerings oppervlaktewateren

De Molenbeek is in deze situatie niet gemodelleerd, maar als een constante lozing van $70 \text{ m}^3/\text{min} = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 dicht-geslibd.

De afmetingen van de Cromvliet zijn overgenomen van de ontwerptekeningen zoals aangeleverd door de gemeente.

B3.4 Modellerings situatie 2050

De Molenbeek wordt verlegd naar de zuidrand van de Markiezen. 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 Markiezen wordt getransporteerd. De koppeling komt ter hoogte van put 323 in de Antwerpse Straatweg²⁰. 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 Markiezen lost 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 Markiezen.

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 Markiezen, 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 Markiezen.
- Toegevoegd: het rioolstelsel van het stedelijk ontwikkelingsgebied van de Markiezen.
- Toegevoegd: centrale waterpartij De Markiezen, ronde waterpartij bij de Klaverweide, sloot aan zuidzijde Klaverweide, waterpartij bij de sportvelden, spoorloot 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 kwelputten 0,2 m³/s.
- Niet toegevoegd: de lozing uit Kijk in de Pot (te verwaarlozen).

Modellerings 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.

Modellerings Molenbeek

Het stroomgebied van de Molenbeek en de (voorbeeld)profielen zijn overgenomen uit het inrichtingsplan Molenbeek²¹. De maaiveldhoogten bestaan uit een GIS-bestand uit de uitgebreide grondbalansberekening²². 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).

Modellerings verharde oppervlakken

Het rioolstelsel voor het stedelijk ontwikkelingsgebied De Markiezen is opgenomen uit het 'Rioleringsplan Ontwikkeling De Markiezen'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 Markiezen, 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

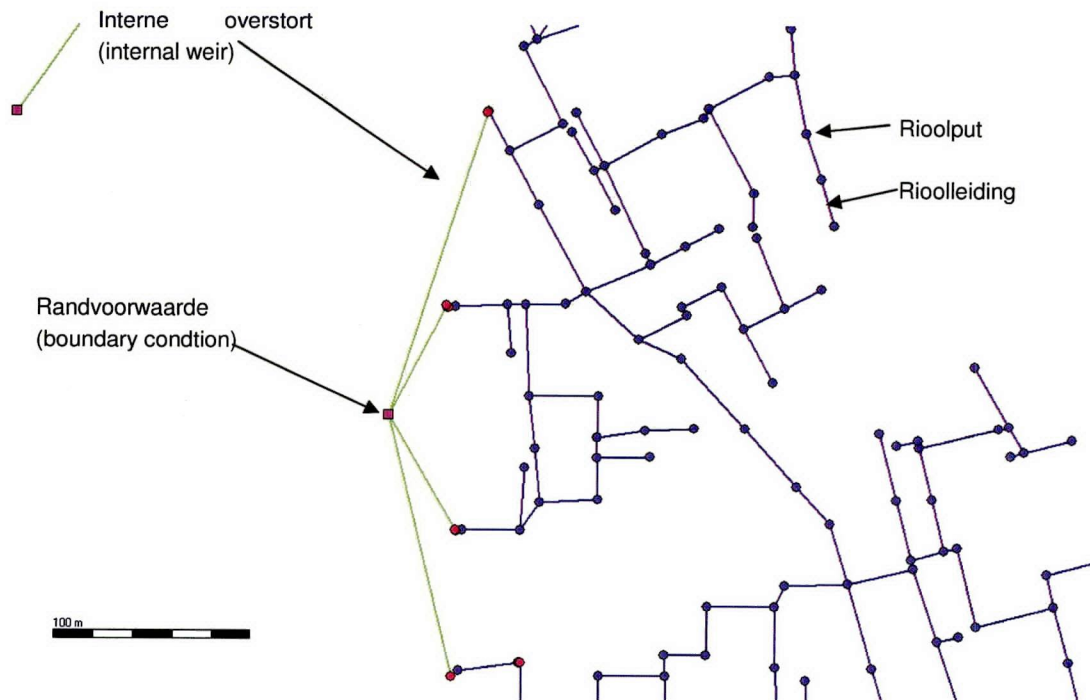
Het rekenmodel bestaat uit een **rioleringsmodel** en een **oppervlaktewatermodel**. Deze zijn aan elkaar gekoppeld door middel van interne overstorten.

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.

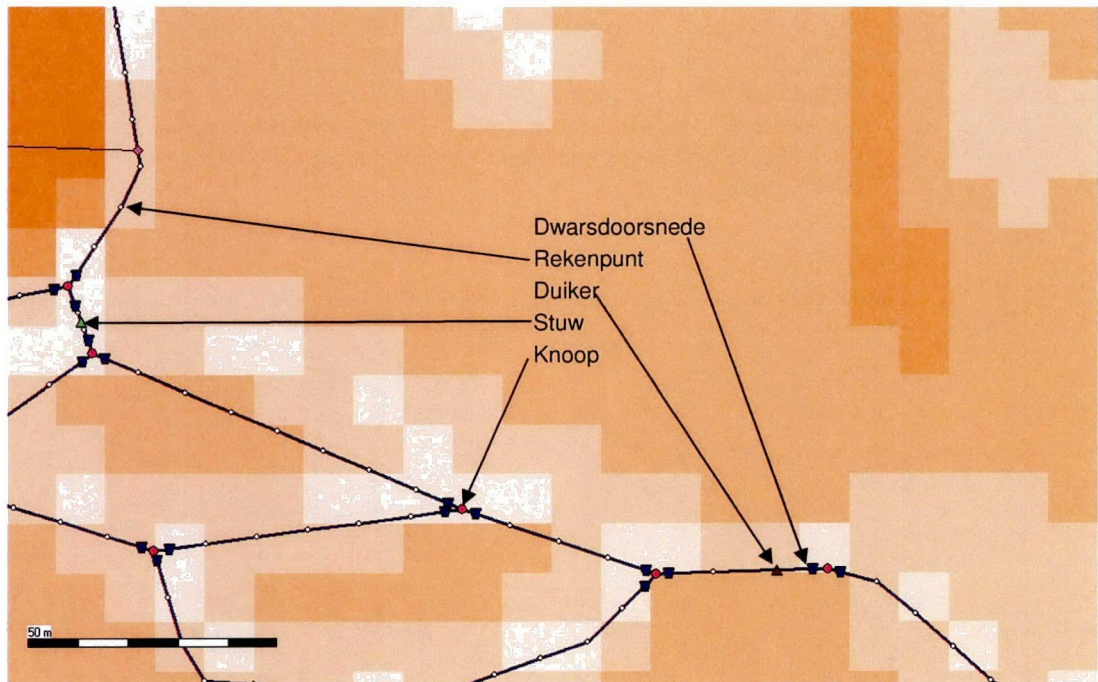
Figuur 1

Rioleringsmodel (met daarin: putten, interne overstorten, randvoorwaarden en leidingen)



Figuur 2

Oppervlaktewatermodel met knopen, duikers, dwarsdoorsneden, stuwen en rekenpunten



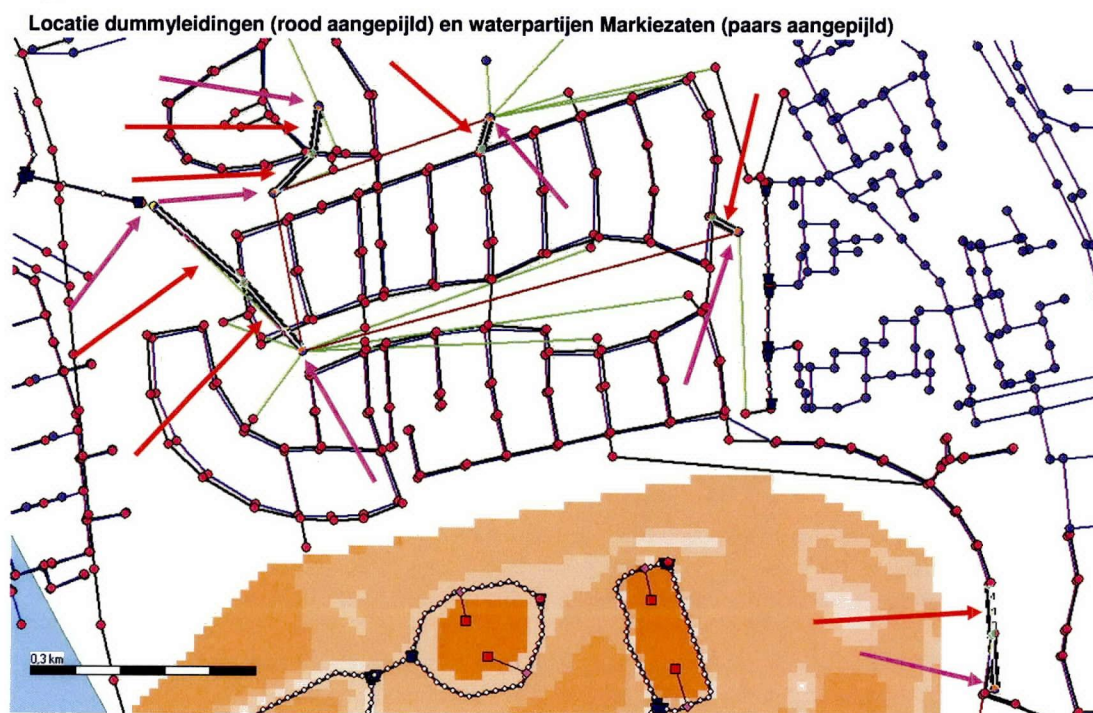
Aanwezige modelmatige trucs

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 dummysleidingen 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 dummysleidingen een beginwaterstand is toegekend, geldt deze automatisch voor de als put gemodelleerde waterpartijen.

Figuur 3



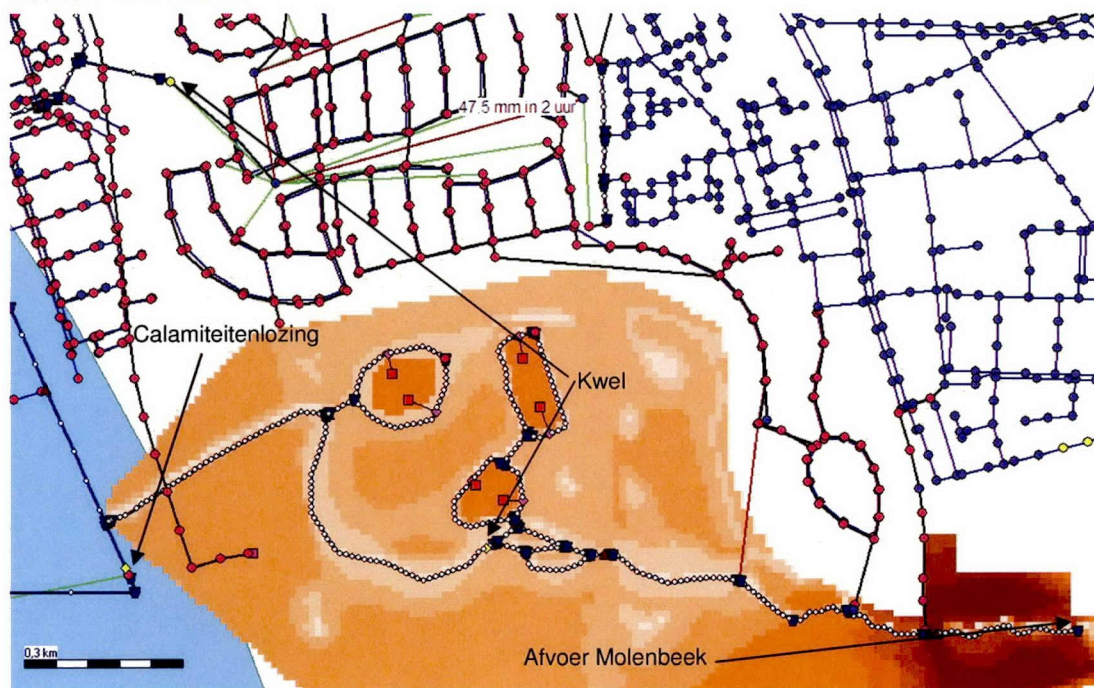
Bijzondere knopen

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

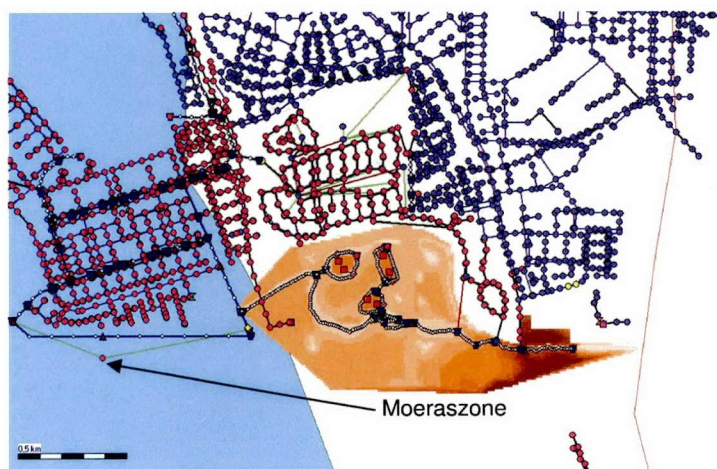
Ligging laterale invoeren



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.

Figuur 5

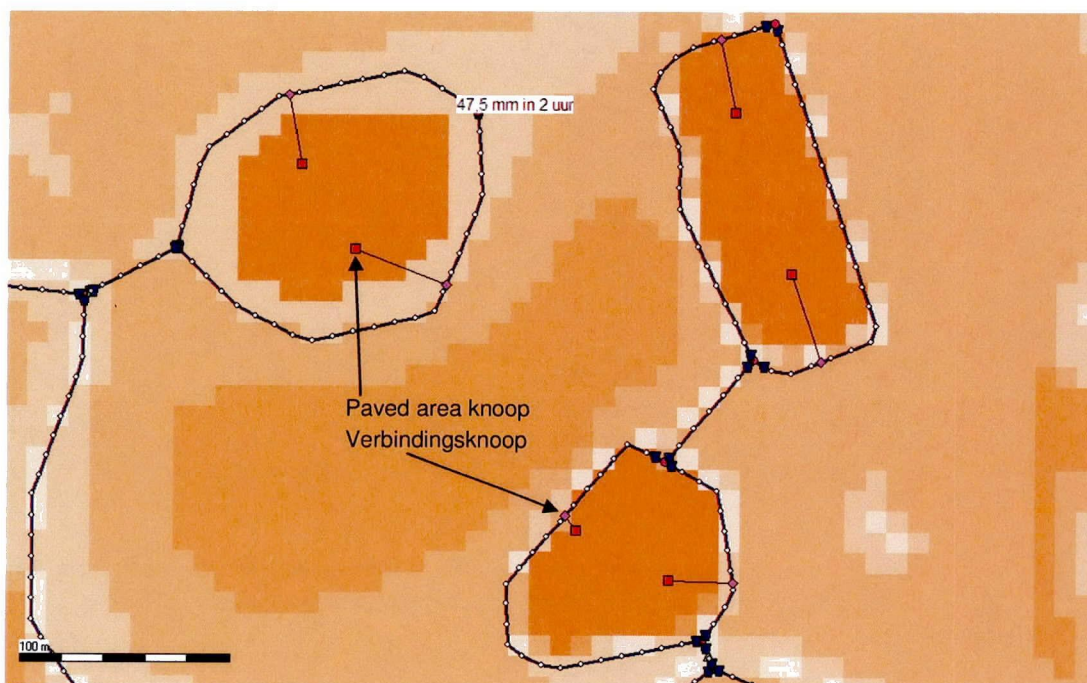
Ligging moeraszone



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.

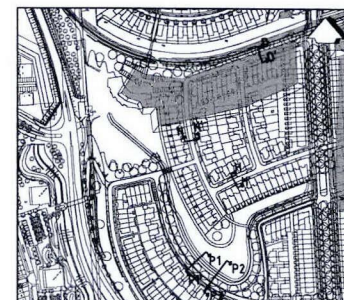
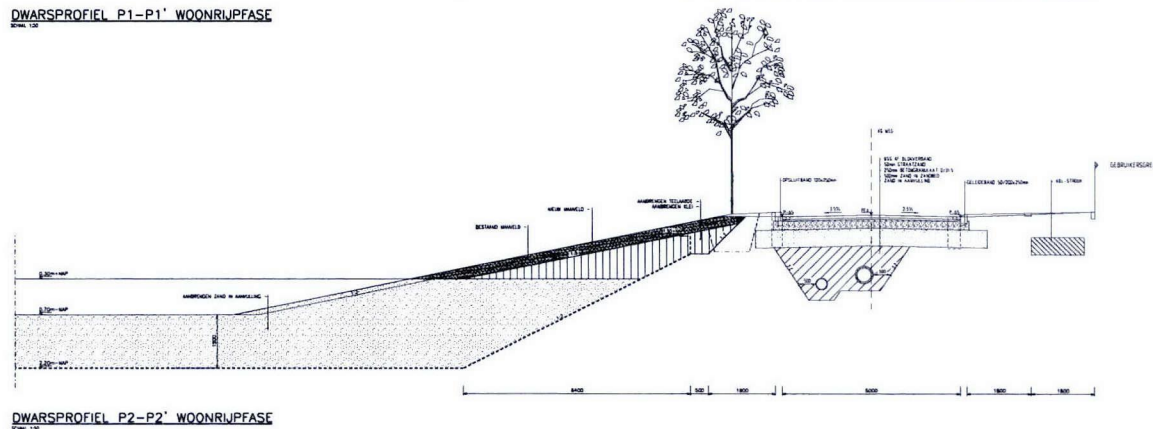
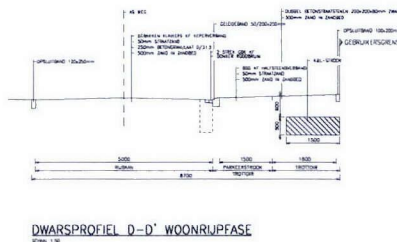
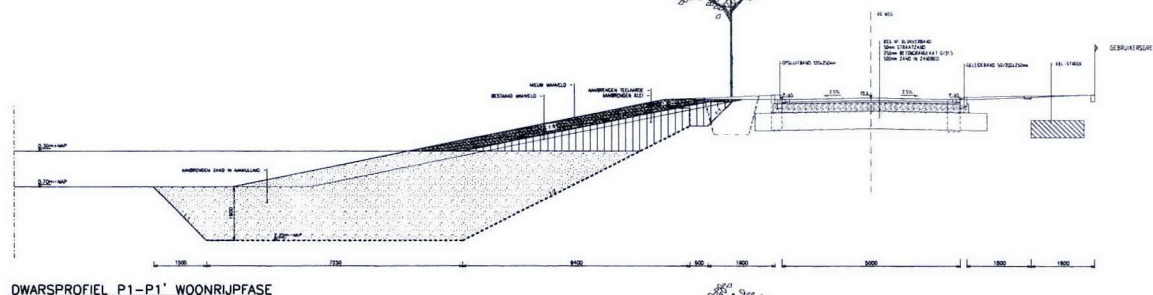
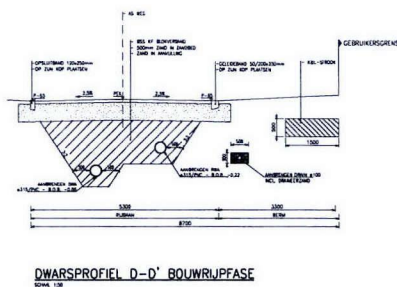
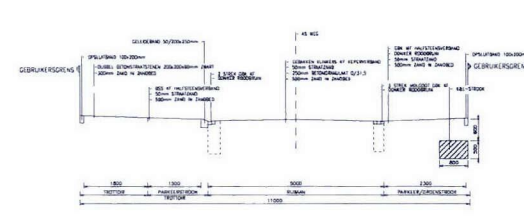
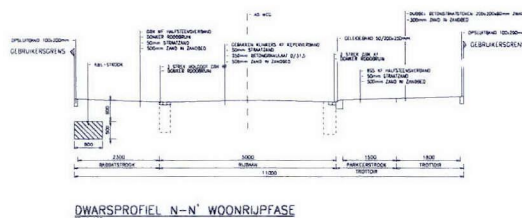
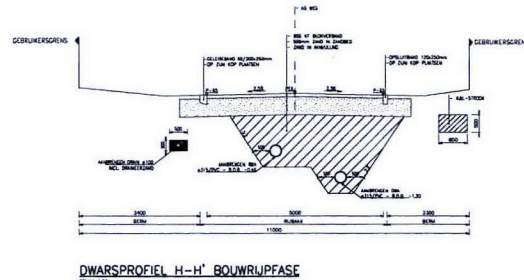
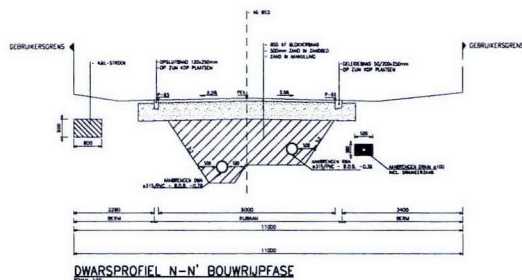
Figuur 6

Schematisatie wooneilanden





W1102-62/804



DWARSPROFIEL A1-A1' VIEW.DWG	00 (NO) 081014	C
DRANAGE TIEFTEVERSIJ	00 (NO) 080626	B
	00 (NO) 080609	A
aanvraag	aanvraag	aanvraag
DE MARKIEZATEN BRM FASE 2		
GEMEENTE BERGEN OP ZOOM		
DWARSPROFIELEN BRM DE MEANDER NOORD-WEST		
Schaal 1:50	Project W1102-62-001	
aanvraag in 2004	aanvraag in 2004	
aanvraag in 2004	aanvraag in 2004	
W1102-62/006		

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

Markiezzaten

Permanent in beheer WS	
<i>Categorie A waterlopen</i>	
OWL 39359	
OWL14035	
OWL40404	
OWL20252	vanaf stuw Cromvliet tot en met brug Zuiderdreef (KBR 02626 en KBR02627)
<i>Duikers</i>	
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
<i>Krooshekken</i>	
KVV0196	
<i>Bruggen</i>	
KBR02626	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KBR02627	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
KBR02556	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
<i>Stuwen</i>	
KST02182	Cromvliet
<i>Gemalen</i>	
KGM00400	
Tijdelijk in beheer WS	
<i>Watergangen</i>	
Nog geen code	watergang Strandkrab
OWL39755	
OWL20250	
OWL20251	
OWL14034	
OWL20252	Vanaf brug Zuiderdreef (KBR 02626 en KBR02627) in oostelijke richting in tijdelijk beheer
<i>Duikers</i>	
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

<i>Categorie A watergangen</i>	
OWL 39360	Molenloop tot A4
OWL39355	Molenloop
OWL39358	Molenloop
OWL39361	Molenloop
OWL39353	Molenloop
OWL39354	Molenloop
<i>Duikers</i>	
KDU30148	Bouwkundig deel blijft in beheer bij gemeente
<i>Bruggen</i>	
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
<i>Stuwen</i>	
KST02180	Heimolen
KST02177	Antwerpse Straatweg
KST02209	Akkerman