



Waterhuishouding Dordtse
Kil IV

Definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN



Vestiging Amstelveen
Postbus 6
1180 AA Amstelveen
t 020 750 46 00
f 020 750 46 99

Vestiging Deventer
Zutphenseweg 51
7418 AH Deventer
t 0570 66 09 10
f 0570 66 09 19

info@wareco.nl
www.wareco.nl

Waterhuishouding Dordtse Kil IV

Definitief

Uitgebracht aan:

Gemeente Dordrecht
T.a.v. Ing.bureau Drechtsteden M.P.van der Pijl
Postbus 8
3300 AA DORDRECHT

Auteur	ir. A. Linckens	Kenmerk	KP12 RAP20150107
Vrijgave	ir. A.W. Boer	Datum	08-01-2015
		Status	Definitief

Wareco is het Nederlandse ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is de integratie en combinatie van de specialisaties. We doen onderzoek en geven advies. We maken plannen en begeleiden de uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al 30 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit haar vestigingen in Deventer en Amstelveen bedient Wareco met circa 60 professionals overheden, bedrijfsleven en particulieren.

Wareco beschikt over een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitssysteem en een ISO 14001 gecertificeerd milieumanagementsysteem. Daarin worden de kwaliteit van onze adviseurs, de producten die we leveren en het adviesproces duurzaam geborgd.

Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding.....	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Huidige oppervlaktewatersysteem.....	2
1.2.1. Oppervlaktewater en streefpeil.....	2
1.2.2. Maaiveld.....	2
2. Uitgangspunten	4
2.1. Beleid	4
2.2. Regelgeving	7
2.2.1. Randvoorwaarden dimensies.....	7
2.2.2. Randvoorwaarden hydraulisch ontwerp	8
2.2.3. Waterkwaliteit	8
2.2.4. Locatiespecifieke randvoorwaarden	9
3. Ontwerp.....	10
3.1. Inleiding.....	10
3.2. Beschrijving oppervlaktewatersysteem	10
4. Hydraulische toetsing	13
4.1. Berekeningsmethode	13
4.2. Bespreken resultaten hydraulische toetsing	13
4.3. Beperking gekozen berekeningsmethode.....	14

Bijlagen

1. Scenario-analyse inclusief hydraulische toetsing
2. Schetsontwerp watersysteem
3. Hydraulische toetsing ontwerp

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Het gebied tussen de A16 en De Dordtse Kil IV aan de zuidzijde van Dordrecht (zie figuur 1) wordt ontwikkeld. Het gebied kent een bruto oppervlak van 112 hectare (ha) en in 2018 is de eerste kavelluitgifte gepland.



Figuur 1: Plangebied Dordtse Kil IV (bron: Bing Maps)

In december 2014 heeft Wareco de rapportage *Waterhuishouding Dordtse Kil IV, concept, KP12 RAP20131217, 17-12-2013* opgeleverd met een eerste hydraulische toetsing van het oppervlaktewatersysteem en ontwerputgangspunten. In juni 2014 heeft Wareco de rapportage *Waterhuishouding Dordtse Kil IV, concept 2, KP12 RAP20140522, 23-6-2014* opgeleverd met het voorlopig ontwerp van de riolering.

In deze rapportage wordt het oppervlaktewatersysteem op hoofdlijnen ontworpen en hydraulisch getoetst. Het resultaat is een watersysteemkaart die als gespreksdocument bij gesprekken met andere partijen, waaronder het Waterschap Hollandse Delta, kan worden gebruikt.

In hoofdstuk 2 worden de randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven. In hoofdstuk 3 wordt het ontwerp beschreven en in hoofdstuk 4 hydraulisch getoetst.

1.2. Huidige oppervlaktewatersysteem

1.2.1. Oppervlaktewater en streefpeil

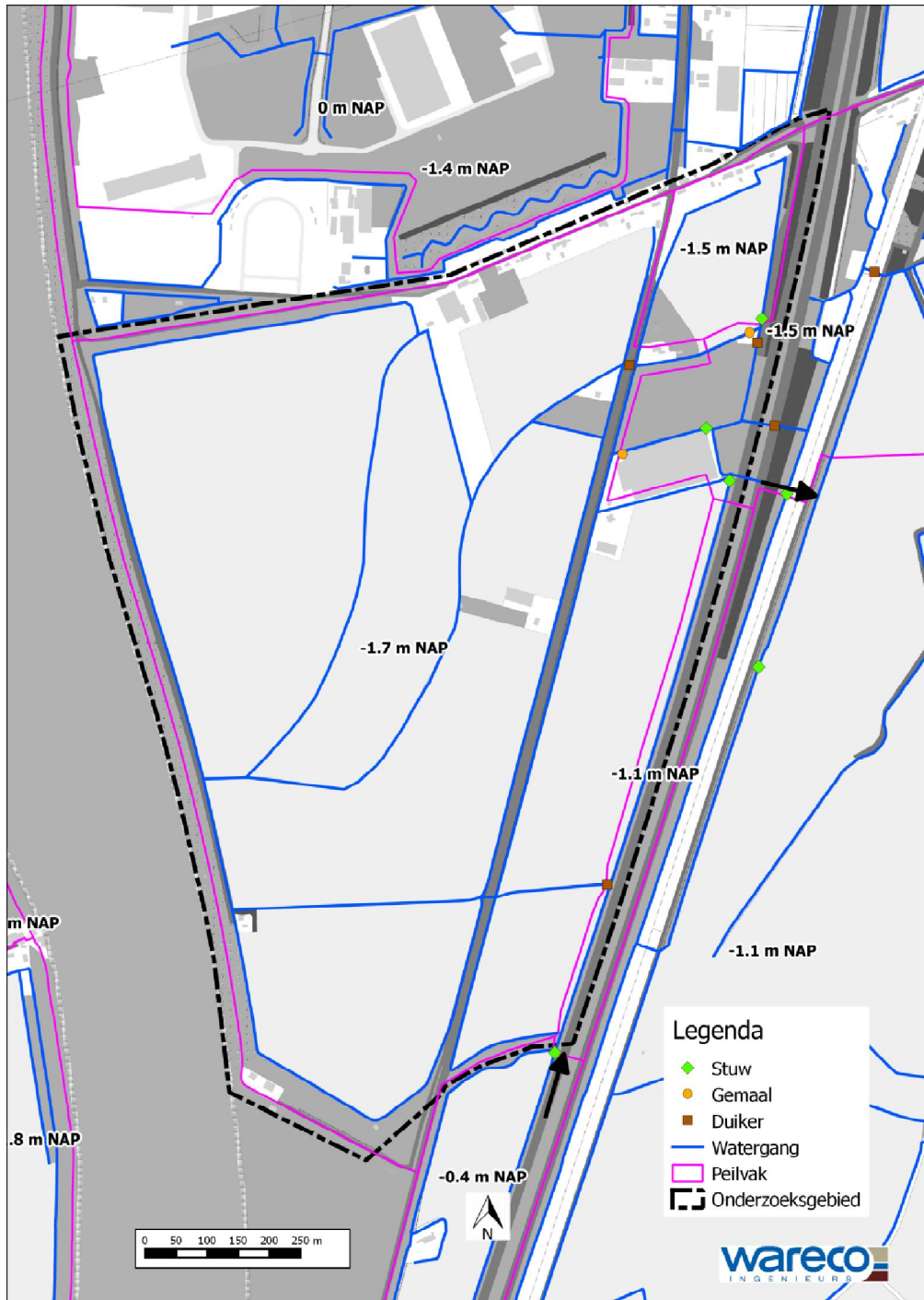
Het huidige streefpeil is in het grootste deel van het plangebied een vast peil NAP -1,70 m. Aan de oostzijde, langs de A16 gelden vaste peilen van NAP -1,10 m voor het zuidelijke deel en NAP -1,50 m voor het noordelijke deel van de berm-sloot. Het peilvak van NAP -1,50 m is met een duiker verbonden met het water-systeem aan de oostzijde van de A16. Zie ook figuur 2.

Het peilvak van NAP -1,70 m voert volgens de legger van Waterschap Hollandse Delta met een poldergemaal met een capaciteit van 1.000 m³/h overtollig water af naar het peilvak van NAP -1,50 m. Het peilvak van NAP -1,10 m voert via een stuw overtollig water af naar het peilvak van NAP -1,50 m.

In droge perioden wordt het gebied vanuit het zuiden, via de berm-sloot van de A16 met een streefpeil van NAP -1,10 m, water aangevoerd.

1.2.2. Maaiveld

Het huidige maaiveld bedraagt gemiddeld NAP -0,50 m (variatie tussen NAP -1,02 m in de meest noordoostelijke hoek tot NAP 0,00 m in de meest zuidoostelijke).



Figuur 2: Huidig watersysteem

2. Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden het beleid, de randvoorwaarden en de gehanteerde uitgangspunten beschreven.

2.1. Beleid

Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn, die ervoor moet zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in 2015 op orde is. In het verleden zijn vele Europese richtlijnen op het gebied van water verschenen. De Kaderrichtlijn Water, die in 2000 van kracht is geworden, moet meer eenheid brengen. De nieuwe richtlijn betekent een ambitieuze en innovatieve aanpak van waterbeheer. Kernelementen zijn:

- de bescherming van alle wateren, meren, kustwateren en grondwateren;
- het stellen van ambitieuze doelen om ervoor te zorgen dat alle wateren in het jaar 2015 de "goede toestand" hebben bereikt;
- de verplichting tot grensoverschrijdende samenwerking tussen landen en tussen alle betrokken partijen;
- ervoor zorgen dat alle belanghebbenden actief deelnemen aan activiteiten op het gebied van waterbeheer;
- de verplichting tot het voeren van een waterprijsbeleid en ervoor zorgen dat de vervuiler betaalt;
- het in evenwicht houden van de milieubelangen en de belangen van hen die afhankelijk zijn van het milieu.

Nationaal Bestuursakkoord Water

In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is het kabinetsstandpunt over het waterbeleid in de 21e eeuw vastgelegd. De hoofddoelstellingen zijn: het waarborgen van het veiligheidsniveau bij overstromingen en het verminderen van wateroverlast. Daarbij wordt de voorkeur gegeven aan ruimtelijke maatregelen boven technische maatregelen.

In het NBW is ook de watertoets als procesinstrument opgenomen. De watertoets is het proces van vroegtijdig informeren, adviseren en beoordelen van waterhuishoudkundige aspecten in ruimtelijke plannen en besluiten. Het doel van dit nieuwe instrument is waarborgen dat de waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet in beschouwing worden genomen als het gaat om waterhuishoudkundige relevante ruimtelijke plannen en besluiten. Uitvoering van de watertoets betekent in feite dat de gemeente en de waterbeheerder samenwerken bij het uitwerken van ruimtelijke plannen, zodat problemen in het gebied zelf en de omgeving worden voorkomen. De watertoets is sinds 2003 verankerd in het Besluit ruimtelijke

ordening 1985 (Bro 1985) en is overgenomen in het nieuwe Besluit ruimtelijke ordening (Bro) en hiermee verplicht voor alle ruimtelijke plannen en besluiten. In 2008 is het NBW geactualiseerd met als doel de watersystemen in 2015 op orde te krijgen, met name op het gebied van wateroverlast en watertekort.

Nationaal Waterplan

In december 2009 heeft het kabinet het Nationaal Waterplan (NWP) vastgesteld. Dit plan geeft op hoofdlijnen aan welk beleid het Rijk in de periode 2009 - 2015 voert om te komen tot een duurzaam waterbeheer. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Ook worden de maatregelen genoemd die hiervoor worden genomen. Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 en vervangt alle voorgaande nota's waterhuishouding. Het Nationaal Waterplan is opgesteld op basis van de Waterwet. Op basis van de Wet ruimtelijke ordening heeft het Nationaal Waterplan voor de ruimtelijke aspecten de status van structuurvisie.

In het Nationaal Waterplan is een eerste uitwerking gegeven aan het Deltaprogramma dat wordt opgesteld naar aanleiding van het advies van de Deltacommissie in 2008. Dit programma is gericht op duurzame veiligheid en zoetwatervoorziening. De stroomgebiedbeheerplannen zijn een bijlage van het NWP.

Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. Kort samengevat regelt de Waterwet het beheer van oppervlaktewater en grondwater. Ook verbetert de wet de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De Waterwet heeft een groot aantal wetten op het gebied van water vervangen en biedt instrumenten om het waterbeheer op een doeltreffende en doelmatige manier op te pakken.

De Waterregeling bevat regels ten aanzien van de organisatie van het waterbeheer, een aantal kaarten betreffende de toedeling van beheer, de begrenzing van oppervlaktewaterlichamen en de aanwijzing van de drogere oevergebieden, alsmede regels voor gegevensverstrekking aan het Rijk ingevolge Europese verplichtingen.

Verder regelt de Waterregeling een enkel inhoudelijk aspect van het regionaal waterplan en beheerplannen.

Beleid waterschap Hollandse Delta

Waterschap Hollandse Delta is verantwoordelijk voor het waterbeheer in haar beheersgebied. Het gaat dan om het waterkwantiteits- en waterkwaliteitsbeheer, de waterkeringzorg en de waterzuivering. In het Waterbeheerplan 2009-2015 staat hoe Hollandse Delta het waterbeheer in het werkgebied in de komende jaren wil uitvoeren. Daarbij gaat het om betaalbaar waterbeheer met evenwichtige aandacht voor veiligheid, waterkwaliteit, waterkwantiteit, duurzaamheid en om

het watersysteem als onderdeel van de ruimtelijke inrichting van ons land. Het Waterbeheerplan beschrijft de uitgangspunten voor het beheer, de ontwikkelingen die de komende jaren verwacht worden en de belangrijkste keuzen die het waterschap moet maken. Daarnaast geeft het Waterbeheerplan een overzicht van maatregelen en kosten. De maatregelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn onderdeel van het plan.

Het waterschap hanteert bij nieuwe ontwikkelingen het principe van waterneutraal bouwen, waarbij gestreefd wordt naar het behoud of herstel van de 'natuurlijke' waterhuishoudkundige situatie. Vanwege dit principe wordt bij uitbreiding van verhard oppervlak voor de omgang met hemelwater uitgegaan van de voorkeursvolgorde infiltreren, bergen, afvoeren.

Uit het oogpunt van waterkwaliteit moet schoon hemelwater bij voorkeur worden afgekoppeld en direct worden geloosd op oppervlaktewater. Dit vermindert de vuiluitworp uit het gemengde rioolstelsel en verlaagt de hydraulische belasting van de afvalwaterzuivering. Bij een toename van aaneengesloten verhard oppervlak van 250 m² of meer moet voor hemelwaterlozing een watervergunning worden aangevraagd in het kader van de Keur.

Als er sprake is van toename aan verhard oppervlak, dan moet in principe 10% van deze toename worden gecompenseerd in de vorm van open water binnen het peilgebied waarin de toename van verharding plaatsvindt.

Stedelijk Waterplan Dordrecht

Het Waterplan Dordrecht 2009-2015 is een actualisering en uitbreiding van het 1e Waterplan. Lerend van de praktijkervaringen, rekening houdend met de nieuwe beleidkaders en inspeland op de klimaatverandering hebben de waterpartners, de gemeente Dordrecht en waterschap Hollandse Delta, een nieuwe toekomstgerichte waterambitie geformuleerd. Samengevat luidt de lange termijn ambitie (2050) als volgt:

- Het Eiland van Dordrecht heeft een klimaatbestendig, veilig, mooi en gezond watersysteem. Het heeft voldoende veerkracht voor het opvangen van zowel extreme neerslag als langere periodes van hitte en droogte. Bij het op orde brengen van het watersysteem en de waterkeringen is rekening gehouden met de zeespiegelstijging en hogere piekafvoeren op de rivier. Op het hele eiland is het watersysteem schoon en ecologisch gezond. Het water draagt bij aan de kwaliteit en beleving van de openbare ruimte in de stad en het landelijk gebied. De waterstructuur is een aantrekkelijke doorgaande route die stad en land met elkaar verbindt en heeft een hoge natuurwaarde. De burgers van Dordrecht leven bewust met het water, maken volop gebruik en genieten van het open water. Water en ruimte, natuur en cultuur versterken elkaar en dragen bij aan de vitaliteit en duurzaamheid van het eiland van Dordrecht.

2.2. Regelgeving

Het waterschap stelt regels op om te voorkomen dat watergangen, kunstwerken of dijken beschadigen. Ook zijn er regels voor het onderhoud van watergangen om de waterafvoer in dit oppervlaktewater te waarborgen. Met betrekking tot het plangebied is de Keur voor Waterschap Hollandse Delta 2009 van toepassing.

De regels in de keur hebben betrekking op het lozen, afvoeren, onttrekken of aanvoeren van grondwater en water uit sloten en andere waterlopen. Ook kent de keur verbodsbepalingen over zaken die niet mogen in of om waterlopen. Iedereen die werkzaamheden uitvoert of activiteiten plant in en om waterlopen, heeft met de keur te maken.

Het is zonder vergunning van het waterschap verboden om water afkomstig van een uitbreiding van verhard oppervlak te lozen op watergangen. Ook voor het wijzigen of het aanleggen van een waterstaatswerk (zoals een oppervlaktewaterlichaam of een ondersteunend kunstwerk) is een vergunning van het waterschap vereist. Negatieve gevolgen voor de doorstroming van bestaande watergangen moeten worden voorkomen. Als een nieuw oppervlaktewaterlichaam wordt aangesloten op een bestaand watersysteem, moet het oppervlaktewaterlichaam voldoen aan zodanige afmetingen, dat het functioneren van het oppervlaktewaterlichaam, als onderdeel van het totale watersysteem, kan worden gewaarborgd.

2.2.1. Randvoorwaarden dimensies

Het waterschap heeft meerdere toetsingskaders. Ten aanzien van het watersysteem is de "Nota toetsingskaders en beleidsregels voor het watersysteem" d.d. 2013 relevant. In deze nota is de vertaling gemaakt van het tactische beleid naar het niveau van plantoetsing en vergunningverlening. Ten aanzien van oppervlaktewaterlichamen wordt daarin onder meer vermeld:

- Dempingen van oppervlaktewaterlichamen moeten volledig worden gecompenseerd.
- Een nieuw te graven primaire watergang moet minimaal aan de volgende afmetingen voldoen: bodembreedte 1 meter, taluds 1:2, waterdiepte 1 meter met aan weerszijden een obstakelvrije onderhoudsstrook van tenminste 5 meter.
- Secundaire watergangen in onderhoud bij derden moeten minimaal aan de volgende afmetingen voldoen: bodembreedte 0,5 meter, taluds 2:3, waterdiepte 0,5 meter (tenzij de waterbreedte groter is dan 4 meter: dan waterdiepte 1 meter) met aan weerszijden een obstakelvrije onderhoudsstrook van tenminste 1 meter.
- De diameter van een duiker moet minimaal 1 meter zijn in primaire watergangen en minimaal 0,50 m in secundaire watergangen.
- Het verval over een duiker mag maximaal 4 mm bedragen.
- De duiker moet worden aangebracht met 1/3 lucht (met een maximum van 0,25 m) ten opzichte van het streefpeil.

2.2.2. Randvoorwaarden hydraulisch ontwerp

Het watersysteem moet, conform de richtlijnen van het Waterschap Hollandse Delta (WSHD), hydraulisch worden getoetst op een neerslag met een herhalings-tijd van eens in de honderd jaar. In deze situatie mag het oppervlaktewater niet inunderen.

De afvoer uit het plangebied mag niet groter zijn dan 2 l/s/ha. Dit komt overeen met een veel toegepaste landelijke afvoernorm voor polders. Alle neerslag die valt met een hogere intensiteit moet binnen het plangebied worden geborgen.

2.2.3. Waterkwaliteit

Het aanbrengen en hebben van werken mag de ecologische kwaliteit van oppervlaktewaterlichamen niet blijvend significant verslechteren. De volgende uitgangspunten worden bij het ontwerp gehanteerd:

- Bij de inrichting van watergangen wordt gestreefd naar aaneengesloten water-elementen met een minimum aan duikers of andere kunstwerken. Vanuit het belang van de waterkwaliteit moeten doodlopende watergangen worden vermeden; water moet kunnen circuleren; gelegenheid tot het verbinden van doodlopende watergangen aangrijpen en verbindingen realiseren.
- In geval van een calamiteit of ten behoeve van de waterkwaliteit is doorspoe-len in veel woongebieden nog een noodzaak, waardoor (ondanks dat de wa-terbeheerders het geen duurzame oplossing vinden) voorzieningen aanwezig dienen te zijn voor circulatie en inlaat van water om de symptomen te kunnen bestrijden.
- Aantasting aquatisch ecosysteem door ondermeer overkluizingen, lange dui-kers et cetera dient te worden vermeden.
- Voor nieuwbouwingebieden moet een verbeterd gescheiden rioolstelsel worden toegepast of een stelsel met een vuiluitworp minder of gelijk aan een verbe-terd gescheiden stelsel.
- Afkoppelen van schoon verhard oppervlak (rekening houdend met voldoende oppervlaktewater om het hemelwater af te voeren, infiltratiemogelijkheden, benuttten "grijs-water-circuit") voor:
 - vertraging van de waterafvoer/voorraadbeheer;
 - minimaliseren van de vuiluitworp;
 - vermindering van de afvoer van schoon water naar de AWZI.
- Bij de inrichting van watergangen wordt gebruik gemaakt van onderhoudsar-me beschoeiing. Een natuurvriendelijke oeverinrichting wordt gestimuleerd, gericht op de algemene kwaliteit van het watersysteem. Het streven is dat minimaal 50% van de oevers natuurvriendelijk ingericht (bijvoorbeeld één van beide zijden). De prioriteit moet liggen bij gebieden die ecologisch een belangrijke functie vervullen: de provinciale ecologische hoofdstructuur (PEHS) en bij gebieden die zichtbaar zijn voor de burgers, zoals de stad, na-tuur- en recreatiegebieden. Ook in gebieden die opnieuw worden ingericht moeten natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. Door het grotere ruim-tebeslag worden natuurvriendelijke oevers in eerste instantie aangelegd langs wateren waar deze ruimte aanwezig is (land in eigendom van de waterbe-

heerders), of wordt er gebruik gemaakt van overgedimensioneerde watergangen. Vanuit (cultuur)historisch oogpunt kan hiervan worden afgeweken, denk bij voorbeeld aan grachtenstelsels (bron: WBP 2000).

- Beperking diffuse bronnen/lozingen: volgens de uitgangspunten zoals onder andere vastgelegd in de Nationale Pakketten Duurzame Stedebouw en Duurzaam Bouwen moet het gebruik van duurzame bouwmaterialen bij nieuwbouw- en verbouwactiviteiten worden gestimuleerd, teneinde een duurzame stedelijke ontwikkeling te kunnen waarborgen. In relatie tot de waterkwaliteit moet de toepassing van uitloegbare bouwmaterialen - zoals koper, zink en lood - voor dakbedekking, gevelbekleding, regenwaterafvoer, drinkwaterleidingen of straatmeubilair worden vermeden. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen en bemesting bij het beheer en onderhoud van (openbare) groenvoorzieningen moet worden voorkomen.

2.2.4. Locatiespecifieke randvoorwaarden

Het is niet mogelijk het plangebied te koppelen aan het peilvak waar de rest van Dordrecht (vast peil NAP -1,4 m) in ligt. Dit vereist een grote aanpassing van het regionale watersysteem. Ook is het vanwege de grote afstand niet mogelijk de waterberging nabij de Laan der Verenigde Naties als compensatie in te zetten.

De huidige koppeling met het regionale watersysteem zit aan de noordoostzijde en gaat via een duiker onder de A16. Het toekomstige oppervlaktewatersysteem moet hierop worden aangesloten.

Het streefpeil in het grootste deel van het plangebied kan worden verhoogd naar vast peil NAP -1,50 m, zodat het hetzelfde streefpeil krijgt als het benedenstrooms gelegen gebied aan de oostkant van de A16. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om de benodigde bergingscompensatie aan de oostkant van de A16 te realiseren. De dijksloot heeft nu een vast streefpeil van NAP -1,70 m en deze wordt ook verhoogd tot NAP -1,50 m. De bermsloot met een streefpeil van NAP -1,10 m mag niet worden gewijzigd.

Het watersysteem wordt in de huidige situatie in droge perioden vanuit het zuiden van water voorzien. Deze aanvoer dient in stand te blijven en het gebied van water te voorzien. Hierdoor wordt voorkomen dat stagnante watergangen ontstaan.

3. Ontwerp

3.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van het toekomstig watersysteem beschreven. Voorafgaand aan dit ontwerp is een analyse van twee scenario's uitgevoerd. Een beschrijving van beide scenario's staat in [bijlage 1](#). De voorkeursvariant is hieronder nader uitgewerkt.

3.2. Beschrijving oppervlaktewatersysteem

Het ontwerp van het oppervlaktewatersysteem staat in [bijlage 2](#). De volgende punten zijn in het ontwerp verwerkt.

- Wegen, terreinen en daken, die niet direct grenzen aan oppervlaktewater, worden aangesloten op een verbeterd gescheiden stelsel (VGS). Daken die direct grenzen aan oppervlaktewater voeren via een gescheiden stelsel (GS) op het particuliere terrein direct af naar oppervlaktewater.
- Het hoofdpeilvak krijgt een streefpeil van NAP -1,50 m en voert onder vrij verval af naar de duiker onder de A16.
- De dijksloot krijgt, in tegenstelling tot eerdere ontwerpen, een streefpeil van NAP -1,50 m en is direct verboden met de overige watergangen.
- De zuidelijke bermsloot krijgt een streefpeil van NAP -1,10 m en voert onder vrij verval af naar het peilvak met streefpeil NAP -1,50 m. In tegenstelling tot eerdere ontwerpen wordt de bermsloot losgekoppeld van de bergingsgebieden in het zuidelijk deel van het plangebied. Hiervoor is wel een extra verbinding onder de af- en toerit van de A16 noodzakelijk.
- De maximaal toegestane afvoer bedraagt omgerekend 2 l/s/ha. Voor het peilvak met een streefpeil van NAP -1,50 m bedraagt omgerekend 779 m³/h en voor het peilvak met een streefpeil van NAP -1,10 m 29 m³/h. De totale toegestane afvoercapaciteit bedraagt 808 m³/h.
- De bij de berekening gehanteerde oppervlakken staan in tabel 1. In tabel 2 zijn de bijbehorende percentages bepaald. De toename aan verhard oppervlak bedraagt 69,4ha. De verdeling van de oppervlakken is gebaseerd op het *Stedenbouwkundigplan Bedrijventerrein Dordtse Kil IV, tek.nr. S23993*.
- Het peilvak NAP -1,50m wordt aan de zuidzijde gevoed vanuit het peilvak NAP -1,10 m.
- Uitgaande van een droogleggingseis van 1,20 m en een toekomstig streefpeil van NAP -1,50 m wordt het toekomstige maaiveld NAP -0,30 m.

Tabel 1: Verdeling oppervlakken in m2 (blauw = water, rood = verhard, groen = onverhard)

Peilvak	NAP -1,50m	NAP -1,10m	Totaal
Oppervlaktewater	77.781	13.496	91.277
Wegen (A16)	8.521	12.781	21.302
Wegen (openbaar)	57.899	-	57.899
Terreinen (uitgeefbaar)	273.413	-	273.413
Daken (uitgeefbaar)	341.766	-	341.766
Groen (uitgeefbaar)	68.353	-	68.353
Groen (openbaar)	235.421	13.496	248.917
Groen (fietspaden)	18.768	-	18.768
Totaal	1.081.922	39.773	1.121.695

Tabel 2: Verdeling oppervlakken in percentages (blauw = water, rood = verhard, groen = onverhard)

Peilvak	NAP -1,50m	NAP -1,10m	Totaal
Oppervlaktewater	7%	34%	8%
Wegen (A16)	1%	32%	2%
Wegen (openbaar)	5%	0%	5%
Terreinen (uitgeefbaar)	25%	0%	24%
Daken (uitgeefbaar)	32%	0%	30%
Groen (uitgeefbaar)	6%	0%	6%
Groen (openbaar)	22%	34%	22%
Groen (fietspaden)	2%	0%	2%

Verschillen ten opzichte van eerdere uitwerkingen

In [bijlage 1](#) is een scenarioanalyse van een eerder ontwerp opgenomen. De ontwerpen in [bijlage 1](#) zijn niet meer van toepassing, maar worden aan deze rapportage toegevoegd om inzicht in het functioneren te hebben bij andere verdeling van de oppervlakken en peilvakken.

De veranderingen van het huidige oppervlak ten opzichte van de eerdere verdeling zijn:

- Het totale verharde oppervlak is circa 20 ha kleiner, omdat na het uitkomen van het Stedenbouwkundig Plan, de werkelijke verdeling is gehanteerd in plaats van een 80%-20%.
- Omdat fietspaden niet afvoeren naar het riool, maar naar de berm, worden fietspaden als onverhard beschouwd.
- Het uitgeefbaar terrein is als volgt verdeeld:
 - verhard terrein 40%
 - daken 50%
 - onverhard 10%

- Het peilvak met een streefpeil van NAP -1,70 m is volledig bij het peilvak met een streefpeil van NAP -1,50 m gevoegd. Het peilvak met een streefpeil van NAP -1,10 m is voor een deel bij het peilvak met een streefpeil van NAP -1,50 m gevoegd.

4. Hydraulische toetsing

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het hydraulisch toetsen van het ontwerp van het oppervlaktewatersysteem beschreven. Het ontwerp is beschreven in hoofdstuk 3. De berekening staat in bijlage 3.

4.1. Berekeningsmethode

Bepalend voor de benodigde hoeveelheid oppervlaktewater is het landgebruik (verhard, onverhard, open water) en type hemelwaterafvoer (GS, VGS). Hoe meer verhard oppervlak, hoe meer berging en open water nodig zijn.

Op basis van de verdeling open water, onverhard, GS en VGS is een hydraulische toetsing met een bakkenmodel uitgevoerd. Elk peilvak is als één bak geschematiseerd.

Met het bakkenmodel is de maximale peilstijging per peilvak bij een neerslag met een herhalingstijd van eens in de honderd jaar ($T=100$) berekend. Voor de neerslag is gebruik gemaakt van de regenduurlijnen van KNMI 2005 (42 mm na één uur en 79 mm na 1 dag)¹. Om te anticiperen op klimaatverandering is de neerslaghoeveelheid verhoogd met 10%. Bij deze neerslag mag geen inundatie optreden.

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is geen rekening gehouden met berging van water uit het ene peilvak in het andere.
- Er is uitgegaan van een maximaal toegestane afvoercapaciteit uit het plangebied van 2 l/s/ha. Dit betekent dat indien er met een hogere intensiteit neerslag valt, alle extra neerslag moet worden geborgen in het plangebied. Pas als de neerslagintensiteit beneden de 2 l/s/ha komt, wordt dit water afgevoerd.
- Peilvak met streefpeil NAP -1,10 m voert direct af naar de duiker onder de A16.

4.2. Bespreken resultaten hydraulische toetsing

De drooglegging bedraagt 1,2 m. Bij een maximale peilstijging van 0,59 m bij een bui met een herhalingstijd van 100 jaar inundeert de watergang niet. Het oppervlaktewatersysteem voldoet.

¹ Aanpassing voorlichtingsbrochure "neerslagfrequentie", Janet Wijngaard en Rob Sluijter

Tabel 32: Maximale peilstijging per peilvak

Peilvak	Peilstijging
NAP -1,50m	0,59m
NAP -1,10m	0,12m

In de huidige situatie bedraagt de afvoercapaciteit van het poldergemaal 1.000 m³/h. Dit komt overeen met een afvoer van 2,9 l/s/ha. Het ontwerp is getoetst met een afvoercapaciteit van 2 l/s/ha of 808 m³/h.

4.3. Beperking gekozen berekeningsmethode

Beide peilvakken zijn als een op zichzelf staand bakje doorgerekend. Er vindt in de berekening geen uitwisseling tussen peilvakken plaats. Dit betekent dat bij de peilstijging in het hoofdpeilvak van 0,59 m er geen water stroomt naar het peilvak met streefpeil NAP -1,10 m, terwijl dat in de werkelijkheid waarschijnlijk wel het geval is. Volgens de berekening wordt het waterpeil in het hoofdpeilvak hoger dan het waterpeil in het peilvak met streefpeil NAP -1,10 m. Daarnaast is er geen sturing op peilregulerende kunstwerken opgenomen in het model. Deze berekening is dan ook geen NBW toetsing.

Na instemming van WSHD wordt het watersysteem en het rioolstelsel verder uitgewerkt. Het definitieve ontwerp wordt in een gekoppeld hydrodynamisch rekenmodel getoetst.

Bijlagen

Bijlage 1. Scenario-analyse inclusief hydraulische toetsing

In deze bijlage worden de resultaten van het hydraulisch toetsen van twee scenario's voor het ontwerp van het oppervlaktewatersysteem beschreven. Eerst worden de scenario's beschreven. Hierna volgt de hydraulische toetsing en de beperkingen van de toegepaste berekeningsmethode. De berekeningen staan aan het einde van deze bijlage en schetsontwerpen van scenario's 1 en 2 staan respectievelijk in [bijlage 2](#) en [bijlage 3](#).

Scenario 1: Streefpeil NAP -1,50 m

- Het hoofdpeilvak krijgt een streefpeil van NAP -1,50 m en voert onder vrij verval af naar de duiker onder de A16. De maximaal toegestane afvoer bedraagt omgerekend 1,5 l/s/ha.
- De dijksloot krijgt een streefpeil van NAP -1,70 m en voert met een gemaal van 8 m³/h (1,5 l/s/ha) af naar het peilvak met een streefpeil van NAP -1,50 m.
- De bermsloot en de groene gebieden aan de zuidzijde krijgen een streefpeil van NAP -1,10 m en voeren onder vrij verval af naar het peilvak met streefpeil NAP -1,50 m.
- De bij de berekening gehanteerde oppervlakken staan in tabel 1. De toename aan verhard oppervlak bedraagt 97,1ha.

Tabel 1. Verdeling oppervlakken per peilvak in scenario 1 in m²

Peilvak	OW	VGS	GS (DK4)	GS (A16)	OV	Totaal
NAP -1,70 m	5.000	-	77.000	-	9.000	91.000
NAP -1,50 m	49.000	552.000	254.000	20.000	42.000	917.000
NAP -1,10 m	43.000	-	37.000	31.000	42.000	153.000
Totaal	97.000	552.000	368.000	51.000	93.000	1.161.000
Percentage	8%	48%	32%	4%	8%	

Scenario 2: Streefpeil NAP -1,70 m

- Het hoofdpeilvak krijgt een streefpeil van NAP -1,70 m en voert via een gemaal met een capaciteit van 1.000 m³/h (omgerekend 2,9 l/s/ha) af naar, onder vrij verval, het peilvak met streefpeil NAP -1,50 m.
- De watergang in de noordoosthoek van het plangebied krijgt een streefpeil van NAP -1,50 m en voert onder vrij verval af naar de duiker onder de A16.
- De bermsloot en de groene gebieden aan de zuidzijde krijgen een streefpeil van NAP -1,10 m en voeren onder vrij verval af naar het peilvak met streefpeil NAP -1,50 m.
- De bij de berekening gehanteerde oppervlakken staan in tabel 2. De toename aan verhard oppervlak bedraagt 97,1ha.

Tabel 2. Verdeling oppervlakken per peilvak in scenario 2 in m²

Peilvak	OW	VGS	GS (DK4)	GS (A16)	OV	Totaal
NAP -1,70 m	40.000	552.000	313.000	-	42.000	947.000
NAP -1,50 m	14.000	-	18.000	20.000	9.000	61.000
NAP -1,10 m	43.000	-	37.000	31.000	42.000	153.000
Totaal	97.000	552.000	368.000	51.000	93.000	1.161.000
Percentage	8%	48%	32%	4%	8%	

Resultaten berekening

In tabel 3 is per peilvak en scenario de berekende maximale peilstijging weergegeven. De maximale peilstijgingen bedragen in beide scenario's meer dan een meter. Dit is meer dan eerder is berekend. De belangrijkste reden voor de extra peilstijging is de beperkte berging binnen het peilvak. De berging is vooral in het peilvak met een streefpeil van NAP -1,10 m geprojecteerd.

Tabel 3. Berekende maximale peilstijging per peilvak en scenario voor T=100 en in meters

Peilvak	scenario 1	scenario 2
NAP -1,70 m	1,12	1,45
NAP -1,50 m	1,14	0,25
NAP -1,10 m	0,17	0,17

Bespreken resultaten

De drooglegging bedraagt 1,2 m. Bij een maximale peilstijging van 1,14 m in scenario 1 inundeert de watergang niet. Scenario 1 voldoet.

De maximale peilstijging in scenario 2 bedraagt 1,45 m en dit is groter dan de drooglegging. Scenario 2 voldoet niet. De inundatiehoogte van 25 cm treedt niet werkelijk op, omdat op het moment dat de watergang inundeert, het bergend oppervlak groter wordt. De verwachting is dan ook dat door het vergroten van de berging, door meer wateroppervlak of meer drooglegging, de inundatie kan worden voorkomen.

In de huidige situatie bedraagt de afvoercapaciteit van het poldergemaal 1.000 m³/h. Dit komt overeen met een afvoer van 2,9 l/s/ha. Indien in scenario 2 de gemaalcapaciteit van 1.000 m³/h wordt gehandhaafd, bedraagt de maximale peilstijging 1,31 m. Dit is groter dan de drooglegging. Ook hiervoor geldt dat bij aanpassen van het ontwerp, de inundatie kan worden voorkomen.

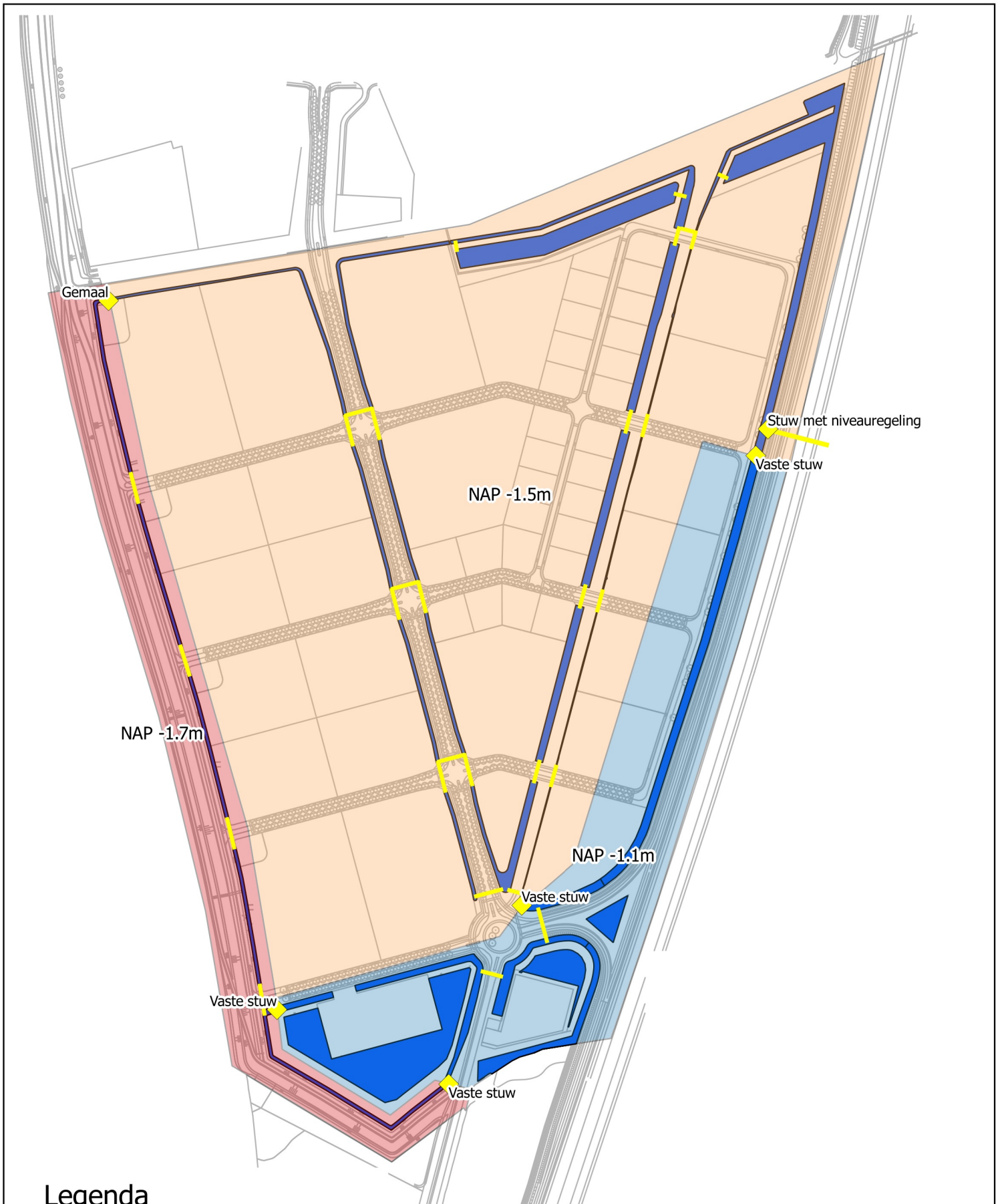
Advies: toekomstig streefpeil NAP -1,50 m

Vanuit waterhuishoudkundig oogpunt adviseren wij scenario 1. Dit scenario heeft drie voordelen ten opzichte van scenario 2:

1. Het is duurzamer omdat een kleiner gemaal nodig is.
2. Het is robuuster omdat het hoofdpeilvak onderdeel uitmaakt van een veel groter peilvak. Bij een eventuele storing van bijvoorbeeld een gemaal, blijft de afvoer voor het hoofdpeilvak functioneren.
3. In scenario 2 is meer berging nodig om inundatie te voorkomen. Dit kan worden gerealiseerd door meer oppervlaktewater te creëren of een grotere drooglegging.

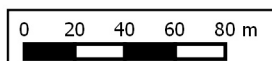
Andere aspecten, bijvoorbeeld kosten van het ophogen van het maaiveld in scenario 1, zijn niet in het advies meegenomen.

Uitgaande van een droogleggingseis van 1,20 m en een toekomstig streefpeil van NAP -1,50 m wordt het toekomstige maaiveld NAP -0,30 m.



Legenda

- ◆ Kunstwerken (stuw/gemaal/...)
- Duiker
- Oppervlaktewater



Bijlage 1 Peilvakken scenario 1: Streefpeil NAP -1,50m

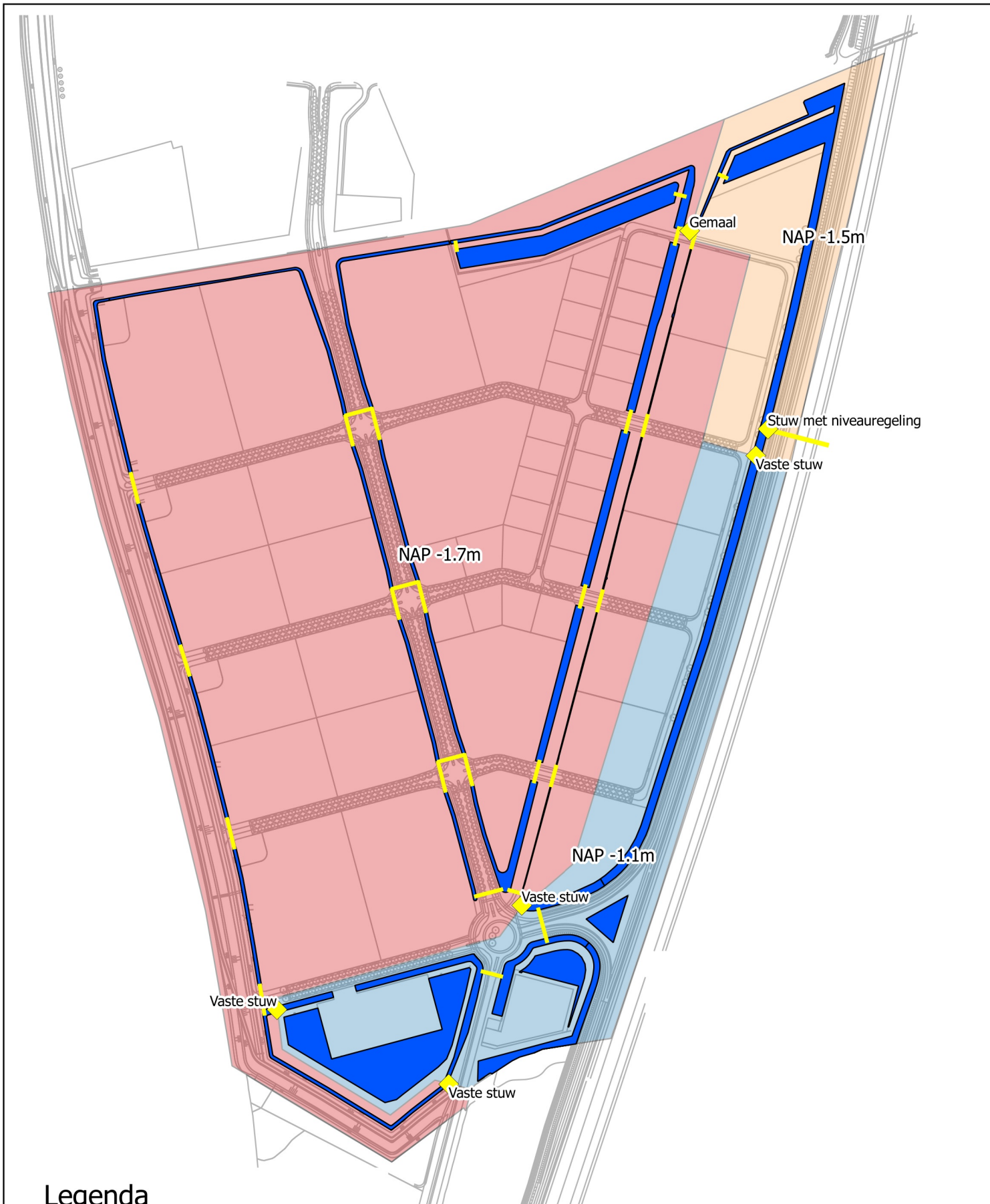
Project: KP12, Waterhuishouding Dordtse Kil IV

A4	Document:	Datum: 9-10-2014	Controle: ALI	Controle: ABO
----	-----------	---------------------	------------------	------------------



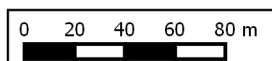
1:7.500





Legenda

- ◆ Kunstwerken (stuw/gemaal/...)
- Duiker
- Oppervlaktewater



Bijlage 1 Peilvakken scenario 2: Streefpeil NAP -1,50m

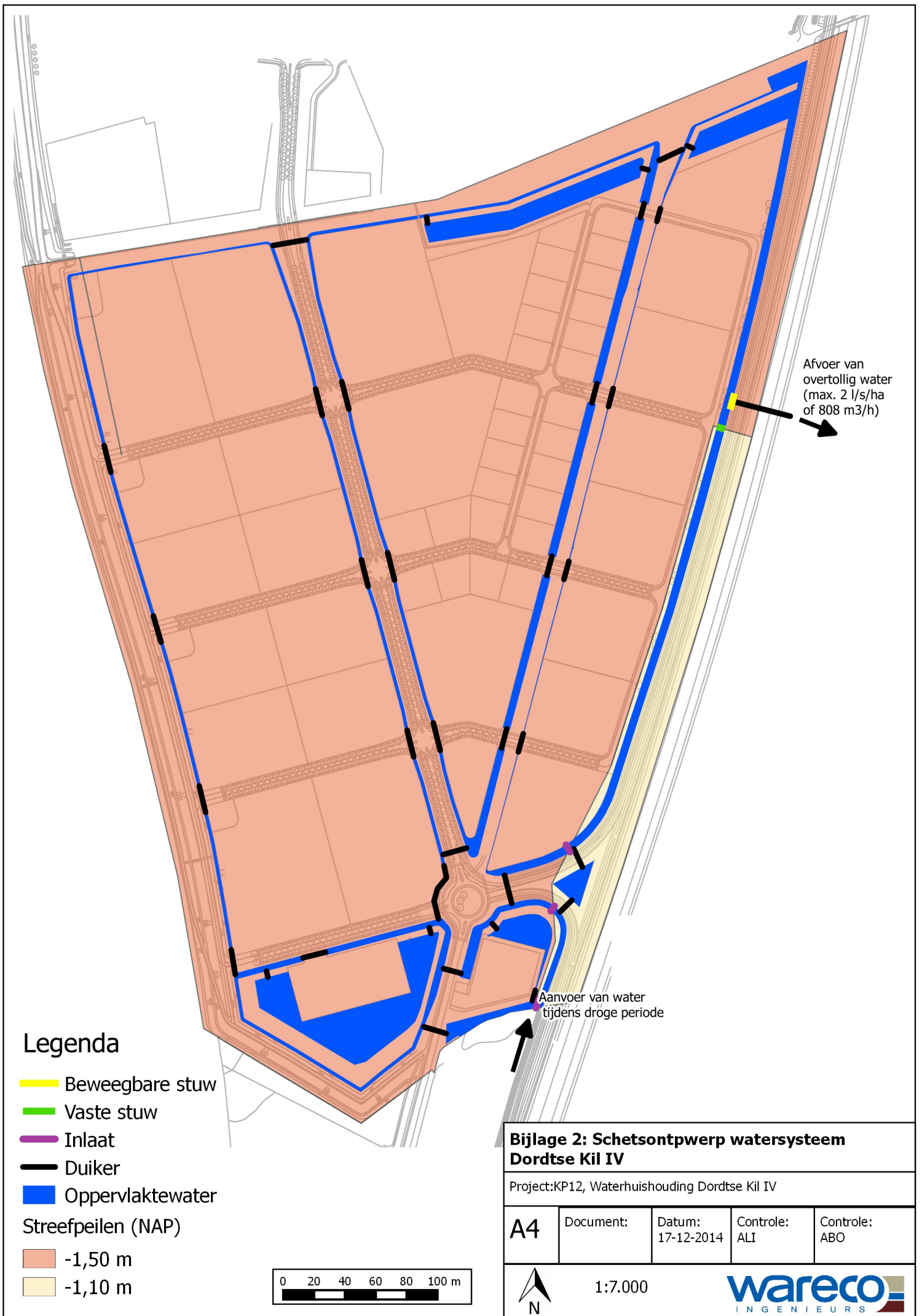
Project: KP12, Waterhuishouding Dordtse Kil IV

A4	Document:	Datum: 9-10-2014	Controle: ALI	Controle: ABO
----	-----------	---------------------	------------------	------------------



1:7.500

wareco
INGENIEURS



Afvoer van overtollig water (max. 2 l/s/ha of 808 m3/h)

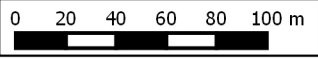
Aanvoer van water tijdens droge periode

Legenda

- Beweegbare stuw
- Vaste stuw
- Inlaat
- - - Duiker
- Oppervlaktewater

Streefpeilen (NAP)

- 1,50 m
- 1,10 m



Bijlage 2: Schetsontwerp watersysteem Dordtse Kil IV

Project: KP12, Waterhuishouding Dordtse Kil IV

A4	Document:	Datum: 17-12-2014	Controle: ALI	Controle: ABO
-----------	-----------	----------------------	------------------	------------------



1:7.000



Bijlage 3

Waterbalans Dordtse Kil IV, peilvak NAP -1,10m

Regenval te De Bilt 1906 t/m 2003

Frequentie-krommen volgens KNMI (Aanpassing voorlichtingsbrochure "neerslagfrequentie")

Herhalings tijd:

100 jaar

TIJDSDUUR	uren	0,5	1	2	4	6	8	12	24	48	96	168
REGENVAL	mm	38,50	46,20	52,80	60,50	64,90	68,20	74,80	86,90	101,20	119,90	139,70
BERGING IN VGS	mm	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
HEMELWATERAFVOER VIA RIOOLGEMAAL	mm	0,08	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	1,80	3,60	7,20	14,40	25,20
BERGING + AFVOER VIA GEMAAL	mm	4,18	4,25	4,40	4,70	5,00	5,30	5,90	7,70	11,30	18,50	29,30
OVERSTORTENDE HOEVEELHEID	mm	34,33	41,95	48,40	55,80	59,90	62,90	68,90	79,20	89,90	101,40	110,40
AFVOER OP OPPERVLAKTEWATER												
VAN VERBETERD GESCHEIDEN STELSEL	m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REGENVAL OP OPPERVLAKTEWATER	m3	520	624	713	817	876	920	1.010	1.173	1.366	1.618	1.885
VAN GESCHEIDEN STELSEL	m3	492	590	675	773	829	872	956	1.111	1.293	1.532	1.786
VAN ONVERHARD OPPERVLAK	m3	1	2	3	7	10	13	20	40	81	162	283
TOTAAL AFVOER OP VIJVER	m3	1.013	1.216	1.391	1.597	1.715	1.806	1.986	2.324	2.740	3.313	3.954
AFVOERCAPACITEIT UIT VIJVER	m3	14	29	57	115	172	229	344	687	1.375	2.749	4.811
TE BERGEN IN VIJVER	m3	998	1.187	1.334	1.482	1.544	1.576	1.642	1.637	1.366	563	-
PEILSTIJGING VIJVER	m	0,074	0,088	0,099	0,110	0,114	0,117	0,122	0,121	0,101	0,042	0,000
								MAXIMAAL				
BERGING IN VGS	4,1	mm										
P.O.K. RIOOLGEMAAL	0,15	mm/h										
VERHARD OPP. VGS	0,00	ha										
OPPERVLAK OPEN WATER	1,35	ha										
VERHARD OPP. GS	1,28	ha										
ONVERHARD OPPERVLAK	1,35	ha										
AFVOERCOEFF.ONVERH.OPP.	3,0	mm/etm										
AFVOERCAP. UIT VIJVER	29	m3/h										
												2 l/s/ha

Opdrachtgever : IBD
 Dossiernummer : KP12
 Opdracht/werk : DK4

Wijziging : 0
 paraaf : 0
 datum : 22-12-2014

Bijlage 3

Waterbalans Dordtse Kil IV, peilvak NAP -1,50m

Regenval te De Bilt 1906 t/m 2003

Frequentie-krommen volgens KNMI (Aanpassing voorlichtingsbrochure "neerslagfrequentie")

Herhalings tijd:

100 jaar

TIJDSDUUR	uren	0,5	1	2	4	6	8	12	24	48	96	168
REGENVAL	mm	38,50	46,20	52,80	60,50	64,90	68,20	74,80	86,90	101,20	119,90	139,70
BERGING IN VGS	mm	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
HEMELWATERAFVOER VIA RIOOLGEMAAL	mm	0,08	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	1,80	3,60	7,20	14,40	25,20
BERGING + AFVOER VIA GEMAAL	mm	4,18	4,25	4,40	4,70	5,00	5,30	5,90	7,70	11,30	18,50	29,30
OVERSTORTENDE HOEVEELHEID	mm	34,33	41,95	48,40	55,80	59,90	62,90	68,90	79,20	89,90	101,40	110,40
AFVOER OP OPPERVLAKTEWATER												
VAN VERBETERD GESCHEIDEN STELSEL	m3	11.372	13.899	16.036	18.487	19.846	20.840	22.827	26.240	29.785	33.595	36.577
REGENVAL OP OPPERVLAKTEWATER	m3	2.995	3.593	4.107	4.706	5.048	5.305	5.818	6.759	7.871	9.326	10.866
VAN GESCHEIDEN STELSEL	m3	13.486	16.183	18.495	21.192	22.734	23.890	26.201	30.440	35.449	41.999	48.935
VAN ONVERHARD OPPERVLAK	m3	20	40	81	161	242	323	484	968	1.935	3.871	6.773
TOTAAL AFVOER OP VIJVER	m3	27.873	33.716	38.718	44.547	47.869	50.356	55.331	64.407	75.041	88.791	103.151
AFVOERCAPACITEIT UIT VIJVER	m3	389	779	1.558	3.116	4.674	6.232	9.348	18.696	37.391	74.782	130.869
TE BERGEN IN VIJVER	m3	27.484	32.937	37.160	41.431	43.195	44.124	45.983	45.711	37.649	14.008	-
PEILSTIJGING VIJVER	m	0,353	0,423	0,478	0,533	0,555	0,567	0,591	0,588	0,484	0,180	0,000
								MAXIMAAL				
BERGING IN VGS	4,1	mm										
P.O.K. RIOOLGEMAAL	0,15	mm/h										
VERHARD OPP. VGS	33,13	ha										
OPPERVLAK OPEN WATER	7,78	ha										
VERHARD OPP. GS	35,03	ha										
ONVERHARD OPPERVLAK	32,25	ha										
AFVOERCOEFF.ONVERH.OPP.	3,0	mm/etm										
AFVOERCAP. UIT VIJVER	779	m3/h										
												2 l/s/ha

Opdrachtgever : IBD
Dossiernummer : KP12
Opdracht/werk : DK4

Wijziging : 0
paraaf : 0
datum : 22-12-2014