


Bouwfonds Ontwikkeling Sagrex

Afmetingen watergangen Deest-Zuid

**Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42**

**Afmetingen watergangen
Deest-Zuid**

referentie DEE2-6/zegv/003	projectcode DEE2-6	status definitief
projectleider drs.ing. A. Bala	projectdirecteur prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	datum 4 mei 2010

autorisatie goedgekeurd	naam drs.ing. A. Bala	paraaf 
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Achtergrond	1
1.2. Doelstelling en werkwijze	1
1.3. Leeswijzer	1
2. HUIDIGE SITUATIE EN PLANVOORNEMEN	2
2.1. Huidige situatie	2
2.2. planvoornemen	2
3. UITGANGSPUNTEN	5
3.1. Type watergangen en minimale afmetingen	5
3.2. Onderhoudsstrook watergangen	5
3.3. Duikers	6
3.4. Toetsing hydraulisch functioneren	6
4. BENODIGDE AFMETINGEN VAN WATERGANGEN EN KUNSTWERKEN	7
4.1.1. Afmetingen watergangen	9
4.1.2. Afmetingen duikers	11
4.2. Toetsing aan piekafvoeren	12
5. CONCLUSIES EN AANBEVELING	13
 laatste bladzijde	 14
 bijlagen	 aantal bladzijden

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond

Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om woningbouw te ontwikkelen ten zuiden van de kern Deest. Ten behoeve van de ontwikkeling is reeds een bestemmingsplan in procedure gebracht. Sagrex heeft het voornemen om een zandwinplas te graven ten zuiden van de kern Deest. Hiervoor is onder-tussen gestart met het opstellen van een bestemmingsplan. De plangebieden van de woningbouw en zandwinplas ontwikkeling liggen naast elkaar. Op 1 oktober 2009 heeft een afstemmingsoverleg tussen Bouwfonds Ontwikkeling en Sagrex plaatsgevonden ten aanzien van de waterhuishouding. Bij dit over-leg is ook het waterschap Rivierenland aanwezig geweest. Tijdens het overleg zijn principeafspraken gemaakt over de waterafvoer en de mogelijke ligging van watergangen. Rabo Bouwfond en Sagrex hebben Witteveen+Bos gevraagd om de ligging en afmetingen van de aan- en afvoerwatergangen na-der uit te werken.

1.2. Doelstelling en werkwijze

De doelstelling van het onderzoek is om de ligging en minimale afmetingen van de toekomstige water-gangen en kunstwerken te bepalen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de legger van het waterschap voor inzicht in de bestaande situatie. De uitwerking van de toekomstige situatie vindt plaats op basis van de ontwerpuitgangspunten van het waterschap. De berekeningen worden uitgevoerd met het hy-draulische modellenpakket Sobek. In het model worden de afmetingen van de watergangen en de wa-teraanvoer ingevoerd. Vervolgens berekent het model de stroomsnelheid en de opstuwning.

1.3. Leeswijzer

Dit rapport betreft een rapportage van de onderzoeksresultaten. Het rapport kent de volgende opbouw:

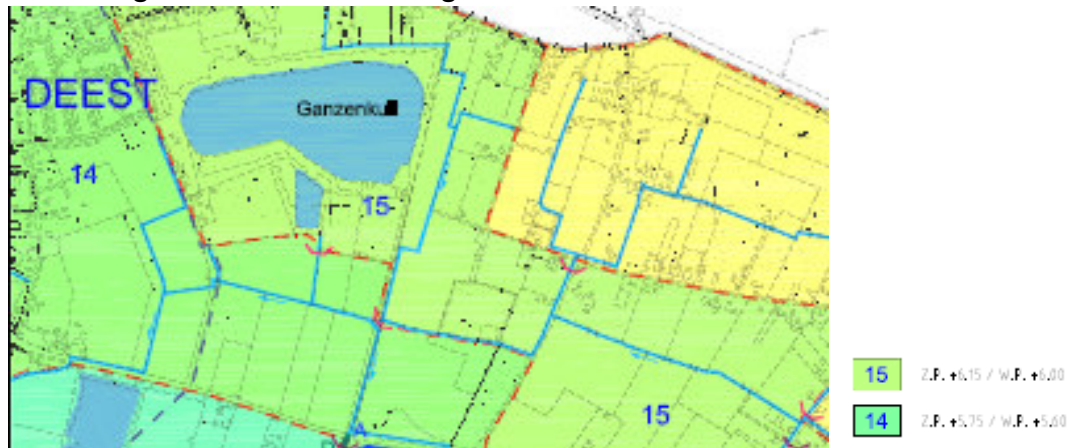
- hoofdstuk 2: huidige situatie en planvoornemen;
- hoofdstuk 3: uitgangspunten;
- hoofdstuk 4: benodigde afmetingen van watergangen en kunstwerken;
- hoofdstuk 5: conclusies en aanbevelingen.

2. HUIDIGE SITUATIE EN PLANVOORNEMEN

2.1. Huidige situatie

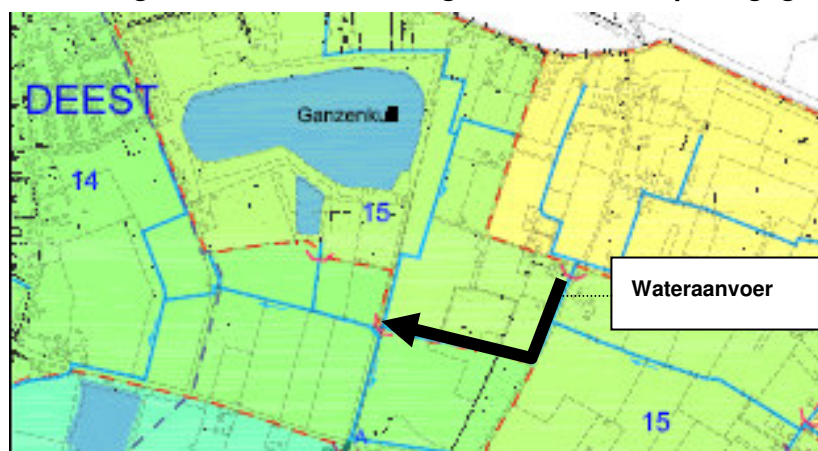
Deest-Zuid ligt grotendeels in peilvak 14 en deels in peilvak 15 met respectievelijk zomer- en winterpeilen van NAP + 5,75 m/5,60 m en NAP + 6,16 m/6,00 m. Aan de noordzijde van het plangebied ligt de Ganzenkuil. Ten zuiden van het plangebied ligt de Uivermeertjes. Op de onderstaande afbeelding zijn de peilgebieden weergegeven. Tevens zijn de A-watergangen weergegeven.

afbeelding 2.1. Waterhuishoudingskaart



Verder is van belang dat er ook sprake is van wateraanvoer vanuit het watergangenstelsel ten oosten van de planlocatie. Op de onderstaande afbeelding is wateraanvoerroute aangegeven.

afbeelding 2.2. Waterhuishoudingskaart met hierop aangegeven de wateraanvoer



2.2. planvoornemen

Op dit moment speelt het volgende ten aanzien van de waterhuishouding in relatie tot de woningbouwopgave:

- er is een overstort (met een bergbezinkleiding) vanuit het gemengd stelsel van de bestaande kern Deest die het water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om een leiding achter de overstort te plaatsen waarmee voorkomen wordt dat de woningen grenzen aan een watergang waarop afvalwater geloosd wordt;
- er is een hemelwateruitlaat vanuit de bestaande kern Deest, die eveneens water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om dit water via een afzonderlijke watergang af te voeren. Op deze watergang zal ook het hemelwater vanuit de nieuw-

bouwlocatie Deest Zuid afgevoerd worden. Met de waterpartij zal ook voorzien worden in de waterbergingsopgave vanwege de toename van de verharding;

- er zijn archeologische waarden, waarbij het ongewenst is om deze te doorkuizen met watergangen. Hierbij geldt bovendien dat het nodig is om een 1,5 m dikke kleilaag onder nieuwe watergangen aan te brengen/te behouden, zodat voorkomen wordt dat er extra kwel door het graven van watergangen aangetrokken wordt.

Voor de ontwikkeling van de zandwinplas is van belang dat er thans watergangen in het plangebied liggen, waarbij het volgende van belang is:

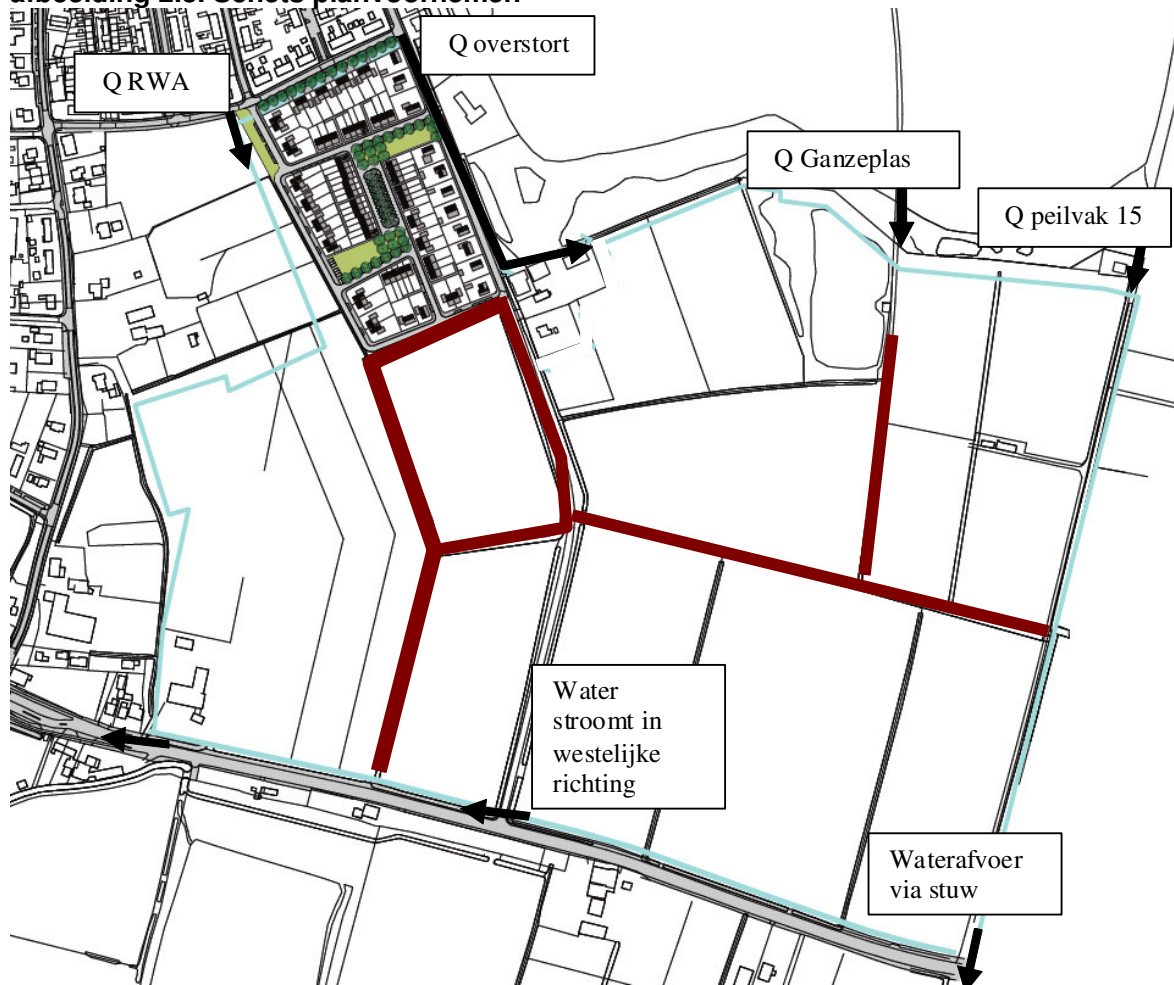
- watergangen die gedempt worden door de ontwikkeling van de zandwinplas, dienen gecompenseerd te worden door het graven van nieuwe watergangen;
- de aan- en afvoerfunctie van de watergangen dient behouden te worden. Het gaat hierbij om een watergang waarmee een oostwest verbinding gerealiseerd wordt, zodat het water vanuit het oosten richting het westen kan stromen (en andersom). Ook dient het water vanuit de Ganzenkuil afgevoerd te worden.

Tijdens het afstemmingsoverleg is gekozen voor de volgende oplossing:

- er wordt een afzonderlijke waterafvoer gerealiseerd voor het afvoeren van het 'schoon water', waarbij de afvoerroute ten westen de zandwinplas zal plaatsvinden;
- er wordt een afzonderlijke waterafvoer gerealiseerd voor het afvoeren van het 'vuil water' waarbij de afvoerroute ten oosten van de zandwinplas zal plaatsvinden.

Op afbeelding 2.3 is een schets gegeven van het planvoornemen.

afbeelding 2.3. Schets planvoornemen



Op de afbeelding is weergegeven, dat er een leiding achter de overstort met bergbezinkleiding geplaatst wordt. Hiervoor wordt een leiding van 1.250 mm aanbevolen. Het verhang in de leiding is dan 1:3070 (hierbij is uitgegaan dat een verhang tot 1:1000 toelaatbaar is). Bij een bui09 afvoer van 0,69 m³/s is de opstuwing bij een leiding van 300 m 9,8 cm (voor het verval wordt maximaal 0,20 m aangehouden vanwege de hoogte van de overstortdrempel). Verder geven de bruine lijnen aan welke watergangen vervallen door de aanleg van de zandwinplas. In dit rapport zijn de afmetingen voor de watergang langs de Jan van Weliestraat niet uitgewerkt. Hiervoor zijn afzonderlijke afspraken gemaakt met het waterschap.

3. UITGANGSPUNTEN

Voor de beschrijving van de uitgangspunten is gebruik gemaakt van de Beleidsregels Keur voor waterkeringen en wateren van waterschap Rivierenland (geconsolideerde versie, geldend vanaf 1-1-2007). Daarnaast heeft afstemming met het waterschap plaatsgevonden over de uitgangspunten.

3.1. Type watergangen en minimale afmetingen

Het waterschap hanteert de volgende indeling voor watergangen:

- A-wateren. Deze wateren zijn van primair belang voor het waterbeheer en worden daarom door het waterschap onderhouden;
- B-wateren. Deze wateren van secundair belang voor het waterbeheer en dienen door de aangrenzende eigenaren te worden onderhouden;
- C-wateren. Hier betreft het wateren die van tertiair belang zijn voor het waterbeheer waarvoor geen jaarlijkse onderhoudsplicht geldt;
- overige wateren. Deze wateren zijn van onderschikt belang voor het waterbeheer en worden daarom ook niet in de legger weergegeven.

tabel 3.1. Afmetingen bestaande watergangen op basis van de legger

type watergangen	talud [1:?]	bodembreedte [m]	bodemhoogte [m]
A-watergangen	minimaal 2	minimaal 0,70	1 onder zomerpeil of boezempeil (voor de watergangen in het plangebied 0,7 m onderzomerpeil, zie ook de toelichting onder deze tabel)
B-watergangen	2	0,50	0,50 onder zomerpeil of boezempeil

Verder dient voor de afmetingen van de watergangen rekening gehouden te worden met fysische gesteldheid van de bodem. In geval van aanwezigheid van zandbanen, zandige oeverwallen en in gebieden met een (al dan niet tijdelijke) sterke rivierkwel kan ook voor A-watergangen een geringere diepte dan 1 m worden voorgeschreven.

In het gebied is sprake van rivierkwel, een deklaag met een dikte van ca. 2 m-mv en bestaande watergangen met een diepte bij zomerpeil van maximaal 0,50 m. Diepe ontgravingen zijn hiermee niet gewenst. Na afstemming met het waterschap is voor de watergangen gekozen voor een waterdiepte van 0,70 m bij zomerpeil.

3.2. Onderhoudsstrook watergangen

In verband met onderhoud dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- een watergang moet te allen tijde voor onderhoud en inspecties van beide zijden bereikbaar blijven. De legger bepaalt daarom zones die doorgaans 4 of 5 meter breed zijn. Er zijn ontheffingen binnen de ene zone mogelijk, als de watergang vanaf de andere zijde goed kan worden onderhouden. Aan de zijde van de ontheffing moet in landelijk gebied evenwel altijd een strook van 1,5 meter vrij blijven, onder andere voor inspecties en onderhoud te voet, voor de berging van maaisel (ontvangstplicht) en om bijvoorbeeld teveel directe bladval in oppervlaktewater te voorkomen. Een aanvraag voor het plaatsen van objecten binnen de zones van 1,5 meter uit de insteek, wordt mede om deze reden in principe altijd afgewezen;
- een ander aspect betreft de breedte van de watergang;
- een watergang met een bovenbreedte tot 7 meter kan vanaf één oever worden onderhouden;
- als een watergang een bovenbreedte heeft van meer dan 7 meter, dan betekent dit dat er van twee zijden machinaal onderhoud mogelijk moet zijn. Bij een dergelijke bovenbreedte moet dan ook aan beide zijden de in de legger vastgelegde beschermingszone worden vrijgehouden.

3.3. Duikers

Voor duikers gelden de volgende minimale afmetingen:

- in het landelijk gebied geldt dat de minimale doorsnede van een duiker in een A- en B-watergang 500 mm bedraagt. Voor het stedelijk gebied bedraagt de minimale doorsnede van een duiker in een A- en B-watergang 800 mm. Bij alle A-watergangen breder dan 4 meter (op zomerpeilniveau) is minimaal een duiker met een doorsnede van 1.000 mm vereist. Dit in verband met het tegengaan van extreme vernauwingen (flessenhalzen) en onderhoudsproblemen (onder andere verstoppingen door drijfvuil);
- de vrije doorstroming (ruimte in de duiker boven waterpeil) in A-watergangen moet bij zomerpeil of boezempeil 1/3 deel van de duikerdiameter bedragen (minimaal 200 mm). B-watergangen moet de vrije doorstroming 20 % van de diameter met een minimum van 200 mm ten opzichte van het winterpeil bedragen.

3.4. Toetsing hydraulisch functioneren

Voor het hydraulische functioneren dient een toetsing plaats te vinden op basis van berekeningen bij een maatgevende afvoer van 1,5 l/s ha. Dit geldt voor landelijk gebied en nieuwe stedelijk gebied. Voor de afvoer vanuit bestaand stedelijk gebied kan uitgegaan worden van 3,0 l/s.ha.

Hierbij zijn de algemene toetsingcriteria:

- de opstuwning in een watergang mag maximaal 5 cm/km bedragen;
- de opstuwning bij stuwen mag maximaal 25 cm bedragen;
- de opstuwning die een dam met duiker mag veroorzaken mag maximaal 5 mm bij maatgevende afvoer bedragen. De stroomsnelheid in een duiker mag maximaal 90 cm/s bedragen.

Van belang is verder dat er geen achteruitgang in het hydraulisch functioneren van het huidig watersysteem ontstaat. Diepe watergangen zijn ongewenst in oeverwalgebieden. Voor voldoende afvoercapaciteit dient daarom rekening gehouden te worden met voldoende brede watergangen.

Door het waterschap is aangegeven, dat bij pieklozingen vanuit het stedelijk gebied getoetst dient te worden aan een maximale peilstijging van 30 cm bij bui09 uit de Leidraad Riolering (bui09 heeft een herhalingsstijd van 1 keer per 5 jaar).

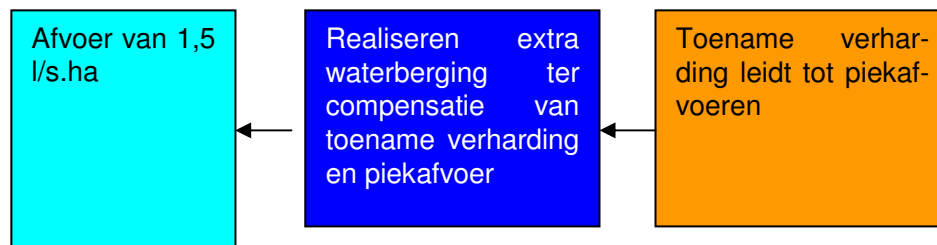
4. BENODIGDE AFMETINGEN VAN WATERGANGEN EN KUNSTWERKEN

Voor het bepalen van de afmetingen van de watergangen en kunstwerken is een hydraulisch model opgesteld met behulp van het programma SOBEK, versie 2.11. Voor de schematisatie van het model is gebruik gemaakt van gegevens uit legger van het waterschap. Bij de hydraulische berekeningen is een weerstandswaarde K-manning van $24 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden voor de watergangen. Voor de duikers is een weerstandswaarde van $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden.

toetsing aan opstuwingsnormen

In het model is rekening gehouden met de volgende afvoeren:

- $0,0053 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de woningbouwlocatie (uitgaande van $1,5 \text{ l/s.ha}$ en $3,5 \text{ ha}$ ontwikkelingsgebied, fase 1). Hiermee is rekening gehouden dat piekafvoeren vanuit de woningbouwlocatie voorkomen worden door het realiseren van extra waterberging (Het benodigde oppervlak aan open water is gerapporteerd in Waterhuishoudkundig plan Deest-Zuid (Witteveen+Bos, 2009). Onderstaand is schematisch aangegeven waarom rekening gehouden wordt met een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$;



- $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de Ganzenkuil (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$, waarbij voor het oppervlak van de Ganzenkuil $13,5 \text{ ha}$ is aangehouden op basis van algemeen kaartmateriaal);
- $0,171 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit peilvak 15 (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ waarbij voor het oppervlak van peilvak 15 114 ha is aangehouden, afvoerend oppervlak gebaseerd op een opgave van het waterschap);
- $0,0376 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de overstort (uitgaande van een afvoer van 3 l/s.ha en een afvoerend oppervlak van $12,52 \text{ ha}$, afvoerend oppervlak gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006);
- $0,0099 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de hemelwateruitlaat Deest (uitgaande van 3 l/s.ha en een afvoerend oppervlak van $3,3115 \text{ ha}$, afvoerend oppervlak gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006, waarbij rekening gehouden is met de het totaal aan afkoppelen in de toekomstige situatie);
- $0,011 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit overig landelijk gebied (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ en een afvoerend oppervlak van 7 ha , afvoerend oppervlak gebaseerd op kaartmateriaal). De afvoer vanuit het landelijk gebied is hierbij verdeeld over twee lozingspunten. Bij ontwikkeling van fase 2 van de woningbouwontwikkeling zal er compensatie vanwege de toename van verharding plaatsvinden, waardoor de (piek)afvoer niet zal toenemen.

De (landelijke) afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ is gelijk aan een afvoer van 13 mm/dag . Uit geohydrologische modelberekeningen blijkt dat de hoeveelheid kwel gemiddeld tussen 0 en 2 mm/dag is. Hiermee is de hoeveelheid kwel aanzienlijk lager dan de afvoer van 13 mm/dag . Bij de hydraulische berekeningen is daarom geen rekening gehouden met de hoeveelheid kwelaanvoer.

toetsing aan maximale peilstijging van 30 cm

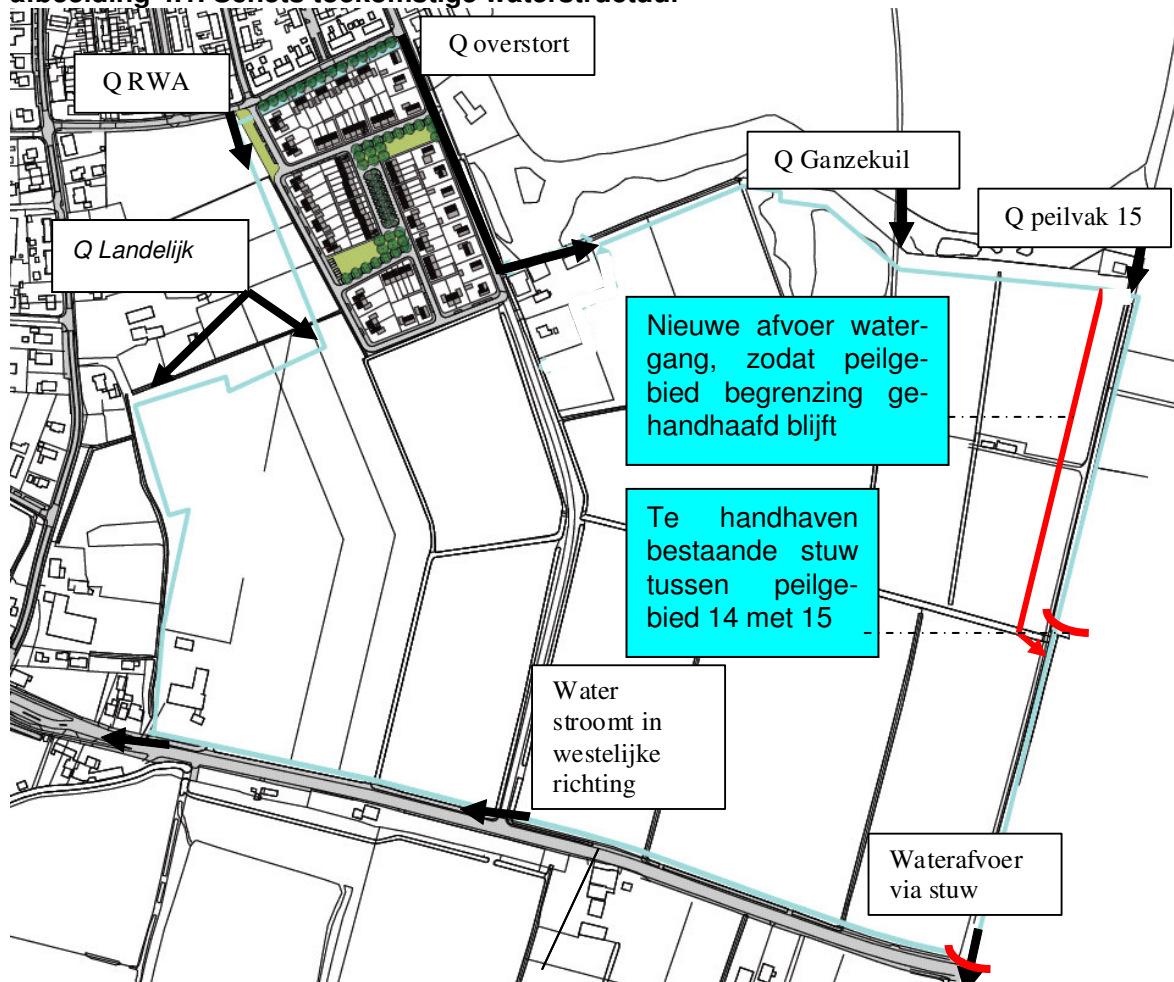
Voor de toetsing van de afvoer bij piekafvoeren vanuit het bestaand stedelijk gebied is rekening gehouden met de volgende afvoerpieken (bui09):

- 0,69 m³/s vanuit de overstort met een overstortduur van 1 uur (gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006 en het waterhuishoudingsplan Deest-Zuid van 2009);
- 0,22 m³/s vanuit de RWA leiding met een overstortduur van 1 uur (afvoer gebaseerd op basis van het waterhuishoudingsplan Deest-Zuid van 2009, duur afgestemd op de duur van bui9);

Voor de afvoer vanuit de nieuwbouwlocatie, de Ganzekuיל, peilvak 15 en het overige landelijk gebied zijn hierbij dezelfde afvoerwaarden aangehouden als bij de berekening van de toetsingsberekening. Er is geen rekening gehouden met een piekafvoer vanuit de nieuwbouw Deest-Zuid omdat rekening gehouden wordt, dat voor het voorkomen hiervan extra waterberging wordt gerealiseerd.

Van belang is om de bestaande peilgebieden begrenzing zo veel mogelijk te handhaven. Daarom wordt voorgesteld om over een deel van het traject een parallelwatergang aan te leggen naast de bestaande afvoerwatergang richting de Van Heemstraweg. Op afbeelding 4.1 is dit geschematiseerd.

afbeelding 4.1. Schets toekomstige waterstructuur



Uit de legger blijkt dat de stuw tussen peilgebied 14 en 15 een kruinbreedte heeft van 1,0 m en een kruinhoogte van NAP + 5,9 m. De stuw in peilgebied 15 heeft een kruinbreedte van 4 m en een kruinhoogte van NAP +5,6 m.

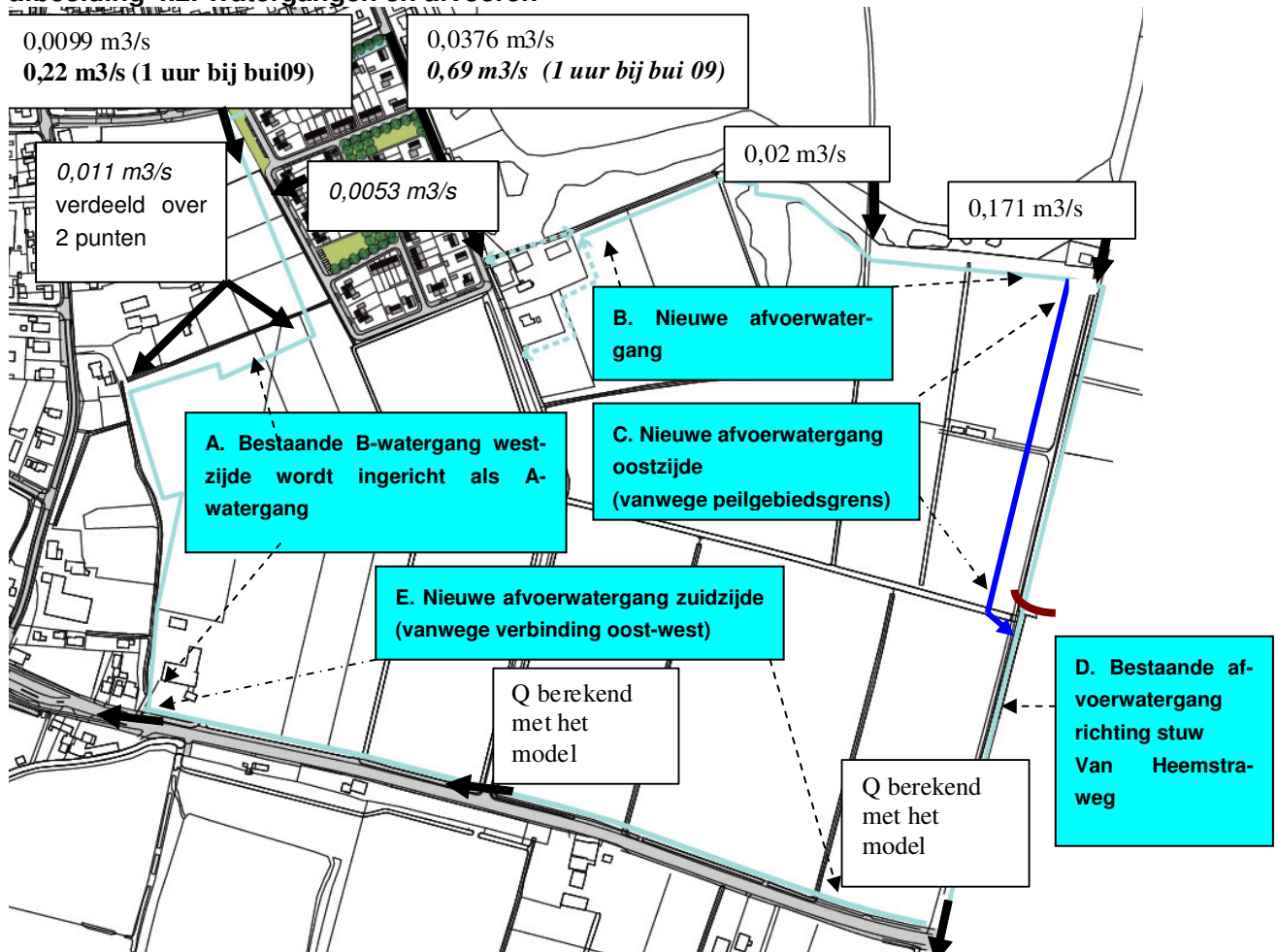
Een alternatief is om de parallelwatergang ten oosten van de weg aan te leggen. In dat geval dient alsnog de watergang vanaf peilvak 15 behouden/verplaatst te worden vanwege de wateraanvoer.

Het combineren van de parallel watergangen is een optie. In dat geval is het noodzakelijk om de stuw in noordelijke richting te verplaatsen. Dit kan echter alleen uitgevoerd worden indien er dan geen landbouwgronden (fruitteelt) zijn waarvoor de wateraanvoer hierdoor belemmerd wordt.

4.1.1. Afmetingen watergangen

Op afbeelding 4.2 wordt een overzicht gegeven van de watergangen en de afvoeren.

afbeelding 4.2. Watergangen en afvoeren



uitwerking op basis van opstuwingsnormen

De maximale stroomsnelheidsnorm in de duikers wordt ruim voldaan. Onderstaand wordt het resultaat van de toetsing aan de opstuwingsnorm aangegeven. De berekening heeft plaatsgevonden voor de situatie bij winterpeil, omdat dan minder waterdiepte aanwezig is waardoor er dan meer opstuwings is.

watergang A. westzijde

De watergang aan de westrand van het gebied dient zowel de afvoer van de van de RWA leiding als de afvoer vanuit de woningbouwlocatie en de afvoer vanuit landelijk gebied te verwerken ($0,0262 \text{ m}^3/\text{s}$). Hierbij is de afvoer vanuit de woningbouwlocaties beperkt, omdat rekening gehouden wordt met het realiseren van waterberging ter compensatie van de toename van het verhard oppervlak.

Op dit moment betreft het een B-watgang. De afmeting van de watgang is niet opgenomen in de legger. Het inrichten van de watgang tot A-watgang betekent naar verwachting een verruiming. Voor de watgang kan volstaan worden met de minimale afmetingen van een A-watgang:

- een bodembreedte van minimaal 0,70 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 3,5 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 0,5 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

watgang B. ten noorden en C. oosten van de zandwinplas

De watgang ten noorden van de zandwinplas (vanaf de Vriezeweg) dient de afvoer vanuit de overstort van het gemengd stelsel te verwerken alsmede de afvoer vanuit de Ganzeplas (0,0576 m³/s). Voor de watgang kan volstaan worden met de minimale afmetingen van een A-watgang:

- een bodembreedte van minimaal 0,70 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 3,5 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 1,2 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

bestaande afvoerwatgang D. richting stuw Van Heemstraweg

De watgang benedenstrooms van de stuw verwerkt op dit moment alleen de afvoer vanuit peilvak 15 (0,171 m³/s). De watgang benedenstrooms van de stuw tussen peilgebied 14 en 15, dient de afvoer vanuit de overstort, de afvoer vanuit de Ganzeplas en de afvoer vanuit de peilgebied 14 te verwerken (0,2286 m³/s).

De watgang heeft in de bestaande situatie de volgende afmeting:

- een bodembreedte van 0,90 m.
- een talud van 1:1,5
- een bodemhoogte benedenstrooms van de stuw peilvak 15 van NAP +5,23 m.
- een bodemhoogte bij de Van Heemstraweg van NAP +5,21 m

De benodigde minimale afmetingen van de watgang zijn:

- een bodembreedte van minimaal 3,0 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 5,8 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 4,2 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

watgang E. ten zuiden van de plas

Langs een deel van het tracé ligt thans een bestaande A-watgang met een bodembreedte van 0,9 m en een talud van 1:2. Voor het overig deel betreft het een nieuwe watgang. De watgang langs de Van Heemstraweg dient het water te verwerken, dat niet afgevoerd wordt met de stuw bij de Van Heemstraweg.

Uit de modelberekening blijkt dat van de totale afvoer van 0,2286 m³/s er 0,064 m³/s over de stuw bij de Van Heemstraweg wordt afgevoerd en het overlig deel (0,165 m³/s) langs de watergang parallel aan de Van Heemstraweg. De benodigde afmetingen van de watergang langs de Van Heemstraweg zijn:

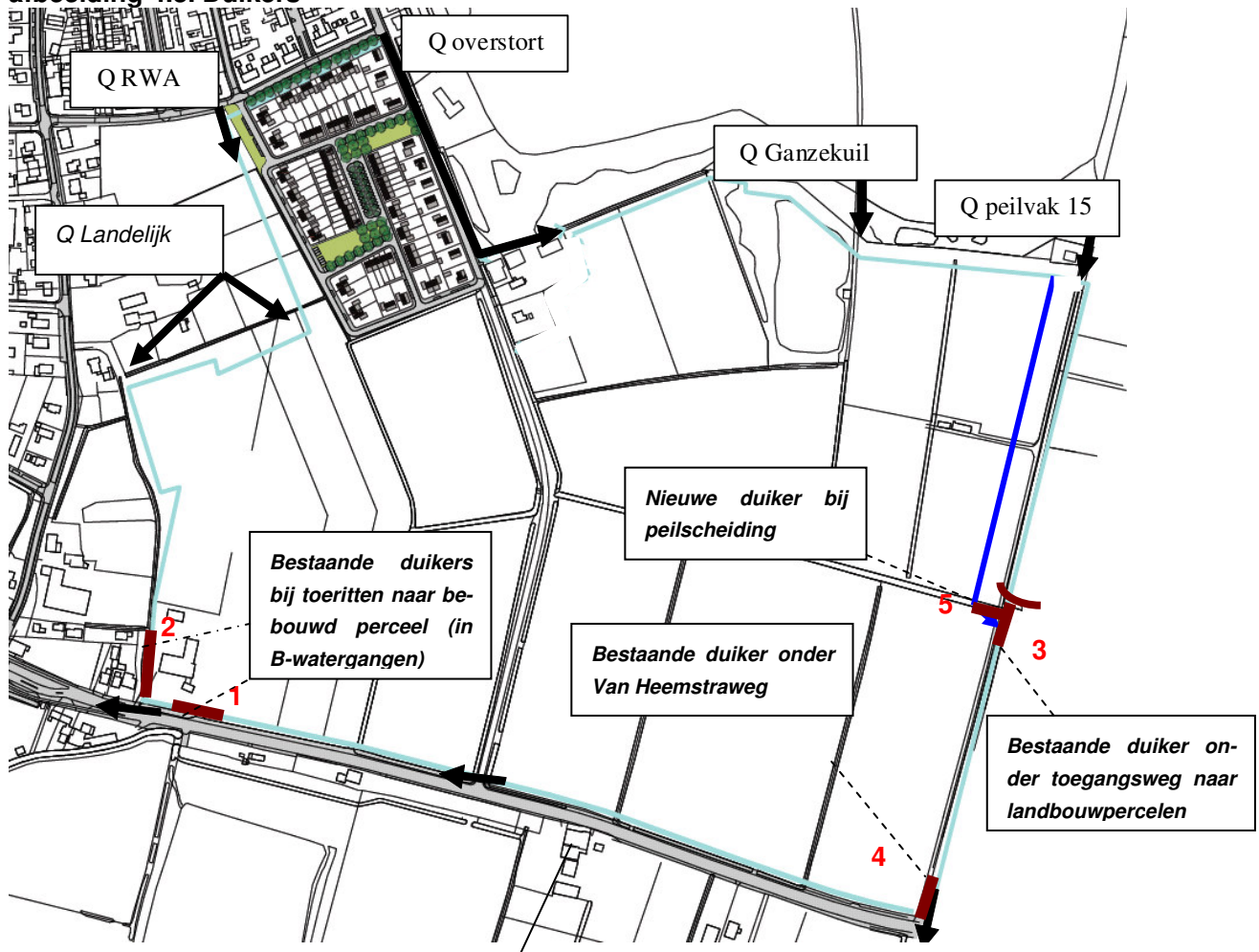
- een bodembreedte van minimaal 2,0 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 4,8 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwings dan 4,8 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

4.1.2. Afmetingen duikers

Op de onderstaande afbeelding is een overzicht gegeven van duikers die behouden moet worden of toegevoegd moeten worden.

afbeelding 4.3. Duikers



Uit het bovenstaande blijkt dat er rekening gehouden dient te worden met het aanleggen van een nieuwe duiker. Daarnaast is van belang dat ook voor de bestaande duikers nagegaan wordt of deze voldoen bij de gewijzigde afwateringsstructuur. In de onderstaande tabel staan de afmetingen van de bestaande duikers gegeven.

tabel 4.1. afmetingen bestaande duikers

locatie	b.o.k. [m NAP]	lengte [m]	diameter [m]
toerit naar bebouwd perceel (1)	5,15	8	0,7
toerit naar bebouwd perceel (2)	5,15	7	0,7
toegangsweg naar landbouwpercelen (3)	5,50	10	0,6
Van Heemstraweg (4)	4,90	23	1,0

In tabel 4.2 zijn is aangegeven welke duikerafmetingen nodig zijn om de voldoen aan de minimale opstuwingsseis en de benodigde minimale vrije doorstroming (ruimte in de duiker boven waterpeil, in de tabel aan gegeven met hoogte lucht in de duiker). Bij de hydraulische berekeningen is een weerstandswaarde K-manning van $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden.

tabel. 4.2. afmetingen duikers en opstuwung

duiker	duiker huidig watersysteem (m)	benodigde afmeting (m)	vorm	opstuwung (mm)	b.o.k. (m +NAP) ¹
toerit naar bebouwd perceel (1)	rond 0,7	1,20 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,14	5,08
toerit naar bebouwd perceel (2)	rond 0,7	0,7	rond	1,76	5,29
toegangsweg naar landbouwpercelen (3)	rond 0,6	1,60 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,45	5,08
Van Heemstraweg (4)	rond 1,0	1,60 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,45	5,08
nieuwe duiker bij peilscheiding (5)²	geen	0,8	rond	3,24	5,22

1. Benodigde binnen onderkant buis (b.o.b.) hoogte om 1/3 deel van de duiker boven water te hebben.

2. Uitgaande van een lengte van 10 m. Een duiker met een diameter van 0,7 m geeft te veel opstuwung. Uiteindelijk wordt een grotere duiker geadviseerd omdat een piekbui anders te veel peilstijging geeft, zie paragraaf 4.2.

4.2. Toetsing aan piekafvoeren

Het berekende watersysteem is vervolgens in het Sobek-model getoetst aan een piekbui. Hierbij heeft de berekening plaatsgevonden bij zomerpeil, omdat de waterstanden dan hoger zijn. De norm is dat bij bui 09 uit de Leidraad Riolerung een maximale peilstijging van 30 cm is toegestaan. Het volgende is hieruit gebleken:

- toetsing RWA-lozing. Watergang A is de watergang waar het RWA-stelsel op loost. De maximale peilstijging is 10,7 cm te zijn. bij een norm van 30 cm peilstijging voldoet de watergang bij een piekbui van $t=5$ (duur = 1 uur);
- toetsing overstortlozing. Watergang B is de watergang waar de overstort op loost. De maximale peilstijging is dan groter dan 30 cm. Om te voldoen aan de eis van maximaal 30 cm peilstijging wordt aanbevolen om een grotere afmeting voor duiker 5 toe te passen:
 - breedte 1,50 m;
 - hoogte 1 m;
 - b.o.k. NAP 5,08 m.

Op dat moment is de maximale peilstijging exact 30 cm.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELING

afbeelding 5.1. Overzicht watergangen en kunstwerken



Met behulp van hydraulische modelberekeningen zijn in dit rapport de afmetingen voor de toekomstige watergangen en duikers uitgewerkt (zie hoofdstuk 4). Naast de aanleg van watergangen en duikers, dient er ook rekening gehouden te worden met het verruimen van bestaande watergangen en het aanleggen van grotere duikers. Op basis van de voorgaande hoofdstukken zijn de conclusies en aanbevelingen als volgt. Het nieuwe afwateringsplan omvat:

- een watergang aan de westzijde van de zandwinplas die het water vanuit het regenwaterriool van Deest-Zuid zal afvoeren. Het betreft een watergang die op dit moment een B-watergang is. De watergang aan de westzijde van de zandwinplas dient ingericht te worden met de minimale afmetingen die gelden voor een A-watergang. De watergang beschikt dan over voldoende afvoer capaciteit. In de watergang ligt een bestaande duiker bij het perceel bij de Van Heemstraweg;
- een watergang aan de noordzijde van de zandwinplas, die het overstortwater van het gemengd stelsel zal afvoeren. De watergang zal ook het wateroverschot van de Ganzenkuil afvoeren. De watergang wordt met een nieuwe duiker verbonden met de watergang langs de Vriezeweg;
- om de huidige peilgebiedbegrenzing te behouden dient er rekening gehouden te worden met de aanleg van een watergang aan de oostzijde van de zandwinplas. Het betreft een watergang die in het verlengde van de watergang aan de noordzijde van de zandwinplas komt te liggen. De afvoer in deze watergang en de afmeting van deze watergang is dan ook dezelfde als die van de watergang aan de noordzijde. Met deze watergang wordt het water direct benedenstrooms van de stuw tussen

peilgebied 14 en 15 afgevoerd. Er dient hierbij een nieuwe duiker aangelegd te worden vanwege de kruising van een weg;

- op dit moment is er een watergang centraal in het plangebied die een verbinding vormt tussen het watergangen ten oosten van de toekomstige zandwinplas met de watergangen ten westen van de toekomstige zandwinplas. Langs de Van Heemstraweg komt een nieuwe afvoerwatergang te liggen. Hiermee wordt de verbinding tussen de watergangen aan de oostzijde van de plas terug gebracht.
- toepassen van A-watergangen met een waterdiepte van 0,7 m vanwege kwel en grondzetting, waarbij een talud van 1:2 wordt toegepast. Op afbeelding 5.1. wordt de benodigde bodembreedte aangegeven;
- de benodigde diameters van de duikers zijn weergegeven op afbeelding 5.1. Bij het advies is zowel rekening gehouden met opstuwingsnormen bij maatgevende afvoeren als piekafvoeren vanuit het bestaand stedelijk gebied (de afvoer vanuit de RWA en overstort). Opgemerkt wordt dat de overstort verdrongen zal zijn bij bui09 die een herhalingstijd van 1x/5 jaar heeft. Dit betekent kortstondige incidentele belemmering van de afvoer vanuit overstort.