

# **Waterhuishoudkundig Inrichtingsplan Waalsprong 2009 - Bijlagenrapport**

Gemeente Nijmegen

20 november 2009

Definitief rapport

9T9874.A0



Barbarossastraat 35  
Postbus 151  
6500 AD Nijmegen  
+31 (0)24 328 42 84 Telefoon  
+31 (0)24 360 95 66 Fax  
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail  
www.royalhaskoning.com Internet  
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Waterhuishoudkundig Inrichtingsplan  
Waalsprong 2009 - Bijlagenrapport

Verkorte documenttitel WIW 2009

Status Definitief rapport

Datum 20 november 2009

Projectnummer 9T9874.A0

Opdrachtgever Gemeente Nijmegen

Referentie 9T9874.A0/R004/ONK/EJA/Nijm

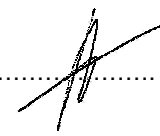
Auteur(s) Ing. O.N. kunst

Collegiale toets Ir. A.H. de Vries

Datum/paraaf ..... ..

Vrijgegeven door Ir. H. Herbermann

Datum/paraaf ..... ..







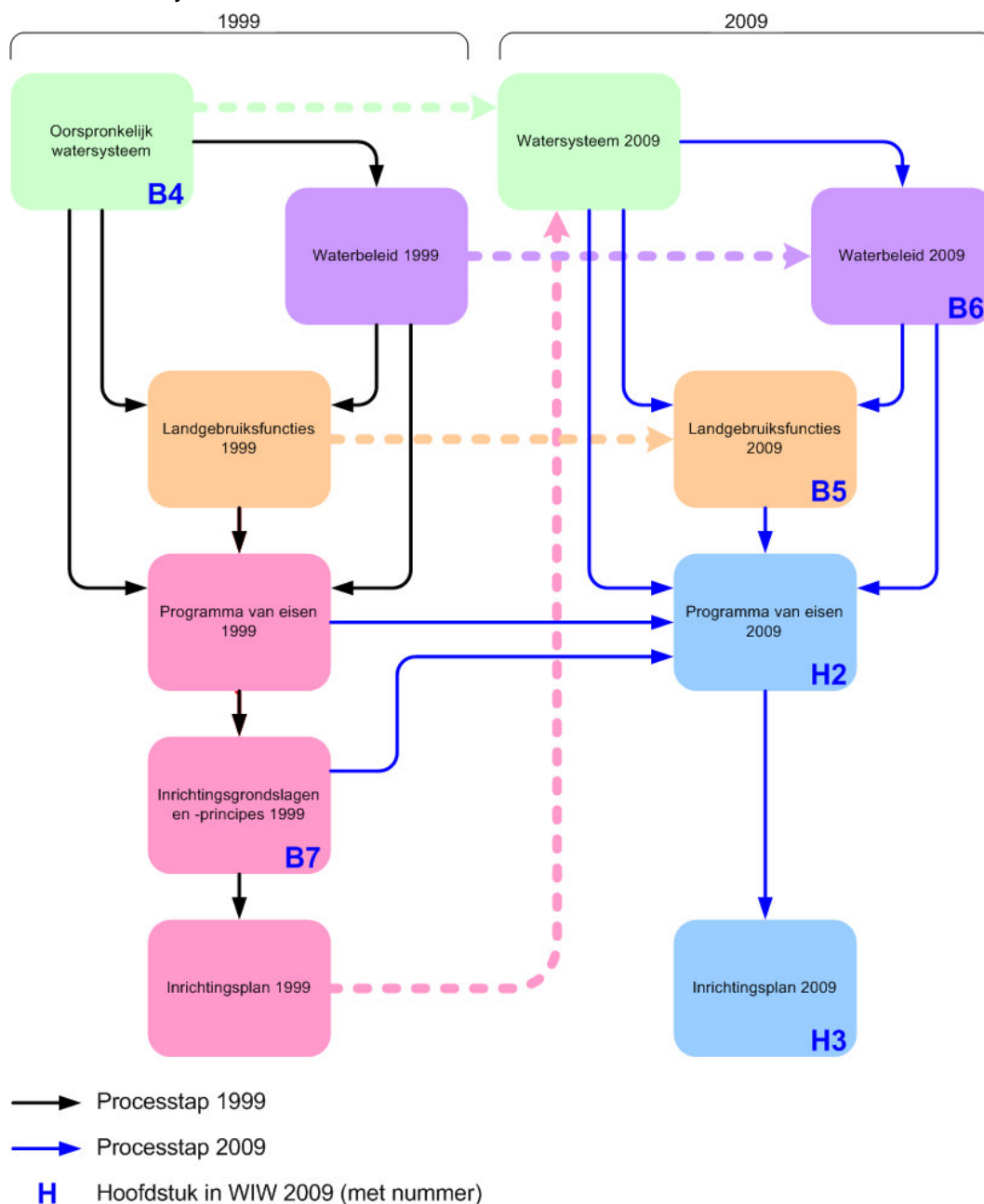
## INHOUDSOPGAVE

|                                                   | Blz. |
|---------------------------------------------------|------|
| 1 OPBOUW VAN HET WIW 2009                         | 1    |
| 2 ACHTERGROND                                     | 1    |
| 3 PROCESMATIGE ASPECTEN                           | 1    |
| 3.1 Betrokken organisaties                        | 1    |
| 3.2 Besluitvorming                                | 2    |
| 3.3 Afstemming waterpartners (watertoets)         | 2    |
| 4 HET OORSPRONKELIJKE WATERSYSTEEM                | 1    |
| 4.1 Algemeen                                      | 1    |
| 4.2 Bodem                                         | 1    |
| 4.3 Oppervlaktewatersysteem                       | 2    |
| 4.4 Grondwater                                    | 2    |
| 4.5 Riolering                                     | 3    |
| 4.6 Ecologie                                      | 4    |
| 4.7 Waterkwaliteit                                | 4    |
| 5 DE NIEUWE FUNCTIE                               | 1    |
| 6 BELEIDSKADER                                    | 1    |
| 7 INRICHTINGSGRONDSLAGEN EN -PRINCIPES            | 1    |
| 7.1 Inrichtingsgrondslagen                        | 1    |
| 7.2 Inrichtingsprincipes                          | 2    |
| 7.2.1 Groepenindeling                             | 2    |
| 7.2.2 Afstromend hemelwater                       | 2    |
| 7.2.3 Oppervlaktewater                            | 3    |
| 7.2.4 Grondwater                                  | 4    |
| 7.2.5 Ecologie                                    | 4    |
| 7.2.6 Riolering                                   | 4    |
| 8 HOOGWATERBESCHERMING WAAL                       | 1    |
| 9 EISEN AAN HET OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM           | 1    |
| 9.1 Toetscriteria voor kwantiteit                 | 1    |
| 9.1.1 Toetssituaties                              | 1    |
| 9.1.2 Toetscriteria                               | 2    |
| 9.2 Tijdelijke toetscriteria voor waterkwantiteit | 3    |
| 9.3 Toetscriteria voor kunstwerken                | 3    |
| 9.4 Toetscriteria voor kwaliteit                  | 5    |
| 9.4.1 Uitgangspunten TEWOR toetsing               | 5    |
| 9.4.2 Criteria TEWOR toetsing                     | 7    |

|        |                                                                                  |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10     | BESLISBOOM AFVALWATER BOR-G                                                      | 1  |
| 11     | VERHARDINGENKAART                                                                | 1  |
| 12     | ECOLOGISCHE DOELEN EN AMBITIES                                                   | 1  |
| 13     | TEWOR TOETSING                                                                   | 1  |
| 13.1   | Inleiding                                                                        | 1  |
| 13.2   | Waterkwaliteitsspoor                                                             | 1  |
| 13.3   | Resultaten TEWOR toetsing                                                        | 2  |
| 13.4   | Conclusie en aanbevelingen                                                       | 3  |
| 14     | HYDRAULISCHE TOETSING                                                            | 1  |
| 14.1   | Uitgangspunten                                                                   | 1  |
| 14.2   | Watersysteem met plassen en gestuwde singels                                     | 2  |
| 14.2.1 | Zomerbui: T=10 jaar (+ 10%) zonder kwel                                          | 2  |
| 14.2.2 | Winterbui: T = 2 jaar (+ 10%) met kwel                                           | 4  |
| 14.2.3 | Maatgevende afvoer                                                               | 6  |
| 14.2.4 | Westlandbui                                                                      | 9  |
| 14.2.5 | Circulatie (minimale stroomsnelheid zomer)                                       | 10 |
| 14.2.6 | Extreme waterstanden plassensysteem                                              | 11 |
| 14.3   | Watersysteem de Grift                                                            | 13 |
| 15     | NOTITIE "OPERATIONEEL MAKEN WATERHUISHOUDKUNDIG INRICHTINGSPLAN WAALSPRONG 2009" | 1  |
| 16     | OVERZICHT EERDERE RAPPORTEN                                                      | 1  |
| 17     | MOGELIJKE DWARSPROFIELEN                                                         | 1  |

## 1 OPBOUW VAN HET WIW 2009

De stappen die in het verleden zijn genomen ten aanzien van de waterhuishouding van de Waalsprong hebben vorm gekregen in diverse documenten. Deze stappen variëren sterk in schaalniveau en lopen uiteen van de inrichtingsfilosofie achter het nieuwe watersysteem tot de dimensionering van kunstwerken. Deze stappen worden in het WIW 2009 meegenomen volgens het schema in figuur B1.1. Het WIW 2009 is volgens dit schema opgezet, waarbij alle relevante in het verleden genomen stappen en besluiten zijn verwerkt.



**Figuur B1.1: Processchema WIW 2009**

Het processchema in figuur B1.1 laat de elementen zien waarop het waterhuishoudkundig inrichtingsplan is gebaseerd en hun onderlinge verbanden. De

pijlen in het schema geven aan wat aan elk element ten grondslag ligt. In werkelijkheid is sprake van meer wederzijdse beïnvloeding hiertussen, maar de pijlen geven (idealiter) de hoofdrichting van het proces aan. Hieronder worden de verschillende elementen kort beschreven:

#### *Watersysteem (bijlage 4)*

Het natuurlijke watersysteem staat aan de basis van de huidige en de nieuwe waterhuishoudkundige inrichting. Inzicht hierin en de in de gevolgen van ingrepen die hierin plaatsvinden zijn noodzakelijk om tot een goede inpassing van het WIW 2009 te komen. Het rapport gaat kort in op de oorspronkelijke waterhuishouding en de geohydrologie van het plangebied.

#### *Functie (bijlage 5)*

Waar in de oorspronkelijke situatie landbouw de boventoon voerde, zal bij het voltooiën van de Waalsprong sprake zijn van een totaal nieuw woongebied, waarin de kern van Lent, het bedrijventerrein De Grift, een nieuw centrumgebied en de landschapszone zijn geïntegreerd. Deze functieverandering brengt nieuwe eisen aan de waterhuishouding met zich mee, die terug zullen komen in het Programma van Eisen.

#### *Waterbeleid (bijlage 6)*

Een tweede pijler waaraan het inrichtingsplan zijn uitgangspunten ontleent is het vigerende waterbeleid. Hierin komen de belangrijke beleidspunten op het gebied van veiligheid, beheer en inrichting op verschillende overheidsniveaus aan bod.

#### *Inrichtingsgrondslagen en -principes (bijlage 7)*

De inrichtingsgrondslagen beschrijven een rode draad, op basis waarvan de verdere inrichting plaatsvindt. Voor de Waalsprong is in het verleden gekozen voor de ecopolis, een inrichtingsfilosofie van Tjallingii. De inrichtingsprincipes geven antwoord op de vraag hoe het inrichtingsplan in algemene zin wordt vormgegeven. Hoe wordt omgegaan met afstromend hemelwater? Op welke wijze vindt transport naar het hoofdwatersysteem plaats? Hoe en waar wordt overtollig water geborgen? Dit leidt tot algemene inrichtingsprincipes die ook bij de uitwerking van de deelplannen zullen gelden.

#### *Programma van Eisen (Hoofdstuk 2 in het hoofdrapport)*

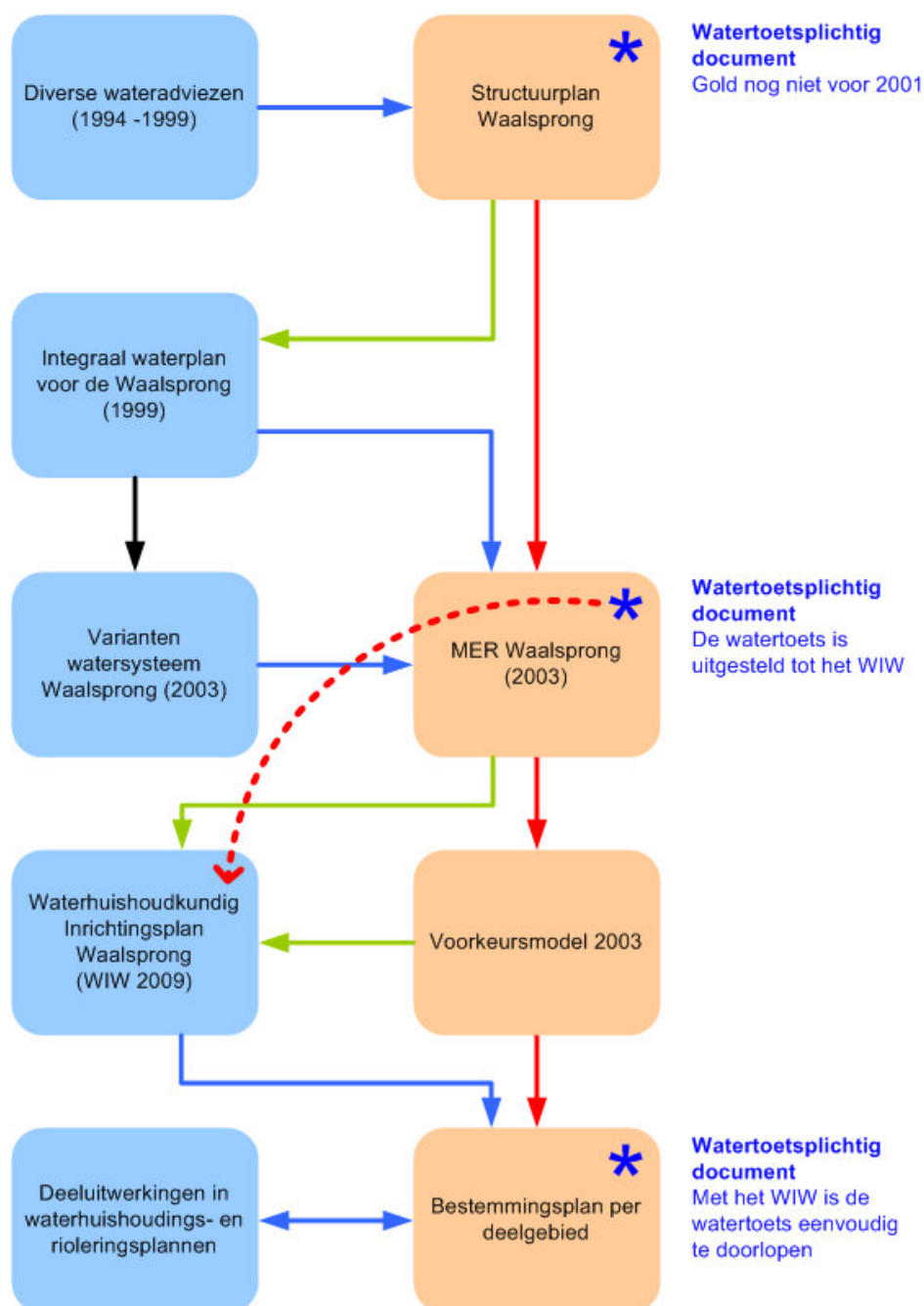
Het Programma van Eisen omvat alle uitgangspunten en eisen waaraan het inrichtingsplan wordt getoetst. Een groot deel hiervan is in het rapport WIW-A (augustus 2004) opgenomen. Het WIW-A en de aanvullingen en opmerkingen naar aanleiding van dit rapport zijn verwerkt in het Programma van Eisen van het voorliggende WIW 2009.

#### *Inrichtingsplan watersysteem op hoofdlijnen (Hoofdstuk 3 in het hoofdrapport)*

Het resulterende inrichtingsplan vormt het raamwerk voor de verdere uitwerking van de deelplannen. Hierin wordt de definitieve vorm van het hoofdwatersysteem beschreven en wordt per deelgebied het waterhuishoudkundig kader gegeven.

## 2 ACHTERGROND

Sinds het initiatief voor de Waalsprong zijn diverse documenten opgesteld die (delen van) de waterhuishoudkundige inrichting beschrijven. Voorzover deze documenten een rol hebben in het ontwerpproces voor het inrichtingsplan zijn zij in deze rapportage verwerkt. Het schema in figuur B2.1 geeft aan hoe de ontwikkeling van de documenten is gelopen.



**Figuur B2.1: overzicht (water)plannen de Waalsprong**

De volgende stukken hebben een rol gespeeld bij het opstellen van WIW 2009:

- *Integraal waterplan voor de Waalsprong (1999)*  
Op basis van diverse voorafgaande rapporten en overleggen is in 1999 het Integraal Waterplan (Tauw BV) opgesteld. Dit rapport beschrijft de integrale inrichtingsaspecten voor waterhuishouding, ecologie en bouwrijp maken. Het rapport is het eerste randvoorwaardendocument voor de verdere planuitwerking van de Waalsprong. Dit is het laatste door gemeente, GEM en waterschap bestuurlijk vastgestelde document dat het gehele watersysteem van de Waalsprong beschrijft.
- *Varianten watersysteem Waalsprong*  
Dit rapport betreft een onderzoek om de aanvullingen op het Milieueffectrapport op het gebied van de waterhuishouding te formuleren en geeft een aanzet tot optimalisatie van het watersysteem voor de Waalsprong ten opzichte van het integraal waterplan voor de Waalsprong. De uitvoeringsvarianten zijn gekarakteriseerd op hoofdelementen. In deze varianten is de achterliggende filosofie voor het watersysteem vormgegeven. In het voorliggend inrichtingsplan wordt hier bij de inrichtingsgrondslagen (hoofdstuk 8) kort op ingegaan.
- *Nutriëntenbalans*  
Om inzicht te krijgen in het toekomstige evenwicht van aan- en afvoer van nutriënten, is een onderzoek uitgevoerd naar de nutriëntenbalans van het toekomstige watersysteem van de Waalsprong. Daarbij is de vraag gesteld of de ecologische ambities bij dit evenwicht in voedselrijkdom kunnen worden behaald. Er zijn voorlopige resultaten, een definitief rapport is nog niet gereed.

### **3 PROCESMATIGE ASPECTEN**

#### **3.1 Betrokken organisaties**

Bij de ontwikkeling van het watersysteem van de Waalsprong zijn diverse organisaties betrokken. Dit zijn:

- Gemeente Nijmegen;
- Waterschap Rivierenland;
- Provincie Gelderland;
- Rijkswaterstaat dienst Oost-Nederland;
- GEM Waalsprong.

De vier eerstgenoemde zijn overheidsorganisaties. In bijlage 6 (beleidskader) worden de onder andere door deze organisaties gestelde beleidskaders verwoord. Hieronder wordt kort op de rol van de betrokken partijen ingegaan.

##### **Gemeente Nijmegen**

De gemeente is de initiatiefnemer van de ontwikkeling van de Waalsprong. Voor verschillende onderdelen stelt zij eisen aan de ontwikkeling, waaronder het watersysteem en de riolering. De gemeente ontwikkelt zelf de landschapszone en de infrastructuur met een regionaal karakter (Stadsas Noord, Stadsbrug, Station). Verder is de gemeente Nijmegen de toekomstig beheerder van het openbaar gebied. Met betrekking tot waterhuishouding wordt zij de toekomstig beheerder van het riolerings- en hemelwaterafvoersysteem, waar ook wadi's onder vallen.

##### **Waterschap Rivierenland**

Het waterschap is de waterbeheerder en waterkeringenbeheerder. In de Waalsprong is zij de toekomstig beheerder van watergangen en waterkeringen. Daarnaast coördineert zij het watertoetsproces voor de provincie Gelderland en Rijkswaterstaat voor de Waalsprong. Voor wijzigingen in het watersysteem dat onder beheer valt van het waterschap dient ontheffing te worden aangevraagd.

##### **Provincie Gelderland**

Het grondwaterbeheer valt onder verantwoordelijkheid van de Provincie. Daarnaast toetst de Provincie de bestemmingsplannen voor de Waalsprong, waarbij zij zich op waterhuishoudkundig vlak laat adviseren door het waterschap.

##### **Rijkswaterstaat dienst Oost-Nederland**

Rijkswaterstaat beheert de rivier de Waal met inbegrip van de uiterwaarden.

##### **GEM Waalsprong**

Als grondexploitatie maatschappij is GEM Waalsprong de initiatiefnemer in de ontwikkeling van de Waalsprong, en ontwikkelt alle deelgebieden behalve de landschapszone en de infrastructuur met een regionaal karakter (Stadsas Noord, Stadsbrug, Station). De GEM ontwikkelt de plannen, maakt terreinen bouwrijp en geeft vervolgens deze terreinen weer vrij aan de projectontwikkelaars, woningcorporaties en gemeente voor verdere ontwikkeling. Zij zorgen er uiteindelijk voor dat de plannen voor woningbouw worden gerealiseerd.

### 3.2 Besluitvorming

Het WIW 2009 wordt bestuurlijk vastgesteld door het College van burgemeester en wethouders van Gemeente Nijmegen en het Algemeen Bestuur van Waterschap Rivierenland. Daarmee wordt het de waterhuishoudkundige onderlegger voor de verdere uitwerking van de deelgebieden. Daarnaast dient het als basis voor verdere afspraken over het beheer van het openbaar gebied.

### 3.3 Afstemming waterpartners (watertoets)

De watertoets komt voort uit de Startovereenkomst waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw die op 14 februari 2001 is gesloten tussen het Rijk, het Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen (UvW). Inmiddels kent de watertoets een wettelijke grondslag in de Wet ruimtelijke ordening.

De watertoets is niet een feitelijke toets, maar een procesinstrument om de volledige en vroegtijdige inbreng van water in de ruimtelijke ordening te waarborgen. De watertoets wordt toegepast op alle ruimtelijke plannen. Het formaliseert het vroegtijdig betrekken van de waterbeheerders bij ruimtelijke plannen en het opstellen en meenemen van hun wateradvies in het inrichtingsproces. Uiteindelijk resulteert de watertoets in een verslaglegging van het gevoerde proces en de wijze waarop de relevante wateraspecten zijn meegenomen. Ten aanzien hiervan stellen de betrokken waterbeheerders een advies op dat bij de toetsing van het ruimtelijk plan wordt meegenomen.

Gemeente Nijmegen is vanuit de overheid initiatiefnemer van de Waalsprong. Zij heeft de ontwikkeling van het plangebied, en daarbij het opstellen van de benodigde documenten ondergebracht bij de GEM Waalsprong. Deze partij treedt op als “informeel” initiatiefnemer.



## 4 HET OORSPRONKELIJKE WATERSYSTEEM

Het is lastig een huidige situatie aan te wijzen voor het Waalspronggebied. Op allerlei plaatsen is de ontwikkeling van het gebied immers in volle gang. In dit hoofdstuk wordt teruggekeken op het watersysteem zoals dat er voor de start van de ontwikkelingen bijlag. Als peildatum is 1995 aangehouden. Waar dit relevant is wordt van aspecten, die niet elders in dit rapport worden genoemd, de ontwikkelingen sindsdien beschreven.

### 4.1 Algemeen

Het gebied van de Waalsprong is een laag gelegen rivierengebied met grondwaterstanden die direct worden beïnvloed door de Waal. Het maaiveld ligt in het zuidelijke en oostelijke deel op NAP +9,50 m tot NAP +10,50 m en loopt in westelijke richting af tot ongeveer NAP +9,0 m.

Het agrarische grondgebruik is een belangrijke factor in dit landschap. Vooral op de oeverwal is een bonte schakering van bouwlandpercelen grasland en boomgaarden aanwezig. In het gebied is daarnaast een concentratie van glastuinbouw aanwezig. Vooral langs de

Zandsestraat in het buurtschap Vossenpels wordt het landschappelijke beeld geheel door kassen bepaald.



**Figuur B4.1: Vanuit de lucht is het landgebruik te zien, Woonpark Oosterhout en Lent oost zijn in aanleg**

### 4.2 Bodem

De bodem bestaat voornamelijk uit de zogenaamde vaaggronden. Het gaat daarbij om ooivaaggronden en poldervaaggronden. Het gaat om jonge weinig ontwikkelde bodems die ontstaan in recentelijk gesedimenteerde kleigronden. De ooivaaggronden zijn landschappelijk hoger gelegen en hebben een bovenlaag van tenminste vijftig centimeter die boven het grondwater ligt.

### 4.3 Oppervlaktewatersysteem

Het watersysteem van het Waalspronggebied omvatte in 1995 een stelsel van hoofdwatgangen met als belangrijkste doel waterafvoer. Het streefpeil (zomer) in de hoofdwatgangen was NAP +7,90 m tot NAP +8,00 m. De winterpeilen lagen gemiddeld 0,20 tot 0,40 m lager.

De Waalsprong is gelegen in het afwateringsgebied van de Linge. De Linge is opgedeeld in een aantal stuwpanden met elk een eigen streefpeil, variërend van NAP +9,20 m tot NAP +5,95 m.

Via een stelsel van watgangen en stuwen waterde het gebied af op het pand van de Linge ten westen van de snelweg. Dit heeft een lager streefpeil dan de Waalsprong. 's Zomers was een (beperkte) wateraanvoer mogelijk van de Linge naar de omliggende gebieden. Wateraanvoer vanuit de Linge naar de gebieden langs de Waaldijk was niet altijd mogelijk. Deze gebieden waren voor de wateraanvoer afhankelijk van neerslag en kwelwater. Om deze reden werden de streefpeilen vaak onderschreden. Tijdens perioden van extreme droogte kan door de lage rivierstanden het inlaten van water in de Linge bij Doornenburg vanuit de Rijn beperkt worden voor het belang van de scheepvaart. De ontwatering van het gebied was op grond van landbouwkundige criteria goed te noemen. Te natte situaties kwamen niet of nauwelijks voor.



De Waal heeft een grote invloed op de waterhuishouding van het studiegebied. Door de grote variatie in afvoer van de Waal variëren ook de rivierwaterstanden aanzienlijk (in een gemiddeld hydrologisch jaar tussen NAP +5,50 m en NAP +12,00 m. De hoogwaterperiode heeft vaak een duur van enkele weken terwijl een laagwaterperiode twee tot drie maanden kan aanhouden.

Een aantal van de nieuwe singels in de Waalsprong is inmiddels gegraven. Dit zijn singels in en rond woonpark Oosterhout en een stuk van de lus rond het stadseiland langs Lent Oost. Verder is het oorspronkelijke watersysteem met zijn oorspronkelijke waterhuishouding nog intact.

### 4.4 Grondwater

Het grondwater in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket staat in verbinding met de Waal. Ter plaatse van de Waal is de deklaag namelijk niet aanwezig. De stijghoogte in dit pakket zal vlak langs de rivier nagenoeg gelijk zijn aan het waterpeil van de Waal. De fluctuaties in de stijghoogte als gevolg van variërende waterstanden op de Waal worden kleiner naarmate de afstand tot de Waal toeneemt. Op grotere afstand van de Waal wordt de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket gelijk aan het streefpeil van

het oppervlaktewater. In een smalle zone langs de dijk komen bij hoge Waalstanden stijghoogtes voor die tot boven maaiveld kunnen stijgen. De freatische grondwaterstand blijkt gemiddeld gelijk te zijn aan de stijghoogte in het watervoerend pakket.

De watergangen hebben bij hoge Waalstanden een drainerende functie en zullen bij een peil hoger dan het streefpeil water afvoeren naar de Linge. In een periode met een lage Waalstand zijn de grondwaterstanden lager dan het beheerspeil. Zolang de watergangen watervoerend zijn zullen ze een infiltrerende werking hebben. Secundaire watergangen kunnen droogvallen.

Aan de oostkant van het plangebied was een grondwaterwinning ten behoeve van drinkwater aanwezig. Gemiddeld werd per jaar 1.200.000 m<sup>3</sup> onttrokken uit het 3<sup>e</sup> watervoerend pakket. Deze onttrekking is inmiddels beëindigd.

## 4.5 Riolering

Het rioolstelsel van Lent is een verbeterd gemengd stelsel. Zowel hemelwater als huishoudelijk afvalwater wordt in één rioolstelsel opgevangen en afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie. Bij hevige regenval kan het rioolgemaal de grote hoeveelheden water niet aan en stort de overtollige inhoud van het rioolstelsel over op het oppervlaktewater. Dit komt enkele malen per jaar voor. In 1995 had rioolstelsel van Lent vijf riooloverstorten, waarvan er drie op de gracht door Lent loosden. De andere twee stortten over op watergangen buiten de kom.

De lokale waterkwaliteit wordt door deze riooloverstorten negatief beïnvloed. Tijdelijke effecten zijn zuurstofloosheid en stankoverlast. Op langere termijn treden eutrofiering en waterbodempervuiling op. Het aantal overstorten per jaar is afhankelijk van de neerslagsituatie.

Sinds 1995 zijn in het kader van de zogenaamde basisinspanning maatregelen genomen om de vuilemissie vanuit rioolstelsels te verminderen. Het rioolstelsel van Lent heeft nu nog drie riooloverstorten, waarvan er één op de watergang door Lent loost en twee op de (deels nog toekomstige) singel lozen. De twee laatstgenoemde overstorten zijn voorzien van bergbezinkbassins. Het rioolstelsel van Lent voldoet bijna aan de basisinspanning. Wanneer ook de overstort op de gracht door Lent zal zijn opgeheven, zal worden voldaan aan de basisinspanning

## 4.6 Ecologie

De uiterwaarden zijn onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Een verbinding van regionale betekenis ligt van Huissen door Lent naar Nijmegen. Dit is een corridor voor stroomdalplanten en planten van schrale graslanden tussen Rijn en Waal.

Het Waalsprong gebied behoort tot het 'dynamische' en in minder mate tot het 'verstilde' Rivierenlandschap en het 'gewoon' Kommenlandschap. Het 'verstilde' Rivierenlandschap omvat de open wateren en oevers van wielen, plassen en stranden, zowel binnen- als buitendijks. De bodem bestaat veelal uit leem- en kleigronden. Het oppervlaktewater is voedselrijk en basisch. Het 'gewoon' Kommenlandschap betreft de komgronden en lagere oeverwalvlakten zonder specifieke kenmerken als kwel, waardoor in de wateren vooral algemene waterplantengemeenschappen voorkomen.

De natuurwaarden in het plangebied zijn, vergeleken bij de waarden in het buitendijkse gebied, beperkt.

## 4.7 Waterkwaliteit

Het oppervlaktewater in het plangebied voldeed niet aan de normen voor het zuurstofgehalte, nutriënten en zware metalen. De belangrijkste knelpunten voor de waterkwaliteit waren:

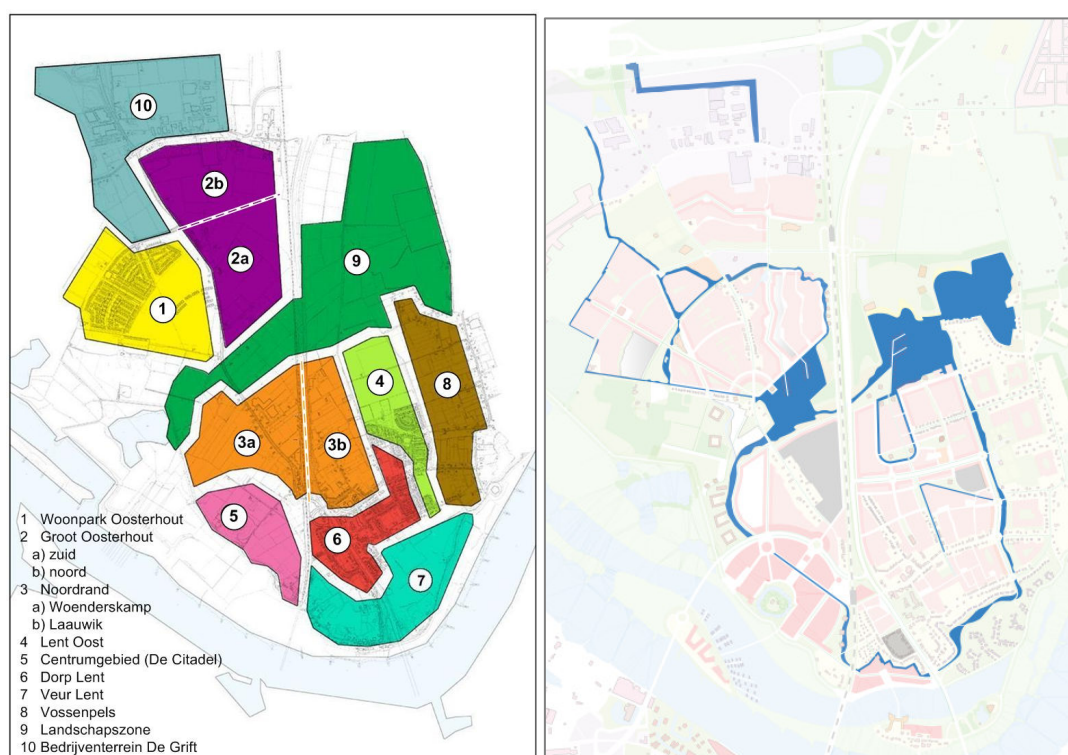
- uit- en afspoeling van mest- en bestrijdingsmiddelen;
- inlaat van verontreinigd water;
- lozingen van huishoudelijk afvalwater van ongerioleerde panden in buitengebied;
- riooloverstorten van woonkernen (bijvoorbeeld bestaand Lent);
- droogvallen van watergangen.



## 5 DE NIEUWE FUNCTIE

De ruimtelijke opgave voor de Waalsprong komt voort uit de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra (Vinex). De opgave omvat ca 12.000 nieuw te bouwen woningen en circa 50 ha bedrijventerrein.

Het plan is opgedeeld in totaal 9 deelgebieden. Elk gebied heeft zijn eigen karakter op het vlak van stedenbouwkunde, landschap en planeconomische aspecten. Het in dit inrichtingsplan beschreven waterhuishoudkundig systeem omvat het totale plangebied, en overstijgt daarmee de deelgebieden. De inrichting van het water beïnvloedt echter ook de belevingswaarde van het omliggende gebied en moet deze zoveel mogelijk versterken. Aan de andere kant stelt het watersysteem eisen aan de detailuitwerking van het deelgebied.



**Figuur B5.1: Deelgebieden Waalsprong**

**Figuur B5.2: Watersysteem Waalsprong**

Navolgend wordt per deelgebied een korte karakterisering gegeven.

### **Woonpark Oosterhout**

Wonen in een ruim opgezette wijk, omringd door groen en water met een parkachtig karakter. Het meest noordwestelijke deel van de Waalsprong kenmerkt zich door een ontspannen, dorps woonmilieu. Door de relatief lage woondichtheid is sprake van een open, gevarieerd karakter. De realisatie van dit gebied is vrijwel gereed.



### **Groot Oosterhout**

Aan de noordzijde van de Waalsprong krijgen de wijken aansluiting met het landelijke karakter van de Betuwe. Door behoud van groen, opbouw van de wijk en de architectuur van de woningen is dit karakter terug te vinden in het noordelijk gelegen Groot Oosterhout. De wijk sluit zowel in het oosten als in het zuiden aan op de landschapszone. Het stedenbouwkundige ontwerp speelt daarop in door aan de oostzijde wooncomplexen in een parkachtig, open landschap te bouwen. Het zuidelijk deel van Groot Oosterhout bestaat volledig uit woningbouw. Boven de Dorpensingel ligt een gebied dat deel uit woningbouw en deels uit bedrijventerrein bestaat.

### **Noordrand**

Aan de noordrand van het dorp Lent zijn in de afgelopen jaren de eerste uitbreidingsstappen gemaakt in het kader de Waalsprong. Het is een moderne wijk met een stedelijke architectuur, waarin de sfeer van het vriendelijke dorpskarakter van Lent voelbaar is. De ambities zijn al duidelijk zichtbaar in het zuidelijk deel van de wijk, dat de afgelopen jaren is gerealiseerd. Het deelgebied Noordrand kenmerkt zich door een gemengd stedelijk woonmilieu met verschillende woningtypen. De woningdichtheid is groter dan in Woonpark Oosterhout en Groot Oosterhout.

### **Centrumgebied (De Citadel)**

De Citadel wordt het nieuwe centrumgebied van de Waalsprong en maakt straks onderdeel uit van het stadshart van Nijmegen. Rijke variatie woningen, winkels, cafés, restaurants, cultuurcentra, kantoren en verbindingspunt voor openbaar vervoer. De citadel vormt het stedelijke centrum van de Waalsprong met een gemengde functie voor wonen en werken en een hoge bebouwingsdichtheid. Het centrumgebied is gericht op de rivier.

### **Dorp Lent**

In en om het historische dorp Lent wordt van oudsher veel land- en tuinbouw bedreven. Zowel in als buiten de oude dorpskern worden nieuwe woonwijken gerealiseerd. De rust, de stilte en de kleinschalige manier van bouwen, die zo typerend zijn voor Lent, worden gehandhaafd in het dorp. Rondom Lent ontstaan nieuwe wijken die het beste van twee werelden combineren: modern en comfortabel wonen én de rust van het dorpsleven.



### **Veur Lent**

In Veur Lent wordt een gemengd stedelijk woonmilieu ontwikkeld, waar de dijk een functie als verblijfsgebied krijgt, waar een mengvorm van wonen en horeca ontstaat.

### **Vossenpels en Lent Oost**

Ook hier is sprake van een gemengd woonmilieu in een ruime opzet. De karakteristieke groenstructuur speelt hierin een belangrijke rol. Het gebied Vossenpels maakt echter geen deel uit van de nu voorziene ontwikkelingen en zal mogelijk eerst op langere termijn onderdeel worden van de Waalsprong.

### **Landschapszone**

De landschapszone is een uitloopgebied dat in de toekomst komt te liggen tussen Lent en Oosterhout. Het gebied vormt de overgang van de meer stedelijke bebouwing in Lent en de Citadel naar het meer dorpse Oosterhout-Nijmegen. In de landschapszone komen waterplassen, strandjes, zonneweiden, fiets- en wandelpaden. Vanuit waterhuishouding gezien is hier ruimte gereserveerd voor het creëren van plassen met een totaal oppervlak van 60 ha.

### **De Grift**

Dit betreft een deels bestaand gemengd bedrijventerrein met handel, nijverheid en lichte industrie, variërend in klasse van 1 tot 4. Het bedrijventerrein bestaat globaal uit twee zones. In de omgeving van de eerste zone, de Grift zijn van oudsher bedrijven gevestigd. Met bebouwing aan de uitvalswegen krijgt dit terrein een modern aanzien. In de tweede zone is het behoud van de bestaande lintbebouwing een belangrijke richtlijn voor de invulling van het gebied. Het terrein wordt op deze manier vormgegeven dat het een passende overgang vormt naar de onderliggende woongebieden.







## 6 BELEIDSKADER

Dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van het huidige waterhuishoudkundige beleid dat van toepassing is op het plangebied. Deze beschrijving gaat van Europees niveau via Rijks- en provinciaal- naar waterschapsbeleid. De rode draad in deze beschrijving is de noodzaak tot het doorlopen van de watertoets en de daarin verplichte aspecten.

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de verschillende waterbeherende instanties in het projectgebied.

| Organisatie                           | Takenpakket                                                                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Provincie Gelderland                  | Grondwaterbeheerder, toezichthouder waterschappen                                                                        |
| Rijkswaterstaat dienst Oost-Nederland | Kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van de Neder-Rijn en Waal, kwaliteitsbeheer van het oppervlaktewater in de uiterwaarden |
| Waterschap Rivierenland               | Beheer van de waterkeringen, kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van oppervlaktewater binnen de dijken                      |
| Gemeente Nijmegen                     | Beheer van riolering en wadi's                                                                                           |

**Tabel 6.1: Overzicht verschillende waterbeherende instanties in het projectgebied**

### Europees beleid

Op 22 december 2000 is de Kaderrichtlijn Water in werking getreden. De daarin gegeven voorschriften zijn bindend voor de Europese lidstaten en daarmee ook voor Nederland. In de Kaderrichtlijn Water beoogt de EU vanuit een stroomgebiedbenadering en de basisbeginselen voor een duurzaam waterbeleid te komen tot:

- het behoeden van aquatische en terrestische systemen voor verdere achteruitgang;
- een verhoogde bescherming en verbetering bereiken van het aquatisch milieu;
- bevorderen van een duurzaam gebruik van water;
- geleidelijke vermindering van de vervuiling van het grondwater en preventieve maatregelen;
- afzwakking gevolgen van overstroming en droogte;
- harmonisatie van Europese waterwetgeving.

### Rijksbeleid

#### *Waterbeleid 21<sup>ste</sup> eeuw (WB21)*

Het kabinetsstandpunt Waterbeleid in de 21<sup>ste</sup> eeuw (2000) geeft de overkoepelende visie van het Rijk weer op de aanpak van veiligheid en wateroverlast.

Méér ruimte voor water naast technische maatregelen en taakstellende afspraken tussen verschillende overheden zijn essentieel voor het slagen van dit beleid. Voor de aanpak van veiligheid en wateroverlast is uiteindelijk een goede mix van ruimtelijke en technische maatregelen noodzakelijk.

In de Startovereenkomst "Waterbeleid 21ste eeuw" (op 14-2-2001 ondertekend door het Rijk, het Interprovinciaal Overlegorgaan, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschappen) is vastgelegd dat bij ruimtelijke plannen de Watertoets toegepast moet worden. De Watertoets is het hele proces van vroegtijdig informeren, adviseren, afwegen en uiteindelijk beoordelen van waterhuishoudkundige aspecten (veiligheid, wateroverlast, waterkwaliteit, verdroging) in ruimtelijke plannen en besluiten.

Bij de behandeling van het kabinetsstandpunt heeft de Tweede Kamer de regering gevraagd om juridische verankering van de watertoets in het Besluit op de ruimtelijke ordening (TK, 2000-2001, 27 625, nr. 8). Dit heeft geleid tot het aangepaste artikel 10 Bro.

#### *Nationaal bestuursakkoord Water (NBW)*

Het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen gaan samen de waterproblematiek in Nederland aanpakken. Hiertoe is op bestuurlijk niveau het Nationaal Bestuursakkoord Water ondertekend (02-07-03).

Het akkoord heeft tot doel om in de periode tot 2015 het watersysteem in Nederland op orde te krijgen en daarna op orde te houden. Om dit te bereiken, zijn maatregelen nodig met als uitgangspunt het eerst vasthouden, dan bergen en vervolgens afvoeren van water.

#### *Vierde Nota Waterhuishouding*

Deze nota geeft het rijksbeleid op het gebied van waterhuishouding weer. De hoofddoelstelling van deze nota is: "Het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het instandhouden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik blijft gegarandeerd". In deze nota zijn MTR-normen (MTR=maximaal toelaatbaar risico) opgenomen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.

### **Provinciaal beleid**

#### *Derde waterhuishoudingsplan Gelderland 2005 - 2009*

Op 15 december 2004 is door de Provinciale Staten van Gelderland het Derde Waterhuishoudingsplan Gelderland 2005-2009 ondertekend. De provincie onderscheidt een zestal speerpunten voor de planperiode:

- ruimte voor de rivieren tussen de dijken;
- beschermen van waterbergingsgebieden en natte natuur;
- inrichten van waterbergingsgebieden;
- vasthouden van regenwater (in de actiegebieden);
- herstellen van natte natuur (in de actiegebieden);
- riooloverstorten op ecologisch waardevolle wateren worden volledig gesaneerd (in de actiegebieden).

De Waalsprong valt buiten de actiegebieden.

## Waterschapsbeleid

### *Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied 2002-2006*

Het Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied beschrijft de hoofdlijnen voor het waterbeheer in de planperiode 2002 tot en met 2006. Tevens wordt een doorkijk gegeven naar het jaar 2015. Het waterbeheersplan is gebaseerd op de visie van Waterschap Rivierenland ten aanzien van de ontwikkeling en inrichting van duurzame watersystemen.

Voor het stroomgebied van de Linge zijn de volgende accenten nader beschreven en op kaart uitgewerkt:

- watersysteem;
- kansen en bedreigingen;
- doorkijk naar 2015.



## 7 INRICHTINGSGRONDSLAGEN EN -PRINCIPES

De eisen in het programma van eisen volgen onder andere uit de inrichtingsgrondbelangen en –principes voor het systeem.

Waar het Programma van Eisen specifiek invulling geeft aan de randvoorwaarden, geven de grondbelangen voor de waterhuishoudkundige inrichting meer de rode draad weer waaraan het systeem moet voldoen. In feite zijn het de eigenschappen van het watersysteem. Daar waar het Programma van Eisen niet voorziet kan worden teruggevallen op de volgende inrichtingsgrondbelangen en -principes.

### 7.1 Inrichtingsgrondbelangen

1. *De inrichting volgt de Ecopolisstrategie (Tjallingii et al)*  
De Ecopolisstrategie is een model waarin samenhang wordt gerealiseerd tussen de doelen op milieu-, RO- natuur- en waterhuishoudingsbeleid. Het Ecopolismodel gaat uit van vijf niveaus (regio, stad, stadsdeel, buurt en straat) en drie factoren (stromen, plekken en participanten).
2. *Het systeem is robuust*  
Elementen worden zoveel mogelijk eenduidig ingericht. Versnippering tast de functie aan en wordt zoveel mogelijk voorkomen.
3. *Het systeem functioneert waterhuishoudkundig zelfstandig*  
De duurzaamheid van het watersysteem uit zich onder meer in het niet afwentelen van problemen op de omgeving. Er zal geen externe aanvoer van water plaatsvinden en de afvoer van water zal niet toenemen (zelfs afnemen). Gezien de hydrologisch dynamische omgeving (met de Waal in de directe nabijheid) houdt dit in dat in het plangebied een buffer moet worden gecreëerd om dit mogelijk te maken. Daarnaast zal grondwaterneutraal (zonder ingrijpende wijziging van het grondwaterregime) worden gebouwd.
4. *Het systeem volgt het natuurlijk hydrologisch proces binnen de grenzen van de toegekende functie*  
De natuurlijke werking van het watersysteem wordt zoveel mogelijk gevolgd zonder de functie van het (deel-)gebied aan te tasten. Dit betekent bijvoorbeeld dat infiltratie en afvoer naar open water plaatsvindt daar waar dat van nature mogelijk is, maar ook dat water niet belemmerend mag zijn bij een toegekende (woon-)functie, bijvoorbeeld het regelmatig voorkomen van water op straat.
5. *Het systeem is beheersbaar*  
De inrichting is zodanig dat een stuurbaar systeem ontstaat, zodat na aanleg aanpassing en optimalisatie van het functioneren van de waterhuishouding mogelijk is. Daarnaast is ingrijpen in het systeem mogelijk, zodat in extreem droge of natte situaties de het functioneren zoveel mogelijk gewaarborgd blijft.

Ten aanzien van water leidt bovenstaande benadering tot een systeem met de volgende kenmerken:

- in het plangebied wordt in- en uitstroom van (gebiedsvreemd) water zoveel mogelijk beperkt;
- schoon water wordt zoveel mogelijk vastgehouden;
- dit leidt tot een systeem waarin kwel- en regenwater wordt opgevangen in retentiebekkens, van waaruit water door het gebied kan worden gecirculeerd.

## 7.2 Inrichtingsprincipes

### 7.2.1 Groepenindeling

De inrichtingsgrondslagen vormen het kader voor de waterhuishoudkundige inrichting van de Waalsprong. De hieruit voortgekomen inrichtingsprincipes zijn de handvatten waarmee de inrichting vorm moet krijgen. Ze worden hier beschreven, en zijn normstellend uitgewerkt in het programma van eisen.

De hieronder toegepaste groepenindeling volgt in grote lijnen de route van het water in het gebied. De volgende thema's komen aan bod:

- afstromend hemelwater;
- oppervlaktewater;
- grondwater;
- riolering;
- ecologie.



Hier geldt dat de onderdelen onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, waardoor enige overlap tussen de inrichtingsprincipes ontstaat.

### 7.2.2 Afstromend hemelwater

#### 1. *Afkoppelen schone oppervlakken*

Schone oppervlakken worden niet op het rioleringsstelsel aangesloten, maar onderdeel gemaakt van het natuurlijk hydrologisch systeem. Dit betekent dat dit water voor zover mogelijk wordt geïnfiltreerd naar de bodem of afgevoerd naar oppervlakte water. Omdat in ontwerpomstandigheden door hoge grondwaterstanden (of een lage doorlatendheid van de bodem) in het algemeen geen infiltratie mogelijk is, wordt ontworpen op afvoer naar oppervlaktewater. In droge perioden vindt echter ook infiltratie plaats. In hoeverre verhard oppervlak schoon is wordt bepaald door de afkoppelcriteria van Waterschap Rivierenland (zie ook bijlage 10).

#### 2. *Wijze van afvoeren schoon water middels goten, vuil water ondergronds*

Afstromend schoon hemelwater wordt in het zicht, dus bovengronds afgevoerd. In een verharde omgeving gaat de voorkeur uit naar het straatprofiel (een molgoot), dat zonodig plaatselijk van een rooster kan worden voorzien. In een meer groene omgeving worden greppels toegepast.

Vuil water wordt ondergronds ingezameld. Op dit stelsel wordt ook incidenteel het te vuile verhard oppervlak aangesloten.



#### 3. *Bodempassages*

Bodempassages om het afstromende regenwater te filteren worden aangelegd in de vorm van groene elementen, de wadi's. De wadi's voeren het gereinigde water af naar open water en in droge perioden ook naar het grondwater.

In het centrumgebied (De Citadel), de hoofdstructuur van wegen en delen van bedrijventerrein De Grift, relatief intensief gebruikte gebieden met een grotere kans op verontreiniging van het hemelwater, wordt het regenwater niet via een wadi naar open water afgevoerd. Hier wordt het verharde oppervlak op een verbeterd gescheiden rioolstelsel aangesloten.

### 7.2.3 Oppervlaktewater

#### *Oppervlaktewater in de landschapszone*

Grote oppervlaktewaterelementen in de landschapszone hebben twee waterhuishoudkundige hoofdfuncties:

- a. berging van afstromend hemelwater en kwelwater in natte periodes;
- b. watervoorraad voor droge periodes.

In de Waalsprong is sprake van een vrij grote dynamiek in het grondwater. Dit komt ook tot uiting in grote fluctuaties in het oppervlaktewatersysteem. In de zomerperiode kunnen deze peilen flink dalen en in de winter stijgen. De eisen in de woonwijken aan de watergangen daar laten fluctuaties in deze mate niet toe. Om te voldoen aan de gewenste belevingswaarde en beeldkwaliteit dienen fluctuaties beperkt te worden.

In natte perioden kunnen gedurende een aantal weken extreem hoge Waalstanden optreden. Als gevolg van de beperkte afvoernorm is het dan nodig om water in de plassen en watergangen op te slaan.

In droge periodes worden vanuit de plassen in de landschapszone de singels en watergangen van het hoofdsysteem in de wijken op peil gehouden. Dit betekent dat het peil in de landschapszones verder zal uitzakken. De inrichting van de plassen in de landschapszone is zodanig dat dit niet leidt tot risico's in waterkwaliteit (minimale dieptes van het water) of belevingswaarde (oeverinrichting).

#### *Oppervlaktewater in de woonwijken*

Singels in de woonwijken verzorgen de afwatering naar de landschapszone. Daarnaast hebben zij een esthetische en ecologische functie. Zij vormen daarmee de onderlegger voor de verdere stedenbouwkundige inrichting.

Het peil in het Waalspronggebied waarboven water uit het gebied wordt afgevoerd zal NAP +7,90 m gaan bedragen. Dit peil zal gedurende lange periodes aanwezig zijn in zowel de plassen als de singels. In droge periodes zal dit peil zakken. De singels worden gestuwd op het niveau NAP +7,60 m. Zoals hierboven aangegeven voeden de plassen in de landschapszone de singels indien het peil verder daalt, zodat deze minimale waterstand zo veel mogelijk wordt gehandhaafd. De gemalen die het water in de singels pompen houden niet alleen de singels op peil maar zorgen ook voor een minimale stroomsnelheid.



#### 7.2.4 Grondwater

##### *Grondwaterneutraal bouwen*

Grondwaterneutraal bouwen houdt in dat het grondwatersysteem geen invloed ondervindt van de nieuwe functie van het plangebied. De gemiddelde grondwaterstand moet vrijwel gelijk blijven. Hiermee wordt voorkomen dat de omgeving van het plangebied nadelige gevolgen ondervindt van de ontwikkeling.

In de zones tussen singel en rivier wordt door middel van ophoging voldaan aan de eisen met betrekking tot ontwateringsdiepte en drooglegging. De singels reguleren de grondwaterstanden binnen de singellussen, waarbij drainagevoorzieningen onder vrij verval naar de singel zijn toegestaan.

#### 7.2.5 Ecologie

Bij de inrichting van de watergangen en de plassen in de landschapszone wordt bij de oeverinrichting expliciet aandacht besteed aan de ecologische aspecten. In principe krijgen alle watervoerende singels eenzijdig een natuurvriendelijke oever.

#### 7.2.6 Riolering

Het ontwerp van de riolering richt zich op het zo klein mogelijk houden van de vuiluitworp naar het oppervlaktewater.

Voor het bestaande stelsel van Lent worden alle overstorten voorzien van bergbezinkbassins of opgeheven. In de meeste nieuwe gebieden zal het verharde oppervlak grotendeels worden afgekoppeld en via wadi's gefilterd worden afgevoerd naar grondwater en oppervlaktewater. Het resterende kleine niet afgekoppelde oppervlak wordt aangesloten op een gemengd+ rioolstelsel (met een grote berging en pompoevercapaciteit). Op delen van het bedrijventerrein De Grift, in het centrumgebied en voor de hoofdwegen worden verbeterd gescheiden stelsels aangelegd.



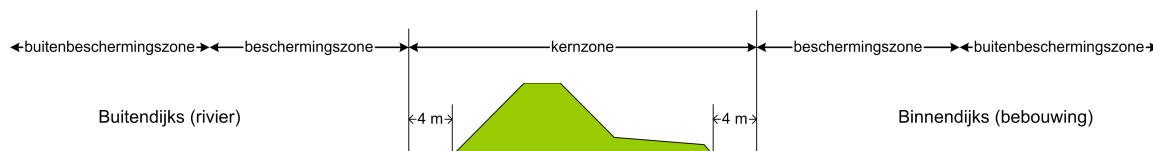
## 8 HOOGWATERBESCHERMING WAAL

De onderstaande informatie is grotendeels door waterschap Rivierenland aangereikt en in goed overleg tot stand gekomen.

Het plangebied reikt tot aan de Waalbandijk, globaal van Sprokkelenburg in het oosten tot Huis Oosterhout in het westen. Voor het centrale dijkgedeelte langs het dorp Lent is een dijkverleggingsproject in voorbereiding met het oog op duurzame rivierverruiming. Dit project doorloopt een zelfstandige procedure en blijft in dit rapport buiten beschouwing.

De primaire waterkering is de noordelijke bandijk langs de Waal, plaatselijk aangeduid als Waaldijk (oost) en Oosterhoutsedijk (west). De dijk voert door overwegend open landelijk gebied. Op de kruin ligt een openbare weg.

De dijktrajecten zijn recent verbeterd op basis van de vereiste veiligheidsnorm van 1/1.250 jaar voor het bovenrivierengebied en van de hydraulische randvoorwaarden HR 1996. Deze maatgevende hoogwaterstanden behoren bij een maatgevende afvoer van 15.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith.



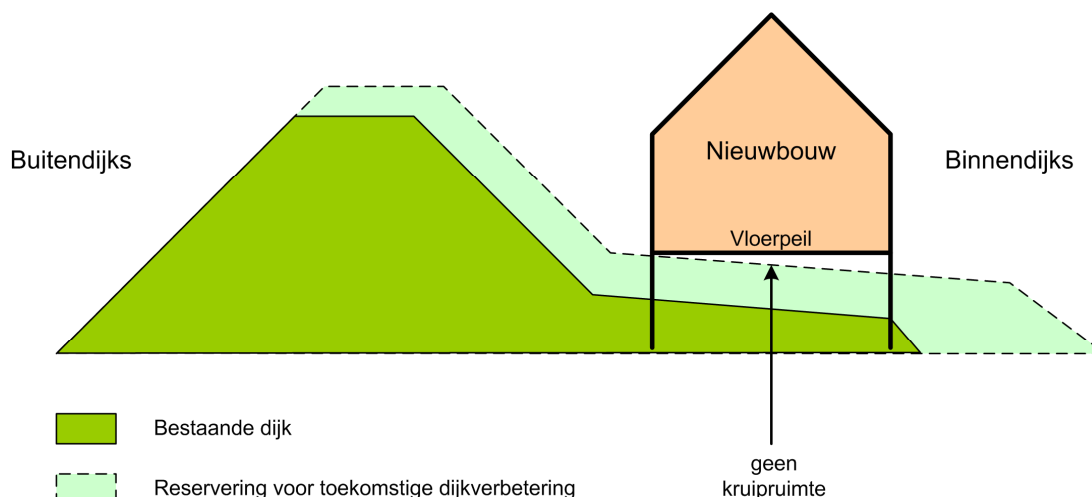
**Figuur B9.1: Schematisering dijkzone met benamingen**

Voor de dijkzone is een *legger* vastgesteld. In de legger wordt de waterkering naar vorm, richting, afmeting en constructie vastgelegd. De legger is de uitwerking van de *Keur* voor wat betreft de keurzones. Deze keurzones (te weten kernzone, 2 beschermingszones en 2 buitenbeschermingszones zie figuur B9.1) leggen beperkingen op aan het gebruik van de gronden. Het spreekt voor zich dat het meest centrale deel van de waterkering (het fysiek zichtbare grondlichaam) het strengste regime kent ten aanzien van het tolereren van medegebruik of ingrepen. De Keur bevat daarom gebods- en verbodsbepalingen. Het is mogelijk om van de verboden uit de Keur na een positieve toets en onder voorwaarden ontheffing te verkrijgen. Bij deze beoordeling wordt het initiatief getoetst aan de *beleidsregels*. Deze maken een objectieve en eenduidige beoordeling mogelijk. Voor het bouwen aan de dijk worden de volgende criteria gehanteerd:

- veiligheid: het initiatief mag de sterkte van de waterkering niet aantasten;
- beheer en onderhoud: het beheer en onderhoud in gewone en buitengewone omstandigheden (calamiteiten) mag niet te zeer benadeeld worden;
- LNC: het initiatief mag geen onevenredige afbreuk doen aan de bestaande waarden van landschap, natuur en cultuurhistorie (bezien in het licht van de recente dijkversterking);
- eigendom: het waterschap is eigenaar van de ondergrond van de dijk, dit wordt in principe niet vervreemd.

Permanente bouwwerken zoals woningen hebben in de regel een langere levensduur dan de ontwerprandvoorwaarde voor een primaire waterkering. Grond dijken worden namelijk ontworpen op een tijdshorizon van 50 jaar. Om te voorkomen dat harde

infrastructuur een eventuele toekomstige dijkversterking zal belemmeren, heeft de waterkeringbeheerder de vrijheid een profiel van vrije ruimte te definiëren. Binnen dit denkbeeldig profiel kan bebouwing geweerd worden. Waterschap Rivierenland baseert zich bij het te hanteren profiel van vrije ruimte op de HR 1996 en een waterstandsverhoging van 1 meter. De verhoging en verlenging van de binnenberm wordt afhankelijk gesteld van het dan maatgevende faalmechanisme. In het rivierengebied is dit ofwel macrostabiliteit binnentalud (de dijk glijdt onderuit) of piping (zandmeevoerende wellen). Ter illustratie is in figuur B9.2 het profiel van vrije ruimte in een dwarsdoorsnede aangegeven.



**Figuur B9.2: Principeprofiel van bebouwing in de kernzone**

Gezien de bodemopbouw in het plangebied is de stellige verwachting van het waterschap dat bij een meter hogere ontwerpwaterstand het mechanisme piping dominant zal zijn. De aan te houden binnenberm van het profiel van vrije ruimte wordt 1 meter hoger genomen dan de huidige berm die vanuit piping benodigd is, en wordt met 18 meter verlengd. De zone die zodoende ontstaat, beslaat de eerste 50 meter vanuit de huidige binnenteen van de bandijk. Binnen dit profiel van vrije ruimte zijn geen holle ruimten zoals kelders en kruipruimten evenals funderingsbalken toegestaan. Bij het beoordelen van de aanvraag ontheffing keurbepalingen zal naast het bouwen van de woningen ook de totale inrichting meegenomen worden, zoals nutsvoorzieningen, ontsluiting en tuininrichting (voor zover van toepassing).

Als in de dijkzones wordt gebouwd, wordt tijdens de ontwerpfase het faalmechanisme van de waterkering als gevolg van de ingreep moeten worden getoetst aan de volgende aspecten:

- overloop/overslag (het water loopt over de dijk);
- stabiliteit binnentalud (afschuiving en erosie);
- piping (kanaalvorming onder de dijk door erosieverschijnselen);
- stabiliteit buitentalud (afschuiving en bekleding);
- zettingsvloeiing (het afschuiven van zand doordat het met het water tussen de zanddeeltjes meestroomt).

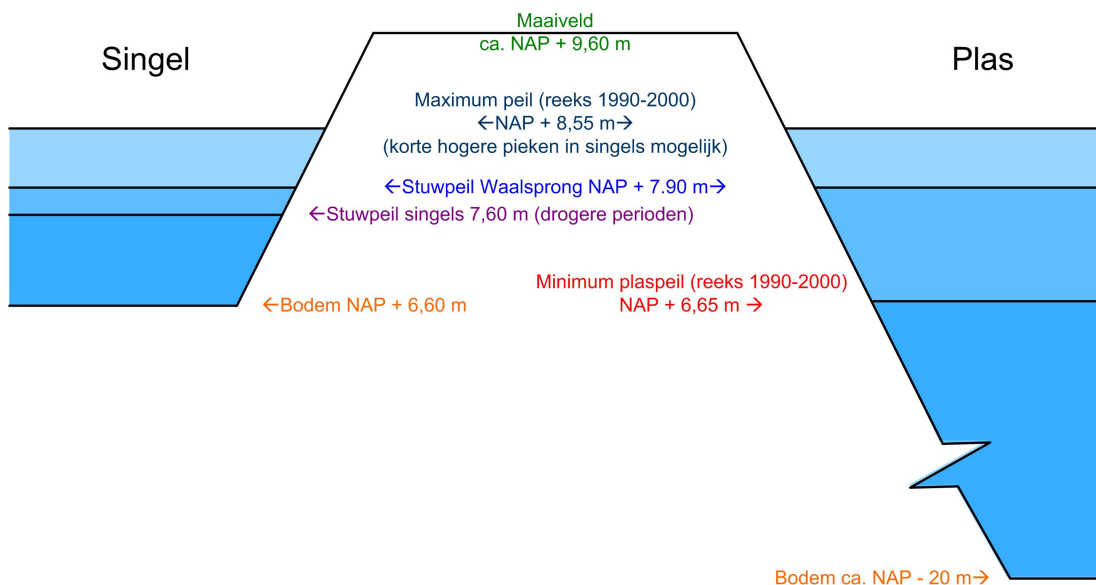
In het kader van het dijkterugleggingstraject zijn en worden specifieke afspraken gemaakt over bebouwingsmogelijkheden in de dijkzones.

## 9 EISEN AAN HET OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM

### 9.1 Toetscriteria voor kwantiteit

Te grote fluctuaties in de waterstand van de plas(sen) beperken de (belevings)kwaliteit ervan. Ook hebben te zeer variërende waterstanden negatieve consequenties voor de oeverinrichting.

Het integraal plan voor de Waalsprong IWP99 gaat uit van extreme waterstanden die één maal per 25 jaar voorkomen. Deze norm van eens per 25 jaar is echter moeilijk interpreteerbaar, omdat het gaat om een combinatie van regencijfers en Waalstanden. Bovendien gaat het IWP99 nog uit van oude statistische gegevens van voor 1990 en wordt geen rekening gehouden met recente inzichten over mogelijke klimaatwijzigingen. In overleg met het waterschap is daarom besloten de extreme peilen in de plassen te toetsen met berekeningen over de 11-jarige periode 1990 – 2000. Deze periode omvat zowel een aantal extreem natte jaren met zeer hoge afvoeren van de Waal als zeer droge jaren met lage Waalstanden (zelfs een aaneengesloten droge periode van circa 1½ jaar met 2 winters en één zomer).



**Figuur B9.1: Overzicht belangrijke hoogtematen**

In de aanloop van het WIW is besloten de extreme peilen in de plassen te toetsen met berekeningen over de 11-jarige periode 1990 – 2000. Na de vaststelling van het MER in 2004 is besloten tot aanvaarding van een maximale waterstand van NAP +8,55 m en minimale waterstand van NAP +6,65 m in de plassen binnen de beschouwde 11-jarige periode.

#### 9.1.1 Toetssituaties

Het watersysteem van de Waalsprong wordt kwantitatief getoetst voor vijf situaties, namelijk:

##### **Zomersituatie T = 10 + 10%**

- Neerslag regenduurlijn afgeleid van de eerste twee uur van de T=10 jaar zomerduurlijn volgens Buishand en Velds, vermeerderd met 10%.

- Geen kwel of wegzijging vanuit het grondwater;
- Initiële waterstand in plassen NAP +7,90 m.

#### **Wintersituatie T = 2 + 10%**

- Neerslag regenduurlijn afgeleid van de eerste twee uur van de T=2 jaar winterduurlijn volgens Buishand en Velds, vermeerderd met 10%.
- De maximale kweltoevoer berekend over de periode 1990 - 2000;
- Initiële waterstand in plassen NAP +8,30 m.

#### **Maatgevende afvoer**

Het gaat hier om een stationaire situatie waarbij de aan- en afvoer componenten gelijk zijn aan elkaar. Dit betekent dat de hoeveelheid neerslag die op het gebied valt evenredig aan de afvoer uit het gebied is. Uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Aanvoer via neerslag  $4\frac{1}{3}$  mm per dag, of te wel 0,5 l/s/ha;
- Afvoer vanuit het gebied naar de Linge 0,44 m<sup>3</sup>/s;
- Geen kwel of wegzijging grondwater;
- Initiële waterstand in plassen NAP +7,90 m.

#### **Westlandbui**

Volgens het nationaal bestuursakkoord water moet in stedelijk gebied aan een beschermingsniveau voldoen, dat neerkomt op geen schade door inundatie bij een herhalingsjijd van 100 jaar. Overeengekomen is dat in geval bij de Westlandbui een drooglegging van tenminste 0,1 m wordt gehaald, aan dit beschermingsniveau wordt voldaan.

- Neerslag 100 mm in 24 uur met constante intensiteit;
- Geen kwel of wegzijging vanuit het grondwater;
- Initiële waterstand in plassen NAP +7,90 m.

#### **Circulatie**

De minimale stroomsnelheid in het systeem komt voor in een zomer situatie. De circulatiepompen moeten een minimale stroomsnelheid van 1 cm/s in het systeem handhaven.

- Geen neerslag;
- Geen afvoer vanuit het gebied naar de Linge;
- Geen kwel of wegzijging grondwater;
- Initiële waterstand in plassen NAP +7,90 m.

### 9.1.2 Toetscriteria

#### **Zomersituatie T = 10 + 10% en wintersituatie T = 2 + 10%**

- Drooglegging (hoogte wegen – maximaal waterpeil) is gelijk of groter dan 70 cm;
- Uitstroomsnelheid van duikers maximaal 0,8 m/s;
- Stroomsnelheid in de watergangen maximaal 0,4 m/s bij maatgevende afvoer.

#### **Westlandbui**

- Drooglegging (hoogte wegen – maximaal waterpeil) is gelijk of groter dan 10 cm.

#### **Maatgevende afvoer (hoofdsysteem)**

- Bij de maatgevende afvoer vanuit de plassen en singels in Oosterhout en het Stadseiland naar de Linge (bij waterstand boven NAP +7,90 m) van 0,5 l/s/ha mag het verval over de duikers per duiker niet meer dan 5 mm bedragen en het maximale verhang over de watergangen niet meer dan 2 cm per km.

### Maatgevende afvoer (Griftsysteem)

- Bij maatgevende afvoer vanuit watersysteem de Grift en Groot Oosterhout-noord naar Linge van 1,5 l/s/ha mag het verval over de duikers per duiker niet meer dan 5 mm bedragen en het maximale verhang over de watergangen niet meer dan 2 cm per km.

### Circulatie (hoofdsysteem)

- Minimale waterdiepte in een gemiddeld droog jaar (1991) is 1 m;
- Minimale watersnelheid in situatie zonder regen 0,01 m/s.

## 9.2 Tijdelijke toetscriteria voor waterkwantiteit

Een aantal criteria dat voor het gehele Waalsprong gebied is gehanteerd in het WIW 2006, is geen noodzakelijke randvoorwaarde in de aanlegfase. Er wordt daarom een aantal tijdelijke criteria gehanteerd, waarmee onnodige vertragingen in de planprocessen wordt voorkomen. De onderstaande tabel geeft van deze criteria steeds de norm voor de eindsituatie, evenals de tijdelijke norm.

| Aspect                                                      | Toetswaarde eindsituatie<br>(conform WIW)                                                    | Tijdelijke toetswaarde                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maximale afvoer uit het gebied                              | 0,5 l/s/ha                                                                                   | 1,5 l/s/ha (conform WIW 2006)                                                                                                                      |
| Beginwaterstand toetsing T=2 winterbui met hoge rivierstand | NAP + 8,30 m                                                                                 | NAP + 7,95 m voor deelgebieden die niet aan de dijk grenzen, NAP + 8,00 m voor deelgebieden (deels) gelegen binnen 100 m vanaf de teen van de dijk |
| Maximale waterstand in singels                              | 0,7 m onder maaiveld (T=10+10%) (T=2+10% met hoog water) en 0,1 m onder maaiveld (T=100+10%) | Berekende maxima per deelgebied zoals in het WIW gerapporteerd niet overschrijden                                                                  |
| Maximale waterstand in plassen                              | NAP + 8,55 m (reeks 1990-2000)                                                               | Idem                                                                                                                                               |

**Tabel B9.1: Tijdelijke toetscriteria**

Bijlage 15 biedt een onderbouwing van de tijdelijke toetscriteria.

## 9.3 Toetscriteria voor kunstwerken

Stuwen dienen kerend te zijn tot 0,2 m boven de maximale waterstand bij T = 10 jaar + 10%. De stuwen waarover het water de Waalsprong verlaat dienen te keren tot aan maaiveld.

De dimensionering van de kunstwerken (duikers, stuwen, enz) is afhankelijk van de afmeting van de watergang, de ecologische doelstellingen en het onderhoudsbeleid. In het onderhoudsplan zal worden aangegeven welke duikers doorvaarbaar moeten worden uitgevoerd.



Om ecologische redenen dienen duikers zo kort mogelijk te zijn, en zijn looprichels voor lopende dieren gewenst. Duikers hebben daarom hooguit een lengte benodigd voor de breedte van de kruisende infrastructuur. Verder worden ze zo dicht mogelijk boven de waterbodem, en met minimaal 0,50 m water en met minimaal 0,1 m lucht bij streefpeil (NAP + 7,90 m) aangelegd. Duikers die voor 1 maart 2006 zijn aangelegd worden niet getoetst op minimaal 0,1 m lucht.

De standaard dimensies van duikers in de gestuwde singels zijn:

- breedte : minimaal 1,50 meter;
- hoogte : minimaal 1,25 meter (binnen bovenkant op of boven NAP + 8,00 m).

Indien een watergang volgens het waterschap niet vanaf de waterkant kan worden onderhouden, dienen de duikers doorvaarbaar te zijn. Om de veiligheid van machinist en boot te garanderen dient de hoogteligging van de duiker voor varende onderhoud zodanig te zijn dat de doorvaarhoogte ten opzichte van het streefpeil minimaal 1,0 m is. De daarbij behorende dimensies zijn:

- breedte : minimaal 2,00 meter;
- hoogte : minimaal 2,00 meter (binnen bovenkant op of boven NAP + 8,90 m).

In overleg met Waterschap wordt de te hoge stroomsnelheid in de bestaande duiker aan de uitstroming van de Gracht door Lent geaccepteerd, mits maatregelen tegen erosie worden genomen.

## 9.4 Toetscriteria voor kwaliteit

### 9.4.1 Uitgangspunten TEWOR toetsing

Voor de modellering is uitgegaan van de aanbevelingen in het rapport 'Uniformering waterkwaliteitsprocessen en – coëfficiënten', STOWA-rapport 2004-1.

De overstortgebeurtenissen voor de herhalingsstijden 1, 2, 5 en 10 jaar zijn gebaseerd op statistieken. De duur van de overstortingen verschilt van 1 tot ruim 10 uur. Daarom wordt standaard een overstortduur van 4 uur aangehouden, inclusief aan- en afloop (STOWA, 2004).

Voor pieksituaties wordt een gemiddelde vuilvracht van 400 mg CZV /l aangehouden (omgerekend 100 mg BZV /l). Voor het bezinkrendement van een randvoorziening wordt standaard 45% genomen (Leidraad Riolering, 45% van bezinkt, 55% blijft aanwezig in het water dat overstort).

In tabel B9.1 staan de overstortvolumes en de vuilvrachtconcentraties in mg CZV/l.

| Overstort     | T=1            |          | T=2            |          | T=5            |          | T=10           |          |
|---------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|               | m <sup>3</sup> | mg CZV/l | m <sup>3</sup> | mg CZV/l | m <sup>3</sup> | mg CZV/l | m <sup>3</sup> | mg CZV/l |
| voorziening 1 | 544            | 220      | 1302           | 220      | 2129           | 220      | 3756           | 220      |
| voorziening 2 | 492            | 220      | 1073           | 220      | 1685           | 220      | 2508           | 220      |

**Tabel B9.2. Overstortvolumes en de vuilvrachtconcentraties verbeterd gemengde riolering kern Lent**

Voor de kwaliteit van het overstortende water zijn de waarden uit tabel B9.2 aangehouden.

| stof                            | Duflow             | overstort gemengde stelsel + bbb | eenheid              |
|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| Zuurstof                        | O <sub>2</sub>     | 6,5                              | mg O <sub>2</sub> /l |
| fijne fractie BZV uit overstort | BZV <sub>ovl</sub> | 33                               | mg O <sub>2</sub> /l |
| grove fractie BZV uit overstort | BZV <sub>ovs</sub> | 22                               | mg O <sub>2</sub> /l |
| BZV achtergrond                 | BZV <sub>a</sub>   | 0                                | mg N /l              |
| Nitraat                         | -                  | 0                                | mg N /l              |
| Ammonium *1)                    | NH <sub>4</sub>    | 3,0 /4,0                         | mg N /l              |
| Organische stof *2)             | -                  | 0 / 5                            | mg N /l              |

\*1) Er is nog discussie over het rendement van een bergbezinkvoorziening op de ammoniumconcentratie. De resultaten zijn echter niet gevoelig voor verschillende concentraties van 3,0 of 4,0 mg/l.

\*2) Default 0,0 tenzij organische stikstof en nitraat wordt meegemodelleerd

**Tabel B9.3 Kwaliteit overstortende water (STOWA-rapport 2004-1)**

Het waterkwaliteitsspoor toetst alleen de effecten van overstorten op het oppervlaktewater. Dit betekent dat andere factoren die de waterkwaliteit beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld bladval, buiten beschouwing worden gelaten. De Werkgroep Waterkwaliteit West-Nederland (wWw) heeft initiële condities voor de waterkwaliteit

gedefinieerd voor het moment van overstorten (zie tabel B9.3). De initiële condities van de waterkwaliteit zijn gebaseerd op een gemiddelde kwaliteit voor 'stadswater' zonder nadelige invloed van andere factoren.

| stof                            | Duflow             | wWw-kwaliteit | eenheid              |
|---------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|
| Zuurstof                        | O <sub>2</sub>     | 6,5           | mg O <sub>2</sub> /l |
| fijne fractie BZV uit overstort | BZV <sub>ovl</sub> | 0             | mg O <sub>2</sub> /l |
| grove fractie BZV uit overstort | BZV <sub>ovs</sub> | 0             | mg O <sub>2</sub> /l |
| BZV achtergrond                 | BZV <sub>a</sub>   | 5             | mg O <sub>2</sub> /l |
| Ammonium                        | NH <sub>4</sub>    | 0,2           | mg N /l              |
| temperatuur                     | T                  | 18            | Celsius              |

**Tabel B9.4 Initiële condities kwaliteit oppervlaktewater (schone situatie)**

Het verhard oppervlak in de Waalsprong is afgekoppeld van de riolering en loost via een gescheiden stelsel en wadi's op het oppervlaktewater. In het plangebied worden enkele doorgaande wegen op het vuilwaterriool aangekoppeld. Deze stelsels worden voorzien van overstorten, maar gezien de kleine hoeveelheid verhard oppervlak dat hierop is aangesloten en de ruime berging in deze systemen (15 mm) zal dit geen tot zeer beperkt effect hebben in de resultaten van de TEWOR-toets. Deze overstorten worden daarom niet in de berekening opgenomen. Bij de beoordeling van de toetsresultaten wordt bepaald in hoeverre het wenselijk is deze overstorten alsnog op te nemen. Er zijn geen reeksberekeningen uitgevoerd voor de lozingen van het gescheiden stelsel. De afvoer van het gescheiden stelsel is met behulp van een regen-afvoer-module (RAM) gesimuleerd in de modellering. De buien op het verhard oppervlak, voor herhalingstijden van 1, 2, 5 en 10 jaar, zijn afgeleid uit de regenduurlijnen van Buishand en Velds (1980). Voor de vorm van de bui is uitgegaan van een piek op tweederde van de bui. In de modellering is er voor gekozen om de overstorten op de piek van de regenbui te laten optreden. Dit benadert zo veel mogelijk de praktijk waarin eerst de berging in het riool wordt gevuld.

|     | T=1     | T=2     | T=5     | T=10    |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| Bui | 32,8 mm | 38,5 mm | 46,1 mm | 51,9 mm |

**Tabel B9.5 Dagsommen voor herhalingstijden van 1, 2, 5 en 10 jaar naar Buishand en Velds (1980)**

De uitgangssituatie voor de waterkwaliteit (initiële condities) is gekalibreerd met behulp van de parameters van het waterkwaliteitsmodel. Het doel van de kalibratie is een stationaire situatie te creëren die zo goed mogelijk aan de wWw-kwaliteit voldoet. De calibratie is uitgevoerd met behulp van de zogenaamde productieparameters van het waterkwaliteitsmodel, die gezien kunnen worden als alle niet in beschouwing genomen belasting op de waterkwaliteit, en zo min door aan de procesparameters te sleutelen. De defaultinstellingen van de procesparameters zijn immers gebaseerd op de best beschikbare kennis uit diverse studies.

De verspreiding van stoffen door het systeem is afhankelijk van de stroomsnelheid en de turbulente menging. De turbulente menging wordt uitgedrukt in de dispersiecoëfficiënt. In een langzaam stromend systeem als de Waalsprong is de stroomsnelheid en daarmee de dispersie laag. De afhankelijkheid van de stroomsnelheid wordt beschreven door de evenredigheidsconstante alfa-k. Voor de dispersie is een waarde van 0,5 aangehouden en de voor alfa-k een waarde van 0,01.



#### 9.4.2 Criteria TEWOR toetsing

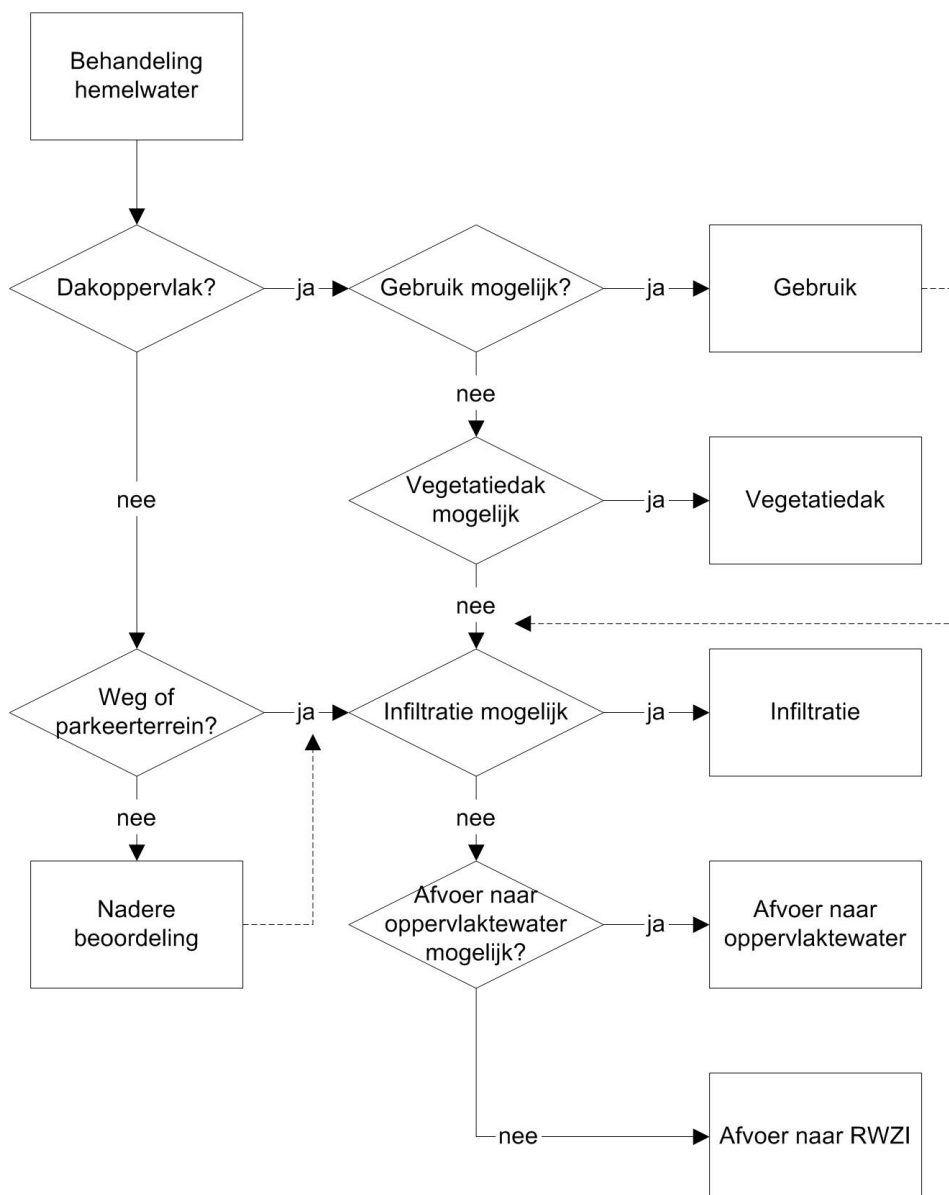
In tabel B9.5 wordt het toetsingskader van de wRw weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid hoe groot de kans op vissterfte is, of de lozing al dan niet acceptabel is en wat de (globale) saneringsindicatie van de betreffende overstort is. Voor de Waalsprong wordt uitgegaan van het beschermingsniveau Basis.

| Klasse | TEWOR-totaal-score per beschermingsniveau |               |                                    | Waterkwaliteitsbeoordeling riooloverstorten |                    |                        |
|--------|-------------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|------------------------|
|        | Basis                                     | Recreatie     | Natuur<br>Zwemwater<br>Veedrenking | Kans op<br>vissterfte                       | Lozing             | Sanerings<br>indicatie |
| 1      | ≤2,5                                      | ≤2,0          | ≤1,0                               | Gering                                      | Acceptabel         | Geen                   |
| 2      | ≥2,5 en ≤5,0                              | ≥2,0 en ≤4,0  | ≥1,0 en ≤3,0                       | Matig                                       | Niet acceptabel a) | Niet urgent            |
| 3      | ≥5,0 en ≤7,5                              | ≥4,0 en ≤7,5  | ≥3,0 en ≤6,0                       | Aanzienlijk                                 | Niet acceptabel    | Urgent                 |
| 4      | ≥7,5 en ≤10,0                             | ≥7,5 en ≤10,0 | ≥6,0 en ≤10,0                      | Groot                                       | Niet acceptabel    | Zeer urgent            |

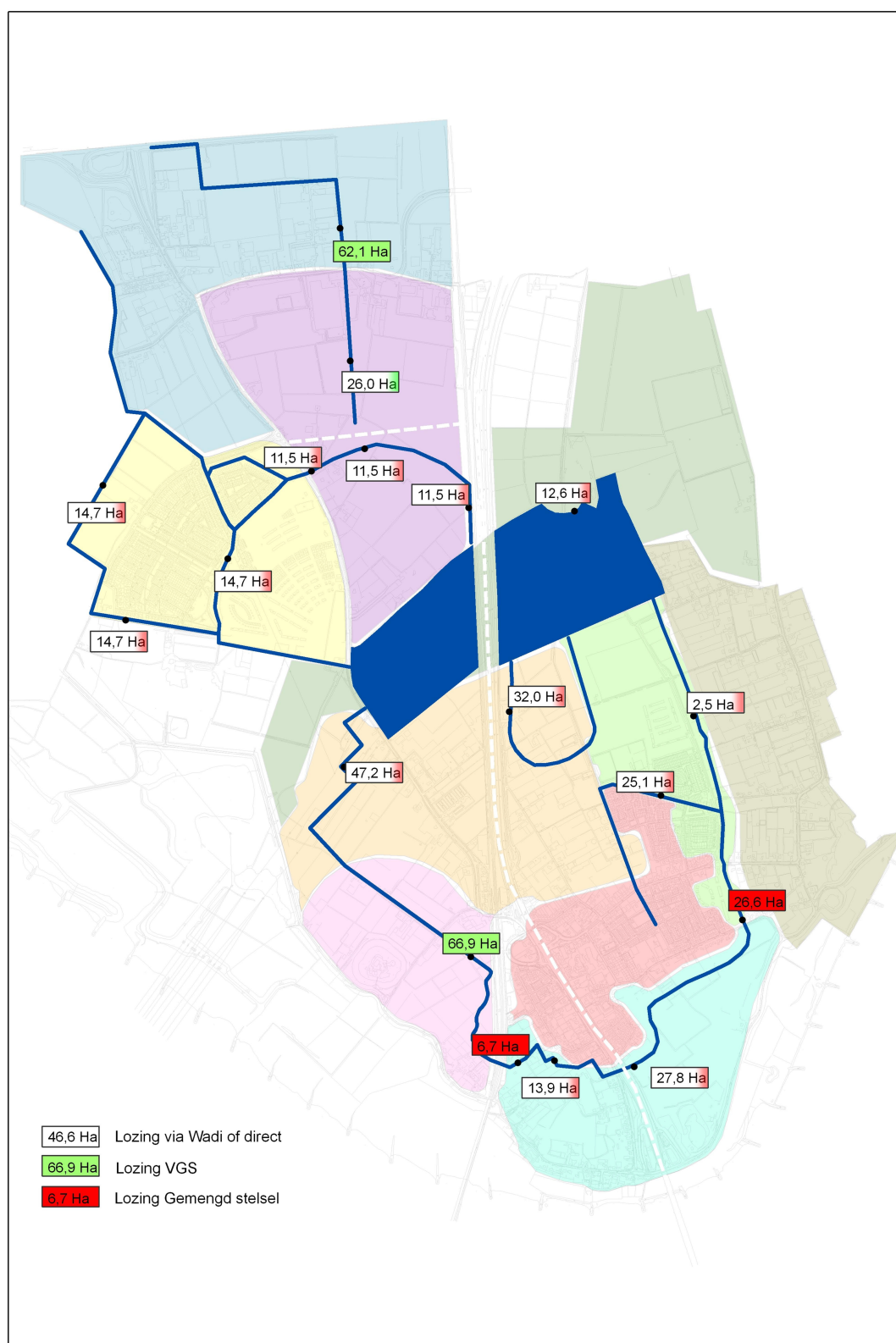
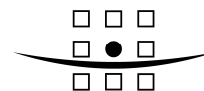
<sup>a)</sup> Niet acceptabel indien ontvangend oppervlaktewater hydrologisch geïsoleerd is

**Tabel B9.6 Toetsingskader saneringsindicatie op basis van toets zuurstofhuishouding**











## 12 ECOLOGISCHE DOELEN EN AMBITIES

In de toekomst zal al het oppervlaktewater moeten voldoen aan de eisen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze kaderrichtlijn wordt door het Rijk en de waterschappen vertaald naar Nederlandse normen voor diverse aspecten. Er wordt hierbij in samenhang gekeken naar de hydrologie, morfologie, voorkomende soorten, aanwezige stoffen en de samenhang van de watergang met het omliggende watersysteem. Om natuurlijke wateren te beoordelen wordt per type water de Goede Ecologische Toestand (GET) vastgesteld. Sterk veranderde of kunstmatige wateren kunnen hier niet aan voldoen. Voor deze wateren wordt het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) beschreven. Onder invloed van diverse factoren is het mogelijk dat een watergang redelijkerwijs niet aan de gestelde GET of MEP kan voldoen. Afhankelijk van de invloeden wordt een meer beperkte ambitie vastgesteld, het Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

Het watersysteem van de Waalsprong is een kunstmatig systeem. Ook staat het systeem onder invloed van onder meer de stedelijke omgeving, emissies en de Waal. Daarom zal dit watersysteem aan een nog vast te stellen GEP moeten voldoen. Dit GEP zal volgens het waterschap aansluiten op de gestelde ecologische ambities, de viswatertypen conform de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVb). De te behalen nutriëntengehalten hebben daar een relatie mee. Daarnaast is voor het waterschap een toetsing aan de vereiste nutriëntengehalten van het (nog op te stellen) GEP wenselijk.

Viswatertypen zijn een verzameling van allerlei kwantitatieve, kwalitatieve en inrichtingskenmerken, aangeduid met de naam van kenmerkende vissoorten. Het integraal waterplan voor de waalsprong (Tauf, 1999) spreekt van het "Snoek-zeelt-type". In deze ambitie is geen differentiatie naar plassen en singels gemaakt. Waterschap Rivierenland heeft ten behoeve van het WIW een vertaling gemaakt naar huidig gangbare aanduidingen.

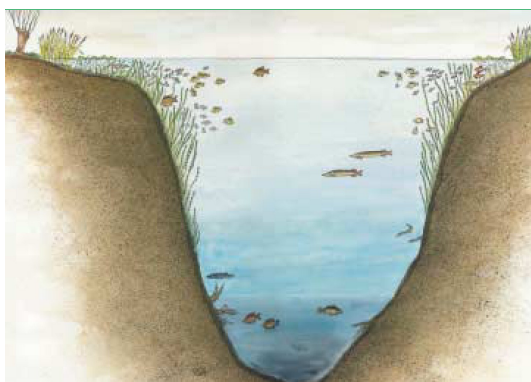
Het WIW hanteert als doelstelling het viswatertypen ruisvoorn-snoek voor de singels en baars-blankvoorn voor de plassen. Om de relatie van de ambitie uit 1999 met de huidige aan te geven wordt opgemerkt dat het geambieerde type ruisvoorn-snoek ook het meest geschikt is voor de zeelt. Zeelt wordt hierbij als begeleidende soort genoemd.

Resultaten van het onderzoek naar de nutriëntenbalans van het watersysteem van de Waalsprong wijzen uit dat het geambieerde type baars-blankvoorn voor de plassen niet haalbaar is. Dit wordt ondersteund door een stuk van het waterschap, dat stelt dat de fosforconcentratie behorende bij het baars-blankvoorn type voor de plassen niet te halen is.

|                            | Plassen                                                                            | Singels                                                                                 |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Type water</b>          | <b>Baars-blankvoorn</b>                                                            | <b>Ruisvoorn-snoek</b>                                                                  |
| Omvang                     | Groot (meerdere ha)                                                                | -                                                                                       |
| Doorzicht                  | 3-7 m                                                                              | >0,7 m                                                                                  |
| Lichtinval                 | geen of weinig beschaduwing                                                        | geen of weinig beschaduwing                                                             |
| Waterdiepte                | >6 m (mag wel tot 20-40m)                                                          | max. 1,50m, voorkeur <1m                                                                |
| Taludhelling en inrichting | niet te steil voor brede strook met onderwaterplanten                              | steil talud kan mits voldoende licht op de bodem voor plantengroei                      |
| Stroming                   | niet of nauwelijks                                                                 | niet of nauwelijks                                                                      |
| <b>Voedselrijkdom</b>      | <b>voedselarm tot matig voedselrijk</b>                                            | <b>voedselarm tot matig voedselrijk</b>                                                 |
| Bodemmateriaal             | langs de hellingen mineraal met dunne laag detritus. Diepe delen mag meer detritus | na verloop van tijd organisch maar bij voorkeur uitgaan van minerale, voedselarme bodem |
| <b>Bovenwaterplanten</b>   | <b>langs groot deel oevers</b>                                                     | <b>langs groot deel oevers</b>                                                          |
| <b>Drijfplanten</b>        | <b>matig tot veel</b>                                                              | <b>Veel</b>                                                                             |
| <b>Onderwaterplanten</b>   | <b>veel, tot vrij diep met soorten als kranswier.</b>                              | <b>veel, structuurrijk en dichtbegroeid</b>                                             |
| Plankton                   | Weinig                                                                             | Weinig                                                                                  |
| Beheer                     |                                                                                    | bij te hoog voedselaanbod baggeren                                                      |
| Opmerkingen                | open verbinding met ondiep, relatief visrijk water is gunstig en stabiliserend     | deels beschoeide oever geen probleem                                                    |

**Tabel B12.1: Belangrijkste eigenschappen viswatertypen voor de singels en de plassen**

Tabel B12.1 geeft een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van de viswatertypen ruisvoorn-snoek voor de singels en baars-blankvoorn voor de plassen. De vetgedrukte eigenschappen zijn de meest belangrijke eigenschappen, de zogenoemde sleutelfactoren.



**Figuur B12.1: Doelstelling viswatertype baars – blankvoorn voor de plassen**



**Figuur B12.2: Doelstelling viswatertype ruisvoorn – snoek voor de singels**

Om de geambieerde viswatertypen te bereiken, zijn bij de dimensionering van de watergangen de eigenschappen uit tabel B12.1 van belang. Het beheer wordt bovendien op de gewenste begroeiing afgestemd. De figuren B12.1 en B12.2 illustreren de viswatertypen.



## **13 TEWOR TOETSING**

### **13.1 Inleiding**

Het nieuwe watersysteem van de Waalsprong sluit aan op het watersysteem van Lent. In de Waalsprong wordt het regenwater van het verhard oppervlak via een gescheiden stelsel afgevoerd naar het oppervlaktewater. Het verbeterd gemengde rioolstelsel van de oude kern van Lent heeft twee externe overstorten op het oppervlaktewater. De overstort aan de Laauwikstraat is voorzien van een bergbezinkbassin (voorziening 1). Ook achter de overstort aan de Parallelweg is een bergbezinkbassin aangelegd (voorziening 2).

In de Waalsprong wordt gestreefd naar een gezond ecologisch systeem. Daarnaast moet het stelsel voldoen aan de (nog nader vast te stellen) doelstellingen van de Kader Richtlijn Water. Eén van de doelstellingen van de KRW is het in beeld brengen van de verontreinigingsbronnen, zodat gericht maatregelen genomen kunnen worden.

### **13.2 Waterkwaliteitsspoor**

Het waterkwaliteitsspoor toetst de effecten van riooloverstorten op de kwaliteit van het oppervlaktewater en stelt gericht maatregelen op om knelpunten op te lossen. Om het effect van de overstorten op het toekomstige watersysteem te kunnen voorspellen is een modelmatige toetsing met TEWOR uitgevoerd. De TEWOR-score geeft de saneringsindicatie aan. Voor de modellering is gebruik gemaakt van het bestaande Duflowmodel van de Waalsprong, waarmee in een eerdere fase de waterkwantiteitstoetsing is uitgevoerd. De input voor de waterkwaliteitsberekeningen is het resultaat van de herberekening van het rioleringssysteem van Lent. Hierbij is rekening gehouden met het toekomstige bergbezinkbassin aan de Parallelweg.

Het waterkwaliteitsspoor toetst vooral op zuurstof. Andere effecten op de waterkwaliteit als gevolg van bijvoorbeeld bacteriologische verontreiniging of verontreiniging met zware metalen zijn minder goed te toetsen, omdat niet goed genoeg bekend is welke concentraties zich in het overstortwater bevinden. Om toch enig inzicht te krijgen in de verspreiding van deze stoffen zijn fractieberekeningen uitgevoerd. Op deze wijze kan in beeld worden gebracht tot waar het overstortwater zich op een zeker moment heeft verspreid en wat de herkomst van het water op een zeker moment is. Van colibacteriën is bekend dat deze na een aantal dagen uit het systeem zijn verdwenen. Zware metalen zijn met name aan de zwevende fractie gebonden.

Op basis van de resultaten wordt een advies gegeven om de overstort al dan niet te saneren en/of voor het treffen van alternatieve/aanvullende maatregelen in het watersysteem. Hierbij geldt dat de overstorten geen bedreiging mogen vormen voor volks – en diergezondheid en geen (blijvende) verslechtering mag geven voor de waterkwaliteit.

### 13.3 Resultaten TEWOR toetsing

In tabel B13.1 en in de figuren B13.1, B13.2 en B13.3 staan de Teworscores nabij de overstorten. De toetsing is uitgevoerd voor 50%, 100% en 200% van de vuillast. Deze gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd, omdat de vuilconcentraties een grote brandbreedte vertonen voor verschillende neerslaggebeurtenissen en voor verschillende locaties. De Teworscore geven aan dat beide overstorten geen knelpunt vormen voor de waterkwaliteit. Hierbij moet opgemerkt worden dat de Tewortoets vooral een zuurstoftoets is. Geen knelpunt wil zeggen dat de kans op vissterfte gering is en er geen saneringsindicatie is voor de overstort. De vuiluitworp is uiteraard wel een bron van verontreiniging van het oppervlaktewater.

|               | 50%  | 100% | 200% |
|---------------|------|------|------|
| voorziening 1 | 0.00 | 0.13 | 0.60 |
| voorziening 2 | 0.00 | 0.13 | 0.31 |

**Tabel B13.1 Teworscore voor 50%, 100% en 200% van de vuillast.**

Omdat de Teworscores zo laag zijn, is geen verdere gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De verwachting is dat dit geen verandering van het resultaat oplevert.

#### *Fractieberekeningen*

Fractieberekeningen geven inzicht in de verspreiding van het overstortwater in het systeem. Aan het overstortwater wordt een unieke conservatieve stof (tracer) meegegeven die niet door waterkwaliteitsprocessen wordt beïnvloed en zich alleen door stroming verspreid. Op het moment van overstorten is de concentratie van deze stof 100 mg/l of 100%. Wanneer op een zeker moment ergens in het systeem de concentratie van deze stof 20 mg/l bedraagt, mag worden verondersteld dat 20% van het water afkomstig is van de overstort. Wanneer ook een unieke tracer meegegeven wordt aan andere stromen zoals grondwater, regenwater en oppervlaktewater kan de herkomst van het water in tijd en plaats worden gevolgd.

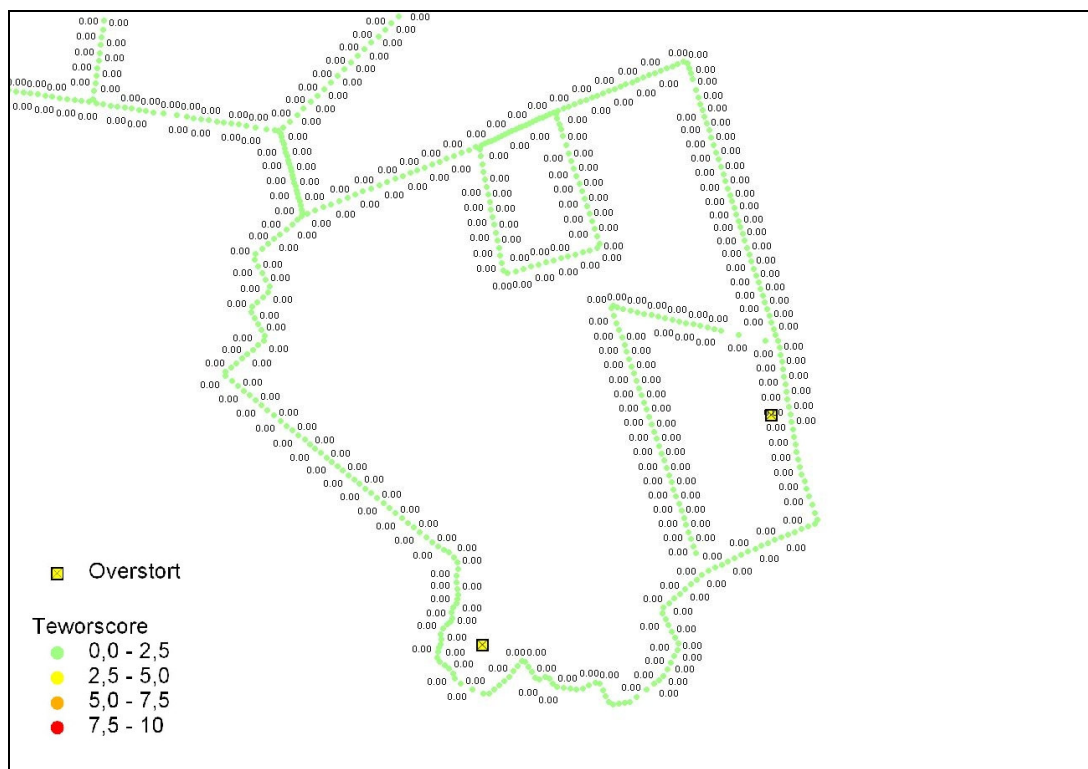
In de figuren B13.4 t/m B13.7 is voor twee locaties nabij de overstorten de herkomst van het water in de tijd weergegeven. Uit de figuren kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het percentage overstortwater tijdens de piek van een T=2 bui bedraagt ongeveer 12 á 13%. Bij de piek van de T=10 bui bedraagt het percentage ongeveer 25%.
- Als gevolg van de hemelwaterafvoer naar het oppervlaktewater vindt er relatief snel verversing plaats. Een dag na aanvang van de overstorten is al meer dan de helft van het oorspronkelijke oppervlaktewater vervangen door regenwater.
- Aan de oostkant van het plangebied nabij overstortvoorziening 1 treedt relatief veel kwel op. Zeven dagen na overstort bestaat het water voor de helft uit kwelwater (aangenomen dat het in de tussentijd niet hard regent). Aan de westkant van het plangebied nabij overstortvoorziening 2 is de kwel gering.

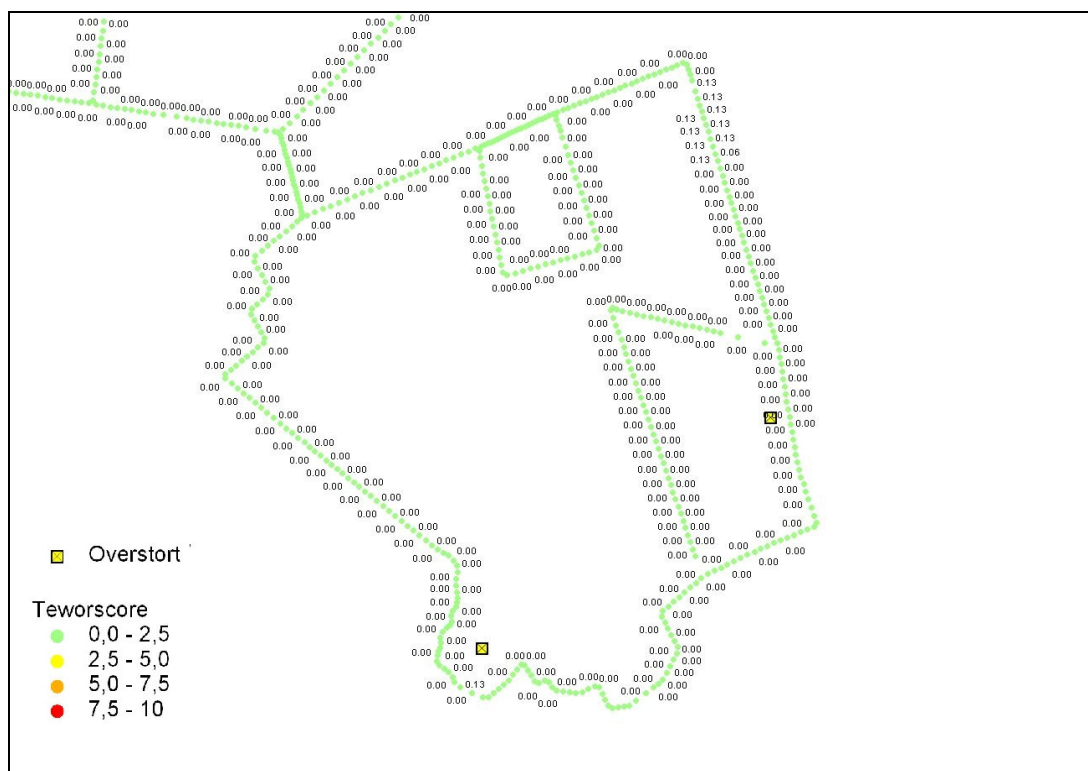
Daarnaast is gekeken hoe snel het overstortwater richting de plassen stroomt. Langs de westelijke kant doet het overstortwater (voorziening 2) er circa 2 dagen over (zie figuur B13.8). De fractie van het overstortwater in de plas bedraagt 1 tot 2 promille. Aan de oostelijke kant bereikt het overstortwater (voorziening 1) de plas vrijwel onmiddellijk onder invloed van de gemaaltjes (zie figuur B13.9). De fractie overstortwater ligt in orde van maximaal 8 promille.

## 13.4 Conclusie en aanbevelingen

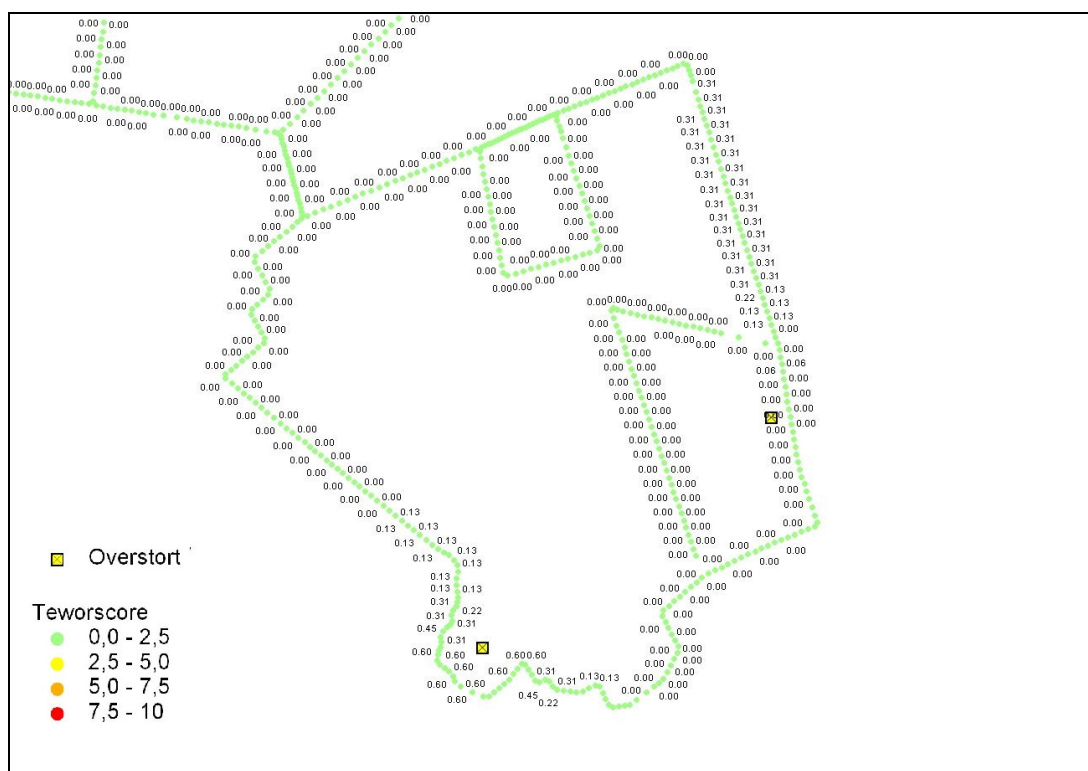
De overstorten vormen geen knelpunt voor de zuurstofhuishouding. De teworscores liggen onder de 1,0. Het risico op vissterfte is daardoor gering. Er is geen saneringsindicatie. Als gevolg van de hemelwaterafvoer treedt er relatief snel verversing op van het water in de watergangen. Aan de oostkant van het plangebied vindt tevens aanvoer van kwelwater plaats. Het water aan de westkant doet er relatief lang over om de centrale plassen te bereiken, het overstortwater aan de oostkant komt vrijwel direct in de plas terecht. Gezien het geringe aandeel van het overstortwater op het volume van de plas (orde grootte van een paar promille), worden hier geen waterkwaliteitsproblemen verwacht.



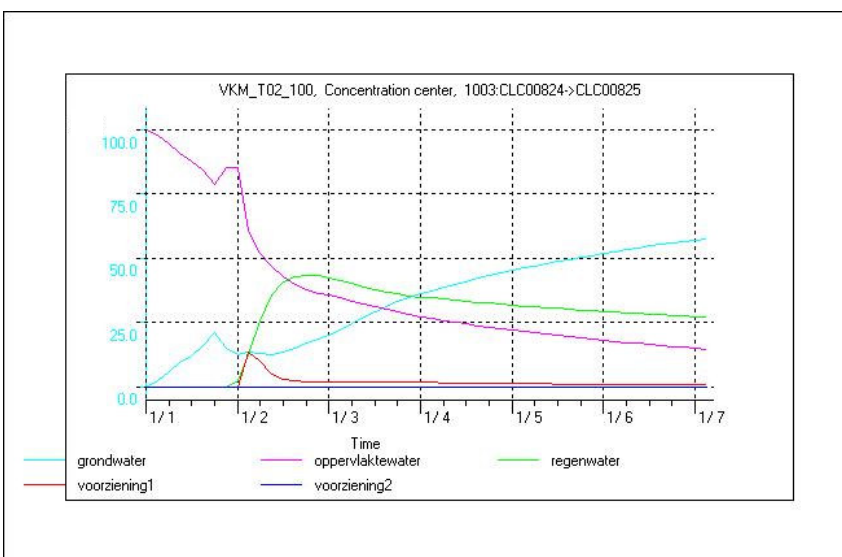
Figuur B13.1 Teweverscore 50% vuillast



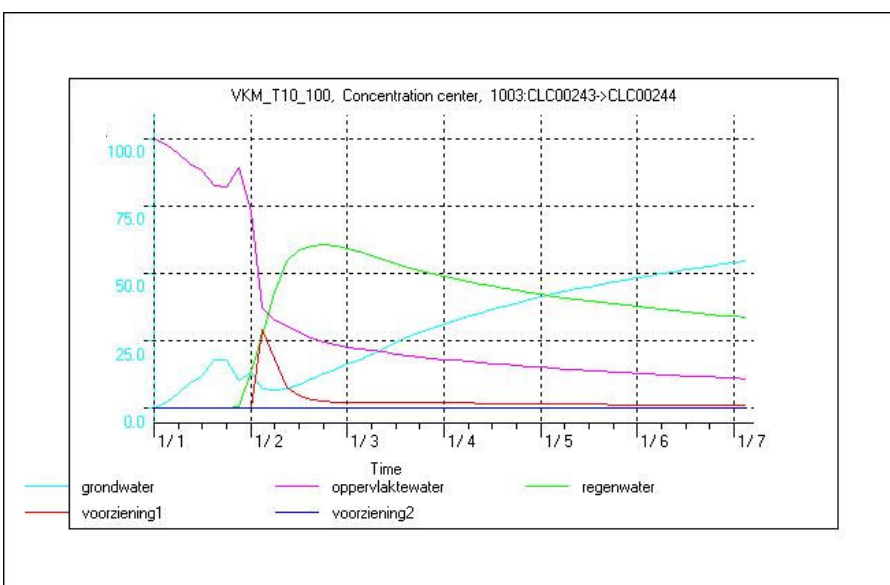
Figuur B13.2 Teweverscore 100% vuillast



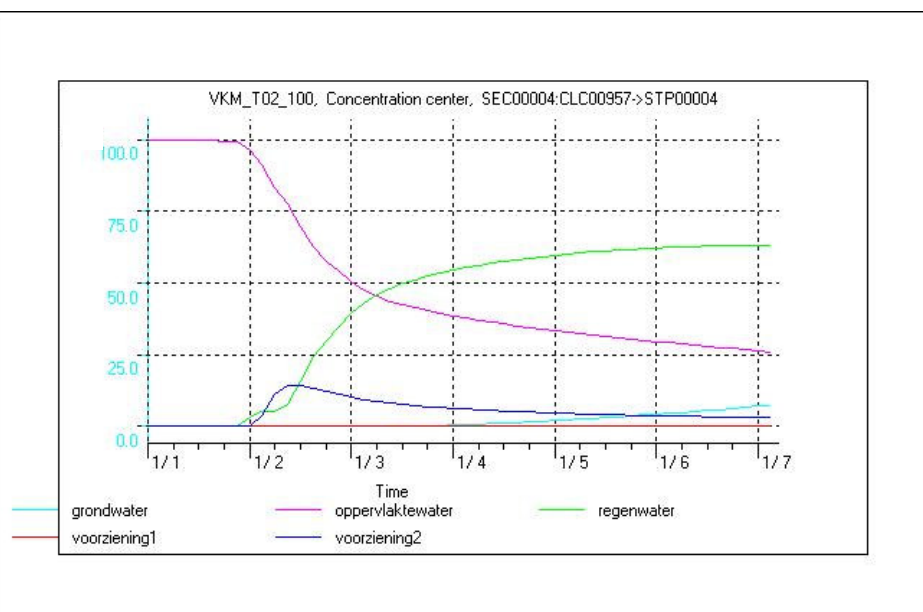
Figuur B13.3 Teworscore 200% vuillast



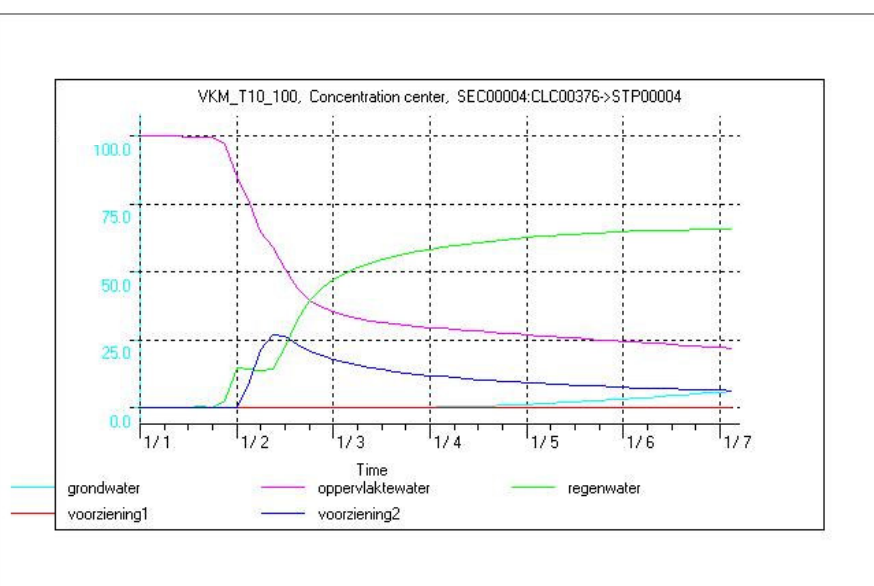
**Figuur B13.4** Fractieverdeling nabij overstortvoorziening 1 voor een bui T=2



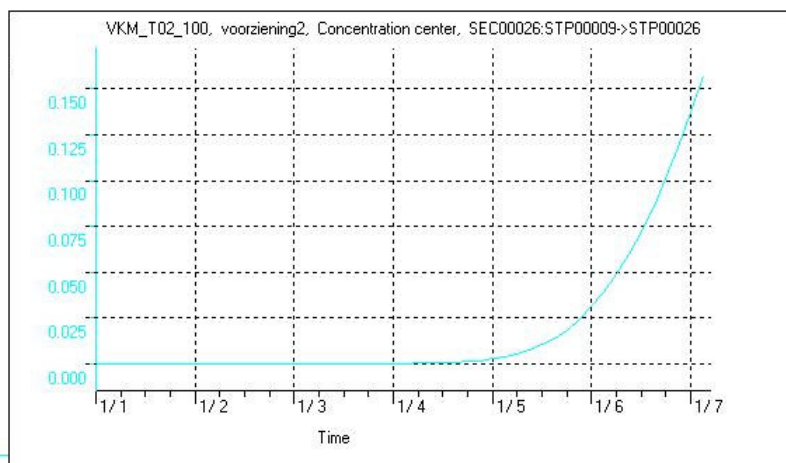
**Figuur B13.5** Fractieverdeling nabij overstortvoorziening 1 voor een bui T=10



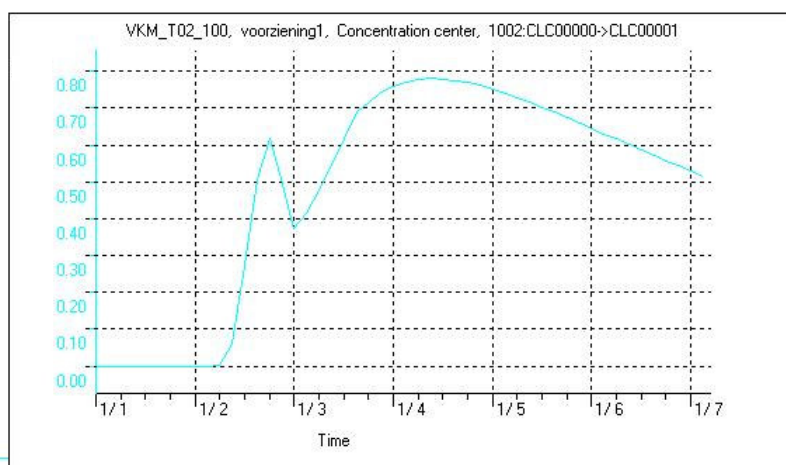
**Figuur B13.6** Fractieverdeling nabij overstortvoorziening 2 voor een bui T=2



**Figuur B13.7** Fractieverdeling nabij overstortvoorziening 2 voor een bui T=10



**Figuur B13.8 Fractie overstortwater plas westkant bij een bui T=2**



**Figuur B13.9 Fractie overstortwater plas oostkant bij een bui T=2**



## 14 HYDRAULISCHE TOETSING

### 14.1 Uitgangspunten

De toetsing van het watersysteem heeft plaatsgevonden voor de eisen uit hoofdstuk 2 van het hoofdrapport en bijlage 9. Een deel van het watersysteem is reeds aangelegd. In het model dat is gebouwd met de gekoppelde pakketten Duflow en Triwaco, zijn alle watergangen opgenomen inclusief de aanwezige kunstwerken. Het watersysteem bestaat uit 2 deelsystemen:

- Het hoofdsysteem met de plassen en gestuwde singels;
- Het Griftsysteem dat bestaat uit droogvallende watergangen.

De toetsing is uitgevoerd in 2006, op basis van de destijds voorziene plasvormen. In de modellen zijn daarom 2 plassen van elk 30 ha opgenomen, zoals op de figuren in deze bijlage te zien.

De verdeling van de belasting (overstort, wadi slokop, wadi bodempassage en open water) is zo goed mogelijk overeenkomstig de (deels toekomstige) werkelijkheid gemodelleerd. De toekenning van verhard oppervlak is gebaseerd op het overzicht in bijlage 11. Op een aantal punten zijn modelresultaten gevoelig voor de aangenomen verdeling van de belasting.

Voor de Chezy-waarden is een gemiddelde voor zomer en winter ingevoerd en een gemiddelde voor droogvallende watergangen.

- Zomer en winter →  $C=29$ ;
- Droogvallende watergangen →  $C=19$ .

In het hoofdsysteem zijn bij de aansluitpunten van de singels op de plassen regelbare stuwen gepland en voor een deel reeds aangelegd. Doel hiervan is de berging in de singels te benutten ten einde de stroomsnelheden in singels en duikers te beperken. Deze stuwen worden gestuurd op een maximaal optredend debiet richting plassen en limiteren ook de laagste waterspiegel op NAP +7,60 m. In het gebruikte oppervlaktewater model DUFLOW is deze optie niet voorhanden.

Voor de toetsingsberekeningen van de afvoer van buien uit de singels naar de plassen zijn deze regelbare stuwen essentieel. Het effect van deze regelbare stuwen is in de berekeningen nagebootst door op de beide aansluitpunten van ieder singelsysteem op de plassen een knijpduiker in serie met een zeer brede vaste stuw op NAP +7,60 m respectievelijk NAP + 7,90 m te modelleren.

Ten behoeve van de watercirculatie is op één van beide aansluitpunten parallel aan duiker en stuw op NAP + 7,90 m nog een pomp geïnstalleerd (constant debiet). De knijpduikers zijn aangepast aan de volgende maximaal optredende debieten:

- Singel Stadseiland, 2 duikers  $0,9 - 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$ );
- Kleine lus Laauwik, 2 duikers  $0,13 - 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ );
- Singels Oosterhout, 2 duikers  $0,33 - 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $0,45 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}$ ).

Bij situaties met afvoer van water vanuit de singels Oosterhout naar de Linge dient zonder belangrijke stromingsweerstand water vanuit de plas naar de singels Oosterhout te worden afgevoerd (dus niet via de knijpduikers). In het te realiseren systeem zal de regeling van de stuwen hierop aangepast dienen te worden. Dit is

gemodelleerd door parallel aan de circulatiepomp (en knijpduiker en stuw) een grote opening met terugslagklep (open voor stroming naar de singel) te plaatsen.

## 14.2 Watersysteem met plassen en gestuwde singels

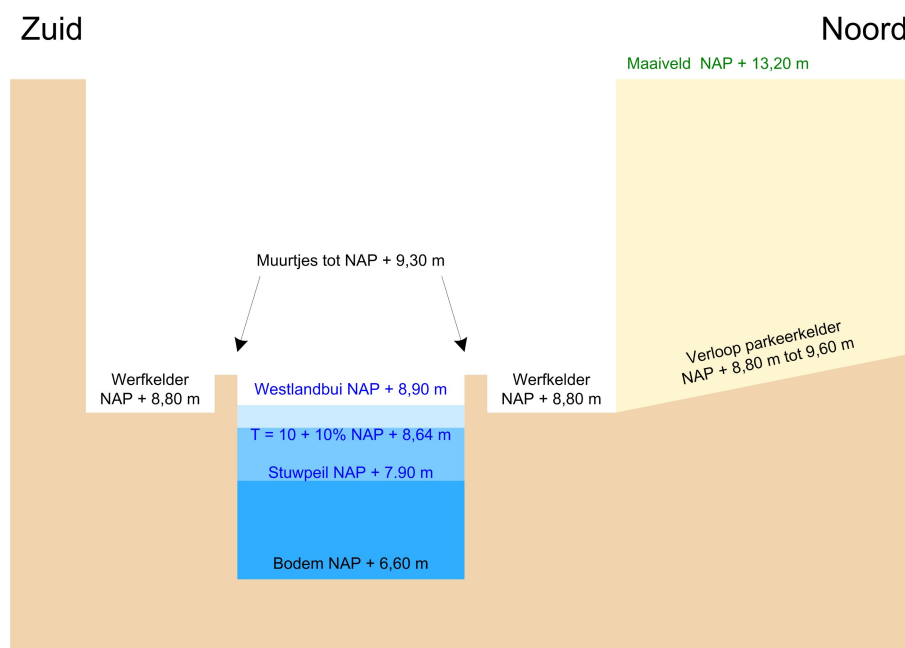
### 14.2.1 Zomerbui: T=10 jaar (+ 10%) zonder kwel

Door deze bui stijgt het waterniveau in de watergangen tot boven het peilniveau van de plassen. Hierdoor gaat het water deels in tegengestelde richting, ten opzichte van de circulatie, stromen. Het water stroomt via de kortste route terug naar de plas. De afvoer wordt beperkt door de regelbare stuw constructie (in model knijpduiker in combinatie met stuw). Voor de afzonderlijke singels worden navolgende de berekende maximale waterstanden en maaiveldhoogtes vergeleken:

| Onderdeel          | Maximaal berekende waterstand | Drooglegging | Droogleggings-eis | oordeel |
|--------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|---------|
| Singel Stadseiland | NAP +8,64 m                   | 0,76 m       | 0,7 m             | voldoet |
| Kleine lus Laauwik | NAP +8,70 m                   | 0,90 m       | 0,7 m             | voldoet |
| Singels Oosterhout | NAP +8,25 m                   | 1,05 m       | 0,7 m             | voldoet |

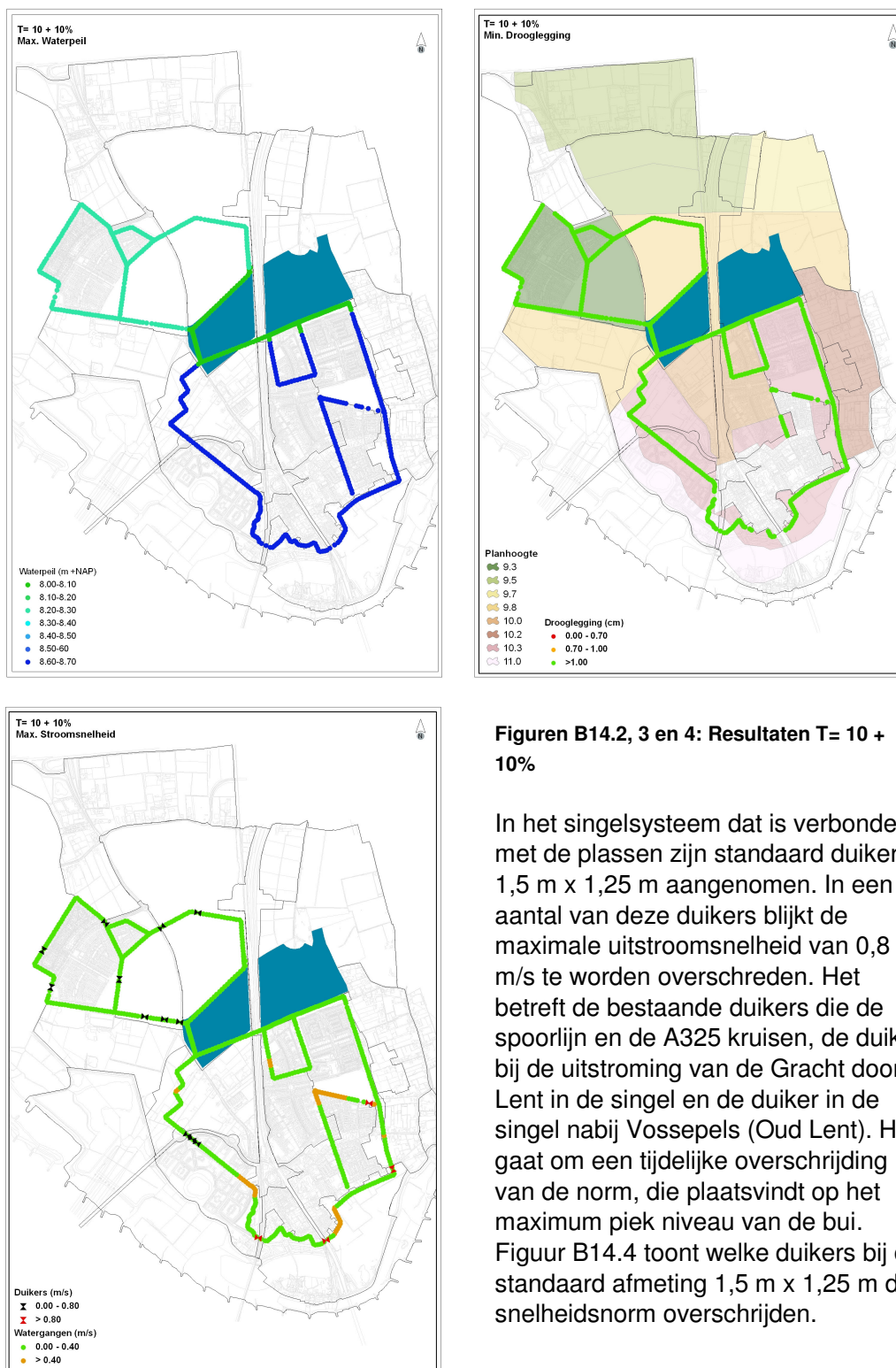
Tabel B14.1: Toetsing berekende waterstanden aan drooglegging bij zomerbui

Bij de Citadel is de maximale waterstand vergeleken met het huidige maaiveld. Rond de singels is in de toekomst sprake van een sterk verhoogd niveau van NAP +13,20 m. Hierbeneden bevindt zich langs de singels een verlaagd maaiveldniveau op NAP +8,80 m voor werven langs het water (als de Utrechtse grachten), waar winkels en cafés zullen worden gevestigd. Op dit niveau bevindt zich ook de grote parkeerkelder aan de noordzijde van de singel. Om dit lage niveau te beschermen tegen inundaties worden hier langs de singel waterkerende muren gemaakt met kruinhoogte NAP +9,30 m. Figuur B14.1 illustreert de situatie in de Citadel.



Figuur B14.1: Situatie langs gracht in de Citadel

Bij dezelfde berekening zijn ook de stroomsnelheden in singels en duikers getoetst. In de singels blijkt nergens de maximale stroomsnelheid van 0,4 m/s te worden overschreden.



**Figuren B14.2, 3 en 4: Resultaten T= 10 + 10%**

In het singelsysteem dat is verbonden met de plassen zijn standaard duikers 1,5 m x 1,25 m aangenomen. In een aantal van deze duikers blijkt de maximale uitstroomsnelheid van 0,8 m/s te worden overschreden. Het betreft de bestaande duikers die de spoorlijn en de A325 kruisen, de duiker bij de uitstroming van de Gracht door Lent in de singel en de duiker in de singel nabij Vossefels (Oud Lent). Het gaat om een tijdelijke overschrijding van de norm, die plaatsvindt op het maximum piek niveau van de bui. Figuur B14.4 toont welke duikers bij de standaard afmeting 1,5 m x 1,25 m de snelheidsnorm overschrijden.

**Conclusie:** Bij de zomerbui  $T = 10$  jaar wordt in alle singelsystemen voldaan aan de droogleggingsnorm. Bij de zomerbui  $T = 10$  jaar voldoen alle singels aan de snelheidsnorm 0,4 m/s. De duikers met de standaard afmetingen 1,5 m x 1,25 m en bodemniveau NAP +6,70 m in de singels voldoen aan de snelheidsnorm 0,80 m/s, behoudens de duikers onder de spoorlijn, de A325 en nabij Vossenpels. Deze duikers dienen groter te worden uitgevoerd, namelijk 2 m x 1,5 m (b x h) met bodemniveau NAP +6,60 m, ten einde te voldoen aan de snelheidsnorm. De bestaande duiker aan de uitstroming van de Gracht door Lent voldoet niet aan de snelheidsnorm. Hier zullen maatregelen tegen erosie worden genomen.

#### 14.2.2 Winterbui: $T = 2$ jaar (+ 10%) met kwel

Tabel B14.1 geeft de kwelhoeveelheden die bij deze toetsingberekening in het model zijn ingevoerd.

| Code                       | Gebied                               | Maximale kwel (m <sup>3</sup> /s) | Maximale kwel (mm/dag) |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1                          | Oosterhout                           | 0,0063                            | Niet gespecificeerd    |
| 2                          | Grift                                | 0,0263                            | Niet gespecificeerd    |
| 3                          | Landschapszone                       | 0,1803                            | Niet gespecificeerd    |
| 4                          | Kleine lus van Laauwik en Stadas     | 0,0041                            | Niet gespecificeerd    |
| 5                          | Stadseiland (verdeeld over 5 punten) | 0,0811                            | Niet gespecificeerd    |
| <b>Totaal deelgebieden</b> |                                      | <b>0,2981</b>                     | <b>2,9176</b>          |

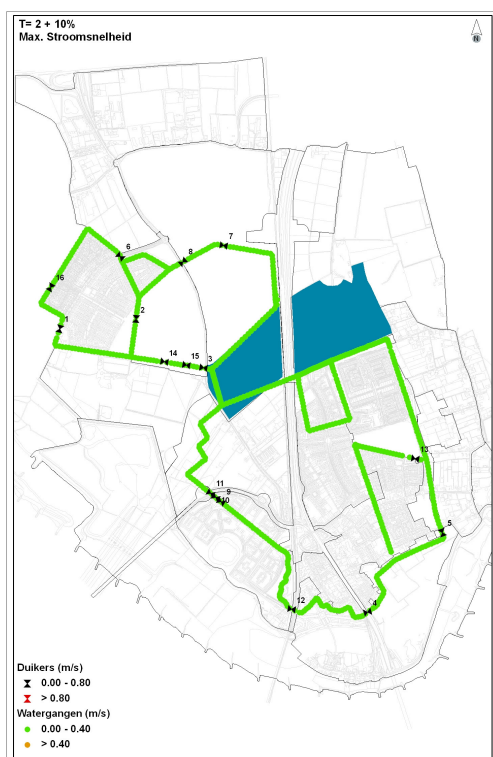
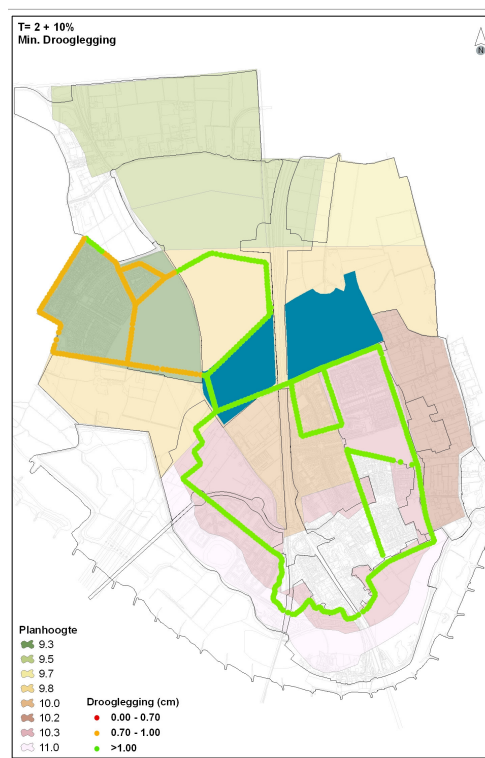
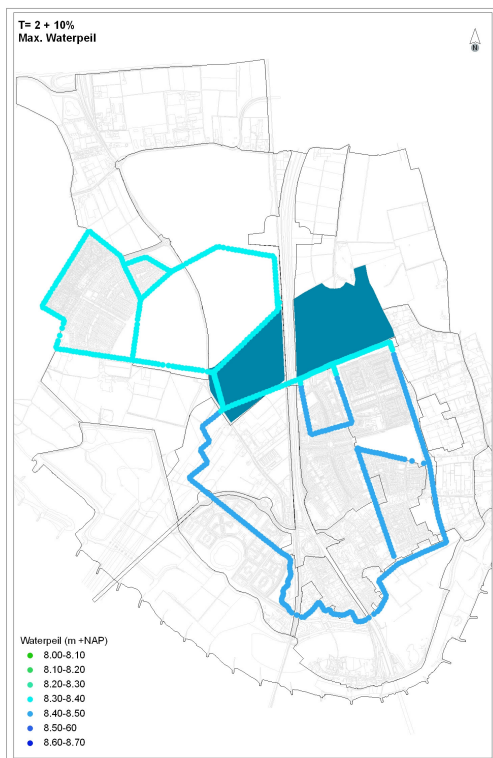
Tabel B14.2: maximale kwelhoeveelheden periode 1990 - 2000

Door deze bui stijgt het waterniveau in de watergangen tot boven het peilniveau van de plassen. Hierdoor gaat het water deels in tegengestelde richting, ten opzichte van de circulatie, stromen. Het water stroomt via de kortste route terug naar de plas. De afvoer wordt beperkt door de regelbare stuw constructie (in model knijpduiker in combinatie met stuw). Voor de afzonderlijke singels worden navolgende de berekende maximale waterstanden en maaiveldhoogtes vergeleken:

| Onderdeel          | Maximaal berekende waterstand | Drooglegging | Droogleggings-eis | oordeel |
|--------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|---------|
| Singel Stadseiland | NAP +8,44 m                   | 0,86 m       | 0,7 m             | voldoet |
| Kleine lus Laauwik | NAP +8,46 m                   | 1,14 m       | 0,7 m             | voldoet |
| Singels Oosterhout | NAP +8,35 m                   | 0,95 m       | 0,7 m             | voldoet |

Tabel B14.3: Toetsing berekende waterstanden aan droogleggingseis bij winterbui

Bij dezelfde berekening zijn ook de stroomsnelheden in singels en duikers getoetst. In de singels blijkt nergens de snelheidsnorm van 0,4 m/s en in de duikers nergens de snelheidsnorm van 0,8 m/s te worden overschreden.



Figuren B14.5, 6 en 7: Resultaten T= 2 + 10%

**Conclusie: bij de winterbui T = 2 jaar + 10 % wordt in alle singelsystemen voldaan aan de droogleggingsnorm. Alle singels voldoen ook aan de snelheidsnorm 0,4 m/s. en de duikers aan de snelheidsnorm 0,80 m/s.**

### 14.2.3 Maatgevende afvoer

Omdat in het model van de Waalsprong infiltratie mogelijkheden en poc van rioolstelsels aanwezig zijn verdwijnt een deel van de neerslag dat op het oppervlak valt via de poc. Om een stationaire situatie te creëren waarbij 0,5 l/s/ha in het oppervlaktewatersysteem van de Waalsprong terecht komt en wordt afgevoerd is een invoer op de knooppunten gedefinieerd. Het op deze wijze aangevoerde debiet is per gebied gegeven in tabel 2.

| Code                                                   | Naam gebied                                  | Oppervlak (ha) | Debiet (l/s) |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|--------------|
| 1                                                      | Woonpark Oosterhout                          | 97,898         | 48,95        |
| 2a                                                     | Groot Oosterhout-zuid                        | 55,577         | 27,79        |
| 3                                                      | Noordrand                                    | 82,252         | 41,13        |
| 4                                                      | Lent Oost                                    | 55,582         | 27,79        |
| 5                                                      | Centrumgebied (verbeterd gescheiden stelsel) | 127,542        | 63,77        |
| 6                                                      | Dorp Lent (verbeterd gemengd stelsel)        | 64,558         | 32,28        |
| 7                                                      | Zuidrand                                     | 93,257         | 46,63        |
| 8                                                      | Vossenpels                                   | 59,658         | 29,83        |
| 9                                                      | Landschapszone                               | 207,132        | 103,57       |
| 10                                                     | Stadsas                                      | 39,326         | 19,66        |
| Totaal afvoer plassen en gestuwde singels (0,5 l/s/ha) |                                              | 882,781        | 441,40       |

**Tabel B14.4: Maatgevende afvoer watersysteem met plassen en gestuwde singels Waalsprong**

Bij de uitgevoerde berekening zorgt de constante aanvoer van het systeem in combinatie met een constante afvoer richting de Linge ervoor dat zich langzaam een permanente situatie gaat instellen. Na 7 dagen veranderen de waterstanden en debieten niet meer.

Doel van deze berekening is een toetsing van de maximale vervallen over de duikers en het verhang over de watergangen. Uiteraard is bij de toetsing van het verhang over de watergangen is het verval over de regelstuwen aan de uiteinden van de singels (in het model knijpduikers) buiten beschouwing gelaten.

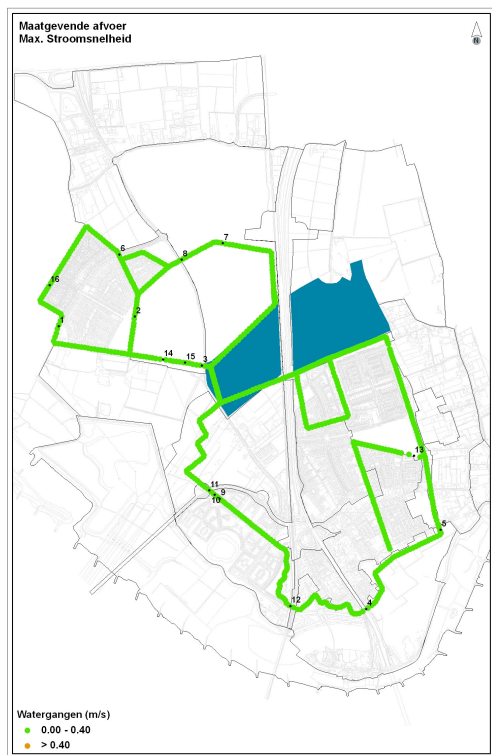
In de singels is het verval overal orde 1 mm per km of kleiner. In de gracht door Lent is het verval groter, maar voldoet met in totaal 1,6 mm over 1,4 km toch ruimschoots aan de norm (20 mm per km). Uitgaande van het streefpeil NAP +7,90 m bij de uitlaat naar de Linge is het maximale peil in het gebied NAP +7,95 m.

Figuur B14.10 toont de grootste berekende vervallen over duikers. Alleen de bestaande duiker aan de uitstroming van de gracht door Lent voldoet op het eerste gezicht niet aan de norm van maximaal 5 mm verval per duiker. Echter deze in het model 130 m lange duiker bestaat in werkelijkheid uit meerdere duikers met daartussen delen open gracht. Het verval is daarmee ten minste door 2 te delen en voldoet daarmee ook aan de norm.



Figuur B14.8 en 9: Resultaten bij maatgevende afvoer





**Figuur B14.10: Resultaten bij maatgevende afvoer, nummers van duikers verwijzen naar tabel B14.5**

|    | X      | Y      | Uitstroomsnelheden (m/s): |          |            | Opstuwing (m) |
|----|--------|--------|---------------------------|----------|------------|---------------|
|    |        |        | T=2+10%                   | T=10+10% | Maatgevend |               |
| 1  | 185827 | 432126 | 0.074                     | 0.138    | 0.235      | 0.004         |
| 2  | 186385 | 432197 | 0.010                     | 0.093    | 0.009      | 0.000         |
| 3  | 186878 | 431838 | 0.057                     | 0.189    | 0.089      | 0.001         |
| 4  | 188082 | 430050 | 0.411                     | 0.933    | 0.049      | 0.000         |
| 5  | 188627 | 430632 | 0.365                     | 0.823    | 0.076      | 0.000         |
| 6  | 186272 | 432652 | 0.164                     | 0.189    | 0.465      | 0.005         |
| 7  | 187029 | 432735 | 0.111                     | 0.260    | 0.518      | 0.007         |
| 8  | 186728 | 432614 | 0.150                     | 0.677    | 0.518      | 0.007         |
| 9  | 187008 | 430860 | 0.356                     | 0.623    | 0.127      | 0.000         |
| 10 | 186970 | 430890 | 0.342                     | 0.571    | 0.127      | 0.000         |
| 11 | 186932 | 430921 | 0.330                     | 0.506    | 0.127      | 0.000         |
| 12 | 187526 | 430072 | 0.517                     | 0.814    | 0.026      | 0.000         |
| 13 | 188431 | 431175 | 0.259                     | 1.296    | 0.441      | 0.067         |
| 14 | 186592 | 431882 | 0.101                     | 0.488    | 0.139      | 0.001         |
| 15 | 186753 | 431858 | 0.012                     | 0.053    | 0.024      | 0.000         |
| 16 | 185760 | 432426 | 0.078                     | 0.280    | 0.235      | 0.001         |

**Tabel B14.5: Hydraulische gegevens van duikers bij de maatgevende afvoer**

**Conclusie:** bij de maatgevende afvoer vanuit het gebied 0,5 l/s/ha voldoen alle singels aan de norm van maximaal 20 mm verval per km. Over alle duikers in het systeem is individuele verval kleiner dan de gestelde norm van 5 mm.



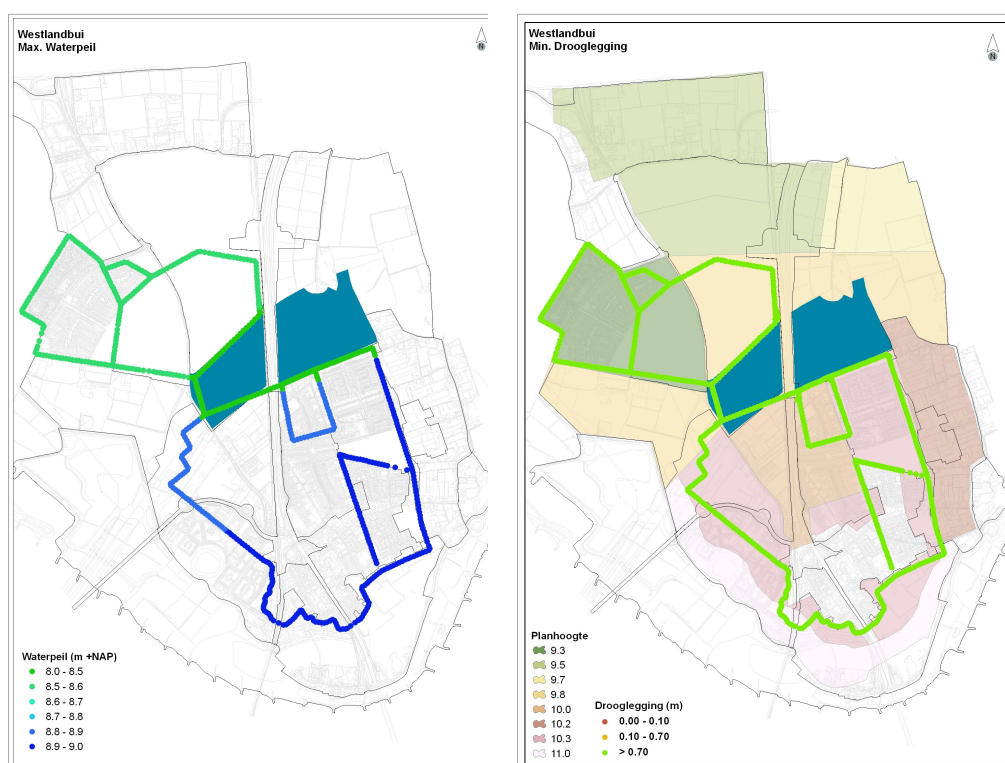
## 14.2.4 Westlandbui

De regelstuwen tussen de singels en plassen worden zodanig ontworpen dat zij boven het waterniveau NAP +8,80 m het debiet niet meer begrenzen. Dit is gemodelleerd door parallel aan de regelstuwen (in model knijpduikers in serie met brede overstort op NAP +7,60 m) zeer brede overlaten met kruinniveau NAP +8,80 m te installeren.

Voor de afzonderlijke singels worden navolgende de berekende maximale waterstanden en maaiveldhoogtes vergeleken in tabel B14.6.

| Onderdeel          | Maximaal berekende waterstand | Drooglegging | Droogleggings-eis | oordeel |
|--------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|---------|
| Singel Stadseiland | NAP +8,90 m                   | 0,40 m       | 0,1 m             | voldoet |
| Kleine lus Laauwik | NAP +8,82 m                   | 0,78 m       | 0,1 m             | voldoet |
| Singels Oosterhout | NAP +8,58 m                   | 0,72 m       | 0,1 m             | voldoet |

Tabel B14.6: Toetsing berekende waterstanden aan droogleggingseis bij westlandbui



Figuur B14.11 en 12: Resultaten Westlandbui

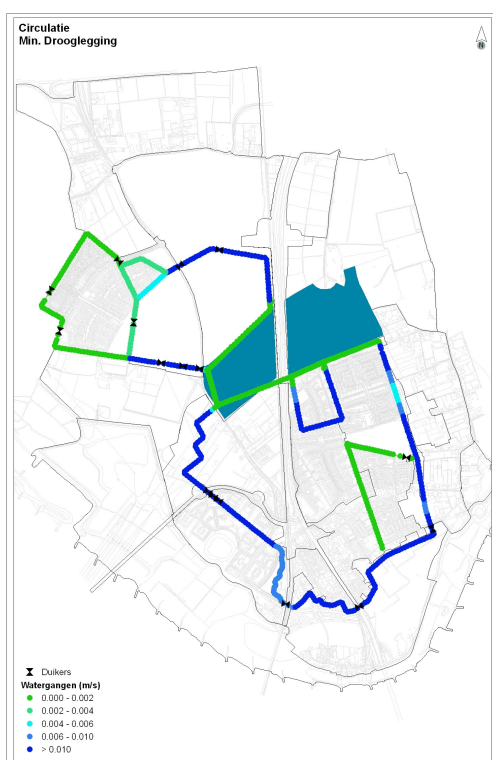
**Conclusie: bij een bui van 100 mm in 24 uur wordt overal in het gebied voldaan aan de minimale drooglegging van 10 cm.**

#### 14.2.5 Circulatie (minimale stroomsnelheid zomer)

In het regelkunstwerk singel stadseiland oost zijn 2 pompen geïnstalleerd (elkaars reserve) met een capaciteit van  $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hiermee wordt het water gecirculeerd en bij lage plasstanden de singel op peil gehouden.

In het oorspronkelijk geplande en aanwezige systeem is een aantal knelpunten voor het handhaven van de minimale stroomsnelheid aanwezig. Om deze knelpunten in de circulatie van het systeem op te lossen is het doorstroomde oppervlak van deze watergangen ter plaatse van deze knelpunten verkleind. Deze wijzigingen zijn terug te vinden op de kaartbladen met profielen Bijlage 17.

De stroomsnelheden in het singelsysteem Stadseiland zowel als het singelsysteem Oosterhout zijn berekend bij een capaciteit van de circulatiepompen van Stadseiland zowel als Oosterhout van  $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ . Figuur B14.13 geeft een overzicht van de berekende stroomsnelheden in de watergangen.



**Figuur B14.13: Berekende snelheden bij circulatiedebiet  $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$**

De gracht door Lent is een droogvallende watergang met de bodem op NAP +8,00 m en wordt niet gecirculeerd.

In de lus Stadseiland voldoen de minimale snelheden niet overal aan de norm  $1 \text{ cm/s}$ . Door in maatgevende perioden beide pompen gelijktijdig te laten draaien zullen de werkelijke circulatiesnelheden het dubbele bedragen van de waarden gegeven in figuur B14.13 en wordt voldaan aan de norm van  $1 \text{ cm/s}$ .

De circulatie van de lus Oosterhout blijkt problematisch te zijn. Dit wordt veroorzaakt door het bestaan van 2 grote parallelle deellussen (lange en korte lus). Ten einde in beide lussen een snelheid van  $1 \text{ cm/s}$  te kunnen bereiken zijn de volgende maatregelen gepland:

- Debiet circulatiepomp wordt  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- In de korte lus wordt een stuwwand met beperkte doorlaatopening geplaatst.

De natte doorstroomde doorsnede van de lange lus in Oosterhout is  $A1 = 8,32 \text{ m}^2$ .  
 De natte doorstroomde doorsnede van de korte lus is door het ondieper maken van een deel van de doorsnede verkleind tot  $A2 = \text{circa } 10 \text{ m}^2$  (waterstand NAP +7,90 m).

Het debiet van  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$  verdeelt zich over beide deellussen;  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  in de lange lus en  $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  in de korte lus.

In de lange lus bevindt zich circa 115 m duiker  $1,25 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$  met een wandruwheid van de duikers  $k = 2 \text{ mm}$ , een bochtverlies  $\text{ksi} = 1$  (bijna knik) in de laatste duiker en 3 maal in- en uittreeverliezen. Het totale verlies over de lange lus wordt geschat op circa  $10 \cdot v^2/2g$ , waarin  $v$  de snelheid in de duikers is.

Bij een debiet  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  in de lange lus is de snelheid in de waterloop  $0,01 \text{ m/s}$  en in de duikers  $0,044 \text{ m/s}$ . Het verval over de lange lus is circa  $10 \cdot (0,044)^2 / 2g = 0,001 \text{ m}$ .

Bij een debiet  $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  in de korte lus is de snelheid in de waterloop  $0,01 \text{ m/s}$ . Er zijn geen duikers (alleen een brug) aanwezig.

In de korte lus wordt een houten wand geplaatst met bovenzijde op NAP +8,00 m. In deze wand wordt een  $1,20 \text{ m}$  breed verlaagd deel aangebracht met bovenzijde op NAP +6,90 m. De randen worden scherp afgewerkt zodat de contractie circa  $0,6$  zal bedragen. De snelheid in de contractie is dan  $0,10 / (1,20 \cdot 1,00 \cdot 0,6) = 0,139 \text{ m/s}$ . Het verval over de korte lus is  $(0,139)^2 / 2g = 0,001 \text{ m}$ .

In het systeem is nog een derde korte ring aanwezig. In deze korte ring kan niet worden voldaan aan de minimale circulatiesnelheid.

**Conclusie: ten einde in de zomersituatie in het geplande watersysteem een watersnelheid van minimaal  $1 \text{ cm/s}$  te kunnen handhaven dienen in de singels Stadseiland in maatgevende perioden beide bestaande circulatiepompen gelijktijdig te draaien. In het singelsysteem Oosterhout dient een circulatie debiet van minimaal  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$  mogelijk te zijn en in de korte deellus een stuwwand met beperkte doorlaatopening te worden geplaatst.**

#### 14.2.6 Extreme waterstanden plassensysteem

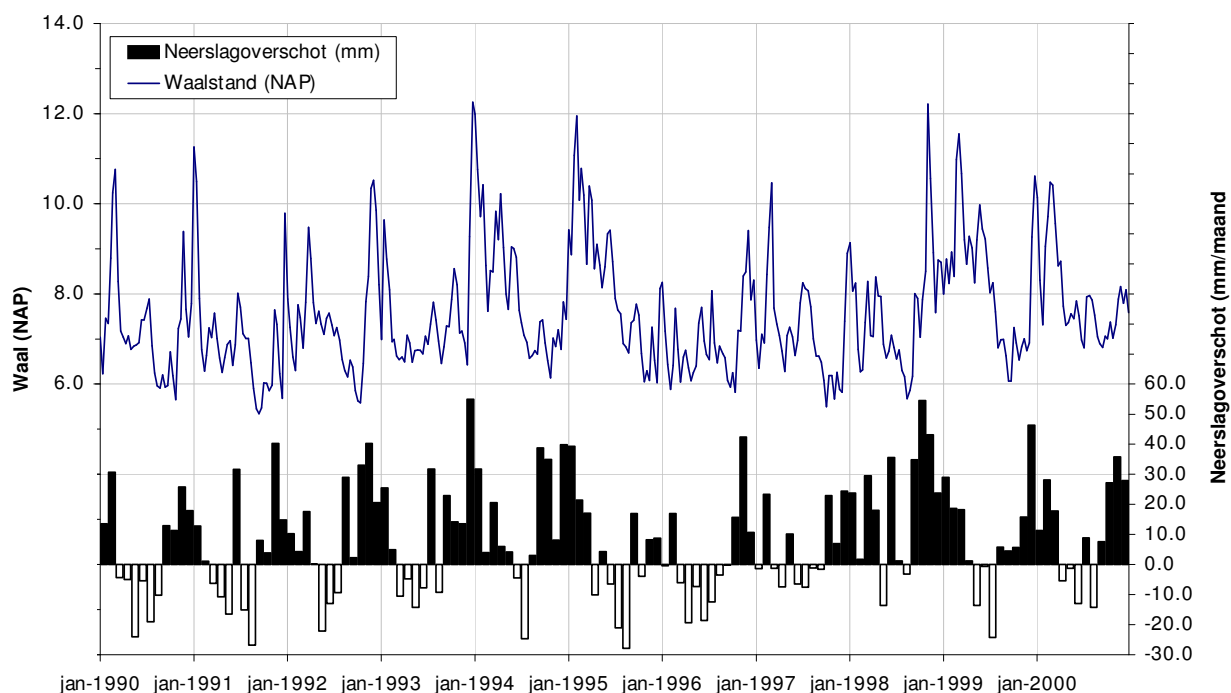
Het totale watersysteem van de Waalsprong is met een gecombineerd grondwater en oppervlaktewatermodel doorgerekend over de 11 jarige periode 1990 tot en met 2000.

Figuur B14.14 toont de waterstanden op de Waal ter hoogte van de Waalsprong en de neerslagoverschotten (verschil tussen neerslag en verdamping open water) over deze periode. Hoewel deze periode slechts 11 jaar beslaat omvat deze bekende perioden met extreme hoge hoogwaters (1994 en 1995) zowel als een ander half jarige extreem droge periode (half 1995 tot eind 1996).

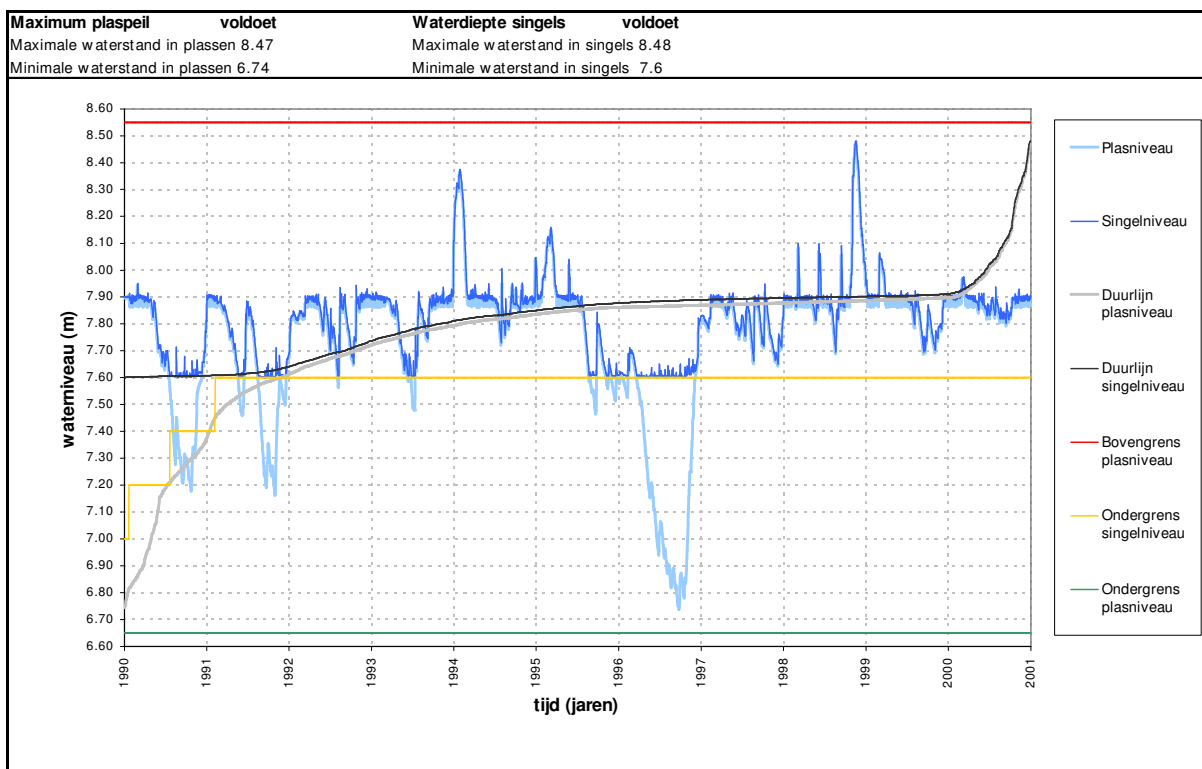
De voornaamste resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in figuur B14.15. De vastgestelde grenzen voor het plasniveau worden niet overschreden dan wel onderschreden. De maximale waterstand van de plassen is berekend op NAP +8,47 m en de laagste waterstand op NAP +6,72 m. De waterstand in de singels wordt gedurende de volledige periode gehandhaafd op minimaal NAP +7,60 m.

**Conclusie: De berekende extreme waterstanden in de plassen over de periode 1990 – 2000 vallen binnen de afgesproken grenzen. Het stuwpeil in de singels wordt in deze periode niet onderschreden.**

### Waalstand (decadecijfers) en Neerslagoverschot (maandcijfers) 1990-2000



**Figuur B14.14: Neerslagoverschot en Waalstand ter plaatste van de Waalsprongperiode 1990 t/m 2000 (11 jaar)**



**Figuur B14.15: Berekend verloop waterstanden plassen en gestuwde singels Waalsprong**

### 14.3 Watersysteem de Grift

Dit watersysteem wordt droogvallend uitgevoerd met de bodem op NAP +8,00 m en wordt niet gecirculeerd en gestuwd. Dit systeem verschilt ook op andere punten sterk van het watersysteem met plassen en gestuwde singels:

- Het systeem is op veel groter afstand van de dijk gelegen en dus veel minder kwelgevoelig;
- Voor de winterbui is de initiële waterstand niet hoger dan de zomerbui;
- De maatgevende afvoer uit het systeem is 1,5 l/s/ha.

Voor dit systeem wordt dan ook uitgegaan van de toetsing van de bui T = 10 jaar (+10%) voor het totale jaar, van de Westlandbui en van de maatgevende afvoer.

Voor de bepaling van de minimale afmetingen van de watergang door het bedrijventerrein De Grift is uitgegaan van het bergen van een bui T = 10 jaar +10% afstromend van 88,1 ha verhard oppervlak. Het bruto oppervlak van het gebied bedraagt 117,7 ha. Tabel B14.4 geeft de opbouw van maatgevende afvoer voor dit systeem aan.

| Code                       | Naam gebied                             | Oppervlak (ha) | Debiet (l/s) |
|----------------------------|-----------------------------------------|----------------|--------------|
| 2b                         | Groot Oosterhout-noord Griftsysteem     | 46,605         | 69,91        |
| 11                         | De Grift (verbeterd gescheiden stelsel) | 71,114         | 106,67       |
| Totaal afvoer Griftsysteem |                                         | 117,719        | 176,60       |

**Tabel B14.4: Maatgevende afvoer Griftsysteem Waalsprong**

De uitstroomconstructie van deze watergang naar de afvoer richting Linge wordt gedimensioneerd op een debiet van 177 l/s. Deze uitstroomconstructie kan bestaan uit een regelbare stuw (breedte circa 1 m, geregeld op constant debiet) of een doorlaat onder water in een klein deel van de watergang met een lagere bodemhoogte.

Omdat er geen sprake hoeft te zijn van doorspoeling, mogen droogvallende watergangen vertakt en doodlopend worden uitgevoerd. Enige voorwaarden aan de structuur is dat al het regenwater kan worden afgevoerd naar het afvoerpunt.

Bij de toetsing van de afvoer en berging van buien is de berging in en afvoer via het rioolstelsel verwaarloosd. Dit is gedaan omdat een groot deel van het verhard oppervlak zal worden afgekoppeld van het rioolstelsel.

De bui T = 10 jaar (+10%) wordt beschouwd totdat de aanvoer gelijk is aan de afvoer. Dit is het geval na circa 14 uur buiduur en een neerslag van  $1,1 \cdot 46 \text{ mm} = 50,6 \text{ mm}$ . De totale af te voeren en te bergen neerslaghoeveelheid bedraagt  $44.600 \text{ m}^3$ . In 14 uur wordt  $8.900 \text{ m}^3$  afgevoerd, dus dient er circa  $35.700 \text{ m}^3$  water geborgen te kunnen worden.

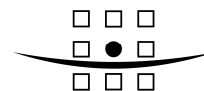
Bij een minimale weghoogte NAP +9,50 m is een maximale waterstand van NAP +8,80 m toelaatbaar en dus een bergingsschil van 0,8 m. Uitgaande van een watergang met bodemhoogte NAP + 8,00 m met taluds 1:2 en een bergingsschil van 0,8 m betekent dit een benodigd oppervlak van 4,46 ha op het niveau NAP + 8,40 m.

Bij de Westlandbui (100 mm in 24 uur) bedraagt de totale af te voeren en te bergen neerslaghoeveelheid bedraagt 88.100 m<sup>3</sup>. In 24 uur wordt 15.300 m<sup>3</sup> afgevoerd, dus dient er circa 66.800 m<sup>3</sup> water geborgen te kunnen worden.

Bij een minimale weghoogte NAP +9,50 m is een maximale waterstand van NAP +9,40 m toelaatbaar en dus een bergingsschil van 1,4 m. Uitgaande van een watergang met bodemhoogte NAP + 8,00 m met taluds 1:2 en een bergingsschil van 1,4 m betekent dit een benodigd oppervlak van 4,77 ha op het niveau NAP + 8,70 m. Gelet op de lengte van de watergang en daardoor de invloed van de taluds is de eerder berekende eis van 4,46 ha op het niveau NAP +8,40 m zeker maatgevend.

De maatgevende afvoer van het gebied is 177 l/s. Indien de berging redelijk gelijkmatig wordt verdeeld zodanig dat bij het vullen van de berging geen grote waterhoeveelheden moeten worden verplaatst zijn standaard duikers 1,5 m x 0,80 m (bodemniveau NAP +8,0 m) vrij zeker voldoende. Bij de maatgevende afvoer en een waterdiepte van 0,8 m is de snelheid in de duikers kleiner dan 0,12 m/s en het verval over de duikers minder dan 1 mm per duiker. Bij geringere waterdieptes zullen de watersnelheden wel toenemen.

***Conclusie: Het watersysteem de Grift wordt droogvallend uitgevoerd met een bodemniveau NAP +8,00 m en taluds 1 op 2. Het oppervlak van dit systeem moet bedragen 4,46 ha op het niveau NAP +8,40 m. De uitstroomconstructie wordt gedimensioneerd op een min of meer constant debiet van 177 l/s.***



15

**NOTITIE "OPERATIONEEL MAKEN  
WATERHUISHOUDKUNDIG INRICHTINGSPLAN WAALSPRONG 2009"**

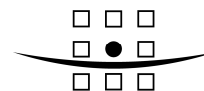




## 16 OVERZICHT EERDERE RAPPORTEN

- Land achter de waal - Waterhuishoudkundige inrichting (Haskoning, 1996)
- Nadere uitwerking open watersysteem Waalsprong (Haskoning, 1997)
- Integraal waterplan voor de Waalsprong (Tauw, 1999)
- Varianten watersysteem Waalsprong (Royal Haskoning, 2003)
- Waterhuishoudkundig Inrichtingsplan Waalsprong 2006 (Royal Haskoning)
- Nutriëntenbalans Waalsprong (Royal Haskoning, 2007)





## 17 MOGELIJKE DWARSPROFIELEN

Hierachter is zijn een overzichtstekening van de Waalsprong op A3 formaat en 3 tekeningen met dwarsprofielen op A0 formaat opgenomen. Op de overzichtstekening zijn per singeldeel coderingen opgenomen (Bijvoorbeeld WO-1 en LO-5). Deze coderingen verwijzen naar dwarsprofielen op de A0 tekeningen 9P8278.A0 / 1323 – 001, 002 en 003. Het watersysteem is met deze profielen modelmatig getoetst.