



# Waterstructuurplan Doornsteeg in Nijkerk

Definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN





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

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

[info@wareco.nl](mailto:info@wareco.nl)  
[www.wareco.nl](http://www.wareco.nl)



## Waterstructuurplan Doornsteeg in Nijkerk

Definitief

Uitgebracht aan:

Gemeente Nijkerk  
Postbus 1000  
3860 BA NIJKERK

---

Auteur	mw. ing. M.J.C. Klein Overmeen	Kenmerk	BS34 RAP20160919
Vrijgave	ir. S.M. Geurts van Kessel	Datum	19-09-2016
		Status	Definitief

Wareco is het Nederlandse ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is de integratie en combinatie van de specialisaties. We doen onderzoek en geven advies. We maken plannen en begeleiden de uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al 35 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

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

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

## Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding.....	1
1.1. Algemeen .....	1
1.2. Aanleiding .....	2
1.3. Doel .....	3
2. Watersysteem huidige situatie .....	5
2.1. Ligging.....	5
2.2. Maaiveldhoogte .....	5
2.3. Bodemopbouw.....	6
2.4. Grondwater.....	6
2.5. Oppervlaktewater.....	9
3. Toekomstig watersysteem .....	10
3.1. Fasering ontwikkeling Doornsteeg.....	10
3.2. Principe watersysteem Doornsteeg.....	11
3.3. Te behouden structuren .....	12
3.4. Toekomstig minimaal weg- en bouwpeil.....	12
3.5. Afwatering.....	14
3.6. Uitgangspunten uit ontwerpatelier water .....	15
4. Technische uitgangspunten.....	18
4.1. Waterschap Vallei en Veluwe.....	18
4.2. Verharde oppervlakken .....	18
4.3. Hoog en droog.....	19
4.4. Oppervlakken beekdalzone en geluidswalzone.....	19
4.5. Peilstijging per zone .....	20
5. Wateropgave.....	21
5.1. Wateropgave.....	21
6. Hydraulische toetsing .....	22
6.1. Uitgangspunten .....	22
6.2. Toetsing .....	23
6.3. Resultaten .....	23

## Bijlagen

1. Maaiveldhoogte (AHN) Doornsteeg Nijkerk
2. RHG situatie t.o.v. maaiveld en NAP Doornsteeg Nijkerk
3. Indicatieve grondwaterstanden in de RHG situatie
4. Indicatieve ontwateringskaart Doornsteeg Nijkerk
5. Huidige waterstructuur en waterpeilen
6. Toekomstige waterstructuur

# 1. Inleiding

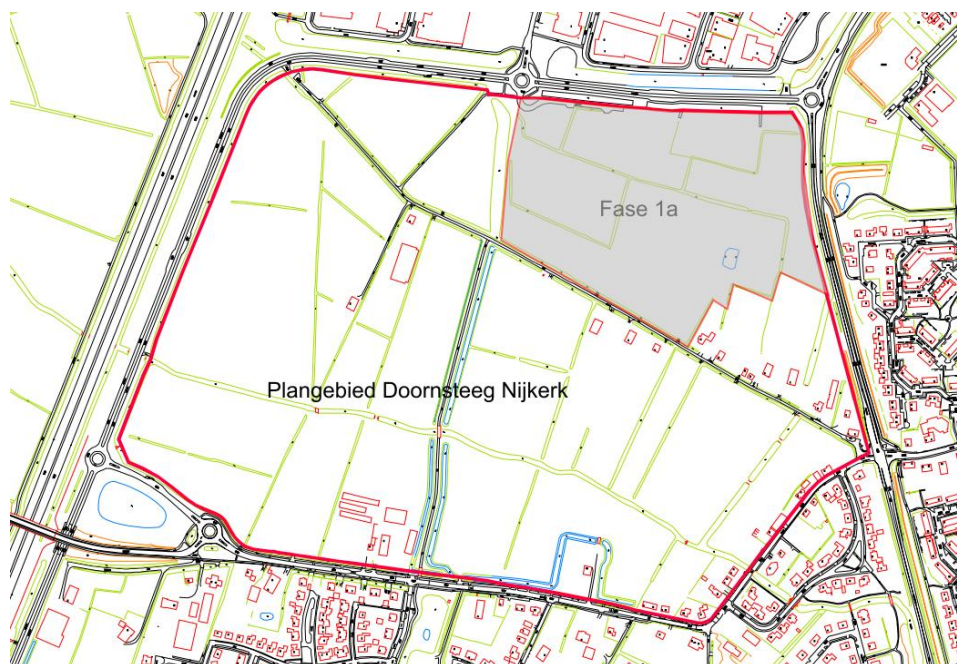
Op 4 november 2015 is door de gemeente Nijkerk aan Wareco schriftelijk opdracht verstrekt voor het opstellen van een waterstructuurplan voor het plan Doornsteeg in Nijkerk.

Het waterstructuurplan is tot stand gekomen in opdracht van de afdeling Civiele Techniek van de gemeente Nijkerk. Daarnaast is tijdens het opstellen en uitwerken van het waterstructuurplan ook actief contact geweest met het waterschap Vallei en Veluwe, de stedenbouwkundige van de gemeente Nijkerk en bureau Maris (ten aanzien van landschappelijke aspecten). Het waterstructuurplan is daarmee een gedragen document, waar gemeente en waterschap achter staan en waarin water, landschap en stedenbouw met elkaar verweven zijn.

## 1.1. Algemeen

In Nijkerk wordt de komende jaren de woonwijk Doornsteeg gefaseerd ontwikkeld. De gemeente Nijkerk heeft in de Structuurvisie 2030, Doornsteeg aangewezen als een gebied waar een nieuwbouwwijk kan komen [1]. De gemeente heeft de ambitie om in de Doornsteeg een wijk van totaal 59 hectare (ha) te gaan ontwikkelen, waarvan 43 ha wordt bebouwd en 16 ha als landschap wordt ingericht. Doornsteeg zal “organisch” ontstaan. Huidige en toekomstige bewoners, omwonenden, ontwikkelaars en ondernemers bouwen gezamenlijk de wijk.

De topografische ligging van het onderzoeksgebied is aangegeven in Figuur 1. Het plan Doornsteeg heeft een totaal bruto oppervlak van 59 ha. Doornsteeg wordt gefaseerd ontwikkeld. Daarbij is fase 1 reeds al in een bestemmingsplan opgenomen en is de waterhuishoudkundige structuur uitgewerkt in het “Water- en rioleringsplan Doornsteeg fase 1a te Nijkerk” [2]. Het overige deel van Doornsteeg (circa 46 ha) wordt in dit waterstructuurplan behandeld.



Figuur 1: Ligging projectgebied Doornsteeg te Nijkerk

## 1.2. Aanleiding

Voor het gebied Doornsteeg is een Masterplan opgesteld [3]. In dit plan is ondermeer de toekomstige waterstructuur kort beschreven. De Dammersbeek wordt beschouwd als belangrijk waterelement dat wordt behouden. De Dammersbeek komt vanuit de richting van het centrum van Nijkerk en stroomt in de richting van het polderlandschap van de Arkemheen. Aansluitend op de Dammersbeek worden de noord-zuid gerichte watergangen behouden en ingepast en benut voor waterberging.

Voor iedere deeluitwerking dient een technisch waterhuishoudkundige plan te worden ingediend. Dit plan geeft een complete en geïntegreerde beschrijving en technisch ontwerp van het totale watersysteem in een deelgebied. Om te voorkomen dat ontwikkelaars per deelgebied een afwijkend ontwerp voor het watersysteem gaan opstellen heeft de gemeente behoefte aan een samenhangend waterstructuurplan voor het gehele te ontwikkelen gebied. Ondanks faseringen en deelontwikkelingen, krijgt Doornsteeg op deze wijze een eenduidig watersysteem, dat goed te onderhouden is en aan de andere kant ook aan de wensen/eisen van gemeente Nijkerk en waterschap Vallei en Veluwe voldoet.





Figuur 2: Water op verschillende wijzen ingepast [3]

### 1.3. Doel

Het waterstructuurplan schetst de gewenste hoofdstructuur voor het oppervlaktewatersysteem in het gebied Doornsteeg. In het plan worden meerdere deelgebieden onderscheiden, die gefaseerd worden ontwikkeld. Binnen elk deelgebied worden de oppervlaktewaterstructuren aangegeven die in de toekomst, afhankelijk van de ruimtelijke ontwikkelingen, verbeterd of nieuw aangelegd moeten worden om een goede inrichting van het watersysteem vanaf deze ontwikkellocaties richting de Dammersbeek te waarborgen.

Het waterstructuurplan is bedoeld om de afspraken over de toekomstige waterhuishouding vast te leggen en zo een onderlegger te vormen voor latere waterhuishoudkundige plannen voor de te ontwikkelen deelgebieden.

Met het waterstructuurplan worden meerdere doelen nagestreefd:

- de gemeente en (toekomstige) ontwikkelaars een leidraad bieden qua waterhuishouding bij het verder uitwerken van stedenbouwkundige plannen voor de deelgebieden;
- het borgen van een samenhangende inhoudelijke lijn voor de langere termijn, die tevens als leidraad kan worden gebruikt om de waterdoelen bij de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op de kaart te zetten;
- een duurzaam en robuust waterhuishoudkundige structuur hebben die voorbereid is op de effecten van te verwachten klimaatverandering.

Ten behoeve van het waterstructuurplan zijn archiefgegevens en kaartmateriaal verzameld en bestudeerd met betrekking tot het oppervlaktewater, de bodemopbouw, de grondwaterstanden, de fundering van de bebouwing, de drainage, het maaiveldniveau en de riolering.

Er is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

1. Structuurvisie Nijkerk/Hoevelaken 2030, gemeente Nijkerk, 30 juni 2011.
2. Water- en rioleringsplan Doornsteeg fase 1a te Nijkerk, Wareco, BL69A RAP20151223, 23-12-2015.
3. Globaal Masterplan Doornsteeg Nijkerk, gemeente Nijkerk, 26 augustus 2014.
4. Bodemkaart van Nederland,  
<http://maps.bodemdata.nl/bodemdata.nl/index.jsp>.
5. Dinoloket, TNO, <https://www.dinoloket.nl/>.
6. Watertoets Nieuwbouwwijk Doornsteeg, fase 1, Wareco, BL69, RAP20150417, 17-04-2015.
7. Legger Nijkerk, waterschap Vallei en Eem, 18-02-2010, (reeds digitaal ontvangen in het kader van het project door Wareco uitgevoerd; BL69).
8. Uitgangspuntennotitie Beleidskader bij stedelijke uitbreiding, Waterschap Vallei en Veluwe, 1 januari 2016.
9. Waterberging Beektuin Doornsteeg, Maris, 15054.A, 7 juni 2016.

In de tekst vermelde cijfers tussen [ ] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

## 2. Watersysteem huidige situatie

### 2.1. Ligging

Doornsteeg ligt aan de westzijde van Nijkerk. Het gebied wordt begrensd door de Arkemheenweg, N301, Holkerweg en Bunschoterweg. Het gebied heeft een bruto oppervlak van 59 ha.

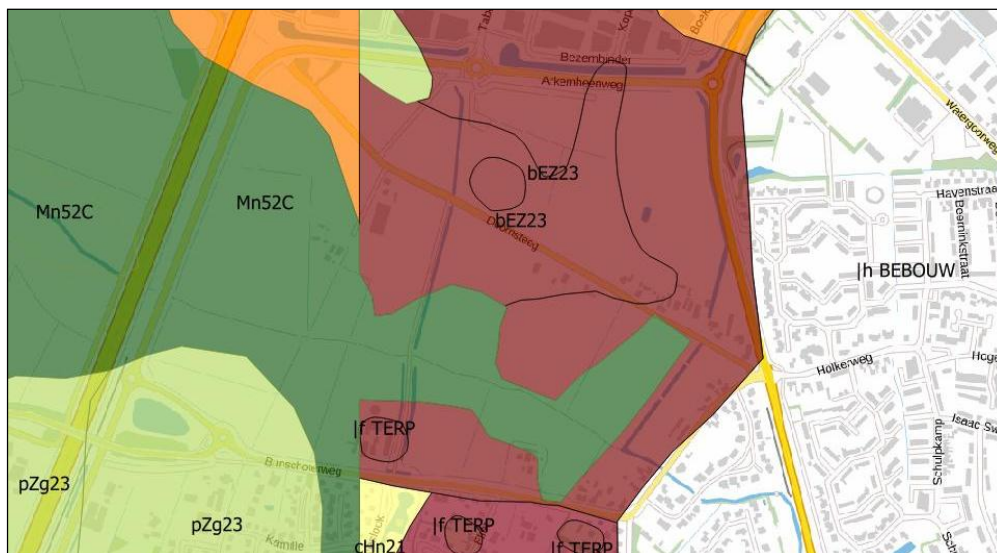
### 2.2. Maaiveldhoogte

Het maaiveld in Doornsteeg varieert op de percelen rond de Dammersbeek van NAP 0 m nabij de beek tot lokaal NAP +0,8 m. Naarmate de afstand tot watergangen groter wordt, wordt het maaiveld hoger. De percelen rond de Doornsteeg liggen hoger. Hier is het maaiveld circa NAP +0,8 m à NAP +1,3 m. Het huidige maaiveld van Doornsteeg ligt over het algemeen lager dan omliggende wegen en wijken van Nijkerk.

Een kaart met de huidige maaiveldhoogte is opgenomen in [bijlage 1](#).

### 2.3. Bodemopbouw

In Figuur 3 is een uitsnede van de bodemkaart van Nederland opgenomen [4].



Figuur 3: Bodemkaart van Nederland – bodemtypen [4]

De ondiepe bodem is op de bodemkaart van Nederland gekarteerd als een afwisseling van hoge bruine enkeerdgronden (bruin in Figuur 3:) op de hoge delen aan de rand van het gebied en rond de Doornsteeg. Rond de Dammersbeek en aan de westzijde van het plan is de bodem gekarteerd als een kalkarme polder-vaaggrond (donkergroen). Hier wordt tussen 0,4 en 1,2 m -mv Pleistoceen zand aangetroffen. Lokaal is een lage enkeerdgrond (oranje) aanwezig.

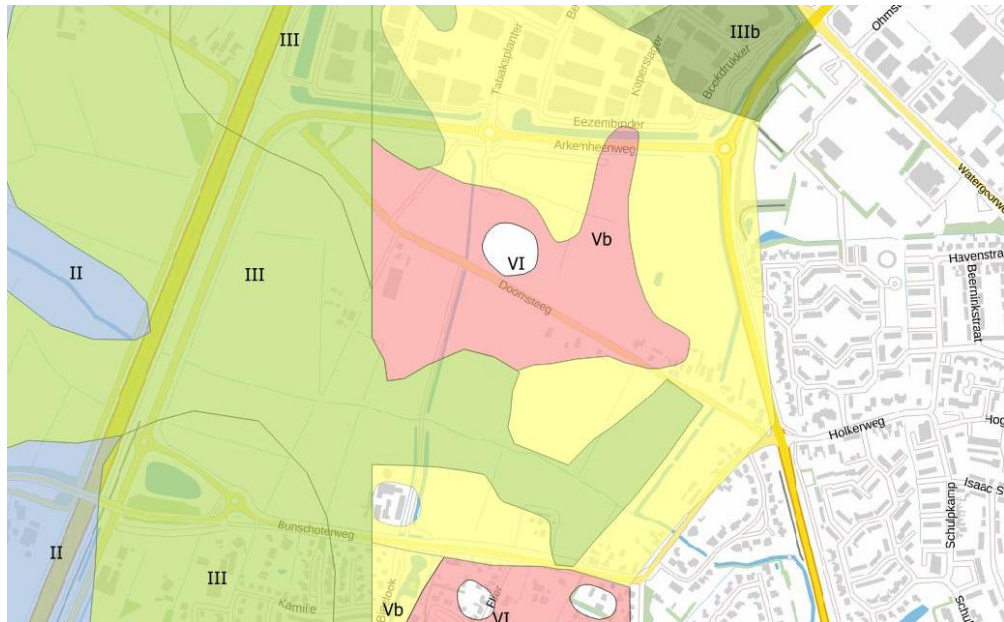
Boringen uit het Dinoloket van TNO bevestigen dit beeld [5]. In het westen wordt aan het maaiveld een kleilaag van circa 0,7 m dik aangetroffen. Daaronder bevindt zich tot de maximale boordiepte van 4,0 m -mv zand. Meer noord- en oostwaarts is de bodem gekarteerd als zand vanaf maaiveld tot aan de maximale boordiepte van 4,0 m -mv.

Boorprofielen van het meetnet in Doornsteeg zijn in de analyse niet opgenomen. De boorprofielen van deze twaalf boringen zijn allemaal exact gelijk, waardoor er twijfels zijn over de betrouwbaarheid ervan.

### 2.4. Grondwater

In Figuur 4 is een uitsnede uit de Bodemkaart van Nederland opgenomen [4]. Hieruit blijkt dat in het westen grondwatertrap IIIb heerst (licht groen). Op de hogere delen centraal in het plan heerst grondwatertrap VI (roze). Het geel gekleurde deel is grondwatertrap Vb.

In Tabel 1 zijn de grondwaterstanden die bij de grondwatertrappen horen weer-gegeven.

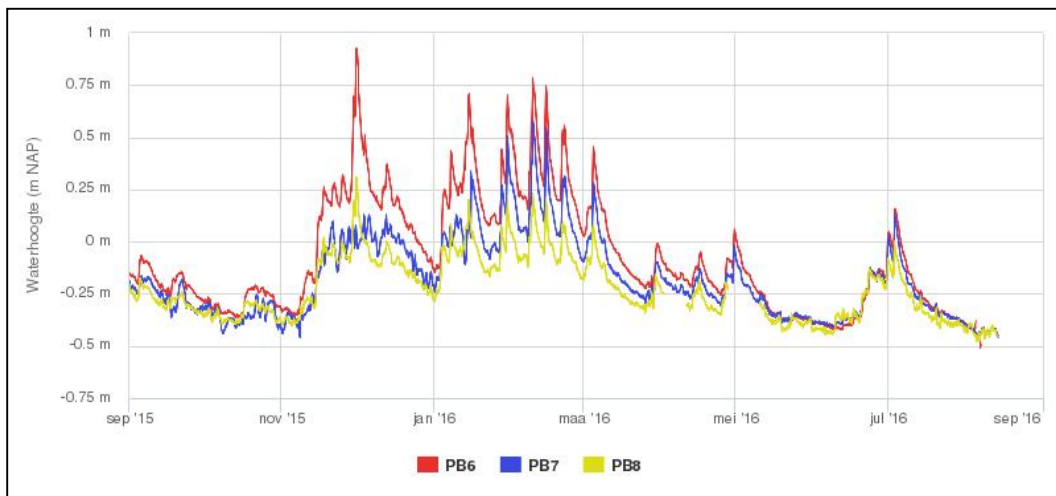


Figuur 4: Bodemkaart van Nederland – grondwatertrappen [4]

Tabel 1: Grondwaterstanden t.o.v. maaiveld bij grondwatertrappen

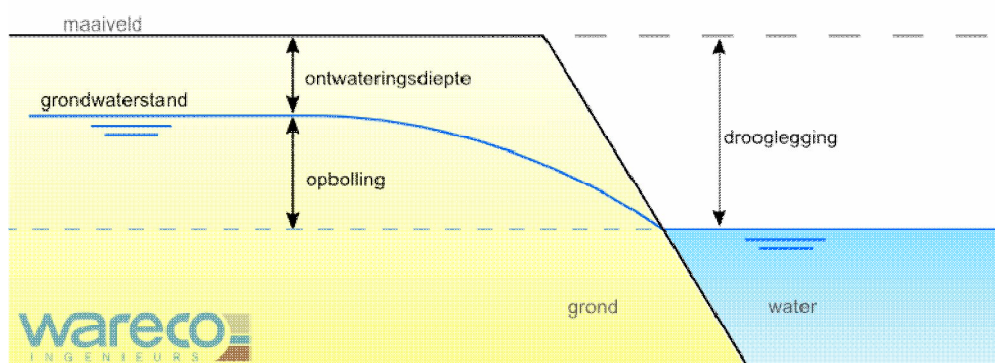
Grondwatertrap	II	III	IIIb	Vb	VI
GHG	< 0,4	< 0,4	0,25 – 0,4	0,25 – 0,4	0,4 – 0,8
GLG	0,5 – 0,8	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2	> 1,2	> 1,2
GHG: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand in m -mv					
GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand in m -mv					

Op basis van achttien peilbuizen in en rondom het projectgebied zijn de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld en NAP in kaart gebracht in de RHG situatie. Deze zijn weergegeven in [bijlage 2](#). Deze achttien peilbuizen betreffen 12 peilbuizen uit het meetnet van Doornsteeg (Wareco, BQ01), vijf peilbuizen uit het gemeentelijke meetnet van de gemeente Nijkerk en één TNO-peilbuis die via Dinoloket beschikbaar is. De RHG is de Representatief Hoogste Grondwaterstand die overeen komt met het 90<sup>ste</sup> percentiel van de meetreeks van de grondwaterstanden.



Figuur 5: Verloop grondwaterstanden van de raai in Doornsteeg, Nijkerk

In Figuur 5 zijn de grafieken van de grondwaterstanden van een drietal peilbuizen in het projectgebied weergegeven. Deze grafieken staan in een raai, loodrecht op het oppervlaktewater. Het oppervlaktewaterpeil ter plaatse van deze raai is NAP -0,50 m. Het oppervlaktewater heeft een drainerende werking. In de natte periode treedt een sterke opbolling op van het grondwater. Op grond van de grafieken wordt geconcludeerd dat de omgeving van de Dammersbeek een kwelgebied is, in de zomerperiode zijn de grondwaterstanden hoger dan het oppervlaktewaterpeil. In Figuur 6 zijn bovenstaande hydrologische begrippen schematisch weergegeven.



Figuur 6: Schematisatie hydrologische begrippen

Verwacht wordt dat de geconstateerde opbolling ook optreedt in de andere percelen in Doornsteeg. Deze opbolling is geprojecteerd op de andere percelen binnen het projectgebied. Samen met het oppervlaktewater en de geregistreeerde grondwaterstanden is een indicatieve kaart opgesteld van het projectgebied in de RHG situatie. Deze kaart is weergegeven in [bijlage 3](#). Deze kaart is de basis voor een indicatieve ontwateringskaart voor het hele projectgebied opgesteld. Deze is opgenomen in [bijlage 4](#). Hierop is te zien dat in de omgeving van de Dammersbeek

in de natte periode hoge grondwaterstanden voorkomen. Dit komt overeen met de grondwatertrappenkaart.

## 2.5. Oppervlaktewater

De Dammersbeek (A-status) loopt van oost naar west door Doornsteeg. Deze watergang met een vast peil van NAP  $-0,50$  m reguleert voor een belangrijk deel de oppervlaktewaterstanden in het gebied. De Dammersbeek wordt gevoed vanuit C-watergangen in Doornsteeg en een overloop van de Breede Beek tijdens pieksituaties [7].

Van zuid naar noord stroomt de vuilwaterstroom door het gebied. Deze watergang voert water van het zuidelijke gelegen deel van Nijkerk af naar het bedrijventerrein aan de noordzijde van Doornsteeg. Deze watergang heeft eveneens een streefpeil van NAP  $-0,50$  m. Deze watergang staat niet in verbinding met de Dammersbeek, maar stroomt met een sifonconstructie onder de Dammersbeek door.

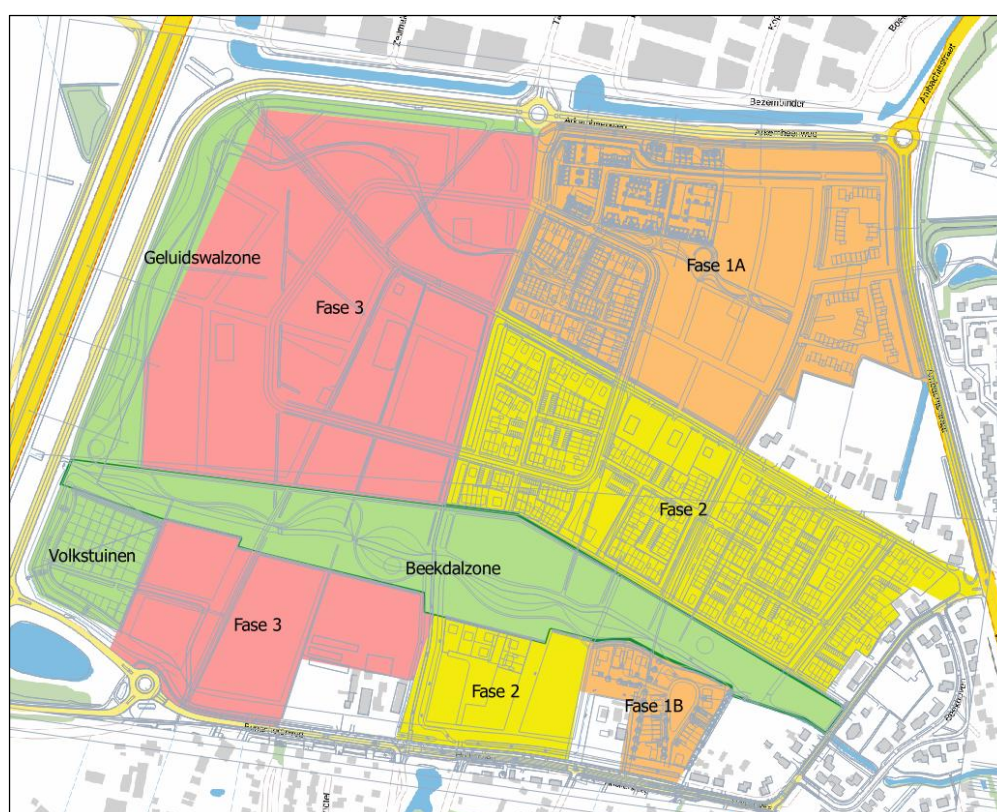
De genoemde peilen zijn streefpeilen. Uit navraag bij het waterschap blijkt dat het daadwerkelijke waterpeil met  $0,2$  m naar boven en beneden kan fluctueren.

Een kaart met de huidige oppervlaktewaterstructuur en waterpeilen is opgenomen in bijlage 5.

## 3. Toekomstig watersysteem

### 3.1. Fasering ontwikkeling Doornsteeg

Doornsteeg wordt gefaseerd ontwikkeld. Fasen 1A [2] en 1B zijn reeds in ontwikkeling en vallen buiten dit waterstructuurplan. Er is geen rekening gehouden met afvoer van hemelwater uit deze deelplannen. Fase 2 is de oostelijke helft van Doornsteeg. Dit deel wordt van 2019 tot 2020 bouwrijp gemaakt. Fase 3 komt daarna tot ontwikkeling. In Figuur 7 is een overzicht van de fasering opgenomen.



Figuur 7: Fasering Doornsteeg

In het waterstructuurplan is tevens rekening gehouden met de beekdalzone, de geluidswalzone, de volkstuinen en de scouting. Deze laatste is gelegen in de geluidswalzone.



### 3.2. Principe watersysteem Doornsteeg

Het hemelwater wordt bij de bron gescheiden gehouden van het vuile water. Het vuile water (huishoudelijk afvalwater) wordt afgevoerd naar de zuivering. Hemelwater afkomstig van daken en woonstraten is voldoende schoon om naar oppervlaktewater af te voeren. Waar nodig wordt het hemelwater van de wijkontsluitingsweg gezuiverd met een bermassage voordat het tot afstroom komt.

In Doornsteeg wordt de gebruikelijke voorkeurvulgorde van het duurzaam waterbeheer gevolgd. Hergebruik van hemelwater is niet haalbaar in Doornsteeg. De tweede optie is infiltreren. Gezien de lokaal hoge grondwaterstanden (met name op afstand van watergangen) en de bodemopbouw (kleiige deklaag) is infiltreren van hemelwater in de bodem geen optie. Het hemelwater van verharde oppervlakken in Doornsteeg wordt afgevoerd via bestaande oppervlaktewaterstructuren naar de beekdalzone rond de Dammersbeek. In deze zone wordt het hemelwater geborgen en vertraagd afgevoerd. Hiervoor wordt een stuwconstructie gerealiseerd ten oosten van de A28.

Het hemelwater wordt in de beekdal- en geluidswalzone vastgehouden. Dit gebeurt door het bestaande profiel van de Dammersbeek, en watergang langs de Arkemheenweg te verbreden. Door deze verbreding getrapd uit te voeren, zal bij neerslag niet de gehele beekdal- en geluidswalzone nat worden. Naarmate er meer neerslag valt, zal meer bergingsruimte benut worden. Het huidige onderwaterprofiel van de Dammersbeek en de watergang langs de Arkemheenweg blijft bestaan zoals in de huidige situatie. Enkel het gedeelte boven het streefpeil wordt verbreed.

De beekdalzone bestaat uit de Dammersbeek en twee natte zones die bij neerslagsituaties als berging fungeren (zie figuur 16). De Dammersbeek behoudt zijn huidige onderwaterprofiel, waar als nodig onderwaterbeschoeiing is toegestaan. De natte zones inunderen statistisch gezien van eens per jaar tot eens per 100 jaar. Het beheerregime wordt intensiever naarmate de afstand tot de beek groter wordt. De natte zones worden gemaaid. De maaifrequentie neemt af naarmate er vaker water staat. Recreatief medegebruik is hierdoor beperkt tot bijna altijd mogelijk.

De ruimte buiten de waterberging tot aan de rand van de beekdal- en geluidswalzone is nodig om het verschil in maaiveldhoogte tot aan de rand van de groene zones op te vangen. Het hoogteverschil van de Dammersbeek tot aan het woongebied is circa 1,7 m. Ter plekke van de geluidswalzone is het hoogteverschil lokaal aanzienlijk groter. In figuur 8 is een schets opgenomen van een doorsnede van de beekdalzone hoe deze mogelijk ingericht zou kunnen worden.



Figuur 8: Schets van het mogelijke profiel van de beekdalzone.

### 3.3. Te behouden structuren

Bestaande oppervlaktewater- en groenstructuren blijven behouden. Het bestaande oppervlaktewater heeft een belangrijke functie in de ontwatering en de afwatering van het gebied. De volgende principes liggen hieraan ten grondslag:

- Worden watergangen geschrapt, dan wordt de ontwatering minder. Als gevolg daarvan dient het maaiveld meer te worden opgehoogd om aan de minimale ontwatering te voldoen.
- Ten aanzien van afwatering is het van belang om watergangen te behouden om de transportafstand van verhard oppervlak naar de watergang zo kort mogelijk te houden en de afmetingen van de watergangen zo beperkt mogelijk te houden. Is deze afstand te groot, dan heeft dit gevolgen voor de afmetingen van de watergang omdat er meer water door de watergang getransporteerd moet worden.
- Bovendien heeft een grote afstand naar de watergang grote gevolgen voor de maaiveldhoogte in het deelgebied wanneer oppervlakkige afstroming wordt nagestreefd. Er zal dan terrein extra opgehoogd moeten worden om afstroming tot stand te brengen.
- Ook wordt het hemelwater van toekomstig verhard oppervlak goed verdeeld over de beschikbare watergangen.

In bijlage 6 is de toekomstige waterstructuur weergegeven.

### 3.4. Toekomstig minimaal weg- en bouwpeil

Het is van belang om de minimale ontwatering te waarborgen om in de toekomst problemen met grondwateroverlast te voorkomen. Te weinig ontwatering ter plaatse van wegen kan leiden tot een instabiel wegcunet en verzakking. Ter plaatse van de woningen kan te weinig ontwatering tot grondwateroverlast in de woning leiden. In Doornsteeg wordt, wanneer de huidige ontwatering te weinig is, het maaiveld opgehoogd. Verlaging van grondwaterstanden door drainage is vanuit duurzaamheidsoogpunt niet gewenst.

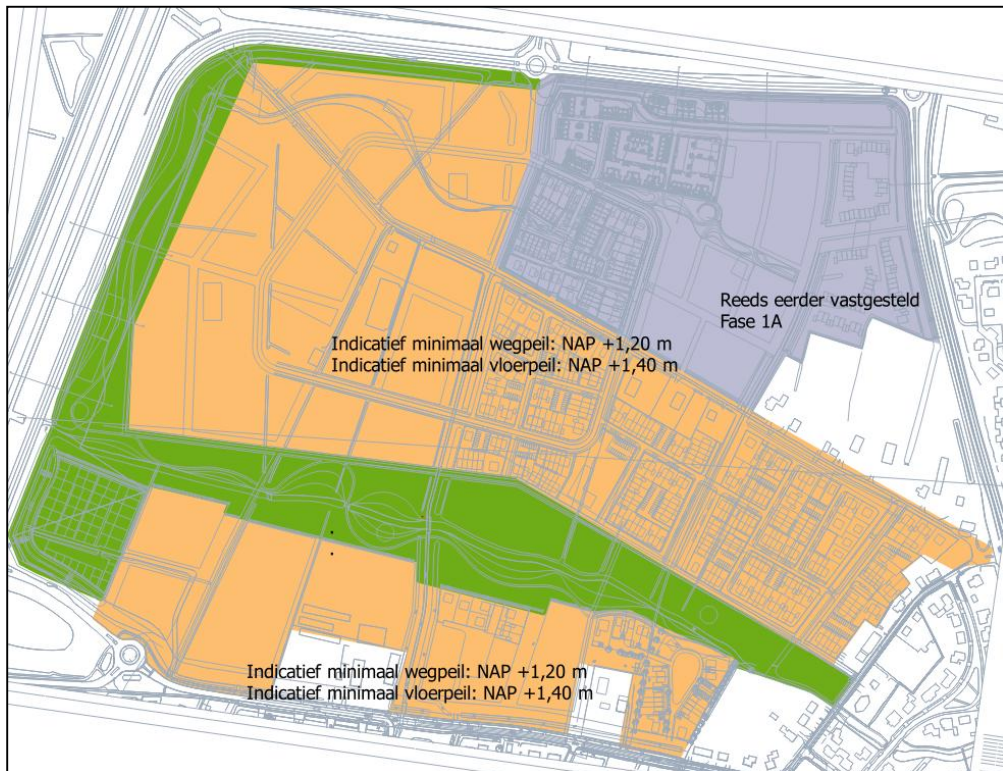
Voor de toekomstige maaiveldhoogtes is een aantal randvoorwaarden van belang:

- De minimale ontwateringsdiepte bij woningen met kruipruimte is 0,9 m onder vloerpeil.

- De minimale ontwateringsdiepte onder secundaire wegen is 0,7 m.
- Er is geen droogleggingeis vanuit het waterschap. Het gehanteerde uitgangspunt betreffende de drooglegging is 0,8 m voor wegen en 1,2 m voor vloerpeilen.

Bij de ophoging van Doornsteeg dient rekening gehouden te worden met de samenstelling van de bodem. Het materiaal waarmee het maaiveld opgehoogd wordt dient goed doorlatend te zijn. Daarnaast moet het vrij zijn van puin en plantenresten. Rond de Dammersbeek en in het westelijk plandeel bestaat de toplaag uit klei. Wanneer hierop de ophooglaag wordt aangebracht kan ondiep grondwater op de kleilaag blijven staan. Ondanks de ophoging kan dan toch grondwateroverlast ontstaan. Ter plekke van de kleilaag is mogelijk grondverbetering of doormenging van de onderliggende zandlaag nodig.

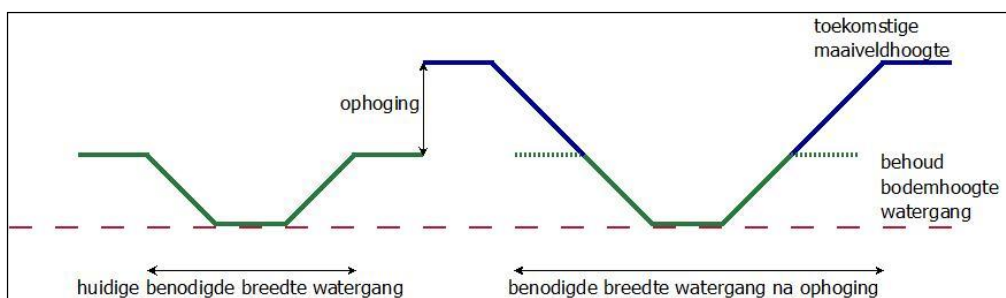
Op basis van de indicatieve grondwaterstandenkaart (bijlage 3) is het wegpeil voor het projectgebied bepaald. De verwachting is dat de opbolling binnen het plangebied zal afnemen als gevolg van de grote toename van het verhard oppervlak. Voor het bepalen van de minimale wegpeilen is wat betreft de grondwaterstand in de RHG situatie NAP +0,50 m als uitgangspunt genomen. Rekening houdend met bovenstaande randvoorwaarden wordt dan een indicatief minimaal wegpeil van NAP +1,20 m en een indicatief minimaal bouwpeil van NAP +1,40 m geadviseerd. Dit is weergegeven in Figuur 9. Gedetailleerde bepaling van de gewenste weg- en vloerpeilen zal nader uitgewerkt moeten worden in de deelplannen van Doornsteeg.



Figuur 9: Indicatieve weg- en vloerpeilen

### 3.5. Afwatering

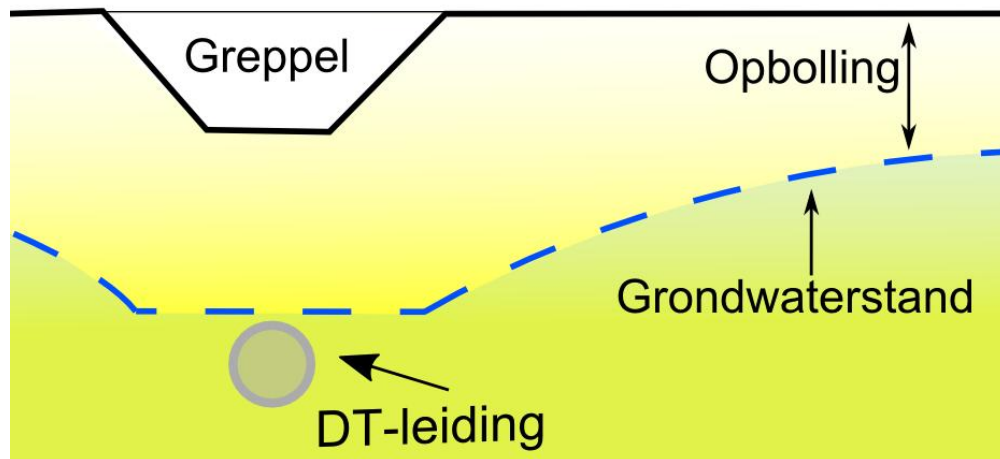
Door het verhogen van het maaiveld en het behoud van de bestaande watergangen, vragen de watergangen lokaal meer ruimte. De bodemhoogte wordt immers behouden ten behoeve van de afvoercapaciteit. Wanneer het maaiveld en daarmee de insteek van de watergang wordt verhoogd, is meer ruimte noodzakelijk voor taluds.



Figuur 10: Effect ophoging op breedte bestaande watergangen

Om het water uit het plangebied naar de Dammersbeek af te voeren is met bovenstaande rekening gehouden. Om ruimtebesparing te realiseren en toch de huidige structuur te kunnen behouden, is in het overleg van 2 juni 2016 gekozen voor het principe dat in figuur 11 is weergegeven. Veel van de huidige watergangen zijn droogvallende greppels bij lage grondwaterstanden. Deze greppels zijn watervoerend bij neerslag en hoge grondwaterstanden. Hierin blijven de huidige greppels bestaan en wordt hieronder een drainagetransportleiding aangelegd welke onder vrij verval kan lozen op de Dammersbeek. Hiermee kan het hemelwater vanuit het plangebied afgevoerd worden naar de Dammersbeek.

Om het functioneren van deze leiding te bevorderen wordt aanbevolen deze onder het oppervlaktewaterpeil aan te leggen. Dit betekent dat de bovenkant van de buis niet hoger mag zijn NAP -0,50 m. Om ijzerafzetting in de leiding zoveel mogelijk te voorkomen moet de leiding onder de laagst voorkomende grondwaterstand aangelegd worden.



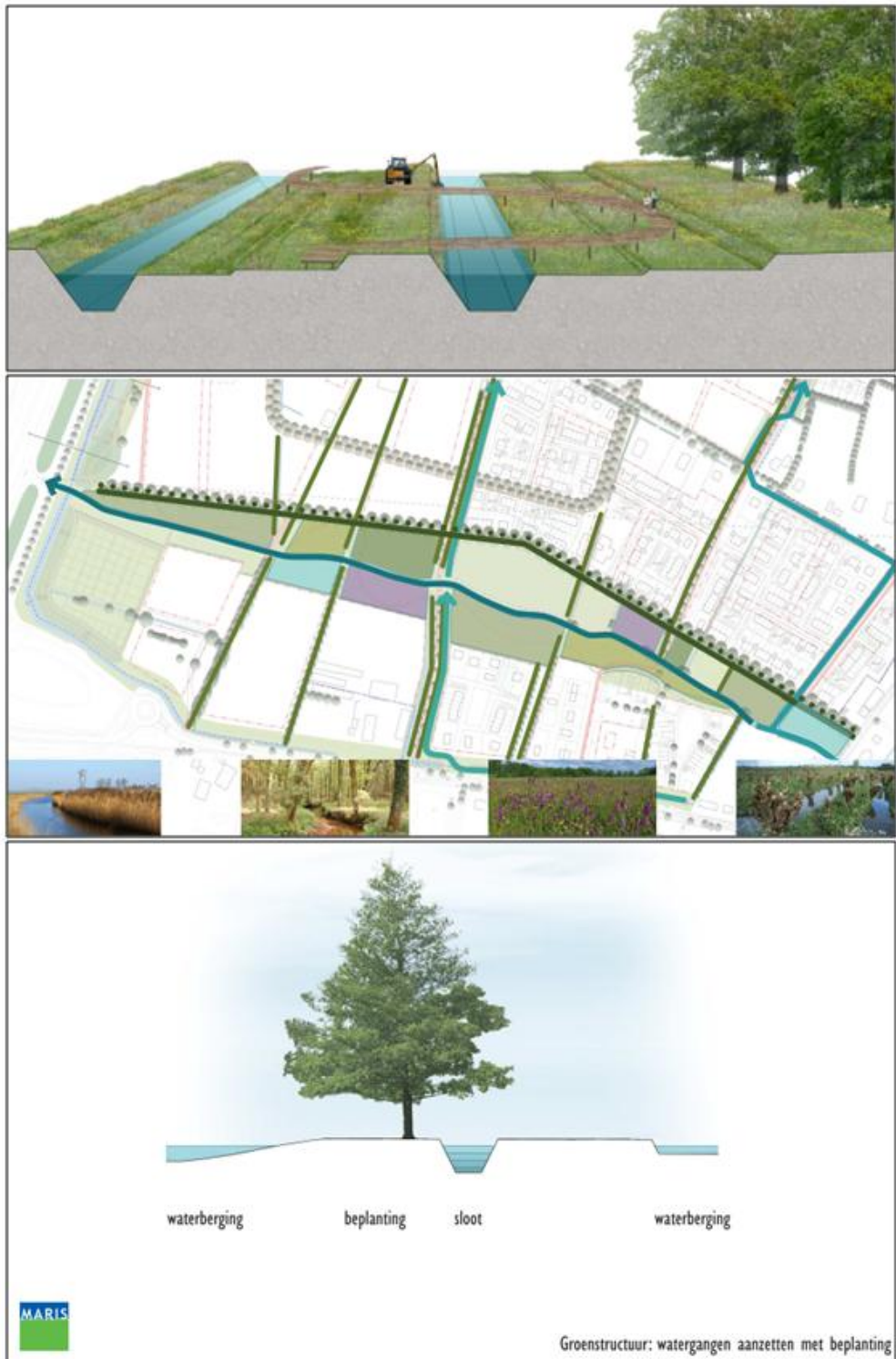
Figuur 11: Schematisatie gewenste situatie voor afvoer hemelwater uit het projectgebied

### 3.6. Uitgangspunten uit ontwerpatelier water

In het kader van het Waterstructuurplan is een aantal keer met gemeente (civiele techniek en stedenbouw), waterschap en betrokken landschaparchitecten een overleg geweest over de waterstructuur in Doornsteeg. Hieruit zijn de volgende technische uitgangspunten gedestilleerd:

- Peilstijging in de waterberging is maximaal 0,5 m in verband met waarborgen waterafvoer van het achterliggende gebied.
- De waterberging wordt uitgevoerd als een getrapt profiel. Des te meer neerslag er valt, des te meer ruimte onder water staat. Bij kleine neerslaggebeurtenissen blijft op deze manier zoveel mogelijk ruimte beschikbaar voor bijvoorbeeld recreatief medegebruik.

- Voorbeelden van recreatief medegebruik zijn: wandelpad, laarzenpad, pad met stapstenen, etc. Niet alle paden hoeven te allen tijde droog te zijn.
- Om taluds goed beheerbaar te houden, worden taluds van 1:3 of 1:5 toegepast (geen toepassing talud 1:4). Het onderwatertalud van de Dammersbeek mag voorzien worden van onderwaterbeschoeiing.
- De duiker in de Dammersbeek onder de A28 wordt verlengd door de verbreding van de A28 en de aanleg van de geluidwal. In de berekening is de opstuwende werking van de verlenging van deze duiker niet meegenomen.
- Het beheerregime wordt per zone aangepast aan de mate van recreatief medegebruik. De eerste natte zone kan minder intensief beheerd worden dan de tweede en derde natte zone.
- Het natte profiel wordt door het waterschap beheerd. Het droge profiel van de beekdalzone wordt beheerd door de gemeente.
- De Dammersbeek wordt waar mogelijk voorzien van natuurvriendelijke oevers en zo mogelijk verdiept zodat varend onderhoud mogelijk wordt.
- Om voldoende variatie in het beeld van de beekdalzone te houden, maar een rommelig aanzicht te voorkomen, worden grote blokken van verschillende vegetaties toegepast. Voorbeelden van vegetaties zijn riet, ruigtes, bloemrijke graslanden en kruiden.
- Langs de te behouden watergangen in het gebied (met name de deelplannen) worden zoveel mogelijk groene lijnelementen (singels, hagen, etc.) toegepast. Vanuit beheer en onderhoud van de watergang is het praktisch om dit aan één zijde van de watergang toe te passen.
- De watergangen in de deelplannen blijven net als in de huidige situatie droogvallend en worden niet permanent watervoerend.



Figuur 12: Impressie van ontwerpiddeen vanuit het atelier (bron: Maris)

## 4. Technische uitgangspunten

### 4.1. Waterschap Vallei en Veluwe

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden bij het berekenen van de wateropgave. Hiermee wordt de toename van het verharde oppervlak gecompenseerd en wordt niet afgewenteld op andere gebieden:

- Het waterpeil mag bij T=100 (86 mm in 24 uur, maximale afvoer 3,0 l/s/ha) stijgen tot aan NAP 0,0 m.
- Het waterpeil mag bij T=1 (13 mm in 24 uur, maximale afvoer 1,5 l/s/ha) stijgen tot aan NAP -0,3 m.
- Afwatering achterliggend gebied Dammerbeek en Breede Beek moet worden gewaarborgd, evenals beschikbare waterberging in het huidige oppervlaktewatersysteem.
- Watergangen voorzien van een onderhoudstrook van 5 m breed. Bij watergangen tot 6 m is één onderhoudstrook voldoende. Is de watergang 6-12 m breed, dan dient aan weerszijden een onderhoudstrook gerealiseerd te worden. Is de watergang breder dan 12 m, dan dient varend onderhoud mogelijk gemaakt te worden (waterdiepte minimaal 1,25 m, doorvaarthoogte minimaal 1,25 m en bodembreedte minimaal 2,0 m).

### 4.2. Verharde oppervlakken

Voor een deel van Fase 2 is een steekproef genomen ten behoeve van het bepalen van het verharde oppervlak. Hierbij zijn de volgende verhardingen meegenomen:

- daken (voor- en achterzijde);
- particuliere terrein verharding;
- openbare verharding (wegen, voetpaden, fietspaden, parkeerplaatsen).

Uit deze steekproef komt dat 60% van het bruto oppervlak verhard is. Vertaald naar de deelgebieden betekent dit 19,48 ha verhard oppervlak. In onderstaande tabel is een verdeling per fase opgenomen.



Tabel 2: Verharde oppervlakken per fase

Fase	Bruto oppervlak	Verhard oppervlak (60%)
Fase 2 noord	10,06 ha	6,04 ha
Fase 2 zuid	1,96 ha	1,18 ha
Fase 3 noord	15,56 ha	9,34 ha
Fase 3 zuid	4,88 ha	2,93 ha
Totaal	32,67 ha	19,48 ha

### 4.3. Hoog en droog

In Doornsteeg is een aantal locaties aangewezen dat 'hoog en droog' moet blijven. Dit betekent dat hier ook bij T=100 (of meer) geen water op het maaiveld mag staan. Het betreffen:

- de ontmoetingslocatie in de beekdalzone ten zuiden van de school (10.550 m<sup>2</sup>);
- de speelplek in de beekdalzone (300 m<sup>2</sup>, locatie van de speelplek kan wijzigen, ruimtereservering blijft gelijk);
- de rondgaande wijkontsluiting in Doornsteeg.

Deze locaties en oppervlakken zijn bij de invulling van het ruimtebeslag (zie hoofdstuk 5) buiten beschouwing gelaten.

### 4.4. Oppervlakken beekdalzone en geluidswalzone

Op basis van het stedenbouwkundig plan en landschappelijke inrichting (ontvangen van Bureau Maris op 1 april 2016), zijn de volgende oppervlakken van de beekdal- en geluidwalzone bepaald:

*Beekdalzone:* 82.475 m<sup>2</sup> (bruto oppervlak):

- waterberging: 35.000 m<sup>2</sup>;
- locaties 'hoog en droog': 10.850 m<sup>2</sup>;
- onderhoudspaden: 5.040 m<sup>2</sup>;
- landschappelijke inpassing: 31.585 m<sup>2</sup>.

De onderhoudspaden liggen aan een zijde van de beek met een breedte van 5 m. Dit geldt voor een Dammersbeek die maximaal 6 m breed is. De landschappelijke inpassing gaat met name over het overbruggen van het hoogteverschil tussen de beekdalzone en het vloer/wegpeil. We hebben daarvoor een helling van 1:10 aangenomen over de lengte van de Dammersbeek in een rechte lijn. Zo zal het in de praktijk niet worden. De helling zal lokaal steiler/minder steil zijn. De lengte zal aanzienlijk langer zijn, aangezien de overgangszone geen rechte lijn is.

*Geluidswalzone:* 20.960 m<sup>2</sup> (bruto oppervlak):

- watergang: 3.800 m<sup>2</sup>;

- scouting: 3.000 m<sup>2</sup>;
- geluidswal: n.n.b.

Vooralsnog is het alleen mogelijk om de berging in de beekdalzone te benutten. Het oppervlak van de geluidswalzone is voor het overgrote deel nodig om een geluidswal te creëren. Door de grote verschillen in maaiveld die dan ontstaan is niet mogelijk ruimte te gebruiken voor berging. Naast de geluidswal dient in deze zone ook rekening gehouden te worden met 3.000 m<sup>2</sup> oppervlak voor de scouting.



Figuur 13: Locaties 'hoog en droog'

De oppervlakken 'hoog en droog' en de scouting zijn afgetrokken van de beschikbare ruimte voor waterberging.

#### 4.5. Peilstijging per zone

De waterberging in de beekdal- en geluidswalzone wordt in een aantal natte zones verdeeld.

Het betreffen de volgende zones en peilstijgingen:

- Dammersbeek: De Dammersbeek met een streefpeil van NAP –0,50 m.
- Eerste natte zone en onderhoudstrook: Deze zone staat statistisch gezien eens per jaar onder water (T=1). Recreatief medegebruik van deze zone is soms mogelijk. Peilstijging is mogelijk van NAP - 0,5 m tot NAP -0,3 m.
- Tweede natte zone: Deze zone staat statistisch gezien eens per 10-100 jaar onder water ( T=100). Peilstijging is mogelijk van NAP -0,3 m tot NAP 0,0 m.

# 5. Wateropgave

## 5.1. Wateropgave

Voor het bepalen van de wateropgave zijn de volgende gegevens gebruikt:

- verharde oppervlakken (zie paragraaf 4.2);
- T=100: conform beleid waterschap, 86 mm in 24 uur met 3,0 l/s/ha afvoer, benodigde berging bedraagt 60 mm;
- T=1: conform regenduurlijnen Stowa (2015), 29,5 mm in 12 uur met 1,5 l/s/ha afvoer (beleid waterschap), benodigde berging bedraagt 23,0 mm;

Tabel 3: Wateropgave bij T=100 en T=1

Fase	Verhard oppervlak (60% van bruto oppervlak)	Wateropgave	
		T=100	T=1
Fase 2 noord	6,04 ha	3.622 m <sup>3</sup>	1.391 m <sup>3</sup>
Fase 2 zuid	1,18 ha	707 m <sup>3</sup>	272 m <sup>3</sup>
Fase 3 noord	9,34 ha	5.604 m <sup>3</sup>	2.152 m <sup>3</sup>
Fase 3 zuid	2,93 ha	1.755 m <sup>3</sup>	674 m <sup>3</sup>
Totaal	19,48 ha	11.688 m <sup>3</sup>	4.488 m <sup>3</sup>

## 6. Hydraulische toetsing

### 6.1. Uitgangspunten

Door middel van de Dammersbeek moet het grootste deel van het oppervlakte-water door Doornsteeg afgevoerd worden. Daarnaast moet tijdens neerslaggebeurtenissen in het doorstroomprofiel van de Dammersbeek worden geborgen. Om te bepalen of het een robuust systeem is, is de Dammersbeek door middel van Sobek gemodelleerd. Dit model is voor een neerslagsituatie die zich statistisch gezien ieder jaar voordoet en eens in de 100 jaar voorkomt hydraulisch getoetst.

De volgende zaken zijn input voor de hydraulische toetsing:

- Aanvoer achterliggend gebied:

	T=1 (Q)	T=100 (2Q)
Breede Beek	0,168 m <sup>3</sup> /s	0,336 m <sup>3</sup> /s
C-watgang evenwijdig aan fietspad	0,032 m <sup>3</sup> /s	0,064 m <sup>3</sup> /s
Doornsteeg en vuilwatertracé		

- Bruto oppervlak: 39 ha.
- Verhard oppervlak: 60% van bruto oppervlak is verhard (circa 24 ha).
- Landelijke afvoer is 1,5 l/s/ha bij T=1 en 3 l/s/ha (=2Q) bij T=100.
- Bij T=1 mag waterpeil stijgen tot NAP -0,3 m en bij T=100 tot NAP 0,0 m.
- Geen berging van hemelwater op eigen terrein, al het water wordt afgevoerd naar de waterstructuur.
- Huidige profiel van de Dammersbeek moet behouden worden, hierbij is aangenomen dat de diepte circa 0,8 m is en is overal voor de breedte 6,0 m toegepast.
- Maximaal beschikbaar oppervlak in beektuin is 35.000 m<sup>2</sup> [9].
- Afvoer aan het einde van het projectgebied is begrensd op 0,520 m<sup>3</sup>/s .

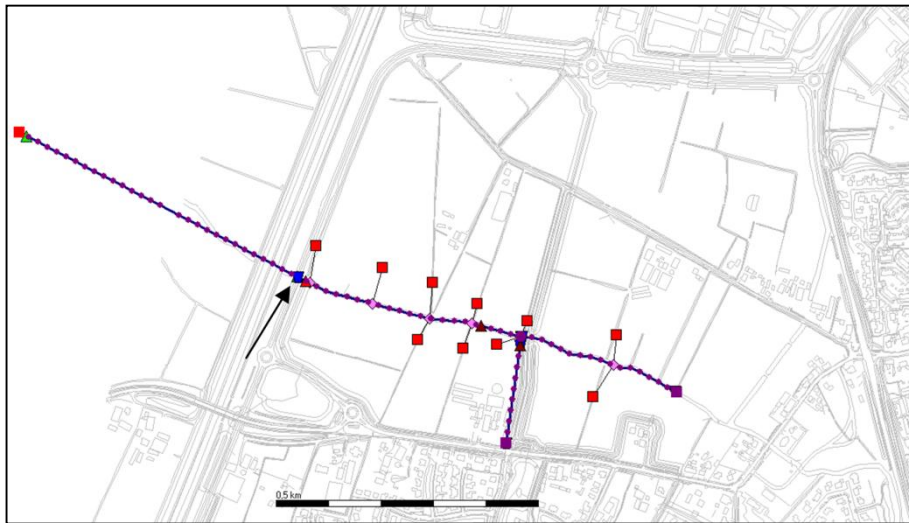
Afkomst	Debiet in T=100
Breede Beek	0,336 m <sup>3</sup> /s
C-watgang	0,064 m <sup>3</sup> /s
Gebied Doornsteeg (3 l/s/ha)	0,120 m <sup>3</sup> /s
Totaal	0,520 m <sup>3</sup> /s

- Van de 86 mm van de T=100 neerslaggebeurtenis komt 72 mm tot afstroming.
- Gemodelleerde lengte Dammersbeek: 750 m.

## 6.2. Toetsing

In Figuur 14 is de schematisatie van het model opgenomen. Dit model is opgesteld met behulp van het programma Sobek.

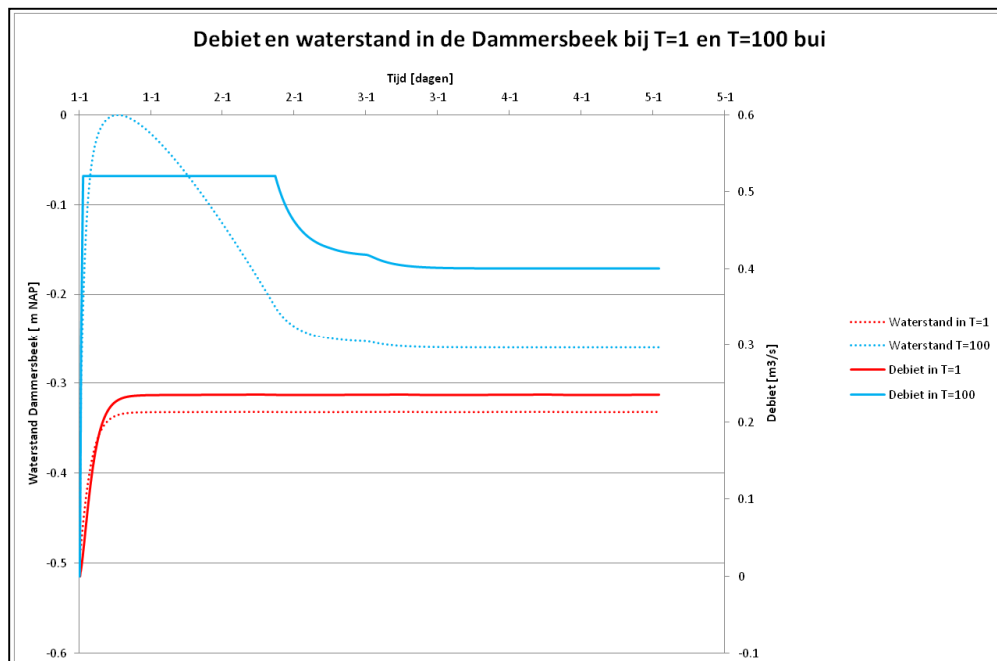
Hemelwater uit het projectgebied wordt afgevoerd via de bestaande waterstructuur in Doornsteeg. Deze is aangegeven door middel van de rode vierkantjes. De Dammersbeek wordt begrensd door een stuw bovenstrooms van de A28, dit is gelijk de grens van het projectgebied (locatie van deze stuw is in Figuur 14: aangegeven met een pijl).



Figuur 14: Schematisatie van het model van de Dammersbeek (met een pijl locatie van de stuw aangegeven)

## 6.3. Resultaten

Het debiet en de waterstand ter plaatse van de stuw op de grens van het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 15. Voor de T=1 situatie stijgt het water niet hoger dan NAP -0,3 m. In de T=100 neerslagsituatie is het debiet maximaal 0,52 m<sup>3</sup>/s en stijgt het waterpeil van de Dammersbeek naar maximaal NAP 0,0 m.



Figuur 15: Debiet en waterstand in de Dammerbeek bij T=1 en T=100

Om voldoende berging te realiseren is in Tabel 4 de berging en het minimale oppervlak van het doorstroomprofiel van de Dammersbeek weergegeven.

Tabel 4: Benodigde berging in doorstroomprofiel Dammersbeek

Benodigde berging (Tabel 3)	11.688	m <sup>3</sup>
Benodigde oppervlak doorstroomprofiel boven NAP -0,5 m	11.688 m <sup>3</sup> / 750 m = 15,5	m <sup>2</sup>

Doorstroomprofiel van de Dammersbeek waarbij aan de benodigde berging boven NAP -0,5 m wordt voldaan is weergegeven in Figuur 17. Dit profiel is van toepassing op de volledige lengte van de Dammersbeek, van de stuw bij de Breede Beek tot aan de benedenstroomse stuw bij de A28. De breedte van dit profiel is circa 44,5 m.

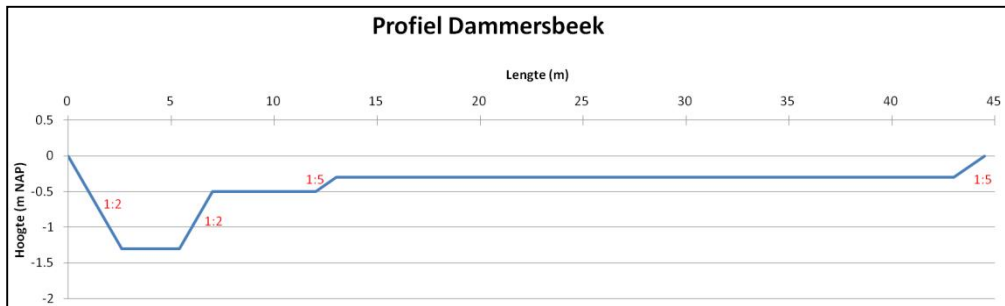
Het benodigde oppervlak voor de Dammersbeek is circa 33.400 m<sup>2</sup>. Van het beschikbare oppervlak voor berging van 35.000 m<sup>2</sup> is bijna alle ruimte noodzakelijk voor de Dammersbeek om voldoende berging van water binnen het projectgebied te kunnen waarborgen. Hier is geen rekening gehouden met het realiseren van oevers, waardoor de 35.000 m<sup>2</sup> minimaal nodig is om de gehele Dammersbeek te kunnen realiseren. Deze 35.000 m<sup>2</sup> is noodzakelijk voor de berging, waarbij het wenselijk dit oppervlak te vergroten om ruimte te hebben voor het realiseren van oevers.

Figuur 16 geeft weer dat een groot deel van de beekdalzone benodigd is voor waterberging.

In bijlage 6 is de toekomstige waterstructuur van Doornsteeg weergegeven.



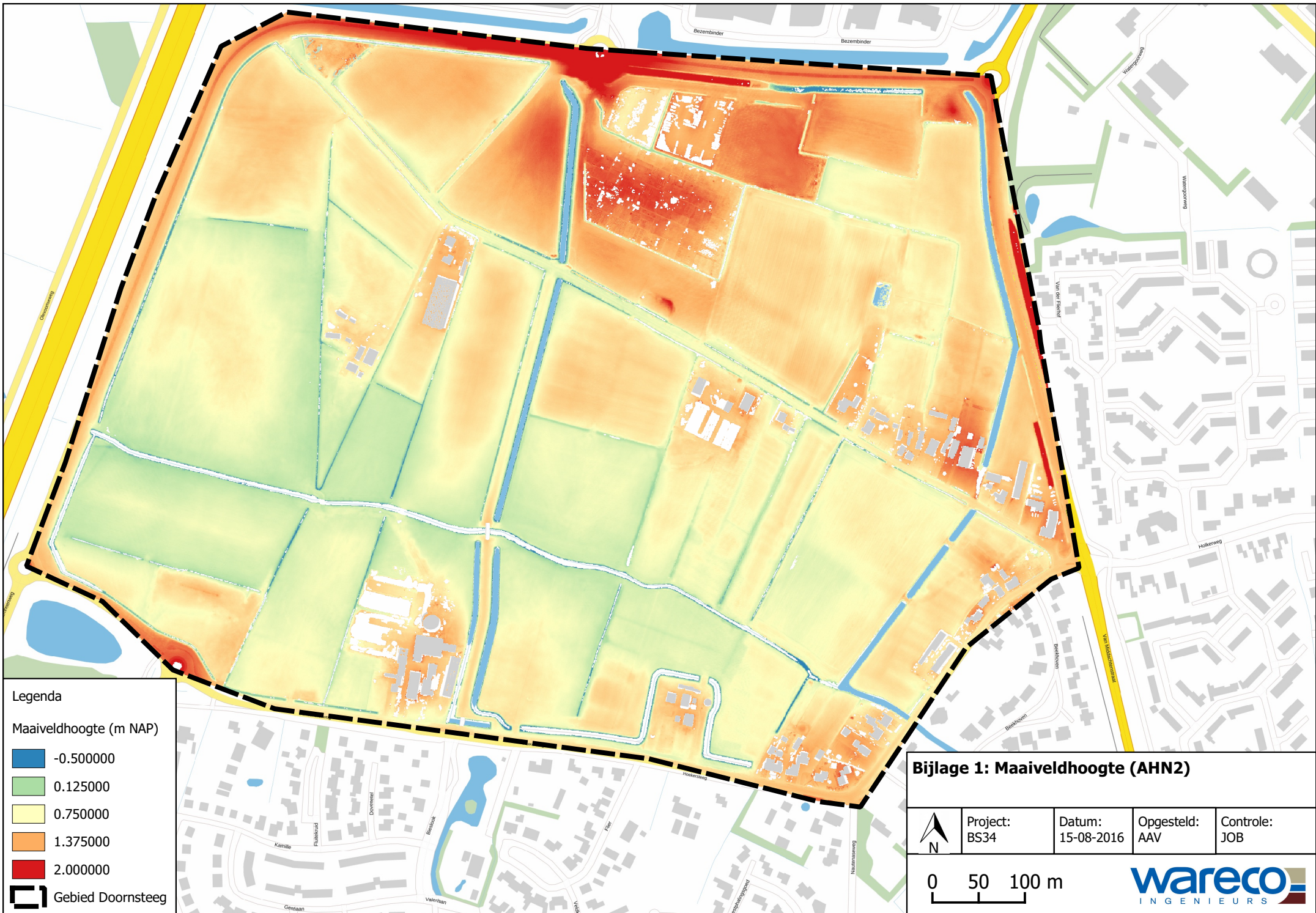
Figuur 16: Schets van de benodigde waterberging (circa 33.400 m<sup>2</sup>) in de beekdalzone (bron: Maris)



Figuur 17: Benodigd doorstroomprofiel Dammersbeek

## BIJLAGEN





**Legenda**

Maaiveldhoogte (m NAP)

- 0.50000
- 0.125000
- 0.750000
- 1.375000
- 2.000000

Gebied Doornsteeg

**Bijlage 1: Maaiveldhoogte (AHN2)**

 N	Project: BS34	Datum: 15-08-2016	Opgesteld: AAV	Controle: JOB
-------	------------------	----------------------	-------------------	------------------

0
50
100 m

INGENIEURS



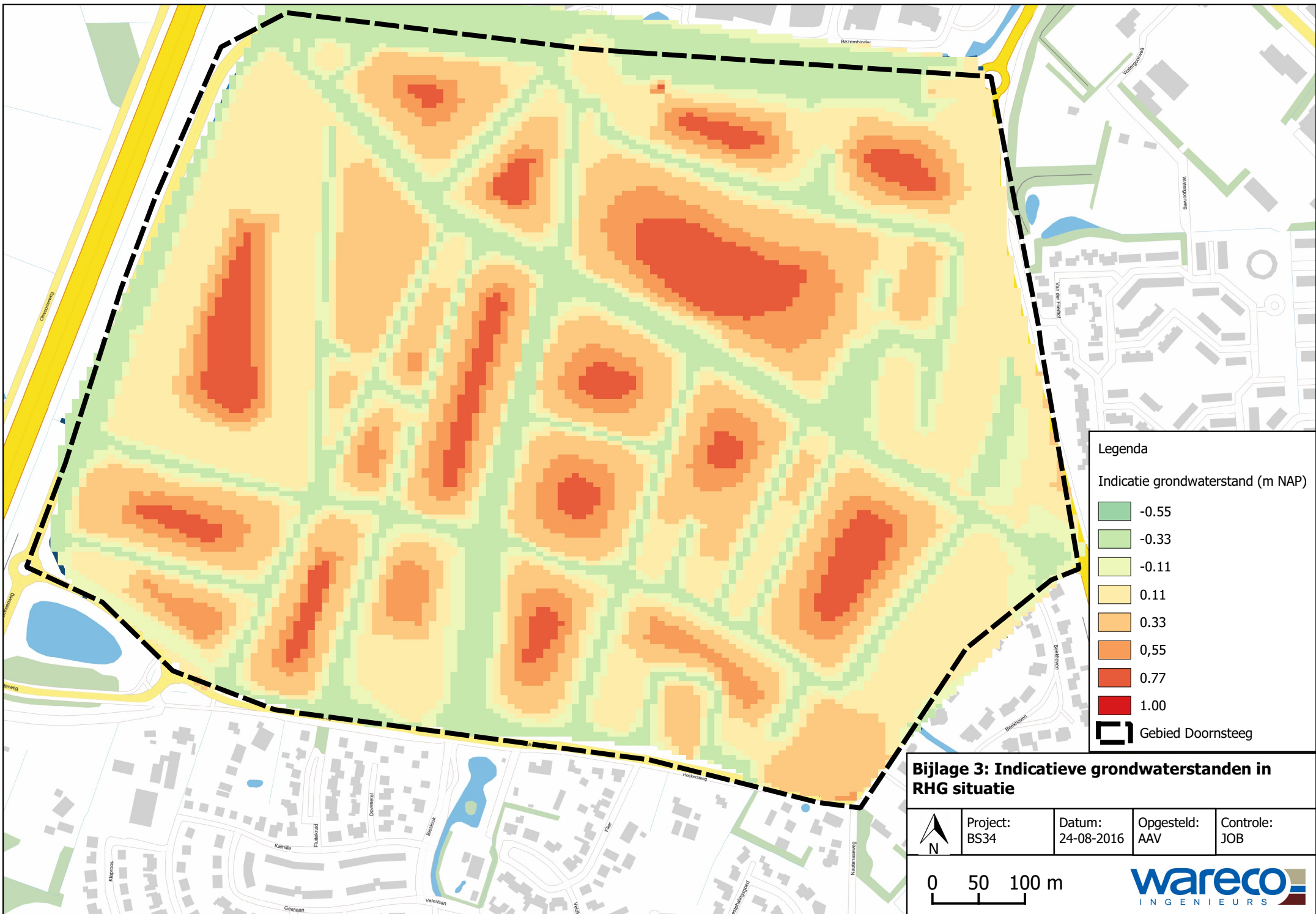
Peilbuis	Maaiveld (m NAP)	GWS t.ov. NAP (m NAP)	Ontwatering (m)
B32E1197	1.64	0.77	0.87
B32B2335	1.46	0.5	0.96
B32E0207	1.04	0.44	0.6
B32E1170	1.28	0.82	0.46
B32E1175	1.22	0.65	0.57
B32E1198	0.76	0.2	0.56
PB1	1.36	0.15	1.21
PB2	1.35	0.65	0.7
PB3	0.54	0	0.54
PB4	0.73	0	0.73
PB5	1.23	0.35	0.88
PB6	1.04	0.5	0.54
PB7	1.05	0.35	0.7
PB8	0.53	0.1	0.43
PB9	1.39	-0.1	1.49
PB10	0.74	-0.2	0.94
PB11	0.5	-0.2	0.7

**Bijlage 2: RHG situatie ten opzichte maaiveld en NAP**

**Legenda**

- Peilbuis
- Gebied Doornsteeg

	Project: BS34	Datum: 15-08-2016	Opgesteld: AAV	Controle: JOB
0		100	200 m	





**Legenda**

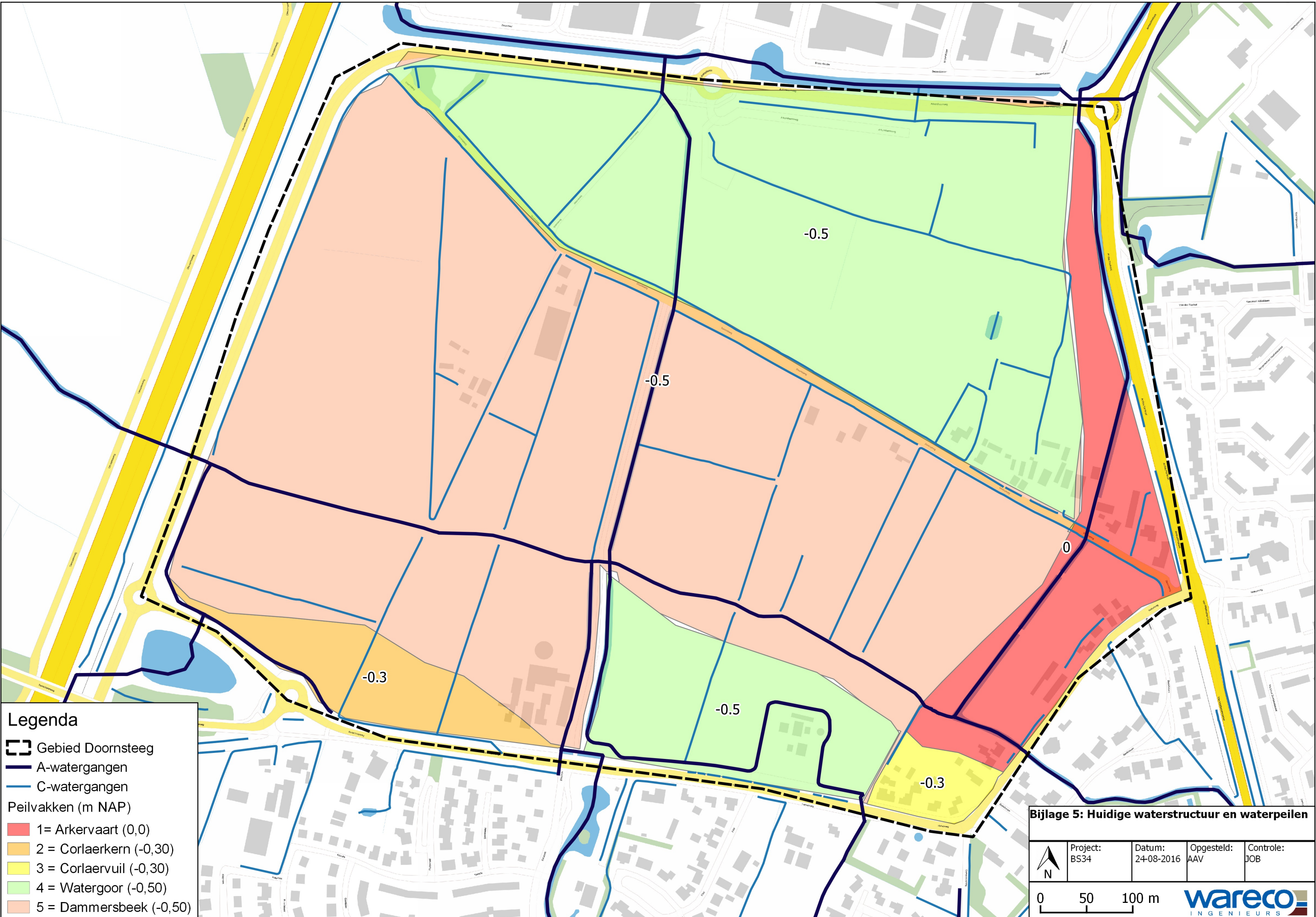
Ontwatering (m)

- < 0.5
- 0.5 - 0.7
- 0.7 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- > 1.5

Gebied Doornsteeg

**Bijlage 4: Indicatieve ontwateringskaart in RHG situatie**

 N	Project: BS34	Datum: 24-08-2016	Opgesteld: AAV	Controle: JOB



**Legenda**

- Gebied Doornsteeg
- A-watgangen
- C-watgangen
- Peilvakken (m NAP)
- 1 = Arkervaart (0,0)
- 2 = Corlaerkern (-0,30)
- 3 = Corlaervuil (-0,30)
- 4 = Watergoor (-0,50)
- 5 = Dammersbeek (-0,50)

**Bijlage 5: Huidige waterstructuur en waterpeilen**

 N	Project: BS34	Datum: 24-08-2016	Opgesteld: AAV	Controle: JOB
0    50    100 m				

Bijlage 6: Toekomstige waterstructuur  
Doornsteeg

-  'Hoog en droog'
-  Waterberging
-  Watergang
-  Stuw

