



# Water- en rioleringsplan Vries Zuid

Definitief

Gemeente Tynaarlo



Nelen &  
Schuurmans

22-12-2021



# Water- en rioleringsplan Vries Zuid

Definitief

**Voor**  
Gemeente Tynaarlo  
Postbus 5  
9480 AA VRIES

**Nelen & Schuurmans**  
Zakkendragershof 34-44  
3511 AE Utrecht

[www.nelen-schuurmans.nl](http://www.nelen-schuurmans.nl)

## Projectgegevens

Dossier : V0111  
Datum : 22-12-2021

Niets uit deze rapportage mag worden veeelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Doel .....	4
1.3	Leeswijzer .....	4
<b>2</b>	<b>Werkwijze .....</b>	<b>5</b>
2.1	Inleiding .....	5
2.2	Modelgebied.....	5
2.2.1	Modelgrens.....	5
2.2.2	Randvoorwaarden .....	6
2.2.3	Initiële condities.....	6
2.3	Modelopbouw .....	7
2.4	Modelvarianten .....	7
2.4.1	Huidige situatie .....	7
2.4.2	Toekomstige situatie (inclusief plangebied Vries Zuid).....	7
2.5	Toetsing .....	7
2.5.1	Toetsing rioolontwerp .....	7
2.5.2	Toetsing klimaatbestendig ontwerp .....	8
2.5.3	Toetsing functioneren wadi .....	8
<b>3</b>	<b>Ontwerp Plangebied Vries Zuid .....</b>	<b>10</b>
3.1	Inleiding .....	10
3.2	Rioolontwerp.....	10
3.3	Vuilwaterstelsel .....	11
3.3.1	Ontwerp.....	11
3.3.2	DWA-belasting .....	11
3.3.3	Aandachtspunten .....	11
3.4	Regenwaterstelsel.....	12
3.4.1	Ontwerp.....	12
3.4.2	Verhard oppervlak.....	13
3.4.3	Wadi en vijver Diepsloot.....	14
3.4.4	Bodem wadi .....	15
3.4.5	Aandachtspunten .....	15
3.5	Oppervlaktewater .....	16
3.6	Maaiveldontwerp.....	18
3.6.1	Maaiveldhoogte .....	18
3.6.2	Landgebruik .....	19
3.6.3	Aandachtspunten .....	20
<b>4</b>	<b>Resultaten toetsing .....</b>	<b>21</b>
4.1	Huidige situatie .....	21
4.2	Toekomstige situatie .....	22
4.2.1	Maximale waterdieptekaart.....	22



4.2.2	Aandachtspunten .....	22
4.2.3	Regenwaterstructuurkaart.....	24
4.2.4	Kwetsbare panden en wegen.....	25
4.2.5	Functioneren wadi.....	26
4.2.6	Functioneren oppervlaktewatersysteem .....	29
<b>5</b>	<b>Extra varianten.....</b>	<b>32</b>
5.1	Aanleiding.....	32
5.2	Modelschematisatie & toetsing .....	32
5.2.1	Modelschematisatie variant 1.....	32
5.2.2	Modelschematisatie variant 2.....	32
5.2.3	Toetsing en modelanalyse .....	33
5.3	Resultaten.....	34
<b>6</b>	<b>Drainageplan.....</b>	<b>36</b>
6.1	Bodemopbouw .....	36
6.2	Grondwaterstanden.....	37
6.3	Drainageadvies.....	38
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>40</b>
7.1	Conclusies.....	40
7.2	Aanbevelingen .....	41
	<b>Bijlage I Componenten 3Di model .....</b>	<b>42</b>
	<b>Bijlage II Modelbouw .....</b>	<b>44</b>
<b>Bijlage III</b>	<b>Conversietabellen.....</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage IV</b>	<b>DWA-ontwerp.....</b>	<b>51</b>
<b>Bijlage V</b>	<b>RWA-ontwerp.....</b>	<b>54</b>
<b>Bijlage VI</b>	<b>RWA-ontwerp (met Fase 2).....</b>	<b>57</b>
<b>Bijlage VII</b>	<b>Hoogtekaart toekomstige situatie Vries Zuid .....</b>	<b>58</b>
<b>Bijlage VIII</b>	<b>Maximale waterdiepte kaarten T100 .....</b>	<b>64</b>
<b>Bijlage IX</b>	<b>Grondwaterstanden.....</b>	<b>65</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Aan de zuidkant van de kern Vries (gemeente Tynaarlo) staat een nieuw woongebied op de planning, Vries Zuid genaamd. Hiervoor is een stedenbouwkundig plan en beeldkwaliteitsplan in concept gereed. Deze is opgesteld door LAOS Landschapsarchitectuur. Bij uitbreiding, herinrichting en inbreiding in bestaand stedelijk gebied wordt door gemeente Tynaarlo nadrukkelijk rekening gehouden met het toekomstige klimaat.

Het plangebied is zo'n 5,75 hectare groot en er zijn 40 tot 75 woningen voorzien. Waterberging voor hemelwater moet in eerste instantie binnen de grenzen van het plangebied worden opgenomen. Het afvalwater wordt via de riolering van de bestaande woonwijk ten noorden van het plangebied afgevoerd naar de zuivering.

Gemeente Tynaarlo heeft Nelen & Schuurmans gevraagd een water- en rioleringsplan voor een klimaatbestendig en waterrobuust Vries Zuid op te stellen.

## 1.2 Doel

Het doel van het water- en rioleringsplan is om:

- › Advies te geven over de ligging en dimensies van de riolering
- › Advies te geven over de af te geven vloerpeilen en de hoogtes van de wegassen
- › Advies te geven over de drainage
- › Input te leveren voor beheerplannen en het uitvoeringsplan
- › Inhoudelijke onderbouwing te geven voor de communicatie met de omgeving

## 1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de opbouw van het gebruikte hydrodynamische rekenmodel en de gebruikte toetsingsmethodiek beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt het ontwerp voor plangebied Vries Zuid gepresenteerd. Hierin komen het rioolontwerp (vuilwaterstelsel en regenwaterstelsel), het ontwerp van het oppervlaktewatersysteem en het maaiveldontwerp voor Vries Zuid aan bod.

Vervolgens gaat Hoofdstuk 4 verder in op de resultaten van de toetsing van het ontwerp op basis van modelberekeningen. Dit hoofdstuk is onderverdeeld in (1) de rekenresultaten voor de huidige situatie van Tynaarlo en Vries Zuid en (2) de rekenresultaten voor de toekomstige situatie van Vries Zuid. De aanvullende varianten van het ontwerp worden in Hoofdstuk 5 beschreven.

Hoofdstuk 6 beschrijft het drainageplan van het plangebied Vries Zuid. Tot slot staan in Hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen ten aanzien van het water- en rioleringsplan van Vries Zuid.



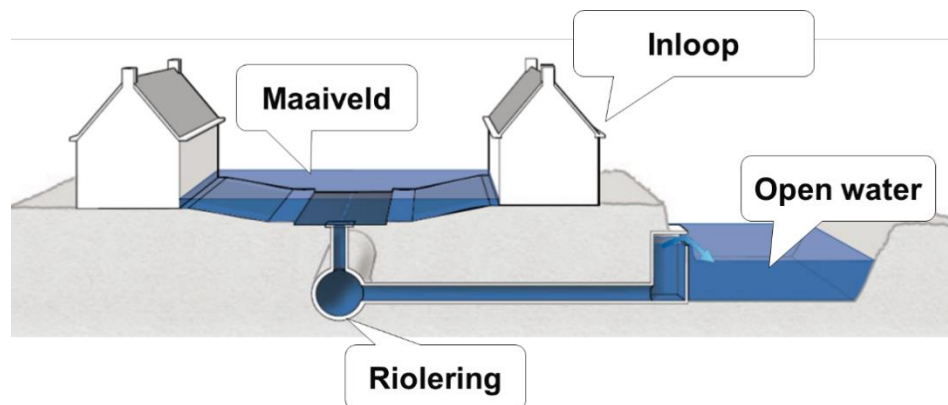
## 2 Werkwijze

### 2.1 Inleiding

Voor de studie van Plan Vries Zuid is een integraal 3Di-model opgebouwd (<https://3diwatermanagement.com/>). Een integraal 3Di model rekent in één tijdstap verschillende typen waterstromingen door. Dit integrale 3Di model bestaat uit de volgende componenten (Figuur 2-1):

- › Inloopcomponent (0D)
- › Rioleringscomponent (1D)
- › Oppervlaktewatercomponent (1D & 2D)
- › Maaiveldcomponent (2D)

De algemene beschrijving van de componenten voor een integraal 3Di model zijn vermeld in Bijlage I.



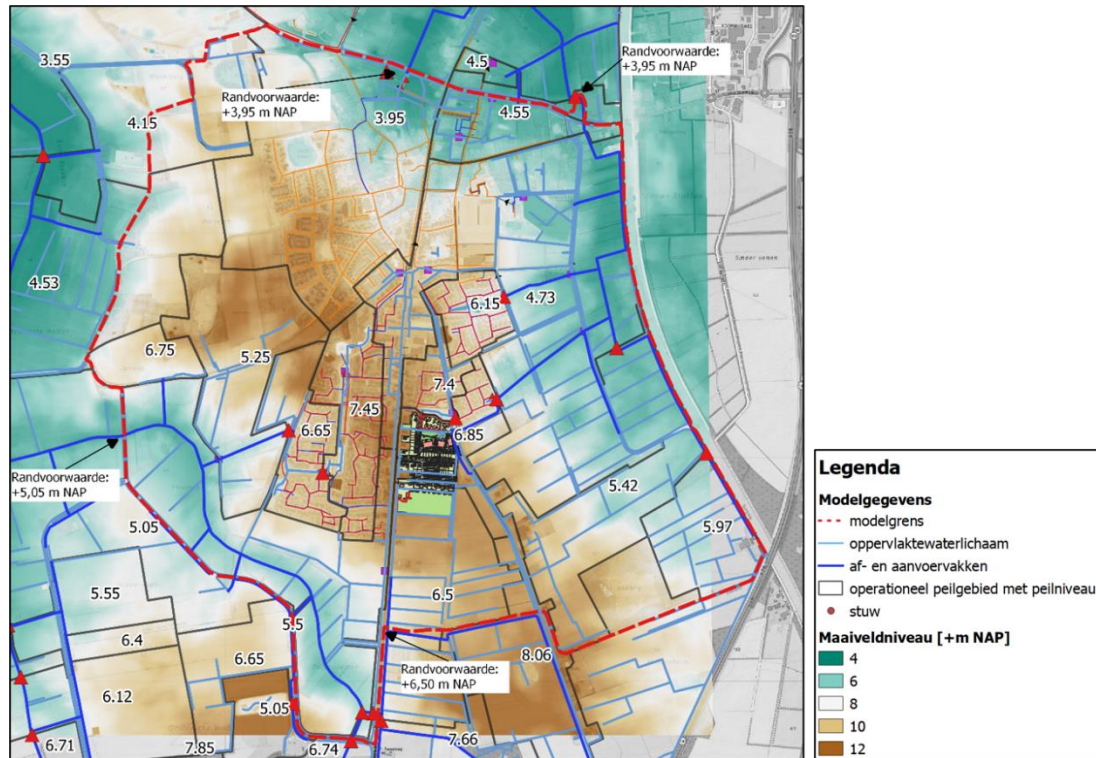
Figuur 2-1: Het integrale 3Di model voor Plan Vries Zuid, bestaande uit een inloopcomponent, rioleringscomponent, oppervlaktewatercomponent en maaiveldcomponent.

### 2.2 Modelgebied

#### 2.2.1 Modelgrens

Het model is opgesteld voor de kern Vries. De modelgrens (Figuur 2-2, volgende pagina) is bepaald op basis van bestaande hydrologische grenzen zoals peilgebieden en het hoogteverloop.

De modelgrens ligt aan de oostkant op de kade van het Noord-Willemskanaal. Aan de noordkant vormen de (Verlengde) Noordenveldweg en de Esakkers grotendeels de modelgrens. Aan de zuidkant vormen de waterschapsgrens, een hoger gelegen landweg langs de Boerveenseloop en de Asserstraat de modelgrens. Aan de westkant is de Vriezerhoek en Hooijdijk de modelgrens.



Figuur 2-2 Modelgrens (rood omlijnd) en locaties van de randvoorwaarden

### 2.2.2 Randvoorwaarden

In het model zijn waterstandsrandvoorwaarden toegepast aan de benedenstroomse kant van stuwen en hoofdwatergangen. Bij de overige watergangen zijn geen randvoorwaarden toegepast, aangezien deze vooral een bergende functie hebben. De volgende randvoorwaarden zijn toegepast (zie ook Figuur 2-2):

- › Aan de noordkant van het gebied bevindt zich een stuw met de naam Dolfingstuw. Aan de benedenstroomse kant van de stuw is in het model een randvoorwaarde geplaatst met een peil van +3,95 m NAP.
- › Aan de noordkant gaat een duiker onder de Noordenveldseweg door. Bij deze duiker is in het model een randvoorwaarde geplaatst met een peil van +3,95 m NAP.
- › Aan de westkant van het gebied stroomt het Stroetendiep naar het westen toe. Het Stroetendiep heeft weinig tot geen invloed op de modelresultaten in de bebouwde kom van Vries. Om ervoor te zorgen dat het water van het Stroetendiep het model uit kan stromen, is er in het model een randvoorwaarde geplaatst met een peil van +5,05 m NAP. Dit peil is gebaseerd op het zomerstreefpeil.
- › Aan de zuidkant van het gebied stroomt een hoofdwatergang richting het zuiden. Hier is in het model een randvoorwaarde geplaatst met een peil van +6,50 m NAP.

### 2.2.3 Initiële condities

Alle watergangen hebben een initiële waterstand gelijk aan het hoogste streefpeil (worst case scenario; meestal gelijk aan zomerpeil) van het peilgebied waar ze in liggen.



## 2.3 Modelopbouw

Een deel van de gegevens in het 3Di-model is overgenomen uit het InfoWorks rioleringsmodel van de gemeente Tynaarlo<sup>1</sup>. De overige informatie voor de modelbouw is gebaseerd op open data bronnen en gegevens van het waterschap. In Bijlage II staat de invulling van de verschillende modelcomponenten beschreven.

## 2.4 Modelvarianten

Voor de toetsing wordt onderscheid gemaakt tussen de huidige situatie en de toekomstige situatie (inclusief het ontwerp voor plangebied Vries Zuid).

### 2.4.1 Huidige situatie

Om inzichtelijk te krijgen hoe het huidige (afval)watersysteem functioneert, is het model van de huidige situatie doorgerekend met een regenbui van 58 mm in 1 uur tijd. Dit is een hevige bui die in het huidige klimaat bij benadering gemiddeld eens in de 100 jaar valt (T100). Dit geeft een beeld van de knel- en aandachtspunten. De neerslag valt in een blokbui van 1 uur (dus een uur lang dezelfde regenintensiteit), gevolgd door een periode van 3 uur 'droog'. In die periode regent het niet meer, maar kan het water nog wel tot afstroming komen.

Van dit scenario zijn de maximale waterdiepte en de regenwaterstructuur (afvoerroutes van regenwater dat oppervlakkig over maaiveld tot afstroming komt) bepaald.

### 2.4.2 Toekomstige situatie (inclusief plangebied Vries Zuid)

Voor de toetsing van de toekomstige variant wordt onderscheid gemaakt tussen de toetsing van het rioolontwerp en toetsing van het klimaatbestendig ontwerp Vries Zuid. Belangrijk aspect van het klimaatbestendig ontwerp is het hydraulisch functioneren van de wadi. De toetsingen zijn hieronder verder toegelicht.

Voor de toetsing van de toekomstige situatie is een modelvariant gemaakt waarin het ontwerp van het plangebied Vries Zuid is verwerkt. Het ontwerp en de schematisatie worden besproken in Hoofdstuk 3.

## 2.5 Toetsing

### 2.5.1 Toetsing rioolontwerp

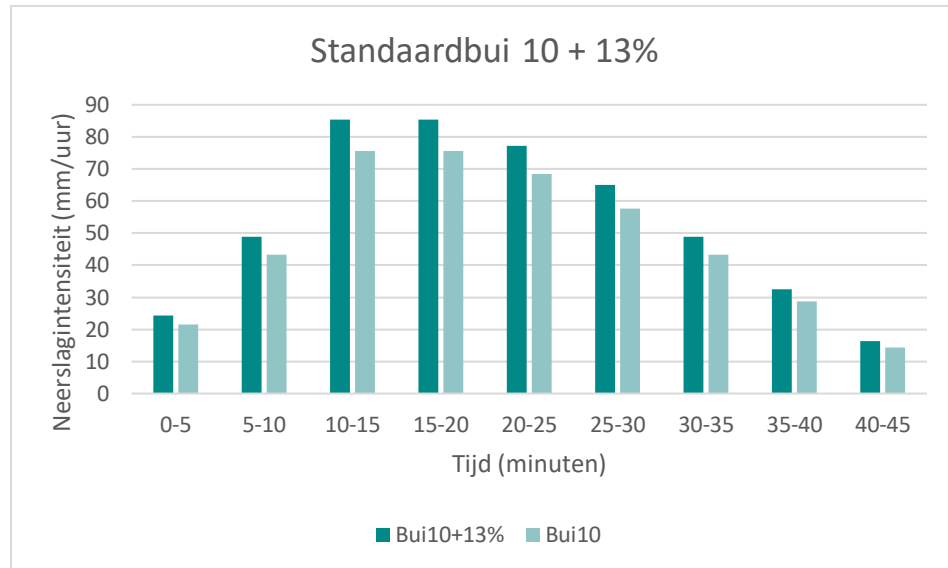
Het rioolontwerp voor het plangebied Vries-Zuid wordt hydraulisch getoetst met een Standaardbui10 + 13% uit de Kennisbank Stedelijk Water van Stichting Rioned (Figuur 2-3). Het toetsingscriterium voor dit scenario is minimaal 20 cm waking bij alle inspectieputten. Het rioolontwerp wordt zodanig geoptimaliseerd dat aan dit criterium voldaan wordt.

Van het geoptimaliseerde rioolontwerp worden de BOB's, diameters van leidingen en hoeveelheid optredende waking gevisualiseerd in kaartmateriaal. Daarnaast zijn op relevante plekken langsdorsneden van het RWA-stelsel weergegeven tijdens de piek van de bui.

---

<sup>1</sup> Export in de vorm van shapefiles en csv bestanden, aangeleverd 18 augustus 2020





Figuur 2-3: Standaardbui10 & Standaardbui10+13% (Kennisbank Stedelijk Water, Stichting Rioned)

### 2.5.2 Toetsing klimaatbestendig ontwerp

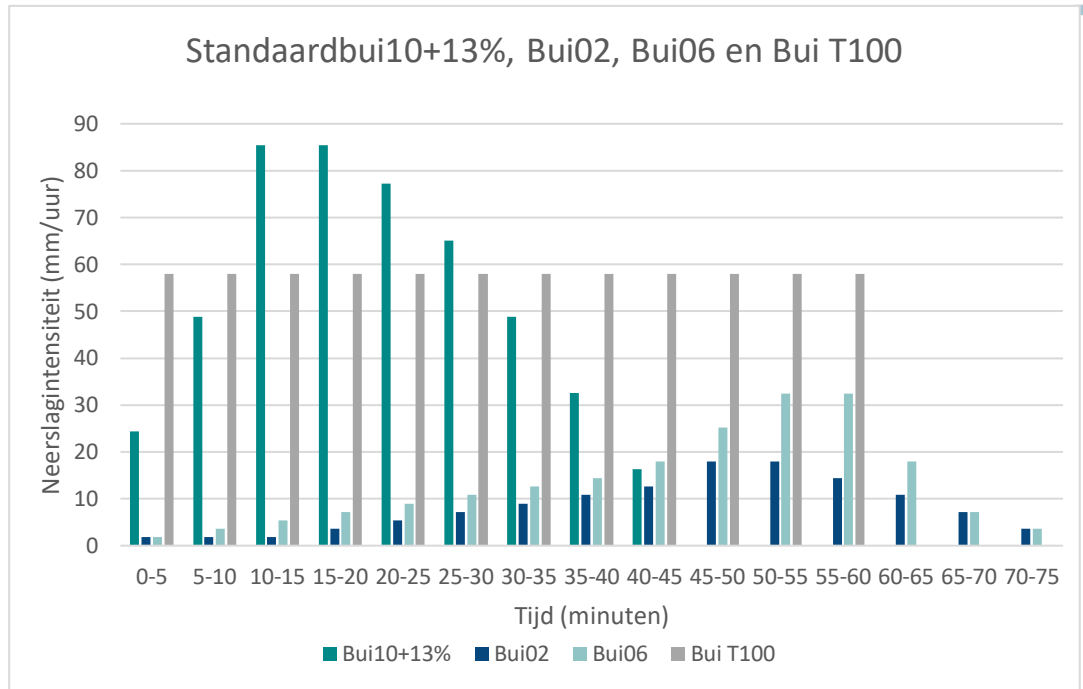
De toekomstige situatie (inclusief het geoptimaliseerde rioolontwerp) wordt getoetst op klimaatbestendigheid. Voor deze toetsing wordt het model doorgerekend met een T100 neerslagsituatie (regenbui van 58 mm in 1 uur tijd), gevolgd door een periode van 3 uur 'droog'. Het toetsingscriterium is dat er geen water in de woningen mag stromen en dat de waterdiepte op straat maximaal 10 cm is.

De rekenresultaten van de toetsing van het klimaatbestendig ontwerp worden omgezet naar een maximale waterdieptekaart, een regenwaterstructuurkaart en de risico's ten aanzien van de begaanbaarheid wegen en de kwetsbaarheid van panden.

### 2.5.3 Toetsing functioneren wadi

Een belangrijk onderdeel van het ontwerp is de wadi in het noorden van het plangebied Vries Zuid. Voor deze wadi is geanalyseerd hoeveel water de wadi in- en uitstroomt en hoelang er water in de wadi blijft staan. Dit is gedaan aan de hand van vier scenario's (Figuur 2-4):

- › StandaardBui02 (duur 75 minuten) + 24 uur droog
- › StandaardBui06 (duur 75 minuten) + 24 uur droog
- › StandaardBui10+13% (duur 45 minuten) + 24 uur droog
- › Bui T100 (58 mm in 1 uur) + 24 uur droog



Figuur 2-4: Standaardbui10+13%, Standaardbui02, Standaardbui06 en Klimaatbui T100 (Kennisbank Stedelijk Water, Stichting Rioned)



## 3 Ontwerp Plangebied Vries Zuid

### 3.1 Inleiding

Voor het ontwerp van plangebied Vries Zuid (Figuur 3-1) is onderscheid gemaakt tussen het ontwerp van de riolering, het oppervlaktewater en het maaiveld. De verschillende ontwerpen worden in voorliggend hoofdstuk beschreven (Paragraaf 3.2 t/m 3.6).

We gaan ervan uit dat in de toekomst ook nog een ontwikkeling komt ten zuiden van het plangebied (Fase 2 in Figuur 3-1). Deze ontwikkellocatie is ongeveer 2,0 hectare groot en bestaat voor 50% uit verhard oppervlak.



Figuur 3-1: Locatie van plangebied Vries Zuid (Fase 1). De toekomstige ontwikkellocatie (Fase 2) is rood omlijnd.

### 3.2 Rioolontwerp

Voor het plangebied Vries Zuid hebben we een gescheiden rioolontwerp opgesteld dat aansluit op het bestaande vuilwater- en regenwaterstelsel in de Graskampen. Het rioolontwerp bestaat uit een vuilwaterstelsel (Paragraaf 3.3) en een regenwaterstelsel (Paragraaf 3.4).

In het gehele plangebied ligt het vuilwaterstelsel hoger dan het regenwaterstelsel, zodat er geen zinkers nodig zijn bij kruisingen van de stelsels. Er is met de hoogteligging voor gezorgd dat het vuilwaterstelsel van Fase 2 onder vrijverval kan aansluiten op het vuilwaterstelsel van Vries Zuid. Daarnaast is het tracé van de stelsels zodanig gekozen dat het vuilwaterriool dichter bij de bebouwing ligt dan het regenwaterriool. Het ontwerp, de belasting en enkele aandachtspunten van de stelsels zijn hieronder beschreven.



### 3.3 Vuilwaterstelsel

#### 3.3.1 *Ontwerp*

Het vuilwaterstelsel van Vries Zuid wordt aangesloten op het vuilwaterstelsel van de Graskampen. Ter hoogte van de aansluiting heeft het vuilwaterstelsel van de Graskampen een BOB van +7,46 m NAP. Het nieuwe stelsel krijgt ter plekke van de aansluiting een BOB van +8,15 m NAP. Vanuit het aansluitpunt is het vuilwaterstelsel met het volgende verhang ontworpen: 0-100 m: 1:200, 100-200 m: 1:400, >200 m: 1:800.

De tekening van het ontwerp van het vuilwaterstelsel is weergegeven in Bijlage IV. De diameters van de leidingen (inclusief materiaalsoort) en de BOB's van de leidingen en putten zijn hierin terug te vinden.

#### 3.3.2 *DWA-belasting*

Het vuilwaterstelsel in het plangebied wordt alleen belast met droogweerafvoer afkomstig van de woningen in het plangebied. In de berekeningen is uitgegaan van 75 woningen met een gemiddelde bezetting van 2,5 bewoners per woning en een drinkwaterverbruik van 150 L/dag per persoon. Dat betekent dat in de toekomst ongeveer 28 m<sup>3</sup> vuilwater per dag wordt afgevoerd. De droogweerafvoer van de woningen is gekoppeld aan de dichtstbijzijnde vuilwaterput. Uitzondering vormt het kavel aan de Asserstraat, tussen huisnummer 21 en 23. Bij deze woning is ervan uitgegaan dat het bestaande drukrioolgemaal van huisnummer 21 inpikt op de bestaande drukriolerings.

Ook is de droogweerafvoer van Fase 2 (uitbreiding plangebied) meegenomen in het ontwerp van het vuilwaterstelsel. Voor dit gebied is uitgegaan van eenzelfde aantal woningen per hectare als in het plangebied zelf (75 woningen op 5,75 hectare). Dit betekent dat het gebied van Fase 2 ruimte heeft voor 26 woningen. In de toekomst zal er met dezelfde woningbezetting ongeveer 10 m<sup>3</sup> per dag vuilwater afgevoerd worden. Deze toekomstige DWA-belasting is evenredig verdeeld over de twee aansluitingen in het zuiden van het huidige plangebied.

#### 3.3.3 *Aandachtspunten*

In het ontwerp van het vuilwaterstelsel is een leiding opgenomen naast het zandpad in noord-zuid-richting (Figuur 3-2 locatie 1). Volgens het huidige inrichtingsplan worden op deze leiding geen huisaansluitingen aangesloten. Het is echter mogelijk dat de ligging van de kavels verandert. Mocht die situatie zich voordoen, dan is er al een leiding beschikbaar waarop de panden aangesloten kunnen worden. Daarnaast maakt deze leiding het vuilwaterstelsel robuuster, doordat er meerdere afvoerroutes zijn.

In het zuiden kruist het vuilwaterstelsel vier duikers (Figuur 3-2 locaties 2 t/m 5). Deze duikers moeten nog worden aangelegd.



Figuur 3-2: Aandachtspunten in het vuilwaterstelsel. Zie tekst voor toelichting op de nummering.

## 3.4 Regenwaterstelsel

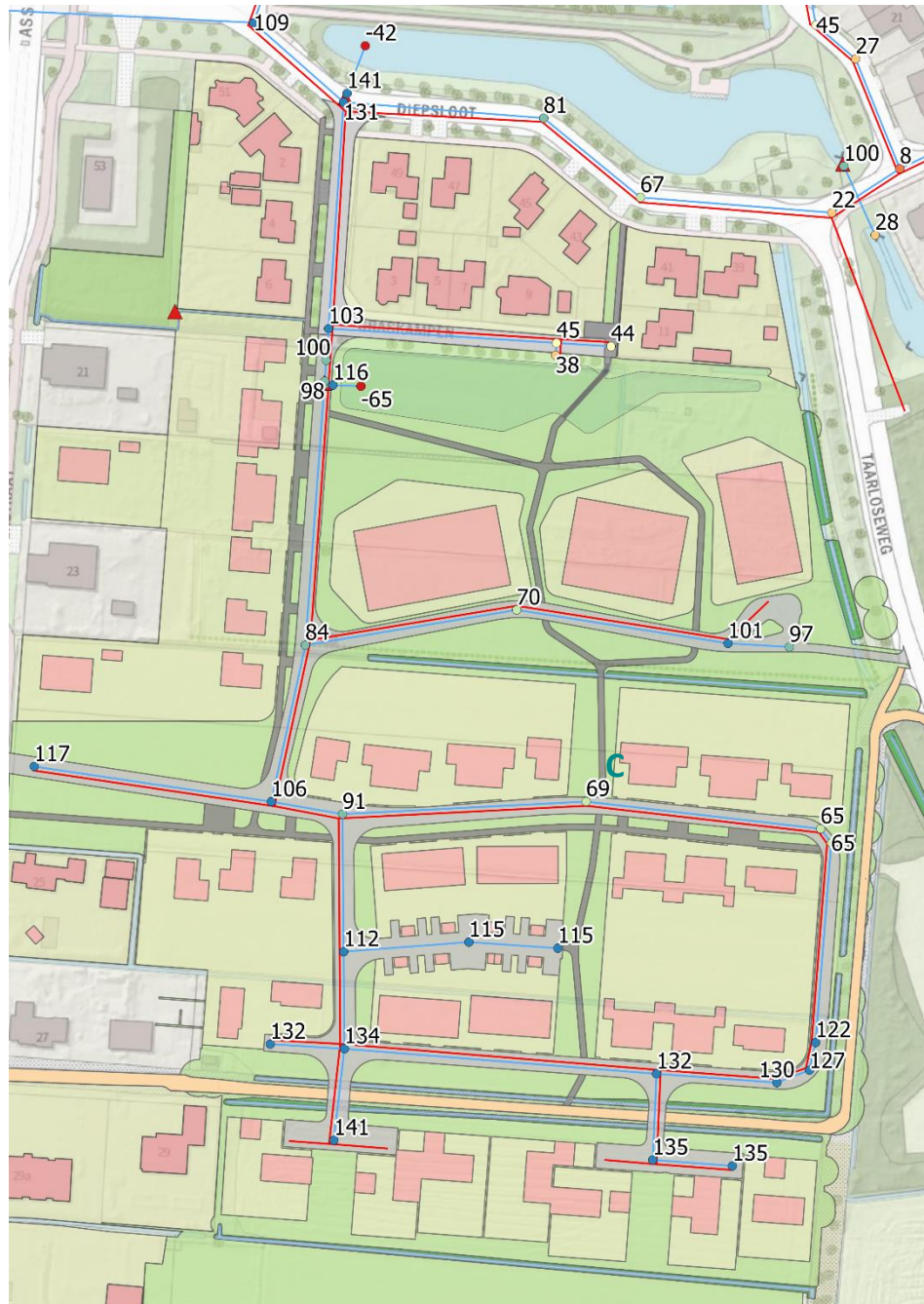
### 3.4.1 Ontwerp

Het regenwaterstelsel ligt lager dan het ontworpen vuilwaterstelsel en heeft ter plekke van de aansluiting op de Graskampen een BOB van +7,55 m NAP. Het regenwaterstelsel heeft in het hele plangebied een afschot van 1:1000.

Het ontwerp van het regenwaterstelsel moet voldoen aan het toetsingscriterium van minimaal 20 cm waking bij Bui10+13%. Het ontwerp voldoet aan deze norm (Figuur 3-3).

De tekening van het ontwerp van het regenwaterstelsel is weergegeven in Bijlage V. De diameters van de leidingen (inclusief materiaal) en de BOB's zijn hierop te zien.

Let op dat in het ontwerp de regenwaterafvoer van Fase 2 (uitbreiding plangebied) niet is meegenomen. Het maaiveld van Fase 2 loopt naar het zuiden toe af, waardoor dat de meest logische afvoerrouterichting van het regenwater is. Het regenwater dat in het plangebied van Fase 2 valt, zal namelijk vooral zuidwaarts afstromen en niet in de richting van het plangebied van Fase 1. Het effect van het toevoegen van regenwaterafvoer Fase 2 op het huidige regenwaterstelsel voor plangebied Vries-Zuid is wel in beeld gebracht in Bijlage VI. Indien er toch voor wordt gekozen de regenwaterafvoer van Fase 2 aan te sluiten op het stelsel van het plangebied van Fase 1, dan zijn er in het plangebied van Fase 1 grotere buisdiameters nodig dan nu in het ontwerp is opgenomen.



Figuur 3-3: Optredende waking bij het ontwerp van het regenwaterstelsel bij Bui10+13%

### 3.4.2 Verhard oppervlak

In de berekening is ervan uitgegaan dat al het water van de daken en wegen via de riolering wordt afgevoerd. In het plangebied is er ongeveer 7.200 m<sup>2</sup> straatoppervlak en 8.140 m<sup>2</sup> dakoppervlak aangesloten op het regenwaterstelsel. In de modelschematisatie zijn de daken direct aan de regenwaterputten gekoppeld. Uitzondering hierop vormen de twee toekomstige gebouwen aan de Asserstraat, tussen huisnummer 21 en 25. Bij deze gebouwen gaan we ervan uit dat deze op de greppel/watergang aan de Asserstraat afwateren.

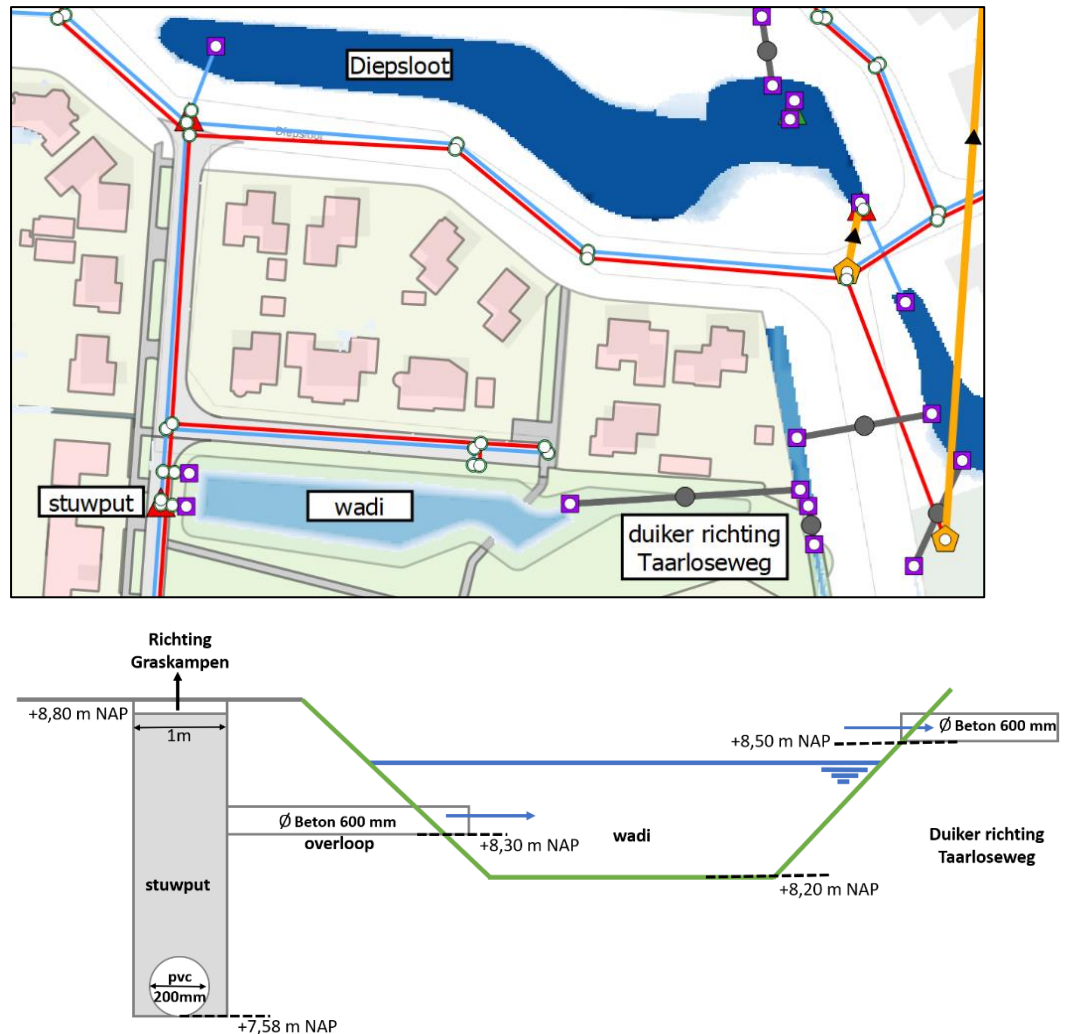
In de modelschematisatie valt de neerslag zowel op het onverharde als het verharde terrein. In het onverharde terrein infiltreert een deel van de neerslag. Afhankelijk van de



neerslagintensiteit kan een deel van de neerslag afstromen naar de weg en daar in de riolering treden.

### 3.4.3 Wadi en vijver Diepsloot

Een belangrijk onderdeel van het regenwaterstelsel is de wadi in het noordelijke deel van het plangebied (ten zuiden van de Graskampen). Deze wadi zorgt ervoor dat het hemelwater zoveel mogelijk in het plangebied zelf wordt geborgen. De bodem van de wadi ligt op +8,20 m NAP (Figuur 3-4). In de wadi kan ongeveer 1.125 m<sup>3</sup> water worden geborgen.



Figuur 3-4: Principe van de stuwput en afwatering wadi. Bij lichte buien stroomt het regenwater af via de doorlaat van rond 200 richting de Graskampen en komt in de vijver bij de Diepsloot terecht. Bij hevige buien voert het regenwater via een rond 600 leiding ook af naar de wadi. Bij het waterniveau van 8,50+ m NAP in de wadi, voert het water via de duiker af richting de sloot aan de Taarloseweg.

Bij de aansluiting van het regenwaterstelsel van de Graskampen is een stuwput in het ontwerp meegenomen (Figuur 3-4). Dit is een knijpconstructie waarmee het water gedoseerd naar de Graskampen wordt afgevoerd. Bij lichte buien stroomt het water vooral richting de Graskampen. Bij hevige buien stroomt het water vooral richting de wadi. Dit is het geval indien het waterniveau in de stuwput een waarde van +8,30 m NAP bereikt. Hiermee wordt voorkomen dat de vijver aan de Diepsloot wordt overbelast. In het kader van de waterkwaliteit is het wel wenselijk dat er water in de vijver terecht komt.



Ter hoogte van de stuwput krijgt het regenwaterstelsel een uitlaat op de wadi (Figuur 3-4). Het is de bedoeling dat het water in de wadi wordt vastgehouden en dat het water langzaam naar de ondergrond infiltreert. In het geval dat de neerslagintensiteit groter is dan de infiltratiecapaciteit van de wadi, zal het waterniveau in de wadi toenemen. Indien de wadi te vol wordt en het waterniveau van +8,50 m NAP wordt bereikt (30 cm water in de wadi), stroomt het regenwater via een duiker (rond 600 mm) richting de sloot nabij de Taarloseweg, aan de oostkant van de wadi. Eventueel kan deze duiker worden vervangen door een greppel met hetzelfde natte oppervlak als de duiker en dezelfde bodemhoogte als de BOB van de duiker. Na afloop van een bui, wanneer de waterstanden in het regenwaterstelsel weer zijn gezakt, kan water van de wadi via de uitlaat weer in het regenwaterstelsel terug stromen.

#### 3.4.4 *Bodem wadi*

In de modelberekeningen gaan we uit van een infiltratiecapaciteit van 480 mm/dag voor de bodem van de wadi. In de huidige situatie heeft de bodem mogelijk een lagere infiltratiecapaciteit door de aanwezigheid van een leemlaag. Deze infiltratiecapaciteit kan worden verhoogd door grondverbetering uit te voeren. Bodemonderzoek moet uitwijzen hoe diep en hoe dik de leemlaag precies is. Ter plekke van de wadi kan de leemlaag verwijderd worden en of gemengd worden met grof zand. Dat komt de infiltratiecapaciteit ten goede. Wanneer de wadi in een V-vorm wordt aangelegd, hoeft alleen op het diepste punt de leemlaag verwijderd te worden en kan door toepassing van een grindkoffer het water snel in de ondergrond infiltreren.

#### 3.4.5 *Aandachtspunten*

Ook in het ontwerp van het regenwaterstelsel is een leiding naast het zandpad in noord-zuid-richting opgenomen (Figuur 3-5 locatie 1, volgende pagina). Volgens het huidige inrichtingsplan, worden op deze leiding geen huisaansluitingen aangesloten. Het is echter mogelijk dat de ligging van de kavels verandert. In dat geval is er in dit ontwerp een leiding beschikbaar waarop deze panden en kolken aangesloten kunnen worden. Daarnaast is de weg waaronder de regenwaterleiding ligt op één oor ontworpen (Figuur 3-6, volgende pagina), waardoor het water ook oppervlakkig tot afstroming kan komen in de richting van de greppel. Dit zorgt voor extra robuustheid in het ontwerp.

In het zuiden kruist het regenwaterstelsel vier duikers (Figuur 3-5 locatie 2 t/m 5). Deze duikers moeten nog worden aangelegd.

We raden een drainageleiding ter hoogte van de erfscheiding met de panden aan de Asserstraat (Figuur 3-5 locatie 6) aan. Deze drainage dient om het overtollige regenwater van de achtertuinen af te voeren. Deze drainageleiding wordt aangesloten op het regenwaterstelsel.





Figuur 3-5: Aandachtspunten in het regenwaterstelsel. Zie tekst voor toelichting op de nummering.

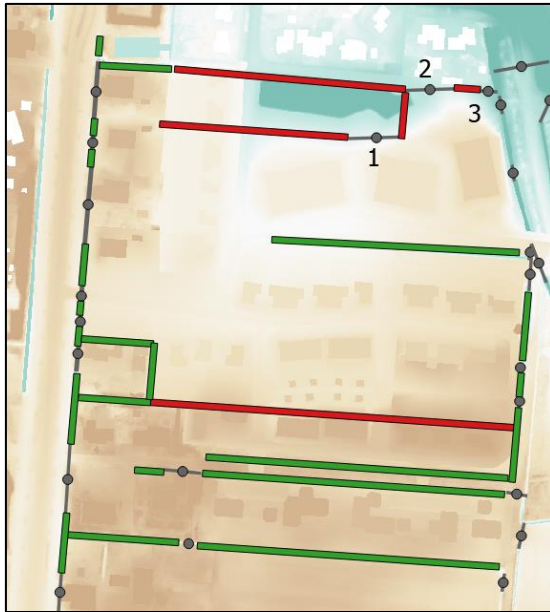


Figuur 3-6: Dwarsprofiel van de weg die op één oor ligt (van A naar B) en waarbij het water dus zal afstromen naar de lager gelegen greppel.

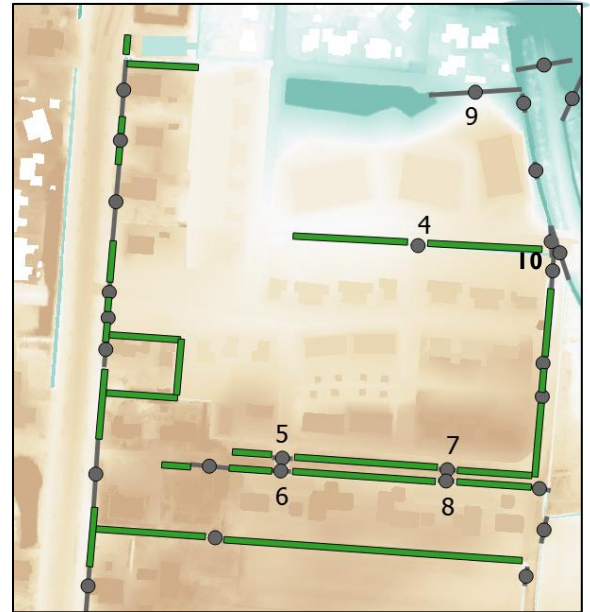
### 3.5 Oppervlaktewater

Voor het ontwerp van het oppervlaktewater van de toekomstige situatie dienen een aantal greppels gedempt te worden. Boven deze greppels worden in de toekomst wegen of panden aangelegd. In Figuur 3-7 zijn de greppels van de huidige situatie weergegeven: In rood zijn de greppels weergegeven die in het ontwerp gedempt zijn. In groen zijn de greppels weergegeven die in het ontwerp behouden blijven. In Figuur 3-8 zijn de greppels weergegeven die behouden blijven, inclusief de duikers van het oppervlaktewatersysteem. Er zijn een aantal duikers die geen rol meer spelen in het ontwerp van oppervlaktewatersysteem. Tevens zijn er een aantal duikers die aangelegd moeten worden in het plangebied.

Een overzicht van deze duikers en hun dimensies is weergegeven in Tabel 3-1.



Figuur 3-7: Het oppervlaktewatersysteem met greppels die gedempt moeten worden (rood) en greppels die behouden blijven (groen) in het ontwerp. De genummerde duikers dienen verwijderd te worden.



Figuur 3-8: De genummerde duikers in het plangebied dienen gerealiseerd te worden voor het plan Vries Zuid. In Tabel 3-1 zijn de kenmerken van deze duikers opgenomen.

Tabel 3-1: Duikers die overbodig zijn geworden in het ontwerp en welke aangelegd moeten worden in het ontwerp van het plangebied Vries Zuid. De nummering verwijst naar de duikers in Figuur 3-7 en Figuur 3-8.

Duikers	Overbodig/te realiseren	Uitleg	Dimensies
1	Overbodig	De greppel wordt gedempt dus de duiker is overbodig.	
2	Overbodig	De greppel wordt gedempt dus de duiker is overbodig.	
3	Overbodig	De greppel wordt gedempt dus de duiker is overbodig.	
4	Te realiseren	Er loopt een voetpad door de greppel heen. De greppel wordt gesplitst en onder het voetpad verbonden met een duiker.	Rond beton 300 mm
5	Te realiseren	Er loopt een weg door de greppel heen. De greppel wordt gesplitst en onder de weg verbonden met een duiker.	Rond beton 300 mm
6	Te realiseren	Er loopt een weg door de greppel heen. De greppel wordt gesplitst en onder de weg verbonden met een duiker.	Rond beton 300 mm
7	Te realiseren	Er loopt een weg door de greppel heen. De greppel wordt gesplitst en onder de weg verbonden met een duiker.	Rond beton 300 mm
8	Te realiseren	Er loopt een weg door de greppel heen. De greppel wordt gesplitst en onder de weg verbonden met een duiker.	Rond beton 300 mm
9	Te realiseren	Dit is de overloop van de wadi naar het oppervlaktewater aan de Taarloseweg.	Rond beton 600 mm
10	Te realiseren	Duiker loopt onder de nieuwe weg door en moet richting het noorden verlengd worden.	Rond beton 300 mm



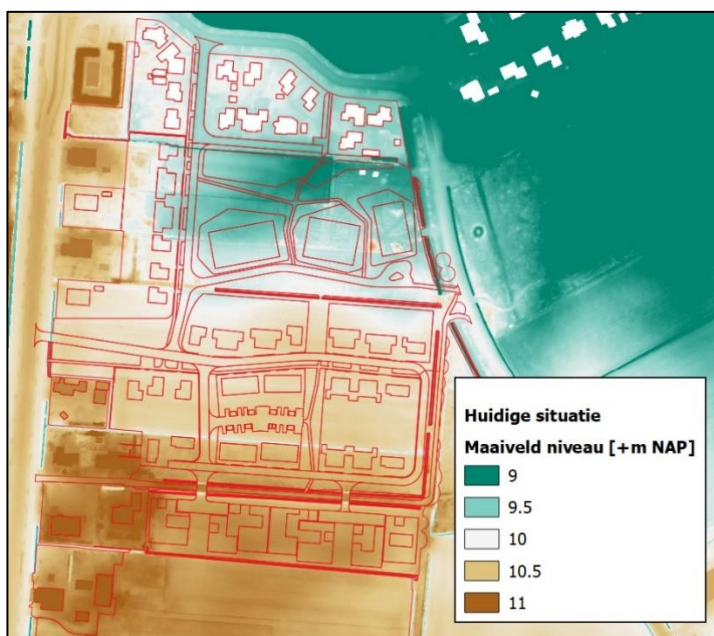
## 3.6 Maaiveldontwerp

### 3.6.1 Maaiveldhoogte

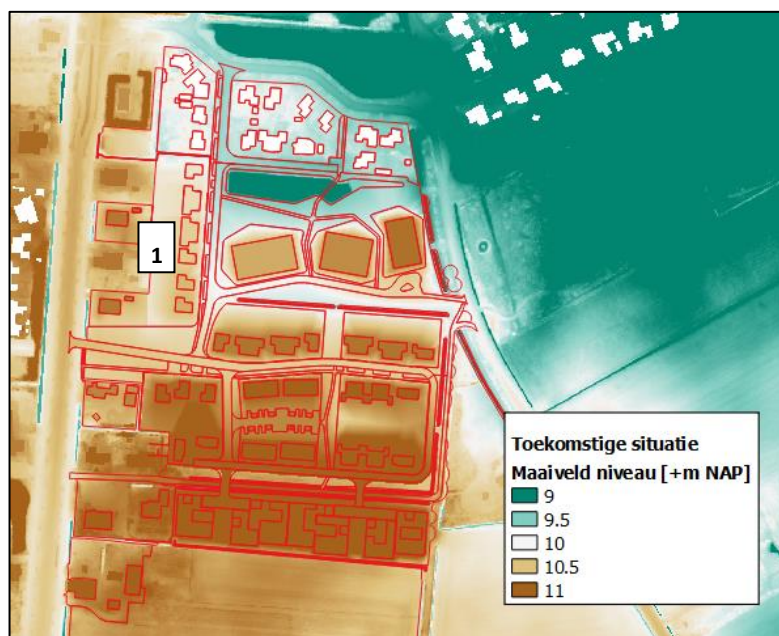
De huidige maaiveldhoogte in het gebied is variabel en kent een hoogteverloop van +8,90 m NAP in het noorden tot +10,90 m NAP in het zuiden (Figuur 3-11). Op basis van de hoogst gemeten grondwaterstand is er een nieuwe hoogtekaart voor het toekomstige plangebied opgesteld (Figuur 3-10). In Bijlage VII staat wat de hoogst gemeten grondwaterstanden zijn en op welke locaties de peilbuizen zich bevinden. Bij het maaiveldontwerp gelden de volgende uitgangspunten:

- › Wegassen liggen minimaal 80 centimeter boven de hoogste grondwaterstand (ontwateringsdiepte van 80 centimeter)
- › Vloerpeil van panden ligt 50 centimeter boven de as van de weg
- › Tussen de panden en wegen vindt interpolatie van de maaiveldhoogte plaats

Details van de opgestelde hoogtekaart zoals enkele principeprofielen, de vloerpeilen en de hoogte van de as van de wegen zijn weergegeven in Bijlage VII.



Figuur 3-9: Hoogtekaart van de huidige situatie plangebied Vries Zuid

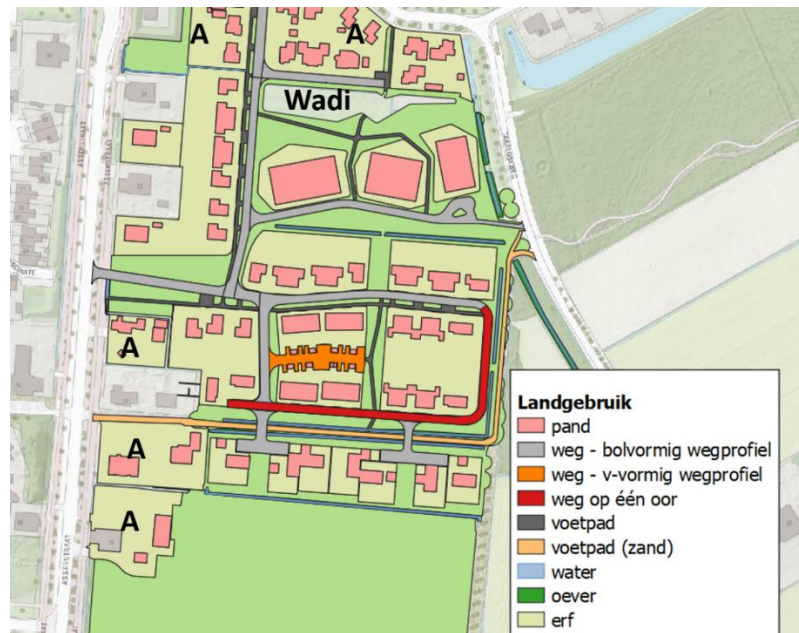


Figuur 3-10: Hoogtekaart van de toekomstige situatie plangebied Vries Zuid



### 3.6.2 Landgebruik

Aannames voor het landgebruik zijn vermeld in Figuur 3-11 en Tabel 3-2.



Figuur 3-11: Toekomstige landgebruik in het plangebied Vries Zuid. Gebieden met een A gemarkeerd, maken geen deel uit van het plangebied.

Tabel 3-2: Aannames voor het toekomstige landgebruik voor het plangebied in Vries Zuid.

Landgebruik	Aanname
<b>Wegen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Bolvormig wegprofiel: Zijkant van de weg ligt 5 cm lager dan de wegashoogte</li> <li>› V-vormig profiel: Zijkant van de weg ligt 5 cm hoger dan de wegashoogte</li> <li>› Op één oor: Onderkant van het oor ligt 5 cm lager dan de wegashoogte. Bovenkant van het oor ligt 5 cm hoger dan de wegashoogte</li> </ul>
<b>Panden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Vloerpeil 50 cm boven de wegashoogte</li> </ul>
<b>Erven</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Aflopend richting de weg</li> <li>› Ter hoogte van weg ligt het erf 5 cm hoger dan de zijkant van de weg</li> <li>› Ter hoogte van het pand ligt het maaiveld 45 cm hoger dan zijkant van de weg</li> </ul>
<b>Groen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› De maaiveldhoogte van de groenvoorziening wordt op basis van omliggende maaiveldhoogtes geïnterpoleerd.</li> </ul>
<b>Wadi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Bodemhoogte +8,20 m NAP</li> <li>› Talud van 1:4</li> <li>› Maaiveldhoogte insteek van de wadi gelijk aan het omliggende groen</li> </ul>
<b>Greppels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Huidige bodemhoogte wordt overgenomen als er een minimaal verschil is van 1,30 m met vloerpeil van omliggende panden</li> <li>› De bodemhoogte wordt aangepast indien niet aan bovenstaande eis wordt voldaan. Dan wordt de bodemhoogte = vloerpeil omliggende panden - 1,30 m</li> </ul>



### 3.6.3 *Aandachtspunten*

Het maaiveldontwerp kent het volgende aandachtspunt:

- › De panden die noord-zuid parallel aan de Asserstraat gebouwd worden, hebben lage achtertuinen. De Asserstraat ligt relatief hoog, waardoor de panden en tuinen aan de Asserstraat ook hoog liggen. De weg bij de nieuwbouwpanden moet echter aansluiten op de lageregelegen Graskampen. De panden en tuinen liggen daarom ook lager dan de panden aan de Asserstraat. De achtertuinen zijn zo ontworpen dat de tuinen ter plekke van de erfgrens het laagst zijn om water in de woning te voorkomen.

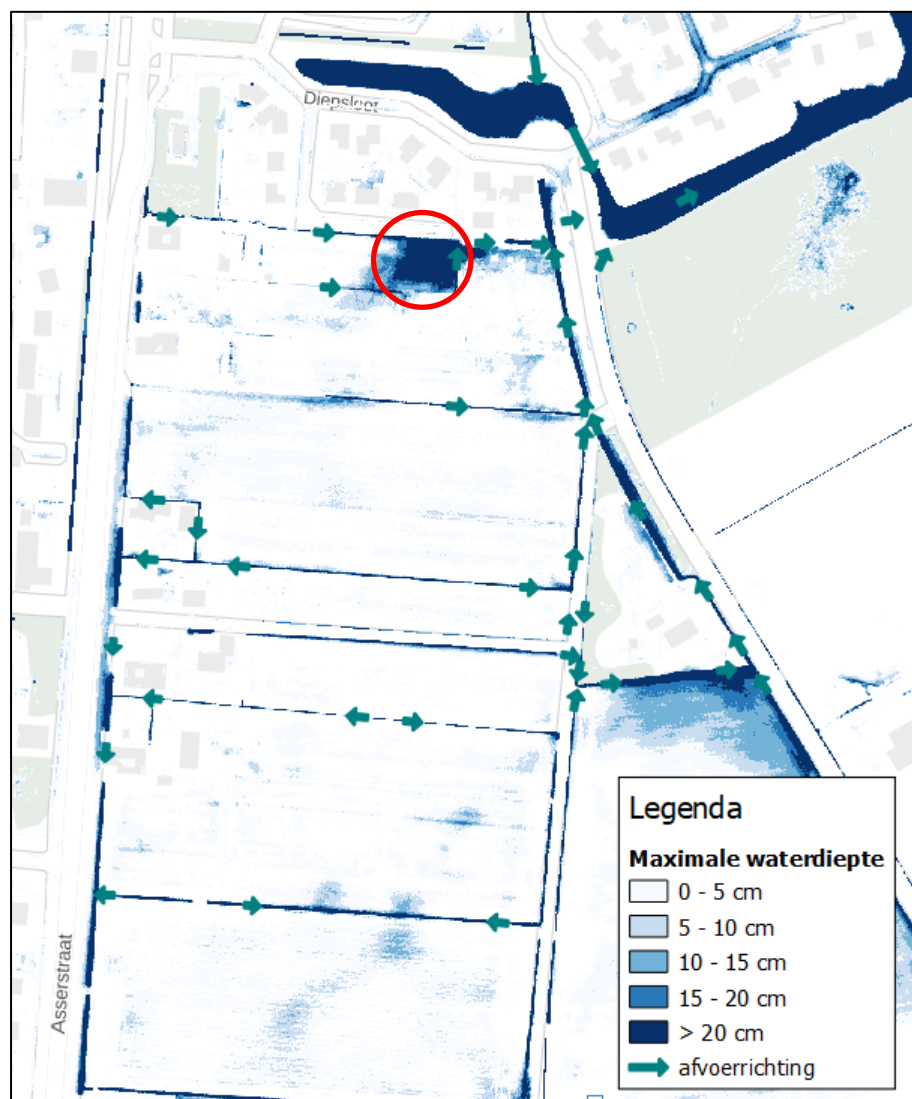


## 4 Resultaten toetsing

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het functioneren van het watersysteem van de huidige situatie (Paragraaf 4.1) en de toekomstige situatie (met plangebied Vries Zuid, Paragraaf 4.2).

### 4.1 Huidige situatie

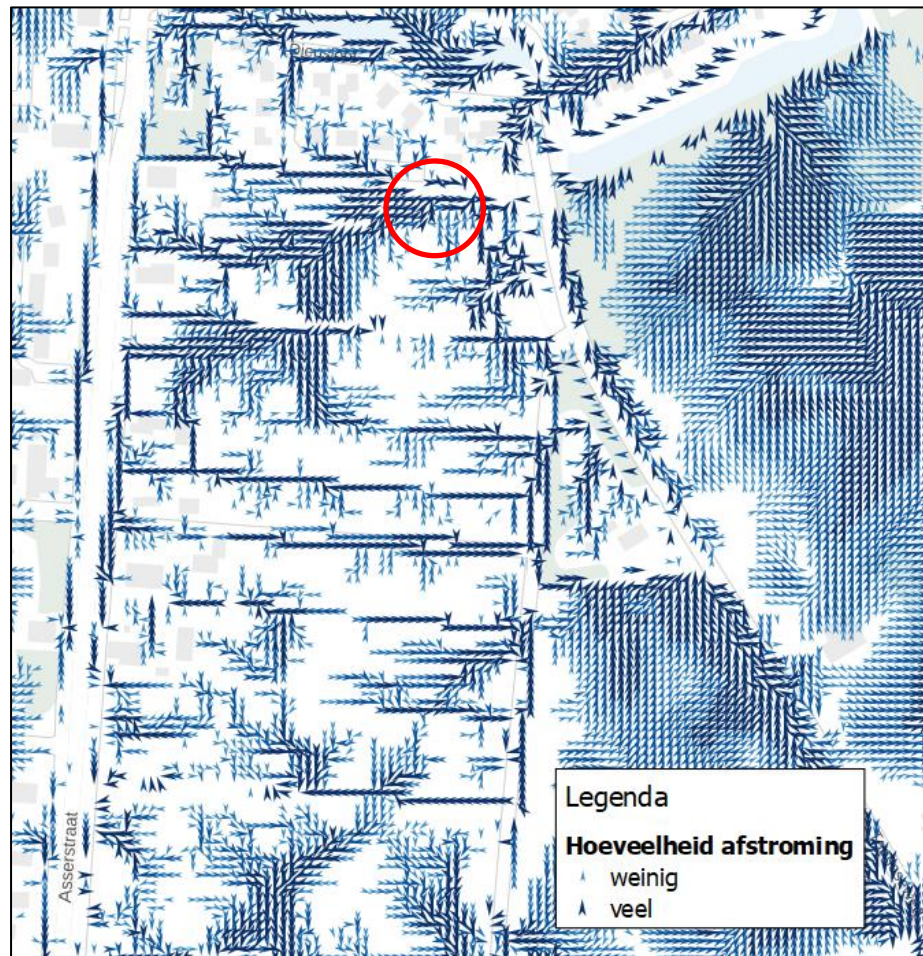
Het model van de huidige situatie is doorgerekend met een T100-klimaatbui (58 mm in 1 uur). De maximale waterdieptekaart voor heel Vries is terug te vinden in Bijlage VIII. Deze kaart is ter hoogte van het plangebied ingezoomd in Figuur 4-1. In deze figuur is ook de stroomrichting van het water in de greppels weergegeven.



Figuur 4-1: Maximale waterdieptekaart van de huidige situatie bij klimaatbui T100 (58mm in 1 uur) – ingezoomd op Vries Zuid. De pijlen geven de stroomrichting van het water aan. Net ten zuiden van de Graskampen blijft er water op maaiveld staan (rode cirkel).



In de kaart is te zien dat zich net ten zuiden van de Graskampen het water op maaiveld blijft staan. Dit is de laagste plek in het plangebied. Op de regenwaterstructuurkaart is te zien dat het water over maaiveld naar deze plek toestroomt (Figuur 4-2).



Figuur 4-2: Regenwaterstructuurkaart van de huidige situatie bij klimaatbui T100 (58mm in 1 uur) – ingezoomd op Vries Zuid.

## 4.2 Toekomstige situatie

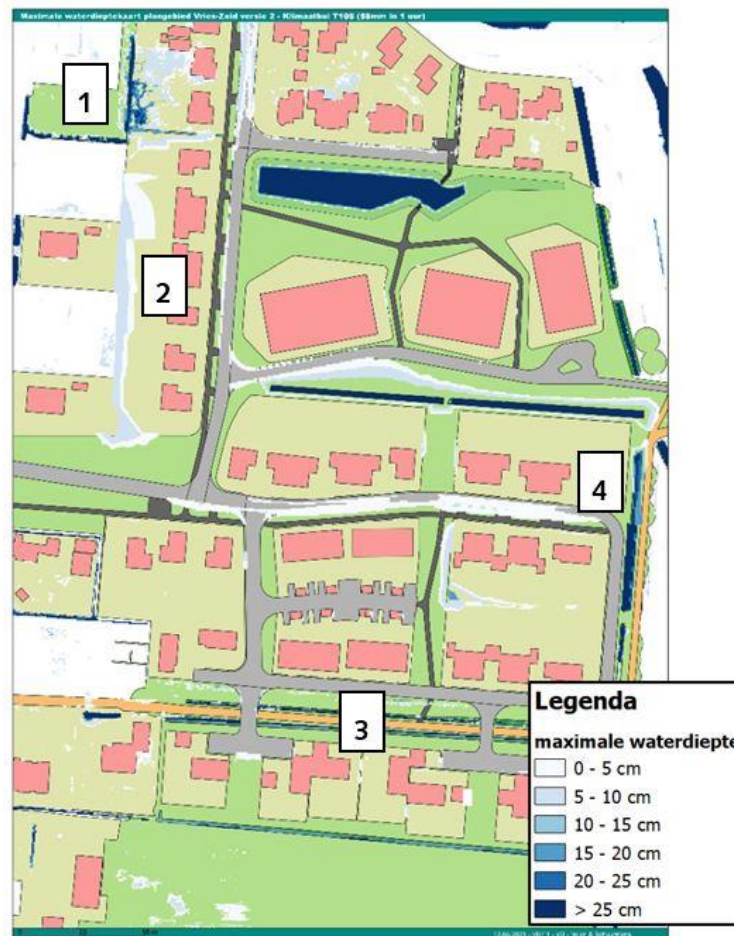
### 4.2.1 Maximale waterdieptekaart

De toekomstige situatie is getoetst aan de hand van een T100-klimaatbui (58mm in 1 uur). De maximale waterdieptekaart voor het plangebied is terug te vinden in Bijlage VIII.

Het toetsingscriterium is dat er geen water de woningen instroomt en dat er maximaal 10 cm water op straat staat. Het ontwerp voor plangebied Vries Zuid voldoet aan dit criterium.

### 4.2.2 Aandachtspunten

Er zijn nog een aantal aandachtspunten in het plangebied Vries Zuid. Deze punten zijn gemarkeerd in Figuur 4-3 (nummer 1 t/m 4) en worden toegelicht op de volgende pagina.



Figuur 4-3 Aandachtspunten in ontwerp. Zie tekst voor toelichting op de nummering.

- › **Aandachtspunt 1:** In de achtertuinen van de panden bij de Graskampen staat een aanzienlijke hoeveelheid water, meer dan in de huidige situatie. Een belangrijke oorzaak voor de toename van de hoeveelheid water is dat het water niet meer in oostelijke richting weg kan stromen, doordat een greppel gedempt wordt. Daarnaast stroomt het hemelwater van de achtertuinen van de nieuwbouwpanden ten zuiden van de Graskampen naar de achtertuinen van de Graskampen toe. Ook stroomt tijdens de piek van de bui het water van de greppels naast de Asserstraat naar de achtertuinen toe. Het advies is om de groenstrook ten zuiden van het transformatorhuis te verlagen en in te zetten als waterbuffer. Daarnaast raden we aan om een verbinding te maken tussen de greppel ten zuiden van de achtertuinen en de wadi.
- › **Aandachtspunt 2:** De panden die in noord-zuid richting parallel aan de Asserstraat gebouwd worden, hebben lage achtertuinen (zie ook Paragraaf 3.4). De achtertuinen zijn zo ontworpen dat de tuinen ter plekke van de erfgrans het laagst zijn om water in de woning te voorkomen. Het water verzamelt zich dus ter plekke van de erfgrans en stroomt in noordelijke richting af.
- › **Aandachtspunt 3:** De greppel krijgt een aanzienlijke hoeveelheid water toegevoerd en dreigt overvol te raken. Een oplossing is om de greppel dieper aan te leggen, zodat er meer waterberging is.
- › **Aandachtspunt 4:** Hierbij geldt hetzelfde als aandachtspunt 3. We adviseren de greppels dieper aan te leggen.



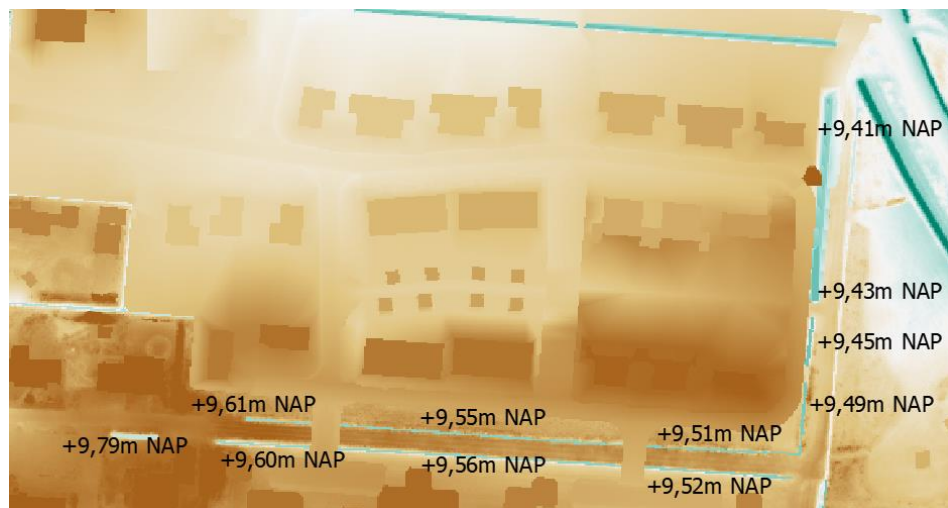


### Verticale drainage

De hoeveelheid water bij aandachtspunten 1 en 2 kan mogelijk worden verholpen met behulp van verticale drainage. De drainagebuizen dienen verticaal door de leemlaag heen te worden aangebracht. De onderkant van de drainagebuis moet in een goed doorlatende zandlaag terecht komen. Op deze manier kan het water van het maaiveld sneller infiltreren naar de ondergrond. Extra bodemonderzoek is nodig bij deze aandachtspunten om de doorlatendheid van het zandpakket te bepalen.

### Bergingscapaciteit van de greppels verhogen

Wij bevelen aan om bodemhoogte van de greppels naast het zandpad (aandachtspunt 3 en 4) te verlagen. Omdat de greppels doorgaans droog staan, kan op deze wijze extra bergingscapaciteit worden gecreëerd. Een andere mogelijkheid kan zijn de greppels te verbreden. De bodemhoogtes van de verdiepte greppels zijn weergegeven in Figuur 4-4. De bodemhoogtes van de greppels liggen 130 cm onder het vloerpeil van de panden.



Figuur 4-4: De aangepaste bodemhoogtes van de meest zuidelijke gelegen greppels in het plangebied, zodat er extra bergingscapaciteit kan worden gecreëerd.

#### 4.2.3 Regenwaterstructuurkaart

In Figuur 4-5 is de regenwaterstructuurkaart weergegeven. Met deze kaart is inzichtelijk gemaakt in welke richting het water over maaiveld afstroomt bij een extreme bui. Uit de kaart blijkt dat het water in een groot deel van het plangebied over de wegen afstroomt richting de wadi. De wegen in het zuidoosten voeren het water af op de naastgelegen greppels. De achtertuinen bij de Asserstraat voeren het water af richting de Graskampen.



Figuur 4-5: Regenwaterstructuurkaart van de toekomstige situatie bij klimaatbui T100 (58mm in 1 uur) – ingezoomd op Vries Zuid.

#### 4.2.4 Kwetsbare panden en wegen

Uit de maximale waterdieptekaart (Bijlage VIII) blijkt dat de panden in het plangebied niet kwetsbaar zijn voor wateroverlast. De maximale waterdiepte op wegen is maximaal 8 cm. Hiermee blijven de wegen begaanbaar.

Het maaiveldontwerp voldoet aan de eis van geen water in de woningen en maximaal 10 cm water op straat. Op de wegen staat het meeste water aan de zijkanten van het bolvormig wegprofiel. Het bolvormige profiel zorgt ervoor dat het water niet op de weg blijft staan, maar zijdelings wordt afgevoerd.



#### 4.2.5 Functioneren wadi

Het hydraulisch functioneren van de wadi is met verschillende buien in beeld gebracht. We hebben de volgende buien gebruikt, gesorteerd van lichte naar zware bui:

- › Bui02 (4x per jaar) - 10,50 mm totaal in 75 minuten
- › Bui06 (1x per jaar) - 16,80 mm totaal in 75 minuten
- › Bui10 +13% (1x per 10 jaar) – 40,34 mm totaal in 60 minuten
- › Klimaatbui T100 – 58 mm – 58 mm in 60 minuten

De bodemhoogte van de wadi ligt op +8,20 m NAP en de maximale waterstand in de wadi bij de klimaatbui wordt +8,95 m NAP. Met andere woorden: Bij de meest extreme bui staat er maximaal 75 cm water in de wadi. Voor elke bui is hieronder kort een samenvatting gegeven van het hydraulisch functioneren van de wadi. Daarnaast zijn respectievelijk in Figuur 4-6 t/m Figuur 4-11 het waterstandsverloop door de wadi, het debiet bij het instroompunt van de wadi, het debiet bij de duiker naar de Taarloseweg en het debiet in het RWA richting de Graskampen voor de vier verschillende buien weergegeven.

##### Bui02

Tijdens Bui02 stroomt er geen water de wadi in via het regenwaterstelsel. De wadi vult zich alleen met de neerslag die in de wadi valt. Aangezien het water in de wadi infiltreert naar de ondergrond, is de maximale waterdiepte in de wadi slechts 2 mm en dus verwaarloosbaar.

##### Bui06

Tijdens Bui06 stroomt er water de wadi in via het regenwaterstelsel. De waterdiepte in de wadi stijgt tot maximaal 10,5 cm. Bij deze bui voert de duiker net niet water af richting het oppervlaktewater van de Taarloseweg. Al het water in de wadi infiltreert in de ondergrond.

##### Bui10+13%

Bij deze bui stroomt er water in de wadi vanaf 15 minuten na de start van de bui. De wadi begint zich op dat moment te vullen met regenwater afkomstig uit het regenwaterstelsel. Een halfuur na de start van de bui is de maximale waterdiepte in de wadi bereikt, namelijk een waterstand van +8,81 m NAP. Dit betekent dat er maximaal 61 cm water in de wadi staat tijdens de bui. Na 21 uur staat er geen water meer in de wadi.

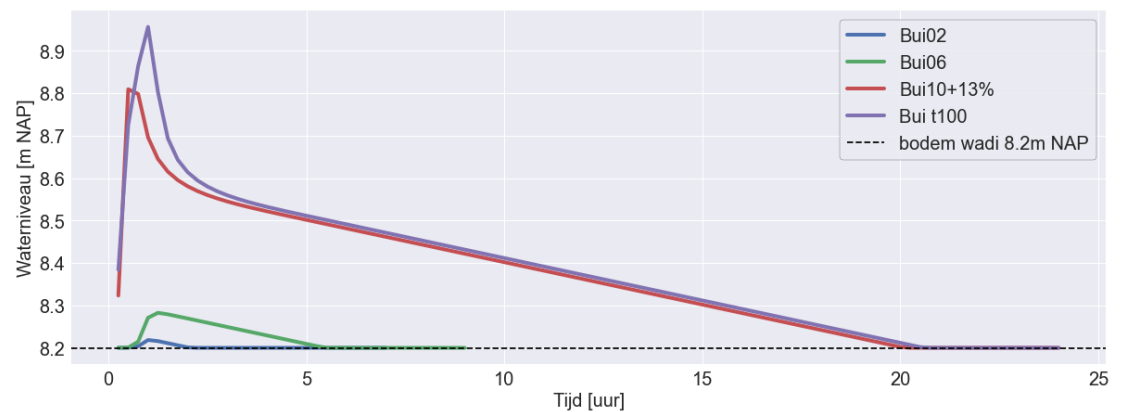
Het regenwater in de wadi stroomt tijdens de bui via de duiker naar het oppervlaktewater, richting de Taarloseweg. Deze duiker wordt actief 15 minuten na de start van de bui. Na 30 minuten is de maximale afvoercapaciteit bereikt, namelijk 0,20 m<sup>3</sup>/s. Na vier uur is deze duiker niet meer actief en het resterende water in de wadi infiltreert in de ondergrond.



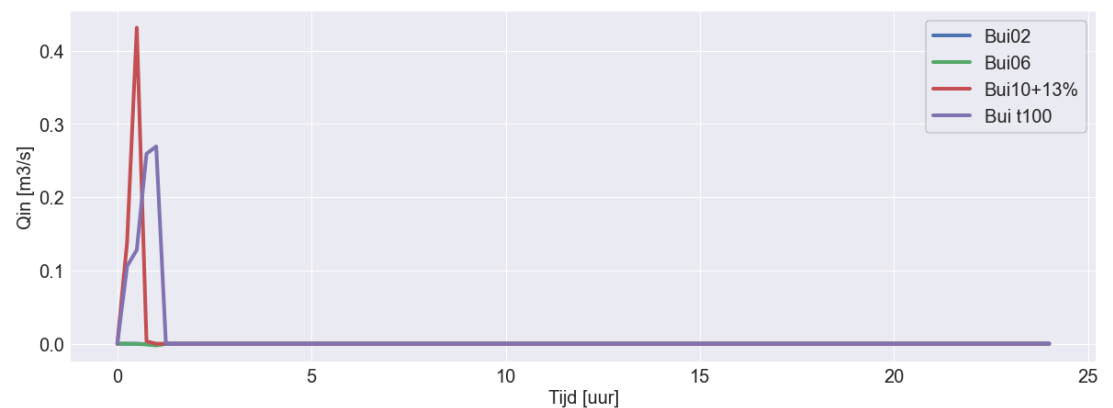
### Klimaatbui T100

Gedurende de T100-klimaatbui wordt de wadi actief na ongeveer 15 minuten na het begin van de bui. Er stroomt dan regenwater via het regenwaterstelsel de wadi in. Een uur na de start van de bui is de maximale waterdiepte in de wadi bereikt. Het water heeft dan een peil van +8,95 m NAP. Er staat dan 75 cm water in de wadi. Na 22 uur staat er geen water meer in de wadi.

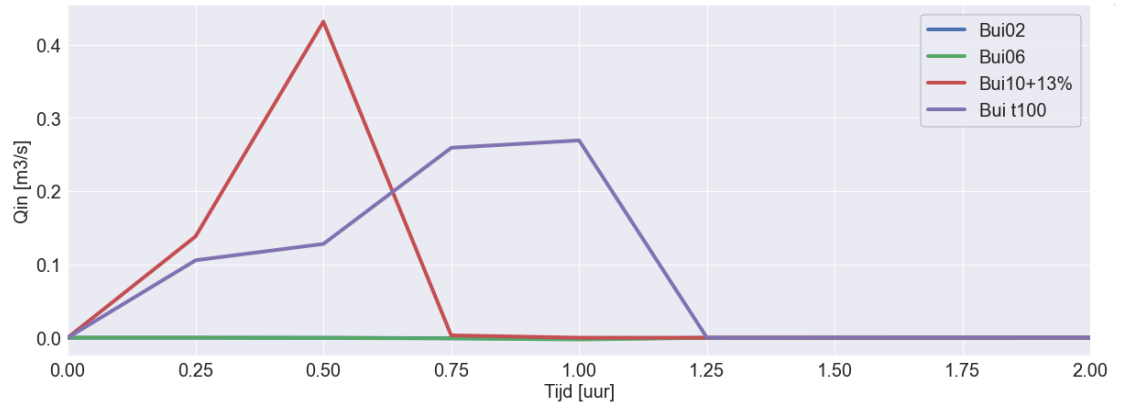
Het water stroomt weg via de duiker naar het oppervlaktewater nabij de Taarloseweg. Deze duiker wordt actief na ongeveer 16 minuten. Na één uur is het debiet in deze duiker het grootst, namelijk 0,30 m<sup>3</sup>/s. Na vijf uur is deze duiker niet meer actief en het water dat op dat moment nog in de wadi staat infiltreert naar de ondergrond.



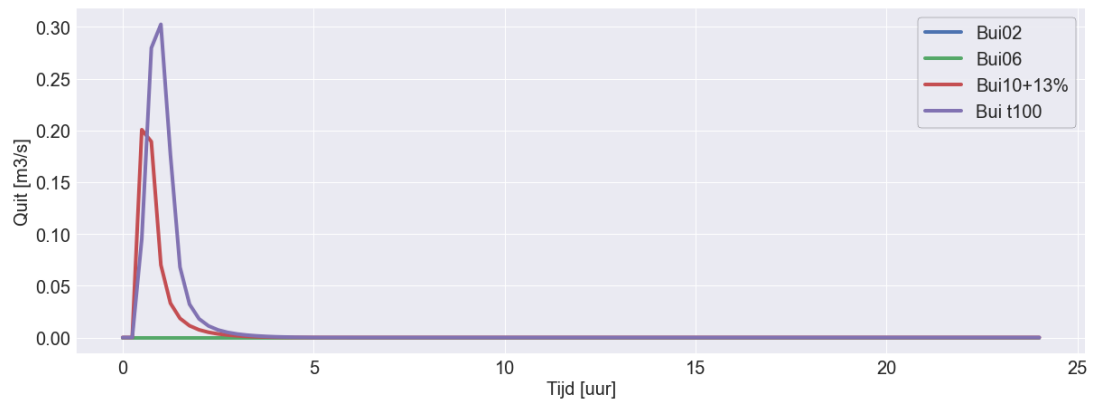
Figuur 4-6: Waterstandsverloop in de wadi voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100)



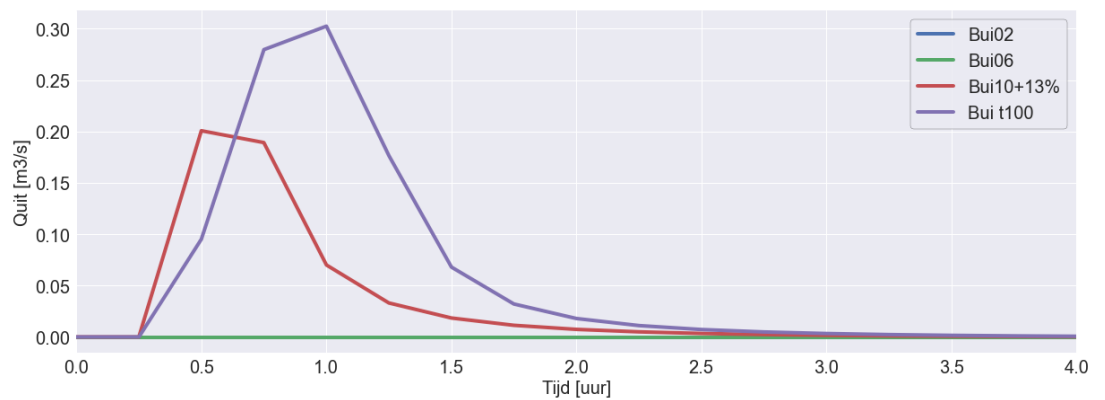
Figuur 4-7: Verloop van ingaande debiet in de wadi voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100). Het ingaande debiet is ter plekke van de stuwput ten westen van de wadi.



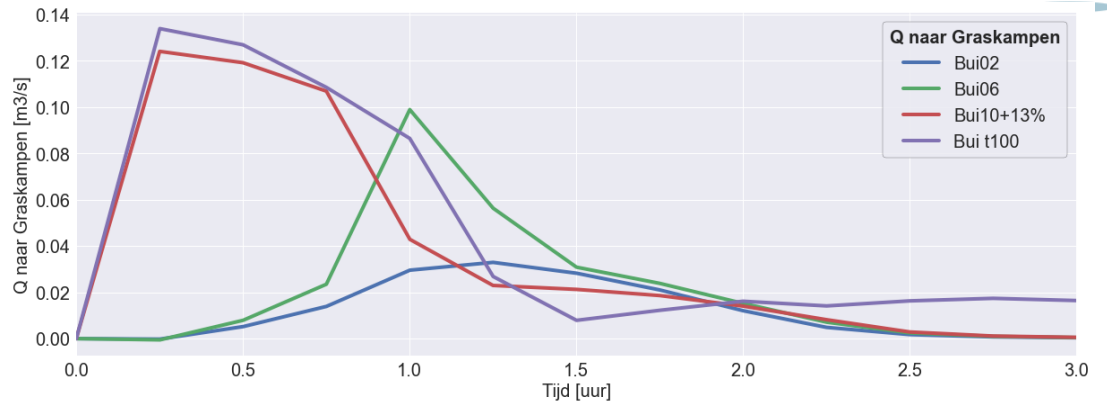
Figuur 4-8: Verloop van ingaande debiet in de wadi voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100) – ingezoomd op eerste 2 uur van de bui. Het ingaande debiet is ter plekke van de stuwput ten westen van de wadi.



Figuur 4-9: Verloop van uitgaande debiet in de wadi voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100). Het uitgaande debiet is ter plekke van de duiker richting de Taarloseweg, ten oosten van de wadi.



Figuur 4-10: Verloop van uitgaande debiet in de wadi voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100) – ingezoomd op eerste 4 uur van de bui. Het uitgaande debiet is ter plekke van de duiker richting de Taarloseweg, ten oosten van de wadi.

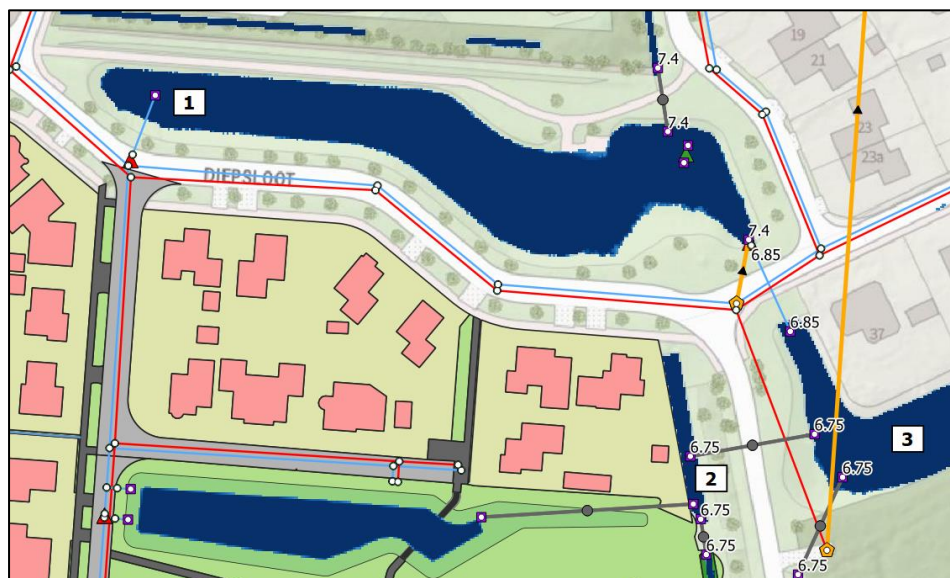


Figuur 4-11: Verloop van debiet in het RWA naar de Graskampen voor vier verschillende buien (Bui02, Bui06, Bui10+13% en klimaatbui T100).

#### 4.2.6 Functioneren oppervlaktewatersysteem

Het plangebied Vries Zuid heeft invloed op het omliggende oppervlaktewatersysteem. Het regenwaterstelsel in het plangebied is aangesloten op het huidige regenwaterstelsel ten noorden van het plangebied bij de Graskampen. Een deel van het regenwater komt in de wadi terecht. Het water in de wadi stroomt via een duiker (rond 600 mm) naar het oppervlaktewater bij de Taarloseweg (locatie 2 in Figuur 4-12). Vervolgens stroomt het water af naar de omliggende vijver ten oosten van de Taarloseweg (locatie 3 in Figuur 4-12).

Het overige regenwater van het plangebied stroomt via het huidige regenwaterstelsel van de Graskampen af richting de vijver bij Diepsloot (locatie 1 in Figuur 4-12). Op de volgende pagina is voor elk oppervlaktewaterdeel in kaart gebracht wat de effecten zijn van het aangelegde regenwaterstelsel in Vries Zuid op het huidige oppervlaktewatersysteem.



Figuur 4-12: Locaties van het oppervlaktewatersysteem die beïnvloed worden door het regenwaterstelsel van het nieuwe plangebied in Vries Zuid. Zie tekst voor toelichting op de nummering.

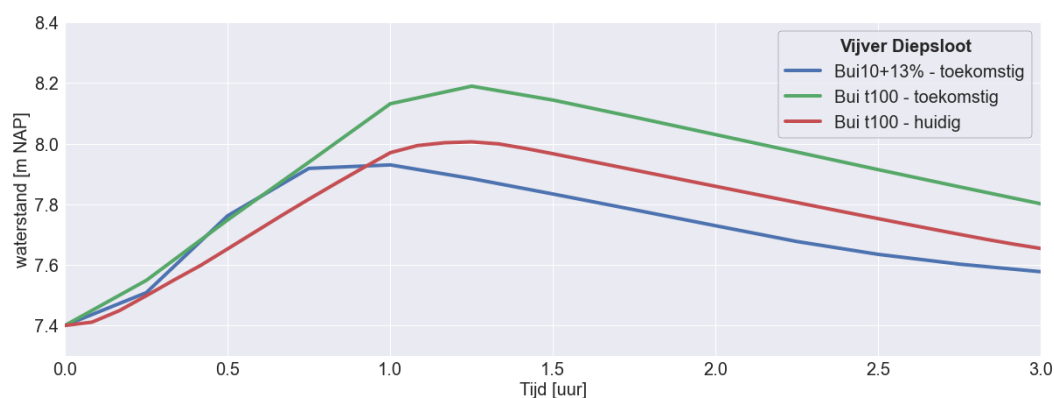


### Vijver Diepsloot (locatie 1)

In de huidige situatie stijgt de waterstand tijdens een extreme bui (T100-klimaatbui) in de vijver van +7,40 m NAP tot ongeveer +8,00 m NAP. De maximale waterstand wordt bereikt na circa 75 minuten na de start van de bui.

In de toekomstige situatie (waarin het plangebied Vries Zuid is meegenomen) wordt de maximale waterstand bij deze T100-klimaatbui in de vijver +8,18 m NAP. Deze wordt wederom bereikt na circa 75 minuten na de start van de klimaatbui T100. In de ontwerpsituatie is er dus meer peilstijging dan in de huidige situatie. Dat komt doordat er een groter gebied naar de vijver afstroomt.

Bij een Bui10+13% wordt in de toekomstige situatie een maximale waterstand van +7,93 m NAP bereikt in de vijver. Deze treedt op één uur na de start van de bui. Bij de drie buien die gebruikt zijn voor de toetsing van de wadi heeft de vijver genoeg bergingscapaciteit en stroomt de vijver niet over. Het verloop van de waterstand in de vijver bij Diepsloot bij verschillende scenario's is weergegeven in Figuur 4-13.

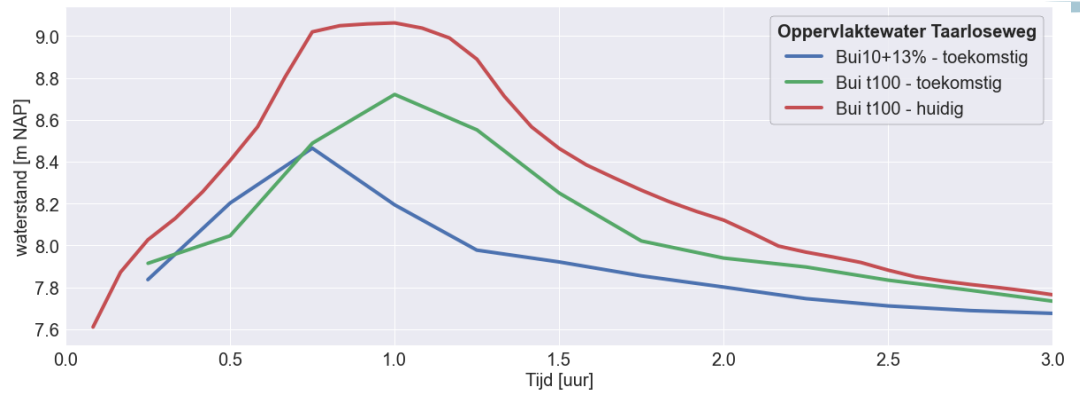


Figuur 4-13: Verloop van de waterstand in de vijver bij Diepsloot voor drie scenario's

### Oppervlaktewater Taarloseweg (locatie 2)

In de huidige situatie stijgt de waterstand aan de Taarloseweg van +7,60 m NAP naar maximaal +9,10 m NAP tijdens de T100-klimaatbui. Deze maximale waterstand wordt bereikt na circa 45 minuten en houdt dan nog een halfuur aan voordat de waterstand weer begint af te nemen. In de toekomstige situatie is er minder peilstijging dan in de huidige situatie. De maximale waterstand bij de T100-klimaatbui bedraagt +8,70 m NAP.

Bij de Bui10+13% is de maximale waterstand +8,50 m NAP. De peilstijging neemt af doordat een aantal greppels niet meer afstroomt op de Taarloseweg en doordat een deel van het water wordt gebufferd in de wadi. Het verloop van de waterstand in het oppervlaktewater bij de Taarloseweg bij verschillende scenario's is weergegeven in Figuur 4-14.

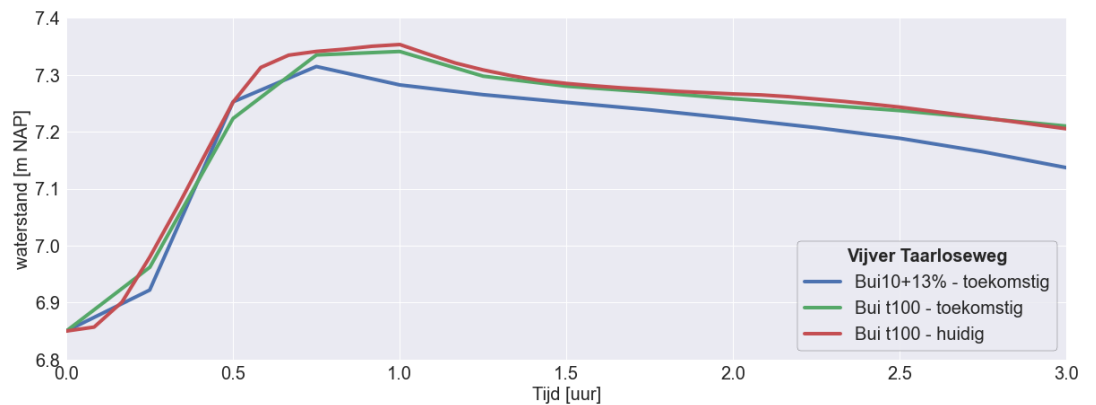


Figuur 4-14: Verloop van de waterstand in het oppervlaktewater bij de Taarloseweg voor drie scenario's

#### Vijver Taarloseweg (locatie 3)

De maximale waterstanden in de vijver bij de Taarloseweg blijven in de toekomstige situatie ongeveer gelijk aan de huidige situatie. In de huidige situatie stijgt de waterstand tot +7,35 m NAP bij een T100-klimaatbui. In de toekomstige situatie is er 3 cm minder peilstijging en bedraagt de maximale waterstand +7,32 m NAP bij de T100-klimaatbui.

Bij de Bui10+13% stijgt de waterstand tot +7,34 m NAP in de toekomstige situatie. Het verloop van de waterstanden in de vijver bij de Taarloseweg bij verschillende scenario's is weergegeven in Figuur 4-15.



Figuur 4-15: Verloop van de waterstand in de vijver ten oosten van de Taarloseweg voor drie scenario's





## 5 Extra varianten

### 5.1 Aanleiding

Naar aanleiding van de resultaten van het plangebied Vries Zuid (zie Hoofdstuk 4) zijn in samenspraak met gemeente Tynaarlo twee varianten opgesteld van het ontwerp. Deze varianten hebben de focus op het verminderen van de hoeveelheid water in de achtertuinen bij de panden bij Graskampen (Figuur 5-1).



Figuur 5-1: Locatie van water in de achtertuinen van de panden bij Graskampen. Focus van de extra varianten ligt op het verminderen van deze hoeveelheid water.

### 5.2 Modelschematisatie & toetsing

Voor het plangebied Vries Zuid zijn de volgende varianten opgesteld:

- › *Variant 1:* Verbinding greppel Asserstraat met de ontworpen wadi
- › *Variant 2:* RWA-verbinding greppel Asserstraat met RWA Diepsloot

#### 5.2.1 Modelschematisatie variant 1

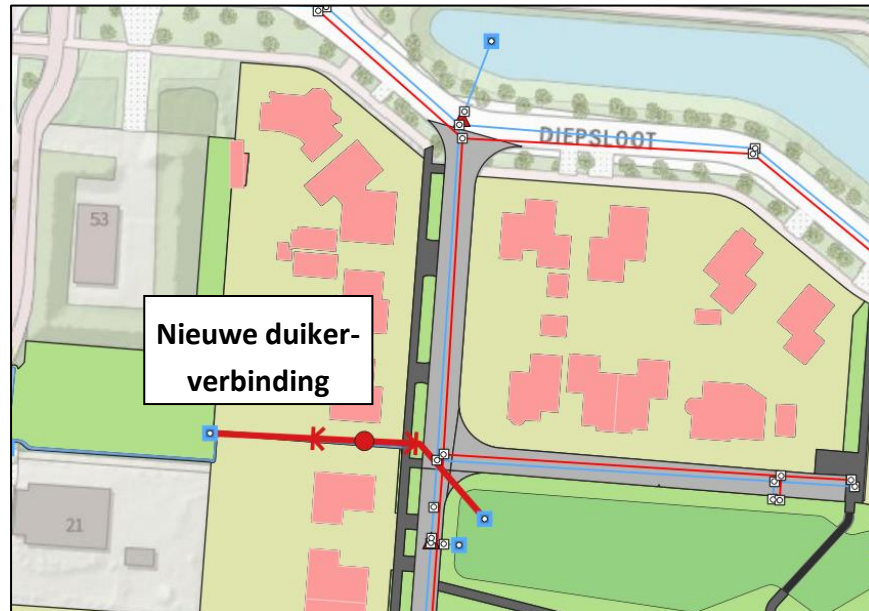
In deze variant is er een duiker aan de modelschematisatie toegevoegd. Deze duiker verbindt de wadi met de greppel bij de Asserstraat (Figuur 5-2, volgende pagina). Deze duiker heeft een diameter van 500 millimeter en ligt horizontaal op een hoogte van +7,10 m NAP. Voor de duiker ligt een stuw, die ervoor zorgt dat water eerst naar de Asserstraat wordt afgevoerd en pas later richting de wadi. De stuw heeft een kruinhoogte van +9,55 m NAP (10 cm boven bodem greppel) en een kruinbreedte van 1,0 meter. Een kanttekening bij de locatie van deze duiker: Deze loopt onder de erfgrans van twee kavels door.

#### 5.2.2 Modelschematisatie variant 2

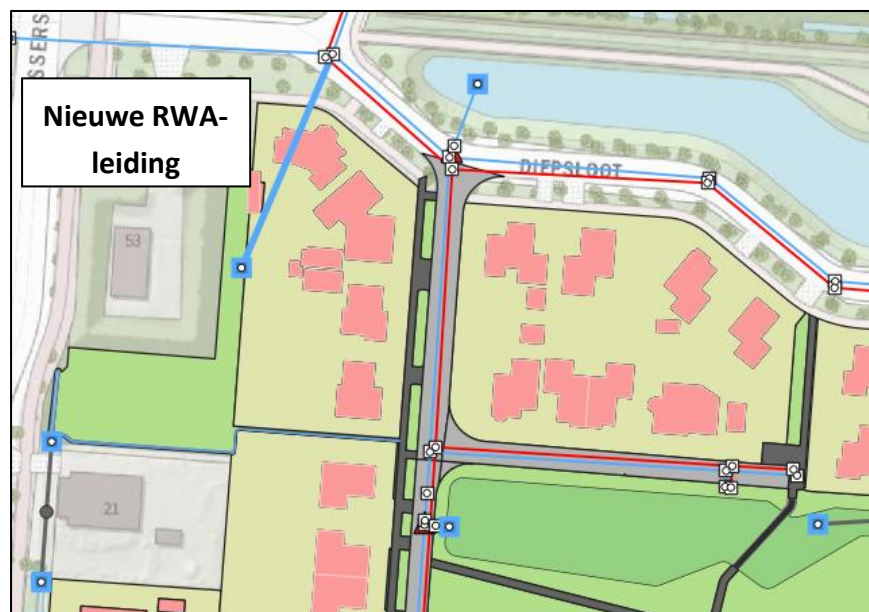
In deze variant worden de achtertuinen van de Graskampen verbonden met het RWA-stelsel bij de Diepsloot (Figuur 5-3). Bij de achtertuinen ligt de leiding op een hoogte van +9,67 m NAP en is aangesloten op het huidige stelsel bij het Diepsloot op een BOB van 7,02 m NAP. Er zit dus een verhang in deze PVC-leiding met een diameter van 250 millimeter. Een grotere diameter is niet wenselijk, aangezien mogelijk opstuwning kan optreden vanuit de aanliggende leidingen.



Bij deze variant is niet gekeken in hoeverre de nieuwe RWA-verbinding invloed heeft op het oppervlaktewaterpeil bij de Diepsloot. Omdat het gaat om een kleine hoeveelheid aangesloten oppervlak zal het peil niet sterk beïnvloed worden.



Figuur 5-2 Modelschematisatie variant 1: Duikerverbinding tussen wadi en greppel Asserstraat



Figuur 5-3 Modelschematisatie variant 2: RWA-verbinding greppel Asserstraat met RWA Diepsloot.

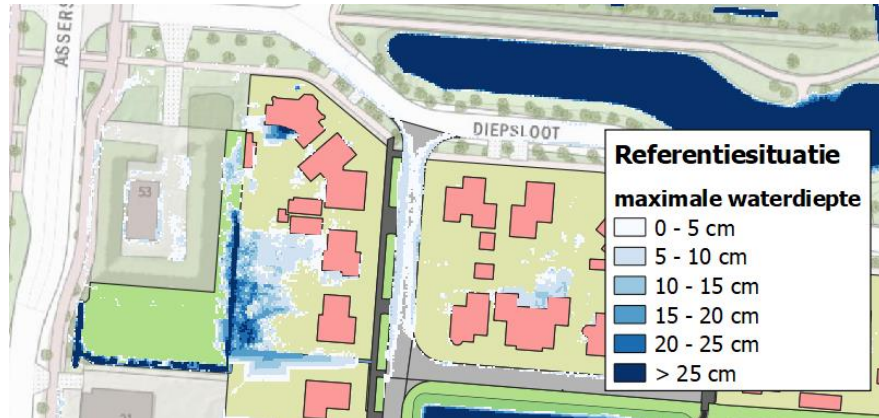
### 5.2.3 Toetsing en modelanalyse

Deze twee modelvarianten zijn doorgerekend met een T100 neerslagsituatie (regenbui van 58 mm in 1 uur tijd), gevolgd door een simulatie van 3 uur 'droog'. Voor de analyse maken we gebruik van de maximale waterdiepte kaarten en kijken we naar hoelang het water in de achtertuinen blijft staan. Deze analyses vergelijken we met de referentiesituatie zoals beschreven in Paragraaf 4.2.

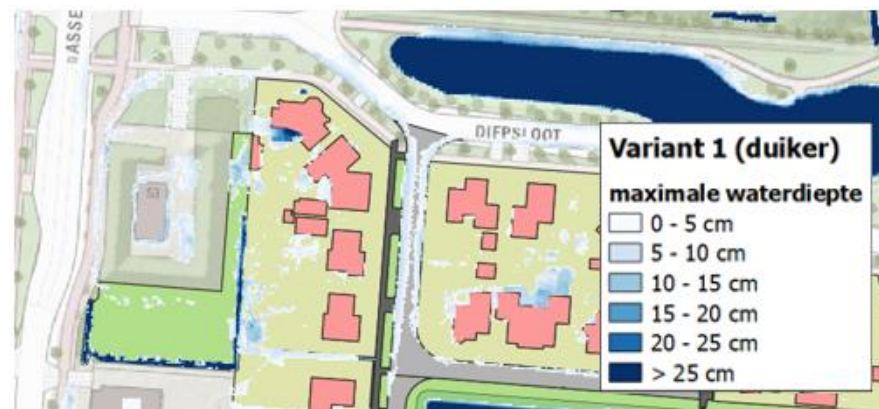


### 5.3 Resultaten

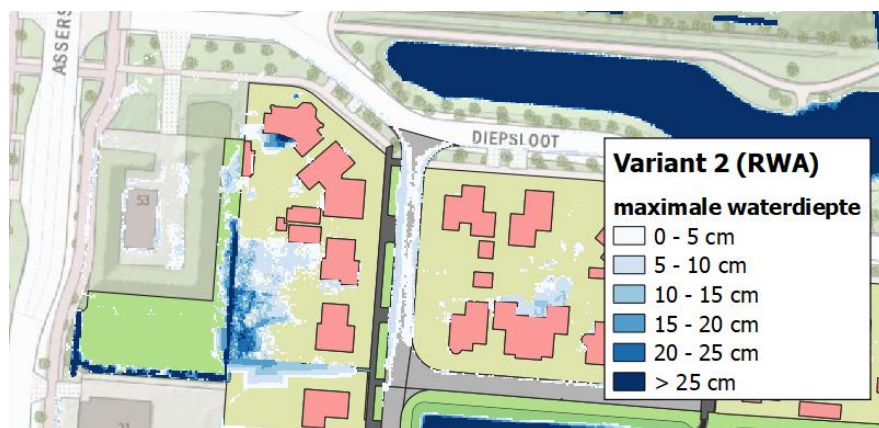
Eerst is gekeken naar de maximale waterdiepte voor referentiesituatie, variant 1 en variant 2 (Figuur 5-4 t/m Figuur 5-6). Hieruit blijkt dat variant 2 een minimaal effect (1-2 cm) heeft op de maximale waterdiepte in deze achtertuinen. Variant 1 daarentegen heeft een significant effect op de maximale waterdiepte in deze achtertuinen. Er staat nog maar een minimale hoeveelheid water in de achtertuinen.



Figuur 5-4: Maximale waterdieptekaart plangebied Vries Zuid bij Klimaatbui T100 – referentiesituatie



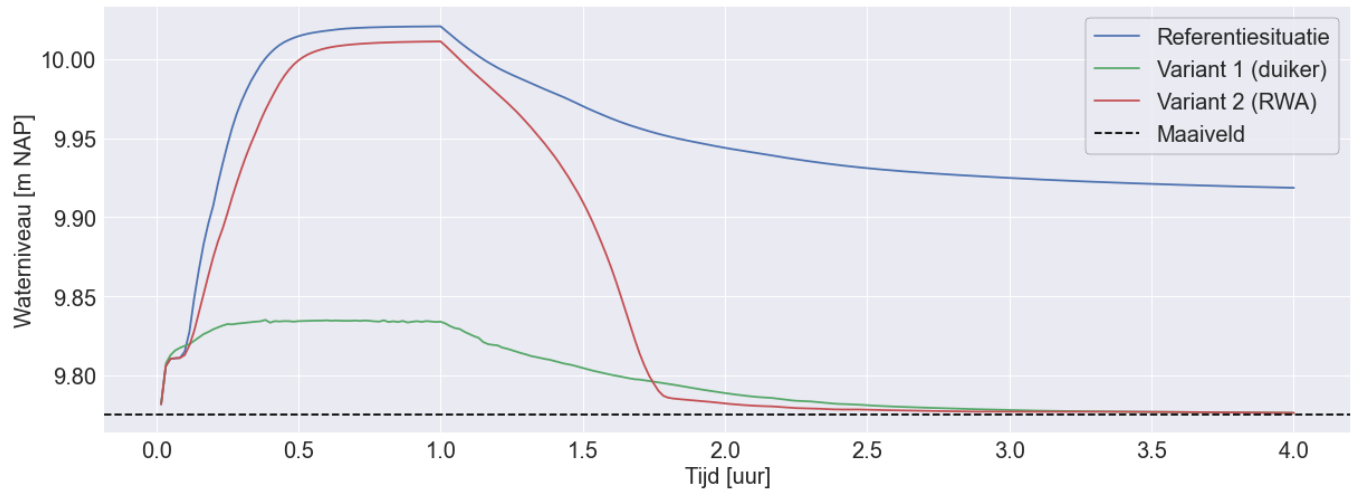
Figuur 5-5: Maximale waterdieptekaart plangebied Vries Zuid bij Klimaatbui T100 – variant 1 (met duiker-verbinding)



Figuur 5-6: Maximale waterdieptekaart plangebied Vries Zuid bij Klimaatbui T100 – variant 2 (met RWA-verbinding)



Het toevoegen van een RWA-leiding heeft wel effect op het verminderen van de duur dat het water op maaiveld staat in de achtertuinen (Figuur 5-7).



Figuur 5-7 Het verloop van het waterniveau over tijd in de achtertuinen bij de Graskampen. Het effect van de maatregelen op de duur dat water op maaiveld staat in deze achtertuinen is zichtbaar.

Bij de referentiesituatie (blauwe lijn) staat er gedurende de hele modelsimulatie (1 uur regen en 3 uur droog) water in de achtertuinen. De ondergrond raakt verzadigd en het regenwater kan niet meer infiltreren. Bij de referentiesituatie staat er na 85 minuten nog 23 centimeter water in de achtertuinen.

Bij variant 1 (duiker-verbinding) stijgt de waterstand op maaiveld minimaal tijdens de bui. De duiker wordt actief en voert het water af richting de wadi. Bij variant 2 (RWA) staat er na 85 minuten nog 21 centimeter water op maaiveld. Bij beide varianten staat er een uur na de bui (op  $t = 120$  minuten) nog slechts een enkele centimeter water in de achtertuinen.



# 6 Drainageplan

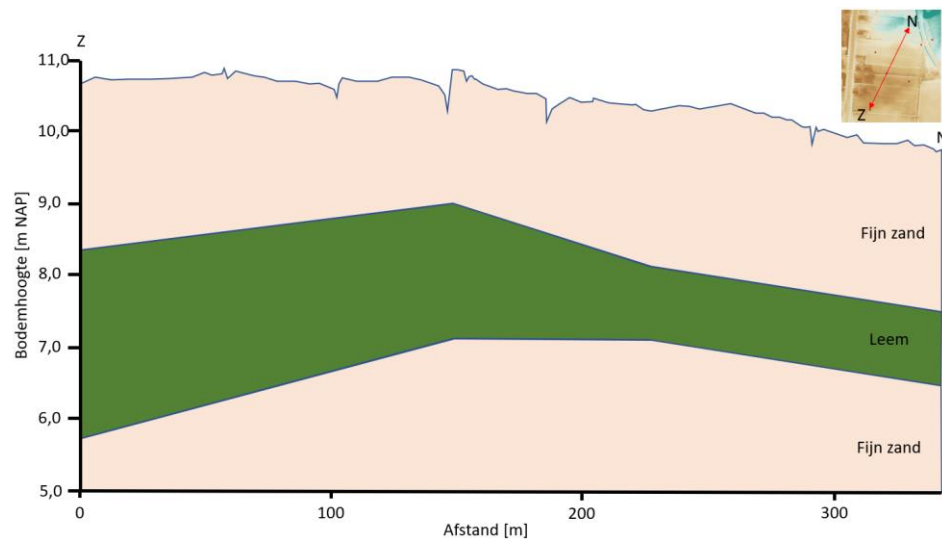
## 6.1 Bodemopbouw

Om de bodemopbouw te bepalen is gebruik gemaakt van de volgende informatiebronnen:

- › Dinoloket (dinoloket.nl)
- › Grondwatermeetnet Nieuwe Stukken (Royal Haskoning, 2011)
- › Plaatsen peilbuizen en doorlatendheidsonderzoek uitbreiding Vries Zuid-Oost (MUG Ingenieursbureau, 2019)

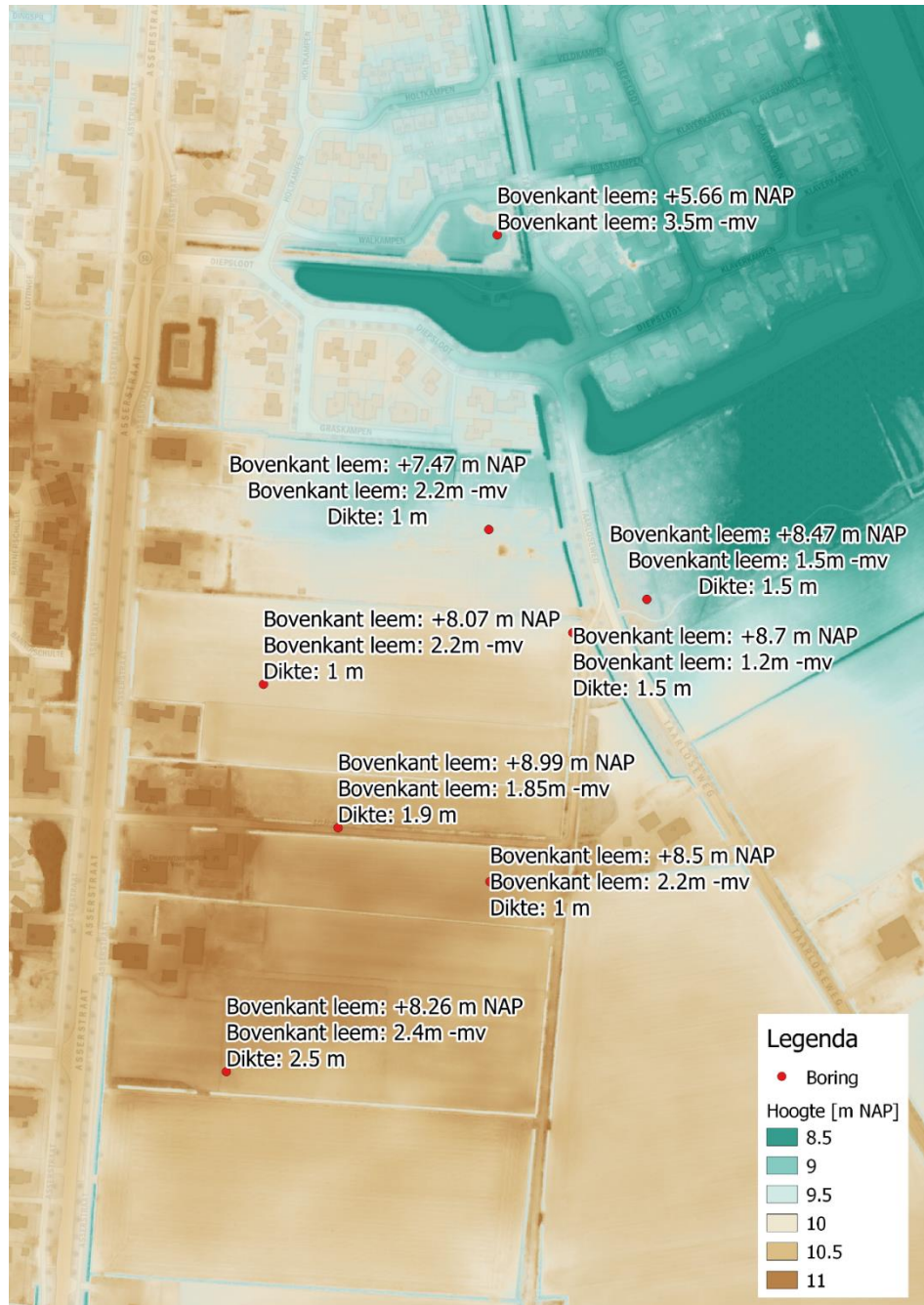
De bodem in het plangebied bestaat aan het maaiveld uit zeer fijn tot matig fijn zand. Deze zandlaag is 120 tot 240 cm dik. Aan de zuidkant van het plangebied is de zandlaag het dikst.

Onder de zandlaag bevindt zich een leemlaag. De dikte van de leemlaag varieert tussen de 1,0 en meer dan 2,5 meter. De leemlaag is het dikst aan de zuidkant van het plangebied en het dunst aan de noordkant van het plangebied. De leemlaag volgt vanaf het zandpad het maaiveldverloop, waarbij de leemlaag in het zuiden hoger ligt ten opzichte van NAP en in het noorden lager (Figuur 6-1 en Figuur 6-2, volgende pagina). Onder de leemlaag bevindt zich fijn zand.



Figuur 6-1: Langsdoorsnede van de bodemopbouw in het gebied van het zuiden (links) richting het noorden (rechts). De langsdoorsnede van de bodemopbouw is gebaseerd op de grondboringen in het gebied.

In 2019 is de doorlatendheid van de zandlaag aan maaiveld en de zandlaag onder de leemlaag bepaald. De doorlatendheid bedraagt ongeveer 0,20 m/dag. Dit is een relatief lage doorlatendheid voor zand.



Figuur 6-2: Maaiveldhoogte en niveau van de leemlaag onder maaiveld

## 6.2 Grondwaterstanden

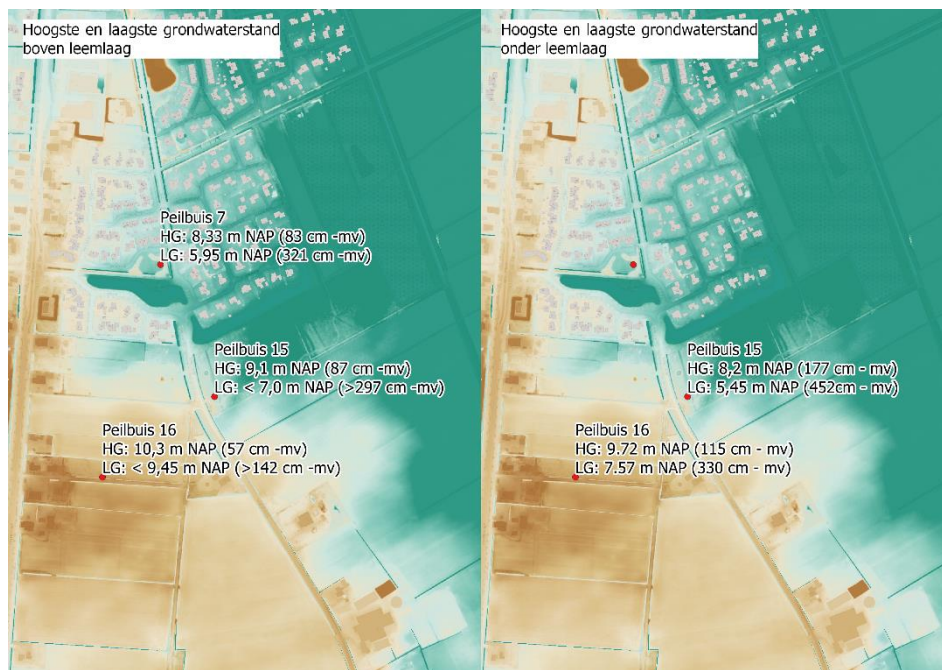
In en rondom het plangebied worden op drie locaties de grondwaterstanden gemeten. Bij twee van de drie locaties worden zowel de grondwaterstanden onder als boven de leemlaag gemeten. Bij de andere locatie wordt alleen boven de leemlaag gemeten.

Uit de metingen blijkt dat de grondwaterstanden boven de leemlaag hoger zijn dan onder de leemlaag (Bijlage IX). De leemlaag is een weerstand biedende laag. De neerslag die in het plangebied valt, blijft op de leemlaag staan en stroomt er slechts beperkt doorheen. De gemeten grondwaterstand boven de leemlaag is niet de echte grondwaterstand, maar de schijngrondwaterstand.



Daarnaast blijkt uit de metingen dat de grondwaterstanden fluctueren over het jaar en over de jaren. De grondwaterstand in de winter en het voorjaar kan meer dan 2,0 meter hoger zijn dan in de zomer.

De hoogst gemeten grondwaterstand boven de leemlaag is 57 cm onder maaiveld (grondwaterstand +10,30 m NAP). Dit treedt op bij peilbuis 16. Bij peilbuis 16 is de leemlaag het dichtst onder het maaiveld, waardoor hier de hoogste schijngrondwaterspiegels te verwachten zijn. De grondwaterstand stijgt hier tot het bodemniveau van de naastgelegen greppel (bodemniveau +10,28 m NAP). In het zuiden van het plangebied zijn de hoogste grondwaterstanden boven de leemlaag dieper onder het maaiveld. De laagste grondwaterstanden zijn waarschijnlijk meer dan 2,5 meter onder maaiveld (Figuur 6-3).



Figuur 6-3: Hoogst en laagst gemeten grondwaterstanden bij de drie peilbuizen. In het linker figuur zijn de metingen boven de leemlaag weergegeven. In het rechter figuur de metingen onder de leemlaag.

### 6.3 Drainageadvies

De ontwateringsdiepte onder wegen bedraagt minimaal 80 cm, voor gebouwen met kruipkelder minimaal 130 cm en voor bomen minimaal 100 cm. Uit de metingen blijkt dat de (schijn)grondwaterstand bij alle meetpunten binnen 1,0 meter onder maaiveld komt. De grondwaterstanden fluctueren echter sterk over de seizoenen. De grondwaterstanden onder de leemlaag stijgen niet tot minder dan één meter onder maaiveld.

We adviseren daarom om geen drainage aan te leggen. Drainage moet namelijk altijd onder de laagste grondwaterstand aangelegd worden om dichtslibbing met ijzeroxide te voorkomen. Voor het projectgebied betekent dat de drainage dan op vijf meter onder maaiveld zou moeten worden aangelegd, wat veel kosten voor graafwerkzaamheden zou betekenen.



Aangezien de (schijn)grondwaterstand wel tot binnen één meter onder maaiveld kan stijgen, raden we aan de hoge grondwaterstandspieken op een andere manier te verlagen:

- › Verbindingen maken door de leemlaag tussen het zand aan maaiveld en het zand onder de leemlaag. Het grondwater boven de leemlaag zal dan met minder weerstand naar het grondwater onder de leemlaag stromen. Dat verlaagt de grondwaterstanden.
- › De greppels verdiepen. Indien de grondwaterstand boven de bodemhoogte van de greppels komt, zal het grondwater naar de greppels stromen. Wanneer de greppels worden verdiept tot minimaal 80 cm onder de weg of 130 cm onder de vloerpeilen, dan zullen de grondwaterstanden tot maximaal het bodemniveau van de greppels stijgen. Met de greppels kunnen de hoge grondwaterstanden worden afgetopt.
- › Het wegcunet opvullen met grof zand. Wanneer het wegcunet wordt opgevuld met grof zand, dan zal het grondwater vooral via de wegcunetten gaan stromen, aangezien grof zand minder weerstand heeft op de stroming. De wegcunetten worden als het ware de ‘snelwegen voor het grondwater’.

In het plangebied zullen er een aantal greppels gedempt worden (zie Paragraaf 3.5). We raden aan deze greppels op te vullen met grof zand en af te graven met een talud van 1:4, zodat door het verdwijnen van de greppels de grondwaterstanden niet te veel stijgen.

Daarnaast zal een deel van het plangebied verhard worden. De neerslag die op het verharde oppervlak valt, infiltreert niet meer naar de bodem. De aangesloten verharding wordt via de riolering afgevoerd. Daardoor zullen de grondwaterstanden ook kunnen afnemen. Ook zal de wadi zorgen voor het afvangen van grondwaterstandspieken.





# 7 Conclusies en aanbevelingen

## 7.1 Conclusies

Voor gemeente Tynaarlo is een water- en rioleringsplan opgesteld voor de ontwikkeling in Vries Zuid. Dit plangebied heeft in de huidige situatie een hoogteverloop van zuid (hoog) naar noord (laag). In het plangebied ligt een aantal greppels voor de ontwatering.

Voor de gehele kern Vries is een integraal model opgesteld waarmee de stroming over maaiveld, door de riolering en oppervlaktewater wordt berekend. Uit een modelberekening met een klimaatbui voor de huidige situatie blijkt dat het water zich aan de zuidkant van het gebied verzamelt.

Voor de toekomstige situatie van Vries Zuid is een ontwerp opgesteld van de riolering en het maaiveld. De riolering sluit in de toekomst aan op de bestaande riolering in de Graskampen. Het regenwater wordt zoveel mogelijk afgevoerd naar een wadi in het noorden van het plangebied. Het vuilwaterstelsel ligt hoger dan het regenwaterstelsel om zinkers overbodig te maken. Het maaiveldontwerp volgt het huidige hoogteverloop. Panden en erven liggen hoger dan de wegen en het groen.

Het rioolontwerp is getoetst met een Standaardbui10 + 13% aan de eis van minimaal 20 cm waking. Het rioolstelsel is aangepast om aan deze eis te voldoen.

Het maaiveldontwerp is getoetst met een klimaatbui die eens in de 100 jaar voorkomt. De eis is dat er geen water in de woningen stroomt en dat de waterdiepte op de wegen maximaal 10 cm is. Het maaiveldontwerp voldoet aan deze eisen. Wel zijn er enkele aandachtspunten in het ontwerp:

- › De tuinen bij de woningen parallel aan de Asserstraat (Paragraaf 3.6.3)
- › De tuinen bij de Graskampen. Hiervoor zijn aanvullende varianten verkend (Hoofdstuk 5)
- › Greppels langs het zandpad (Paragraaf 4.2.2 en Paragraaf 6.3)

Het effect van de planontwikkeling op het oppervlaktewatersysteem is onderzocht. Het blijkt dat de peilstijging in de vijver aan de Diepsloot toeneemt, doordat het regenwater van een groter gebied op de vijver wordt geloosd. Echter, doordat een deel van de neerslag van het plangebied in de wadi wordt gebufferd, neemt de peilstijging in de watergang en vijver bij de Taarloseweg af.

Het functioneren van de wadi is ook onderzocht. Het blijkt dat bij lichte buien het water vooral richting de vijver aan de Diepsloot stroomt. Ongeveer twee keer per jaar zal het water van het plangebied naar de wadi stromen. Bij een klimaatbui staat er maximaal 75 cm water in de wadi. De wadi is na 21,5 uur weer droog.

Voor Vries Zuid is ook een drainageadvies opgesteld. Uit grondwatermetingen blijkt dat de grondwaterstanden in het plangebied sterk variëren, van minder dan één meter onder maaiveld tot meer dan vier meter onder maaiveld. Drainagebuizen moeten altijd onder de laagst voorkomende grondwaterstand worden aangelegd om afzetting van ijzeroxide te voorkomen. Diepe drainage met een buis wordt daarom afgeraden. We stellen echter voor de greppels te verdiepen om zo de hoge grondwaterstanden te verlagen. Ook raden we aan het wegcunet en te dempen greppels met goed doorlatend zand op te vullen.



## 7.2 Aanbevelingen

Ten aanzien van het riool- en waterplan Vries Zuid doen we de volgende aanbevelingen:

- › De wegen naast de wadi op één oor aan te leggen richting de wadi, zodat de wadi vaker gevuld wordt met water. Hierdoor infiltreert er meer water en worden de negatieve gevolgen van droogte tegengegaan.
- › De achtertuinen van de Graskampen middels een 500 mm duiker aan te sluiten op de te realiseren wadi in het plangebied (Paragraaf 5.3).
- › Verbindingen maken door de leemlaag tussen het zand aan maaiveld en het zand onder de leemlaag. Het grondwater boven de leemlaag zal dan met minder weerstand naar het grondwater onder de leemlaag stromen. Dat verlaagt de grondwaterstanden.
- › De greppels verdiepen. Indien de grondwaterstand boven de bodemhoogte van de greppels komt, zal het grondwater naar de greppels stromen. Wanneer de greppels worden verdiept tot minimaal 80 cm onder de weg of 130 cm onder vloerpeil, dan zullen de grondwaterstanden tot maximaal het bodemniveau van de greppels stijgen. Met de greppels kunnen de hoge grondwaterstanden worden afgetopt.
- › Het wegcunet opvullen met grof zand. Wanneer het wegcunet wordt opgevuld met grof zand, dan zal het grondwater vooral via de wegcunetten gaan stromen, aangezien grof zand minder weerstand heeft op de stroming. De wegcunetten worden als het ware de snelwegen voor het grondwater.
- › Een drainagestelsel hoeft niet te worden aangelegd. Wel raden we aan om verbindingen te maken door de leemlaag heen om grondwater dieper in de bodem te laten infiltreren, de greppels te verdiepen tot 80 cm onder de weghoogte of 130 cm onder het vloerpeil om grondwaterpieken te verlagen en het wegcunet en te dichten greppels te voorzien van grof zand.
- › De leemlaag onder de wadi (deels) te verwijderen om een goede infiltratie mogelijk te maken. Wanneer de wadi in een V-vorm wordt aangelegd, kan op de laagste plek de leemlaag verwijderd worden en een grindkoffer worden aangebracht. Via het grindkoffer kan het water naar de ondergrond infiltreren.



# Bijlage I Componenten 3Di model

In deze bijlage zijn de verschillende componenten van het 3Di model voor Plan Vries Zuid beschreven.

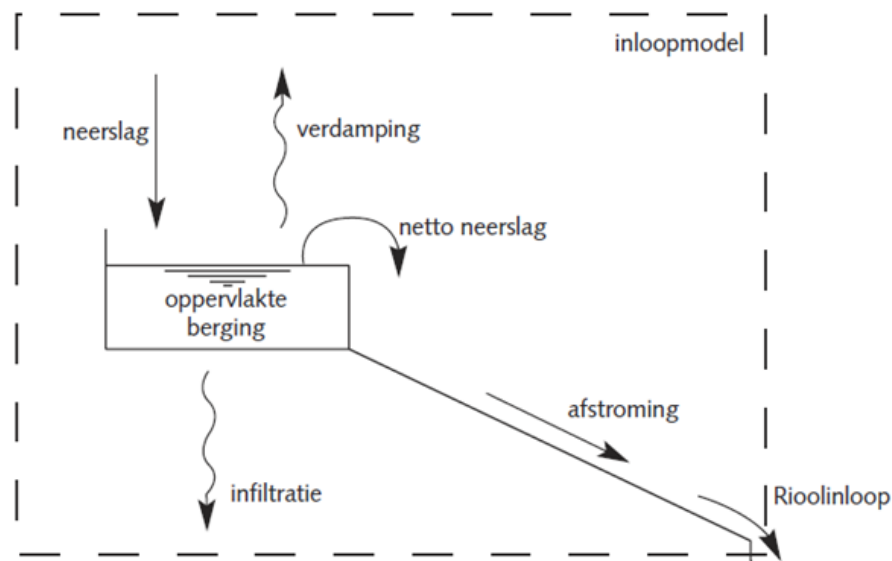
## Inloopcomponent (0D)

### Hybride

De inloop van hemelwater is 'hybride' toegepast. Hybride inloop van hemelwater is een combinatie tussen inloop in de riolering via de regenpijpen van daken en via oppervlakkige afstroming over maaiveld. De neerslag die op gerioleerde daken valt, stroomt geforceerd in conform het NWRW-inloopmodel (0D inloopcomponent). De neerslag die op het overige oppervlak valt, stroomt via het terreinmodel (2D maaiveldcomponent) af, en komt in de riolering terecht, stroomt af naar het oppervlaktewater of blijft achter op het maaiveld.

### NWRW-inloopmodel

De inloopcomponent maakt gebruik van het neerslag-afvoer verloop volgens het NWRW-inloopmodel (Figuur B1).



Figuur B1: Het uitgangspunt voor de inloopcomponent is het NWRW-inloopmodel

Voor het model van Plan Vries Zuid is enkel gebruik gemaakt van het NWRW-inloopmodel voor het type 'Dak' met type afstroming 'vlak' of 'hellend'. Het overige terrein loopt via het 2D maaiveldmodel af. De daken zijn gehaald uit het aangeleverde Infoworks-model.

### Droogweerafvoer

DWA-belasting is in het model, net als de daken, geforceerd afgevoerd op de riolering.



### Rioleringscomponent (1D)

De rioleringscomponent (1D) berekent het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel. Het berekent waterstanden, debieten en stroomsnelheden van kunstwerken, leidingen en putten. Verschillende typen leidingen zijn onderscheiden zoals DWA, RWA en gemengde leidingen. Ook zijn de kunstwerken in de riolering meegenomen in de schematisatie, zoals overstorten, gemalen, wervelventielen, doorlaten en uitlaten.

### Maaiveldcomponent (2D)

De 2D maaiveldcomponent beschrijft het neerslag-afvoer proces. De stroming van water over het maaiveld volgt de bekende continuïteits- en momentumvergelijkingen. Het water wisselt in beide richtingen uit met de oppervlaktewater- en rioleringscomponent. Op basis van gegevens over hoogte, bodem en landgebruik is infiltratie en (weerstand in) stroming over maaiveld berekend.

### Oppervlaktewatercomponent (1D en 2D)

De oppervlaktewatercomponent (1D en 2D) berekent de stroming door de watergangen en oppervlaktewaterkunstwerken. Het berekent waterstanden, debieten en stroomsnelheden van kunstwerken en watergangen. Kunstwerken, zoals duikers, stuwen en dammen, in het oppervlaktewatersysteem zijn meegenomen in de schematisatie.

### Koppeling 0D-1D-2D

Alle componenten kunnen volledig uitwisselen. Het rioleringsmodel is belast met 0D-inloop (regenval op daken en DWA) en met 2D-inloop (regenval op maaiveld). Als het stelsel overbelast is, ontstaan er overstorten naar het oppervlaktewater en treedt er mogelijk water-op-straat op. Het water kan ook op maaiveld komen te staan doordat het niet de riolering of het oppervlaktewater in kan stromen. Het water kan op de ene locatie uit de riolering of het oppervlaktewater treden, afstromen via maaiveld en op een andere locatie weer in de riolering of in het oppervlaktewater lopen. Ook kan het water vanaf maaiveld rechtstreeks het oppervlaktewater instromen en vanuit de watergangen kan inundatie op maaiveld plaatsvinden.



# Bijlage II Modelbouw

## *Inloopcomponent (0D)*

De 0D-inloopcomponent is opgebouwd uit de gegevens uit het aangeleverde rioleringsmodel (Infoworks). In het 3Di-model zijn alleen de op de riolering aangesloten daken meegenomen en aangesloten op de riolering. Afgekoppelde panden zijn niet aangesloten op de riolering, maar voeren direct af op het maaiveld. Ook de DWA-belasting is één op één overgenomen uit het aangeleverde rioleringsmodel.

## *Rioleringscomponent (1D)*

De 1D-rioleringscomponent is door ons opgebouwd op basis van het aangeleverde rioleringsmodel. In het 3Di-model zijn alleen vrijvervalleidingen meegenomen. Dat zijn de gemengde leidingen, hemelwaterleidingen, vuilwaterleidingen, overstortleidingen en infiltratieriolen. Bij eventuele infiltratieriolering zijn de leidingen als RWA-leiding meegenomen. Op deze manier is de bergingsfunctie van deze riolering meegenomen in het model. Infiltratie door de wanden van deze buizen is niet opgenomen in het model, omdat de infiltratiesnelheid bij kortdurende hevige neerslag ondergeschikt is aan de neerslagintensiteit.

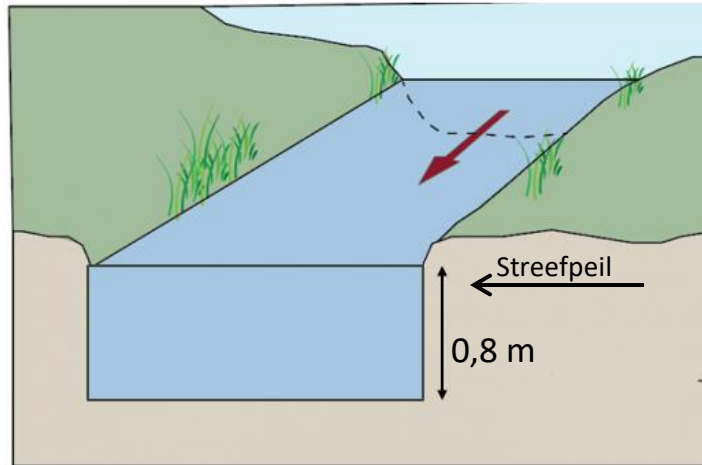
Ook gemalen, overstorten, doorlaten en de bergbezinkingsvoorziening zijn opgenomen in de schematisatie. Drainage, drukriolering, DWA-invoeren uit het buitengebied (lateralen) en buiten gebruik zijnde riolering zijn niet meegenomen.

Voor het model van de toekomstige situatie is het rioolontwerp (Hoofdstuk 3) toegevoegd aan de modelschematisatie.

## *Oppervlaktewatercomponent (1D & 2D)*

### **Watergangen**

De watergangen van Waterschap Noorderzijlvest zijn meegenomen in het 2D-terreinmodel. Hierbij is gebruikt gemaakt van de actuele waterdeelvlakken uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT). Bij de waterdeelvlakken is aangegeven of een vlak watervoerend of een droge greppel is. Voor de watervoerende watervlakken is bepaald wat het streefpeil is op basis van de aangeleverde peilgebieden van het waterschap. Bij variabele peilregimes is het hoogste peil gebruikt (worst case scenario). Dit peil is aan elke watergang toegekend als initiële waterstand. Voor de watervlakken is aangenomen dat de bodemhoogte zich op 80 centimeter onder streefpeil bevindt. Deze bodemhoogte is met een vierkant profiel 'uitgegotst' in de hoogtekaart (Figuur B2). Het water stroomt hierdoor in het 2D-terreinmodel. De greppels in het plangebied hebben de bodemhoogte uit inmetingen gekregen.



Figuur B2: Schematische weergave uitgediepte hoogtekkaart met initiële waterstand

### Kunstwerken

Kunstwerken zijn toegevoegd als 1D-elementen in de modelschematisatie op basis van de aangeleverde gegevens van het waterschap en de gemeente. De gegevens uit het InfoWorks-model zijn hierbij leidend.

De bob's en diameters van duikers uit de inmetingen van 2020 zijn overgenomen. Voor duikers geldt dat wanneer de in- en uitstroomhoogte onbekend is, deze is bepaald op basis van het (zomer)streefpeil waarbij is aangenomen dat  $3/4^e$  van de duiker onder water staat. Indien de diameter ontbreekt, zijn we uitgegaan van een duiker van 500 mm.

Haaks op stuwen zijn obstakels aangebracht met een hoogte van 1 meter boven de kruinhoogte van de stuw. Dit obstakel is langer dan de 2D rekencelgrootte ter plaatse van de stuw. Hiermee wordt stroming langs de stuw over het 2D-terreinmodel voorkomen. De kruinhoogte van de stuw is gelijkgezet aan het (zomer)streefpeil.

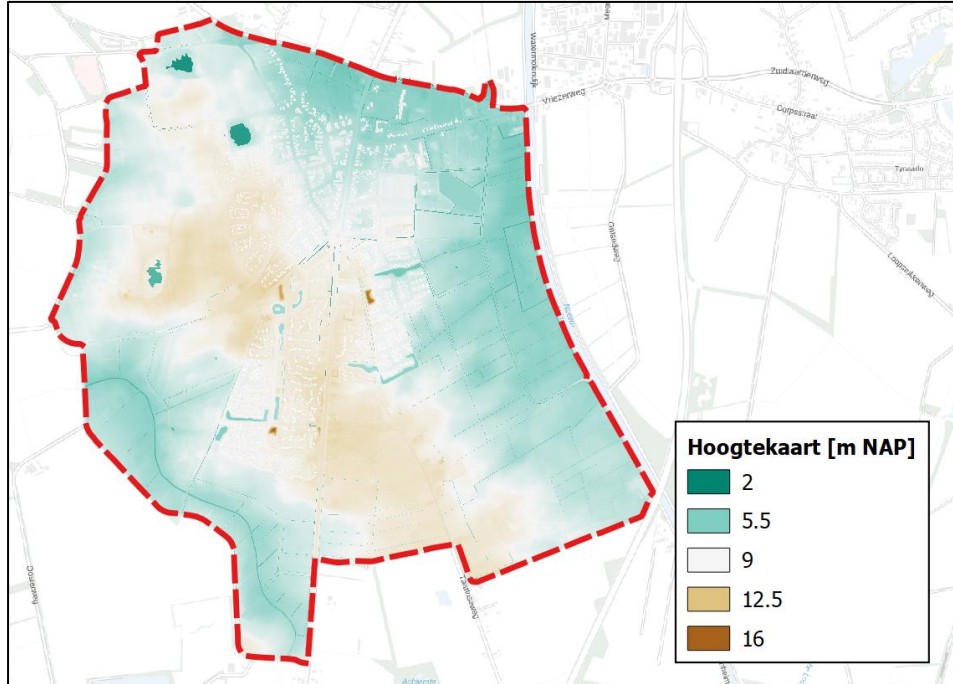
Bij vaste dammen is ook een obstakel haaks op de watergang geplaatst. Het obstakel ligt 1 meter boven de bodemhoogte van de watergang.

### Maaiveldcomponent (2D)

Het 2D-terreinmodel bestaat uit een hoogteraster, weerstands raster en een infiltratieraster. Deze hebben een resolutie van 0,5 bij 0,5 m. De rasters zijn opgebouwd uit een aantal bronbestanden: Hoogtekkaart (AHN3), Landgebruikskaart en Bodemkaart. In deze paragraaf zijn de componenten van het terreinmodel (huidige situatie) beschreven.

### Hoogteraster

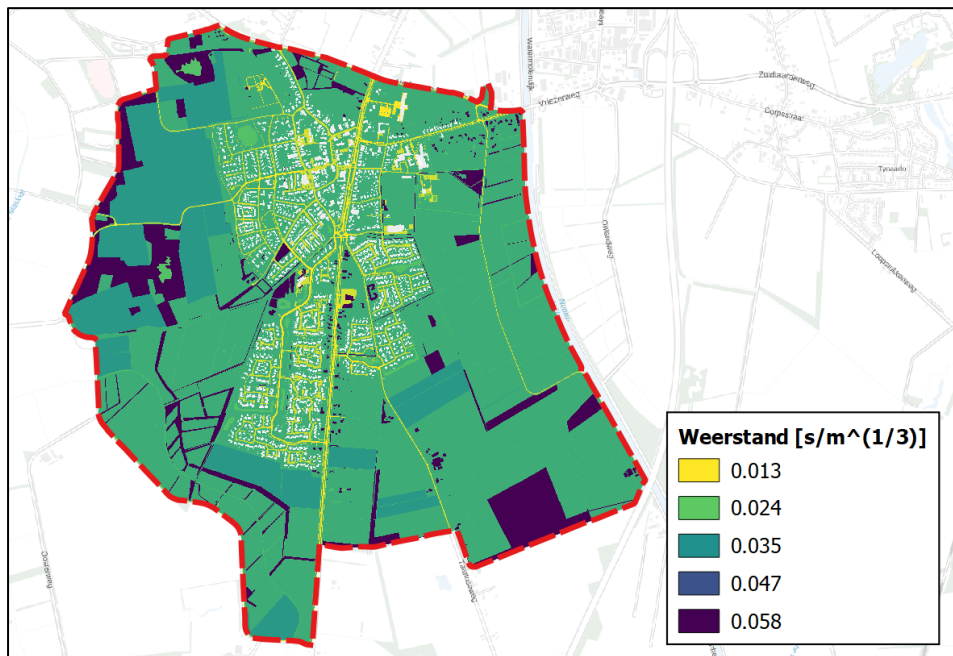
Voor het genereren van de hoogtekkaart is de gefilterde AHN3 (Actueel Hoogtebestand Nederland versie 3) gebruikt. Het basisbestand van de AHN3 is echter niet geheel vlakdekkend. Op locaties van bijvoorbeeld gebouwen, bruggen, tunnels en water is geen data beschikbaar en is de AHN3 dicht geïnterpoleerd. Het eindresultaat van de hoogtekkaart is weergegeven in Figuur B3.



Figuur B3: Hoogtekaart van het integrale model Vries Zuid – huidige situatie

#### Weerstandraster

Het weerstandraster (Figuur B4) beschrijft per pixel de hydraulische ruwheid en is bepaald op basis van het landgebruik. De conversietabel van landgebruik naar weerstand is opgenomen in Bijlage III.



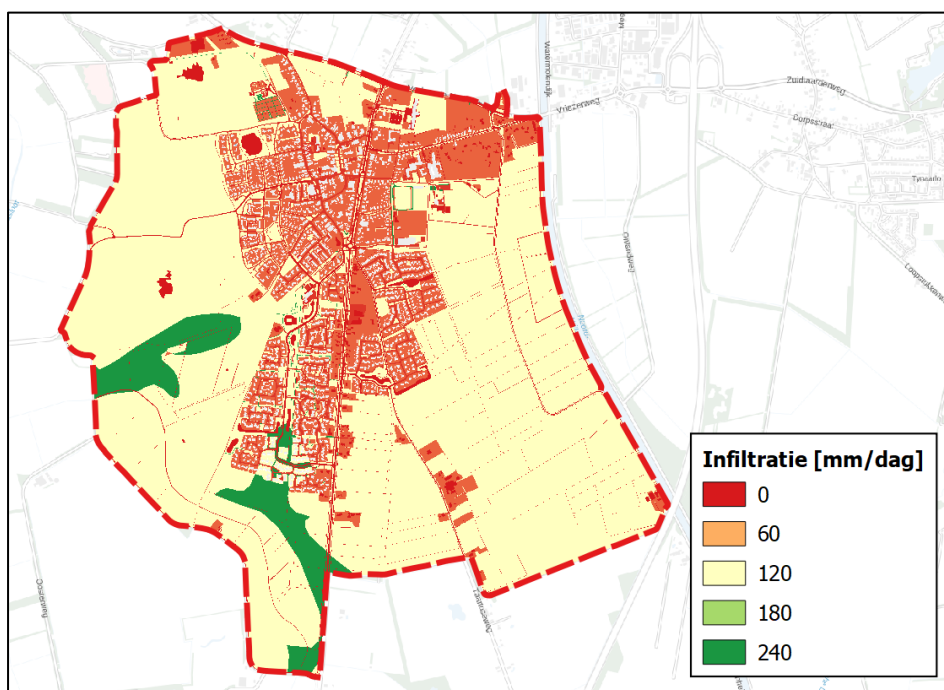
Figuur B4: Weerstandraster van het integrale model Vries Zuid – huidige situatie



### Infiltratieraster

De infiltratiesnelheid is een constante snelheid waarmee neerslag in de bodem infiltreert. Dit water 'verdwijnt' uit het model, aangezien de bodem-/grondwaterprocessen niet zijn meegenomen in het integrale model voor Vries. De infiltratiesnelheid is per pixel opgegeven in het infiltratieraster (Figuur B5).

Het infiltratieraster is automatisch gegenereerd met behulp van landgebruik en bodemsoort van het gebied. De waarden zijn bepaald door het bodemgebruik te converteren naar een maximale infiltratiesnelheid en deze te vermenigvuldigen met de doorlatendheid op basis van de landgebruikskaat. De conversietabel voor het bepalen van de infiltratieparameter is opgenomen in Bijlage III.



Figuur B5: Infiltratieraster van het integrale model Vries Zuid – huidige situatie

### Rekenrooster

De resolutie van het rekenrooster is bepaald op basis van het optimum in nauwkeurigheid en rekensnelheid. Er is gekozen voor de fijnste resolutie van 5 m in Vries Zuid, 10 m in het overige stedelijk gebied, bij peilgebiedsgrenzen en oppervlaktewaterkunstwerken (Figuur B6, volgende pagina). Daarbuiten zijn de rekencellen groter, tot maximaal 40 m. Tijdens de berekening wordt de detailinformatie binnen elke rekencel gebruikt op de oorspronkelijke resolutie van 0,5 x 0,5 m (subgrid-technologie).

### Uitwisseling 1D-2D

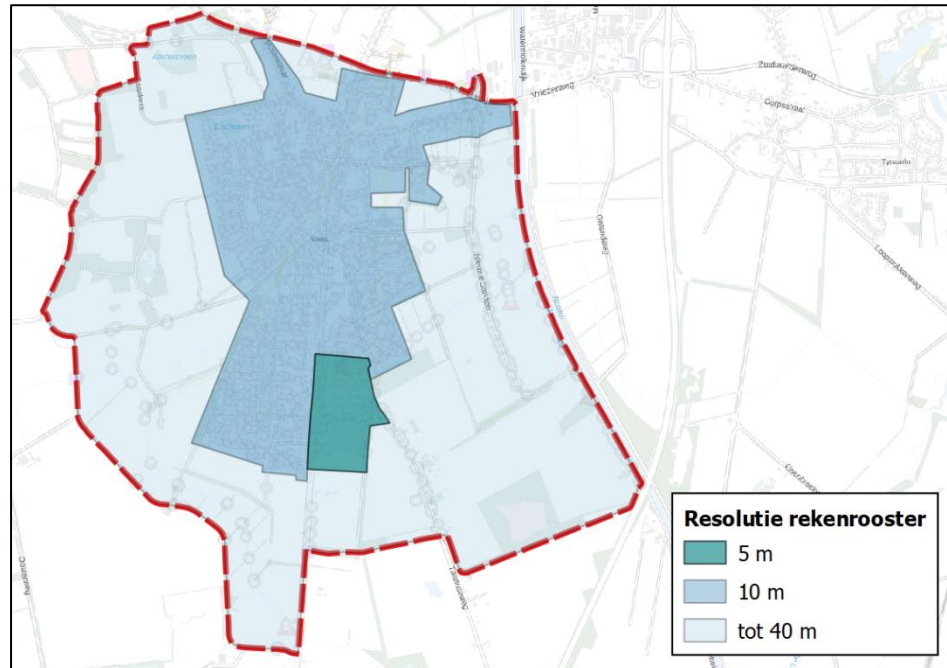
Het maaiveld wisselt water uit met de riolering en vice versa. De uitwisseling vindt alleen plaats bij gemengde en regenwaterleidingen, aangezien hier kolken aanwezig zijn die zorgen voor de uitwisseling. In het model vindt uitwisseling plaats wanneer de waterstand boven de kolkhoogte is. We nemen aan dat deze 15 cm onder de opgegeven puthoogte is.

Bij regenwateruitlaten en overstorten vindt er uitwisseling plaats tussen het riool en oppervlaktewater. Hier vindt de uitwisseling plaats op BOB- of kruinhoogte.





Het maaiveld en oppervlaktewater wisselen met elkaar uit als de waterstand boven de ingestelde oeverhoogte van de 1D-watergang uitkomt.



Figuur B6: Resolutie van het rekenrooster van het integrale model Vries Zuid



## Bijlage III Conversietabellen

Tabel B1: Conversietabel van landgebruik naar weerstand en infiltratie

Landgebruik	Weerstand [Manning – s/m <sup>1/3</sup> ]	Infiltratie [mm/dag]*
Erf	0,03	120
Gesloten verharding	0,013	0
Open verharding	0,016	12
Bos, bomen en struiken	0,058	480
Groen	0,03	480
Water	0,026	0

\*Genoemde infiltratiewaardes zijn de waardes voor zandgronden. Bij klei- en veengronden zijn de infiltratiewaardes vier keer lager. Bij een erf is de aanname dat driekwart van de tuin verhard is en een kwart onverhard

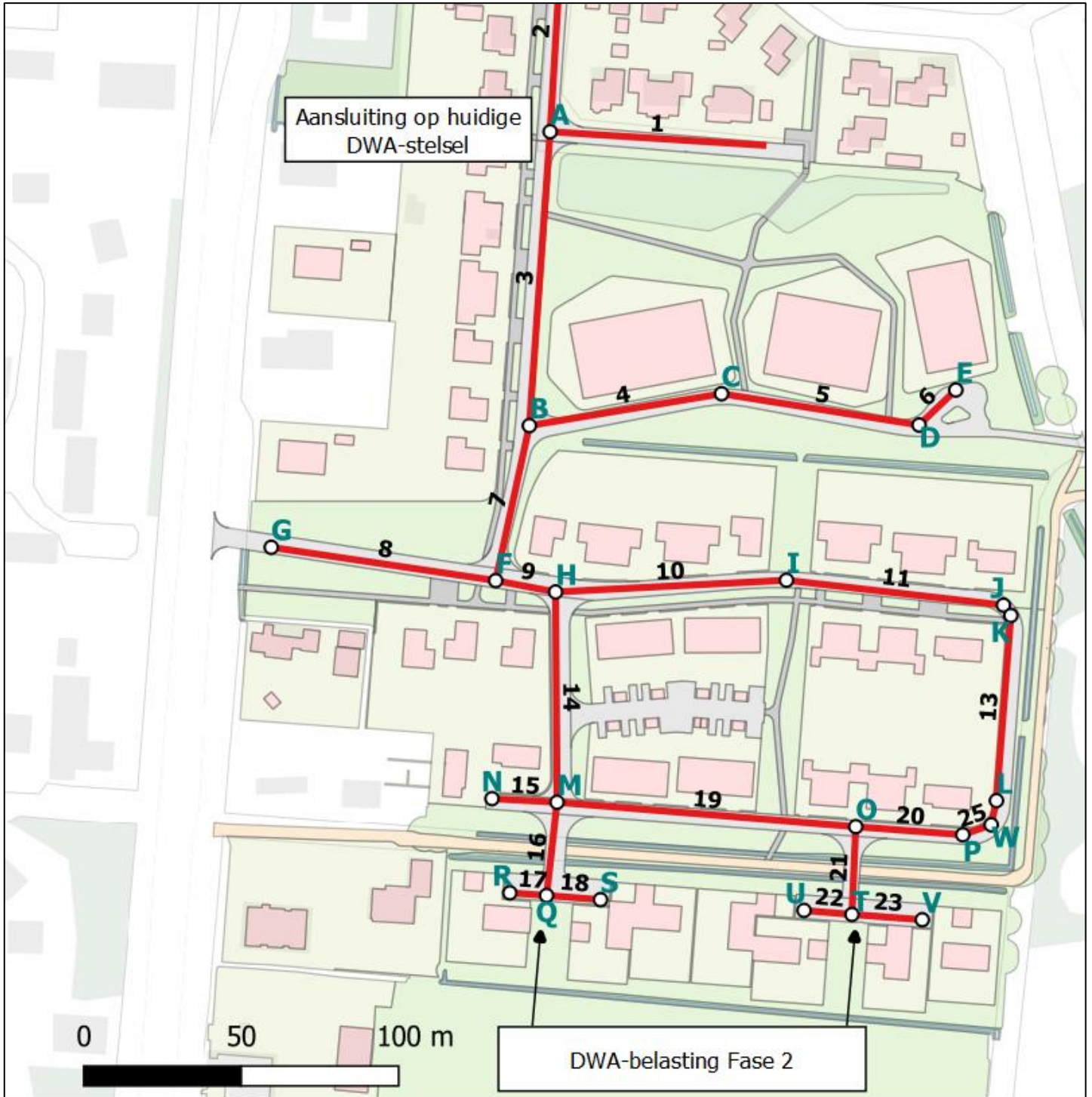


Tabel B2: Conversietabel voor bodemsoort naar infiltratiecapaciteit

<b>Bodemsoort</b>	<b>Infiltratiecapaciteit (mm/dag)</b>	<b>Effectieve porositeit (%)</b>
Veengrond met veraarde bovengrond	480	12,6
Veengrond met veraarde bovengrond, zand	480	17,9
Veengrond met kleidek	120	12,5
Veengrond met kleidek op zand	480	17,6
Veengrond met zanddek op zand	480	18,3
Veengrond op ongerijpte klei	120	4,6
Stuifzand	480	17,5
Podzol (Leemarm, fijn zand)	480	17,5
Podzol (zwak lemig, fijn zand)	480	17,5
Podzol (zwak lemig, fijn zand op grof zand)	480	19,2
Podzol (lemig keileem)	120	7,4
Enkeerd (zwak lemig, fijn zand)	120	17,3
Beekeerd (lemig fijn zand)	120	17,5
Podzol (grof zand)	480	17,5
Zavel	480	7,3
Lichte klei	120	6,6
Zware klei	120	4,8
Klei op veen	120	11,8
Klei op zand	120	17,2
Klei op grof zand	120	17,9
Leem	120	4,3



## Bijlage IV DWA-ontwerp



Figuur B7: Rioolontwerp vuilwaterstelsel voor plangebied Vries Zuid. De DWA-belasting van Fase 2 is meegenomen in dit rioolontwerp. De BOB's en het maaiveldniveau van de putten zijn weergegeven in Tabel B3. De BOB's (beneden- en bovenstrooms), materiaalsoort en diameter van de leidingen is weergegeven in Tabel B4.



Tabel B3: BOB's en maaiveldniveau putten van rioolontwerp vuilwaterstelsel voor plangebied Vries-Zuid. Let op dat het drain level 0,15 m beneden maaiveldniveau ligt. De locaties van de putten (A t/m W) zijn weergegeven in Figuur B7.

DWA-put	BOK [+m NAP]	Maaiveldniveau [+m NAP]	Soort put
<b>A (bestaand)</b>	7,46	9,67	ronde put 800mm
<b>B</b>	8,27	10,03	ronde put 800mm
<b>C</b>	8,58	10,03	ronde put 800mm
<b>D</b>	8,90	10,35	ronde put 800mm
<b>E</b>	8,98	10,43	ronde put 800mm
<b>F</b>	8,33	10,20	ronde put 800mm
<b>G</b>	8,69	10,36	ronde put 800mm
<b>H</b>	8,35	10,20	ronde put 800mm
<b>I</b>	8,72	10,34	ronde put 800mm
<b>J</b>	9,07	10,52	ronde put 800mm
<b>K</b>	9,09	10,50	ronde put 800mm
<b>L</b>	9,39	10,87	ronde put 800mm
<b>M</b>	8,43	10,70	ronde put 800mm
<b>N</b>	8,53	10,67	ronde put 800mm
<b>O</b>	8,67	10,80	ronde put 800mm
<b>P</b>	8,84	10,81	ronde put 800mm
<b>Q</b>	8,50	10,72	ronde put 800mm
<b>R</b>	8,56	10,69	ronde put 800mm
<b>S</b>	8,59	10,73	ronde put 800mm
<b>T</b>	8,74	10,60	ronde put 800mm
<b>U</b>	8,82	10,62	ronde put 800mm
<b>V</b>	8,85	10,60	ronde put 800mm
<b>W</b>	8,89	10,83	ronde put 800mm



Tabel B4: BOB's (boven- en benedenstrooms), materiaal en diameter van de DWA-leidingen voor plangebied Vries Zuid. De locaties van de leidingen (1 t/m 25) zijn weergegeven in Figuur B7. De BOB's zijn afgeleid aan de hand van de volgende uitgangspunten: 1<sup>e</sup> 100 m een verhang van 1:200, 2<sup>e</sup> 100 m een verhang van 1:500 en de rest een verhang van 1:800

DWA-leiding	BOB bovenstrooms	BOB benedenstrooms	Materiaal + diameter
<b>1 (bestaand)</b>	7,73	7,46	pvc 250 mm
<b>2 (bestaand)</b>	7,46	7,20	pvc 250 mm
<b>3</b>	8,27	8,15 (aansluiting Graskampen)	pvc 250 mm
<b>4</b>	8,58	8,27	pvc 250 mm
<b>5</b>	8,90	8,58	pvc 250 mm
<b>6</b>	8,98	8,90	pvc 250 mm
<b>7</b>	8,33	8,27	pvc 250 mm
<b>8</b>	8,69	8,33	pvc 250 mm
<b>9</b>	8,35	8,33	pvc 250 mm
<b>10</b>	8,72	8,35	pvc 250 mm
<b>11</b>	9,07	8,72	pvc 250 mm
<b>12</b>	9,09	9,07	pvc 250 mm
<b>13</b>	9,39	9,09	pvc 250 mm
<b>14</b>	8,43	8,35	pvc 250 mm
<b>15</b>	8,53	8,43	pvc 250 mm
<b>16</b>	8,50	8,43	pvc 250 mm
<b>17</b>	8,56	8,50	pvc 250 mm
<b>18</b>	8,59	8,50	pvc 250 mm
<b>19</b>	8,67	8,43	pvc 250 mm
<b>20</b>	8,84	8,67	pvc 250 mm
<b>21</b>	8,74	8,67	pvc 250 mm
<b>22</b>	8,82	8,74	pvc 250 mm
<b>23</b>	8,85	8,74	pvc 250 mm
<b>24</b>	8,93	8,89	pvc 250 mm
<b>25</b>	8,89	8,84	pvc 250 mm



## Bijlage V RWA-ontwerp



Figuur B8: Rioolontwerp regenwaterstelsel voor plangebied Vries-Zuid. De RWA-belasting van Fase 2 is niet meegenomen in dit rioolontwerp. De BOB's en het maaiveldniveau van de putten zijn weergegeven in Tabel B5. De BOB's (beneden- en bovenstrooms), materiaalsoort en diameter van de leidingen is weergegeven in Tabel B6.



Tabel B5: BOK's en maaiveldniveau putten van rioolontwerp regenwaterstelsel voor plangebied Vries-Zuid. De locaties van de putten (A t/m V) zijn weergegeven in Figuur . Het verhang is bepaald aan de hand van het uitgangspunt 1:100.

RWA-put	BOK [+m NAP]	Maaiveldniveau [+m NAP]	Soort put
A	7,98	10,05	ronde put 1000mm
B	8,41	10,03	ronde put 800mm
C	8,47	10,35	ronde put 800mm
D	8,5	10,31	ronde put 800mm
E	8,4	10,40	ronde put 1000mm
F	8,89	10,52	ronde put 800mm
G	8,64	10,40	ronde put 1000mm
H	8,72	10,40	ronde put 800mm
I	8,8	10,40	ronde put 800mm
J	8,84	10,75	ronde put 800mm
K	9,27	10,80	ronde put 800mm
L	9,3	10,80	ronde put 800mm
M	9,22	11,01	ronde put 800mm
N	7,81	10,99	ronde put 800mm
O	9,58	11,10	ronde put 800mm
P	9,31	11,07	ronde put 800mm
Q	9,56	11,10	ronde put 800mm
R	9,58	11,10	ronde put 800mm
S	9,36	11,05	ronde put 800mm
T (stuwput)	7,35	9,71	vierkante put 1000mm
U	7,9	9,71	ronde put 1000mm
V (uitlaat)	7,35	8,20	-





Tabel B6: BOB's (boven- en benedenstrooms), materiaal en diameter van de RWA-leidingen voor plangebied Vries Zuid. De locaties van de leidingen (1 t/m 22) zijn weergegeven in Figuur B8.

RWA-leiding	BOB bovenstrooms	BOB benedenstrooms	Materiaal + diameter
1	8,41	8,35	pvc 315mm
2	8,47	8,41	pvc 315mm
3	8,5	8,47	pvc 315mm
4	8,4	8,35	beton 500mm
5	8,89	8,82	pvc 315mm
6	8,64	8,62	beton 500mm
7	8,72	8,64	pvc 315mm
8	8,8	8,72	pvc_315mm
9	8,84	8,8	pvc 400mm
10	9,27	9,23	pvc 315mm
11	9,3	9,27	pvc 315mm
12	9,22	9,19	pvc 315mm
13	9,58	9,55	pvc 315mm
14	9,53	9,51	pvc 315mm
15	9,31	9,22	pvc 315mm
16	9,56	9,53	pvc 315mm
17	9,58	9,56	pvc 315mm
18	9,36	9,32	pvc 315mm
19	8,86	8,8	pvc 315mm
20	7,82	7,8	beton 600mm
21	7,98	7,9	beton 600mm
22	7,35	7,35	beton 600mm



## Bijlage VI RWA-ontwerp (met Fase 2)

Het regenwaterstelsel zoals beschreven in Bijlage V is ook doorgerekend voor de variant waarin Fase 2 van het plangebied wel is meegenomen in het ontwerp. Hierbij is de belasting van het uitbreidingsgebied verdeeld over acht putten, met elk 12,5% van de totaalbelasting. Voor de totaalbelasting van Fase 2 is uitgegaan van ongeveer 7.200 m<sup>2</sup> aangesloten straatoppervlak en 8.140 m<sup>2</sup> aangesloten dakoppervlak op het regenwaterstelsel.

Ten behoeve van het aansluiten van het uitbreidingsgebied op het regenwaterstelsel van het plangebied, komt er meer hemelwater in het stelsel terecht. Dit leidt ertoe dat op een aantal plekken niet meer wordt voldaan aan de eis van minimaal 20 cm waking.

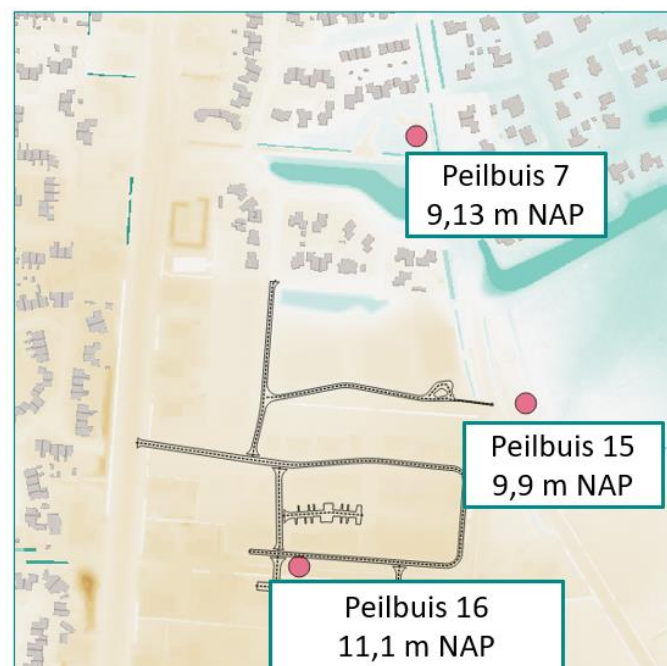
Aangezien het hemelwater van Fase 2 van nature zuidwaarts zal afstromen (door het natuurlijke hoogteverloop), is ervoor gekozen om Fase 2 niet mee te nemen in de modelberekeningen.



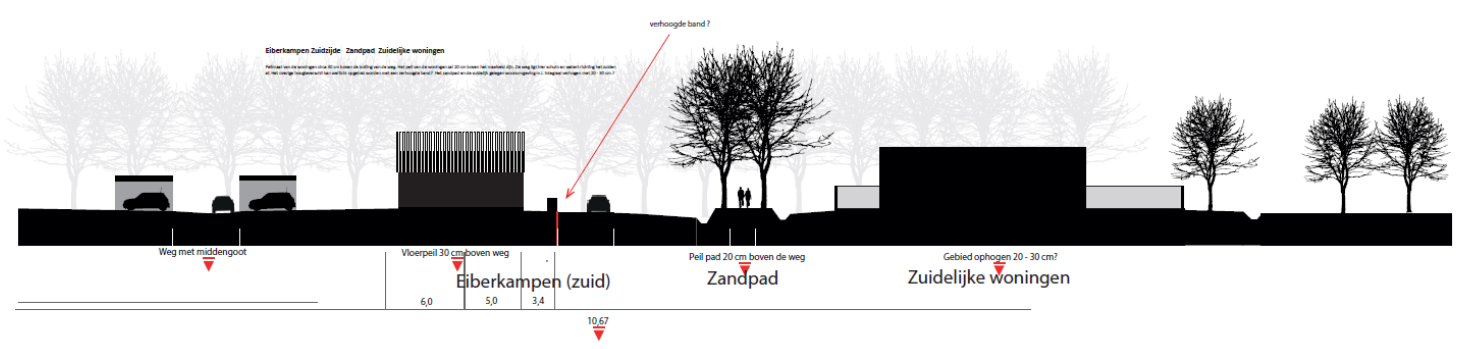
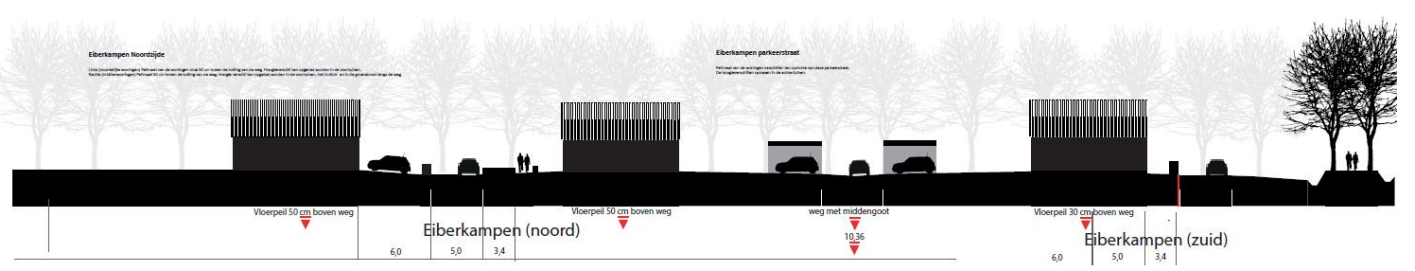
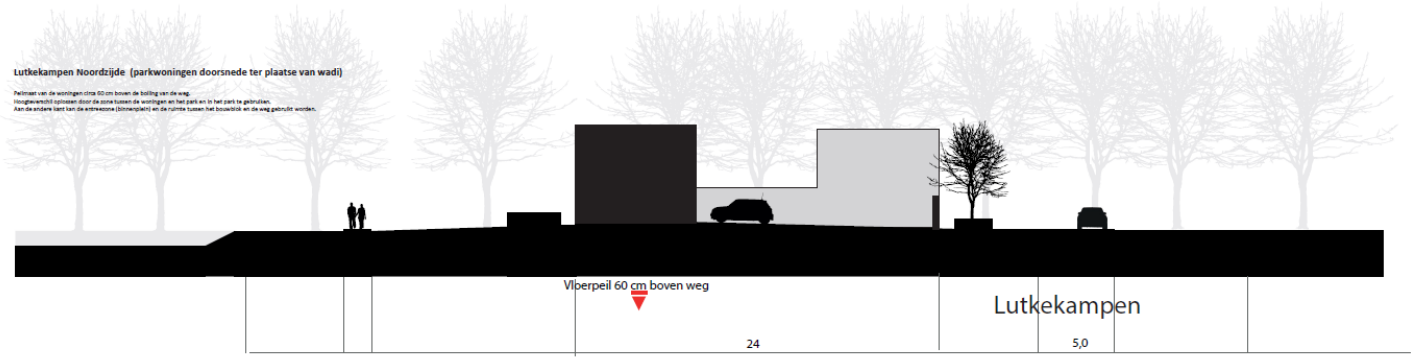
# Bijlage VII Hoogtekaart toekomstige situatie Vries Zuid

## Locaties peilbuizen en hoogste grondwaterstand in plangebied Vries-Zuid

In het plangebied Vries-Zuid zijn een drietal peilbuizen aanwezig: peilbuis 7, peilbuis 15 en peilbuis 16. De locaties van deze peilbuizen en de hoogst gemeten fretische grondwaterstand plus 80 centimeter zijn weergegeven in onderstaande figuur. Deze hoogte is vervolgens geïnterpoleerd tussen de puntlocaties. Uiteraard is hierbij rekening gehouden dat nieuwe te realiseren wegen aansluiten op bestaande wegen.

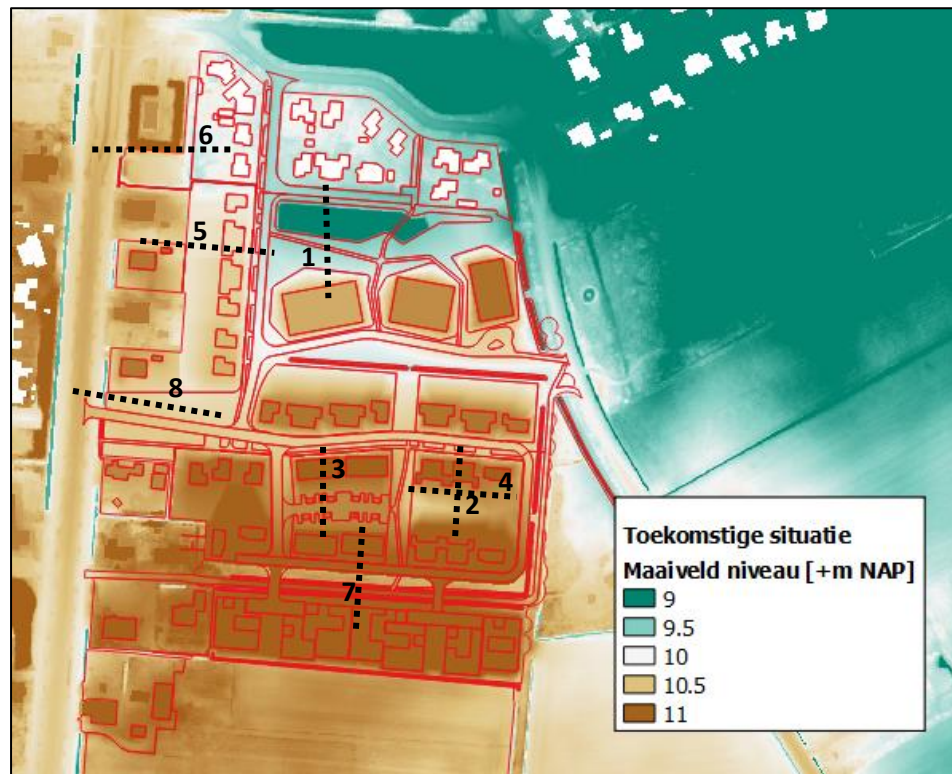


Op basis van de nieuwe hoogte van de wegassen zijn vervolgens de vloerpeilen van de panden opgesteld en uiteindelijk de nieuwe hoogtekaart. Voor een aantal straten wijken de uitgangspunten af en is de vernieuwde hoogtekaart opgesteld aan de hand van de volgende profieltekeningen:

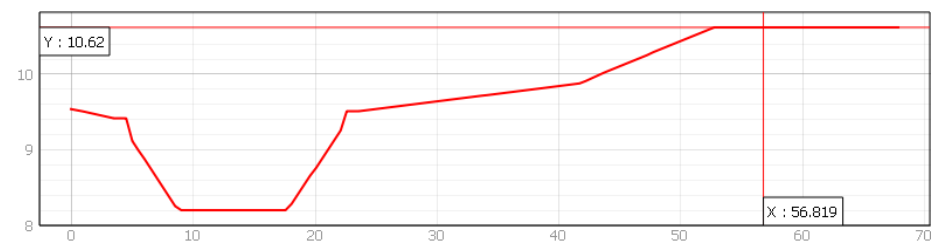




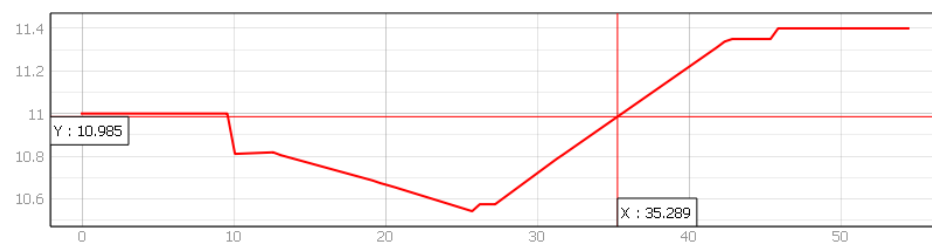
## Hoogtekaart toekomstige situatie plangebied Vries Zuid



Langsdoorsnede 1 (boven naar beneden):

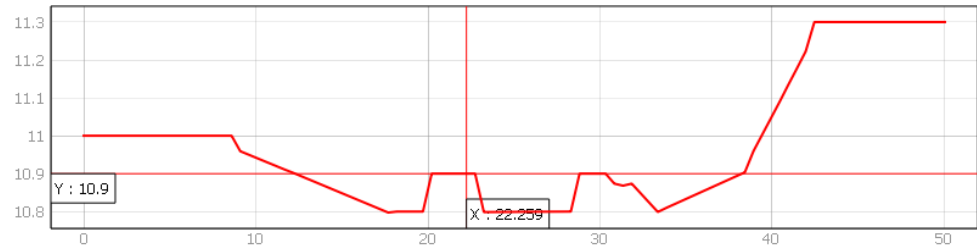


Langsdoorsnede 2 (boven naar beneden):

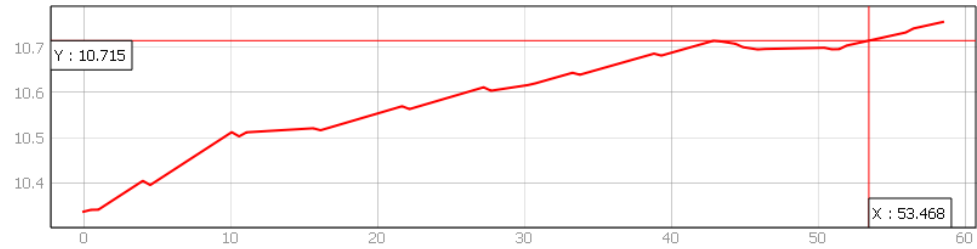




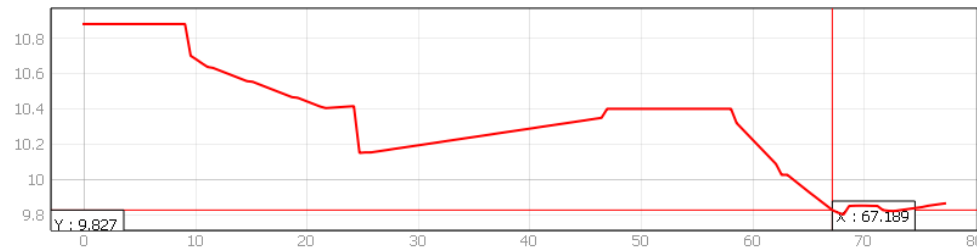
**Langsdoorsnede 3 (boven naar beneden):**



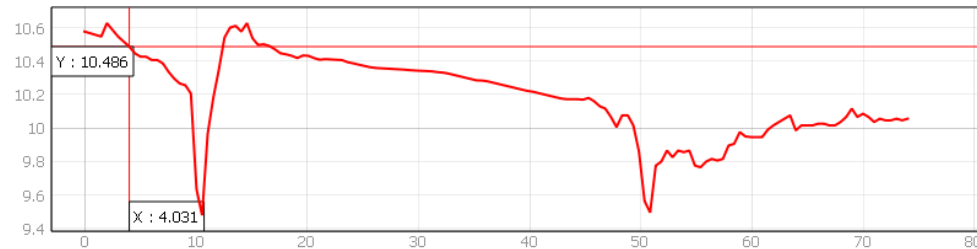
**Langsdoorsnede 4 (links naar rechts):**



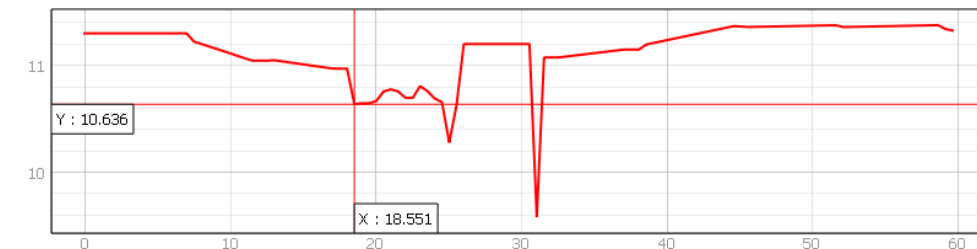
**Langsdoorsnede 5 (links naar rechts):**



**Langsdoorsnede 6 (links naar rechts):**

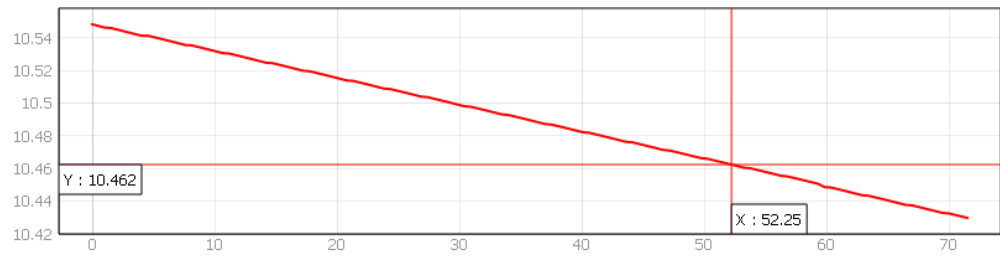


**Langsdoorsnede 7 (boven naar beneden):**

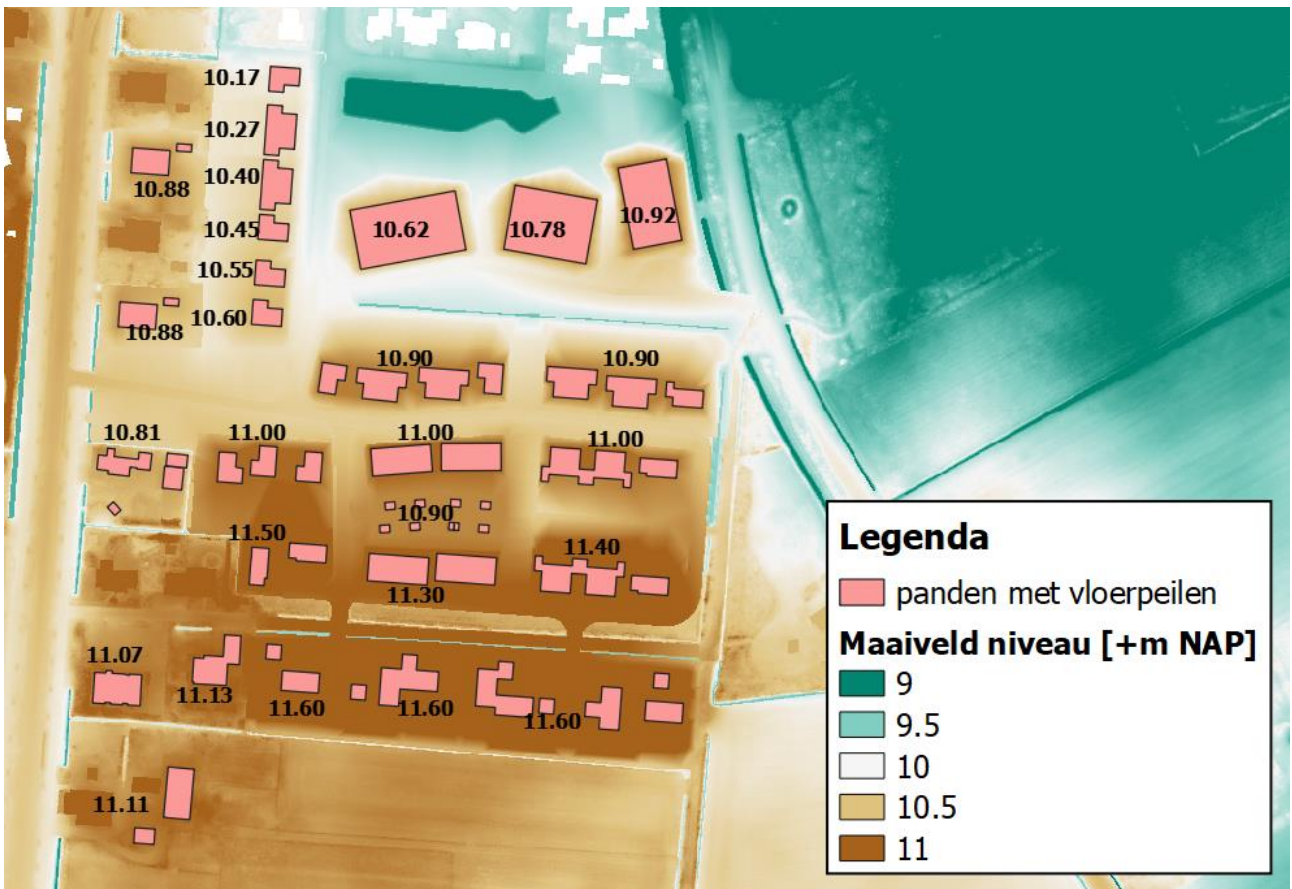




### Langsdoorsnede 8 (links naar rechts):

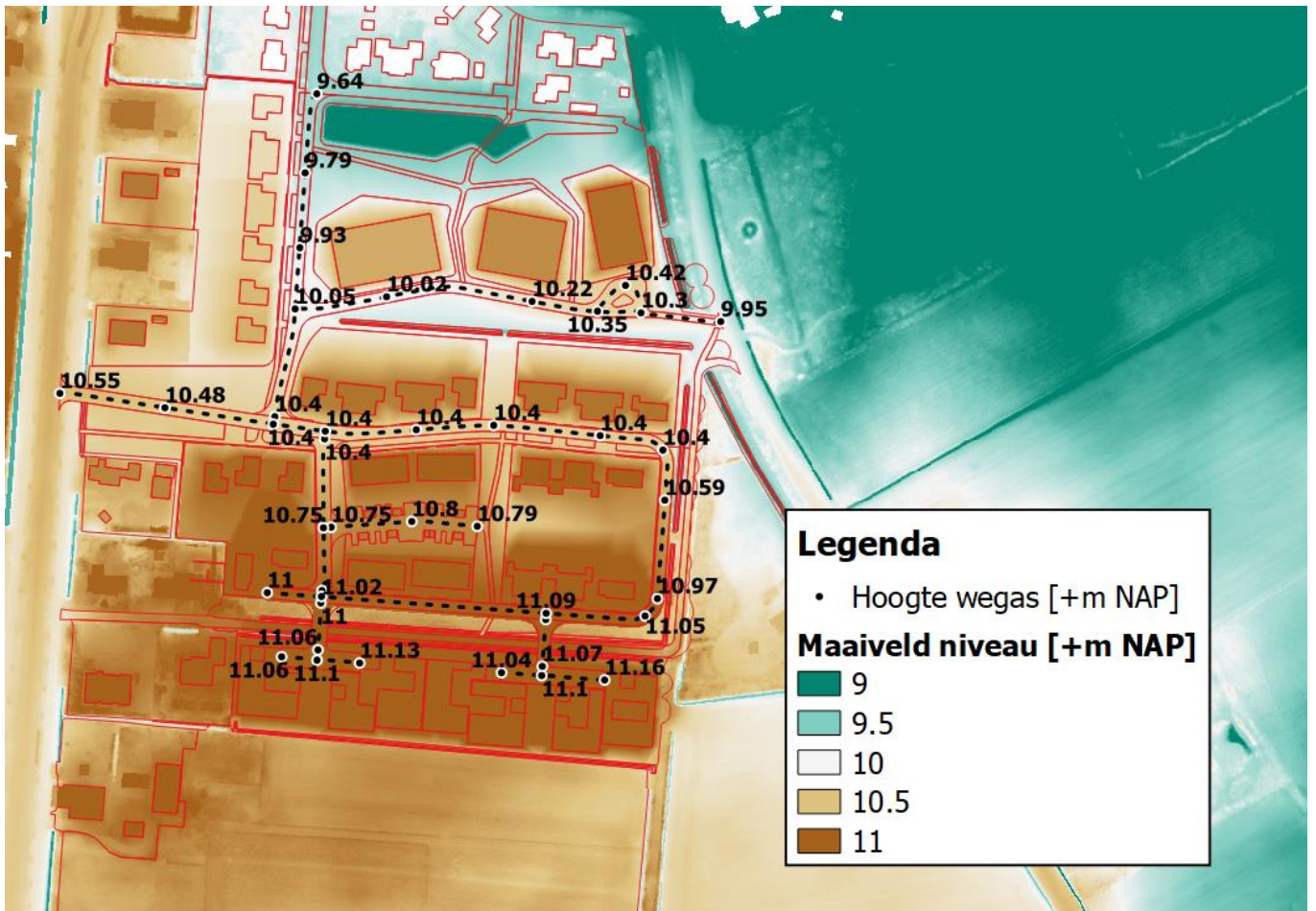


### Vloerpeilen van de panden





### Hoogte van de as van de wegen







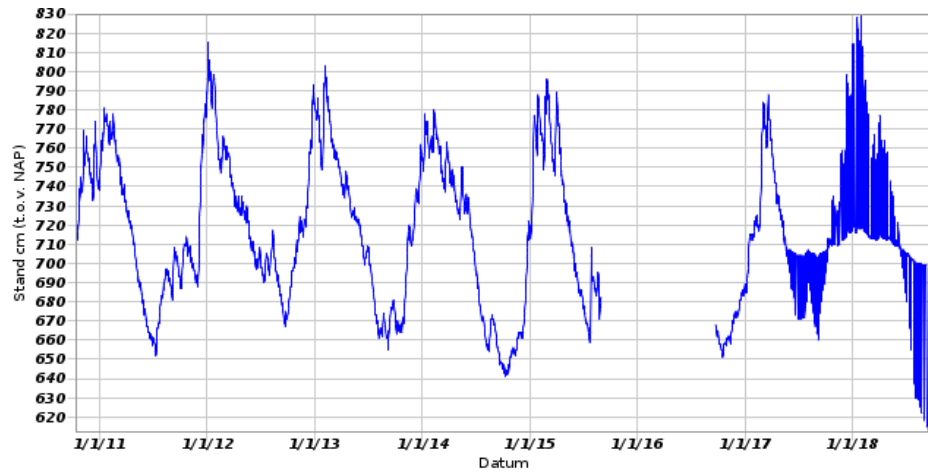
# Bijlage VIII Maximale waterdieptekaarten T100



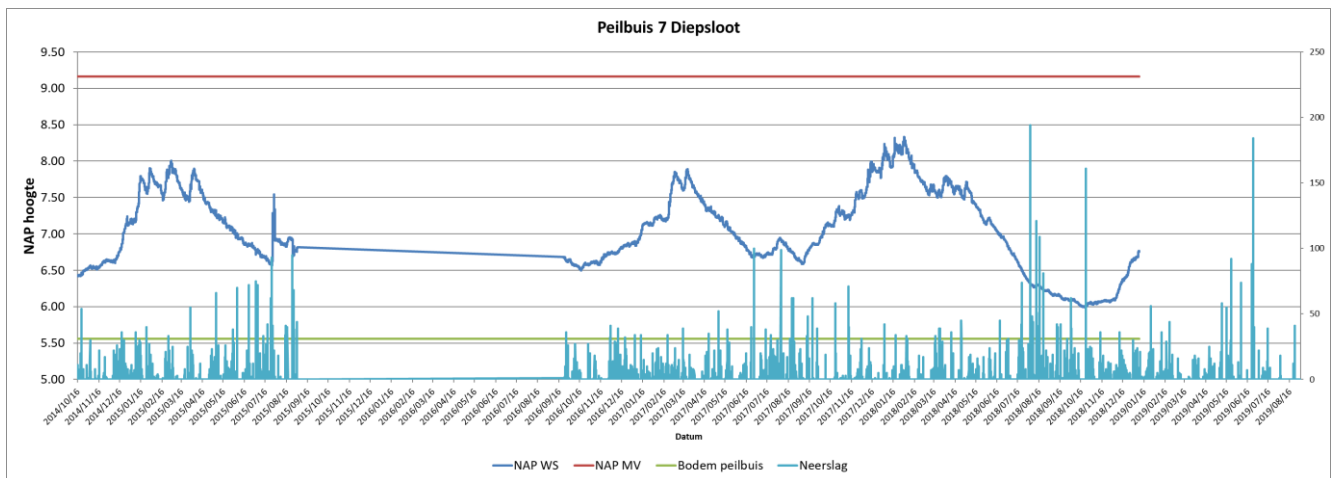
# Bijlage IX. Grondwaterstanden

## Peilbuis 7

Dinoloket (ondiep):



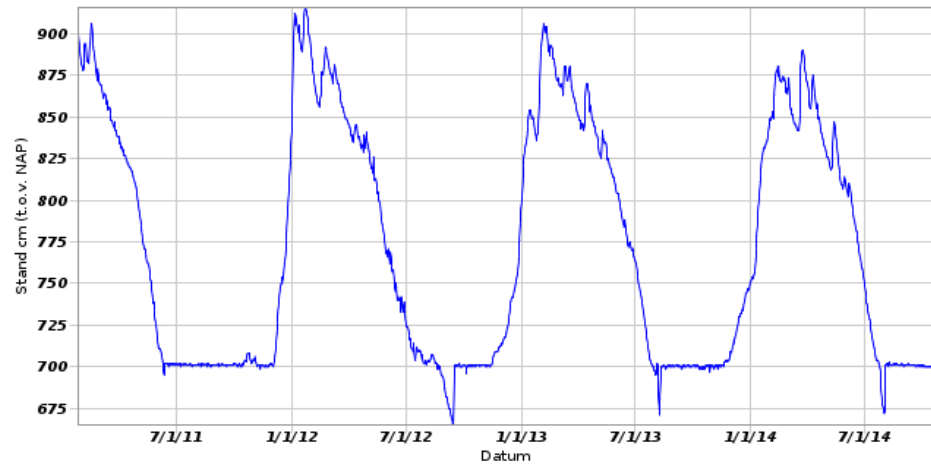
Meting gemeente (ondiep):





Peilbuis 15

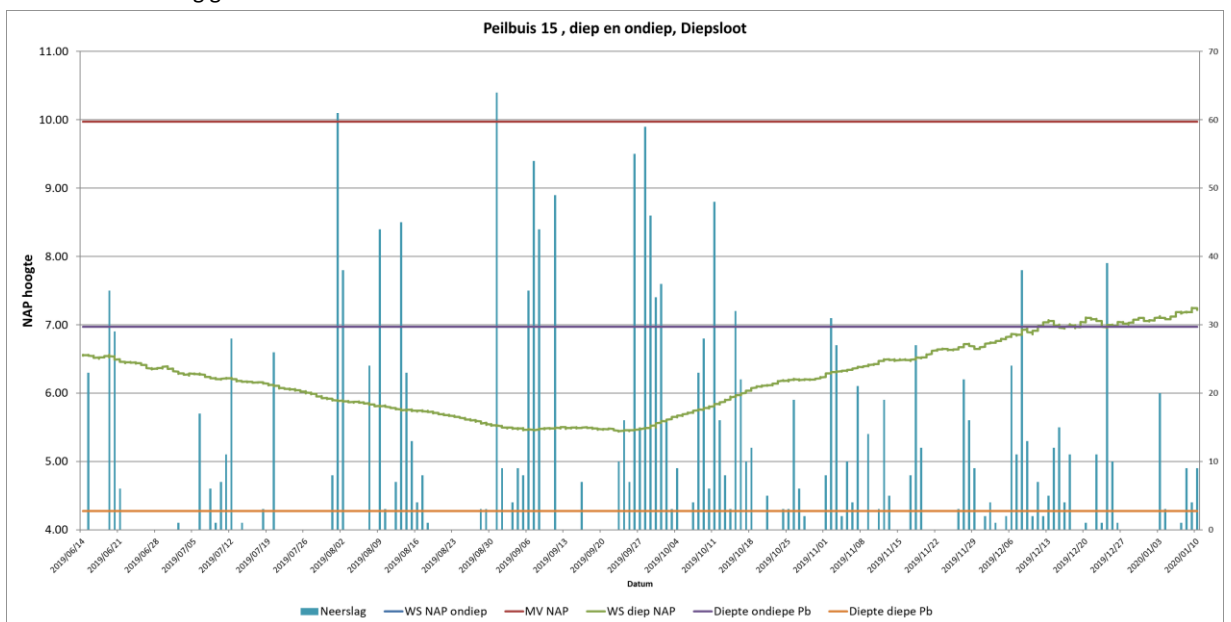
Dinoloket (ondiep):



Dinoloket (diep):



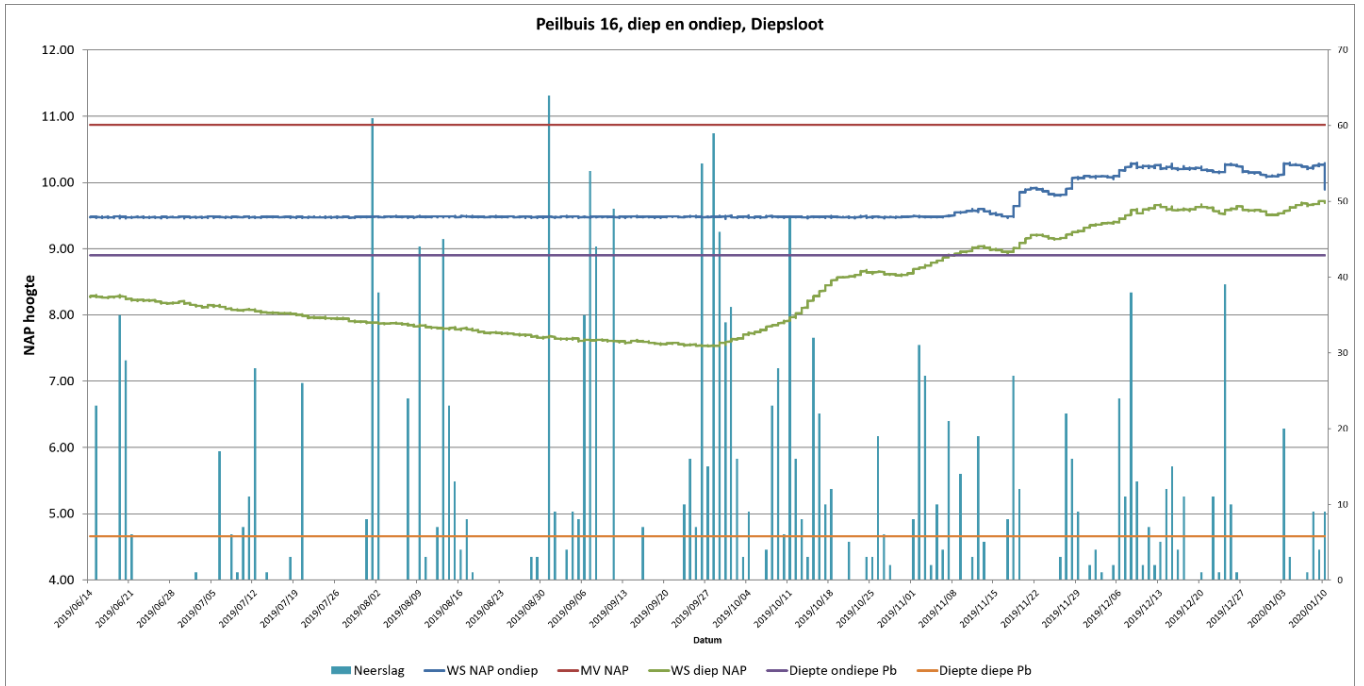
Meting gemeente:



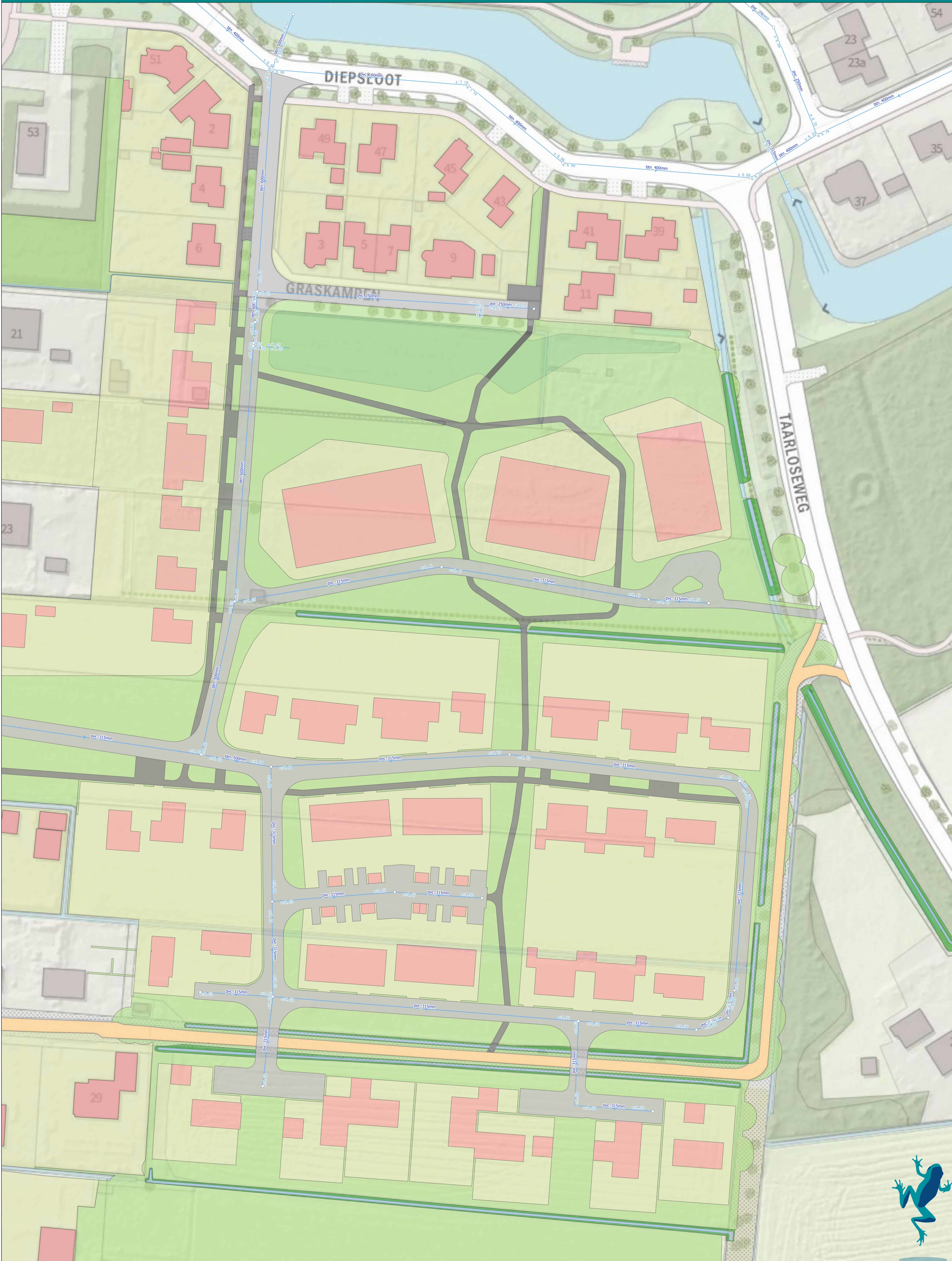


Peilbuis 16

Meting gemeente:



# Rioolontwerp hemelwaterstelsel Vries Zuid



# Rioolontwerp vuilwaterstelsel Vries Zuid

