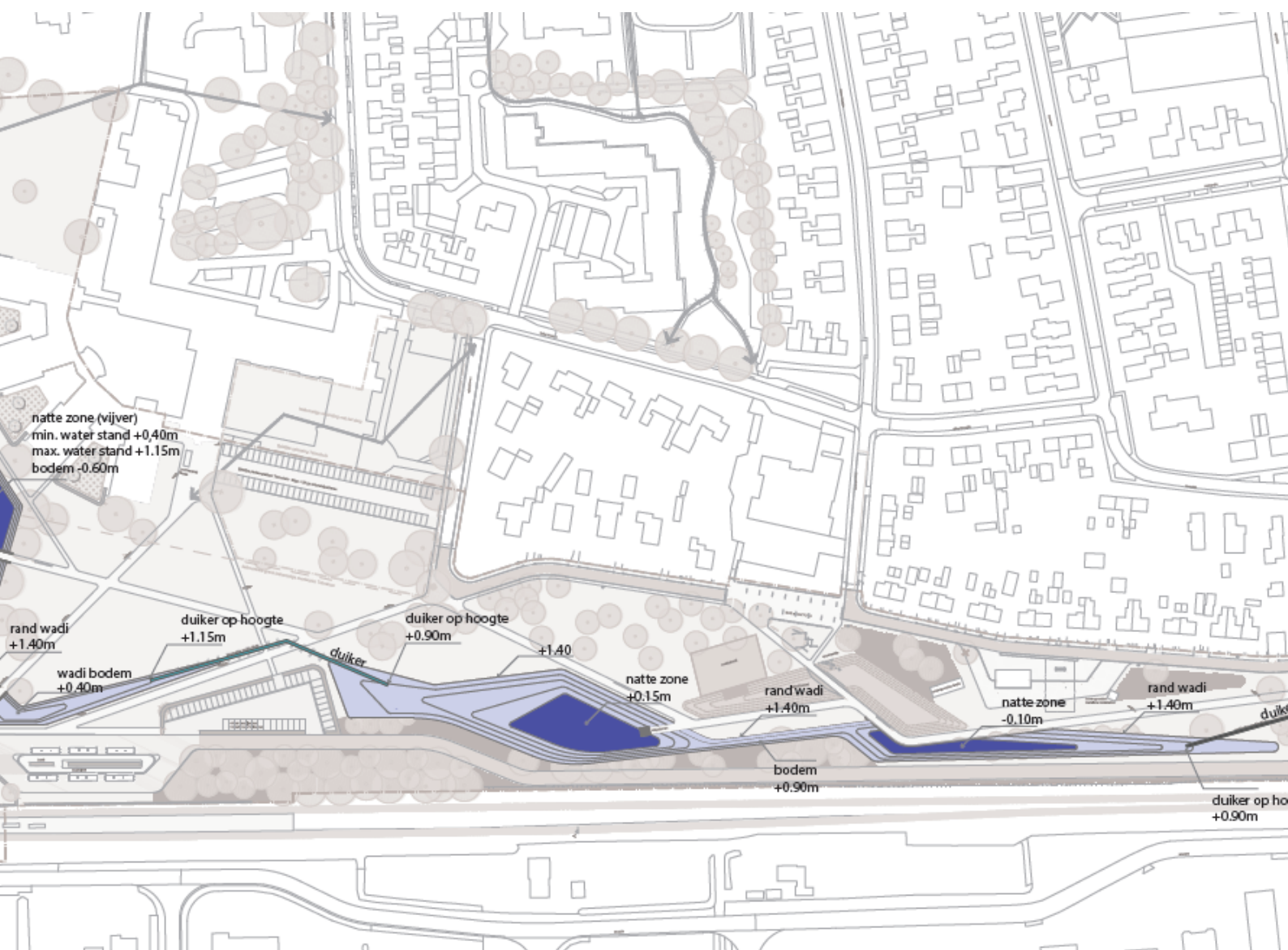




Watertoets en Rioleringsplan KIK/Transferium Feanwâlden

Watertoets en Rioleringsplan KIK/Transferium Feanwâlden

Gemeenten Dantumadiel, Dongeradeel, Ferwerderadiel en Kollumerland
(DDFK)

11 juli 2018

Project
Opdrachtgever

Watertoets en Rioleringsplan KIK/Transferium Feanwâlden
Gemeenten Dantumadiel, Dongeradeel, Ferwerderadiel en Kollumerland (DDFK)

Document
Status
Datum
Referentie

Watertoets en Rioleringsplan KIK/Transferium Feanwâlden
Definitief
11 juli 2018
107410/18-010.912

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

107410
mw. M.V. Andela MSc
drs. M.J.Schilt

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

F.J.G. van Broekhoven MSc, ir. R.J.R. Wannyn
drs. A. Biesheuvel
drs. A. Biesheuvel

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Hoogoorddreef 15
Postbus 12205
1100 AE Amsterdam
+31 (0)20 312 55 55
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	5
1.3	Uitgangspunten	6
2	BELEID EN WETGEVING	7
3	HUIDIGE SITUATIE	9
3.1	Bodemopbouw	9
3.2	Grondwater	10
3.3	Oppervlaktewatersysteem	12
3.4	Waterkering	12
3.5	Riolering	13
4	TOEKOMSTIGE SITUATIE	14
4.1	Het ontwerp	14
4.2	Waterbergingscompensatie	14
4.3	Oppervlakte watersysteem	16
4.4	Bepalen afmetingen duikers en stuwen	18
4.4.1	Beleidsregels voor duikers	18
4.4.2	Maatgevend debiet voor de stuwen en duikers	18
4.4.3	Ontwerp duikers en stuwen	20
4.4.4	Ontwerp duikers en stuwen bij alternatieve vijverpeilen	22
4.4.5	Waterbalans	23
4.5	Grondwater	24
4.6	Effecten op de waterkwaliteit	25
4.7	Concept-ontwerp Hemelwaterafvoersysteem (HWA)	26
4.7.1	Algemeen	26
4.7.2	Ontwerp HWA-stelsel	27
4.8	Klimaatadaptatie	29
5	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	33

6	REFERENTIES	34
	Laatste pagina	34
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Uitgangspunten notitie	14

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Tussen 2014 en 2016 is 'De Centrale As' aangelegd, een nieuwe dubbelbaans autoweg tussen Dokkum en Nijegea. Hierdoor vervalt de functie van de huidige provinciale weg door het dorp Feanwâlden (Veenwouden). De gemeente organisatie DDFK wil deze weg ombouwen tot een lokale ontsluitingsweg en richting de spoorbaan opschuiven. Het achterblijvende gebied wordt teruggegeven aan het dorp en vraagt om een nieuwe inrichting [ref. 1]. Deze werkzaamheden zijn ondergebracht in het project KIK/Transferium Veenwouden.

De gemeentelijke organisatie DDFK is, in samenwerking met de provincie Fryslân, momenteel in de voorbereidende uitvoeringsfase (stedenbouwkundig definitief ontwerp (DO)) van het project KIK/Transferium Veenwouden. In deze fase wordt een concept-ontwerp voor de nieuwe inrichting opgesteld door karres+brands Landschapsarchitecten B.V. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. ondersteunt karres+brands bij de technische uitwerking van het ontwerp van het watersysteem.

1.2 Doel

Het project is nu in een fase beland waarin het ontwerp verder gedetailleerd dient te worden met het oog op de vergunningsaanvraag en het afronden van het definitieve DO. Dit ontwerp is door Witteveen+Bos verder uitgewerkt in samenwerking met karres+brands. Het doel van dit rapport is het vastleggen van de verkregen resultaten, middels een watertoets en een concept-ontwerp van het nieuwe rioleringsstelsel, ten behoeve van de vergunningsaanvraag.

Het voorziene beeld van het toekomstige watersysteem is dat er continu water in de vijver staat en dat de wadi's bij een regenbui vollopen met water. Dit water infiltreert vervolgens in de bodem. Alleen bij grotere stormen voert het water af via de vijvers, wadi's en duikers naar het benedenstrooms gelegen oppervlaktewater ter hoogte van de Ljiploane, zie afbeelding 1.1. Daarnaast is afkoppeling van een deel van de omliggende verharding voorzien in het plan. Deze afgekoppelde verharding zal naar het nieuwe oppervlaktewatersysteem worden geleid.

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- in hoofdstuk 2 is het relevante beleid en wetgeving weergegeven;
- in hoofdstuk 3 is de huidige situatie beschreven ten aanzien van het grond- en oppervlaktewatersysteem, relevante wet- en regelgeving en de uitgangspunten ten aanzien van het ontwerp;
- in hoofdstuk 4 is de beschrijving van de toekomstige situatie weergegeven, inclusief de watertoets en het concept-ontwerp voor het hemelwaterafvoer systeem;
- in hoofdstuk 5 zijn de conclusies opgenomen.

1.3 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor het concept-ontwerp en de watertoets zijn samengevat in notitie '107410-18-004.986-notc01-uitgangspunten - definitief d.d. 13 april 2018, zie bijlage I.

Afbeelding 1.1 Concept-ontwerp 4 april 2018 door karres+brands



BELEID EN WETGEVING

In tabellen 2.1 en 2.2 zijn het beleidskader en wet- en regelgeving samengevat en is de relevantie voor het project aangegeven.

Tabel 2.1 Wet- en regelgeving

Wet-/regelgeving	Omschrijving	Relevantie voor project
Europese Kaderrichtlijn water (2000) en Grondwaterrichtlijn (2006)	de KRW is een Europese richtlijn met als doel het oppervlaktewater en grondwater in de EU te beschermen en het duurzame gebruik van water te bevorderen. De KRW schrijft tevens normen voor prioritair stoffen voor	project mag niet leiden tot achteruitgang van ecologische en chemische waterkwaliteit
Waterwet	de Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, de zorg voor waterkeringen en verbetert ook de samenhang tussen bijvoorbeeld het waterbeheer en de ruimtelijke ordening. De waterwet is de wettelijke verankering van de vereisten uit de KRW	algemene en specifieke regels voor het aanbrengen van wijzigingen in het watersysteem
KEUR Wetterskip Fryslân	regels voor bescherming waterkeringen en waterwegen	voorschriften voor de uitvoering van wijzigingen aan het watersysteem
Legger Wetterskip Fryslân	locaties van wateren, keringen en kunstwerken, eisen voor bijvoorbeeld de breedte en diepte van een sloot, op basis van wettelijke veiligheidsnormen wie het onderhoud moet uitvoeren en waar dat uit bestaat	minimale afmetingen en locaties watergangen en kunstwerken

Tabel 2.2 Beleidskader

Beleidskader	Omschrijving	Relevantie voor project
Watertoets (2003)	de watertoets volgt uit de afspraken van het Nationaal Bestuursakkoord Water. De watertoets is geïntroduceerd omdat het aspect water in ruimtelijke plannen een mede ordenend principe is. De watertoets is een procedure waarbij de initiatiefnemer in overleg met de waterbeheerders de waterhuishouding van een te ontwikkelen gebied inricht. Belangrijkste inhoudelijke doel van de watertoets is dat initiatiefnemers zo bouwen dat het bestaande watersysteem niet negatief wordt beïnvloed en aansluit bij de normen die gelden voor de ontwikkeling	betrekken verantwoordelijk waterbeheerder bij planvorming
Waterbeheerplan Wetterskip Fryslân (2016-2021)	het WBP beschrijft de doelen van Wetterskip Fryslân voor de planperiode, welke strategische keuzes gemaakt worden en wat de financiële consequenties daarvan zijn. In het WBP 2016 - 2021 neemt Wetterskip Fryslân verantwoordelijkheid voor een robuust en duurzaam watersysteem en waterketen op de lange termijn	beleidskeuzen watertoetsproces watervergunning

Beleidskader	Omschrijving	Relevantie voor project
leidraad en handreiking watertoets Fryslân (2013)	beschrijving van het proces en de producten van de watertoets	samen met Wetterskip Fryslân wordt het watertoetsproces doorlopen
verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2014-2017, gemeenten Dongeradeel en Dantumadiel (2014)	het vGRP beschrijft de doelen van de gemeenten en de visie en beleidskeuzes voor de onderwerpen afvalwater, hemelwater en grondwater. Tevens wordt aandacht besteed aan de financiën, beheer en onderhoud van het rioolsysteem	om te anticiperen op klimaatverandering kan naast bui 8 ook worden gerekend met een zwaardere regenbui (bui 9 of bui 10), hierdoor kan bekeken worden waar in de toekomst mogelijk problemen kunnen ontstaan

Nader onderzoek van de lokale bodemopbouw ter hoogte van de toekomstige wadi's en vijver wordt aanbevolen om een betere inschatting te kunnen maken van de infiltratiecapaciteit van de bodem (als een ondoorlatende laag wordt toegepast in de vijver zoals wordt geadviseerd, is er geen nader onderzoek nodig). In tabel 3.1 is de bodemopbouw schematisch weergegeven en in afbeelding 3.1 de REGIS doorsnede van het gebied.

Van (m NAP)	Tot (m NAP)	Lithologie	Geohydrologie
maaiveld circa +1,2 a + 0,3	- 2,0	humeus fijn zand en zandig keileem	freatisch watervoerend pakket
-2,0	-16,5 ¹	fijn zand, doorsneden met leemlaagjes	watervoerend pakket

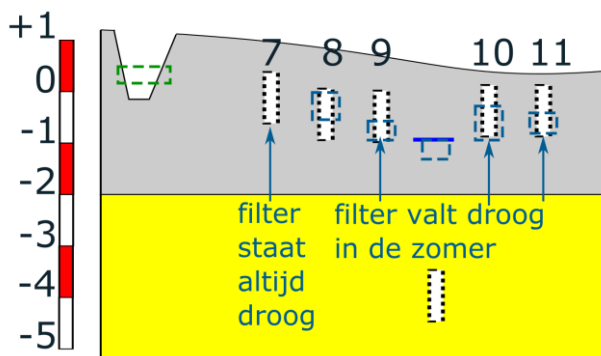
9 | 34 Witteveen+Bos | 107410/18-010.912 | Definitief

3.2 Grondwater

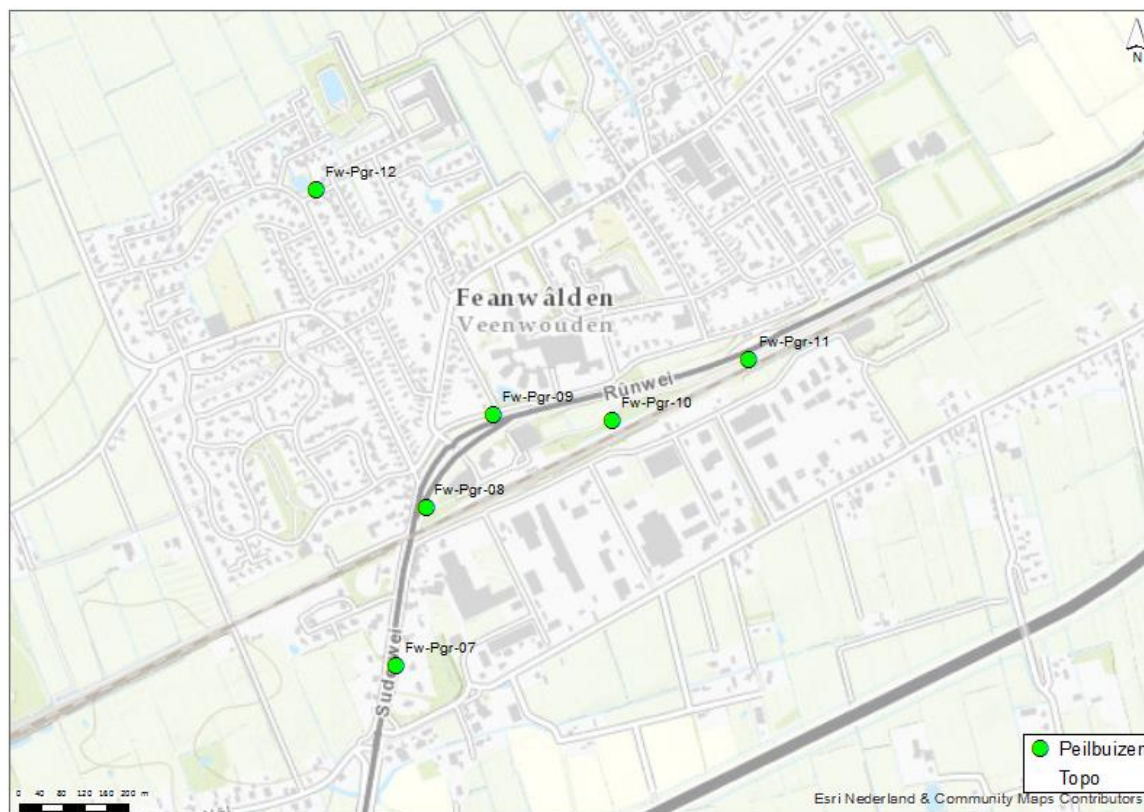
In het projectgebied wordt op 4 plaatsen de freatische grondwaterstand (peilbuis 8, 9 ondiep, 10 en 11) gemeten sinds mei 2016 en op 1 locatie (9 diep) de stijghoogte in het watervoerende pakket. De locaties zijn weergegeven in afbeelding 4.3. De bandbreedte van de waargenomen grondwaterstand is weergegeven in afbeelding 3.2. Hieruit volgt dat er sprake is van een infiltratiesituatie naar het eerste watervoerende pakket [ref. 1].

Op basis van de metingen van grondwaterstanden in afbeelding 4.2, 4.4 en 4.5 is indicatief een hoogste en laagste grondwaterstand af te leiden. In het freatisch watervoerend pakket in het projectgebied is de hoogst voorkomende grondwaterstand NAP +0,8 m en de laagst voorkomende grondwaterstand NAP -1,0 m. In tabel 3.2 is te zien dat de weersomstandigheden van november en december 2017 respectievelijk droger natter waren dan gemiddeld. De totale neerslagsom in de maanden november en december 2017 wijkt weinig af van het gemiddelde voor deze maanden. Op basis van een langere meetreeks en recentere metingen kan een beter inzicht in de fluctuaties van de grondwaterstanden worden verkregen.

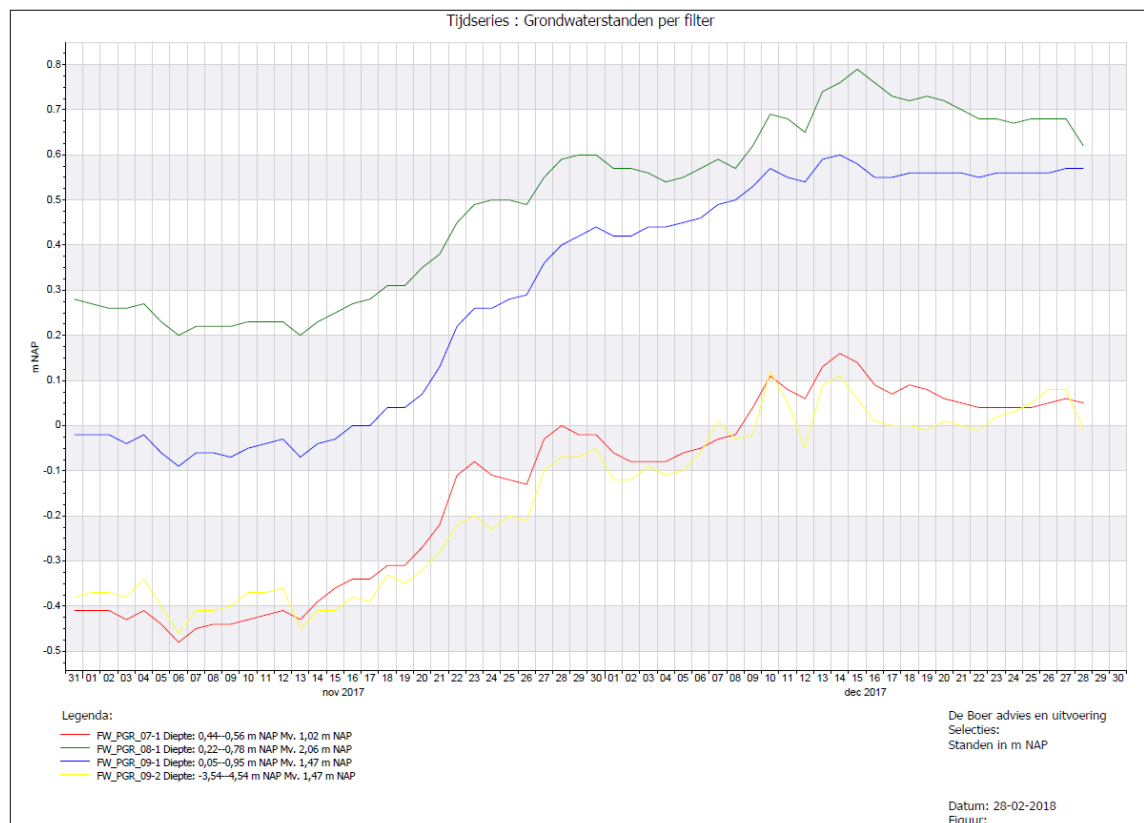
Afbeelding 3.2 Bandbreedte waargenomen oppervlaktewaterpeil (geen datum) en grondwaterstand mei - november 2016 [ref. 1]



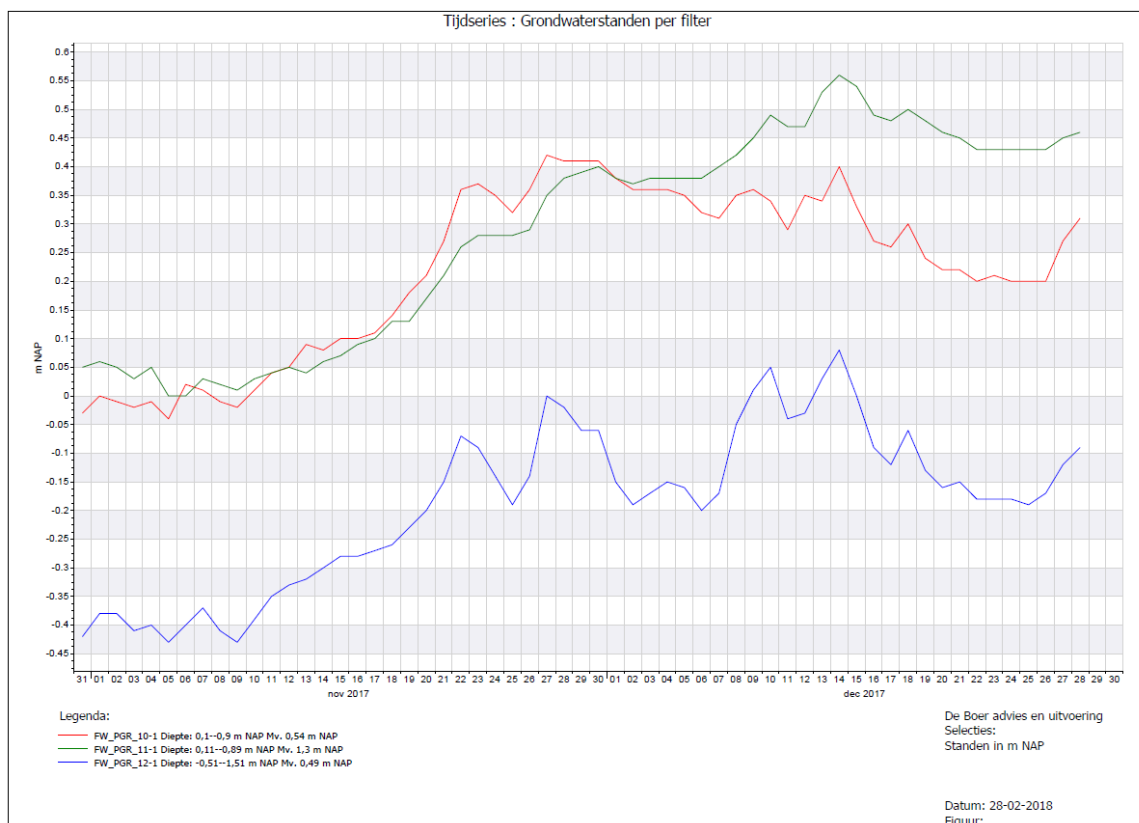
Afbeelding 3.3 Kaart locatie peilbuizen



Afbeelding 3.4 Grondwaterstanden november en december 2017 peilbuizen 7, 8 en 9



Afbeelding 3.5 Grondwaterstanden november en december 2017 peilbuizen 10, 11 en 12



Tabel 3.2 Maandsom neerslag (mm) in de maanden november en december in 2017 t.o.v. het langjarige gemiddelde [ref. 6]

Maand	2017	Gemiddelde	Verschil
november	69,0 mm	82,1 mm	-13,1 mm
december	86,1 mm	73,0 mm	+13,1 mm

3.3 Oppervlaktewatersysteem

Bijlage I geeft de locatie van het huidige oppervlaktewater weer. Het huidige streefpeil in het projectgebied is NAP -0,8 m (zomer) en NAP - 1,0 m (winter). Het streefpeil wijkt af van het waterpeil dat ingemeten is op NAP +0,25 m tot +0,45 m¹ (datum van inmeting is niet bekend). In deze notitie wordt uitgegaan van het ingemeten waterpeil (praktijkpeil), het is met een groene box weergegeven in afbeelding 3.2. Deze afwijking van het streefpeil is bevestigd door de provincie in haar commentaar op het rapport 'Verlenging Stationswei Feanwâlden, Hydrologische beoordeling principe oplossing' (Witteveen+Bos, 1 mei 2017). Er liggen geen schouwwaters in het projectgebied.

3.4 Waterkering

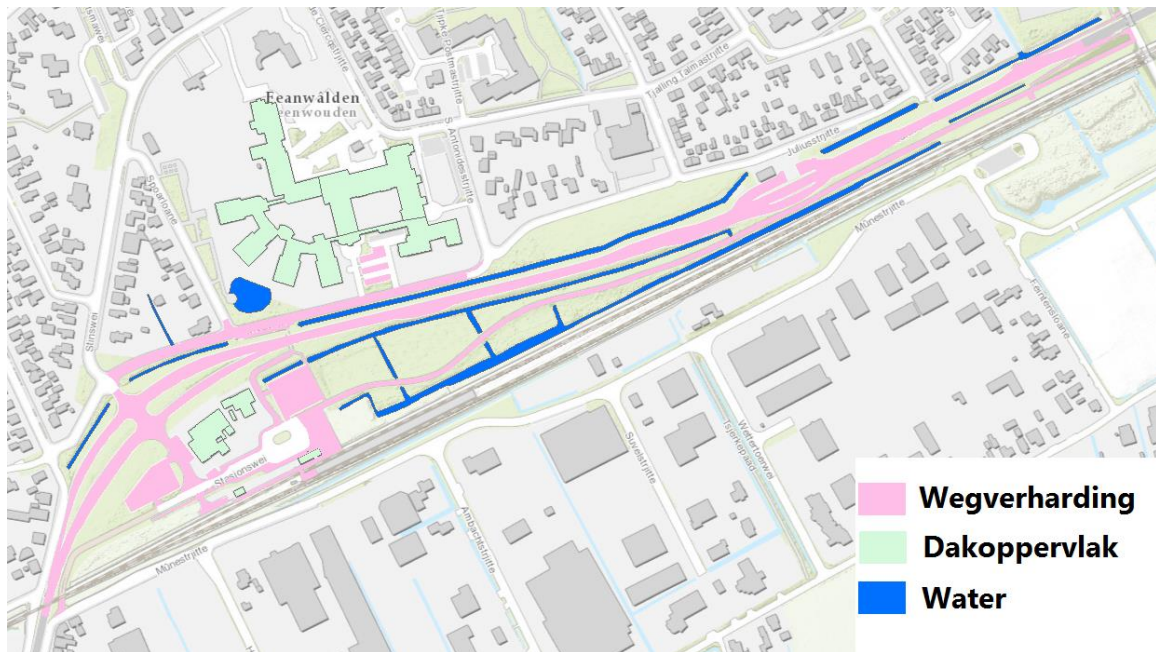
Er ligt geen waterkering in of nabij het projectgebied.

¹ Geotechnisch advies: aanleg nieuwe Stationsweg te Veenwouden, kenmerk VN-65832-1, d.d. 14 juli 2016, Wiertsema & partners.

3.5 Riolering

In de huidige situatie is het hemelwater van het transferium en de omliggende wegen voornamelijk aangesloten op het gemengd riool. Het Talma Hûs en de wegen rondom het transferium wateren af op omringende sloten. Het grootste deel van de Juliusstrjitte is momenteel ook aangesloten op het gemengd riool. Een overzicht van de bestaande verdeling van het verhard oppervlak naar type stelsel is opgenomen in afbeelding 3.6. Daarin is het bestaande dak oppervlak groen, de bestaande wegen zijn roze en het bestaande water is blauw.

Afbeelding 3.6 Verhard oppervlak en oppervlaktewater in de huidige situatie



4

TOEKOMSTIGE SITUATIE

4.1 Het ontwerp

Het voorziene beeld van het toekomstige watersysteem is dat er continu water in de vijver staat en dat de wadi's bij een regenbui vollopen met water. Dit water infiltreert vervolgens in de bodem. Alleen bij grotere stormen voert het water af via de vijvers, wadi's en duikers naar het benedenstrooms gelegen oppervlaktewater ter hoogte van de Ljiploane.

Het minimale peil van de vijver is voorzien op NAP +0,60 m. De wadi's hebben geen minimaal peil en mogen droogvallen. Het maximale peil in de vijver is vastgesteld op NAP +0,9 m bij een T=100 bui (een bui met herhalingsfrequentie van eens per 100 jaar). Het maximale waterpeil in de benedenstroomse wadi's is vastgesteld op NAP +0,6 m. Dit maximale peil is vastgesteld om te voorkomen dat er water-op-sstraat ontstaat in de laaggelegen delen van de Juliusstrjitte of overstrooming van de aangesloten watergang bij de Tjalling Talmastrjitte.

Afbeelding 4.1 Concept-ontwerp 4 april 2018 van het watersysteem door karres+brands



4.2 Waterbergingscompensatie

In het projectgebied worden veel van de bestaande watergangen gedempt. Als gevolg van het dempen van oppervlaktewater neemt de berging in het watersysteem af. Het watersysteem wordt daardoor minder robuust en veerkrachtig. Dempingen dienen ten alle tijden voor 100 % te worden gecompenseerd binnen hetzelfde peilgebied, zodat het watersysteem zijn totale berging behoudt [ref. 2]. Het huidige oppervlaktewater dient dus 1:1 gecompenseerd te worden door het graven van nieuw oppervlaktewater.

Naast deze ontwikkeling neemt het verhard oppervlak dat op het watersysteem afwatert in de toekomstige situatie toe door afkoppeling van het gemengde stelsel.

Wet- en regelgeving (ref 2) schrijft voor dat in eerste instantie gekeken dient te worden naar de mogelijkheden voor compensatie door het vasthouden van het water in het plangebied. Als hiervoor geen mogelijkheden zijn dan is extra berging een optie. Is ook het creëren van extra berging niet mogelijk dan is het afvoeren van het hemelwater de laatste mogelijkheid. In stedelijk gebied geldt een bergingscoëfficiënt van 10 % voor toename van verharding [ref. 2]. Dit betekent dat ter compensatie van de toename van verharding, het oppervlaktewater met $\frac{1}{10}^{\text{de}}$ van het verhard oppervlak moet toenemen.

Binnen het projectgebied liggen momenteel 2 wegen die in de toekomstige situatie niet meer aanwezig zullen zijn. Dit zijn de Runwei en een deel van de Juliusstrjitte. Hierdoor vervalt een stuk verhard oppervlak van 10.622 m². Daarnaast wordt een oppervlak van 17.606 m² afgekoppeld rondom het station dat zal afwateren op het nieuwe watersysteem.

Daardoor is de netto toename van aangesloten verharding van 7.984 m². Om deze toename te compenseren is er toename van $\frac{1}{10}^{\text{de}}$ aan oppervlaktewater nodig, dus 798 m² meer oppervlaktewater dan in de huidige situatie.

In de huidige situatie is een wateroppervlak aanwezig van 7.245 m². Ter compensatie van de demping wordt het minimaal vereiste wateroppervlak in de nieuwe situatie daarmee 8.043 m² (7.245 m² + 798 m²).

Het nieuwe watersysteem inclusief wadi's heeft een wateroppervlak van in totaal 8.088 m². Dit overstijgt het minimaal vereiste wateroppervlak van 8.043 m², waarmee het voorgestelde ontwerp voldoet aan de bergingseis van het Wetterskip. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de wijzigingen in het totale verhard oppervlak en wateroppervlak.

Tabel 4.1 Overzicht wijzigingen totale verhard oppervlak en wateroppervlak

Type	Oppervlak (m ²)
verwijderde afgekoppelde verharding	10.622 m ²
nieuw afgekoppelde verharding	18.606 m ²
toename/afname afgekoppelde verharding	+7.984 m ²
huidig wateroppervlak	7.245 m ²
toekomstig wateroppervlak incl. wadi's	8.088 m ²
toename/afname wateroppervlak	+843 m ²
overschot/tekort wateroppervlak	+45 m ²

Afbeelding 4.2 Overzicht van huidig en nieuw wateroppervlak



4.3 Oppervlakte watersysteem

Afbeelding 4.2 en tabel 4.2 geeft het vijver en wadi's-systeem weer met de verschillende niveaus van het wateroppervlakte. In de afbeelding wordt onderscheidt gemaakt tussen 3 waterlichamen, A is de vijver, B en C zijn wadi's. Ook de locaties van de dwarsdoorsneden zijn weergegeven. In afbeelding 4.3 is een schematische lengtedoorsnede gegeven met de bodemhoogte bij de dwarsdoorsneden en het minimale en maximale peil. Tabel 4.3 geeft afmetingen van de doorsneden weer.

De behouden spoorsloot is ook weergegeven in afbeelding 4.3. Dit deel van de spoorsloot blijft behouden in het ontwerp [telefonisch contact met de gemeente]. Deze spoorsloot is aangesloten via een bestaande duiker die de leiding van de Gasunie doorkruist. Tevens wordt via het HWA-systeem de watergang ten noorden van Tjalling Talmastrijtte aangesloten op het HWA-systeem.

Om ervoor te zorgen dat zoveel mogelijk water in de wadi's blijft staan en niet direct afvoert richting het regionale watersysteem wordt geadviseerd om stuwen toe te passen voor de duikers. In de volgende paragraaf worden de afmetingen voor de duikers en stuwen bepaald.

Tabel 4.2 water oppervlakte bij verschillende niveaus

Wadi/vijver	Insteek maaiveld (m ²)	Maximaal niveau (m ²)	Minimaal niveau (m ²)
A	4.290	3.336	1.902
B	4.661	3.705	1.772
C	1.652	1.047	352
totaal	10.602	8.087	4.026

Aerial map of a water management project in Feanwâlden, Veenwouden. The map shows a blue stream (stroomlijn) with red cross-sections (dwarsdoorsneden) and light blue areas representing water levels (minimaal and maximaal wateroppervlak). A black line indicates a crossing (Bestaande duiker) over a railway (spoorloot). A yellow line marks 'stuw 1' and a yellow dot marks 'stuw 2'. A blue circle highlights a connection to the HWA-system. A legend in the bottom right corner defines the symbols: duiker (black dot), stroomlijn (blue line), dwarsdoorsneden (red line), minimaal wateroppervlak (light blue), maximaal wateroppervlak (light blue), and Wateroppervlak bij insteek maaiveld (light blue). A scale bar at the bottom left shows 0 to 100 meters. The map is credited to Esri Nederland and Community Map Contributors.

The graph displays groundwater levels over a 15-day period. The y-axis represents the water level in meters relative to NAP, ranging from -2,00 to 1,50. The x-axis represents the day number from 1 to 15. Three data series are shown: 'bodem' (dark blue line), 'minimale waterstand' (light blue line), and 'maximale waterstand' (medium blue line). The 'bodem' line shows significant fluctuations, with a minimum of -1,40m between days 2 and 3, and a maximum of 0,70m on day 5. The 'minimale waterstand' is constant at 0,65m until day 6, then drops to 0,50m. The 'maximale waterstand' is constant at 0,90m until day 6, then drops to 0,50m. Red letters A, B, and C mark specific points on the 'bodem' line.

Day	bodem (m)	minimale waterstand (m)	maximale waterstand (m)
1	0,25	0,65	0,90
2	-1,40	0,65	0,90
3	-1,40	0,65	0,90
4	0,20	0,65	0,90
5	0,70	0,65	0,90
6	0,20	0,65	0,90
7	0,20	0,50	0,50
8	-0,20	0,50	0,50
9	-0,20	0,50	0,50
10	0,20	0,50	0,50
11	0,20	0,50	0,50
12	-0,20	0,50	0,50
13	-0,20	0,50	0,50
14	0,10	0,50	0,50
15	0,15	0,50	0,50

Tabel 4.3 Afmetingen bij de doorsneden

Dwarsdoorsnede	Lengte (m)	Maaiveld (m nap)	Talud links (1:x)	Talud rechts (1:x)	Bodem diepte (m NAP)	Bodem breedte (m)
1	23,3	1,2	18	6	0,23	0,0
2	44,6	1,2	6	4	-1,40	18,6
3	36,8	1,2	6	4	-1,40	10,8
4	15,7	1,2	12	4	0,22	0,0
5	14,9	1,2	3	6	0,70	10,4
6	10,0	1,2	3	6	0,20	1,0
7	15,4	0,8	6	20	0,21	0,0
8	40,1	0,8	6	10	-0,20	24,1
9	19,1	0,8	3	10	-0,20	6,1
10	5,5	0,8	3	3	0,20	1,9
11	5,5	0,8	3	3	0,20	1,9
12	6,0	0,8	3	-	-0,20	3,0
13	8,7	0,8	3	-	-0,20	5,7
14	11,3	0,8	3	10	0,10	2,2
15	8,1	0,8	3	10	0,18	0,0

4.4 Bepalen afmetingen duikers en stuwen

4.4.1 Beleidsregels voor duikers

Vanuit de beleidsregels het Wetterskip Fryslân gelden de volgende regels omtrent de afmetingen van duikers (ref. 5+7):

- duikers dienen minimaal een diameter van 0,3 m te hebben maar bij voorkeur 0,5 m vanwege ecologische en onderhoudskundige aspecten;
- de onderkant van de duiker dient bij voorkeur tot de waterbodem te reiken of een flauw onderwatertalud naar de duiker aan leggen;
- de minimale afstand tot andere kunstwerken is 10 m en minimaal 20 m benedenstrooms van een stuw;
- de binnenbovenkant van de duiker ligt 5 cm hoger dan winter peil. De binnenbovenkant, van duikers groter dan 315 mm, mogen meer dan 5 cm boven het winterpeil liggen, het doorstroomprofiel mag daardoor echter niet worden beperkt;
- bij droogvallende watergangen ligt de binnenonderkant van de duiker 5 cm boven de vaste waterbodem.

4.4.2 Maatgevend debiet voor de stuwen en duikers

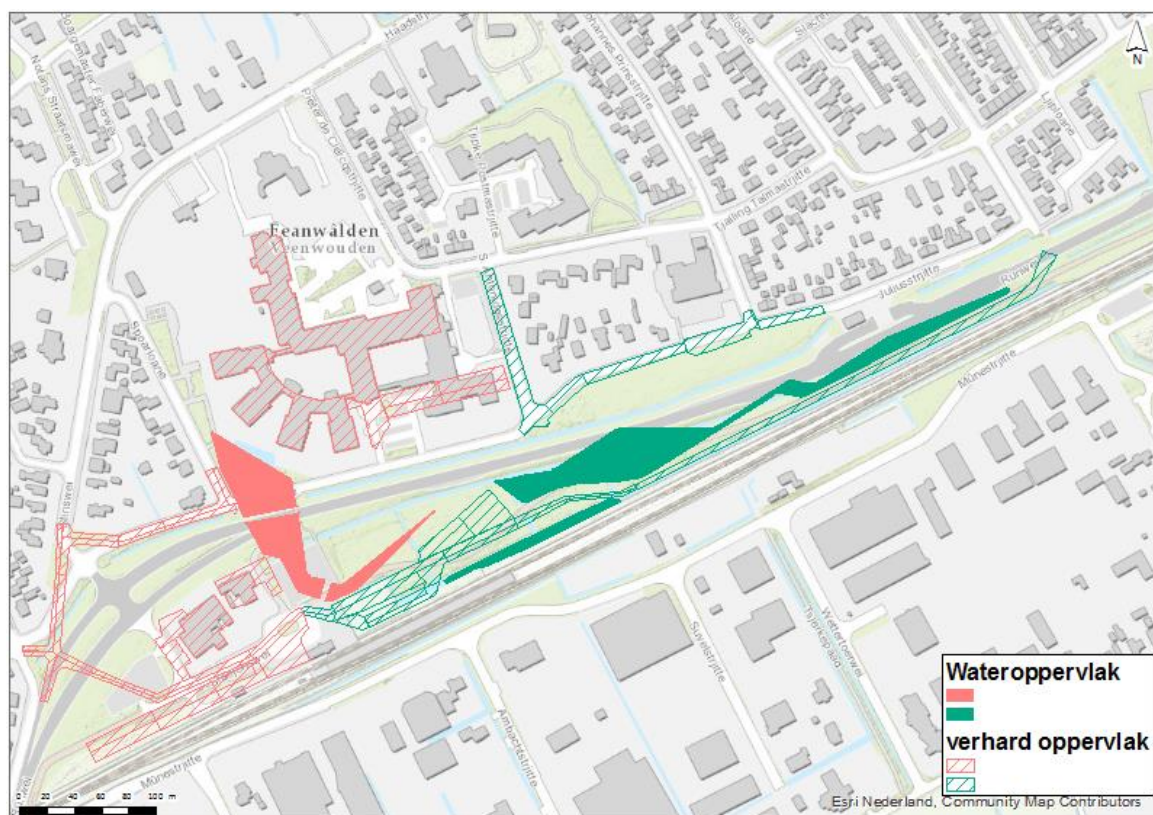
Het ontwerpuitgangspunt is dat de afmetingen van de duikers en stuwen voldoende zijn om na het vullen van het bergend volume het overtollige hemelwater bij een T=100 bui vanaf het afgekoppelde verhard oppervlak af te voeren zonder dat de vastgestelde maximale waterpeilen worden overschreden. In het systeem zijn 2 duikers en 2 stuwen. Afbeelding 4.5 en tabel 4.4 geven het aangesloten verhard oppervlak

weer per waterlichaam. Duiker 1 voert het water vanuit de vijver (A) af en duiker 2 voert het water vanuit de wadi's af (A+B).

Tabel 4.4 Aangesloten verhard oppervlak

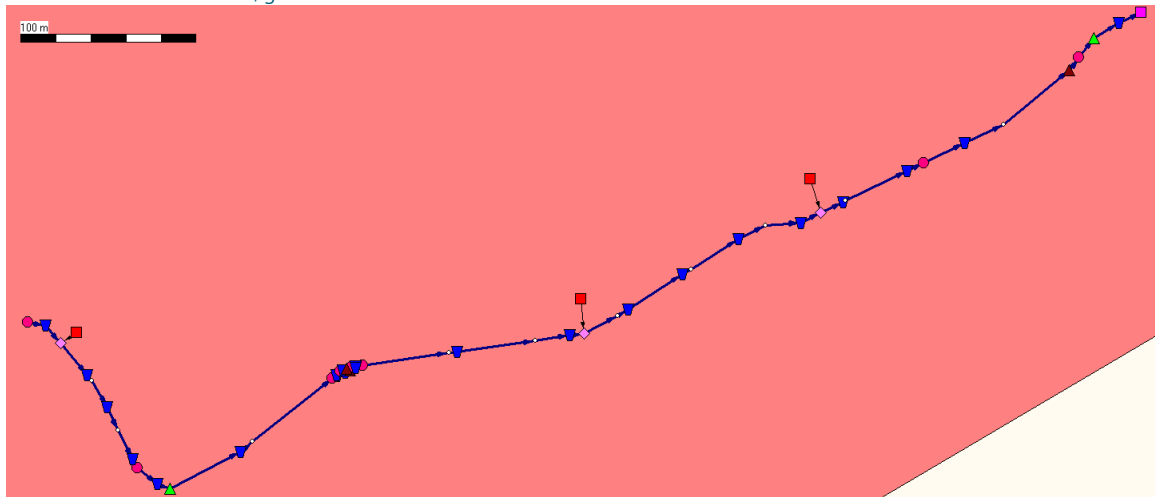
Gebied	Aangesloten verhard oppervalk (m ²)
A	18.820
B	9.342
C	0
Totaal	28.161

Afbeelding 4.5 Verhard en wateroppervlak per duiker



Het watersysteem is doorgerekend met behulp van een SOBEK-model. In afbeelding 4.6 is het schema van dit model weergegeven.

Afbeelding 4.6 Schematische opbouw van het SOBEK-Model, rood=input regenmodel, blauw=doorsnede watergang, bruin=duiker, groen=stuw

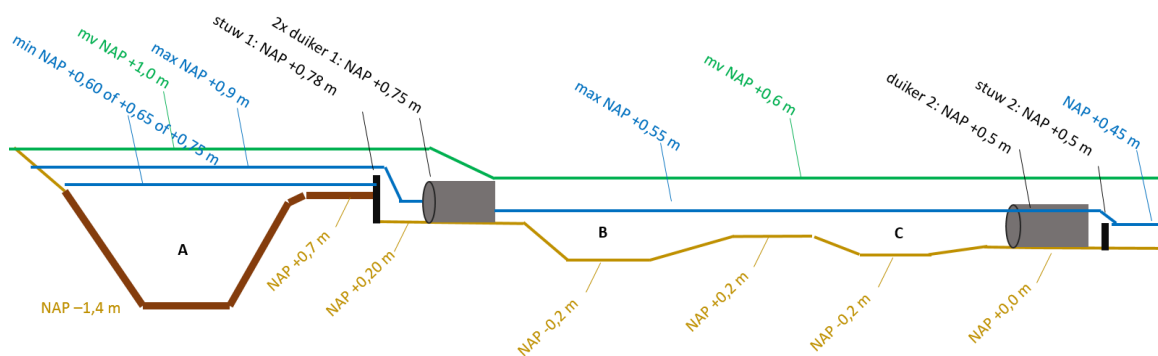


Uit de rekenresultaten van het SOBEK-model blijkt dat de piekafvoer die duiker 1 moet kunnen afvoeren $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ is. Het maximale debiet door duiker 2 en stuw 2 is $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4.3 Ontwerp duikers en stuwen

Afbeelding 4.8 geeft een schematische principe doorsnede van het watersysteem.

Afbeelding 4.7 Principe doorsnede van het watersysteem



Voor het maatgevend debiet van $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ kan 1 duiker van 0,7 m of kunnen 2 duikers van 0,5 m worden toegepast. Deze keuze kan bij het detailontwerp worden gemaakt. Geadviseerd wordt om 2 duikers toe te passen in verband met de beschikbare dekking tot maaiveld.

Stuw 1 en duiker 1 dienen voldoende groot te zijn om het overtollige water af te kunnen voeren dat bij een T-100 bui op het aangesloten verhard oppervlak en direct op de vijver valt, zonder het maximaal waterpeil in de vijver te overstijgen.

Stuw 2 en duiker 2 dienen voldoende groot te zijn om bij T=100 het hemelwater van direct aangesloten verhard oppervlak en de afvoer van duiker 1 te kunnen afvoeren zonder het maximaal waterpeil in wadi's B en C te overstijgen.

Uit de rekenresultaten van het SOBEK-model blijkt dat het volume van wadi B en wadi C samen voldoende groot zijn om de kritische piekafvoer in een T=100 bui te kunnen bergen. Om deze reden is er geen harde eis aan de afmetingen van stuw 2 en duiker 2 in relatie tot het afvoerende debiet. Wel wordt aangeraden om een minimale diameter voor duiker 2 toe te passen van 0,5 m in verband met onderhoud en robuustheid tegen verstoppingen voor de waarborging van de afvoer.

Tabel 4.5 en tabel 4.6 vatten de geadviseerde afmetingen van de stuwen en duikers samen.

Tabel 4.5 Afmetingen duikers

Parameter	Eenheid	Duikers 1 (per duiker, totaal 2 duikers)	Duiker 2
b.o.b. duiker	m NAP	+0,25	+0,05
lengte duiker	m	100	70
diameter duiker Ø	m	0,50	0,50

Tabel 4.6 Afmetingen stuwen

Parameter	Eenheid	Stuw 1	Stuw 2
kruin hoogte	m NAP	+0,78	+0,50
kruin breedte	m	9	2

Let op dat 'stuw 1' 20 m voor de duikers wordt geplaatst in verband met de regelgeving. Stuw 1 wordt geïntegreerd met de stroomafwaarts gelegen loopbrug. Deze ligt op voldoende afstand van de duiker. Stuw 2 wordt achter duiker 2 geplaatst en dient op minimaal 10 m afstand te liggen van de duiker.

In tabel 4.7 zijn de SOBEK-rekenresultaten samengevat van de maximale waterhoogte in de vijver (8), wadi B (9) en wadi C (10) per type standaard bui. Hierbij is als minimaal waterpeil NAP +0,60 m gehanteerd.

Tabel 4.7 SOBEK-modelresultaten bij beginwaarde vijver A = NAP +0,60 m

standaard bui	herhalingstijd (jaar)	Maximaal waterpeil (mNAP)			Maximaal debiet (m ³ /s)	
		vijver A	wadi B	wadi C	stuw 1	stuw 2
bui 2	0,25	0,7	0,14	0,03	0	0
bui 4	0,5	0,73	0,17	0,04	0	0
bui 6	1	0,75	0,18	0,04	0	0
bui 8	2	0,77	0,2	0,05	0	0
bui 9	5	0,82	0,26	0,26	0,09	0
bui 10	10	0,84	0,33	0,33	0,21	0
vlc 10	10	0,87	0,51	0,51	0,34	0,005
vlc 25	25	0,89	0,52	0,52	0,45	0,005
vlc 50	50	0,89	0,52	0,52	0,52	0,01

standaard bui	herhalingstijd (jaar)	Maximaal waterpeil (mNAP)			Maximaal debiet (m ³ /s)	
		vijver A	wadi B	wadi C	stuw 1	stuw 2
vlc 100	100	0,9	0,52	0,52	0,55	0,01
vlc 100 (voorgevuld op NAP +0,5 m)	100	0,9	0,68	0,68	0,55	0,13

Uit de rekenresultaten blijkt dat de stuwen alleen in neerslaggebeurtenissen met een herhalingstijd vanaf T=5 water passeren. Omdat karres+brands het binnen het landschapsonwerp wenselijk acht dat stuw 1 vaker overstort dan eens per 5 jaar zijn alternatieve minimale waterpeilen voor de vijver doorgerekend.

4.4.4 Ontwerp duikers en stuwen bij alternatieve vijverpeilen

Om frequentere overstorting van stuw 1 te bewerkstelligen dan is berekend in de vorige paragraaf zijn aanvullende berekeningen gemaakt. Hierbij zijn voor de vijver minimale waterpeilen van NAP +0,65 m en NAP +0,75 m. Bij hogere minimale peilen in de vijver is minder berging beschikbaar in de vijver. Daardoor zal stuw 1 vaker overstorten. Middels deze aanvullende analyse wordt zodoende inzicht verkregen in de relatie tussen de mate van berging en de frequentie van overstorten.

In tabel 4.8 en 4.9 respectievelijk zijn de rekenresultaten weergegeven bij de minimale peilen NAP +0,65 m en NAP + 0,70 m.

Tabel 4.8 SOBEK-rekenresultaten bij beginwaarde vijver A = NAP +0,65 m

standaard bui	herhalingstijd (jaar)	Maximaal waterpeil (mNAP)			Maximaal debiet (m ³ /s)	
		vijver A	wadi B	wadi C	stuw 1	stuw 2
bui 2	0,25	0,74	0,15	0,04	0	0
bui 4	0,5	0,77	0,18	0,04	0	0
bui 6	1	0,78	0,22	0,6	0	0
bui 8	2	0,8	0,23	0,15	0,045	0
bui 9	5	0,83	0,31	0,31	0,16	0
bui 10	10	0,85	0,37	0,37	0,28	0
vlc 10	10	0,87	0,51	0,51	0,39	0,005
vlc 25	25	0,88	0,52	0,52	0,44	0,01
vlc 50	50	0,89	0,52	0,52	0,49	0,01
vlc 100	100	0,9	0,54	0,54	0,55	0,02
vlc 100 (voorgevuld op NAP + 0,5 m)	100	0,9	0,7	0,7	0,55	0,14

Tabel 4.9 SOBEK-rekenresultaten bij beginwaarde vijver A = NAP +0,75 m

standaard bui	herhalingsstijd (jaar)	Maximaal waterpeil (mNAP)			Maximaal debiet (m ³ /s)	
		vijver A	wadi B	wadi C	stuw 1	stuw 2
bui 2	0,25	0,81	0,22	0,1	0,07	0
bui 4	0,5	0,82	0,25	0,24	0,12	0
bui 6	1	0,83	0,27	0,27	0,16	0
bui 8	2	0,84	0,3	0,3	0,2	0
bui 9	5	0,85	0,39	0,39	0,27	0
bui 10	10	0,87	0,44	0,44	0,38	0
vlc 10	10	0,87	0,52	0,52	0,36	0,01
vlc 25	25	0,88	0,54	0,54	0,43	0,02
vlc 50	50	0,89	0,55	0,55	0,47	0,03
vlc 100	100	0,9	0,56	0,56	0,55	0,05
vlc 100 (voorgevuld op NAP + 0,5 m)	100	0,9	0,7	0,7	0,55	0,16

Uit de rekenresultaten blijkt dat bij een minimaal peil van NAP +0,65 m stuw 1 ongeveer eens per 2 jaar overstort. Bij een minimaal peil van NAP +0,75 m stort de stuw vaker dan viermaal per jaar over. Geadviseerd wordt dat karres+brands op basis van deze resultaten de stuwhoogte voor stuw 1 selecteert met de gewenste overstortfrequentie.

Wanneer (zeer) frequente overstorting wenselijk is kan een knijpstuw (een stuw met een kleine opening) worden toegepast. Bij een knijpstuw stroomt er regelmatig water door de kleine opening en bij hevige buien stroomt het over de gehele stuw.

Uit de rekenresultaten van SOBEK kunnen tot slot enige conclusies worden getrokken over het gedrag van het watersysteem gedurende de ontwerpbui:

- bij een piekbui (T=100) loopt de waterstand van vijver A op tot NAP +0,9 m. Dit is ongeveer 0,12 m hoger dan de overstortrand van stuw 1 en komt door opstuwing. Vervolgens zakt het peil weer tot de stuwhoogte op NAP +0,78 m na afloop van de bui;
- wadi's B en C vullen zich gedurende de bui en bij neerslag vanaf T=10 loopt het wadi systeem over naar de benedenstroomse sloot over stuw 2 (NAP +0,5 m);
- het kan voorkomen dat wadi's al voorgevuld zijn bij de maatgevende bui. Dit kan het gevolg zijn van 2 opeenvolgende buien, een hoge grondwaterstand of doordat er water vanuit het regionale watersysteem over stuw 2 in de wadi's stroomt. Uit de rekenresultaten van het SOBEK-model blijkt de afvoer capaciteit van duiker 2 en stuw 2 in een dergelijke situatie onvoldoende groot te kunnen zijn en bestaat er risico op water op maaiveld.

4.4.5 Waterbalans

In de vijver wordt een folie/kleilaag toegepast tot de hoogte van het minimale peil (NAP +0,60 +0,65 of +0,75 m), om daarmee het minimale peil in de vijver te waarborgen. Het folie/kleilaag zorgt ervoor dat het water niet in de bodem infiltreert en dus niet uitzakt beneden het minimale peil als gevolg van infiltratie.

Na een bui zal het peil stijgen en lopen de wadi's vol. Bij zeer hevige regenval ($T=100$) zal het waterpeil stijgen tot maximaal NAP +0,9 m en afvoeren op het regionale watersysteem. Na de regenbui zal het water via de wadi's infiltreren in de bodem en komt de bergingscapaciteit weer vrij. Met de veronderstelde bodemdoorlatendheid van 0,1 m/dag zal de maximale ledigingstijd van de wadi's circa 5 dagen zijn.

In de winterperiode wanneer de grondwaterspiegel hoger staat dan de bodem van de wadi's kan er gedurende een langere periode water in de wadi's blijven staan. Tijdens lange droge periodes kan door verdamping het waterpeil in de vijver wel iets uitzakken dan het minimale waterpeil en zal dan maximaal enkele decimeters (10-20 cm) verder uitzakken.

4.5 Grondwater

In deze paragraaf worden indicatief de effecten van het ontwerp op de grondwaterstanden beschreven.

Door de afkoppeling van het verharde oppervlak zal er meer hemelwater in het oppervlaktewatersysteem terecht komen en doordat actief wordt ingezet om het vasthouden en infiltreren van het water in het projectgebied te stimuleren zal meer water infiltreren naar het grondwater. Hierdoor kunnen de grondwaterstanden stijgen.

In natte perioden hebben sloten in het watersysteem de functie van het afvoeren van het overtollige grondwater. Indien een sloot wordt gedempt en er geen nieuwe waterpartij in de buurt wordt gegraven wordt verwacht dat de opbolling van de grondwaterspiegel lokaal toeneemt en daarmee het risico op en daarmee grondwateroverlast. De gebieden waar opbolling wordt verwacht zijn weergegeven in afbeelding 4.9.

Bij de verlegde Runwei is aanvullende drainage nodig om voldoende ontwateringsdiepte te waarborgen, vanwege het dempen van de spoorsloot, zie de notitie 'Hydrologische beoordeling principe oplossing' opgesteld door Witteveen+Bos, d.d. 1 mei 2017. In die notitie is een principe oplossing gegeven voor de drainage van de verlegde Runwei, het betreft een drain onder het wegoppervlak op een hoogte van NAP 0,0 m.

Afbeelding 4.8 plekken waar de opbolling van het grondwater kan toenemen



4.6 Effecten op de waterkwaliteit

In deze paragraaf worden indicatief de effecten van het ontwerp op de waterkwaliteit beschreven.

In het projectgebied liggen geen KRW waterlichamen, daarom zijn er geen specifieke eisen aan de waterkwaliteit van het watersysteem in het projectgebied. Afstromend hemelwater van daken, parkeerplaatsen en wegen geeft over het algemeen een geringe kans op verontreiniging van het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast hebben de wadi's en natuurvriendelijke oevers een zuiverende werking door natuurlijke waterkwaliteitsprocessen (bezinking, biodegradatie, etc.), waardoor de waterkwaliteit mogelijk verbeterd.

Echter, er zijn wel mogelijke bronnen van verontreiniging, zoals chemische onkruidbestrijding, uitloogbaar straatmeubilair, uitloegende materialen van gebouwen, olie van parkeerplaatsen/het busstation en straatvuil die een negatief effect kunnen hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit. Door maatregelen te treffen kan verontreiniging van het oppervlaktewater vanuit deze bronnen worden voorkomen. Voorbeelden van maatregelen zijn:

- geen chemische onkruidbestrijdingsmiddelen gebruiken;
- gebruik maken van niet doorgroeibare bestrating om de groei van onkruid te beperken;
- verharde oppervlakken schoon houden;
- verharde wegen met een filterend wegdek uitvoeren;
- oppervlakken waar mogelijk onverhard laten;
- geen uitloogbaar straatmeubilair toepassen;
- vervuilende oppervlakken te beperken en/of overkappen of deze te behandelen met een coating die uitloeg voorkomt;
- geen uitloegbare materialen (koper, zink, lood) voor daken en gevels te gebruiken;
- geen uitloegbare materialen voor constructies in oppervlaktewater te gebruiken;
- een oliescheider installeren op het hemelwatersysteem van de parkeerplaatsen en/of bushalte.

Belangrijk voor mooi en helder water is dat er weinig nutriënten in het water aanwezig zijn. (Blauw)algenbloei, stankoverlast en zeer troebel water zijn het gevolg van een te hoge voedselrijkdom (van het oppervlaktewater en de bodem). Doordat het watersysteem het water zoveel mogelijk probeert vast te houden is er weinig doorstroming. Enkel bij zware buien zal er water tot afvoer komen naar het regionale watersysteem waardoor de verversing van water laag is.

Het is voor stagnante wateren van belang dat de nutriëntenbelasting lager is dan de zogenaamde kritische nutriëntenbelasting. Om meer inzicht te krijgen in de nutriëntenbelasting wordt geadviseerd om meer onderzoek te doen.

Indien gekozen wordt voor een afdichtende kleilaag in de vijverbodem wordt geadviseerd om nutriëntarme klei te gebruiken waardoor uitloging van nutriënten wordt voorkomen.

Daarnaast neemt door het afkoppelen van het gemengde rioolstelsel de frequentie en het totaal volume van riooloverstortingen af waardoor ter plekke van de riooloverstorten (buiten het projectgebied) de waterkwaliteit kan toenemen.

4.7 Concept-ontwerp Hemelwaterafvoersysteem (HWA)

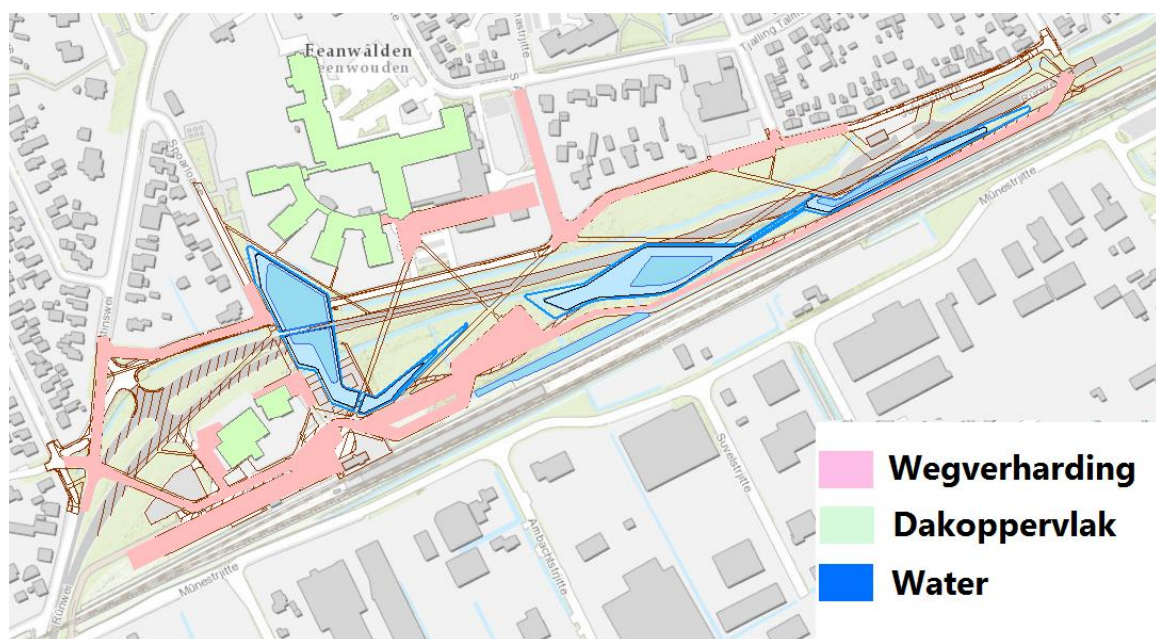
4.7.1 Algemeen

Het ontwerp van de hemelwaterafvoer is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten in notitie 'Uitgangspunten - Concept Transferium Veenwouden d.d. 13 april 2018', zie bijlage I.

De beoogde ontwikkeling van het Transferium Feanwâlden creëert een kans om herontwikkelde wegdelen rondom het plangebied af te koppelen. In de toekomstige situatie zal dan ook al het verhard oppervlak binnen het plangebied aangesloten worden op het nieuwe vijversysteem. Ook wordt de verharding van de St. Antonidesstraat als afgekoppeld meegenomen in de berekeningen in verband met klimaatadaptatie. Dit wordt verder besproken in de hoofdstuk 4.8 Klimaatadaptatie.

In afbeelding 4.9 is een overzicht opgenomen van het verhard oppervlak in de toekomstige situatie.

Afbeelding 4.9 Verhard oppervlak en oppervlaktewater in de toekomstige situatie



4.7.2 Ontwerp HWA-stelsel

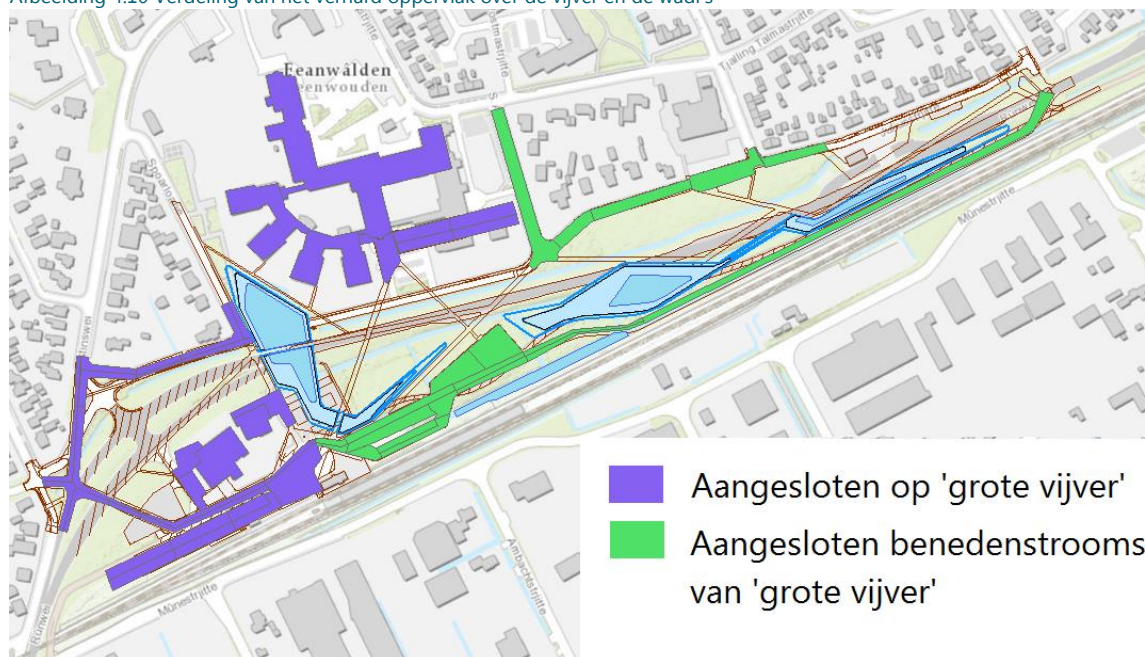
Verdeling verhard oppervlak over het nieuwe watersysteem

Het nieuwe verhard oppervlak dient aangesloten te worden op de nieuwe grote vijver of op de benedenstroomse wadi's of vijvers. Bij het aansluiten van het verhard oppervlak op deze delen van het watersysteem dient rekening te worden gehouden met 2 belangen:

- enerzijds dient voldoende verhard oppervlak te zijn aangesloten op de grote vijver om de frequentie van het vol- en leeglopen te maximaliseren;
- anderzijds dient in grote stormen de vijver en het benedenstroomse systeem nog wel in staat te zijn de ontwerpbui af te voeren zonder dat het waterpeil boven het gestelde maximum uitstijgt.

Om een balans tussen deze belangen te slaan wordt het verhard oppervlak ten westen van de nieuwe vijver en het Talma Hûs op de vijver aangesloten. Overige verharde oppervlaktes worden aangesloten op de benedenstroomse wadi's. Hiermee wordt voorkomen dat er teveel verhard oppervlak op de grote vijver afstroomt waardoor het moeilijker wordt de T=100 bui goed af te voeren. Daarnaast wordt middels deze verdeling ook regelmatige waterdoorvoer van de benedenstroomse delen van het watersysteem gegarandeerd. In afbeelding 4.10 is de beoogde verdeling van afvoer van water van het verhard oppervlak over de grote vijver en de benedenstroomse wadi's en vijvers weergegeven.

Afbeelding 4.10 Verdeling van het verhard oppervlak over de vijver en de wadi's



In tabel 4.10 is een overzicht gegeven van het verharde oppervlak waarvoor een HWA-stelsel ontworpen wordt in de toekomstige situatie.

Tabel 4.10 Verhard oppervlak in toekomstige situatie voor ontwerp rioleringsstelsel

	Totaal Oppervlak	Eenheid
aangesloten verhard oppervlak op de grote vijver	18.820	m ²
aangesloten verhard oppervlak op de benedenstroomse vijvers en wadi's	9.342	m ²

Toekomstig leidingstelsel

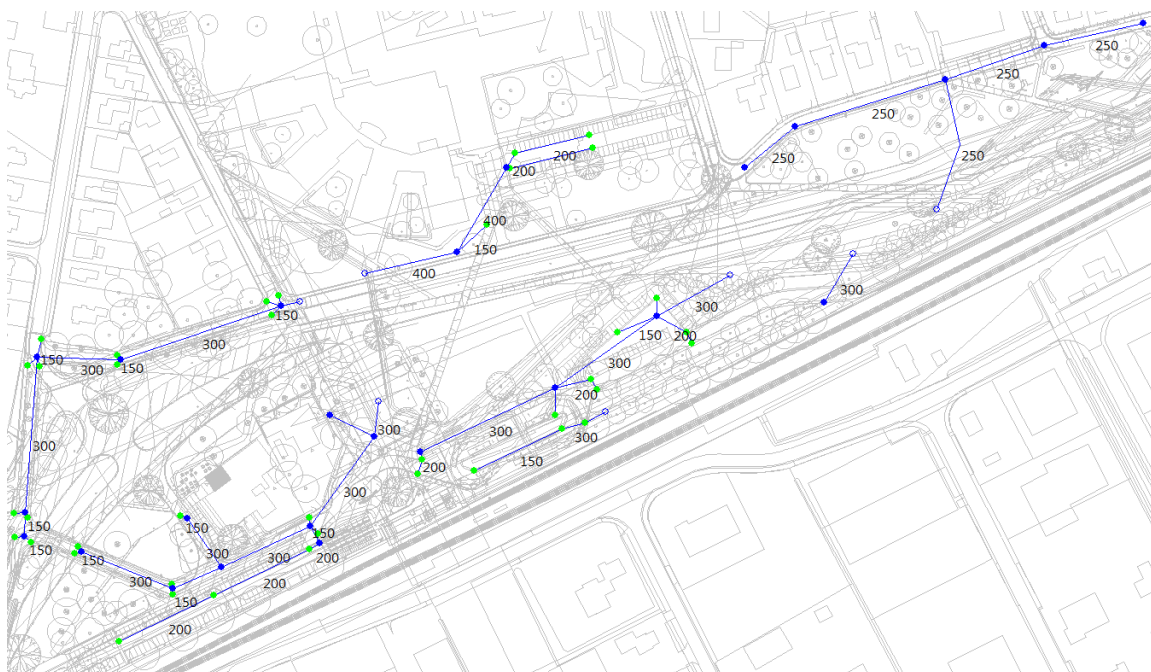
Het nieuwe hemelwatersysteem wordt ontworpen op basis van geen water-op-straat in bui 8. Daarbij zijn berekende waterpeilen uit het SOBEK-model meegenomen als benedenstroomse randvoorwaarde, zoals weergegeven in tabel 4.11.

Tabel 4.11 Benedenstroomse randvoorwaarden bij ontwerp HWA-systeem

	Maximaal waterpeil A (Grote vijver)	Maximaal waterpeil B (Eerste wadi)	Maximaal waterpeil C (Tweede wadi)	Eenheid
bui 8	0,77	0,2	0,05	m NAP
bui 9	0,82	0,26	0,26	m NAP
bui 10	0,84	0,33	0,33	m NAP

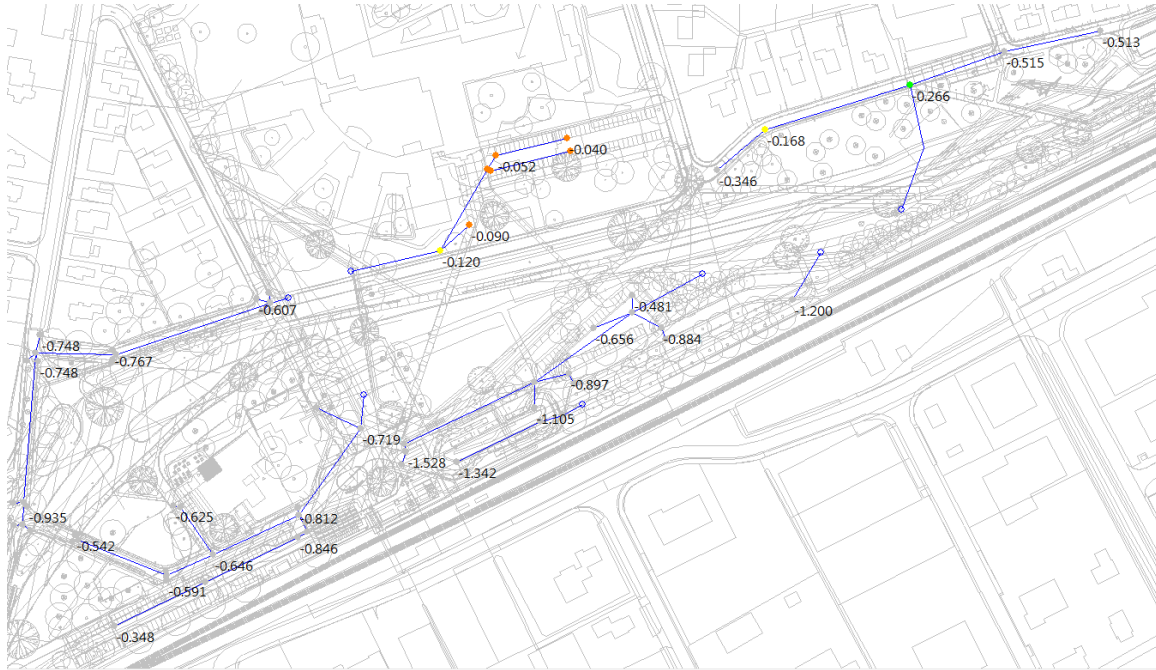
Uit de rekenresultaten blijkt dat bij de maatgevende bui 8 het benodigde HWA-systeem bestaat uit een leidingnet met diameters variërend van Ø 150 mm tot maximaal Ø 400 mm bij het Talma Hûs. In afbeelding 4.11 is het nieuwe HWA-systeem weergegeven met de benodigde diameters. De putten en leidingen zijn weergegeven in donkerblauw. Nieuwe kolken zijn weergegeven in het groen. De locaties van de kolken zijn indicatief en zijn afhankelijk van het definitief ontwerp van de maaiveldhoogtes.

Afbeelding 4.11 Concept-ontwerp nieuw HWA-systeem



De rekenresultaten met de maximale stijghoogtes in het nieuwe HWA-stelsel bij bui 8 zijn weergegeven in afbeelding 4.12.

Afbeelding 4.12 Maximale stijghoogtes in het nieuwe HWA-stelsel bij bui 8



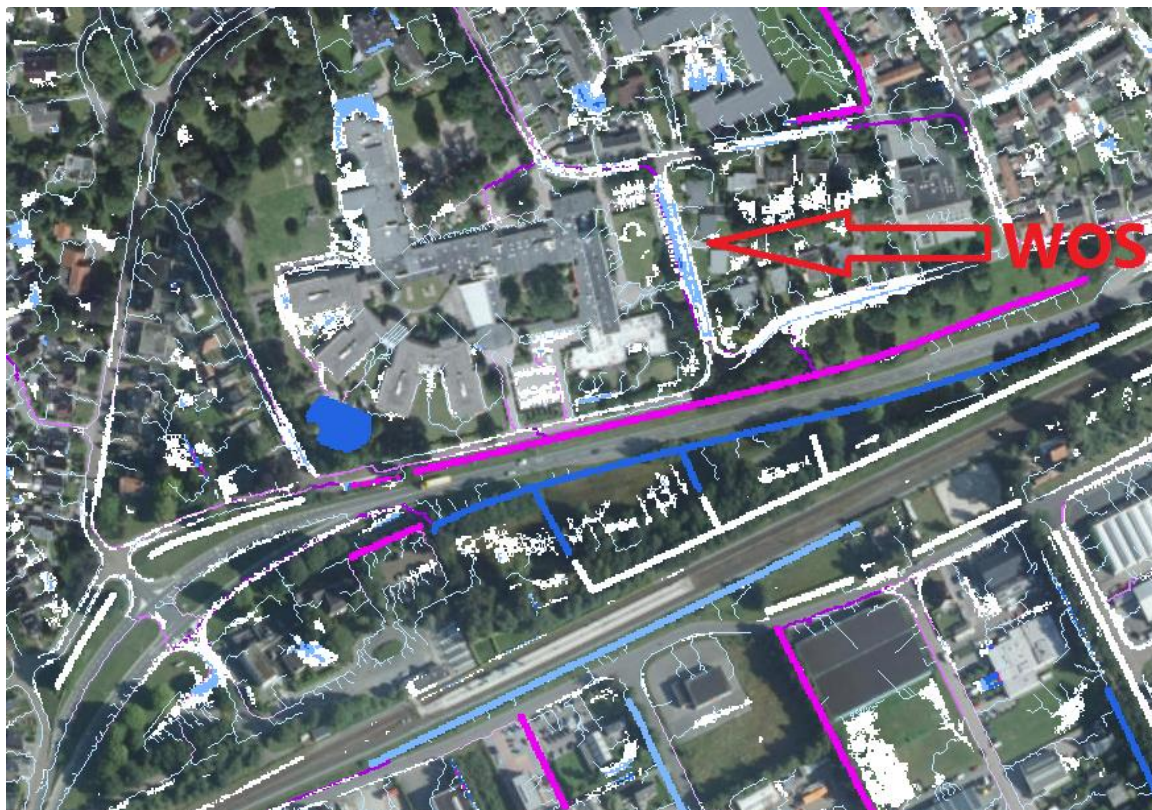
Uit de rekenresultaten blijkt dat het ontworpen systeem in afbeelding 4.11 voldoet. Er wordt geen water-op-sstraat berekend bij bui 8. De kleinste waking wordt berekend op de parkeerplaats van het Talma Hus waar 4 cm water beschikbaar is.

4.8 Klimaatadaptatie

De gemeente heeft gevraagd om bij het ontwerp rekening te houden met klimaatadaptatie. Met de gemeente is hiertoe afgesproken om rekening te houden met reeds uitgevoerde water-op-sstraat berekeningen bij bui 10. De gemeente heeft deze berekeningen in een voorgaand stadium laten uitvoeren. Uit de berekeningen werd geconcludeerd dat bij bui 10 met name de S. Antonidesstrjitte veel water-op-sstraat wordt verwacht bij bui 10.

De rekenresultaten van deze berekening zijn op weergegeven in afbeelding 4.13.

Afbeelding 4.13 Rekenresultaten van de gemeente, water-op-straat bij bui 10 omgeving Transferium Feanwâlden

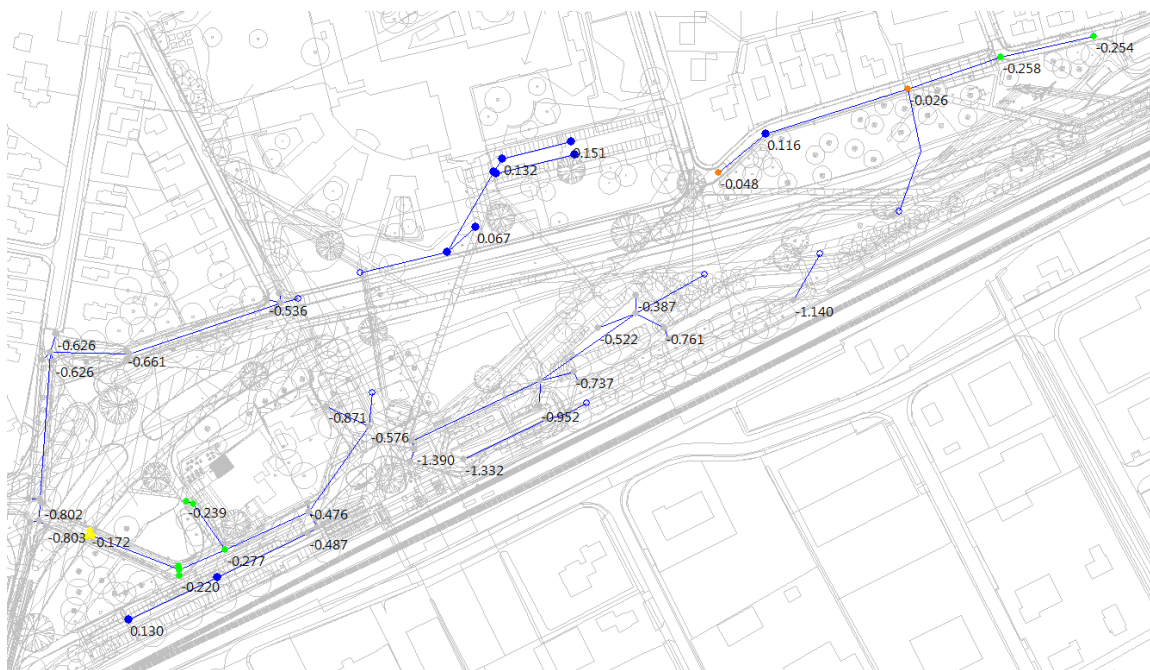


Omdat bij grote neerslag veel water-op-straat wordt berekend in de St. Antonidesstrjitte is met de gemeente afgesproken om bij het ontwerp van het nieuwe leidingstelsel rekening te houden met de toekomstige afkoppeling van deze straat. Na afkoppeling zal de St. Antonidesstrjitte ook afvoeren op het nieuwe watersysteem. Deze toekomstige afkoppeling is daarom reeds meegenomen in het concept-ontwerp zoals opgenomen in afbeelding 4.11.

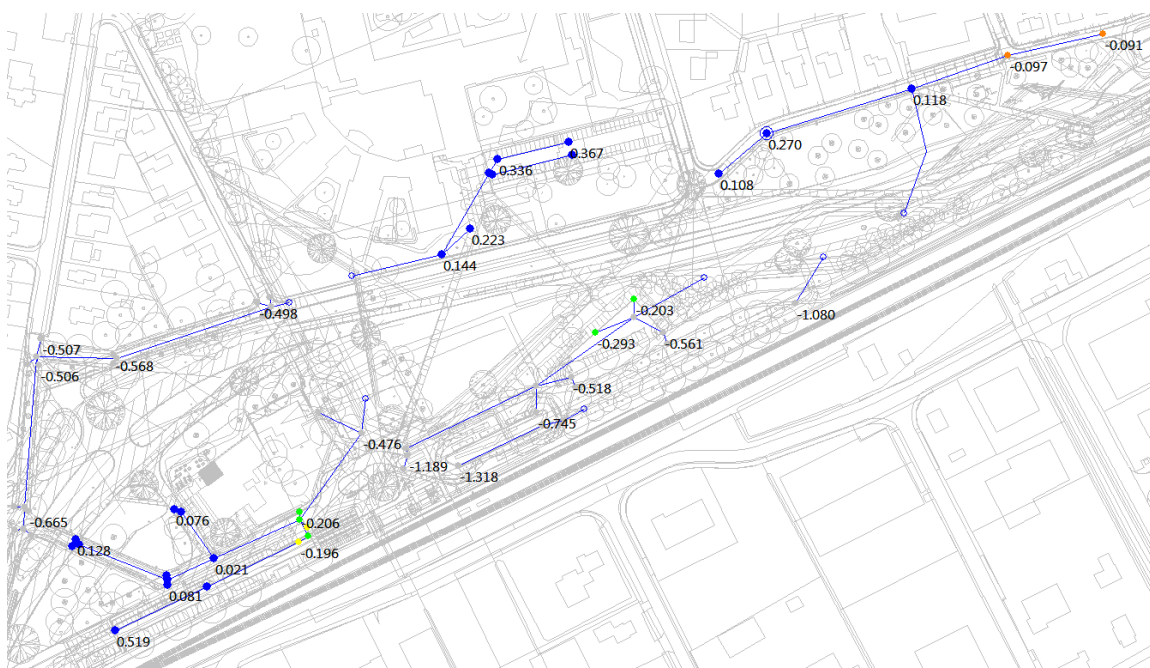
Naast deze wijziging aan het concept-ontwerp stelt het Gemeentelijk Rioleringsplan 2014-2017 dat voor klimaatadaptatie het HWA-systeem op bui 9 en 10 dient te worden doorgerekend om te onderzoeken waar in de toekomst mogelijk problemen kunnen ontstaan. Het ontwerp van het systeem wordt echter nog steeds gebaseerd op maatgevende bui 8 overeenkomstig de huidige wetgeving.

In afbeeldingen 4.14 en 4.15 worden de rekenresultaten van de toetsing bij bui 9 en 10 weergegeven.

Afbeelding 4.14 Water-op-sstraat bij bui 9



Afbeelding 4.15 Water-op-sstraat bij bui 10



Uit de analyse van buien 9 en 10 blijkt dat bij deze neerslaggebeurtenissen water-op-sstraat optreedt op 3 locaties. In tabel 4.12 zijn de totaal berekende volumes water op straat per locatie en bui samengevat.

Tabel 4.12 Berekend volume water-op-sstraat op basis van het nieuwe HWA-systeem

	Bui 8	Bui 9	Bui 10	Eenheid
Parkeerplaats Talma Hûs	0	4,2	16,8	m ²
Parkeerplaats en toerit Transferium	0	1,0	12,0	m ²
Afgekoppeld deel van de Juliusstrjitte	0	1,7	14,4	m ²
TOTAAL	0	6,7	43,2	m²

Uit de rekenresultaten in afbeeldingen 4.14 en 4.15 en in tabel 4.12 blijkt dat de parkeerplaats van het Talma Hûs, de parkeerplaats en toerit van het transferium en het afgekoppelde deel van de Juliusstrjitte gevoelig zijn voor water-op-sstraat. Bij bui 9 wordt er zeer beperkt water-op-sstraat berekend over deze locaties, in totaal 6,7 m³. In bui 10 wordt de berekende hoeveelheid water-op-sstraat significanter, te weten totaal 43,2 m³ gelijkmatig verdeeld over de 3 water-op-sstraat locaties. Ter vergelijking is het stelsel ook bij bui T100 doorgerekend. In die bui wordt in totaal 102 m³ water-op-sstraat berekend binnen het plangebied.

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

De gemeentelijke organisatie DDFK is momenteel in de voorbereidende uitvoeringsfase van het project KIK/Transferium Veenwouden. karres+brands Landschapsarchitecten B.V heeft een concept-ontwerp voor de nieuwe inrichting opgesteld. In dit rapport is de waterhuishouding van dit ontwerp geanalyseerd.

Uit het onderzoek en de modelresultaten wordt geconcludeerd dat het ontwerp van karres+brands werkt. Echter is tevens geconcludeerd dat met name de vijver veel water zal bergen waardoor het water mogelijk minder frequent doorstroomt dan binnen het landschapsontwerp is beoogd. Om deze reden zijn aanvullende berekeningen gemaakt waarbij een frequentere doorloop van het systeem wordt gerealiseerd.

Ten aanzien van de uitwerking van het detail- en uitvoeringsontwerp wordt op basis van deze studie geadviseerd:

- te voldoen aan het minimale wateroppervlak van 8.043 m² ter compensatie van het dempen van watergangen en de toename van aangesloten verharding door het afkoppelen. In het plan is een wateroppervlak voorzien van 8.088 m² waarmee er wordt voldaan aan de bergingseis van het Wetterskip Fryslân;
- de te behouden spoorsloot op te nemen in het ontwerp;
- stuw 1 op minimaal 20 m voor duiker 1 te plaatsen en stuw 2 op minimaal 10 m na duiker 2 (beleidsregels Wetterskip);
- de afmetingen voor de stuwen en duikers toe te passen zoals aangegeven in paragraaf 4.4;
- dat karres+brands een selectie maakt voor een minimaal vijverpeil welke een passende overstortfrequentie geeft binnen het beoogde landschapsontwerp. Hiervoor worden de volgende rekenresultaten als leidraad gegeven:
 - herhalingstijd overstort van stuw 1 bij minimaal vijverpeil NAP +0,60: ~5 jaar;
 - herhalingstijd overstort van stuw 1 bij minimaal vijverpeil NAP +0,65: ~2 jaar;
 - herhalingstijd overstort van stuw 1 bij minimaal vijverpeil NAP +0,75: <0,25 jaar;
- een ondoorlatende folie/kleilaag toe te passen in de vijver tot de hoogte van het minimale peil (NAP +0,60, +0,65 of +0,75 m) om het minimale peil in de vijver te waarborgen. Tijdens lange droge periodes kan door verdamping het waterpeil in de vijver wel uitzakken beneden het minimale waterpeil;
- een knijpstuw bij stuw 1 eventueel kan worden toegepast om water nog frequenter te laten stromen over deze stuw;
- aanvullend onderzoek te doen naar de effecten op de grondwaterstanden;
- aanvullend onderzoek te doen naar de nutriëtblasting omwille van de waterkwaliteit;
- ook de verharding van de St. Antonidesstrjitte af te koppelen;
- het verhard oppervlak ten westen van de nieuwe vijver en het Talma Hûs op de vijver aan te sluiten en de overige verharde oppervlaktes aan te sluiten op de benedenstroomse wadi's. Hiermee wordt voorkomen dat er teveel verhard oppervlak op de grote vijver afstroomt;
- het concept-ontwerp van het nieuwe HWA op afbeelding 4.11 verder uit te werken tot een DO.

6

REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos (1 mei 2017). Verlenging Stationswei Feanwâlden, Hydrologische beoordeling principe oplossing;
- 2 Wetterskip Fryslân (26 juni 2013). Leidraad Watertoets;
- 3 TNO (2016). Boringen en sonderingen via DINOloket;
- 4 Wiertsema & Partners (2016). Geotechnisch onderzoek;
- 5 Wetterskip Fryslân (28 november 2011). Ecologische richtlijnen inrichting water- en (spoor)weginfrastructuur;
- 6 KNMI (2018). Maandoverzicht van het weer in Nederland (MOW). <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/gegevens/mow>;
- 7 Wetterskip Fryslân (23 juni 2015). Algemene regels bij de keur Wetterskip Fryslân 2015.

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: UITGANGSPUNTEN NOTITIE

NOTITIE

Onderwerp	Uitgangspunten
Project	Transferium Veenwouden
Opdrachtgever	karres+brands
Projectcode	107410
Status	Concept 01
Datum	13 april 2018
Referentie	107410/18-005.661
Auteur(s)	F.J.G. van Broekhoven MSc, ir. R.J.R. Wannyn

Gecontroleerd door	drs. A. Biesheuvel
Goedgekeurd door	drs. A. Biesheuvel
Paraaf	

Bijlage(n)	Oppervlaktewatersysteem ter plaatse van het projectgebied
------------	---

Aan	Gemeenten Dantumadiel, Dongeradeel, Ferwerderadiel en Kollumerland (DDFK)	B. Dijkstra
	Wetterskip Fryslân	R. Tamminga
	karres+brands	D. Reznik
Kopie	Witteveen+Bos	M. Andela, A. Biesheuvel

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Als gevolg van de ontwikkeling van De Centrale As, een nieuwe dubbelbaans autoweg tussen Dokkum en Nijgea (aanleg 2014-2016), vervalt de functie van de huidige provinciale weg door het dorp Feanwâlden (Veenwouden). Dit wordt een lokale ontsluitingsweg die richting de spoorbaan opschuift. Het achterblijvende gebied wordt teruggegeven aan het dorp en vraagt om een nieuwe inrichting [ref. 1].

De gemeentelijke organisatie DDFK is, in samenwerking met de provincie Fryslân, momenteel in de voorbereidende uitvoeringsfase (stedenbouwkundig definitief ontwerp (DO)) van het project KIK/Transferium Veenwouden. Dit ontwerp wordt opgesteld door karres+brands Landscape architecture and Urban planning. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. ondersteunt karres+brands bij de technische uitwerking van details in het ontwerp van het watersysteem.

1.2 Doel

Nu is het project in een fase beland waarin het ontwerp verder gedetailleerd dient te worden met het oog op de vergunningsaanvraag en het afronden van het definitieve DO. Deze notitie beschrijft de huidige situatie ten aanzien van het grond- en oppervlaktewatersysteem, relevante wet- en regelgeving en de uitgangspunten ten aanzien van het ontwerp.

Deze gegevens worden gebruikt bij het opstellen van de watertoets ten behoeve van de vergunningaanvraag bij het Wetterskip en het opstellen van een rioleringsplan in verband met de afvoer van het hemelwater via de wadi's.

2 HUIDIGE SITUATIE

2.1 Bodem

De bodemopbouw is in beeld gebracht via boringen (ref. 3+4). Hieruit volgt dat de bovenste 2,5 m bestaat uit een deklaag (freatisch fijn zandig pakket met aan de onderzijde een keileemlaag) met daaronder een fijnzandig watervoerend pakket, zie tabel 2.1 [ref. 1]. Het regionale ondergrondmodel (REGIS, afbeelding 2.1) laat zien dat de deklaag heterogeen is en het watervoerende pakket tot een diepte van circa 11 m komt.

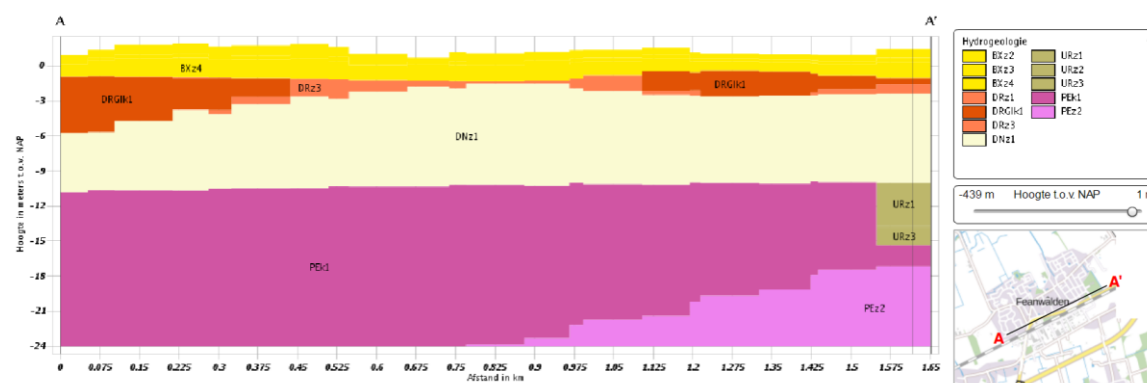
De lokale samenstelling van de deklaag (bijvoorbeeld ter hoogte van de geplande vijver) is niet in detail bekend, maar wel van belang voor mogelijke infiltratie van water uit de vijver naar de diepere ondergrond. De doorlatendheid van de deklaag wordt indicatief geschat op 0,1 m/dag.

Nader onderzoek van de lokale bodemopbouw ter hoogte van de ontworpen wadi's en vijver is nodig om een betere inschatting te geven van de doorlatendheid van de bodem.

Tabel 2.1 Schematische bodemopbouw

Van (m NAP)	Tot (m NAP)	Geohydrologie	Lithologie
maai veld circa +1,2 a + 0,3	- 2,0	freatisch watervoerend pakket	humeus fijn zand en zandig keileem
-2,0	-16,5 ¹	watervoerend pakket	fijn zand, doorsneden met leemlaagjes

Afbeelding 2.1 REGIS doorsnede van het projectgebied



¹ Verkennende diepte sonderingen.

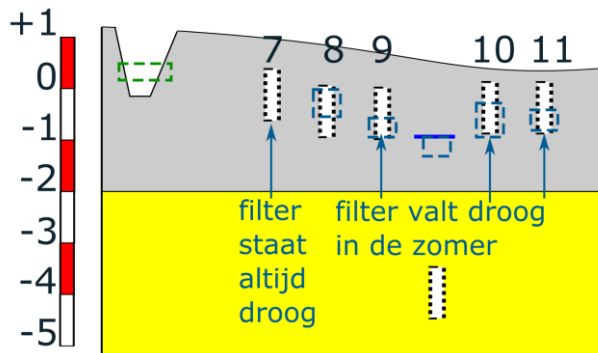
2.2 Grondwater

In het projectgebied wordt op 4 plaatsen de freatische grondwaterstand (peilbuis 8, 9 ondiep, 10 en 11) gemeten sinds mei 2016 en op 1 locatie (9 diep) de stijghoogte in het watervoerende pakket. De locaties zijn weergegeven in afbeelding 2.3. De bandbreedte van de waargenomen grondwaterstand is weergegeven in afbeelding 2.2. Hieruit volgt dat er sprake is van een infiltratiesituatie naar het eerste watervoerende pakket [ref. 1].

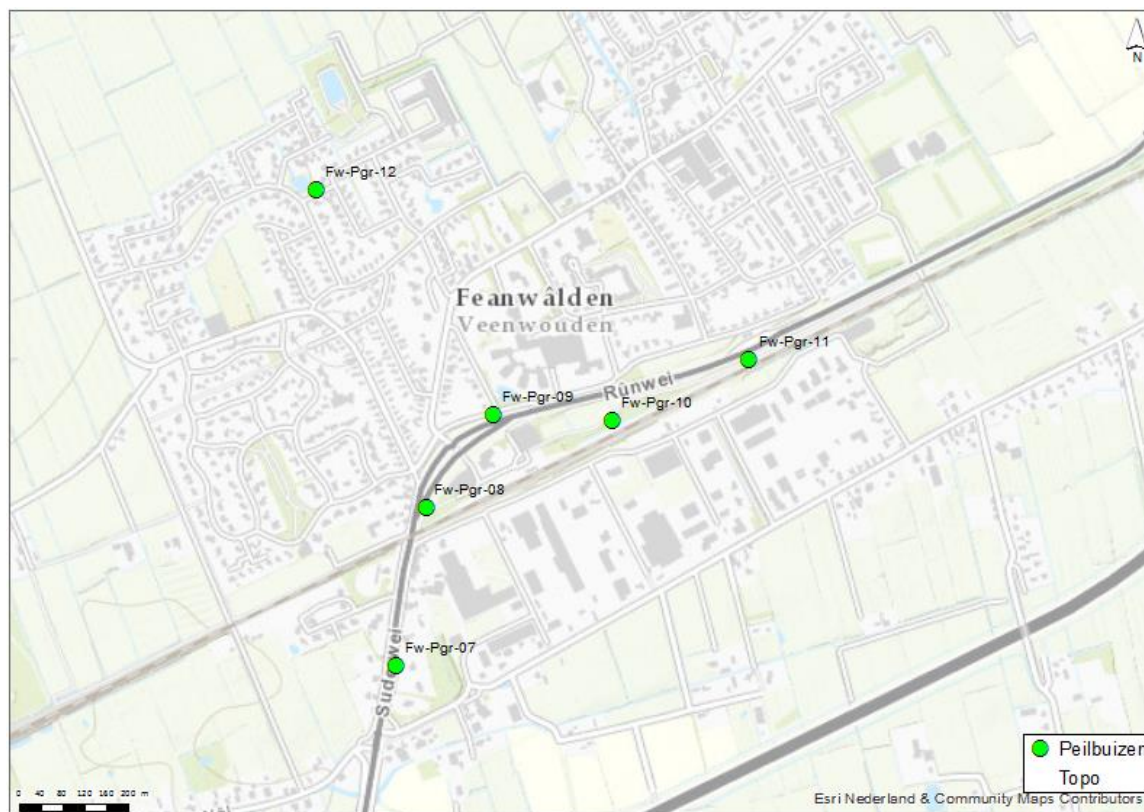
Op basis van de metingen van grondwaterstanden in afbeelding 2.2, 2.4 en 2.5 is indicatief een hoogste en laagste grondwaterstanden af te leiden. In het freatisch watervoerend pakket in het projectgebied is de hoogst voorkomende grondwaterstand NAP +0,8 m en de laagst voorkomende grondwaterstand NAP -1,0 m. In tabel 2.2 is te zien dat de weersomstandigheden van november 2017 droger en in december 2017 natter is dan gemiddeld. Dus deze twee maanden geven samen een indicatief beeld van de grondwaterstand.

Op basis van een langere meetreeks en recentere metingen kan een beter inzicht in de fluctuatie van de grondwaterstanden worden verkregen.

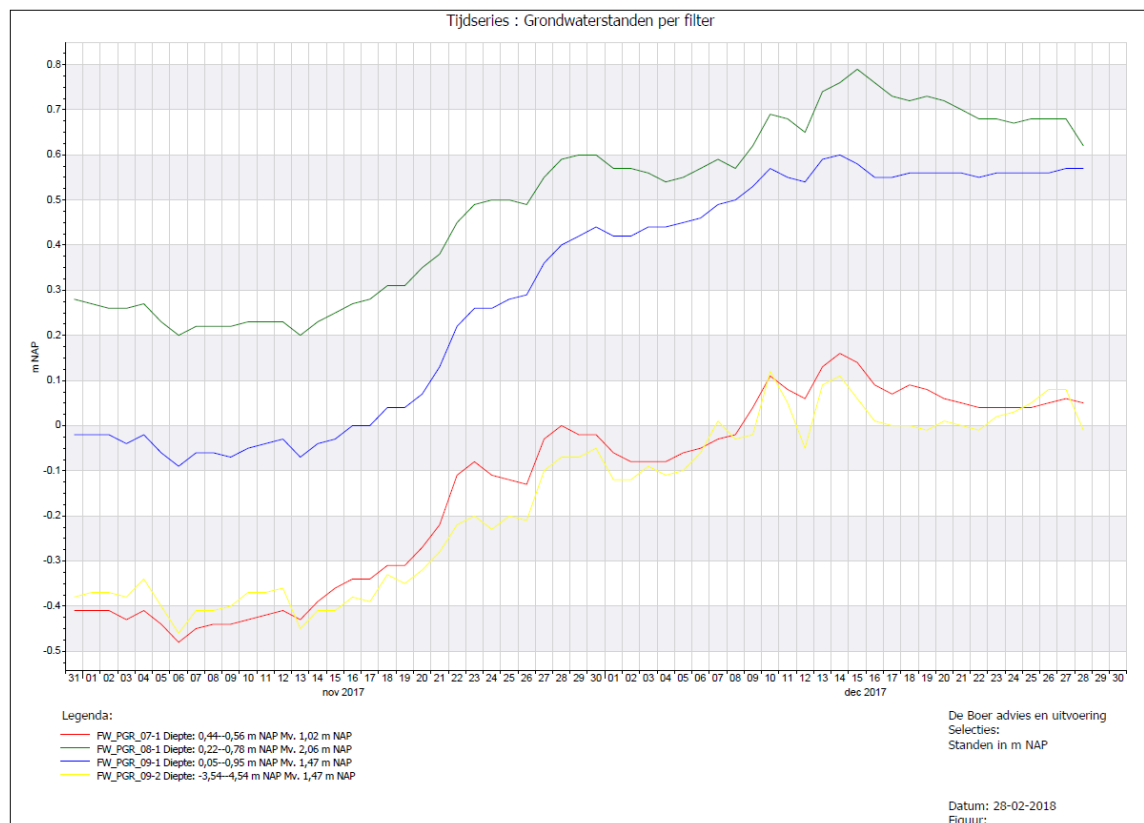
Afbeelding 2.2 Bandbreedte waargenomen oppervlaktewaterpeil (geen datum) en grondwaterstand mei - november 2016 [ref. 1]



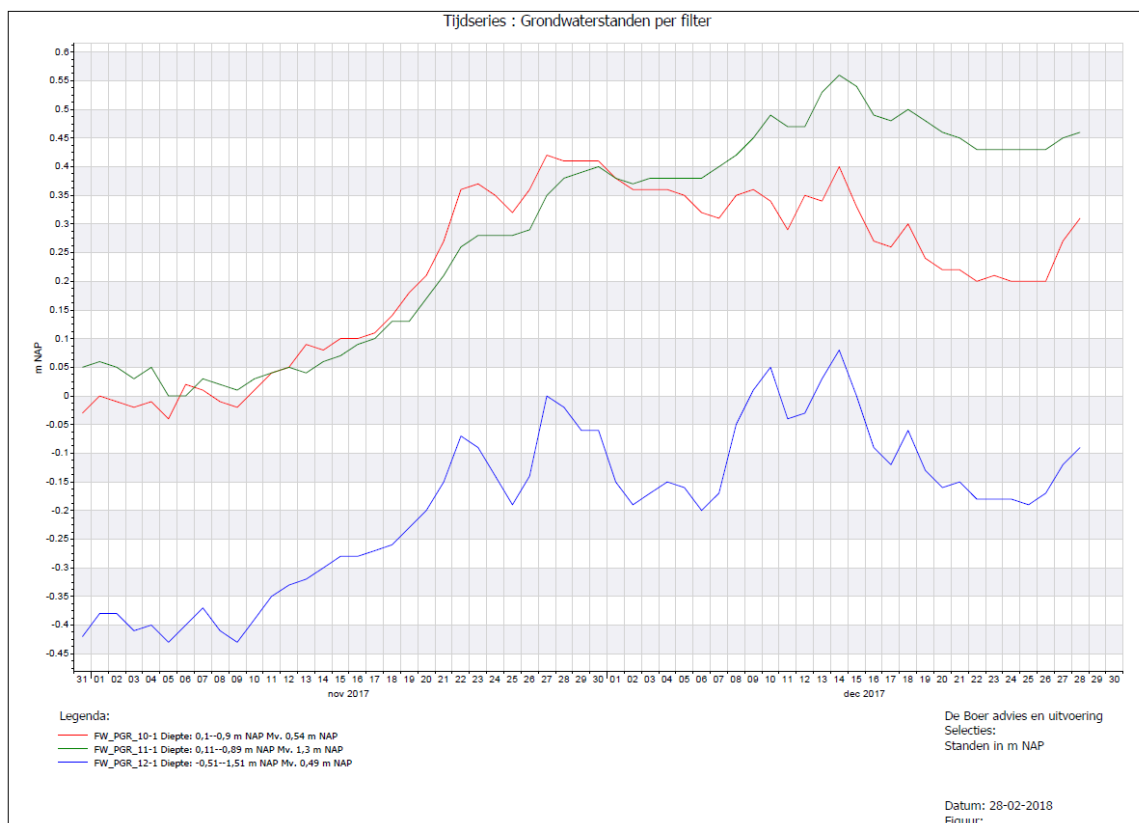
Afbeelding 2.3 Kaart locatie peilbuizen



Afbeelding 2.4 Grondwaterstanden november en december 2017 peilbuizen 7, 8 en 9



Abbeelding 2.5 Grondwaterstanden november en december 2017 peilbuizen 10, 11 en 12



Tabel 2.2 Maandsom neerslag (mm) in de maanden november en december in 2017 t.o.v. het langjarige gemiddelde [ref. 6]

Maand	2017	Gemiddelde	Verschil
november	69,0 mm	82,1 mm	-13,1 mm
december	86,1 mm	73,0 mm	+13,1 mm

2.3 Oppervlaktewatersysteem

Bijlage I geeft de locatie van het huidige oppervlaktewater weer. Het huidige streefpeil in het projectgebied is NAP -0,8 m (zomer) en NAP - 1,0 m (winter). Het streefpeil wijkt af van het waterpeil dat ingemeten is op NAP +0,25 m tot +0,45 m¹ (datum van inmeting is niet bekend). In deze notitie wordt uitgegaan van het ingemeten waterpeil, het is met een groene box weergegeven in afbeelding 2.2. Deze afwijking van het streefpeil is bevestigd door de provincie in haar commentaar op het rapport 'Verlenging Stationswei Feanwâlden, Hydrologische beoordeling principe oplossing' (Witteveen+Bos, 1 mei 2017). Er liggen geen schouwwaters in het projectgebied.

2.4 Waterkering

Er ligt geen waterkering in of nabij het projectgebied.

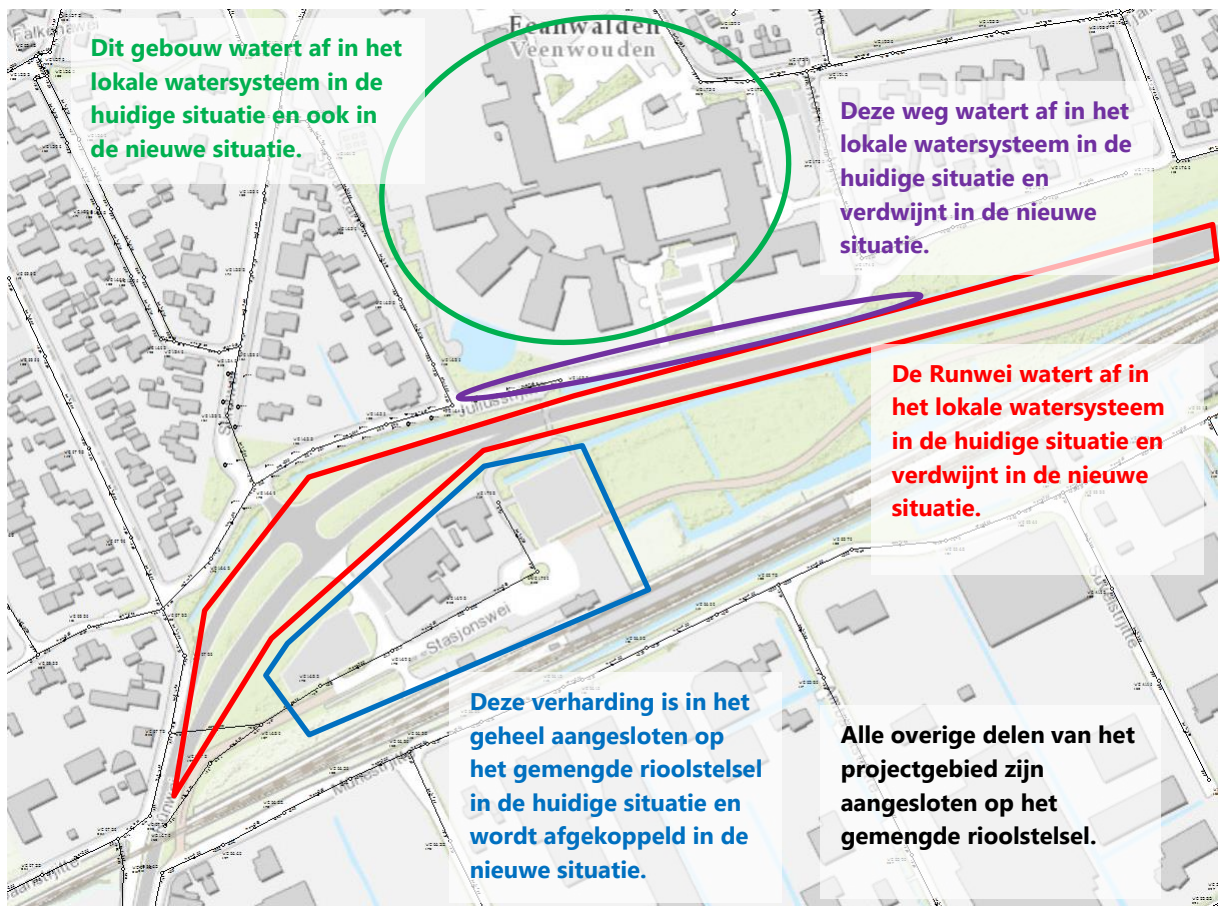
¹ Geotechnisch advies: aanleg nieuwe Stationsweg te Veenwouden, kenmerk VN-65832-1, d.d. 14 juli 2016, Wiertsema & partners.

2.5 Riolering

In en rondom het projectgebied is het meeste verhard oppervlak aangesloten op het gescheiden rioolstelsel. Het verhard oppervlak dat wel afwatert op het oppervlaktewatersysteem zijn het gebouw van Talma Hûs, Elkander en een deel van de Juliusstrjitte, zie afbeelding 2.9.

In en rondom het projectgebied zijn geen riooloverstorten aanwezig.

Afbeelding 2.6 Verhard oppervlak dat afwatert op het lokale watersysteem



3 BELEID EN WETGEVING

In tabellen 3.1 en 3.2 zijn het beleidskader en wet- en regelgeving bondig weergegeven.

Tabel 3.1 Wet- en regelgeving

Wet-/regelgeving	Omschrijving	Relevantie voor project
Europese Kaderrichtlijn water (2000) en Grondwaterrichtlijn (2006)	de KRW is een Europese richtlijn met als doel het oppervlaktewater en grondwater in de EU te beschermen en het duurzame gebruik van water te bevorderen. De KRW schrijft tevens normen voor prioritair stoffen voor	project mag geen achteruitgang van ecologische en chemische waterkwaliteit
Waterwet	de Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, de zorg voor waterkeringen en verbetert ook de samenhang tussen bijvoorbeeld het waterbeheer en de ruimtelijke ordening. De waterwet is de wettelijke verankering van de vereisten uit de KRW	algemene en specifieke regels voor het aanbrengen van wijzigingen in het watersysteem
KEUR Wetterskip Fryslân	regels voor bescherming waterkeringen en waterwegen	voorschriften voor de uitvoering van wijzigingen aan het watersysteem
Legger Wetterskip Fryslân	locaties van wateren, keringen en kunstwerken eisen voor bijvoorbeeld de breedte en diepte van een sloot, op basis van wettelijke veiligheidsnormen wie het onderhoud moet uitvoeren en waar dat uit bestaat	minimale afmetingen en locaties watergangen en kunstwerken

Tabel 3.2 Beleidskader

Beleidskader	Omschrijving	Relevantie voor project
Watertoets (2003)	de watertoets volgt uit de afspraken van het Nationaal Bestuursakkoord Water. De watertoets is geïntroduceerd omdat het aspect water in ruimtelijke plannen een mede ordenend principe is. De watertoets is een procedure waarbij de initiatiefnemer in overleg met de waterbeheerders de waterhuishouding van een te ontwikkelen gebied inricht. Belangrijkste inhoudelijke doel van de watertoets is dat initiatiefnemers zo bouwen dat het bestaande watersysteem niet negatief wordt beïnvloed en aansluit bij de normen die gelden voor de ontwikkeling	betrekken verantwoordelijk waterbeheerder bij planvorming
Waterbeheerplan Wetterskip Fryslân (2016-2021)	het WBP beschrijft de doelen van Wetterskip Fryslân voor de planperiode, welke strategische keuzes gemaakt worden en wat de financiële consequenties daarvan zijn. In het WBP 2016 - 2021 neemt Wetterskip Fryslân verantwoordelijkheid voor een robuust en duurzaam watersysteem en waterketen op de lange termijn	beleidskeuzen watertoetsproces watervergunning
leidraad en handreiking watertoets Fryslân (2013)	beschrijving van het proces en de producten van de watertoets	samen met Wetterskip Fryslân wordt het watertoetsproces doorlopen
verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2014-2017, gemeenten Dongeradeel en Dantumadiel (2014)	het vGRP beschrijft de doelen van de gemeenten en de visie en beleidskeuzes voor de onderwerpen afvalwater, hemelwater en grondwater. Tevens wordt aandacht besteed aan de financiën, beheer en onderhoud van het rioolsysteem	om te anticiperen op klimaatverandering kan naast bui 8 ook worden gerekend met een zwaardere regenbui (bui 9 of bui 10), hierdoor kan bekeken worden waar in de toekomst mogelijk problemen kunnen ontstaan

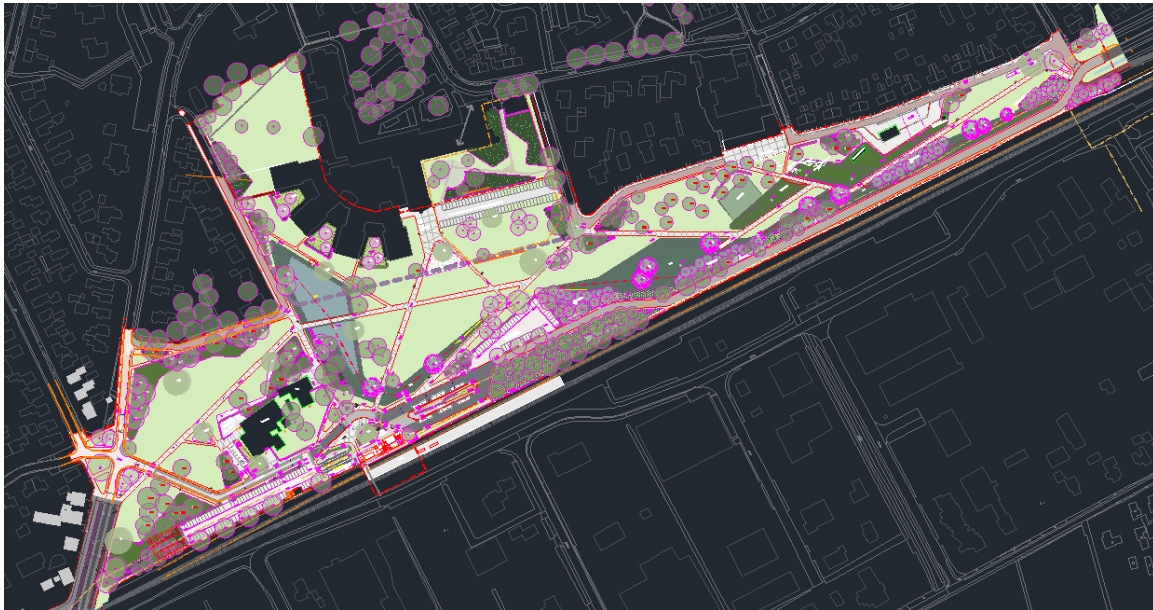
4 UITGANGSPUNTEN TOEKOMSTIGE SITUATIE

4.1 Uitgangspunten ontwerp

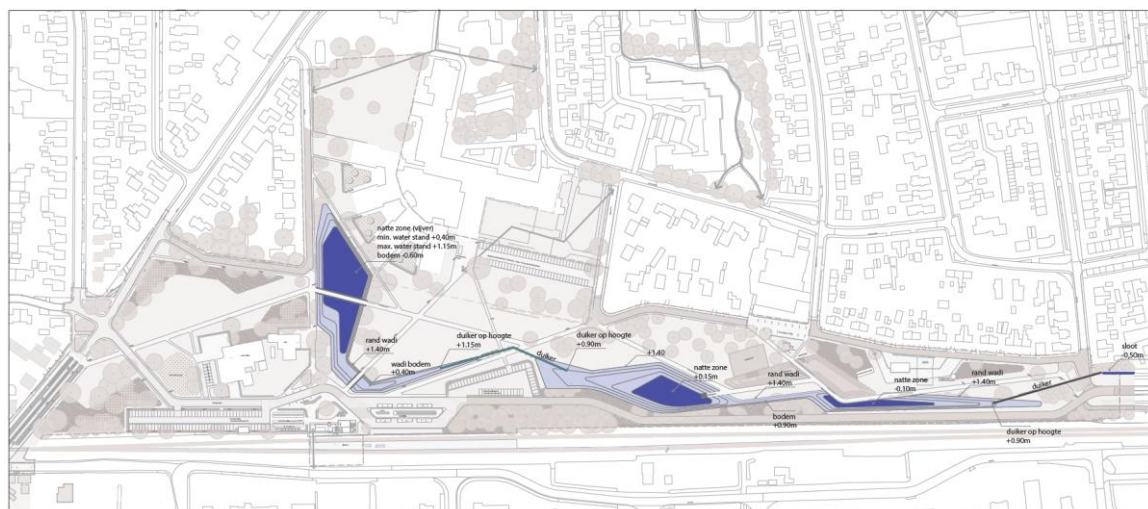
Er wordt uitgegaan van het ontwerp van karres+brands '1216.00-DO-PLN-02', d.d. 6 februari 2018 (zie afbeelding 4.1 en 4.2) met de volgende aanpassingen:

- laagste maaiveld aan de noordzijde is rond de NAP +1,0 m;
- de minimale waterstand in de vijver wordt NAP +0,6 m;
- de maximale waterstand wordt NAP +0,9 m;
- de duiker hoogtes en afmetingen worden door Witteveen+Bos bepaald.

Afbeelding 4.1 Ontwerp van karres+brands '1216.00-DO-PLN-02', d.d. 6 februari 2018



Afbeelding 4.2 Ontwerp van het oppervlaktewatersysteem van karres+brands '1216.00-DO-PLN-02', d.d. 6 februari 2018



4.2 Toetsing ontwerp aan beleid en wetgeving

In het projectgebied worden de bestaande watergangen gedempt. Als gevolg van het dempen van oppervlaktewater neemt de berging in het watersysteem af. Het watersysteem wordt daardoor minder robuust en veerkrachtig. Het is altijd nodig om dempingen voor 100 % te compenseren in hetzelfde peilgebied, zodat het watersysteem zijn berging behoudt [ref. 2]. Dus het huidige oppervlaktewater dient 1:1 gecompenseerd te worden door het graven van nieuw oppervlaktewater.

Daarnaast neemt het verhard oppervlak dat op het watersysteem afwatert toe door het afkoppelen. In eerste instantie dient gekeken te worden naar de mogelijkheden om te compenseren door het vasthouden van het water in het plangebied. Als hiervoor geen mogelijkheden zijn dan is bergen een optie. Is ook bergen niet mogelijk dan is het afvoeren van het hemelwater de laatste mogelijkheid. In stedelijk gebied geldt een bergingscoëfficiënt van 10 % voor toename van verharding [ref. 2]. Dit betekent dat ter compensatie van de toename van verharding, het oppervlaktewater met 1/10 van het verhard oppervlak moet toenemen.

Afmetingen van duikers (ref. 5):

- duikers dienen minimaal een diameter van 0,3 m te hebben maar bij voorkeur 0,5 m vanwege ecologische en onderhoudskundige aspecten;
- de onderkant van de duiker dient bij voorkeur tot de waterbodem te reiken of een flauw onderwatertalud naar de duiker aan leggen;
- de minimale ruimte boven het hoogste streefpeil zo mogelijk 40 cm of bij ronde duikerbuizen 25 % van de doorsnede van de duiker, zodat er meer licht in de duiker komt en de duiker een minder grote belemmering voor vissen en andere waterdieren vormt.

4.3 Uitgangspunten toekomstig oppervlaktewatersysteem

De uitgangspunten aangaande het oppervlaktewatersysteem:

- bij een T=100 bui (gemiddeld eens per 100 jaar) is waterstand niet hoger dan de maximale waterstand van NAP +0,9 m;
- de b.o.b. van de duikers komen lager te liggen dan NAP +0,9 m om voldoende afvoerhoogte te creëren en dus te voorkomen dat de waterstand hoger dan NAP +0,9 m komt;
- gewenst is om bij kleinere buien zo veel mogelijk opstuwing te hebben en bij de maatgevende bui voldoende afvoer, zodat de vijver fluctueert tussen de minimale (NAP +0,6 m) en maximale (NAP +0,9 m) waterstand en niet overstroomt;
- in de vijver wordt tot de minimale waterstand van NAP +0,6 m een ondoorlatende laag aangebracht om het water vast te houden en de minimale waterstand te hanteren;
- het oppervlakte van afvoerende verharde oppervlaktes in het projectgebied en de omgeving worden aangeleverd door de gemeentelijke organisatie DDFK;
- er is sprake van een infiltrerende situatie en kwel komt niet tot afvoer in het oppervlaktewatersysteem;
- de meteorologische gegevens van het KNMI-weerstation in Leeuwarden worden gebruikt.

4.4 Uitgangspunten toekomstig hemelwaterafvoersysteem (HWA)

Bij het ontwerp van het HWA-systeem wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- DWA-riolering vormt geen onderdeel van het ontwerp;
- ontwerp van aanpassingen of verwijderingen van de riolering in de Stinswei en Juliusstrjitte vormen geen onderdeel de werkzaamheden;
- er is geen gemeentelijke ontwerpstandaard of leidraad voor het HWA-ontwerp. Op basis van praktijkervaring in vergelijkbare ontwerpen wordt uitgegaan van:
 - minimale gronddekking van 1 m waar haalbaar;
 - minimale leidingdiameter benedenstrooms van putten Ø 300 mm;
 - minimale leidingdiameter benedenstrooms van kolken Ø 125 mm;

- leidingmateriaal PVC-u SDR 34;
- leidingen van Ø 500 mm of groter zijn van beton;
- gemiddeld aangesloten verhard oppervlak per kolk is 400 m²;
- minimaal leidingafschot 1:500;
- paden door het park hebben geen HWA-systeem, maar wateren af op omliggend groen;
- alle verharding wordt aangenomen als gesloten;
- het HWA-stelsel wordt ontworpen op basis van geen water-op-straat bij maatgevende bui 8 (herhalingsfrequentie van 2 jaar);
- het HWA-stelsel wordt ontworpen op basis van maximale vijverwaterstand van NAP +0,90 m;
- de toekomstige maaiveldhoogte is gebaseerd op tekening '1216.00-DO-PLN-02' van karres+brands, d.d. 6 februari 2018. Deze tekening bevat ruwe ontwerpmaaiveldhoogtes. Op locaties daaromheen is geïnterpoleerd dan wel een aanname gemaakt. Maaiveldhoogte van de noordelijke parkeerplaats is ongeveer NAP +1,0 m;
- er zijn geen regels of beperkingen vanuit het waterschap aangaande het afvoeren van HWA van het busstation naar oppervlaktewater. Wel wordt uitgegaan van de installatie van een oliescheider voor dit oppervlak in het DO;
- het HWA-systeem wordt ontworpen zodat al het verhard oppervlak afvoert op de meest bovenstrooms gelegen vijver;
- het HWA-ontwerp wordt gebaseerd op de richtlijnen van de Kennisbank van Stichting Rioned 'Berekenen vrijvervalriolering';
- de HWA-ontwerpberekening wordt uitgevoerd met InfoWorks CS v15.0.
- om rekening te houden met klimaatadaptatie is met de gemeente afgesproken om met de toekomstige afkoppeling van de S. Antonidesstrjitte rekening te houden met het ontwerp van het nieuwe systeem.

5 WERKZAAMHEDEN EN OP TE LEVEREN RESULTAAT

De uitwerking van het ontwerp zal worden samengevat in een rapport, inclusief relevante tekeningen, waarin de Watertoets en het Rioleringsplan uiteen worden gezet. Hiervoor zullen de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

- aan de hand van het bergingsvolume van de vijver en de wadi's wordt gekeken of voldaan wordt aan de compensatie voor het afgekoppelde verharde oppervlakte;
- opstellen maandelijkse waterbalans voor de nieuwe vijver aan de hand van de meteorologische gegevens om de dimensies van watervijver en wadi's te bepalen en toetsen. Ook wordt gekeken naar de ledigingstijd om te controleren vanwege de beschikbaarheid van de berging voor een volgende bui;
- analyse van de dimensionering van het ontworpen watersysteem en bepalen van de afmetingen van de duikers middels hydraulische berekeningen in SOBEK bij maatgevende neerslag (T=100);
- de afmetingen van de vijver, wadi's en duikers worden niet op DO-niveau uitgewerkt maar als principe oplossing. Er worden dus ruwe oplossingen en afmetingen gegeven en geen detailtekeningen;
- indicatief worden de effecten van het ontwerp op de grondwaterstanden beschreven;
- indicatief worden de effecten van het ontwerp op de waterkwaliteit beschreven. De doorstroming van en nutriënten belasting op het watersysteem worden niet behandeld;
- in een overleg met karres+brands worden de principe oplossingen op haalbaarheid en hoofdlijnen niveau besproken;
- modellering van het nieuwe HWA-systeem in het projectgebied.

De volgende notities worden opgeleverd als resultaat:

- concept Watertoets & Rioleringsplan;
- definitieve Watertoets & Rioleringsplan.

6 GEGEVENS

De werkzaamheden zullen aan de hand van de uitgangpunten in deze notitie uitgevoerd worden. Indien er opmerkingen zijn of aanvullende gegevens horen we dit graag zo spoedig mogelijk.

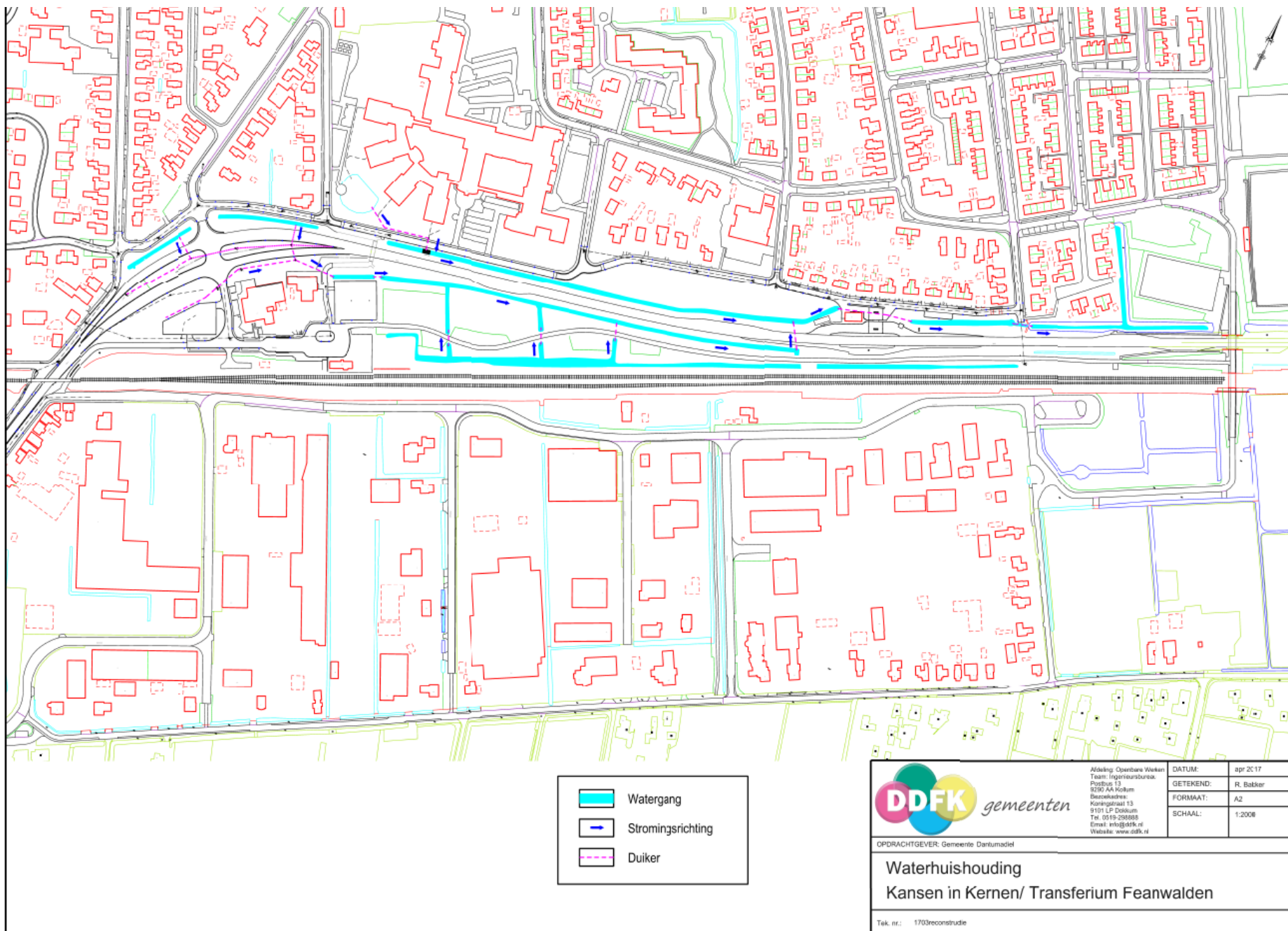
We hebben de meeste gegevens die we nodig hebben reeds ontvangen. Echter hebben we voor het SOBEK-model nog enkele doorsneden nodig van de profielen van de vijver en de wadi's.

7 REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos (1 mei 2017). Verlenging Stationswei Feanwâlden, Hydrologische beoordeling principe oplossing.
- 2 Wetterskip Fryslan (26 juni 2013). Leidraad Watertoets.
- 3 TNO (2016). Boringen en sonderingen via DINOloket.
- 4 Wiertsema & Partners (2016). Geotechnisch onderzoek.
- 5 Wetterskip Fryslan (28 november 2011). Ecologische richtlijnen inrichting water- en (spoor)weginfrastructuur.
- 6 KNMI (2018). Maandoverzicht van het weer in Nederland (MOW). <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/gegevens/mow>.

I

BIJLAGE: OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM TER PLAATSE VAN HET PROJECTGEBIED



	Watergang
	Stromingsrichting
	Duiker



Afdeling Openbare Werken
 Team: Ingenieursbureau
 Postbus 13
 9200 AA Kollum
 Bezorkeadres:
 Koningstraat 13
 9101 LP Dronsum
 Tel. 0519-258885
 Email: info@ddfk.nl
 Website: www.ddfk.nl

DATUM:	apr 25 17
GETEKEND:	R. Bakker
FORMAAT:	A2
SCHAAL:	1:2008

OPDRACHTGEVER: Gemeente Dantumadiel

Waterhuishouding Kansen in Kernen/ Transferium Feanwalden

Tek. nr.: 1703reconstrude

