



Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf

Rapport

Aveco de Bondt BV

Burgemeester van der Borchstraat 2, 7451 CH Holten

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 548 85 33 33

www.avecodebondt.nl

Waterhuishoudingsplan Berghorst fase II

project Diverse onderzoeken De Berghorst II Enter

projectnummer 202421

projectverantwoordelijke Rianne Arendsen

datum 10 december 2020

referentie 202421_R_TVR_0393

opdrachtgever Gemeente Wierden

postadres Pouliestraat 3
7462 EB Wierden

contactpersoon Dorine Wensink, Nico Rouwers

status Definitief

versie 1

auteur Thijs Visser

paraaf

gecontroleerd Jesse Jager



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Gebiedsbeschrijving	4
2.1	Beoogde ruimtelijke ontwikkeling	4
2.2	Gebiedseigenschappen	4
2.2.1	Hoogteligging	4
2.2.2	Bodemopbouw	5
2.3	Huidige waterhuishouding	6
2.3.1	Oppervlaktewater	6
2.3.2	Afvoer hemel- en afvalwater	7
2.3.3	Grondwater	7
3	Uitgangspunten	10
3.1	Waterhuishoudkundige doelen en maatstaven	10
3.2	Uitgangspunten per onderwerp	11
4	Toekomstig watersysteem	13
4.1	Relatie met fase I en fase III	13
4.2	Bouwplan en -inrichting	13
4.3	Riolering en afvalwaterketen	13
4.4	Afvoer hemelwater	14
4.5	Waterberging	15
4.5.1	Verandering bergingsopgave ten opzichte van 2007	15
4.5.2	Overzicht bergingsopgave De Berghorst	16
4.5.3	Compensatie waterberging fase I	16
4.5.4	Realisatie waterberging fase II	18
4.6	Grondwater	18
4.7	Inrichting en beheer	18
5	Detailbeschrijving toekomstig watersysteem	19
5.1	Ontwateringsdiepte bebouwing en wegen	19
5.1.1	Maatgevende grondwaterstand	19
5.1.2	Bouwpeil en straatpeil	19
5.2	Ontwerp waterberging	19
5.2.1	Ontwerp wadi	19
5.2.2	Dimensionering en lediging wadi's	20
5.2.3	Dimensionering en lediging afwateringssloot fase I	21
5.3	Ontwerp afvalwaterriolering	22
5.4	Ontwerp regenwaterafvoer	22
5.5	Detailaanpassing afwatering fase I	22
5.6	Raakvlakken inrichting met fase III	23

Bijlagen

- Bijlage 1 Ontwerp waterhuishouding
Bijlage 2 Ontwerp afvalwaterriool

1 Inleiding

Aveco de Bondt heeft op verzoek van Gemeente Wierden een Waterhuishoudingsplan (WHP) opgesteld voor De Berghorst fase II. De Berghorst is een ontwikkeling van ca. 17 ha woningbouw aan de noordzijde van Enter, grenzend aan de Ypeloweg en de Wierdenseweg. Fase I van het plan, ca. 5 ha woningbouw, is deels bewoond en deels in aanbouw.

In 2007 is door Grontmij een waterhuishouding- en rioleringsplan opgesteld voor de volledige ontwikkeling. Door de fusie van voormalig waterschappen Regge en Dinkel en waterschap Velt en Vecht tot Waterschap Vechtstromen en de wijziging in beleidsregels, dient het opgestelde rapport geactualiseerd te worden. De voornaamste wijziging is de waterbergingsopgave, die verhoogd is van 40 mm naar 55 mm voor de toename van verhard oppervlak. Verder zijn er aanpassingen doorgevoerd in de verkaveling, wat leidt tot een toename van verhard oppervlak.

In dit waterhuishoudingsplan wordt aandacht besteed aan het ontwerp van de afwatering van regenwater en de afvoer van vuilwater van fase II. Tevens wordt de gerealiseerde waterberging voor fase I beschouwd en wordt in het ontwerp van fase II ruimte gereserveerd om te compenseren voor de resterende waterberging voor fase I en fase III.



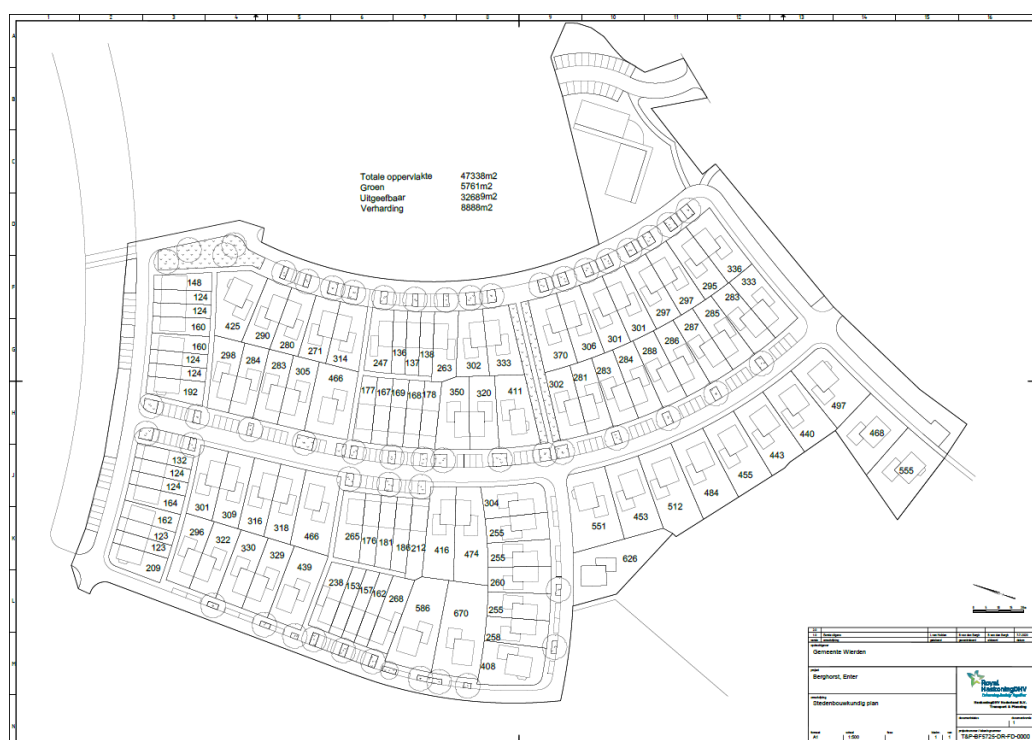
Figuur 1: ligging plangebied De Berghorst fase II

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Beoogde ruimtelijke ontwikkeling

Het plangebied van De Berghorst fase II ligt ten noorden van Enter. Het plangebied is ingesloten door de Leemhorst (in De Berghorst fase I), de Wierdenseweg, de Entergraven en fase III van de Berghorst. Het plangebied bestaat momenteel uit agrarische percelen.

Het plan voorziet in de bouw van ca. 100 grondgebonden woningen en bijhorende infrastructuur, parkeervoorzieningen en groenstructuren. De beoogde verkaveling is weergegeven in Figuur 2. De wijk is ruim opgezet met ruimte voor groenstructuren met natuurlijke laagtes in en rond de woonwijk.

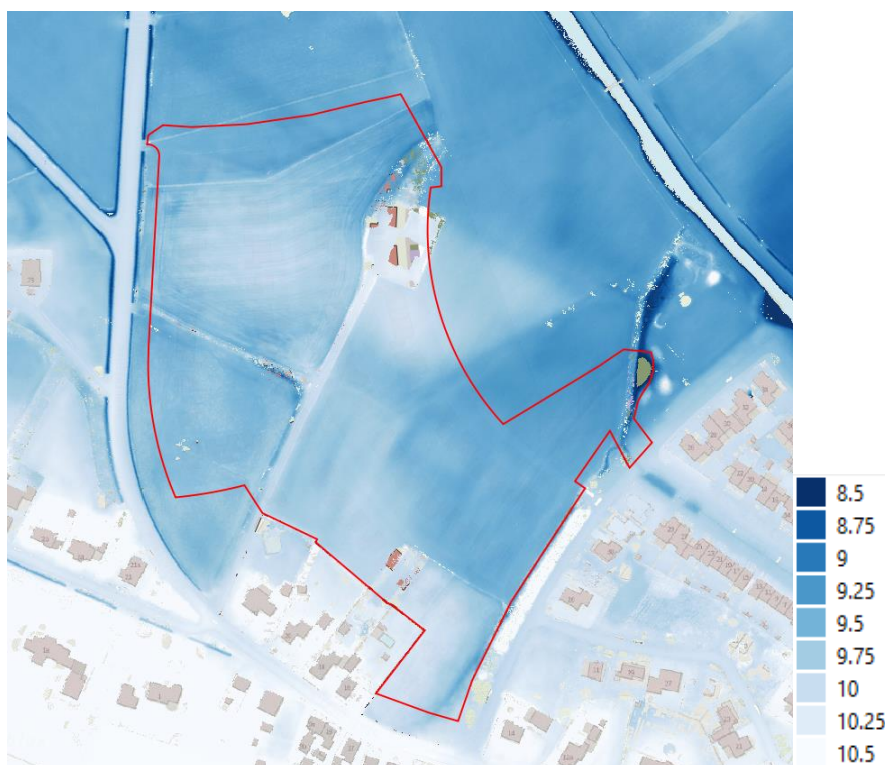


Figuur 2: verkaveling De Berghorst fase II

2.2 Gebiedseigenschappen

2.2.1 Hoogteligging

Het meest recente beschikbare hoogtebestand is het AHN3. De maaiveldhoogte langs de Entergraven is +8,9 mNAP. De maximale maaiveldhoogte is +10,5 mNAP bij de bestaande (te amoveren) bebouwing en langs de Wierdenseweg. De gemiddelde maaiveldhoogte van het plangebied is +9,7 mNAP. Bij de herinrichting van het gebied dient rekening gehouden te worden met de hoogteverschillen die langs de randen van het plangebied kunnen ontstaan (laagtes ten noorden en ten oosten van het plangebied).



Figuur 3: Huidige maaiveldhoogte (AHN3)

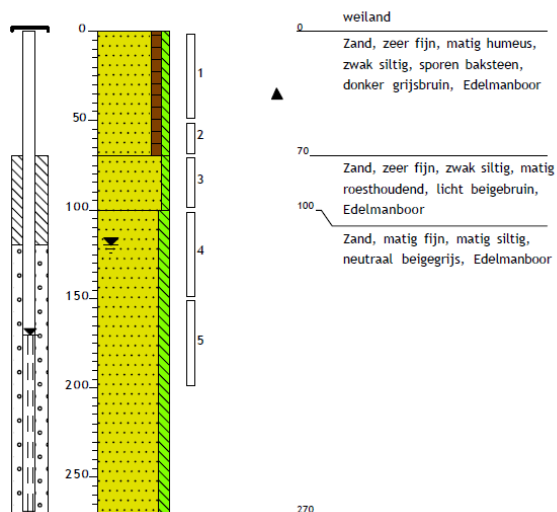
2.2.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw en milieu hygiënische kwaliteit van de bodem is in 2020 door Aveco de Bondt onderzocht. Op basis van meerdere boringen op locatie is de representatieve bodemopbouw voor het gehele plangebied in Tabel 2-1 weergegeven. Eén van de boorprofielen is weergegeven in Figuur 4.

Uit het geohydrologisch onderzoek van Grontmij (2006) blijkt dat de geschiktheid van de bodem voor infiltratie matig is. De bovenlaag is voldoende waterdoorlatend (0,5 – 1,5 m/dag), maar er bevinden zich lokaal ondiepe slechtdoorlatende lagen in de ondergrond. Wanneer infiltratie een belangrijke component is in de waterhuishouding dan wordt bodemverbetering aangeraden.

Tabel 2-1: Bodemopbouw plangebied

Bodemlaag (m -mv)	Hoofdnaam	Toevoeging	Kleur
0,0 – 0,7	Zand	Zeef fijn, matig siltig	Bruin
0,7 – 1,0	Zand	Zeef fijn, matig siltig	Grijs
1,0 - 2,0	Zand	Zeef fijn, Matig siltig	Grijs



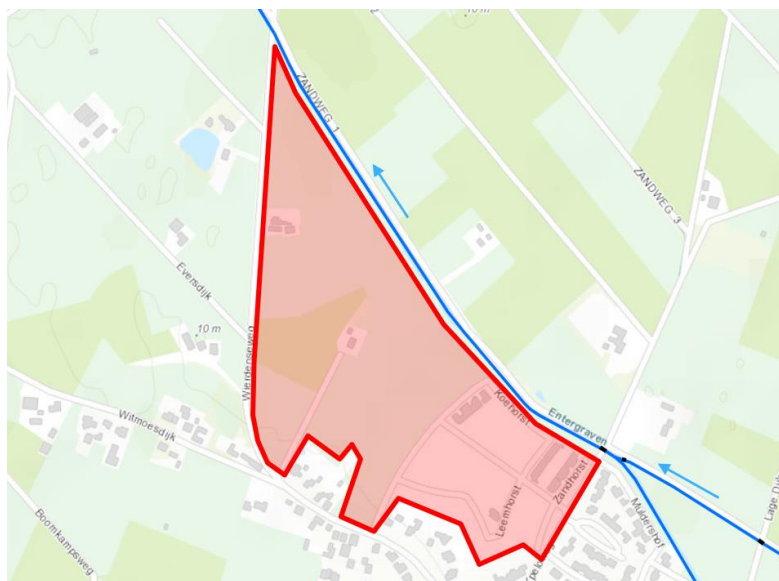
Figuur 4: Boorprofiel

2.3 Huidige waterhuishouding

2.3.1 Oppervlaktewater

Het plangebied van De Berghorst ligt langs de primaire watergang Entergraven, in beheer van waterschap Vechtstromen. Uit afstemming met waterschap Vechtstromen blijkt dat de waterpeilen van de Entergraven nabij de Ypeloweg (bovenstrooms van plangebied De Berghorst) als volgt zijn:

- Winterpeil (basis) : +7.85 mNAP
- Zomerpeil (basis) : +8.15 mNAP
- T=1 : +8.5 mNAP
- T=100 : +8.9 mNAP



Figuur 5: Ligging plangebied De Berghorst langs de Entergraven

Fase I van De Berghorst voert overtollig regenwater op de Entergraven af. Dit wordt verder besproken in paragraaf 2.3.2. Overtollig regenwater van fase II van De Berghorst zal ook afwateren richting de Entergraven.

2.3.2 *Afvoer hemel- en afvalwater*

In de huidige situatie is het plangebied ingericht als agrarische grond. Er is geen sprake van hemelwater- of afvalwaterafvoer. Fase I van De Berghorst verzameld regenwater en vuilwater gescheiden.

Het regenwater van fase I wordt naar de voorkant van de woningen geleid en oppervlakkig afgevoerd richting de verlaagde groenzones in het plangebied. De verlaagde groenzones zijn ingericht als wadi (met bijbehorende bodemverbetering en drainageriolering) en zijn onderling verbonden via roostergoten. Op enkele locaties waar onvoldoende afschot in de weg gecreëerd kon worden, ligt een regenwaterriool met uitstroompunt in de wadi's. Voor fase II is eenzelfde systeem voorzien.

Het vuilwater van fase I wordt centraal in het plangebied verzameld en door middel van een rioolgemaal en persleiding richting het gemeentelijk stelsel buiten het plangebied afgevoerd. Dit rioolgemaal is qua afvoercapaciteit en diameter van de persleiding ontworpen op het aansluiten van Fase II en Fase III. Het rioolgemaal is gesitueerd tussen wadi XI en wadi VIII-A conform het ontwerp van Grontmij (2007).

2.3.3 *Grondwater*

Gemeente Wierden heeft meerdere grondwatermeetpunten in Enter ingericht. Om een inschatting te doen van de optredende waterstanden binnen het plangebied zijn drie representatieve meetlocaties langs de Wierdenseweg geanalyseerd. Het betreft peilbuis E1, ter hoogte van Wierdenseweg 27, peilbuis E2, ter hoogte van de kruising van de Wierdenseweg met de Witmoesdijk en peilbuis EB112, binnen het plangebied op het adres Berghorst 112 (zie Figuur 6). De meetgegevens zijn te zien in Figuur 7, Figuur 8 en Figuur 9.



Figuur 6: ligging peilbuizen nabij De Berghorst

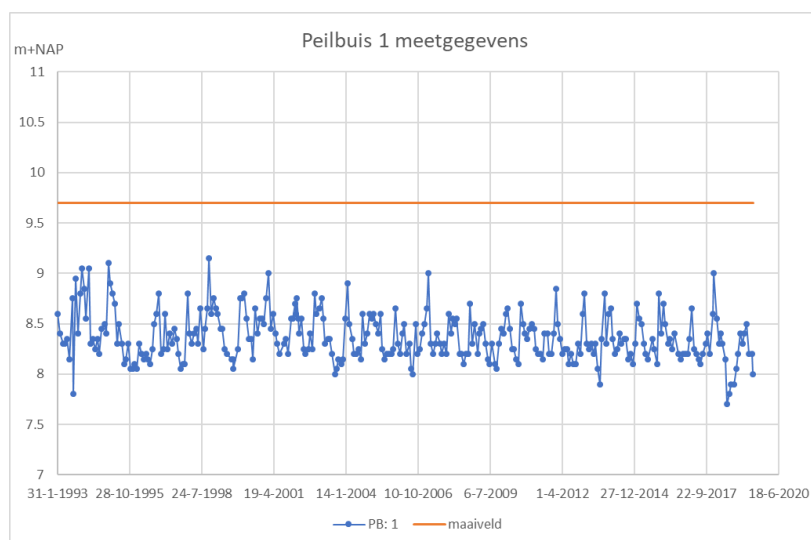
Adviesbureau BZ Ingenieurs heeft in 2020 onderzoek gedaan naar de grondwaterstanden in de gemeente Wierden en heeft voor alle peilbuizen een analyse van grondwaterkarakteristieken uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijken de GHG en GLG voor genoemde peilbuizen zoals gepresenteerd in Tabel 2-2.



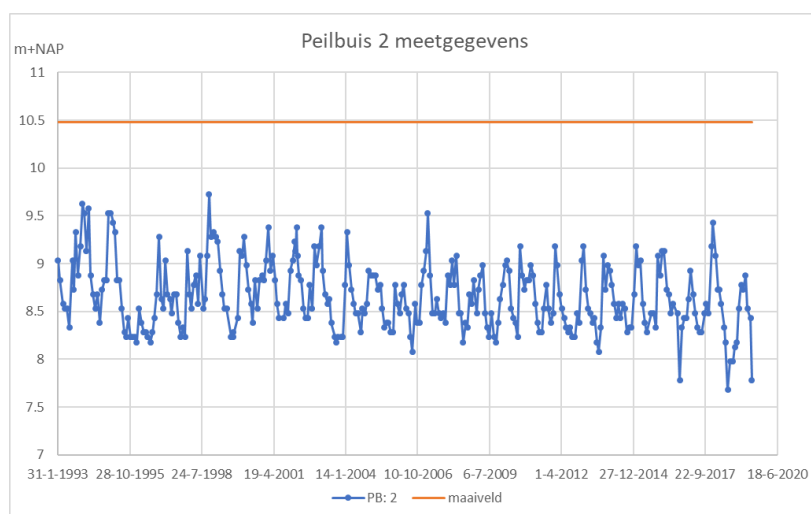
Tabel 2-2: grondwaterkarakteristieken peilbuisgegevens

Peilbuis	GHG (m t.o.v. NAP)	GLG (m t.o.v. NAP)
E1	+8,59	+8,06
E2	+8,99	+8,16
EB112	+8,89	+8,1

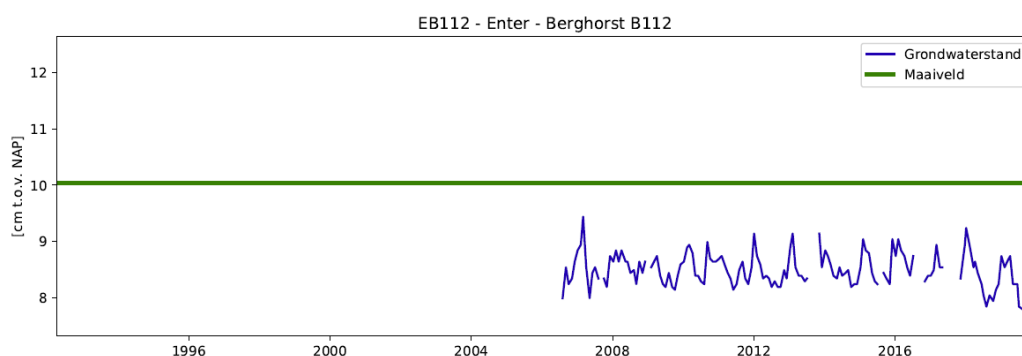
Gezien de ligging van de peilbuizen zijn de grondwaterstanden binnen het plangebied vergelijkbaar met de situatie bij peilbuis EB112 en dient rekening gehouden te worden met een GHG van +8,9 mNAP. Richting het oosten (dichterbij de Entergraven) zal de grondwaterstand dieper zijn door de drainerende invloed van het streefpeil van de Entergraven. In dit onderzoek wordt gerekend met bovenstaande 'worst-case' waarden voor de grondwaterstand.



Figuur 7: Grondwatermeting peilbuis 1, nabij Wierdenseweg 27



Figuur 8: Grondwatermeting peilbuis 2, nabij kruising Wierdenseweg – Witmoesdijk



Figuur 9: Grondwatermeting peilbuis 112, Berghorst 112

Geadviseerd wordt om tijdens en na realisatie van De Berghorst fase II een grondwatermeting binnen het plangebied in te richten dan wel voort te zetten. De ontwikkeling van woningbouw en het ophogen van de grond kan gevolgen hebben voor de grondwaterstand, welke alleen inzichtelijk kunnen worden gemaakt door metingen uit te voeren.

3 Uitgangspunten

3.1 Waterhuishoudkundige doelen en maatstaven

Het plangebied bevindt zich in de gemeente Wierden en in het beheergebied van Waterschap Vechtstromen. De gemeente en het waterschap trekken gezamenlijk op bij het toetsen van ontwikkelingen aan de vigerende normen en beleidsrichtlijnen. Het waterschap let hierbij voornamelijk op de belasting van het oppervlaktewatersysteem en het ontwerp, beheer en onderhoud van nieuw en bestaand oppervlaktewater. Uitgangspunten zijn dat een toename van verhard oppervlak niet mag leiden tot een toename van afvoer in het watersysteem en dat water in beheer van het waterschap gemakkelijk te onderhouden moet zijn. De gemeente toetst het plan op de aspecten vuilwaterafvoer, regenwaterafvoer en grondwatereffecten. Voorzieningen die voor deze aspecten worden getroffen worden niet alleen op capaciteit getoetst, maar ook op onderhoudbaarheid en ontwerp. In het kader van de voorgenomen ontwikkeling heeft voorafgaand aan het opstellen van dit waterhuishoudingsplan overleg met zowel de gemeente als het waterschap plaatsgevonden. Beide partijen hebben enkele randvoorwaarden meegegeven waaraan de nieuwe situatie moet voldoen. Daarnaast zijn nog uitgangspunten gehanteerd bij het opstellen van dit plan. De aandachtspunten en randvoorwaarden voor dit plan worden in dit hoofdstuk benoemd.

Waterschap Vechtstromen

Het waterbeheer in het plangebied is in handen van Waterschap Vechtstromen. Het waterschap heeft haar beleid vastgelegd in het Waterbeheerplan 2016-2021, de Keur en de legger. Het waterbeheerprogramma beschrijft wat het waterschap in de planperiode wil bereiken en hoe men dat wil doen. Voor de ontwikkeling van De Berghorst fase II zijn de volgende zaken van belang:

- Het waterschap benadert regenwater vanuit het principe ‘vasthouden –bergen –afvoeren’. Het vasthouden van water in de bodem -infiltratie-zorgt voor aanvulling van het grondwater ter plekke. Door het bergen van regenwater in wadi's kan het water langzaam afgevoerd worden naar het regionale watersysteem, zodat er geen piekafvoeren ontstaan die elders tot overlast leiden.
- Bij toename van het verhard oppervlak, komt regenwater versneld tot afvoer en leidt tot afwenteling van overtollig water op lageregelegen gebieden. Daarom moet de toename van verhard oppervlak gecompenseerd worden: door waterberging aan te leggen en de afvoer te limiteren. De benodigde waterberging voor de toename van verhard oppervlak is 55 mm per m² verharding. Het waterschap hanteert een afvoernorm die aangeeft hoeveel afvoer van water plaats mag vinden uit het stedelijke gebied. Uitgangspunt voor het plangebied is een afvoernorm van 1,2 l/s/ha.

Gemeente Wierden

De vuil- en regenwaterverwerking in het plangebied wordt door de Gemeente Wierden verzorgd. De gemeente beschrijft in het Watertakenplan 2020-2024 de wijze waarop zij aan haar watertaken invulling geeft en hoe zij deze bekostigt. Voor de ontwikkeling van De Berghorst fase II zijn de volgende zaken van belang:

- Voor de gehele ontwikkeling van De Berghorst is in 2007 een waterhuishoudingsplan opgesteld. Hierin is voorzien in afwatering via oppervlakkige afvoer naar wadi's. Dit



afwateringsprincipe blijft gehandhaafd en heeft een plek in het stedenbouwkundig plan voor fase II.

- De verhoogde wateropgave ten opzichte van 2007 (55 mm in plaats van 40 mm) dient binnen het plan opgevangen te worden in de daarvoor bestemde wadi's. Het uitgangspunt is dat er geen water op straat mag blijven staan na een bui van 55 mm in 1 uur.
- In afwijking op het waterhuishoudingsplan van 2007 dient in de wateropgave rekening gehouden te worden met regenwater uit de tuinen. Hierbij wordt gerekend met 50% verharde tuinen (waarin tuinoppervlak is gedefinieerd als kaveloppervlak minus dakoppervlak).
- In De Berghorst fase I is een wadi met bergingscapaciteit van ca. 300 m³ niet gerealiseerd. Deze berging dient in fase II alsnog gerealiseerd te worden.
- De gemeente heeft een ambitie om tot maximaal 40 mm waterberging op particulier terrein te realiseren bij nieuwbouw. Bij onderhavige ontwikkeling is het uitgangspunt van de gemeente dat het regenwater in de wadi's kan worden geborgen.
- Geen toepassing van zink, koper en lood (uitlogende materialen).
- Geen ondergrondse aansluitingen van regenwater op wadi's of van particulier terrein naar de hemelwaterafvoer. Dit om foutieve aansluitingen te voorkomen.

3.2 Uitgangspunten per onderwerp

Tabel 3-1 Uitgangspunten per onderwerp

Onderwerp	Uitgangspunten
Afvoer hemelwater	• Toetsing van het watersysteem aan een bui van 55 mm in 1 uur. Hierbij mag geen water op straat blijven staan. • Het uitgeefbare terrein bestaat uit verhard dakoppervlak en 50% verhard tuinoppervlak. • Dakwater wordt aan de voorzijde van de woningen oppervlakkig aangeboden. • Afvoer van regenwater geschiedt hoofdzakelijk oppervlakkig. Op enkele locaties is dit niet mogelijk. Hier is voorzien in een regenwaterriool. • De maximale afvoer van het plangebied richting de Entergraven betreft 1,2 l/s/ha bij een bui met herhalingstijd van 1 jaar.
Hoogte / peilen	• De weg dient lager te liggen dan de omliggende kavels. • Wegen dienen waterafvoerend te zijn. Het dwarsafschot van de wegen is 3%. Het minimaal afschot in lengterichting is 1:300. • De minimale ontwateringsdiepte voor bebouwing is 0,80 m = 1 meter - vloerpeil. • De minimale ontwateringsdiepte voor wegen is 0,70 m (onder kruin weg). • De minimale drooglegging is 1,10 m. • Vulling van het watersysteem van De Berghorst via de Entergraven dient te allen tijde voorkomen te worden. De afvoer van De Berghorst dient boven +8,90 mNAP te liggen.
Waterberging	• De bergingscapaciteit binnen het plan De Berghorst fase II is 55 mm voor het totaal gerealiseerde verhard oppervlak. • De waterberging geschiedt middels wadi's. De capaciteit van de wadi's wordt berekend met 10 cm waakhoogte.



- De wadi's hebben bij voorkeur een minimale breedtemaat van 4 meter tussen bovenkant insteek.
- De wadi's hebben een minimaal talud van 1:3.
- De wadi's dienen binnen 24 uur geledigd te zijn.

Afvalwater

- Het vuilwater wordt afgevoerd via het rioolgemaal dat in fase I is gerealiseerd.
 - Minimale buisdiameter is beton 300 mm.
 - Een minimale dekking op de buis van 1,1 meter.
 - Bodemverhang beginriolen van 1:250, eindriolen 1:500.
 - Gemiddelde woningbezetting is 3,0 inwoners.
 - Gemiddelde aanvoer vuilwater 120 l/inwoner/dag.
 - Maximale aanvoer vuilwater 12,0 l/inwoner/uur.
-

4 Toekomstig watersysteem

4.1 Relatie met fase I en fase III

Een adequate waterhuishouding voor fase II wordt bereikt door ook fase I en III van het plan te beschouwen. Ten aanzien van fase I en III spelen de volgende elementen die in het ontwerp voor fase II meegenomen worden:

- Fase I: Er is een tekort van 300 m³ waterberging gerealiseerd. In fase II wordt hiervoor gecompenseerd.
- Fase I: De afvoer richting de Entergraven betreft een smalle en sterk begroeide sloot. In fase II wordt dit robuust ingericht.
- Fase III: De benodigde waterberging van fase III is net als in fase II groter dan ontworpen in 2007. Er zal ook in fase III een ontwerpopgave liggen om aan de bergingsopgave van 55 mm te voldoen. De wadi's tussen fase II en III die voor fase II gerealiseerd worden, worden waar mogelijk toekomstbestendig ingericht. D.w.z. dat hier ook rekening wordt gehouden met de berging van regenwater uit fase III.

De wijze waarop bovenstaande ontwerpaspecten worden meegenomen in de waterhuishouding van fase II wordt uitgewerkt in onderstaande paragrafen.

In dit waterhuishoudingsplan is geen ontwerp voor de waterhuishouding van fase III van De Berghorst opgenomen. Op dit moment kan dit ontwerp nog niet maatvast worden gemaakt, aangezien de stedenbouwkundige inrichting nog niet is vastgesteld en onzeker is wanneer Fase III wordt gerealiseerd.

4.2 Bouwplan en -inrichting

Het inrichtingsplan van De Berghorst fase II is weergegeven in Figuur 2 op pagina 4. De realisatie van ca. 100 woningen leidt tot een toename van verhard oppervlak. Het plangebied is momenteel volledig onverhard ingericht. De toename verhard oppervlak betreft dakoppervlak, 50% verharde tuinen en infrastructuur in de openbare ruimte(wegen, parkeervoorzieningen en voetpaden). De totale toename van verhard oppervlak is 32.600 m². In Tabel 4-1 is weergegeven hoe de verharding binnen het plangebied is verdeeld.

Tabel 4-1: Verharding toekomstige situatie fase II

	Oppervlak [m2]	Toelichting
Totaal verhard oppervlak	32.600	
Kavels - Daken	9.200	
Kavels - Tuinen	10.600	50% van tuin verhard
Gesloten verharding vlak	12.800	Wegen openbaar terrein

4.3 Riolering en afvalwaterketen

Het afvalwater van De Berghorst wordt zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 centraal in het plan verzameld en via een rioolgemaal getransporteerd naar het gemeentelijk stelsel buiten het plan. Het rioolgemaal is qua afvoercapaciteit berekend op het aansluiten van fasen I, II en III.

This aerial map shows a residential development in Wierden. The development is a large, irregularly shaped plot outlined in red, containing a grid of smaller plots. Red buildings are shown on many of these plots. The development is bordered by Wierdenweg to the north and Wierdenstraat to the east. A green space is located to the west of the development. The map also shows surrounding residential areas with various buildings and streets.

4.4 Afvoer hemelwater

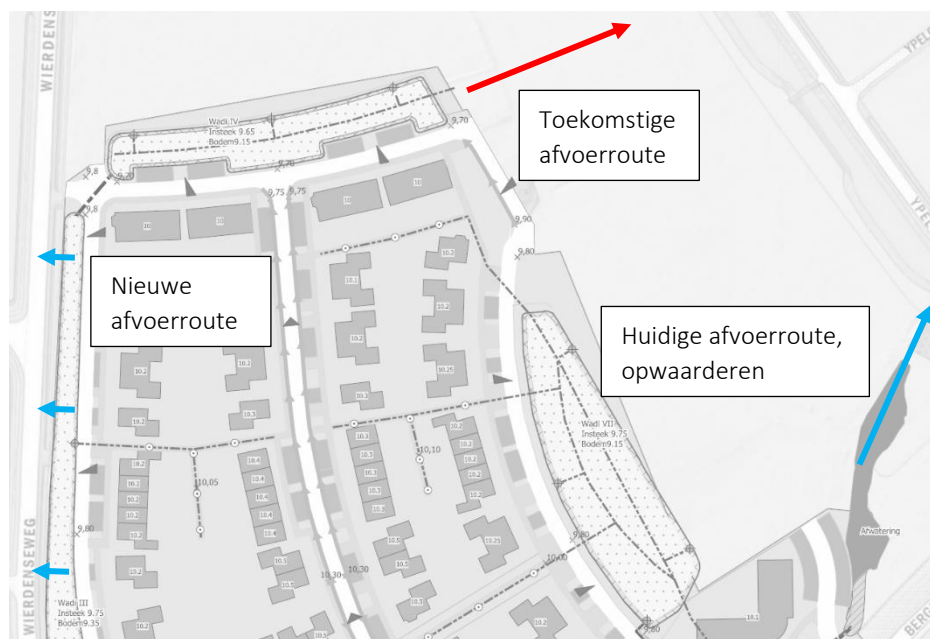
Vanuit de stedenbouwkundige inrichting is gekozen om het gebied ruim en groen op te zetten. Hierdoor is er voldoende mogelijkheid voor oppervlakkige afvoer en bovengrondse waterberging. Tevens heeft het gebied weinig hoogteverschil en is er voldoende ontwateringsdiepte om verlagingen aan te brengen waarin water geborgen en geïnfiltreerd kan worden.

datum 10 december 2020
referentie 202421 R TVR 0393

heeft het de mogelijkheid om te infiltreren en wordt het water vertraagd afgevoerd naar het oppervlaktewater. Binnen het plan, bij voetpaden door de wijk, is oppervlakkige afstroming niet mogelijk en wordt door middel van kolken richting de drainageleiding afgevoerd.

De wadi's zijn verdeeld over het gebied. Dit zorgt voor een korte afstand van de afvoer van hemelwater naar de waterberging. Om een robuust watersysteem te creëren zijn de wadi's, waar mogelijk, onderling verbonden om de beschikbare ruimte zo efficiënt mogelijk in te zetten.

De afvoer van overtollig regenwater vindt plaats richting de Entergraven (via fase I) en richting de sloot ten oosten van de Wierdenseweg. Na realisatie van fase III wordt er een extra afvoermogelijkheid richting de Entergraven gerealiseerd. Deze afvoer is in de huidige situatie niet noodzakelijk. Wel is een opwaardering van de huidige afvoerroute richting de Entergraven noodzakelijk om een robuust systeem te creëren en waterafvoer bij extreme neerslag garanderen. In Figuur 11 zijn de afvoerroutes schematisch weergegeven.



Figuur 11: Afvoerroutes overtollig regenwater De Berghorst

4.5 Waterberging

4.5.1 Verandering bergingsopgave ten opzichte van 2007

Het watersysteem van de Berghorst is in 2007 uitgewerkt. In het onderzoek is de bergingsopgave conform de destijds vigerende regelgeving uitgewerkt. De eisen en uitgangspunten ten aanzien van de waterberging in ruimtelijke ontwikkeling zijn sindsdien gewijzigd. De aangepaste wateropgave ontstaat door een wijziging in uitgangspunten en door de waterhuishoudingssituatie na de realisatie van fase I. De volgende gewijzigde uitgangspunten ten opzichte van het onderzoek van 2007 leiden tot een grotere waterbergingsopgave voor fase II en fase III van de ontwikkeling:

- Waterberging voor toename verhard oppervlak betreft 55 mm in plaats van 40 mm.

- In het onderzoek van 2007 is het water in de tuinen niet meegerekend. Realistisch is het uitgangspunt dat tuinen 50% verhard zijn en dus ook de helft van het regenwater afvoeren op de openbare ruimte. In de update wordt het tuinwater meegenomen in de waterbergingsopgave (50% verhard).
- In fase I is minder waterberging gerealiseerd dan gepland. Een wadi met bergingscapaciteit van 294 m³ is komen te vervallen. Dit dient in fase II gecompenseerd te worden.
- Door aanpassingen in de verkaveling van fase II is het verhard oppervlak toegenomen.

Naast bovenstaande wijzigingen die een directe invloed op de bergingsopgave van fase II hebben, dient bij het dimensioneren van de waterberging rekening gehouden te worden met de extra opgave die fase III in de toekomst ook heeft. Het realiseren van extra waterberging in fase II op een voor fase III bereikbare locatie leidt tot een kleinere ontwerp- en inpassingsopgave in fase III. De waterhuishouding en bergingsopgave voor De Berghorst wordt derhalve als één geheel benaderd.

4.5.2 Overzicht bergingsopgave De Berghorst

In Tabel 4-2 is een overzicht opgenomen van de te realiseren waterberging per fase. Als het plan aangelegd wordt conform het ontwerp van 2007, maar exclusief de niet gerealiseerde berging in fase I, is het bergingstekort van de gehele ontwikkeling ca. 1.739 m³. Voor fase II is de extra opgave incl. de compensatie voor fase I 1.076 m³. De totale te realiseren berging in deze fase van de ontwikkeling is 2.088 m³ (1012+1076) indien fase I en fase II worden gecompenseerd. Waar mogelijk wordt in het ontwerp van fase II rekening gehouden met de extra bergingsopgave van 663 m³ in fase III.

Tabel 4-2: overzicht bergingsopgave en gereserveerde berging per fase van De Berghorst

	Verhard oppervlak particulier	Verhard oppervlak openbaar	Wateropgave	Berging in wadi's (2007)	Bergingsbalans (per fase)	Bergingsbalans (cumulatief)
	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Fase I	-	-	901	607	-294	-294
Fase II	19.850	12.770	1.794	1.012	-782	-1.076
Fase III	± 14.000	± 10.000	1.320	657	-663	-1.739

4.5.3 Compensatie waterberging fase I

De resterende waterberging van 294 m³ voor fase I wordt gerealiseerd op een locatie waar deze ook voor de betreffende fase inzetbaar is. Zoeklocaties voor de berging zijn de groenvoorziening aan de Ypeloweg, de wadi langs de Leemhorst en de afwateringssloot van de Berghorst langs de speelvoorziening aan de Entergraven. De locaties zijn weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12: zoekgebieden waterberging fase I

De groenvoorziening aan de Ypeloweg heeft ruimte voor de realisatie van een waterberging. Op basis van een bureaustudie en veldbezoek is echter geconstateerd dat de hoogteligging van de groenvoorziening en de Ypeloweg ten opzichte van het plangebied de locatie ongeschikt maakt. Om een eventuele waterberging te vullen is een directe verbinding met de wadi's binnen het plan noodzakelijk. De hoogteligging van de bodem en insteek van de waterberging dient overeen te komen met de hoogteligging van de gerealiseerde wadi's. Voor de insteekhoogte is dit niet haalbaar, daar de Ypeloweg en groenvoorziening lager liggen dan het plangebied. Het omhoog brengen van de insteek van een eventuele waterberging is geen optie, aangezien de Ypeloweg oppervlakkig afwatert richting de groenvoorziening.

De wadi langs de Leemhorst wordt verbreed binnen het profiel van de aanwezige groenvoorziening. Door een toename in oppervlak neemt de waterbergende capaciteit van de wadi toe met 76 m³. De resterende bergingsopgave is daarmee 218 m³.

De afwateringssloot langs de speelvoorziening is niet opgenomen in het waterhuishoudingsplan van 2007 en was voor de realisatie van fase I niet aanwezig. Hiermee is derhalve al extra waterberging beschikbaar binnen het plangebied. Deze berging is echter nooit gekwantificeerd. Er is binnen het profiel van de watergang voldoende ruimte beschikbaar om in de zomersituatie 218 m³ waterberging te realiseren en de afwatering van het plangebied te garanderen. Bij optreden van de GHG is deze berging niet volledig beschikbaar. De afwateringssloot dient opgeschoond en op profiel gebracht te worden. Dit is beschreven in paragraaf 5.2. Daarnaast dient wadi VIII nog deels gerealiseerd te worden om een verbinding tussen de afwateringssloot en de wadi's van fase II te realiseren.

De compensatie van de waterberging wordt gerealiseerd middels een verbreding van de wadi langs de Leemhorst en een profilering van de afwateringssloot langs de speelvoorziening.



4.5.4 Realisatie waterberging fase II

Voor fase II dient 1.794 m³ berging gerealiseerd te worden. De inrichting uit 2007 voorziet in 1.012 m³. De resterende waterberging wordt gezocht in de uitbreiding en verdieping van de wadi's. De rekenkundige en technische uitwerking van de wadi's is beschreven in paragraaf 5.2.

Tijdens fase II worden wadi's IV en VII dieper dan noodzakelijk aangelegd. Op deze wijze wordt een deel van de bergingsopgave van fase III reeds in deze fase opgelost. De overcompensatie in fase II betreft 350 m³, waardoor in fase III nog 310 m³ extra gerealiseerd dient te worden. Dit is haalbaar door het verbreden en verdiepen van wadi's in fase III.

4.6 Grondwater

De gebiedsinrichting heeft naar verwachting geen tot weinig effect op de grondwaterstanden in het plangebied. De ruimtelijke verdeling waar infiltratie plaatsvindt wijzigt, maar de waterberging binnen het plangebied leidt tot het vasthouden en infiltreren van regenwater in de ondergrond. Extreem hoge grondwaterstanden (boven +8,90 mNAP) zullen door drainage gedeeltelijk afgevangen worden en versneld afvoeren richting de Entergraven.

4.7 Inrichting en beheer

De toepassing van oppervlakkige hemelwaterafvoer en bovengrondse waterberging zorgt voor een robuust watersysteem. Door de zichtbaarheid vallen knelpunten en overbelasting op en kan wateroverlast tijdig voorkomen worden.

Wadi's moeten goed onderhouden worden. Om dichtslibben en verontreiniging te voorkomen, is het aan te raden twee keer per jaar bladafval en zwerfvuil te verwijderen, de slokops leeg te zuigen en één keer per jaar de drainage schoon te spuiten. Met gras ingezaaide wadi's moeten gemiddeld eens in de twee weken gemaaid worden; natuurlijke wadi's twee keer per jaar.

De afwateringssloot richting de Entergraven dient na profilering twee keer per jaar geschoond te worden. Dichtgroei van de insteek en de taluds dient voorkomen te worden, zodat onderhoud vanaf de kant altijd plaats kan vinden en de waterbergende en -afvoerende capaciteit van de sloot niet wordt belemmerd. De uitstroomvoorziening richting de Entergraven dient tijdens dit onderhoud ook te worden vrijgemaakt.

5 Detailbeschrijving toekomstig watersysteem

In dit hoofdstuk is de technische uitwerking van de waterhuishouding opgenomen. Er wordt verwezen naar bijlagen 1 en 2 voor inzicht in het ontwerp van de regenwaterberging en -afvoer en de vuilwaterafvoer.

5.1 Ontwateringsdiepte bebouwing en wegen

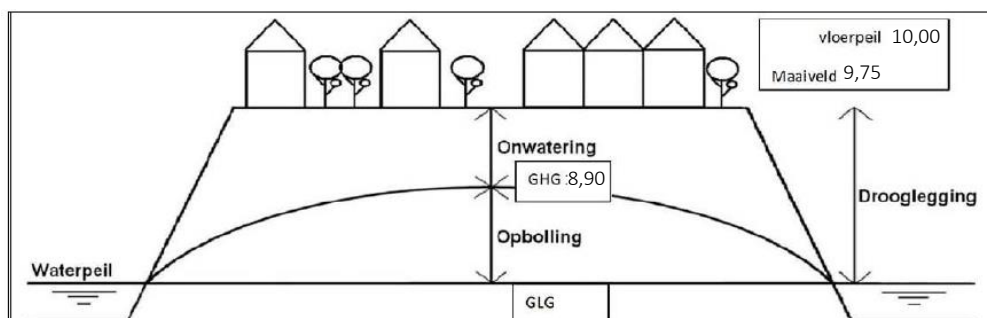
5.1.1 Maatgevende grondwaterstand

Op basis van de beschikbare grondwatermetingen nabij het plangebied is een inschatting gemaakt van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) in het plangebied. Bij het ontwerp van het toekomstig watersysteem is een GHG van +8,90 mNAP aangehouden. Zie voor de toelichting paragraaf 2.3.3.

5.1.2 Bouwpeil en straatpeil

De gemiddelde maaiveldhoogte van het huidig maaiveld is +9,70 mNAP. Voor de toekomstige inrichting zijn de maaiveldhoogtes van Grontmij (2007) gehanteerd. Het toekomstige maaiveldniveau bij de wegen is minimaal +9,75 mNAP en het minimale vloerpeil binnen het plan is +10,00 mNAP. Voor de wegen is de ontwateringsdiepte hierdoor minimaal 85 cm en voor de woningen minimaal 110 cm t.o.v. vloerpeil. Hiermee voldoet het plan aan de gestelde minimale ontwateringsdiepte.

Het verschil tussen vloerpeil en straatpeil is binnen het hele plan minimaal 20 cm. Op deze wijze is er voldoende verhang tussen woningen en straatpeil aanwezig om oppervlakkige afstroming te faciliteren.



Figuur 13: Peilen bebouwing en wegen

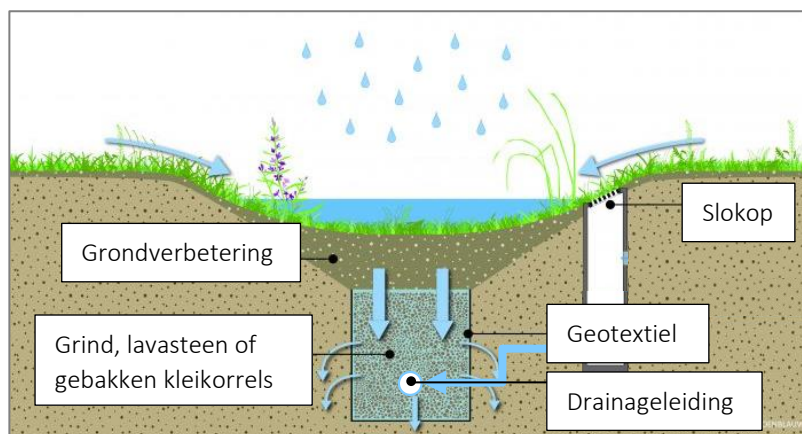
5.2 Ontwerp waterberging

5.2.1 Ontwerp wadi

De wadi's worden uitgevoerd met grondverbetering en een (grind)koffer. In de grindkoffer (transportdeel) wordt de drainageleiding toegepast. Elke wadi is voorzien van een slokop die regenwater versneld afvoert richting de drainageleiding (diameter 200 mm). De slokop zit 10 cm onder maaiveldhoogte. De wadi's die op dezelfde hoogte liggen zijn onderling verbonden via een roostergoot of via rioolleidingen (diameter 300 mm).

Voor de wadi's is het volgende ontwerpprincipe gehanteerd:

- De waterbergende diepte varieert tussen 30 en 50 cm.
- De waakhogte is 10 cm.
- Het talud heeft een helling van 1:3.
- De bodem wordt volledig vlak aangelegd om de berging optimaal te benutten.
- De grindkoffer of grondverbetering wordt uitgevoerd van onderkant insteek tot onderkant insteek.



Figuur 14: Principe ontwerp wadi

5.2.2 Dimensionering en lediging wadi's

Voor het ontwerp van de waterberging en -afvoer wordt verwezen naar bijlage 1 bij dit rapport. In Tabel 5-1 is per wadi een overzicht van de ontwerpdimensies opgenomen. De totaal beschikbare berging is voldoende om de waterbergingsopgave van 55 mm te realiseren. Per wadi is de belasting echter verschillend. Aandachtspunten qua belasting zijn wadi XI en wadi IV.

Om tot een robuust watersysteem te komen, dienen wadi's gekoppeld te worden. Wadi's III en IV dienen middels een roostergoot of ondiepe rioleringsbuis met elkaar verbonden te worden. Wadi's XI en VII dienen verbonden te worden middels een robuuste ondergrondse verbinding. Deze kan parallel aan en boven het DWA gelegd worden.

De drainageleiding onder wadi's VII, VIII en XI wordt op +8,50 mNAP aangelegd en sluit aan op de afwateringssloot richting de Entergraven (zie 5.2.3). 10 cm onder maaiveldniveau krijgen de wadi's een slokop om water versneld naar de drainageleiding af te voeren.

Tabel 5-1: overzicht dimensionering wadi's fase II

Wadi	Bodem	Insteek	Diepte	Bergende schijf	Oppervlak insteek	Berging
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m ²]	[m ³]
III	+9,35	+9,75	0,4	0,3	2.000	294
IV	+9,15	+9,65	0,5	0,4	1.635	540
VII	+9,15	+9,75	0,6	0,5	2850	1.265
XI – uitbr.	+9,40	+9,80	0,4	0,3	255	76
Totaal						2.175

De lediging van de wadi's vindt plaats door infiltratie. Er zijn geen doorlatendheidsproeven uitgevoerd binnen het plangebied. Op basis van de bevindingen uit het rapport van Grontmij (2007) is de doorlatendheid van de ondergrond ingeschat tussen 0,5 en 1,5 meter per dag. Vanwege lokale slecht doorlatende lagen wordt grondverbetering onder de wadi's geadviseerd.

De grondverbetering leidt tot een infiltratiecapaciteit van ca. 2 meter per dag. De ledigingstijd van de wadi's bij een 55 mm neerslagsituatie varieert tussen 4 en 12 uur. Wadi's IV en XI zijn relatief het zwaarst belast en zullen daardoor ook langer nat blijven na een neerslagsituatie.

5.2.3 Dimensionering en lediging afwateringssloot fase I

Om aan de bergingseis van fase I te voldoen, dient de afwateringssloot langs de speelvoorziening ingericht te worden als waterberging. De afwateringssloot ontvangt het water uit de drainageleiding van o.a. wadi's VII, VIII en XI en wordt ingezet wanneer de wadi's volledig vol staan en versneld op de drainageleiding lozen via een slokop. Wadi VIII uit het plan van Grontmij (2007) dient deels gerealiseerd te worden om een verbinding tussen wadi XI en de afwateringssloot te realiseren.

De waterstand in de sloot fluctueert met de grondwaterstand, waardoor de bergingscapaciteit in het slootprofiel niet altijd volledig beschikbaar is. Het lozingsniveau van de sloot richting de Entergraven wordt gesitueerd op +8,90 mNAP. Dit is het T=100 peil van de Entergraven en tevens de GHG binnen het plangebied. De beschikbare berging in de sloot is variabel door het jaar heen. Bij hoge grondwaterstanden kan regenwater boven +8,90 mNAP geborgen worden en bij lage en gemiddelde grondwaterstanden is de volledige bergingscapaciteit van de sloot inzetbaar.

De sloot is in de huidige situatie ca. 100 meter lang en heeft een breedte op de insteek tussen 3 en 10 meter. De gemiddelde insteekbreedte is ca. 6 meter. De bodemhoogte van de voorziening is ca. +8,5 mNAP en het aanliggende maaiveld ligt op +9,2 mNAP. In het ontwerp is uitgegaan van het profileren van de sloot binnen de ruimte die deze nu heeft.

Voorgesteld wordt om de begroeiing langs de sloot weg te halen en de sloot te profileren. De taluds worden net als de wadi's aangelegd onder een helling van 1:3. Op locaties waar de sloot smaller is kan lokaal een steilere helling worden toegepast. In Tabel 5-2 is de beschikbare waterberging in de afwateringssloot weergegeven in de situatie dat de GHG (+8,90) optreedt, en in de situatie dat de gemiddelde grondwaterstand of de GLG optreedt (<+8,50).

Tabel 5-2: waterberging in afwateringssloot fase I

GWS	Bodem	Insteek	Diepte	Bergende schijf	Oppervlak	Berging
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m ²]	[m ³]
GHG	+8,50	+9,15	0,65	0,15	750	50
Gemiddelde gws / GLG	+8,50	+9,15	0,65	0,55	750	260

De lediging van de sloot geschiedt via infiltratie. Bij een overschot van regenwater (meer dan 55 mm neerslag) zal afvoer richting de Entergraven plaatsvinden. De dimensionering van de

afwatering richting de Entergraven dient zo te zijn dat de vertraagde afvoer op +8,90 mNAP maximaal 12 l/s afvoert (1,2 l/s/ha voor 10 ha plangebied fasen I en II) en daarnaast het regenwater versneld kan afvoeren wanneer de waterstand in de afwateringssloot hoger dan +9,05 mNAP komt. De wijze waarop de afvoer wordt vormgegeven is aan de toekomstig aannemer.

5.3 Ontwerp afvalwaterriolering

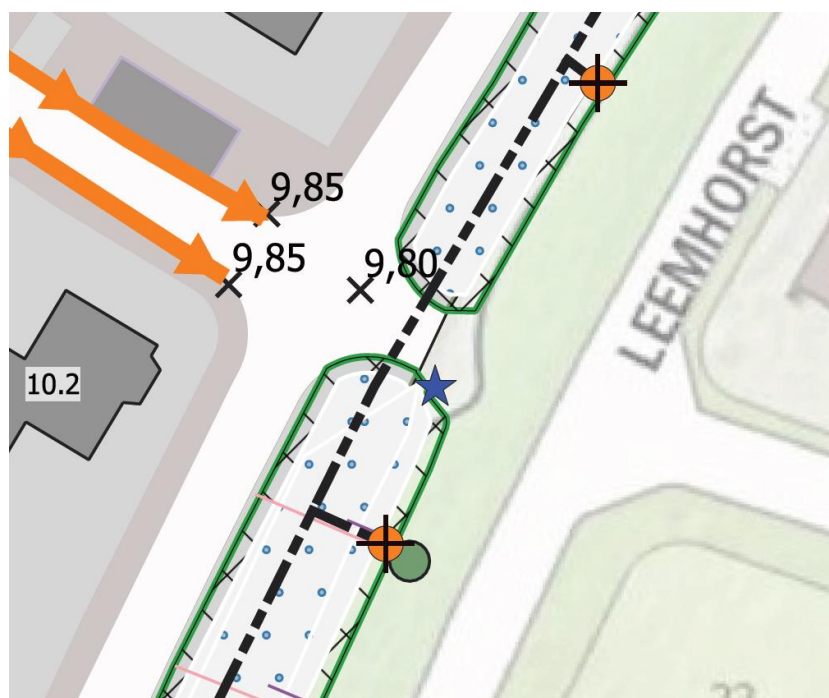
Het ontwerp van het afvalwaterriool is weergegeven in bijlage 2 bij dit rapport. Het ontwerp van het afvalwaterriool is ten opzichte van 2007 ongewijzigd gebleven, ondanks een lichte toename van het aantal vervuilingseenheden. Het rioolgemaal, de inrichting van fase II en de ontwerphoogtes leiden niet tot een benodigde wijziging van hoogteligging of diameters.

5.4 Ontwerp regenwaterafvoer

In het plan zijn enkele achterpaden aanwezig waar oppervlakkige afstroming niet gegarandeerd kan worden. Het verhard oppervlak van deze achterpaden is zeer beperkt. Deze achterpaden wateren middels kolken af. Er is voor gekozen om de afwatering direct op de drainageleiding aan te sluiten, zodat deze ook regelmatig doorgespoeld worden. Een diameter van 200 mm voor dit drainagesysteem is voldoende om ook het regenwater van de achterpaden te kunnen verwerken zonder water op straat bij de maatgevende bui.

5.5 Detailaanpassing afwatering fase I

De afwatering van fase I richting wadi XI vindt plaats middels een HWA leiding pvc 315. De locatie waar de HWA leiding loost in de wadi is in de huidige situatie onderdeel van de wadi. Na realisatie van fase II is hier echter sprake van een verbindingsweg tussen fase I en fase II De Berghorst. De uitstroomconstructie dient derhalve verplaatst of verlengd te worden. De situatie is in Figuur 15 weergegeven.

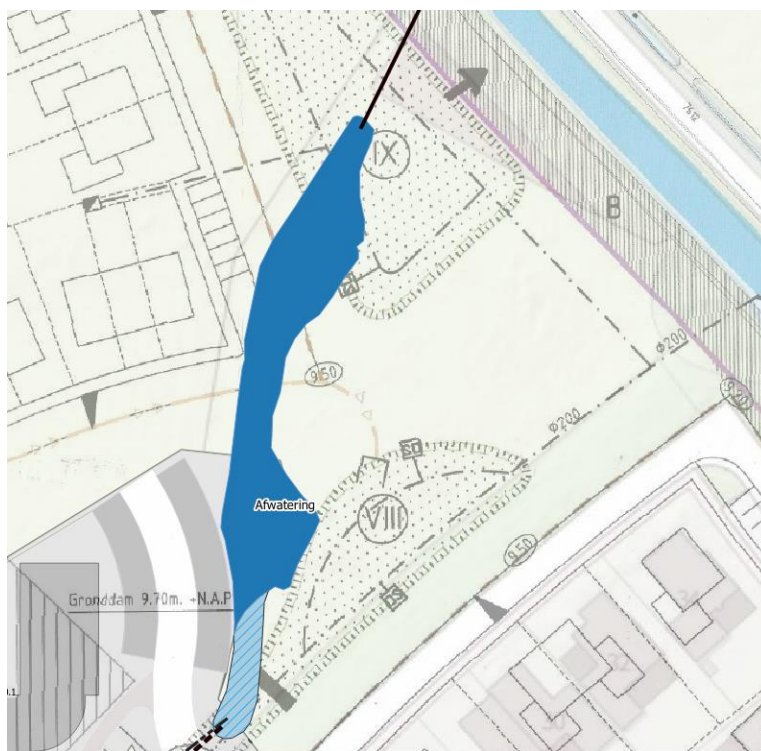


Figuur 15: Ligging HWA uitlaat fase I (blauwe ster)

Geadviseerd wordt om de uitstroom aan de zuidwestzijde van de verbindingsweg oppervlakkig in wadi XI te laten uitstromen. Dit kan worden gerealiseerd door het plaatsen van een extra put en HWA leiding en het verplaatsen van de uitstroomput. Dit dient door de aannemer meegenomen te worden in het werk.

5.6 Raakvlakken inrichting met fase III

De afwateringssloot is in de huidige situatie aanwezig en zal voor fase II ook worden ingezet als waterberging. In de uiteindelijke inrichting van De Berghorst is de afwateringssloot echter niet voorzien. De sloot ligt officieel binnen fase III van de ontwikkeling en zal bij verdere ontwikkeling van het plangebied waarschijnlijk (deels) gedempt moeten worden. Het raakvlak met de inrichting van fase III is afgebeeld in Figuur 16.



Figuur 16: Raakvlak afwateringssloot met inrichting fase III

De bergingscapaciteit die door het deels dempen van de afwateringssloot verloren gaat, betreft ca. 180 m³. Hierdoor is de resterende opgave voor fase III niet 310 m³, maar 490 m³. Om een indruk te geven van de mogelijkheden om de bergingscapaciteit van de wadi's in fase III uit te breiden is in Tabel 5-3 een overzicht gegeven van de aanvullende berging die kan worden gerealiseerd met verbreding, verdieping of verbreding en verdieping. Hieruit blijkt dat fase III haalbaar is, ook wanneer een deel van de afwateringssloot gedempt dient te worden. Een combinatie van het uitbreiden en verdiepen van de wadi's is daarbij noodzakelijk.



Tabel 5-3: Potentie extra waterberging fase III

Wadi	Bodem- oppervlak	Beschikbare berging	Alleen uitbreiden oppervlak	Extra berging	Alleen verdiepen	Extra berging	Combinatie uitbreiden + verdiepen
	[m2]	[m3]	[m2]	[m3]	[m]	[m3]	[m3]
I	320	118	360	108	0,1	35	180
II	160	59	360	108	0,1	20	160
V	400	142	350	105	0,1	40	180
IX	640	235	225	68	0,2	150	260
Tot				389		245	780



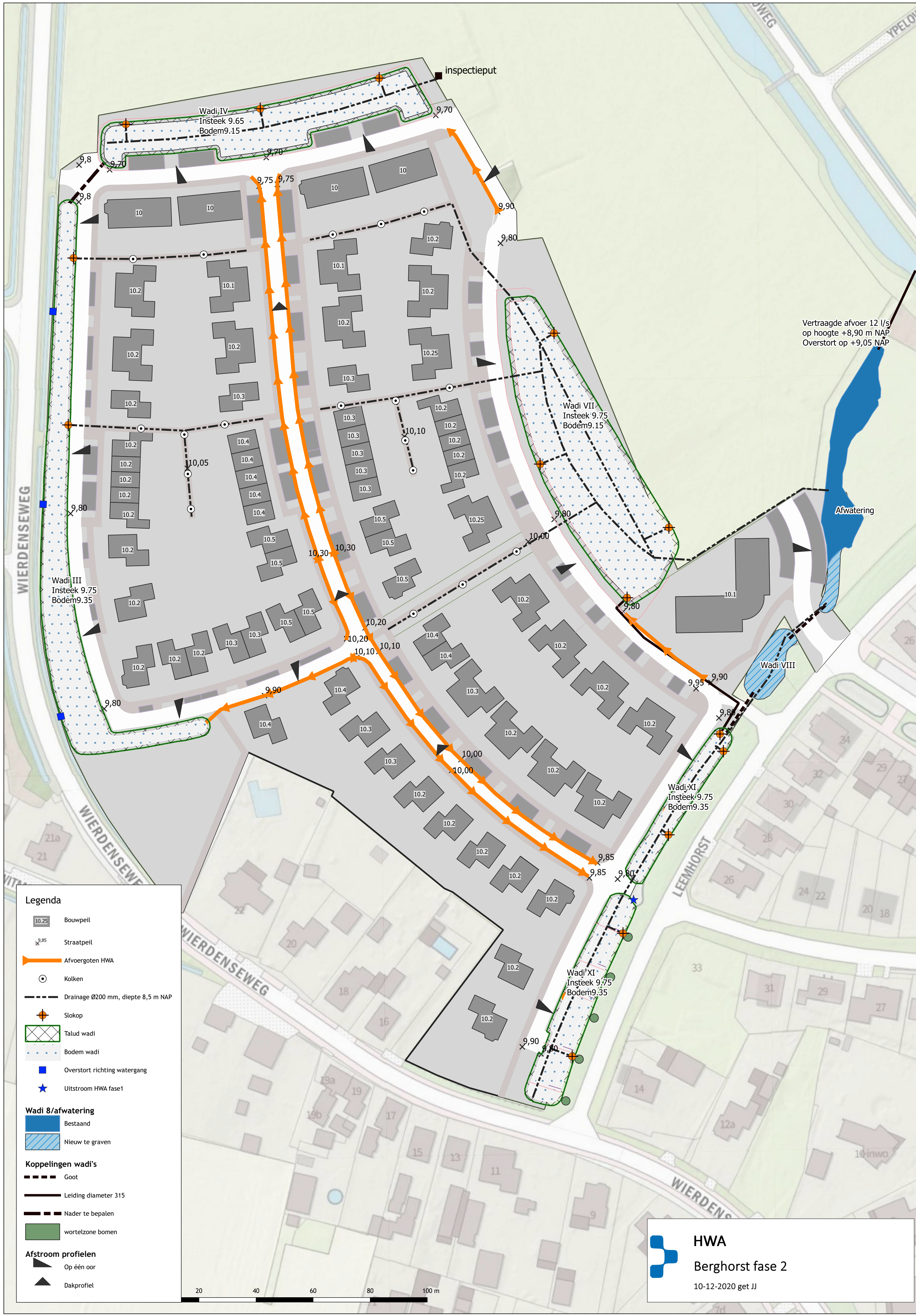
Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf

Bijlage 1 Ontwerp waterhuishouding



Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf

Bijlage 2 Ontwerp afvalwaterriool



Vertraagde afvoer 12 l/s
op hoogte +8,90 m NAP
Overstort op +9,05 NAP

Afwatering

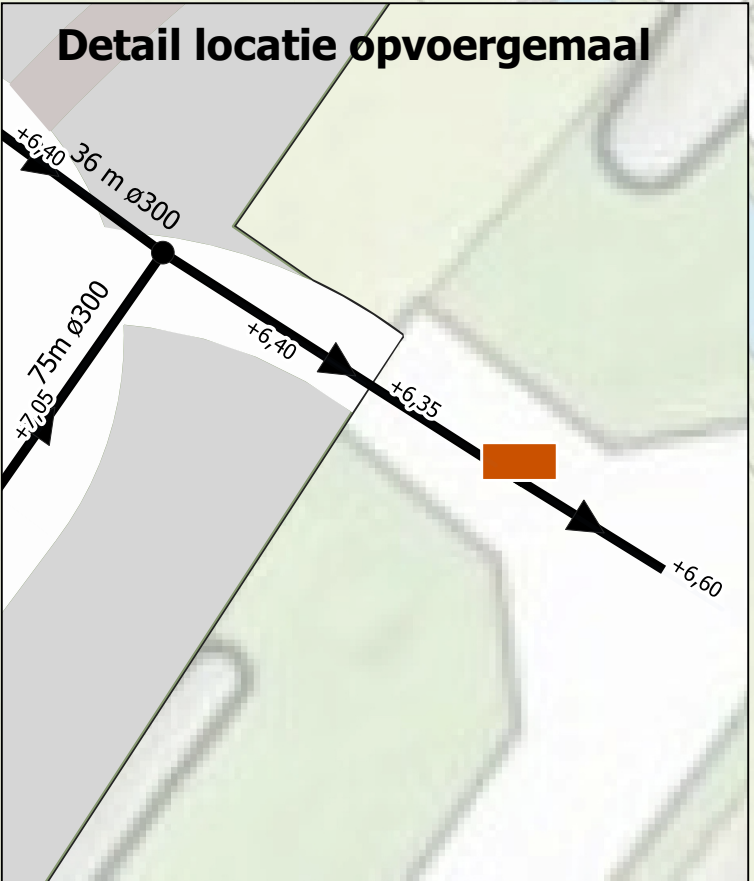
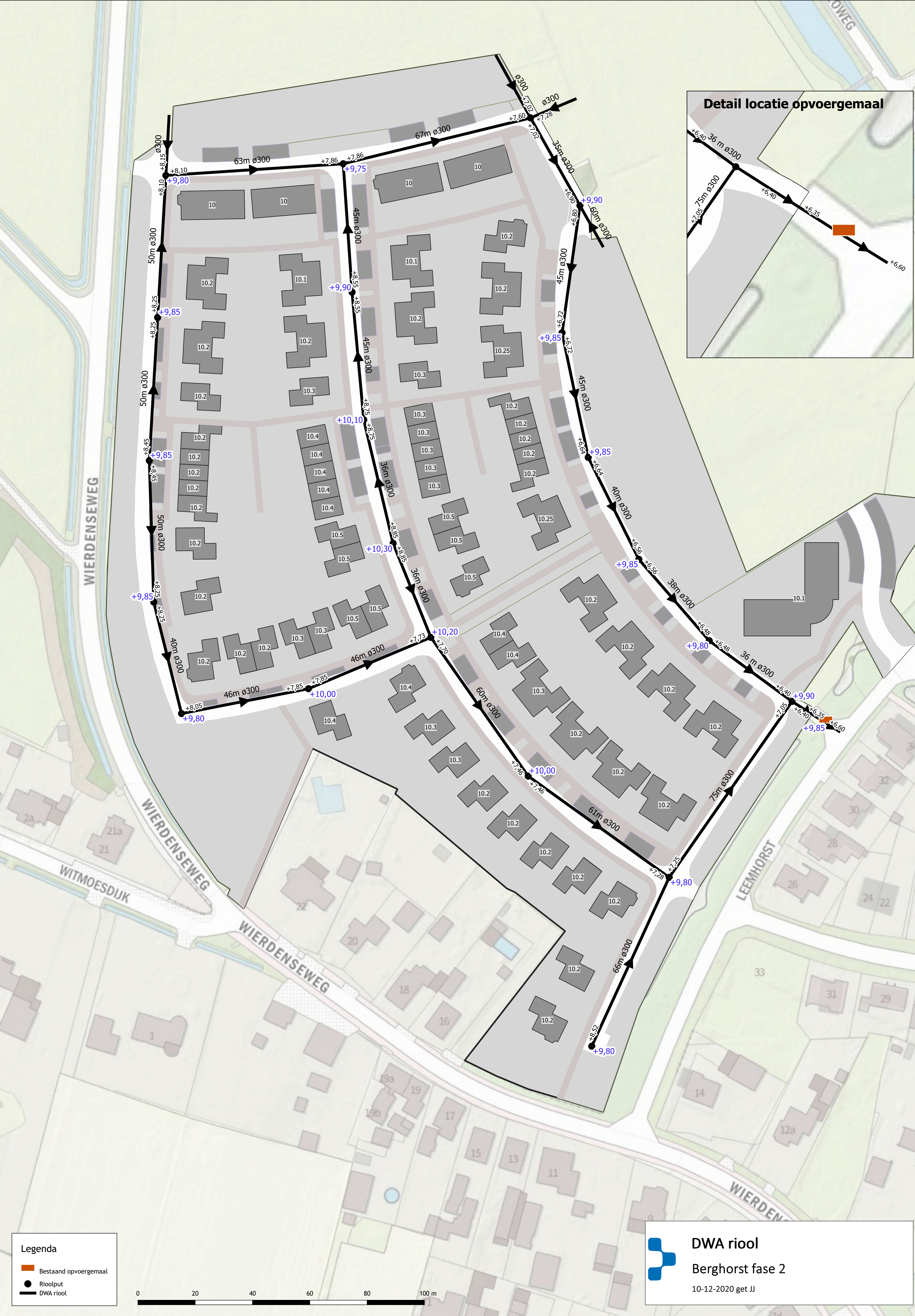
Wadi VIII

LEEMHORST

WIERDENSEWEG

Legenda

- 10.25 Bouwpeil
- 9.85 Straatpeil
- Afvoergoten HWA
- Kolken
- Drainage Ø200 mm, diepte 8,5 m NAP
- Slokop
- Talud wadi
- Bodem wadi
- Overstort richting watergang
- Uitstroom HWA fase1
- Wadi 8/afwatering**
 - Bestaand
 - Nieuw te graven
- Koppelingen wadi's**
 - Goot
 - Leiding diameter 315
 - Nader te bepalen
 - wortelzone bomen
- Afstroom profielen**
 - Op één oor
 - Dakprofiel



Legenda

- Bestaand opvoergemaal
- Rioolput
- DWA riool

DWA riool
Berghorst fase 2
10-12-2020 get JJ