

WATERHUISHOUDKUNDIG PLAN

De Neerlanden II, Maarheeze

6 MAART 2020



Contactpersoon

DERJAN WELLEWEERD

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Situatie	5
1.3	Leeswijzer	5
2	HUIDIGE SITUATIE	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Hoogteligging	6
2.3	Bodemopbouw	7
2.4	Grondwater	8
2.5	Oppervlaktewater	8
2.6	Riolering	9
3	ONTWERPUITGANGSPUNTEN	10
3.1	Ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden	10
3.2	Overige uitgangspunten	11
4	SYSTEEM	12
4.1	Ontwatering	12
4.2	Hemelwaterafvoer	12
4.3	Vuilwaterafvoer	13
5	ONTWERP	14
5.1	Ontwerpprincipes	14
5.2	Vuilwaterstelsel	14
5.2.1	Hoogteligging stelsel	14
5.2.1.1	Hoogteligging bij ontwerpuitgangspunten	14
5.2.1.2	Aansluiting Akkerstraat 13	15
5.2.1.3	Hoogteligging bij aangepaste ontwerpuitgangspunten	16
5.2.2	Diameter	17
5.3	Hemelwater	18
5.3.1	Waterberging	18

5.3.2	Afvoerstructuur wadi's	18
5.3.3	Afvoerstructuur zaksloot	19
5.3.4	Bergingsopgave	20
5.3.5	Aansluiting bestaand hemelwater	21
5.4	Uitwerking hemelwatersysteem	23
5.4.1	Algemeen	23
5.4.1.1	Wegverkanting	23
5.4.2	Middengebied: Wadi's 1 tm 4	23
5.4.3	Westzijde: Leiding op zaksloot	24
5.4.4	Noordoostzijde: Aansluiting op wadi 5	25
5.4.5	Noordzijde: Wadi 5 en greppel	26
5.4.5.1	Wadi 5	26
5.4.5.2	Greppel	26
5.4.5.3	Vijver	26
5.4.6	Algemeen: Aansluiting leiding Neerlanden I	26
5.5	Hoogteligging maaiveld	27
BIJLAGE A: DWA STELSEL		29
BIJLAGE B: PEILENPLAN		30
COLOFON		31

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De gemeente Cranendonck heeft Arcadis gevraagd om voor het woningbouwproject De Neerlanden II in Maarheeze een waterhuishoudkundig plan op laten stellen. Het plangebied, dat zich ten noorden van de kern Maarheeze bevindt, is ca. 5 hectare groot en telt maximaal 100 woningen.

Het waterhuishoudkundig plan dient tijdig inzicht te geven in de (ruimtelijke) raakvlakken tussen het beheeraspect waterhuishouding & riolering en de verschillende beheerdisciplines. Bij knelpunten moet gezamenlijk gezocht worden naar efficiënte oplossingen, gedragen door de stedenbouwkundige. De afstemming moet resulteren in een inrichtingsplan waarop aanvullend een waterparagraaf kan worden geschreven, en goedgekeurd door het Waterschap De Dommel.

1.2 Situatie

De Neerlanden II zal ten noorden van de kern Maarheeze (gemeente Cranendonck) worden aangelegd (zie afbeelding 1). Door een projectgroep binnen de gemeente Cranendonck is een schetsboek openbare ruimte opgesteld. Hierin zijn al de gebiedsvisie en een structuurplan opgenomen. Dit schetsboek is leidend voor het waterhuishoudkundig plan.

Daarnaast wordt er binnen het waterhuishoudkundig plan rekening gehouden met de volgende punten:

- Geconstateerde wateroverlast;
- De mogelijkheden te onderzoeken om de poel aan de noordoostzijde van het plangebied te benutten voor waterberging en;
- Deze poel te koppelen aan de nog aan te leggen blauwe ader.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de gebiedsinventarisatie opgenomen. Hierin is de huidige situatie van hoogteligging, bodem, grondwater, oppervlaktewater en riolering beschreven. In hoofdstuk 3 zijn de ontwerpuitgangspunten opgenomen met in hoofdstuk 4 de overeengekomen systeemkeuzes. In hoofdstuk 5 zijn tot slot de aspecten ontwatering, regenwaterafvoer, waterberging en vuilwaterstelsel toegelicht met in de bijlagen de bijbehorende ontwerptekeningen.

2 HUIDIGE SITUATIE

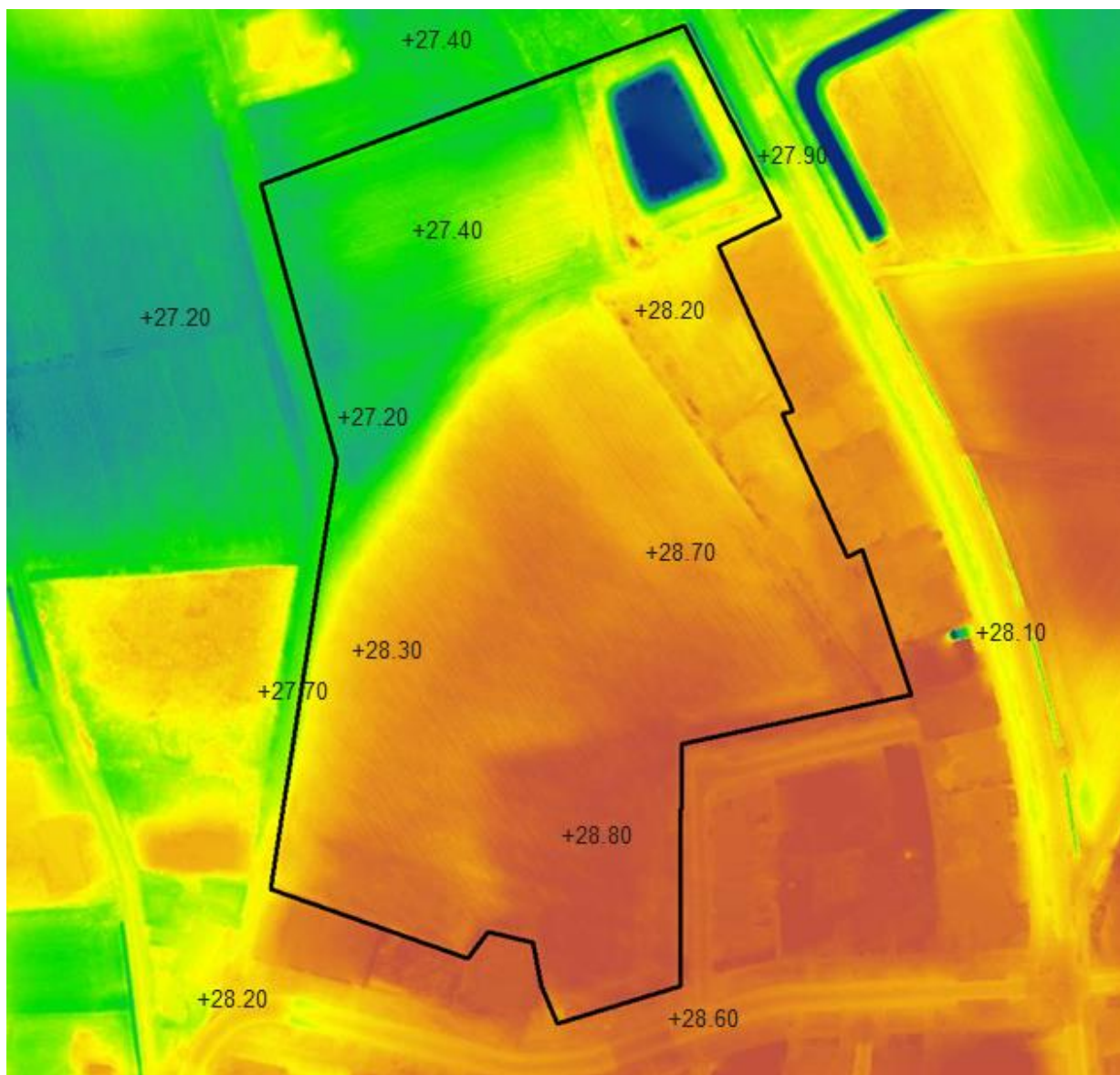
2.1 Algemeen

Maarheeze is een van de 6 kernen in de gemeente Cranendonck. Direct ten noorden van Maarheeze, aan de straat 'De Neerlanden' ligt het plangebied (zie afbeelding 2). Momenteel is het gebied grotendeels onbebouwd, met het grootste (onbebouwde) deel in gebruik door akkerbouw.

Het gebied is grotendeels in handen van de gemeente Cranendonck. Slechts een smalle reep grond in het zuidwestelijk deel van het plangebied is nog in particulier bezit. Aan de randen van het plangebied is sprake van versnipperd particulier bezit. Zo is langs de Sterkselseweg sprake van een reeks kavels in particulier bezit. Ook aan de zuidzijde langs De Neerlanden liggen enkele particuliere kavels. In de zuidoosthoek (fase 1) bestaat een deel van het woonblok uit sociale woningbouw. Dit is in bezit van woningbouwvereniging WoCom (Cranendonck, 2019).

2.2 Hoogteligging

Door middel van de AHN3 kan het maaiveld bekeken worden. De gemiddelde hoogte in het plangebied is 27,7 m +N.A.P. Het gebied loopt af in noordwestelijke richting, met een duidelijke zichtbare hoogtegrens zichtbaar (zie afbeelding 3). Het lagere, vlakke gedeelte ligt op gemiddeld 27,40 m +N.A.P.



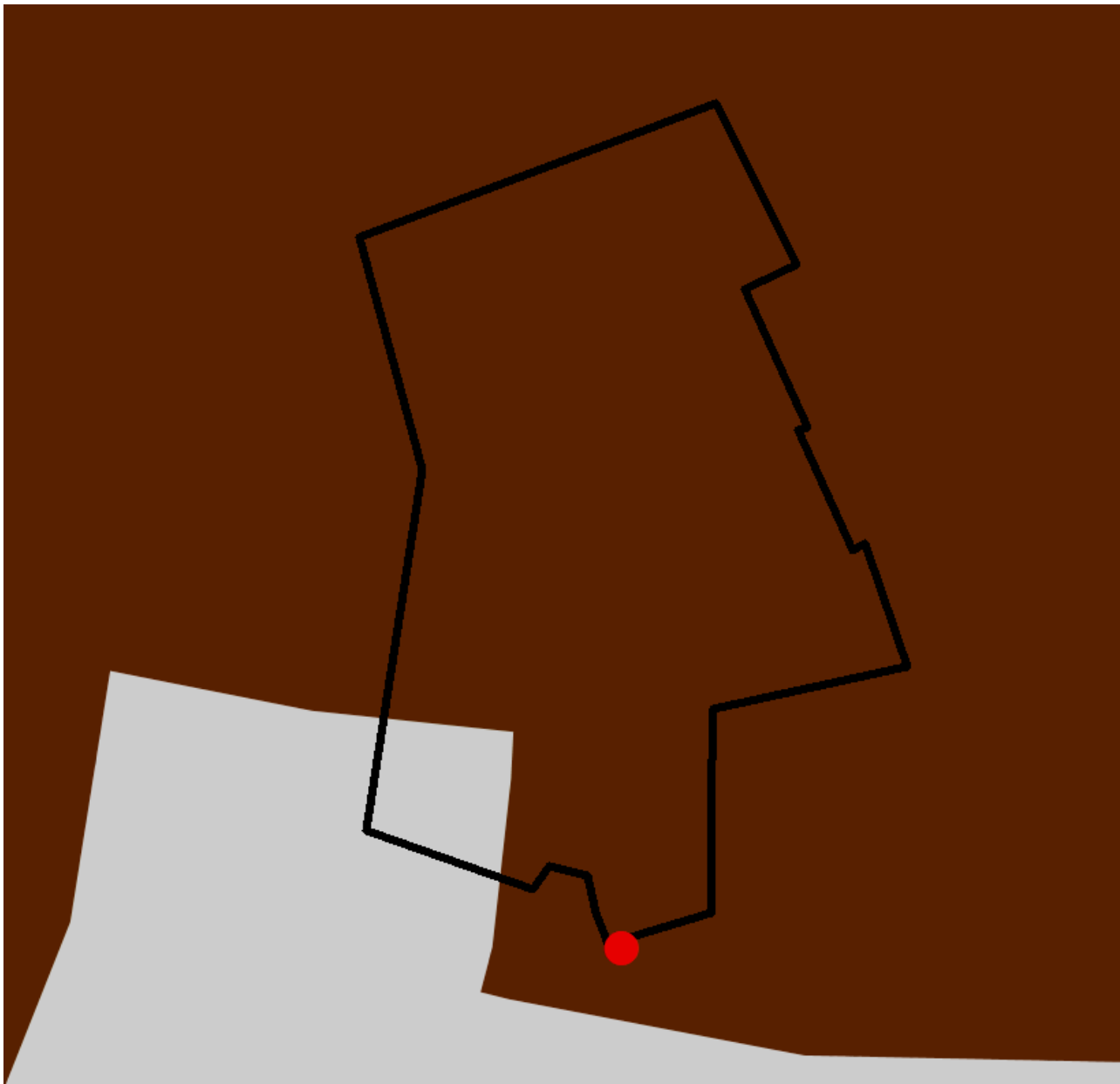
Afbeelding 1 Indicatie van de hoogteligging van het huidige plangebied in de huidige situatie in m N.A.P., het plangebied is gemarkeerd met zwarte lijn (bron: ahn.nl)

2.3 Bodemopbouw

De bodem onder het projectgebied bestaat uit een dik pakket zand. Het boormonsterprofiel (rode stip in afbeelding 4), genomen in 2014 laat een (grove) zandlaag zien tot minimaal 5 meter. De doorlatendheid van deze bodem is dus goed.

Afbeelding 4 laat tevens de Basisregistratie Ondergrond (BRO)-bodemkaart zien. Hierop is zichtbaar dat het grootste deel van het gebied bestaat uit een hoge, zwarte enkeerdgrond. Deze bodems worden omschreven als leemarme, zwak lemig en fijn zandige bodems.

Hoewel de k-waarde niet direct uit het boorprofiel te halen is, is de doorlatendheid van zand over het algemeen hoog, afhankelijk van de grofheid van het zand.

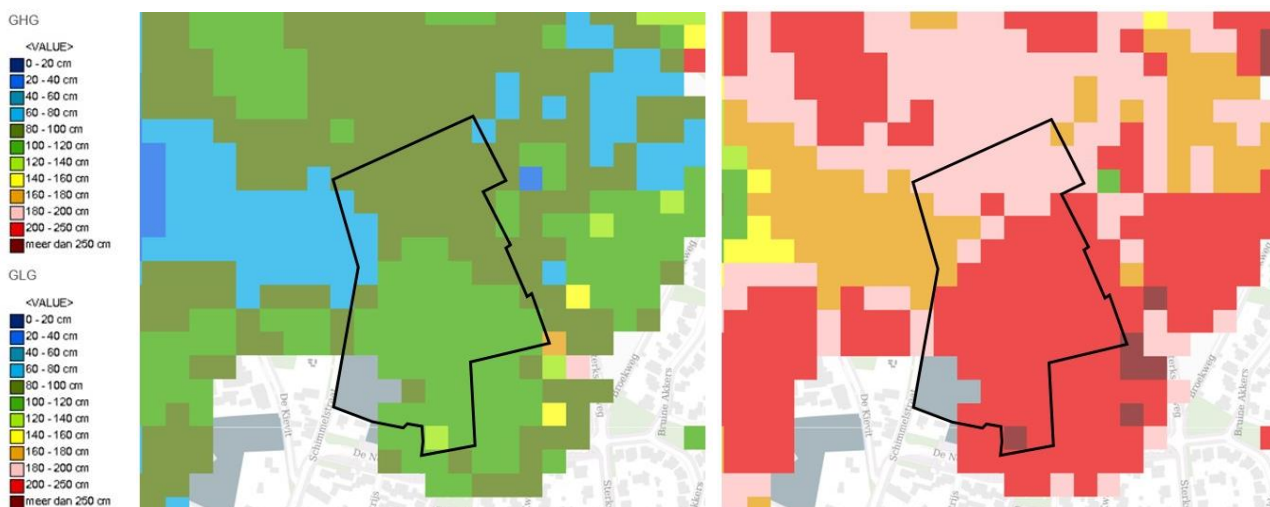


Afbeelding 2 Bodemopbouw onder het projectgebied, aangegeven met de zwarte lijn. Boorprofiel is aangegeven met de rode stip. Bruin is de hoge, zwarte enkeerdgrond en grijs is bebouwd gebied (geen data) (bron: PDOK.nl, Dinoloket.nl).

2.4 Grondwater

De grondwatertrappenkaart van de VU toont een grondwatertrap VII voor het gehele gebied aan. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van deze grondwatertrap is 0,80-1,40 m t.o.v. maaiveld, en een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) op >1,20 m t.o.v. maaiveld. Hoewel uit deze kaart geen definitieve conclusies kunnen worden getrokken over de grondwaterstand in het plangebied, geeft het wel een goede eerste indicatie.

De grondwatertrappenkaart van het waterschap de Dommel geeft een vergelijkbare indicatie als de grondwatertrappenkaart van de VU over de grondwaterstand in het gebied (afbeelding 5). Deze kaart indiceert echter een hogere grondwaterstand in het noorden van het projectgebied, op het lagere gedeelte. Met deze kaart zijn echter ook niet definitieve conclusies te trekken, omdat de kaart niet gebaseerd is op metingen.



Afbeelding 3 Grondwatertrappenkaart van Waterschap de Dommel. Links de GHG, rechts de GLG. Het plangebied is aangegeven door de zwarte lijn. (bron: waterschap de Dommel)

Op dezelfde locatie als waar het bodemprofiel gemeten is (zie afbeelding 4) is ook een grondwatermeetput aanwezig. Van de put zijn metingen aanwezig van begin 2015 tot begin 2018. Hoewel dit een korte periode betreft, ligt de gemiddelde grondwaterstand op 25,2 m +N.A.P. (2,50 m onder maaiveld). De laagste grondwaterstand in deze periode is gemeten op 3,10 m onder maaiveld en de hoogste op 1,60 m onder maaiveld. Opvallend is dat de gemeten grondwaterstand een stuk lager ligt dan de grondwaterstand aangegeven op de grondwatertrappenkaart van het waterschap.

In het lager gelegen gedeelte van het plangebied zijn geen grondwaterputten aanwezig. Ook op aannemelijke afstand van het plangebied zijn geen grondwaterputten aanwezig die meer zekerheid kunnen geven over de grondwaterstand in dit gebied. Het is aannemelijk dat de grondwaterstand daar als gevolg van de lagere maaiveldhoogtes dichter onder maaiveld ligt. Dit is met de beschikbare informatie niet met zekerheid te vast te stellen.

2.5 Oppervlaktewater

Op de leggers van het waterschap de Dommel (afbeelding 4) is het oppervlaktewater in het gebied te zien. In de noordoostelijke hoek van het projectgebied ligt een retentievoorziening voor de bestaande regenwaterafvoer (RWA)-afvoer van De Neerlanden. Tevens bevindt zich aan de overkant van de Sterkselseweg een oppervlaktewater A. Waterschap de Dommel definieert deze wateren als oppervlaktewaterlichamen met een debiet van 30 l/s of meer. In dit waterlichaam ligt op nabije afstand een overstort van het verbeterd gescheiden stelsel (VGS). Niet te zien op deze kaart is dat er verder stroomafwaarts een vaste stuw ligt. Het dwarsprofiel van de sloot laat zien dat de sloot een breedte heeft van 4 meter, en een bodemdiepte heeft van 1,6 m onder maaiveld.

Aan de noordwestzijde van het plangebied ligt een oppervlaktewater A met afwijkende afvoercapaciteit. Deze gaat in westelijke richting onder de A2 door.

2.6 Riolering

De bebouwing direct aansluitend aan het projectgebied is aangesloten op een VGS. Het RWA-stelsel loost via een vrij verval verbinding (Ø160 mm) nabij het gemaal op het vuilwaterstelsel (DWA). Het gemaal van het DWA verpompt het (afval)water de gemengde riolering.

De RWA, dat rondom het projectgebied loopt, kan bij grotere buien overstorten op de retentievoorziening in het noorden van het plangebied. Opvallend is dat op de rioolbeheertekeningen geen uitstroombemogelijkheid voor de RWA, richting de nabijgelegen A watergang in het beheersysteem, is opgenomen.

De gemeente heeft aangegeven dat de retentievoorziening, via een duiker, op de A-watergang van het waterschap, aan de oostzijde van de Sterkselseweg, uitkomt. De bestaande retentievijver heeft afmetingen van circa 20 bij 40 meter en een inhoud van circa 800 m³. Van de duiker en de watergang zijn bij ons geen gegevens bekend en zijn daarom niet meegenomen in de berekeningen.



Afbeelding 4 Riolerbeheerplan gemeente Cranendonck rondom het projectgebied

3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN

3.1 Ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden

Voor de uitwerking van het ontwerp zijn voor de aspecten riolering, grondwater, waterkwantiteit, -kwaliteit, beheer en onderhoud en veiligheid de uitgangspunten gehanteerd zoals besproken met gemeente Cranendonck in onderstaande tabel opgenomen.

Aspect	Uitgangspunt/Doelstelling	Maatstaf
Riolering	Geen afvoer (schoon) hemelwater naar rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)	Gescheiden rioolsysteem - minimale dekking 1,20 m; - bij kruisingen minimaal 0,20 m verschil tussen leidingen
	Gescheiden afvoer van afvalwater & hemelwater;	RWA: - minimale verwerking bui 09; - buisdiameter minimaal 300 mm; - minimaal verhang 1,5 ‰;
	De piekbelasting tijdens een regenbui moet kunnen worden verwerkt.	- maximale putafstand 80 m; - ledigingstijd <24 uur; - compensatieberging 60 mm totaal verhard oppervlak in openbare waterbergingen, 15 mm verhard oppervlak van de kavels op eigen terrein;
	Hemelwater zoveel mogelijk op eigen terrein opvangen	- overstortputten minimaal 1.500 mm inwendig DWA: - De kleinste toe te passen buisdiameter voor DWA bedraagt 250mm. - minimaal verhang 4 ‰ - maximale putafstand 50 m
Grondwater	Structurele grondwateroverlast voorkomen bij nieuwbouw	Grondwateroverlast na: - minimaal 1 maand continu; - tenminste 2 jaar (niet tijdelijk); - stabiel of toenemend.
	Aanvulling grondwaterstand door afkoppeling	Aanleg infiltratievoorziening: - maaiveld ter plaatse van de infiltratievoorziening 0,4 meter onder het bouwpeil; - geen overloop vanuit infiltratievoorziening naar afvalwaterafvoer; - minimaal 2 m van gevels
		Ontwatering: - 1 m vloerpeil t.o.v. GHG - 0,75 m voor wegpeil t.o.v. GHG
Waterkwantiteit	Hemelwater zoveel mogelijk op eigen terrein opvangen	100% opvangen en verwerking van regenwater binnen het gebied
	Bovengrondse afwatering realiseren	- Aantrekkelijk vormgegeven waterberging in de vorm van wadi's en greppels - Zaksloot langs plangebied - Groen parkeren
		Wadi's/bovengrondse waterberging: - Minimale bodembreedte 2,0 m (i.v.m. maaien) - minimaal talud glooiende waterberging 1:6
		Zaksloot: - minimaal talud 1:3 Gebruikmaken van poel in noordoostzijde plangebied.

Aspect	Uitgangspunt/Doelstelling	Maatstaf
(Grond)waterkwaliteit	Afvalwater- en hemelwaterstelsel integraal en doelmatig in te richten	Schoonhouden-scheiden-zuiveren
Vormgeving	Aanleg speelwater Informeel inrichting water	Zie schetsboek Openbare Ruimte De Neerlanden II

3.2 Overige uitgangspunten

Naast de standaarduitgangspunten vastgesteld door gemeente en waterschap zijn er nog aanvullende vragen gesteld binnen de scope van het project:

- Wateroverlast vermijden door met het ontwerp van De Neerlanden II het stelsel in De Neerlanden I te ontlasten zodat er minder/geen water vanuit De Neerlanden II naar het gemengd stelsel afgevoerd dient te worden;
- Retentievoorziening, in het noordoosten van het plangebied, benutten om een deel van de bergingsopgave van het plangebied te realiseren;
- DWA riolering van Akkerstraat 13 op De Neerlanden II aan te sluiten.

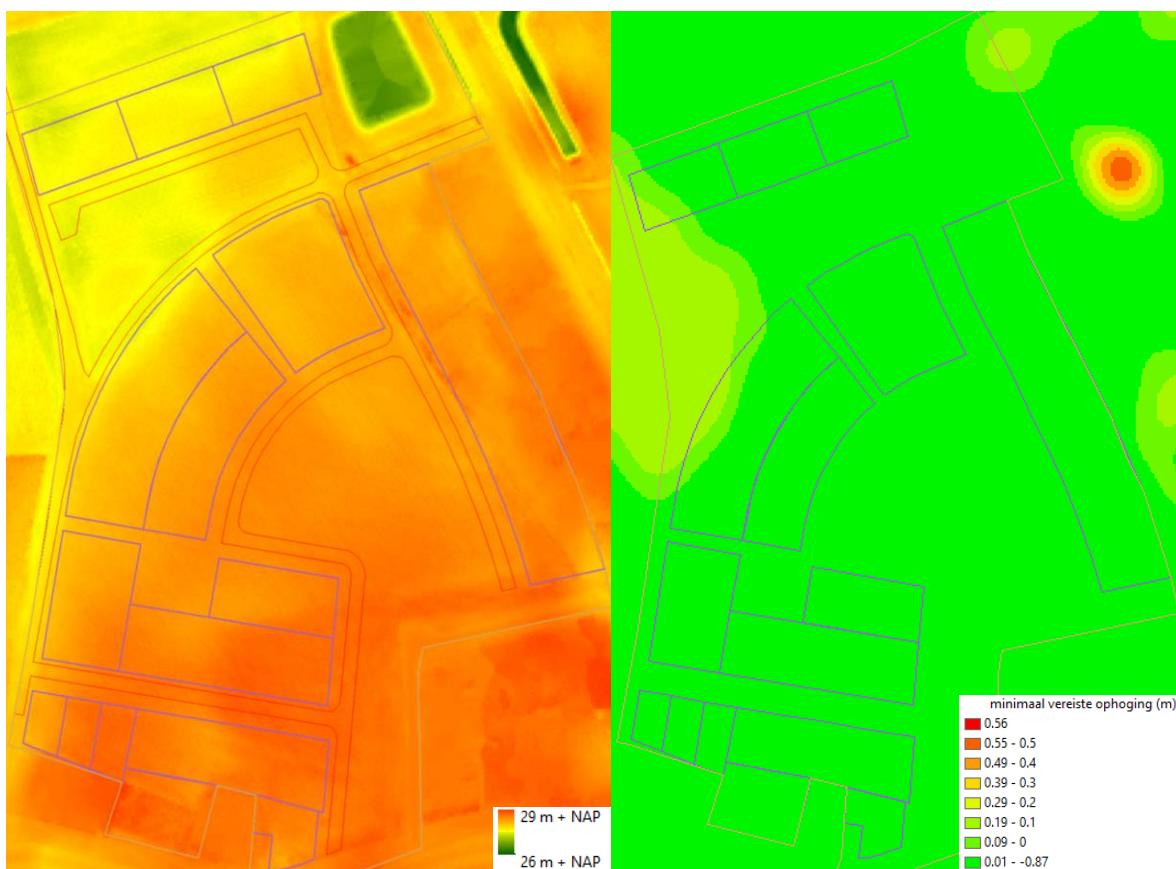
4 SYSTEEM

4.1 Ontwatering

Als basis voor het peilenplan zijn de AHN3 en de GHG grondwatertrappenkaart van het waterschap de Dommel gebruikt.

In onderstaande afbeelding is links de minimale maaiveldhoogte weergegeven die nodig is om 0,75 m drooglegging te halen. De afbeelding rechts toont de locaties waar deze ophoging vereist is. Voornamelijk in het noorden van het plangebied moet het maaiveld opgehoogd worden tot 0,2 m.

In deze kaart wordt het maaiveld verhoogd als de minimale drooglegging niet wordt gehaald, bij voldoende drooglegging is de hoogte volgens de AHN3 gehandhaafd. Voornamelijk in het noorden en noordwesten van het plangebied moet het maaiveld worden opgehoogd. De maximale ophoging in het plangebied bedraagt hier bedraagt circa 0,15 meter.



Afbeelding 5 Links: Minimale hoogteligging t.b.v. drooglegging van 0,75 m op basis van GHG (Waterschap de Dommel), rechts: minimale vereiste ophoging om drooglegging te halen (Waterschap de Dommel)

Voor woningen is een minimale drooglegging (t.o.v.) vloerpeil van 1,0 m vereist. Dit wordt bereikt door het vloerpeil van woningen minimaal 0,25 m boven het wegpeil aan te leggen. In hogere delen van het plangebied kan worden volstaan met een iets kleiner hoogteverschil.

4.2 Hemelwaterafvoer

Om infiltratie van afstromend hemelwater naar de bodem mogelijk te maken, zijn voorzieningen nodig om het water af te voeren en op te vangen.

In De Neerlanden II wordt op particuliere kavels 15 mm waterberging gerealiseerd, het overschot aan water mag, bovengronds, afstromen naar openbaar gebied.

Water wat afstroomt van of via verharding in openbaar gebied wordt zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd naar bergingsvoorzieningen. Verharding parallel aan waterbergende voorzieningen wordt hiertoe op één oor aangelegd, het water kan via de lage zijde van de straat afvoeren naar de voorzieningen. Wanneer water bovengronds in de lengte van de straat moet worden getransporteerd is hier een afvoergoot voor nodig. Het afstromende hemelwater wordt geborgen in wadi's en in een zaksloot. Wadi's kunnen overlopen naar de lager gelegen bergingsvoorzieningen die direct (bovengronds) of via ondergrondse leidingen zijn verbonden.

Voor het systeem van De Neerlanden II zijn slechts enkele ondergrondse afvoerleidingen nodig. Voor de afvoer van water vanuit De Neerlanden I is wel een grotere afvoerleiding door het gebied van De Neerlanden II nodig. Ondergrondse leidingen kunnen worden uitgevoerd als Infiltratie Transport (IT) riool. In tijden van lagere grondwaterstanden kan hier water worden geborgen en in de bodem worden geïnfiltreerd. In nattere tijden is de berging in de leiding gevuld met grondwater en is alleen de transportfunctie van het stelsel beschikbaar. In het ontwerp wordt geen rekening gehouden met berging in en infiltratie vanuit dergelijke leidingen.

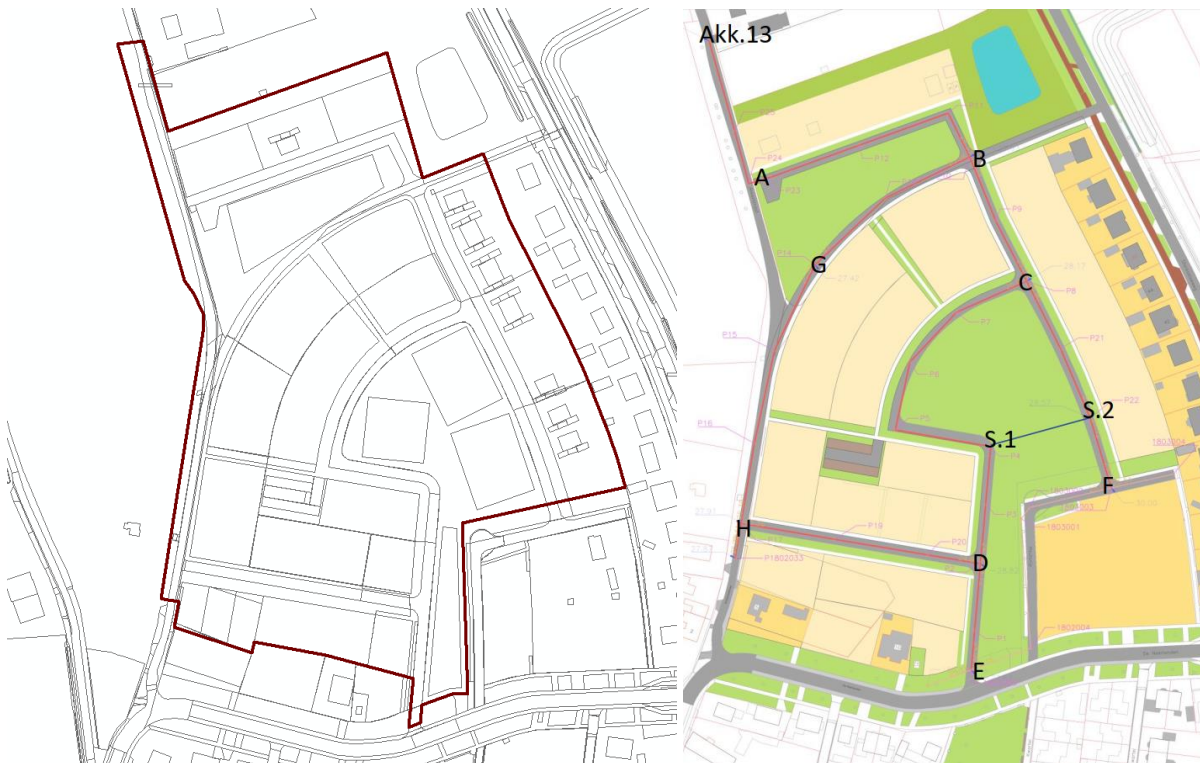
4.3 Vuilwaterafvoer

Om het huishoudelijk afvalwater uit het gebied te kunnen verwerken is een vuilwaterstelsel nodig. Uitgangspunt is dat dit stelsel wordt aangesloten op het bestaande vuilwaterstelsel van De Neerlanden I. Het bestaande gemaal zorgt daarbij voor (indirecte) afvoer naar de RWZI.

5 ONTWERP

5.1 Ontwerpprincipes

Binnen het rioolontwerp van De Neerlanden II zijn, op verzoek van de gemeente, geen aanpassingen gedaan aan het bestaande VGS-stelsel van De Neerlanden I. Daarnaast zijn de woningen aan de zuidzijde van het plangebied niet meegenomen in het VGS-ontwerp van De Neerlanden II, omdat er al een aansluiting op het bestaande stelsel van De Neerlanden I bestaat (afbeelding 7).



Afbeelding 6 Omtrek (links) en naamgeving punten (rechts) van het projectgebied Neerlanden II

5.2 Vuilwaterstelsel

In de plannen is als uitgangspunt gehanteerd dat de DWA wordt aangesloten op het bestaande gemaal van De Neerlanden I, ten zuiden van het plangebied. Gemeente Cranendonck heeft aangegeven dat het wenselijk is om ook de boerderij aan de Akkerstraat 13 onder vrij verval aan te sluiten op het vuilwaterstelsel van De Neerlanden II.

Bij de uitwerking is in beeld gebracht welke consequenties het aansluiten van de boerderij op het stelsel voor De Neerlanden II heeft.

5.2.1 Hoogteligging stelsel

5.2.1.1 Hoogteligging bij ontwerpuitgangspunten

In de ontwerpuitgangspunten is opgenomen dat het vuilwaterstelsel onder 4‰ afschot (1:250) wordt aangelegd en een minimale dekking van 1,20 m heeft. De kortste route van het meest noordelijke punt, via de weg, naar het eindgemaal levert hierbij een binnen onderkant buis (b.o.b.) op van NAP +24,04 m. De kortste route naar de straat De Wulp (punt F) komt uit op NAP +24,70 m. Beiden zijn ruim lager dan de hoogteligging van het bestaande stelsel (respectievelijk NAP +25,15 m bij E en NAP +25,51 m bij F).

Tabel 1 Het DWA-stelsel variant 1, aansluiting op het eindgemaal

Locatie		Leiding			Put van Maaiveld			Put naar Maaiveld		
		Lengte [m]	Verhang [‰]	Diameter [mm]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]
Van	naar									
A	B	126	4	250	27,43	1,20	25,98	27,93	2,20	25,48
B	C	73	4	250	27,93	2,20	25,48	28,17	2,74	25,18
C	D	228	4	250	28,17	2,74	25,18	28,82	4,30	24,27
D	E	57	4	250	28,82	4,30	24,27	27,87	3,58	24,04

Tabel 2 Het DWA-stelsel variant 2, aansluiting op de Wulp

Locatie		Leiding			Put van Maaiveld			Put naar Maaiveld		
		Lengte [m]	Verhang [‰]	Diameter [mm]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]
van	naar									
A	B	126	4	250	27,43	1,20	25,98	27,93	2,20	25,48
B	C	73	4	250	27,93	2,20	25,48	28,17	2,74	25,18
C	F	120	4	250	28,17	2,74	25,18	28,60	3,65	24,70

Wanneer deze eisen worden gehandhaafd moet het maaiveld in het noorden van het gebied dus extra worden opgehoogd, het stelsel nabij het gemaal worden verlaagd, of is een nieuw gemaal voor (een deel van) het gebied nodig.

Daarnaast geldt dat de riolering in het zuiden van het plangebied op relatief grote diepte komt te liggen. Dit is kostenverhogend in de aanlegfase.

De afvoeroute naar het eindgemaal kan verkort worden door een rioolstreng dwars door het park aan te leggen. Uit onderstaande tabel blijkt dat hier circa 0,10 m in hoogteligging gewonnen kan worden.

Tabel 3 Het DWA-stelsel variant 3, aansluiting op het eindgemaal en een verbinding tussen de groenzone.

Locatie		Leiding			Put van Maaiveld			Put naar Maaiveld		
		Lengte [m]	Verhang [‰]	Diameter [mm]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]
van	naar									
A	B	126	4	250	27,43	1,20	25,98	27,93	2,20	25,48
B	C	73	4	250	27,93	2,20	25,48	28,17	2,74	25,18
C	S.2	80	4	250	28,17	2,74	25,18	28,57	3,46	24,86
S.2	S.1	55	4	250	28,57	3,46	24,86	28,50	3,61	24,64
S.1	D	63	4	250	28,50	3,61	24,64	28,82	4,18	24,39
D	E	57	4	250	28,82	4,18	24,39	27,87	3,46	24,16

5.2.1.2 Aansluiting Akkerstraat 13

Gemeente Cranendonck heeft aangegeven dat het wenselijk is om ook de boerderij aan de Akkerstraat 13 onder vrij verval aan te sluiten op het vuilwaterstelsel van De Neerlanden II. In de huidige situatie wordt het afvalwater van dit perceel verwerkt in een IBA. De hoogteligging van de afvoerleiding van dit pand is niet bekend.

Aangenomen wordt dat deze een dekking heeft van 0,60 m en een diameter van Ø125 mm. Veiligheidshalve wordt rekening gehouden met een marge van 0,20 m. Als maaiveld wordt uitgegaan van het laagste maaiveld direct nabij het pand. Dit is afgeleid uit de AHN3 en vastgesteld op NAP +27,97 m, de weg voor het pand ligt circa 0,30 m lager. Omdat op de leiding in de weg geen andere aansluitingen nodig zijn, kan prima

worden volstaan met een kleinere dekking op de leiding. Als uitgangspunt is gehanteerd dat hier 1,0 m dekking nodig is.

Tabel 4 Het DWA-stelsel met aansluiting op Akkerstraat 13, variant 1

Locatie van		Leiding			Put van Maaiveld			Put naar		
		Lengte [m]	Verhang [‰]	Diameter mm]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]	Maaiveld [m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]
Pand Akk.str. 13	Weg Akk.str. 13	15	4	125	27,97	0,80	27,05	27,64	0,53	26,99
Weg Akk.str. 13	A	91	4	250	27,64	1,00	26,39	27,43	1,15	26,03
A	B	126	4	250	27,43	1,20	25,98	27,93	2,20	25,48
B	C	73	4	250	27,93	2,20	25,48	28,17	2,74	25,18
C	D	228	4	250	28,17	2,74	25,18	28,82	4,30	24,27
D	E	57	4	250	28,82	4,30	24,27	27,87	3,58	24,04

Tabel 5 Het DWA-stelsel met aansluiting op Akkerstraat 13, variant 2

Locatie van		Leiding			Put van Maaiveld			Put naar		
		Lengte [m]	Verhang [‰]	Diameter mm]	[m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]	Maaiveld [m +NAP]	Dekking [m]	b.o.b. [m +NAP]
Pand Akk.str. 13	Weg Akk.str. 13	15	4	125	27,97	0,80	27,05	27,64	0,53	26,99
Weg Akk.str. 13	A	91	4	250	27,64	1,00	26,39	27,43	1,15	26,03
A	B	126	4	250	27,43	1,20	25,98	27,93	2,20	25,48
B	C	73	4	250	27,93	2,20	25,48	28,17	2,74	25,18
C	F	120	4	250	28,17	2,74	25,18	28,60	3,65	24,70

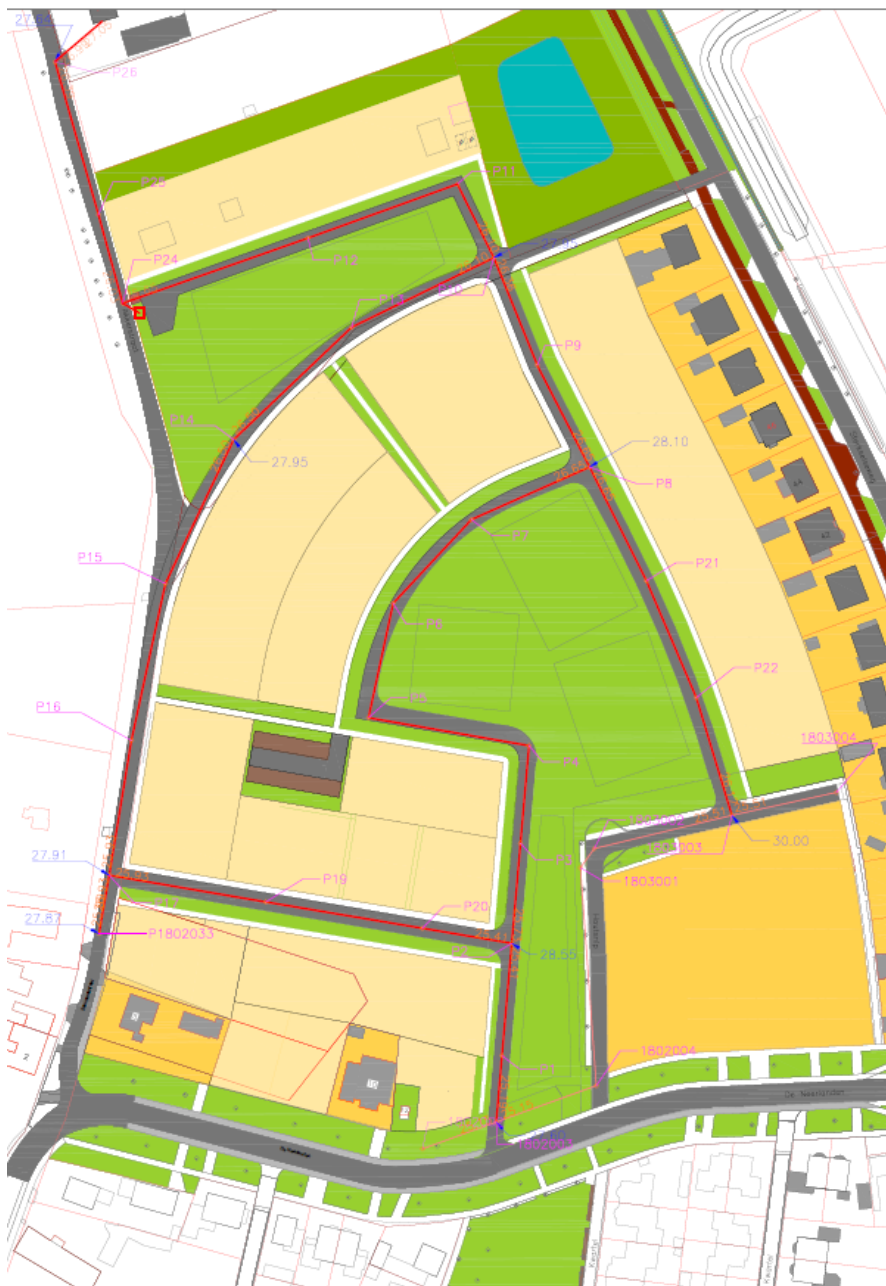
Uit de berekening blijkt dat, wanneer het DWA-stelsel van het projectgebied wordt uitgevoerd conform paragraaf 5.2.1.1, de boerderij eenvoudig onder vrijverval kan worden aangesloten. Wordt ervoor gekozen om het maaiveld in het noorden van het gebied op te hogen, zodat het DWA hier hoger kan worden aangelegd, dan is aansluiting van de boerderij (waarschijnlijk) niet mogelijk.

5.2.1.3 Hoogteligging bij aangepaste ontwerpuitgangspunten

Na contact met de gemeente is er voor gekozen om een extra gemaal te plaatsen in de noordzijde van het projectgebied. Akkerstraat 13 en het noordelijk deel van het DWA-stelsel in het plangebied, worden hier onder vrijverval op aangesloten. Het zuidelijke deel van het plangebied zal onder vrijverval nog naar het zuidelijke gemaal van De Neerlanden I lozen. Afbeelding 9 toont het DWA-stelsel in De Neerlanden II. Het rode vierkant is de locatie van het nieuwe gemaal.

Het gemaal kan, via een persleiding die het tracé volgt van het DWA stelsel, lozen op P7 of P21. De keuze voor de aansluiting op een van deze putten ligt bij de gemeente.

Een gedetailleerde versie van het DWA stelsel is te vinden in bijlage A.



Afbeelding 7 DWA stelsel De Neerlanden II, inclusief b.o.b., met het gemaal in het noorden van het plangebied (rode vierkant).

5.2.2 Diameter

De hydraulisch benodigde diameter is afhankelijk van het aantal inwoners in het plangebied. Praktisch gezien is, ten aanzien van beheer en onderhoud, een minimale diameter van Ø250 mm gewenst.

Voor het plangebied wordt uitgegaan van maximaal 100 woningen.

Bij een gemiddeld inwoneraantal van 2,5 inwoners per woning wordt rekening gehouden met 188 inwoners.

Bij 12 liter per inwoner per uur komt het af te voeren piekdebiet uit de Neerlanden II uit op 3,00 m³/uur.

Een leiding Ø250 mm (inwendig Ø235 mm) heeft bij een afschot van 1:500 een afvoercapaciteit van 72,2 m³/uur. Bij een afschot van 1:250 is dit zelfs 102,2 m³/uur. Deze leiding heeft dus meer dan genoeg capaciteit voor het hele plangebied.

5.3 Hemelwater

5.3.1 Waterberging

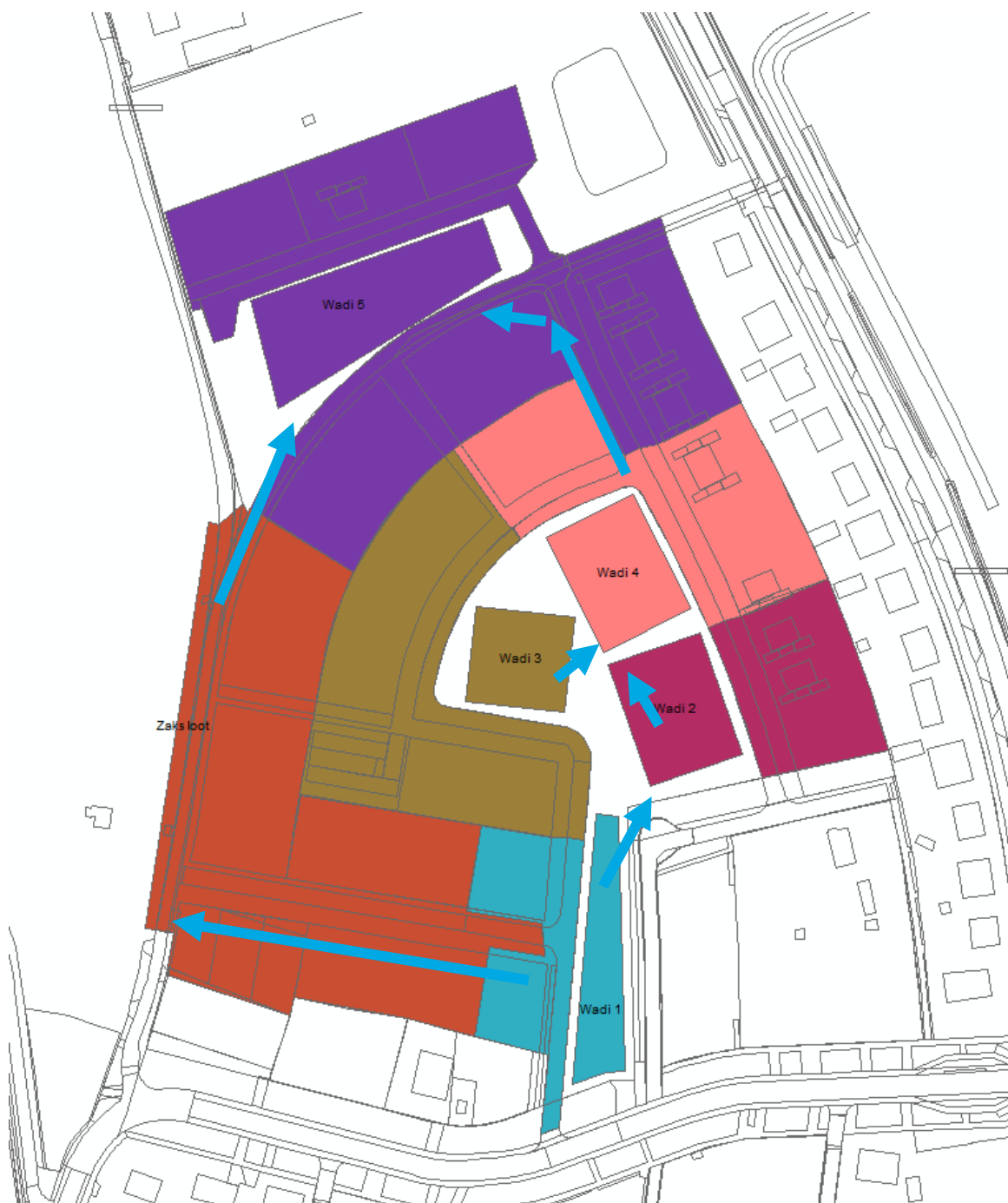
Al het water dat binnen het gebied valt moet ook binnen het gebied worden geborgen. Binnen De Neerlanden II wordt daarom gebruik gemaakt van 5 wadi's, een zaksloot en een greppel. Afbeelding 10 toont gebieden waar de zaksloten en wadi's zijn voorzien. In de volgende hoofdstukken wordt de waterberging en hydraulische toetsing ervan uiteengezet.



Afbeelding 8 Zoekgebieden voor waterberging in de Neerlanden II

5.3.2 Afvoerstructuur wadi's

Binnen het plangebied zijn 5 wadi's ingericht. Afbeelding 11 laat zien welke gebieden afstromen naar de voorzieningen. De aangesloten oppervlakttes bestaan uit de kavels, waarvan 70% als verhard wordt gerekend en de wegen die hier op aangesloten zijn. De hoeveelheid wadi's hangt onder andere samen met het hoogteverschil binnen het plangebied. Zo is de centrale groenstructuur in het plangebied onderverdeeld in 3 wadi's (wadi 2,3 en 4) om de hoeveelheid af te graven grond te verminderen.



Afbeelding 9 Afstroomvlakken De Neerlanden II, de afstroomstructuur is aangegeven met de blauwe pijlen.

De wadi's 1 t/m 4 zijn onderling verbonden middels bovengrondse afstroming van wadi 1 naar 2, en van wadi 2 en 3 naar 4. Wadi 1 en 5 zijn aangesloten op een leiding die vanuit de overstort aan de zuidkant van het plangebied naar de retentievoorziening aan de noordkant leidt.

5.3.3 Afvoerstructuur zakslot

In het westen van het plangebied is er naast de weg een strook van ongeveer 4,5 m breed beschikbaar om een zakslot in te realiseren (afbeelding 9). Op de zakslot is tevens een leiding aangesloten (oostkant). De zakslot kan overstorten op wadi 5 middels een duiker onder de weg aan de noordkant van de sloot.

5.3.4 Bergingsopgave

De totale waterbergingsopgave voor elke wadi en de zaksloot is gebaseerd op de door de gemeente geleverde autocad tekening. In tabel 2 wordt de waterbergingsopgave per waterberging getoond, gebaseerd op 60 mm/m² op wegen en 45 mm/m² van de percelen¹.

Voert af naar	Perceel (m ²)	Weg (m ²)	Te bergen (m ³)
Wadi 1	1.200	590	73
Wadi 2	1.690	340	74
Wadi 3	3.210	760	147
Wadi 4	2.900	500	121
Wadi 5	7.850	1.760	353
Zaksloot	7.250	1.420	314

Tabel 6 Bergingsopgave per waterberging

In tabel 7 is de berging van de waterbergingen uitgerekend en zijn de bodempeilen en overloophoogtes aangegeven, gebaseerd op de AHN.

Om de netto berging in de wadi's te krijgen is ervoor gekozen om het bruto oppervlak in de wadi, met 40% te verminderen. Hierdoor blijft er voldoende ruimte om in het definitieve ontwerp landschappelijk aantrekkelijke wadi's in te richten, zonder dat hierdoor direct een vermindering van het waterbergend vermogen van de wadi's hoeft te ontstaan. De diepte van de wadi's 1 t/m 4 is gesteld op 0,3 m. Om de waterberging in de zaksloot en wadi 5 te kunnen halen is er vanuit gegaan dat de helft van wadi 5 een diepte heeft van 0,6 m, en de andere helft een diepte van 0,3 m.

Naam	Bodempeil [m +NAP]	Overloophoogte [m +NAP]	Nette oppervlak [m ²]	Inhoud [m ³]	Bergingsbalans [m ³]
Wadi 1	28,10	28,40	500	180	107
Wadi 2	27,90	28,20	640	230	157
Wadi 3	27,85	28,15	500	180	33
Wadi 4	27,65	27,95	640	230	109
Wadi 5	27,30 & 27,00	27,60	1.050	567	25*
Zaksloot	27,30	27,65		125	-189

Tabel 7 Bergingsbalans per waterberging

* inclusief overloop vanuit de zaksloot

De waterberging in de zaksloot is gebaseerd op de lengte van de sloot (130 m), de breedte van de sloot (4 m), een talud (1:2) en een maximale diepte van de sloot (0,8 m). Niet al het aangevoerde water kan in de zaksloot worden geborgen; een deel wordt afgevoerd naar wadi 5. Ten behoeve van deze afvoer is rekening gehouden met 0,2 m ruimte voor opstuwing. De waterbergende diepte in de sloot is daarom bepaald op 0,6 m.

Tevens is de overstorthoeveelheid bepaald op basis van het verschil tussen waterbergingsopgave (tabel 6) en de inhoud van de waterbergingen. Een negatief getal betekend dat de waterberging overstort. Bij een (groot) overschot aan berging kan er voor gekozen worden om de wadi kleiner of ondieper uit te voeren.

¹ Op elk perceel wordt 15 mm berging t.b.v. het betreffende perceel gerealiseerd.

De maximale waterhoogtes in de bergingszones worden alleen bereikt wanneer er 60 mm neerslag valt. Bij een bui als Bui 09 valt slechts de helft van deze hoeveelheid neerslag en zal de maximale waterstand dus niet bereikt worden.

Bij de bergingsbalans is geen rekening gehouden met infiltratie van water naar de ondergrond. Bij een k-waarde van 0,5 m per dag kan een waterschijf van 0,3 m ruimschoots binnen 24 uur worden geïnfiltreerd. In de praktijk zal ook een langdurige bui, met een groot volume verdeeld over langere tijd, dus voor zeer beperkte waterstanden zorgen.

5.3.5 Aansluiting bestaand hemelwater

Om De Neerlanden I te ontlasten is het hemelwaterstelsel van Neerlanden II zo ingericht dat al het hemelwater binnen eigen gebied opgevangen kan worden. Daarnaast is in eerdere studies door de gemeente onderzoek gedaan om wateroverlast te voorkomen. Gemeente Cranendonck heeft aangegeven dat een overstort vanuit de Neerlanden I, via De Neerlanden II, water moet kunnen afvoeren naar de retentievoorziening aan de noordzijde van het plangebied.



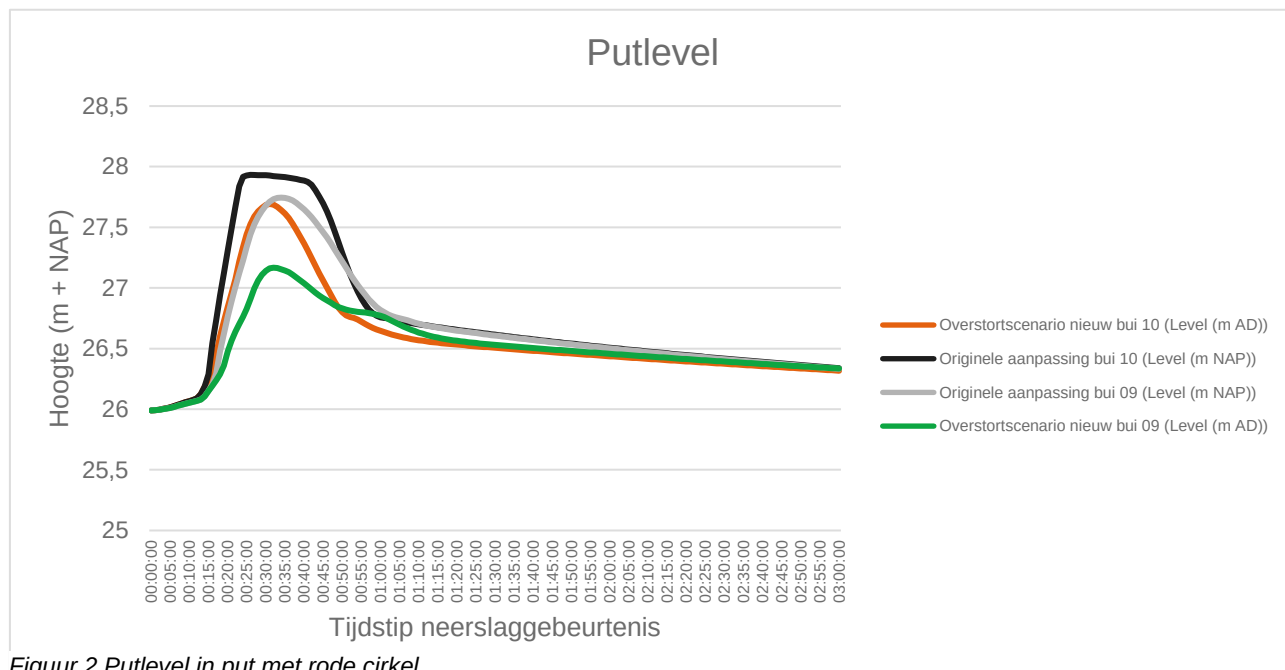
Afbeelding 10 Locatie van nieuwe overstort RWA (lichtblauwe cirkel) en put met controleberekeningen (rode cirkel)

De door de gemeente aangegeven locatie blijkt niet mogelijk. De afvoer zou via uit te geven kavels moeten lopen. In het ontwerp is de overstort naar het oosten verplaatst, ter hoogte van de wegaansluiting van De Neerlanden II op De Neerlanden I (afbeelding 10, blauwe cirkel).

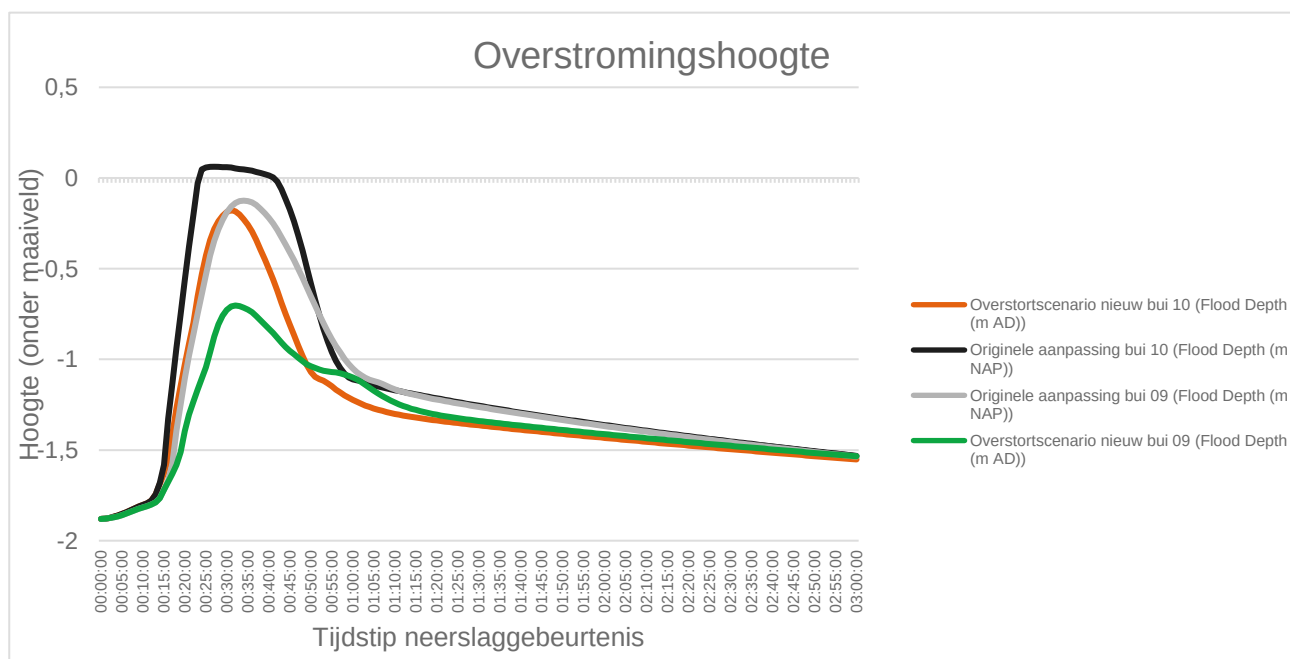
De waterberging in De Neerlanden II vindt plaats in wadi's. Door de hoogteligging kunnen deze niet voorzien in afvoer van water uit De Neerlanden I. Om deze afvoer te realiseren is een leiding door het nieuwe plangebied nodig.

Verplaatsing van de overstort mag niet leiden tot hogere waterstanden. Hiervoor is een hydraulische berekening uitgevoerd met behulp van het door de gemeente aangeleverde rekenmodel.

De rode cirkel op afbeelding 10 is de put waarvoor de onderstaande waterhoogtes zijn berekend (figuur 1 en 2). Na verplaatsing ligt de berekende waterstand lager dan in het originele voorstel. De nieuwe overstort krijgt een breedte van 1 m, en een overstorthoogte van 26,90 m +NAP. De leidingdiameter achter de overstort wordt 400 mm. Overwogen kan worden, in het detailontwerp, deze overstortleiding nog wat groter uit te voeren.



Figuur 2 Putlevel in put met rode cirkel



Figuur 1 Overstromingshoogte in put met rode cirkel

5.4 Uitwerking hemelwatersysteem

5.4.1 Algemeen

In voorgaande hoofdstukken is de hoeveelheid waterberging en het eventueel tekort aan waterberging bepaald. Ook is de invloed van De Neerlanden I op het plangebied beschreven. Met deze basis is het hemelwaterstelsel in De Neerlanden II ontworpen.

5.4.1.1 Wegverkanting

Rondom de wadi's, naast de zaksloot en de greppel zal de wegverkanting op één oor in de richting van de wadi's liggen. Afwatering vindt direct plaats op de groenstructuur. De weg ligt in het dwarsprofiel op 2%. Het hoogteverschil in het dwarsprofiel komt bij een weg van 5 meter op 10 cm.

Bij "ingesloten" straten, waar het water over maaiveld kan worden afgevoerd, zal de wegverkanting naar het midden van de weg gericht zijn. Hier wordt het water verzameld in een goot, waarna het af kan afstromen. Ter plaatse van het laagste punt van de straat, kan het water zich verzamelen in een molgoot, waarna het naar de wadi kan afstromen.

Wanneer water via kolken wordt afgevoerd naar een onderliggend stelsel is de wegverkanting (hydraulisch gezien) niet van belang. De verkanting kan worden afgestemd op de gewenste hoogteligging van het plangebied.

5.4.2 Middengebied: Wadi's 1 t/m 4

Binnen waterbergingen, in de groenstructuur in het midden van het plangebied, (wadi's 1 t/m 4) kan al het water worden opgevangen. Vanuit de wadi's zal er geen water overstorten op lager gelegen wadi's. In totaal is er 620 m³ restberging in de wadi's binnen dit plangebied. Wadi 4 zal worden aangesloten op de RWA die vanuit De Neerlanden I aansluit op Wadi 5 en de retentievoorziening in het noorden van het plangebied. Dit zal verder worden toegelicht in §5.4.6.

	Aangesloten opp. perceel [m ²]	Aangesloten opp. weg [m ²]	Te bergen [m ³]	Inhoud wadi [m ³]
Wadi 1	1.200	590	73	180
Wadi 2	1.690	340	74	230
Wadi 3	3.210	760	147	180
Wadi 4	2.900	500	121	230
Totaal			768	1.388

5.4.3 Westzijde: Leiding op zaksloot

De diameter van de leiding (zuidwesten) die is aangesloten op de zaksloot (zie afbeelding 11) is berekend op basis van de hydraulische formule van Chézy. De leiding is aangegeven in blauw.



Afbeelding 11 HWA leiding (blauwe lijn), aangesloten op de zaksloot

Formule van Chézy

$$v = C \times \sqrt{(R \times i_f)}$$

$$Q = \text{afvoerend debiet [m}^3/\text{s]}$$

$$C = \text{Chézy- coëfficiënt [m}^{1/2}/\text{s]}$$

$$R = \text{hydraulische straal [m]}$$

$$I_f = \text{hydraulisch verhang (m/m)}$$

De Chézy- coëfficiënt wordt als volgt berekend.

$$C = 18 \times \log((12 \times R)/k)$$

$$k = \text{wandruwheid (3 mm)}$$

In de berekening is uitgegaan van een volledig gevulde leiding. Het afvoerend debiet is gebaseerd op het afvoerend oppervlak. Dit is de gehele straat en de percelen die hier aan liggen. Het totale afvoerend oppervlak van de leiding is 4.800 m². In totaal is het afvoerend debiet gesteld op 0,0394 m³/s. Hierbij is uitgegaan van een bui 09 en geen berging op eigen terrein. Het maximale hydraulisch verhang van de leiding is 0,009 m/m. De inwendige diameter van de leiding komt hiermee op 300 mm. Uitgangspunt voor het ontwerp wordt hiermee een leiding Ø315 mm.

Het is ook mogelijk de leiding als infiltratieriool (IT) aan te leggen. Hiermee wordt 8,4 m³ extra berging binnen het gebied gecreëerd, de zaksloot en wadi 5 worden hiermee licht ontlast. Op de afmetingen van wadi en zaksloot heeft dit geen significante invloed.

Zaksloot

De huidige dimensionering in de zaksloot kan niet al het aangeboden water bergen. De zaksloot heeft daarom naast een bergende functie ook een afvoerende functie naar wadi 5. Tussen de zaksloot en de wadi komt daarom een duiker te liggen. Deze is gesitueerd onder de weg door. De afmetingen van de duiker tussen de zaksloot en de wadi zijn tevens gebaseerd op berekeningen op basis van de Chézy formule.

De maximale opstuwing die de duiker mag veroorzaken is 0,1 m, omdat het water anders over de sloot kan geraken. Hier hebben we rekening mee gehouden door een veiligheidsmarge van 0,1 m toe te passen, ten behoeve van opstuwing die veroorzaakt wordt binnen de zaksloot door bijvoorbeeld begroeiing in de sloot.

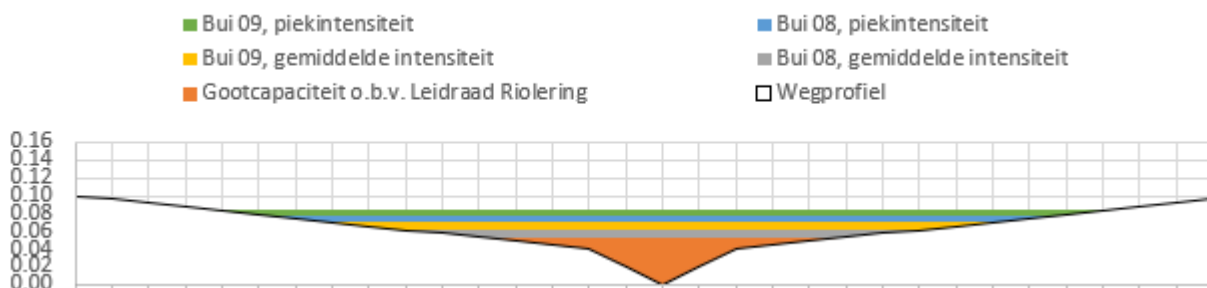
Het afvoerend oppervlak van de duiker is bepaald op het totale oppervlak aangesloten op de zaksloot, minus wat er in de zaksloot zelf kan worden geborgen. Dit oppervlak is bepaald op ongeveer 4.310 m² bij een bui 09. Bij een af te voeren debiet van 0,0353 m³/s en een lengte van de duiker van 20 meter, ontstaat er 0,03 m opstuwing bij een rond 300 mm (inwendig). Dit is ruim binnen de gestelde eisen. Vanuit beheer oogpunt kan een grotere diameter wenselijk zijn

5.4.4 Noordoostzijde: Aansluiting op wadi 5

Onderzocht is of de weg en de aangesloten kavels, in het noordoosten van het plangebied via een molgoot, af kunnen wateren op wadi 5. Als basis is uitgegaan van een hol wegprofiel van 5 m breed. In het midden van de weg ligt een goot met een breedte van circa 0,6 m en een diepte van 0,04 m. De rand van de weg ligt 0,1 m hoger dan het diepste punt van de goot.

De goot wordt belast door verharding van wegen en percelen. In totaal kan 1.517 m² via de goot afgevoerd worden. Bij deze belasting is geen rekening gehouden met de 15 mm berging op particuliere percelen of met afstromingsvertragingen. De berekende waarden liggen daardoor hoger dan wat in de praktijk zal plaats vinden (worst case benadering)

De capaciteit van de goot is getoetst op 30 l/s/ha (ontwerp intensiteit voor goten conform Kennisbank Riolering), en op de gemiddelde en piekintensiteiten van buien 08 (55 en 110 l/s/ha) en 09 (82 en 160 l/s/ha). De berekende maximale waterstanden, aan de benedenstroomse zijde van de goot, zijn in onderstaande afbeelding weergegeven. Hoe verder stroomopwaarts in het profiel, hoe lager de waterstand is.



Bij 30 l/s/ha komt de waterstand tot 0,5 m aan weerszijden van de goot. Bij een piekafvoer van bui 09 blijft aan beide zijden van de weg circa 0,6 m droge ruimte over.

Wanneer dit niet acceptabel is, kan gekozen worden voor een bredere (en diepere) molgoot in het midden van het profiel. Een alternatief is om de weg te voorzien van kolken en deze aan te sluiten op de HWA-leiding die vanuit De Neerlanden I naar Wadi 5 en de retentievoorziening in het noorden van het plangebied loopt. Wanneer hiervoor gekozen wordt is het wenselijk om de hemelwaterleiding vanaf dit gebied tot aan de wadi uit te voeren als Ø500 mm i.p.v. Ø400 mm.

5.4.5 Noordzijde: Wadi 5 en greppel

5.4.5.1 Wadi 5

Bij overstort vanuit de zaksloot in wadi 5 én met het aangesloten oppervlak op wadi 5, zal er bij 60 mm bergingsopgave, geen water overstorten. Er kan echter voor gekozen worden toch een verbinding aan te leggen tussen wadi 5 en de retentievoorziening in het noordoosten van het plangebied, middels een leiding. De diameter van deze leiding is hydraulisch niet relevant. Dit kan gecombineerd worden met de aansluitende leiding vanuit De Neerlanden I.

5.4.5.2 Greppel

De Akkerstraat in het noorden van het plangebied watert aan de westkant af op een greppel naast de weg. Deze greppel heeft een breedte van 1,5 m en volgt de gehele lengte van de weg. Het oppervlakte van de aanliggende weg bedraagt 720 m² en de bergingsopgave voor de greppel wordt daarmee 43,2 m³. De greppel kan daarentegen met een gemiddelde diepte van 0,30 m, ongeveer 60 m³ bergen. De greppel voldoet daarmee ruimschoots aan de bergingsopgave. Deze greppel wordt niet gekoppeld met andere bergingsgebieden.

5.4.5.3 Vijver

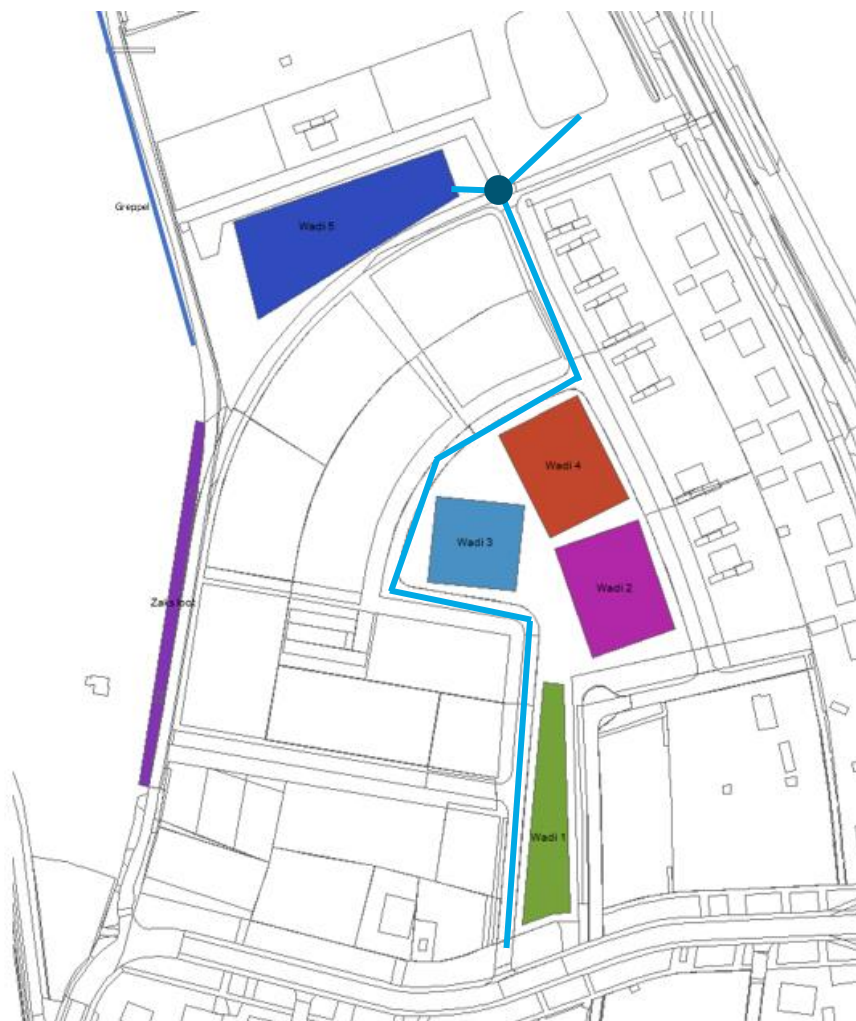
Uit correspondentie met de gemeente is vastgesteld dat de retentievoorziening een oppervlak van 800 m² heeft met een maximale bergende inhoud van 800 m³.

Bij een bui 09 komt er 132 m³ over de overstort vanuit Neerlanden I. Mocht er vanuit het Neerlanden II een verbinding gemaakt worden met de vijver, dan kan er nog 668 m³ extra water in de vijver worden geborgen. Eventueel kan een deel van deze capaciteit worden ingezet om wadi 5 te verkleinen of minder diep uit te voeren.

5.4.6 Algemeen: Aansluiting leiding De Neerlanden I

De ligging van de RWA (lichtblauwe lijn) die vanuit De Neerlanden I, door het gebied naar de vijver in het noorden loopt, wordt afgebeeld in afbeelding 12. Op deze leiding is een overstort van wadi 4 aangesloten, zodat deze bij extreme neerslag kan afvoeren. Water uit de De Neerlanden II wordt binnen het gebied vastgehouden. Een deel van de waterstroom loopt (mogelijk) via de hemelwaterleiding. De hemelwaterleiding vanuit De Neerlanden I wordt dan ook rechtstreeks gekoppeld aan wadi 5. Bij grote aanvoer vanuit Neerlanden I mag een deel van het water naar de vijver worden afgevoerd. Hiervoor is bij de RWA put (donkerblauwe stip) een overstort richting de retentievoorziening voorzien, met een drempelhoogte van +27,60 m NAP en drempelbreedte van 1 m.

Wanneer de hemelwaterleiding wordt uitgevoerd als infiltratieleiding kan, bij lage grondwaterstanden, een deel van het water rechtstreeks in de bodem worden geïnfiltreerd en wordt er minder water naar de retentievoorziening afgevoerd.



Afbeelding 12 Aansluiting HWA-Leiding (lichtblauw) vanuit Neerlanden I via overstort (donkerblauwe stip) op de vijver in Neerlanden II of wadi 5.

5.5 Hoogteligging maaiveld

In afbeelding 13 wordt het uiteindelijke peilenplan getoond van het projectgebied. Hierin zijn de rode peilen de wegpeilen, de groene peilen de vloerpeilen en de grijze peilen de peilen op de bodem van de wadi's. In het peilenplan is een minimale drooglegging van 0,75 m aangehouden voor wegen. Vloerpeilen hebben een drooglegging van in elk geval 1,0 m. In lagere gebieden betekent dit dat de woningen circa 0,25 m boven het wegpeil liggen. De wegen liggen op 2% afschot. Een meer gedetailleerde versie van het peilenplan is te vinden in Bijlage B.



Afbeelding 13 Peilenplan in De Neerlanden II.

BIJLAGE A: DWA STELSEL

BIJLAGE B: PEILENPLAN

COLOFON

WATERHUISHOUDKUNDIG PLAN
NEERLANDEN II, MAARHEEZE

AUTEUR

Jeroen Schoonderbeek

PROJECTNUMMER

C03131.000037

ONZE REFERENTIE

DATUM

6 maart 2020

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Johan Veurink
Specialist Stedelijk water & Watertechnologie

VRIJGEGEVEN DOOR



Derjan Welleweerd
Senior projectleider Stedelijk water & Watertechnologie

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

