

Concept

Klundert herontwikkeling het Bolwerk

Hydraulische waterhuishoudkundige advisering



Betreft: Dit rapport bevat de hydraulische waterhuishoudkundige advisering voor het nieuwbouwproject "Het Bolwerk" in Klundert, een nieuwbouw inbreiding voor 11 grondgebonden woningen en een appartementenblok met 24 appartementen op de hoek van de Oliemolenstraat en Westerstraat. Inclusief de aangrenzende nieuwbouw inbreiding van "Van der Giessenhof" voor 5 grondgebonden woningen aan de zijde van de Walstraat.
Het betreft de omgang en inrichting met betrekking tot de vuilwaterafvoer en het hemelwater in het projectgebied.

Datum: 17 september 2024
Status Concept v 1.0

Auteur: S. Traast (WaTraSjin)

Opdrachtgever: A. Visser (ITA-Advies)



Inhoud

Inleiding	1
Leeswijzer	2
Ontwerpkaders	3
Ontwerp en berekeningen	8
De ontwikkeling "het bolwerk"	8
Klundert – de hydraulische omgeving van de ontwikkeling	8
Klundert – klimaatscan	10
De ontwikkeling – het waterhuishoudkundige ontwerp	15
Ontwerp vuilwaterriool naar de Walstraat	16
Ontwerp aandachtspunten grondwater	17
Ontwerp en principe afstromend hemelwater	18
De ontwikkeling – de dynamische hydraulische toetsing	27
Conclusie en advies	27
Bijlage 1 - DWA ontwerp	28
Bijlage 2 – HWA ontwerp	29
Bijlage 3 – Peilen	30

Afbeeldingen

figuur 1: "Het Bolwerk"	8
figuur 2: "het Bolwerk" (groene gebied) in de kern Klundert, gemeente Moerdijk	9
figuur 3: riolering rond de ontwikkeling	9
figuur 4: de legger - oppervlaktewater (blauw) en regionale kering (geel)	10
figuur 5: water op straat (bui van 160 mm in 1 uur)	12
figuur 6: water op straat (bui van 140 mm in 2 uur)	12
figuur 7: water op straat, stroombanen en kwetsbare panden (bui van 60 mm in 1 uur)	12
figuur 8: maaiveld hoogte (huidige situatie)	13
figuur 9: afstromend waterfilm van hoog naar laag	13
figuur 10: maximale overstromingsdiepte bij dijkdoorbraak	14
figuur 11: vuilwaterafvoer naar gemengde riool in de Westerstraat (rechts) of Walstraat (links)	15
figuur 12: ontwerp vuilwaterafvoer naar de Walstraat	16
figuur 13: lengte profiel toerit Walstraat	16
figuur 14: omgang afstromend hemelwater – deelgebieden	18
figuur 15: deelgebieden met waterberging en afstromingsrichting	19
figuur 16: drainage	19
figuur 17: profiel appartementencomplex	20
figuur 18: detail kratten	21
figuur 19: profiel dijkwoningen	21
figuur 20: grondgebonden woningen "Het Bolwerk" langs wadi	23
figuur 21: grondgebonden woningen "Van der Giessenhof" langs het parkeerterrein	24
figuur 22: Aqua flow - waterbergende straatopbouw	25
figuur 23: ontwerp hemelwaterriool	26

Tabellen

tabel 1: riolering rond de ontwikkeling	10
tabel 2: vuilwaterputten	17
tabel 3: vuilwaterleidingen	17
tabel 4: hemelwaterputten	26
tabel 5: hemelwaterleidingen	27



Inleiding

Dit rapport bevat de hydraulische waterhuishoudkundige advisering voor het nieuwbouwproject “het Bolwerk” en het “Van der Giessenhof” in Klundert. Het betreft de omgang en inrichting met betrekking tot de vuilwaterafvoer en het hemelwater in het projectgebied in relatie tot zijn directe omgeving.

Een paar grepen uit diverse publicaties:

Het nieuwbouwproject “Het Bolwerk” in Klundert is een ambitieuze herontwikkeling van de historische locatie op de hoek van de Oliemolenstraat en Westerstraat. Het project omvat de bouw van maximaal 40 woningen, bestaande uit 16 grondgebonden eengezinswoningen en 24 appartementen. [bron: denieuwbouwmonitor.nl]

Sinds augustus 2021 is het bestemmingsplan 'Bolwerk Klundert' onherroepelijk. Dit bestemmingsplan maakt de bouw van maximaal 40 woningen mogelijk. In het bestemmingsplan is opgenomen dat de gemeente een verkoopprocedure start voor de herontwikkeling van de locatie met als doel één marktpartij te selecteren die de grond van de gemeente koopt en de realisatie van de woningen op zich gaat nemen. Eind 2021 is de verkoopprocedure gestart en begin 2023 is de grond verkocht aan projectontwikkelaar De Realisatie. [bron: moerdijk.nl]

Het winnende ontwerp, op basis van de beste verhouding tussen prijs en kwaliteit, is van de combinatie De Realisatie (projectontwikkelaar), SVP Architectuur en landschapsbureau Haver Droeze. Het plan bevat 35 woningen die geschikt zijn voor diverse doelgroepen (starters, gezinnen die toe zijn aan een volgende stap en senioren). Er komt een appartementencomplex met 24 woningen inclusief een parkeergarage, 9 rijwoningen en twee woningen onder een kap. 26 woningen vallen in de categorie 'betaalbaar'. Op de locatie komt verder nog een aantal parkeerplaatsen, inclusief ruimte voor elektrische deelauto's. Daarnaast is er ruimte voor groen in de omgeving (tussen appartementengebouw en de woningen) en biodiversiteit (bouwkundige voorzieningen in daken, gevels en omgeving die begroeiing stimuleren en een ideale omgeving creëren voor bijen, vogels en egels). Het blok wordt bovendien klimaatbestendig ingericht. De woningen krijgen een warmtepomp, met de mogelijkheid tot koeling. Een 'groen dak' op het appartementencomplex en bomen in de omgeving dragen bij aan het verminderen/voorkomen van hittestress in warme zomers. En er is ruimte voor waterberging, zodat problemen met droogte worden voorkomen. [bron: moerdijk.nl]

Visie gemeente Moerdijk:

In 2050 is de gemeente Moerdijk klimaatbestendig en waterrobuust ingericht. We benutten verandering ten behoeve van het klimaat om Moerdijk mooier, welvarender en veiliger te maken. Moerdijk is aantrekkelijk en gezond, en klimaat heeft er zijn plek. Samen minimaliseren we de gevolgen en iedereen neemt zijn of haar verantwoordelijkheid en draagt bij. [bron: Focusdocument GWP Moerdijk 2024-2027]



Om de effecten vanuit de omgeving op het plangebied en de panden te bepalen en daarmee de belemmeringen en de mogelijkheden en kansen voor de ontwikkeling goed in beeld te brengen, is een totaal 1D hydraulisch model van het omliggende gebied in Klundert gemaakt van de bestaande situatie en is daarin voor de ontwikkeling zelf een 2D hydraulisch model toegevoegd. Met de hydraulische 2D berekening kunnen oa. waterstromen op maaiveldniveau gevisualiseerd worden binnen het plangebied. Het hydraulische 1D model betreft de riolering in het bemalingsgebied (vuilwater) en stroomgebied (hemelwater) direct grenzend aan het plangebied, waarop het plangebied kan aansluiten.

Met dit model is het ontwerp getoetst/doorerekend voor drie neerslag gebeurtenissen (bui 8, bui 10 en een klimaatbui t.b.v. een stresstest). Het hydraulisch model wordt opgebouwd in de applicatie Infoworks ICM.

De oplevering bestaat uit deze adviserende eindnotitie, een CAD export van het te realiseren rioolstelsel vanuit Infoworks ICM. En aanvullend wordt het geïntegreerde 1D en 2D model als transportable dataset mee opgeleverd.

In deze adviserende eindnotitie wordt het rioolontwerp, het rioolmodel en het hydraulisch functioneren van de riolering, waterbergingen en de maaiveldinrichting in het plangebied, bij verschillende neerslag situaties toegelicht. Hierbij wordt o.a. ingegaan op de waterberging op maaiveld, in de ondergrond en de riolering, als ook op de afvoercapaciteit voor schoon- en vuilwater.

Leeswijzer

Vanuit de aangeleverde gegevens, reacties en input vanuit gesprekken met de opdrachtgever, de ontwerper, de gemeente, het waterschap en de analyses van het gebied, zijn de ontwerp-kaders gedestilleerd, welke zijn beschreven in het hoofdstuk 'Ontwerpkaders'.

Op basis van de ontwerp-kaders, de ontvangen en opgehaalde gegevens is het ontwerp en zijn de berekeningen uitgewerkt, dit is beschreven in hoofdstuk 'Ontwerp en berekeningen'. Hier wordt ingegaan op de omgeving van de ontwikkeling en op het ontwerp van de ontwikkeling zelf. Na een korte beschrijving van beide, is eerst het functioneren van de omgeving geanalyseerd vanuit de klimaatscans (stresstesten) en de randvoorwaarden die deze meegeven aan het ontwerp van de ontwikkeling. Vanuit deze randvoorwaarden is het ontwerp geoptimaliseerd en is de benodigde statische bergingscapaciteit en systeem inrichting uitgewerkt. Deze ontwerp-optimalisatie is vervolgens uitgewerkt in het hydraulische model, waarbij eerst het omliggende bestaande rioolstelsel als 1D model is opgebouwd om daarbinnen het geoptimaliseerde waterhuishoudkundige ontwerp van de ontwikkeling als 2D model te integreren. Met dit hydraulische model is het geoptimaliseerde ontwerp dynamisch getoetst met verschillende neerslaggebeurtenissen.

In het hoofdstuk 'Conclusie en advies' is samenvattend beschreven wat de conclusie en aanvullende advisering is voor het ontwerp vanuit de uitgevoerde analyse, berekeningen en toetsing.

Ontwerpkaders

In dit hoofdstuk zijn de ontwerpkaders samenvattend beschreven die zijn gedestilleerd vanuit de aangeleverde gegevens, reacties en input vanuit gesprekken met de gemeente Moerdijk, het waterschap Brabantse Delta, de opdrachtgever, de ontwerper en de analyses van het gebied.

De uitwerking van de ontwikkeling is inclusief parkeerterrein en de uitbreiding aan de zijde 'Van der Giessenhof', maar exclusief terrein Kluswijs. Er wordt voldaan aan een bergingseis van 100 mm ($T=100 - 12 \text{ uur} / T=500 - 1 \text{ uur}$). Waterberging wordt slim ingericht, zodat droogteproblematiek wordt voorkomen.

Voor de uitwerking zijn oa. de volgende stukken aangeleverd:

- Memorandum III "De Realisatie, 11 grondgebonden woningen Bolwerk te Klundert 30-05-2024";
- Eisen riolering vanuit Tender "Kwalitatieve gunningscriteria en beoordelingskaders Openbare grondverkoop Het Bolwerk 26 04 2022 DEF Pagina waterberging";
- Geohydrologische analyse plan Bolwerk te Klundert. Zie bijlage "BOLWERK_Geohydrologische analyse_rev. A";
- Focusdocument GWP Moerdijk 2024-2027-getekend;
- Gemeentelijk Waterprogramma 2024-2027 Moerdijk – getekend;
- HIOR "Bijlage 6 HIOR Moerdijk_definitieve versie_5 juli";
- Civieltechnische opmerkingen en nieuw;
- Verslag gemeentelijk overleg dd 27-05-2024;
- Sonderingen "9337.1 - Resultaten grondonderzoek Klundert";
- Tekeningen:
 - BOLWERK_Plantekening + Riool&Nuts 04-06-2024 pompput;
 - BOLWERK_TERREIN DOORSNEDE 24-05-2024.

Volgens het Gemeentelijk Waterprogramma 2024-2027 (GWP) Moerdijk is er voorafgaand aan het GWP een Systeemoverzicht Stedelijk Water (SSW) van de gemeente Moerdijk opgesteld. Het SSW is op dit moment echter nog niet opgeleverd en specifiek voor Klundert nog niet gemaakt. Een ouder Basis rioleringsplan voor het gebied is ook niet beschikbaar.

De beschikbare objectgegevens van het rioolstelsel van Klundert en het oppervlaktewatersysteem zijn opgehaald vanaf PDOK, deze gegevens zijn mondelinge toelichting door de gemeente. Aanvullend zijn door de gemeente aanvullende uitgangspunten voor enkele ontbrekende objectgegevens meegegeven. Vanuit het waterschap zijn ook de pompgegevens en instellingen van het eindgemaal aangevuld. De gemeente heeft voor de beschikbare stresstesten www.klimaatanalysemoerdijk.nl aangewezen en daarnaast is ook de www.klimaat-effectatlas.nl gebruikt bij de analyse bij extreme neerslag van de huidige inrichting.

Uitgangspunten vanuit "Civieltechnische opmerkingen en nieuw" (10-04-2024):

Gemeente Moerdijk stelt eisen aan nieuw aan te leggen gebieden en willen voorkomen dat nieuwe ontwikkelingen niet klimaatrobust zijn aangelegd.

Uitgangspunten vanuit de geohydrologische analyse plan Bolwerk te Klundert (14-03-2024):

Op basis van de uitgevoerde sonderingen en boringen wordt een afdekkend klei op veenpakket aangetroffen tot een diepte van circa 6 à 7 m - maaiveld. Hieronder is een zandpakket aangetroffen met een dikte van circa 2,0 à 3,0 m. Hieronder worden wederom waterremmende bodemlagen aangetroffen in de vorm van klei- en silthoudende lagen met een basis op circa 12 à 20 m -NAP.

Gebaseerd op de Grondwaterkaart van Nederland wordt een stijghoogte fluctuatie in het 1e watervoerend pakket (zandlagen vanaf circa 20 m –NAP) afgeleid tussen 0,0 en 1,0 m – NAP. Hierbij wordt opgemerkt dat er geen representatieve peilbuizen beschikbaar zijn in de omgeving. Dit geldt eveneens voor de stijghoogte van het grondwater in de zandtussenlaag op 4 à 7 m –NAP. Uit niet actueel waargenomen peilbuizen B43H0082 en B44C0221 kan worden afgeleid dat de stijghoogten van het diepe grondwater fluctueren tussen circa 0,2 en 1,2 m –NAP.

Voor het nieuwbouwplan "het Bolwerk" is een bouwpeil afgeleid van 3,0 m +NAP voor het appartementencomplex en van 0,4 m +NAP voor de woningen. En voor "Van der Giessenhof" is dit 0,3 m +NAP voor de woningen. "Uit de sondeergegevens kan worden afgeleid, dat met deze peilkeuze geen topzandlaag beschikbaar is. Dit betekent dat er geen infiltratiecapaciteit in de ondiepe bodem tot 6 à 7 m –maaiveld beschikbaar is om afgekoppeld hemelwater in de bodem op te nemen." [bron:

BOLWERK_Geohydrologische analyse_rev. A]

Uitgangspunten vanuit Memorandum III (30-05-2024):

- Bergingen krijgen een sedumdak met 20 mm waterbergende capaciteit;
- Iedere woning krijgt een regenton voor hergebruik van regenwater;
- Wadi in mandelig gebied voor waterberging;
- Waterstromen worden gescheiden.

Uitgangspunten vanuit de Notulen overleg 27-05-2024:

Als de Westerstraat wordt heringericht komt daar een gescheiden stelsel en kan Bolwerk daarop mogelijk worden aangesloten, maar die werkzaamheden kunnen niet naar voren worden gehaald. Voor Bolwerk moet er daarom een robuuste (tussenoplossing) worden bedacht waarbij geen overlast ten gevolge van het regenwater voor de omgeving mag optreden.

Uitgangspunten vanuit het Gemeentelijk Waterprogramma 2024-2027:

Vanuit het Water- en rioleringsprogramma (WRP) hanteert gemeente Moerdijk de volgende stappen in het proces:

1. Hergebruik:
 - Hergebruik van regenwater, om zuiniger om te gaan met water en minder drinkwater te verspillen;
2. Bergen en infiltreren op eigen terrein:
 - Niet afwentelen van privaat naar publiek, tenzij een centrale voorziening in het werkgebied doelmatiger is;
3. Tijdelijke opslag in openbaar gebied met uitloop naar groen
 - Bij voorkeur bovengrondse opslag. Uitloop naar groen om schadelijke neven-effecten zoveel als mogelijk te beperken;
4. Afvoeren op bovengrondse hemelwatervoorziening
 - Af te voeren water slim verdelen door waar het kan te lozen op bovengrondse hemelwatervoorziening (watergang, weg met afwateringsfunctie, etc.);
5. Afvoeren op een ondergrondse hemelwatervoorziening (lees bergende riolering met voldoende diameter);
6. Afvoeren op een gemengd rioolstelsel richting RWZI.

De gemeente onderhoudt en verbetert het stedelijk watersysteem en toetst de gevoeligheid van het rioolstelsel op overlast met behulp van modelberekeningen. Daarbij hanteert ze voor nieuwe gebieden een ander uitgangspunt dan in bestaand gebied:

- Bestaand gebied: geen water-op-sstraat bij een belasting met bui08 van de Kennisbank Stedelijk water (herhalingstijd van eens in de twee jaar);

- Nieuwe gebieden: geen water-op-sstraat bij een belasting met bui10 van de Kennisbank Stedelijk water (herhalingstijd van eens in de tien jaar).

Uiteindelijk moet de totale verwerkingscapaciteit van zowel de onder- als bovengrondse ruimte extreme buien kunnen opvangen, waarbij water niet wordt afgewenteld naar andere gebieden. Dat kan om verbetermaatregelen vragen. Hierbij maakt ze een doelmatigheidsafweging tussen de meerkosten van diameterverruiming en de potentie van de bovengrond om extra regenwater te kunnen verwerken (maatwerk).

Dit is een “stresstest” waarbij het hele plangebied tegelijkertijd dezelfde eerslaghoeveelheid te verwerken krijgt. Bij een dergelijke bui mag het water niet hoger dan 2 cm tegen de gevel staan. Wanneer de gemiddelde waterhoogte hoger is dan deze 2 cm zal dit leiden tot schade. Ook mag bij een dergelijke bui geen schade optreden aan essentiële voorzieningen (uitvallen elektra, begaanbaarheid hoofdinfrastructuur). Bij kleine ontwikkelingen mag worden volstaan met een praktische rekenmethode in plaats van een gedetailleerde berekening.

Voor nieuwe ontwikkelingen gaat de gemeente uit van een vloerpeil van 0,30 m ten opzichte van het hoogste punt van de weg. Hierdoor wordt een hogere bescherming tegen wateroverlast in de openbare ruimte gecreëerd.

Zowel bij nieuwbouw als bij ontwikkelingen in bestaand gebied wordt van de perceel eigenaar verlangd dat deze zijn/haar verantwoordelijkheid neemt om wateroverlast te voorkomen. Daarom stelt de gemeente een bergingseis. De waterbergingseis is 60 mm bij nieuwe ontwikkelingen en in bestaand bebouwd gebied oorspronkelijk ontwikkeld met een gemengd rioelstelsel.

In tabel 3 uit het gemeentelijk waterprogramma zijn de volgende ontwateringseisen voor nieuwbouw benoemd:

Bestemming	Streefwaarden ontwateringsdiepte (GHG t.o.v. maaiveld)
Woningen met kruipruimte	0,7 m
Woningen zonder kruipruimte	0,3 m
Groenvoorzieningen	0,5 m
Secundaire wegen en woonstraten	0,7 m

Uitgangspunten vanuit de HIOR (05-07-2016):

Hemelwater zoveel als mogelijk vast te houden en vertraagd af te voeren naar het oppervlaktewater.

Ook wordt in de verwerking van hemelwater een taak gezien voor overige voorzieningen in de openbare ruimte. Transport en berging van hemelwater over / op straat (“tussen de banden”) bij neerslag gelijk of groter dan een maatgevende bui (bui08, Leidraad Riolering) is acceptabel en kan zelfs een doelmatig uitgangspunt zijn. Het water mag dan 1 tot 2 uur op straat blijven staan en wordt niet per definitie als overlast gezien. Belangrijke voorwaarde is dat dit beperkt blijft tot een kleine schaal en dat gebieden met een belangrijke economische of veiligheidswaarde niet worden belemmerd (er treedt geen verhoogd veiligheidsrisico en economische schade op).

Hemelwater dat vanaf de straat woningen en gebouwen in kan lopen wordt gezien als wateroverlast (materiele schade) en is een niet aanvaardbare vorm van water op straat en dient altijd voorkomen te worden.

Voor het reguleren van hemelwaterstromen maken we in bebouwd gebied meer gebruik van oppervlakkige afvoer en -berging, ingepast in de bovengrondse inrichting (waterpartijen, straten, pleintjes, bermen, plantsoenen, etc.).

De vuilwaterriolering moet zo zijn ontworpen dat het:

- De maximale vullingshoogte in het DWA-stelsel bedraagt 50%;
- Het waterspiegel verhang is bij halfgevolle buis en maximale droogweerafvoer gelijk aan het buisverhang;
- Uitgangspunt voor de DWA-productie is 12 l/h per inwonerequivalent. Voor kantoren, verenigingen en scholen is dit 5 l/h per persoon.

De hemelwaterriolering moet zo zijn ontworpen dat het:

- Bui 8 (T=2) volgens de Leidraad Riolering kan verwerken zonder dat er water op straat ontstaat en een waking aanwezig is van minimaal 0,30 m;
- Bui 9 (T=5) volgens de Leidraad Riolering kan verwerken zonder dat er water op straat ontstaat bij minimaal 90 % van de rioleringsputten;
- Bij in- of uitbreidingen op bestaande stelsels dienen de effecten op het gehele rioleringsstelsel in de hydraulische berekening te zijn meegenomen.

Verdere uitgangspunten voor riolering in de openbare ruimte zijn gegeven in de HIOR vanaf pagina 34. Dit betreffen uitgangspunten voor zowel ontwerp als realisatie.

Aanvullende uitgangspunten vanuit toelichting door de gemeente (23-07-2024):

Telefonisch besproken kaders/uitgangspunten voor de uitwerking van het hydraulische 1D model van de kern Klundert t.b.v. het hydraulische 2D model voor de ontwikkeling van het Bolwerk.

Uitgangspunten voor 1D model van de kern Klundert:

- Op het HWA-riool in de Oliemolenstraat dat afvoert naar de Botte Kreek is ook een recent aangelegd HWA vanuit de hele Poststraat aangesloten, dit laatste betreft een vlak aangelegde leiding ϕ 315 mm. Op dit HWA-riool is de verharding van de betreffende straten aangesloten en wordt rekening gehouden met de aansluiting van de voorzijde van de daken van de aangrenzende percelen (50% van het dakoppervlak);
- Alle overige verharding in de kern Klundert via het inloopmodel laten afstromen op het gemengde riool en als er HWA riool in de straat ligt hier alleen de verharding van de straat op aan sluiten;
- Alle DWA vanaf de aangrenzende percelen op het gemengde riool;
- Er zijn voor het model geen drains en HWA koppelingen op het gemengde stelsel;
- De Bemalingsgebied indeling met toelichting op de kaart is opgestuurd;
- Een overzichtskaart met overstortlocaties met toelichting op de kaart is opgestuurd;
- Voor de gegevens van het eindgemaal zijn opgevraagd bij waterschap Brabantse Delta;
- Voor de missende objectgegevens is afgesproken:
 - Putten:
 - de vorm is vierkant;
 - met inwendige maatvoering 800x800;
 - maaiveldhoogte vanuit AHN;
 - Overstorten:
 - de doorlaat hoogte boven de muur is minimaal 20 cm;
 - Gemalen:
 - Pompunits: dit betreffen DRG's met een pompcapaciteit van 12 m³/uur;

- Reservoirs: dit betreffen pompen in voorzieningen, deze treden pas in werking als er weer voldoende ruimte is in het stelsel;
- Rioolgemalen:
 - inschakelpeil gelijk aan binnen-bovenkant inkomende leiding;
 - uitschakelpeil gelijk aan binnen-onderkant inkomende leiding;
- Leidingen:
 - Binnen-onderkant buis gelijktrekken met aansluitende leidingen;

Uitgangspunten voor 2D model voor de ontwikkeling van het Bolwerk:

- Vuilwaterafvoer op het gemengde riool;
- Geen regenwaterafvoer op het gemengde riool i.v.m. wateroverlast rondom het plangebied;
- Afstromend regenwater vertraagd afvoeren naar de Kreek via het HWA-riool in de Oliemolenstraat i.v.m. omliggende straten;
- Let op het uit de omgeving afstromende water richting het plangebied in de huidige situatie (zie site klimaatanalysemoerdijk).
- Toetsing o.b.v. Bui T=100 ref. bui = Herwijnen:
 - Herwijnen (2011): 94 mm in 70 minuten;
- Wat gaat stelsel doen als alle riolen vol staan?
 - Hebben we dan voldoende drooglegging?
 - Daarbij zijn putdeksel hoogte van de leiding waarin geloosd wordt van belang. De drooglegging van 25 cm a 30 cm boven putdekselhoogte is daarbij maatgevend, zowel bij het regenwater maar ook bij de DWA leiding die het plan ontsluiten.

Ontwerp en berekeningen

De ontwikkeling “het bolwerk”

Het nieuwbouwproject “Het Bolwerk” en het “Van der Giessenhof” (figuur 1) in Klundert is gelegen tussen de Oliemolenstraat, de Westerstraat en de Walstraat. Het Project omvat de bouw van maximaal 40 woningen, bestaande uit 16 grondgebonden eengezinswoningen en 24 appartementen. In de afbeelding is met de volgende letter gemarkeerd:

- A) het appartementenblok met 24 appartementen;
- B) de 14 grondgebonden woningen;
- C) de 2 dijkwoningen;
- D) de wadi op mandelig terrein;
- E) de westelijke toerit vanaf de Westerstraat inclusief parkeervakken;
- F) de oostelijke toerit vanaf de Walstraat inclusief parkeervakken.



figuur 1: "Het Bolwerk"

Klundert – de hydraulische omgeving van de ontwikkeling

De ontwikkeling “het Bolwerk” en het “Van der Giessenhof” is een inbreiding gelegen in Klundert (groene gebied figuur 2). De riolering in dit gebied in Klundert (figuur 3) is voornamelijk opgebouwd uit gemengde riolering (oranje tracés) en afgekoppelde straten waar een hemelwaterriool is bijgelegd (blauwe tracés), dit betreffen vrijval leidingen in de openbare ruimte. Op dit beschikbare hemelwaterriool in de Oliemolenstraat is de omliggende openbare ruimte aangesloten en waar mogelijk zijn de voorzijde van aangrenzende percelen en dakvlakken hierop afgekoppeld. In tabel 1 zijn de specificaties van de riolering gegeven die in de aangrenzende straten van de ontwikkeling liggen. In de omgeving van de ontwikkeling is enige afstand oppervlaktewater en een regionale kering gelegen (figuur 4). De ontwikkeling ligt binnen het peilgebied W-Z05, Klundert (vesting) – peilbesluit Moerdijk. Het hemelwaterriool in de

Oliemolenstraat is aangesloten op de Botte Kreek met een vast waterpeil van -1,15 m NAP (marge 10 cm en dynamische marge 30 cm).



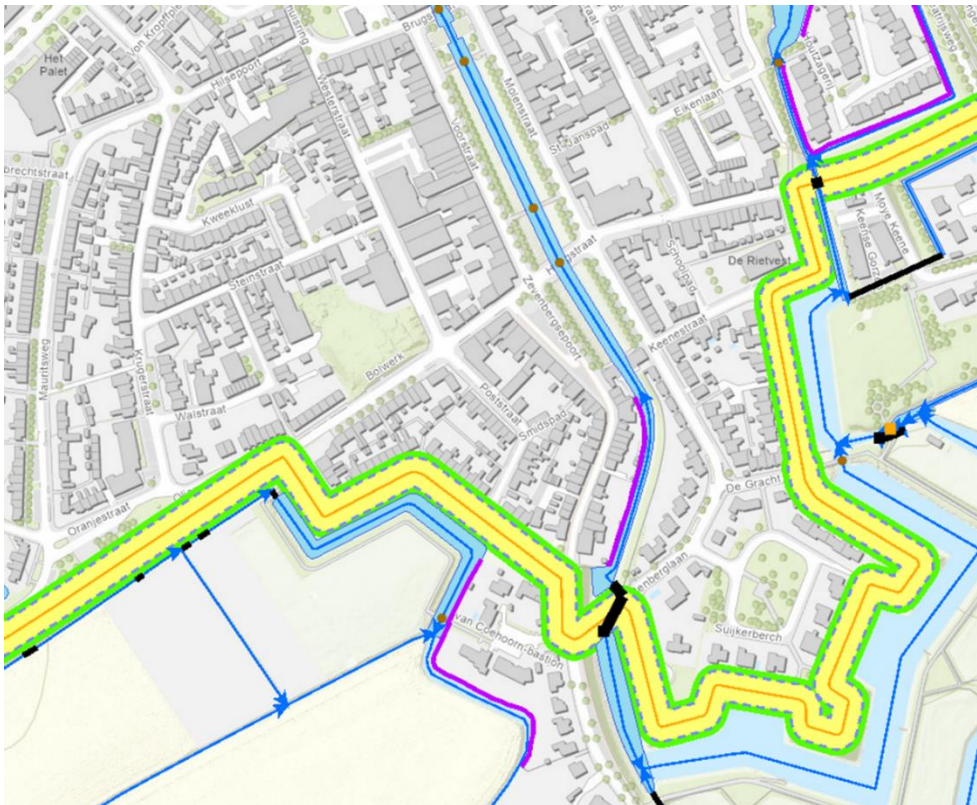
figuur 2: "het Bolwerk" (groene gebied) in de kern Klundert, gemeente Moerdijk



figuur 3: riolering rond de ontwikkeling

tabel 1: riolering rond de ontwikkeling

Locatie	Categorie Leiding	Type afvoer	Vorm	Diameter [mm]	b.o.b. m NAP
Westerstraat	riool	gemengd	rond	315	-1,56
Walstraat	riool	gemengd	rond	315	-1,49
Oliemolenstraat	riool	gemengd	rond	315	+0,72
Oliemolenstraat	riool	hemelwater	rond	400	-0,13
Oliemolenstraat	perceelaansluitingen	gemengd	rond	315	+0,72
Oliemolenstraat	perceelaansluitingen	hemelwater	rond	315	+0,30



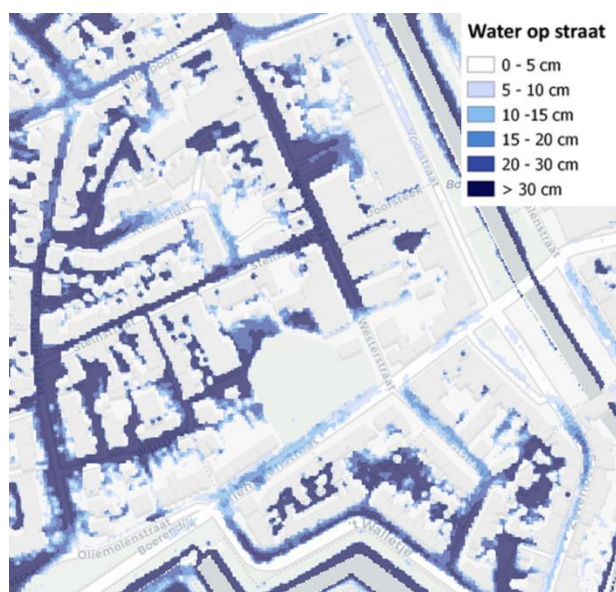
figuur 4: de legger - oppervlaktewater (blauw) en regionale kering (geel)

Klundert – klimaatscan

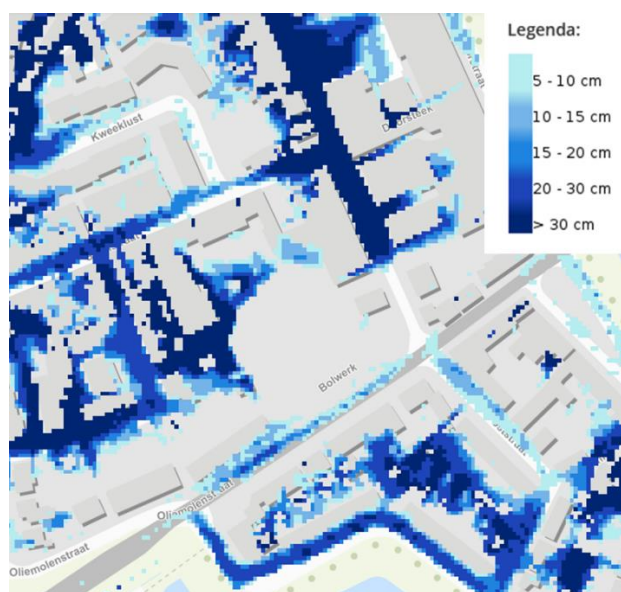
Voor Klundert zijn er diverse stresstesten uitgevoerd, deze zijn te vinden op www.klimaatanalysemoerdijk.nl en www.klimaateffectatlas.nl. Deze geven een indicatief beeld van de effecten voor de huidige inrichting bij extreme neerslag. Voor de analyse van het oorspronkelijke ontwerp en de optimalisatie daarvan zijn deze stresstesten als worstcasescenario's gebruikt. Deze stresstesten zijn uitgevoerd met behulp van Tygron modellen, waarbij het uitgangspunt is dat de eerste 20 mm van de neerslag wordt verwerkt door de onderliggende riolering. Dit zonder het daadwerkelijke functioneren van die riolering in die model berekening mee te nemen. Het overige deel van de neerslag komt tot afstroming over het maaiveld model, waarbij deze simulatie laat zien hoe dat deel van het water over het maaiveld afstroomt en waar zich dit op de lage delen verzameld.

In

figuur 7, figuur 5 en figuur 6 is te zien dat bij toenemende neerslag in en rond het gebied water op straat (WOS) blijft staan. Naast de omliggende straten verzameld er zich ook water in het



figuur 5: water op straat (bui van 160 mm in 1 uur)

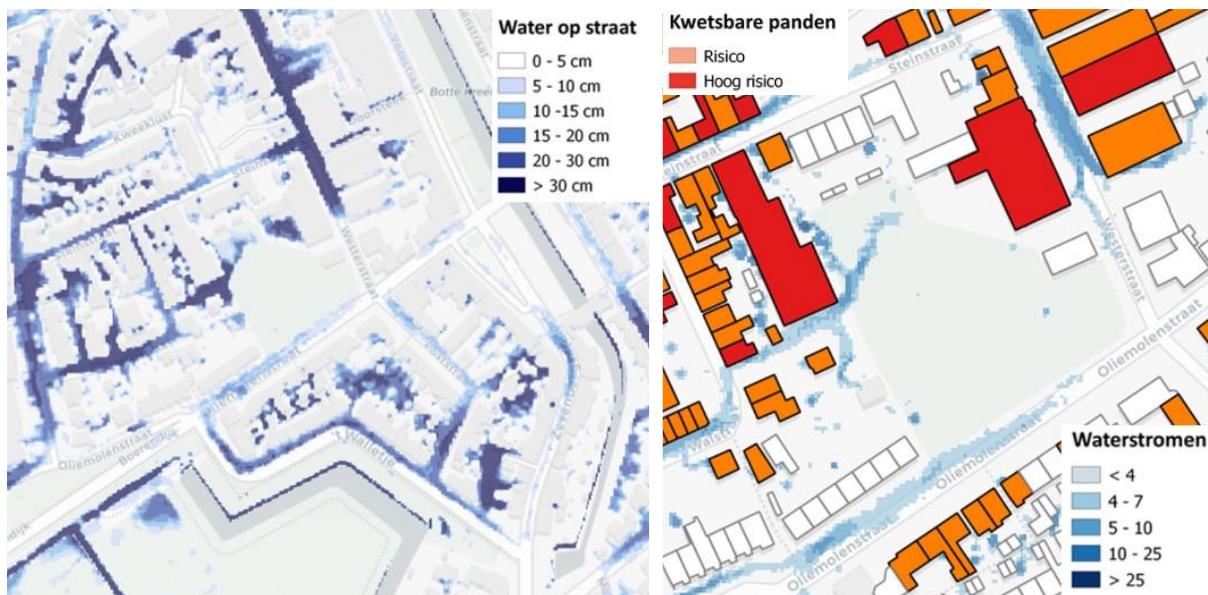


figuur 6: water op straat (bui van 140 mm in 2 uur)

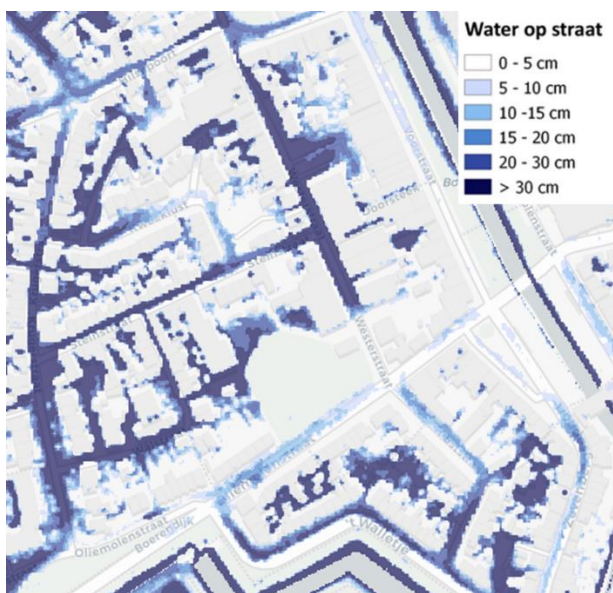
noordelijke deel van het gebied en rond zijde 'Van der Giessenhof'. In figuur 8 is te zien dat dit ook de lage delen van het gebied betreffen waar het afstromende water vanuit het gebied zelf en de omgeving zich kan verzamelen.

In de dagelijkse praktijk kan er mogelijk zelfs al bij kleinere buien water via kolken omhoog komen op het lage maaiveld rond het 'Van der Giessenhof'. Deze kolken bevinden zich op het terrein in de toerit vanuit de Walstraat. Als deze in verbinding staan met het gemengde riool in de Walstraat zal hier op basis van de wet van communicerende vaten, al water uittreden voordat het water bij extreme neerslag vanuit het riool in de Walstraat op straat komt te staan.

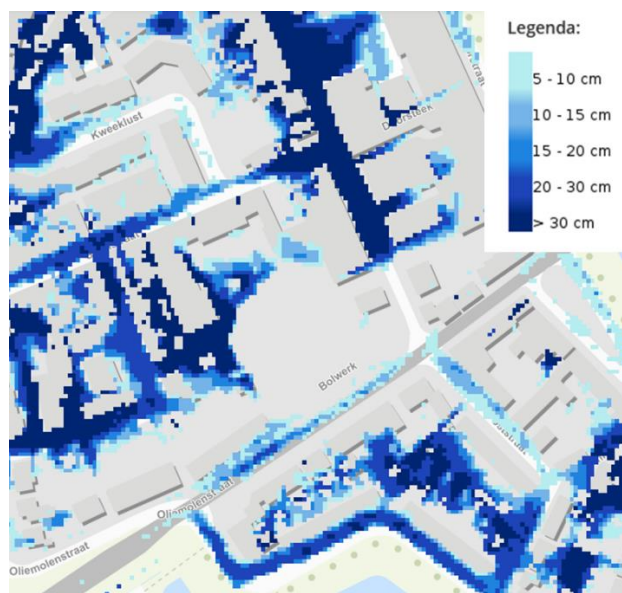
De stresstesten laten zien dat zelfs bij optimaal functionerende riolering ontworpen op bui 08, 09 en/of 10 er bij extremere neerslag water op straat zal komen te staan. Vanuit de gemeente is dit ook in de dagelijkse praktijk de ervaring op met de getoonde afbeeldingen overeenkomende locaties.



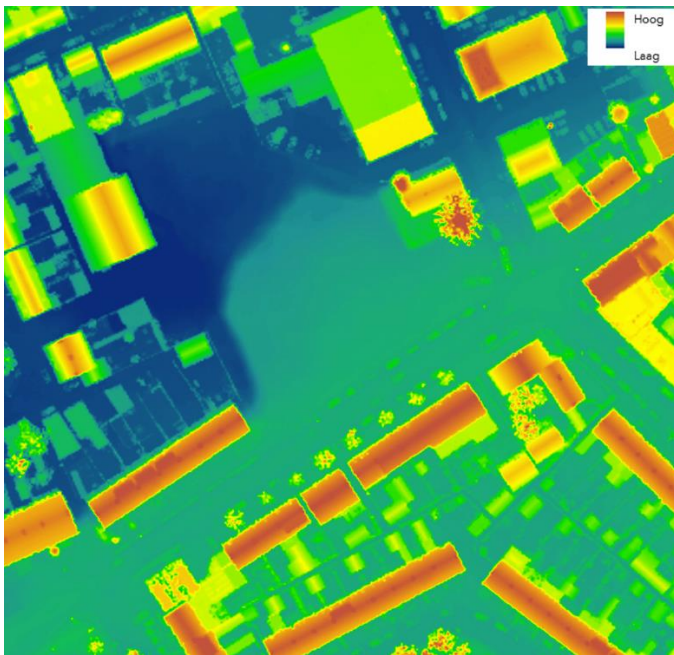
figuur 7: water op straat, stroombanen en kwetsbare panden (bui van 60 mm in 1 uur)



figuur 5: water op straat (bui van 160 mm in 1 uur)

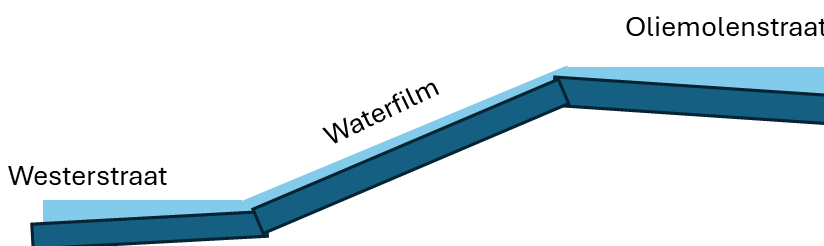


figuur 6: water op straat (bui van 140 mm in 2 uur)



figuur 8: maaiveld hoogte (huidige situatie)

In de Westerstraat t.h.v. de toerit kan zich bij de getoonde neerslag extremen (figuur 5 en figuur 6) een waterfilm vormen door water dat over de Westerstraat naar beneden stroomt vanuit de Oliemolenstraat (figuur 9). Deze waterfilm zal een beperkt diepte hebben omdat het water over de straat vrij kan afstromen. Het maaiveld t.h.v. de toerit is +0,71 m NAP met een beperkte waterfilm is de tegendruk vanuit het stelsel in de Westerstraat indicatief +0,75 à +0,80 m NAP, met de vanuit de uitgangspunten geëist meer hoogte van het vloerpeil van 20 à 30 cm zou het minimale vloerpeil binnen de ontwikkeling +0,95 à +1,05 m NAP worden. Dit is ruim voldoende om terugloop van vuilwater vanuit de omgeving tegen te gaan. Een aansluiting op het riool in de Westerstraat kan het beste stroomafwaarts van de toerit worden aangesloten, om extra opstuwing te voorkomen door water dan vanuit de Oliemolenstraat omlaag komt stromen.

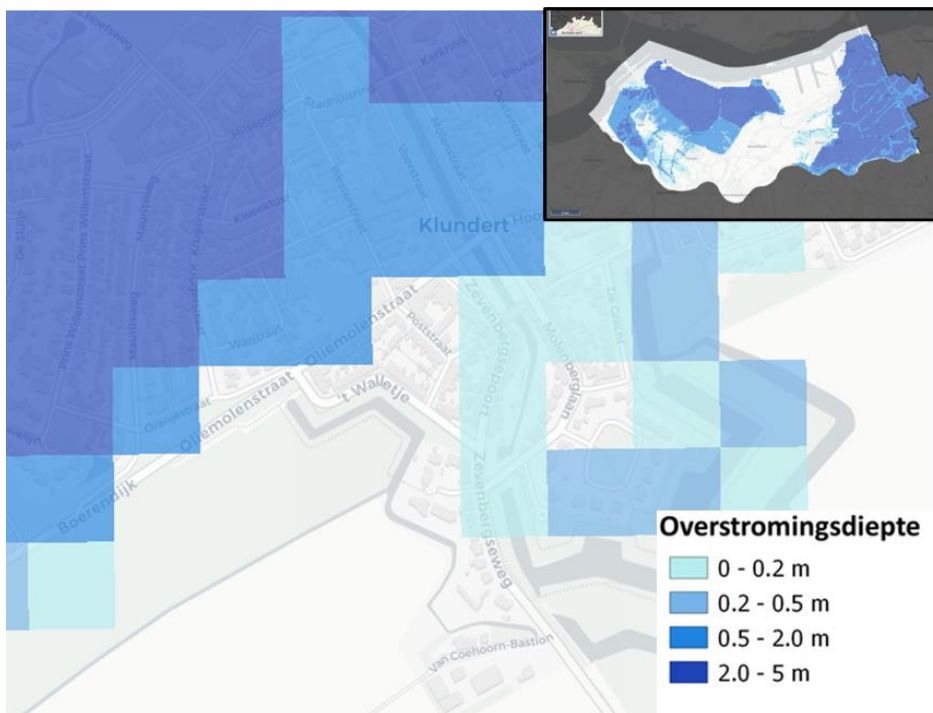


figuur 9: afstromend waterfilm van hoog naar laag

Bij de getoonde extremen (figuur 5 en figuur 6) kan er 20 tot 30 cm water op straat komen te staan in de Walstraat t.h.v. de toerit. Dit zijn weliswaar extremen die groter zijn dan de gevraagde toetsbui voor de ontwikkeling (Bui Herwijnen; 94 mm in 70 minuten). Maximaal zal de waterstand hier -0,1 m NAP + 30 cm zijn, dus +0,2 m NAP. Dit zou dan de maximale tegendruk zijn die de Walstraat heeft in het geval dat het vuilwater vanuit de ontwikkeling op de Walstraat zou worden afgevoerd. Met een vloerpeil van +0,30 en +0,40 m NAP kan de ontwikkeling hierop veilig worden aangesloten en dit voldoet aan de gegeven uitgangspunten voor de minimale vloer hoogte.

In figuur 10 is te zien dat met een grove indicatie het maaiveld niveau rond de +0,0 à +0,40 m NAP een overstromingsrisico bij dijkdoorbraken kent met een waterdiepte van 0,2 tot 0,5 m. Afhankelijk van windopstuwing zou dit kunnen betekenen dat in het extreem uitzonderlijke geval van een dijkdoorbraak bij voorbeeld 20 cm water op de begane vloer zou kunnen komen te staan

en/of dat dit met beperkte zand zakken is tegen te houden. Dit is vooral van belang voor het bewust zijn van de bewoners, ze wonen straks op een relatief hoog deel binnen Klundert. Dijkdoorbraken in Nederland zijn extreem zeldzaam en dit maakt géén onderdeel uit van de toetsingskaders voor het projectgebied.



figuur 10: maximale overstromingsdiepte bij dijkdoorbraak

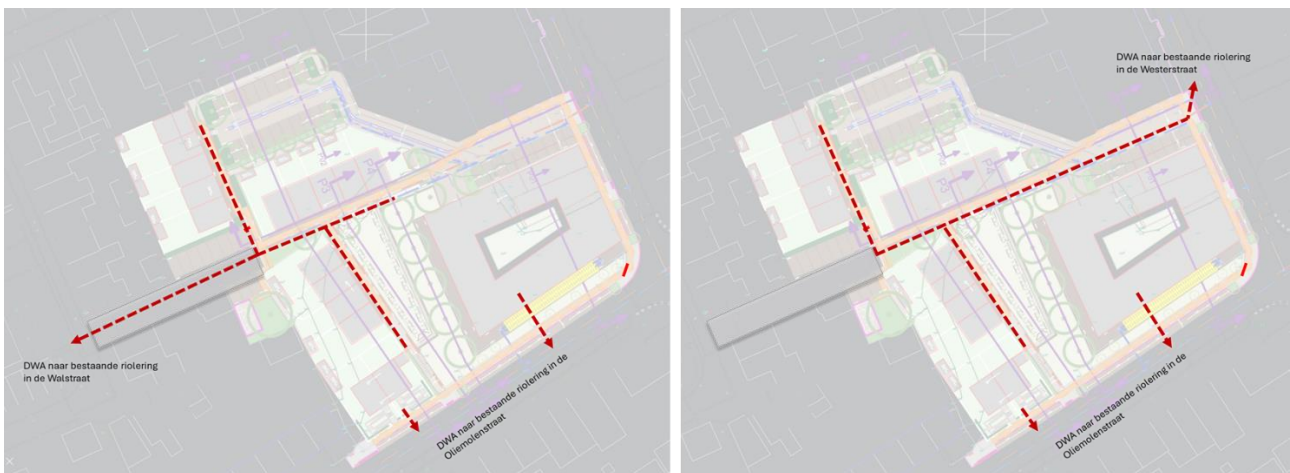
De ontwikkeling – het waterhuishoudkundige ontwerp

In het ontwerp is er opgestuurd dat vuilwater in het gebied wordt ingezameld en wordt afgevoerd op het omliggende gemengde riool. Hemelwater wordt tijdelijk geborgen en vertraagd afgevoerd richting het hemelwaterriool.

In voorgaande paragraaf is geconstateerd dat voor het afvoeren van het vuilwater naar de Westerstraat het vloerpeil significant moet worden opgehoogd, dit in relatie tot het mogelijke vloerpeil in het geval van aanbieden naar de Walstraat.

Het verhogen van de vloerpeilen maakt dat het aansluiten van de omgeving op de woningen en van het plangebied op zijn direct omgeving diverse nieuwe knelpunten oplevert. Een alternatief is om ook het vuilwater te gaan verpompen naar de westerstraat, maar dat zou dan nog een extra bemalingspunt opleveren met het daarbij behorende beheer en onderhoud voor waarschijnlijk de hele levensduur van de ontwikkeling.

De optie om het vuilwater af te voeren richting de Walstraat, sluit het beste aan bij het huidige planontwerp met vloerpeilen van +0,30 en +0,40 m NAP. Ook bij extreme neerslag blijft dan het plangebied functioneren met behoud van het huidige inrichtingsontwerp en vloerpeilen. Een nog te behandelen aandachtspunt hierbij is een beperkte dekking op het afvoerende vuilwaterriool bij de huidige maaiveld hoogte van de toerit ter hoogte van 'Van der Giessenhof'.



figuur 11: vuilwaterafvoer naar gemengde riool in de Westerstraat (rechts) of Walstraat (links)

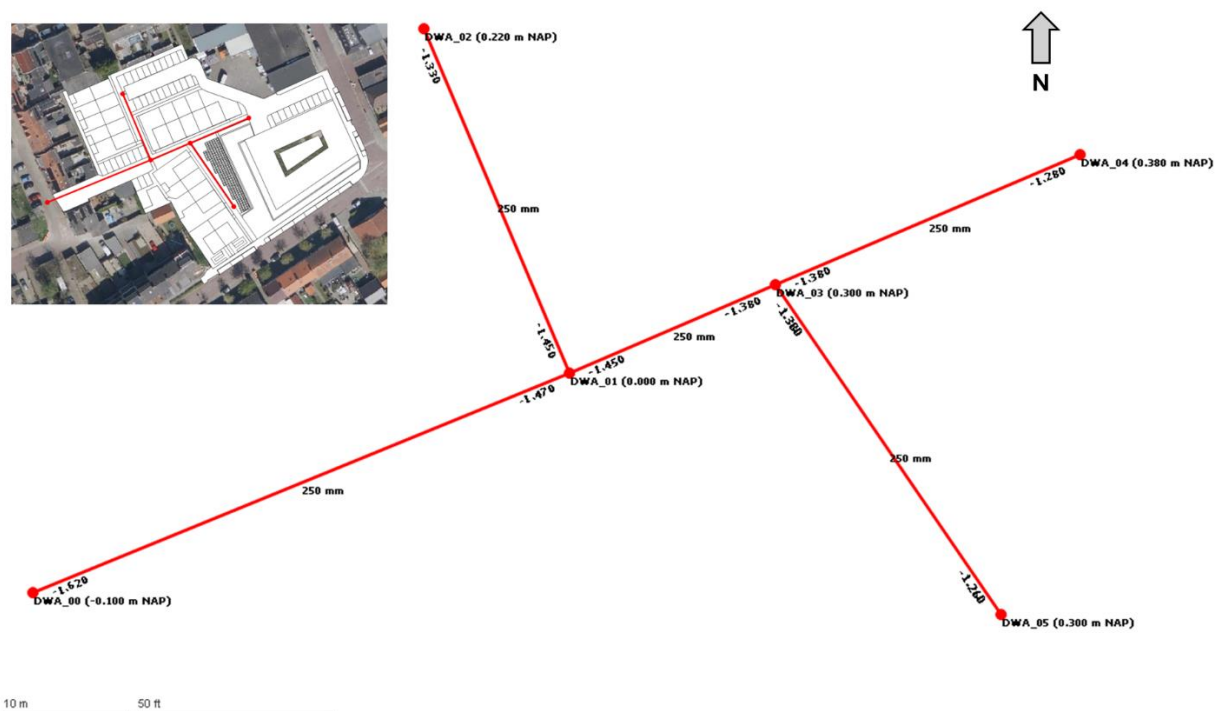
Omdat het aansluiten van het vuilwaterriool op het gemengde riool in de Walstraat het potentieel mogelijk maakt om het huidige ontwerp qua hoogte inrichting aan te houden, wordt in deze rapportage die variant verder uitgewerkt voor het vuilwaterriool. De omgang met afstromend hemelwater in het plangebied is voor beide vuilwater varianten gelijk.

Ontwerp vuilwaterriool naar de Walstraat

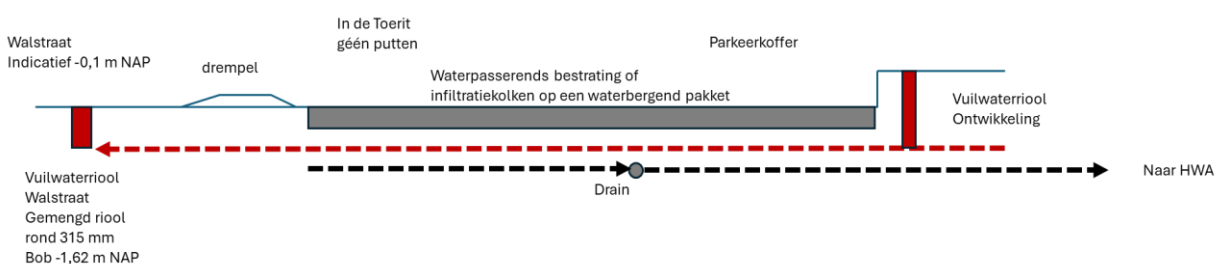
In figuur 1 is het ontwerp voor de vuilwaterafvoer op het gemengde riool in de Walstraat gegeven (zie ook Bijlage 1 - DWA ontwerp).

De leiding tussen de putten DWA_00 en DWA_01 ligt in de noordzijde van de toerit naar 'Van der Giessenhof', het huidige maaiveld is daar nog erg laag. Na aanvullende inmeting van het maaiveld en vloerpeilen van de aangrenzende woningen kan dit laatste deel in ieder geval beperkt worden opgehoogd. In de verdere ontwerputwerking kan dit worden geoptimaliseerd, rekening houdend met de punten die voor het afstromende hemelwater verderop worden besproken.

In verband met de maaiveldhoogte is het advies om tussen de putten DWA_00 en DWA_01 geen aansluitingen en/of extra putten toe te voegen (figuur 13). Met het huidige maaiveld zou deze leiding een dekking hebben van ± 60 cm, met bewuste aanleg en beschermende maatregelen zou een dekking van minimaal 80 cm (bij een maaiveld $-0,4$ m NAP) civieltechnisch haalbaar zijn voor een veilige ligging. Ervan uitgaande dat op dit leiding tracé geen aansluitingen worden gemonteerd is een dekking van minimaal 1,00 m (bij een maaiveld $-0,2$ m NAP) wenselijk. De maatvoering van de vuilwaterputten en -leidingen voor het ontwerp is gegeven in tabel 2 en tabel 3.



figuur 12: ontwerp vuilwaterafvoer naar de Walstraat



figuur 13: lengte profiel toerit Walstraat

tabel 2: vuilwaterputten

Put ID	Maaiveld [m NAP]	Maatvoering
DWA_00	-0,1	800 mm
DWA_01	0,0	800 mm
DWA_02	0,22	800 mm
DWA_03	0,3	800 mm
DWA_04	0,38	800 mm

tabel 3: vuilwaterleidingen

Put (van)	Put (naar)	Diameter [mm]	Lengte [m]	Verhang [m:m]	b.o.b. (van) [m NAP]	b.o.b. (naar) [m NAP]
DWA_05	DWA_03	250	31,0	1:250	-1,26	-1,38
DWA_04	DWA_03	250	25,6	1:250	-1,28	-1,38
DWA_03	DWA_01	250	17,4	1:250	-1,38	-1,45
DWA_02	DWA_01	250	29,0	1:250	-1,33	-1,45
DWA_01	DWA_00	250	45,0	1:300	-1,47	-1,62

Ontwerp aandachtspunten grondwater

Grondwater. Uit de Geohydrologische Analyse blijkt, dat zowel het eerste watervoerende pakket (vanaf 20 mtr +/- NAP) alsmede de zandtussenlaag (4 tot 7 mtr +/- NAP) een stijghoogte van het grondwater hebben van maximaal 0,0 m NAP. Dit betekent voor de laag gelegen terreindelen in de nieuwe situatie, dat de stijghoogte van het grondwater tot net onder het maaiveld. Als de woningen worden onderheid ontstaat afhankelijk van de lengte van de heipalen en uitvoeringsmethode een risico, dat met het aanbrengen van deze palen een doorbraak komt richting het dieper gelegen grondwater. En kan kwelvorming ontstaan langs de paalschachten en daarmee mogelijk wateroverlast. Het advies is om het mee te nemen in de verder uitwerking en indien nodig dit risico weg te nemen.

De huidige bodem bestaande uit klei en veen is zeer slecht doorlatend, hierdoor is geen lokale infiltratie mogelijk. Door de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket is er ook geen diepinfiltratie mogelijk.

Het plan gaat uit van een beperkte grondverbetering en ophoging mede vanwege de inpassing in de omgeving, het grondwater kan daardoor niet of nauwelijks op een natuurlijke wijze afvoeren, anders dan verdamping. Een te hoge grondwaterstand is een risico voor de inrichting en het functiegebruik van het gebied, denk aan vocht onder de woning en opvriezen van de ondergrond, stabiliteit van de weg en het wegcunet. Mede daarom is de verdere omgang met grondwater meegenomen in de verder uitwerking van het ontwerp voor het hemelwatersysteem hieronder.

Onder de ontwikkelingen wordt een drainage net (b.o.b. -1,40 m NAP) aangelegd (figuur 16) waarmee het gebied kan ontwateren en bergingsvoorzieningen vertraagd kunnen leeglopen. Deze voorzieningen en drain worden in een goed drainerend zandpakket geplaatst met een k-waarde van minimaal 4 m/dag. De drain ϕ 110 mm PE wordt aangesloten op het hemelwaterriool in deelgebied 5, met een peilinstelling van -1,1 m NAP. De drain wordt op hoekpunten voorzien van een doorspuut put ϕ 315 mm PE. Uitgaande van een minimaal maaiveld in deelgebied 6 van -0,40 m NAP is met een grondwaterpeil regulering van -1,1 m NAP, in de hele ontwikkeling een drooglegging van minimaal 70 cm voor wegcunet en woningen te realiseren.

Ontwerp en principe afstromend hemelwater

Vanuit de Geohydrologische Analyse en het sonderingsrapport is het duidelijk, dat infiltratie richting de bestaande ondergrond (klei/veen) niet mogelijk is. Met dat uitgangspunt en de opgave om een significante neerslag in het gebied op te vangen en er alleen een vertraagde afvoer van afstromend hemelwater is toegestaan, is het ontwerp uitgewerkt als een gesloten systeem.

Om deze gesloten systeem benadering toe te kunnen passen er een analyse gemaakt vanuit de eerder beschreven klimaatscan met extreme neerslag. Hoe is daarbij te voorkomen dat water vanuit het gebied de directe omgeving belast en hoe is te voorkomen dat water vanuit de omgeving het gebied instroomt.

Vervolgens is vanuit een statische benadering de bergingsopgave binnen het gebied bepaald en de systeem keuze om na het bergen van de toetsbui, deze vertraagd te kunnen afvoeren als er weer ruimte beschikbaar is in het aangrenzende hemelwaterriool in de Oliemolenstraat.

Het plangebied is opgedeeld in onderscheidende deelgebieden (figuur 14), om per gebied de omgang met het afstromende hemelwater te beschouwen. Het betreft de volgende deelgebieden:

1. het appartementen blok;
2. de dijkwoningen;
3. de grondgebonden woningen van "Het Bolwerk";
4. de grondgebonden woningen van "Van der Giessenhof";
5. Het parkeerterrein en de ontsluiting richting de Westerstraat;
6. Het parkeerterrein en de ontsluiting richting de Walstraat.



figuur 14: omgang afstromend hemelwater – deelgebieden

Voor de schoonwaterhuishouding, de omgang met het afstromend hemelwater, de waterberging, het grondwater en de vertraagde afvoer wordt verderop elk deelgebied apart toegelicht. Het basis principe voor de omgang met afstromend hemelwater binnen de deelgebieden is dat deze lokaal wordt geborgen en vertraagd tot afstroming komt, hierbij wordt de regendruppel van boven naar beneden gevolgd, langs het pad van afstroming. In figuur 15 is dit principe schematisch

weergegeven met voor elk deelgebied een bergende voorziening en waar deze vertraagd naar toe afvoert. Voor de vertraagde afvoer binnen het gebied wordt gebruik gemaakt van een drainage stelsel (figuur 16) dat is aangesloten op een hemelwaterriool en een – gemaal (figuur 15) voor de inzameling en het transport. In elk deelgebied wordt gezocht welke berging daar inpasbaar is en wat er eventueel in een ander deelgebied moet worden gecompenseerd.



figuur 15: deelgebieden met waterberging en afstromingsrichting

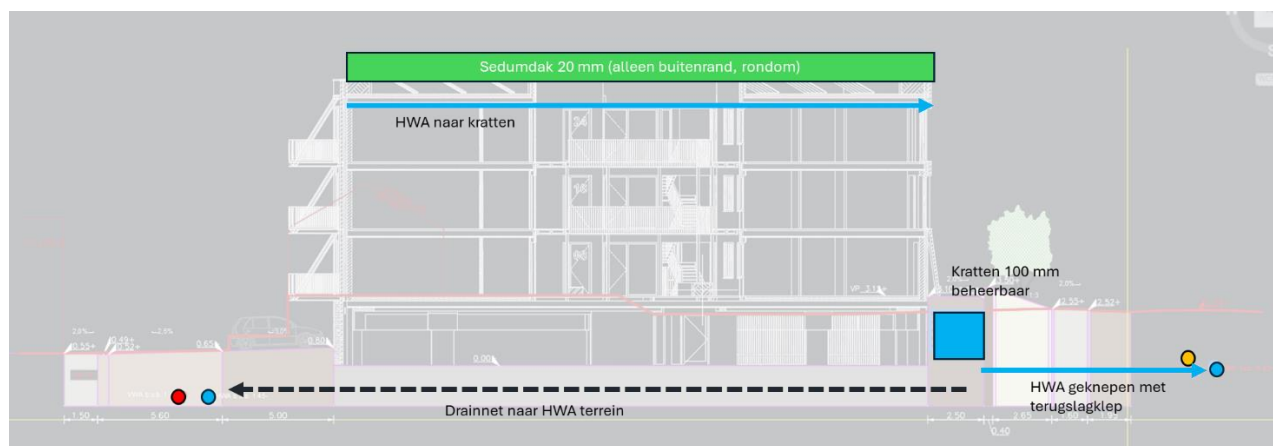


figuur 16: drainage

Deelgebied 1: het appartementenblok

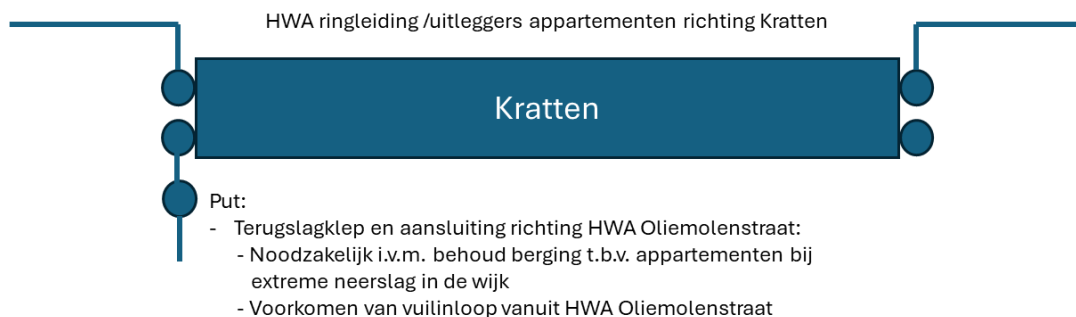
Het appartementencomplex (figuur 17) in deelgebied 1 (figuur 14) bestaat uit een dakoppervlak van 1070 m², waarop rondom een 40 cm brede strook sedum met een waterbergende capaciteit van 20 mm wordt aangelegd (oppervlak van 55 m²). Rond de zuid en oostzijde van het complex ligt nog een terras met elementenverharding (oppervlak 185 m²). De westzijde van het pand grenst direct aan de inrichting van de Westerstraat en de groenzone (talud) langs de zuidzijde grenst direct aan de inrichting van de Oliemolenstraat.

Tezamen vraagt dit binnen deelgebied 1 om een statische bergingscapaciteit van 124,5 m³ bij 100 mm neerslag. Deze bergingscapaciteit wordt gerealiseerd in een krattenveld langs de zuidzijde van het complex, onder het terras (+3,05 m NAP). Dit krattenveld (figuur 18) voert vertraagd af richting het hemelwaterriool in de Oliemolenstraat via een geknepen perceelaansluiting met een terugslagklep om instroom vanuit de Oliemolenstraat te voorkomen bij hoogwater in de straat. De onderzijde van het krattenveld komt maximaal op +0,30 m NAP om volledige leegloop mogelijk te maken. Bij een beschikbare hoogte en breedte van 2,25 m volstaat een lengte van het pakket van 25 m. Hiermee is dit kratten pakket inpasbaar binnen de beschikbare ruimte. De maatvoering is hierbij gebaseerd op de aanwezige HWA-perceelaansluiting.



Kratten en Putten:

- met filterroosters en zandvang;
- voor reiniging kratten;
- Ontlastvoorziening/overloop op maaiveld voor bij overschrijding ontwerpgebui

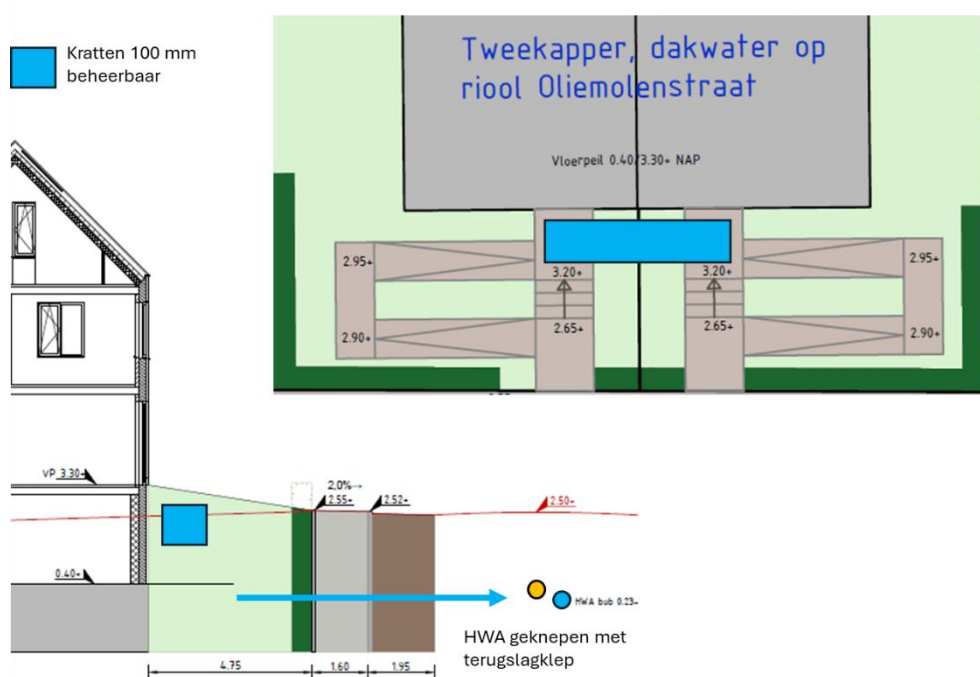


figuur 18: detail kratten

Deelgebied 2: de dijkwoningen

Het hemelwater aan de voorzijde van de dijkwoningen (oppervlak 47 m²) en de hoger gelegen delen van de tuinen in deelgebied 2 (figuur 14), zal vergelijkbaar als met het appartementencomplex vertraagd via kratten worden afgevoerd naar het regenwaterriool in de Oliemolenstraat (figuur 19).

Dit dak oppervlak vraagt dit binnen deelgebied 2 om een statische bergingscapaciteit van 4,7 m³ bij 100 mm neerslag. De kratten (figuur 18) zijn aangesloten op een geknepen perceelaansluiting met een terugslagklep om instroom vanuit de Oliemolenstraat te voorkomen bij hoogwater in de straat. De onderzijde van het krattenveld komt maximaal op +0,30 m NAP om volledige leegloop mogelijk te maken. Een bergend volume van 2,25 m³ per perceel is ruim inpasbaar binnen de beschikbare ruimte. De maatvoering is hierbij gebaseerd op de aanwezige HWA-perceelaansluiting.



figuur 19: profiel dijkwoningen

Deelgebied 3: de grondgebonden woningen van "Het Bolwerk"

In deelgebied 3 (figuur 14) zijn 11 grondgebonden woningen (dakoppervlak 439 m²) geprojecteerd en de achterzijde van twee dijkwoningen (dakoppervlak 47 m²). Het afstromende hemelwater van deze percelen stroomt in het mandelig gebied oppervlakkig af naar de wadi (figuur 20). De woningen bieden het water bovengronds aan, via een uitstroomtegels loopt het water over het trottoir naar de wadi.

De bergingen op de percelen (dakoppervlak 82 m²) worden voorzien van een sedumdak met een waterbergende capaciteit van 20 mm. De resterende delen van de percelen (de tuinen) hebben een totaal oppervlak van 654 m², de eerste 10 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming.

Verder zijn in de bergingsberekening meegenomen:

- de groenvlakken (oppervlak 413 m²), de eerste 20 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming;
- de elementenverharding (oppervlak 267 m²), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming;
- en de wadi (oppervlak 256 m²).

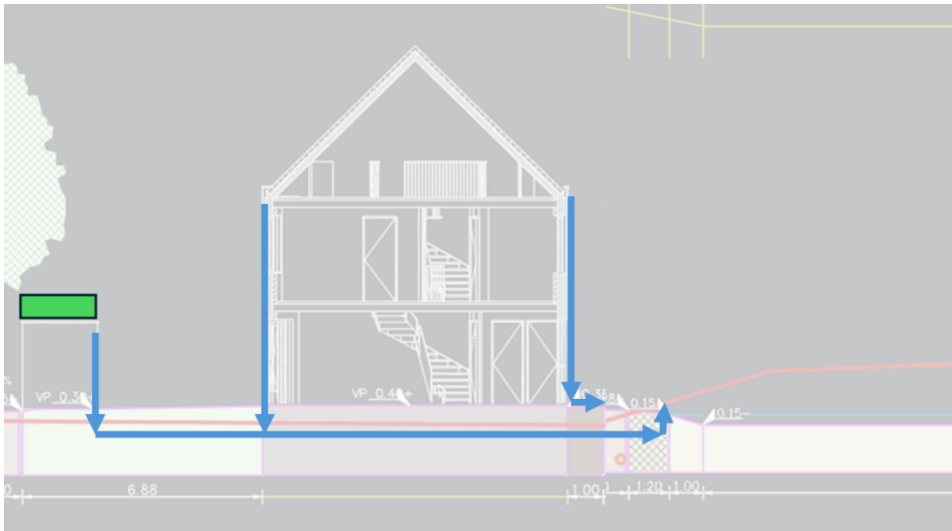
Bij elkaar vraagt dit om een statische bergingscapaciteit van 198 m³ bij 100 mm neerslag. Deze berging wordt in dit deelgebied gerealiseerd in de vorm van een wadi.

De bodem van de wadi ligt op -0,15 m NAP, op het moment dat er 30 cm. water in staat kan bovengronds 46 m³ water geborgen worden. In de wadi zal tevens een inspectieput met waaierdeksel worden geplaatst waar het water bij extreme neerslag rechtstreeks in weg kan lopen bij waterstanden van meer dan 45 cm. Deze put is direct verbonden met het hemelwaterriool en krattenveld. Bij een waterstand van 45 cm kan bovengronds 69 m³ water geborgen worden.

Onder de wadi worden kratten aangebracht met een oppervlak van 154 m², de onderzijde op niveau ten laagste -1,30 m NAP en een hoogte van 1,0 m. hierin kan 154 m³ water worden geborgen.

De wadi en het krattenveld kunnen hiermee samen 223 m³ water bergen, dit is 25 m³ meer dan benodigd voor deelgebied 3. Optioneel is het krattenveld onder de wadi nog verder uit te bouwen qua oppervlak om ook water te bergen vanuit andere deelgebieden.

De wadi voert regulier vertraagd af via de wadibodem naar de kratten, welke via een overloop zijn verbonden met het aan te leggen hemelwaterriool in deelgebied 5. Bij extreme neerslag kan via de put met waaierdeksel (de slokop) water direct worden geborgen in het krattenveld.



figuur 20: grondgebonden woningen "Het Bolwerk" langs wadi

Deelgebied 4: de grondgebonden woningen van "Van der Giessenhof"

In deelgebied 4 (figuur 14) zijn 5 grondgebonden woningen (dakoppervlak 233 m²) geprojecteerd. Het afstromende hemelwater van deze percelen stroomt op eigen perceel af naar kratten (figuur 21). Elk perceel biedt het water vanuit een overloop op de kratten het overtollige water bovengronds aan, via een uitstroomtegels loopt het water over het trottoir naar het parkeerterrein (deelgebied 5).

De bergingen op de percelen (dakoppervlak 28 m²) worden voorzien van een sedumdak met een waterbergende capaciteit van 20 mm. De resterende delen van de percelen (de tuinen) hebben een totaal oppervlak van 240 m², de eerste 10 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming.

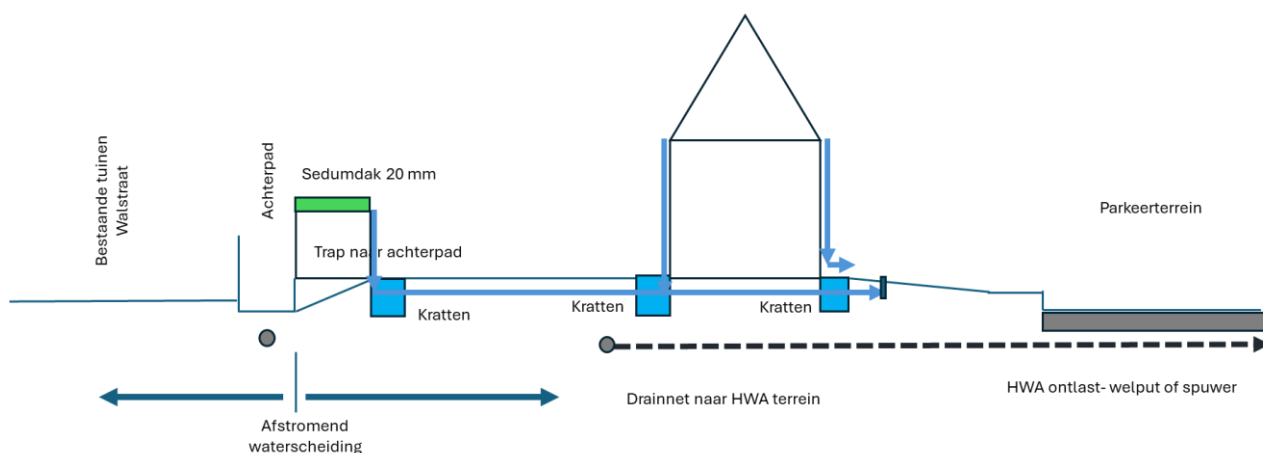
Verder zijn in de bergingsberekening meegenomen:

- de groenvlakken (oppervlak 3 m²), de eerste 20 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming;
- de elementenverharding (oppervlak 65 m²), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming.

Bij elkaar vraagt dit om een statische bergingscapaciteit van 53,5 m³ bij 100 mm neerslag. Deze berging wordt in dit deelgebied gerealiseerd in de vorm van een kratten.

Elk perceel wordt voorzien van een krattenveld (berging 10,7 m³) met een onderzijde op een diepte ten laagste -1,05 m NAP, een oppervlak van 10,7 m² en een hoogte van 1 m. De positionering van de kratten op elk perceel wordt in de civiele uitwerking nader bepaald, in figuur 21 is een mogelijke project van de kratten gegeven,

Onder het perceel wordt een (bouw)drain (b.o.b. -1,40 m NAP) aangelegd (figuur 21 en figuur 16) waarmee het perceel kan ontwateren en de kratten vertraagd kunnen leeglopen. Kratten en drain worden in een goed drainerend zandpakket geplaatst met een k-waarde van minimaal 4 m/dag. De drain ϕ 110 mm PE wordt aangesloten op het hemelwaterriool in deelgebied 5. De drain wordt op hoekpunten voorzien van een doorspuit put ϕ 315 mm PE.



figuur 21: grondgebonden woningen "Van der Giessenhof" langs het parkeerterrein

Deelgebied 5: het parkeerterrein "het Bolwerk" en de ontsluiting richting de Westerstraat

Deelgebied 5 (figuur 14) bestaat uit de toerit vanuit de Westerstraat richting het parkeerterrein, dit gebied is voor de bergingsberekening opgebouwd uit:

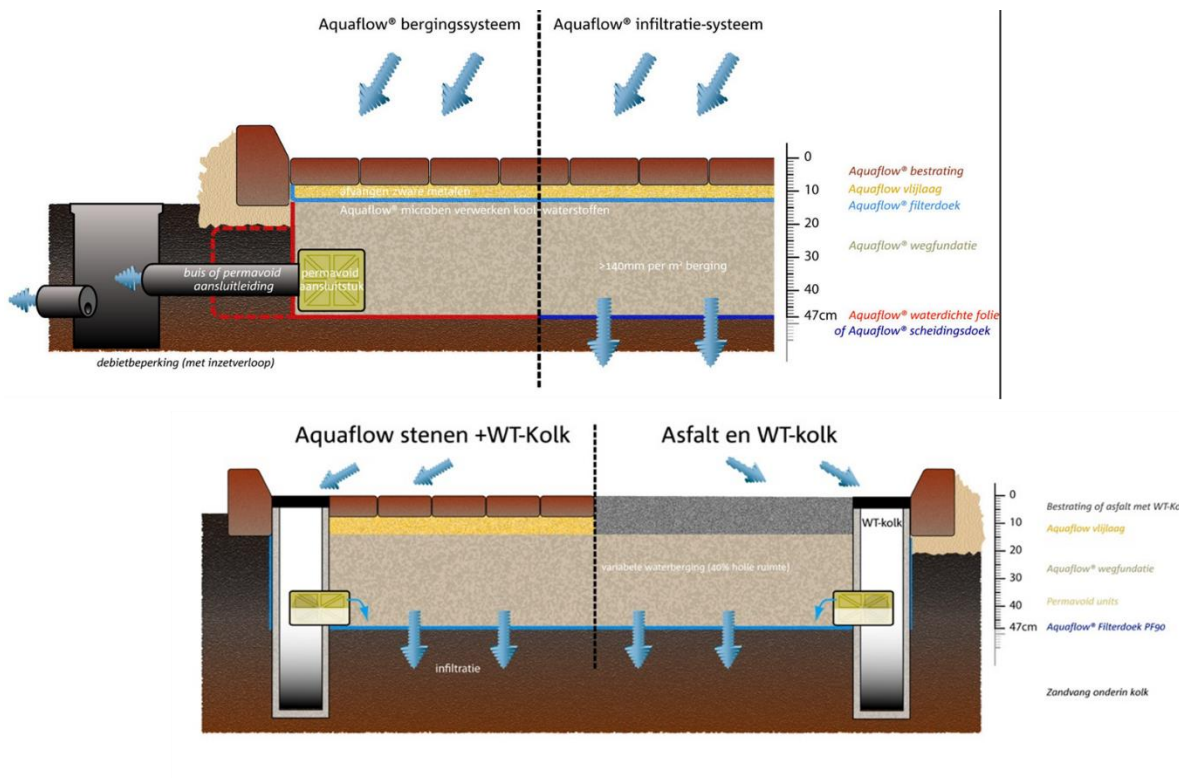
- de groenvlakken (oppervlak 62 m^2), de eerste 20 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming;
- de elementenverharding (oppervlak 727 m^2), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming.
- de parkeren (oppervlak 357 m^2), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming

Bij elkaar vraagt dit om een statische bergingscapaciteit van 108 m^3 bij 100 mm neerslag. Deze berging wordt in dit deelgebied gerealiseerd in de vorm van berging in de funderingslaag van de bestrating in de vorm van een granulaat met minimaal 40% holle ruimte, als alternatief kan voor een krattenpakket worden gekozen.

Een voorbeeld van een waterbergend funderingspakket op basis van een granulaat met 40% holle ruimte is Aquaflow (figuur 22). Dit puur ter illustratie, van een oplossing om water onder de bestrating te bergen, waarbij dit in de vorm van waterbergende parkeervakken en/of waterbergende wegvakken kan worden uitgewerkt. De toestroom van afstromend water naar het bergende pakket kan in de vorm van open – waterpasserende bestrating, maar ook doormiddel van kolken met zand- en vuilvang.

Er is onder de elementenverharding (weg en parkeren) 925 m^2 aan oppervlakte beschikbaar. Met boven gegeven voorbeeld van Aquaflow is met een standaard wegopbouw van 50 cm al 140 mm te bergen, dit geeft voor het beschikbare oppervlak een bergingscapaciteit van ruim 129 m^3 . In de civieltechnische uitwerking kan hier voor de detaillering mee gevarieerd worden door bijvoorbeeld een kleiner oppervlak en een dikker bergend pakket toe te passen,

Onder de weg wordt een drain (b.o.b. -1,40 m NAP) aangelegd (figuur 21) waarmee het perceel kan ontwateren en de waterberging onder de bestrating vertraagd kan leeglopen. De waterberging en drain worden in een goed drainerend zandpakket geplaatst met een k-waarde van minimaal 4 m/dag. De drain $\phi 110 \text{ mm}$ PE wordt aangesloten op het hemelwaterriool. De drain wordt op hoekpunten voorzien van een doorspuit put $\phi 315 \text{ mm}$ PE.



figuur 22: Aqua flow - waterbergende straatopbouw

Deelgebied 6: het parkeerterrein "Van der Giessenhof" en de ontsluiting richting de Walstraat

Deelgebied 6 (figuur 14) bestaat uit de toerit vanuit de Walstraat richting het parkeerterrein, dit gebied is voor de bergingsberekening opgebouwd uit:

- de groenvlakken (oppervlak 78 m^2), de eerste 20 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming;
- de elementenverharding (oppervlak 361 m^2), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming.
- de parkeren (oppervlak 137 m^2), de eerste 5 mm neerslag die hierop valt komt niet tot afstroming

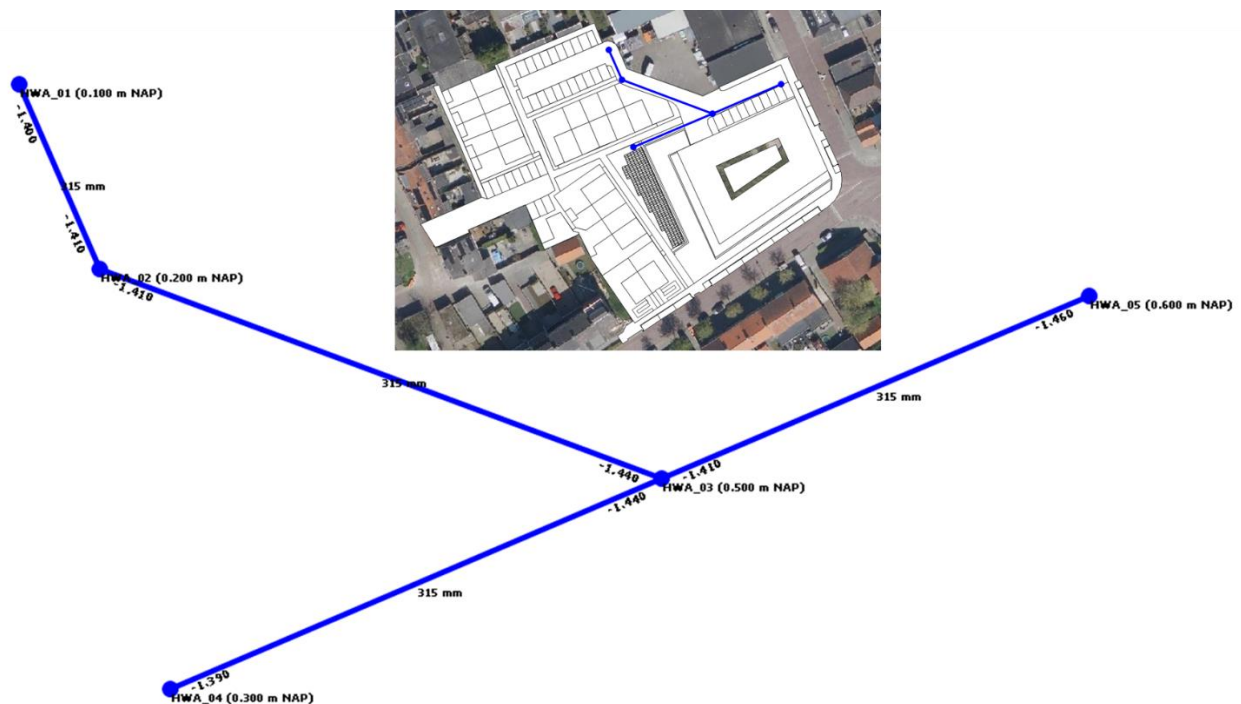
Bij elkaar vraagt dit om een statische bergingscapaciteit van 50 m^3 bij 100 mm neerslag. Deze berging wordt in dit deelgebied gerealiseerd in de vorm van berging in de funderingslaag van de bestrating in de vorm van een granulaat met minimaal 40% holle ruimte, als alternatief kan voor een krattenpakket worden gekozen.

Er is onder de elementenverharding (weg en parkeren) 416 m^2 aan oppervlakte beschikbaar. Met boven gegeven voorbeeld van Aquaflow is met een standaard wegopbouw van 50 cm al 140 mm te bergen, dit geeft voor het beschikbare oppervlak een bergingscapaciteit van ruim 58 m^3 . In de civieltechnische uitwerking kan hier voor de detaillering mee gevarieerd worden door bijvoorbeeld een kleiner oppervlak en een dikker bergend pakket toe te passen,

Onder de weg wordt een drain (b.o.b. -1,40 m NAP) aangelegd (figuur 21) waarmee het perceel kan ontwateren en de waterberging onder de bestrating vertraagd kan leeglopen. De waterberging en drain worden in een goed drainerend zandpakket geplaatst met een k-waarde van minimaal 4 m/dag. De drain $\phi 110 \text{ mm PE}$ wordt aangesloten op het hemelwaterriool. De drain wordt op hoekpunten voorzien van een doorspuit put $\phi 315 \text{ mm PE}$.

Voor deelgebied 6 is eerder beschreven dat het wenselijk is om het maaiveld op te hogen en dan met name rond het "Van der Giessenhof". Ook is het wenselijk om het risico op eventuele toestroom van water over maaiveld vanuit de Walstraat richting de toerit te verkleinen door het toepassen van drempels (figuur 15) in de toerit tussen huisnummer 13 en 15 en in een pad tussen huisnummers 9 en 7. Het achterpad tussen de woningen langs de Walstraat en het "Van der Giessenhof" wordt hiermee verder beschermt. Om eventueel afstromend water dat zich hier alsnog zou kunnen verzamelen, af te voeren is het advies om dit pad waar mogelijk op te hogen en een drain mee te leggen, die is aangesloten op de ontwikkeling.

De deelgebieden 2 t/m 6 voeren stapsgewijs vertraagd af op het hemelwaterriool (figuur 23) in deelgebied 5. Het totaal van alle bergingscapaciteiten in deze deelgebieden samen is 399 m³. Met een hemelwatergemaal (figuur 15) met een pompcapaciteit van 15 m³/uur kan dit in ongeveer 24 uur vertraagd worden afgevoerd op het hemelwaterriool in de Oliemolenweg.



figuur 23: ontwerp hemelwaterriool

tabel 4: hemelwaterputten

Put ID	Maaiveld [m NAP]	Maatvoering
HWA_00		800 mm
HWA_01		800 mm
HWA_02		800 mm
HWA_03		800 mm
HWA_04		800 mm

tabel 5: hemelwaterleidingen

Put (van)	Put (naar)	Diameter [mm]	Lengte [m]	Verhang [m:m]	b.o.b. (van) [m NAP]	b.o.b. (naar) [m NAP]
HWA_01	HWA_02	315				
HWA_02	HWA_03	315				
HWA_04	HWA_03	315				
HWA_03	HWA_05	315				

De ontwikkeling – de dynamische hydraulische toetsing

Het in de voorgaande paragraaf beschreven geoptimaliseerde ontwerp wordt na consensus over het toepassen van de beschreven maatregelen, in een integraal hydraulisch ICM model uitgewerkt en dynamisch getoetst met verschillende neerslaggebeurtenissen. Voor de toetsing worden in overleg met de gemeente de volgende buien doorgerekend:

- bui08 van de Kennisbank Stedelijk water (herhalingsijd van eens in de twee jaar – T2), zonder dat er water op straat ontstaat en een waking aanwezig is van minimaal 0,30 m;
- bui10 van de Kennisbank Stedelijk water (herhalingsijd van eens in de tien jaar – T10), verwerken zonder dat er water op straat ontstaat bij minimaal 90 % van de rioleringsputten;
- Bui T=100 ref. bui Herwijnen (2011): 94 mm in 70 minuten, water mag tijdelijk op straat staan zonder schade te veroorzaken;

Hierbij wordt het waterhuishoudkundige ontwerp van de ontwikkeling in relatie doorgerekend.

Met deze dynamische toetsing wordt geanalyseerd of daarmee de civiel technische planuitwerking van het eerder beschreven geoptimaliseerde ontwerp op details nog kan worden verbeterd. Dit betreft dan eventuele detaillering binnen het ontwikkelgebied, hierbij valt te denken aan de projectie van kolken, het plaatsen van een drempel etc.

Conclusie en advies

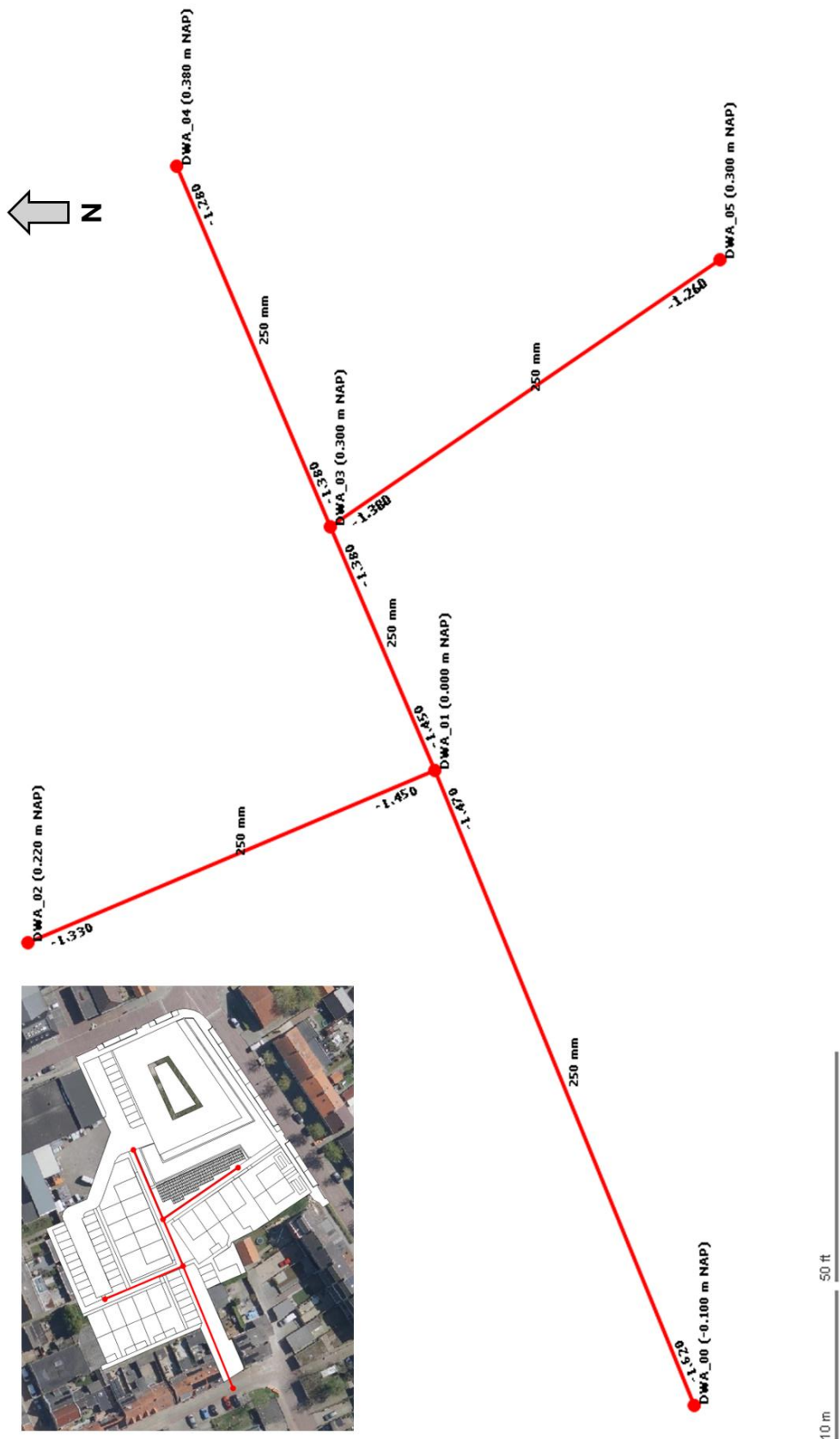
Vanuit de hiervoor beschreven statische analyse is aangetoond dat het ontwerp inpasbaar is te maken in de bestaande omgeving, in overeenstemming met de meegegeven ontwerp kaders:

- beschikbare berging van 100 mm binnen het plangebied voor de verwerking van extreme neerslag;
- vertraagd afvoeren van afstromend hemelwater richting het hemelwaterriool in de Oliemolenstraat;
- gescheiden afvoeren van vuilwater op het omliggende bestaande gemengde riool.

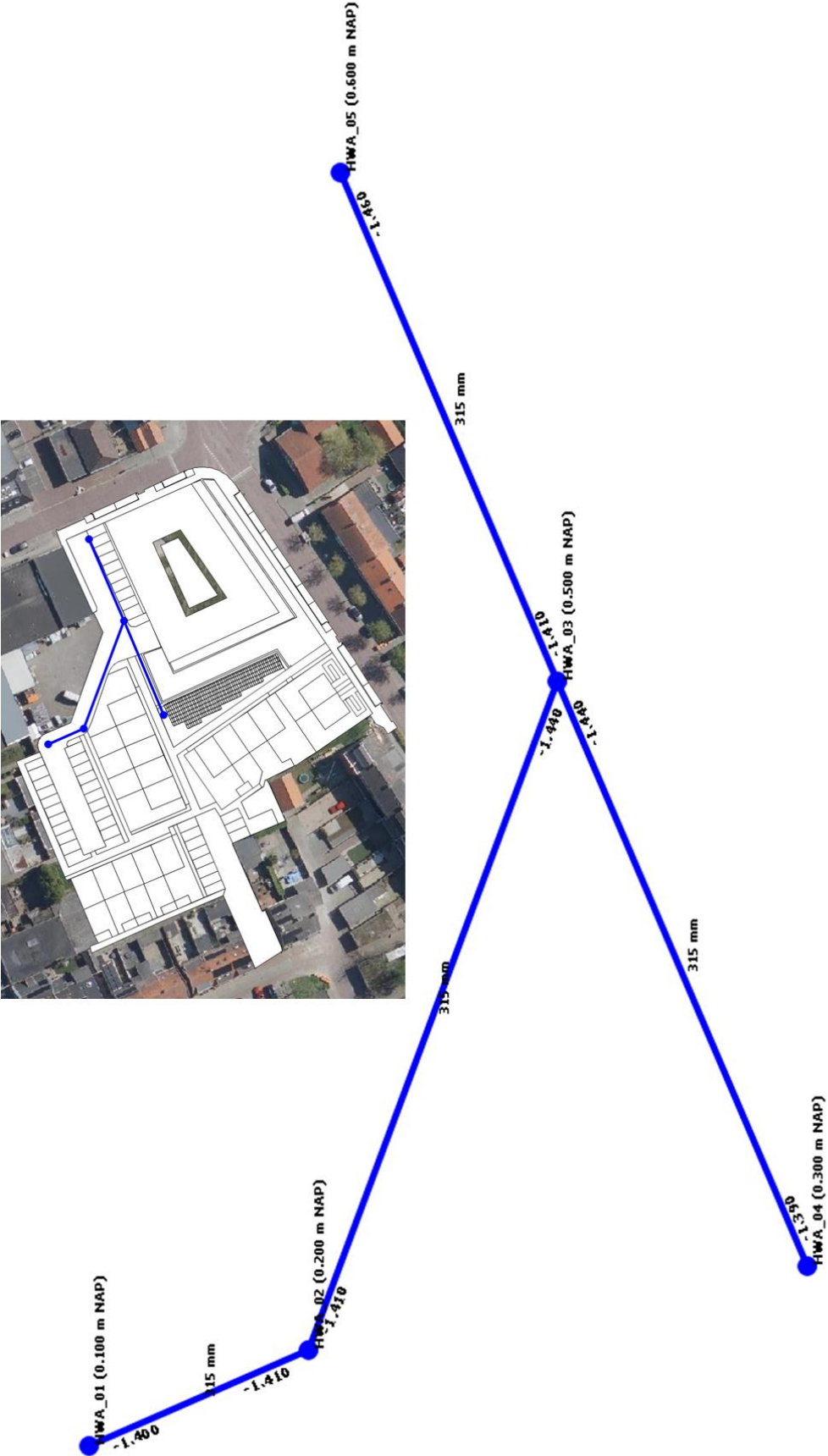
Met de in het ontwerp beschreven vloerpeilen en hoogte maten (zie ook Bijlage 3 – Peilen) is het mogelijk om te voldoen aan de gevraagd waterveiligheidskaders:

- voldoende veilige hoogte boven extreme waterstanden in het bestaande riool, zodanig dat dit niet in woningen kan teruglopen;
- voldoende veilige vloerpeilen van woningen om te voorkomen dat water bij de gevraagde toetsbuien (bui 08, bui 10 en bui T100), de woning kan inlopen.

Bijlage 1 - DWA ontwerp



Bijlage 2 - HWA ontwerp



Bijlage 3 – Peilen

