

Gemeente West Betuwe

Waterhuishoudkundigplan

Schoolstraat te Haaften

Auteur: MB

12-6-2024



Status: Definitief

Inhoud

Inleiding.....	3
Aanleiding.....	3
Doelstelling.....	3
Leeswijzer	3
Algemeen.....	4
Beschrijving plangebied	4
Maaiveldverloop en natuurlijke afstroming.....	4
Grondwaterproblematiek en huidige verlaging van grondwaterpeil.....	5
Bodemopbouw en peilbuisgegevens	7
Oppervlaktewater	7
Waterkeringen.....	7
Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	9
Riolering.....	10
Algemeen	10
Uitgangspunten voor HWA en DWA systeem.....	10
HWA systeem	10
Uitgangspunten HWA systeem	10
Afvoerend oppervlak.....	10
Ontwerp HWA systeem	11
Hydraulische toetsing	13
DWA systeem	16
Uitgangspunten DWA systeem	16
DWA productie	16
Ontwerp DWA vrij-verval systeem.....	16
Oppervlaktewatersysteem	18
Algemeen	18
Watercompensatie	18
Randvoorwaarden en uitgangspunten watercompensatie.....	18
Benodigde watercompensatie vanuit ontwikkeling.....	18
Balans oppervlaktewater	19
Balans alternatieve bergingen.....	19
Kwel	19
Conclusie watercompensatie	19
Werking systeem	20
Drooglegging	20
Klimaatverandering.....	20
Samenvatting	21
Bijlagen	23
Bijlage 1: Oppervlakkenbalans.....	24
Bijlage 2: Rekensheet watercompensatie.....	26
Bijlage 3: Kwelberekening.....	27

Bijlage 4: Uitvoergegevens SOBEK HWA stelsel tijdens ontwerpbeurt L09.....	28
--	----

Inleiding

Aanleiding

Door de gemeente West-Betuwe wordt in Haaften de ontwikkeling Schoolstraat voorbereid. Deze woonwijk wordt gerealiseerd in het centrum van de kern van Haaften. Aangezien water een steeds belangrijker thema is binnen ruimtelijke ontwikkeling, is het van belang dat de verschillende belangen afgewogen worden. In dat kader wordt dit waterhuishoudkundigplan opgesteld.

Doelstelling

Doelstelling van dit rapport is het inventariseren en uitwerken van de uitgangspunten en randvoorwaarden die betrekking hebben op de ontwikkeling van de nieuwbouwoontwikkeling aan de Schoolstraat te Haaften op het gebied van water. Het plan kan hiermee dienen als basis voor de verdere (technische) uitwerking van het rioolplan en het watersysteem. Voor de definitieve uitwerking zal door de gemeente een watervergunning worden aangevraagd bij het Waterschap Rivierenland

Daarnaast geeft het plan verdere invulling aan de regels die door de keur van het waterschap gesteld worden.

Leeswijzer

- | | |
|--------------------|---|
| Hoofdstuk 2 | In dit hoofdstuk wordt een algemene plangebied beschrijving weergegeven, met hierin beschreven het maaiveld verloop, het oppervlaktewater, het drainagesysteem en de bodemopbouw. |
| Hoofdstuk 3 | In dit hoofdstuk worden de randvoorwaarden en uitgangspunten voor het opstellen van het ontwerp gegeven. |
| Hoofdstuk 4 | In dit hoofdstuk wordt het toekomstige rioleringsysteem beschreven. |
| Hoofdstuk 5 | In dit hoofdstuk wordt het toekomstige oppervlakkenwatersysteem beschreven. |
| Hoofdstuk 6 | In dit hoofdstuk wordt een samenvatting weergegeven van de onderhavige rapportage. |

Algemeen

Beschrijving plangebied

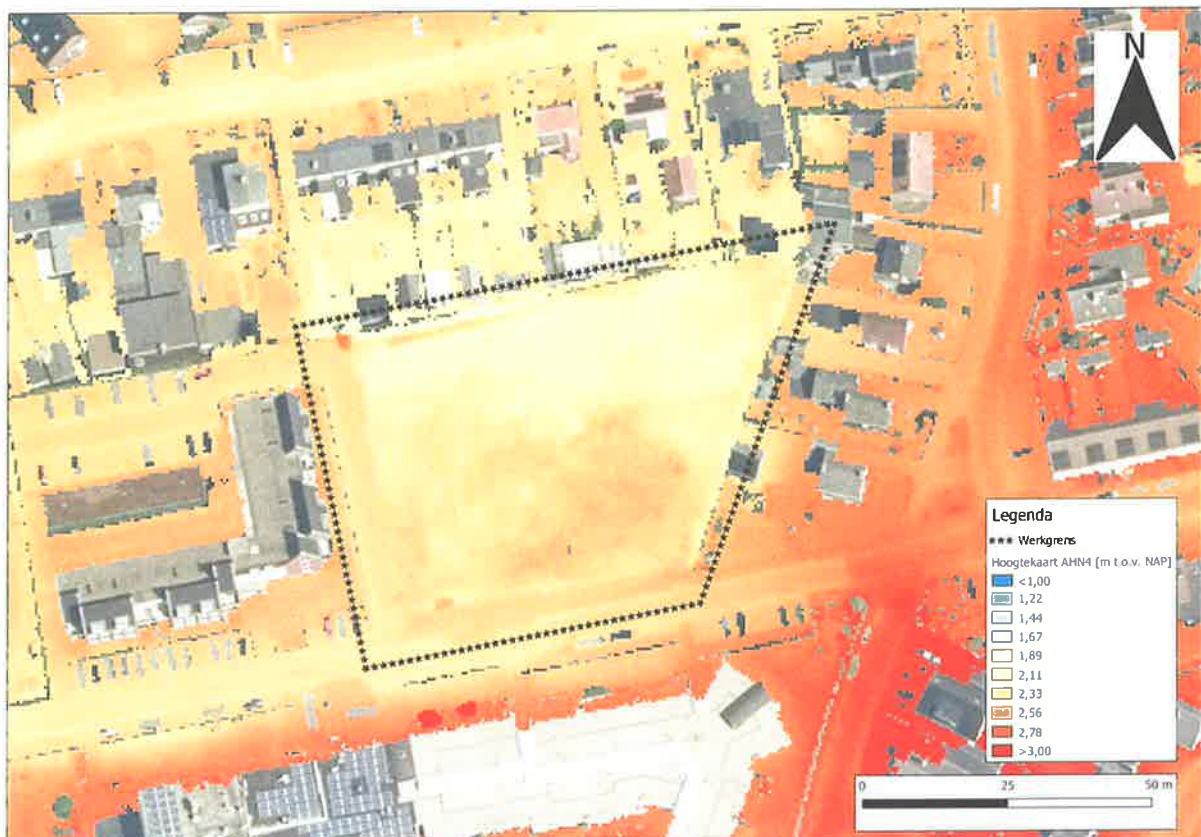
De kern Haaften is gelegen in de Provincie Gelderland. Als gevolg van een fusie behoort Haaften sinds 2019 tot de gemeente West-Betuwe. In de kern van Haaften wonen ca. 2.800 inwoners. Aan de noordzijde bevinden zich agrarische gronden en vervolgens de Rijksweg A15, aan de westzijde is Hellouw gesitueerd, aan de oostzijde is Waardenburg gesitueerd en ten zuiden van Haaften is de rivier de Waal gesitueerd. In de huidige situatie is het terrein braakliggend, voorheen was hier een basisschool gesitueerd. In figuur 1 worden indicatief de grenzen van het plangebied weergegeven.



figuur 1 **Indicatieve ligging plangebied**

Maaiveldverloop en natuurlijke afstroming

Met behulp van de AHN4 is een hoogtekkaart gemaakt van het te ontwikkelen gebied en de directe omgeving. Deze hoogtekkaart is weergegeven in figuur 2, waarbij indicatief de contouren van het ontwikkelen gebied met een stippellijn zijn opgenomen. Uit de hoogtekkaart van het huidige maaiveld volgt dat de zuidzijde van het plan een gemiddelde maaiveldhoogte heeft van ca. 2,40 m + NAP. Het overige deel van het plan is lager gesitueerd met een gemiddelde maaiveldhoogte van 2,00 m + NAP.



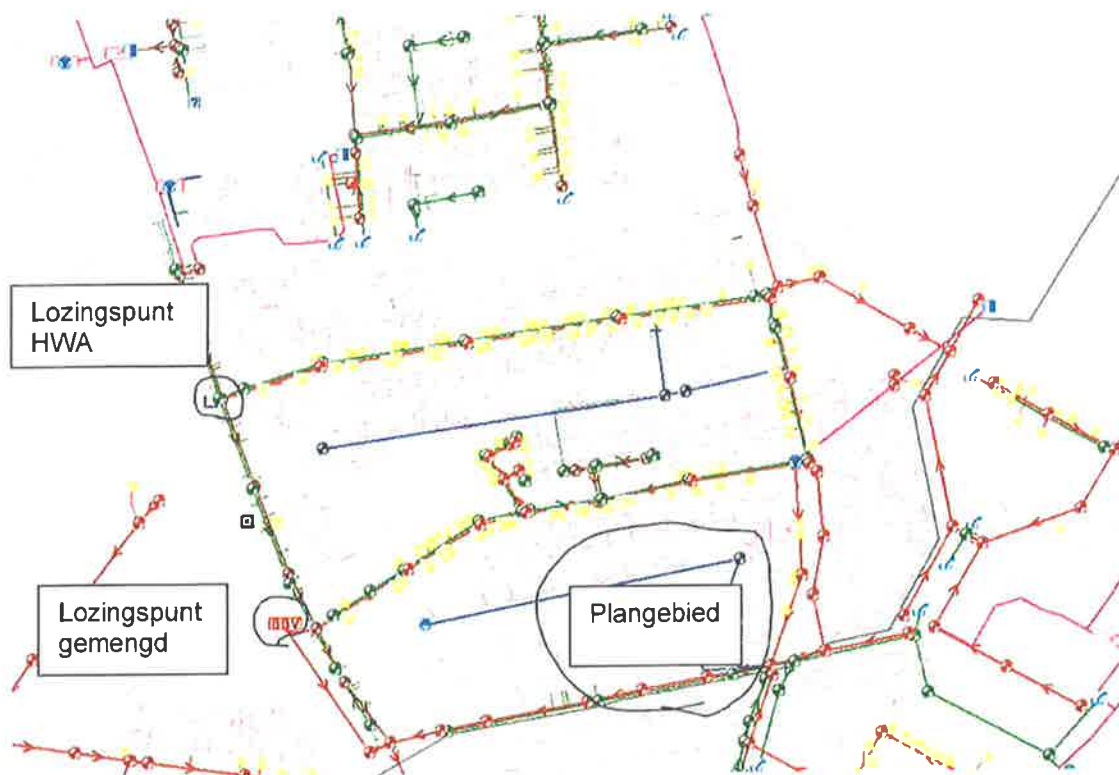
figuur 2 Hoogtekaart omgeving plangebied

Grondwaterproblematiek en huidige verlaging van grondwaterpeil

Gezien de lage ligging van bestaande bebouwing aangrenzend aan het plangebied ligt aan de noordelijke en oostelijke grens van het plangebied drainagesysteem van 100 mm op 1,40 m + NAP waarmee grondwaterstand binnen het plangebied wordt laag gehouden. Drainagesysteem loost vervolgens op de gemengde riolering in de Schoolstraat. Naast het drainagesysteem ligt ook aan de noordzijde van het plangebied een greppel voor opvang van hemelwater met de bodemhoogte van 1,24+ NAP en lozingspunt via pvc rond 125 mm op diepte 1,40 m+ NAP op de HWA hoofdriolering in de Schoolstraat. Door de huidige greppel en draingeleiding wordt de grondwaterstand binnen het plangebied structureel verlaagd om de problemen in de omgeving te voorkomen (zie figuur 14) Momenteel lozen zowel de gemengde riolering (via overstort) als HWA stelsel binnen het peilvak op dezelfde watergang op 100 m bij elkaar vandaan (zie figuur 15).



Figuur 14 Bestaande situatie drainage en greppel



Figuur 15 Lozingspunten gemengde riolering HWA riolering

Bodemopbouw en peilbuisgegevens

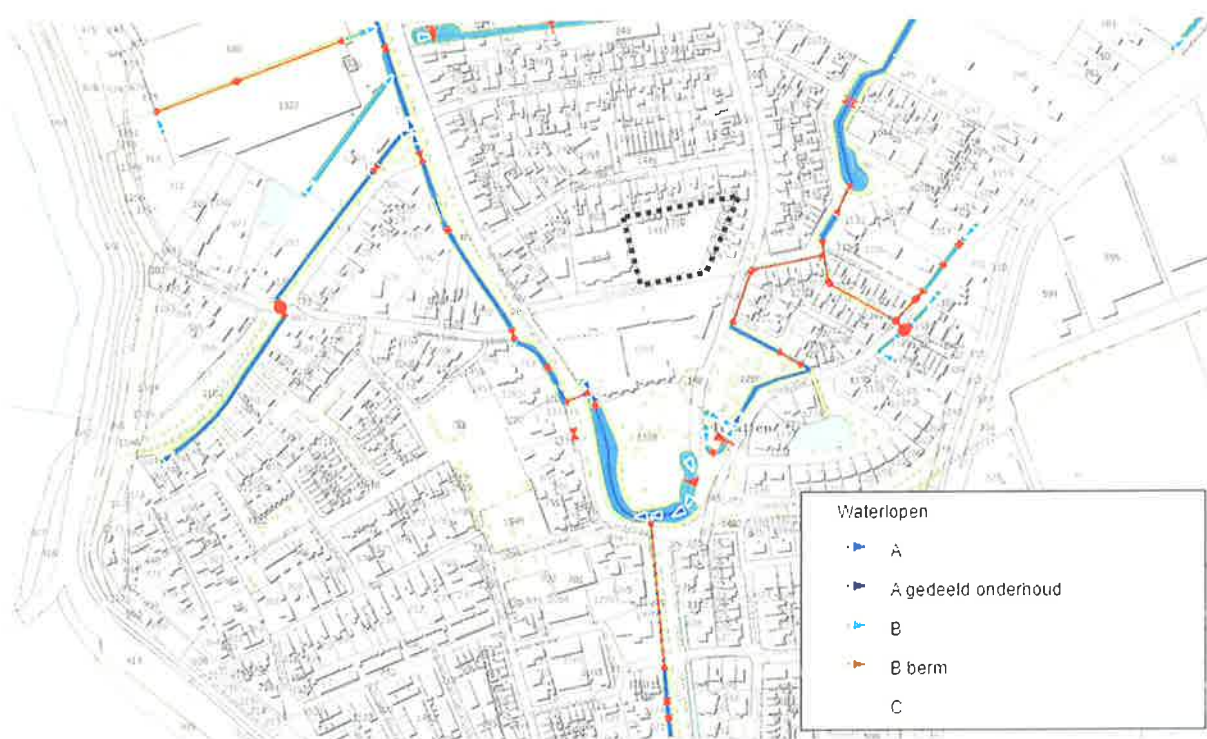
Voor de beschrijving van de bodemopbouw en de relevante peilbuisgegevens wordt verwezen naar bijlage 3 van dit rapport.

Oppervlaktewater

Het plangebied is gelegen in het beheergebied van Waterschap Rivierenland in het stroomgebied Tielerwaard. In figuur 3 is een uitsnede van de legger met daarin de categorisering van de waterlopen en eventueel aanwezige kunstwerken weergegeven. Daarnaast is het plangebied gelegen in peilgebied: TLW505. Direct aan het plangebied is er geen oppervlaktewater gesitueerd. Wanneer er meer in oostelijke richting wordt gegaan is er een A & B status watergang gesitueerd langs de Stadsland. Door het aanbrengen van extra verharding voor het te realiseren werk, zal er gecompenseerd moeten worden met nieuw oppervlaktewater en/of alternatieve bergingsvoorzieningen. In tabel 1 zijn de streefpeilen van het peilgebied uiteengezet.

tabel 1 Huidige streefpeilen plangebied conform peilbesluit

Peilgebied	Winterpeil [m t.o.v. NAP]	Zomerpeil [m t.o.v. NAP]
TLW505	0.90	1.10



figuur 3 Uitsnede van de legger Waterschap Rivierenland

Waterkeringen

Nabij het plangebied is een primaire waterkering gesitueerd. In figuur 4 is een uitsnede van de legger met daarin de situering van het plangebied en de beschermingszones van de waterkering weergegeven. Zoals weergegeven valt het plangebied buiten de beschermingszone(s) van de primaire waterkering. Het plan zal geen invloed hebben op het functioneren van de primaire waterkering, doordat het buiten de beschermingszone(s) gesitueerd is.



figuur 4 Plangebied in relatie tot situering beschermingszones waterkering

Randvoorwaarden en uitgangspunten

Het Waterschap Rivierenland heeft in de keur en de legger beleidsregels opgenomen met betrekking tot bescherming van doelmatige waterhuishouding. Ten behoeve van de ontwerpvoorschriften en regels wordt verwezen naar de keur en legger van het waterschap Rivierenland. In onderstaande opsomming worden de belangrijkste randvoorwaarden en uitgangspunten weergegeven, hoewel de lijst niet de insteek heeft uitputtend te zijn.

- A-wateren: zijn wateren met een primaire functie voor het waterhuishoudkundig systeem. Het water heeft deze functie als een landelijk gebied met een oppervlakte vanaf 50 ha. of als een stedelijk gebied met een oppervlak vanaf 25 ha. afhankelijk is van dit water voor de wateraanvoer en/of de waterafvoer en de waterberging;
- B-wateren: zijn wateren met een secundaire functie voor het waterhuishoudkundig systeem. Het water heeft deze functie als een landelijk gebied met een oppervlakte tussen de 20 en 50 ha. of als een stedelijk gebied met een oppervlak tussen 10 en 25 ha. afhankelijk is van dit water voor de wateraanvoer en/of de waterafvoer en de waterberging;
- C-wateren: zijn wateren met een tertiaire functie voor het waterhuishoudkundig systeem. Het water heeft deze functie als een landelijk gebied met een oppervlakte tot 50 ha. of als een stedelijk gebied met een oppervlak tot 10 ha. afhankelijk is van dit water voor de waterberging;
- De bestaande bergingscapaciteit moet worden gewaarborgd. Afname van berging dient volledig te worden gecompenseerd in hetzelfde of een benedenstrooms gelegen peilgebied. Het aantal te compenseren kubieke meters wordt berekend op basis van een peilstijging van 30 cm boven zomerpeil of boezempeil.
- Het waterschap hecht groot belang aan het zoveel mogelijk instandhouden van (en compenseren in) open water als onderdeel van het watersysteem. Daarom worden lange duikers, bassins, kratten e.d. zoveel mogelijk geweerd;
- Compensatie in een C-water wordt in het algemeen niet toegestaan. Dit tenzij het C-water na de compensatie kan worden opgewaardeerd naar een B-water en een rechtstreekse verbinding zal hebben met A- of B-wateren. Uitzonderingen worden beschreven in de bijzondere toetsingscriteria;
- Het waterschap is onder andere verantwoordelijk voor het beheer van de waterkeringen. Onder beheer wordt verstaan het geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functie van de waterkering blijft voldoen aan de daarvoor vastgestelde eisen en normen. Om te zorgen dat de waterkering blijft voldoen aan de vereiste normen, is het noodzakelijk te inspecteren en te monitoren. Bij de aanvraag voor een watervergunning zal altijd de toets plaatsvinden of het object van vergunningverlening belemmerend werkt voor de inspectie en monitoring;
- Het waterschap wil het dijkonderhoud op een doelmatige manier uitvoeren. Zonder onderhoud neemt de kwaliteit van de waterkering af en daarmee de vereiste veiligheid. Bij het toetsen van een watervergunningaanvraag wordt beoordeeld of het uitvoeren van onderhoud nog op een doelmatige wijze mogelijk is;
- Minimale maten van nieuw oppervlaktewater zijn als volgt:
 - A-wateren: Het talud moet minimaal een schuinte hebben van 1:2.; Bodembreedte minimaal 0,70 meter.; Bodemhoogte 1 meter onder zomerpeil of boezempeil.; Boven breedte maximaal 8 meter indien onderhoud machinaal vanaf één zijde zal plaatsvinden.
 - B-wateren: Talud: een schuinte van 1:1,5.; Bodembreedte 0,50 meter.; Bodemhoogte 0,50 meter onder zomerpeil of boezempeil, als dit is vastgesteld; Onderhoudsstrook minimaal 4 meter bij rijdend onderhoud;
- In figuur 5 is weergegeven wat de omvang van de beschermingszones moet zijn bij de verschillende typen watergangen.

Status	Omvang beschermingszones
A-water (standaard)	Variërend, minimaal 1 meter en afhankelijk van het gebied standaard 4 of 5 of 7 meter breed (zie toelichting deellegger).
A- water, zijnde boezem wateren en de bevaarbare Linge	Vanaf de insteek van het water tot aan de buitenkruin van de kade / boezemkade.
B-water	Minimaal 1 meter breed
C-water	geen

figuur 5 Omvang beschermingszones legger Rivierenland

Riolering

Algemeen

Vanuit de zorgplicht van de gemeente dient er een voorziening gerealiseerd te worden om afval- en regenwater in te zamelen. De aanleg van een rioolstelsel is hiertoe een doeltreffende voorziening. In het handboek van de gemeente West-Betuwe wordt beschreven dat het rioolstelsel in woongebieden gescheiden aangebracht dient te worden. Het hemelwater kan, met inachtneming van de eisen van het waterschap geloosd worden op de watergangen. Voor de droogweerafvoer dient een DWA stelsel aangelegd te worden, middels welke het water (bij voorkeur) onder vrij verval, of anders door middel van een pomp naar de AWZI wordt afgevoerd.

Uitgangspunten voor HWA en DWA systeem

Voor het HWA en DWA systeem, gelden de volgende overkoepelende uitgangspunten (e.e.a. conform de HIBOR gemeente West-Betuwe en Kennisbank Stedelijk Water):

- Het rioleringsstracé dient in de as van de weg te worden aangelegd;
- De h.o.h. afstand tussen verschillende buizen dient in bovenaanzicht minimaal 1,35 m te bedragen;
- De minimale nominale diameter bedraagt Ø300 mm voor zowel het HWA als het DWA riool;
- Tot en met een buisdiameter van Ø400mm dient er PVC toegepast te worden. Grotere buisdiameters uitvoeren in beton;
- Voor hoofdriolen geldt een dekking van minimaal 1,20 m t.o.v. het maaiveld;
- Alle kruisende leidingen dienen minimaal met 200 mm tussenruimte te worden aangelegd;
- De maximale afstand tussen de inspectieputten bedraagt 75 m.
- Voor het rioleringsstelsel in woongebieden dient een gescheiden stelsel te worden toegepast;
- Onder de riolering dient grondverbetering aangebracht te worden, met de volgende dikte:
 - Buisdiameters <500mm, 200mm grondverbetering;
 - Buisdiameters ≥500mm, 300mm grondverbetering.

HWA systeem

In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op het nieuwe HWA systeem.

Uitgangspunten HWA systeem

De gemeente West-Betuwe gebruikt voor dit plangebied het HIBOR voor de openbare ruimte. Onderstaande uitgangspunten zijn hieruit afgeleid:

- Dakvlakken dienen rechtstreeks op het nabij gelegen open water te worden afgevoerd. Dakvlakken niet grenzend aan open water aansluiten op het HWA stelsel;
- Regenwaterafvoer ter plaatse van de brandgangen dient aan te sluiten op het hemelwaterriool;
- Tijdens ontwerpbui L09 (T=5) mag geen water-op-sstraat optreden.

Afvoerend oppervlak

Voor het HWA stelsel is het afvoerend oppervlak volledig verantwoordelijk voor de hydraulische belasting. Een nauwkeurige bepaling hiervan draagt bij aan een realistische benadering van de werkelijkheid bij het modeleren van het HWA stelsel. In tabel 2 (en in bijlage 1) is de verdeling van het oppervlak weergegeven, waarbij de toekenning van afvoerend oppervlak per onderdeel van het HWA systeem aandacht vraagt bij de exacte invulling van het ontwerp. Voor de verhardingspercentages van de percelen is het volgende aangehouden:

- Vrijstaande woningen: 70% verhard;
- 2 onder 1 kapwoningen: 80% verhard;
- Rijtjeswoningen: 90% verhard;
- Appartementen: 100% verhard.

Indien bebouwing gesitueerd is direct aan de wadi, wordt waar mogelijk de bebouwing direct aangesloten op de te realiseren wadi. Indien dit niet mogelijk is, wordt het dakoppervlak aangesloten

op het hemelwaterstelsel wat afvoert richting de wadi. Hetzelfde geldt voor al de andere oppervlakken, indien mogelijk wordt er oppervlakkig/direct op de wadi geloosd.

tabel 2 Uitsplitsing afvoerend oppervlak nieuwe situatie

Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Appartementen	650	100	650
Verharding	822	100	822
Half-verharding	462	100	462
Groen	1.265	-	-
Wadi	527	-	-
Water	-	-	-
Totaal	3.726	Totaal	1.934

Ontwerp HWA systeem

In figuur 6 is een overzicht van het HWA stelsel weergegeven dat aangelegd wordt. Conform de door de gemeente opgestelde uitgangspunten worden de woningen aangesloten op een traditioneel leidingenstelsel en/of op de te realiseren wadi's. In verband hiermee wordt in de rijbaan een HWA riool aangebracht. Aanbevolen wordt om het stelsel met het bestaande hemelwaterstelsel te verbinden door middel van een overstortput in de wadi. Door het stelsel te verbinden met het bestaande hemelwaterstelsel kan bij het bereiken van de maximale bergingscapaciteit van de wadi overgestort worden op het bestaande hemelwaterstelsel. Middels de verbinding kan ook de vertraagde afvoer van de waterberging gerealiseerd worden.

Om in de nieuwe situatie bestaande HWA/drainagesysteem nog steeds te kunnen handhaven en voorkoming van lozing van schoon hemelwater en grondwater op gemengd stelsel te voorkomen wordt de bestaande greppel omgebouwd naar een grindkoffer en bestaande drainageleiding afgekoppeld van gemengd systeem. Deze wordt op huidige diepte van 1,4 m + NAP doorgelegd onder de wadi en aangesloten op HWA riolering in de Schoolstraat. Hierdoor kan werking van het systeem worden gewaarborgd en vertraagde afvoer van de wadi gecombineerd met werking van de huidige drainageleiding. Op deze wijze ontstaat er geen wateroverlast voor de omliggende bebouwing/percelen en gezien de functionerende drainerende werking van huidig systeem op geringe afstand van de wadi wordt in de nieuwe situatie zeer geringe toename van kwel verwacht. Gezien de bodemopbouw is kans op opbarsten verwaarloosbaar.

Om goede functionering in de toekomst te waarborgen wordt zowel Wadi als HWA en drainage in onderhoudsregime van de gemeente opgenomen.



Hydraulische toetsing

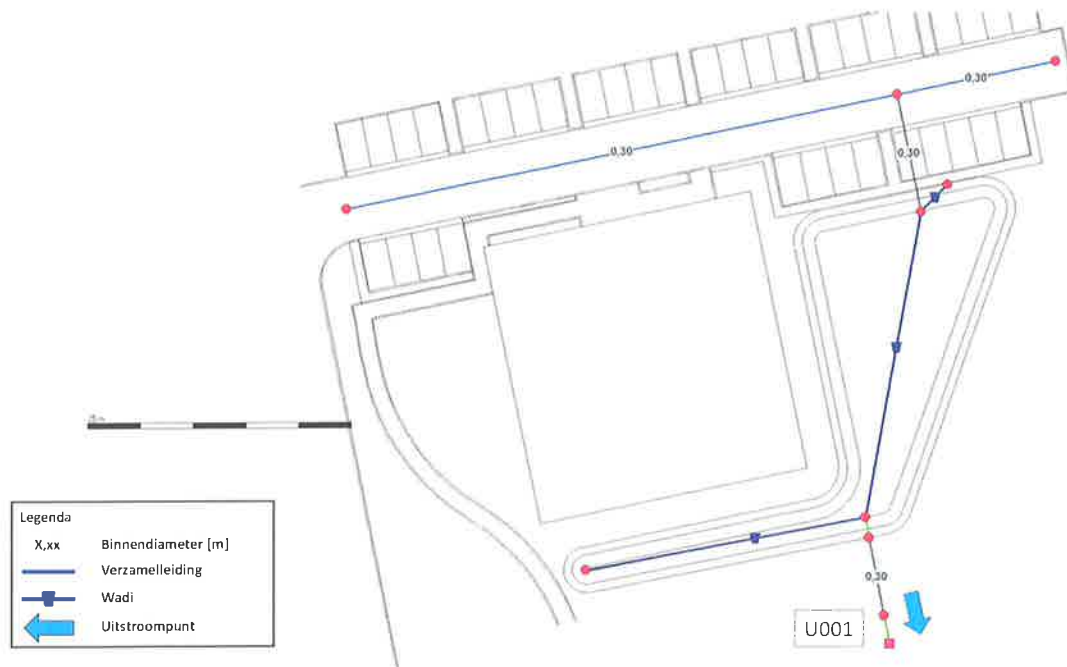
In deze sub paragraaf zal het hydraulische ontwerp gepresenteerd worden. Middels berekeningen wordt aangetoond dat het stelsel voldoet aan de gestelde hydraulische randvoorwaarden. De hydraulische belasting op het HWA stelsel wordt veroorzaakt door het afwaterend oppervlak. Het afwaterend oppervlak is weergegeven in paragraaf 4.2.2.

Ontwerp HWA stelsel

Aan de hand van de uitgangspunten en randvoorwaarden is een ontwerp opgesteld van de riolering. Een overzicht hiervan is gegeven in figuur 7. Het stelsel wordt geheel uitgevoerd met PVC strengen met een diameter Ø315mm. Er wordt op één punt aangesloten op het bestaande (gemeentelijke)hemelwaterstelsel. Door de hoogteligging van het plangebied is het gehele hemelwaterstelsel onder het waterpeil gesitueerd. Hierdoor is het niet zinvol om het stelsel aan te brengen met afschot.

Om afwenteling op de bestaande inrichting te voorkomen worden er kolken aangebracht nabij de overgangen van de bestaande situatie naar het nieuw in te richten plangebied.

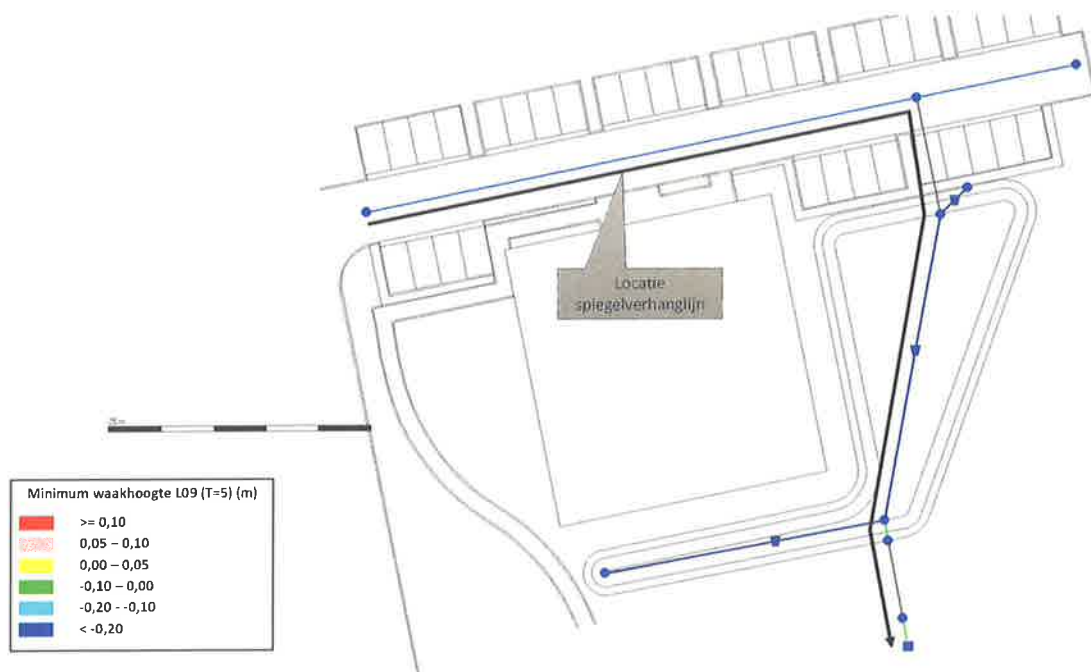
Ten tijde van schrijven is het functioneren van het huidige stelsel onbekend. Hierdoor is voor het functioneren van het bestaande stelsel aangenomen dat de waakhoogte (hoogte tussen maaiveld en waterdruklijn) 0,50 meter bedraagt. Indien de waterdruklijn in het bestaande stelsel hoger is dan aangenomen, heeft dit invloed op het functioneren van het te realiseren stelsel.



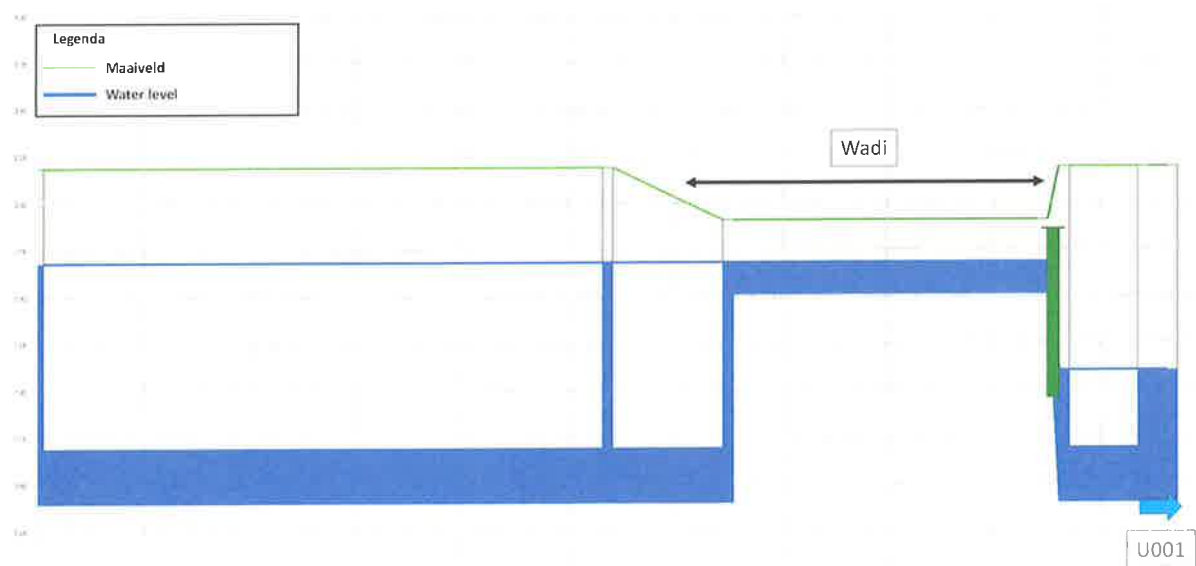
figuur 7 Ontwerp HWA stelsel

Berekeningen

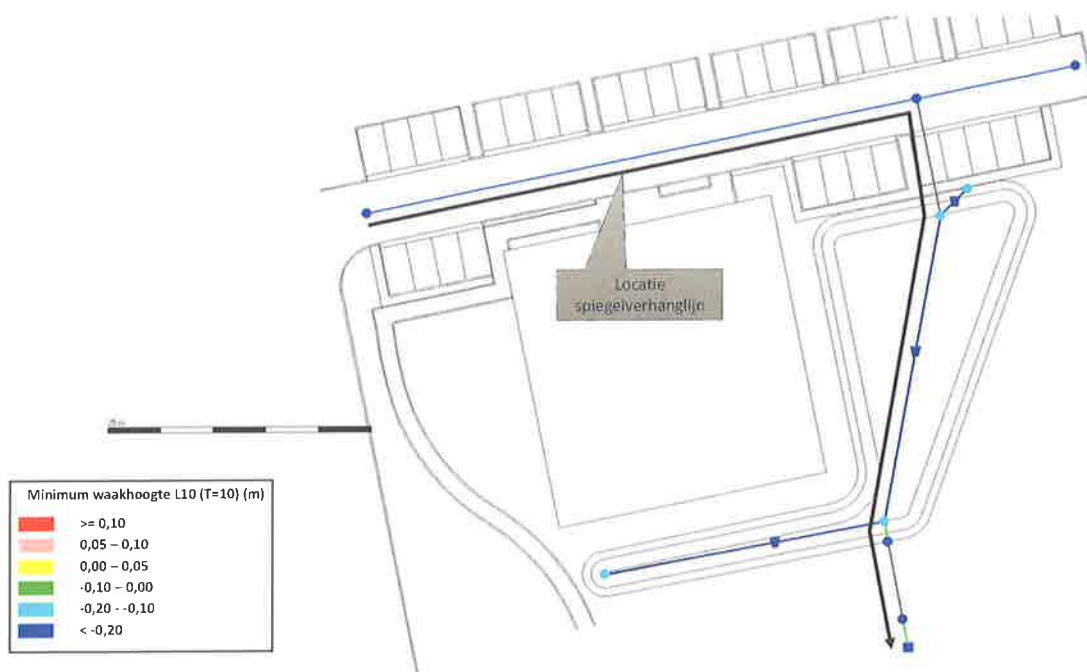
Het stelsel is getoetst aan de hand van ontwerpbuien L09 (T=5) en L10 (T=10). De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 8 en figuur 10. De verlopen van de maximaal optredende spiegelverhanglijnen zijn weergegeven in figuur 9 en figuur 11. Tijdens zowel ontwerpbui L09 als L10 is er in het leidingenstelsel een minimale waakhoogte van 0,20 m aanwezig. Enkel ter plaatse van de wadi's is de minimale waakhoogte 0,10-0,20 m. Hieruit wordt geconcludeerd dat het stelsel voldoet aan de gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten.



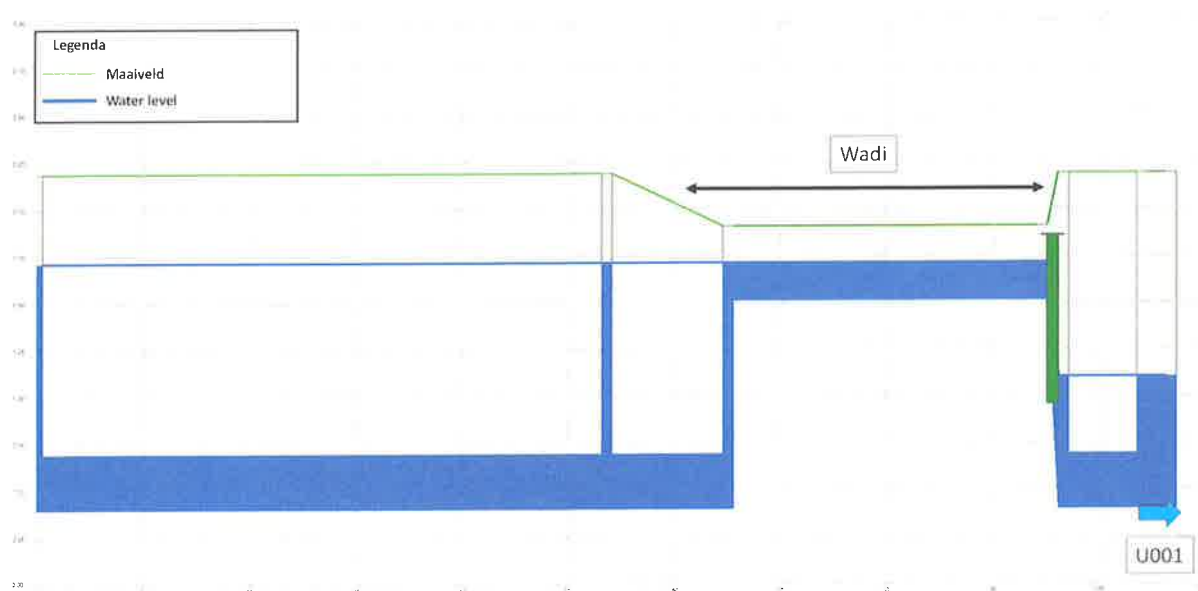
figuur 8 Minimum waakhoogte in HWA stelsel tijdens ontwerpbui L09 (T=5)



figuur 9 Verloop maximale spiegelverhanglijn tijdens ontwerpbui L09



figuur 10 Minimum waakhoogte in HWA stelsel tijdens ontwerpbui L10 (T=10)



figuur 11 Verloop maximale spiegelverhanglijn tijdens ontwerpbui L10

Uitstroompunt

Het HWA stelsel is voorzien van een uitstroompunt op het bestaande (gemeentelijke) hemelwaterstelsel. Uit de berekeningen volgt dat er ten tijde van ontwerpbui L09 en L10 geen water loost op het bestaande stelsel. Hierdoor is de belasting op het bestaande stelsel ten tijde van de genoemde ontwerpbuien 0 m³.

DWA systeem

In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op het nieuwe DWA systeem.

Uitgangspunten DWA systeem

De gemeente West-Betuwe gebruikt voor dit plangebied het HIBOR voor de openbare ruimte.

Onderstaande uitgangspunten zijn hieruit afgeleid:

- De belasting van een DWA stelsel in een woongebied dient te worden bepaald aan de hand van een gemiddeld inwoner aantal van 2,5 personen per woning (inwoner equivalent). Per inwonerequivalent moet een piekbelasting van 12 l/uur worden aangehouden;
- Afschot wordt aangehouden conform de Kennisbank Stedelijk Water.

DWA productie

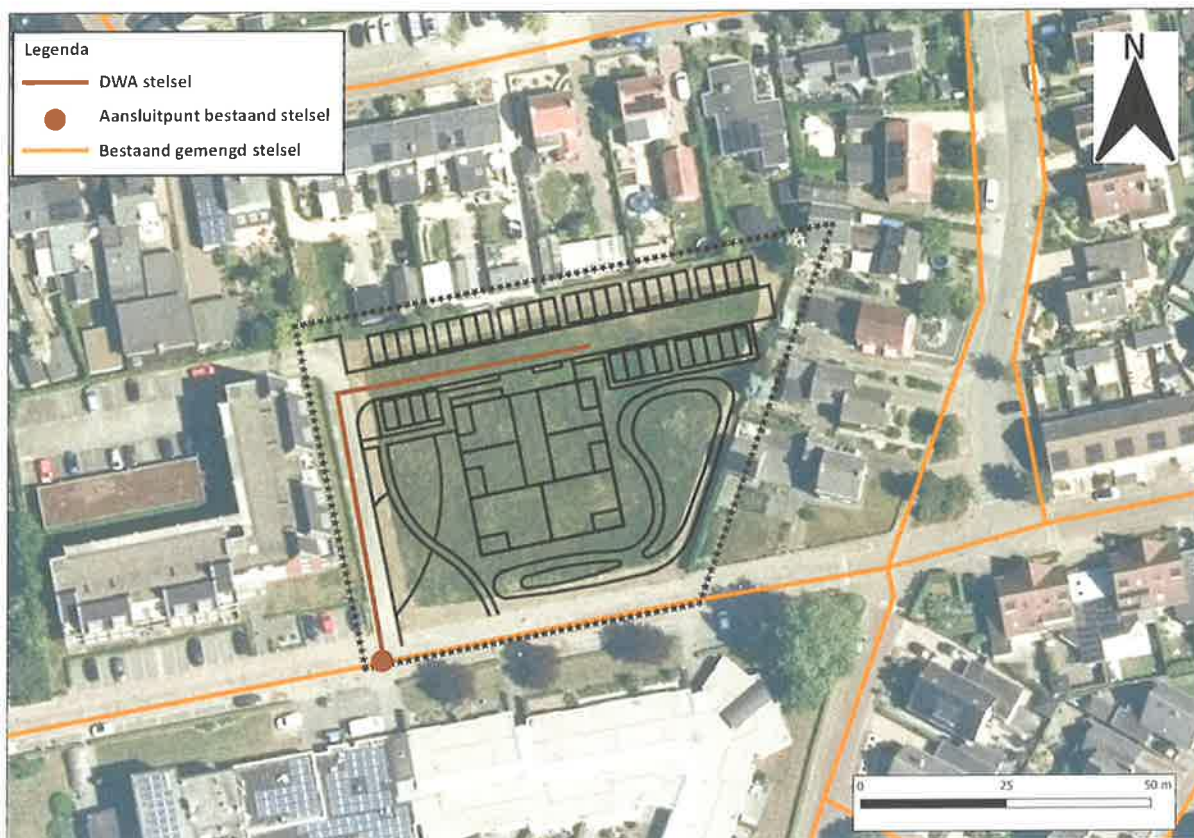
In het bestaande plangebied is er geen DWA productie. Door de realisatie van de nieuwe woningen zal er een toename van de DWA productie plaatsvinden. Aan de hand van de Kennisbank Stedelijk Water is de DWA productie voor de nieuwe situatie bepaald. Er wordt gerekend met een woningbezetting van 2,5 personen per woning. De dagproductie per persoon bedraagt 120 l. Voor de piekproductie wordt de dagproductie verdeeld over 10 uur. De berekening is in tabel 3 weergegeven.

tabel 3 DWA productie

DWA productie	
Aantal woningen	18 st
Woningbezetting	2,5 pers/woning
DWA productie/persoon/dag	120 l/pers./24 uur
Dagproductie DWA	5,4 m ³ /24 uur
Piekproductie DWA	0,54 m ³ /uur

Ontwerp DWA vrij-verval systeem

Aangezien het plangebied omringd is met bestaande bebouwing is het de verwachting dat er op het bestaande omliggende (gemengde) gemeentelijke stelsel aangesloten kan worden. In verband hiermee is in figuur 12 de indicatieve ligging van het toekomstige DWA en bestaande gemengde gemeentelijke stelsel aangegeven. De gegevens van de bestaande riolering zijn geraadpleegd via PDOK. Bij de hoogteligging van de strengen dient rekening gehouden te worden met een dekking van 1,20 m op het verste punt.



figuur 12 Overzicht DWA stelsel

Oppervlaktewatersysteem

Algemeen

De ontwikkeling van een gebied vraagt om inpassing binnen het oppervlaktewater. Daarnaast dient het plan minimaal hydrologisch neutraal ontwikkeld te worden, wat betekent dat er compenserend oppervlaktewater gegraven moet worden, of dat er op andere manieren waterberging gerealiseerd dient te worden.

Watercompensatie

In onderstaande paragrafen zullen achtereenvolgens de benodigde watercompensatie, de wenselijke compensatie en de invulling van deze compensatie beschreven worden.

Randvoorwaarden en uitgangspunten watercompensatie

- Een compensatie dient te worden uitgevoerd in hetzelfde peilgebied als waar de ontwikkeling plaatsvindt;
- De compensatie die vanuit de keur geëist wordt, wordt in het openbaar gebied gerealiseerd;
- Er moet in open water 436 m³/ha gecompenseerd worden. Hierbij is een peilstijging van 30 cm toegestaan;
- In alternatieve bergingen bedraagt de eis 664 m³/ha.
- Compensatie in een C-watgang is niet toegestaan. Dit tenzij de C watgang na de compensatie kan worden opgewaardeerd naar een B-watgang en een rechtstreekse verbinding zal hebben met A- of B-watgangen.

Benodigde watercompensatie vanuit ontwikkeling

De benodigde compensatie vanuit de toename van verhard oppervlak wordt voorgeschreven in de algemene regels van Waterschap Rivierenland. Deze compensatie bedraagt 436 m³ water per hectare toegevoegd verhard oppervlak en/of 664 m³ alternatieve berging per hectare toegevoegd verhard oppervlak. Er is een toename van 1.721 m² verhard oppervlak als gevolg van de ontwikkeling, waarvoor er gecompenseerd zal moeten worden. Daarnaast dient er mogelijk rekening gehouden worden met een compensatie die benodigd is ten behoeve van kwel, dit wordt in sub paragraaf nader toegelicht wordt. In bijlage 2 is de rekensheet van de benodigde watercompensatie opgenomen en in bijlage 1 de oppervlakkentekeningen. In tabel 4 en tabel 5 is het bestaande en nieuwe verhard oppervlak opgenomen.

tabel 4 Bestaande verharding binnen plangebied

Bestaande verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Bebouwing	-	100	-
Tuinen	-	50	-
Verharding	213	100	213
Half-verharding	-	100	-
Groen	3.513	-	-
Water	-	-	-
Totaal	3.726	Totaal	213

tabel 5 Nieuwe verharding binnen plangebied

Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Appartementen	650	100	650
Verharding	822	100	822
Half-verharding	462	100	462
Groen	1.265	-	-
Wadi	527	-	-
Water	-	-	-
Totaal	3.726	Totaal	1.934

Als gevolg van de toename aan verharding van 1.721 m² dient er: 1.721 m² x 436 m³/ha = 75 m³ aan water gerealiseerd te worden. Bij een toegestane peilstijging van 0,30 m is er dan een toename aan wateroppervlak van **250 m²** benodigd. Indien de watercompensatie in een alternatieve berging plaatsvindt, dient er 1.721 m² x 664 m³/ha = **114 m³** aan alternatieve voorzieningen gerealiseerd te worden.

Balans oppervlaktewater

Binnen het plangebied wordt er geen oppervlaktewater gedempt en/of gegraven. Door de situering van het plangebied is het niet mogelijk om binnen of nabij de plangebied grenzen oppervlaktewater te realiseren. Hierdoor wordt de watercompensatie middels alternatieve bergingen vormgegeven.

Balans alternatieve bergingen

Binnen het plan is er reeds ruimte in de groenstroken vrijgelaten om bovengrondse bergingsvoorziening te realiseren. In figuur 6 is weergegeven waar zich de bovengrondse bergingsvoorzieningen, in de vorm van een wadi, bevinden. Conform de oppervlakken tekening wordt er voor ca. 527 m² aan wadi oppervlak gerealiseerd, waarvan 273 m² bodemoppervlak en 254 m² talud oppervlak. Met een peilstijging van 0,35 m kan hier voor ca. 129 m³ aan berging gerealiseerd worden, zie ook tabel 6.

tabel 6 Beschikbare berging, wadi

Beschikbare berging, wadi	
Talud	254 m ²
Talud, bergend	192 m ²
Bodem	273 m ²
Diepte, tot overstort	0,35 m
Berging	129 m ³

Kwel

Het plangebied ligt in een, door het Waterschap gekenmerkt, gebied wat gevoelig is voor kwelwater. Ten behoeve hiervan is de invloed van kwelwater op de ontwikkeling nader beschouwd. Het waterschap Rivierenland geeft handvatten om de (mogelijke) toename aan kwelwater te berekenen, met behulp van deze handvatten is er een kwelberekening uitgevoerd. Uit deze berekening volgt dat er in de huidige situatie al te maken is met kwel, uit de berekening volgt dat er in de bestaande situatie een waterbezwaar is van ca. 13,8 m³. In de toekomstige situatie neemt de hoeveelheid kwel toe door het graven van rioolsleuven en het aanbrengen van een wadi onder het bestaande maaiveld. Hierdoor neemt het kwelbezwaar toe tot 14,0 m³. De toename aan kwel dient gecompenseerd te worden. De toename aan kwel kan berekend worden door van het toekomstige waterbezwaar het bestaande waterbezwaar af te halen, hierdoor dient er 0,2 m³ (14,0-13,8) gecompenseerd te worden. Kwel is een bijzondere vorm van grondwater. Kwel is water dat bijvoorbeeld onder de dijk door sijpelt en vanuit de bodem omhoogkomt. De kwel kan een rol spelen bij de benodigde waterberging. Wanneer de waterstand in de rivier stijgt, neemt de druk toe en zal er meer kwel optreden. De kwel kan invloed hebben op het functioneren van het watersysteem en dan met name het te realiseren bergingssysteem.

De toename aan kwel dient gecompenseerd te worden doordat er een grondverbetering wordt aangebracht in de rioolsleuven onder de wegverharding(en) en de wadi. Indien er geen grondverbetering toegepast wordt, kan de kwelweg langer gemaakt worden door de rioolsleuven te vullen met klei (technisch een uitdaging, maar mogelijk) en de bodem van de wadi te bekleden met klei. Hierdoor wordt de kwelweg langer en hoeft het waterbezwaar van 0,2 m³ niet gecompenseerd te worden.

Conclusie watercompensatie

In totaal dient er 1.721 m² aan toename verharding gecompenseerd te worden. De gehele waterberging wordt gerealiseerd in alternatieve voorziening. In de alternatieve voorzieningen dient

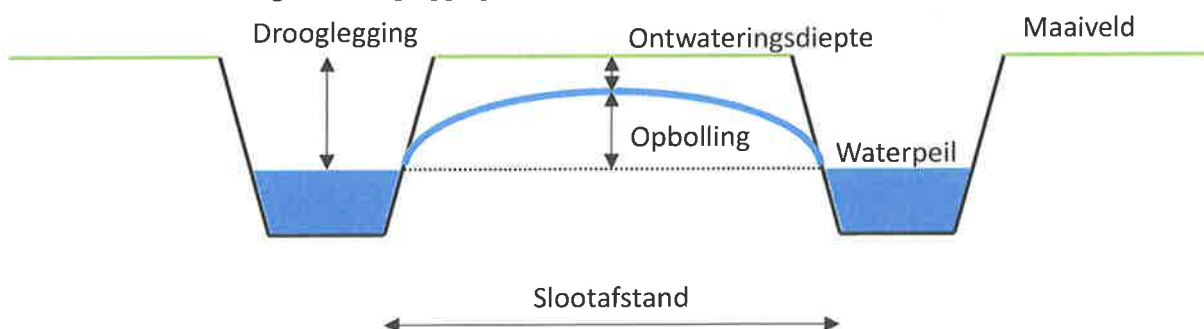
voor minimaal $1.721 \text{ m}^2 \times 664 \text{ m}^3/\text{ha} = 114 \text{ m}^3$ aan berging gerealiseerd worden. Conform de tekeningen wordt er voor ca. 527 m^2 aan wadi oppervlak gerealiseerd, met een peilstijging van $0,35 \text{ m}$ kan hier voor ca. 129 m^3 aan berging gerealiseerd worden. Dit is voldoende om geheel te voldoen aan de watercompensatie. Doordat er grondverbetering wordt toegepast ter plaatse van de rioolsleuven dient ook het waterbezwaar door de kwel gecompenseerd te worden. Hierdoor dient er $0,2 \text{ m}^3$ extra gecompenseerd te worden. Uit bovenstaande volgt dat er voldoende mogelijkheden zijn om het kwelbezwaar in de wadi's te compenseren. In totaal is er een overcompensatie van ca. 14 m^3 ($129-1-114$) aanwezig.

Werking systeem

In de nieuwe situatie zal water, door toevoeging van verhard oppervlak, versneld afgevoerd worden. Door middel van kolken en leidingen wordt het hemelwater naar alternatieve voorzieningen gebracht. De alternatieve voorzieningen dienen binnen 48 tot 96 uur geleid te worden. Uiteindelijk moet er door het neerslagoverschot in Nederland, altijd nog water afgevoerd worden uit het plangebied.

Drooglegging

De drooglegging kan bepaald worden door het verschil tussen de maaiveldhoogte en het waterpeil te bepalen, voor een visualisatie wordt verwezen naar figuur 13. Om de drooglegging ter plaatse van de woningen te bepalen wordt er gebruik gemaakt van het toekomstige vloerpeil. Voorlopig is het vloerpeil gesitueerd op ca. $2,80 \text{ m} + \text{NAP}$. Het bestaande maaiveld is gesitueerd rond $2,19 \text{ m} + \text{NAP}$, hierdoor dient het terrein te worden opgehoogd. Het waterpeil (zomerpeil) gesitueerd op $1,10 \text{ m} + \text{NAP}$. Hierdoor bedraagt de drooglegging ca. $1,70 \text{ meter}$.



figuur 13 Drooglegging, ontwateringsdiepte en opbolling

Klimaatverandering

Klimaatverandering is een thema wat steeds groter en belangrijker aan het worden is met betrekking tot diverse ontwikkelingen in met name de bebouwde omgeving. Door klimaatverandering krijgen we steeds vaker te maken met hitte en droogte, wateroverlast en overstromingen. Binnen dit waterhuishoudkundigplan wordt er met name ingegaan op het voorkomen van wateroverlast. Hitte en droogte worden zo veel mogelijk voorkomen door waar het kan groene zones te creëren. Daarnaast wordt er na een neerslaggebeurtenis tijdelijk water vast gehouden in de te realiseren wadi. Tot slot worden de parkeervakken uitgevoerd met half-verharding, waardoor de parkeervakken een groene uitstraling krijgen en dit niet traditioneel geheel verhard wordt. Het laatste begrip wat nog niet ter sprake is gekomen is overstromingen. Het thema overstromingen heeft raakvlak met het begrip wateroverlast. Echter wordt er bij overstromingen meer aan calamiteiten vanuit grotere wateren gedacht en in tegenstelling tot wateroverlast niet vanuit hemelwater. Met betrekking tot overstromingen worden de woningen hoger gerealiseerd dan het straatpeil, zodat bij een overstroming het water niet direct de woningen in stroomt.

Ook is er rekening gehouden met omliggende percelen waardoor ontwikkeling geen afwenteling van hemelwater richting deze percelen zal inhouden. Deze percelen hebben nu al het probleem waarvoor een drainageleiding en een greppel in het verleden zijn aangelegd. Om werking van het systeem te handhaven en zelfs te verbeteren wordt het systeem geïmplementeerd in het plan waardoor naast betere werking doelmatig onderhoud wordt toegepast.

Samenvatting

Algemeen

Door de gemeente West-Betuwe wordt in Haaften de ontwikkeling Schoolstraat voorbereid. De kern Haaften is gelegen in de Provincie Gelderland. Deze woonwijk wordt gerealiseerd in het centrum van de kern van Haaften. In de huidige situatie is het terrein braakliggend, voorheen was hier een basisschool gesitueerd.

Het plangebied is gelegen in het beheergebied van Waterschap Rivierenland in het stroomgebied Tielerwaard. Daarnaast is het plangebied gelegen in peilgebied: TLW505. Direct aan het plangebied is er geen oppervlaktewater gesitueerd. Wanneer er meer naar oostelijke richting wordt gegaan is er een A & B status watergang gesitueerd langs de Stadsland. Nabij het plangebied is een primaire waterkering gesitueerd. Het plangebied valt buiten de beschermingszone(s) van de primaire waterkering. Het plan zal geen invloed hebben op het functioneren van de primaire waterkering, doordat het buiten de beschermingszone(s) gesitueerd is.

Riolering

Vanuit de zorgplicht van de gemeente dient er een voorziening gerealiseerd te worden om afval- en regenwater in te zamelen. De aanleg van een rioolstelsel is hiertoe een doeltreffende voorziening. In het handboek van de gemeente West-Betuwe wordt beschreven dat het rioolstelsel in woongebieden gescheiden aangebracht dient te worden. Het hemelwater kan, met inachtneming van de eisen van het waterschap geloosd worden op de watergangen. Voor de droogweerafvoer dient een DWA stelsel aangelegd te worden, middels welke het water (bij voorkeur) onder vrij verval, of anders door middel van een pomp naar de AWZI wordt afgevoerd.

Hemelwater/grondwater

Conform de door de gemeente opgestelde uitgangspunten worden de woningen aangesloten op een traditioneel leidingenstelsel en/of op de te realiseren wadi's. In verband hiermee wordt in de rijbaan een HWA riool aangebracht. Aanbevolen wordt om het stelsel met het bestaande hemelwaterstelsel te verbinden door middel van een overstortput in de wadi. Door het stelsel te verbinden met het bestaande hemelwaterstelsel kan bij het bereiken van de maximale bergingscapaciteit van de wadi overgestort worden op het bestaande hemelwaterstelsel. Middels de verbinding kan ook de vertraagde afvoer van de waterberging gerealiseerd worden. Middels een hydraulische toetsing is aangetoond dat er tijdens ontwerpbui L09 en L10 er geen water vanuit de ontwikkeling overstort op het bestaande gemeentelijke stelsel. Om de goede werking van reeds binnen het plangebied aanwezige drainage en greppel te waarborgen wordt drainagesysteem geüpgraded in combinatie met nieuw aan te leggen systeem van de wadi. Ook wordt reeds aanwezige greppel aangepast naar een goedwerkend draianagekoffer wat ook binnen het systeem wordt geïmplementeerd. De voorgenomen werkzaamheden leiden tevens niet tot verhoging van grondwaterafvoer omdat er in het gebied aanwezige drainagesysteem wordt hergebruikt. Om werking van het systeem te verbeteren en te voorkomen dat schoon grondwater richting zuivering wordt afgevoerd wordt het drainagesysteem afgekoppeld van gemengd stelsel en aangesloten op HWA waarbij rekening wordt gehouden met peilfluctuaties in het HWA-systeem en terugslagklep wordt aangebracht.

Gezien het feit dat zowel bestaande HWA en gemengde riolering op dezelfde watergang lozen leiden de wijzigingen niet tot toename en knelpunten in watersysteem nabij de lozingspunt van HWA.

Vuilwater

Aangezien het plangebied omringd is met bestaande bebouwing is het de verwachting dat er op het bestaande omliggende (gemengde) gemeentelijke stelsel aangesloten kan worden.

Oppervlaktewatersysteem

De ontwikkeling van een gebied vraagt om inpassing binnen het oppervlaktewater. Daarnaast dient het plan minimaal hydrologisch neutraal ontwikkeld te worden, wat betekent dat er compenserend oppervlaktewater gegraven moet worden, of dat er op andere manieren waterberging gerealiseerd dient te worden.

De benodigde compensatie vanuit de toename van verhard oppervlak wordt voorgeschreven in de algemene regels van Waterschap Rivierenland. Deze compensatie bedraagt 436 m³ water per hectare toegevoegd verhard oppervlak en/of 664 m³ alternatieve berging per hectare toegevoegd verhard oppervlak. Er is een toename van 1.721 m² verhard oppervlak als gevolg van de ontwikkeling,

waarvoor er gecompenseerd zal moeten worden. Daarnaast dient er mogelijk rekening gehouden worden met een compensatie die benodigd is ten behoeve van kwel. Als gevolg van de toename aan verharding van 1.721 m² dient er: $1.721 \text{ m}^2 \times 436 \text{ m}^3/\text{ha} = 75 \text{ m}^3$ aan water gerealiseerd te worden. Bij een toegestane peilstijging van 0,30 m is er dan een toename aan wateroppervlak van **250 m²** benodigd. Indien de watercompensatie in een alternatieve berging plaatsvindt, dient er $1.721 \text{ m}^2 \times 664 \text{ m}^3/\text{ha} = \mathbf{114 \text{ m}^3}$ aan alternatieve voorzieningen gerealiseerd te worden. Uit de berekening om te bepalen of het plangebied kwelgevoelig is, volgt dat er een waterbezwaar ontstaat van 0,2 m³. De toename aan kwel dient gecompenseerd te worden.

Binnen het plan is er reeds ruimte in de groenstroken vrijgelaten om bovengrondse bergingsvoorziening te realiseren. Er wordt voor ca. 527 m² aan wadi oppervlak gerealiseerd, waarvan 273 m² bodemoppervlak en 254 m² talud oppervlak. Met een peilstijging van 0,35 m kan hier voor ca. 129 m³ aan berging gerealiseerd worden. Uit bovenstaande volgt dat er voldoende mogelijkheden zijn om het kwelbezwaar in de wadi's te compenseren. In totaal is er een overcompensatie van ca. 14 m³ (129-1-114) aanwezig.

In de nieuwe situatie zal water, door toevoeging van verhard oppervlak, versneld afgevoerd worden. Door middel van kolken en leidingen wordt het hemelwater naar alternatieve voorzieningen gebracht. De alternatieve voorzieningen dienen binnen 48 tot 96 uur geledigd te worden. Uiteindelijk moet er door het neerslagoverschot in Nederland, altijd nog water afgevoerd worden uit het plangebied.

Drooglegging

De drooglegging kan bepaald worden door het verschil tussen de maaiveldhoogte en het waterpeil te bepalen. Om de drooglegging ter plaatse van de woningen te bepalen wordt er gebruik gemaakt van het toekomstige vloerpeil. Voorlopig is het vloerpeil gesitueerd op ca. 2,80 m + NAP. Het bestaande maaiveld is gesitueerd rond 2,19 m + NAP, hierdoor dient het terrein te worden opgehoogd. Het waterpeil (zomerpeil) gesitueerd op 1,10 m + NAP. Hierdoor bedraagt de drooglegging ca. 1,70 meter.

Bijlagen

Bijlage 1: Oppervlakkenbalans

Bijlage 2: Rekensheet watercompensatie

Onderdeel: Benodigde watercompensatie tbv rekenregels WSRL

Bestaande verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Bebouwing	-	100	-
Tuinen	-	50	-
Verharding	213	100	213
Half-verharding	-	100	-
Groen	3.513	-	-
Water	-	-	-
Totaal	3.726	Totaal	213
Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Appartementen	650	100	650
Verharding	822	100	822
Half-verharding	462	100	462
Groen	1.265	-	-
Wadi	527	-	-
Water	-	-	-
Totaal	3.726	Totaal	1.934
Vrijstelling			-
Toename			1.721

Compensatie als gevolg van demping oppervlaktewater (100 %)

Water	
Bestaande situatie	-
Nieuwe situatie	-
Totaal (m²)	- (gecreëerd [+] of gedempt [-])

Compensatie regels	
Toename verharding	1.721 m ²
Toegestane peilstijging	0,30 m
Te creëren berging in oppervlaktewater: 436 m ³ /ha	
Te creëren berging in bergingsvoorziening: 664 m ³ /ha	

Benodigde compensatie in oppervlaktewater water als gevolg van toename verharding	
Toename verharding	1.721 m ²
Berging in oppervlaktewater	75 m ³
I.r.t. wateroppervlak	250 m ²
Benodigde compensatie in bergingsvoorzieningen als gevolg van toename verharding	
Toename verharding	1.721 m ²
Berging in bergingsvoorziening	114 m ³

Bijlage 3: Kwelberekening

**Geotechnisch advies
Locatie aan de
Schoolstraat te
Haaften**

WERKEN AAN BODEM EN WATER

www.adcimgotechniek.nl



**Geotechnisch advies
Locatie aan de
Schoolstraat te
Haaften**



ADCIM Geotechniek b.v.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht
Tel. 0184 677505
Fax. 0184 617790
Info: algemeen@adcimgeotechniek.nl

Verantwoording

Titel : Locatie aan de Schoolstraat te Haaften

Betreft : Evenwichtsbeschouwing en Kwelanalyse

Projectnummer : G20220301-01

Documentnummer : G20220301-01-rap-01

Status : Definitief

Datum : 07-03-2023

Opdrachtgever : ADCIM
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht

Auteur : Ing. G. van Hoogenhuizen

e-mail adres : gvh@adcimgeotechniek.nl

Gecontroleerd : AK

Paraaf auteur : 

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING.....	5
2.	PROJECTINFORMATIE	5
2.1.	Locatie.....	5
2.2.	Omschrijving	5
2.3.	Informatie	5
3.	GRONDONDERZOEK	7
3.1.	Algemeen	7
3.2.	Vastleggen onderzoekspunten	7
3.3.	Sonderen.....	7
3.4.	Boren	7
3.5.	Laboratoriumonderzoek	7
3.6.	TNO peilbuisgegevens.....	7
4.	BODEMGEGEVENS	8
4.1.	Bodemopbouw	8
4.2.	Hoogteligging	8
4.3.	Geologie	8
4.4.	Grondwater	9
4.4.1.	Boorgaten projectlocatie	9
4.4.2.	Peilbuizen projectlocatie	9
4.4.3.	Peilbuizen TNO.....	9
4.4.4.	TNO grondwaterkaart.....	9
4.4.5.	Grondwaterstandfluctuaties	9
4.4.6.	Maatgevende grondwaterstanden	10
4.5.	Open water.....	10
4.6.	Geohydrologie.....	11
4.6.1.	Algemeen	11
4.6.2.	Waterdoorlatendheid.....	11
4.6.3.	Grondwaterkaart	11
5.	EVENWICHTSBESCHOUWING.....	12
5.1.	Algemeen	12
5.2.	Stabiliteit rioolsleuf	12
5.2.1.	Algemeen	12
5.3.	Stijghoogte eerste watervoerend pakket.....	12
5.4.	Uitgangspunten	13
5.4.1.	Bodemprofiel en bodemparameters.....	13
5.4.2.	Berekening verticaal evenwicht	13
5.4.3.	Bepaling veiligheidsfactor	13
5.5.	Conclusie.....	14
6.	KWELANALYSE	15
6.1.	Algemeen	15
6.2.	Uitgangspunten	15
6.3.	Bodemprofiel	15
6.4.	Kwelberekening met formule Mazure	16
6.5.	Conclusie.....	17

BIJLAGEN:

Nummer	Omschrijving	Aantal
A	Grondonderzoek	6
B	Laboratoriumonderzoek	1
C	TNO peilbuisgegevens	2



1. INLEIDING

Voor het project Locatie aan de Schoolstraat te Haaften is conform de door ons bureau aangeven opzet en omvang geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. In het navolgende op basis hiervan en van de verstrekte informatie een evenwichtsbeschouwing en kwelanalyse van de geplande riolsleuven verzorgd.

2. PROJECTINFORMATIE

2.1. Locatie

Het plangebied is gesitueerd tussen de Schoolstraat en de Dutry van Haaftenstraat te Haaften. In de onderstaande figuur 1 is een satellietfoto weergegeven met daarop de ligging van de projectlocatie.



Figuur 1. Overzichtsfoto plangebied locatie Schoolstraat te Haaften.

2.2. Omschrijving

Het plan omvat de bouw van woningen en de aanleg van wegen. In het plangebied worden tevens Wadi's aangelegd met een niveau bodem op 1,51 m + NAP. In de onderstaande figuur 2 is een doorsnede van een Wadi en de riolsleuf weergegeven.



Figuur 2. Doorsnede Wadi.

2.3. Informatie

De inhoud van dit rapport is opgesteld op basis van de volgende verstrekte informatie:

Omschrijving	Opsteller	Projectnr.	Blad nr.	Datum
Situatie te maken werk	ADCIM	20220503	30	24-01-2023
Profielen	ADCIM	20220503	40	24-01-2023
Grondonderzoek	WIHA	2203425	--	30-11-2022



Opmerkingen:

- Geadviseerd wordt om na te gaan of de verstrekte informatie actueel is. Wijzigingen in het ontwerp en de in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten kunnen van invloed zijn op de resultaten van de in dit rapport vermelde berekeningen.
- ADCIM Geotechniek kan geen verantwoordelijkheid nemen ten aanzien van de juistheid en volledigheid van de verstrekte informatie.
- De inhoud van het rapport heeft niet de insteek uitputtend te zijn.
- Uitvoeringsaspecten vallen buiten het kader van de opdracht.

3. GRONDONDERZOEK

3.1. Algemeen

Conform de door ons bureau aangegeven opzet en omvang is een geotechnisch grondonderzoek ingepland, bestaande uit 3 sonderingen en 2 boringen.

Verder is laboratoriumonderzoek uitgevoerd bestaande uit de bepaling van volumegewichten.

3.2. Vastleggen onderzoekspunten

De onderzoekspunten zijn uitgezet en zijn aangegeven op een situatietekening (zie bijlage A). De hoogte van het maaiveld is met behulp van dGPS gemeten ten opzichte van NAP.

3.3. Sonderen

Tijdens het grondonderzoek zijn 3 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN 5140. Bij deze sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en het wrijvingsgetal weergegeven. Dit getal is de verhouding tussen voornoemde meetwaarden. Middels het wrijvingsgetal wordt in het algemeen een goede indicatie van de verschillende grondsoorten verkregen. In de onderstaande tabel is een globale indeling van grondsoort en wrijvingsgetal weergegeven.

Tabel 1. Grondsoort en bijbehorend wrijvingsgetal (*).

Grondsoort	Wrijvingsgetal	Grondsoort	Wrijvingsgetal
Grind	0,2 - 0,5	Löss	1,5 - 3,0
Zand	0,6 - 2,2	Klei	2,0 - 6,0
Leem	1,5 - 3,0	Veen	5,0 - 10,0

* De in de tabel vermelde waarden mogen slechts als indicatie worden gebruikt.

Op de nabijgelegen locatie Neleskamp is in het sondeergat D1 een peilbuis geplaatst met het filter van 6,0 m - tot 7,0 m - NAP. Dit filter reikt hiermee tot in het eerste watervoerend pakket.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage A van dit rapport.

3.4. Boren

In het plangebied zijn 2 boringen tot een diepte van 5,0 m minus maaiveld uitgevoerd.

Tijdens het boren is in de boorgaten de grondwaterstand gepeild en zijn monsters genomen voor nader onderzoek in het laboratorium.

Voor de boorstaten wordt verwezen naar bijlage A van dit rapport.

3.5. Laboratoriumonderzoek

Op de ongeroerde monsters genomen bij de boringen B1 en B2 zijn in het laboratorium de volgende proeven verricht:

Omschrijving	Norm	Aantal
Bepaling volumegewicht, poriëgehalte en verzadigingsgraad	NEN 5110 en 5112	8

Voor de resultaten van het laboratoriumonderzoek wordt verwezen naar bijlage B.

3.6. TNO peilbuisgegevens

Teneinde informatie te verkrijgen over fluctuatie van de grondwaterstanden in het gebied waarin de projectlocatie is gelegen zijn bij NITG-TNO langjarige peilbuisgegevens opgevraagd.

De gepresenteerde peilbuizen zijn gesitueerd in de directe nabijheid van de projectlocatie.

Voor de situering van de peilbuizen en de gemeten waterstanden wordt verwezen naar bijlage C van dit rapport.

4. BODEMGEGEVENS

4.1. Bodemopbouw

Vanaf het maaiveld wordt tot 7,0 m - à 6,0 m - NAP een kleipakket gevonden. In dit pakket wordt een ingesloten veenlaag aangetroffen.

Vervolgens worden tot de maximaal onderzochte diepte matig vaste tot zeer vaste zandafzettingen geregistreerd met een conusweerstand van 6 tot 10 à 30 MPa.

4.2. Hoogteligging

Tijdens het grondonderzoek is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op de projectlocatie ingemeten op een niveau variërend van 2,08 m + tot 2,35 m + NAP.

Verder is een puthoogte gemeten van 2,22 m + NAP en een dorpelpeil van 2,51 m + NAP.

Voor de positie van de punten en de meetdata wordt verwezen naar de waterpasstaat, zie bijlage A van dit rapport.

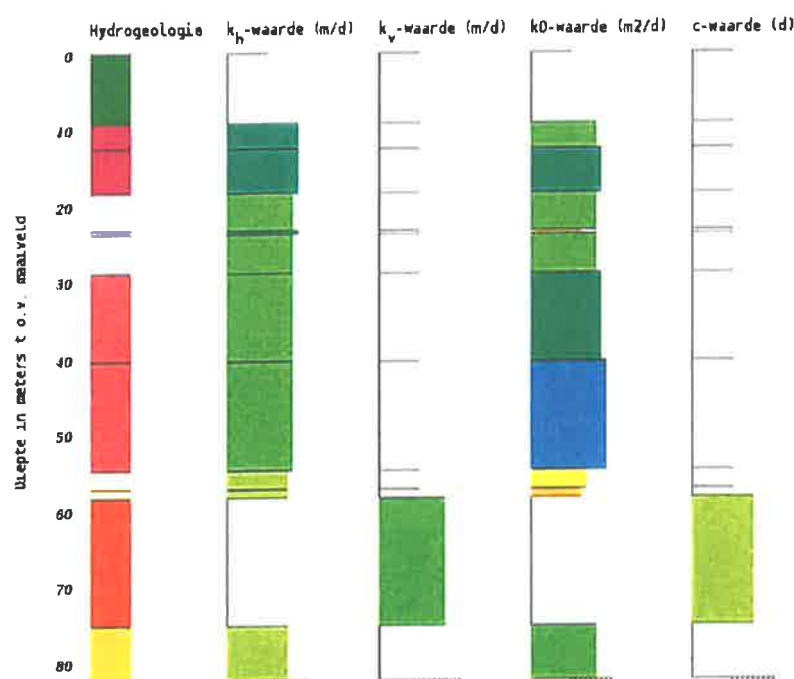
4.3. Geologie

Voor de regionale bodemopbouw is gebruik gemaakt van het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (Regis) en de Grondwaterkaart van Nederland. Hieronder volgt een korte samenvatting van de regionale geologische bodemopbouw tot een diepte die binnen het kader van de onderhavige rapportage van belang is.

Tabel 2. Geologie

Diepte (m t.o.v. MV)	Formatienaam	Samenstelling	Kenmerk
Maaiveld tot 9 -	Westland	Klei en veen	Deklaag
9 m - tot 18 m -	Kreftenheye	Fijn tot grof zand	1 ^e WVP
18 m - tot 29 m -	Beegden	Fijn tot grof zand	1 ^e WVP
29 m - tot 55 m -	Sterksel	Fijn tot grof zand	1 ^e WVP
55 m - tot 57 m -	Sterksel	Fijn tot grof zand	1 ^e WVP
Vanaf 57 m -	Waalre	Klei	Slecht doorlatende basis

In de onderstaande figuur 4 is de geologische doorsnede van de projectlocatie weergegeven.





Figuur 4. Geologische doorsnede (bron TNO Dinoloket).

4.4. Grondwater

4.4.1. Boorgaten projectlocatie

Op 13 en 16 december 2022 werd tijdens het verrichte onderzoek, in de boorgaten B1 en B2, de freatische grondwaterstand aangetroffen op 1,75 m + en 1,51 m + NAP. Dit zijn slechts eenmalige waarnemingen, die afhankelijk zijn van de bodemopbouw, neerslag, aanwezigheid van open water, etc.

4.4.2. Peilbuizen projectlocatie

In de peilbuis PD1 is tijdens het verrichte onderzoek op de locatie Neleskamp van 24 november 2022, de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket aangetroffen op 1,16 m + NAP. Dit is slechts een eenmalige waarneming, die afhankelijk is van de bodemopbouw, neerslag, aanwezigheid van open water, etc.

4.4.3. Peilbuizen TNO

Om een indruk te krijgen van maatgevende grondwaterstanden en de fluctuatie ervan zijn bij NITG-TNO langjarige gegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven en de grafieken in bijlage C.

De peilbuizen van TNO bevinden zich op een relatief grote afstand van de projectlocatie, zodat deze gebruikt zullen worden voor de inschatting van de fluctuatie van het grondwater. In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de TNO-peilbuisgegevens.

Tabel 3. TNO peilbuizen

Peilbuisnummer	Filterstelling in m t.o.v. NAP	Positie	GLG in m t.o.v. NAP	Gem in m t.o.v. NAP	GHG in m t.o.v. NAP
B39C2785	0,74 m + tot 0,26 m -	Deklaag	1,46 m +	1,73 m +	1,94 m +
B39C2786	0,74 m - tot 1,75 m -	Deklaag	1,23 m +	1,36 m +	1,48 m +
B45A0009	16,54 m - tot 17,54 m -	1 ^o WVP	1,14 m +	1,36 m +	1,90 m +

GHG : gemiddeld hoge grondwaterstand
Gem : gemiddelde grondwaterstand
GLG : gemiddeld laagste grondwaterstand

4.4.4. TNO grondwaterkaart

Volgens de TNO Grondwaterkaart 39 West bedraagt de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket ter hoogte van de projectlocatie 2,20 m + NAP.

4.4.5. Grondwaterstandfluctuaties

Uit beschikbare TNO peilbuisgegevens volgt dat in de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket fluctuaties plaatsvinden over een traject van ca. 0,8 m. De tijdens het veldwerk aangetroffen grondwaterstanden vallen binnen voornoemde fluctuaties.

4.4.6. Maatgevende grondwaterstanden

In onderstaande tabel is een schatting weergegeven van de maatgevende grondwaterstanden op de locatie gebaseerd op basis van de TNO peilbuisgegevens (zie bijlage C), de relatief beperkte peilbuismetingen en de grondwaterstandfluctuatie.

Inschatting freatische grondwaterstand deklaag in m t.o.v. NAP	Inschatting stijghoogte grondwater 1 ^e watervoerend pakket in m t.o.v. NAP
1,80 m + (GHG)	1,90 m + (GHG)
1,60 m + (Gem)	1,40 m + (Gem)
1,40 m + (GLG)	1,10 m + (GLG)

GHG : gemiddeld hoge grondwaterstand
 Gem : gemiddelde grondwaterstand
 GLG : gemiddeld laagste grondwaterstand

4.5. Open water

Volgens meetstation Zaltbommel kunnen voor de Waal ter hoogte van projectlocatie de volgende waterstanden worden gehanteerd.

Gemiddelde waterstanden bij gemiddelde afvoer (2200 m³/s)

	HW-stand in cm + NAP	LW-stand in cm + NAP	tijverschil in cm
type tij			
gemiddeld tij	234	225	9
springtij	239	228	11
doodtij	234	226	8
gemiddelde waterstand		230	

Gemiddelde over- en onderschrijdings frequentie per jaar

overschrijding hoogwaterstanden		onderschrijding laagwaterstanden	
frequentie	stand in cm + NAP	frequentie	stand in cm + NAP
1x per 1.250 jaar	875	1x per 10 jaar	35
1x per 100 jaar	775	1 x per jaar	50
1x per 10 jaar	690		
1x per 2 jaar (grenspeil)	570	OLW 1991.0	90
1x per jaar	520		
Maatgevende waarde	875		

(Tielerwaard en Bommelerwaard, 1x per 1.250 jaar)



4.6. Geohydrologie

4.6.1. Algemeen

Geohydrologisch gezien behoren de holocene afzettingen die vanaf het maaiveld tot een diepte van ca. 7 m - NAP worden aangetroffen tot de deklaag. Hieronder worden tot 57,0 m - NAP pleistocene afzettingen bestaande uit waterdoorlatende zandafzettingen die behoren tot het eerste watervoerend pakket. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrenst door een waterremmende kleilaag.

4.6.2. Waterdoorlatendheid

De waterdoorlatendheid is bepalend voor de mate waarin grondwater door een bodemlaag wordt getransporteerd. Naarmate de waarde hiervan hoger wordt zal het grondwater makkelijker door de betreffende laag stromen. Dit is m.n. het geval voor granulair materiaal zoals zand en grind. Bodemlagen die uit dit materiaal bestaan kunnen als watervoerend worden gekwantificeerd.

Bij bodemlagen met een lage doorlatendheid zoals klei, leem en veen zal het grondwater slechts moeizaam door een dergelijke laag kunnen stromen. In dat geval is sprake van een slecht doorlatende of scheidende laag.

De doorlatendheid van een grondpakket kan op verschillende manieren worden bepaald: in het laboratorium op basis van genomen grondmonsters, in het veld door een putproef uit te voeren of door (langdurig) te pompen en in de (wijde) omgeving de respons van de grondwaterstanden te volgen (pompproef).

Voor de bepaling van waterdoorlatendheid van de verschillende watervoerende en waterremmende lagen is in het kader van dit onderzoek gebruik gemaakt van de in het laboratorium bepaalde korrelverdelingsdiagrammen en de informatie van REGIS II van TNO alsmede ervaring van ons bureau in dit gebied.

4.6.3. Grondwaterkaart

De TNO grondwaterkaart 39 West geeft voor het 1^e watervoerend pakket een doorlaatvermogen van 1.736 m²/dag weer.

5. EVENWICHTSBESCHOUWING

5.1. Algemeen

Uit de resultaten van het grondonderzoek blijkt dat vanaf niveau bodem Wadi tot 6,0 m - NAP veen- en kleiafzettingen worden aangetroffen en vervolgens het eerste watervoerend pakket.

5.2. Stabiliteit rioolsleuf

5.2.1. Algemeen

Indien de opwaartse waterdruk in het eerste watervoerend pakket onvoldoende wordt gecompenseerd door het eigen gewicht van deze bovenliggende waterremmende lagen (indien aanwezig), bestaat er risico voor welvorming en opbarsten van de waterbodem.

Indien blijkt dat de veiligheid tegen opdrijven kleiner is dan 1,1 dienen maatregelen te worden genomen.

Volgens NEN-EN 1997-1 kan het evenwicht van een laag als volgt worden getoetst:

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d \quad \text{met} \quad V_{dst;d} = G_{dst;d} + Q_{dst;d}$$

Waarin:

$G_{dst;d}$ = rekenwaarde van de aandrijvende permanente verticale belastingen;

$G_{stb;d}$ = rekenwaarde van de weerstandbiedende verticale belastingen;

$Q_{dst;d}$ = rekenwaarde van de ongunstig werkende veranderlijke verticale belastingen;

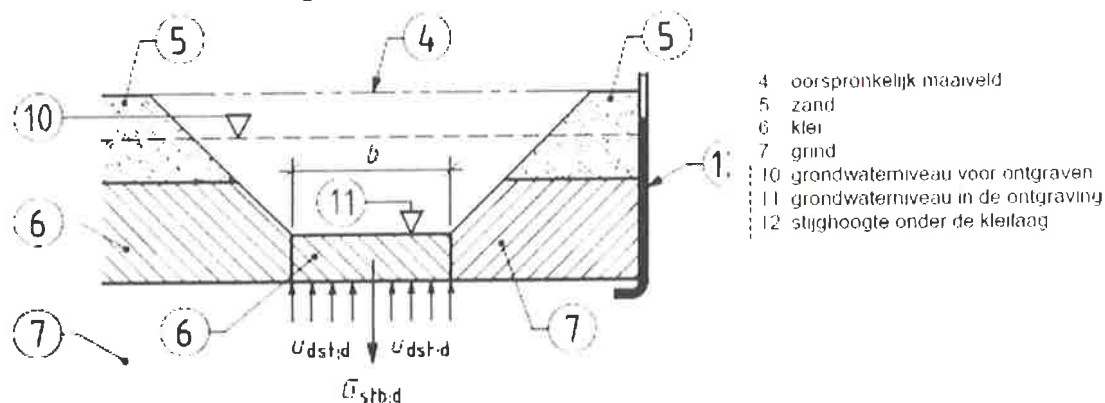
R_d = rekenwaarde van de weerstand tegen een belasting;

$V_{dst;d}$ = rekenwaarde van de ongunstig werkende verticale belasting (opwaartse waterdruk).

Op basis van de in het laboratorium bepaalde volumegewichten is de representatieve waarde van de neerwaartse druk berekend. De rekenwaarde wordt verkregen door vermenigvuldiging met de partiële factor voor belastingen $\gamma_{G;stb} = 0,9$ (zie tabel A1 van NEN 9997-1).

Bij het ontgraven van een smalle sleuf of een put van beperkte afmeting, dragen de grondlagen aan de weerszijden van de ontgraving bij tot een neerwaartse druk. De grootte van dit effect, uitgedrukt in spreidingsfactor (f), is afhankelijk van de diepte en breedte van de ontgraving (zie paragraaf 10.2 van NEN 9997-1). Voor dit werk is gezien de afmeting van de Wadi deze factor niet beschouwd.

In de onderstaande figuur 3 is een principe doorsnede van de evenwichtsbeschouwing conform figuur 10.1 van NEN 9997-1 weergegeven.



Figuur 3. Principe doorsnede evenwichtsbeschouwing ontgraving.

5.3. Stijghoogte eerste watervoerend pakket

De stijghoogte van het eerste watervoerend pakket ter hoogte van de projectlocatie wordt grotendeels bepaald door de waterstand in de rivier de Waal die ten zuiden is gelegen op een afstand van 880 meter. Op basis van de TNO peilbuisgegevens wordt uitgegaan van een gemiddeld hoogste stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket van 1,90 m + NAP.

5.4. Uitgangspunten

Voor de berekening van het evenwicht is uitgegaan van de volgende gegevens:

Stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	1,90 m + NAP (GHG)
	1,40 m + NAP (Gem)
	1,10 m + NAP (GLG)
Volumieke gewicht grond	Volgens laboratoriumonderzoek en tabel 2.b NEN 9997-1
Bodemprofiel	Conform sondering D3 en boring B1 t/m B3
Maaiveldhoogte	2,10 m + NAP (huidig)
Beschouwd ontgravingsniveau Wadi	1,51 m + NAP
Aanvangsdiepte watervoerend pakket	6,00 m - NAP

5.4.1. Bodemprofiel en bodemparameters

Op basis van het grondonderzoek worden de volgende maatgevende bodemprofiel aangehouden:

Laag	Niveau in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Volumegewicht in kN/m ³
1	2,1 m + tot 0,9 m +	Klei zandhoudend	19,7
2	0,9 m + tot 0,7 m -	Klei zwak siltig	16,6
3	0,7 m - tot 1,4 m -	Klei veenhoudend	14,4
4	1,4 m - tot 3,2 m -	Veen zwak kleiig	11,4
5	3,2 m - tot 5,0 m -	Klei zwak veenhoudend	15,3
6	5,0 m - tot 6,0 m -	Klei veenhoudend	14,4

5.4.2. Berekening verticaal evenwicht

In de onderstaande tabel is het evenwicht bepaald van de situatie tijdens het graven van de Wadi weergegeven.

Laag	Niveau in m t.o.v. NAP	Dikte in m	f	Representatieve volumieke gewicht in kN/m ³	Rekenwaarde gronddruk in kN/m ²	Rekenwaarde waterdruk in kN/m ²
1	1,5 m + tot 0,9 m +	0,60	-	19,7	10,6	
2	0,9 m + tot 0,7 m -	1,60	-	16,6	23,9	
3	0,7 m - tot 1,4 m -	0,70	-	14,4	9,1	
4	1,4 m - tot 3,2 m -	1,80	-	11,4	18,5	
5	3,2 m - tot 5,0 m -	1,80	-	15,3	24,8	
6	5,0 m - tot 6,0 m -	1,00	-	14,4	13,0 +	
					99,9	79,0 (GHG)
						74,0 (Gem)
						71,0 (GLG)

5.4.3. Bepaling veiligheidsfactor

In de onderstaande tabel is de veiligheidsfactor (F) tegen opbarsten bepaald waarbij tijdens de uitvoering is gerekend met een GHG van 1,90 m + NAP. In principe dient de veiligheidsfactor (F) in theorie voor een permanente situatie minimaal 1,1 te zijn.

Omschrijving	Neerwaartse belasting (q_{rep}) in kN/m ²	Opwaartse belasting (q_{rep}) in kN/m ²	F
Uitvoeringsfase	111,0	79,0	1,41

Opmerking

De rekenwaarde van de neerwaartse belasting verkregen door de karakteristieke waarde van de volumegewichten te vermenigvuldigen met een belastingfactor γ_G van 0,9 (zie tabel A.3 van NEN 9997-1). Bij gebruik van representatieve waarde is de belastingfactor op de karakteristieke waarde 1,0. De vroegere allover veiligheidsfactor wordt bepaald met representatieve waarden en met de rekmethode conform de NEN-9997-1 wordt de veiligheid verkregen middels in de belastings- en materiaalfactoren



5.5. Conclusie

Uit de evenwichtsbeschouwing blijkt dat in de uitvoeringsfase de veiligheidsfactor F tegen opbarsten van de bodem van de Wadi 1,41 te zijn. Dit is beduidend hoger dan de gewenste waarde van 1,1. Op basis hiervan is de veiligheid tegen opbarsten gewaarborgd.



6. KWELANALYSE

6.1. Algemeen

Door het graven van de geplande Wadi wordt de dikte van de deklaag geringer en daarmee de kwelweg verkort.

Teneinde inzicht te krijgen in de gevolgen van de geplande rioolsleuven op de hoeveelheid kwel wordt in het navolgende een kwelanalyse verzorgd.

6.2. Uitgangspunten

Met betrekking tot de kwelberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Huidig maaiveld niveau ca. 2,1 m + NAP.
- Toekomstig maaiveld niveau ca. 2,3 m + NAP (ophoging met zand).
- Aanvangsniveau eerste watervoerend pakket ca. 6,0 m - NAP.
- Waterpeil rivier T10 = 6,9 m + NAP.
- Stijghoogte eerste watervoerend pakket 1,9 m + NAP (GHG).
- Oppervlak Wadi 527 m².
- Bodem Wadi 1,51 m + NAP.
- Oppervlak rioolsleuven 115 m².
- Bodem rioolsleuven 1,25 m + NAP.

6.3. Bodemprofiel

Voor de kwelberekening worden op basis van het verrichte grondonderzoek het volgende maatgevende bodemprofiel beschouwd.

Bestaande situatie maaiveld

Diepte in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Hydraulische weerstand
2,10 m + tot 1,40 m -	Klei	350 dagen
1,40 m - tot 3,20 m -	Veen	13 dagen
3,20 m - tot 6,00 m -	Klei	280 dagen
	Zand	+
		643 dagen

Nieuwe situatie Wadi

Diepte in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Hydraulische weerstand
1,51 m + tot 1,40 m -	Klei	290 dagen
1,40 m - tot 3,20 m -	Veen	13 dagen
3,20 m - tot 6,00 m -	Klei	280 dagen
	Zand	+
		583 dagen

Nieuwe situatie Rioolsleuven

Diepte in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Hydraulische weerstand
1,25 m + tot 1,40 m -	Klei	265 dagen
1,40 m - tot 3,20 m -	Veen	13 dagen
3,20 m - tot 6,00 m -	Klei	280 dagen
	Zand	+
		558 dagen

Opmerking:

Omdat de maaiveldophoging deels uit zand bestaat is er geen extra hydraulische weerstand voor het nieuwe maaiveldniveau toegekend.

6.4. Kwelberekening met formule Mazure

Teneinde de Wateropgave conform de regelgeving van Waterschap Riviereiland te bepalen wordt in het navolgende de kwel berekend op basis van de formule van Mazure. Deze formule wordt over het algemeen gebruikt bij het bepalen van de hoeveelheid kwel achter een dijk.

Het betreft de volgende formule:

$$q = ((H_{\text{rivier}} - H_{\text{polder}}) / c) * e^{-x/\sqrt{kDc}}$$

waarbij

H_{rivier} = het gemiddelde rivierpeil in meter

H_{polder} = polderpeil in m

c = hydraulische weerstand van de deklaag in dagen

x = afstand van de projectlocatie tot de rivier in meter

kD = doorlaatvermogen van het 1^e watervoerend pakket onder de deklaag in m²/dag

De wateropgave (W) bestaat uit de toename aan kwel in mm/d vermenigvuldigd met 10 dagen en het oppervlak van de vergraving. Voor de rivierstand in de Waal wordt uitgegaan van T10.

In verband met de parabolische vorm van een hoogwatergolf wordt een correctiefactor c van 2/3 in rekening gebracht.

Dit resulteert in de volgende formule:

$$W = q(T10) * 10 * (A \text{ toekomstig} - A \text{ huidig}) * 2/3$$

Voor het plangebied zijn de volgende waarden aangehouden:

	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
• H_{rivier}	: 6,90 m + NAP	6,90 m + NAP
• H_{polder}	: 1,40 m + NAP	1,40 m + NAP
• Maaiveldniveau	: 2,10 m + NAP	2,30 m + NAP
• Niveau bodem rioolsleuven	: n.v.t.	1,25 m + NAP
• Niveau bodem Wadi	: n.v.t.	1,51 m + NAP
• c maaiveld	: 643 dagen	643 dagen
• c rioolsleuven	: n.v.t.	558 dagen
• c Wadi	: n.v.t.	583 dagen
• x	: 880 m	880 m
• kD	: 1.736 m ² /dag	1.736 m ² /dag
• Oppervlak rioolsleuven (A)	: n.v.t.	115 m ²
• Oppervlak Wadi (A)	: n.v.t.	527 m ²
• Oppervlak maaiveld	3.726	3.084

Dit resulteert in de volgende kweldebieten voor de huidige en toekomstige situatie:

	Huidige situatie	Toekomstige situatie	
		Wadi	Rioolsleuven
Kwel (q)	3,7 mm/dag	3,9 mm/dag	4,0 mm/dag

De wateropgave is dan als volgt.

$$W(\text{wadi}) = (3,9) \cdot 10^{-3} \times 10 \times (527 - 0) \times 2/3 = 13,7 \text{ m}^3$$

$$W(\text{rioolsleuven}) = (4,0) \cdot 10^{-3} \times 10 \times (150 - 0) \times 2/3 = 4,0 \text{ m}^3$$

$$W(\text{totaal}) = 13,7 + 4,0 = 17,7 \text{ m}^3$$



Conform de algemene formule kan de wateropgave als volgt worden berekend:

Huidige situatie

$$W = q_1 \cdot A \text{ (maaiveld)} = 3,7 \times 3.726 = 13,8 \text{ m}^3$$

Nieuwe situatie

$$W = q_1 \cdot A \text{ (maaiveld)} = 3,7 \times 3.084 = 11,4 \text{ m}^3$$

$$W = q_2 \cdot A \text{ (Wadi)} = 3,9 \times 527 = 2,1 \text{ m}^3$$

$$W = q_3 \cdot A \text{ (rioolsleuven)} = 4,0 \times 115 = 0,5 \text{ m}^3$$

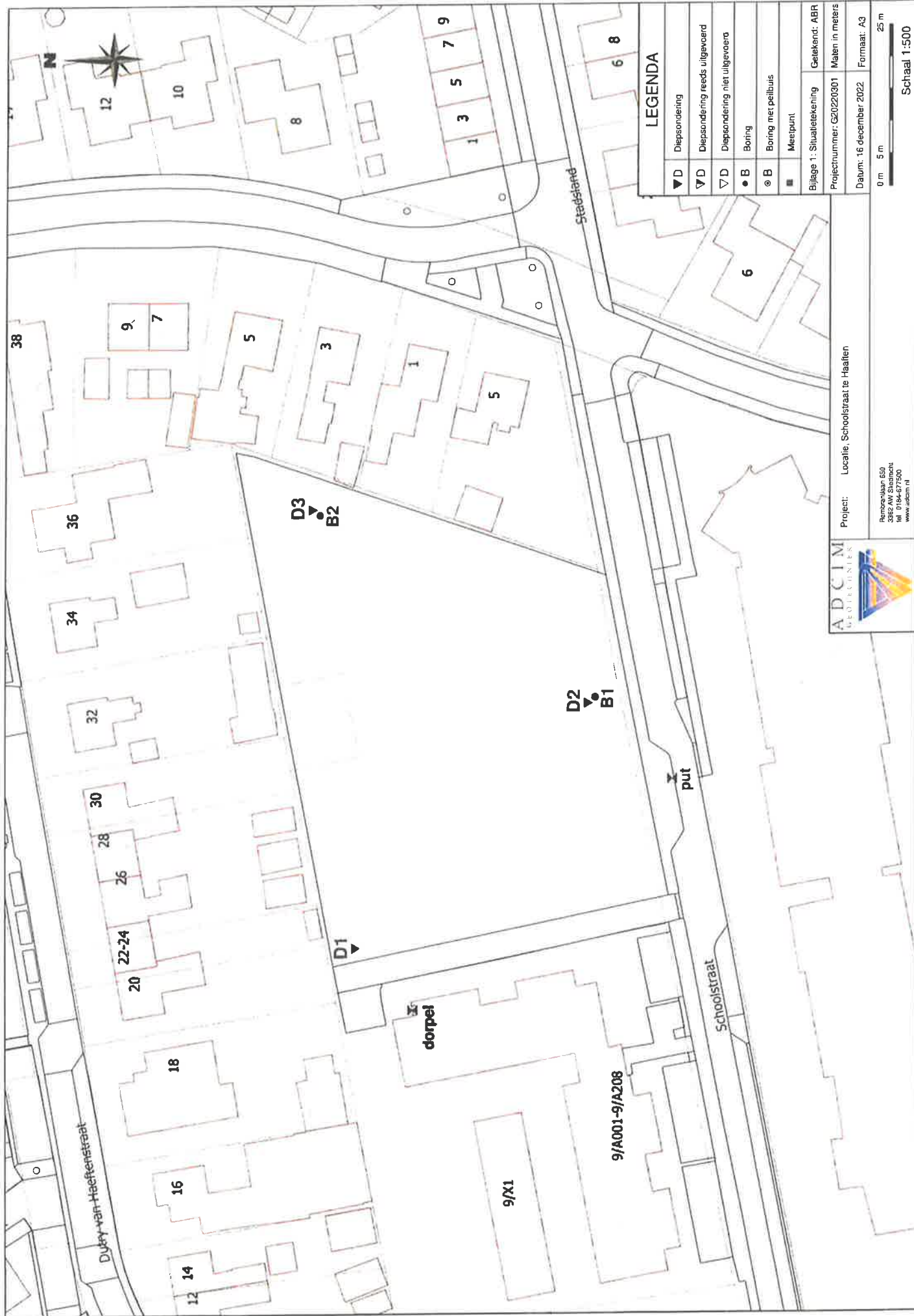
$$W \text{ totaal} = 11,3 + 2,1 + 0,6 = 14,0 \text{ m}^3$$

6.5. Conclusie

Uit de kwelberekening blijkt dat er voor de projectlocatie sprake is van een geringe toename van de te verwachten hoeveelheid kwel door het graven van de Wadi en de rioolsleuven in het plangebied.



BIJLAGE A



Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering : 29 november en 13 december 2022

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium ¹
sondering 1	2,20 +	V
sondering 2	2,35 +	V
sondering 3	2,08 +	V
boring 1	2,35 +	
boring 2	2,08 +	
put	2,22 +	
dorpel	2,51 +	

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde stijghoogtes zijn weergegeven in navolgende tabel.

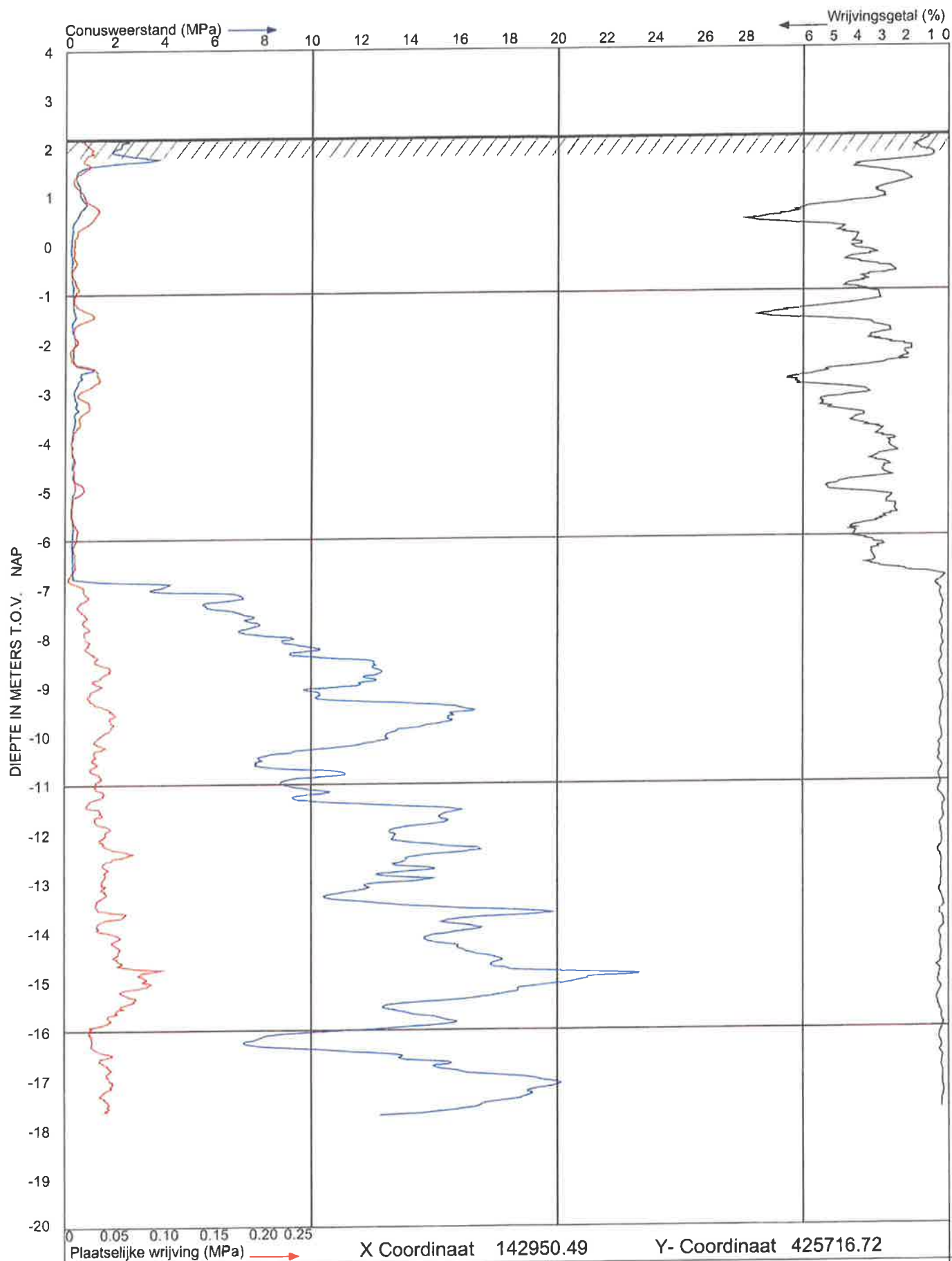
Meetpunt [nr.]	Stijghoogte* [m - mv]	[m t.o.v. N.A.P.]
boorgat B1	0,60	1,75 +
boorgat B2	0,57	1,51 +

* Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- o waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- o de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

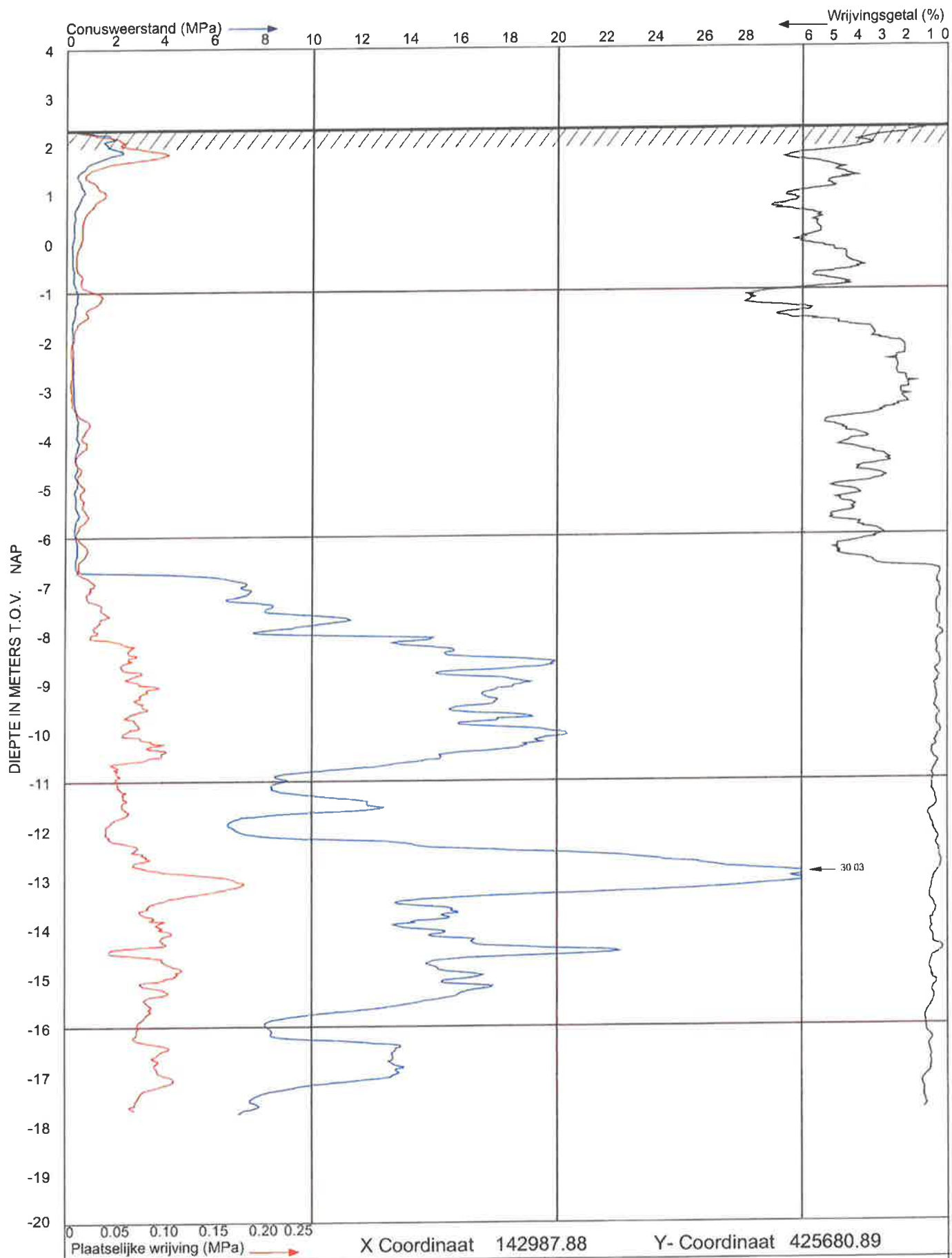


Schoolstraat
te Haaften

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

Project nr. : **2203425**
Sondeer nr. : **1**

Datum : 28-11-2022
Conusnr. : 071221
MV. is 2.2 m tov NAP

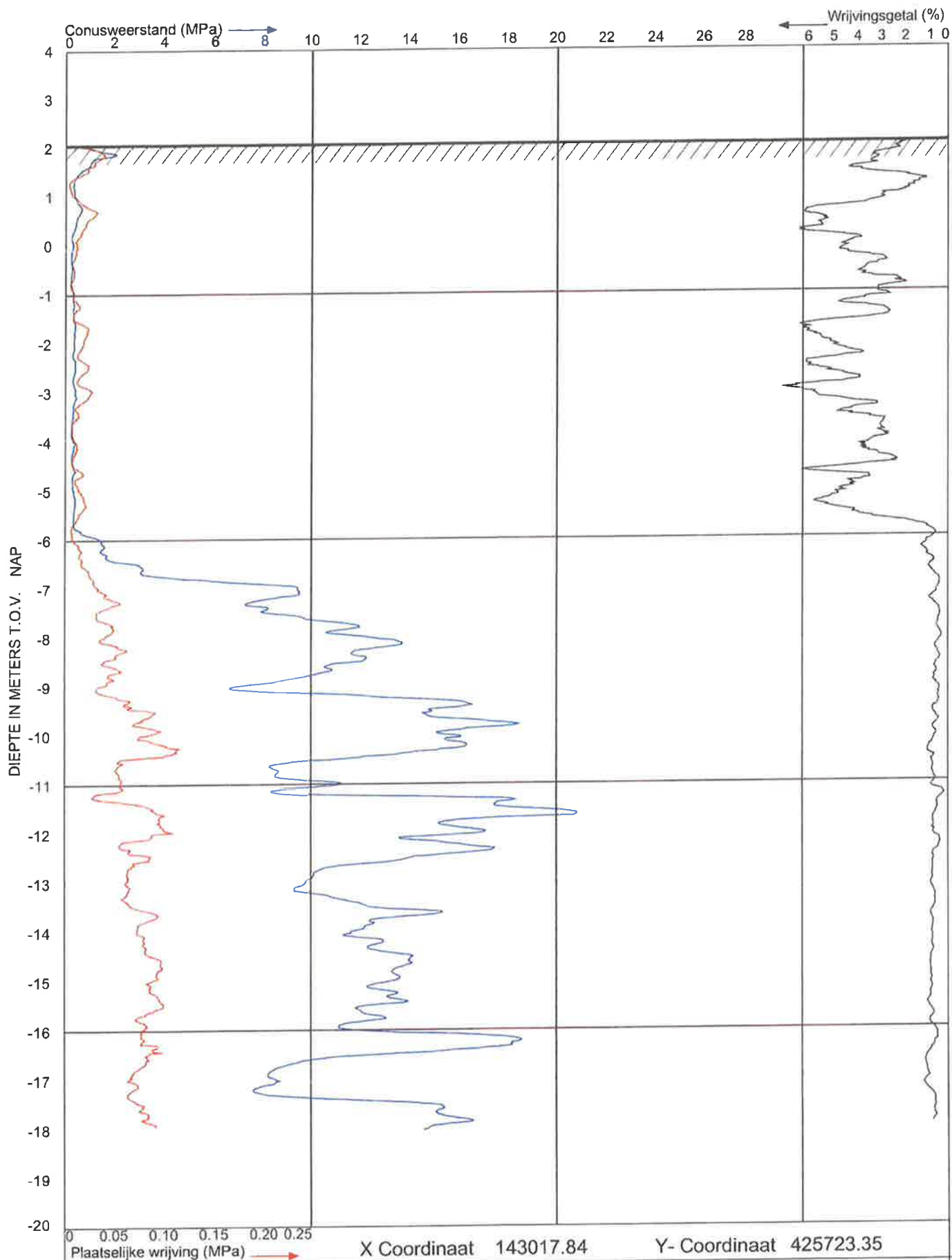


Schoolstraat
te Haaften

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

Project nr. : **2203425**
Sondeer nr. : **2**

Datum : 29-11-2022
Conusnr. : 071161
MV. is 2.35 m tov NAP



Schoolstraat
te Haaften

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

Project nr. : **2203425**

Datum : 29-11-2022

Sondeer nr. : **3**

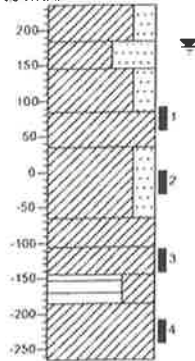
Conusnr. : 071161

MV. is 2.08 m tov NAP

Boring: B1 / D2

Datum: 13-12-2022
GWS (in cm-mv): 60
NAP hoogte (m): 2.35
X: 142987,88
Y: 425680,90

to v. NAP



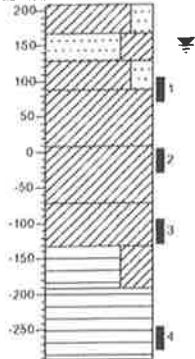
0 to v. maaiveld

▲ 50	Klei, zwak zandig, zwak organisch, resten puin, blauw
▲ 90	Klei, sterk zandig, resten puin, blauw
150	Klei, zwak zandig, grijs
200	Klei, zwak roesthoudend, grijs
	Klei, zwak zandig, grijs
300	
340	Klei, zwak veenhoudend, grijs
380	Klei, matig veenhoudend, grijsblauw
420	Veen, kleiig, blauw
	Klei, zwak veenhoudend, grijsblauw
500	

Boring: B2 / D3

Datum: 16-12-2022
GWS (in cm-mv): 57
NAP hoogte (m): 2.08
X: 143017,84
Y: 425723,35

to v. NAP



0 to v. maaiveld

▲ 40	Klei, zwak zandig, zwak organisch, resten puin, bruin
80	Zand, middelgrof 200-300, kleiig, bruin
120	Klei, zwak zandig, grijs
	Klei, zwak organisch, matig roesthoudend, grijsbruin
200	
	Klei, grijs
280	
	Klei, matig veenhoudend, grijsbruin
340	
	Veen, kleiig, bruin
400	
	Veen, bruin
500	



BIJLAGE B

Uitgevoerd

- Monsterclassificatie conform NEN5104
- Bepaling van de dichtheid van fijn korrelige grond cf. NEN-EN-ISO 17892-2, Linear measurement method (steekringmethode).
- Bepaling van het watergehalte cf. NEN-EN-ISO 17892-1.

Opmerking

De volumieke massa van de vaste delen is, voor zover niet exact bepaald, ingeschat op basis van de monsterclassificatie en de relatie soortelijke massa - volumegewicht (uit proevenverzameling). Het porienvolume, poriëngetal en de verzadigingsgraad zijn berekend, op basis van de meetwaarden en een ingeschatte volumieke massa van de vaste delen.

Grootheden en eenheden

	Mg/m ³	volumieke massa vaste delen
ρ_s	kN/m ³	nat volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)
γ_n	kN/m ³	droog volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)
γ_{dr}	%	watergehalte c.q. moisture content in gewichtspercentage
W_d	%	watergehalte in volumepercentage
n	%	poriënvolume (berekend obv geschatte ρ_d)
e	%	poriëngetal (berekend obv geschatte ρ_d)
S_r	%	verzadigingsgraad (berekend obv geschatte ρ_d)
γ_v	kN/m ³	verzadigd volumegewicht (berekend obv geschatte ρ_d)

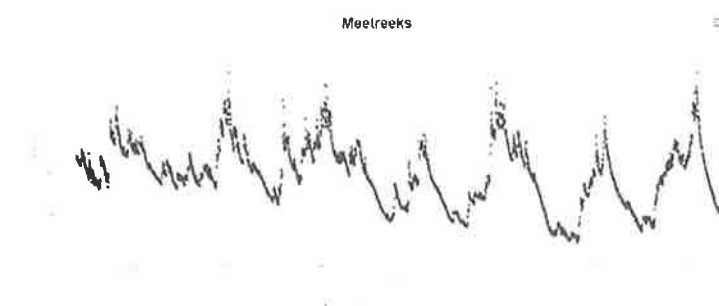
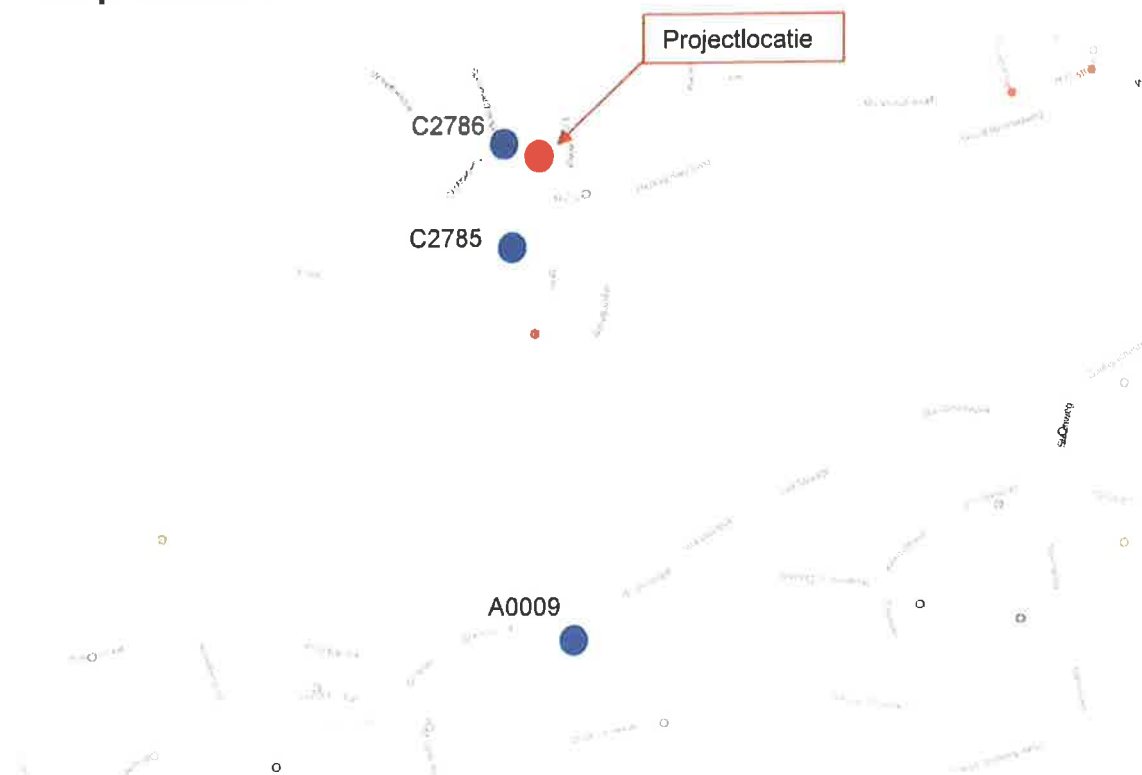
Testresultaten

Monsteraanduiding			Classificatie									
Boring	Monster	Diepte van [m - mv]	tot [m - mv]	Visuele classificatie + bijzonderheden								
B1	1	1.73	1.78	NEN5104 klei, sterk zandig								
B1	2	2.63	2.68	klei, zwak siltig								
B1	3	3.73	3.78	veen, mineraalarm								
B1	4	4.73	4.78	klei, zwak siltig								
B2	1	1.33	1.38	klei, zwak siltig, zwak humeus								
B2	2	2.33	2.38	klei, zwak siltig								
B2	3	3.33	3.38	klei, zwak siltig, matig humeus								
B2	4	4.83	4.88	veen, zwak kleig								
				W_g [%]	γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_v [%]	$\rho_{s, \text{geschat}}$ [Mg/m ³]	n [%]	e	S_r [%]	γ_v [kN/m ³]
				21.9	19.57	16.06	35.8	2.68	39	0.64	92	19.9
				50.5	16.83	11.18	57.6	2.61	56	1.29	100	16.8
				266.4	10.89	2.97	80.7	1.63	81	4.38	99	11.0
				73.3	15.30	8.83	66.0	2.53	64	1.81	100	15.3
				28.2	19.68	15.35	44.2	2.66	41	0.70	100	19.7
				52.4	16.62	10.90	58.3	2.61	57	1.35	100	16.6
				92.1	14.37	7.48	70.2	2.43	69	2.18	100	14.4
				213.5	11.38	3.63	79.0	1.80	79	3.87	99	11.4



BIJLAGE C

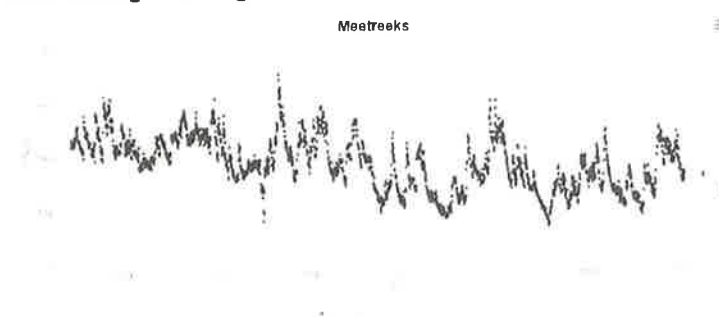
TNO peilbuizen



Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

Startdatum analyse periode	07-01-2013
Einddatum analyse periode	15-06-2029
Aantal waarnemingen	2563
Gemiddelde	172
Standaard deviatie	14,7
Minimum	151
10-percentiel	116
50-percentiel (mediaan)	173
90-percentiel	194
Maximum	234

Peilbuis: B39C2785
Filterstelling: Deklaag



Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

Startdatum analyse periode	07-01-2013
Einddatum analyse periode	15-06-2029
Aantal waarnemingen	2563
Gemiddelde	172
Standaard deviatie	14,7
Minimum	151
10-percentiel	116
50-percentiel (mediaan)	173
90-percentiel	194
Maximum	234

Peilbuis: B39C2786
Filterstelling: Deklaag



Peilbuis: B45A0009

Filterstelling: Eerste watervoerend pakket



Adcim B.V.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Siedrecht
T 0184 67 75 00
E algemeen@adcim.nl

www.adcim.nl



Adcim Geotechniek B.V.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Siedrecht
T 0184 67 75 05
E algemeen@adcimgeotechniek.nl

www.adcimgeotechniek.nl

Bijlage 4: Uitvoergegevens SOBEK HWA stelsel tijdens ontwerp bui L09

Information about Simulation

```
=====
SOBEKVersion           : Sobek Advanced Version 2.16.004
Case Name              : 2024-03-06 HWA stelsel

Simulation Mode        : Run RR (Rainfall-Runoff), 1DFLOW (Rural) and 1DFLOW
(Urban) module sequentially

Start                  : 06-maart-2024 15:21:17
End                    : 06-maart-2024 15:21:26

Rainfall-Runoff Module used : Yes
Channel Module used       : Yes
Sewer Module used        : Yes
River Module used        : No
1D Morphology Module used : No
1D2D Module used         : No
Real Time Control Module used : No
Water Quality Module used : No
Emission Module used     : No
Ground Water Module used : No
Simulation parallel      : No
Flow modules unsteady    : Yes
2D Water Quality Module used : No
Delft3D Flow used        : No
Delft3D WAQ used         : No

Network imported or started : FromScratch
Network imported at         : 6-3-2024 10:47:22
```

Overview of Rainfall Runoff Module

Results 3B calculation

```
Rainfall file           : \URBAN216\FIXED\STNBUI09.BUI
Evaporation file         : \URBAN216\FIXED\3B\EVAPOR.PLV
Timestep size (s)       : 60
Simulated period (hours) : 2.00 for number of Events= 1
```

Summary results Sobek-RR Urban model

```
Total area (m2)           : 1934.00
Total rainfall (m3)        : 56.86
Total evaporation (m3)     : 0.02
Total infiltration depressions (m3): 0.67
Total infiltration from runoff (m3): 0.00
Total storage change (m3)  : 0.41
Total inflow sewer excl. DWD (m3) : 55.76
Total DWA (m3)             : 0.00
Total inflow sewer (m3)    : 55.76
Balance error (m3)         : 0.00 ( 0.0000%)
Maximum balance error in simulation: 0.00
```

Overview of Flow Module

```
Under License to : Salf
```

Numerical Parameters Used

```
=====
Accuracy Level           : Low Speed/More Accurate
Structure Stability Factor : 0
Theta                    : 1.00
Maximum Courant number   : 1.00
Epsilon value Volume (m3/s) : 0.00010000
Epsilon value Level (m)   : 0.00010000
```

Threshold Values		
Flooding (m)	:	0.01000
Drying (m)	:	0.00100
Min. Length Reach Segment (m)	:	1.00
Relaxation Factor (0..1)	:	1.00
Structure Dynamics Factor	:	1.00
Maximum Iterations	:	8
Gravity g (m/s ²)	:	9.81
Fluid Density (m ³)	:	1000.00
upwindculvert (-)	:	1
Relaxation structures alfa (-)	:	0.90
Timestep size (s)	:	60.0000
Lowest Timestep (s)	:	0.0164
Largest Timestep (s)	:	60.0000

External structure	Spilled volume (m ³)
l_1	0.0000
Boundaries in (m ³)	: 0.00
Boundaries out (m ³)	: 0.00
Structures in (m ³)	: 0.00
Structures out (m ³)	: 0.00
Lateral disch. in (m ³)	: 55.77
Lateral disch. out (m ³)	: 0.00
Storage (m ³)	: 55.77
Error (m ³)	: -0.00

Initial conditions

=====	
Rainfall Runoff Module	: user defined
Flow Module	: user defined

Version Information of Modules

=====	
Vervang	: 4-6-2020 16:49:26, Version: 4.05.012
Caseman	: 4-6-2020 16:51:00, Version: 4.07.03
CmUtil	: 4-6-2020 16:50:06, Version: 4.07.03
CmUpdate	: 4-6-2020 16:49:40, Version: 4.07.03
Sobek_3B (RR)	: 4-6-2020 16:53:50, Version: 3.216.28.56981
Parsen	: 4-6-2020 16:53:58, Version: 2.08.002.54560
Parsen2D	: 4-6-2020 16:54:30, Version: 1.04.001.54559
RTC	: 4-6-2020 16:54:06, Version: 3.216.004.56039
EM	: 4-6-2020 16:51:04, Version: 1.00.0001
WQInt	: 4-6-2020 16:52:32, Version: 3.00.03.55966
Delwaq1	: 4-6-2020 16:52:16, Version: 5.06.00.7073
Delwaq2	: 4-6-2020 16:52:16, Version: 5.06.00.7073
Waterbal	: 4-6-2020 16:52:16, Version: 2.00.04
Simulate	: 4-6-2020 16:51:36, Version: 2.13.0024

SOBEKVersion	= Sobek Advanced Version 2.16.004
Case Name	= 2024-03-06 HWA stelsel