

Gemeente West Betuwe

Waterhuishoudkundigplan

Nelekeskamp 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
Bodemopbouw en peilbuisgegevens	5
Oppervlaktewater	5
Waterkeringen.....	6
Rioolwatertransportleiding	7
Randvoorwaarden en uitgangspunten	8
Riolering	9
Algemeen	9
Uitgangspunten voor HWA en DWA systeem	9
HWA systeem	9
Uitgangspunten HWA systeem	9
Afvoerend oppervlak	9
Ontwerp HWA systeem	10
Hydraulische toetsing	11
DWA systeem.....	17
Uitgangspunten DWA systeem	17
DWA productie	17
Ontwerp DWA vrij-verval systeem.....	17
Oppervlaktewatersysteem	19
Algemeen	19
Watercompensatie.....	19
Randvoorwaarden en uitgangspunten watercompensatie	19
Benodigde watercompensatie vanuit ontwikkeling.....	19
Balans oppervlaktewater	20
Balans alternatieve bergingen	20
Kwel	20
Conclusie watercompensatie	21
Werking systeem	21
Drooglegging	21

Klimaatverandering.....	22
Samenvatting	23
Bijlagen	25
Bijlage 1: Oppervlakkenbalans.....	25
Bijlage 2: Rekensheet watercompensatie	27
Bijlage 3: Kwelberekening	28
Bijlage 4: Rioolwatertransportleiding.....	29
Bijlage 5: Uitvoergegevens SOBEK HWA stelsel tijdens ontwerp-bui L09	31

Inleiding

Aanleiding

Door de gemeente West-Betuwe wordt in Haaften de ontwikkeling Nelekeskamp 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 woonwijk Nelekeskamp 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 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 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

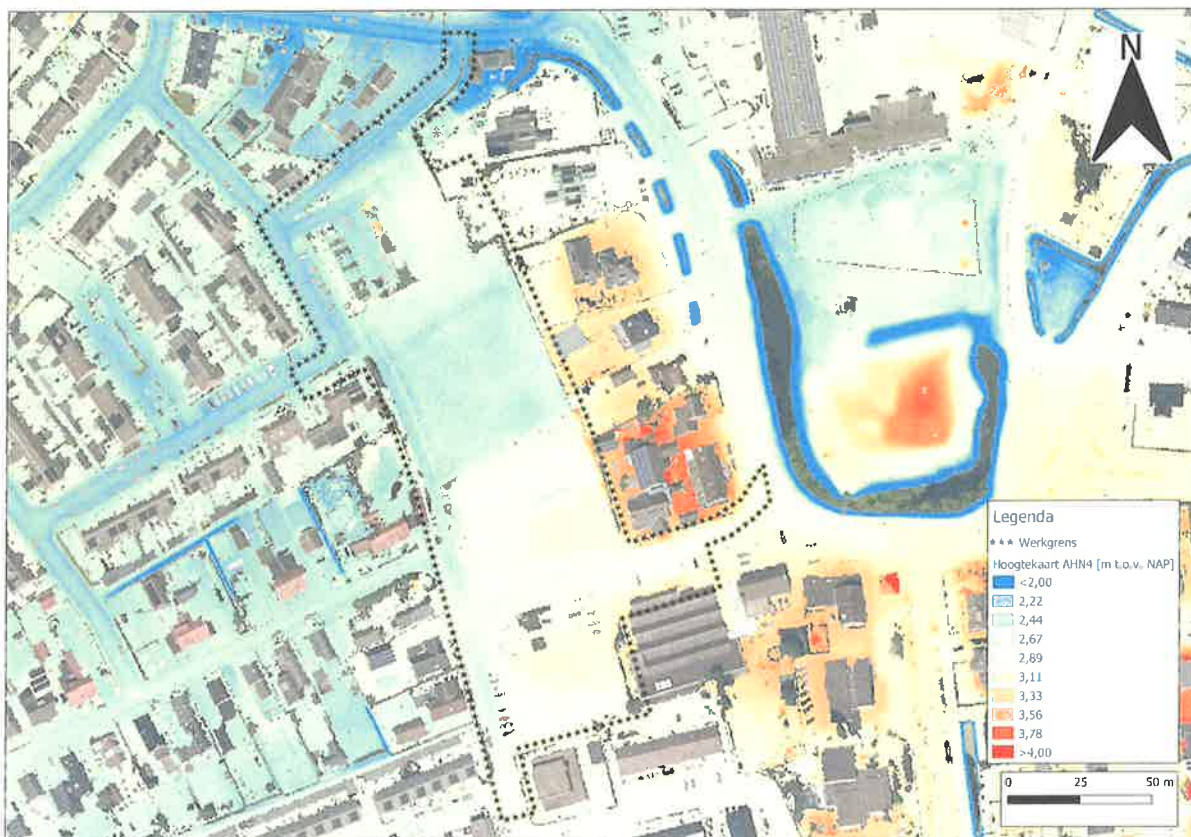
De kern Haaften is gelegen in de Provincie Gelderland. Als gevolg van een fusie behoort Haaften sinds 2019 tot de gemeente West-Betuwe. In de kern van Haaften wonen ca. 2.800 inwoners. Aan de noordzijde bevinden zich agrarische gronden en vervolgens de Rijksweg A15, aan de westzijde is Hellouw gesitueerd, 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 en een sporthal 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 hoogtekartaart gemaakt van het te ontwikkelen gebied en de directe omgeving. Deze hoogtekartaart is weergegeven in figuur 2, waarbij indicatief de contouren van het ontwikkelen gebied met een stippellijn zijn opgenomen. Uit de hoogtekartaart van het huidige maaiveld volgt dat de zuidzijde van het plan een gemiddelde maaiveldhoogte heeft van ca. 2,90-3,00 m + NAP. Het overige deel van het plan is lager gesitueerd met een gemiddelde maaiveldhoogte van 2,40-2,50 m + NAP.



figuur 2 Hoogtekaart omgeving plangebied

Bodemopbouw en peilbuisgegevens

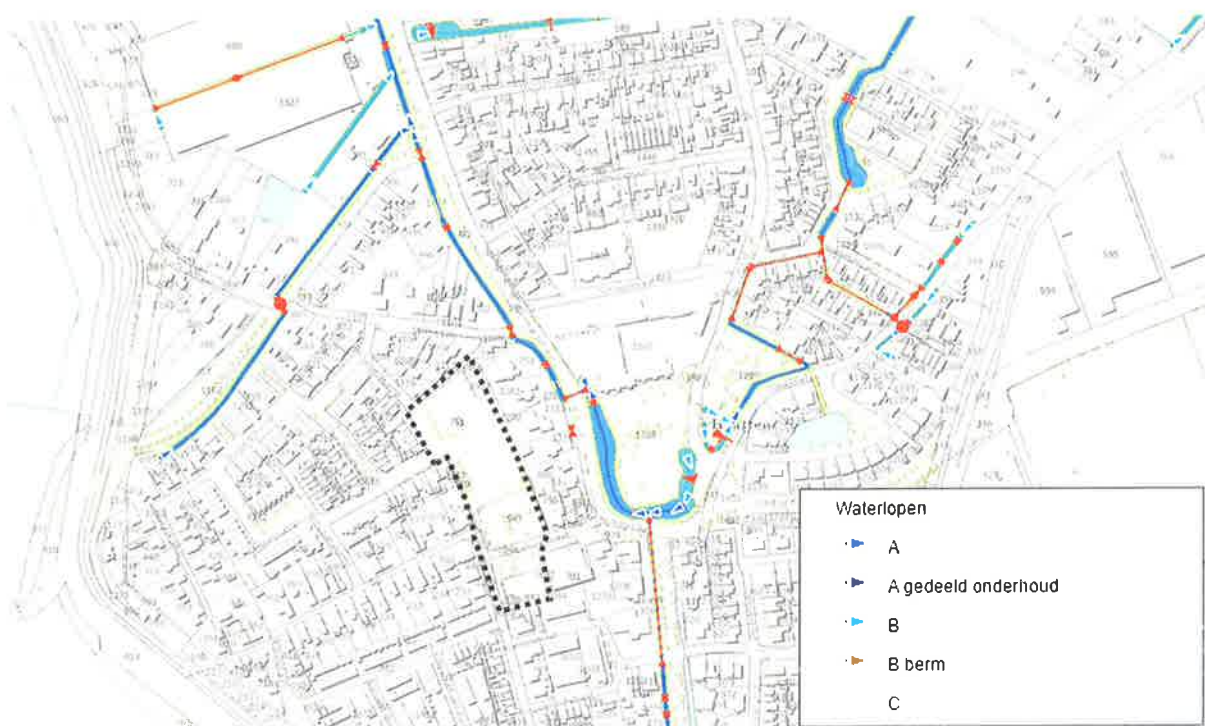
Voor de beschrijving van de bodemopbouw en de relevante peilbuisgegevens wordt verwezen naar bijlage 3 van dit rapport.

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 naar oostelijke richting wordt gegaan is er een A & B status watergang gesitueerd langs de Bernhardstraat. 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

Rioolwatertransportleiding

Aan de noord- en westzijde van het plangebied, onder het pad Nelekeskamp en Honekeskamp, is er een rioolwatertransportleiding van het waterschap gesitueerd. De ligging van deze persleiding blijft ongeroerd en daarnaast wordt de bebouwing buiten de beschermingszone van deze leiding gesitueerd. In de nadere uitwerking wordt rekening gehouden met deze leiding. In het huidige ontwerp is er enkel verharding gesitueerd of is er een groenvak gesitueerd waarin lage beplanting/gras gesitueerd is. Ophoging In bijlage 4 is de meegestuurde tekening van het waterschap bijgevoegd, met daarop de beschermingszone rondom de persleiding. Hier wordt nader op ingegaan bij vergunningsaanvraag.

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 onder vrijverval 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 rioleringstracé 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 rioleringssysteem 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 ontwerp bui L09 (T=5) mag geen water-op-straat 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

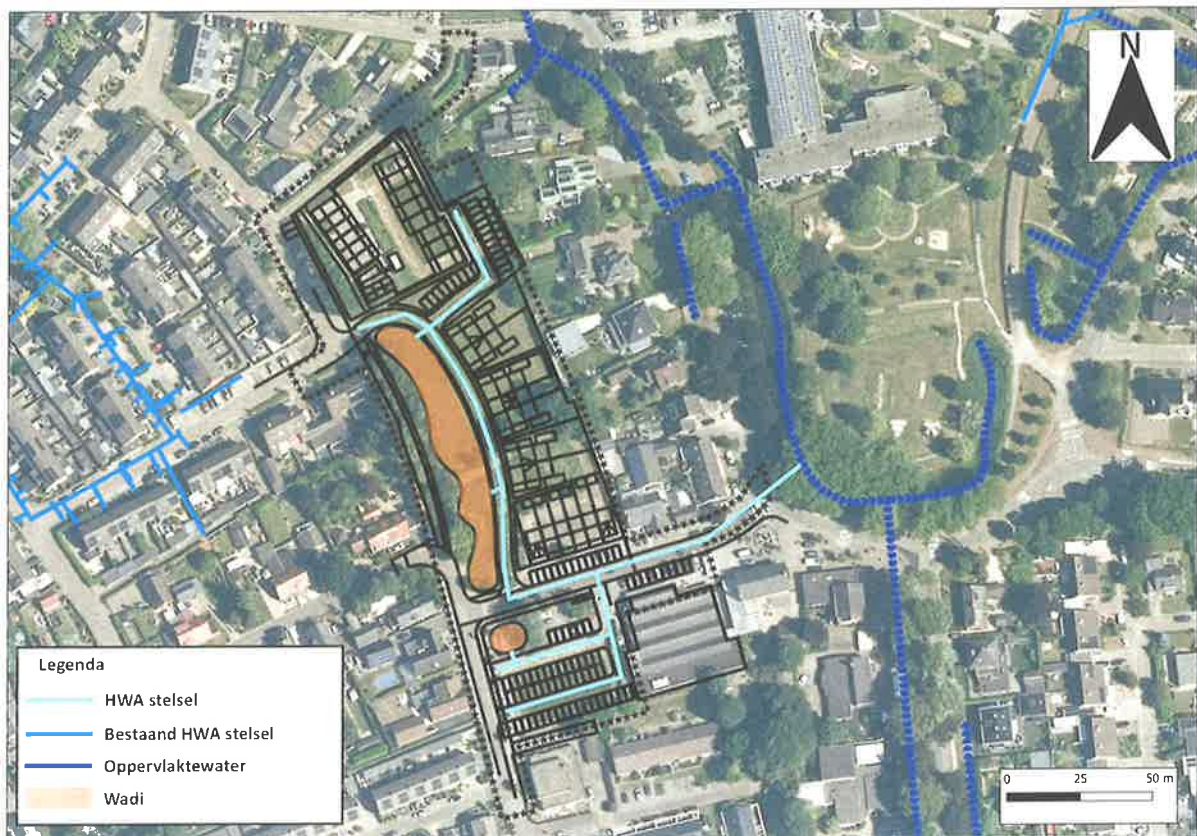
Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m²)	Percentage (%)	Meetlend verhard oppervlak (m²)
Percelen			
-Rijwoningen	760	90	684
-Twee onder één kap	1.903	80	1.522
-Appartementen	897	100	897
Verharding	3.460	100	3.460
Half-verharding	1.154	100	1.154
Groen	3.422	-	-
Water	-	-	-
Totaal	11.596	Totaal	7.717

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 nagenoeg al de rijbanen een HWA riool aangebracht. Aanbevolen wordt om het stelsel met het oppervlaktewater te verbinden door de Dorpshuisstraat. Middels een voorziening kan het hemelwater vertraagd lozen op het oppervlaktewater. Daarnaast wordt er een noodoverstort gerealiseerd, zodat de bergingen in geval van een calamiteit kunnen overstorten op het oppervlaktewater.

De verbinding met het oppervlaktewater door de Dorpshuisstraat biedt kansen om (een deel van) de westzijde van Haaften af te koppelen. Om deze reden wordt hemelwaterriolering in Dorpshuisstraat overgedimensioneert om in de toekomst eventuele afkoppeling mogelijk te maken. Vooralsnog wordt lozingsleiding alleen gebruikt voor afvoer van het plangebied, mocht het in de toekomst wenselijk zijn om via deze leiding meer af te koppelen dan wordt in overleg getreden met het Waterschap en wordt hiervoor een nieuwe vergunning met de bijbehorende berekeningen aangevraagd.

In het rioleringsplan dient de exacte (diepte) ligging en maatvoering van het hemelwaterstelsel nader bepaald te worden.



figuur 6 Overzicht HWA stelsel

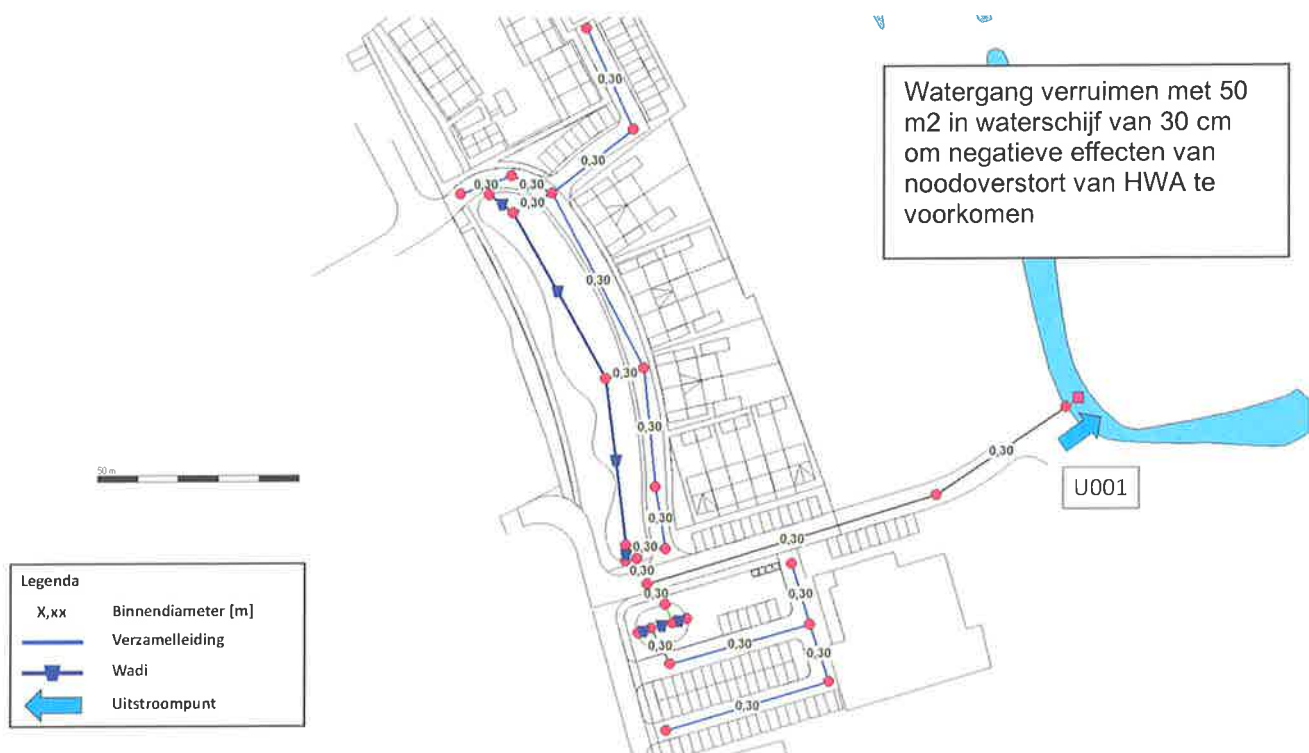
Hydraulische toetsing

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 één uitstroomvoorziening gerealiseerd. Door de hoogteligging van het plangebied is het grootste deel van het hemelwaterstelsel boven het waterpeil gesitueerd. Hierdoor is het zinvol om het stelsel aan te brengen met afschot.

Om afwenteling op de bestaande inrichting (zoals op de Brouwerskamp) te voorkomen worden er kolken aangebracht nabij de overgangen van de bestaande situatie naar het nieuw in te richten plangebied. Bovendien wordt er voldoende waterberging gerealiseerd. Hierdoor kan het water binnen de plangebied grenzen verwerkt worden



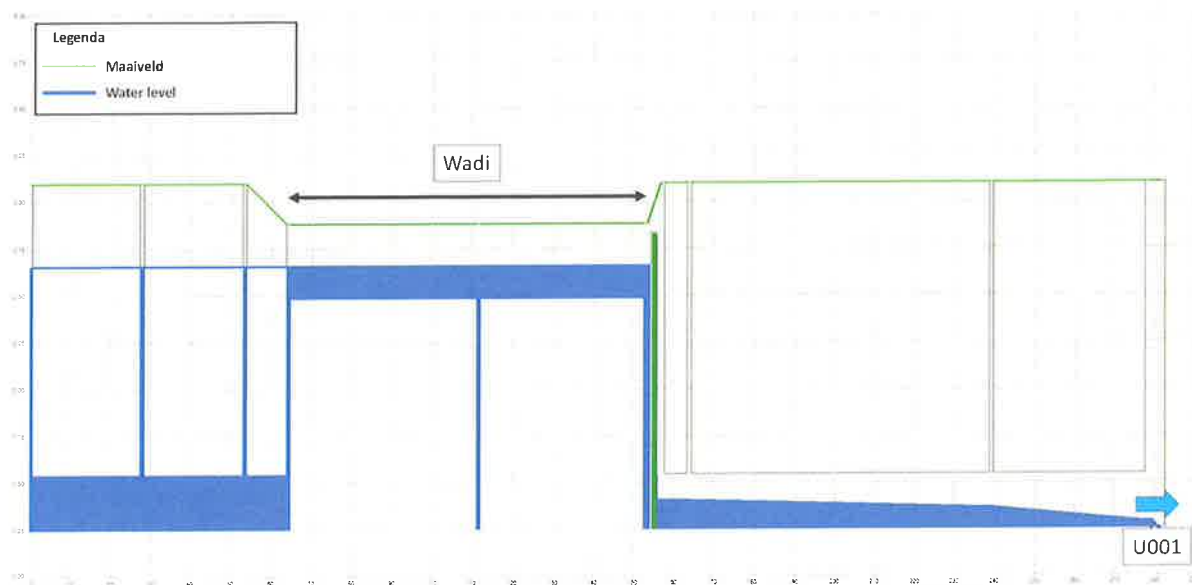
figuur 7 Ontwerp HWA stelsel

Berekeningen

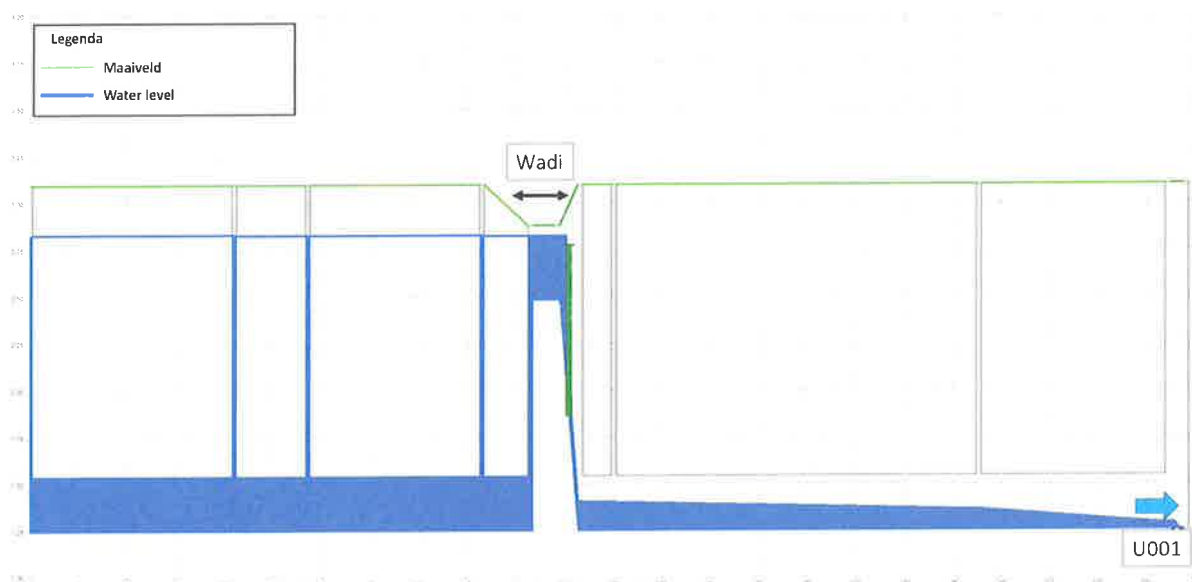
Het stelsel is getoetst aan de hand van ontwerpbuilen L09 (T=5) en L10 (T=10). De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 8 en figuur 11. De verlopen van de maximaal optredende spiegelverhanglijnen zijn weergegeven in figuur 9, figuur 10, figuur 12 en figuur 13. Tijdens zowel ontwerpbui L09 als L10 is er in het leidingenstelsel een minimale waakhogte van 0,20 m aanwezig. Enkel ter plaatse van de wadi's is de minimale waakhogte 0,00-0,10 m. Hieruit wordt geconcludeerd dat het stelsel voldoet aan de gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten.



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



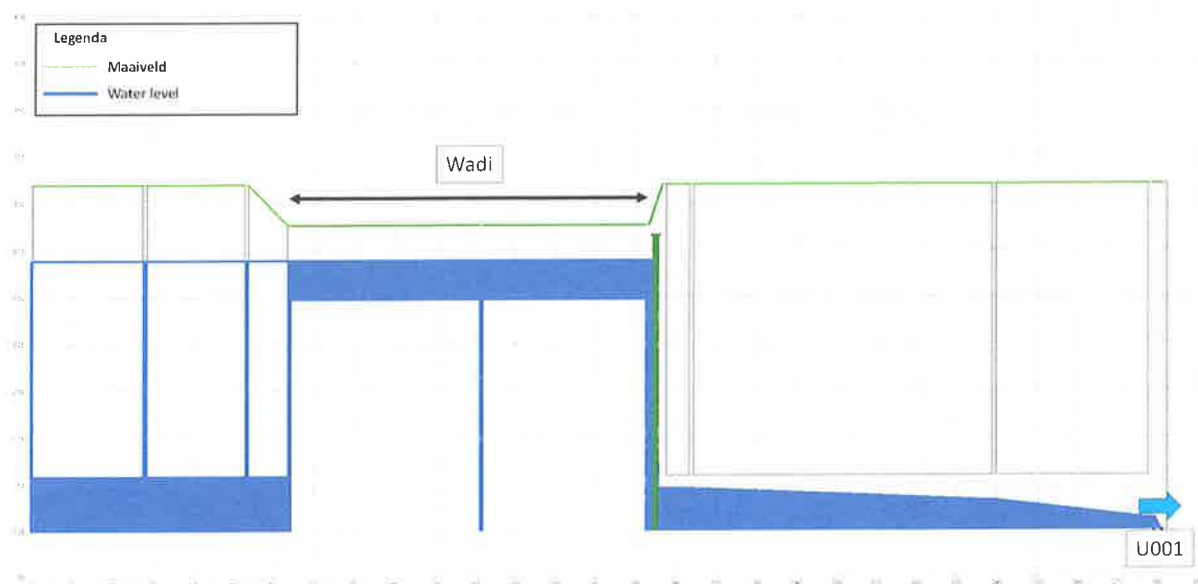
figuur 9 Verloop maximale spiegelverhanglijn 1 tijdens ontwerpbui L09



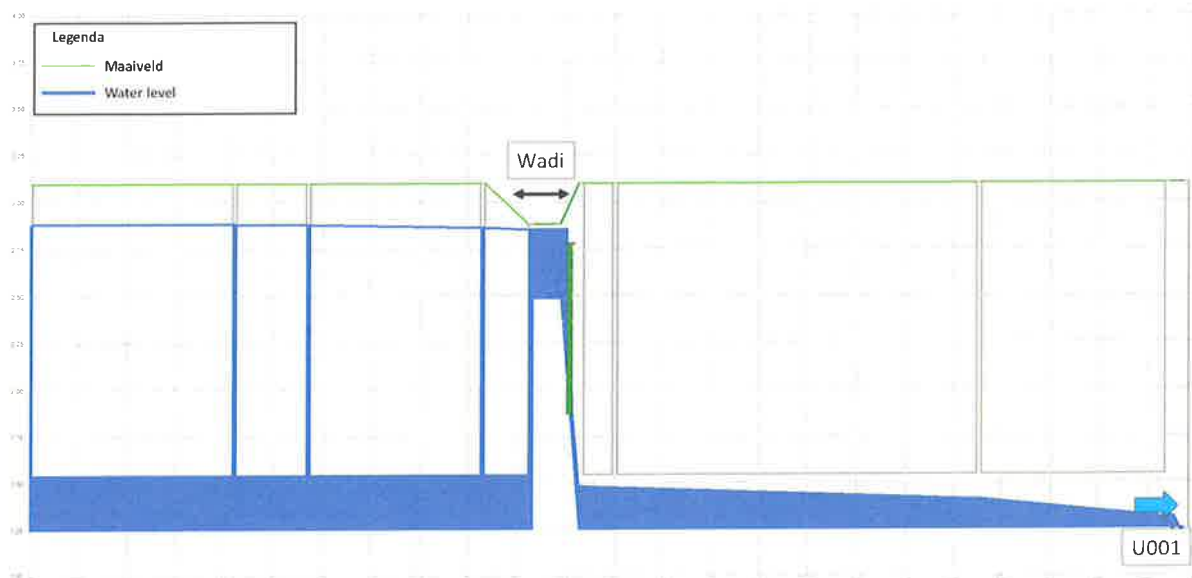
figuur 10 Verloop maximale spiegelverhanglijn 2 tijdens ontwerpbui L09



figuur 11 Minimum waakhogte in HWA stelsel tijdens ontwerpbui L10 (T=10)



figuur 12 Verloop maximale spiegelverhanglijn 1 tijdens ontwerpbui L10



figuur 13 Verloop maximale spiegelverhanglijn 2 tijdens ontwerpbui L10

Uitstroomvoorzieningen

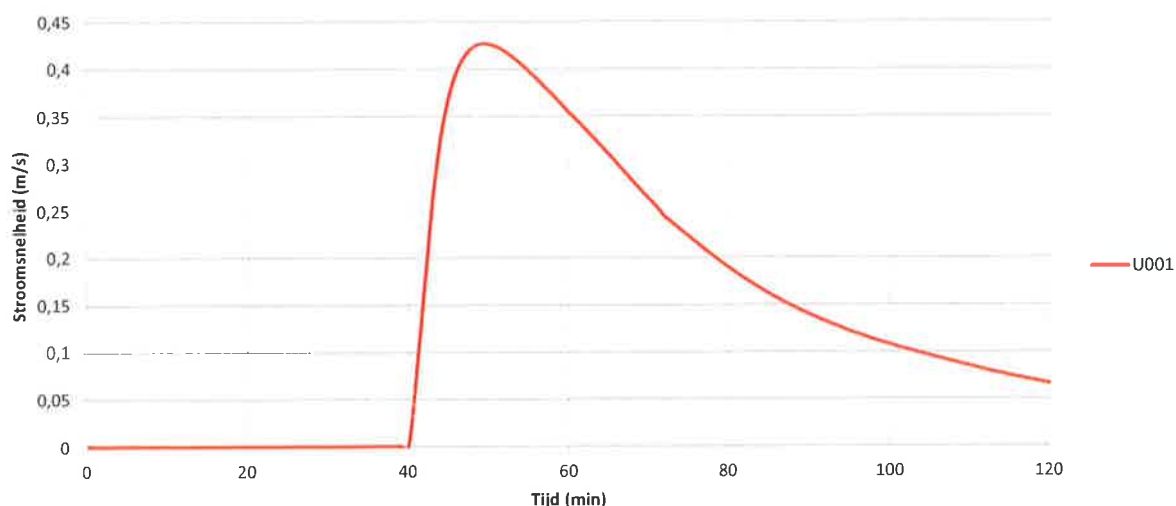
Het HWA stelsel is voorzien van één vrije uitstroomvoorziening: U001. De maximale optredende stroomsnelheid en het maximale debiet is bepaald tijdens ontwerpbui L09, aangezien de piek hiervan vergelijkbaar is met regenduurlijn Buishand en Velds $T=10+10\%$. Een overzicht van de maximaal optredende waarden is weergegeven in tabel 3. Het verloop van de stroomsnelheid en het debiet tijdens ontwerpbui L09 over de tijd is weergegeven in figuur 14 en figuur 15.

Uit de gegevens volgt dat bij alle uitstroomvoorzieningen de stroomsnelheid hoger wordt dan de grenswaarde voor uitspoelen van 0,30 m/s, waardoor bodem- en taludbescherming aanbevolen wordt.

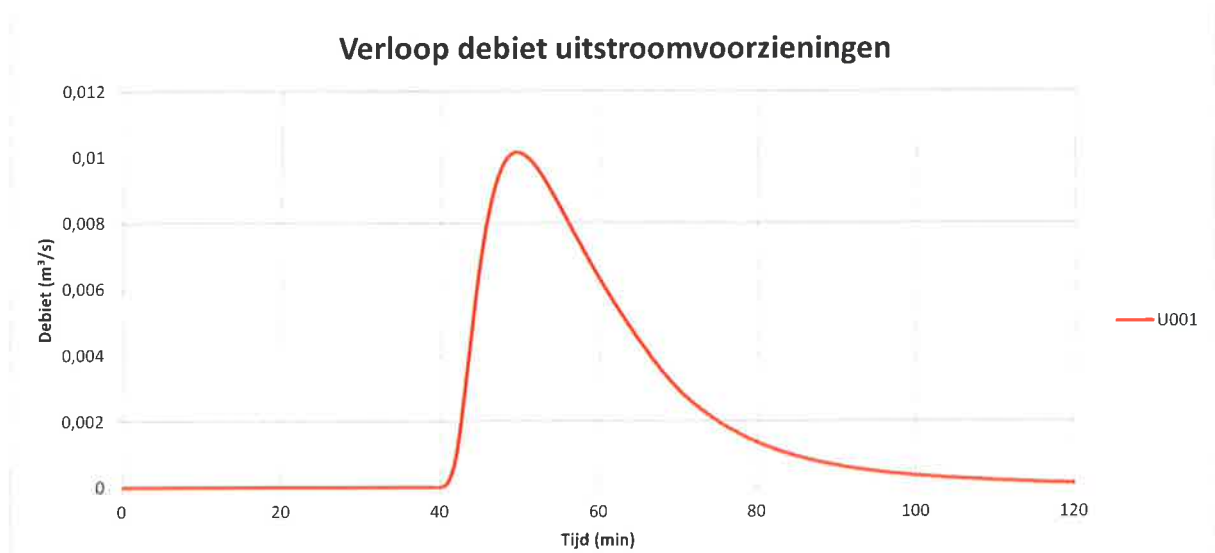
tabel 3 Maximaal optredende waarden uitstroomvoorziening

Uitstroomvoorziening	Diameter (mm)	Max. stroomsnelheid tijdens ontwerpbui L09 (m/s)	Max. debiet tijdens ontwerpbui L09 (m³/s)	Totale hoeveelheid te lozen water (m³)
U001	400	0,43	0,01	13,63

Verloop stroomsnelheid uitstroomvoorzieningen



figuur 14 Verloop stroomsnelheid t.p.v. uitstroomvoorzieningen



figuur 15 Verloop debiet t.p.v. uitstroomvoorzieningen

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

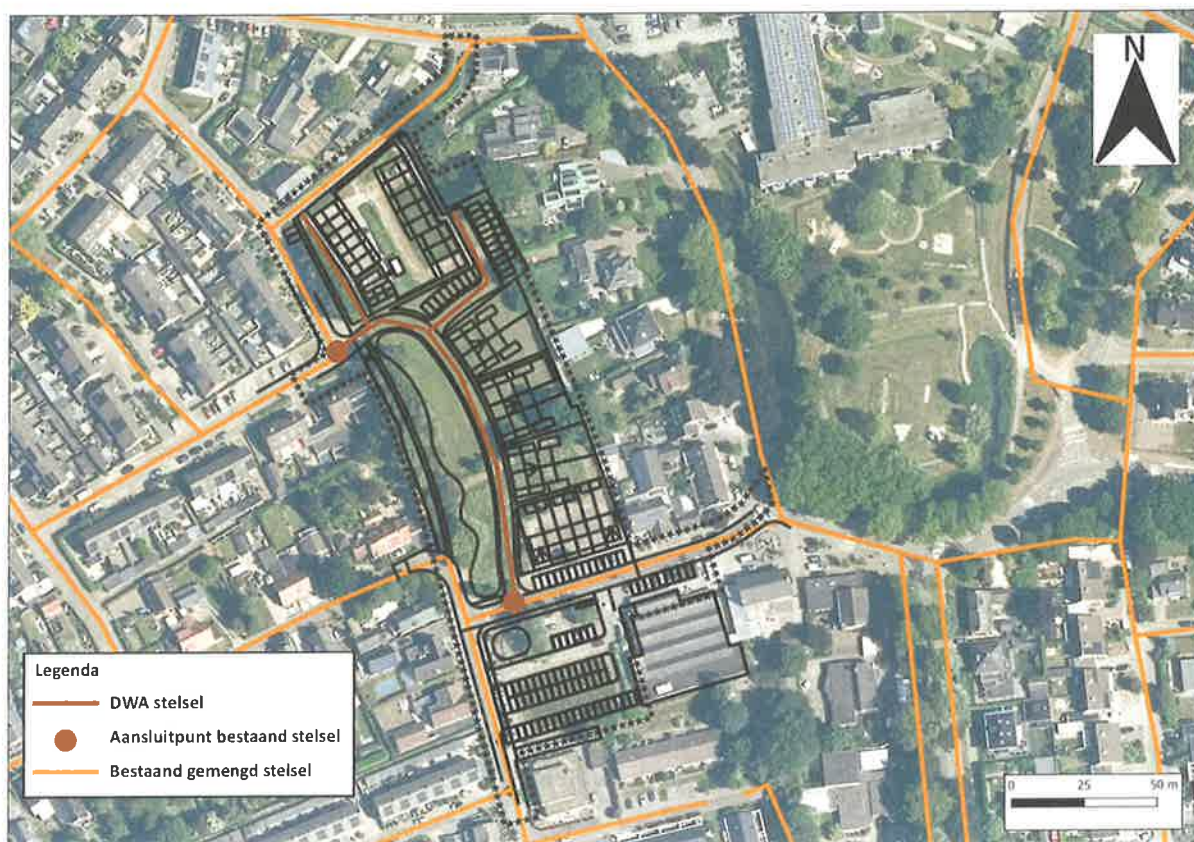
In het bestaande plangebied is er geen DWA productie. Door de realisatie van de nieuwe woningen zal er een toename van de DWA productie plaatsvinden. Aan de hand van de Kennisbank Stedelijk Water is de DWA productie voor de nieuwe situatie bepaald. Er wordt gerekend met een woningbezetting van 2,5 personen per woning. De dagproductie per persoon bedraagt 120 l. Voor de piekproductie wordt de dagproductie verdeeld over 10 uur. De berekening is in tabel 4 weergegeven.

tabel 4 DWA productie

DWA productie	
Aantal woningen	30 st
Woningbezetting	2,5 pers/woning
DWA productie/persoon/dag	120 l/pers./24 uur
Dagproductie DWA	9 m3/24 uur
Piekproductie DWA	0,9 m3/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 16 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 16 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 4.201 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 0 nader toegelicht wordt. In bijlage 2 is de rekensheet van de benodigde watercompensatie opgenomen en in bijlage 1 de oppervlakkentekeningen. In tabel 5 en tabel 6 is het bestaande en nieuwe verhard oppervlak opgenomen.

tabel 5 Bestaande verharding binnen plangebied

Bestaande verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Bebouwing	22	100	22
Tuinen	-	60	-
Verharding	3.494	100	3.494
Half-verharding	-	100	-
Groen	8.080	-	-
Water	-	-	-
Totaal	11.596	Totaal	3.516

tabel 6 Nieuwe verharding binnen plangebied

Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m ²)
Percelen			
-Rijwoningen	760	90	684
-Twee onder één kap	1.903	80	1.522
-Appartementen	897	100	897
Verharding	3.460	100	3.460
Half-verharding	1.154	100	1.154
Groen	3.422	-	-
Water	-	-	-
Totaal	11.596	Totaal	7.717

Als gevolg van de toename aan verharding van 4.201 m² dient er: $4.201 \text{ m}^2 \times 436 \text{ m}^3/\text{ha} = 183 \text{ m}^3$ aan water gerealiseerd te worden. Bij een toegestane peilstijging van 0,30 m is er dan een toename aan wateroppervlak van **611 m²** benodigd. Indien de watercompensatie in een alternatieve berging plaatsvindt, dient er $4.201 \text{ m}^2 \times 664 \text{ m}^3/\text{ha} = \mathbf{279 \text{ m}^3}$ 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 wadi's, bevinden. Conform de oppervlakken tekening wordt er voor ca. 1.210 m² aan wadi oppervlak gerealiseerd, waarvan 880 m² bodemoppervlak en 330 m² talud oppervlak. Met een peilstijging van 0,30-0,35 m kan hier voor ca. 348 m³ aan berging gerealiseerd worden, zie ook tabel 7.

tabel 7 Beschikbare berging, wadi's

Beschikbare berging	
Wadi 1	
Talud	289 m ²
Talud, bergend	224 m ²
Bodem	815 m ²
Diepte, tot overstort	0,35 m
Berging	324 m ³
Wadi 2	
Talud	41 m ²
Talud, bergend	30 m ²
Bodem	65 m ²
Diepte, tot overstort	0,30 m
Berging	24 m ³
Totale berging	348 m³

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. 78,8 m³. in de toekomstige situatie neemt de hoeveelheid kwel toe door

het graven van riolsleuven. De wadi bevindt zich boven het bestaande maaiveld en is hierdoor geen kwel verhogend onderdeel. Hierdoor neemt het kwelbezwaar toe tot 80,5 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 1,7 m³ (80,5-78,8) 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 riolsleuven onder de wegverharding(en). Indien er geen grondverbetering toegepast wordt, kan de kwelweg langer gemaakt worden door de riolsleuven te vullen met klei (technisch een uitdaging, maar mogelijk). Hierdoor wordt de kwelweg langer en hoeft het waterbezwaar van 1,7 m³ niet gecompenseerd te worden.

Conclusie watercompensatie

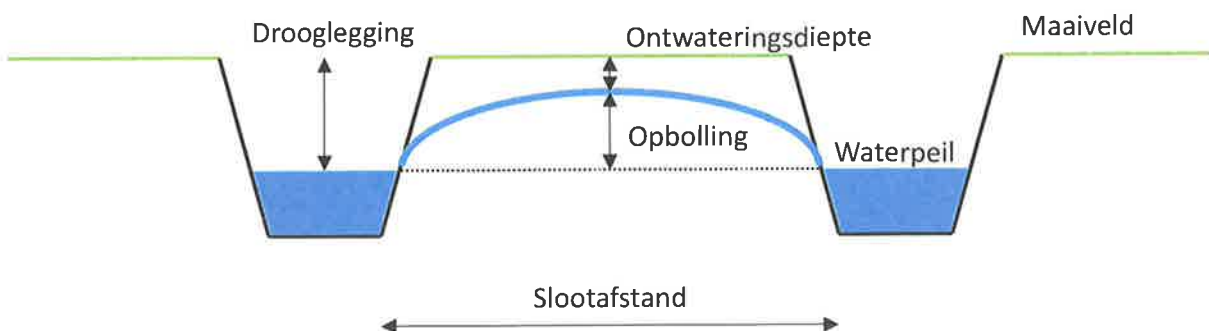
In totaal dient er 4.201 m² aan toename verharding gecompenseerd te worden. De gehele waterberging wordt gerealiseerd in alternatieve voorzieningen. In de alternatieve voorzieningen dient voor minimaal $4.201 \text{ m}^2 \times 664 \text{ m}^3/\text{ha} = 279 \text{ m}^3$ aan berging gerealiseerd worden. Conform de tekeningen wordt er voor ca. 1.210 m² aan wadi oppervlak gerealiseerd, met een peilstijging van 0,30-0,35 m kan hier voor ca. 348 m³ aan berging gerealiseerd worden. Dit is voldoende om geheel te voldoen aan de watercompensatie. Doordat er grondverbetering wordt toegepast ter plaatse van de riolsleuven dient ook het waterbezwaar door de kwel gecompenseerd te worden. Hierdoor dient er 1,7 m³ extra gecompenseerd te worden. Uit bovenstaande volgt dat er meer dan voldoende mogelijkheden zijn om het kwelbezwaar in de wadi's te compenseren. In totaal is er een overcompensatie van ca. 67 m³ (348-2-279) 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 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, voor een visualisatie wordt verwezen naar figuur 17. 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. 3,30 m + NAP. Het bestaande maaiveld is gesitueerd rond 2,28 m + NAP, hierdoor dient het terrein te worden opgehoogd. Het waterpeil (zomerpeil) is gesitueerd op 1,10 m + NAP. Hierdoor bedraagt de drooglegging ca. 2,20 meter.



figuur 17 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 liggen grotendeels hoger dan het plangebied. Mochten de bewoners van de omliggende percelen wensen om hun eigen waterhuishouding in de achtertuinen robuuster te maken dan kan in het kader van het ontwikkeling worden gekeken of dit tot mogelijkheid behoort.

Samenvatting

Algemeen

Door de gemeente West-Betuwe wordt in Haaften de ontwikkeling Nelekeskamp 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 en een sporthal 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 Bernhardstraat. 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

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 nagenoeg al de rijbanen een HWA riool aangebracht. Aanbevolen wordt om het stelsel met het oppervlaktewater te verbinden door de Dorpshuisstraat. Middels een voorziening kan het hemelwater vertraagd lozen op het oppervlaktewater. Daarnaast wordt er een noodoverstort gerealiseerd, zodat de bergingen in geval van een calamiteit kunnen overstorten op het oppervlaktewater. Middels een hydraulische toetsing is aangetoond dat er tijdens ontwerpbui L09 ca. 14 m³ overstort op het bestaande watersysteem. Deze extra belasting op het watersysteem wordt gecompenseerd in de watergang waar noodoverstort zich bevindt. Dit impliceert in verruiming van bergingscapaciteit van oppervlaktewater met 50 m² in waterschijf van 30 cm.

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 4.201 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 4.201 m² dient er: $4.201 \text{ m}^2 \times 436 \text{ m}^3/\text{ha} = 183 \text{ m}^3$ aan water gerealiseerd te worden. Bij een toegestane peilstijging van 0,30 m is er dan een toename aan wateroppervlak van 611 m² benodigd. Indien de watercompensatie in een alternatieve berging plaatsvindt, dient er $4.201 \text{ m}^2 \times 664 \text{ m}^3/\text{ha} = 279 \text{ m}^3$ aan alternatieve voorzieningen gerealiseerd te worden. Uit de berekening om te bepalen of het plangebied kwelgevoelig is, volgt dat er een waterbezwaar ontstaat van 1,7 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. 1.210 m² aan wadi oppervlak gerealiseerd, waarvan 880 m² bodemoppervlak en 330 m² talud oppervlak. Met een peilstijging van 0,30-0,35 m kan hier voor ca. 348 m³ aan berging gerealiseerd worden. Uit bovenstaande volgt dat er meer dan voldoende mogelijkheden zijn om het kwelbezwaar in de wadi's te compenseren. In totaal is er een overcompensatie van ca. 67 m³ (348-279) aanwezig.

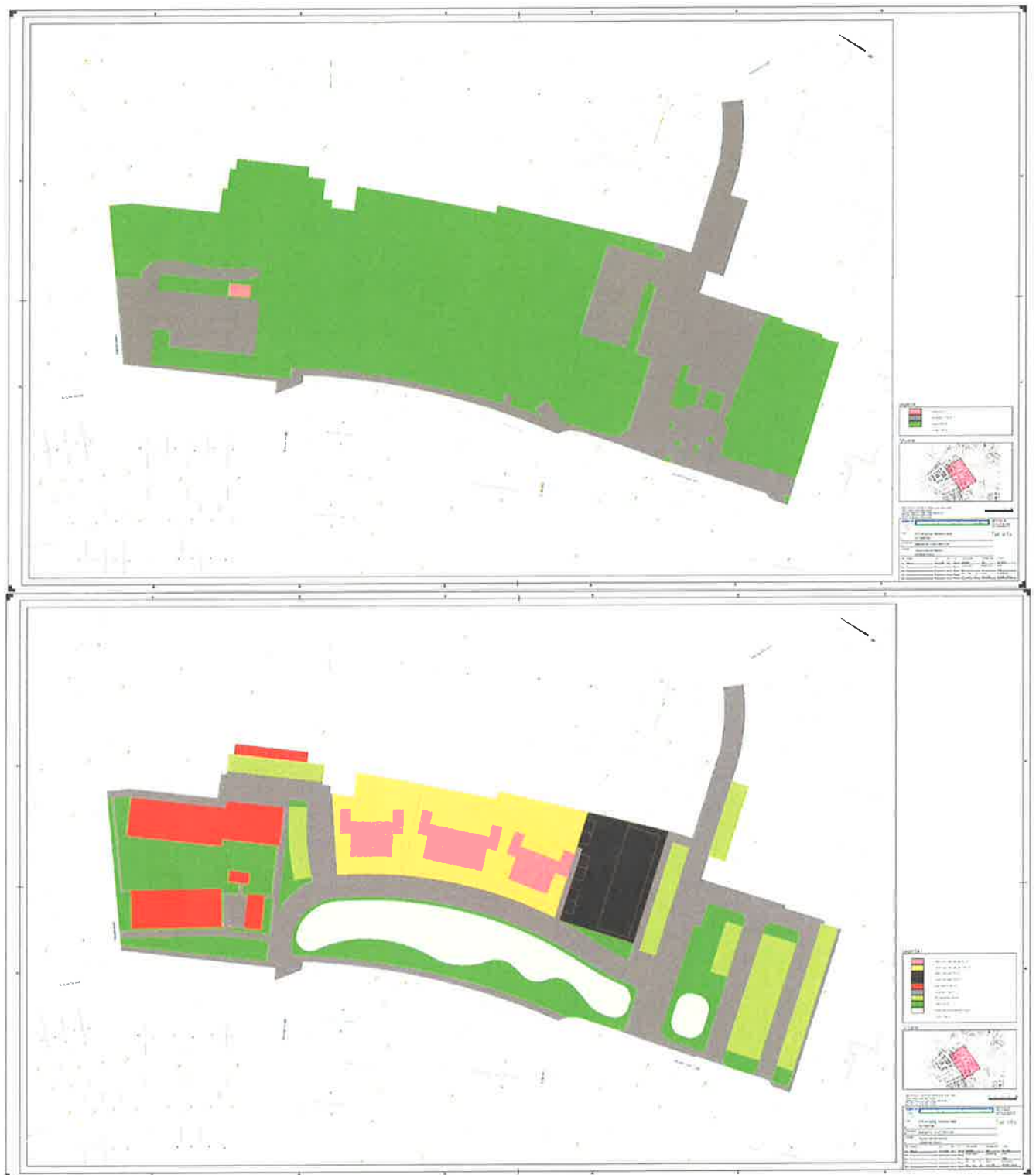
In de nieuwe situatie zal water, door toevoeging van verhard oppervlak, versneld afgevoerd worden. Door middel van kolken en leidingen wordt het hemelwater naar alternatieve voorzieningen gebracht. De alternatieve voorzieningen dienen binnen 48 tot 96 uur geledigd te worden. Uiteindelijk moet er door het neerslagoverschot in Nederland, altijd nog water afgevoerd worden uit het plangebied. Extra belasting op het watersysteem in geval van inwerktreding van noodoverstort wordt gecompenseerd in de watergang waar noodoverstort zich bevindt. Dit impliceert in verruiming van bergingscapaciteit van oppervlaktewater met 50 m² in waterschijf van 30 cm.

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. 3,30 m + NAP. Het bestaande maaiveld is gesitueerd rond 2,28 m + NAP, hierdoor dient het terrein te worden opgehoogd. Het waterpeil (zomerpeil) is gesitueerd op 1,10 m + NAP. Hierdoor bedraagt de drooglegging ca. 2,20 meter.

Bijlagen

Bijlage 1: Oppervlakkenbalans



Bijlage 2: Rekensheet watercompensatie

Onderdeel: Benodigde watercompensatie tbv rekenregels WSRL

Bestaande verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m²)
Bebouwing	22	100	22
Tuinen	-	60	-
Verharding	3.494	100	3.494
Half-verharding	-	100	-
Groen	8.080	-	-
Water	-	-	-
Totaal	11.596	Totaal	3.516
Nieuwe verharding			
Onderdeel	Verhard oppervlak (m²)	Percentage (%)	Meetellend verhard oppervlak (m²)
Percelen			
-Rijwoningen	760	90	684
-Twee onder één kap	1.903	80	1.522
-Appartementen	897	100	897
Verharding	3.460	100	3.460
Half-verharding	1.154	100	1.154
Groen	3.422	-	-
Water	-	-	-
Totaal	11.596	Totaal	7.717
		Vrijstelling	-
		Toename	4.201

Compensatie als gevolg van demping oppervlaktewater (100 %)

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

Compensatie regels	
Toename verharding	4.201 m²
Toegestane peilstijging	0,30 m
Te creëren berging in oppervlaktewater: 436 m³/ha	
Te creëren berging in bergingsvoorziening: 664 m³/ha	

Benodigde compensatie in oppervlaktewater water als gevolg van toename verharding	
Toename verharding	4.201 m²
Berging in oppervlaktewater	183 m³
I.r.t. wateroppervlak	611 m²
Benodigde compensatie in bergingsvoorzieningen als gevolg van toename verharding	
Toename verharding	4.201 m²
Berging in bergingsvoorziening	279 m³

Bijlage 3: Kwelberekening

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



WERKEN AAN BODEM EN WATER

www.adcimgotechniek.nl



**Geotechnisch advies
Locatie aan de
Nelekeskamp te
Haften**



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

Verantwoording

Titel : Locatie aan de Nelekeskamp te Haaften

Betreft : Evenwichtsbeschouwing en Kwelanalyse

Projectnummer : G20220300-01

Documentnummer : G20220300-01-rap-01

Status : Definitief

Datum : 07-03-2024

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	6
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	15
6.5.	Conclusie.....	16

**BIJLAGEN:**

Nummer	Omschrijving	Aantal
A	Grondonderzoek	8
B	Laboratoriumonderzoek	1
C	TNO peilbuisgegevens	1

1. INLEIDING

Voor het project Locatie aan de Nelekeskamp 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 rioolsleuven verzorgd.

2. PROJECTINFORMATIE

2.1. Locatie

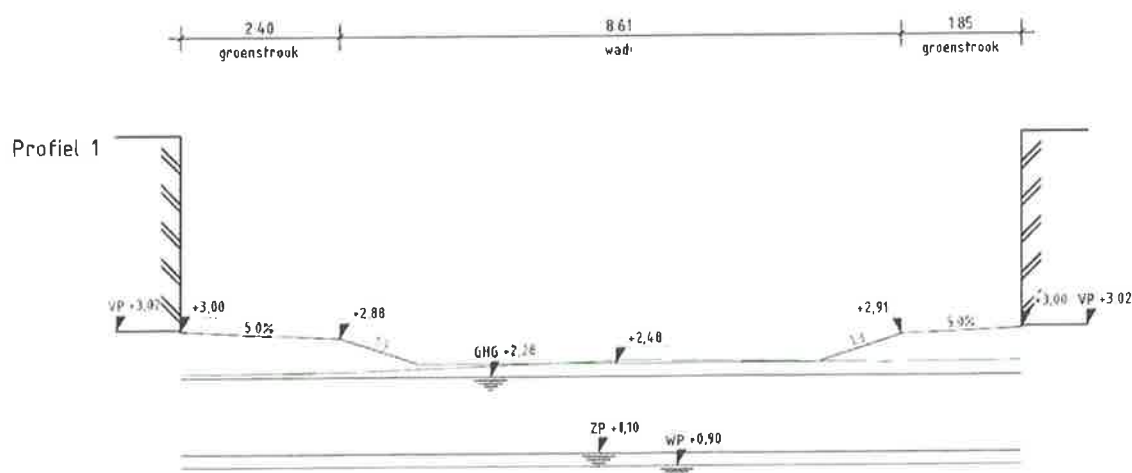
Het plangebied is gesitueerd tussen Nelekeskamp en Hagelstraat te Haaften. In de onderstaande figuur 1 is een satellietfoto weergegeven met daarop de ligging van de projectlocatie.



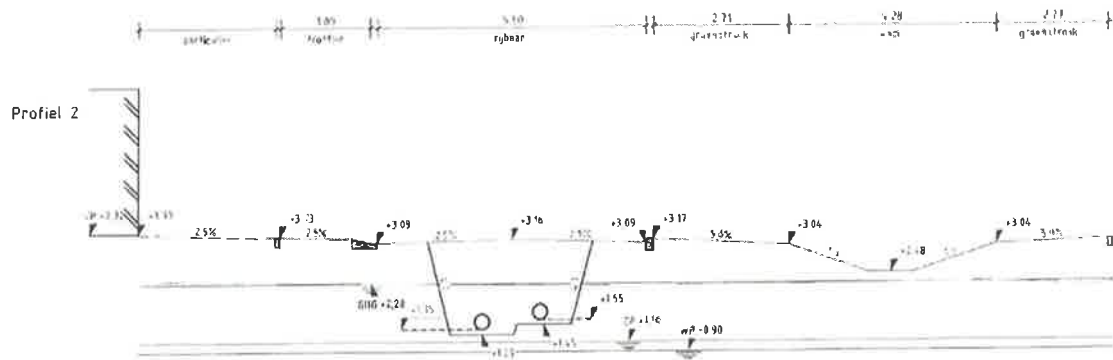
Figuur 1. Overzichtsfoto plangebied locatie Nelekeskamp te Haaften.

2.2. Omschrijving

Het plan omvat de bouw van woningen en de aanleg van wegen. In het plangebied worden Wadi's aangelegd met een niveau bodem gelijk aan huidig maaiveld c.q. 1,48 m + NAP. Verder wordt er riolering aangelegd met een niveau bob van 1,25 m tot 1,49 m + NAP. In de onderstaande figuur 2 en 3 is een doorsnede van een Wadi en de rioolsleuf weergegeven.



Figuur 2. Doorsnede Wadi.



Figuur 3. Doorsnede Rioolsluif.

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	20220502	30	05-01-2023
Profielen	ADCIM	20220502	40	05-01-2023
Grondonderzoek	WIHA	2203424	--	27-05-2022

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 5 sonderingen en 3 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 5 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.

In het sondeergat D1 is 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 3 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 t/m B3 zijn in het laboratorium de volgende proeven verricht:

Omschrijving	Norm	Aantal
Bepaling volumegewicht, poriëgehalte en verzadigingsgraad	NEN 5110 en 5112	17

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 ca. 3,0 m - NAP een kleipakket gevonden. In dit pakket wordt een ingesloten veenlaag aangetroffen.

Vervolgens worden tot de maximaal onderzochte diepte weinig vaste tot zeer vaste zandafzettingen geregistreerd met een conusweerstand van 2 tot 10 à 20 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 2,36 m + tot 2,92 m + NAP.

Verder zijn puthoogten gemeten van 2,27 m + en 2,64 m + NAP en een dorpelpeil van 3,27 m + NAP. Voor de positie van de punten en de meetdata wordt verwezen naar de waterpasstaat, zie bijlage A van dit rapport.

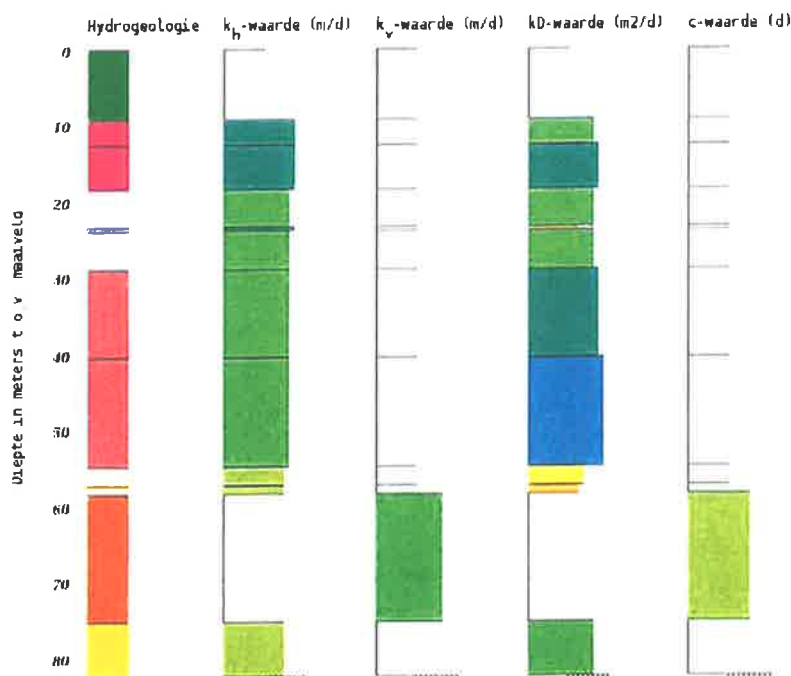
4.3. Geologie

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 8 en 9 december 2022 werd tijdens het verrichte onderzoek, in de boorgaten B1 t/m B3, de freatische grondwaterstand aangetroffen op 1,36 m + tot 1,46 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 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 fluctuaties 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 fluctuaties 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 +
B45A0009	16,54 m - tot 17,54 m -	1 ^e 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	Inschatting stijghoogte grondwater 1 ^e watervoerend pakket
in m t.o.v. NAP	in m t.o.v. NAP
1,90 m + (GHG)	1,90 m + (GHG)
1,70 m + (Gem)	1,40 m + (Gem)
1,50 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. 3 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 rioolsleuf tot 3,0 m - NAP veen- als 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;

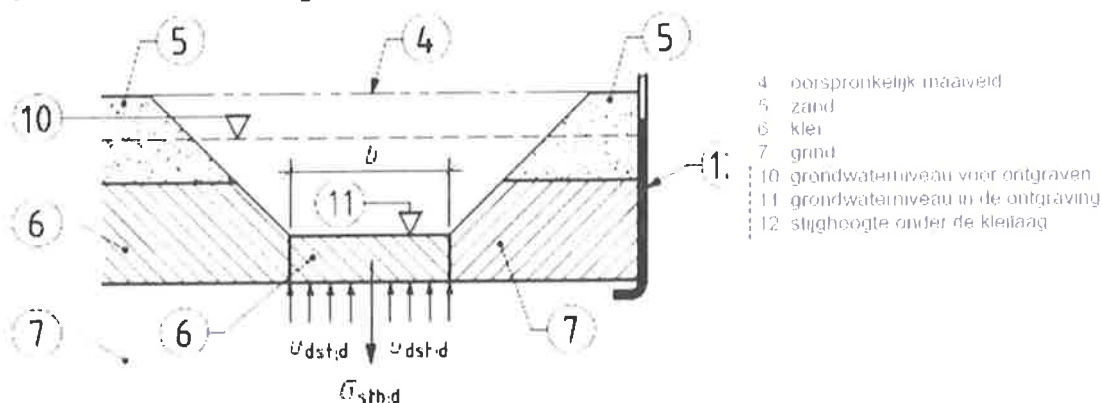
$Q_{dst;d}$ = rekenwaarde van de ongunstig werkende veranderlijke verticale belastingen;

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 $\gamma_{G;slb} = 0,9$ (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 watergangen deze factor niet beschouwd. In de onderstaande figuur 5 is een principe doorsnede van de evenwichtsbeschouwing conform figuur 10.1 van NEN 9997-1 weergegeven.



Figuur 5. 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 620 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 D1 t/m D5 en boring B1 t/m B3
Maaiveldhoogte	:	2,50 m + NAP (huidig)
Beschouwd ontgravingsniveau rioolsleuf	:	1,25 m + NAP
Aanvangsdiepte watervoerend pakket	:	3,00 m - NAP
Ontgravingsbreedte sleuf (2b)	:	ca. 2,5 m
Taludbreedte (a)	:	ca. 0,5 m
Spreidingsfactor f	:	0,55

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	Volumegegewicht in kN/m ³
1	2,5 m + tot 0,1 m +	Klei zwak siltig	16,7
2	0,1 m + tot 0,8 m -	Veen zwak kleiig	11,5
3	0,8 m - tot 3,0 m -	Klei zwak zandig	15,4

5.4.2. Berekening verticaal evenwicht

In de onderstaande tabel is het evenwicht bepaald van de situatie tijdens het graven van de rioolsleuf 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	2,50 m + tot 1,25 m +	1,25	0,55	16,7	10,3	
1	1,25 m + tot 0,10 m +	1,15	-	16,7	17,3	
2	0,10 m + tot 0,80 m -	0,90	-	11,5	9,3	
3	0,80 m - tot 3,00 m -	2,20	-	15,0	29,7 +	
					66,6	49,0 (GHG)
						44,0 (Gem)
						41,0 (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	74,0	49,0	1,51

Opmerking

De rekenwaarde van de neerwaartse belasting verkregen door de karakteristieke waarde van de volumegegewichten te vermenigvuldigen met een belastingfactor Y_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 rioolsleuf 1,5 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 rioolsleuven 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:

- Ten behoeve van de aanleg van de riolering zal worden ontgraven tot 1,25 m + NAP.
- Huidig maaiveld niveau ca. 2,5 m + NAP.
- Toekomstig maaiveld niveau ca. 2,9 m + NAP (ophoging met zand).
- Aanvangsniveau eerste watervoerend pakket ca. 3,0 m - NAP.
- Waterpeil rivier T10 = 6,9 m + NAP.
- Stijghoogte eerste watervoerend pakket 1,9 m + NAP (GHG).
- Oppervlak rioolsleuven 865 m².

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
2,50 m + tot 0,10 m +	Klei silthoudend	240 dagen
0,10 m + tot 0,80 m -	Veen	9 dagen
0,80 m - tot 300 m -	Klei silthoudend	120 dagen
	Zand	+
		369 dagen

Nieuwe situatie rioolsleuven

Diepte in m t.o.v. NAP	Omschrijving	Hydraulische weerstand
1,25 m + tot 0,10 m +	Klei silthoudend	115 dagen
0,10 m + tot 0,80 m -	Veen	9 dagen
0,80 m - tot 300 m -	Klei silthoudend	120 dagen
	Zand	+
		244 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:

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

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	: 2,50 m + NAP	2,90 m + NAP
• Niveau sleufbodem	: n.v.t.	1,25 m + NAP
• c	: 369 dagen	244 dagen
• x	: 620 m	620 m
• kD	: 1.736 m ² /dag	1.736 m ² /dag
• Oppervlak rioolsleuven (A)	: n.v.t.	865 m ²
• Oppervlak maaiveld	11.596	10.731

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

	Huidige situatie	Toekomstige situatie rioolsleuven
Kwel (q)	6,9 mm/dag	8,7 mm/dag

De wateropgave volgens de formule van het Waterschap is dan als volgt.

$$W = (8,7) \cdot 10^{-3} \times 10 \times (1146 - 0) \times 2/3 = 66,5 \text{ m}^3.$$

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

Huidige situatie

$$W = q_1 \cdot A (\text{maaiveld}) = 6,8 \times 11.596 = 78,8 \text{ m}^3$$

Nieuwe situatie

$$W = q_1 \cdot A (\text{maaiveld}) = 6,8 \times 10.731 = 73,0 \text{ m}^3$$

$$W = q_2 \cdot A (\text{rioalsleuven}) = 8,7 \times 865 = 7,5 \text{ m}^3$$

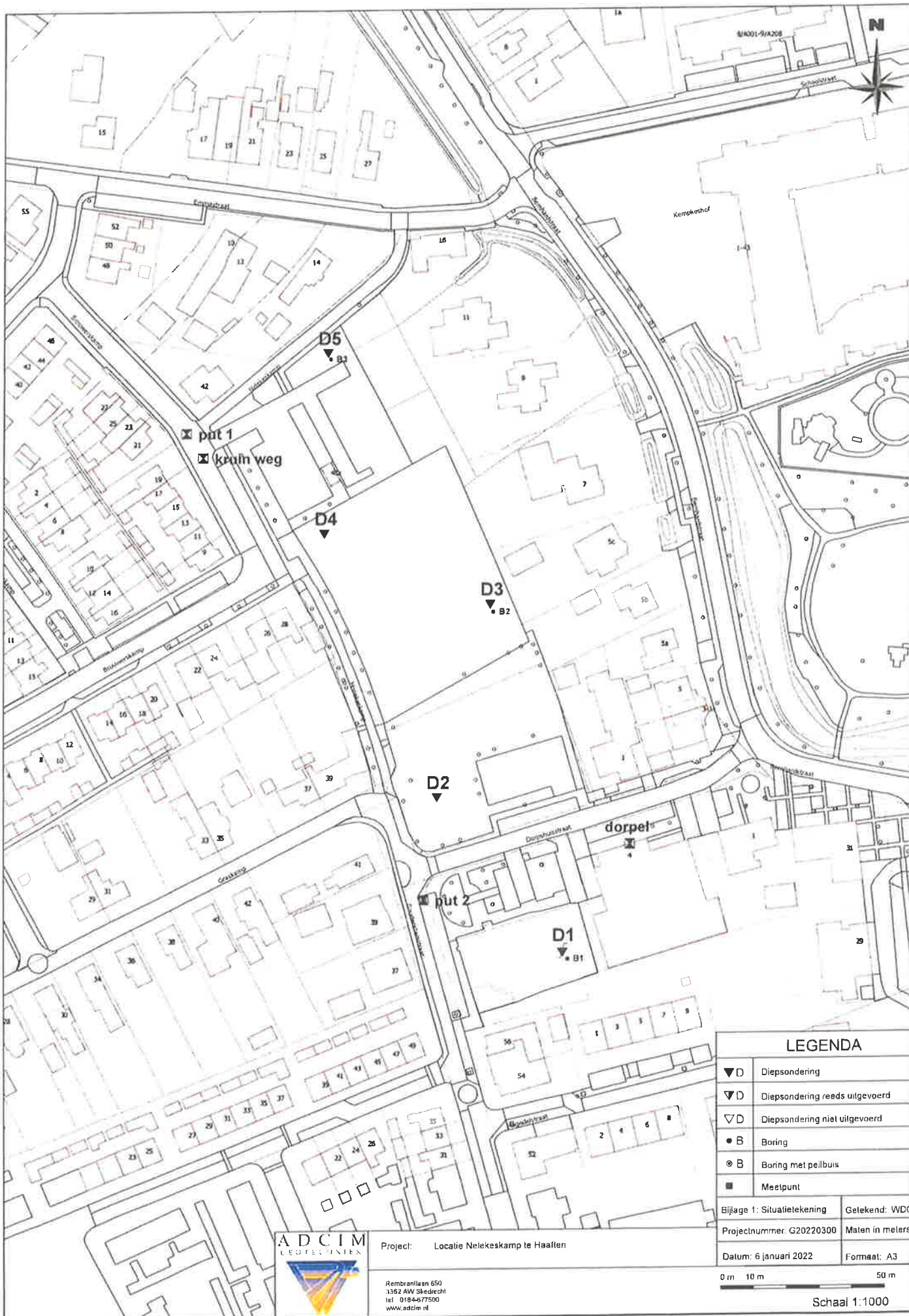
$$W \text{ totaal} = 71,1 + 10,0 = 80,5 \text{ m}^3$$

6.5. Conclusie

Uit de kwelberekening blijkt dat er voor de projectlocatie sprake is van een toename van de te verwachten hoeveelheid kwel door het graven van de rioalsleuven in het plangebied. Indien vanaf niveau bob de rioalsleuf tot niveau onderzijde funderingslaag van zand wordt aangevuld met kleigrond zal de hoeveelheid kwel afnemen.



BIJLAGE A



LEGENDA

▼ D	Diepsondering
▼ D	Diepsondering reeds uitgevoerd
▽ D	Diepsondering niet uitgevoerd
● B	Boring
⊙ B	Boring met peilbuis
■	Meetpunt

Bijlage 1: Situatietekening	Getekend: WDC
Projectnummer: G20220300	Maten in meters
Datum: 6 januari 2022	Formaat: A3

0 m 10 m 50 m

Schaal 1:1000



Project: Locatie Nelekeshamp te Haalfen

Rembrandtlaan 650
1362 AW Sliedrecht
tel: 0184-677500
www.adcim.nl

Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering : 24 november, 8 en 9 december 2022

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium ¹
sondering 1	2.92 +	V
sondering 2	2.68 +	V
sondering 3	2.46 +	V
sondering 4	2.48 +	V
sondering 5	2.36 +	V
boring 1	2.92 +	
boring 2	2.46 +	
boring 3	2.36 +	
peilbuis 1 maaiveld	2.36 +	
peilbuis 1 kop peilbuis	2.56 +	
put 1	2.27 +	
put 2	2.64 +	
kruin weg	2.30 +	
dorpel	3.27 +	

* 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.

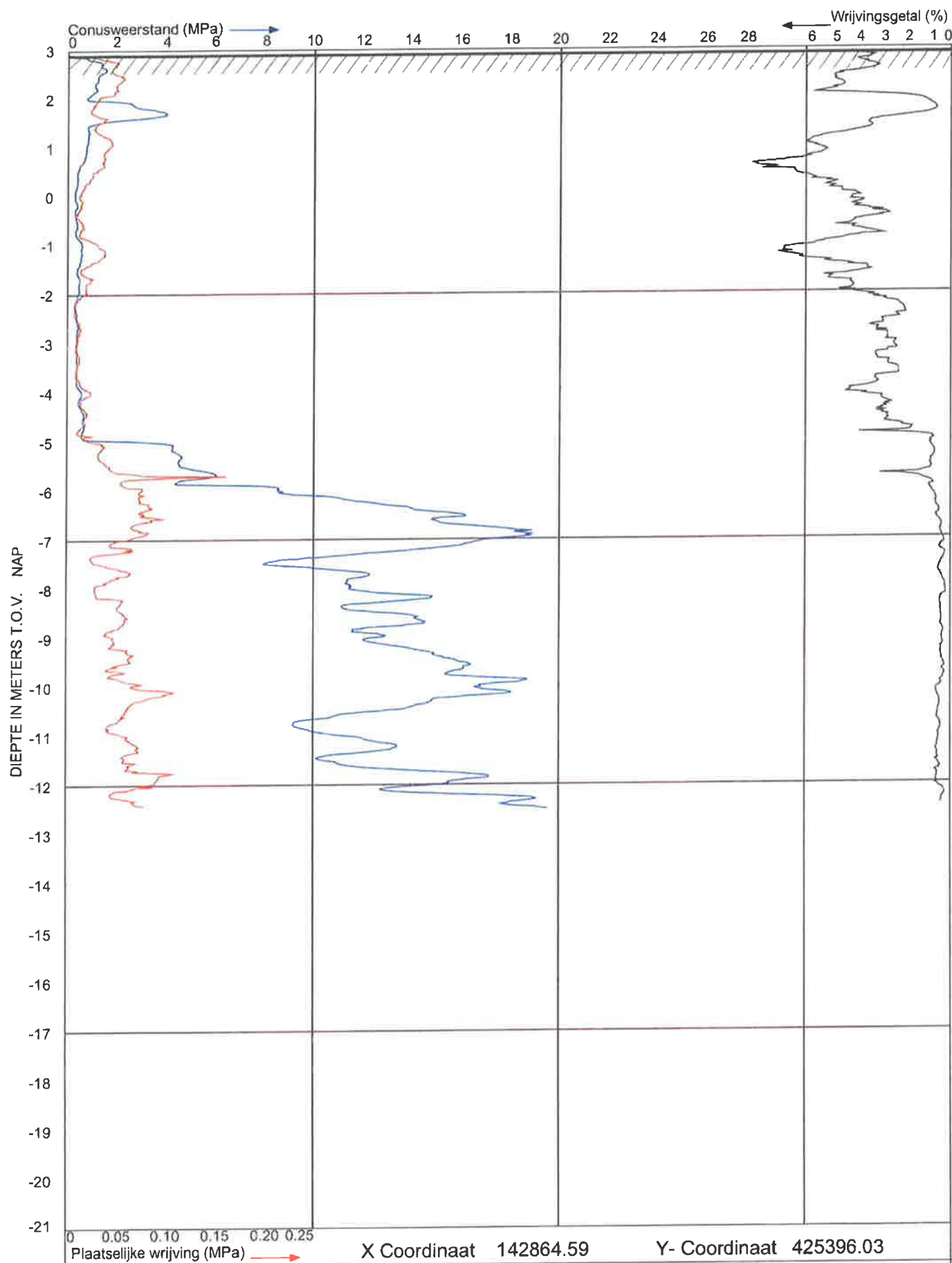
Meetpunt [nr.]	Stijghoogte* [m - mv]	[m t.o.v. N.A.P.]
boorgat B1	1,50	1,42 +
boorgat B2	1,10	1,36 +
boorgat B3	0,90	1,46 +
peilbuis 1	1,20	1,16 +

* 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



Nelekeskamp
te Haaften

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

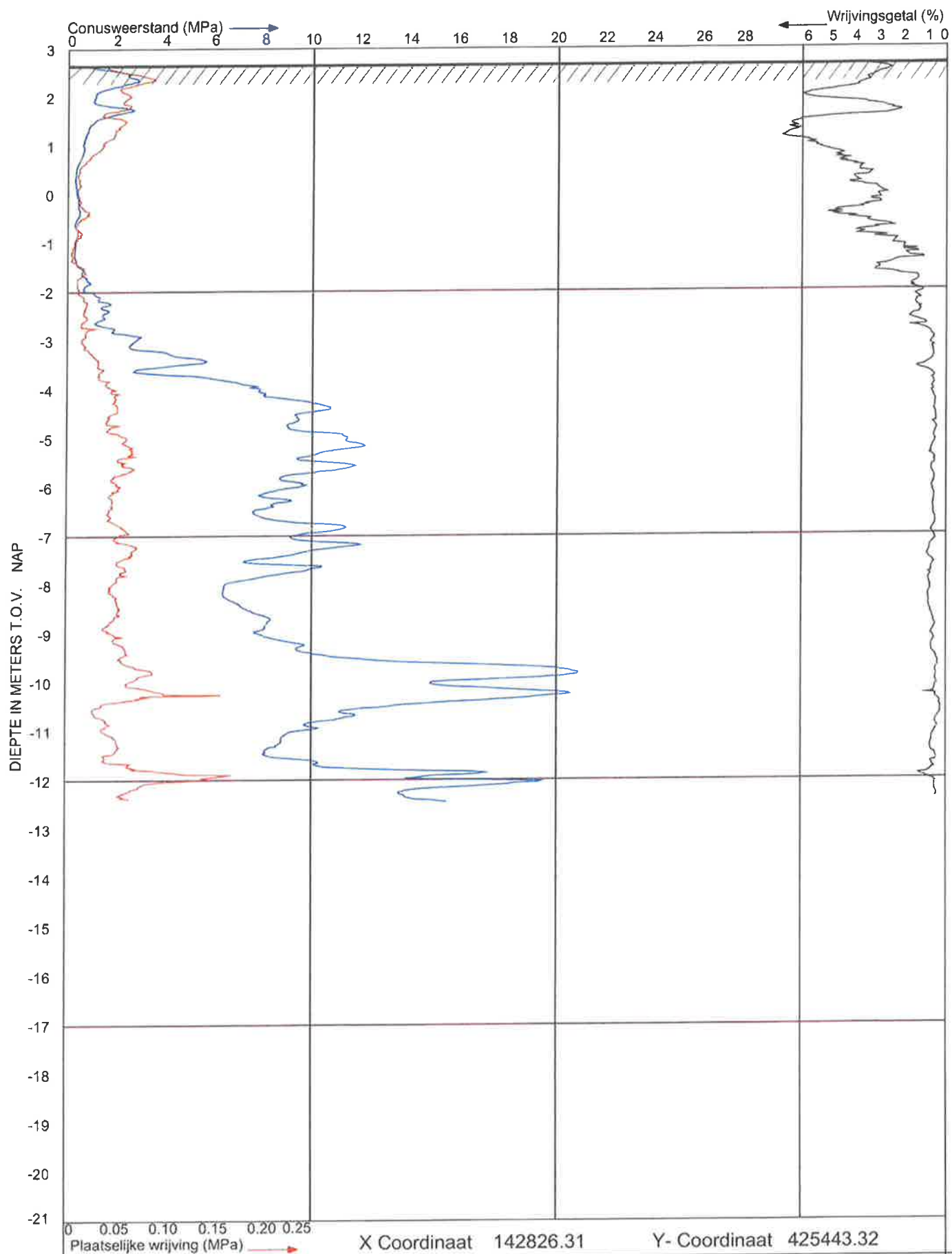
Project nr. : **2203424**

Sondeer nr. : **1**

Datum : 24-11-2022

Conusnr. : 071218

MV. is 2.92 m tov NAP

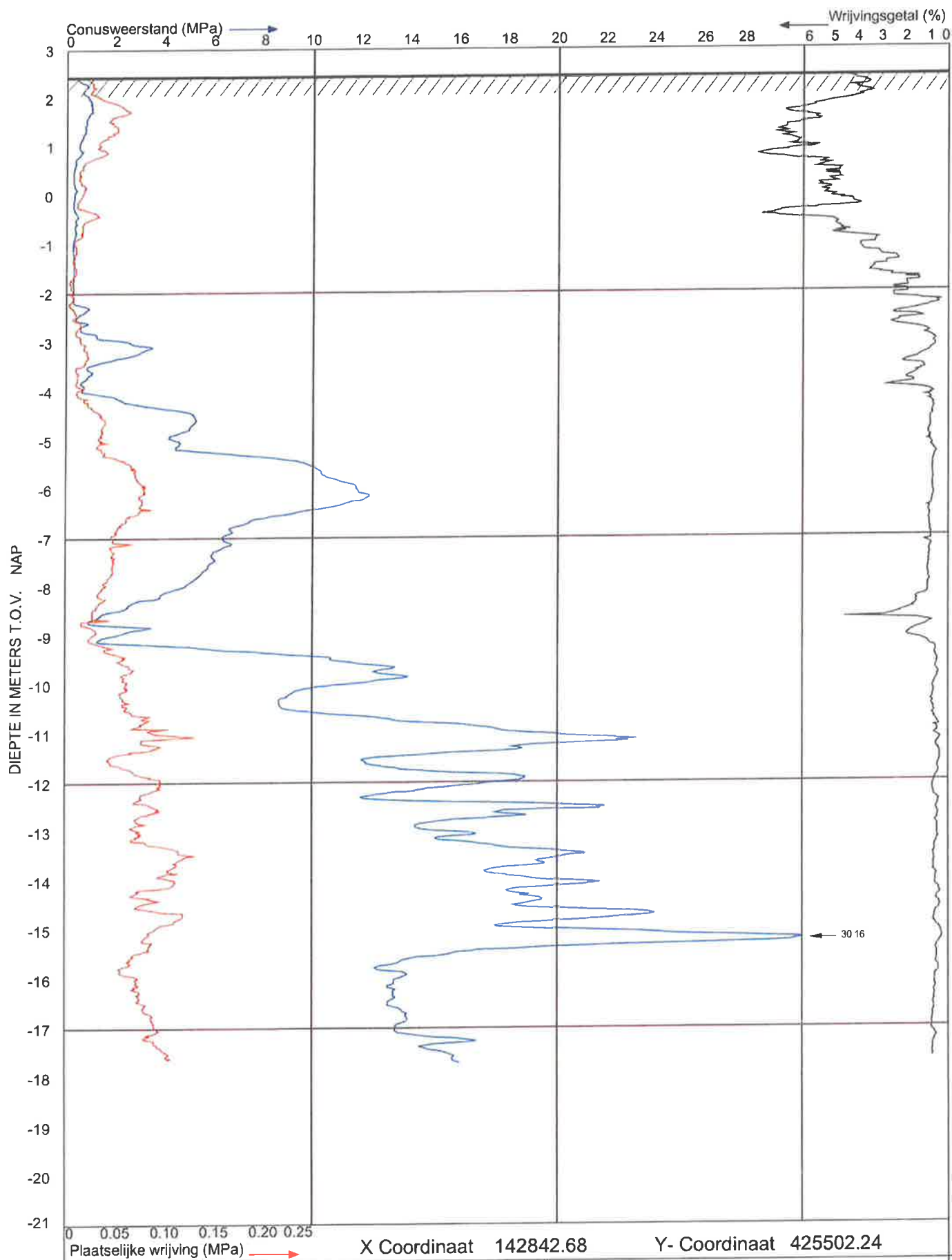


Nelekeskamp
te Haaften

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

Project nr. : **2203424**
Sondeer nr. : **2**

Datum : 24-11-2022
Conusnr. : 071218
MV. is 2.68 m tov NAP

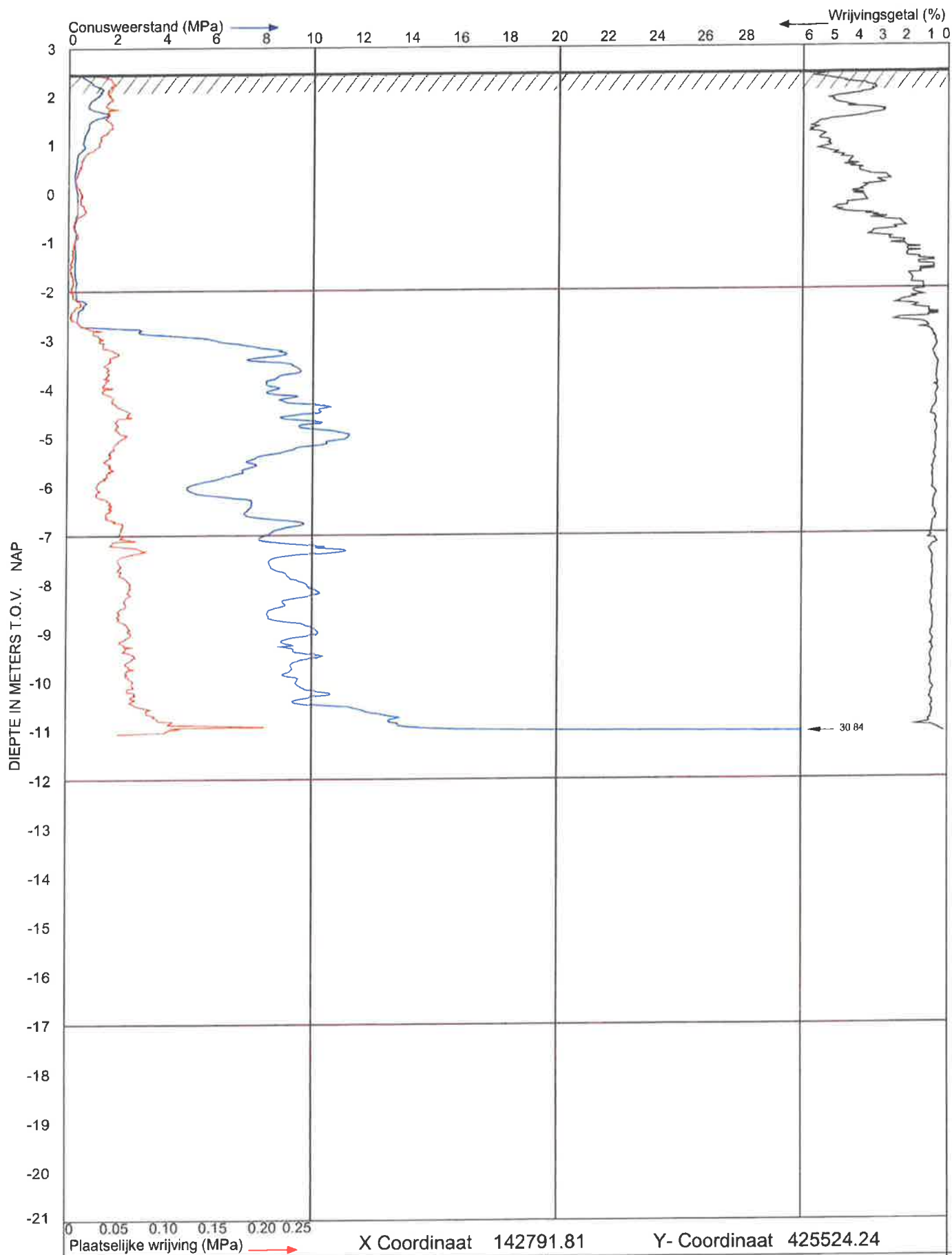


Nelekeskamp
te Haaften

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

Project nr. : **2203424**
Sondeer nr. : **3**

Datum : 24-11-2022
Conusnr. : 071218
MV. is 2.46 m tov NAP

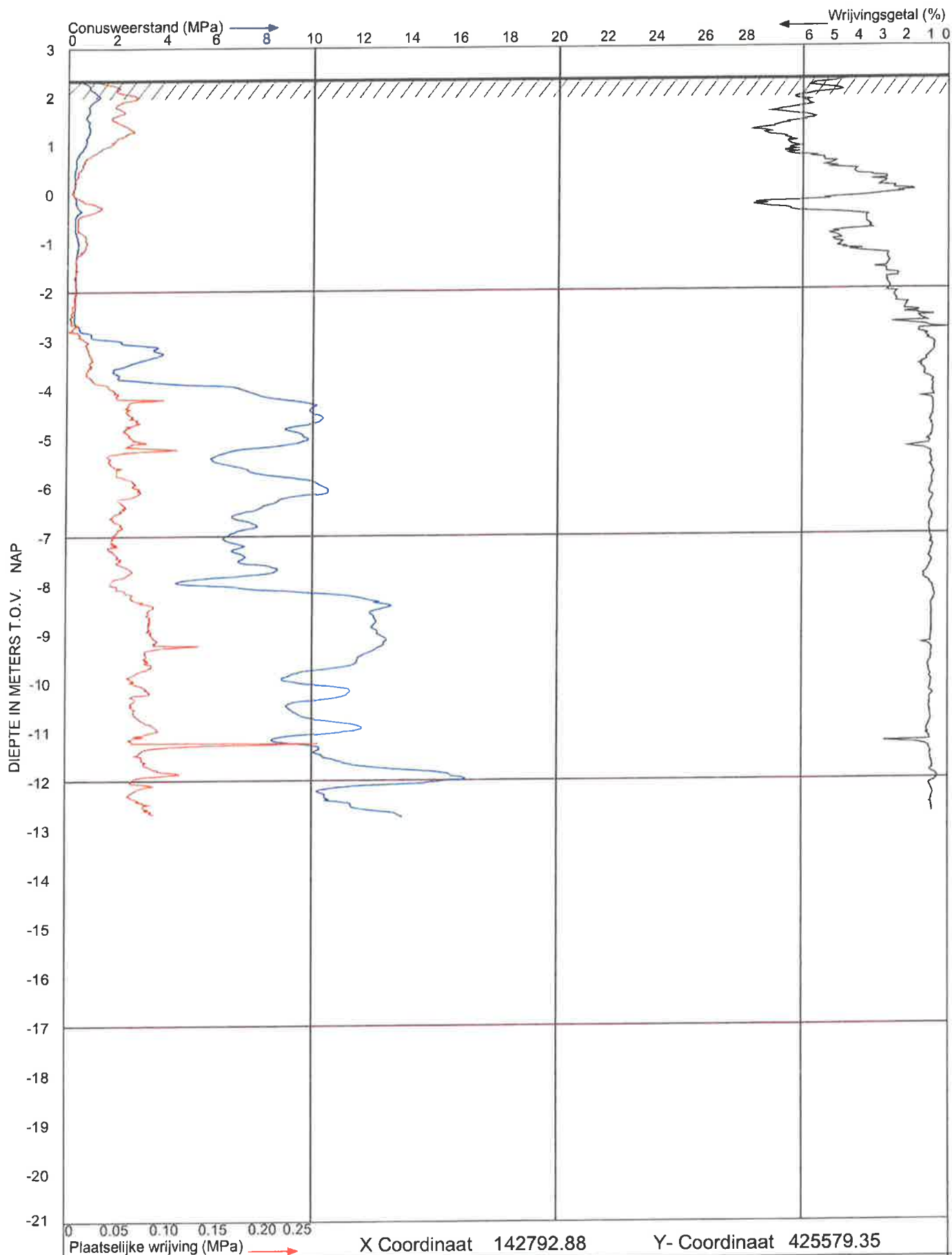


Nelekeskamp
te Haaften

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

Project nr. : **2203424**
Sondeer nr. : **4**

Datum : 24-11-2022
Conusnr. : 071218
MV. is 2.48 m tov NAP



Nelekeskamp
te Haaften

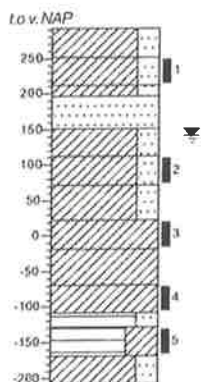
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

Project nr. : **2203424**
Sondeer nr. : **5**

Datum : 24-11-2022
Conusnr. : 071218
MV. is 2.36 m tov NAP

Boring: B1 / D1

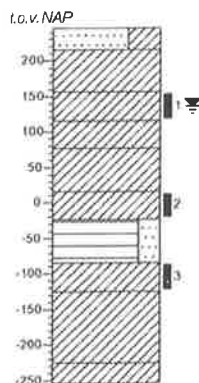
Datum: 8-12-2022
GWS (in cm-mv): 150
NAP hoogte (m): 2.92
X: 142864,60
Y: 425396,00



t.o.v. maaiveld	
40	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, donkerbruin
80	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, donkerbruin
95	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, donkerbruin
140	Zand, middelgrof 200-300, lichtbruin
180	Klei, stevig, zwak zandig, weinig plastisch, lichtbruin
220	Klei, stevig, zwak zandig, weinig plastisch, lichtbruin
270	Klei, stevig, zwak zandig, weinig plastisch, donkergrijs
310	Klei, stevig, weinig plastisch, donkergrijs
380	Klei, stevig, weinig plastisch, donkergrijs
400	Klei, stevig, weinig plastisch, donkergrijs
420	Veen, matig slap, zwak zandig, bruin
460	Veen, slap, kleiig, bruin
500	Klei, slap, zwak zandig, zwak organisch, donkerbruin

Boring: B2 / D3

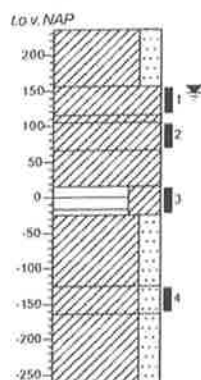
Datum: 9-12-2022
GWS (in cm-mv): 110
NAP hoogte (m): 2.46
X: 142842,70
Y: 425502,20



t.o.v. maaiveld	
30	Zand, middelgrof 200-300, kleiig, zwak organisch, donkerbruin
90	Klei, stevig, weinig plastisch, donkerbruin
130	Klei, stevig, weinig plastisch, donkerbruin
170	Klei, stevig, lichtbruin
230	Klei, matig plastisch, lichtgrijs
270	Klei, slap, matig plastisch, lichtgrijs
330	Veen, matig slap, zwak zandig, donkerbruin
370	Klei, slap, matig plastisch, grijs
470	Klei, slap, matig plastisch, lichtgrijs
500	Klei, slap, matig plastisch, lichtgrijs

Boring: B3 / D5

Datum: 9-12-2022
GWS (in cm-mv): 90
NAP hoogte (m): 2.36
X: 142792,90
Y: 425579,40



0 t.o.v. maaiveld	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, donkerbruin
80	
130	Klei, stevig, weinig plastisch, donkerbruin
170	Klei, stevig, weinig plastisch, donkerbruin
220	Klei, stevig, weinig plastisch, donkerbruin
260	Klei, stevig, weinig plastisch, donkergrijs
	Veen, slap, kleiig, donkerbruin
	Klei, slap, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, donkergrijs
380	
400	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, donkergrijs
	Klei, stevig, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, donkergrijs
500	



BIJLAGE B

Project: Nelekeskamp te Haalfen
Projectnummer: 20220502/2203424
Uitgevoerd door: WVO

www.adcim.nl

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 relatieve soortelijke massa - volumegewicht (uit proevenverzameling). Het poriënvolume, poriëngetal en de verzadigingsgraad zijn berekend, op basis van de meetwaarden en een ingeschatte volumieke massa van de vaste delen.

Grootheden en eenheden

ρ_s	Mg/m ³	volumieke massa vaste delen
γ_n	kN/m ³	nat volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
γ_{dr}	kN/m ³	droog volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
W_a	%	watergehalte c.q. moisture content in gewichtspersentage
W_w	%	watergehalte in volumepersentage
n	%	poriënvolume (berekend obv geschatte ρ_s)
e	-	poriëngetal (berekend obv geschatte ρ_s)
S_r	%	verzadigingsgraad (berekend obv geschatte ρ_s)
γ_v	kN/m ³	verzadigd volumegewicht (berekend obv geschatte ρ_s)

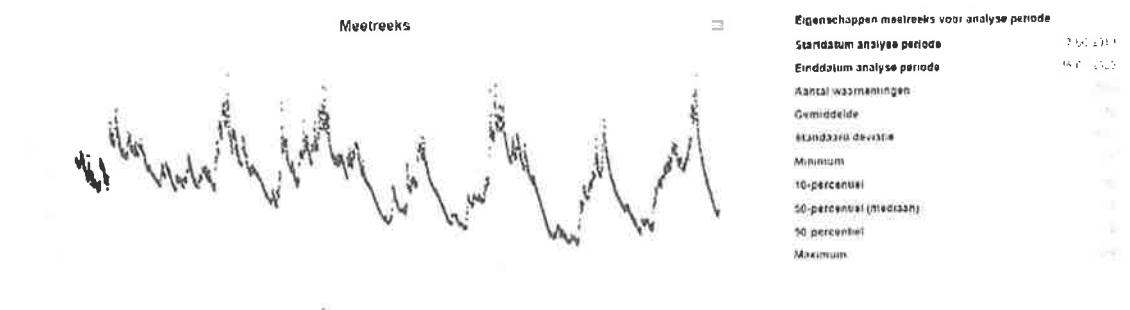
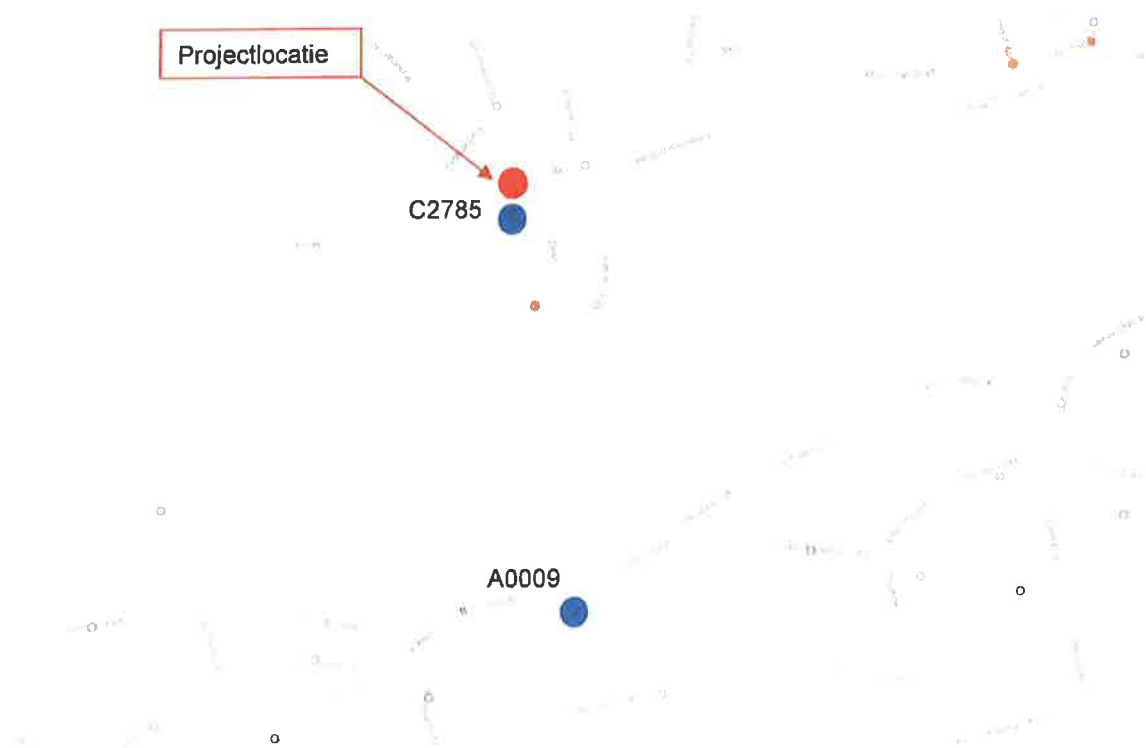
Testresultaten

Boring	Monsteraanduiding		Classificatie	Gemeten waarden					Afgeleiden (obv ρ_s)			
	Monster	Diepte van [m - mv]	tot [m - mv]	W_g [%]	γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_v [%]	p_s geschat [Mg/m ³]	n [%]	e	S_r [%]	γ_v [kN/m ³]
B1	1	0,73	0,78	16,1	19,88	17,12	28,2	2,72	36	0,56	79	20,6
B1	2	2,13	2,18	8,9	16,14	14,83	13,4	2,66	43	0,76	31	19,1
B1	3	3,03	3,08	50,9	16,75	11,10	57,6	2,61	57	1,31	100	16,7
B1	4	3,93	3,98	107,4	13,54	6,53	71,5	2,32	71	2,49	100	13,5
B1	5	4,53	4,58	173,7	11,54	4,22	74,6	1,94	78	3,50	96	11,8
B2	1	1,23	1,28	32,5	18,32	13,82	45,8	2,64	47	0,88	98	18,4
B2	2	2,63	2,68	185,6	11,69	4,09	77,4	1,91	78	3,57	99	11,8
B2	3	3,63	3,68	87,7	14,34	7,64	68,3	2,44	68	2,13	100	14,3
B3	1	1,13	1,18	33,2	18,14	13,62	46,1	2,64	47	0,90	97	18,3
B3	2	1,63	1,68	49,4	16,73	11,20	56,4	2,61	56	1,29	100	16,7
B3	3	2,53	2,58	200,5	11,15	3,71	75,8	1,82	79	3,81	96	11,5
B3	4	3,93	3,98	67,4	15,41	9,21	63,2	2,55	63	1,71	100	15,4



BIJLAGE C

TNO peilbuizen



Peilbuis: B39C2785
Filterstelling: Deklaag



Peilbuis: B45A0009
Filterstelling: Eerste watervoerend pakket



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

www.adcim.nl



Adcim Geotechniek B.V.
Rembrandtlaan 650
3362 AW Sliedrecht
T 0184 67 75 06
E algemeen@adcimgotechniek.nl

www.adcimgotechniek.nl

Bijlage 4: Rioolwatertransportleiding



Bijlage 5: 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 14:36:00
End                    : 06-maart-2024 14:36:08

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 09:13:11
```

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)          : 7717.00
Total rainfall (m3)       : 226.88
Total evaporation (m3)    : 0.06
Total infiltration depressions (m3): 1.68
Total infiltration from runoff (m3): 0.00
Total storage change (m3) : 1.71
Total inflow sewer excl. DWD (m3) : 223.43
Total DWA (m3)           : 0.00
Total inflow sewer (m3)   : 223.43
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/s2)              : 9.81
Fluid Density (m3)            : 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 (m3)
l_2_1                   13.6325

```

```

Boundaries in (m3)      : 0.00
Boundaries out (m3)     : 0.00
Structures in (m3)      : 0.00
Structures out (m3)     : 13.63
Lateral disch. in (m3)  : 223.43
Lateral disch. out (m3) : 0.00
Storage (m3)            : 209.80
Error (m3)              : -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

```