Hoog en droog in Quatrebras

Ontwerpen watersysteem Quatrebras

OmniformGroup

Hoog en droog in Quatrebras

Ontwerpen watersysteem Quatrebras

Titel
Hoog en droog in Quatrebars
Ontwerpen watersysteem Quatrebras

Versie
Definitief 1.0

Datum
10-06-2020

Project
Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras

Opdrachtgever
OmniformGroup

Opsteller
Corné Klootwijk
000013732

Begeleider OmniformGroup
Rob Kapitein

Begeleider Van Hall Larenstein
Ad Bot

Voorwoord

Voor u ligt het rapport *Hoog en droog in Quatrebras, ontwerpen watersysteem Quatrebras*. Dit rapport is opgesteld als afstudeeropdracht voor de opleiding Land en Watermanagement, major Grond- Weg- en Waterbouw (GWW). Tijdens de uitwerking van deze opdracht heb ik het watersysteem voor de nieuwbouwlocatie Quatrebras in Badhoevedorp ontworpen en getoetst.

Tijdens mijn voorgaande studiejaren ben ik diverse keren in aanraking gekomen met riolering en het ontwerpen van watersystemen. Het “puzzelen” binnen deze werkzaamheden spreekt mij erg aan en de uitdaging om een robuust en integraal ontwerp op te stellen, neem ik graag aan. Ik vond deze opdracht dan ook zeer interessant en hoefde niet lang na te denken om mijn afstuderen hiermee invulling te geven.

Tijdens mijn werkzaamheden heb ik veel ervaring opgedaan in het modelleren met SOBEK en het visualiseren van resultaten met GIS. Ik heb mijn afstuderen als een fijne en interessante periode ervaren en ben erg tevreden met hetgeen dat ik opgesteld heb.

Mijn dank gaat uit naar mijn begeleiders Rob Kapitein (OmniformGroup) en Ad Bot (Van Hall Larenstein) voor hun ondersteuning en feedback bij het uitwerken van deze opdracht. Daarnaast een woord van dank aan de afdeling beleid en advies waterveiligheid van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Voor het beschikbaar stellen van neerslaggegevens, waarmee het watersysteem getoetst is.

Hierbij wens ik u veel leesplezier toe!

Corné Klootwijk

Alblasserdam, 10 juni 2020

Samenvatting

De gemeente Haarlemmermeer realiseert op de percelen die vrijgekomen zijn door het recent verleggen van rijksweg A9, het masterplan Badhoevedorp. Het masterplan bevat een zestal projecten, één hiervan is de woonwijk Quatrebras, gelokaliseerd in de noordwesthoek van Badhoevedorp.

Quatrebras is opgedeeld in een viertal fases waarvan fase A reeds gerealiseerd wordt. De fases B, C en D worden momenteel voorbereid. Binnen deze drie fases worden 431 wooneenheden gerealiseerd. Verdeeld over een appartementencomplex, eengezinswoningen en twee-onder-een-kapwoningen. Het projectgebied heeft een oppervlak van circa 22,3 hectare en bestaat grotendeels uit vlak, braakliggend terrein.

Deelplannen B, C en D delen een watersysteem dat gerealiseerd wordt met drie hoofdfuncties. (1) Het afvoeren van afvalwater en neerslag, (2) het bergen en afvoeren van piekbelastingen en (3) het garanderen van de drooglegging binnen de wijk. Om deze uitdaging integraal aan te pakken, wordt een gescheiden rioolstelsel aangelegd, waarbij het hemelwaterdeel als drainagetransportriool uitgevoerd wordt. Binnen dit systeem wordt de hemelwaterafvoer- en drooglegging sopgave gecombineerd opgelost.

De situering en het oppervlak van het oppervlaktewater binnen het projectgebied is reeds vastgesteld. Met behulp van de plangegevens is een rioolontwerp, dat hierop aansluit, ontworpen.

Het vuilwatersysteem wordt uitgevoerd met PVC-leidingen rond 200 en 250 mm. Het systeem is ontworpen conform een boomstructuur met een centraal gelegen rioolgemaal. Tijdens de piekbelasting van 12 liter per persoon per uur, zijn de leidingen in het stelsel voor maximaal 25% gevuld.

Het drainagetransportsysteem wordt uitgevoerd in geperforeerde PP buizen met een omhulling van PP700 drainagedoek. Het systeem is opgedeeld in een viertal deelsystemen die elk individueel functioneren. Binnen het stelsel worden buizen rond 300, 400 en 500 mm toegepast. Het systeem beschikt over twaalf uitstroomvoorzieningen naar het omliggende oppervlaktewater. Bij een ontwerpintensiteit van 70 liter per seconde, per hectare wordt een minimale waking van 0,77 meter gehandhaafd. Bij een toetsing met ontwerpbui Bui 09 (stichting RIONED) ontstaat er geen water op straat, de minimale waking is bij deze situatie 0,09 meter.

Het drainagetransportriool is afdoende om bij een grondwateraanvulling van 10 mm per dag, de minimale drooglegging van 0,90 meter te garanderen. Alle drainageleiding zijn twintig centimeter onder het grondwaterniveau aangebracht. Dit in verband met het grote ijzergehalte van het grondwater.

Het geplande oppervlaktewater binnen het plangebied is voldoende om een piekbelasting van 53 mm te bergen, zonder dat er wateroverlast ontstaat. Hierbij ontstaat er een maximale peilstijging van 0,17 m, tot -5,53 m NAP. Het waterpeil blijft hierbij ruim onder de lokale maaiveldhoogtes van -4,20 m NAP. Ook bij een toekomstscenario waarbij een intensieve bui van 126 mm in een periode van 10 uur valt, ontstaat geen wateroverlast. Het waterpeil loopt op tot maximaal -5,31 m NAP.

De investeringskosten om het watersysteem te realiseren zijn geraamd op 2.979.000 euro. Dit bedrag bevat alle werkzaamheden om het voorlopig ontwerp en alle aanvullende onderdelen van het watersysteem, binnen de openbare ruimte, aan te brengen.

Inhoud

Definities en afkortingen 7

1 Projectcase 8
1.1 Inleiding 8
1.2 Probleembeschrijving 8
1.3 Projectgebied 9
1.4 Onderzoeksvragen 10
1.5 Doelstelling 11

2 Plan en gebiedsgegevens 12
2.1 Plangegevens Quatrebras B, C en D 12
2.1.1 Bebouwing 14
2.1.2 Verhardingen 14
2.1.3 Watersysteem 16
2.1.4 Het plan in cijfers 18
2.2 Huidige situatie 18
2.2.1 Maaiveld en hoogteligging 19
2.2.2 Bodem 20

3 Ontwerpcriteria 22
3.1 Beleidsdocumenten 22
3.2 Ontwerpeisen riolering 22
3.3 Rioolbelasting 23
3.3.1 Droogweerbelasting 23
3.3.2 Neerslag 24
3.4 Eisen drainage 24
3.5 Toetsing watersysteem 25
3.5.1 Toekomstscenario 26

4 Ontwerp en toetsing vuilwaterstelsel 27
4.1 Structuur en dimensies 27
4.2 SOBEK-parameters 28
4.2.1 Wandruwheid 28
4.2.2 Droogweerbelasting 29
4.2.3 Putdekselhoogtes 29
4.2.4 Rioolgemaal 29
4.2.5 Nul-situatie 29
4.3 Modeltoetsing 30
4.4 Gevoeligheidsanalyse 31

5 Ontwerp en toetsing drainagetransportsysteem 32
5.1 Structuur en dimensies 32
5.2 SOBEK-parameters 33
5.2.1 Verhard oppervlak 33
5.2.2 Drainagetransport leidingen 34
5.2.3 Uitstroom 35

5.2.4 Nul-situatie 35
5.2.5 Neerslag 35
5.3 Toetsing ontwerpintensiteit 36
5.4 Toetsing Bui 09 37
5.5 Gevoeligheidsanalyse 39

6 Toetsing oppervlaktewater 41
6.1 Parameters oppervlaktewater 41
6.1.1 Wandruwheid 41
6.1.2 Afstroom onverhard oppervlak 42
6.1.3 Uitbreiding model 42
6.2 Toetsing Peilstijging 43
6.3 Relatie neerslag en waterpeil 47
6.4 Statistiek overschrijdingskans 48
6.5 Toetsing composietbuien 49

7 Toetsing drainage 50
7.1 Infiltratieparameters 51
7.2 Berekening 52
7.3 Aanvullende maatregelen 52

8 Investering 54
8.1 Uitgangspunten 54
8.2 Totale investeringskosten rioolontwerp 54

9 Conclusie 55
9.1 Discussie 56
9.2 Aanbevelingen 56

Litratuur 57

Bijlage I 59
Kaarten plangegevens en bestaande situatie 59

Bijlage II 60
Bodemgegevens 60

Bijlage III 61
Toetsing DWA-ontwerp 61

Bijlage IV 62
Toetsing DT-Ontwerp 62

Bijlage V 63
Strengen overzicht 63

Bijlage VI 64
Toetsing watersysteem 64

Bijlage VII 65
Toetsing drainage 65

Bijlage VIII 66
VO-tekening 66

Bijlage IX 67
Verificatiematrix 67

Bijlage X 68
Raming 68

Versiegeschiedenis

Versie	Datum	Aanpassingen
0.1 Concept	25-05-2020	Eerste concept
1.0 Definitief	10-06-2020	Definitieve versie

Definities en afkortingen

Een overzicht van in dit verslag gebruikte termen en afkortingen:

Term	Definitie
Waking	De afstand tussen het maaiveld en de hoogste waterstand in de inspectieput.
Drooglegging	De (minimale) afstand tussen het grondwater- en maaiveldniveau.
Binnen onderkant buis	Een peilmaat (ten opzichte van NAP) die gebruikt wordt om de diepteligging van (riool) buizen aan te duiden. Het gaat hierbij om de maat aan binnenzijde van de onderkant van de buis. Zie illustratie:
Inundatie	Een situatie waarbij wateroverlast ontstaat doordat het waterpeil hoger staat dan de lokale maaiveldhoogte.
Hart (op hart)	Term voor maatvoering, centrale punt van het object. Bijvoorbeeld het centrum van een cirkelvormig object. De hart-op-hart afstand is de afstand tussen twee objecten, gemeten vanuit het hart.
DIOR	Ontwerpleidraad (van de gemeente Haarlemmermeer) voor het duurzaam inrichten van de openbare ruimte.

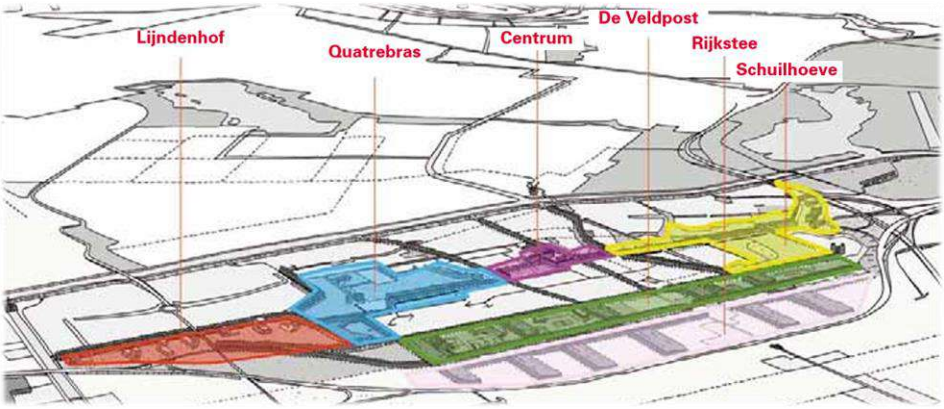
Afkorting	Voluit
RWZI	Rioolzuiveringsinstallatie
b.o.b.	Binnen onderkant buis
h.o.h.	Hart op hart
PP	Polypropyleen (materiaal)
PVC	Polyvinylchloride (materiaal)
HHRL	Hoogheemraadschap van Rijnland
MV	Maaiveld

1 Projectcase

Dit eerste hoofdstuk dient als inleiding en beschrijft het betreffende project en de achtergrond. Daarnaast wordt het projectgebied afgekaderd.

1.1 Inleiding

In de periode van 2013 tot en met 2017 heeft Rijkswaterstaat de rijksweg A9 ter hoogte van Badhoevedorp omgelegd. Het oude tracé liep dwars door Badhoevedorp en is de afgelopen jaren verwijderd [1] *Rijkswaterstaat (2018*). Op de percelen die door deze werkzaamheden zijn vrijgekomen, realiseert de gemeente Haarlemmermeer een aantal bouwprojecten die deel uitmaken van het "Masterplan Badhoevedorp".



Figuur 1: Ontwikkelingen masterplan Badhoevedorp [2] overgenomen uit *masterplan Badhoevedorp* door gemeente Haarlemmermeer, (z. d.).

Onderdeel van dit masterplan is de nieuwebouwlocatie Quatrebras aan de noordwestzijde van Badhoevedorp. Deze ontwikkeling bestaat uit de realisatie van een nieuwbouwwijk in verschillende fases, inclusief een groene omgeving. OmniformGroup verzorgt in opdracht van de gemeente Haarlemmermeer de engineering van de openbare ruimten waarbij diverse adviezen, tekeningen, ramingen en de uiteindelijke contracten voor de realisatie worden verzorgd ([3] *OmniformGroup, (z.d.))*.

1.2 Probleembeschrijving

Met het verdwijnen van de A9 door Badhoevedorp en de ontwikkeling van Quatrebras gaat een lang gekoesterde wens, van de gemeente Haarlemmermeer en zijn inwoners, in vervulling. Door deze inbreiding wordt Badhoevedorp weer tot één geheel gevormd. Tevens zorgt de ontwikkeling in deze tijd van woningschaarste, voor meer woonruimte in een drukbevolkt gebied.

Quatrebras wordt ontwikkeld binnen de Haarlemmermeerpolder, waar verschillende uitdagingen op het gebied van waterbeheer spelen. De gemeente Haarlemmermeer heeft binnen deze ontwikkeling een zorgplicht waarbij drie speerpunten gelden. Het beschermen van de volksgezondheid door het aanbieden van rioolaansluitingen, het tegengaan van (grond)wateroverlast en het beschermen van het milieu [4] *Witteveen+Bos (2015)*.

De vuilwateropgave bestaat uit het aanbieden van een rioolaansluiting voor elk huishouden binnen het plangebied. Op deze aansluiting volgt een rioolsysteem, dat de vuilwaterproductie afvoert, centraal verzamelt en uiteindelijk verpompt naar de (hoofd)afvoerstructuur binnen de gemeente Haarlemmermeer.

Naast het vuilwater dient ook de neerslag verzameld, bij extreme buien tijdelijk geborgen, en uiteindelijk afgevoerd te worden. De afstroom van regenwater binnen een woonwijk wordt schoon genoeg geacht, om direct af te voeren richting plaatselijk oppervlaktewater. Hiervoor dient een apart rioolstelsel te worden ontworpen. De capaciteit van dit stelsel wordt getoetst op de verwerking van heftige buien, zodat de robuustheid ook in toekomstige situaties (bij een veranderend klimaat) gewaarborgd is.

De grondwateropgave bestaat uit het aanpakken van twee scenario's. In natte periodes dient de drooglegging, onder bebouwing en in de openbare ruimte, te worden gewaarborgd. Tijdens droge periodes is infiltratie nodig om verdroging en het effect van zoute kwel tegen te gaan.

Om de bovengenoemde opgaven aan te pakken, wordt het rioolsysteem voor Quatrebras gerealiseerd als een gescheiden stelsel. Het vuilwaterriool wordt traditioneel uitgevoerd, het watert af op een centraal gelegen rioolgemaal. Het hemelwaterriool wordt als drainagetransportriool (DT-riool) uitgevoerd. Bij deze uitvoeringswijze wordt het hemelwaterstelsel gerealiseerd met geperforeerde buizen. Deze buizen hebben naast een watervoerende functie, een drainerende werking en kunnen tevens als infiltratiesysteem gebruikt worden.

Door de realisatie van een gescheiden stelsel wordt de belasting op de rioolzuiveringsinstallatie geoptimaliseerd, in zowel aanbod als kwaliteit. Alleen het vuilwater wordt richting de RWZI afgevoerd. Het drainagetransportstelsel is verbonden met het oppervlaktewater binnen het plangebied. Dit oppervlaktewater wordt tevens benut voor de berging en afvoer van (extreme) neerslag. De structuur en vorm van het oppervlaktewater binnen het projectgebied liggen al vast. De bergingscapaciteit hiervan, dient te worden getoetst.

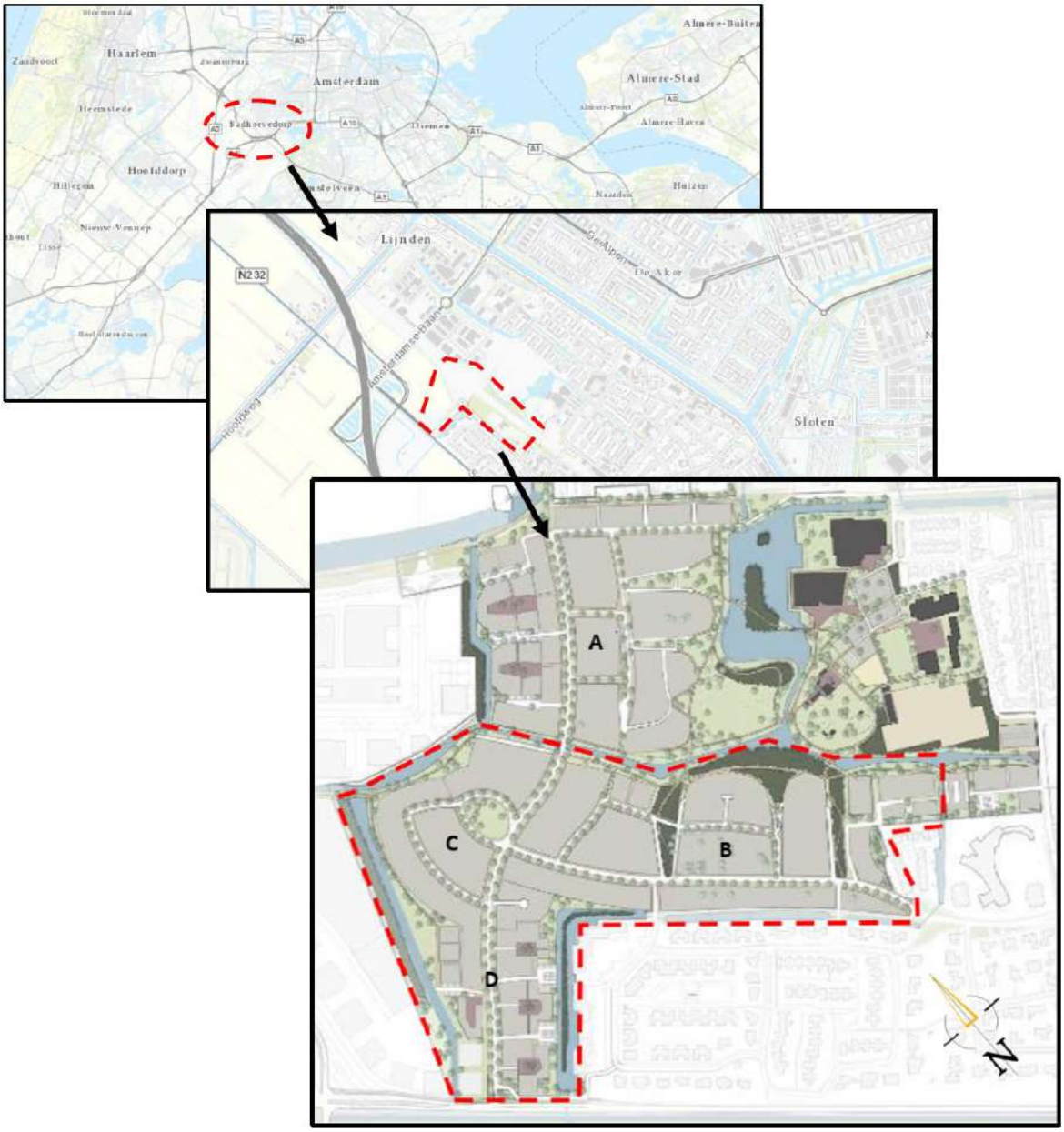
De gemeente Haarlemmermeer heeft het principe van een gescheiden stelsel met DT-systeem al diverse malen toegepast. Voor Quatrebras is de gemeente zoekende naar een passend ontwerp van het totale watersysteem, waarbij alle bovengenoemde onderdelen worden uitgewerkt en getoetst.

1.3 Projectgebied

De nieuwbouwlocatie Quatrebras is in de noordwesthoek van Badhoevedorp gelokaliseerd. Het project wordt gerealiseerd in een viertal fases (A t/m D) waarvan fase A reeds in uitvoering is.

Dit onderzoek richt zich op het watersysteem van fases B t/m D met uitzondering van een deel van fase B (gescheiden door een watergang) dat aangesloten wordt op het bestaande riool. In Figuur 2 is de locatie van het project en de plankaart van Quatrebras weergegeven. In deze collage is in het onderste figuur het deel waar dit onderzoek zich op richt, omlijnd.

Deelgebied BCD zoals hierboven gespecificeerd, heeft een totaal oppervlak van 22,3 hectare. Hierop worden 431 wooneenheden gerealiseerd. Het project wordt in drie fases gerealiseerd (B, C en D). De begrenzing van deze fasen is niet van toepassing voor het watersysteem. Dit wordt ontworpen als een enkel systeem voor het gehele projectgebied.



Figuur 2: Projectlocatie ([5] *Esri (Z.D.)*) en Plankaart Quatrebras, [6] overgenomen uit *Quatrebras* door gemeente Haarlemmermeer, (z. d.). Met daarin het projectgebied omcirkeld

1.4 Onderzoeksvragen

Met dit onderzoek wordt de volgende centrale hoofdvraag beantwoord:

Welke structuur en dimensies dient het watersysteem van Quatrebras fases B, C en D te krijgen, om te voldoen aan de gestelde riool-, waterafvoer- en drainageopgave?

Binnen het ontwikkelingsproces van Quatrebras BCD zijn momenteel de globale structuren bekend. De principes om het watersysteem uit te werken zijn bekend, binnen deze opdracht worden die uitgewerkt tot een compleet waterbeheersplan.

Om gestructureerd tot een eindoplossing te komen, worden de volgende deelvragen behandeld:

1. *Welke plangegevens van de nieuwbouwlocatie Quatrebras fases B, C en D zijn bekend en wat zijn de relevante waarden voor het watersysteem?*
2. *Welke relevante gebiedsgegevens zijn van toepassing op het watersysteem?*
3. *Welke ontwerpcriteria zijn van toepassing op het watersysteem en onderliggende onderdelen?*
4. *Wat is het optimale ontwerp voor de verschillende onderdelen van het stelsel waarmee kan worden voldaan aan de ontwerpcriteria?*
5. *Welke investering is nodig om het ontwerp te realiseren?*

1.5 Doelstelling

Doel van dit project is het uitwerken van een ontwerp voor het watersysteem van Quatrabras fases B, C en D. Het ontwerp moet in staat zijn om de regen- en vuilwaterafvoer van de toekomstige nieuwbouwlocatie Quatrebras te verwerken en te bergen. Daarnaast moet het drainagesysteem uitgewerkt worden om de drooglegging in de wijk te garanderen.

De opdracht wordt uitgewerkt middels een SOBEK-model, waarna het uiteindelijke ontwerp aangeleverd wordt in de vorm van een technische tekening. Deze tekening wordt ondersteund door een ontwerprapportage en globale kostenraming.

Om tot dit ontwerp te komen worden drie onderdelen uitgewerkt. In onderstaande tabel is per onderdeel het kader, van hetgeen dat wordt uitgewerkt, aangegeven:

Tabel 1: Afkadering project

Onderdeel	Kader
DWA-stelsel	Gehele projectgebied, stelsel van streng tot rioolgemaal. Inclusief ontwerp van het rioolgemaal. De persleiding naar de RWZI en totale pompcapaciteit vallen buiten de opdracht. Uitwerking tot technische tekening op strengniveau (locatie en diepteligging), toetsing middels een model.
HWA-stelsel	Gehele projectgebied, stelsel van streng tot uitstroom. Inclusief toetsing van de bergingscapaciteit van het oppervlaktewater binnen het plangebied. Uitwerking tot technische tekening op strengniveau (locatie en diepteligging), toetsing middels een model.
Drainerende werking HWA-stelsel	Gehele projectgebied, toetsing op een nog te definiëren worstcase situatie (in dit geval de grootste drainafstand). Bij tekortkomingen worden extra drainerende maatregelen uitgewerkt. De infiltratiewerking wordt niet getoetst binnen deze opdracht. Als extra maatregelen nodig zijn, worden deze uitgewerkt tot technische tekening op strengniveau (locatie en diepteligging).

2 Plan en gebiedsgegevens

In dit hoofdstuk zijn alle relevante plan- en gebiedsgegevens beschreven en gepresenteerd. Hiermee wordt invulling gegeven aan de eerste twee deelvragen.

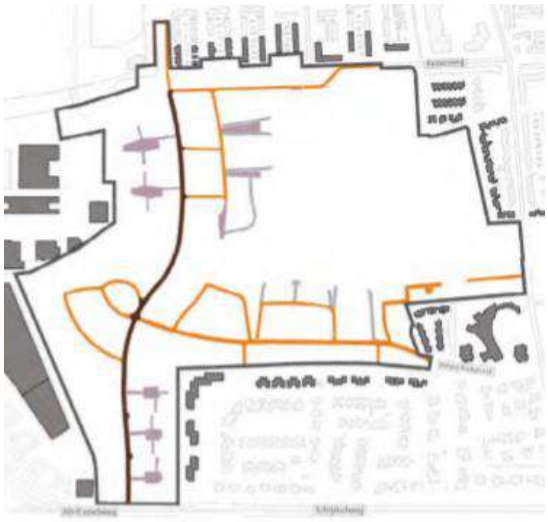
Methodiek

De binnen dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens zijn verkregen doormiddel van een bureaustudie. Tijdens de uitwerking zijn alle plannen, tekeningen, rapporten en onderzoeken bestudeerd. Hieruit is alle relevante informatie gefilterd, waarna deze beschreven en in kaarten verwerkt is.

2.1 Plangegevens Quatrebras B, C en D

Deelplan BCD is onderdeel van de ontwikkeling Quatrebras. Deze nieuwebouwwijk wordt conform een aantal basisprincipes ontwikkeld, die vastgesteld zijn in het definitief stedenbouwkundig ontwerp (DSO).

De hoofdstructuur bestaat uit een stam-tak-twijg principe. Hierbij is er een enkele hoofdontsluiting met goede doorstroming waarop verschillende woonstraten worden aangesloten, het laatste niveau bestaat uit parkeerhofjes en routes voor voetgangers [7] *Badhoevebuurt C.V. (2011)*.



Figuur 3: Het Stam-(bruin) tak-(oranje) twijg (grijs) principe uit het DSO Quatrebras [8] overgenomen uit *Definitief Stedenbouwkundig Ontwerp Quatrebras* (p. 27) door Badhoevebuurt C.V., (2011).

Bovenstaande figuur komt uit het definitief stedenbouwkundig ontwerp, in het vervolg zijn afbeeldingen uit latere fases gebruikt. Hierin zijn de deelgebieden gedetailleerder uitgewerkt, maar nog wel conform het stam-tak-twijg principe ingericht.

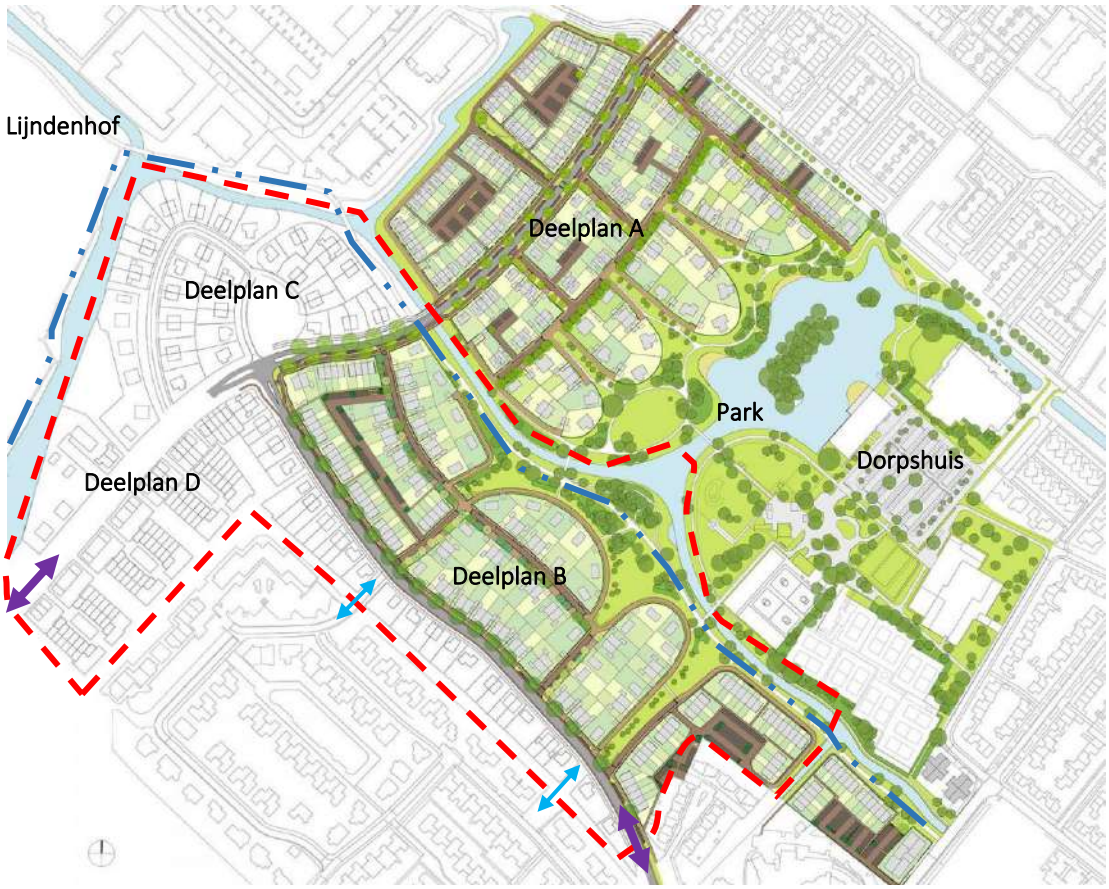
De nieuwe wijk krijgt een dorps karakter dat aansluit op de rest van Badhoevedorp, maar heeft wel een eigen identiteit als Quatrebras. Er is veel ruimte voor groen en de bebouwing is voornamelijk laag. Binnen het plan wordt water gebruikt ter scheiding van verschillende delen. Daarnaast wordt een grote waterpartij gegraven met een recreatieve functie (park Quatrebras) [7] *Badhoevebuurt C.V. (2011)*.

Aangrenzende ontwikkelingen

Quatrebras is onderdeel van het masterplan Badhoevedorp. Het plan is echter zelf ook verder opgedeeld. In Figuur 4 wordt een overzicht weergegeven van alle ontwikkelingen die rondom Quatrebras (deelplan BCD) plaats vinden.

Ten noorden van het projectgebied wordt deelplan A ontwikkeld. Naast dit deelplan komt Park Quatrebras en het dorpshuis (multifunctioneel gebouw met diverse voorzieningen) met een parkeerterrein.

Ten oosten van deelplan C en D wordt het bedrijventerrein Lijndenhof gerealiseerd. De groenstrook met water, veel groen en wandelpaden tussen Quatrebras en Lijndenhof maakt deel uit van de Groene Singel. Dit is een doorlopende groenstructuur met een recreatieve functie (in Figuur 4 in het blauw weergegeven).



Figuur 4: Voorlopig ontwerp buitenruimte Quatrebras waarin deelplannen A en B zijn uitgewerkt met toevoeging van alle aangrenzende ontwikkelingen [9] overgenomen uit *Quatrebras, voorlopig ontwerp openbare ruimte* door Loos van Vliet, (2017)

Bestaande aansluitingen

Naast de aansluiting met deelplan A heeft deelplan BCD een viertal aansluitingen naar bestaande wijken / infrastructuur. De twee hoofdverbindingen (paarse pijlen in Figuur 4) sluiten aan op de Schipholweg in het zuiden en de Robert Kochstraat in het oosten. De andere twee aansluitingen zijn erftoegangswegen richting de onder deelplan BCD gelegen Prinsenbuurt (gevisualiseerd met blauwe pijlen in Figuur 4).

2.1.1 Bebouwing

Binnen deelplan BCD wordt voornamelijk laagbouw, in de vorm van eengezinswoningen en twee onder een kap woningen, gerealiseerd. In totaal gaat het om 347 woningen. Daarnaast bevat het plan een appartementencomplex met vierentachtig appartementen. In totaal worden er binnen deze drie deelplannen 431 wooneenheden gerealiseerd. De te hanteren bouwpeilen zijn door de ontwikkelaar aangeleverd, zie Figuur 5 voor een overzicht.

De woningen in het hogere segment hebben een vrijstaande of met de woning verbonden garage. Bij alle eengezinswoningen worden schuren geplaatst. Alle woningen hebben een hellend dak. De daken van het appartementencomplex, de bijgebouwen en de schuren zijn vlak. Daarnaast worden alle woningen voorzien van een kruipruimte.

Figuur 5: Overzicht hoogtepeilen, originele kaart is toegevoegd in bijlage I

2.1.2 Verhardingen

De wegenstructuur bestaat uit twee hoofdwegen die het deelgebied verbinden met de omliggende wijken. Aan deze hoofwegen zijn verschillende secundaire wegen gekoppeld die zoveel mogelijk rondlopen. De laatste schil van de wegenstructuur bestaat uit een aantal centraal gelegen parkeerhofjes. De wegpeilen zijn minimaal 0,20 meter lager dan het naastgelegen bouwpeil gesitueerd.

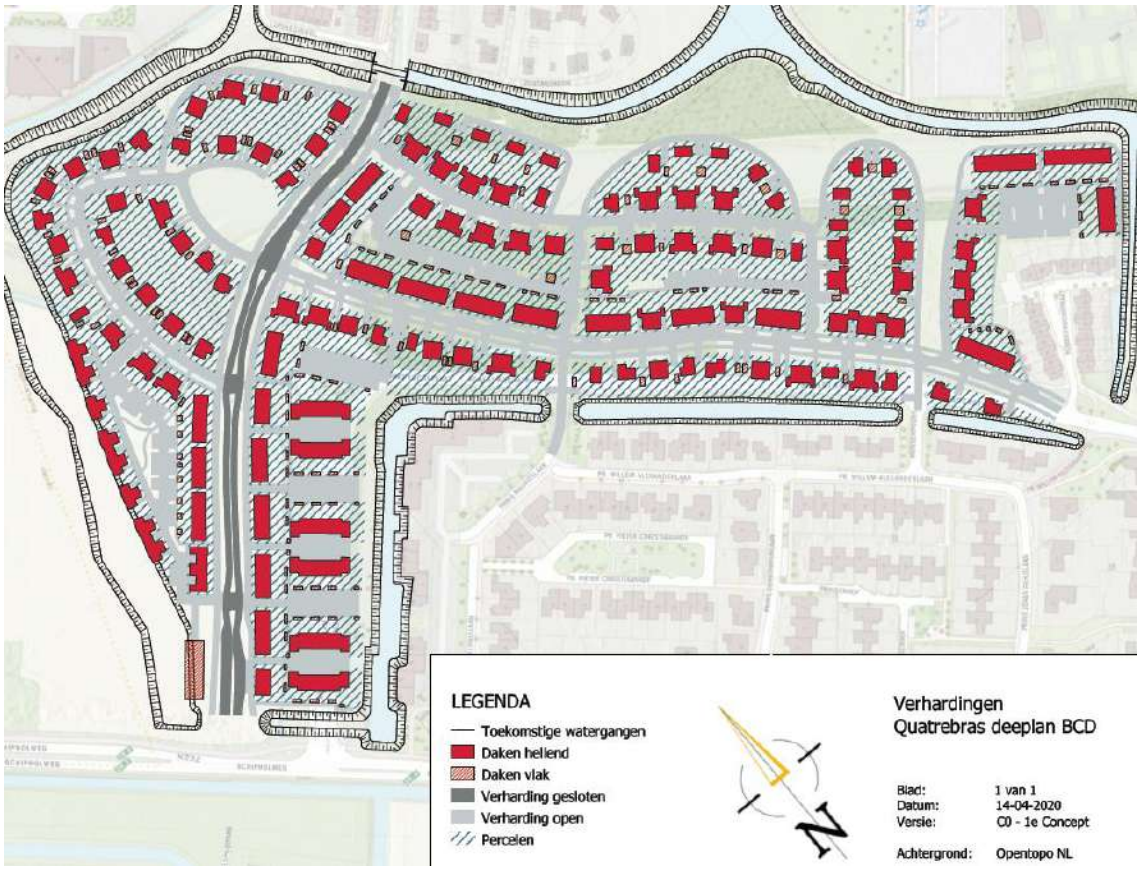
De hoofdverbinding van noord (Quatrebas deel A) naar zuid (de Schipholweg) wordt uitgevoerd in asfalt. Alle andere verhardingen worden met elementenverhardingen gerealiseerd. Naast de daken en wegen wordt bij het toetsen van de verschillende systemen ook rekening gehouden met verhardingen in tuinen.

Hierbij wordt een percentage van 50% van het overige perceeloppervlak gebruikt. Deze waarde is representatief voor het oppervlak aan verhardingen dat in een gemiddelde Nederlandse tuin van een rijtjeswoning wordt aangebracht [10] *Kolkman, Y. (2016)*. In het model worden deze verhardingen tevens als elementenverhardingen meegenomen.

Figuur 6: Verduidelijking perceeloppervlak

Het perceeloppervlak dat meegenomen wordt als verharding betreft het deel van het perceel waar het dak- en eventueel opritoppervlak vanaf gehaald is. Zie ter verduidelijking bovenstaand figuur, in de berekening wordt voor dit perceel een oppervlak van 98,50 m^2 aan verharding gehanteerd.

Een overzicht van de verschillende verhardingen wordt in Figuur 7 weergegeven. Zie Figuur 5 voor een overzicht van de gehanteerde wegpeilen.



Figuur 7: Overzicht verhardingen, originele kaart is bijgevoegd in bijlage I

2.1.3 Watersysteem

Het watersysteem voor alle ontwikkelingen binnen het masterplan Badhoevedorp is reeds vastgelegd in het "Waterstructuurplan Badhoevedorp". In dit plan is een groot gekoppeld systeem voor alle ontwikkelingen in Badhoevedorp ontworpen.

Quatrebras ligt in peilvak GH-140.31.1 (peilbesluit Haarlemmermeerpolder [11] *Hoogheemraadschap van Rijnland (2016)*) van het Hoogheemraadschap van Rijnland. In dit peilbesluit is vastgelegd dat in dit peilvak een vast waterpeil van -5,72 m NAP wordt gehanteerd.

Om het watersysteem van deelplan BCD in beeld te krijgen, wordt een stap verder uitgezoomd. Alle watergangen die direct in verbinding staan met de watergangen van deelplan BCD, en het daarop afwaterend oppervlak, worden in de toetsing meegenomen. De begrenzing wordt gekenmerkt door vernauwende structuren die als kritieke punten gelden. In dit plan betreft het een stuw, een brug en twee externe duikers[1].

De watergangen binnen de te toetsen waterstructuur zijn onderverdeeld op kenmerkend dwarsprofiel. Totaal wordt onderscheid gemaakt tussen dertien verschillende profielen. Deze profielen zijn opgesteld als XY-profielen (2D, lengte – hoogte) en bijgevoegd in bijlage I. Naast deze dertien verschillende watergangen bevat het watersysteem zeven duikers (waarvan twee extern), een stuw aan de westzijde en een brug richting het park (centraal boven deelgebied BCD gelegen).

In de toetsing wordt het extra verhardoppervlak (buiten deelplan BCD), dat op de hierboven beschreven watergang afwatert, ook meegenomen. De bestaande bebouwing rond deelplan BCD heeft een gemengd rioolstelsel, waarvan de riool overstort aan een watergang buiten het toetsbereik is gesitueerd. Hiervoor wordt dus geen extra afwaterend oppervlak meegenomen in de toetsing.

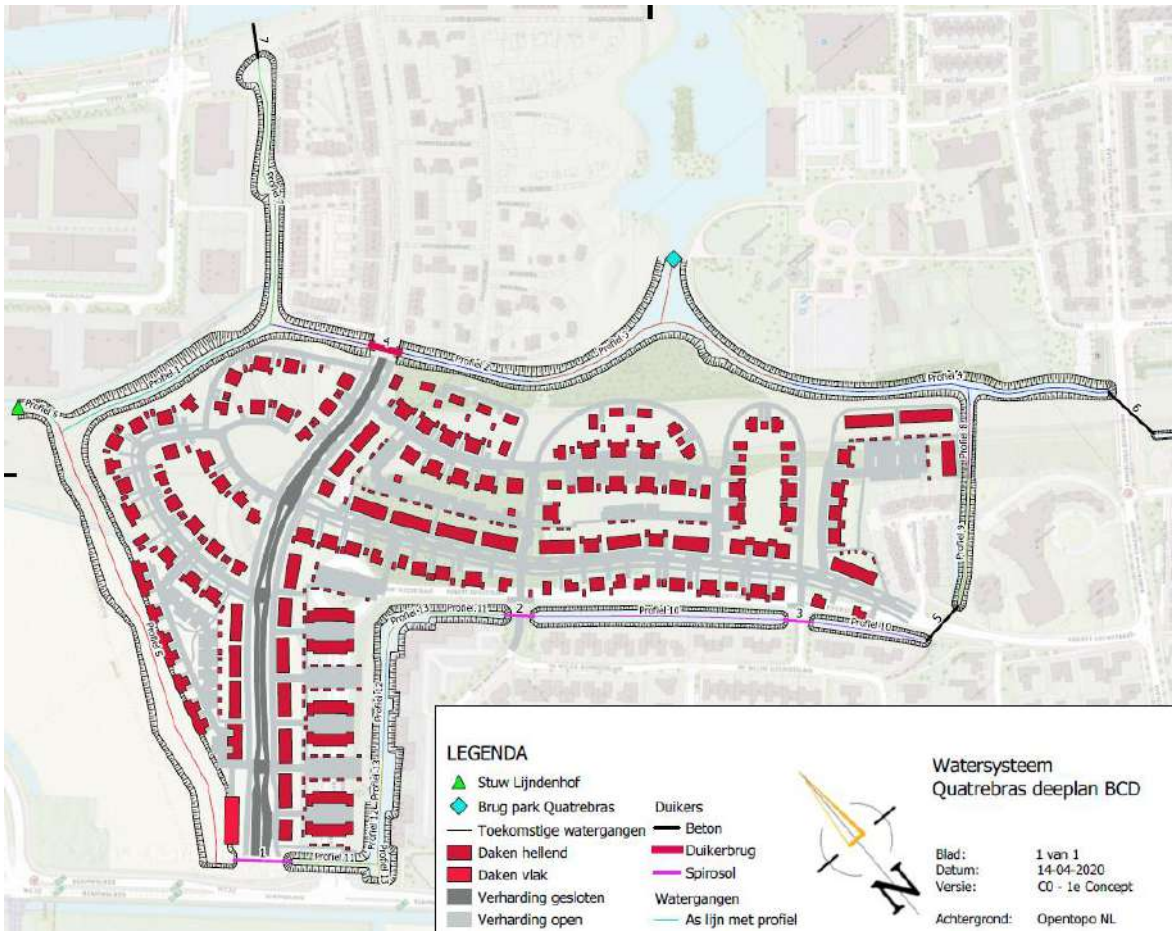
Quatrebras deelplan A is echter met eenzelfde rioolstelsel als BCD aangelegd. Hier is dus sprake van een afwatering richting het oppervlaktewater. De van toepassing zijnde oppervlaktes worden uit het rioolplan van deelplan A gefilterd. Zie hiervoor subparagraaf 6.1.3.

De stuw, gelokaliseerd aan de westzijde van het projectgebied, is uitgevoerd als kantelbakstuw met een overstorthoogte die gelijk is aan het waterpeil (-5,72 m NAP). De overstortbreedte bedraagt twee meter. De stuw reguleert het waterpeil van heel Quatrebras en stort, wanneer nodig, over op het lagergelegen watersysteem van bedrijventerrein Lijndenhof [12] Witteveen+Bos *(2013)*.

De brug, richting park Quatrebras, zorgt voor vernauwing in het profiel. Doordat de landhoofden deels in de watergang geplaatst zijn. Deze vernauwing is gering, aan beide zijden circa 1,00 meter. De grens van het te toetsen watersysteem is hier gesitueerd, omdat de achterliggende waterpartij bedoeld is als berging voor andere omliggende ontwikkelingen (Deelplan A en het Dorpshuis).

In Figuur 8 wordt de waterstructuur weergegeven. De verschillende duikers binnen het systeem zijn genummerd. In Tabel 2 volgt een overzicht met de eigenschappen van deze duikers.

[1] Een duiker die een watergang binnen het projectgebied verbindt met een watergang daarbuiten. Binnen het projectgebied zijn nog diverse andere duikers, die als interne duiker worden gezien.



Figuur 8: Watersysteem, originele kaart is bijgevoegd in bijlage I

Tabel 2: Overzicht duikers

Nmr	Materiaal	Profiel	Lengte (m)	b.o.b.	Soort
1	Spirosol	Rond 1200 mm	45,00	-6,52	Intern
2	Spirosol	Rond 1000 mm	25,00	-6,52	Intern
3	Spirosol	Rond 1000 mm	25,00	-6,52	Intern
4	Duikerbrug (stalen damwanden)	Rechthoek 4000 x 1600 mm	25,00	-6,52	Intern
5	Beton	Rond 600 mm (bestaand)	40,00	-6,52	Intern
6	Beton	Rond 800 mm (bestaand)	55,00	-6,25	Extern
7	Beton	Rond 1000 mm (bestaand deel A)	30,00	-6,39	Extern

2.1.4 Het plan in cijfers

In onderstaande tabel volgt een overzicht van alle relevante cijfers (gerelateerd tot hetgeen dat in voorgaande paragrafen beschreven is) voor het ontwerpen en toetsen van het watersysteem. Deze gegevens zijn uit de verschillende opgestelde kaarten gefilterd.

Tabel 3: De ontwikkeling in cijfers

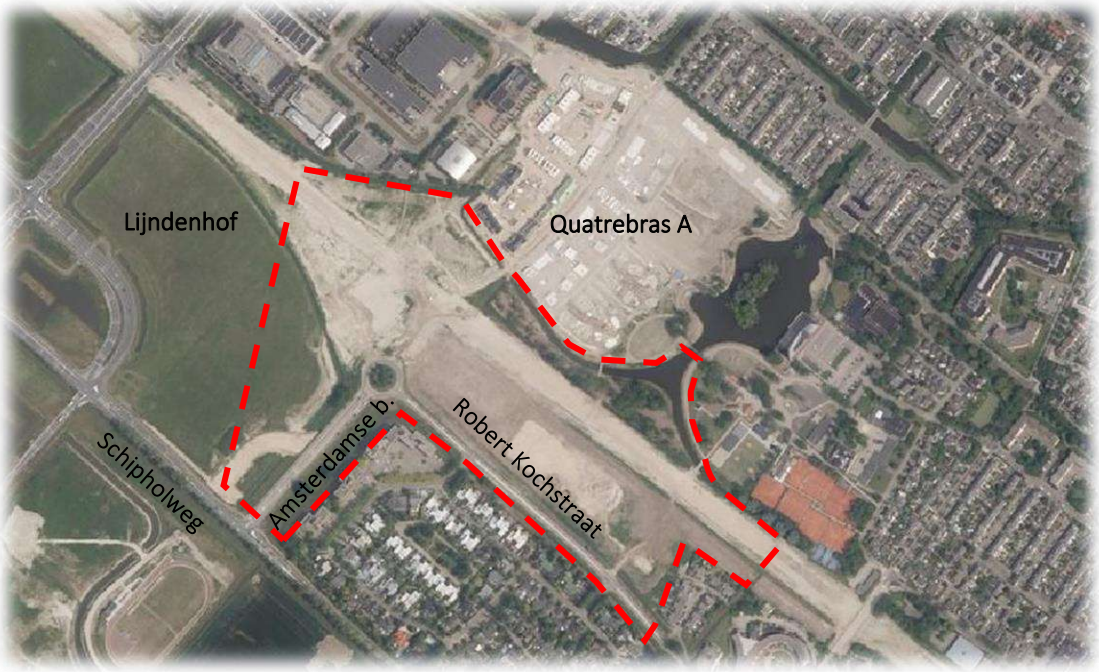
Onderdeel	Soort	Aantal	Eenheid
Projectgebied	Totaal oppervlak	22,3	ha
Bebouwing	Wooneenheden	431	stuks
	Daken hellend	26.260	m^2
	Daken vlak	2.270	m^2
Verhardingen	Gesloten verhardingen openbaar	4.000	m^2
	Elementen verhardingen openbaar	37.910	m^2
	Elementen verhardingen opritten	5.540	m^2
	Verhard gedeelte percelen (50% van totaal opp.)	32.280	m^2
	Onverhard	78.500	m^2
Water	Vast waterpeil	-5,72	m NAP
	Oppervlaktewater (binnen toetsingsbereik, normaal waterpeil)	30.700	m^2
	Duikers (diverse materialen en afmetingen)	5	stuks

2.2 Huidige situatie

Het projectgebied is een grotendeels braakliggend terrein met een aantal te dempen watergangen en de laatste sporen van de verwijderde A9, in de vorm van een zandcunet en een aantal bulkdepots (zand, gebroken puin en grond). Een deel van de toekomstige waterstructuur (paragraaf 2.1.3) is reeds gegraven en een aantal kunstwerken zijn (deels) gerealiseerd.

Binnen het projectgebied is nog een deel van de oude infrastructuur aanwezig. Dit zijn de Robert Kochstraat en de Amsterdamse Baan, inclusief een rotonde waar deze twee wegen elkaar kruisen. Om een tijdelijk ontsluitingsprobleem te voorkomen, worden deze verhardingen gefaseerd verwijderd zodra de vervangende verhardingen aangebracht zijn.

Aan de noordzijde van het projectgebied wordt de woningbouw van deelgebied A gerealiseerd. Op het braakliggende terrein aan de westzijde wordt in de toekomst bedrijventerrein Lijndenhof ontwikkeld (onderdeel van het masterplan Badhoevedorp). Daarnaast komt hier een aansluiting op de Schipholweg (N232) die voor ontsluiting richting de verlegde A9 zorgt. De overige grenzen worden gekenmerkt door bestaande of reeds ontwikkelde bebouwing. Deze worden door een (nog te graven) watergang gescheiden van deelplan BCD.



Figuur 9: Huidige situatie projectgebied (luchtfoto) [13] *PDOK (2020)* met het projectgebied hierin omcirkeld

2.2.1 Maaiveld en hoogteligging

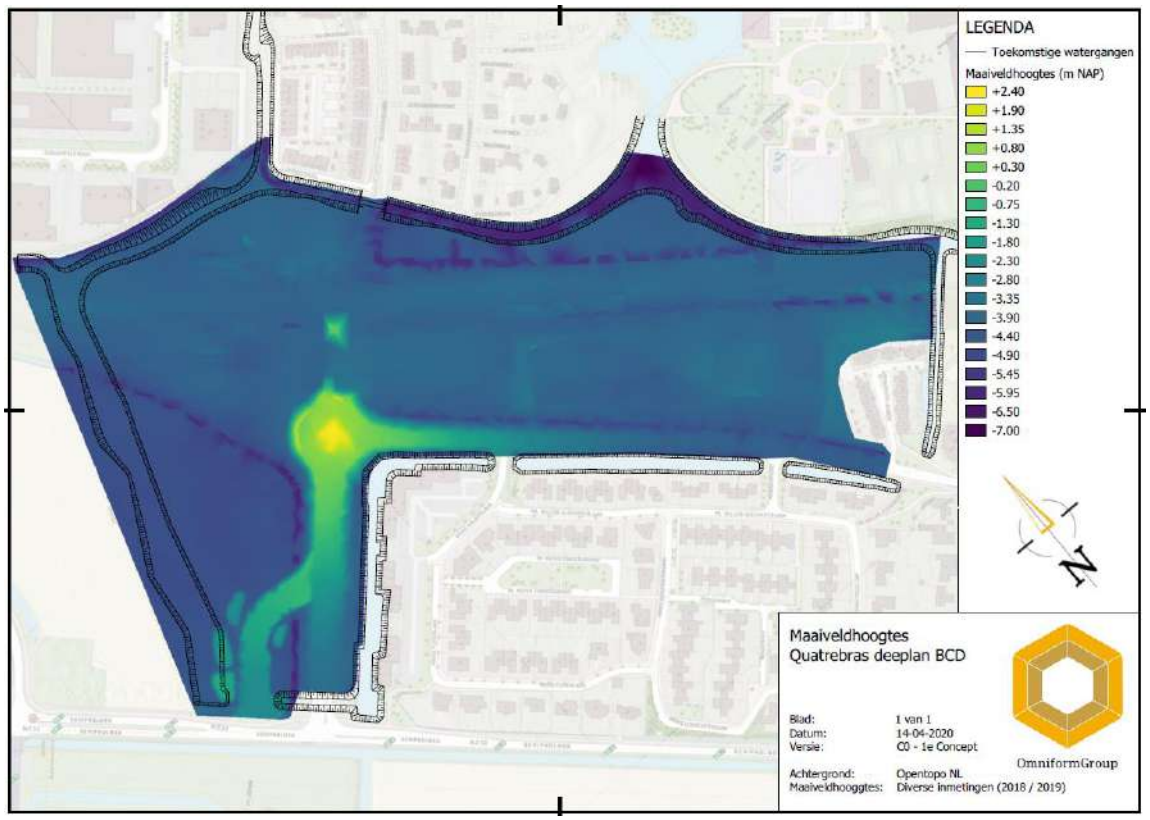
Het projectgebied is een grotendeels vlak terrein. Uitzonderingen zijn de nog te dempen watergangen en grondlichamen van verwijderde infrastructuur. Deze structuren worden tijdens het bouwrijp maken van het terrein gedempt of ontgraven. De hierbij vrijkomende grondstoffen worden gebruikt voor de nieuwe wegfundering.

Daarnaast zijn er nog een aantal grondlichamen van bestaande infrastructuur, die nog moet worden verwijderd. Deze werkzaamheden worden gefaseerd uitgevoerd (zoals hierboven beschreven), waarbij de oude structuren ook ontgraven en de vrijgekomen grondstoffen hergebruikt worden.

Op het terrein bevinden zich ook een aantal depots ingericht met losse bouwmaterialen, zoals zand en gebroken puin. Deze worden beschouwd als tijdelijke constructies en worden niet meegenomen in de analyse van de huidige situatie.

In Figuur 10 wordt een overzicht van de huidige maaivelhoogtes weergegeven. Dit model is tot stand gekomen door het combineren van diverse inmetingen die in de periode van 2018 t/m 2019 zijn uitgevoerd. De maaiveldhoogtes verschillen van -7,07 tot +2,39 m NAP. Het gaat hierbij wel om de uitersten in de vorm van een reeds gegraven watergang en het grondlichaam van de bestaande rotonde.

Het gros van de hoogtes ligt tussen de -3,50 en -4,50 m NAP. De gemiddelde hoogte voor het gehele terrein bedraagt -3,95 m NAP. Binnen het project wordt gewerkt met een gesloten grondbalans (geen afvoer van grond). Deze werkwijze, in combinatie met een klein hoogteverschil tussen bestaande en geplande peilen (zie paragraaf 2.1), leidt ertoe dat ophoging van het terrein niet van toepassing is.



Figuur 10: Overzicht huidige maaiveldhoogtes, originele kaart is bijgevoegd in bijlage I

2.2.2 Bodem

Ter voorbereiding van bouwrijpwerkzaamheden, binnen het werkgebied, zijn diverse grondboringen uitgevoerd. Deze zijn wijd verspreid over het terrein uitgevoerd en geven een goede indicatie van het bodemprofiel. Bij het ontwerpen van de drainagemaatregelen wordt gebruik gemaakt van een principe bodemopbouw. Dit profiel is representatief voor het gehele projectgebied.

Eerste meters

De diepste handboringen gaan tot twee en halve meter onder het maaiveld. De bodemopbouw wordt gekenmerkt door een toplaag van matig fijn zand waaronder zich een (zandige) kleilaag en diverse (matig fijn tot zeer fijne) zandlagen bevinden. De dikte van deze kleilaag verschilt van 0,20 tot 1,20 meter. In het principe profiel wordt een dikte van 1,10 meter tegepast, gebaseerd op de slechtste 5%[2].

De grondboringen, inclusief een kaart van het bodemonderzoek, zijn bijgevoegd in bijlage II.

[2] Karakteristieke waarde (5% bovengrens) gebaseerd op een lognormale verdeling. In 95% van de gevallen is de kleilaag kleiner dan 1,10 meter.

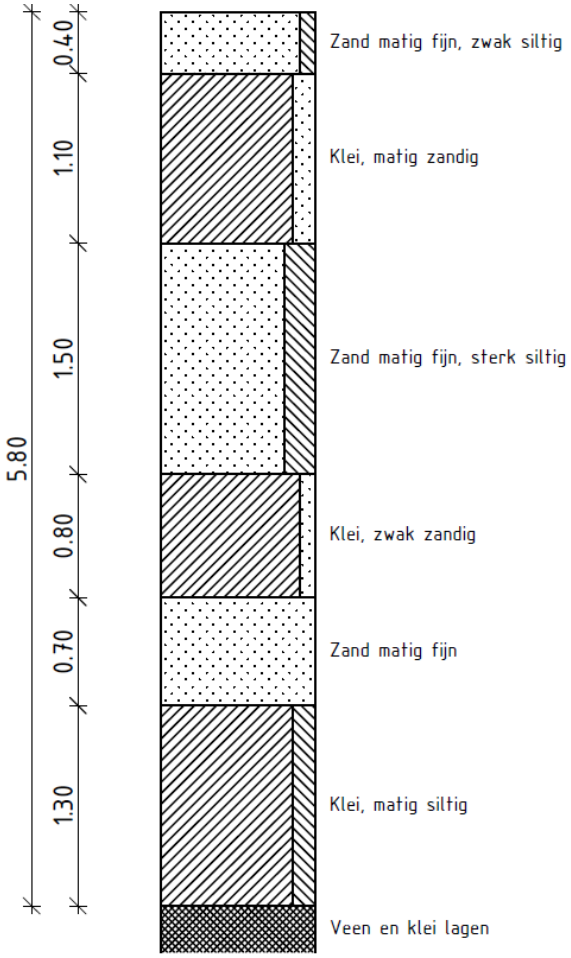
Dieper profiel tot aan ondoorlatende laag

Om het resterende profiel tot aan de eerste ondoorlatende laag te bepalen, wordt gekeken naar elft uitgevoerde sonderingen [14] *Geonius. (2019)*. Door gebruik te maken van de conusweerstand en kleef is een globale bodemopbouw vast te stellen. Deze gelaagdheid is toegevoegd aan het principe profiel (Tabel 4 en Figuur 11).

Uit de geotechnische gegevens komt naar voren dat de ondoorlatende laag zich op circa -9,80 m NAP bevindt. Dit is circa 5,80 m onder het maaiveld. De bodem bestaat op deze diepte uit een aantal veen en kleilagen. Deze lagen bemoeilijken de verticale doorlatendheid in een zo'n grote mate, dat er sprake is van een ondoorlatende laag.

Tabel 4: Representatieve bodemopbouw voor het gehele projectgebied

Laag	Diepte t.o.v. NAP	Laagdikte (meter)	Opbouw
1	-4,00	0,40	Zand, matig fijn, zwak siltig
2	-4,40	1,10	Klei, matig zandig
3	-5,50	1,50	Zand, matig fijn, sterk siltig
4	-7,00	0,80	Klei, zwak zandig
5	-7,80	0,70	Zand, matig fijn
6	-8,50	1,30	Klei, matig siltig
7	-9,80	Ondoorlatende laag	



Figuur 11: Visualisatie bodemopbouw

3 Ontwerpcriteria

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste ontwerpcriteria voor het ontwerpen van het watersysteem samengevat en toegelicht. Een overzicht van de van toepassing zijnde eisen is toegevoegd in de vorm van een verificatiematrix. Deze matrix is bijgevoegd als bijlage IX van dit rapport. Met deze werkzaamheden is invulling gegeven aan deelvraag drie, *welke ontwerpcriteria zijn van toepassing op het watersysteem en onderliggende onderdelen?*

Methodiek
De verificatiematrix (bijlage IX) is een verzameling van alle eisen. Deze zijn verkregen middels een bureaustudie waarbij alle relevante beleidsdocumenten, rapporten en leidraden zijn doorgenomen. Uit deze documenten zijn de van toepassing zijnde eisen gefilterd en in de matrix verwerkt. Dit hoofdstuk dient als extra toelichting op de verificatiematrix.

3.1 Beleidsdocumenten

De van toepassing zijnde eisen komen uit een breed scala van leidraden en beleidsdocumenten. Hieronder volgt een overzicht van de gebruikte documenten:

- DIOR (Duurzame Inrichting Openbare Ruimte), gemeente Haarlemmermeer (versie 1.1 januari 2015);
    - Leidraad rioleringen, stichting RIONED;
    - PvE rioolgemalen (revisie 09, februari 2018);
- Waterstructuurplan Badhoevedorp (versie definitief 5, 25 april 2013);
- Gemeentelijk rioleringsplan Haarlemmermeer (versie definitief 2, 9 september 2015);
    - Tussentijdse evaluatie GRP (gemeentelijk rioleringsplan) 2015-2019, gemeente Haarlemmermeer;
- Uitvoeringsregels Hoogheemraadschap van Rijnland (onderdeel van de keur, versie van 1 september 2017);

3.2 Ontwerpeisen riolering

Voor beide rioolstelsels geldt een minimale diameter van rond 200 mm. Voor het gehele project wordt een minimale gronddekking van 1,20 meter gehanteerd.

De maximale afstand tussen twee putten (hart op hart) bedraagt 80 meter. Bij een kruising van leidingen dient er een minimale tussenafstand van 0,20 meter (buitenkant leidingen) te worden gehandhaafd. Zinkerconstructies zijn niet toegestaan en sprongen in de b.o.b. maatvoering moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.

De hart op hart afstand tussen twee leidingen bedraagt 1,20 meter. Bij krappe stukken mag deze geminimaliseerd worden tot 1,00 meter, mits de minimale tussenafstand van 0,20 meter gehandhaafd wordt.

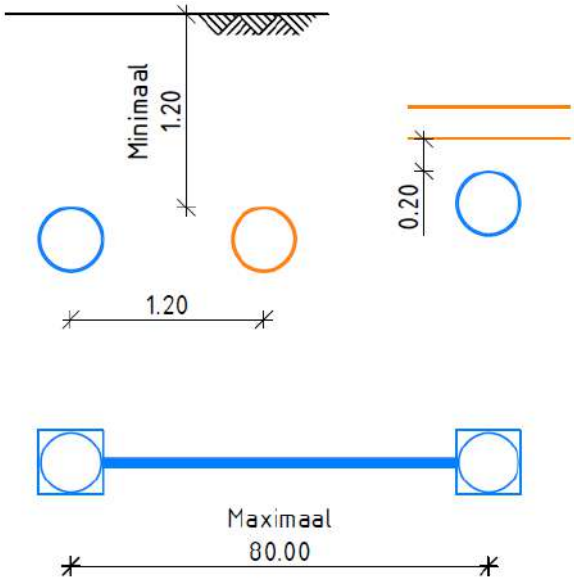
Het bodem verhang van het vuilwatersysteem is 1 op 300 voor de eerste 150 meter. Vervolgens wordt dit 1 op 500. Doordat het hemelwatersysteem als een drainagetransportriool wordt gerealiseerd, ligt dit vlak.

Rioolbuizen worden tot en met een diameter van rond 500 mm uitgevoerd in PVC (sterkteklasse SN8). Grotere diameters worden in beton uitgevoerd.

Inspectieputten zijn van beton en hebben een minimale inwendige afmeting van 800 x 800 mm. Bij een puthoogte van 2,50 meter of meer worden putten met een minimale inwendige afmeting van 1000 x 1000 mm toegepast.

Overstortvoorzieningen dienen aan een goed doorspoelbaar oppervlaktewater te worden gelokaliseerd. Hierbij dient de overstortdrempel minimaal 0,90 meter beneden het wegpeil gesitueerd te zijn.

De belangrijkste ontwerpeisen worden in Figuur 12 gevisualiseerd.



Figuur 12: Visualisatie belangrijkste ontwerpeisen riolering

De gemaalkelder heeft een minimale inwendige maat van 1.000 x 1.000 mm. Het verschil tussen de b.o.b. van de laagste aanvoerleiding en de bodem van de gemaalkelder is minimaal 0,80 meter. Daarnaast dient de gemaalkelder zo ontworpen te worden dat elke (DWA) pomp maximaal 10 keer per uur inschakelt.

3.3 Rioolbelasting

Hieronder worden de eisen per rioolstelsel uitgesplitst. Het vuilwaterriool wordt getoetst op een piekbelasting. Het regenwaterstelsel kent twee toetsingen in de vorm van neerslaggegevens. Deze neerslaggeven worden gekoppeld aan de verhardingen zoals beschreven in paragrafen 2.1.1 en 2.1.2.

3.3.1 Droogweerbelasting

De piekbelasting op het vuilwaterriool is 12 liter per persoon per uur. De gemiddelde woningbezetting bestaat uit 2,5 persoon, waarbij een dagelijkse afvalwaterproductie van 120 liter per persoon wordt gehanteerd.

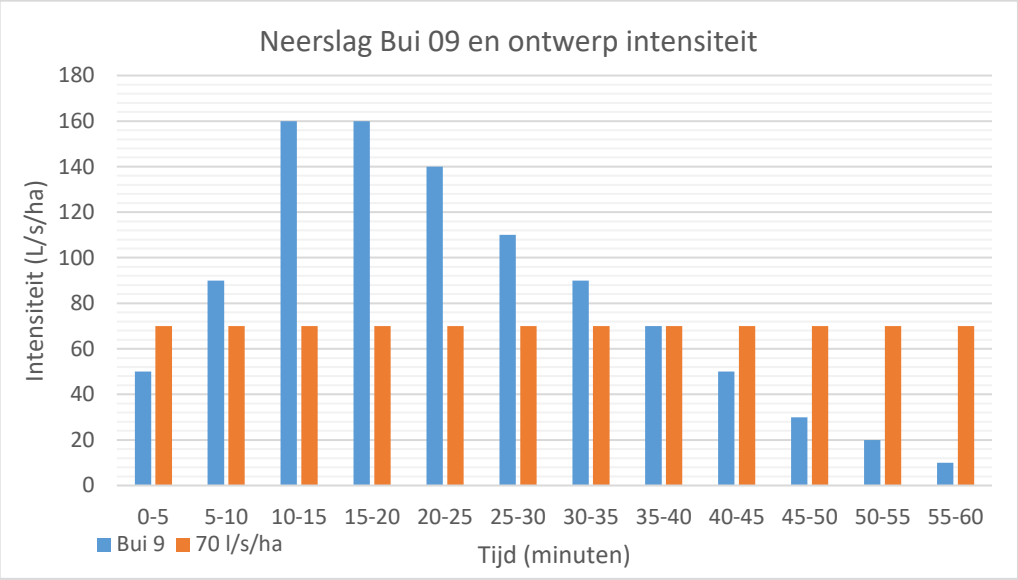
Tijdens het toetsen van de vuilwaterriolering wordt er een piekbelasting van 30 liter per huishouden gehanteerd (2,5 x 12 liter). Om te voldoen aan de eisen van de gemeente Haarlemmermeer, geldt tijdens deze piekafvoer een maximale vullingsgraad van 50%.

3.3.2 Neerslag

Hemelwatersystemen binnen de gemeente Haarlemmermeer moeten getoetst worden met ontwerpbui Bui 09 (uit de leidraad rioleringen van stichting RIONED). Bij deze simulatie moet het ontworpen rioolstelsel de bui kunnen verwerken zonder dat er een situatie met water op straat ontstaat[3].

Naast het toetsen met Bui 09 wordt geëist dat het hemelwatersysteem wordt doorgerekend met een statische belasting van zeventig liter per seconde, per hectare. Bij deze toetsing moet een minimale waking van 0,30 meter worden gehandhaafd.

Bui 09 valt eens per 5 jaar; totaal valt er 29,4 mm gedurende 60 minuten. De piek van de bui is tussen minuut 10 en 20. In deze periode valt er 160 l/sec/ha. De riolering vult zich vrij snel met steeds grotere hoeveelheden hemelwater tot aan de piek, waarna de bui langzaam in intensiteit afbouwt [15] *stichting RIONED (2015).* In onderstaande figuur zijn Bui 09 en de ontwerpintensiteit in een histogram, met tijdsstappen van 5 minuten, weergegeven.



Figuur 13: Histogram ontwerpbui Bui 09 en statische belasting van 70 l/s/ha

3.4 Eisen drainage

Het hemelwaterriool wordt uitgevoerd als drainagetransportriool. In deze uitvoering heeft het systeem een minimale diameter van rond 200 mm. De buizen die worden toegepast zijn van polypropyleen, geperforeerd en voorzien van een PP700 omwikkeling.

In verband met het hoge ijzergehalte van het grondwater, worden de buizen onder het grondwaterniveau aangebracht. In het ontwerp wordt de bovenkant van de leidingen op 0,20 meter onder het grondwaterpeil aangebracht, hierdoor is de b.o.b. afhankelijk van de buisdiameter.

De drainage wordt getoetst op een grondwateraanvulling van 10 mm per dag. Hierbij dienen de in Tabel 5 gepresenteerde waarden te worden gehandhaafd:

[3] Een situatie waarbij de capaciteit van de riolering te klein is om de aanvoer van regenwater te verwerken. Doordat het water niet kan worden afgevoerd via de riolering, ontstaan er steeds groter wordende plassen op de laagstgelegen wegdelen. Oftewel water op straat.

Tabel 5: Drooglegingseisen voor de toetsing van de drainage

Situatie	Minimale drooglegging (m -mv)
Onder de wegas	0,70
Onder het maaiveld bij woningen met een kruipruimte	0,90
Onder het maaiveld bij woningen zonder kruipruimte	0,50
Onder het maaiveld bij groenstroken en tuinen	0,50

Verder wordt het DT-stelsel vormgegeven als een regulier hemelwatersysteem, conform de eisen uit paragraaf 3.2.

3.5 Toetsing watersysteem

Het watersysteem wordt getoetst met een neerslagreeks die door het Hoogheemraadschap van Rijnland is aangeleverd. Deze reeks bestaat uit de buienstatistiek per uur over de periode van 1906 tot en met 2014 voor het beheersgebied van het Hoogheemraadschap en is opgesteld door het KNMI.

De piek binnen deze reeks ligt op 52,8 mm neerslag in een enkel uur, een extreme bui gevallen op 13 juni 1953 (20:00 uur). Deze piek steekt, met kop en schouders, boven de rest van de data uit. Het is tevens de enige piek met een uursom groter dan 40 mm.

De grootste neerslaghoeveelheid die op een enkele dag gevallen is bedraagt 74,72 mm op 1 augustus 1917. Daarnaast is er op 13 oktober 2013 een totaal van 74,43 mm gevallen.

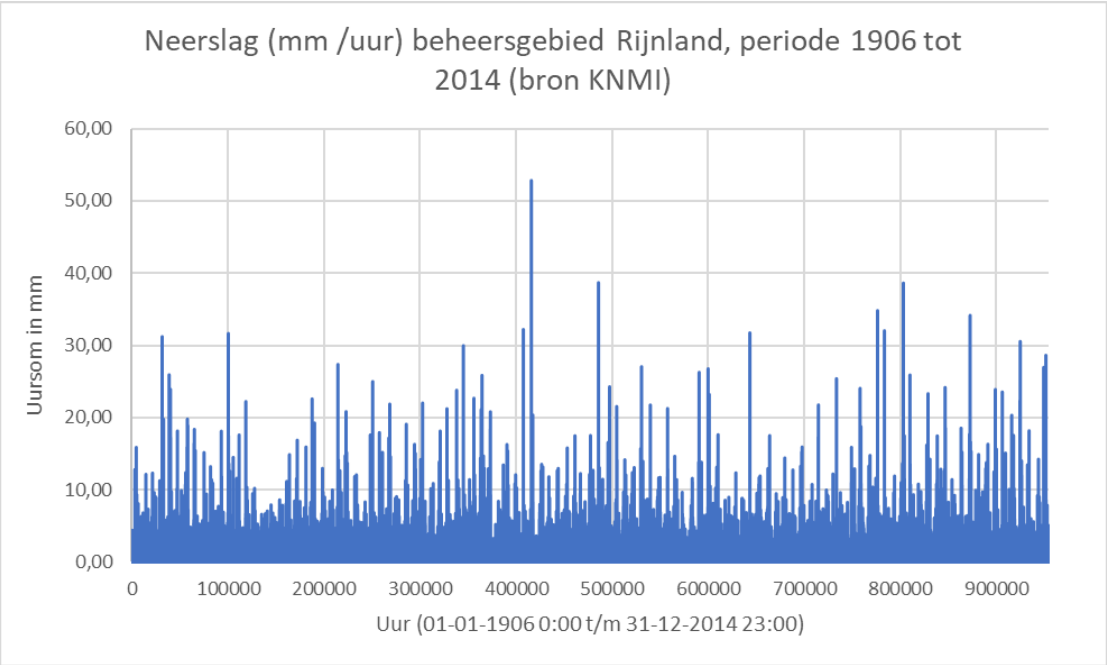
In onderstaande tabellen is de statistiek van grote buien (uursom) en dag totalen binnen de dataset weergegeven. De gehele dataset wordt in Figuur 14 gepresenteerd, in totaal bestaat de dataset uit 955.488 uren of 39.812 dagen.

Tabel 6: Statistiek uursommen dataset

Hoeveelheid (uursom)	Aantal keer binnen dataset
> 40 mm	1
> 30 mm	11
> 20 mm	49
> 10 mm	330
> 5 mm	1.811
> 1 mm	31.333

Tabel 7: Statistiek dagsommen dataset

Hoeveelheid (dagsom)	Aantal keer binnen dataset
> 70 mm	6
> 60 mm	11
> 50 mm	27
> 40 mm	59
> 30 mm	201
> 20 mm	686
> 10 mm	3.010



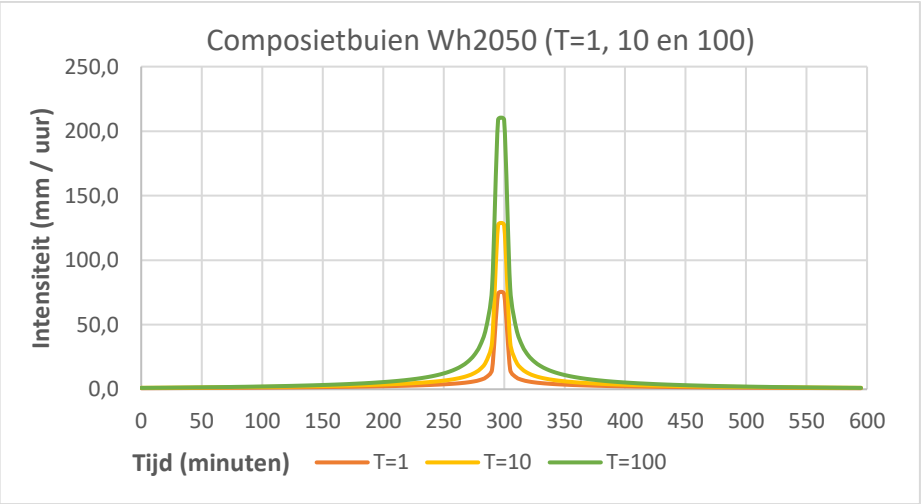
Figuur 14: Neerslagreeks Rijnland 1906-2014 [16] *KNMI (2014)*

Het watersysteem wordt met deze neerslagsreeks getoetst op stijging van het waterpeil, gerelateerd aan de lokale maaiveldhoogte. Wanneer de maaiveldhoogte niet overschreden wordt (inundatie), voldoet het systeem.

3.5.1 Toekomstscenario

De neerslagsreeks houdt geen rekening met klimaatveranderingen en een toename van extreme neerslag. Om de robuustheid van het watersysteem op deze toekomstscenario's te toetsen wordt gebruik gemaakt van de composietbuien van stichting RIONED.

Composietbuien zijn symmetrische buien van 10 uur met een extreme neerslagintensiteit in het centrum van de bui. De buien zijn ontwikkeld voor verschillende herhalingstijden en bevatten een representatieve neerslaghoeveelheid voor zowel kort- als langdurige buien [17] *stichting RIONED (2020)*. Het watersysteem wordt getoetst met een set composietbuien die gebaseerd zijn op het Wh2050 scenario van het KNMI.



Figuur 15: Histogram voor composietbuien Wh2050 met een herhalingstijd van 1, 10 en 100 jaar

4 Ontwerp en toetsing vuilwaterstelsel

Dit hoofdstuk bevat het algehele ontwerpproces van het vuilwaterstelsel. Het proces wordt doorlopen van schetsontwerp tot aan de uiteindelijke dimensies. Deze stappen worden per paragraaf behandeld.

Methodiek
Een eerste opzet van het rioolstelsel is uitgewerkt in de vorm van een schetsontwerp. Deze structuur is gebaseerd op de verkregen plangegevens en ontwerpcriteria, uit voorgaande hoofdstukken. Het schetsontwerp is opgesteld in AutoCAD en bevat putten, strengen en een centraal gelegen rioolgemaal.

Deze opzet is daarna verwerkt in een Excelsheet, het zogeheten strengenoverzicht. In dit overzicht is de onderlinge putafstand samen met de desbetreffende eisen gebruikt om de diepteligging (b.o.b. maatvoering) van het riool te bepalen. Tijdens het verder ontwerpproces is dit overzicht aangevuld met alle informatie op streng niveau.

Het schetsontwerp uit AutoCAD is geëxporteerd naar een SOBEK-model en daarin aangevuld met de berekende b.o.b.-hoogtes en de resterende parameters om de modelberekening uit te voeren. Hierbij wordt tevens het rioolgemaal ontworpen. Tot slot is het stelsel in het SOBEK-model gedimensioneerd met alle minimale afmetingen.

Om de uiteindelijke dimensies van het vuilwaterstelsel te bepalen wordt het stelsel, met de minimale afmetingen, dynamisch doorgerekend in SOBEK. De delen die niet voldoen worden stapsgewijs vergroot en nogmaals doorgerekend. Deze handeling wordt herhaald tot alle delen aan de gestelde eisen voldoen.

Om de robuustheid van het ontwerp te toetsen, wordt een gevoeligheidsanalyse van het rioolontwerp uitgevoerd. Hierbij zijn de toegepaste parameters uit de riooltoetsing verzwaard. Vervolgens is het rioolontwerp op deze verzwaarde belastingen getoetst. Als blijkt dat de gestelde eisen met deze verzwaarde belasting worden overschreden, is een verbeterslag doorgevoerd. Hierbij is dezelfde werkwijze, als hierboven beschreven, gehanteerd.

4.1 Structuur en dimensies

Het vuilwaterstelsel is ontworpen volgens een boomstructuur. Het rioolgemaal (paarse driehoek in Figuur 16) is op een centrale locatie ontworpen. Vanuit het gemaal lopen drie hoofdstrengen. Eén in noordelijke, oostelijke en zuidelijk richting. Deze hoofd-strengen hebben diverse vertakkingen waarmee de gehele projectlocatie van een rioolaansluiting wordt voorzien.

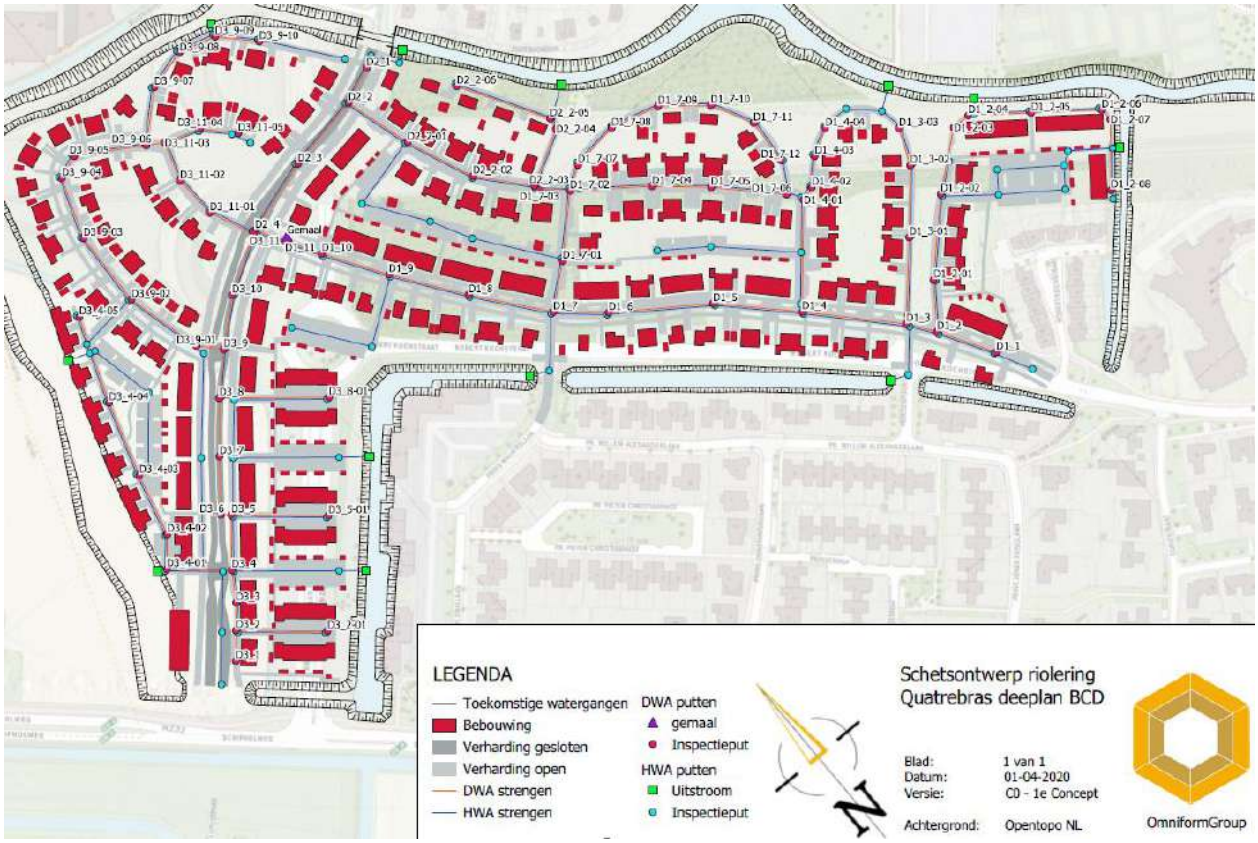
De boomstructuur komt terug in de putnummering. Deze bestaat uit hoofstreng met putnummer en daaraan toegevoegd het nummer van de vertakkingsput. Ter verduidelijking:

***D1_4-02**: **D** (stelsel DWA) **1** (hoofstreng) **_4** (putnummer hoofdstreng) **-02** (putnummer vertakking)*

Het vuilwaterstelsel bestaat voor het grootste deel uit PVC buizen rond 200 mm. De strengen tussen putten D1_7 en D2_4 en de aanvoerleiding naar het rioolgemaal worden uitgevoerd in PVC rond 250 mm.

Alle inspectieputten zijn van beton en worden voornamelijk uitgevoerd met een inwendige maat van 800x800 mm. In totaal zijn er 15 putten met een hoogte van 2,50 meter of groter. Deze worden uitgevoerd met een inwendige maat van 1.000 x 1.000 mm.

In bijlage III is het ontwerp van het DWA-stelsel inclusief diameters en b.o.b. maatvoering toegevoegd. Bijlage V bevat een overzicht van alle details op strengniveau. Bijlage VIII bevat een VO-tekening van het gehele rioolsysteem.



Figuur 16: Schetsontwerp met vuilwater elementen gelabeld, originele kaart bijgevoegd in bijlage III

4.2 SOBEK-parameters

Het schetsontwerp vormt de basis voor het SOBEK-model waarmee het rioolontwerp wordt getoetst. In deze paragraaf worden de resterende parameters, die in de toetsing zijn meegenomen, behandeld.

4.2.1 Wandruwheid

De wand van een rioolleiding veroorzaakt weerstand tijdens de doorstroming van rioolwater door het systeem. De wandruwheid is afhankelijk van het (interne) materiaal van de leiding. In onderstaande tabel zijn de verschillende waarden per materiaal weergegeven [10] *stichting RIONED (2015)*.

Tabel 8: Wandruwheid rioolleidingen van verschillende materialen

Materiaal	Wandruwheid
PVC en PP	0,5 mm (0,0005 m)
Beton	1 mm (0,001 m)

4.2.2 Droogweerbelasting

Per huishouden wordt er gerekend met een gemiddelde woningbelasting van 2,5 inwoner. De piekafvoer ligt op 12 liter per inwoner per uur. In de berekening zijn deze waarden omgezet naar huishoudens waarbij een piekafvoer van 30 liter per huishouden per uur wordt gehanteerd.

Met behulp van de plangegevens en het schetsontwerp is bepaald hoeveel huishoudens er per streng zijn aangesloten op de riolering. In totaal gaat het om 431 huishoudens, verdeeld over 347 woningen en een appartementencomplex met 84 wooneenheden.

4.2.3 Putdekselhoogtes

Om de putdekselhoogtes vast te stellen worden de wegpeilen uit de plangegevens (paragraaf 2.1.2) gebruikt. Tevens worden deze hoogtes gekoppeld aan de strengen, om waking te kunnen modelleren.

4.2.4 Rioolgemaal

Binnen het projectgebied is er een maximale afvalwaterproductie van 12,93 m^3 per uur. De inloop naar het rioolgemaal is op -7,15 m NAP vastgesteld.

De gemaalkelder wordt uitgevoerd als betonput en heeft een inwendige afmeting van 1.800 x 1.800 mm. Het inslagpeil is vastgesteld op -7,35 m NAP. Om te voldoen aan het maximaal aantal schakelingen per uur, wordt een schakelberging van 0,3 m hoog (0,97 m^3) gehanteerd. Hiermee is het uitslagpeil op -7,65 m NAP vastgesteld.

De bodem van het gemaal ligt op -8,15 m NAP. De DWA-pompcapaciteit is berekend op 27,5 m^3 per uur. De berekening van de pompcapaciteit is bijgevoegd in bijlage III. Een schematisch weergave van de gemaalkelder met alle peilen is uitgewerkt in het VO-ontwerp (bijlage VII, blad 4).

4.2.5 Nul-situatie

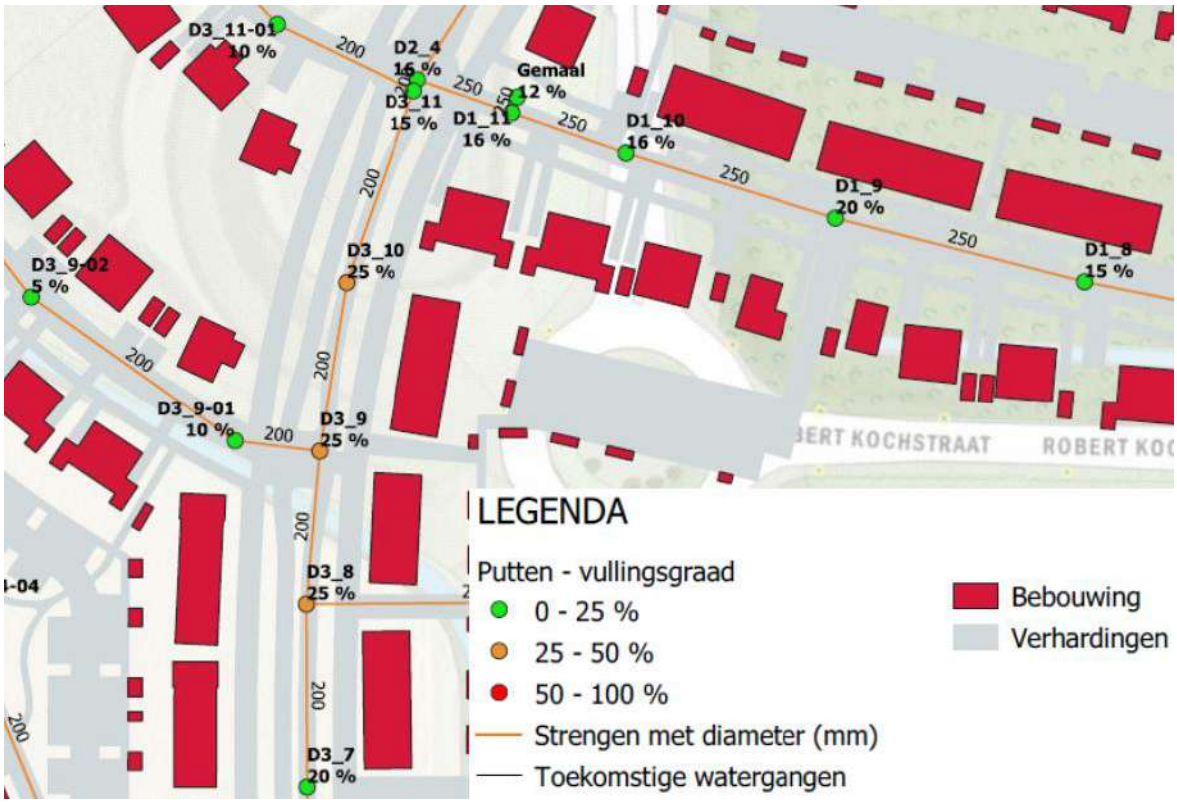
Tijdens de berekening van het vuilwaterstelsel wordt ervan uitgegaan dat het rioolgemaal de belasting zonder opstuwing kan verwerken. Hierdoor is het vuilwaterriool in de beginsituatie geheel droog.

4.3 Modeltoetsing

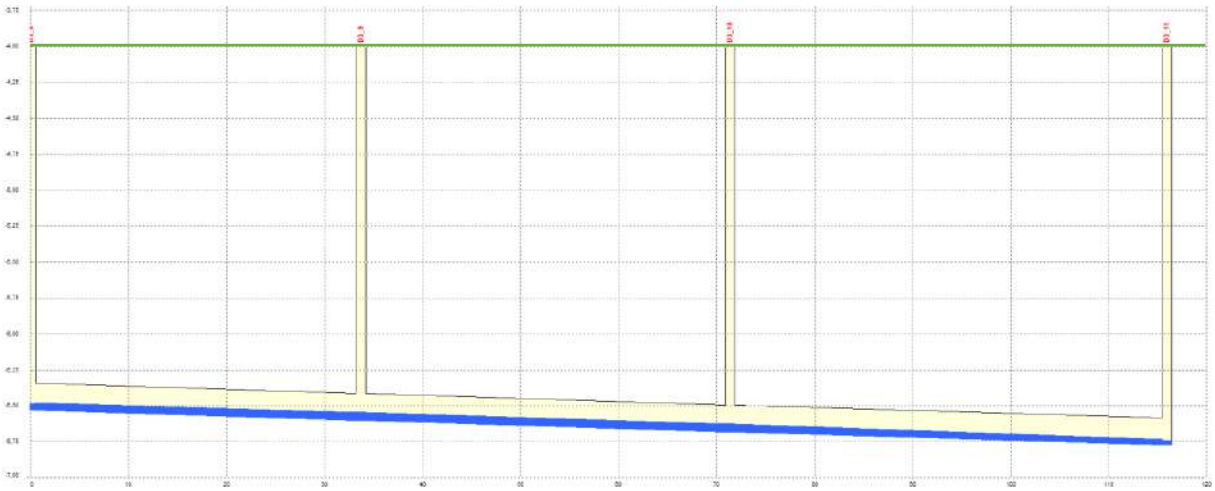
Tijdens de piekafvoer mag het vuilwaterstel voor maximaal 50 procent gevuld zijn. Het stelsel wordt getoetst op het aantal aangesloten huishoudens per streng (zie bijlage V), het verdere verloop naar het rioolgemaal en de pompwerking van het rioolgemaal.

Tijdens de piekafvoer is de vullingsgraad hoogstens 25%. Dit is ter plaatse van putten D3_8 tot en met D3_10. In onderstaande figuren is de situatie met de maximale vullingsgraad weergegeven en wordt het lengteprofiel (uit SOBEK) van deze streng gepresenteerd.

De totale toetsing van het gehele stelsel is bijgevoegd in bijlage III.



Figuur 17: Maximale vullingsgraad binnen het DWA-stelsel

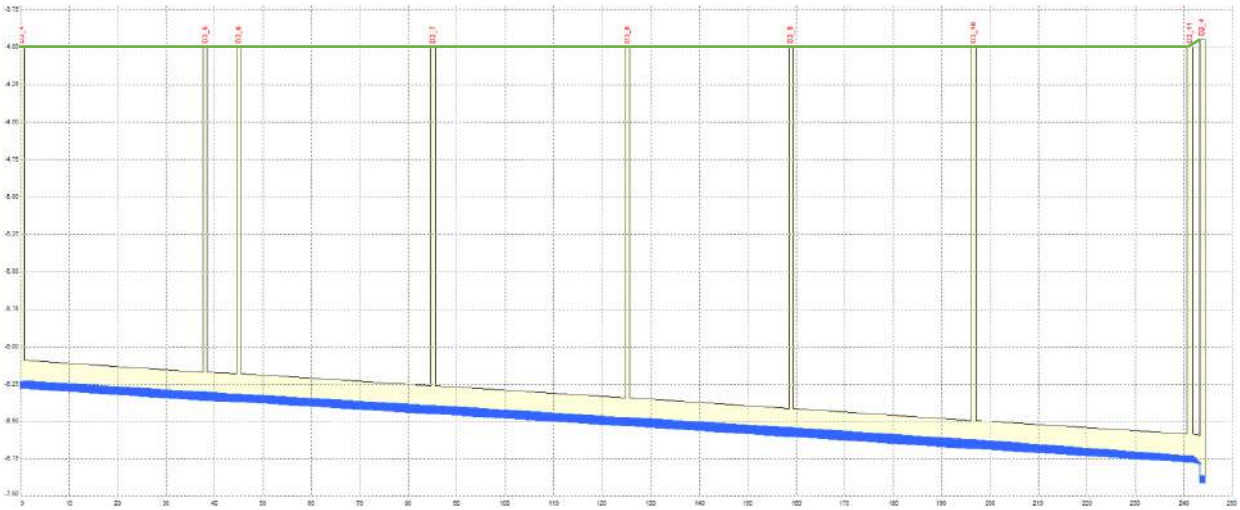


Figuur 18: Lengteprofiel D3.8 – D3.11 met maximale vulling

4.4 Gevoeligheidsanalyse

Om de robuustheid van het vuilwaterontwerp te toetsen, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. waarbij het systeem op een piekbelasting van 40 liter per huishouden per uur is getoetst. Dit is een verzwaring van circa 33% en symboliseert een ongewone piek in de vuilwaterproductie.

Het vuilwaterriool voldoet ook bij deze verzwaarde belasting aan de maximale vullingsgraad van 50%. De maximale vullingsgraad wordt wederom bij de strengen van put D3_8 tot en met D3_10 gevonden. Tijdens de gevoeligheidsanalyse zijn deze strengen voor maximaal 27% gevuld. In onderstaande figuur is een lengteprofiel van deze situatie opgenomen.



Figuur 19: Lengteprofiel D3_4 tot en met D2_4 bij een verzwaarde belasting van 40 liter per huishouden per uur

5 Ontwerp en toetsing drainagetransportsysteem

Dit hoofdstuk bevat het algehele ontwerpproces van het drainagetransportsysteem. Binnen dit hoofdstuk wordt het ontwerp en de toetsing van neerslag eisen behandeld, de drainerende werking volgt in hoofdstuk 7. Het proces wordt doorlopen van schetsontwerp tot aan de uiteindelijke dimensies. Deze stappen worden per paragraaf behandeld.

Methodiek

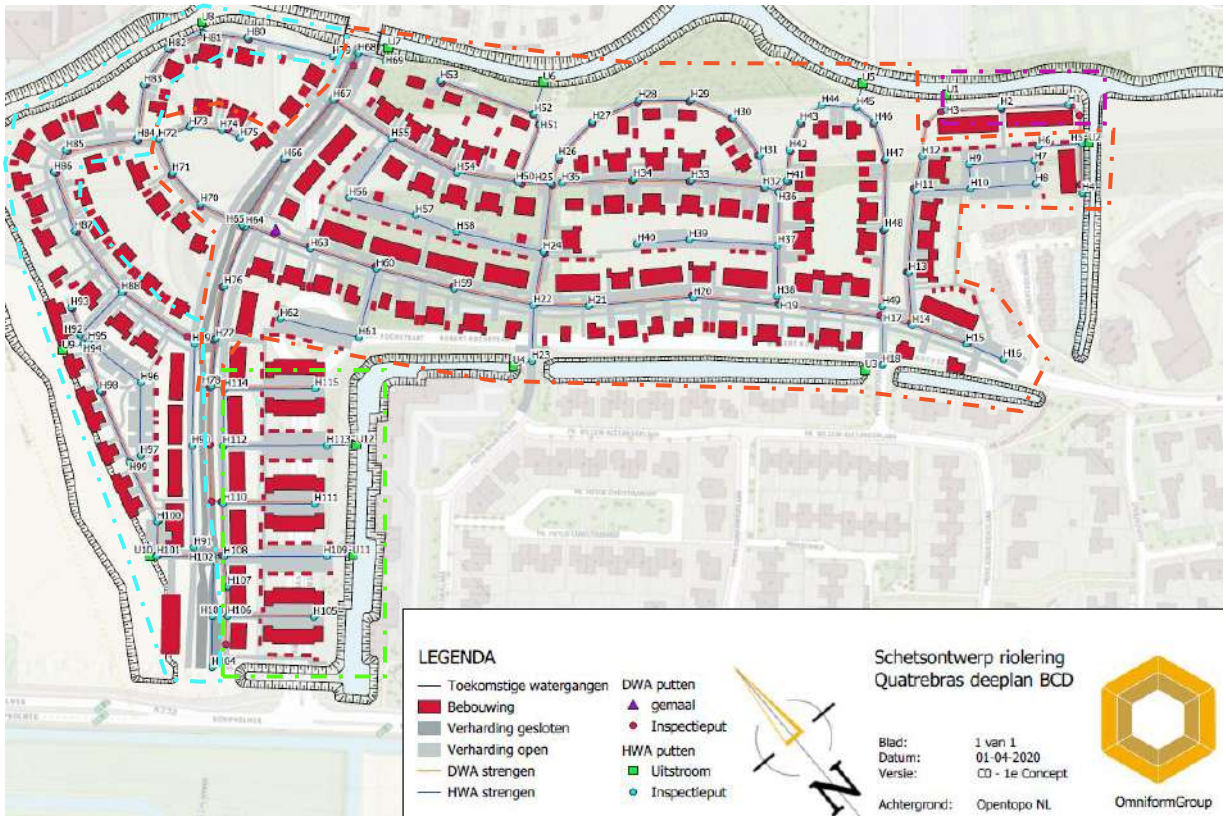
Bij het ontwerpen en toetsen van het drainagetransportriool is dezelfde methodiek gebruikt als bij het ontwerpen en toetsen van het vuilwaterriool (hoofdstuk 4). Het verschil in structuur, parameters, toetsresultaten en gevoeligheidsanalyse is in de volgende paragrafen beschreven.

5.1 Structuur en dimensies

Het drainagetransportstelsel is onderverdeeld in een viertal systemen die elk individueel functioneren (zie Figuur 20). Deze onderverdeling is gemaakt om kruisingen (met het vuilwatersysteem) in de vorm van zinkers te voorkomen. Deze zijn conform de DIOR niet toegestaan. Op één zeer plaatselijk stelsel van drie strengen na heeft elk opgedeeld systeem meerdere uitstroom mogelijkheden.

Het drainagetransportriool bestaat voor het overgrote deel uit PP 300 mm buizen. Circa 30% van het stelsel wordt uitgevoerd met PP 400 mm buizen en 2% is vergoot tot PP 500 mm.

Het stelsel is zo ontworpen dat alle verhardingen door middel van kolken op de riolering aangesloten kunnen worden. Daarnaast is de locatie van de strengen geoptimaliseerd voor de drainerende werking van het stelsel. In onderstaande figuur is het schetsontwerp van het DT-stelsel weergeven.



Figuur 20: Schetsontwerp met DT-elementen gelabeld (incl. systeemgrenzen), originele kaart bijgevoegd in bijlage IV

Alle inspectieputten zijn van beton en hebben een inwendige afmeting van 800 x 800 mm. Binnen het stelsel worden 12 overstortputten gerealiseerd. Deze zijn inwendig 1.000 x 1.000 mm en hebben een overstortmuur op -5,25 m NAP. Alle overstortmuren hebben een breedte van 1,00 en dikte van 0.10 meter. Afhankelijk van de aansluitingen op de overstortput, worden deze dwars of schuin in de put geplaatst.

In totaal worden er ook 12 uitstroombakken aangebracht, 10 hebben een aansluiting rond 400 mm. Daarnaast wordt er één uitstroom rond 300 mm (het kleine noordoostelijke systeem) en één rond 500 mm (ter hoogte van de duikerbrug richting deelplan A) aangebracht.

In bijlage IV is het ontwerp van het DT-stelsel, inclusief diameters en b.o.b. maatvoering, toegevoegd. Bijlage V bevat een overzicht van alle details op strengniveau. Bijlage VIII bevat een VO-tekening van het gehele rioolsysteem.

5.2 SOBEK-parameters

Het schetsontwerp vormt de basis voor het SOBEK-model waarmee het rioolontwerp wordt getoetst. In deze paragraaf worden de resterende parameters, die in de toetsing zijn meegenomen, behandeld. De wandruwheid en putdekselhoogtes komen overeen met de parameters uit het vuilwaterontwerp, zie hiervoor paragraaf 4.2.

5.2.1 Verhard oppervlak

De in paragraaf 2.1.2 beschreven verharde oppervlaktes worden gebruikt om het drainagetransport-stelsel te toetsen. Door de rioolschets te combineren met de tekening met verharde oppervlaktes, is het afstromend verhardoppervlak per streng bepaald.

Binnen het projectgebied zijn alle verhardingen (wegen, trottoirs, parkeervakken etc.) vlak. De grootste hellingen zitten in de aansluitingen naar bestaande infrastructuur en het afwateringsprofiel van de wegen. De hier gehanteerde hellingspercentages zijn zo klein dat deze bij het simuleren van de afstroom als vlak worden gemodelleerd [10] *stichting RIONED (2015)*.

In het model wordt 50% van het resterende perceel oppervlak als verharding meegenomen, zie paragraaf 2.1.2 ter verduidelijking. Deze oppervlaktes symboliseren de verhardingen in tuinen die door de bewoners worden aangelegd. Opritten die vanuit de plangegevens bekend zijn, worden volledig als verharding meegeteld. Beide verhardingen worden als vlakke elementenverhardingen (open verharding) aan het model toegevoegd.

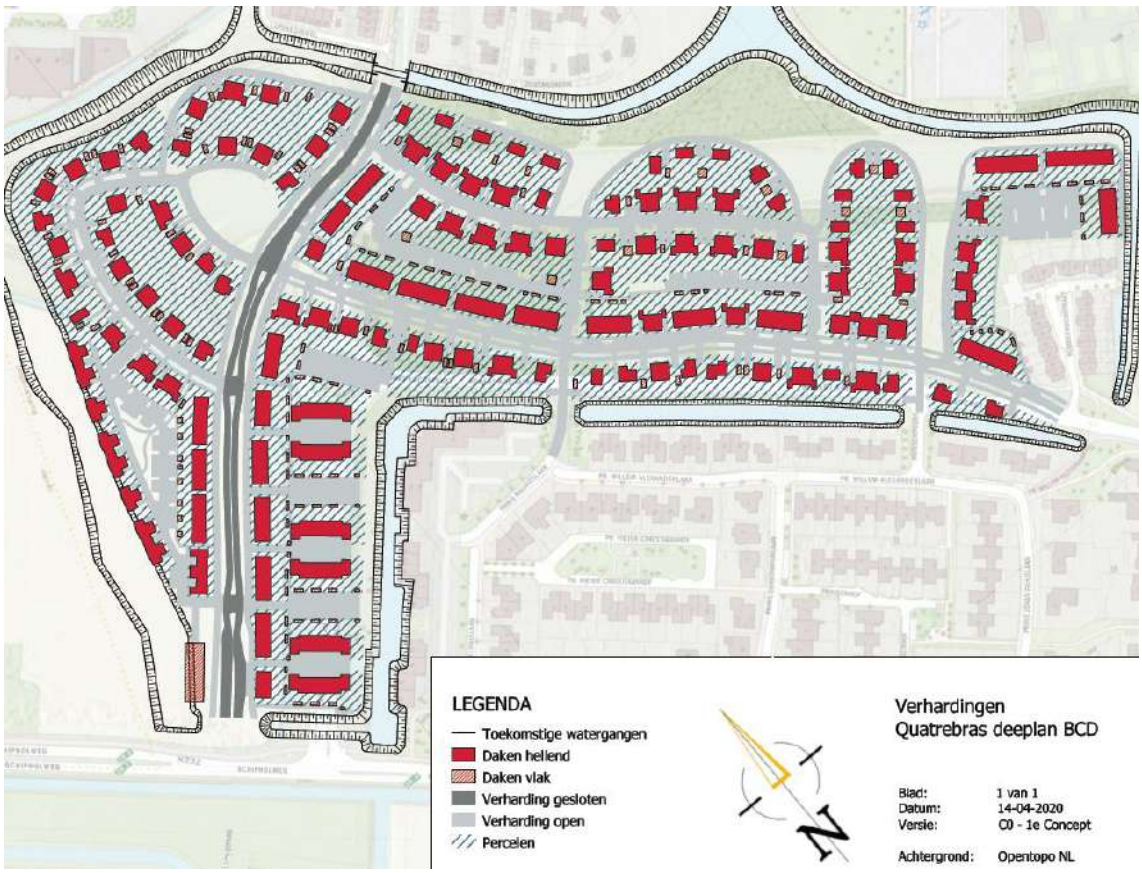
In het SOBEK-model van de DT-riolering, worden uiteindelijk de volgende vier categorieën verhard oppervlak gehanteerd (zie ter verduidelijking Figuur 21):

- Dakoppervlak hellend, de daken van bijna alle woningen;
- Dakoppervlak vlak, dit zijn schuren, bijgebouwen en het appartementencomplex;
- Verharding gesloten vlak, dit zijn de asfaltverhardingen binnen het project;
- Verharding open vlak, hierbij gaat het om een totaal van:
    - Elementen verhardingen binnen de openbare ruimte;
    - Opritten van woningen;
    - 50% van het resterende oppervlak van de percelen.

Het totaal oppervlak per categorie is in onderstaande tabel weergegeven. In Figuur 21 is de situering van deze oppervlaktes, binnen het projectgebied, gepresenteerd.

Tabel 9: Totale hoeveelheden verhard oppervlak per categorie

	Daken hellend	Daken vlak	Verharding gesloten (vlak)	Verharding open (vlak)
Verhard oppervlak (m2)	26.260	2.270	4.000	75.730



Figuur 21: Overzicht van alle verhardingen die in de modelberekening meegenomen worden (zie bijlage I)

5.2.2 Drainagetransport leidingen

Het drainagetransportstelsel wordt uitgevoerd met geperforeerde PP buizen die omhuld zijn met PP700 drainagedoek. In het SOBEK-model worden deze buizen gemoduleerd met de in Tabel 10 getoonde inwendige diameters.

Tabel 10: Materiaaleigenschappen (diameters) DT-buizen [18] *WAVIN 2012*

Nominale diameter (Dn, mm)	Inwendige diameter (Di, mm)	Uitwendige diameter (Dy, mm, is incl. omhulling)
200	196	225
250	245	282
300	295	338
400	392	450
500	499	573
600	593	685
800	781	895

Tijdens de toetsing wordt de infiltrerende werking van de leidingen buiten beschouwing gelaten. Het model wordt getoetst op piekbelastingen die in een zeer korte periode vallen. De infiltrerende werking is een geleidelijk en (in vergelijk tot een extreme neerslaggebeurtenis) langzaam proces, waardoor de invloed op de toetsing te verwaarlozen is. In het model zijn de buizen als gesloten leidingen gemodelleerd.

5.2.3 Uitstroom

In verband met de drainerende werking van het DT-stelsel is het wenselijk dat het waterpeil binnen het stelsel na een piekbelasting weer terugkeert tot het hetzelfde peil als het omliggende oppervlaktewater. Omdat de uitstromen conform de eisen uitgevoerd worden met een overstortmuur, die dit proces verhinderd[4], wordt er een extra doorlaat aangebracht.

Deze verbinding bestaat uit een leiding waarbij de b.o.b. aangebracht wordt op het waterpeil (-5,72 m NAP). Het doel van deze verbinding is het geleidelijk nivelleren van het waterpeil (peilen binnen het systeem en het oppervlaktewater) bij een verhoogde waterstand binnen het DT-systeem.

Tijdens de modelberekening wordt deze verbinding achterwege gelaten, zodat de berging binnen het stelsel en het hydraulische functioneren van (het als HWA-systeem bedoelde deel van) het DT-systeem optimaal getoetst worden.

Een detail van deze constructie is bijgevoegd in het VO-ontwerp (bijlage VIII, blad 4).

5.2.4 Nul-situatie

Omdat het drainagetransportstelsel onder het waterpeil wordt aangebracht, is dit stelsel in de beginsituatie geheel gevuld. In het model wordt het peil in de riolering gelijkgetrokken met het waterpeil (-5,72 m NAP).

Deze situatie is tevens representatief bij een opeenvolging van buien door de doorlaatconstructie zoals hierboven beschreven.

5.2.5 Neerslag

Het DT-stelsel wordt getoetst op twee neerslag scenario's, ontwerpbui Bui 09 van stichting RIONED en een ontwerpintensiteit van 70 liter per seconde per hectare (zie subparagraaf 3.3.2). De eerstgenoemde is onderdeel van het SOBEK-programma, de ontwerpintensiteit is aan het SOBEK-model toegevoegd door een bui-bestand op te stellen.

Hierbij is de ontwerpintensiteit per seconde per hectare omgerekend naar millimeters neerslag. Dit levert een waarde van 25,2 mm (of liter per uur per vierkante meter) op. Deze hoeveelheid is continu, voor een periode van 24 uur, in het bui-bestand verwerkt.

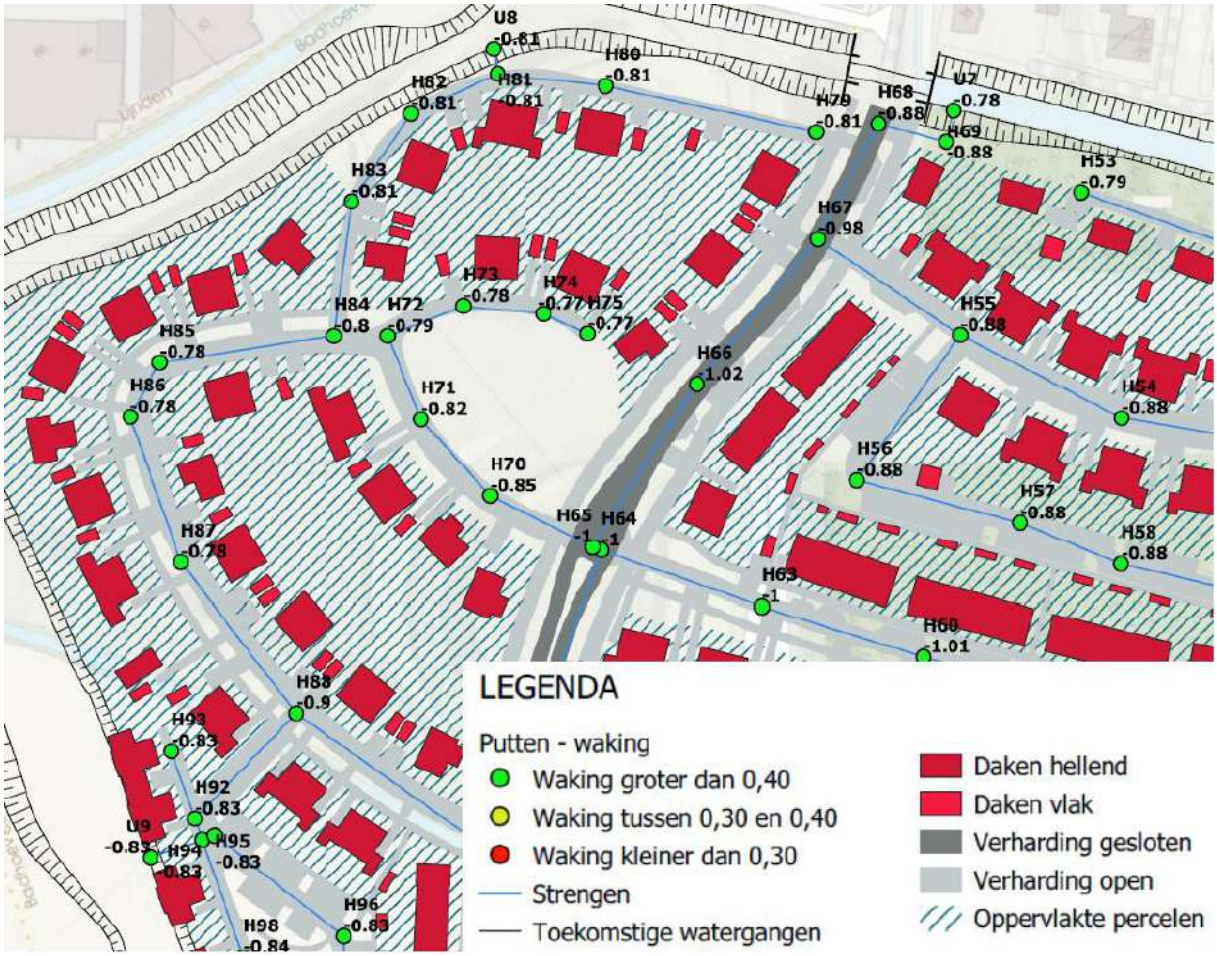
[4] Het waterpeil binnen het rioolsysteem loopt op tot het drempelniveau van de overstortmuur.

5.3 Toetsing ontwerpintensiteit

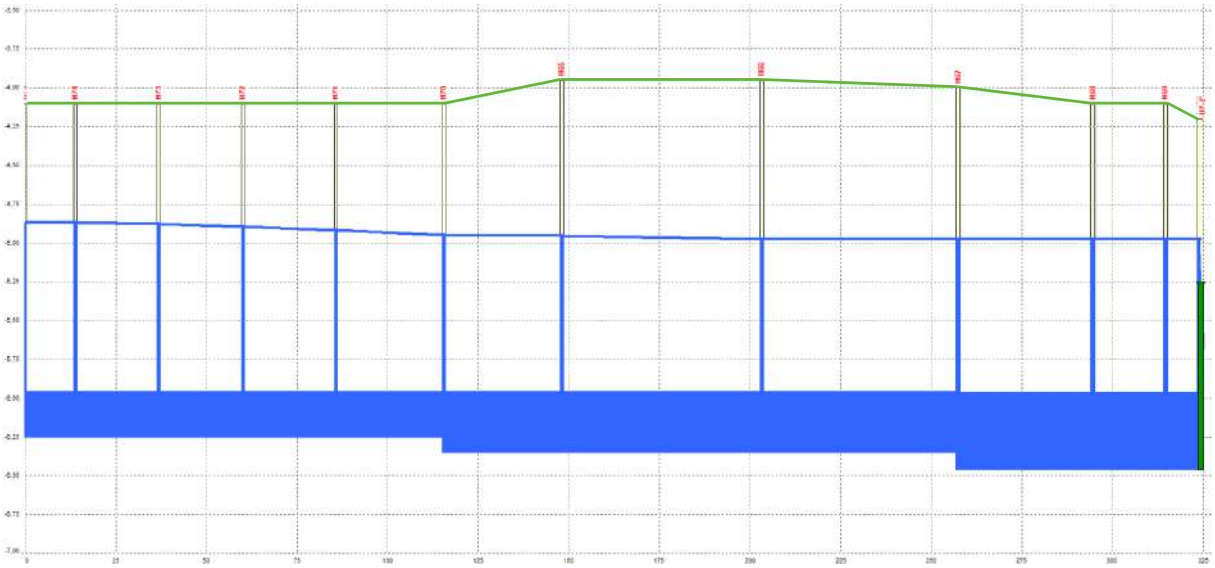
Bij een ontwerpbelasting van 70 liter per seconde per hectare moet het DT-stelsel een minimale waking van 0,30 meter handhaven. Het stelsel wordt getoetst op de afstroom per streng (zie bijlage IV) en het transport naar het omliggende oppervlaktewater.

Bij een belasting van 70 liter per seconde per hectare is de kleinste waking 0,77 meter. Deze waarde wordt bij putten H74 en H75 gevonden. Het grootse overstortdebiet wordt gevonden bij uitstroom U7 en bedraagt 0,11 m^3/sec.

In de volgende figuren is de situatie met de minimale waking weergegeven en wordt het lengteprofiel (uit SOBEK) van deze streng, tot aan de dichtstbijzijnde uitstroom, gepresenteerd. De totale toetsing van het gehele stelsel is bijgevoegd in bijlage IV.



Figuur 22: Minimale waking bij een ontwerpintensiteit van 70L/s/ha



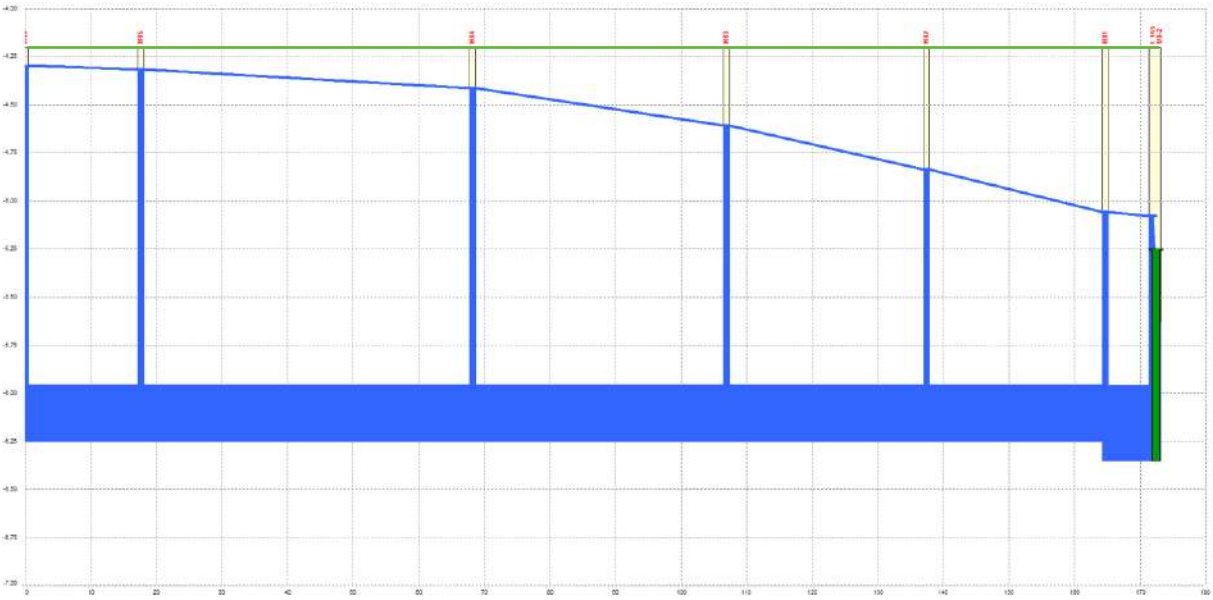
Figuur 23: Lengteprofiel H75 – U7 met kleinste waking (toetsing 70L/s/ha)

5.4 Toetsing Bui 09

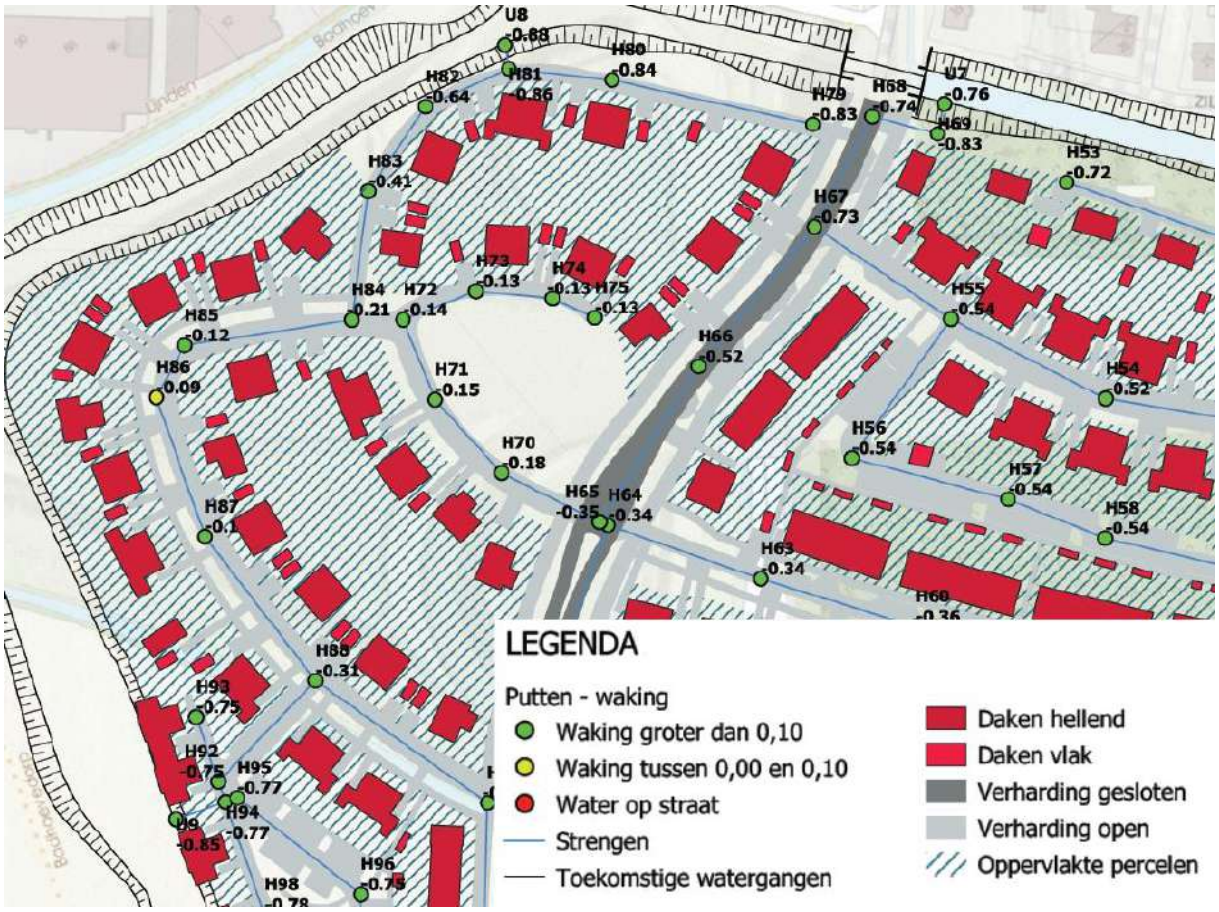
Bij een toetsing met ontwerpbui 09 (van RIONED) mag er geen water op straat ontstaan. In het SOBEK-model is deze eis vertaald naar het handhaven van een minimale waking van 0,01 m. Bij deze eis wordt het DT-stelsel wederom getoetst op de afstroom per streng (zie bijlage V) en het transport naar het omliggende oppervlaktewater.

Bij een toetsing met Bui 09 is de kleinste waking 0,09 meter. Deze waarde wordt gevonden bij put H86. Het grootse overstortdebiet wordt gevonden bij uitstroom U7 en bedraagt 0,26 m^3/sec.

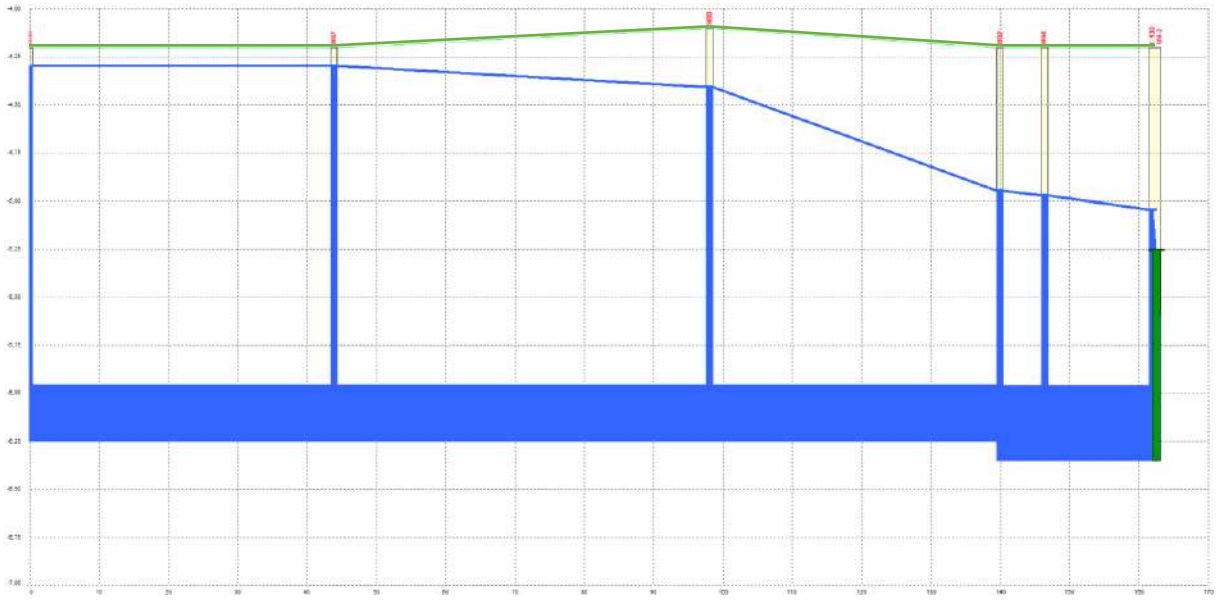
In de volgende figuren is de situatie met de minimale waking weergegeven en worden de dwarsprofielen (uit SOBEK) van deze streng, tot aan de dichtstbijzijnde uitstromen gepresenteerd. De totale toetsing van het gehele stelsel is bijgevoegd in bijlage IV.



Figuur 24: Dwarsprofiel H86 – U8 met minimale waking (toetsing Bui 09)



Figuur 25: Minimale waking bij toetsing met ontwerpbui 09

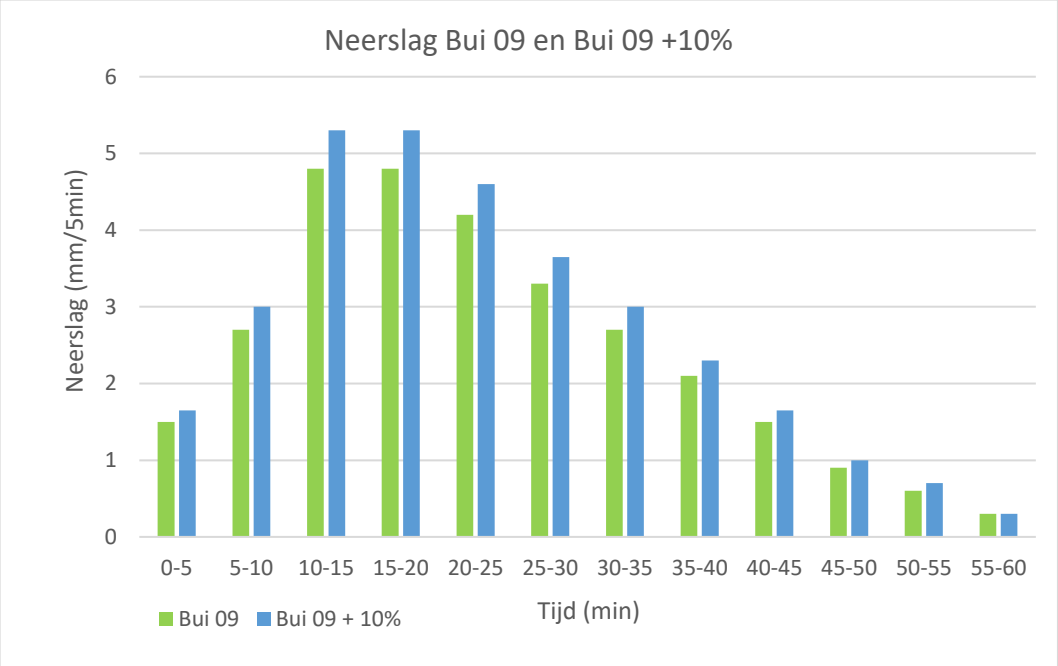


Figuur 26: Lengteprofiel H86 – U9 met minimale waking (toetsing Bui 09)

5.5 Gevoeligheidsanalyse

Om de robuustheid van het drainagetransport ontwerp te toetsen, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd die uit twee onderdelen bestaat. De gevoeligheid van de aanname betreffende verhardingen op percelen wordt stapsgewijs vergroot van 50 tot 80 procent.

Daarnaast wordt het stelsel getoetst op een vergroting van Bui 09 met 10%. Hierbij zijn de neerslaghoeveelheden uit deze ontwerpbui met 10% vergroot, de tijdsspanne is ongewijzigd gebleven (zie Figuur 26). De gevoeligheidsanalyse komt tot stand door het berekenen van alle mogelijke combinaties tussen deze twee scenario's.



Figuur 27: vergroting Bui 09 met 10% (t.o.v. de originele Bui 09)

In onderstaande tabel zijn de verschillende resultaten per scenario weergegeven. De resultaten zijn gepresenteerd in de vorm van water op straat, om de gevolgen van deze verzwaringen (ten opzichte van elkaar) inzichtelijk te maken.

Tabel 11: Gevolgen, uitgedrukt in water op straat, bij een verzwaarding van neerslag en uitgangspunten

Percentage verhard opp. overig perceeloppervlak	Water op straat Bui 09		Water op straat Bui 09+10%	
	Hoogte (cm)	Tijd (min)	Hoogte (cm)	Tijd (min)
50%	X	X	1	9
60%	< 1	4	4	16
70%	3	14	6	23
80%	5	20	9	28

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een toename van verhardoppervlak en een toename in neerslag, als snel leiden tot een situatie met water op straat. Overigens is de gevonden hoogte bij elk scenario kleiner dan 10 cm waardoor de wateroverlast beperkt blijft tot de rijweg[5].

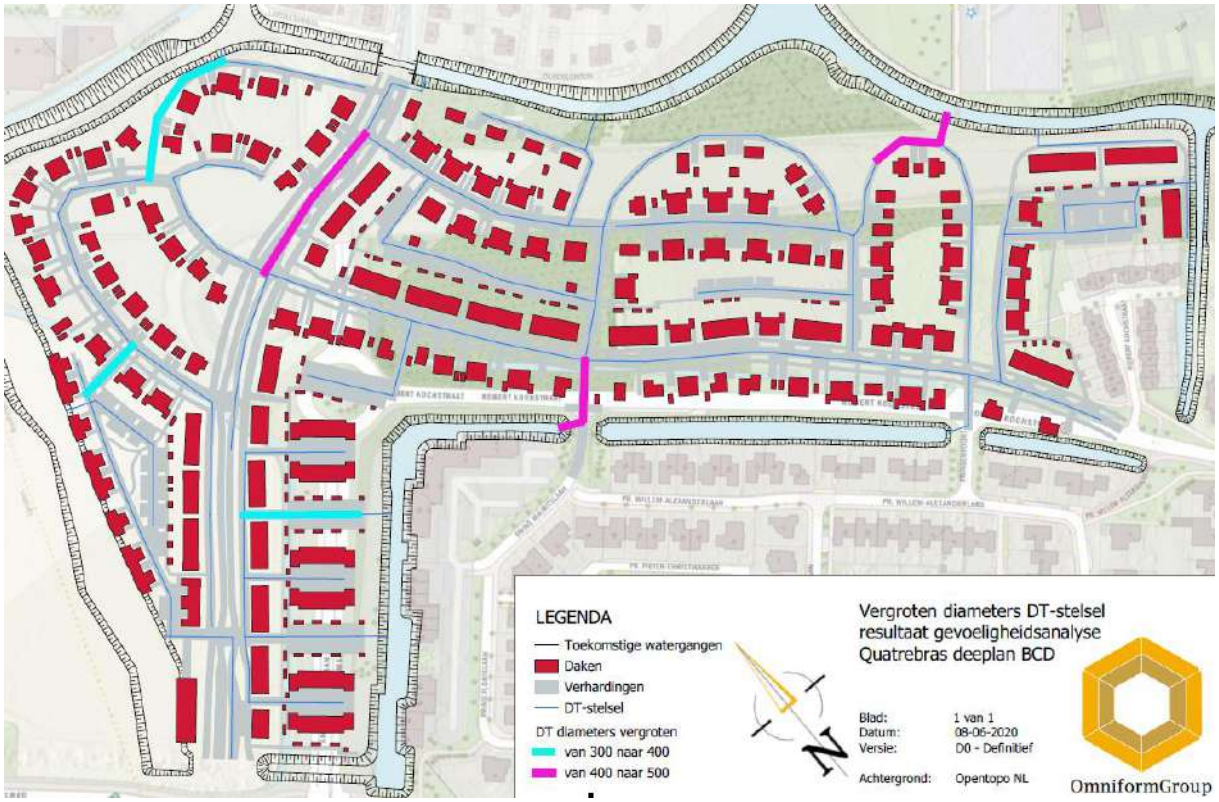
[5] Uitgaand van een situatie waarbij de rijweg opgesloten is middels trottoirbanden met een zicht (verschil tussen trottoir- en rijbaanhoogte) van 10 cm en de rijbaan in het lengteprofiel vlak ligt.

Om de robuustheid van het stelsel te vergroten is uitgezocht welke strengen (diameters) moeten worden vergroot. Hierbij is het zwaarste scenario met 80% verhardingen van het overige perceeloppervlak en een neerslaggebeurtenis van Bui 09+10% gehanteerd.

Om de intensievere neerslag en het extra verhardoppervlak, zonder water op straat, te kunnen verwerken dienen vijf DT-strengen vergroot te worden. Deze vergroting zijn alle gesitueerd op strengen in de nabijheid van een uitstroomvoorziening.

Doordat op deze locaties de diameters vergoot worden, neemt de afvoercapaciteit van het stelsel toe. Hierdoor heeft het stelsel genoeg capaciteit om, bij deze verzwaarde belasting, een situatie met water op straat te voorkomen.

Totaal wordt er 215 meter van PP 300 mm naar PP 400 mm vergroot en 215 meter van PP 400 naar PP 500 mm. Tevens wordt uitstroombak U5 van rond 400 mm naar 500 mm vergroot. In Figuur 28 zijn de te vergroten strengen weergegeven. De kosten om deze vergrotingen te realiseren, zijn in de raming verwerkt als risico (zie hoofdstuk 8).



Figuur 28: Te vergroten diameters DT-stelsel (resultaat gevoeligheidsanalyse), originele kaart bijgevoegd in bijlage IV

6 Toetsing oppervlaktewater

Nu de dimensies van het drainagetransportriool bekend zijn, wordt de invloed op het oppervlaktewater getoetst. Deze situatie wordt getoetst door de peilstijging in de watergangen in kaart te brengen. Het watersysteem bestaat uit watergangen en kunstwerken; duikers, stuw en brug. Deze laatste elementen betekenen een vernauwing in het profiel waardoor opstuwing kan ontstaan.

Met de toetsing van het watersysteem wordt uitgezocht of de afwatering op het oppervlaktewater of de opstuwing door kunstwerken niet tot inundatie van het plaatselijke maaiveld leidt.

Methodiek
Het watersysteem wordt getoetst middels een SOBEK-model, het model van het DT-stelsel wordt uitgebreid met de watergangen en kunstwerken uit paragraaf 2.1.3. De watergangen zijn verwerkt als XY-profielen met de afmetingen zoals in bijlage I weergegeven. De kunstwerken zijn per soort aan het model toegevoegd, waarbij alle geïnventariseerde gegevens in de betreffende knopen verwerkt zijn. De verdere parameters die aan de watergangen en kunstwerken zijn toegevoegd, worden in de komende subparagraven behandeld.

Als alle parameters uitgewerkt zijn, wordt het model uitgebreid met het extra afstromend verhard en onverhard oppervlak. Deze hoeveelheden en bijhorende parameters worden uit het rioolplan van deelplan A en het waterstructuurplan Badhoevedorp gefilterd. Het afstromend onverhard oppervlak van deelplan BCD wordt bepaald door alle verharde oppervlaktes van het totaal oppervlak af te trekken. Deze afstromende oppervlaktes worden ter plaatse van riooluitstromen gekoppeld aan het SOBEK-model, het onverhard oppervlak wordt gelijkmatig verdeeld over de omliggende watergangen.

De peilstijging wordt getoetst op twee scenario's. De ontwerpintensiteit uit de DIOR van 70 liter per seconde per hectare en de neerslagsreeks van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Om de klimaatrobuustheid van het watersysteem in beeld te brengen, wordt de toetsing uitgebreid met de composietbuien van stichting RIONED.

De toetsing van het oppervlaktewater dient alleen als check. De invloeden op het waterpeil worden gepresenteerd en verduidelijkt met statistiek, waarna een conclusie volgt.

6.1 Parameters oppervlaktewater

Om het SOBEK-model te completeren, zijn de volgende parameters toegevoegd:

6.1.1 Wandruwheid

In subparagraaf 4.2.1 is de wandruwheid van rioolleidingen beschreven. Bij het modelleren van watergangen en kunstwerken wordt eenzelfde principe toegepast, in het model worden de volgende waarden gehanteerd [19] *FishXing (2006)*:

Tabel 12: Toegepaste waardes wandruwheid (watersysteem)

Onderdeel	Waarde	Eenheid	Beschrijving
Watergangen	0,027	$m^{1/3}/s$ (Manning)	Recht gegraven watergang met lichte begroeiing (onderhouden situatie).
Beton duikers	0,011	$m^{1/3}/s$ (Manning)	Beton duiker, recht en vrij van rommel.
Stalen damwanden (duikerbrug)	0,012	$m^{1/3}/s$ (Manning)	Staal, met sloten of gelast.
Spirosol duikers	0,0005	m (White Colebrook)	Kunststof leidingen / buizen.

6.1.2 Afstroom onverhard oppervlak

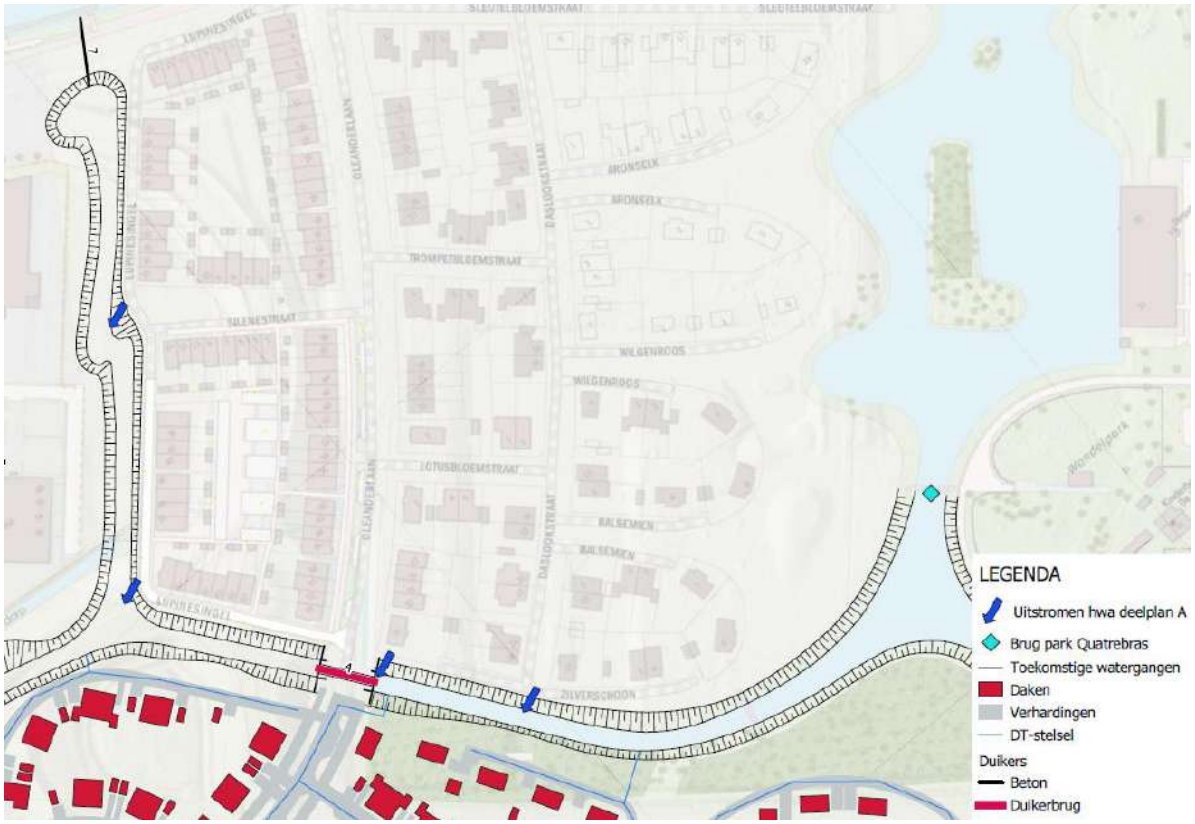
Naast de verharde oppervlaktes bevat het plangebied veel groen en begroeiing. In het model van het watersysteem wordt de afstroom van deze delen, in de vorm van onverhard oppervlak, meegenomen. Bij het modelleren wordt gebruikt gemaakt van de waarden uit het waterstructuurplan van Badhoevedorp [12] Witteveen+Bos *(2013)*:

- De infiltratiecapaciteit van de bodem is 20 mm per dag;
- De initiële grondwaterstand is 0,90 meter onder maaiveld;
- Voor de snelheid van afstroming worden de volgende alfa-factoren gebruikt
    - 0,4 dag^{-1} boven drainniveau
    - 0,05 dag^{-1} onder drainniveau
- De bergingscoëfficiënt van de bodem bedraagt 0,036 per m, de standaardwaarde voor kleigronden uit SOBEK;
- Alle onverharde delen worden als gras gemoduleerd (t.b.v. de gewasverdamping).

In totaal bevat het plangebied een onverhard oppervlak van 78.500 vierkante meter. In het SOBEK-model is dit vertaald naar zeven onverhard knopen, met elke een oppervlak van 11.215 vierkante meter.

6.1.3 Uitbreiding model

Zoals in paragraaf 2.1.3 beschreven overschrijdt het te toetsen watersysteem de grenzen van het plangebied. Met het rioolplan en de bestekstekeningen van deelplan A is vastgesteld dat circa driekwart van het verhardoppervlak van deelplan A op een te toetsen watergang (zie paragraaf 2.1.3) loost. De afwatering is verdeeld over een viertal uitstromen, deze zijn in Figuur 29 weergegeven.



Figuur 29: Extra uitstromen Quatrebras A die in de toetsing worden meegenomen

Bij het modelleren van deze uitstromen wordt gebruik gemaakt van de verhardingsoppervlaktes zoals beschreven in het rioolplan van deelplan A. Hiervan wordt 75 procent meegenomen in het model, gelijk verdeeld over de vier uitstromen. Zie onderstaande tabel ter verduidelijking.

Tabel 13: Verharde oppervlaktes deelplan A, overgenomen uit rioolplan Quatrebras deelplan A [14] *Witteveen+Bos (2013)*

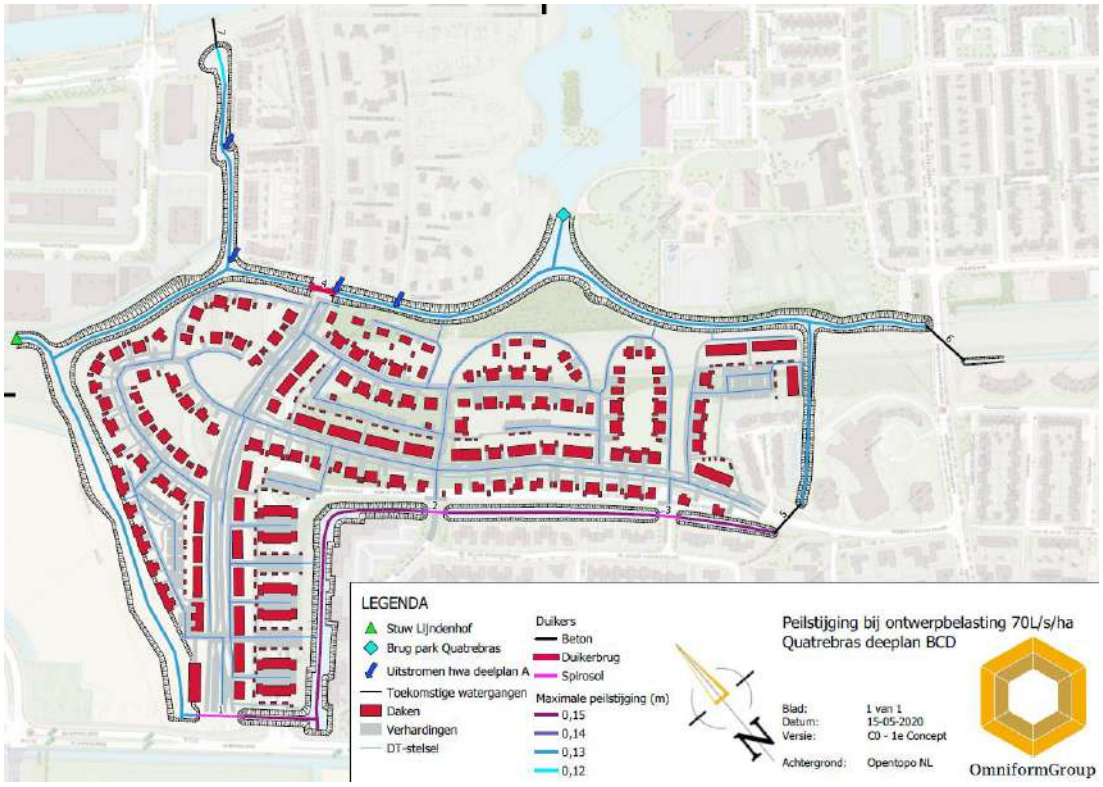
Omschrijving	Open verharding	Gesloten verharding	Daken (hellend)	Perceel oppervlak (50% van totaal)	Totaal
Deelplan A totaal	24.000	1.800	14.900	19.000	59.700
Deelplan A 75%	18.000	1.350	11.175	14.250	44.775
Per uitstroom	4.500	338	2.794	3.563	11.195

Ook bij deelplan A wordt de afstroom van onverhard oppervlak meegenomen. Hierbij worden dezelfde parameters, zoals in de vorige subparagraaf beschreven, toegepast. In totaal gaat het om een oppervlak van 23.240 m^2, ook verdeeld over vier uitstromen (gekoppeld aan de riool overstorten).

6.2 Toetsing Peilstijging

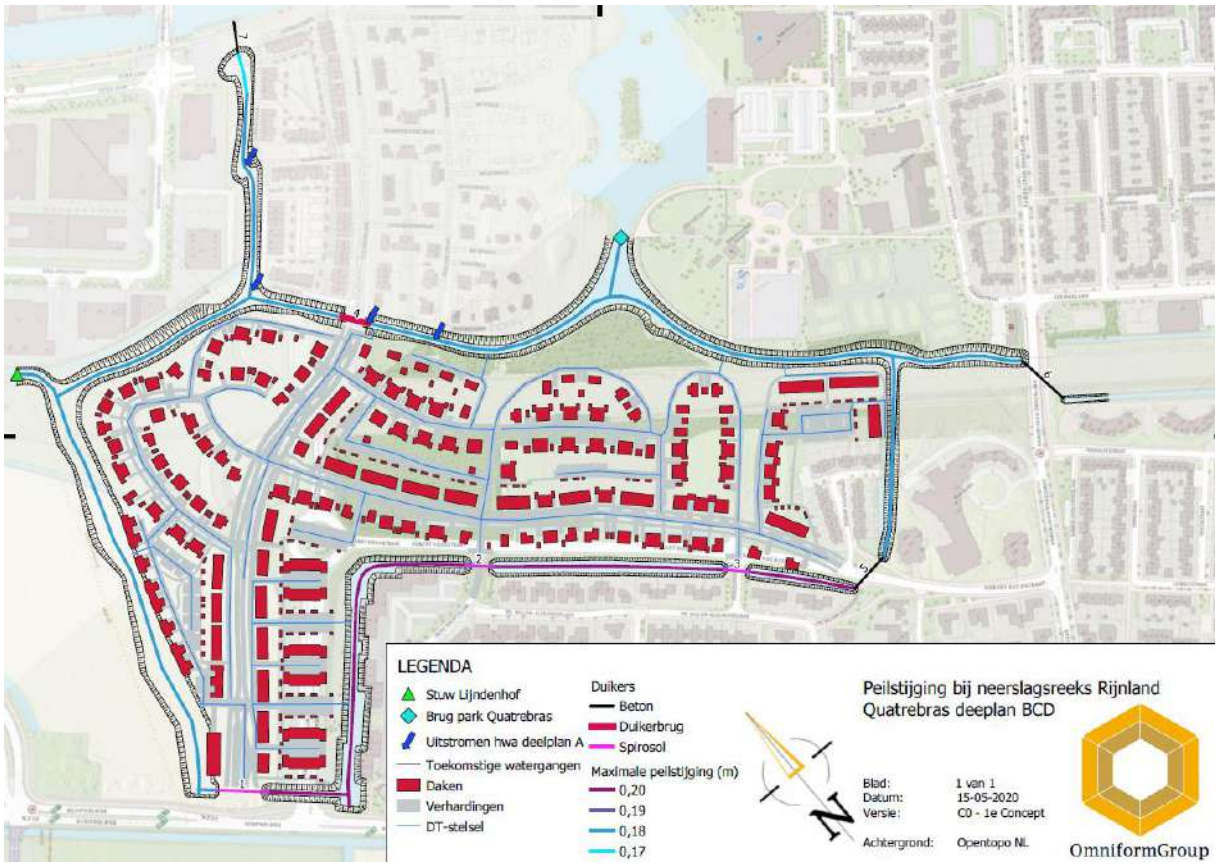
Bij een belasting van 70 liter per seconde varieert de maximale peilstijging van 0,12 tot 0,15 meter. De toetsing met de neerslagsreeks van het Hoogheemraadschap levert een range van 0,17 tot 0,20 meter op. Bij beide scenario's komt een vergelijkbaar patroon naar voren.

In de meest noordelijke watergangen, ter hoogte van duiker nr. 7 is de peilstijging het kleinst. Een groot deel van het watersysteem bevindt zicht in de middenmoot van de range. De maximale peilstijging wordt in het westelijke deel gevonden. Figuur 30 en Figuur 31 visualiseren de peilstijging bij beide scenario's.



Figuur 30: Maximale peilstijging bij belasting van 70l/s/ha, originele kaart bijgevoegd in bijlage VI

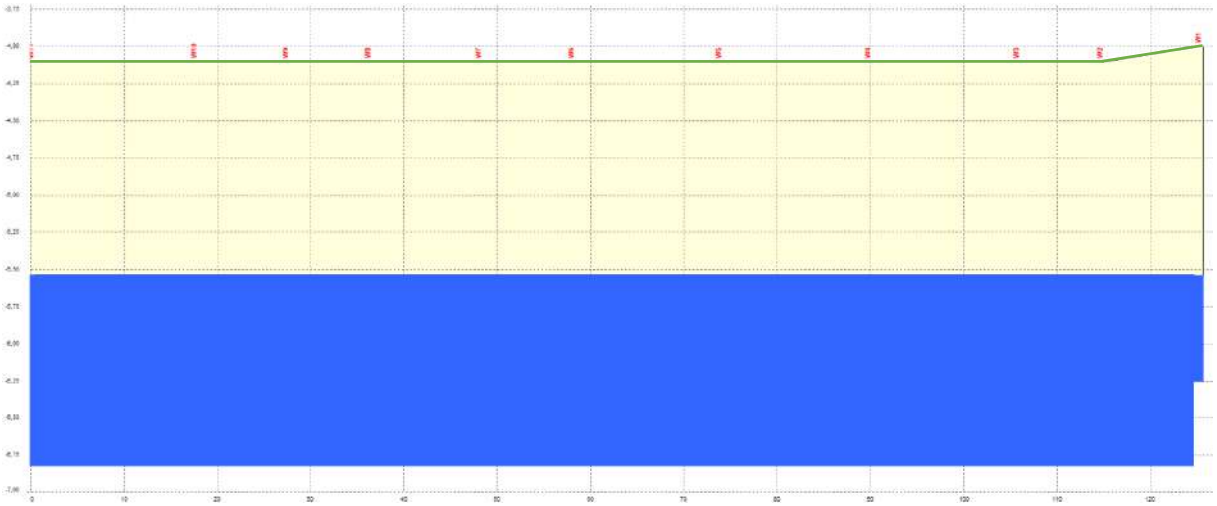
Deze locatie is te verklaren door een aaneensluiting van duikers. Op relatief korte afstand bevinden zich hier vier duikers met diverse afmetingen. Ieder van deze duikers zorgt voor opstuwing die in een relatief kleine lengte watergang moet worden geborgd. Hierdoor ontstaat er een grotere peilstijging in verhouding tot de rest van het systeem.



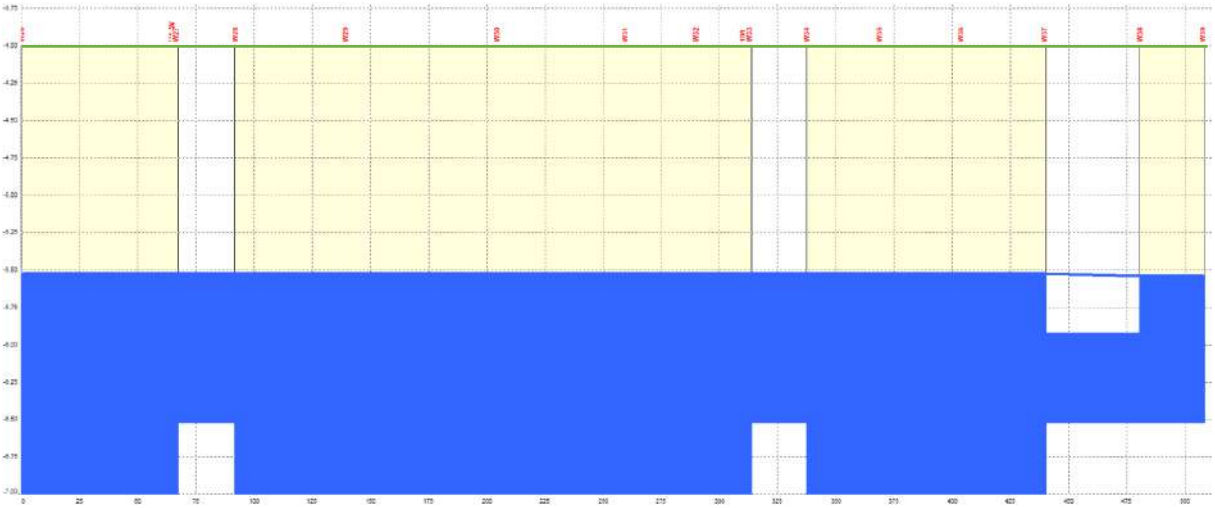
Figuur 31: Maximale peilstijging bij belasting neerslagsreeks HHRL, originele kaart bijgevoegd in bijlage VI

In de volgende figuren worden een aantal lengteprofielen uit het SOBEK-model weergegeven. Deze maken de opstuwing door kunstwerken inzichtelijk. De lengteprofielen komen uit de toetsing met de neerslagsreeks van HHRL en bevatten allemaal de maximale peilstijging.

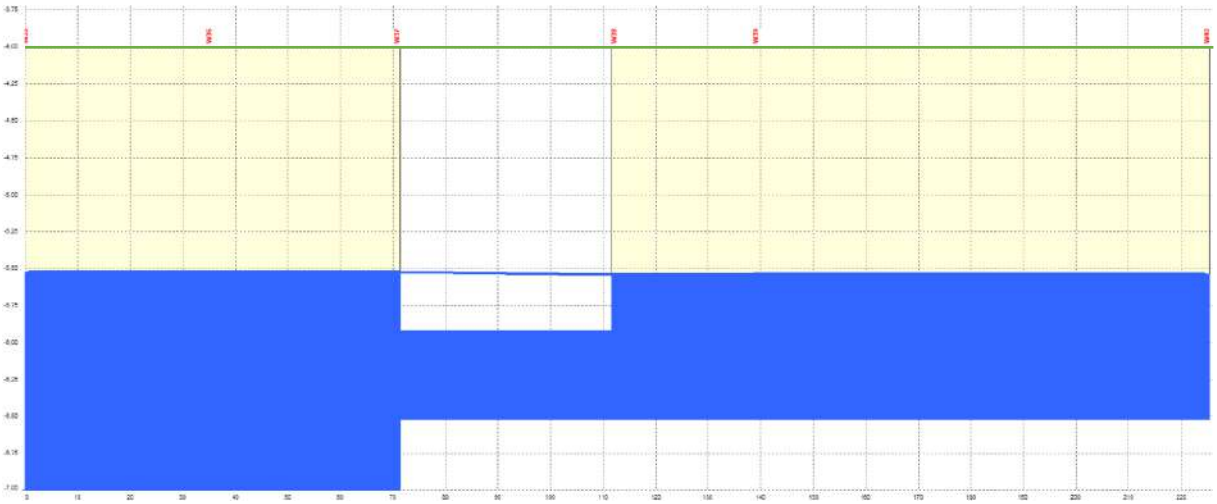
In Figuur 35 is te zien dat de opstuwing door de duikerbrug te verwaarlozen is. Door het grote profiel (ten opzichte van de andere duikers) heeft dit kunstwerk geen moeite om de afvoerstroom te verwerken.



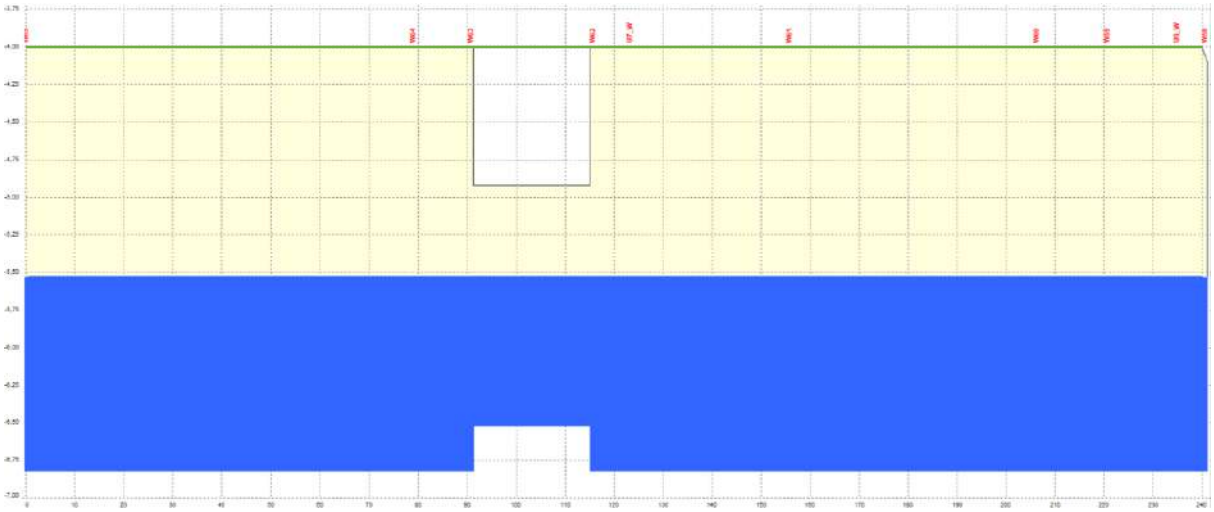
Figuur 32: Lengteprofiel met maximale peilstijging (reeks HHRL), noordelijke watergang tot externe duiker (nr. 7)



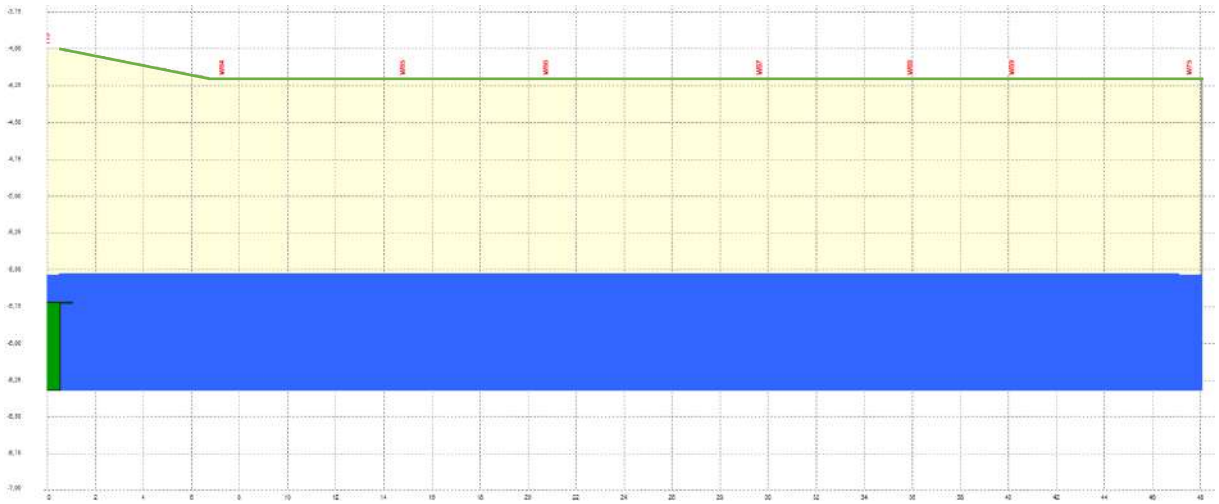
Figuur 33: Lengteprofiel met maximale peilstijging (reeks HHRL), zuidelijke watergang met duikers (nr. 2, 3 en 5)



Figuur 34: Lengteprofiel met maximale peilstijging (reeks HHRL), bestaande duiker rond 600 met aanliggende watergangen (duiker nr. 5)



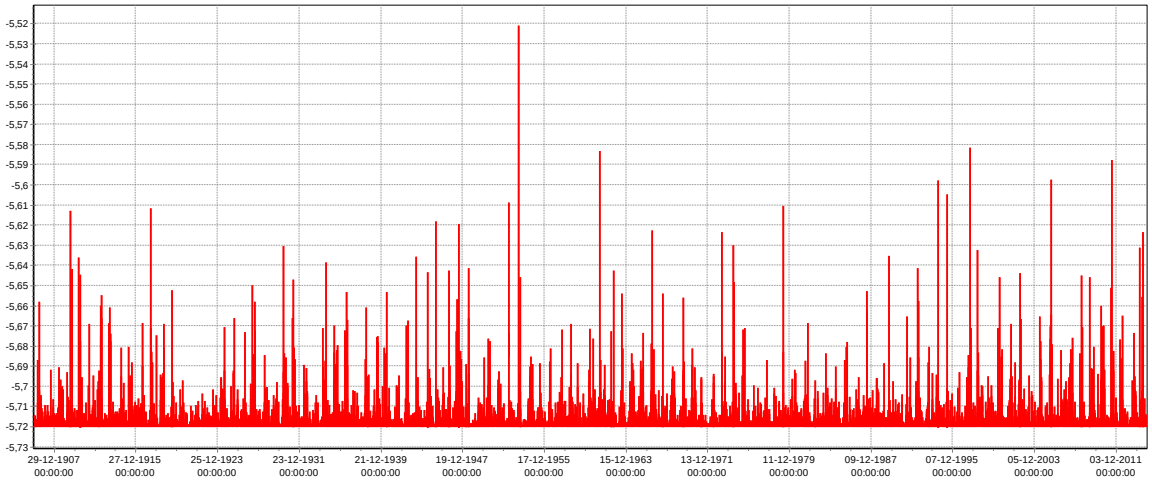
Figuur 35 Lengteprofiel met maximale peilstijging (reeks HHRL), duikerbrug met aanliggende watergangen (duiker nr. 4)



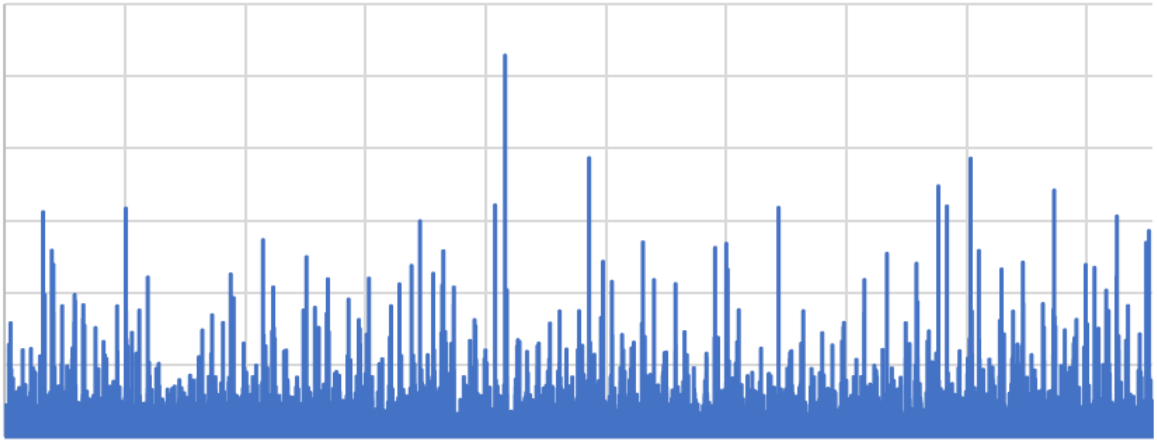
Figuur 36: Lengteprofiel met maximale peilstijging (reeks HHRL), laatste deel westelijke watergang tot aan stuw Lijndenhof

6.3 Relatie neerslag en waterpeil

Het waterpeil heeft nagenoeg een één op één relatie met de neerslag. De maximale peilstijging vindt (net als de grootste uursom neerslag) op 13 juni 1953 plaatst. In onderstaande figuren worden de peilstijging in de zuidelijk watergang en de neerslagsreeks, waarop getoetst is, weergegeven.



Figuur 37: Peilstijging in de zuidelijke watergang (export uit SOBEK), originele grafiek bijgevoegd in bijlage VI



Figuur 38: Uitsnede van Figuur 14, neerslagsreeks voor het beheersgebied van HHRL

Uit deze figuren valt te concluderen dat het watersysteem zo ontworpen is dat piekbelastingen meteen worden afgevoerd. De afvoer is abrupt, het waterpeil schiet omhoog en is het volgende uur weer normaal. In tegenstelling tot een meer geleidelijke afvoer, waarbij het waterpeil gefaseerd daalt.

Het systeem is er, mede door de overstorthoogte van -5,72 m NAP bij de stuw, op gericht zo snel mogelijk terug te keren naar de gehanteerde waterstand van -5,72 m NAP.

6.4 Statistiek overschrijdingskans

Met de geleverde neerslagsreeks zijn overschrijdingskansen van het waterpeil inzichtelijk gemaakt. In Figuur 39 zijn de berekende waarden uitgezet. Om ontbrekende waarden te kunnen duiden is hier een trendlijn aan gekoppeld.

De berekende waarden zijn een vertaling van het aantal overschrijdingen binnen de neerslagsreeks van 108 jaar. In onderstaande tabel worden de overschrijdingswaarden per tijdseenheid weergegeven.

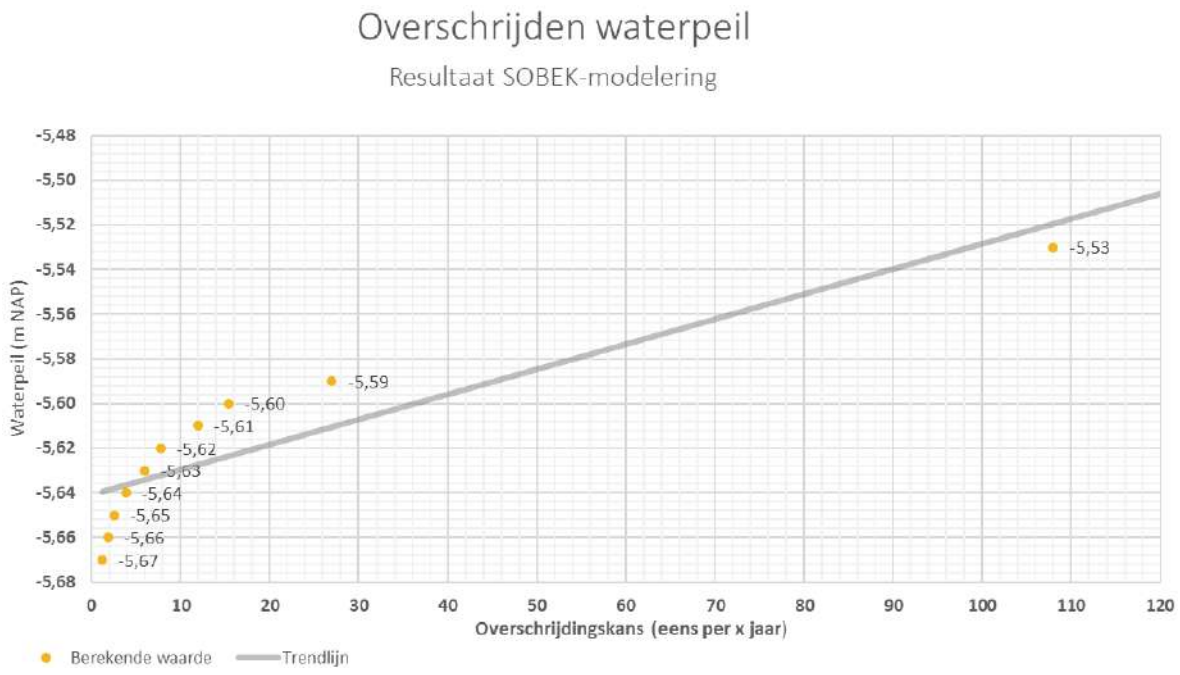
Tabel 14: Statistiek overschrijdingskans waterpeil

Tijdvak (jaar)	T = 1	T = 5	T = 10	T = 25	T = 50	T = 100
Peilhoogte (m NAP)	-5,67	-5,63	-5,61	-5,59	-5,58*	-5,53*
Peilstijging (m)	0,05	0,09	0,11	0,13	0,14*	0,19*

* Gebaseerd op trendlijn

Statische onzekerheid

Doordat de reeks waarmee gerekend wordt een tijdperiode van 108 jaar beslaat, zit er met name in de grootste tijdvakken een zekere onzekerheid. De waarde van T = 100 is gebaseerd op een reeks van 108 jaar. Deze waarde is op statistisch gebied erg onzeker en kan makkelijk 0,10 meter hoger uitvallen. Doordat de waarde van -5,43 m NAP ruim onder het maaiveldniveau ligt is er sprake van een veilige marge.



Figuur 39: Overschrijdingskans waterpeil inclusief trendlijn, originele grafiek bijgevoegd in bijlage VI

Conclusie

Concluderend kunnen we stellen dat het oppervlaktesysteem zeer robuust ontworpen is. De focus ligt op snelle afvoer van piekbelastingen. Tijdens de toetsing worden maaiveldniveau (-4,20 m NAP) en het niveau van de riool overstorten (-5,25 m NAP) niet overschreden.

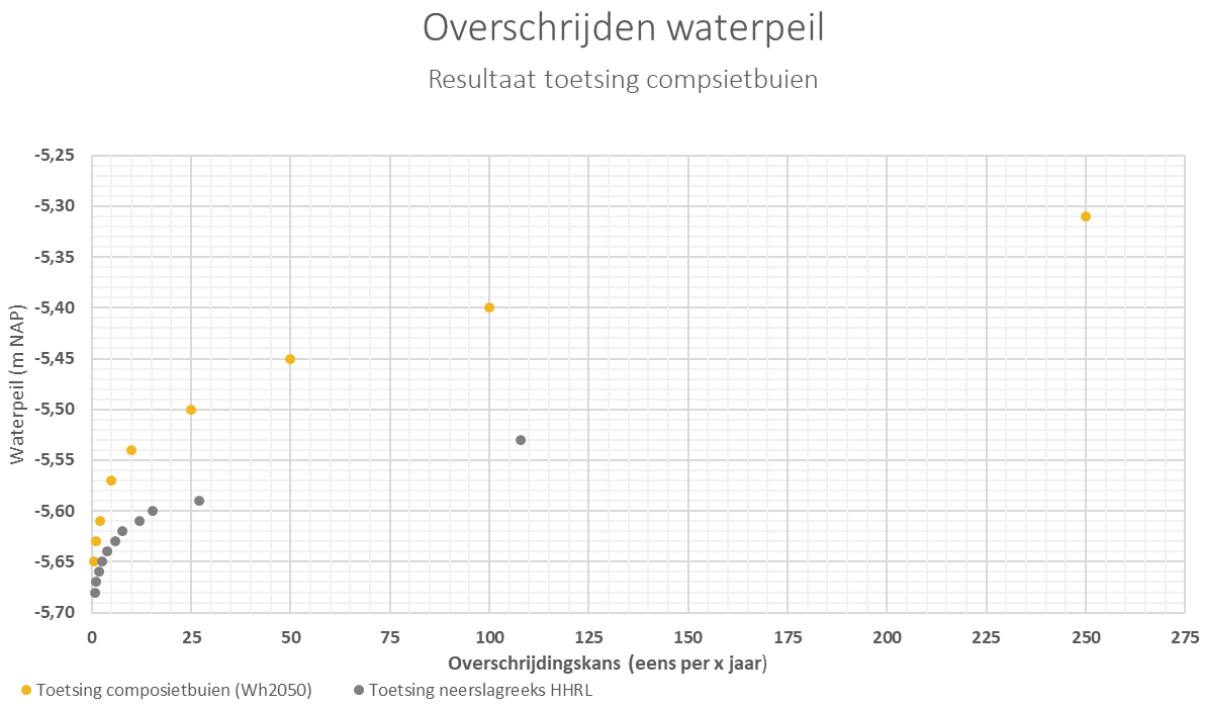
6.5 Toetsing composietbuien

Om de klimaatrobuustheid van het systeem te beoordelen, is een toetsing met de composietbuien van stichting RIONED uitgevoerd (zie subparagraaf 3.5.1.). Bij deze toetsing wordt wederom het laagste maaiveldniveau en het niveau van de riool overstorten niet overschreden. De marges zijn alleen kleiner, doordat er met een intensievere neerslaggebeurtenis wordt getoetst.

In onderstaande tabel worden de resultaten van de toetsing gepresenteerd. In Figuur 40 zijn deze resultaten verwerkt in een grafiek, waarin tevens de resultaten van de toetsing met de neerslagreeks van HHRL zijn verwerkt.

Tabel 15: Resultaten toetsing peilstijging met de composietbuien van stichting RIONED

Composietbui (set Wh2050)	Max. Peilhoogte (m NAP)	Max Peilstijging (m)	Hoeveelheid neerslag (mm)	Piek (mm / 5 min)
T=0,5	-5,65	0,07	29,3	4,9
T=1	-5,63	0,09	36,1	6,1
T=2	-5,61	0,11	43,4	7,4
T=5	-5,57	0,15	53,8	9,1
T=10	-5,54	0,18	63,4	10,6
T=25	-5,50	0,22	78,2	12,9
T=50	-5,45	0,27	92,0	15,0
T=100	-5,40	0,32	108,7	17,4
T=250	-5,31	0,41	125,9	21,2



Figuur 40: Peilstijging bij toetsing met composietbuien

7 Toetsing drainage

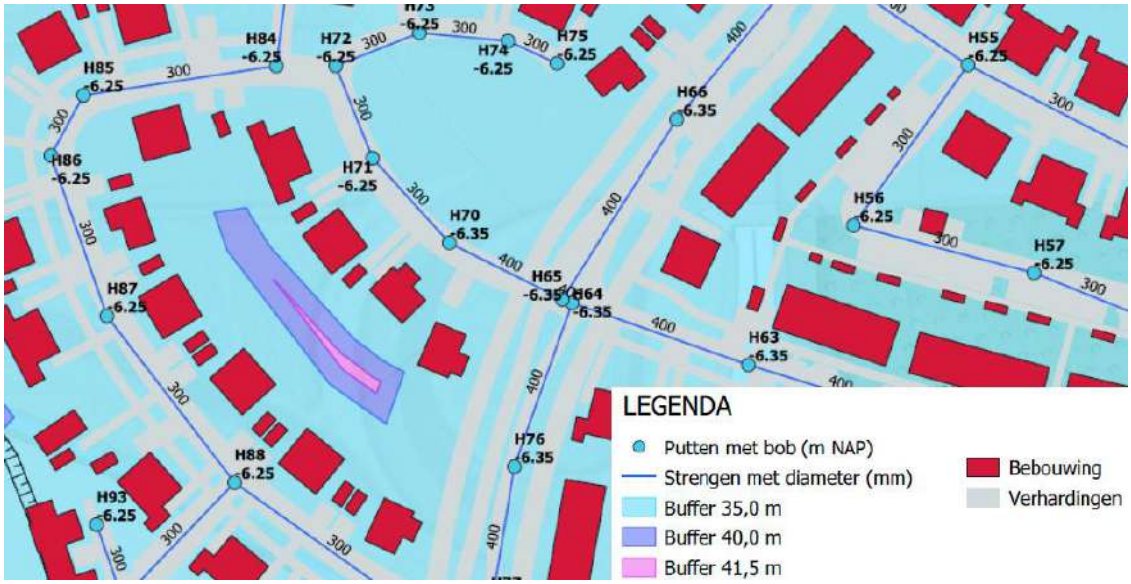
In hoofdstuk 5 zijn de dimensies van het drainagetransportstelsel bepaald in relatie tot de neerslag-belasting. In dit hoofdstuk wordt getoetst of deze dimensies ook voldoen voor de drainerende werking van het DT-systeem.

Methodiek

De drainagesituatie is te versimpelen tot een 2D-situatie (2 strengen waartussen gedraineerd wordt, zie ter verduidelijking Figuur 42) met ontwateringsmiddelen die niet tot de hydrologische basis reiken. De b.o.b.'s van de DT-leidingen liggen immers flink hoger dan de ondoorlatend laag, zoals gespecificeerd in subparagraaf 2.2.2. Om deze situatie op te lossen, wordt de formule van Hooghoudt (met equivalentlaag) gebruikt.

De formule van Hooghoudt geeft een resultaat in de vorm van de drainafstand, deze is echter al bekend door het ontwerp van het DT-stelsel. Bij deze reeds vastgelegde drainafstand wordt de maximale opbolling getoetst, een andere parameter uit de formule van Hooghoudt. Om een uitkomst in de vorm van de maximale opbolling te krijgen, is de formule omgebouwd met de abc-formule[6] (zie bijgevoegde memo in bijlage VII).

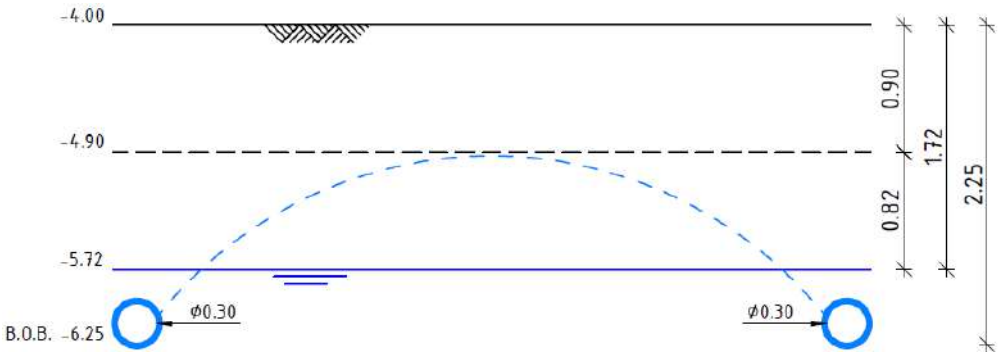
De drainage wordt getoetst op een minimale drooglegging van 0,90 meter onder maaiveld. Hierbij wordt uitgegaan van een situatie met het laagst mogelijke bouwpeil (-4,00 m NAP). De grootste drainafstand tussen twee drainerende strengen wordt gevonden tussen DT-strengen H70 – H71 en H87 – H88. De afstand tussen de strengen is hier maximaal 83,0 meter. Zie onderstaande figuur met buffers om de rioolstrengen (de drainafstand is 2x de bufferafstand).



Figuur 41: Grootste drainafstand binnen het rioolontwerp

De opbolling wordt berekend vanaf het (grond)waterpeil van -5,72 m NAP. Met de in subparagraaf 5.2.3 beschreven constructie wordt de waterstand binnen het DT-stelsel op deze hoogte gereguleerd. Hierdoor blijft er een maximale opbolling van 0,82 meter over, waarop de drainage getoetst wordt. Zie ter verduidelijking Figuur 42.

[6] Wiskundige formule, ook bekend als de wortelformule, waarmee kwadratisch vergelijkingen worden opgelost



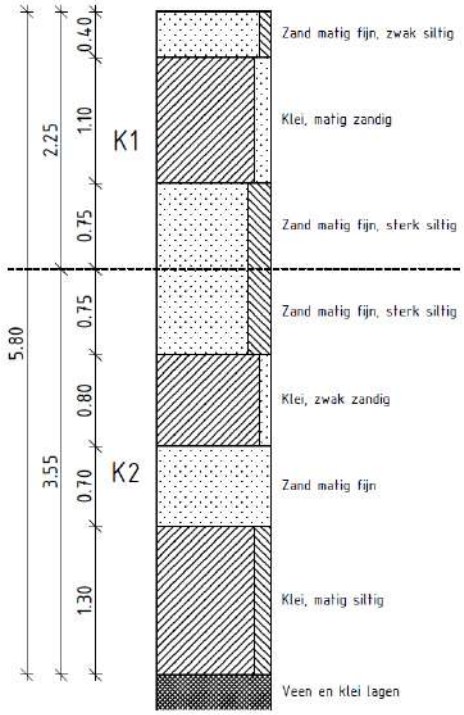
Figuur 42: Schematische weergave drainsituatie

De grondopbouw zoals beschreven in paragraaf 2.2.2 is voor de drainageberekening met de formule van Hooghoudt opgedeeld in twee delen. Het gaat hierbij om het deel boven de drainbuis (K1) en het deel onder de drainbuis (K2). Voor beiden delen is een gemiddelde infiltratie waarde (K-waarde) in meter per dag bepaald, waarmee de opbolling brekend is.

De drainage situatie wordt conform de eisen getoetst op een grondwateraanvulling van 10 mm/dag. De toetsing is opgesteld in een Excel-sheet, de output hiervan is bijgevoegd als bijlage VII.

7.1 Infiltratieparameters

Bij de toetsing is gebruikt gemaakt van onderstaand profiel, met opdeling tussen K1 en K2.



Figuur 43: Bodemopbouw t.b.v. drainageberekening

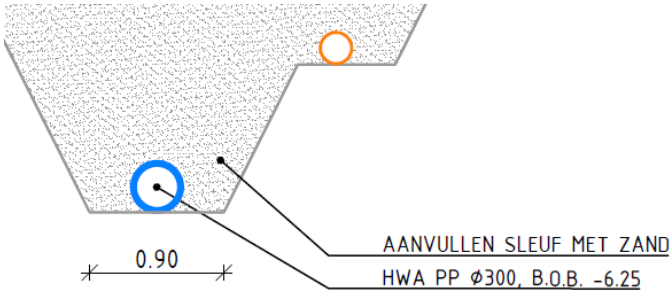
De infiltratieparameters (K-waardes) per grondsoort, zijn gebaseerd op globale theoretisch waardes uit het grondwaterzakboekje [20] *Bot 2011*. In Tabel 16 zijn zowel de waarden per grondlaag, als de gemiddelde waarden, zoals in de berekeningen gehanteerd, weergegeven.

Tabel 16: Grondopbouw met infiltratiewaardes t.b.v. drainageberekening

Diepte t.o.v. NAP	Laagdikte (d, meter)	Opbouw	K-waarde (meter / dag)	Gemiddelde K-waarde (meter / dag)
-4,00	0,40	Zand, matig fijn, zwak siltig	10,00	2,79
-4,40	1,10	Klei, matig zandig	0,03	
-5,50	*0,75*	Zand, matig fijn, sterk siltig	3,00	
-6,25	*0,75*	Zand, matig fijn, sterk siltig	3,00	1,63
-7,00	0,80	Klei, zwak zandig	0,03	
-7,80	0,70	Zand, matig fijn	5,00	
-8,50	1,30	Klei, matig siltig	0,01	
-9,80	Ondoorlatende laag			

7.2 Berekening

Omdat de rioolsleuven, na het leggen van de riolering, aangevuld worden met zand, is de buis in de berekening als een drainbuis met drainkoffer gemodelleerd. De bodembreedte van de drainkoffer bedraagt 0,90 meter, zie ter verduidelijking onderstaande figuur.



Figuur 44: Principe rioolsleuf met afmeting drainkoffer t.b.v. drainageberekening

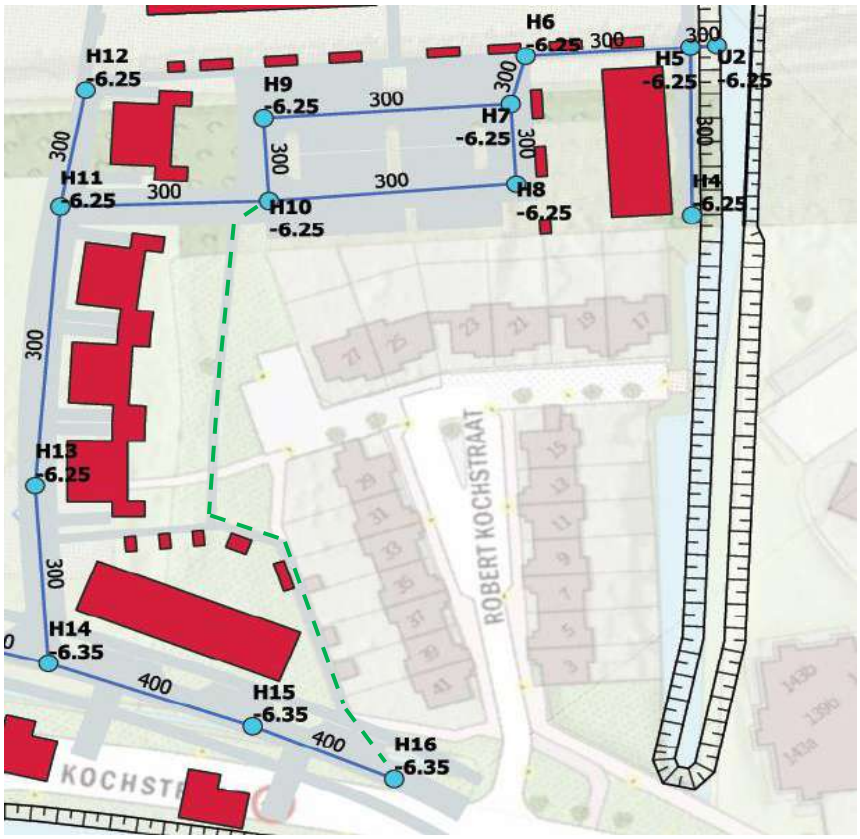
Als de berekening uitgevoerd wordt met alle hierboven beschreven parameters ontstaat er een maximale opbolling van 0,64 m. Hiermee kan geconcludeerd worden dat de drainerende werking van het DT-stelsel voldoet om de drooglegging van de kruipruimtes te kunnen garanderen.

Bij de grootste drainafstand is er nog een speling van 0,18 meter ten opzichte van de geëiste drooglegging. Met de beschikbare gegevens is de maximaal toelaatbare drainafstand op 95,5 meter vastgesteld. Hierbij ontstaat in de berekening een opbolling van 0,815 meter.

7.3 Aanvullende maatregelen

Bij de grootste drainafstand tussen twee strengen wordt voldaan aan de drooglegginseisen. Echter is er aan de oostelijk zijde van het plan een afwijkend situatie. Hier is de bebouwing om bestaande bebouwing heen ontworpen waardoor er maar een enkele rioolstreng naast deze bebouwing ligt.

Het eerste drainerende element is een watergang die circa 125 meter verderop gesitueerd is. Omdat eventuele drainerende maatregelen binnen de bestaande bebouwing onbekend zijn, is in het ontwerp een extra drain in het achterpad van de desbetreffende woningen toegevoegd. Zie onderstaande figuur ter verduidelijking, de locatie van de extra drain is hier in het groen weergeven.



Figuur 45: Extra drainerende maatregel

Deze aanvullende drainageleidingen zijn tevens meegenomen in het VO-ontwerp, bijgevoegd als bijlagen VIII.

8 Investering

Om de investeringskosten voor het realiseren van het rioolsysteem inzichtelijk te maken, is een kostenraming, conform de SSK-methodiek, opgesteld. De raming is gebaseerd op de VO-tekening (zie bijlage VIII). Daarnaast zijn de resultaten uit de gevoeligheidsanalyse van het DT-stelsel (paragraaf 5.5) als risico opgevoerd. Dit risico symboliseert het bijstellen van eisen of doelstellingen tijdens het verdere ontwikkelingsproces.

De raming is onderbouwd met kengetallen die afkomstig zijn uit de kostensystematiek van OmniformGroup. Deze kengetallen zijn gebaseerd op ervaringscijfers (per omgeving / opdrachtgever) en worden regelmatig geijkt met de uitkomst van recente inschrijvingen.

8.1 Uitgangspunten

Omdat het ontwerp nog niet op het kleinste detailniveau (kolken, huisaansluitingen etc.) is uitgewerkt, worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De raming wordt opgesteld voor alle riool onderdelen binnen de openbare ruimten;
- Bij het bepalen van de hoeveelheid grondwerk wordt de bodem van het wegcunet als nul niveau gehanteerd (ontgraven en aanvullen tot aan onderkant wegcunet). Voor de dikte van het wegcunet wordt een waarde van 0,80 meter gehanteerd;
    - Onder de riolering wordt een grondverbetering toegepast van 0,10 meter (zand);
    - Beide stelsels worden waar mogelijk in een enkele sleuf gerealiseerd;
    - Alle grond die vrijkomt wordt afgevoerd naar een deelproject in de directe omgeving. De transportafstand is maximaal twee kilometer;
    - De sleuf wordt geheel aangevuld met te leveren zand;
- Bij het bepalen van de nog te detailleren onderdelen, worden kengetallen uit de DIOR gehanteerd. Het aantal kolken wordt bijvoorbeeld bepaald door het wegoppervlak te delen door het maximale afstromend oppervlak per kolk.
    - Huisaansluitingen worden aangebracht tot aan de erfgrens, inclusief een ontstoppingsstuk;
    - Per kolk worden twee hulpstukken meegenomen;
    - Alle kolk en huisaansluitingen worden uitgevoerd met een diameter van 125 mm;
    - 10% van de kolken heeft een enkele aansluiting. De rest krijgt een gedeelde aansluiting door middel van een T-stuk;
    - De huisaansluitingen naar het appartementencomplex worden uitgevoerd als PVC rond 200 mm. Hiervoor worden tevens extra inspectieputten aangebracht (i.p.v. ontstoppingsstukken);
- Waar van toepassing geldt, leveren en aanbrengen;
- Alle onderdelen worden zo compleet mogelijk meegenomen. De inspectieputten zijn inclusief putdeksel, stelringen etc.
- Het bedrag dat wordt opgevoerd als risico staat gelijk aan alle kosten om de vergroting uit de gevoeligheidsanalyse door te voeren.

8.2 Totale investeringskosten rioolontwerp

Het bedrag om de riolering te realiseren is geraamd op 2.979.000 euro. De SSK-raming is als bijlage X bijgevoegd.

9 Conclusie

Quatrebras deelplan BCD beslaat een totaal oppervlak van 22,3 hectare. Hierop worden 431 wooneenheden gerealiseerd. De hoofdstructuur binnen de openbare ruimte bestaat uit een enkele hoofdontsluiting met goede doorstroming, waarop verschillende woonstraten zijn aangesloten.

De bouwpeilen verschillen van -3,75 tot -4,00 m NAP, de wegpeilen van -3,95 tot -4,20 m NAP. Binnen het projectgebied wordt circa 3 ha aan dakoppervlak en 5 ha aan verhardingen gerealiseerd. De toekomstige percelen beslaan een oppervlak van 14 ha, er is aangenomen dat deze voor maximaal 50% worden verhard. De resterende 0,3 ha is bestemd voor het graven van water. Het project wordt gerealiseerd met een gesloten grondbalans waarbij ophogen van het terrein niet van toepassing is.

De ontwikkeling Quatrebras wordt gerealiseerd op de percelen die zijn vrijgekomen bij het recent verleggen van rijksweg A9. Het projectgebied bestaat grotendeels uit een braakliggend terrein, dat omsloten wordt door bestaande bebouwing en diverse andere ontwikkelingen. Daarnaast zijn er nog een aantal bestaande infrastructuren die gefaseerd worden verwijderd.

Het terrein heeft een gemiddelde hoogte van -3,95 m NAP. De bodem bestaat uit diverse zand- en kleilagen met op een diepte van 5,80 m een ondoorlatende laag. Het projectgebied ligt binnen een peilvak met een vast peil van -5,72 m NAP. Het watersysteem bestaat uit 7 duikers en wordt begrensd door een stuw, brug en twee externe duikers.

Het rioolsysteem in ontworpen conform de DIOR van gemeente Haarlemmermeer. De vullingsgraad van het vuilwaterstelsel mag bij een piekbelasting, van 12 liter per persoon per uur, niet groter zijn dan 50%. Het drainagetransportstelsel moet bij een ontwerpintensiteit van 70 liter per hectare per seconde een minimale waking van 0,30 meter handhaven. Tevens moet het systeem een ontwerpbui Bui 09 kunnen verwerken, zonder dat er water op straat ontstaat.

De drooglegging binnen het projectgebied moet op minimaal 0,90 m onder maaiveld worden gehandhaafd. Het watersysteem dient piekbelastingen te verwerken zonder dat dit tot wateroverlast leidt. Deze piekbelastingen worden getoetst in de vorm van een neerslagreeks van het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Het vuilwatersysteem wordt uitgevoerd met PVC-leidingen rond 200 en 250 mm. Het systeem is ontworpen conform een boomstructuur met een centraal gelegen rioolgemaal. Het drainage-transportsysteem wordt uitgevoerd in geperforeerde PP buizen met een omhulling van PP700 drainagedoek. Het systeem is opgedeeld in een viertal deelsystemen die elk individueel functioneren.

Binnen het DT-stelsel worden buizen rond 300, 400 en 500 mm toegepast. Het systeem is voorzien van twaalf uitstroomvoorzieningen naar het omliggende oppervlaktewater. Het oppervlaktewater, zoals vastgesteld in het plan, heeft voldoen bergingscapaciteit om extreme buien op te vangen.

De investeringskosten om het watersysteem te realiseren zijn geraamd op 2.979.000 euro. Dit bedrag bevat alle werkzaamheden om het voorlopig ontwerp en alle aanvullende onderdelen van het watersysteem, binnen de openbare ruimte, aan te brengen.

9.1 Discussie

Binnen het onderzoek zijn diverse onzekerheden naar voren gekomen die de resultaten in meer of mindere maten kunnen beïnvloeden. Hieronder volgt een opsomming met toelichting:

- Het rioolontwerp is uitgewerkt op strengniveau. Echter gaat er nog een traject aan vooraf, voordat neerslag tot in de rioolstreng afgevoerd is. Bij het uitwerken van de toekomstige openbare ruimte dient er aandacht te worden besteed aan de juiste verkanting van de wegen en het strategisch plaatsen van kolken. Als deze elementen niet juist vorm worden gegeven, kan er zich alsnog een situatie met water op straat voordoen.

- Het grondonderzoek is uitgevoerd met een zekere spreiding over het projectgebied. Met deze gegevens is een representatief project breed bodemprofiel opgesteld. Doordat de ondergrond altijd een mate van onzekerheid kent, is het mogelijk dat er zich “slechtere” delen binnen het projectgebied bevinden, die niet bekend zijn. Hierdoor moeten mogelijk nog extra aanvullende drainage maatregelen worden gerealiseerd.

- De gebruikte neerslagreeks voor de toetsing van het oppervlaktewater beslaat een periode van honderdacht jaar. De hieraan gekoppelde statistiek van waterpeiloverschrijdingen bevat daarom een zekere mate van statische onzekerheid. Vooral de resultaten van de grootste tijdsvakken (T = 100 en T = 50), kunnen bij een uitgebreidere dataset afwijken.

Het onderzoek is bij gebruik van de juiste parameters reproduceerbaar. Het gebruik van andere rekenmodellen of uitgebreidere toetsingswaarden kan leiden tot afwijkende resultaten op detail niveau.

9.2 Aanbevelingen

Bij het realiseren of verder uitwerken van het geleverde ontwerp wordt geadviseerd om aandacht te schenken aan de volgende punten:

- Het watersysteem is nu vooral gericht op het snel afvoeren van piekbelastingen. In de huidige tijd van drogere zomers met een langdurige nasleep is het mogelijk interessant om dit uitgangspunt bij te stellen. Door kleine aanpassingen te doen aan het watersysteem, kan dit zo ingericht worden dat er een bergingscapaciteit ontstaat. Deze kan dan gebruikt worden als buffer voor droge periodes.

- In verband met de bodemopbouw en kwelstromen in het projectgebied wordt geadviseerd om het opbarstrisico van de bodem te inventariseren. Doordat de diepste strengen en de kelder van het rioolgemaal tot wel vier meter onder maaiveld worden aangebracht, is de verwachting dat er tijdens de rioolwerkzaamheden een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand nodig is*.

  **In de raming is voor alle rioolsleuven het toepassen van bronbemaling en voor de plaatsing van het rioolgemaal, dieptebemaling meegenomen.*

- De doorlaatconstructie zoals beschreven in paragraaf 5.2.3 dient veder ontworpen te worden. Hierbij dient een schuifconstructie te worden gedetailleerd waarmee de bergende werking van het rioolstelsel tijdens extreme neerslag gehandhaafd blijft en een laag onderhoud- en technisch niveau (bij voorkeur geen technische installatie) van toepassing is.

Litratuur

[1] Rijkswaterstaat. (2018, 18 oktober). Doelen omlegging A9 Badhoevedorp. Geraadpleegd op 3 februari 2020, van https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/projectenoverzicht/a9-omlegging-bij-badhoevedorp/doelen-en-resultaten.aspx

[2] Gemeente Haarlemmermeer. (2018). *Deelgebieden masterplan Badhoevedorp* [Illustratie]. Geraadpleegd op 3 maart 2020, van https://haarlemmermeergemeente.nl/file/1884/download

[3] OmniformGroup. (z.d.). Gebiedsontwikkeling Badhoevedorp. Geraadpleegd op 3 februari 2020, van https://www.omniformgroup.com/content/gebiedsontwikkeling-badhoevedorp

[4] Witteveen+Bos. (2015). Gemeentelijk Rioleringsplan Haarlemmermeer (definitief 02). Geraadpleegd van https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjbway7oeXpAhVQ6qQKHTq3CMUQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fonlinehaarlemmermeer.nl%2Fbis%2Fdsresource%3Fobjectid%3D8fec24ab-8645-410a-85b4-8f0620d6b6ff&usg=AOvVaw0bxQwtT-CWBaNJFm35BSId

[5] Esri. (z.d.). Topo RD. Geraadpleegd op 24 februari 2020, van https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=7aea6fa913a94176a1074edb40690318

[6] Gemeente Haarlemmermeer. (z.d.). *Plankaart Quatrebras* [Illustratie]. Geraadpleegd op 3 februari 2020, van https://haarlemmermeergemeente.nl/quatrebras

[7] Badhoevebuurt C.V. (2011). Definitief Stedenbouwkundig Ontwerp Quatrebras. Geraadpleegd op 15 april 2020, van https://haarlemmermeergemeente.nl/file/1500/download

[8] Badhoevebuurt C.V. (2011). *Stam, Tak, Twijg* [Illustratie]. Geraadpleegd op 15 april 2020, van https://haarlemmermeergemeente.nl/file/1500/download

[9] Loos van Vliet. (2017). *Quatrebras, voorlopig ontwerp openbare ruimte* [Illustratie]. Geraadpleegd op 15 april 2020, van https://www.loosvanvliet.nl/nl/project/172/quatrebras-voorlopig-ontwerp-openbare-ruimte

[10] Kolkman, Y. (2016). Onttegel de stad, *De toegevoegde waarde van onttegelen op het verminderen van wateroverlast op straat*. (Afstudeeropdracht). Geraadpleegd van https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/2249746

[11] Hoogheemraadschap van Rijnland. (2016, 28 december). Waterschapsblad 2016, 10430. Geraadpleegd van https://zoek.officielebekendmakingen.nl/wsb-2016-10430.html

[12] Witteveen+Bos. (2013). Waterstructuurplan Badhoevedorp (definitief 05). Geraadpleegd van https://onlinehaarlemmermeer.nl/bis/Archief_Raadsplein_2001_2014/Raadsplein_2013/Raadsplein_20_juni_2013/Agenda_en_stukken/Raadssessies/Ruimtelijke_ordening/Waterstructuurplan_Badhoevedorp

[13] PDOK. (2020). Luchtfoto 25cm [Satelliet opname van Nederland met een pixel per oppervlak van 25x25 cm]. Geraadpleegd op 15 april 2020, van https://www.pdok.nl/viewer/

[14] Geonius. (2019). Geotechnisch & Geohydrologisch onderzoek t.b.v. gebiedsontwikkeling Quatrebras te Badhoevedorp (GA190530.R01V2.0). Geleen, Nederland.

[15] Stichting RIONED. (2015). Leidraad Riolering (aanvulling 46, Vol. 2015) *module C2100*. Ede, Nederland: Stichting RIONED.

[16] KNMI, & Hoogheemraadschap van Rijnland. (2014). Buienstatistiek Rijnland 1906-2014 [Uursommen neerslag en verdamping (mm) voor het beheersgebied van Rijnland, periode 1906-2014]. Beschikbaar gesteld door het Hoogheemraadschap van Rijnland op 20 april 2020.

[17] Stichting RIONED. (2020, 14 mei). Composietbuien voor in de kennisbank. Geraadpleegd op 4 juni 2020, van https://www.riool.net/ter-visie/composietbuien-voor-in-de-kennisbank?utm_source=nieuwsbrief&utm_medium=email

[18] WAVIN. (2012 november). Brochure DT Riool. Geraadpleegd op 16 maart 2020, van https://orbia.blob.core.windows.net/assets/F-21648-0.pdf

[19] FishXing. (2006). Manning's n Values. Geraadpleegd op 25 maart 2020, van http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm

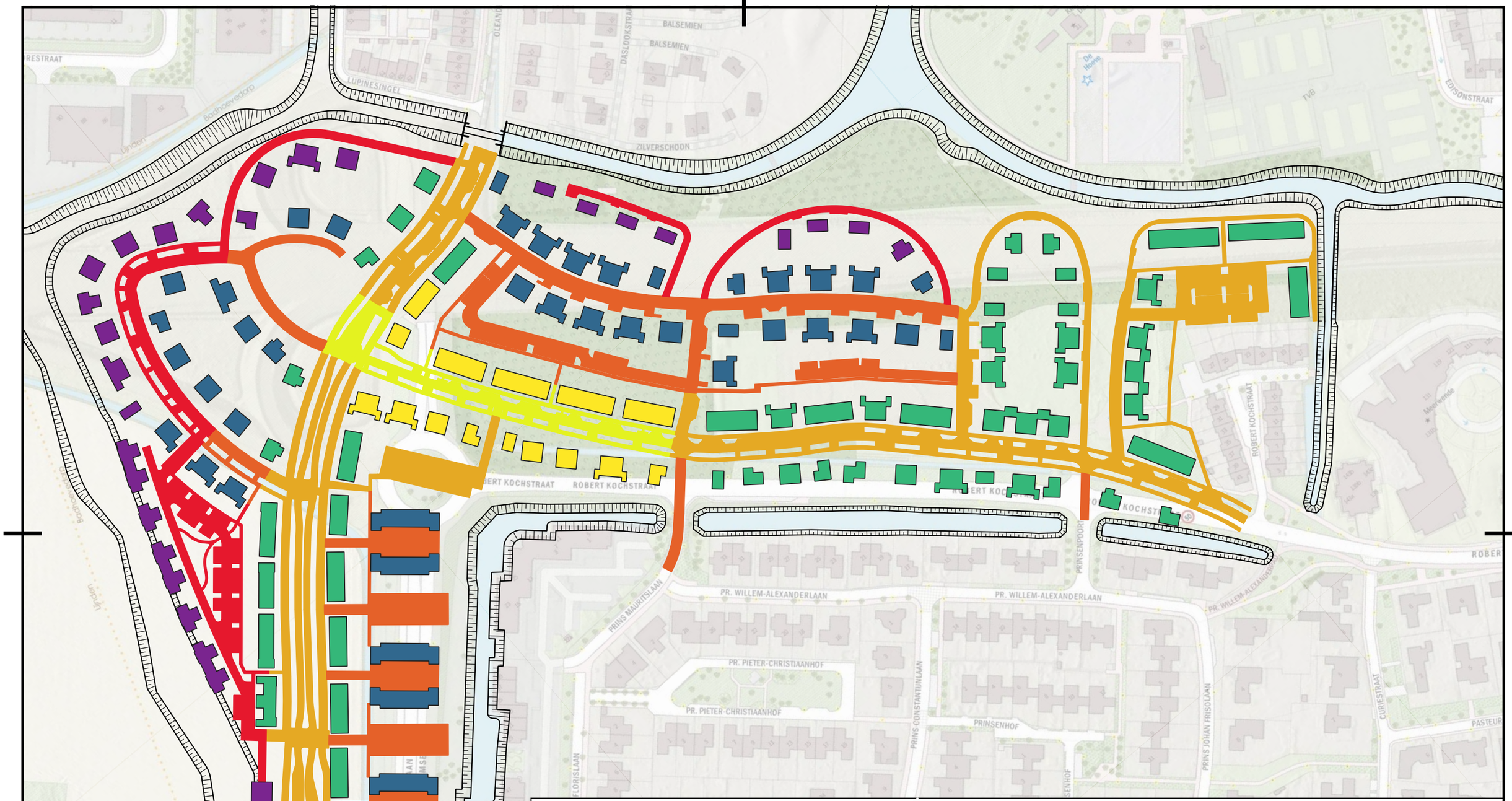
[20] Bot, B. (2016). Grondwaterzakboekje 2016 (Gwz2016, Vol. 2016). Rotterdam, Nederland: Bot Raadgevend Ingenieur.

Bijlage I

Kaarten plangegevens en bestaande situatie

Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Kaart hoogtepeilen (bebouwing en wegen);
- Kaart verhardingen;
- Kaart watersysteem;
    - Profielen watergangen
- Kaart huidige maaiveldhoogtes.



LEGENDA

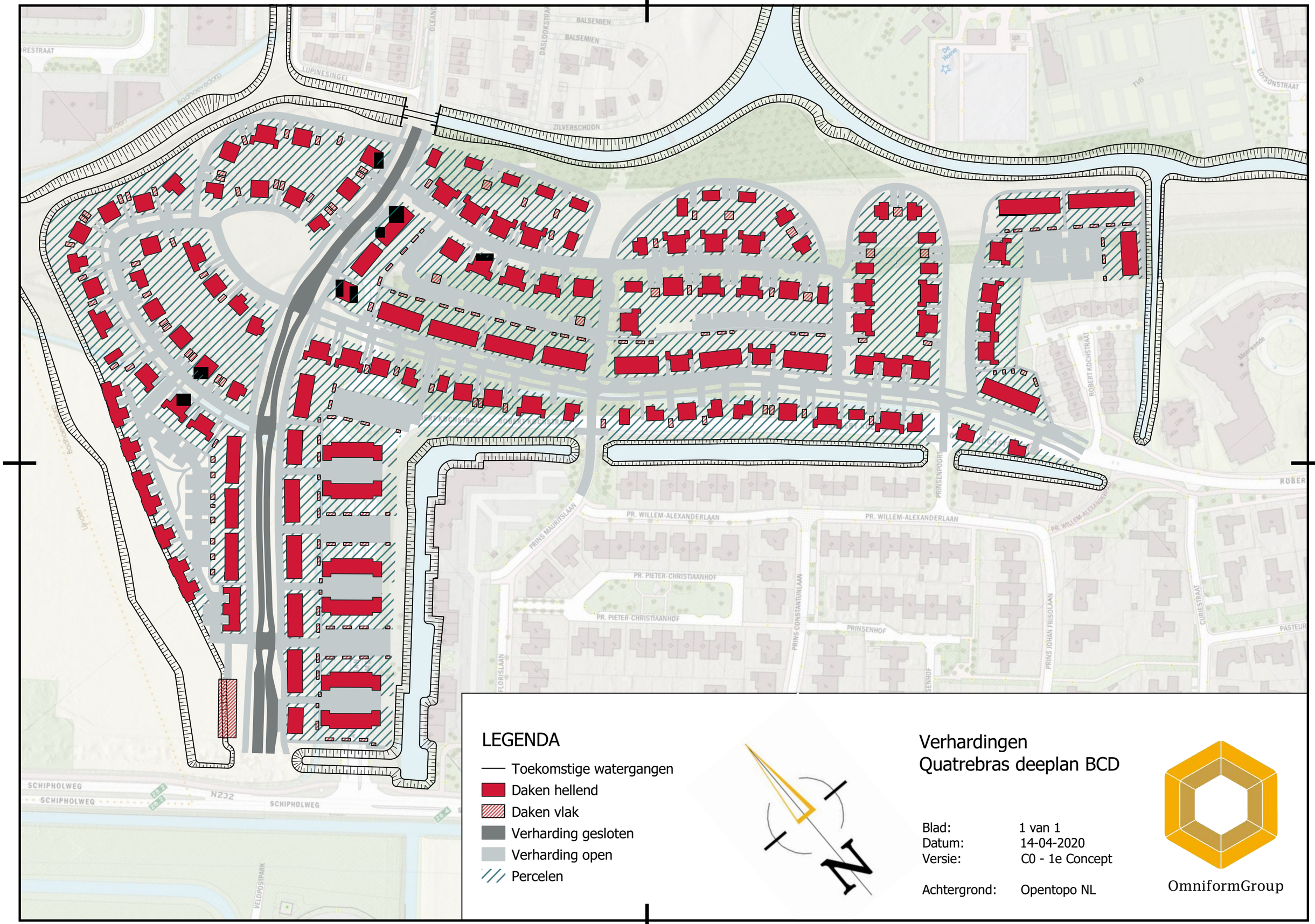
Bouwpeilen	wegpeilen
-3,70	-4,20
-3,80	-4,10
-3,90	-4,00
-4,00	-3,90

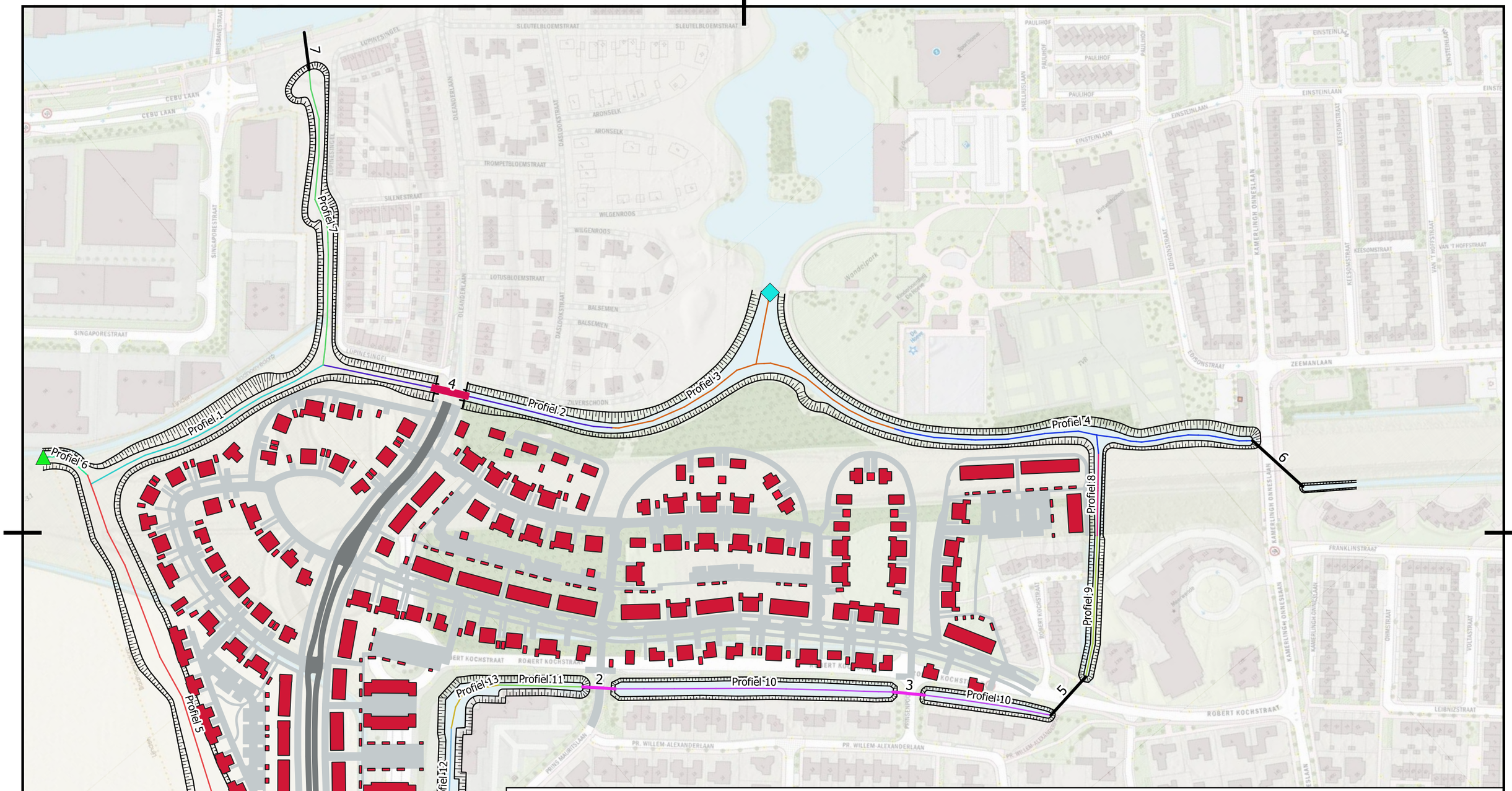
N

Hoogtepeilen
Quatrebras deeplan BCD

Blad:	1 van 1
Datum:	14-04-2020
Versie:	C0 - 1e Concept
Achtergrond:	Opentopo NL

OmniformGroup


BALSEMIEN
LUPINESINGEL
ZILVERSCHOON
EDISONSTRAAT
ROBERT KOCHSTRAAT
PR. WILLEM-ALEXANDERLAAN
PRINS MAURITSLAAN
PR. PIETER-CHRISTIAANHOF
PRINS CONSTANTIJNLAAN
PRINSENHOF
PRINS JOHAN FRISOLAAN
CURIESTRAAT
SCHIPHOLWEG
N232
VELDPOSTPARK
LEGENDA
Toekomstige watergangen
Daken hellend
Daken vlak
Verharding gesloten
Verharding open
Percelen
N
Verhardingen
Quatrebras deeplan BCD
Blad: 1 van 1
Datum: 14-04-2020
Versie: C0 - 1e Concept
Achtergrond: Opentopo NL
OmniformGroup



LEGENDA

- Stuw Lijndenhof
- Brug park Quatrebras
- Toekomstige watergangen
- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open

Duikers
- Beton
- Duikerbrug
- Spirosol

Watergangen
- As lijn met profiel

N

Watersysteem
Quatrebras deeplan BCD

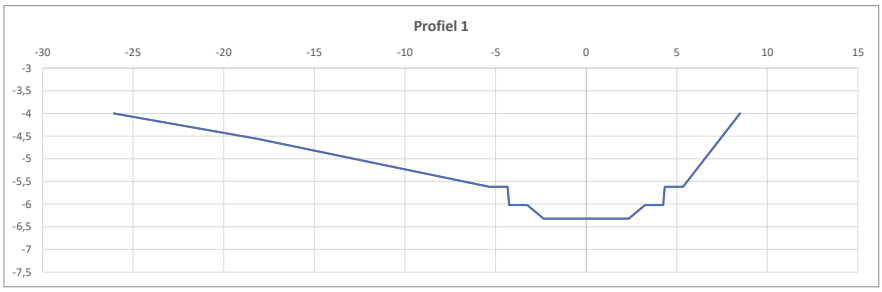
Blad:	1 van 1
Datum:	14-04-2020
Versie:	C0 - 1e Concept
Achtergrond:	Opentopo NL

OmniformGroup

Profiel 1

wp -5,72

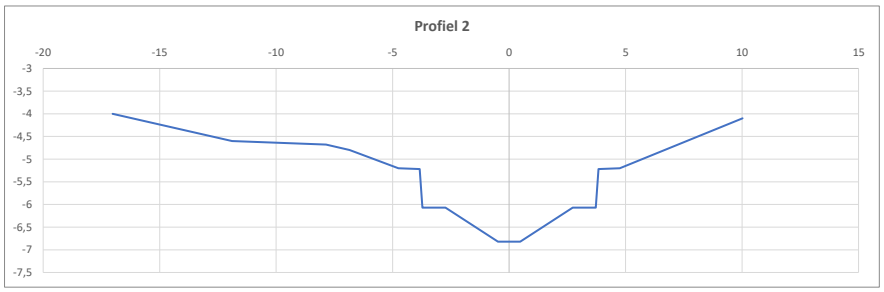
x	-26,07	-18,16	-5,34	-4,34	-4,25	-3,25	-2,35	2,35	3,25	4,25	4,34	5,34	8,49
y	-4	-4,56	-5,62	-5,62	-6,02	-6,02	-6,32	-6,32	-6,02	-6,02	-5,62	-5,62	-4



Profiel 2

wp -5,72

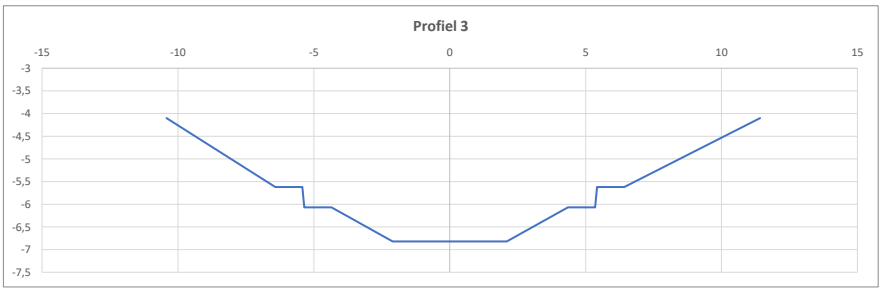
x	-17,02	-11,89	-7,86	-6,85	-4,75	-3,84	-3,72	-2,73	-0,48	0,48	2,73	3,72	3,84	4,75	10,02
y	-4	-4,6	-4,68	-4,8	-5,2	-5,22	-6,07	-6,07	-6,82	-6,82	-6,07	-6,07	-5,22	-5,2	-4,1



Profiel 3

wp -5,72

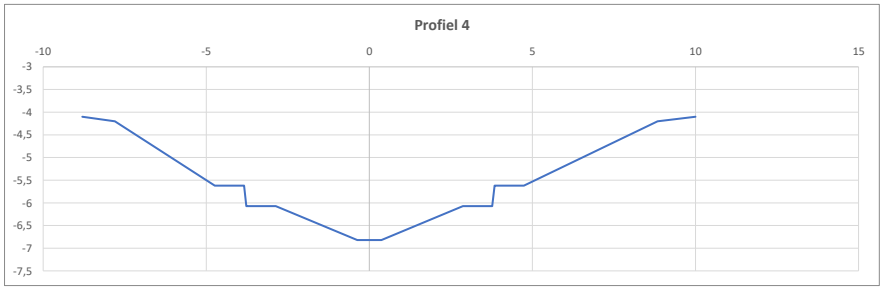
x	-10,42	-6,42	-5,42	-5,35	-4,35	-2,1	2,1	4,35	5,35	5,42	6,42	11,42
y	-4,1	-5,62	-5,62	-6,07	-6,07	-6,82	-6,82	-6,07	-6,07	-5,62	-5,62	-4,1



Profiel 4

wp -5,72

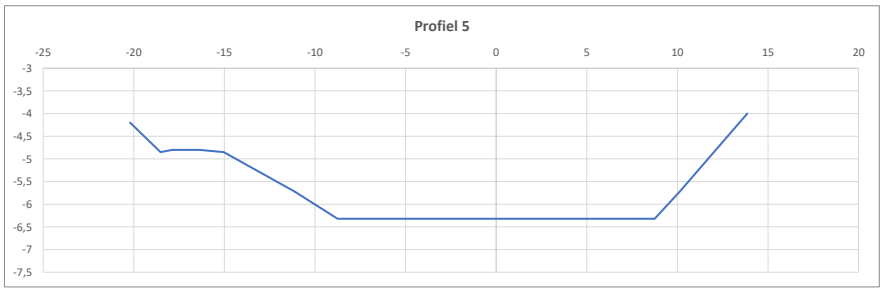
x	-8,8	-7,8	-4,74	-3,84	-3,77	-2,87	-0,37	0,37	2,87	3,77	3,84	4,74	8,84	10
y	-4,1	-4,2	-5,62	-5,62	-6,07	-6,07	-6,82	-6,82	-6,07	-6,07	-5,62	-5,62	-4,2	-4,1



Profiel 5

wp -5,72

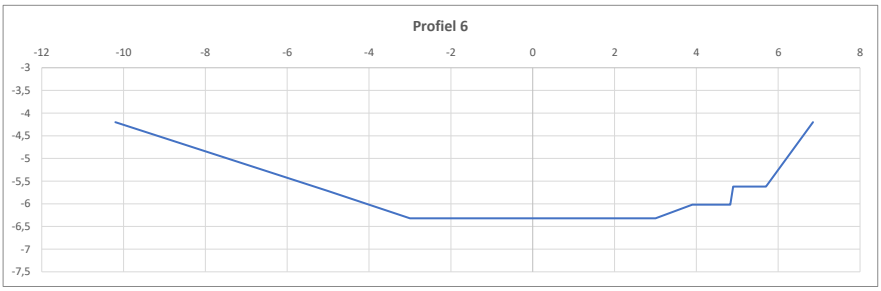
x	-20,2	-18,52	-17,88	-16,38	-15,03	-11,13	-8,75	8,75	10,14	13,86
y	-4,2	-4,85	-4,8	-4,8	-4,85	-5,72	-6,32	-6,32	-5,72	-4



Profiel 6

wp -5,72

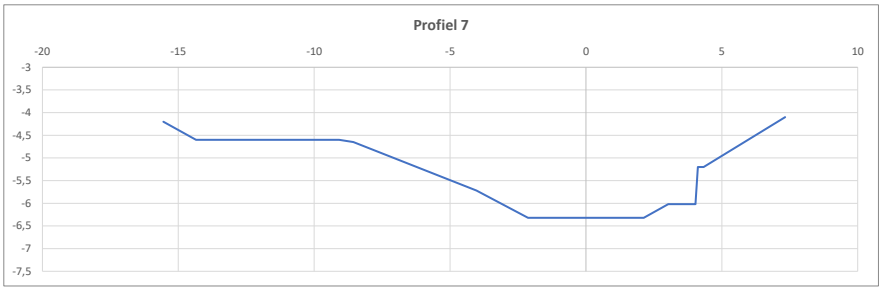
x	-10,2	-5	-3	3	3,9	4,83	4,9	5,7	6,85
y	-4,2	-5,72	-6,32	-6,32	-6,02	-6,02	-5,62	-5,62	-4,2



Profiel 7

wp -5,72

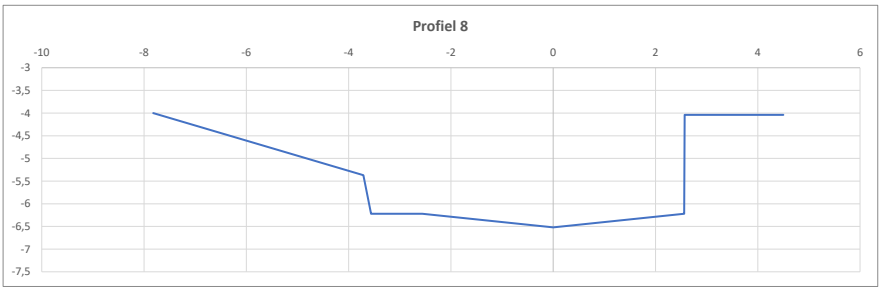
x	-15,55	-14,35	-10,58	-9,08	-8,56	-4,03	-2,13	2,13	3,03	4,03	4,12	4,33	7,33
y	-4,2	-4,6	-4,6	-4,6	-4,65	-5,72	-6,32	-6,32	-6,02	-6,02	-5,2	-5,2	-4,1



Profiel 8

wp -5,72

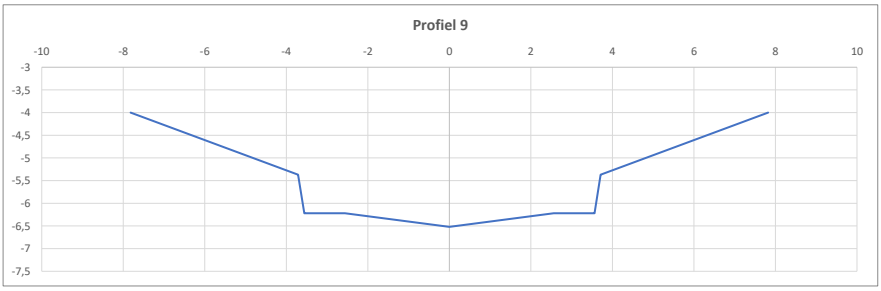
x	-7,82	-3,71	-3,56	-2,56	0	2,56	2,57	4,5
y	-4	-5,37	-6,22	-6,22	-6,52	-6,22	-4,04	-4,04



Profiel 9

wp -5,72

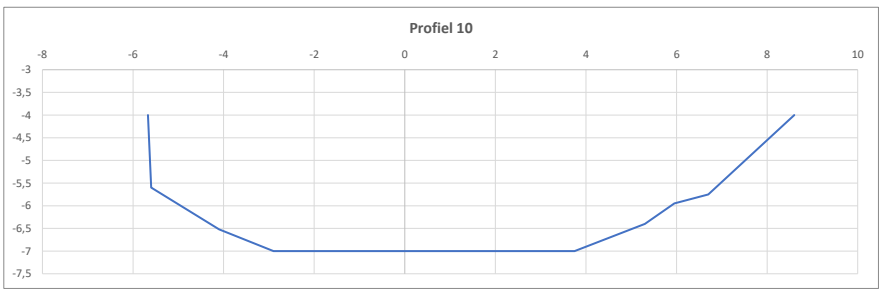
x	-7,82	-3,71	-3,56	-2,56	0	2,56	3,56	3,71	7,82
y	-4	-5,37	-6,22	-6,22	-6,52	-6,22	-6,22	-5,37	-4



Profiel 10

wp -5,72

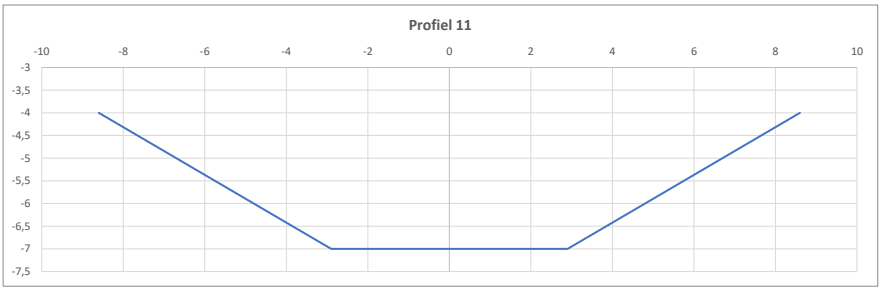
x	-5,67	-5,6	-4,1	-2,9	3,75	5,3	5,95	6,7	8,6
y	-4	-5,6	-6,52	-7	-7	-6,4	-5,95	-5,75	-4



Profiel 11

wp -5,72

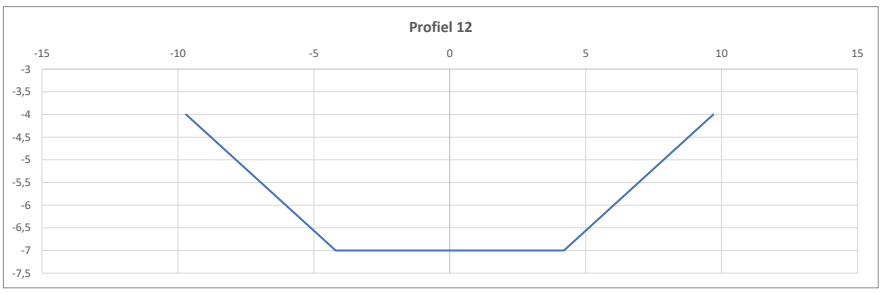
x	-8,6	-2,9	2,9	8,6
y	-4	-7	-7	-4



Profiel 12

wp -5,72

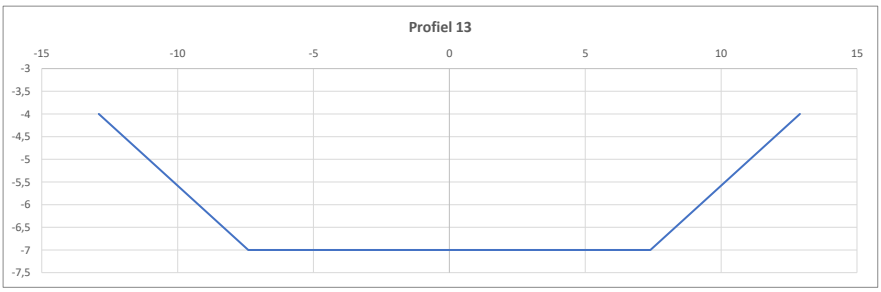
x	-9,7	-4,2	4,2	9,7
y	-4	-7	-7	-4

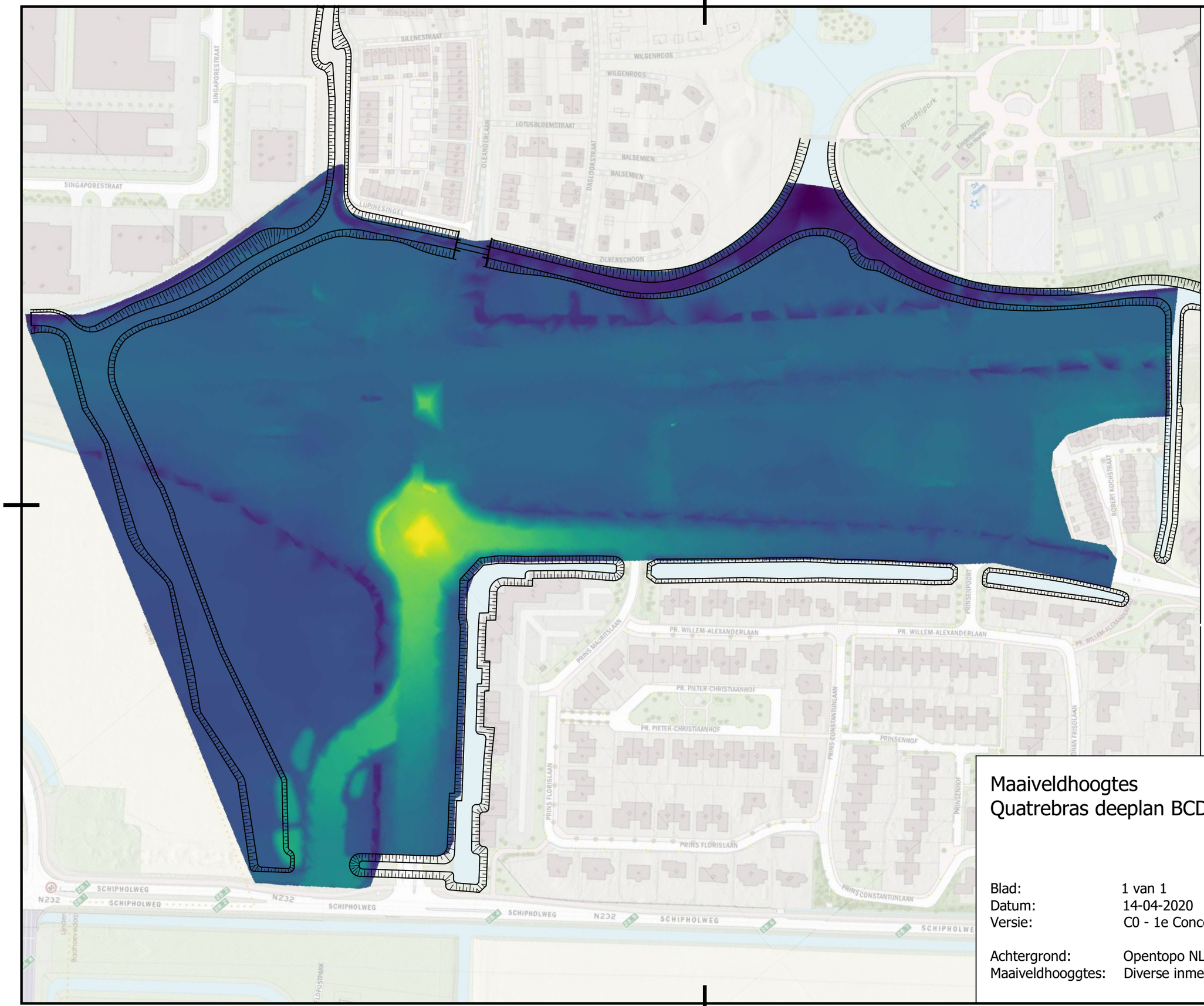


Profiel 13

wp -5,72

x	-12,9	-7,4	7,4	12,9
y	-4	-7	-7	-4





LEGENDA

Toekomstige watergangen

Maaiveldhoogtes (m NAP)

- +2.40
- +1.90
- +1.35
- +0.80
- +0.30
- -0.20
- -0.75
- -1.30
- -1.80
- -2.30
- -2.80
- -3.35
- -3.90
- -4.40
- -4.90
- -5.45
- -5.95
- -6.50
- -7.00

N

Maaiveldhoogtes
Quatrebras deeplan BCD

Blad:	1 van 1
Datum:	14-04-2020
Versie:	C0 - 1e Concept
Achtergrond:	Opentopo NL
Maaiveldhooggtes:	Diverse inmetingen (2018 / 2019)

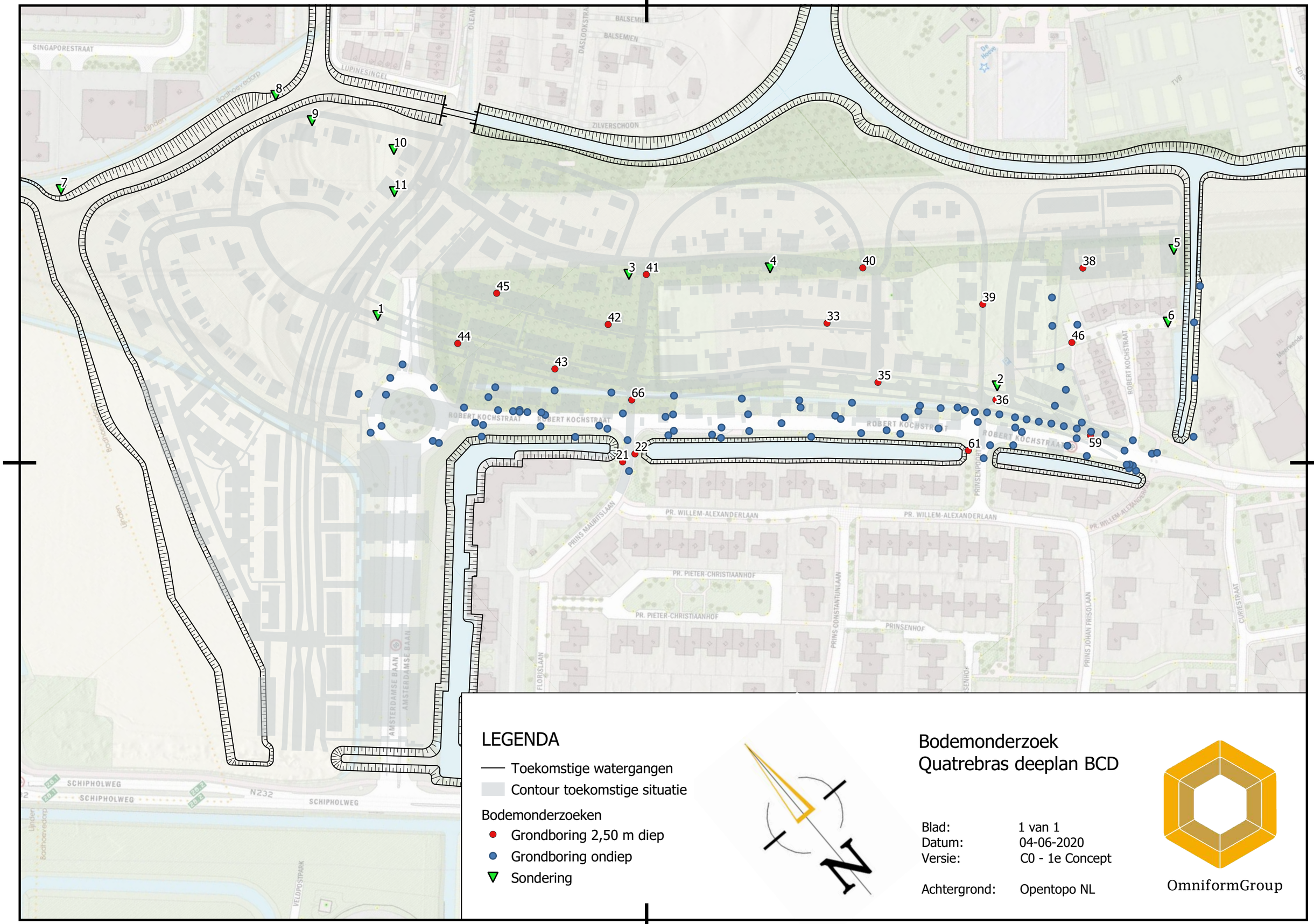
OmniformGroup

Bijlage II

Bodemgegevens

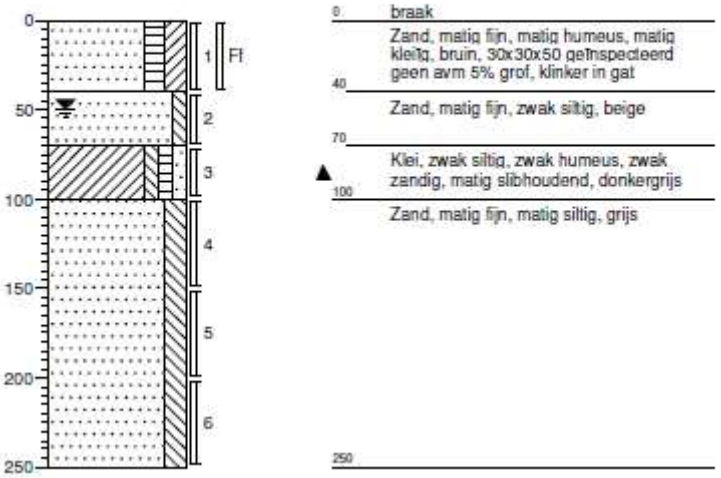
Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Kaart Bodemonderzoek
- Profielen bovenste 2,5 meter
- Sondering (t.b.v. classificatie diepere grondlagen)
- Samengevoegd bodemprofiel

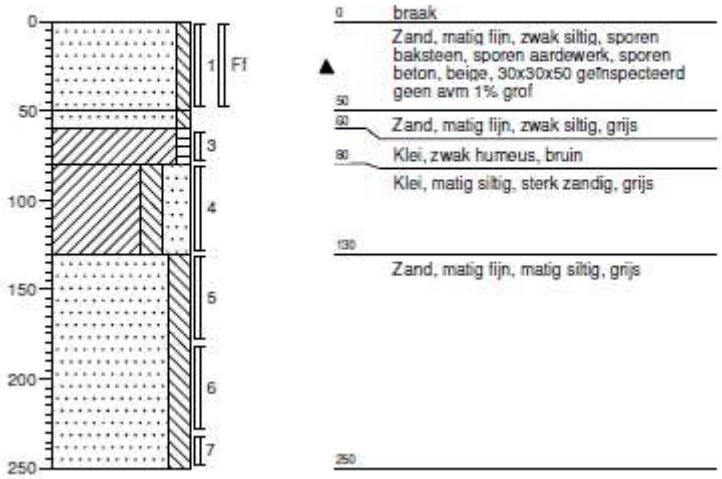

SINGAPORESTRAAT
LUPINESINGEL
BALSEMIEN
ZILVERSCHOON
ROBERT KOCHSTRAAT
PR. WILLEM-ALEXANDERLAAN
PR. PIETER-CHRISTIAANHOF
PRINS MAURITSLAAN
PRINS CONSTANTIJNLAAN
PRINSENHOF
PRINS JOHAN FRISOLAAN
CURIESTRAAT
FLORISLAAN
AMSTERDAMSE BAAN
SCHIPHOLWEG
N232
VELDPOSTPARK
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
21
22
33
35
36
38
39
40
41
42
43
44
45
46
59
61
66
LEGENDA
Toekomstige watergangen
Contour toekomstige situatie
Bodemonderzoeken
Grondboring 2,50 m diep
Grondboring ondiep
Sondering
N
Bodemonderzoek
Quatrebras deeplan BCD
Blad: 1 van 1
Datum: 04-06-2020
Versie: C0 - 1e Concept
Achtergrond: Opentopo NL
OmniformGroup

Boorprofielen met een diepte van 2,50 meter

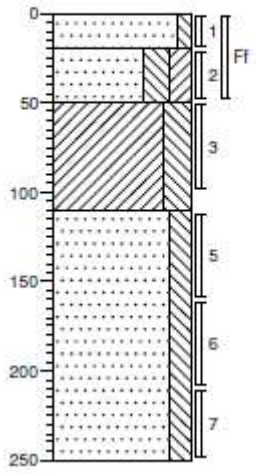
Boring: 21



Boring: 22



Boring: 33



0 braak

20 Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen beton, sporen grind, beige, 30x30x50 geïnspecteerd geen avm 2% grof

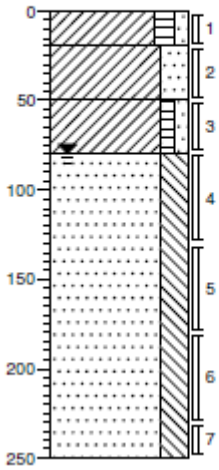
50 Zand, matig fijn, sterk siltig, matig kleiig, grijs

Klei, sterk siltig

110 Zand, matig fijn, matig siltig, grijs

250

Boring: 35



0 braak

20 Klei, matig humeus, zwak zandig, donkerbruin

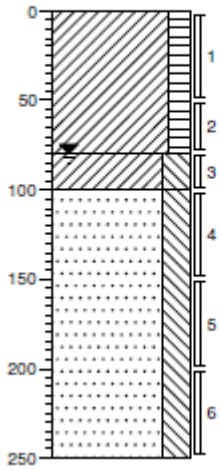
Klei, sterk zandig, bruin

50 Klei, zwak humeus, zwak zandig

80 Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 36



0 braak

Klei, matig humeus, donkerbruin

80

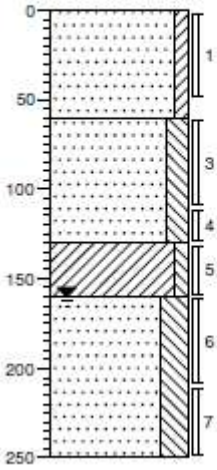
Klei, sterk siltig, zwak roesthoudend, grijs

100

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 38



0 braak

Zand, matig fijn, zwak kleiig, grijsbeige

60

Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, grijsbruin

130

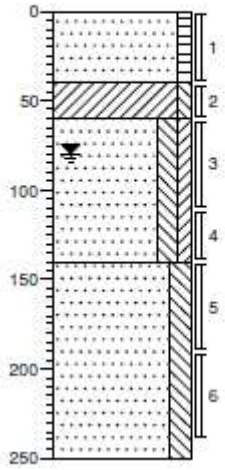
Klei, zwak siltig, zwak roesthoudend, grijsbruin

160

Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak roesthoudend, grijs

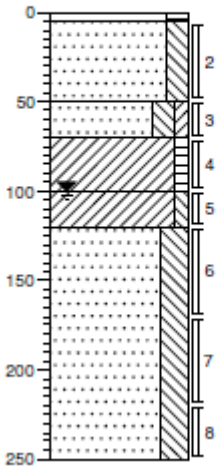
250

Boring: 39



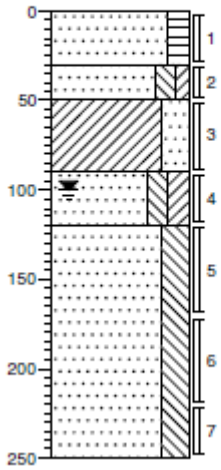
0 braak
Zand, matig fijn, zwak humeus, beigebruin
40
Klei, zwak siltig, sporen roest, grijs
60
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleiig, lichtgrijs
140
Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin
250

Boring: 40



0 braak
5 Zand, matig fijn, matig humeus, donkerbruin
Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs
50
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleiig, zwak roesthoudend, beigegrijs
70
Klei, zwak humeus, sporen slib, bruin
100
Klei, zwak siltig, matig slibhoudend, grijsbruin
120
Zand, matig fijn, sterk siltig, lichtgrijs
250

Boring: 41



0 braak

Zand, matig fijn, matig humeus, donkerbruin

30

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleiig, grijsbeige

50

Klei, sterk zandig, matig roesthoudend, bruingrijs

90

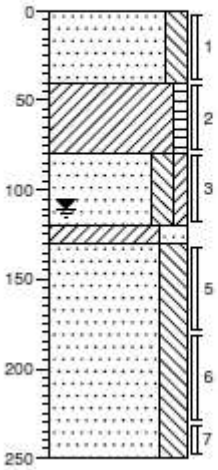
Zand, matig fijn, matig siltig, matig kleiig, matig roesthoudend, grijsbruin

120

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 42



0 braak

Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige

40

Klei, zwak humeus, donkerbruin

80

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleiig, grijsbeige

120

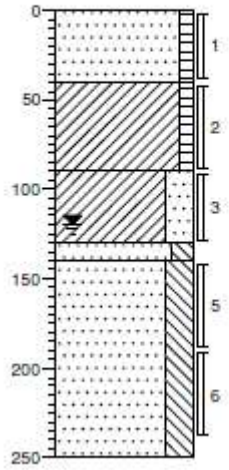
130

Klei, sterk zandig, zwak roesthoudend, grijsbruin

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 43



0 braak

Zand, matig fijn, zwak humeus, bruinbeige

40

Klei, zwak humeus, sporen slib, bruin

90

Klei, sterk zandig, matig roesthoudend, grijsbruin

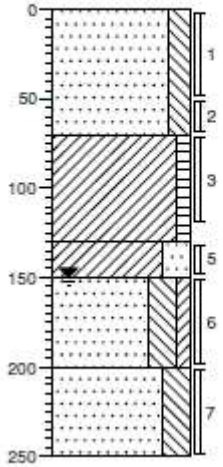
130

140 Zand, matig fijn, matig siltig, bruin

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 44



0 braak

Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige

70

Klei, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin

130

150 Klei, sterk zandig, matig roesthoudend, grijsbeige

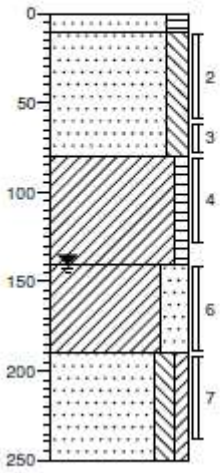
Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak kleiig, grijs

200

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 45



0 braak

10 Zand, matig fijn, matig humeus, zwak houthoudend, donkerbruin

Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige

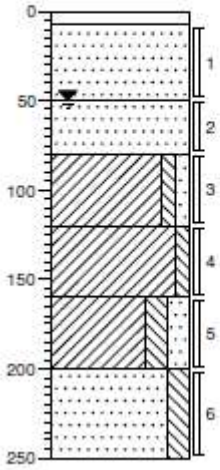
80 Klei, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin

140 Klei, sterk zandig, zwak roesthoudend, grijsbeige

190 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleiïg, grijs

250

Boring: 46



0 klinker

8 Zand, matig fijn, beige

50 Zand, matig fijn, grijs

80 Klei, zwak siltig, zwak zandig, grijs

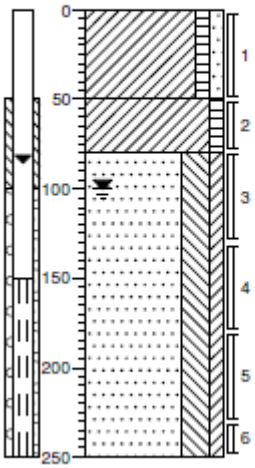
120 Klei, zwak siltig, sterk slibhoudend, donkergrijs

160 Klei, matig siltig, matig zandig, grijs

200 Zand, zeer fijn, matig siltig, grijs, weinig monster

250

Boring: 59



0 berm

Klei, zwak humeus, zwak zandig, bruin

50

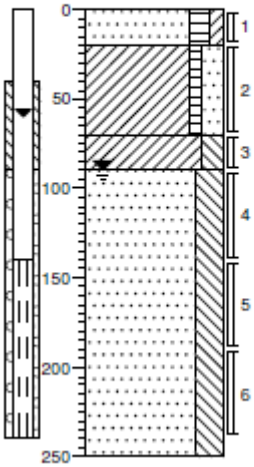
Klei, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin

80

Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak kleiig

250

Boring: 61



0 berm

20 Zand, matig fijn, matig humeus, zwak kleiig, bruin

Klei, zwak humeus, matig zandig, bruin

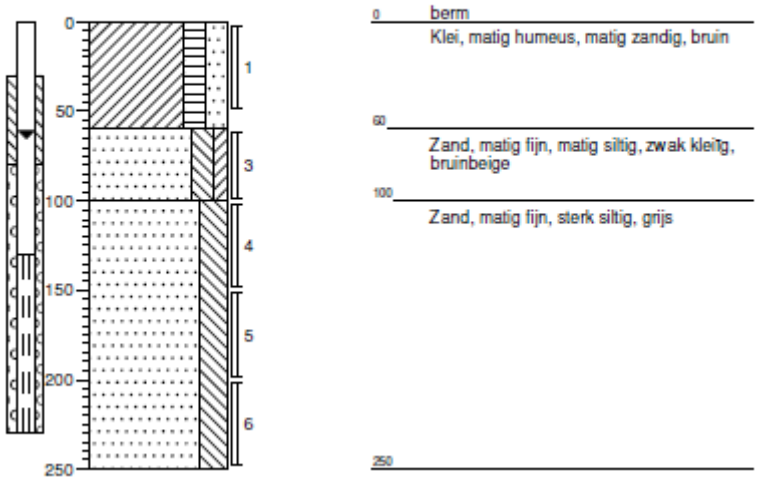
70

90 Klei, matig siltig, grijs

Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs

250

Boring: 66



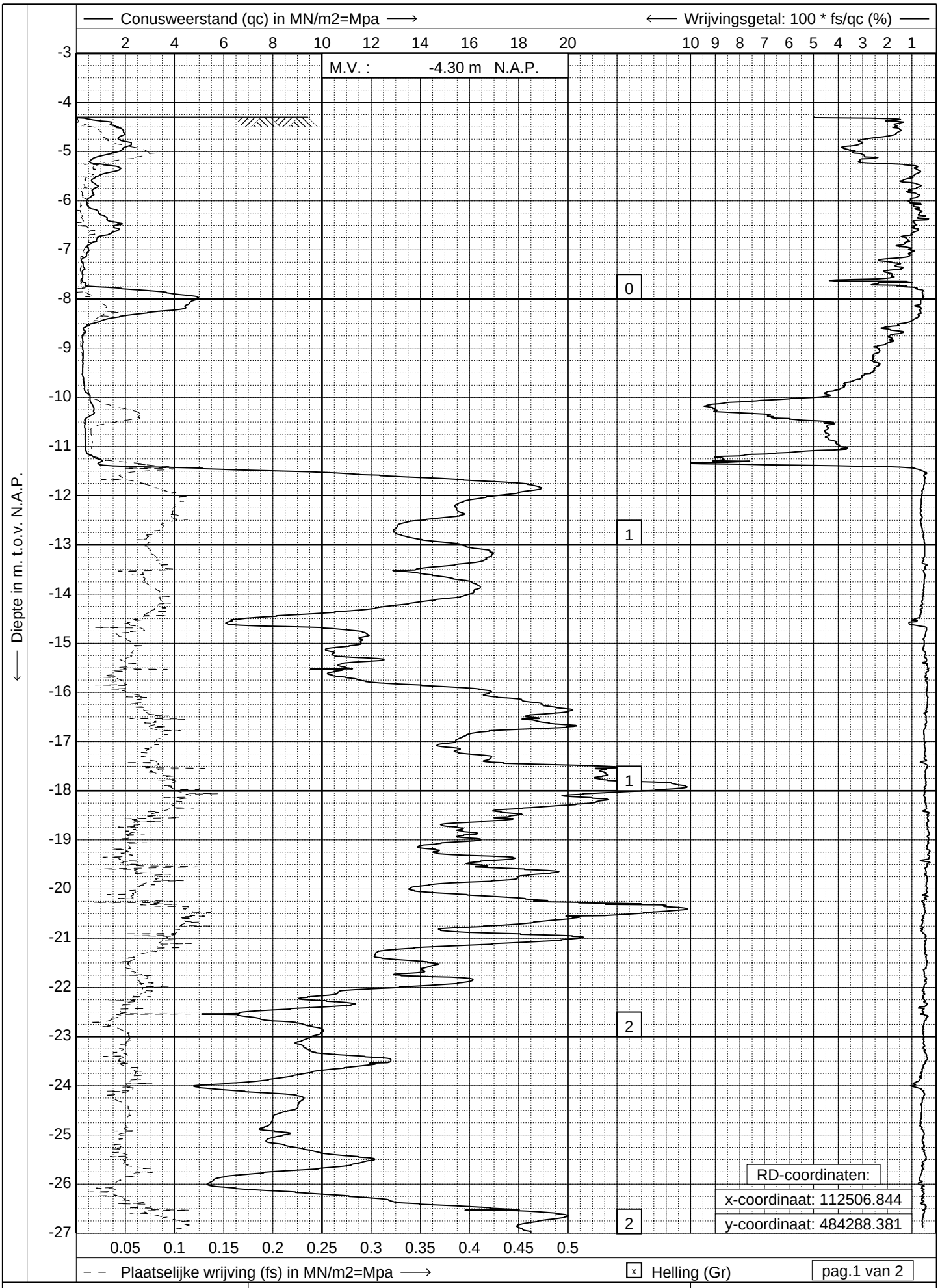
Dieper profiel opgesteld middels sondering:

4.2 Bodemopbouw

Aan de hand van het geotechnisch onderzoek is de lokale bodemgesteldheid bepaald en is een globale schematisatie opgesteld zoals weergegeven in de onderstaande tabel.

tabel 3 Globale bodemgesteldheid (sondering SW07)

Bovenkant laag m t.o.v. NAP	Omschrijving
-4,30	Zand, kleiig, toplaag, uitgedroogd
-5,20	Klei, sterk zandig, vast
-6,20	Zand, sterk kleiig
-7,00	Klei, zandig, slap
-7,80	Zand, los
-8,50	Klei, siltig, slap
-9,80	Veen, matig
-10,70	Klei, schoon, matig
-11,00	Basis veen
-11,30	Zand, vast (Pleistoceen)



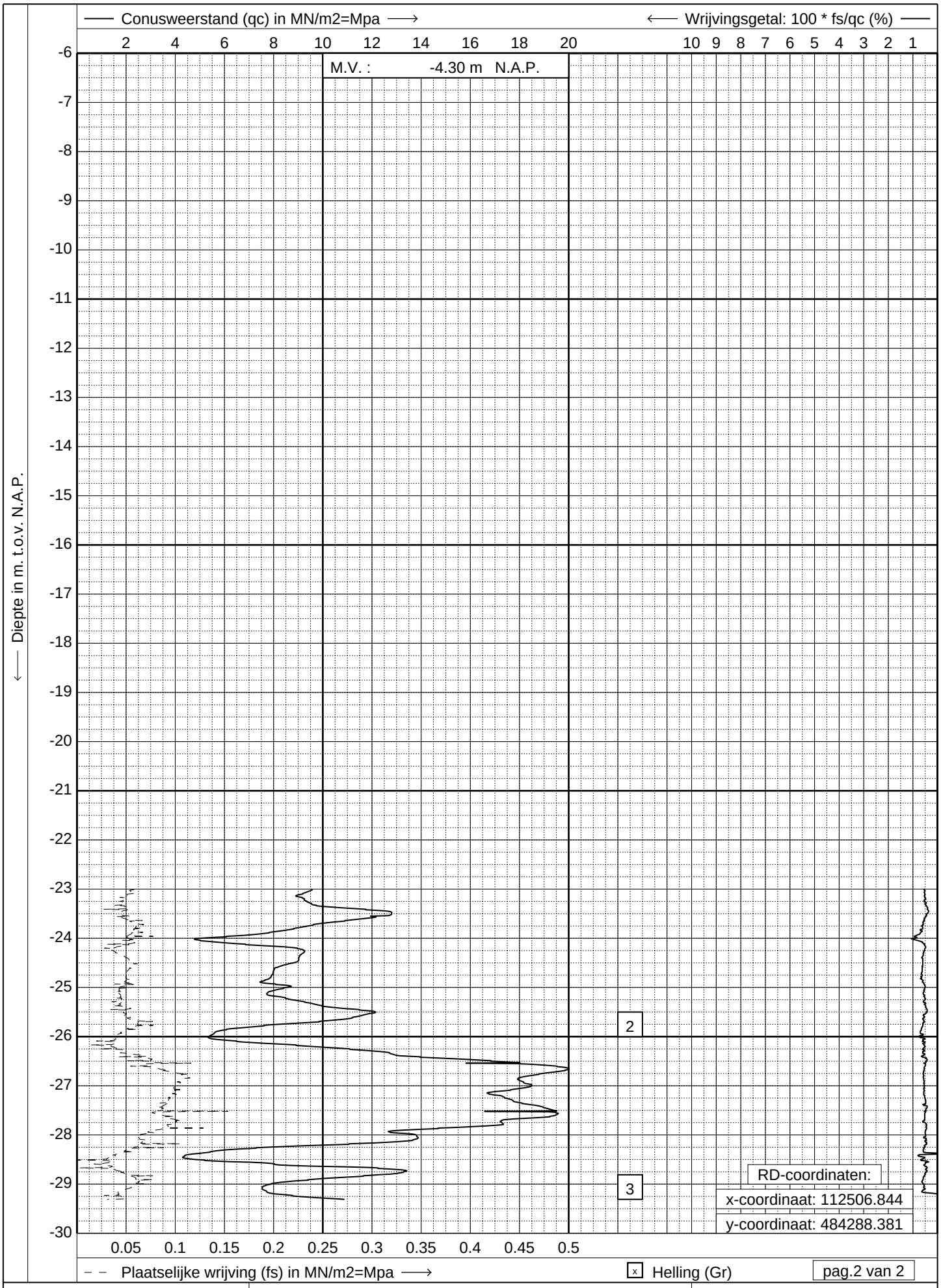
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Geotechnisch onderzoek**

Locatie : **Quatrebras te Badhoevedorp**

Datum	:	**05-09-2018**
Conus	:	**S15-CFI.1691**
Opdracht	:	**GA180717**
Sondering	:	**07**



pag.2 van 2

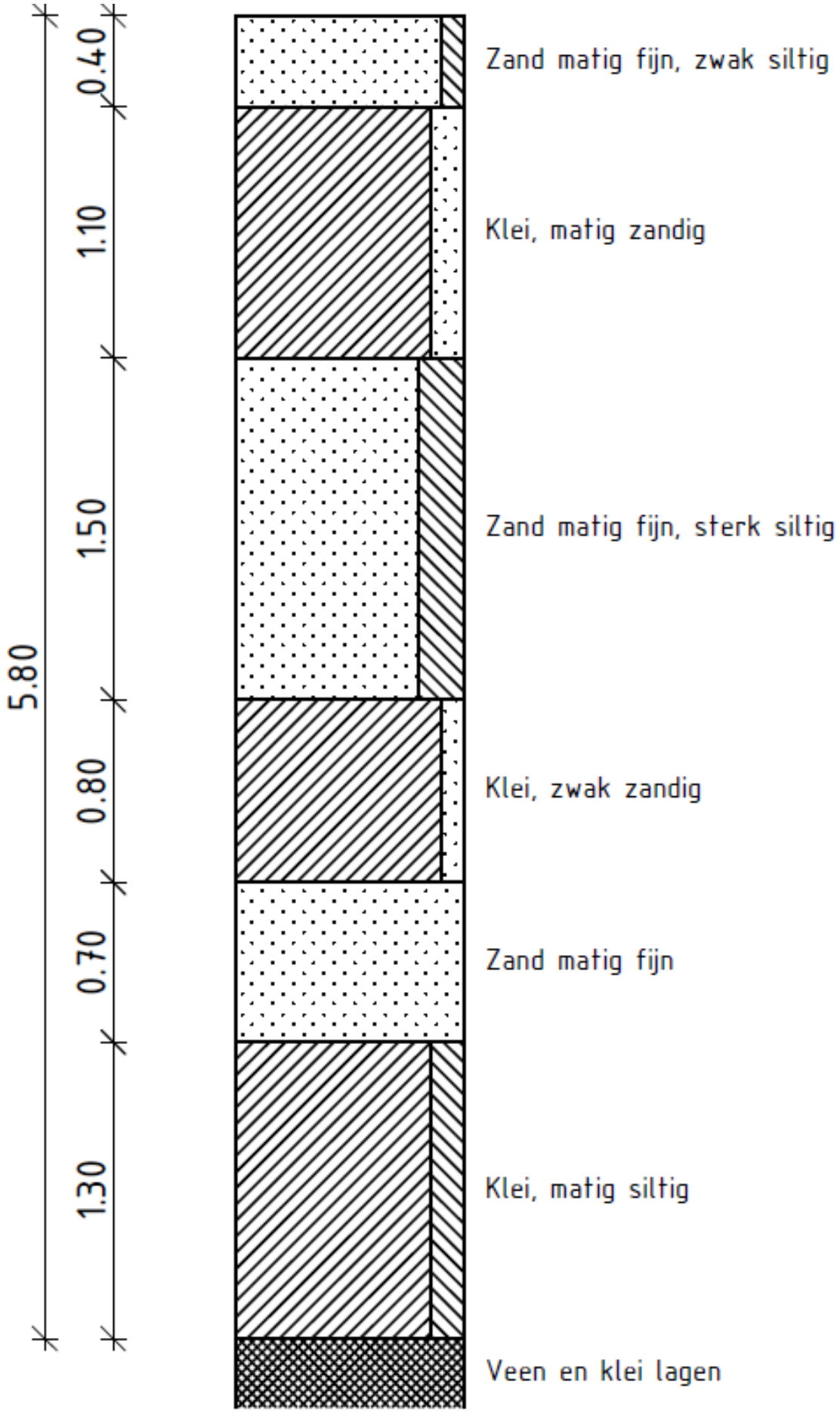
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Geotechnisch onderzoek**

Locatie : **Quatrebras te Badhoevedorp**

Datum	:	**05-09-2018**
Conus	:	**S15-CFI.1691**
Opdracht	:	**GA180717**
Sondering	:	**07**

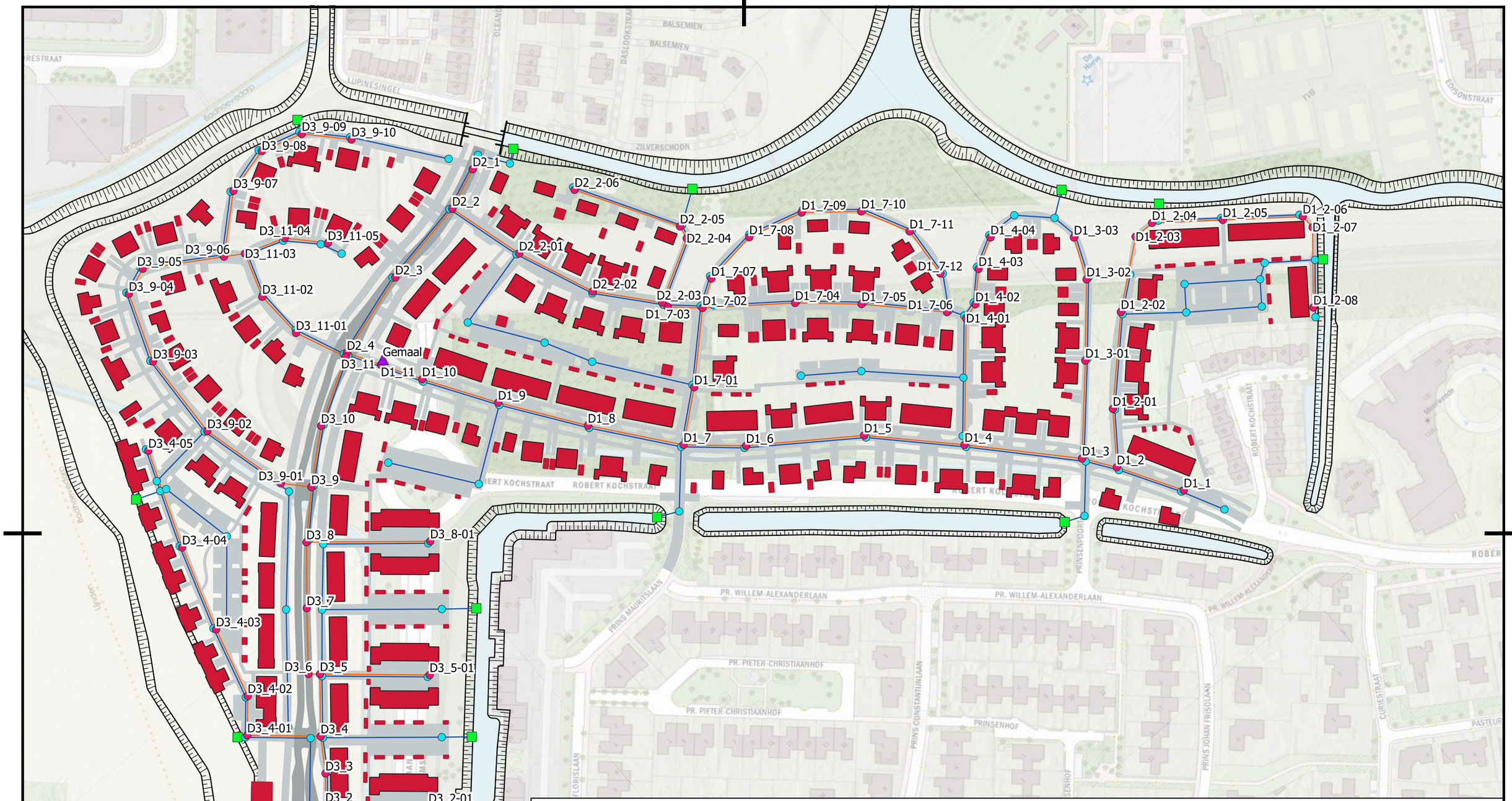

0.40
1.10
1.50
0.80
0.70
1.30
5.80
Zand matig fijn, zwak siltig
Klei, matig zandig
Zand matig fijn, sterk siltig
Klei, zwak zandig
Zand matig fijn
Klei, matig siltig
Veen en klei lagen

Bijlage III

Toetsing DWA-ontwerp

Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Kaart schetsontwerp DWA
- Kaart ontwerp DWA (3 bladen)
- Berekening pompcapaciteit
- Kaart toetsing vullingsgraad (3 bladen)



LEGENDA

- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verharding gesloten
- Verharding open
- DWA strengen
- HWA strengen

DWA putten
- gemaal
- Inspectieput

HWA putten
- Uitstroom
- Inspectieput

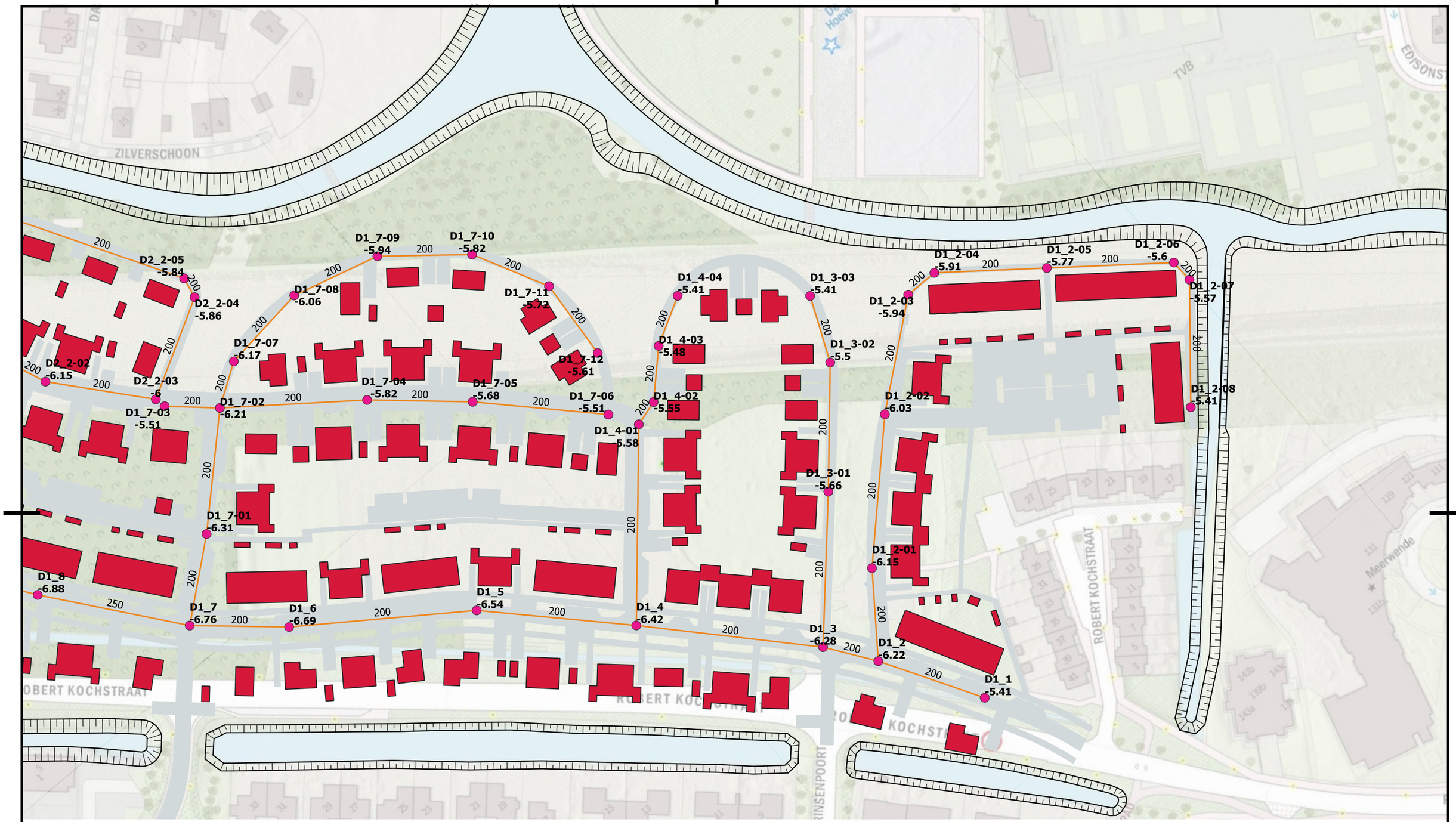
N

Schetsontwerp riolering Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 1
Datum: 01-04-2020
Versie: C0 - 1e Concept

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

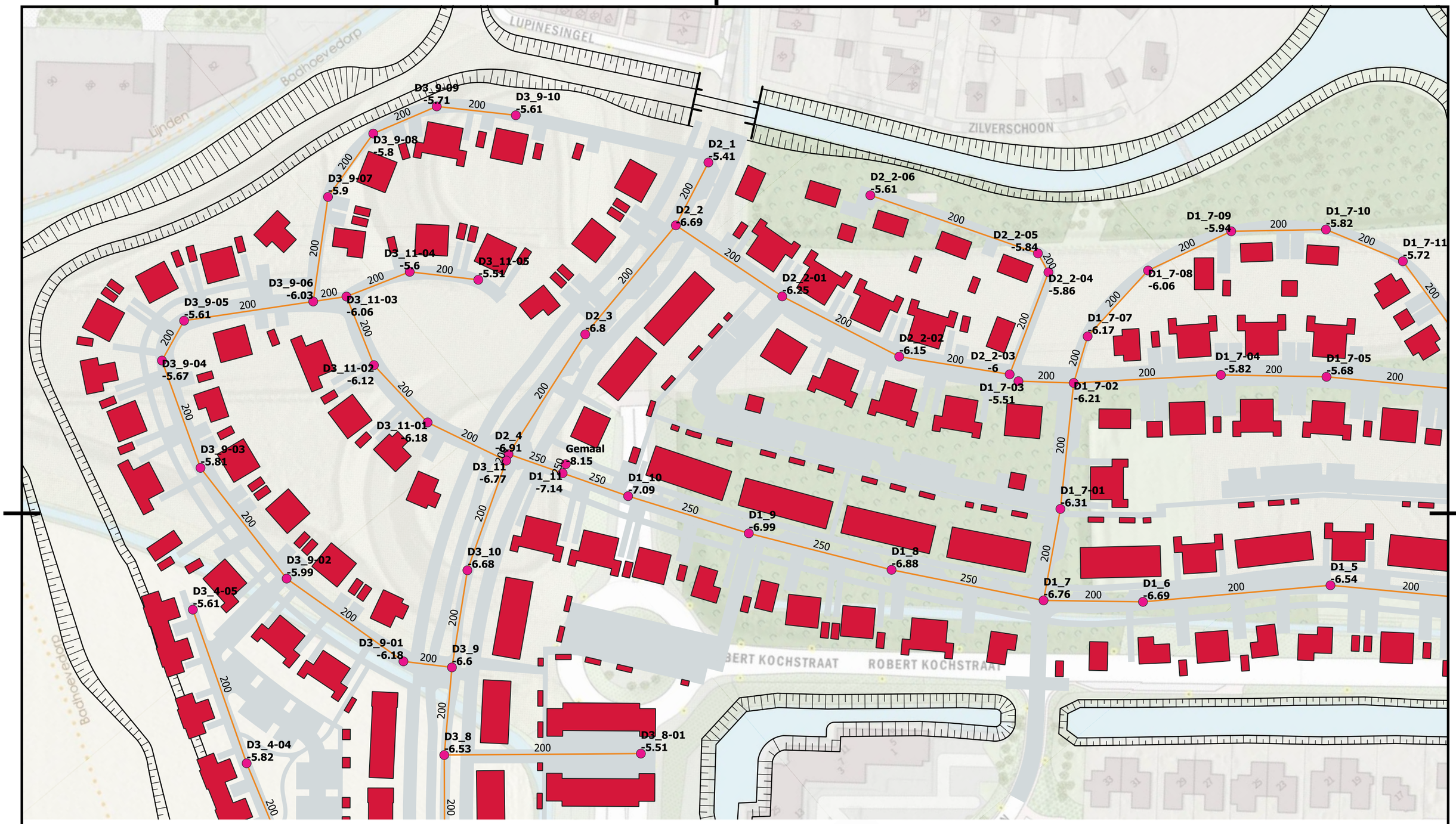
N

Ontwerp DWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

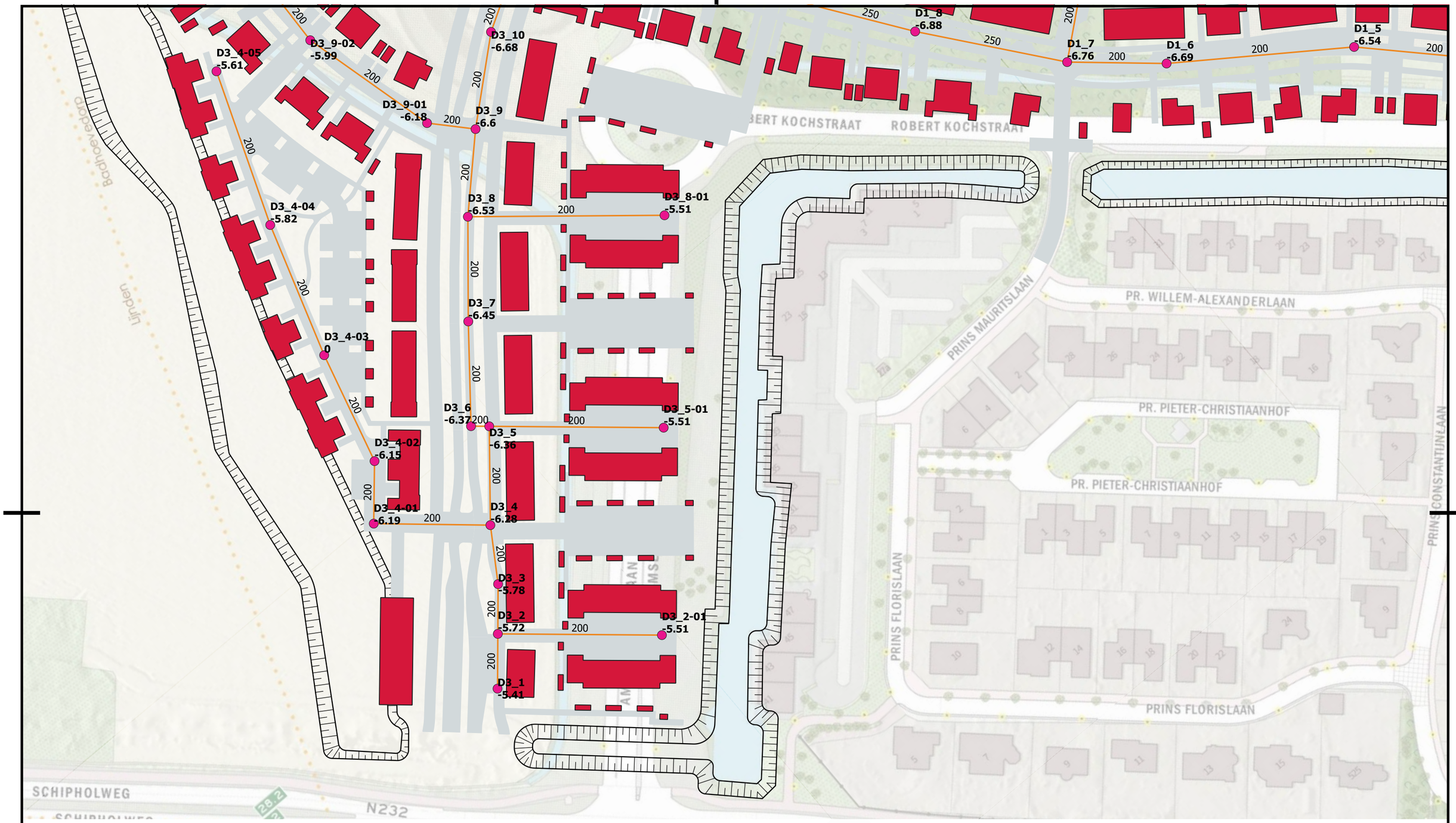
N

Ontwerp DWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 2 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

N

Ontwerp DWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 3 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup

Memo

OmniformGroup

Alblasserdam, 8 juni 2020

Memo	Berekening pompcapaciteit rioolgemaal
Ons kenmerk	Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras
Projectnummer	nvt

Uitgangspunten

- Inloop gemaal -7,15 m NAP;
- Piekbelasting 12L / persoon / uur
- Gemiddelde woningbelasting 2,5 persoon;
- Afvoer van 431 wooneenheden;
- Maximaal 10 schakelingen per uur;

Droog weer aanvoer

2,5 * 12 * 431 / 1000 = 12,93 m^3 / uur

Schakelberging

- Betonput inwendig 1.800 x 1.800 mm;
- Inslagpeil -7,35 m NAP;
- Uitslagpeil -7,65 m NAP;

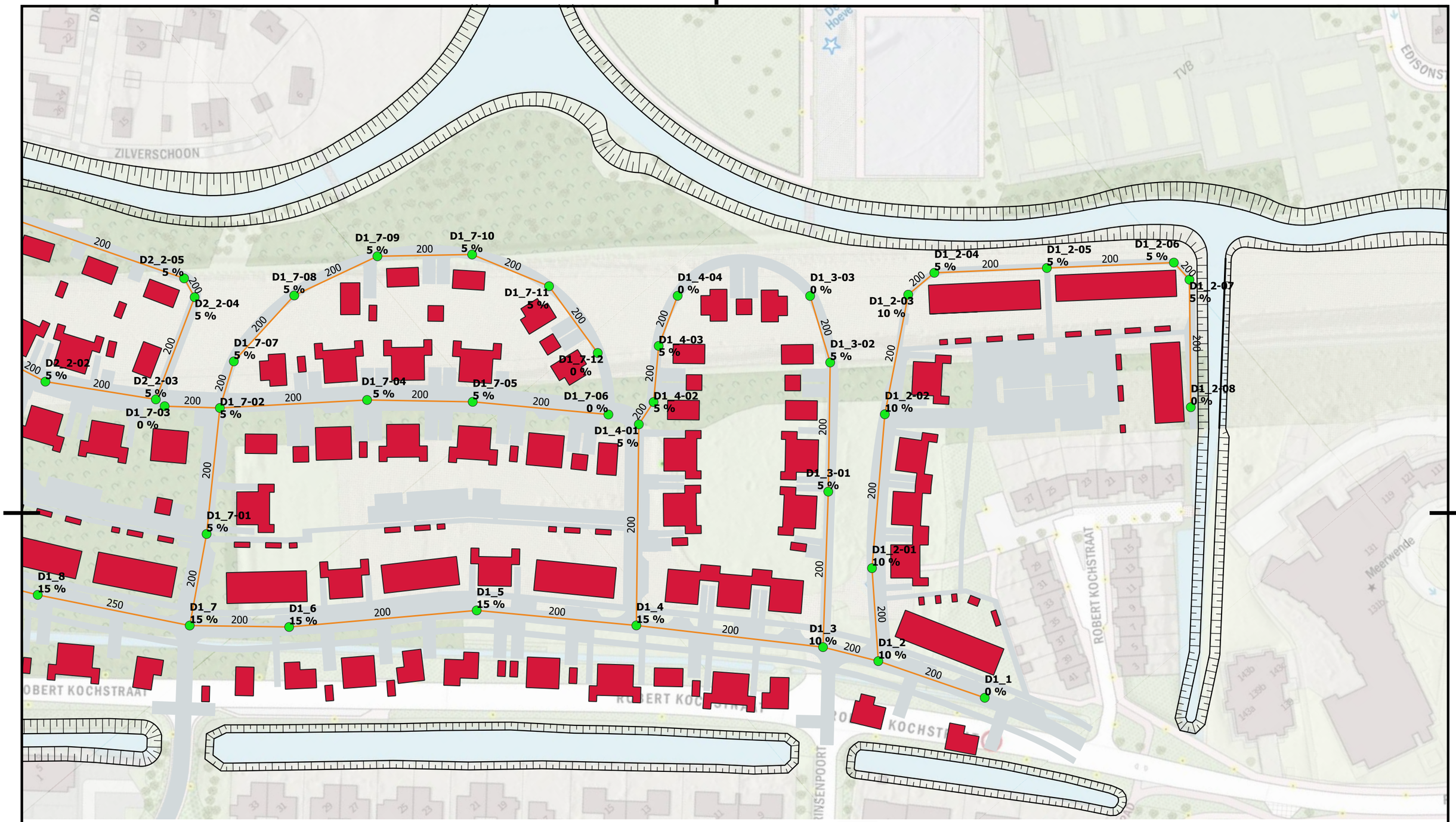
0,3 x 1,8 x 1,8 = 0,972 m^3

Pompcapaciteit

$$Q_{DWA} = \left(\frac{V}{T_l}\right) + DWA$$

Tabel 1: Berekening pompcapaciteit

Onderdeel		Berekening		Uitkomst / waarde
DWA	Droog weer aanvoer	Totale vuilwaterproductie per uur (piek)	(2,5 x 12 x 431) / 1000	12,93 m^3 / uur
V	Schakelberging	Opp gemaalkelder x hoogteverschil in- en uitslagpeil	0,3 x 1,8 x 1,8	0,972 m^3
T_l	Ledigingstijd			0,0667 uur = 4 min
Q_{DWA}	Pompcapaciteit DWA	$\left(\frac{V}{Tl}\right) + DWA$	$\left(\frac{0,972}{0,0667}\right) + 12,93$	**27,51 m^3 / uur**
T_v	Vollooptijd	V / DWA	0,972 / 12,93	0,075 uur = 4,5 min
T_c	Cyclustijd	$T_v + T_l$	0,075 + 0,0667	0,142 uur = 8,5 min
	Aantal cycli per uur	1 / T_c	1 / 0,142	**7,05 schakelingen / uur**



LEGENDA

Putten - vullingsgraad

- 0 - 25 %
- 25 - 50 %
- 50 - 100 %
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen

- Bebouwing
- Verhardingen

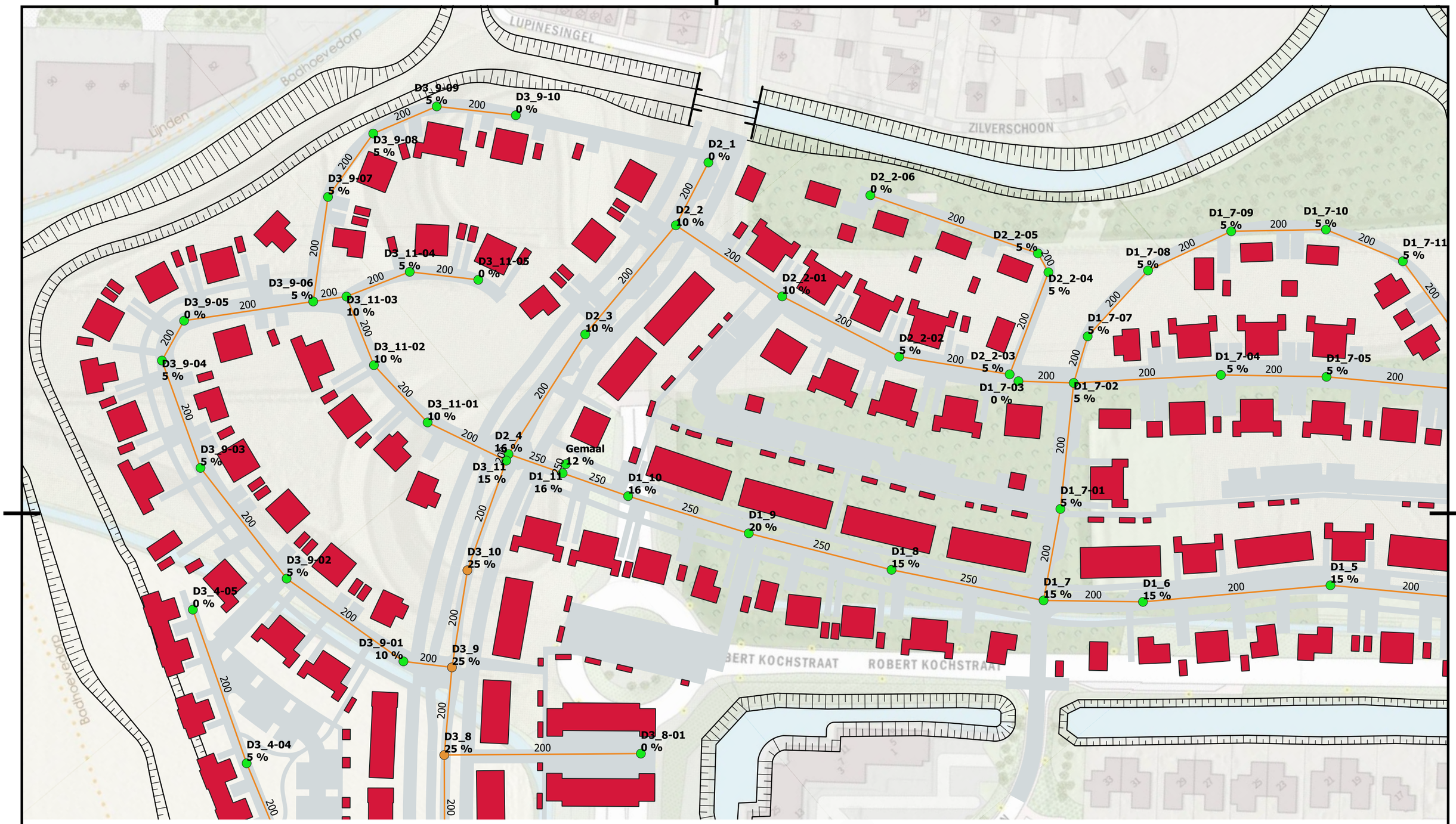
N

Toetsing DWA riool - Vullingsgraad
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - vullingsgraad

- 0 - 25 %
- 25 - 50 %
- 50 - 100 %
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen

- Bebouwing
- Verhardingen

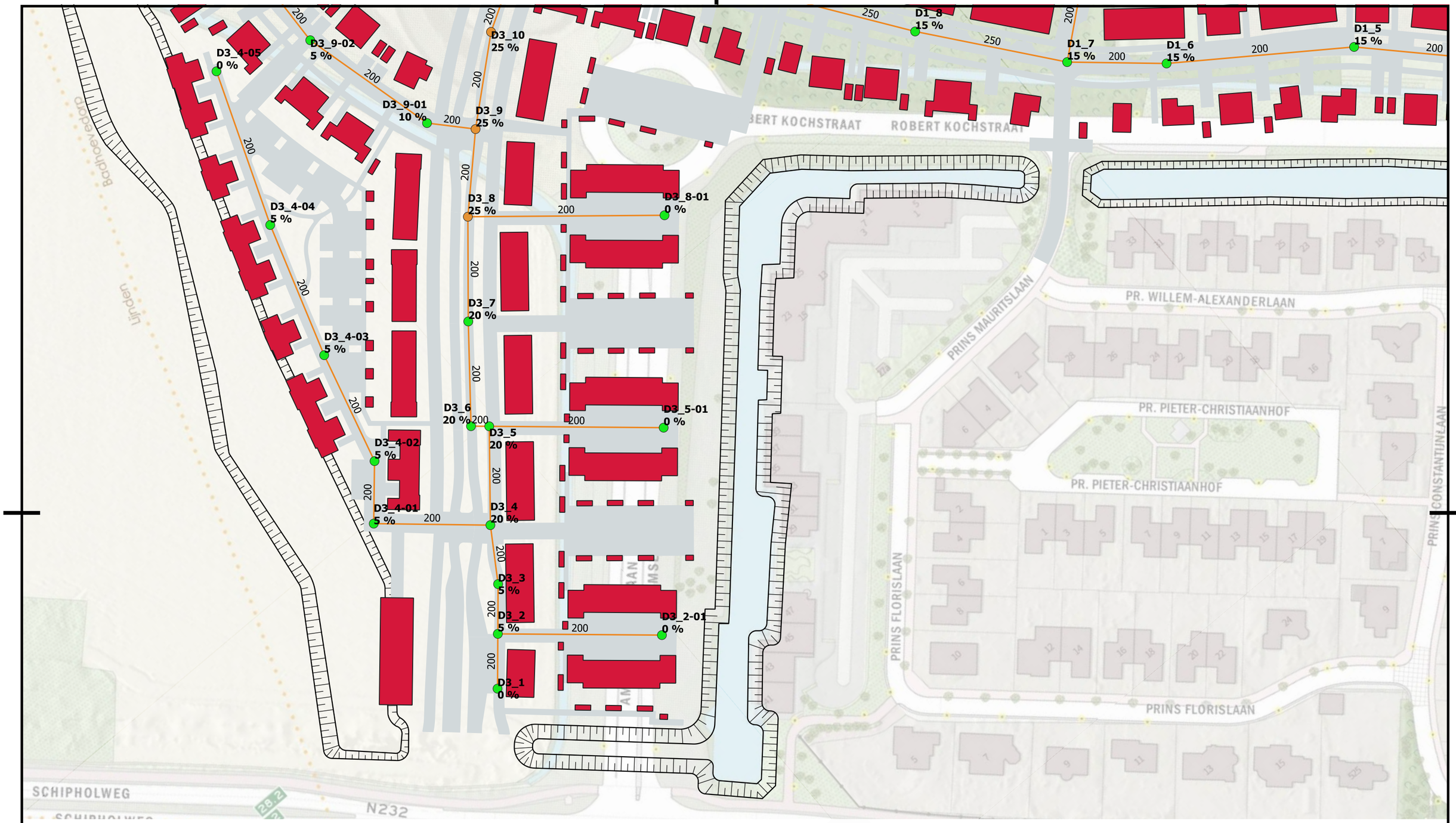
N

Toetsing DWA riool - Vullingsgraad
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 2 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - vullingsgraad
- 0 - 25 %
- 25 - 50 %
- 50 - 100 %

Strengen met diameter (mm)

Toekomstige watergangen

Bebouwing

Verhardingen

N

Toetsing DWA riool - Vullingsgraad
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 3 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

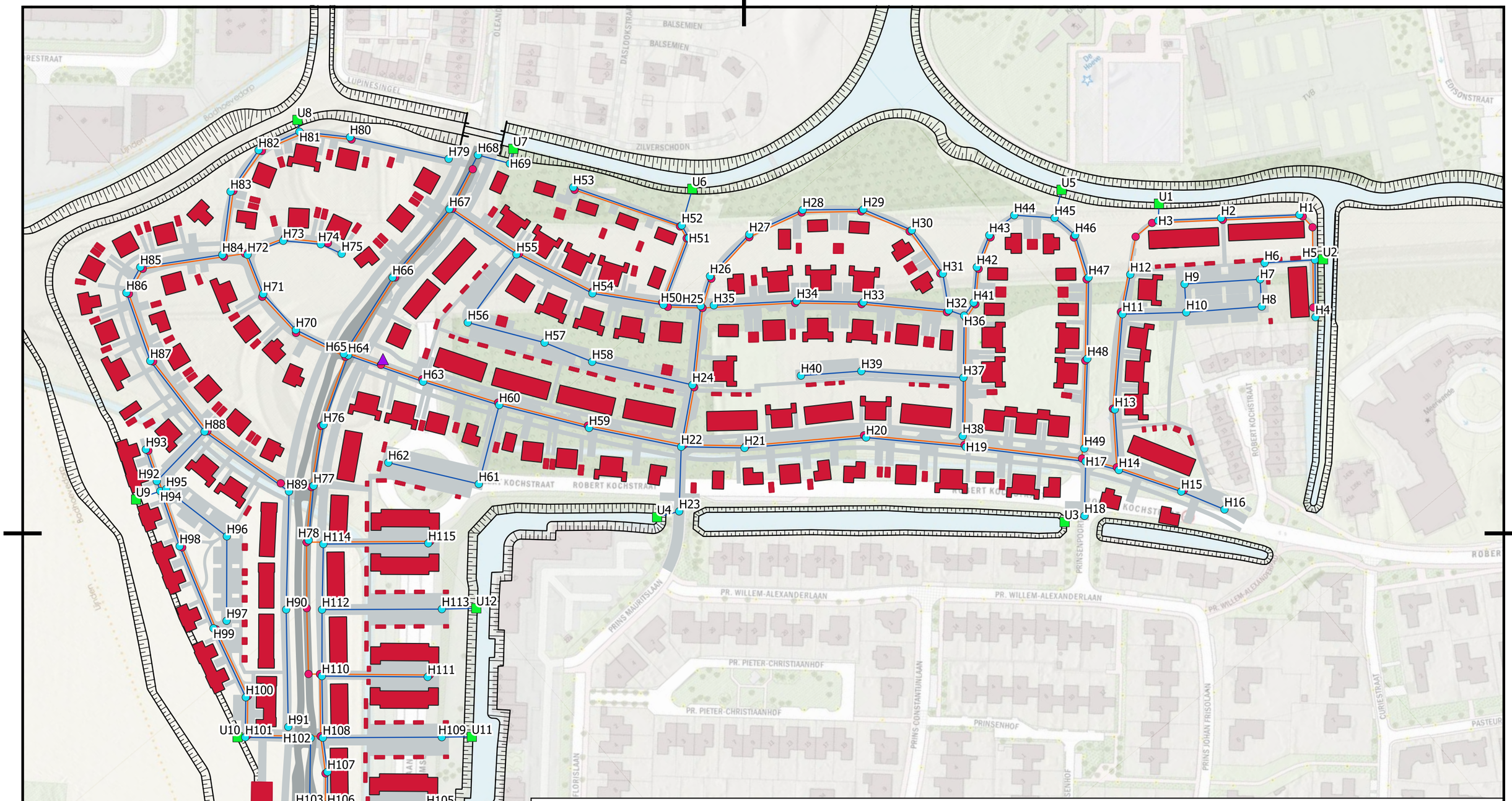
OmniformGroup

Bijlage IV

Toetsing DT-Ontwerp

Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Kaart schetsontwerp DT
- Kaart ontwerp DT (3 bladen)
- Kaart toetsing ontwerpintensiteit 70l/s/ha (3 bladen)
- Kaart toetsing Bui 09 (3 bladen)
- Kaart vergroting DT-stelsel (resultaat gevoeligheidsanalyse)



LEGENDA

- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verharding gesloten
- Verharding open
- DWA strengen
- HWA strengen

DWA putten
- gemaal
- Inspectieput

HWA putten
- Uitstroom
- Inspectieput

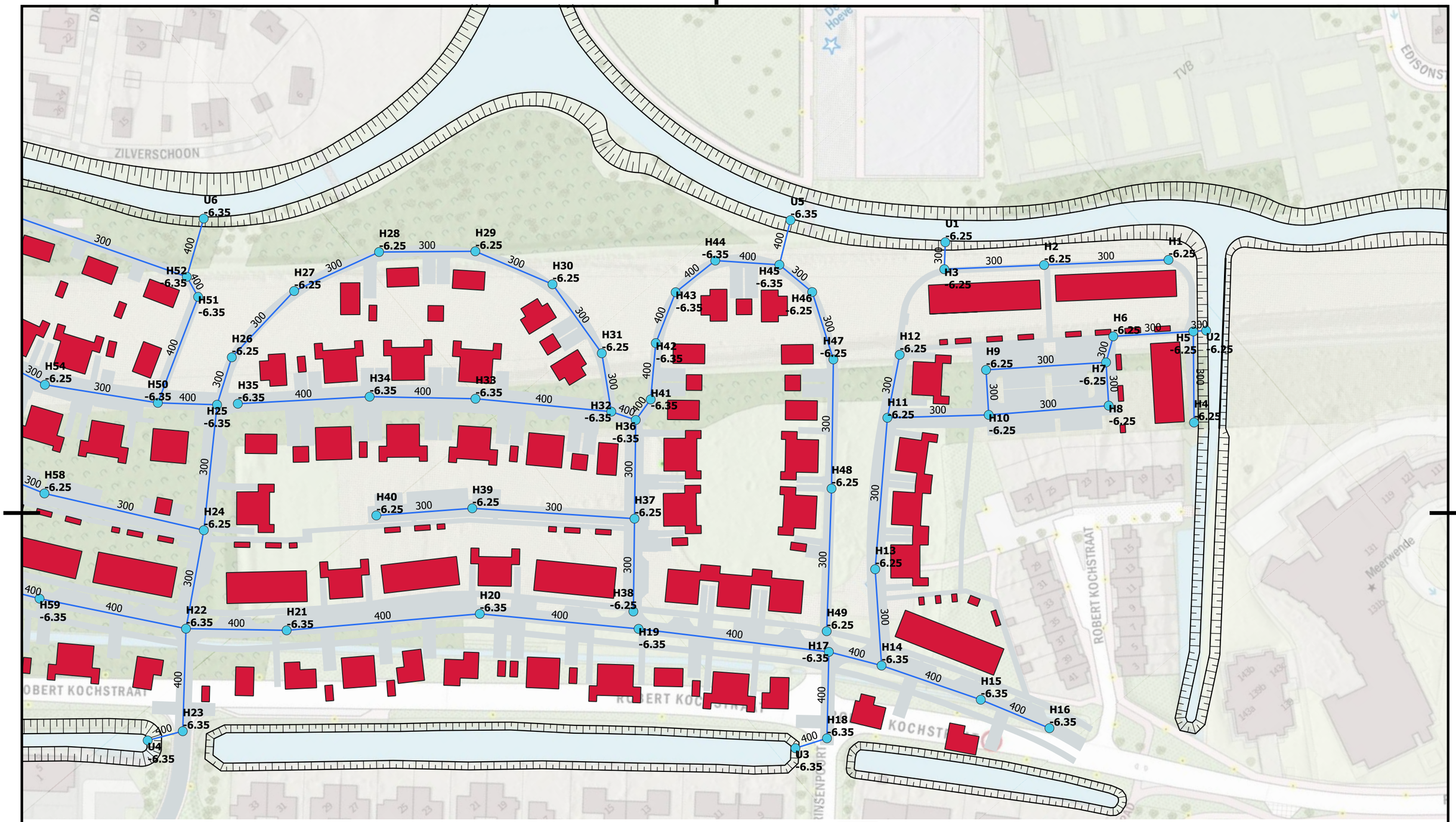
N

Schetsontwerp riolering Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 1
Datum: 01-04-2020
Versie: C0 - 1e Concept

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

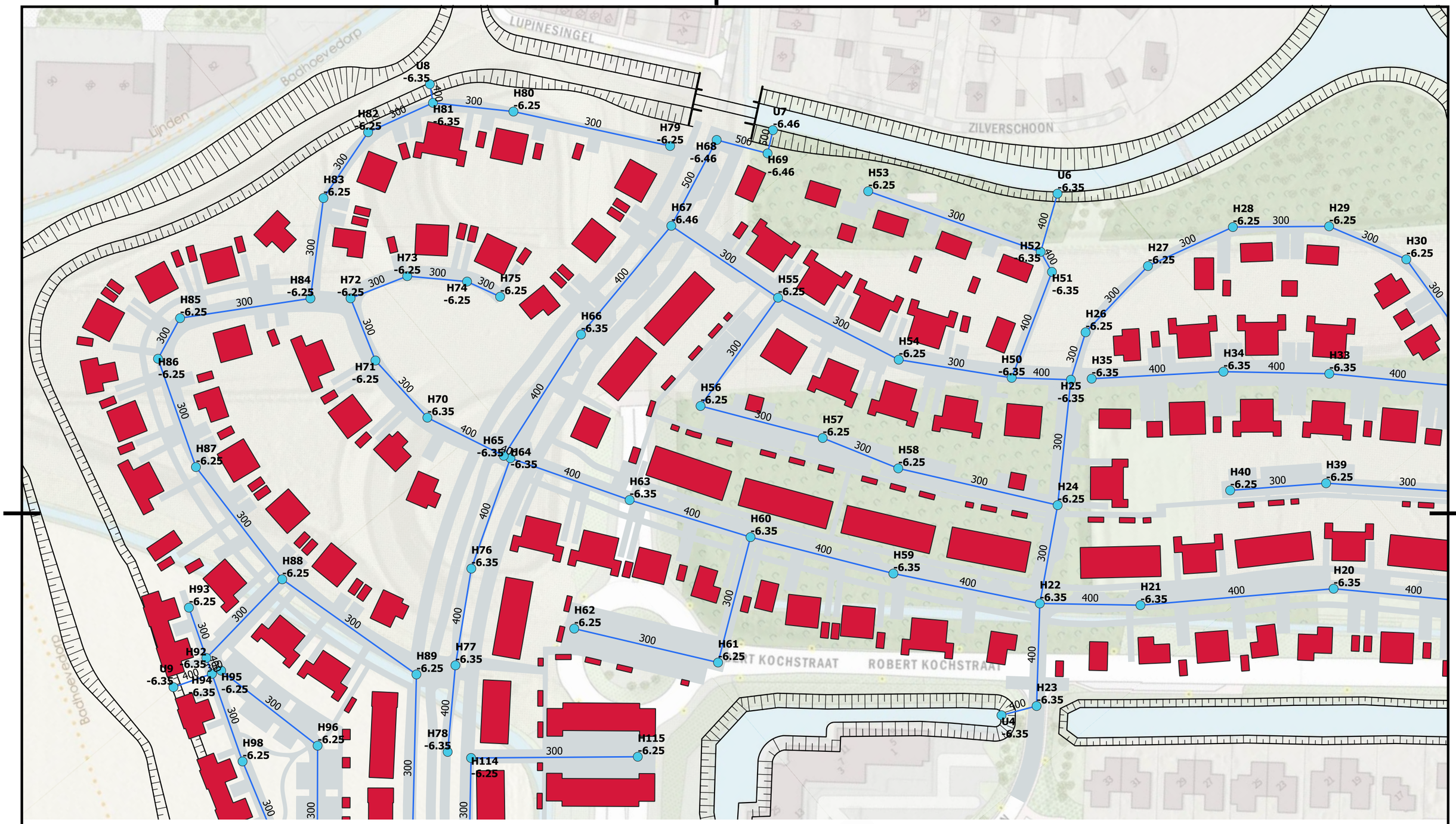
N

Ontwerp HWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

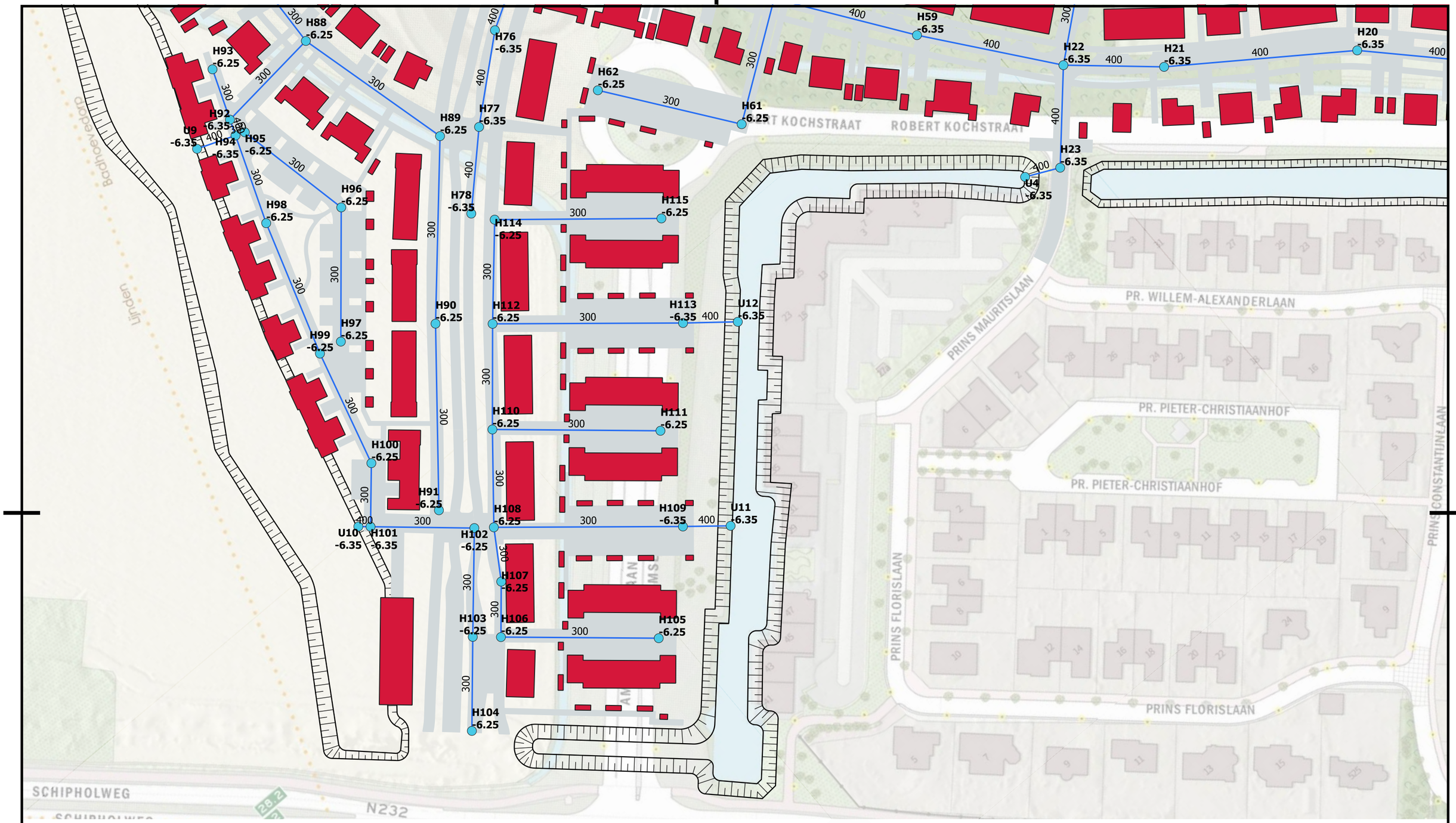
N

Ontwerp HWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 2 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Putten met bob (m NAP)
- Strengen met diameter (mm)
- Toekomstige watergangen
- Bebouwing
- Verhardingen

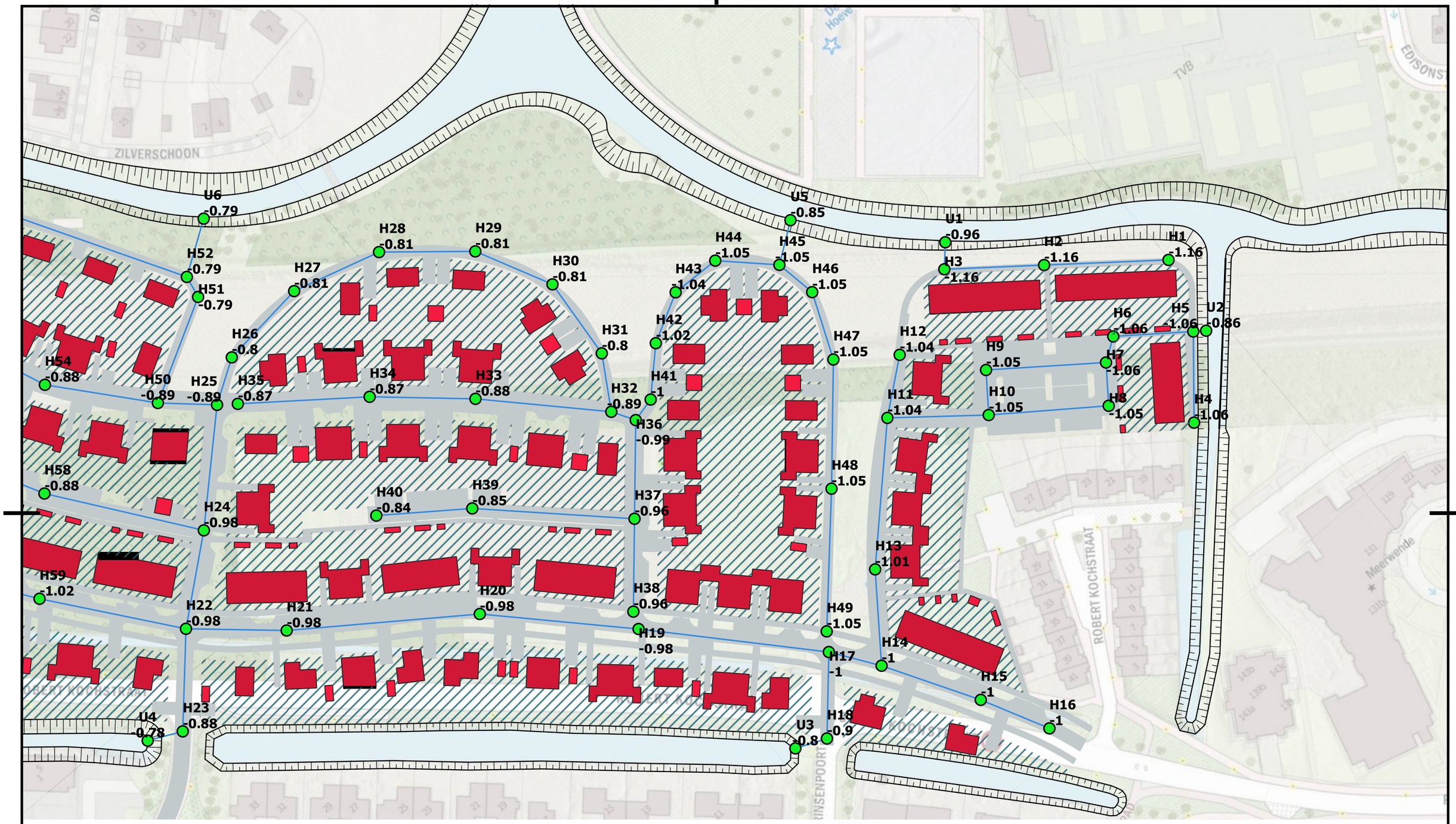
N

Ontwerp HWA riool
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 3 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking

- Waking groter dan 0,40
- Waking tussen 0,30 en 0,40
- Waking kleiner dan 0,30
- Strengen
- Toekomstige watergangen

- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open
- Oppervlakte percelen

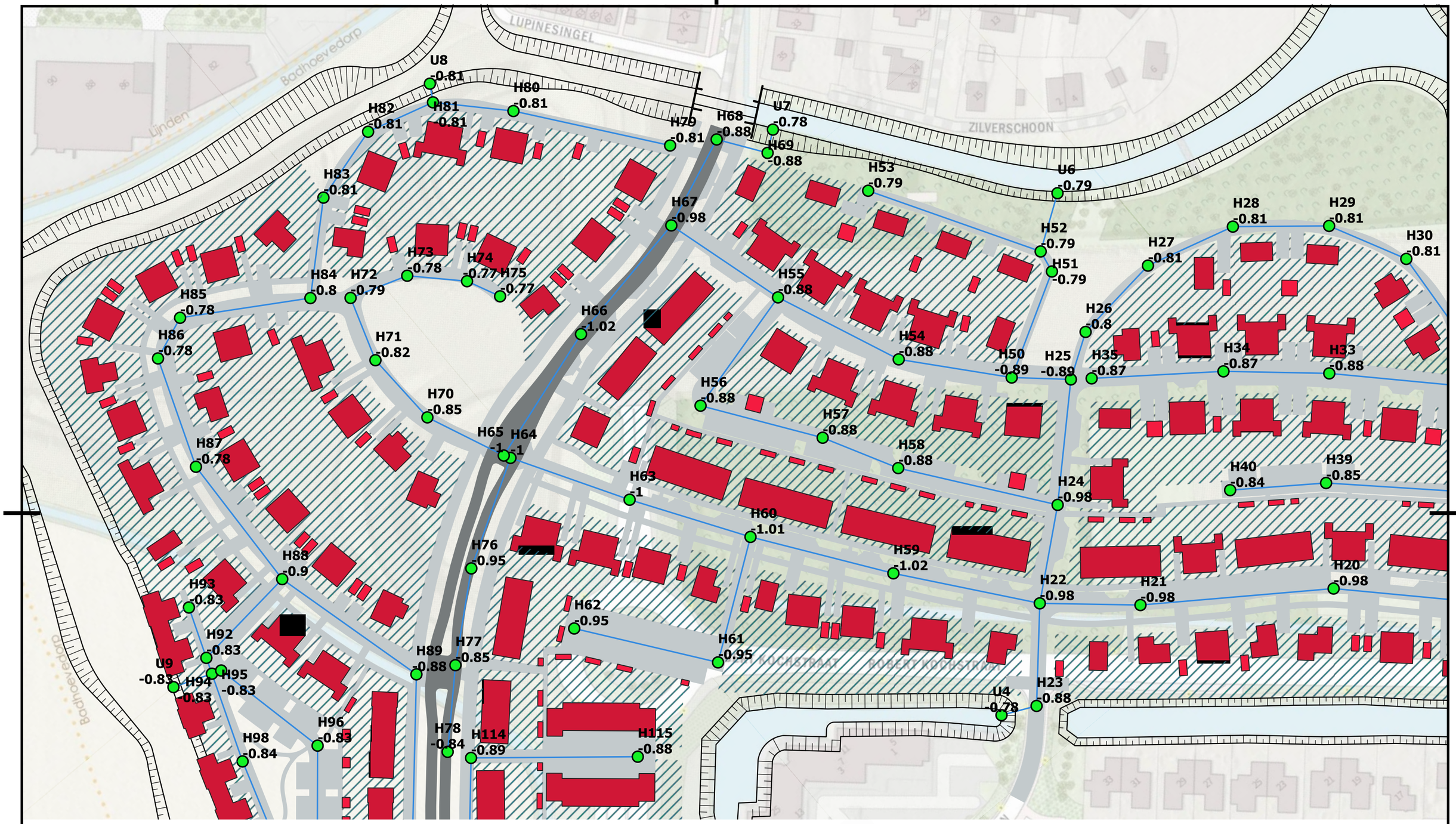
N

Toetsing HWA riool - Waking
Ontwerpintensiteit 70L/s/ha
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking

- Waking groter dan 0,40
- Waking tussen 0,30 en 0,40
- Waking kleiner dan 0,30
- Strengen
- Toekomstige watergangen

- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open
- Oppervlakte percelen

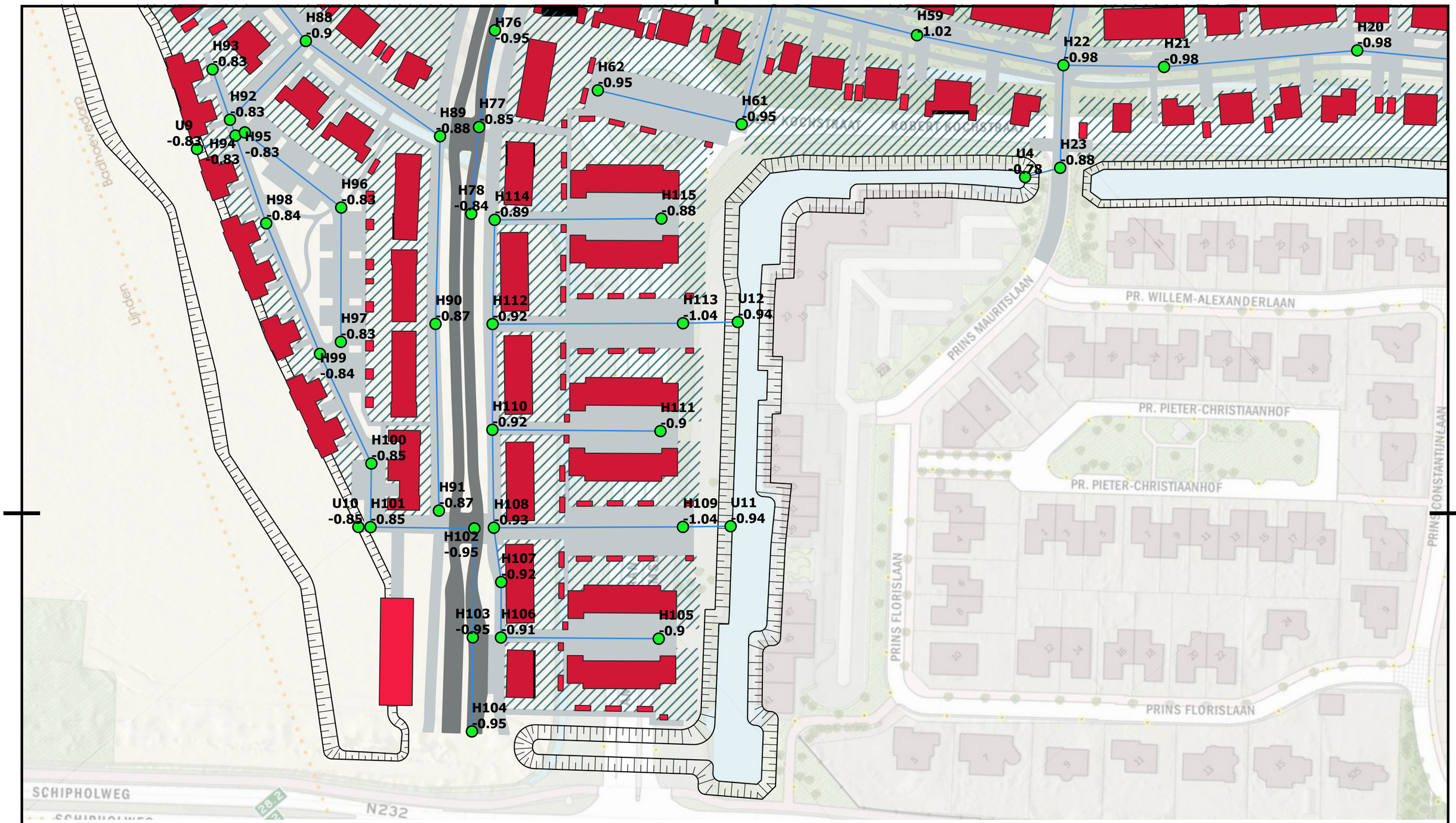
N

Toetsing HWA riool - Waking
Ontwerpintensiteit 70L/s/ha
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 2 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking

- Waking groter dan 0,40
- Waking tussen 0,30 en 0,40
- Waking kleiner dan 0,30
- Strengen
- Toekomstige watergangen

- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open
- Oppervlakte percelen

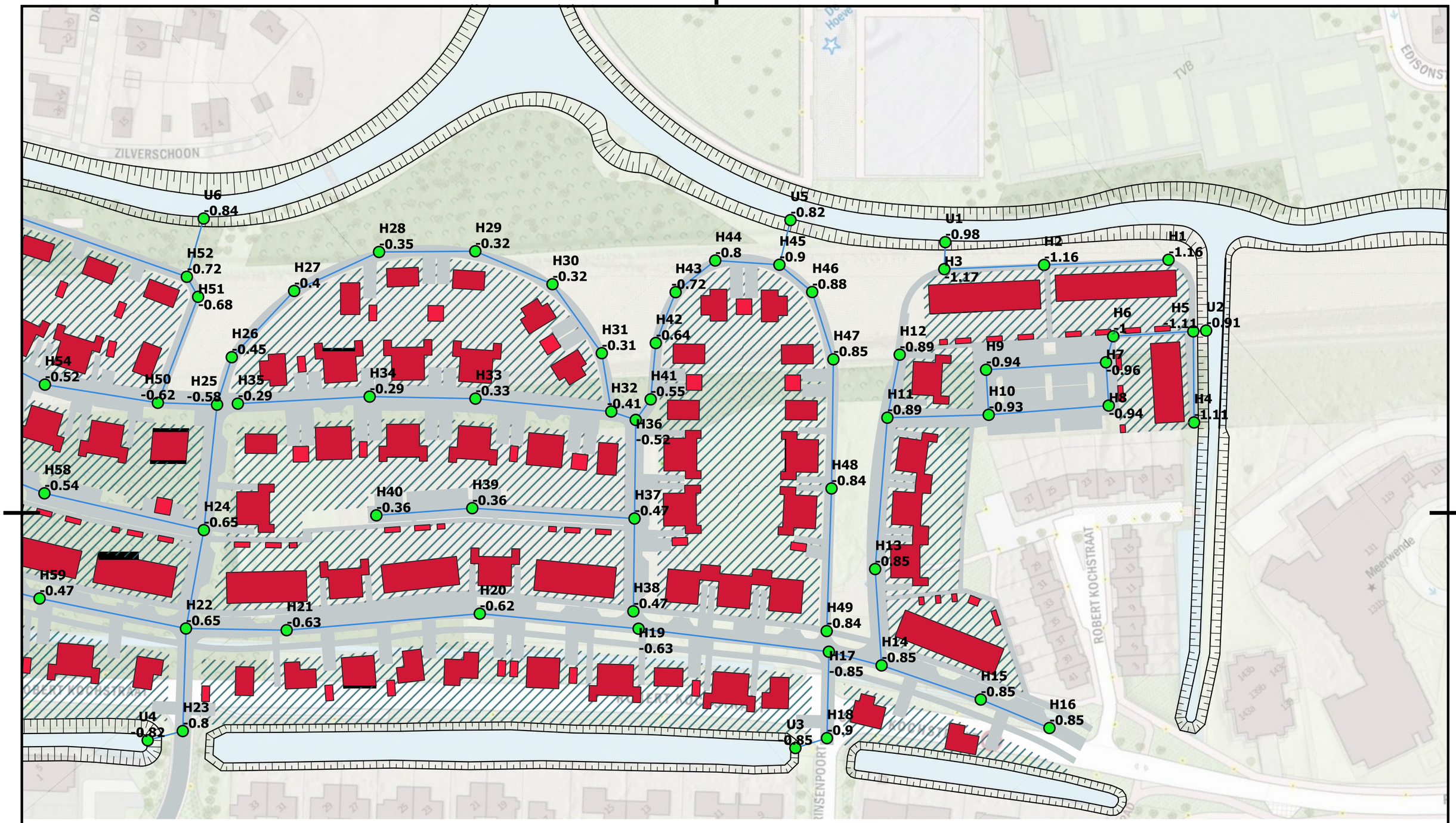
N

Toetsing HWA riool - Waking
Ontwerpintensiteit 70L/s/ha
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 3 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking

- Waking groter dan 0,10
- Waking tussen 0,00 en 0,10
- Water op straat
- Strengen
- Toekomstige watergangen

- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open
- Oppervlakte percelen

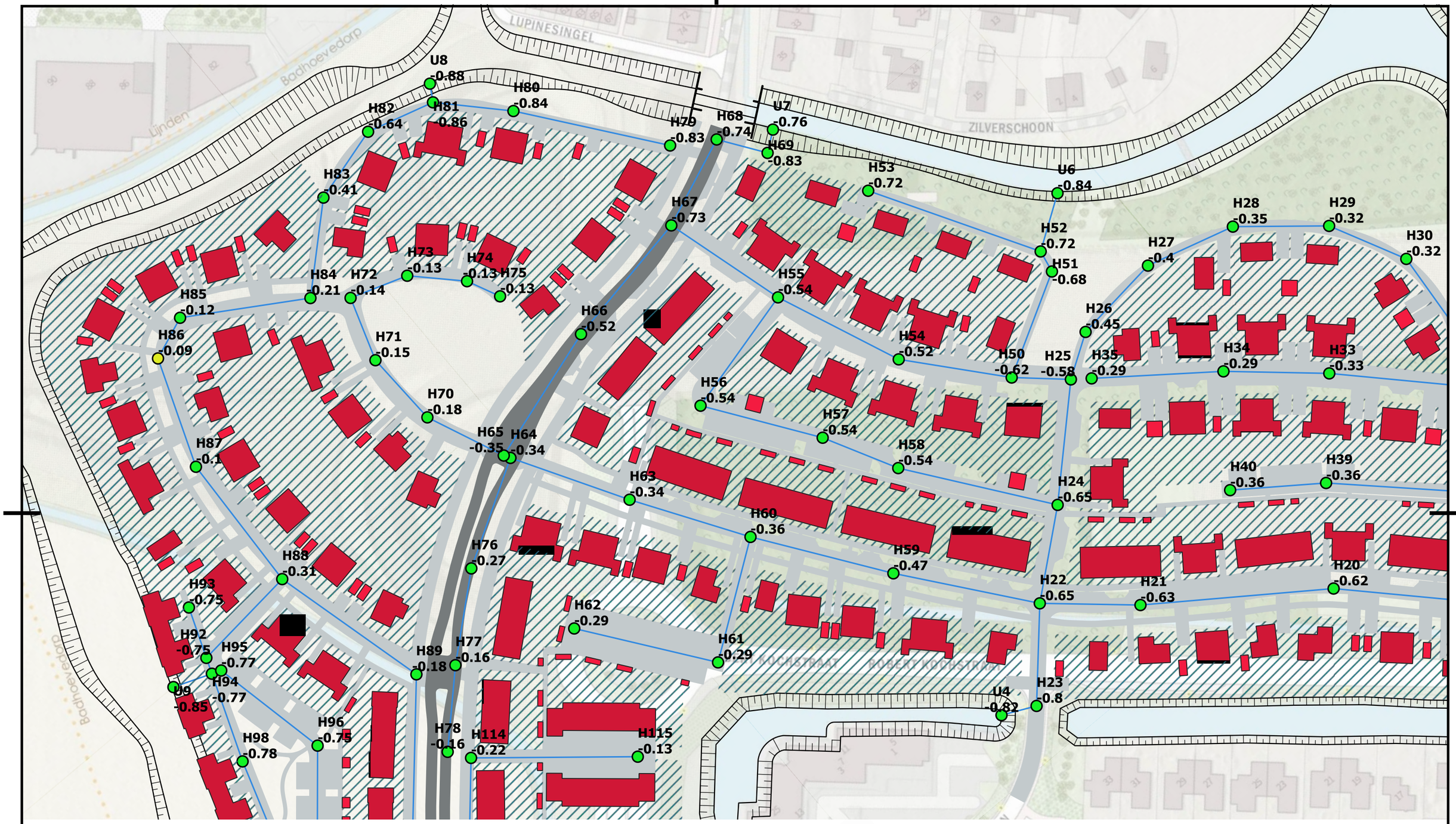
N

Toetsing HWA riool - Bui 09
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking

- Waking groter dan 0,10
- Waking tussen 0,00 en 0,10
- Water op straat
- Strengen
- Toekomstige watergangen

- Daken hellend
- Daken vlak
- Verharding gesloten
- Verharding open
- Oppervlakte percelen

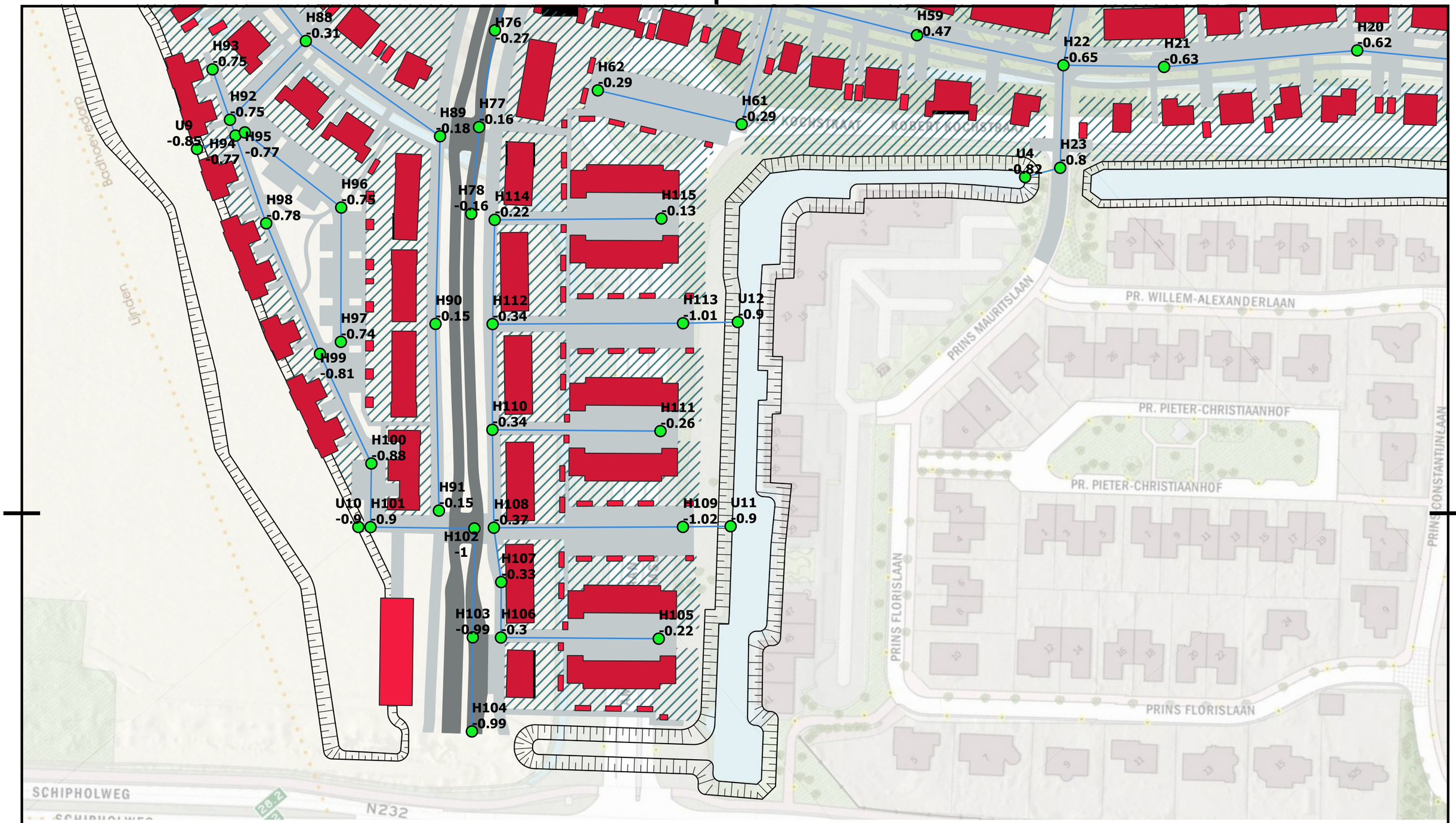
N

Toetsing HWA riool - Bui 09
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 2 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

Putten - waking
- Waking groter dan 0,10
- Waking tussen 0,00 en 0,10
- Water op straat

Strengen

Toekomstige watergangen

Daken hellend

Daken vlak

Verharding gesloten

Verharding open

Oppervlakte percelen

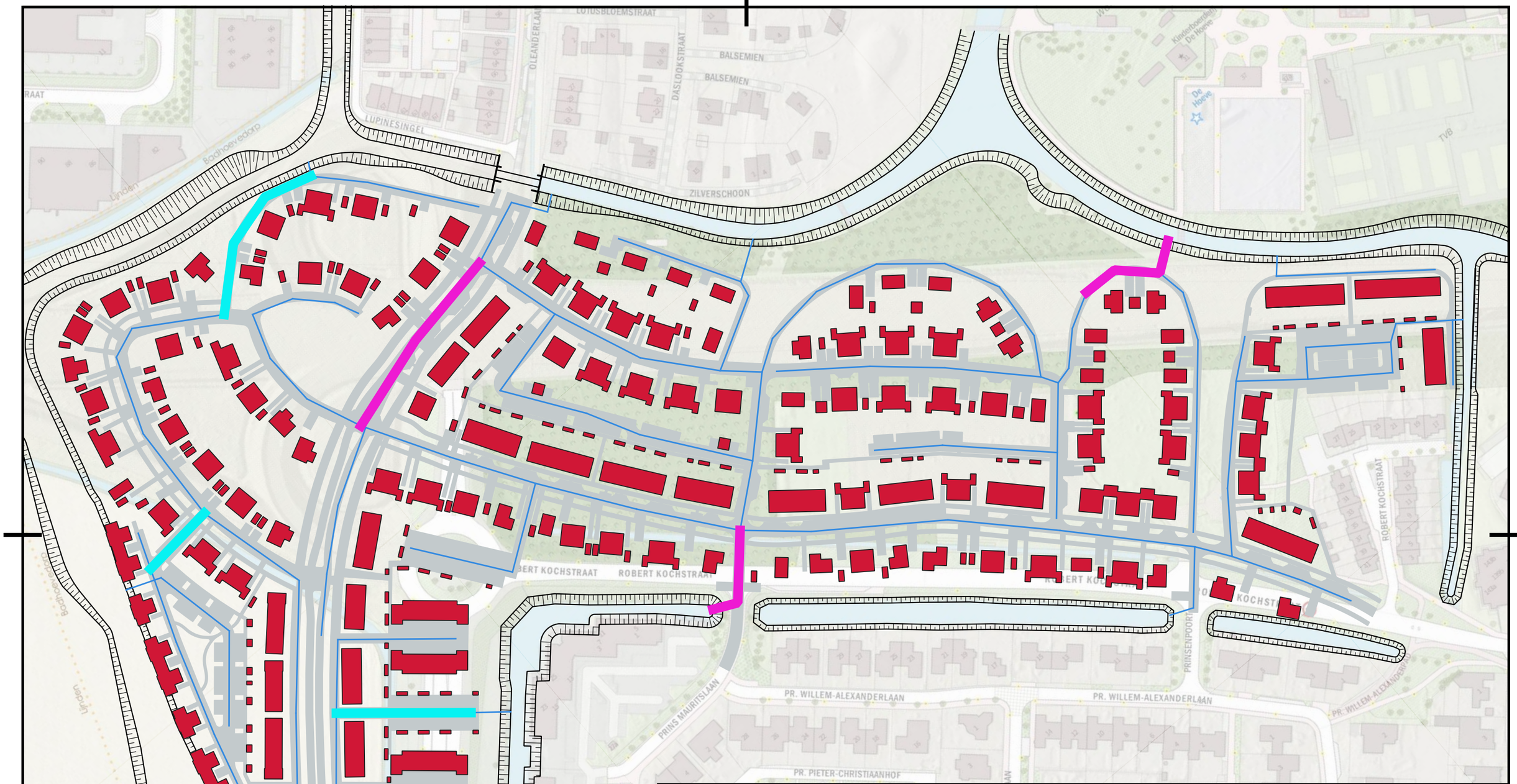
N

Toetsing HWA riool - Bui 09
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 3 van 3
Datum: 04-06-2020
Versie: D0 - Definitief

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Toekomstige watergangen
- Daken
- Verhardingen
- DT-stelsel

DT diameters vergroten

- van 300 naar 400
- van 400 naar 500

N

Vergroten diameters DT-stelsel resultaat gevoeligheidsanalyse Quatrebras deeplan BCD

Blad:	1 van 1
Datum:	08-06-2020
Versie:	D0 - Definitief
Achtergrond:	Opentopo NL

OmniformGroup

Bijlage V

Strengen overzicht

Strengnummer	Put 1	Put 2	Maaiveld hoogte put 1 (m NAP)	Maaiveld hoogte put 2 (m NAP)	Materiaal en diameter (mm)	BOB put 1 (m NAP)	BOB put 2 (m NAP)	Lengte (m)	Rioolbelasting aantal huishoudens (op streng)	Verhang 1 op	Schuifspanning (N / m2)	Dekking put 1 (m)	Dekking put 2 (m)
D1.1-D1.2	D1.1	D1.2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,55	43	9	300	1,64	1,20	1,35
D1.2-D1.3	D1.2	D1.3	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,22	-6,32	29	0	300	1,64	2,01	2,11
D1.3-D1.4	D1.3	D1.4	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,32	-6,46	72	10	500	0,98	2,11	2,25
D1.4-D1.5	D1.4	D1.5	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,46	-6,58	61	11	500	0,98	2,25	2,38
D1.5-D1.6	D1.5	D1.6	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,58	-6,73	72	12	500	0,98	2,38	2,52
D1.6-D1.7	D1.6	D1.7	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,73	-6,80	38	5	500	0,98	2,52	2,60
D1.7-D1.8	D1.7	D1.8	-4,00	-3,95	PVC 250	-6,80	-6,92	59	10	500	1,23	2,55	2,71
D1.8-D1.9	D1.8	D1.9	-3,95	-3,95	PVC 250	-6,92	-7,03	56	14	500	1,23	2,71	2,83
D1.9-D1.10	D1.9	D1.10	-3,95	-3,95	PVC 250	-7,03	-7,13	48	9	500	1,23	2,83	2,92
D1.10-D1.11	D1.10	D1.11	-3,95	-3,95	PVC 250	-7,13	-7,18	27	4	500	1,23	2,92	2,98
D1.11-Gemaal	D1.11	Gemaal	-3,95	-3,95	PVC 250	-7,18	-7,19	4	0	500	1,23	2,98	2,98
D2.4-D1.11	D2.4	D1.11	-3,95	-3,95	PVC 250	-6,91	-6,95	22	0	500	1,23	2,70	2,75
D1.2_8-D1.2_7	D1.2_8	D1.2_7	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,57	49	5	300	1,64	1,20	1,37
D1.2_7-D1.2_6	D1.2_7	D1.2_6	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,57	-5,60	9	0	300	1,64	1,37	1,40
D1.2_6-D1.2_5	D1.2_6	D1.2_5	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,60	-5,77	49	8	300	1,64	1,40	1,56
D1.2_5-D1.2_4	D1.2_5	D1.2_4	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,77	-5,91	43	7	300	1,64	1,56	1,70
D1.2_4-D1.2_3	D1.2_4	D1.2_3	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,91	-5,94	13	0	500	0,98	1,70	1,73
D1.2_3-D1.2_2	D1.2_3	D1.2_2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,94	-6,03	47	2	500	0,98	1,73	1,82
D1.2_2-D1.2_1	D1.2_2	D1.2_1	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,03	-6,15	59	5	500	0,98	1,82	1,94
D1.2_1-D1.2	D1.2_1	D1.2	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,15	-6,22	36	1	500	0,98	1,94	2,01
D1.3_3-D1.3_2	D1.3_3	D1.3_2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,50	27	2	300	1,64	1,20	1,29
D1.3_2-D1.3_1	D1.3_2	D1.3_1	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,50	-5,66	49	3	300	1,64	1,29	1,46
D1.3_1-D1.3	D1.3_1	D1.3	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,66	-5,86	60	2	300	1,64	1,46	1,66
D1.4_4-D1.4_3	D1.4_4	D1.4_3	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,48	20	1	300	1,64	1,20	1,27
D1.4_3-D1.4_2	D1.4_3	D1.4_2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,48	-5,55	22	1	300	1,64	1,27	1,34
D1.4_2-D1.4_1	D1.4_2	D1.4_1	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,55	-5,58	10	1	300	1,64	1,34	1,38
D1.4_1-D1.4	D1.4_1	D1.4	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,58	-5,84	77	5	300	1,64	1,38	1,63
D1.7_12-D1.7_11	D1.7_12	D1.7_11	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,72	32	2	300	1,64	1,20	1,31
D1.7_11-D1.7_10	D1.7_11	D1.7_10	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,72	-5,82	32	0	300	1,64	1,31	1,42
D1.7_10-D1.7_09	D1.7_10	D1.7_09	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,82	-5,94	36	2	300	1,64	1,42	1,54
D1.7_9-D1.7_8	D1.7_9	D1.7_8	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,94	-6,06	35	1	300	1,64	1,54	1,65
D1.7_8-D1.7_7	D1.7_8	D1.7_7	-4,20	-4,20	PVC 200	-6,06	-6,17	34	0	300	1,64	1,65	1,77
D1.7_7-D1.7_2	D1.7_7	D1.7_2	-4,20	-4,10	PVC 200	-6,17	-6,21	19	0	500	0,98	1,77	1,90
D1.7_6-D1.7_5	D1.7_6	D1.7_5	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,51	-5,68	52	4	300	1,64	1,20	1,38
D1.7_5-D1.7_4	D1.7_5	D1.7_4	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,68	-5,82	40	6	300	1,64	1,38	1,51
D1.7_4-D1.7_2	D1.7_4	D1.7_2	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,82	-6,00	56	6	300	1,64	1,51	1,70
D1.7_3-D1.7_2	D1.7_3	D1.7_2	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,51	-5,55	21	2	500	0,98	1,20	1,25
D1.7_2-D1.7_1	D1.7_2	D1.7_1	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,21	-6,31	49	2	500	0,98	1,90	2,00
D1.7_1-D1.7	D1.7_1	D1.7	-4,10	-4,00	PVC 200	-6,31	-6,38	36	0	500	0,98	2,00	2,17
D2.1-D2.2	D2.1	D2.2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,46	27	3	500	0,98	1,20	1,26
D2.2-D2.3	D2.2	D2.3	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,69	-6,80	54	9	500	0,98	2,48	2,59
D2.3-D2.4	D2.3	D2.4	-4,00	-3,95	PVC 200	-6,80	-6,91	55	5	500	0,98	2,59	2,75
D2.2_6-D2.2_5	D2.2_6	D2.2_5	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,84	68	4	300	1,64	1,20	1,43
D2.2_5-D2.2_4	D2.2_5	D2.2_4	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,84	-5,86	8	0	300	1,64	1,43	1,46
D2.2_4-D2.2_3	D2.2_4	D2.2_3	-4,20	-4,10	PVC 200	-5,86	-6,00	42	1	300	1,64	1,46	1,70
D2.2_3-D2.2_2	D2.2_3	D2.2_2	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,00	-6,15	43	6	300	1,64	1,70	1,84
D2.2_2-D2.2_1	D2.2_2	D2.2_1	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,15	-6,25	50	8	500	0,98	1,84	1,94
D2.2_1-D2.2	D2.2_1	D2.2	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,25	-6,34	49	2	500	0,98	1,94	2,04
D3.1-D3.2	D3.1	D3.2	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,41	-5,48	21	3	300	1,64	1,20	1,27
D3.2-D3.3	D3.2	D3.3	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,72	-5,78	19	3	300	1,64	1,51	1,58
D3.3-D3.4	D3.3	D3.4	-4,00	-4,00	PVC 200	-5,78	-5,86	23	2	300	1,64	1,58	1,65

Strengnummer	Put 1	Put 2	Maaiveld hoogte put 1 (m NAP)	Maaiveld hoogte put 2 (m NAP)	Materiaal en diameter (mm)	BOB put 1 (m NAP)	BOB put 2 (m NAP)	Lengte (m)	Rioolbelasting aantal huishoudens (op streng)	Verhang 1 op	Schuifspanning (N / m2)	Dekking put 1 (m)	Dekking put 2 (m)
D3.4-D3.5	D3.4	D3.5	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,28	-6,36	38	9	500	0,98	2,08	2,15
D3.5-D3.6	D3.5	D3.6	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,36	-6,37	7	0	500	0,98	2,15	2,17
D3.6-D3.7	D3.6	D3.7	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,37	-6,45	40	11	500	0,98	2,17	2,25
D3.7-D3.8	D3.7	D3.8	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,45	-6,53	40	12	500	0,98	2,25	2,33
D3.8-D3.9	D3.8	D3.9	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,53	-6,60	34	8	500	0,98	2,33	2,40
D3.9-D3.10	D3.9	D3.10	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,60	-6,68	38	5	500	0,98	2,40	2,47
D3.10-D3.11	D3.10	D3.11	-4,00	-3,95	PVC 200	-6,68	-6,77	45	0	500	0,98	2,47	2,61
D3.11-D2.4	D3.11	D2.4	-3,95	-3,95	PVC 200	-6,77	-6,78	3	0	500	0,98	2,61	2,62
D3.2-1-D3.2	D3.2-1	D3.2	-4,10	-4,00	PVC 200	-5,51	-5,72	63	14	300	1,64	1,20	1,51
D3.4_5-D3.4_4	D3.4_5	D3.4_4	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,82	62	7	300	1,64	1,20	1,41
D3.4_4-D3.4_3	D3.4_4	D3.4_3	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,82	-6,00	54	5	300	1,64	1,41	1,59
D3.4_3-D3.4_2	D3.4_3	D3.4_2	-4,20	-4,20	PVC 200	-6,00	-6,15	45	4	300	1,64	1,59	1,74
D3.4_2-D3.4_1	D3.4_2	D3.4_1	-4,20	-4,20	PVC 200	-6,15	-6,19	24	0	500	0,98	1,74	1,79
D3.4_1-D3.4	D3.4_1	D3.4	-4,20	-4,00	PVC 200	-6,19	-6,28	45	84	500	0,98	1,79	2,08
D3.5-D3.5_1	D3.5	D3.5_1	-4,10	-4,00	PVC 200	-5,51	-5,73	67	14	300	1,64	1,20	1,53
D3.8-D3.8_1	D3.8	D3.8_1	-4,10	-4,00	PVC 200	-5,51	-5,76	75	14	300	1,64	1,20	1,55
D3.9_05-D3.9_04	D3.9_05	D3.9_04	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,67	17	3	300	1,64	1,20	1,26
D3.9_04-D3.9_03	D3.9_04	D3.9_03	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,67	-5,81	44	6	300	1,64	1,26	1,41
D3.9_03-D3.9_02	D3.9_03	D3.9_02	-4,20	-4,10	PVC 200	-5,81	-5,99	54	7	300	1,64	1,41	1,69
D3.9_02-D3.9_01	D3.9_02	D3.9_01	-4,10	-4,00	PVC 200	-5,99	-6,18	55	7	300	1,64	1,69	1,97
D3.9_01-D3.9	D3.9_01	D3.9	-4,00	-4,00	PVC 200	-6,18	-6,21	19	0	500	0,98	1,97	2,01
D3.9_10-D3.9_9	D3.9_10	D3.9_9	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,71	31	4	300	1,64	1,20	1,31
D3.9_9-D3.9_8	D3.9_9	D3.9_8	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,71	-5,80	26	0	300	1,64	1,31	1,39
D3.9_8-D3.9_7	D3.9_8	D3.9_7	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,80	-5,90	30	2	300	1,64	1,39	1,49
D3.9_7-D3.9_6	D3.9_7	D3.9_6	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,90	-6,03	40	2	300	1,64	1,49	1,63
D3.9_5-D3.9_6	D3.9_5	D3.9_6	-4,20	-4,20	PVC 200	-5,61	-5,78	50	5	300	1,64	1,20	1,37
D3.9_5-D3.11_3	D3.9_5	D3.11_3	-4,20	-4,10	PVC 200	-6,03	-6,06	13	0	500	0,98	1,63	1,75
D3.11_5-D3.11_4	D3.11_5	D3.11_4	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,51	-5,60	26	4	300	1,64	1,20	1,29
D3.11_4-D3.11_3	D3.11_4	D3.11_3	-4,10	-4,10	PVC 200	-5,60	-5,68	26	0	300	1,64	1,29	1,38
D3.11_3-D3.11_2	D3.11_3	D3.11_2	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,06	-6,12	29	2	500	0,98	1,75	1,81
D3.11_2-D3.11_1	D3.11_2	D3.11_1	-4,10	-4,10	PVC 200	-6,12	-6,18	30	3	500	0,98	1,81	1,87
D3.11_1-D3.11	D3.11_1	D3.11	-4,10	-3,95	PVC 200	-6,18	-6,24	33	1	500	0,98	1,87	2,09

Strengnummer	Put 1	Put 2	Maaiveld hoogte put 1 (m NAP)	Maaiveld hoogte put 2 (m NAP)	Lengte (m)	Materiaal en diameter (mm)	Totaal verhard oppervlak op streng (m2)	b.o.b. (vlak stelsel)	Dekking put 1 (m)	Dekking put 2 (m)	Diepte tov waterpeil -5,72 (m)
H01-H02	H01	H02	-4,00	-4,00	48	PP 300	1024	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H02-H03	H02	H03	-4,00	-4,00	38	PP 300	977	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H03-U01	H03	U01	-4,00	-4,00	11	PP 300	0	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H04-H05	H04	H05	-4,00	-4,00	35	PP 300	474	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H05-U02	H05	U02	-4,00	-4,00	6	PP 300	0	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H05-H06	H05	H06	-4,00	-4,00	31	PP 300	64	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H06-H07	H06	H07	-4,00	-4,00	10	PP 300	0	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H07-H08	H07	H08	-4,00	-4,00	17	PP 300	192	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H08-H10	H08	H10	-4,00	-4,00	46	PP 300	654	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H07-H09	H07	H09	-4,00	-4,00	46	PP 300	740	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H09-H10	H09	H10	-4,00	-4,00	17	PP 300	145	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H10-H11	H10	H11	-4,00	-4,00	39	PP 300	275	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H12-H11	H12	H11	-4,00	-4,00	25	PP 300	631	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H11-H13	H11	H13	-4,00	-4,00	58	PP 300	1467	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H13-H14	H13	H14	-4,00	-4,00	37	PP 300	652	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H16-H15	H16	H15	-4,00	-4,00	28	PP 400	549	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H15-H14	H15	H14	-4,00	-4,00	40	PP 400	1163	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H14-H17	H14	H17	-4,00	-4,00	21	PP 400	167	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H17-H18	H17	H18	-4,00	-4,10	33	PP 400	199	-6,35	1,94	1,84	-0,20
H18-U03	H18	U03	-4,10	-4,10	13	PP 400	0	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H17-H19	H17	H19	-4,00	-4,00	73	PP 400	2972	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H19-H20	H19	H20	-4,00	-4,00	61	PP 400	2893	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H20-H21	H20	H21	-4,00	-4,00	74	PP 400	3538	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H21-H22	H21	H22	-4,00	-4,00	39	PP 400	1255	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H22-H23	H22	H23	-4,00	-4,10	39	PP 400	677	-6,35	1,94	1,84	-0,20
H23-U04	H23	U04	-4,10	-4,10	14	PP 400	0	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H22-H24	H22	H24	-4,00	-4,10	38	PP 300	403	-6,25	1,94	1,84	-0,20
H24-H25	H24	H25	-4,10	-4,10	48	PP 300	985	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H25-H26	H25	H26	-4,10	-4,20	19	PP 300	73	-6,25	1,84	1,74	-0,20
H26-H27	H26	H27	-4,20	-4,20	35	PP 300	277	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H27-H28	H27	H28	-4,20	-4,20	36	PP 300	557	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H28-H29	H28	H29	-4,20	-4,20	37	PP 300	752	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H29-H30	H29	H30	-4,20	-4,20	32	PP 300	254	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H30-H31	H30	H31	-4,20	-4,20	32	PP 300	723	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H31-H32	H31	H32	-4,20	-4,10	23	PP 300	160	-6,25	1,74	1,84	-0,20
H35-H34	H35	H34	-4,10	-4,10	51	PP 400	1889	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H34-H33	H34	H33	-4,10	-4,10	41	PP 400	1817	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H33-H32	H33	H32	-4,10	-4,10	52	PP 400	1927	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H32-H36	H32	H36	-4,10	-4,10	10	PP 400	61	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H36-H37	H36	H37	-4,00	-4,00	38	PP 300	1249	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H37-H38	H37	H38	-4,00	-4,00	36	PP 300	569	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H40-H39	H40	H39	-4,10	-4,10	37	PP 300	476	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H39-H37	H39	H37	-4,10	-4,00	62	PP 300	522	-6,25	1,84	1,94	-0,20
H36-H41	H36	H41	-4,00	-4,00	10	PP 400	129	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H41-H42	H41	H42	-4,00	-4,00	22	PP 400	534	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H42-H43	H42	H43	-4,00	-4,00	21	PP 400	265	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H43-H44	H43	H44	-4,00	-4,00	19	PP 400	177	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H44-H45	H44	H45	-4,00	-4,00	25	PP 400	256	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H45-U05	H45	U05	-4,00	-4,00	18	PP 400	0	-6,35	1,94	1,94	-0,20

Strengnummer	Put 1	Put 2	Maaiveld hoogte put 1 (m NAP)	Maaiveld hoogte put 2 (m NAP)	Lengte (m)	Materiaal en diameter (mm)	Totaal verhard oppervlak op streng (m2)	b.o.b. (vlak stelsel)	Dekking put 1 (m)	Dekking put 2 (m)	Diepte tov waterpeil -5,72 (m)
H45-H46	H45	H46	-4,00	-4,00	16	PP 300	123	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H46-H47	H46	H47	-4,00	-4,00	27	PP 300	522	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H47-H48	H47	H48	-4,00	-4,00	49	PP 300	1234	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H48-H49	H48	H49	-4,00	-4,00	55	PP 300	789	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H25-H50	H25	H50	-4,10	-4,10	23	PP 400	562	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H50-H51	H50	H51	-4,10	-4,20	43	PP 400	327	-6,35	1,84	1,74	-0,20
H51-H52	H51	H52	-4,20	-4,20	9	PP 400	35	-6,35	1,74	1,74	-0,20
H52-U06	H52	U06	-4,20	-4,20	24	PP 400	0	-6,35	1,74	1,74	-0,20
H52-H53	H52	H53	-4,20	-4,20	70	PP 300	1481	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H50-H54	H50	H54	-4,10	-4,10	44	PP 300	1932	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H54-H55	H54	H55	-4,10	-4,10	52	PP 300	2508	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H55-H56	H55	H56	-4,10	-4,10	51	PP 300	623	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H56-H57	H56	H57	-4,10	-4,10	48	PP 300	737	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H57-H58	H57	H58	-4,10	-4,10	31	PP 300	399	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H58-H24	H58	H24	-4,10	-4,10	63	PP 300	641	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H22-H59	H22	H59	-4,00	-3,95	57	PP 400	2286	-6,35	1,94	1,99	-0,20
H59-H60	H59	H60	-3,95	-3,95	56	PP 400	3201	-6,35	1,99	1,99	-0,20
H60-H61	H60	H61	-3,95	-4,00	50	PP 300	263	-6,25	1,99	1,94	-0,20
H61-H62	H61	H62	-4,00	-4,00	57	PP 300	1209	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H60-H63	H60	H63	-3,95	-3,95	48	PP 400	2265	-6,35	1,99	1,99	-0,20
H63-H64	H63	H64	-3,95	-3,95	48	PP 400	1395	-6,35	1,99	1,99	-0,20
H64-H65	H64	H65	-3,95	-3,95	3	PP 400	0	-6,35	1,99	1,99	-0,20
H65-H66	H65	H66	-3,95	-4,00	55	PP 400	1668	-6,35	1,99	1,94	-0,20
H66-H67	H66	H67	-4,00	-4,00	54	PP 400	2687	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H67-H68	H67	H68	-4,00	-4,00	37	PP 500	1447	-6,46	1,95	1,95	-0,20
H68-H69	H68	H69	-4,00	-4,10	20	PP 500	0	-6,46	1,95	1,85	-0,20
H69-U07	H69	U07	-4,10	-4,10	10	PP 500	0	-6,46	1,85	1,85	-0,20
H67-H55	H67	H55	-4,00	-4,10	49	PP 300	784	-6,25	1,94	1,84	-0,20
H65-H70	H65	H70	-3,95	-4,10	33	PP 400	775	-6,35	1,99	1,84	-0,20
H70-H71	H70	H71	-4,10	-4,10	30	PP 300	1090	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H71-H72	H71	H72	-4,10	-4,10	26	PP 300	632	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H72-H73	H72	H73	-4,10	-4,10	23	PP 300	252	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H73-H74	H73	H74	-4,10	-4,10	23	PP 300	590	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H74-H75	H74	H75	-4,10	-4,10	14	PP 300	615	-6,25	1,84	1,84	-0,20
H64-H76	H64	H76	-3,95	-4,00	45	PP 400	761	-6,35	1,99	1,94	-0,20
H76-H77	H76	H77	-4,00	-4,00	38	PP 400	1282	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H77-H78	H77	H78	-4,00	-4,00	33	PP 400	1077	-6,35	1,94	1,94	-0,20
H79-H80	H79	H80	-4,20	-4,20	61	PP 300	871	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H80-H81	H80	H81	-4,20	-4,20	31	PP 300	627	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H81-U08	H81	U08	-4,20	-4,20	8	PP 400	0	-6,35	1,74	1,74	-0,20
H81-H82	H81	H82	-4,20	-4,20	27	PP 300	343	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H82-H83	H82	H83	-4,20	-4,20	30	PP 300	454	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H83-H84	H83	H84	-4,20	-4,20	39	PP 300	1172	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H84-H85	H84	H85	-4,20	-4,20	51	PP 300	1744	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H85-H86	H85	H86	-4,20	-4,20	18	PP 300	1073	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H86-H87	H86	H87	-4,20	-4,20	44	PP 300	2327	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H87-H88	H87	H88	-4,20	-4,10	54	PP 300	2533	-6,25	1,74	1,84	-0,20
H88-H89	H88	H89	-4,10	-4,00	63	PP 300	2306	-6,25	1,84	1,94	-0,20
H89-H90	H89	H90	-4,00	-4,00	72	PP 300	1594	-6,25	1,94	1,94	-0,20

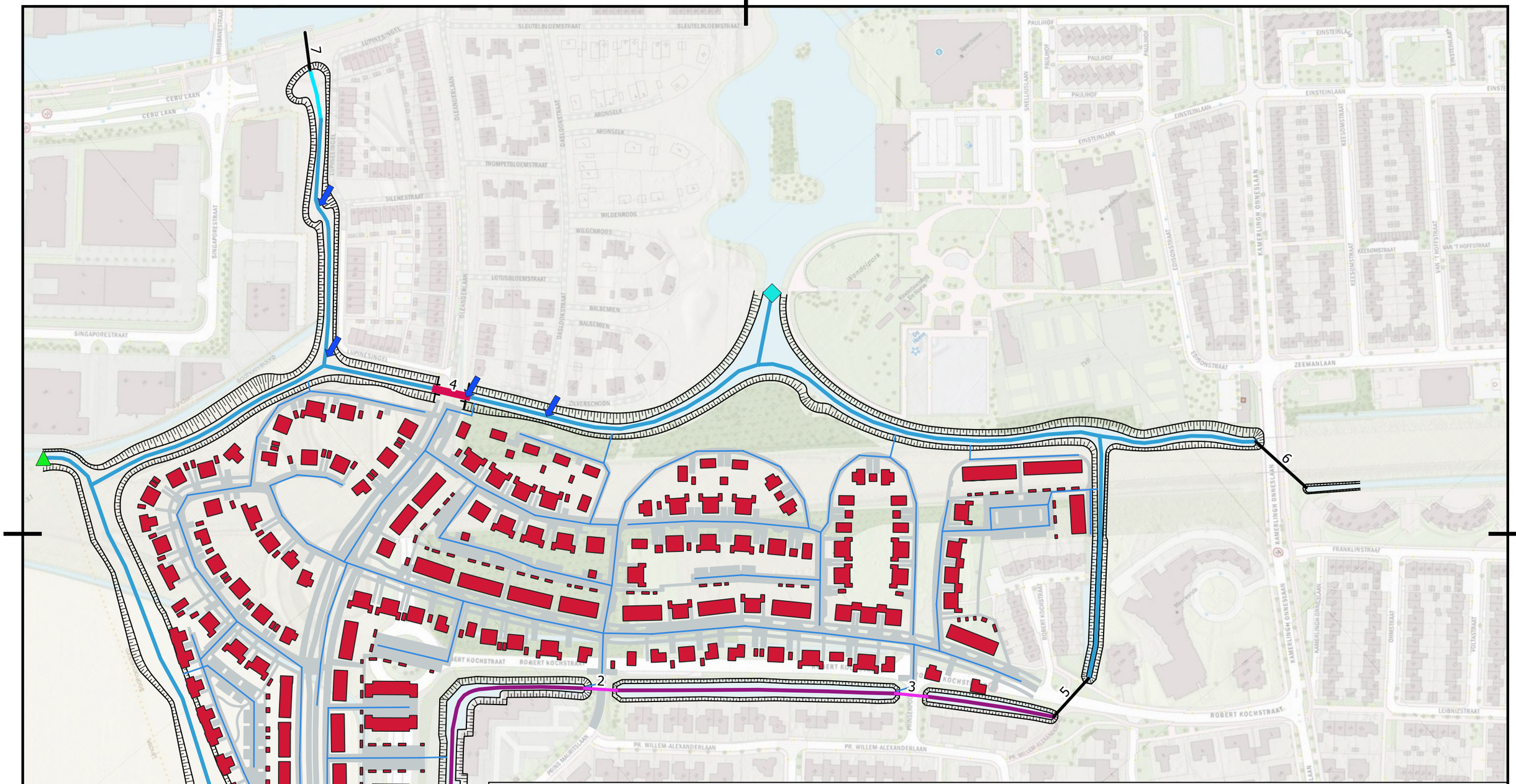
Strengnummer	Put 1	Put 2	Maaiveld hoogte put 1 (m NAP)	Maaiveld hoogte put 2 (m NAP)	Lengte (m)	Materiaal en diameter (mm)	Totaal verhard oppervlak op streng (m2)	b.o.b. (vlak stelsel)	Dekking put 1 (m)	Dekking put 2 (m)	Diepte tov waterpeil -5,72 (m)
H90-H91	H90	H91	-4,00	-4,00	71	PP 300	1373	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H88-H92	H88	H92	-4,10	-4,20	42	PP 300	302	-6,25	1,84	1,74	-0,20
H93-H92	H93	H92	-4,20	-4,20	20	PP 300	558	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H92-H94	H92	H94	-4,20	-4,20	6	PP 300	81	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H94-U09	H94	U09	-4,20	-4,20	19	PP 400	0	-6,35	1,74	1,74	-0,20
H94-H95	H94	H95	-4,20	-4,20	4	PP 300	0	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H95-H96	H95	H96	-4,20	-4,20	47	PP 300	669	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H96-H97	H96	H97	-4,20	-4,20	51	PP 300	840	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H94-H98	H94	H98	-4,20	-4,20	36	PP 300	563	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H98-H99	H98	H99	-4,20	-4,20	54	PP 300	852	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H99-H100	H99	H100	-4,20	-4,20	46	PP 300	1078	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H100-H101	H100	H101	-4,20	-4,20	24	PP 300	280	-6,25	1,74	1,74	-0,20
H101-U10	H101	U10	-4,20	-4,20	5	PP 400	0	-6,35	1,74	1,74	-0,20
H101-H102	H101	H102	-4,20	-4,00	40	PP 300	368	-6,25	1,74	1,94	-0,20
H102-H103	H102	H103	-4,00	-4,00	42	PP 300	461	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H103-H104	H103	H104	-4,00	-4,00	36	PP 300	1102	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H105-H106	H105	H106	-4,10	-4,00	30	PP 300	2603	-6,25	1,84	1,94	-0,20
H106-H107	H106	H107	-4,00	-4,00	21	PP 300	399	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H107-H108	H107	H108	-4,00	-4,00	21	PP 300	352	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H109-H108	H109	H108	-4,10	-4,00	72	PP 300	1250	-6,25	1,84	1,94	-0,20
H109-U111	H109	U111	-4,10	-4,10	72	PP 400	0	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H108-H110	H108	H110	-4,00	-4,00	37	PP 300	900	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H110-H111	H110	H111	-4,00	-4,10	64	PP 300	2392	-6,25	1,94	1,84	-0,20
H110-H112	H110	H112	-4,00	-4,00	40	PP 300	969	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H112-H113	H112	H113	-4,00	-4,10	73	PP 300	1127	-6,25	1,94	1,84	-0,20
H113-U12	H113	U12	-4,10	-4,10	73	PP 400	0	-6,35	1,84	1,84	-0,20
H112-H114	H112	H114	-4,00	-4,00	40	PP 300	1105	-6,25	1,94	1,94	-0,20
H114-H115	H114	H115	-4,00	-4,10	64	PP 300	2652	-6,25	1,94	1,84	-0,20

Bijlage VI

Toetsing watersysteem

Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Kaart peilstijging bij belasting van 70l/s/ha
- Kaart peilstijging bij belasting neerslagsreeks HHRL
- Grafiek peilfluctuatie bij knoop W30 (zuidelijke watergang)
- Grafiek overschrijdingskans waterpeil



LEGENDA

- Stuw Lijndenhof
- Brug park Quatrebras
- Uitstromen hwa deelplan A
- Toekomstige watergangen
- Daken
- Verhardingen
- DT-stelsel

Duikers
- Beton
- Duikerbrug
- Spirosol

Maximale peilstijging (m)
- 0,15
- 0,14
- 0,13
- 0,12

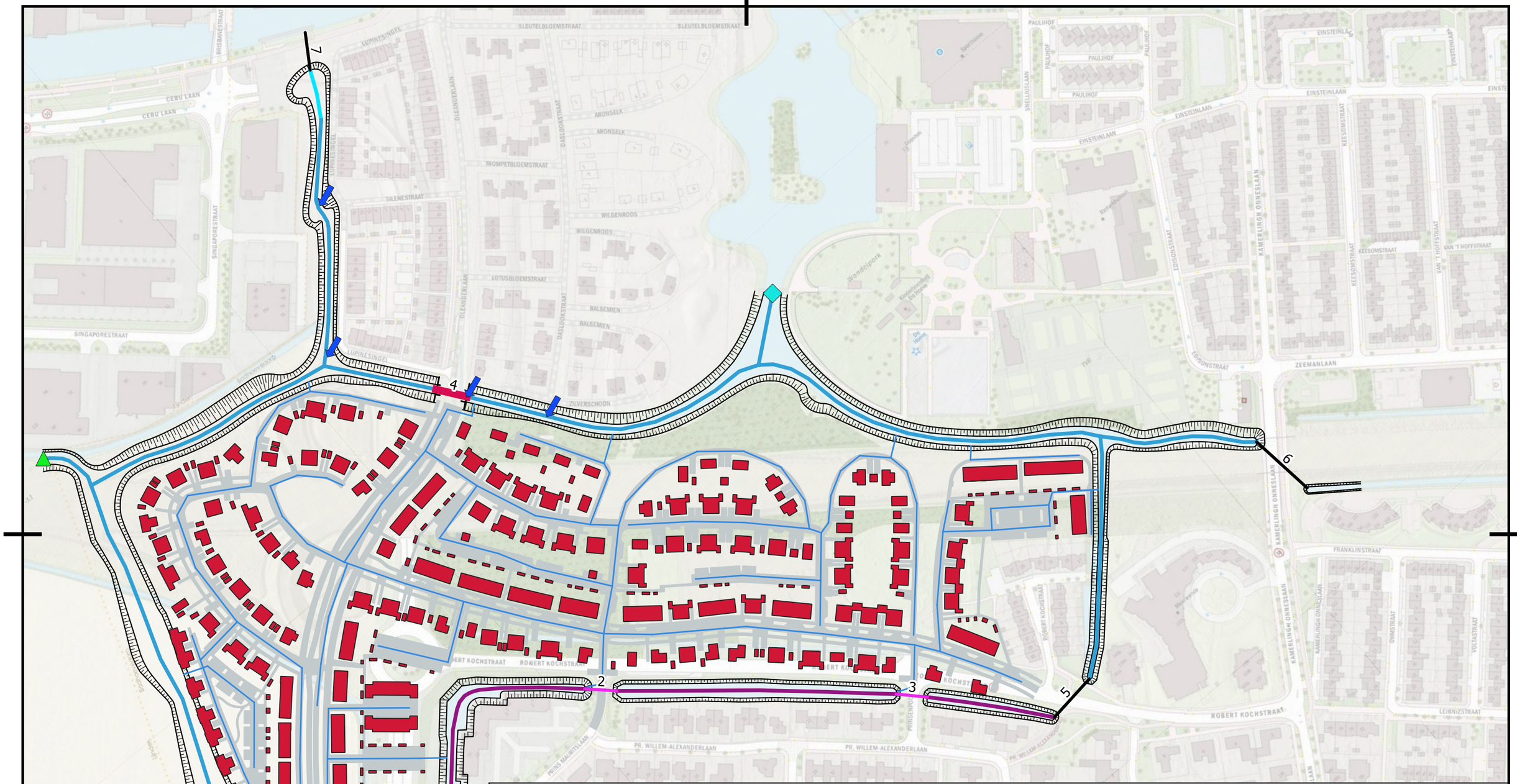
N

Peilstijging bij ontwerpbelasting 70L/s/ha
Quatrebras deeplan BCD

Blad: 1 van 1
Datum: 15-05-2020
Versie: C0 - 1e Concept

Achtergrond: Opentopo NL

OmniformGroup



LEGENDA

- Stuw Lijndenhof
- Brug park Quatrebras
- Uitstromen hwa deelplan A
- Toekomstige watergangen
- Daken
- Verhardingen
- DT-stelsel

Duikers
- Beton
- Duikerbrug
- Spirosol

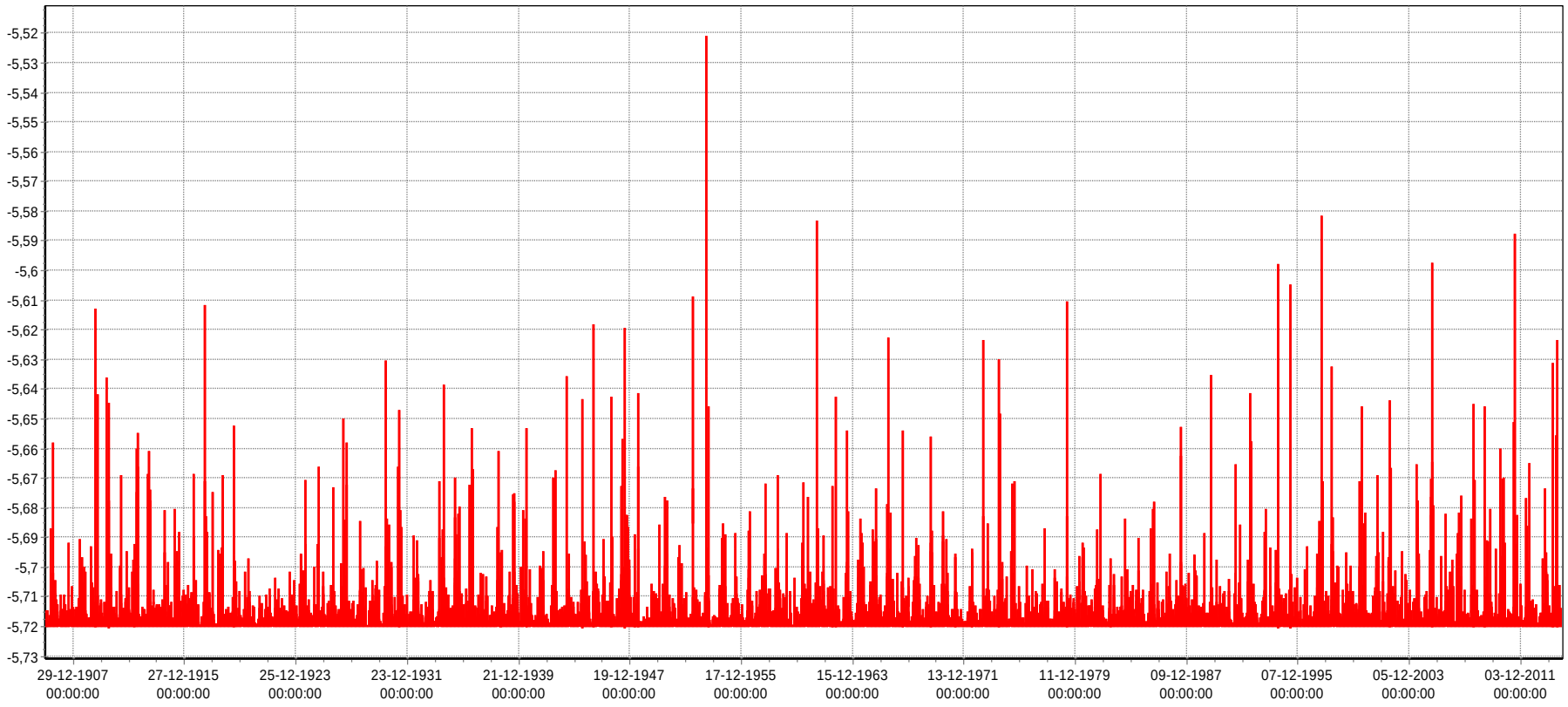
Maximale peilstijging (m)
- 0,20
- 0,19
- 0,18
- 0,17

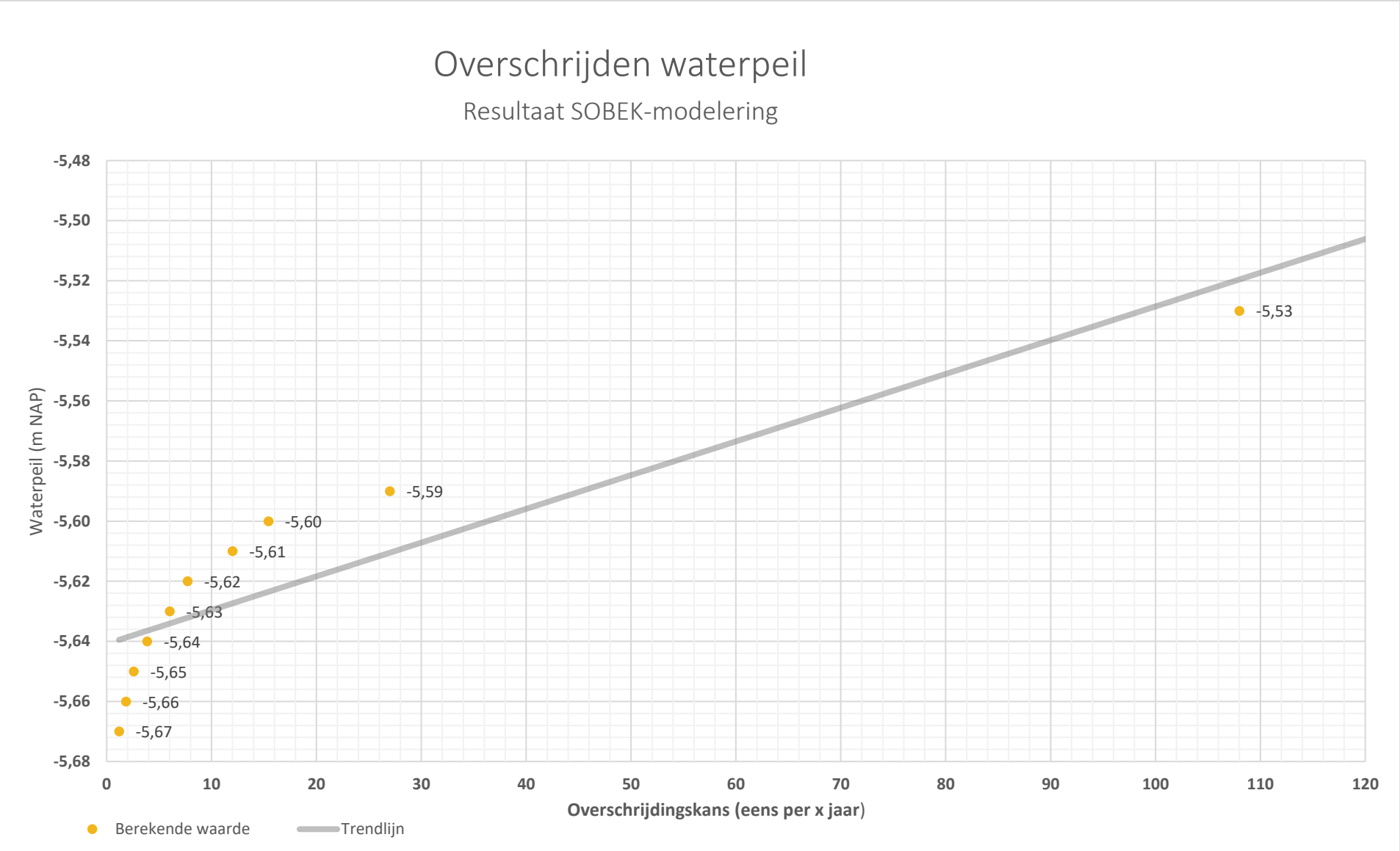
N

Peilstijging bij neerslagsreeks Rijnland
Quatrebras deeplan BCD

Blad:	1 van 1
Datum:	15-05-2020
Versie:	C0 - 1e Concept
Achtergrond:	Opentopo NL

OmniformGroup


-5,52
-5,53
-5,54
-5,55
-5,56
-5,57
-5,58
-5,59
-5,6
-5,61
-5,62
-5,63
-5,64
-5,65
-5,66
-5,67
-5,68
-5,69
-5,7
-5,71
-5,72
-5,73
29-12-1907 00:00:00
27-12-1915 00:00:00
25-12-1923 00:00:00
23-12-1931 00:00:00
21-12-1939 00:00:00
19-12-1947 00:00:00
17-12-1955 00:00:00
15-12-1963 00:00:00
13-12-1971 00:00:00
11-12-1979 00:00:00
09-12-1987 00:00:00
07-12-1995 00:00:00
05-12-2003 00:00:00
03-12-2011 00:00:00


Overschrijden waterpeil
Resultaat SOBEK-modelering
Waterpeil (m NAP)
-5,48
-5,50
-5,52
-5,54
-5,56
-5,58
-5,60
-5,62
-5,64
-5,66
-5,68
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
Overschrijdingskans (eens per x jaar)
-5,53
-5,59
-5,60
-5,61
-5,62
-5,63
-5,64
-5,65
-5,66
-5,67
Berekende waarde
Trendlijn

Bijlage VII

Toetsing drainage

Deze bijlage bevat de volgende documenten:

- Omrekening formule van Hooghoudt;
- Toetsdocument drainage;

Memo

OmniformGroup

Alblasserdam, 16 april 2020

Memo	Omschrijven formule van Hooghoudt
Ons kenmerk	Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras
Projectnummer	nvt

De toegepaste formule van hooghoudt, alle waardes behalve h (opbolling) zijn bekend.

$$L^2 = \frac{8\,K_1\,d\,h + 4\,K_2 h^2}{R}$$

L^2 uitrekenen en vermenigvuldigen met R geeft:

$$L * L * R = 8\,K_1\,d\,h + 4\,K_2 h^2$$

Het deel voor het isgelijkteken aftrekken van de formule geeft:

$$0 = 8\,K_1\,d\,h + 4\,K_2 h^2 - L * L * R$$

In de huidige vorm is het toepassen van de Abc-formule mogelijk. Hierbij staat h voor de onbekende waarde:
$0 = Ax^2 + Bx - C$

$$0 = 4\,K_2 h^2 + 8\,K_1\,d\,h - L * L * R$$

Voorbeeld met de volgende waarden:

K1	1 (m / dag)
K2	0,005 (m / dag)
R	0,00175 (m)
d	2,42 (m)
L	35 (m)

$$L^2 = \frac{8\,K_1\,d\,h + 4\,K_2 h^2}{R}$$

Invullen van de waarden geeft:

$$35^2 = \frac{8 * 1 * 2{,}42 * h + 4 * 0{,}005 * h^2}{0{,}00175}$$

Uitrekenen van de tussenwaarden geeft:

$$1225 = \frac{19{,}36\,h + 0{,}02\,h^2}{0{,}00175}$$

Vermenigvuldigen met 0,00175 (R)

$$2{,}14375 = 19{,}36\,h + 0{,}02\,h^2$$

2,14375 aftrekken geeft:

$0 = Ax^2 + Bx - C$

$$0 = 0{,}002\,h^2 + 19{,}36\,h - 2{,}14375$$

Project:	Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras	Opgesteld door:	C. Klootwijk
Projectnr.	nvt	Datum:	10-4-2020

OmniformGroup

Onderdeel	In formule	Waarde	Eenheid
Diepte ondoorlatende laag	**D**	5,80	m -mv
Doorlatenheid boven drain	**K1**	2,79	m / dag
Doorlatenheid onder drain	**K2**	1,63	m / dag
Grondwateraanvulling	**R**	10	mm / dag
Diameter drain (effectief)	**D**	295	mm
Breedte zandsleuf op bodem	**b**	0,90	m
Maximaal toelaatbare opbolling	**h max**	0,82	m

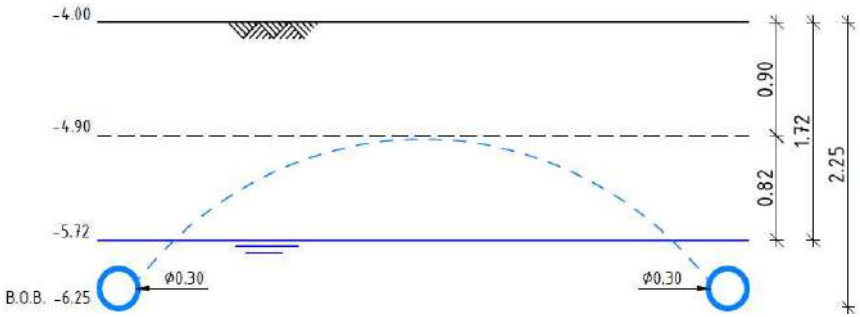
Toetsing drainage (PP 300 bob -6,25)

K1	K2	L	D	d	r (drain)	U (zandkoffer)	h max	h max	voldoet?
2,79	1,63	83,00	5,8	4,65	0,1475	0,380380314	0,638	0,637607	WAAR
2,79	1,63	90,00	5,8	4,72	0,1475	0,380380314	0,734	0,734347	WAAR
2,79	1,63	95,00	5,8	4,77	0,1475	0,380380314	0,807	0,807117	WAAR
2,79	1,63	95,50	5,8	4,77	0,1475	0,380380314	0,815	0,814559	WAAR
2,79	1,63	96,00	5,8	4,78	0,1475	0,380380314	0,822	0,822032	ONWAAR

Bij toepassen rond 400 mm buizen (bob -6,35)

K1	K2	L	D	d	r (drain)	U (zandkoffer)	h max	h max	voldoet?
2,79	1,63	83,00	5,8	4,70	0,196	0,411256373	0,631	0,631026	WAAR
2,79	1,63	95,50	5,8	4,82	0,196	0,411256373	0,807	0,80719	WAAR
2,79	1,63	96,00	5,8	4,83	0,196	0,411256373	0,815	0,814632	WAAR
2,79	1,63	96,50	5,8	4,83	0,196	0,411256373	0,822	0,822104	ONWAAR

ontwateringsmiddel		natte omtrek (u)	equivalente straal (r_0)
drainbuis		$\pi * r_0$	$\frac{1}{2} * D$
drainbuis met omhullingsmateriaal		$b + 2 * r_{buis}$	$\frac{u}{\pi} = \frac{b + 2 * r_{buis}}{\pi}$



Bijlage VIII

VO-tekening

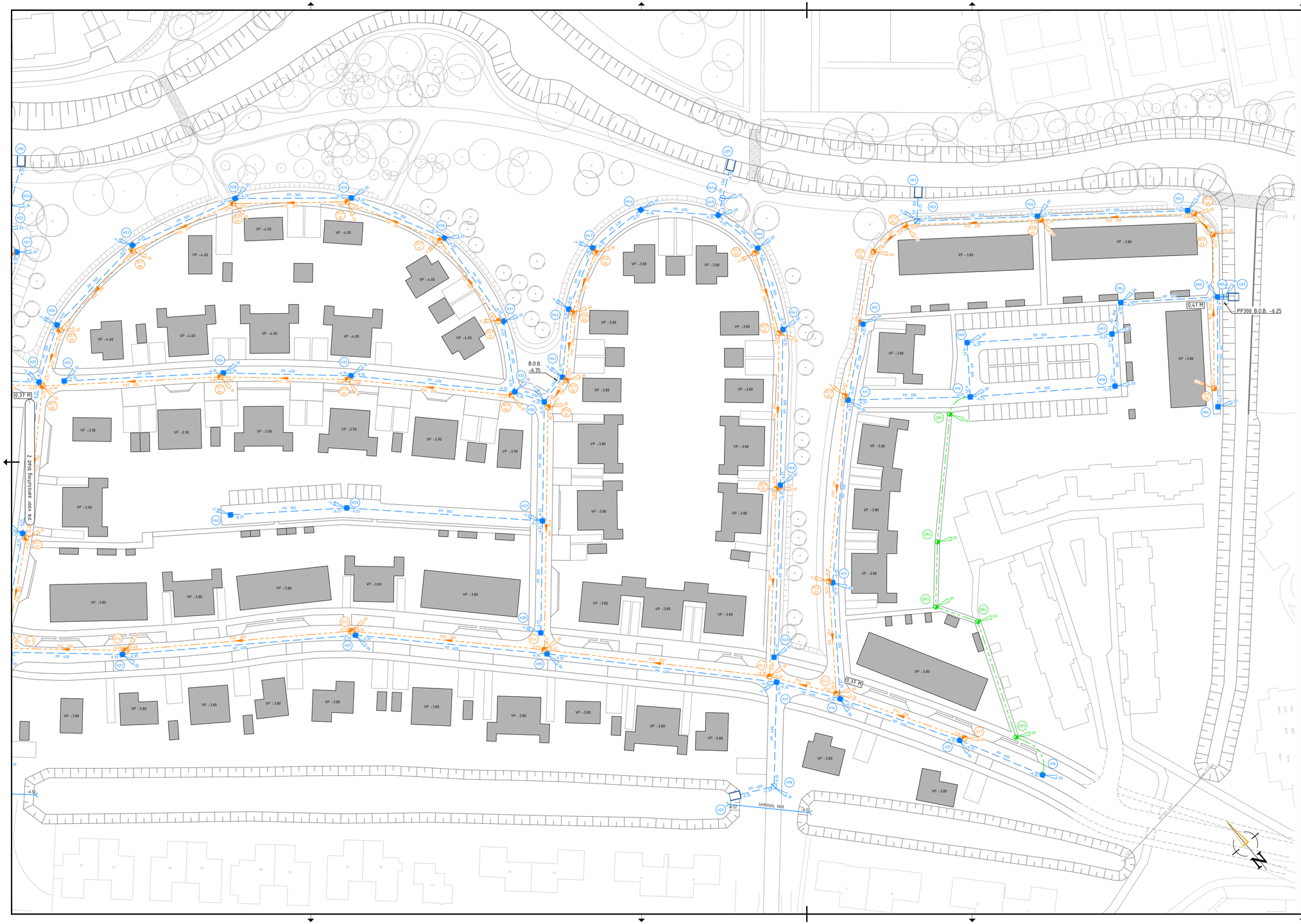
Alblasserdam, 8 juni 2020

Memo	Kruisingen tussen DWA en DT
Ons kenmerk	Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras
Projectnummer	nvt

In totaal zijn er 10 kruisingen tussen de beiden stelsels. Deze kruisingen zijn zo geoptimaliseerd dat de afstand tussen de buitenkant van de leidingen altijd minimaal 20 cm is. In onderstaande tabel volgt een overzicht van alle kruisingen:

Tabel 1: Kruisingen tussen het DT- en DWA-stelsel

Streng DT	Materiaal en diameter	b.o.b. (m NAP)	Streng DWA	Materiaal en diameter	b.o.b. (m NAP)	Tussen afstand (m)
H06 - H05	PP 300	-6,25	D1.2_8 - D1.2_7	PVC 200	-5,51	0,41
H13 - H14	PP 300	-6,25	D1.1 - D1.2	PVC 200	-5,55	0,37
H25 - H24	PP 300	-6,25	D1.7_3 - D1.7_2	PVC 200	-5,55	0,37
H24 - H22	PP 300	-6,25	D1.7 - D1.8	PVC 250	-6,76	0,23
H64 - H65	PP 400	-6,35	D3.11 - D2.4	PVC 200	-6,79	0,21
H67 - H55	PP 300	-6,25	D2.2 - D2.3	PVC 200	-6,69	0,21
H88 - H92	PP 300	-6,25	D3.4_5 - D3.4_4	PVC 200	-5,67	0,26
H94 - H95	PP 300	-6,25	D3.4_5 - D3.4_4	PVC 200	-5,69	0,24
H106 - H107	PP 300	-6,25	D3.2 - D3.2_1	PVC 200	-5,72	0,21
H110 - H112	PP 300	-6,25	D3.5 - D3.5_1	PVC 200	-5,73	0,20



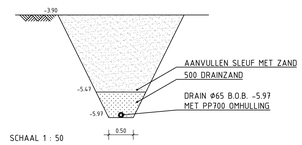
SITUATIE

SCHAAL 1 : 8000

VERKLARING

NIEUW DWA-RIOOL MET STROOMRICHTING, MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE	BESTAANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800	GEPLANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 1000x1000	TOEKOMSTIGE BEBOUWING MET VLOERPEIL
DWA PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE	CONTOUR TOEKOMSTIGE SITUATIE
NIEUW RIOOLGEMAAL, BETONPUT INWENDIG 1800x1800, BODEM GEMAAL -7,40	AANSLUITENDE ONTWIKKELINGEN
NIEUW DT-RIOOL MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE (VLAK STELSEL)	BESTAANDE SITUATIE
NIEUWE DT-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800	
NIEUWE OVERSTORTPUT INWENDIG 1000X3000 RECHTE / SCHUINE OVERSTORTMUUR OP -5,25	
NIEUWE DT UITSTROOMBAK	
DT PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE	
NIEUWE DRAIN ø65 MET PP 700 OMHULLING B.O.B. -5,97	
DRAIN DOORSPUITPUT ø315	
DRAIN PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE	
0.37 M — AFSTAND TUSSEN BUITENKANT KRUISENDE EIGINGEN	

DETAIL DRAINAGE



SCHAAL 1 : 50

OPMERKINGEN

- Maten in meters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Afmetingen en diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Details zijn toegevoegd op blad 4

0 5 10 15 20m

Versie	Datum	Tekeningstatus	Getekend	Geautoriseerd
V1	09-06-2020	Definitief	CK	nvt

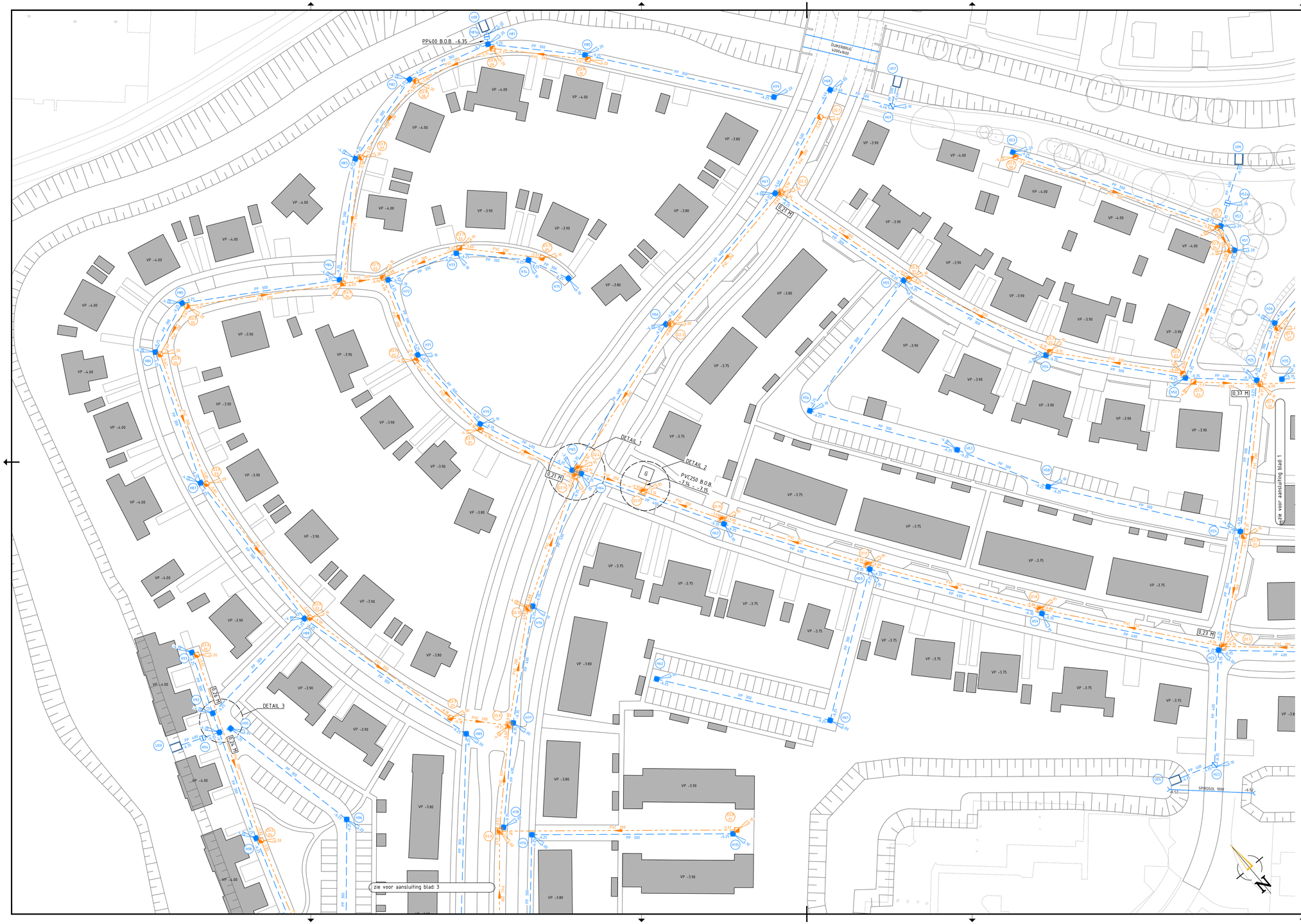
Project
Watersysteem Quatrebras BCD

Opdrachtgever
Gemeente Haarlemmermeer

Onderdeel
Voorlopig ontwerp
Nieuwe situatie riolering en drainage

Besteknummer	Tekeningnummer	Versie
	AFS-CK-TEK-VO-V1-01	V1
Blad van bladen	**Formaat**	**Schaal**
1 van 4	A1+ (594 x 1050)	1 : 500
Getekend door	**Gecontroleerd door**	**Geautoriseerd door**
C. Klootwijk	R. Kapitein	nvt

OmniformGroup
Kelvinring 23
2952 BG Alblasserdam
Postbus 31
2950 AA Alblasserdam
t +31 (0)85 - 044 6000
e info@omniformgroup.com



SITUATIE

VERKLARING

-5.67 PVC 250 -5.66	NIEUW DWA-RIOOL MET STROOMRICHTING, MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
	NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800
	NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 1000x1000
DW2 -6.00	DWA PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
G	NIEUW RIOOLGEMAAL, BETONPUT INWENDIG 1800x1800, BODEM GEMAAL -7,40
-6.25 PP 300 -6.25	NIEUW DT-RIOOL MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE (VLAK STELSEL)
	NIEUWE DT-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800
	NIEUWE OVERSTORTPUT INWENDIG 1000X1000 REDITE / SCHUINE OVERSTORTMUR OP -5,25
	NIEUWE DT UITSTROOMBAK
DT6 -6.00	DT PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
	NIEUWE DRAIN Ø65 MET PP 300 OMHULLING B.O.B. -5,99
	DRAIN DOORSPUITPUT Ø315
DR2 -6.00	DRAIN PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
0.37 M	AFSTAND TUSSEN BUITENKANT KRUISENDE EIDINGEN
-6.52 BETON 600 -6.52	BESTAANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
-6.52 SPIROSOL 1000 -6.52	GEPLANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
VP -3.80	TOEKOMSTIGE BEBOUWING MET VLOERPEIL
	CONTOUR TOEKOMSTIGE SITUATIE
	AANSLUITENDE ONTWIKKELINGEN
	BESTAANDE SITUATIE

OPMERKINGEN

- Maten in meters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Afmetingen en diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Details zijn toegevoegd op blad 4

0 5 10 15 20m

Versie	Datum	Tekeningstatus	Getekend	Geautoriseerd
V1	09-06-2020	Definitief	CK	nvt

Project
Watersysteem Quatrebras BCD

Opdrachtgever
Gemeente Haarlemmermeer

Onderdeel
Voorlopig ontwerp
Nieuwe situatie riolering en drainage

Besteknummer	Tekeningnummer	Versie
	AFS-CK-TEK-VO-V1-02	V1
Blad van bladen	**Formaat**	**Schaal**
2 van 4	A1+ (594 x 1050)	1 : 500
Getekend door	**Gecontroleerd door**	**Geautoriseerd door**
C. Klootwijk	R. Kapitein	nvt

OmniformGroup
Kelvinring 23
2952 BG Alblasserdam
Postbus 31
2950 AA Alblasserdam
t. +31 (0)85 - 044 6000
e. info@omniformgroup.com

SITUATIE

SCHAAL 1 : 8000

VERKLARING

-5.62 PVC 250 -5.64	NIEUW DWA-RIOOL MET STROOMRICHTING, MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
	NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800
	NIEUWE DWA-INSPECTIEPUT INWENDIG 1000x1000
D17 06 -6.00	DWA PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
G	NIEUW RIOOLGEMAAL, BETONPUT INWENDIG 1800x1800, BODEM GEMAAL -7.40
-6.25 PP 300 -6.25	NIEUW DT-RIOOL MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE (VLAK STELSEL)
	NIEUWE DT-INSPECTIEPUT INWENDIG 800x800
	NIEUWE OVERSTORTPUT INWENDIG 1000X1000 RECHTE / SCHUINE OVERSTORTMUUR OP -5,25
	NIEUWE DT UITSTROOMBAK
H06 -6.00	DT PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
	NIEUWE DRAIN Ø65 MET PP 700 OMHULLING B.O.B. -5,97
	DRAIN DOORSPUITPUT Ø315
DR2 -6.00	DRAIN PUTNUMMER MET PUTDEKSELHOOGTE
0,37 M	AFSTAND TUSSEN BUITENKANT KRUISENDE EIDINGEN
-6.52 BETON 600 -6.52	BESTAANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
-6.52 SPIROSOL 1000 -6.52	GEPLANDE DUIKER MET MATERIAAL, DIAMETER EN B.O.B. HOOGTE
VP -3.80	TOEKOMSTIGE BEBOUWING MET VLOERPEIL
	CONTOUR TOEKOMSTIGE SITUATIE
	AANSLUITENDE ONTWIKKELINGEN
	BESTAANDE SITUATIE

OPMERKINGEN

- Maten in meters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Afmetingen en diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Details zijn toegevoegd op blad 4

0 5 10 15 20m

Versie	Datum	Tekeningstatus	Getekend	Geautoriseerd
V1	09-06-2020	Definitief	CK	nvt

Project
Watersysteem Quatrebras BCD

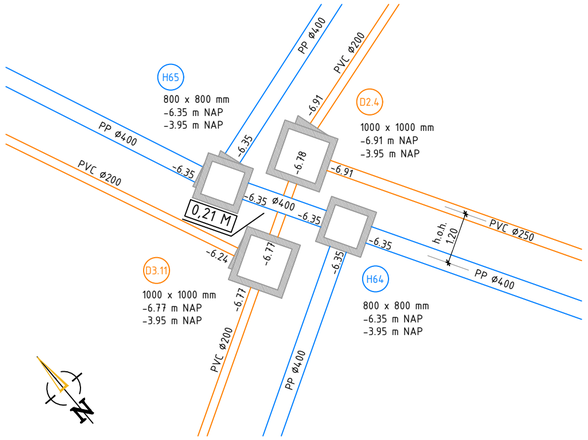
Opdrachtgever
Gemeente Haarlemmermeer

Onderdeel
Voorlopig ontwerp
Nieuwe situatie riolering en drainage

Besteknummer	Tekeningnummer	Versie
	AFS-CK-TEK-VO-V1-03	V1
Blad van bladen	**Formaat**	**Schaal**
3 van 4	A1	1 : 500
Getekend door	**Gecontroleerd door**	**Geautoriseerd door**
C. Klootwijk	R. Kapitein	nvt

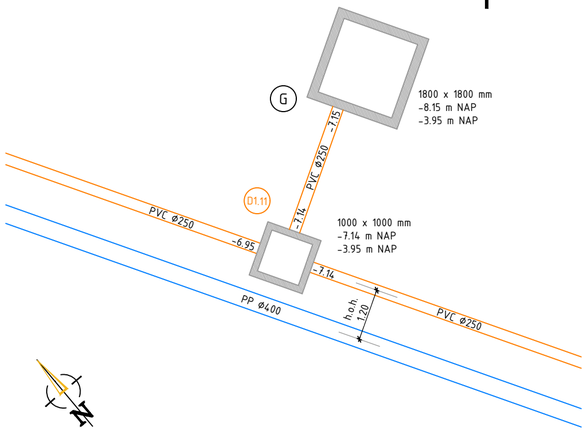
OmniformGroup
Kelvinring 23
2952 BG Alblasserdam
Postbus 31
2950 AA Alblasserdam
t +31 (0)85 - 044 6000
e info@omniformgroup.com

F:\OmniformGroup BV\173-117-002 Badhoevedorp - Afstuderen CK rioolplan BCD incl drainage\02 Opdracht\07 VO tekening\AFS-CK-TEK-VO-V1.dwg



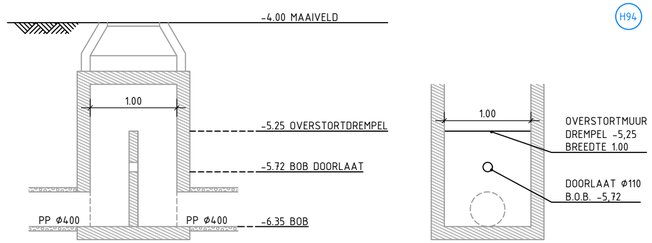
DETAIL 1

SCHAAL 1:100



DETAIL 2

SCHAAL 1:100

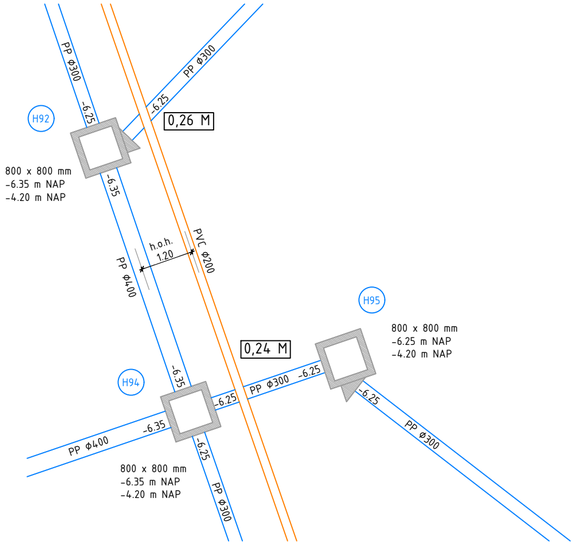


DETAIL OVERSTORMUUR MET DOORLAAT

SCHAAL 1:50

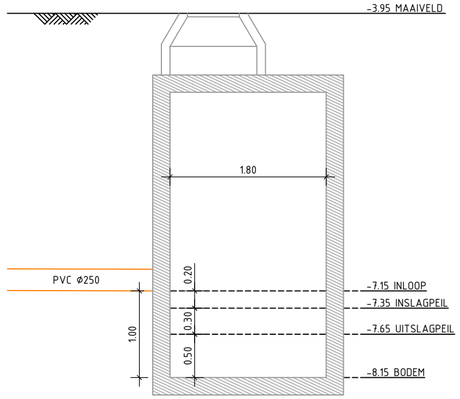
LEGENDA

-6.91	PVC Ø250	-6.89	DWA LEIDING MET MATERIAAL EN B.O.B. HOOGTE
-6.25	PP Ø300	-6.25	DT LEIDING MET MATERIAAL EN B.O.B. HOOGTE
	0,24 M		AFSTAND TUSSEN BUITENKANT KRUISENDE LEIDINGEN
H94			BETONNEN INSPECTIEPUT MET INWENDIGE AFMETINGEN B.O.B. HOOGTE, PUTDEKSELHOOGTE EN PUTNUMMER



DETAIL 3

SCHAAL 1:100



DETAIL GEMAALKELDER

SCHAAL 1:50

OPMERKINGEN

- Maten in meters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Afmetingen en diameters in millimeters, tenzij anders vermeld

Versie	Datum	Tekeningstatus	Getekend	Geautoriseerd
V1	09-06-2020	Definitief	CK	nvt

Project

Watersysteem Quatrebras BCD

Opdrachtgever

Gemeente Haarlemmermeer

Onderdeel

Voorlopig ontwerp
Nieuwe situatie riolering en drainage - details

Besteknummer	Tekeningnummer	Versie
	AFS-CK-TEK-VO-V1-04	V1
Blad van bladen	**Formaat**	**Schaal**
4 van 4	A3+ (297 x 594)	1 : 100
Getekend door	**Gecontroleerd door**	**Geautoriseerd door**
C. Klootwijk	R. Kapitein	nvt

OmniformGroup
Kelvinring 23
2952 BG Alblasserdam
Postbus 31
2950 AA Alblasserdam

t +31 (0)85 - 044 6000
e info@omniformgroup.com

Bijlage IX

Verificatiematrix

Verificatiematrix

Project: Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras
Projectnummer: nvt
Datum: 09-06-2020

OmniformGroup

Deze matrix is gebaseerd op de volgende documenten:

1 DIOR (Duurzame Inrichting Openbare Ruimte), Leidraad van de gemeente Haarlemmermeer. Versie 1.1 januari 2015
2 Waterstructuurplan Badhoevedorp, versie definitief 5, 25 april 2013
3 Tussentijdse evaluatie gemeentelijk rioleringsplan 2015-2019, gemeente Haarlemmermeer
4 Leidraad rioleringen, stichting RIONED (eisen verwerkt in DIOR)
5 Uitvoeringsregels Hoogheemraadschap van Rijnland (versie van 1 september 2017)
6 Programma van eisen voor rioolgemalen (revisie 09, februari 2018)

Eis	Beschrijving	Achtergrond-document	Geverifieerd in of *beschrijving afwijking*	Pag nmr / blad	Geverifieerd?
1 Ontwerpen riolering					
1.1	Uitgangspunt is een verbeterd gescheiden stelsel (VGS). Voor inbreidingsplannen die kleiner dan 2,00 ha zijn dient het type van het aanliggende stelsel te worden gehanteerd als uitgangspunt. De voorkeursvolgorde voor afvoer regenwater is eerst naar de bodem en dan naar oppervlaktewater, als dit niet kan afvoeren in VGS.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, hoofdstukken 4 en 5 "Ontwerp en toetsing vuilwaterstelsel & drainagetransportsysteem"	**27 en 32**	**Ja**
1.2	Situeer, bij wijkwegen en hoofdwegen, de riolering buiten de rijverharding opdat het wegverkeer ongehinderd doorgang heeft bij werkzaamheden. Ontwerp de riolering zo dat de stamriolering in de wegen van ondergeschikt belang komen te liggen. In geval van reparaties is het verkeer op een weg van lagere orde immers makkelijker om te leiden.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, hoofdstukken 4 en 5 "Ontwerp en toetsing vuilwaterstelsel & drainagetransportsysteem"	**27 en 32**	**Ja**
1.3	Ontwerp het RWA-stelsel volgens een maasstructuur en het DWA-stelsel volgens een boomstructuur.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 4.1 "Structuur en dimensies" en paragraaf 5.1 "structuur en dimensies"	**27 en 32**	**Ja**
1.4	Verbindingen tussen stelsels zijn niet toegestaan, behoudens bij een VGS ter plaatse van het gemaal waar een verbinding de functie van nooduitlaat heeft.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VIII "VO-tekening"	**Bijlage VIII**	**Ja**
1.5	Bodem verhang in DWA: 1:300 voor de eerste 150 m 1:500 voor het verdere traject naar het gemaal.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage V "Strengen overzicht"	**22 Bijlage V**	**Ja**
1.6	Bodemverhang in RWA: 1:500.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*RWA wordt als DT-riool uitgevoerd en daarom vlak aangelegd.*		**Afwijking**
1.7	Voorkom sprongen in de maatvoering van de binnen-onderkant-buis (b.o.b.) van een stelsel.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VII "VO-tekening" *voorkomende sprongen zijn nodig i.v.m. kruisingen tussen beide stelsel. Dit om te voldoen aan eis 1.8*	**Bijlage VIII**	**Ja**
1.8	De minimale afstand tussen twee kruisende leidingen is 0,20 m.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VIII "VO-tekening"	**Bijlage VII**	**Ja**
1.9	De minimale diameter voor een hoofdleiding is Ø 0,20 m.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage V "Strengen overzicht" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage V Bijlage VIII**	**Ja**
1.10	Het materiaal voor de leidingen is diameter afhankelijk: tot en met 500 mm uitvoeren in KOMO gecertificeerd kunststof klasse SN 8. Grotere diameters in KOMO gecertificeerd beton.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage V "Strengen overzicht" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage IV Bijlage VII**	**Ja**
1.11	Zinkerconstructies zijn niet toegestaan.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VIII "VO-tekening"	**Bijlage VIII**	**Ja**
1.12	De dekking op een leiding bedraagt minimaal 1,00 m, daar waar sprake is van huis- en kolkaansluitingen is de dekking minimaal 1,20 m.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage IV "Strengen overzicht" Bijlage VII "VO-tekening"	**22 Bijlage IV Bijlage VII**	**Ja**
1.13	Bij een gronddekking van 2,75 m of meer moet een bovenriool minimaal Ø 200 mm worden toegepast.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*Bij een drietal DWA-strengen is de gronddekking groter dan 2,75 m. Dit zijn echter de aanvoerleidingen richting het rioolgemaal met maar enkele huisaansluitingen. Besloten is om hier geen bovenriool aan te brengen in overweging tot de kosten. (zie bijlage V "Strengen overzicht")*	***Bijlage V***	**Afwijking**
1.14	Neem voor de afstand tussen bomen en de hoofdriolering minimaal ½ maal de kroondiameter bij in volgroeide toestand.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*Dient in de DO fase, bij het opstellen van het groenplan, uitgewerkt te worden.*		***NVT***
1.15	Plaats nooit een boom binnen een afstand die overeenkomt met een halve kruindiameter van de boom op 30 jarige leeftijd.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*Dient in de DO fase, bij het opstellen van het groenplan, uitgewerkt te worden.*		***NVT***
1.16	De berging in een RWA- stelsel, als onderdeel van een VGS, is minimaal 4 mm gerelateerd aan het aan te sluiten verhard oppervlak.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*RWA wordt als DT-riool uitgevoerd en onder de grondwaterlijn aangebracht, het stelsel is ten alle tijde gevuld met water.*		**Afwijking**
1.17	De afstand tussen twee putten in een stelsel bedraagt maximaal 80 m;	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage V "Strengen overzicht" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage V Bijlage VIII**	**Ja**

Eis	Beschrijving	Achtergrond-document	Geverifieerd in of *beschrijving afwijking*	Pag nmr / blad	Geverifieerd?
1.18	De ledigingtijd van een RWA- stelsel is 10 tot 24 uur (dit geldt zowel voor een DWA- als gemengd stelsel).	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*RWA wordt als DT-riool uitgevoerd en onder de grondwaterlijn aangebracht, het stelsel is ten alle tijden gevuld met water.*		**Afwijking**
1.19	Overstorten zijn altijd gesitueerd aan goed doorspoelbaar oppervlaktewater.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage VIII**	**Ja**
1.20	Overstortdrempels zijn minimaal 0,90 meter onder de as van de weg gesitueerd.	**Waterstructuur-plan**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage VIII**	**Ja**
1.21	Zorg ervoor dat bijzondere constructies goed bereikbaar zijn voor inspectie, bemeten en bemonsteren .	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*Dient in de DO fase uitgewerkt te worden.*		***NVT***
1.22	Plaats in wegen inspectieputten met minimale inwendige doorsnede van 800 x 800 mm.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage VIII**	**Ja**
1.23	Plaats in wegen inspectieputten van riolering met een minimale inwendige doorsnede van 1.000 x1.000 mm bij een puthoogte groter dan 2.500 mm.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22 Bijlage VIII**	**Ja**
2 Dimensionering Rioleing					
2.1	Maak een tekening waarop verhard oppervlak staat waarmee is gerekend.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraven 2.1.2 "Verhardingen" en 5.2.1 "Verhard oppervlak" Bijlage I "Kaarten plangegevens en bestaande situatie"	**14 en 33 Bijlage I**	**Ja**
2.2	Bereken overeenkomstig de Leidraad riolering module C2100.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, hoofdstukken 4 en 5 "Ontwerp en toetsing vuilwaterstelsel & drainagetransportsysteem"	**27 en 32**	**Ja**
2.3	Reken het systeem door met minimaal regenbui 09 uit de reeks (voorheen 07 en 08).	**Tussentijdse evaluatie GRP 2015-2019, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.3.2 "Neerslag"	**24**	**Ja**
2.4	De ontwerpneerslag is 70 l /s/ha; bij deze neerslag moet een waking van 0,30 m in het stelsel worden gehanteerd.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.3.1 "Droogweerbelasting"	**23**	**Ja**
2.5	Minimaliseer het aantal overstorten.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 5.1 "Structuur en dimensies". Het ontwerp bevat 12 overstorten, door dit aantal verder te verkleinen zouden de diameters vele malen groter uitgevoerd moeten worden	**32**	**Ja**
2.6	De overstortdrempel moet minimaal 0,10 m boven de berekende peilstijging bij T=10 te liggen; bij flexibel peilbeheer wordt de hoogte van de overstortdrempel afgestemd te worden met het Hoogheemraadschap van Rijnland.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 6.4 "Statistiek overschrijdingskans"	**48**	**Ja**
2.7	Reken met een gemiddelde woningbezetting van 2,5 inwoner.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.3.1 "Droogweerbelasting"	**23**	**Ja**
2.8	De dagelijkse afvalwaterproductie is 120 liter per inwoner per etmaal; de maximale lozing wordt gesteld op 12 liter per uur.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.3.1 "Droogweerbelasting"	**23**	**Ja**
2.9	De maximale vullingsgraad van het VWA stelsel tijdens piekafvoeren is 50%.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 4.3 "Modeltoetsing"	**30**	**Ja**
2.10	De put of putcompartiment (bij meerdere compartimenten) zal een minimale afmeting hebben van inwendig: bij éénpomps opstelling van 100 x 100 cm en 125x125 cm bij tweepomps opstelling.	**PvE rioolgemalen, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 4.2.4 "Rioolgemaal" Bijlage VIII "VO-tekening"	**29 Bijlage VIII**	**Ja**
2.11	Voor het bepalen van de afmetingen van de put dient door de aannemer rekening gehouden te worden met een minimale hoogte tussen de laagst binnenkomende aanvoerleiding en de bodem van pompput van ten minste 80 cm	**PvE rioolgemalen, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 4.2.4 "Rioolgemaal" Bijlage VIII "VO-tekening"	**29 Bijlage VIII**	**Ja**
2.12	De afmeting van de pompput dient zodanig ontworpen te zijn dat elke pomp maximaal 10 keer per uur inschakelt.	**PvE rioolgemalen, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 4.2.4 "Rioolgemaal" Bijlage III "Toetsing DWA-Ontwerp"	**29 Bijlage III**	**Ja**

Eis	Beschrijving	Achtergrond-document	Geverifieerd in of *beschrijving afwijking*	Pag nmr / blad	Geverifieerd?
3 Drainage					
3.1	In nieuw in te richten gebieden met een stedelijke functie is de grondwaterstand gemiddeld niet vaker dan eens in de 2 jaar en niet langer dan 5 dagen achtereen hoger zijn dan: - 0,70 m onder de as van de weg; - 0,90 m onder maaiveld bij gebouwen met kruipruimte(s); - 0,50 m onder maaiveld bij gebouwen bij kruipruimteloos bouwen; - 0,50 m onder maaiveld bij groenstroken en tuinen. Dit wordt met een berekening aangetoond.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, hoofdstuk 7 "Toetsing drainage"	**40**	**Ja**
3.2	Gebruik voor het hoofddrainagestelsel een starre drainagebuis de zogenoemde DT-drain (=drainage-transport) met een minimale diameter Ø 200 mm (hiervan mag worden afgeweken indien geen inspectie noodzakelijk is)	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.2 "Ontwerp eisen riolering" en 3.4 "Eisen drainage" Bijlage VIII "VO-tekening"	**22** **Bijlage VIII**	**Ja**
3.3	Koppelingen en/of aansluitingen op de riolering zijn niet toegestaan.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	*RWA wordt als DT-riool uitgevoerd, het hemelwater- en drainagesysteem zijn één en het zelfde*		**Afwijking**
3.4	Voorzie het drainagestelsel van meerdere uitmondingen.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 5.1 "Structuur en dimensies". Het ontwerp bevat 12 overstorten.	**32**	**Ja**
3.5	Pas inspectieputten toe bij kruisingen en knikpunten.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VIII "VO-tekening"	**Bijlage VIII**	**Ja**
3.6	Uitmonding voorzien van uitstroomvoorziening.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Bijlage VIII "VO-tekening"	**Bijlage VIII**	**Ja**
3.7	Drainage dient in verband met het hoge ijzergehalte van het grondwater onder de grondwaterspiegel te liggen; uitstroombakken bij voorkeur onder het oppervlaktewater.	**DIOR, gemeente Haarlemmermeer**	Rapport, paragraaf 3.4 "Eisen drainage" Bijlage VIII "VO-tekening"	**24** **Bijlage VIII**	**Ja**
4 Oppervlaktewater					
4.1	Toets het watersysteem met de Neeslagreeks voor het beheersgebied van Rijnland	**Uitvoeringsregels HHRL / Waterstructuurplan**	Rapport, paragraaf 3.5 "Toetsing watersysteem"	**25**	**Ja**
4.2	Het waterpeil mag tijdens de maximale peilstijging het lokale maaiveldniveau niet overstijgen	**Waterstructuurplan**	Rapport, paragraaf 6.4 "Statistiek overschrijdingskans"	**48**	**Ja**

Bijlage X

Raming

Project: Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras - Projectnr: x - Opdr.gever: Omniformgroup
Versie raming: C0 - Status: 1e Concept - Opgesteld door: C. Klootwijk

OmniformGroup

Prijspeil raming: 19-05-20
Datum raming: 19-05-20

Samenvatting SSK

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Kostengroepen / Kostencategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risicoreservering	Totaal
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Riool Quatrebras BCD	€ 1.692.829	€ 220.033	€ 468.390	€ 2.381.252	€ -	€ 2.381.252
Bouwkosten	€ 1.692.829	€ 220.033	€ 468.390	€ 2.381.252	€ -	€ 2.381.252
Vastgoedkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Overige bijkomende kosten	€ 83.344	€ -	€ -	€ 83.344	€ -	€ 83.344
Subtotaal investeringskosten	**€ 1.776.173**	**€ 220.033**	**€ 468.390**	**€ 2.464.595**	**€ -**	**€ 2.464.595**
Objectoverstijgende risico's					€ -	€ -
Investeringskosten deterministisch	**€ 1.776.173**	**€ 220.033**	**€ 468.390**	**€ 2.464.595**	**€ -**	**€ 2.464.595**
Scheefte					€ -	€ -
TOTAAL INVESTERINGSKOSTEN exclusief BTW				**€ 2.464.595**	**€ -**	**€ 2.464.595**
BTW				€ 514.254	€ -	€ 514.254
Investeringskosten inclusief BTW				**€ 2.978.850**	**€ -**	**€ 2.978.850**
Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 1 jaar						**€ 2.957.095**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				€ -	*en*	€ -
Variatiecoëfficiënt					-	

Project: Afstudeeropdracht ontwerpen watersysteem Quatrebras - Projectnr: x - Opdr.gever: Omniformgroup — *Prijspeil raming: 19-05-20*
Versie raming: C0 - Status: 1e Concept - Opgesteld door: C. Klootwijk — *Datum raming: 19-05-20*

Deelraming Riool Quatrebras BCD

DO — *Versie 3.05a (18 juni 2014)*

Deelraming aan — *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
1	**Rioolwerkzaamheden**				
11	**Grondwerk**				
11.1	Ontgraven rioolsleuf inclusief grondverbetering	16.950,00	m3	€ 1,50	€ 25.425
11.2	Ontgraven drainsleuf	445,00	m3	€ 1,50	€ 668
11.3	Aanvullen drainsleuf met drainzand (eerste 0,50 m)	55,00	m3	€ 22,50	€ 1.238
11.4	Aanvullen drainsleuf met zand	390,00	m3	€ 17,50	€ 6.825
11.5	Aanvullen rioolsleuf met zand	16.320,00	m3	€ 17,50	€ 285.600
11.6	Afvoeren grond	17.395,00	m3	€ 3,00	€ 52.185
	Totaal grondwerk		**euro**	**€ 371.940,00**	
12	**Riolering**				
12.1	Put DT riool800x800	112,00	st	€ 800,00	€ 89.600
12.2	Overstortput DT riool	12,00	st	€ 1.500,00	€ 18.000
12.3	Uitstroomvoorziening DT riool	12,00	st	€ 1.800,00	€ 21.600
12.4	DT riool PP rond 300 pp700 omhulling	3.220,00	m	€ 35,00	€ 112.700
12.5	DT riool PP rond 400 pp700 omhulling	1.350,00	m	€ 46,00	€ 62.100
12.6	DT riool PP rond 500 pp700 omhulling	70,00	m	€ 58,00	€ 4.060
12.7	Put DWA 800x800	68,00	st	€ 800,00	€ 54.400
12.8	Put DWA 1000x1000	15,00	st	€ 1.000,00	€ 15.000
12.9	DWA riool PVC rond 200	2.980,00	m	€ 27,00	€ 80.460
12.10	DWA riool PVC rond 250	220,00	m	€ 32,00	€ 7.040
12.12	Putrand met deksel DWA	83,00	st	€ 297,00	€ 24.651
12.13	Putrand met deksel DT riool	124,00	st	€ 297,00	€ 36.828
12.14	Inlaten op DT riool	946,00	st	€ 46,00	€ 43.516
12.15	Standpijp DT riool 125 mm	946,00	st	€ 15,00	€ 14.190
12.16	Inllaten op DWA riool	430,00	st	€ 25,50	€ 10.965
12.17	Standpijp DWA riool 125 mm	430,00	st	€ 15,00	€ 6.450
12.18	Kolkaansluitingen 125 mm	4.300,00	m	€ 15,00	€ 64.500
12.19	Hulpstukken tbv aansluiten kolken	2.236,00	st	€ 22,00	€ 49.192
12.20	Huisaansluitingen HWA 125mm	3.870,00	m	€ 15,00	€ 58.050
12.21	Huisaansluitingen HWA 200mm	30,00	m	€ 27,00	€ 810
12.22	Hulpstukken tbv aansluiten HWA huisaansluitingen	430,00	st	€ 22,00	€ 9.460
12.23	Huisaansluitingen DWA 125 mm	3.870,00	m	€ 15,00	€ 58.050
12.24	Huisaansluitingen DWA 200 mm	30,00	m	€ 27,00	€ 810
12.25	Hulpstukken tbv aansluiten DWA huisaansluitingen	430,00	st	€ 22,00	€ 9.460
12.26	Aanbrengen ontstopingsstuk 125 mm	860,00	st	€ 100,00	€ 86.000
12.27	Aanbrengen kolken	860,00	st	€ 350,00	€ 301.000
12.28	Rioolgemaal	1,00	st	€ 50.000,00	€ 50.000
12.29	Reinigen en inspectie riolering	7.900,00	m1	€ 3,50	€ 27.650
	Totaal riool		**euro**	**€ 1.316.542,00**	
13	**Drainage**				
13.1	Drain 65 mm pp700 omhulling	140,00	m	€ 11,00	€ 1.540
13.2	Drainput rond 315 mm	5,00	st	€ 250,00	€ 1.250
13.3	Maken aansluiting op DT put	2,00	st	€ 36,00	€ 72
13.4	Putrand met deksel Drain	5,00	st	€ 297,00	€ 1.485
	Totaal drainage		**euro**	**€ 4.347,00**	
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**				**€ 1.692.829**
Code	Toepassen bronbemaling incl. ontijzeringsinstalatie	41.800,00	euro	€ 1,00	€ 41.800
Code	Toepassen dieptebemaling tbv gemaalkelder	2.700,00	euro	€ 1,00	€ 2.700
Code	Inrichten werkterrein	4.000,00	euro	€ 1,00	€ 4.000
Code	Aanbrengen en instand houden tijdelijk depot	1.500,00	euro	€ 1,00	€ 1.500
Code	Opruimen werkterrein	750,00	euro	€ 1,00	€ 750
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	10,00%	%	€ 1.692.829	€ 169.283
00-DBK	**Directe bouwkosten**				**€ 1.912.862**
Code	Vergroten diameters DT	9.700,00	euro	€ 1	€ 9.700
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	€ 1.912.862	€ 38.257
00-IBKEK	**Totaal eenmalige kosten**			**€ 47.957**	
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%	€ 1.912.862	€ 57.386
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	7,00%	%	€ 1.912.862	€ 133.900
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	€ 2.018.205	€ 161.456
00-IBKW1	Winst (%)	2,00%	%	€ 2.018.205	€ 40.364
00-IBKR1	Risico (%)	1,00%	%	€ 2.018.205	€ 20.182
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	€ 2.381.252	€ 3.572
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%	€ 2.381.252	€ 3.572
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*24,49%*	*t.o.v. directe bouwkosten*		**€ 468.390**
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**				**€ 2.381.252**
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	0,00%	%	€ 2.381.252	€ -
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*0,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*		**€ -**
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Riool Quatrebras BCD**				**€ 2.381.252**
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**				**€ -**
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**				**€ -**
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*		**€ -**
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**				**€ -**
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*		**€ -**
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Riool Quatrebras BCD**				**€ -**
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Riool Quatrebras BCD**				**€ -**
	Engineeringskosten (%)		%	€ 2.381.252	€ -
00-DOBK010	Leges & heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen opdrachtnemer (%)	1,00%	%	€ 2.381.252	€ 23.813
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aanspakelijkheid, e.d) opdrachtnemer (%)	0,50%	%	€ 2.381.252	€ 11.906
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	€ 2.381.252	€ 47.625
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**				**€ 83.344**
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**				**€ 83.344**
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**	*0,00%*	*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*		**€ -**
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Riool Quatrebras BCD**				**€ 83.344**
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Riool Quatrebras BCD**				**€ 2.464.595**
	Investeringskosten Deelraming Riool Quatrebras BCD (contante waarde)				**€ 2.446.596**