RAPPORT

Waterparagraaf TUD Campus Zuid

Waterparagraaf TUD Campus Zuid

Klant: TU Delft Directie Campus & Real Estate

Referentie: BJ2357-RHD-XX-XX-RP-Z-0001
Status: Definitief
Datum: 19 oktober 2023

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 91 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Waterparagraaf TUD Campus Zuid
Ondertitel:	Waterparagraaf TUD Campus Zuid
Referentie:	BJ2357-RHD-XX-XX-RP-Z-0001
Status:	Definitief
Datum:	19 oktober 2023
Projectnaam:	Waterparagraaf TUD Campus Zuid
Projectnummer:	BJ2357
Auteur(s):	Mark de Weerd en Ingrid Jensen
Opgesteld door:	Mark de Weerd en Ingrid Jensen
Gecontroleerd door:	Mark de Weerd
Datum:	19 oktober 2023
Goedgekeurd door:	Mark van Houte
Datum:	19 oktober 2023

Classificatie
Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderzins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Methode	2
1.2	Plangebied	2
1.3	Watersysteem plangebied	5
2	**Beoordelingskader Wetgeving en Beleid**	**7**
2.1	Europees niveau	7
2.2	Landelijk niveau	7
2.3	Provinciaal niveau	8
2.4	Niveau van het Hoogheemraadschap van Delfland	8
2.5	Gemeentelijk niveau	9
3	**Effectbeschrijving en -beoordeling**	**10**
3.1	Hydraulisch functioneren oppervlaktewatersysteem	10
3.2	Inundatierisico	11
3.3	Grondwater	12
3.4	Waterveiligheid	15
3.5	Riolering	16
3.6	Waterkwaliteit	18
4	**Conclusie**	**21**

Bijlagen:

1) Waterhuishoudkundig plan
2) Afvoerstructuurplannen

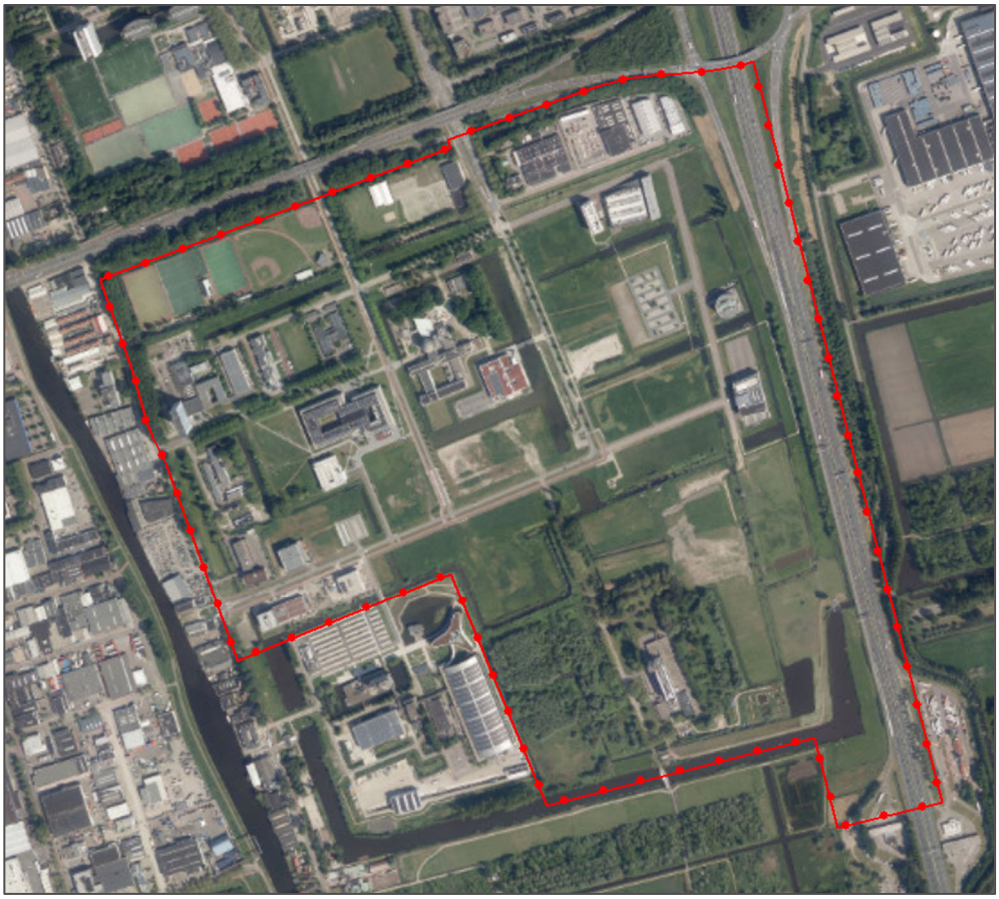
1 Inleiding

De TU Delft Campus Zuid, gelegen in de wijk Ruiven in Delft, is met de Schie-oevers en de Spoorzone één van de grote Delftse ontwikkelgebieden. Het gebied is gereserveerd voor vernieuwing en groei van de huisvesting voor TU Delft en voor bedrijven die samenwerken met de TU.

Het plangebied is ca. 125 ha groot en in omvang vergelijkbaar met het centrum van Delft. De huidige invulling betreft wegen en infrastructuur, kantoorgebouwen, facultaire gebouwen van de TU Delft en grasland en weidegebied, zoals zichtbaar op de luchtfoto uit 2019 van het gebied (figuur 1.1). Bij de ontwikkeling wordt extra bebouwing, (weg)verharding en de daarbij behorende gescheiden rioleringsstelsels en overige infrastructuur aangelegd.

Aangezien er wijzigingen plaatsvinden in de (invulling van de) bestemmingsplannen is het wettelijk verplicht om de effecten hiervan op de waterhuishouding te toetsen aan het vigerend beleid en wetgeving van de overheden. Deze toetsing vindt plaats middels de Watertoets.

De voor u liggende waterparagraaf beschrijft de resultaten van de uitgevoerde Watertoets, evenals de conclusies van de effecten van de stedelijke ontwikkelingen op de verschillende aspecten van de waterhuishouding. De technische achtergronddocumenten van de benodigde onderzoeken zijn als bijlagen aan deze waterparagraaf toegevoegd.



Figuur 1.1 - Luchtfoto 2019 van het omgevingsplangebied Campus Zuid met rood omkaderd waar toekomstige ontwikkelingen plaatsvinden.

1.1 Methode

Aangezien het plangebied zich binnen het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Delfland bevindt, is voor de toetsing de 'Handreiking Watertoets voor Gemeenten' d.d. 8 oktober 2018 van het Hoogheemraadschap van Delfland gevolgd. De Handreiking watertoets geeft inzicht in hoe Delfland de watertoets procedureel en inhoudelijk invult.

Zoals beschreven in deze handreiking berust voor de verschillende onderdelen van de waterhuishouding de Watertoets op twee uitgangspunten:

- 1. Standstill-beginsel - negatieve effecten van ruimtelijke ontwikkelingen op het watersysteem worden voorkomen;
- 2. Verbetering - in ruimtelijke ontwikkelingen worden de kansen die zich voordoen om bestaande knelpunten in het watersysteem te helpen oplossen, benut.

Binnen deze waterpargaraaf zijn de onderstaande onderdelen kwalitatief getoetst aan deze uitgangspunten:

- Wetgeving en beleid;
- Grondwater;
- Waterveiligheid;
- Waterkwaliteit.

Echter, in samenspraak met Delfland en de gemeente Delft zijn niet alle onderdelen van de waterhuishouding getoetst aan het standstill-beginsel, wat een uitzondering betreft van de normale manier van toetsing. Hier is voor gekozen omdat er in de afgelopen jaren al veel wijzigingen in het watersysteem zijn doorgevoerd. Daarnaast betreft het te toetsen gebied een afzonderlijk peilvak, zonder directe invloed op omliggende peilvakken.

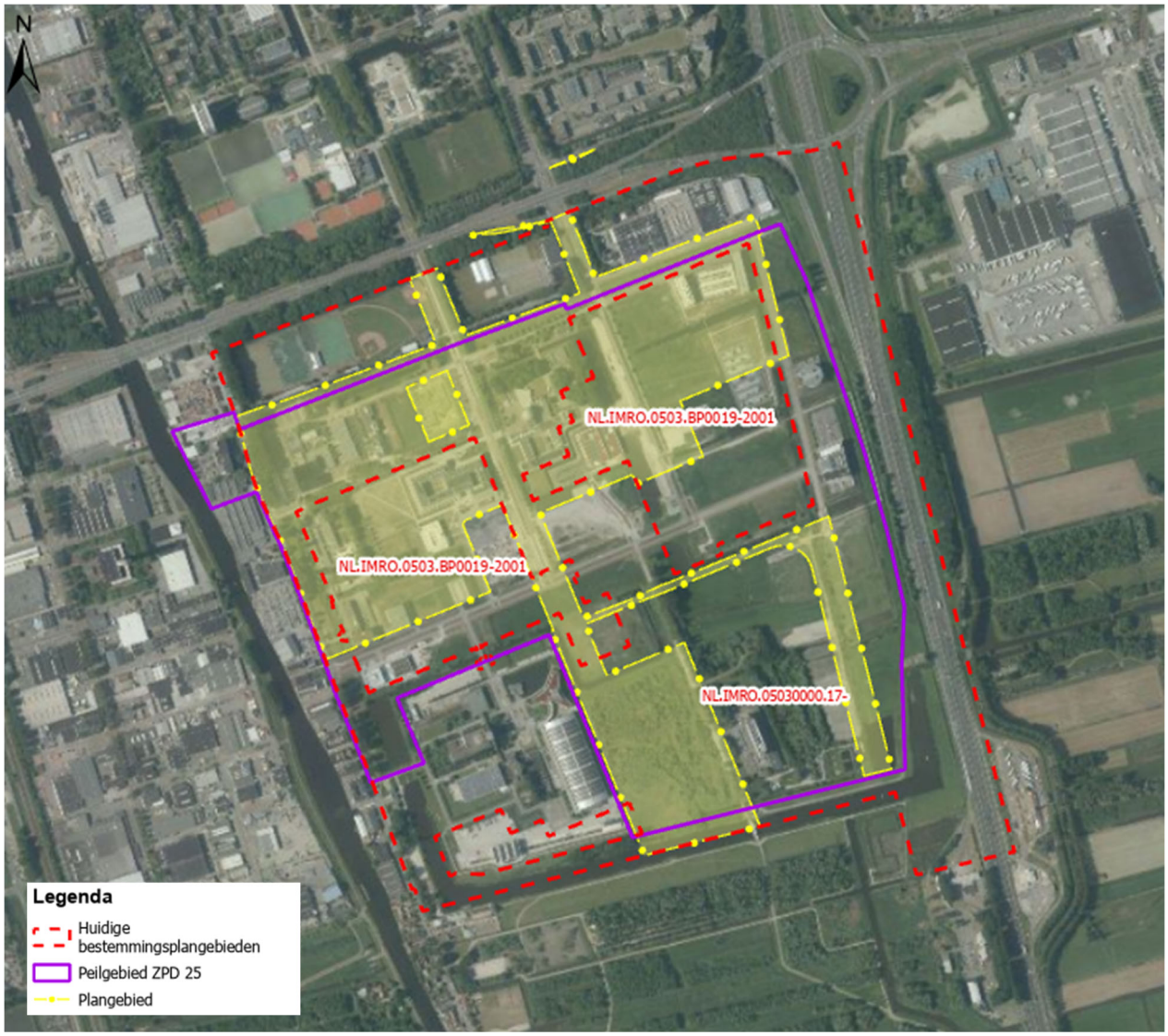
Er is daarom bepaald dat alleen het functioneren van het toekomstige systeem dient te worden getoetst, zonder hierbij vast te houden aan het standstill-beginsel. Voor de volgende onderdelen gekeken of het toekomstige systeem voldoet aan de verschillende normeringen van de gemeente en het Hoogheemraadschap Delfland:

- Hydraulisch functioneren oppervlaktewatersysteem;
- Inundatierisico, inclusief de klimaatstresstest uit het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie;
- Riolering.

1.2 Plangebied

Figuur 1.2 toont de grenzen van het peilgebied, van de vigerende bestemmingsplangebieden en van het omgevingsplangebied ter plaatse van Campus Zuid. Figuur 1.3 toont de getoetste toekomstige invulling ter plaatse van Campus Zuid. Tabel 1-1 geeft de toekomstige verdeling van het landgebruik weer.

Alle wijzigingen in het landgebruik en de daarbij horende effecten vinden plaats binnen de bestemmingsplangebieden NL.IMRO.0503.BP0019-2001 en NL.IMRO.05030000.17-. Daarnaast vinden alle wijzigingen plaats binnen het peilgebied met codering ZPD25. Om deze reden zijn enkel de invloeden op het watersysteem van de ruimtelijke ontwikkelingen binnen dit peilgebied getoetst en beschreven in de waterparagraaf. Voor eventuele toekomstige ontwikkelingen in de omringende peilgebieden binnen het omgevingsplangebied dient een afzonderlijke watertoets te worden uitgevoerd. Bij verdere toename van verharding dient dan compensatie plaats te vinden conform de dan geldende uitgangspunten voor het standstill-beginsel.



Figuur 1.2 – Gebiedsgrenzen Campus Zuid.

Aangezien op dit moment de exacte invulling van het plangebied nog niet bekend is, is in de toetsing de toekomstige bebouwing meegenomen als grote aaneengesloten vlakken, zoals weergegeven in figuur 1.3. In werkelijkheid zullen er zich tussen en rondom de gebouwen groenstroken of tuinen bevinden.

Deze invulling kan derhalve beschouwd worden als de worst-case situatie als het gaat om de belasting op het watersysteem. De getoetste invulling van het landgebruik is als hectares en percentages weergegeven in tabel 1-1.



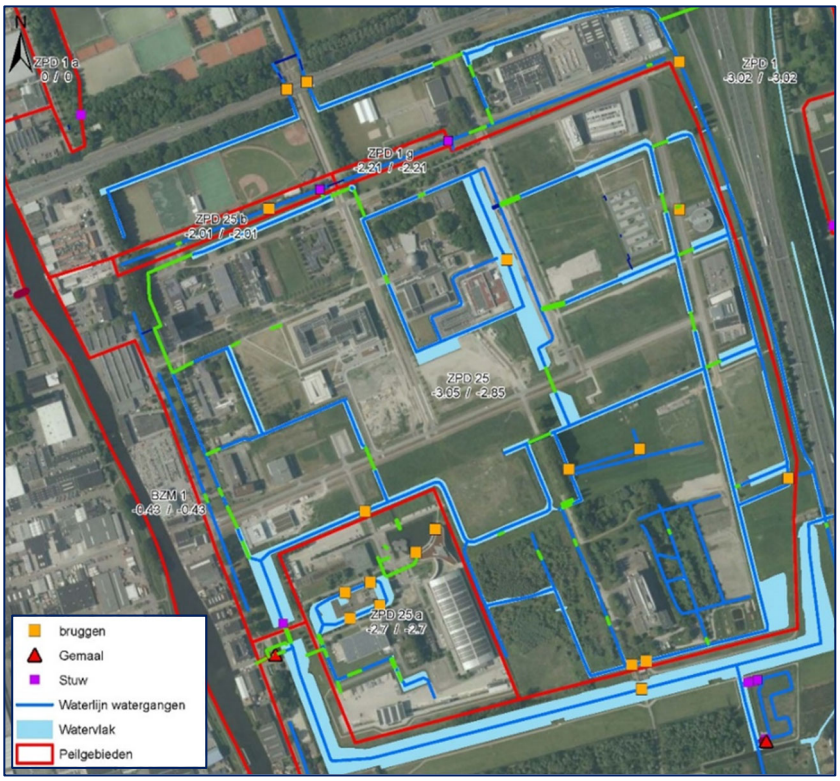
Figuur 1.3 - Toekomstige invulling van het omgevingsplangebied Campus Zuid met de begrenzing van het peilgebied.

Tabel 1-1 Toekomstige verdeling landgebruik Campus Zuid.

Type oppervlak	Oppervlak (ha)	Percentage (%)
Onverhard	34,32	38%
Water	8,40	9%
Daken (huidige en toekomstige bebouwing)	30,50	34%
Wegen en terreinen (huidige en toekomstige verharding)	16,64	19%
Totaal	**89,86**	

1.3 Watersysteem plangebied

De grenzen van het huidig vigerend peilgebied ZPD 25, inclusief het huidige watersysteem, zijn gepresenteerd in figuur 1.3. Het vastgesteld peil voor ZPD 25 betreft een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -2,85 m en NAP -3,05 m. Het peilgebied wordt in noordelijke, oostelijke en zuidelijke richting begrenst door peilgebied GPG2011ZPD 1, met een vastgesteld peil NAP -3,02 m. In het westen wordt het peilgebied begrensd door de Schie in peilgebied GPG2019BZM 1, met een vastgesteld peil van NAP -0,43 m. In peilgebied ZPD 25 zit daarnaast een afwijkend peilgebied met de code GPG2011ZPD 25a, met een vastgesteld peil van NAP -2,70 m. Dit betreft het terrein van Deltares. Daarnaast grenzen twee hoogwatervoorzieningen in het noorden aan het peilgebied ZPD25: GPG2018ZPD 1g en GPG2018ZPD 25b, met vastgestelde peilen van respectievelijk NAP -2,01 m en NAP -2,21 m. Water vanuit het omringende peilgebied GPG2011ZPD 1 kan via deze hoogwatervoorzieningen afwateren in peilgebied ZPD 25.



Figuur 1.4 - Weergave van het huidige watersysteem.

Klepstuw

Peilgebied ZPD 25 watert in zuid-westelijke richting af via een klepstuw. Deze stuw is geplaatst om voldoende waterberging in peilgebied ZPD 25 te realiseren door een peilsteiging van 0,4 m te waarborgen. Voor de ontwerpberekening van de klepstuw wordt verwezen naar het waterhuishoudingplan uit 2014[1]. Zoals vermeld in dit plan zal Delfland de klepstuw op afstand gaan bedienen, waarvoor automatisering met telemetrie wordt uitgewerkt. Het onderhoud van de klepstuw met bijbehorende infrastructuur vindt ook plaats door Delfland.

Op basis van de analyse uitgevoerd in het huidig uitgevoerde waterhuishoudkundig plan (bijlage 1) dient de klepstuw te knijpen tot 14,2 m^3/min. Delfland voert op grond van de Keur het beheer over het goede functioneren van de klepstuw en het achterliggende peilvak
ZPD 25.

Gemaal

Het water dat in de zuidwestelijke hoek over de klepstuw is geleid wordt via gemaal Zuidpolder Delfgauw / Kariaatmolen met code 221103 in de Schie gepompt.

[1] *Technopolis Innovation Park – Geactualiseerd waterhuishoudingplan voor 2014 en verder, d.d. 15 februari 2015, Grontmij Nederland B.V.*

2 Beoordelingskader Wetgeving en Beleid

De voorgenomen activiteiten worden geplaatst tegen de achtergrond van de vigerende wetgeving en het vigerend beleid. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het huidige beleid en regelgeving op Europees, Rijks-, Provinciaal en gemeentelijk niveau en op het niveau van het Hoogheemraadschap Delfland, voor zover van invloed op de voorgenomen activiteit. Het in dit hoofdstuk genoemde beleid en de regelgeving zijn kader stellend voor de voorgenomen activiteiten. Het beleidskader bepaalt de belangrijkste verplichtingen en onderwerpen.

2.1 Europees niveau

Tabel 2-1 Europees niveau.

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Europese Kaderrichtlijnwater (KRW)	2000	De KRW heeft als doel de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. De richtlijn bepaalt dat de wateren een goed leefgebied vormen voor de planten en dieren die er thuishoren.
EU Grondwaterrichtlijn	2006	In aanvulling op de KRW zijn in de Grondwaterrichtlijn chemische aspecten verder gespecificeerd, het doel van de richtlijn is het beschermen van het grondwater tegen verontreiniging en achteruitgang van de toestand.

2.2 Landelijk niveau

Tabel 2-2 Landelijk niveau.

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Deltabeslissing ruimtelijke adaptatie	2014	Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen hebben in de deltabeslissing ruimtelijke adaptatie de ambitie vastgelegd dat Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en water robuust is ingericht en bij (her)ontwikkeling geen extra risico op schade en slachtoffers ontstaan voor zover dat redelijkerwijs haalbaar is.
Waterwet	2009	Regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Wordt naar verwachting in 2021 opgenomen in de omgevingswet.
Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)	2006	Doel van het NBW is te blijven zorgen voor: veiligheid tegen overstromingen, een goede kwaliteit van water, en voldoende zoetwater.
Nationaal Waterplan	2016-2021	In dit plan is het nationale waterbeleid en de daartoe behorende aspecten van het ruimtelijke beleid opgenomen voor de periode 2016-2021 opgenomen. In het Nationaal Waterplan 2016-2021 zijn verwerkt: Hoofdlijnen van het nationale waterbeleid; Gewenste ontwikkelingen, de werking en de bescherming van de watersystemen in Nederland; Benodigde maatregelen en ontwikkelingen; Beheerplannen voor de stroomgebieden; Beheerplannen voor de gebieden met overstromingsrisico; Mariene strategie; Beleidsnota Noordzee; en Functies van de Rijkswateren.
Watertoets	2009	De watertoets is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen expliciet en op evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten. Het is een proces dat de initiatiefnemer van een ruimtelijk plan en de waterbeheerder in een zo vroeg mogelijk stadium met elkaar in gesprek brengt.

2.3 Provinciaal niveau

Tabel 2-3 Provinciaal niveau.

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Regionaal waterplan	2016-2021	Bevat het integrale waterbeleid op provinciaal niveau. Het gaat om waterveiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en een robuust en veerkrachtig watersysteem.
Deltaprogramma Zuid-Holland	2020	Het Deltaprogramma is een nationaal programma, waarin Rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen samenwerken aan de bescherming van Nederland. Als laaggelegen provincie moet Zuid-Holland zich beschermen tegen overstromingen. Ook moet de provincie zorgen voor voldoende zoetwater.

2.4 Niveau van het Hoogheemraadschap van Delfland

Tabel 2-4 Hoogheemraadschap van Delfland.

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Waterbeheerplan	2016-2021	In dit Waterbeheerplan 5 (WBP 5) heeft het Hoogheemraadschap van Delfland (Delfland) zijn strategie voor de uitvoering van de kerntaken voor de komende jaren beschreven. Het is de leidraad voor het handelen van Delfland in de planperiode 2016-2021. Bij de uitvoering van het WBP 5 staan de kerntaken vanzelfsprekend voorop, de waterveiligheid, het waterbeheer, de waterkwaliteit en het zuiveren van afvalwater.
Keur en Algemene Regels	2016	De Keur en Algemene Regels betreffen de algemene bepalingen die overstijgend zijn aan alle beleidsregels.
Beleidsnota Beperken en Voorkomen Wateroverlast	2014	De belangrijkste doelstelling van dit beleidsnota is op hoofdlijnen aangeven op welke manier Delfland invulling geeft aan de wettelijke taak op het gebied van het waterkwantiteitsbeheer, specifiek voor het aspect wateroverlast. Dit behelst het op orde brengen en houden van het watersysteem.
Handreiking Watertoets	2018	De Handreiking watertoets geeft inzicht in hoe Delfland de watertoets procedureel en inhoudelijk invult.
Watersleutel	2014	De watersleutel is een rekentool van het Hoogheemraadschap van Delfland om te bepalen hoeveel waterberging moet worden gecompenseerd.
Richtlijn Vasthoudmaatregelen	2017	Naast open water kunnen in bepaalde gevallen ook vasthoudmaatregelen worden ingezet ter compensatie van versnelde afvoer van hemelwater door een toename van verharding (hierna verder genoemd ´compensatie´). In de Richtlijn Vasthoudmaatregelen zijn de aspecten die Delfland hanteert bij het beoordelen van vasthoudmaatregelen als compensatie bij verharding uitgewerkt tot een algemene richtlijn.

2.5 Gemeentelijk niveau

Tabel 2-5 Gemeentelijk niveau

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Gemeentelijk Rioleringsplan Delft	2017-2021	Het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) beschrijft hoe de gemeente invulling geeft aan de wettelijke zorgplichten voor afvalwater, hemelwater en grondwater. In het GRP vertaalt de gemeente de ambities van de rioleringszorg naar concrete doelen, een adequate strategie, de benodigde activiteiten en de benodigde middelen.
Klimaatadaptatiestrategie Delft	2019	Delft heeft het doel om in 2020 klimaatadaptief handelen in het beleid en de werkwijze van de organisatie te verankeren en in 2050 klimaatbestendig te zijn. De Klimaatadaptatiestrategie Delft zet deze koers uit voor het aanpassen van de stad aan de gevolgen van klimaatverandering.
Beleidsregel Klimaatadaptief Bouwen bij nieuwbouw, gebiedsontwikkeling en herstructurering	2022	De beleidsregel Klimaatadaptief Bouwen vormt een concretisering en uitwerking van zowel de gemeentelijke Klimaatadaptatie Strategie als het provinciale Convenant Klimaatadaptief Bouwen voor de Delftse situatie.

3 Effectbeschrijving en -beoordeling

De uitgevoerde analyses van de effecten op het watersysteem zijn uiteengezet in Tabel 3-1. In de paragrafen 3.1 t/m 3.5 zijn de resultaten van deze analyses op de individuele criteria gegeven.

Tabel 3-1 Beoordelingskader water.

Criterium	Wijze van beoordelen	Methode
Hydraulisch functioneren oppervlaktewatersysteem	Hydraulische stationaire toetsing watersysteem aan normering Hoogheemraadschap van Delfland.	Hydrodynamische doorrekening watersysteem
Inundatierisico	▪ Toetsing bergingsvermogen oppervlaktewatersysteem aan provinciale normering. ▪ Toetsing bergingsvermogen oppervlaktewatersysteem aan klimaatbuien (gestandaardiseerde stresstest).	Hydrodynamische doorrekeningen watersysteem
Grondwater	Toe-/afname grondwaterstand	Kwalitatief
Waterveiligheid	Inschatting effecten wijziging landgebruik op aanwezige waterbouwkundige kunstwerken en waterkeringen.	Kwalitatief
Riolering	Toetsing riolering aan gemeentelijke (=TU Delft) normeringen.	Hydrodynamische doorrekeningen watersysteem
Waterkwaliteit	Inschatting effecten wijziging landgebruik op oppervlaktewaterkwaliteit.	Kwalitatief

* Een peilvak is een geografisch afgebakend gebied waar één en hetzelfde peil wordt nagestreefd.

3.1 Hydraulisch functioneren oppervlaktewatersysteem

De dimensies van watergangen en kunstwerken dienen bij stationaire doorrekening van de bemalingsnorm zonder verdamping te voldoen aan de normen van Delfland:

- Maximaal toegestane verhang: 4 cm/km tot 20 cm per polder;
- Maximaal toegestane verval: 2 mm in duikers tot 20 m lengte;
- Langere duikers: verval 2 mm plus verhang watergang.

Deze toetsing is uitgevoerd door het doorrekenen van een dag met een stationaire bui van 14,4 mm/dag op onverhard gebied en een stationaire bui van 28,8 mm/dag op al het verhard gebied en het oppervlaktewater. De resultaten van de hydraulische stationaire toetsing zijn terug te vinden in het Waterhuishoudkundig plan TU Delft Campus Zuid – 2023 in bijlage 1. Voor de resultaten geldt bij bemalingsnorm zonder verdamping:

- Maximaal berekend verhang is 0,00155 cm/km. Maximale opstuwing in polder bedraagt 0,2 cm. Dit voldoet aan de eisen van maximaal verhang van 4 cm/km tot 20 cm per polder;
- Maximaal berekende verval over een duiker is bij een duiker van 96 m lang en is 1 mm. Dit voldoet aan de eis van maximaal 2 mm + verhang van 4 cm/km;
- Maximaal berekende verval over een duiker tot 20 m is 1 mm. Dit voldoet aan de eis van maximaal 2 mm.

Conclusie: Er zijn geen knelpunten bepaald op basis van de hydraulische stationaire toetsing.

3.2 Inundatierisico

De toetsnormen waaraan dient te worden voldaan zijn bepaald in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) en vastgesteld in de Provinciale Omgevingsverordening. De toetsnormen zijn zoals gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 3-2 Toetsnormen Provinciale Verordening Zuid-Holland volgens Nationaal Bestuursakkoord Water.

Gebruiksfunctie	Beschermingsniveau	Faalcriterium
Bebouwing en infrastructuur binnen bebouwde kom	1x per 100 jaar – T100	0% laagste maaiveld
Openbaar groen	1x per 10 jaar – T10	5% laagste maaiveld
Grasland	1x per 10 jaar – T10	5% laagste maaiveld
Akkerbouw	1x per 25 jaar – T25	1% laagste maaiveld
Glastuinbouw	1x per 50 jaar – T50	1% laagste maaiveld

Naast toetsing op de Provinciale Omgevingsverordening Zuid-Holland is de robuustheid van de bergingscapaciteit getoetst met behulp van het doorrekenen van klimaatbuien. Voor Campus Zuid zijn de gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor de lokale schaal doorgerekend
(70 en 90 mm in 1 uur, en 160 mm in 2 uur).

Resultaten:
De resultaten van de doorrekening van de klimaatbuien en de klimaatreeks van Delfland zijn terug te vinden in het Waterhuishoudkundig plan TU Delft Campus Zuid – 2020 in bijlage 1. De berekende kritische waarden voor de waterstand in het peilgebied zijn als volgt:

Tabel 3-2 Kritische waarden in het peilgebied.

Doorrekening	Kritische hoogte waterstand (m NAP)	Statistische herhalingstijd bij klimaat in 2050 (jaar)
T10 (neerslagreeks)	-2.50	10 jaar
T100 (neerslagreeks)	-2.11	100 jaar
Lokaal 70 mm in 1 uur	-2.19	100 jaar
Lokaal 90 mm in 1 uur	-2.04	250 jaar
Lokaal 160 mm in 2 uur	-1,75	1000 jaar

Zoals te zien is in de figuren in het waterhuishoudkundig plan treedt er in de berekeningen in de zuid-oostelijke hoek van het peilgebied enige inundatie op. Deze inundatie treedt met name op op de groenstroken tussen de gemengde enkelbestemmingen (bebouwing) in, en het inunderend gebied betreft met name de oevers van de wateren. Er treedt geen inundatie op van de verhoogde infrastructuur en de verhoogde enkelbestemmingen.

Mogelijk worden bij de verdere uitwerking van het plan ook de groenstroken tussen de enkelbestemmingen in (beperkt) verhoogd, maar aangezien er bij de modellering van een worst-case scenario voor de bebouwingsgraad uit is gegaan (in de werkelijkheid zal de hoeveelheid verharding kleiner zijn), is de verwachting dat deze beperkte verloren berging niet elders tot wateroverlast elders in het peilgebied leidt.

Samengevat zijn de resultaten van de resultaten van de modellering als volgt:

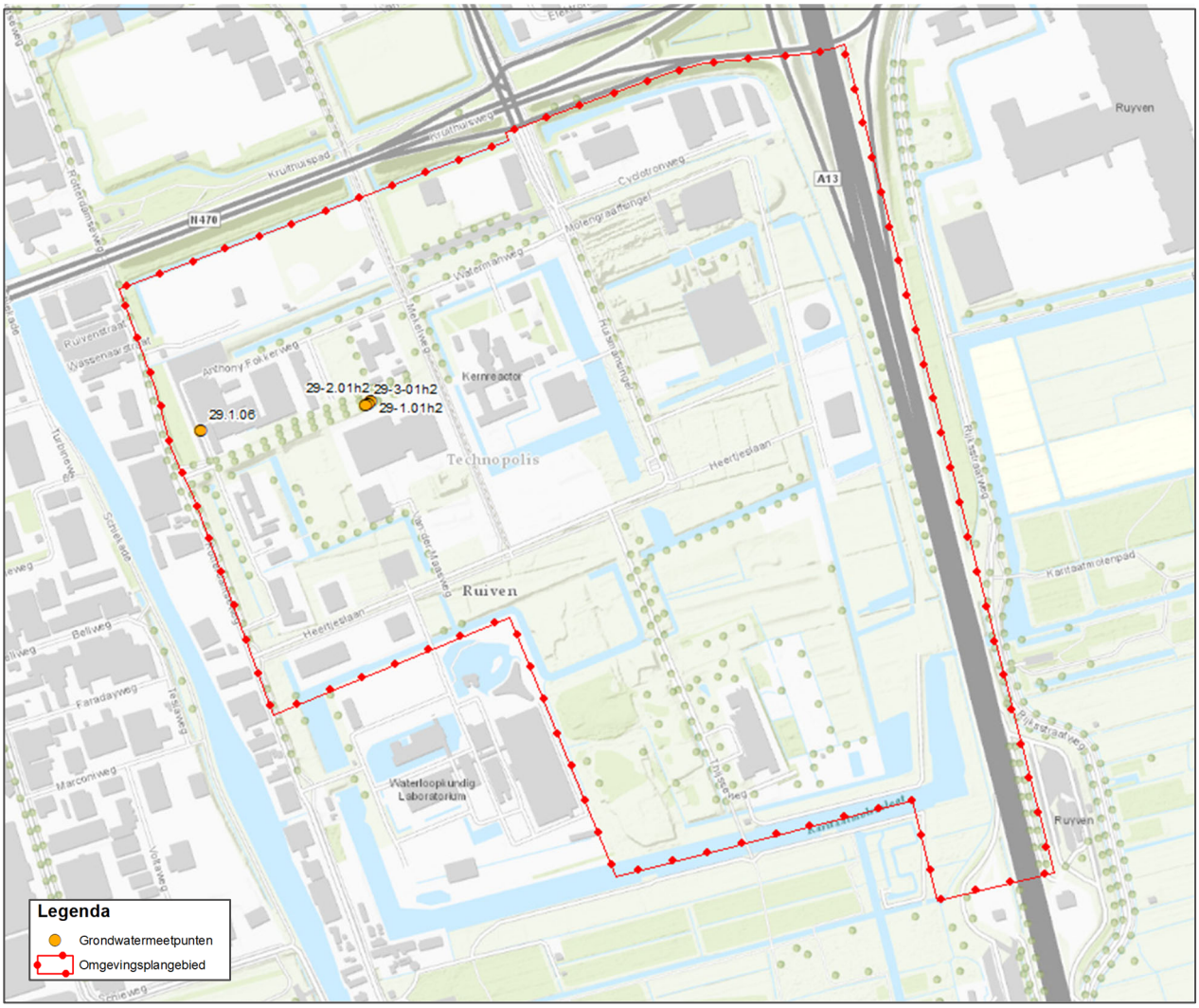
- De inundatie vanuit de watergangen van de infrastructuur en de bebouwing bij voorgestelde hoogten betreft 0% bij doorrekening van de situatie T100 en voldoet daarmee aan de eis van het waterschap;
- De inundatie van het grasland betreft <5% bij doorrekening van de situatie T10 en voldoet daarmee aan de eis van het waterschap;
- De inundatie bij een klimaatbui van 70 mm in 1 uur is iets minder in vergelijking met de situatie T100, want de kritische hoogte van de waterstand ligt iets lager. Bij de klimaatbuien van 90 mm in 1 uur en 160 mm in 2 uur treedt meer inundatie op wat overeenkomt met de lagere herhalingstijd van de hoeveelheid neerslag, zoals zichtbaar is in de figuren in het Waterhuishoudkundig plan TU Delft Campus Zuid (bijlage 1).

Conclusie: De provinciale toetsing is leidend voor de bepaling van knelpunten bij de dynamische toetsing op berging. Er ontstaat bij de doorrekening enige inundatie van openbaar groen in de zuid-oostelijke hoek van het peilgebied. Echter, deze inundatie valt ruim onder de toegestane norm van inundatie voor openbaar groen (<5%). Er vindt in de toekomstige situatie geen inundatie van de verhoogde infrastructuur of bebouwing plaats. Er zijn om deze reden bij deze toetsing geen knelpunten vastgesteld.

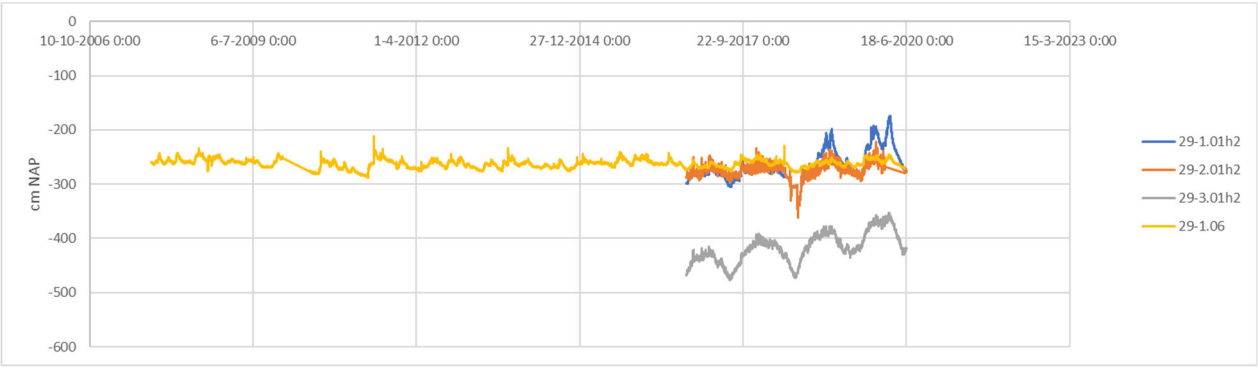
3.3 Grondwater

Door wijzigingen in het oppervlaktewatersysteem en de aanleg van verharde oppervlakken welke voor snelle afstroming zorgen in plaats van infiltratie, is het mogelijk dat de grondwaterstanden wijzigen.
Bij dit criterium wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt van de effecten.

Huidige situatie
In het gebied zijn vier peilbuizen van het gemeentelijke meetnet aanwezig. Drie meetpunten (29-1.01h2, 29-2.01h2 en 29-3.01h2) liggen in/nabij een wadi. Het vierde meetpunt (29.1.06) ligt in het noordwesten van het peilgebied. De gemeten grondwaterstanden liggen rond NAP -2,5 m. Bij peilbuis 29.3.01h2 liggen de grondwaterstanden aanzienlijk lager. Dit komt naar verwachting door de ligging bij de wadi. De locaties van de grondwatermeetpunten zijn weergegeven in figuur 3.1. De gemeten grondwaterstanden zijn weergegeven in figuur 3.2.

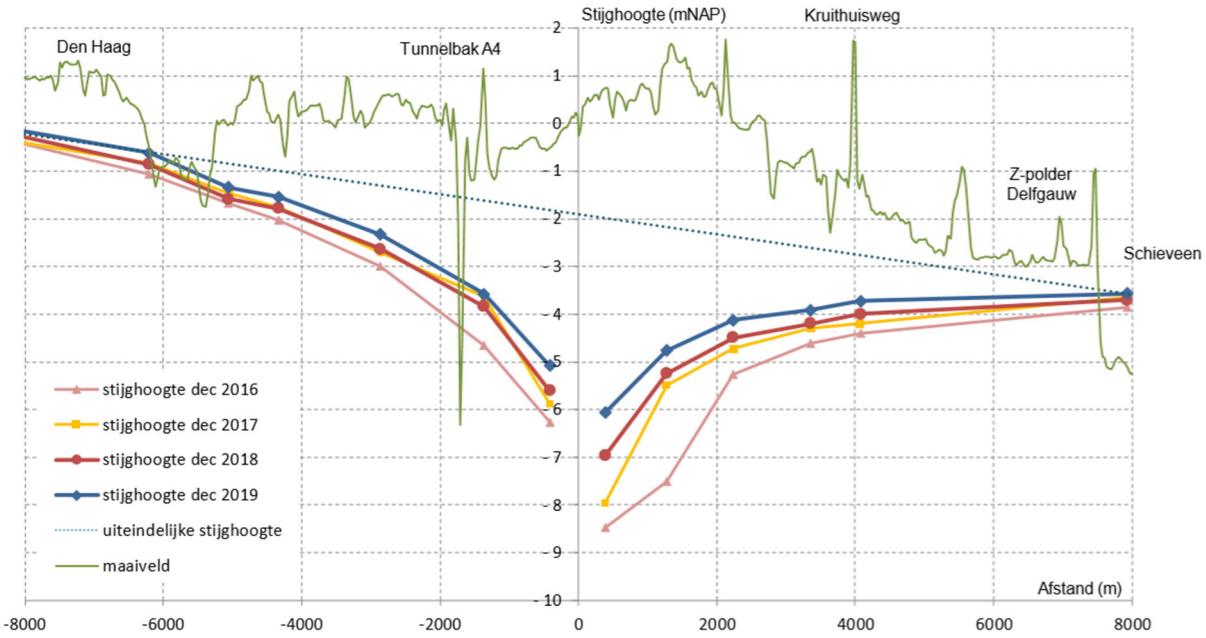


Figuur 3.1 - Locatie grondwatermeetpunten.



Figuur 3.2 - Gemeten grondwaterstanden gemeentelijk grondwatermeetnet.

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ligt rond NAP -3,7 m, zie figuur 3.3. De stijghoogte ligt lager dan de freatische grondwaterstanden, het gebied betreft dus een inzijgingsgebied. Als gevolg van het reduceren van de onttrekking Delft-Noord, zal de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket stijgen. De uiteindelijke stijghoogte ligt op circa NAP -2,7 m. In de toekomst zal de hoeveelheid wegzijging dus afnemen of eventueel omslaan naar kwel.



Figuur 3.3 - Verandering stijghoogte als gevolg van afname onttrekking Delft-Noord (Grondwateronttrekking Delft-Noord, Resultaten monitoring 2019, Acacia Water, 2020).

Toekomstige situatie

De grondwaterstand wordt niet of nauwelijks beïnvloed door de stedelijke ontwikkeling van Campus Zuid. De huidige oppervlaktewaterpeilen worden gehandhaafd. Daarnaast zijn er geen permanente bemalingen of onttrekkingen in de toekomstige situatie voorzien. Door de toename van de verhardingsgraad zal de hoeveelheid infiltratie van grondwater in de bodem mogelijk afnemen, waardoor de grondwaterstanden lokaal beperkt kunnen dalen. Omdat de toename van de verharding voornamelijk plaatst vindt op enige afstand van de bestaande bebouwing, worden geen negatieve effecten als gevolg van deze beperkte daling voor de bestaand bebouwing verwacht.

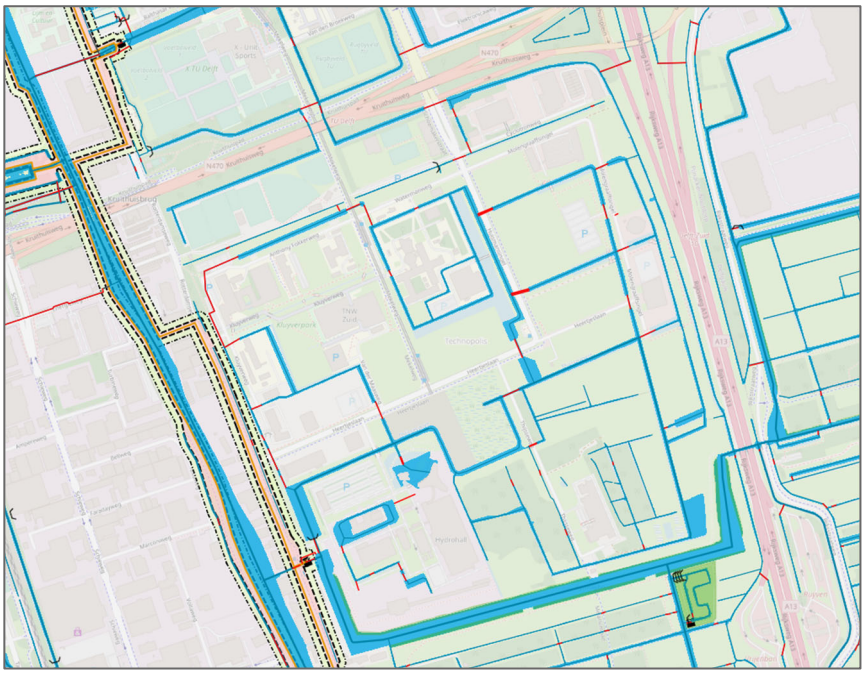
In de toekomst zal door de verhoging van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket als gevolg van de afbouw van de grondwateronttrekking Delft-Noord de hoeveelheid wegzijging afnemen, waardoor de grondwaterstanden naar verwachting zullen stijgen.

De te bebouwen gebieden en de wegen worden opgehoogd om ervoor te zorgen dat de ontwatering en stabiliteit van deze gebieden voldoende is. De wegen worden opgehoogd tot een minimale hoogte van NAP -1,55 m, de vloerpeilen van de gebouwen worden aangelegd op een minimale hoogte van NAP -1,25 m. Hierdoor is de ontwateringsdiepte ter plaatse van de wegen (circa 1 m) en ter plaatse van de bebouwing (circa 1,25 m) voldoende om te zorgen dat er geen problemen als gevolg van het grondwater optreden.

Conclusie: De ingrepen hebben geen negatief effect op de grondwaterhuishouding.

3.4 Waterveiligheid

Langs de Rotterdamseweg (westkant plangebied) loopt de boezemkade van de Schie. Deze regionale kering is in beheer bij het Hoogheemraadschap van Delfland. Bouw en / of grondwerkzaamheden die in het profiel van de waterkering vallen, dienen op grond van de keur vergund te worden. De boezemkade is te zien in figuur 3.4 Zoals te zien is in de figuur zijn er geen werkzaamheden voorzien binnen de beschermingszones van de regionale waterkeringen. Gezien dat de werkzaamheden van Campus Zuid zich niet bevinden binnen de beschermingszones van waterstaatswerken, zal de situatie met betrekking tot waterveiligheid niet veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

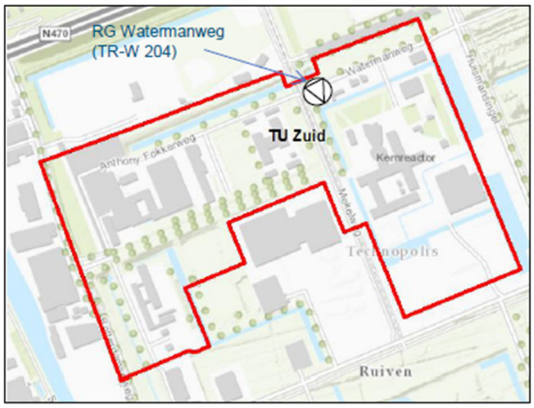


Figuur 3.4 - Overzicht waterstaatwerken plangebied.

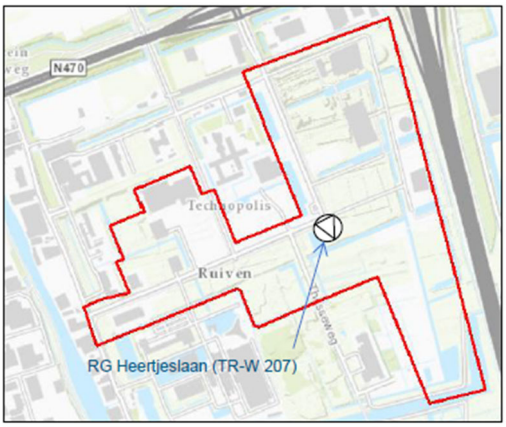
Conclusie: De ingrepen hebben geen effect op de waterveiligheid.

3.5 Riolering

Binnen het plangebied bevinden zich drie bemalingsgebieden, namelijk Technopolis, TU Zuid en VSL, zie figuur 3.55 tot en met figuur 3.77.



Figuur 3.5 - Bemalingsgebied TU Zuid.



Figuur 3.6 - Bemalingsgebied Technopolis.



Figuur 3.7 - Bemalingsgebied VSL.

Voor deze drie bemalingsgebieden zijn afvoerstructuurplannen opgesteld. In deze afvoerstructuurplannen is bepaald wat het effect is van de ontwikkelingen in het gebied op de riolering en de waterhuishouding. Deze afvoerstructuurplannen zijn opgenomen in bijlage 2.

Bemalingsgebied TU Zuid
In dit bemalingsgebied ligt zowel gemengde als gescheiden riolering. Op de gemengde riolering is voor zover bekend alleen nog de verharding van de trambaan aangesloten. Het afval- en hemelwater vanuit de gemengde/vuilwater riolering wordt naar rioolgemaal 'Watermanweg' afgevoerd. De gemengde/vuilwater riolering is niet voorzien van een overstort of nooduitlaat naar het oppervlaktewater. Het rioolgemaal 'Watermanweg' verpompt het afval- en hemelwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering in de Zuidplantsoen.

Naast het afvalwater uit het eigen gebied ontvangt het gebied nog twee injecties afkomstig van twee gemeentelijke minigemalen nabij sportvereniging Blue Birds en de Fortunahal van de korfbalvereniging. Deze twee injecties zijn rechtstreeks op de kelder van rioolgemaal 'Watermanweg' aangesloten. Daarnaast ontvangt het gemengde rioolstelsel een injectie vanaf het beveiligingsgebied RID (kernreactor). Onderdeel van dit beveiligingsgebied is gebouw H-PTC dat met een persleiding op de vrijvervalriolering van TU-Zuid is aangesloten. Voor zover bekend is het betreffende gebied gescheiden gerioleerd en wordt er alleen afvalwater geloosd (onder vrijverval) op de riolering van TU Zuid.

Het hemelwater wat wordt ingezameld via het gescheiden rioolsysteem wordt op meerdere locaties rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd. Daarnaast vindt rechtstreekse afvoer plaats via kolkensystemen die op het oppervlaktewater aangesloten zijn. Centraal in het gebied is een aantal wadi's gerealiseerd waarin een deel van het afstromende hemelwater geborgen wordt en geïnfiltreerd in de bodem. Bij hevige regenval vindt overloop van de wadi's naar het hemelwaterriool plaats.

Bemalingsgebied Technopolis
Bemalingsgebied Technopolis is voorzien van een gescheiden rioolstelsel met een injectie van het verbeterd gescheiden stelsel rondom de parkeergarage en het gemengd stelsel ter plaatse van de trambaan. In het vuilwaterstelsel is een nooduitlaat naar het oppervlaktewater aangebracht om wateroverlast in het gebouw als gevolg van het niet functioneren van het rioolgemaal te voorkomen.
Het hemelwaterstelsel loost op meerdere locaties rechtstreeks op het oppervlaktewater. Het verbeterd gescheiden stelsel bevindt zich rondom de parkeergarage nabij het gebouw 'Technopolis' en is uitgevoerd in een zgn. "Smart drain stelsel". Ingezameld hemelwater wat niet via dit systeem gaat wordt rechtstreeks geloosd op het oppervlaktewater.

Het afvalwater vanuit het vuilwaterstelsel wordt naar het rioolgemaal 'Heertjeslaan' afgevoerd. Via dit rioolgemaal wordt het afval- en regenwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering aan de Zuidplantsoen en via het gemeentelijke afvalwatertransportsysteem richting de AWZI Harnaschpolder verpompt.
Naast het afvalwater uit het eigen gebied ontvangt het gebied nog een tweetal injecties. Eén injectie is afkomstig van het tankstation en de Burger King nabij de rijksweg A13. Deze injectie is aangesloten op een inspectieput van het vuilwaterstelsel in de Molengraaffsingel. Daarnaast wordt het afvalwater van bemalingsgebied VSL via een persleiding, nabij het rioolgemaal 'Heertjeslaan', in het vuilwaterstelsel van Technopolis geloosd.

Bemalingsgebied VSL
In bemalingsgebied VSL ligt een gescheiden stelsel. Het vuilwaterstelsel heeft geen overstort of nooduitlaat naar het oppervlaktewater. Het afvalwater wordt via het vuilwaterstelsel naar het gemeentelijk rioolgemaal VSL (RG Thijsseweg 11) afgevoerd. Dit rioolgemaal verpompt het afvalwater naar het gemengd stelsel in bemalingsgebied Technopolis. Via het rioolgemaal 'Heertjeslaan' in bemalingsgebied Technopolis wordt het afvalwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering aan de Zuidplantsoen verpompt.

Toetsingscriteria
De TU Delft hanteert de volgende uitgangspunten voor het toetsen van de rioolsystemen binnen het gebied:

- De riolering dient voldoende afvoercapaciteit te hebben voor een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per twee jaar (bui 08). De minimaal vereiste waakhoogte in het riool is 0,20 m. (verschil tussen waterstand in put en het maaiveld);
- De afvoercapaciteit van het rioolstelsel getoetst wordt aan een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per tien jaar (bui 10). Hierbij mag maximaal gedurende 30 minuten water-op-straat worden berekend.

Hydraulisch functioneren
Bemalingsgebied TU Zuid
Uit een hydraulische toetsing met bui 08 blijkt dat het rioolstelsel in bemalingsgebied TU Zuid grotendeels voldoende afvoercapaciteit heeft. Op één locatie/gebied wordt wel water op straat berekend. Hoewel dit in de praktijk niet wordt ervaren. In het bemalingsgebied zijn bijna alle percelen volgebouwd en is er ook weinig ruimte voor nieuwbouw. Er zijn daarom geen aanvullende hydraulische berekeningen voor de toekomstige situatie uitgevoerd. Vanwege de overcapaciteit op de gemengd/vuilwaterriolering is het effect op de riolering als gevolg van eventuele uitbreiding van de bestaande gebouwen beperkt. Op de meeste regenwaterriolering is bij bui 08, nog over capaciteit voor het aansluiten van extra verhard oppervlak. De voorkeur gaat uit om het regenwater, indien dit mogelijk is, direct naar het oppervlaktewater af te voeren.

Bemalingsgebied Technopolis en VSL
Uit een hydraulische toetsing met bui 08 blijkt dat het rioolstelsel in de bemalingsgebieden Technopolis en VSL in de huidige situatie grotendeels voldoende afvoercapaciteit heeft. Op één locatie/gebied wordt wel water op straat berekend maar daar wordt geen wateroverlast ervaren. Uit de berekeningsresultaten voor de toekomstige situatie blijkt dat door het aansluiten van meer verhard oppervlak op de bestaande hemelwaterriolering de water-op-straat locaties toenemen. Omdat alle percelen aan oppervlaktewater grenzen en de perceeleigenaren verantwoordelijk zijn voor de afvoer van hemelwater op eigen terrein, is het voorstel om het hemelwater afkomstig van de daken en terreinen van de nieuwbouwlocaties niet via de regenwaterriolering af te voeren maar rechtstreeks naar het oppervlaktewater af te voeren.

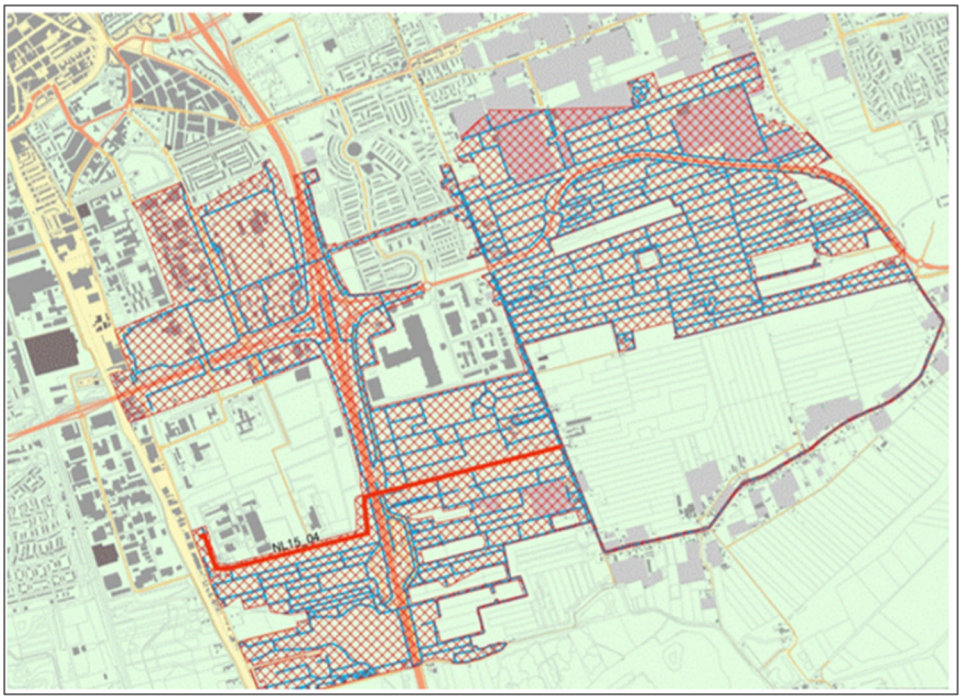
Conclusie: De ontwikkelingen leiden tot meer locaties met water-op-straat. Dit kan naar verwachting voorkomen worden door het hemelwater afkomstig van de daken en terreinen van de nieuwbouwlocaties niet via de regenwaterriolering af te voeren maar rechtstreeks naar het oppervlaktewater af te voeren.

3.6 Waterkwaliteit

Lozingen
In de “Beleidsnota riolering en het watersysteem’’ van Delfland is aangegeven hoe Delfland wil omgaan met riooloverstorten om te zorgen dat verontreinigingen vanuit gemengde rioolstelsels terug te brengen. In de bemalingsgebieden Technopolis, TU Zuid en VSL zijn geen riooloverstorten aanwezig. Wel is in bemalingsgebied Technopolis een nooduitlaat naar het oppervlaktewater aanwezig. Deze wordt alleen gebruikt als het rioolgemaal niet functioneert. Uit de uitgevoerde berekeningen in het afvoerstructuurplan (zie bijlage 2) blijkt dat er in de berekende situaties geen overstortingen plaatsvinden. De nooduitlaat wordt dus alleen gebruikt wanneer het gemaal niet functioneert. Het hemelwater wordt via het gescheiden stelsel of direct naar het oppervlaktewater afgevoerd, zonodig met een eenvoudige zuiverende voorziening.

KRW-waterlichaam

Binnen het plangebied zijn geen KRW-wateren aanwezig. Het water dat via de overstort aan de zuidoostelijke zijde van het plangebied uitgelaten wordt uit het peilgebied ZDP25 komt terecht in KRW-waterlichaam NL15_04 Zuidpolder van Delfgauw, zie figuur 3.8. Afvoer van oppervlaktewater uit peilgebied ZDP25 met een slechte kwaliteit kan een negatief effect hebben op dit KRW-waterlichaam.



Figuur 3.8 - KRW-waterlichaam NL15-04 Zuidpolder van Delfgauw.

De Zuidpolder van Delfgauw is gekenmerkt als een kunstmatig waterlichaam. Het watertype van dit waterlichaam is ‘Gebufferde (regionale) kanalen’ (M3). Het waterlichaam Zuidpolder van Delfgauw is het meest westelijke deel van de Karitaatmolensloot. Het zuidelijk deel van het kassengebied en stedelijk gebied van Pijnacker watert via deze sloot af op waterlichaam Oostboezem. Vrijwel continu wordt water vanuit de Pijnackerse vaart in het afwateringsgebied ingelaten om het waterpeil in de polder te handhaven en door te spoelen.

Vanwege de constante aanvoer van nutriënten- en slibrijk water is het doorzicht in een groot deel van de watergang beperkt. Hierdoor kan licht moeilijk doordringen tot de waterbodem. De waterplanten komen hierdoor moeilijk tot ontwikkeling. En als ze tot ontwikkeling komen, dan mogen ze geen belemmering vormen voor de afvoerfunctie van de watergang. De belangrijkste bronnen voor stikstof en fosfor zijn glastuinbouw, uit- en afspoeling van landelijk gebied, inlaat van water en de waterbodem. Wat betreft de ecologische doelen voldoet het KRW-waterlichaam voor algen (door grote doorspoeling). Waterplanten en vissen worden beoordeeld als ontoereikend. Macrofauna wordt als matig beoordeeld.

De ontwikkelingen in het plangebied leiden naar verwachting niet tot significante effecten op de chemische en ecologische doelen van het KRW-waterlichaam Zuidpolder van Delfgauw. Het overtollige water uit peilvak ZPD25 komt vlak voor het gemaal naar de boezem in het KRW-waterlichaam terecht en zal dus alleen zeer lokaal effect hebben op de waterkwaliteit.

In het plangebied wordt grotendeels een gescheiden rioolstelsel en er zijn geen riooloverstorten aanwezig. Een gescheiden rioolstelsel zorgt voor een relatief lage belasting voor wat betreft waterkwaliteit op het watersysteem.

Door het gescheiden rioolstelsel zal waterkwaliteit niet of nauwelijks worden beïnvloed. Door het ophogen van de te ontwikkelen terreinen kan er wel een hogere belasting met chloride optreden als gevolg van het uitspoelen van zout uit het gebruikte ophoogzand, of door uitpersen tijdens de consolidatie van de bovenste bodemlagen.

Conclusie: De waterkwaliteit wordt niet negatief beïnvloed door riooloverstorten, afvoer van hemelwater naar het oppervlaktewater moet indien noodzakelijk geacht voorzien zijn van een zuiverende voorziening. De waterkwaliteit van KRW-waterlichaam NL15_04 wordt niet of zeer beperkt negatief beïnvloed door de ontwikkelingen.

4 Conclusie

In het plangebied Campus Zuid vindt stedelijke ontwikkeling plaats. In deze waterparagraaf is uiteengezet wat de invloed is van deze stedelijke ontwikkeling op de verschillende aspecten van waterhuishouding.

De toekomstige invulling van het watersysteem is getoetst aan de vigerende normeringen voor het hydraulisch functioneren en voor het risico op inundatie (en dus niet aan het standstill-principe).
Uit beide toetsingen volgt dat er in de toekomstige situatie géén knelpunten voor de normeringen naar voren komen.

De maximaal gemodelleerde peilstijgingen zijn als volgt:
Het actuele plan leidt bij een T=10 bui tot een maximale peilstijging van 35 cm en bij een T=100 bui tot een maximale peilsteiging van 74 cm. Dit maximale peil treedt niet lokaal op maar door het hele peilvak. De toekomstige waterstructuur is dan ook robuust. De verhouding van verhard (inclusief open water) en onverhard betreft hierbij respectievelijk 62% en 38%.

In het waterhuishoudkundig plan is een aantal aanbevelingen voor aanpassingen aan het watersysteem aangegeven.

De afvoerstructuurplannen van de drie bemalingsgebieden van de riolering zijn getoetst aan de normeringen van de TU Delft. De ruimtelijke ontwikkelingen leiden logischerwijs tot meer locaties met water op straat, maar de beschikbare berging in het oppervlaktewatersysteem laat toe dat delen van het verhard oppervlak direct afwateren op het oppervlaktewatersysteem, waardoor het aantal situaties met water op straat beperkt plaatsvinden.

Er worden ten opzichte van de huidige situatie door de stedelijke ontwikkelingen geen (of zéér beperkt en lokale) effecten verwacht op de grondwaterstand, de waterveiligheid of de (grond)waterkwaliteit. Er wordt voor deze onderdelen in de toekomstige waterhuishouding dus voldaan aan het stand-still beginsel wat stelt dat negatieve effecten van ruimtelijke ontwikkelingen op het watersysteem worden voorkomen.

Bijlage 1

Waterhuishoudkundig plan

Royal HaskoningDHV

Separaat aangeleverd.

Bijlage 2

Afvoerstructuurplannen

Royal HaskoningDHV

Separaat aangeleverd.

RAPPORT

Waterhuishoudkundig plan TU Delft Campus Zuid

Klant: TU Delft - Directie Campus & Real Estate

Referentie: BG8199WATRP2005151325WM

Status: Definitief/P02.01

Datum: 3-8-2020

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX ROTTERDAM
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Waterhuishoudkundig plan TU Delft Campus Zuid
Ondertitel:	
Referentie:	BG8199WATRP2005151325WM
Status:	P02.01/Definitief
Datum:	3-8-2020
Projectnaam:	WHP Campus Zuid TU Delft
Projectnummer:	BG8199
Auteur(s):	Mark de Weerd
Opgesteld door:	Mark de Weerd
Gecontroleerd door:	Ingrid Jensen
Datum/paraaf:	3 augustus 2020
Goedgekeurd door:	Ingrid Jensen
Datum/paraaf:	3 augustus 2020

Classificatie
Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Inhoud

1 Inleiding 1

1.1 Aanleiding 1

1.2 Proces 1

1.3 Getoetst gebied 1

1.4 Leeswijzer 2

2 Beschrijving opgave 3

2.1 Huidige situatie 3

2.2 Toekomstige situatie 3

3 Toetsing watersysteem 4

3.1 Inleiding 4

3.2 Opbouw en uitgangspunten model oppervlaktewatersysteem 4

3.2.1 Rioleringsmodel 4

3.2.2 Verhardingsgraad 4

3.2.3 Hoogtemodel 5

3.2.4 Overige randvoorwaarden en uitgangspunten 7

4 Resultaten 10

4.1 Hydraulische stationaire toetsing 10

4.2 Bepaling situatie T10 en T100 10

4.3 Hydraulische dynamische toetsing 11

4.4 Dynamische toetsing op berging 11

5 Conclusie 14

Bijlagen

1 Overzichtstekening huidig watersysteem

2 Toekomstige invulling Campus Zuid

3 Kaartbeelden resultaten hydraulische toetsingen

4 Kaartbeelden resultaten bergingstoetsingen

5 Watertoets, peilkeuze en ontwateringsadvies verplaatsing H&S-accommodatie Bluebirds te Delft

Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor u ligt het waterhuishoudkundig plan voor het watersysteem van Campus Zuid.

In 2014 is het watersysteem van Campus Zuid getoetst op de daarvoor geldende toetsingseisen. In de tussentijd zijn er planwijzigingen doorgevoerd voor Campus Zuid, waarbij ook voor het huidige watersysteem wijzigingen zijn doorgevoerd. Door het Hoogheemraadschap van Delfland is om deze reden aangegeven dat het huidige waterhoudkundig plan uit 2014 niet meer voldoet, doordat de stedenbouwkundige plannen voor Campus Zuid gewijzigd zijn en een nieuw bestemmingsplan wordt opgesteld. Voor het nieuwe bestemmingsplan dient de wateropgave opnieuw bepaald te worden. Aangezien in 2019 het toekomstig rioleringsstelsel van de toekomstige invulling van Campus Zuid getoetst is op de stedelijke normeringen, kan bij de toetsing van het watersysteem hierop direct aangesloten worden.

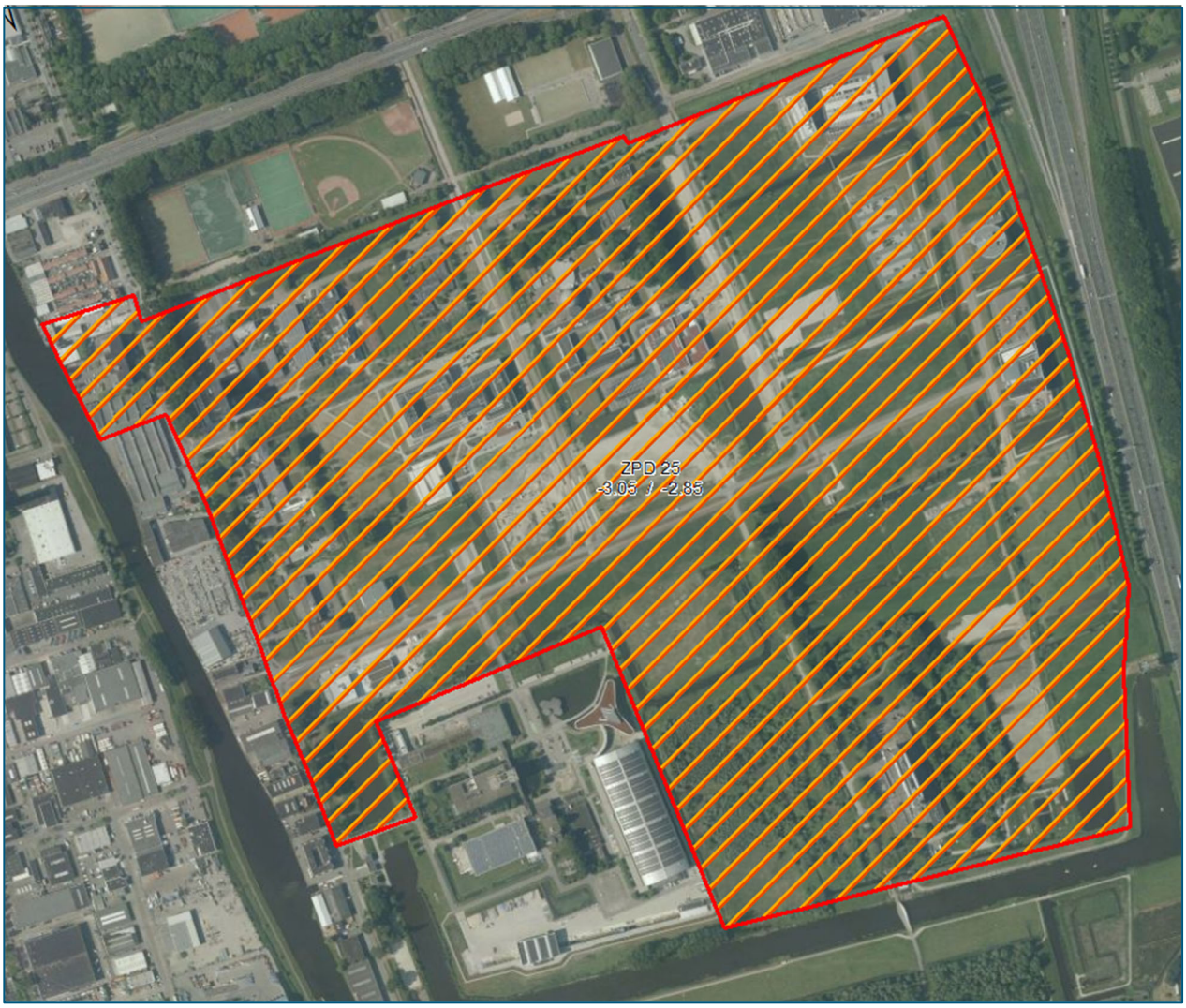
De uitgangspunten voor het waterhuishoudkundig plan zijn samen met de beheerder van het gebied, de TU Delft Directie Campus & Real Estate, en het Hoogheemraadschap van Delfland besproken. Uit het overleg bleek dat grotendeels dezelfde uitgangspunten zoals gehanteerd in 2014 ten aanzien van hydraulische toetsing en toetsing op inundatie gehandhaafd kunnen blijven, waarbij de manier van toetsing wel aangepast dient te worden op het huidige beleid van Hoogheemraadschap van Delfland. Om deze reden is de manier van toetsing in dit waterhuishoudkundig plan opnieuw beschreven.

1.2 Proces

Onderliggend rapport betreft het resultaat van de toetsing van het waterhuishoudkundig systeem tijdens de planfase. In de planfase worden theoretische knelpunten bepaald. Deze knelpunten worden in een volgende fase in overleg met de TU Delft en het Hoogheemraadschap van Delfland vastgesteld en daarnaast wordt gezocht naar een oplossing voor een eventueel probleem. Dit rapport is dan ook leidend voor de verdere waterhuishoudkundige uitwerking door de TU Delft en voor de toetsing van vergunningaanvragen door Delfland (watervergunning als bevoegd gezag en omgevingsvergunning als adviseur van de gemeente Delft).

1.3 Getoetst gebied

Figuur 1 toont het getoetst gebied. Dit getoetst gebied betreft peilgebied ZPD25. Ruimtelijke ontwikkelingen buiten dit peilgebied vallen binnen andere (grotere) peilgebieden en zijn derhalve niet binnen dit waterhuishoudkundig plan getoetst.



Figuur 0.1 - Weergave getoetst gebied. Dit betreft peilgebied ZPD25.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de toekomstige planinrichting van het gebied. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode van toetsing, evenals de uitgangspunten waar tijdens de toetsing rekening mee is gehouden. Hoofdstuk 4 beschrijft de analyse van het watersysteem, evenals een analyse van de knelpunten welke naar voren gekomen zijn. Hoofdstuk 5 zijn de conclusies volgend uit de analyses beknopt beschreven.

Beschrijving opgave

2.1 Huidige situatie

In 2014 is het watersysteem van Campus Zuid getoetst. Het getoetste peilvak betrof het toenmalige XXV. De vergunde gerealiseerde, stedelijke ontwikkeling tot medio 2014 betrof diverse ontwikkelingsstadia van infrastructuur (wegen, trambaan) en vastgoed. Dit betrof voorbelastingen, het bouwrijp of woonrijp maken, (utiliteits)bouw of (tram)wegenaanleg.

Sinds 2014 zijn de getoetste plannen voor de waterhuishouding grotendeels gerealiseerd. Maar er zijn ook wijzigingen in de plannen aangebracht. De belangrijkste wijziging met betrekking tot het watersysteem betreft de wijziging van de begrenzing en codering van het peilgebied waar het Innovation Park in ligt. Dit komt onder andere door plaatsing van de klepstuw aan de zuidzijde van het gebied in 2015. De codering voor het peilgebied is in de peilenkaart veranderd van peilgebied XXV naar code GPG2011ZPD 25.

De grenzen van het huidig vigerend peilgebied, inclusief de beschikbare informatie van het huidige watersysteem, zijn gepresenteerd in bijlage 1. Het vastgesteld peil voor ZPD 25 betreft een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -2,85 m en NAP -3,05 m. Het peilgebied wordt in noordelijke, oostelijke en zuidelijke richting begrenst door peilgebied GPG2011ZPD 1, met een vastgesteld peil NAP -3,02 m. In het westen wordt het peilgebied begrensd door de Schie in peilgebied GPG2019BZM 1, met een vastgesteld peil van NAP -0,43 m. In peilgebied ZPD 25 zit daarnaast een afwijkend peilgebied met de naam GPG2011ZPD 25a, met een vastgesteld peil van NAP -2,70 m. Dit betreft het terrein van Deltares. Daarnaast is er één hoogwatervoorziening grenzend aan, en één hoogwatervoorziening in het noorden van het peilgebied ZPD25: GPG2018ZPD 1g en GPG2018ZPD 25b, met vastgestelde peilen van respectievelijk NAP -2,01 m en NAP -2,21 m.

2.2 Toekomstige situatie

Naast de wijzigingen voor de begrenzing van het peilgebied en de vigerende peilen zijn er sinds 2014 wijzigingen aangebracht in de plannen voor invulling van Campus Zuid. Dit betreft wijzigingen in de mate van verhard oppervlak en de ligging van de riolering. Ook wordt het gebied aan de oostzijde van het peilgebied beschikbaar gesteld voor innovatieve proeftuinen op verschillende gebieden, zoals waterbeheer. Het huidige watersysteem wordt daarbij aangepast om aan deze nieuwe invulling van het gebied te voldoen.

De toekomstige invulling van het hele peilgebied is gepresenteerd in bijlage 2. Aangezien de invulling in fases wordt bereikt zijn in deze bijlage ook de tekeningen met de verschillende fases van het plan toegevoegd.

Toetsing watersysteem

3.1 Inleiding

In bijlage 2 vindt u de geplande eindsituatie volgens het stedenbouwkundig plan van 2019 van Campus Zuid[1]. Aanvullend is in bijlage 5 een schetsontwerp opgenomen van de nieuwe locatie voor het sportpark Bluebirds[2], met daarin de verwachtte invulling van het gebied. Dit stedenbouwkundig plan en de waterparagraaf voor het nieuwe sportpark vormen samen met de gegevens van het huidige watersysteem welke in december 2019 door TU Delft - Directie Campus & Real Estate en het Hoogheemraadschap zijn aangeleverd, het uitgangspunt voor de beschouwing van het watersysteem in dit hoofdstuk.

3.2 Opbouw en uitgangspunten model oppervlaktewatersysteem

3.2.1 Rioleringsmodel

In 2019 is door Royal HaskoningDHV een afvoerstructuurplan opgesteld van Campus Zuid. Hierbij is onder andere bepaald of het hemelwater van het extra verhard oppervlak als gevolg van de ontwikkelingen door het bestaande rioolstelsel kan worden afgevoerd. De conclusie was dat dit niet het geval is. Er is geadviseerd om het hemelwater van de percelen niet aan te sluiten op de bestaande riolering, maar op eigen terrein te bergen en af te voeren naar aan het perceel grenzende oppervlaktewater. Voor de nieuwe wegen is geadviseerd om een apart regenwaterstelsel te ontwerpen. Op basis van het laatste stedenbouwkundig plan dient nog een definitieve invulling te worden gegeven aan de afvoer van het hemelwater. Deze definitieve invulling wordt op een later moment uitgewerkt.

Ten behoeve van dit waterhuishoudkundig plan voor het oppervlaktewatersysteem is het rioleringsmodel, zoals dit is opgesteld voor het afvoerstructuurplan, uitgebreid met oppervlaktewatersysteem tot een integraal riolerings- en oppervlaktewatermodel.

3.2.2 Verhardingsgraad

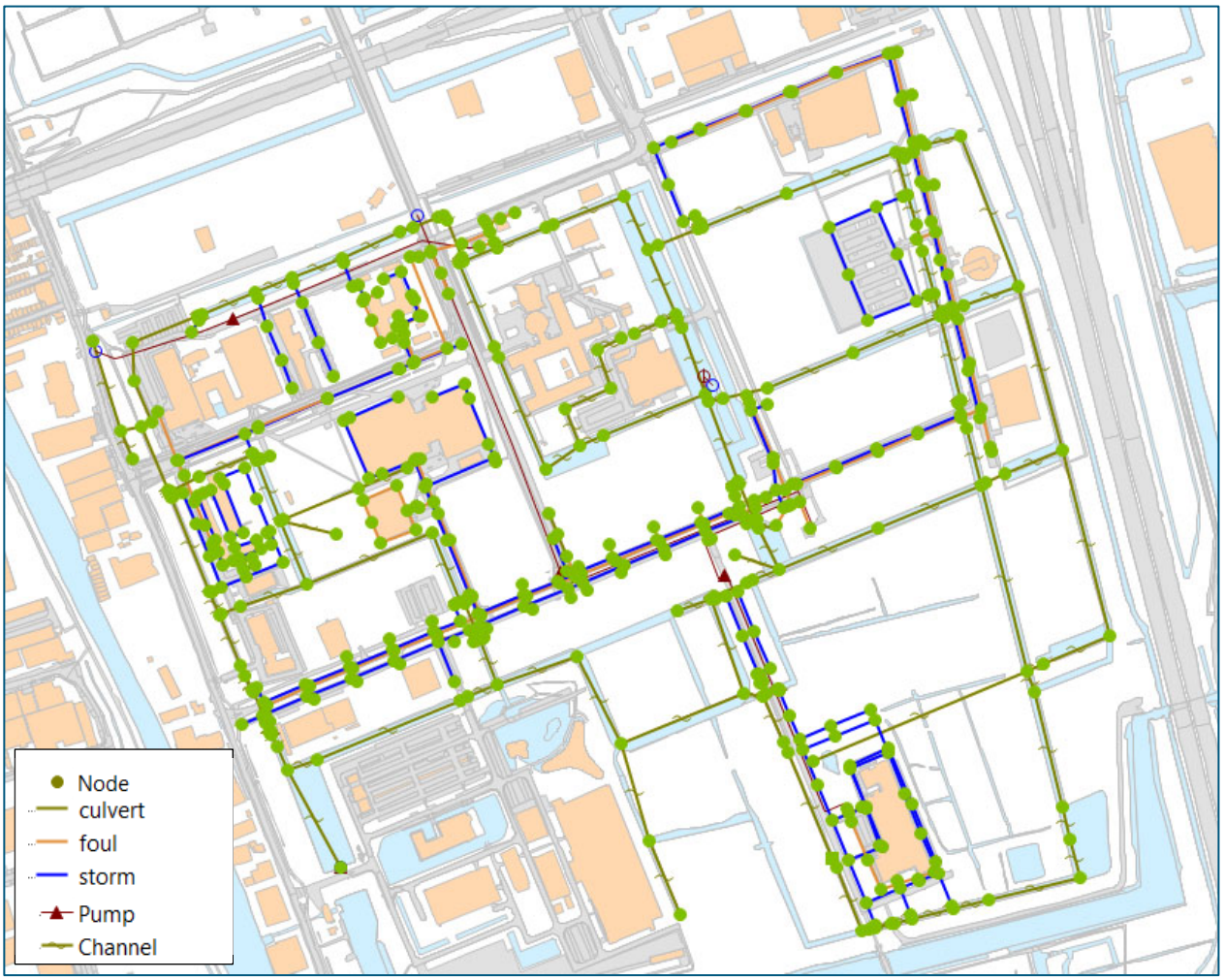
De eindsituatie van Campus Zuid binnen het peilgebied ZDF25 heeft een bruto oppervlak van 89,86 ha. Van dit oppervlak is 55,54 ha hydrologisch verhard (volledig verhard). Dit komt neer op een verhouding van verhard en onverhard van respectievelijk 62% en 38%. Hierbij is uitgegaan dat de waterberging welke aangegeven staat in de watertoets voor locatie Bluebirds niet wordt gerealiseerd.

In het model is het oppervlak opgedeeld door middel van Thiessen-polygons op de rekenpunten (“nodes”) van het watersysteem. De opzet van het model is weergegeven in figuur 0.1.

Tabel 1 - Verdeling landgebruik Campus Zuid (de verdeling van de oppervlaktes is volgens de verdeling in bijlage 2).

Type oppervlak	Oppervlak (ha)	Percentage (%)
Onverhard	34,32	38%
Water	8,40	9%
Daken (huidige en toekomstige bebouwing)	30,50	34%
Wegen en terreinen (huidige en toekomstige verharding)	16,64	19%
	89,86	

[1] *TU Delft Campus Zuid – Stedenbouwkundig Plan; Posad Maxwan; d.d. December 2019*
[2] *Watertoets, peilkeuze en ontwateringsadvies verplaatsing H&S-accommodatie Bluebirds te Delft; asc-sportsandwater; d.d. 8 januari 2021*

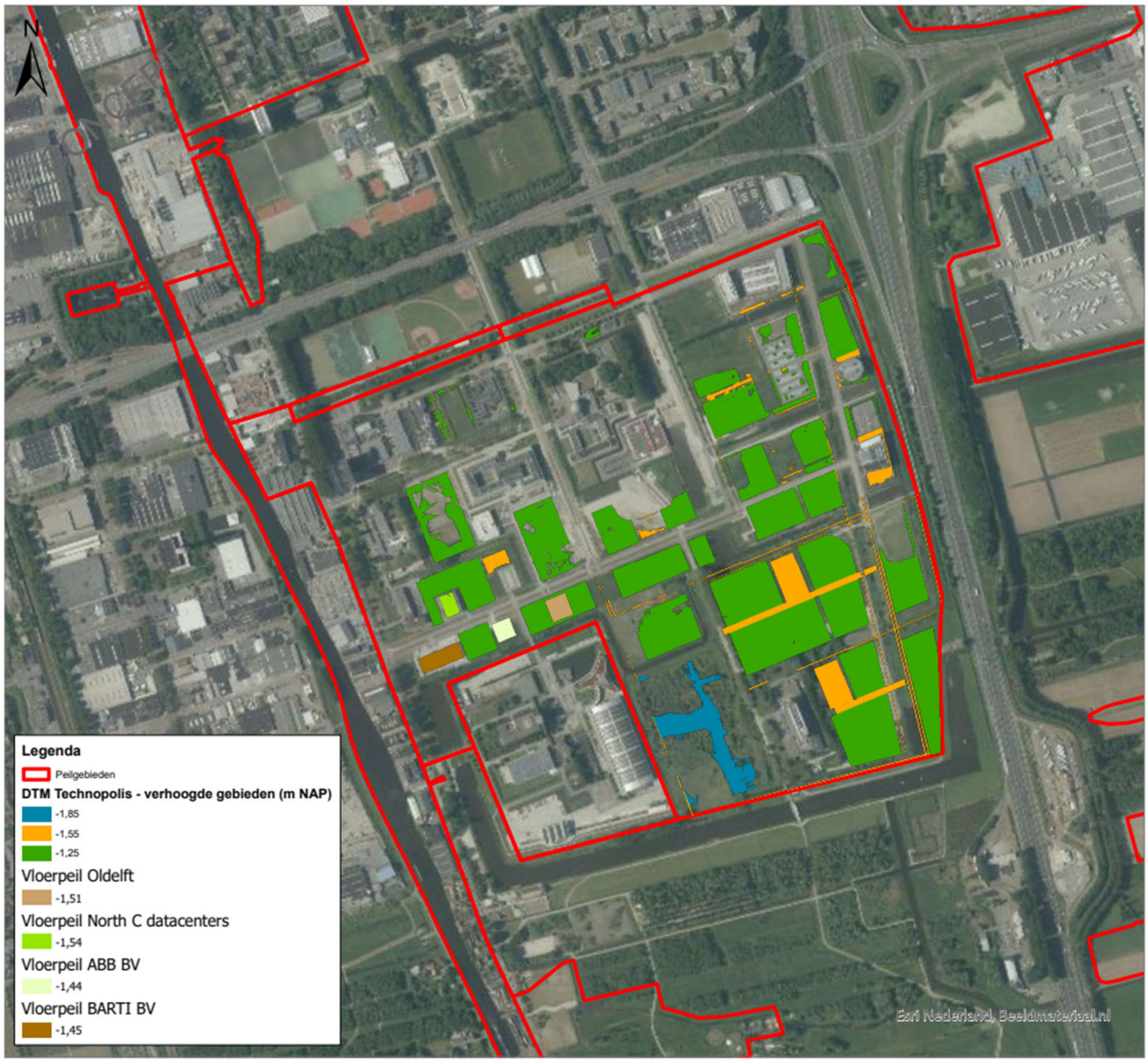


Figuur 0.1 - Weergave integraal oppervlaktewater- en rioleringsmodel in Infoworks (overstorten zijn niet weergegeven omdat deze niet aanwezig zijn).

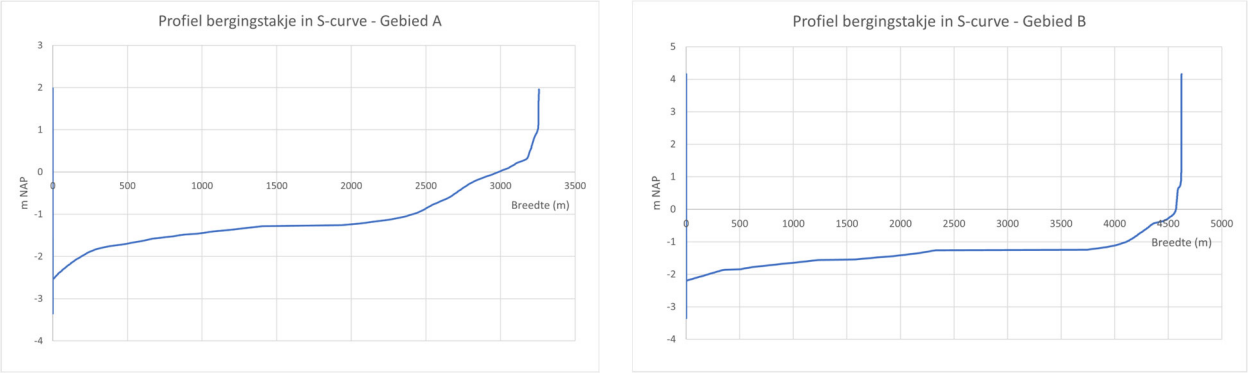
3.2.3 Hoogtemodel

Aangezien in het gebied stedelijke ontwikkeling plaatsvindt, worden de bebouwde gebieden en de wegen en terreinen opgehoogd om ervoor te zorgen dat de ontwatering en stabiliteit van deze gebieden voldoende is. Voor de toekomstige hoogten van de wegen en terreinen en het vloerpeil van de gebouwen is een inschatting gemaakt. Het sportpark wordt opgehoogd tot een minimale hoogte van NAP -1,85 m, de wegen worden opgehoogd tot een minimale hoogte van NAP -1,55 m, de vloerpeilen van de gebouwen worden aangelegd op een minimale hoogte van NAP -1,25 m. Van een aantal gebouwen zijn daarnaast de vloerpeilen in september 2022 ingemeten[3]. Deze waarden zijn ingebrand in het AHN3. Figuur 0.2 laat het gebied zien wat ten opzichte van het AHN3 in het hoogtemodel is opgehoogd. Het gebied is opgedeeld in twee gebieden, west en oost, en van het nieuwe hoogtemodel is een tweetal S-curves gemaakt. Deze twee S-curves zijn op twee locaties aan het model gekoppeld door middel van twee zogenoemde ‘dummytakjes’ om tijdens de bergingstoets de maaiveldberging te simuleren.

[3] *Ondersteuning civieltechnische werkzaamheden Kluyvergebied - Inventariseren en inmeten vloerpeilen Kluyvergebied. Referentienr. BI8670-101-RHD-DH-XX-DR-C-0001, RHDHV, d.d. 29-9-2022.*



Figuur 0.2 - Ophogingen AHN3 op basis van stedenbouwkundig plan, watertoets nieuw sportpark en de inmetingen vloerpeilen in september 2022.



Figuur 0.3 - Dwarsprofielen bergingstakjes (S-curves maaiveld).

3.2.4 Overige randvoorwaarden en uitgangspunten

1) Dimensionering klepstuw

De klepstuw is gedimensioneerd op basis van de bemalingsnorm. Aangezien de grootte van het gebied ten opzichte van de toetsing in 2014 veranderd is, evenals de verhardingsgraad, is de dimensionering getoetst om te bepalen of deze ook voor de nieuwe situatie voldoet. De bemalingsnormen zijn uiteengezet in tabel 2.

Tabel 2 – Bemalingsnormen zoals gehanteerd door Delfland

Type oppervlak	Bemalingsnorm
Onverhard	14,4 mm/dag (10 m3/min.100ha)
Verhard	28,8 mm/dag (20 m3/min.100ha)
*Bemalingsnorm [m^3/min] = Oppervlak verhard (ha)/100*20 + Oppervlak onverhard (ha)/100*10*	

Uitgaande van de oppervlakken zoals uiteengezet in Tabel 1, is de bemalingsnorm voor dit gebied berekend op 14.5 m^3/min, wat beduidend minder is dan 18.2 m^3/min welke in het vorige waterhuishoudkundige plan is bepaald. Voor de modellering is uitgegaan van een geknepen afvoer tot 14.4 m^3/min.

2) Hydraulische toetsing

De dimensies van watergangen en kunstwerken dienen bij stationaire doorrekening van de bemalingsnorm zonder verdamping te voldoen aan de normen van Delfland:

- Maximaal toegestane verhang: 4 cm/km tot 20 cm per polder.
- Maximaal toegestane verval: 2 mm in duikers tot 20 m lengte.
- Langere duikers: verval 2 mm plus verhang watergang.

Deze toetsing is uitgevoerd door het doorrekenen van een dag met een stationaire bui van 14,4 mm/dag op onverhard gebied en een stationaire bui van 28,8 mm/dag op al het verhard gebied en het oppervlaktewater.

Voor een situatie T10 welke ééns in de tien jaar voor komt geldt daarnaast:

- Maximaal toegestane stroomsnelheid: 0,2 m/sec in hoofdwatergangen, 0,6 m/sec in duikers.

De situatie T10 is bepaald door middel van doorrekening van een selectie van 323 meetreeksen van verdamping en neerslag waar ook een klimaatfactor in is verwerkt. De doorgerekende reeks betreft de toetsingsdata 2050_WL_centr_H-R[4], zoals gehanteerd door Delfland. Voor deze meetreeksen is op de waterstanden statistiek toegepast om te bepalen wat de herhalingstijd is van de waterstanden. Vervolgens is uit deze herhalingstijd de T10-situatie en de T100-situatie bepaald. Bij de T10-situatie zijn de stroomsnelheden bepaald waarna vervolgens is bepaald of wordt voldaan aan de maximaal toegestane stroomsnelheid.

[4] *STOWA Rapport 2019-19; NEERSLAGSTATISTIEK EN -REEKSEN VOOR HET WATERBEHEER 2019; KNMI, HKV & STOWA.*

3) Toetsing op NBW-normen

De toetsnormen waaraan dient te worden voldaan zijn bepaald in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) en vastgesteld in de Provinciale Verordening. De toetsnormen zijn zoals gepresenteerd in tabel 3.

Tabel 3 – Toetsnormen Nationaal Bestuursakkoord Water

Gebruiksfunctie	Beschermingsniveau	Faalcriterium
Bebouwing en infrastructuur binnen bebouwde kom	1x per 100 jaar – T100	0% laagste maaiveld
Openbaar groen	1x per 10 jaar – T10	5% laagste maaiveld
Grasland	1x per 10 jaar – T10	5% laagste maaiveld
Akkerbouw	1x per 25 jaar – T25	1% laagste maaiveld
Glastuinbouw	1x per 50 jaar – T50	1% laagste maaiveld

Het landgebruik in de polder betreft bebouwing en infrastructuur binnen bebouwde kom, in combinatie met openbaar groen. Voor de bebouwing en infrastructuur geldt een beschermingsniveau van 1x per 100 jaar (T100) met een faalcriterium van 0%, voor het openbaar groen geldt een beschermingsniveau van 1x per 10 jaar (T10) met een faalcriterium van 5%. Zoals in de beschrijving van de hydraulische toetsing staat is het beschermingsniveau voor beide situaties in beeld gebracht aan de hand van de doorrekening van 323 gekozen events, waarna door middel van statistiek achteraf de herhalingstijd van de waterstanden is bepaald.

Voor de uitgevoerde toetsing is vooraf aan de doorrekening géén maximale peilstijging of toetshoogte bepaald, omdat de ervaring leert dat deze toetshoogte niet altijd recht doet aan of bij inundatie op een locatie wel of geen knelpunt plaatsvindt. Er is namelijk altijd discussie over randzaken, zoals bijvoorbeeld de oevers van een watergang. In bijlage 3 wordt op kaarten aangegeven waar volgens de modellering in combinatie met de hoogtekaart inundatie optreedt. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de beoordeling van deze inundatie, en of deze inundatie in werkelijkheid wel of geen knelpunt betreft.

4) Toetsing op klimaatbuien

Het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) heeft in samenwerking met een groot aantal partijen de gestandaardiseerde stresstest ontwikkeld. Voor wateroverlast voor stedelijk gebied is dit in samenwerking gedaan met het ministerie van I&W, STOWA en Stichting RIONED.

Voor de Stresstest wateroverlast voor stedelijk gebied zijn zeven gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor korte en lange duur vastgesteld. Elke gebeurtenis heeft de vorm van een blokbui (een vaste neerslagintensiteit gedurende de bui).
Tabel 4 toont voor elke bui de schaal, de duur, de hoeveelheid, de initiële conditie en de herhalingstijden voor zowel het huidige klimaat als het klimaat volgens een worstcasescenario consistent met de KNMI'14-scenario's voor 2030, 2050 en 2085.

Voor Campus Zuid zijn de gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor de lokale schaal doorgerekend (70 en 90 mm in 1 uur, en 160 mm in 2 uur).

Tabel 4 - Gestandaardiseerde buien voor de Stresstest wateroverlast

Schaal	Duur	Hoeveelheid [mm]	Herhalingstijd [jaar]				Initiële condities
			huidig klimaat	2030	2050	2085	
Lokaal	1 uur	**70**	200	150	100	60	
		90	500	400	250	150	
	2 uur	**160**	2000	1500	1000	600	
Regionaal	48 uur *	**120** *(135)*	250 *(200)*	200 *(150)*	100	50 *(60)*	GG
		120 *(135)*	250 *(200)*	200 *(150)*	100	50 *(60)*	GHG
		130 *(165)*	750 *(500)*	500 *(400)*	250	100 *(150)*	GG
		160 *(220)*	3500 *(2000)*	2000 *(1500)*	1000	350 *(600)*	GG

5) Gebruikte waarden in modellering

In aanvulling op bovenstaande uitgangspunten zijn de volgende waarden en uitgangspunten gebruikt in het model.

Onderdeel	Waarden
Watergangen	
Initiële waterstand	Zomerpeil (NAP -2,85 m)
Weerstand	Km = 25 $m^{1/3}/s$
Dwarsprofielen	Differentiatie in breedtes op de waterlijn afgeleid uit BGT en overige gegevens afgeleid uit legger oppervlaktewater, met maximale diepte van de watergang van 0,5m indien deze niet bekend was.
Duikers	
Wandruwheid	Km = 75 $m^{1/3}/s$.
Intreeverlies	ξ = 0,6.
Uittreeverlies	ξ = 1,0.
Riolering[1]	
Wandruwheid	k = 3,0 mm (volgens Coolbrook-White).
In- en uittreeverliezen, bochtverliezen en verlies door instekende inlaten	Deze verliezen zitten verdisconteerd in de wandruwheid .
Afvoer via verhard oppervlak[1]	
Oppervlak	52,38 ha
Initiële verliezen (berging, infiltratie)	Conform inloopmodel NWRW 4.3, waarbij onderscheid is gemaakt tussen open en gesloten verharding, vlakke en hellende daken.
Afvoer via onverhard oppervlak	
Oppervlak	36,94 ha.
Initiële grondwaterstand	Gelijk aan streefpeil oppervlaktewater (NAP -2,85 m).
Berging in de bodem	Verwaarloosd.
Berging op land	4 mm.
Infiltratiecapaciteit in de bodem	120 mm/dag.
Afname en herstel infiltratiecapaciteit o.b.v. Horton	Minimale infiltratiecapaciteit van 24 mm/dag. Herstelfactor is 3 per uur.
Afstromingsfactor	0,2 per minuut.
Kwel	Verwaarloosd.

[1] Conform de richtlijnen uit de Kennisbank Stedelijk Water van de Stichting RIONED.

Resultaten

4.1 Hydraulische stationaire toetsing

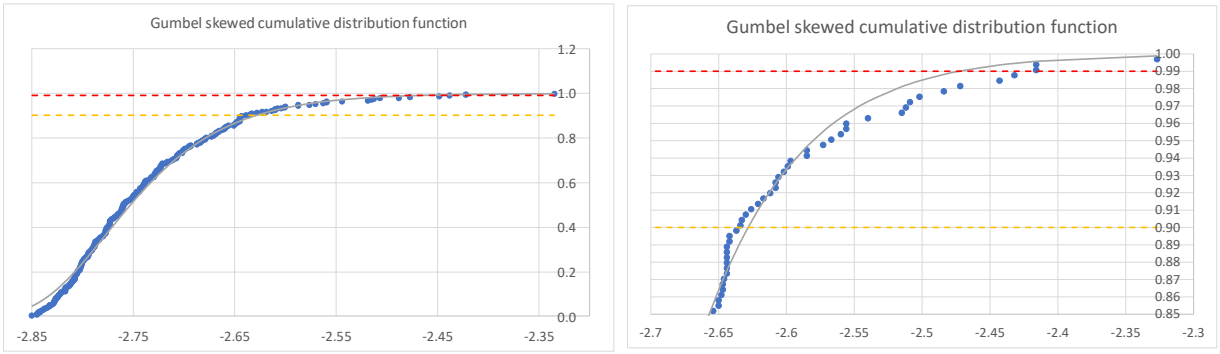
Voor de resultaten van de hydraulische stationaire toetsing geldt:

- Maximaal berekend verhang is 0,00000155 m/m = 0,00155 cm/km. Maximale opstuwing in polder bedraagt 0,2 cm. Dit voldoet aan de eisen van maximaal verhang van 4 cm/km tot 20 cm per polder.
- Maximaal berekende verval over een duiker is bij een duiker van 96 m lang en bedraagt 1 mm. Dit voldoet aan de eis van maximaal 2 mm + verhang van 4 cm/km.
- Maximaal berekende verval over een duiker tot 20 m is 1 mm. Dit voldoet aan de eis van maximaal 2 mm.

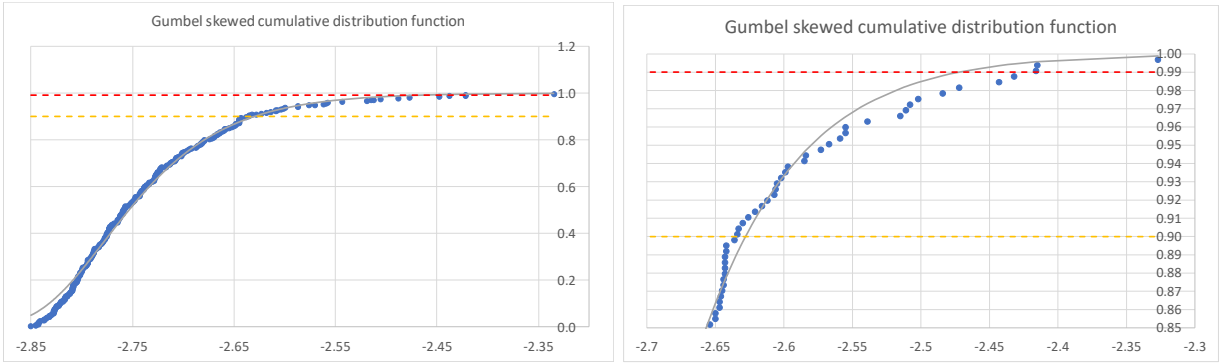
Conclusie: Er zijn geen knelpunten bepaald op basis van de hydraulische stationaire toetsing.

4.2 Bepaling situatie T10 en T100

De cumulatieve verdeling van de hoogte van de waterstanden is voor twee locaties verspreid over het gebied bepaald, namelijk de locaties waar de maaiveldcurven aan het model gekoppeld zijn. Deze verdelingen zijn gepresenteerd in figuur 0.1 en figuur 0.2.



Figuur 0.1 - Cumulatieve verdelingsfunctie - locatie A.



Figuur 0.2 - Cumulatieve verdelingsfunctie - locatie B.

De representatieve bui voor T10 is: Event 126, 1 augustus 1946.
De representatieve bui voor T100 is: Event 140, 3 juni 1952.

4.3 Hydraulische dynamische toetsing

Voor de resultaten van de toetsing stroomsnelheid bij T10 geldt:

- Voor de watergangen geldt dat bij de watergangen de maximale stroomsnelheid niet boven de eis van 0.2 m/s komt.
- Voor de duikers geldt dat de maximale stroomsnelheid niet boven de eis van 0.6 m/s komt.

Conclusie: Er zijn geen aandachtspunten bepaald op basis van de hydraulische dynamische toetsing.

4.4 Dynamische toetsing op berging

In Bijlage 4 vindt u de resulterende kaarten voor de inundatieberekeningen (klimaatbuien en de klimaatreeks van Delfland).

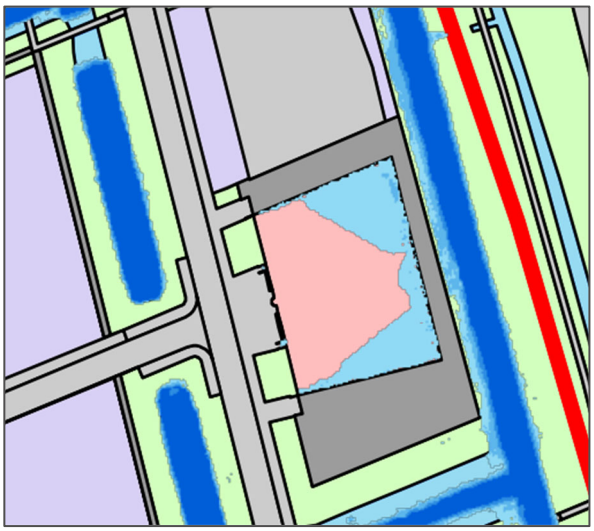
Voor de resultaten van de doorrekening van de klimaatbuien en de klimaatreeks van Delfland geldt:

- De kritische waarden voor de waterstand in het peilgebied zijn als volgt:

Doorrekening	Kritische hoogte waterstand (m NAP)	Statistische herhalingstijd bij klimaat in 2050 (jaar)
T10 (neerslagreeks)	-2.50	10 jaar
T100 (neerslagreeks)	-2,11	100 jaar
Lokaal 70 mm in 1 uur	-2,19	100 jaar
Lokaal 90 mm in 1 uur	-2.04	250 jaar
Lokaal 160 mm in 2 uur	-1,75	1000 jaar

- De inundatie van het grasland betreft <5% bij doorrekening van de situatie T10 en voldoet daarmee aan de eis van het waterschap.
- De inundatie van de infrastructuur en de bebouwing bij voorgestelde hoogten betreft ~1% bij doorrekening van de situatie T100 en voldoet daarmee niet aan de eis van het waterschap.

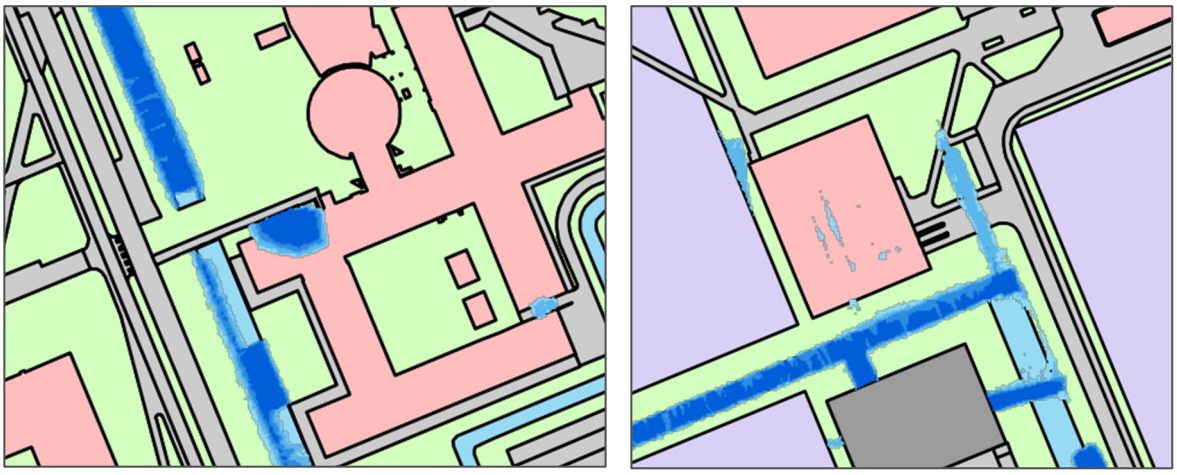
Er is één locatie waar inundatie optreedt bij T100 welke mogelijk gezien kan worden als knelpunt. De locatie betreft de verlaagde parkeerplaats onder het kantoorgebouw op de Molengraaffsingel 33.



Figuur 0.3 - Resultaat berekening T100 tpv Molengraaffsingel 33

Conclusie: Er is één knelpunt bepaald op basis van de dynamische toetsing op berging.

Wel zijn er een aantal opmerkingen te plaatsen bij de resultaten. Voor alle resultaten geldt dat er inundatie wordt berekend bij het Reactor Instituut Delft. Dit betreft echter een fout in het AHN3. In werkelijkheid bevindt zich daar geen verlaging in het maaiveld. Ditzelfde geldt voor de inundatie op de weg voor het parkeergebouw, waar ten tijde van het invliegen van het AHN3 nog een ondiepe greppel of bouwput aanwezig lijkt.



Figuur 0.4 - Resultaat berekening T100 tpv Reactor Instituut Delft en voor het parkeergebouw TWN Zuid.

Daarnaast geldt dat in de zuid-oostelijke hoek van het peilgebied bij alle doorrekeningen water op het maaiveld komt te staan, tussen de verhoogde wegen en gebouwen in. Het is de verwachting dat het maaiveld gelijk met de gebouwen en wegen deels wordt verhoogd. Er wordt aangeraden om, als de plannen voor de maaiveldverhoging gereed zijn, een doorrekening van het model te maken met deze nieuwe waarden voor de maaiveldhoogte erin verwerkt. Mogelijk dat het water wat nu in het model tussen de gebouwen wordt geborgen in de nieuwe situatie op een andere locatie in het peilgebied zal gaan inunderen.



Figuur 0.5 - Resultaat berekening klimaatbui 90 mm tpv VSL

Conclusie

Er is op basis van de uitgevoerde analyses één knelpunt naar voren gekomen voor waterberging in het toekomstig watersysteem. Dit betreft de Molengraaffsingel 33. Bij deze locatie is nader onderzoek uitgevoerd en is er een advies uitgebracht hoe dit knelpunt kan worden voorkomen (zie bijlage 5).
Er zijn daarnaast géén knelpunten naar voren gekomen op basis van de hydraulische toetsing op stroomsnelheden van de watergangen en de duikers.

Het waterhuishoudkundig plan binnen het stedenbouwkundig plan voldoet daarom niet volledig aan de normen van het Hoogheemraadschap van Delfland. Er wordt aangeraden om in overleg de knelpunten te analyseren.

De maximaal gemodelleerde peilstijgingen zijn als volgt:

- Het actuele plan leidt bij een T=10 bui tot een maximale peilstijging van 35 cm en bij een T=100 bui tot een maximale peilstijging van 74 cm. Dit maximale peil treedt niet lokaal op maar vrijwel gelijk verdeeld over het hele peilvak. De actuele waterstructuur is dan ook robuust. De verhouding van verhard en onverhard betreft hierbij respectievelijk 62% en 38%.

Aanvullend zijn de volgende conclusies over het toekomstig watersysteem te maken:

- De klepstuw welke als uitstroompunt geldt voor het peilgebied, ter plaatse van het gemaal, zou volgens de uitgevoerde analyse het uitstroomdebiet harder moeten knijpen (van 18.2 naar 14.5 m^3/min). Het is aan Hoogheemraadschap van Delfland om te bepalen of dit benedenstrooms van de klepstuw daadwerkelijk een knelpunt betreft.

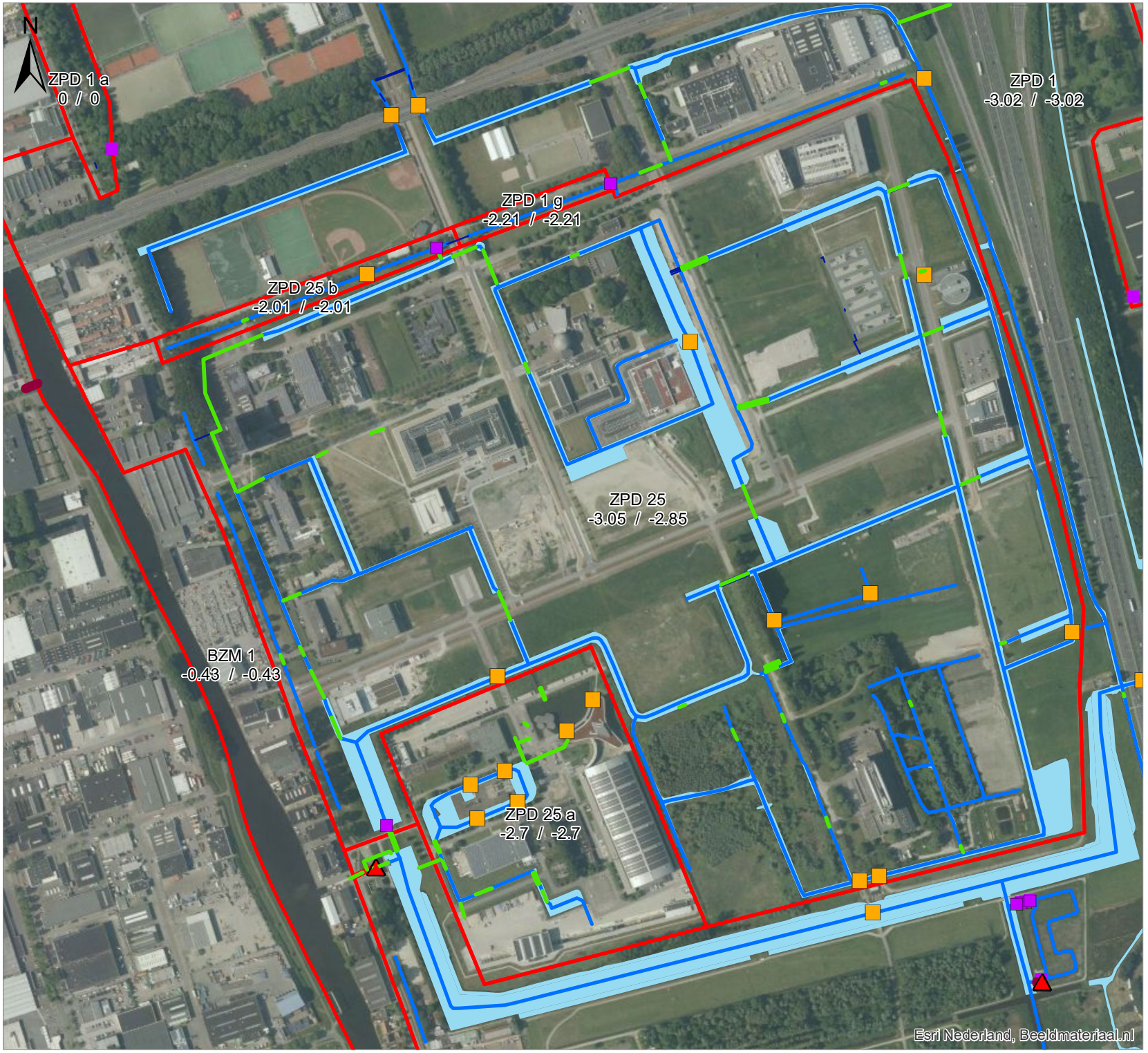
- Voor waarborging van een goede peilscheiding moeten maatregelen (ophoging) voor het dijkje bij Floodproof worden genomen. Er is afgesproken deze maatregelen binnen 1 jaar te voltooien.

- Naast de uitvoer van de klepstuw zijn in het waterhuishoudkundig plan van 2014 een aantal werkzaamheden beschreven welke moesten worden uitgevoerd. Dit betroffen maatregelen voor de waterhuishouding op het terrein van Deltares. De benodigde aanpassingen op het terrein van Deltares zijn volgens Deltares inmiddels uitgevoerd

Bijlage

1 Overzichtstekening huidig watersysteem

Royal HaskoningDHV



Legenda

- bruggen
- Gemaal
- Stuw
- Waterlijn watergangen
- Watervlak
- Peilgebieden

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Huidig watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
4/30/2020	1:7000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

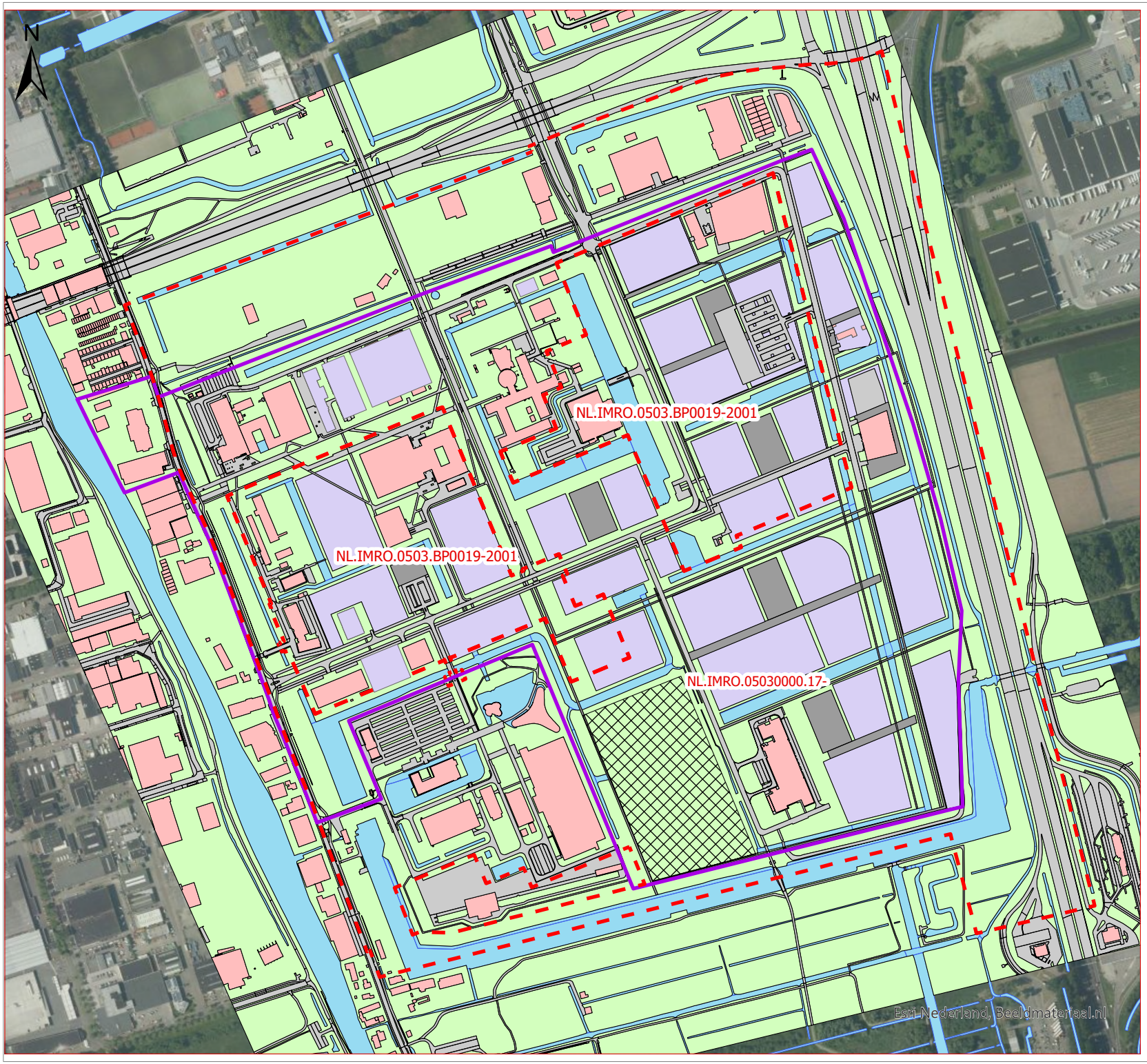
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: C:\Users\908529\Box\BG8199 WHP Technopolis TU-Delft\BG8199 Team\BG8199 Technical Data\04 GIS\Uiteindelijke kaarten\Watersysteem.mxd

Bijlage

2 Toekomstige invulling Campus Zuid

Royal HaskoningDHV



Legenda

- Onverhard
- Huidige verharding
- Toekomstige extra verharding
- Huidige bebouwing
- Toekomstige extra bebouwing
- Water
- Sportvelden bluebirds
- Huidige bestemmingsplangebieden
- Peilgebied ZPD 25

0 55 110 220 330 Meters

Titel
Toekomstige invulling - Campus Zuid
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
8-6-2023	1:8.000

Figuur
Toekomstige invulling Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Bijlage

3 Kaartbeelden resultaten bergingstoetsingen

Royal HaskoningDHV



Legenda

- Peilgebieden
- Gemaal
- Stuw

Waterdiepte Klimaatbui 160 mm (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Resultaten klimaatbui 160 mm
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
15-3-2023	1:7.000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Legenda

- Peilgebieden
- Gemaal
- Stuw

Waterdiepte Klimaatbui T10 mm (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Resultaten Klimaatbui T10
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
15-3-2023	1:7.000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Legenda

- Peilgebieden
- Gemaal
- Stuw

Waterdiepte Klimaatbui T100 mm (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Resultaten Klimaatbui T100
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

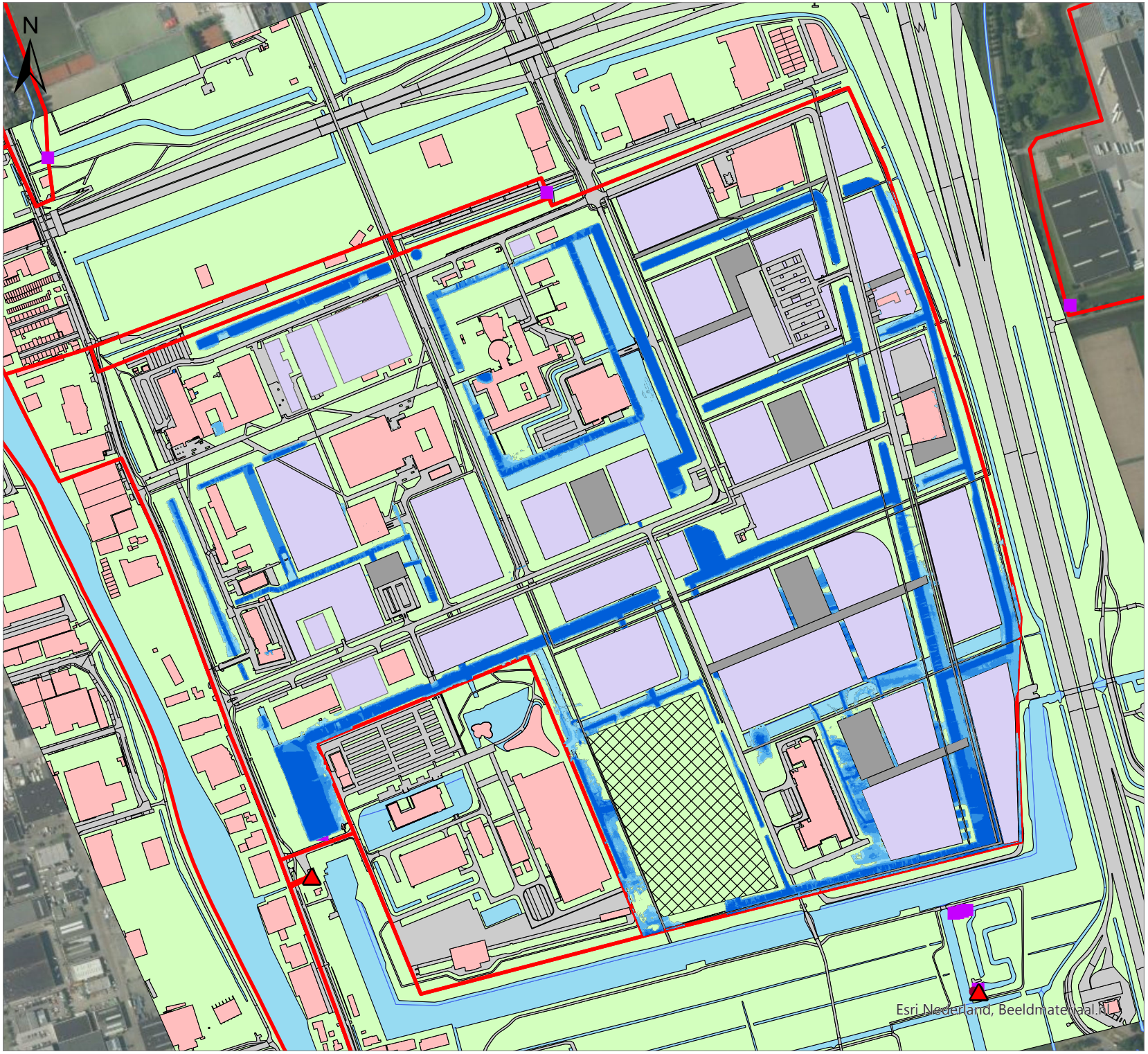
Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
15-3-2023	1:7.000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Legenda

- Peilgebieden
- Gemaal
- Stuw

Waterdiepte Klimaatbui 70 mm (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Resultaten toetsing klimaatbui 70 mm
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
15-3-2023	1:7.000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Legenda

- Peilgebieden
- Gemaal
- Stuw

Waterdiepte Klimaatbui 90 mm (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1

0 50 100 200 300 Meters

Titel
Resultaten Klimaatbui 90 mm
Watersysteem Peilgebied ZPD 25
TU Delft - Campus Zuid

Project
Actualiseren waterhuishoudingsplan Campus Zuid

Opdrachtgever
TU Delft
Directie Campus & Real Estate

Datum	*Schaal*
15-3-2023	1:7.000

Figuur
Watersysteem Peilgebied ZPD 25

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Ingrid Jensen	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Bijlage

4 Watertoets, peilkeuze en ontwateringsadvies verplaatsing H&S-accommodatie Bluebirds te Delft

Royal HaskoningDHV

Synarchis B.V.
t.a.v. dhr. D. Floren
Hakgriend 18
3371 KA Hardinxveld-Giessendam

Postadres	Postbus 323
	6880 AH VELP
Bezoekadres	Reinaldstraat 93
	6883HL Velp
Telefoon	(026) 36 900 30
E-mail	bart@asc-sportsandwater.nl
Website	www. asc-sportsandwater.nl
IBAN	NL28 RABO 0123 6608 74
KvK nr.	Arnhem 09182500
BTW nr.	NL 8208.50.330.B01

Datum Velp, 8 januari 2021
Onderwerp Watertoets, peilkeuze en ontwateringsadvies verplaatsing H&S-accommodatie Bluebirds te Delft
Projectnummer 200107
Bijlage(n) 6

INLEIDING

In vervolg op uw opdracht doen wij u hierbij een watertoets en ontwateringsadvies toekomen voor de inpassing van een honk- en softbal accommodatie aan de Thijsseweg te Delft. Op basis van de verstrekte gegevens worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Areaal te dempen watergangen is afgeleid op 3.100 m^2;
- Af te koppelen areaal club-/kleedvoorziening met omliggende verhardingen is aangegeven op 1.678 m^2;
- Er worden geen parkeerplaatsen aangelegd op de accommodatie;
- Overige verharde arealen, zoals verhardingen rondom de veldarealen, wateren af op omliggende onverharde zones.
- Als uitgangspunt voor af te koppelen verhardingen dient te worden gerekend met een ontwerpbui van 100 mm in 48 uur (bron: afkoppelvisie gemeente Delft).

Voor het beoordelen van de bodemopbouw en het functioneren van de waterhuishouding op de planlocatie zijn de onderstaande bronnen benut:

1. langjarige peilbuisgegevens (1960-2020) van TNO in de omgeving van de planlocatie;
2. archief boorgegevens TNO;
3. geohydrologische schematisatie (TNO);
4. legger en peilenkaart hoogheemraadschap Van Delfland.

ANALYSE BODEM EN GRONDWATER

De maaiveldhoogte op de planlocatie is op basis van AHN afgeleid op 1,0 à 1,6 m - NAP. Op basis van de literatuur en de voor dit onderzoek verzamelde gegevens wordt de volgende bodemopbouw aangetroffen.

Vanaf het maaiveld wordt, onder een al dan niet aanwezige topzandlaag, een afdekkend klei- en veenpakket aangetroffen tot 15 à 20 m – NAP. Hieronder wordt het 1e watervoerend pakket aangetroffen bestaande uit relatief grove zanden (zie ook bijlagen 3 en 4).

Gebaseerd op langjarige peilbuisgegevens van TNO (en met name peilbuis B37E0274) wordt een stijghoogte fluctuatie in het 1e watervoerend pakket afgeleid tussen 3,8 en 5,2 m - NAP. Vanuit ons meetnetwerk is lokaal een gemonitorde peilbuis bekend in het 1e watervoerend pakket. De stijghoogte hierin wordt momenteel (december 2020) gemeten op 4,4 m – NAP.

De grondwaterstand nabij het maaiveld wordt met name bepaald door de actuele neerslagsituatie, de lokale bodemopbouw en het waterpeil van omliggend oppervlaktewater.

Het oppervlaktewaterpeil in omliggende watergangen worden door het hoogheemraadschap Van Delfland beheerst tussen 2,85 en 3,05 m – NAP.

ONTWATERINGSADVIES

Teneinde het plangebied te ontwikkelen worden eisen gesteld aan de ontwatering en de drooglegging van het gebied. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de huidige en de toekomstige ontwatering van het plangebied.

Onder drooglegging wordt verstaan de afstand tussen maaiveld en slootpeil. Ontwateringsdiepte is de afstand tussen maaiveld en grondwaterstand. De afvoernorm wordt toegepast om een berekening te kunnen uitvoeren naar de hoeveelheid af te voeren water en de daarbij behorende ontwateringsmiddelen.

Over het algemeen worden voor de volgende bestemmingen de in de tabel 1 en 2 vermelde eisen ten aanzien van de drooglegging en ontwateringsdiepte toegepast.

Tabel 1: Bestemming en drooglegginsgseis in m

Bestemming	Drooglegging in m bij T=1	Drooglegging in m bij T=10+10%
bebouwing met kruipruimte t.o.v. bouwpeil	1,3	1,0
bebouwing zonder kruipruimte t.o.v. bouwpeil	0,5	0,3

Tabel 2: Bestemming en ontwateringsdiepte in m

Bestemming	Ontwateringsdiepte bij T=1	Ontwateringsdiepte bij T=10+10%
bebouwing met kruipruimte t.o.v. bouwpeil	0,9	0,7
bebouwing zonder kruipruimte t.o.v. bouwpeil	0,5	0,3

Afhankelijk of de club-/kleedvoorziening met of zonder kruipruimte wordt gebouwd volstaat een drooglegging van 1,0 à 0,3 m – vloerpeil. Technisch gezien heeft het toepassen van een kruipruimte voordelen t.b.v. installatiewerkzaamheden. Derhalve wordt in deze rapportage daarvan uit gegaan. Bij een vloerpeil op 1,85 m - NAP voldoet het vloerpeil aan de drooglegginsgseis.

Voor het voldoen aan de ontwateringseisen dient een drainagestelsel met zandwerkvloer te worden toe gepast aangezien vanaf maaiveld klei- en veenlagen worden verwacht en hierin stagnerend grondwater kan ontstaan tot aan het maaiveld.

WATERTOETS

Op basis van de bodem- en waterhuishoudkundige analyse wordt het ondergronds bergen en infiltreren in de ondiepe bodem niet haalbaar geacht. Derhalve wordt geadviseerd de te dempen watergangen en af te koppelen verharde arealen te compenseren door middel van de aanleg van open water.

Voor de te dempen watergangen dienen er nieuwe watergangen aan te worden gebracht met een oppervlakte van minimaal 3.100 m^2. Het profiel van de watergangen zal gelijk moeten zijn met het huidige profiel en een bodemdiepte op tenminste ca. 0,5 m –maaiveld.

Ter compensatie van het club-/kleedgebouw dient 1.678 * 0,1 = 168 m^3 (oppervlak * neerslag) te worden geborgen op de planlocatie. Aangezien de huidige watergangen 0,4 m diep zijn (o.b.v. legger) komt dit overeen met ca. 420 m^2 aan te leggen open water. Het totaal aan te leggen open water komt hiermee op 3.520 m^2.

Indien deze ruimte niet beschikbaar is op de toegewezen locatie, dan dient nader onderzoek te worden gedaan naar het afkoppelen van grondwater in het 1e watervoerend pakket (zandlagen vanaf 20 m – maaiveld).

Wij vertrouwen u hiermee vooralsnog van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groeten

ASC Sports & Water

Ing. B. Spikker

Bijlagen:

1 situatietekening met peilbuislocaties TNO
2 voorziene situering sportpark
3 archief boorgegevens TNO
4 geohydrologisch profielen Regis II v2.2. en GeoTOP v1.4
5 peilbuisgegevens en isohypsenpatroon TNO
6 interactieve kaarten hoogheemraadschap Van Delfland

BIJLAGE 1

SITUERING PLANLOCATIE EN PEILBUISLOCATIES TNO



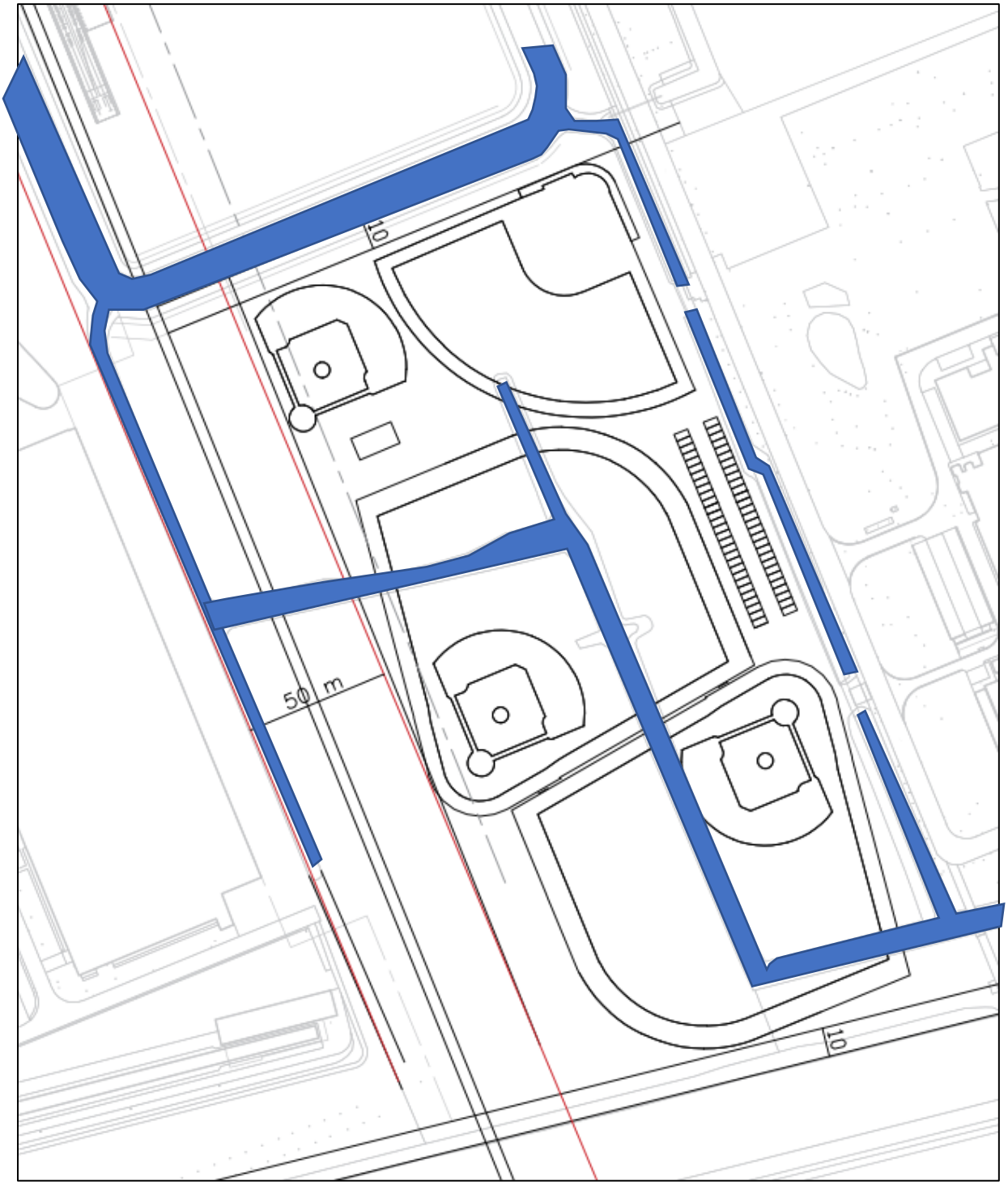
Planlocatie

Peilbuislocatie TNO

Asc Sports&Water

BIJLAGE 2

SITUATIETEKENING SPORTPARK

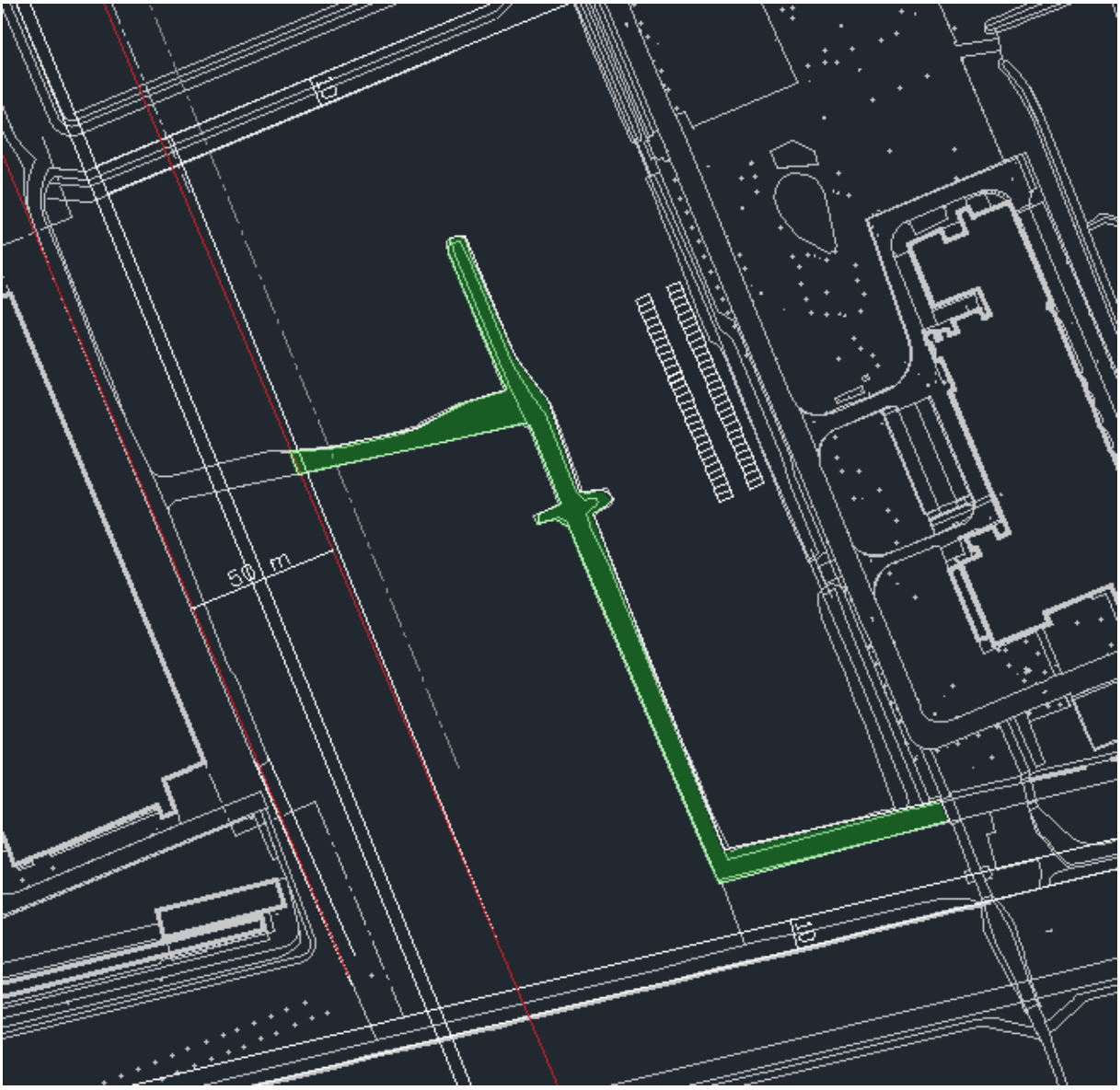


Asc
Sports&Water

BIJLAGE 2

SITUATIETEKENING SPORTPARK

Te compenseren oppervlaktewater = 3.100 m^2



Sports&Water

BIJLAGE 3

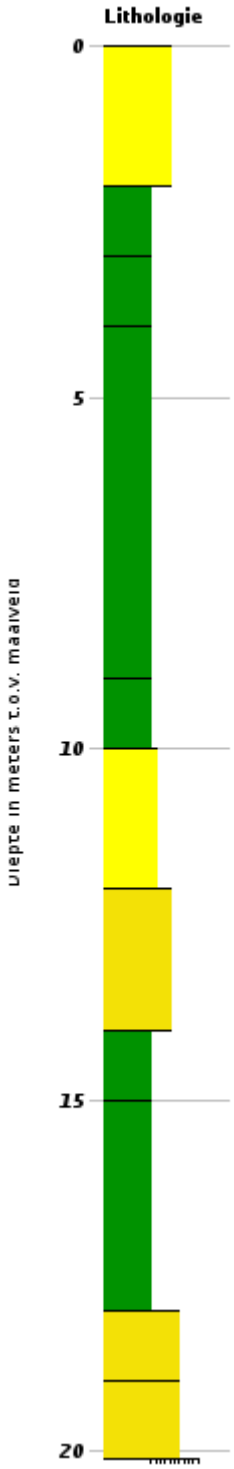
ARCHIEF BODEMGEGEVENS TNO

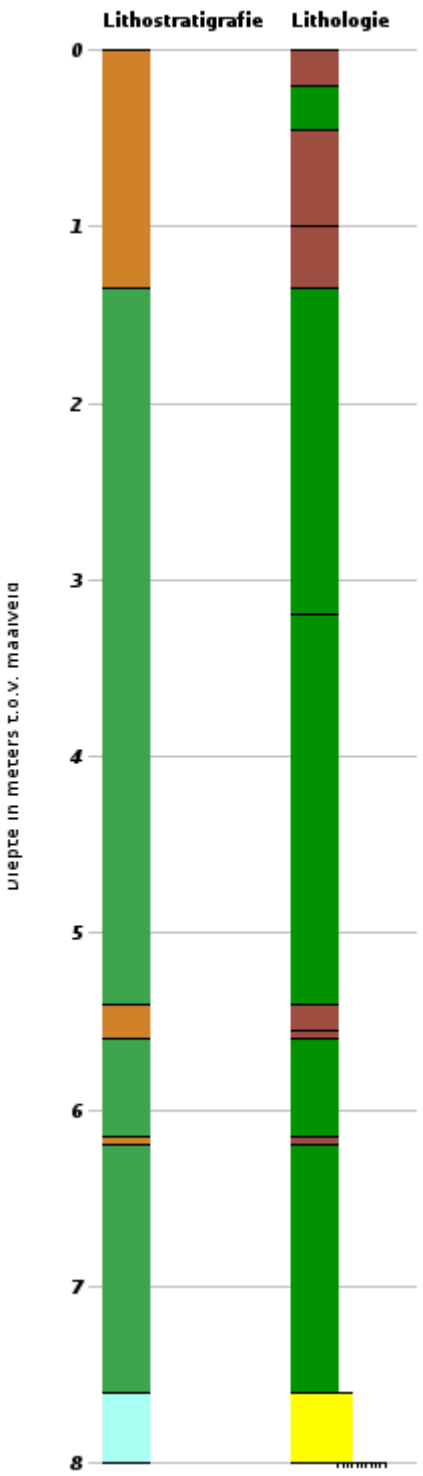


Planlocatie

Peilbuislocatie TNO

ARCHIEF BODEMGEGEVENS TNO





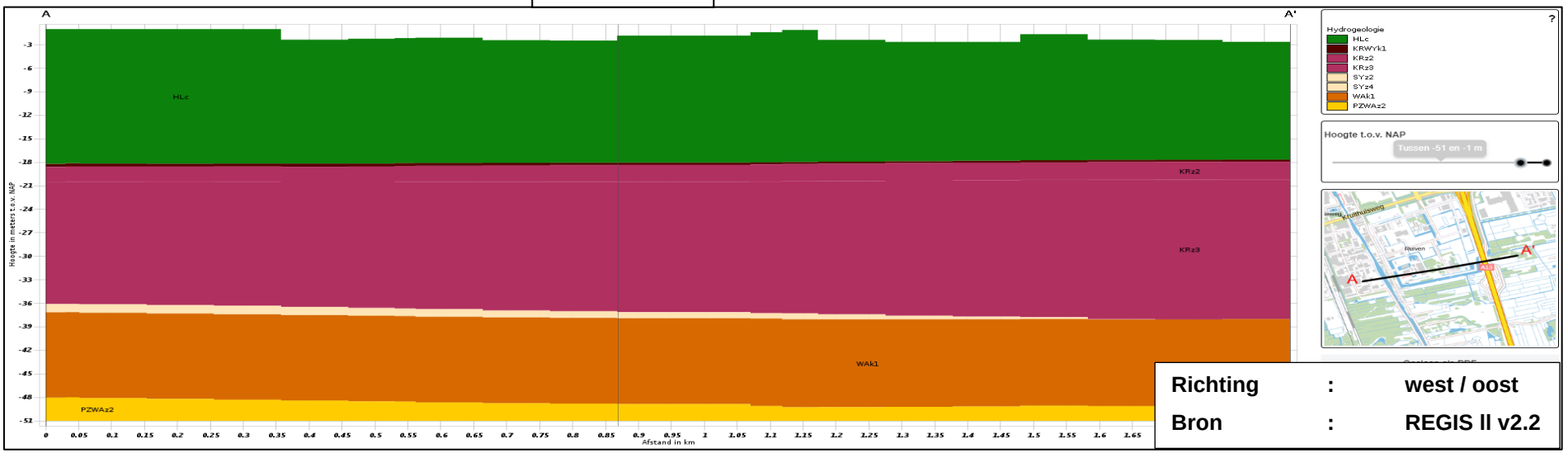
Identificatie :	B37E3410	B37E2530
Coördinaten :	86238 , 444657 (RI	86255 , 444625 (RI
Maaiveld:	-1.08 m t.o.v. NAP	-2.60 m t.o.v. NAP

Asc Sports&Water

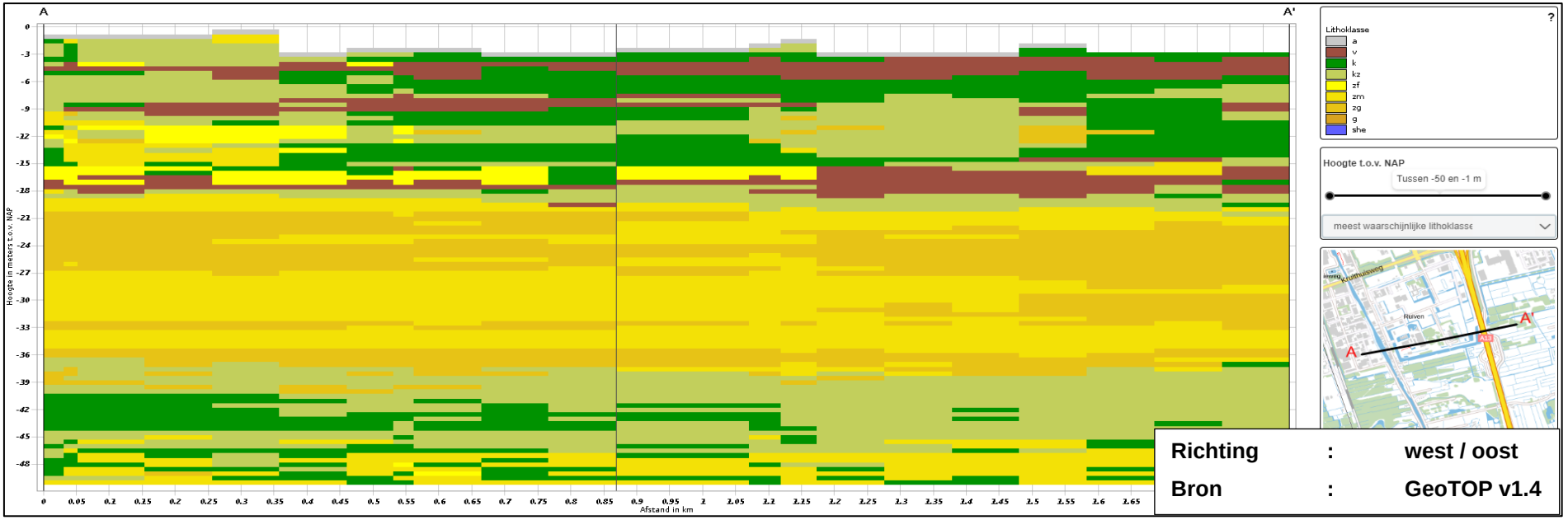
BIJLAGE 4

GEOHYDROLOGISCHE PROFIEL

Projectlocatie



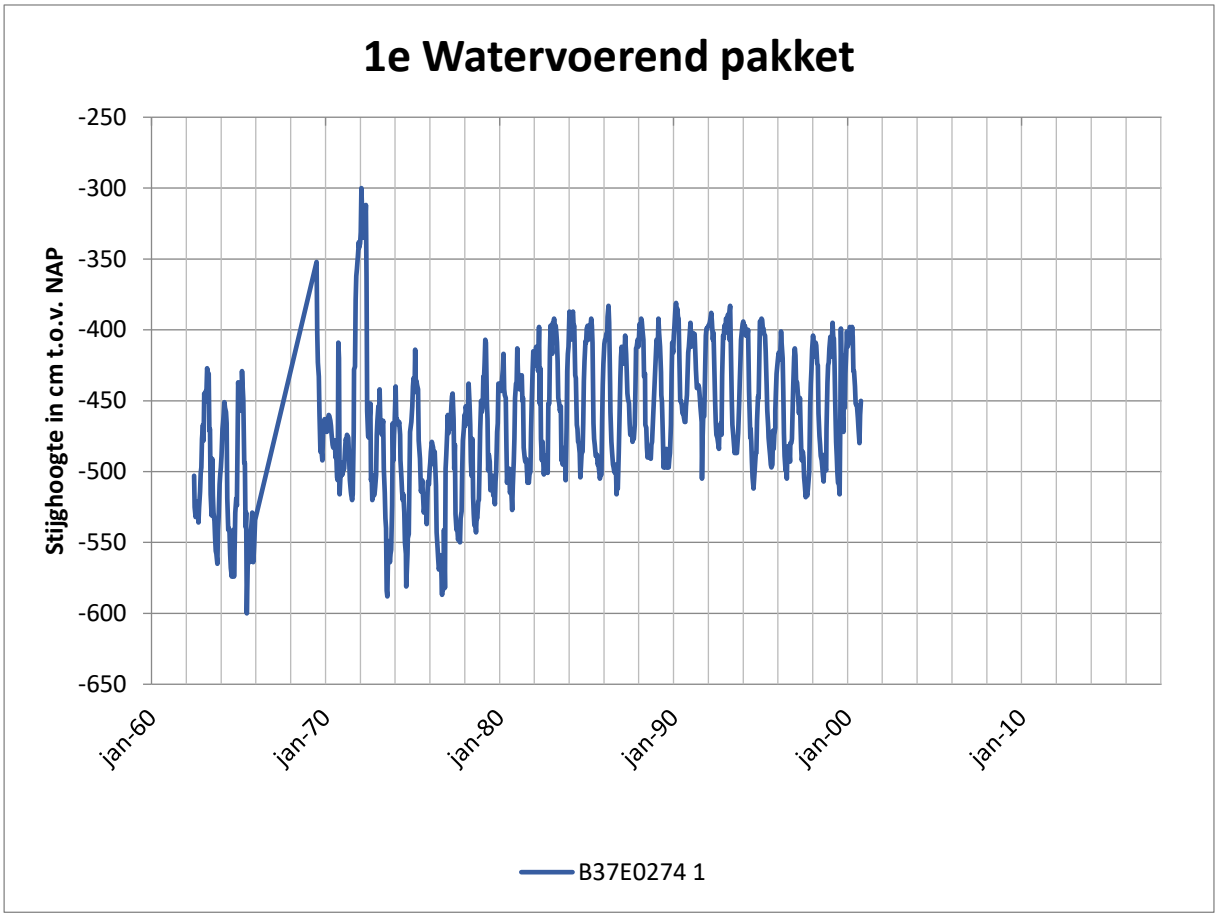
Richting	**:**	**west / oost**
Bron	**:**	**REGIS II v2.2**



Richting	**:**	**west / oost**
Bron	**:**	**GeoTOP v1.4**

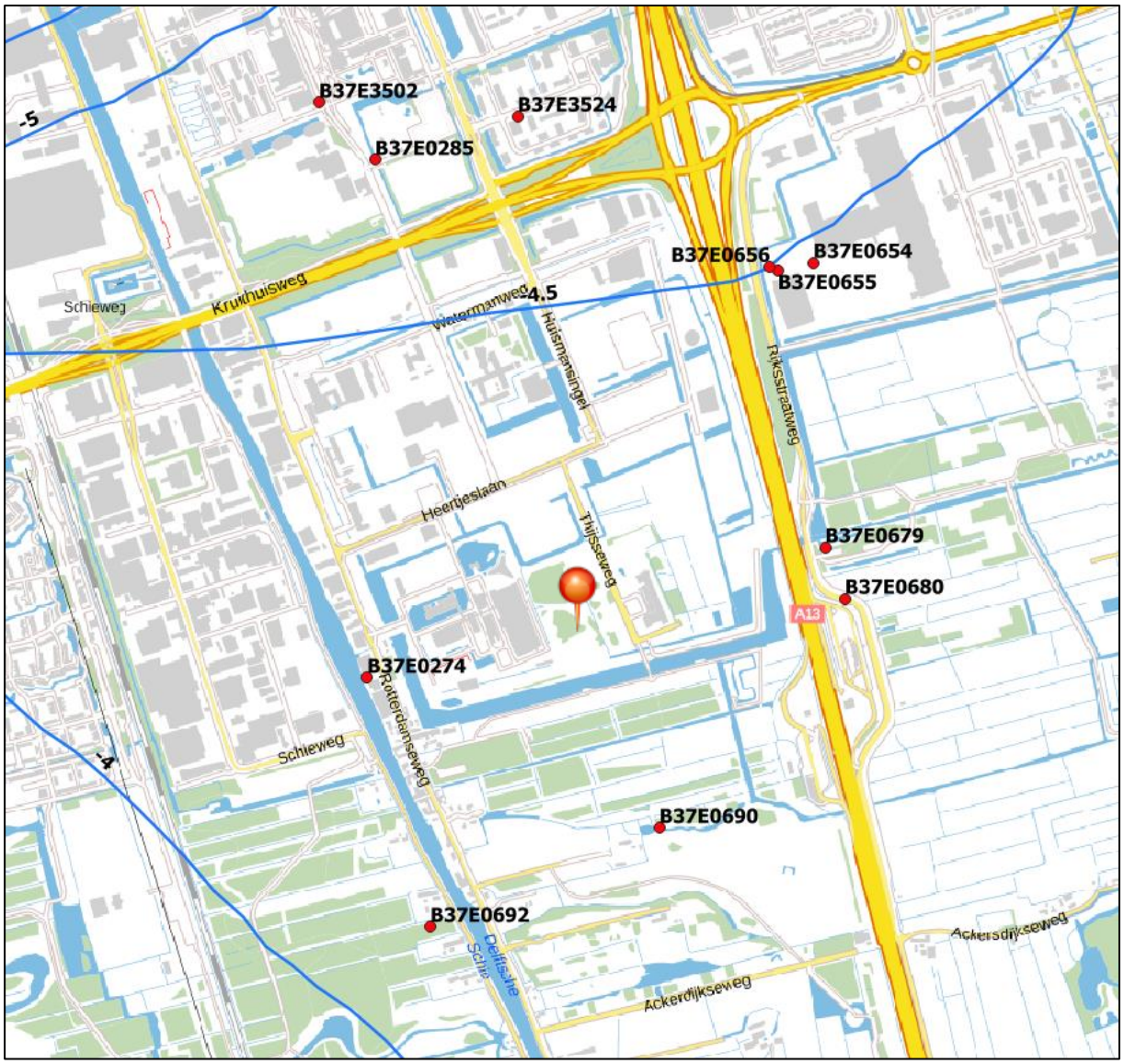
Asc Sports&Water

PEILBUISGEGEVENS TNO



BIJLAGE 5

PEILBUISGEGEVENS TNO



Bron: Grondwaterkaart van Nederland, provincie Zuid-Holland TNO: Isohypsenpatroon eerste watervoerend pakket 1995

Planlocatie

Lijn van gelijke stijghoogte in m t.o.v. NAP

Peilbuislocatie TNO

Asc Sports&Water

BIJLAGE 6

INTERACTIEVE KAARTEN HH VAN DELFLAND



Duiker

Watervlak

Sports&Water

BIJLAGE 6

INTERACTIEVE KAARTEN HH VAN DELFLAND

PEILENKAART



Bijlage

5 Onderzoek aansluiting hemelwater gebouw Exact

Royal HaskoningDHV

Notitie

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan:	De heer T. Kunen
Van:	Ing. L.C. Janse
Datum:	13 december 2021
Kopie:	
Ons kenmerk:	BH9723-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001
Classificatie:	Projectgerelateerd
Goedgekeurd door:	Ir. M. de Weerd

Onderwerp: **Onderzoek aansluiting hemelwater gebouw Exact**

---

1 Aanleiding

Het projectgebied TU Delft – Campus Zuid is in ontwikkeling. Voor de wijzigingen in het nieuwe bestemmingsplan is een waterparagraaf opgesteld (ref. projectnummer BH5886). Onderdeel van deze waterparagraaf betrof het uitvoeren van een watersysteemanalyse (voor toetsing van het oppervlaktewatersysteem) en een hemelwaterstresstest (voor toetsing van de riolering). Bij deze toetsingen zijn hydrodynamische berekeningen uitgevoerd met extreme neerslagsituaties met als doel inzicht te krijgen in de effecten van deze extreme neerslag.

Bij de watersysteemanalyse zijn bij extreme neerslagsituaties peilstijgingen in het oppervlaktewater berekend die hoger zijn dan de vloerhoogte van de verdiepte parkeergarage Exact aan de Molengraaffsingel 33 in Delft.

Bij de hemelwaterstresstest wordt in de hemelwaterriolering voor het gebouw Exact in de Molengraaffsingel een peilstijging berekent die hoger is dan de vloerhoogte van de parkeerkelder.

De manier van afwatering vanaf het terrein van Exact is onbekend. Uw heeft ons daarom gevraagd om een detailanalyse uit te voeren naar de afwatering van dit gebouw zodat inzicht ontstaat of de knelpunten in werkelijkheid optreden en wat het eventuele effect van de berekende peilstijgingen in het oppervlaktewater en de riolering is.

De centrale vragen in dit onderzoek zijn:

- Waar en hoe wordt het hemelwater, afkomstig van de parkeerkelder, afgevoerd (riolering of oppervlaktewater)?
- Wat is het effect van de berekende peilstijgingen in het watersysteem en de riolering voor de afwatering van gebouw Exact?

De detailanalyse bestaat uit de volgende werkstappen:
1. Bureauonderzoek ontvangen gegevens
2. Veldbezoek Molengraaffsingel 33
3. Conclusie en advies

In deze notitie wordt het resultaat van de stappen beschreven.

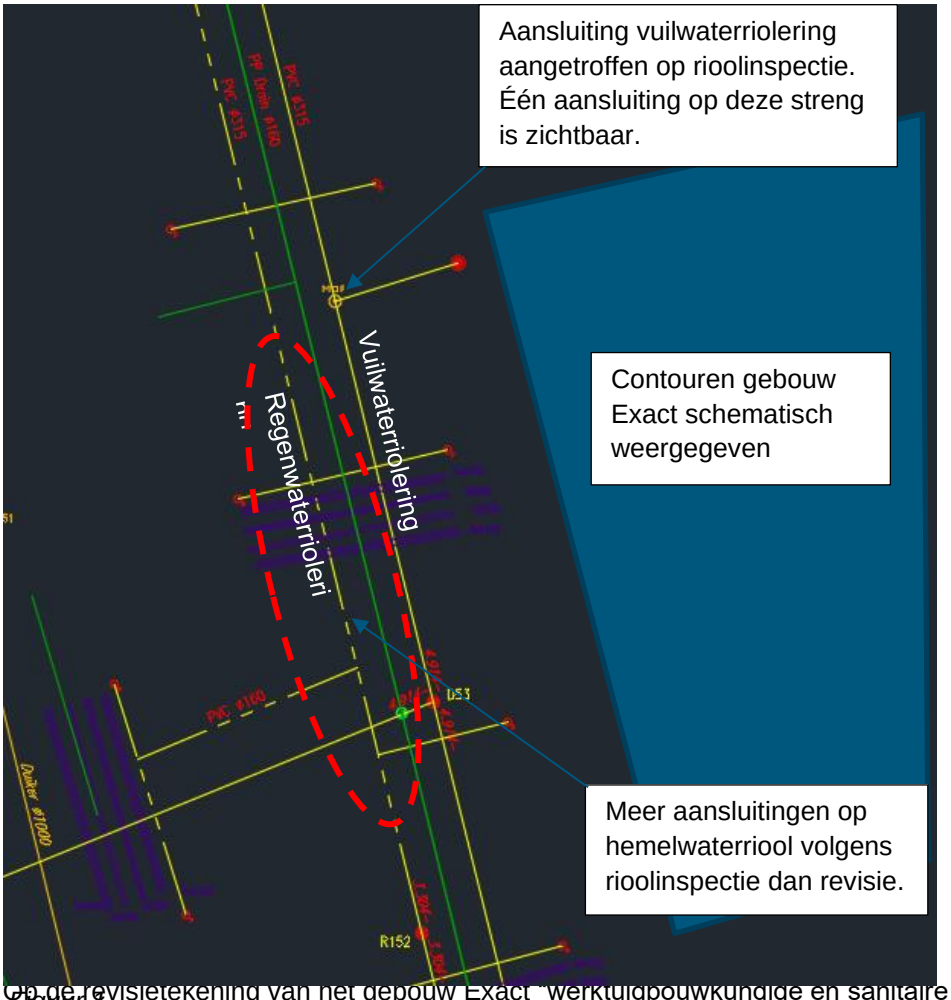
2 Bureauonderzoek ontvangen gegevens

De volgende gegevens hebben wij voorafgaand aan het veldbezoek ontvangen. Deze gegevens zijn separaat als bijlage met deze notitie aangeleverd.

- TU Delft:
  - Revisie tekening riolering Molengraaffsingel
  - Rioolinspecties riolering Molengraaffsingel
- Eigenaar gebouw Exact:
  - Revisietekening 1137 - W00: "*werktuigbouwkundige en sanitaire installaties – parkeerniveau*"

Op de revisie tekening van de hoofdriolering in de Molengraaffsingel is een aansluitleiding van de vuilwaterriolering richting gebouw Exact (t.p.v. noordelijke hellingbaan) zichtbaar, maar geen aansluitleiding van het hemelwaterriool richting het gebouw.

Op de rioolinspecties zijn meerdere aansluitingen aangetroffen. Slechts enkele van deze zijn zichtbaar op de revisietekening. Vermoedelijk zijn deze aansluitingen geplaatst voor aansluitingen van eventuele toekomstige ontwikkelingen (toekomstige gebouwen). In figuur 1 is de revisie van de riolering in de Molengraaffsingel weergegeven waar ook de verschillen tussen de rioolinspecties en deze revisie zijn vermeld.



Figuur 1

Op de revisietekening van het gebouw Exact "werktuigbouwkundige en sanitaire installaties – parkeerniveau" zijn meerdere hemelwaterleidingen en -afvoeren aangegeven. Maar er zijn geen

verbindingen/ leidingen zichtbaar richting het oppervlaktewater of de riolering in de Molengraaffsingel. De locaties aangegeven als HWA betreffen om deze reden vermoedelijk de standleidingen in het gebouw. Daarnaast is ook geen informatie weergegeven over eventuele terugslagkleppen of vuil- en/of hemelwaterpompen.

3 Kort verslag veldbezoek Molengraaffsingel 33

Op 28 oktober 2021 heeft Leonard Janse van ons kantoor een bezoek gebracht aan het gebouw Exact. Bij dit bezoek was de beheerder van de huurder Exact en een medewerker van AA Installatie aanwezig. De meest opvallende resultaten van het veldbezoek zijn hieronder uiteengezet. De foto's zijn als bijlage 1 toegevoegd.

- In de parkeergarage liggen voornamelijk lijngoten waar het hemelwater door wordt afgevoerd. Daarnaast zijn er twee straatkolken in de parkeergarage waar een dompelpomp in hangt (zie foto 1 in bijlage 1). Het is onduidelijk waar het regenwater naar wordt afgevoerd. Overigens is het merkwaardig dat een dompelpomp in een straatkolk hangt, daar is een kolk normaliter niet voor bedoeld. De beheerder van huurder Exact geeft aan dat er in de 12 jaar dat het gebouw in gebruik is, geen wateroverlast is geweest als gevolg van neerslag. Het is daarom onduidelijk waarom de dompelpomp in de kolk is geplaatst. Ook is onduidelijk waar de dompelpomp naartoe afwatert.

- Wat opvalt aan de hoogteligging is dat het parkeerterrein dat later is aangelegd, hoger ligt dan de parkeergarage, niet overdekt is en het regenwater naar de parkeergarage afstroomt (zie foto 2).

- Tijdens het veldbezoek zijn ook de installatie ruimtes bezocht. Dan gaat het om de ruimte met een cv-installatie een ruimte met de Sprinkler-installatie en een ruimte met de WKO-installatie. Bij de personen die aanwezig waren was niet bekend of er een pomp voor het vuilwater en/of een pomp voor het hemelwater aanwezig waren.

- De vloerhoogte van de installatieruimtes is gelijk aan de vloerhoogte van de parkeergarage. Bij overtollig regenwater is het mogelijk dat dit water direct naar deze ruimtes afstroomt waardoor het water bij de installaties kan komen (foto 3).

- Tijdens het veldbezoek is het talud van het oppervlaktewater gecontroleerd op uitkomende leidingen. Er is één leiding aangetroffen waarvan de bob net boven het waterpeil is aangelegd (zie foto 4). Dat is op een hoogte van ca. -2,75 m NAP. De vloer van de parkeergarage heeft een hoogte van ca. -2,28 m NAP waardoor deze leiding onder de vloer van de parkeergarage kan liggen. Deze leiding ligt tussen de sloot en het gebouw. Dit kan heel goed een hemelwaterleiding zijn van het dak van het gebouw. Deze aangetroffen leiding in de sloot is niet op de tekening zichtbaar. Ook niet in het verlengde van het gebouw; Het vermoeden is daarom dat er nog een tekening met de HWA-leidingen aanwezig moet zijn.

Aangezien er nog een aantal openstaande vragen waren naar aanleiding van het veldbezoek is de beheerder om aanvullende informatie gevraagd. Op 3 november heeft de beheerder van de eigenaar hierop gereageerd. Bij de beantwoording is ook een extra tekening aangeleverd waarop de hemelwaterriolering is aangegeven. Deze tekening heeft tekening nr "WT-0-1" en de naam "*W-installatie in terrein"*. De tekening is separaat bij deze notitie aangeleverd. De locatie van de genomen foto's van het veldbezoek zijn naderhand op deze tekening geplaatst.

Op basis van deze tekening is de conclusie dat het grootste deel van het hemelwater afkomstig van het terrein van gebouw Exact (namelijk het dakoppervlak en de (zowel dakoppervlak als de parkeervakken aan weerszijden van het gebouw) via een vrijvervalleiding naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd.

Het is nog niet duidelijk waar de dompelpompen op lozen en hoe de afwatering van de parkeervakken onder het gebouw functioneert.

4 Conclusie en advies

4.1 Conclusie

In deze conclusie zijn de antwoorden geformuleerd op de gestelde vragen in de aanleiding.

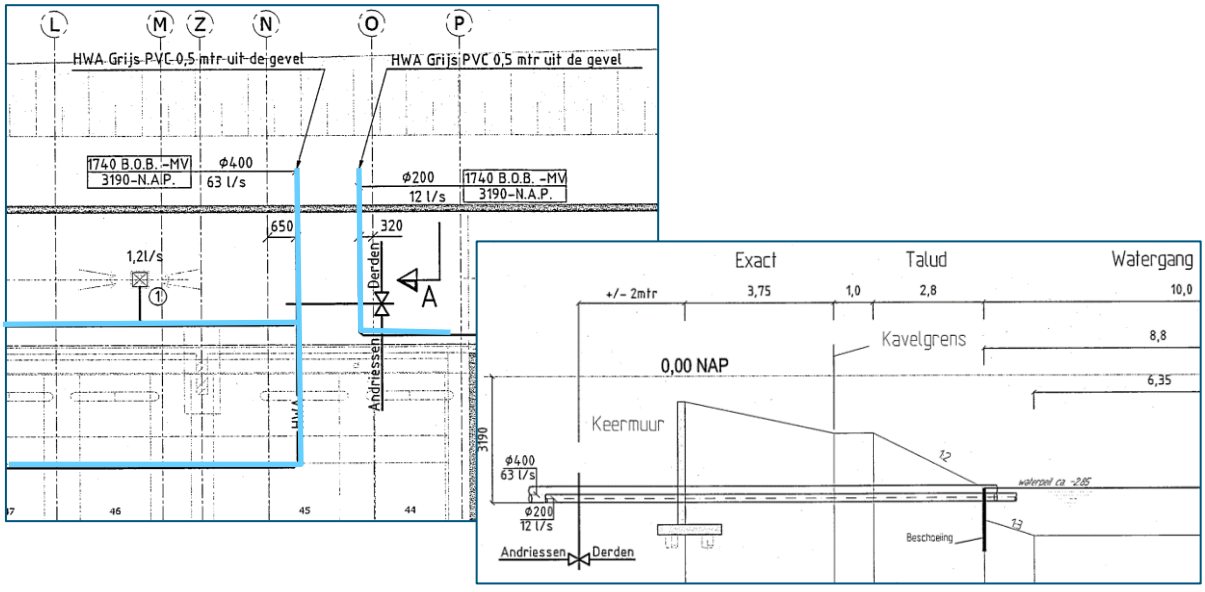
Waar en hoe wordt het hemelwater, afkomstig van de parkeerkelder, afgevoerd (riolering of oppervlaktewater)?

Het grootste deel van het hemelwater afkomstig van het perceel van Molengraaffsingel 33, gebouw Exact, namelijk het dakoppervlak en de parkeervakken aan weerszijden van het gebouw, wordt onder vrijverval met twee leidingen direct naar het aangrenzend oppervlaktewater afgevoerd. Het regenwater heeft een vrije uitstroom naar het oppervlaktewater. Er zijn op basis van de geanalyseerde gegevens geen terugslagkleppen of pompsystemen in deze leidingen aanwezig.

In figuur 3 is een uitsnede van deze tekening toegevoegd waarop de twee hemelwaterleidingen (blauw gemarkeerd) richting het oppervlaktewater in bovenaanzicht als in een dwarsprofiel zijn weergegeven. De leidingen hebben een diameter van 200 en 400 mm.

Openstaande vragen:

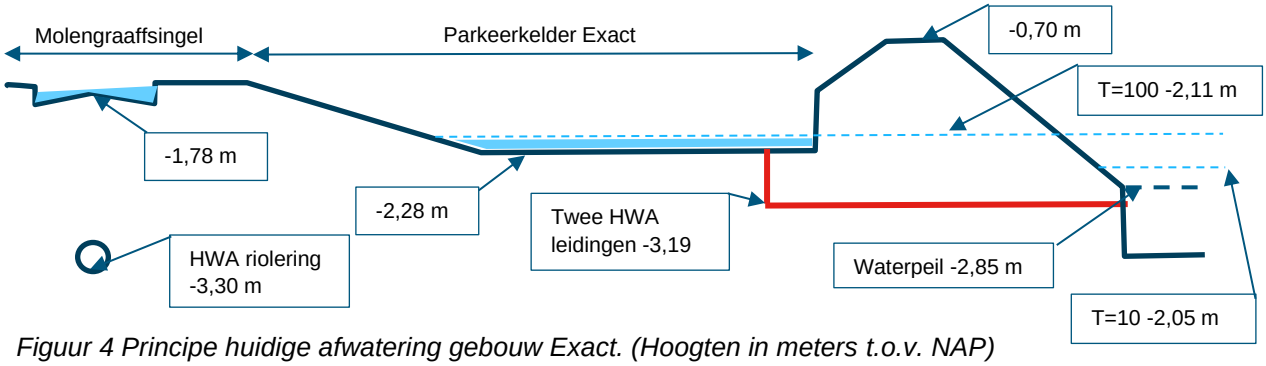
1) Bij het veldbezoek is alleen de leiding met een diameter van 400 mm aangetroffen. Tijdens de opname lag deze leiding boven het waterpeil terwijl volgens de tekening de leiding nagenoeg volledig onder het waterpeil bevindt. Het is dus mogelijk dat de leiding van 400 mm hoger aangelegd is tot boven het waterpeil, maar dat de leiding van 200 mm zich conform de tekening onder het waterpeil bevindt.
2) De afwatering van de parkeervakken onder het gebouw is nog niet duidelijk. De afwatering van de kolken onder het gebouw is nog niet duidelijk. Ook is het niet duidelijk waarom in enkele van deze kolken een dompelpomp is geplaatst. Vermoedelijk wateren deze kolken middels de dompelpompen op de riolering.



*Figuur 3 – Uitsnede tekening "*WT-0-1" met de naam "*W-installatie in terrein"*

Wat is het effect van de berekende peilstijgingen in het watersysteem en de riolering voor de afwatering van gebouw Exact?

In figuur 4 is de huidige situatie van deze afwatering schematisch weergegeven.



Figuur 4 Principe huidige afwatering gebouw Exact. (Hoogten in meters t.o.v. NAP)

Bij de toetsingsbui T=100 (herhalingstijd 1 keer per 100 jaar) voor het oppervlaktewater is een maximale peilstijging van -2,11 m N.A.P. berekent. De vloerhoogte van de parkeerkelder is ca. -2,28 m N.A.P. Met de huidige afwateringsituatie zal het oppervlaktewater via de twee hemelwaterleidingen bij de watergang naar de parkeerkelder afstromen. De maximale waterdiepte in de parkeerkelder en de installatieruimtes bedraagt dan ca. 0,20 m (zie figuur 4). Met deze waterdiepte is de parkeerkelder nog toegankelijk voor voertuigen en zal er ook geen directe schade ontstaan aan voertuigen.

Voor de hydraulische berekening van de regenwaterriolering is ervan uitgegaan dat het verhard oppervlak van gebouw Exact direct op de regenwaterriolering in de Molengraaffsingel is aangesloten. Dat is in de praktijk niet het geval waardoor de regenwaterriolering minder met hemelwater wordt belast. Het berekende overtollige regenwater blijft volgens de berekening tussen de opsluitbanden van de rijbaan en leidt niet tot afstroming richting het gebouw Exact. Nu bekend is dat het hemelwater van het gebouw niet op de hemelwaterriolering is aangesloten leidt de berekende peilstijging in de regenwaterriolering niet tot directe wateroverlast in de parkeerkelder. Bij deze berekeningen is gerekend met een bui van 70 mm in 1 uur (T=100), 90 mm in 1 uur (T=250) en 160 mm in 2 uur (T=1000).

4.2 Advies

Naar aanleiding van de bureaustudie en het veldbezoek gelden de volgende adviezen:

- Beantwoording openstaande vragen:
  - Verifiëren of de tweede HWA-leiding richting oppervlaktewater met een diameter van Ø 200 mm functioneert.
  - Nagaan of de kolken met dompelpompen onder gebouw aangesloten zijn op de HWA of VWA.
- Nagaan of een waterdiepte van ca. 0,20 m in de parkeerkelder schade (b.v. aan de installaties) tot gevolg heeft en bepalen of dit acceptabel is. Installatieruimtes kunnen uitgerust worden met schotten welke tijdelijk kunnen worden geplaatst om water uit de ruimtes te houden. Deze waterdiepte komt volgens de berekeningen eens in de 10 tot 100 jaar voor bij het klimaat van 2050.
- Indien de waterdiepte van ca. 0,20 m in de parkeerkelder onacceptabel is dan dient de parkeerkelder gelijk een poldersysteem te worden ontwaterd.
  - Uitrusten van de HWA leidingen richting oppervlaktewatersysteem met een terugslagklep. Er dient onderhoud op de terugslagkleppen te worden uitgevoerd om functioneren te waarborgen.
  - Plaatsen van dompelpomp voor noodafvoer, of het gebruik van de huidige dompelpompen (afhankelijk van huidige lozingssituatie) nagaan.

Bijlage 1 – Foto’s veldbezoek

Een weergave van de locatie van de foto’s op een revisietekening is separaat aangeleverd.



Foto 1

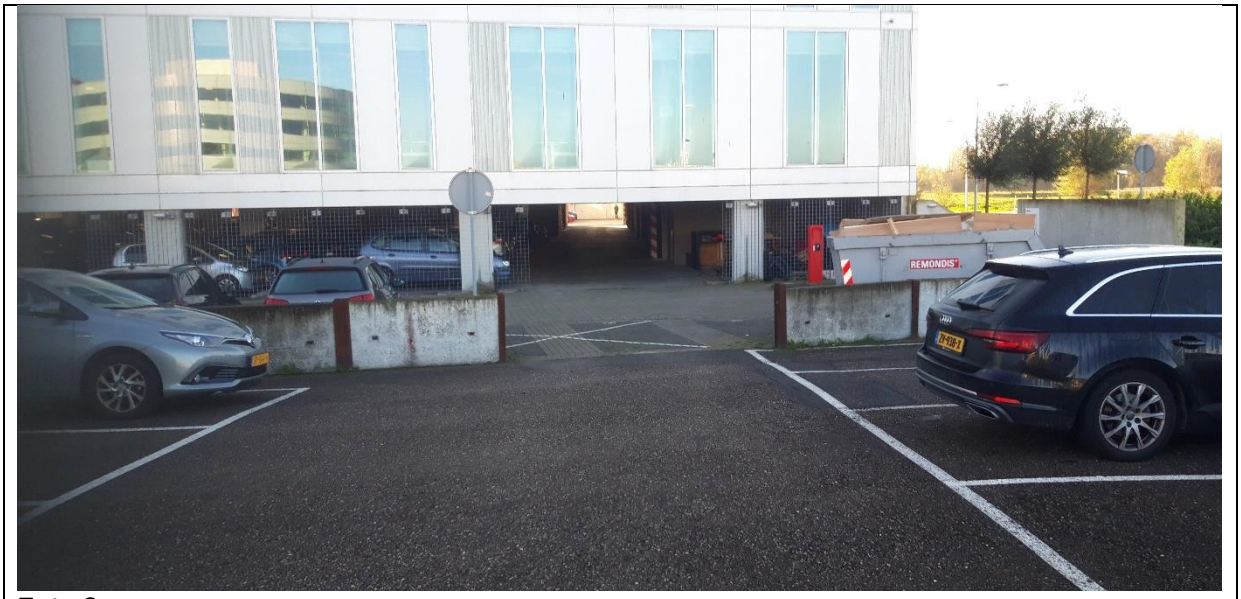


Foto 2



Foto 3



Foto 4



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Afvoerstructuurplan bemalingsgebied Technopolis en VSL

Afvoerstructuurplannen TU Delft

Klant: TU Delft

Referentie: BG4059-102-WATRP20200127
Status: Definitief/P01.01
Datum: 27 januari 2020



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Stationspark 27C
4462 DZ GOES
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 98 00 **T**
+31 113 23 30 05 **F**
info.goes@nl.rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Afvoerstructuurplan bemalingsgebied Technopolis en VSL
Ondertitel:	
Referentie:	BG4059-102-WATRP20200127
Status:	P01.01/Definitief
Datum:	27 januari 2020
Projectnaam:	Afvoerstructuurplan Technopolis en VSL
Projectnummer:	BG4059-102-100
Auteur(s):	L.C. Janse
Opgesteld door:	L.C. Janse
Gecontroleerd door:	A.P.G. van de Waart
Datum/paraaf:	27 januari 2020
Goedgekeurd door:	L.C. Janse
Datum/paraaf:	27 januari 2020

Classificatie
Beperkt verspreid

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Aanleiding 1
1.2 Doelstelling 1
1.3 Leeswijzer 1

2 Systeembeschrijving 2
2.1 Plangebied 2
2.2 Systeembeschrijving riolering 3
2.2.1 Bemalingsgebied Technopolis 3
2.2.2 Bemalingsgebied VSL 4
2.3 Systeembeschrijving oppervlaktewater 4

3 Uitgangspunten 5
3.1 Herkomst brongegevens 5
3.2 Verhard oppervlak 6
3.3 Afvalwaterhoeveelheden 6
3.4 Injecties 6
3.5 Rioolgemalen 7
3.6 Berging 7
3.7 Maaiveldverloop 7

4 Functioneren huidige situatie (situatie 2019) 9
4.1 Functioneren praktijk 9
4.2 Hydraulisch functioneren 9
4.2.1 Bemalingsgebied Technopolis 9
4.2.2 Bemalingsgebied VSL 12

5 Functioneren toekomstige situatie/gewenste eindsituatie 13
5.1 Ontwikkelingen 13
5.2 Hydraulisch functioneren 14
5.2.1 Bemalingsgebied Technopolis 14
5.2.2 Bemalingsgebied VSL 15
5.2.1 Conclusie toekomstige situatie/gewenste eindsituatie (Fase 1, 3) 15
5.2.2 Voorstel toekomstige situatie (Fase 2) 15

6 Hemelwaterstresstest 17
6.1 Inleiding 17
6.2 Vitaal en kwetsbaar (stap 1) 17
6.3 Berekeningsresultaten extreme neerslag (stap 2) 17

6.4 Berekeningsresultaten 18
6.5 Kwetsbaarheden & risico's (stap 3) 20

7 Maatregelen, optimalisaties & aanbevelingen 21
7.1 Maatregelen en oplossingsrichtingen 21
7.2 Systeemoptimalisaties 23
7.3 Waterrobuustheid 23
7.4 Overige aanbevelingen 25

8 Conclusies 26
8.1 Conclusies 26

Bijlagen

1. Overzichtstekening
2. Riooltabel
3. Richtlijnen & uitgangspunten
4. Vitale en kwetsbare objecten

Tekeningen

- BG3702-101-100-301 : Overzichtstekening bemalingsgebied Technopolis en VSL
- BG4059-102-1 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 70 mm
- BG4059-102-2 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 90 mm
- BG4059-102-3 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 160 mm

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De TU Delft is gestart met het opstellen van een zevental afvoerstructuurplannen voor de riolering en waterhuishouding binnen het eigen beheersgebied. Aan Royal HaskoningDHV is opdracht verleend voor het opstellen van een afvoerstructuurplan voor het gebied Technopolis en VSL. Het voorliggende rapport is opgesteld in het kader van de zorgplichten van de beheerafdeling van de TU Delft en richt zich op het functioneren van de riolering en bevat resultaten van rioleringsberekeningen.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit afvoerstructuurplan is inzicht te krijgen in het huidige systeem functioneren van de riolering en een eerste beeld te krijgen van de waterhuishouding in het gebied. Daarnaast vormt het huidige systeem functioneren de basis voor toekomstige ontwikkelingen binnen deze gebieden.

Het afvoerstructuurplan bevat in essentie de volgende onderdelen:

1. Een beschrijving en weergave van de huidige riolering en waterhuishouding (wat is er en hoe functioneert het in theorie en praktijk).
2. Welke ontwikkelingen staan er op stapel en wat is de te verwachten invloed hiervan op de riolering en waterhuishouding.
3. Een beschrijving van de gewenste eindsituatie na realisatie van de toekomstige ontwikkelingen (incl. de hiertoe te stellen kaders).
4. Een beschrijving van de te verwachten effecten in het kader van klimaatontwikkelingen op de riolering (hemelwaterstresstest).

1.3 Leeswijzer

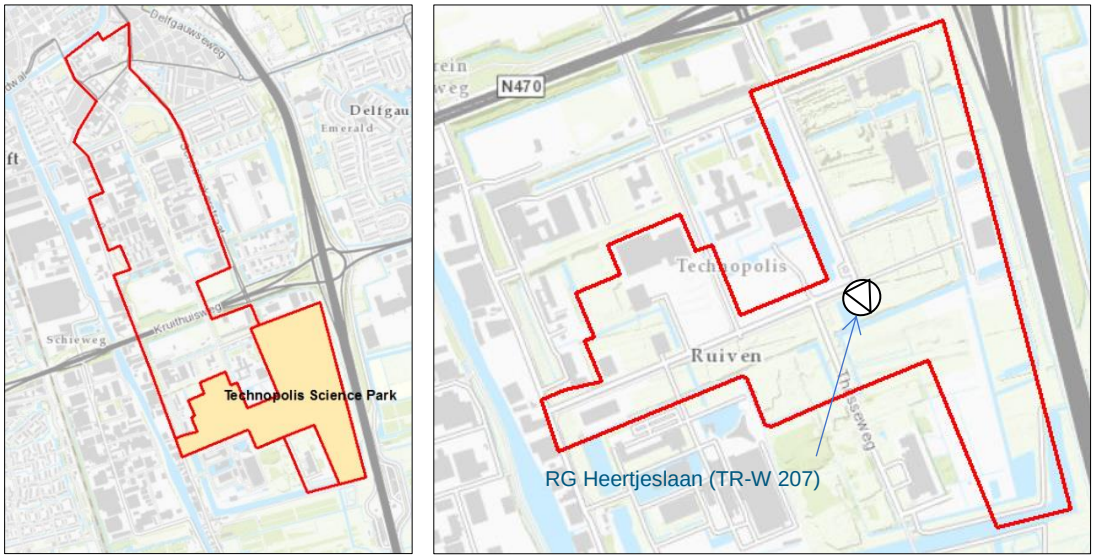
In **hoofdstuk 2** wordt ingegaan op de systeembeschrijving. De uitgangspunten en de kenmerken van het bemalingsgebied worden weergegeven in **hoofdstuk 3**. In **hoofdstuk 4** wordt ingegaan op het functioneren in praktijk, waarin onder andere de klachten en meldingen worden weergegeven en er wordt ingegaan op het hydraulisch functioneren van het bestaand rioleringssysteem. Hoofdstuk 5 gaat in op de gewenste eindsituatie na eventuele toekomstige ontwikkelingen. De resultaten van de hemelwaterstresstest komen in **hoofdstuk 6** aan de orde. De voorgestelde oplossingsrichtingen en aanbevelingen worden weergegeven in **hoofdstuk 7**. Ten slotte wordt ingegaan op de conclusie in **hoofdstuk 8**.

2 Systeembeschrijving

2.1 Plangebied

Bemalingsgebied Technopolis

Het bemalingsgebied Technopolis is globaal gesitueerd tussen de A13 en de Rotterdamseweg. Bemalingsgebied Technopolis is een uitbreidingsgebied voor de TU Delft. De ligging van het bemalingsgebied is weergegeven in figuur 2.1.

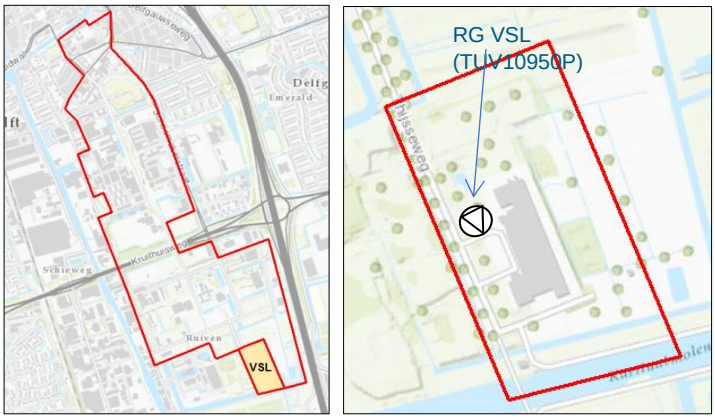


Figuur 2.1: Ligging bemalingsgebied Technopolis

Een gedetailleerd overzicht van het rioolsysteem in bemalingsgebied Technopolis is weergegeven op de bijgevoegde overzichtstekening met kenmerk BG3702-101-100-301.

Bemalingsgebied VSL

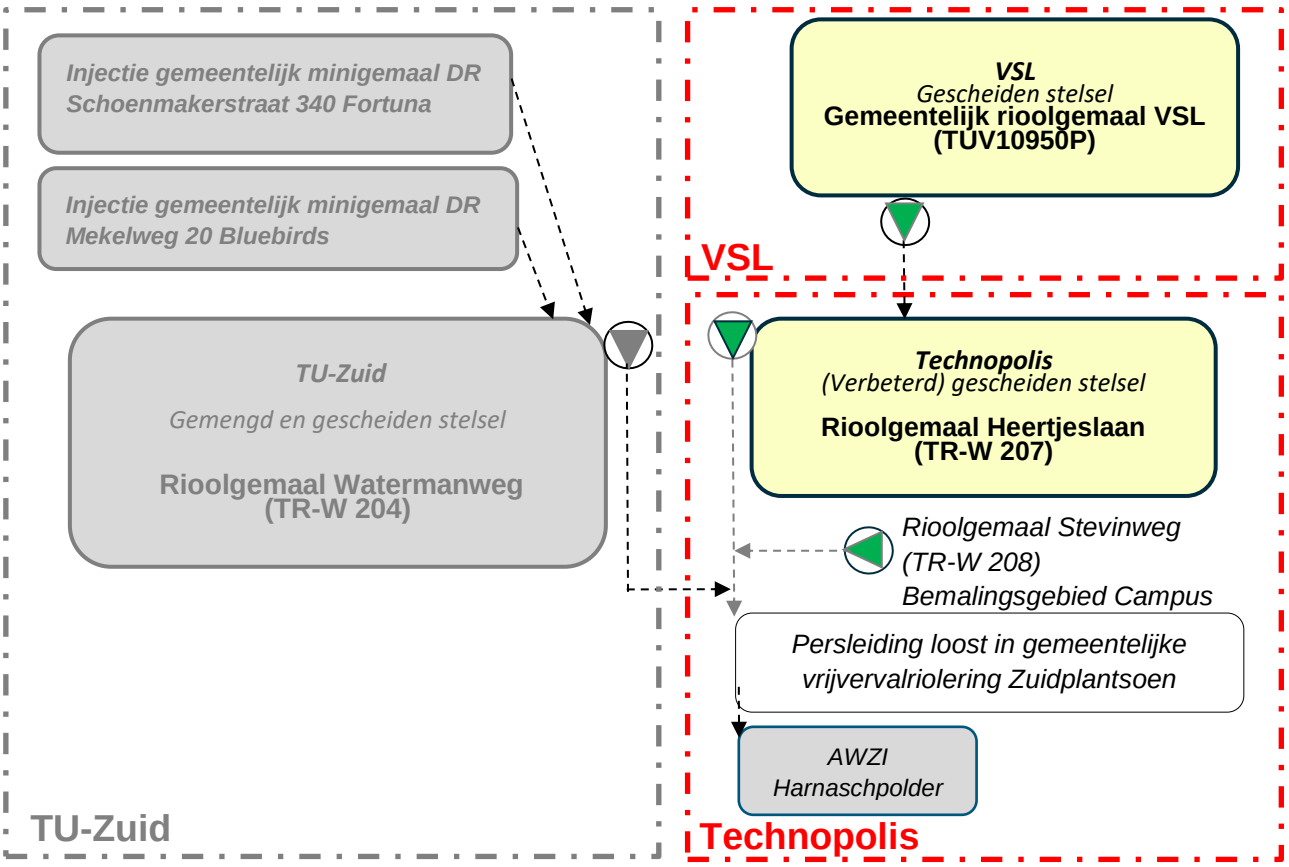
Bemalingsgebied VSL grenst aan bemalingsgebied Technopolis en is globaal gesitueerd tussen de Thijsseweg en de A13. De ligging van het bemalingsgebied is weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2: Ligging bemalingsgebied VSL

2.2 Systeembeschrijving riolering

In het onderstaande afvoerschema is de afvoer van de bemalingsgebieden Technopolis en VSL, schematisch weergegeven. In de volgende paragrafen is per bemalingsgebied een systeembeschrijving opgenomen.



Figuur 2.3: Afvoerschema Bemalingsgebied Technopolis en VSL

2.2.1 Bemalingsgebied Technopolis

Bemalingsgebied Technopolis is voorzien van een gescheiden rioolstelsel met een injectie van het verbeterd gescheiden stelsel rondom de parkeergarage en het gemengd stelsel ter plaatse van de trambaan. In het vuilwaterstelsel is een nooduitlaat naar het oppervlaktewater aangebracht om wateroverlast in het gebouw als gevolg van het niet functioneren van het rioolgemaal te voorkomen. Deze nooduitlaat heeft een diameter van 200 mm en is vanuit inspectieput met nummer TUV10012 (nabij rioolgemaal 'Heertjeslaan') met het oppervlaktewater verbonden. De leiding heeft een gronddekking van ca. 0,90 m. Bij het lozingspunt is een terugslagklep op de leiding aangebracht om terugstroom van oppervlaktewater naar de riolering te voorkomen. Het hemelwaterstelsel loost op meerdere locaties rechtstreeks op het oppervlaktewater.

Het verbeterd gescheiden stelsel bevindt zich rondom de parkeergarage nabij het gebouw 'Technopolis' en is uitgevoerd in een zgn. "Smart drain stelsel". Ingezameld hemelwater wat niet via dit systeem gaat wordt afgevoerd naar het gemengde riool wordt rechtstreeks geloosd op het oppervlaktewater.

Het afvalwater vanuit het vuilwaterstelsel wordt naar het rioolgemaal ‘Heertjeslaan’ afgevoerd. Via dit rioolgemaal wordt het afval- en regenwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering aan de Zuidplantsoen en via het gemeentelijke afvalwatertransportsysteem richting de AWZI Harnaschpolder verpompt.

Naast het afvalwater uit het eigen gebied ontvangt het gebied nog een tweetal injecties. Eén injectie is afkomstig van het tankstation en de Burger King nabij de rijksweg A13. Deze injectie is aangesloten op een inspectieput van het vuilwaterstelsel in de Molengraaffsingel. Daarnaast wordt het afvalwater van bemalingsgebied VSL via een persleiding, nabij het rioolgemaal ‘Heertjeslaan’, in het vuilwaterstelsel van Technopolis geloosd.

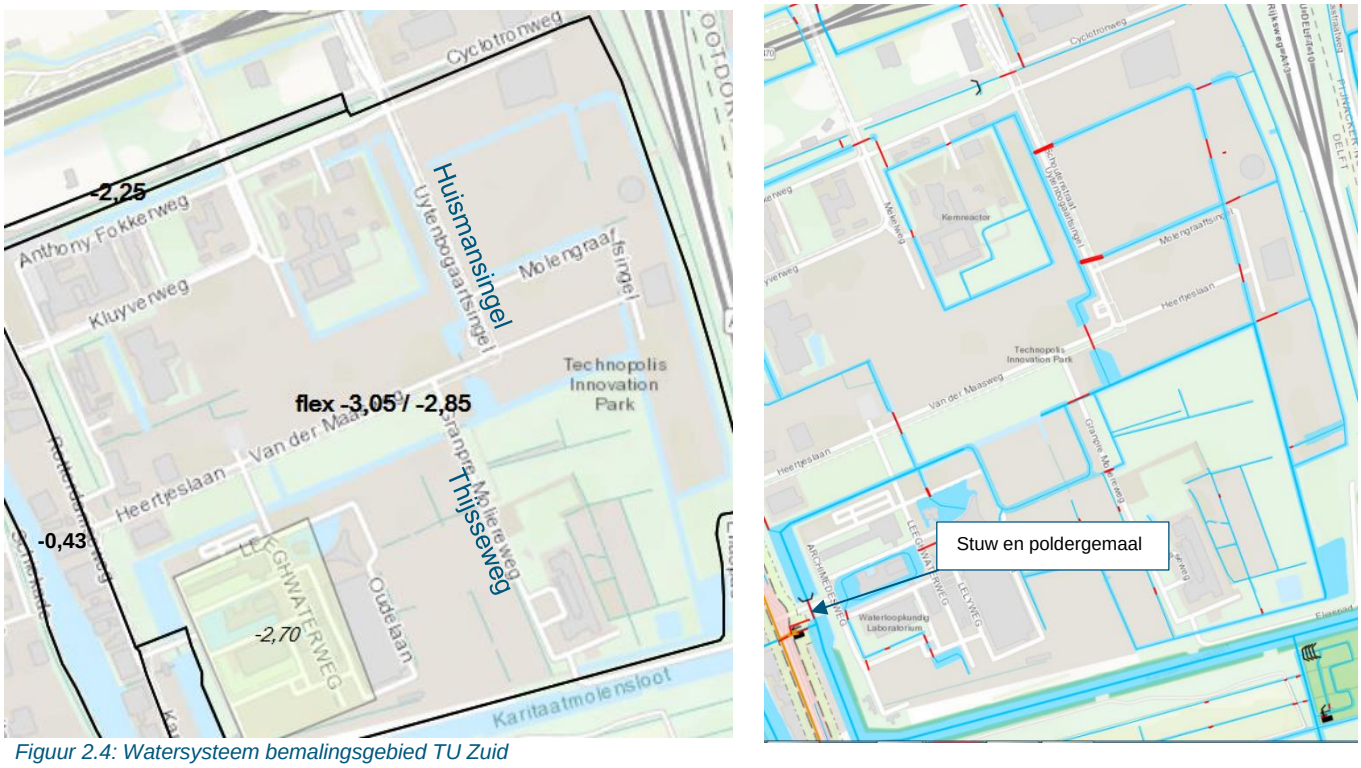
2.2.2 Bemalingsgebied VSL

In bemalingsgebied VSL ligt een gescheiden stelsel. Het vuilwaterstelsel heeft geen overstort of nooduitlaat naar het oppervlaktewater. Het afvalwater wordt via het vuilwaterstelsel naar het gemeentelijk rioolgemaal VSL (RG Thijsseweg 11) afgevoerd. Dit rioolgemaal verpompt het afvalwater naar het gemengd stelsel in bemalingsgebied Technopolis. Via het rioolgemaal ‘Heertjeslaan’ in bemalingsgebied Technopolis wordt het afvalwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering aan de Zuidplantsoen verpompt.

2.3 Systeembeschrijving oppervlaktewater

Het oppervlaktewatersysteem in bemalingsgebied TU Zuid valt binnen de contouren van het peilgebied met een flexibel peil tussen de NAP -3,05 m tot NAP -2,85 m. Voor de hydraulische berekeningen is het hoogste waterpeil, namelijk NAP -2.85 m, gehanteerd.

Naast secundair water zijn de watergangen evenwijdig aan de Heertjeslaan en rondom bemalingsgebied VSL primair water. Het oppervlaktewater stroomt af naar het zuiden, richting de stuw ter hoogte van de Archimedesweg/Rotterdamseweg. Direct na de stuw wordt het oppervlaktewater, via het poldergemaal naar de hoger gelegen boezem ‘Delftse Schie’ afgevoerd. In figuur 2.4 is het watersysteem weergegeven.



Figuur 2.4: Watersysteem bemalingsgebied TU Zuid

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk wordt in gegaan op de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het opstellen van dit afvoerstructuurplan. Zo worden de eigenschappen van de rioolgemalen en andere bijzondere constructies in dit hoofdstuk nader toegelicht. Daarnaast wordt ingegaan op de belasting op het stelsel en de herkomst van diverse gegevens.

In bijlage 2 zijn de specifieke kenmerken van het rioolstelsel in een kenmerkentabel weergegeven. In de volgende paragrafen worden deze kenmerken nader toegelicht.

3.1 Herkomst brongegevens

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de herkomst van de gegevens die gebruikt zijn bij het opstellen van het rekenmodel.

Tabel 3.1: Herkomst brongegevens

Soort gegevens	Bron
Put- en leidinggegevens	Het rioolbeheerbestand is digitaal door de TU Delft aangeleverd. Door Royal HaskoningDHV zijn onlogische waardes in beeld gebracht (geen b.o.b of diameter niet bekend), waarna in overleg met de TU Delft aanpassingen zijn doorgevoerd. Voor de ontbrekende maaiveldhoogtes zijn de gegevens uit het AHN3 aangehouden.
Verhard oppervlak	Het verhardoppervlak is door Royal HaskoningDHV op basis van een bureauonderzoek en veldverkenning op een tekening verwerkt en als basis gehanteerd.
Droogweerafvoer	De werkelijk verpompte dag volumes zijn teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag.
Injecties	De debieten van de injecties zijn een aanname.
Pompcapaciteit	De pompcapaciteiten van de gemalen zijn in het rekenmodel zoveel mogelijk gebaseerd op werkelijke (geïnstalleerde en gemeten) pompcapaciteiten. Deze gegevens zijn door de TU Delft aangeleverd en voornamelijk gebaseerd op de pompkenmerken en de aflezingen in Aquaview. De pompcapaciteit van het gemeentelijk rioolgemaal aan de Thijssenweg (bemalingsgebied VSL) is ook gebaseerd op de pompkenmerken en aflezingen in Iview.
Toegestane pompover-capaciteit	De toegestane pompovercapaciteit bedraagt volgens de CIW en de WRW de droogweerafvoer, vermeerderd met de injecties en de pompovercapaciteit ter grootte van 0.7 mm/uur, ofwel 7 m^3/uur per hectare over het werkelijk aangesloten verhard oppervlak. Voor een verbeterd gescheiden stelsel bedraagt deze 0.3 mm/uur.
Gegevens kelder en in- en uitslagpeil van de gemalen	In de berekeningen is voor de in/uitslagpeilen verondersteld dat de inslagpeilen van de gemeentelijke rioolgemalen gelijk zijn dan de bob van de laagst intredende leiding. Het uitslagpeil is theoretisch berekend, waarbij is aangenomen dat deze 0,50 m lager is dan het inslagpeil.

3.2 Verhard oppervlak

Tabel 3.2 geeft een overzicht van het verhard oppervlak dat is aangesloten op het rioolstelsel per bemalingsgebied. Het aangesloten verhard oppervlak is gedetailleerd weergegeven op de bijgevoegde overzichtstekeningen.

Tabel 3.2: Overzicht aangesloten verharding

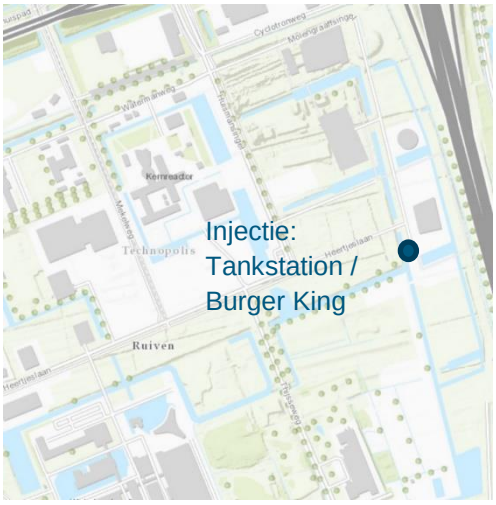
Gebied	Vuilwaterstelsel		Gescheiden		Verbeterd gescheiden		
	Wegen (ha)	Daken (ha)	Wegen (ha)	Daken (ha)	Wegen (ha)	Daken (ha)	Totaal (ha)
Technopolis	0,06	-	5,26	2,61	-	0,22	**8,15**
VSL	-	-	0,86	0,61	-	-	**1,47**
Totaal:	**0,06**	**0,00**	**6,12**	**3,22**	**0,00**	**0,22**	**9,62**

3.3 Afvalwaterhoeveelheden

Voor het bepalen van de afvalwaterhoeveelheden zijn gegevens over het drinkwaterverbruik opgevraagd bij de leverancier in het gebied. Om moverende redenen zijn deze gegevens bij aanvang van het opstellen van dit afvoerstructuurplan nog niet beschikbaar gekomen. Om toch een indicatie te verkrijgen van de hoeveelheid afvalwater, is dit bepaald op basis van het verpompte volume bij rioolgemaal Heertjeslaan tijdens droge dagen. Deze volumes zijn teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag.

3.4 Injecties

Naast de injectie uit bemalingsgebied VSL is er één injectie afkomstig van buiten het bemalingsgebied, namelijk die van het tankstation en de Burger King (A13). Deze injectie loost op het gemengde/vuilwaterriolering van bemalingsgebied Technopolis. De exacte locatie van deze injectie is weergegeven op de bijgevoegde tekening en schematisch in figuur 3.1. De belangrijkste kenmerken van deze injectie zijn in de onderstaande tabel weergegeven.



Figuur 3.1: Locatie injectie

Naam injectie	Soort afvalwater	Beheerder	Locatie beschrijving	Capaciteit [m3/uur]	Herkomst capaciteit
Tankstation / Burger King	DWA	Onbekend	Persleiding sluit aan op het gemengd/vuilwaterriolering van bemalingsgebied Technopolis.	0,5 m3/uur	Aanname.

Tabel 3.3: Kenmerken injectie

3.5 Rioolgemalen

In tabel 3.4 worden de kenmerken van de gemalen weergegeven.

Tabel 3.4: Kenmerken gemalen.

Bemalingsgebied	Naam gemaal	Geïnstalleerde capaciteit [m3/uur]	Verpompt volume DWA per dag [m3]	Soort afvalwater	Beheerder
Technopolis	RG Heertjeslaan	122	150	Gescheiden (met injecties VGS en gemengd)	TU Delft
VSL	RG Thijsseweg	16	Onbekend	DWA	Gemeente

3.6 Berging

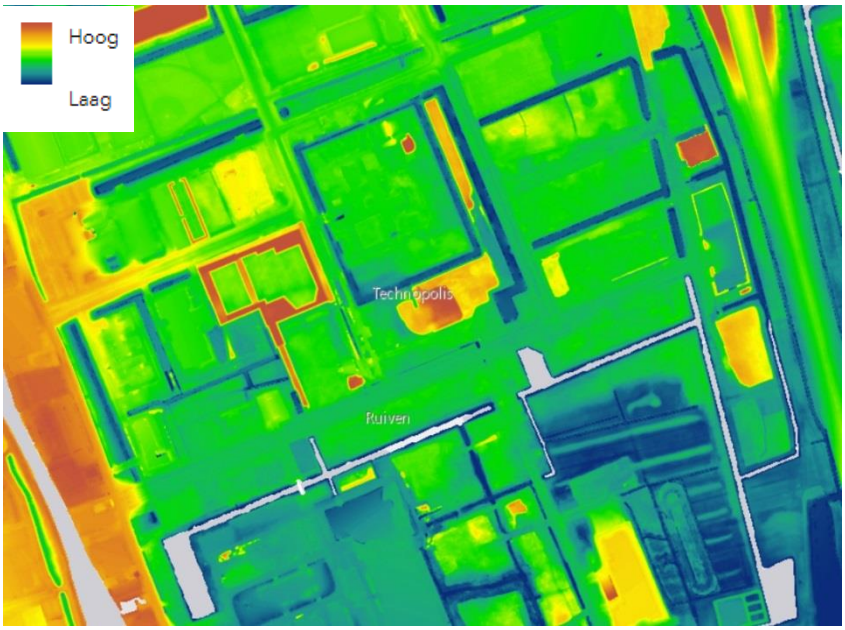
In tabel 3.5 is de berging in het gemengde/vuilwaterriool en het verbeterd gescheiden stelsel weergegeven.

Tabel 3.5 Berging rioolstelsel

Bemalingsgebied	Type stelsel	Verhard oppervlak (ha)	Laagste overstort-drempel (m NAP)	Onderdrempelberging	
				(m^3)	(mm)
Technopolis	Gemengd	0,06	Bij gemaal 'Heertjeslaan'	201	340
Technopolis	VGS	0,22	n.v.t.	2,40	1

3.7 Maaiveldverloop

Het maaiveldniveau in het bemalingsgebied is bepaald op basis van het AHN3 en varieert van -0,40 m NAP tot -2,80 m NAP. In figuur 3.2 is te zien dat het plangebied in een hellend gebied ligt. Vanwege de boezem functie ligt de Rotterdamseweg hoger dan het gemiddelde maaiveld in het bemalingsgebied. Het maaiveld in bemalingsgebied Technopolis en VSL ligt lager dan het aangrenzende bemalingsgebied Technopolis. Het maaiveld in het gebied dat nog niet bouwrijp is gemaakt, ligt lager dan het overig gebied.



Figuur 3.2: Maaiveldverloop (bron: AHN3)

4 Functioneren huidige situatie (situatie 2019)

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het functioneren van de riolering in de huidige situatie. Hierbij is zowel het functioneren van de praktijk als het theoretische functioneren onderzocht.

4.1 Functioneren praktijk

Bij de beheerafdeling van de TU is alleen het gebied rond het gebouw 'TNW Zuid' (in het bemalingsgebied Technopolis), als wateroverlastgevoelig gebied bekend. Van dit recent opgeleverde gebouw zijn klachten m.b.t. inpandige overlast bekend. In onderstaand figuur is de locatie van dit gebouw weergegeven.

De rioolgemalen in het gebied Technopolis en het gebied VSL functioneren naar behoren.

Bij de TU Delft zijn er geen klachten en meldingen bekend met betrekking tot het oppervlaktewater.



Figuur 4.1: Meldingen wateroverlast

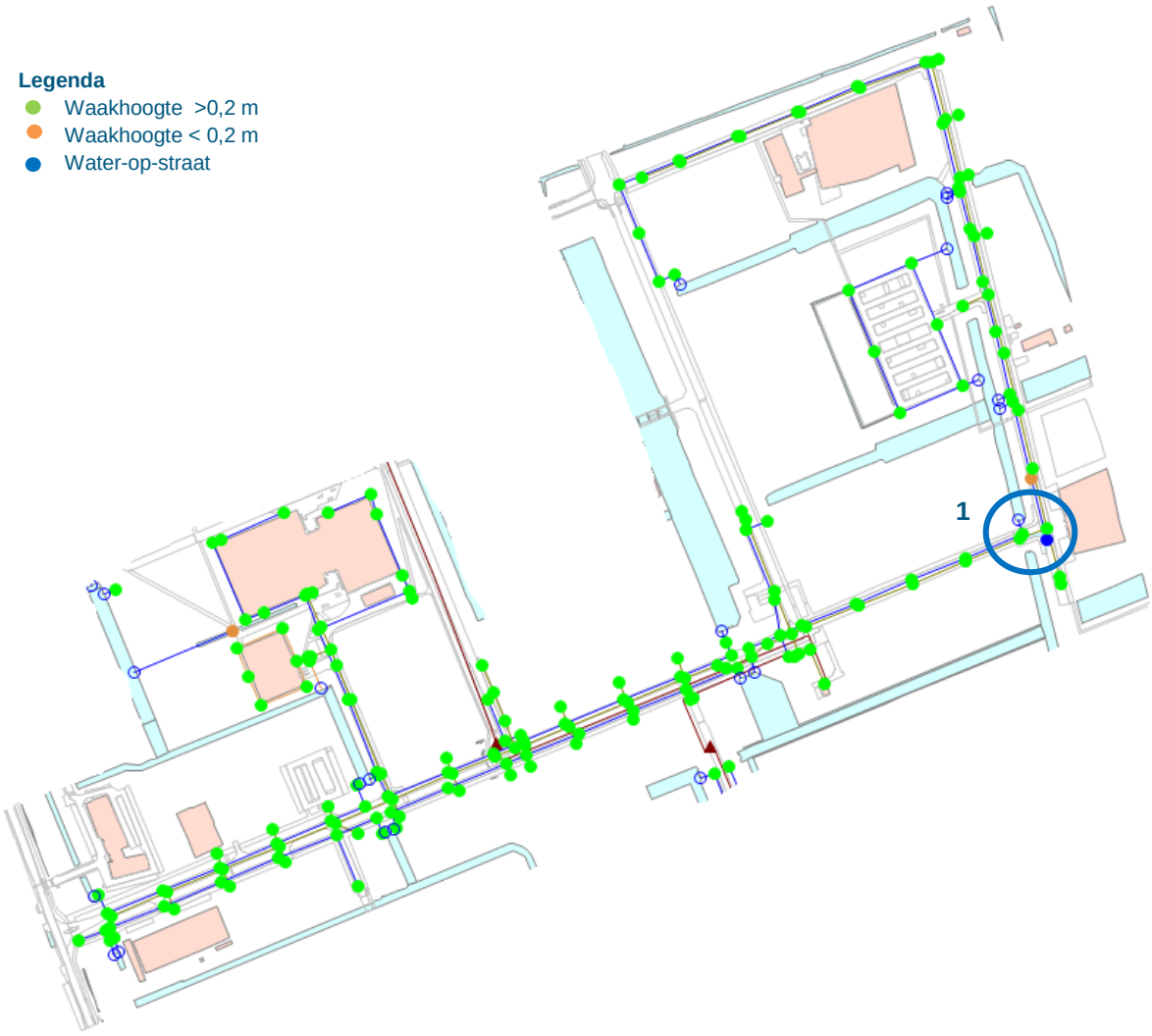
4.2 Hydraulisch functioneren

Aan de hand van de resultaten uit de inventarisatiefase, de uitgangspunten uit hoofdstuk 3 en de toetsingscriteria/richtlijnen uit bijlage 3 is een dynamisch rekenmodel van het bemalingsgebied Technopolis en VSL vervaardigd. Dit rekenmodel is vervolgens doorgerekend met bui 08 en bui 10 (voor meer informatie zie bijlage 3).

In de volgende paragrafen zijn de berekeningsresultaten per bemalingsgebied en neerslaggebeurtenis beschreven.

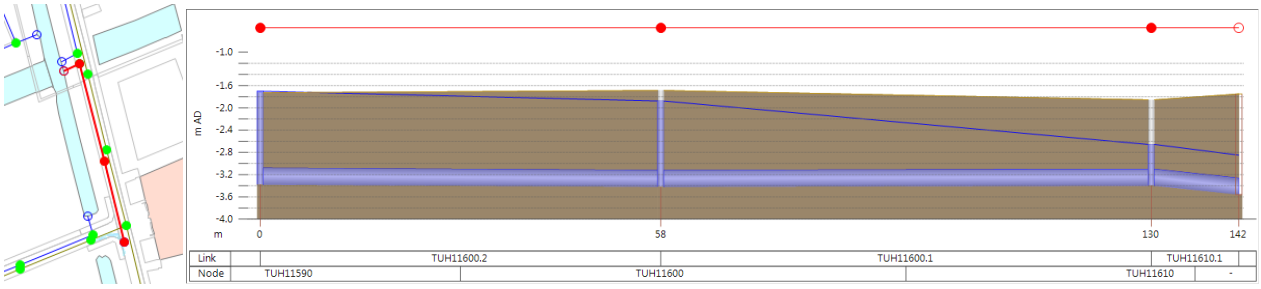
4.2.1 Bemalingsgebied Technopolis

<u>Neerslaggebeurtenis bui 08</u>
De resultaten van de berekening met bui 08 zijn gevisualiseerd in figuur 4.2 en geanalyseerd.
Uit deze analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het bemalingsgebied Technopolis over het algemeen over een robuust rioolstelsel beschikt. Wel blijkt dat er op één locatie water-op-straat optreedt tijdens bui 08 en/of is er sprake van een verminderde waking tussen de waterspiegel in het riool en het maaiveld (zie figuur 4.2). Uit de resultaten blijkt dat de nooduitlaat in het vuilwaterstelsel niet in werking treedt.



Figuur 4.2: Berekeningsresultaten bui 08

1. **Locatie nabij gebouw 'Exact'**
   In de straat Molengraaffsingel ter plaatse van het gebouw 'Exact' wordt tijdens bui 08 water-op-straat berekend. In de praktijk wordt hier vooralsnog geen wateroverlast ervaren. De maximaal berekende waterdiepte op deze locatie bedraagt 3 cm en treedt kortstondig op (ca. 5 minuten). Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat er relatief veel weg en dakoppervlak op deze regenwaterriolering is aangesloten. In de praktijk kan het zijn dat er minder verhard oppervlak op deze regenwaterriolering is aangesloten, bijvoorbeeld dat het dakoppervlak direct op de naast gelegen watergang is aangesloten.

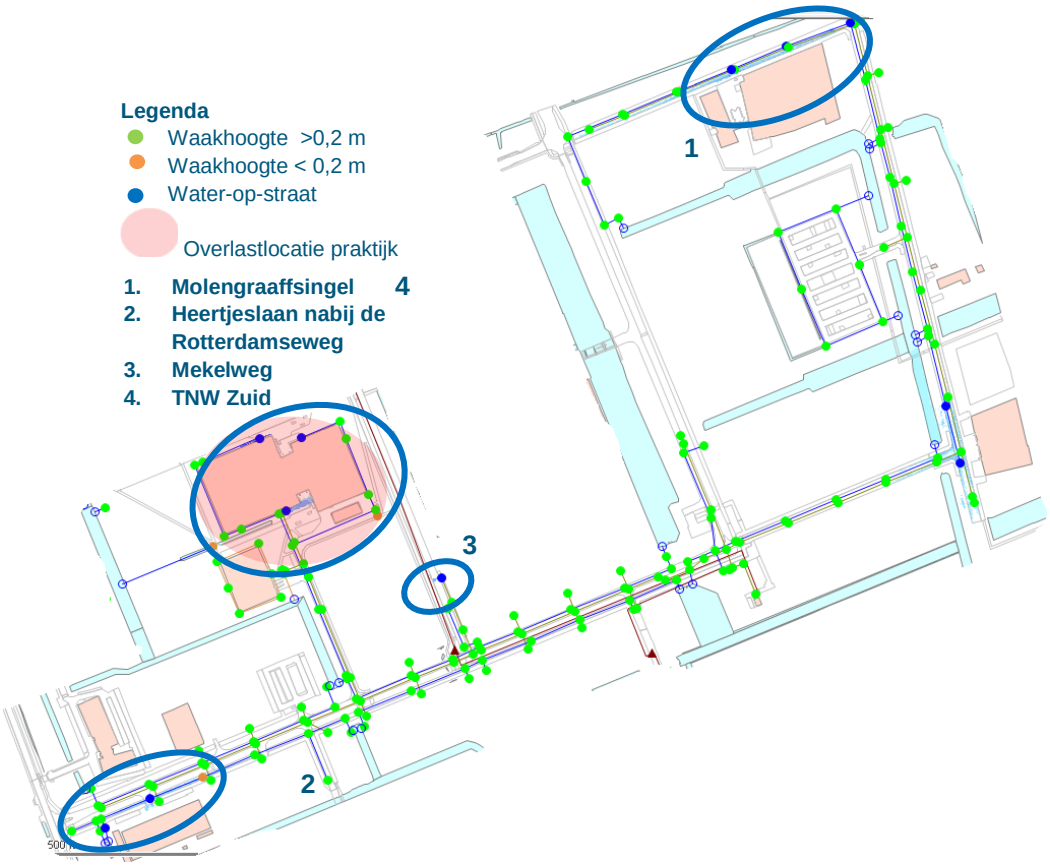


Figuur 4.3: Lengteprofiel bui 08

Neerslaggebeurtenis bui 10

De resultaten van de berekening met bui 10 zijn gevisualiseerd in figuur 4.4 en geanalyseerd.

Het rioolstelsel is vervolgens doorgerekend met een bui met een hogere intensiteit (bui 10). De resultaten hiervan zijn gevisualiseerd in de volgende figuur. Uit de resultaten blijkt dat de nooduitlaat in het vuilwaterstelsel niet in werking treedt.



Figuur 4.4: Berekeningsresultaten bui 10

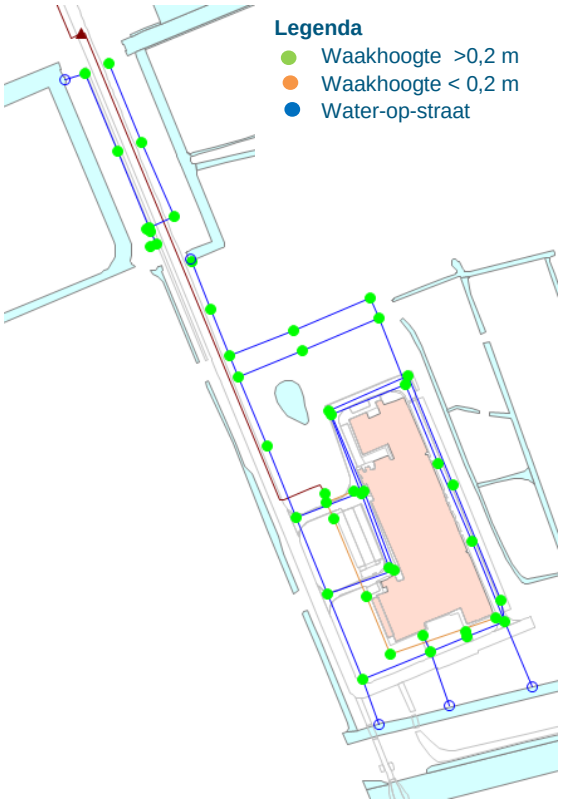
Bij de berekening van bui 10 wordt met maximaal circa 25 minuten minder dan 30 minuten (toetsingscriteria) water op straat berekend. Daarnaast wordt op een aantal locaties, ten opzichte van bui 08, wel water-op-straat berekend. Deze locaties zijn, weergegeven in figuur 4.4.

4.2.2 Bemalingsgebied VSL

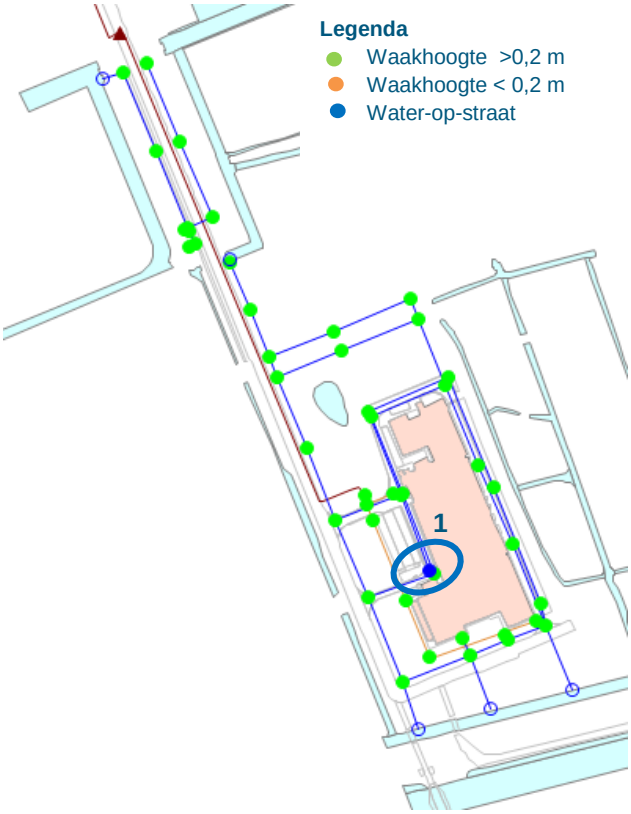
Deze paragraaf beschrijft de berekeningsresultaten van bui 08 en bui 10 in bemalingsgebied VSL.

Bui 08
De resultaten van de berekening met bui 08 zijn gevisualiseerd in figuur 4.5 en geanalyseerd.
Uit de berekeningsresultaten blijkt dat bemalingsgebied VSL over een robuust gescheiden stelsel beschikt. Er zijn geen locaties waar bij bui 08 water-op-straat wordt berekend en er wordt in de praktijk ook geen wateroverlast ervaren.

Bui 10
De resultaten van de berekening met bui 10 zijn gevisualiseerd in figuur 4.6 en geanalyseerd.
Alleen op de parkeerplaats voor het gebouw wordt minimaal water-op-straat berekend. Het waterniveau in de riolering is volgens de berekening 0,1 cm boven het straatpeil. De duur van het water-op-straat is te verwaarlozen.



Figuur 4.5: Berekeningsresultaten bui 08

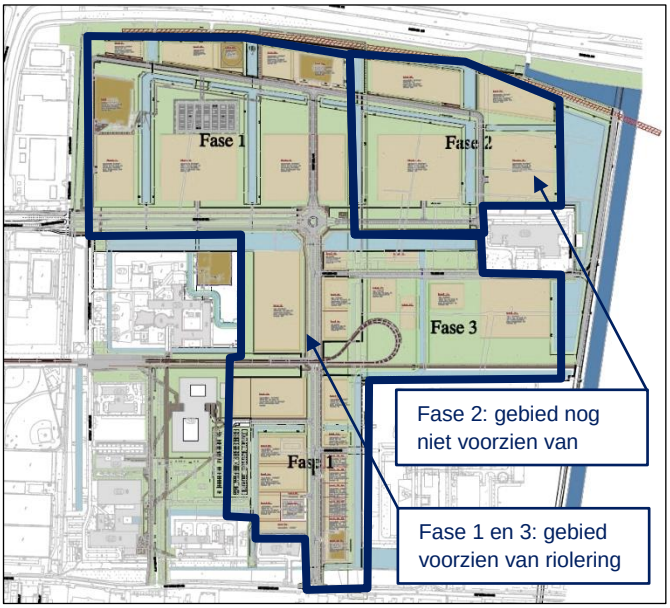


Figuur 4.6: Berekeningsresultaten bui 10

5 Functioneren toekomstige situatie/gewenste eindsituatie

5.1 Ontwikkelingen

Als basis voor de toekomstige ontwikkelingen is de tekening ‘Verkavelingsplan Technopolis’ met tekeningnummer ‘PTTTUT02’ d.d. 10-06-2014 gehanteerd. De ontwikkelingen vallen binnen de contouren van de bemalingsgebieden ‘Technopolis’ en ‘VSL’ (zie figuur 5.1).
Het verkavelingsplan is opgedeeld in verschillende fasen. Deze grenzen van deze fasen zijn in figuur 5.1 weergegeven.



Figuur 5.1: Verkavelingsplan

Fase 1 en 3
In fase 1 en 3 zijn de riolering en wegen al aangelegd en zijn een aantal kavels al bebouwd (zie de tekening in bijlage 1). Een deel van het oppervlaktewater, op de grens met fase 2 is nog niet aangelegd.

Het toekomstige verhard oppervlak, afkomstig van de percelen, is voor dit gedeelte van het ontwikkelgebied in het rekenmodel verwerkt. De wegenstructuur wijzigt ten opzichte van de bestaande situatie nauwelijks. Op de kruising van de Heertjeslaan/Huismansingel is een rotonde voorzien. Vanwege deze beperkte wijziging en het oppervlaktewater nabij deze rotonde is het verhard oppervlak in het rekenmodel niet gewijzigd.

Op basis van de kaveloppervlakten in het verkavelingsplan zijn aannames gedaan voor de hoeveelheid verhard oppervlak afkomstig van de terreinen en de daken. Vanwege de beperkte capaciteit van de bestaande regenwaterriolering en de grote hoeveelheid oppervlaktewater in het gebied, zijn er voor twee scenario’s hydraulische berekeningen uitgevoerd. Het verschil in beide scenario’s is de hoeveelheid aangesloten verhard oppervlak op de bestaande regenwaterriolering. In tabel 5.1 zijn de uitgangspunten van deze scenario’s weergegeven.

Scenario	Kavel oppervlakte (ha)	Percentage dak oppervlak van kavel oppervlak op riolering (%)	Percentage terrein verharding van kavel oppervlak op riolering (%)	Bemalingsgebied VSL Verhard oppervlak (ha)	Bemalingsgebied Technopolis Verhard oppervlak (ha)
1	15.50	60	40	1.28	14.20
2	15.50	0	40	0.88	8.42

Tabel 5.1 Uitgangspunten en hoeveelheden verhard oppervlak per scenario

Fase 2
Fase 2 van het ontwikkelgebied is nog niet bouwrijp gemaakt en daarom nog niet voorzien van wegen, riolering en het toekomstig oppervlaktewater.

In dit afvoerstructuurplan is ervan uitgegaan dat met de ontwikkeling van dit gebied, een separate afvoer voor het hemelwater wordt aangelegd. Het toekomstige verhard oppervlak in dit gebied is daarom niet meegenomen in het rekenmodel van de toekomstige situatie.
Voor de DWA afvoer in dit gebied zijn wij ervan uitgegaan dat de vuilwaterriolering afvoert naar het bestaande rioolgemaal van bemalingsgebied Technopolis.

In paragraaf 5.2.2 is een voorstel beschreven voor de afvoerstructuur in dit gebied.

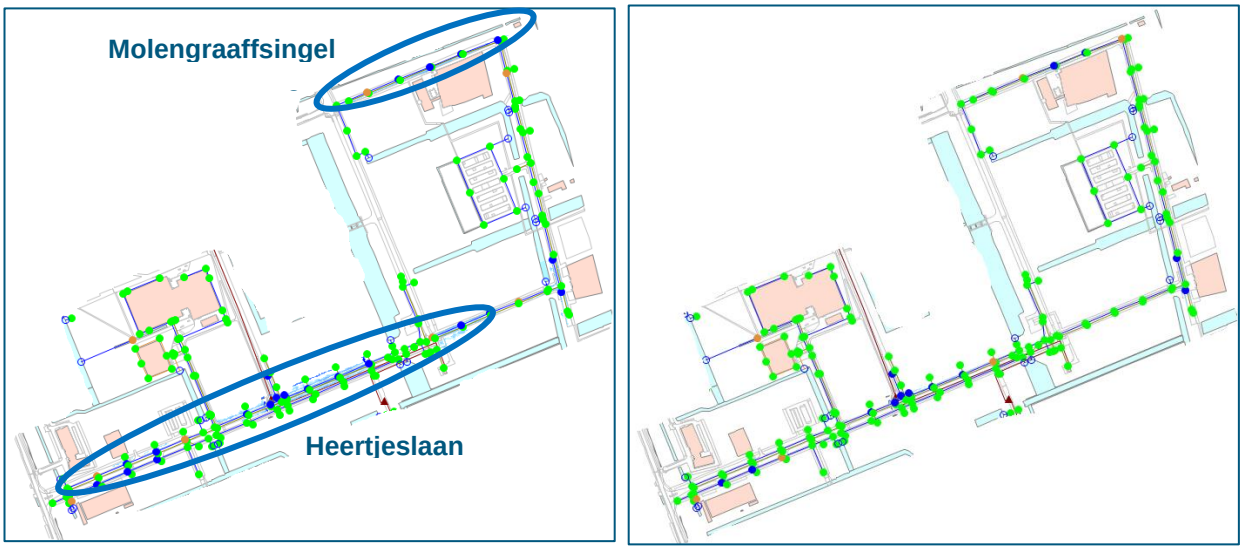
5.2 Hydraulisch functioneren

Voor beide scenario's, zoals in de vorige paragraaf is beschreven, is een dynamisch rekenmodel van het bemalingsgebied Technopolis en VSL vervaardigd. Voor de toekomstige situaties zijn oppervlakten voor uit tabel 5.1 in het rekenmodel verwerkt. Dit rekenmodel is vervolgens doorgerekend met bui 08 en bui 10 (voor meer informatie zie bijlage 3).

In de volgende paragrafen wordt het effect van de ontwikkelingen op het hydraulisch functioneren per bemalingsgebied beschreven.

5.2.1 Bemalingsgebied Technopolis

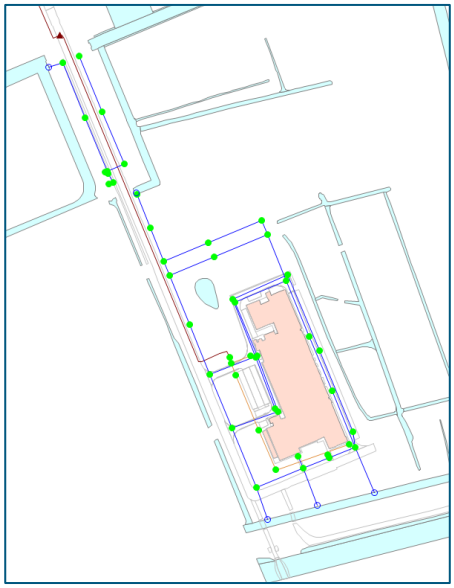
De resultaten van de berekening met bui 08, zijn voor de twee scenario's gevisualiseerd in figuur 5.2 en geanalyseerd. Uit de berekeningsresultaten van bui 08 blijkt dat met de toekomstige ontwikkelingen, bij zowel scenario 1 als 2, het aantal water-op-straat locaties ten op zichtte van huidige situatie, toeneemt. Deze extra water-op-straat locaties zijn in figuur 5.2 gemarkeerd.

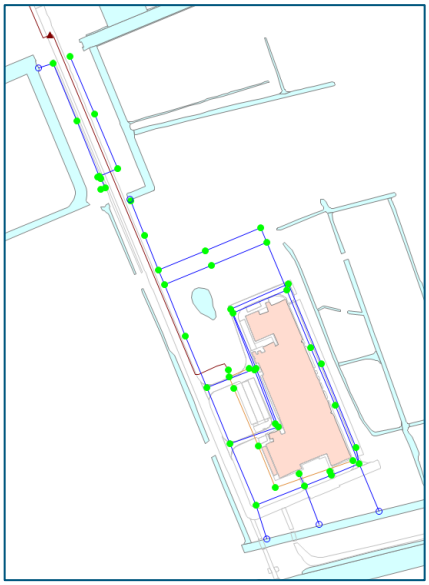


Figuur 5.2: Scenario 1 (100% dak en terrein naar HWA riolering) Scenario 2 (0% dak en 100% terrein naar HWA riolering)

5.2.2 Bemalingsgebied VSL

De resultaten van de berekening met bui 08, zijn voor de twee scenario's gevisualiseerd in figuur 5.3 en geanalyseerd. Uit de berekeningsresultaten van bui 08 blijkt dat met de toekomstige ontwikkelingen, bij zowel scenario 1 als 2, geen water-op-straat wordt berekend.





Figuur 5.3: Scenario 1 (100% dak en terrein naar HWA riolering) Scenario 2 (0% dak en 100% terrein naar HWA riolering)

5.2.1 Conclusie toekomstige situatie/gewenste eindsituatie (Fase 1, 3)

Uit de berekeningsresultaten van de verschillende scenario's blijkt dat bij het aansluiten van het dakoppervlak van de nieuwbouw op de regenwaterriolering (in fase 1 en 3), het aantal water-op-straat locaties toeneemt.

Omdat er door het aansluiten van extra verhard oppervlak op de regenwaterriolering, de water-op-straat locaties toenemen en er naast alle percelen oppervlaktewater is voorzien, adviseren wij om het hemelwater afkomstig van zowel de daken als het terrein van de nieuwbouwlocaties, rechtstreeks op het oppervlaktewater aan te sluiten. Eigenaren zijn verantwoordelijk voor de afvoer van regenwater dat op eigen perceel valt. Wij stellen daarom voor om minimale bergingseisen voor regenwater in bijvoorbeeld koopovereenkomsten op te nemen (b.v. groen/blauw dak, waterberging onder de verharding). Hierdoor wordt de piekbelasting in het oppervlaktewater en in het verdere watersysteem, zoveel mogelijk beperkt

5.2.2 Voorstel toekomstige situatie (Fase 2)

In deze paragraaf doen wij voorstellen voor het inrichten van de afvoerstructuur in het gedeelte van het ontwikkelgebied waar nog geen rijbaan en riolering is aangelegd (fase 2). In figuur 5.4 is dit voorstel schematisch weergegeven.

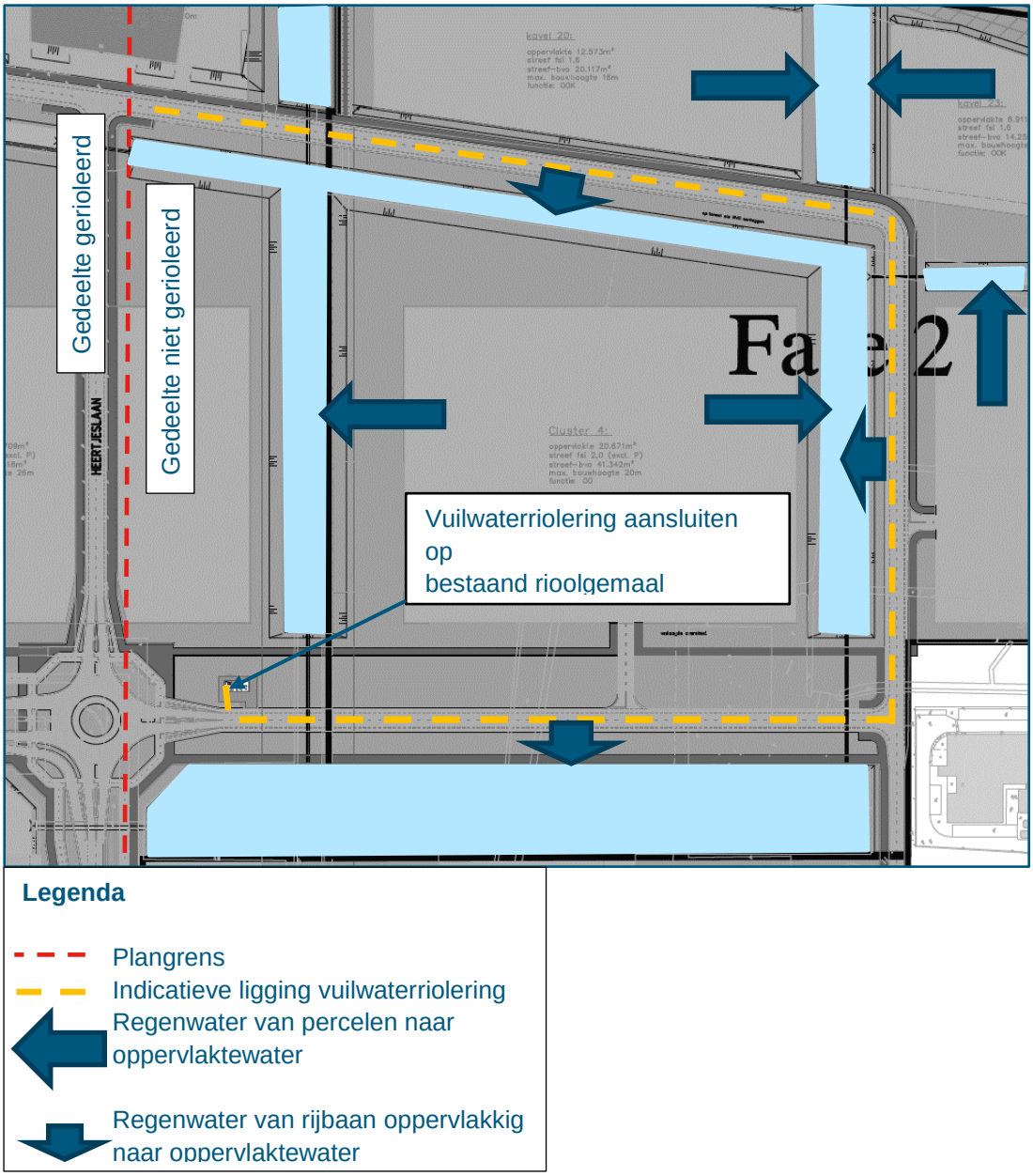
<u>Regenwaterriolering</u>
Voor het omgaan met het regenwater afkomstig van de daken en terreinen, is het voorstel gelijk aan het voorstel voor het omgaan met het regenwater in de fasen 1 en 3 waar al riolering is aangelegd, zoals in paragraaf 5.2.1. is beschreven.
In het gedeelte van het ontwikkelgebied waar nog geen rijbaan en riolering is aangelegd is naast de rijbaan oppervlaktewater voorzien. Het regenwater afkomstig van de wegverharding, kan rechtstreeks op het oppervlaktewater worden aangesloten. In het bestaande gebied gaat het regenwater afkomstig van de

wegverharding namelijk ook via kolken naar een regenwaterriolering die rechtstreeks (zonder zuiveringsvoorziening) op het oppervlaktewater is aangesloten.

Doordat het regenwater zonder tussenkomst van een regenwaterriool naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd worden de aanlegkosten en de beheer en onderhoudskosten lager en is er geen beperkende afvoercapaciteit meer van de riolering.

Vuilwaterriolering

De vuilwaterriolering kan in de rijbaan worden aangelegd en aangesloten worden op het bestaand rioolgemaal ‘Heertjeslaan’. Daarbij is het nuttig om te onderzoeken of het functioneren van de pompen bij de toename van dit vuilwater nog optimaal renderen.



Figuur 5.4: Schematische weergave afvoerstructuur nog te ontwikkelen plangebied

6 Hemelwaterstresstest

6.1 Inleiding

In het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie is afgesproken dat heel Nederland in 2050 waterrobuust en klimaatbestendig ingericht dient te zijn. In het Deltaplan is het volgende viertal klimaatthema's gedefinieerd:

- Wateroverlast;
- Hitte;
- Droogte;
- Overstroming.

Voor het thema wateroverlast is in dit afvoerstructuurplan een hemelwaterstresstest opgenomen. In deze stresstest zijn potentiële kwetsbaarheden voor het gebied TU Zuid geïdentificeerd. De thema's Hitte en Droogte dienen separaat aan het afvoerstructuurplan nader onderzocht te worden. Het thema Overstroming wordt regionaal opgepakt.

De hemelwaterstresstest beschrijft en visualiseert het effect wat de klimaatverandering in de toekomst kan hebben. De hemelwaterstresstest is in de kern als volgt opgebouwd:

1. Verzamelen informatie vitale en kwetsbare functies binnen het gebied (zie bijlage 4)
2. Uitvoeren berekeningen met extreme neerslag (klimaatbuien)
3. Combineren resultaten en definiëren kwetsbaarheden.

6.2 Vitaal en kwetsbaar (stap 1)

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen waarin de objecten en gebouwen met een vitale en kwetsbare functie zijn weergegeven. Deze lijst is gezamenlijk met de TU Delft opgesteld. Bij het opstellen van deze lijst is voor het begrip 'kwetsbare functies' de volgende definitie gehanteerd:

> *"We spreken van kwetsbare objecten, netwerken en groepen als het gaat om de levering van producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. Dat kan zijn omdat er sprake is van veel slachtoffers en grote economische schade, dan wel wanneer het herstel zeer lang gaat duren en er geen reële alternatieven voorhanden zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen".*

6.3 Berekeningsresultaten extreme neerslag (stap 2)

Straten en parkeerterrein kunnen bij hevige regenbuien onder water komen te staan. Dit wordt een probleem als het water boven trottoirniveau komt te staan en over drempels gebouwen instroomt. De verwachte waterdiepte is daarom een indicator voor het optreden van overlast. Grote waterdiepte betekent grotere kans op overlast en daarmee een grotere kans op schade.

Om de waterdiepte te kunnen bepalen is met behulp van het rekenmodel een drietal buien doorgerekend. Deze zogenaamde standaard "klimaatbuien" zijn in 2018 opgeleverd door o.a. stichting RIONED en STOWA en zijn tot stand gekomen in samenwerking met het KNMI en de TU Delft. De kenmerken van de betreffende buien zijn in de volgende tabel weergegeven.

Hoeveelheid (mm)	Duur (min)	Herhalingstijd op basis van huidig klimaat (jaar)
70	60	100
90	60	250
160	120	1000

Tabel 6.1 Extreme neerslag gebeurtenissen

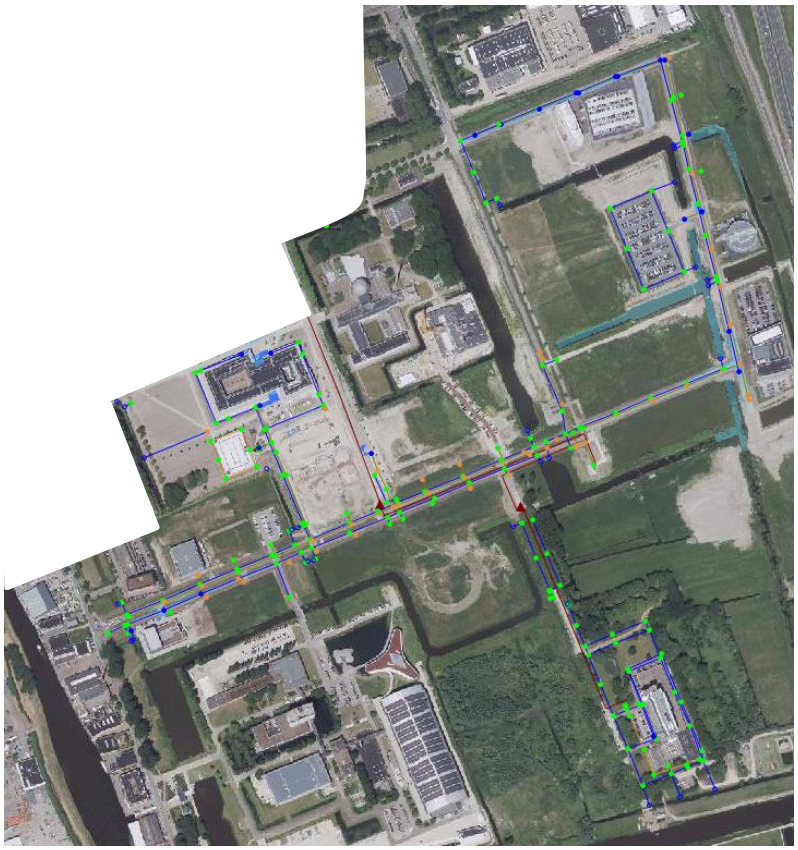
Opgemerkt wordt dat deze (extreme) buien voornamelijk bedoeld zijn om te simuleren wat er gebeurt als een rioolstelsel overbelast raakt. Tijdens deze extreme buien is de riolering van minder maatgevend belang voor de water-op-straat locaties maar is het maaiveldverloop veel meer van invloed op de berekende wateroverlast. Om deze reden wordt de riolering niet met deze extreme buien gedimensioneerd. De riolering is wel meegenomen in de berekening met de extreme neerslaggebeurtenissen.

6.4 Berekeningsresultaten

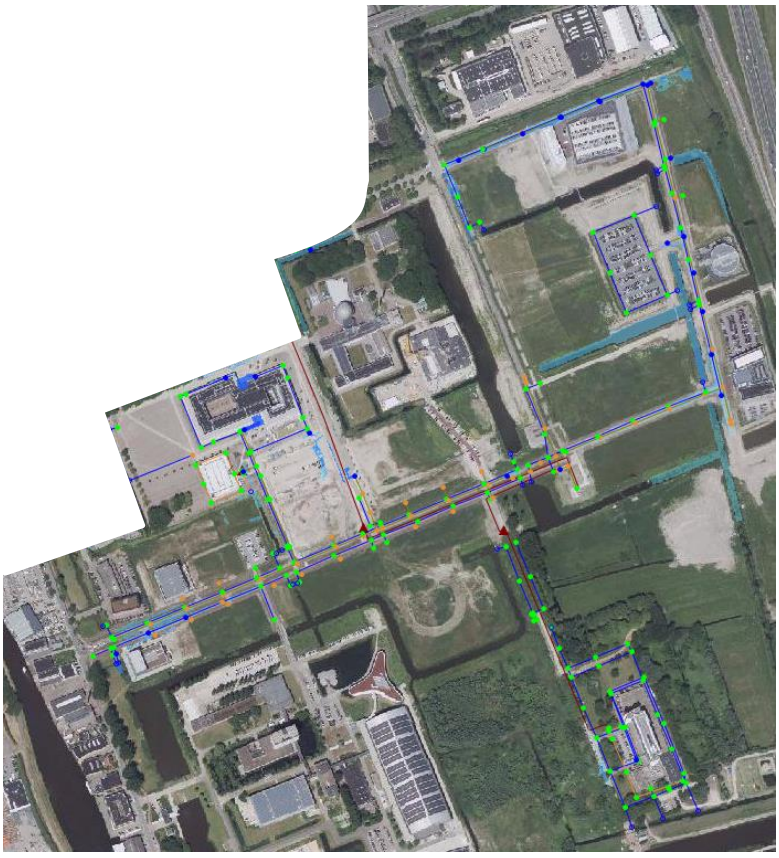
Het rekenmodel van de huidige situatie (waarin maaiveld en riolering aan elkaar zijn gekoppeld)* is doorgerekend met de 3 eerdergenoemde klimaatbuien. De berekeningsresultaten van deze extreme neerslaggebeurtenissen zijn weergegeven in figuur 6.1 t/m 6.3.

**excl. onverharde terreinen*

Bij de extreme neerslaggebeurtenissen wordt in de rijbanen in het gehele bemalingsgebied, water-op-straat berekend. De locaties waar bij bui 10 ook water-op-straat wordt berekend zijn de locaties met de hoogste waterdiepte. Bij neerslaggebeurtenis 160 mm in 2 uur is dit ca. 0,15 m. Op de berekende wateroverlast locatie bij het gebouw ‘TNW’ na zijn er verder geen locaties waar de berekeningsresultaten van de extreme neerslaggebeurtenissen aantonen dat er wateroverlast naast of in de gebouwen optreedt. Van de meeste gebouwen is de regenwaterriolering op eigen terrein niet bekend en daarom ook niet in het rekenmodel opgenomen. Op een groot aantal locaties is het waterniveau in de regenwaterriolering boven het maaiveld. Het is dan aannemelijk dat het waterniveau in het, op de percelen aansluitende regenwaterriolering, ook boven maaiveld staat of inpandige wateroverlast kan veroorzaken.



Figuur 6.1: Berekeningsresultaten 70 mm in 1 uur



Figuur 6.2: Berekeningsresultaten 90 mm in 1 uur



Figuur 6.3: Berekeningsresultaten 160 mm in 2 uur

6.5 Kwetsbaarheden & risico's (stap 3)

De resultaten van de inventarisatie van de vitale en kwetsbare objecten en functies zijn in bijlage 4 in een gedetailleerd overzicht opgenomen. De berekeningsresultaten van de extreme neerslaggebeurtenissen zijn in combinatie met de gebouwen en deze vitale en kwetsbare objecten op de tekeningen in de bijlage weergegeven.

Gebouwen
Uit de berekeningsresultaten van alle drie de extreme neerslaggebeurtenissen blijkt dat het water vanuit de hemelwaterriolering tegen het gebouw 'TNW Zuid' aan blijft staan. Dit gebouw heeft daarmee een verhoogde kans op inpandige wateroverlast. Om dit risico beter in te kunnen schatten is het van belang om ter plaatse onderzoek te doen en metingen uit te voeren. Daarbij gaat het om het inmeten van de vloerhoogte in relatie tot het omliggende maaiveld en of het gebouw voorzien is van een kelder. Met die gegevens kan het risico verfijnd worden en daarna de afweging plaats vinden voor het nemen van maatregelen.
De geplande rioleringsmaatregelen rondom het gebouw 'TNW Zuid' hebben minimaal effect op de situatie bij extreme neerslag. Het maaiveldverloop is in deze extreme situaties bepalend.

Overige vitale en kwetsbare objecten
Nabij het gebouw 'TNW Zuid' ligt een 'brandweer opstelplaats' waar tijdens extreme neerslagsituaties water-op-straat wordt berekend.

7 Maatregelen, optimalisaties & aanbevelingen

7.1 Maatregelen en oplossingsrichtingen

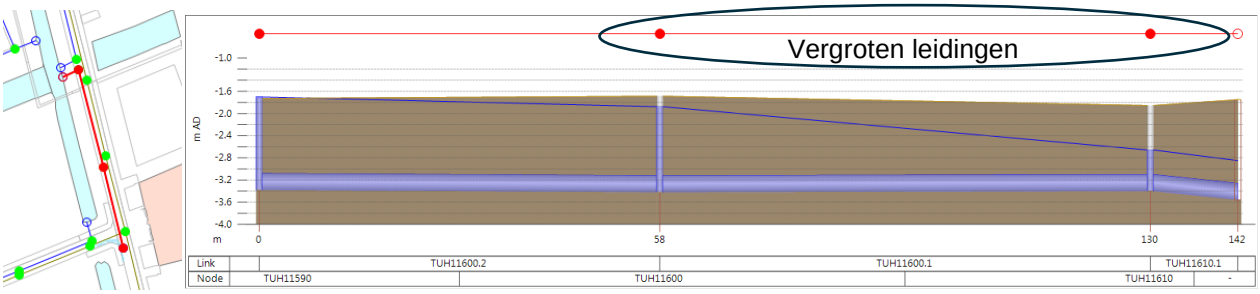
Uit de analyse van het functioneren van de riolering is gebleken dat de rioolstelsels in de bemalingsgebieden Technopolis en VSL robuust zijn. Bij 3 locaties wordt niet voldaan aan één van de volgende toetsingscriteria:

- *De riolering dient voldoende afvoercapaciteit te hebben voor een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per twee jaar (bui 08). De minimaal vereiste waakhoogte in het riool is 0,20 m. (verschil tussen waterstand in put en het maaiveld);*
- *De afvoercapaciteit van het rioolstelsel wordt getoetst aan een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per tien jaar (bui 10). Hierbij mag maximaal gedurende 30 minuten water-op-straat worden berekend.*

Voor deze locaties zijn hieronder oplossingsrichtingen beschreven voor maatregelen waarmee de afvoercapaciteit van de riolering op deze locatie vergroot kan worden. Met deze oplossingsrichtingen zal de riolering voldoen aan de bovengenoemde toetsingscriteria.

Nabij gebouw 'Exact'
In de straat Molengraaffsingel ter plaatse van het gebouw 'Exact' wordt tijdens bui 08 water-op-straat berekend maar er zijn geen meldingen bekend van wateroverlast. Bij bui 10 wordt met ca. 25 minuten minder dan de maatstaf van 30 minuten, water-op-straat berekend. Omdat er geen meldingen bekend zijn van wateroverlast heeft het uitvoeren van maatregelen geen hoge urgentie. In de onderstaande tabel zijn oplossingsrichtingen aangegeven.

Locatie	Opmerking / mogelijke oorzaak	Oplossingsrichting
Locatie nabij gebouw 'Exact'	1. In de praktijk kan het zijn dat er minder verhard oppervlak op deze regenwaterriolering is aangesloten, bijvoorbeeld dat het dakoppervlak direct op de naast gelegen watergang is aangesloten. 2. Relatief veel opstuwing in de eerste twee strengen na de uitstroomvoorziening.	1. Onderzoeken of het dakoppervlak van gebouw 'Exact' direct op het oppervlaktewater is aangesloten. 2. De eerste twee leidingen vanaf de uitstroomvoorziening vergroten. Deze leidingen zijn in figuur 7.2 gemarkeerd.



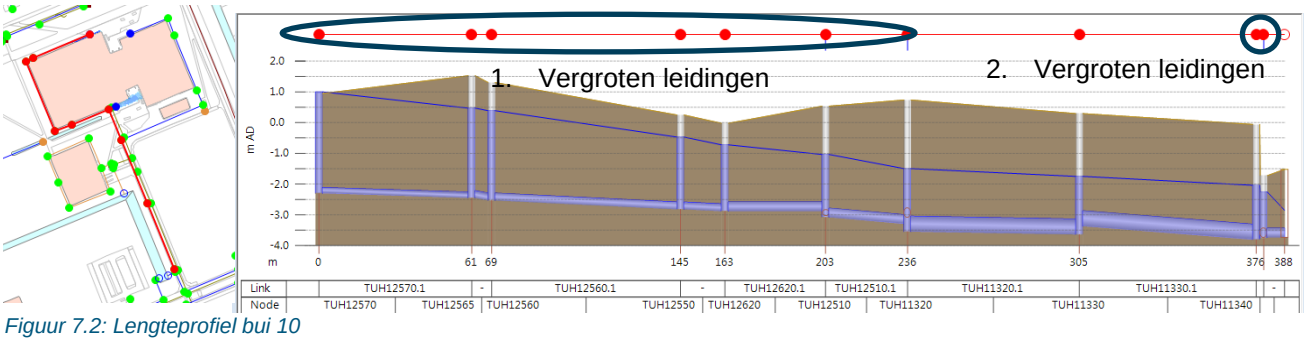
Figuur 7.1: Lengteprofiel bui 08

Nabij gebouw 'TNW'
Ter plaatse van het gebouw 'TNW' wordt, bij bui 10, water-op-straat berekend en in de praktijk ook wateroverlast ervaren. De maximaal berekende waterdiepte op deze locatie bedraagt ca. 5 cm en treedt kortstondig op (ca. 15 minuten). Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het berekende water op straat voornamelijk wordt veroorzaakt door een beperkte afvoercapaciteit van de riolering rondom het gebouw. In de onderstaande figuur is een doorsnede van de riolering tot aan de

uitstroomvoorziening opgenomen. Hierin is te zien dat de leidingen rond het gebouw voor relatief veel opstuwing zorgen en de twee leidingen voor de uitstroomvoorziening. Daar versmallen de diameters van Ø500 mm naar Ø315 mm.

Omdat er meldingen bekend zijn van wateroverlast heeft het uitvoeren van maatregelen urgentie. In de onderstaande tabel zijn oplossingsrichtingen aangegeven. Er wordt momenteel gedetailleerder onderzoek gedaan naar de toepassing en uitwerking van deze oplossingsrichtingen.

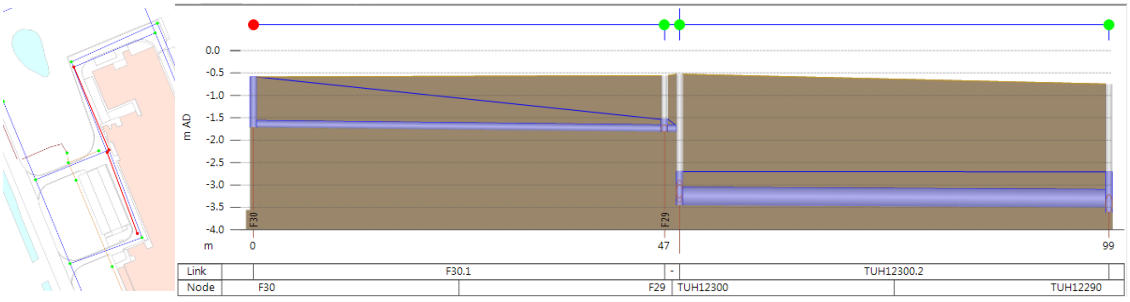
Locatie	Opmerking / mogelijke oorzaak	Oplossingsrichting
Locatie nabij gebouw 'Technopolis'	Relatief veel opstuwing in leidingen rondom het gebouw en twee leidingen voor uitstroomvoorziening	1. Leidingen rondom het gebouw vergroten. 2. Vergroten leiding richting uitstroomvoorziening 3. Creëren 2e extra lozingspunt HWA



Figuur 7.2: Lengteprofiel bui 10

Nabij gebouw 'VSL'

Op de parkeerplaats aan de voorzijde van het gebouw 'VSL' wordt tijdens bui 10 water-op-straat berekend maar er zijn geen meldingen bekend van wateroverlast. Omdat er geen meldingen bekend zijn van wateroverlast, en het rioolstelsel voldoet aan bui 08, heeft het uitvoeren van maatregelen een lage urgentie. Voor deze locatie hebben wij geen oplossingsrichtingen aan de riolering beschreven maar in paragraaf 7.3. is voor deze locatie een oplossingsrichting beschreven voor het aanpassen van de bovengrondse inrichting waardoor het gebied waterrobuuster wordt bij extreme neerslaggebeurtenissen. In figuur 7.3 is een lengteprofiel van de hemelwaterriolering, bij bui 10 weergegeven.



Figuur 7.3: Lengteprofiel bui 10

7.2 Systeemoptimalisaties

Naast de in de vorige paragraaf benoemde oplossingsrichtingen voor het (theoretische) hydraulische knelpunt is gezocht naar optimalisaties waarmee het bestaande systeem geoptimaliseerd kan worden. Aangezien het systeem verder naar behoren functioneert zijn er geen aanvullende optimalisaties geconstateerd.

7.3 Waterrobuustheid

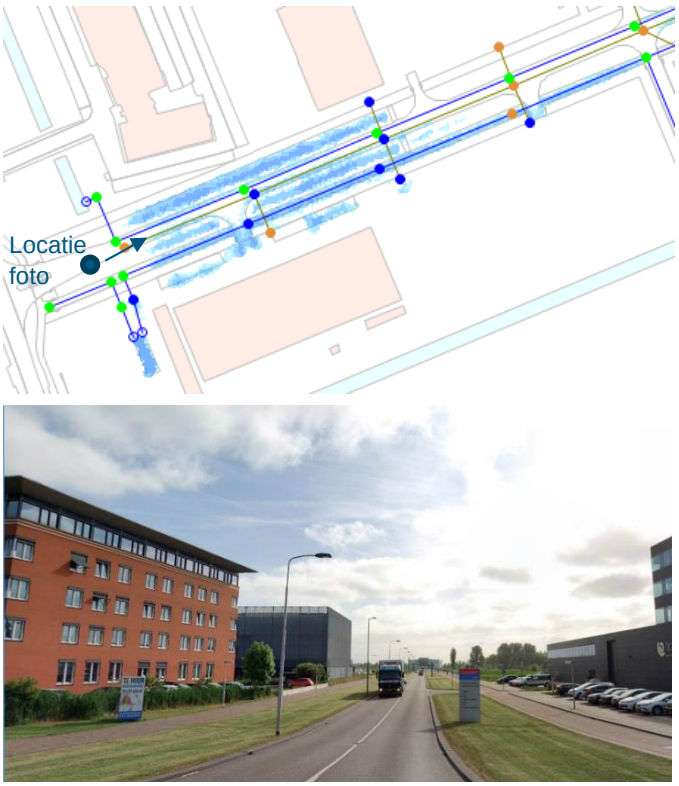
In deze paragraaf zijn oplossingsrichtingen beschreven voor het vergroten van de waterrobuustheid tijdens extreme neerslaggebeurtenissen. Tijdens deze neerslaggebeurtenissen ontstaan er op diverse locaties ter plaatse van de rijbaan water-op-straat situaties. Dit komt met name voor bij de locaties Molengraaffsingel nabij het gebouw 'YES!Delft' (noordelijk deel), gebouw 'Exact' (zuidelijk deel) en de Heertjeslaan nabij de aansluiting op de Rotterdamseweg.

In de volgende figuren zijn per locatie de resultaten bij bui 160 mm in 2 uur weergegeven en in de tabel zijn oplossingsrichtingen benoemd om deze locaties bij extreme neerslaggebeurtenissen robuuster te maken.

Locatie	Opmerking	Oplossingsrichting
Molengraaffsingel ('YES!Delft') Figuur 7.4	Tussen de vloerhoogte van het gebouw 'YES!Delft' en de hoogte van de trottoirband van de rijbaan zit nagenoeg geen hoogte verschil. Hierdoor is de kans op inpandige wateroverlast aanwezig. Het water verzamelt zich op de rijbaan en t.p.v. van het gebouw is met ca. 0,15 m, de hoogste waterdiepte.	Onderzoeken van de mogelijkheden om het regenwater afkomstig van de verharding, in extreme situaties, ook oppervlakkig naar de naastgelegen waterpartij en het oppervlaktewater af te voeren en/of naast de rijbaan een wadi aanbrengen waar het water tijdelijk kan worden gebufferd.
Heertjeslaan Figuur 7.5	Vanwege de hogere ligging van de Rotterdamseweg stroomt het overtollige regenwater richting de Heertjeslaan. Uit de berekeningsresultaten blijkt dat dit regenwater voornamelijk afkomstig is uit de regenwaterriolering in de naastgelegen groenstroken en zich daar verzameld.	Het regenwater verzamelt zich nu al in de groenstrook naast de rijbaan. Door de groenstrook te verlagen kan er tijdens extreme neerslagsituaties nog meer regenwater worden geborgen.
Molengraaffsingel ('Exact') Figuur 7.6	Het overtollige regenwater stroomt bij een neerslag van 160 mm in 2 uur nog niet richting de gebouwen maar naar het naastgelegen oppervlaktewater.	Onderzoeken of het mogelijk is om de trottoirband van de rijbaan aan de slootzijde te verlagen zodat het overtollige regenwater oppervlakkig naar het oppervlaktewater kan afstromen waardoor de waterdiepte op de rijbaan minder is dan in de huidige situatie.
Locatie parkeerplaats voor gebouw 'VSL' Figuur 7.7	Voorheen was bemalingsgebied 'VSL' voorzien van een verbeterd gescheiden stelsel. Het vuilregenwaterstelsel was gekoppeld met de vuilwaterriolering en de schoonregenwaterriolering. In de huidige situatie heeft de vuilregenwaterriolering alleen een koppeling naar het schoonregenwaterriolering en heeft deze geen directe uitstroomvoorziening naar het oppervlaktewater.	Onderzoeken van de mogelijkheden om het regenwater afkomstig van de verharding ook oppervlakkig naar de naastgelegen waterpartij en het oppervlaktewater af te voeren.



Figuur 7.4: Bui 160 mm in 2 uur - Molengraaffsingel 'YESDELFT!'



Figuur 7.5: Bui 160 mm in 2 uur - locatie Heertjeslaan







Figuur 7.6: Bui 160 mm in 2 uur – locatie Molengraaffsingel 'Exact'



Figuur 7.7 Bui 160 mm in 2 uur – locatie VSL'

7.4 Overige aanbevelingen

Naar aanleiding van het analyseren van de berekeningsresultaten hebben wij de volgende aanbevelingen:

- Gemaalcapaciteit rioolgemaal ‘RG Heertjeslaan’
  De huidige geïnstalleerde pompcapaciteit van 122 m3/uur is afgestemd op de huidige bebouwing. De pompcapaciteit van de huidige pompen kan tot 175 m3/uur worden verhoogd waarbij al rekening is gehouden met een prognose van de toekomstige ontwikkelingen.
- Verwerken gegevens drinkwaterverbruik
  Voor de DWA afvoer is het drinkwaterverbruik bij Evides opgevraagd. Tot op heden hebben wij nog geen gegevens ontvangen. Als deze gegevens bekend zijn, dienen deze in de riooltabellen en het rekenmodel verwerkt te worden. Hierdoor wordt de DWA afvoer tot op objectniveau inzichtelijk. Tot op heden is er op bemalingsgebiedniveau inzicht in de DWA afvoer.
- Nader uitwerken oplossingsrichtingen
  Geadviseerd wordt om de oplossingsrichtingen zoals benoemd in deze rapportage nader uit te werken en te concretiseren.
- Onderzoeken ombouwen smart drainstelsel
  Geadviseerd wordt om, in overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland te onderzoeken of het mogelijk is om het smartdrainstelsel om te bouwen naar een gescheiden stelsel. Het smartdrainstelsel heeft een hoge storingsgevoeligheid.
- Nieuwbouwgebied
  Geadviseerd wordt om voor het nieuwbouwgebied de volgende maatregelen te concretiseren:
  - Voor fase 1 en 3, waar al riolering is voorzien, het in koopovereenkomsten opnemen van bergingseisen voor het vasthouden van het hemelwater afkomstig van de percelen en het rechtstreeks vertraagd afvoeren van dit hemelwater naar het oppervlaktewater. Eigenaren zijn verantwoordelijk voor de afvoer van regenwater dat op eigen perceel valt. Hierdoor wordt de piekbelasting in het oppervlaktewater en in het verdere watersysteem, zoveel mogelijk beperkt;
  - Voor fase 2, dat nog niet voorzien is van riolering en wegen, het hemelwater afkomstig van de wegen en de percelen rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater zonder tussenkomst van riolering. Voor het hemelwater afkomstig van de percelen geldt hetzelfde als voor fase 1 en 3 wat in de voorgaande bullet is beschreven;
  - Het droogweerafvoer via een nog aan te leggen riolering aansluiten op het bestaande rioolgemaal ‘Heertjeslaan’.
- Samenwerking met Hoogheemraadschap van Delfland
  In de gesprekken met het Hoogheemraadschap van Delfland dient het direct afvoeren van het regenwater afkomstig van de daken en terreinen van de nieuwbouw gebieden en de wegverharding, voorgelegd te worden.
- Maaiveldhoogten TNW-gebouw
  Voor de maaiveldhoogten van de inspectieputten rondom het TNW-gebouw zijn de gedateerde hoogten van de AHN aangehouden. Gezien de gevoeligheid voor de wateroverlast in dit gebied adviseren wij om de puthoogten in te meten / controleren.

8 Conclusies

8.1 Conclusies

Hydraulisch functioneren huidige situatie
Als toetsingscriteria is dat de riolering bij bui 08 over voldoende afvoercapaciteit beschikt en er daarom geen water-op-straat mag optreden. Uit een hydraulische toetsing met bui 08 blijkt dat het rioolstelsel in de bemalingsgebieden Technopolis en VSL grotendeels aan deze eis voldoet. Op één locatie/gebied wordt wel water op straat berekend maar daar wordt geen wateroverlast ervaren. In hoofdstuk 7 zijn er oplossingen voor deze locaties beschreven.

Hydraulisch functioneren toekomstige situatie/gewenste eindsituatie
Uit de berekeningsresultaten blijkt dat wanneer dat door het aansluiten van meer verhard oppervlak op de bestaande hemelwaterriolering de water-op-straat locaties toenemen. Omdat alle percelen aan oppervlaktewater grenzen en de perceeleigenaren verantwoordelijk zijn voor de afvoer van hemelwater op eigen terrein, is het voorstel om het hemelwater afkomstig van de daken en terreinen van de nieuwbouwlocaties niet via de regenwaterriolering af te voeren maar rechtstreeks naar het oppervlaktewater af te voeren.

Hemelwaterstresstest
Vanwege de toename van de extreme neerslaggebeurtenissen als gevolg van de klimaatontwikkelingen zijn er hydraulische berekeningen uitgevoerd met de extreme neerslag gebeurtenissen. Met behulp van deze hydraulische berekeningen is de impact van deze extreme neerslag inzichtelijk gemaakt.

Bij de extreme neerslaggebeurtenissen wordt in de rijbanen in het gehele bemalingsgebied, water-op-straat berekend. Op de berekende wateroverlast locatie bij het gebouw ‘TNW’ na zijn er verder geen locaties waar de berekeningsresultaten van de extreme neerslaggebeurtenissen aantonen dat er wateroverlast naast of in de gebouwen optreedt. Op een groot aantal locaties is het waterniveau in de regenwaterriolering boven het maaiveld. Het is dan aannemelijk dat het waterniveau in het, op de percelen aansluitende regenwaterriolering, ook boven maaiveld staat of inpandige wateroverlast kan veroorzaken.

Oplossingsrichtingen
In hoofdstuk 7 zijn oplossingsrichtingen beschreven om wateroverlast locaties te voorkomen, om het rioleringssysteem robuuster te maken en de inrichting van het openbare gebied aan te passen op de extreme neerslaggebeurtenissen.

Bijlage

1. Overzichtstekening

Legenda

- Stuw Hoogheemraadschap Delfland
- Grens bemalingsgebieden

Type gemaal
- Hoofdgemaal
- Pompunit

Afvoertype putten
- Vuilwater
- Hemelwater
- Gemengd rioolwater
- Grondwater
- HWA en grondwater
- Duikers
- Anders / onbekend

Afvoertype strengen
- Vuilwater
- Hemelwater
- Gemengd rioolwater
- Grondwater
- HWA en grondwater
- Oppervlaktewater
- Anders of onbekend
- Persleiding
- Leiding buiten bedrijf

Verhard oppervlak

Gemengd stelsel
- Dakverharding
- Open verharding
- Gesloten verharding

Gescheiden stelsel
- Dakverharding
- Gesloten verharding
- Open verharding

Niet aangesloten verharding
- Gesloten en open verharding
- Dakverharding

Technopolis Science Park
VSL
TU Zuid
Fortuna / Blue Birds
Sport & Cultuur
Campus
Bouwkunde
Van Mourik Broekmanweg

revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
	Eerste uitgave	J. Bolle	M. van Houte	J. Janse	24-01-2019

opdrachtgever: Technische Universiteit Delft

project: Afvoerstructuurplan riolering TU Zuid en Technopolis

omschrijving: Rioleringssysteem bemalingsgebied Technopolis Science Park

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.

documentstatus: --

documentversie: A

formaat	schaal	fase	bladnr.	van	projectnummer / tekeningnummer
A0	1:1.500	DEFINITIEF	1	1	BG3702-101-100-301

Royal HaskoningDHV

Bijlage

2. Riooltabel

Rioleringstabel

Organisatie	Technische Universiteit Delft	Datum:		24 januari 2020		Projectnummer:	BG4059-102-100
Bemalingsgebied:		**Technopolis**				Type stelsel:	Gemengd / gescheiden
Afvoer naar:		Gemeentelijke vrijvervalriolering in het Zuidplantsoen				Gebruiksfunctie:	Onderzoeksgebouwen TU Delft
		situatie	**2018**	**situatie**	**2025**	**Opmerkingen**	
Droogweerafvoer							
Gebouw: Exact							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: 3M							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: YES! Delft							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: Applicon							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: The Datacenter Group							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: TNW Zuid							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: Parkeergarage							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		14.00		14.00		Op basis van werkelijke pompcapaciteit van 150 m3/dag, teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag, minus de injectie	
Normcapaciteit injecties op stelsel (m^3/uur)		DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC		
Injectie bemalingsgebied VSL		0.50	0.50	0.50	0.50	Bron: zie bemalingsgebied VSL	
Injectie tankstation en Burger King		0.50	0.50	0.50	0.50		
Totaal normcapaciteit injecties (m^3/uur)		1.00	1.00	1.00	1.00		
Rioolgemaal (m^3/uur)		DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC		
Geïnstalleerde pompcapaciteit			122		122	Rioolgemaal Heertjeslaan (TR-W 207))	
Normatieve droogweerafvoer eigen gebied		14.00	14.00	14.00	14.00		
Normatieve pompovercapaciteit eigen gebied (gemengd)		-	0.41	-	0.41		
Normcapaciteit injecties op stelsel		1.00	1.00	1.00	1.00		
Normatieve pompcapaciteit		15.00	**15.41**	15.00	**15.41**	DWA op basis van werkelijke pompcapaciteit van 150 m3/dag teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag.	
Verhard oppervlak op gemengd stelsel							
Open verharding		0.00		0.00		Bron: tekening BG3702-101-100-301 (gebaseerd op naverkenning)	
Gesloten verharding		0.06		0.06			
Dak hellend		0.00		0.00			
Dak vlak		0.00		0.00			
Totaal op stelsel		0.06		0.06			
Normatieve pompovercapaciteit (p.o.c.) (gemengd)							
P.o.c. (m^3/uur)		0.41		0.41			
P.o.c. (mm/uur)		0.70		0.70			
Verhard oppervlak (ha) op regenwaterriolering							
Open verharding		2.84		7.38		Bron: tekening BG3702-101-100-301	
Gesloten verharding		2.42		2.42		Toekomstige situatie op basis tekening 'Verkavelingsplan' met nummer PTTTUT02	
Dak hellend		0.00		0.00		Uitgangspunt: 100% kavel verhard oppervlak waarvan 60% dak en 40% terrein	
Dak vlak		2.61		9.41			
Totaal op stelsel		7.87		19.21			
Verhard oppervlak (ha) op regenwaterriolering (VGS)							
Open verharding		0.00		0.00		Bron: tekening BG3702-101-100-301	
Gesloten verharding		0.00		0.00		Toekomstige situatie: bruto oppervlak ca. 28 ha. Aanname 80% verhard oppervlak	
Dak hellend		0.00		0.00			
Dak vlak		0.22		0.00			
Totaal op stelsel		0.22		0.22			
Normatieve pompovercapaciteit (p.o.c.) (VGS)							
P.o.c. (m^3/uur)		0.66		0.66			
P.o.c. (mm/uur)		0.30		0.30			
Berging gemengd stelsel							
Onderdrempelberging (m^3)		201		201		Bepaald m.b.v. rekenmodel	
Dynamische berging (m^3)		0		0			
Totaal (m^3)		201		201			
Onderdrempelberging (mm)		340.68		340.68			
Dynamische berging (mm)		0.00		0.00			
Randvoorziening (mm)		0.00		0.00			
Totaal (mm)		340.68		340.68			
Ledigingstijd (uur)		13		13		O.b.v.normatieve gemaalcapaciteit	
Vultijd bij DWA (uur)		13		13		Op basis van normatieve afvoer	

Rioleringstabel

Organisatie	Technische Universiteit Delft	Datum:		24 januari 2020		Projectnummer:	BG4059-102-100
Bemalingsgebied:		**VSL**				Type stelsel:	Gescheiden
Afvoer naar:		Vrijvervalriolering bemalingsgebied Technopolis				Gebruiksfunctie:	Onderzoeksgebouwen TU Delft
		situatie	**2018**	**situatie**	**2025**	**Opmerkingen**	
Droogweerafvoer							
Gebouw: VSL							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.50		0.50		Op basis van werkelijke pompcapaciteit van 5 m3/dag, teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag	
Afvoer eigen gebied (m^3/uur)		0.50		0.50			
Rioolgemaal (m^3/uur)		DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC		
Geïnstalleerde pompcapaciteit			16		16	Rioolgemaal VSL (TUV10950P) in beheer van gemeente Delft. Gemeente code RG Thijsseweg 1	
Normatieve droogweerafvoer eigen gebied		0.50	0.50	0.50	0.50		
Normatieve pompcapaciteit		0.50	**0.50**	0.50	**0.50**		
Verhard oppervlak (ha) op regenwaterriolering							
Open verharding		0.63		1.51		Bron: tekening BG3702-101-100-301 (gebaseerd op naverkenning)	
Gesloten verharding		0.23		0.23		Toekomstige situatie op basis tekening 'Verkavelingsplan' met nummer PTTTUT02	
Dak hellend		0.00		0.00		Uitgangspunt: 100% kavel verhard oppervlak waarvan 60% dak en 40% terrein	
Dak vlak		0.61		1.90			
Totaal op stelsel		1.47		3.64			
Berging vuilwaterstelsel							
Berging in vuilwaterstelsel (m^3)		7		7		Bepaald m.b.v. rekenmodel	
Vultijd bij DWA (uur)		14		14		Op basis van normatieve afvoer	

Bijlage

3. Richtlijnen & uitgangspunten

Richtlijnen & uitgangspunten

Richtlijnen

De in dit rapport gehanteerde berekeningsmethodiek sluit aan bij de methodiek die in de Kennisbank Stedelijk Water van de stichting Rioned is beschreven. Voor de toetsing van het functioneren van de riolering in het gebied TU Zuid wordt gebruik gemaakt van gebeurtenisberekeningen. Een gebeurtenisberekening is een berekening waarbij één bui met een vooraf vastgestelde vorm wordt doorgerekend. De gebeurtenisberekeningen hebben tot doel de afvoercapaciteit (“water-op-straat” situaties) van een rioolstelsel te beoordelen. Gebeurtenisberekeningen worden daarom ook wel capaciteitsberekeningen of water-op-straat-berekeningen genoemd. Voor deze berekeningen worden standaard buien gehanteerd welke zijn gedefinieerd in de Kennisbank Stedelijk Water.

Toetsingscriteria

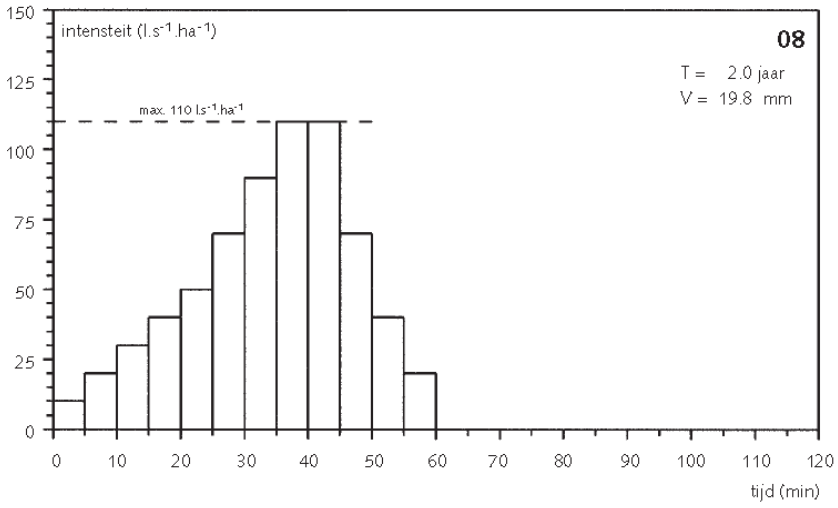
De TU Delft hanteert de volgende uitgangspunten voor het toetsen van de rioolsystemen binnen het gebied:

- De riolering dient voldoende afvoercapaciteit te hebben voor een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per twee jaar (bui 08). De minimaal vereiste waakhoogte in het riool is 0,20 m. (verschil tussen waterstand in put en het maaiveld);
- De afvoercapaciteit van het rioolstelsel getoetst wordt aan een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per tien jaar (bui 10). Hierbij mag maximaal gedurende 30 minuten water-op-straat worden berekend.

Bij bui 08 wordt bepaald wat de waking in het stelsel is en op welke locaties water op straat optreedt. De berekeningen met bui 10 zijn gericht op de effecten van water op straat, waarbij onder andere de omvang en duur van water op straat wordt bepaald.

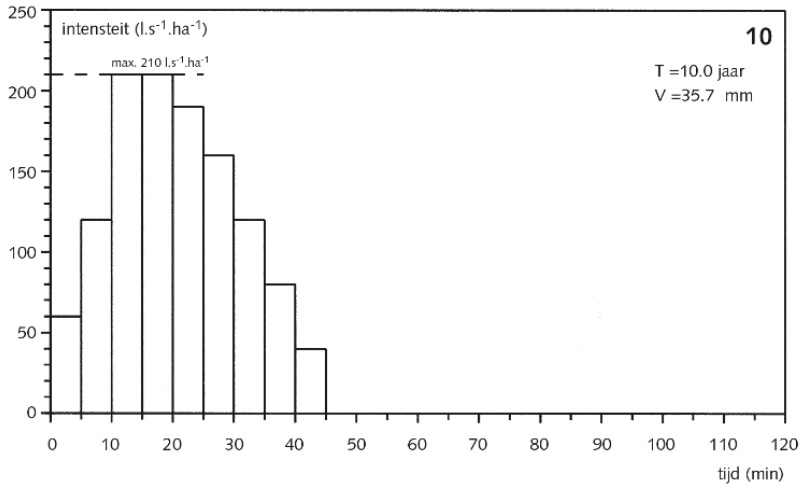
In de volgende figuren zijn deze neerslaggebeurtenissen grafisch weergegeven.

Bij bui 08, welke in het verleden bij het vaststellen van deze standaardbuien, theoretisch gezien 1x per 2 jaar optreedt, valt er in 60 minuten ca. 20 mm neerslag. Tijdens de piek van de bui die tussen minuut 35 en 45 optreedt, bedraagt de maximale neerslagintensiteit 110 l/s/ha.



Karakteristiek neerslaggebeurtenis bui 08

Bij bui 10, welke in het verleden bij het vaststellen van deze standaardbuien theoretisch gezien 1x per 10 jaar optreedt, valt er in 45 minuten ca. 35 mm neerslag. Tijdens de piek van de bui die tussen minuut 10 en 20 optreedt, bedraagt de maximale neerslagintensiteit 210 l/s/ha.



Karakteristiek neerslaggebeurtenis bui 10

Software

Gebeurtenisberekeningen dienen met een niet-stationair rekenmodel te worden uitgevoerd. Het resultaat van deze berekeningen is het tijdsafhankelijke verloop van debieten, snelheden en waterhoogten in leidingen, overstorten, gemalen en putten. De niet-stationaire berekeningen waarvan de resultaten zijn gepresenteerd in deze rapportage zijn uitgevoerd met het rekenmodel Infoworks. Alle berekeningen zijn uitgevoerd met ongeschematiseerde rioolstelsels (alle putten en riolen opgenomen in het model).
Het rekenmodel is opgebouwd uit een “1D → 2D-rekenmodel” waarbij het water vanuit de riolering over het maaiveld stroomt. Dit geeft meer inzicht in het systeemfunctioneren dan een gebruikelijke “1D-berekening”. Zo wordt het eenvoudiger om locaties te identificeren die gevoelig zijn voor wateroverlast en het verklaren van in de praktijk opgetreden overlast en water-op-straat situaties.

Bijlage

4. Vitale en kwetsbare objecten

Royal HaskoningDHV

OVERZICHT VITAAL & KWETSBAAR KLIMAATSTRESSTEST TU DELFT

We spreken van kwetsbare objecten, netwerken en groepen als het gaat om de levering van producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. Dat kan zijn omdat er sprake is van veel slachtoffers en grote economische schade, dan wel wanneer het herstel zeer lang gaat duren en er geen reële alternatieven voorhanden zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen. (Factsheet Vitale Sectoren BZK).

Bron: Bijsluiter stresstest klimaatadaptatie (jan. 2019)

THEMA:	ONDERDEEL VAN STRESSTEST:			TOELICHTING
MOBILITEIT	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Hoofdwegen	Ja	Pm	Pm	*Alleen van toepassing op de Kruithuisweg, (niet in beheer bij de TU).*
Wijk(ontsluitings)wegen	Ja	pm	pm	
Tunnels en onderdoorgangen	Ja	Pm	Pm	
Vaarwegen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Metro/Trambanen	Ja	Pm	Pm	
Spoorwegen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Stations	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Trein-emplacement/-overslagstations	Nee	pm	pm	*N.v.t. voor TU*
OBJECTEN	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Politiebureaus	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Brandweer(kazernes e.d.)	Ja	Pm	Pm	
Ziekenhuizen / klinieken	Ja	Pm	Pm	*Holland PTC bij het RID?*
Productiecentra en opslag serums en geneesmiddelen	Ja	Pm	Pm	*Zie ziekenhuizen en klinieken*
Gemeentehuizen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Waterschapshuizen (crisiscentra)	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Radio(rampen)zenders	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Kazernes en andere militaire objecten	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Crisiscentra / alarm- en coördinatiepunten	Ja	Pm	Pm	
Opslag van voedsel- en noodvoorzieningen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Parkeerkelders/-garages	Ja	Pm	Pm	
ICT centra(server-hubs)	Ja	Pm	Pm	*Bij het RID staat een datacenter van de TU zelf. Er is ook nog een datacenter aan de Heertjeslaan.*
Navigatieposten scheepvaart	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Centra elektronisch betalingsverkeer	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Gemalen, pompen	Ja	Pm	Pm	
Rioolwaterzuiveringsinrichtingen en rioolgemalen Delfland	Ja	Pm	Pm	
Musea en monumenten	Ja	Pm	Pm	
Fabrieken en opslag gevaarlijke stoffen - nucleaire stoffen (ook radiotherapie) - op- en overslag explosieve stoffen, LPG, brandstof - Afvalverwerkende bedrijven - BRZO bedrijven	Ja	pm	pm	
Onderzoekscentra van faculteiten	Ja	pm	pm	*b.v. TN Microsoft/ Quantumlab*

NUTSVOORZIENINGEN	Waterover - last	Droogte	Hitte	Bron/opmerking
Drinkwaterwinpunten	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Drinkwaterreservoirs	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Drinkwaterdistributienet	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Elektriciteitscentrales	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Transformator- / onderstations	Ja	Pm	Pm	
Wijk-distributiestations	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Gas-distributie- en meetstations	Ja	Pm	Pm	
Gas-distributienetwerk	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Telefoon – zendmasten (+ voeding)	Ja	Pm	Pm	
Telefoon/internet- centrales en verdeelkasten	Ja	Pm	Pm	
Telefoon/internet-kabels	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Noodnetcentrales en -netwerk	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
CAI & Glasvezel-centrales en verdeelkasten	Ja	Pm	Pm	
CAI & Glasvezelkabels / internet	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Stadsverwarmingscentrale	Ja	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Distributiestations stadsverwarming	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Vuilstortkokers/ondergrondse containers	Ja	Pm	Pm	
KWETSBARE GROEPEN	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Lichamelijk en geestelijk gehandicapten	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Bejaarden	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Zieken, verpleeg en verzorgingstehuizen	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Gevangenen	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Kinderen, zwangeren	Ja	Pm	Pm	
PM Dierentuin	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
PM Huisdieren (opvang honden en katten)	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU

Legenda

- Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 70 mm per uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- >50 cm
- Oppervlaktewater

Panden

- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel

160mm

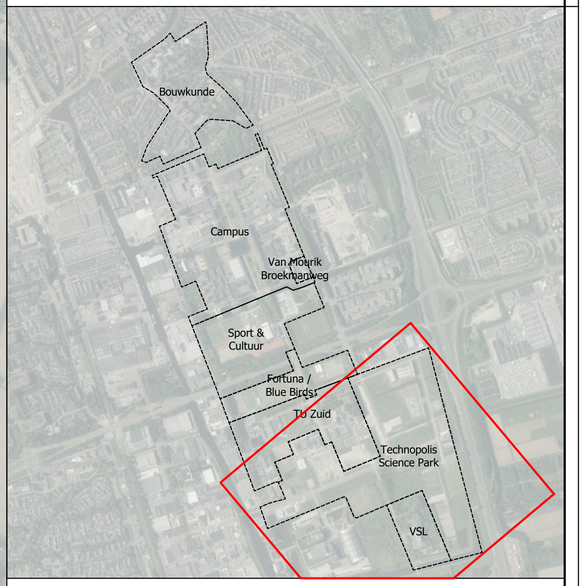
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte

Wegdeel

- Regionale weg
- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever: TU Delft	
project: Hemelwaterstresstest TU Delft Bemalingsgebied Technopolis en VSL	
titel: Water op straat bij extreme neerslag van 70 mm in één uur	Royal HaskoningDHV Enhancing Society Together HaskoningDHV Nederland B.V. Transport & Planning Sixes
datum: 24-01-2020 | Schaal: 1:2.000 | formaat: A1	tekeningnummer: BG4059-102-1

Legenda

Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 90 mm per uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- >50 cm
- Oppervlaktewater

Panden

- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

160mm

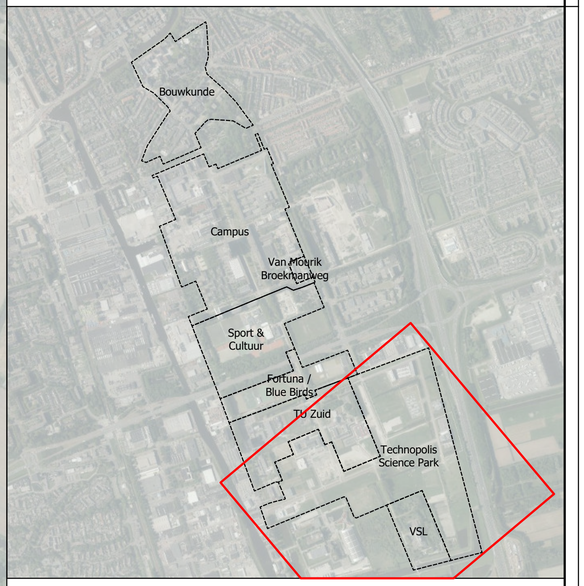
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte

Wegdeel

- Regionale weg
- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever
TU Delft

project
Hemelwaterstresstest TU Delft
Bemalingsgebied Technopolis en VSL

titel
Water op straat bij extreme neerslag van 90 mm in één uur

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning Sixes

datum	Schaal	formaat	tekeningnummer
24-01-2020	1:2.000	A1	BG4059-102-2

Legenda

Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 160 mm in 2 uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- >50 cm
- Oppervlaktewater

Panden

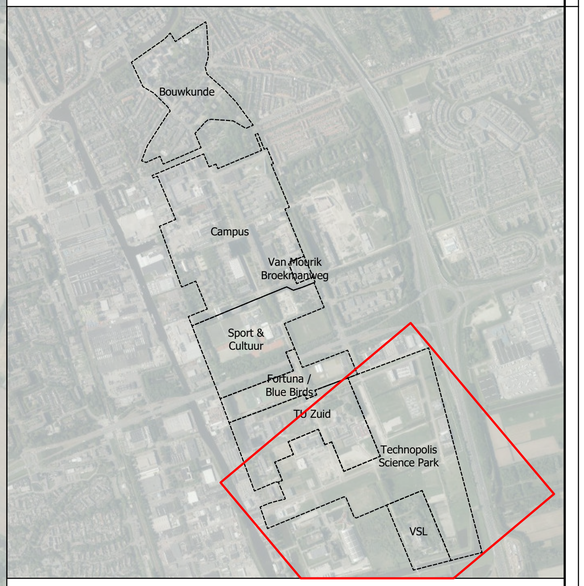
- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte

Wegdeel

- Regionale weg
- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever
TU Delft

project
Hemelwaterstresstest TU Delft
Bemalingsgebied Technopolis en VSL

titel
Water op straat bij extreme neerslag van 160 mm in twee uur

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning Goes

datum	Schaal	formaat	tekeningnummer
24-01-2020	1:2.000	A1	BG4059-102-3

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Afvoerstructuurplan bemalingsgebied TU Zuid

Afvoerstructuurplannen TU Delft

Klant: TU Delft

Referentie: BG4059-103-WATRP20200127
Status: Definitief/P01.01
Datum: 27 januari 2020



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Stationspark 27C
4462 DZ GOES
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 98 00 **T**
+31 113 23 30 05 **F**
info.goes@nl.rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Afvoerstructuurplan bemalingsgebied TU Zuid
Ondertitel:	
Referentie:	BG4059-103-WATRP20200127
Status:	P01.01/Definitief
Datum:	27 januari 2020
Projectnaam:	Afvoerstructuurplan TU Zuid
Projectnummer:	BG4059-103-100
Auteur(s):	L.C. Janse
Opgesteld door:	L.C. Janse
Gecontroleerd door:	A.P.G. van de Waart
Datum/paraaf:	27 januari 2020
Goedgekeurd door:	L.C. Janse
Datum/paraaf:	27 januari 2020

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer
No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Leeswijzer	1
2	**Systeembeschrijving**	**2**
2.1	Plangebied	2
2.2	Systeembeschrijving riolering	2
2.3	Systeembeschrijving oppervlaktewater	3
3	**Uitgangspunten**	**5**
3.1	Herkomst brongegevens	5
3.2	Verhard oppervlak	5
3.3	Afvalwaterhoeveelheden	6
3.4	Injecties	6
3.5	Rioolgemalen	7
3.6	Berging	7
3.7	Wadi’s	8
3.8	Maaiveldverloop	9
4	**Functioneren riolering (situatie 2019)**	**10**
4.1	Functioneren praktijk	10
4.2	Hydraulisch functioneren	10
4.2.1	Berekeningsresultaten bui 08	10
4.2.2	Berekeningsresultaten bui 10	11
5	**Toekomstige situatie/gewenste eindsituatie**	**13**
5.1	Ontwikkelingen	13
5.2	Gewenste eindsituatie	13
6	**Hemelwaterstresstest**	**14**
6.1	Inleiding	14
6.2	Vitaal en kwetsbaar (stap 1)	14
6.3	Berekeningsresultaten extreme neerslag (stap 2)	14
6.3.1	Berekeningsresultaten	15
6.4	Kwetsbaarheden & risico’s (stap 3)	17

7 Maatregelen, optimalisaties & aanbevelingen 18
7.1 Maatregelen en oplossingsrichtingen 18
7.2 Systeemoptimalisaties 19
7.3 Waterrobuustheid 19
7.4 Overige aanbevelingen 20

8 Conclusies 21
8.1 Conclusies 21

Bijlagen

1. Overzichtstekening
2. Riooltabel
3. Richtlijnen & uitgangspunten
4. Vitale en kwetsbare objecten

Bijlagen

- BG3702-101-100-300 : Overzichtstekening bemalingsgebied TU Zuid
- BG4059-103-1 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 70 mm
- BG4059-103-2 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 90 mm
- BG4059-103-3 : Berekeningsresultaten extreme neerslagsituatie 160 mm

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De TU Delft is gestart met het opstellen van een zevental afvoerstructuurplannen voor de riolering en waterhuishouding binnen het eigen beheersgebied. Aan Royal HaskoningDHV is opdracht verleend voor het opstellen van een afvoerstructuurplan voor het gebied TU Zuid. Het voorliggende rapport is opgesteld in het kader van de zorgplichten van de beheerafdeling van de TU Delft en richt zich op het functioneren van de riolering en bevat resultaten van rioleringsberekeningen.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit afvoerstructuurplan is inzicht te krijgen in het huidige systeem functioneren van de riolering en een eerste beeld te krijgen van de waterhuishouding in het gebied. Daarnaast vormt het huidige systeemfunctioneren de basis voor toekomstige ontwikkelingen binnen deze gebieden.

Het afvoerstructuurplan bevat in essentie de volgende onderdelen:

1. Een beschrijving en weergave van de huidige riolering en waterhuishouding (wat is er en hoe functioneert het in theorie en praktijk).
2. Welke ontwikkelingen staan er op stapel en wat is de te verwachten invloed hiervan op de riolering en waterhuishouding.
3. Een beschrijving van de gewenste eindsituatie na realisatie van de toekomstige ontwikkelingen (incl. de hiertoe te stellen kaders).
4. Een beschrijving van de te verwachten effecten in het kader van klimaatontwikkelingen (hemelwaterstresstest).

1.3 Leeswijzer

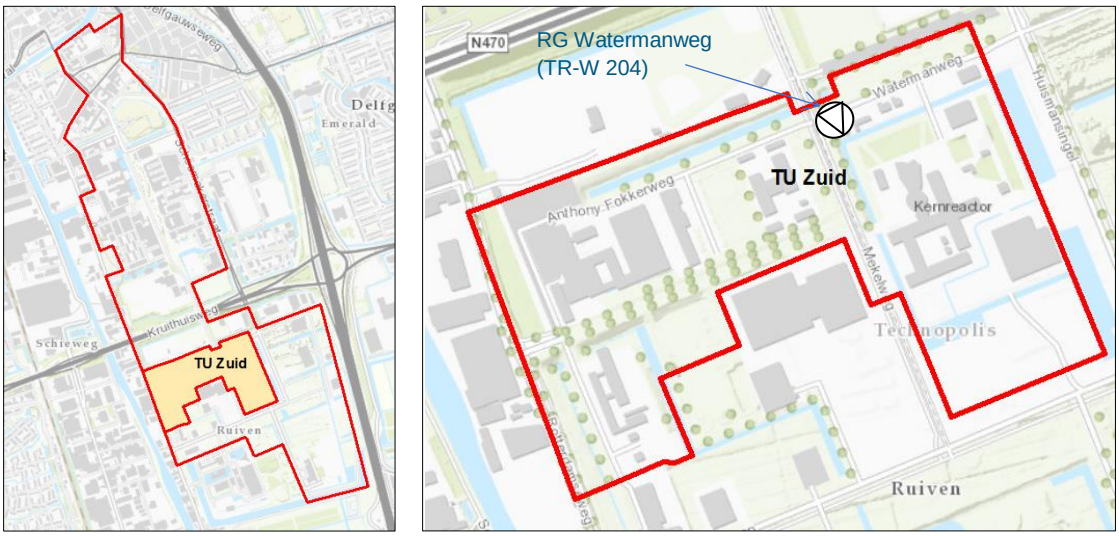
In **hoofdstuk 2** wordt ingegaan op de systeembeschrijving. De uitgangspunten en de kenmerken van het bemalingsgebied worden weergegeven in **hoofdstuk 3**. In **hoofdstuk 4** wordt ingegaan op het functioneren in praktijk, waarin onder andere de klachten en meldingen worden weergegeven en er wordt ingegaan op het hydraulisch functioneren van het bestaand rioleringssysteem. **Hoofdstuk 5** gaat in op de gewenste eindsituatie na eventuele toekomstige ontwikkelingen. De resultaten van de hemelwaterstresstest komen in **hoofdstuk 6** aan de orde. De voorgestelde oplossingsrichtingen worden weergegeven in **hoofdstuk 7**. Ten slotte wordt ingegaan op de conclusie en de aanbevelingen in **hoofdstuk 8**.

2 Systeembeschrijving

2.1 Plangebied

Het bemalingsgebied TU Zuid bevindt zich ten zuiden van de Kruithuisweg/N470. Het bemalingsgebied is globaal gesitueerd tussen de Rotterdamseweg, de Heertjeslaan en de Huismansingel.

De ligging van het bemalingsgebied is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1: Ligging bemalingsgebied TU Zuid

Een gedetailleerd overzicht van het rioolsysteem in bemalingsgebied TU Zuid is weergegeven op de bijgevoegde overzichtstekening met kenmerk BG3702-101-100-300.

2.2 Systeembeschrijving riolering

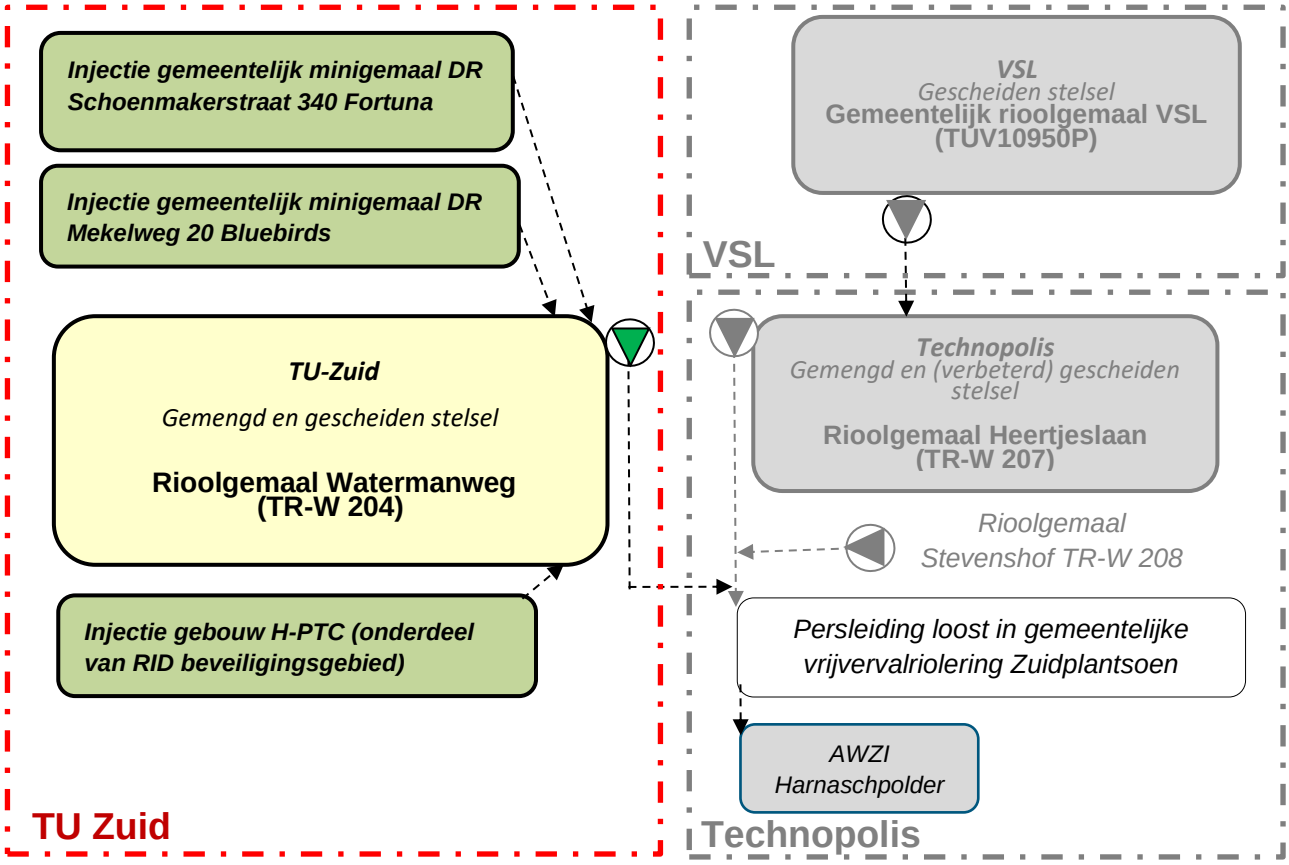
In dit bemalingsgebied ligt zowel gemengde als gescheiden riolering. Op de gemengde riolering is voor zover bekend alleen nog de verharding van de trambaan aangesloten. Het afval- en hemelwater vanuit de gemengde/vuilwater riolering wordt naar rioolgemaal ‘Watermanweg’ afgevoerd (voor de locatie zie figuur 2.1). De gemengde/vuilwater riolering is niet voorzien van een overstort of nooduitlaat naar het oppervlaktewater. Het rioolgemaal ‘Watermanweg’ verpompt het afval- en hemelwater naar de gemeentelijke vrijvervalriolering in de Zuidplantsoen.

Naast het afvalwater uit het eigen gebied ontvangt het gebied nog twee injecties afkomstig van twee gemeentelijke minigemalen nabij sportvereniging Blue Birds en de Fortunahal van de korfbalvereniging. Deze twee injecties zijn rechtstreeks op de kelder van rioolgemaal ‘Watermanweg’ aangesloten. Daarnaast ontvangt het gemengde rioolstelsel een injectie vanaf het beveiligingsgebied RID (kernreactor). Onderdeel van dit beveiligingsgebied is gebouw H-PTC dat met een persleiding op de vrijvervalriolering van TU-Zuid is aangesloten. Voor zover bekend is het betreffende gebied gescheiden gerioleerd en wordt er alleen afvalwater geloosd (onder vrijverval) op de riolering van TU Zuid. Om veiligheidsredenen worden er in dit afvoerstructuurplan geen verdere details gepubliceerd over dit gebied.

Het hemelwater wat wordt ingezameld via het gescheiden rioolsysteem wordt op meerdere locaties rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd. Daarnaast vindt rechtstreekse afvoer plaats via kolkensystemen die op het oppervlaktewater aangesloten zijn. Centraal in het gebied is een aantal wadi’s

gerealiseerd waarin een deel van het afstromende hemelwater geborgen wordt en geïnfiltreerd in de bodem. Bij hevige regenval vindt overloop van de wadi's naar het hemelwaterriool plaats.

In het volgende afvoerschema is de afvoer van de bemalingsgebied TU Zuid, schematisch weergegeven.

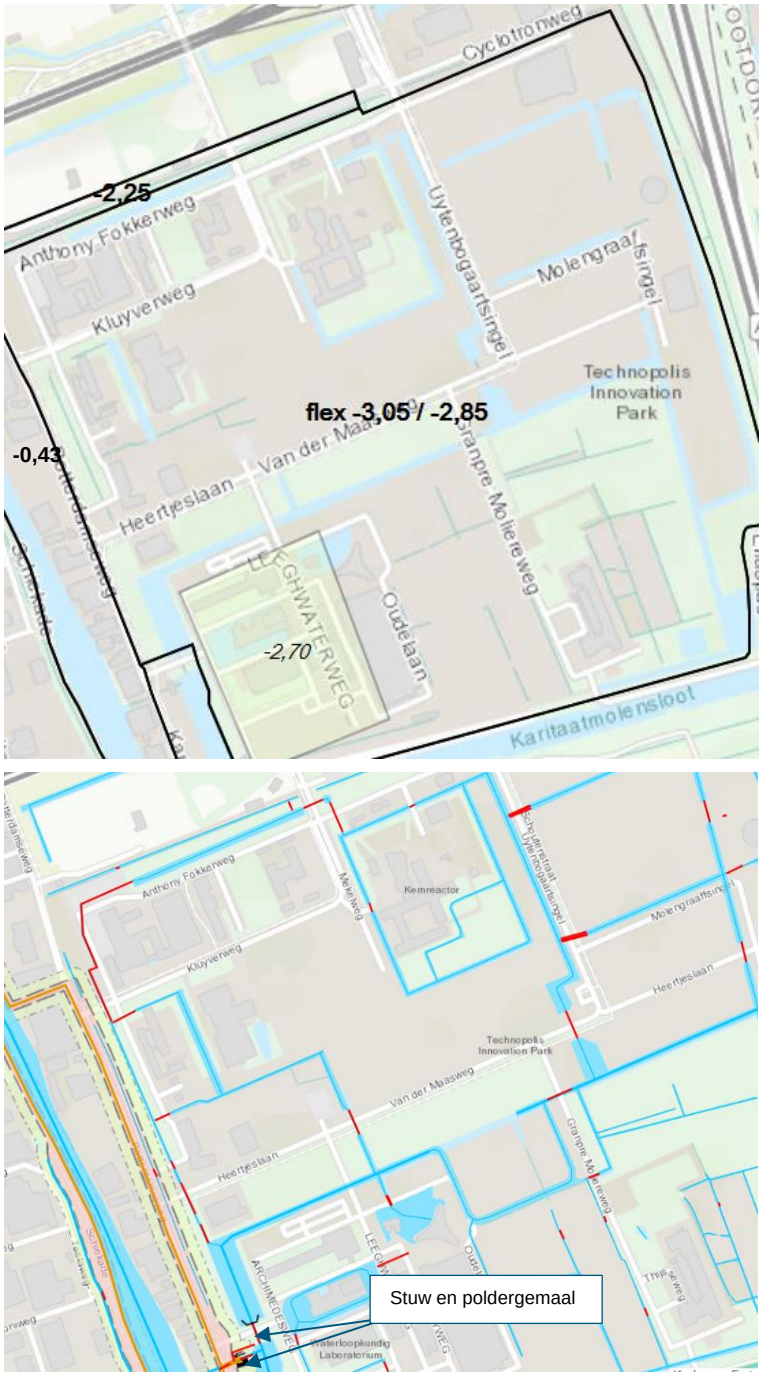


Figuur 2.2: Afvoerschema Bemalingsgebied TU Zuid

2.3 Systeembeschrijving oppervlaktewater

Het oppervlaktewatersysteem in bemalingsgebied TU Zuid valt binnen de contouren van het peilgebied met een flexibel peil tussen de N.A.P. -3,05 m tot N.A.P. -2,85 m (voor het uitvoeren van de hydraulische berekeningen is het hoogste waterpeil, namelijk N.A.P. -2.85 m, gehanteerd). Er bevindt zich alleen secundair water in het bemalingsgebied.

Het oppervlaktewater stroomt af naar het zuiden, richting de stuw ter hoogte van de Archimedesweg/Rotterdamseweg. Direct na de stuw wordt het oppervlaktewater, via het poldergemaal naar de hoger gelegen boezem 'Delftse Schie' afgevoerd. In figuur 2.3 is het watersysteem weergegeven.



Figuur 2.3: Watersysteem bemalingsgebied TU Zuid (bron: legger Hoogheemraadschap)

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk wordt in gegaan op de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het opstellen van dit afvoerstructuurplan. Zo worden de eigenschappen van de rioolgemalen en andere bijzondere constructies in dit hoofdstuk nader toegelicht. Daarnaast wordt ingegaan op de belasting op het stelsel en de herkomst van diverse gegevens.

In bijlage 2 zijn de specifieke kenmerken van het rioolstelsel in een kenmerkentabel weergegeven. In de volgende paragrafen worden deze kenmerken nader toegelicht.

3.1 Herkomst brongegevens

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de herkomst van de gegevens die gebruikt zijn bij het opstellen van het afvoerstructuurplan.

Tabel 3.1: Herkomst brongegevens

Soort gegevens	Bron
Put- en leidinggegevens	Het rioolbeheerbestand is digitaal door de TU Delft aangeleverd. Door Royal HaskoningDHV zijn onlogische waardes in beeld gebracht (geen b.o.b of diameter niet bekend), waarna in overleg met de TU Delft aanpassingen zijn doorgevoerd. Voor de ontbrekende maaiveldhoogtes zijn de gegevens uit het AHN3 aangehouden.
Verhard oppervlak	Het verhardoppervlak is door Royal HaskoningDHV op basis van een bureauonderzoek en veldverkenning op een tekening verwerkt en als basis gehanteerd.
Droogweerafvoer	De werkelijk verpompte dag volumes zijn teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag.
Injecties	De debieten van de injecties zijn een aanname, gebaseerd op alleen DWA aanvoer dat op basis van een analyse van de pompgrafieken is bepaald.
Pompcapaciteit	De pompcapaciteiten van de gemalen zijn in het rekenmodel zoveel mogelijk gebaseerd op werkelijke (geïnstalleerde en gemeten) pompcapaciteiten. Deze gegevens zijn door de TU Delft aangeleverd en voornamelijk gebaseerd op de pompkenmerken en de aflezingen in Aquaview.
Toegestane pompover-capaciteit	De toegestane pompovercapaciteit bedraagt volgens de CIW en de WRW de droogweerafvoer, vermeerderd met de injecties en de pompovercapaciteit ter grootte van 0.7 mm/uur, ofwel 7 m^3/uur per hectare over het werkelijk aangesloten verhard oppervlak. Voor een verbeterd gescheiden stelsel bedraagt deze 0.3 mm/uur.
Gegevens kelder en in- en uitslagpeil van de gemalen	In de berekeningen is voor het inslagpeil uitgegaan dat deze gelijk is aan de bob van de laagst intredende leiding. Het uitslagpeil is theoretisch berekend, waarbij is aangenomen dat deze 0,50 m lager is dan het inslagpeil.

3.2 Verhard oppervlak

Tabel 3.2 geeft een overzicht van het verhard oppervlak dat is aangesloten op het rioolstelsel. Het aangesloten verhard oppervlak is gedetailleerd weergegeven op de bijgevoegde overzichtstekening.

Tabel 3.2: Overzicht aangesloten verharding

Gebied	Gemengd		Gescheiden		
	Wegen (ha)	Daken (ha)	Wegen (ha)	Daken (ha)	Totaal (ha)
TU Zuid	0,26	-	2,32	1,63	**4,21**
Totaal:	**0,26**	**0,00**	**2,32**	**1,63**	**4,21**

3.3 Afvalwaterhoeveelheden

Voor het bepalen van de afvalwaterhoeveelheden zijn gegevens over het drinkwaterverbruik opgevraagd bij de leverancier in het gebied. Om moverende redenen zijn deze gegevens bij aanvang van het opstellen van dit afvoerstructuurplan nog niet beschikbaar gekomen. Om toch een indicatie te verkrijgen van de hoeveelheid afvalwater binnen het bemalingsgebied, is dit bepaald op basis van het verpompte volume bij rioolgemaal Watermanweg tijdens droge dagen. Deze volumes zijn teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag.

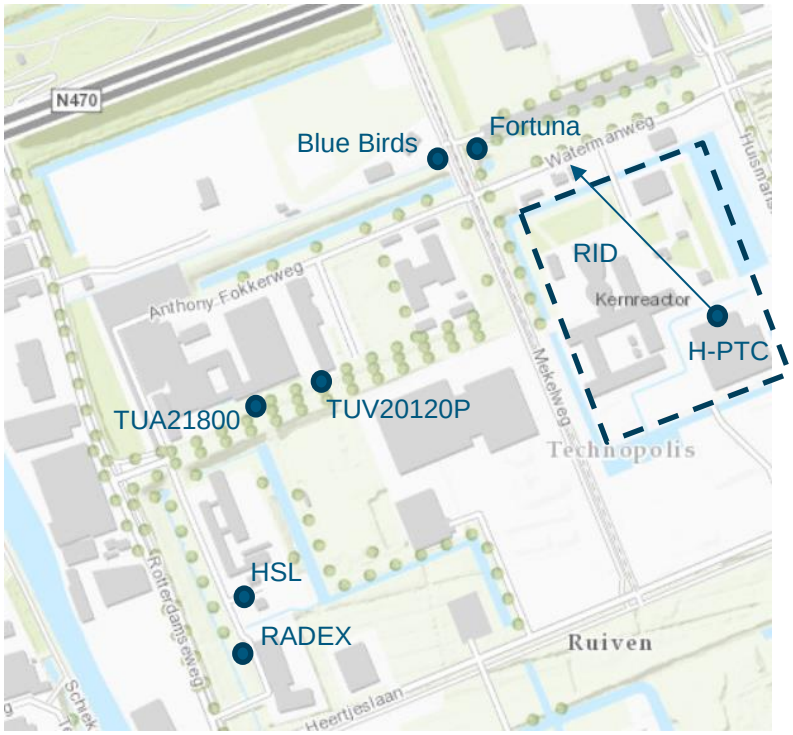
Vanaf het terrein van het beveiligingsgebied RID (Kernreactor) wordt incidenteel koelwater op de vrijvervalriolering van bemalingsgebied TU Zuid geloosd. Deze lozing, met een debiet van 15 m3/uur is vanwege het incidentele karakter ervan, niet in de berekeningen meegenomen. Het gebouw H-PTC terrein, dat onderdeel is van het beveiligingsgebied RID, loost ook met een persleiding op de vrijvervalriolering ter plaatse van het gemaal Watermanweg.

3.4 Injecties

Diverse injecties zijn van buiten het bemalingsgebied aangesloten op het gemengd/vuilwaterriolering. Daarnaast staan er een aantal pompputten binnen het bemalingsgebied die aangesloten zijn op het gemengde/vuilwaterriolering.

De exacte locaties van pompputten zijn weergegeven op de bijgevoegde tekening en schematisch in figuur 3.1.

De belangrijkste kenmerken van de betreffende pompputten zijn in de volgende tabel weergegeven.



Figuur 3.1: Locatie pompputten + injecties

Tabel 3.3: Kenmerken pompputten

Naam gemaal	Soort afvalwater	Beheerder	Locatie beschrijving	Capaciteit [m3/uur]	Herkomst capaciteit
Fortuna (GDV20340P)	DWA	Gemeente Delft	Pompput staat buiten het bemalingsgebied t.p.v sportvelden.	0,5 m3/uur	Aanname op basis van pompgrafiek en aantal aangesloten panden.
Blue Birds (GDV20320P)	DWA	Gemeente Delft	Pompput staat buiten het bemalingsgebied t.p.v sportvelden.	0,5 m3/uur	Aanname op basis van pompgrafiek en aantal aangesloten panden.
TUV201120P	DWA	TU Delft	Pompput staat t.p.v gebouw The Fellowship en loost in het gemengd/vuilwaterriolering	Onbekend	Pompput valt in het gebied waar de DWA aanvoer bepaald is op basis van het verpompte dag volume.
TUA21800	DWA	TU Delft	Pompput staat t.p.v gebouw The Fellowship en loost in het gemengd/vuilwaterriolering	Onbekend	Pompput valt in het gebied waar de DWA aanvoer bepaald is op basis van het verpompte dag volume.
HSL	DWA	TU Delft	Pompput staat t.p.v gebouw HSL en loost in het gemengd/vuilwaterriolering	Onbekend	Pompput valt in het gebied waar de DWA aanvoer bepaald is op basis van het verpompte dag volume.
Radex	DWA	TU Delft	Pompput staat t.p.v gebouw Radex en loost in het gemengd/vuilwaterriolering	Onbekend	Pompput valt in het gebied waar de DWA aanvoer bepaald is op basis van het verpompte dag volume.
H-PTC	DWA	TU-Delft	Gebouw H-PTC is onderdeel van het beveiligingsgebied RID.	Onbekend	Pompput valt in het RID gebied waar de afvoerhoeveelheden om beveiligingsredenen niet bekend zijn.

3.5 Rioolgemalen

In tabel 3.4 worden de belangrijkste kenmerken van het rioolgemaal weergegeven.

Tabel 3.4: Kenmerken gemalen

Bemalingsgebied	Naam gemaal	Geïnstalleerde capaciteit [m3/uur]	Verpompt volume DWA per dag [m3]	Soort afvalwater	Beheerder
TU Zuid	RG Watermanweg	175	80	Gemengd	TU Delft

3.6 Berging

In tabel 3.5 wordt de berging in het gemengde/vuilwaterriool weergegeven.

Tabel 3.5 Berging rioolstelsel

Bemalingsgebied	Type stelsel	Verhard oppervlak (ha)	Laagste overstort-drempel (m NAP)	Onderdrempelberging	
				(m^3)	(mm)
TU Zuid	Gemengd	0,26	n.v.t.	81	31

3.7 Wadi's

In het bemalingsgebied TU-Zuid bevinden zich, in de straat/groenstrook voor het gebouw 'TNW Zuid', een zevental wadi's. Onderstaand ter impressie één van de wadi's met bijbehorende 'slokop' (straatkolk).



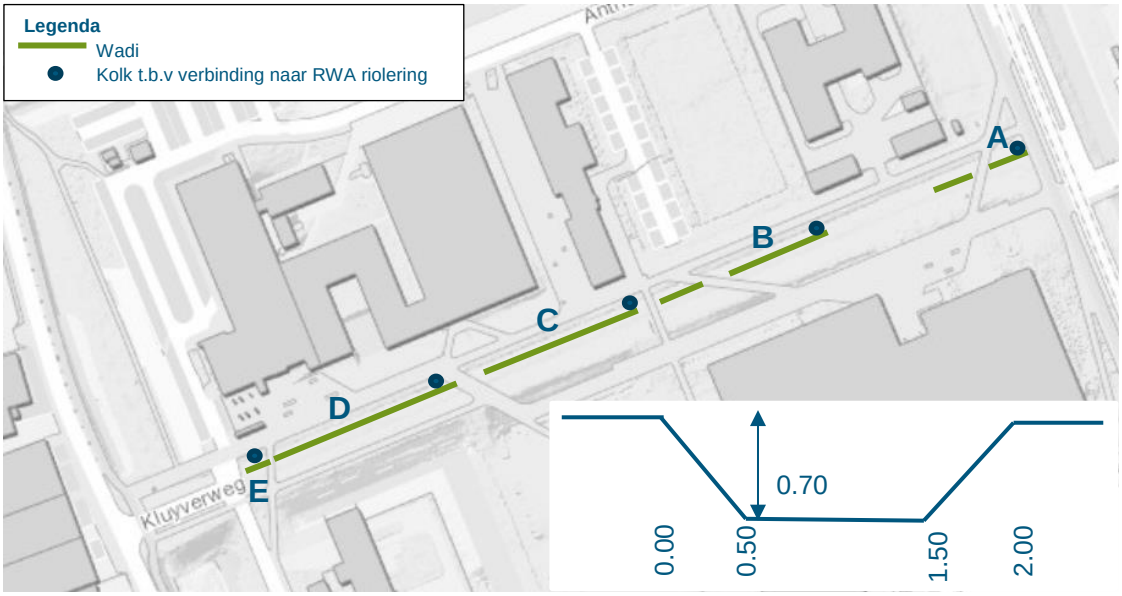
Figuur 3.2: Foto wadi's en kolken (slokops)

Op een aantal locaties worden de wadi's doorkruist door wandelpaden. De wadi's bestaan hierdoor uit verschillende compartimenten die onderling niet met elkaar zijn verbonden. Op twee compartimenten na, hebben ze allemaal een slokop in de vorm van een kolk. Het regenwater van de naastgelegen verharding stroomt oppervlakkig naar de wadi's. Als het niveau van het water in de wadi een bepaald niveau heeft bereikt, stroomt het water via de straatkolk naar de regenwaterriolering. De wadi compartimenten die voorzien zijn van een slokop zijn in het rekenmodel gemodelleerd. De infiltratiecapaciteit van de bodem van wadi's is niet bekend en is daarom niet meegenomen in de berekeningen.

Tijdens een locatiebezoek zijn de locaties van de slokops in beeld gebracht en is de hoogte van de kolk ten opzichte van de bodem ingemeten. Op basis van de topografie en het veldbezoek is voor alle compartimenten een eenduidig profiel opgesteld/aangehouden en is de indicatieve berging bepaald (zie tabel 3.6). De locaties en het profiel van de wadi's is in figuur 3.3 weergegeven.

Wadi compartiment	Hoogte bodem in m t.o.v. N.A.P.	Hoogte slokop in m t.o.v. N.A.P.	Lengte in m	Berging (m3)
A	-1,95	-1,40	19	14
B	-1,80	-1,30	48	32
C	-1,52	-1,32	75	17
D	-1,25	-1,05	68	15
E	-1,25	-0,90	13	6
Totaal				**84**

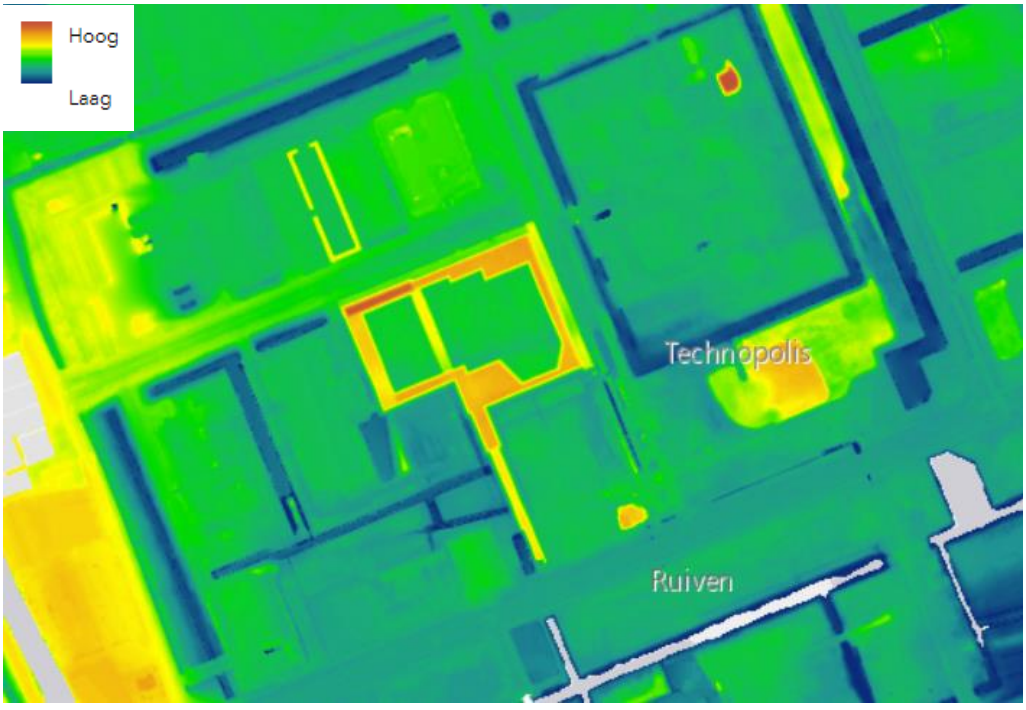
Tabel 3.6 Berging wadi



Figuur 3.3: Locatie wadi's en kolken (slokop's) en principeprofiel

3.8 Maaiveldverloop

Het maaiveldniveau in het bemalingsgebied is bepaald op basis van het AHN3 en varieert van -1,00 m NAP tot -1,50 m NAP. In figuur 3.4 is te zien dat het plangebied in een beperkt hellend gebied ligt. Vanwege de waterkerende functie ligt de Rotterdamseweg hoger dan het gemiddelde maaiveld in het bemalingsgebied. Het maaiveld in bemalingsgebied TU Zuid ligt hoger dan het aangrenzende bemalingsgebied Technopolis.



Figuur 3.4: Maaiveldverloop (bron: AHN3)

4 Functioneren riolering (situatie 2019)

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het functioneren van de riolering in de huidige situatie. Hierbij is zowel het functioneren van de praktijk als het theoretische functioneren onderzocht.

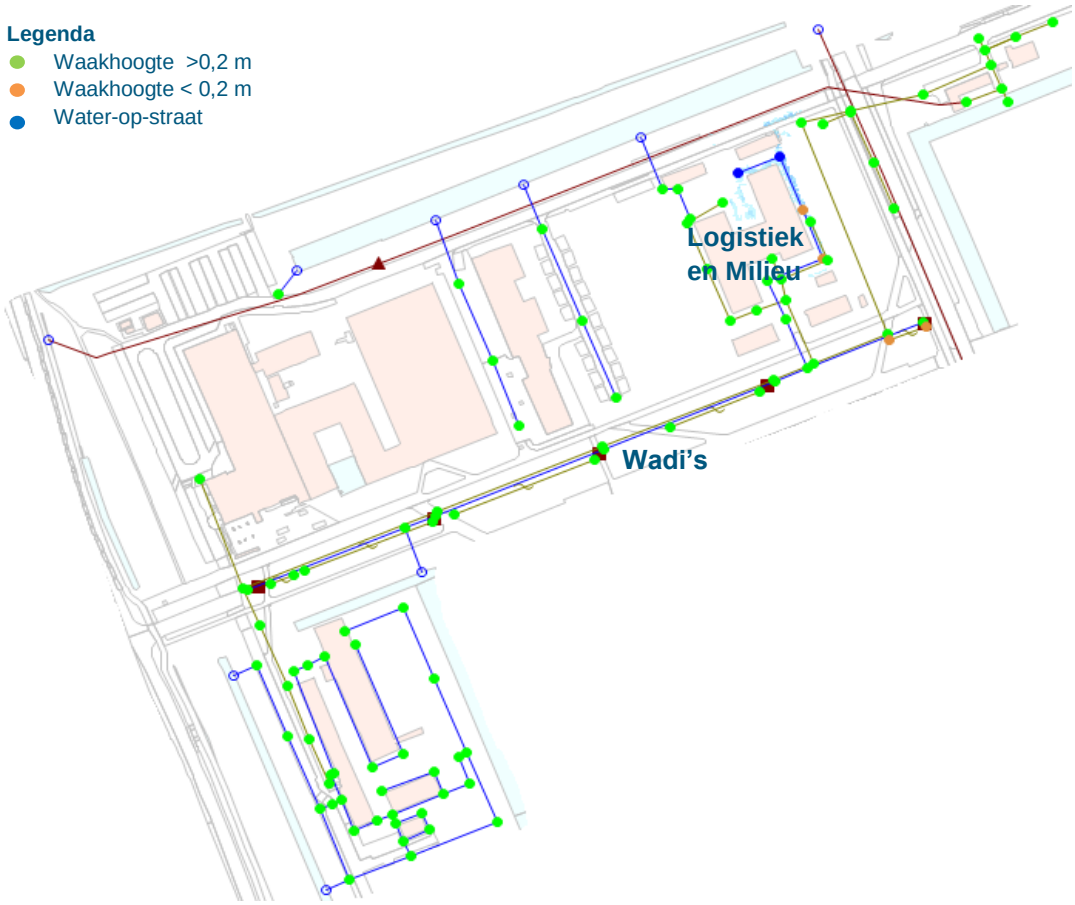
4.1 Functioneren praktijk

Het bemalingsgebied TU Zuid staat bij de beheerafdeling van de TU niet bekend als wateroverlastgevoelig gebied. Er zijn geen klachten en meldingen bekend van inpandige overlast in de gebouwen en/of grondwateroverlast. Het rioolgemaal functioneert naar behoren. Bij de TU Delft zijn er geen klachten en meldingen bekend met betrekking tot het oppervlaktewater.

4.2 Hydraulisch functioneren

4.2.1 Berekeningsresultaten bui 08

Aan de hand van de resultaten uit de inventarisatiefase, de uitgangspunten uit hoofdstuk 3 en de toetsingscriteria/richtlijnen uit bijlage 3 is een dynamisch rekenmodel van het bemalingsgebied TU Zuid vervaardigd. Dit rekenmodel is vervolgens doorgerekend met bui 08 (voor meer informatie zie bijlage 3). De resultaten hiervan zijn gevisualiseerd in de volgende figuur.



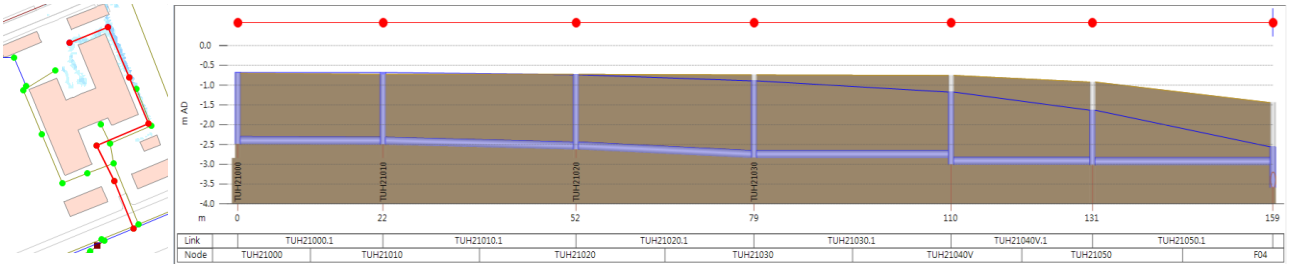
Figuur 4.1: Berekeningsresultaten bui 08

Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het bemalingsgebied TU Zuid over het algemeen over een robuust rioolstelsel beschikt. In een groot deel van het bemalingsgebied beschikt de riolering

over voldoende afvoercapaciteit om de piek van bui 08 te kunnen afvoeren, waarbij in de meeste gevallen de waterstand in het riool ruim onder maaiveldniveau blijft.

Een uitzondering hierop vormt de riolering rondom het gebouw van Logistiek en Milieu, waar tijdens bui 08 wel water op straat wordt berekent en waar sprake is van een verminderde waking tussen de waterstand in het riool en het maaiveld (zie figuur 4.1). De maximaal berekende waterdiepte naast het gebouw van Logistiek en Milieu bedraagt 5 cm en treedt kortstondig op (ca. 15 minuten). In de praktijk wordt hier vooralsnog geen wateroverlast ervaren.

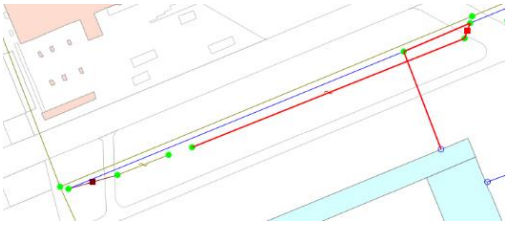
Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat het berekende water op straat voornamelijk wordt veroorzaakt door een beperkte afvoercapaciteit van de riolering rondom het gebouw, in combinatie met een lokaal lager gelegen maaiveld/parkeerterrein. In de onderstaande figuur is een doorsnede van de riolering tot aan het hoofdriool opgenomen. Hierin is te zien dat de leidingen (Ø 200 mm) rond het gebouw voor relatief veel opstuwing zorgen.

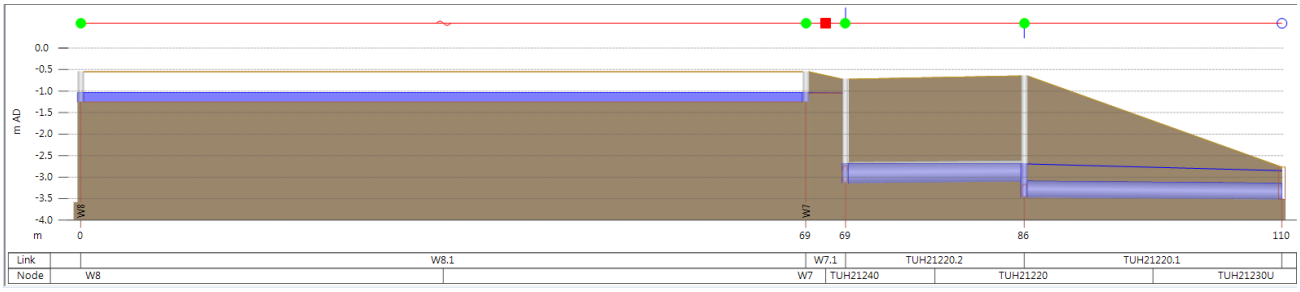


Figuur 4.2: Lengteprofiel t.p.v. gebouw 'Logistiek en Milieu'

Functioneren wadi

Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat alle wadi's in het gebied (deels) gevuld worden met afstromend hemelwater. Daarnaast blijkt dat tijdens bui 08 op 1 na alle 'slokops' in werking treden en daarmee naar behoren lijken te functioneren. Wat opvalt is dat er nog voldoende ruimte beschikbaar is tussen de slokops en het maaiveld. In onderstaande figuur is een doorsnede van één van de wadi's weergegeven in een lengteprofiel de modelering van een compartiment van de wadi, met de maximale waterstand bij bui 08, weergegeven.





Figuur 4.3: Lengteprofiel wadi - bui 08

4.2.2 Berekeningsresultaten bui 10

Het rioolstelsel is vervolgens doorgerekend met een bui met een hogere intensiteit (bui 10). De resultaten hiervan zijn gevisualiseerd in de volgende figuur.



Figuur 4.4: Berekeningsresultaten bui 10

Uit de berekeningsresultaten blijkt dat het grootste deel van het rioolstelsel over voldoende afvoercapaciteit beschikt tijdens bui 10. In een groot deel van het bemalingsgebied beschikt de riolering over bij deze hevigere bui over voldoende afvoercapaciteit om de piek van bui 10 te kunnen afvoeren, waarbij in de meeste gevallen de waterstand in het riool ruim onder maaiveldniveau blijft.

Bij de berekening van bui 10 wordt rond het gebouw ‘Logistiek en Milieu’ water-op-straat berekent. De duur van het water op straat bedraagt ca. 30 minuten. Het berekende water op straat stroomt voor een deel af richting het gebouw en blijft daar tegen de gevel staan.

5 Toekomstige situatie/gewenste eindsituatie

5.1 Ontwikkelingen

Nieuwbouw
Op basis van de door de TU Delft aangeleverde tekening van een verkavelingsplan zijn geen gebieden in bemalingsgebied TU Zuid aangemerkt als nieuwbouw ontwikkelingen. In het bemalingsgebied zijn momenteel vrijwel alle percelen volgebouwd en is er ook weinig ruimte voor nieuwbouw. Voor dit afvoerstructuurplan zijn er om bovenstaande redenen geen hydraulische berekeningen voor de toekomstige situatie uitgevoerd.

Wegen
Er worden geen veranderingen in het huidige wegenpatroon verwacht.

Riolering
Aan de bestaande riolering worden geen grote ingrepen verwacht. Wel is een start gemaakt met de optimalisatie van het rioolsysteem (zie ook hoofdstuk 7). De persleiding van gemaal ‘Watermanweg’ is recent afgekoppeld van de gemeentelijke vrijvervalriolering in de Rotterdamseweg en aangesloten op de persleiding waar ook de rioolgemalen Stevinweg (Campus) en Heertjeslaan (Technopolis) op zijn aangesloten. De persleiding loost in de gemeentelijke vrijvervalriolering in het Zuidplantsoen. (zoals op het afvoerschema in hoofdstuk 2 is weergegeven).

Oppervlaktewater
Er worden geen veranderingen in het huidige watersysteem verwacht.

5.2 Gewenste eindsituatie

Op basis van de berekeningsresultaten van het huidige functioneren wordt geconcludeerd dat de huidige situatie de gewenste eindsituatie voor het gebied reeds benadert (uitgezonderd rondom Logistiek en Milieu). Er worden geen grootschalige wijzigingen verwacht die (negatieve) invloed zullen uitoefenen op het toekomstige systeemfunctioneren.

Indien er in de toekomst toch nieuwbouw plaatsvindt wordt geadviseerd de huidige afkoppeltrend van verharding voort te zetten, waarbij hemelwater van de gebouwen rechtstreeks op het oppervlaktewater wordt aangesloten. Op de locaties waar dit niet mogelijk is kan op het huidige hemelwaterriool aangesloten worden, aangezien dit riool momenteel over extra capaciteit beschikt. Randvoorwaarde hierbij is dat het aangesloten oppervlak niet significant toeneemt t.o.v. de huidige situatie.

6 Hemelwaterstresstest

6.1 Inleiding

In het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie is afgesproken dat heel Nederland in 2050 waterrobuust en klimaatbestendig ingericht dient te zijn. In het Deltaplan is het volgende viertal klimaatthema's gedefinieerd:

- Wateroverlast;
- Hitte;
- Droogte;
- Overstroming.

Voor het thema wateroverlast is in dit afvoerstructuurplan een hemelwaterstresstest opgenomen. In deze stresstest zijn potentiële kwetsbaarheden voor het gebied TU Zuid geïdentificeerd. De thema's Hitte en Droogte dienen separaat aan het afvoerstructuurplan nader onderzocht te worden. Het thema Overstroming wordt regionaal opgepakt.

De hemelwaterstresstest beschrijft en visualiseert het effect wat de klimaatverandering in de toekomst kan hebben. De hemelwaterstresstest is in de kern als volgt opgebouwd:

1. Verzamelen informatie vitale en kwetsbare functies binnen het gebied (zie bijlage 4)
2. Uitvoeren berekeningen met extreme neerslag (klimaatbuien)
3. Combineren resultaten en definiëren kwetsbaarheden.

6.2 Vitaal en kwetsbaar (stap 1)

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen waarin de objecten en gebouwen met een vitale en kwetsbare functie zijn weergegeven. Deze lijst is gezamenlijk met de TU Delft opgesteld. Bij het opstellen van deze lijst is voor het begrip 'kwetsbare functies' de volgende definitie gehanteerd:

> *"We spreken van kwetsbare objecten, netwerken en groepen als het gaat om de levering van producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. Dat kan zijn omdat er sprake is van veel slachtoffers en grote economische schade, dan wel wanneer het herstel zeer lang gaat duren en er geen reële alternatieven voorhanden zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen".*

6.3 Berekeningsresultaten extreme neerslag (stap 2)

Straten en parkeerterrein kunnen bij hevige regenbuien onder water komen te staan. Dit wordt een probleem als het water boven trottoirniveau komt te staan en over drempels gebouwen instroomt. De verwachte waterdiepte is daarom een indicator voor het optreden van overlast. Grote waterdiepte, betekent grotere kans op overlast en daarmee een grotere kans op schade.

Om de waterdiepte te kunnen bepalen is met behulp van het rekenmodel een drietal buien doorgerekend. Deze zogenaamde standaard "klimaatbuien" zijn in 2018 opgeleverd door o.a. stichting RIONED en STOWA en zijn tot stand gekomen in samenwerking met het KNMI en de TU Delft. De kenmerken van de betreffende buien zijn in de volgende tabel weergegeven.

Hoeveelheid (mm)	Duur (min)	Herhalingstijd op basis van huidig klimaat (jaar)
70	60	100
90	60	250
160	120	1000

Tabel 6.1 Extreme neerslag gebeurtenissen

Opgemerkt wordt dat deze (extreme) buien voornamelijk bedoeld zijn om te simuleren wat er gebeurt als een rioolstelsel overbelast raakt. Tijdens deze extreme buien is de riolering van minder maatgevend belang voor de water-op-straat locaties maar is het maaiveldverloop veel meer van invloed op de berekende wateroverlast. Om deze reden wordt de riolering niet met deze extreme buien gedimensioneerd. In de berekeningen met de extreme neerslaggebeurtenissen is wel de riolering meegenomen.

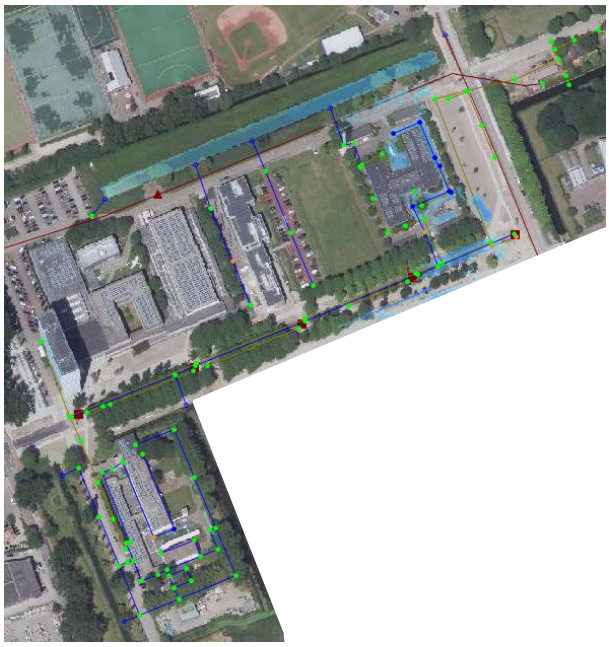
6.3.1 Berekeningsresultaten

Het rekenmodel van de huidige situatie (waarin maaiveld en riolering aan elkaar zijn gekoppeld)* is doorgerekend met de 3 eerdergenoemde klimaatbuien. De berekeningsresultaten van deze extreme neerslaggebeurtenissen zijn weergegeven in figuur 6.1.

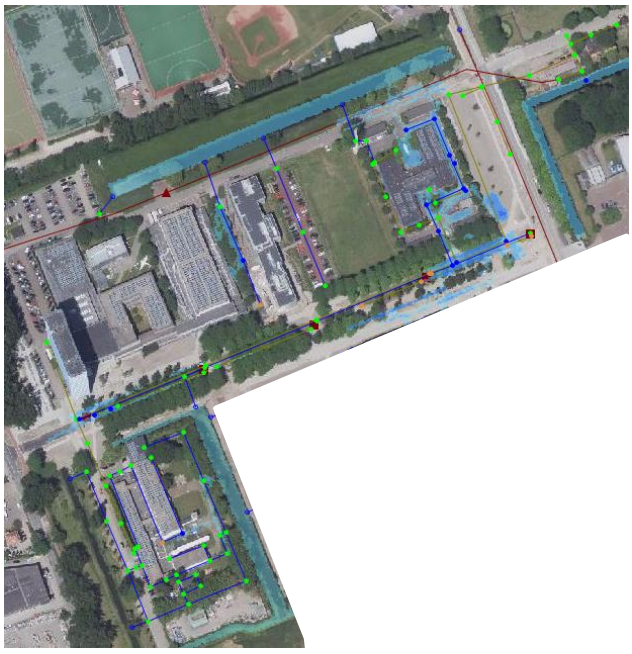
**excl. onverharde terreinen*

Uit een analyse van de berekeningsresultaten valt op dat het zuidwestelijke deel van het gebied weinig hinder ondervindt van deze extreme buien. Afstromend hemelwater kan verwerkt en afgevoerd worden door de riolering en/of stroomt oppervlakkig af naar de nabijgelegen watergangen.

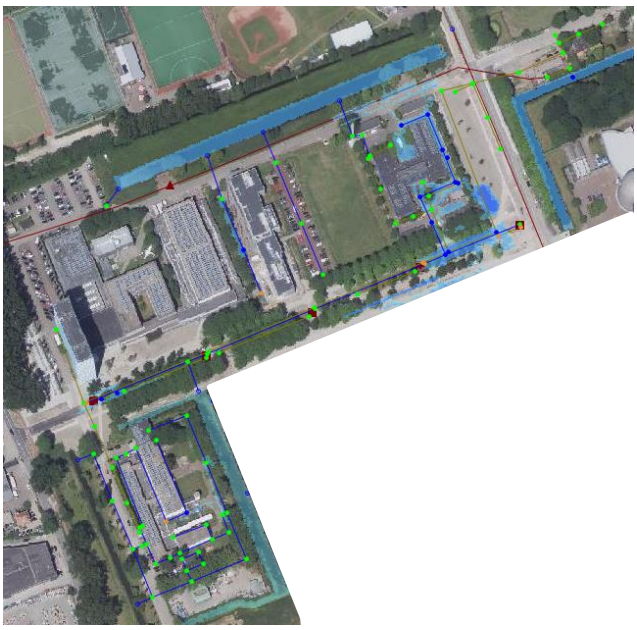
In het oostelijke deel worden echter grote hoeveelheden water op straat berekent bij deze extreme buien. Dit is verklaarbaar door de lagere afvoercapaciteit van de riolering (zie ook bui 08 en 10) en anderzijds grotendeels door de lagere ligging van het maaiveld (zie ook par. 3.8). Hemelwater kan op deze locaties niet afstromen naar het oppervlaktewater en verzamelt zich op de lager gelegen gebieden en naast de gebouwen.



Neerslaggebeurtenis 70 mm in 1 uur



Neerslaggebeurtenis 90 mm in 1 uur



Neerslaggebeurtenis 160 mm in 2 uur

Figuur 6.1: Berekeningsresultaten extreme neerslaggebeurtenis

6.4 Kwetsbaarheden & risico's (stap 3)

De berekeningsresultaten zijn vervolgens gecombineerd met de resultaten uit de inventarisatie van de vitale en kwetsbare objecten en functies. De berekeningsresultaten van de extreme neerslaggebeurtenissen zijn in combinatie met de gebouwen en deze vitale en kwetsbare objecten op de tekeningen in de bijlage weergegeven.

Gebouwen
Uit de berekeningsresultaten van alle drie de extreme neerslaggebeurtenissen blijkt dat het water vanuit de hemelwaterriolering tegen de volgende gebouwen aan blijft staan:

- HSL;
- Logistiek en Milieu.

Overige vitale en kwetsbare objecten
Uit de berekeningsresultaten van de extreme neerslaggebeurtenissen blijkt dat er een 'brandweer opstelplaats' en een 'verzamelpunt bij calamiteiten' nabij het gebouw Logistiek en Milieu in een wateroverlast gevoelig gebied ligt.

Deze gebouwen en objecten hebben daarmee een verhoogde kans op (inpandige) wateroverlast of dat de objecten niet of slecht bereikbaar zijn. Om dit risico beter in te kunnen schatten is het van belang om ter plaatse onderzoek te doen en metingen uit te voeren. Daarbij gaat het om het inmeten van de vloerhoogte in relatie tot het omliggende maaiveld en of het gebouw voorzien is van een kelder. Met die gegevens kan het risico verfijnd worden en daarna de afweging plaats vinden voor het nemen van maatregelen.
De geplande rioleringsmaatregelen rondom het gebouw 'HSL hebben minimaal effect op de situatie bij extreme neerslag. Het maaiveldverloop is in deze extreme situaties bepalend.

7 Maatregelen, optimalisaties & aanbevelingen

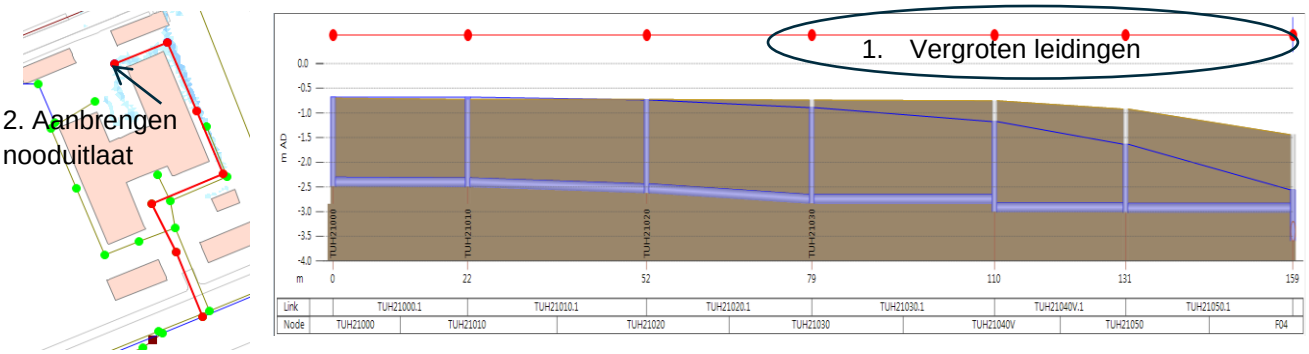
7.1 Maatregelen en oplossingsrichtingen

Uit de analyse van het functioneren van de riolering is gebleken dat, hoewel TU Zuid over een vrij robuust rioolstelsel beschikt, op 1 locatie niet wordt voldaan aan de volgende toetsingscriteria:

- *De riolering dient voldoende afvoercapaciteit te hebben voor een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per twee jaar (bui 08). De minimaal vereiste waakhoogte in het riool is 0,20 m. (verschil tussen waterstand in put en het maaiveld);*
- *De afvoercapaciteit van het rioolstelsel wordt getoetst aan een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per tien jaar (bui 10). Hierbij mag maximaal gedurende 30 minuten water-op-straat worden berekend.*

Dit is het geval nabij het gebouw van ‘Logistiek en Milieu’. In de onderstaande tabel is een tweetal oplossingsrichtingen beschreven voor maatregelen waarmee de afvoercapaciteit van de riolering op deze locatie vergroot kan worden. Met deze oplossingsrichtingen zal de riolering voldoen aan de bovengenoemde toetsingscriteria.

Locatie	Opmerking / mogelijke oorzaak	Oplossingsrichting
Gebouw ‘Logistiek en Milieu’	Uit een analyse van de berekeningsresultaten blijkt dat de leidingen rond het gebouw voor relatief veel opstuwing zorgen in combinatie met een laag maaiveld. De leidingen rond het gebouw hebben een diameter van Ø 200 mm en sluiten aan op de hoofdriolering nabij de wadi’s.	1. Het vergroten van de leidingen van de gemarkeerde strengen in onderstaand lengteprofiel. In deze leidingen vindt de meeste opstuwing plaats. 2. Aanbrengen van een extra uitstroomvoorziening van de regenwaterriolering naar de noordelijk gelegen watergang.



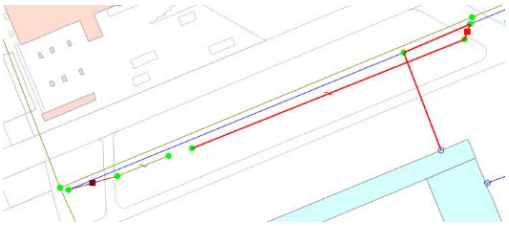
Figuur 7.1: Lengteprofiel t.p.v. gebouw ‘Logistiek en Milieu’

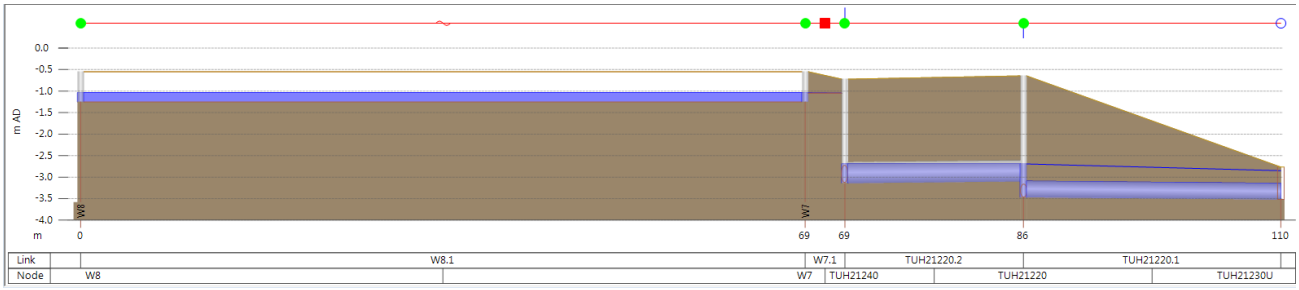
Het nemen/uitvoeren van maatregelen heeft geen hoge urgentie omdat er in de praktijk vooralsnog geen overlast wordt ervaren op deze locatie. Geadviseerd wordt om eventuele maatregelen op te nemen in vervangingsplannen of mee te nemen bij toekomstige gebieds-/gebouw ontwikkelingen.

7.2 Systeemoptimalisaties

Naast de in de vorige paragraaf benoemde oplossingsrichtingen voor het (theoretische) hydraulische knelpunt is gezocht naar optimalisaties waarmee het bestaande systeem geoptimaliseerd kan worden. Een mogelijke optimalisatie betreft het beter/anders benutten van de wadi's.

De 'slokops' van de wadisystemen nabij het 'TNW' gebouw functioneren bij bui 08. In onderstaande figuur is in een lengteprofiel de modelering van een compartiment van de wadi, met de maximale waterstand bij bui 08, weergegeven.
Op één na gaat er bij alle 'slokops' tijdens bui 08 regenwater vanuit de wadi naar de regenwaterriolering.





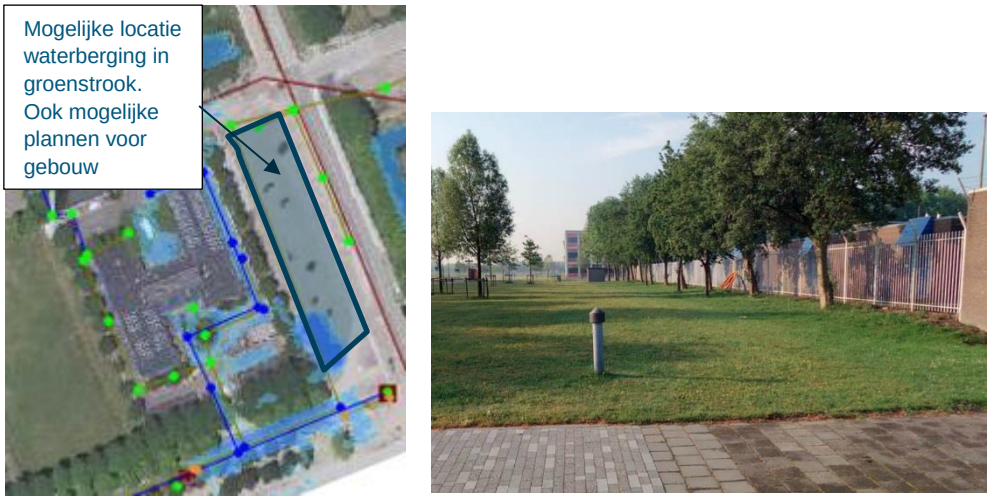
Figuur 7.2: Lengteprofiel wadi - bui 08

Er is echter nog voldoende ruimte tussen de 'slokop' en het maaiveld. Door het verhogen van de 'slokop' kan de bergingscapaciteit van de wadi's worden vergroot.

7.3 Waterrobuustheid

In deze paragraaf is een oplossingsrichting beschreven voor het vergroten van de waterrobuustheid tijdens extreme neerslaggebeurtenissen.
De locaties en de oplossingsrichtingen zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

Locatie	Oplossingsrichting
Gebouw 'Logistiek en Milieu'	Voor het risico op wateroverlast tijdens extreme neerslaggebeurtenissen te verminderen zijn er mogelijkheden om de naastgelegen brede groenstrook te verlagen en overtollige water oppervlakkig richting deze groenstrook af te voeren. Een gedeelte van het overtollige hemelwater stroomt al oppervlakkig naar de groenstrook. Deze locatie is in figuur 7.3 weergegeven.



Figuur 7.3: Locatie Gebouw 'Logistiek en Milieu' met berekeningsresultaten (160 mm) en locatie groenstrook

7.4 Overige aanbevelingen

Naar aanleiding van het analyseren van de berekeningsresultaten hebben wij de volgende aanbevelingen:

- Verwerken gegevens drinkwaterverbruik
  Voor de DWA afvoer is het drinkwaterverbruik bij Evides opgevraagd. Tot op heden hebben wij nog geen gegevens ontvangen. Als deze gegevens bekend zijn, dienen deze in de riooltabellen en het rekenmodel verwerkt te worden. Hierdoor wordt de DWA afvoer tot op objectniveau inzichtelijk. Tot op heden is er op bemalingsgebiedsniveau inzicht in de DWA afvoer.
- Nader uitwerken oplossingsrichtingen
  Geadviseerd wordt om de oplossingsrichtingen zoals benoemd in deze rapportage nader uit te werken en te concretiseren.
- Monitoren functioneren wadi's
  Om het inzicht in het functioneren van de wadi's te vergroten kunnen de volgende acties worden uitgevoerd:
  - Inmeten van de wadi's: het gaat daarbij om het inmeten van het hoogteprofiel (dwarsprofielen) en de hoogteligging van de slokops (kolken);
  - Het huidige maaibeleid van de wadi's vergelijken en indien nodig aanpassen naar het maaibeleid dat voor wadi's is voorgeschreven voor het goed functioneren van de wadi.
  - Onderzoeken en monitoren van de grondwaterstand om te bepalen de situatie zich voordoet dat er grondwater in de wadi blijft staan waardoor de berging vermindert.

8 Conclusies

8.1 Conclusies

Hydraulisch functioneren huidige situatie
Als toetsingscriteria is dat de riolering bij bui 08 over voldoende afvoercapaciteit beschikt en er daarom geen water-op-straat mag optreden. Uit een hydraulische toetsing met bui 08 blijkt dat het rioolstelsel in bemalingsgebied TU Zuid grotendeels aan deze eis voldoet. Op één locatie/gebied wordt wel water op straat berekend. Hoewel dit in de praktijk niet wordt ervaren. In hoofdstuk 7 zijn er oplossingen voor deze locatie beschreven.

Toekomstige situatie
In het bemalingsgebied zijn bijna alle percelen volgebouwd en is er ook weinig ruimte voor nieuwbouw. Voor dit afvoerstructuurplan zijn er om bovenstaande redenen geen hydraulische berekeningen voor de toekomstige situatie uitgevoerd.

Vanwege de overcapaciteit op de gemengd/vuilwaterriolering is het effect op de riolering als gevolg van eventuele uitbreiding van de bestaande gebouwen beperkt. Op de meeste regenwaterriolering is bij bui 08, nog over capaciteit voor het aansluiten van extra verhard oppervlak. De voorkeur gaat uit om het regenwater, indien dit mogelijk is, direct naar het oppervlaktewater af te voeren.

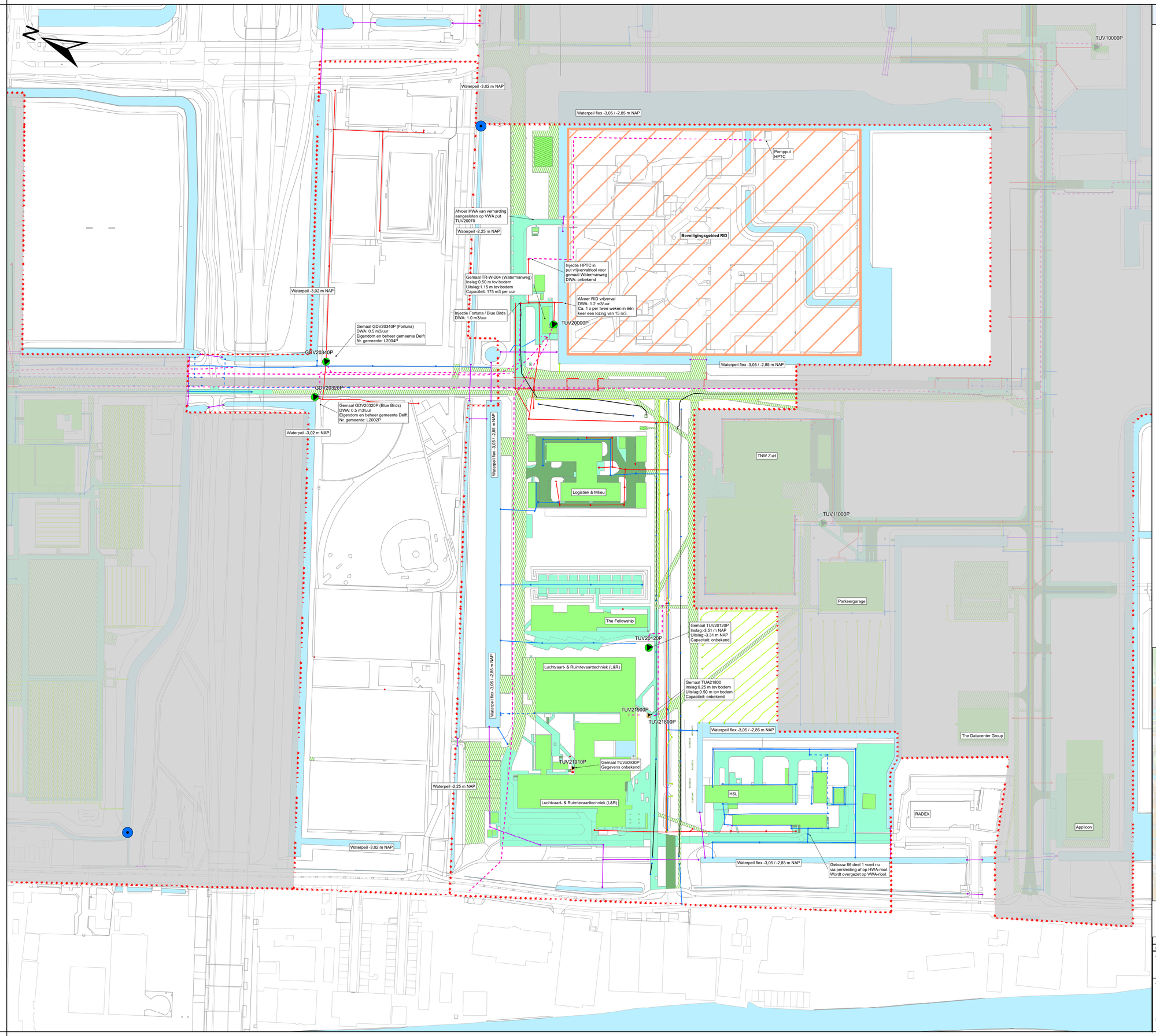
Hemelwaterstresstest
Vanwege de toename van de extreme neerslaggebeurtenissen als gevolg van de klimaatontwikkelingen zijn er hydraulische berekeningen uitgevoerd met de extreme neerslag gebeurtenissen. Met behulp van deze hydraulische berekeningen is de impact van deze extreme neerslag inzichtelijk gemaakt.

Bij de neerslaggebeurtenis 70 mm in 1 uur wordt er naast de berekende water-op-straat locaties bij bui 08 en 10 ook bij het gebouw ‘HSL’ water-op-straat berekend. Bij de neerslaggebeurtenis 90 mm in 1 uur en 160 mm in 2 uur is dit ook het geval bij twee locaties nabij het gebouw ‘L&R’.

Oplossingsrichtingen
In hoofdstuk 7 zijn oplossingsrichtingen beschreven om de kans op wateroverlast te verminderen, om het rioleringssysteem robuuster te maken en de inrichting van het openbare gebied aan te passen op de extreme neerslaggebeurtenissen.

Bijlage

1. Overzichtstekening



Legenda

- Stuw Hoogheemraadschap Delfland
- Grens bemalingsgebieden

Type gemaal

- Hoofdgemaal
- Pompunit

Afvoertype putten

- Vuilwater
- Hemelwater
- Gemengd rioolwater
- Grondwater
- HWA en grondwater
- Duikers
- Anders / onbekend

Afvoertype strengen

- Vuilwater
- Hemelwater
- Gemengd rioolwater
- Grondwater
- HWA en grondwater
- Oppervlaktewater
- Anders of onbekend
- Persleiding
- Leiding buiten bedrijf
- Topografie
- Oppervlaktewater

Verhard oppervlak

Gemengd stelsel

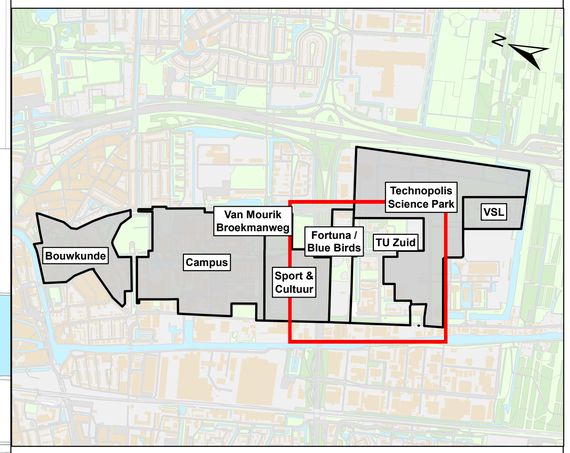
- Dakverharding
- Open verharding
- Gesloten verharding

Gescheiden stelsel

- Dakverharding
- Gesloten verharding
- Open verharding

Niet aangesloten verharding

- Gesloten en open verharding
- Dakverharding



revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
	Definitief	J. Bolle	M. van Houte	J. Janse	24-01-2020

opdrachtgever: Technische Universiteit Delft

project: Afvoerstructuurplan riolering TU Zuid en Technopolis

omschrijving: Rioleringssysteem bemalingsgebied TU Zuid

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Planning and Strategy

documentstatus: --

documentversie: A

formaat	schaal	fase	bladnr.	van	projectnummer / tekeningnummer
A0	1:19.073	Definitief	1	1	BG3702-101-100-300

Royal HaskoningDHV

Bijlage

2. Riooltabel

Rioleringstabel

Organisatie	Technische Universiteit Delft	Datum:		24 januari 2020		Projectnummer:	BG4059-103-100
Bemalingsgebied:		**TU - Zuid**				Type stelsel:	Gemengd / Gescheiden
Afvoer naar:		Gemeentelijke vrijvervalriolering in het Zuidplantsoen				Gebruiksfunctie:	Onderzoeksgebouwen TU Delft
		situatie	**2018**	**situatie**	**2025**	**Opmerkingen**	
Droogweerafvoer							
Beveiligingsgebied RID + H-PTC							
Laboratorium (m3/uur)		1.20		1.20		Bron: Bureauonderzoek	
Gebouw: Logistiek en Milieu							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: The Fellowship							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: Luchtvaart & ruimtevaarttechniek							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: Radex							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Gebouw: HSL							
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		0.00		0.00		Nog nader te bepalen	
Niet huishoudelijk DWA (m^3/uur)		5.80		5.80		Op basis van werkelijke pompcapaciteit van 80 m3/dag teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag, minus het debiet van het laboratorium en de injecties	
Afvoer eigen gebied (m^3/uur)		7.00		7.00			
Rioolgemaal (m^3/uur)		DWA	DWA+POC	DWA	DWA+POC		
Geïnstalleerde pompcapaciteit			175		175	Rioolgemaal Watermanweg (TR-W 204)	
Normatieve droogweerafvoer eigen gebied		7.00	7.00	7.00	7.00		
Normatieve pompovercapaciteit eigen gebied (gemengd)		-	1.82	-	1.82		
Injecties op gemaal		0.50	0.50	0.50	0.50	Aanname: injectie gemeentelijk minigemaal *DR Schoenmakerstraat 340 Fortuna*	
Injecties op gemaal		0.50	0.50	0.50	0.50	Aanname: injectie gemeentelijk minigemaal *DR Mekelweg 20 Bluebirds*	
Normatieve pompcapaciteit		8.00	**9.82**	8.00	**9.82**	DWA op basis van werkelijke pompcapaciteit van 80 m3/dag, teruggerekend naar een debiet in m3/uur op basis van een periode van 10 uur per dag	
Verhard oppervlak op gemengd stelsel							
Open verharding		0.00		0.00		Bron: tekening BG3702-101-100-301 (gebaseerd op naverkenning)	
Gesloten verharding		0.26		0.26			
Dak hellend		0.00		0.00			
Dak vlak		0.00		0.00			
Totaal op stelsel		0.26		0.26			
Normatieve pompovercapaciteit (p.o.c.) (gemengd)							
P.o.c. (m^3/uur)		1.82		1.82			
P.o.c. (mm/uur)		0.70		0.70			
Verhard oppervlak (ha) op regenwaterriolering							
Open verharding		2.06		2.06		Bron: tekening BG3702-101-100-301 (gebaseerd op naverkenning)	
Gesloten verharding		0.26		0.26			
Dak hellend		0.00		0.00			
Dak vlak		1.63		1.63			
Totaal op stelsel		3.95		3.95			
Berging gemengd stelsel							
Onderdrempelberging (m^3)		81		81		Bepaald m.b.v. rekenmodel	
Dynamische berging (m^3)		0		0			
Totaal (m^3)		81		81			
Onderdrempelberging (mm)		31.15		31.15			
Dynamische berging (mm)		0.00		0.00			
Totaal (mm)		31.15		31.15			
Ledigingstijd (uur)		8		8		O.b.v. werkelijke gemaalcapaciteit	
Vultijd bij DWA (uur)		10		10		Op basis van normatieve afvoer	

Bijlage

3. Richtlijnen & uitgangspunten

Richtlijnen & uitgangspunten

Richtlijnen

De in dit rapport gehanteerde berekeningsmethodiek sluit aan bij de methodiek die in de Kennisbank Stedelijk Water van de stichting Rioned is beschreven. Voor de toetsing van het functioneren van de riolering in het gebied TU Zuid wordt gebruik gemaakt van gebeurtenisberekeningen. Een gebeurtenisberekening is een berekening waarbij één bui met een vooraf vastgestelde vorm wordt doorgerekend. De gebeurtenisberekeningen hebben tot doel de afvoercapaciteit ("water-op-straat" situaties) van een rioolstelsel te beoordelen. Gebeurtenisberekeningen worden daarom ook wel capaciteitsberekeningen of water-op-straat-berekeningen genoemd. Voor deze berekeningen worden standaard buien gehanteerd welke zijn gedefinieerd in de Kennisbank Stedelijk Water.

Toetsingscriteria

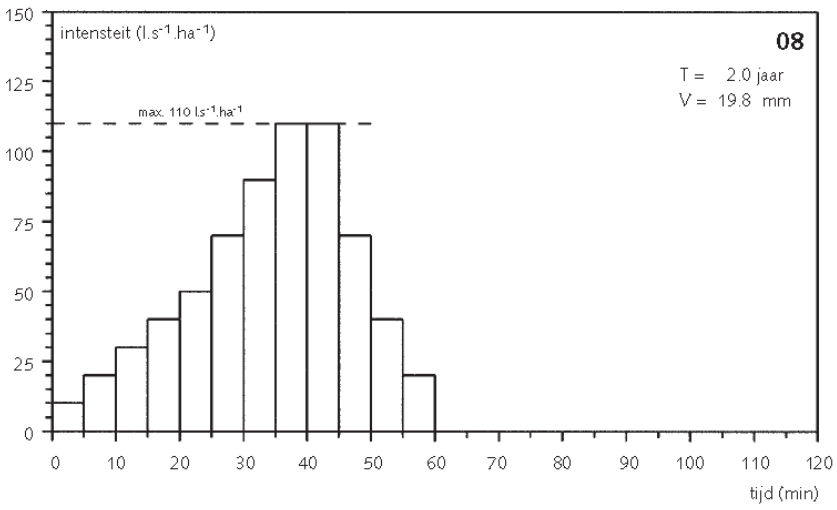
De TU Delft hanteert de volgende uitgangspunten voor het toetsen van de rioolsystemen binnen het gebied:

- De riolering dient voldoende afvoercapaciteit te hebben voor een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per twee jaar (bui 08). De minimaal vereiste waakhoogte in het riool is 0,20 m. (verschil tussen waterstand in put en het maaiveld);
- De afvoercapaciteit van het rioolstelsel getoetst wordt aan een theoretische bui met een herhalingstijd van eenmaal per tien jaar (bui 10). Hierbij mag maximaal gedurende 30 minuten water-op-straat worden berekend.

Bij bui 08 wordt bepaald wat de waking in het stelsel is en op welke locaties water op straat optreedt. De berekeningen met bui 10 zijn gericht op de effecten van water op straat, waarbij onder andere de omvang en duur van water op straat wordt bepaald.

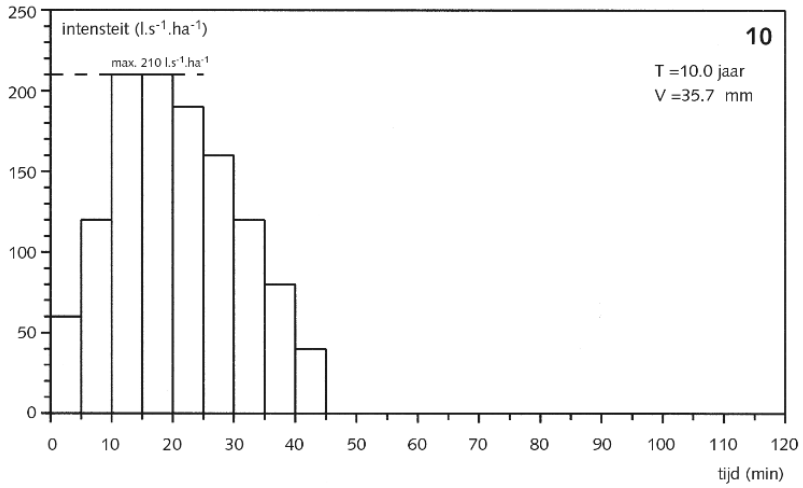
In de volgende figuren zijn deze neerslaggebeurtenissen grafisch weergegeven.

Bij bui 08, welke in het verleden bij het vaststellen van deze standaardbuien, theoretisch gezien 1x per 2 jaar optreedt, valt er in 60 minuten ca. 20 mm neerslag. Tijdens de piek van de bui die tussen minuut 35 en 45 optreedt, bedraagt de maximale neerslagintensiteit 110 l/s/ha.



Karakteristiek neerslaggebeurtenis bui 08

Bij bui 10, welke in het verleden bij het vaststellen van deze standaardbuien theoretisch gezien 1x per 10 jaar optreedt, valt er in 45 minuten ca. 35 mm neerslag. Tijdens de piek van de bui die tussen minuut 10 en 20 optreedt, bedraagt de maximale neerslagintensiteit 210 l/s/ha.



Karakteristiek neerslaggebeurtenis bui 10

Software

Gebeurtenisberekeningen dienen met een niet-stationair rekenmodel te worden uitgevoerd. Het resultaat van deze berekeningen is het tijdsafhankelijke verloop van debieten, snelheden en waterhoogten in leidingen, overstorten, gemalen en putten. De niet-stationaire berekeningen waarvan de resultaten zijn gepresenteerd in deze rapportage zijn uitgevoerd met het rekenmodel Infoworks. Alle berekeningen zijn uitgevoerd met ongeschematiseerde rioolstelsels (alle putten en riolen opgenomen in het model).
Het rekenmodel is opgebouwd uit een “1D → 2D-rekenmodel” waarbij het water vanuit de riolering over het maaiveld stroomt. Dit geeft meer inzicht in het systeemfunctioneren dan een gebruikelijke “1D-berekening”. Zo wordt het eenvoudiger om locaties te identificeren die gevoelig zijn voor wateroverlast en het verklaren van in de praktijk opgetreden overlast en water-op-straat situaties.

Bijlage

4. Vitale en kwetsbare objecten

Royal HaskoningDHV

OVERZICHT VITAAL & KWETSBAAR KLIMAATSTRESSTEST TU DELFT

We spreken van kwetsbare objecten, netwerken en groepen als het gaat om de levering van producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. Dat kan zijn omdat er sprake is van veel slachtoffers en grote economische schade, dan wel wanneer het herstel zeer lang gaat duren en er geen reële alternatieven voorhanden zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen. (Factsheet Vitale Sectoren BZK).

Bron: Bijsluiter stresstest klimaatadaptatie (jan. 2019)

THEMA:	ONDERDEEL VAN STRESSTEST:			TOELICHTING
MOBILITEIT	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Hoofdwegen	Ja	Pm	Pm	*Alleen van toepassing op de Kruithuisweg, (niet in beheer bij de TU).*
Wijk(ontsluitings)wegen	Ja	pm	pm	
Tunnels en onderdoorgangen	Ja	Pm	Pm	
Vaarwegen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Metro/Trambanen	Ja	Pm	Pm	
Spoorwegen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Stations	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Trein-emplacement/-overslagstations	Nee	pm	pm	*N.v.t. voor TU*
OBJECTEN	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Politiebureaus	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Brandweer(kazernes e.d.)	Ja	Pm	Pm	
Ziekenhuizen / klinieken	Ja	Pm	Pm	*Holland PTC bij het RID?*
Productiecentra en opslag serums en geneesmiddelen	Ja	Pm	Pm	*Zie ziekenhuizen en klinieken*
Gemeentehuizen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Waterschapshuizen (crisiscentra)	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Radio(rampen)zenders	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Kazernes en andere militaire objecten	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Crisiscentra / alarm- en coördinatiepunten	Ja	Pm	Pm	
Opslag van voedsel- en noodvoorzieningen	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Parkeerkelders/-garages	Ja	Pm	Pm	
ICT centra(server-hubs)	Ja	Pm	Pm	*Bij het RID staat een datacenter van de TU zelf. Er is ook nog een datacenter aan de Heertjeslaan.*
Navigatieposten scheepvaart	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Centra elektronisch betalingsverkeer	Nee	Pm	Pm	*N.v.t. voor TU*
Gemalen, pompen	Ja	Pm	Pm	
Rioolwaterzuiveringsinrichtingen en rioolgemalen Delfland	Ja	Pm	Pm	
Musea en monumenten	Ja	Pm	Pm	
Fabrieken en opslag gevaarlijke stoffen - nucleaire stoffen (ook radiotherapie) - op- en overslag explosieve stoffen, LPG, brandstof - Afvalverwerkende bedrijven - BRZO bedrijven	Ja	pm	pm	
Onderzoekscentra van faculteiten	Ja	pm	pm	*b.v. TN Microsoft/ Quantumlab*

NUTSVOORZIENINGEN	Waterover - last	Droogte	Hitte	Bron/opmerking
Drinkwaterwinpunten	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Drinkwaterreservoirs	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Drinkwaterdistributienet	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Elektriciteitscentrales	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Transformator- / onderstations	Ja	Pm	Pm	
Wijk-distributiestations	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Gas-distributie- en meetstations	Ja	Pm	Pm	
Gas-distributienetwerk	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Telefoon – zendmasten (+ voeding)	Ja	Pm	Pm	
Telefoon/internet- centrales en verdeelkasten	Ja	Pm	Pm	
Telefoon/internet-kabels	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Noodnetcentrales en -netwerk	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
CAI & Glasvezel-centrales en verdeelkasten	Ja	Pm	Pm	
CAI & Glasvezelkabels / internet	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Stadsverwarmingscentrale	Ja	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Distributiestations stadsverwarming	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Vuilstortkokers/ondergrondse containers	Ja	Pm	Pm	
KWETSBARE GROEPEN	**Waterover - last**	**Droogte**	**Hitte**	**Bron/opmerking**
Lichamelijk en geestelijk gehandicapten	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Bejaarden	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Zieken, verpleeg en verzorgingstehuizen	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Gevangenen	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
Kinderen, zwangeren	Ja	Pm	Pm	
PM Dierentuin	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU
PM Huisdieren (opvang honden en katten)	Nee	Pm	Pm	N.v.t. voor TU

N

Legenda

- Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 70 mm per uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- Oppervlaktewater

Panden

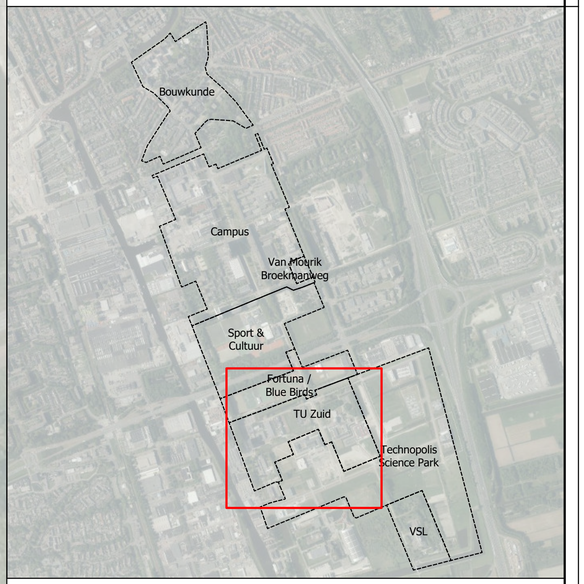
- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte
- Toegangsput van leidingtunnel
- Leidingtunnel

Wegdeel

- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever
TU Delft

project
Hemelwaterstresstest TU Delft
Bemalingsgebied TU-Zuid

titel
Water op straat bij extreme neerslag van 70 mm in één uur

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning Goes

datum	Schaal	formaat	tekeningnummer
24-01-2020	1:1.250	A1	BG4059-103-1

N

Legenda

- Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 90 mm per uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- Oppervlaktewater

Panden

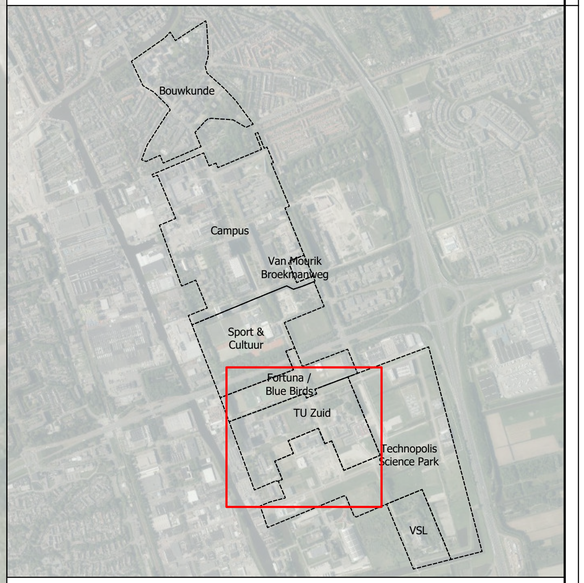
- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte
- Toegangsput van leidingtunnel
- Leidingtunnel

Wegdeel

- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever
TU Delft

project
Hemelwaterstresstest TU Delft
Bemalingsgebied TU-Zuid

titel
Water op straat bij extreme neerslag van 90 mm in één uur

datum 24-01-2020 | Schaal 1:1.250 | formaat A1

tekeningnummer
BG4059-103-2

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning Goes

N

Legenda

- Bemalingsgebied

Waterdiepte "Water op straat" bij bui van 160 mm in 2 uur

- 0 - 2,5 cm
- 2,5 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- Oppervlaktewater

Panden

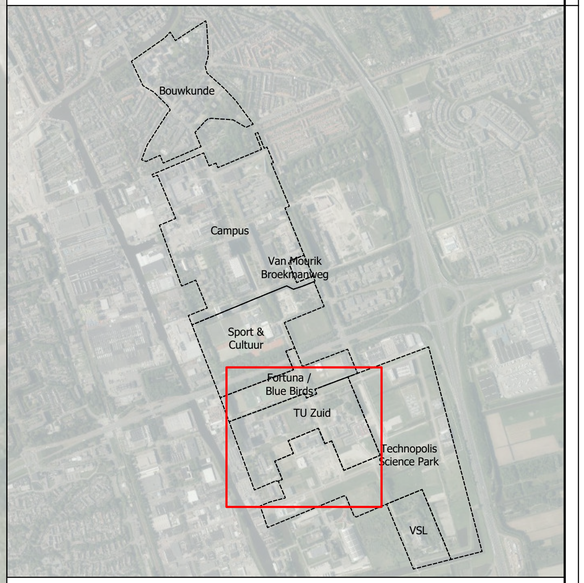
- Panden zonder water tegen de gevel
- Pand met water tegen de gevel Nader onderzoek nodig voor bepalen van het risico

Vitale en kwetsbare objecten

- Transformator- en onderstations en voedingskasten
- Crisiscentra en coördinatie- en verzamelpunten
- Gemaal
- Gas distributie
- Voedingskasten, regelinstallaties, laadpalen en overige kabelelementen
- Brandweer opstelplaats
- Gebouw met ATEX ruimte
- Toegangsput van leidingtunnel
- Leidingtunnel

Wegdeel

- Lokale weg
- Fietspad
- Voetpad
- Parkeervlak
- tram



opdrachtgever
TU Delft

project
Hemelwaterstresstest TU Delft
Bemalingsgebied TU-Zuid

titel
Water op straat bij extreme neerslag van 160 mm in twee uur

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning Goes

datum	Schaal	formaat	tekeningnummer
24-01-2020	1:1.250	A1	BG4059-103-3