



Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties

Werkdocument hydraulische onderzoeken watersystemen op defensieterreinen

Versie	2.0
Datum	15 april 2021
Status	<i>definitief</i>

Colofon

Versie	2.0
Contactpersoon	W.B. Berends T +31 6 46 99 39 64 wouter.berends@rijksoverheid.nl Rijksvastgoedbedrijf Directie Vastgoedbeheer Expertisecentrum Techniek (ECT) Sint Jacobsstraat 16 Postbus 16169 2500 BD Den Haag

Bijlage(n)

Auteurs	W.B. Berends G. Borst R. van Breugel H. Silooy J. de Visser
---------	---

Inhoudsopgave

Inleiding.....	5
<i>Aanleiding.....</i>	<i>5</i>
<i>Context</i>	<i>6</i>
1. Scope van de onderzoeken	7
1.1. <i>Onderzoeken Leidingwaternetwerk</i>	<i>7</i>
1.2. <i>Onderzoeken Afvalwatersystemen</i>	<i>8</i>
1.3. <i>Onderzoeken Waterbouw.....</i>	<i>8</i>
2. Onderzoeken Leidingwaternetwerk.....	9
2.1. <i>Inleiding Leidingwaterinstallaties.....</i>	<i>9</i>
2.2. <i>Basisgegevens en uitgangspunten van de onderzoeken.....</i>	<i>9</i>
2.2.1. <i>Geografische gegevens</i>	<i>9</i>
2.2.2. <i>Leidingwaterverbruiksgegevens overnamepunt drinkwaterbedrijf</i>	<i>10</i>
2.2.3. <i>Waterverbruiksgegevens per gebouw</i>	<i>11</i>
2.2.4. <i>Capaciteit watermeters en reinwaterkelders</i>	<i>11</i>
2.2.5. <i>Leidingdrukgegevens</i>	<i>11</i>
2.2.6. <i>Bluseisen</i>	<i>12</i>
2.2.7. <i>Maaiveldhoogtes</i>	<i>12</i>
2.3. <i>Werkzaamheden en Scope.....</i>	<i>12</i>
2.3.1. <i>Onderzoek t.b.v. het aanvullen en aanpassen van basisgegevens.....</i>	<i>13</i>
2.3.2. <i>Basisonderzoek huidige situatie</i>	<i>13</i>
2.3.3. <i>Validatieonderzoek van basisonderzoek</i>	<i>13</i>
2.3.4. <i>Aanvullend onderzoek vanwege specifiek project.....</i>	<i>13</i>
2.3.5. <i>Producten</i>	<i>13</i>
2.3.6. <i>Bepalen waterverbruiksgegevens per gebouwtype.....</i>	<i>13</i>
3. Onderzoeken afvalwatersystemen.....	14
3.1. <i>Inleiding afvalwatersystemen & Informatiebehoefte.....</i>	<i>14</i>
3.1.1. <i>Inzicht in het systeemgedrag bij werkelijke gebeurtenissen.....</i>	<i>14</i>
3.1.2. <i>Inzicht in het hydraulisch functioneren van een stelsel in maatgevende neerslagsituaties.</i>	<i>15</i>
3.1.3. <i>Inzicht in wateroverlast in extreme neerslagsituaties.....</i>	<i>15</i>
3.1.4. <i>Inzicht in het milieutechnisch functioneren van het stelsel.....</i>	<i>15</i>
3.2. <i>Basisgegevens en uitgangspunten afvalwatersystemen</i>	<i>15</i>
3.2.1. <i>Geografische gegevens</i>	<i>15</i>
3.2.2. <i>Aard (typering), afmeting en plaats oppervlak</i>	<i>16</i>
3.2.3. <i>Putten en vrijvervalleidingen</i>	<i>17</i>
3.3. <i>Werkzaamheden en Scope.....</i>	<i>17</i>
3.3.1. <i>Producten en diensten</i>	<i>17</i>
3.3.2. <i>Verschillende typen stedelijke watersystemen modelleren</i>	<i>18</i>
3.3.3. <i>Invloed van andere systemen</i>	<i>19</i>
3.4. <i>Eisen deelopdrachten Afvalwatersystemen.....</i>	<i>19</i>
4. Onderzoeken Waterbouwsystemen	20
4.1. <i>Inleiding Waterbouwsystemen</i>	<i>20</i>

4.1.1.	Het areaal van de waterbouwsystemen bestaat uit de volgende onderdelen:	20
4.1.2.	Doel en informatiebehoefte	20
4.2.	<i>Basisgegevens en uitgangspunten Waterbouwsystemen</i>	20
4.3.	<i>Werkzaamheden en scope</i>	21
4.3.1.	Bodemgesteldheid en doorstroomprofiel.....	21
	Lokaal dient per gebied een analyse gemaakt te worden van de bodemgesteldheid, het gebruik van het terrein en het benodigde doorstroomprofiel per watergang.....	21
4.3.2.	Scope werkzaamheden vervolg: Producten en diensten.....	22
5.	Rapportagevorm.....	24
5.1.	<i>Opbouw van het rapport</i>	24
5.2.	<i>Aanleveren rapportages</i>	24
5.3.	<i>Beoordeling rapportages</i>	25
5.4.	<i>Rapportage bij meerdere uitvragen</i>	25
5.5.	<i>Specifieke eisen rapportage leidingwatersnetwerk</i>	25
5.5.1.	Conclusies Leidingwaterinstallaties	25
5.5.2.	Aanbevelingen/ vervolgacties Leidingwaterinstallaties.....	25
5.5.3.	In ontvangst nemen hydraulische gegevens (uitwisselbaar format)	25
5.6.	<i>Specifieke eisen rapportage Afvalwatersystemen</i>	25
5.6.1.	Conclusies afvalwatersystemen.....	25
5.6.2.	Aanbevelingen/ vervolgacties afvalwatersystemen	26
5.7.	<i>Specifieke eisen rapportage Waterbouwsystemen</i>	26
5.7.1.	Conclusies Waterbouwsystemen.....	26
5.7.2.	Aanbevelingen/ vervolgacties Waterbouwsystemen	26

Inleiding

Het Nationaal Waterplan (NWP) geeft de hoofdlijnen, principes en richting van het nationale waterbeleid waarbij er ook een vooruitblik richting 2050 wordt gegeven. Met het NWP speelt het kabinet proactief in op de verwachte klimaatveranderingen en duurzaamheidsambities, bijvoorbeeld om overstromingen te voorkomen. Met dit NWP zet het kabinet een volgende ambitieuze stap in het robuust en toekomstgericht inrichten van ons watersysteem (o.a., oppervlaktewater, hemelwater, drinkwater) gericht op een goede bescherming tegen overstromingen, het voorkomen van wateroverlast en droogte en het bereiken van een goede waterkwaliteit en een gezond ecosysteem als basis voor welzijn en welvaart. Op basis van de Waterwet is het NWP voor de ruimtelijke aspecten tevens een structuurvisie. Het kabinet vraagt andere overheden, waaronder Defensie, het NWP te vertalen in hun beleidsplannen. Hierdoor zijn de volgende relevante thema's te identificeren:

- **Waterkwaliteit:** Het watersysteem en waterketen moeten worden ingericht zodat deze optimaal bijdragen aan de basishygiëne en dus gezondheidszorg;
- **Waterkwantiteit:** Het watersysteem en waterketen moeten worden ingericht zodat deze (hydraulisch) zo veel mogelijk voldoen aan interne en externe stakeholders;
- **Waterveiligheid:** Het watersysteem en waterketen kan worden ingericht om invulling te geven aan klimaatadaptatie (het tegengaan van warmte-, natte-, droogteperiodes en de stijging van de zeespiegel).

De watersystemen van Defensie zijn onlosmakelijk (hydraulisch) verbonden met watersystemen in de omgeving. Hierdoor kunnen derden/ andere overheden invloed uitoefenen op het functioneren van de watersystemen van Defensie.

Watersystemen hebben bovengemiddelde invloed op de gevolgen van de klimaatverandering. Dit betekent dat de watersystemen mitigerend kunnen worden ingericht om zowel de kans als het effect van de klimaatveranderingen te verlagen. Deze effecten van de klimaatverandering zijn:

- Het wordt warmer;
- Het wordt natter;
- Het wordt droger;
- De zeespiegel stijgt.

Om effectief op de klimaatveranderingen te kunnen inspelen (klimaatadaptatie) is het van essentieel belang dat er een compleet en integraal beeld is van het gehele watersysteem, hiervoor zijn onderzoeken nodig. Aangezien het watersysteem hydraulisch verbonden is met de omgeving (stroomop en afwaarts) zal er tijdens deze onderzoeken rekening moeten worden gehouden met de omgeving. Gezien de vele raakvlakken willen wij dat de onderzoeken op een integrale/ multidisciplinaire manier wordt uitgevoerd. Deze integrale onderzoeken bevatten de volgende elementen:

- Voor Waterkwaliteit moeten onderzoeken naar het milieutechnisch functioneren van het watersysteem worden uitgevoerd;
- Voor Waterveiligheid moeten stresstesten klimaatadaptatie¹ worden uitgevoerd;
- Voor Waterkwantiteit moeten hydraulische onderzoeken worden uitgevoerd van het watersysteem.

Na het uitvoeren van deze integrale onderzoeken kan per locatie een langetermijnvisie en realistische maatregelen geformuleerd worden in het kader van (water)veiligheid, klimaatadaptatie en duurzaamheid. Toekomstige ontwikkelingen, bijvoorbeeld die benoemd zijn in het defensie vastgoedplan, worden ook in deze langetermijnvisie meegenomen.

Aanleiding

Op basis van onderzoek wil het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) vaststellen wat de huidige situatie is ten aanzien van het functioneren van diverse watersystemen. Vanuit deze huidige situatie kan het RVB

¹ Zoals beschreven op het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie

een duidelijke visie en strategie bepalen om defensiecomplexen waterveilig en klimaatbestendiger te maken. Het RVB ziet een drietal manieren waarop het watersysteem kan worden onderzocht:

- Waterkwantiteit – Het uitvoeren van hydraulische onderzoeken om knelpunten van het systeem functioneren voor de bedrijfsvoering van Defensiecomplexen inzichtelijk te maken en keuzes te maken met Defensie welke risico's aanvaardbaar zijn en welke niet.
- Waterkwaliteitsonderzoeken – Het onderzoeken of het systeem op een hygiënische en milieutechnische manier kan functioneren. Hierbij wordt de doorstroming, verversing, berging en afstroming van het systeem onderzocht.
- Waterveiligheidsonderzoeken – Het uitvoeren van stresstesten om knelpunten te identificeren waarmee invulling kan worden gegeven aan klimaatadaptatie (het tegengaan van warmte-, natte-, droogteperiodes en de stijging van de zeespiegel).

Context

Het RVB heeft onder andere als taak het beheren van de leidingwaternetwerken, afvalwatersystemen en de oppervlaktewatersystemen van Defensielocaties. Buiten de Defensielocaties ligt het beheer van deze netwerken en systemen respectievelijk bij drinkwaterbedrijven, gemeenten en waterschappen, waar deze beheerders normaliter veelal te maken krijgen met inwoners en bedrijven. Op Defensielocaties is de gebruiker van het vastgoed de belangrijkste stakeholder. Het RVB draagt zorg voor het onderhoud van dit vastgoed van Defensie.

1. Scope van de onderzoeken

Het RVB is opdrachtgever hierna te noemen "OG" en heeft drie separate vakgebieden die actief betrokken zijn bij het functioneren van de diverse watersystemen. Deze drie vakgebieden zijn:

- Leidingwaternetwerken;
- Afvalwatersystemen;
- Waterbouwsystemen.

Aangezien niet elk vakgebied op elk Defensiecomplex een belang heeft kunnen er onderzoeken vanuit één of meerdere van deze drie vakgebieden, in deelopdrachten, worden geïnitieerd. Derhalve wordt het type onderzoek en bijhorende uitgangspunten in dit document beschreven, welke in deelopdrachten in opdracht gegeven kunnen worden tijdens de contractperiode.

De deelopdrachten die volgen uit deze werkbeschrijving bevatten hoofdzakelijk werkzaamheden uit de volgende 3 stappen:

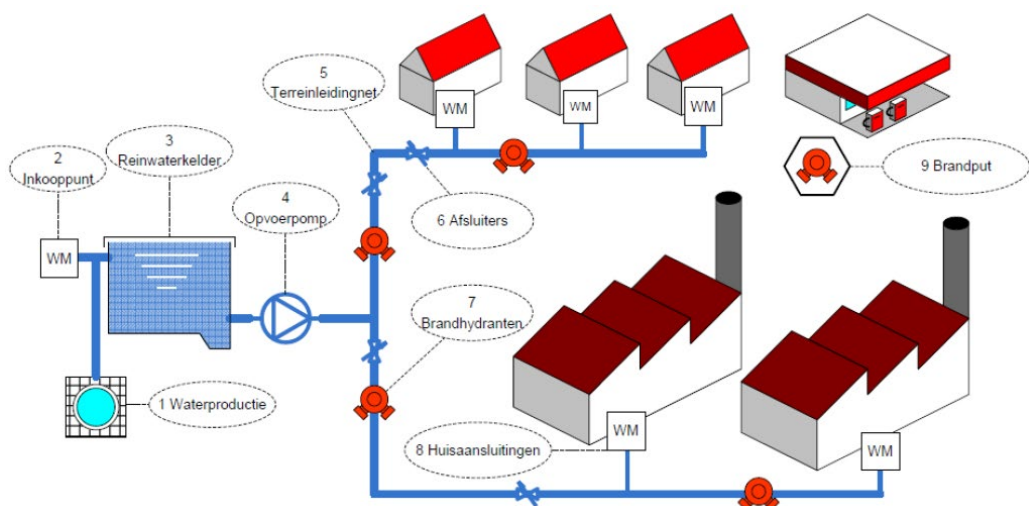
1. Inventariseren;
2. Modelleren;
3. Adviseren.

Per vakdiscipline is aangegeven (Paragraaf 2.3, 3.3 en 4.3) welke producten en diensten per stap kunnen worden uitgevraagd bij de opdrachtnemer hierna te noemen "ON".

Dit werkdocument beschrijft in de brede zin van het woord de scope van de uit te vragen inventarisaties, berekeningen, analyses en andere werkzaamheden. In een deelopdracht worden de details opgenomen voor een specifieke informatievraag, waaronder o.a. de keuze voor een type onderzoek en de afbakening waar de ON rekening mee dient te houden.

1.1. Onderzoeken Leidingwaternetwerk

In de meeste gevallen neemt Defensie leidingwater af van de drinkwaterbedrijven waarna het gedistribueerd wordt naar de verschillende tappunten op een defensiecomplex. Onderstaande afbeelding geeft de hoofdelementen weer die onderdeel vormen van de meeste Defensiecomplexen:



OG beheert
namens
Defensie
circa 800
kilometer
van deze

leidingwaternetwerken.

Deze netwerken moeten zorgen voor hygiënisch drinkwater, moeten zorgen voor betrouwbare bluswatervoorziening en het proceswater moet gegarandeerd zijn voor de verschillende bedrijfsprocessen van de defensieonderdelen. Dit betekent dat de inrichting en het beheer van de verschillende leidingwaternetwerken van essentieel belang zijn.

1.2. Onderzoeken Afvalwatersystemen

De afvoer van afvalwater bij Defensie verloopt via riolering. Er zijn verschillende afvalwaterstromen. De twee hoofdstromen die hydraulisch onderzocht worden zijn regenwater en afvalwater afkomstig van defensiebedrijfsvoering, in dit document vuilwater genoemd.

OG beheert namens Defensie circa 1700 kilometer riolering gelegen in Nederland.

Inzicht hebben in de afvoer van regenwater dat valt op de Defensieterrainen is gezien de klimaatverandering van essentieel belang om risico's, zoals wateroverlast, voor de bedrijfsvoering van Defensie in kaart te brengen.

Inzicht hebben in de afvoer van vuilwater dat geproduceerd wordt op Defensieterrainen en hiervan afgevoerd moet worden naar systemen van derden is van belang om de risico's voor de hygiëne en milieubelasting in kaart te brengen.

1.3. Onderzoeken Waterbouw

Het watersysteem in een bepaald gebied of kazerne heeft als functie het afvoeren van overtollig water vanuit regenbuien, drainage en rioleringsstelsel. Dit is vastgelegd in leggers net zoals bij waterschappen.

Vanuit het watersysteem op de kazerne zelf wordt het water afgevoerd naar het water buiten het terrein naar een secundaire of primaire watergang van het waterschap. De watergang van het waterschap kan ook op de kazerne liggen met beheer bij het waterschap of beheer bij OG.

Voor bepaling of de waterkwantiteit in het watersysteem goed is ontworpen dienen stresstesten en onderzoeken uitgevoerd te worden.

Een eenvoudige regenbui stresstest met een maatgevende bui kan doorgerekend worden met de zogenaamde bakjesmethode of oppervlakteafstroming waarbij geen rekening wordt gehouden met infiltratie in de bodem en beperkte waterberging in de watersystemen.

De meer verfijnde hydraulische berekeningen voor de waterafvoeren door de watergangen en het voorkomen van overlopen (inundatie van het terrein/gebied) zijn nodig om capaciteiten van de pompen/gemalen, diameters van de duikers en afmetingen van de watergangen te kunnen toetsen en bepalen.

Ook waterberging en het grondwaterbeheer hoort bij waterbouw en wordt gereguleerd met stuwen op het terrein en overstorthoogtes.

Alle gebieden zijn met verouderde klimaatuitgangspunten aangelegd. De omliggende waterschappen hebben gewijzigde wetgeving om enerzijds meer water in de bodem te bergen bij droogte en anderzijds meer water te kunnen afvoeren bij veel water. Dit zal ook in de gebieden van Defensie moeten worden onderzocht vanuit het klimaatadaptatie-principe

2. Onderzoeken Leidingwaternetwerk

Dit hoofdstuk beschrijft de beoogde onderzoeken die binnen dit werkdocument geïnitieerd kunnen worden door de OG in de vorm van deelopdrachten met betrekking tot een leidingwaternetwerk.

Leeswijzer

In paragraaf 2.1 wordt ingegaan op de mogelijke informatiebehoeften van de opdrachtgever. Paragraaf 2.2 beschrijft de basisgegevens en uitgangspunten waarmee ON de onderzoeken moet (kunnen) uitvoeren. Paragraaf 2.3 gaat in op de scope en werkzaamheden die onderdeel zijn van de overeenkomst.

2.1. Inleiding Leidingwaterinstallaties

OG beschikt niet over actuele hydraulische modellen van het leidingwatersysteem. Tevens is er geen software aanwezig om deze modellen in eigen beheer op te stellen. Een gevolg hiervan is dat er onvoldoende gedetailleerd inzicht is in het ondergrondse gedrag van het leidingwater (zowel op hygiënisch als op capaciteit vlak). OG wil hydraulische modellen op laten stellen door ON en bijbehorende analyses laten uitvoeren om dit inzicht te krijgen. In deze paragraaf worden de onderzoekstypen beschreven.

Het uitvoeren van hydraulische onderzoeken aan het leidingwaternetwerk is op verschillende manieren mogelijk. Om dit te structureren heeft OG uitgangspunten van een basisonderzoek gedefinieerd (incl. de benodigde basisgegevens). Indien dat basisonderzoek onvoldoende duidelijkheid geeft kunnen er verdiepingsonderzoeken worden uitgevoerd:

- Onderzoek ten behoeve van het aanvullen en aanpassen van basisgegevens (wordt verder beschreven in paragraaf 2.3.1);
- Basisonderzoek huidige situatie (wordt verder beschreven in paragraaf 2.3.2);
- Validatieonderzoek van basisonderzoek (wordt verder beschreven in paragraaf 2.3.3);
- Aanvullend onderzoek vanwege een specifiek project (wordt verder beschreven in paragraaf 2.3.4).

2.2. Basisgegevens en uitgangspunten van de onderzoeken

Om ervoor te kunnen zorgen dat de ON de onderzoeken kan uitvoeren zal OG verschillende gegevens beschikbaar stellen aan de ON. Dit hoofdstuk gaat in op deze gegevens per type onderzoek.

Het kan blijken dat niet alle gegevens die worden aangeleverd bruikbaar zijn voor het onderzoek. De ON kan in een deelopdracht gevraagd worden onderstaande basisgegevens aan te vullen:

- Geografische gegevens
- Leidingwaterverbruiksgegevens overnamepunt drinkwaterbedrijf
- Waterverbruiksgegevens per gebouw
- Capaciteit watermeters en reinwaterkelders
- Leidingdrukgegevens
- Bluseisen
- Maaiveldhoogtes

2.2.1. Geografische gegevens

OG beschikt over de geografische gegevens van het leidingwaternetwerk en deze zullen door OG aan de ON beschikbaar worden gesteld. Deze gegevens omvatten:

- Leidingtracés
- Locaties afsluiters
- Locaties hydranten
- Locatie(s) inkooppunt(en)
- Locatie(s) afnamepunt(en)
- Overige relevante locatiegegevens zoals gebouwnummers en geo-informatie

Leidingtracés

Van de leidingtracés wordt de geografische ligging door OG aan de ON aangegeven. Additioneel worden de diameters, materialen en jaar van aanleg doorgegeven. Met betrekking tot de diameters kunnen dit de binnendiameters alsmede de buitendiameters betreffen. Hierbij dient de ON als uitgangspunt te nemen dat voor PVC- en PE-buizen de buitendiameters worden weergegeven. Voor Koper, Gietijzer en Stalen leidingen worden de binnendiameters weergegeven. Voor het hydraulische onderzoek betekent dit dat ON de binnendiameters van PVC- en PE-buizen moet benaderen. In deze gevallen dient ON ervan uit te gaan dat PE-buizen van buisklasse SDR17 en drukklasse PN10 zijn, van PVC buizen geldt buisklasse SDR26 en drukklasse PN10. In overleg met de opdrachtgever kan hiervan worden afgeweken.

Format geografische gegevens

OG zal de benodigde geografische gegevens in GDB-bestanden (shapefiles) aanleveren. Hierbij is het mogelijk dat boven benoemde gegevens losse punten zijn binnen het gegevensbestand. Bijvoorbeeld dat een hydrant teken-technisch niet gekoppeld is aan het leidingnet of bij een T-stuk waarbij een leiding met een "overshoot" of "undershoot" is weergegeven, een doorlopende leiding waarbij de eindpunten niet op elkaar zijn getekend. Dit betekent dat de ON het gegevensbestand moet bewerken zodat het bruikbaar is binnen het modelleringsprogramma.

2.2.2. *Leidingwaterverbruiksgegevens overnamepunt drinkwaterbedrijf*

De meeste defensiecomplexen nemen water af van een drinkwaterbedrijf waarna het door een eigen terreinleidingwaternetwerk wordt gedistribueerd naar de verschillende gebouwen. De meeste defensiecomplexen beschikken over 1 overnamepunt van het leidingwaterbedrijf maar er zijn ook defensiecomplexen met meerdere overnamepunten. Daarnaast is het mogelijk dat een overnamepunt beschikt over een (bluswater)omloopleiding.

Voor het opstellen van een hydraulisch model zijn de leidingwater-innamegegevens (o.a. de min- en max-dag verbruiken) van belang. Uitgangspunt is dat de ON ervoor zorgt dat betrouwbare en representatieve innamegegevens van het desbetreffende complex voor het model wordt gebruikt. Het uitgangspunt van OG hierbij is dat deze meetgegevens over een periode van minimaal 3 weken zijn opgenomen met een interval waarmee betrouwbare min- en max-dag verbruiken kunnen worden vastgesteld. Voor het verkrijgen van deze gegevens zijn 2 scenario's:

1. Verschillende complexen beschikken over een (of meerdere) slimme watermeter, de gegevens die hiermee worden gegenereerd kunnen voldoende zijn voor het hydraulisch model. Indien dit het geval is zal OG deze innamegegevens aan de ON verstrekken.
2. De ON dient ervoor te zorgen dat de vereiste innamegegevens worden opgenomen. Indien de ON (in het kader van een aanvullende deelopdracht) voor de vereiste innamegegevens moet zorgen dan dient het volgende in acht te worden genomen:
 - Omwille van de hygiënische kwaliteit van het leidingwater dient ON ervan uit te gaan dat hij het leidingwaternet niet mag veranderen/ doorboren/ appendages mag toevoegen.
 - De manier van meten dient de ON ter goedkeuring voor te leggen aan OG. Pas na expliciete schriftelijke toestemming van OG is het toepassen van het middel mogelijk. Mogelijkheden waar OG positieve ervaring mee heeft is het toepassen van Clamp-on ultrasone watermeters.
 - De oplossing van de ON dient op eigen stroom te kunnen draaien.
 - Indien de ON op meerdere locaties de innamegegevens moet gaan meten dan dienen deze gelijktijdig te worden gemeten (niet sequentieel).
 - Indien de ON een waterleiding moet ontgraven dan dient het graafwerk in overeenstemming te gebeuren met de OG.

2.2.3. *WATERVERBRUIKSgegevens per gebouw*

De meeste gebouwen op een complex hebben geen watermeters, waterverbruik gegevens zijn dus niet beschikbaar. Hierbij wordt het opmeten van water verbruiken als inefficiënt beschouwd.

Derhalve dient ON uit te gaan van "standaard" water verbruiken per type gebouw en per grootte van een gebouw (BVO). OG hanteert de volgende gebouw typen:

- Detentiegebouw
- Installatiegebouw
- Kantoorgebouw
- Legeringsgebouw
- Magazijn/ Stalling
- MGD (Militair Geneeskundige Dienst)
- Restaurant
- Sanitair gebouw
- Sportgebouw
- Werkplaats
- Woning

Om ervoor te zorgen dat er goede rekenregels voor waterverbruik worden gehanteerd dient ON deze te baseren op SIMDEUM dat is ontwikkeld door KWR. SIMDEUM berekent het waterverbruik op basis van gegevens over de leidingwaterinstallatie en op basis van het gedrag van de aanwezige gebruikers. ON dient een plan van aanpak in te dienen om te komen tot goede verbruiksgegevens die gebruikt kunnen worden voor toekomstige onderzoeken. De OG zal eenmalig (middels een deelopdracht) aan ON vragen om bovengenoemde water verbruiken vast te stellen.

2.2.4. *Capaciteit watermeters en reinwaterkelders*

De capaciteit van de watermeter en/ of reinwaterkelder heeft een grote impact op hoofddoel 2 en 3 (zie paragraaf 2.1). Derhalve dient de ON relevante gegevens van deze watermeters en reinwaterkelders op te nemen in het hydraulisch model. Daarnaast dienen deze uitgangspunten in de rapportage duidelijk te worden vermeld (zoals ook in paragraaf 5.1 wordt aangegeven).

Pompgegevens - Om ervoor te zorgen dat het leidingnet op druk blijft beschikken verschillende complexen over hydrofoorinstallaties. ON dient ervoor te zorgen dat de relevante gegevens in het hydraulisch model gebruikt worden.

2.2.5. *Leidingdrukgegevens*

Inkooppunt:

Het drinkwaterbedrijf is wettelijk verplicht om minimaal 1,5 bar oftewel 150 kPa aan voordruk tot aan de watermeter te leveren, echter deze drukken liggen in veel situaties een stuk hoger. Om een goed hydraulisch model te creëren dient de ON ervoor te zorgen dat de juiste drukgegevens worden gebruikt.

Afleverpunten:

Voor het model dient ON ervan uit te gaan dat de voordruk die wordt geleverd naar de verschillende gebouwen op een complex minimaal 150Kpa moet zijn (conform de waterwerkbladen). De gewenste leveringsdruk op de hoofdleidingen is echter 250Kpa. Het model moet aantonen of het leidingwaternetwerk de minimale en gewenste leidingdrukken kunnen halen. Dit moet in het rapport worden gerapporteerd waarbij de drukken in het leidingwaternet middels een tekening zichtbaar moeten worden gemaakt.

2.2.6. *Bluseisen*

Vrijwel elk Complex beschikt over een gecombineerd leidingwaternetwerk (drinkwater als bluswater), dit betekent dat er op het leidingwaternetwerk veel brandhydranten zijn aangesloten. De opbrengst van de brandhydranten (m³/h) wordt bepaald door intern beleid of de eisen die de veiligheidsregio heeft gesteld (hetgeen vaak in de gebruiksvergunningen is gedefinieerd). Dit betekent dat de eisen met betrekking tot de opbrengst van de brandhydranten per hydrant kan verschillen. Over het algemeen zal de geëiste opbrengst 1x60m³/h, 2x45m³/h of 1x90m³/h zijn waarbij de resterende druk bij het leveren van bluswater minimaal 50kPa moet zijn.

Het hydraulisch onderzoek moet aantonen of het leidingwaternetwerk voldoende bluswater kan leveren. ON is verantwoordelijk voor de inventarisatie van de bluseis per brandhydrant. Daarnaast dient ON deze uitgangspunten duidelijk in het rapport te vermelden.

2.2.7. *Maaiveldhoogtes*

De maaiveldhoogtes (AHN) dienen aan het leidingnetmodel te worden toegevoegd. Hierbij dient te worden uitgegaan van de zgn. AHN3 format en als deze niet beschikbaar is de AHN2 format.

Daarnaast dient ervan te worden uitgegaan dat de leidingwaternetten 1 meter onder maaiveld zijn aangelegd.

2.3. **Werkzaamheden en Scope**

Deelopdrachten t.b.v. het leidingwatersysteem, volgend uit dit werkdocument, dienen zo nauwkeurig mogelijk antwoord te geven op de informatiebehoeften uit paragraaf 2.1. In deze paragraaf wordt beschreven welke type werkzaamheden (producten en diensten) binnen de scope van dit werkdocument vallen. Tevens wordt uiteengezet welke typen onderzoeken uitgevraagd kunnen worden.

De opdracht zal moeten worden uitgevoerd conform de volgende stappen:

1. Inventariseren - Tijdens deze fase moeten de relevante gegevens die benodigd zijn voor het onderzoek worden aangeleverd door OG. De verantwoordelijkheid voor het verzamelen van deze gegevens ligt in handen van de ON. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de in paragraaf 2.2 gestelde randvoorwaarden.
De ON dient de gegevens te inventariseren die benodigd zijn. Deze inventarisatie betreft slechts bureauwerkzaamheden en geen veld- of meetwerkzaamheden. Uit deze inventarisatie kan blijken dat er omissies in de data aanwezig zijn. Deze omissies dienen te worden gerapporteerd aan de OG.
2. Modelleren – Tijdens deze fase wordt het daadwerkelijke onderzoek uitgevoerd. De type onderzoeken die moeten worden uitgevoerd zijn beschreven in (onderstaande) paragrafen 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3 en 2.3.4.
3. Adviseren – Tijdens deze fase wordt door de ON de resultaten van de modelleringsfase uitgewerkt zodat deze voor de OG leesbaar, herkenbaar en reproduceerbaar is (alle relevante data wordt gedocumenteerd en opgeleverd zodat OG het onderzoek nogmaals, met dezelfde resultaten, kan uitvoeren). Hierbij moet nadrukkelijk rekening worden gehouden met de in Hoofdstuk 5 gegeven rapportagerichtlijnen.

2.3.1. *Onderzoek t.b.v. het aanvullen en aanpassen van basisgegevens*

Het kan blijken dat niet alle gegevens die worden aangeleverd bruikbaar zijn voor het onderzoek. De ON dient mogelijk onderstaande basisgegevens aan te vullen en aan te passen (conform de gegevens uit paragraaf 2.2):

- Geografische gegevens
- Leidingtracés
- Format geografische gegevens
- Innamegegevens
- Verbruiksgegevens
- Capaciteit watermeters en Reinwaterkelders
- Pompgegevens
- Leidingdrukgegevens
- Bluseisen
- Maaiveldhoogtes

2.3.2. *Basisonderzoek huidige situatie*

Hoofddoelen van het basisonderzoek is om te bepalen of het leidingnet kan voldoen aan:

- Het hygiënisch distribueren van leidingwater
- Het leveren van voldoende leidingwater
- Het leveren van voldoende bluswater

Het basisonderzoek betreft een deskstudie op basis van gegevens die worden aangeleverd door de OG. Er dient een model te worden gemaakt van de situatie waarbij reken technisch onderzoek wordt gedaan naar de hoofddoelen.

Er dient duidelijk in het model te worden gewerkt met de kwantitatieve gegevens (snelheid, druk en hoeveelheid) en kwalitatieve gegevens (verblijfstijd). De modelopbouw dient de ligging van de leidingen, afsluiters, brandkranen, inkooppunt(en), en appendages weer te geven.

2.3.3. *Validatieonderzoek van basisonderzoek*

Indien uit het basisonderzoek blijkt dat er tekortkomingen zijn in het model van het basisonderzoek dan kan het wenselijk zijn om een validatieonderzoek uit te voeren. De validatie gegevens worden gebruikt, dit om het hydraulisch model van het basisonderzoek te verbeteren.

2.3.4. *Aanvullend onderzoek vanwege specifiek project*

Indien een basisonderzoek is uitgevoerd en indien de OG plannen heeft voor aanpassing of uitbreiding van de bestaande situatie kan aanvullend onderzoek wenselijk zijn. De aanpassing of uitbreiding dient dan modelmatig te worden doorgerekend op mogelijkheden waarbij dient te worden aangegeven of er problemen gaan ontstaan in het huidige distributienet.

2.3.5. *Producten*

In onderstaande tabel staan de producten weergegeven welke gedurende de looptijd van de raamovereenkomst uitgevraagd kunnen worden.

Bepalen waterverbruiksgegevens per gebouwtype
Basisonderzoek: opstellen model ten behoeve van onderzoek naar
• Het hygiënisch distribueren van leidingwater
• Het leveren van voldoende leidingwater
• Het leveren van voldoende bluswater
Validatieonderzoek
Rapportage met resultaten van de modelleringsfase

3. Onderzoeken afvalwatersystemen

Dit hoofdstuk beschrijft de beoogde onderzoeken die in dit werkdocument geïnitieerd kunnen worden door de OG in de vorm van deelopdrachten met betrekking tot afvalwatersystemen. De indeling van dit hoofdstuk is gebaseerd op het stappenplan voor het modelleren hydraulisch functioneren in de Kennisbank van Stichting RIONED².

Dit werkdocument beschrijft in de brede zin van het woord de scope van de uit te vragen inventarisaties, berekeningen, analyses en andere werkzaamheden. In een deelopdracht worden de details opgenomen voor een specifieke informatievraag, waaronder o.a. de keuze voor een model en de afbakening waar de ON rekening mee dient te houden.

Leeswijzer

In paragraaf 3.1 wordt ingegaan op de mogelijke informatiebehoeften van OG. Paragraaf 3.2 beschrijft de beschikbare gegevens en te inventariseren informatie. Paragraaf 3.3 gaat in op de scope en werkzaamheden die onderdeel zijn van de overeenkomst.

3.1. Inleiding afvalwatersystemen & Informatiebehoefte

OG beschikt nauwelijks over actuele hydraulische modellen van het afvalwaterafvoersysteem. Daarnaast is er geen software aanwezig om deze modellen in eigen beheer op te stellen. Een gevolg hiervan is dat er onvoldoende gedetailleerd inzicht is in het gedrag van het systeem, zowel ondergronds in de riolering, als bovengronds op het maaiveld. OG wil door onderzoek en het laten maken van hydraulische modellen hierin inzicht verkrijgen. Tevens wordt van de ON verlangd dat hij begeleidt bij o.a. risicosessies en adviezen opstelt voor te nemen maatregelen. In deze paragraaf worden de mogelijke informatiebehoeften beschreven.

Bij het onderzoeken van de afvalwaterafvoersystemen kunnen de volgende onderzoeksdoelen ten grondslag liggen aan een deelopdracht:

- Inzicht in het systeemgedrag bij werkelijke gebeurtenissen;
- Inzicht in het hydraulisch functioneren van een stelsel in maatgevende neerslagsituaties;
- Inzicht in wateroverlast in extreme neerslagsituaties;
- Inzicht in het milieutechnisch functioneren van een stelsel.

3.1.1. *Inzicht in het systeemgedrag bij werkelijke gebeurtenissen.*

Om inzicht te verkrijgen van het systeemgedrag bij werkelijke gebeurtenissen, kan de OG de volgende informatiebehoeften verwerken in een deelopdracht:

1. Beoordeling of een rioolstelsel in een werkelijk opgetreden neerslagsituatie had mogen overstorten of dat deze neerslag water op straat tot gevolg had mogen hebben;
2. Het kunnen reproduceren van daadwerkelijk opgetreden gebeurtenissen voor een betrouwbaar hydraulisch model. Hiervoor moet de kwaliteit van het bestaande model getoetst worden aan en vergeleken worden met metingen en/of meldingen tijdens een bekende hydraulische belasting (gemeten neerslaggebeurtenis);
3. Modelkalibratie, hierbij moeten het model en de metingen beter op elkaar afgestemd worden door modelparameters aan te passen, om een zo groot mogelijke nauwkeurigheid van het model te verkrijgen.

In de bovengenoemde situaties dient het model de werkelijkheid zo nauwkeurig mogelijk te benaderen. Indien er nog geen model beschikbaar is voor het (deel)systeem, wordt het opstellen van een model tevens in de deelopdracht meegenomen. Indien een reeds bestaand model beschikbaar is, dient er getoetst te worden of er aanvullende meetgegevens benodigd zijn en of er een extra inventarisatie dient plaats te vinden.

² <https://www.riool.net/modelleren-hydraulisch-functioneren>

3.1.2. *Inzicht in het hydraulisch functioneren van een stelsel in maatgevende neerslagsituaties.*

Om inzicht te verkrijgen van het hydraulisch functioneren van het stelsel bij maatgevende neerslagsituaties kan de OG de volgende informatiebehoeften verwerken in een deelopdracht:

1. Beoordeling of het systeem voldoende is gedimensioneerd door het rioleringsmodel op traditionele wijze door te rekenen zonder (opstuwing in) het watersysteem aan de andere zijde van de overstorten mee te modelleren;
2. Beoordeling of het systeem voldoende is gedimensioneerd door het rioleringsmodel met oppervlaktewater mee te modelleren en op traditionele wijze door te rekenen als er wel sprake is van opstuwing bij de overstorten.

Bij het uitvragen van deze informatiebehoeften dient de ON aan de OG voor te leggen welke neerslaggebeurtenissen op dat moment maatgevend zijn. De OG bepaalt (mede op basis van dit advies) met welke gebeurtenis er gerekend dient te worden. Op het moment van het opstellen van dit werkdocument wordt er gebruik gemaakt van de composietbuizen met een statistische herhalingsstijd.

3.1.3. *Inzicht in wateroverlast in extreme neerslagsituaties.*

Om inzicht te verkrijgen in de locaties waar water op straat of wateroverlast optreedt, de hoogte van de waterstanden en de samenhangende schade in kaart te brengen als gevolg van extreme neerslagsituaties kan de OG de volgende informatiebehoeften verwerken in een deelopdracht. Dit wordt gedaan door knelpunten te lokaliseren met een rioleringsmodel met stroming over maaiveld of een maaiveldmodel op basis van:

- a. De standaardbuizen uit de Stresstest Klimaatbestendigheid;
- b. Historisch gemeten extreme buizen;
- c. Artificiële neerslaggebeurtenissen (modelbuizen) met een statistische herhalingsstijd.

Nieuwe inzichten kunnen gedurende de raamovereenkomst leiden tot andere toe te passen opties. Deze zullen dan i.o.m. OG en ON besproken worden en indien nodig worden toegevoegd aan deze lijst.

3.1.4. *Inzicht in het milieutechnisch functioneren van het stelsel.*

Om inzicht te verkrijgen in het milieutechnisch functioneren van een stelsel binnen een bepaalde periode of meerjarig gemiddelde kan de OG een deelopdracht opstellen om een langjarige emissieberekening en/of een piekemissieberekening uit te laten voeren met een vereenvoudigd rioleringsmodel of een volledig rioleringsmodel als er een hogere betrouwbaarheid benodigd is. Deze berekeningen omvatten in veel deelopdrachten het bepalen van de omvang van de emissies via overstorten, hemelwateruitlaten en zuiveringsinstallaties zoals olieafsciders. De emissiebepalingen zijn nodig om te onderzoeken of de emissie een potentieel waterkwaliteitsprobleem oplevert in het ontvangende oppervlaktewater.

3.2. **Basisgegevens en uitgangspunten afvalwatersystemen**

Om ervoor te kunnen zorgen dat de ON de onderzoeken kan uitvoeren zal de OG verschillende gegevens beschikbaar stellen aan de ON. Deze paragraaf gaat in op deze gegevens. Ook wordt er ingegaan op de vraag hoe ON dient om te gaan met afwezige of onjuiste gegevens gedurende de opdracht.

3.2.1. *Geografische gegevens*

De OG zal de geografische gegevens van de riolering beschikbaar stellen aan de ON bij het uitvragen van een deelopdracht. Deze gegevens omvatten:

- Ligging rioleringsobjecten volgens Rijksdriehoekstelsel;
- Overige relevante locatie gegevens zoals gebouwnummers en geo-informatie

Ligging rioleringsobjecten volgens Rijksdriehoekstelsel

Van de riolering wordt de geografische ligging van de rioleringsobjecten gegeven. In deze gegevens zijn voor een groot deel de diameters, materialen en jaar van aanleg bekend. Tevens zijn de strenglengtes bekend. Met betrekking tot de diameters kunnen dit de binnendiameters alsmede de buitendiameters betreffen, afhankelijk van de materiaalsoort.

Ligging verharde en onverharde oppervlakken

De liggingsgegevens van de bovengrondse verharde en onverharde oppervlakken met hun afmeting en materialen worden tevens aangeleverd per deelopdracht.

Format geografische gegevens

OG zal de benodigde geografische gegevens in GDB-bestanden (Shapefiles) aanleveren. In deze gegevensbestanden is het mogelijk dat boven benoemde gegevens losse punten zijn binnen het gegevensbestand. Bijvoorbeeld dat een inspectieput niet gekoppeld is aan een rioolstreng of bij een T-stuk waarbij een leiding met een "overshoot" of "undershoot" is weergegeven (een doorlopende leiding waarbij de eindpunten niet op elkaar zijn getekend). Tevens zijn de binnen-onderkant-buis hoogtes niet direct gekoppeld aan de put- en buiselementen. Dit betekent dat de ON het gegevensbestand in de meeste deelopdrachten moet bewerken zodat het bruikbaar is binnen het modelleringsprogramma.

3.2.2. Aard (typering), afmeting en plaats oppervlak

De aard of typing van het afvoerende oppervlak bepaalt voor een groot deel de effecten van afstroming, infiltratie, oppervlakteberging en afvoer vertraging. In de berekening moeten alle oppervlakken (verharde, niet-verharde, aangesloten maar ook niet-aangesloten oppervlak) worden meegenomen. Hierbij dient aangegeven te worden welk oppervlak op welk systeem is aangesloten. Tevens dient de hoogteligging en hydraulische ruwheid van het maaiveld geïntervieweerd en geregistreerd te worden. De in de berekening te gebruiken rekenwaarde voor de hydraulische ruwheid van het maaiveld is echter niet direct af te leiden uit te inventariseren kenmerken van het maaiveld, mede doordat de gebruikte stromingsvergelijkingen in veel gevallen worden gebruikt buiten hun geldigheidsdomein.

Eisen aan de inventarisatie

De gegevens zijn voldoende nauwkeurig voor het type berekening. Daarbij bestaan twee uitersten:

1. Bij gebruik van een vereenvoudigd rioolmodel met een passend eenvoudig inloopmodel, is het inventariseren van de omvang van het afvoerende verharde oppervlak voldoende;
2. Bij gebruik van een maaiveldmodel, om de afstroming over het maaiveld gedetailleerd door te rekenen, dient per gridcel de omvang, aard en hoogteligging van het aanwezige oppervlak geïntervieweerd te worden, en de wijze waarop aanwezige bebouwing afvoert naar de riolering (via een reguliere gebouwaansluiting) of naar het maaiveld (via regenpijpen die op het maaiveld lozen).

De inventarisatie door ON van alleen het afvoerende oppervlak moet zodanig nauwkeurig zijn dat de gegevens als basis gebruikt kunnen worden voor een maaiveldmodel.

Voor de inventarisatie geldt:

1. Inventariseer de afzonderlijke vlakken met typing van deze vlakken in een geografisch overzicht met de nauwkeurigheid van de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT);
2. De datum van de inventarisatie dient te worden vastgelegd;
3. Het resultaat moet in grafische vorm gepresenteerd kunnen worden;
4. Het resultaat is reproduceerbaar;
5. Voor verharde oppervlakken die niet op het riool zijn aangesloten, moet geregistreerd worden waar deze wel naar afvoeren, bijvoorbeeld naar een infiltratievoorziening.

Er kan door ON gebruik worden gemaakt van verschillende informatiebronnen om de omvang en het type oppervlak te bepalen.

1. GIS-gegevens van de OG;
2. Digitale ondergronden, zoals de Basisregistratie Grootsschalige Topografie (BGT) voor binnen en buiten het Defensieterrain;
3. Aanvullende veldverkenning van OG (afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid en actualiteit van het basismateriaal);
4. Hoogtekaart/Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) (als u een rekenmodel gebruikt met (af)stroming over het maaiveld);
5. Ingevlogen hoogtes van RVB;
6. Actuele luchtfoto's.

3.2.3. *Putten en vrijvervalleidingen*

De OG levert de gegevens aan van de putten en vrijvervalleidingen.

Hierbij gaat het om de ligging (x-, y- en z-coördinaten) en geometrie van de objecten (diameter en materiaal).

Voor een hydraulische berekening zijn de volgende gegevens nodig:

- Ligging en samenhang van de onderdelen van het rioolstelsel. Het rekenmodel kan overigens ook onderdelen bevatten die niet zijn gekoppeld aan de rest van het stedelijke watersysteem, zoals infiltratievoorzieningen;
- Geometrie van de stelselonderdelen;
- Aard en omvang van de aangesloten afvoerende oppervlakken;
- Maaiveldhoogte bij de knopen.

3.3. **Werkzaamheden en Scope**

Deelopdrachten t.b.v. het afvalwatersysteem, volgend uit dit werkdocument, dienen zo nauwkeurig mogelijk antwoord te geven op de informatiebehoeften uit paragraaf 3.1. In deze paragraaf wordt beschreven welke type werkzaamheden (producten en diensten) binnen de scope van dit werkdocument vallen. Tevens wordt uiteengezet voor welke type (stedelijke) watersystemen modellen uitgevraagd kunnen worden.

3.3.1. *Producten en diensten*

In deze paragraaf is een opsomming opgenomen van de producten en diensten die in een deelopdracht kunnen voorkomen voor afvalwatersystemen.

Afhankelijk van de informatiebehoefte voor een (deel)stelsel, zal de OG bepalen welke producten of diensten afgenomen worden in een deelopdracht.

1. Inventariseren

De ON dient per deelopdracht de gegevens te inventariseren die benodigd zijn, zie onderstaande opsomming. Deze inventarisatie betreft slechts bureauwerkzaamheden en geen veld- of meetwerkzaamheden. Uit deze inventarisatie kan blijken dat er omissies in de data aanwezig zijn. Deze omissies dienen te worden gerapporteerd aan de OG.

- a. Bepalen afvoerend verharde oppervlak maaiveld en daken;
Aard (typering), afmeting en plaats waar oppervlak van het aangesloten verhard oppervlak in het rioolstelsel loost en onverhard oppervlak dat naar het (stedelijke) watersysteem afstroomt;
- b. Controleren putten en vrijvervalleidingen;
- c. Controleren geografische gegevens;
- d. Hoogtegegevens van:
 - Maaiveld;
 - Dorpel / drempelhoogtes gebouwen;
 - Putdekselhoogtes;
 - Binnen-onderkant-buis hoogtes;
 - Putbodemoogtes;
 - Hoogtes van overstortdrempels;
 - Hoogtes van bijzondere constructies in het rioolstelsel die relevant zijn;
- e. Capaciteit gemalen, afscheidingsinstallaties en debietmeters;

- f. het inventariseren van de benodigde gegevens van:
 - Persleidingen;
 - Gemalen;
 - Overstorten;
 - Uitlaten;
 - Knijpconstructies;
 - Kleppen en afsluiters;
 - Randvoorzieningen;
 - RTC-sturingsregels;
 - Open watergangen en greppels;
- g. Bij hydraulische berekeningen vaststellen van de getalswaarden voor onder meer:
 - ruwheid van de buiswand;
 - lokale verliescoëfficiënten;
 - overlaatcoëfficiënten;
 - doorlaatcoëfficiënten.

2. Modelleren

- a. Voorafgaand aan het modelleren, dient de ON een 'Bijsluiter' met daarin een modelconcept en een schematisering van de te modelleren onderdelen op te stellen. Deze dienen minimaal mondeling te worden gepresenteerd aan de OG inclusief simulatieparameters en de te gebruiken software, incl. versie. Hiervan dient tevens een schriftelijk verslag te worden gemaakt.
- b. Opbouwen van een model;
 - Rioleringsmodel;
 - Vereenvoudigd rioleringsmodel;
 - Rioleringsmodel met stroming over wegen;
 - Rioleringsmodel met stroming over maaiveld;
 - Maaiveldmodel met rioleringsmodel;
 - Maaiveldmodel;
 - Model voor mechanische riolering;
 - Model voor individuele constructies.

Van elk model dient een logboek te worden bijgehouden met alle wijzigingen per modelversie. Het rekenmodel moet reproduceerbaar zijn op basis van dit logboek en het gebruik van dezelfde brongegevens;

- c. Toetsen kwaliteit model ³;
- d. Validatie van een model op basis van meetgegevens;
- e. Kalibratie van een model;
- f. Maken van hydraulische berekeningen bij verschillende (extreme) neerslagsituaties;
- g. Analyseren van modeluitkomsten;
- h. Bepalen van de interacties tussen leidingwatersysteem, riolering en oppervlaktewatersysteem.

3. Adviseren

- a. Opstellen conceptrapportage;
- b. Risicosessie met Defensie;
- c. Opstellen voorstel verbetermaatregelen;
- d. Overleg en contactmomenten;
- e. Opstellen eindrapportage.

3.3.2. *Verschillende typen stedelijke watersystemen modelleren*

De volgende verschillende typen (stedelijke) watersystemen kunnen uitgevraagd worden om te modelleren in een deelopdracht:

³ Conform controlestappen Stap VII Kwaliteit toetsen van Stichting RIONED

1. Vrijval riolering;
2. Bijzondere constructies;
3. Drukriolering en persleidingen;
4. Drainagesystemen;
5. Infiltratievoorzieningen;
6. Infiltrerende verharding;
7. Groene daken;
8. Maaiveld → 0D (standaard inloopmodel) of 2D stromingsmodel voor het maaiveld;
9. Openwatersystemen.

3.3.3. *Invloed van andere systemen*

Het hydraulisch functioneren van vrijvalrioolstelsels hangt samen met o.a. het functioneren van persleidingtransportstelsels, afstroming van verharde en onverharde oppervlakken, rioolwaterzuiveringsinstallaties, interactie met het grondwatersysteem en oppervlaktewatersysteem. Bij het opzetten en doorrekenen van een rioolmodel dient de ON rekening te houden met deze invloeden en dient per deelopdracht een afbakening te worden overeengekomen tussen ON en OG. De OG kan boundary conditions opleggen aan het rioolmodel of in de deelopdracht opnemen dat verschillende op elkaar inwerkende systemen gemodelleerd en gekoppeld dienen te worden. Dit moet in samenspraak tussen ON met OG bepaald worden per deelopdracht.

3.4. **Eisen deelopdrachten Afvalwatersystemen**

Onderstaande eisen zijn van toepassing op elke deelopdracht ten behoeve van afvalwatersystemen:

- Gewenst detailniveau:
 Voor in het riool optredende waterstanden van 10 cm nauwkeurig;
 Voor een berekening van overstortende volumes van 10%-30% nauwkeurig;
 Voor een berekening van waterstanden op maaiveld van 10 cm nauwkeurig.
- De aangeleverde data en modellen dienen eenvoudig en kosteloos overdraagbaar te zijn naar gangbare reken-/analyse-/visualisatiesoftwarepakketten zoals beschreven in de Kennisbank van Stichting RIONED;
- OG is/wordt eigenaar van alle data en modellen;
- OG heeft het recht om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de aangeleverde data die gegenereerd zijn op basis van het model. Bij twijfel aan de kwaliteit zal OG dit aangeven en wordt gezamenlijk bepaald hoe de kwaliteit, desnoods door een onafhankelijke partij betaald door de OG, wordt aangetoond. ON dient hieraan volledig mee te werken.

4. Onderzoeken Waterbouwsystemen

Leeswijzer

In de paragraaf 4.1 wordt ingegaan op het areaal en waterbouwsysteem van OG en de behoeftestelling.

Paragraaf 4.2 beschrijft de beschikbare gegevens en door de ON te inventariseren informatie.

Paragraaf 4.3 gaat in op de informatiebehoefte en scope van de werkzaamheden die onderdeel zijn van de overeenkomst.

4.1. Inleiding Waterbouwsystemen

4.1.1. *Het areaal van de waterbouwsystemen bestaat uit de volgende onderdelen:*

- Watergangen met elk hun legger en afmetingen en vervang;
- Duikers of duikerbruggen en verbindingen tussen watergangen met diepteligging en afmetingen;
- Type oevers en ruwheid: oeverbeschermingen of groene oevers
- Stuwen voor waterpeilinstellingen of voor grondwaterstanden;
- Overstorten;
- Inlaten van drainage en rioleringen;
- Gemalen met pompen in de gemalen.

Het groenbeheer is ook van belang maar wordt in andere contracten onderhouden.

Het beheersysteem van OG heeft al het areaal of assets in beeld of is dit in beeld aan het brengen. Hiervoor zijn Autocad-plattegronden beschikbaar met het areaal erin verwerkt. De ON dient altijd te controleren of het klopt. Een inspectieportaal is in de maak waar alles in komt te staan.

4.1.2. *Doel en informatiebehoefte*

OG beschikt nauwelijks over actuele hydraulische modellen van het watersysteem om te bepalen of er voldoende afvoer mogelijk is en er kan geen goede stresstest voor heftige regenbuien uitgevoerd worden.

Daarnaast is er geen software aanwezig om deze modellen in eigen beheer op te stellen. Een gevolg hiervan is dat er onvoldoende gedetailleerd inzicht is in het gedrag van het systeem, de watergangen, de stuwten en gemalen die het water afvoeren van het terrein. OG wil door onderzoek en het laten maken van hydraulische modellen hierin inzicht verkrijgen. Tevens wordt van de ON verlangd dat hij begeleidt bij o.a. risicosessies en adviezen opstelt voor de te nemen maatregelen.

Metingen in het veld en ijking van het model kan onderdeel zijn van de uitvraag.

De wens of doelstelling is een zelfregulerend systeem met voldoende waterberging maar ook vooral het begrip hoe het systeem werkt.

4.2. Basisgegevens en uitgangspunten Waterbouwsystemen

Basisgegevens/beschikbare gegevens

De volgende basisgegevens zijn bij OG aanwezig voor de watergangenstelsels:

- 1) Plattegronden in Autocad van de watergangen van alle kazernes met afmetingen, duikers met afmetingen, en gemalen en stuwen
- 2) Bij enkele kazernes zijn er dwarsprofielen ingemeten van de watergangen;
- 3) Bij enkele kazernes zijn er waterbodemonderzoeken aanwezig;

- 4) Gegevens over de pompen in de gemalen;
- 5) Hoogteliggingen van het maaiveld via AHN gegevens (of via PDOK);
- 6) Grondwaterstanden beperkt aanwezig;

Daarnaast is er openbare informatie van uit de WUR voor enkele locaties beschikbaar:

- 7) Bodemgegevens

Voor de meeste defensiekazernes mist er een hydraulisch model voor het watersysteem met de sloten/watergangen en gemalen.

Soms mist er ook nog een goede legger voor de watergangen of missen er gegevens. Dan dienen er in het veld buiten nadere metingen uitgevoerd te worden om de gegevens te bepalen benodigd voor het maken van de LEGGER-watergangen.

Voor de volgende kazernes is er wel al een hydraulisch model:

- 1) Vliegbasis Woensdrecht (49G01); (RoyalhaskoningDHV 2015)
- 2) Vliegbasis Eindhoven.

Uitgangspunten

- 1) Het hydraulisch model is één model samen met het rioleringsstelsel en drainages die uitkomen op de watergangen;
- 2) Het model dient altijd getoetst te worden met meetgegevens in het veld of waarnemingen zodat gekalibreerd kan worden.
- 3) Er mag nergens in dien mate water op straat of maaiveld komen dat de kazerne zijn functies niet meer kan uitoefenen of dat de overlast te hoog wordt. Als eerste criteria nemen dat er nergens water op straat kan en mag voorkomen in de toekomstige situatie na uitgevoerde maatregelen.

Nog te inventariseren gegevens:

- 4) Lokaal kan het nodig zijn om de drempelhoogtes van de stuwen in te meten;
- 5) Als de capaciteit van de pompen in het gemaal niet bekend zijn dienen die opgevraagd te worden;
- 6) Als er geen profielen van de watergangen aanwezig zijn dienen die opgemeten te worden of ingeschat te worden (dwarsprofiel); dit bepaalt ook het doorstroomprofiel.
- 7) Indien er geen tekeningen zijn van inlaten of overlopen dienen die ingemeten te worden.
- 8) De ruwheid van elke streng watergang/sloot dient ingeschat te worden met de werkelijke situatie buiten.
- 9) Grondwaterstanden en waterstanden dienen opgevraagd te worden of ingemeten te worden of met een model berekend te worden.

4.3. Werkzaamheden en scope

4.3.1. Bodemgesteldheid en doorstroomprofiel

Lokaal dient per gebied een analyse gemaakt te worden van de bodemgesteldheid, het gebruik van het terrein en het benodigde doorstroomprofiel per watergang.

Zie scope voor model paragraaf 4.3.2.

Doorstroomprofiel per watergang

Vanuit het gemaakte hydraulisch model en de verschillende regenbuiscenario's kunnen er knelpunten als resultaat naar voren komen waarbij het doorstroomprofiel per watergang of per duiker onvoldoende blijkt. In dat geval dient er een voorstel met berekening gemaakt te worden welk doorstroomprofiel er benodigd is voor de maatgevende regenbuien.

Andere voorstellen voor het wel goed functioneren van het watersysteem moeten volgen uit een analyse van het hydraulisch profiel met criteria voor acceptabele water op straat situaties en niet acceptabele water op straat situaties.

Alle risico's van water op straat/maaiveld dienen besproken te worden met de OG.

Bodemgesteldheid

Lokaal kunnen er verschillen zitten in het grondwater. De bodemgesteldheid en de grondwaterstand in de omgeving bepaalt of er kwelwater aanwezig is of schijngrondwaterstanden. Gedegen onderzoek is benodigd om de modellen goed te krijgen. Veel boringen uit het DINO-loket zijn voorhanden.

Ook dient er rekening gehouden te worden met eventuele grondwateronttrekkingen.

Zoveel mogelijk aanwezige historische data zullen meegegeven worden.

Ook de verharde oppervlakken en niet verharde oppervlakken zijn bekend.

Onderzocht moet worden waar berging van water mogelijk (wadi's, vijvers, watergangen en in bodem) en wenselijk is of juist niet wenselijk in verband met aantrekkingskracht op vogels wat niet wenselijk is bij vliegvelden.

4.3.2. *Scope werkzaamheden vervolg: Producten en diensten*

De scope van de werkzaamheden en benodigde onderzoeken beperkt zich tot de bij OG in beheer zijnde watersystemen.

De volgende producten en diensten kunnen voortvloeien uit de af te sluiten deelopdrachten

De ON dient per deelopdracht de gegevens te inventariseren die benodigd zijn, zie onderstaande opsomming. Deze inventarisatie betreft slechts bureauwerkzaamheden en geen veld- of meetwerkzaamheden. Uit deze inventarisatie kan blijken dat er omissies in de data aanwezig zijn. Deze omissies dienen te worden gerapporteerd aan de OG

Inventarisatie (zie paragraaf 4.2):

1. Drempelhoogtes van de stuwen inmeten;
2. Capaciteit pompen in de gemalen nagaan/bepalen;
3. Doorstroomprofielen van de watergangen inmeten of bepalen als LEGGER/KEUR.
4. Inlaten of overlopen inmeten als die niet bekend zijn. Het betreft voornamelijk drainage en rioleringen;

Modelleren:

5. De ruwheid van elke streng watergang/sloot inschatten met de werkelijke situatie buiten.
6. Grondwaterstanden en waterstanden dienen opgevraagd te worden of ingemeten te worden of met een model berekend te worden
7. Maken van een computer Hydraulisch model en aanleveren van dit model inclusief de bronbestanden; 2D of 3D in SOBEK of gelijkwaardig; Met de hydraulische modellen dient aangetoond te worden dat de voorgestelde maatregelen effect hebben en de maatgevende buien kan doortaan.
8. Het verfijnen van de Autocad-basisplattegronden van de watergangen zodat er een goede LEGGER watergangen/oppervlaktewateren ontstaat;
9. Maken van een gevoeligheidsanalyse met het model met verschillende scenario's van buien en waterbergingen om vertraging van afstroming te bewerkstelligen;
 - In een gevoeligheidsanalyse dient met een hydraulisch model het volgende onderzocht te worden:
 - Maken neerslag-afvoermodel en kalibratie in het veld buiten;
 - Gedetailleerd schematiseren van het rioolstelsel en watergangenstelsel in een model;
 - Het simuleren van kruinbewegingen van stuwen;
 - Het gedetailleerd schematiseren van peilgrenzen;
 - Het kiezen van de juiste stromingsvergelijkingen voor ondiepwater en/of
 - De diffusive wave-approximation
10. Maken van inundatiekaarten vanuit het gemaakte computermodel

11. Maken van een waterbalans waarin naar voren komt hoeveel waterbergend vermogen er in het watersysteem aanwezig is en hoe dit in de tijd gedurende een maatgevende regenbui verandert.

Analyseren:

1. Risicosessie met het OG en voorstellen doen van maatregelen ten behoeve van aanpassing van het watersysteem indien dit noodzakelijk is om onacceptabele inundatie te voorkomen; De voorstellen dienen vergezeld te gaan van een kosteninschatting, kaartjes waar de maatregelen getroffen dienen te worden en schetsen van details.
2. Kostenoverzicht geven van voorgestelde maatregelen uitgesplitst per maatregel en kazerne;
3. Presentatie en verduidelijking van de inundaties, knelpunten en de voorgestelde maatregelen;
4. Aangeven waar de belangrijkste beheer mogelijkheden (dynamisch peilbeheer; baggercyclus aanpassen of frequenter groenbeheer) zitten om de klimaatverandering met grotere en heftige regenbuien in de toekomst aan te kunnen en geen water op straat/maaiveld te hebben.
Waterbergend vermogen: Om piekbelastingen van buien aan te kunnen dient er een gedegen waterstelsel te zijn dat tevens flexibel in te regelen en te monitoren is.
Grondwaterstandmeters en in te regelen stuwen kunnen hierbij helpen.
5. Maken schetsen van maatregelen met afmetingen op S&O niveau (structuur- en ontwikkelingsplanniveau)

Daarnaast zal ook input van de geomorfologie nodig zijn. Zie WUR-gegevens of openbare bronnen zoals BRO en BIS.

5. Rapportagevorm

Dit hoofdstuk beschrijft de opbouw van de rapportage en de eisen die daaraan worden gesteld.

5.1. Opbouw van het rapport

- Titelpagina – Het rapport begint altijd met een titelpagina waarop de titel staat, eventuele ondertitel, auteur, datum rapport etc.
- Samenvatting – Hierin wordt het onderzoek samengevat. Hier moeten de conclusies en resultaten in voor komen. De samenvatting moet onafhankelijk te lezen zijn en is bedoeld om een globaal overzicht te bieden.
- Inleiding – De aanleiding, het doel van het onderzoek, de doelgroep, context, vraagstelling en opbouw wordt hier aangegeven.
- Literatuurverkenning – Geeft een weergave van de stand van zaken in de literatuur over het onderwerp. Eventuele witte vlekken worden hier aangegeven en hoe daarmee is omgegaan.
- Probleemstelling en begrippenlijst – De probleemstelling wordt hier aangegeven en de hieruit volgende vraagstelling. Verder moet de definiëring van begrippen worden aangegeven.
- Opzet en uitvoering van het onderzoek – Een beschrijving van hoe het onderzoek is opgezet en hoe de uitvoering in z'n werk is gegaan. Eventueel kunnen onderdelen van dit hoofdstuk naar de bijlagen worden verplaatst.
- Modelkeuze – In de rapportage dient de ON de Systeem informatie en de modelkeuze te beschrijven.
- Rekenresultaten – Rekenresultaten van de verschillende onderzoeken worden hier weergegeven. Hier volgen nog geen interpretatie wel getalsmatige conclusies.
- Kwaliteitstoetsing – In de rapportage dient te worden beschreven hoe de gepresenteerde rekenresultaten zijn gecontroleerd.
- Conclusie en discussie – Hier worden de resultaten in verband gebracht met de vraagstelling en worden de conclusies en verbanden gelegd.
- Evaluatie – Hier wordt het onderzoek geëvalueerd op product- en procesniveau. Er wordt dus gekeken naar de sterke en zwakke punten van het onderzoek, de leerervaringen en eventuele zaken die verkeerd zijn gegaan en in de toekomst anders zouden moeten. Verder wordt een onderzoeklogboek bijgevoegd waarin de dagelijkse besluiten en gebeurtenissen staan.
- Aanbevelingen – Hier dienen eventuele aanbevelingen worden gedaan op basis van de conclusies en resultaten.
- Mochten er tijdens het onderzoek nieuwe vragen naar voren zijn gekomen of nog onbeantwoorde vragen overgebleven zijn dan kunnen hier suggesties worden aangegeven. Deze kunnen dan eventueel in een nieuw onderzoek meegenomen worden.

Literatuur

Er dient een literatuurlijst te worden opgenomen in de rapportage van de geraadpleegde bronnen.

Bijlagen

Stukken die niet in de rapportage passen, dienen in de bijlagen te worden geplaatst. Bijvoorbeeld vragenlijsten, observatieschema's, codeerschema's, brieven aan respondenten, etc.

5.2. Aanleveren rapportages

Alle rapportages inclusief de bijlagen dienen digitaal in PDF-format te worden aangeleverd bij de OG. De OG kan de ON verzoeken om bestanden in Office-formaten (.docx / .xlsx / etc) aan te leveren indien gewenst.

Zowel bij de concept- als de definitieve rapportage dienen de digitale modellen te worden aangeleverd.

5.3. Beoordeling rapportages

Er dient bij elke deelopdracht een conceptrapportage en een eindrapportage opgesteld te worden. De conceptrapportage dient een compleet rapport te zijn, waarin alle facetten van de deelopdracht zijn uitgewerkt. De OG beoordeelt de conceptrapportage en geeft een reactie op de rapportage.

De ON verwerkt de reactie van de OG op de conceptrapportage in de eindrapportage.

5.4. Rapportage bij meerdere uitvragen

Indien er meerdere deelopdrachten zijn, zal worden aangegeven of er per deelopdracht een eindrapportage moet worden gemaakt of een totaal rapportage met alle deelopdrachten.

5.5. Specifieke eisen rapportage leidingwaternetwerk

Het onderzoek dient in een reproduceerbare rapportage vorm te worden gemaakt. Dit betekent dat de output van het onderzoek (de digitale bestanden) worden overdragen aan OG. Waarbij OG deze gegevens moet kunnen gebruiken om vervolgonderzoeken te kunnen uitvoeren (zonder gebonden te zijn aan de huidige ON).

De OG wordt daarbij eigenaar van alle gededuceerde stukken de modellen en alle bijbehorende informatie en gegevens inclusief alle bijbehorende rechten.

5.5.1. Conclusies Leidingwaterinstallaties

Onderstaande punten dienen in elk rapport te worden behandeld:

- Deelconclusie m.b.t. inkoopstation
- Deelconclusie m.b.t. bedrijfszekerheid leidingwaternetwerk
- Deelconclusie m.b.t. Bluswater
- Deelconclusie m.b.t. levering van hygiënisch drinkwater
- Deelconclusie m.b.t. reinwaterkelder en hydrofoorinstallatie
- Conclusie m.b.t. hygiënisch leidingwaternetwerk
- Deelconclusie m.b.t. Waterkwaliteit
- Deelconclusie m.b.t. Waterveiligheid
- Deelconclusie m.b.t. Waterkwantiteit
- Deelconclusies m.b.t. het beheren van het leidingwaternetwerk
- Eindconclusie

5.5.2. Aanbevelingen/ vervolgacties Leidingwaterinstallaties

- Aanbevelingen die volgen uit de conclusies
- Directiebegroting van de waargenomen omissies en te nemen acties door OG

5.5.3. In ontvangst nemen hydraulische gegevens (uitwisselbaar format)**5.6. Specifieke eisen rapportage Afvalwatersystemen**

Het onderzoek dient in een rapportagevorm te worden gepresenteerd aan de OG. Tevens dient de output van het onderzoek (de digitale bestanden) te worden overdragen aan de OG. OG dient deze gegevens te kunnen gebruiken om vervolgonderzoeken te kunnen uitvoeren (zonder gebonden te zijn aan de huidige ON).

5.6.1. Conclusies afvalwatersystemen

Onderstaande punten dienen in elke rapportage van een deelopdracht te worden opgenomen:

- Conclusie m.b.t. Waterkwaliteit
 - Deelconclusie m.b.t. overstortingen;
 - Deelconclusie m.b.t. functioneren zuiveringstechnische voorzieningen;
- Conclusie m.b.t. Waterveiligheid
 - Deelconclusie m.b.t. elektrische (pomp)installaties;
- Conclusie m.b.t. Waterkwantiteit
 - Deelconclusie m.b.t. water-op-straat;

- Deelconclusie m.b.t. wateroverlast;
- Deelconclusies m.b.t. het beheer van het afvalwatersysteem;
- Deelconclusie m.b.t. bedrijfszekerheid afvalwatersysteem;
- Eindconclusie

5.6.2. *Aanbevelingen/ vervolgacties afvalwatersystemen*

- Aanbevelingen die volgen uit de conclusies;
- In ontvangst nemen hydraulische gegevens (uitwisselbaar format);
- Directiebegroting van de waargenomen omissies op hoofdlijnen.

5.7. Specifieke eisen rapportage Waterbouwsystemen

5.7.1. *Conclusies Waterbouwsystemen*

- Omschreven dient te worden wat de deelconclusies zijn horende bij het watersysteem watergangen, duikers, stuwen en gemalen (Waterbouw)
- Deelconclusie met betrekking tot Waterkwaliteit dient omschreven te worden: is bijvoorbeeld meer doorstroming gewenst of meer groene oevers? Of moet er meer gestuurd worden op de kwaliteit van het water bij instroming?
- Deelconclusie mbt Waterveiligheid/inundatie dient omschreven te worden (stresstesten regenwater en overstromingskansen)
- Deelconclusie mbt Waterkwantiteit (waar kan men water bergen en ontstaat er wel of geen inundatie (water op straat) dient omschreven te worden
- Eindconclusie

5.7.2. *Aanbevelingen/ vervolgacties Waterbouwsystemen*

- Aanbevelingen die volgen uit de conclusies dienen omschreven te worden in ontvangst nemen hydraulische gegevens (uitwisselbaar format): Er dient een sessie te komen om de hydraulische gegevens en het model goed over te dragen aan OG.
- Programmeren acties (incl. begroting op hoofdlijnen): er dient een meerjarenplanning met de begrootte (euro's) maatregelen voor de waterveiligheid/waterkwantiteit of waterkwaliteit ingediend te worden.
- Afstemming met het groenonderhoud.
- Verder wens om een plan-do-check-act principe in te bouwen.