



KWR 2015.065 | Juni 2015

Informatievoorziening assetmanagement riolering en waterleidingen

TKI Soil: Dynamics & Mechanics, eindrapport

Informatievoorziening assetmanagement riolering en waterleidingen

TKI Soil: Dynamics & Mechanics, eindrapport

KWR 2015.065 | Juni 2015

Opdrachtnummer

400523

Projectmanager

Ton van Leerdam

Opdrachtgever

TKI

Kwaliteitsborger(s)

Peter van Thienen

Auteur(s)

Ralph Beuken, Sjaak van Popering, Joost Louter, Jasper
Tolsma



Jaar van publicatie
2015

Meer informatie

Ir Ralph Beuken
T 030-6069758
E ralph.beuken@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR 2015.065 | Juni 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd,
opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand,
of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën,
opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande
schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Vraagstelling vanuit Waternet	3
1.2	Achtergrond TKI	4
1.3	Doel en scope van het project	4
1.4	Aanpak en leeswijzer bij dit rapport	5
2	Beschrijving van de uitgevoerde activiteiten	6
2.1	Vastgestelde projectactiviteiten in projectplan	6
2.2	Waternet en informatie als vierde productiefactor	8
3	Informatiebehoefte	9
3.1	Informatiebehoefte zoals aangegeven door technische afdelingen	9
3.2	Beschrijving van de informatiebehoefte ondergrondse assets	15
3.3	Eisen, wensen en randvoorwaarden van Waternet	16
4	Beschrijving prototype Cormorant	19
4.1	Opzet: risicoanalyse	19
4.2	Vaststelling ongewenste gebeurtenissen	20
4.3	Kwantificeren van ongewenste gebeurtenissen	21
4.4	Schade aan houten palen, door het verlagen van de grondwaterstand door instroming in een riool	21
4.5	Schade aan omgevingsobjecten door een breuk in een persriool	23
4.6	Schade aan de omgeving door instorting van een vrijvervalriool	25
4.7	Schade aan de omgeving door een breuk in een waterleiding	26
5	Bespreking van resultaten	29
6	Leerpunten en aanbevelingen voor vervolg	30
6.1	Leerpunten	30
6.2	Aanbevelingen	30
7	Referenties	33

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling vanuit Waternet

Waternet beheert de waterkringloop in opdracht van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en de gemeente Amsterdam en een aantal omliggende gemeenten. Voor het uitvoeren van bovengenoemde taak is een groot aantal bedrijfsmiddelen (assets) benodigd. Het goed laten (blijven) functioneren van deze assets vergt omvangrijke uitgaven in de vorm van investeringen en operationele kosten. Daarnaast vervullen deze assets een belangrijke maatschappelijke rol en kan falen tot grote maatschappelijke problemen leiden. Gegeven deze hoge kosten en de maatschappelijke rol van deze assets is voor Waternet een verantwoord en goed onderbouwd beheer (assetmanagement) van groot belang.

Voor een doelmatig investeringsbeleid is het van belang te weten welke assets op welk tijdstip vervangen dienen te worden. Daarnaast vergt ook het onderhoud van met name het rioolstelsel een aanzienlijke operationele inspanning, waarin verbeteringen en besparingen mogelijk zijn. Bij beslissingen over vervangen en beheer speelt het gedrag van de bodem een belangrijke rol. In gebieden met zettingsverschillen kunnen door spanningen leidingen en riolen eerder bezwijken. Verzakking heeft een negatief effect op het hydraulisch vermogen van rioleringen. Agressieve bodemeigenschappen kunnen leiden tot versnelde veroudering. Daarnaast speelt ook de ruimtelijke component een grote rol bij het nemen van vervangingsbeslissingen. Vervangingen worden in samenhang genomen met andere ingrepen in de onder- en bovengrond, zoals het vervangen van gasleidingen en het vernieuwen van wegen en woonwijken. Daarnaast speelt ook de gewenste inrichting van ondergrondse infrastructuur een rol. Voor waterleidingen geldt dat gestreefd wordt naar een zelfreinigend net, hetgeen een evolutie van vermaasde naar vertakte netten impliceert. Voor riolering geldt de herinrichting ten behoeve van het langer vasthouden en afvoeren van grotere hoeveelheden regenwater onder veranderende klimatologische omstandigheden.

Nieuwe technologieën op het gebied van sensortechnologie, ICT en datamanagement reiken nieuwe oplossingen aan voor verbeterd beheer. Waternet staat voor de vraag hoe deze nieuwe technologieën te benutten op een efficiënte en effectieve wijze, passend bij de huidige ontwikkelingen die zich voordoen in de organisatie. Hierbij spelen geografische informatiesystemen (GIS) een belangrijke verbindende rol. Door kennis over ondergrondse infrastructuur te verbinden met geografische informatie over de bodem, eigenschappen van assets en de omgeving, is kennis te ontsluiten waarmee beslissingen over het managen (vervangen en beheren) van deze assets ondersteund kunnen worden.

Waternet is een organisatie die door fusies tot stand is gekomen. Zij streeft naar verdere integratie van de werkzaamheden die samenhangen rondom het beheer van de systemen drinkwater, afvalwater en oppervlaktewater. Met name de samenwerking tussen het beheer van het drinkwater- en dat van het rioleringsstelsel is op dit moment actueel. Dit speelt op twee fronten:

- Analyses van assets: Hierbij spelen aspecten in en op de bodem een grote rol. Onder 'in de bodem' wordt verstaan bodemeigenschappen als zettingen, agressiviteit, grondwater en verontreinigingen die van invloed zijn op functieverlies van leidingen en riolen en bijbehorende effecten van falen. Onder 'op de bodem' wordt verstaan factoren als ruimtelijke ordening, verkeersstromen, locaties van risicovolle objecten, etc.

- Besluitvorming over assets: Waternet voert het beheer uit in een complexe stedelijke omgeving. Door binnen de organisatie de prioritering van het vervangen van riolering en drinkwaterleidingen op elkaar af te stemmen kan effectiever worden ingespeeld op de ruimtelijke vraagstukken en is betere afstemming met andere organisaties mogelijk.

Waternet heeft een verzoek ingediend voor een TKI-project om na te gaan of het mogelijk is een GIS-platform te ontwikkelen dat perspectief biedt op verbeterd beheer van ondergrondse assets (riolen en drinkwaterleidingen) door het combineren van interne en externe databronnen. In eerste instantie was de vraagstelling van Waternet gericht op het combineren van gegevens over de ondergrond. Bij de uitwerking is besloten ook de bovengrondse aspecten te beschouwen.

1.2 Achtergrond TKI

Water vormt één van de economische topgebieden die door het ministerie van Economische Zaken zijn aangewezen. Om innovaties te stimuleren en economische waarde te creëren uit ontwikkelde kennis, is eind 2012 de TKI-regeling (Topconsortia Kennis en Innovatie) van kracht geworden. Private ondernemingen en onderzoeksorganisaties spelen een centrale rol in de samenwerkingsprojecten. Eén van de doelstellingen van het TKI Watertechnologie is het stimuleren van samenwerking in de waterketen om zo een hogere efficiëntie van de ingezette middelen te bewerkstelligen. Gestuurd wordt op privaat-publieke samenwerking in de 'gouden driehoek', bedrijfsleven – wetenschap – overheid.

Ondernemingen die willen investeren in onderzoek en innovatie en die zich hierin willen laten steunen via de TKI-regeling, benaderen één van hiervoor aangewezen onderzoeksorganisaties. KWR Watercycle Research Institute is één van deze aangewezen onderzoeksorganisaties en primair gericht op eindgebruikers uit de publieke sector. Elke instelling of organisatie heeft in dit kader een eigen systeem ontwikkeld om met ondernemingen tot passende samenwerkingsprojecten en innovatieactiviteiten te komen. In alle gevallen zijn de projecten vraaggestuurd. De onderzoeksorganisaties zijn primair verantwoordelijk voor het maken van de projectplannen, vanzelfsprekend in samenspraak met de betrokken ondernemingen en andere projectpartners. Een breed samengestelde Programmaraad ziet erop toe dat de projectplannen tussen de verschillende kennisinstellingen en onderzoeksorganisaties goed zijn afgestemd, dat dublures worden voorkomen en dat alle relevante terreinen voldoende aan bod komen.

1.3 Doel en scope van het project

Het TKI-project Soil Mechanics and Dynamics heeft als doel een prototype van een GIS-Platform op te zetten, waarin data over de bodem kan worden gecombineerd en geanalyseerd ten einde het managen van ondergrondse infrastructuur voor drink- en afvalwater (leidingen, vrijvervalriolen en persriolen) te verbeteren.

Voor de in dit rapport beschreven stelsels worden de volgende objecten en systeemgrenzen gehanteerd:

- Drinkwater, distributiestelsel: vanaf de perceelgrens op de waterzuivering het WRK ruwwaternet, het transport- en distributiedrinkwaternet tot aan het leveringspunt, met uitzondering van watertorens, opjagers en aansluitleidingen.
- Afvalwater, rioleringsstelsel: vanaf de aansluiting, de vrijvervalriolering, persriolen, tot aan het innamepunt op de afvalwaterzuivering, met uitzondering van huisaansluitingen, kolken, putten, gemalen en bergbezinkbassins.

1.4 Aanpak en leeswijzer bij dit rapport

Het project is uitgevoerd in twee fasen met elk een eigen doelstelling, te weten:

- Inventarisatiefase, waarin is vastgelegd wat de specifieke informatiebehoefte is, welke rekenmodellen beschikbaar zijn, wat de functionele opbouw is van het GIS-platform en welke databronnen voor bodemzettingen worden ontsloten. Dit heeft geresulteerd in een functioneel ontwerp voor de uitvoeringsfase.
- Uitvoeringsfase, waarin een prototype voor een GIS-applicatie is ontwikkeld en waarin constatering, leerpunten en aanbevelingen worden gepresenteerd met betrekking tot de inzet van assetbeheer en GIS bij Waternet.

Dit rapport beschrijft de eindresultaten van het TKI-project Soil Mechanics and Dynamics. Het project is uitgevoerd door KWR Watercycle Research Institute, Waternet, Geodan en KYL. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van het plan van aanpak en de uitgevoerde activiteiten. Hoofdstuk 3 geeft de informatiebehoefte weer die bij de start van het project is geconstateerd en die als basis heeft gediend voor de verdere activiteiten. Hoofdstuk 4 bevat een beschrijving van de opzet van het in dit project ontwikkelde GIS-platform Cormorant. Hoofdstuk 5 bevat een weergave van de resultaten en de toepassing van het gebruik van Cormorant. In Hoofdstuk 6 worden de belangrijkste leerpunten beschreven, met een focus op de toepassing van GIS voor het ondersteunen van beslissingen over het beheer van ondergrondse assets.

2 Beschrijving van de uitgevoerde activiteiten

2.1 Vastgestelde projectactiviteiten in projectplan

KWR Watercycle Research Institute, Waternet en Geodan zijn het TKI-project 'Soil Mechanics & Dynamics' gestart om een prototype van een GIS-Platform op te zetten, waarin data over de bodem kan worden gecombineerd en geanalyseerd ten einde het beheer van ondergrondse infra voor drink- en afvalwater (leidingen, vrijvervalriolen en persriolen) te verbeteren door deze meer te baseren op geobjectiveerde informatie. Begin 2014 is het adviesbureau KYL tot dit project toegetreden.

Het project is uitgevoerd in twee fasen. In de eerste inventariserende fase is binnen de scope van dit project de informatiebehoefte van Waternet vastgelegd. Tevens is een overzicht gemaakt van rekenmodellen en kennisregels die voor de analyse beschikbaar zijn. De laatste stap van deze fase is het opstellen van een functioneel ontwerp van het prototype GIS-Platform. Het doel van dit functioneel ontwerp is het systematisch en helder vastleggen van de functionele behoefte van Waternet en hoe die binnen dit project op hoofdlijnen gerealiseerd gaat worden. Tevens is beschreven binnen welke kaders van eisen en randvoorwaarden het platform is gecreëerd.

In de uitvoeringsfase is het prototype GIS-platform vormgegeven en zijn constatering, leerpunten en aanbevelingen opgesteld over de inzet van GIS bij het beheer van assets bij Waternet.

In het projectplan zijn de activiteiten beschreven zoals weergegeven in Tabel 2-1. De hierin genoemde rapportages zijn intern in dit project gebruikt. Het voorliggende rapport (i.c. het eindrapport) bevat de relevante onderdelen uit deze rapportages.

Tabel 2-1 Overzicht activiteiten en planning

Act.	Omschrijving werkzaamheden	Planning	Opbrengst
1	Scan informatiebehoefte assetmanagement, vaststelling randvoorwaarden en inventarisatie databronnen	2013 Q1-Q2	Rapportage
2	Kennisontwikkeling, opstellen uitvoeringsplan en functioneel ontwerp GIS-platform en selectie pilotgebied	2013 Q3	Rapportage
3	Rapportage fase 1, selectie van databronnen en PVE voor een GIS-platform go/no-go	2013 Q4	Tussenrapport 1
4	Ontsluiten kennisbronnen, maken aanpassingen en interfaces.	2013 Q4	Rapportage
5	Ontwikkelen prototype GIS-platform.	2013 Q4 - 2014 Q2	Rapportage en prototype
6	Testen van GIS-platform, evaluatie en tweede test	2014 Q2 - Q3	Tussenrapport 2
7	Oplevering prototype GIS-platform, opstellen aanbevelingen verdere ontwikkeling en implementatie en eindrapport.	2014 Q3 - Q4	Eindrapport en definitief prototype

Binnen dit project zijn de bovenstaande opbrengsten gerealiseerd. Er is door Geodan echter veel tijd besteed aan het verkrijgen en gereedmaken van inputdata. Omdat hieraan meer tijd is besteed dan oorspronkelijk gepland, was er minder tijd beschikbaar voor het ontwerpen van het prototype. Om die reden zijn bepaalde voorziene onderdelen niet of beperkt gerealiseerd. Afronding van het project heeft plaatsgevonden in begin 2015 en is geformaliseerd in een stuurgroep vergadering van 26-03-15.

Het project is begeleid door een stuurgroep, waarin zitting hadden:

- Kees van der Drift (Waternet, verantwoordelijk voor beoordeling van resultaat en het ter beschikking stellen van middelen vanuit Waternet)
- Paul Stroet (Waternet)
- Kees van der Lugt (Waternet)
- Joost Louter (Waternet, inhoudelijk aanspreekpunt)
- Sjaak van Popering (KYL)
- Ralph Beuken (KWR)

De uitvoering van het project heeft plaatsgevonden door de projectgroep bestaande uit:

- Joost Louter (Waternet, inhoudelijk aanspreekpunt)
- Sjaak van Popering (KYL)
- Sanneke van Asselen (Geodan)
- Jasper Tolsma (Geodan)
- Ralph Beuken (KWR)

2.2 Waternet en informatie als vierde productiefactor

Waternet heeft de ambitie om meer te doen met de eigen data. Waternet heeft in 2014 met het strategisch ontwikkelpunt 'Informereren Creëren en Delen' een impuls aan deze ambitie gegeven. Hiervoor zijn in 2014 vijf sporen benoemd waarin concrete projectresultaten worden geboekt die een versnelling kunnen bewerkstelligen in veranderingen op technologische, juridische en cultuuraspecten. Binnen het spoor 'Waternetters Delen' is dit TKI-project benoemd als zogenaamde hefboomproject. Het idee van een hefboomproject is dat er pionierswerk wordt verricht waarbij andere vergelijkbare initiatieven van de resultaten kunnen profiteren. In onderstaande box wordt het spoor 'Waternetters Delen' omschreven. Op 30-10-2014 is bij Waternet een interne workshop georganiseerd, waar dit project is gepresenteerd.

Waternetters delen - trekker: Kees van der Drift

Data intern delen om vakmanschap en watercyclus denken te versterken met als specifiek doel om inhoudelijk, technisch, financieel over de grenzen van eigen team heen te denken en te handelen. 'Eigen data durven los te laten'.

Project (Joost Louter) –Informatievoorziening assetmanagement riolering en drinkwater

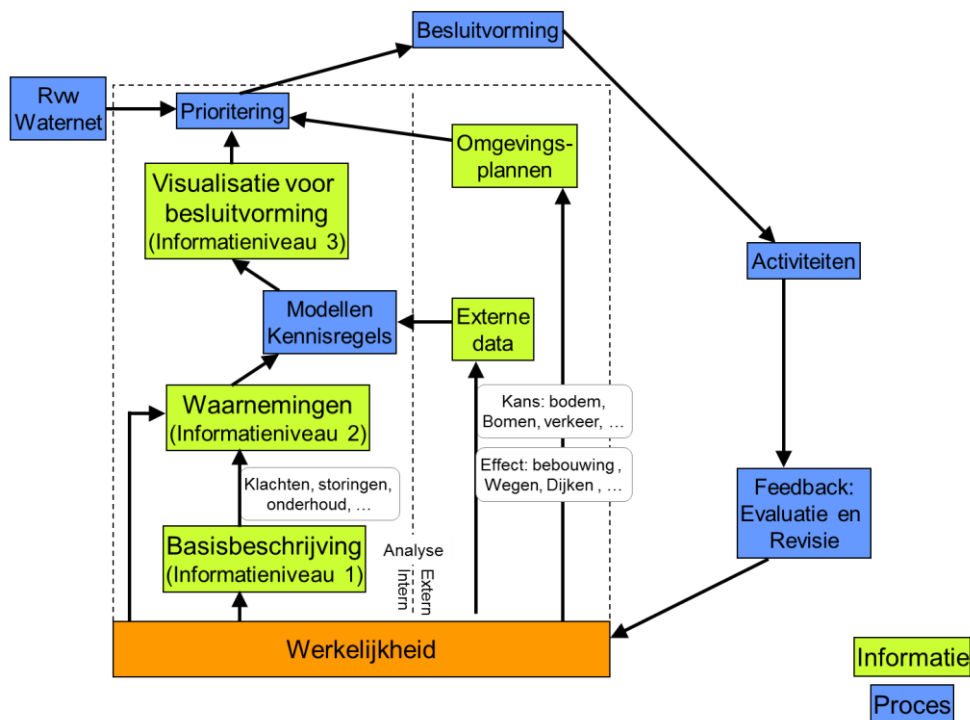
In het kader van het project Informatie Creëren en Delen is het TKI-project Soil mechanics and Dynamics benoemd als een hefboomproject (onder de naam Informatievoorziening assetmanagement riolering en drinkwater).

3 Informatiebehoefte

3.1 Informatiebehoefte zoals aangegeven door technische afdelingen

3.1.1 Inleiding

De afdeling Beleid en Assets Afvalwater, Drinkwater heeft onder andere als taak analyses uit te voeren ten behoeve van objectieve en transparante besluitvorming over het beheer van assets. Tijdens de gesprekken met medewerkers is deze besluitvorming nader in kaart gebracht. Deze besluitvorming is de basis voor de informatiebehoefte. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen de huidige en de gewenste situatie. Om de informatiebehoefte beter te kunnen structureren wordt onderscheid gemaakt tussen informatieniveau 1 (basisbeschrijving van de infrastructuur), informatieniveau 2 (waarnemingen m.b.t. de infrastructuur), informatieniveau 3 (visualisatie voor besluitvorming) en externe data (Figuur 3-1). Deze beschrijving van de informatiebehoefte volgt uit interviews met werknemers van Waternet en is daarom mogelijk onvolledig of gekleurd. Er is onderscheid gemaakt tussen de sectoren Drinkwater, Afvalwater en Watersystemen. Het hoofdstuk sluit af met een meer specifiek overzicht van de informatiebehoefte.



Figuur 3-1 Structurering van het besluitvormingsproces en informatiestromen.

De informatiebehoefte is tot stand gekomen door interviews met medewerkers van Waternet:

- Drinkwater: Arne Bosch, Geertjan van Heck, Sanne Hillegers, Gerrit van Vliet;
- Afvalwater: Peter Wassenaar, Nico Beumer, Egbert Baars, Jojanneke Dirksen;
- Watersystemen: Karin Dijkstra, Mark van Bolhuis;
- Informatisering/automatisering: Paul Stroet en Wouter van Deurseem.

De beschreven situatie betreft de stand van zaken bij aanvang van het project (2013). In een aantal gevallen is een update gegeven.

3.1.2 Informatiebehoefte Drinkwater

Doel

De sector Drinkwater heeft als doel om goed en betrouwbaar drink- en industriewater voor Amsterdam en haar omgeving te produceren en te leveren (Hofman et al., 2008). De primaire taak van de afdeling Beleid en Assets is daarbij invulling en sturing te geven aan het tactisch assetmanagement binnen de sector Drinkwater. Relevante besluitvorming voor dit TKI-project heeft betrekking op:

- visieontwikkeling op het drinkwatersysteem voor de lange termijn;
- vervanging van drinkwaterleidingen;
- onderhoud van drinkwaterleidingen, met name schoonmaken;
- onderhoud en vervanging van WRK-leidingen.

Binnen de afdeling Beleid en Assets is voor het toetsen van besluitvorming het vijf-vragenmodel ontwikkeld:

1. Wat is het vereiste langetermijnserviceniveau en in welke omgeving moet dit geleverd worden?
2. Wat is de prestatieprognose van de (samenhangende) bedrijfsmiddelen?
3. Welke bedrijfsmiddelen zijn kritisch voor het behalen van het gewenste serviceniveau?
4. Wat zijn de beste strategieën qua investeringen, exploitatie en onderhoud voor het behalen van de minimale levenscycluskosten?
5. Gezien het voorgaande: wat is de beste langetermijn(financierings-)strategie?

Huidige situatie

Het vervangingsbeleid heeft grotendeels een reactief karakter, wat wil zeggen dat initiatieven van derden (wegrenovatie, rioolvervanging, vervanging van gasleidingen, etc.) vaak leidend zijn voor besluitvorming over het vervangen van drinkwaterleidingen.

De drinkwaterassets zijn, voor wat betreft het materiaal, de x,y-positie, de diameter en het jaar van aanleg goed vastgelegd in een geografisch informatiesysteem (Niveau 1). Elk jaar worden de assets omschreven in een Technisch Accountants Rapport (TAR). Er wordt o.a. gebruik gemaakt van de volgende informatiesystemen:

- Bentley SISnet (register van netwerkassets);
- Oracle Spatial (als onderliggende database);
- Mapkit voor het invoeren en analyseren van klachten, storingen, proefgatformulieren, afsluitercontroles, brandkraancontroles (in het veld te gebruiken met een webbrowser).

De voornaamste informatie uit waarnemingen (Niveau 2) betreft:

- Het proefgatformulier: Als er een leiding open ligt wordt een visuele inspectie uitgevoerd waarbij er een proefgatformulier wordt ingevuld. Deze formulieren worden al langer dan 10 jaar ingevuld en bevatten onder andere informatie over de staat van de leiding en de ondergrond zoals deze door de monteur zijn waargenomen. Momenteel worden proefgatformulieren gedigitaliseerd en in een puntendatabase opgeslagen. In deze puntendatabase ontbreekt voorsnog een koppeling met de leiding.
- De storingenregistratie: In de centrale meldkamer komen meldingen binnen van klanten, dit betreft onder andere storingen en leveringsproblemen. Op basis van deze meldingen worden storingen gemeld en vindt afhandeling plaats. Prioriteit wordt hierbij gegeven aan het oplossen van het probleem ('ontzorgen van de klant'). Informatie uit de activiteitenketen melding – storing – actie wordt ingevoerd in een puntendatabase. Deze

informatie is niet makkelijk te ontsluiten; zo is de storing niet direct gekoppeld aan een leiding. Daarnaast wordt niet alle informatie geregistreerd die belangrijk is voor kennisverzameling over het leidingnet (bijvoorbeeld de storingsoorzaak). Ook is er geen terugkoppeling van informatie, waardoor het verbeteren moeilijk worden doorgevoerd. Er is in het jaar 2013 een project gestart gericht op de keten melding – storing – actie, met als hoofddoel het zo snel mogelijk oplossen van storingen. Aan het eind van dit TKI-project was dit project nog niet afgerond. Een neven doel is het verrijken van assetinformatie. De keten is momenteel nog verschillend van opzet binnen de verschillende sectoren van Waternet.

- Wesco-resultaten: Waternet neemt gietijzeren proefstukken uit en laat deze onderzoeken door de firma Wesco. Hierbij komen gegevens beschikbaar over de effectieve wanddikte en de diameterreductie als gevolg van corrosie.

Externe data die wordt verzameld betreft met name de ligging van risicovolle objecten in het kader van de BEEL-analyse.

Gewenste situatie

De voornaamste behoefte van de sector Drinkwater is om het vervangingsbeleid te baseren op eigen prioriteiten in plaats van initiatieven van derden. Hiervoor is meer informatie noodzakelijk over de conditie van leidingen en de mogelijke effecten bij falen. Dit vraagt meer aandacht voor het gericht verzamelen van informatie over het drinkwaternet, met name voor waarnemingen (Niveau 2) en voor externe data. Omdat er veel verschillende informatiebronnen zijn en om deze informatie op juiste en efficiënte wijze te gebruiken, is een generieke en gecoördineerde aanpak aan te bevelen. Ook is er behoefte aan geautomatiseerde uitvoering van analyses. Nu wordt nog veel met de hand gedaan. Opgemerkt wordt dat visualisatie een krachtig hulpmiddel is, bijvoorbeeld door het in beeld brengen van 'zwakkere plekken' in relatie tot de omgeving.

Voor het nemen van beslissingen m.b.t. de toekomstige indeling van het drinkwaternet, is behoefte aan een streefstructuur op hoofdlijnen. Dit is een blauwdruk van een ideaal nieuw net, dat is gebaseerd op toekomstige waterverdeling en een indeling van het netwerk in primair, secundair en tertiair. Een dergelijke blauwdruk kan als onderlegger/richtlijn bij vervangingen worden aangehouden. Grote afwijkingen hiervan krijgen dan een hogere prioriteit.

Met name op informatieniveau 2 (waarnemingen) bestaan er enkele ontwikkelpunten, namelijk:

- (1) Meldingen en storingen koppelen aan een asset.
- (2) Terugkoppeling vanuit keten melding – storing – actie.
- (3) Koppeling informatie uit proefgatformulieren met de locatie van een leiding.
- (4) Koppeling van in kaart gebrachte verontreinigingen en grondsoorten met leidingen.
- (5) Ook voor de WRK-leidingen bestaat er behoefte aan het gekoppeld aan een leiding weergeven van informatie over storingen, inspecties, omgevingsfactoren, werken derden en de juridische eigendom.
- (6) Verhogen van de betrouwbaarheid van de metingen door Wesco

Er is ook behoefte aan integratie van informatie(systemen) tussen de verschillende sectoren (Drinkwater, Afvalwater en Watersystemen). Bij een integrale benadering kunnen risicoreductie en toekomstbeelden meer gezamenlijk worden uitgewerkt.

Verbeteringen zijn mogelijk door de werkwijze in het veld dusdanig in te richten dat gericht zo objectief mogelijke informatie wordt ingewonnen met als doelstelling verbeterd

assetmanagement. In een ideale situatie zou een monteur het veld in gaan met een laptop en een gps. Daar controleert hij de bestaande gegevens uit het LIS en de ligging. Hij geeft vervolgens aan als de gegevens correct zijn, of maakt een wijzigingsvoorstel. Vervolgens worden alle relevante kenmerken van de storing of werkzaamheid vastgelegd. Voor een efficiënte dataflow zou deze informatie, na fiattering, geautomatiseerd beschikbaar moeten komen.

3.1.3 Informatiebehoefte Afvalwater

Doel

Het primaire doel van de afvalwaterzorg is het beschermen van de volksgezondheid, het bijdragen aan schoon en helder water, aan droge voeten en aan een goede leefomgeving (Baars et al., 2009). Sector Afvalwater is verantwoordelijk voor (1) inzameling en transport van afvalwater, (2) doelmatige inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater, en (3) het nemen van grondwatermaatregelen. Wat betreft het TKI-project draait het primair om besluitvorming omtrent het onderhouden, repareren, renoveren, verbeteren en vervangen van afvalwaterassets (m.n. buizen en putten). Hierbij staat centraal de indeling volgens: systeem, stelsel en object. Deze indeling maakt een betere beschouwing mogelijk om op elk interventieniveau de juiste maatregelen te nemen.

Huidige situatie

De besluitvorming is (ten tijde van het interview, 2013) te karakteriseren als ad-hoc en beperkt onderbouwd, met veel gebruik van vuistregels en expertkennis. In 2015 zijn gebiedsplannen opgezet, die nog worden vertaald in projecten. Het renoveren van buizen wordt nu vooral geleid door de omgeving, bijvoorbeeld door het openliggen van een weg. Dit heeft tot gevolg dat in de hoofdverkeersaders regelmatig voortijdig wordt vervangen, ten koste van tijdige vervanging in de kleinere straten, waar het systeem regelmatig in een slechtere staat is. Recent heeft een analyse plaatsgevonden van deelgebieden van het rioolstelsel, met hierbij aandacht voor de behoefte aan vervangen, renoveren en verbeteren van het rioolstelsel. Dit is de basis geweest voor het huidige Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP). Informatie hiervoor is afkomstig van:

Basisbeschrijving (Niveau 1):

- Basale informatie zoals het jaar van aanleg en materiaal. Deze informatie is beschikbaar via het beheerpakket RioGL.

Waarnemingen (Niveau 2):

- Meldingen, storingen en afhandeling (dit systeem is nog niet goed ontwikkeld).
- Ervaringen van het schoonmaken.
- Onderzoek (visuele inspecties en BOB-metingen).
- Diverse meetgegevens (neerslag, grondwaterniveau, oppervlaktewaterpeilen, gemalen, debiet, opvoerhoogte, overstorten, etc.).

Externe data en modellen:

- Omgevingsinformatie.
- Hydraulische modellen.

Gewenste situatie

Er is behoefte aan een gestructureerd en gebiedsgericht vervangingsprogramma, onderhoudsprogramma en onderzoeksprogramma. Hierbij zou niet de omgeving maar het functioneren van het systeem leidend moeten zijn. Belangrijke vragen hierbij zijn: 'voldoet het systeem?', 'voldoet het stelsel?', en 'wat is de conditie van objecten?'. Er wordt gestreefd

naar samenwerking met Drinkwater. Ook is er behoefte aan een grootschaliger aanpak, aangezien kleine projecten relatief duur zijn en veel voorbereiding vergen.

Op informatieniveau 1 is er een wens om het huidige beheerpakket RioGL te vervangen door een verbeterd pakket.

Op informatieniveau 2 is er behoefte om informatiebronnen onderling af te stemmen en op een kaart weer te geven. Een melding kan nu bijvoorbeeld niet in een kaart worden opgenomen. Er is dan, net als bij de sector Drinkwater, de wens om het traject meldingen - storingen - afhandeling te verbeteren. Een koppeling van klachten en meldingen met de locatie van een asset kan leiden tot een meer proactief beheer. Momenteel is het beheer te kenschetsen als voornamelijk reactief, gebaseerd op ervaringen en beperkt onderbouwd. Voor een proactief beheer zou ook de hoeveelheid en samenstelling van slib, gekoppeld aan een locatie van uitgevoerd onderhoud, moeten worden vastgelegd. Omdat klachten niet aan een locatie zijn gekoppeld, zijn ruimtelijke analyses en inzichten momenteel niet beschikbaar. Samen met vier grote gemeenten en Rioned wordt gewerkt aan een werkwijze om klachten en meldingen betreffende kolken beter vast te kunnen leggen.

Er is behoefte om de digitale datavoorziening in het veld te verbeteren en te structureren in een werkbaar systeem. Nu is het bijvoorbeeld niet altijd duidelijk voor een monteur wat precies het probleem is, en wordt het informatiesysteem in het veld vaak als moeilijk werkbaar gezien. Het is gewenst dat alle benodigde (geïntegreerde) informatie in het veld beschikbaar is. Tijdens een inspectie zouden de gegevens uit het beheerpakket dan kunnen worden gecontroleerd.

De levensduur van riolen is vaak vastgesteld op 40-50 jaar. Het is wenselijk om deze levensduur meer te laten afhangen van het functioneren en de conditie. Opgemerkt wordt dat de huidige inspecties vooral visueel van aard zijn en dat de conditie van het riool beperkt wordt weergegeven. Overigens is er ook van persriolen en gemalen weinig tot geen kennis over de conditie. Een belangrijk verschil met drinkwaterleidingen, waarbij de conditie van de leidingen vooral wordt bepaald door de structurele conditie, is dat de conditie van vrij-verval riolen wordt bepaald door de structurele conditie, de capaciteit van afwatering (bepaald door verzakking) en de doorstroming (bepaald door wortelingroei en vetophoping).

Voor een verbeterde besluitvorming is er behoefte aan extra informatie op alle niveaus (basisbeschrijving, waarnemingen, externe data en analyses).

3.1.4 Informatiebehoefte Watersystemen

Het project richt zich primair op assetmanagement van riolen en waterleidingen en niet op Watersystemen. De afdeling Watersystemen wint echter wel informatie in die gebruikt kan worden voor riolen en waterleidingen, gedacht wordt hierbij aan de ligging van waterkeringen, peilen en grondwaterstanden.

Doel

Het watersysteem is de natuurlijke kringloop die water doorloopt: van regenwater, naar oppervlaktewater en grondwater. De sector Watersystemen houdt het peil van grond- en oppervlaktewater in de gaten en zorgt voor een stabiel waterniveau. Hierdoor worden overstromingen voorkomen en blijven rivieren en kanalen goed bevaarbaar.

Huidige situatie

Waterkeringen staan vermeld in de legger en het beheerregister. De kernregistratie van het watersysteem en waterkeringen staan in IRIS (Niveau 1). Reconstructies van waterkeringen

met waterleidingen gebeurt op ad-hoc basis. De grondwaterstanden en de oppervlaktewaterstanden zijn vastgelegd in informatiesystemen.

Gewenste situatie

Primaire waterkeringen zijn goed in beeld (GIS), maar secundaire keringen, kunstwerken en waterlopen zijn voor 60% onvolledig en niet goed in beeld. Dit dient verbeterd te worden.

Binnen de sector Watersystemen is in 2014 de afdeling "Beleid en Assets" opgericht. Ook Assetmanagement is in deze nieuwe afdeling worden ondergebracht. In het programma van eisen voor verbeterd beheer is er naast de specificaties van de objecten ook de wens om de informatiebehoefte van de objecten voor beter beheer vast te stellen.

3.1.5 Ontwikkelingen informatievoorziening

Huidige situatie

Bij de ICT gaat het niet zo zeer over een behoefte aan specifieke data, maar wel over de organisatie en het beschikbaar stellen daarvan. Vanuit de ICT merkt men sterk dat de sectoren Drinkwater, Afvalwater en Watersystemen elk hun eigen aanpak, systeem en geschiedenis hebben. Er is geen gezamenlijke informatiestandaard.

De technische beschrijving van het beheerregister is redelijk op orde of er wordt aan gewerkt (Niveau 1).

Momenteel loopt er een aantal informatiseringprojecten:

- Project WARP: een grote omgeving waarin informatie uit processen bij elkaar wordt gebracht. De technische omgeving is gereed, het is mogelijk om het te uploaden. De procesregistraties zijn dus gemaakt, maar de kernregistratie nog niet. De omgeving dient gekoppeld te worden met de landelijke basisregistraties maar hoe en wanneer is niet duidelijk.
- Project klachten-meldingen-storingen: klachten en meldingen worden opgeslagen in een GIS-omgeving maar moeten worden gekoppeld aan een asset.
- Project om informatievoorziening te stroomlijnen is opgestart onder verantwoordelijkheid van Paul Stroet. Relevante aspecten zijn hierbij:
 - Oracle Spatial wordt nu gebruikt, dat blijft zo?
 - Doel is minder applicaties
 - Geoweb 4 als ontsluiting van informatie
 - Gegevens staan centraal, we weten niet wat we exact hebben
 - Architectuur wordt in kaart gebracht
 - Gegevensintegratie heeft de hoogste prioriteit
 - De informatievraag wordt ook meegenomen in het plan van aanpak
 - Aandacht voor metadata en datakwaliteit

Gewenste situatie

Als grootste probleem dat op korte termijn aangepakt dient te worden, wordt genoemd het beschikbaar hebben en houden van gegevens en het verbeteren van de kwaliteit daarvan. Hierbij is de tijd rijp voor integratie van data en systemen. Op dit moment is er vanuit verschillende procesgerichte systemen geen integratie mogelijk omdat uniforme coderingen ontbreken. Ook blijkt het nogal eens voor te komen dat mensen niet bereid zijn data te delen. Mobile afhandeling in het veld is noodzakelijk, waarbij er een directe terugkoppeling plaatsvindt van veldwaarnemingen.

Een blauwdruk hoe assetmanagement en ruimtelijke informatievoorziening eruit zou zien (functioneel, gegevens, infrastructuur) kan een goede impuls geven voor de daadwerkelijke realisatie. Het is gewenst dat er een nieuwe balans ontstaat tussen de assetbeheerders die concrete vragen stellen en ICT adviseurs die ICT-ontwikkelingen kunnen vertalen naar praktische toepassingen.

Het is de moeite waard processen rondom databeheer beter te organiseren en er is behoefte aan aansluiting op diverse basisregistratiesystemen. Kernregistratie is belangrijk voor het hebben van een goed (ruimtelijk) overzicht van de assets, en is een eerste stap om consequenties van beheermaatregelen te bepalen. Ook is er een wens om brondata beter te omschrijven en te markeren, en ervoor te zorgen dat wijzigingen hiervan in het juiste systeem plaatsvinden.

Daarnaast is het belangrijk om binnen Waternet vast te leggen wat data is die van strategisch belang is voor de organisatie. Vervolgens is het gewenst om van deze strategische data inzicht te hebben in de gewenste kwaliteit, en de inspanningen om de bestaande data tot op een aanvaardbaar kwaliteitsniveau te brengen. Daarnaast speelt de vraag over de toegankelijkheid van data: voor wie is welke data belangrijk en welke rechten worden hierbij verleend. Levering van data t.b.v. BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie) is lastig vanwege de combinatie van taken en rollen die Waternet als enige in Nederland uitvoert.

Tijdens de interviews is als belangrijke factor voor het slagen van een project draagvlak en communicatie genoemd. Eveneens zijn belangrijk: duidelijke verantwoordelijkheden, een heldere beschrijving en uitvoering, blijven hameren op kwaliteit en aandacht voor 'heilige huisjes'.

3.2 Beschrijving van de informatiebehoefte ondergrondse assets

Op basis van bovenstaande gesprekken is per sector in Tabel 3-1 een overzicht gegeven van de informatiebehoefte en is aangegeven in hoeverre deze informatie beschikbaar is. Onder beperkt beschikbaar wordt in deze context verstaan dat de gegeven wel zijn opgeslagen (op papier) maar niet digitaal toegankelijk zijn. De kolommen komen overeen met de indeling zoals gepresenteerd in Figuur 3-1.

Tabel 3-1 Informatiebehoefte per sector (Drinkwater, Afvalwater en Watersystemen). Groen = beschikbaar, blauw = beschikbaar, maar behoeft verbetering, oranje = beperkt beschikbaar, rood = niet beschikbaar.

	Basisbeschrijving	Waarnemingen	Externe data	Analyses
Drinkwater	distributie- en transportleidingen	conditie afsluters (hoog effect)	Bodemverontreinigingen	BEEL
	aansluitleidingen en leveringspunten	conditie assets (schulpenonderzoek)	zettingen (ongelijkmatige), onderheid objecten	conditie leidingen
	watemers	Storingfrequentie en achtvalligende mechanismen	Hotspots van warmte	QUM
	afsluter locatie	OPM / m.v.vulde leidingen	Omgevingsactiviteiten (WON)	waterverdeling
	brandkranen	onderhoudsinformatie (o.a. afsluters)	Plannen ruimtelijke ordening	leveringszekerheid
	Klanten A-locaties	proefgatformulieren	verkeersbelasting	kosten vervangen per m
	afnamepunten (incl lev derden)	storingsoorzaak	grondsoort	Spanningsberekeningen
	materiaal (incl verbindingen)	Machten en meldingen	Hoogeffectgebieden en Waterstaatk werken	
	netconfiguratie	RioGL (inspecties)	oppervlaktewaterpeil	
	vergunningen		Bomen	
	Diameter / jaar van aanleg		Zwefstromen	
	specs uit detailtekeningen			
	Locaties ongewenste materialen en ontwerpen effectreducerende maatregelen			
Afvalwater	vrijvalleiding (indeling trsp boven) xyz diameter	visuele inspecties	neerslag	dimensionering (m hemelwater)
	persleiding (indeling hoofd gewoon) XY, diam, e	BOB metingen	grondsoort	Analyse verstopping bomen
	overdorfen	ervaringen van het schoonmaken	zettingen (ongelijkmatig)	Analyse verstopping vet
	gemalen en putten XY	persleidingen opvoerhoogte en debiet	grondwaterniveau	Zettingsanalyse
	putten in vrijval XY	Capaciteit hemelwaterafvoer mbt extreme buien	Grondwaterverandering (historisch en project)	
	zuiveringen	melding - storing - afhandeling	Omgevingsactiviteiten (WON)	
	bergbezinkbasin	functioneren van gemalen	oppervlaktewaterpeil	
	materiaalsoort/diameter / jaar van aanleg	historische BOB metingen	Plannen ruimtelijke ordening	
	administratieve levensduur	conditie persleidingen en gemalen	verkeersbelasting	
	kolken en aansluitingen (schetsen)	inzicht verwijderd slib (hoeveelheid, samenstelling)	risicobeoordeling/effectgebieden wateroverlast	
	Locatie RWZI	Lijst lage aansluitingen (Patrick vd Werf)	Bomenkaart, eigenschappen, potentie wateroverlast	
	Locaties ongewenste materialen en ontwerpen	Ecologisch gevoelig oppervlaktewater mbt bruik	neerslagextremen, historisch	
	Slecht bereikbare locaties		Locaties houten palen, incl aard be bouwing	
specs uit detailtekeningen		WOLK analyse		
		Hoogeffectgebieden en Waterstaatk werken		
		Horeca (vetproductie) locaties		
		Locaties met beerkte bovengrondse waterber	ing en/of afvoer	
Water syst	peilen			
	primaire waterkerende objecten			
	secundaire waterkerende objecten			
Graag aangeven:				
	Rood	Niet beschikbaar bij Waternet		
	Oranje	Nog niet ontvangen, wel beschikbaar bij Waternet		
	Blaauw	Ontvangen maar behoeft verbetering/bewaking		
	Groen	Ontvangen en gereed		

3.3 Eisen, wensen en randvoorwaarden van Waternet

Op basis van de hierboven beschreven interviews en gesprekken die nadien met Waternet hebben plaatsgevonden zijn voor Waternet onderstaande eisen, wensen en randvoorwaarden geformuleerd voor het in dit project ontwikkelde prototype-GIS-platform Cormorant:

- De teams Beleid en Assets Afvalwater en Beleid en Assets Drinkwater hebben onder andere als taak analyses uit te voeren ten behoeve van objectieve en transparante besluitvorming over het beheer van assets met betrekking tot drinkwater en afvalwater. Het beheer van ondergrondse assets voor drinkwater en afvalwater wordt steeds meer op elkaar afgestemd. Deze afstemming leidt ertoe dat activiteiten worden geplaatst in de gehanteerde kaders, te weten de drie lagen (systeem, stelsel en object) en de vijf assetmanagementvragen. De scope van het TKI-project in relatie tot deze kaders wordt aangegeven in Tabel 3-2. Het is de bedoeling dat dit TKI-project de samenwerking tussen de disciplines verbeterd.
- Waternet wil een kwantitatieve risicobenadering als uitgangspunt hanteren voor dit project. Dit betekent dat relevante ongewenste gebeurtenissen worden geïdentificeerd en de bijbehorende kansen en effecten zo veel mogelijk worden gekwantificeerd. De

kans op falen van een waterleiding of een riool is niet eenvoudig te bepalen, aangezien er weinig inzicht is van de locatie-specifieke omstandigheden en degradatieprocessen. Binnen dit project zal echter een aanzet tot kwantificeren van de kans worden ontwikkeld. Er wordt hierbij zo veel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande analysetools. Waar deze onvolledig zijn, zal in afstemming met experts van Waternet een zo goed mogelijke schatting worden gemaakt.

3. De hierboven beschreven databehoeftte impliceert dat de huidige kwaliteit van de aangeleverde data niet in alle gevallen toereikend is. Denk hierbij aan aspecten als actualiteit, compleetheid, toegankelijkheid en eenduidige beschrijving. Dit betekent dat de beschikbaarheid van de data een bepalende factor zal zijn voor de vorm te geven functionaliteit van het GIS-platform. Een deel van dit project richt zich derhalve op het inventariseren, verzamelen en structureren van de benodigde data. Dit project dient voor Waternet mede om inzicht te krijgen in de huidige dataprocessen, de behoefte aan data en applicaties en specifieke mogelijkheden voor verbetering.
4. Het platform dient binnen de ICT-architectuur van Waternet gerealiseerd te kunnen worden. Concreet betekent dit voor de GEO componenten ArcGis server, ArcGis Desktop en Geoweb als viewer en voor de data Oracle Spatial.
5. Bij de totstandkoming van vervangingsbeleid spelen ruimtelijke ontwikkelingen een grote rol. Waternet wil door het in samenhang uitvoeren van een analyse van leidingen en rioleringen in staat zijn om het beleid voor ondergrondse assets beter vorm te geven en daarmee ook in de stad een sterkere positie te verwerven. Er is daarom behoefte om de ruimtelijke ontwikkelingen zoals vastgelegd in CORA¹ in dit project of in een eventueel vervolg hierop mee te nemen.
6. Een belangrijk product van de afdeling Beleid& Assets is het meerjarenplan. Uitgangspunt voor dit plan is een gebiedsgerichte aanpak waarbij 8 jaar vooruit wordt gekeken. Per gebied moet inzichtelijk gemaakt worden welke (gecombineerde) werkzaamheden noodzakelijk zijn. Binnen dit project is daarom behoefte aan een rekenmethodiek die analyses mogelijk maakt die dit 8-jarenplan kunnen onderbouwen. Daarnaast is behoefte aan verbeterde programma's voor de korte, middellange en lange termijn. Analyses waaraan Waternet de voorkeur geeft zijn:
 - a. relatie ruimtelijke ontwikkeling met de ligging en toestand/functioneren van de leidingen,
 - b. relaties tussen werkzaamheden riolering en drinkwaterleidingen,
 - c. bepaling van de toestand en het functioneren van leidingen,
 - d. storingsanalyses,
 - e. vaststellen waar leidingen liggen met een hoge kritikaliteit wat betreft ligging (BEEL), functioneren (waterkwaliteit, kwantiteit, leveringszekerheid).
7. De uitkomsten van analyses dienen gebruikt te worden op twee niveaus:
 - a. een samengevoegd rapport t.b.v. het MT. Gedacht kan worden aan een management dashboard. Dit zijn dus "kale" plaatjes zonder extra functionaliteit.
 - b. een GIS-platform waarin relevante informatie gestructureerd beschikbaar is en waarmee assetbeheerders/-managers de analyses kunnen interpreteren, presenteren en nader bewerken.
8. De hierboven beschreven onzekerheid voor het bepalen van de kans op falen en de mate van degradatie van ondergrondse assets, alsmede de beperkte kwaliteit van de data, heeft tot gevolg dat de resultaten van het GIS-platform Cormorant in de huidige vorm niet als betrouwbaar kunnen worden gekenschetst. In navolging van dit TKI-project zijn nog aanzienlijke verbeterstappen noodzakelijk. Dit project moet daarom vooral gezien

¹ Coördinatiesysteem Openbare Ruimte Amsterdam

worden als een oplossingsrichting. De in dit project opgestelde constatering, leerpunten en aanbevelingen zijn daarom een belangrijke opbrengst voor Waternet.

Tabel 3-2 Positionering van het TKI-project ten opzichte van drie-lagenmodel en de vijf assetmanagementvragen.

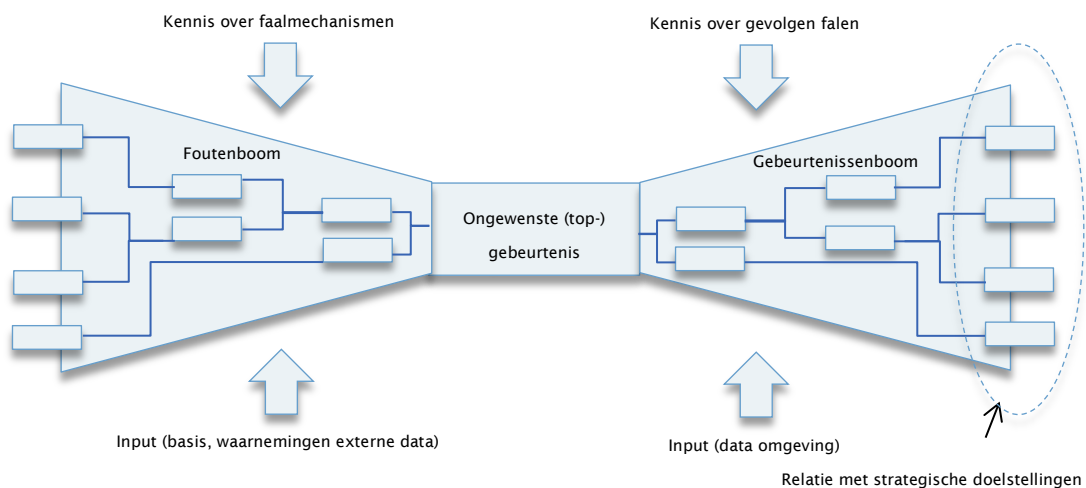
	Systeem	Stelsel	Object
1. Wat is vereiste lange termijn prestatieniveau en in welke omgeving moet dit geleverd worden?			
2. Wat is prestatie prognose van huidig systeem?			
3. Welke bedrijfsmiddelen zijn kritiek voor behalen lange termijn serviceniveau?		TKI	
4. Wat zijn de beste strategieën qua investeringen, exploitatie en onderhoud			
5. Wat is de beste lange termijn investeringsstrategie?			

4 Beschrijving prototype Cormorant

4.1 Opzet: risicoanalyse

Als basis van het GIS-platform Cormorant dient de risicoanalyse. Hiervoor heeft een verkenning plaatsgevonden van de risico's, en bijbehorende kansen en effecten, op tactisch niveau. Hiermee kunnen die informatiebronnen en kennisaspecten worden geïdentificeerd die het meeste bijdragen aan door Waternet vastgestelde risico's.

Risico is gedefinieerd als de kans van optreden van een bepaalde ongewenste gebeurtenis. Een ongewenste gebeurtenis wordt ook wel aangeduid als falen. De zwaarte van het risico wordt bepaald door een combinatie van de kans dat een gebeurtenis plaatsvindt en het negatieve effect ervan op het functioneren op basis van de vastgestelde doelstellingen en eisen. De kans en het effect kunnen worden bepaald met behulp van een foutenboom en een gebeurtenissenboom. De foutenboom is opgebouwd uit de belangrijkste faaloorzaken die ten grondslag liggen aan de ongewenste gebeurtenis. De foutenboom is hiermee een samenstelling van data, die als input dient, en kennis, die de verbanden tussen de data en verschillende aggregatieniveaus weergeeft, resulterend in de ongewenste gebeurtenis. De mechanismen die verantwoordelijk zijn voor het falen worden faalmechanismen genoemd. Omdat er veelal sprake is van meerdere faalgebeurtenissen die hiërarchisch zijn gerangschikt, wordt de ongewenste gebeurtenis ook wel de top-gebeurtenis genoemd. De gebeurtenissenboom geeft de logische verbanden weer tussen de ongewenste gebeurtenis en de meest relevante effecten voor het uitvoeren van de gewenste functie of de omgeving. Hierbij wordt aansluiting gezocht met strategische waarden die Waternet hanteert, zoals waterkwaliteit, veiligheid, imago en milieu. In een vlinderdasmodel wordt één ongewenste gebeurtenis centraal geplaatst in samenhang met de bijbehorende foutenboom en gebeurtenissenboom. Voor een voorbeeld, zie Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Vlinderdasmodel, schematische weergave van de kans en de effecten van een ongewenste gebeurtenis.

4.2 Vaststelling ongewenste gebeurtenissen

Op basis van deze brede informatiebehoefte is in hoofdstuk 3 een overzicht gemaakt van de benodigde en beschikbare data, zie Tabel 3-1. Omdat niet alle benodigde data beschikbaar is, is in samenspraak met de stuurgroep gekozen om een focus te leggen bij een aantal nauw omschreven ongewenste gebeurtenissen. Deze ongewenste gebeurtenissen zijn vastgesteld in een workshop met experts op het gebied van drinkwaterleidingen en rioleringen (17 februari 2014) en zijn bekrachtigd in de Stuurgroep. Tevens is in deze workshop een aanzet gegeven voor de te ontwikkelen foutenboom en gebeurtenissenboom. De geselecteerde ongewenste gebeurtenissen zijn weergegeven in Tabel 4-1. Op basis van de beschikbare data en inzichten wordt van elke gebeurtenis de kans en het effect zo goed mogelijk gekwantificeerd en gevisualiseerd.

Tabel 4-1 Geselecteerde ongewenste gebeurtenissen ("A" staat voor Afvalwater en "D" voor Drinkwater)

Rioleringen	A1. Schade aan houten palen, door het verlagen van de grondwaterstand, door instroming in een vrijvervalriool A2. Schade aan primaire waterkeringen door een breuk in een persriool A3. Instorting vrijvervalriool in een hoogeffectgebied
Leidingen	D.1 Schade aan primaire waterkeringen door een breuk in een waterleiding D.2 Schade aan waterstaatkundige werken door een breuk in een waterleiding D.3 Een breuk in een waterleiding in een overig hoogeffectgebied (niet vallend onder D1 of D2).

De drie ongewenste gebeurtenissen die verband houden met waterleidingen, te weten door schade aan een primaire waterleiding (D1), schade aan een waterstaatkundig werk (D2) en schade in een hoogeffectgebied (D3), hebben alle een leidingbreuk als oorzaak en zijn daarom met een vergelijkbare foutenboom te beschrijven. Om die reden zijn deze ongewenste gebeurtenissen gebundeld en herverdeeld over verschillende effectcategorieën.

In Tabel 4-1 is een aantal begrippen gebruikt die hier nader worden gespecificeerd:

- Primaire waterkeringen: zoals omschreven in NEN3651
- Waterstaatkundige werken: zoals omschreven in NEN3651. Het betreft hier:
 - primaire waterkeringen;
 - boezemwaterkeringen;
 - secundaire waterkeringen;
 - primaire wegen, zijnde autosnelwegen en autowegen;
 - secundaire wegen, zijnde gebiedsontsluitingswegen in beheer bij de provincie;
 - rijks- of provinciale vaarwegen.
- Hoogeffectgebied: nader door Waternet vast te stellen gebieden waar instorting van een vrijvervalriool, een breuk in een persriool of een breuk van een waterleiding tot een verhoogd gevolgrisco leidt voor ongevallen, gevolggkosten, schade voor derden of reputatieverlies. Bij Waternet bestaat geen eenduidige definitie van deze gebieden. Om die reden is een voorstel hiervoor gemaakt dat zich baseert op:
 - Waterstaatkundige werken;
 - Hoofdverkeersroutes, zie Plusnet Amsterdam van de Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer (DIVV);
 - Ziekenhuizen;

- Premiumgebieden, zijnde gebieden met een bijzondere functie met betrekking tot bedrijvigheid of toerisme. Voor de bepaling van deze gebieden, zie Bijlage III.

4.3 Kwantificeren van ongewenste gebeurtenissen

In onderstaande paragrafen worden de ongewenste gebeurtenissen besproken. Omdat verschillende categorieën voor kans en effect en verschillende ondergrondse infrastructuren met elkaar worden vergeleken wordt gebruik gemaakt van een generieke schaal voor kans en effect die varieert van '0' naar '1'. Hierbij staat '0' staat voor zeer laag en '1' voor zeer hoog.

De waarden voor de kansen en voor het effect van de ongewenste gebeurtenis 'Schade aan houten palen...' worden berekend en kunnen daarom elke waarde tussen '0' en '1' aannemen. De overige waarden voor de effecten worden bepaald door toewijzing aan vijf categorieën op basis van omgevingsfactoren. Voor de vijf categorieën worden de respectievelijke effectwaarden '0', '0,25', '0,5', '0,75' en '1' aangehouden.

De risico's worden uitgedrukt in een schaal van '0' tot '2' en worden bepaald door het optellen van de kans en het effect. Er is hier gekozen om de kans en het effect op te tellen in plaats van te vermenigvuldigen. De gedachte hierbij is dat bij vermenigvuldiging de leidingen met een zeer hoge kans op falen en een laag effect, of een zeer hoog effect en een lage kans, een verwaarloosbaar lage risicowaarde krijgen. Hiermee zouden deze type leidingen uit beeld raken van de assetmanager, terwijl deze objecten relatief veel aandacht krijgen in beheeractiviteiten. Overigens zijn deze bepalingen eenvoudig aan te passen .

Voor alle berekeningen geldt dat referentiejaar 2015 wordt aangehouden.

4.4 Schade aan houten palen, door het verlagen van de grondwaterstand door instroming in een riool

Schade door paalrot kan optreden door verlaging van de grondwaterstand bij gebouwen die zijn gefundeerd op houten palen. Verlaging van de grondwaterstand kan optreden als grondwater door lekkende verbindingen in een vrijvervalriool stroomt. Het gebied waar het grondwater daalt, zal groter zijn in een meer doorlatende bodem. De gebeurtenis heeft betrekking op gemengde riolen, RWA riolen (regenwaterafvoer) en DWA riolen (droogweerafvoer).

De kans dat verbindingen lekken is niet nauwkeurig te berekenen. De kans is geschat op basis van onderstaande invloedsfactoren die leiden tot een verhoogde kans op falen:

1. Een hogere leeftijd, in combinatie met het toegepaste materiaal van de rioolstreng.
2. Een ongunstig inspectieresultaat in RioGL voor categorie 'Waterdichtheid'.
3. De aanwezigheid van boomwortels.
4. Een hogere kans op optreden van ongelijkmatige zettingen.

Op basis van registraties in RioGL (item 1 en 2), de omvang van de kruinen uit het boomregister [2] (item 3) en de Deltares Zettingenkaart [3] (item 4) worden van elk van de bovengenoemde invloedsfactoren kansverdelingen opgesteld. Voor de bepaling, zie Bijlage IV. Combinatie van deze factoren op basis van een gewogen optelling (zie Bijlage IV) leidt tot een totale kans-factor. In verband met beperkingen in de beschikbare tijd is voor dit prototype slechts voor een beperkt gebied in Amsterdam-Zuid de bomenkaart toegepast.

Het potentiële ongewenste effect van lekkende verbindingen wordt bepaald door het berekenen van een bufferzone rondom het riool, waarbinnen het effect van paalrot op kan

trede. Het effect van falen is geschat op basis van onderstaande invloedsfactoren, die leiden tot een verhoogd effect van falen:

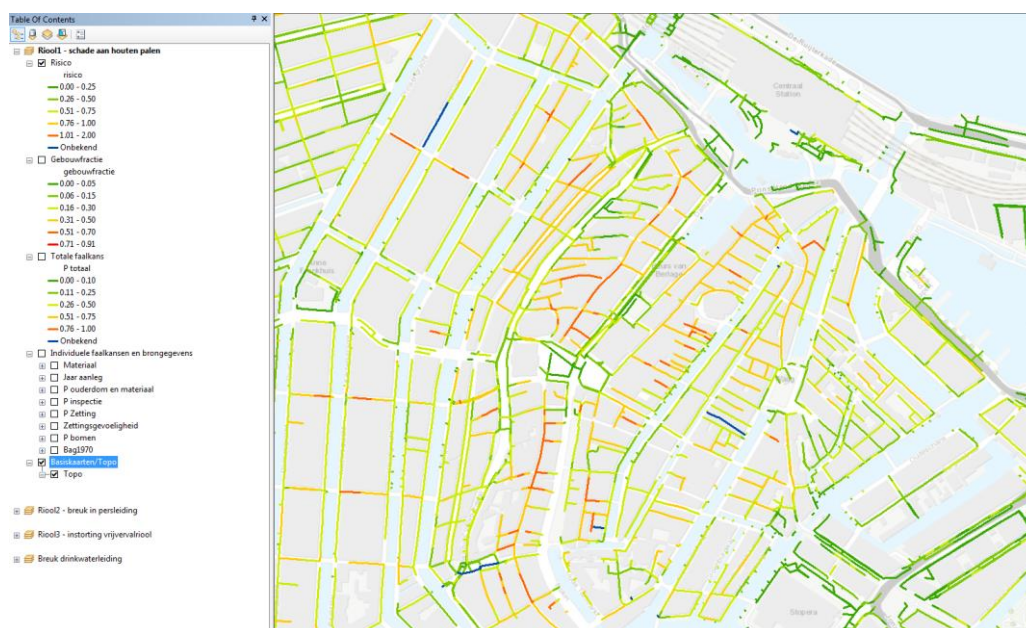
1. Een goed doorlatende grond, waardoor de verlaging in een groter gebied rondom het riool optreedt.
2. De aanwezigheid van houten palen in deze bufferzone
3. De aanwezigheid van stadsgezichtbepalende panden (hier gedefinieerd als monumenten). In het huidige demomodel is dit nog niet meegenomen.

De verlaging van de grondwaterstand is te berekenen, echter deze is gevoelig voor de specifieke opbouw van de bodem en de bijbehorende k-waarde (doorlatendheid). Er is in de stedelijke omgeving Amsterdam te weinig inzicht in deze factoren om op het gewenste schaalniveau een betrouwbare berekening te maken. Er is daarom gekozen om een zone van 25 m (buffer) rondom het riool aan te houden. Er is geen informatie verkregen over welke gebouwen zijn aangelegd met houten palen. Daarom wordt hier aangenomen dat gebouwen met een bouwjaar van voor 1970 gefundeerd zijn op houten palen. De gegevens over de leeftijd van de bebouwen zijn afkomstig van de BAG [4]. Combinatie van deze factoren op basis van een gewogen optelling leidt tot een totale kans-factor.

Voor de bepaling van het effect worden per rioolstreng onderstaande stappen doorlopen:

1. Plaats buffers van 25 m rondom de vrijervalriolen.
2. Tel per streng het oppervlak van gebouwen gebouwd voor 1970 dat zich binnen de buffer bevindt.
3. Een gebouw dat als monument staat geregistreerd wordt twee maal zo zwaar meegeteld.
4. Maak een verdeling van de effectscore, waarbij 0 staat voor een streng zonder gebouwen voor 1970 binnen de buffer en 1 voor de streng met het hoogst aantal berekende gebouwen in het gebied van Waternet. De tussenliggende waarden worden lineair verdeeld.

De werkwijze is grafisch weergegeven in een flowchart in Bijlage V. In deze flowchart is de opzet van het vlinderdasmodel terug te vinden. In Figuur 4-2 is een weergave gegeven in Cormorant van de gebruikte kaartlagen en een risico-score voor deze ongewenste gebeurtenis. Gezien de onzekerheden in de data, de gebruikte kennisregels en de waarderingen is deze risicoscore relatief en ter illustratie en kan hieraan geen voorspellende waarde worden toegekend.



Figuur 4-2 Resultaat (illustratief) van de ongewenste gebeurtenis Schade aan houten palen, door verlagen van grondwater door instroming in riool.

4.5 Schade aan omgevingsobjecten door een breuk in een persriool

Schade aan omgevingsobjecten kan ontstaan door een breuk in een persriool dat in of nabij deze objecten is gelegen. In eerste instantie was deze ongewenste gebeurtenis geselecteerd met oog op schade aan primaire waterkeringen, zie Tabel 4-1. Later is besloten hier ook andere omgevingsfactoren aan toe te voegen, die als aparte effectcategorieën zijn ingevuld. Om die reden is de titel aangepast.

De kans op een breuk in een persriool is op basis van de huidige storingsdata niet goed te bepalen. De kans is geschat op basis van onderstaande invloedsfactoren die leiden tot een verhoogde kans op falen:

1. Een hogere leeftijd, in combinatie met het toegepaste materiaal van het persriool
2. Een ongunstig inspectieresultaat in RioGL voor de categorie 'Leidingstabiliteit'.
3. Expertkennis over individuele persriolen met een verminderde conditie.

Op basis van registraties in RioGL (item 1 en 2) en expertgegevens (item 3) worden van elk van de bovengenoemde invloedsfactoren kansverdelingen opgesteld. Voor de bepaling, zie Bijlage IV. Aangezien er geen expertkennis over de conditie van persriolen is verkregen, is voor deze waarde voorlopig '0,5' aangehouden. Combinatie van deze factoren op basis van een gewogen optelling leidt tot een totale kans-factor.

De effectcategorie wordt bepaald door de aard van de risicovolle objecten in de nabijheid van het persriool. Hierbij worden vijf effectcategorieën onderscheiden, toe te delen aan persriolen waar omheen een buffer wordt gelegd op basis van een te berekenen erosiekrater. De leiding krijgt een effectscore als onderstaande objecten zich geheel of gedeeltelijk in de buffer bevinden:

- Effectcategorie 5: primaire waterkeringen (data aangeleverd door Waternet), inclusief de stabiliteitszone.
- Effectcategorie 4: boezemwaterkeringen (data aangeleverd door Waternet) inclusief de stabiliteitszone, spoorlijnen (Top10NL) of autosnelwegen (Top10NL),.

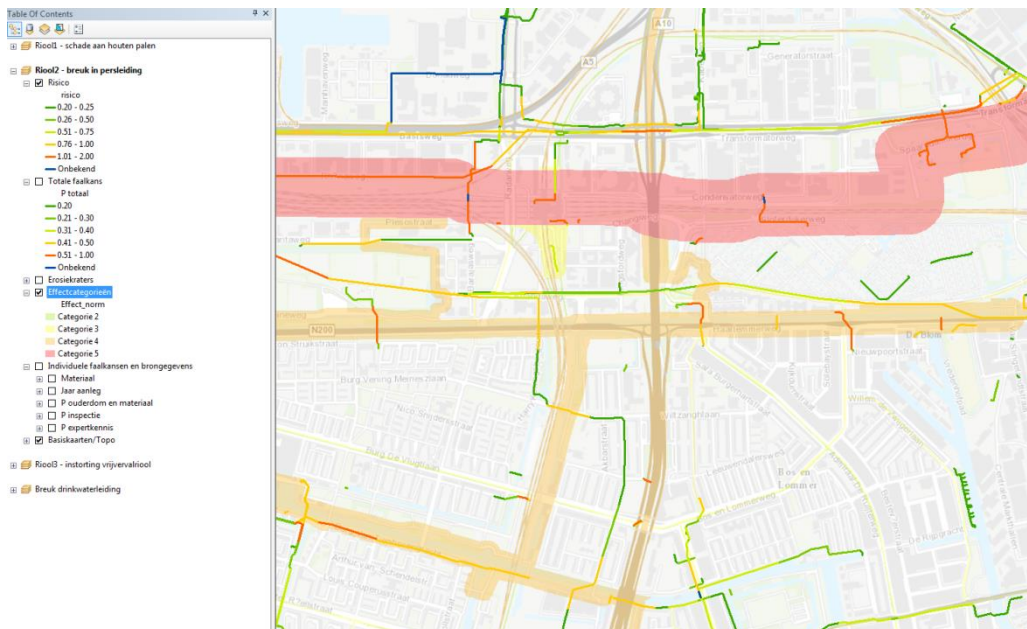
- Effectcategorie 3: hoofdverkeersroutes (PlusNet Amsterdam [5] met een buffer van drie meter), nabij ziekenhuizen (Top10NL) of in premiumgebieden (Bijlage III).
- Effectcategorie 2: tram- en bovengrondse metrobanen (Top10NL).
- Effectcategorie 1: overige gebieden.

De erosiekater wordt voor dit prototype bepaald met rekenregels die Waternet heeft opgesteld op basis van de NEN361, zie Bijlage IV. Deze rekenregels zijn conservatieve schattingen. Een meer nauwkeurige bepaling is mogelijk door gebruik te maken van een hydraulisch pakket en lokale drukken en de maximale lekstromen. Een meer nauwkeurige bepaling zal leiden tot kleinere ontgrondingskuilen en daardoor tot minder persriolen in hogere effectcategorieën.

De breedte van de stabiliteitszone van waterkeringen wordt volgend de NEN 3651 bepaald als 4 maal de hoogte van de kering. Door Waternet is voor het gebied van Amstel, Gooi en Vecht (AGV) een dataset aangeleverd met een binnenbeschermingszone en een buitenbeschermingszone. Deze beschermingszones worden hier als stabiliteitszone aangehouden. Er zijn geen gegevens verkregen van het gebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Amsterdam-Noord).

Als aan een streng meerdere effectcategorieën kunnen worden toegewezen dan geldt de hoogste categorie.

De werkwijze is grafisch weergegeven in een flowchart in Bijlage V. In Figuur 4-3 is een weergave gegeven in Cormorant van de gebruikte kaartlagen en een risico-score voor deze ongewenste gebeurtenis. Gezien de onzekerheden in de data, de gebruikte kennisregels en de waarderingen is deze risicoscore relatief en slechts ter illustratie en kan hieraan geen voorspellende waarde worden toegekend.



Figuur 4-3 Resultaat van de ongewenste gebeurtenis Schade aan omgevingsobjecten door een breuk in een persriool.

4.6 Schade aan de omgeving door instorting van een vrijvervalriool

Schade aan omgevingsobjecten kan ontstaan door de instorting van een vrijvervalriool dat in of nabij deze objecten is gelegen. In eerste instantie was deze ongewenste gebeurtenis geselecteerd met oog op schade aan hoogeffectgebieden, zie Tabel 4-1. Later is besloten hier ook andere omgevingsfactoren aan toe te voegen, die als aparte effectcategorieën zijn ingevuld. Om die reden is de titel aangepast.

De kans op instorting van een vrijvervalriool wordt bepaald door het constructief bezwijken van de buiswand. Deze kans is op basis van de huidige inzichten niet goed te berekenen en wordt daarom geschat aan de hand van de volgende invloedsfactoren die leiden tot een hogere kans op falen:

1. Een hogere leeftijd, in combinatie met het toegepaste materiaal van het vrijvervalriool
2. Een ongunstig inspectieresultaat in RioGL voor de categorie 'Leidingstabiliteit'.
3. Een grotere diameter, aangezien een instorting bij een kleinere diameter minder gauw zal leiden tot een kuil.

Op basis van registraties in RioGL (item 1, 2 en 3) worden van elk van de bovengenoemde invloedsfactoren kansverdelingen opgesteld. Voor de bepaling, zie Bijlage IV. Combinatie van deze factoren op basis van een gewogen optelling leidt tot een totale kans-factor.

De effectcategorie wordt bepaald door de aard van de risicovolle objecten in de nabijheid van het vrijvervalriool. Hierbij worden vijf effectcategorieën onderscheiden, toe te kennen aan riolen waar omheen een buffer wordt gelegd. Deze buffer is bepaald door een gat dat een instortende leiding kan veroorzaken en hier benaderd door het optellen van de halve buitendiameter en de diepte (BOB) van het riool. De leiding krijgt een effectscore als onderstaande objecten zich geheel of gedeeltelijk in de buffer bevinden:

- Effectcategorie 5: primaire waterkeringen (data aangeleverd door Waternet), inclusief de stabiliteitszone en een buffer van vijf meter.
- Effectcategorie 4: boezemwaterkeringen (data aangeleverd door Waternet) inclusief de stabiliteitszone, spoorlijnen (Top10NL) of autosnelwegen (Top10NL), inclusief een buffer van twee meter.
- Effectcategorie 3: hoofdverkeersroutes (PlusNet Amsterdam [5] met een buffer van drie meter), nabij ziekenhuizen (Top10NL) of in premiumgebieden (Bijlage III).
- Effectcategorie 2: tram- en bovengrondse metrobanen (Top10NL), inclusief een buffer van twee meter.
- Effectcategorie 1: overige gebieden.

De werkwijze is grafisch weergegeven in een flowchart in Bijlage V. In Figuur 4-4 is een weergave gegeven in Cormorant van de gebruikte kaartlagen en een risico-score voor deze ongewenste gebeurtenis. Gezien de onzekerheden in de data, de gebruikte kennisregels en de waarderingen is deze risicoscore illustratief en kan hieraan geen voorspellende waarde worden gegeven.



Figuur 4-4 Resultaat van de ongewenste gebeurtenis Schade aan de omgeving door instorting vrijvervalriool.

4.7 Schade aan de omgeving door een breuk in een waterleiding

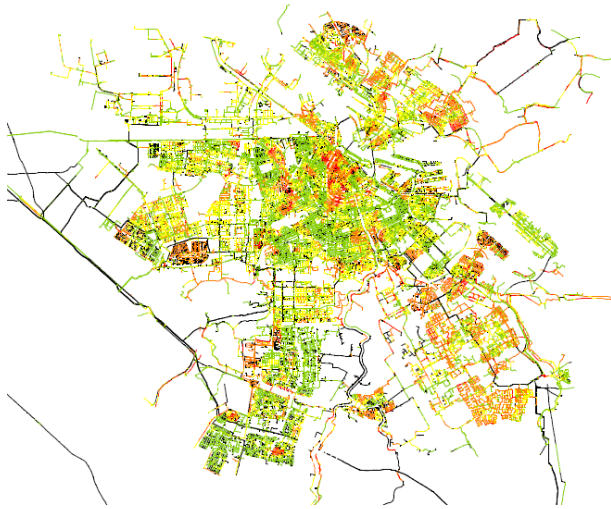
De drie ongewenste gebeurtenissen die verband houden met waterleidingen, te weten door schade aan een primaire waterleiding (D1), schade aan een waterstaatkundig werk (D2) en schade in een hoogeffectgebied (D3), hebben alle een leidingbreuk als oorzaak.

De kans dat een breuk in een waterleiding optreedt is met meerdere methoden te bepalen. Aangezien de conditie van leidingen en de verouderingsprocessen nog slecht te bepalen zijn, geldt voor elke methode dat deze een grove benadering is van de reële situatie. Voor Cormorant is er voor gekozen om de restlevensduur te bepalen door gebruik te maken van twee methoden, namelijk het in het BTO ontwikkelde rekenmodel COMSIMA en de storingsregistratie van Waternet.

Het rekenmodel COMSIMA berekent de spanningen in de buiswand als gevolg van de belasting veroorzaakt door de bodem, het verkeer, de statische waterdruk en ongelijkmatige zettingen. Voor leidingen van GGJ en AC kan een reductie van de wanddikte worden bepaald als gevolg van degradatie (corrosie of uitloging). De mate van vermindering van de wanddikte kan worden geschat met behulp van meetgegevens (bijvoorbeeld destructief onderzoek WESCO), kennis van de lokale situatie en generieke kennisregels. In dit prototype is gebruik gemaakt van de oorspronkelijke wanddikte.

Het model COMSIMA berekent de spanningen in de buiswand op grond van een vereenvoudigde één-dimensionale berekening, waarbij de buis-bodeminteractie is gemodelleerd middels een systeem van veren. Aangezien het model gebruik maakt van generieke bodemdata, is het mogelijk voor een groot gebied en in een gis-omgeving berekeningen uit te voeren. Een beperkende factor hierbij is de kwaliteit van de bodemdata. De in dit project gebruikte versie van COMSIMA berekent per leiding de kans (in de vorm van een verdeling) op een bepaalde wandspanning. Op basis hiervan wordt berekend wat de kans is op overschrijding van de toelaatbare wandspanning. De kans op overschrijding wordt vertaald naar een waarde die zich bevindt tussen 0 en 1. Hierbij staat de waarde 0 voor een overschrijdingskans lager dan 0,1% (eens per 1000 situaties) en 1 voor een

overschrijdingskans hoger dan 10% (eens per 10 situaties). Voor tussenliggende waarden vindt een lineaire interpolatie plaats. Voor een voorbeeld van een resultaat, zie Figuur 4-5.



Figuur 4-5 Voorbeeld rekenresultaat van COMSIMA, waarbij de wandspanningen worden berekend. De gegeven berekening is illustratief. Rode lijnen geven drinkwaterleidingen weer met hogere wandspanningen.

De kans op een leidingbreuk kan tevens worden bepaald op basis van de door Waternet geregistreerde storingen. Waternet heeft voor toepassing van het model RASMARIANT onderstaande empirische formule opgesteld voor berekening van de storingsfrequentie als functie van het jaar van aanleg (a) en de diameter (w). De parameters p_0 , p_1 , p_2 en p_3 zijn constanten met de respectievelijke waarden 0,000044, 0,0021, 118,7 en 201,5.

$$f(a,w) = p_0 \cdot (1 + p_1 \cdot a^{1.5}) \cdot (0.25 + \exp(-1/p_2^2) \cdot (w - p_3)^2)$$

De bepaling van de kans op een leidingbreuk vindt plaats door per leiding een waarde te bepalen die zich bevindt tussen 0 en 1. Hierbij staat de waarde 0 voor 0 storingen/km/jaar. De waarde 1 staat voor een door Waternet vast te stellen onaanvaardbaar hoge storingsfrequentie, waarbij in elke risicosituatie tot vervanging wordt overgegaan. Hiervoor houdt Waternet een storingsfrequentie aan van 0,5 storingen/km/jaar. Dit betekent dat een leiding van 1km lengte maximaal eens per 2 jaar mag storen. Leidingen met een berekende storingsfrequentie hoger dan 0,5 storingen/km/jaar krijgen ook de waarde 1. Opgemerkt wordt dat bij deze benadering geen onderscheid wordt gemaakt naar leidingmateriaal of omgevingsfactoren. Op basis van een meer gedetailleerde analyse met data uit USTORE [1], die is verrijkt met storingsdata van andere waterbedrijven, is een meer nauwkeurige bepaling te verwachten.

De kans op een storing in een waterleiding wordt bepaald door de hoogste waarde te selecteren van de berekende kans op basis van het model COMSIMA en de storingsfrequentie.

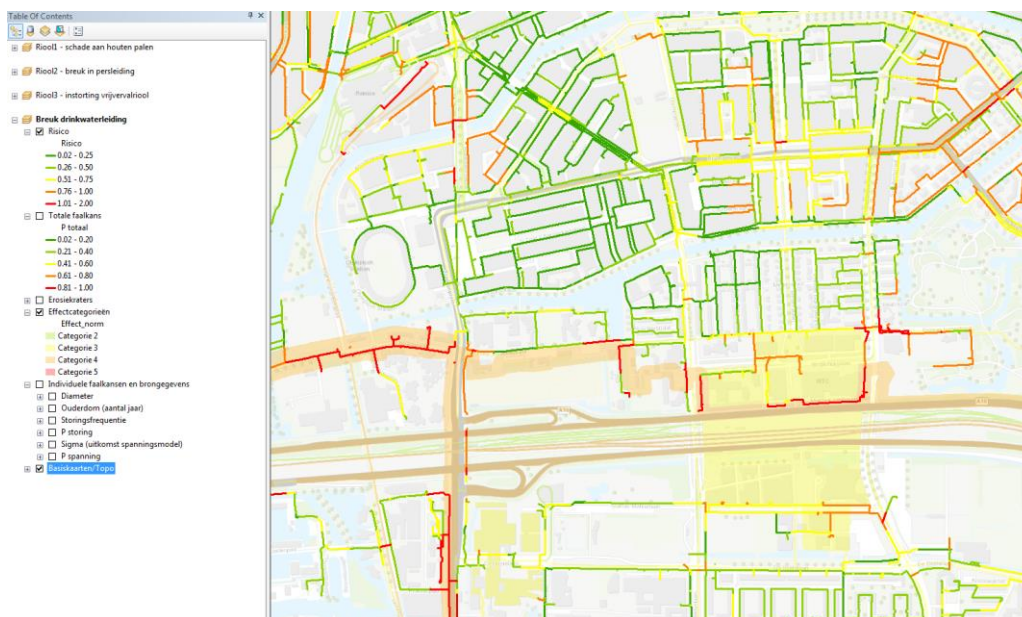
De effectcategorie wordt bepaald door de impact van een leveringsonderbreking op klanten en op de aard van risicovolle objecten in de nabijheid van de leiding. Hierbij worden vijf effectcategorieën onderscheiden, toe te delen aan leidingen waar omheen een buffer wordt gelegd en waaraan klanten op basis van de afsluitersectie worden toegekend. Deze buffer is bepaald op basis van een te berekenen erosiekrater, zie Bijlage IV. De leiding krijgt een effectscore als onderstaande objecten zich geheel of gedeeltelijk in de buffer bevinden:

- Effectcategorie 5: leidingen nabij primaire waterkeringen (data aangeleverd door Waternet), inclusief de stabiliteitszone.
- Effectcategorie 4: boezemwaterkeringen (data aangeleverd door Waternet) inclusief de stabiliteitszone, spoorlijnen (Top10NL) of autosnelwegen (Top10NL).
- Effectcategorie 3: hoofdverkeersroutes (PlusNet Amsterdam [5] met een buffer van drie meter), nabij ziekenhuizen (Top10NL) of in premiumgebieden (Bijlage III).
- Effectcategorie 2 trambanen (Top10NL).
- Effectcategorie 1: overige gebieden.

Verder geldt dat aan afsluitersecties met gevoelige gebruikers (nierdialysepatiënten, kappers, medische centra, apotheken) minimaal effectcategorie 2 wordt toegekend.

Voor nadere opmerkingen over de erosiekraters en de stabiliteitszone, zie paragraaf 4.5.

De werkwijze is grafisch weergegeven in een flowchart in Bijlage V. In Figuur 4-6 is een weergave gegeven in Cormorant van de gebruikte kaartlagen en een risico-score voor deze ongewenste gebeurtenis. Gezien de onzekerheden in de data, de gebruikte kennisregels en de waarderingen is deze risicoscore illustratief en kan hieraan geen voorspellende waarde worden gegeven.



Figuur 4-6 Effectcategorieën voor de ongewenste gebeurtenis Schade aan de omgeving door een breuk in een waterleiding.

5 Bespreking van resultaten

De resultaten van de berekening met Cormorant zijn besproken met gebiedsmanagers drinkwater (Gerrit van Vliet en Ernst Wink) en riolering Rick Njiman en Robert Heuving). De resultaten van deze bespreking zijn weergegeven in Bijlage I.

De medewerkers gaven aan zich kunnen te vinden in de gekozen methodiek en de uitwerking. Zij zijn echter van mening dat er verdere verbetering noodzakelijk is op het gebied van inputdata, onderliggende kennisregels en waardering van onderdelen.

In de stuurgroepvergadering van 26-12-2015 is een presentatie gegeven van Cormorant. De stuurgroep kon zich ook vinden in de gekozen aanpak en gaf aan dat het project daarnaast grote waarde heeft voor Waternet omdat het een groot aantal verbeterpunten heeft opgeleverd voor het verbeteren van de informatievoorziening. De stuurgroep merkt echter op dat de aanpak waarbij het risico wordt bepaald door optelling van de kanswaarde en de effectwaarde niet wordt ondersteund. De stuurgroep geeft aan de voorkeur te geven aan vermenigvuldiging van beide waarden.

6 Leerpunten en aanbevelingen voor vervolg

6.1 Leerpunten

Deze paragraaf bevat leerpunten voor Waternet die niet in deze publicatie zijn opgenomen.

6.2 Aanbevelingen

6.2.1 Van Prototype naar product

Het huidige prototype van Cormorant is nog niet gereed om in te zetten in een productie-omgeving. Een paar activiteiten dienen nog uitgevoerd te worden. Dit betreft de volgende:

- De stabiliteit en de gebruiksvriendelijkheid van de Modelbuilder binnen ArcGIS is nog niet geheel naar wens en wordt als niet voldoende beschouwd voor gebruik in een productieomgeving. Voor een productieomgeving wordt aanbevolen over te stappen op bijv. Python scripts en/of een .NET-applicatie binnen ArcGIS. Eventueel zou ook een applicatie ontwikkeld kunnen worden binnen een andere architectuur, mits dat past binnen de bestaande architectuur van Waternet.
- Er bestaat behoefte aan een user interface met een aantal echte draaiknoppen om bepaalde factoren zwaarder/lichter mee te laten tellen in de analyse.
- In de huidige versie van Cormorant is de data projectmatig beschikbaar gesteld en is het model deels gebaseerd op deze beschikbare data. Het updaten van data is hierbij niet in ogenschouw genomen. Belangrijk is dat er nog een keer goed naar de kwaliteit en volledigheid van de data en het model wordt gekeken. Cormorant dient gebruik te maken van de data van andere registraties, bij voorkeur gebaseerd op het “data bij de bron” principe en op basis van standaarden. Ook voor het up-to-date houden van de data dienen procedures en afspraken te worden opgesteld.

6.2.2 Uitvoeren scan t.b.v. implementatie

Als voorbereiding op de implementatie van Cormorant, wordt aanbevolen een scan uit te voeren. Met deze scan zal in een korte doorlooptijd bekeken worden waar eventuele knelpunten bestaan die een succesvolle implementatie kunnen verhinderen en zal een voorstel worden gedaan om deze knelpunten op te lossen. De scan dient uitgevoerd te worden op vier verschillende assen.

Data

Hierboven is reeds een aantal aanbevelingen in relatie tot data gegeven. De inzichten en resultaten hiervan kunnen meegenomen worden in de scan. Belangrijk is om uiteindelijk de activiteiten in beeld te krijgen en uit te voeren om de data benodigd voor Cormorant op orde te krijgen en te houden.

Organisatie

Dit onderdeel kent een aantal verschillende facetten. Hierbij gaat het zowel om de organisatie van het gegevensmanagement als het organiseren van het gebruik en beheer van de toepassing. Hoe is dat nu georganiseerd en wat dient er nog georganiseerd te worden om de toepassing succesvol in beheer te nemen.

Techniek

Belangrijkste vraag hier is hoe het GIS-platform in de omgeving van Waternet gebruikt kan worden. De verwachting is dat dit geen grote problemen op gaat leveren omdat de oplossing nauw aansluit op de architectuur van Waternet. Voor systemen die een rol spelen in het aanleveren van gegevens, kan dit wellicht anders liggen.

Proces

Hierbij gaat het vooral om de ondersteuning van Cormorant bij het assetmanagement-proces. Hoe kan straks de oplossing ingezet gaan worden in dit proces? Hoe ziet dit proces er exact uit? Waar zitten eventueel nog knelpunten? Welke medewerkers gaan straks gebruik maken van deze toepassing. Zijn er ook raakvlakken met vergelijkbare processen waar misschien op aangehaakt kan worden?

6.2.3 Ontwikkelen van een goede gegevenshuishouding

Bij het delen en integreren van data en het werken conform standaarden en modellen hoort het opzetten, beheren en gebruiken van een goede gegevenshuishouding. Op dit moment is de gegevenshuishouding niet op orde. Aanbevolen wordt om een roadmap te ontwikkelen waarmee dit gestructureerd en planmatig aangepakt kan worden. Dit gaat verder dan alleen de data die voor Cormorant benodigd is.

Het opstellen van een businesscase of kosten/baten analyse waarmee de meerwaarde en kosten op een rij kunnen worden gezet, vergemakkelijkt vaak het besluitvormingstraject om deze gegevenshuishouding te mogen aanpakken. Het besparen van veel kosten door het gebruiken van een goede gegevenshuishouding is mogelijk. Aanbevolen wordt om te starten met het opstellen van een haalbaarheidsstudie, inclusief globale businesscase.

6.2.4 Ontwikkel blauwdruk en koppel mee

Met behulp van Cormorant is het mogelijk om tot een optimale besluitvorming te komen waardoor budgetten zo effectief mogelijk besteed kunnen worden. Op basis hiervan is het mogelijk om tot een blauwdruk te komen voor verbeterd beheer van het waterleiding- en rioleringsnetwerk. Met deze blauwdruk en de activiteiten die erbij horen om dit in de praktijk te realiseren, kan bekeken worden hoe zo effectief mogelijk afstemming kan worden gerealiseerd tussen de twee taakvelden en met andere organisaties. Door deze afstemming zal in ieder geval kosten bespaard worden, zowel bij Waternet als bij andere organisaties.

6.2.5 Delen van kennis en ervaringen

Met het TKI-project is veel kennis en ervaring opgedaan. Het is nuttig om deze kennis en ervaring te delen, zowel voor Waternet in vergelijkbare interne trajecten, als voor andere waterbedrijven. Daarnaast is het voor Waternet belangrijk als Cormorant, of het gedachtengoed achter Cormorant, ook door andere waterbedrijven gebruikt gaat worden. Hiermee wordt niet alleen extra kennis ingebracht, maar kunnen ook kosten gedeeld worden. Aanbevolen wordt om een artikel te schrijven over Cormorant in een vakblad en daarnaast actief te gaan zoeken naar participanten.

6.2.6 Visie ontwikkelen

Hierboven is reeds het nodige geschreven over het ontbreken van een gedragen en geaccepteerde visie. Aanbevolen wordt om deze visie te gaan ontwikkelen en deze door middel van een passende strategie, aan te laten sluiten op de dagelijkse werkzaamheden. De volgende activiteiten worden aanbevolen:

- Breng de huidige situatie in beeld. Analyseer de processen, wat gaat er goed, waar zitten knelpunten, waar zitten kansen?;
- Breng de toekomstige behoefte in beeld. Welke veranderingen komen er in de toekomst op Waternet af? Welke eisen stelt dit aan de organisatie en de ICT-hulpmiddelen?;

- Hoe ziet de middellangetermijnvisie eruit? Wat is de stip op de horizon? Welke uitgangspunten en doelstellingen horen daarbij?
- Vertaal deze visie naar een strategie en roadmap om vanuit de huidige situatie in de toekomstige, gewenste situatie te komen;
- Vertaal deze strategie en roadmap ieder jaar naar een jaarplan waarbij acties worden beschreven en waar mensen en middelen worden gereserveerd. Evalueer na afloop de behaalde resultaten;
- Probeer door middel van het succesvol uitvoeren van kleinere projecten passend binnen de overkoepelende visie, het draagvlak voor het uitvoeren van de visie te versterken.

6.2.7 Modellen verder uitwerken

Het project is vooral gericht op het met behulp van ruimtelijke informatiesystemen ondersteunen van risicomanagement. Zoals eerder al geconstateerd is, is nog niet alle data voor handen en dienen sommige modellen nog verder uitgewerkt te worden. Tevens is het van belang de gebruikte modellen en kennisregels verder te ontwikkelen en te valideren. In een verdere fase zal ook aandacht besteed moeten worden aan het herbevestigen van de gekozen richtingen en de implementatie daarvan in Cormorant.

7 Referenties

Baars, E., van Esch, K.J., Lodewijk, M., Schaart, N. (2009). Integraal technisch beleidsrapport "Breed Water", Plan gemeentelijke watertaken 2010-2015.

Hofman, J.A.M.H., Rook, J.H., van der Hoek, J.P. (2008) Toekomstvisie primaire proces drinkwater 2020-2050, Deel A, Een overzicht van toekomstscenario's voor de drinkwatervoorziening.

Lugt, C.L. van der (2014). Eindrapportage Informatie delen en creëren 2014. Interne notitie Waternet.

Gebruikte internetreferenties:

[1] USTORE: <http://www.vakbladh2o.nl/index.php/h2o-online/recente-artikelen/entry/ustore-het-kennisinstrument-voor-het-onderbouwen-van-vervangingsbeslissingen-van-water-leidingen>

[2] Boomregister: www.boomregister.nl/

[3] Deltares zettingenkaart: in bezit bij Waternet

[4] Basisregistraties Adressen en Gebouwen: <https://bagviewer.kadaster.nl/>

[5] Plusnet, gemeente Amsterdam: <http://maps.amsterdam.nl/plusnet/>

Bijlage I

Verslag bespreking resultaten met medewerkers Waternet, 8-12-2014

De medewerkers gaven aan zich kunnen te vinden in de gekozen methodiek en de uitwerking. Zij zijn echter van mening dat er verdere verbetering noodzakelijk is op het gebied van inputdata, onderliggende kennisregels en waardering van onderdelen.

Drinkwater: Overleg met Gerrit van Vliet en Ernst Wink

- Het spanningsmodel weegt te zwaar ten opzichte van het storingsmodel. De vraag is of de gehanteerde weging correct is.
- In het model is het westelijk deel van het centrum roodgekleurd (De Jordaan). Dat komt niet overeen met de verwachtingen.
- Faalkans is uiteindelijk een combinatie van de spanningsberekening en bijvoorbeeld de storingsgraad (Rasmariant).
- Het effect van een ongewenste gebeurtenis lijkt te zwaar te wegen ten opzichte van de kans hierop. Daarmee wordt uiteindelijk het risico te veel door het effect bepaald.

Materiaalgegevens:

- De gebruikte dataset blijkt onvolledig. Enkele materialen zijn niet meer in de dataset aanwezig. Ergens in het traject van data-handling zijn zij verdwenen.
- Gegevens zoals kaliber, leeftijd en wanddikte ontbreken soms in de oorspronkelijke data.
- In het huidige spanningsmodel is geen rekening gehouden met trek-vaste verbindingen.

Aandachtspunten voor toekomstige uitwerking:

- Is er een betere bodemkaart van het centrum van Amsterdam?
- De verhouding kans/effect opnieuw beschouwen.
- Wanddikte metalen buizen na 1960 .
- Stalen Fuchs-buizen en GVK ontbreken in het model.

Riolering: Overleg met Rick Nijman en Robert Heuving

- De bepaling van de kans op ongewenste gebeurtenissen is verre van compleet en vergt nadere uitwerking.
- Specifieke aandacht voor betonnen metrische buizen (lengte van 1 meter) uit de jaren '60 - '70. In de periode daarna zijn langere buizen en betere verbindingen toegepast.
- Het onderscheid onderheid/niet onderheid wordt nu niet gemaakt in het model.
- Er zijn nog meer cohorten te verzinnen dan nu in het model aangenomen met specifieke eigenschappen (geldt ook voor drinkwater).
- Het ontbreekt aan een zettingenkaart met voldoende detail. Nu is een kaart van Deltares gebruikt met een raster van 100*100 meter.
- Maatgevende RioGL inspecties (ingrijpen op basis van stabiliteit). Zitten ze er nu allemaal wel in. Het gevoel bestond dat er meer moesten zijn!
- De Bomenkaart is niet compleet.

- Er blijkt een kaart te zijn waarop woningen met houten palen zijn aangegeven. Dit navragen bij Jeroen Ponte.
- Bomen/wortels niet problematisch bij ligging onder grondwaterstand. Dit is dus een minder relevante faaloorzaak dan nu aangenomen.
- Het functioneren van het systeem zit niet in model. Dat is mede maatgevend voor het effect van een verstoring.
- Opmerking Peter vd Kruk: bij welk (extern) effect actie? Dit heeft relatie met de weging.

Bijlage II

Waternetters delen

Data intern delen om vakmanschap en watercyclus denken te versterken

Project: Hefboomproject Informatievoorziening assetmanagement riolering en drinkwater

Inleiding

KWR Watercycle Research Institute, Waternet en Geodan zijn het TKI-project 'Soil Mechanics & Dynamics' gestart, met als doel een prototype van een GIS-Platform op te zetten, waarin data over de bodem kan worden gecombineerd en geanalyseerd ten einde het beheer van ondergrondse infra voor drink- en afvalwater (leidingen, vrijvervalriolen en persriolen) te verbeteren door deze meer te baseren op geobjectiverde informatie.

Het project is opgedeeld in 2 fasen:

1. Inventarisatie van de informatiebehoefte, beschikbare kennisregels en modellen. Op basis hiervan is een functioneel ontwerp van het prototype GIS-Platform opgesteld.
2. In de uitvoeringsfase is het GIS-platform ontwikkeld (proof of concept) en worden geleerde lessen opgesteld over de inzet van GIS bij het beheer van assets bij waternet.

Resultaat

1. Functioneel ontwerp van het prototype GIS-platform
2. Proof of concept van GIS-platform op basis van het functioneel ontwerp.

Ad 1. In het functionele ontwerp is een inventarisatie beschreven van de informatiebehoefte en beschikbare kennisregels en modellen. Als vertrekpunt van deze inventarisatie zijn de hieronder genoemde ongewenste gebeurtenissen.

Afvalwater

A1. Schade aan houten palen, door verlagen van grondwater door instroming in riool

A2. Schade aan primaire waterkeringen door een breuk in een persriool

A3. Instorting vrijvervalriool in een hoogeffectgebied

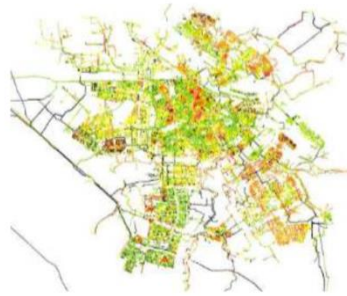
Drinkwater

D.1 Schade aan primaire waterkeringen door een breuk in een waterleiding •

D.2 Schade aan waterstaatkundige werken door een breuk in een waterleiding

D.3 Een breuk in een waterleiding in een overig hoogeffectgebied (niet vallend onder D1 of D2).

Ad 2. In het GIS-model zijn de noodzakelijke en beschikbare data samengevoegd. Van de ongewenste gebeurtenissen is een inschatting gemaakt van het risico (kans en effect). Begin 2015 zal bekeken worden in hoeverre voortgeborduurd kan worden op de systematiek van het GIS-model in bij Waternet gehanteerde of nog te ontwikkelen risicomodellen in GIS. Hieronder 2 voorbeelden van een risicokaart uit het GIS-model.

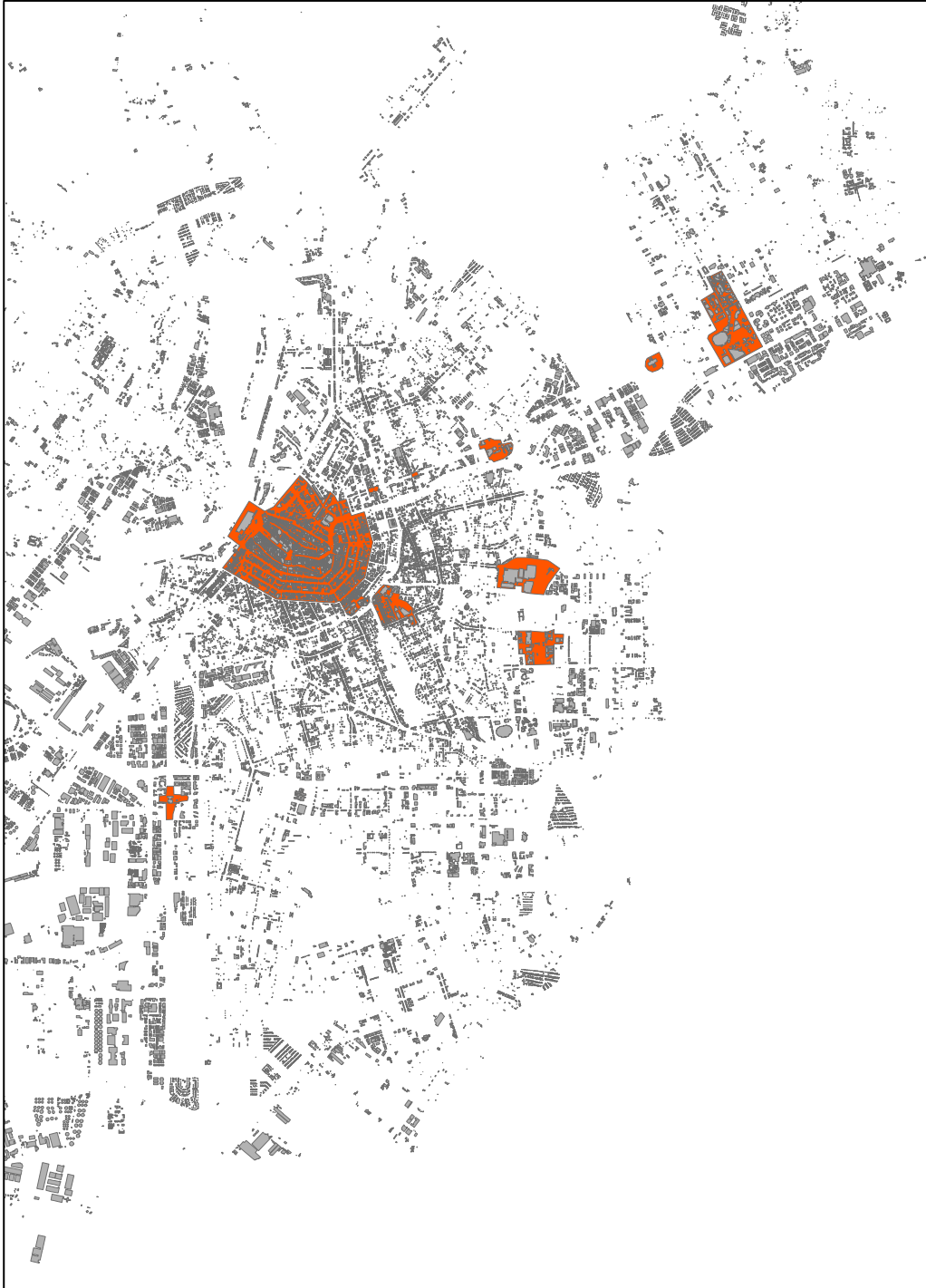


Geleerde lessen

- Tijdens het project zijn we tegen diverse zaken aangelopen.
- Beschikbaarheid/vindbaarheid/volledigheid en kwaliteit van benodigde data t.b.v. de modellen is een lastig proces. Er is binnen Waternet heel veel data beschikbaar. Niet alleen data waar Waternet de beheerder van is. Een totaaloverzicht ontbreekt.
- Data heeft niet altijd een bekende kwaliteit
- Delen van “eigen data” niet vanzelfsprekend. Wat gebeurt er met “mijn data”.
- Goede beschrijving van de databehoeftte/informatiebehoefte helpt om de juiste data te verkrijgen.
- Visualisatie van databestanden levert meer inzicht op welke data beschikbaar is.
- Dit helpt ook bij het formuleren van de databehoeftte en informatiebehoefte.
- Uitkomsten van een GIS-model zijn gebaseerd op beschikbare data en aannames in het model. Opstellen van modellen in een GIS-omgeving vergen daarom een nauwe samenwerking tussen afvalwater/drinkwater specialisten en GIS-specialisten.

Bijlage III Premiumgebieden

De geselecteerde gebieden hebben een groot economisch of toeristisch belang.



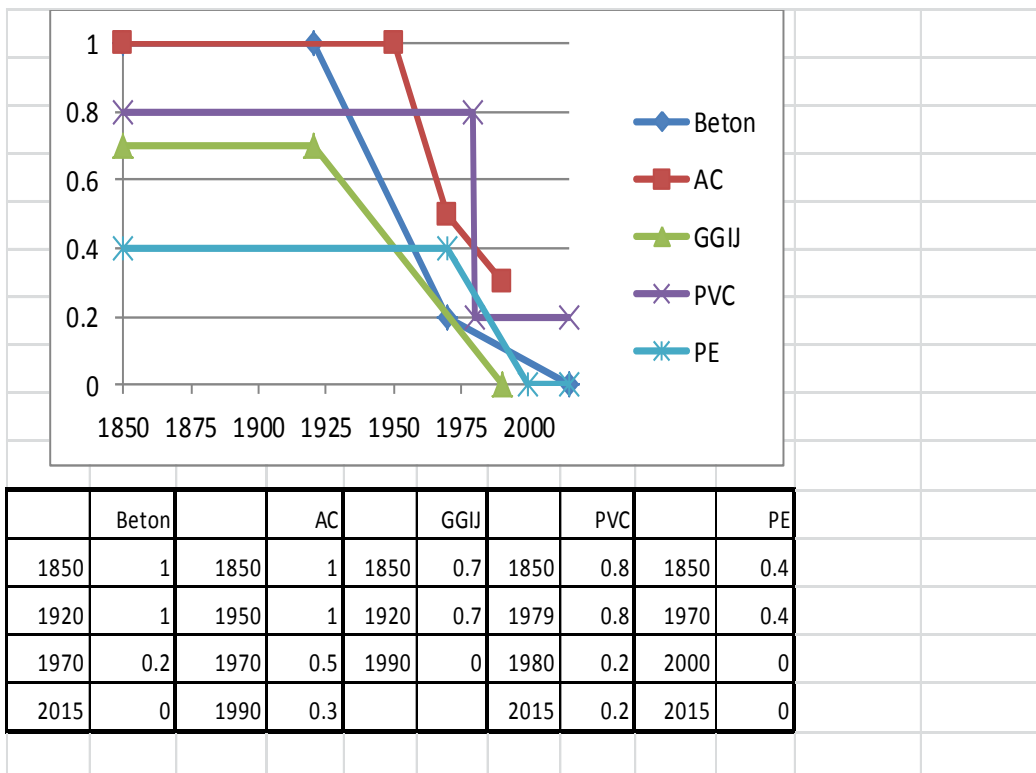
Bijlage IV Bepaling van de kans op ongewenste gebeurtenissen

1. Schade aan houten palen door lekkend riool, kansmodel

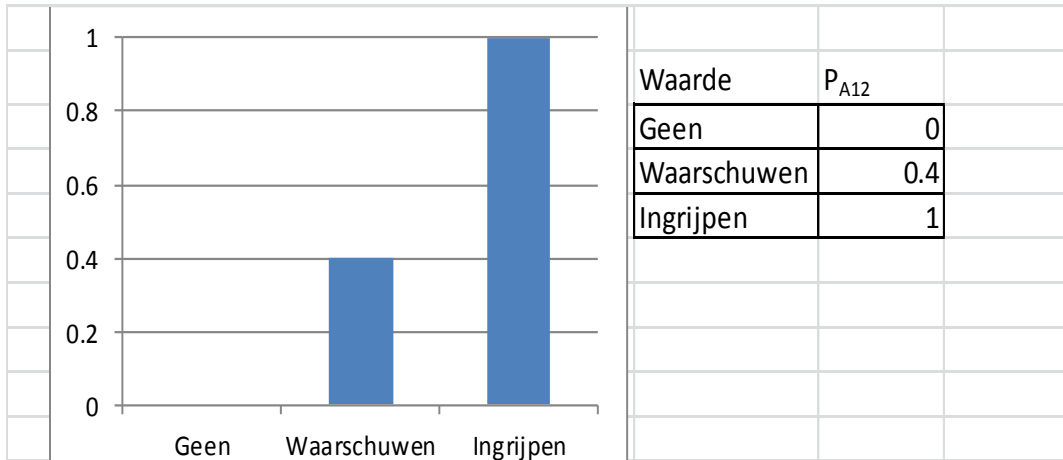
Voor het kunnen bepalen van de kans op optreden van verlaging van de grondwaterstand door een lekkend riool, worden voor dit project onderstaande methode aangehouden.

P_{All}: Leeftijd en materiaal

Voor de verschillende materialen is een aantal waarden bepaald. Tussengligende waarden te bepalen door interpolatie.



P_{A12}: Inspectieresultaten RioGL



P_{A13}: Bomen

$$P_{A13} = \frac{L_k}{L}$$

- L_k: Totale lengte van die delen van de streng die binnen de kruinen van bomen vallen
- L: Totale lengte streng

P_{A14}: Kans optreden ongelijkmatige zettingen

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de waarde Sigma van de Zettingenkaart

Sigma	P _{A14}	Klasse
< 0.1	0	1
0.1-0.4	0.5	2
>0.4	1	3

Aggregatie

Door optelling van de individuele gewogen kansen, wordt de kansfactor bepaald:

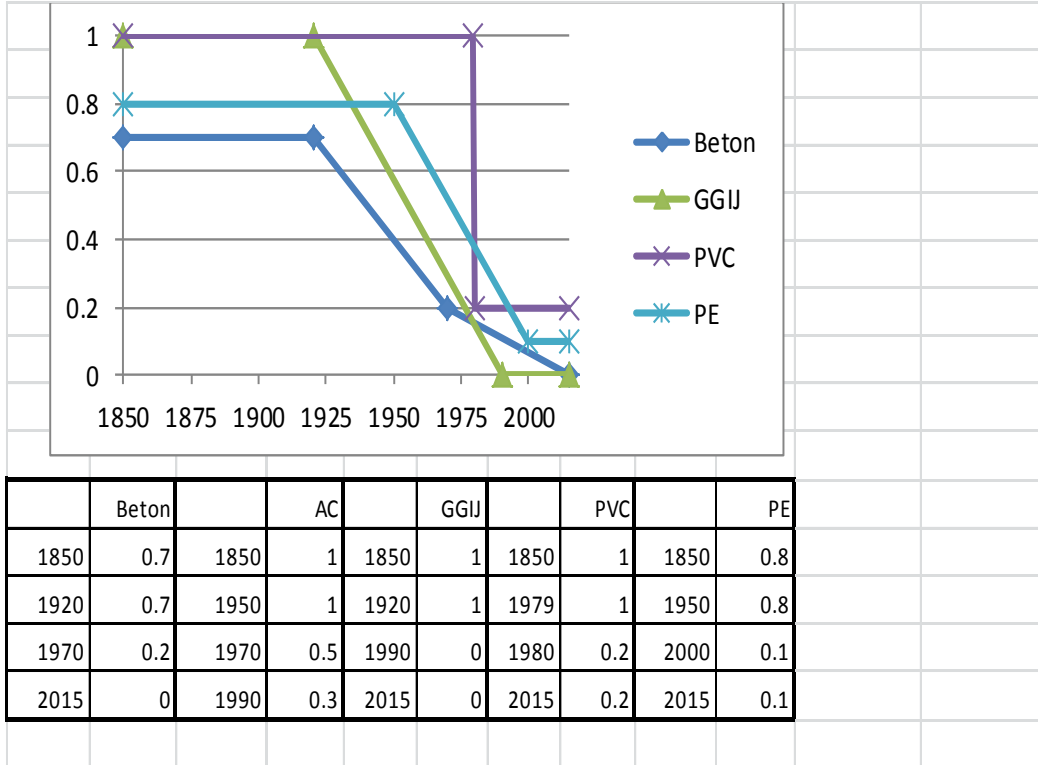
$$P_{A1} = \sum_{i=1}^4 w_{A1i} \cdot P_{A1,i} \text{ waarbij geldt: } \sum_{i=1}^4 w_{A1i} = 1$$

Onderstaande gewichten worden voorgesteld:

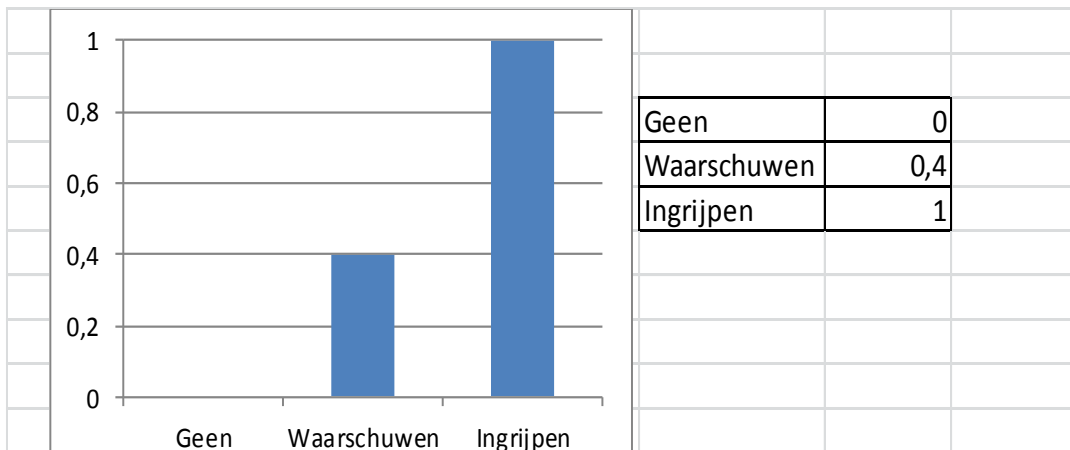
- W_{A11}: 0,3
- W_{A12}: 0,4
- W_{A13}: 0,15
- W_{A14}: 0,15

2. Schade aan omgevingsobjecten door breuk persriool, kansmodel

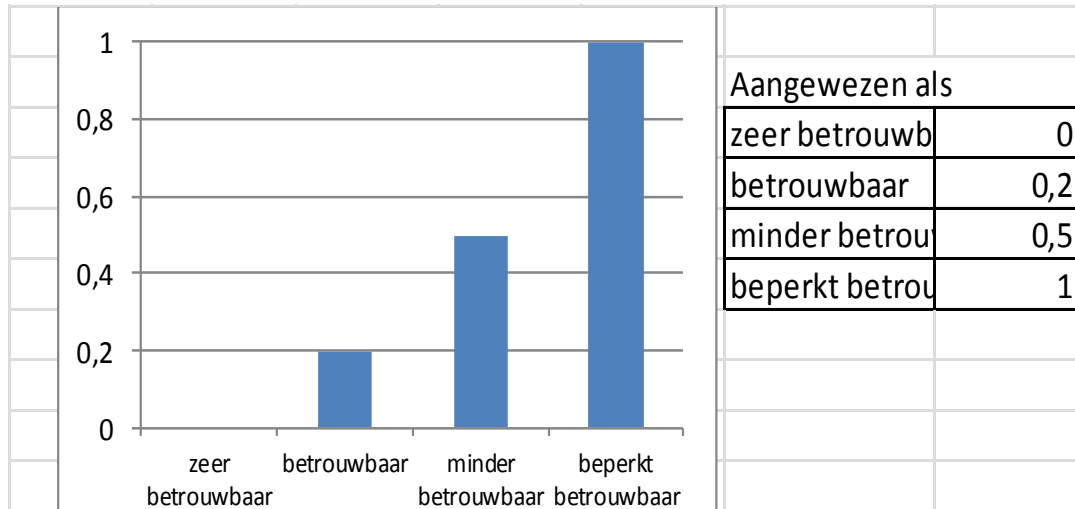
P_{A21}: Leeftijd en materiaal



P_{A12}: Inspectieresultaten RioGL



P_{A23}: Verzamelde expertkennis



De term betrouwbaar dient te worden voorgelegd aan experts. Hierbij wordt het oordeel gevraagd hoe groot de kans wordt ingeschat dat in de betreffende persriool de komende 8 jaar een breuk kan optreden. Een dergelijk oordeel is hier mogelijk omdat dit over een beperkte omvang riolen gaat waarover relatief veel informatie beschikbaar is.

Gedurende het project is door betrokken riool-experts geen inschatting gemaakt. Om die reden is voor alle persriolen voor deze categorie de waarde '0,5' ingevoerd.

Gewichten

Onderstaande gewichten worden voorgesteld:

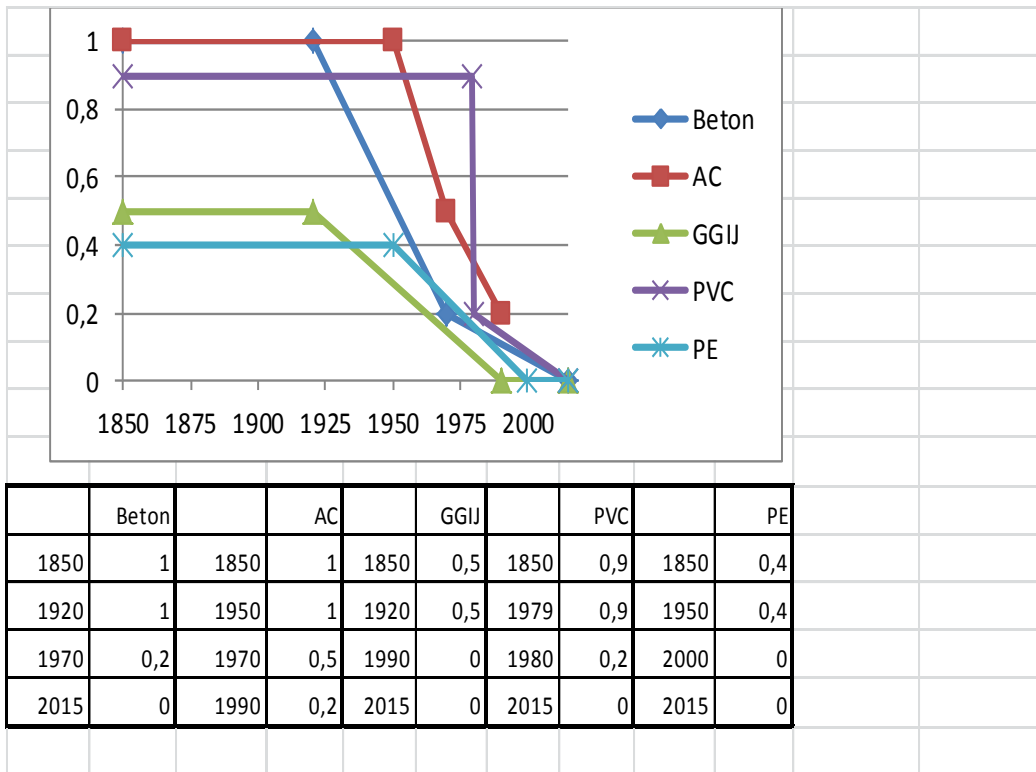
$$W_{A21} : 0,2$$

$$W_{A22} : 0,4$$

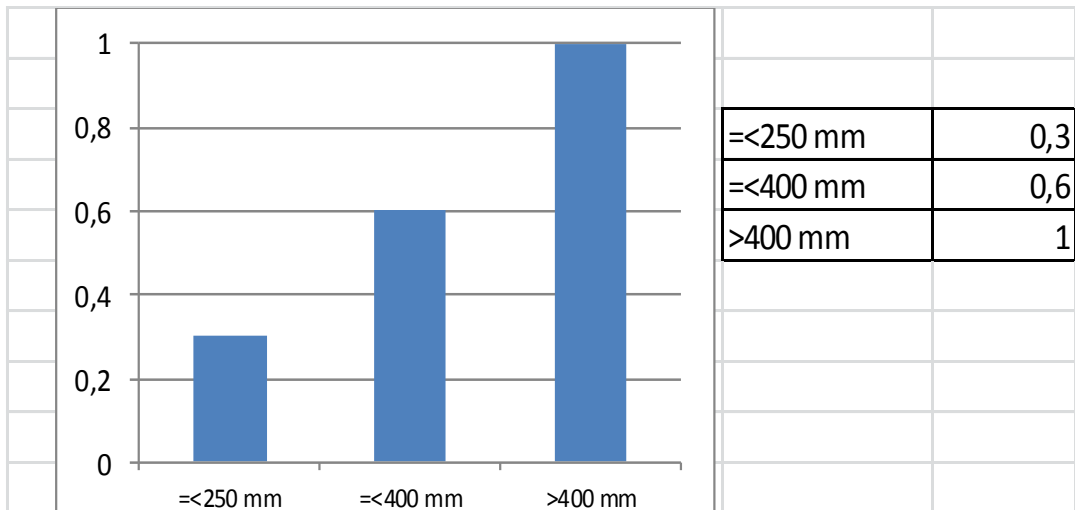
$$W_{A23} : 0,4$$

3. Schade aan omgeving door instorting vrijerval riool, kansmodel

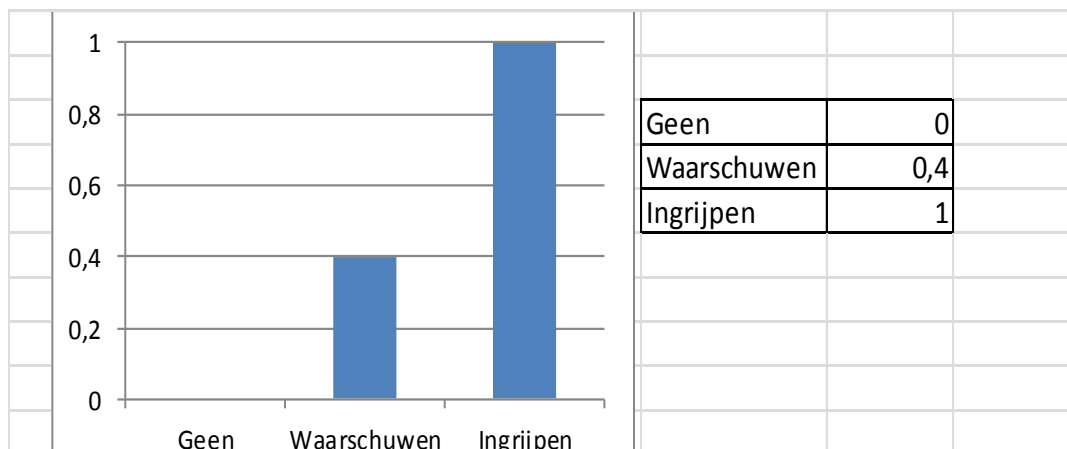
P_{A31}: Leeftijd en materiaal



P_{A32}: Diameter



P_{A33} : Inspectieresultaten RioGL



Gewichten

Onderstaande gewichten worden voorgesteld:

$$W_{A31} : 0,3$$

$$W_{A32} : 0,2$$

$$W_{A33} : 0,5$$

4. Schade door een breuk van een waterleiding, kansmodel

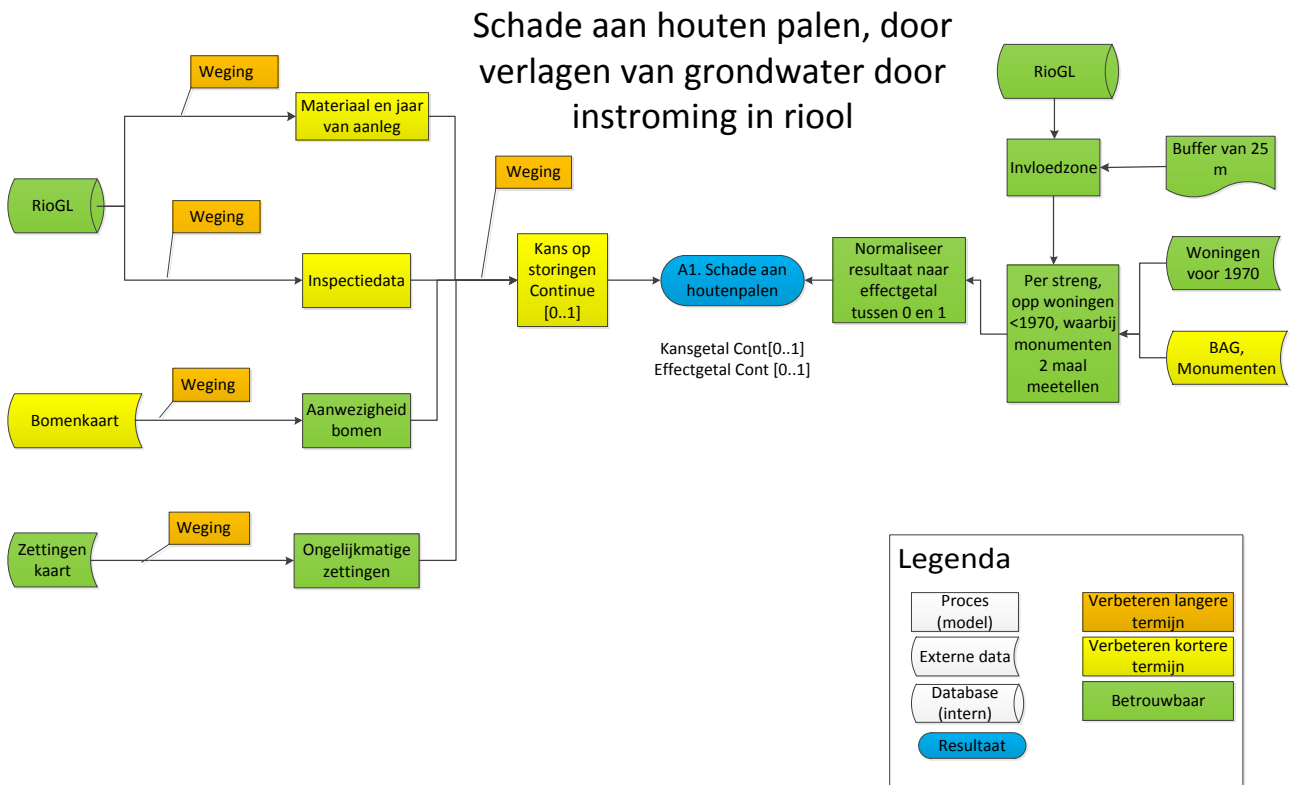
Uitgewerkt in paragraaf 4.7.

5. Erosiekraters, effectmodel

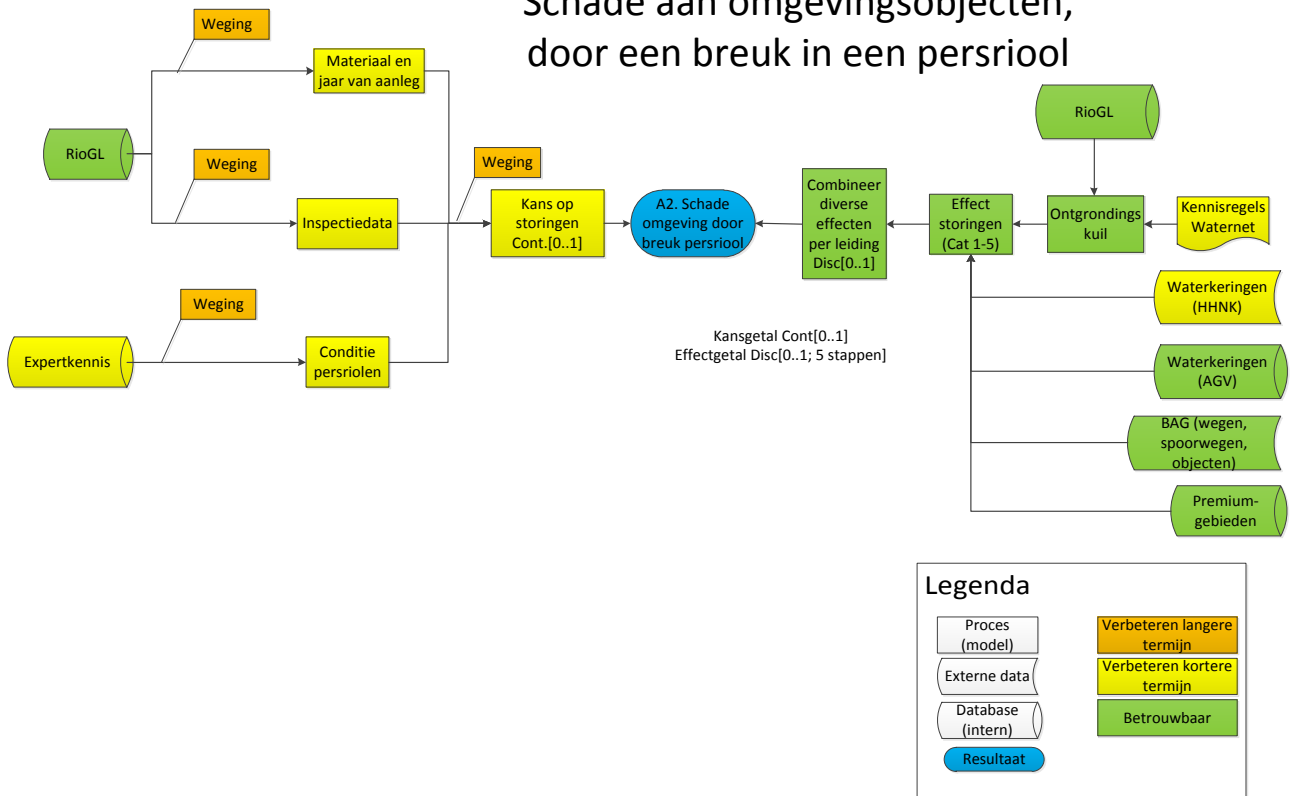
Waternet houdt voor de bepaling van maatgevende erosiekraters in geval van een breuk in drinkwaterleidingen en persriolen onderstaande waarden aan.

Alle leidingen, onafhankelijk van het materiaal, en kleiner dan of gelijk aan 175 mm	2 m
Alle leidingen, onafhankelijk van het materiaal, tussen 176 en 200 mm	2,5 m
Alle leidingen, onafhankelijk van het materiaal, tussen 201 en 250 mm	3 m
PVC en PE 315 mm	3 m
Alle overige materialen, tussen 251 en 300 mm	13 m
Alle materialen, tussen 301 en 450 mm	15 m
Alle materialen, tussen 451 en 525 mm	17 m
Alle materialen, tussen 526 en 600 mm	19 m
Alle materialen, groter dan 601 mm	20 m

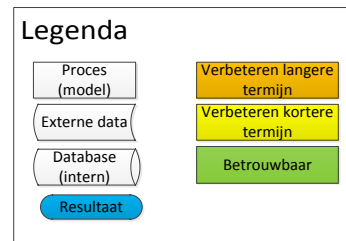
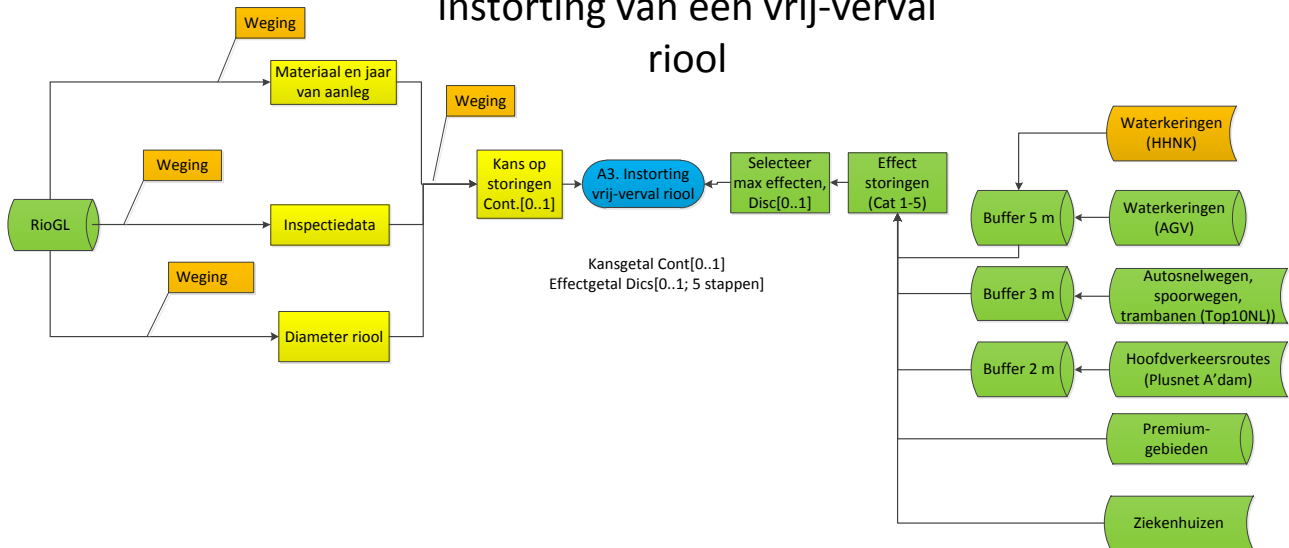
Bijlage V Flowchart Ongewenste gebeurtenissen



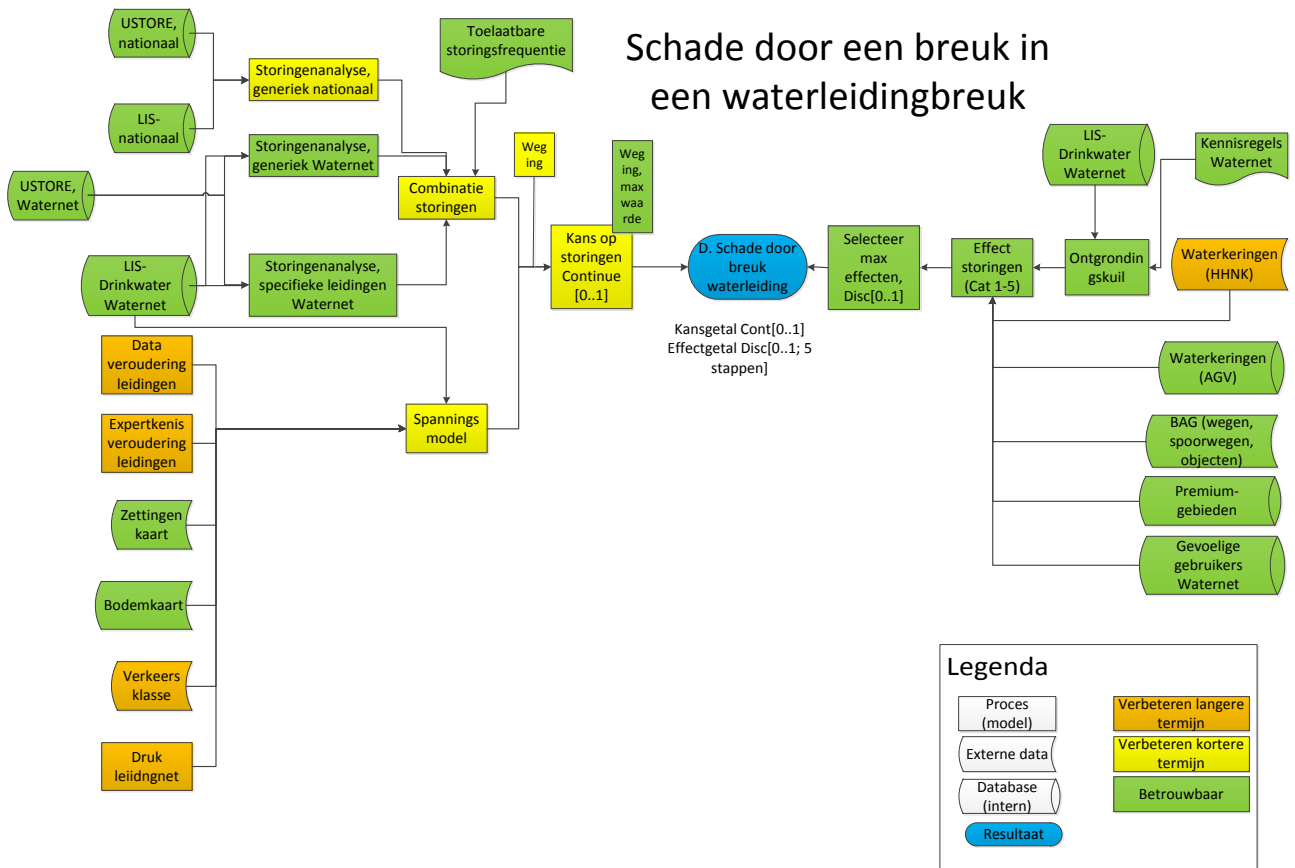
Schade aan omgevingsobjecten, door een breuk in een persriool



Schade aan omgeving, door instorting van een vrij-verval riool



Schade door een breuk in een waterleidingbreuk



Legenda

Proces (model)	Verbeteren langere termijn
Externe data	Verbeteren kortere termijn
Database (intern)	Betrouwbaar
Resultaat	