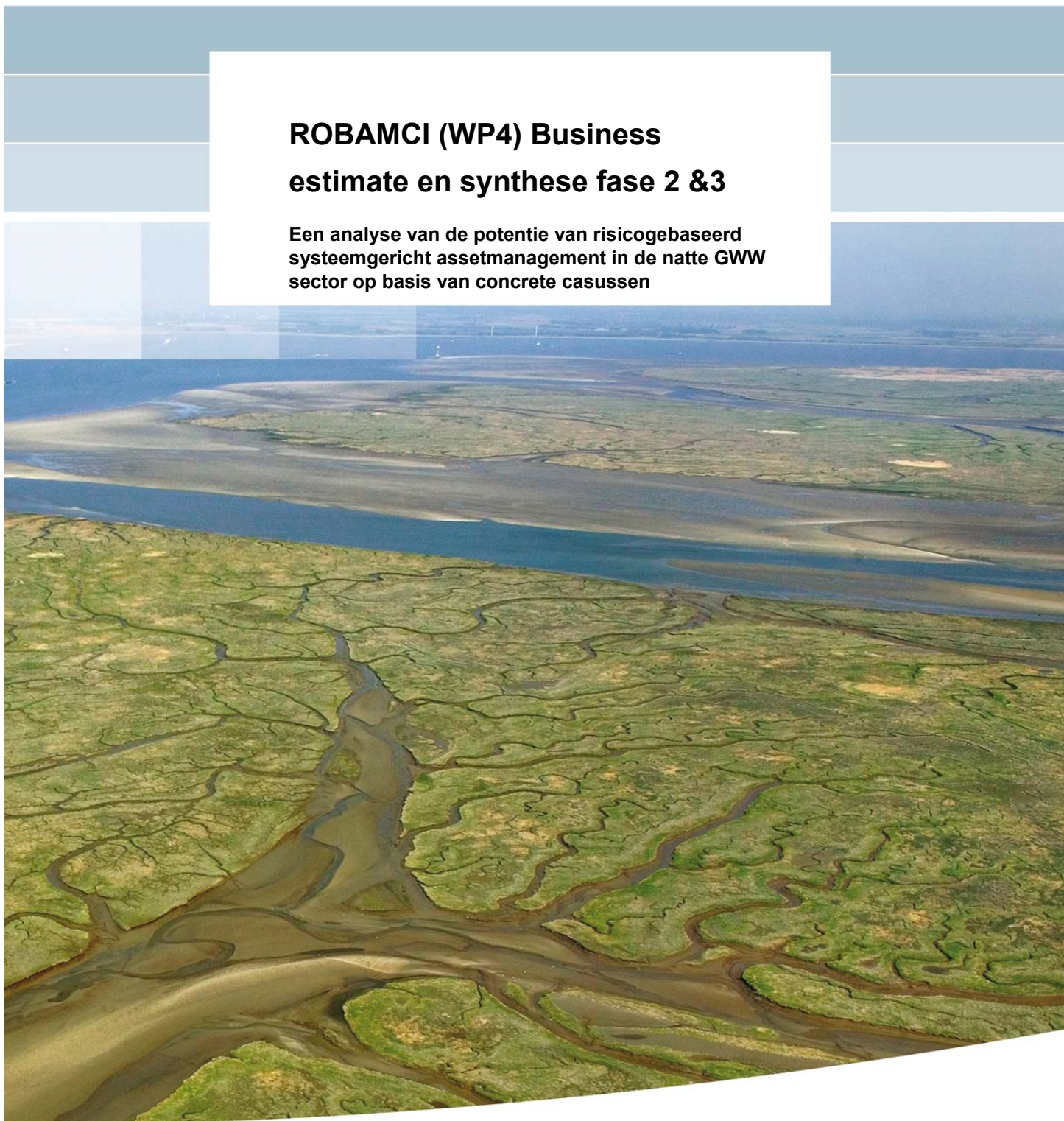


ROBAMCI (WP4) Business estimate en synthese fase 2 &3

**Een analyse van de potentie van risicogebaseerd
systeemgericht assetmanagement in de natte GWW
sector op basis van concrete casussen**



ROBAMCI (WP4) Business estimate en synthese fase 2 &3

**Een analyse van de potentie van risicogebaseerd
systeemgericht assetmanagement in de natte GWW sector op
basis van concrete casussen**

Sien Kok
Nishchal Sardjoe

Titel

ROBAMCI (WP4) Business estimate en synthese fase 2 &3

Project

1230174-004

Kenmerk

1230174-004-ZWS-0001

Pagina's

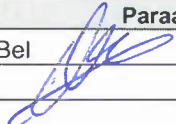
1

Trefwoorden

Business estimate, risico-gebaseerd assetmanagement

Samenvatting

In ROBAMCI worden kennis, methoden en tools ontwikkeld om risico - en kansgebaseerd, systeemgericht en kwantitatief assetmanagement beter toe kunnen passen in de Nederlandse GWW sector, en wordt de meerwaarde hiervan geïllustreerd aan de hand van cases. In voorliggend rapport wordt het proces en de voortgang in fase 2 en 3 beschreven richting een uitgewerkte 'business estimate' die in fase 4 (2019) zal volgen: een zo goed mogelijk onderbouwde schatting van de meerwaarde van de aanpak voor de natte sector in NL. Het proces is opgebouwd langs drie onderzoekslijnen: i) Wat is de omvang van het assetmanagement in de natte sector?; ii) Welke lessen kunnen uit de casussen worden gehaald ten aanzien van de potentiële efficiëntiewinst van de aanpak van ROBAMCI?; iii) Wat is nodig voor de verzilvering van deze meerwaarde?

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	okt. 2018	Sien Kok		Mark de Bel		Judith Kaspersma	
		Nishchal Sardjoe					

Status

definitief

Inhoud

1	Introductie	1
1.1	Context	1
1.2	Samenvatting fase 1	2
1.3	Doel en aanpak fase 2 en 3	3
1.4	Leeswijzer	4
2	Business estimate: de potentie van ROBAMCI	5
2.1	Waarde propositie ROBAMCI	5
2.2	Risicogebaseerd assetmanagement	8
2.3	Conditiegestuurd assetmanagement	8
2.4	Functie/keten optimalisatie	9
3	Uitgaven assetmanagement (natte) GWW sector	11
4	Verzilveren meerwaarde assetmanagement: maturity en adoptie	13
4.1	Introductie	13
4.2	Maturity van assetmanagement	13
4.2.1	Introductie	13
4.2.2	Stand van zaken assetmanagement in NL GWW sector	14
4.3	Institutionele verandering	16
4.3.1	Systeemperspectief	17
4.3.2	Institutionele en Technologische Lock-in	18
4.3.3	Incentives voor institutionele verandering	18
5	Systeemdynamisch business estimate model	19
5.1	Operationalisatie waardepropositie in business estimate model	19
5.1.1	Risicogestuurd assetmanagement	19
5.1.2	Conditiegestuurd assetmanagement	20
5.1.3	Functie/keten optimalisatie	21
5.2	Operationalisatie uitgaven natte sector in model	22
5.3	Operationalisatie adoptie en maturity in model	22
5.3.1	Maturity/ volwassenheid	23
5.3.2	Adoptie	24
5.4	Opbouw database/ data	25
5.5	Eerste resultaten	25
6	Conclusie	27
7	Literatuur	29
	Bijlage(n)	
A	Appendix	A-1
A.1	Overzicht van maturity modellen	A-1
A.2	Overzicht van het IM ³ model	A-3

1 Introductie

1.1 Context

In Werkpakket 4, 'synthese en business estimate' wordt gewerkt aan een onderbouwd beeld van de potentiële meerwaarde van risico gestuurd en systeemgericht asset management, zoals binnen ROBAMCI ontwikkeld, voor Nederlandse GWW sector. Hierbij wordt voortgebouwd op de ontwikkelde concepten en tools uit WP2, en inzichten uit de casussen (WP3) van het ROBAMCI programma (Figure 1.1).

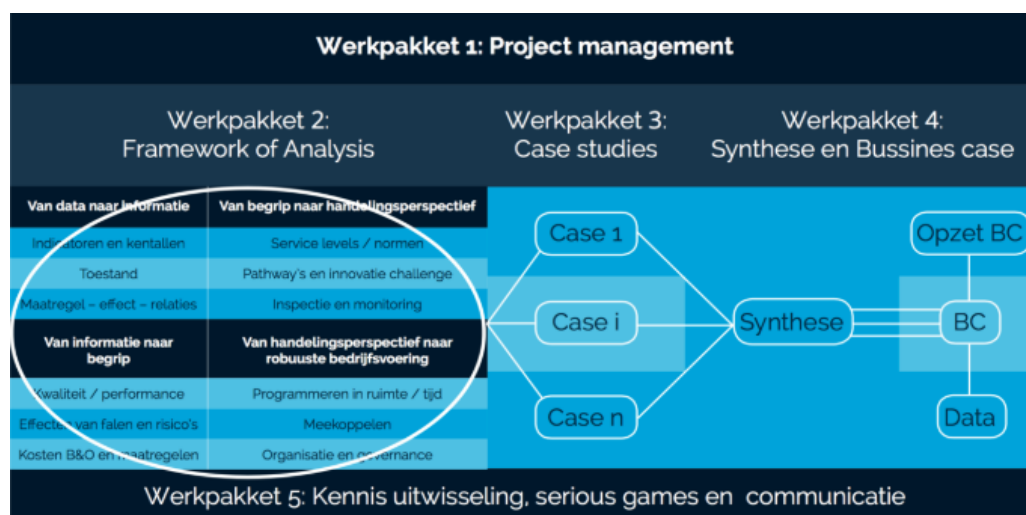


Figure 1.1 Overzicht opbouw kennisprogramma ROBAMCI.

Bij aanvang van het ROBAMCI programma werd geschat dat er jaarlijks bijna € 20 miljard wordt besteed aan de instandhouding van onze infrastructuur. Dit bedrag zal naar verwachting verder stijgen in de toekomst door intensiever gebruik, vervangingsopgaven en klimaatverandering. In ROBAMCI wordt de hypothese getoetst dat effectiever kan worden omgegaan met het beschikbare budget door met behulp van kwantitatieve informatie over de assets:

- Interventies te baseren op het in stand houden van systeemfuncties in plaats van uit te gaan van prestatie-eisen aan individuele assets.
- Interventies tijdig te doen, zodat ze planmatig kunnen worden voorbereid en uitgelijnd of meegekoppeld met andere ingrepen, ook die van andere beheerders.
- Interventies te optimaliseren over het netwerk, op basis van kennis over het bijbehorend risico.

Door te investeren in beter assetmanagement kan de verwachte toekomstige stijging van instandhoudingskosten van functies beperkt worden doordat effectiever kan worden omgegaan met het beschikbare budget. Daarnaast kan deze hogere kostenefficiëntie worden ingezet ten bate van hogere prestaties (*meer doen voor dezelfde euro*) en/of worden de faalrisico's van infrastructuur beperkt.

Institutionele/ organisationele praktijk

Om deze meerwaarde te kunnen realiseren is een transitie in de sector naar een nieuwe werkwijze nodig. Waar hedendaagse concepten van assetmanagement van origine voortkomt uit de industrie (private sector), zijn eigenaren van infrastructuur in de GWW sector overwegend publieke organisaties. Publieke organisaties bestaan uit een operationele, tactische en strategische laag – soms meer of minder expliciet verankerd in de organisatievorm -, en daar kan nog een politieke laag bij komen. Voor goed assetmanagement is een goede communicatie tussen deze lagen essentieel. Op elk van deze niveaus verschillen de drijfveren die acties legitimeren en hiermee ook de drijfveren voor transitie naar een nieuw systeem. Een extra complicerende factor voor goed assetmanagement in de GWW sector is dat het beheer en eigenaarschap van de assets in de publieke sector niet altijd zijn ondergebracht bij dezelfde organisatie: per asset kunnen verschillende partijen betrokken zijn als asset owner, beheerder en service provider (zie ook Figuur 1.2).

Figuur 1.2 Overzicht van verantwoordelijkheden binnen de assettypen in de GWW sector in Nederland. Uit: (Ijmker-van Gent & Kok, 2016)

	Assetowner	Assetmanager	Service provider
<i>Wegen, waarvan:</i>			
Hoofdwegennet	Rijksoverheid	RWS	RWS
Provinciale wegen	provincie	provincie	provincie
Lokale wegen	waterschap/ gemeente	waterschap/ gemeente	waterschap/ gemeente
Spoorinfra	Railinfratrust BV (NL staat)	Prorail	NS, Arriva, Synthus, etc.
Energie	(regionale) netbeheerder	(regionale)netbeheerder	Energieleverancier + anderen
<i>Waterkwaliteit, waarvan:</i>			
Drinkwatervoorziening	Drinkwaterbedrijf	Drinkwaterbedrijf	Drinkwaterbedrijf
Riolering	Gemeente	Gemeente	Gemeente
Afvalwaterzuivering	Waterschap	Waterschap	Waterschap
Watersysteem	Rijk, waterschappen, (provincies)	RWS, waterschappen, (provincies)	RWS, waterschappen, (provincies)
Hoofdvaarwegen	RWS, provincies, (gemeenten)	RWS, provincies, (gemeenten)	RWS, provincies, (gemeenten)
Waterveiligheid*	Waterschappen, diensten RWS, (provincies)	Waterschappen, RWS, (provincies)	Waterschappen, RWS, (provincies)

1.2 Samenvatting fase 1

In Fase 1 van het ROBAMCI programma is een sectoranalyse gedaan op gebied van assetmanagement: welke assets zijn er in de GWW sector, wie zijn de belangrijkste spelers en wat is de omvang van de jaarlijkse uitgaven aan deze assets? Daarnaast is een kwalitatieve analyse gedaan van de meerwaarde van ontwikkelde methodes en de tools of werkwijze toegepast in de casussen in fase 1: Assetmanagement van de Kust, Systeembenadering gemaal IJmuiden, Livedijk XL Noorderzijlvest en Assetmanagement van de Ondergrond (Bel et al., 2016; Klerk, Kanning, & van der Meer, 2016; Maring et al., 2016; Stronkhorst & Buren, 2015).

In fase 1 leverde de analyse van de omvang van de GWW sector ('nat' en 'droog') een indicatie op van jaarlijkse besteding rond €16,5 miljard euro per jaar. Het zwaartepunt in de uitgaven ligt

in de wegensector (~ €6 miljard) en spoor en energie (samen ~ €4 miljard). Uitgaven in de natte sector (drinkwater en riool, watersysteembeheer, vaarwegen en waterveiligheid) werden in fase 1 geschat op ~ €5,5 miljard.

De casussen in fase 1 leverden een algemeen positief beeld op: hoewel het in veel gevallen nog lastig bleek de meerwaarde met zekerheid monetair uit te drukken, bleek de mogelijke efficiëntiewinst door toepassing van ROBAMCI tussen 5 en 25% te liggen. Hoe opschaalbaar de resultaten uit de casus waren, verschilde per casus. Dit is afhankelijk van hoe representatief de case-eigen kenmerken zijn ten opzichte van de gemiddelde kenmerken in datzelfde assettype in heel Nederland.

1.3 Doel en aanpak fase 2 en 3

In fase 2 en 3 is gewerkt aan inhoudelijke invulling aan de drie sporen:

- i) Wat is de omvang van het assetmanagement in de GWW sector?;
- ii) Welke lessen kunnen uit de casussen worden gehaald ten aanzien van potentiële efficiëntiewinst van ROBAMCI;
- iii) Wat is nodig voor de verzilvering van deze meerwaarde?

Daarnaast is de input uit deze sporen samengebracht in een systeemdynamisch business model en bijbehorende database, die in fase 4 verder wordt uitgewerkt. Omdat de casussen (WP3) uitsluitend in het 'natte' deel van de GWW vallen, is ervoor gekozen ook de business estimate te focussen op dit deel.

Omvang van de sector.

In de eerste fase van ROBAMCI is een quick-scan gedaan naar de omvang van de gehele GWW sector. In fase 3 zijn in het afstudeeronderzoek van A. Pijper (2018) de investeringen en beheer- en onderhoudsuitgaven in de 'natte' sector (Figure 1.3) in meer detail geanalyseerd op basis van jaaropgaven en rapportages.

Functie	Asset types
Watersysteem	Watergangen, gemalen, spuisluizen, kademuren
Sanitatie (gezondheid/waterkwaliteit)	Riolen, rioolwaterzuiveringsinstallaties
Waterveiligheid	Primaire – en regionale keringen, waterkerende kunstwerken
Scheepvaart	Kanalen, rivieren, sluizen, aquaducten, stuwen

Figure 1.3: Overzicht van assets die binnen de 'business estimate' van ROBAMCI worden beschouwd.

Mogelijke efficiëntiewinst door toepassing ROBAMCI

In fase 2 en 3 zijn 6 case studies uitgevoerd: regionale keringen Hollands Noorderkwartier, risicogestuurd baggeren Spijkenisse, gerichte rioolreiniging Almere, watersysteem zeesluis Delfzijl, regionaal systeem Rijnland en risico-gebaseerd inspecteren Oesterdam (zie www.robamci.nl). In WP4 is gewerkt aan een format voor de beschrijving en ontwikkeling van de 'business estimate' van deze casussen, waarin de vraag centraal staat: 'Wat is de meerwaarde ten opzichte van de huidige werkwijze, en in hoeverre zijn de resultaten van de casus voor dezelfde assets binnen de gehele sector van toepassing?'. Resultaten worden in fase 4 voor alle casussen tezamen gepubliceerd.

Groeiruimte in organisaties

Op basis van de omvang van de natte sector en de in de casussen gedemonstreerde meerwaarde van kan een theoretisch beeld van de meerwaarde van de toepassing van risico gestuurd en systeemgericht assetmanagement zoals die binnen ROBAMCI worden uitgewerkt. De adoptie van een dergelijke verandering in werkwijze zorgt ervoor of deze potentiële meerwaarde ook daadwerkelijk gerealiseerd wordt, en op welke termijn. In fase 2 en 3 is onderzocht welke factoren bijdragen aan de adoptie van de ROBAMCI werkwijze. Hierbij is onder andere door masterstudenten gewerkt aan een analyse van 'maturity assessment' modellen, in de context van risicogebaseerd assetmanagement van infrastructuur, hiermee kan de huidige professionaliteit van assetmanagement worden ingeschat (van Rossum, 2018), en aan een analyse van relevante factoren voor inter-organisatiele informatiedeling, één van de essentiële aspecten van systeemgericht assetmanagement (Sardjoe, 2017).

Systeemdynamisch business estimate model

De input uit bovenstaande lijnen (sectoromvang, potentiële efficiëntiewinst, groeiruumte in organisaties/ adoptie) wordt samengebracht in een zogenaamd 'systeem-dynamisch' model. In dit model worden kwantitatieve gegevens over de natte GWW sector en de mogelijke besparing door ROBAMCI die uit de casussen en andere bronnen naar voren komt, gekoppeld aan zachte factoren die de adoptie van de nieuwe werkwijze binnen assetmanagement over de tijd beïnvloeden. Deze informatie wordt verzameld in een database en via deze weg gekoppeld aan het systeemdynamisch business estimate model¹.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd in lijn met de hierboven beschreven elementen van de business estimate: i) de groeiruumte in de sector, ii) de mogelijke efficiëntiewinst door toepassing van ROBAMCI en iii) de groeiruumte (en – proces) voor een nieuwe werkwijze bij de asset owners.

Het rapport begint in hoofdstuk 2 met toelichting van de waarde propositie van ROBAMCI, geïllustreerd door in de casussen. Vervolgens wordt toegelicht hoe de drie belangrijkste 'meerwaarde mechanismen' in het uiteindelijke 'systeem-dynamische' business estimate model worden geoperationaliseerd.

In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de resultaten tot nu toe (inclusief een nieuw, gedetailleerd onderzoek) van de analyse naar instandhoudingskosten in de natte GWW sector. Dit is een belangrijke bouwsteen voor de uiteindelijke business estimate – hoeveel efficiëntiewinst kan op de huidige en te verwachten uitgaven gerealiseerd worden met ROBAMCI?

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het adoptieproces – wat is er voor nodig om een nieuwe (ROBAMCI) werkwijze in te voeren? Er wordt ingegaan op maturity (volwassenheid) analyses en bekende resultaten in de Nederlandse GWW sector: hoe professioneel is het huidige assetmanagement? Vervolgens wordt ingegaan op wat er nodig is voor institutionele verandering, en wordt beschreven hoe deze elementen in het systeem-dynamisch business estimate model worden geoperationaliseerd.

Hoofdstuk 5 bevat de eerste resultaten van het systeem-dynamisch business estimate model. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie.

¹ In te zien op: <https://airtable.com/tblhRXfGpGNu4T8Yc/viwaXIAKqoGye4ox>

2 Business estimate: de potentie van ROBAMCI

2.1 Waarde propositie ROBAMCI

Introductie mechanismen

In de business estimate worden drie mechanismen onderscheiden waarmee ROBAMCI meerwaarde levert voor assetmanagement:

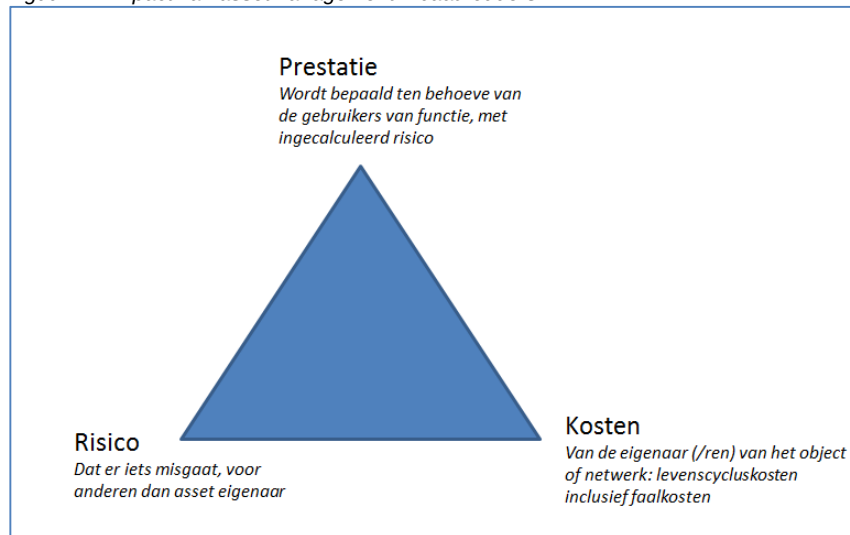
1. **Risicogebaseerd:** Het uitgangspunt is een huidige werkwijze waarin interventies zoals beheer en onderhoud in een object of netwerk volgens een generieke aanpak gebeurt (bijvoorbeeld met dezelfde frequentie en/ of dezelfde manier). Niet elke asset is echter even belangrijk voor het functioneren van het gehele netwerk, of kent hetzelfde degradatieverloop. Voor een beter beeld van het risico (impact van, en kans op, falen) kunnen interventies in het netwerk worden geoptimaliseerd: beter plannen in de ruimte. Dit gaat zowel om de periodiciteit van interventies, als het scherper dimensioneren van activiteiten in het netwerk.
2. **Conditiegebaseerd:** Het uitgangspunt is een werkwijze waarbij er geen goed beeld bestaat van het degradatieverloop per asset. Daarom is het beheer correctief ingesteld (herstellen als het kapot gaat) of op basis van een niet-geoptimaliseerde periodiciteit (bijvoorbeeld een vaste periode in de tijd): assets worden te vroeg of te laat vervangen. Een beter beeld van de huidige technische staat van een asset, degradatiemechanismen en –verloop per asset en het bijbehorend risico maakt het mogelijk interventies adaptief in te richten. Zo worden activiteiten over de tijd geoptimaliseerd (beter plannen in de tijd): bijvoorbeeld door de conditie van onderdelen te monitoren en hierop de vervanging uit te stellen of een lagere (of hogere) onderhoudsfrequentie in te stellen. Bovendien kunnen interventies (op operationeel niveau) met deze aanpak planmatig worden voorbereid en meegekoppeld met andere ingrepen op de assets binnen het netwerk, eventueel ook met die van andere beheerders binnen het netwerk.
3. **Functie/ keten optimalisatie:** Door bij het bepalen van de interventies, prestatie-eisen en toelaatbare risico's (op strategisch niveau) uit te gaan van de systeemfuncties in plaats van prestatie-eisen aan individuele assets, kan maatschappelijke waarde worden gemaximaliseerd. Hierbij wordt niet slechts de hoofdfunctie van het object of netwerk te beschouwd, maar ook andere (secundaire) functies die het asset heeft. Ook wordt hierbij de relatie met de omgeving meegewogen. Door samenwerking met andere asset eigenaren in de omgeving kan de maatschappelijke waarde op systeemniveau worden gemaximaliseerd – of de kosten geminimaliseerd.

Baathouders

De bovengenoemde drie mechanismen leveren via verschillende wegen meerwaarde aan het assetmanagement in Nederland, waarbij het draait om een goede balans in de driehoek kosten, prestatie en risico. Hoewel het gaat om publieke infrastructuur ten behoeve van de

maatschappij, is het goed te realiseren dat elke 'hoek' uit de driehoek een andere doelgroep of 'baathouder' heeft (Figuur 2.1). Het risico van falen kan invloed hebben op de eigenaar van de asset: kosten van herstel na falen zijn vaak significant hoger dan bij gepland of preventief onderhoud. Daarnaast kan er sprake zijn van een compensatieplicht bij falen van de asset. Vanwege het maatschappelijke karakter van de diensten ligt het risico van falen ook bij maatschappelijke actoren. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de economische schade ten gevolge van een kapotte brug of sluis voor woon-werkverkeer en de transportsector. Het gewenste prestatieniveau van een asset wordt bepaald door de asset eigenaar, maar heeft vooral impact op de gebruikers van de functie. Zo heeft de transportsector bijvoorbeeld directe economische gevolgen van een bepaalde prestatie-eis van een sluis (omvang van schepen, wachttijd). De kosten van asset management van publieke infrastructuur liggen bij de asset eigenaar – en indirect bij de belastingbetaler.

Figuur 2.1 Impact van assetmanagement – baathouders.



Wat is optimaal assetmanagement?

Wat een optimale assetmanagement strategie is hangt af van het perspectief. Zo kan een onderscheid gemaakt worden tussen optimalisatie vanuit het perspectief van de beheerder en optimalisatie ten behoeve van de gebruiker:

- 1) Optimalisatie voor individuele beheerder (operationeel niveau). Prestatie-eisen en maximaal risico liggen vast, vaak al politiek bepaald of op basis van een welvaartsanalyse (bijvoorbeeld de nieuwe normeringen van primaire keringen). De beheerder kan op basis van risicogebaseerd assetmanagement de middelen efficiënter inzetten, zodat met dezelfde middelen meer kan worden bereikt. Dit is aantrekkelijk in een context waarin jaarlijkse budgetten onder druk staan en/of de opgave groter is dan initieel ingeschat (zoals de vervangingsopgaven in de waterveiligheid en kunstwerken).

- 2) Optimalisatie maatschappelijke meerwaarde (strategisch niveau): hierbij worden ook het risico en de prestatie bepaald en wordt binnen de drie factoren – kosten, prestatie en risico- gezocht naar een optimale balans. Dat kan bijvoorbeeld door ook risico en prestatie uit te drukken in kwalitatieve waarden. In veel (maar niet alle gevallen) kunnen deze ook worden uitgedrukt in monetaire effecten of baten. Dit kan bijvoorbeeld met een MKBA.

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de drie meerwaarde mechanismen nader toegelicht hoe ROBAMCI meerwaarde genereert, en wordt beschreven hoe binnen de cases deze is gerealiseerd (zie ook Tabel 1). Deze beschrijving bestaat uit: i) illustratieve beschrijving van case studies die in ROBAMCI gedaan zijn en ii) resultaten beschreven in het 'Smart Infrastructure Maintenance' rapport (van de Kerkhof, Lamper, & Fang, 2018). De resultaten uit het SIM rapport zijn gebaseerd op ervaringen uit andere sectoren dan (natte) GWW infrastructuur: de cases binnen ROBAMCI richten zich op de natte GWW sector.

Tabel 1 Overzicht van ROBAMCI casussen en welk deel of delen van de waarde propositie ze laten demonstreren

Casus	Type infrastructuur	Gedemonstreerd Mechanisme(n)
Assetmanagement van de Ondergrond	Ondergrond	Functie/keten optimalisatie
Assetmanagement van de kust	Waterveiligheid (kustfundament)	Functie/keten optimalisatie, risicogebaseerd
Systeembenadering gemaal IJmuiden	Waterveiligheid (Kunstwerken)	Risicogebaseerd, Functie/keten optimalisatie
Livedijk XL Noorderzijlvest	Waterveiligheid (primaire dijken)	Conditiegebaseerd
Asset Management van de ondergrond	Kabels en leidingen	Functie/ketenoptimalisatie
Regionale waterkeringen Noord-Holland	Waterveiligheid (regionale dijken)	Risicogebaseerd, Conditiegebaseerd
Risicogestuurd baggeren Spijkenisse	Watersysteem (watergangen)	Risicogebaseerd
Gerichte rioolreiniging Almere (2 cases)	Sanitatie (Riolering)	Risicogebaseerd, functie/ketenoptimalisatie
Watersysteem Zeesluis Delfzijl	Water systeem/ waterveiligheid (kunstwerken)	Functie/ketenoptimalisatie, Conditiegebaseerd
Regionaal systeem Rijnland	Waterveiligheid, (regionale dijken)	Functie/ketenoptimalisatie, Risicogebaseerd
Risico-gebaseerd inspecteren Oesterdam	Waterveiligheid, (primaire dijken)	Risicogebaseerd, Conditiegebaseerd

In de paragrafen hieronder wordt kort een beschrijving gegeven van elk meerwaarde-mechanisme en wordt dit geïllustreerd met resultaten uit de cases die in het ROBAMCI programma zijn uitgevoerd.

2.2 Risicogebaseerd assetmanagement

Met een kwantitatief beeld van het faalrisico (bestaande uit de kans op falen van een specifiek onderdeel maal de impact/ criticality van het falen in de ruimte) kunnen zowel investeringen als beheer en onderhoud ruimtelijk beter worden ingericht en geprioriteerd. Bij een scherpere inrichting van beheer en onderhoud gaat het bijvoorbeeld om de overstap van een correctief en/of periodiek regime voor het hele netwerk naar een gedifferentieerd beleid met optimale onderhoudsfrequentie per onderdeel in het netwerk op basis van risico (kans op optreden x gevolg). Naast een mogelijke kostenreductie (preventief onderhoud is goedkoper bij hoge risico's dan correctief onderhoud) leidt deze aanpak mogelijk tot hogere prestaties of een lager risico.

Cases

Regionale waterkeringen Hoogheemraadschap Noord-Holland

In de casus wordt het jaarlijks investeringsbudget van HHNK voor de instandhouding van 2000 km regionale kering onder de loep genomen, en wordt onder andere doorgerekend wat het zou betekenen als grote projecten op basis van een risico gestuurde aanpak worden ingericht, waarbij de impact van een doorbraak op het achterland wordt meegenomen. Dit levert een besparing op voor de noodzakelijke investeringen. Daarnaast heeft de casus een positieve impact op het maatschappelijk (overstromings)risico (Roscoe en Lips, 2018).

Risico-gestuurd baggeren Spijkenisse

Voor een afgebakend gebied van Waterschap Hollandse Delta wordt de cyclische, periodieke baggerstrategie vergeleken met een strategie gebaseerd op risico op onvoldoende waterdiepte (dit heeft een negatieve invloed op ecologie en overstroming). Deze nieuwe, risico gestuurde aanpak levert een mogelijke besparing op van 6%.

Gerichte rioolreiniging Almere (deel 1: ROBAMCI fase 2)

In deze casus wordt een risico gebaseerde reinigungsstrategie voor het riool in Almere ontwikkeld. Op basis van modellen is in de casus doorgerekend hoe vaak bepaalde onderdelen van het rioleringsstelsel schoonspoelen door buien. Daarnaast bieden metingen inzicht in de zetting van het riool: beide factoren zijn van belang in de slibaangroei van het riool. In combinatie met het bovengronds ruimtegebruik en de impact van overstroming wordt het risico in kaart gebracht en een optimale, ruimtelijk gedifferentieerde, reinigungs-frequentie bepaald. Op basis van fase 2, waarin alleen zettingsinformatie is meegenomen, werd de mogelijke besparing op 18% geschat, daarnaast is de verwachting dat de prestatie van het systeem significant hoger zou zijn (minder overlast).

2.3 Conditiegestuurd assetmanagement

Een beter beeld van de werkelijke technische staat, degradatiemechanismen en –verloop per asset kan worden verkregen door slim te monitoren, vaker te inspecteren en verkregen data op te slaan en te analyseren. Met deze informatie kunnen activiteiten over de tijd geoptimaliseerd worden en scherper worden gedimensioneerd. Hierdoor kan bijvoorbeeld de levensduur van de assets worden verlengd door meer te investeren in klein of middelgroot onderhoud en kan renovatie, versterking of vervanging worden uitgesteld.

Cases

Livedijk XL Noorderzijlvest

In deze casus van het Flood Control IJkdijk programma is gedurende 5 jaar de sterkte van de dijk en gedrag onder extreme omstandigheden gemonitord. Op basis van deze data is in de ROBAMCI-casus geëvalueerd of een dergelijk monitoringsprogramma op bepaalde momenten gedurende de levenscyclus geld kan besparen door dijkversterking uit te kunnen stellen. De ordegrrootte van de potentiële besparing van een dergelijk programma voor de langcyclische investeringskosten (uitstellen van versterking) van dijken liggen tussen 5 en 25 % (15%) (Klerk et al., 2016)

Zeesluis Delfzijl

In de context van een discussie over vervroegd vervangen van de zeesluis in Delfzijl is een analyse gedaan van het watersysteem rondom Delfzijl. Daarnaast is op basis van een analyse van de huidige technische staat van de sluis op basis van inspectierapporten een instandhoudingsplan ontwikkeld. Dit overzicht van de technische staat en het hieruit voortvloeiende instandhoudingsplan laten zien dat vervanging kan worden uitgesteld tot 2050, terwijl in de maatschappelijke discussie werd uitgegaan van een einde technische levensduur van 2030 (de Bel et al, 2017).

Overige bewijslast

Van de Kerkhof et al. (2018) beschrijft een aantal voordelen van conditiemonitoren: 1) verlengen van de levensduur, 2) lagere frequentie van onderhoud, 3) lagere faalkans en samen leiden deze factoren tot 4) hogere beschikbaarheid/ prestatie. Op basis van ervaringen uit andere sectoren (onder andere de industrie) wordt geschat dat de levensduur van een asset gemiddeld kan worden verlengd met 10-20%, het aantal onderhoudsactiviteiten over deze levensduur kan worden teruggebracht met 5-20%. De lagere kans op falen door een beter beeld van de conditie van het asset wordt geschat op 10-50%. Samen leiden deze factoren tot een reductie in de onbeschikbaarheid (oftewel prestatieverbetering) van de assets tussen 30-50%.

2.4 Functie/keten optimalisatie

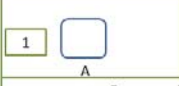
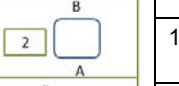
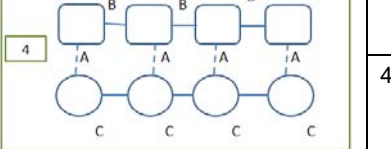
Elk asset/ object staat in verbinding met een netwerk van assets, en bevindt zich in een fysieke omgeving (systeem) met allerlei functies. Daarbij komt het voor dat assets niet slechts één functie heeft, maar verschillende. Zo kan er op een waterkering een weg liggen en in het dijklichaam kabels en leidingen en kan de kering een cultuurhistorische functie in het landschap hebben. Idealiter wordt met al deze functies en de relatie tot het systeem rekening gehouden in het inrichten van het assetmanagement (zie *Tabel 2*). Door in het bepalen van assetmanagement strategie uit te gaan van waarborgen van de functie die assets in hun systeem dienen, in plaats van assetmanagement per object, op basis van vooraf bepaalde prestatie-eisen in te richten, kunnen 1) kosten worden bespaard en 2) maatschappelijke prestatie geoptimaliseerd.

Cases

Assetmanagement van de kust

In deze casus voor de gehele kustlijn berekend of het huidige suppletiebeleid voor kustlijnverzorging optimaal ingericht is, uitgaande van de systeemfuncties waterveiligheid en recreatie. In de huidige situatie is het assetmanagement ingericht op het behouden van de basiskustlijn, die bij wet is vastgelegd. Op basis van de analyse blijkt dat met 25% minder suppletie, die gericht wordt toegepast, de functies waterveiligheid en recreatie geen gevaar lopen. Wel zijn overige

functies als buitendijkse veiligheid, natuurbeheer en duinwaterwinning in deze analyse buiten beschouwing gelaten.

	Toelichting	Voorbeeld
	1 1 object, 1 functie	1 sluis: beschouwd op functie scheepvaart
	2 1 object, meerdere functies	1 sluis: beschouwd op functies scheepvaart, waterveiligheid.
	3 Netwerk, meerdere functies	Meerdere sluizen in waterweg, beschouwd op scheepvaart + waterveiligheid
	4 Netwerk, meerdere functies, in relatie tot omgeving	Meerdere sluizen in waterweg, beschouwd op scheepvaart + waterveiligheid, met aandacht voor lokale ambities (bijvoorbeeld aantrekken recreatie/ bepaald type industrie, waterkwaliteit)

Tabel 2 Overzicht van verschillende stappen die kunnen worden gezet in optimalisatie van assetmanagement over verschillende functies/ ketens.

Watersysteem Zeesluis Delfzijl

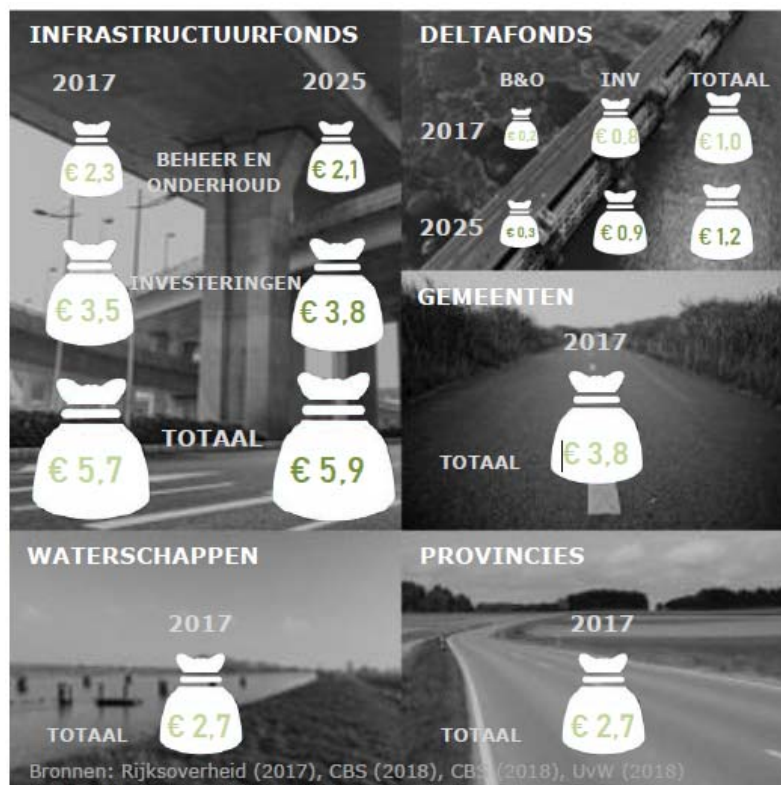
De zeesluis in Delfzijl is te klein voor de huidige functionele wensen vanuit de scheepvaartsector en vormt daarmee een flessenhals in de vaarweg Lemmer-Delfzijl. In de casus wordt onderzocht of vervroegde vervanging een mogelijkheid is. Naast de analyse van de technische staat van de sluis (zie 2.3), wordt in deze casus de sluis beschouwd in het bredere watersysteem: waaronder overige kunstwerken als de recreatiesluis, spuisluizen en gemalen in de nabije omgeving. Ook wordt er gekeken naar meerdere functies: naast de scheepvaartfunctie wordt ook de recreatiefunctie, het effect op waterkwaliteit, de potentie tot economische aantrekkingskracht, waterveiligheid en de implicaties voor ruimtelijke kwaliteit in Delfzijl meegenomen in de analyse. Uit een kosten-baten analyse blijkt dat vanuit het netwerk/ ketenperspectief de baten (~ €120 miljoen) hoger zijn dan wanneer alleen de baten voor de scheepvaart worden bekeken (~ €70 miljoen), bij gelijkblijvende kosten.

Regionaal systeem Rijnland

In de casus liggen drie assets in elkaars omgeving: een boezemkade (grondlichaam: waterveiligheid), een vaarweg (damwand; scheepvaart) en een weg (verharding; vervoer). Er worden verschillende onderhoudsstrategieën onderzocht waarin in verschillende mate wordt samengewerkt tussen asset owners, inclusief de maatschappelijke impact en juridische aspecten. Resultaten van deze casus volgen in fase 4 van ROBAMCI.

3 Uitgaven assetmanagement (natte) GWW sector

In het rapport *De waarde van Smart Maintenance voor de Nederlandse Infrastructuur – overzicht uitgaven*, Van de Kerkhof et al. (2018) worden de overheidsuitgaven aan infrastructuur berekend (zie *Figuur 3.1*): in totaal worden de uitgaven geschat op 16 miljard in 2017. In *Figuur 3.1* staat de verdeling van de uitgaven over de verschillende overheidsinstellingen.



Figuur 3.1 Overzicht van overheidsuitgaven aan infrastructuur in 2017 en 2025. Uit: van de Kerkhof et al., (2018)

In het rapport doen van de Kerkhof et al. (2018) ook een inschatting van de investeringsopgave in de periode 2020-2030. Ten opzichte van de periode 2010-2020 is deze opgave een derde hoger. Een mogelijke verklaring is dat investeringen in het begin van dit decennium op een laag pitje hebben gestaan in verband met de crisis. Maar de vraag naar investeringen en onderhoud in infrastructuur groeit ook door veroudering van de bestaande infrastructuur en door hogere prestatie-eisen in verband met de welvaarts-groei en klimaatverandering.

Van de Kerkhof et al. (2018) identificeren dat voor de investeringsopgave in de GWW sector voor de periode 2020-2030 de volgende bedragen reeds gereserveerd zijn: €27 miljard voor rijkswegen; €18 miljard voor spoorwegen; €52 miljard voor gemeentelijke wegen & rioleringen; €27 miljard voor ondergrondse infrastructuur en €20 miljard voor waterkeringen. In totaal is er voor komend decennium dus €144 miljard gereserveerd. Van dit bedrag is ~ 23% bestemd

voor reconstructie van bestaande infrastructuur, ~10% voor vervanging, ~27,5 % voor nieuw te bouwen infrastructuur en ~ 40% voor onderhoud.

Uitgaven assetmanagement 'natte' GWW sector

Binnen ROBAMCIWP4 zijn de overheidsuitgaven aan natte infrastructuur nader geanalyseerd (Pijper, 2018). Omdat er op nationaal niveau geen gestandaardiseerde rapportering plaatsvindt door de verschillende overheden van de besteding van middelen, is het labellen van uitgaven aan een specifiek type assets en soort onderhoudsactiviteiten (kort tot lang cyclisch onderhoud) gecompliceerd. De hieronder gepresenteerde bedragen zijn daarom indicatief.

Gemiddelde jaarlijkse overheidsuitgaven aan infrastructuur in de natte sector worden geschat op ongeveer €6 miljard. Voor gemeenten en waterschappen ligt het zwaartepunt van de uitgaven ligt bij 'sanitatie': riolering en afvalwaterzuivering. Bij provincies en RWS ligt het zwaartepunt bij vaarwegenbeheer.

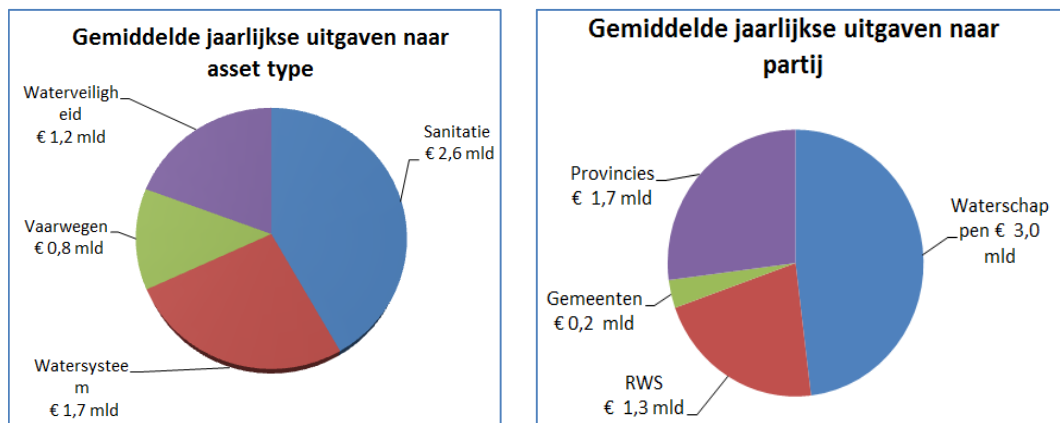


Figure 3.2 Overzicht van uitgaven naar partij/ asset type op basis van gerapporteerde uitgaven in de afgelopen decennia.

4 Verzilveren meerwaarde assetmanagement: maturity en adoptie

4.1 Introductie

Om de mogelijke meerwaarde van risico gestuurd asset management zoals binnen het ROBAMCI programma ontwikkeld te kunnen realiseren, zijn aanpassingen nodig in de huidige institutionele en organisationele praktijk van de verschillende stakeholders binnen het asset management van de GWW sector. Hoeveel en wat er moet gebeuren om de drie beschreven 'meerwaarde mechanismen' (2.1) te kunnen realiseren verschilt per instantie. De huidige 'volwassenheid' (*maturity*) in assetmanagement van een specifieke instantie is daarbij het vertrekpunt. De snelheid waarmee een nieuwe werkwijze wordt ingevoerd (*geadopteerd*) wordt beïnvloed door tal van factoren. Volwassenheid en adoptiesnelheid worden gemodelleerd in het systeem-dynamisch model om een inschatting te kunnen maken van het tijdspad van invoering van risico gebaseerd asset management.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken in methoden waarmee maturity van assetmanagement gemeten kan worden, zoals onder andere toegepast door Rijkswaterstaat (4.2), en worden daarnaast de eerste resultaten van een toepassing op de waterschappen gepresenteerd. Daarnaast wordt het theoretisch kader van institutionele verandering geschetst (**Error! Reference source not found.**), en wordt toegelicht hoe deze twee onderdelen terugkomen in het dynamisch business estimate model (5.3).

4.2 Maturity van assetmanagement

4.2.1 Introductie

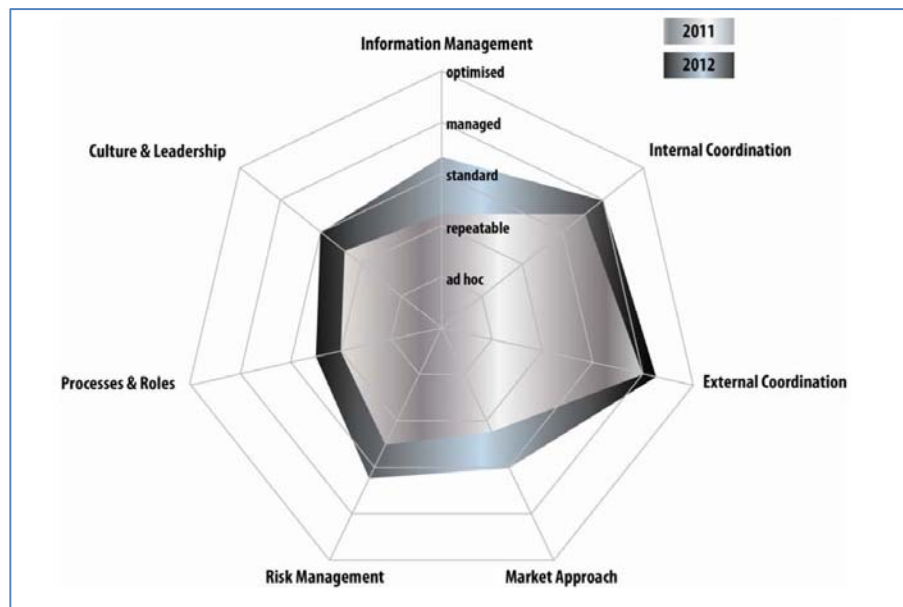
Binnen de organisatietheorie worden maturity modellen toegepast om de effectiviteit van organisaties in het uitvoeren van bepaalde taken te beschrijven. Deze methode komt voort uit de software engineering sector onder de noemer 'capability maturity models' en wordt ook veel toegepast in de industrie. Met behulp van een maturity assessment kunnen sterke en zwakke kanten van organisaties op bepaalde vlakken geïdentificeerd worden. Recent maken maturity modellen ook hun opwachting in andere sectoren: er bestaan verschillende modellen die verschillen qua toepassingsgebied, insteek en de dimensies en processen die geanalyseerd worden (zie Appendix **Error! Reference source not found.** voor een overzicht van verschillende softwaremodellen).

Im³ model bij RWS

Volker, Lei, & Ligtoet (2011) hebben een maturity model ontwikkeld voor assetmanagement van infrastructuur, en dit toegepast op Rijkswaterstaat: de 'Infrastructure Management Maturity Matrix' (IM³). De methode onderscheidt 5 niveaus van volwassenheid en 7 dimensies van asset management: informatiemanagement, interne coördinatie, externe coördinatie, marktaanpak, risicomanagement, processen en rollen en cultuur en leiderschap (zie ook appendix **Error! Reference source not found.**). Figuur 4.1 toont de resultaten van deze studie, waarin een nulmeting is gedaan in 2011, en vervolgens nog eens is gemeten in 2012: er is op alle fronten weliswaar vooruitgang geboekt, maar nog een weg te gaan voor het assetmanagement geoptimaliseerd is. Interne analyses van Rijkswaterstaat in recente jaren ondersteunen dit beeld. De studie concludeert met een aantal noodzakelijke prioritaire veranderingen:

1. Er moet een vertaalslag worden gemaakt van de belangen en wensen van externe stakeholders en huidige prestaties van assets over de levenscyclus naar een aanpak op basis van functionele asset netwerken en – doelstellingen;

2. Dit vereist grotere budgetflexibiliteit (bijvoorbeeld omdat beheer niet langer per object wordt gedaan, maar ingepland over het hele netwerk van objecten) en uniformiteit in risk management processen;
3. Updaten en integreren van databases en uniformiseren van datasystemen;
4. Uitvoeren kennisprogramma voor werknemers die nog onbekend zijn met assetmanagement principes: performance assessments en externe audits.



Figuur 4.1 Resultaat van de metingen met het IM³ model bij RWS. Bron: Volker et al., 2013)

4.2.2 Stand van zaken assetmanagement in NL GWW sector

Wijnia & Herder (2010) hebben in 30 interviews met asset managers van een aantal infrastructuur in Nederland² obstakels en uitdagingen voor het introduceren en implementeren van assetmanagement geanalyseerd. De auteurs identificeren een aantal obstakels en uitdagingen:

- Hoewel assetmanagement als onderwerp de afgelopen decennia voet aan de grond heeft gekregen (vooral voortkomend vanuit operationeel niveau) is het concept nog niet volledig doorgedrongen tot strategisch niveau. Op dit niveau worden vooral de kansen tot hogere kostenefficiëntie en daaruit volgende kostenreductie onderkend, maar niet de kans tot hogere prestaties.
- Waar voorheen vooral gebruik of 'tijdsgebaseerd' preventief onderhoud werd uitgevoerd, wordt dit steeds vaker gedaan op basis van condities. Een volgende stap zou een verandering in het onderhoudsparadigma inhouden, waarin wordt onderhouden op basis van levenscycluskosten.

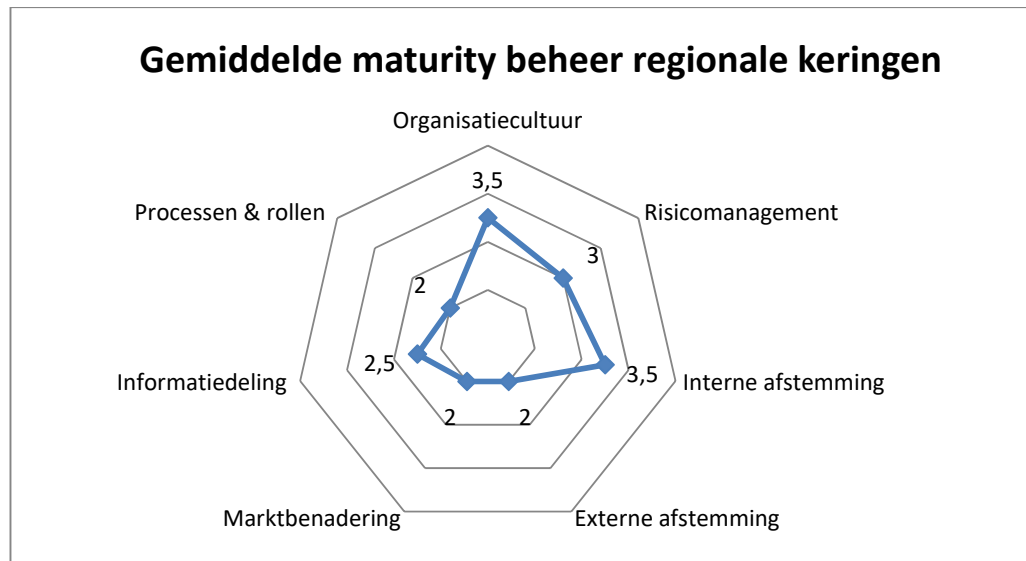
² Gas en olie, elektriciteit, weg & spoor, drinkwater, waterwegen en overstromingsbescherming, telecommunicatie, 'service providers'

- Er is onvoldoende vertrouwen in - en gebruik van – prestatie modellen en kwantitatieve data. Hierdoor wordt in de praktijk nog weinig gebruikt gemaakt van de mogelijkheid de prestatie van assets te voorspellen: initiatieven blijven hangen op operationeel niveau. Managers behouden een voorkeur voor het inrichten van assetmanagement op basis van historische data, hoewel tegelijkertijd toegang tot deze data vaak een probleem vormt.
- Veel infrastructuur in Nederland zijn oud en toe aan extra onderhoud of vervanging. Dit is een belangrijke uitdaging op gebied van asset management: hoe maak je de optimale keus in de inrichting van werkzaamheden, en hoe bereid je de organisatie hierop voor op de benodigde extra werkzaamheden? Aandacht voor de menselijke factor hierin is van belang: welke skills en competenties zijn nodig om op termijn assetmanagement goed te laten verlopen?
- IT en support spelen een belangrijke rol in assetmanagement: hoe kunnen zij ervoor zorgen dat de juiste data op het juiste moment bij de juiste personen beland?

In ROBAMCI fase 3 is het IM3 model toegepast in 13 interviews met asset managers van regionale keringen bij Rijkswaterstaat en waterschappen. Het resultaat (Figuur 4.2) komt overeen met de analyse van Wynia en Herder (2010): hoewel het concept veelal is doorgedrongen, is er nog een weg te gaan naar professionalisatie (en optimalisatie) van assetmanagement (Rossem, in progress). Figuur 4.2 geeft gemiddelden van de sector weer: het algemene beeld is dat RWS en waterschappen zich rondom niveau 2 in maturity bevinden: basis/ marginaal. Op dit niveau wordt het belang van standaardisering en lange-termijn assetmanagement strategieën weliswaar onderkend, maar is dit nog niet volledig doorgevoerd in de organisatie.

De verschillen per organisatie zijn echter significant. Met name organisaties die een accommoderende stijl van assetmanagement toepassen scoren gemiddeld hoog: kenmerkend is dat de primaire functie van het asset centraal staat in beheer, maar dat er een open houding naar ontwikkelingen en omgeving is. Lage scores worden behaald door organisaties met een meer 'beherende stijl' van assetmanagement, sterk gericht op de primaire assetfuncties en beheren van assets via een eigen werkwijze: de focus op kerntaken belemmert samenwerking met andere partijen en het optimaliseren over meerdere functies van een object.

In fase 4 zal de analyse van de natte sector worden uitgebreid naar andere assettypen en publieke instanties.



Figuur 4.2 Gemiddelde score maturity assetmanagement regionale keringen (Van Rossem, concept)

4.3 Institutionele verandering

Met verandering van 'business as usual' in assetmanagement naar een risicogestuurde, systeemgerichte werkwijze wordt een nieuwe weg ingeslagen. Een meer integrale aanpak van problemen, oplossingen en ontwerpstrategieën, over object- en 'functiegrenzen heen begint in de strategische en tactische laag van asset owners en beheerders.

Uiteindelijk vraagt adoptie van nieuwe werkwijzen om verandering van werkprocessen in alle lagen van de organisatie. Institutionele verandering is een moeilijk proces dat erg lang kan duren, vooral als bepaalde regels, procedures en werkvormen al lang geïstitutionaliseerd zijn in de organisatie (Dent & Goldberg, 1999). Bij systeemgericht assetmanagement komt het ook voor dat verschillende organisaties betrokken zijn bij het bepalen en uitvoeren van risicogebaseerd asset management: vanwege de geografische grenzen of omdat er meerdere actoren zijn die de rol van asset eigenaar, beheerder en service provider vervullen. Dit is vooral het geval bij spoor – en energie infrastructuur. Bij spoorinfrastructuur bijvoorbeeld is de Nederlandse staat via Railinfratrust BV eigenaar van de infrastructuur Prorail is de assetmanager en vervoersbedrijven als NS, Arriva en Synthus zijn service provider.

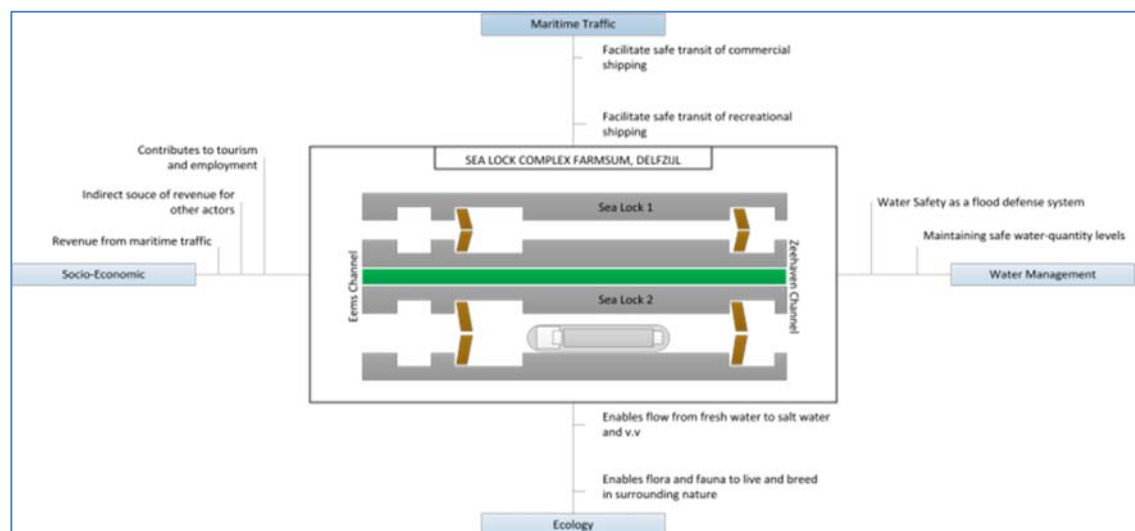
Dit multi-actor karakter van systeemgericht, risicogebaseerd assetmanagement vormt een extra uitdaging in het veranderproces dat nodig is om tot deze werkwijze te komen: dit proces moet met aandacht worden vormgegeven. In deze sectie wordt de huidige status van integraal, systeemgericht werken in de GWW sector beschreven, alsook de mogelijke knelpunten en oplossingsrichtingen om de benodigde institutionele verandering te bewerkstelligen. Dit hoofdstuk bouwt voort op een onderzoek naar de rol van inter-organisatorische informatiedeling binnen de ROBAMCI-casus Delfzijl (Sardjoe, 2017).

4.3.1 Systeemperspectief

Stakeholders die betrokken zijn of een belang hebben bij een specifieke asset, zijn niet beperkt tot de eigenaar, beheerder en de service provider. Veel assets hebben naast hun primaire functie ook een secundaire functie, of beïnvloeden functies van het bredere systeem waarvan zij deel uitmaken. Andere organisaties kunnen dus soms direct, maar meestal indirect invloed uitoefenen binnen beheer- en onderhoudsprocessen. Een goed voorbeeld hiervan is de ROBAMCI casus Delfzijl (Figuur 4.3).

Casus Delfzijl

Het zeesluizencomplex te Farmsum (bij Delfzijl) dient naast het primaire doel, de doorvoer van zowel commerciële als recreatievaart, ook andere doelen zoals natuur en economie. Zo vindt er als gevolg van het continu openen en sluiten van de sluisdeuren een migratie plaats van zoet naar zout water en andersom: dit beïnvloedt flora en fauna. Het sluiten van de zeesluis tijdens periodes die cruciaal zijn voor de migratie en/of het broedseizoen van een bepaalde vissoort kan gevolgen hebben voor de lokale en regionale ecologie. Daarnaast is het sluiscomplex belangrijk voor andere waterbeheer-gerelateerde functies: in het geval van hoge waterstanden in het binnenland kan de sluis fungeren als een extra spuimiddel om water naar zee te lozen. Naast scheepvaart heeft de sluis dus meerdere functies: deze moeten worden meegenomen bij investeringsbeslissingen en het opstellen van beheer en onderhoudsplannen. Hiervoor is samenwerking nodig tussen de beheerder/eigenaar van de asset en andere actoren.



Figuur 4.3 Integrale functies van de Zeesluis

Sardjoe (2017) concludeert op basis van interviews met stakeholders in de casus Delfzijl dat de samenwerking op gebied van informatiedeling niet optimaal functioneert. Interviews met de beheerder en eigenaar van sluis, Rijkswaterstaat, wijzen uit dat samenwerking en informatiedeling met andere organisaties in de werkprocessen een lage prioriteit heeft: de nadruk ligt op het garanderen van de technische functionaliteit van de sluis – met het doel de doorvoer van schepen veilig te faciliteren. Wel neemt RWS in deze casus deel aan het MARCONI overleg waarin ontwikkelingen in het gebied worden besproken, bedoeld om elkaar te informeren en samen tot een beslissing te komen over het al dan niet vervangen van de zeesluis.

De casus laat zien dat het systeemperspectief niet volledig is doorgedrongen in alle lagen van de verschillende organisaties. In de context van assetmanagement is het ontbreken, of niet volledig doordringen, van een systeemperspectief vaak gerelateerd aan de organisatiecultuur en instituties zoals regels, wetten en procedures (Harner, 2010; Stillman, 2015). Om de maximale potentie die systeemgericht risicogestuurd assetmanagement te bieden heeft in Nederland te kunnen verzilveren, is het dus van belang dat deze manier van werken in organisaties wordt ingevoerd: hier is institutionele verandering voor nodig, zowel binnen de organisaties als tussen de organisaties.

4.3.2 Institutionele en Technologische Lock-in

Om het probleem van verandering op een analytische manier te benaderen is het belangrijk om te begrijpen waarom verandering een complex en langdurig proces is: als gevolg van stijgende rendementen van processen kan de stap naar een ander werkproces op korte termijn onaantrekkelijk zijn voor een organisatie. Schaalvoordeel, leereffecten, adaptieve verwachtingen en netwerk economieën zijn in de literatuur geïdentificeerd als oorzaken van de stijgende rendementen (Arthur, 1994). Dit kan de adoptie van technische innovatie hinderen en staat bekend als “technologische lock-in” (Foxon, 2002). Daarnaast moet verandering op gang komen door menselijke interactie die weer sterk beïnvloedt worden door regels, wetten, procedures, normen en waarden: formele en informele instituties. Ook hier kunnen stijgende rendementen zorgen voor een “institutionele lock-in” (Pierson, 2000). Deze twee vormen van ‘lock-in’, waarbij een organisatie drempels of onwil ervaart om te veranderen, staan niet los van elkaar: technologische systemen zijn vaak ingebed in institutionele structuren.

4.3.3 Incentives voor institutionele verandering

Het accepteren en in gebruik nemen van nieuwe werkwijzen neemt een lange tijdsspanne in beslag. In dit proces verandert langzaam het patroon van menselijk handelen (Widner, 2010). De twee vormen van “lock-in” beïnvloeden de wil van instituties om te veranderen. De-institutionalisering kan hierin verandering brengen. Dit begrip is gedefinieerd als het proces waarin bestaande processen verzwakken en verdwijnen en ruimte bieden voor nieuwe processen (Richard, 2014). Hoewel in de literatuur institutionele verandering vanuit drie verschillende perspectieven wordt bestudeerd; sociologisch institutionalisme, rationele-keuze institutionalisme en historisch institutionalisme, ziet elk perspectief de basis van verandering als een exogene factor: initiatie voor institutionele verandering moet van buitenaf komen (Baum, 1994; Capoccia & Kelemen, 2007; Greif & Laitin, 2004). Oliver (1992) presenteert in zijn betoog drie belangrijke bronnen van waaruit de institutionele verandering kan voortkomen:

- Functionele druk, vaak gekoppeld aan omgevingsveranderingen, zoals de vergroting van concurrentie voor organisaties
- Politieke druk, voornamelijk veroorzaakt door een shift in onderliggende machtsverdeling
- Sociale druk, zoals de verandering van wetten en regels of sociale verwachtingen die de voortgang van een bepaalde praktische norm belemmeren

Om in Nederland de benodigde institutionele veranderingen te bewerkstelligen die nodig zijn om richting risicogebaseerd, systeemgericht assetmanagement te groeien, moet de ‘incentive’ voor verandering dus van buitenaf komen: uit een van deze dimensies, bijvoorbeeld de noodzaak van hogere prestaties onder druk van klimaatverandering of politieke druk door afnemende budgetten voor bepaalde activiteiten.

5 Systeemdynamisch business estimate model

De input uit hoofdstukken 2 tot 4 (sectoromvang, potentiële efficiëntiewinst, groeiruimte in organisaties/ adoptie) wordt samengebracht in een zogenaamd 'systeem-dynamisch' model. Met deze methode kunnen ook niet-lineair gedrag van complexe systemen kwantitatief in kaart worden gebracht – zo kan in de uiteindelijke 'business estimate' bijvoorbeeld rekening worden gehouden met de snelheid waarmee innovatie door de sector wordt opgepakt, en de invloed van eventuele strategische beslissingen om dit te stimuleren.

In het business estimate model worden kwantitatieve gegevens over de natte GWW sector, en de mogelijke efficiëntiewinst door ROBAMCI die uit de casussen en andere bronnen naar voren komt, gekoppeld aan 'zachte' factoren die de adoptie van de nieuwe werkwijze binnen assetmanagement over de tijd beïnvloeden. Deze informatie wordt verzameld in een database (zie 5.4) en via deze weg gekoppeld aan het systeemdynamisch business estimate model. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het model is opgebouwd.

5.1 Operationalisatie waardepropositie in business estimate model

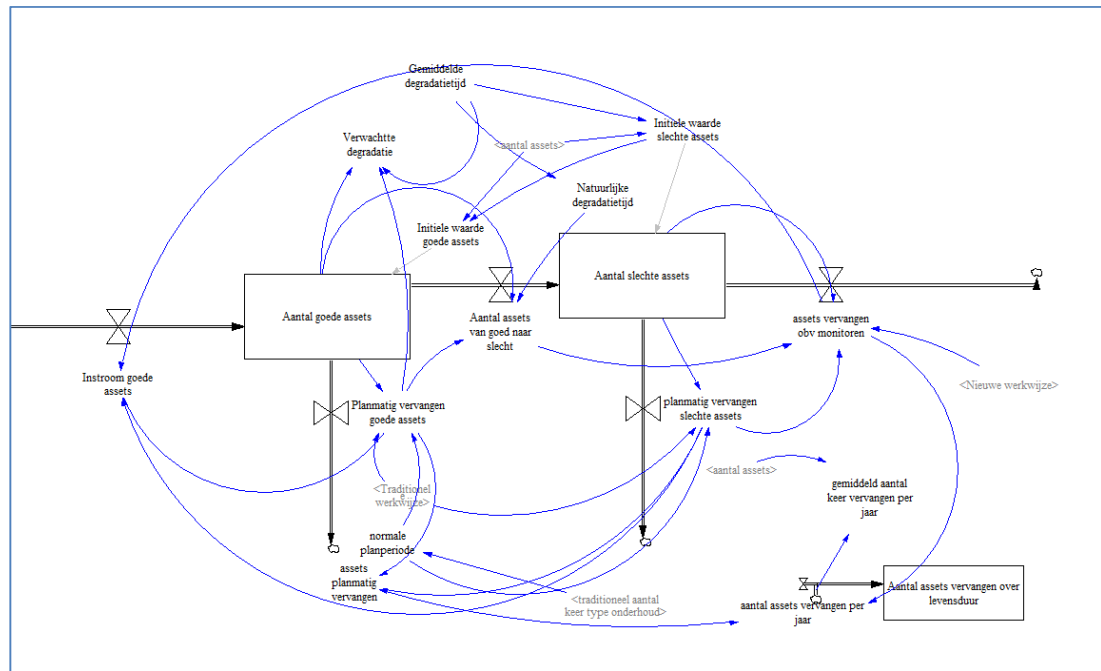
Met het identificeren en beschrijven van de drie 'meerwaarde' mechanismen van ROBAMCI is deze meerwaarde nog niet gerealiseerd: pas met de adoptie van de werkwijze door de sector is dit het geval. In het business estimate model worden kwantitatieve gegevens over de natte GWW sector en de mogelijke besparing door ROBAMCI die uit de casussen en andere bronnen naar voren komt, gekoppeld aan zachte factoren die de adoptie van de nieuwe werkwijze binnen assetmanagement over de tijd beïnvloeden. In een database ([hier](#) in te zien) worden relevante gegevens uit de analyse verzameld en waar nodig aannames gedaan: zie voor meer toelichting hoofdstuk 5. De drie meerwaardemechanismen worden als volgt geoperationaliseerd in het model.

5.1.1 Risicogestuurd assetmanagement

In elk netwerk kunnen de verschillende componenten worden ingedeeld in verschillende risicoklassen: sommige onderdelen van het netwerk hebben een lagere kans op falen, of een lagere impact in geval van falen. Zo kan elk netwerk worden opgedeeld in verschillende risicocategorieën: bijvoorbeeld in hoog, midden en laag. Het uitgangspunt bij een vergelijking tussen de twee methodes is een huidig beleid waarin dit onderscheid niet wordt gemaakt: er is een generiek beheer en onderhoudsplan en generieke richtlijnen voor ontwerp van grote investeringen (versterking, vervanging), zonder rekening te houden met het risico van de verschillende componenten. Bij risicogestuurd assetmanagement wordt dit onderscheid wel gemaakt.

Dit gedifferentieerd onderhoud heeft invloed op de levensduurkosten en op de hoeveelheid hinder gedurende de levensduur. De mate van impact van deze werkwijze wordt onder andere beïnvloed door de adoptiegraad van de nieuwe werkwijze (zie ook 5.3). Figuur 5.1 geeft een beeld van de uitwerking van dit mechanisme in het systeemdynamisch business estimate model. In *Tabel 5.1* worden de termen uit Figuur 5.1 verder toegelicht.

mechanisme door op de frequentie en dimensionering (en daarmee op de kosten) van activiteiten (bijvoorbeeld met als gevolg een lagere onderhoudsfrequentie), die beschreven staan in Figuur 2.4.



Figuur 5.2 Operationalisatie conditiegestuurd assetmanagement in systeemdynamisch business estimate model

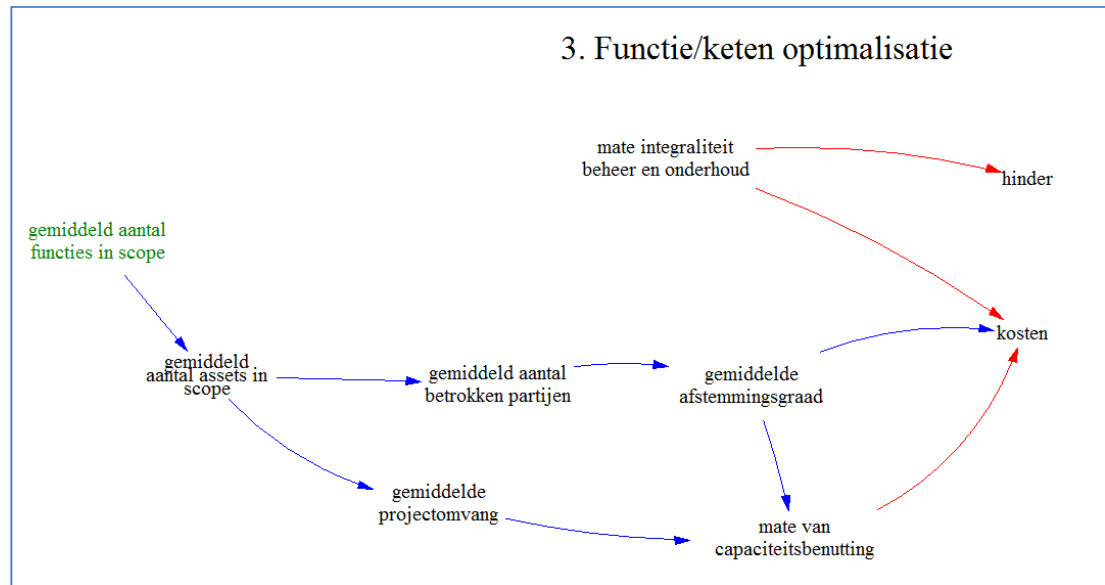
Tabel 5.2 Toelichting factoren in het model

Variabele	Toelichting
Aantal 'goede' en 'slechte' assets	Na aanleg voldoen assets aan de gestelde prestatie-eisen ('goede assets'). Over de tijd degraderen ze, tot ze niet meer aan de prestatie-eisen voldoen ('slechte assets') en er actie moet worden ondernemen.
Verwachte degradatie	Er is een gemiddelde aanname over het degradatieverloop en daarmee levensduur van assets: op basis van dit beeld wordt beheer en onderhoud en vervanging planmatig uitgevoerd
Vervangen op basis van monitoren	Bij conditiegestuurd monitoren wordt vervangen op basis van kennis over de daadwerkelijke ('natuurlijke') degradatie van assets. Dit kan langer of korter zijn dan de gemiddelde degradatie.

5.1.3 Functie/keten optimalisatie

Hoe meer functies en assets van het systeem worden meegenomen in het inrichten van de assetmanagement activiteiten, hoe beter. Er moet een balans worden gevonden tussen de meerkosten van afstemming, versus de baten ervan; dit is afhankelijk van de projectomvang.

Een betere afstemming/ optimalisatie leidt onder andere tot minder overlast (tezamen inplannen van onderhoudsactiviteiten in plaats van elke organisatie/ asset los beheren), maar kan op strategisch niveau ook tot maatschappelijke meerwaarde leiden. Figuur 2.5 geeft een eerste beeld van de relaties: dit mechanisme wordt in fase 4 verder uitgewerkt.



Figuur 5.3 Operationalisatie functie/keten optimalisatie in systeemdynamisch business estimate model

5.2 Operationalisatie uitgaven natte sector in model

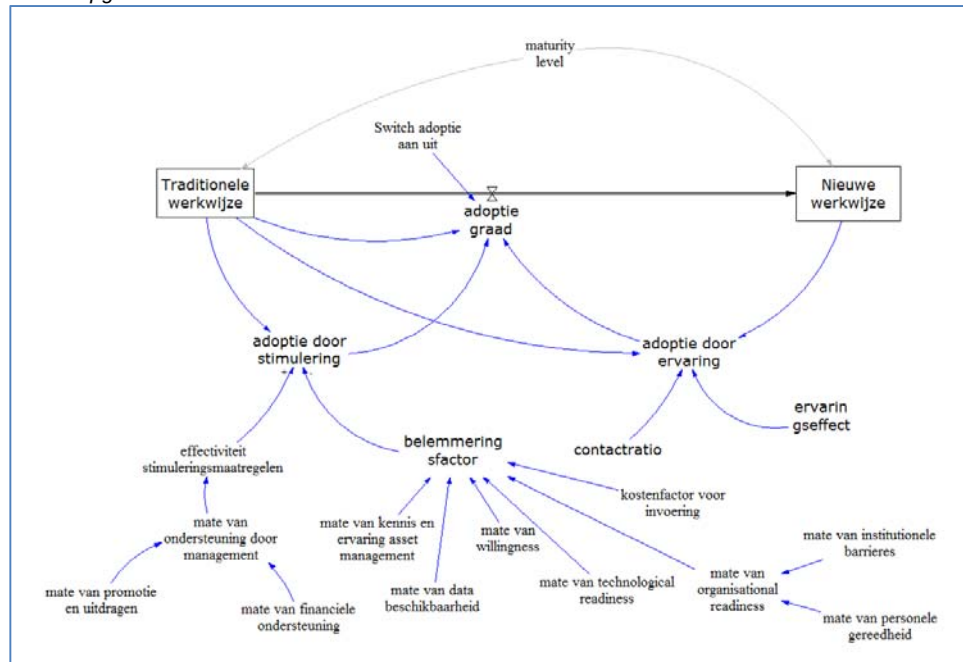
Ten behoeve van de business estimate is het nodig op zo veel mogelijk detail te weten hoeveel er aan assetmanagement van een bepaald type asset wordt uitgegeven. De case studies die de meerwaarde van risico gebaseerd assetmanagement onderzoeken, richten zich daarbij in veel gevallen op één type asset (regionale keringen), en één periodiciteit: tussen kortcyclisch (jaarlijks) en langcyclisch (grootschalige vervanging) bijvoorbeeld. Om de resultaten uit de casus op te kunnen schalen, is het goed te weten in welke ordegrrootte uitgaven aan dat type asset en periodiciteit zijn. Zo kan het voorkomen dat bij bijvoorbeeld vaarwegenbeheer kort en middencyclische uitgaven het meeste budget vergen, terwijl bij waterkeringen de langcyclische vervanging veruit het meest geld vergt. Ook is het relevant te weten bij welke overheidspartij deze uitgaven liggen.

In de database die het systeemdynamisch model vult (zie 5.4) worden gegevens over uitgaven aan assetmanagement per asset categorie en asset owner gerapporteerd, met waar mogelijk onderscheid tussen regulier beheer en onderhoud en investeringen in vervangingen of groot onderhoud/rehabilitatie. Het is niet altijd mogelijk uit begrotingen of plannen te halen hoeveel op jaarbasis aan een bepaalde activiteit of asset wordt besteed, omdat dit op algemener niveau wordt gerapporteerd. In deze gevallen wordt gebruik gemaakt van extrapolatie van gegevens waar dit wel bekend is.

5.3 Operationalisatie adoptie en maturity in model

Figuur 5.4 geeft een eerste versie van hoe adoptie in het systeemdynamisch business estimate model wordt opgenomen. In 'adoptie door ervaring' speelt tijd een rol, en de mate waarin assetmanagers met elkaar in contact komen om ervaringen die zijn opgedaan in pilotprojecten uit te wisselen. Onder 'adoptie door stimulering' vallen maatregelen om opname van de nieuwe werkwijze te stimuleren, en factoren die de opname kunnen belemmeren.

Figuur 5.4 Geeft een eerste versie van hoe adoptie en maturity (als startwaarde van de mate waarin een organisatie de nieuwe werkwijze heeft geadopteerd) in het systeemdynamisch business estimate model zijn opgenomen



5.3.1 Maturity/ volwassenheid

Voor de analyse in ROBAMCI wordt een selectie gemaakt van onderdelen uit de 'quick scan' maturity aanpak ontwikkeld door CEDR (Briessinck & Kranz, 2017) die het belangrijkste zijn voor kwantitatief risicogebaseerd asset management: kennis en informatie, strategie en planning en risicomanagement. Er worden in de analyse van CEDR 4 niveaus in volwassenheid onderscheiden (Figure 5.5). Op welk niveau een organisatie zich bevind (voor een bepaald assettype) kan worden geschat met behulp van interviews: zie **Error! Reference source not found.** en A.4 voor de interviewrichtlijn en het resultaat van het eerste interview met Gilbert Westdorp (RWS). In fase 4 zullen met behulp van deze interview richtlijn meer interviews worden uitgevoerd. Op basis van deze resultaten en waar nodig expert judgement zal voor elke sector een aggregaat 'maturity' worden ingeschat (een score van 1-4), die in het business estimate model dient als de initiële 'adoptiegraad': in hoeverre is de overstap van 'oude' werkwijzen naar nieuwe 'werkwijzen' gemaakt (zie ook hoofdstuk 2).

	Asset knowledge and information	Strategy and Planning	Risk Management
Initieel/ Entry	Kennis over objecten is niet bekend op werkvloer. Gegevens worden decentraal bijgehouden	Er is geen structureel proces/ lange termijn planning van asset management, functie-eisen/prestatiecriteria worden niet uniform vastgesteld	Risico's en risicobeheersmaatregelen worden niet systematisch geïnventariseerd of geprioriteerd.
Basis/ Marginaal	Het belang van gestandaardiseerde databases wordt erkend: Er is een begin gemaakt met het vastleggen van statische en dynamische gegevens over objecten	Het belang van een lange-termijn strategie wordt onderkend; eerste stappen zijn gezet voor uniformering en brede inbedding van asset management en toepassing van tools.	Enkele risico's en maatregelen van objecten en netwerkdelen worden geprioriteerd; levensduurkosten van kritieke objecten zijn of worden geïnventariseerd.
Competent/ bekwaam	Gegevens worden gebruikt in rapportages, informatie is geïntegreerd beschikbaar (bewerkt) en wordt gerapporteerd	Processen voor asset management strategieën zijn vastgesteld; afwegingen worden ondersteund met tools en met aandacht voor stakeholders, systeem en lange termijn.	Alle risico's voor objecten zijn systematisch geprioriteerd. Afweging van maatregelen op operationeel en tactisch niveau wordt ondersteund met LCC informatie.
Excellent/ geoptimaliseerd	Asset informatie vormt een centraal onderdeel van integrale besluitvorming. Structurele evaluatie en verbeterprocessen zijn ingericht.	Asset management is alle lagen van de organisatie ingebed, geüniformeerd en gerapporteerd. Structurele evaluatie – en verbeterprocessen zijn ingericht.	Op operationeel en tactisch niveau wordt standaard LCC toegepast om risico's en maatregelen af te wegen. Structurele evaluatie – en verbeterprocessen zijn ingericht.

Figure 5.5 Maturity niveaus zoals gehanteerd in ROBAMCI.

5.3.2 Adoptie

Elk veranderingsproces binnen een organisatie of sector start met een gevoel van urgentie - de noodzaak voor verandering van de huidige manier van denken en doen. Hier zijn mensen van binnen en buiten de organisatie nodig, en om de verandering tot stand te brengen is het belangrijk om de wensen en behoeften van alle betrokken actoren mee te nemen. Willen zij wel een dergelijke verandering ondergaan of in gang zetten? En hebben ze de kennis en middelen beschikbaar om het daadwerkelijk te doen? Door dit in kaart te brengen begrijpen we beter wat er nodig is om de veranderingen die tot een hoger maturity niveau leiden tot stand te brengen. Het gaat in de kern om drie zaken: **is de intentie er? Heb ik de capaciteit? Is het haalbaar binnen redelijke termijn?** Tabel 3 geeft aan welke factoren hieraan bijdragen (zie ook **Error! Reference source not found.**). Op basis van interviews zal voor elk van deze factoren een score worden bepaald – deze factoren dragen in het business estimate model (zie Figuur 5.4) bij aan meer of minder snelle adoptie van nieuwe werkwijzen.

Tabel 3 Factoren in adoptiesnelheid assetmanagement

Adoptie
Wil om te veranderen
Wil vanuit politiek/ strategische laag (directie)
Push door organisatie (tactisch; middenmanagement)
Triggers werkvloer hogere efficiëntie (operationeel)
Capaciteit
Kennis en ervaring (AM)
Kennis en ervaring (verandermanagement)
Toereikend personeel
Financiële capaciteit
Barrière interne/externe regelgeving
Toereikende contractvormen/ management
Haalbaarheid
Organisatiecultuur verandering werkprocessen
Kennisuitwisseling en kennisopbouw

5.4 Opbouw database/ data

Als uitgangspunt wordt in de database de volgende data verzameld ten behoeve van het business estimate model:

- Data wordt verzameld voor: hoofdvaarwegen (rivieren, kanalen, sluiscomplexen, aquaducten), Sanitatie (rioleringen, rioolgemaal, waterzuiveringen), waterveiligheid (primaire en regionale keringen, kerende kunstwerken) en watersysteem (stuwen, gemalen, watergangen, kademuren)
- Totaal aantal assets (in km of stuks)
- Uitgaven per asset owner / asset type, uitgesplitst naar kort (0-5 jaar), midden (5-30 jaar) en lang (30-100 jaar) cyclisch onderhoud
- Gemiddelde frequentie in onderhoudsactiviteiten
- Indicatie potentiële efficiëntiewinst per meerwaardemechanisme op basis van ROBAMCI casussen of andere bronnen
 - o Risicogestuurd: inschatting verhouding laag, midden, hoog risicogehalte in assettypes (om impact differentiatie op basis van risico te kunnen schatten)
 - o Conditiegestuurd: inschatting potentiële efficiëntiewinst op basis van conditiegestuurd assetmanagement
- Indicatie maturity level GWW sector

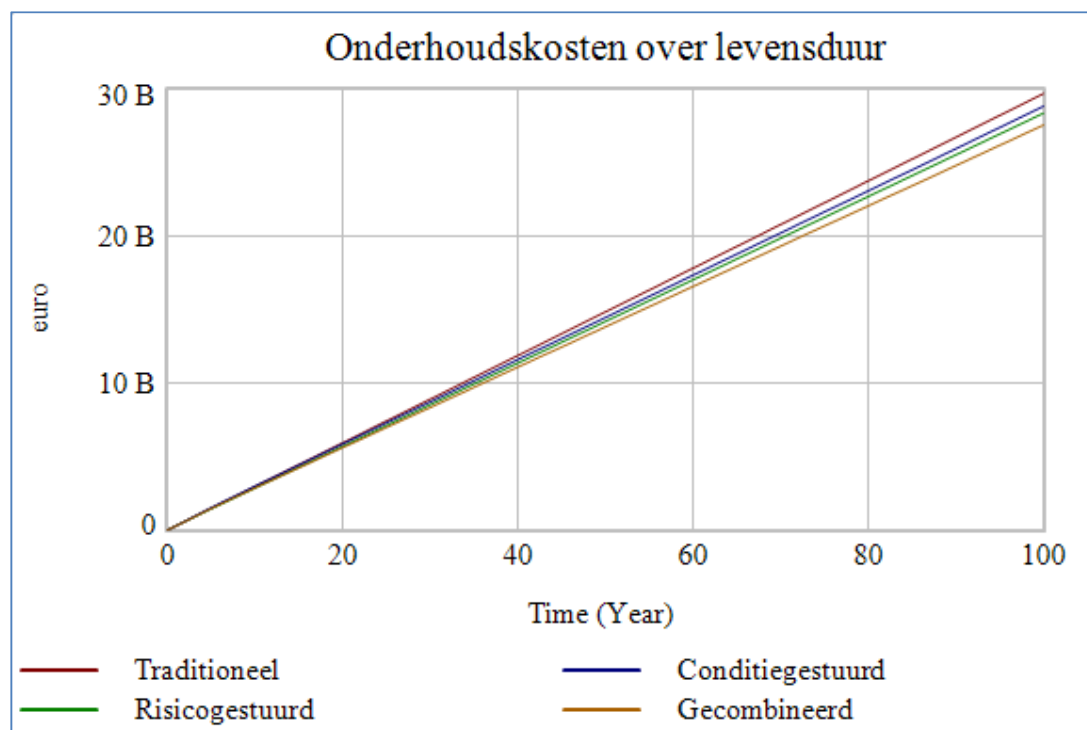
5.5 Eerste resultaten

Op basis van twee van de drie meerwaardemechanismen, 'Risicogestuurd' en 'Conditiegestuurd', is voor de assetcategorie 'regionale waterkeringen' van waterschappen een eerste testrun gedaan. De onderliggende aannames zijn de volgende:

- Er is in totaal ~ 14000 km regionale waterkeringen in beheer bij waterschappen
- Regulier onderhoud gebeurt elk jaar.
- Versterking/ groot onderhoud gebeurt eens in de 20 jaar.

- In totaal geven waterschappen ~ €84 miljoen per jaar uit aan regulier beheer en onderhoud, en € 165 miljoen aan versterking/ projecten.
- Regulier onderhoud wordt nu planmatig uitgevoerd. Als dit op basis van een risico-aanpak (kans op falen in bepaald deel van het areaal * impact op die locatie) zou gebeuren, zou 20% van het areaal een andere aanpak krijgen (bijvoorbeeld hogere of lagere onderhoudsfrequentie)
- Groot onderhoud/ versterking wordt planmatig uitgevoerd: op basis van risico-aanpak zou 10% van het areaal met een andere aanpak kunnen worden gedaan.
- Met een conditiegestuurde aanpak (bijvoorbeeld door uitgebreid te meten een 'live' beeld van de technische stand van het areaal) kan de planning van activiteiten verder worden geoptimaliseerd met 5-12,5%

Figuur 5.6 geeft een beeld van de cumulatieve onderhoudskosten over de levensduur per strategie (niet verdisconteerd). Nominaal over een periode van 100 jaar kan onderhouden met een risico-gebaseerde aanpak dus ordegrrootte €3 miljard (10%) schelen.



Figuur 5.6 Cumulatieve onderhoudskosten over de levensduur per strategie

6 Conclusie

In de business estimate/ synthese van ROBAMCI is het doel te analyseren wat de lessen vanuit de casussen over deze aanpak kunnen betekenen voor Nederland. Vanwege de focus in de casussen is hierbij de 'natte' GWW sector als studiegebied gekozen: waterveiligheid, watersysteem, vaarwegen en afvalwatertransport en -zuivering. Om uiteindelijk te komen tot een 'business estimate' van kwantitatief risico gestuurd assetmanagement voor de natte GWW sector, staan de volgende vragen centraal:

- i) Wat is de omvang van het assetmanagement in de natte sector?
- ii) Welke lessen kunnen uit de casussen worden gehaald ten aanzien van de meerwaarde van ROBAMCI en
- iii) Wat is nodig voor de verzilvering van deze meerwaarde?

Omvang assetmanagement infrastructuur

Een recent rapport van CBM (van de Kerkhof et al., 2018) onderbouwt de meerwaarde van conditiegebaseerd assetmanagement voor de gehele infrastructuur sector. Hierbij wordt ook een analyse gedaan van de totale omvang van de GWW sector: deze liggen in dezelfde orde van grootte zoals geschat in ROBAMCI fase 1; € 16 - 20 miljard per jaar. De auteurs kijken hierbij ook naar de reeds gereserveerde middelen om de stijgende investeringsopgave tegemoet te komen. Hoewel de inventarisatie niet helemaal compleet is, is duidelijk dat in de komende decennia de benodigde middelen voor infrastructuur zullen toenemen. In het kader van WP4 is gewerkt aan een analyse van de omvang van de 'natte' GWW sector, waarin waar mogelijk onderscheid gemaakt wordt tussen uitgaven van verschillende overheden, types assetmanagement en investeringen (projecten) en regulier B&O. In totaal worden huidige uitgaven in de natte sector geschat op € 6 miljard per jaar door de verschillende overheden gezamenlijk. Een gedetailleerd beeld van de uitgaven waarmee de impact van ROBAMCI per sector en type interventie (kort tot langjarig) kan worden berekend blijft echter moeilijk vanwege het gebrek aan gestandaardiseerde rapportage van budgetten tussen overheden van hetzelfde typen en tussen overheden onderling.

Synthese casussen

Uit de 10 ROBAMCI – casussen die zijn bestudeerd tussen 2015 en 2018 zijn de volgende 3 'meerwaarde' mechanismen geïdentificeerd:

- 1) risicogestuurd assetmanagement in het netwerk
- 2) conditiegestuurd assetmanagement over de tijd
- 3) functie/ ketenoptimalisatie in assetmanagement binnen en over systemen heen

Bij risicogestuurd assetmanagement worden activiteiten niet met een generieke, periodieke aanpak, maar gebaseerd op netwerkrisico's. Bij conditiegestuurd assetmanagement worden activiteiten ingericht op basis van een actueel geïnformeerd beeld van het degradatieverloop per asset. Bij functie/keten optimalisatie gaat het om het optimaliseren van assetmanagement over verschillende (neven)functies van een asset, in relatie met de omgeving. Elke casus is aan de hand van een 'business estimate format' beschreven aan de hand van deze mechanismen (dit wordt gepubliceerd in fase 4 als alle casussen binnen zijn): eerste resultaten uit de cases wijzen op potentiële efficiëntiewinst tussen 5 en 20%.

Verzilveren meerwaarde: maturity & adoptie

Om de mogelijke meerwaarde die ROBAMCI biedt te kunnen verzilveren zijn aanpassingen nodig in de institutionele en organisationele praktijk. Hoeveel en wat er moet gebeuren verschilt per instantie. De huidige 'volwassenheid' (*maturity*) in assetmanagement is daarbij het vertrekpunt, met name op gebied van kennis en informatie over assets, strategie en planning en risicomanagement. Algemeen beeld uit de waterschappen en RWS is dat de sector zich veelal rondom niveau 2 bevindt (basis/marginaal): het belang van standaardisering en lange-termijn strategieën wordt onderkend, maar dit is nog niet volledig doorgevoerd in de organisatie. De snelheid waarmee een organisatie kan professionaliseren – en de ROBAMCI werkwijzen adopteren - wordt beïnvloed door een aantal factoren: is de intentie er? Is er voldoende capaciteit? Is het haalbaar binnen een redelijke termijn?

Lessons learned

In fase 2 en 3 is in de casussen gebleken dat de ROBAMCI meerwaarde levert, op een of meerdere dimensies: prestaties, (maatschappelijk) risico en kosten. In een eerste testrun met het business estimate model op asset type 'regionale keringen', waarin resultaten uit de casussen en andere studies worden ge-extrapoleert naar het hele areaal is de eerste schatting dat met een risico-gebaseerde aanpak zo'n 10% op levenscycluskosten van regionale keringen kan worden bespaard.

Om deze meerwaarde te verzilveren zijn er echter aanpassingen op institutioneel en organisatorisch vlak nodig, zoals onderschreven door de maturity analyse: hierbij valt te denken aan structurele evaluatie (zoals inmiddels bij RWS toegepast) en het inrichten van verbeterprocessen. Ervaringen uit de praktijk wijzen erop dat de gemiddelde maturity voor risico gestuurd asset management in de publieke 'natte' sector nog aan het begin staat, en dat er verschillende belemmeringen bestaan voor een snelle adoptie binnen de sector.

7 Literatuur

- Arthur, W. (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy* - W. Brian Arthur - Google Boeken.
- Baum, J. (1994). Organizational Ecology. In *Handbook of Organization Studies* (p. 366). Harvard University Press.
- Bel, M. de, Klanker, G., Klerk, W.-J., Wessels, J., Wiel, W. van der, Wit, A. de, ... Sminia, M. (2016). *Case kunstwerken - Gemaal IJmuiden*. Retrieved from http://www.robamci.nl/wp-content/uploads/2017/06/Rapportage_Case_Kunstwerken_IJmuiden_juni_2016.pdf
- Briessinck, M., & Kranz, T. (2017). *CEDR – Asset Management TG Final Report 2017, Technical report 2017/06*.
- Capoccia, G., & Kelemen, R. D. (2007). The Study of Critical Junctures: Theory, Narrative, and Counterfactuals in Historical Institutionalism. *World Politics*, 59(3), 341–369. <https://doi.org/10.1017/S0043887100020852>
- Dent, E. B., & Goldberg, S. G. (1999). Challenging 'Resistance to Change'. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 35(1), 25–45. <https://doi.org/10.1177/0021886399351003>
- Foxon, T. J. (2002). Technological and institutional 'lock-in' as a barrier to sustainable innovation. *Change*, 1–9.
- Greif, A., & Laitin, D. D. (2004). A Theory of Endogenous Institutional Change. *The American Political Science Review*, 98(4), 633–652. <https://doi.org/10.1017/S0003055404041395>
- Harner, M. M. (2010). Barriers to Effective Risk Management. *Seton Hall Law Review*, 40.
- IJmker-van Gent, J., & Kok, S. (2016). *WP4 Business case / synthese ROBAMCI fase 1 - een eerste verkenning naar de potentie van risicogestuurd assetmanagement in de GWW-sector in Nederland*.
- Klerk, W. J., Kanning, W., & van der Meer, M. (2016). *Beschrijving asset management tool waterkeringen versie 0.9 - ROBAMCI fase 1: casus waterkeren*.
- Maring, L., Blauw, M., Lackin, J., Teeuw, C., Vette, K. de, Martens, J., ... Jonkers, D. (2016). *Asset Management van de Ondergrond (AMO) - Uitkomsten van de Community of Practice*.
- Oliver, C. (1992). The Antecedents of Deinstitutionalization. *Organization Studies*, 13(4), 563–588. <https://doi.org/10.1177/017084069201300403>
- Pierson, P. (2000). Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics. *The American Political Science Review*, 94(2), 251–267. <https://doi.org/10.2307/2586011>
- Pijper, A. de. (2018). *Besparen op beheer en onderhoudsuitgaven in de natte sector*. Hogeschool Rotterdam.
- Richard, S. W. (2014). W. Richard SCOTT (1995), Institutions and Organizations. Ideas, Interests and Identities. *M@n@gement*, 17(2), 136. <https://doi.org/10.3917/mana.172.0136>
- Rossem, S. van. (n.d.). *De weg naar een volwassen implementatie van risico - en kansgestuurd assetmanagement*. Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Sardjoe, N. (2017). Understanding inter-organizational information sharing: A case-study in the context of Risk and Opportunity Based Asset Management for Critical Infrastructures (ROBAMCI).
- Stillman, J. (2015). Challenges and Opportunities in Implementing an Asset Management Program.
- Stronkhorst, J., & Buren, R. van. (2015). *Asset management en Kustlijnzorg*. Retrieved from <http://www.robamci.nl/wp-content/uploads/2017/08/1220047-002-GEO-0002-r-Asset-management-en-Kustlijnzorg.pdf>
- van de Kerkhof, R. ., Lamper, L., & Fang, F. (2018). *De waarde van Maintenance voor de Nederlandse Infrastructuur*.
- van Rossum, S. (2018). *DE WEG NAAR EEN VOLWASSEN IMPLEMENTATIE VAN RISICO EN KANS GESTUURD ASSETMANAGEMENT-Een studie naar de implementatie van risico en kans gestuurd assetmanagement en de beïnvloeding van de toegepaste stijl van assetmanagement*. Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Volker, L., Lei, T. Van Der, & Ligtvoet, A. (2011). Developing a maturity model for infrastructural asset management systems. *Conference on Applied Infrastructure Research*.

- Volker, L., Ligtoet, A., van den Boomen, M., Wessels, L. P., van der Velde, J., van der Lei, T. E., & Herder, P. M. (2013). Asset management maturity in public infrastructure: the case of Rijkswaterstaat. *International Journal Strategic Engineering Asset Management*, 1(4), 439–453.
- Widner, J. A. (2010). Explaining Institutional Change: Ambiguity, Agency, and Power. *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, 23(4), 693–695. https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2010.01505_2.x
- Wijnia, Y., & Herder, P. (2010). The state of Asset Management in the Netherlands. *Proceedings of the 4th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2009)*, (March 2015), 288–297. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-320-6>

A Appendix

A.1 Overzicht van maturity modellen

Maturity model	Field	Levels	Dimensions/ process areas
IM3 (Volker, Van der Leij & Ligtvoet, 2011)	Infrastructure Asset Management	1. Ad hoc 2. Repeatable 3. Standard 4. Managed 5. Optimal	- Information Management - Internal coordination - External coordination - Market approach - Risk management - Processes and Roles - Culture and Leadership
MMAM (Macchi & Fumagali, 2013)	Maintenance	1. Initial 2. Managed 3. Defined 4. Quantitatively managed 5. Optimizing	- Planning and budgeting - Information sharing - Work order management - Relationships with other enterprise functions - Empowerment of personnel - Maintenance engineering structure - Monitoring - Computerized system - Reliability eng. system
AM maturity scale and Guidance (IAM, 2015)	Asset management	0. Innocent 1. Aware 2. Developing 3. Competent 4. Optimizing 5. Excellent	39 subjects
FLOODCONTROL 2015 (Kolen et al. 2008)	Flood protection	Different maturity levels for each dimension	- Measuring - Monitoring - Forecasting - Probability Reduction - Consequence Reduction - Civil infrastructure - Governmental infrastructure
RM-CMM (MacGillivray et al, 2007)	Management (research conducted in water sector)	1. Initial 2. Repeatable organisation 3. Defined organization 4. Controlled organisation 5. Optimized organisation	- Scope - Intergratin - Verification and validation - Feedback and organisaqtional learning - Stakeholder engagement - Competence - Resources - Documentation and reporting

Risk maturity Model (Hillson, 1997)	Risk management	1. Naive 2. Novice 3. Normalised 4. Natural	• Definition • Culture • Process • Experience • Application
--	-----------------	--	---

Figure A.1 Overview of maturity analysis models related to asset management and levels and dimensions included.
From research proposal D. van der Horst.

A.2 Overzicht van het IM³ model

	Informatie management	Interne afstemming	Externe afstemming	inzet marktpartijen	Infrabeheer beslissingen	Processen en rollen	Cultuur en mensen
Optimaal	Assetinformatie vormt een centraal onderdeel van integrale besluitvorming, is actueel en direct beschikbaar.	Afdelingen stemmen alle infrabeheer onderling af en werken volledig binnen de gestelde kaders. Afdelingen hebben een actieve rol in het opstellen en optimaliseren van de kaders.	ProRail programmeert, plant en communiceert gezamenlijk met de andere infrabeheerders en vervoerders. Er is gezamenlijke communicatie naar burgers.	ProRail is een toonaangevend opdrachtgever, voert regie en houdt toezicht. De meerjaren programmering en uitvoering wordt – waar gewenst – uitbesteed aan marktpartijen.	Op strategisch en tactisch niveau wordt ook life cycle costing toegepast om risico's en beheersmaatregelen af te wegen.	De processen en rollen voor assetmanagement liggen vast in functieomschrijvingen. Door gestructureerde evaluaties en externe auditing wordt actief gestuurd op procesverbetering.	Assetmanagement is een integraal onderdeel van de organisatiecultuur. Management staat open voor vernieuwing van assetmanagement-systematiek en medewerkers komen proactief met voorstellen tot verbetering.
Gemanaged	Gegevens worden gebruikt om managementrapportages te genereren en worden regelmatig aangepast aan nieuwe inzichten. Asset-informatie is geïntegreerd beschikbaar (bewerkte assetdata) en wordt gerapporteerd.	Afdelingen stemmen alle infrabeheer onderling af en werken grotendeels binnen de gestelde kaders. Afdelingen communiceren gezamenlijk knelpunten betreffende de kaders terug aan het management.	ProRail programmeert eigen onderhoud maar stemt planning onderhoud netwerkdelen vooraf af met andere infrabeheerders en vervoerders. Soms leidt dit tot aanpassingen in de programmering.	ProRail besteedt een deel van de programmering samen met de uitvoering uit aan marktpartijen. Er wordt gestuurd op te leveren prestaties.	Alle risico's voor objecten en netwerkdelen zijn systematisch geprioriteerd. De afweging van risicobeheersmaatregelen op operationeel en tactisch niveau wordt ondersteund met kosten berekeningen.	De processen en rollen voor assetmanagement liggen vast in de functieprofielen. Via functionerings-gesprekken en interne audits worden op ad hoc basis proces verbeterlagen doorgevoerd.	Assetmanagement wordt algemeen gezien als een van de belangrijkste organisatie principes (we doen het goed). Alle medewerkers kennen de basisprincipes van assetmanagement. Er is een breed/ totaal pakket aan trainingen beschikbaar.
Standaard	Statische en dynamische gegevens van alle relevante objecten zijn vastgelegd in databases volgens een standaardmethode. Data over asset-prestaties is direct beschikbaar.	Afdelingen stemmen werkzaamheden standaard onderling af en lossen problemen samen op binnen de budgetkaders.	ProRail informeert burgers, infrabeheerders en vervoerders over planning onderhoud objecten en netwerkdelen. Er is beperkt afstemming mogelijk.	ProRail benut de kennis van de markt door de eigen programmering van werkzaamheden op object- en netwerk-niveau met de marktpartijen af te stemmen en inhoudelijk te spiegelen. De markt komt met alternatieven en voert uit.	Voor kritieke objecten en netwerkdelen bestaat een systematische prioritering van de belangrijkste risico's en risicobeheersmaatregelen.	De processen en rollen voor assetmanagement liggen vast in de functieomschrijvingen, maar er is nog een discrepantie tussen de praktijk en de afspraken.	Assetmanagement is één van de organisatiedoelstellingen (we doen het). Verschillende medewerkers volgen assetmanagement opleidingen.
Herhaalbaar	Gegevens van een aantal objecten zijn vastgelegd volgens vergelijkbare methodes. Het belang van gestandaardiseerde asset databases wordt erkend.	Afdelingen lossen problemen zelf op binnen de budgetkaders en stemmen onderling af op ad hoc basis.	ProRail informeert naast de vervoerders ook andere infrabeheerders en over planning onderhoud objecten.	ProRail besteedt voorgeschreven werkzaamheden op object- en netwerk-niveau uit aan marktpartijen. Werksoorten worden gebundeld.	Enkele risico's en risicobeheersmaatregelen worden ad hoc geprioriteerd.	Er is een gedeeld beeld van processen en rollen maar deze zijn nog niet volledig verankerd in de functieomschrijvingen.	Er is kennis over assetmanagement aanwezig en er zijn ambassadeurs die assetmanagement onder de aandacht brengen.
Ad hoc	Kennis over de objecten is bekend op de werkvloer. Gegevens worden decentraal in eigen databases bijgehouden.	Afdelingen lossen problemen zelf op binnen de budgetkaders.	ProRail doet z'n eigen ding en informeert infragebruikers en vervoerders over onderhoud eigen infraobjecten.	ProRail besteedt voorgeschreven werkzaamheden op objectniveau uit aan marktpartijen.	Geen poging om risico's en risicobeheersmaatregelen systematisch te inventariseren en prioriteren.	Er is geen gedeeld beeld van processen en rollen van assetmanagement.	Geen aandacht voor assetmanagement en specifieke assetmanagement-vaardigheden.