



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RWS ONGECLASSIFICEERD

**Rijkswaterstaat Grote
Projecten en Onderhoud**
Projectteam MultiWaterWerk

Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
T 088-797 2111
www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
J.A. (Han) Vogel
*Contractmanager
MultiWaterWerk*

T 0621246505
han.vogel@rws.nl

Datum
20 januari 2016

Bijlage(n)
9

Syntheserapport

Onderzoeksfase MultiWaterWerk

Rijkswaterstaat

Projectteam Multiwaterwerk

M. Angenent

J. D. van Duijvenbode

P. J. van der Mark (TNO)

R. de Roos

J.A. Vogel

Managementsamenvatting

In de periode van nu tot 2040 staat Rijkswaterstaat voor een uitdagende opgave waarbij een groot aantal schutsluizen vervangen, gerenoveerd of bijgebouwd moet worden. Deze sluizen, deels gebouwd in de jaren dertig van de vorige eeuw, hebben langzamerhand het einde van hun levensduur bereikt en/of voldoen niet meer aan de huidige functionele eisen. Zo kan door het toegenomen scheepvaartverkeer bijvoorbeeld sprake zijn van onvoldoende schutcapaciteit. De grote verscheidenheid aan uitvoeringen van deze sluizen, historisch zo ontstaan, heeft er ook toe geleid dat veel specialistische, lokale, kennis nodig was (en nog steeds is) in het kader van beheer en onderhoud. Daarbij zijn voor vergelijkbare problemen verschillende oplossingen ontwikkeld. Een gevolg hiervan is dat veel unieke reservecomponenten op voorraad moeten zijn om optredende problemen snel te kunnen verhelpen. Hoewel deze aanpak heeft geresulteerd in goed werkende sluizen is deze situatie, gezien vanuit een beheerder, niet ideaal te noemen en op termijn steeds moeilijker vol te houden. De komende vervangingsopgave is het ideale moment om andere, nog beter werkende oplossingen te implementeren.

Voor u ligt de rapportage over de onderzoeksfase van het project Multiwaterwerk. Dit innovatieproject is geïnitieerd om deze nieuwe oplossingen te ontwikkelen. Belangrijke gedachte binnen Multiwaterwerk is toepassing van een slimme vorm van standaardisatie. Multiwaterwerk heeft als doel om een aanpak en elementen te ontwikkelen voor de 'Sluis van de Toekomst', een sluis die aan de eisen van de 21^e eeuw voldoet, gunstig scoort vanuit aanleg- en beheerdersperspectief en marktpartijen uitdaagt tot innovatie. De oplossingen die Multiwaterwerk gaat leveren moeten helpen om de levenscycluskosten te verlagen, de voorspelbaarheid in bouwkosten en -tijd van een sluis te verbeteren en een optimale beschikbaarheid en betrouwbaarheid van sluizen te garanderen.

Om te toetsen of modularisatie en standaardisatie inderdaad kan bijdragen aan de doelstelling van Multiwaterwerk en om zicht te krijgen op de oplossingsrichtingen, zijn binnen de onderzoeksfase van Multiwaterwerk zes deelonderzoeken uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn in dit rapport samengevat en als bijlagen toegevoegd. Uit de synthese van deze resultaten resulteren een aantal ontwikkelrichtingen die in de vervolgfase van Multiwaterwerk verder worden opgepakt en uitgewerkt tot aan concreet toepasbare oplossingen.

Belangrijke conclusie van het deelonderzoek naar sluizenfamilies is dat een slim gekozen vorm van standaardisatie in combinatie met maatwerk en innovatie inderdaad voordelen kan bieden als het gaat om het verder verbeteren van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van sluizen.

Nederlandse- en buitenlandse beheerders van sluizen die hier al ervaring mee hebben opgedaan geven aan dat zij de voordelen (zoals lagere kosten, minder storingen) herkennen. Zij hebben hun aanpak en ervaring gedeeld met Multiwaterwerk.

Binnen het onderzoek naar families van sluizen is een 'functies-componenten'-sluizenplatform voorgesteld als concept voor slimme invulling van standaardisatie. Het uitgangspunt is geenszins om zoveel mogelijk te standaardiseren, maar om dit alleen te doen daar waar het de levenscycluskosten, betrouwbaarheid en beschikbaarheid en de beheersbaarheid van bouwkosten en bouwtijd van sluizen positief beïnvloedt.

Vrijwel alle binnen- en buitenlandse beheerders die tijdens het project zijn geïnterviewd werken aan uniformering van de besturing en bediening van sluizen. Daarbij wordt soms ook een vaste

vervangingsstermijn toegepast. Deze hangt samen met de snelheid waarmee de onderliggende technologie zich ontwikkelt. Ook binnen Rijkswaterstaat heeft, gekoppeld aan de I-strategie, het gebruik van standaard bouwblokken bij industriële automatisering de volle aandacht. Het is dan ook één van de ontwikkellijnen binnen Multiwaterwerk die ook terugkomt in de roadmap voor de 'Sluis van de Toekomst'. Deze roadmap presenteert de samenhang tussen de doelstellingen en ontwikkellijnen van Multiwaterwerk in combinatie met de grotere in- en externe ontwikkelingen die daarbij een rol spelen.

Door de vervangingsopgave te zien als een programma in plaats van een verzameling losstaande projecten, wordt bijgedragen aan verdere invulling van een regierol. Ook marktpartijen zien deze regierol graag door Rijkswaterstaat ingevuld, zo bleek uit een onderzoek naar het leervermogen van de Nederlandse sluisbouwsector.

Kennisdeling en kennisborging zijn relevant, maar in de praktijk niet altijd eenvoudig. In dit kader kan een programmatische aanpak eveneens voordelen bieden.

Standaardisatie en innovatie lijken elkaars tegenpool te zijn, maar niets is minder waar. Om tot successen te komen zijn beiden hard nodig. Dit levert een uitdagende rol voor marktpartijen uit de sluisbouwsector waarbij ook aan duurzaamheidsdoelstellingen moet worden voldaan.

Rijkswaterstaat en marktpartijen kunnen hierbij van elkaar leren. Zo kunnen de meest gunstige oplossingen ontstaan die mee evolueren met technologische ontwikkelingen en veranderende behoeften in de maatschappij. Gezien de lange levensduur van een sluis is adaptiviteit sowieso een belangrijk thema.

Naast besturing en bediening zijn ook elementen zoals deuren en nivelleersystemen, bewegingswerken, elektro-mechanische componenten en energiesystemen kanshebber voor een slimme vorm van standaardisatie. Niet alle ideeën kunnen tegelijk worden opgepakt. Daarom is het concept van een 'blokkendoos' geïntroduceerd die, door de tijd heen, steeds verder kan worden gevuld met bouwblokken. Zo wordt iedere sluis beter, zowel bij ontwerp en aanleg als gedurende de gebruiksfase. Bij de selectie van de sluselementen die verder worden opgepakt bij de bepaling van de volgorde waarin een en ander kan plaatsvinden, is afstemming met de planning van de vervangingsopgave van groot belang.

Lijst met afkortingen

AR	Acceptance Review
CDR	Critical Design Review
DBFM	Design Build, Finance and Maintain
DSM	Design Structure Matrix
EMVI	Economisch Meest Voordelige Inschrijving
FCSP	Functies-Componenten Sluis Platform
FDP	Final Data Package
FDR	Final Design Review
GWV	Grond-, Weg- en Waterbouw
IKE	Interne Klant Eisen
IPM	Integraal Projectmanagement Model
KES	KlantEisenSpecificatie
LCC	Life Cycle Costs
MKI	Milieu Kosten Indicator
MWW	Multiwaterwerk
NBV	Netwerkbeheersing
PDR	Preliminary Design Review
PLC	Programmable Logic Controller
PLM	Product Lifecycle Management
RA	Reliability & Availability
RR	Readiness Review
RTC	Risks, time, costs
SCB	Systeemgerichte Contract Beheersing
SE	Systems Engineering
SvdT	Sluis van de Toekomst
VONK	VervangingsOpgave Natte Kunstwerken
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Inhoudsopgave

1.	Introductie	7
1.1	Multiwaterwerk	7
1.1.1	Achtergrond.....	7
1.1.2	Doelstelling en uitgangspunten.....	7
1.1.3	Projectfasering	8
1.1.4	Stakeholders/omgeving.....	8
1.2	Doel van dit rapport	9
1.3	Leeswijzer	10
2.	Onderzoeksfase Multiwaterwerk	11
2.1	Het probleem nader bekeken, doelstelling	11
2.2.	Aanpak onderzoeksfase	12
3.	Deelonderzoeken	14
3.1	Spoor 1: Techniek	15
3.1.1	Onderzoek naar productfamilies van sluisen	15
3.1.2	Inventarisatie sluiselementen	18
3.1.3	Verkenning innovaties / Open platform – open data	20
3.1.4	Lange termijn perspectieven/eisen en duurzaamheid.....	21
3.2	Spoor 2: Beheerdersperspectief	24
3.3	Spoor 3: Marktperspectief	27
3.3.1	De Nederlandse sluisensector; in de houdgreep?.....	27
3.3.2	Samen uit de houdgreep	28
3.3.3	Versterking van het leervermogen van de Nederlandse sluisensector	28
4.	Synthese	30
4.1	Synthese van onderzoeksresultaten	30
4.1.1	Naar een ‘functies-componenten’ sluisenplatform	31
4.1.2	Vergrote invloed op aanleg, LCC en RA met behoud van marktwerking	32
4.1.3	Kennis	35
4.2	Een roadmap voor de Sluis van de Toekomst	36
4.2.1	Ontwikkellijnen.....	36
4.2.2	Roadmap	39
5.	Tot slot, op weg naar de ontwikkelfase	41
6.	Overzicht bijlagen	42

1. Introductie

1.1 Multiwaterwerk

1.1.1 Achtergrond

In de periode van nu tot 2040 staat Rijkswaterstaat voor de uitdaging om 52 schutsluizen te vervangen, te renoveren of bij te bouwen¹. Deze vervangingsopgave komt voort uit het feit dat veel sluizen, die vooral in de jaren dertig van de vorige eeuw zijn gebouwd, de komende decennia het einde van hun levensduur bereiken en/of niet meer voldoen aan de huidige functionele eisen (bijvoorbeeld op het gebied van schutcapaciteit). Maar er speelt meer: de huidige grote verscheidenheid aan sluizen heeft tot gevolg dat veel specialistische, lokale kennis nodig is in het kader van beheer en onderhoud. Ook worden voor essentiële elementen van iedere sluis unieke reserveonderdelen op voorraad gehouden. Deze situatie is, gezien vanuit Life Cycle Costing (LCC), niet ideaal. De huidige vervangingsopgave is bij uitstek een gelegenheid om nog beter na te denken over ontwerp, realisatie, onderhoud en beheer van sluizen en te komen tot betere oplossingen. Daarom is het Multiwaterwerk (MWW) project opgezet.

1.1.2 Doelstelling en uitgangspunten

Het innovatieproject Multiwaterwerk richt zich op het vinden, uitwerken en implementeren van methodieken voor het ontwerp, de bouw en het beheer van sluizen leidend tot:

- a) Een betere voorspelbaarheid van bouwkosten en bouwtijd (aansluiting bij interne thema's en in lijn met RWS beleid).
- b) Een positieve invloed op beschikbaarheid en betrouwbaarheid (van belang voor de lokale beheerders en voor de gebruikers).
- c) Lagere- en beter voorspelbare Life Cycle Costs (ten behoeve van een sustainable financiële huishouding en prikkelend voor innovatie door de sluizenbouwsector).

Een uitgangspunt bij het Multiwaterwerk project is de gedachte dat een zorgvuldig gekozen standaardisatie van bepaalde sluisfuncties en/of sluiselementen een belangrijk middel kan zijn om op de drie genoemde gebieden voordelen te bereiken en daarbij innovatie door de sluizenbouwsector te stimuleren. Maar voor welke sluisfuncties en/of sluiselementen is standaardisatie een optie? Is het ook mogelijk om tot sluizen-families te komen waarbinnen deze gestandaardiseerde elementen een plaats krijgen? Welke voordelen kan dit opleveren? Waar zit de balans met maatwerk? Zijn deze vragen eenmaal beantwoord dan kunnen marktpartijen worden uitgedaagd om vanuit het productfamilie-concept nieuwe sluizen met daarin standardelementen te ontwikkelen en te realiseren. Behalve de verwachte voordelen voor Rijkswaterstaat en lokale beheerders, ontstaan zo ook voor de sluizenbouwsector kansen op een innovatief product met exportpotentie.

Bij Multiwaterwerk gaat het niet alleen om combinaties van slimme vormen van standaardisatie en maatwerk. Innovatieve inkoop en brede, vernieuwde samenwerking spelen eveneens een belangrijke rol. Geen losstaande projecten, maar aanbestedingen die zich in het kader van de vervangingsopgave richten op *'iedere sluis beter'* en op modulaire componenten die gezamenlijk het hart van een sluis vormen. Zo ontstaat de *'Sluis van de Toekomst'* (SvdT). Het streven is om door slim gekozen ontwerp en realisatie niet alleen bij te dragen aan de bovengenoemde MWW doelen, maar ook duurzaamheid

¹ Zie het projectplan van MWW. RWS heeft anno 2015 in totaal 137 schutsluizen in beheer.

te bevorderen. Verantwoord materiaalgebruik en een goede energiehuishouding zijn daar voorbeelden van. De ambitie is om maatschappelijke kansen, voorwaarden op het gebied van ecologie en omgevingsmanagement en eventuele nieuwe functionaliteiten maximaal te realiseren zonder de eisen vanuit beheersperspectief uit het oog te verliezen. Gelijktijdig moet rekening worden gehouden met een kleinere Rijkswaterstaat en het belang van de binnenvaart en andere stakeholders.

1.1.3 Projectfasering

Multiwaterwerk is opgebouwd uit drie fasen: een onderzoeks-, een ontwikkel- en een implementatiefase.

- **Onderzoeksfase (2014 – 2015)**
De onderzoeksfase, waarvan deze rapportage de afronding vormt, was gericht op het uitvoeren van een aantal analyses over technische concepten, innovaties en samenwerkingsmodellen. Belangrijk aandachtspunt was om helder te krijgen of de gedachte dat modularisatie en standaardisatie van sluisfuncties en sluselementen een goed middel is om tot verbetering te komen, kon worden bevestigd. De opgedane inzichten vormden de basis voor richtinggevende ideeën en plannen voor de ontwikkelfase.
- **Ontwikkelfase (2016 en een deel van 2017)**
In deze tweede fase volgt de doorontwikkeling van duurzame standaardisatie-concepten op basis van kennis, informatie en inzichten uit de onderzoeksfase. Doorontwikkeling van reële oplossingen, demonstratie hiervan in één of meerdere pilots, zowel op technologisch gebied als op het gebied van marktwerking en processen, vormen het doel van de ontwikkelfase. Belangrijke thema's zijn onder meer de definitie en ontwikkeling van de eerste elementen voor een 'standaard sluis kern' en afstemming met de planning van de vervangingsopgave.
- **Implementatiefase (2017 e.v.)**
In deze derde fase van Multiwaterwerk zullen resultaten uit de ontwikkelfase stap voor stap worden ingebracht in de uitvoering van de vervangingsopgave. Een belangrijk thema tijdens deze fase is: 'iedere sluis beter'.

1.1.4 Stakeholders/omgeving

Multiwaterwerk staat niet op zichzelf maar vervult samen met andere trajecten binnen Rijkswaterstaat de vervangingsopgave en standaardisatie rond sluisprojecten. Naast intensief contact en afstemming met de beheerders van sluisen (de Regionale Diensten) zal nauw contact en afstemming ook plaatsvinden met:

- *DBFM-sluisenprogramma.*
De vijf projecten in dit programma bevinden zich reeds richting of al in de realisatiefase. De in dit programma vallende omvangrijke zeesluizen bij Terneuzen en IJmuiden vragen om maatwerk. Knelpunten die bij deze verschillende projecten aan het licht komen zullen door MWW worden meegenomen in het verdere programma.
- *De Vervangingsopgave Natte Kunstwerken (VONK).*
Via VONK heeft Rijkswaterstaat een methodiek ontwikkeld die de relatie laat zien tussen

technische- en functionele levensduur van de bestaande natte infrastructuur en de ontwikkelingen op lange termijn.

- *De programma's Vervanging en Renovatie* (onderzoek en realisatie).
- *RINK* (Risico Inventarisatie Natte Kunstwerken).
- *I-strategie*.

De i-strategie is gelinkt aan de Netwerkbeheervisie die relevante ontwikkelingen benoemt. De i-strategie geeft richting aan deze ontwikkelingen voor het beheer, de ontwikkeling en de regulering van de drie hoofdnetwerken. De i-strategie heeft daarbij aandacht voor de rol en taken op het gebied van informatievoorziening en leefomgeving.

De i-strategie kijkt vanuit de behoefte van de processen van RWS en partners en vertaalt die naar welke convergerende en verbindende IV daarvoor nodig is. De focus ligt op standaardisatie en uniformering. Er wordt geconcentreerd op de strategische IV-assets van RWS zoals het IV-netwerk en de Industriële automatisering.

- *Netwerkbeheervisie*.
De netwerkbeheervisie geeft de koers aan voor het beheer van de netwerken van Rijkswaterstaat.
- *Landelijke Bruggen en Sluizen Standaard*.
- *Programma Duurzaamheid*.
- *Het Deltaprogramma*.
Binnen dit programma is o.a. een eerste prognose afgegeven over de aantallen 'natte' kunstwerken welke het einde van hun levensduur zullen bereiken in de komende decennia (Deltaprogramma 2013).
- *De kennisinfrastructuur waaronder de Bouwcampus, Deltares, TNO, Infraquest, Universiteiten en Het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK)*.
Rijkswaterstaat is één van de initiatiefnemers van NKWK dat zich richt op krachtenbundeling tussen overheid, bedrijven en kennisinstellingen op het gebied van kennis en kunde over water- en klimaatvraagstukken.

MWW gaat over de fysieke- en aanbestedingstechnische zaken van natte kunstwerken. Daarmee kan gezegd worden dat MWW de verbinding vormt tussen de huidige manier van aanleg en aanbesteden en de vervangingsopgave zoals vormgegeven in de programma's Vervanging en Renovatie. MWW is gepositioneerd onder de topsector Water, onderdeel Deltatechnologie. Daarmee zoekt Multiwaterwerk nadrukkelijk de samenwerking met de markt-, kennis- en overheidssector.

1.2 Doel van dit rapport

Het doel van dit rapport is driedelig:

- *Het samenbrengen van vraagstellingen, resultaten en aanbevelingen uit de deelonderzoeken die tijdens de onderzoeksfase van Multiwaterwerk zijn uitgevoerd.*
- *Het presenteren van richtinggevende ideeën en plannen voor de ontwikkelfase.*
- *Het delen van alle resultaten met de opdrachtgever en stakeholders van Multiwaterwerk.*

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de doelstellingen van Multiwaterwerk en de opzet van de onderzoeksfase. Hoofdstuk 3 beschrijft op hoofdlijnen de vraagstelling, resultaten en aanbevelingen van de verschillende onderzoeken uit de onderzoeksfase. In hoofdstuk 4 wordt een verband gelegd tussen deze onderzoeksresultaten en wordt een 'roadmap' voor de 'Sluis van de Toekomst' gepresenteerd. Hoofdstuk 5 schetst de weg naar de ontwikkelfase.

De bijlage bij dit rapport omvat de rapportages van de deelonderzoeken.

2. Onderzoeksfase Multiwaterwerk

2.1 Het probleem nader bekeken, doelstelling

Kunstwerken zoals schutsluizen bereiken in steeds grotere aantallen het einde van hun levensduur. Dit dwingt Rijkswaterstaat om als beheerder na te denken over de vraag hoe verder te gaan met deze objecten. Ondertussen omvat het areaal door historische ontwikkeling, voortschrijding der techniek en het 'markt-tenzij' principe een legio aan technische oplossingen. Uit het oogpunt van langere termijn beheer en onderhoud levert dit een complexe situatie op en een kans op minder gunstige beschikbaarheid en betrouwbaarheid (RA):

- Iedere sluis kent zijn eigen problematiek en risico's. Hierdoor wordt vooral lokale ervaring opgebouwd in het verhelpen van storingen en het uitvoeren van reparaties. Het delen van deze ervaring met kennis over storingen en reparaties aan sluizen op andere locaties levert maar een beperkte bijdrage aan de opbouw van gedeelde 'know how'. Efficiëntie ten aanzien van beheer en onderhoud blijft daardoor achter.
- De veelheid aan 'lokale kennis' maakt deze kennis ook kwetsbaar, kennisborging is lastig.
- Uitwisselbaarheid van reserveonderdelen is gering. Geclusterde onderhoudscontracten zijn hierdoor complexer dan in een situatie waarbij sprake is van een serie identieke sluizen of sluizen die met deels identieke systeemdelen zijn uitgevoerd.

Een aanpak waarbij voor de toekomstige generatie sluizen wordt gekeken naar het toepassen van een vorm van modularisatie en standaardisatie lijkt dan een logische stap. Dit temeer daar one-of-a-kind oplossingen ook meer tijd vragen tijdens ontwikkeling, bouwen en testen.

Meer uniformiteit levert schaalvoordelen waarbij ontwerp, realisatie-proces, onderhoud en beheer efficiënter en beter beheersbaar kunnen worden ingericht. Dit alles vraagt wel om een zorgvuldige afweging. Dit geldt niet alleen technisch-inhoudelijk, maar ook ten aanzien van de instandhouding van marktwerking en het behoud van prikkels voor innovatie. Ook ontwikkelingen op het gebied van omgevingsmanagement, technologie, de binnenvaart, logistiek, ketenoptimalisatie en scheepvaartverkeersmanagement kunnen invloed hebben op keuzes rond standaardisatie, beheer en onderhoud.

Bij aanbestedingen lijken modularisatie en standaardisatie qua keuze van oplossingen een tegenhanger van volledige vrijheid voor de opdrachtnemer. Dit geldt echter voornamelijk voor de uiterste vormen van standaardisatie. Als op basis van weloverwogen argumenten keuzes kunnen worden gemaakt waarbij van beide concepten de voordelen worden verenigd, dan kan dit voor zowel Rijkswaterstaat als voor marktpartijen gunstig werken. Multiwaterwerk zet niet in op het volledig standaardiseren van sluizen maar op een scherpere specificatie van onderdelen van sluizen die bepalend zijn voor LCC, beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Multiwaterwerk definieert als het ware het hart van de sluis: voor deze onderdelen worden de specificaties bij aanbestedingen voorgeschreven. Bij onderdelen die zich lenen voor standaardisatie blijft er ook ruimte voor marktwerking zodat partijen zich onderscheidend kunnen profileren. Voordat het zover is, moet eerst duidelijk worden welke mogelijkheden er zijn om standaardisatie ook daadwerkelijk toe te passen. Daarom is voor de onderzoeksfase van Multiwaterwerk de volgende doelstelling geformuleerd:

De onderzoeksfase van MWW heeft tot doel om antwoord te krijgen op de vraag of en hoe modularisatie en standaardisatie kunnen bijdragen aan het bereiken van de MWW doelstellingen.

De geschetste problematiek rond realisatie, onderhoud en beheer speelt overigens niet alleen bij Rijkswaterstaat maar ook bij andere vaarwegbeheerders in binnen- en buitenland bij beheerders van andere infrastructurele netwerken. Rijkswaterstaat staat in deze problematiek dus niet alleen.

2.2. Aanpak onderzoeksfase

Om zicht te krijgen op een antwoord op de vraag of en hoe modularisatie en standaardisatie kunnen bijdragen aan het bereiken van de MWW doelstellingen, zijn drie onderzoekslijnen gedefinieerd. Deze zijn onderstaand kort omschreven met daarbij de belangrijkste onderzoeksvragen.

Techniek

Gezien vanuit het spoor van de techniek is de belangrijkste vraag of de aanname dat standaardisatie mogelijk is en inderdaad voordelen kan bieden, kan worden bevestigd en zo ja, hoe deze vorm zou kunnen krijgen: Welke sluisfuncties of sluselementen lenen zich hiervoor? Is een modulair concept mogelijk, zijn productfamilies van sluisen de oplossing en zo ja, hoe kom je daar dan toe?

Op het gebied van techniek en omgeving is verder de vraag wat de langere termijn perspectieven zijn op het gebied van duurzaamheid en welke innovaties in bredere zin mogelijk zijn. Wat is hiervan op de kortere termijn al realiseerbaar en wat pas in de verdere toekomst?

Beheerdersperspectief

Vanuit dit onderzoeksspoor is het doel te leren van andere beheerders die met een vergelijkbare problematiek worden geconfronteerd. Enerzijds gaat hier om binnen- en buitenlandse (bijvoorbeeld Duitse, Belgische en Franse) beheerders van vaarwegen en kunstwerken en anderzijds gaat het ook om beheerders van andere grote infrastructurele netwerken zoals het spoorwegnetwerk of het energienetwerk. Hoe optimaliseren zij hun beheer- en onderhoudstaken in het kader van RA en LCC, helpt standaardisatie daarbij en wat levert dit in de praktijk op? Maar daarnaast ook: hoe werken zij samen met marktpartijen, hoe richten zij vervanging en renovatie in?

Marktperspectief

Het derde spoor 'marktperspectief' zoekt naar betere manieren van aanbesteden waarbij een duurzame samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de (sluisen)bouwsector een belangrijk uitgangspunt is.

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, zijn zes deelonderzoeken gedefinieerd. Deze zijn uitgevoerd door universiteiten, een kennisinstituut en door Rijkswaterstaat zelf. Ook zijn bedrijven van binnen en buiten de bouwsector betrokken bij enkele deelonderzoeken.

Tabel 1 geeft een overzicht.

Onderzoekspoor	Deelonderzoek	Uitvoerende partij
Techniek	Onderzoek naar productfamilies van sluisen	Technische Universiteit Eindhoven
	Inventarisatie van sluselementen in relatie tot MWW doelstellingen	Ingenieursbureau IV-Infra
	Open platform – open data	Technische Universiteit Delft, meerdere marktpartijen, Rijkswaterstaat
	Langere termijn perspectieven, eisen en duurzaamheid	Rijkswaterstaat
Beheerdersperspectief	Leren van andere beheerders	Deltares
Marktperspectief	Lerend vermogen sluisensector	Rijksuniversiteit Groningen

Tabel 1: Overzicht van de uitgevoerde deelonderzoeken.

3. Deelonderzoeken

De complete rapportages van de deelonderzoeken geven veel detailinformatie en vormen de bijlage van dit rapport. Op de volgende pagina's zijn, per onderzoekspoor en per deelonderzoek, de vraagstelling, resultaten, conclusies en aanbevelingen op hoofdlijnen samengevat.

3.1 Spoor 1: Techniek

3.1.1 Onderzoek naar productfamilies van sluisen

Onderzoek verricht door:

Technische Universiteit Eindhoven.

Onderzoeksvragen aan de TU-Eindhoven:

- Welke mogelijkheden zijn er om tot een modulair ontwerp en standaardisatie van sluisfuncties en/of sluselementen te komen?
- Welke sluisfuncties en sluiscomponenten hebben een significante invloed op betrouwbaarheid en beschikbaarheid en op LCC van een sluis?
- Welke sluisfuncties, sluiscomponenten en/of activiteiten hebben impact op risico's ten aanzien van het uitlopen van bouwtijd en bouwkosten? Hoe kunnen deze risico's worden vermindert?

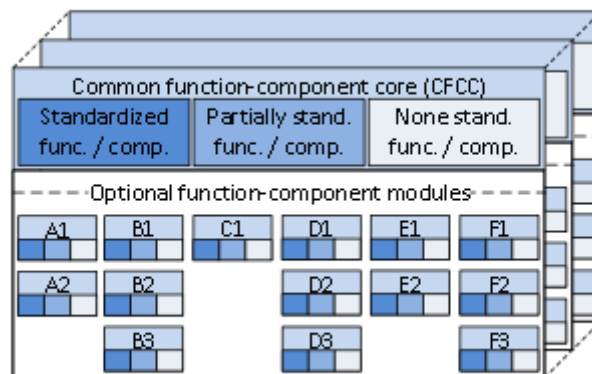
Belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen:

- Bij aanbestedingen voor de bouw van sluisen richt Rijkswaterstaat zich op het specificeren van functionele eisen voor zogenaamde 'conceptuele sluiscomponenten' (deuren, bewegingswerken, besturing en bediening etc.). Aannemers zijn op dit moment vervolgens verantwoordelijk voor het verdere totaalontwerp, het gedetailleerd ontwerp en de bouw van de sluis.
Bij iedere ontwerpstep en bouwactiviteit worden door hen vele beslissingen genomen. Deze kunnen allemaal impact kunnen hebben op LCC, betrouwbaarheid en beschikbaarheid (RA: Reliability & Availability) en op het optreden van risico's tijdens de bouw met gevolgen voor de bouwtijd en bouwkosten (RTC: risks, time & costs). De uitdaging waar Rijkswaterstaat voor staat is om zoveel mogelijk grip te krijgen op LCC, RA en RTC via het specificeren van deze functionele eisen. Dit moet op een manier die past bij het 'engineer-to-order'-karakter van de bouw van sluisen. Uit dit geheel komt de wens voort om te komen tot modularisatie en standaardisatie.
- Het verkrijgen van een degelijk begrip en inzicht in afhankelijkheden tussen sluisfuncties en sluiscomponenten is essentieel om te komen tot een heldere en complete specificatie. De sluisenbouwer moet via de realisatie van deze componenten ervoor zorgen dat deze gezamenlijk de vereiste functie ook in de praktijk realiseren. Door het specificeren van functionele eisen voor conceptuele componenten kan Rijkswaterstaat feitelijk het fysisch ontwerp van een sluis beïnvloeden.
- Om afhankelijkheden tussen sluisfuncties onderling en tussen sluisfuncties en functionele componenten inzichtelijk te maken en te visualiseren, blijken 'Design Structure Matrix' (DSM) technieken als systems engineering tool heel bruikbaar.
- Geadviseerd wordt om een 'functies-componenten platform voor sluisen families' op te stellen. Dit platform bestaat uit:
 - a) een gemeenschappelijke kern van sluisfuncties en conceptuele elementen die binnen een sluis voorkomen, aangeduid als 'het hart van de sluis' en
 - b) optionele modules (van functies en componenten) die niet in iedere sluis vereist zijn.

Het gaat niet over één sluisfamilie. Wellicht kunnen er 3 tot 5 families van sluisen worden gedefinieerd waarbij hoogstwaarschijnlijk iedere familie meerdere sluisen omvat. De verschillende functies en componenten van een platform voor sluisfamilies kunnen mogelijk volledig of voor een deel gestandaardiseerd worden. Ook kunnen er functies en componenten zijn die zich niet lenen voor standaardisatie. Dit geldt zowel voor ‘het hart van de sluis’ als voor de optionele modules. In figuur 1 is dit schematisch weergegeven.

Komen bepaalde functies of componenten vanuit het ‘functies-componenten sluisfamilie platform’ in aanmerking voor standaardisatie, dan is het nodig om verder te onderzoeken of standaardisatie ook écht mogelijk is. Hiervoor wordt een aanpak in drie stappen voorgesteld:

- Onderzoek of deze functies/componenten afhankelijk zijn van locatie-specifieke parameters of factoren (zo ja, dan ligt standaardisatie niet voor de hand).
- Onderzoek of bepaalde ranges van functies/componenten (bijvoorbeeld pompen met verschillende pompcapaciteiten) nodig zijn. Zo ja, dan zijn meerdere gestandaardiseerde varianten van eenzelfde component in het sluisplatform vereist.
- Onderzoek wat de snelheid van innovatie van een bepaalde component is en of het nodig is dat deze component in de pas blijft lopen met de technologische innovatie. Dit vereist mogelijkheden tot frequente update of vervanging van de betreffende component. Anders ligt standaardisatie niet voor de hand.



Figuur 1: Sluiskernfuncties en -componenten en optionele functies en componenten kunnen volledig, deels of geheel niet gestandaardiseerd zijn.

- Door via een functies-componenten platform te komen tot een afgewogen ontwerp en dit ontwerp vervolgens gedifferentieerd te bevroeren, kan Rijkswaterstaat:
 - Het inzicht vergroten in het geheel van afhankelijkheden tussen functies en componenten van een sluis.
 - Ontwikkelkosten verlagen en verdelen over meerdere sluisen.
 - Het aantal (verschillende) reserveonderdelen verminderen.
 - Renovatiekosten verlagen.
 - Invloed vergroten op RA, LCC en RTC.
- Analyse van de functie-component afhankelijkheden van een serie van 7 sluisen via DSM technieken laat zien dat de functies:
 - ‘openen/sluiten’ van sluisdeuren en ‘monitoren sluisstelsel’
en de componenten:
 - ‘bewegingswerken’ en ‘sluisdeur’

van de onderzochte functies de meeste impact hebben op betrouwbaarheid en beschikbaarheid. De TU-Eindhoven adviseert om aanvullend op de nu uitgevoerde analyse op deze 7 sluisen tot een volledige analyse te komen van afhankelijkheden tussen alle functies en alle componenten van een sluis. Daarvoor is het nodig om alle afhankelijkheden op voldoende gedetailleerd niveau te identificeren en te modelleren. Om dit te doen kan ondermeer gebruik worden gemaakt van 'Bomenschutsluis' en DSM technieken.

- Als case study is voor sluis Eefde een verdere analyse uitgevoerd van beschikbaarheids- en betrouwbaarheidsrisico's. Hieruit bleek dat:
 - Qua complexiteit van een sluis 'energie' en 'informatie' twee domeinen zijn die de meeste afhankelijkheden kennen tussen de diverse componenten.
 - Een sluis in verschillende modules kan worden verdeeld waarbij een module verschillende componenten bevat. Een module die extra aandacht vraagt, wordt gevormd door de 'bus'-module. Componenten in de 'bus'-module zijn componenten die veel afhankelijkheden kennen met andere componenten. Het zijn relevante componenten om de sluis goed te laten werken. Zij vragen daarom extra aandacht in de ontwerp- en bouwphase en kunnen baat hebben bij (gedeeltelijke) standaardisatie. Voor sluis Eefde zijn als buscomponenten geïdentificeerd: besturingssysteem, laagspanningsinstallatie en noodstroomvoorziening.
 - Qua beschikbaarheid van de sluis de afhankelijkheden tussen 'bewegingswerken' en 'hefdeuren' en 'bewegingswerken en sluishoofdconstructie' de beschikbaarheid het meest beïnvloeden. Deze componenten komen daarom in aanmerking voor verder onderzoek naar standaardisatie².

De TU-Eindhoven adviseert om vergelijkbare studies ook voor andere sluis-cases uit te voeren.

- Op basis van een eerder ontwikkelde methodiek en een voorbeeld waarin het constructieproces van een sluis is vereenvoudigd tot 11 stappen, is via een Monte Carlo simulatie aangetoond dat re-work een grote impact kan hebben op bouwtijd en bouwkosten van een sluis. Een 'criticality matrix' helpt om in het bouwproces kritieke stappen met betrekking tot re-work te identificeren. Door vervolgens op deze kritieke stappen afgestemde voorzorgsmaatregelen te definiëren kan het risico op re-work worden verkleind. Dit verlaagt de kans op het uitlopen van de bouwtijd en een toename van de bouwkosten.

² De Duitse 'Bundesanstalt für Wasserbau' past volledige standaardisatie toe bij alle bewegende delen van een serie van 26 sluisen.

3.1.2 Inventarisatie sluselementen

Onderzoek verricht door:

Advies- en ingenieursbureau Iv-Infra.

Vraagstelling aan Iv-Infra:

‘Wat is de bijdrage van de verschillende sluselementen aan de drie MWW doelen?
Breng dit in kaart via een inventariserende- en analyserende studie’.

Belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen:

Voor de beantwoording van de vraagstelling heeft Iv-Infra een analyse uitgevoerd op de bij Rijkswaterstaat beschikbare en hieraan gerelateerde data. Tevens is gebruik gemaakt van een expertsessie. Uit het onderzoek zijn de volgende resultaten naar voren gekomen:

a) *Resultaten op basis van data analyse*

Geconcludeerd is, dat er onvoldoende data beschikbaar waren om een uitspraak te kunnen doen over de bijdrage van sluselementen aan de onzekerheid rond bouwkosten, bouwtijd en LCC. Als onderliggende redenen worden de volgende punten genoemd:

- Gegevens over bouwkosten en bouwtijd en/of LCC uit het verleden zijn onvoldoende representatief voor de toekomst.
- Beschikbare gegevens zijn onvolledig.
- Informatie over ramingen en planningen is concurrentiegevoelig.
- Belangrijke informatie in het kader van LCC (zoals storings- en onderhoudsinformatie) is onvoldoende bijgehouden en vastgelegd.

Met betrekking tot RA is vanuit de data-analyse een voorzichtige conclusie getrokken die aangeeft dat de deelsystemen ‘energievoorziening’ en ‘bediening en besturing’ de belangrijkste bijdragen leveren aan een verminderde RA.

b) *Resultaten op basis van de expertsessie*

In een expertsessie met experts van Rijkswaterstaat, (onder-)aannemers en ingenieursbureaus is op basis van twee methoden geïnventariseerd welke elementen de meeste bijdragen leveren aan de onzekerheid rond bouwkosten en bouwtijd, LCC en RA. De expertsessie heeft geleid tot de volgende conclusies:

- Met betrekking tot onzekerheid in *bouwkosten* blijken de volgende elementen de grootste bijdrage te leveren (in afnemende grootte): fundering, sluiscolkwand, sluishoofd en omloopriolen.
- Met betrekking tot onzekerheid in *bouwtijd* zijn dit de volgende elementen (in afnemende grootte): fundering, sluishoofd, sluiscolkvloer.
Behalve dat voor zowel bouwkosten als bouwtijd de fundering de grootste bijdrage lijkt te leveren, is ook de spreiding in de door de experts gegeven inschattingen het grootst voor het sluselement ‘fundering’.
- Met betrekking tot LCC zijn de hef-, punt- en roldeur de sluselementen die de grootste bijdrage leveren. De hefdeur blijkt het grootste vervangingsinterval te hebben, gevolgd door de roldeur en de puntdeur. Qua kosten is het beeld anders: de mediane onderhoudskosten van de roldeur zijn het hoogst, gevolgd door die van de puntdeur en de hefdeur.

- Aan de experts is gevraagd om aan te geven welke sluselementen de grootste bijdrage leveren aan een afname van RA. In volgorde van mediane reparatieduur waren dit de sluselementen: ‘aandrijving bewegingswerk elektromechanisch’, ‘aandrijving bewegingswerk elektrohydraulisch’ en ‘energielevering’. De mediane reparatieduur van het element energielevering is ten opzichte van de overige twee wel significant lager ingeschat.

Om beter te kunnen sturen op de drie MWW doelen is door Iv-Infra aanbevolen om op bredere schaal, meer gestructureerd en doelgerichter informatie te verzamelen en vast te leggen. Daarbij gaat het om informatie over:

- Probabilistische ramingen van bouwkosten en bouwtijden, de uiteindelijk gerealiseerde bouwkosten en bouwtijden en de oorzaken van eventuele verschillen tussen ramingen en daadwerkelijke resultaten.
- Het falen van sluselementen. Als mogelijkheid wordt benoemd het verder uitbreiden van de RWS-faaldatabase met civiele elementen en het verder invullen van deze database met RAM data. Niet alleen storingsgegevens maar ook data over gemiddelde respons- en reparatietijden en over storingsgedrag van componenten zouden hiervan deel moeten uitmaken. Deze data zouden in eerste instantie kunnen worden verkregen via expertmeningen waarna regelmatige bijstelling hiervan via meetgegevens kan worden toegepast. Voor het verkrijgen van deze meetgegevens wordt voorgesteld om aannemers en leveranciers te benaderen én om een eigen monitoringsprogramma op te zetten. Metingen dienen daarbij op verschillende niveaus plaats te vinden, zoals op corridorniveau, op het niveau van een individuele sluis en op componentniveau (kleppen, pompen, PLC etc.). Denk hierbij ook aan vervangingsgegevens en aan data in relatie tot veiligheid en (bijna) ongelukken.

Iv-Infra beveelt aan om in het kader van onderhoudscontracten met opdrachtnemers vast te leggen op welke wijze zij monitoren, data vastleggen en deze aan Rijkswaterstaat beschikbaar stellen. Iv-Infra adviseert verder om samenwerking te zoeken met andere infrabeheerders zoals ProRail. Wellicht zijn op het gebied van het inwinnen, beheren en analyseren van RAM data door samenwerking efficiëntievoordelen te bereiken.

3.1.3 Verkenning innovaties / Open platform – open data

Onderzoek verricht door:

Collectief van TU-Delft, de bedrijven Total Active Media, 2Coolmonkeys, Charta Software, Pentair, de Dienst Gemeentewerken Rotterdam en Rijkswaterstaat.

Vraagstelling aan dit collectief:

Werkt co-creatie? Lukt het om de gezamenlijk opgedane kennis (open) te delen?

Belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen:

Elk van de deelnemende partijen uit het collectief had een inspanningsverplichting om vanuit de eigen expertise aan de slag te gaan waarbij partijen met elkaar meerwaarde moesten zien te bereiken ten opzichte van de totale kosten van hun inspanning.

Tijdens het traject zijn de deelnemers meerdere keren bij elkaar geweest om de voortgang af te stemmen en de ingezette koers, waar nodig, bij te stellen. Door de verschillende expertises te combineren en van Rijkswaterstaat uit het collectief aan te sturen (regierol), is een gemeenschappelijk gedragen resultaat bereikt. Daarbij is onder meer een (open) platform opgezet (www.sluispedia.nl) als opmaat voor het delen van kennis en ervaring met betrekking tot Multiwaterwerk. Ook is een hydraulisch model en een vereenvoudigd investerings- en opbrengstenmodel van een Multiwaterwerk (www.sluisberekening.nl) gerealiseerd. Door gebruik te maken van een open omgeving kunnen partijen aanvullende informatie toevoegen. Als verbeelding van een stip aan de horizon voor een Multiwaterwerk van de 21^{ste} eeuw is gekozen voor een kunstwerk met de functies water keren, schepen schutten en watermanagement. Om dit kunstwerk in tastbare vorm te hebben is hiervan een 3D-model gemaakt. Door een parametrisch model toe te passen kan zowel een Va- of VIb categorie³ kunstwerk worden gegenereerd. Zo ontstaan vanuit één model meerdere leden van een productfamilie.

³ CEMT-klassen met maximale afmetingen van schepen.

3.1.4 Lange termijn perspectieven/eisen en duurzaamheid

Onderzoek verricht door:

Rijkswaterstaat

Vraagstelling aan de milieudeskundigen binnen Rijkswaterstaat:

- a) Wat zijn trends en ontwikkelingen voor de langere termijn en hoe vertalen die zich naar eisen waaraan een sluis in 2040 moet voldoen?
- b) Wat betekent duurzaamheid in relatie tot MWW?

Belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen:

Ad a): Langere termijn trends en ontwikkelingen en de vertaling naar eisen voor sluisen.

Aan de hand van een toekomstverkenning waarbij gebruik is gemaakt van de huidige netwerkbeheervisie (NBV), de resultaten van 'RWSNext' en de 'DESTEP analyse'⁴, is getracht een beeld te ontwikkelen van trends die op termijn invloed kunnen hebben op de eisen aan sluisen.

De constatering in de huidige NBV dat de overheidsfinanciering blijvend onder druk staat, wordt bevestigd in de economische verwachting uit de 'DESTEP methodiek'. Technologieontwikkeling zal nodig zijn om kostenverlaging te kunnen bereiken. Tegelijk ligt er een kostbare vervangingsopgave voor sluisen en is een groei aan maatschappelijke opgaven te verwachten. In combinatie met een terugtrekkende overheid die niet alles meer zelf doet vraagt dit om een actieve regierol waarbij samenwerking met externe partijen een belangrijk gegeven is. Het verenigen van alle eisen en belangen vraagt daarbij ook om intensieve gebieds- en ketengerichte samenwerking.

Door elkaar tegensprekende trends is onduidelijk in welke richting de binnenvaart zich verder zal ontwikkelen (bijvoorbeeld m.b.t. de omvang van schepen). Geconstateerd wordt dat Rijkswaterstaat hier juist de partij is die de strategische lange-termijn-discussie kan agenderen en de uitkomsten kan vertalen naar een netwerkaanpak en eisen voor de sluisen in 2040. Nieuwe sluisen zullen duurzaam moeten zijn en zo bij kunnen dragen aan een duurzame samenleving. Dit betekent dat technologieontwikkeling ook aangestuurd moet gaan worden vanuit deze duurzaamheidsbehoefte. In het geval van sluisen betekent duurzaamheid niet alleen het gebruik van duurzame materialen maar ook aanpassing aan het lokale ecosysteem, energiezuinig ontwerpen, levering van duurzame energie en realisatie van kleinschalige multifunctionaliteit.

In een omgeving waarin de politieke dynamiek groter wordt, zal het voor projecten met lange doorlooptijd steeds moeilijker worden om deze binnen tijd en budget af te ronden. Voldoen aan de 'Elverding-grenzen' vraagt excellente governance van Rijkswaterstaat zelf, via een actieve regie op het proces, projectgericht en projectoverstijgend, voor de korte en lange termijn. Lange termijn visievorming helpt om daarna in concrete gevallen voor de korte termijn makkelijker tot overeenstemming te komen. Verkenningen en planuitwerkingen moeten met een bredere blik én binnen een kortere tijdsperiode worden verricht. Een vroege marktbenadering en gebruik van nieuwe ontwerpmethoden zoals parametrisch ontwerpen kunnen hierbij faciliterend zijn.

⁴ Externe analyse waarbij gekeken wordt naar demografische, economische, technologische, sociaal-maatschappelijke, politieke en ecologische factoren

Een grote beschikbaarheid en betrouwbaarheid van sluizen past bij een samenleving waarin burgers en bedrijven steeds meer service verwachten en minder risico's accepteren.

Door klimaatontwikkelingen is het echter geen vanzelfsprekendheid dat technologische oplossingen alléén tot de oplossing kunnen leiden. Sectorbreed overleg over vervoer over water op de lange termijn en optimale inrichting van het vervoerssysteem, waarbij de gehele logistieke keten als één wordt gezien, is eveneens wenselijk. Uiteindelijk zal de gewenste beschikbaarheid en betrouwbaarheid zich vertalen in een ontwikkeling van prestatie-indicatoren.

Technologische ontwikkelingen kunnen bijdragen aan een grotere beschikbaarheid en betrouwbaarheid. De autonome ontwikkeling van het watersysteem met meer droge- en natte periodes maakt een grotere beschikbaarheid en betrouwbaarheid echter geen vanzelfsprekendheid.

Nu de NBV steeds concreter is geworden, wordt in het kader van streefbeelden aanbevolen om met de opstellers van de NBV in gesprek te gaan om te bezien of de voor MWW nodige aanknopingspunten geformuleerd en (in het RWS bestuur) besloten kunnen worden.

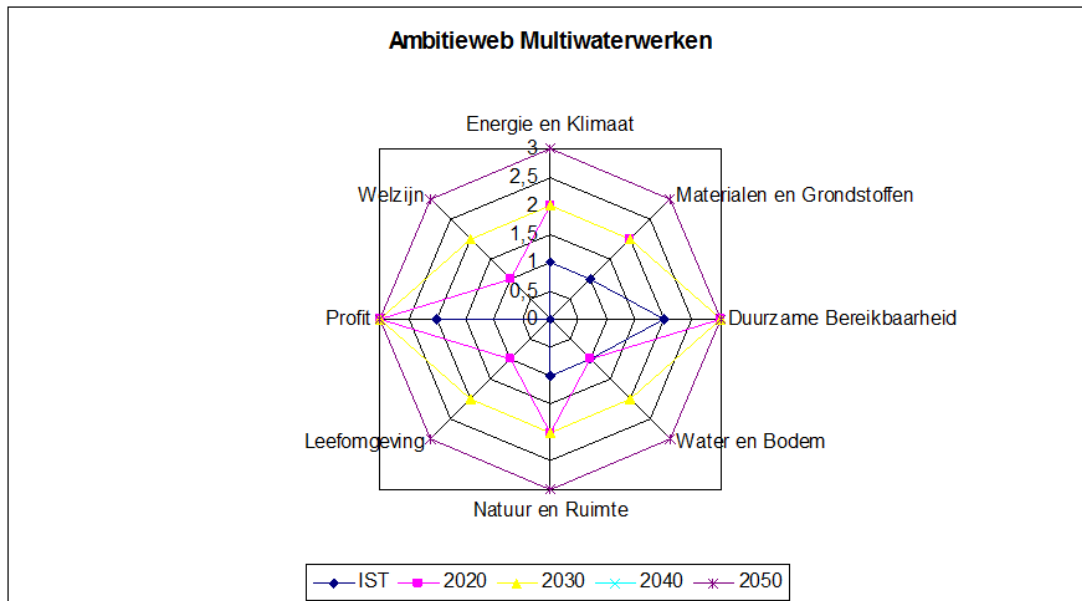
Ad b): Duurzaamheid in relatie tot MWW

Binnen Rijkswaterstaat heeft het begrip duurzaamheid zich verder ontwikkeld en een grotere plaats ingenomen: een duurzame leefomgeving is onderdeel geworden van de missie. Aan het eind van 2015 zijn besluiten te verwachten over de langere termijn ambities die zich naar verwachting doorvertalen in de NBV. Deze besluiten moet onder de aandacht blijven van MWW.

Voor 2020 heeft Rijkswaterstaat zich eerder al verbonden aan afspraken om zijn 'carbon footprint' met 20% te verminderen t.o.v. die uit 2009/2010. Inmiddels is de doelstelling verder uitgewerkt naar energieverbruik en materialen en wil Rijkswaterstaat in de voorhoede optreden als duurzame organisatie. Doelstelling en ambities voor 2030 worden momenteel opgesteld. Deze lijken zich te begeven in een door de Europese Commissie voorgestelde richting van 40-55% CO₂-reductie in 2030.

Voor een aantal sluisprojecten is de 'omgevingswijzer' gebruikt om in beeld te brengen hoe deze projecten verduurzamen. Uit een herinterpretatie naar standaardisering van sluizen valt op dat de verduurzamingsopgave vooral ligt op het gebied van materialen, energie en ecologie/natuur.

Op basis van de omgevingswijzer zijn voor de diverse sectoren groeipaden gekozen en zijn ambities voor 2020 t/m 2050 samengevat in een ambitieweb (fig 2) .



Figuur 2: Een ambitieweb voor MWW met betrekking tot duurzaamheidsaspecten voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050. De ambities voor 2040 en 2050 zijn op maximaal gezet.

De rapportage schetst vanuit de milieudeskundigen 9 wensen voor innovatieve opties (drie per thema). Deze zijn gericht op ‘groener’, energie (‘load balancing’) en verlaging van de Milieu Kosten Indicator (MKI). Daarbij zijn de wensen voor de langere termijn momenteel nog niet realiseerbaar.

In relatie tot het innovatieproces wordt gesteld dat van belang is om in te zien dat geopereerd wordt in een ‘complex adaptief systeem’ waarbij verbeteringen geleidelijk worden doorgevoerd en waarin samenwerking vraagt om een ‘enabling environment’ (co-creatie). Het voeren van gesprekken dieper in de keten en met mede-netwerkbeheerders kan daarbij wellicht tot onverwachte uitkomsten leiden. Een actorenanalyse is wenselijk om te komen tot partners voor verkennende gesprekken, daarmee kan het overkoepelend kader worden geschetst. Om partijen aan te zetten tot innovatie en samenwerking zijn prikkels nodig. Naast geld maken imago en kansen op continuïteit in de toekomst hiervan ook deel uit. Via een ‘innovation community’ waarin opdrachtgevers, opdrachtnemers, financiers, leveranciers/bouwers en gebruikers en omgevingspartijen samen komen, kunnen gemeenschappelijk beelden worden opgebouwd rondom sluisbouw. Geadviseerd wordt om in pilots te voorzien als opstap naar implementatie waarbij gestart wordt bij kleinere sluisen en het jaarlijks delen van de resultaten. Deze kunnen zich dan verder verspreiden en uitgroeien tot standaarden.

Aanbevolen wordt om:

- Duurzaamheid een plek te geven die gelijkwaardig is aan de andere MWW-doelstellingen.
- Besluiten die eind 2015 volgen uit de duurzaamheidsstrategie van Rijkswaterstaat te vertalen in consequenties voor het verdere programma van MWW.
- In de opstart van de ontwikkelfase van MWW een omgevingswijzer-sessie uit te voeren waarin wellicht ook externe partners betrokken worden.
- Een innovation-community te starten en daarbij gebruik te maken van instrumenten uit de aanpak ‘duurzaam GWW’.

3.2 Spoor 2: Beheerdersperspectief

Onderzoek verricht door:

Deltares

Vraagstelling aan Deltares:

- Verken de ervaringen van andere beheerders (de meeste met vergelijkbare objecten) in het optimaliseren van aanleg en beheer van hun infrastructuur. Kijk hierbij vooral naar de aspecten standaardisering, seriematige aanpak, uniformering, innovatie en duurzaamheid maar ook naar de benadering van de markt.
- Geef op basis hiervan inzicht in of en hoe MWW Life Cycle Costs kan reduceren, de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de sluzen kan verbeteren en de onzekerheid rondom bouwtijd en bouwkosten beter kan beheersen.

Belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen:

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden zijn zes verschillende binnen- en buitenlandse beheerders van sluzen en bruggen geïnterviewd. Daarnaast is ook TenneT (een beheerder van een hoogspanningsnetwerk) geïnterviewd. Bij alle interviews waren zowel medewerkers van Deltares als Rijkswaterstaat aanwezig om de directe kennisuitwisseling en continuïteit tussen de interviews te bevorderen. De volgende beheerders zijn geïnterviewd:

- Provincie Groningen
- Provincie Zuid-Holland
- Waterwegen en Zeekanaal (België)
- Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
- NV De Scheepvaart (België)
- Voies Navigables de France (Frankrijk)
- TenneT

Alle beheerders waren of zijn bezig met standaardisatietrajecten. De mate waarin dit gebeurt is gerelateerd aan de aanleg-, renovatie of vervangingsopgave, de organisatieinrichting en de cultuur.

Meerwaarde

Uit de interviews bleek dat voordelen van standaardisatie van infrastructuur breed worden herkend. Ontwerp, aanleg en onderhoud kunnen sneller worden uitgevoerd. Er treden minder vaak calamiteiten op (betere betrouwbaarheid) en eventuele problemen kunnen sneller worden opgelost (betere beschikbaarheid). Problemen die bij meerdere objecten optreden, kunnen preventief bij andere objecten voorkomen worden. Soms wordt standaardisatie ook toegepast om de leveringszekerheid en productie van onderdelen te kunnen garanderen. Daarnaast is er slechts kennis nodig van één type systeem.

Meerwaarde van standaardisatie treedt volgens de geïnterviewde partijen vooral op bij aanleg- of vervanging. Bij renovatie is het beeld diffuser en per beheerder verschillend.

Ook uit financieel oogpunt (LCC) zijn de observaties en verwachtingen van beheerders dat standaardisatie meerwaarde levert en voordelen biedt voor zowel de aanleg- als de beheerfase.

Wat standaardiseren?

Bij de meeste beheerders van sluisen en bruggen vindt standaardisatie van besturing en bediening plaats. Daarbij gaat het niet alleen om de lokale hard- en software van de PLC besturingsunit van een sluis of brug maar ook om het SCADA-systeem en -programma om de sluis of brug vanaf afstand te kunnen bedienen. Het is juist standaardisatie die er voor zorgt dat alle objecten centraal kunnen worden bediend.

Met betrekking tot civieltechnische- en overige elementen van een sluis is de aanpak per beheerder verschillend. De Duitse 'Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes' (WSV) heeft een grote vervangingsopgave (vergelijkbaar met die van Rijkswaterstaat). WSV maakt een technisch ontwerp voor de gehele sluis en standaardiseert daarbij zoveel mogelijk elementen (waaronder vulopeningen, deuren, ophangsystemen, controlesystemen etc.). Het standaardisatie-proces is opgelegd vanuit het ministerie. Bij de provincies Groningen en Zuid-Holland beperkt standaardisatie zich tot besturing en bediening. Hier is gekozen om een standaard vervangingstermijn van 10 jaar toe te passen. Volgens de provincie kunnen naast besturing en bediening andere (sluis)elementen wel worden gestandaardiseerd, maar evolueert dit langzaam.

Ontwikkeling van standaarden

Er zijn drie manieren gevonden voor het ontwerpen van standaarden: zelf doen, door de markt laten doen of via een tussenvorm waarbij standaarden geleidelijk worden ontwikkeld door voort te bouwen op de oude ontwerpen ('best practises'). Deltares concludeert dat veel van de ondervraagden het ontwerpaspect binnen de eigen organisatie houden. Een degelijk en betrouwbaar ontwerp vormt de basis voor optimaal functioneren en een koppeling tussen ontwerp/aanleg en beheer en onderhoud werkt daarbij positief. Ook als de markt een belangrijke rol heeft bij de ontwikkeling van standaarden blijft de begeleidende rol vanuit de organisatie belangrijk en groot. Het gaat daarbij om het specificeren van hoe de standaard er uit moet zien, het testen van oplossingen en het begeleiden van aannemers in het toepassen van de standaard.

Relatie tot marktpartijen

Bij standaardisatie komt meer verantwoordelijkheid bij de opdrachtgever te liggen (hoewel deze uiteindelijk altijd eindverantwoordelijk is). Marktpartijen vinden het prettig als zij 'het boodschappenlijstje' en de software krijgen waarvan ze weten dat die al aan de wensen van de opdrachtgever voldoen. Bij het zeer specifiek voorschrijven en bij directielevering van software bestaat echter de kans op 'vendor lock-in'. Hierdoor zijn aanpassingen en innovaties lastig door te voeren en brengen deze iedere keer opnieuw kosten met zich mee.

In de praktijk worden verschillende contractvormen toegepast. Die waarbij ontwerp en uitvoering onder één contract plaatsvinden leveren vaak een grote keuzemogelijkheid voor de aannemer, maar bemoeilijken standaardisatie.

Wanneer standaardisatie uitvoeren?

Meerdere beheerders gaven aan dat standaardisatie wordt ingezet als er aanleg, vervanging of renovatie nodig is. Bij geen van de beheerders wordt een geplande renovatie of vervanging in de tijd naar voren geschoven alleen maar om standaardisatie door te kunnen voeren.

Kennis

Kennis en ervaring vormen een kritieke factor bij het ontwikkelen van standaarden. Daarnaast is gedegen kennis relevant voor het maken van goede ontwerpen en het begrijpen, begeleiden en

controleren van uitvoerende partijen. De geïnterviewde beheerders vinden het belangrijk om zelf kennis en kunde in huis te hebben. Ook het goed organiseren en up-to-date houden van documentatie en kennisborging worden gezien als belangrijke taken van een beheerder. Het op peil houden van kennis kan lastig zijn en het proces van kennisborging en kennisoverdracht naar de jongere generatie wordt niet altijd goed georganiseerd. Ondermeer om na afronding van het (standaard)ontwerp te voorkomen dat de opgebouwde kennis vervaagt, wordt er door de WSV in latere fasen intensief geëvalueerd. Tennet ervaart te weinig kennis bij serviceproviders. Om die reden gaan zij langdurige raamcontracten aan met serviceproviders. Deze kunnen dan hun kennis mee laten groeien.

Factoren die standaardisatie beïnvloeden

Een visie op het beheer en een heldere beleidslijn voor standaardisatie bevorderen de ontwikkeling en realisatie van standaardisatie. Als deze ontbreken wordt er op andere criteria gestuurd; standaardisatie komt dan lastiger tot stand. Evenzo vormt kennis binnen de eigen organisatie een belangrijke factor om te kunnen standaardiseren. Door ontwerp en onderhoud dicht bij elkaar te houden kan er directe terugkoppeling plaatsvinden waardoor optimalisatie in het proces en standaardisatie worden bevorderd. Door gebruik te maken van een vast ontwerpteam ontstaat er na verloop van tijd vanzelf meer standaardisatie. Er zijn ook factoren die het standaardisatieproces belemmeren zoals de lange levensduur van (bouwkundige elementen van) een sluis. Vernieuwing van besturing en bediening komt wel veel vaker voor, een standaard daarvoor kan daarom veel sneller worden doorgevoerd.

Gebruik van contractvormen waarbij marktpartijen veel ontwerpvrijheid hebben, levert meer variatie in uitvoeringen op. Traditionele aanbestedingsvormen (RAW) vergemakkelijken standaardisatie maar anderzijds kan regelgeving verhinderen dat standaard producten worden voorgeschreven.

Slotopmerkingen en aanbevelingen

- Vanwege de lange levensduur van sluisen is de grote vervangingsopgave het moment om in te zetten op standaardisatie.
- Ongeacht de vraag of Rijkswaterstaat of marktpartijen de standaarden gaan ontwikkelen geldt dat het zelf in huis hebben van een hoog kennisniveau nodig is.
- Leveranciersafhankelijkheid en een mogelijkheid voor doorontwikkeling zijn aan te bevelen.
- Centraal uitrollen van de standaard en het standaardisatieproces bevorderen standaardisatie van het hele areaal.
- Gedetailleerd voorschrijven levert meer uniformiteit.
- Verkenning van samenwerking tussen binnen-en buitenlandse beheerders kan leiden tot een grotere markt, meer schaalvoordelen en een sterkere positie ten opzichte van leveranciers.

3.3 Spoor 3: Marktperspectief

Onderzoek verricht door:

Rijksuniversiteit Groningen.

Vraagstelling aan de RU-Groningen:

Om de doelen van MWW te helpen bereiken zijn niet alleen technische aspecten van belang. Ook de wijze van aanbesteden en samenwerkingsvormen met de sluisbouwsector die uitnodigen tot het van en met elkaar leren, spelen een belangrijke rol. Is hier sprake van een sector die vasthoudt aan bestaande manieren van werken en een waterbeheerder die vooral voor bewezen oplossingen kiest waardoor er nauwelijks innovatie plaatsvindt en gesproken kan worden van een 'lock-in' situatie? Hoe zou de sluissector georganiseerd kunnen worden om de vervangingsopgave te realiseren en hoe kan het leervermogen van de sluissector worden hersteld?

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden, is hiernaar onderzoek verricht door de Rijksuniversiteit Groningen. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een drietal rapporten:

- De Nederlandse sluissector; in de houdgreep?
- Samen uit de houdgreep.
- Het leervermogen versterkt, aanbevelingen voor de Nederlandse sluissector.

Conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek zijn per rapport onderstaand weergegeven.

3.3.1 De Nederlandse sluissector; in de houdgreep?

Het gevaar dat de watersector vast blijft zitten in haar traditionele werkwijze, is vanuit gehouden interviews bevestigd. Wel is sprake van een groeiend besef om meer samen op te trekken en van elkaar te leren. Vanuit de drie componenten samenwerking, kennisuitwisseling en besluitvaardigheid zijn barrières gevonden die het samen leren vooralsnog verhinderen:

- Er bestaat een structuur waarbij partijen een relatie aangaan voor een specifiek project, op contractbasis. Kennis is verspreid geraakt over een groter aantal partijen. Dit maakt het lastiger om deze kennis te vertalen naar een volgend project waarin met andere partijen wordt gewerkt. Hoewel inhoudelijke kennis over de gehele breedte sterk is, bestaat daarmee de kans dat voor bepaalde aspecten het wiel telkens opnieuw moet worden uitgevonden. Met uitzondering van het deel besturing en bediening, wordt een sluis gezien als een 'low-tech' object waarin jarenlang weinig fundamenteels verandert. De inhoudelijke kwetsbaarheid van Rijkswaterstaat lijkt groter te worden, doordat meer focus is komen te liggen op processturing in plaats van op vakinhoudelijke kennis. Door de huidige grote vervangingsopgave ontstaan mogelijkheden om tot verbetering te komen via betrokkenheid van partijen bij meer projecten, een meer programmatische aanpak (dus meer continuïteit) en creatie van platforms om tot kennisuitwisseling te komen.
- Projecten worden gekenmerkt door een strakke projectscope en sturing op tijd en geld. Daarbinnen is weinig ruimte voor innovatie en worden risico's zoveel mogelijk vermeden. Door sturing op een grote betrouwbaarheid en beschikbaarheid krijgen bewezen oplossingen de voorkeur.

- Er lijkt een tegenstelling te bestaan tussen de strakke projectscope uit de praktijk en de beelden op strategisch niveau waarin Rijkswaterstaat en marktpartijen elkaar vinden en groeiende aandacht hebben voor het gezamenlijk ontwikkelen van kennis. Voorbeelden van dit laatste zijn het innovatieprogramma Rijkswaterstaat en co-creatie via de Bouwcampus. Initiatieven lijken nog niet hun weg naar concrete projecten te vinden, een brede gemeenschappelijke visie met betrekking tot innovatie of standaardisatie ontbreekt nog.
- Met alliantiecontracten wordt gewerkt aan de relatie tussen Rijkswaterstaat en marktpartijen en het samen realiseren, maar in de sluzensector komen deze contracten nog weinig voor.

3.3.2 Samen uit de houdgreep

Het tweede rapport beschrijft de uitkomsten van het onderzoek naar de leerstructuur en leercapaciteiten van de Nederlandse sluzenbouwsector. Geconcludeerd wordt dat het ontwikkelen van een integrale blik en multidisciplinair werken essentieel zijn. Goed communiceren tussen de verschillende partijen en lokale stakeholders vraagt extra aandacht.

Op intra-organisatorisch niveau ligt er zowel bij Rijkswaterstaat als bij marktpartijen potentieel al een goede leerstructuur maar door de projectmatige vorm van samenwerking is deze op inter-organisatorisch niveau veel minder sterk aanwezig. Vanwege de grotere verscheidenheid aan stakeholders wordt verwacht dat kennis en verantwoordelijkheden zich meer verspreiden over de verschillende partijen. Samenwerking en uitwisseling van kennis (ook buiten projecten om) worden daarmee relevanter. Vanuit Rijkswaterstaat zelf én vanuit marktpartijen wordt verwacht dat Rijkswaterstaat ondanks de marktwerking de regie blijft behouden. Eindverantwoordelijkheid nemen en meer ruimte geven aan marktpartijen vormen een lastige combinatie. Nieuwe contractvormen en co-creatie zouden samenwerking kunnen faciliteren. Daarbij blijft het definiëren van een evenwichtig speelveld met duidelijke verantwoordelijkheden tussen de verschillende partijen belangrijk.

Aanbevolen wordt om meer ruimte voor samenwerking te faciliteren aan de randen van projecten zodat de basis voor samenwerking en het uitwisselen van ervaringen meer lucht krijgen. Dit vraagt een omslag in het denken. Realisatie van de Bouwcampus wordt als een eerste voorbeeld hiervan gezien. De verschillende initiatieven binnen Rijkswaterstaat en bij marktpartijen zouden structureler met elkaar moeten worden verbonden zodat ook de opgedane kennis beter wordt verbonden. Aanbevolen wordt om nog meer dan nu al het geval is, te kijken naar internationale ontwikkelingen en buitenlandse leerstructuren. Hiermee zou het algehele kennisniveau van de Nederlandse sluzensector omhoog kunnen, maar het buitenland kan ook leren van de Nederlandse praktijk.

3.3.3 Versterking van het leervermogen van de Nederlandse sluzensector

De Rijksuniversiteit Groningen benoemt in het derde rapport als belangrijke bevinding dat bestaande elementen waarbinnen wordt geleerd, gefragmenteerd naast elkaar bestaan en soms al snel ondersneeuwen in de hectiek van een project. Daarom wordt geadviseerd om bestaande structuren beter te verbinden en nieuwe verbindingen te ontwikkelen. Oplossingsrichtingen om het leervermogen te versterken zijn samengenomen en resulteren in drie aanbevelingen:

- Ontwikkel structuren die zorgen voor meer vastigheid binnen en tussen projecten.*
Door de vele wisselingen in projectteams, bij Rijkswaterstaat en de marktpartijen, wordt het leervermogen gehinderd. Structuren die worden aanbevolen om tot verbetering te komen zijn:

- Programmatisch werken waarbij het programma een bindmiddel is tussen de projecten en als centrale plek dient waar projectteams samen komen.
- Het creëren en benutten van condensatiepunten van kennis, zoals de Bouwcampus (binnen de sector) en de Kennisboom (binnen Rijkswaterstaat).
- Het deels doorschuiven van projectteams naar volgende projecten en het bekijken van mogelijkheden om, binnen de huidige juridische kaders, marktpartijen langer bij projecten betrokken te houden. Dit laatste bijvoorbeeld via het toepassen van mechanismen zoals 'past performance'.

b) *Creëer meer lucht in projecten.*

De huidige strakke projectscopes belemmeren het leervermogen. Om meer aandacht en ruimte te krijgen voor leren en innoveren wordt voorgesteld om:

- Het huidige IPM-profiel uit te breiden met een module 'reflecteren & leren' waardoor dit steeds meer de norm wordt en projectteams hierop ook kunnen worden beoordeeld. Dit levert een betere verbinding met de wereld buiten het directe project.
- De noodzaak tot evalueren te benadrukken via externe, politieke of bestuurlijke druk.
- Het ontwikkelen van professionals te stimuleren die in staat zijn om gedurende projecten actief te reflecteren op hun werkwijze en deze zo nodig aan te passen.

c) *Geef ruimte aan projecten en aan de markt.*

Geconstateerd is dat de neiging bestaat om projecten op te knippen en vol te stoppen met additionele eisen. Projecten worden nog te vaak op prijs gegund. Wederzijds wantrouwen en een weinig vruchtbare bodem voor verdere samenwerking zijn het resultaat. Punten die kunnen bijdragen aan het opbouwen van capaciteiten en het doorbreken van deze vicieuze cirkel zijn:

- De realisatie van een duidelijke rolverdeling tussen Rijkswaterstaat en de markt waarbij Rijkswaterstaat zich duidelijk positioneert met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe samenwerkingsvormen zoals allianties en DBFM-contracten.
- Het bewerkstelligen van een cultuurverandering binnen de sector waarbij de prijs als leitmotiv losgelaten zou moeten worden en andere elementen meegenomen en gewaardeerd gaan worden.
- Een volwaardige plaats bieden aan evalueren en innoveren in projecten. Deze aanbeveling ligt in het verlengde van de uitbreiding van het IPM profiel.

4. Synthese

4.1 Synthese van onderzoeksresultaten

Doel van de onderzoeksfase van Multiwaterwerk was om antwoord te krijgen op de vraag of slim gekozen standaardisatie kan bijdragen aan het bereiken van de MWW doelstellingen.

Het onderzoek naar sluizen-families heeft via een systematische, theoretische analyse laten zien dat standaardisatie voordelen kan bieden als het gaat over het verder verbeteren van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van sluizen. Ook andere Nederlandse- en buitenlandse sluisbeheerders die zijn geïnterviewd in het kader van 'Leren van andere beheerders' en die al ervaring hebben met standaardisatie, gaven aan dat zij de voordelen in de breedte herkennen. Overigens wordt 'slim gekozen standaardisatie' door deze beheerders op verschillende manieren ingevuld, variërend van het alleen standaardiseren van besturing en bediening tot aan een technisch ontwerp voor de gehele sluis en het standaardisatie van zoveel mogelijk elementen.

Het geïntroduceerde 'functies-componenten' sluizenplatform biedt een concept voor de verdere invulling van standaardisatie. Hierbij bestaat voor de verschillende elementen de keuze voor toepassing van volledige, gedeeltelijke of helemaal geen standaardisatie. Hiermee sluiten concept en praktijk goed op elkaar aan want lang niet alle sluselementen lenen zich voor (volledige) standaardisatie. De snelheid waarmee technologie zich ontwikkelt is één van factoren bij de keuze om al dan niet tot standaardisatie over te gaan. De snelheid waarmee IA- en ICT technieken en componenten zich ontwikkelen ligt veel hoger dan die van civiele- of werktuigbouwkundige sluselementen. Bij veel sluisbeheerders scoren besturing en bediening hoog als het gaat om standaardisatie. Eigenlijk bedoelt men hier meer 'uniformering' waarbij een gekozen oplossing voor een kortere periode (bijvoorbeeld 10 of 15 jaar) niet verandert. Door te kiezen voor zo'n kortere periode ontstaat een mogelijkheid tot frequente update of vervanging. Zo wordt adaptiviteit geïntroduceerd.

Behalve besturing en bediening komen ook andere sluisfuncties en -elementen in aanmerking voor standaardisatie. Naast technologische innovatie kunnen factoren zoals betrouwbaarheid, onderhoudskosten of verlaging van het aantal verschillende reservecomponenten daarbij een driver zijn.

Sluisbeheerders benoemen dat de observaties en verwachtingen zijn dat standaardisatie ook uit financieel oogpunt (LCC) meerwaarde levert en voordelen biedt in zowel de aanleg- als de beheerfase. Er mag dan ook geconcludeerd worden dat de resultaten uit de onderzoeksfase laten zien dat slim gekozen vormen van standaardisatie kunnen bijdragen aan het bereiken van de MWW doelstellingen.

Uit het onderzoek 'leren van andere beheerders' kwam naar voren dat het verbinden van 'beheer en onderhoud' met 'ontwerp en aanleg' bijdraagt aan het verkrijgen van een betrouwbare sluis. Vanuit het onderzoek naar sluizen-families is geadviseerd om functioneel specificeren zodanig in te zetten dat meer grip verkregen wordt op het héle life cycle proces van specificatie, aanleg, beheer en onderhoud tot en met renovatie, vervanging of afbouw. Door het verbinden van ervaring vanuit de districten (de lokale beheerders) met de ontwerp-kennis van Rijkswaterstaat kan dit vorm krijgen. Functioneel specificeren is met gebruik van het 'functies-componenten' sluizenplatform mogelijk op een manier waarbij voor marktpartijen uitdaging en ruimte aanwezig blijven om te innoveren. Beide

partijen kunnen van elkaar leren om tot verdere optimalisatie van sluselementen te komen. Standaardisatie en innovatie hoeven dus niet elkaars tegenpool te zijn ook al wordt dat soms wel zo gezien. Standaardisatie is op zichzelf al een innovatie ten opzichte van de werkwijze zoals deze tot nu toe werd gehanteerd. Implementatie van wensen op het gebied van duurzaamheid vraagt om toepassing van innovaties maar heeft ook een prijskaartje. Voor de langere-termijn-wensen op dit gebied is het nog onduidelijk of deze realiseerbaar zijn.

Het in huis hebben en houden van goede kennis is een 'must' en onafhankelijk van de vraag of het Rijkswaterstaat of vooral de markt is die standaarden ontwikkelt. In het eerste geval is het evident maar ook wanneer de markt een sterke rol ontwikkelt bij standaardisatie is eigen kennis relevant voor het begrijpen, begeleiden en controleren van marktpartijen.

Met betrekking tot de best passende contractvormen wordt vanuit het onderzoek naar marktperspectieven geadviseerd om een rolverdeling tussen Rijkswaterstaat en de markt te ontwikkelen waarbij Rijkswaterstaat zich duidelijk positioneert met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe samenwerkingsvormen zoals allianties en DBFM-contracten. Anderzijds is vanuit 'Leren van andere beheerders' aangegeven dat meer traditioneel aanbesteden standaardisatie vergemakkelijkt. Verdere ontwikkeling van een keuze voor de juiste contractvorm(en) is hier nodig.

Onderstaand wordt een aantal facetten verder toegelicht.

4.1.1 Naar een 'functies-componenten' sluisenplatform

Het advies om een 'functies-componenten' sluisenplatform op te stellen is een belangrijke stap op weg naar productfamilies van sluisen.

Door het opstellen van een 'functies-componenten' sluisenplatform kan Rijkswaterstaat komen tot een slim ontwerp van meerdere sluisenfamilies. Hierin komen een gemeenschappelijke kern van sluisfuncties en sluiscomponenten voor, de zogenaamde sluis kern en optionele modules van sluisfuncties en sluiscomponenten die niet in iedere sluis vereist zijn.

Per module kan nader worden bekeken of deze voor standaardisatie in aanmerking komt en zo ja, in welke mate. Daarvoor is een proces benoemd van 3 stappen. Naast een afweging op zuiver functioneel niveau kunnen immers ook andere factoren een rol spelen bij de keuze om tot standaardisatie over te gaan. Het gaat daarbij over factoren zoals (1) de mate waarin bepaalde producten sneller of langzamer innoveren, (2) de invloed van omgevingsfactoren en (3) benodigde ranges van sommige componenten. Een verder aandachtspunt bij standaardisatie is het voorkómen van een vendor lock-in situatie.

Door met 'Design Structure Matrix' technieken een compleet overzicht te maken van het geheel van afhankelijkheden tussen functies en componenten van een sluis, kan het sluisontwerp worden geoptimaliseerd. Dit is gunstig voor zowel het verdere ontwerp, de aanleg als ook het latere beheer en onderhoud. Onnodige afhankelijkheden tussen sluisfuncties of componenten kunnen zo worden voorkomen en wellicht in de loop van de tijd ingeslopen ontwerpbeslissingen kunnen opnieuw worden geëvalueerd.

Standaardisatie van sluselementen kan ook bijdragen aan een verlaging van de ontwikkelkosten (deze worden dan verdeeld over meerdere sluisen), aan een afname van het aantal verschillende

onderdelen dat op voorraad moet worden gehouden en aan een afname van de renovatiekosten. De voordelen bij renovatie zijn wel beperkter dan bij aanleg, nieuwbouw en vervanging.

De conclusies uit de rapportage van het onderzoek van de TU-Eindhoven zijn in lijn met die van de 'Inland Water Commission' over innovaties in sluisontwerp zoals vermeld in het PIANC Report 106⁵. Deze commissie van 'The World Association for Waterborne Transport' stelt dat standaardisatie een relevante methode is om tot reductie van bouw- en onderhoudskosten te komen als standaardisatie vroeg genoeg in het traject wordt ingezet en er als achtereenvolgens meerdere sluisen worden gebouwd of gemoderniseerd. Dit laatste is met de komende vervangingsopgave zeker aan de orde. Standaardisatie kan volgens het PIANC rapport ook inhouden dat wordt besloten om bepaalde functies (bijvoorbeeld het beveiligen tegen aanvaren) al dan niet toe te passen of om te kiezen voor een standaard termijn voor vervanging van bepaalde sluselementen.

4.1.2 Vergrote invloed op aanleg, LCC en RA met behoud van marktwerking

Door te werken met een 'functies-componenten sluisenplatform' en daarbinnen (gedeeltelijke) standaardisatie van functies en componenten toe te passen, ontstaat voor Rijkswaterstaat de mogelijkheid om haar invloed op LCC, RA, bouwkosten en bouwtijd te vergroten.

Een vereenvoudigd plaatje van de levenscyclus van een sluis (figuur 3) laat vijf relevante fasen zien. Om na een functionele specificatiefase te komen tot een werkende sluis, zijn ontwerp- en bouwactiviteiten nodig. Ontwerpbeslissingen hebben impact op LCC, betrouwbaarheid en beschikbaarheid van een sluis en kunnen daarnaast ook risico's opleveren met betrekking tot bouwkosten en bouwtijd.



Figuur 3: vereenvoudigd plaatje van de levenscyclus van een sluis.

In de rapportage over het onderzoek naar productfamilies van sluisen wordt opgemerkt dat Rijkswaterstaat beperkt invloed kan uitoefenen op de ontwerp- en aanlegfase van een sluis. In deze fase ligt de verantwoordelijkheid momenteel immers bij de marktpartijen⁶. Via functioneel specificeren waarbij gebruik wordt gemaakt van (een aantal, (deels)) gestandaardiseerde sluisfuncties en sluiscomponenten kan Rijkswaterstaat wel het fysisch- en organisatorisch ontwerp van een sluis beïnvloeden. Daarmee wordt sturing gegeven aan marktpartijen die voor het verdere ontwerp en de aanleg van de betreffende sluis verantwoordelijk zijn, zonder volledig dwingend te zijn. Anders gezegd, Rijkswaterstaat geeft de hoofdlijnen aan voor het ontwerp en beperkt via standaardisatie de oplossingsruimte voor de marktpartij alleen daar waar dat nodig is om LCC, RA, bouwkosten en bouwtijd positief te beïnvloeden. Zo wordt tevens voorkomen dat telkens nieuwe oplossingen worden ontwikkeld hetgeen ook financieel gezien nadelig is.

⁵ PIANC Report 106: 'Innovations in navigation lock design', The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, 2009, page 100-101, ISBN 978-2-87223-175-1.

⁶ Rijkswaterstaat blijft wel eindverantwoordelijk

Naast bovenstaande voordelen wordt via deze aanpak ook deels inhoud gegeven aan de wens vanuit marktpartijen (én Rijkswaterstaat zelf) om Rijkswaterstaat de regie te laten behouden.

Functioneel specificeren in combinatie met (gedeeltelijke) standaardisatie: Een maat voor het fysisch sluisontwerp en voor heldere positionering van Rijkswaterstaat richting de sluisbouwsector. Er wordt meer grip verkregen op ALLE fasen uit de levenscyclus van een sluis terwijl de sluisbouwsector ontwerprijheid behoudt daar waar dit kan.

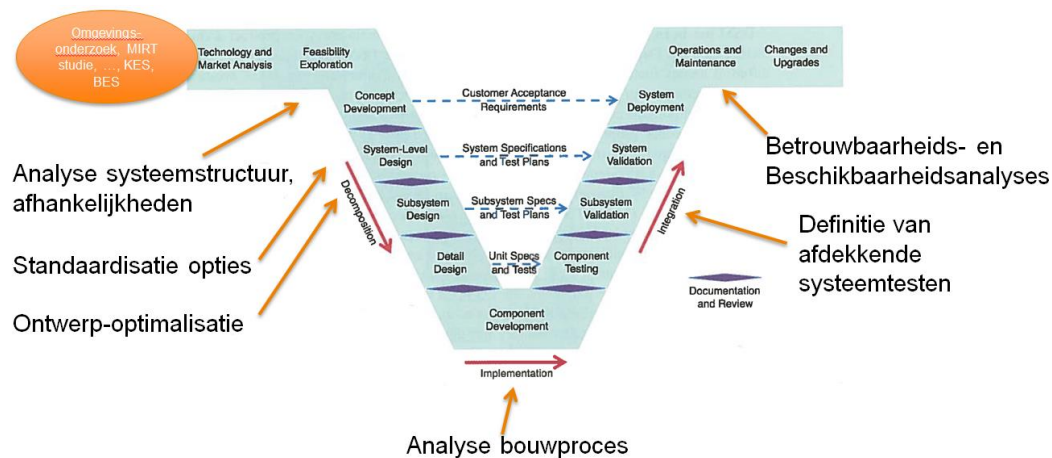
Door de Rijksuniversiteit Groningen is in haar derde rapport met aanbevelingen voor de sluisbouwsector geadviseerd om structuren te ontwikkelen die zorgen voor meer vastigheid in, en tussen, projecten waarbij zaken zoals evalueren, leren en innoveren meer ruimte krijgen. Standaardisatie is daarop niet het enige antwoord. Wel draagt het bij aan een structuur van meer vastigheid. Dit doordat het een rode draad levert door de verschillende ontwerp- en aanlegtrajecten waarbij steeds meer standaard-elementen worden ontwikkeld of verder verbeterd. Door de vervangingsopgave te beschouwen als een programma met een gefaseerde opeenvolging aan vervangings- en/of renovatieprojecten wordt een brug geslagen tussen de individuele projecten. Het sluisen-plaform kan de gevraagde structuur bieden aangezien dit platform de basis vormt voor iedere nieuwe sluis.

Standaardisatie is, algemeen gesteld, het overeenkomen en vaststellen van bepaalde eisen aan (de gelijkheid van) producten en het wegnemen van onzekerheden uit het productieproces. Door technologische innovaties of nieuwe inzichten kan een standaard na enige tijd echter verouderen of om een aanpassing vragen. Daarom is het belangrijk om hierop alert te blijven en waar nodig een eerdere standaard bij te stellen. Het advies om in projecten ruimte in te bouwen om te evalueren en te leren past daar goed bij: *iedere sluis beter*. Bovendien moedigt dit marktpartijen aan om met innovatievoorstellen te komen. Deze voorstellen kunnen op meerdere wijzen beloond worden. Zo kan een marktpartij voor een bepaalde deelcomponent tot een zodanige innovatie komen, dat daarop octrooi kan worden verkregen en via licenties de ontwikkelkosten terugverdiend kunnen worden. Maar ook als er geen sprake is van een octrooi kan een innovatie of optimalisatie van een standaard bouwblok of werkwijze via een door Rijkswaterstaat gehanteerde EMVI-strategie (EMVI houdt in: een gunningssystematiek op basis van Economisch Meest Voordelige Inschrijving) beloond worden. Partijen kunnen zich daarmee onderscheiden van hun concurrenten, zonder dat goede ideeën gelijk 'op straat' liggen. Het is niet nodig dat verbeterde componenten ('bouwblokken') bij aanbesteding al gereed zijn; ze mogen tijdens het project worden ontwikkeld. Zo kan door marktpartijen invloed worden uitgeoefend op de standaard sluisfuncties/sluiscomponenten die Rijkswaterstaat op dat moment heeft beschreven en ontstaat co-creatie met als resultaat een beter product.

Naast het toepassen van standaardisatie van sluisfuncties/-componenten, zijn er ook op procesniveau opties om, passend binnen de door RWS geadopteerde SCB-methodiek, grip te houden op de kwaliteit van het ontwerp en de voortgang van het aanlegproces. Dit kan bijvoorbeeld door binnen de ontwerp- en aanlegfasen van een sluis een aantal duidelijk gedefinieerde review momenten toe te passen. Daarbij worden dan enkele specifiek benoemde door de marktpartij (vaak bestaande uit een combinatie) verrichte activiteiten of deelresultaten, in ieder geval door de in de combinatie samenwerkende partijen, besproken en getoetst. Wellicht vindt deze toetsing ook deels

plaats door Rijkswaterstaat, als daarvoor wordt gekozen in het Acceptatieplan of Toetsingsplan. Voorbeelden van toetsingsmomenten zijn een PDR (Preliminary Design Review) na het globale ontwerp en een FDR (Final Design Review) nadat het detailontwerp is gemaakt. Deze FDR kan tevens dienen als moment voor vastlegging van de start van de feitelijke realisatie- en integratiefase. Richting oplevering en ingebruikname volgen dan bijvoorbeeld een RR ('Readiness Review') en als laatste een TAR ('Test and Acceptance Review'). Daarbij kan ook een FDP ('Final Data Package') met overeengekomen documentatie over de gerealiseerde sluis binnen het kwaliteitssysteem van de opdrachtnemer worden getoetst op volledigheid. Door de steeds verder toenemende rol van ICT en het moeten voldoen aan diverse normen (waaronder de Machinerichtlijn) is het werken met reviews tijdens het ontwerp- en aanlegproces niet meer dan een logische stap om tot een gecontroleerd en goed werkend product te komen. Dat Rijkswaterstaat en marktpartijen overeenkomen om dit soort reviews op te nemen in hun kwaliteitssysteem is daarom voor de hand liggend.

'Design Structure Matrix' (DSM) technieken⁷, zoals gebruikt bij het onderzoek naar sluisfamilies, maken het mogelijk om afhankelijkheden tussen de elementen van een willekeurig systeem te modelleren en te visualiseren. Daarnaast is het ook een krachtig projectmanagement tool. DSM technieken kunnen op diverse fronten bijdragen aan de totstandkoming van families van sluizen. Figuur 4 toont het bekende V-model voor systeem- en productontwikkeling. In de figuur zijn zes voorbeelden aangegeven van toepassingen van DSM methoden in relatie tot het analyse-, ontwerp-, aanleg- en onderhouds- en beheerproces van sluizen. Twee voorbeelden worden hieronder nader toegelicht:



Figuur 4: Het bekende V-model voor het ontwikkelproces voor systemen- en producten en zes voorbeelden van opties voor het gebruik van DSM methoden bij het ontwerp, de aanleg en de evaluatie van de performance van sluizen.

(bron V-model figuur: DSM methods & applications, Eppinger a.o.)

- DSM methoden kunnen (zowel bij Rijkswaterstaat als bij marktpartijen) binnen kwaliteitssystemen bijdragen aan het definiëren en toetsen van (integratie- en acceptatie-) testen. De kracht van DSM methoden ligt hier in het feit dat inzichtelijk wordt of bestaande

⁷ Design Structure Matrix Methods and Applications, S.D. Eppinger, T.R. Browning, ISBN 9780262017527

interacties tussen de verschillende sluselementen via de in het project voorgestelde testen al dan niet worden getoetst⁸.

- 'Re-work' tijdens het bouwproces kan grote impact hebben op bouwkosten en bouwtijd. Dit is gedemonstreerd via een vereenvoudigd voorbeeld in het onderzoek naar sluisfamilies. DSM-technieken kunnen helpen om kritieke activiteiten in het bouwproces te identificeren. Waar nodig kunnen dan vervolgens voorzorgsmaatregelen worden ingezet om de kans op re-work te verkleinen⁹. Het uitvoeren van een analyse van de (opeenvolging van) bouwprocesstappen kan dus helpen bij het bereiken van een beheerste bouwtijd (en bouwkosten). Overwogen kan worden om marktpartijen (te verplichten) een analyse uit te laten voeren van het bouwproces en de resultaten hiervan te laten opnemen in hun offerte of in de FDR.

Reviews en 'DSM technieken' bieden opties om op procesniveau meer grip te krijgen op de kwaliteit en de voortgang van het ontwerp- en realisatieproces van een sluis.

4.1.3 Kennis

Het in huis hebben en up-to-date houden van eigen kennis en ervaring is belangrijk bij de ontwikkeling van standaarden. Hoewel marktpartijen belangrijke kennispartners kunnen zijn is het toch met name de beheerder die over de gehele levensduur van de sluis de constante factor vormt. Dit betekent dat Rijkswaterstaat in constructies moet voorzien die ervoor zorgen dat de kennis over het areaal aan sluizen en de onderliggende technologieën en ontwerptechnieken up-to-date blijft. Het is tevens een verdere invulling van een regierol. Reviews tijdens de ontwerp- en aanlegfases dragen niet alleen bij aan de kwaliteit van een sluis. Ze leveren voor een beheerder ook natuurlijke momenten voor kennisdeling en kennisborging. Het aangaan van langdurige raamcontracten met serviceproviders, zoals door Tennet ingezet, maar ook in prestatiecontracten van Rijkswaterstaat al uitgewerkt wordt, is daarnaast wellicht een optie om ook bij marktpartijen continuïteit in kennis en ervaring te creëren.

Over kennis beschikken betekent ook de beschikbaarheid hebben over permanent up-to-date areaal-documentatie en -data. Dit is relevant in relatie tot beheer en onderhoud (bijv. MTBF en MTTR data) maar ook in het kader van aansprakelijkheid bij eventuele calamiteiten. Ook bij herbouw- of renovatieactiviteiten kan het een pré zijn als relevante data en informatie over een voorgaande aanlegfase nog beschikbaar zijn. Om innovatie te kunnen bevorderen is het daarnaast belangrijk om tenminste overzicht te hebben over de ontwikkelingen op het gebied van duurzame en onderhoudsarme technologie en over ontwerpmethodieken zoals parametrisch ontwerpen en synthese van besturingen.

⁸ Zie: 'Improving the systems engineering process with multilevel analysis of interactions', S.D. Eppinger a.o., *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing* (2014), 28, 323–337.

⁹ Zie Bijlage A: 'Towards a lock family platform', T. Wilschut, hoofdstuk 8

4.2 Een roadmap voor de Sluis van de Toekomst

4.2.1 Ontwikkellijnen

Vanuit de onderzoeksfase van MWW zijn zes lijnen te identificeren als basis voor de ontwikkelfase:

a) Aansluiten op de programmering

Van belang is om in overleg met het programma V&R zicht te krijgen op de eerste concept-programmering van de V&R sluisen tot het jaar 2040, inclusief een keuze en accordering voor de eerste 'MWW-sluis'. Binnen deze lijn valt ook het updaten en verder verdiepen van de roadmap voor sluisen (zie par. 4.2.2) zodat de roadmap in de pas blijft lopen met de planning van de vervangingsopgave.

b) Aansluiten op de omgeving

Verdere analyse en management van stakeholders. Welke stakeholders moeten in welke fase betrokken zijn? Het samen met beheerders toewerken naar gestandaardiseerde documenten (zoals KES- en IKE-documenten) waarin de eisen zijn gespecificeerd; inclusief het proces om tot deze documenten te komen. Een standaard document biedt voordelen in het kader van kwaliteit (toets op volledigheid eisenpakket). Daarnaast zal een deel van de eisen vaak locatie/sluis-onafhankelijk zijn (wellicht tot zo'n 70%). Gebruik van een dergelijk gestandaardiseerd document levert ook tijd- en kostenbesparing op in de complexe fase van planstudies en voorbereiding van de aanbesteding.

c) Verbeteren aanleg- en onderhoudsmethoden, -werkwijzen en -technieken

Hieronder vallen meerdere onderwerpen zoals:

1. *'functies-componenten' sluisenplatform; basisspecificatie sluis.*

Het opstellen van een complete beschrijving van families van sluisen gebaseerd op een 'functies-componenten' sluisenplatform met sluis-kern- en optionele modules. Dit betekent ondermeer het uitvoeren van een volledige analyse van de afhankelijkheden tussen alle functies en alle componenten van een sluis daarbij gebruikmakend van o.a. 'Bomenschutsluis' en DSM technieken¹⁰. Hieruit kan een overzicht ontstaan met geheel, gedeeltelijk of niet te standaardiseren sluis-elementen¹¹. Dit kan dienen als basis voor verschillende sluisconfiguraties (waarbij voor de verschillende keuzes ook de kostenconsequenties zichtbaar worden). Activiteiten binnen deze ontwikkellijn leiden tot een verbeterde versie van de 'Basisspecificatie Sluis' (BS).

2. *De 'Sluismonitor', configuratie- en data-management.*

Het beheersproces waarmee een sluis vanaf ontwerp tot en met renovatie of afbouw wordt gemanaged, wordt aangeduid met Product Lifecycle Management (PLM). Het beschikbaar hebben van actuele en complete informatie over de toestand van een sluis is daarbij een belangrijke basis. Configuratiemanagement (CM) levert een samenhangende set aan informatie over specificatie, ontwerp, aanleg, operationele toestand, eventuele wijzigingen

¹⁰ Conform een advies uit de deelrapportage van de TU-Eindhoven

¹¹ De vraag is of het, o.a. gezien het tijdschap van de vervangingsopgave, praktisch haalbaar is om alle elementen die daarvoor in aanmerking komen, te standaardiseren. Mogelijk hier een beperking of fasering plaats vinden, gebaseerd op de 3-staps aanpak (invloed van locatie, meerdere varianten nodig, snelheid van innovatie) en de noodzaak voortkomend uit huidige failure rates (voor zover beschikbaar) en kosten.

aan, en onderhoud van een sluis. CM levert als het ware ‘het groene boekje van een sluis’: alle informatie over ontwikkeling en ‘gezondheid’ bij elkaar gebracht. Door het gebruik - en eventuele storingen - van iedere sluis vast te leggen en deze data toegankelijk te maken kan de performance per sluis, maar ook die van hele families van sluizen, in kaart worden gebracht. Dit levert informatie over beschikbaarheid, betrouwbaarheid en (de kwaliteit van) het onderhoud en draagt bij aan verdere optimalisatie van (het beheer van) sluizen¹². Monitoring kan in beperkte mate beginnen, bijvoorbeeld alleen via een digitaal logboek waarin basisgegevens, inspectieresultaten en storingen/reparaties worden vastgelegd. In een latere fase kan ook met sensoren data worden ingewonnen. Daarmee komen aanvullende mogelijkheden in zicht. Op termijn eventueel leidend tot een vorm van onderhoud waarbij automatisch wordt aangegeven welk onderhoud (op korte termijn) nodig is¹³. Ingewonnen data wordt dan niet meer alleen gebruikt om informatie en inzicht te krijgen maar ook voor optimalisatie van beschikbaarheid en betrouwbaarheid (figuur 5).



Figuur 5: Van sluismonitoring naar optimalisatie van beschikbaarheid en betrouwbaarheid door gebruik van data en (van links naar rechts in de figuur) steeds meer geavanceerde analyse- en predictie methoden. Een basis voor ‘predictive maintenance’.

Welke informatie is nou echt waardevol voor Rijkswaterstaat en waarom? Welke data is er nodig om informatie te krijgen en in welk format? Wat kun je vervolgens met die informatie? Kortom, data verzamelen – big data – op zichzelf is geen doel. Wat van belang is, is een vorm van selectieve data inwinning waarbij vooraf goed is nagedacht over het gebruiksdoel.

d) Vormgeven van standaarden en produktfamilies

Het in overleg met experts zetten van de eerste stappen naar standaardisatie. Hierbij gaat het over onderwerpen zoals installaties en bediening, deuren en nivelleren en elektromechanica. Het inzetten van een uniforme besturing en bediening (o.a. via het gebruik van standaard IA bouwblokken en in samenhang met een geselecteerde lijn elektromechanische componenten) kan diverse voordelen bieden. Zowel in de ontwerp- als in de realisatie- en de operationele fases kan een kostenvoordeel ontstaan (spreiding van kosten over meerdere sluizen, minder verschillende onderdelen op voorraad). Daarnaast kan één team ook alle sluizen bedienen en met meer veiligheid, doordat alles hetzelfde werkt¹⁴. Een aandachtspunt is de innovatiesnelheid van besturingstechnologie. IA- en ICT-elementen en softwareomgevingen verouderen én qua technologie én qua ondersteuning veel sneller dan civiele- en werktuigbouwkundige elementen. Bij vervanging van ICT-componenten is van

¹² Mede conform een advies uit het Iv-Infra rapport.

¹³ Sommige typen auto’s, maar ook professionele high-end equipment, sommige kopieermachines en vliegtuigen hebben dergelijke voorzieningen al langer.

¹⁴ Dit wordt ook ondersteund in het PIANC rapport.

belang dat aan alle veiligheidseisen voldaan blijft worden en dat het systeem hetzelfde gedrag blijft vertonen. Op termijn kan besturingssoftware mogelijk via syntheses technieken¹⁵ direct vanuit de systeemspecificatie worden gerealiseerd. Dit kan verdere voordelen opleveren voor de kwaliteit, de ontwerp- en realisatietijd en voor het kostenplaatje van deze software. Een nauwkeurig specificatietraject, een goed gedragsmodel ('state space') en dynamische modellen van de elektro-mechanische componenten en bewegingswerken van een sluis zijn niet alleen nodig bij deze manier van software-ontwikkeling. Ze bieden ook voordelen in het kader van testen en validatie. Gebruikmakend van modellen kunnen in een fase voordat de aanbesteding of feitelijke realisatie plaatsvindt al testen worden uitgevoerd. Onvolkomenheden in de specificatie kunnen zo bijvoorbeeld vroegtijdig worden onderkend.

Het belang van energie- en informatietechnologie neemt ook bij sluisen steeds verder toe. Een sluis wordt een onderdeel van 'smart waterways'. Corridormanagement, besturing op afstand, geavanceerde conditiemonitoring en het leveren van data aan gebruikers voor de optimalisatie van logistieke processen zijn voorbeelden van mogelijke toepassingen. Deze nieuwe toepassingen kunnen invloed hebben op besturings-, bedienings- en monitoringssystemen. Andere vormen van mens-machine interfacing (MMI) spelen hierbij ook een rol. Veiligheidsaspecten en beveiliging worden daarbij steeds relevanter. Dit geheel aan factoren versterkt de behoefte aan een uniform en systematisch ontwerpproces voor besturingen alleen maar verder.

e) *Innovatie in ontwerp en aanleg doe je samen*

Slimme standaardisatie geeft ruimte aan innovatie. De keuze voor een 'functies-componenten sluisenplatform' betekent dat standaard-componenten gefaseerd gedefinieerd, geselecteerd en/of ontwikkeld kunnen worden waarbij duurzaamheid integraal kan worden meegenomen.

Innovatie ontstaat daar waar gebruikers, beheerders, kennis- en marktpartners elkaar ontmoeten, multidisciplinair samenwerken en kennis delen. Dit vraagt om nieuwe samenwerkingsverbanden, mogelijkheden voor kennisuitwisseling en co-creatie. Disciplines zoals energietechniek en ICT zullen, door het steeds verder toenemende belang hiervan, intensiever samenwerken met werktuigbouwkundige disciplines.

Niet alle innovatieve ideeën lenen zich voor verdere uitwerking. Een selectieproces is nodig om onderbouwde keuzes te maken. Daarbij kan een afweging plaatsvinden o.a. op basis van 'technology readiness level', de verwachte bijdrage aan de MWW-doelen en ontwikkelkosten en -tijden. Naast innovatie is ook (samen) leren, delen en borgen van (nieuwe) kennis uiterst relevant.

f) *Pilots: de link tussen concept en toepassing*

Pilots om nieuwe technieken en nieuwe standaard-elementen te ontwikkelen en te optimaliseren vormen de schakel tussen theorie en toepassing. Bij de keuze voor een pilot is het van belang om rekening te houden met de termijn waarop de te demonstreren

¹⁵ Zie: Parallele processen, machines en netwerken, prof. dr.ir. J.E. Rooda, 18 juni 2010, blz 15-18.

technologie toepasbaar is en met de termijn waarop een oplossing beschikbaar moet zijn. Pilots kunnen worden ingedeeld in ontwikkelpilots en ambitiepilots:

- Ontwikkelpilots

Deze zijn bedoeld om een 'bouwblok' of de onderliggende technologie te ontwikkelen alvorens toepassing op grote schaal in zicht komt. Door nieuwe concepten, technieken en/of bouwblokken eerst te testen (bijvoorbeeld) in een kleine sluis die daarvoor op dat moment in aanmerking komt (bijvoorbeeld in samenwerking met waterschappen en/of provincies), kan later worden opgeschaald naar grotere sluizen. Tijdens de pilot blijven kosten en risico's op deze manier overzichtelijk. Wellicht zijn ook (schaal)modellen voor sommige pilots toepasbaar. Ontwikkeling en eerste toepassing kunnen echter ook samenvallen.

- Ambitiepilots

Ambitiepilots zijn demonstrators voortkomend uit de langere termijn ambities van Rijkswaterstaat. Deze kunnen bijvoorbeeld zijn gericht op 'de energieke sluis' (als onderdeel van duurzaamheid), 24/7 bediening van sluizen door schippers zelf, toepassing van netwerkfunctionaliteiten, nieuwe vormen van informatievoorziening etc.

Bij pilots in een operationele omgeving is een toets op maatregelen (innovatie in kleine stapjes, redundantie, terugvalmogelijkheden,...) belangrijk om continuïteit van beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de sluis te kunnen garanderen.

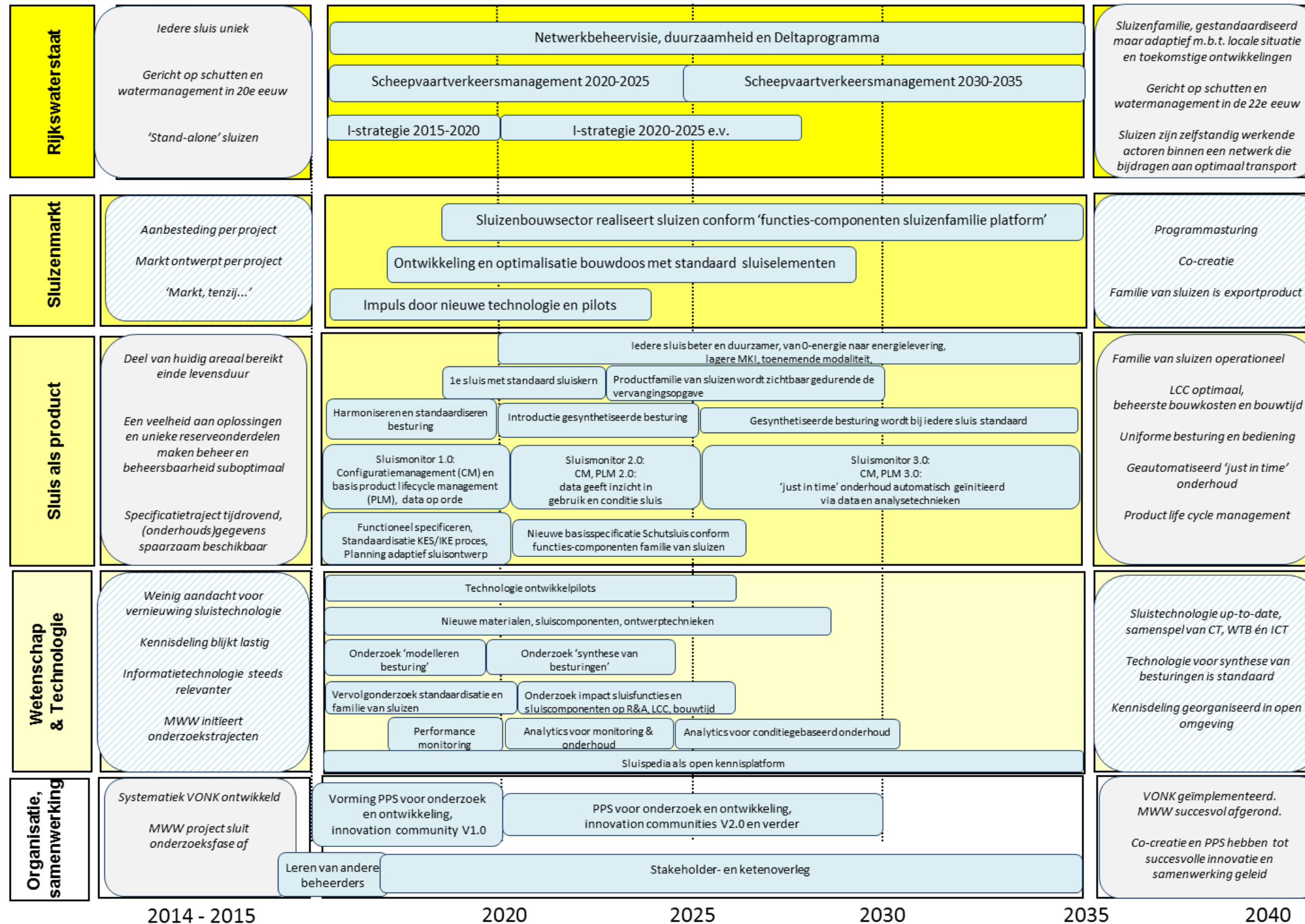
Naast ontwikkel- en ambitiepilots kunnen pilots ook zijn gericht op nieuwe samenwerkingsvormen met marktpartijen en kennispartners of op de invoering van nieuwe werkwijzen.

4.2.2 Roadmap

De geschetste ontwikkellijnen zijn gedefinieerd om bij te dragen aan de ontwikkeling van de sluizen-families. Kennis- en technologie(ontwikkeling) zijn nodig voor de verdere invulling. Daarnaast staan de ontwikkellijnen in relatie tot korte- en langere termijn (beleids)ontwikkelingen bij Rijkswaterstaat en spelen ze binnen een complex veld van stakeholders en besluitvormingsprocessen. Om de samenhang tussen dit alles in kaart te brengen is een product roadmap opgesteld. Een roadmap is een overzichtelijke basis voor communicatie met in- en externe stakeholders.

In een kolom aan de linkerkant van de roadmap uit figuur 6 is de huidige ('IST') situatie weergegeven en in een kolom aan de rechterkant de gewenste ('SOLL') situatie rond 2040, bij afronding van de vervangingsopgave. De roadmap geeft de hoofdlijnen weer om van de huidige tot de gewenste situatie te komen. Een verdere verdieping van de roadmap kan plaatsvinden via invulling van verdere project(deel)plannen, zoals een plan voor de MWW ontwikkelfase en een plan voor de fase daarna waarin de vervangingsopgave verder vorm krijgt. Via een regelmatige (jaarlijkse) update van de roadmap kan de roadmap actueel blijven. De roadmap is tevens een toetsingsinstrument. Door ervoor te zorgen dat een nieuw deelproject een relatie heeft met één van de lijnen uit de roadmap wordt de samenhang van de vervolgonderzoeken en -resultaten met het bereiken van de MWW doelen gewaarborgd.

Roadmap Sluis van de Toekomst versie 0.4



Figuur 6: een roadmap naar 'de sluis van de toekomst'

5. Tot slot, op weg naar de ontwikkelfase

Met de afronding van de onderzoeksfase komt MWW in de overgang naar de ontwikkelfase. Dit betekent dat een plan voor de ontwikkelfase moet worden gemaakt. MWW maakt hierbij een kanteling van een onderzoeksproject naar een project met concrete resultaten die inzetbaar zijn in de vervangingsopgave. Deze resultaten moeten specificatie, ontwerp, aanleg en onderhoud verder verbeteren. Passend bij de roadmap en geschetste ontwikkellijnen van MWW zijn deelonderwerpen voor de ontwikkelfase bijvoorbeeld:

- Een goede afstemming met de programmering van de vervangingsopgave. Wat wordt de eerste sluis waarbij resultaten van MWW worden toegepast? Wat kan vanuit MWW worden meegenomen met het voorbereidingstraject voor de vervanging of de renovatie van deze sluis?
- Het uitwerken van de marktvisie naar een strategisch inkoopplan en voorstellen voor co-creatie.
- Het verbeteren van methoden voor aanleg- en onderhoud, waaronder standaardisatie van KES- en IKE-documenten, het opzetten van product lifecycle management (PLM) en datamanagement.
- Het starten met het verder uitwerken en vormgeven van de standaard modules zoals die voor besturing en bediening, deuren en nivelleren en elektro-mechanica.
- Evaluatie van recent uitgevoerde trajecten zoals het sluizenprogramma en de vervanging van de sluisen 4, 5 en 6 in de Zuid-Willemsvaart. Wat kan MWW hieruit leren en inzetten bij het verdere standaardisatie- en innovatietraject?

6. Overzicht bijlagen

Rapporten:

- A. Towards a lock family platform, TU- Eindhoven, ir. T. Wilschut, July 27, 2015.
- B. Design Structure Matrix based identification of reliability and availability risks within a lock's dependency structure: A case study on lock system Eefde, TU Eindhoven, ing. M. Dijkstra, August 26, 2015
- C. MWW Inventarisatie Sluiselementen, Iv-Infra b.v., K.W. Markus e.a., 17 juli 2015.
- D. Rapportage samenwerking met TU-Delft: Open data / Open innovatie, Rijkswaterstaat, J.D. van Duijvenbode, september 2015.
- E. De sluis van de toekomst, oriëntatie op de wenselijke sluis van 2040, Rijkswaterstaat, E. van der Wel, 30 juli 2015.
- F. Naar een steeds duurzamere sluis, Rijkswaterstaat, E. van der Wel, 28 juli 2015
- G. MultiWaterWerk Leren van andere beheerders, Deltares, H. Vreugdenhil e.a., december 2015
- H. 'De Nederlandse sluisensector: in de houdgreep?', Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Rijksuniversiteit Groningen, Jannes Willems & Tim Busscher, april 2014.
- I. 'Samen uit de houdgreep', Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Rijksuniversiteit Groningen, Jannes Willems & Tim Busscher, juni 2014.
- J. Het leervermogen versterkt: aanbevelingen voor de Nederlandse sluisensector, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Rijksuniversiteit Groningen, Jannes Willems & Tim Busscher, mei 2015.