



Vervangingsopgave Natte Kunstwerken

Meerwaarde van de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken voor Adaptief Deltamanagement

Case Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden



1. Achtergrond

Rijkswaterstaat is de uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en werkt dagelijks aan een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland. Goed functionerende 'natte kunstwerken', zoals schut- en spuisluizen, natte bruggen, stuwen, gemalen en stormvloedkeringen zijn hiervoor van belang. Rijkswaterstaat beheert ongeveer 650 van deze kunstwerken, waarvan een groot aantal in het begin of halverwege de vorige eeuw is aangelegd. Aangezien de ontwerplevensduur van kunstwerken 80 tot 100 jaar bedraagt, bereikt een aantal kunstwerken de komende decennia het einde van hun ontwerplevensduur. Vervanging of renovatie is dan mogelijk noodzakelijk. De kosten voor deze vervangingsopgave zullen de komende decennia naar verwachting oplopen tot enkele honderden miljoenen euro's per jaar.

Bepaling einde-levensduur

Om een zo goed mogelijk beeld van de vervangingsopgave te krijgen, is het van belang een zo goed mogelijke inschatting te hebben van het moment waarop kunstwerken einde-levensduur bereiken. Rijkswaterstaat heeft hiervan in het Deltaprogramma 2013 (bijlage H) een eerste beeld geschetst door de ontwerplevensduur bij het stichtingsjaar van de kunstwerken op te tellen. Deze 'basismethode' maakt het mogelijk om een globaal overzicht te geven van de verwachte einde-levensduur van alle natte kunstwerken in beheer van Rijkswaterstaat.

In het Deltaprogramma 2014 (bijlage C) is een methode gepresenteerd om einde-levensduur van kunstwerken in meer detail te bepalen. Deze methode wordt de 'Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken' genoemd. De Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken levert een prognose op van de periode waarbinnen kunstwerken vanuit *technisch* en *functioneel* oogpunt het einde van hun levensduur bereiken. Dit betekent dat in plaats van één jaartal een *tijdvenster* voor zowel einde technische als einde functionele levensduur wordt gegeven. Daarbij is rekening gehouden met de functie van de kunstwerken binnen het huidige hoofdwatersysteem en hoofdvaarwegennet en met klimaat- en socio-economische ontwikkelingen.

Wanneer het gebruik en de belasting van een kunstwerk anders zijn dan de gehanteerde ontwerpsluitpunten, kan het verouderingsproces sneller of trager verlopen en een kunstwerk eerder of later einde-levensduur bereiken. Dit komt tot uiting in de einde technische levensduur. Het gaat bij einde technische levensduur om falen door veroudering, degradatie en slijtage.

Een kunstwerk bereikt einde functionele levensduur wanneer deze niet meer voldoet aan de gestelde functie-eisen. Dit kan veroorzaakt worden door veranderende klimaat- en socio-economische ontwikkelingen en aanpassing van normen en/of wet- en regelgeving. Als voorbeeld een schutsluis in uitstekende technische staat die, door de beperkte afmetingen, niet langer in staat is het actuele aanbod te verwerken, waardoor de wachttijden voor de scheepvaart onacceptabel lang worden.

Vervangingsopgave en strategieontwikkeling Deltaprogramma

Binnen het Deltaprogramma zijn Deltastrategieën ontwikkeld om in te kunnen spelen op de mogelijke gevolgen van toekomstige klimaat- en socio-economische ontwikkelingen voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening. De strategieën en de daarmee samenhangende keuzes kunnen leiden tot een herinrichting van het bestaande hoofdwatersysteem en hoofdvaarwegennet. Deze herinrichting van de netwerken kan betekenen dat bestaande kunstwerken een andere rol en/of functie krijgen, overbodig worden of dat er nieuwe kunstwerken moeten worden aangelegd om aan de nieuwe functie-eisen te kunnen voldoen.

De Deltastrategieën houden rekening met de onzekerheid in de snelheid en mate waarin toekomstige veranderingen daadwerkelijk optreden. Om deze onzekerheden op een transparante wijze mee te nemen in de besluitvorming is binnen het Deltaprogramma de werkwijze 'Adaptief Deltamanagement' ontwikkeld¹. Een belangrijk uitgangspunt van deze werkwijze is dat er gewerkt wordt met adaptatiepaden. Dit maakt het onder andere mogelijk om tussentijds de ingeslagen koers bij te stellen, aangezien adaptatiepaden bestaan uit een serie mogelijke keuzes, die stapsgewijs uitgevoerd kunnen worden. Een adaptatiepad geeft aan welke opties er zijn, waar er kansen liggen om korte termijn maatregelen met lange termijn perspectieven te verbinden en wat 'doodlopende wegen' zijn. Door deze werkwijze ontstaat flexibiliteit en handelingsruimte om uitvoering van maatregelen te versnellen of juist te vertragen, passend bij de snelheid van klimaat- en socio-economische ontwikkelingen.

De eventuele noodzaak tot herinrichting van de natte netwerken, die voortvloeit uit de Deltastrategieën, heeft invloed op de vervangingsopgave van de natte kunstwerken van Rijkswaterstaat. Andersom geldt ook dat de vervangingsopgave van belang kan zijn en kansen kan bieden voor de eventuele uitvoering van de strategieën. Er bestaat dus een belangrijke relatie tussen de vervangingsopgave en de strategieontwikkeling die binnen het Deltaprogramma plaatsvindt. Vragen die bij deze relatie aan de orde komen zijn onder andere:

1. Welke natte kunstwerken in beheer van Rijkswaterstaat spelen een belangrijke rol binnen het Deltaprogramma en wat betekenen de Deltastrategieën voor de vervanging van deze kunstwerken?
2. Hoe kan bij korte termijn beslissingen over vervanging van kunstwerken rekening gehouden worden met lange termijn opgaven uit het Deltaprogramma?

Via de case Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden zal de verbinding tussen de vervangingsopgave natte kunstwerken en het Deltaprogramma geïllustreerd worden. Ook zal de meerwaarde van de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken voor de ontwikkeling van adaptieve paden worden toegelicht.

¹ De focus van Adaptief Deltamanagement ligt op 4 uitgangspunten:

1. Het verbinden van korte termijn beslissingen over de ruimtelijke inrichting en het watersysteem met lange termijn opgaven voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening;
2. Het werken met beslisvolgordes/adaptatiepaden in plaats van eindbeelden;
3. Het zoeken naar en waarderen van flexibiliteit in strategieën en maatregelen;
4. Het verbinden van investeringsagenda's van verschillende publieke en private partijen.

2. Case Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden

Het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden is essentieel voor de waterhuishouding in West-Nederland. Het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden vervult diverse functies: hoogwaterkeren, waterbeheer (water afvoeren, pompen), waterkwaliteit (zoet-zout scheiden), vis doorlaten etc.. Toekomstige klimaat- en socio-economische ontwikkelingen en de daarvoor benodigde ingrepen in het hoofd- en regionale watersysteem zullen het functioneren en daarmee de levensduur van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden beïnvloeden. Het doel van deze case is om te verkennen op welke manier het functioneren van dit kunstwerk beïnvloed kan worden door deze ontwikkelingen. Hierbij worden de functionele en technische levensduurprognoses voor het Gemaal- en Spuicomplex uit de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken gebruikt en worden de toepasbaarheid en de meerwaarde van de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken ten opzichte van de 'basismethode' geïllustreerd.

Werkwijze

Voor de uitwerking van deze case is gekozen voor een systeembenadering. Het functioneren van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden wordt geanalyseerd in samenhang met de gerelateerde deelsystemen: het Noordzeekanaal (NZK), het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) en de regionale watersystemen. Ook wordt op deze manier verkend op welke manier einde-levensduur van kunstwerken gebruikt kan worden bij het opstellen van adaptatiepaden op watersysteemniveau. De beschrijving van deze case beperkt zich tot het functioneren van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden in (extreem) natte omstandigheden en is gericht op de functie hoogwaterveiligheid en waterbeheer (water pompen en water afvoeren).

Disclaimer

De case is uitgewerkt door middel van een drietal workshops met deelnemers van de waterschappen, het deelprogramma IJsselmeergebied van het Deltaprogramma en Rijkswaterstaat. De case is grotendeels gebaseerd op expert inschattingen. Een kwantitatieve onderbouwing van maatregelen en handelingsperspectieven heeft nog niet plaatsgevonden. De case is dan ook nadrukkelijk alleen bedoeld ter illustratie van de meerwaarde van de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken voor Adaptief Deltamanagement.

Leeswijzer

In de hierna volgende beschrijving worden eerst het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden en de werking van het hoofd- en regionale watersysteem op hoofdlijn beschreven. Daarna wordt ingegaan op de prognoses van technische en functionele einde-levensduur van het complex. De focus ligt vervolgens op het in beeld brengen van 'draaiknoppen' in dit watersysteem en de mogelijke handelingsperspectieven om ervoor te zorgen dat het watersysteem ook in de toekomst zijn functie kan blijven vervullen. Aan de hand hiervan wordt een eerste aanzet gegeven voor de ontwikkeling van adaptatiepaden. De case wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden

Het gemaal van IJmuiden maakt, samen met de spuisluis, de schutsluizen en de verbindende dijklichamen, deel uit van de primaire waterkering 'Sluizen IJmuiden' en vervult hiermee de functie 'hoogwaterkeren'. Het complex (figuur 1) vervult nog een tweede primaire functie: het naar zee transporteren van water door middel van waterpompen (gemaal) en water afvoeren (spuisluis). Het gemaal en de spuisluis leveren samen verreweg de belangrijkste bijdrage ($\pm 95\%$) aan de regulering van het peil op het watersysteem bestaande uit het NZK inclusief havens, het IJ, de stadswateren van Amsterdam en het ARK inclusief het Lekkanaal. Dit watersysteem fungeert als boezem voor grote delen van het beheersgebied van de aan- en inliggende waterschappen.



Figuur 1 Het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden en de pompen van het Gemaal.

Spuisluis

De Spuisluis dateert uit 1940 en wordt gebruikt om water onder vrij verval van het NZK in de Noordzee te spuien. De Spuisluis bestaat uit zeven kokers. Onder normale omstandigheden wordt zo veel mogelijk afgevoerd via deze spuiokers. Dit kan alleen tijdens laagwater op zee, waardoor maximaal enkele uren per dag kan worden gespuid. De afvoercapaciteit van de spuiokers is in totaal 500 m³/s, in extreme situaties kan deze bij voldoende verval toenemen tot maximaal 700 m³/s. Als niet kan worden geloosd op zee door te hoge buitenwaterstanden en de waterstanden op het NZK/ARK onacceptabel hoog dreigen te worden, wordt het gemaal ingezet om de peilen op het NZK/ARK te handhaven. Het doel is om ongeveer tweederde deel van het water af te voeren via de Spuisluis en een derde deel via het Gemaal. In de praktijk komt dit ongeveer neer op een 50%-50% verdeling.

Gemaal

Het Gemaal bestaat uit zes maalgangen die ieder voorzien zijn van een horizontale schroefpomp. Vier van de zes pompen dateren uit 1975 en hebben een capaciteit van 40 m³/s. De andere twee pompen zijn geïnstalleerd in 2005 en hebben een capaciteit van 50 m³/s. De totale capaciteit van het Gemaal is 260 m³/s. Elke pomp kan worden opgetakeld en met een kraan naar het naastgelegen onderhoudsgebouw worden verplaatst, waar in droge omstandigheden onderhoudswerkzaamheden aan de pompen kunnen plaatsvinden. Aan alle pompen wordt op deze manier (buiten het stormseizoen) onderhoud gepleegd.

Operationeel beheer van het complex

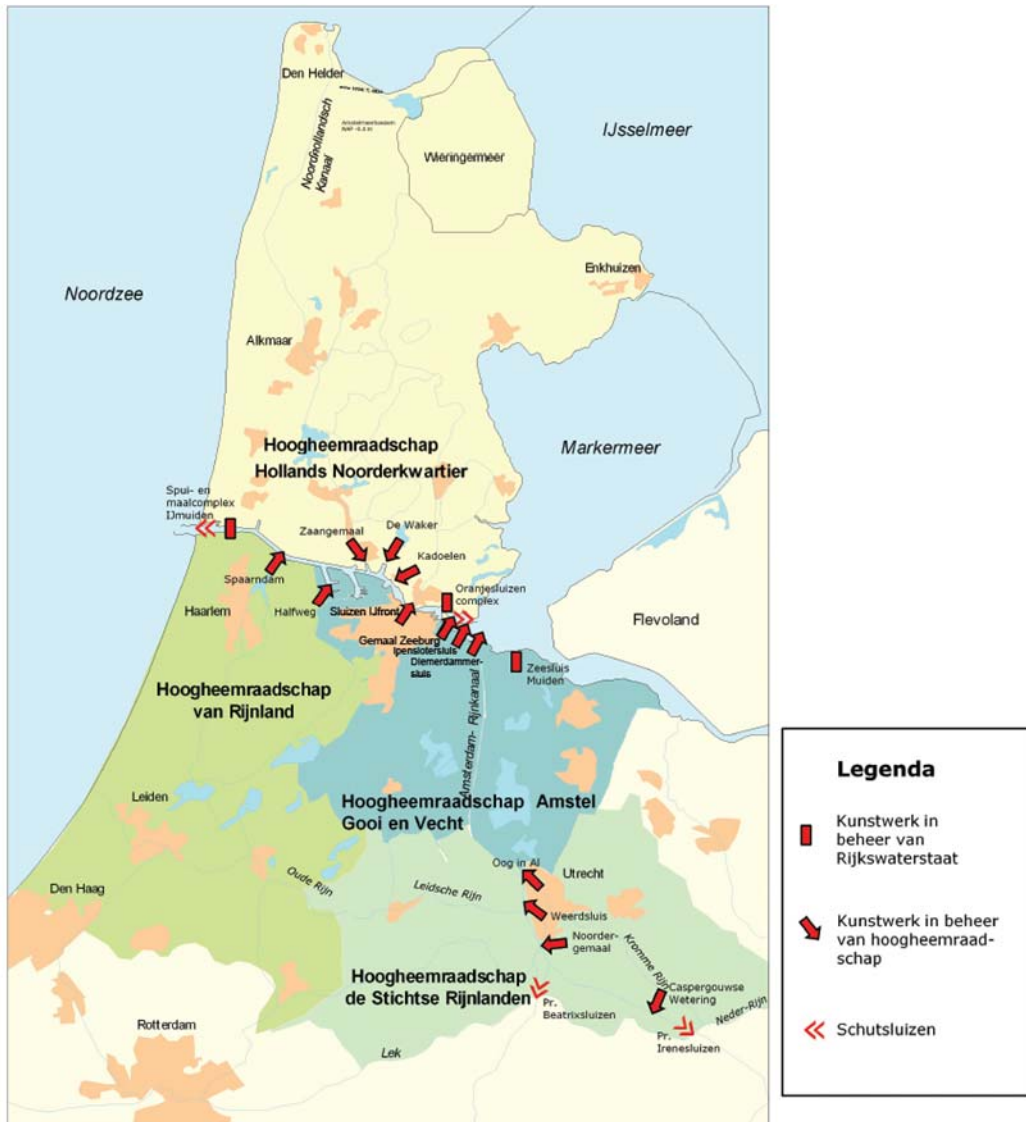
De bediening van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden gebeurt vanuit het Centraal Bedieningsgebouw in Schellingwoude. Bediening van het complex wordt ondersteund door een Beslissingsondersteunend Systeem (BOS). Dit systeem geeft op basis van ingewonnen gegevens een advies over in te zetten pompen en spuiokers.

Ook de operationele regeling van de kunstwerken, die vanuit de regionale watersystemen afwateren op het NZK/ARK, is gekoppeld aan het BOS. De kunstwerken binnen een waterschap wisselen onderling informatie uit en de 'operatie' is vergaand geautomatiseerd, waardoor snel op veranderende omstandigheden (bijvoorbeeld extreme neerslag) kan worden geanticipeerd.

Het studiegebied

Het NZK/ARK verzorgt de afwatering van een aanzienlijk deel van Nederland. De beheergebieden van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Hoogheemraadschappen Hollands Noorderkwartier, De Stichtse Rijnlanden en Rijnland lozen hun water geheel of gedeeltelijk op het NZK/ARK. Indirect loost ook Oostelijk en Zuidelijk Flevoland, West Friesland en een deel van het beheergebied van waterschap Vallei en Veluwe via het Markermeer en het Oranjesluizencomplex water op het NZK/ARK. Figuur 2 geeft een overzicht van de belangrijkste kunstwerken langs het NZK/ARK. Het gehele stroomgebied watert uiteindelijk af op de Noordzee via het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden. In zeer extreme situaties kan ook geloosd worden op het Markermeer via het complex Schellingwoude, gemaal Zeeburg en de Diemendammer- en Ipenslotersluis.

Overwegingen ten aanzien van de afwatering en inzet van kunstwerken grenzend aan het NZK/ARK zijn afhankelijk van een aantal factoren. Naast waterkwantiteit (inlaat van water bij droge omstandigheden, afvoer van water bij extreem natte omstandigheden), spelen overwegingen met betrekking tot waterkwaliteit een rol. Een aantal kunstwerken voert



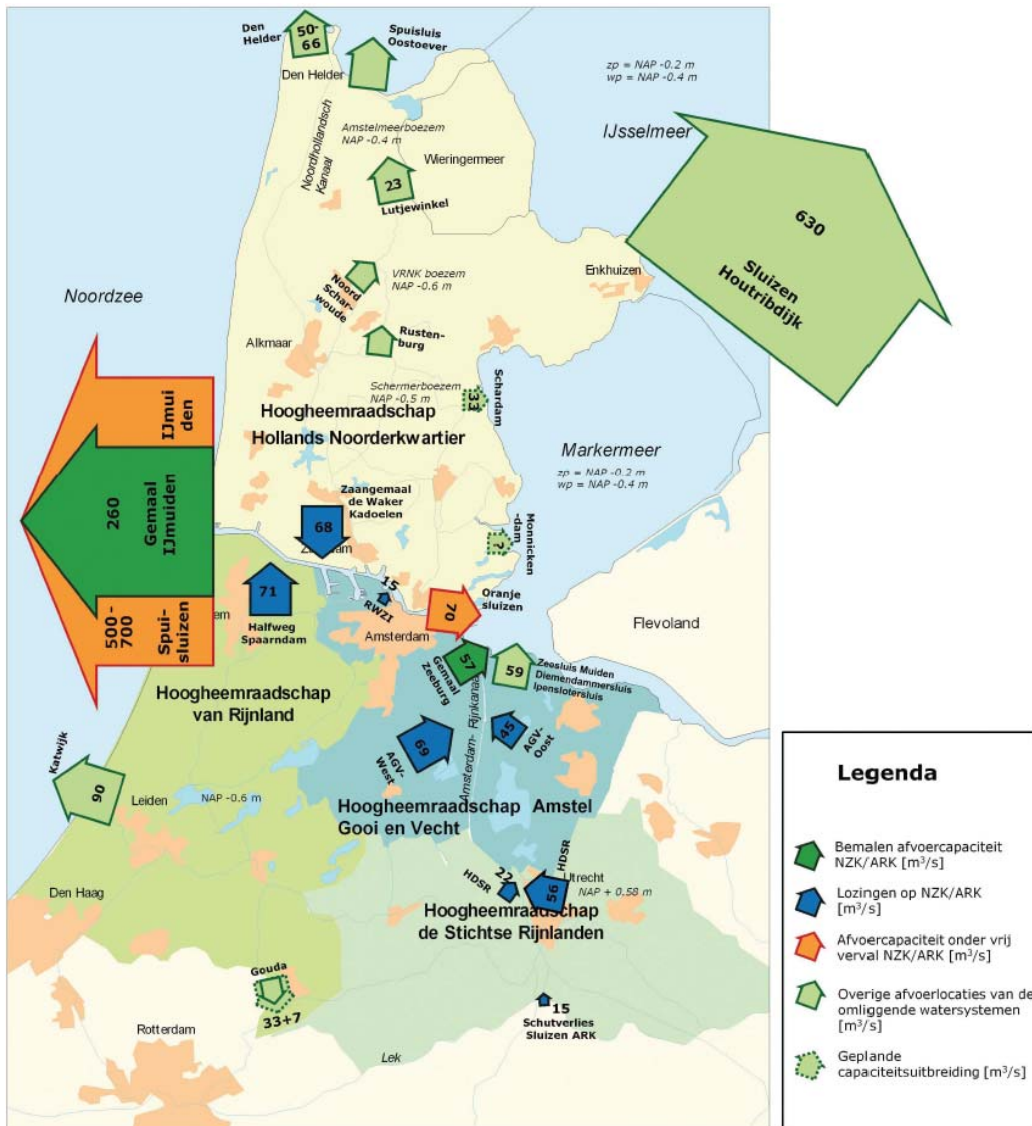
Figuur 2 Illustratie van het watersysteem van het NZK/ARK met het Complex IJmuiden en de belangrijkste kunstwerken langs het NZK/ARK.

water af onder vrij verval. In dat geval spelen omstandigheden zoals de opzet van watersysteem door wind en lokale omstandigheden ook een rol. Ook de kosten om water af te voeren zijn belangrijk. Zo is lozen onder vrij verval goedkoper dan afvoeren via een gemaal.

Figuur 3 geeft een overzicht van de capaciteiten van:

1. de kunstwerken die water van het NZK/ARK afvoeren naar het buitenwater;
2. de kunstwerken die water lozen op het NZK/ARK;
3. de kunstwerken op overige afvoerlocaties van de omliggende watersystemen.

De genoemde getallen geven een schatting van de capaciteiten van de kunstwerken. De kunstwerken die water van het NZK/ARK naar het buitenwater afvoeren via bemaling zijn weergegeven met donkergroene pijlen; in totaal ~ 317 m³/s. Kunstwerken die vanuit het NZK/ARK onder vrij verval lozen naar het buitenwater zijn weergegeven met oranje pijlen; in totaal ~ 570-770 m³/s. De blauwe pijlen geven de kunstwerken weer die lozen op het NZK/ARK; in totaal ~361 m³/s; namelijk ~290 m³/s bemalen en ~71 m³/s onder vrij verval. De lichtgroene pijlen laten overige afvoerlocaties van de omliggende watersystemen zien.



Figuur 3 Overzicht van de afvoercapaciteit van de kunstwerken via bemaling uit het NZK/ARK (donkergroen), onder vrij verval uit het NZK/ARK (oranje) van lozingen op het NZK/ARK (blauw), en van de overige afvoerlocaties van de omliggende watersystemen (lichtgroen).

Voorbeelden van andere afvoerroutes voor de omliggende watersystemen zijn:

- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier kan water afvoeren naar de Waddenzee bij Den Helder via de kunstwerken Rustenburg, Noord Scharwoude, Lutjewinkel, Oostoever en Den Helder en naar het Markermeer via de sluisen bij Schardam en Monnickendam;
- Hoogheemraadschap van Rijnland kan water afvoeren naar de Noordzee via gemaal Katwijk en naar de Hollandse IJssel via het gemaal bij Gouda;
- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden kan alleen afvoeren via het ARK en heeft in de huidige situatie bij een eventuele afvoerstop op het ARK geen andere afvoerroutes tot haar beschikking;
- Waterschap Amstel, Gooi en Vecht kan water afvoeren naar het Markermeer via gemaal Zeeburg, de Ipenslotersluis, de Diemerdamersluis en de grote sluis bij Muiden.

Toekomstige ontwikkelingen

Het moment waarop het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden einde-levensduur bereikt, is afhankelijk van verschillende aspecten, zoals:

1. de snelheid en mate waarmee klimaatverandering optreedt (bijvoorbeeld zeespiegelstijging en toename van de hoeveelheid en frequentie van extreme neerslag);
2. socio-economische veranderingen (bijvoorbeeld economische groei, veranderingen in grondgebruik);
3. veranderende eisen aan de benodigde capaciteit of dimensie van het kunstwerk door ingrepen in het systeem (bijvoorbeeld toename van afvoercapaciteit van poldergemalen);
4. verandering in maatschappelijke waardering met strengere of minder strenge eisen tot gevolg.

Klimaatverandering

Met betrekking tot het klimaat (1) zijn zeespiegelstijging en de toename van de kans op extreme neerslaggebeurtenissen belangrijke veranderingen die het functioneren, en daarmee het tijdstip einde-levensduur van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden, beïnvloeden. Door een *stijgende zeespiegel* nemen de hydraulische belastingen die het complex veilig moet kunnen verwerken toe. De stijgende zeespiegel zorgt er ook voor dat steeds minder vaak onder vrij verval water via de spuisluis kan worden geloosd op zee. Hierdoor zal in de toekomst steeds vaker alleen het gemaal inzetbaar zijn en neemt de kans op overschrijding van beheerpeilen op het NZK/ARK toe. Daarnaast zal, vaker dan onder de huidige omstandigheden het geval is, de maximale opvoerhoogte van de pompen van het Gemaal IJmuiden worden bereikt². Hierdoor zal het vaker voorkomen dat niet of slechts met een beperkte capaciteit bemaald kan worden. Hierdoor zal de kans op wateroverlast in het gebied kunnen toenemen.

Een toename van de *kans op extreme neerslag* in de toekomst betekent dat de afvoer vanuit het op het NZK/ARK afwaterende gebied vaker hoog zal zijn en langer zal aanhouden. Hierdoor zal het NZK/ARK in de toekomst langduriger en vaker hoge afvoeren moeten verwerken. Het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden (en vooral het gemaal) en eventueel het gemaal Zeeburg, zullen vaker en langduriger moeten worden ingezet. De beheerpeilen op het NZK/ARK worden daardoor vaker overschreden. Door meer frequente inzet van het Gemaal- en Spuicomplex zullen vaker storingen optreden, die vaker zullen leiden tot wateroverlast, omdat spuien onder vrij verval niet of beperkt mogelijk is.

Socio-economische verandering

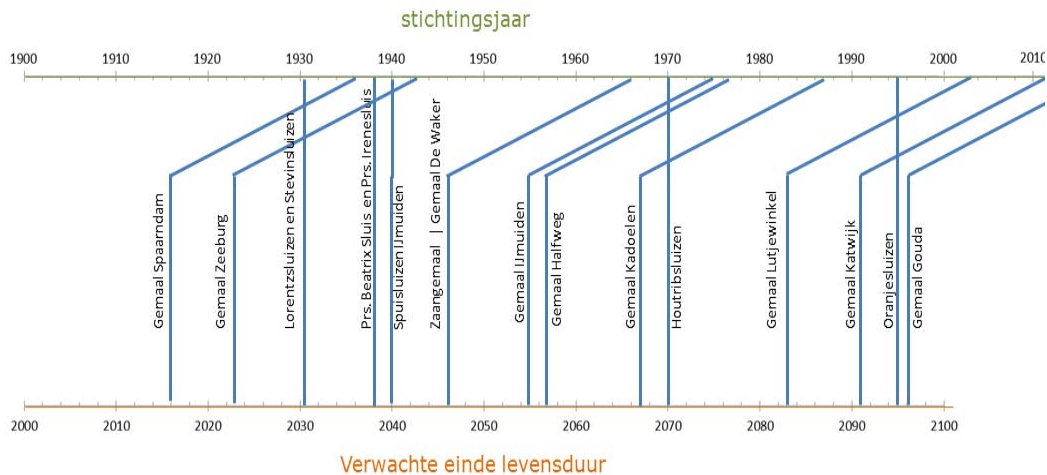
Een voorbeeld van een socio-economische verandering (2) is de ontwikkeling van het stedelijk gebied. Door een toename van verhard stedelijk gebied zal regenwater bij extreme neerslag sneller afstromen. Wanneer dit niet wordt gecompenseerd door maatregelen in het stedelijk gebied, kan dit leiden tot een hogere piekafvoer van water op het NZK/ARK.

Veranderingen in het systeem

Een mogelijkheid is dat het IJsselmeerpeil na 2050 in de winter beperkt meestijgt met de zeespiegel (en dat het peil op het Markermeer niet wijzigt) (3). Voor de afvoer van water uit het Markermeer bestaan dan in theorie twee mogelijkheden: (a) terugvoeren naar het ARK/NZK en via complex IJmuiden afvoeren naar zee, of (b) afvoeren naar het IJsselmeer. Voor de laatste optie zijn dan op termijn pompen op de Houtribdijk nodig. De afweging die dan gemaakt moet worden is waarin het beste geïnvesteerd kan worden, in pompcapaciteit op de Houtribdijk, in pompcapaciteit bij IJmuiden of in beide.

² De pompen hebben een maximale opvoerhoogte. De pompcapaciteit is afhankelijk van de te overbruggen hoogte. Door klimaateffecten zal de te overbruggen hoogte in de tijd toenemen en zal de maximale opvoerhoogte vaker worden overschreden. Daardoor neemt ook geleidelijk de beschikbare capaciteit voor bemaling af.

Figuur 4 geeft een overzicht van de prognose einde-levensduur van de belangrijkste kunstwerken in het hoofd- en het regionale watersysteem gebaseerd op deze basismethode.



Figuur 5 Tijdlijn met het stichtingsjaar en de inschatting van de einde-levensduur van de belangrijkste kunstwerken langs het NZK/ARK op basis van stichtingsjaar en ontwerp levensduur.

Via de basismethode kan een eerste vervangingsreeks van het watersysteem ARK/NZK worden opgesteld (figuur 5). In de basismethode wordt geen rekening gehouden met veranderende klimaat- en socio-economische ontwikkelingen die gevolgen kunnen hebben voor de prestaties van de kunstwerken. De methodiek Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken neemt deze ontwikkelingen wel mee en levert tijdvensters per object, voor zowel einde technische levensduur als einde functionele levensduur. Dit resulteert in een genuanceerder beeld van de einde-levensduur prognose.

Bepaling einde technische levensduur

De methodiek ter bepaling van einde technische levensduur bestaat uit een aggregatie van de resultaten van twee deelmethoden. De eerste statistische methode maakt gebruik van generieke data om een eerste schatting te maken van einde-levensduur per objecttype (bijvoorbeeld schutsluizen of gemalen). De tweede methode verfijnt deze eerste inschatting met behulp van een diepgaande technische analyse per object en focust op de beoordeling van de stabiliteit van de civiele constructie. In het geval van Gemaal en Spuicomples IJmuiden gaat het dan om de betonnen kokers en funderingen, het 'chassis'. Hierbij zijn een aantal verschillende omstandigheden beschouwd. Dit resulteert in een ondergrens en een bovengrens van het tijdvenster technische levensduur. Tabel 1 geeft de resultaten voor technisch einde-levensduur voor de Spuisluis en het Gemaal weer.

Als uit toekomstig inspecties blijkt dat de kwaliteit van het beton en de funderingen in nog in goede staat verkeren, zal de prognose einde technische einde-levensduur op basis van deze nieuwe informatie bijgesteld en dus verlengd worden. Op deze manier kunnen de prognoses continue worden geactualiseerd.

Bepaling einde functionele levensduur

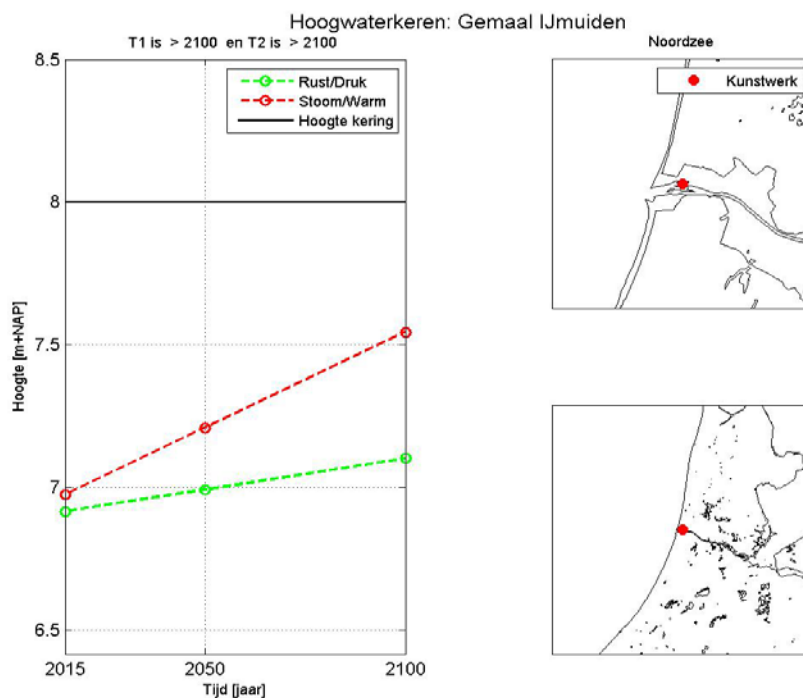
Met betrekking tot de analyse van einde functionele levensduur zijn binnen de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken de hoogwaterkerende functie van het Gemaal- en Spuicomples IJmuiden en de afwaterende functie tijdens situaties van extreem waterbezwaar onderzocht. Hieronder volgt een eerste indicatieve beschouwing³ van einde functionele levensduur voor beide functies.

³ De indicatieve beschouwing is gebaseerd op beschikbare kwantitatieve analyses gecombineerd met een deskundigenoordeel.

1. Hoogwaterkerende functie

Het complex IJmuiden maakt onderdeel uit van de primaire waterkering. De primaire waterkering langs de kust bij IJmuiden bestaat uit een vast dijklichaam op deltahoogte van NAP+7,50 m, dat wordt onderbroken door het Gemaal- en Spuicomplex. De hoogwaterkerende hoogte voor golfoverslag van het Gemaal en Spuisluis zijn respectievelijk NAP+8,00 m en NAP+8,70 m.

Om einde functionele levensduur voor de hoogwaterkerende functie te bepalen, is een eerste inschatting gemaakt van de ontwikkeling van de benodigde hoogwaterkerende hoogte in de periode 2015 tot 2100. Hiervoor is gebruik gemaakt van berekeningen uit het Deltaprogramma⁴. Figuur 6 geeft ter illustratie het verloop van de benodigde hoogwaterkerende hoogte voor het Gemaal IJmuiden in de periode 2015 tot 2100. De zwarte lijn is de aanwezige hoogwaterkerende hoogte van het Gemaal in gesloten toestand. De figuur laat zien dat het Gemaal voor de hoogwaterkerende functie pas na het zichtjaar 2100 einde functionele levensduur bereikt.



Figuur 6 Het verloop van de benodigde hoogwaterkerende hoogte voor het Gemaal IJmuiden in de periode 2015 tot 2100 voor de Deltascenario's⁴. De horizontale zwarte lijn is de aanwezige hoogwaterkerende hoogte van het Gemaal in gesloten toestand.

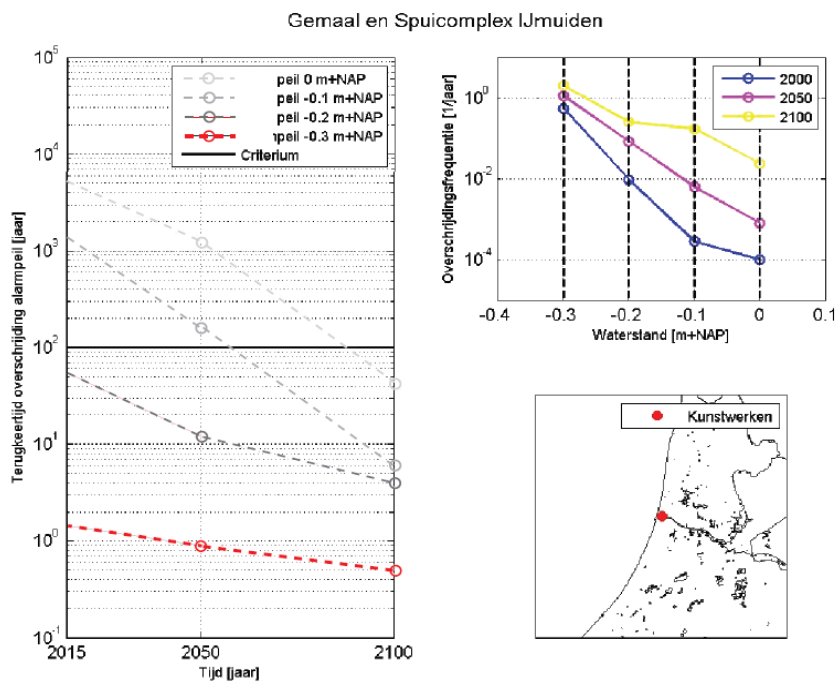
2. Afwaterende functie onder extreem natte omstandigheden

Hoogwatersituaties op het NZK/ARK treden meestal op tijdens perioden met veel neerslag in combinatie met sterke wind uit westelijke tot noordelijke richting. In die gevallen is het door de hoge buitenwaterstanden bij het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden vaak niet mogelijk om te spuien naar zee en is de maximale afvoercapaciteit beperkt tot de gemaalcapaciteit. Bij aanhoudende hevige neerslag kan de aanvoer van water naar het NZK/ARK zo hoog worden dat de gemaalcapaciteit niet toereikend is om al het aangevoerde water af te voeren naar zee. Het gevolg is dan dat de waterstand op het NZK/ARK stijgt.

⁴ Binnen het Deltaprogramma wordt gewerkt met Deltascenario's. Deze geven prognoses voor de mogelijke klimatologische en socio-economische veranderingen. Er zijn vier Deltascenario's: druk, stoom, rust en warm (zie ook bijdrage VONK aan DP2014).

Het streefpeil op het NZK/ARK is NAP-0,40 m. Wanneer een peil van NAP-0,30 m wordt bereikt, wordt gebruik gemaakt van alternatieve afvoerroutes. Bij het bereiken van NAP-0,20 m (dreigend hoogwater) vindt boezemoverleg plaats. De regionale beheerders overleggen dan met Rijkswaterstaat waar er ruimte zit in het systeem. De inzet van het gemaal Zeeburg kan in het uiterste geval het systeem ontlasten, door water af te voeren naar het Markermeer. Vanaf NAP-0,15 m vindt overstort van regenrioolstelsels plaats. Dan wordt een groot deel van Amsterdam en de boezem van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht ten westen van het ARK afgesloten van het NZK/ARK door de kunstwerken van het IJfront en Amstelfront te sluiten. Bij NAP 0 m lopen de kades van de zijkanalen en het ARK over en volgt er mogelijk een afvoerbeperking/afvoerstop voor omliggende waterbeheerders.

Wanneer het streefpeil van NAP-0,40 m niet gehandhaafd kan worden ontstaat dus niet onmiddellijk een probleem. Momenteel is er geen vastgestelde 'norm' die bepaalt wanneer het Gemaal- en Spuicomplex niet meer voldoet aan de afwaterende functie. Om de functionele levensduur van het Spui- en Gemaalcomplex IJmuiden te kunnen bepalen is het dan ook aan te bevelen om hiervoor op basis van een uitgewerkte risicobenadering nadere afspraken te maken. Om een inschatting te geven van de effecten van klimaatverandering op de functionele levensduur zijn voor het referentiejaar 2015 en de zichtjaren 2050 en 2100 de herhalingstijden van vier peilen op het NZK/ARK bepaald voor één klimaatscenario⁵ (figuur 7).



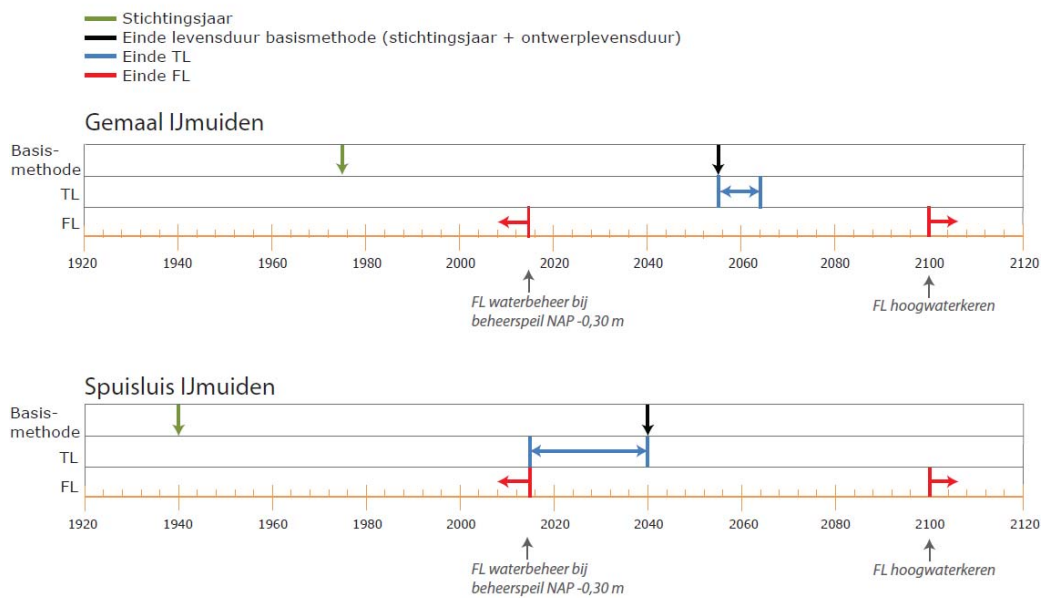
Figuur 7 Het verloop van de terugkeertijd van vier peilen in het NZK/ARK in de periode 2015 tot 2100. In het rood het net beheerpeil NAP-0,30 m (de voorsnog gehanteerde aangenomen waarde voor de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken). In grijs tinten wordt weergegeven wat de resultaten zijn bij de andere beheerpeilen. De zwarte lijn geeft de herhalingstijd van 100 jaar weer.

⁵ Vanwege nog ontbrekende informatie is voor de bepaling van einde functionele levensduur voor de functie 'waterbeheer' gebruik gemaakt van een kwantificering van herhalingstijden van waterstanden op het NZK/ARK (bron: HKV, 2001. Overschrijdingskansen van Waterstanden in het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. Projectreferentie PR447.10).

De horizontale zwarte lijn in figuur 7 geeft de herhalingsijd van 100 jaar weer. De figuur laat zien dat, uitgaande van een peil van NAP-0,30 m, het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden einde functionele levensduur al heeft bereikt voor de afwateringsfunctie. Indien gekozen wordt voor een andere herhalingsijd of een ander beheerpeil, verandert dit beeld onmiddellijk. Indien een peil van NAP-0,10 m wordt aangehouden, wordt einde functionele levensduur pas in het jaar 2053 bereikt. Dit voorbeeld illustreert dat het van belang is om de functie-eis waarop einde functionele levensduur van een kunstwerk wordt gebaseerd op een goede manier te definiëren.

Overzicht prognoses einde-levensduur Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden

De prognoses voor einde-levensduur voor het complex IJmuiden zijn samengevat in figuur 8. De figuur toont de prognose einde-levensduur van het Gemaal en het Spuicomplex op basis van (1) stichtingsjaar en ontwerp levensduur, (2) analyse einde technische levensduur en (3) analyse einde functionele levensduur. Deze prognoses zijn ook opgenomen in Tabel 1.



Figuur 8 Prognose einde-levensduur van het Gemaal en Spuicomplex IJmuiden gebaseerd op de basismethode (stichtingsjaar plus ontwerp levensduur, zwart) en de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken (tijdvenster einde technische levensduur, blauw en tijdvenster einde functionele levensduur waterbeheer, uitgaande van het beheerpeil NAP-0,30 m, rood). De groene pijl geeft het stichtingsjaar aan.

De blauwe lijnen in figuur 8 geven de onder- en de bovengrens van het tijdvenster einde technische levensduur aan. De rode pijlen geven de boven- en ondergrens van de einde functionele levensduur voor de functie hoogwaterkeren en waterbeheer aan. De prognose van einde functionele levensduur voor de afwaterende functie gaat uit van de aanname van een peil van NAP-0,30 m.

Uit figuur 8 en tabel 1 kan het volgende geconcludeerd worden:

- verwacht wordt dat technisch einde-levensduur van de Spuisluis IJmuiden wellicht eerder kan optreden dan de prognose van de einde-levensduur volgend uit de basismethode;
- einde functionele levensduur voor de hoogwaterkerende functie ligt ver na de prognose van de einde-levensduur volgend uit de basismethode. Verwacht wordt dat het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden nog tot ver na het zichtjaar 2100 voldoende hoogwaterkerende hoogte heeft;

- indien wordt uitgegaan van de aanname dat het beheerpeil van NAP-0,30 m niet vaker dan eenmaal per 100 jaar, een dag lang, mag worden overschreden, dan zou het Gemaal- en Spuicomplex voor de afwateringsfunctie al einde functionele levensduur hebben bereikt. Indien wordt uitgegaan van dezelfde frequentie, maar van een ander beheerpeil, bijvoorbeeld NAP-0,10 m, dan is de prognose van einde functionele levensduur 2053. Hieruit blijkt dat het van belang is de functie-eis op basis waarvan de prognose einde functionele levensduur wordt bepaald, goed te definiëren.
- er is alleen gekeken naar de hoogwaterkerende functie en de afwaterende functie tijdens (extreem) natte omstandigheden. Naast deze twee functies heeft het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden ook andere functies, zoals peil scheiden, zoet-zout scheiden en vis doorlaten. De tijdvensters voor einde-levensduur van deze functies zijn in deze case niet meegenomen.

Tabel 1 Prognose einde-levensduur van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden gebaseerd op de basismethode en de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken (tijdvenster einde technische levensduur en tijdvenster einde functionele levensduur).

Methodie	Gemaal IJmuiden	Spuisluis IJmuiden
<i>Basismethode</i>		
Stichtingsjaar	1975	1940
Ontwerp levensduur	80 jaar	100 jaar
Einde-levensduur prognose	2055	2040
<i>Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken</i>		
Technische levensduur		
Bovengrens volgend uit nadere analyse	2064	2040
Ondergrens volgend uit nadere analyse ⁶	2055	2015
Functionele levensduur <i>functie hoogwaterkeren</i>		
Bovengrens	> 2100	> 2100
Ondergrens	> 2100	> 2100
Functionele levensduur <i>functie waterbeheer</i>		
Bij waterpeil (NAP-0,3 m) (aanname case)	2015	2015
Bij waterpeil (NAP-0,2 m)	2015	2015
Bij waterpeil (NAP-0,1 m)	2053	2053
Bij waterpeil (NAP 0,0 m)	2084	2084

Een verkenning van mogelijke handelingsperspectieven

De beschrijving van het hoofd- en regionale watersysteem, kennis van klimaat- en socio-economische ontwikkelingen en de verwachtingen van einde-levensduur van de kunstwerken vormen de basis voor het in beeld brengen van mogelijkheden om ook in de toekomst de afgesproken functionaliteit te kunnen behouden. Dit is uitgewerkt voor de afwaterende functie van het watersysteem tijdens extreem natte omstandigheden.

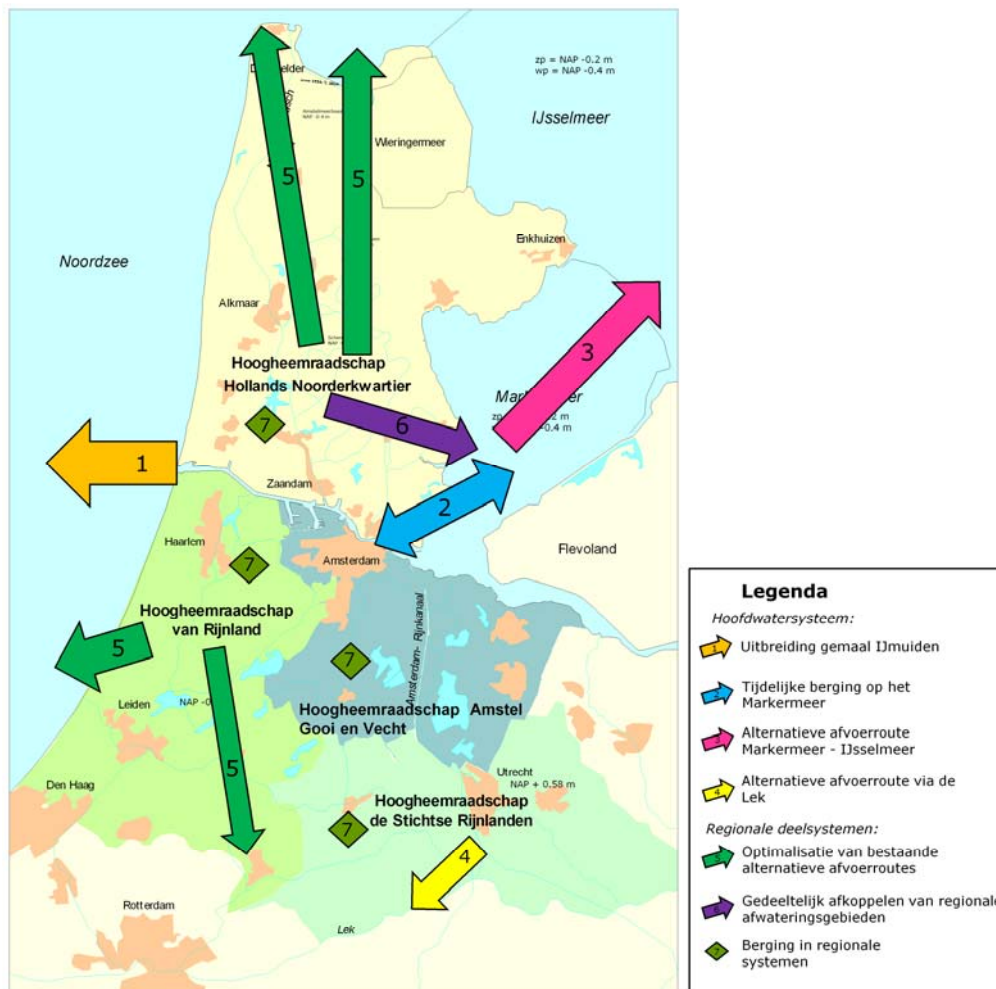
Draaiknoppen in het watersysteem

In het complexe watersysteem bestaan meerdere opties om het waterbezwaar op het NZK/ARK tijdelijk te verkleinen of de afvoercapaciteit te vergroten. Aanpassingen zijn denkbaar in het hoofdwatersysteem en in de regionale watersystemen (figuur 9). Deze aanpassingsmogelijkheden binnen het systeem noemen we 'draaiknoppen'. Een voor de hand liggende mogelijkheid is het vergroten van de maalcapaciteit van het Gemaal

⁶ Deze ondergrens volgt uit een beoordeling rekening houdend met extreme veiligheidsfactoren (criteria voor constructieve veiligheid).

IJmuiden. Het is echter ook mogelijk alternatieve afvoerroutes te realiseren via bijvoorbeeld het Markermeer/IJsselmeer. Hierdoor zou de capaciteit van het complex IJmuiden langer toereikend zijn en kan einde functionele levensduur van het complex worden uitgesteld. Uiteraard moeten het extra waterbezwaar, de effecten op de waterkwaliteit van het Markermeer en de eventuele impact op ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden dan wel acceptabel zijn.

Daarnaast zijn er ook mogelijkheden denkbaar in de regionale watersystemen. Ook hier kan worden gedacht aan alternatieve afvoerroutes voor (een deel van) het water om het complex IJmuiden te ontlasten. Hierna worden de draaiknoppen nader uitgewerkt.



Figuur 9 Mogelijke draaiknoppen in het hoofdwatersysteem en de regionale watersystemen.

Mogelijke draaiknoppen in het hoofdwatersysteem:

1. *Uitbreiding van de gemaalcapaciteit van het complex IJmuiden of de aanleg van een geheel nieuw complex*

Door pompcapaciteit bij te plaatsen kan de functionele levensduur van gemaal IJmuiden worden vergroot. Tijdens een langdurige spui-stremming is er dan meer afvoercapaciteit beschikbaar, waardoor de waterstand beter kan worden gehandhaafd. Belangrijk voordeel is dat maar één kunstwerk wordt aangepast. Daarnaast kan een extra pomp ook andere pompen tijdelijk ontlasten of onderhoudswerkzaamheden beter mogelijk maken. Het nadeel van deze draaiknop is dat het watersysteem sterk afhankelijk blijft van één kunstwerk. De beschikbaarheid van meerdere afvoermogelijkheden kan het watersysteem als geheel robuuster maken.

-
2. *Tijdelijk water bergen op het Markermeer*
Bij deze draaiknop kan water bij hoge waterstanden op het NZK/ARK tijdelijk geborgen worden op het Markermeer. Dit kan onder vrij verval via de Oranjesluizen, via gemaal Zeeburg of via een nieuw te bouwen gemaal bij de Oranjesluizen. Hierdoor ontstaat een robuuster watersysteem met meerdere afvoermogelijkheden. Deze draaiknop heeft mogelijk wel ongewenste effecten op de waterkwaliteit van het Markermeer. Daarnaast moet hiervoor ook voldoende bergingscapaciteit op het Markermeer aanwezig zijn.
 3. *Het afvoeren van water via het Markermeer naar het IJsselmeer*
Op dit moment kan water dat naar het Markermeer wordt afgevoerd vanuit het NZK/ARK alleen onder vrij verval worden afgevoerd naar het IJsselmeer. Op de lange termijn, na 2050, wordt mogelijk besloten om het waterpeil van het IJsselmeer te verhogen, waardoor er bij een gelijkblijvend waterpeil van het Markermeer een nieuw gemaal nodig zou zijn op de Houtribdijk om het water naar het IJsselmeer af te kunnen voeren.
 4. *Afvoer van water naar de Lek*
Met de realisatie van maalcapaciteit bij de Prinses Beatrixsluizen zou water vanuit het ARK kunnen worden afgevoerd naar de Lek. Een nadeel van deze mogelijkheid is dat het peilverschil tussen het ARK en de Lek groot is, waardoor er een flink hoogteverschil moet worden overbrugd. Bemalen aan de zuidzijde van het ARK/NZK-watersysteem kan ook als nadeel hebben dat de zouttong op het NZK verder richting het oosten schuift wat van invloed kan zijn op de regionale zoetwatervoorziening.

Mogelijke draaiknoppen in de regionale watersystemen:

5. *Het tijdelijk vasthouden van water binnen de regionale afwateringsgebieden door het uitbreiden van de bergingscapaciteit*
Een aantal waterschappen ontwikkelt calamiteitenpolders. Deze polders worden gedimensioneerd om wateroverlast in het regionale watersysteem tijdelijk te voorkomen en te beperken. Waterschap Amstel Gooi en Vecht heeft bijvoorbeeld polder De Ronde Hoep aangewezen als calamiteitenpolder waar 2,4 miljoen m³ water kan worden geborgen. Deze polder wordt ingezet als de waterstand op de Amstel te sterk stijgt en gemaal Zeeburg de waterstanden niet kan handhaven. In dat geval is de Amstelboezem overigens al afgesloten van het NZK/ARK en heeft de inzet van deze berging geen directe invloed op de waterstanden op het NZK/ARK. In andere omliggende watersystemen wordt ook nagedacht over de inzet van calamiteitenpolders. De inzet van dergelijke polders kan de afvoer naar het NZK/ARK tijdelijk beperken. Berging in de regionale systemen kan mogelijk ook ingezet worden om de piekbelasting op het NZK/ARK en overige regionale gemalen/spuicomplexen te verminderen. Hiervoor zal dan naar aanvullende capaciteit in de calamiteitenpolders gezocht moeten worden of zullen extra calamiteitenpolders of waterbergingslocaties aangewezen moeten worden (dit komt dus bovenop de capaciteit die vanuit het regionale systeem al noodzakelijk is). Dit kan echter lastig zijn gelet op de ruimtedruk in Noordwest Nederland.
6. *Het gebruik van alternatieve afvoerroutes in de regionale systemen en het optimaliseren van deze routes*
Het gebruik van alternatieve afvoermogelijkheden via de regionale deelgebieden is afhankelijk van de inrichting van het deelgebied en lokale omstandigheden (zoals onder andere de opzet van water door wind en de mate van verzadiging van het watersysteem). De mogelijkheden hiertoe moeten daarom per gebied worden verkend. Daarnaast moet worden onderzocht onder welke omstandigheden dit mogelijk is. Het ene regionale deelsysteem zal hierbij naar verwachting onafhankelijker van het NZK/ARK kunnen functioneren dan het andere regionale deelsysteem.

7. *Het uitbreiden van de afvoercapaciteit van de alternatieve afvoerroutes door het vergroten van bestaande of het plaatsen van nieuwe kunstwerken*

Ook de inrichting van de regionale watersystemen zal in de (nabije) toekomst wellicht aangepast worden om alternatieve afvoermogelijkheden mogelijk te maken. Dat start met het in beeld brengen van de maatregelen die hiertoe in het regionale watersysteem genomen zouden kunnen worden, met inbegrip van de aanleg, vervanging of uitbreiding van kunstwerken in het regionale watersysteem. Zo heeft Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier plannen voor de aanleg van nieuwe gemalen die water direct lozen op het Markermeer. De planvorming is geïnitieerd vanuit de behoefte van het regionale waterbeheer. Vanuit de werkwijze Adaptief Deltamanagement zou het interessant zijn ook de opties voor het functioneren van het gehele watersysteem ARK/NZK in beeld te brengen. Indien de capaciteit van de nieuwe gemalen kan worden vergroot, ontstaat er mogelijk meer ruimte om het NZK/ARK systeem te ontzien tijdens extreem natte omstandigheden door een alternatieve afvoerroute naar het Markermeer te creëren. Dit zou vervolgens kunnen leiden tot het uitstellen van de vervanging van andere spuisluizen en/of gemalen binnen het gehele systeem, omdat deze hierdoor ontlast kunnen worden.

Ten slotte zijn er ook mogelijkheden om het operationele waterbeheer van het gehele systeem te optimaliseren. Dit kan bijvoorbeeld door heroverweging van afspraken met betrekking tot overschrijdingsfrequenties van beheerpeilen. Ook valt te denken aan verdergaande informatie-uitwisseling en afstemming tussen de verschillende beheerders. Maatregelen als het vergroten van de systeemkennis en het verbeteren van de operationele voorspelsystemen (zie ook Slim Watermanagement van het Deltaprogramma Zoetwater) kunnen ook tot optimalisatie leiden.

Einde-levensduur en adaptatiepaden

In de voorafgaande paragrafen is in beeld gebracht hoe functioneel en technisch einde-levensduur bepaald kunnen worden en welke aspecten daarbij van belang zijn. Daarnaast zijn de draaiknoppen van het watersysteem verkend, waarbij de natte kunstwerken een belangrijke rol spelen. Dit geldt voor zowel de kunstwerken in het hoofdwatersysteem als voor de kunstwerken in het regionale systeem. Een belangrijke vraag die nog onbeantwoord is gebleven, is op welke manier de informatie over einde-levensduur van de kunstwerken behulpzaam kan zijn bij het opstellen van een zogenaamd adaptatiepad.

Leidend bij het opstellen van adaptatiepaden is de vraag op welke wijze de vigerende functionaliteit van het watersysteem ook in de toekomst kan worden gerealiseerd, rekening houdend met de onzekerheid over de snelheid waarmee en mate waarin veranderingen in klimaat- en socio-economische ontwikkelingen kunnen optreden. Bij de ontwikkeling van adaptatiepaden zal verkend moeten worden welke aanpassingen van het operationele waterbeheer en/of fysieke maatregelen in het hoofdwatersysteem en/of het regionale watersysteem denkbaar zijn. Ook moeten de adaptatiepaden aangeven welke keuzes eerst gemaakt zouden kunnen worden, en welke later.

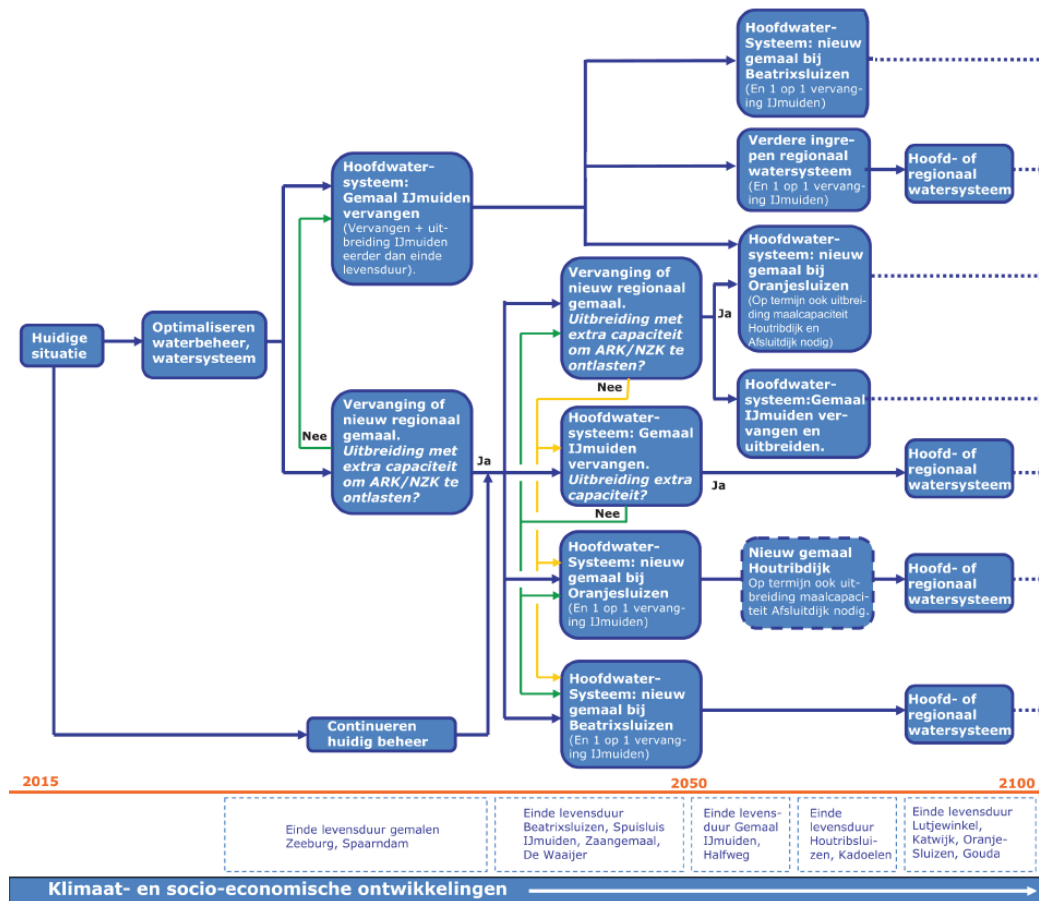
Kortom, het is van belang om:

- de bijdrage van de verschillende onderdelen van het watersysteem aan het functioneren van het gehele watersysteem goed te kennen en te kwantificeren;
- mogelijke handelingsperspectieven op watersysteemniveau in beeld te hebben;
- inzicht te hebben in de mogelijke consequenties van klimaat- en socio-economische ontwikkelingen;
- op de hoogte te zijn van de (geplande) veranderingen in het watersysteem.

Kunstwerken spelen een belangrijke rol bij het ontwikkelen van adaptatiepaden, vanwege hun bijdrage aan de functionaliteit van het watersysteem als geheel. Via de prognose einde-levensduur kan een reeks van de kunstwerken worden opgesteld, die aangeeft in welke volgorde kunstwerken binnen het watersysteem einde-levensduur bereiken (zie figuur 4). Deze reeks geeft aanvullende informatie en belangrijke aangrijpingspunten voor de ontwikkeling van handelingsperspectieven en adaptatiepaden. Zo ligt het voor de hand om bij einde-levensduur van een kunstwerk de vraag te stellen of vervanging één op één

moet plaatsvinden of dat functieaanpassing of -verandering aan de orde is om de flexibiliteit en robuustheid van het watersysteem te vergroten. Vanuit de werkwijze Adaptief Deltamanagement is een integrale benadering dan ook cruciaal. Alleen via een systeembenadering kan de functionaliteit van een kunstwerk in de samenhang met de andere onderdelen binnen het watersysteem worden beschouwd. Zo kan bijvoorbeeld gedacht worden om bij de vervanging van een gemaal in het regionale deelsysteem na te gaan of vervanging door een gemaal met een grotere capaciteit kan bijdragen aan de robuustheid van het watersysteem als geheel. Daarnaast zou ook bekeken kunnen worden of aanpassing van functionaliteit effectief kan zijn. Voor het opstellen van adaptatiepaden is het dus van belang na te gaan welke maatregelen in het regionale- of hoofdwatersysteem gecombineerd kunnen worden om een zo groot mogelijk effect te sorteren in termen van flexibiliteit en robuustheid van het systeem als geheel.

Gezien de relatief hoge investeringskosten die gemoeid zijn met de vervanging van natte kunstwerken is het voor de besluitvorming altijd van belang te onderbouwen in hoeverre een maatregel kosten-effectief is. Aan de hand van de reeks einde-levensduur wordt indirect een eerste beeld geschetst van de benodigde investeringen. Deze informatie is van belang bij de timing van ingrepen. Ook het 'no-regret' gehalte van een bepaalde ingreep kan op deze manier beter worden bepaald. Zo kan het vanuit kosteneffectiviteit interessant blijken te zijn om grote investeringen zoals aanpassing van het gemaal IJmuiden of het aanleggen van een nieuw gemaal op de Houtribdijk, zo lang mogelijk uit te stellen.



Figuur 10 Fictief beeld van een mogelijk adaptatiepad voor de case Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden gebaseerd op prognoses einde levensduur van de natte kunstwerken in het watersysteem.

Aan de andere kant zou het ook effectief kunnen zijn om deze ingrepen juist naar voren te halen afhankelijk van de kosten van de alternatieven. Dit zou vastgesteld kunnen worden via een Life Cycle Cost (LCC)-analyse of uit een zogenaamde reële optie analyse waarbij het inbouwen van flexibiliteit afzonderlijk wordt gewaardeerd. De extra informatie uit de tijdvensters einde-levensduur kan van toegevoegde waarde zijn bij het maken van deze afweging. De informatie uit de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken maakt het mogelijk om technische en functionele analyses te doen en geeft hiermee ook een eerste indicatie van de belangrijkste investeringsmomenten. Wanneer er tijdvensters voor alle kunstwerken in het watersysteem beschikbaar zijn, biedt dit meer inzicht in de mogelijkheden om investeringen te combineren. Op deze manier kan vervolgens besproken worden of dit mogelijkheden biedt voor het combineren van investeringsagenda's of van aanbestedingstrajecten van de verschillende beheerders. Het werken met tijdvensters biedt daarmee mogelijkheden om de handelingsruimte voor besluitvorming beter te onderbouwen.

In figuur 10 is op basis van de eerste uitwerking van de case een fictief beeld geschetst van een mogelijk adaptatiepad. Op de korte termijn is de keuze voor een optimalisatie van het waterbeheer en het watersysteem een 'no-regret' optie om grotere investeringen uit te stellen. Wordt een ingreep op termijn toch noodzakelijk, dan ontstaan de volgende keuzemogelijkheden:

1. vervroegen van de vervanging van Gemaal IJmuiden, inclusief capaciteitsuitbreiding. Op lange termijn zijn verdere ingrepen noodzakelijk, waarbij te denken valt aan verdere regionale maatregelen ter ontlasting van het ARK/NZK of mogelijkheden in het hoofdwatersysteem, waarbij te denken valt aan de aanleg van een nieuw gemaal bij bijvoorbeeld de Oranjesluizen of de Prinses Beatrixsluizen;
2. treffen van regionale maatregelen. Wanneer een regionaal gemaal einde levensduur bereikt, of de aanleg van een nieuw gemaal in een regionaal deelgebied wordt overwogen, is de vraag aan de orde of extra capaciteitsuitbreiding mogelijk is om het ARK/NZK (verder) te ontlasten en de robuustheid van het systeem als geheel te vergroten. Als dit niet mogelijk is, kan worden teruggevallen op de eerste keuzemogelijkheid. Mocht dit wel mogelijk zijn dan kunnen andere grote investeringen in bijvoorbeeld Gemaal IJmuiden mogelijk uitgesteld worden. Op de middellange termijn zijn verdere ingrepen dan mogelijk ook noodzakelijk. De einde-levensduur van kunstwerken kan dan aanleiding zijn om besluiten te nemen over verdere aanpassingen in het hoofd- en regionale watersysteem.

3. Conclusies en aanbevelingen

Rijkswaterstaat wil de prognoses over de benodigde investeringen voor vervangingen en/of renovaties nog beter onderbouwen. Daarnaast wil Rijkswaterstaat vervanging van kunstwerken systeemgericht en zo flexibel mogelijk plannen. Op deze manier kan continu aanpassing aan veranderende omstandigheden plaatsvinden (adaptatie), waarbij ook rekening wordt gehouden met de opgaven van de regionale waterbeheerders en regionale ontwikkelingen. Mede vanwege deze ambitie is de vervangingsopgave van de natte kunstwerken van RWS gekoppeld aan de werkwijze Adaptief Deltamanagement binnen het Deltaprogramma.

Een zo nauwkeurig mogelijke bepaling van einde-levensduur van de kunstwerken vormt een belangrijke basis voor het bewerkstelligen van deze ambitie. De nu gehanteerde basismethode einde-levensduur (stichtingsjaar + ontwerplevensduur) levert één jaartal voor eindelevensduur van een kunstwerk op en houdt geen rekening met omstandigheden die einde-levensduur kunnen beïnvloeden. Zo wordt geen rekening gehouden met toekomstige klimaat- en socio-economische ontwikkelingen en/of veranderende functie-eisen. Daarbij wordt door het moment van einde-levensduur als één tijdstip aan te geven, een nauwkeurigheid gesuggereerd die in werkelijkheid niet aanwezig is. Met de ontwikkeling van de methodiek Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken is een belangrijke eerste stap gezet op weg naar een betere onderbouwing van einde-levensduur. Door deze methodiek wordt nieuwe en meer specifieke informatie gegenereerd over de verwachte periode waarbinnen een kunstwerk einde technische en/of functionele levensduur bereikt en wat daarvan de oorzaak is.

Voor het Gemaal IJmuiden resulteert de basismethode in een prognose einde technische levensduur van 2055, voor de Spuisluis IJmuiden is dit 2040. De Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken laat zien dat einde technische levensduur van de Spuisluis naar verwachting wellicht eerder kan worden bereikt en dat einde technische levensduur van het Gemaal IJmuiden niet eerder wordt verwacht dan de basismethode aangeeft.

De Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken maakt ook duidelijk dat de gehanteerde functie-eis voor de afwaterende functie van het complex tijdens (extreem) natte omstandigheden erg bepalend is voor het moment waarop einde functionele levensduur wordt verwacht. Indien wordt aangenomen dat het beheerpeil van NAP-0,30 m niet vaker dan eenmaal per 100 jaar mag worden overschreden, dan zou het Gemaal- en Spuicomplex nu al einde functionele levensduur bereikt hebben. Indien wordt uitgegaan van een hogere frequentie of een beheerpeil van bijvoorbeeld NAP-0,10 m, dan geeft de prognose van de einde functionele levensduur een geheel ander beeld. Het is dus van belang om de functie-eis op basis waarvan de prognose einde functionele levensduur wordt bepaald goed te definiëren.

Op basis van de resultaten uit de Gevoeligheidstest Natte Kunstwerken kan geconcludeerd worden dat de hoogwaterkerende hoogte van het Gemaal- en Spuicomplex nog tot ver na het zichtjaar 2100 toereikend is. Hoewel verdere kwantitatieve uitwerking nodig is, kan via het opstellen van adaptatiepaden op watersysteemniveau worden aangegeven op welk moment, welke maatregelen of combinatie van maatregelen noodzakelijk zijn om de functionaliteit van het watersysteem ook in de toekomst te blijven vervullen. Daarnaast kan via adaptatiepaden ook in beeld worden gebracht welke maatregelen kunnen leiden tot uitstel van grotere ingrepen in het systeem. Via het opstellen van adaptatiepaden kan informatie worden aangereikt voor de besluitvorming in de vorm van verschillende handelingsperspectieven.

Algemene aandachtspunten die uit de uitwerking van de case naar voren komen zijn:

- ga uit van een watersysteembenadering. Gebruik informatie over einde-levensduur van alle kunstwerken in zowel het hoofd- als het regionale watersysteem voor het ontwikkelen van een adaptatiestrategie en adaptatiepaden;
- betrek bij de korte termijn besluitvorming over een vervanging of uitbreiding van een kunstwerk de ontwikkeling van het functioneren van het watersysteem op de lange termijn;
- kijk naar mogelijkheden tot koppeling van maatregelen die op korte termijn in het watersysteem genomen gaan worden en die van invloed kunnen zijn op het functioneren van het systeem als geheel. Kijk bij nieuwe uitbreidingen van kunstwerken bijvoorbeeld naar de mogelijkheid om extra capaciteit in te bouwen om zodoende de robuustheid van het systeem als geheel te vergroten en de levensduur van andere kunstwerken te verlengen;
- zorg voor een goede definitie van functie-eisen op basis waarvan de prognose einde functionele levensduur van natte kunstwerken gebaseerd kan worden.

Om in meer detail invulling te kunnen geven aan het opstellen van adaptatiepaden is aanvullende informatie nodig, zoals:

- nadere kwantificering van de verwachte invloed van klimaatverandering op het functioneren van het watersysteem ARK/NZK;
- inzicht in de effectiviteit van (combinaties van) maatregelen op het functioneren van het watersysteem als geheel;
- Inzicht in de kosteneffectiviteit van (combinaties van) maatregelen. Deze informatie is bijvoorbeeld nodig om te kunnen beoordelen in welke mate en op welke moment uitbreiding van het Gemaal- en Spuicomplex IJmuiden kosteneffectief zal zijn ten opzichte van maatregelen in het regionale watersysteem.

Colofon

Uitgegeven door Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving
Informatie M. Tosserams
Email marcel.tosserams@rws.nl
Uitgevoerd door Projectteam **VONK** i.s.m. HKV lijn in water en Iv-Infra
Met medewerking van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
 Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
 Hoogheemraadschap van Rijnland
 Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
 DRO Amsterdam
 DP, Deelprogramma IJsselmeergebied
 Rijkswaterstaat West-Nederland Noord