

Nadere verkenning Stuurbaar Buffernetwerk

30 september 2019

Rijkswaterstaat Water, Verkeer
en Leefomgeving



HydroLogic BV
Postbus 2177
3800 CD Amersfoort
033 4753535
hydrologic.nl

P1100
30 september 2019

*Hydro*Logic

Met bijdrage van:



Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding en doel	6
1.2 Aanpak en uitgangspunten	6
1.3 Beschrijving strategieën lange termijn zoetwatervoorziening hoofdwatersysteem	7
2 Voor- en nadelen zoetwaterstrategieën.....	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Effectiviteit zoetwatervoorziening voor de regio's	11
2.3 Sectoren	16
2.4 Operationeel waterbeheer / calamiteitenmanagement	19
2.5 Kosten / baten	20
3 Het stuurbaar buffernetwerk op de langere termijn (beschouwing)	22
4 Referenties	26
Bijlage A Samenvatting SBN ten opzichte van de DPZW criteria	27
Bijlage B Technische bijlage quick scan analyses	28
Bijlage C Overzicht maatregelen.....	39
C.1 Maatregelenboek Hoofdwatersysteem Rijntakken	39
C.1.1 Verkenning aanwijzen strategische zoetwaterbuffers	41
C.1.2 Vergroten debiet Hagestein	43
C.1.3 Verkenning: ARK-route situationeel inzetbaar maken voor aanvoer naar Markermeer	46
C.1.4 Situationeel vergroten debiet Irenesluis	50
C.1.5 Beperken externe verzilting Afsluitdijk	52
C.1.6 Flexibilisering stuwprogramma Driel	56
C.1.7 Voorstudie Klimaatrobuuste wateraanvoer Twentekanalen – HZ Oost	58
C.1.8 BOS Rijntakken	60
C.1.9 Monitoring en informatievoorziening	61
C.1.10 Beheermaatregelen beperken verzilting Nieuwe Waterweg	63
C.2 Maatregelenboek Hoofdwatersysteem Maas	65
C.2.1 14a. Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning hevelend schutten.	67
C.2.2 14b. Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning spaarbekkens bij sluiscomplexen.	69
C.2.3 28 (14c). Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning "circulair pompen" bij sluiscomplexen.	71

C.2.4	16. Verkenning naar mogelijke inzet spaarbekkens voor waterkwantiteit in droge periodes langs de Grensmaas	73
C.2.5	20a. Internationale samenwerking met Duitsland op het gebied van afvoer van de Roer	75
C.2.6	20b. Afstemming operationeel peilbeheer België – Nederland voor het verminderen van afvoerfluctuatie	76
C.2.7	27. Slimmer gebruik van water in de keten	78
C.2.8	1. Grotere waterbuffers voor drinkwater	79
C.2.9	4. Realisatie hergebruik effluent RWZI Susteren voor Chemelot	81
C.2.10	5. Verkennend onderzoek op het gebied van het sluiten van de waterkringloop industrie	82
C.2.11	15. Uitbreiding pompcapaciteit bij huidige sluiscomplexen	84
C.2.12	17. Meer buffercapaciteit creëren door robuustere infrastructuur	85
Bijlage D	Toekomstbestendige waterbeschikbaarheid van de Maas.....	87

Samenvatting

Uit deze nadere verkenning volgt dat het concept Stuurbaar Buffernetwerk (SBN) een kansrijke basis lijkt voor de lange termijn strategie zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem ("klimaatbestendig hoofdwatersysteem"). Dit vanwege het oplossend vermogen van het oppervlaktewatertekort met name in de IJsselmeerregio; de verwachte positieve kosten-baten balans; het 'vrijspelen' van zoetwater wat kansen biedt voor waterbeheerders, gebruikers en sectoren; en het gegeven dat er vrijwel geen negatieve effecten van het concept voor regio's en sectoren zijn geconstateerd. Het negatieve economisch scheepvaarteffect is minder dan 1 procent op de vaarkosten van binnenlandse scheepvaart over de Waal. Hiermee onderscheidt dit concept zich van de infrastructurele variant - met als maatregel o.a. het afsluiten van open Rijn-Maasmonding met sluis- en pompcomplexen in de Nieuwe en Oude Maas - als lange termijn strategie voor de zoetwatervoorziening. Die strategie kent hoge kosten en brengt voor de scheepvaart grote negatieve effecten met zich mee op de mainport Rotterdam, evenals voor de natuur in de Rijn-Maasmonding.

In vergelijking met de huidige strategie heeft het vaststellen van strategische buffers als belangrijk voordeel dat het duidelijkheid verschaft over de delen van het hoofdwatersysteem waarvoor het Rijk zich inspannt om deze -ook op de langere termijn en in extreme situaties- geschikt te houden voor de zoetwatervoorziening. Duidelijkheid voor de sectoren, gebruikers en collega-waterbeheerders. Met als voordeel dat gebruikers beter in staat worden gesteld doelmatige lange termijn investeringsbeslissingen te nemen en dat operationeel minder snel calamiteitensituaties gelden. Het sturen op de strategische buffers wordt operationeel ingevuld volgens de principes van Slim Watermanagement (SWM). De zoetwaterbuffers die een rol spelen in deze strategie zijn bestaande zoetwaterbuffers zoals het IJsselmeer, het Brielse Meer, en het Haringvliet/Hollandsdiep en nieuw aan te wijzen buffers die een buffer vormen tussen zoet en zout water vanuit zee. Hieronder vallen de bovenstroomse delen van de Lek, de Hollandsche IJssel en het Amsterdam Rijnkanaal.

De afweging hoe het door SBN 'vrijgespeelde debiet' precies het beste kan worden ingezet, vraagt nog om een maatschappelijke kosten-baten analyse. Inzet van het SBN kan bij sterke klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling (Deltascenario Stoom, zichtjaar 2050) voor een substantiële vermindering zorgen van het oppervlaktewatertekort. Bijvoorbeeld bij inzet van de ARK-route in de gebieden die vanuit het IJsselmeer van water kunnen worden voorzien, levert het dan in extreem droge jaren als 1921 en 1976 een baat op van 50-60 miljoen euro in een dergelijk jaar aan landbouwopbrengsten. Om dit extra water te benutten voor beregening moeten ook beregeningskosten worden gemaakt, voor dergelijke extreme jaren zijn deze berekend op circa 30 miljoen euro. Ook heeft SBN consequenties voor scheepvaart. Naar schatting nemen de vaarkosten voor binnenlandse scheepvaart op de Waal in deze jaren toe met 0,4-0,9 miljoen euro, waarbij in die jaren extra water via het ARK het Markermeer en IJsselmeer wordt gevoerd en de Lek zoet wordt gehouden. De investeringskosten van het SBN zijn niet gekwantificeerd, maar zijn naar verwachting een orde kleiner dan de baten, omdat de kosten primair betrekking hebben

op de tools en informatievoorziening die nodig zijn voor situationeel, afgestemd, operationeel waterbeheer. Grote investeringen in infrastructuur zijn in eerste instantie niet voorzien voor het SBN.

In deze verkenning is berekend dat de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem in scenario Stoom met zichtjaar 2050 met het SBN op orde is: in vrijwel alle jaren kunnen de gewenste watervragen vanuit het hoofdwatersysteem worden geleverd. In de twee meest extreem droge jaren resteert een oppervlaktewatertekort voor de IJsselmeerregio. Voor de langere termijn (2100, versnelde zeespiegelstijging) wordt geen omslagpunt voorzien in het functioneren van de strategische buffers. Voor een deel van de buffers geldt dat deze op vergelijkbaar niveau blijven functioneren en een omslagpunt voorlopig niet in zicht is (bijvoorbeeld de Lek). Voor een ander deel van de buffer kan het functioneren op termijn geleidelijk aan afnemen (bijvoorbeeld het IJsselmeergebied), en ligt de keuze voor om dit te accepteren dan wel de buffer te vergroten. Samenvattend blijven de zoetwaterbuffers op de langere termijn naar behoren functioneren en past deze strategie binnen een adaptieve aanpak: hier kan vanuit de huidige strategie naartoe worden gewerkt en de optie voor grotere infrastructurele ingrepen blijft open.

Lijst van afkortingen

ARK	Amsterdam-Rijnkanaal
BM	Brielse Meer
BOS	Beslissing Ondersteunend Systeem
DPZW	Deltaprogramma Zoetwater
HD	Hollandsch Diep
HIJ	Hollandsche IJssel
HV	Haringvliet
IJM	IJsselmeer
IRM	Integraal Riviermanagement
IRS	Pr. Irenesluizen
KWA	Klimaatbestendige Wateraanvoer
KWR	Krimpenerwaardroute
LCW	Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling
MM	Markermeer
NM	Nieuwe Maas
NWW	Nieuwe Waterweg
NZK	Noordzeekanaal
OM	Oude Maas
PBS	Pr. Bernhardsluizen
QWAST	Quick Water Allocatie Scan Tool
RMM	Rijn-Maasmonding
SBN	Stuurbaar Buffernetwerk
SWM	Slim Watermanagement
VZM	Volkerak-Zoommeer
ZWB	Zoetwaterbuffer

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In HydroLogic (2019) is het concept van het Stuurbaar Buffernetwerk (SBN) in opdracht van het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) uitgewerkt als basis voor de mogelijke lange termijn strategie voor de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem. De resultaten van deze verkenning (HydroLogic 2019) zijn breed gedeeld binnen het Deltaprogramma Zoetwater en Rijkswaterstaat, als beheerder van het hoofdwatersysteem. De reacties op het SBN zijn overwegend positief maar roepen tevens een aantal vragen op. In deze nadere verkenning, die in de zomer van 2019 is uitgevoerd, zijn een deel van deze vragen onderzocht. Onderstaande vragen staan in de voorliggende nadere verkenning centraal:

- 1) Wat zijn de voor- en nadelen van het SBN concept ten opzichte van de infrastructurele variant en het voortzetten van de huidige DPZW strategie?
 - a. Hydrologisch: oplossend vermogen watertekort?
 - b. Ruimtelijk: welke regio's ondervinden voor en/of nadelen?
 - c. Sectoraal: welke sectoren ondervinden voor en/of nadelen?
 - d. Kosten/baten
 - e. Kansen/risico's
- 2) Is het SBN technisch/fysisch mogelijk en grotendeels te implementeren binnen de huidige infrastructuur?
- 3) In hoeverre kunnen de varianten omgaan met variabiliteit en onzekerheid in (klimaat)ontwikkelingen (primair 2050 met doorkijk 2100)?

Het onderzoek is door HydroLogic uitgevoerd in samenwerking met collega's van Deltares, Infram en Rijkswaterstaat. Samen met Deltares zijn de modelanalyses uitgevoerd (technische achtergrond, Bijlage B), de effecten op scheepvaart en landbouw in beeld gebracht (Bijlage B) en zijn de fysische mogelijkheden van de infrastructuur in afstemming met Rijkswaterstaat nader beschouwd. Tevens is Deltares verantwoordelijk voor de kwaliteitsborging. Infram is verantwoordelijk geweest voor de nadere uitwerking van de maatregelen (binnen en aanverwant aan het SBN), heeft deze in de juiste DPZW-formats uitgewerkt en heeft over deze maatregelen intensief afstemming gezocht met de verschillende Rijkswaterstaat regio's (samenvattend overzicht in Bijlage C).

1.2 Aanpak en uitgangspunten

Bovenstaande vragen zijn in relatief korte doorlooptijd (zomer 2019) beantwoord door een team experts van verschillende organisaties (HydroLogic, Deltares, Infram, Rijkswaterstaat) die goed in de zoetwatermaterie zijn ingevoerd. Een belangrijk deel van de rapportage is gebaseerd op het verbinden en doordenken van bestaande kennis, informatie en modelanalyses, op het niveau van een verkenning. Daarnaast is het SBN concept modelmatig met QWAST doorgerekend voor een 100-jarige tijdreeks met het klimaatscenario STOOM2050. De inzichten die hierbij zijn opgedaan, zijn in voorliggend document gerapporteerd. Het QWAST model (vereenvoudigde versie van het Nationaal Water Model) en

de toegepaste eenvoudige relaties voor landbouw- en scheepvaarteffecten worden beschreven in Bijlage B.

De focus van deze nadere verkenning ligt op het (toekomstig) functioneren van het hoofdwatersysteem tijdens maatgevende droogte / laagwater. Verbindingen met de regionale systemen zijn daar waar relevant meegenomen. De modelmatige analyses zijn uitgevoerd voor het zichtjaar 2050. Daarnaast is als beschouwing een doorkijk gegeven richting 2100. Via de modelmatige analyses wordt antwoord gegeven op de volgende vragen:

- Werken de bedachte oplossingen (elementen) zoals voorzien (fysisch)?
- Welk deel van de watertekorten worden hiermee opgelost (hydrologisch)?
- Wat betekent dit voor de waterstanden op de grote rivieren (hydraulisch)?

In het beantwoorden van de vragen in deze nadere verkenning ligt de nadruk op het concept SBN dat ten grondslag ligt aan de zoetwaterstrategie “klimaatbestendig hoofdwatersysteem”. Het SBN concept is steeds in het licht van andere mogelijke strategieën voor het hoofdwatersysteem beschouwd (voortzetten huidige strategie en de infrastructurele variant).

1.3 Beschrijving strategieën lange termijn zoetwatervoorziening hoofdwatersysteem

De volgende drie strategieën zijn op hoofdlijnen beschouwd voor de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem op de lange termijn:

- Klimaatbestendig hoofdwatersysteem, met het stuurbaar buffernetwerk (SBN) als onderliggend concept;
- Infrastructurele variant;
- Voortzetten van de huidige DPZW strategie.

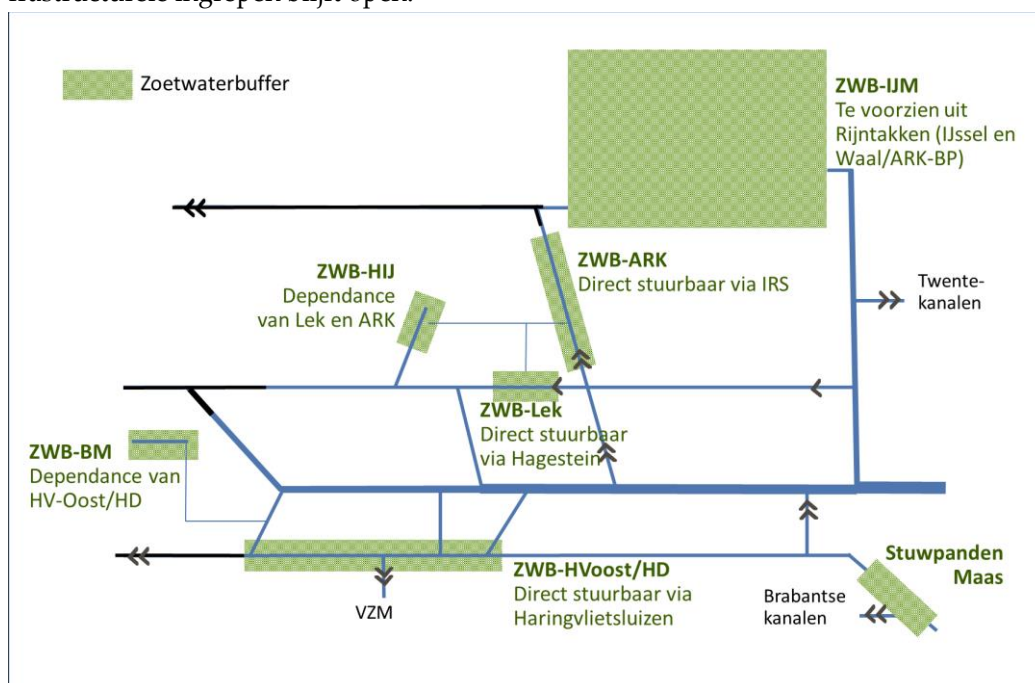
Deze strategieën worden hier toegelicht.

Het **Stuurbaar Buffernetwerk** is beschreven in HydroLogic (2019). In dit rapport is het concept globaal in beeld gebracht, op het niveau van een verkenning. Dit vroeg op een aantal onderdelen om nadere uitwerking en concretisering. Ook zijn er voortschrijdende inzichten die kunnen leiden tot aanscherping of aanpassing van onderdelen van het SBN, bijvoorbeeld als gevolg van het doorrekenen van het SBN of op basis van feedback van de waterbeheerders. Een voorbeeld hiervan is de inzet en omvang van de ARK-doorvoerroute voor aanvulling van de IJsselmeerbuffer. Voor de ARK-doorvoerroute wordt uitgegaan van de huidige infrastructuur. De verwachting is dat hiermee een deel van de tijd circa 40 m³/s naar het Markermeer kan worden doorgevoerd. Of en hoe dit precies zou kunnen werken, vraagt nader onderzoek op een aantal punten.

Het SBN bestaat uit een netwerk van een aantal strategische zoetwaterbuffers (Figuur 1) die een cruciale functie hebben in de zoetwatervoorziening van Nederland. Vanuit deze buffers worden verschillende gebruiksfuncties, sectoren en gebieden van zoetwater voorzien en is in principe geen (eenvoudig realiseerbare) alternatieve zoetwatervoorziening

voorhanden. De strategische buffers zijn actief en efficiënt te beheren vanuit het hoofdwatersysteem, waarmee de beoogde klimaatverandering (toename verzilting en lagere Rijnafvoeren) naar verwachting in ieder geval tot aan 2100 kan worden gemitigeerd (inclusief 'geen spijt' bronmaatregelen bij de spui- en sluiscomplexen). De buffers verschillen qua capaciteit en functioneren, maar kunnen enige tijd omgaan met een hogere onttrekking dan aanvoer. Door het tijdig instellen van het buffernetwerk wordt zoetwater 'vrijgespeeld', omdat het zo lang mogelijk zoet houden van Krimpen a/d IJssel (voldoende zoetwatertegendruk op de Nieuwe Waterweg) kan worden losgelaten. Dit 'vrijgespeelde' zoetwater kan voor diverse doelen, gebieden en sectoren van toegevoegde waarde zijn. In deze verkenning zijn de voor- en nadelen van SBN bekeken, waarbij onder andere de baten en effecten van inzet van de ARK route voor het IJsselmeergebied meer concreet (met quick scan analyse) in beeld zijn gebracht. De heroverweging of en hoe uiteindelijk het water anders te verdelen of te gebruiken is geen onderdeel van SBN.

In de filosofie van het Stuurbaar Buffernetwerk worden de strategische buffers vastgesteld, en krijgt het zoet houden van de buffers operationeel en strategisch hoge prioriteit. Nieuwe onttrekkingen (landbouw, drinkwater) vinden zoveel mogelijk vanuit de buffers plaats, en niet vanuit de verziltingsgevoelige delen van het hoofdwatersysteem aangezien dit de kwetsbaarheid van het zoetwatersysteem vergroot. Voorts kan gericht worden gewerkt aan het versterken van het SBN, bijvoorbeeld door het uitbreiden van buffercapaciteit, het vergroten van de aanvoercapaciteit naar een buffer (bijvoorbeeld nieuwe ARK-route naar IJM) en beheeroptimalisatie (met SWM) per buffer en het gehele SBN. Deze voorgestelde strategie voor het hoofdwatersysteem past dan ook in een adaptieve aanpak. Vanuit de huidige strategie kan hier naartoe gewerkt worden en de optie voor grotere infrastructuurle ingrepen blijft open.



Figuur 1: Schematische weergave van het Stuurbaar Buffernetwerk. Deze figuur is een update van een eerste SBN versie zoals beschreven in HydroLogic, 2019a. In bovenstaande figuur is het onderscheid naar type buffers verdwenen, evenals het Volkerak-Zoommeer als ZWB en zijn de stuwpannen van de Maas toegevoegd.

Kader: de rol van Slim Watermanagement binnen het Stuurbaar Buffernetwerk

Het concept Stuurbaar Buffernetwerk ligt ten grondslag aan de zoetwaterstrategie “klimaatbestendig hoofdwatersysteem”. In deze strategie worden strategische zoetwaterbuffers aangewezen en beheerd vanuit een landelijk overzicht gebaseerd op real-time informatie en verwachtingen (SWM-plus). De zoetwaterbuffers die een rol spelen in deze strategie zijn bestaande zoetwaterbuffers zoals het IJsselmeer, het Brielse Meer, en het Haringvliet/Hollandsdiep en nieuw aan te wijzen buffers die een buffer vormen tussen zoet en zout water vanuit zee. Hieronder vallen de bovenstroomse delen van de Lek, de Hollandsche IJssel en het Amsterdam Rijnkanaal.

Met deze strategie wordt de ingeslagen weg van Slim Watermanagement (SWM) voortgezet en komt daar een schepje boven op, namelijk een beheeroptimalisatie per buffer en het sturen op strategische buffers vanuit landelijk overzicht op basis van real-time metingen en verwachtingen. Daarnaast worden de mogelijkheden van de huidige infrastructuur ten volle benut en worden kansen vanuit de vervanging en renovatie (VenR) opgave aangegrepen om het water nog flexibeler te kunnen verdelen over het hoofdwatersysteem en real-time te sturen (informatie uit objecten).

Het voorzetten van de **huidige strategie** is minder eenduidig af te bakenen omdat deze richting de toekomst adaptief wordt ontwikkeld. Daarom zijn in deze nadere verkenning vooral de kenmerkende verschillen met het SBN in beeld gebracht:

- In SBN duidelijkheid bieden via landelijke zoetwaterstrategie en vastgestelde strategische zoetwaterbuffers.
- Het in SBN loslaten van het zo lang mogelijk zoet houden van Krimpen a/d IJssel door voor voldoende zoetwatertegendruk op de Nieuwe Waterweg te zorgen.
- Het in SBN vergroten van de aanvoer naar de zoetwaterbuffers, met de ARK-doorvoerroute als meest in het oog springende.
- Het in SBN ‘vrijspelen’ van zoetwater voor het faciliteren van kansen binnen en buiten het waterbeheer (landbouw, industrie, natuur, recreatie).
- Het in SBN maximaal ruimte bieden voor flexibilisering van de waterverdeling (SWM).

Voor de huidige strategie is hierbij uitgegaan van de DPZW fase 1 maatregelen. Maatregelen uit het adaptatiepad zoals verdere vergroting van de buffer IJsselmeer indien nodig zijn voor deze verkenning buiten beschouwing gelaten.

De **infrastructurele variant** voor een lange termijn zoetwaterstrategie heeft voornamelijk betrekking op het afsluiten van open Rijn-Maasmonding via sluis- en pompcomplexen in de Nieuwe en Oude Maas. De kosten voor deze variant zijn berekend op circa 8 miljard (RWS 2015) en zorgen ervoor dat de RMM ten oosten van de sluizen altijd zoet is inclusief de advectionele delen van de Nieuwe Maas, Oude Maas, Hollandsche IJssel, Lek en Noord. In deze variant is uitbreiding van de oostelijke aanvoerroute (bijvoorbeeld KWA++ of Krimpenerwaardroute) niet nodig, evenals het verplaatsen dan wel van membraamtechnologie voorzien van oeverinfiltratielocaties in het deel van de Lek/Noord waar advectioneel transport van zout dominant is. Een ander belangrijk kenmerk van de infrastructurele variant is het realiseren van een grotere buffer in het IJsselmeergebied waarmee het watertekort op vergelijkbare wijze kan worden teruggebracht als met het SBN.

Bij het in beeld brengen van de voor- en nadelen van de verschillende varianten (hoofdstuk 2) zullen deze veelal vanuit het perspectief van het SBN concept worden beschreven, waarna wordt aangegeven hoe deze zich tot de andere twee strategieën verhoudt. Voor verschillende regio's zijn er geen verschillen tussen het SBN concept en de huidige strategie.

2 Voor- en nadelen zoetwaterstrategieën

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de voor- en nadelen van het SBN (concept ten grondslag aan zoetwaterstrategie Klimaatbestendig Hoofdwatersysteem) ten opzichte van de infrastructurele variant en het voortzetten van de huidige DPZW strategie in beeld gebracht. Deze verkenning gebeurt aan de hand van de volgende aspecten:

- a) (hydrologische) effectiviteit voor de regio's (paragraaf 2.2);
- b) sectoren (kansen, risico's en aandachtspunten) (paragraaf 2.3);
- c) operationeel waterbeheer en calamiteitenmanagement (paragraaf 2.4);
- d) globale kosten en baten (paragraaf 2.5);

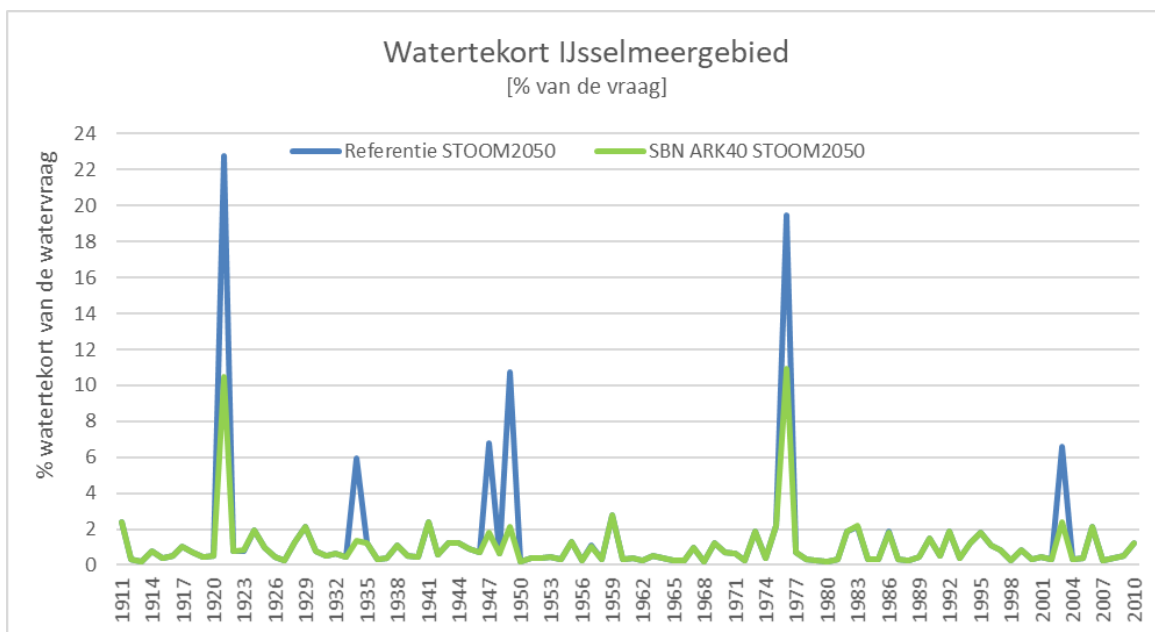
De beschouwing van de verdelingsvarianten in het licht van de overige criteria uit het DPZW-beoordelingskader is uitgewerkt in Bijlage A. De samenvatting van het antwoord op de vraag *'Is het SBN technisch/fysisch mogelijk en grotendeels te implementeren binnen de huidige infrastructuur?'* wordt gegeven in het kader in paragraaf 2.5.

2.2 Effectiviteit zoetwatervoorziening voor de regio's

IJsselmeerregio en ARK/NZK

Binnen SBN worden drie mogelijke maatregelen met het oog op zoetwatervoorziening voor de IJsselmeerregio (IJM) onderscheiden: (1) aangepast stuwprogramma voor Driel waarmee bij middelhoge afvoeren (1600-2000 m³/s Lobith) meer water naar de IJssel gaat (2) extra aanvoer naar IJsselmeer/Markermeer buffer mogelijk maken via Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) binnen huidige infrastructuur (naar verwachting circa 40 m³/s, nader te bepalen) (3) aanvullend op (2) aanvoer via ARK vergroten met behulp van infrastructurele aanpassingen (bijvoorbeeld bypass Pr. Irenesluizen - aansluitend bij Toekomstbestendig ARK/NZK gemaal vanuit ARK naar Markermeer). Deze laatste is in de nadere verkenning niet beschouwd.

Inzet van het SBN zorgt voor een substantiële vermindering van het watertekort uit het hoofdwatersysteem (droogterisico in niet-aanvoergebieden hierbij niet meegenomen), vooral in de wateraanvoergebieden van de **IJsselmeerregio**. Met voorzetten van de huidige DPZW strategie is er in 6 van de 100 jaren (STOOM 2050) sprake van een watertekort waarvan er 4 door het SBN worden opgelost en in de 2 meest extreme jaren (1921/1976) het watertekort vanuit het hoofdwatersysteem wordt gehalveerd (Figuur 2 en Tabel 1). Het SBN (in dit geval de maatregel ordegrootte 40 m³/s doorvoer via ARK) levert een hoeveelheid water die bijvoorbeeld voor 1976 gelijk staat aan een extra bufferschijf van 15 tot 20 cm (zonder dat hiervoor grote investeringen nodig lijken te zijn, zie verderop voor onderbouwing).



Figuur 2. Oppervlaktewatertekorten in het IJsselmeergebied (als % van de vraag in dat jaar, zonder inbegrip van de niet-aanvoergebieden) voor de jaren 1911 t/m 2010 met scenario STOOM2050. Vergelijking tussen referentievariant (huidige strategie) en SBN concept met inzet ARK doorvoerroute voor IJsselmeergebied tot 40 m³/s.

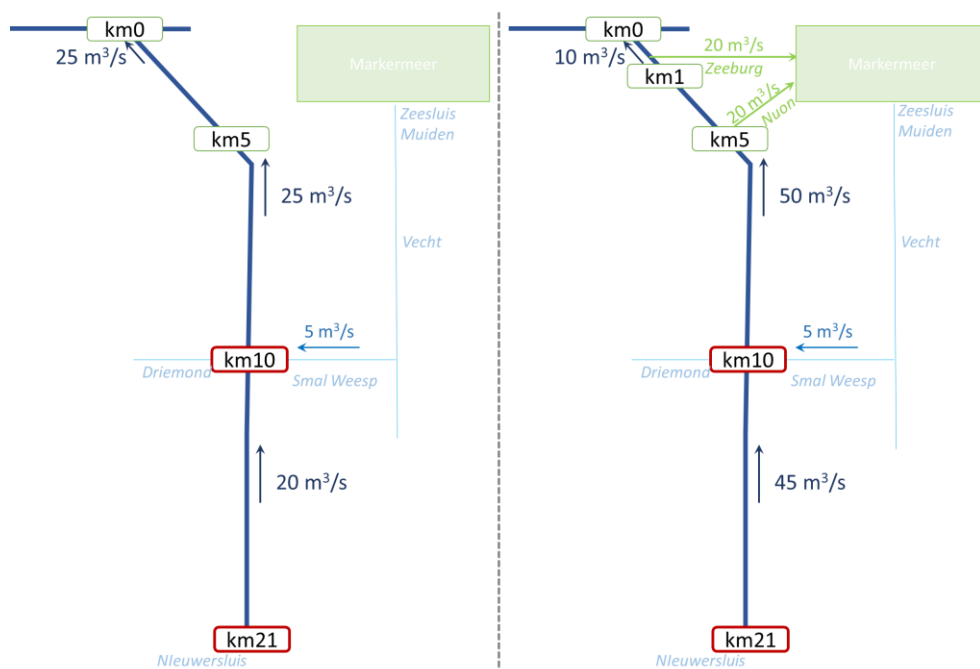
Tabel 1. Oppervlaktewatervraag en -tekort IJsselmeergebied (klimaatsscenario STOOM2050) voor referentie (huidige strategie) en SBN concept - inzet ARK doorvoerroute voor IJsselmeergebied tot 40 m³/s. In vier van de zes jaren wordt het tekort vanuit het hoofdwatersysteem nagenoeg opgelost (<3%).

Jaar met reductie in tekort	Vraag [Mm ³]	Tekort [% vd vraag]	
		Referentie	SBN ARK40
1921	3 062	22.7	10.5
1934	2 319	6.0	1.4
1947	2 271	6.8	1.8
1949	2 299	10.7	2.1
1976	2 833	19.5	10.9
2003	2 166	6.6	2.4

De waterbeschikbaarheid vanuit het hoofdwatersysteem voor de **regio ARK/NZK** blijft bij het SBN vergelijkbaar met de huidige strategie bij alle varianten. Wel zorgt de extra functie van het ARK als tijdelijke doorvoerroute naar het Markermeer bij SBN (in 6 van de 100 jaar ingezet) voor een extra belasting van het operationeel waterbeheer. Daarbij worden de grenzen van de kunstwerken benaderd en mogelijk overschreden om dit zonder scheepvaarthinder te kunnen bewerkstelligen.

De Pr. Irenesluizen kunnen circa 60 m³/s structureel inlaten zonder scheepvaarthinder, waarbij grofweg 40 m³/s via de waterinlaatsystemen en het reguliere schutproces en 20 m³/s door het 's nachts spuien via een van de scheepvaartkolken. De inlaat via de sluisen kan worden verhoogd tot 80-100 m³/s als de oude (westelijke) sluiscolk permanent wordt gestremd voor scheepvaart. Uit de 100-jarige analyse blijkt dat de doorvoerroute ARK naar Markermeer (MM) vaak samenvalt met inzet van de KWA+, die ook voor een deel vanuit het ARK wordt gevoed. Dit leidt in de extreme jaren als 1976 en 1921 (met Stoom2050) tot een langdurig hoge doorvoer via de Pr. Irenesluizen van 60-80 m³/s. Mogelijk dat dit, zonder infrastructurele ingrepen als een bypass, tot substantiële scheepvaarthinder leidt. Of

dit daadwerkelijk het geval is, hangt af van de wijze waarop het water vanuit het ARK naar het Markermeer wordt doorgevoerd. Meer specifiek is de vraag hoeveel zoetwatertegendruk in de monding van het ARK nodig is aanvullend op het doorvoerdebiet (Figuur 3). Voorts is nader onderzoek nodig op welke wijze het water vanuit het ARK naar het Markermeer het beste kan worden doorgevoerd (Zeeburg, Nuon, etc) vooral vanuit waterkwaliteitsperspectief beschouwd. Overigens levert het tijdelijk terugschalen van de ARK-route naar 25-30 m³/s (bijvoorbeeld tijdens situaties met piekwatervraag of een zoutincident bij IJmuiden) nog steeds meerwaarde op voor de waterbeschikbaarheid in de IJM regio. Ook het meekoppelen met Toekomstbestendig ARK/NZK -waarbij gemaaluitbreiding is voorzien- is een interessante kans voor de ARK-doorvoerroute. Ten slotte is de maatregel 'Temmen brakke kwel Horstermeer' een relevant raakvlak met de nader te onderzoeken ARK-doorvoerroute. Deze maatregel kan er toe leiden dat de waterstromen op de Vecht inclusief inlaat via Muiden anders kunnen worden ingevuld.



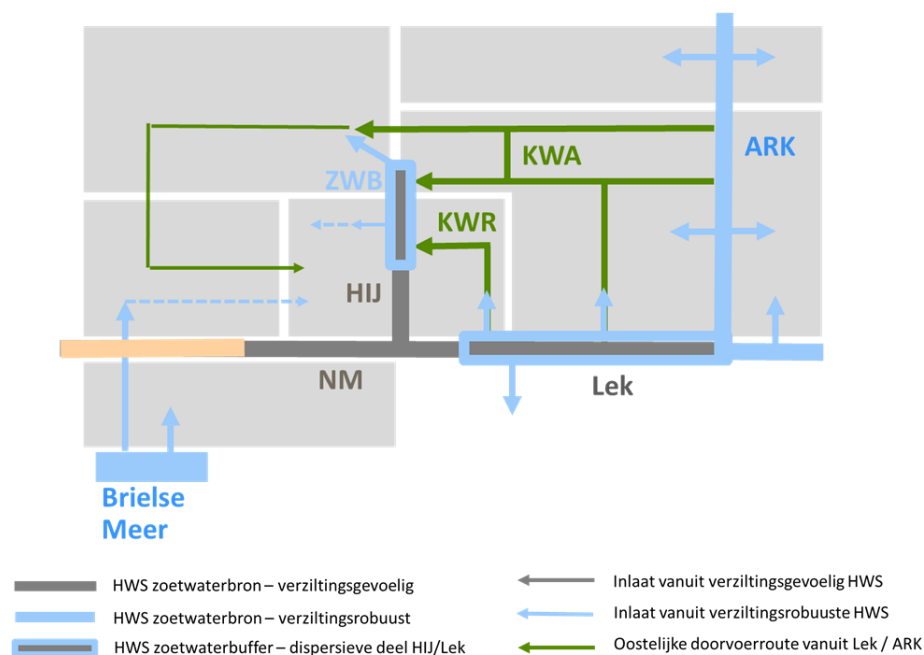
Figuur 3. Schematische weergave van de huidige, minimale doorspoeldebieten in de monding van het ARK (linkerfiguur) en een mogelijke situatie waarbij circa 40 m³/s naar het Markermeer wordt doorgevoerd (rechterfiguur). De doorvoer naar het Markermeer gebeurt in dit voorbeeld via Zeeburg en de Nuon centrale. Het advies is in een variantenstudie nader te onderzoeken of dit de logische en wenselijke doorvoerlocaties zijn, voornamelijk vanuit het perspectief van waterkwaliteit. Daarnaast is een relevante onderzoeksvraag wat er in de situatie met ARK-doorvoer (aanvullend) nodig is aan zoetwatertegendruk op het ARK. In het ARK is het creëren van voldoende tegendruk primair van belang voor het zoet houden van km10 (uitwisseling Vecht- en Amstelboezem) en km21 (drinkwater Nieuwersluis). Het is denkbaar dat een zoetwatertegendruk van 50 m³/s (rechterfiguur) op km5 in het ARK voldoende is om deze doelen te bewerkstelligen. Via modellering en/of praktijkmetingen kan deze hypothese worden getoetst.

West Nederland (excl. ARK/NZK)

West-Nederland - Noordrand RMM. De extra aanvoer naar het IJsselmeer zorgt ervoor dat de zoetwaterbuffers op de HIJ en Lek (noordrand RMM) iets eerder moeten worden ingesteld. Uit analyse blijkt dat het niet leidt tot het frequenter inzetten van de KWA (oostelijke aanvoer, Figuur 4) maar een beperkte toename van de duur (orde vijf dagen langer dan de referentie (gemiddelde duur bij zichtjaar 2050 orde grootte 70 dagen per 4 jaar). Het

watertekort in de gehele regio kan verder worden teruggebracht als de capaciteit van de oostelijke aanvoerroute (KWA en eventueel Krimpenerwaardroute of alternatief) wordt uitgebreid. Dit is een regionale keuze die los staat van het SBN, maar wel door het SBN kan worden gefaciliteerd via de strategische buffers ARK en Lek.

De impact van het SBN op de overige inlaatlocaties in de verziltingsgevoelige delen (Figuur 4) is beperkt. Zo kunnen de chlorideconcentraties bij Parksluizen bij het SBN hoger zijn dan met de huidige strategie, wat te mitigeren is met een extra doorspoeldebiet (ordegrootte 0.2 m³/s). De infrastructurele variant zorgt voor een altijd zoete noordrand, waardoor investeringen in de oostelijke aanvoerroute niet nodig zijn evenals de KWA calamiteiten inzet.



Figuur 4. Schematische weergave van de wateraanvoerroutes West Nederland tijdens maatgevend droogte / laag water (~800 m³/s), zoals de KWA en Krimpenerwaardroute (KWR). Hierbij is het onderscheid zichtbaar tussen delen van het hoofdwatersysteem die meestal zoet zijn maar bij lage afvoeren verzilten (grijs) en delen die ook verzilten maar via beheersmatige ingrepen efficiënt zoet te houden zijn ook bij lage afvoeren (grijs met blauwe omlijning).

West-Nederland - Zuidrand RMM. Het SBN heeft geen nadelig effect op de zoetwatervoorziening vanuit het Brielse Meer en het Haringvliet Oost. Deze zijn onderdeel van de strategische zoetwaterbuffers en een extra aanvoer van ordegrootte 40 m³/s naar het IJsselmeer heeft verwaarloosbare invloed op de waterbeschikbaarheid vanuit deze buffers (Deltares 2016). Tevens is geanalyseerd dat de kans op en ernst van achterwaartse verzilting door het SBN nauwelijks wordt beïnvloed: ordegrootte 50-100 m³/s minder afvoer over de Waal naar RMM zorgt voor enkele centimeters lagere waterstand bij Moerdijk, waar de zee dominant is. Achterwaartse verzilting treedt pas op bij forse opzet op zee met langdurig optredende waterstandverschillen tussen Hoek van Holland en Moerdijk van ordegrootte 1 m. Bovendien geldt dat een eventueel minimaal effect op de mate van achterwaartse verzilting beheersmatig te mitigeren is door in voorkomende omstandigheden (veelal in najaar) te zorgen voor maximale afvoer richting de zuidrand van de RMM.

Het SBN is voor de RMM zuidrand neutraal ten opzichte van huidige strategie, de infrastructuurle variant is vanzelfsprekend een *game changer* voor de zuidrand (zorgt voor altijd zoete Oude Maas, Brielse Meer en Haringvliet Oost). In termen van vermindering watertekort (voor zover deze beïnvloedbaar is vanuit het hoofdwatersysteem) levert de infrastructuurle variant vrijwel geen verschil ten opzichte van het SBN concept of de huidige strategie, omdat het watertekort in de RMM Zuidrand überhaupt klein is. Uitgaande van het beoogde kierprotocol zorgt het SBN voor een vergelijkbare waterbeschikbaarheid als bij het continueren van de huidige strategie.

Wel biedt het vrij te spelen water verschillende kansen voor gebruikers en sectoren in deze regio. Hierbij valt te denken aan het verbeteren van de waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer door meer/anders door te spoelen. Of in het geval van een zout Volkerak-Zoommeer een andere zout/zoet scheidingsoplossing te implementeren bij de Volkeraksluizen. Vanuit natuur is er de wens tot vergroting van de estuariene dynamiek en vismigratie in het Haringvliet. Mogelijk dat een ander beheer van de Haringvlietssluisen hieraan een bijdrage kan leveren. Overigens kan een ander beheer van de Haringvlietssluisen wel een verandering in de verziltingssituatie op de zuidrand van de RMM tot gevolg hebben. De heroverweging om het water anders te verdelen of te gebruiken is geen onderdeel van SBN en in deze verkenning niet nader onderzocht.



Figuur 5: impressie van ruimtelijke variaties in de verziltingsgevoeligheid van het hoofdwatersysteem in de Rijn-Maasmonding rond 2050.

Andere regio's

Voor de andere gebieden zoals Twentekanal, Brabantse kanalen, Rivierengebied, Zuidwestelijke Delta biedt het SBN een belangrijke kans: het faciliteren van een grotere zoetwateronttrekking uit het hoofdwatersysteem, zonder dat dit automatisch ten koste gaat van benedenstrooms gelegen gebieden (wel effect op scheepvaart, paragraaf 2.3). Of het vergroten van de aanvoer naar regionale systemen, gebruikers en sectoren wenselijk is, is een vraag van een andere orde die zal worden afgewogen tegen andere opties als sectorale oplossingen. Stel dat het bijvoorbeeld bestuurlijk/maatschappelijk wenselijk is om de aanvoer

naar de Twentekanalen met 20% te vergroten, dan kan dit met het SBN worden gefaciliteerd. De IJsselmeerbuffer is namelijk niet meer alleen afhankelijk van de aanvoer via de IJssel, maar kan ook via het ARK worden voorzien. Als meer water aan de IJssel wordt onttrokken, vraagt dit extra inzet van de ARK route of het tijdelijk accepteren van minder aanvoer naar het IJsselmeer en Markermeer. Deze kans geldt ook voor de infrastructurele variant, maar minder bij het voortzetten van de huidige strategie, waarbij het zo lang mogelijk op peil houden van de zoetwatertegendruk op de Nieuwe Waterweg hoge prioriteit heeft en het op peil houden van het IJsselmeer hoofdzakelijk via de IJssel moet worden gerealiseerd.

2.3 Sectoren

Het aanwijzen en vastleggen van strategische buffers heeft als belangrijk voordeel dat het duidelijkheid geeft richting de sectoren over de delen van het hoofdwatersysteem waarvoor het Rijk zich (extra) inspent om deze ook op de langere termijn en in extreme situaties beschikbaar te houden voor de zoetwatervoorziening. Deze duidelijkheid geldt niet alleen voor de sectoren, maar ook voor de gebruikers en collega-waterbeheerders. Gebruikers worden hierdoor beter in staat gesteld om relevante lange termijn investeringsbeslissingen te nemen. Een tweede voordeel is dat operationeel minder snel calamiteitsituaties gelden (instellen en beheren van de buffers 'standaardiseren') (zie verder paragraaf 2.4). Dit voordeel geldt primair ten opzichte van de huidige DPZW strategie; de infrastructurele variant verschaft eveneens helderheid door de harde scheiding tussen zoet en zout in de RMM.

Drinkwatersector

Het effect van het SBN op de drinkwatersector is neutraal tot positief. Neutraal heeft betrekking op de functionaliteit van de drinkwaterlocaties in de RMM, mede vanwege de reeds aangelegde membraantechnologie bij verziltingsgevoelige locaties in de advectieve delen van de Lek en Noord. Voorts zal de invloed van het SBN op de voortschrijdend jaargemiddelde chlorideconcentraties op de Lek minimaal zijn ten opzichte van de huidige strategie. Het deel van de Lek waar bij lage rivierafvoeren dispersief transport van zout dominant is wordt met het SBN zoet gehouden door het inzetten van een zoetwaterbuffer op de Lek.

Het duidelijk aanwijzen en beheren van strategische zoetwaterbuffers is van meerwaarde voor strategische keuzes bij vervangingsinvesteringen en nieuwe winlocaties. Dit voordeel geldt primair ten opzichte van de huidige strategie. Bij het infrastructureel afsluiten van de RMM blijven de huidige winlocaties in de RMM altijd zoet, is membraantechnologie in het advectieve deel Noord en Lek niet meer nodig en zijn eventuele nieuwe winlocaties ook buiten de buffers mogelijk.

Het effect van SBN op de drinkwaterinname vanuit het IJsselmeer is niet nader beschouwd.

Landbouwsector

De landbouw profiteert van het SBN in de IJsselmeerregio het meest (Noord, Midden en deels Oost Nederland), voor zover deze van water vanuit het IJsselmeer kan worden voorzien. Het door het hoofdwatersysteem beïnvloedbare deel van de opbrengstreductie wordt fors teruggebracht, ordegrrootte 60 miljoen euro opbrengstvermeerdering in een droog jaar als 1976¹. Die opbrengstvermeerdering heeft wel een prijs: de beregeningskosten om dit te bewerkstelligen nemen tegelijkertijd toe met circa 30 miljoen euro. In andere regio's treedt er geen verandering in zoetwaterknelpunten op als gevolg van het stuurbaar buffernetwerk, omdat de zoetwatervoorziening vanuit de buffers kan worden georganiseerd. Wel geldt hierbij dat de oostelijke aanvoeroute (KWA en Krimpenerwaard infrastructuur) voor West-Nederland langer inzetbaar moet worden gemaakt.

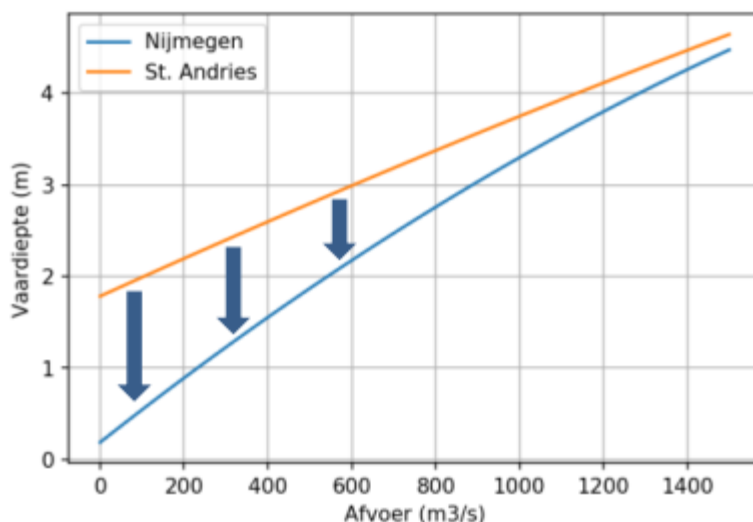
Een groot deel van de berekende reductie in het watertekort (Figuur 2) komt ten goede aan de waterkwaliteit van grote inlaat en doorvoerkanalen (bv. Eemskanaal). Hier heeft de landbouw profijt van, maar dat is niet gemonetariseerd

Scheepvaartsector

Een extra debiet via het ARK als aanvoermaatregel naar de IJsselmeer-/Markermeerbuffer zorgt voor een waterstandsverlaging op de Waal in de omgeving van Tiel. Deze beheersmatige ingreep heeft alleen invloed op de relatieve ondiepte bij St Andries in de Waal en niet op de vaardiepte verderop de Waal bij Nijmegen. In onderstaande figuur is af te lezen dat de verschillen in vaardiepte tussen St Andries en Nijmegen vrij groot zijn, waardoor Nijmegen de minst gepeilde diepte is en blijft bij het SBN voor scheepvaart verkeer naar het Duitsland. Ook zal het SBN het aantal dagen onderschrijding van de minst gepeilde diepte bij Nijmegen niet beïnvloeden. Dit betekent dat het SBN geen effect heeft op de belangrijke Waalroute voor scheepvaart (corridor Rotterdam - Duitsland), maar enkel op de binnenlandse scheepvaart (die op de Waal enkel langs St. Andries en niet langs Nijmegen gaat).

Voor al het scheepvaartverkeer dat langs St Andries moet maar niet langs Nijmegen zorgt het SBN voor een beperkt negatief effect. Uit de berekeningen voor Deltascenario STOOM2050 volgt dat de vaardiepte van 2.8 m bij St Andries gemiddeld 3 dagen per jaar wordt onderschreden, en dat dit beperkt toeneemt naar 3.5 dagen bij inzet van het SBN, als gevolg van de extra aanvoer naar het IJsselmeer/Markermeer via het ARK. Ter vergelijking, dit valt (ruimschoots) binnen de internationale afspraak voor scheepvaart over Rijn waarin het gezamenlijke streven is om een vaardiepte van 2.8 m over het gehele traject zoveel mogelijk (gemiddeld niet meer dan 20 dagen per jaar onderschrijding). En er is geen sprake van extra niet vervoerde vracht.

¹ De hier gebruikte eenvoudige relaties voor berekening landbouwschade en -opbrengst houden geen rekening met markteffecten, wat met de landelijke effectmodule Agricom-Prijsstool wel mogelijk is.



Figuur 6: Verschil in vaardiepte tussen de locaties St Andries en Nijmegen op de Waal bij lage afvoeren. Uit de figuur is af te leiden dat de verschillen in vaardiepte tussen beide locaties groot zijn. Dit is de reden dat bij een beheersmatige ingreep als 100 m³/s van Waal naar ARK/Lek -die alleen effect heeft op de vaardiepte bij St Andries- Nijmegen de minst gepeilde diepte op de Waal blijft (Deltares 2019). NB. De absolute vaardiepte in dit figuur kan enkele decimeters afwijken van de werkelijkheid

Het vergroten van de afvoer over het ARK zorgt voor een verlaging van de vaardiepte bij St Andries, wat een economisch effect heeft voor het scheepvaartverkeer dat langs St Andries moet maar niet langs Nijmegen. Dit economisch effect treedt in STOOM2050 in 6 van de 100 jaar op en varieert voor elk van deze jaren tussen de 0.2 en 0.7 miljoen euro. Overigens is het goed te beseffen dat het economische belang van de Waalroute -waarvoor Nijmegen limiterend is en blijft- veel groter is, blijkend uit de totale vaarkosten op deze route van meer dan 2 miljard euro (tegenover 105 miljoen euro voor scheepvaartroutes die alleen langs St Andries gaan).

Uit het bovenstaande volgt dat de impact van het SBN op de scheepvaartsector ten opzichte van het continueren de huidige strategie gering is. Los van de uitdaging om onder andere via IRM de potentieel majeure effecten van klimaatverandering op de scheepvaart te mitigeren. In de infrastructurele variant gelden bij een andere waterverdeling in het Midden-Rivierengebied min of meer dezelfde uitdagingen met betrekking tot de vaardiepte op de Waal. Daarnaast wordt het afsluiten van de Nieuwe en Oude Maas als zeer onwenselijk en ontwrichtend beschouwd voor scheepvaart en de gehele logistieke sector (Mainport Rotterdam).

Natuur

Het 'vrijspelen' van water via het SBN biedt kansen voor natuur/vismigratie, bijvoorbeeld door een deel van de Rijnaafvoer te benutten voor het langer open houden van de Kier en/of vergroting van de estuariene dynamiek. Eventueel ruimer kieren kan door het SBN worden gefaciliteerd, maar een dergelijke keuze is geen onderdeel van SBN. Voorts zal bij een eventueel ander beheer van de Haringvlietsluizen het zekerstellen van de strategische zoetwaterbuffers Haringvliet-Oost en het Brielse Meer randvoorwaardelijk zijn. Maar het SBN biedt ook kansen voor vistrappen op andere locaties bijvoorbeeld bij Schellingwoude, die nu vaak ten behoeve van het besparen van water tijdens droogte dicht gezet worden. Dit is een voordeel van het SBN ten opzichte van het voortzetten van de huidige strategie

en de infrastructurele variant. Tevens geldt voor de infravariant dat deze de estuariene dynamiek en vismigratie verslechtert door het afsluiten van de noordrand van de Rijn-Maasmonding.

Overig

Het SBN faciliteert vergroting watervraag vanuit het hoofdwatersysteem, mocht dat bijvoorbeeld wenselijk zijn voor afremming bodemdaling en vermindering CO₂ uitstoot. Voorwaarde is het navenant uitbreiden van de regionale aanvoersystemen en adequaat functionerende en beheerde onderwaterdrainage op de percelen.

2.4 Operationeel waterbeheer / calamiteitenmanagement

Als mogelijk voordeel van het SBN wordt beschouwd dat het moment dat calamiteitenbeheer van toepassing wordt, wordt uitgesteld (LCW criteria afstemmen op de mogelijkheden van het SBN inclusief criteria voor scheepvaart), evenals het operationeel inzetten van de verdringingsreeks door de LCW. Het tijdig instellen van de zoetwaterbuffers is dan standaard onderdeel van het gezamenlijke beheer bij afnemende Rijnafvoer en toenemende droogte en vastgelegd in landelijk afgestemde en geaccordeerde redeneerlijnen en ondersteund door een goed uitgerust monitoringsnetwerk, beslissingsondersteunende systemen en informatieschermen (SWM-plus). Dit mag als voordeel ten opzichte van de huidige strategie worden beschouwd.

Behoudens de vaardiepte voor het binnenlandse scheepvaartverkeer over de Waal, zijn er tijdens maatgevende droogte/laagwater vanuit landelijk waterverdelingsperspectief geen negatieve gevolgen van een (soms) grotere afvoer naar ARK en/of Hagestein:

- de afvoer over de IJssel wordt niet beïnvloed (en daarmee vaardiepte en waterstandsafhankelijke inlaten langs de IJssel);
- scheepvaart over de belangrijke Waalcorridor wordt niet beïnvloed; Nijmegen is en blijft de kritische ondiepte voor scheepvaart die niet verandert door het SBN;
- voor de waterverdelingsafhankelijke regio's waaronder de Rijn-Maasmonding, het Amsterdam-Rijnkanaal en de IJsselmeerregio blijft de waterbeschikbaarheid gelijk of verbetert. Voor de regionale inlaten bij het ARK-Betuwapand en op de Waal nabij Tiel kan de buitenwaterstand in de periodes van inzet van de ARK-route enkele centimeters lager worden. In hoeverre dit effect heeft op de inlaatcapaciteit moet nog worden gespecificeerd.

Dit betekent mogelijk een vereenvoudiging van de operationele waterverdeling waarvoor minder vaak complexe afwegingen nodig zijn. Wel vereist het SBN een adequaat monitoringsnetwerk, betrouwbare modelprognoses en informatie- en beslissingsondersteunende systemen opdat de verschillende buffers tijdig, op efficiënte wijze kunnen worden ingezet en beheerd (SWM).

Het stuwbeheer van Driel onder laagwater omstandigheden zal bij het SBN veelal hetzelfde blijven. Extra aanvoer naar Hagestein en het ARK zal primair via het ARK-Betuwapand (Bernhardsluizen) gebeuren met als voordeel dat dit niet ten koste gaat van vaardiepte op de IJssel en de Waal bij Nijmegen. Wel kan het in voorkomende situaties zinvol

zijn om bij Rijafvoeren tussen 1600-2000 m³/s meer water naar de IJssel te sturen. Met als doel om de IJsselmeerbuffer gevuld te krijgen, als dat via de normale IJsselafvoer mogelijk niet lukt. Bijvoorbeeld: bij 1900 m³/s Lobith afvoer resulteert het stuwprogramma in nog ongeveer 200 m³/s afvoer via stuw Driel. Stel dat dit wordt geknepen tot 50 m³/s, zal ongeveer 50 m³/s extra over de IJssel stromen en 100 m³/s extra over de Waal. Naast tijdelijk extra aanvoer naar het IJsselmeer betekent dit ongeveer 15-20 cm extra vaardiepte bij de IJsselkop en ongeveer 20 cm extra vaardiepte op de Waal bij Nijmegen (Deltares 2019).

In de analyses met QWAST is inzet van bovengenoemde maatregel niet goed te simuleren, vanwege de 'voorkennis' van het model over het afvoerverloop bij Lobith. Echter vanuit kennis van het waterbeheer kan gesteld worden dat deze optie bij Driel extra sturingskracht geeft die in bepaalde jaren met onzekere hydrometeorologische verwachtingen van pas zou kunnen komen. De verwachting is dat het hier om een beperkt aantal situaties gaat, omdat voor deze maatregel een afvoer van 1600-2000 m³/s nodig is in of voorafgaand aan een langere periode van laagwater.

2.5 Kosten / baten

Een globale analyse naar de bepalende kosten en baten van het stuurbaar buffernetwerk laat naar verwachting een positieve balans zien voor het SBN. De investeringskosten van het SBN zijn niet gekwantificeerd, maar zijn naar verwachting een orde kleiner dan de baten, omdat de kosten primair betrekking hebben op de tools en informatievoorziening die nodig zijn voor situationeel, afgestemd, operationeel waterbeheer. Grote investeringen in infrastructuur zijn in eerste instantie niet voorzien voor het SBN, met als kanttekening dat een maatschappelijke kosten-baten analyse nog moet worden uitgevoerd. Dit is een wezenlijk verschil met de infrastructurele variant, waarvoor de geschatte kosten 8 miljard zijn die op geen enkele wijze terug te verdienen zijn vanuit het oogpunt van zoetwatervoorziening (RWS 2015). Dit betekent dat het afsluiten van Rijn-Maasmonding primair in het licht van waterveiligheid en de consequentie voor de mainport Rotterdam moet worden beschouwd. Potentiële voordelen voor de zoetwatervoorziening van deze afsluiting hebben enkel betrekking op de regio Rijn-Maasmonding. Denk hierbij aan het niet hoeven te vergroten van de oostelijke aanvoer naar West Nederland (verwachte kosten 10-15 miljoen euro) en het niet hoeven automatiseren van enkele inlaten van Hollandse Delta. Deze baten staan in geen verhouding tot de investering in twee sluis- en maalcomplexen in de Nieuwe en Oude Maas. Bovendien is er (zie ook hoofdstuk 3) vanuit de zoetwatervoorziening geen noodzaak tot het afsluiten van de RMM.

Zoals in voorgaande paragrafen is beschreven, zorgt het SBN voor een forse vermindering van het watertekort in de IJsselmeerregio. Dit levert in extreme jaren als 1921 en 1976 een baat op van 50-60 miljoen euro aan landbouwopbrengsten. De beregeningskosten nemen daardoor ook toe met circa 30 miljoen euro in deze jaren. In eerste instantie gaat het SBN uit van de huidige infrastructuur en hebben de kosten primair betrekking op de tools en informatievoorziening die nodig is voor situationeel, operationeel watermanagement (monitoring, SWM redeneerlijnen, informatieschermen, BOS). Deze kosten zijn deels eenmalige investeringen voor de ontwikkeling van producten en deels beheer en onderhoud. Een belangrijk deel van deze kosten vallen binnen het huidige operationeel waterbeheer en/of

de te verwachten stappen binnen het programma Slim Watermanagement. Wel is de verwachting dat het SBN op dit vlak aanvullende kosten met zich meebrengt.

Naast de financiële landbouwbaten zijn er verschillende andere baten denkbaar die ofwel door het SBN worden gerealiseerd dan wel worden gefaciliteerd. Het bieden van de mogelijkheid tot extra onttrekkingen uit het hoofdwatersysteem naar Oost- en Zuid-Nederland en de Zuidwestelijke Delta en/of het faciliteren van natuur en recreatie in de Delta behoren tot de mogelijkheden waarvoor een maatschappelijke kosten-baten analyse nodig is om de voor- en nadelen van deze afwegingen verder uit te werken. Tevens zorgt het duidelijk vastleggen van de strategische buffers ervoor dat nieuwe investeringen door sectoren, gebruikers en waterbeheerders kosteneffectief en duurzaam worden gedaan. Op die manier zijn later minder mitigerende maatregelen nodig om de functionaliteit aan te passen aan het veranderende klimaat.

Op termijn zijn investeringskosten in het SBN denkbaar om de werking van het buffernetwerk te versterken. Een voorbeeld hiervan kan de uitbreiding van de capaciteit van ARK route naar het Markermeer zijn. Of dit in de verdere toekomst daadwerkelijk zinvol en kosteneffectief is, zal te zijner tijd moeten worden bepaald.

In vergelijking met het voortzetten van de huidige strategie hebben de additionele kosten voor het SBN vooral betrekking op de eerdergenoemde informatievoorziening en het bestuurlijke/maatschappelijke/juridische spoor om het concept van het stuurbaar buffernetwerk zorgvuldig vast te leggen en te verankeren.

Kader: past SBN binnen huidige technische infrastructuur

Een belangrijke vraag is of het SBN technisch/fysisch mogelijk is en grotendeels te implementeren binnen de huidige infrastructuur. Deze vraag kan bevestigend worden beantwoord. In de SBN strategie zijn Driel, Hagestein, Irenesluizen, Bernhardsluizen en Haringvlietluizen de bepalende stuurknoppen voor het instellen en beheren van de strategische zoetwaterbuffers. In de 100-jarige 2050STOOM analyse kunnen deze kunstwerken de gevraagde debieten vrijwel altijd leveren.

Wel geldt voor circa 4 van de 100 jaar dat de grenzen van de (doorlaat)capaciteiten van de kunstwerken op de ARK-route worden benaderd. Hoewel de benodigde debieten grosso modo kunnen worden geleverd, zou dit samen kunnen gaan met scheepvaarthinder. Of en in welke mate hier sprake van zal zijn, vraagt nader onderzoek want hangt af van de te kiezen oplossing qua doorvoer en het precieze zoet-zout gedrag in de monding van het ARK (paragraaf 2.2).

De ARK-route via de Pr. Bernhardsluizen en de Pr. Irenesluizen is het meest kritisch. Daar zal in de toekomst regelmatig langdurig grote hoeveelheden water worden doorgevoerd. Het is overigens zeker mogelijk tijdelijk minder water door te voeren naar het IJM/MM als daar redenen voor zijn (scheepvaart, incidenten, etc). Dit kan operationeel worden ingevuld als het streven om bijvoorbeeld in zeer droge jaren zo lang mogelijk 40 m³/s door te leveren; maar zo nodig tijdelijk minder. Vanuit scheepvaartmanagement en/of waterbeheer kan op termijn verbetering van de doorvoer bij de Pr. Irenesluizen via een bypass een optie zijn als er te frequent stremming ontstaat.

3 Het stuurbaar buffernetwerk op de langere termijn (beschouwing)

Met een quick scan analyse is door Deltares en HydroLogic berekend dat de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem in 2050STOOM met het SBN op orde is: in vrijwel alle jaren kunnen de gewenste watervragen aan het hoofdwatersysteem worden voorzien waarbij alleen in de twee meest extreme jaren een tekort voor de IJsselmeerregio resteert. Overigens heeft het voorgaande alleen betrekking op de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem; watertekorten als gevolg van bijvoorbeeld het ontbreken van wateraanvoermogelijkheden, te kleine regionale aanvoercapaciteiten, geen mogelijkheid hebben tot beregening en/of het uitzakken van grondwaterstanden vallen hier buiten. Evenals vaardiepte beperkingen op de Waal die het gevolg zijn van lage Rijnaftvoeren.

Ten opzichte van de referentie neemt bij SBN het watertekort in de gehele IJsselmeerregio af zonder dat dit ten koste gaat van de waterbeschikbaarheid in andere regio's. Voorts biedt het SBN kansen voor verbetering van de zoetwatervoorziening of andersoortige doelen voor waterbeheerders, sectoren en gebruikers. In het verlengde hiervan is voor de langere termijn een interessante vraag wat de regio's en sectoren met deze mogelijkheden gaan doen: gaat er bijvoorbeeld stevig ingezet worden op het meer onttrekken uit het hoofdwatersysteem? Met de kanttekening dat elke extra onttrekking uit het hoofdwatersysteem tot extra kosten voor de scheepvaart leidt.

Het SBN is nog niet in detail getoetst aan scenario's voor zichtjaar 2100 en/of versnelde zeespiegelstijging. Evenwel is er vanuit diverse analyses en systeem- en expertkennis het nodige te zeggen over de houdbaarheid van het SBN concept op de langere termijn. Hier speelt met name de vraag of de strategische buffers ook op de langere termijn in stand blijven:

- Allereerst wordt er **geen omslagpunt / knikpunt voorzien in het functioneren van de strategische buffers**. Deze blijven ook na 2050 naar behoren functioneren. De verwachting is dat een deel van de buffers voor verdere zichtjaren of extreme scenario's zonder (grote) infrastructurele aanpassingen goed blijven functioneren. Voor een ander deel van de buffers kan gelden dat de zoetwatervoorziening vanuit deze buffers geleidelijk achteruitgaat en dat watertekorten zich vaker zullen voordoen. Deze autonome achteruitgang (die dus niet automatisch voor alle buffers geldt) kan vervolgens passend bij de filosofie van het SBN worden gemitigeerd: bijvoorbeeld door het vergroten van de buffer of het vergroten van de aanvoer naar de buffer.
- **Zoetwaterbuffers West-Nederland** (Hollandsche IJssel, Lek): de verwachting is dat deze buffers een voorbeeld zijn van eerstgenoemde optie, waarbij de buffer na 2050 zonder ingrijpen blijft functioneren. Bijvoorbeeld bij een zeespiegelstijging van 2 meter zal de advectieve-dispersieve overgangszone op de Lek/HIJ wat verder landinwaarts

bewegen, maar de zoetwaterbuffer blijft in stand. Het effect van tijdelijk hogere chlorideconcentraties (in het advectieve deel) op de buffer kan worden gemitigeerd met een beperkte verhoging van het surplus. Extra aandacht is nodig voor onttrekkingen in de advectieve-dispersieve overgangszone. Belangrijke onttrekkingen die ver in de dispersieve zone liggen zoals Gouda en Koekoek, zijn naar verwachting ook bij twee meter zeespiegelstijging inzetbaar.

- **Zoetwaterbuffer IJsselmeer:** deze buffer blijft functioneren, al kan geleidelijk aan het watertekort toenemen in extreme jaren bij afnemende Rijnafoer en toenemende watervraag/verdamping. Voor een deel kunnen de effecten van klimaatverandering worden opgevangen met het SBN, door het vaker inzetten van de ARK-route. In het geval van een toenemend tekort in extreme jaren, ligt vervolgens de keuze voor tot het frequenter accepteren van een watertekort dan wel het versterken van de buffer (vergroten aanvoercapaciteit en/of vergroten buffercapaciteit van 30 naar bijvoorbeeld 40 cm).
- **Zoetwaterbuffers Brielse Meer en Haringvliet Oost.** Nader onderzoek is nodig wat de gevolgen zijn van versnelde zeespiegelstijging op de waterbeschikbaarheid van het Brielse Meer via de hoofdinlaatroute Bernisse vanuit het Spui. Mogelijk zijn er op termijn ingrepen aan het inlaatkunstwerk of een alternatieve aanvoerroute nodig bij een afnemend zoetwaterinlaatvenster op het Spui. Voorts is de verwachting dat de Haringvliet Oost buffer met adequaat beheer van de Haringvlietstuizen ook op de langere termijn in stand kan worden gehouden. Gevolgen van (frequenter) optredende achterwaartse verzilting kunnen worden gemitigeerd door een deel van de Rijnafoer te gebruiken voor het zoetspoelen van (bovenlaag) het Haringvliet.
- **Zoetwaterbuffer ARK.** Ook in de toekomst is er voldoende verhang bij de Pr. Irenestuizen om het ARK zoet te houden. Wel is mogelijk een bypass wenselijk om te frequente hinder voor scheepvaart te voorkomen. Vergrote zoutindringing bij IJmuiden kan worden gemitigeerd met het navenant verhogen van de zoetwatertegendruk in het noordelijk deel van het ARK.

Samenvattend blijven de zoetwaterbuffers ook op de langere termijn naar behoren functioneren. Voor een deel van de buffers geldt dat deze op vergelijkbaar niveau blijven functioneren en een omslagpunt voorlopig niet in zicht is (Type Lek). Voor een ander deel van de buffer kan de prestatie geleidelijk aan afnemen (Type IJsselmeer), en ligt de keuze voor om dit te accepteren dan wel de buffer te versterken. Voor dit type buffer ligt in de toekomst steeds de volgende strategische keuze voor:

- (a) buffer(beheer) houden zoals het nu is, en eventuele achteruitgang als gevolg van klimaatverandering accepteren.
- (b) versterken van de buffer door en/of:
 - 1) vergroten van de buffercapaciteit (bijvoorbeeld verder laten uitzakken IJsselmeerpeil);
 - 2) vergroten van de aanvoer naar de buffer (bijvoorbeeld ARK route van 40 naar 80 m³/s);
 - 3) aanpassen van de (totale) onttrekking uit de buffer.

Op de langere termijn is de ontwikkeling van de Rijnafoer de meest bepalende (en daarmee belangrijkste) onzekerheid voor de zoetwatervoorziening in Nederland vanuit het hoofdwatersysteem, en in mindere mate zeespiegelstijging (tot in ieder geval 1-2 m). De

effecten van de zeespiegelstijging zijn tot op zekere hoogte te beheren via een slimme waterverdeling en het organiseren van de zoetwatervoorziening uit robuuste zoetwaterbuffers. Een in de verdere toekomst forse afname van de Rijnafvoer is minder eenvoudig te beheren, hoewel het SBN (ten opzichte van de huidige strategie) hierop inspeelt door rivierwater efficiënter in te zetten middels de strategische bufferkeuzen. Bij zeer sterke afname van de Rijnafvoer in de verre toekomst komen wellicht stuwen in de Waal in beeld.

Eventuele sluizen in de Oude en Nieuwe Maas zijn een ‘gamechanger’ voor de Rijn-Maasmonding, maar hebben in principe geen directe invloed op de zoetwatervoorziening in de andere delen van Nederland. Zoals eerder benoemd is deze keuze vanuit zoetwatervoorziening niet nodig. Mocht dit besluit op de langere termijn (bijvoorbeeld 2070-2100) vanuit waterveiligheidsperspectief worden genomen, dan zal de zoetwatervoorziening in de RMM zich hierop moeten instellen. De RMM ten oosten van de sluizen kan dan als een gehele zoetwaterbuffer worden beschouwd waaruit door waterschappen en sectoren onbeperkt water kan worden onttrokken. Op de zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeer, IJssel, Nederrijn-Lek, ARK, Maas en Twentekanalen heeft deze ingreep geen directe impact.

Mogelijk vervolg / roadmap (aanzet)

Wanneer het stuurbaar buffernetwerk als basis voor de te volgen zoetwaterstrategie voor het hoofdwatersysteem wordt gekozen, kan dat conform de principes van adaptief delta-management worden ingevoerd:

- Het de komende jaren verder uitbouwen en verstevigen van de Slim Watermanagement strategie, producten en tools, rekening houdend met het buffernetwerk;
- In de operationele praktijk sturen conform het SBN in oprichting (io), eventueel volgens het concept Lerend Implementeren waarbij kennisvragen en onzekerheden via praktijkonderzoeken en experimenten worden beantwoord;
- Het geleidelijk formaliseren (MER?), vastleggen en beleidsmatig/juridisch verankeren van de strategische zoetwaterbuffers; toe werken naar een formeel besluit; de governance onder normale en calamiteitenomstandigheden uitwerken (o.a. afstemmen verdringsreeks);
- Alle nieuwe ontwikkelingen op het gebied van zoetwater (vergunningen, onttrekkingen, renovatie kunstwerken) toetsen aan wensen/eisen/randvoorwaarden vanuit het SBN-concept;
- Ontwikkelen van een beheerkader per strategische zoetwaterbuffer;
- Communicatie(strategie) met sectoren, gebruikers, belanghebbenden;
- Uitvoeren van een variantenstudie voor de ARK-doorvoerroute.

Hieruit volgen in willekeurige volgorde in ieder geval de volgende te nemen besluiten:

- Beleidsmatig vaststellen van het stuurbaar buffernetwerk op nationaal niveau;
- Keuze voor de gewenste ARK-doorvoerroute variant;
- Operationeel sturingskader SBN;
- Het vaststellen van een beheerkader (onder andere wanneer interen, aanvullen, instellen) per strategische zoetwaterbuffer.

Daarnaast is er een aantal te nemen besluiten die niet direct uit het SBN voortvloeien, maar wel een relatie hebben met het SBN (niet uitputtend):

- Het wel/niet vergroten van de oostelijke aanvoerroute naar West-Nederland. Dit is primair een regionale afweging, die vanuit het hoofdwatersysteem kan worden gefaciliteerd. Van belang is dat eventuele onttrekkingen uit de strategische zoetwaterbuffers Lek en/of Hollandsche IJssel plaatsvinden.
- Het wel/niet vergroten van de wateraanvoer naar Oost-Nederland via de Twentekanaalen. Hiertoe wordt een verkenning opgestart. Besluit is regionale afweging die vanuit het hoofdwatersysteem in principe kan worden gefaciliteerd.
- Het versterken van de Deltanatuur door ander beheer van de Haringvlietsluizen. Eveneens een keuze die losstaat van het SBN, maar wel binnen het SBN concept past. Indien gewenst kan een deel van het 'vrijgespeelde' water worden benut voor het verbeteren van de vismigratie en/of estuariene dynamiek.

4 Referenties

Arcadis (2017). Verkenning vergrote aanvoer water via Betuwepand onder droge omstandigheden.

Becker, B., Gijsbers, P., (2019). Validatie QWAST versie 2019, Deltares rapport 11203734-004. Delft.

Deltares (2019). Eenvoudige scheepvaartrelatie voor vaarkosten Waal door afname vaardiepte. Deltares memo 11203734-012-ZWS-0007, datum: 31 augustus 2019.

Deltares (2016). Systeemanalyse Rijn-Maasmonding: analyse relaties noord- en zuidrand en gevoeligheid stuurknoppen. Deelproject Systeemanalyse en Slim Watermanagement.

Gijsbers, P., Ten Velden, C., (2017) Validatie QWAST-Nederland: Quick Water Allocation Scanning Tool voor inzet in Knelpuntenanalyse 2.0, Deltares rapport 11200588-025.

Hendriks, A., Gijsbers, P., (2016) LCW Quick Scan Tool - Documentatie Prototype, Deltares rapport 1230078-001. Delft.

HydroLogic (2019). Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem. Verkennende studie naar het Stuurbaar Buffernetwerk.

Infram (2019). Verkenning kansrijke maatregelen waterbeschikbaarheid Maas.

Mens, M., Van den Boogaard, H., Buschman, F., Nolte, A. (2018) Eenvoudige zoutrelaties voor snelle zoetwateranalyses. Deltares rapport 11200589-002, Delft.

Mens, M., Hunink, J.C., Delsman, J.R., Pouwels, J., Schasfoort, F., (2019) Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II, Deltares rapport 112003734-003. Delft.

RWS (2015). Motie Geurts, Deltaprogramma: onderzoek naar de effecten van sluizen in de Nieuwe Maas en Oude Maas op de waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Nader onderzoek variant afsluiting Nieuwe Waterweg.

Schasfoort, F., De Jong, J., Meijers, E. (2019) Effectmodules in het Deltaprogramma Zoetwater: Van hydrologisch effect naar economisch effect van droogte. Deltares rapport 11203734, Delft.

Stratelligence (2019) Economische Analyse Zoetwater: Tussenrapportage Fase 2 Stratelligence, September 2019, Leiden.

Witteveen en Bos (2017). Bypass Prinses Irenesluizen. Eindrapport VKA.

Bijlage A Samenvatting SBN ten opzichte van de DPZW criteria

Het oplossend vermogen van het SBN in termen van watertekort, een globale kosten-baten analyse en beschouwing van de toekomstvastheid/robuustheid is terug te vinden in het hoofdrapport. Daarnaast zijn beknopt de andere criteria voor besluitvorming in het DPZW beschouwd.

- Criterium Voorkeursvolgorde: zuinig zijn - beter vasthouden - extra aanvoeren**
 Het SBN concept is *zuiniger* voor het hoofdwatersysteem. Door te richten op de zoetwaterbuffers is minder water nodig voor tegendruk op de Nieuwe Waterweg. Mede daardoor wordt water 'vrijgespeeld' en kan het *extra aanvoeren* van water gefaciliteerd worden. Dit biedt kansen voor gebruiksfuncties. In hoeverre het vergroten van de aanvoer naar regionale systemen, gebruikers en sectoren wenselijk is, is een andere vraag en geen onderdeel van deze verkenning. Het *beter vasthouden* van water is beperkt mogelijk in het hoofdwatersysteem. Door de buffers slim te beheren worden ze optimaal benut. Ook voor de infrastructurele variant is zuiniger, omdat minder tegendruk op de Nieuwe Waterweg nodig is.
- Criterium Integraliteit: wateroverlast, waterveiligheid, waterkwaliteit**
 Een van de onderdelen van het SBN concept is de doorvoerroute ARK voor het MM/IJM. Er wordt een kans gezien om deze maatregel mee te koppelen met de plannen voor een Toekomstbestendig ARK/NZK waarbij wordt gezocht naar uitbreiding van de afvoercapaciteit van het ARK. Het SBN concept biedt ook kansen voor estuariene natuur (bijvoorbeeld in het Haringvliet), vismigratie en waterkwaliteit doordat meer water beschikbaar komt voor bijvoorbeeld ander beheer van de Haringvlietssluisen en doorspoeling. Sluizen in de Oude Maas en Nieuwe Maas (infravariant) zijn primair te beschouwen vanuit waterveiligheid (waterveiligheidsbaten orde hoger dan zoetwaterbaten).
- Criterium Flexibiliteit**
 Het concept Stuurbaar Buffernetwerk biedt in de operationele praktijk ruimte voor het situationeel bedienen van belangen gerelateerd aan landbouw, natuur, scheepvaart en drinkwater. Ook past het SBN in de adaptieve aanpak en is daarmee flexibel in de tijd. Dit geldt niet voor de infrastructurele variant, die gepaard gaat met een grote, onomkeerbare investering en een 'game changer' is voor de Rijn-Maasmonding.

Bijlage B Technische bijlage quick scan analyses

Samenwerking Deltares en HydroLogic

Om de effectiviteit van het concept Stuurbaar Buffer Netwerk te onderbouwen zijn verkennende berekeningen uitgevoerd met het *quick scan* instrumentarium dat binnen het Delta-programma Zoetwater wordt ingezet om de schifting te maken van mogelijke naar kansrijke maatregelen (zie Delsman et al., 2019). Voor de SBN analyse zijn de Quick Water Allocation Scan Tool (QWAST) en de eenvoudige relaties voor landbouw en scheepvaart gebruikt. Deze bijlage beschrijft welke berekeningen zijn uitgevoerd, welke aannames daarin zijn gemaakt en hoe de uitkomsten moeten worden geïnterpreteerd.

De volgende elementen uit het concept van Stuurbaar Buffer Netwerk zijn ver genoeg uitgewerkt om kwantitatieve analyse met QWAST mogelijk te maken:

- 1 Ruimer peilbeheer IJsselmeer: het toestaan van langer en vaker opzetten tot -0,1 m +NAP en de mogelijkheid om verder uit te zakken tot -0,4 m +NAP indien nodig om extreme tekortperiodes te overbruggen.
- 2 Extra aanvoer vanuit de Waal naar het Markermeer/IJsselmeer via het Amsterdam-Rijnkanaal (vanaf nu: 'ARKroute').
- 3 De mogelijkheid voor aangepaste sturing bij Driel, zodat bij middellage afvoer (1590 – 2000 m³/s) meer water richting de IJssel kan worden gestuurd.

Als gevoeligheidsanalyse is aanvullend gekeken naar het effect van het zoethouden van de Lek, wat tevens onderdeel is van het SBN concept, maar nog niet automatisch met QWAST berekend kan worden.

Indicatoren

Om de effectiviteit in beeld te brengen is gekeken naar de volgende variabelen:

- Percentage tekort in het voorzieningsgebied van het IJsselmeer (Figuur 7)
- Afvoer op de Waal ter hoogte van Tiel-Werkendam en Nijmegen
- Afvoer in het Amsterdam-Rijnkanaal: Betuwepand, Pr. Irenesluizen, ARKroute
- Scheepvaartkosten op de Waal bij Tiel-Werkendam en Nijmegen
- Landbouwopbrengst (fysieke opbrengst min beregeningskosten)



Figuur 7. Indeling in regio's op basis van watersysteemkenmerken ten behoeve van de knelpuntenanalyse zoetwater - in groen het voorzieningsgebied van het IJsselmeer

QWAST en de eenvoudige relaties

QWAST

QWAST (Quick Water Allocation Scan Tool) is een waterverdelingsmodel dat specifiek is ontwikkeld om snelle analyses naar de waterverdeling in Nederland mogelijk te maken. QWAST beschrijft de waterverdeling in het hoofdwatersysteem in Nederland op basis van verdeelregels en prioriteiten voor watervragen. De in QWAST opgenomen watervragen zijn overgenomen uit berekeningen met het Nationaal Water Model (NWM), de zogenaamde de Basisprognose 2018 (gerapporteerd in Mens et al., 2019). Anders dan het in NWM toegepaste Distributiemodel, optimaliseert QWAST de waterverdeling over het seizoen, op basis van de voorspelde watervraag en het aanbod. Dit komt met name tot uitdrukking in het IJsselmeerpeil, dat in QWAST bijvoorbeeld hoger gehouden kan worden in een tijdstap, omdat enkele tijdstappen later een grote vraag uit de regio verwacht wordt.

Een eerste prototype van QWAST is beschreven in Hendriks & Gijsbers (2016), de doorontwikkelde versie die is toegepast in de maatregelverkenning voor DPZW in 2018 (Mens et al., 2018a) is beschreven in Gijsbers & Ten Velden (2017). Dit jaar is voor toepassing binnen de hier beschreven maatregelverkenning een aparte validatie uitgevoerd (Becker and Gijsbers, 2019).

In QWAST worden, anders dan in NWM, geen beperkingen in inlaatcapaciteiten en doorvoercapaciteiten van het regionale oppervlaktewatersysteem ('districten') verondersteld.

Aangenomen is dat dergelijke beperkingen, vaak in kleine kunstwerken, in lopend beheer worden opgelost wanneer ze tot tekorten leiden.

Ten behoeve van de analyses voor Stuurbaar Buffer Netwerk zijn de volgende aanpassingen gedaan:

- 1 Er is een netwerktak toegevoegd van Amsterdam-Rijnkanaal naar IJmeer/Markermeer, waardoor het mogelijk wordt om water via de ARKroute (vanuit de Waal via Pr.Irensluizen en Amsterdam-Rijnkanaal) water aan te voeren naar het IJsselmeer/Markermeer. Deze tak heeft een maximum capaciteit van 40 m³/s in de basisberekening. In een van de gevoeligheidsanalyses is dit vergroot naar 70 m³/s.
- 2 Aanpassing binnen FEWS om de afvoerverdeling over de Rijntakken aan te passen waarbij rekening wordt gehouden met het feit dat minder debiet over Nederrijn voor 1/3 ten goede komt aan de IJssel en voor 2/3 ten goede komt aan de Waal.

De berekeningen zijn uitgevoerd met QWAST - SVN226, voor de periode 1911-2010 in het Stoom2050 scenario. Dit scenario wordt gezien als de bovenkant van de bandbreedte ten aanzien van knelpunten voor zoetwater in zichtjaar 2050.

Eenvoudige relatie landbouw

QWAST berekent de watervraag en het wateraanbod voor vier soorten gebruikers die kunnen worden voorzien uit het hoofdwatersysteem: beregening, doorspoeling, peilbeheer, drinkwater/industrie. Bij de watervraag voor doorspoeling en peilbeheer wordt verder onderscheid gemaakt tussen het regionale watersysteem ('districten') en het grotere oppervlaktewatersysteem (bv. Twentekanaal, Eemskanaal) ('netwerk'). Om in te schatten wat een verandering in watertekort voor beregening (op districtsniveau) betekent voor de landbouwopbrengst, is de eenvoudige landbouwrelatie ontwikkeld (zie bijlage in Delsman et al 2019). De relatie is afgeleid op basis van berekeningen met het Nationaal Water Model en Agricom, door per district de actuele verdamping (m³) af te zetten tegen de gewasopbrengst in euro's. Daarnaast wordt de verandering in variabele beregeningskosten (arbeidskosten en energiekosten) berekend.

Belangrijke uitgangspunten:

- Er is alleen gekeken naar met oppervlaktewater beregende percelen;
- De relatie is alleen afgeleid voor districten waarvan voor het merendeel van het inliggende oppervlaktewater peilbeheerst wateraanvoer mogelijk is.
- Zoutschade wordt niet beschouwd

Een verandering in opbrengstderving en beregeningskosten is slechts een eerste indicatie van het verwachte economisch effect, omdat geen rekening wordt gehouden met markteffecten en prijselasticiteit (zoals wel wordt gedaan met de effectmodule landbouw (Schafoort et al., 2019)). De uitkomsten kunnen dus niet een-op-een worden vergeleken met de uitkomsten van de economische Analyse Zoetwater (Van Rhee et al., 2019).

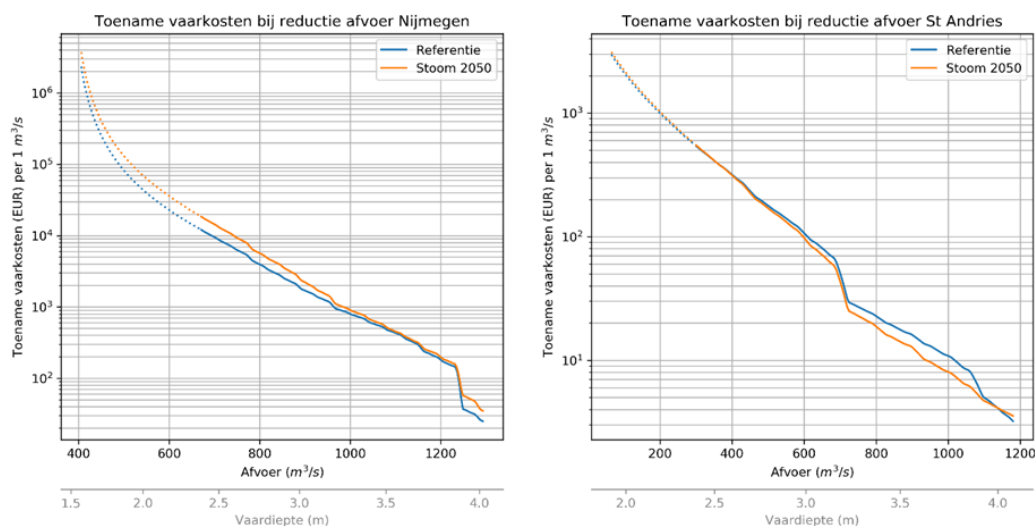
Eenvoudige relatie scheepvaart

Als een maatregel leidt tot een andere waterverdeling over de Rijntakken of een verandering in onttrekkingen uit het hoofdwatersysteem, kan dit de vaardieptes op de Rijntakken beïnvloeden. Het economische effect hiervan op de scheepvaart is afhankelijk van vele factoren, waaronder de afvoer; hoe lager de afvoer hoe groter het economische effect (Figuur 8).

Met de eenvoudige relatie voor scheepvaart (De Jong, 2019) wordt een verandering in afvoer op de Waal vertaald naar een schatting voor de verandering in vaarkosten en niet-vervoerde vracht over de corridor Rotterdam – Lobith. Op deze corridor wordt het grootste deel van de vaarkosten in Nederland gemaakt. Op deze corridor is naar twee punten gekeken: Nijmegen en St. Andries. Dit is slechts een deel van de economische effecten als gevolg van lage afvoeren (zie Schasfoort et al., 2019), maar wat betreft orde grootte een goede eerste indicatie.

Belangrijk in de interpretatie van de berekende vaarkosten is dat het grootste diepgangsknelpunt in Nederland zich bij Nijmegen bevindt (in Duitsland bevindt zich overigens een nog groter knelpunt, dit wordt niet beschouwd). Dit knelpunt is daarmee voor Nederland leidend voor alle transport over de beschouwde corridor naar Duitsland. De vaardiepte bij Sint Andries is altijd groter dan die bij Nijmegen, en daarmee voor de schepen die Sint Andries passeren richting Nijmegen niet van belang. De vaardiepte bij Sint Andries is alleen relevant voor dat deel van de scheepvaart dat Sint Andries passeert, maar Nijmegen niet (bijvoorbeeld richting Amsterdam).

De scheepvaartrelatie gaat uit van de huidige toestand van de rivier. Mogelijke veranderingen in de bodemligging, waardoor nieuwe drempels kunnen ontstaan bij vaste lagen en andere harde constructies in de rivier, zijn niet meegenomen in de eenvoudige relatie.



Figuur 8. Toename vaarkosten bij een afvoerreductie van 1 m³/s bij knelpunt Nijmegen (links) en St. Andries (rechts). De doorgetrokken lijn geven de resultaten van de eenvoudige scheepvaartrelatie, de stippe lijn is de situatie die zou ontstaan als er geen maximale ladingreductie wordt gehanteerd. (De Jong, 2019)

Nabewerking voor zout

Een extra onttrekking ten behoeve van de ARKroute gaat tijdens lage afvoeren ten koste van de netto afvoer over de Nieuwe Waterweg en kan daardoor de zoutindringing in de Rijn-Maasmonding versterken. Om het effect hiervan in te schatten is gewerkt met de eenvoudige zoutrelatie bij Krimpen a/d IJssel (Mens et al., 2018), welke op basis van metingen een verband legt tussen de daggemiddelde afvoer bij Lobith en de getijgemiddelde zoutconcentratie bij Krimpen aan den IJssel.

De volgende procedure is gevolgd:

- QWAST berekent de (verandering in) afvoer over de Lek en de Waal als gevolg van de ARKroute;
- De Lobithafvoer is gecorrigeerd voor deze verandering om een representatieve ('fictieve') Lobithafvoer te krijgen voor het scenario waarin minder water doorstroomt naar de Nieuwe Waterweg. Die dient als invoer voor de eenvoudige zoutrelatie.
- De chlorideconcentratie bij Krimpen a/d IJssel wordt zowel voor de originele Lobith afvoer van het Deltascenario Stoom2050 berekend met de eenvoudige zoutrelatie, als voor de representatieve (fictieve) Lobithafvoer behorende bij de ARKroute variant.
- Dit verschil in chlorideconcentraties wordt gebruikt als schatting voor de toename in chlorideconcentratie bij Krimpen a/d IJssel als gevolg van inzet van de ARKroute.
- Om de KWA inzet te bepalen wordt in het groeiseizoen gekeken wanneer de chlorideconcentratie bij Krimpen a/d IJssel getijdegemiddeld boven de 200 mg/l komt.
- Tot slot is bekeken of bij variant met inzet ARKroute *meer KWA events* worden verwacht dan bij de referentie stoom2050 variant; en *hoeveel dagen langer* de KWA events duren.

Berekeningen en aannames

In totaal zijn drie sommen geanalyseerd:

- 1 Ref Stoom – dit is de referentiesom en is representatief voor het huidige beleid in het Deltascenario Stoom in zichtjaar 2050; Het streefpeil van het IJsselmeer is -0,2 m +NAP, maar QWAST heeft de mogelijkheid om het peil verder op te zetten (tot -0,1 m NAP) als blijkt dat dit water later in de tijd nodig is. Het minimumpeil is ingesteld op -0,40 m NAP, maar bij een peil lager dan -0,30 m NAP treden er al wel beperkingen op in de wateraanvoer naar de regionale watersystemen.
- 2 SBN IJM - hierin is het streefpeil aangepast naar -0,10 m NAP, waardoor het model zoveel mogelijk water uit de IJssel vasthoudt, ook als dit niet direct nodig is. De reden hiervoor is dat voor de analyse van de ARKroute (volgende som) het wenselijk is dat het beschikbare water uit de IJssel ten volste benut wordt. Als we dit niet zouden doen, zou het model relatief veel water over de ARKroute gaan aanvoeren, terwijl de flexibele buffer van het IJsselmeer dan niet zou worden gebruikt.
- 3 SBN ARK40 - dit is de belangrijkste som en is representatief voor het Stuurbaar Buffer Netwerk. IJsselmeerpeil is gelijk aan som SBN IJM. De ARKroute wordt hier ingezet met een maximum capaciteit van 40 m³/s. Dit houdt in dat water via deze route wordt aangevoerd zodra de watervraag in het IJsselmeergebied groter is dan het aanbod vanuit het IJsselmeer/Markermeer.

De capaciteit van het Betuwepand en de Pr. Irenesluizen zijn in QWAST ingesteld op een maximum van 100 m³/s. Dit komt overeen met het huidig beeld van de 'fysieke haalbaarheid', zie Witteveen en Bos (2017) voor de Pr. Irenesluizen. Voor de Pr. Bernhardsluizen is er fysiek een grotere capaciteit mogelijk, maar wordt nog onderzocht waar precies de grens voor scheepvaarthinder ligt (rond 80 m³/s in Arcadis (2017), maar uit praktijk zomer 2018 gebleken dat meer mogelijk is zonder hinder). In de beschrijving van de bevindingen in de hoofdtekst zijn de berekende debieten via het ARK Betuwepand en de Pr. Irenesluizen tegen het licht gehouden van mogelijke hinder voor de scheepvaart.

Het effect van SBN op scheepvaart kan groter worden als tegelijk ook extra debiet over Hagestein nodig is om de Lek 'zoet te houden'. Omdat QWAST nog niet kan omgaan met een minimum debiet gekoppeld aan een chlorideconcentratie, is dit effect ingeschat met een handmatige tussenstap. Hiervoor zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1 Aan de hand de Lobithafvoer is bepaald in welke tijdstappen waarschijnlijk sprake is van verzilting van de monding van de Lek en dus een minimum afvoer in de monding van Lek moet worden gerealiseerd. Als grenswaarde is gekozen voor $Q_{lobith} < 850 \text{ m}^3/\text{s}$
- 2 Voor deze tijdstappen is bepaald welke afvoer additioneel nodig is om een minimum debiet van 20 m³/s in de monding van de Lek te behouden;
- 3 Deze additionele afvoer is opgeteld bij de afvoer door het Betuwepand
- 4 Deze additionele afvoer is in mindering gebracht op de Waalafvoer bij Tiel-Werkendam ten opzichte van de som waarbij de ARKroute is ingezet.
- 5 Met de aangepast afvoer bij Tiel-Werkendam is vervolgens opnieuw de scheepvaartrelatie toegepast.

Tabel 2. Overzicht van de instellingen in QWAST. De hoofdvariant, waarop de conclusies in de hoofdtekst voor SBN zijn gebaseerd, is SBN ARK40. *Ref Stoom = huidig beleid in het Deltascenario Stoom voor zichtjaar 2050.

QWAST instelling	Ref* Stoom	SBN IJM	SBN ARK40
Streefpeil IJM/MM (m +NAP)	-0,2	-0,1	-0,1
Minimumpeil IJM/MM (m+ NAP)	-0,3	-0,3	-0,3
Restdebiet monding Lek (m ³ /s)	0	0	0
Capaciteit ARKroute (m ³ /s)	nvt	nvt	40
KWA capaciteit (m ³ /s)	15	15	15
Max debiet Pr. Bernhardsluizen (m ³ /s)	100	100	100
Max debiet Pr. Irenesluizen (m ³ /s)	100	100	100

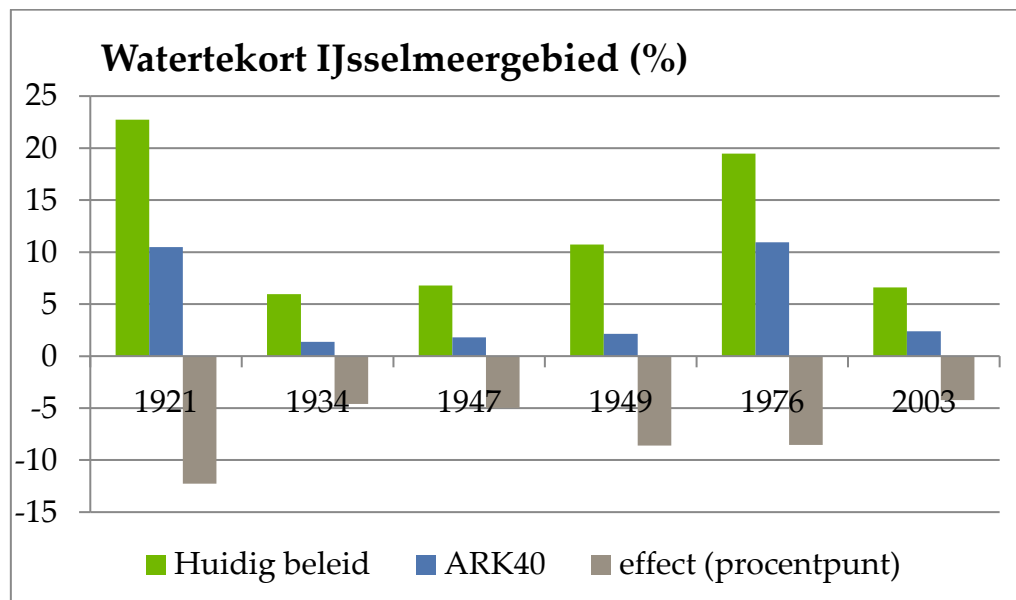
Resultaten

Effectiviteit van de ARKroute

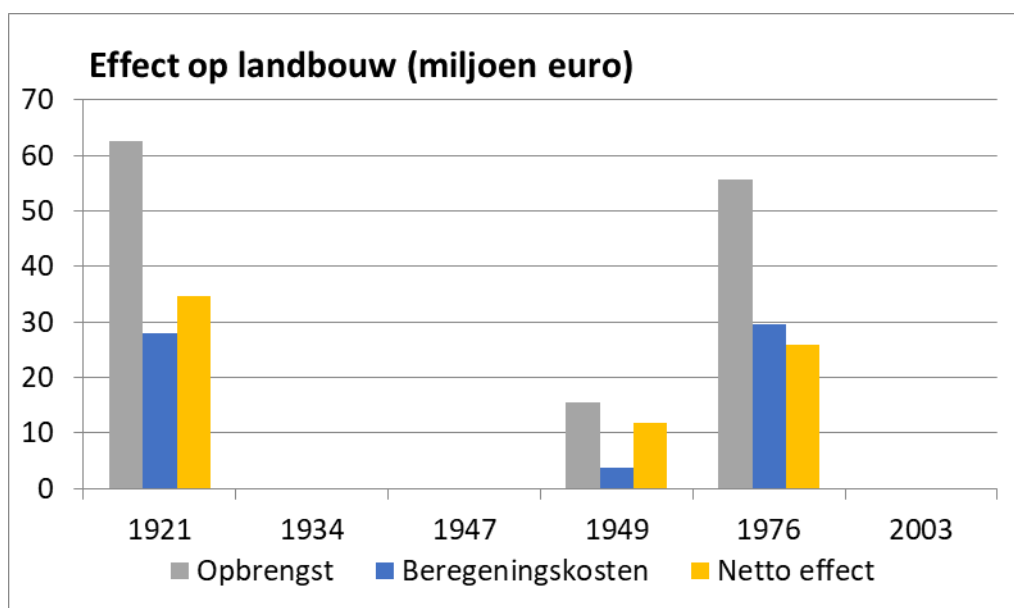
De ARKroute (som SBN ARK40) heeft in 6 van de 100 doorgerekende jaren een significant effect op het terugdringen van het oppervlaktewatertekort in het IJsselmeergebied (Figuur 9). Alleen in de extreme jaren 1921 en 1976 is het resterende watertekort nog circa 10% van de watervraag.

Het aanpassen van de IJsselmeersturing (som SBN IJM), waarin het peil altijd wordt opgezet naar -0,10 m NAP, heeft ten opzichte van de referentiesom (Ref Stoom) geen effect op de watertekorten; de effecten van SBN ARK40 kunnen dus volledig worden toegeschreven aan de inzet van de ARKroute. Dat een hoger streefpeil (i.p.v. flexibel peilbeheer) geen effect heeft, komt omdat QWAST perfecte voorkennis heeft en ook met flexibele sturing ervoor zorgt dat het peil tijdig wordt opgezet indien nodig. In de praktijk kan dit anders zijn, omdat er niet zo ver (meer dan twee weken) vooruit voorspeld kan worden en de IJsselafvoer mogelijk al te laag is op het moment dat voor extra peilopzet wordt besloten.

In 3 van de 6 jaren werkt de afname van het watertekort door in een afname van de landbouwopbrengstderving (Figuur 10, afname 15-60 miljoen euro), maar omdat er meer berekend kan worden, nemen de beregeningskosten ook toe (toename 5-30 miljoen euro). Netto heeft de ARKroute een positief economisch effect van 12 tot 35 miljoen euro op de landbouw. Hierbij is geen rekening gehouden met prijseffecten. Er zijn drie jaren waarin het watertekort afneemt, maar er geen positief effect op landbouw wordt berekend. In deze jaren is in de referentie al geen sprake van een beregeningstekort.



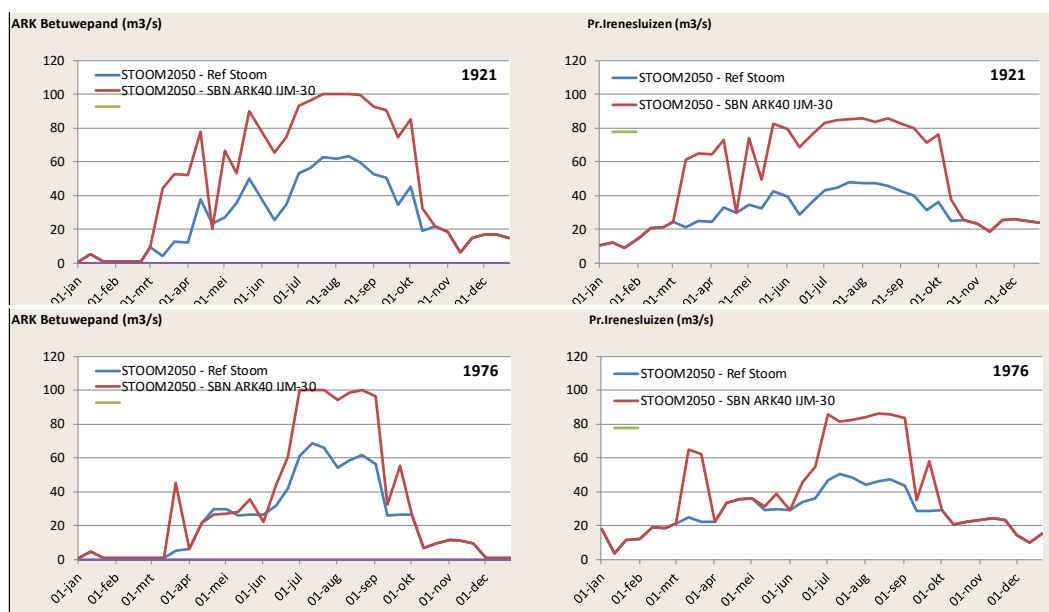
Figuur 9. Effect van de ARKroute (som SBN ARK40 IJM-30) op het terugdringen van het watertekort in het IJsselmeergebied, in scenario Stoom2050.

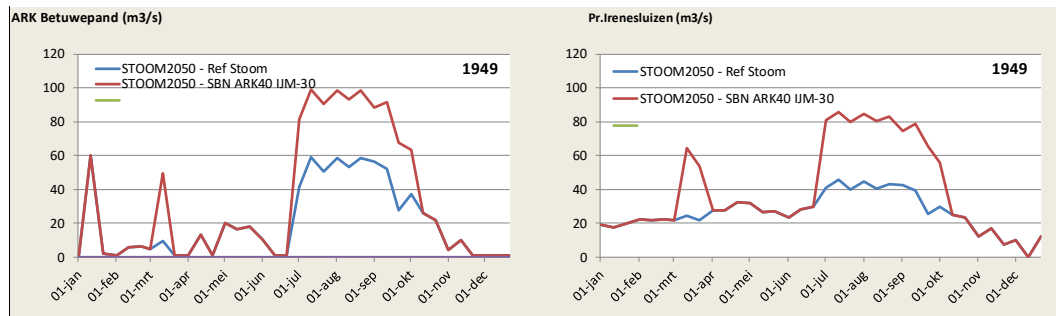


Figuur 10. Effect van de ARKroute (som SBN ARK40 IJM-30) op de landbouwopbrengst en beregeningskosten, in scenario Stoom2050.

Consequenties voor scheepvaart

Als gevolg van het inzetten van de ARKroute wordt er meer water uit de Waal (Betuwepand) gehaald. Hierdoor neemt het debiet door het Betuwepand en de Pr. Irenesluizen toe over een periode van 2-5 maanden (Figuur 11).

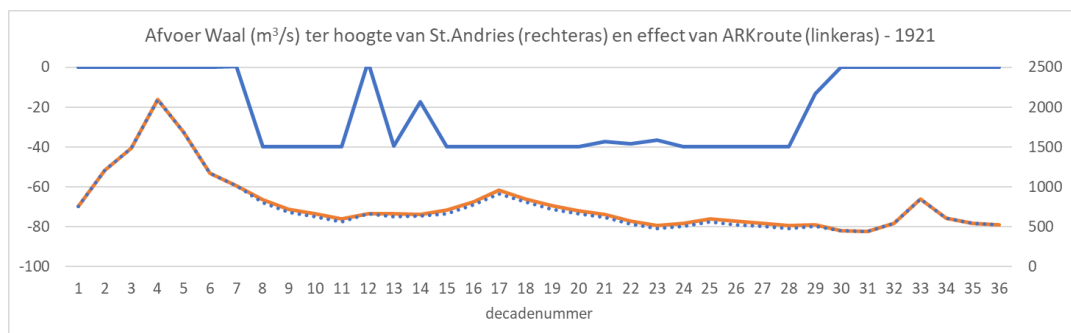




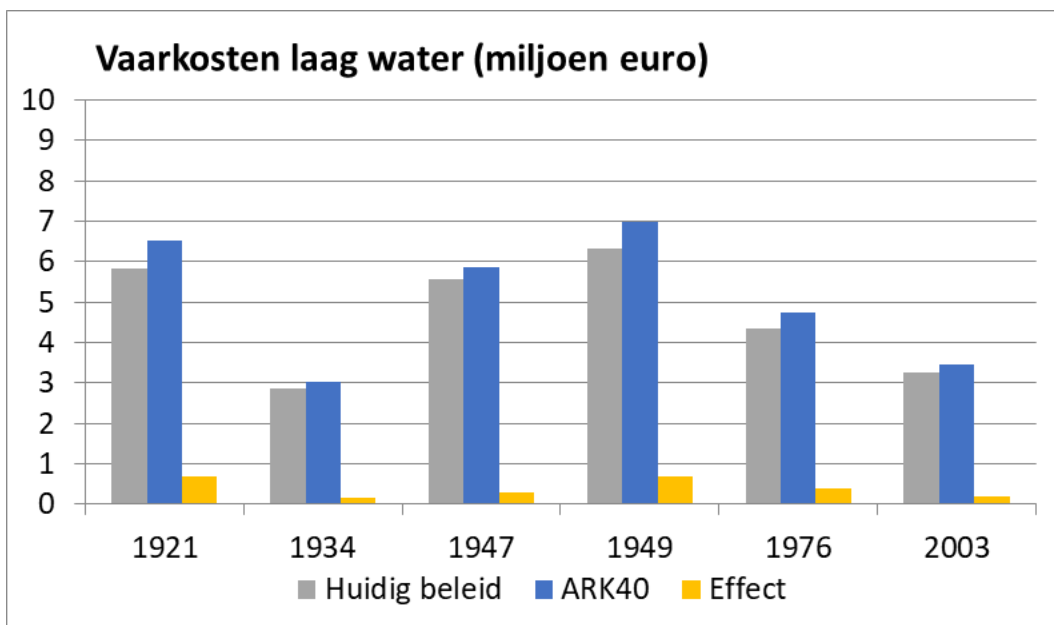
Figuur 11. Effect van de ARKroute op debieten door Betuwepand (links) en Pr. Irenesluizen (rechts), waarbij het debiet via de Pr. Irenesluizen wordt overschat, omdat dit in QWAST ook deels wordt ingezet tegen verzilting op het IJmeer (extra inzet Oranjesluizen), baten die we hier verder niet bekijken.

De extra onttrekking vindt voornamelijk plaats tijdens periodes van lage afvoer op de Waal. Hoe dit doorwerkt in de afvoeren is weergegeven in Figuur 12. De onttrekkingen zijn orde grootte 40 m³/s gedurende een aantal maanden. Juist in deze extreme jaren is de afvoer al laag (500- 1000 m³/s) en heeft elke extra onttrekking een relatief groot effect op de vaarkosten (zie eenvoudige scheepvaartrelatie). Het effect op de vaarkosten is met de eenvoudige relatie ingeschat op 0,1 – 0,7 miljoen euro in de 6 jaren waarin ARKroute wordt ingezet jaren (Figuur 13). Het effect op het knelpunt bij Nijmegen is ook geanalyseerd, maar hier bleek geen effect te zien, omdat het waterstandseffect (backwater curve) van de onttrekking bij het Betuwepand niet tot Nijmegen reikt.

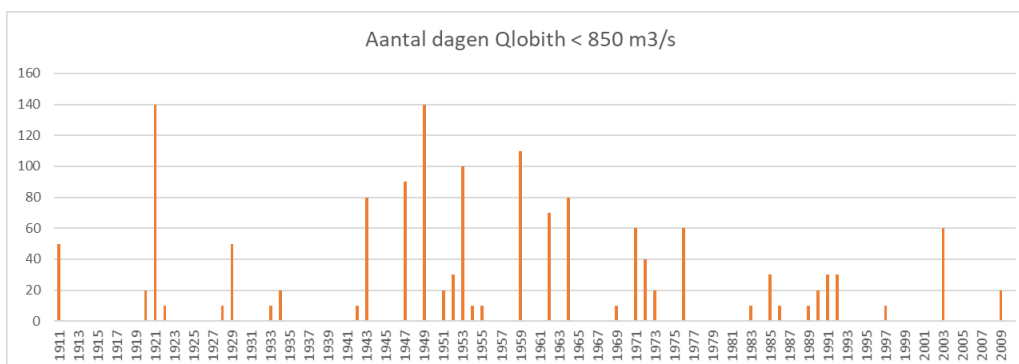
Zoals gezegd is de extra onttrekking uit de Waal ten behoeve van het zoet houden van de Lek niet meegenomen in de QWAST-analyses. Wel is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij een minimum van 20 m³/s in de monding van de Lek is aangehouden. Dit is een overschatting, omdat dit debiet enkel nodig is als de monding van de Lek dreigt te verzilten, Figuur 14 maakt duidelijk dat juist in de jaren waarin ARKroute wordt ingezet ook sprake is van verzilting, zij het niet gedurende de hele inzetperiode. Tegelijkertijd wordt de verzilting versterkt als gevolg van inzet van de ARKroute, wat niet in de analyse is meegenomen. De gevoeligheidsanalyse geeft daarom een goede indicatie van de orde grootte. Op basis van deze analyses en expertbeoordeling wordt ingeschat dat het zoethouden van de Lek de vaarkosten verder zal verhogen met grofweg 0,2 miljoen euro in de betreffende jaren.



Figuur 12. Effect van inzet ARKroute in jaar 1921 (Stoom2050, blauwe lijn) op de Waalafvoeren ter hoogte van St.Andries (oranje lijn, traject Tiel-Werkendam).



Figuur 13. Effect van de ARKroute (som SBN ARK40) op de landbouwopbrengst en beregeningskosten, in scenario Stoom2050/



Figuur 14. Totaal aantal dagen in een jaar (Stoom2050) dat de afvoer bij Lobith lager is dan 850 m³/s, als maat voor de duur van verzilting van de monding van de Lek.

Consequenties voor zoutindringing RMM

Uit de analyse (nabewerking) van de chlorideconcentraties bij Krimpen a/d IJssel blijkt dat inzet van de ARKroute niet leidt tot frequenter inzetten van de KWA dan in de referentievariant bij Stoom2050. Dit komt omdat de ARKroute wordt ingezet in periodes waarin er al sprake is van externe verzilting. De chlorideconcentraties worden wel hoger. Hierdoor kan een beperkte toename in de duur van de events worden verwacht: uitgaande van een KWA inzet ongeveer elke 4 jaar (Stoom2050) betekent dit een gemiddelde duur van 74 in plaats van 70 dagen.

Samenvatting en kanttekeningen

De berekende effecten zijn samengevat in Tabel 3. Bij de interpretatie van deze getallen worden de volgende kanttekeningen geplaatst:

- Een groot deel van de reductie in het watertekort komt ten goede aan de waterkwaliteit van grote inlaat en doorvoerkanalen (bv. Eemskanaal). Hier heeft de landbouw profijt van, maar dat is niet gemonetariseerd;

- De scheepvaartrelatie houdt geen rekening met oplopende vaarkosten als gevolg van langere wachttijden bij sluizen en oplopende reistijden als gevolg van meer scheepvaartverkeer;
- Met de scheepvaartrelatie is berekend dat de 'niet-vervoerde vracht' niet verandert als gevolg van SBN ARKroute. Dit is echter sterk afhankelijk van de vaardiepte en deze is zeer onzeker (orde decimeters afwijking). Het economische effect op de gehele keten (scheepvaart, verladers, afnemers, bedrijven, consument) wordt hierdoor mogelijk onderschat.
- Het effect van het zoethouden van de Lek is enkel in combinatie met inzet van de ARKroute beschouwd en niet als individuele maatregel. Het effect van SBN op de scheepvaart wordt hierdoor onderschat.

Tot slot: de quick scan analyse, inclusief eenvoudige landbouw- en scheepvaartrelaties, geeft een goede eerste indicatie van de orde grootte van kosten en baten, maar voor een goede afweging is een gedetailleerde en maatschappelijke kosten-baten analyse nodig.

Tabel 3. Samenvatting berekende effecten met quick scan analyses (Scenario Stoom2050). *Het effect van het zoet houden van de Lek op de vaarkosten is ingeschat op 0,2 miljoen euro per (extreem) jaar.

Jaren met reductie in tekort	Watertekort IJsselmeergebied (% van de vraag)			Vaarkosten laagwater (M euro)				Effect landbouw (M euro)		
	Ref	ARK route	effect (%punt)	Ref	ARK route	ARK route + Lek zoet*	totaal effect	verandering opbrengst	verandering beregenings- kosten	netto effect
1921	22,7	10,5	-12	5,8	6,5	6,7	0,9	63	28	35
1934	6,0	1,4	-5	2,9	3,0	3,2	0,3	0	0	0
1947	6,8	1,8	-5	5,6	5,9	6,1	0,5	0	0	0
1949	10,7	2,1	-9	6,3	7,0	7,2	0,9	16	4	12
1976	19,5	10,9	-9	4,4	4,7	4,9	0,6	56	30	26
2003	6,6	2,4	-4	3,3	3,4	3,6	0,4	0	0	0

Bijlage C Overzicht maatregelen

Eerste uitwerking (Infram, d.d. augustus 2019) maatregelen voor de Maas, SBN en aanverwante maatregelen. Verdere uitwerking vindt plaats richting keuze voorkeursmaatregelen.

C.1 Maatregelenboek Hoofdwatersysteem Rijntakken

Rijkswaterstaat werkt voor de volgende fase Deltaprogramma Zoetwater aan een strategie en bijbehorende maatregelen voor het hoofdwatersysteem: het klimaatbestendig hoofdwatersysteem. Dit heette voorheen Stuurbaar Buffernetwerk. Deze term komt in bijgaand maatregelboek nog een aantal keren voor.

Rijkswaterstaat heeft in de periode tot juni 2019 mogelijke maatregelen voor het hoofdwatersysteem in kaart gebracht. Hydrologic heeft in de eerste helft van 2019 het concept Stuurbaar Buffernetwerk uitgewerkt en een deel van de hiervoor benodigde maatregelen benoemd.

In de maanden juli en augustus is op basis van de mogelijke maatregelenlijst van Rijkswaterstaat en de rapportage van Hydrologic een overzicht gemaakt van maatregelen die onderdeel zijn van de strategie klimaatbestendig hoofdwatersysteem en maatregelen die de strategie efficiënter kunnen maken. Voor deze maatregelen heeft in juli – augustus een eerste uitwerking plaatsgevonden. Resultaten zijn opgeleverd in factsheets en in het voorliggende maatregelenboek.

Broninformatie

Voor het verkrijgen van de benodigde informatie is gebruik gemaakt van bestaande rapporten, berekeningen die in de periode van uitwerking door Hydrologic en Deltares zijn uitgevoerd en de uitgebreide kennis van Rijkswaterstaat collega's van WVL en de regio-diensten (via e-mail, telefonisch contact en sessies).

NB: De maatregelen in dit maatregelenboek hebben betrekking op de Rijntakken van het hoofdwatersysteem. Maatregelen voor de Maas zijn in een separaat maatregelenboek uitgewerkt. Dit maatregelenboek bevat alleen de maatregelen die onderdeel zijn van, of bijdragen aan, de strategie klimaatbestendig hoofdwatersysteem (voorheen stuurbaar buffernetwerk). Andere RWS-maatregelen zijn hier niet in opgenomen.

Overzicht maatregelen waarvoor in het kader van de uitwerking van SBN factsheets zijn uitgewerkt

Een aantal maatregelen is puur SBN, andere maatregelen zijn aanvullend op SBN en kunnen de werking ervan vergroten. Deze laatste maatregelen zijn *schuin getypt en grijs gearceerd*.

Nr*	Naam	Omschrijving	Kern SBN
1	SBN Overall		Ja
2	Verkenning Aanwijzen Strategische Zoetwaterbuffers	Beleidsmatige aanwijzing van strategische zoetwaterbuffers, zodat watervoorziening vanuit buffer richting omgeving kan worden geborgd. Nader uit te werken in een beheerkader.	Ja
3	<i>Vergroten debiet Hagestein</i>	<i>Situationeel - Debiet over stuwcomplex Hagestein vergroten om zoetwaterbuffers bovenloop van de Lek en HIJ (?) zoet te houden bij afnemende rivierafvoeren en/of oprukkende verzilting.</i>	<i>Aanvullend</i>
4	ARK-route situationeel inzetbaar maken voor aanvoer naar Markermeer	Verkenning mogelijke routes en benodigde infrastructuurle maatregelen voor situationeel aanvoer van zoetwater vanuit ARK naar Markermeer.	Ja
4.1	Vergroten debiet Irenesluizen	Situationeel - Debiet door Irenesluizen vergroten om oostelijke aanvoer via ARK naar West-Nederland, hoger debiet over Hagesteijn en hogere aanvoer naar ARK te faciliteren. Alléén in te zetten in geval van inzet ARK-route.	Ja
5	<i>Beperken externe verzilting Afsluitdijk</i>	<i>Uitbreiden capaciteit zouthevens en uitbreiding + vervanging bellenschermen om externe verzilting vanuit Waddenzee meer te beperken.</i>	<i>Nee</i>
6	Flexibilisering stuwprogramma Driel	Aanpassen stuwprogramma Driel, zodat afvoer-verdeling zodanig aangepast kan worden dat (nog) tijdiger waterpeil in IJsselmeergebied kan worden opgezet, ook bij afnemende IJsselafoeren.	Ja
7	<i>Voorstudie klimaat-robuste wateraanvoer Twentekanal</i>	<i>Joint Fact Finding onderzoek naar mogelijkheden om wateraanvoer Twentekanal klimaatrobuster te maken, inclusief mogelijkheden zoetwaterbuffer.</i>	<i>Nee</i>
8	BOS Rijntakken	Ontwikkeling van een Beslissings Ondersteunend Systeem t.b.v. het maken van keuzes in de operationele waterverdeling over de Rijntakken, zodat het beschikbare zoetwater zo optimaal mogelijk wordt ingezet, rekening houdend met belangen als scheepvaart en zoetwatervoorziening.	Ja
9	Monitoring & informatievoorziening	Voor operationele uitvoering van SBN is actuele en accurate informatievoorziening van belang. In verschillende delen van het hoofdwatersysteem zullen meetpunten moeten worden gerealiseerd. Ontsluiting van data naar informatiesystemen maakt hier ook onderdeel van uit.	Ja
10	<i>Beheermaatregelen NWW</i>	<i>Mogelijke maatregelen beheer en morfologie NWW om verzilting Rijn-Maasmonding te beperken.</i>	<i>Nee</i>

C.1.1 Verkenning aanwijzen strategische zoetwaterbuffers

Deze maatregel landt niet in een pakket voor DPZW 2^e fase.

Algemeen

Beschrijving

Met het stuurbaar buffernetwerk kan op hoofdwatersysteemniveau flexibeler en meer situationeel water worden gestuurd. Dit om beter om te kunnen gaan met en in te spelen op situaties die we in de toekomst vaker zullen meemaken: zeespiegelstijging, langere droge periodes en periodes van lagere rivierafvoer. Zoetwatervoorraden kunnen door het vergroten van de flexibiliteit in sturing beter zoet gehouden worden, tijdig worden gevuld en langer zoet gehouden worden. Dit komt grotendeels ten goede aan de functies die zoetwater uit het hoofdwatersysteem gebruiken.

De strategie van het stuurbaar buffernetwerk (SBN) richt zich op het inzetbaar maken van een robuust en flexibel netwerk van zoetwaterbuffers waar waaruit vrijwel geheel wateraanvoerende Nederland van zoetwater kan worden voorzien, ook tijdens (extreme) droogte en bij (versnelde) klimaatverandering.

Onderdeel van de gedachte bij het stuurbaar buffernetwerk is het beleidsmatig aanwijzen van zogenaamde strategische zoetwaterbuffers: dit zijn locaties in het hoofdwatersysteem die op efficiënte wijze zoet te houden zijn, ook bij verdergaande zeespiegelstijging zoet te houden zijn en substantieel (regionaal) gebied van zoetwater voorziet. Het IJsselmeer is een al bestaande zoetwaterbuffer en als zodanig ook in het Nationaal Waterplan opgenomen. Het beleidsmatig aanwijzen van begrensde locaties van strategische zoetwaterbuffers draagt naar verwachting bij aan transparantie over de zoetwatervoorziening en maakt daarmee onderdeel uit van 'waterbeschikbaarheid'.

De exacte locaties en implicaties van het beleidsmatig aanwijzen van strategische zijn nog niet volledig in beeld. Voorgesteld wordt dan ook om hier een verkenning naar te doen.

Buffer	Locatie (bovenstrooms – benedenstrooms)	Nodig voor
Bovenloop Lek	Stuwcomplex Hagestein – Streefkerk (dispersief deel van de Lek)	Zoet houden bovenloop Lek, aanvoer Lopikerwaardroute KWA, inlaat Rivierenland, zoet houden bronnen drinkwaterbedrijven,
Bovenloop HIJ	Waaiersluis – Gemaal Pijnacker-Hordijk	Zoet houden bovenloop HIJ, aanvoer Rijnland, Delfland, HHSK
ARK	Irenesluis – Diemen (?)	Aanvoer KWA, tegendruk verzilting NZK, evt. aanvoer Markermeer
Haringvliet Oost – Hollands Diep	Hollands Diep – Middelharnis (?)	Aanvoer Hollandse Delta, VZM, drinkwaterproductie en Brielse Meer
Twentekanal	Twentekanal	Aanvoer Twentekanal
Brielse Meer	Brielse Meer	Zoetwatervoorziening Havengebied, Delfland

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Verkenning aanwijzen locaties en implicaties Strategische Zoetwaterbuffers

- locatie bovenloop Hollandse IJssel
- locatie bovenloop ongestuwde deel van de Lek
- locatie Amsterdam-Rijnkanaal
- locatie Twentekanal
- locatie Brielse Meer
- locatie Haringvliet Oost

Vragen die hierbij onder andere aan de orde zijn:

- in hoeverre draagt het aanwijzen van strategische zoetwaterbuffers bij aan het uitvoeren van de strategie Stuurbaar Buffernetwerk?
- wat is de begrenzing van de strategische zoetwaterbuffers?
- in welke mate kunnen deze in de huidige en toekomstige situatie zoet gehouden worden?
- in welke mate krijgen locaties benedenstrooms van buffers HIJ en Lek vaker te maken met toenemende verzilting?
- hoe verhoudt het aanwijzen van strategische zoetwaterbuffers zich tot al bestaande afspraken over waterbeheer in het hoofdwatersysteem en met regio's? Specifiek ook in relatie tot crisissituaties waarin de LCW en mogelijk verdringingsreeks in werking treedt?
- Wat is de effectiviteit en benodigde diepte van een strategische zoetwaterbuffer Haringvliet Oost?
- Hoe omgaan met nieuwe zoetwatervragers binnen en buiten de strategische zoetwaterbuffers?

Initiatiefnemer

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – DGWB / Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

RWS regio's

Regionaal provincies en waterschappen → ook i.v.m. benodigde aanvullende maatregelen regio's

Gebied

- Hoofdwatersysteem, zie bovenstaande locaties.

Opgave/Doel

Verkennen van beleidsmatige implicaties en locaties aanwijzen van strategische zoetwaterbuffers

Borgen van klimaatrobuuste zoetwatervoorziening in wateraanvoergebieden vanuit zoetwaterbuffers.

Hydrologische effecten

N.v.t.; betreft beleidsmatige aanwijzing. Beheermaatregelen en infrastructurele maatregelen zijn apart beschreven.

Planning

Verkenning wordt uitgevoerd in 2020, zodat resultaten nog in herijking deltabeslissingen mee kunnen worden genomen. Vervolgens verankering in NWP (IenW) en Beheer- en onderhoudsplan voor Rijkswateren (RWS).

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

n.v.t. – Verkenning zelf geen economische effecten. Economische effecten zijn bij afzonderlijke maatregelen beschreven. Indien uit verkenning economische effecten blijven, worden deze beschreven.

Raming van de kosten

Eerste indicatie 250k.

Financiering vanuit het Deltafonds

n.v.t., verkenning vindt plaats voor volgende fase DPZW.

Bronnen

Hydrologic, 2019, Waterverdelingsvarianten Hoofdwatersysteem

Hydrologic, 2018, Verkennende analyse zoetwaterbuffer Hollandsche IJssel

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.2 Vergroten debiet Hagestein

Algemeen

Beschrijving

De Lek is belangrijk voor de zoetwatervoorziening van verschillende gebruiksfuncties in de regio. Bij Bergambacht, Streefkerk en Krimpen aan de Lek bevinden zich innamepunten voor drinkwater. Ook zijn er verschillende innamepunten naar de aanliggende regionale watersystemen.

Door een actieve inzet van de stuw in de Lek bij Hagestein blijkt het mogelijk de verwachte toekomstige verzilting van het oostelijk deel van de ongestuwde Lek te voorkomen. Het instellen van een (ongestuwde) zoetwaterbuffer door creatie van een surplusafvoer op de Lek helpt om dat deel van de ongestuwde Lek waar verzilting door dispersieve fluxen wordt gedomineerd langer en vaker beschikbaar te houden voor zoetwaterinname. Dit surplus wordt situationeel ingezet bij Rijnafoeren bij Lobith van rond de 1000m³/s en lager.

De zoetwaterbuffer op de Lek is onderdeel van een bredere strategie van zoetwaterbuffers o.a. op de Holl. IJssel (via KWA uit Lek en ARK en Krimpenerwaard uit Lek) en het instellen van een minimaal noodwaarts debiet op het ARK.

Door het debiet over Hagestein te vergroten, wordt de afvoer van de Waal benedenstrooms van Tiel beïnvloed. Inzet vraagt dus ook om een samenhangende afweging.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

De combinatie van verdeelmaatregelen via de 'draaischijf' van stuwpand Hagestein vraagt om slimme, doelmatige inzet van stuw Hagestein en afstemming met andere waterverdelingsvraagstukken vanuit het HWS. Het gaat hierbij onder andere om de aanvoer op het stuwpand boven Hagestein via Amerongen en Betuwepand vanuit de Waal, en de toedeling aan ARK en Kromme Rijn en andere regionale onttrekkingen.

Er is dus koppeling met maatregelen t.a.v inlaat Kromme Rijn (HDSR, regio West-NL) en inlaten en beheer-strategieën op ARK noordpand en NZK. Ook koppelt de maatregel met inzet Krimpenerwaardroute en KWA, omdat vanuit de buffer de Krimpenerwaard-inlaat en inlaat Koekoek worden voorzien. Bovenstrooms is afstemming met inlaten vanuit Nederrijn, Waal en waterverdeling bovenstrooms van belang.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

RWS regio's WNZ, MN, ON

Waterschappen HDSR, Rivierenland, HHSK

Drinkwaterbedrijven OASEN, DUNEA, VEWIN

Gebied

Midden en West Nederland – onderdeel afweging landelijke waterverdeling.

Opgave/Doel

Bovenloop van ongestuwde Lek zoet houden in tijden van lage rivierafvoeren. Dit door extra afvoer over Hagestein, gecombineerd met verbeteren van informatievoorziening om slim en doelmatig te kunnen sturen. Dit in samenhang met bovenstroomse stuwcomplexen (Hagestein-Amerongen-Driel hebben gezamenlijk één stuwprogramma).

Op basis van model-onderzoek door Hydrologic in opdracht van Vewin en Rijkswaterstaat van juni 2018 blijkt dat een hoeveelheid van 10 tot 40 m³/s water over stuw Hagestein voldoende is om in perioden van lage afvoer de benedenstrooms gelegen inlaten en innamelocaties ook in de toekomst zoet te houden. In de zomer van 2018 is dit ook in werkelijkheid beproefd. Het doorlaten van deze hoeveelheid blijkt met de bestaande stuw technisch goed mogelijk. Effecten bovenstrooms van de praktijkproef in 2018 zijn (nog) niet onderzocht. In eerder onderzoek van Arcadis (2017) is geconcludeerd dat extra onttrekken van water aan de Waal via het Betuwepand geen effect heeft bij de Pannerdensche Kop; de afvoerverdeling over Waal en IJssel (voor voorziening IJsselmeergebied en Twentekanalen) bij extra onttrekking van de Waal richting Hagestein verandert dan ook niet.

Hydrologische effecten

De bovenloop van de ongestuwde Lek kan dynamisch beheerd worden. Het maakt aanvoerroutes robuust en de verdeling van het schaarse Rijnwater wordt verder situationeel

geoptimaliseerd. De buffer vraagt om extra debiet via Hagestein dat situationeel wordt ingezet en in de orde grootte 10 tot 40 m³/s ligt.

Dit debiet gaat hoofdzakelijk ten koste van debiet (dus waterstand) op de Waal en concurreert in schaarse tijden met debiet voor ARK-NZK (tbv ARK-NZK zelf en aanverwante inlaten/doorvoeren).

Eerder onderzoek van Arcadis (2017) heeft uitgewezen dat bij lage rivierafvoeren het extra onttrekken van water aan de Waal geen effect heeft op de afvoerverdeling bij de Panhardse Kop en daarmee geen effect heeft op de IJsselafvoer.

Berekeningen in het kader van de eerste uitwerking van stuurbaar buffernetwerk door Hydrologic en Deltares laten zien dat het surplus over Hagestein voor het zoethouden van de bovenstroom van de ongestuwde Lek bij het Stoom2050 scenario in 44 van de 100 jaren plaats zal vinden. Hierbij is de gemiddelde inzet 46 dagen per jaar wanneer geen sparke is van inzet van de ARK-route (zie maatregel 4 - verkenning ARK-route) en gemiddeld 48 dagen per jaar in de jaren dat wel sprake is van inzet van de ARK-route.

Planning

Nadere analyse waterbalans en capaciteiten kunstwerken, overwegingen capaciteit en effectiviteit a.h.v. van ingestelde debieten vormen samen lerend implementeren tot 2028.

Onderdeel hiervan vormt het aanpassen van het bedienprotocol in samenhang met flexibilisering stuwprogramma Driel. Voor inzet van de maatregel is een set van landelijke reedeneerlijnen voor zoetwatervoorziening bij lage rivierafvoeren van belang. Een traject om hiertoe te komen wordt via Slim Watermanagement in de huidige fase DPZW nog ingezet.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Langer zoetwater beschikbaar voor drinkwaterwinning (oever en oppervlakte-inname): geen/minder ontzilting benodigd; robuustere zoetwatervoorziening t.b.v. regionale watersystemen geen/minder schade.

Afname van afvoer over de Waal benedenstrooms van het Betuwepand leidt tot beperkte afname van waterdiepte bij het rekenpunt St. Andries. Hier wordt door inzet van extra water over het Betuwepand bij STOOM2050 scenario het OLA op basis van een 100-jarige reeks (met QWAST + effectmodule scheepvaart) 3,5 ipv 3 dagen onderschreden (dit valt ruimschoots binnen de afgesproken duur in de Akte van Mannheim van 20 dagen). Het OLA bij Nijmegen wordt door de maatregel niet beïnvloed.

Raming van de kosten

€700k (incidenteel meten 300k, vast meetnet op orde 100k, info richting informatieschermen 50k, finetuning lerend implementeren 100k, implementatie bedieningsprotocol 50k)

€147k BTW

Informatievoorziening op orde:

- incidenteel meten 300 kE (inhuur personeel en apparatuur)

- vast meetnet op orde: 100 kE (naast reeds voorziene investering op korte termijn, 1 meetpunt extra nodig)
- info doorvoeren in informatiescherm: 50 kE (IWP)
- Studies/analyse + onderbouwend rekenwerk finetuning tijdens lerend implementeren 200 kE (onderzoeksbureau)
- Implementatie bedienprotocol: 50 kE (adviesbureau, procesbegeleiding)
- B&O vast meetnet, infoscherm IWP en bedienprotocol: PM (RWS kosten)

Financiering vanuit het Deltafonds

€847k

Bronnen

Hydrologic, 2019, Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem

Hydrologic, 2018, Verzilting op de Lek

Factsheet aangeleverd door RWS

Arcadis, 2017, VERKENNING VERGROTE AANVOER WATER VIA BETUWEPAND ONDER DROGE OMSTANDIGHEDEN

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.3 Verkenning: ARK-route situationeel inzetbaar maken voor aanvoer naar Markermeer

Algemeen

Beschrijving

Het IJsselmeergebied wordt van zoetwater voorzien via de IJssel. Bij lage en extreem lage rivierafvoeren is de aanvoer via de IJssel beperkt. Omdat de stuw bij Driel niet meer verder geknepen kan worden, kan geen extra water de IJssel op worden gedrongen. Hiervan is sprake bij een afvoer van 1590m³/s of minder bij Lobith.

Aanvullend op de aanvoer via de IJssel kan mogelijk worden gekozen voor het aanvoeren van water naar het Markermeer via het Amsterdam-Rijnkanaal. Hiermee ontstaat een optie om gestuurd water naar het Markermeer aan te voeren in tijden van lage rivierafvoeren en wordt deze aanvoer een verdelingsvraagstuk.

Extra aanvoer naar het Markermeer via het ARK leidt tot een grotere vraag aan het ARK, die vanuit de Waal moet worden voorzien (via Driel kan niet meer aangevoerd worden omdat de stuwen al volledig gesloten zijn).

Uitgangspunt voor een eerste 'versie' van de ARK-route is operationalisatie hiervan binnen de bestaande infrastructuur. Dit geldt zowel voor de infrastructuur om water naar het ARK te voeren (via Irenesluis, zie factsheet 4.1) als infrastructuur om water van het ARK naar het Markermeer te krijgen. Van ARK naar Markermeer zijn verschillende routes denkbaar, die qua inlaatlocatie vanuit het ARK verschillen en gedeeltelijk gebruik maken van het regionaal watersysteem van waterschap AGV: gemaal Zeeburg, Muiden, energiecentrale Nuon Diemen, Ipenslotersluis en combinaties hiervan zijn denkbaar. Indien blijkt

dat huidige infrastructuur niet toereikend is, is een afweging nodig voor het nemen van infrastructurele maatregelen.

Een nadere verkenning dient in te gaan op mogelijke aanvoerroutes, benodigde inzet hiervan, welke effecten hiermee zijn gemoeid en welke schades/watertekorten worden voorkomen. Vanuit doelmatigheid is het van belang om een beter beeld te krijgen in welke mate verschillende aanvoerroutes kunnen bijdragen aan het voorkomen van watertekorten in het IJsselmeergebied.

Specifiek aandachtspunt bij deze verkenning is waterkwaliteit. Via het Noordzeekanaal dringt verzilt water het ARK op; het water dat naar het Markermeer wordt gevoerd dient zoet genoeg te zijn. In de verkenning wordt ingegaan op de waterkwaliteit die via verschillende mogelijke routes naar het Markermeer kan worden gevoerd. Dit is mede bepalend voor de keuze voor een combinatie van aanvoerroutes. Daarnaast heeft inzet van de maatregel mogelijk effecten op verzilting en eutrofiering van de Amstellandboezem en invloed van gemaal Horstermeer op de Noordelijke Vechtboezem. Effecten en het voorkomen hiervan moeten duidelijk zijn voordat een ARK-route geoperationaliseerd kan worden. Ook zijn er mogelijk effecten op (recreatie)scheepvaart bij eventuele stremming van sluizen voor doorvoer van water..

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Verkenning mogelijke aanvoerroutes en oplossend vermogen watertekorten IJsselmeergebied.

Daarbij wordt expliciet gekeken of realisatie gekoppeld kan worden met andere opgaven en ontwikkelingen, zoals wateroverlast, zodat mogelijke infrastructurele investeringen in samenhang met andere opgaven genomen kunnen worden.

Vragen die in de verkenning aan de orde komen zijn onder andere:

- Wat is de waterkwaliteit van het water dat via verschillende punten vanaf het ARK naar het Markermeer wordt gevoerd? - Hoe kan binnen de huidige infrastructuur kwalitatief zo goed mogelijk water worden aangevoerd?
- In hoeverre kunnen aanvoerhoeveelheden voor terugdringen verzilting ARK/NZK en aanvoer naar het Markermeer gecombineerd worden?
- Wat is het effect van het stopzetten van de aanvoer via Muiden naar de Vecht op de waterkwaliteit en watervraag van Waternet en welke waterkwaliteitseffecten spelen rond de Amstelboezem?
- Welke waterhoeveelheden kunnen binnen huidige afspraken en beheer bij de NUON centrale Diemen worden doorgevoerd?
- Welke effecten zijn er voor de scheepvaart bij verwachte inzet van de ARK-route in geval de Oude Sluiskolk van de Irenesluis vaker en langduriger gestremd wordt?
- Bij welke benodigde debieten en duur hiervan is uitbreiding van doorvoercapaciteit Irenesluizen benodigd? (In DPZW fase 1 is reeds een verkenning uitgevoerd naar uitbreiding van de doorvoercapaciteit Irenesluizen).
- In hoeverre kunnen doorvoerdebit naar Markermeer en benodigd debiet voor tegengaan verzilting NZK worden gecombineerd?

Planuitwerking en realisatie indien infrastructurele maatregelen benodigd zijn (latere fases DPZW)

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

RWS regio's, Waterschap AGV, Nuon (i.v.m. centrale Diemen)

Gebied

ARK, Markermeer en regionaal beheergebied AGV tussen deze twee

Opgave/Doel

Markermeerpeil op kunnen zetten en op peil kunnen houden bij niet meer te sturen afvoer van de IJssel (beneden 1590m³/s Lobith), om hiermee langer in zoetwaterbehoefte IJsselmeergebied te kunnen voorzien.

Hydrologische effecten

Het extra water dat via ARK naar het Markermeer wordt gevoerd, komt vanuit de Waal via het Betuwepand en door de Irenesluizen naar het ARK. Dit leidt tot afnemende debieten en waterstanden op de Waal benedenstrooms van Tiel. De extra onttrekking aan de Waal t.b.v. ARK heeft bij de Pannerdense Kop geen effect en beïnvloedt de watertoevoer naar de IJssel niet; ook heeft deze geen effect op de waterstand bij Nijmegen.

In QWAST is gerekend met een toename van het debiet over het ARK van 33m³/s, met de aanname dat 18m³/s bij de NUON centrale in Diemen wordt doorgevoerd en 15m³/s bij gemaal Zeeburg. Om netto 40m³/s op het Markermeer te realiseren is ook uitgegaan van het stoppen van de aanvoer vanuit het Markermeer naar de Vecht (7m³/s). Onderzoeksvraag is wat de effecten hiervan zijn op het regionale watersysteem van Waternet en in hoeverre bij de NUON centrale dit debiet voor langere tijd continue kan worden gefaciliteerd (zie ook onderzoeksvragen bovenstaand).

Inzet van de ARK-route wordt op basis van QWAST berekeningen in STOOM2050 scenario voorzien in 6 van de 100 jaar. In deze jaren is extra doorvoerdebiet door de Irenesluizen nodig. Het doorvoeren van deze hoeveelheid via de Irenesluis lijkt fysisch onder de meeste omstandigheden mogelijk (waarbij rekneing is gehouden met vraag vanuit regio, KWA, terugdringen zouttong Noordzeekanaal). QWAST berekeningen voor scenario STOOM2050, rekening houdend met watervraag voor tegengaan verzilting NZK (25m³/s), regionale waterinlaten en inlaatpunten voor drinkwater, bedrijven, KWA én ARK-route laten een maximale doorvoerbehoefte bij de Irenesluizen zien van zo'n 85m³/s zien (jaren 1921&1976).

Tijdelijk terugschakeling naar 25-30m³/s is mogelijk in geval van het gelijktijdig optreden van piekvragen voor het tegengaan van zoutindringing op ARK, inzet van de KWA en regionale inlaten langs ARK. Ook bij dit terugschakelen levert de verminderde doorvoer nog steeds meerwaarde voor het (deels) voorkomen van watertekorten.

Inzetrequentie van de KWA is door inzet van de ARK-route niet vaker nodig; wel neemt de inzetduur beperkt toe (enkele dagen).

Planning

Verkenning mogelijke aanvoermogelijkheden ARK-Markermeer en effecten op o.a. waterkwaliteit, incl Irenesluis: 1e helft fase 2 DPZW

Planuitwerking en realisatie, indien verkenning daartoe leidt: 2e helft fase 2 DPZW.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Met inzet van de ARK-route wordt de kans op watertekorten in het IJsselmeergebied beperkt, omdat in droge perioden via een alternatieve route water wordt aangevoerd. Eerste berekeningen met QWAST laten op basis van 100-jarige reeks zien dat in 6 op 100 jaar watertekorten significant kunnen worden verkleind. In 4 van deze 6 jaren kan het tekort terug gedrongen worden naar beneden de 3% van de watervraag. In 2 jaren kan het tekort van rond de 20% naar 11% van de watervraag worden teruggebracht.

Afhankelijke van de gekozen aanvoerroute moet naar verwachting regionaal recreatievaart worden gestremd gedurende de inzet van de maatregel.

Eerste berekeningen met QWAST en de effectmodule scheepvaart laten zien dat tijdelijke verlaging van de waterstanden op Waal benedenstrooms van Tiel leidt tot een beperkte toename van de vaarkosten (enkele tonnen). Dit omdat voor het grootste gedeelte van de scheepvaart de diepgang bij Nijmegen meer beperkend is dan bij St. Andries. Bij St. Andries neemt door een extra onttrekking naar het Betuwepand het OLA bij het STOOM2050 scenario 3,5 ipv 3 dagen onderschreden. Dit valt ruim binnen de 20 dagen waarover afspraken zijn gemaakt in de Akte van Mannheim. De maatregel heeft geen invloed op het OLA bij Nijmegen.

Het extra door te voeren debiet via de Irenesluizen kan binnen de huidige infrastructurele situatie alleen plaatsvinden bij stremming van de Oude Sluiskolk gedurende de inzet van de maatregel. Indien dit leidt tot onacceptabele effecten moet gedacht worden aan vergroten van de waterdoorvoercapaciteit van de Irenesluis.

In de eerdere verkenning naar een mogelijke by-pass is op basis van wachttijdgegevens aangenomen dat vaker tijdelijke stremming van de oude sluiskolk niet leidt tot toename van gemiddelde wachttijd bij de sluizen (RWS, 2017). Of dit ook het geval is bij langduriger stremming van de Oude Sluiskolk is een vraag die in de verkenning ARK-route meegenomen wordt.

Raming van de kosten

Verkenning aanvoerroutes en effecten: 300k (indicatief, o.b.v. huidige onderzoeksvragen)

Pompcapaciteit ARK - Markermeer (40m³/s) - mogelijk mee te koppelen met 'toekomstbestendig ARK/NZK': n.n.t.b.

Kleinschalige aanpassingen systeem afhankelijk van gekozen route: n.n.t.b. als uitkomst verkenning

Operationele kosten: gedurende de inzet van de maatregel moet het benodigde water opgevoerd worden van ARK/NZK peil naar Markermeerpeil: schatting enkele miljoenen € (3-5).

Mogelijk by-pass Irenesluis: o.b.v. resultaten verkenning by-pass in de eerste fase van DPZW: €12 miljoen.

Financiering vanuit het Deltafonds

Ja

Bronnen

Hydrologic, 2019, Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem

Witteveen+Bos, 2017, By-pass Prinses Irenesluizen – Eindrapport VKA

Hydrologic, 2017, Toelichting Systeemvisualisatie Bypass Irenesluizen

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.4 Situationeel vergroten debiet Irenesluis

Algemeen

Beschrijving

Vergroten debiet Irenesluizen richting ARK zodat blijvend kan worden voldaan aan water-vraag ARK i.v.m. tegendruk verzilting NZK, vaker aanvoer voor KWA West-NL, overige in-namepunten ARK en situationeel inzetten ARK-route (zie maatregel ARK-route). Mate van benodigde vergroting is afhankelijk van het samenvallen van de verschillende vragen.

QWAST berekeningen voor scenario STOOM2050, rekening houdend met watervraag voor tegengaan verzilting NZK ($25\text{m}^3/\text{s}$), regionale waterinlaten en inlaatpunten voor drinkwater, bedrijven, KWA én ARK-route laten een maximale doorvoerbehoefte bij de Irenesluizen zien van zo'n $85\text{m}^3/\text{s}$ zien (jaren 1921&1976).

In de huidige situatie zijn beide sluiskoken van de Irenesluizen voorzien van een Waterinlaatsysteem (WIS). Deze WIS hebben gezamenlijk een piekcapaciteit van zo'n $60\text{m}^3/\text{s}$, maar tijdens het schutten is het WIS in de betreffende sluiskolk niet actief. Daggemiddeld debiet over het WIS gezamenlijk bij blijven schutten ligt tussen de 30 en $36\text{m}^3/\text{s}$. Bij blijven schutten zijn schutverliezen richting ARK daggemiddeld minimaal $6\text{m}^3/\text{s}$.

Het vergroten van het daggemiddelde debiet over de Irenesluizen is binnen de huidige infrastructuur mogelijk door het optimaliseren van inzet van het WIS en spuien via de oude sluiskolk.

Het betreft hier de oude sluis, die bij dagrond inzetten voor spuien daggemiddeld $60\text{m}^3/\text{s}$ kan doorlaten. In combinatie met inzet van het WIS in de 2e kolk kan dan tegen de $80\text{m}^3/\text{s}$ daggemiddeld worden doorgelaten.

Het inzetten van de oude sluiskolk voor spuien vergt stremming van de kolk voor de scheepvaart. Met alleen het nachtelijk inzetten van de oude sluis voor het spuien en het optimaliseren van het WIS overdag is daggemiddeld naar verwachting een doorvoer van 50 - $60\text{m}^3/\text{s}$ mogelijk, afhankelijk van de lengte van de spuitijd. Bij hoger benodigde daggemiddelde aanvoeren zal binnen de huidige infrastructurele capaciteit waarschijnlijk langer gespuid moeten worden via de oude sluis (en dus zal langer gestremd moeten worden).

Uitbreiding van infrastructuur is ook een mogelijkheid. In de eerste fase van DPZW is reeds een verkenning uitgevoerd naar het aanleggen van een by-pass bij de Irenesluizen met een daggemiddeld debiet van maximaal 24m³/s. Ook dit is een optie voor vergroten van de doorvoer bij Irenesluizen naar het ARK.

Eerste berekeningen met QWAST laten zien dat alléén bij inzet van de ARK-route mogelijk sprake is van een noodzaak tot het vergroten van de infrastructurele mogelijkheden voor het doorvoeren van water door de Irenesluis. De vraag of uitbreiding van infrastructurele doorvoercapaciteit nodig is en afweging over maatregelen is dan ook onderdeel van de verkenning ARK-route.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Inzetten en optimaliseren waterinlaatsystemen (WIS)

Vergroten inzet sluiskolk voor spuien richting ARK

Realisatie by-pass Irenesluizen

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

RWS regio's, regionale partijen rond Irenesluis, scheepvaart

Gebied

Overgang Lek-ARK sluiscomplex Irenesluizen

Opgave/Doel

Watervraag aan het ARK kunnen blijven voorzien via doorvoer van water vanaf Nederrijn-Lek / Betuwepand door de Irenesluizen naar het ARK. Dit door een combinatie van huidige wateraanvoermogelijkheden via bestaande waterinlaatsystemen, spuien via de sluiskolken en indien nodig realisatie van een by-pass.

Hydrologische effecten

Berekeningen met QWAST laten zien dat vergrote aanvoer via prinses Irenesluizen door het inzetten van de ARK-route gemiddeld 6 in de 100 jaren voor komt. Benodigde doorvoerdebieten liggen in al deze jaren boven 60m³/s daggemiddeld voor de duur van 1-3 maanden en in 4 van deze jaren boven 80m³/s daggemiddeld voor 2 weken tot 2 maanden. In het totale debiet wordt hierbij rekening gehouden benodigd debiet ten gunste van de regionale watervoorziening en benodigd debiet voor het zoet houden van het ARK.

Het water dat via de Irenesluizen in wordt gelaten komt via het Betuwepand. Extra doorvoer richting ARK leidt tot een afname van de afvoer van de Waal benedenstrooms van Tiel. Effecten hiervan zijn reeds bij de maatregel verkenning ARK-route beschreven.

Planning

Regulier vaker inzet extra debiet via Irenesluizen naar het ARK binnen huidige infrastructuur + situationeel benodigde afweging gevolgen functies.

Eerste helft fase 2 DPZW: Binnen verkenning ARK-route noodzaak voor infrastructurele maatregelen bij de Irenesluis nader verkennen.

2e helft fase 2 DPZW: evt. realisatie uitbreiding infra.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Economische effecten bestaan uit het voorkomen van economische schade als gevolg van watertekort: kunnen blijven voorzien in de watervraag aan het ARK systeem van KWA en andere regionale watervragers, tegengaan verzilting, veiligstellen drinkwaterinname en overige innamepunten langs het ARK en doorvoer ARK naar Markermeer om hiermee watertekorten in het IJsselmeergebied te beperken.

Door vaker inzetten van extra wateraanvoer via Irenesluizen is naar verwachting vaker sprake van beperking van het scheepvaartverkeer door tijdelijke stremming van oude sluis t.b.v. het spuien. De toename hiervan is alleen significant bij inzet van de ARK-route.

Raming van de kosten

Kosten voor inzet van WIS en sluiskolken voor het spuien zijn minimaal (extra afstemming, monitoring)

Aanleg van een by-pass vergt ingrijpende infrastructurele maatregelen. Uit de verkenning naar by-pass Irenesluizen in het kader van de 1e fase DPZW komt een bedrag van minimaal €12 miljoen naar voren.

Financiering vanuit het Deltafonds

Ja

Bronnen

Hydrologic, 2019, Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem

Witteveen+Bos, 2017, By-pass Prinses Irenesluizen – Eindrapport VKA

Hydrologic, 2019, Factsheet Beleidstafel Droogte WV04 – versie 4

Hydrologic, 2017, Toelichting Systeemvisualisatie Bypass Irenesluizen

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.5 Beperken externe verzilting Afsluitdijk

Algemeen

Beschrijving

Via de spui- en schutcomplexen in de Afsluitdijk komt zout water vanaf de Waddenzee het IJsselmeer binnen. In de huidige situatie wordt gebruik gemaakt van een aantal verouderde bellenschermen in schutsluizen en een zoutafvoersysteem van beperkte omvang bij spuisluizen (bij beide spuisluizen één) om de zoutindringing te beperken. Het zoutafvoer-

systeem voert onder vrij verval het zoute water af bij laagwater naar de Waddenzee; bellesschermen dragen bij aan een scheiding van zoet en zout. Inzet van bellesschermen leidt tot hinder voor recreatievaart en beperkt mogelijkheden voor visintrek. In situaties met lage rivierafvoeren (en daarmee lage wateraanvoer naar het IJsselmeer) is er minder water beschikbaar voor het spuien en afvoeren van verzilt water richting Waddenzee. Aanpassen van beheer en infrastructuur draagt bij aan het beperken van externe verzilting.

In 2018 is gebleken dat de zoutindringing vanuit de Waddenzee naar IJsselmeer groter was dan verwacht en dat de afvoercapaciteit van bestaande zoutafvoersysteem ontoereikend was voor het afvoeren van zout water uit het IJsselmeer - deze voeren slechts 10-20% van de zoutvracht af. Daartoe zijn als noodmaatregel onder meer pompen op het huidige systeem geplaatst, zodat 24/7 zout water uitgepompt kon worden. Dit vergt echter grote hoeveelheden energie.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Maatregelen voor het aanpassen van het huidige beheer worden in de huidige fase van het Deltaprogramma genomen. Het gaat hierbij om verbeterde monitoring, aangepast spuien en het optimaliseren van schutten. Dit lost echter het knelpunt in de zoutafvoercapaciteit niet volledig op. Daartoe worden infrastructurele aanpassingen voorgesteld.

Het gaat daarbij om het uitbreiden van de capaciteit van bestaande zoutafvoercapaciteit bij spuisluizen met een factor 6 bij Kornwerderzand en factor 8 bij Den Oever. Hiermee kan onder vrij verval zout water in voldoende mate afgevoerd worden.

Daarnaast worden infrastructurele maatregelen voorgesteld bij de schutsluizen om ook zoutvracht die als gevolg van het schutproces het IJsselmeer op komt beter af te kunnen voeren. De benodigde grootte van maatregelen bij de schutsluizen is nog niet bekend.

Het zout kan op verschillende manieren onder vrij verval worden afgevoerd. Hevels zijn hierbij de meest simpele optie. Deze bestaan uit het leggen van hevels vanuit de zuidelijke spuihavens naar de zoute voorhavens van de schutcomplexen. Bij laagwater voeren de hevels water vanuit de diepe erosiekuilen achter de spuisluizen af richting Waddenzee. Door installatie van een terugslagklep stroomt bij hoog water geen zout water het IJsselmeer op. Hevels voor het terughevelen van zout water dat via schutcomplexen binnenkomt, kan mogelijk ook vanuit de zuidelijke spuihavens, wanneer door middel van bodemmaatregelen het zoute water vanachter de schutsluis naar de diepe erosiekuilen achter de spuisluizen kan worden gestuurd.

Op dit moment ligt er een zoutafvoersysteem door de waterkering heen. Ook dit systeem kan uitgebreid worden. Hiervoor is het realiseren van een betonconstructie door de kering heen noodzakelijk.

Zoutindringing bij de schutsluizen kan ook worden beperkt door realisatie van bellesschermen. Deze maatregelen is op meerdere plekken in Nederland reeds gerealiseerd.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat Midden-Nederland

Betrokken regionale partijen

Gebied

Via de Afsluitdijk is via verschillende routes sprake van zoutindringing naar het IJsselmeer vanaf de Waddenzee. Dit vindt plaats via de ondergrond, het dijklichaam, gebruik van scheepvaartsluizen (normaal en visvriendelijk schutten) en spuisluizen (lek, visvriendelijk spuien). Het aandeel van deze routes is sterk verschillend. Indringing via spui- en scheepvaartsluizen zijn maatgevend. Onder ongunstige omstandigheden kan door een combinatie van genoemde routes verzilting van het gehele IJsselmeer optreden. Deze situatie kan langdurig aanhouden.

Opgave/Doel

Beperken van externe zoutindringing vanaf de Waddenzee naar IJsselmeer en efficiënter afvoeren van verzilt water uit IJsselmeer richting Waddenzee. Dit door het optimaliseren van het beheer (gebeurt in huidige fase DPZW) en aanpassen van infrastructuur. Hierdoor is minder spuidebiet nodig en is in droge periode meer water beschikbaar voor andere doeleinden.

Hydrologische effecten

Verminderde spuibehoeft bij spuicomplexen Afsluitdijk. Inzichten uit 2018 en berekeningen uit 2019 laten zien dat de huidige spuibehoeft van 100-150m³/s met volledig uitbreiden capaciteit + optimaliseren beheer naar verwachting teruggebracht worden naar 3-5m³/s.

Verminderde zoutindringing het IJsselmeer op via de spuisluizen.

Mogelijk moeten maatregelen bij de spuisluizen gelijktijdig genomen worden met maatregelen bij de schutsluizen. Omdat door maatregelen bij de spuisluizen de spuibehoeft afneemt, ontstaat er mogelijk ook minder 'tegendruk' tegen verzilting vanuit de schutsluizen.

Planning

Vóór 2022 wordt huidig beheer geoptimaliseerd.

Vóór 2022 worden benodigde onderzoeken voor infrastructurele maatregelen uitgevoerd.

Realisatie van infrastructurele maatregelen kan in eerste helft fase 2 DPZW plaatsvinden.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Door aanpassing van beheer en systeem vindt minder externe verzilting van het IJsselmeer plaats. Hierdoor is minder afvoerdebit richting de Waddenzee nodig. Dit water kan op een andere manier worden ingezet.

Door vermindering externe verzilting zullen situaties met verhoogde chlorideconcentraties in het IJsselmeer minder vaak voorkomen. Hierdoor is minder vaak sprake van een benodigde innamestop voor drinkwaterbereiding.

Raming van de kosten

Aanpassing beheer: n.v.t. voor 2e fase, maatregelen worden voorafgaand aan 2e fase uitgevoerd en bekostigd.

Aanpassing systeem Den Oever en Kornwerderzand - spuisluisen

- Optie 1 is het uitbreiden van zoutafvoercapaciteit via hevels bij de spuisluisen. Voor realisatie van de optie hevels is een aantal jaren geleden een eerste kostenraming gemaakt. Kosten realisatie van hevels over het dijklichaam heen vanuit de zuidelijke spuihavens naar de zoute voorhavens bij de schutcomplexen (uitbreiding capaciteit factor 6 Kornwerderzand en factor 8 Den Oever), inclusief benodigd grondwerk wordt op basis van een eerste schatting ingeschat op €26 miljoen (waarvan €16 miljoen bij Den Oever, €10 miljoen bij Kornwerderzand). Uitgangspunt hierbij is het gebruik maken van buizen die voorheen voor baggeren werden gebruikt; deze kunnen voor het hevelen van zout water worden hergebruikt.

- Optie 2 is het uitbreiden van de zoutafvoercapaciteit bij de spuisluisen op dezelfde manier als het huidige zoutafvoersysteem. Voor een eerste indicatie zijn de kosten die voor aanleg van het huidige zoutafvoersysteem zijn gemaakt vermenigvuldigd met een factor 6 voor KWZ en factor 8 voor DO. Per zoutwaterafvoersysteem kwamen de kosten op ongeveer €2 miljoen. Dit leidt tot een eerste indicatie van kosten voor uitbreiding bij KWZ van €12 miljoen en bij DO €16 miljoen.

Aanpassingen systeem Den Oever en Kornwerderzand - schutsluisen

Kosten voor maatregelen bij de schutsluisen zijn nog niet te geven, omdat nog niet duidelijk is welke capaciteit benodigd is voor het afvoeren van het zoute water.

- Optie 1 is het realiseren van hevelcapaciteit bij de schutsluisen. De benodigde dimensie hiervan is nog niet bekend. Realisatie per hevel zal duurder zijn dan bij de spuicomplexen, omdat extra grondwerk benodigd is om zout water vanuit de schutsluisen naar diepere kuilen achter de spuisluisen te voeren.

- Optie 2 is het installeren van nieuwe bellenschermen in schutsluisen (2 grote kolken + 1 kleine kolk). Kosten hiervan zijn niet exact in beeld, omdat benodigde dimensionering nog onbekend is. Wel kan ter indicatie gekeken worden naar het project innovatieve zoet-zoutscheidingssysteem in de Krammersluizen. Hier is voor een optie met bellenschermen in twee duwvaartkolken en één jachtkolk in september 2016 uitgegaan van investeringskosten van €27,4 miljoen. Of dit representatief is voor de complexen bij Afsluitdijk is op dit moment niet bekend.

Financiering vanuit het Deltafonds

ja

Bronnen

RWS, concept factsheet externe verzilting

RWS, Globale kosten hevels Afsluitdijk

RWS, achtergrondinformatie realisatie Zoutwaterafvoersysteem spuicomplexen Afsluitdijk

RWS, 2019, Toetsing zoutwaterafvoersystemen Afsluitdijk

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.6 Flexibilisering stuwprogramma Driel

Algemeen

Beschrijving

De stuw bij Driel is het enige regelwerken voor de verdeling van water over de Waal, Nederrijn en IJssel. Het 'knijpen' van de stuw bij Driel zorgt voor een afname van de afvoer over de Nederrijn ten gunste van de afvoer over de IJssel en de Waal. Door ten opzichte van het huidige beheer eerder te knijpen, kan in tijden dat er nog voldoende rivierafvoer is meer water over de IJssel naar het IJsselmeergebied worden gevoerd. In het huidige stuwprogramma is de stuw bij Driel bij een afvoer van 1590m³/s bij Lobith volledig gesloten en laat alleen nog het minimumdebiet van 25m³/s door naar de Nederrijn. Voor het flexibiliseren van de sturing bij Driel is het uitgangspunt om binnen het afvoerbereik van 1590 - 2000m³/s bij Lobith de stuw bij Driel eerder te knijpen.

Door dit in een periode te doen waarin de afvoer van de Rijn bij Lobith nog voldoende hoog is, is er nog voldoende water beschikbaar voor watergebruikers benedenstrooms van Driel. Een deel van het water dat anders via de Nederrijn en Lek de Noordzee in zou stromen, komt nu ten goede aan de IJsselmeervoorraad. Hiermee kan de bufferschijf in het IJsselmeer tijdig worden gerealiseerd, waarmee watertekorten in het gebied kunnen worden uitgesteld of voorkomen. Door het aanvullen in periode van voldoende wateraanvoer via de Rijn bij Lobith te laten gebeuren ondervinden sectoren geen last van de maatregel.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Flexibilisering stuwprogramma Driel-Amerongen-Hagestein en aanpassen bedienprotocol

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat Oost-NL

Betrokken regionale partijen

RWS, waterschappen

Gebied

Stuwcomplexen Driel, Amerongen, Hagestein; stuwpannen & IJssel/Waal

Opgave/Doel

De zoetwatervoorraad in het IJsselmeergebied tijdig aanvullen wanneer rivierafvoeren nog ruimte bieden om extra water over de IJssel te sturen, zodat het in perioden met lagere rivierafvoeren minder lang duurt om de volledige buffer in het IJsselmeergebied te vullen en de waterverdeling in perioden met lagere rivierafvoeren langer in stand kan worden gehouden.

Hydrologische effecten

Door het tijdelijk knijpen van Driel neemt de afvoer over de IJssel en over de Waal toe (met een beperkte waterstandsverhoging tot gevolg). De afvoer over de Nederrijn wordt verminderd. Omdat de Nederrijn een gestuwde rivier is, heeft het knijpen van de afvoer geen effect op de waterstanden op het stuwpand Driel-Amerongen.

Bij het knijpen van Driel tot het minimum van $25\text{m}^3/\text{s}$ zal in sommige situaties voor de watervoorziening van het ARK en voor voldoende debiet over Hagestein via het Betuwepand vanaf de Waal ingenomen moeten worden.

Door de stuw bij Driel te knijpen ontstaat een stuwingseffect direct bovenstrooms van Driel.

In het afvoerbereik waarin het stuwprogramma wordt aangepast ($1590 - 2000\text{m}^3/\text{s}$ bij Lobith) nemen stroomsnelheden direct bovenstrooms van Driel af. Dit kan leiden tot een toename van sedimentatie. Op andere locaties is langer sprake van hogere stroomsnelheden, wat kan leiden tot een toename van erosie. In welke mate dit gebeurt bij het eerder genoemde afvoerbereik is nog onderwerp van studie.

Planning

In de 2e planperiode van DPZW kan flexibilisering van het stuwprogramma worden gerealiseerd.

Operationeel kan in de daaraan voorafgaande fase al ervaring op worden gedaan, die input biedt voor het flexibel maken van het stuwprogramma. Aanpassen van stuwprogramma en Bedienprotocol dient in samenhang met Hagestein te worden opgepakt, omdat sprake is van één stuwprogramma voor alle stuwcomplexen in de Nederrijn-Lek.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Economische effecten bestaan vooral uit het voorkomen (langer uitstellen) van watertekorten in het IJsselmeergebied; de maatregel draagt bij aan het daadwerkelijk kunnen realiseren van de zoetwaterbuffer in het IJsselmeergebied door het opzetten naar -0,10m NAP.

Zoetwatergebruikers benedenstrooms van Driel ondervinden geen negatieve effecten, omdat de inzet plaatsvindt in tijden waarin nog voldoende water beschikbaar is. Door het tijdelijk knijpen van Driel worden waterstanden op IJssel en Waal in beperkte mate verhoogd. Dit komt ten gunste van de scheepvaart.

Raming van de kosten

700k voor studie, meten en aanpassen stuwprogramma. In samenhang met Hagestein (één stuwprogramma voor Driel, Amerongen en Hagestein gezamenlijk).

Toename kosten onderhoud door eventuele verandering in morfologische omstandigheden is nader te bestuderen.

147k BTW

Financiering vanuit het Deltafonds

ja

Bronnen

Hydrologic, 2019, Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem

Arcadis, 2017, VERKENNING VERGROTE AANVOER WATER VIA BETUWEPAND ONDER DROGE OMSTANDIGHEDEN

Deltares, 2019, Consequenties op afvoeren en waterstanden door een aangepaste afvoer-verdeling IJsselkop

Hydrologic, 2019, Nadere verkenning stuurbaar buffernetwerk

C.1.7 Voorstudie Klimaatrobuuste wateraanvoer Twentekanalen - HZ Oost

Algemeen

Beschrijving

De Voorstudie klimaatrobuuste wateraanvoerroute Twentekanalen richt zich op de robuustheid van het hoofdwatersysteem, de regionale watersystemen en het gebruik nu en in de toekomst. In de studie worden de aanwezige marges in deze systemen en het gebruik, de mogelijkheden tot het vergroten van de marges of deze langer te kunnen benutten (door maatregelen) inzichtelijk gemaakt. Hierbij wordt zowel gekeken naar beheermarges en gebruik hiervan bij waterbeheerders én watergebruikers.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

De studie richt zich vooralsnog op het in beeld brengen van het huidige systeem, de aanwezige (beheer)marges en mogelijk maatregelen om deze te vergroten. Maatregelen zelf maken geen onderdeel uit van de voorstudie, maar kunnen wel n.a.v. de inzichten uit deze studie worden uitgevoerd. Maatregelen die vanuit Hoge Zandgronden Oost al worden voorgesteld voor de tweede fase DPZW worden meegenomen in de voorstudie.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat Oost-Nederland + werkgroep Zoetwater Oost-Nederland (ZON)

Betrokken regionale partijen

Provincies: Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht

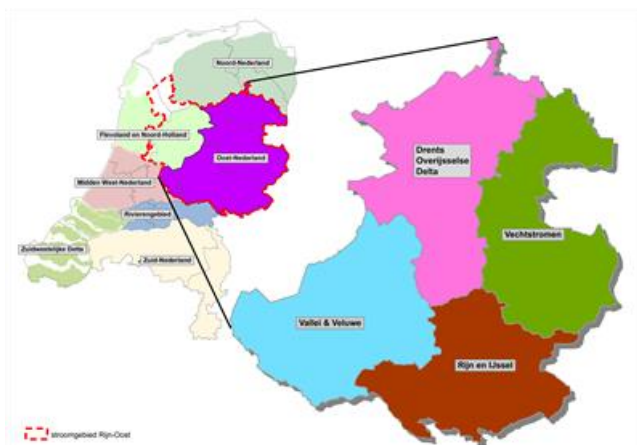
Waterschappen: Hunze & Aa's, Vechtstromen, Drents Overijsselse Delta, Vallei & Veluwe, Rijn & IJssel

RWS: Oost-NL, Midden-NL, Noord-NL

Gemeente Zwolle, Vitens, LTO, Kadaster

Gebied

In onderstaand figuur zijn de gebieden aangegeven die in deze voorstudie centraal staan. Deze gebieden zijn voor hun watervoorziening afhankelijk van de IJssel en de Twentekanalen.



Regio Oost ligt in het stroomgebied van de Rijn. Het bestaat uit deelstroomgebied Rijn-Oost (de beheersgebieden van de waterschappen Drents Overijsselse Delta, Vechtstromen, Rijn en IJssel en Vallei en Veluwe).

Opgave/Doel

De IJssel en het Twente kanalsysteem spelen een belangrijke rol bij de wateraanvoer naar de Hoge Zandgronden Oost en daarnaast voor de doorvoer naar het IJsselmeer een Noord-Nederland. In de zomer van 2018 is een aantal knelpunten geconstateerd die, gezamenlijk met andere ontwikkelingen rond de watervraag, leiden tot de wens tot uitvoeren van een voorstudie naar een klimaatrobuuste wateraanvoerroute Twentekanal.

' kwetsbaarheid van pompen en gemalen bij Eefde bij extreem lage IJssel afvoeren

- kwetsbaarheid van de infrastructuur van het Twente kanalsysteem en de zgn. Noordelijke route

- financiële en milieu gevolgen van het plaatsen van tijdelijke dieselmotoren

- Beleidstafel droogte en extra noodzaak tot realisatie van klimaatrobuust grond- en oppervlaktewatersysteem

- mogelijke toename regionale watervraag vanuit HWS

Hydrologische effecten

Hydrologische effecten zijn op dit moment (nog) niet te beschrijven. Het beschrijven van hydrologische effecten maakt wel onderdeel uit van de uit te voeren studie.

Planning

Voorstudie voor 2022

Verkenning en mogelijke maatregelen 2022 - 2028

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Nog niet te beschrijven

Raming van de kosten

120 - 150k - deze kosten hebben géén betrekking op DPZW fase 2

Financiering vanuit het Deltafonds

Bronnen

ECKB-formulier Voorstudie klimaatbestendige wateraanvoer Twentekanalen

C.1.8 BOS Rijntakken

Algemeen

Beschrijving

In het kader van Slim Watermanagement wordt in de eerste fase van DPZW gewerkt aan de ontwikkeling van informatieschermen. Hiermee wordt informatie over HWS en regionale systemen gedeeld, wat bijdraagt aan een gedeeld beeld van de situatie rond water tekort en waterteveel. Realisatie en het voeren van beheer volgens het concept van het Stuurbaar Buffernetwerk vergt een integraal informatiesysteem dat op termijn ook beslissingsondersteunend werkt. Een BOS voor de Rijntakken is hiervoor gewenst. Het BOS wordt gezien als een verregaande doorontwikkeling van een integraal informatiescherm.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Doorontwikkeling informatieschermen (1e en 2e fase DPZW).

Realisatie meetpunten (1e fase DPZW wordt in 2019 aangevraagd)

Ontwikkeling BOS

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

Rijkswaterstaat en waterschappen (en mogelijk provincies) in het stroomgebied van de Rijntakken.

Gebied

Rijntakken hoofdwatersysteem

Opgave/Doel

Verbeterde informatievoorziening en beslissingsondersteuning bij het maken van keuzes in waterverdeling over de Rijntakken in het kader van SBN om strategische zoetwaterbuffers in te stellen, watertekorten zo veel mogelijk uit te stellen, te voorkomen en gesteld staan voor droge periodes gecombineerd met lage rivierafvoeren.

Hydrologische effecten

Ontwikkeling van het BOS zelf gaat niet gepaard met hydrologische effecten. Wel ondersteunt het BOS in het maken van keuzes in waterverdeling en de hydrologische effecten die daarmee gepaard gaan.

Planning

Start ontwikkeling van het BOS is realistisch in de tweede helft van de 2e fase DPZW (2025-2028), wanneer eerste ervaringen met SBN zijn opgedaan. Bovendien is volgorde-lijkheid gewenst door het BOS pas te ontwikkelen wanneer informatieschermen i.h.k.v. SWM zijn gerealiseerd en hier een aantal jaren ervaring mee is opgedaan.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Ontwikkeling van het BOS zelf gaat niet gepaard met economische effecten.

Raming van de kosten

Kosten van een BOS zijn afhankelijk van de nog te kiezen detaillering hiervan. Een door-ontwikkeling van infoschermen tot BOS zonder vele toevoegingen van datastromen van regionale waterbeheerderskost naar eerste schatting zo'n 1 miljoen €; een zeer uitgebreid BOS gaat richting 2 miljoen €.

Financiering vanuit het Deltafonds

Ja

Bronnen

Mondelinge info RWS

C.1.9 Monitoring en informatievoorziening

Algemeen

Beschrijving

Voor het situationeel optimaal sturen van water over het hoofdwatersysteem zonder dat dit tot onnodige negatieve effecten leidt is monitoring en informatievoorziening cruciaal. In het kader van het programma Slim Watermanagement zijn en worden in de eerste fase van het Deltaprogramma Zoetwater grote stappen gezet om data en informatie binnen en tussen waterbeheerders beter te ontsluiten. De droogte in 2018 heeft op verschillende plaatsen in het hoofdwatersysteem aangetoond dat verbeteren / uitbreiden van de monitoring van bijv. chloridegehalte en debiet gewenst is wanneer meer flexibel gestuurd moet worden met het beschikbare water. Naar aanleiding van deze droogte gaat RWS, deels met financiering vanuit Deltafonds, een aantal extra meetpunten realiseren. Voor uitvoering van de strategie SBN is dit van belang.

Niet alle benodigde meetpunten t.b.v. monitoring en informatievoorziening kunnen binnen het beschikbare DPZW fase 1 budget worden gerealiseerd. Voor de gewenste meetpunten in Midden- en West-Nederland (debietmeters Nederrijn-Lek, zoutmeetpunten + monitoring op Hollandse IJssel, Lek en Dordtse Kil) zal een deel van de maatregelen opgevoerd worden voor de 2e fase DPZW.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Reeds aangevraagd:

- Zoutmonitoring en modelontwikkeling IJsselmeer (toegekend DF fase 1)
- Zoutmonitoring en modelontwikkeling ARK/NZK (toegekend DF fase 1)
- 3 extra chloride meetpunten en flexibel meetnet in Rijn-Maasmonding (toekenning onzeker)
- debietmeting Nederrijn Lek en Betuwepand (toekenning onzeker) - deze maatregelen kan eventueel worden gerealiseerd voor een beperktere periode: m.b.v. de ingewonnen data kunnen rekenregels worden opgesteld voor stuwprogramma. Wanneer dit is gebeurd, kan instandhouding van debietmeters heroverwogen worden.

Een deel van deze onzekere aangevraagde maatregelen wordt voor DPZW fase 2 opgevoerd. Welk deel dit is, is nu nog onduidelijk. Aanname voor dit moment is dat binnen DPZW fase 1 budget nog één meetpunt worden gerealiseerd.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

Rijkswaterstaat regio's

Gebied

Rijntakken hoofdwatersysteem

Opgave/Doel

Verbeterde informatievoorziening bij het maken van keuzes in waterverdeling over de Rijntakken in het kader van SBN om strategische zoetwaterbuffers in te stellen, watertekorten zo veel mogelijk uit te stellen, te voorkomen en gesteld staan voor droge periodes gecombineerd met lage rivierafvoeren.

Hydrologische effecten

Geen hydrologische effecten door installatie meetpunt; met meetpunt kan wel in de toekomst nauwkeuriger afweging plaatsvinden over sturen van zoetwater.

Planning

Realisatie meetpunten in periode 2022 - 2028

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Realisatie draagt bij aan uitvoering overall strategie SBN.

Raming van de kosten

Realisatie 2 zoutmeetpunten: 100k per meetpunt + 50k B&O per jaar

Debietmeter stuwpand Amerongen - Driel. Realisatie 250k + 30k B&O per jaar.

Financiering vanuit het Deltafonds

Deels; B&O uiteindelijk in SLA opnemen.

Bronnen

ECKB factsheets mogelijke aanvullende RWS maatregelen 1^e fase DF

C.1.10 Beheermaatregelen beperken verzilting Nieuwe Waterweg

Algemeen

Beschrijving

Tegengaan van zoutindringing in de Nieuwe Waterweg levert veel ruimte op in het gehele deel van het zoetwatersysteem dat in open verbinding staat met zee. De meest kansrijke maatregel is het bevorderen van menging van zeewater en rivierwater in de monding zonder de scheepvaart te hinderen. Hierdoor wordt de intrek van zout landinwaarts afgeremd. De uitdaging is om de menging van zout op gang te brengen met maximale benutting van de beschikbare getijdenenergie en minimale extra (fossiele) energie-input van buitenaf: meewerken met de natuur dus. Door de geometrie en ruwheid van bodem en eventueel laterale structuren zoals langsdammen in de Nieuwe Waterweg aan te passen kan de getijden-energie in turbulente menging worden omgezet. De nu nog openliggende vraag is of de maatregel fysisch voldoende effectief en daarmee kosteneffectief zal blijken.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Effectieve bronmaatregel maakt maatregelen bovenstrooms zoals zoetwater buffers en KWA klimaatrobuuster De (kostbare) inzet van die maatregelen in het binnenland zal dus minder frequent nodig zijn. Ook de robuustheid/beschikbaarheid van Bernisse-Brielse Meer neemt hierdoor toe..

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Betrokken regionale partijen

Rijkswaterstaat, waterschappen, havenbedrijf Rotterdam, gebruikers

Gebied

Rijn-Maasmonding

Opgave/Doel

Onderzoeksvraag naar fysische effectiviteit o.b.v. numerieke modellering; zo ja: dan ook naar kosten-effectiviteit. Daarbij ook impactanalyse op gehele maatregelenpakket verzilting in de RMM. Zo ja: ontwerpstudie, finetuning, verificatie, projectvoorbereiding, project-uitvoering (aanleg). Betreft een eenmalige fysieke ingreep in het HWS. De natuurkrachten doen verder hun werk. De ingreep dient wel onderhouden te worden (onderhoudsbaggerwerk etc.)

Hydrologische effecten

Extra turbulente menging in de NWW heeft geen merkbaar effect op de afvoeren, waterverdeling etc. De chloridegehaltenes landinwaarts zullen er gemiddeld genomen lager door worden, wat meer ruimte geeft (meer robuustheid) bij lage Rijnafvoer.

Planning

Tot 2029:

Effectiviteitsstudie maatregel (fysisch en kosten-baten) en impactanalyse op overige maatregelen.

Numerieke modellering is vooralsnog niet voldoende beschikbaar. Modellering maatregel is dan ook pas relevant in geval modelverbeteringen zodanig zijn dat studie uitgevoerd kan worden. Onduidelijk is of dit zo is.

2029 en verder: Bij gebleken effectiviteit en wenselijkheid: planuitwerking en uitvoering aanleg.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Voordelen voor alle sectoren die gebaat zijn bij voldoende zoet water op hun bestaande innamelocaties. Een succesvolle bronmaatregel levert ruimte op in het systeem om andere maatregelen eventueel later op kleiner t te voeren en/of minder frequentie te zetten.

Raming van de kosten

Afhankelijk van uiteindelijke uitwerking: baggerwerk, civiel-technische ingreep in geometrie NWW. Ordegrootte enkele 10^6 euro --> nog geen onderdeel komende DPZW.

Financiering vanuit het Deltafonds

Deels; B&O uiteindelijk in SLA opnemen.

Bronnen

ECKB factsheets mogelijke aanvullende RWS maatregelen 1^e fase DF

C.2 Maatregelenboek Hoofdwatersysteem Maas

Overzichtstabel maatregelen in het pakket voor het Deltaprogramma Zoetwater:

Hoort in pakket DPZW				
Maatregel nr.	Naam	Beschrijving	Initiatiefnemer	Landt in
14a	Verkenning naar combinatie hevelend schutten/spaarbekkens/circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning hevelend schutten.	Minder water verbruiken bij schutten van schepen door schutten met hevels.	RWS	DPZW
14b	Verkenning naar combinatie hevelend schutten/spaarbekkens/circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning spaarbekkens.	Minder water verbruiken bij schutten van schepen door water op te slaan in spaarbekkens.	RWS	DPZW
28 (14c)	Verkenning naar combinatie hevelend schutten/spaarbekkens/circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning circulair pompen.	Minder water verbruiken bij schutten van schepen door schutten met hevels.	RWS	DPZW
16	Verkenning naar mogelijke inzet spaarbekkens voor waterkwantiteit in droge periodes langs de Maas.	Realiseren van buffercapaciteit voor water. ENCI groeve is kansrijk vanuit zoetwaterperspectief, maar is nauwelijks realiseerbaar voor grote bufferhoeveelheden.	RWS	DPZW
20a	Samenwerking met Duitsland op het gebied van afvoer van de Roer.	Afspraken maken met Duitsland omtrent de afvoer van de Roer.	RWS	DPZW
20b	Afstemming operationeel peilbeheer België - Nederland voor verminderen afvoerfluctuatie.	Door operationeel beheer van stuwmeren in België bestaat er grote afvoerfluctuatie op de Maas binnen enkele uren. Dit is niet wenselijk voor natuur in de Grensmaas en met het oog op circulair pompen ook minder gewenst.	RWS	DPZW
27	Slimmer gebruik van water in de keten.	Onderzoeken hoe water in de keten optimaal te gebruiken. Behoeftte aan drinkwater verminderen door water bij de afnemer slimmer te gebruiken. Dit kan bijvoorbeeld door zuivering van afvalwater op wijkniveau. Cradle to cradle concepten toepassen.	Drinkwaterbedrijven	DPZW

Overzichtstabel maatregelen in het pakket voor het Deltaprogramma Zoetwater voor de lange termijn:

Mogelijk kansrijk voor DPZW op de lange termijn				
Maatregel nr.	Naam	Beschrijving	Initiatiefnemer	Landt in
1	Grotere waterbuffers voor drinkwater.	Grotere of nieuwe waterbuffers realiseren voor de productie van drinkwater met inlaat vanuit het hoofdwatersysteem.	Drinkwaterbedrijven	DPZW lange termijn
4	Realisatie hergebruik effluent RWZI industrie.	Hergebruikt afvalwater inzetten voor de productie van demiwater.	Industrie (USG)	DPZW lange termijn
5	Verkennd onderzoek op het gebied van het sluiten van de waterkringloop industrie.	Kennisontwikkeling op het gebied van het sluiten van de waterkringloop bij industrie.	Industrie (USG)	DPZW lange termijn
15	Uitbreiding pompcapaciteit bij huidige sluiscomplexen.	Het uitbreiden van reguliere pompcapaciteit voor het terugpompen van geschut water bij de sluiscomplexen Maasbracht, Born en Heel.	RWS	DPZW lange termijn
17	Meer buffercapaciteit creëren door robuustere infrastructuur	Met robuustere infrastructuur meer buffercapaciteit creëren door het peil op te zetten in daluren om zo de watervoorraad te vergroten. Deze watervoorraad kan gedurende de dag dan uitzakken.	RWS	DPZW lange termijn

C.2.1 14a. Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning hevelend schutten.

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Het verminderen van waterverbruik bij het schutten van schepen door gebruik te maken van schutten met hevels.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Deze maatregel is een deelverkenning van de verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekkens schutten of circulair pompen bij sluiscomplexen (maatregel 14b en maatregel 28(14c)).

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Gebied

Het sluiscomplex bij Born is geschikt om met de twee nieuwe kolken hevelend te schutten. De dimensies van de kolken zijn 142 en 225 meter lang, 16 meter breed en een verval van 11,5 meter). Sluiscomplex Heel is geschikt om met de twee nieuwe kolken hevelend te schutten. De dimensies van de kolken zijn 142 en 225 meter lang, 16 meter breed en een verval van 6 - 7 meter). Bij Maasbracht is al een hevel gerealiseerd.

Opgave/Doel

Deze maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door water te besparen in perioden van lage afvoer van de Maas. De maatregel vermindert de hoeveelheid water die nodig is per schutting. Hierdoor is meer water beschikbaar bovenstrooms van de sluiscomplexen met hevels.

Hydrologische effecten

De maatregel heeft een kwantitatief effect op het oppervlaktewater door waterbesparing. Er is meer water beschikbaar bovenstrooms van sluizen met hevels. Benedenstrooms neemt de waterbeschikbaarheid af ten opzichte van de situatie zonder hevels.

Er kan maximaal 50% water per schutting worden bespaard met het gebruik van een hevel. In de volgende aanname gaan we uit van 1/3 van het totale volume van de kolk door schutten (expert judgment). Per twee keer schutten (door ongelijke lengtes van de kolken) kan bij Born 22.500 m³ worden bespaard (1/3 van iedere kolk) en bij Heel 12.700 m³ (van een verval van 6,5 meter uitgaande).

Deze maatregel wordt voornamelijk in droge perioden toegepast. Bij Born wordt regulier 58 keer per dag geschut (daggemiddelde op basis van 10-jarige gegevens). In droge perioden (cijfers zomer 2018) werd er 48 keer geschut per dag. Regulier schutten kost 67.500 m³, hevelend schutten kost 45.00 m³. Per dag in een droge periode bespaar je maximaal 315.000 m³ (58 keer hevelend schutten), over een totale droge periode maximaal (orde van) 19 Mm³ (aannee van 60 dagen waarin normaal schutbeperkingen gelden).

Voor Heel wordt er regulier 58 keer per dag geschut. In droge perioden werd er 52 keer geschut per dag. Regulier schutten bij Heel kost 38.000 m³, hevelend schutten kost 25.000 m³. Per dag in een droge periode bespaar je maximaal 250.000 m³ (58 keer hevelend schutten), over een totale droge periode maximaal 15,2 Mm³. Deze maatregel heeft wel serieuze gevolgen voor de afvoer benedenstrooms.

Planning

2022 - 2028	Uitvoeren verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekens pompen en circulair pompen bij sluiscomplexen Mogelijk: starten met realisatie uitkomsten verkenning
2029 - 2050	Realisatie uitkomsten verkenning
> 2050	Maatregel is gerealiseerd

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

De maatregel leidt tot waterbesparing bij schutten en heeft daarmee invloed op economische scheepvaart en recreatievaart. Wel leidt de maatregel tot langere wachttijden als geschut wordt met hevels. Het schutten met hevels duurt 20 minuten (in plaats van regulier 12 minuten). De langere wachttijden zorgen voor een klein negatief effect voor recreatieve scheepvaart. De maatregel leidt in bepaalde situaties tot het later ingaan van beperkingen door waterbesparingsmaatregelen, hetgeen ook positief is voor de inname van water voor de industrie langs het Julianakanaal (USG/Chemelot). Aangezien benedenstrooms van de sluis minder water op het Julianakanaal wordt geschut, wordt de waterbeschikbaarheid minder. Uitgaande van sluiscomplex Born-Maasbracht kan dit leiden tot nadelige effecten voor benedenstroomse gebruikers, bijvoorbeeld voor de inname van drinkwater (Evides)

Raming van de kosten

Kosten van een verkenning naar maatregelen 14a, 14b en 28 (14c): middelgroot onderzoek (50.000 - 100.000 euro).

Realisatiefase: op basis van kostenindicatie Jan Helmer (RWS), aanlegkosten hevel (diameter 2 meter) €2000,- per meter. Inclusief opslagen en BTW vermenigvuldigen met een factor 2,5 (€5000,- per meter). Voor Born en Heel gaat dat om een leiding van 2 meter doorsnee en een lengte van 10 tot 15 meter (€50,000 - €75,000).

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt beroep gedaan op het Deltafonds, voor het realiseren van een hevel.

Bronnen

Telefonisch interview Jean Buschgens (23-01), werksessie 30-01-2019, telefonisch gesprek Jean Buschgens 06-03, werksessie 13-03-2019.

C.2.2 14b. Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning spaarbekkens bij sluiscomplexen.

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Het verminderen van waterverbruik bij het schutten van schepen door gebruik te maken van schutten met spaarbekkens.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Deze maatregel is een deelverkenning van de verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekkens schutten of circulair pompen bij sluiscomplexen (maatregel 14a en maatregel 28(14c)).

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Gebied

Het sluiscomplex bij Maasbracht is geschikt voor schutten met spaarbekkens (beschikbare ruimte). De dimensies van de kolken van Maasbracht zijn 1 grote kolk (225 m lang x 16 m breed x 12 m diep) en twee kleinere kolken van (142 m lang x 16 m breed x 12 m diep). Het sluiscomplex bij Born heeft ruimte voor een spaarbekken tussen de oude en de nieuwe kolken, het is nog onbekend of deze ruimte toereikend genoeg is voor een spaarbekken dat de volledige waterbesparing, zoals beoogd onder de hydrologische effecten, kan realiseren. De dimensies van de nieuwe kolken zijn 142 en 225 meter lang, 16 meter breed en een verval van 11,5 meter). Het sluiscomplex Heel heeft al een spaarbekken.

Opgave/Doel

Deze maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door water te besparen in perioden van lage afvoer van de Maas. De maatregel vermindert de hoeveelheid water die uit het Julianakanaal nodig is per schutting. Hierdoor is meer water beschikbaar bovenstrooms van het spaarbekken.

Hydrologische effecten

De maatregel heeft een kwantitatief effect op het oppervlaktewater door waterbesparing. Er is meer water beschikbaar bovenstrooms van de sluizen met spaarbekkens. Benedenstrooms neemt de waterbeschikbaarheid af ten opzichte van de situatie zonder spaarbekkens.

Er kan maximaal 75 - 80% water per schutting worden bespaard met het gebruik van spaarbekken, afhankelijk van de inrichting van de sluiskolk/spaarbekkens. In de volgende aanname gaan we uit van 2/3 van totale volume kolk door schutten (5 delen, drie spaarbekkens). Per twee keer schutten (door ongelijke lengtes van de kolken) kan bij Maasbracht tussen 36.350 en 47.000 m³ (tussen de 2 kleine kolken of tussen 1 grote en 1 kleine kolk) worden bespaard (2/3 van iedere kolk) en bij Born 45.000 m³.

Deze maatregel wordt voornamelijk in droge perioden toegepast. Regulier schutregime (daggemiddelde op basis van 10-jarige gegevens) bij Born is ~60 schuttingen per dag. In droge perioden (zomer 2018) werd er 48 keer geschut per dag. Regulier schutten kost 67.500 m³, met een spaarbekken 22.500 m³. Per dag in een droge periode bespaar je maximaal (circa) 1 Mm³ (~60 keer schutten met een spaarbekken), over een totale droge periode maximaal ~60 Mm³ (aanname van 60 dagen waarin normaal schutbeperkingen gelden).

Voor Maasbracht wordt er in reguliere perioden gemiddeld ruim 60 keer geschut, in droge perioden ongeveer 60 keer. Regulier schutten kost 55.000 tot 70.000 m³, met spaarbekkens kost het schutten 18.000 tot 23.500 m³. Per dag is de maximale besparing 1,00 tot 1,3 Mm³, over een droge periode maximaal ~60 tot ~80 Mm³. Dit heeft wel serieuze gevolgen voor de afvoer benedenstrooms.

Planning

2022 - 2028	Uitvoeren verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekkens pompen en circulair pompen bij sluiscomplexen Mogelijk: starten met realisatie uitkomsten verkenning
2029 - 2050	Realisatie uitkomsten verkenning
> 2050	Maatregel is gerealiseerd

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

De maatregel leidt tot waterbesparing bij schutten en heeft daarmee invloed op economische scheepvaart en recreatievaart. Wel leidt de maatregel tot langere wachttijden als geschut wordt gebruikmakend van spaarbekkens. Het schutten met spaarbekkens duurt 25 minuten (in plaats van regulier 12 minuten). De langere wachttijden hebben een kleine negatief effect op recreatieve scheepvaart. De maatregel leidt in bepaalde situaties tot het later ingaan van beperkingen door waterbesparingsmaatregelen, hetgeen ook positief is voor de inname van water voor de industrie langs het Julianakanaal (USG/Chemelot). Aangezien benedenstrooms van de sluis minder water op het Julianakanaal wordt geschut, wordt de waterbeschikbaarheid minder. Uitgaande van sluiscomplex Born-Maasbracht kan dit leiden tot nadelige effecten op benedenstroomse gebruikers, bijvoorbeeld voor de inname van drinkwater (Evides)

Raming van de kosten

Kosten van een verkenning naar maatregel 14a, 14b en 28(14c): middelgroot onderzoek (€50.000 - €100.000).

Realisatie: aanleg van een spaarbekken.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt beroep gedaan op het Deltafonds, voor het aanleggen van een spaarbekken.

Bronnen

Telefonisch interview Jean Buschgens (23-01), werksessie 30-01-2019, telefonisch gesprek Jean Buschgens 06-03, werksessie 13-03-2019.

- C.2.3 28 (14c). Verkenning naar combinatie hevelend schutten/ spaarbekkens/ circulair pompen bij sluiscomplexen. Deelverkenning "circulair pompen" bij sluiscomplexen.

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Bij laagwatersituaties het waterverbruik verminderen door duurzaam te pompen. Met de duurzame pompen wordt water teruggepompt ('circulair') bij een schutting. Daarbij kan er energie worden opgewekt met turbines..

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Deze maatregel is een deelverkenning van de verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekkens schutten of circulair pompen bij sluiscomplexen (maatregel 14a en maatregel 14b).

Initiatiefnemer

Schuttevaer

Betrokken regionale partijen

Industrie (USG) en Rijkswaterstaat

Gebied

De sluiscomplexen bij Maasbracht en Born. De maatregel focust zich op het Julianakanaal.

Opgave/Doel

Deze maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door water te besparen in perioden van lage afvoer van de Maas. De maatregel pompt water terug na het schutten om zo water op het Julianakanaal te besparen.

Hydrologische effecten

De maatregel heeft een kwantitatief effect op het oppervlaktewater. Er is door het terugpompen meer water beschikbaar bovenstrooms van de sluizen met pompen. Benedenstrooms neemt de waterbeschikbaarheid af ten opzichte van de situatie zonder deze maatregel.

Door het realiseren van een vijzelturbine bij Maasbracht en Born kan 6 tot 8 m³/s worden teruggepompt. Daarmee is er meer water beschikbaar bovenstrooms op het Julianakanaal.

Planning

2022 - 2028	Uitvoeren verkenning naar combinatie hevelend of met spaarbekkens pompen en circulair pompen bij sluiscomplexen Mogelijk: starten met realisatie uitkomsten verkenning
2029 - 2050	Realisatie uitkomsten verkenning
> 2050	Maatregel is gerealiseerd

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

In perioden van laagwater kan water worden teruggepompt om beperkingen voor economische scheepvaart en recreatievaart uit te stellen en voldoende water beschikbaar te houden voor gebruik door industrie. De maatregel kan worden gecombineerd met het opwekken van energie. Daarnaast is er een positief effect op

de visstanden, de vijzelturbines zijn visvriendelijk. De maatregel heeft een negatief effect op temperatuur van water op het sluispand (het wordt gemiddeld warmer in droge periodes). Er is een beperkt effect op waterkwaliteit vanwege verminderde doorstroming bij veel terugpompen. Mogelijk is er ook een effect voor het drinkwaterinnamepunt bij Roosteren.

Raming van de kosten

Kosten van een verkenning naar maatregel 14a, 14b en 28(14c): middelgroot onderzoek (€50.000 - €100.000).

De realisatie kosten voor stap 1 (uitbreiden pompcapaciteit bij Maasbracht met 1 vijzelturbine) bedraagt circa 6 miljoen euro. De kosten voor realisatie stap 2 (uitbreiden pompcapaciteit bij Born) bedragen circa 12 - 14 miljoen euro.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt beroep gedaan op het Deltafonds, cofinanciering wordt onderzocht.

Bronnen

Telefonisch interview Meindert Pot (25-01), werksessie 30-01-2019, notitie 2b en 3a Meindert Pot, Telefonisch gesprek medewerker Fish Flow Innovations 8-3, Rapportage Grip op de Maas (september 2017), werksessie 13-03-2019.

C.2.4 16. Verkenning naar mogelijke inzet spaarbekkens voor waterkwantiteit in droge periodes langs de Grensmaas

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Een verkenning uitvoeren naar mogelijke realisatie van extra buffercapaciteit voor water in het stroomgebied van de Maas. Er zijn bijvoorbeeld grindgaten, die bij hoog water vol kunnen lopen, om deze bij laag water weer te kunnen inzetten. Vanwege de hoge doorlatendheid van de grindgaten is enige bodemafdichting nodig, om te voorkomen dat het water meteen weer weg stroomt door de grond.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Inrichtingsmaatregelen voor natuur en recreatie bij grindgaten en/of andere kansrijke mogelijkheden

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Gebied

Vooraf op de Grensmaas, met name de Maasplassen. Hoe hoger het spaarbekken, hoe meer de benedenstroomse functies er van kunnen profiteren.

Opgave/Doel

De maatregel wordt genomen om bij te dragen aan de zoetwaterdoelen in brede zin. Door het bufferen van water vergroot het de waterbeschikbaarheid voor alle watervragers benedenstrooms.

Hydrologische effecten

Inrichten van een spaarbekken heeft een aantal hydrologische effecten al naar gelang de grootte van de buffer. Door het vasthouden van water zal er effect naar de omgeving ontstaan via het grondwater. Dit moet worden onderzocht in de verkenning. De beschikbaarheid van grote spaarbekkens kan leiden tot veel zoetwaterbesparing. Ter vergelijking: de ENCI-groeve heeft een volume van 37Mm³, hetgeen groter is dan het berekende tekort in de zomer van 2018 (ca 31 Mm³).

Planning

2022 - 2028	Verkenning van de maatregel.
2029 - 2050	Mogelijke realisatie van de maatregel.
> 2050	Maatregel in werking.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Er zijn veel overige effecten denkbaar. Onder andere op natuur, waterkwaliteit, scheepvaart, industrie enzovoorts. De grootte van deze effecten hangt samen met de locatie van een eventueel spaarbekken. Deze moeten worden onderzocht in dit verkennend onderzoek.

Raming van de kosten

Kosten van onderzoek naar mogelijkheden spaarbekkens langs de Maas. Verwachte onderzoekskosten: (klein onderzoek, quickscan) 10.000 tot 50.000 euro

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt beroep gedaan op het Deltafonds, cofinanciering wordt onderzocht.

Bronnen

Telefonisch interview Aleksandra Jaskula (23-01), Telefonisch interview Fre Didden (24-01), werksessie 30-01-2019, werksessie 13-03-2019.

C.2.5 20a. Internationale samenwerking met Duitsland op het gebied van afvoer van de Roer

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Het opzetten van internationale samenwerking met Duitsland om tot afspraken te komen op het gebied van afvoer van de Roer.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Afspraken maken over samenwerking en het (minder) met Roerwater aanvullen van dagbouw-bruinkoolmijnen in Duitsland (inzet om geen aanvulling bij laagwater op de Maas te realiseren). Ook het in de gaten houden van trends in Duitsland is van belang (minder koelwatergebruik door sluiten industrie of meer water nodig voor het vullen van bruinkoolmijnen).

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Betrokken regionale partijen

Duitse waterbeheerders van de Roer en Nederlandse waterbeheerders van de Roer en Maas.

Gebied

Stroomgebied van de Roer.

Opgave/Doel

De maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door meer water aan te voeren en daarmee een hogere waterbeschikbaarheid

Door afspraken te maken over de afvoer van de Roer kan meer water aanvoer gerealiseerd worden. Daarnaast heeft het een positief effect op waterkwaliteit (onder andere door lagere watertemperatuur). Opgave hierbij is dat ambtelijke samenwerking met Duitse waterbeheersers niet is gelukt; de volgende stap is het opzetten van samenwerking op bestuurlijk niveau.

Hydrologische effecten

De maatregel heeft effect op meer wateraanvoer via de Roer naar de Maas.

Planning

2022 - 2028	Realiseren van afspraken wat betreft afvoer van de Roer
2029 - 2050	Mogelijk: continueren van het maken van afspraken. Mogelijk: afspraken in werking.

> 2050	Mogelijk: afspraken in werking.
--------	---------------------------------

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

De maatregel heeft een positief effect op wateraanvoer en daarmee op waterbeschikbaarheid. Dit heeft een positief effect op de waterkwaliteit in droge periodes. Alle functies langs de Maas profiteren hiervan.

Raming van de kosten

Het realiseren van afspraken omvat overleg- en eventuele onderzoekskosten (klein onderzoek €10.000 - €50.000). Daarnaast betalen in Duitsland belanghebbende watergebruikers voor onderhoud van de stuwmeren. Een optie voor Nederland om te verkennen of ze als belanghebbende kan aansluiten en mee te betalen aan onderhoud in ruil voor gegarandeerde wateraanvoer.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep gedaan op het Deltafonds voor overleg- en onderzoekskosten.

Bronnen

Telefonisch interview Aleksandra Jaskula (23-01), werksessie 30-01-2019, werksessie 13-03-2019.

C.2.6 20b. Afstemming operationeel peilbeheer België - Nederland voor het verminderen van afvoerfluctuaties

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Het opzetten van internationale samenwerking met België om tot afspraken te komen op het gebied van het beheer van de afvoer van de Maas.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

N.v.t.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Gebied

Stroomgebied van de Maas inclusief bovenstroomse delen in België

Opgave/Doel

De maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door een meer constante afvoer van de Maas te beogen. Door afspraken te maken over het beheer van de afvoer van de Maas kan een meer constante afvoer worden gerealiseerd. Dit draagt bij aan stabielere omstandigheden voor natuur, efficiënt waterbeheer bij laagwater en het effectief pompen bij sluiscomplexen.

Hydrologische effecten

De maatregel leidt tot een constantere en in droge periodes grotere wateraanvoer van het Maaswater.

Planning

2022 - 2028	Realiseren van afspraken wat betreft het beheer van de afvoer van de Maas
2029 - 2050	Mogelijk: continueren van het maken van afspraken. Mogelijk: afspraken in werking.
> 2050	Mogelijk: afspraken in werking.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Vergroten van wateraanvoer in droge periodes en een meer constante wateraanvoer. Daardoor zijn er minder wachttijden bij de sluizen en dus een positief effect op de scheepvaart. Pompturbines bij de sluiscomplexen werken ook efficiënter. Door constantere afvoer profiteert de recreatiesector op de Grensmaas; recreatievaren blijft langer mogelijk. Daarnaast zijn er positieve effecten voor de waterkwaliteit, die bij weinig afvoer snel verslechtert. Dit leidt tot positieve effecten voor natuur en inname van water voor industrie en scheepvaart

Raming van de kosten

Het realiseren van afspraken omvat overleg- en eventuele onderzoekskosten (klein onderzoek €10.000 - €50.000).

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep gedaan op het Deltafonds voor overleg- en onderzoekskosten.

Bronnen

Werkssessie 30-01-2019, werksessie 13-03-2019.

C.2.7 27. Slimmer gebruik van water in de keten

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Besparing van de watervraag vanuit het hoofdwatersysteem, specifiek voor de drinkwaterbedrijven. Besparing wordt bereikt door de watervraag van de afnemers te verminderen. Dit gebeurt door water bij de afnemer slimmer te gebruiken. Optimalisatie van de drinkwater-afvalwater cyclus in de gedachte van cradle-to-cradle op wijk/blok/pand niveau. Voorbeelden hiervan zijn zuivering van afvalwater op centraal wijkniveau en aanpassingen aan woningen. Dit kan gekoppeld worden aan andere maatregelen in het kader van de energietransitie.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Geen gekoppelde maatregelen in het DPZW maar sterke koppeling met ingrepen in ruimtelijke adaptatie en energietransitie.

Initiatiefnemer

Dunea

Gebied

Besparing van de watervraag van de drinkwaterbedrijven Dunea (afgedamde Maas), Evides (Biesbosch) en WBL (Heel).

Opgave/Doel

Waterbesparing

Hydrologische effecten

Waterbeschikbaarheid op het hoofdwatersysteem neemt fors toe. Naar verwachting neemt de behoefte aan drinkwater per persoon maximaal af van gemiddeld 160 liter per dag naar gemiddeld 35 liter per dag (op basis van indicatieve berekeningen). De inname aan het hoofdwatersysteem kan daarmee met maximaal 80% reduceren. Deze maatregel kan de drinkwaterinname met enkele tientallen miljoenen m³ per jaar reduceren voor de gehele Maas.

Planning

2022 - 2028	Verkenning mogelijkheden van de maatregel en realisatie pilots
2029 - 2050	Mogelijk: realisatie maatregel
> 2050	Mogelijk: realisatie maatregel

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Meer waterbeschikbaarheid op het hoofdwatersysteem voor andere functies; breed positief effect voor waterbeschikbaarheid Maas en de functies langs de Maas. Kans op toename economische efficiëntie door werk-met-werk mogelijkheden met andere ingrepen op wijk- en huisniveau (bijvoorbeeld energietransitie).

Raming van de kosten

Kosten van een verkenning worden geschat op een groot onderzoek (enkele tonnen (euro's)).

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep op het Deltafonds gedaan, cofinanciering moet nog worden besproken.

Bronnen

Toelichting Co van Dongen 13-03-2019, werksessie 13-03-2019.

C.2.8 1. Grotere waterbuffers voor drinkwater

Deze maatregel landt mogelijk in het Deltaprogramma Zoet Water op lange termijn.

Algemeen

Beschrijving

Grotere of nieuwe waterbuffers realiseren voor de productie van drinkwater met inlaat vanuit het hoofdwatersysteem.

Initiatiefnemer

Drinkwaterbedrijven

Gebied

Beheergebied van drinkwaterbedrijven die nu uit de Maas water inlaten (Dunea, Evides, WBL).

Opgave/Doel

De maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door de reservecapaciteit (buffer) van drinkwaterbedrijven te vergroten. De maatregel maakt de watervoorraad van drinkwaterbedrijven robuuster, met de toenemende druk op het oppervlakte- en grondwater. Daarnaast borgt de watervoorraad zo de (verwachte) toename in de watervraag.

Hydrologische effecten

De buffercapaciteit en daarmee de watervoorraad wordt vergroot. De watervoorraad wordt robuuster en in droge perioden kan de periode van staking van inname worden uitgebreid (kwaliteitsverbetering). Hoeveel de vergrote of nieuwe buffer bijdraagt aan de watervoorraad is locatieafhankelijk.

Planning

2022 - 2028	Deze maatregel is voorzien voor de lange termijn.
2029 - 2050	Verkenning naar nieuwe buffers en het vergroten van huidige buffers. Realisatie nieuwe / vergrote buffers.
> 2050	Maatregel is gerealiseerd.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

De maatregel leidt tot een robuustere watervoorraad en minder beperkingen in droge perioden voor waterafnemers. Mogelijke effecten als gevolg van de realisatie zijn locatieafhankelijk.

Raming van de kosten

Verkenning naar nieuwe waterbuffers (middelgroot onderzoek): €10.000 - €50.000)

Realisatie: op basis van bestaande projecten een indicatie van mogelijke kosten:

- uitbreiding van de Gijster (Evides) door ontgraven heeft een effectieve toename van 26 miljoen m³ reservecapaciteit; kosten zijn 8 miljoen euro.
- kosten voor een nieuw hypothetisch spaarbekken (soortgelijk aan de Gijster), kosten circa 200 miljoen euro.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep op het Deltafonds gedaan, cofinanciering moet nog worden besproken.

Bronnen

Telefonisch interview Maarten van der Ploeg (inclusief collega's van WML, Dunea en Evides 24-01), werksessie 30-01-2019, aanvulling per mail Arnoud Wessel via Maarten van der Ploeg (Evides, 19-2), aanvulling WML via Maarten van der Ploeg 20-2, aanvulling per email USG 5-3, werksessie 13-03-2019.

C.2.9 4. Realisatie hergebruik effluent RWZI Susteren voor Chemelot

Deze maatregel landt in het pakket voor het Deltaprogramma Zoet Water.

Algemeen

Beschrijving

Hergebruikt afvalwater inzetten voor het (deels) sluiten van de kringloop binnen industrie door extra zuiveringstrap bij nabijgelegen RWZI Susteren

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Investerings nodig in leidinginfrastructuur om gebruik hiervan te maken. Ook technische aanpassingen op industrieterrein nodig in procesketens naar bijvoorbeeld demiwaterfabriek.

Initiatiefnemer

Industrie (USG Chemelot) in samenwerking met Waterschapsbedrijf Limburg

Betrokken regionale partijen

Waterschapsbedrijf Limburg

Gebied

Stein, terrein Chemelot, Julianakanaal Zuid-Limburg.

Opgave/Doel

De maatregel wordt genomen om de innamebehoefte uit de Maas van zoet water van goede kwaliteit te verlagen. De maatregel is daarmee gericht op besparing van water door de balans van watervraag en wateraanbod zo veel mogelijk lokaal op te lossen. De afhankelijkheid van USG/Chemelot op de waterbeschikbaarheid van het Julianakanaal wordt minder.

Besparing inname zoet water uit de Maas. Optimaal omgaan met lokale mogelijkheden voor watervraag en wateraanbod

Hydrologische effecten

Het effect is dat minder water door WBL wordt geloosd, vermindert het debiet van de Geleenbeek tussen Susteren en Maasbracht. De lozing van Chemelot op de zijtak Ur (die bij Stein in de Grensmaas stroomt) blijft gelijk. Effecten op omringend grondwater zijn denkbaar. Er is minder waterinname nodig uit het Julianakanaal, waardoor de waterbeschikbaarheid op het Julianakanaal en daarmee op de Grensmaas vergroot. Netto verandert er benedenstrooms van het Julianakanaal niets aan de waterkwantiteit op de Maas. De lozing van de RWZI wordt deels verplaatst naar de Grensmaas. De waterkwaliteit op het Julianakanaal neemt toe door deze verplaatsing. Benedenstroom waar de Grensmaas en het Julianakanaal weer bij elkaar komen heeft de maatregel geen netto effect op waterkwaliteit.

Planning

2022 - 2028	Deze maatregel is voorzien voor de lange termijn.
2029 - 2050	Uitvoeren verkennend onderzoek.
> 2050	Maatregel is gerealiseerd.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering**Raming van de economische effecten**

Waterbeschikbaarheid neemt toe voor Chemelot. Door meer waterbeschikbaarheid zijn er positieve effecten voor de scheepvaart: laagwatermaatregelen die tot vertraging van scheepvaart leiden worden langer voorkomen. De maatregel leidt tot een vermindering van de inname van 20-25%, hetgeen neerkomt op 0,3 tot 0,4 m³/s. Het afvalwater van de RWZI komt (minder) op het ecosysteem van de Maas terecht. Verbetering van waterkwaliteit heeft gunstige effecten op de natuur, maar ook op inname van drinkwater.

Raming van de kosten

Kosten van realisatie van de maatregel: enkele tientallen miljoenen voor vermindering inname met 20-25%

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt beroep gedaan op het Deltafonds, cofinanciering wordt onderzocht.

Bronnen

Telefonisch interview Fre Didden (24-01), werksessie 30-01-2019, aanvulling per email Tjaart Molenkamp en Sonny Schepers 11-02, aanvulling per email USG 5-3, aanvulling per email Maurice Franssen 6-3, werksessie 13-03-2019.

C.2.10 5. Verkennend onderzoek op het gebied van het sluiten van de waterkringloop industrie

Deze maatregel landt mogelijk in het Deltaprogramma Zoet Water op lange termijn.

Algemeen**Beschrijving**

Kennisontwikkeling op het gebied van het sluiten van de waterkringloop bij industrie

Initiatiefnemer

Industrie

Gebied

n.v.t.

Opgave/Doel

Het doel van de maatregel is om bij te dragen aan kennisontwikkeling op het gebied hergebruik afvalwater van RWZI en industrie. De maatregel is daarmee gericht op het besparen en hergebruik van water.

Hydrologische effecten

Geen directe hydrologische effecten. Het toepassen van opgedane kennis kan bijvoorbeeld leiden tot verminderde inname van water door industrie (vergroting waterbeschikbaarheid), verminderde lozingen van RWZI's en IAZI's en verbetering van de waterkwaliteit.

Planning

2022 - 2028	Deze maatregel is voorzien voor de lange termijn.
2029 - 2050	Uitvoeren verkennend onderzoek.
> 2050	Maatregel is gerealiseerd.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

De maatregel zelf heeft geen economische maatschappelijke effecten. Het toepassen van deze kennis leidt tot een verminderde inname van industrie en meer waterbeschikbaarheid. Dit heeft benedenstrooms een positief effect op de verschillende functies, waaronder het voorkomen van productiestilval en het langer voorkomen van laagwatermaatregelen die tot vertraging van scheepvaart leiden.

Raming van de kosten

Klein onderzoek (€10.000 - €50.000).

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep op het Deltafonds gedaan, cofinanciering wordt onderzocht.

Bronnen

Telefonisch interview Fre Didden (24-01), werksessie 30-01-2019, aanvulling per email Tjaart Molenkamp en Sonny Schepers 11-02, aanvulling per email USG 5-3, aanvulling per email Maurice Franssen 6-3, werksessie 13-03-2019..

C.2.11 15. Uitbreiding pompcapaciteit bij huidige sluiscomplexen

Deze maatregel landt mogelijk in het Deltaprogramma Zoet Water op lange termijn.

Algemeen

Beschrijving

Het uitbreiden van reguliere pompcapaciteit voor het terugpompen van geschut water bij de sluiscomplexen Maasbracht, Born en Heel.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Deze maatregel moet in samenhang met effecten op benedenstrooms gebied bekeken worden. **Initiatiefnemer**

Rijkswaterstaat

Gebied

Sluiscomplexen bij Maasbracht, Born en Heel. De capaciteit bij Maasbracht en Born kan alleen samen worden uitgebreid. De sluizen benedenstrooms van Roermond hebben een klein verhang en daarmee weinig potentie voor deze maatregel (ook omdat zijrivieren hier voldoende water aanvoeren).

Opgave/Doel

De maatregel draagt bij de zoetwaterdoelen door water te besparen en te hergebruiken. Door het terugpompen van extra water bij sluizen kunnen laagwatermaatregelen later worden ingezet.

Hydrologische effecten

De maatregel heeft een kwantitatief effect op het oppervlaktewater. Er is door het terugpompen meer water beschikbaar bovenstrooms van de sluizen met pompen. Benedenstrooms neemt de waterbeschikbaarheid af ten opzichte van de situatie zonder deze maatregel.

Planning

2022 - 2028	Deze maatregel is voorzien voor de lange termijn.
2029 - 2050	Verkenning uitbreiden van pompcapaciteit bij bestaande sluiscomplexen.
> 2050	Mogelijk: maatregel is gerealiseerd.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

In perioden van laagwater kan extra water worden teruggepompt om beperkingen voor economische scheepvaart en recreatievaart uit te stellen en voldoende water

beschikbaar te houden voor gebruik door industrie. De maatregel heeft een negatief effect op temperatuur van water op het sluispand (het wordt gemiddeld warmer in droge periodes). Er is een beperkt effect op waterkwaliteit vanwege verminderde doorstroming bij veel terugpompen. Mogelijk is er ook een effect voor het drinkwaterinnamepunt bij Roosteren.

Raming van de kosten

Verkenkend onderzoek: klein onderzoek (10.000 - 50.000 euro).

Realisatiebedragen zijn indicaties op basis van getallen van Jan Helmer (RWS). Aanlegkosten van een pomp zijn 2 m³/s (4 miljoen euro), 5 m³/s (7 miljoen euro) en 10 m³/s (11 miljoen euro). Onderhoud van een pomp is gemiddeld 1,5% van de aanlegkosten. Elektriciteitsgebruik komt gemiddeld op 0,095 - 0,100 euro per kWh.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep op het Deltafonds gedaan, cofinanciering moet nog worden besproken.

Bronnen

Telefonisch interview Jean Buschgens (23-01), werksessie 30-01-2019, kengetallen kosten via Jan Helmer 27-02, werksessie 13-03-2019.

C.2.12 17. Meer buffercapaciteit creëren door robuustere infrastructuur

Deze maatregel landt mogelijk in het Deltaprogramma Zoet Water op lange termijn.

Algemeen

Beschrijving

Met robuustere infrastructuur meer buffercapaciteit creëren door het peil op te zetten in daluren om zo de watervoorraad te vergroten. Deze watervoorraad kan gedurende de dag dan uitzakken.

Onderliggende of gekoppelde maatregelen

Het los toepassen van deze maatregel is niet kansrijk qua kosten en benodigde ingrepen in infrastructuur. De maatregel kan wel worden meegenomen in het opwaarderen van een gehele vaarweg (als meekoppelkans), met name bij vervanging van bruggen.

Initiatiefnemer

Rijkswaterstaat

Gebied

Panden bij sluiscomplexen.

Opgave/Doel

De maatregel draagt bij aan de zoetwaterdoelen door de buffercapaciteit te vergroten door efficiëntere omgang met water tijdens lage watervraag (in de daluren). Het water in de daluren gebruiken voor het opzetten van het peil tussen twee panden. Het peil kan dan gedurende de dag uitzakken. Dit vereist aanpassingen aan de infrastructuur (drempels, bruggen en oevers).

Hydrologische effecten

De maatregel kan leiden tot minder pompen. Daarnaast wordt er efficiënter met water omgegaan bij lage(re) watervraag.

Planning

2022 - 2028	Deze maatregel is voorzien voor de lange termijn.
2029 - 2050	Indien kansrijk: maatregel meenemen in opwaardering van gehele vaarwegen.
> 2050	Indien kansrijk: maatregel is gerealiseerd.

Kosten, economische effecten, kostenverdeling en financiering

Raming van de economische effecten

Op de delen van de Maas tussen sluispanden kan er meer water worden vastgehouden door het toepassen van deze maatregel. Daarmee heeft de maatregel een positief effect op de economische scheepvaart, recreatievaart en industrie. De maatregel leidt tot minder pompen en daarmee minder energiekosten.

Raming van de kosten

Opwaardering infrastructuur, dynamisch stuwbeheer door grondwaterstanden en kosten voor omgeving (al onderzoek naar gedaan in het programma Maaswerken). Investeringskosten zijn het alleen waard als meekoppelkans bij het opwaarderen van de gehele vaarweg.

Financiering vanuit het Deltafonds

Er wordt een beroep op het Deltafonds gedaan, cofinanciering moet nog worden onderzocht.

Bronnen

Telefonisch interview Jean Buschgens (23-01), werksessie 30-01-2019, werksessie 13-03-2019.

Bijlage D Toekomstbestendige waterbeschikbaarheid van de Maas

Samenvatting van 'Verkenning kansrijke maatregelen waterbeschikbaarheid Maas' (Infram 2019).

In het Deltaprogramma Zoet Water wordt gewerkt aan de uitdaging om te blijven zorgen voor voldoende zoet water nu en in de toekomst. Dit gebeurt zowel in regionale watersystemen als in het hoofdwatersysteem. In dit memo wordt de strategie en kansrijke maatregelen (incl. adaptatiepad) beschreven. Dit memo dient als bouwsteen voor de strategie Hoofdwatersysteem Waterbeschikbaarheid te samen met de uitwerking van de Rijntakken (middels het Stuurbaar Buffernetwerk).

Er is voldoende zoet water als de vraag niet groter is dan het aanbod. Strategieën die zijn gericht op het zorgen voor voldoende zoet water richten zich dan ook principieel op ofwel het verminderen van de vraag, ofwel het vergroten van het aanbod.

Het verminderen van de vraag kan via hergebruik of effectiever benutten van het beschikbare water worden bereikt. Het vergroten van het aanbod kan via het bufferen van water of door het vergroten van de aanvoerhoeveelheid.

Niet elke strategie is even doelmatig voor de Maas. Dit hangt samen met de specifieke mogelijkheden die de Maas biedt. De situatie in de Maas rondom zoet water is als volgt:

De Maas en waterbeschikbaarheid

De Maas is een regenrivier die vanuit Frankrijk via de Ardennen bij Maastricht Nederland binnenkomt. Water dat in het stroomgebied valt komt snel tot afvoer, waardoor er geen gelijkmatige afvoer is. De historische daggemiddelde afvoer varieert dan ook tussen 20 en 3000 m³/s bij Luik. Een punt van aandacht bij lage afvoer is het feit dat plotse hoge afvoeren (in extreme gevallen tot 500 m³/s) kunnen optreden door gebrek aan afstemming tussen het peilbeheer en het beheer van waterkrachtcentrales in het Belgische deel. Bij lage afvoeren vanuit België heeft de Roer een belangrijke bijdrage aan de afvoer van de Maas vanaf Roermond (in principe ongeveer 10 m³/s, afhankelijk van het gebruik van Roerwater door Duitsland, wat 1/3 van de afvoer van de Maas kan vormen).

Vanwege het belang van de scheepvaart is de Maas voorzien van een zevental stuwen, die zorgen voor een min of meer gegarandeerde vaardiepte. De Grensmaas wordt niet bevaren. Hiertoe is het Julianakanaal gegraven, dat op zijn beurt twee sluiscomplexen bevat. Alleen de Grensmaas en het deel benedenstrooms van Lith is niet gestuwd. De Maas is daarmee met recht een gebufferde rivier te noemen, waarbij elk stuwpaad een buffer op zichzelf vormt.

Bij lage afvoer ($< 130 \text{ m}^3/\text{s}$ daggemiddelde afvoer bij Luik) treedt het Maasafvoeroverdrag in werking. In het Maasafvoeroverdrag is heel precies vastgelegd hoe het water verdeeld moet worden tussen de Grensmaas en het economisch gebruik van Nederland en Vlaanderen. Zolang de ongedeelde Maasafvoer niet $30 \text{ m}^3/\text{s}$ onderschrijdt, wordt minimaal $10 \text{ m}^3/\text{s}$ over de gemeenschappelijke Grensmaas gestuurd (daggemiddeld).

De waterbeschikbaarheidsopgave in de Maas

Verschillende functies op en langs de Maas hebben behoefte aan voldoende water. Bij lage afvoeren kunnen problemen ontstaan voor:

Scheepvaart. Bij lage afvoeren kan hinder en daardoor economische schade ontstaan voor de (beroeps)scheepvaart door de toename van de wachttijden bij de sluizen. Dat komt doordat bij watertekorten -indien nodig en mogelijk- met volle kolken gesloten wordt, waardoor schepen langer moeten wachten totdat de kolk gevuld is. Schutten hevelend of m.b.v. spaarkommen vraagt iets meer tijd dan gewoon schutten. Vanwege het gestuwde karakter blijft de Maas echter wel langer bruikbaar voor scheepvaart dan bijvoorbeeld de ongestuwde Waal. Met name voor de containervaart is de Maas dan ook een mogelijk alternatief voor lage waterstanden op de Waal.

Drinkwatervoorziening. Voor het Nederlandse deel betreft dit het stoppen van inname van Maaswater bij Panheel en Roosteren (Waterleiding Maatschappij Limburg, WML) en de spaarbekkens in de Biesbosch van Evides, die ook de mogelijkheid hebben om Rijnwater (via Waal, Nieuwe Merwede) te gebruiken. Dit is nodig als de waterkwaliteit dusdanig verslechtert dat het ongeschikt wordt voor drinkwaterbereiding. Bij lage afvoer neemt de concentratie ongewenste stoffen (door industriële of huishoudelijke lozingen of diffuse bronnen) toe. De drinkwaterlocaties van WML kunnen bij innamestops overschakelen naar grondwater. De spaarbekkenlocaties van Evides hebben een totaal volume van 80 miljoen m^3 , waardoor ze enkele maanden zonder inname uit de Maas kunnen, zonder dat dit leidt tot problemen met de drinkwatervoorziening.

Proces- en koelwater industrie. Bij zeer lage afvoeren mag de industrie minder water onttrekken voor de eigen processen. De belangrijkste onttrekker is USG Chemelot op het Julianakanaal. In de praktijk is nog nooit gekort op de waterinname van de industrie. De verwachting is dat dit pas nodig is bij afvoeren (bij Luik) significant lager dan $20 \text{ m}^3/\text{s}^2$.

Ecologie en waterkwaliteit. De verminderde verdunning van industriële en huishoudelijke lozingen (RWZI's) en diffuse bronnen als pesticiden, leiden tot een afname van waterkwaliteit met effect op de aquatische ecologie in de Maas. Daarnaast

² Zelfs bij een afvoer van 20 m^3 is nog 4 m^3 beschikbaar voor JuKa. De watervraag van Chemelot bedraagt $1,5\text{-}2 \text{ m}^3$. Bovendien is de terugg pomp capaciteit voldoende groot om de scheepvaart nog een redelijke doorgang te geven zonder extra watergebruik

leidt het gecombineerde effect van hoge luchttemperatuur, koelwaterlozingen en minder afvoer/doorstroming tot opwarming van het Maaswater. Dit leidt op zijn beurt weer tot zuurstofloosheid en algengroei met nadelig effect op vissen en water-vogels.

Situatie 2018. In de droge zomer van 2018 zijn geen noemenswaardige knelpunten ontstaan buiten de extra wachttijden van de scheepvaart bij de sluizen (vooral in het Julianakanaal). Er is in het Julianakanaal gebruik gemaakt van de terugpompcapaciteit bij Born en Maasbracht, maar er is aanzienlijk minder dan de helft van de maximale terugpompcapaciteit gebruikt. Wel is sprake van overmatige algengroei in de Grensmaas, die grotendeels veroorzaakt is door de aanlegde drempels in de Grensmaas.

Strategie voor toekomstbestendige waterbeschikbaarheid

Drie invalshoeken voor het vergroten van de waterbeschikbaarheid zijn “meer aanvoeren”, “meer bufferen/vasthouden” en “meer besparen/hergebruiken”.

Meer aanvoeren is geen mogelijke strategie voor de korte termijn, aangezien de afvoerverdeling bij laag water is vastgezet in het Maasafvoeroverdrag. Wel kan samen met de Belgische overheid worden gewerkt aan het verminderen van de afvoerpieken vanuit het Belgische deel van de Maas. Hierover zijn al gesprekken gaande. Vanwege de niet te onderschatten bijdrage van de Roer aan de afvoer van de Maas moet dit ook gebeuren met de Duitse overheid. Hier bevinden zich namelijk de knoppen (in de vorm van stuwmeren) om de afvoeren te laten toe- of afnemen.

Meer bufferen/vasthouden is een aantrekkelijke manier om de waterbeschikbaarheid op de Maas te vergroten, aangezien de huidige inrichting van de Maas die van een gebufferde rivier is. Dat gebeurt reeds voluit: in de zomer worden structureel de Maaspannen met ca 15 cm opgezet door de stuwhoogtes in de maximale stand te zetten. Daarnaast worden op enkele stuwen balken geplaatst om nog hoger op te kunnen stuwen dan met de stuw zelf. In 2019 zijn op verzoek van de waterschappen nog aanvullende voorzieningen getroffen om water nog hoger op te zetten. Met de bestaande stuwen kan het niet nog hoger. Er wordt gewerkt aan afspraken met de waterschappen om deze peilopzet, indien mogelijk, vroeger in het voorjaar te laten plaatsvinden: op deze manier wordt de seizoendaling van de grondwaterstanden vertraagd en zo wordt beter de grondwaterbuffer benut. Dit mechanisme sluit aan bij het gedachtengoed van het Stuurbaar Buffernet (van de Rijntakken)

Infrastructurele aanpassingen aan de stuw/sluis complexen zijn echter zeer kostbaar. Omdat er bij lage afvoer nog geen onoverkomelijke knelpunten plaatsvinden op de Maas, is het niet doelmatig om op korte termijn deze aanpassingen te doen als deze niet gekoppeld kunnen worden aan andere doelen/ontwikkelingen.

Echter vijf³ van de zeven stuwen op de Maas lopen op het einde van hun technische levensduur. Deze moeten alle in de periode van 2028 tot aan 2040 worden vervangen. Dit biedt een mooie kans om mee te koppelen en een nieuw ontwerp te maken, waarbij waterbeschikbaarheid in de volle breedte wordt meegenomen. Een integrale benadering tussen de belangen van hoogwaterveiligheid, scheepvaart en overige functies is hierbij nodig. Het programma van Integraal Riviermanagement lijkt hier bij uitstek geschikt voor. Voor het ontwerp (RWS programma Vervanging & Renovatie Kunstwerken) van elk van de stuwen wordt een apart project opgezet, waarbij o.a. een programma van eisen wordt opgesteld. Hierbij wordt waterbeschikbaarheid meegenomen als een van de belangen.

Mogelijk bieden de grindgaten langs de Maas nog mogelijkheden om relatief goedkoop tot extra buffers te komen. Ook zijn er in de regionale waterlopen in Nederland maar zeker ook in België en Frankrijk mogelijkheden om water langer vast te houden. Agendering en gezamenlijk onderzoek kan mogelijk worden opgestart in het Amice2 project (aanvraag voor Interreg V subsidie)

Op het Julianakanaal kan hergebruik en bufferen van water worden vergroot door uitbreiding van de pompcapaciteit en/of de aanleg van spaarbekkens of hevels bij de sluiscomplexen. Uitbreiding van de pompcapaciteit hoeft niet op korte termijn te gebeuren. De maximale pompcapaciteit van de huidige pompen is nog niet bereikt, dus er zijn nog genoeg mogelijkheden om de waterstanden op het Julianakanaal op peil te houden. Wel kan bekeken worden of vervanging door moderne, efficiënte pompen wenselijk is (via het concept circulair pompen). De maatregelen hevelend schutten en gebruik maken van spaarbekkens vergen investeringen, waarvan via de kosten/baten analyse bekeken kan worden of en wanneer deze rendabel zijn. Op korte termijn kan worden onderzocht of op slimme en goedkope wijze verbeteringen zijn aan te brengen bij het op peil houden van Julianakanaal.

Meer besparen en hergebruiken heeft vooral betrekking op de grootste gebruikers van het Maaswater. Het gaat om industrie, RWZI's en drinkwater. Er zijn mogelijkheden tot reduceren van de watervraag of het verbeteren van de kwaliteit van het effluent, waardoor de waterkwaliteit minder verslechtert bij lage afvoer. Voorbeelden hiervan zijn het (deels) sluiten van de waterkringloop in de industrie of het gebruiken van het effluent van RWZI's voor proceswater in de industrie. Nadeel van het laatste is dat de kwaliteit van het Maaswater wel verbetert, maar de kwantiteit minder wordt als geen effluent meer wordt geloosd. Een integrale afweging is nodig om te bepalen wat zwaarder weegt.

Ook hiervoor geldt dat het verstandig is om eerst te zoeken naar de laagdrempelige oplossingen, alvorens grote investeringen te doen.

³ Het gaat om de zogenaamde Poirée-delen van de stuwcomplexen Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek en Grave

Samengevat en adaptatie-tijdslijn

Op korte termijn is er geen acute noodzaak voor grote investeringen om de waterbeschikbaarheid op de Maas te verbeteren. Wel is het nuttig om te onderzoeken hoeveel “rek” er zit in de waterbeschikbaarheid van het huidige systeem. Dit gebeurt op de volle breedte op de domeinen van wateraanvoer vergroten, buffers vergroten en besparen.

Op de langere termijn zijn er aantrekkelijke kansen om mee te liften met de vervangingsopgave van de stuwen/sluizen in de Maas. Een uitgekiend integraal ontwerp leidt dan tot meer robuustheid op de Maas wat betreft waterbeschikbaarheid.

Deze strategie leidt tot de adaptatietijdslijn voor de maatregelen⁴ voor het vergroten van de waterbeschikbaarheid van de Maas zoals weergegeven op volgende pagina.

⁴ Zie voor een uitgebreide toelichting op de maatregelen de notitie “Verkenning waterbeschikbaarheid Maas”, Infram 2019.

