

Memo

Datum	Ons kenmerk	Aantal pagina's
16 oktober 2020	11205271-009-ZWS-0003	1 van 25
Contactpersoon	Doorkiesnummer	E-mail
Maaïke Maarse	+31(0)88 335 7752	Maaïke.Maarse@deltares.nl

Onderwerp

Effect van Klimaatbestendige Strategie HWS op waterkwaliteit en ecologie: expert judgement

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Effecten van inzet ARK-route op ecologie van IJmeer en Markermeer	2
2.1	Samenvatting	2
2.2	Uitgangspunten	3
2.3	Waterbalans	3
2.4	Waterpeil	4
2.5	Chloride	5
2.6	Chloride, sulfaat en biota	8
2.7	Fosfaat	9
2.8	Stikstof	10
2.9	Referenties	11
3	Effecten van verzilting Oude Maas op Natura2000	13
3.1	Samenvatting	13
3.2	Aanpak	13
3.3	Chlorideconcentraties periode 2000-2020	14
3.4	Veranderingen in chlorideconcentraties en effect van onttrekking	15
3.4.1	Locaties met modeluitvoer van Sobek-NDB	15
3.4.2	Selectie jaren	16
3.4.3	Expert-judgement: effect van extra onttrekking op zoutconcentraties in de Oude Maas	18
3.5	Ecologische effecten van (incidenteel) hogere chloride concentraties	18
3.5.1	Natura2000 kwaliteitseisen per habitatype	21
4	Effecten sluiten stuw bij Driel op vismigratie	24
4.1	Samenvatting	24
4.2	Stroomafwaartse migratie	24
4.3	Stroomopwaartse migratie	25

1 Inleiding

Eén van de mogelijke maatregelen in de Klimaatbestendige Strategie Zoetwater voor het Hoofdwatersysteem betreft het inzetten van de 'ARK-route'. Hierbij wordt in zeer droge periodes extra water uit de Waal via het Amsterdam-Rijnkanaal naar Markermeer/IJsselmeer geleid om te voorkomen dat de peilen van deze meren te ver uitzakken in reactie op grote verdamping van de meren zelf en de grote watervraag in de omliggende gebieden. In dit memo wordt door middel van expert judgement een inschatting gedaan van

- het effect van de ARK-route op waterkwaliteit en ecologie voor de wateren IJmeer/Markermeer en de Oude Maas (Hoofdstuk 2 en 3), en
- het effect van een ander sluitregime van stuw Driel op vismigratie (Hoofdstuk 4).

Elk hoofdstuk begint met een korte samenvatting van de conclusie en belangrijkste elementen uit de onderbouwing.

2 Effecten van inzet ARK-route op ecologie van IJmeer en Markermeer

2.1 Samenvatting

In dit hoofdstuk is gekeken naar de gevoeligheid van de ecologie van het IJmeer en Markermeer voor de aanvoer van 'ARK-water' in zeer droge periodes. Hierbij is gekeken naar de voor ecologie van belang zijnde factoren verblijftijd, aanvoer van nutriënten, en aanvoer van chloride. Ten opzichte van een droge zomer (zonder ARKroute) veranderen deze factoren mogelijk wel, maar binnen de marge van de variatie die er van jaar tot jaar al is. Hierbij aangenomen dat de route via Muiden loopt, waardoor chlorideconcentraties voldoende laag blijven.

Onderbouwing:

Er is een klein effect van de ARKroute op de verblijftijd. De Eem is de belangrijkste zuidelijke aanvoerbron van het IJmeer en voor een groot deel bepalend voor de verblijftijd. Normaal gesproken neemt de aanvoer via de Eem af, maar met inzet van de ARKroute is de zuidelijke aanvoer vergelijkbaar met of groter dan gemiddeld. Normaal gesproken neemt de verblijftijd in een droge zomer dus toe, maar met inzet van de ARKroute wordt dit effect kleiner.

De gevolgen voor de nutriëntenbalans zijn klein. De fosfaat- en stikstofconcentraties in het ARK zijn vergelijkbaar met die in de Eem. Door meer directe aanvoer van ARK-water naar het IJmeer (t.o.v. Eemwater via Eemmeer en Gooimeer) treedt mogelijk lokaal enige extra toename op. Normaal gesproken neemt in droge zomers de aanvoer van nutriënten af, wat nadelig kan zijn voor filteraars zoals mosselen. Met inzet van de ARKroute wordt dit effect naar verwachting kleiner.

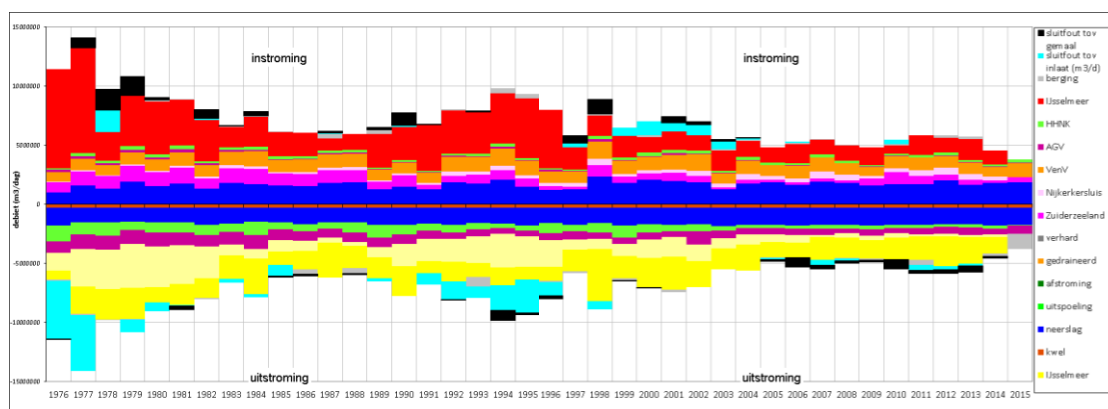
Als de chlorideconcentraties in het IJmeer onder de 200 mg/l blijven, is er voor macrofauna (en vis) niets aan de hand. Dit is het geval als water vanuit het zuiden via Muiden naar het IJmeer wordt gevoerd. Als een meer noordelijke route (bv. Zeeburg) wordt gekozen is de kans groot dat hoge chlorideconcentraties vanuit het Noordzeekanaal worden aangevoerd. Dan kan lokaal schade aan flora en fauna optreden. Modelstudie is nodig om de precieze omvang van die schade en de ruimtelijke aspecten ervan te kunnen inschatten.

2.2 Uitgangspunten

- We nemen aan dat tijdens inzet van de ARKroute, in extreem droge jaren, de hoeveelheid ARKwater dat naar het IJmeer stroomt overeenkomt met 30-40 m³/s gedurende 2 á 3 maanden;
- Op dit moment wordt in droge zomers geen significante hoeveelheid water vanuit het ARK naar het IJmeer geloosd (het aandeel van waterschap AGV als aanvoerbron in de waterbalans van het Markermeer is klein);
- Als dit in droge zomers wel gaat gebeuren, zijn meerdere aanvoerroutes mogelijk, waaronder Nuon, Zeeburg en Muiden;
- Voor aanvoer vanuit het zuiden is voor effectberekening de waterkwaliteit bij Diemen relevant. Het aangevoerde water is dan in principe zoet. In zeer droge situaties is Zeeburg echter ook een optie en is de kans op een (verder) verzilt NZK zeer groot, en dus ook de kans op zoutindringing in het IJmeer.

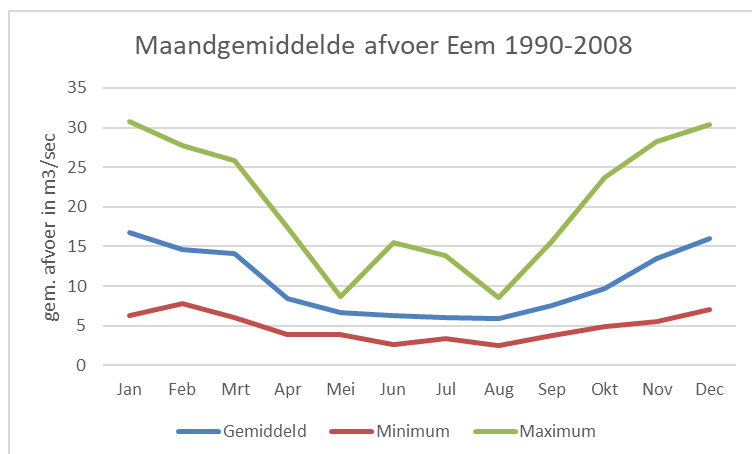
2.3 Waterbalans

Het bovengenoemde debiet van 30-40 m³/s betekent gedurende die periode een extra wateraanvoer van ongeveer 3 miljoen m³ per dag. Los daarvan is de Eem is in de huidige situatie de enige belangrijke zuidelijke aanvoerbron. Fluctuaties in de Eemdebieten hebben daarom relatief veel effect op de dominantie van IJsselmeerwater in het IJmeer. Normaal gesproken wordt er via de Eem in de zomer 3 tot 15 m³/s aangevoerd, met een meerjarig gemiddeld seizoensminimum van ongeveer 6 m³/s (Figuur 2). In de droogste jaren (minimum maandgemiddelde bijv. 2,6 in 1996, 2,5 in 2003) is de genoemde aanvoer vanuit het ARK dus ongeveer gelijk aan of iets hoger dan de afvoer van de Eem. De som van beide is echter niet hoger dan het meerjarige gemiddelde van de Eem afvoer (die belangrijk bijdraagt aan de aanvoer naar het IJmeer. Dit betekent dat er geen nadelige veranderingen in verblijftijd optreden. De resulterende verkorting van de verblijftijd t.o.v. de situatie zonder toevoer vanuit de ARK is eerder gunstig, vanwege enige afname van de kans op algenbloei.



Figuur 1 Verloop van de waterbalans per jaar van het Markermeer-IJmeer volgens Van der Geest et al. (2017)

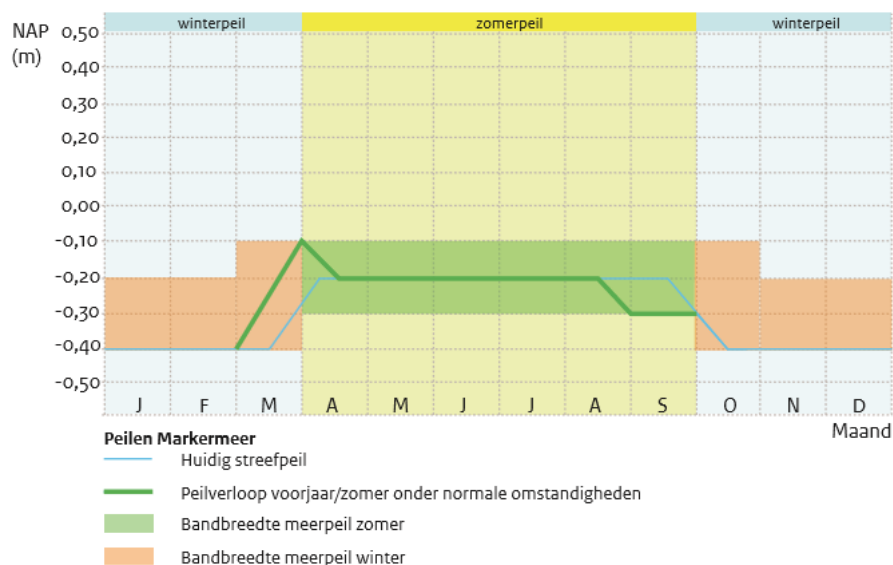
Volgens de waterbalans van Van der Geest et al. (2017) werd er in de periode 2004-2013 over het jaar gemiddeld ca 5 miljoen m³ water per dag naar het Markermeer-IJmeer aangevoerd, inclusief neerslag (Figuur 1). Daarbij was de aanvoer vanuit AGV min of meer verwaarloosbaar. De belangrijkste posten waren neerslag, IJsselmeer en V&V (Eem/Randmeren zuid). Ondanks de afsluiting wordt het Markermeer-IJmeer nog steeds in belangrijke mate gestuurd door ontwikkelingen in de waterkwaliteit van het Rijnwater. Extra aanvoer vanuit het ARK zou deze sturing nog iets versterken. Over het gehele jaar gerekend zou het aandeel van het ARK in de balans van het hele waterlichaam in de droogste jaren maximaal ongeveer 20% bedragen (zonder de verblijftijd te verkorten door verminderde aanvoer van elders).



Figuur 2 Seizoensverloop van de afvoer van de rivier de Eem, 1990-2008, gemiddelde, maximum en minimum van maandgemiddelden.

2.4 Waterpeil

Volgens het nieuwe peilbesluit mag het zomerpeil in het Markermeer fluctueren tussen -10 en -30 cm NAP(Figuur 3) en zakt het in principe vanaf 15 augustus geleidelijk uit naar het winterpeil. In periodes van droogte kan het peil bij te verwachten lage rivierafvoer worden opgezet tot -10 cm voor de duur van maximaal 2 weken, eventueel te spreiden over meerdere perioden. Bij extreme droogte mag deze periode worden verlengd met twee weken. Afhankelijk van de timing kan dit schadelijk zijn voor broedvogels. Bij inzet van het ARK in droge jaren is het te verwachten dat het peil wordt verhoogd (binnen de aangegeven bandbreedte) om de extra aanvoer vast te houden. Dit natuurlijk in samenhang met de aanvoer vanuit het IJsselmeer. De extra peilstijging in het Markermeer-IJmeer (70.000 ha) door aanvoer van maximaal 3 m3 water per dag vanuit het ARK bedraagt maximaal ongeveer 4,3 mm per dag, afgezien van de (extra) verdamping die in droge (warme) zomers optreedt. Zonder aanvullende aanvoer van elders kost verhoging met 10 cm dus minimaal 23 dagen. Bij Kluten, die het dichtst bij de waterlijn broeden, zijn na 1 juli vrijwel alle eieren uitgekomen, en de jongen verlaten dan meteen het nest. Vanaf eind juni levert verhoging dus weinig schade meer op. Als de verhoging juist vroeg in het voorjaar valt, als de eerste nesten aanwezig zijn, is bij verlies de mogelijkheid voor een tweede legsel het grootst.

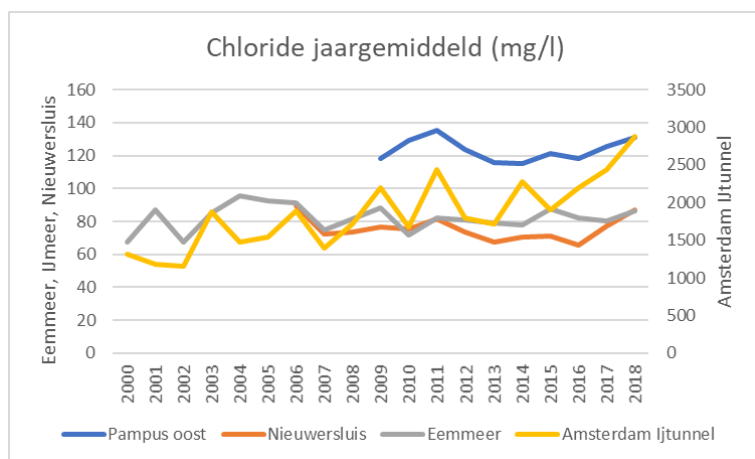


Figuur 3 Peilbesluit Markermeer

2.5 Chloride

Bij de aanvoer van water met chlorideconcentraties onder de 300 mg/l per liter worden er geen effecten op de natuurwaarden van het IJmeer/Markermeer verwacht. Mochten de concentraties wel hoger zijn (bijvoorbeeld als water meer vanuit het Noordzeekanaal komt), dan zal met een modelstudie moeten worden uitgezocht waar dit effect het grootst zal zijn. Effecten op ecologie zijn overigens niet alleen maar negatief, het kan ook juist voor diversiteit zorgen, mits soorten de tijd krijgen om zich aan kunnen passen.

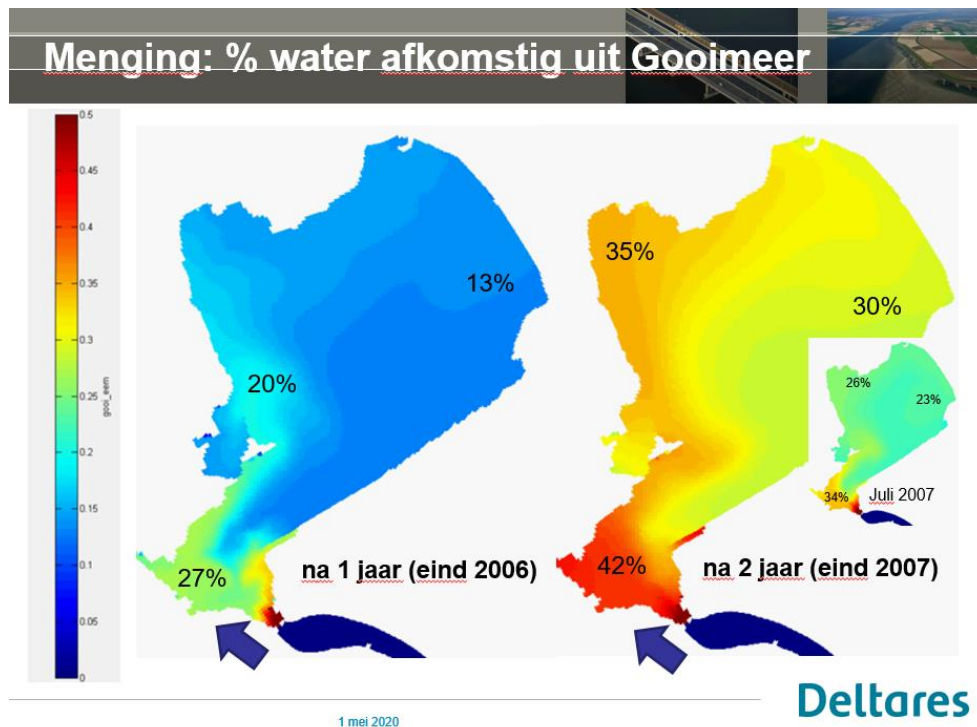
De jaargemiddelde chloride concentraties in het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis (Figuur 4) zijn vergelijkbaar met die in de Eem en de Rijn (ca 80 mg/l) en lager dan die in het IJmeer (meetpunt Pampus Oost; ca 120 mg/l). De concentraties in Amsterdam bij de IJtunnel, waar het water licht brak is, zijn veel hoger (ca 2000 mg/l). Berekeningen van de concentraties bij Diemen (Mens et al. 2018) laten een basis zien van ongeveer 200 mg/l, met uitschieters tot 2000 mg/l als gevolg van zoutindringing vanuit het Noordzeekanaal. Hoewel juist in droge situaties de kans op zoutindringing vanuit NZK toeneemt, kan ervanuit worden gegaan dat de extra aanvoer vanuit het zuiden in combinatie met een minimum debiet bij Weesp van 25 m³/s voor voldoende tegendruk zorgt.



Figuur 4 Jaargemiddelde chlorideconcentraties in het ARK bij Nieuwersluis, NZK Amsterdam IJtunnel, het Eemmeer en het IJmeer

Als in droge zomers water vanuit het zuiden naar het IJmeer wordt gevoerd zal het dus, afgezien van een enkele uitschieter, gaan om concentraties tussen 80 en ca 200 mg/l. Met name als Zeeburg als route wordt gebruikt gaat het om veel hogere concentraties. Hoe dit zout zich verspreidt en dus ook zich verdunt zal in een specifieke modelstudie moeten worden bekeken. Uit een eerdere modelstudie (Harezlak) bleek dat het IJmeer zich hydrologisch niet afzonderlijk van (de rest van) het Markermeer gedraagt en dat het water in principe over het gehele waterlichaam effectief gemengd wordt. Deze menging voltrekt zich echter over langere tijd (maanden tot jaren). Hieronder zijn twee figuren weergegeven uit het product van deze studie¹. Hierin wordt een indruk gegeven van dit proces van menging. Gemiddeld is de verblijftijd in de zomer korter door grotere toevoer van water uit het IJsselmeer. De afvoer via de Oranjesluis is dan ook hoger dan in de winter, maar de aanvoer vanuit de Eem is lager dan in de winter. Er is dus gemiddeld in de zomer een waterbeweging van noord naar zuid in het waterlichaam. Hoe dit specifiek in de droge situatie werkt zal nader moeten worden bekeken met behulp van modellen.

¹ Noordhuis R., V. Harezlak, P. Boderie & M. Genseberger, m.m.v. UvA; Waterbeheer en ecologische draagkracht in het Markermeer-IJmeer. Presentatie Deltares 2016

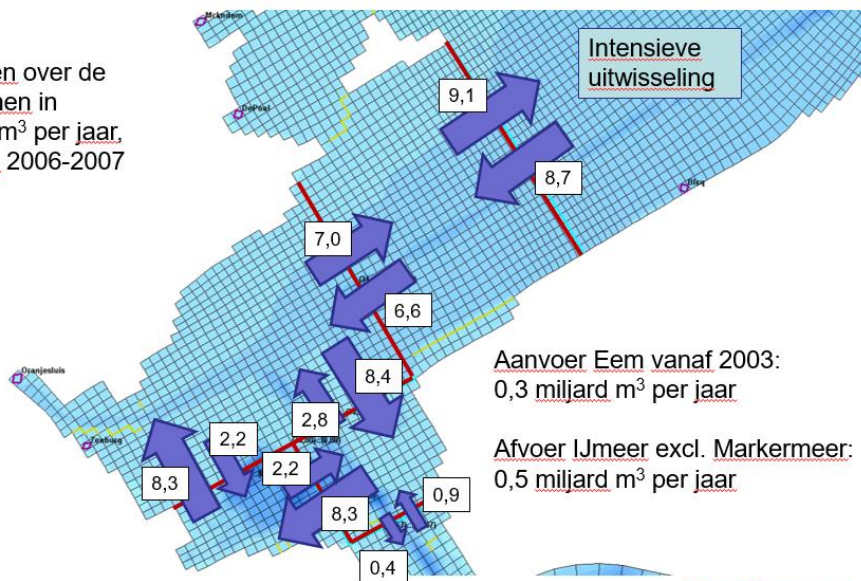


Resultaten van berekeningen met het Slibmodel. In dit model zijn waterbewegingen en golfwerking gesimuleerd op basis van waterbalans gegevens en weersomstandigheden (wind) over twee jaren, nl. 2006 en 2007. Vervolgens is m.b.v. tracers de verspreiding van water gevolgd vanuit de ingang vanuit het Gooimeer.

Deze figuren tonen de verspreiding van water dat vanuit het Gooimeer binnenkomt. De figuren laten ruimtelijk zien welk percentage van het water na een jaar en na twee jaar afkomstig is uit het Gooimeer. In de winter is de aanvoer vanuit het Gooimeer het grootst door het grotere debiet van de Eem. De afvoer via de Oranjesluizen naar het IJ is dan beperkt, het meeste water wordt afgevoerd naar het IJsselmeer. Bij zuidwestenwind is er in de kom van het Markermeer vaak sprake van een stroming met de klok mee, zodat het water uit het zuiden langs de westkust naar het noorden stroomt. In de zomer is het debiet van de Eem kleiner, wordt meer water afgevoerd via de Oranjesluizen en komt relatief veel water binnen door de Houtribsluizen (Lelystad) en Krabbersgatsluizen (Enkhuizen). Daardoor is de ruimtelijke differentiatie in de herkomst van de water in de zomer mogelijk wat sterker. Ook in de zomer is echter nog sprake van uitwisseling tussen Markermeer s.s. en IJmeer, en in de zomer van het tweede jaar is ca 25% van het water in het noorden afkomstig uit de zuidelijke randmeren. Er is bovendien maar weinig ruimtelijke variatie in dit percentage.

Waterbewegingen IJmeer volgens flowmodel:

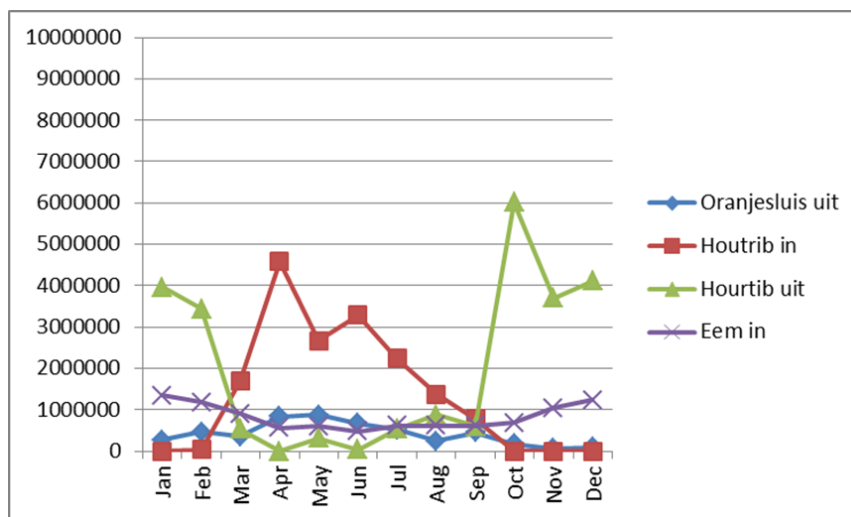
Debiten over de rode lijnen in miljard m³ per jaar, periode 2006-2007



1 mei 2020

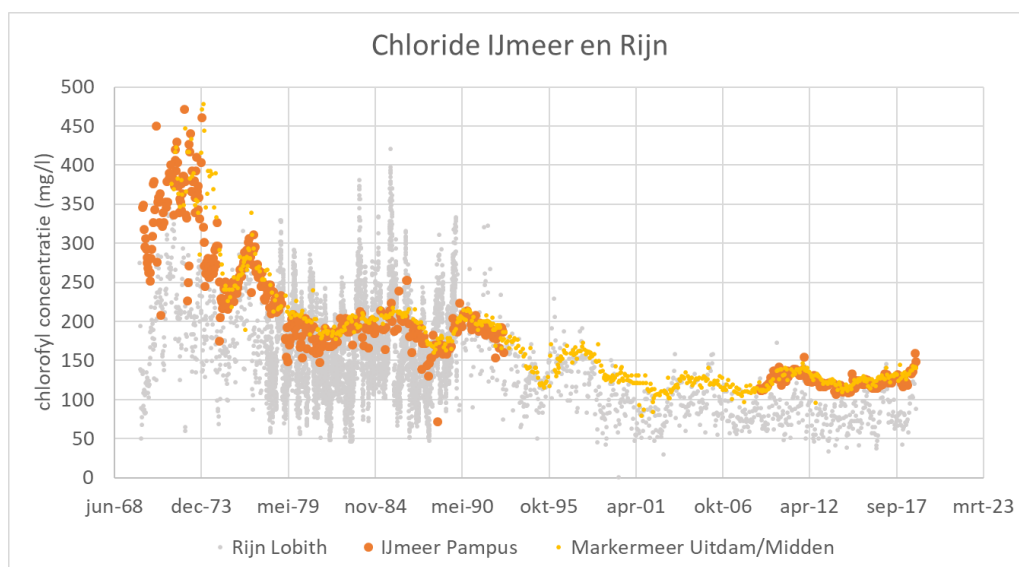
Deltares

Met het Markermeer flowmodel kunnen debieten over willekeurige doorsneden van het waterlichaam worden geschat. Hier zijn waterbewegingen weergegeven over de aangegeven rode lijnen, in miljard m³ per jaar (golfwerking nog niet meegenomen). Door interne circulatiepatronen zijn deze debieten een orde van grootte hoger dan de jaarlijkse aanvoer uit de Eem (ca 0,3 miljard m³) en de totale afvoer in het zuiden (ca 0,5 m³ per jaar, inclusief verdamping). Ook deze verkenning geeft intensieve uitwisseling weer tussen het water van het IJmeer en dat van het Markermeer s.s.



Gemiddeld seizoensverloop van de aan en afvoer van water via de belangrijkste routes in en uit het Markermeer-IJmeer, berekend over 2003-2012.

In het IJmeer (en het Markermeer) waren de chlorideconcentraties in het verleden hoger (Figuur 5). Voor de sluiting van de Houtribdijk lagen de concentraties tussen 300 en 500 mg/l. Na de sluiting namen ze af en vervolgens bleven ze tot ongeveer 1993 stabiel tussen 160 en 200 mg/l. Daarna volgde een nieuwe afname tot waarden rond 120 mg/l na 2000. Sinds de afsluiting in 1975 lopen de veranderingen min of meer gelijk aan die van de Rijn, gestuurd door internationale zoutverdragen.

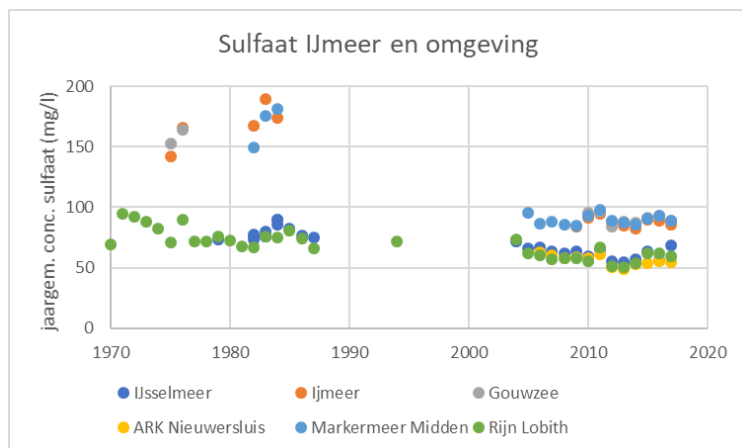


Figuur 5 Chlorideconcentraties in het IJmeer (donker oranje, combinatie Pampus west en oost) en het Markermeer (licht oranje, combinatie Uitdam en Midden).

2.6 Chloride, sulfaat en biota

Als de chlorideconcentraties in het IJmeer onder de 200 mg/l blijven, is er voor macrofauna (en vis) niets aan de hand. In het algemeen beginnen de meest gevoelige soorten pas boven de 200 mg/l te verdwijnen (pers. comm. R. Verdonschot). Daarbij is ook de duur van de verstoring van invloed (2-3 maand is dan echter erg lang). Hetzelfde geldt voor de meest gevoelige plantensoorten (bijv. Dotterbloem ca 250 mg/l, zie Noordhuis 2010). Kranswieren kunnen boven de 550 mg/l sublethale effecten gaan vertonen. Bij macrofauna van zoet water kunnen boven die waarde effecten op reproductie en gedrag gaan optreden. Tussen 1000 en 3000 mg/l worden zoetwatersoorten geleidelijk door zoutwatersoorten vervangen. Overzichten van effecten en tolerantiegrenzen worden gegeven in Verdonschot 2013, Paulissen & Schouwenberg 2007 en Verdonschot et al. 2000. Als aanvoer van water vanuit het ARK vanuit het zuiden plaatsvindt blijven ecologische effecten in het IJmeer zeer beperkt tot afwezig.

Voor (water)planten zijn veranderingen in de sulfaat concentraties mogelijk belangrijker (pers. comm. G. van Geest). Net als bij chloride zijn de sulfaatconcentraties in het ARK bij Nieuwersluis ongeveer gelijk aan die in de Rijn (bij Lobith) en lager dan die in het IJmeer en de rest van het waterlichaam (Figuur 6). In Amsterdam (IJtunnel) zijn de concentraties net als bij chloride veel hoger (250-400 mg/l). Bij toevoer van ARK water vanuit het zuiden zouden er geen problemen voor planten in het IJmeer moeten ontstaan.

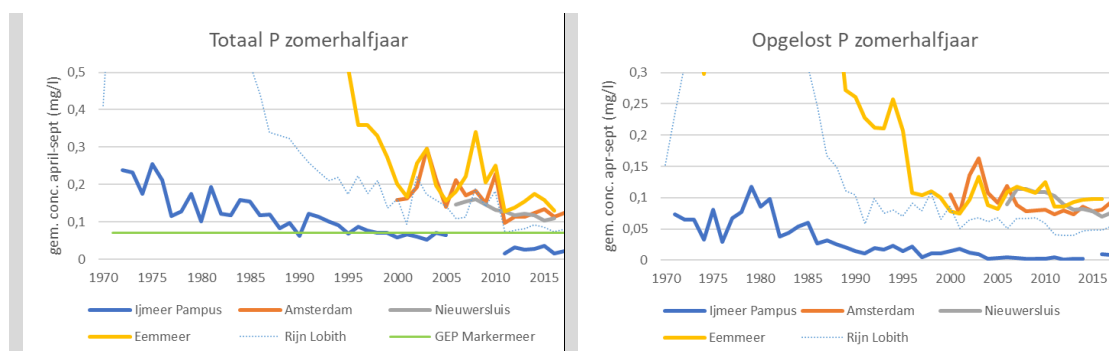


Figuur 6 Jaargemiddelde sulfaat concentraties in het ARK, het IJmeer en omgeving

Door de connectie met het Noordzeekanaal leven in het zuidelijke IJmeer nog enkele Zuiderzeerelicten onder de macrofauna. Beperkte aanvoer van licht brak water geeft in die zin ook enige ruimtelijke diversiteit. In het zuidelijke IJmeer (omgeving Muiden) komt als meest bijzondere waterplant Groot Nimfkruid voor, een zeldzame (rode lijst) soort van mesotrofe wateren. Dit voorkomen sluit aan bij geconcentreerd voorkomen in de omgeving, waaronder licht brakke wateren ten noorden van Amsterdam.

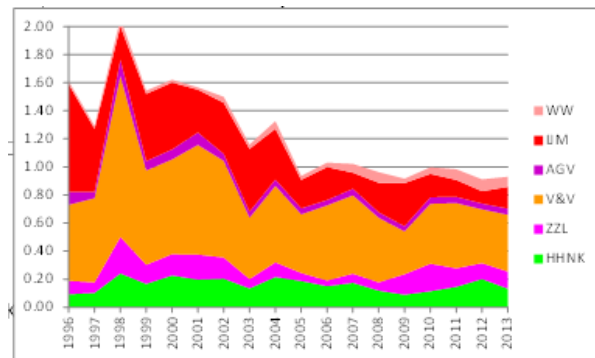
2.7 Fosfaat

De concentraties totaal P in het ARK zijn ongeveer gelijk aan die van de Eem (Figuur 7). Beide zijn hoger dan de concentraties in de Rijn, hoger dan de GEP voor het Markermeer-IJmeer en veel hoger dan de concentraties aldaar. Bij opgelost P is het verschil nog groter omdat in het IJmeer een veel groter aandeel van het opgeloste P door algen e.d. wordt opgenomen.



Figuur 7 Gemiddelde concentraties totaal en opgelost fosfaat in het zomerhalfjaar

De huidige fosfaatbelasting van het Markermeer bedraagt iets minder dan $1 \text{ mg/m}^2/\text{dag}$ (Van der Geest et al. 2017) (Figuur 8). AGV levert daarvan enkele procenten (3-5%). Als in een extreem droog jaar gedurende 3 maanden $35 \text{ m}^3/\text{s}$ water met een TP concentratie van $0,12 \text{ mg/l}$ wordt aangevoerd (gem. zomerconcentratie ARK 2012-2017), wordt daar gedurende die maanden ongeveer $0,5 \text{ mg/m}^2/\text{dag}$ aan toegevoegd. Over het hele jaar gerekend is dat een toename van ca $0,13 \text{ mg/m}^2/\text{dag}$, dus ongeveer 15%. Vooral omdat dit niet elk jaar voorkomt is dit waarschijnlijk niet genoeg om de GEP te weer te overschrijden. Omdat de primaire productie in de waterkolom in het IJmeer waarschijnlijk P-beperkt is, zou die dus enigszins kunnen toenemen. In de huidige situatie is dat niet ongunstig. Bovendien is in de omstandigheden waaronder aanvoer vanuit het ARK plaatsvindt, de aanvoer vanuit de Eem met dezelfde orde van grootte verminderd. Op watersysteem niveau is daarom nauwelijks effect te verwachten, te meer daar in de zomer de wateraanvoer vanuit het IJsselmeer sterk dominant is. Wel is de aanvoer naar het IJmeer directer (zonder verdunning zoals tussen Eem en IJmeer in het Gooimeer), zodat lokaal hogere concentraties bereikt kunnen worden. Gezien de huidige, lage fosfaatconcentraties in het IJmeer heeft dit waarschijnlijk geen negatieve gevolgen.



Figuur 8 TP belasting Markermeer-IJmeer in mg/m2/dag volgens Van der Geest et al. (2017)

Fosfaat en verblijftijd

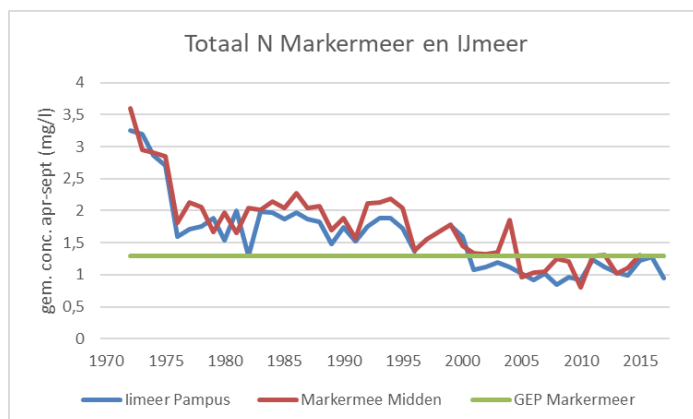
Een serieuze verkorting van de verblijftijd kan in het IJmeer leiden tot een verminderde uitputting van opgelost fosfaat, als het IJmeer van een lentisch (stagnant) in een lotisch (stromend) systeem verandert. In de jaren 1970 en 1980 hebben zich zulke veranderingen in uitputting voorgedaan, die mogelijk gerelateerd waren aan veranderingen in de lokale verblijftijd (via wijzigingen in het gebruik van de Oranjesluizen). Zo'n verkorting is niet ongunstig voor de ecologie, het betekent eerder extra voedselaanvoer, betere groei van filteraars zoals mosselen en minder kans op algenbloei.

Dit is echter moeilijk te voorspellen omdat het niet gaat om de uit de waterbalans te berekenen verblijftijd van het gehele Markermeer-IJmeer, maar om de lokale dynamiek van het zuidelijke IJmeer alleen.

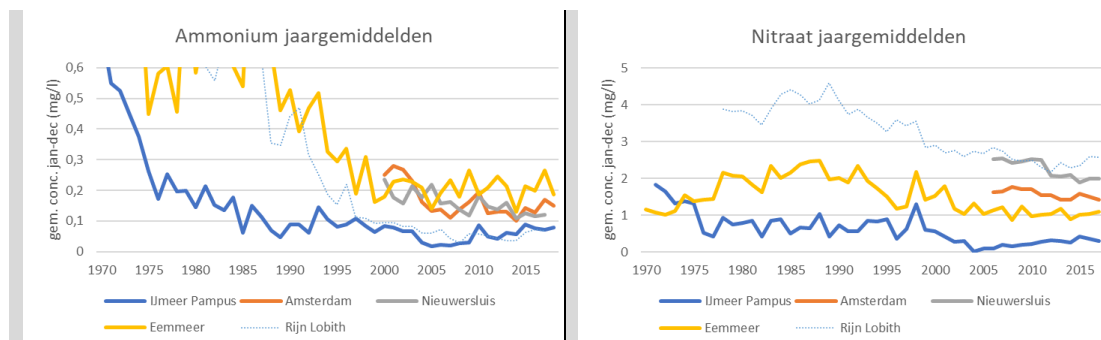
2.8 Stikstof

Net als bij fosfaat zijn de concentraties opgelost stikstof (som van nitriet, nitraat en ammonium) in het ARK vergelijkbaar met die in de Eem en aanzienlijk hoger dan de concentraties in het IJmeer (Figuur 9 en Figuur 10). De verdeling tussen de stikstoffracties verschilt, nitraatconcentraties in het ARK zijn hoger dan die in de Eem, ammonium lager.

Er is op dit moment geen stikstofbalans beschikbaar. Totaal stikstof in het IJmeer is net als elders in het Markermeersysteem vanaf 2000 weer gedaald. In het IJmeer lagen de gemiddelde zomerconcentraties sinds 2001 net onder de GEP van 1,3 mg/l. Deze afname is echter vooralsnog gestagneerd. Er lijkt zelfs sprake te zijn van enige toename, doordat ammonium en nitraat na een minimum in 2004/2005 geleidelijk weer iets zijn toegenomen. Extra toevoer vanuit het ARK kan dus het doelbereik voor totaal stikstof schaden. Dit wordt echter, net als bij fosfaat, in termen van totaal stikstof min of meer gecompenseerd door verminderde aanvoer vanuit de Eem door de lagere debieten, in de zomers waarin aanvoer vanuit het ARK zou plaatsvinden. Ook bij stikstof is dus op watersysteemniveau nauwelijks effect te verwachten, hooguit treedt lokaal (tijdelijk) enige toename op.



Figuur 9 Verloop van zomerhalfjaar gemiddelde concentraties totaal stikstof in het IJmeer en het Markermeer, vergeleken met de KRW GEP-waarde.



Figuur 10 Gemiddelde concentraties totaal en opgelost stikstof.

De uitzonderlijk lage nitraatconcentratie in het Markermeer-IJmeer is op dit moment onderwerp van studie (KIMA). Mogelijk houdt dit verband met de aanwezigheid van grote hoeveelheden zwavelbacteriën op de bodem. Deze bacteriën (*Thioploca*) gebruiken grote hoeveelheden nitraat om sulfide te oxideren en hebben mogelijk een belangrijke remmende werking op het de productie in de hogere lagen van het voedselweb. De aanvoer van extra nitraat zou de ontwikkeling van *Thioploca* kunnen bevorderen. Dit is echter nog speculatief, het onderzoek is nog in een vroeg stadium.

2.9 Referenties

Mens M., H. van den Boogaard, F. Buschman & A. Nolte 2018. Eenvoudige zoutrelaties voor snelle zoetwateranalyses. Onderdeel van KPP-project Systeemanalyse Verzilting 2017. Deltares rapport 11200589-002, Delft.

Noordhuis R. (red.) 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.

Van der Geest H.G., J.A. Vonk & M.R.L. Ouboter 2017. Reconstructie water- en stoffenbalans Markermeer 1976-2015. UvA, Amsterdam.

Verdonschot 2013 moet zijn Veraart J.A., R.C.M. Verdonschot & M.P.C.P. Paulissen 2013. Effecten verzilting zoete aquatische ecosystemen. STOWA Deltafact.

Paulissen M.P.C.P. & E.P.A.G. Schouwenberg 2007. Zouttolerantie van zoetwatergevoede natuurdoeltypen. Verkenning en kennislacunes. Alterra rapport 1545, Wageningen.

Verdonschot P.F.M. et al. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Rapporten EC-LNV AS-01 t/m 13. Expertisecentrum LNV / Alterra, Wageningen.

R. Verdonschot = pers. Mededeling

V. Harezlak = Noordhuis R., V. Harezlak, P. Boderie & M. Genseberger 2018. Waterbeheer en ecologische draagkracht in het Markermeer-IJmeer. Een eerste verkenning aan de hand van hydrologie en nutriënten. Deltares presentatie 1230835-000 i.o.v. RWS, Deltares, Utrecht.

3 Effecten van verzilting Oude Maas op Natura2000

Maaïke Maarse in overleg met John Janssen (WenR)

3.1 Samenvatting

In dit hoofdstuk is gekeken naar het effect van de ARK-route op verzilting van de Oude Maas in relatie tot Natura2000 habitattypen en soorten. Het effect van sterke klimaatverandering (lagere afvoeren en zeespiegelstijging) op de zoutcondities in de Oude Maas is vele malen groter dan het effect van de ARK-route.

Onderbouwing:

- In de huidige situatie zijn de benedenstroomse (westelijke) delen van de Oude Maas al regelmatig verzilt. De habitattypen die daar voorkomen hebben enige tolerantie voor overspoeling met water met een chlorideconcentratie van boven 1000 mg/l
- Er is geen analyse gedaan op basis van hoogteligging en waterstanden ten tijde van inzet van de maatregel. Hierdoor is niet met zekerheid te zeggen of onder die omstandigheden ook daadwerkelijk overspoeling plaatsvindt. Ook is geen onderzoek gedaan naar de verticale gradiënt van de chlorideconcentratie in de waterkolom. De uitspraken die gedaan worden over de gevoeligheid van bepaalde habitattypen gaan dus over de situatie waarin ze daadwerkelijk overspoeld raken. Het verdient aanbeveling uit te zoeken in hoeverre overspoeling daadwerkelijk plaatsvindt in de situatie met extra onttrekking.
- Het habitatype waar het nu slecht mee gaat (namelijk: Ruigten en Zomen) is over het algemeen minder gevoelig voor verzilting. Wel kunnen bij regelmatige overspoeling met verzilt water binnen het habitatype H6430 Ruigten en Zomen specifiek voor dit gebied kenmerkende soorten (zomerklokje en spindotterbloem) plaatsmaken voor meer zouttolerante soorten
- Met name H3270 (slikkige rivieroever) en H91E0 (Zachthoutoibossen) kunnen bij langdurige concentraties boven 1000 mg/l en een toenemende frequentie steeds minder goed herstellen. Maar kennis ontbreekt over waar de tolerantiegrens precies ligt en bij welke frequentie van verzilting herstel nog mogelijk is.
- Als gevolg van klimaatverandering zal de zouttong oostwaarts verschuiven, waardoor gemiddelde zoutconcentraties in de hele Oude Maas toenemen en de frequentie van verzilting in de middenzone mogelijk toeneemt. In het brakker wordende westelijke deel kunnen mogelijk habitatypes verdwijnen of in kwaliteit achteruit gaan als deze overspoeld worden. Het oostelijke deel zal naar verwachting zoet blijven met incidenteel een zoutpiek.
- De extra onttrekking zal dit effect enigszins versterken, maar verhoudingsgewijs is het effect van klimaatverandering veel groter. Het versterkende effect treedt alleen op in de situaties met extreem lage afvoeren die in de toekomst naar schatting eens in de 20 jaar zullen voorkomen.

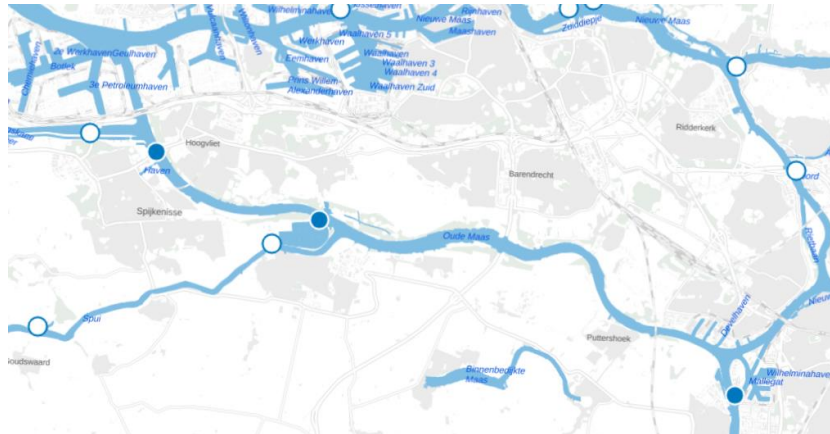
3.2 Aanpak

Om een uitspraak te kunnen doen over de mogelijk effecten van verzilting zijn de volgende stappen gezet:

1. Wat is de huidige variatie in chlorideconcentraties in de Oude Maas. Hiervoor is gekeken naar gemeten chlorideconcentraties voor verschillende meetpunten op de Oude Maas voor de jaren 2000-2020;
2. a) Wat gebeurt er met de zoutindringing onder klimaatverandering, en
b) wat is naar schatting het effect van de inzet van de ARK-route (extra onttrekking uit de Waal van 40 m³/s);
3. Welke Natura2000 habitattypen en soorten liggen er langs de oevers van de Oude Maas en wat is de zouttolerantie van deze typen en soorten;
4. Welke conclusies kunnen er worden getrokken als bovenstaande informatie met elkaar verbonden wordt.

3.3 Chlorideconcentraties periode 2000-2020

Voor de meetpunten *Spijkenissebrug*, *Beerenplaat* en *Wieldrecht rechteroever* (Figuur 1) zijn voor de jaren 2000-2020 de gemeten daggemiddelde chlorideconcentraties opgevraagd op waterinfo.rws.nl.



Figuur 11: in blauw de meetlocaties waarvoor de gemiddelde chlorideconcentraties (mg/l) zijn opgevraagd met in blauw van west naar oost Spijkenissebrug, Beerenplaat en Wieldrecht rechteroever

Tabel 1: Gemiddelde gemeten chloride concentraties voor verschillende meetpunten in de Oud Maas en Dordtse Kil. Van de dagmiddelden zijn jaargemiddelden berekend (Gem. cl). Ook is voor elk jaar weer gegeven hoeveel dagen per jaar verschillende grenswaarden (150, 300, 1000, 3000 en 10.000 mg/l) worden overschreden. In de laatste kolom de gemiddelden over 20 jaar.

Spijkenissebrug westelijke doorvaart (kilometer 1)																						
Jaar	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	GEM	
Dagen totaal	363	357	363	365	365	355	365	333			365	3	361	305	365	365	366	361	360	344	337	
Gem. cl (mg/l)	466	420	435	1318	904	925	787	597			528	2551	669	583	764	1033	965	1160	1594	1124	935	
Max	4367	2954	2395	8018	7120	10998	6916	6396			4084	2788	3661	10391	5585	8323	5803	8208	7416	5591	6167	
dagen >150	307	248	275	325	332	329	324	276			308	3	312	262	345	330	331	342	319	329	294	
dagen >300	213	177	198	293	295	294	268	215			228	3	263	208	301	288	275	311	295	304	246	
dagen>1000	27	34	23	179	116	105	90	55			44	3	72	36	95	149	123	169	190	167	93	
dagen>3000	1	0	0	27	11	11	6	4			1	0	1	2	3	12	17	14	55	16	10	
dagen>10000	0	0	0	0	0	1	0	0			0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Beerenplaat linker oever (kilometer 996.1) daggemiddelden																						
Dagen totaal	365	353	362	365	365	327	365	291			362	2	366	364	350	212	339	365	365	309	324	
Gem. cl (mg/l)	112	103	96	269	164	172	173	113			97	377	98	125	107	195	159	198	362	162	171	
Max	2079	783	856	5811	3286	1947	4959	1207			1193	627	1030	7314	2872	5828	2567	5614	4120	3198	3072	
dagen >150	33	22	11	133	57	91	70	19			12	1	20	21	24	26	50	85	155	59	49	
dagen >300	4	10	6	67	28	29	22	12			6	1	7	12	9	19	28	37	97	25	23	
dagen>1000	1	0	0	15	6	5	6	1			1	0	1	2	1	6	8	11	32	5	6	
dagen>3000	0	0	0	3	1	0	3	0			0	0	0	1	0	3	0	2	4	1	1	
dagen>10000	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Wieldrecht rechter oever (kilometer 981.1) dag gemiddelden																						
Dagen totaal	303	355	350	365	347	110															305	
Gem. cl (mg/l)	95	89	86	111	104	98															97	
Max	139	160	123	324	210	125															180	
dagen >150	0	2	0	1	0	0															1	
dagen >300	0	0	0	1	0	0															0	
dagen>1000	0	0	0	0	0	0															0	
dagen>3000	0	0	0	0	0	0															0	
dagen>10000	0	0	0	0	0	0															0	

Op basis van de metingen wordt het benedenstroomse deel van de Oude Maas (meetpunt Spijkenisserbrug) met een gemiddelde chlorideconcentratie van 935 mg/l (jaren 2000-2020) geclassificeerd als licht brak (300-1000mg/l) water. De waarden liggen wel tegen het einde van de klasse licht brak. De waarden komen jaarlijks gedurende enkele dagen tot weken boven de 3000 mg/l. Uitschieters tot boven de 10.000 mg/l zijn zeldzaam (2 keer waargenomen in de periode 2000-2020).

Vanaf Spijkenisserbrug richting Beerenplaat wordt het water gemiddeld steeds zoeter en bij meetpunt Beerenplaat is de jaarlijks gemiddelde chlorideconcentratie 171 mg/l. Bij dit meetpunt komen de chlorideconcentraties jaarlijks gedurende enkele dagen tot weken boven de 1000 mg/l. Er zijn enkele uitschieters met korte pieken van enkele dagen boven de 3000 mg/l.

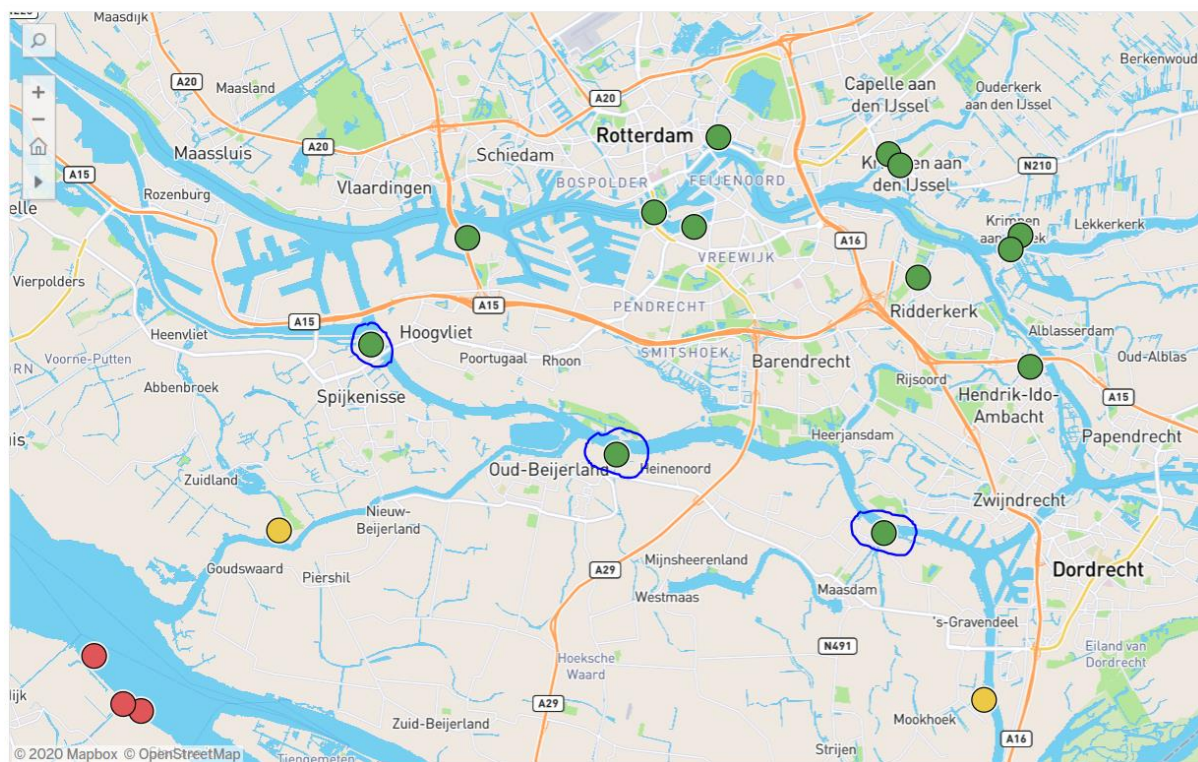
3.4 Veranderingen in chlorideconcentraties en effect van onttrekking

3.4.1 Locaties met modeluitvoer van Sobek-NDB

Bron data: www.wabes.nl (gemodelleerde dieptegemiddelde concentraties – dagwaarden)

Oude Maas nabij (1)inlaat Spijkenisse, (2)gemaal De Bosschen en (3)hevel Puttershoek

Kaart Scenario's



Figuur 12 Overzicht locaties uit Wabes.nl met de in dit memo gebruikte locaties omcirkeld

3.4.2 Selectie jaren

- Op basis van Quick Scan Analyse (Hydrologic, 2019; Mens en Horváth, 2020)
- Jaren waarin ARKroute volgens QWAST-berekeningen wordt ingezet in Stoom2050 om watertekort in regio Noord (IJsselmeergebied) te reduceren in droge tot extreem droge jaren
 - o Ref2017: 1976
 - o Stoom2050: 1921, 1934, 1947, 1949, 1976, 2003
- Indicatie van de duur van de inzet ARKroute
 - o 1976 Stoom: juni t/m sept (4 maanden)
 - o 1976 Ref: juli en aug (2 maanden)
 - o 1921 Stoom: mei t/m sept (5 maanden)
 - o 1921 Ref: ARKroute is niet ingezet

Berekende chlorideconcentraties op drie locaties in de Oude Maas voor het extreem droge jaar 1921

[< Terug naar kaart](#)

Direct naar:

Onder-/overschrijdingsduur

Verdeling over het jaar

Vergelijking maatregelen

Scenario

- ☒ Ref 2017
- ☐ Rust 2050
- ☐ Druk 2050
- ☒ Stoom 2050
- ☐ Null
- ☐ Warm 2050

Datum van - tot

1 januari 1921 to 31 december 1921

Parameter

- ☒ Chloride
- ☐ Debiet HWS
- ☐ Regionale aanvoer
- ☐ Waterstand
- ☐ Watertemperatuur

[< Terug naar kaart](#)

Direct naar:

Onder-/overschrijdingsduur

Verdeling over het jaar

Vergelijking maatregelen

Scenario

- ☒ Ref 2017
- ☐ Rust 2050
- ☐ Druk 2050
- ☒ Stoom 2050
- ☐ Null
- ☐ Warm 2050

Datum van - tot

1 januari 1921 to 31 december 1921

Parameter

- ☒ Chloride
- ☐ Debiet HWS
- ☐ Regionale aanvoer
- ☐ Waterstand
- ☐ Watertemperatuur

[< Terug naar kaart](#)

Direct naar:

Onder-/overschrijdingsduur

Verdeling over het jaar

Vergelijking maatregelen

Scenario

- ☒ Ref 2017
- ☐ Rust 2050
- ☐ Druk 2050
- ☒ Stoom 2050
- ☐ Null
- ☐ Warm 2050

Datum van - tot

1 januari 1921 to 31 december 1921

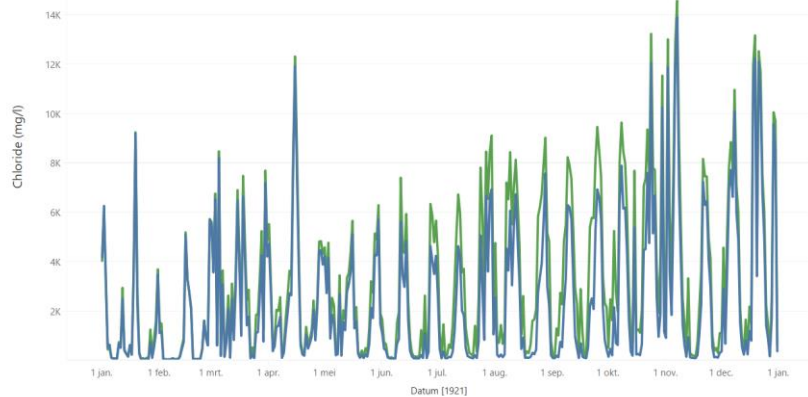
Parameter

- ☒ Chloride
- ☐ Debiet HWS
- ☐ Regionale aanvoer
- ☐ Waterstand
- ☐ Watertemperatuur

Tijdsreeks (Gevalideerd en goed bevonden)

Locatie: Inlaatsluis Spijkenisse

Scenario: Ref 2017 & Stoom 2050, Selectie: 1-1-1921 to 31-12-1921



Toelichting

De belangrijkste processen worden (deels) gereproduceerd door het model, exacte waarden kunnen nog steeds afwijken maar de trends worden redelijk tot goed weergegeven.

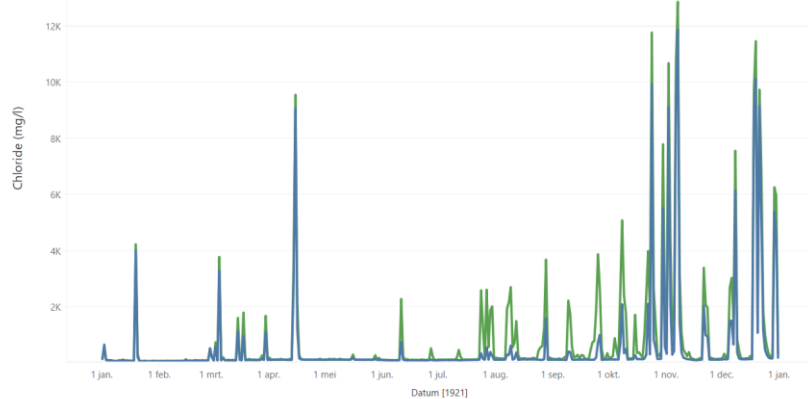
[Meer uitleg >](#)

Legenda
■ Ref 2017
■ Stoom 2050

Tijdsreeks (Gevalideerd en goed bevonden)

Locatie: Gemaal De Bosschen

Scenario: Ref 2017 & Stoom 2050, Selectie: 1-1-1921 to 31-12-1921



Toelichting

De belangrijkste processen worden (deels) gereproduceerd door het model, exacte waarden kunnen nog steeds afwijken maar de trends worden redelijk tot goed weergegeven.

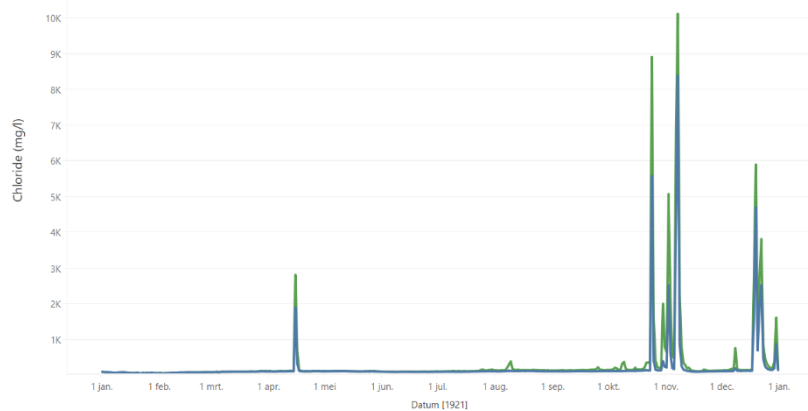
[Meer uitleg >](#)

Legenda
■ Ref 2017
■ Stoom 2050

Tijdsreeks (Gevalideerd en goed bevonden)

Locatie: Hevel Puttershoek

Scenario: Ref 2017 & Stoom 2050, Selectie: 1-1-1921 to 31-12-1921



Toelichting

De belangrijkste processen worden (deels) gereproduceerd door het model, exacte waarden kunnen nog steeds afwijken maar de trends worden redelijk tot goed weergegeven.

[Meer uitleg >](#)

Legenda
■ Ref 2017
■ Stoom 2050

Figuur 13: Gemodelleerde chlorideconcentraties over de tijd (berekend door Nationaal Watermodel). Bron: www.wabes.nl. Er is een kleine toename te zien in de piekconcentraties als gevolg van klimaatverandering (groene lijn), waarbij de invloed stroomopwaarts sterk afneemt

3.4.3 Expert-judgement: effect van extra onttrekking op zoutconcentraties in de Oude Maas

De vraag is wat er gebeurt met zoutindringing op de Oude Maas als er in de zomermaanden continue zo'n 40 m³/s extra onttrokken wordt aan de Waal ten tijde van langdurig lage rivierafvoeren. Uit de 'stuurknoppen studies' (Huismans, 2016 en Huismans et al, 2018) is bekend dat een andere verdeling (Lek+50/Waal-50) al leidt tot een afname van de afvoer over de Oude Maas en daardoor een toename van zoutindringing op deze tak, hoewel de netto afvoer over de Nieuwe Waterweg dus niet wijzigt. Er is in die rapporten echter alleen naar het effect op zoutindringing op de Noordrand (Krimpen a/d IJssel en Kinderdijk) en bij Bernisse gekeken en niet specifiek naar het effect op de Oude Maas.

Bij situaties van langdurig lage Rijnafoeren is er op de Oude Maas sprake van zoutindringing (zie Figuur 13) onder invloed van getij en windopzet. Naarmate de afvoer lager wordt kruipt de zouttong verder stroomopwaarts. De vraag is in hoeverre de extra onttrekking dit effect versterkt.

Met lage-rivierafvoercondities zoals in 1921 en 1976 bevindt de 'zouttong' zich volgens de modelresultaten² ergens tussen inloop Spui (gemaal De Bosschen) en hevel Puttershoek:

- Bij Spijkenisse komt elke getijslag zeewater binnen en komen chlorideconcentraties dagelijks boven de 2000 mg/l;
- Bij inloop Spui (gemaal De Bosschen) is er regelmatig zoutindringing: naast getijdebeweging is ook windopzet nodig. Hierdoor zijn pieken minder frequent en lager, maar komt de zoutconcentratie regelmatig boven 1000 mg/l;
- Bij hevel Puttershoek is zoutindringing incidenteel en alleen als gevolg van flinke windopzet op zee.

Bij sterke klimaatverandering volgens KNMI'14 scenario WHdry (Deltascenario Stoom2050), waarin de zeespiegel stijgt en rivierafvoeren dalen, verandert dit beeld nauwelijks. De zouttong lijkt een klein beetje op te schuiven richting het Oosten, aangezien piekconcentraties toenemen, maar er komen nauwelijks zoutevents bij.

De onttrekking van 40 m³/s op de Waal zal zich volgens een expertinschatting vertalen naar een afname van minimaal 20 m³/s op de Oude Maas. Dit is verhoudingsgewijs een klein effect: bij lage rivierafvoer (Qlobith ~ 1150 m³/s), stroomt er rond de 550 m³/s door de Oude Maas.

Verschil in 1976 tussen Ref en Stoom is gemiddeld 200 m³/s minder over de Waal. Het effect van 40 m³/s onttrekking uit de Waal op zoutindringing in de Oude Maas zal dus vele malen kleiner zijn dan wat te zien is in de figuren. Zeker aangezien in het model ook nog het effect van zeespiegelstijging is meegenomen. Het effect van klimaatverandering is dus verhoudingsgewijs veel groter dan het effect van de extra onttrekking.

De frequentie van zoutindringing neemt niet toe, omdat de ARKroute alleen wordt ingezet bij lage-afvoersituaties.

3.5 Ecologische effecten van (incidenteel) hogere chloride concentraties

Langs de Oude Maas liggen een aantal gebieden die zijn aangewezen als Natura2000 gebied (zie Figuur 14). Daarnaast zijn de bever en de Noordse woelmuis als Habitatrichtlijnsoorten aangewezen. De Oude Maas is een rivier die onder invloed van eb en vloed staat, en het is daarmee het grootste nog resterende zoetwatergetijdengebied in Nederland. De gebieden bestaan uit getijdengrienden, wilgenbossen en vochtige terreinen met riet- en ruigtevegetaties.

² uit modelvalidatie blijkt dat het SOBEK-RE meestal een overschatting geeft van chlorideconcentraties bij Spijkenisse en de concentraties bij inloop Spui fors overschat tijdens periodes met windopzet.

Door verzilting kunnen bestaande gevoelige soorten verdwijnen, en overgaan naar andere meer zout-tolerante habitattypen. Omdat er dagelijkse droogval is kunnen de zoutconcentraties oplopen, maar dit zal na een zoutpiek ook snel uitspoelen.

In de volgende paragrafen zal per habitatype worden ingegaan op de zouttoleratie per habitatype. Daar waar er tolerantie is voor zwak brak water met een concentratie van 300-1000 mg/l, zal het dus ook van de frequentie en duur afhangen in welke mate bestaande vegetatie zal verdwijnen of niet. Bij toenemende frequentie zal de vegetatie steeds minder goed kunnen herstellen na een zoutbelasting.

Voor de expertbeoordeling is alleen gekeken naar gemeten chlorideconcentraties en naar de kwaliteitseisen van de verschillende habitattypen. Er is geen analyse gedaan van de hoogteligging van de habitattypen en de waterstanden ten tijde van de optredende hogere chlorideconcentraties. Aangenomen mag worden dat in droge periodes met extra onttrekkingen de waterstanden vrij laag zullen zijn, en dat gebieden die normaal gezien in de winter overstroomd niet overspoeld zullen raken gedurende een droge zomer met extra onttrekkingen. Dit is echter een aanname en het verdient aanbeveling om dit te analyseren als negatieve effecten uitgesloten dienen te worden.

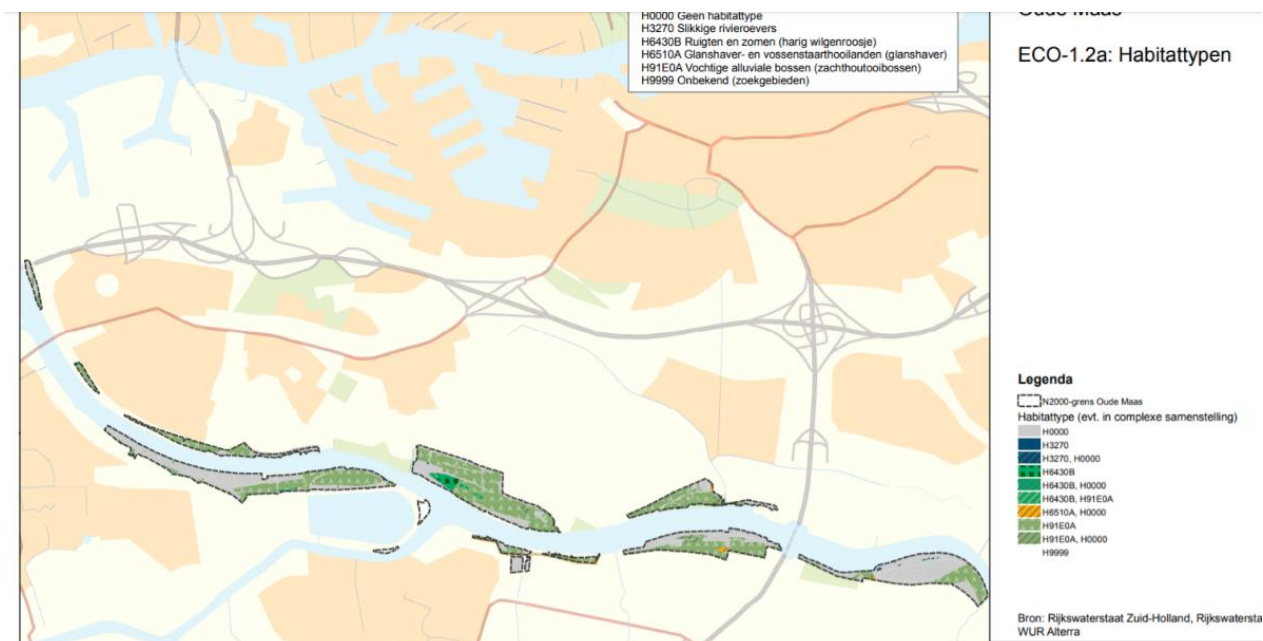
Naast de hoogteligging is ook geen analyse gedaan van de verticale gradiënt in het zoutgehalte. De zouttong verspreid zich over het algemeen over de bodem en de diepere delen van de waterkolom, waarbij het zoete water meer bovenin de waterkolom zit. Mogelijk worden de habitattypen met dit zoetere water overspoeld bij een zoutpiek. Ook hier is geen nadere analyse van gedaan.

Habitatypen H3270 *Slikkige rivieroever*s en H91E0 *zachthoutooibossen* hebben volgens de literatuur (zie paragraaf 3.5.1) enige tolerantie voor zwak brak water (300-1000mg/l). De gemiddelde chlorideconcentratie bij meetpunt Spijkernisserbrug ligt net onder deze grens (zie paragraaf 3.3). H3270 *Slikkige oevers* bevindt zich volgens de kaart in het beheerplan alleen in het meest Oostelijke (en zoete) deel van de Oude Maas. De *zachthoutooibossen* H91E0 komen langs de gehele Oude Maas voor. De H6430 *Ruigten en zomen* hebben een hoge tolerantiegrens met matig brak water (3000-10.000). Dit habitatype ligt veelal wat hoger en wordt minder vaak overstroomd.

De bever mijdt zout water (zie paragraaf 3.5.1) maar er is geen duidelijke tolerantiegrens bekend. Volgens het beheerplan wordt deze met name in het oostelijk deel van de Oud Maas waargenomen (vanaf het Spui). Het gaat niet zo goed met de Noordse Woelmuis maar deze lijkt niet gevoelig te zijn voor verzilting.

Op basis van de in de huidige situatie al voorkomende zoutpieken (en de autonome toename daarvan), de tolerantiegrenzen van de verschillende habitattypen en de mogelijke lage waterstanden, wordt geconcludeerd dat er weinig tot geen negatieve effecten zullen zijn op Natura2000 habitattypen en -soorten.

.



Figuur 14: Natura2000 habitattypen langs de Oude Maas.

https://www.zwdelta.nl/sites/all/files/default/publicaties/oude_maas_natura_2000_deltawateren_beheerplan_2_016-2022.pdf

Er is telefonisch contact geweest met John Janssen (WenR). Daarbij zijn de verschillende habitattypen langsgelopen. Zijn opmerkingen zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Habitatype of -richtlijnsoort	Opmerkingen John Janssen
H3270 Slikkige rivieroever Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p. en Bidention p.p.	Dit habitatype ligt het laagste in de zonering. Dit type komt niet zo heel veel voor, dit zijn pionierbegroeiingen. Moet beschut liggen zodat het niet teveel erodeert. Niet op stukken waar successie plaatsvindt, deze zal het eerste gaan veranderen richting H3110 en H3130. Met name als het extreem gaat uitdrogen, dan worden de zoutconcentraties hoger.
H6430_B Ruigten en Zomen (harig wilgenroosje) Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones	Iets minder een probleem. Kan relatief zilt voorkomen, wel vaak met wat andere soorten. Langs de Oude Maas zijn een aantal interessante soorten. Zomerklokje en spindotterbloem. Deze zitten in het zoetwatergetijdenmilieu. Moet dagelijks overstromen en weer droogvallen. De Oude Maas is daar het beste voor, zoetwatergetijdesystemen omdat het getijde daar het grootst is. Oorspronkelijk was het in de Biesbosch groter maar na de afsluitingen in de jaren 70 is dat minder geworden. Kan zilt wel voorkomen maar vaak met wat andere soorten, langs Oude Maas is de kwaliteit goed, zomerklokje, spindottenbloem (zoetwatergetijde)
H91E0 Vochtige alluviale bossen (zachthoutoibossen)	Er zijn weinig bossen, daarvoor moet het wel zoetwater zijn.

*Bossen op alluviale grond met <i>Alnus glutinosa</i> en <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae).	
H1337 Bever (<i>Castor fiber</i>)	Bever komt in principe niet in zout water voor. Het gebied is niet heel belangrijk voor de bever. Er is niet zoveel bos, Gelderse poort is belangrijker gebied. Getij is ook niet zo gunstig voor de bever. Het gaat over het algemeen goed met de bever in Nederland.
H1340 *Noordse woelmuis (<i>Microtus oeconomus arenicola</i>)	Het gaat slecht met de Noordse Woelmuis maar hij is niet heel gevoelig voor verzilting.

3.5.1 Natura2000 kwaliteitseisen per habitatype

In de Natura2000 documenten zijn habitatprofielen opgenomen met daarin kwaliteitseisen voor elk habitatype. De geldende klassengrenzen zijn aangegeven in Tabel 1.

De aquatische vegetaties zijn ingedeeld naar het **gemiddelde chloridegehalte** van de wateren waarin ze voorkomen of waarmee ze in contact staan. Maar terrestrische vegetaties zouden idealiter moeten worden ingedeeld naar het gemiddelde chloridegehalte van het bodemvocht. Het is overigens de verwachting dat oevers die elke getijde overspoeld worden met oppervlaktewater vrijwel direct de chlorideconcentratie van het oppervlakte water overnemen (pers. comm. Perry de Louw). Ook zegt de indeling naar zoutgehalte niet altijd iets over de zouttolerantie, omdat er andere redenen dan het zoutgehalte kunnen zijn waarom bepaalde combinaties van soorten alleen in zoet water voorkomen, bijvoorbeeld het doorzicht en de lage voedselrijksom.

Uit de tolerantiegrenzen blijkt dat de *slikkige rivieroevers* (H3270) en de *alluviale bossen* (H31E0) enige tolerantie (klasse oranje) hebben voor *zwak brak water* (300-1000 mg/l). De ruigten en zomen (H6430) hebben een vrij hoge tolerantie met matig brak water (3.000-10.000 mg/l).

Tabel 1: Klassegrenzen voor zoutklassen gebruikt in het Handboek Natuurdoeltypen³

Klasse	Cl-gehalte (mg/l)
Zeer zoet	<150
Zoet	150-300
Zwak brak	300-1.000
Licht brak	1000-3.000
Matig brak	3000-10.000
Sterk brak tot zout	>10.000

H3270 Slikkige rivieroevers⁴

H3270 Slikkige rivieroevers										
Zuurgraad	basisch	neutraal-a	neutraal-b	zwak zuur-a	zwak zuur-b	matig zuur-a	matig zuur-b	zuur-a	zuur-b	
Vochttoestand	diep water	ondiep permanent water	ondiep droog-vallend water	's winters inunderend	zeer nat	nat	zeer vochtig	vochtig	matig droog	droog
Zoutgehalte	zeer zoet	(matig) zoet	zwak brak	licht brak	matig brak	sterk brak	zout			
Voedselrijkdom	zeer voedselarm	matig voedselarm	licht voedselrijk	matig voedselrijk-a	matig voedselrijk-b	zeer voedselrijk	uiterst voedselrijk			
Overstromings-tolerantie	dagelijks lang	dagelijks kort	regelmatig	incidenteel	niet					

H6430_B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)⁵

H6430_B Ruigten en zomen (<i>harig wilgenroosje</i>)										
Zuurgraad	basisch	neutraal-a	neutraal-b	zwak zuur-a	zwak zuur-b	matig zuur-a	matig zuur-b	zuur-a	zuur-b	
Vochttoestand	diep water	ondiep permanent water	ondiep droog-vallend water	's winters inunderend	zeer nat	nat	zeer vochtig	vochtig	matig droog	droog
Zoutgehalte	zeer zoet	(matig) zoet	zwak brak	licht brak	matig brak	sterk brak	zout			
Voedselrijkdom	zeer voedselarm	matig voedselarm	licht voedselrijk	matig voedselrijk-a	matig voedselrijk-b	zeer voedselrijk	uiterst voedselrijk			
Overstromings-tolerantie	dagelijks lang		dagelijks kort		regelmatig	incidenteel	niet			

H91E0 vochtige alluviale bossen⁶

H91E0_ A Vochtige alluviale bossen (zachthoutoibossen)										
Zuurgraad	basisch	neutraal-a	neutraal-b	zwak zuur-a	zwak zuur-b	matig zuur-a	matig zuur-b	zuur-a	zuur-b	
Vochttoestand	diep water	ondiep permanent water	ondiep droog-vallend water	's winters inunderend	zeer nat	nat	zeer vochtig	vochtig	matig droog	droog
Zoutgehalte	zeer zoet	(matig) zoet	zwak brak	licht brak		matig brak		sterk brak		zout
Voedselrijkdom	zeer voedselarm		matig voedselarm	licht voedselrijk	matig voedselrijk-a	matig voedselrijk-b		zeer voedselrijk	uiterst voedselrijk	
Overstromings-tolerantie	dagelijks lang		dagelijks kort		regelmatig		incidenteel		niet	

⁴

https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_3270.pdf

⁵ Bron:

https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_6430.pdf

⁶ Bron:

https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_91E0.pdf

H1337 Bever (*Castor fiber*)

In het Habitatsgeschikheidsmodel⁷ Hollander et al. wordt het leefgebied voor de bever als volgt beschreven:

De bever komt, door zijn vermogen het woongebied aan zijn eisen aan te passen, in allerlei gebieden voor, van toendra tot halfwoestijn. De bever is het grootste knaagdier van Nederland en vroeger kwam de bever in groten getale in ons land voor. Door aantasting van de natuurlijke vegetatie en overbejaging is de soort uit het grootste deel van Europa verdwenen. Tussen 1988 en 1991 zijn er bevers uitgezet in de Brabantse Biesbosch en sindsdien is de bever weer in ons land te vinden. De bever komt alleen voor in zoete watersystemen (meren, plassen, beken en rivieren) en mijden zout water. Het water dient als vluchtroute en als opslagplaats voor wintervoorraad. Het water wordt niet gebruikt om voedsel te zoeken, dit gebeurt langs de oever. In het oevergebied dienen zowel voedsel in de vorm van houtige gewassen en kruiden in ruime mate aanwezig te zijn als dat er bomen voor komen (bouw materiaal). Bevers komen zelden verder dan 6 meter van het water.

Volgens de literatuur mijdt de bever zout water. Het is niet bekend wat de precieze tolerantiegrens is voor brak water, en in hoeverre kortdurende veranderingen in het zoutgehalte het voorkomen van de bever beïnvloeden. Wel zou gesteld kunnen worden dat gezien de afhankelijkheid van houtige gewassen en bomen de bever zal verdwijnen zodra het vegetatietype verandert, al dan niet veroorzaakt door langdurige verzilting.

H1340 *Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*)

De Noordse Woelmuis is vooral in competitie met de aarmuis, de Noordse Woelmuis heeft een betere positie bij regelmatige overstroming. Hij lijkt niet gevoelig voor enige verzilting.

3.6 Referenties

Huismans, Y. (2016). Systeemanalyse Rijn-Maasmonding: analyse relaties noord- en zuidrand en gevoeligheid stuurknoppen. Deelproject Systeemanalyse en Slim Watermanagement. Rapport 123007-001, Deltares, Delft.

Huismans et al. (2018). Zoutindringing in de Rijn-Maasmonding: Knelpunten en effectiviteit stuurknoppen. Rapport 11200589-001, Deltares, Delft.

⁷ H. Hollander, J.O. Reinhold, [Ministerie van Verkeer en Waterstaat], Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (RWS, DWW) Delft : Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (RWS, DWW) 1999

4 Effecten sluiten stuw bij Driel op vismigratie

Maaïke Maarse, Tom Buijse, Erik Ruijgh

4.1 Samenvatting

Als onderdeel van de zoetwaterstrategie zal het stuwregime van stuw Driel mogelijk veranderen. Bij lage afvoeren zal de stuw situationeel eerder sluiten om dan meer water via de IJssel te kunnen sturen. In dit hoofdstuk is gekeken naar het effect van het vaker sluiten van stuw Driel op stroomafwaartse migratie van smolts (jonge zalm). Conclusie is dat er wat betreft vismigratie weinig negatieve effecten worden verwacht op smolts en andere migrerende vis.

Onderbouwing

De Rijn en de Maas vormen een belangrijke migratieroute voor diadrome (migrerende) vissoorten. Daarvoor migreren deze vissen zowel stroomopwaarts vanuit zee en stroomafwaarts vanuit het hoger gelegen stroomgebied via de Rijn en de Maas. Kenmerkende migrerende soorten zijn de Atlantische zalm, zeeforel en de Europese aal. De benaming voor jonge zalm die stroomafwaarts migreren is smolt.

Stroomafwaarts migrerende vis volgt veelal de route met de meeste afvoer. Bij lage afvoeren is er minder migratie van vis en op het moment dat de stuw bij Driel neergelaten wordt en er minder afvoer via de Nederrijn is kiest het grootste deel van de smolts de Waal als route. Stroomopwaarts migrerende vis maakt gebruik van vistrappen bij de drie stuwen Hagestein, Amerongen en Driel, waarvan de passeerbaarheid ingeschat wordt op 95%.

4.2 Stroomafwaartse migratie

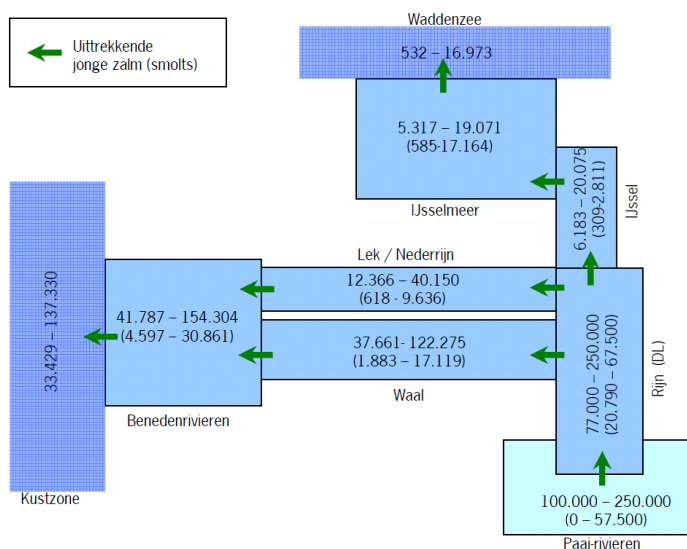
De Rijn heeft haar oorsprong in de Alpen en komt uiteindelijk via Duitsland in Nederland binnen. In Nederland splitst de rivier zich onmiddellijk in de Waal en het Pannerdensch kanaal, wat zich weer verder vertakt in de Nederrijn/Lek en de IJssel. Ongeveer 2/3 van de afvoer stroomt richting de Waal en 1/3 richting het Pannerdensch kanaal, waarvan weer ongeveer 1/3 uitkomt in de IJssel (11%).

Stroomafwaarts migrerende vis volgt veelal de route met de meeste afvoer, dit blijkt uit verschillende studies waarbij vissen zijn gezenderd en gevold (ref⁸⁹). In de normale situatie kiest ongeveer 11% van de vis de Lek als route.

Op het moment dat de stuw bij Driel neergelaten wordt en er minder afvoer via de Nederrijn is kiest het grootste deel van de smolts de Waal als route. Daarnaast migreert er bij lage afvoeren (het moment waarop de stuw gesloten wordt) überhaupt minder vis.

⁸ ATKB 2011, *Vismigratie Rijn-Maasstroomgebied – samenvatting op hoofdlijnen*

⁹ Jansen et al 2007, *Just go with the flow? Route selection and mortality during downstream migration of silver eels in relation to river discharge*



Migratiepatronen en aantallen (indicatie van orde van grootte) van juveniele zalm binnen de Nederlandse rivieren (Jansen et al., 2008). Tussen haakjes wordt het verlies per riviertraject weergegeven.

De Waal is ook de preferentie route (pers. comm. Tom Buijse), via de stuwpanden kunnen de vissen namelijk schade oplopen. Via de Waal zijn er geen obstakels en is er ook een kleinere kans op schade. Wel is er grotere kans op 'knakalen', alen waarvan verondersteld wordt dat ze zijn beschadigd door scheepvaart.

De vissen die toch de route via de Lek kiezen zullen met een gesloten stuw langer in de rivier verblijven en hebben daardoor een hogere kans op predatie, voordat ze bij het openen van de stuwen alsnog hun route kunnen voortzetten. Met andere woorden voor de overleving wordt verondersteld dat het voor stroomafwaartse migratie beter is wanneer een van de andere Rijntakken (Waal, IJssel) genomen wordt.

4.3 Stroomopwaartse migratie

Voor vissoorten die stroomopwaarts migreren is de belangrijkste route vanuit zee de rivieren op via de Nieuwe Waterweg, de Haringvlietssluisen en de spuisluisen in de Afsluitdijk. De Haringvlietssluisen zijn een belangrijke route en met kierbesluit wordt gewerkt aan een verbetering van de vispasseerbaarheid.

In het Nederlandse deel van de Rijn zijn er alleen in de Nederrijn migratiebarrières aanwezig met de drie stuwcomplexen bij Driel, Amerongen en Hagestein. De afgelopen decennia is de vispasseerbaarheid van de stuwen sterk verbeterd door de aanleg van vistrappen. De effectiviteit is kort na aanleg geëvalueerd (Winter 2010).

Doordat deze passeerbaarheid groot is (naar schatting 95%) worden er door het vaker neerlaten van de stuw bij Driel geen grote effecten op stroomopwaartse migratie verwacht.