

# HydroLogic

Betreft Teksten voor Infographic Verzilting IJsselmeer  
Project P1231  
Datum 31 mei 2021

## Contents

1	IJsselmeer en Markermeer.....	2
1.1	Beschrijving hoofdlijnen verziltingscasus onder aan de infographic	2
	Waarom verziltingsbestrijding? .....	2
	Waar komt het zout vandaan? .....	2
	Hoe verspreidt het zout zich in het watersysteem? .....	2
	Welke maatregelen worden ingezet? .....	3
	Toekomstige ontwikkelingen.....	3
1.2	Teksten in detailuitwerkingen in centrale kaart	4
	Markermeer .....	4
	Flexibel peilbeheer .....	4
	De IJssel - wateraanvoer in droge periodes .....	4
	Verhoogde achtergrondconcentratie IJssel bij lage Rijnafoeren .....	4
	Verdamping.....	5
	Scheepvaartsluizen .....	5
	Spuisluizen .....	5
	Zoet-zout dynamiek nabij de Afsluitdijk .....	5
	Spuistrategie: peilbeheer en verziltingsbestrijding .....	6
	Vismigratie en verzilting .....	6
	Drinkwaterinname Andijk .....	7
	Bijdrage zoutlast regionale watersystemen .....	7
	Afvoer Wieringermeer .....	7

# 1 IJsselmeer en Markermeer

## 1.1 Beschrijving hoofdlijnen verziltingscasus onder aan de infographic

### Waarom verziltingsbestrijding?

Het IJsselmeer en Markermeer zijn belangrijk voor de zoetwatervoorziening van een groot deel van West-, Noord- en Oost-Nederland. Naast de zoetwaterfunctie voor landbouw en natuur, heeft het meer een drinkwaterfunctie. Als norm voor de chlorideconcentratie in het meer wordt daarvoor 150 mg/l jaargemiddeld bij innamepunt Andijk gehanteerd. Dit is momenteel de meest bepalende norm voor het beheer van het IJsselmeer. Op dagbasis mag de chlorideconcentratie oplopen tot 200 mg/l, mits dit niet langer dan 30 dagen aanhoudt én aan de jaargemiddelde norm voor drinkwater wordt voldaan. Het tegengaan van zoutverspreiding in het meer is een van de doelen van het operationele waterbeheer, omdat onder andere via de schut- en spuisluisen in de Afsluitdijk zout water op het IJsselmeer komt.

### Waar komt het zout vandaan?

De schut- en spuisluisen in de Afsluitdijk zijn de grootste bron van zout water op het IJsselmeer. Zouttransport vindt hier voornamelijk plaats via het schutbedrijf, enkele vismigratiemaatregelen en lekkage bij de spuisluisen (en in mindere mate de scheepvaartsluisen).

Zolang voldoende kan worden gespuid, blijft de verzilting beperkt tot de erosiekuilen en de vaargeulen nabij de Afsluitdijk. Als enige tijd slechts beperkt wordt gespuid, bijvoorbeeld in periodes van watertekort, ontstaat het risico op zoutverspreiding naar de rest van het meer. Andere, kleinere bronnen van een zout op het IJsselmeer (zoals kwel in het meer, de afvoer van brak kwelwater uit de regionale watersystemen en een verhoogde achtergrondconcentratie in het rivierwater) zijn ook in de infographic opgenomen.

### Hoe verspreidt het zout zich in het watersysteem?

Het IJsselmeer is over het algemeen een verticaal goed gemengd systeem door wind en stromingspatronen. Uitzondering hierop zijn de diepe delen vlakbij de Afsluitdijk. Daar bevindt en verplaatst het zoute water zich vooral via de diepere delen.

Veranderingen in de waterkwaliteit in het IJsselmeer (en Markermeer) manifesteren zich onder droge omstandigheden op een tijdschaal van weken tot maanden door het grote volume van de meren in verhouding tot de aan- en afvoeren. Dit is zowel een voordeel als een nadeel: een verhoogde zoutlast zorgt voor een relatief trage verhoging van de chlorideconcentratie in het grote volume van het IJsselmeer, maar als de chlorideconcentraties in het meer eenmaal verhoogd zijn, is het handelingsperspectief beperkt en duurt het lang voordat de bekkens zijn doorgespoeld met zoeter water. Op het Markermeer is de verblijftijd nog hoger dan op het IJsselmeer.

## Welke maatregelen worden ingezet?

De zoutlast die via de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk op het IJsselmeer komt, wordt normaliter via spuien weggespoeld. Ook in periodes van watertekort blijft spuien het meest effectief om zoutverspreiding naar de rest van het meer te voorkomen. Hevels dragen bij aan de afvoer van zout water uit de erosiekuilen achter de spuisluizen, maar hebben niet de capaciteit om het effect van spuien over te nemen. Doel van het hevels is het visvriendelijk spui-beheer mogelijk te maken, waarbij een zoutlast op het IJsselmeer mag komen die met de hevels kan worden afgevoerd. In de infographic zijn ook mogelijke bronmaatregelen toegelicht bij de scheepvaartsluizen, welke belangrijk zijn om de zoutlast via de sluizen te beperken. Voor de spuisluizen is het sluiten van de beide spuideuren in de spuiokers (deuren 'dubbeldicht') een maatregel om de zoutlast te beperken (effectiviteit ingeschat op 30 procent reductie van de zoutlast). Daarnaast is het tijdelijk stoppen met visvriendelijk spui-beheer een van de maatregelen die wordt overwogen.

Indien het zoute water uit de erosiekuilen en vaargeulen zich verspreidt in het meer, is het handelingsperspectief beperkt. Verversing van het meer kost veel tijd (ervaring 2018: enkele maanden tot een half jaar). Naast bronmaatregelen blijft de meest effectieve maatregel tegen zoutverspreiding het voorkómen van verdere verspreiding uit de erosiekuilen en vaargeulen. Om het vollopen van de kuilen tijdig te signaleren is een meet- en monitoringsnetwerk in en nabij de kuilen ingericht. Zo worden de chlorideconcentraties op vier dieptes in de erosiekuilen gemonitord en wordt in de zomer periodiek aanvullende monitoring vanaf schepen uitgevoerd. Op die manier kan tijdig de afweging worden gemaakt om in te grijpen, voordat verdere verspreiding optreedt.

## Toekomstige ontwikkelingen

Enkele voorziene ontwikkelingen die relevant zijn voor de verzilting en verziltingsbestrijding op het IJsselmeer:

- De scheepvaartsluit bij Kornwerderzand staat op de planning om te worden vergroot, waarbij ook de vaargeul wordt verdiept (streven oplevering vergrote scheepvaartsluit: uiterlijk 31 december 2028). Voor dit project geldt als uitgangspunt dat verzilting op het meer niet mag toenemen als gevolg van de nieuwe sluis.
- Uitbreidingen in het meetnet zijn voorzien om verziltingsrisico's tijdig te kunnen signaleren en meer inzicht op te doen. Zo zijn onder andere een meetlocatie in beide vaargeulen en een meetlocatie in de Middelgronden voorzien.
- Onderzocht wordt hoe de zoutwaterafvoer (hevels) vanuit de erosiekuilen achter de spuisluizen te vergroten.
- De deuren van de spuisluizen worden vernieuwd en er komt pompcapaciteit bij Den Oever. Daar worden afvoerkokers aangelegd die dieper liggen. Wat dit betekent voor de zoutlast op het IJsselmeer en hoe dit te beheersen (bijvoorbeeld door inzet van de nieuwe pompen) wordt onderzocht.
- Klimaatverandering is van invloed op de waterbeschikbaarheid in het hoofdwatersysteem en op de watervragen. Daarnaast kan zeespiegelstijging zorgen voor een extra zoutlast en beperkingen in de spuicapaciteit. Wat dit betekent voor de landelijke waterverdeling en de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem wordt uitgewerkt in de landelijke zoetwaterstrategie (Klimaatbestendige

Zoetwatervoorziening Hoofdwatersysteem), middels lerend implementeren in de periode 2022-2027.

## 1.2 Teksten in detailuitwerkingen in centrale kaart

### Markermeer

Het Markermeer is belangrijk voor de zoetwatervoorziening van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waterschap Amstel Gooi en Vecht. Op dit moment is de waterkwaliteit onvoldoende voor de normen voor drinkwater. Dit is in de toekomst wel gewenst vanwege een strategische reservering voor de drinkwaterfunctie. Verhoogde chlorideconcentraties komen met name door de afvoer van zout kwelwater vanuit Flevoland en het Noordzeekanaal (vistrap en schutverliezen bij een lage of gelijke Markermeer waterstand). Het afvoeren van Markermeerwater via de Oranjesluizen (uitwateringssluis) en het Noordzeekanaal kan bijdragen aan de doorspoeling van het Markermeer. Dit is alleen mogelijk als de waterstand op het Markermeer hoger is dan op het Noordzeekanaal (normaliter in zomerperiode).

### Flexibel peilbeheer

Voor de periode april tot en met september zijn NAP -0.1 m en NAP -0.3 m respectievelijk de boven- en ondergrens van de bandbreedte voor het flexibel peilbeheer conform het peilbesluit. Deze grenzen zijn gebaseerd op de huidige infrastructuur en functies in het gebied. Met flexibel peilbeheer kan deze marge worden benut als buffervoorraad voor de zoetwatervoorziening, zoals door RWS in overleg met de waterschappen is beschreven in een gezamenlijk beheerprotocol.

### De IJssel - wateraanvoer in droge periodes

De IJssel is de grootste wateraanvoer voor het IJsselmeer (en via het IJsselmeer ook voor het Markermeer) in droge periodes. De afvoer van de IJssel is afhankelijk van de Bovenrijnafvoer bij Lobith en kan in enige mate worden gestuurd door stuw Driel. Beneden een Bovenrijnafvoer van ongeveer 2600 m<sup>3</sup>/s gaat stuw Driel steeds verder dicht, waardoor zo lang mogelijk wordt gestuurd op ten minste 285 m<sup>3</sup>/s afvoer via de IJssel. Onder de 1590 m<sup>3</sup>/s bij Lobith staan de vizierschuiven van stuw Driel geheel dicht en wordt vrijwel al het water van het Pannerdensch Kanaal naar de IJssel gestuurd. De IJsselaanvoer daalt dan mee met de afvoer van de Bovenrij.

### Verhoogde achtergrondconcentratie IJssel bij lage Rijnafvoeren

Bij lage rivierafvoeren neemt de achtergrondconcentratie van chloride in het rivierwater toe. Bij een Bovenrijnafvoer (Lobith) onder 800 m<sup>3</sup>/s kan de achtergrondconcentratie boven de 150 mg/l komen. Onder dergelijke omstandigheden kan het meerwater niet verder worden verdund dan de verhoogde chlorideconcentratie van het instromende rivierwater. Als deze situatie lange tijd aanhoudt, kan dit een aandachtspunt zijn voor de gebruiksfuncties op het IJsselmeer (en daarmee ook voor het Markermeer), waarbij de drinkwatervoorziening (innameplaats Andijk) het meest bepalend is.

## Verdamping

In droge zomerperiodes verdampt netto water uit het IJsselmeer. Dit heeft effect op het waterniveau en, omdat opgeloste stoffen achterblijven, op het zoutgehalte. Gedurende een typische warme zomerdag is het verdampingsdebiet 40 m<sup>3</sup>/s (of wel 0.3 - 0.4 cm/d waterschijf). De concentratieverhoging als gevolg van verdamping is ongeveer 0.05 mg/l chloride per dag, wat overeenkomt met een willekeurige chloridevracht van ongeveer 6 kg/s.

## Scheepvaartsluizen

Via de scheepvaartsluizen in de Afsluitdijk komt zout water op het IJsselmeer als onderdeel van het schutbedrijf en via enige lekkage. Zouttransport vindt plaats tijdens het niveauverhogingsproces rond hoogwater en tijdens de kolkuitwisseling bij het openen van de sluisdeuren. De kolkuitwisseling is veruit het dominante proces vanwege het grote volume van de kolk in vergelijking met de schutsluis. Bij Den Oever ligt één scheepvaartsluis (de Stevinsluis) en bij Kornwerderzand liggen een grote en een kleine scheepvaartsluis (de Lorentzsluizen). Behalve de grootte van de kolk is de zoutlast via de scheepvaartsluizen afhankelijk van de precieze schutoperatie en de sterk variabele chlorideconcentratie in de westelijke Waddenzee. In de praktijk speelt hierbij de afweging tussen kortere deur-openingstijden, het beperken van het aantal schutbewegingen per dag, het aantal schepen in de kolk en de doorstroom van het scheepvaartverkeer. (zoals deur-opentijden en aantal schutbewegingen).

Het aanpassen van het schutregime behoort in extreme situaties tot de afwegingen om de zoutlast op het IJsselmeer te beperken. In de praktijk speelt de afweging tussen kortere deur-openingstijden, het beperken van het aantal schutbewegingen per dag, het aantal schepen in de kolk en de doorstroom van het scheepvaartverkeer. Het beperken van het aantal cycli (schutten met volle kolken) lijkt een licht positief effect te hebben op het beperken van de zoutlast.

## Spuisluizen

Via de spuisluizen komt zout water op het IJsselmeer door lekkages bij de afdichtingen van de deuren. Het lekdebiet varieert met de waterstand op de Waddenzee (afhankelijk van getij en windeffecten). De zoutvracht varieert met het lekdebiet en de chlorideconcentratie aan de Waddenzeezijde. Die concentratie is afhankelijk van windeffecten en stromingspatronen op de Waddenzee, en de concentratie is hoger naarmate langer niet is gespuid. Een belangrijke maatregel om de zoutlast via de lekkages te beperken is het plaatsen en onderhouden van slabben en onderafdichtingen op de spuideuren.

Daarnaast kan ook zout water op het IJsselmeer komen door de maatregel visvriendelijk spuibeheer.

## Zoet-zout dynamiek nabij de Afsluitdijk

Het zoete water uit de *scheepvaartsluizen* komt aan de IJsselmeerzijde in de vaargeul terecht, waarbij het in eerste instantie vooral via de diepere delen van de waterkolom binnendringt. Achter de *spuisluizen* liggen diepe erosiekuilen die als 'zoutvang' dienst doen voor het (zwaardere) zoute water dat via de spuisluizen op het meer komt.

Zolang als voldoende kan worden gespuid, kan een dynamisch evenwicht worden gecreëerd tussen het zoute water dat via sluizen binnenkomt en het water dat via de spui wordt afgevoerd. Spuien is noodzakelijk om verspreiding van het zoute water dat onder andere via lekkage op het meer komt naar de rest van het meer te voorkomen. Vanuit de diepere delen van de erosiekuilen vindt bij laagwater op de Waddenzee zoutwaterafvoer onder vrij verval plaats via buizen (ook wel de hevels genoemd). Doel van het hevels is het visvriendelijk spuibeheer mogelijk te maken, waarbij een zoutlast op het IJsselmeer mag komen die met de hevels kan worden afgevoerd (capaciteit ongeveer 0.25 m<sup>3</sup>/s).

### Spuistrategie: peilbeheer en verziltingsbestrijding

Een groot deel van het jaar voeren de spuisluizen in de Afsluitdijk water af van het IJsselmeer naar de Waddenzee voor peilhandhaving. Daarmee wordt ook zoutverspreiding vanaf de Afsluitdijk naar de rest van het IJsselmeer tegengegaan. In de zomerperiode is de spuistrategie erop gericht de zoetwatervoorziening te borgen. Dit gaat enerzijds om de waterkwantiteit: tijdige peilopzet om periodes van watertekort langer te kunnen overbruggen. Anderzijds gaat het om verziltingsbestrijding: spuistrategie gericht op het voorkomen van verspreiding van het zoute water uit de vaargeulen en erosiekuilen naar de rest van het meer.

Het zoute water moet worden afgevoerd voordat het zich over de rand van de erosiekuilen en via de vaargeulen verspreidt (zwaartekrachtstroming), of grootschalige windgedreven stromingen en menging vat krijgen op het zoutere water in de diepere delen van de waterkolom. Om niet te veel zoet water te gebruiken moet in de spuistrategie een balans worden gevonden tussen het spuidebiet (groter spuidebiet betekent hogere stroomsnelheden en daardoor meer afvoer zout water uit de diepe delen), en de spui frequentie (regelmatige frequentie is belangrijk om overlopen van de kuil te voorkomen). Als de watervraag om zoutverspreiding tegen te gaan daarbij conflicteert met de andere watervragen, vraagt dit om een nadere afweging van RDO partners. Er wordt onderzoek gedaan naar de meest efficiënte spuistrategie om zoutverspreiding tegen te gaan met zo min mogelijk peilverlies. Ook wordt nagedacht over aanvullende infrastructurele maatregelen om de verzilting te beperken. Hiertoe zijn voorstellen gedaan in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater.

### Vismigratie en verzilting

Rijkswaterstaat staat gesteld voor de taak om vismigratie via de Afsluitdijk mogelijk te maken (Europese Kaderrichtlijn Water) en neemt daartoe verschillende maatregelen. Enkele van deze maatregelen zorgen wel voor een instroom van zout water. De opgave is deze zoutlast dan ook weer af te voeren voordat het op de rest van het meer kan komen.

- Visvriendelijk spuisluisbeheer (jaargemiddelde zoutvracht: 25-75 kg/s etmaalgemiddeld): als deze maatregel wordt ingezet gaan een aantal spuikokers enkele minuten voorafgaand aan de spui al open. Dit gebeurt voornamelijk in het winterhalfjaar. Voor het zomerhalfjaar wordt onderzocht hoe en wanneer het visvriendelijk spuibeheer kan worden gecombineerd met verziltingsbestrijding (aanvullend op de bestaande afvoer onder vrij verval via de hevels).
- Visvriendelijk schutten (jaargemiddelde zoutvracht: 10-20 kg/s etmaalgemiddeld): als deze maatregel wordt ingezet, worden de deuren van de scheepvaartsluizen in

de nacht om en om enige tijd open gezet. Er wordt echter nog onderzocht welke combinatie van maatregelen het beste werkt om de zoutlast af te voeren die hiermee op het meer komt.

- Spuien om visstand: als deze maatregelen wordt ingezet, worden de deuren van de spuisluizen (bij laagwater Waddenzee) op een kier gezet. Hierdoor kunnen sterke zwemmers tegen de stroming in van de Waddenzee naar het IJsselmeer zwemmen. Als (bijvoorbeeld in de zomerperiode) uitsluitend op visstand wordt gespuid vraagt dit enig zoetwater, maar de stroomsnelheden zijn dusdanig laag dat het niet bijdraagt aan verziltingsbestrijding. Spuien op visstand helpt niet voor verziltingsbestrijding.

### Drinkwaterinname Andijk

Bij Andijk wordt water ingenomen door drinkwaterbedrijf PWN. Ongeveer 70 procent van het in Noord-Holland geleverde drinkwater (behalve Amsterdam) komt hier vandaan (gaat om circa 1.1 miljoen inwoners). Daarnaast wordt ook proceswater geproduceerd voor industrieel gebruik. De jaargemiddelde chloridenorm bedraagt voor zowel drinkwater als in te nemen oppervlaktewater voor de drinkwaterproductie 150 mg/l. Hoe om te gaan met tijdelijke overschrijding van deze norm is uitgewerkt in de Handleiding Normering Chloride Drinkwater(bronnen).

### Bijdrage zoutlast regionale watersystemen

De totale bijdrage van de regionale watersystemen aan de zoutlast op het IJsselmeer is relatief beperkt. Met name vanuit de beheergebieden van Waterschap Zuiderzeeland, Wetterskip Fryslân en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier wordt brak water uitgeslagen waardoor water met een verhoogde chlorideconcentratie op het IJsselmeer (en Markermeer) komt.

### Afvoer Wieringermeer

In de buurt van de drinkwaterinname bij Andijk ligt gemaal Lely. De bijdrage aan de zoutlast op het IJsselmeer is relatief beperkt. Het water uit de zoutere delen van de Wieringermeer wordt namelijk via een ander gemaal (Leemans bij Den Oever) sinds 1994 rechtstreeks afgevoerd naar de Waddenzee. Alleen in geval van piekbelasting en storingen wordt gemaal Lely ingezet voor bemaling van de gehele Wieringermeer en kan relatief zout polderwater in het IJsselmeer uitgeslagen worden. Met drinkwaterbedrijf PWN zijn nadere afspraken gemaakt over de monitoring van de chlorideconcentraties in dergelijke situaties om tijdig in te kunnen grijpen.