



Infographic Verzilting IJsselmeer en Markermeer

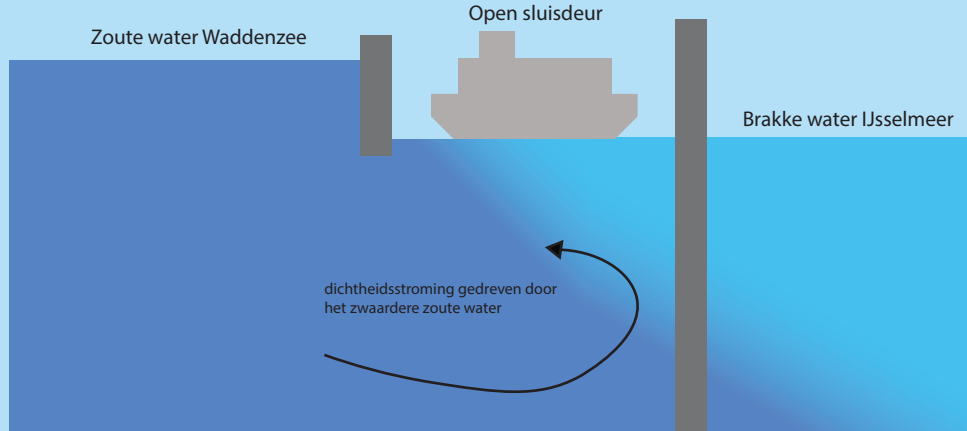
Deze infographic geeft inzicht in verzilting op het IJsselmeer en verziltingsbestrijdende maatregelen in het waterbeheer, uitgaande van het huidige watersysteem en de huidige beheerpraktijk, in droge zomerperiodes. De tekst onderin vertelt het verhaal op hoofdlijnen en benoemt enkele belangrijke ontwikkelingen. In de kaart zijn detailuitwerkingen gegeven. De focus van deze infographic ligt op het IJsselmeer. Het Markermeer is alleen kort toegelicht in de kaart.

A 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 nivelleringsproces 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 schuttschijf. 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-openingsijden, 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.

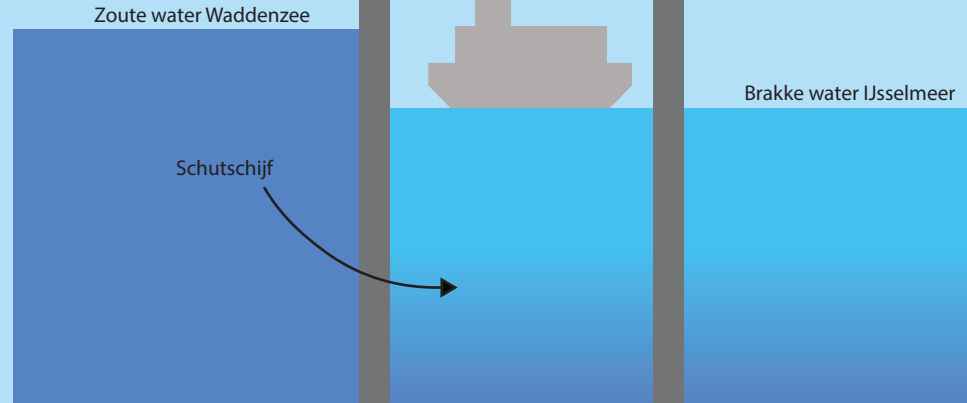
ZOUTTRANSPORT DOOR KOLKUITWISSELING

Dagelijkse zouttransport = Volume kolk x verschil zoutgehalte buiten-binnenkant x aantal schuttingen (afhankelijk van deur-openingsijden vindt volledige kolkuitwisseling plaats)



ZOUTTRANSPORT DOOR NIVELLEREN

Dagelijkse zouttransport = Volume schuttschijf x verschil zoutgehalte binnen-buitenkant x aantal schuttingen



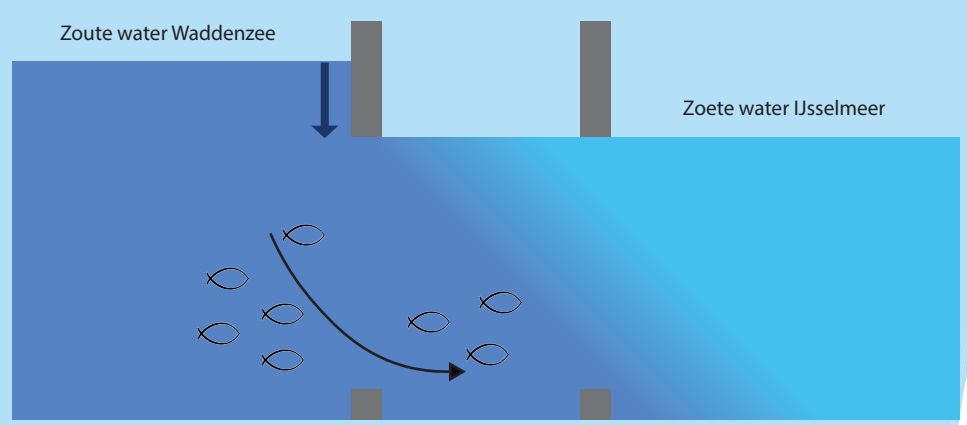
Vismigratie en verzilting

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 etmaal gemiddeld): als deze maatregel wordt ingezet gaan een aantal spuisluizers enkele minuten voorafgaand aan de spui al open. Dit gebeurt voornamelijk in het winterhalfjaar. Voor het zomerhalfjaar wordt onderzocht hoe en wanneer het visvriendelijk spuisluisbeheer kan worden gecombineerd met verziltingsbestrijding (aanvullend op de bestaande afvoer onder vrij verval via de hevels).
- Visvriendelijk schutten (jaargemiddelde zoutvracht: 10-20 kg/s etmaal gemiddeld): 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 onderzoek welke combinatie van maatregelen het beste werkt om de zoutlast af te voeren die hiermee op het meer komt.
- Spuien om visstand: als deze maatregel 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.

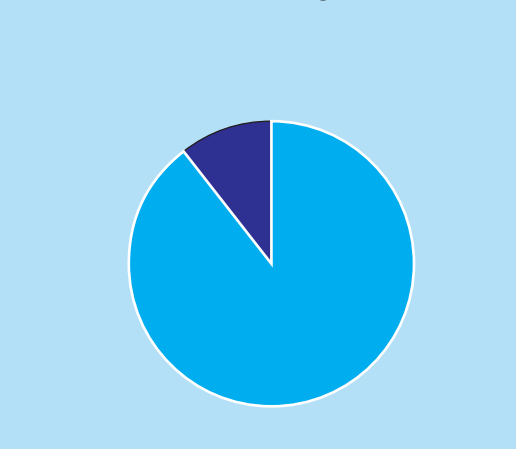
VISVRIENDELIJK SPUIBEHEER

Spuisluizen open niet voor de spui, zodat water Waddenzee met vissen naar binnen kan stromen.



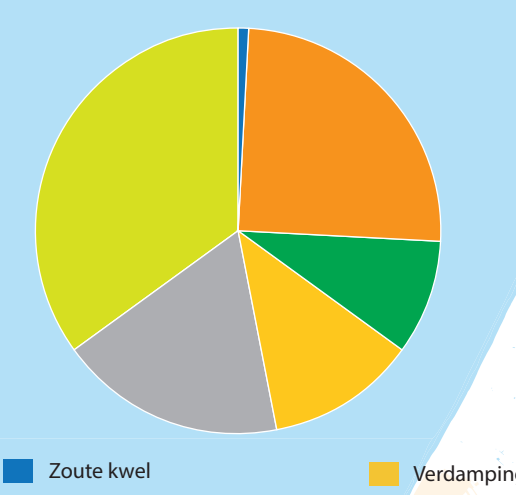
IJsselmeer: Potentieel wateraanbod

Karakteristieke (droge) zomer



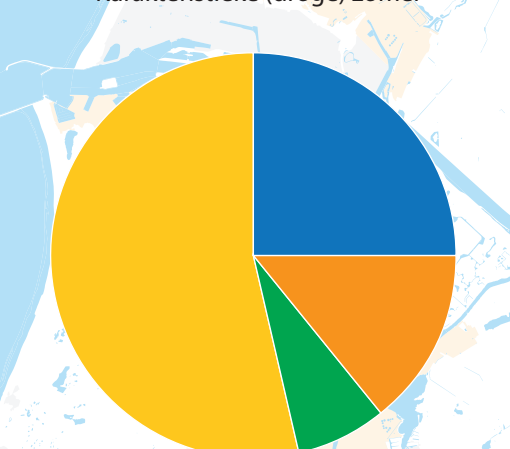
IJsselmeer: Zoutlast

Karakteristieke (droge) zomer



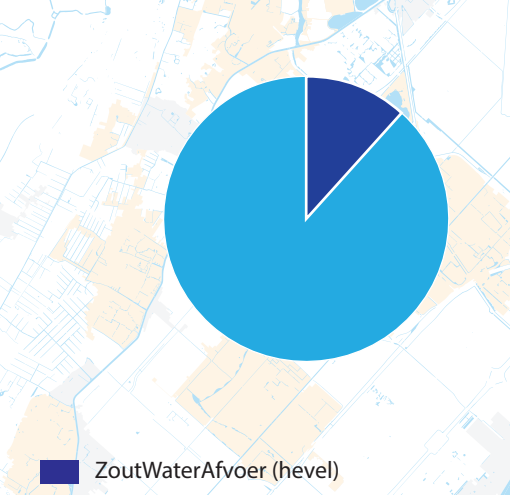
IJsselmeer: Potentiele watervraag

Karakteristieke (droge) zomer



IJsselmeer: Zoutafvoer

Karakteristieke (droge) zomer

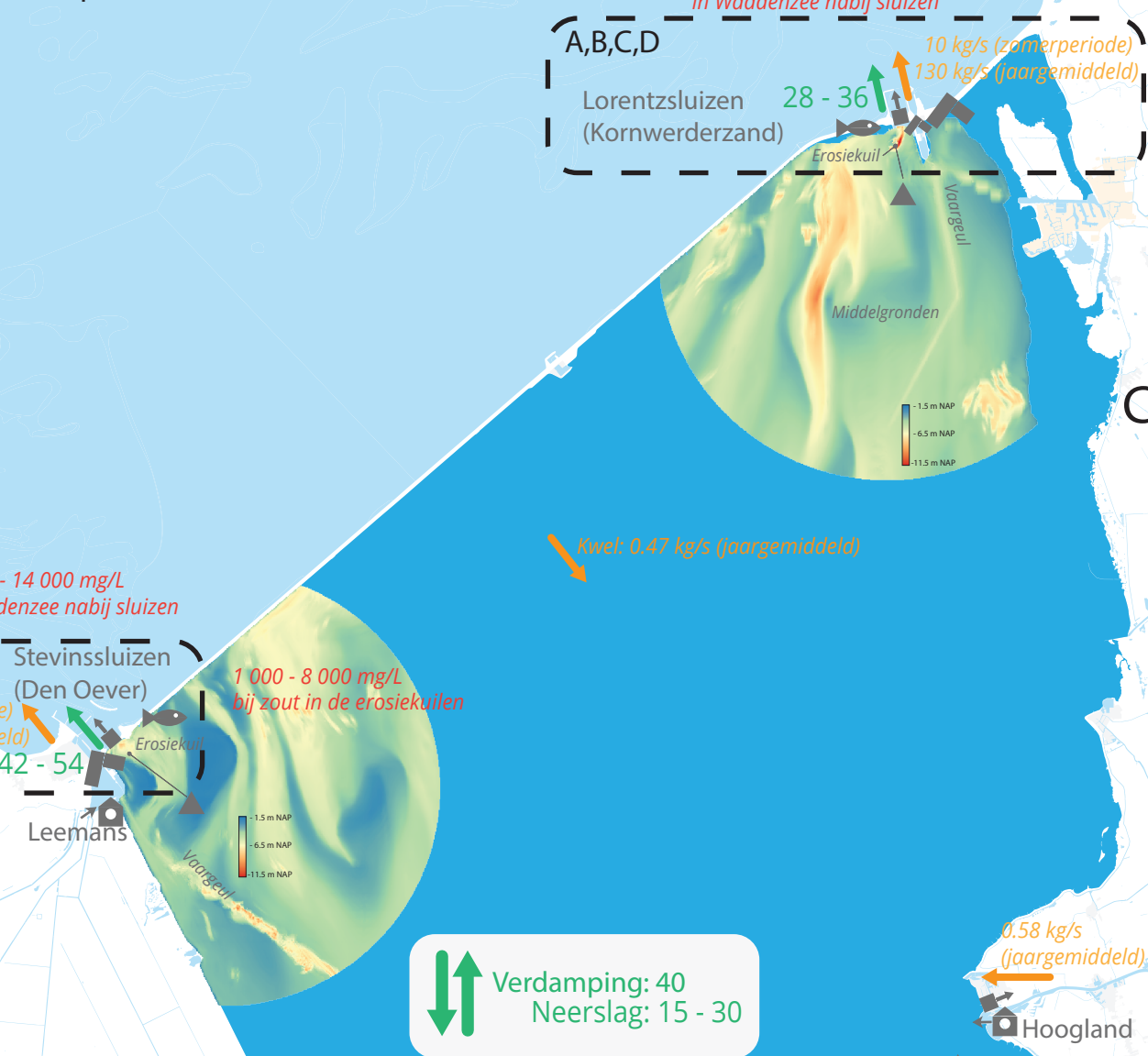


De hier gepresenteerde informatie is samengesteld op basis van diverse bronnen en heeft tot doel de grofstoffelijke verhoudingen tussen de verschillende termen te schetsen. Het gaat hierbij om een indicatie voor karakteristieke zomer periode. De actuele situatie zal variëren rondom deze getallen.

B 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 onderaafdichtingen op de spuideuren.

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



Verdamping
In droge zomerperiodes verdampt netto water uit het IJsselmeer. Dit heeft effect op het watervolume en, omdat opgeloste stoffen achterblijven, op het zoutgehalte. Gedurende een typische warme zomerdag is het verdampingsdebiet 40 m³/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

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).

Markermeer

Het Markermeer is belangrijk voor de zoetwatervoorziening van het Hoogheermeerschapp Holland's 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 schutverluisen bij een laag 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).

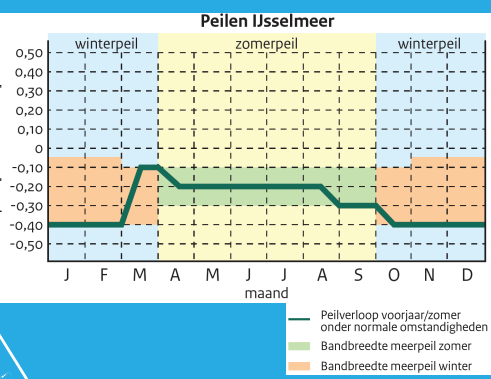
C Zoet-zout dynamiek nabij de Afsluitdijk

Het zoute 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 sluisen 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 spuisluisbeheer mogelijk te maken, waarbij een zoutlast op het IJsselmeer mag komen die met de hevels kan worden afgevoerd (capaciteit ongeveer 0.25 m³/s).

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 buffer voor de zoetwatervoorziening, zoals door RWS in overleg met de waterschappen is beschreven in een gezamenlijk beheerprotocol.



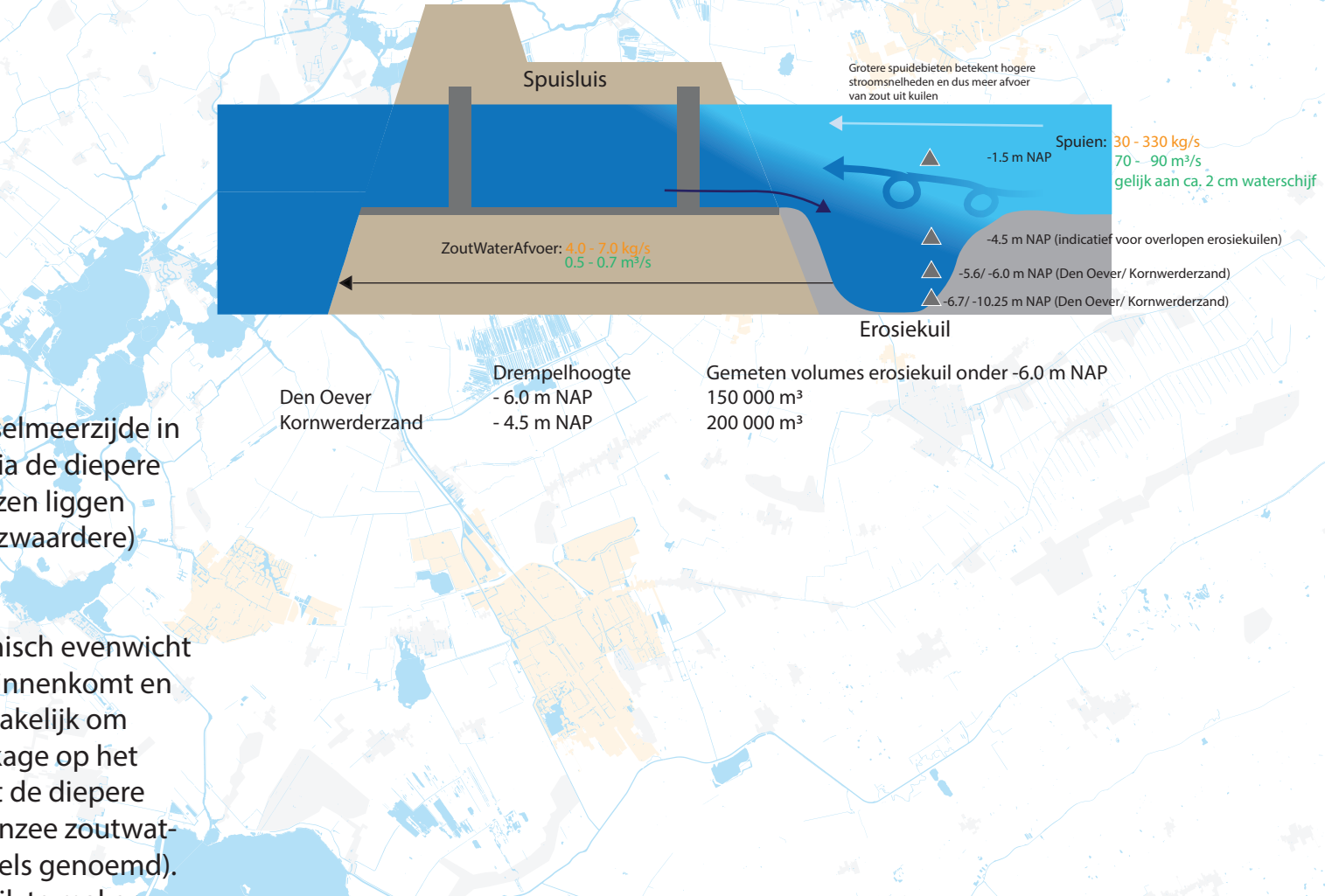
Bijdrage zoutlast regionale watersystemen

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

D Spuistrategie: peilbeheer en verziltingsbestrijding

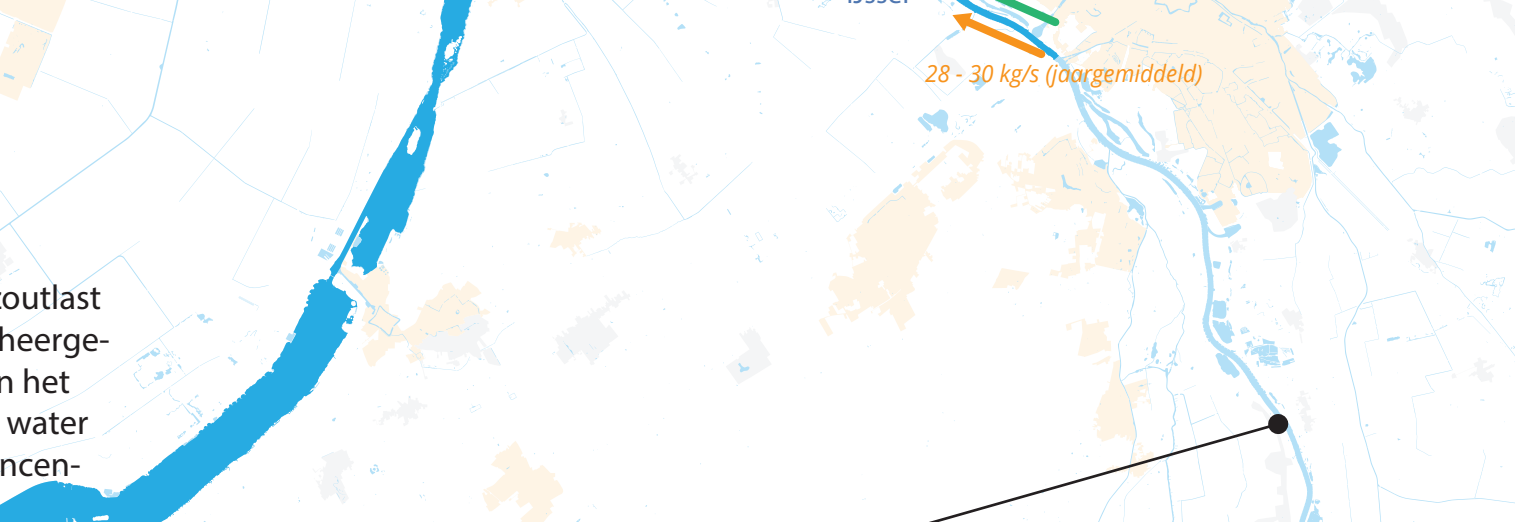
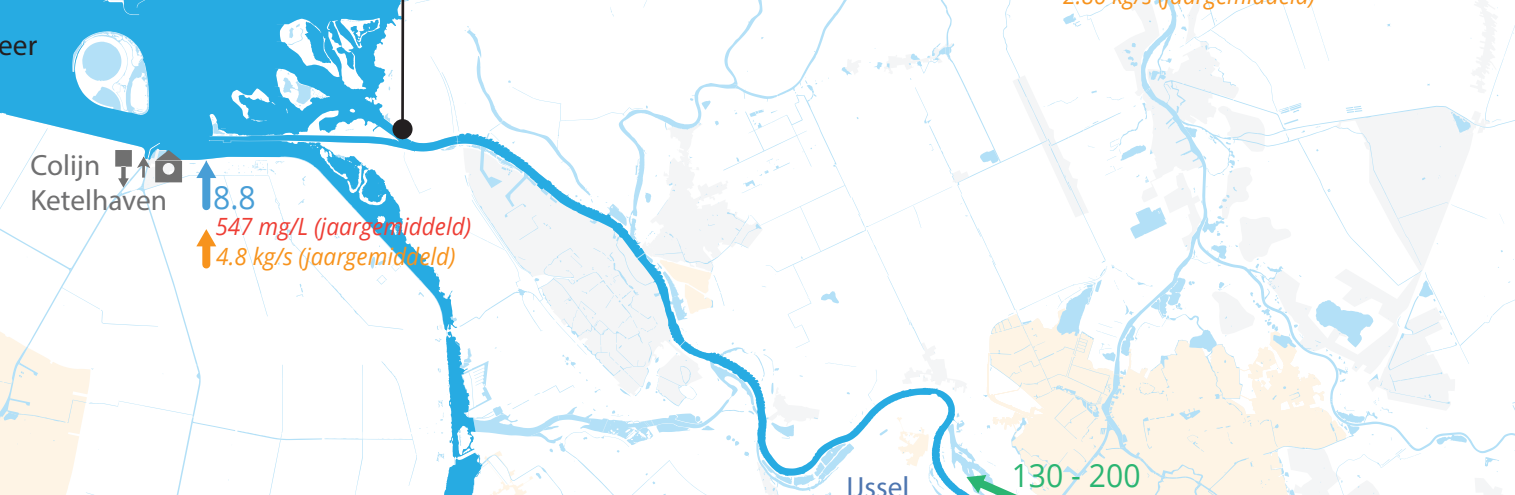
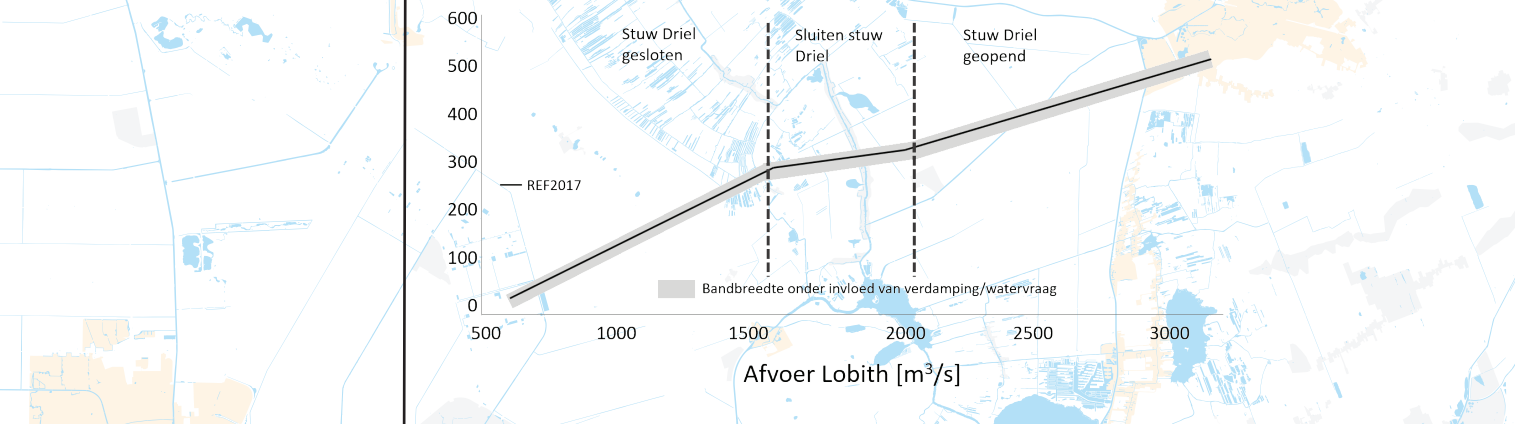
Een groot deel van het jaar voeren de spuisluizen in de Afsluitdijk water af van het IJsselmeer naar de Waddenzee voor peilhandhaving. Daarmee wordt ook zoutverspreiding vanaf de Afsluitdijk naar de rest van het IJsselmeer tegengegaan. In de zomerperiode is de spuistrategie erop gericht de zoetwatervoorziening te borgen. Dit gaat enerzijds om de waterkwaliteit: tijdige peilopzet om periodes van waterkort 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 wat krijgen op het zoute 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 (groot spuidebiet betekent hogere stroomsnelheden en daardoor meer afvoer zout water uit de diepe delen), en de spui frequentie (regelmatige, frequente 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. Hier toe zijn voorstellen gedaan in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater.



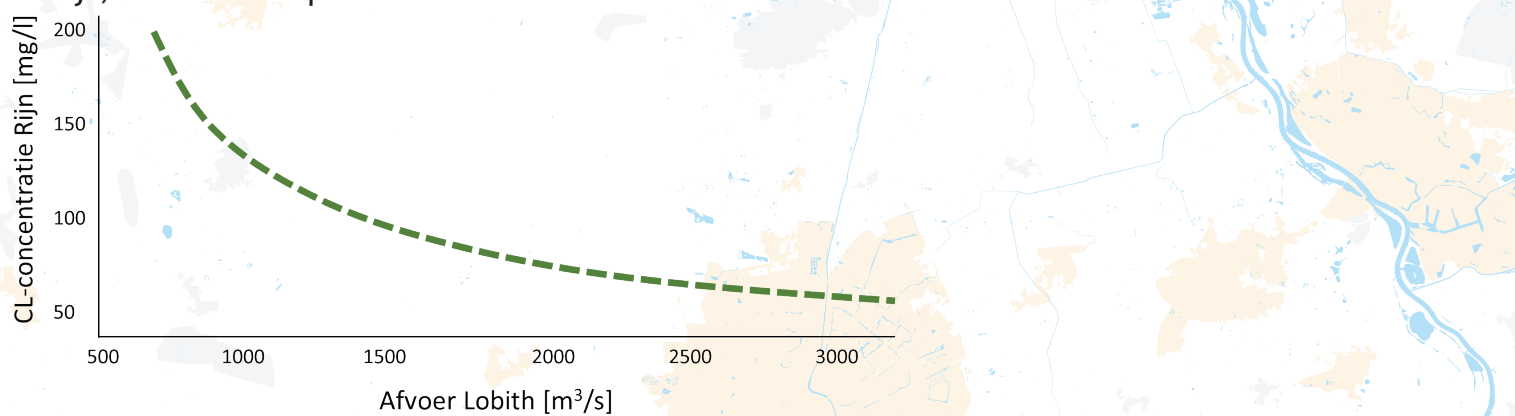
De IJssel - wateraanvoer in droge periodes

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 Bovenrijnaafvoer bij Lobith en kan in enige mate worden gestuurd door stuw Driel. Beneden een Bovenrijnaafvoer van ongeveer 2600 m³/s gaat stuw Driel steeds verder dicht, waardoor zo lang mogelijk wordt gestuurd op ten minste 285 m³/s afvoer via de IJssel. Onder de 1590 m³/s bij Lobith staan de vizierschuiten van stuw Driel geheel dicht en wordt vrijwel al het water van het Panmerdensch Kanaal naar de IJssel gestuurd. De IJsselaafvoer 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 Bovenrijnaafvoer (Lobith) onder 800 m³/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 (inname locatie Andijk) het meest bepalend is.



Legenda

- Sluis- en stuwcomplex
- Gemaal
- Schutsluiscomplex (met spuivoorziening)
- Inlaat/spui
- Vismigratievoorziening
- Meetlocatie chlorideconcentratie
- Streefpeil
- Drinkwater onttrekking
- Jaargemiddeld debiet (m³/s)
- Gemiddeld zomer debiet (droog, incl 2018) (m³/s)
- Karakteristieke chloridevracht (kg/s)
- Jaargemiddelde chlorideconcentratie (mg/l)
- IJssel
- Waterloop
- Chloridenorm

De hier getoonde informatie is samengesteld op basis van diverse bronnen. Gebruikte getallen zijn daarom veelal afgerond en geven een indicatie voor karakteristieke (droge) condities. De actuele situatie zal variëren rondom deze getallen. De hier gepresenteerde gegevens hebben tot doel de verziltingsgevoelige condities en grofstoffelijke verhoudingen tussen de verschillende termen te schetsen. Aan de getallen kunnen geen rechten worden ontleend en voortschrijdend inzicht en aanpassingen in (beheer van) het watersysteem kunnen tot toekomstige wijzigingen leiden. Referenties zijn terug te vinden op: rijkswater.nl/verzilting

Versienummer: 01
Datum: mei 2021