Achtergrondrapport Systeemanalyse Noordelijke Bekkens

Naar een groeiende delta: een toekomst met Zeespiegelstijging



Inhoudsopgave

1 Algemeen functioneren hoofdwatersysteem Zeeland 3
2 Systeemwerking – Noordelijke Bekkens 5
2.1 Dominante processen 15
2.2 Haringvliet 15
2.2.1 Systeemwerking – Huidige situatie 15
2.2.1 Systeemwerking – Zeespiegelstijging 18
2.3 Volkerak-Zoommeer (VZM) 19
2.3.1 Systeemwerking – Huidige situatie 19
2.3.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging 19
2.4 Grevelingenmeer 21
2.4.1 Systeemwerking – Huidige situatie 21
2.4.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging 21
2.5 Oosterschelde 22
2.5.1 Systeemwerking – Huidige situatie 22
2.5.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging 24
2.6 Veerse Meer 26
2.6.1 Systeemwerking – Huidige situatie 26
2.6.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging 27

3 Ruimtelijke analyse 28

Bijlage A1: Verdeling zoetwater Volkerak-Zoommeer

Bronnenlijst: 33

Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769		
Onderwerp	Systeemwerking en oplossingsruimte: Westerschelde		
Projectnummer	51035121	Gecontroleerd door	
Klant	Provincie Zeeland		
Auteur			
Datum	30 september 2026	Vrijgegeven door	
Versie	D2.0		
Documentnummer	NL26-648800269-186293		

Foto voorkant: beeldbank Rijkswaterstaat, 511454, Loes de Jong

Voor u ligt het achtergrondrapport Noordelijke Bekkens, horend bij “Naar een groeiende delta: een toekomst met zeespiegelstijging. Hierin zit een uitgebreidere systeemanalyse over de Westerschelde. In dit rapport wordt de werking van het systeem van de Noordelijke Bekkens in de huidige situatie en bij zeespiegelstijging gegeven op basis van een uitgebreide literatuurstudie.

1 Algemeen functioneren hoofdwatersysteem Zeeland

Het Zeeuwse hoofdwatersysteem maakt deel uit van de Zuidwestelijke Delta en bestaat uit een combinatie van één open estuaria, halfopen zeearmen en (grotendeels) afgesloten bekkens. Door de aanleg van de Deltawerken is het natuurlijke deltasysteem sterk veranderd. De estuaria die vroeger vrij in verbinding stonden met zee en rivier, zijn nu grotendeels afgesloten of gereguleerd. De watersystemen binnen de Zuidwestelijke Delta verschillen sterk in dynamiek, zoutgehalte, ecologie en mate van natuurlijke uitwisseling.

Het water in het Zeeuwse hoofdwatersysteem wordt aangevoerd vanuit drie richtingen:

1. vanuit de Noordzee via getijwerking;
2. vanuit de rivieren (Rijn & Maas), via het Haringvliet en Hollands Diep/Volkerak-Zoommeer;
3. vanuit de Schelde via de Westerschelde.

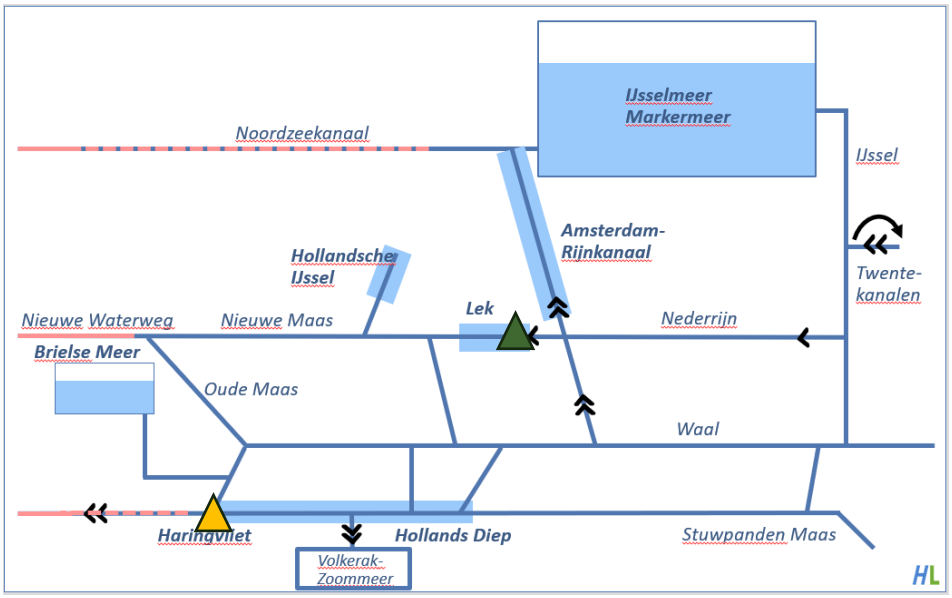
Afvoerverdeling hoofdwatersysteem Nederland
De Rijn en Maas verzorgen het merendeel van zoetwateraanvoer voor het hoofdwatersysteem. De Rijn splitst zich bij de Pannerdensche Kop af in de Waal en Neder-Rijn. Waarna de Neder-Rijn nabij Arnhem splitst in de gestuwde Neder-Rijn en de IJssel.

De gestuwde Neder-Rijn mondt uit in de Lek en vervolgens ten oosten van Rotterdam naar de Rijn-Maasmonding. Het is de primaire aanvoerbron voor de Nieuwe Waterweg. De Waal mondt uit in de Merwede en het Hollands Diep ter hoogte van Gorinchem. De Merwede takt hierna af in verschillende rivieren rondom Rotterdam. Het Hollands Diep is de primaire aanvoerbron voor het Haringvliet en het Volkerak-Zoommeer. Het zoete water aangevoerd door deze rivieren stroomt via de Nieuwe Waterweg en de Haringvlietsluizen naar zee.

De landelijke waterverdeling van de Rijn bij lage afvoeren is afhankelijk van de rivierbodemligging en meerdere objecten. Stuw Driel, stuw Hagestein en de Irenesluizen sturen het water over de verschillende Rijntakken en het Amsterdam-Rijnkanaal. In de Rijn-Maasmonding vormen de Haringvlietsluizen en Volkeraksluizen de stuurknoppen in het Hoofdwatersysteem. Bij lage afvoeren en lage waterstanden sluiten de Haringvlietsluizen. Het water wordt in dit geval via de Nieuwe Waterweg afgevoerd, hierdoor wordt zoutindringing op het Haringvliet beperkt. In figuur 1-1 is een schematische weergave van het hoofdwatersysteem opgenomen.[1] Met daarbij de

stuurknoppen die van belang zijn de Provincie Zeeland. Stuurknoppen waaraan gedraaid kunnen worden zijn:

- **Stuw Hagestein (groene driehoek)**, als stuurknop voor de afvoerverdeling in de Lek, wateraanvoer voor de Rijn-Maasmonding en tegengaan van de zouttong.
- **Haringvlietsluizen (oranje driehoek)**, als stuurknop voor het afvoeren van water uit het Haringvliet en het tegengaan van de zouttong in het Haringvliet welke effect kan hebben voor het Volkerak-Zoommeer.



Figuur 1-1: Schematische weergave van het hoofdwatersysteem met bovenregionale waterverdeling en regionale aanvoerroutes. Hydrologic (2019)

2 Systeemwerking – Noordelijke Bekkens

De Noordelijke Bekkens bestaan uit het Haringvliet, Volkerak-Zoommeer, Grevelingenmeer, Oosterschelde, en Veerse Meer. Het Haringvliet is geen onderdeel van de Zeeland, maar vanwege de invloed van het Haringvliet op onderdelen van het Zeeuwse watersysteem is deze wel meegenomen in dit rapport.

Water afkomstig vanaf de Maas en Waal stroomt via het Hollands Diep richting de Noordelijke Bekkens. Het water uit het Hollands Diep wordt verdeeld over het Haringvliet en het Volkerak-Zoommeer. De Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer, zijn grotendeels losgekoppeld van de rivieren.

De verschillende (water)systemen zijn hieronder beschreven.

1. Haringvliet

Het Haringvliet is een overwegend zoet systeem met een gedempte getijwerking. De uitwisseling met zee wordt geregeld via de Haringvlietsluizen (1970). De Haringvlietsluizen bestaan uit spuischuiven voor het afvoeren van water en een schutsluis voor scheepvaart. De spuischuiven voeren alleen water af onder vrij verval.[2] Het watersysteem van het Haringvliet is weergegeven in figuur 2-1.

Sinds 2019 staan de Haringvlietsluizen bij vloed regelmatig op een kier, ten gunste van vismigratie en biodiversiteit. In het Kierbesluit is geborgd dat de innamepunten ten oosten van de lijn Middelharnis–Spui zoetwater kunnen blijven innemen.

De Haringvlietsluizen vervullen een belangrijke rol in de zoetwaterverdeling in de Rijn-Maasmonding (verdeling Haringvliet / Nieuwe Waterweg). Bij lage afvoeren en lage waterstanden sluiten de Haringvlietsluizen. Het water wordt in dit geval via de Nieuwe Waterweg afgevoerd om daar de verzilting te beperken. Bij hoge rivierafvoeren wordt het meeste water afgevoerd via het Haringvliet.[2]



Figuur 2-1: Watersysteem Haringvliet Bron: Bewerking van "Operationeel Watermanagement – Rijn-Maasmonding"

2. Volkerak-Zoommeer (VZM)

Het Krammer-Volkerak werd in 1969 door de Volkerakdam gescheiden van het Hollands Diep. Door de Oesterdam (1986) en de Philipsdam (1987) werd het Krammer-Volkerak afgesloten van de Oosterschelde en is het Volkerak-Zoommeer (VZM) ontstaan. Het totale wateroppervlak van het VZM bedraagt 6.018 ha.[3] Het watersysteem van het VZM is weergegeven in figuur 2-2.

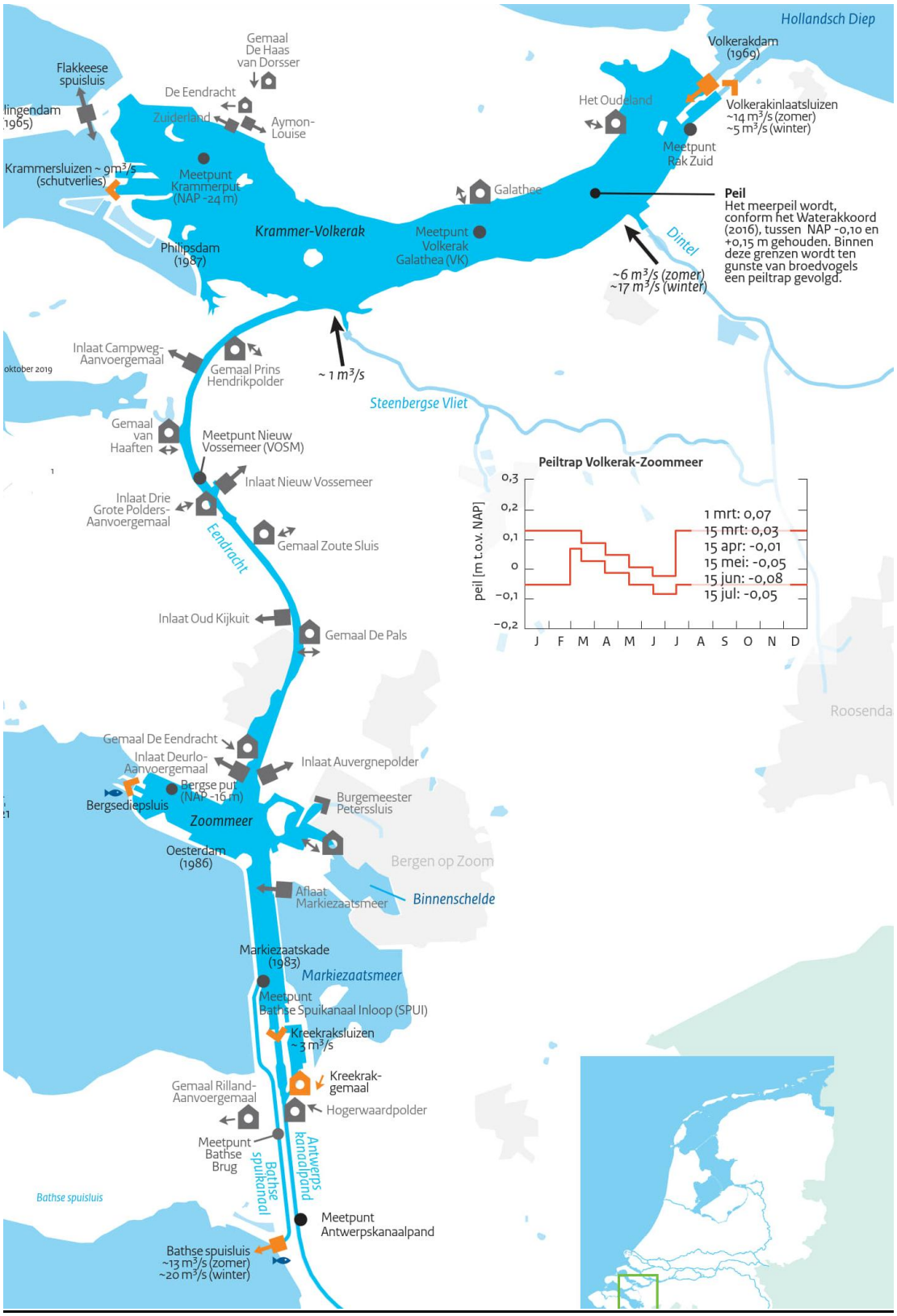
Het VZM is technisch gestuurd, met een gereguleerd waterpeil. De wateraanvoer van het VZM gaat grotendeels via de Volkerakinlaatsluizen, vanuit het Hollands Diep. Daarnaast komt water het VZM binnen via de Dintel, de Steenbergse Vliet, door afvoer van overtollig polderwater en via neerslag en kwel. De scheepvaartsluizen (Volkerak, Krammer en Kreekrak) zorgen daarnaast ook voor uitwisseling van zowel zoet- en zoutwater. Om deze (ongewenste) verzilting vanuit de Oosterschelde via de scheepvaartsluizen tegen te gaan worden zoet-zoutscheidingssystemen toegepast.[3]

De afvoer van water verloopt vooral via de Bathse Spuisluis en in mindere mate via de Krammersluizen, onder meer door het schutten van schepen. De Bathse Spuisluis dient om het peil op het VZM te reguleren.[4]

De verbinding met de Oosterschelde is via de sluis in de Philipsdam (Krammersluizen).

Het VZM heeft waterkwaliteitsproblemen. Jaarlijks is er een terugkerende blauwalgenbloei. [2, 5] Daarnaast is er ook sprake van zoutindringing. Het systeem heeft een zoete bovenlaag maar kan in diepere delen zouter zijn.[6]

Een belangrijke scheepvaartroute (Rijn-Schelde corridor) die Antwerpen en Rotterdam met elkaar verbindt loopt door het VZM. De Volkeraksluizen vormen Europa's grootste en drukst bevaren binnenvaartsluizencomplex. Dit Deltawerk is van groot economisch belang. Jaarlijks passeren er bijna 150.000 vrachtschepen.[2] Voor de scheepvaart zijn daarnaast ook de Kreekrak- en Krammersluizen van belang.



Figuur 2-2: Watersysteem VZM Bron: Bewerking van "Operationeel Watermanagement – Volkerak-Zoommeer"

3. Grevelingenmeer

Het Grevelingenmeer is een afgesloten zoutwatermeer. Het is ontstaan door de aanleg van de Grevelingendam (1965) en de Brouwersdam (1971). Het watersysteem heeft een oppervlakte van 14.000 ha, waarvan 10.800 ha water. Het resterende oppervlak bedragen oevers en eilanden. [7]
Het watersysteem van het Grevelingenmeer is weergegeven in figuur 2-3.

Na aanleg van de Brouwersdam ontbrak vrijwel alle getijwerking en wateruitwisseling. Het zoutgehalte van het Grevelingenmeer ging ongewenst omlaag. Daarom is in 1978 de Brouwerssluis in gebruik genomen. Via deze sluis is er beperkte uitwisseling met zee. Dit heeft geleid tot een gedempt kunstmatig getij van maximaal 10 cm. Via de Flakkeese Spuisluis staat de Grevelingen in verbinding met de Oosterschelde. Door het verversen van het water van het Grevelingenmeer met water uit de Oosterschelde verbetert de waterkwaliteit in het oostelijk deel van het Grevelingenmeer.[8]

De waterkwaliteit in het Grevelingenmeer is al langere tijd een aandachtspunt. Door het ontbreken van getij ontstaat regelmatig stratificatie. Dit zijn lagen met verschil in dichtheid, hetzij door variatie in zout of temperatuur. Dit leidt tot zuurstofloze lagen in de onderste waterkolom.[9] Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar het verbeteren van de waterkwaliteit. Een van de maatregelen waarnaar gekeken wordt om de waterkwaliteit te verbeteren betreft het terugbrengen van het getij in het Grevelingenmeer. [10]

Ondanks de slechte waterkwaliteit van het Grevelingenmeer is het een uniek natuurgebied met een grote biodiversiteit aan vegetaties, planten en dieren, waaronder de Noordse woelmuis, groenknolorchis en gewone zeehond. Daarnaast is het een belangrijk broed-, trek- en overwinteringsgebied voor vogels en fungeert het als opgroeigebied voor vissen zoals schol, bot en tong.[11]

Daarnaast is het Grevelingenmeer een belangrijk recreatiegebied.[12]



Figuur 2-3: Watersysteem Grevelingenmeer Bron: Bewerking van "Operationeel Watermanagement – Grevelingenmeer"

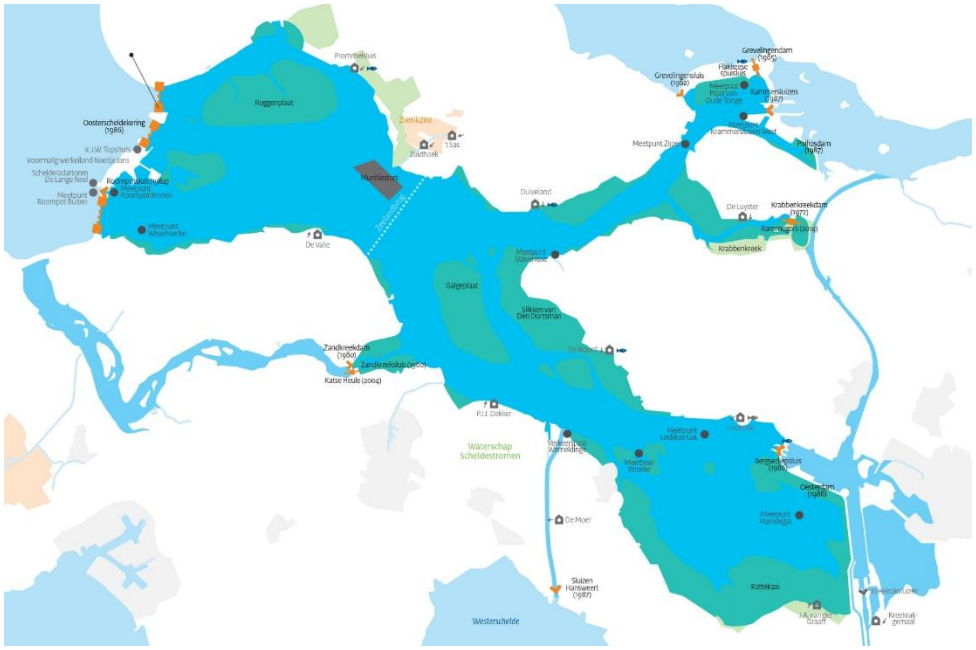
4. Oosterschelde

De Oosterschelde is een halfopen zeearm. Oorspronkelijk stond het open estuarium onder invloed van de Maas en de Schelde. Tegenwoordig heeft het estuarium nog steeds een open verbinding met de Noordzee. Waarbij het water door de Oosterscheldekering kan stromen, hierdoor blijft er getijwerking aanwezig.[13] Het watersysteem van de Oosterschelde is weergegeven in figuur 2-4.

Bij een verwacht hoogwater (3m +NAP bij meetpunt Roompot Buiten) sluit de Oosterscheldekering. Gezamenlijk met de primaire waterkering rond de Oosterschelde draagt het bij aan de waterveiligheid.

De Oosterscheldekering beperkt de natuurlijke sedimentaanvoer. Door de beperkte sedimentaanvoer eroderen platen en slikken geleidelijk. Dit wordt zandhonger genoemd. Jaarlijks verdwijnt er ca. 30-50 ha aan platen en slikken. Sinds de Deltawerken is ca 1100 ha intergetijdengebied verdwenen en naar verwachting is dit in 2060 bijna 2.800 ha. De zandhonger heeft ook negatieve gevolgen voor de waterveiligheid doordat vooroevers van dijken eroderen. Daarnaast heeft de zandhonger ook een negatief effect op de voedselbeschikbaarheid voor vogels en staan de natuurwaarden onder druk.[13]

De visserijsector op de Oosterschelde is belangrijk voor de regionale economie en staat vooral bekend om de vangst en kweek van schaal- en schelpdieren, zoals mosselen en oesters. Het gebied huisvest het belangrijkste oesterkweekgebied van Nederland. Naast de Waddenzee is de Oosterschelde ook het grootste mosselkweekgebied. [14]



Figuur 2-4: Watersysteem Oosterschelde Bron: Bewerking van "Operationeel Watermanagement – Oosterschelde"

5. Veerse Meer

Het Veerse Meer is een zoutwatermeer met beperkte getijwerking. Het is een afgesloten zeearm van de Oosterschelde. Het is ontstaan door aanleg van de Zandkreekdam (1960) en de Veerse Gatdam (1961). Het watersysteem heeft een oppervlakte van 3.990 ha, waarvan 2.030 ha water (zomerpeil). [15]

In totaal lozen 10 gemalen polderwater op het Veerse Meer. Het totale afwateringsgebied bedraagt 19.335 ha.

De waterkwaliteit in het Veerse Meer is een aandachtspunt. In 2004 het doorlaatmiddel Katse Heule in gebruik genomen om de wateruitwisseling tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer mogelijk te maken.[16] Hierdoor is het Veerse Meer veranderd van een brak meer in een zout watersysteem. De ingebruikname van Katse Heule heeft positieve effecten op de waterkwaliteit. [17] Het doorlaatmiddel helpt het tegengaan van negatieve processen voor de waterkwaliteit en ecologie (toevoer zoet voedselrijk water en gelaagdheid van water als gevolg van het peilbeheer). Desondanks blijft waterkwaliteit een aandachtspunt. Dit komt door beperkte wateruitwisseling, stratificatie, aanvoer van nutriënten en organisch materiaal.[18]

Het waterpeil in het Veerse Meer wordt sterk gereguleerd. Het waterpeil staat in de zomer hoger dan in de winter (omgekeerd natuurlijk waterpeil). Hierdoor kunnen de omliggende polders in de winter overtollig regenwater afvoeren en kunnen de agrarische percelen beter bewerkt worden[19].

De belangrijkste functies zijn: recreatie, visserij, natuur en afwatering van polderwater.[15]



Figuur 2-5: Watersysteem Veerse Meer Bron: "Operationeel Watermanagement – Veerse Meer"

Algemeen functioneren ecologisch systeem

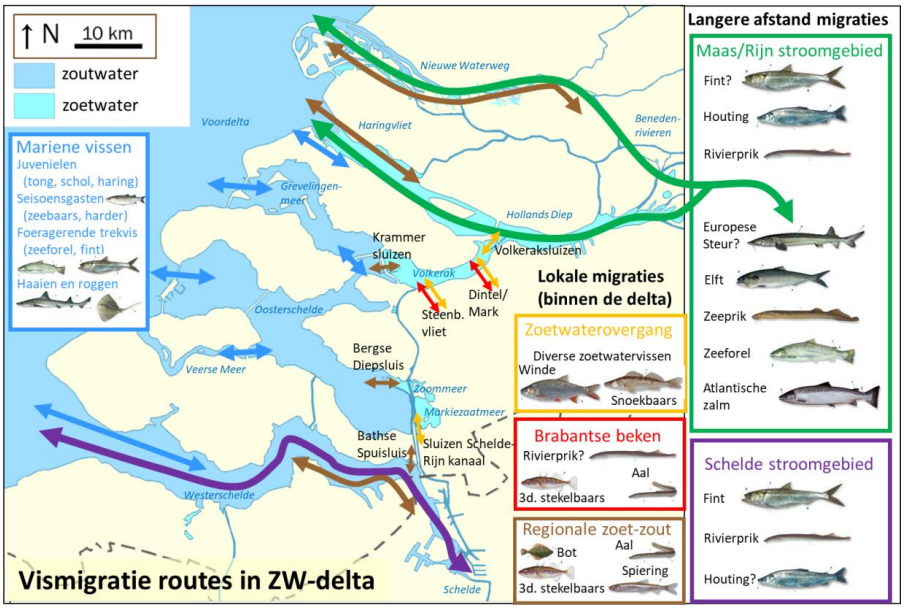
De Noordelijke Bekkens zijn een gedifferentieerd systeem. Deze verschillen worden vooral veroorzaakt door de overgang van zoet naar zout water, de mate van openheid en dynamiek van het watersysteem en de aanwezigheid van verschillende bodem- en vegetatietypen.

De Noordelijke Bekkens (onderdeel van de Zuidwestelijke Delta) vervullen hun rol als “Flyway” en “Swimway”.

1. **Flyway: Broedgebied, Rustgebied, doortrek- en overwinteringsgebied voor veel vogelsoorten**[20] [21]
   De Zuidwestelijke Delta is van betekenis voor miljoenen watervogels. Het is een van de belangrijke wetlands langs de Oost-Atlantische flyway, mede door de diversiteit van biotopen. De delta is van belang voor vogels die broeden op kale en schaars begroeide gronden, zoals stranden, zandvlaktes, schorren en duinen in de omgeving van zoute en brakke getijdensystemen. Slikken, platen, ondiepten en open water zijn belangrijk voor steltlopers, eenden, ganzen en visetende vogels.[20]

   Na de aanleg van de Deltawerken is van veel populaties broedvogels de omvang afgenomen. Dit heeft te maken met verzoeting en afname van de dynamiek, het verdwijnen van intergetijdengebieden en een toenemende recreatieve druk. [24]

2. **Swimway: Doortrek, permanent leefgebied, opgroei- en paaigebied voor vis**[22],[23]
   De Zuidwestelijke Delta vervult een belangrijke rol als leefgebied en kruispunt voor een breed spectrum aan zoet- en zoutwatervissoorten, zie figuur 2-6. Het systeem is een overgangszone tussen zout, brak en zoet, deze wateren zijn ecologisch belangrijk als opgroeigebied en trekroute voor vissoorten. De Nieuwe waterweg, Haringvliet en Westerschelde zijn van belang voor optrekkende vissoorten. De Grevelingen en Oosterschelde zijn voor andere soorten van belang als permanent leefgebied, opgroei- en paaigebied.[24]



Figuur 2-6: Vismigratieroute in de zuidwestelijke delta (WMR, 2021)

De Oosterschelde heeft een sterk marien en getijden gebonden karakter. Dit gebied is ecologisch van groot belang voor habitats als grote baaien, slijkgrasvelden, zilte pionierbegroeiingen en schorren en zilte graslanden. De hoge bijdrage van onder meer Schorren en zilte graslanden (74%) laat zien dat dit gebied een kernfunctie vervult binnen het kust- en estuariene ecosysteem.

De Grevelingen en het Krammer-Volkerak zijn meer afgesloten of gereguleerde watersystemen, waardoor de ecologische dynamiek hier anders is dan in de Oosterschelde. In deze gebieden komen onder meer zilte pionierbegroeiingen, schorren en zilte graslanden, kruipwilgstruwelen en vochtige duinvalleien voor. De habitats wijzen op een mozaïek van open, zilt beïnvloede en overgangsrijke milieus.

Het Haringvliet en het Hollands Diep vormen overgangsgebieden tussen rivier en zee. Ecologisch zijn deze gebieden vooral van betekenis als grootschalige water- en overgangszones.

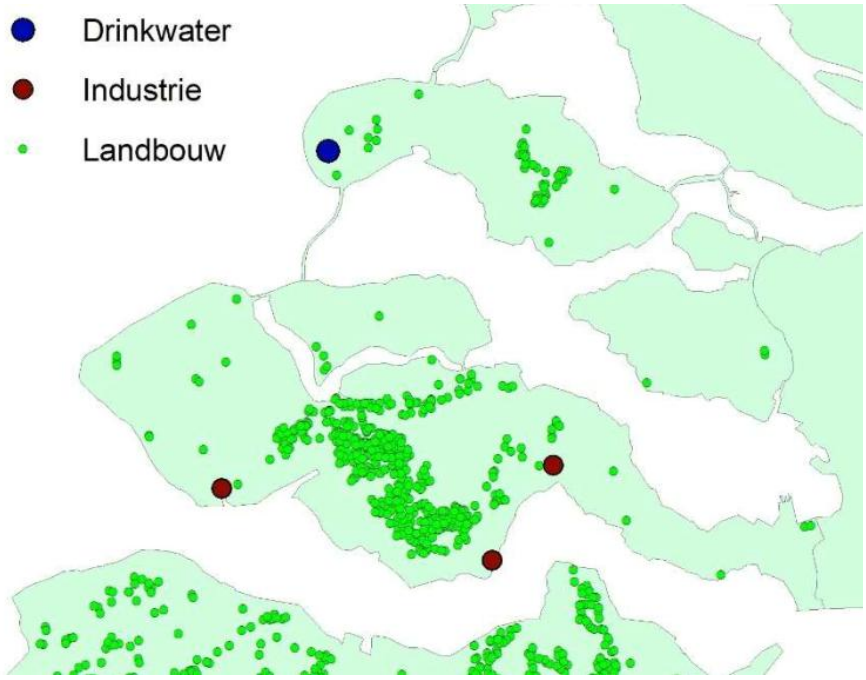
Algemeen functioneren geohydrologisch systeem

Het grondwatersysteem in Zeeland wordt bepaald door meerdere factoren. De opbouw van de ondergrond, de hoeveelheid neerslag, het oppervlaktewaterpeil, drainage, en grondwateronttrekkingen en zoet-zoutgradiënten beïnvloeden samen de grondwaterstroming en hoe dik de zoetwatervoorraden zijn. Onder de zoetwatervoorraad is zout/brak grondwater aanwezig.

In de ondergrond is de slecht doorlatende laag (Boomse Klei) de geohydrologische basis van het Zeeuwse grondwatersysteem. Door het noordoostelijke verhang ligt de Boomse Klei in Zeeuws-Vlaanderen ondiep, vaak vanaf maaiveld tot circa 10 m beneden maaiveld, terwijl zij elders in Zeeland veel dieper voorkomt.

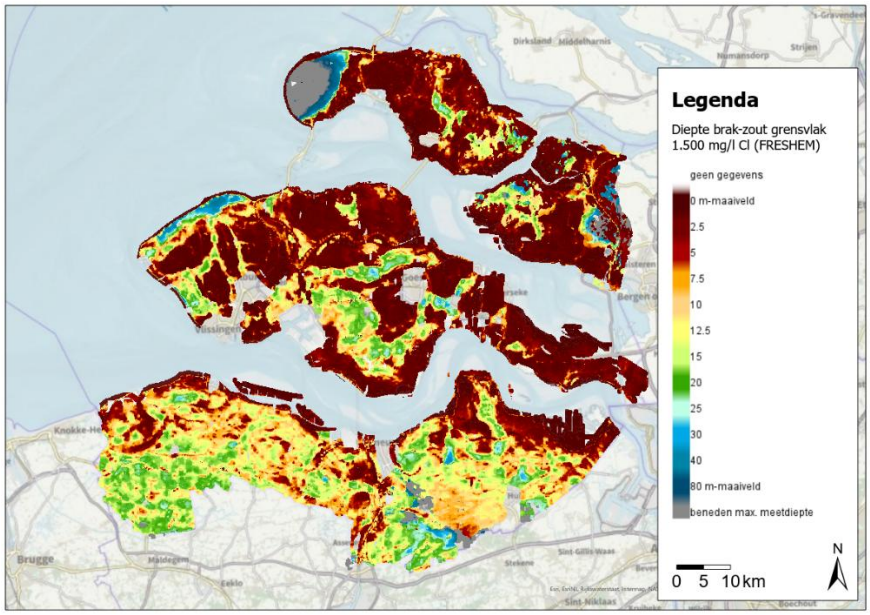
Neerslag is de belangrijkste bron van zoet grondwater in Zeeland. Regenwater dat in de bodem infiltreert vult de zoetwatervoorraden aan. Omdat zoet water lichter is dan zout water, drijft het boven op het aanwezigen zoute grondwater en vormt het een zoetwaterlens. De dikte van deze zoetwaterlens varieert door het seizoen. In de winter is er een neerslagoverschot, dan valt er meer neerslag dan er verdampt.

Grondwater wordt in Zeeland onttrokken voor landbouw, industrie en drinkwater (figuur 2-7).[25] Onttrekkingen verminderen de zoetwatervoorraad. Bij overmatige onttrekking kan zout grondwater van onderaf omhoog worden ’getrokken’, een proces dat ‘upconing’ wordt genoemd.



Figuur 2-7: Overzicht van drinkwaterwinningen, industriële winningen en bekende landbouwonttrekkingen in Zeeland (Deltares, 2025).

Er zijn grote verschillen in de diepte van het zoet-zoutgrensvlak. In de hoger gelegen zandige kreekruggen reikt het grensvlak relatief diep. De zoetwaterlens kan hier 25 tot 30 meter dik zijn. In de laaggelegen kleipolders komt het grensvlak op sommige plaatsen tot vrijwel aan maaiveld. De FRESHEM-kaart met het 1.500 mg/l grensvlak is staat in figuur 2-8.[26] [27]

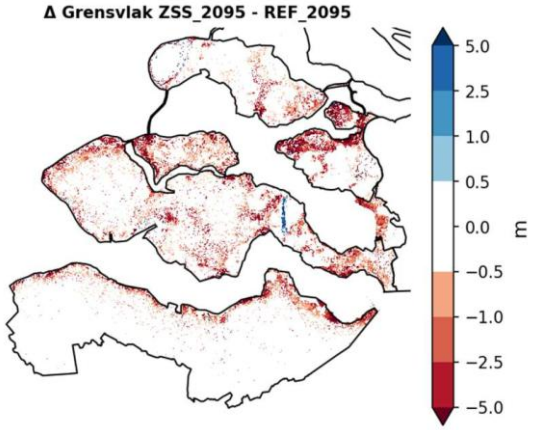


Figuur 2-8: Zoet-brak grensvlak (1.500 mg/l) van het 50e percentiel (midden) uit de FRESHEM dataset. De data geeft een gedetailleerd beeld van de chlorideverdeling van de Zeeuwse ondergrond (Deltares, 2018)

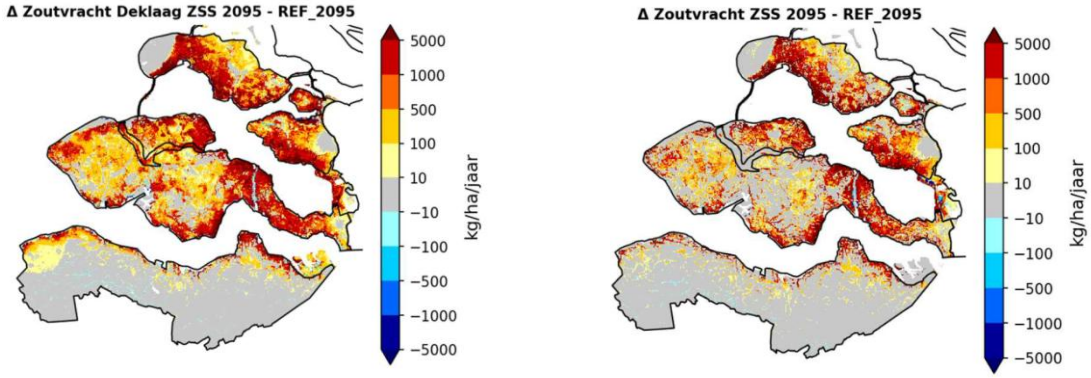
Algemeen functioneren geohydrologisch systeem bij zeespiegelstijging

In de laaggelegen kustgebieden leidt zeespiegelstijging tot een toename van de kwel (grondwaterstroom naar de oppervlakte). Bij een zoute ondergrond, zoals het geval is voor Zeeland, leidt dit ook tot een toename van zout in het ondiepe grondwater en in het oppervlaktewater. Bij een stijgende zeespiegel neemt de kwel en zoutbelasting direct toe. De invloed van zeespiegelstijging op de kwel is vooral te vinden in de zone tot 10 á 15 kilometer van de kust.[28]

De effecten van zeespiegelstijging op het zoet-zoutgrensvlak en de zoutvrachten zijn in beeld gebracht voor het einde van deze eeuw (zie figuren 2-9 en 2-10).[29] De effecten zijn het grootst in gebieden dicht bij de oevers van de Oosterschelde, en nemen af richting het binnenland. In het noorden van Zeeland is het watervoerend pakket tot de geohydrologische basis dikker dan in het zuiden, waardoor effecten van zeespiegelstijging noordwaarts verder kunnen doorwerken.[30]



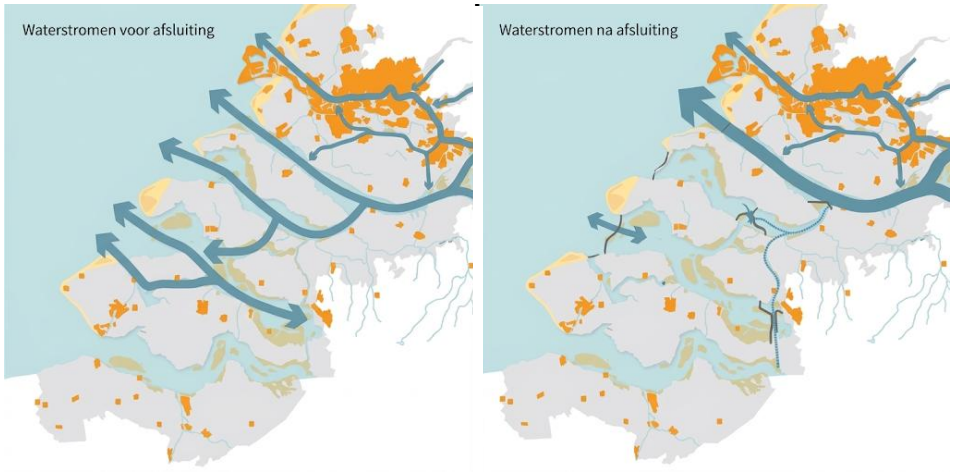
Figuur 2-9: Verandering van de diepte van het zoet-zout grensvlak aan het einde van deze eeuw. Rood geeft een ondieper grensvlak aan (Deltares, 2025).



Figuur 2-10: Verandering van de zoutvracht naar de deklaag (links) en het oppervlaktewater- en drainagesysteem (rechts) onder invloed van zeespiegelstijging aan het einde van deze eeuw. Rood geeft een hogere zoutvracht aan (Deltares, 2025).

2.1 Dominante processen

De Noordelijke Bekkens zijn ingericht voor de gecontroleerde af- en aanvoer van water. Door de aanleg van de Deltawerken zijn de waterstromen in de Zuidwestelijke Delta sterk veranderd, zie figuur 2-11.[31]



Figuur 2-11: Waterstromen van voor (links) en na afsluiting (rechts). (Zuidwestelijke Delta, 2014)

Hydrologie & waterveiligheid speelt een belangrijke rol in alle vijf de systeemonderdelen. **Hydrologisch functioneren, waterveiligheid** en **zoetwaterbeschikbaarheid** bepalen een groot deel van de systeemkeuzes en het beheer. Het zoetwaterbeheer en het beperken van verzilting en zoutindringing speelt voornamelijk een rol in het Haringvliet en het Volkerak-Zoommeer (VZM).

Het overgrote deel van het watersysteem van de Noordelijke Bekkens is N2000 gebied. Het **ecologisch systeem** is daardoor ook een bepalende factor in de systeemkeuzes en beheer is een van de dominante processen.

Het **(hydro)morfologisch (sedimentatie en erosie**) functioneren is vooral in de Oosterschelde nog een dominant proces. In de andere gebieden is dit proces uit balans en in mindere mate aanwezig. De afgesloten bekkens, de Grevelingen, het VZM en het Veerse Meer zijn door de lage stroomsnelheden weinig morfologisch actief.

In de volgende paragrafen zijn per watersysteem de dominante processen in detail beschreven, eerst voor de huidige situatie en daarna voor de situatie met zeespiegelstijging (ZSS).

2.2 Haringvliet

2.2.1 Systeemwerking – Huidige situatie

2.2.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

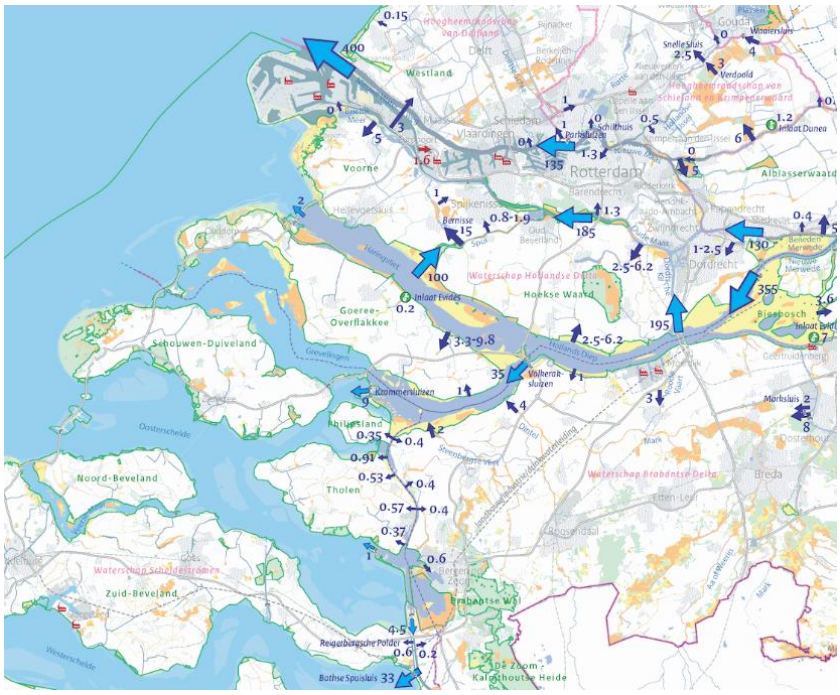
Water dat via de Rijn Nederland binnenkomt, wordt verdeeld over het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg. De afvoer via de Nieuwe Waterweg is van belang om zoutindringing te beperken. Naarmate de Rijnafvoer toeneemt (tot circa 4.000 m^3/s) wordt het percentage water dat via het Haringvliet richting zee stroomt groter. Bij hogere rivierafvoeren blijft de verdeling vrijwel constant, met een aandeel van 55-60% naar het Haringvliet.[32]

Als de afvoer bij Lobith groter is dan 1200 m^3/s dan gaan de Haringvlietsluizen bij eb open en als de afvoer groter is dan 1500 m^3/s zijn deze ook bij vloed geopend. Des te groter de afvoer, des te

groter de sluisopening.[33] Bij een debiet bij Lobith onder de 1100 m^3/s wordt de opening geheel gesloten.[34]

Bij droogte is de strategie erop gericht om de zoetwaterbuffers Hollandsche IJssel, Lek, Spui en Haringvliet/Hollands Diep met prioriteit te beschermen tegen verzilting. Hiervoor worden de 'regelknoppen' Haringvlietsluizen, Volkeraksluizen en stuw Hagestein ingezet.[2]

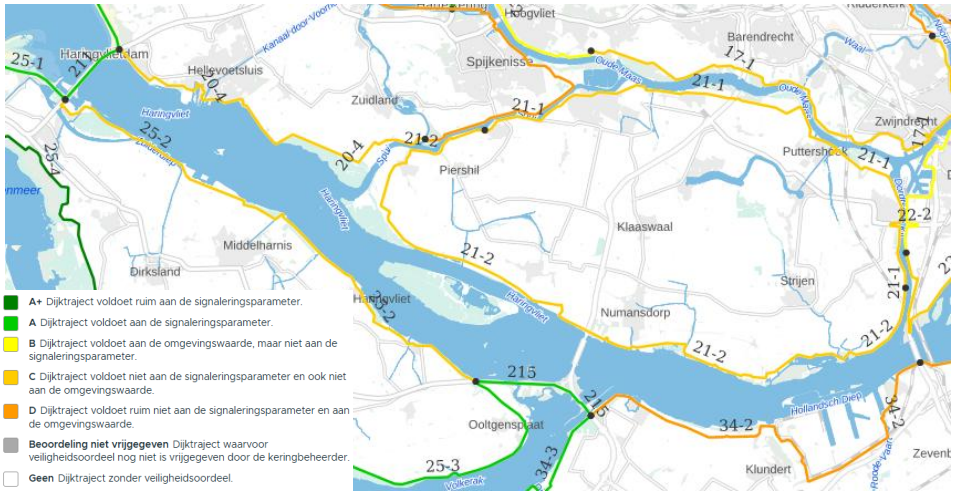
Figuur 2-12 geeft de afvoerverdeling weer bij zeer lage rivierafvoeren (Rijn - Lobith: 700 m^3 & Maas-Sint Pieter: 30 m^3). In deze situatie gaat bijna de volledige afvoer via de Nieuwe Waterweg i.p.v. via het Haringvliet. De drinkwaterinname, de landbouwinnames en de Bernisse inname zijn een belangrijke reden dat de Haringvlietsluizen bij lage afvoeren dicht gehouden worden. Hiermee wordt de indringing van zout voorkomen.[35]



Figuur 2-12: Waterverdeling zeer lage afvoeren en droge omstandigheden [36]

Bij stormopzet sluiten de Haringvlietsluizen tot de waterstand buitengaats lager is dan binnengaats. Bij een verwachte waterstand van 3,0 m NAP bij Rotterdam of 2,9 m NAP bij Dordrecht worden de Maeslant- en Hartelkering (gezamenlijk de Europoortkering) gesloten. Met hoge rivierafvoeren kan hierdoor de waterstand stijgen in het Haringvliet. Bij extreme omstandigheden (gesloten stormvloedkeringen + zeer hoge rivierafvoeren, en voorspeld waterpeil van NAP + 2,60 m op het Hollandsch Diep) wordt het Volkerak-Zoommeer ingezet als noodberging om rivierafvoer kwijt te raken. Door zeespiegelstijging en mogelijk langere stormen zal deze situatie in de toekomst vaker voorkomen. [37]

Voor de primaire waterkeringen (dijken) langs het Haringvliet/Hollands Diep geldt een versterkingsopgave om in 2050 te voldoen aan de norm uit de Waterwet. De keringen met de beoordeling C/D voldoen niet aan de omgevingswaarde (figuur 2-13).



Figuur 2-13: Veiligheidsoordeel (beoordelingsronde, 2017 t/m 2022) per traject rond het Haringvliet (Waterveiligheidsportaal)

2.2.1.2 Zoetwaterbeheer

Het Haringvliet fungeert als bron en verdeelpunt voor zoet water. Zo is er een drinkwaterinnamepunt (zie figuur 2-1) en wordt er zoetwater ingelaten in de polders voor het doorspoelen. Via de Bernisse wordt zoetwater ingelaten naar het Brielse Meer. Vanaf daar kan het doorgevoerd worden naar het beheergebied van waterschap Hollandse Delta, de Rotterdamse haven of naar HH Delftland.[2]

Het waterbeheer in het Haringvliet is bij droogte / lage rivierafvoeren erop gericht om zoutindringing te beperken. Zo mag de zoutindringing vanuit zee in het Haringvliet niet verder komen dan de denkbeeldige lijn tussen Middelharnis en de monding van het Spui. Zowel de Bernisse als de waterinname op het Haringvliet hebben een norm van 150 mg Cl/l. [2]

Als de afvoer van de Rijn bij Lobith langere tijd lager is dan 1500 m^3/s en de Haringvlietsluizen daardoor lange tijd gesloten blijven, bestaat de kans dat het nog aanwezige zout in het Haringvliet zich verspreidt. Om dit te voorkomen wordt met het sluisbeheer de Haringvliet zoetgespoeld.[33]

Daarnaast is er de zogenaamde ‘achterwaartse verzilting’. Dit treedt op bij lage rivierafvoer en een verhoogde zeewaterstand, waarbij via de Nieuwe Waterweg, Oude Maas en het Spui verzilting optreedt in het Haringvliet. Door de afvoer door de Haringvlietsluizen en de Volkeraksluizen te beperken, kan de achterwaartse verzilting enigszins verminderd worden.[2]

2.2.1.3 (Hydro)morfologie

In het Haringvliet is sinds de afsluiting met de Haringvlietdam op de meeste plekken sedimentatie opgetreden. Dit komt door het wegvallen van de getijstroming en daarmee sedimenttransportcapaciteit. De morfologie werd tot 1970 beïnvloed door zoetwateruitstroom van Rijn en Maas en zoutwaterinstroom door golven en getij. Het Haringvliet en de Voordelta vormden een langgerekt getijdenbekken met diepe stroomgeulen. Tijdens vloed stroomde het zeewater tot wel 50 km landinwaarts in. [38]

2.2.1 Systeemwerking – Zeespiegelstijging

2.2.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

Vanaf een bepaalde zeewaterstand lopen de haringvlietsluizen over. Hierdoor stroomt extra water het achterliggende gebied in. Door zeespiegelstijging (ZSS) ontstaat bij de Haringvlietsluizen een kruinhoogtetekort. Zo leidt 1, 2 en 5.4 m ZZS respectievelijk tot een kruinhoogtetekort van 1.1m, 2.1 m en 5.5m.[39]

Voor de primaire keringen (dijken) wordt de waterveiligheidsnorm overschreden bij 50cm ZSS (ontwerpaanname HWBP).[40]

Doordat de Haringvlietsluizen vaak (gedeeltelijk) open staan werkt zeespiegelstijging door in de waterstanden in het Haringvliet & Hollands Diep. Bij ZSS van 1 m stijgen de waterstanden in het Haringvliet & Hollands Diep tussen de 0.9 – 1 m. Bij een ZSS van 2 m stijgen de waterstanden nagenoeg volledig mee. [39]

Bij hoog water gaat een groter deel van de afvoer via de Haringvlietsluizen en functioneert het Haringvliet (samen met het Volkerak-Zoommeer) als bergingsgebied. Het Volkerak-Zoommeer wordt alleen ingezet als de Maeslant- en Hartelkering gesloten zijn. [41]

Situaties met hoogwater (gesloten Haringvlietsluizen) en extreme rivierafvoeren zullen door klimaatverandering vaker voorkomen. Dit maakt dat er nagedacht moet worden over de verhouding tussen berging van rivierwater (en de benodigde oppervlakte hiervoor) en de afvoercapaciteit (via spuien en pompen). Systeemkeuzes voor afvoer en waterberging hangen nauw samen met de keuzes voor waterberging in het Haringvliet.

2.2.1.2 Zoetwaterbeheer

Door stijging van de zeespiegel in combinatie met lage rivierafvoeren neemt de verzilting van het Haringvliet toe. Bij lage rivierafvoeren (<1100m^3/s) sluiten de Haringvlietsluizen volledig. De toename in verzilting wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de ‘achterwaartse verzilting’.[42]

Bij 1 m zeespiegelstijging en een debiet over de Nieuwe Waterweg van <410 m^3/s bereikt het zout het Hollands Diep via de Dordtse kil. De route het Spui naar het Haringvliet verzilt het Haringvliet pas structureel bij lagere rivierafvoer en hogere zeespiegel.

Bij 3 m zeespiegelstijging en een debiet over de Nieuwe Waterweg van <410 m^3/s, treed langdurige toevoer van zoutwater op via het Spui en de Dordtse Kil. Het gaat in dit geval om jaarlijks 15-25 dagen zoutwater. In dit geval zullen waarschijnlijk innamebeperkingen voor het Volkerak-Zoommeer volgen.

2.2.1.3 Ecologisch systeem

De haringvlietsluizen staan bij vloed op een kier. Hierdoor stroomt er zeewater richting het Haringvliet en zwemmen de vissen mee naar binnen. Door de verwachte toename in lage rivierafvoeren zal in de toekomst de Haringvlietsluizen minder vaak op een ‘kier’ staan.[40] Hierdoor ontstaat een belemmering voor de vismigratie.

2.3 Volkerak-Zoommeer (VZM)

2.3.1 Systeemwerking – Huidige situatie

2.3.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

Het meerpeil wordt, conform het Waterakkoord (2016), tussen NAP -0,10 en +0,15 m gehouden.

Het waterpeil kan extreem verhogen tot NAP +2,30 m wanneer het VZM als noodberging gebruikt wordt. Hier zal gebruik van worden gemaakt wanneer de waterstand in het benedenrivierengebied extreem stijgt door een combinatie van gesloten Europoortkering en zeer hoge rivierafvoeren. De kans dat deze twee samenvallen is naar schatting 1/1400 per jaar, door klimaatverandering kan dit oplopen naar 1/550 jaar vanaf 2050.[3, 37] Door de inzet van het VZM als waterberging zijn dijkversterkingen langs het Haringvliet en Hollands Diep voorkomen. Bij verdere klimaatverandering zijn alsnog dijkversterkingen nodig.[43]

2.3.1.2 Zoetwaterbeheer

Het VZM is van belang voor de regionale zoetwatervoorziening. Het dient als aanvoerroute van zoetwater naar: Oostflakkee, de West-Brabantse poldergebieden Nieuw-Vossemeer, Hendrikpolder en de Auvergnepolder en de Zeeuwse gebieden Tholen, St. Philipsland en Reigersbergsche polder. De gerealiseerde piekvraag wordt geschat op 4.3m^3/s. De maatgevende vraag tijdens droge periode in het groeiseizoen is 6.5m^3/s. Een van de oorzaken dat de gerealiseerde vraag lager is dan de maatgevende vraag is de blauwalgoverlast. Bij deze blauwalgoverlast wordt waterinname gestaakt. [44] De verdeling van de zoetwatervraag per polder staat in bijlage A1.

De chloridenorm van het VZM is 450 mg/l.[3] Voorafgaand aan het groeiseizoen wordt er begonnen met het doorspoelen van het VZM om de chlorideconcentraties te verlagen. [44]

2.3.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging

2.3.2.1 Hydrologie & waterveiligheid

Voor de situatie van het VZM is het de vraag of en hoe het waterpeil gehandhaafd kan worden bij ZSS. Naast zeespiegelstijging spelen neerslag en de rivierafvoeren een belangrijke rol in het peilbeheer van het VZM. Bij een ZSS tussen 50 - 100cm blijft de waterstand tussen de streefpeilen. Hiervoor is het wel van belang dat het maximale debiet vanuit de Volkeraksluizen 40m^3/s of kleiner is. Vanaf 150cm ZSS is het streefpeil van het VZM niet meer te behouden bij alle natte en extreem natte scenario's. Vanaf 175 cm ZSS is handhaving van de streefpeilen ook onder gemiddelde weeromstandigheden niet meer mogelijk.[45] Door een stijging van het waterpeil boven het maximale waterpeil kunnen poldergemalen minder water lozen op het Volkerak-Zoommeer, dit kan mogelijk wateroverlast schade veroorzaken.

Bij de Bathse Spuisluis wordt het spuivenster kleiner en nemen de spuidebieten af richting de Westerschelde. Er kan bij Bath vanaf ±2,7m ZSS helemaal niet meer gespuid worden. Een spui- en/of pompcapaciteit van ~170m^3/s is benodigd bij de Bathse Spuisluis om voor alle scenario's de waterstand te handhaven tot en met 5m zeespiegelstijging. [45]

In combinatie met hoge rivierafvoer zorgt zeespiegelstijging voor het vaker inzetten van het Volkerak-Zoommeer voor waterberging. Dit heeft directe gevolgen voor alle gebieden rondom het Volkerak-Zoommeer. Met een ZSS van 60cm en een rivierafvoer van 18.000m^3/s zal de frequentie van inzet van de noodberging in het VZM toenemen tot 1/25 jaar.[46]

Voor het mogelijk maken van de waterberging in het Volkerak Zoommeer zijn de dijken versterkt. Er zijn geen gegevens bekend van het effect van ZSS op de primaire keringen (dijken) rond het

VZM. Wel bekend is dat bij 1m ZSS voor de Oesterdam vanuit de Oosterschelde een hoogteopgave van 0,5-1,0 m ontstaat. [55]

2.3.2.2 Zoetwaterbeheer

De waterbeheerstrategie van het VZM is gericht op peil en chloride. Om het chloridegehalte te beheersen, is in een droge zomer bij de Volkeraksluizen een totaal innamedebiet van circa 30 m³/s nodig (bij huidige klimaat).[47]

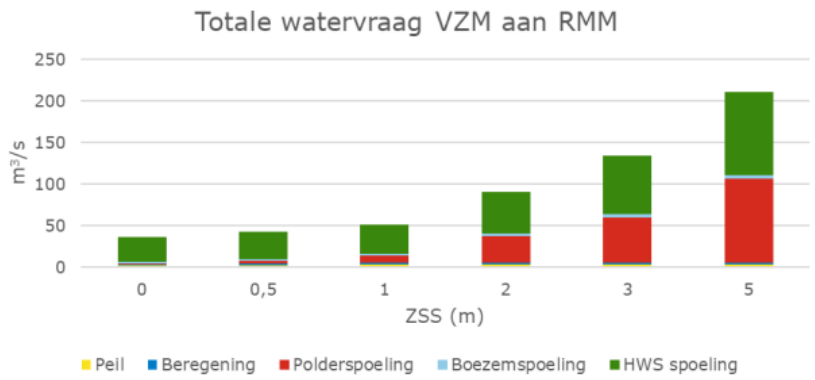
Het effect van ZSS op de zoetwaterbalans van het VZM wordt bepaald door:

- Zoutvracht via de schutsluizen
- Zoutvracht via de grondwaterkwel
- Afvoercapaciteit (via Bath en Krammersluizen) t.b.v. het spoeldebiet
- Beschikbaarheid van voldoende zoet doorspoelwater vanuit het Hollands Diep (via Volkeraksluizen)

De Krammersluizen zijn op dit moment en bij ZSS de dominante zoutbron, ook met de IZZS in werking. Onder huidige zomerse condities is de netto zoutvracht op het meer vanuit deze sluizen ca. 16 kg/s. Het innovatieve zoet-zoutscheidingssysteem van de Krammersluizen werkt niet meer effectief vanaf 1,25m zeespiegelstijging. Hierdoor wordt het zoute water geloosd op het VZM, en neemt de zoutlast sterk toe.[45]

Zoute kwel levert een significante bijdrage aan de zoutbalans. Door ZSS neemt de zoutlast vanuit zoute kwel toe. Deze kwel is opgebouwd uit directe en indirecte kwel. Directe kwel is zout water dat via de waterbodem het VZM binnendringt; indirecte kwel is de zoute waterafvoer vanuit het omliggende gebied. Bij 3 meter zeespiegelstijging neemt de totale kwelvracht toe tot circa 6,5 kg/s, voornamelijk door een sterke stijging van de directe kwel; bij 5 meter kan dit oplopen tot circa 10 kg/s. [47]

Door de zoute kwel ontstaat een toename in de doorspoelbehoefte van de polders op de eilanden (bij voortzetten van het huidige landgebruik). De doorspoelbehoefte neemt toe van ca. 1 m³/s momenteel tot 55 m³/s bij 3 m zeespiegelstijging. Om de zoetwaterstrategie voor het VZM in stand te houden neemt ook de doorspoelbehoefte van het VZM zelf toe, de totale zoetwatervraag van het VZM bij ZSS is weergegeven in onderstaand figuur 2-14. Het aanvoeren van deze hoeveelheden zoetwater is naar verwachting technisch mogelijk via de Volkeraksluizen. Echter is er niet voldoende afvoercapaciteit bij Bath. Door ZSS kan er minder water afgevoerd worden. Bij ca. 1 m zeespiegelstijging is de maximale afvoercapaciteit <60 m³/s. Bij ca. 2,5 m zeespiegelstijging is geen afvoer onder vrij verval meer mogelijk naar de Westerschelde.



Figuur 2-14: Benodigde onttrekkingsdebiet van het VZM aan de Rijn-Maasmonding om de huidige strategie in stand te houden voor zowel het zoethouden van het meer zelf (HWS) als het voorzien in alle regionale watervraag.

De watervraag vanuit het VZM heeft invloed op de waterbeschikbaarheid in de Rijn-Maasmonding. Waardoor verzilting in de Rijn-Maasmonding kan toenemen en dat het de vaardiepte bij Moerdijk negatief beïnvloed. Doordat bij ZSS de verzilting in de Rijn-Maasmonding toeneemt en er daardoor onvoldoende zoetwater beschikbaar is, zal op termijn de huidige zoetwaterstrategie voor het VZM falen.[47]

2.3.2.3 Ecologisch systeem

Door ZSS gaat naar verwachting de waterkwaliteit achteruit. Door toename in zoutindringing kunnen schommelingen in zoutconcentraties voorkomen. Door fluctuaties kunnen kritische soorten verdwijnen, waardoor er vooral tolerante soorten overblijven.[40]

Bij het handhaven van het huidige waterpeil het spuivenster korter, waardoor de vismigratie belemmerd wordt. Hier wordt een knelpunt voorzien bij 150cm ZSS. [40]

2.4 Grevelingenmeer

2.4.1 Systeemwerking – Huidige situatie

2.4.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

Het meerpeil wordt, conform peilbesluit Grevelingen (2013), tussen NAP -0,10 m en -0,30 m gehouden. Het middenpeil wordt zoveel mogelijk gehouden op NAP -0,20m NAP. Er wordt ook rekening gehouden met broedende vogels op de eilanden in het Grevelingenmeer. In de periode half april – half juli is het streefpeil daarom ingesteld op NAP – 0.26 in plaats van NAP – 0.20 m. [48]

De dijken langs de Grevelingen voldoen aan de norm, omdat hier oude zeedijken staan terwijl deze wateren nu een beheerd peil hebben.

2.4.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging

2.4.2.1 Hydrologie & waterveiligheid

Het Grevelingenmeer heeft een gereguleerd waterpeil. Als dit waterpeil niet gehandhaafd kan blijven neemt de belasting op de dijken toe. De normering van de primaire keringen wordt overschreden bij ZSS van > 3m ZSS. [40]

Door ZSS neemt de belasting op de Brouwersluis, Flakkeese spuisluis en Grevelingensluis toe.

Door ZSS wordt het moment waarop onder vrij verval water afgevoerd kan worden korter (via de Brouwersluis en Flakkeese spuisluis). Dit beïnvloedt de manier waarop het waterpeil gereguleerd wordt. Daarnaast neemt bij handhaving van huidige waterpeil de verversing van het water af en kunnen vissen en zoogdieren de sluizen minder goed passeren. Bij 80-100 cm ZSS is het handhaven van het huidige peilbeheer van het Grevelingenmeer niet meer mogelijk.[40]

2.4.2.2 Ecologisch systeem

Door ZSS wordt het moment waarop onder vrij verval water afgevoerd kan worden korter (via de Brouwersluis en Flakkeese spuisluis). Het handhaven van huidige waterpeil levert beperkingen op voor de wateruitwisseling. Door beperkingen in wateruitwisseling komt de waterkwaliteit verder onder druk. De achteruitgang van de waterkwaliteit gaat ten koste van de onderwaternatuur en dat werkt door op de bovenwaternatuur.[49]

Bij een ZSS van 0.8-1.0m is het huidige peilbeheer niet meer mogelijk, wanneer het waterpeil stijgt heeft dit als mogelijk gevolg dat de eilanden (intergetijdengebied) verdwijnt. [40] Daarnaast leidt een hoger waterpeil tot verlies van bestaand areaal aan terrestrische natuur, zoals zilte

pionierbegroeiingen, zilte graslanden en vochtige duinvalleien, evenals leefgebied van de noordse woelmuis en de groenknolorchis. [50]

2.5 Oosterschelde

2.5.1 Systeemwerking – Huidige situatie

2.5.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

De Oosterschelde wisselt water uit met de Noordzee. De Oosterscheldekering is een stormvloedkering die alleen bij hoogwater sluit. De kering sluit bij een verwachte waterstand van NAP +3 m. Dit komt gemiddeld 0,6 keer per jaar voor.

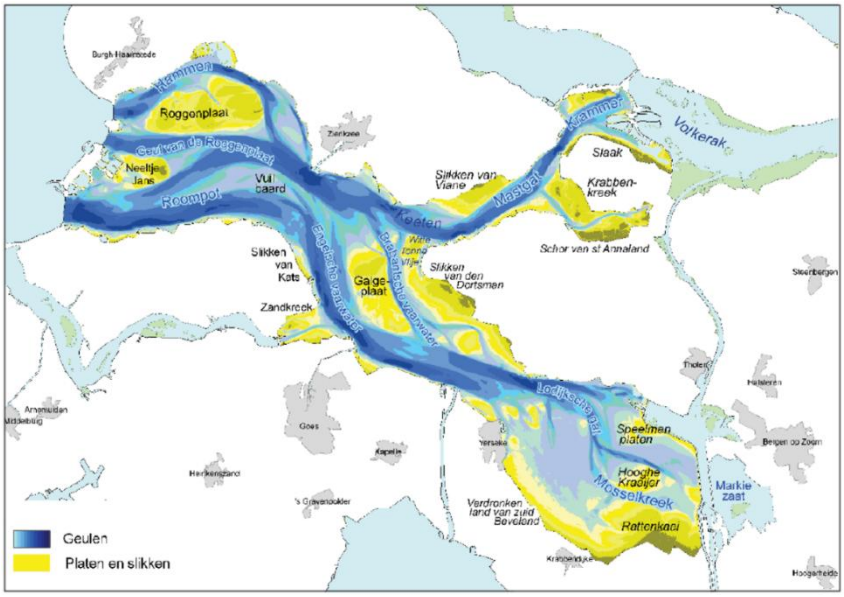
Voor een deel van de primaire waterkeringen (dijken) langs de Oosterschelde geldt een versterkingsopgave om in 2050 te voldoen aan de norm uit de Waterwet.[51] De keringen met de beoordeling C/D voldoen niet aan de omgevingswaarde (figuur 2-15).



Figuur 2-15: Veiligheidsoordeel (beoordelingsronde, 2017 t/m 2022) per traject rond de Oosterschelde (Waterveiligheidsportaal)

2.5.1.2 *(Hydro)morfologie*

De Oosterschelde is een halfopen systeem. Door de aanleg van de stormvloedkering en de dammen is er sprake van een vermindering van het getijvolume.[52] Daarnaast fungeert de stormvloedkering als een barrière voor sediment. Het morfodynamische evenwicht is hierdoor sterk verstoord. Sinds de Oosterschelderkering gebouwd is, is het areaal intergetijdengebied afgenomen (van ca. 11.000 naar 9.000 ha). Er is sprake van structurele zandhonger: platen, slikken en schorren eroderen langzaam, het intergetijdengebied krimpt en platen vlakken af en krijgen steilere randen. In de Oosterschelde wordt zand aangebracht (suppletie) op zandplaten en slikken. De beperkte natuurlijke zandaanvoer en de grote benodigde hoeveelheden zand maken een structurele oplossing voor de zandhonger moeilijk. Zonder ingrijpen verdwijnt het intergetijdengebied op een tijdsschaal van enkele honderden jaren.



Figuur 2-16: Platen en geulen in de Oosterschelde[53]

2.5.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging

2.5.2.1 Hydrologie & waterveiligheid

Door zeespiegelstijging zal de Oosterscheldekering (bij handhaving van het huidige sluitpeil van NAP+3,0 m) vaker moeten sluiten (tabel 1). Door een hoger sluitpeil te hanteren zal de Oosterscheldekering bij eenzelfde mate van zeespiegelstijging minder vaak hoeven te sluiten wat de natuurlijke dynamiek in het estuarium ten goede komt alsmede de slijtage van de kering beperkt. [54] De beheerder beperkt bij voorkeur de sluitfrequentie tot maximaal 10 keer per jaar. Op basis van het huidige sluitpeil wordt deze sluitingsfrequentie overschreden bij ca 60cm ZSS. [55]

Tabel 1: Sluitfrequenties Oosterscheldekering bij verschillende niveaus van ZSS (kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023)

Zeespiegelstijging [m]	Sluitfrequentie [keer/jaar]	Sluitpeil OSK [m+NAP]
0,0*	0,6	3,00
0,3*	2,0	3,00
0,5*	4,6	3,00
1,0**	45	3,00
1,0*	11	3,25
1,5*	46	3,50

De constructieve faalkans van de Oosterscheldekering voldoet bij ca. 5-10 cm ZSS niet meer aan de gestelde norm (ondergrens van 1/10.000 per jaar).[55]

Voor de primaire waterkeringen (dijken en kunstwerken) in de Oosterschelde is de versterkingsopgave bepaald. In tabel 2 is te zien dat de gemiddelde hoogteopgave kleiner is dan de mate van de ZSS, dit komt door het functioneren van de Oosterscheldekering. ZSS van 1 m zorgt voor een hoogteopgave langs de Oosterschelde bij slechts vier dijktrajecten (219, 26-2, 27-1 en 27-2, zie figuur 2-15). Bij ZSS van 3 m wordt een hoogteopgave berekend voor vrijwel alle dijktrajecten langs de Oosterschelde (behalve 216 en 221). De grootste hoogteopgaves zijn berekend voor de trajecten 30-2, 31-1 en 223 vanwege de hogere golven en strengere normen voor deze dijktrajecten.[54]

Tabel 2: Gemiddelde hoogteopgave voor de Oosterschelde voor zeespiegelstijging t.o.v. 1995

ZSS t.o.v. 1995 [m]	Gemiddelde hoogteopgave ten opzichte van 2023 over alleen te versterken trajecten per watersysteem		
	Oosterschelde		
	minimum*	gemiddeld	maximum
1,0 m	0,2	0,7	0,9
2,0 m	0,5	1,3	2,2
3,0 m	0,1	1,7	3,7
5,4 m		-	

ZSS zorgt ervoor dat ca 50% van de intergetijdengebieden die aanwezig zijn voor de dijken verdrinken wanneer deze niet kunnen meegroeien of opgehoogd worden door suppleties. Deze intergetijdengebieden en voorlanden hebben een golfdempende werking, ten gunste van de dijken. Het verlies van deze intergetijdengebieden en voorlanden leidt tot een extra versterkingsopgave van de dijken.[40]

2.5.2.2 *Ecologisch systeem*

Door ZSS verdrinken platen, slikken en schorren geleidelijk: elke centimeter stijging leidt tot een permanent verlies van ongeveer 50 hectare intergetijdengebied. Ook neemt de droogvalduur van het resterende gebied af. Daardoor hebben vogels minder tijd om te foerageren en worden ligplaatsen voor zeehonden minder lang beschikbaar. Vooral steltlopers, zoals de wulp en scholekster, verliezen geschikt leef- en foerageergebied. Bij een stijging van één meter zal het grootste deel van de slikken en platen waarschijnlijk verdwenen zijn, waardoor ecologische verschuivingen optreden. Habitat voor steltlopers neemt af, terwijl sommige vis- en wier etende vogelsoorten mogelijk profiteren. [55]

ZSS verandert daarnaast de waterdiepte en habitats, waardoor de samenstelling van waterflora verschuift. Ook kommen natuurgerichte suppletie onder druk te staan: suppleties zijn dan mogelijk te omvangrijk of te frequent, waardoor bodemleven onvoldoende tijd krijgt om te herstellen. Bij ZSS van 1cm/jaar komt het opschalen van natuurgerichte suppleties onder druk te staan Tot slot kan meer zoute kwel binnendijkse zoetwaternatuur aantasten. ZSS vormt daarmee een belangrijke bedreiging voor Natura 2000- en KRW-doelen. [55]

Door ZSS sluit de Oosterscheldekering, wat een belemmering veroorzaakt voor vismigratie.

2.5.2.3 *(Hydro)morfologie*

Zeespiegelstijging hangt samen met de opwaartse verschuiving van de getijdecurve. Dit betekent dat zowel hoog- als laagwater gemiddeld hoger komen te liggen, waardoor de aanwezige platen minder lang droogvallen**.**
Door zandhonger en zeespiegelstijging verdwijnen de platen. Het zand erodeert van de bovenkant van de platen en zakt in de geulen. De platen worden minder steil en reliëf verdwijnt. Per cm zeespiegelstijging gaat er meer areaal verloren.[57]

Het areaal en de kwaliteit van het intergetijdengebied neemt af. Bij een zeespiegelstijging van meer dan 1 cm per jaar komt het opschalen van natuurgerichte suppleties onder druk te staan. De suppleties zijn dan te omvangrijk (m^3 of kosten) en/of te frequent, waardoor het bodemleven onvoldoende tijd krijgt om te herstellen. [56] Bij ZSS van 1m bij 2100 neemt het areaal intergetijdengebied af met 68% in 2100 (effecten van suppleties zijn niet meegenomen). [57]
Schorren en slikken verdwijnen grotendeels bij meer dan 1 meter zeespiegelstijging. Omdat bij 1 m ZSS al het grotendeel van het intergetijdengebied verdwijnt is niet verder gekeken naar de effecten van 2m ZSS.

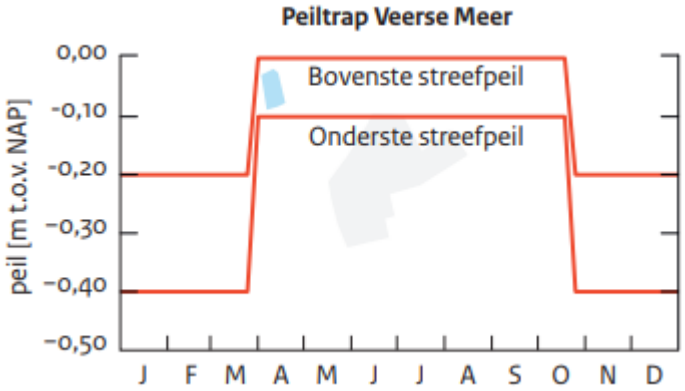
Om een nieuw morfologisch evenwicht te bereiken is bij de huidige getijbeweging 400–600 miljoen m^3 zand nodig.[58]

2.6 Veerse Meer

2.6.1 Systeemwerking – Huidige situatie

2.6.1.1 Hydrologie & waterveiligheid

Het zomerpeil mag fluctueren binnen de bandbreedte van NAP -0,10 m tot NAP +0,00 m en het winterpeil tussen NAP -0,40 m en -0,20 m. Wanneer extreme neerslag wordt verwacht, wordt een lager peil ingesteld om peiloverschrijding te voorkomen. [15]



Figuur 2-17: Peiltrap Veerse Meer [15]

De peilsturing van het Veerse Meer is gericht op maximale waterverversing binnen een vastgestelde bandbreedte ten gunste van de waterkwaliteit. Wateruitwisseling met de Oosterschelde gaat via het doorlaatmiddel 'Katse Heule'. Deze is ontworpen voor een maximum en een minimum waterstand op de Oosterschelde (NAP +2.00 m en NAP -2.00 m). Als het peil daar niet aan voldoet wordt 'Katse Heule' gesloten. [59] Bij zeer natte perioden, waarbij te hoge waterstanden op het Veerse Meer dreigen kan de Zandkreeksluis (onderdeel van de zandkreekdam die het Veerse Meer van de Oosterschelde scheidt) nog aanvullend ingezet worden voor het versneld afvoeren van water (t.b.v. peilbeheer) naar de Oosterschelde.[15, 19]

2.6.2 Systeemwerking – Zeespiegelstijging

2.6.2.1 Hydrologie & waterveiligheid

Zeespiegelstijging beïnvloedt de hoeveelheid water die via het doorlaatmiddel Katse Heule in- en uitgelaten kan worden. Dit komt doordat zeespiegelstijging zorgt voor een toename in de waterstand van de Oosterschelde.

De periode bij eb waarbij onder vrij verval het water van het Veerse Meer naar de Oosterschelde gespuid kan worden wordt kleiner. Er komt een moment waarop er niet genoeg water afgevoerd kan worden, waardoor de waterstand boven het maximale waterpeil uitkomt. Om dit te voorkomen kan er bij vloed minder water ingelaten worden in het Veerse Meer. Waardoor de verversing van het water afneemt, met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit.[60]

Het waterpeil van het Veerse Meer is daarnaast relevant voor de afvoer van de poldergemalen. Bij een stijgend Veerse Meer-peil kan de afvoercapaciteit onvoldoende worden.

Vanaf 20-40cm zeespiegelstijging stijgt het waterpeil zowel in de winter als zomer boven de drempelwaarde. Vanaf 40-60cm zeespiegelstijging zullen (kortdurende) overschrijdingen van het maximale waterpeil optreden. Door beheersmaatregelen kan dit gemitigeerd worden. De effecten van hogere mate van ZSS op de waterpeilen van het Veerse Meer zijn niet bekend.[66]

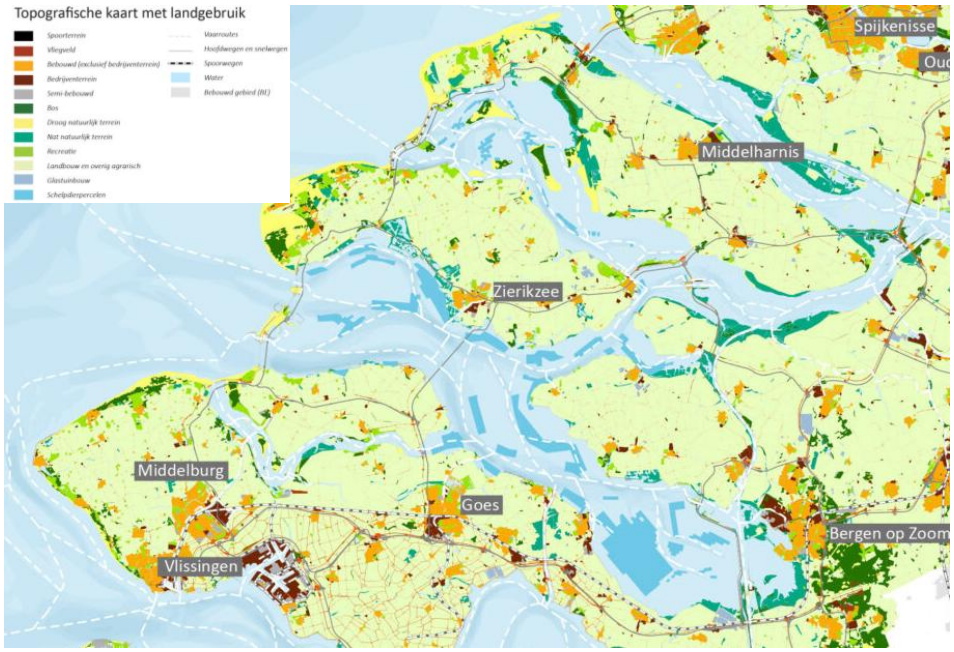
2.6.2.2 Ecologisch systeem

De waterkwaliteit speelt een belangrijke rol voor de natuurwaarden van het watersysteem. Door zeespiegelstijging neemt de wateruitwisseling via de Katse Heule af. In combinatie met veranderende neerslagpatronen—meer polderwaterafvoer in de winter en minder in de zomer—beïnvloedt dit het zoutgehalte en de nutriëntenconcentraties (waterkwaliteit). Daarnaast is het aan te nemen dat de stratificatie sterk toeneemt en dat er zuurstofloze condities ontstaan in de diepe delen. Bij 0-10cm ZSS ontstaat voor waterkwaliteit het eerste knelpunt, wanneer de KRW-norm voor opgelost anorganisch stikstof bereikt wordt. Deze norm wordt in de huidige situatie al niet altijd gehaald, maar door afname van wateruitwisseling bij Katse Heule wordt deze norm al snel bereikt. Bij ZSS van 50-60cm wordt de norm (10.000 mg/l Cl) bereikt voor de zoutconcentratie. Bij hoge ZZS verzoet het Veerse Meer, dit heeft naar verwachting substantiële impact op de visstand.[66]

Veranderingen in het waterpeil en de waterkwaliteit kunnen vogelsoorten beïnvloeden doordat broed- en rustplaatsen overstromen en het voedselaanbod wordt beïnvloed. [66]

3 Ruimtelijke analyse

Zeeland is een landelijke en open ruimtelijke structuur. Het landgebruik bestaat grotendeels uit aaneengesloten landbouwgebieden, afgewisseld met natuurgebieden, en relatief kleine stedelijke kernen. De provincie heeft een fijnmazig patroon van dorpen en steden. Dit globale beeld is ook zichtbaar in onderstaande kaart met de verschillende landgebruiksfuncties.



Figuur 3-1: Landgebruiksfuncties in de Noordelijke Bekkens[61]

Ruimtelijke aandachtspunten per watersysteem

Haringvliet

Rondom het Haringvliet liggen verschillende binnendijkse stedelijke gebieden, zoals Hellevoetsluis, Nieuwendijk, Den Bommel, Stad aan't Haringvliet en Middelharnis.

Daarnaast liggen er diverse kleine jachthavens, een vakantiepark (binnendijks), en een industrieterrein (kadehoogte +1,7m NAP) ten zuiden van de Haringvlietsluizen.

Aan de binnenzijde van de dijk grenzen er hoofdzakelijk landbouwpercelen, met sporadische bebouwing langs de dijk.

Volkerak-Zoommeer

Langs het VZM zijn verschillende functies aanwezig. [62]

1. Bedrijventerrein Dintelmond.
2. Jachthaven, woonwijk Waterfront en vluchthaven bij Tholen.
3. Bedrijventerrein Theodorushaven bij Bergen op Zoom.
4. Agrarisch gebied ten zuiden van de N257 bij Nieuw-Vossemeer.
5. Recreatiepark op de Speelmansplaten.
6. Agrarisch gebied Paviljoenpolder nabij Bath en Bathse Spuisluis.
7. Bestaande en uit te breiden windturbinepark Kreekraksluizen-Spuikanaal.

Bij de inzet van het VZM als waterbergingsgebied (NAP +2,3m) zal het waterniveau in de recreatiewoningen op de Speelmansplaten maximaal stijgen tot een peil van 0,80 m boven het vloerniveau. Door de projectontwikkelaar is ervoor gekozen deze gevolgen te accepteren. Bij het

waterfront Tholen is ervoor gekozen om een dam met keersluis te bouwen aangezien hier bij inzet van het VZM als waterbergingsgebied zou leiden tot gevolgen bij 44 gebouwen.[62]

Er liggen rondom het Volkerak ca 10 jachthavens. Het Volkerak is voor de recreatievaart vooral een doorgangsroute tussen het riviergebied en de delta. Voor de beroepsvaart is het ook een belangrijke doorvaarroute tussen Rotterdam en Antwerpen. [63]

Grevelingen

Recreatie is een van de belangrijke sectoren in en rond het Grevelingen. Het streefpeil van het Grevelingenmeer is vastgelegd op -0,2m NAP (tussen NAP -0,10 en -0,30) de voorzieningen voor recreatie en oeververdediging zijn ingesteld op dat peil.

Rond het Grevelingenmeer liggen zeven jachthavens en diverse aanmeersteigers. Alle jachthavens hebben grotendeels vaste steigers. [64]

Buitendijks liggen ook twee vakantieparken langs het Grevelingenmeer. Op basis van AHN is bepaald dat de bebouwing begint bij een hoogte van ca NAP 1,0 – 1,2m.

Oosterschelde

De economisch dominante sector in de visserij en aquacultuur is de mosselkweek. De belangrijkste groeipercelen (beste groeicondities) liggen vlakbij de Oosterscheldekering. Een toename in de sluitingsfrequentie van de Oosterscheldekering bij ZSS heeft mogelijk negatieve impact op deze groeipercelen.

De oestersector zal bij een zeespiegelstijging van 0,5m geraakt worden. Bij sluiting van de Oosterscheldekering zal schade plaatsvinden in de hoogtezone waarin oesterkweek plaats vindt.

Tot 1 m ZSS blijven haven- en scheepvaartinfrastructuur goed bereikbaar. Boven de 1m ZSS nemen schuttijden en brugopeningen toe.

Langs de Oosterschelde bevinden zich diverse buitendijkse gebieden en havens. Deze havens en de NAP-hoogte van de plateaus van deze havens zijn weergegeven in onderstaande tabel.[57]

Tabel 3: Starthoogte van de havenplateaus rondom de Oosterschelde (TAUW, HKV 2019)

HAVEN	GEBOU-WEN	START-HOOGTE PLATEAU T.O.V. NAP	HOOGTE DIJK T.O.V. NAP
VLUCHTHAVEN NEELTJE JANS	Ja	6,2	7,5
SOPHIAHAVEN	Ja	4,3	5,8
HAVEN COLIJNSPLAAT	ja	3,7	5,3
HAVEN KATS	Ja	4	6,2
JACHTHAVEN WEMEL-DINGE	Ja	5	5,2
KON. JULIANA HAVEN	Ja	3,3	6
HAVEN STRIJENHAM	Nee	3,6	6
HAVEN SINT-ANNALAND	Ja	3,5	5
W.V. BURGHSLUIS	Ja	3,5	4,5
DELTA EXPOHAVEN	Ja	8	10
JACOBAHAVEN	Ja	6	10
JACHTWERF BRUINISSE	Ja	3	5,7
VLUCHTHAVEN BRUI-NISSE	Ja	3,2	5,3
MATTENHAVEN	ja	5,2	7,5

Veerse Meer

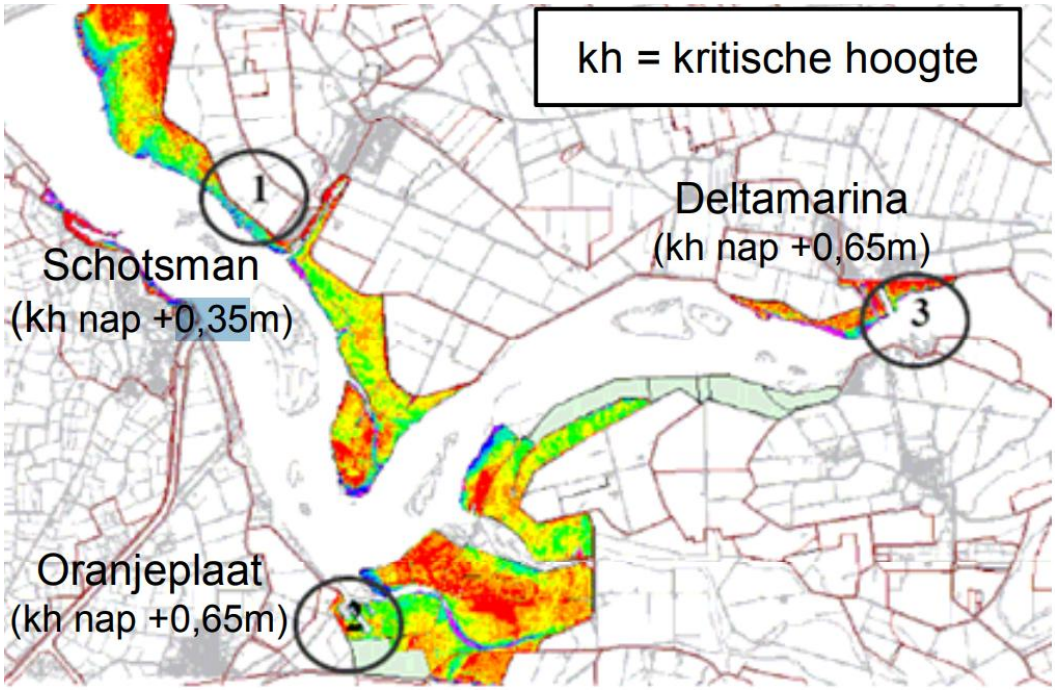
Natuur, landbouw, beroepsvisserij, scheepvaart, recreatie en wonen vormen de belangrijkste gebruiksfuncties in het Veerse Meergebied. Het meer wordt omringd door oude zeedijken. De brede buitendijkse zones worden hoofdzakelijk gebruikt voor recreatie, natuur en landbouw. Waarbij natuur en recreatie voornamelijk zijn gelegen op de zandige gronden. Landbouw is voornamelijk gelegen op de kleiige gronden.[65]

Voor binnendijkse landbouw moet voldoende water afgevoerd kunnen worden naar het Veerse Meer, dit is afhankelijk van het huidige winterpeil. Bij de verhoging van het winterpeil dient de gemaalcapaciteit (totale maximale huidige capaciteit ca 29 m^3/s) uitgebreid te worden.[15] Voor sommige buitendijkse landbouwgebieden is extra drainage nodig bij een verhoging van het winterpeil.[65]

Rond het Veerse Meer zijn op meerdere locaties buitendijkse bebouwing aanwezig: Schotsman (woonlocatie), de Ruiterplaat (woonlocatie), Oranjeplaat en omgeving Deltamarina.[65] Peilverhoging vergroot de kans op wateroverlast voor deze buitendijkse locaties, de kritische waterpeilen waarbij wateroverlast ontstaat zijn weergegeven in figuur 3-3. De laaggelegen woonlocatie is de Schotsman, met maaiveld van plaatselijk NAP +0,35 m. Deze locatie is het meest gevoelig voor wateroverlast.[65], [66]



Figuur 3-2: Locaties met verblijfrecreatie/bebouwing rond het Veerse Meer. (PROJECTGROEP MER PEILBESLUIT VEERSE MEER, 2007).



Figuur 3-3: Kritische hoogte voor wateroverlast voor drie bebouwde locaties rond het Veerse Meer. (PROJECTGROEP MER PEILBESLUIT VEERSE MEER, 2007).

Langs het Veerse Meer liggen diverse jachthavens en aanmeerlocaties. De meeste van deze jachthavens hebben een vaste steiger tussen 60-100cm boven het huidige winterpeil. Minstens 2 jachthavens hebben enkele drijvende steigers. [66]

Bijlage A1: Verdeling zoetwater Volkerak-Zoommeer

Tabel 4: Zoetwater inlaat en vanuit het VZM [44]

Deelgebied	**Oppervlakte**	**Doel**	**Inlaatpunten**	**Maatgevende zoetwaterbehoefte in het groeiseizoen**		**Gereali-seerde piekvraag**
	ha			mm/dag	m^3/s	m^3/s
Polders Nieuw Vossemeer, Auvergnepolder	2777	peilbeheer, doorspoeling, beregening	Eendracht, Mark-Vlietboezem, Wilhelmina-kanaal	3,0	0,96	0,5
St. Philipsland	1900	peilbeheer	Campweg	1,5	0,33	0,3
Tholen	11.800	peilbeheer, doorspoeling, beregening	Drie Grote Polders en Oud-Kijkuit	1,5 (700 ha) 3,6 (9.200 ha)	3,95	2,0
Reigersbergsche Polder	1.000	peilbeheer, doorspoeling, beregening	Inlaatgemaal Rilland	3,3	0,38	0,35
Oostflakkee	3.000	beregening (60% van de landbouw maakt hiervan gebruik)	Krammer-Volkerak (Ooltgensplaat: bij Oude Tonge en Galathee)	3,0	1,04	1,1

Bronnenlijst:

[1] Hydrologic (2019). Verdelingsvarianten Hoofdwatersysteem.
[2] Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2023). Operationeel Watermanagement - Rijn-Maasmonding https://iplo.nl/publish/pages/188969/watersystemen-rijn-maasmonding.pdf
[3] Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2023). Operationeel Watermanagement – Volkerak-Zoommeer. https://iplo.nl/publish/pages/188992/rws_wvl_watersystemen-volkerak-zoommeer-update-2026-v1-1.pdf
[4] Deltaexpertise. Functioneren van de Bathse Spuisluis. https://deltaexpertise.nl/wiki/index.php/VZM_Functioneren_van_de_Bathse_Spuisluis_VN
[5] Rijkswaterstaat Dienst Zeeland (2012) Projectnota Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer. https://deltaexpertise.nl/images/c/ce/Projectnota_Waterkwaliteit_VZM_2012.pdf
[6] Expertsessie 1 - systeemanalyse
[7] Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2023). Operationeel Watermanagement – Grevelingenmeer. https://iplo.nl/publish/pages/188967/watersystemen-grevelingenmeer.pdf
[8] Deltaexpertise. Functioneren van de Brouwerssluis. https://deltaexpertise.nl/wiki/index.php/GVZM_Functioneren_van_de_Brouwerssluis_VN
[9] Deltares (2008). Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer. https://www.deltaexpertise.nl/images/c/c7/Deltares_Verkenning_betere_waterkwaliteit_ecologische_toestand_van_het_Grevelingenmeer_2008.pdf
[10] Rijkswaterstaat. Grevelingenmeer: terugbrengen getij. https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/grevelingenmeer-terugbrengen-getij
[11] Rijkswaterstaat. Beheerplan 2016-2022 Natura 2000 – Grevelingen. https://rwsnatura2000.nl/gebieden/project+grevelingen/documenten-grevelingen-/documenten+-+grevelingen/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=648250
[12] Deltaexpertise: *Deltares, Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer, Wageningen Marine Research*. (2020). Grevelingen systeemrapportage. https://www.deltaexpertise.nl/grevelingen/systeemrapportage/index.html
[13] Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2023). Operationeel Watermanagement – Oosterschelde. https://iplo.nl/publish/pages/228778/watersystemen-oosterschelde.pdf
[14] Provincie Zeeland. De Zeeuwse Visserijagenda 2026-2031. https://www.zeeland.nl/sites/default/files/2025-11/De%20Zeeuwse%20Visserijagenda%20EINDVERSIE%20TOEGANKELIJK.pdf
[15] Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2023). Operationeel Watermanagement – Veerse Meer. https://iplo.nl/publish/pages/188989/watersystemen-veerse-meer.pdf
[16] Deltaexpertise. Werking doorlaatmiddel Katse Heule. https://www.deltaexpertise.nl/wiki/index.php/VM_Werking_doorlaatmiddel_Katse_Heule_VN
[17] Rijkswaterstaat (2007). Waterkwaliteit en ecologie Veerse Meer: het tij is gekeerd. https://deltaexpertise.nl/images/6/68/RIKZ_2007-008.pdf

[18] Deltares (2023). Systeemanalyse Veerse Meer. https://open.rijkswaterstaat.nl/@258876/systeemanalyse-veerse/
[19] PROJECTGROEP MER PEILBESLUIT VEERSE MEER. MER Peilbesluit Veerse Meer. https://www.deltaexpertise.nl/images/5/5e/MER_peilbesluit_Veerse_Meer_tcm21-26618.pdf
[20] LNV (2006). Natura 2000 doelendocument. https://www.natura2000.nl/sites/default/files/Bibliotheek/Doelen/Natura%202000%20doelendocument%20%28LNV%2C%202006%29.pdf
[21] Vogelbescherming (2017). Deltagebied: nationaal en internationaal topgebied voor vogels. https://www.vogelbescherming.nl/docs/721bd548-f4e5-410a-a56b-9452a465a433.pdf
[22] https://deltaexpertise.nl/images/d/dc/Rutjes_Is-zandhonger-in-de-OS_slecht-voor-vissen.pdf
[23] https://nos.nl/artikel/2488590-oosterschelde-ontwikkelt-zich-tot-kraamkamer-voor-haaien-en-roggen
[24] WMR (2021). Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta. https://edepot.wur.nl/543201
[25] Deltares (2025). Zeelandmodel v2.1 (concept). 11207466-002-BGS-0001.
[26] Deltares (2020). Zoet-zout modelinstrumentarium voor de Provincie Zeeland. 11204457-000-BGS-0001.
[27] Deltares (2018). FRESHEM Zeeland — FREsh Salt groundwater distribution by Helicopter ElectroMagnetic survey in the Province of Zeeland. 1209220.
[28] https://publications.deltares.nl/11202230_005.pdf
[29] Deltares (2025). Zeelandmodel v2.1 (concept). 11207466-002-BGS-0001.
[30] Deltares (2016). Verzoeting en verzilting freatisch grondwater in de Provincie Zeeland; Regionaal 3D model voor zoet-zout grondwater. 1220185-000-BGS-0003.
[31] Zuidwestelijke Delta (2014). De toekomst van de Zuidwestelijke Delta. https://www.deltaexpertise.nl/images/d/d3/De_toekomst_van_de_zuidwestelijke_delta.pdf
[32] Bureau Waardenburg (geraadpleegd op 5-7-2026). Waterbeweging. https://storymaps.arcgis.com/stories/be0b5039136f488e9d833e6873a79b32
[33] Rijkswaterstaat (2011). Andere mogelijkheden voor het Besluit beheer Haringvlietsluizen. https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-120660.pdf
[34] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2024). Nadere analyse zoetwater Rijn-Maasmonding onder extreme zeespiegelstijging. https://www.deltaprogramma.nl/documenten/2026/06/18/nadere-analyse-zoetwater-rijn-maasmonding-onder-extreme-zeespiegelstijging
[35] Deltaprogramma Zoetwater (2024). Een waterverdeling bij zeer lage rivierafvoeren en zeer droge omstandigheden. https://iplo.nl/publish/pages/228801/tekstueel-alternatief-voor-de-kaarten-waterverdeling-in-nederland-bij-zeer-lage-afvoeren-en-lage.pdf
[36] Deltaprogramma Zoetwater (2024). Een waterverdeling bij zeer lage rivierafvoeren en zeer droge omstandigheden. https://wkaart.github.io/wkaart/waterverdeling?z=5&x=91025&y=424131&basis=
[37] Rijkswaterstaat (2012). Waterberging Volkerak-Zoommeer. https://deltaexpertise.nl/images/6/62/Vouwfolder_Waterberging_VZM_2012.pdf
[38] Bureau Waardenburg. Waterbeweging. https://storymaps.arcgis.com/stories/be0b5039136f488e9d833e6873a79b32

[39] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2023). Systeemanalyse waterveiligheid Deelrapport Rijn-Maasmonding en Rivierengebied.
[40] Deltares (2024). Verkennende Systeemanalyse Zuidwestelijke Delta. https://www.zwdelta.nl/app/uploads/2024/12/Verkennende-Systeemanalyse-Zuidwestelijke-Delta.pdf
[41] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2024). Technisch-fysische uitwerking Oplossingsrichting Beschermen.
[42] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2024). Nadere analyse zoetwater Rijn-Maasmonding onder
extreme zeespiegelstijging.
https://www.deltaprogramma.nl/documenten/2026/06/18/nadere-analyse-zoetwater-rijn-maasmonding-onder-extreme-zeespiegelstijging
[43] Deltaprogramma Rijn-Maasdelta (2014). Synthesedocument Deltabeslissing Rijn-Maasdelta. https://www.deltaprogramma.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2014/09/16/deltaprogramma-2015-achtergronddocument-b4/DP2015+B4+Synthesedocument+Rijn-Maasdelta_tcm309-358055.pdf
[44] Deltaexpertise (geraadpleegd op 5-7-2026). VZM Zoetwatervoorziening. https://deltaexpertise.nl/wiki/index.php/VZM_Zoetwatervoorziening
[45] Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II (2023). Systeemanalyses zoetwater regio Volkerak-Zoommeer.
https://www.deltaprogramma.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2023/06/05/systeemanalyses-kpzss-zoetwater-regio-volkerak-zoommeer/Systeemanalyses+KPZSS+zoetwater+regio+Volkerak-Zoommeer.pdf
[46] Deltares (2020. Klimaatrobuustheid van het waterbeheer van het Volkerak-Zoommeer.
https://open.rijkswaterstaat.nl/publish/pages/206451/klimaatrobuustheid_van_het_waterbeheer_van_het_volkerak-zoommeer.pdf
[47] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2025). Synthese KP ZSS Systeemanalyse Zoetwater.
[48] Wetsteijn, L.P.M.J., 2011. Grevelingenmeer: meer kwetsbaar? Een beschrijving van de ecologische ontwikkelingen voor de periode 1999 t/m 2008-2010 in vergelijking met de periode 1990 t/m 1998. RWS Waterdienst, Lelystad.
https://www.deltaexpertise.nl/images/5/53/Wetsteijn%2C_L.P.M.J.%2C_2011._Grevelingenmeer_meer_kwetsbaar.pdf
[49] Rijkswaterstaat (2023). Kiezen voor systeemherstel? - Eindrapport Taskforce Getij Grevelingen..
[50] Wageningen Marine Research (2025). Addendum aan studie “Ecologische effecten veranderd peilbeheer Grevelingenmeer”
[51] HWBP (2026). HWBP projectenkaart.
[52] RWS, RIKZ 2003. Verandering van de morfologie van de Oosterschelde door de aanleg van de Deltawerken
[53] Rijkswaterstaat (2011). Zandhonger Oosterschelde Voornemen tot het opstellen van een Rijksstructuurvisie en Plan MER.
https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2011-18645.html
[54] Kennisprogramma Zeespiegelstijging (2023). Systeemanalyse Waterveiligheid Deelrapport Zuidwestelijke delta.
[55] Deltares (2025). Oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de Oosterschelde

[56] Deltares (2025). Oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de Oosterschelde. https://publications.deltares.nl/11211550_002_0003.pdf
[57] TAUW, HKV 2019. De effecten van zeespiegelstijging en zandhonger op de Oosterschelde.
[58] Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee (2003). Zandhonger Oosterschelde een verkenning naar mogelijke maatregelen
[59] Deltares (2021). Klimaatrobuustheid van het waterbeheer van het Veerse Meer. https://open.rijkswaterstaat.nl/@247926/klimaatrobuustheid-waterbeheer-veerse-0/
[60] Deltares (2021). Klimaatrobuustheid van het waterbeheer van het Veerse Meer. https://open.rijkswaterstaat.nl/@247926/klimaatrobuustheid-waterbeheer-veerse-0/
[61] Defacto Stedenbouw. (2024). Atlas van de Zuidwestelijke Delta. https://www.zwdelta.nl/kaartmateriaal/
[62] Planviewer, geraadpleegd op 14-8-2026. Rijksinpassingsplan Waterberging Volkerak-Zoommeer. https://planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0000.IMip12BERGINGVZM-3000/t_NL.IMRO.0000.IMip12BERGINGVZM-3000_1.1.html
[63] Bureau Stroming, 2008. Ruimtelijk Kwaliteitskader Volkerak – Zoommeer
[64] Deltares, 2012. Kosten en effecten van waterberging Grevelingen
[65] PROJECTGROEP MER PEILBESLUIT VEERSE MEER (2007). MER peilbesluit Veerse Meer
[66] Deltares 2023. Klimaatrobuustheid van het waterbeheer van het Veerse Meer : houdbaarheid in het licht van klimaatverandering