

Optimalisatie Landelijk Meetnet Water

Zuidwestelijke Delta - Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer



Optimalisatie Landelijk Meetnet Water

Zuidwestelijke Delta - Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer

Auteur(s)

Luuk van der Heijden

Nathalie Dees

Optimalisatie Landelijk Meetnet Water

Zuidwestelijke Delta - Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	Peter Heinen
Referenties	
Trefwoorden	Optimalisatiestudie; LMW; meetnet; Zuidwestelijke Delta

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	10-02-2025
Projectnummer	11208031-004
Document ID	11208031-004-ZKS-0001
Pagina's	59
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Luuk van der Heijden	Deltares
	Nathalie Dees	Deltares

Samenvatting

Deltares is gevraagd om een onafhankelijk advies te geven over kostenefficiënte strategieën voor het inwinnen van informatie voor de toepassing in het Landelijk Meetnet Water (LMW). Het gaat hier om de grootheden waterstand, geleidbaarheid, watertemperatuur en debiet. Deltares heeft hiervoor in 2017 en 2018 een optimalisatiemethodiek ontwikkeld en toegepast op vijf deelgebieden, het Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal (Schroevens & Vandebroek, 2017), de kanalen van Brabant en Midden-Limburg (Schroevens, Vandebroek, & de Koning, 2019), de Twentekanal (de Koning & Vandebroek, 2019) en de Zeeuwse Delta (het Volkerak-Zoommeer in Pans, Vandebroek & van Rongen, 2022 en de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen in Pans et al., *in progress*). Door meer gebruik te maken van data van RWS-objecten, data van waterschappen, slimme datatechnieken en een kritische beschouwing van de informatiebehoefte, blijkt het mogelijk het aantal LMW meetlocaties te reduceren zonder dat de beschikbaarheid of kwaliteit van informatie in het geding komt.

In 2021 is begonnen de methodiek op het deelgebied Zeeuwse Wateren toe te passen, waarbij het deelgebied Volkerak-Zoommeer en de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen zijn onderzocht in 2021-2022. Deze studie richt zich op de optimalisatie van LMW meetpunten binnen de overige deelgebieden van de Zeeuwse Delta, namelijk het Grevelingen, de Oosterschelde en het Veerse Meer.

Het Grevelingenmeer is een voormalige zeearm van de Noordzee waarvan het peil wordt gestuurd via het doorlaatmiddel de Brouwerssluis in de Brouwersdam. De Brouwerssluis is de belangrijkste en tot 2017 ook de enige doorlaatsluis voor het dagelijks peilbeheer. Hierdoor zijn debieten en waterstanden belangrijke meetgetallen. Door de problematiek m.b.t. zuurstofloosheid in de diepe delen van het Grevelingen en de relatie van deze zuurstofloosheid met stratificatie zijn de temperatuur- en geleidbaarheidsmetingen ook zeer belangrijk.

De Oosterschelde is een voormalig estuarium in de provincie Zeeland dat sinds de ingebruikname van de Oosterscheldekering in 1986 volledig van zee kan worden afgesloten. De Oosterschelde speelt een belangrijke rol in het opvangen van zeespiegelstijging door klimaatverandering, bij een waterstandvoorspelling van 3 m boven NAP sluit de Oosterscheldekering. Vanuit deze informatiebehoefte zijn dan met name de inkomende debieten, pompdebieten, spuidebieten en waterstanden belangrijk.

Bij het Veerse Meer, een brakwatermeer, wordt, na de ingebruikname van het doorlaatmiddel de Katse Heule in 2004, water uitgewisseld met de Oosterschelde waarna het meer zouter is geworden. Het Veerse Meer is dus in veel van zijn aspecten afhankelijk van de Oosterschelde, en het peil varieert met het getij van de Oosterschelde. Voornaamste informatiebehoefte zijn dan ook peilbeheer, systeemkennisvergaring en kennis t.b.v. de ontwikkeling van modellen. Voor deze laatste twee informatiebehoefte speelt ook de ecologie een rol omdat, net als bij het Grevelingenmeer, zuurstofloosheid een probleem is nabij de bodem. Temperatuur- en geleidbaarheidsmetingen zijn dan ook zeer belangrijk voor de bepaling van verticale menging binnen het systeem.

Deze studie laat zien dat het informatieaanbod vanuit de objecten binnen het Grevelingenmeer en het Veerse Meer redelijk beperkt is. De waterschappen meten wel waterstanden op de meeste van hun inlaten en gemalen maar voor het gebruik van operationele doeleinden zijn deze niet van voldoende kwaliteit voor het LMW. Door het beperkt aantal waterstandsmetingen is het niet aan te raden om in de toekomst het aantal

waterstandsmetingen in deze meren te reduceren. Debieten worden vooral gebruikt om (1) een beter beeld van de waterhuishouding (waterbalans) te krijgen of (2) voor lokaal operationeel gebruik. Een optimalisatie van meetpunten voor debieten is hierdoor niet te voorzien. Omdat temperatuur met geleidbaarheidsmetingen hand in hand gaan, volgt een optimalisatie van temperatuurmetingen de aanbevelingen voor geleidbaarheid. De geleidbaarheid- en temperatuurmeet-locaties van LMW en waterschappen in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer zijn beperkt en een optimalisatie van meetpunten is hierdoor niet te voorzien. Zeker omdat de informatiebehoefte groter wordt met de opkomende zuurstofproblematiek in deze wateren.

Voor de Oosterschelde laat deze studie zien dat het informatieaanbod vanuit de objecten acceptabel is. Echter is, met de rol van de Oosterschelde en Oosterscheldekering in acht genomen, het niet aan te raden om in de toekomst het aantal waterstandsmetingen te reduceren. Debieten worden, net als voor het Grevelingen en het Veerse Meer, vooral gebruikt om (1) een beter beeld van de waterhuishouding (waterbalans) te krijgen of (2) voor lokaal operationeel gebruik waardoor een optimalisatie van meetpunten niet wordt voorzien. Omdat temperatuur met geleidbaarheidsmetingen hand in hand gaan, volgt een optimalisatie van temperatuurmetingen de aanbevelingen voor geleidbaarheid. Temperatuur- en chloridemetingen zijn waardevol en worden door varende metingen (TSO) aangevuld om zo proces- en systeemkennis af te leiden.

Op basis van deze studie worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Bij renovatie/groot onderhoud aan de sluisen, neem informatiebehoefte in acht (incl. kwaliteit data) en ga na of noodzakelijke objectmetingen met bestaande informatiebehoefte gecombineerd kunnen worden. Met name debieten en waterstanden kunnen worden ontsloten.
2. Verdere ontsluiting van ODS data en verbetering van debieten zal ook tot een algemene verbetering van de waterbalans leiden. Het is wenselijk dat ontsloten ODS data goed wordt gevalideerd zodat deze van hoge kwaliteit is.
3. Verbetering van het ontsluiten van geleidbaarheid data door combinaties met temperatuurmetingen om zo chlorideconcentraties te kunnen bepalen. Gesprekken met waterschappen aangaan of metingen betrouwbaar genoeg zijn (met geschikte plaatsing van sensoren) om mogelijk een zoutmeter te vervangen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Vraagstelling en globale aanpak	9
1.1	Vraagstelling	9
1.2	Globale aanpak	9
1.3	Diepgang van het advies	11
1.4	Uitgangspunten voor deze studie	11
1.5	Ondersteuning en begeleiding vanuit RWS, Deltares en waterschappen	11
2	Beschrijving van het watersysteem	12
2.1	Grevelingenmeer	12
2.1.1	Beschrijving van het Grevelingenmeer	12
2.1.2	Waterbeweging	12
2.1.3	Waterstanden	13
2.1.4	Temperatuur	14
2.1.5	Zoutgehalte	14
2.2	Oosterschelde	15
2.2.1	Beschrijving van Oosterschelde	15
2.2.2	Waterbeweging	15
2.2.3	Waterstanden	16
2.2.4	Temperatuur	17
2.2.5	Zoutgehalte	17
2.3	Veerse Meer	18
2.3.1	Beschrijving van het Veerse Meer	18
2.3.2	Waterbeweging	19
2.3.3	Waterstanden	20
2.3.4	Temperatuur	21
2.3.5	Zoutgehalte	22
2.4	Gebruiksdoelen	23
3	Informatiebehoefte vanuit het watermanagementsysteem	24
3.1	Inventarisatie informatiebehoefte	24
3.2	Beschikbaarheid	26
3.3	Onzekerheidseisen	26
4	Inventarisatie monitoringssysteem	28
4.1	Vergelijking LMW-metingen met alternatieve databronnen	30
4.1.1	Weergave resultaten	32
4.2	Landelijk Meetnet Water (LMW)-metingen	32
4.2.1	Grevelingen	32
4.2.1.1	Beschrijving huidige meetnet in het Grevelingen	32
4.2.1.2	Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-metpunten	33

4.2.1.3	Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten	33
4.2.2	Oosterschelde	33
4.2.2.1	Beschrijving huidige meetnet in de Oosterschelde	33
4.2.2.2	Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-metpunten	34
4.2.2.3	Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten	34
4.2.3	Veerse Meer	37
4.2.3.1	Beschrijving huidige meetnet in het Veerse Meer	37
4.2.3.2	Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-metpunten	37
4.2.3.3	Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten	38
4.3	Metingen waterschappen	38
4.3.1	Databeschikbaarheid waterschappen en ontsluiting	39
4.3.2	De onzekerheid in de data van de waterschappen	39
4.3.3	Meetnetstrategie van de waterschappen	39
4.3.4	Vergelijking van data van de waterschappen met LMW-data	39
4.3.4.1	Grevelingen	40
4.3.4.2	Oosterschelde	40
4.3.4.3	Veerse Meer	41
4.4	Modellen en berekeningen Rijkswaterstaat en waterschappen	41
4.4.1	Numerieke modellen	41
4.4.1.1	Grevelingen	41
4.4.1.2	Oosterschelde	42
4.4.1.3	Veerse Meer	42
4.4.2	Operationele systemen van de waterschappen	43
4.4.3	Operationele systemen: RWsOS-IWP	43
4.4.4	Conclusie modeldata en berekeningen	43
4.5	Data technieken zoals Multilineaire regressie en <i>graceful degradation</i>	43
4.5.1	Multilineaire regressie (MLR)	43
4.5.2	Graceful degradation	44
4.6	Korte analyse informatiebehoefte versus aanbod	44
4.6.1	Waterstand	44
4.6.2	Debiet	45
4.6.3	Temperatuur	45
4.6.4	Geleidbaarheid	45
5	Actualisering van het meetnet	46
5.1	Doorvoeren van de actualisering van de informatiebehoefte en de categorie indeling	46
5.2	Invullen van verschillende varianten van het meetnet	48
5.2.1	Waterstanden	49
5.2.1.1	Samenvatting analyse waterstanden	49
5.2.1.2	Optimalisatievoorstel waterstanden	49
5.2.2	Debieten	49
5.2.2.1	Samenvatting analyse debieten	49
5.2.2.2	Optimalisatievoorstel debieten	50
5.2.3	Temperatuur	50
5.2.3.1	Samenvatting analyse temperatuur	50
5.2.3.2	Optimalisatievoorstel temperatuur	50
5.2.4	Geleidbaarheid	50
5.2.4.1	Samenvatting analyse geleidbaarheid	50
5.2.4.2	Optimalisatievoorstel temperatuur	50
5.3	Optimaliseren door innoveren	50

5.3.1	Satellietdata/Remote sensing voor meten waterstanden	50
5.4	Effect op de kosten	50
6	Conclusies en adviezen	51
6.1	Conclusies	51
6.1.1	Grevelingen	51
6.1.1.1	Conclusies over de informatiebehoefte	51
6.1.1.2	Conclusies over het informatieaanbod	51
6.1.2	Oosterschelde	51
6.1.2.1	Conclusies over de informatiebehoefte	51
6.1.2.2	Conclusies over het informatieaanbod	52
6.1.3	Veerse Meer	52
6.1.3.1	Conclusies over de informatiebehoefte	52
6.1.3.2	Conclusies over het informatieaanbod	52
6.2	Aanbevelingen	53
7	Referenties	54
Bijlagen	55	
A	Beschikbaarheid data	56

1 Vraagstelling en globale aanpak

1.1 Vraagstelling

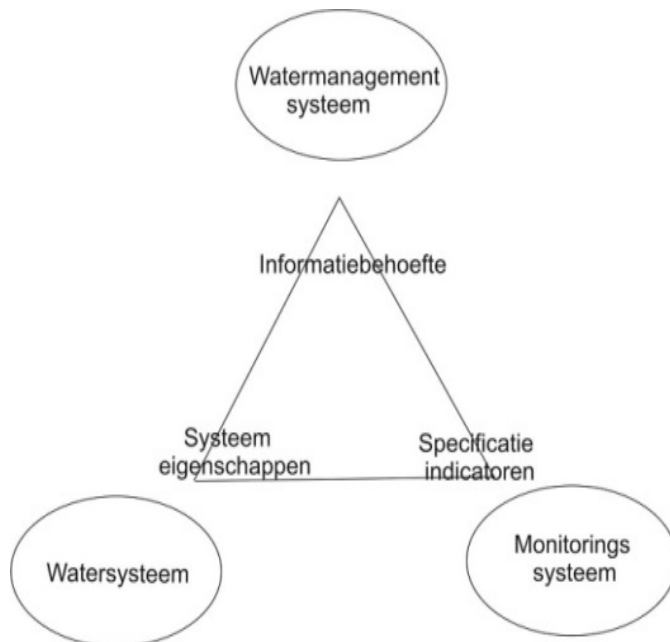
Deltares is gevraagd om een onafhankelijk advies te geven over kostenefficiënte strategieën voor het inwinnen van informatie voor de toepassing in het Landelijk Meetnet Water (LMW). Het gaat hier om de grootheden waterstand, geleidbaarheid, watertemperatuur en debiet. Deltares heeft hiervoor in 2017 en 2018 een optimalisatiemethodiek ontwikkeld en toegepast op verschillende deelgebieden:

- het Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal (Schroevers & Vandebroek, 2017),
- de kanalen van Brabant en Midden-Limburg (Schroevers, Vandebroek, & de Koning, 2019),
- de Twentekanalen (de Koning & Vandebroek, 2019), en
- het Volkerak-Zoommeer (Pans, Vandebroek & van Rongen, 2022)

Door meer gebruik te maken van data van RWS-objecten, data van waterschappen, slimme datatechnieken en een kritische beschouwing van de informatiebehoefte, blijkt het mogelijk het aantal LMW meetlocaties te reduceren zonder dat de beschikbaarheid of kwaliteit van informatie in het geding komt. Het is nu de intentie om de methodiek de komende jaren per samenhangend deelgebied van het meetnet toe te passen. De vraagstelling voor deze rapportage was om de mogelijke optimalisatie binnen de overgebleven deelgebieden van de Zuidwestelijke Delta, i.e. “Grevelingen”, “Oosterschelde” en “Veerse meer”, te onderzoeken en daarvoor scenario’s aan te dragen.

1.2 Globale aanpak

Deltares heeft gebruik gemaakt van een methode die gestoeld is op de methode van Mart van Bracht voor het optimaliseren van grondwatermonitoringsnetwerken (Van Bracht, 2001). Conform de methodiek wordt een analyse gedaan op basis van de drie hoekpunten van de informatievoorziening: watersysteem, watermanagementsysteem en monitoringssysteem (zie Figuur 1.1). Het achterliggende mechanisme is dat wijzigingen in het watersysteem of in het beleid of beheer (het watermanagement systeem) leiden tot een andere informatiebehoefte en andere eisen aan het monitoringssysteem. Anderzijds kunnen bijvoorbeeld nieuwe technische ontwikkelingen of druk op de kosten leiden tot een wens voor een andere invulling van het meetnet.



Figuur 1.1 De informatiedriehoek volgens van Bracht.

De inventarisatie van de drie hoekpunten is als volgt uitgevoerd:

Het watersysteem

Op basis van bestaande documenten over het watersysteem en interviews met informatiegebruikers van RWS en Deltares is een beeld geschetst van het watersysteem en de (mogelijke) veranderingen op korte termijn.

Informatiebehoefte van het watermanagementsysteem

De basis voor de inventarisatie van de informatiebehoefte is het overzicht van het huidige landelijk meetnet water, zoals aangeleverd door RWS (actualisatie in 2019). Deze is getoetst en waar nodig bijgesteld op basis van interviews met enkele sleutelgebruikers uit de regio die betrokken zijn bij het operationeel waterbeheer, scheepvaartbegeleiding of waterberichtgeving.

Informatieaanbod en technische mogelijkheden (het monitoringssysteem)

De informatiebronnen die in deze studie zijn meegenomen zijn de data van het landelijke meetnet van RWS, metingen uit de meetnetten van de waterschappen, de objectdata van RWS en informatie gegenereerd door de operationele modellen van RWS en de waterschappen. De kwaliteit van de data zijn bestudeerd op basis van opgegeven specificaties en data-analyse, waaronder het vergelijken van data van verschillende bronnen. Daarnaast is gekeken of er mogelijkheden zijn voor een meer kostenefficiënte inrichting van de meetlocaties, bijvoorbeeld door het combineren van verschillende metingen op één locatie of door inzet van goedkopere, maar wel volledig operationele, meetoplossingen.

Optimalisatiescenario's

Op basis van de resultaten van de inventarisatie zal het potentiaal om het meetnet binnen het Volkerak-Zoommeer te verbeteren worden beschouwd. Hierbij zal rekening worden gehouden met het blijven voorzien in informatiebehoefte met betrekking tot het meetnet. Focus van de studie is op het gebruik van objectdata en waar mogelijk alternatieve databronnen zoals modellen, radar of satellietbeelden.

1.3 Diepgang van het advies

Het advies is opgesteld op basis van eerder uitgevoerd onderzoek en parate kennis van gebiedsdeskundigen en van informatie-experts van RWS, Deltares en de waterschappen. Daarnaast is er een analyse uitgevoerd op de beschikbare data van 2018 - 2020. Gezien het aantal meetlocaties en het niet altijd volledig zijn van de data blijven de analyses globaal, maar daar waar nodig zijn diepteanalyses uitgevoerd voor bewijsvoering. Ondanks de zorgvuldigheid waarmee getracht is de analyses uit te voeren blijft het resulterende rapport grotendeels een expertbeoordeling, welke mogelijk niet volledig is.

1.4 Uitgangspunten voor deze studie

- Er wordt uitgegaan van de huidige informatiebehoefte. Deze informatiebehoefte is vastgelegd in een database van RWS, waarvan Deltares een Exceltabel heeft verkregen. Daarbij hoeven de locaties niet exact gehanteerd te worden, maar wel bij benadering. De informatie is verwerkt in de tekst van dit rapport.
- Deltares heeft uitdrukkelijk opdracht gekregen om niet uit te gaan van een blanco meetnet, maar te adviseren vanuit het bestaande meetnet.
- Om te komen tot resultaten die binnen enkele jaren implementeerbaar zijn, wordt uitgegaan van metingen die op dit moment direct beschikbaar zijn of snel beschikbaar gemaakt kunnen worden.
 - Bij alternatieve mogelijkheden wordt gezocht naar de oplossingen met de laagste kosten. Dit kan slechts op hoofdlijnen in de studie meegenomen worden. Hier wordt wel rekening gehouden dat over het algemeen meetopstelling op een object goedkoper zijn dan een op zichzelf staande meetopstelling vanwege de al aanwezige infrastructuur (elektriciteit en datacommunicatie) en toegankelijkheid voor onderhoud.
- In deze studie wordt gebruik gemaakt van de termen geleidbaarheid en zoutgehalte, ook wel uitgedrukt in chlorideconcentratie (mg/L). Geleidbaarheid is een maatstaf voor het zoutgehalte van het water, maar is afhankelijk van de temperatuur. De geleidbaarheid wordt gemeten en wanneer het dus over metingen gaat zal over geleidbaarheid worden gesproken. Zoutgehalte wordt bepaald door geleidbaarheid om te zetten naar chlorideconcentraties, hiervoor is ook informatie over de temperatuur nodig. Wanneer het zoutgehalte wordt besproken gaat het dus over chlorideconcentraties in dit rapport.

1.5 Ondersteuning en begeleiding vanuit RWS, Deltares en waterschappen

De dagelijkse begeleiding is uitgevoerd door: Peter Heinen en Marc Hartogs. Daarnaast hebben we ondersteuning en expertkennis gekregen van:

- Peter Bijkerk (HMC of VWM)
- Gerben Dekker (WVL)
- Desiree Uitdewilligen (Waterschap Scheldestromen)
- Thijs Ijpelaar (Waterschap Hollandse Delta)
- Tammo Zijlstra (Deltares)
- Thies Blokhuisen (Deltares)
- Arno Nolte (Deltares)

2 Beschrijving van het watersysteem

In dit hoofdstuk worden de verschillende watersystemen kort samengevat met betrekking tot waterstand, debiet, temperatuur, en zoutgehaltes aangevuld met een vooruitblik naar de toekomst. Hiervoor zijn bestaande documenten geraadpleegd en zijn een aantal interviews afgenomen met de in hoofdstuk 1 genoemde personen.

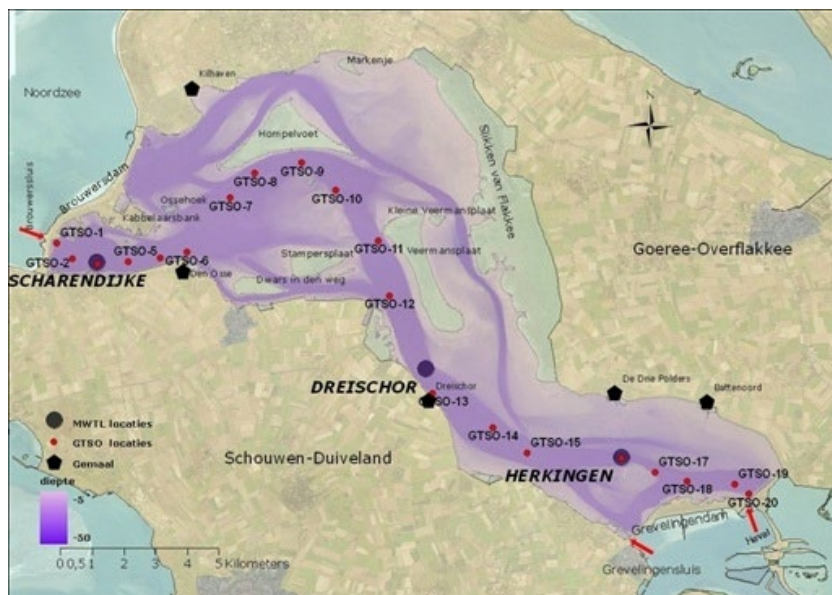
2.1 Grevelingenmeer

2.1.1 Beschrijving van het Grevelingenmeer

Het Grevelingenmeer, ook wel de Grevelingen genoemd, is een voormalige zeearm van de Noordzee. Het meer ligt tussen de eilanden Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland, op de grens van Zuid-Holland en Zeeland (Figuur 2.1).

In het kader van de Deltawerken is het Grevelingenmeer door de Grevelingendam (1965) en de Brouwersdam (1971) van de zee afgesloten en is de zeearm een meer geworden. Daarmee is het grootste zoutwatermeer van West-Europa ontstaan. Het Grevelingenmeer heeft een oppervlakte van 13.872 ha en is een beschermd Natura 2000-gebied.

In tegenstelling tot de meeste gebieden in IWP, bestaat het Grevelingenmeer uit één compartiment.



Figuur 2.1 Ligging van het Grevelingenmeer

2.1.2 Waterbeweging

Het peil van het Grevelingenmeer wordt geregeld via het doorlaatmiddel de Brouwerssluis in de Brouwersdam. De Brouwerssluis is de belangrijkste en tot 2017 ook de enige doorlaatsluis voor het dagelijks peilbeheer.

De sluis staat zo veel mogelijk open. Daarmee wordt omwille van de waterkwaliteit maximale uitwisseling van zout water met de Noordzee nagestreefd.

De Flakkeese spuisluis is een doorlaatmiddel in de vorm van een hevel, gebouwd in de Grevelingendam en wisselt water uit met de noordoostelijke tak van de Oosterschelde. De sluis is lange tijd in slaapstand gehouden. Eind 2016 is de sluis tot leven gebracht met een ingrijpende renovatie. In 2017 is deze sluis operationeel geweest, waarna deze begin 2018 weer tijdelijk gesloten is. Wanneer in gebruik staat ook deze sluis zoveel mogelijk open.

Brouwerssluis

Het peil van het Grevelingenmeer wordt geregeld via het doorlaatmiddel de Brouwerssluis in de Brouwersdam. De Brouwerssluis is de belangrijkste en tot 2017 ook de enige doorlaatsluis voor het dagelijks peilbeheer. De sluis staat zo veel mogelijk open. Daarmee wordt omwille van de waterkwaliteit maximale uitwisseling van zout water met de Noordzee nagestreefd.

De bediening van de Brouwerssluis is een combinatie van lokale sluisinstellingen en aansturing op afstand. Dit is zodanig geregeld dat het peil bij normale omstandigheden min of meer automatisch binnen de gestelde grenzen blijft. In bijzondere omstandigheden kan ingegrepen worden door handmatige aanpassing van de instellingen van de besturing.

Flakkeese Spuisluis

De Flakkeese Spuisluis ligt in de Grevelingendam en vormt door middel van zes kokers een verbinding tussen het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Door de tweezijdige verbinding tussen de wateren kan het Grevelingenmeer worden verversd met water uit de Oosterschelde. Hierdoor komt er meer zuurstof in het water en verbetert de waterkwaliteit in het oostelijk deel van het Grevelingenmeer.

De Flakkeese spuisluis is een doorlaatmiddel in de vorm van een hevel.

De sluis is lange tijd in slaapstand gehouden. Eind 2016 is de sluis tot leven gebracht met een ingrijpende renovatie. Vanaf begin 2017 is de sluis operationeel. De sluis staat zoveel mogelijk open.

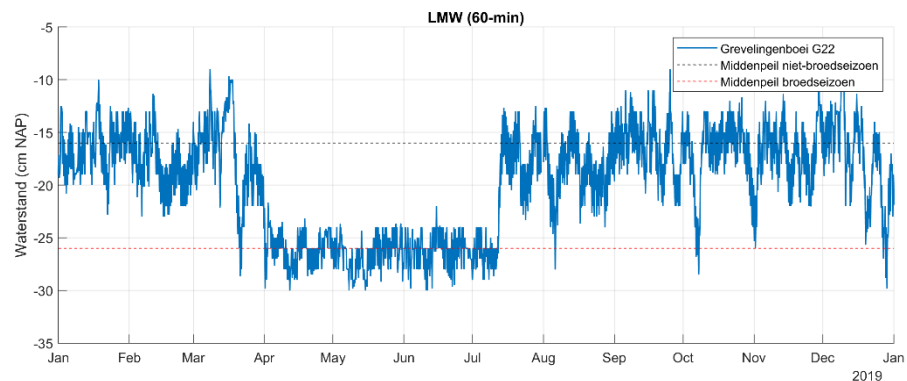
Inlaten en aflaten

De waterbalans van het Grevelingenmeer wordt bepaald door de (1) Brouwerssluis, (2) Flakkeese Spuisluis en (3) Neerslag. Het effect van de polderlozingen op het dagelijks peilverloop is gering (max 1 cm/dg).

2.1.3 Waterstanden

Het peil van het Grevelingenmeer wordt geregeld via het doorlaatmiddel de Brouwerssluis in de Brouwersdam. De Brouwerssluis is de belangrijkste en tot 2017 ook de enige doorlaatsluis voor het dagelijks peilbeheer. De Flakkeese spuisluis is een doorlaatmiddel in de vorm van een hevel, gebouwd in de Grevelingendam en wisselt water uit met de noordoostelijke tak van de Oosterschelde. De sluis stond tussen 2018 en 2020 echter niet open en speelt dus geen rol in de huidige analyse.

De minimale en maximale waterstanden in het Grevelingen zijn vastgesteld in het peilbesluit Grevelingen (2013), en worden tussen NAP -0,10 en -0,30 m gehouden. Voor de bescherming van broedende vogels, volgt het streefpeil van het Grevelingenmeer een peiltrap voor de periode van maart tot juli. Deze is terug te zien in de toename van waterstand over het hele jaar, bijvoorbeeld 2019 (Figuur 2.2).

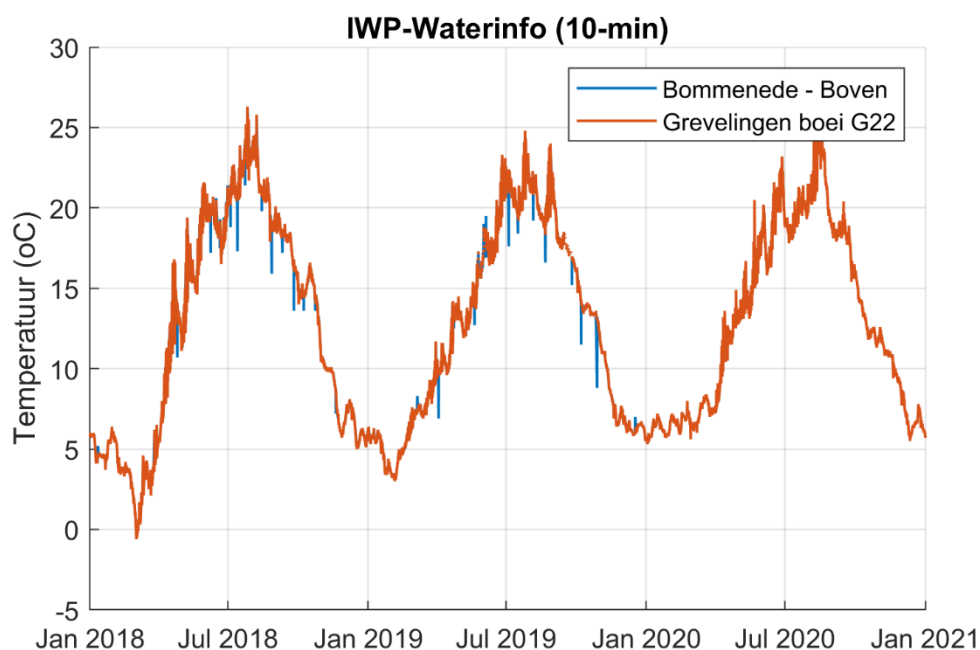


Figuur 2.2 Waterstanden over het Grevelingenmeer in 2019.

2.1.4 Temperatuur

Voor temperatuur spelen de Brouwersluis en Flakkeese spuisluis een rol in het inbrengen van koeler of warmer water vanuit respectievelijk de Noordzee of Oosterschelde.

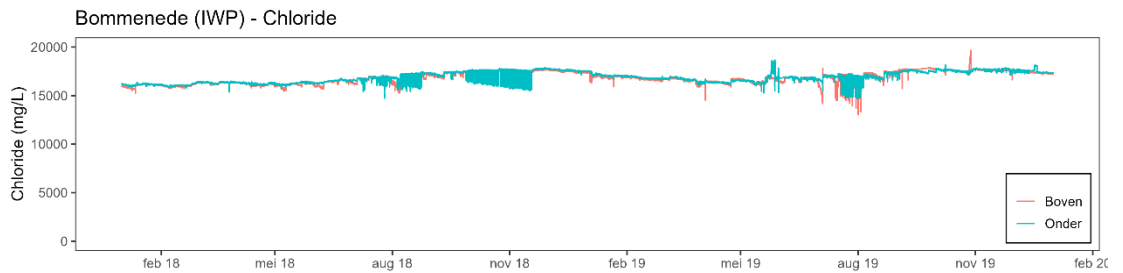
De temperaturen variëren over het jaar: juli en augustus zijn de warmste maanden, februari en maart de koudste maanden (Figuur 2.3). De trend voor de jaren is vergelijkbaar, maar 2018 heeft duidelijk een koudere winter (temperaturen rond 0 graden Celsius) in maart, terwijl in 2019 en 2020 de temperatuur nauwelijks onder 3 graden Celsius zakt. Dagelijkse fluctuaties in temperatuur is klein (meestal niet meer dan 0,5 graden Celsius).



Figuur 2.3 Watertemperatuur in het Grevelingenmeer in 2018 – 2020 (Grevelingen boei G22 en Bommenede Boven). IWP-data ontbreken voor het jaar 2020 (Bommenede).

2.1.5 Zoutgehalte

Het zoutgehalte van het Grevelingenmeer wordt op peil gehouden door de Brouwerssluis, een doorlaatsluis in de Brouwersdam, waarmee zeewater ingelaten wordt. In Figuur 2.4 is duidelijk te zien dat zoutgehalte (uitgedrukt in chlorideconcentraties) in de wintermaanden ietwat hoger is.

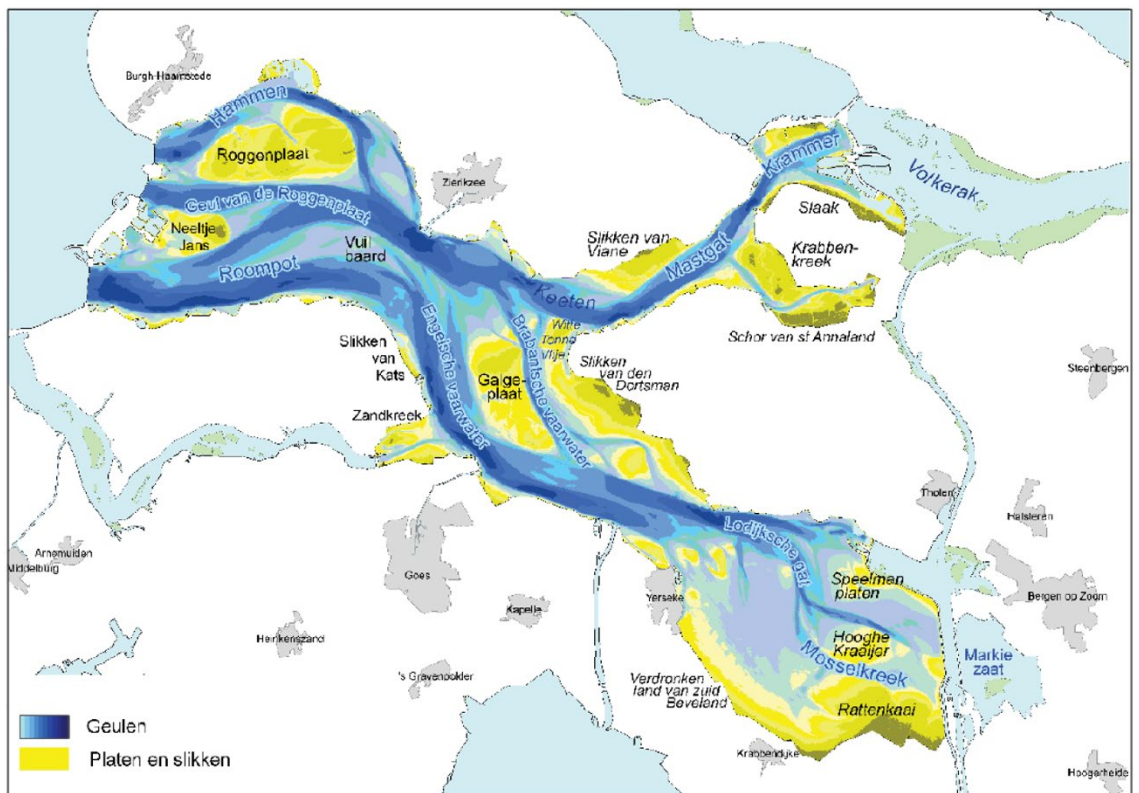


Figuur 2.4 Chlorideconcentratie in het Grevelingenmeer in 2018 – 2019 (Bommenede Boven en Onder). IWP-data ontbreken voor het jaar 2020 (Bommenede).

2.2 Oosterschelde

2.2.1 Beschrijving van Oosterschelde

De Oosterschelde is een voormalig estuarium in de provincie Zeeland, dat omgeven wordt door de eilanden Schouwen-Duiveland, Tholen, Zuid-Beveland en Noord-Beveland en (oorspronkelijk) een aftakking betreft van de rivier de Schelde (Figuur 2.5). Sinds de ingebruikname van de Oosterscheldekering in 1986 kan de Oosterschelde volledig van zee worden afgesloten. De Oosterschelde heeft een oppervlakte van 350 km². Een gedeelte hiervan valt bij laag water droog.



Figuur 2.5 Gebiedsoverzicht van de Oosterschelde. Bron: Staatscourant <https://zoek.officiëlebekendmakingen.nl/stcrt-2011-18645.html>.

2.2.2 Waterbeweging

Bij de Krammersluizen en de Bergse Diepsluis wordt water uit het Volkerak-Zoommeer gespuid op de Oosterschelde (hoofdzakelijk zoetwaterverlies vanuit het schutproces). Het Kanaal door Zuid-Beveland vormt de verbinding tussen de Westerschelde en de Oosterschelde. Het is aan de zijde van de Westerschelde afgesloten met een sluisencomplex

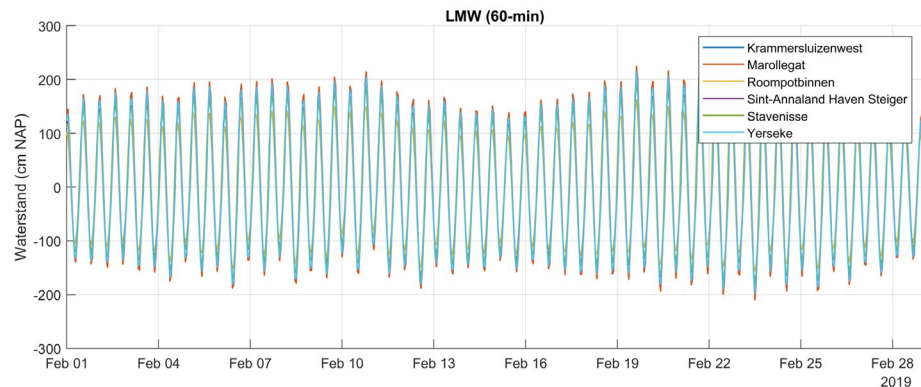
bij Hansweert. Het peil van het kanaal is onderhevig aan getij, zodat er een sterke wateruitwisseling met de Oosterschelde optreedt.

In het midden van de Oosterschelde wordt middels het doorlaatmiddel Katse Heule water vanuit het Veerse Meer met de Oosterschelde uitgewisseld. Daarnaast lozen er verschillende poldergemalen en uitwateringssluizen water op de Oosterschelde.

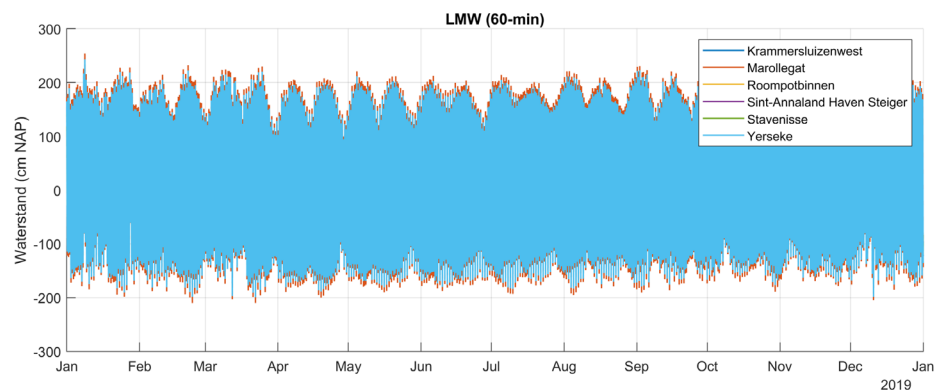
In het westen van de Oosterschelde bevindt zich de Oosterscheldekering, welke bij gevaarlijk hoogwater (stormvloeden) en bij calamiteiten met verontreinigingen in de Voordelta wordt ingezet om de Oosterschelde van de Noordzee af te sluiten. De kering bestaat uit drie afzonderlijke delen die elk een toegangseul tot de Oosterschelde, Hammen, Schaar en Roompot, af kunnen sluiten. In het totaal bestaat de gehele Oosterscheldekering uit 62 schuiven, Hammen 15 stuks, Schaar 16 stuks en Roompot 31 stuks. Elk van de schuiven is 42 m breed (netto 39.5 m). Hun hoogte varieert tussen 6 en 12 m. Als de waterstandsvoorspelling aan de zeezijde van de kering, meetstation Roompot Buiten, boven NAP+3 m uitkomt, dan sluiten de schuiven. Het precieze sluitmoment wordt momenteel bepaald op basis van een groot aantal IMPLIC berekeningen met verschillende sluitmomenten, waarbij de berekende waterstand te Stavenisse het daadwerkelijke sluitmoment bepaald. Als de kering open staat dan is er een open verbinding tussen de Noordzee en Oosterschelde. De opening wordt aan de bovenzijde begrensd door een vaste hoge betonnen koker ('bovenbalk') die zich uitstrekt van NAP + 1 m tot NAP+5.8 m (bij Hammen is dit 0.2 m lager).

2.2.3 Waterstanden

De waterstanden in de Oosterschelde schommelen met name door het getij, welke relatief weinig varieert binnen de Oosterschelde (Figuur 2.6 en Figuur 2.7).



Figuur 2.6 Waterstandsmetingen bij verschillende LMW meetpunten in de Oosterschelde in februari 2019.

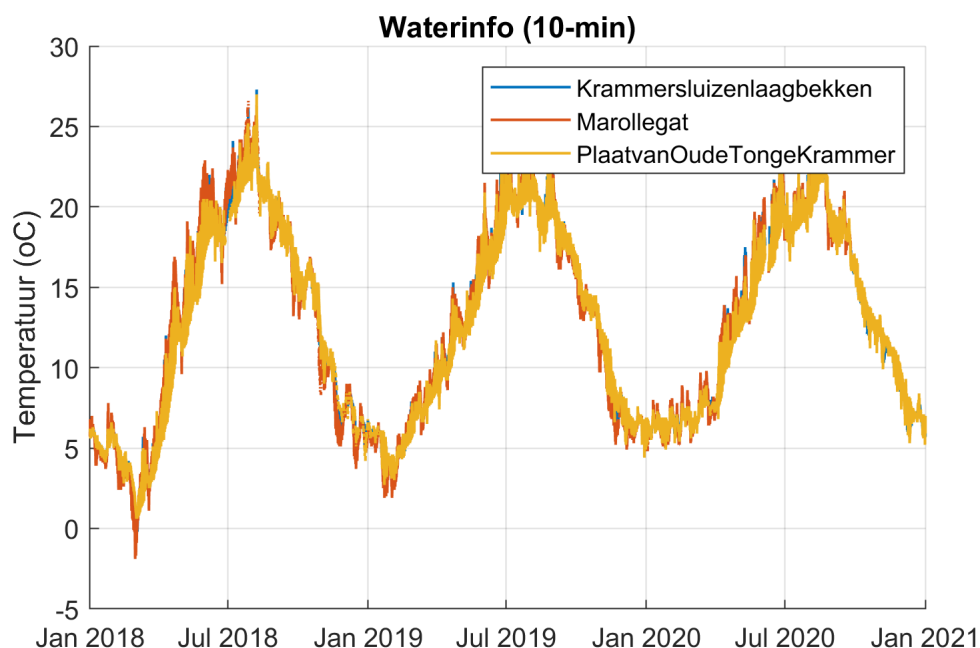


Figuur 2.7 Waterstandsmetingen bij verschillende LMW meetpunten in de Oosterschelde in 2019.

2.2.4 Temperatuur

Voor temperatuur in de Oosterschelde spelen de vele verbindingen tussen Oosterschelde en omliggende wateren een rol. Verbindingen met de Noordzee (Oosterschelde kering), Veerse Meer (Zandkreekdam), Volkerak-zoommeer (Krammersluizen) en Grevelingen (Flakkeese spuisluis).

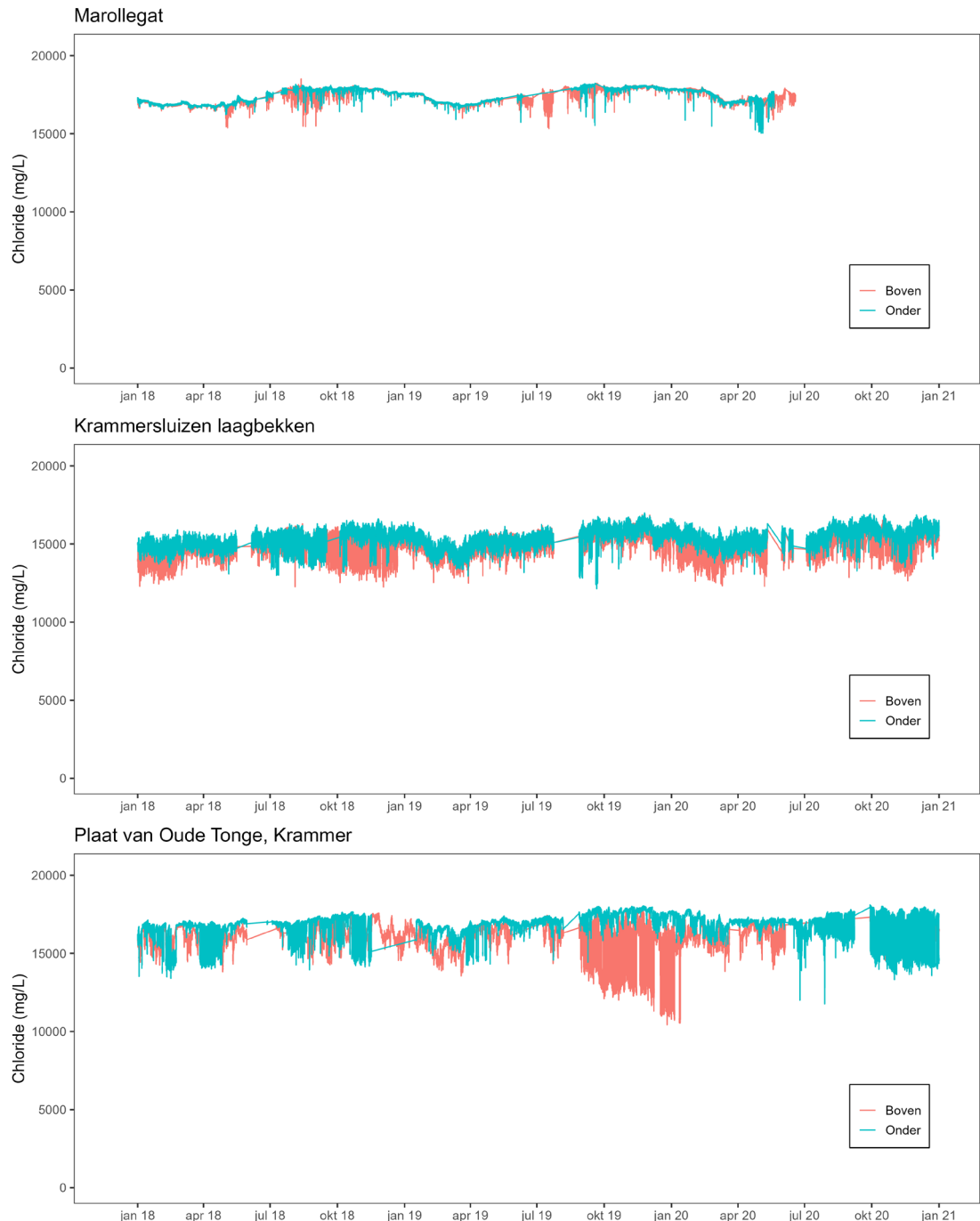
De temperaturen variëren over het jaar: juli en augustus zijn de warmste maanden, februari en maart de koudste maanden (Figuur 2.8). De trend voor de jaren is vergelijkbaar, maar 2018 heeft duidelijk een koudere winter (temperaturen rond 0 graden Celsius), terwijl in 2020 de temperatuur nauwelijks onder 5 graden Celsius zakt. Dagelijkse fluctuatie in temperatuur is klein (meestal niet meer dan 0,5 graad Celsius). Ook ruimtelijke variatie binnen het meer lijkt relatief klein.



Figuur 2.8 Watertemperatuur in de Oosterschelde in 2018 – 2020 (Krammersluizenlaagbekken, Marollegat en Plaat van Oude Tonge Krammer).

2.2.5 Zoutgehalte

Voor zoutgehaltes in de Oosterschelde spelen, net als voor temperatuur, de vele verbindingen tussen Oosterschelde en omliggende wateren een rol. In Figuur 2.9 is duidelijk te zien dat chlorideconcentraties een seizoenaal patroon volgen met hogere waarden in de zomer en lagere waarden in de winter.



Figuur 2.9 Chlorideconcentraties in de Oosterschelde in 2018 – 2020 (Krammersluislaagbekken, Marollegat en Plaat van Oude Tonge Krammer).

2.3 Veerse Meer

2.3.1 Beschrijving van het Veerse Meer

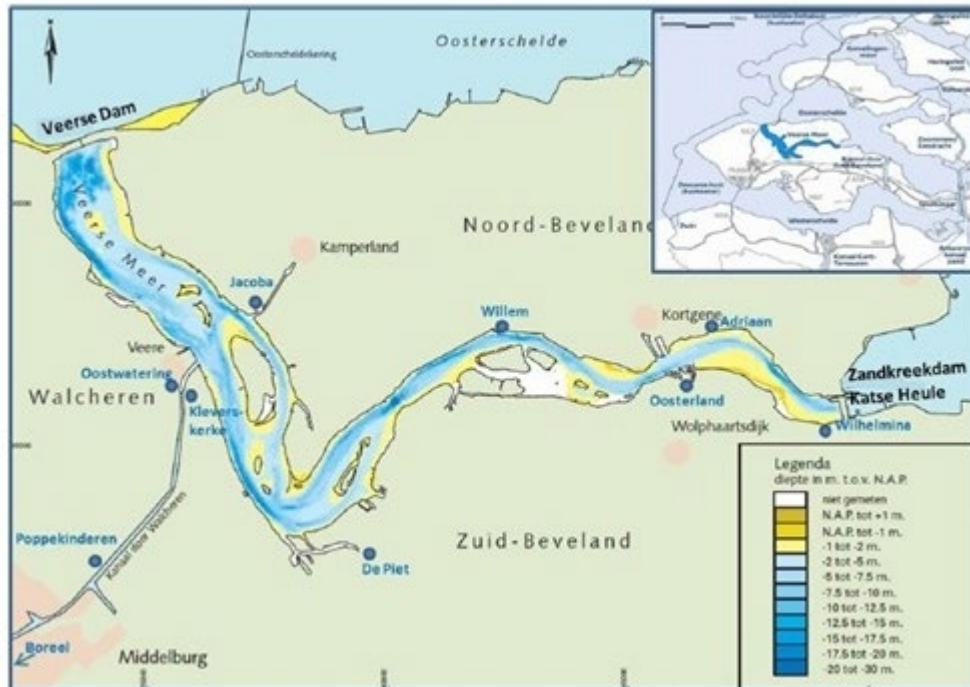
Het Veerse Meer ligt tussen Noord-Beveland, Walcheren en Zuid-Beveland (Figuur 2.10). Het is een Natura 2000-gebied en een voormalig onderdeel van het Oosterschelde-estuarium. De Zandkreekdam sluit het Veerse Meer af van de Oosterschelde. De Veerse Gatdam sluit het Veerse Meer af van de Noordzee.

Na de aanleg van de Zandkreekdam (1960) en de Veerse Gatdam (1961) verdwenen eb en vloed uit het gebied en veranderde het Veerse Gat in een brakwatermeer: het Veerse Meer.

Door de ingebruikname van het doorlaatmiddel de Katse Heule in 2004 wordt er weer water uitgewisseld tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer en is het meer zouter geworden. De hoeveelheid water die uitgewisseld wordt hangt samen met het peil in het Veerse Meer en de Oosterschelde.

Het Veerse Meer heeft een totaaloppervlak van ongeveer 2552 hectare. De gemiddelde waterdiepte is 5 meter terwijl de maximale diepte 25 meter bedraagt.

In tegenstelling tot de meeste gebieden in IWP, bestaat het Veerse Meer uit één compartiment.



Figuur 2.10 Ligging van het Veerse Meer, met waterdiepte en de locaties van de gemalen, dammen en sluisen (aangepast uit Maas & Oorthuysen (2012) en Holland et al. (2004)).

2.3.2 Waterbeweging

Het peil van het Veerse Meer varieert met het getij van de Oosterschelde. Het wordt sinds 2004 geregeld via het doorlaatmiddel de Katse Heule in de Zandkreekdijk. De sluis staat zo veel mogelijk open. Daarmee wordt, omwille van de waterkwaliteit maximale uitwisseling van zout water met de Oosterschelde nagestreefd.

De sluisinstellingen zijn zodanig dat het peil bij normale omstandigheden min of meer automatisch binnen de gestelde grenzen blijft. In bijzondere omstandigheden kan ingegrepen worden door handmatige aanpassing van de instellingen van de besturing. Het gaat dan om bijstellen van bijvoorbeeld peilgrenzen voor lokale besturing.

De Zandkreeksluis is een schutsluis in de Zandkreekdijk en is de scheepvaartverbinding tussen Veerse Meer en Oosterschelde. De sluis werd vóór het bestaan van de Katse Heule als spuimiddel gebruikt en dat kan nu nog. Deze inzet is evenwel beperkt tot bijzondere situaties waarbij de capaciteit van de Katse Heule ontoereikend is.

Objecten

In het gebied van het Veerse Meer liggen de volgende objecten:

- Katse Heule (doorlaatmiddel)
- Zandkreeksluis (spuisluis)
- Veerse Sluis (schutsluis)

Katse Heule

Het peil van het Veerse Meer wordt sinds 2004 geregeld via het doorlaatmiddel de Katse Heule in de Zandkreeksdam. De sluis staat zo veel mogelijk open.

De sluisinstellingen zijn zodanig dat het peil bij normale omstandigheden min of meer automatisch binnen de gestelde grenzen blijft. In bijzondere omstandigheden kan ingegrepen worden door handmatige aanpassing van de instellingen van de besturing. Het gaat dan om bijstellen van bijvoorbeeld peilgrenzen voor lokale besturing.

De sluis wordt bestuurd door een lokaal bedieningssysteem. Het lokale systeem bewaakt de werking en stuurt het openen en sluiten van de sluis. Dit gebeurt in normale situaties automatisch.

De twee kokers van de sluis staan in beginsel open. Bij specifieke peilsituaties of in geval van bepaalde storingen worden de kokers gesloten.

Zandkreeksluis

De Zandkreeksluis is een schutsluis in de Zandkreeksdam en is de scheepvaartverbinding tussen Veerse Meer en Oosterschelde. De sluis werd vóór het bestaan van de Katse Heule als spuisluis gebruikt en dat kan nu nog. Deze inzet is evenwel beperkt tot bijzondere situaties waarbij de capaciteit van de Katse Heule ontoereikend is.

Veerse Sluis

De Veerse sluis is een schutsluis tussen het Veerse Meer en het Kanaal door Walcheren. De sluis wordt op afstand bediend vanuit Vlissingen.

Inlaten en aflaten

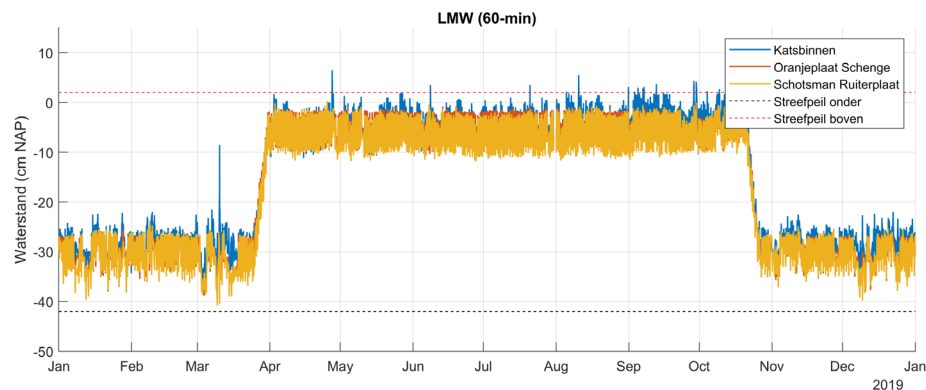
Zoals hierboven al is beschreven worden het operationeel peilbeheer van het Veerse Meer geregeld via de Katse Heule. Daarnaast zijn de polderlozingen op het watersysteem van groot belang. Het HMC bepaalt deze bij benadering op basis van de door het KNMI afgegeven neerslag-verwachtingen voor 48 uur vooruit en de komende 5 dagen.

Voor de waterbalans zijn de volgende posten van belang:

- In- en uitlaat Katse Heule; 130 – 210 miljoen m³/jaar
- Inlaat 2-17 miljoen m³/jaar t.b.v. peilbeheersing
- Afvoer: 75 – 155 miljoen m³/jaar t.b.v. peilbeheersing
- Afvoer polderwater via de gemalen: 28 – 85 miljoen m³/jaar
- Lek- en schutverlies vanuit Kanaal door Walcheren: 24 – 30 miljoen m³/jaar
- Neerslag: 2 – 23 m³/jaar
- Afstroming oevers: 7 – 17 m³/jaar
- Uitwisseling tussen VM en OS via de scheepssluis in de Zandkreeksdam: 43 – 56 miljoen m³/jaar

2.3.3 Waterstanden

De waterstanden van het Veerse Meer zijn vastgelegd in een peilbesluit. Het winterpeil is ligt tussen -0.15 en -0.42 m NAP (31 oktober – 1 april). Het zomerpeil ligt tussen 0.02 en -0.12 m NAP (1 april - 31 oktober) (Figuur 2.11).



Figuur 2.11 Waterstandsmetingen bij verschillende LMW meetpunten in het Veerse Meer in 2019.

Het peil van het Veerse Meer wordt sinds 2004 geregeld via het doorlaatmiddel de Katse Heule in de Zandkreekdam. De sluis staat zo veel mogelijk open. Daarmee wordt, omwille van de waterkwaliteit maximale uitwisseling van zout water met de Oosterschelde nagestreefd.

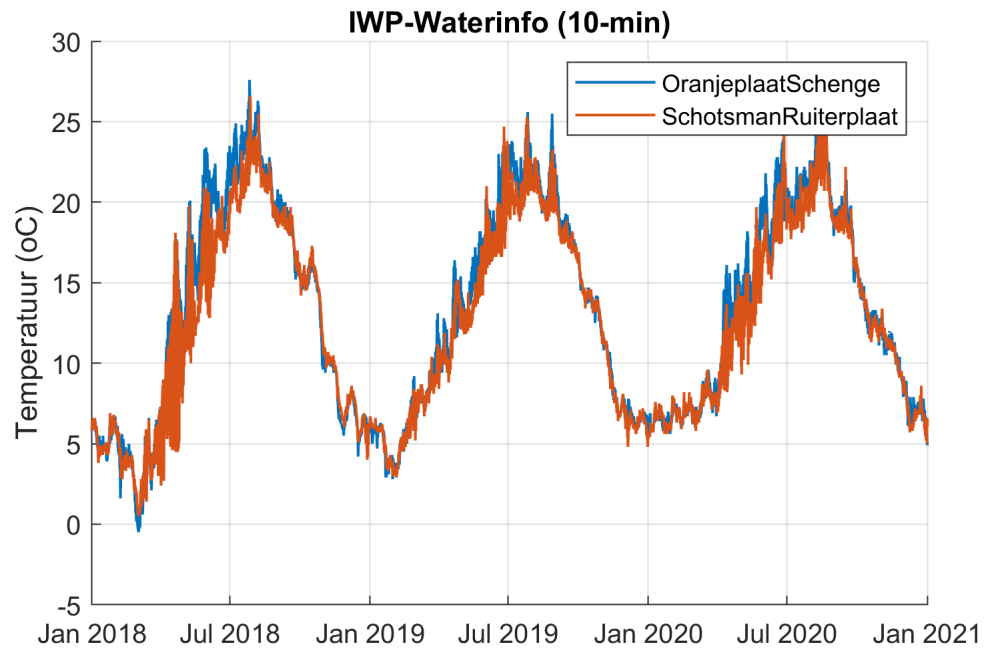
De sluisinstellingen zijn zodanig dat het peil bij normale omstandigheden min of meer automatisch binnen de gestelde grenzen blijft. In bijzondere omstandigheden kan ingegrepen worden door handmatige aanpassing van de instellingen van de besturing. Het gaat dan om bijstellen van bijvoorbeeld peilgrenzen voor lokale besturing. Het HMC heeft daarvoor de beschikking over een speciale PC, waarop een client draait van de applicatie die toegang geeft tot het stuursysteem van de sluis. Deze PC heeft via een speciaal segment van het NNV verbinding met het systeem op de sluis.

De Katse Heule heeft verbinding met het Landelijk Meetnet Water. Met het LMW worden gegevens uitgewisseld. De sluis levert systeem gegevens aan het LMW, zoals de lokale peilmetingen, het debiet, instellingen voor grenswaarden. De sluis ontvangt peilgegevens uit het LMW, de gemeten waterhoogte in het Veerse Meer bij meetpunt VM4 en op de Oosterschelde bij meetpunt KATS. De sluis gebruikt primair deze peilen voor de besturing om minder afhankelijk te zijn van op- en afwaaiing.

2.3.4 Temperatuur

Voor temperatuur in het Veerse Meer speelt met name de verbinding met de Oosterschelde (Zandkreekdam) een rol.

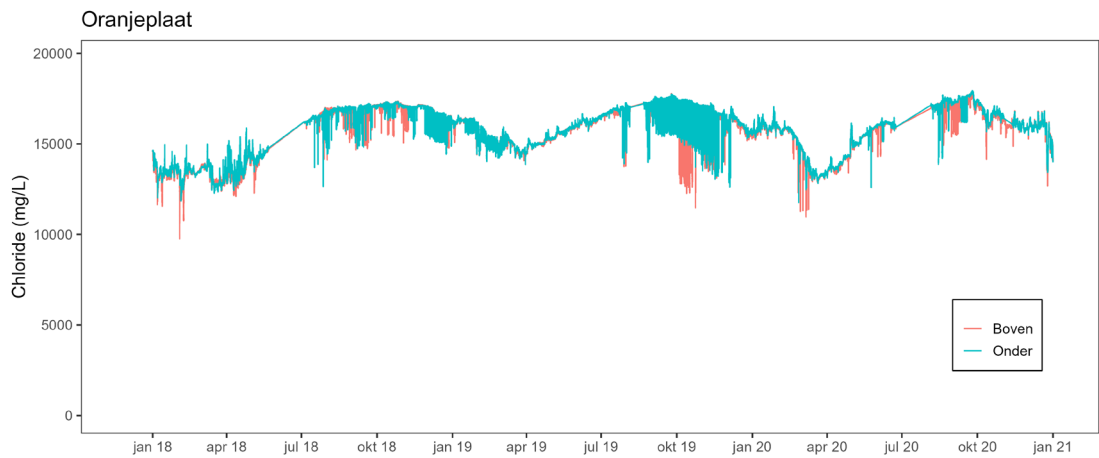
De temperaturen variëren over het jaar: juli en augustus zijn de warmste maanden, februari en maart de koudste maanden (Figuur 2.12). De trend voor de jaren is vergelijkbaar met die van de Oosterschelde en Grevelingen, met een koude winter in 2018 en relatief warme winter in 2020. Ook ruimtelijke variatie binnen het meer lijkt relatief klein.

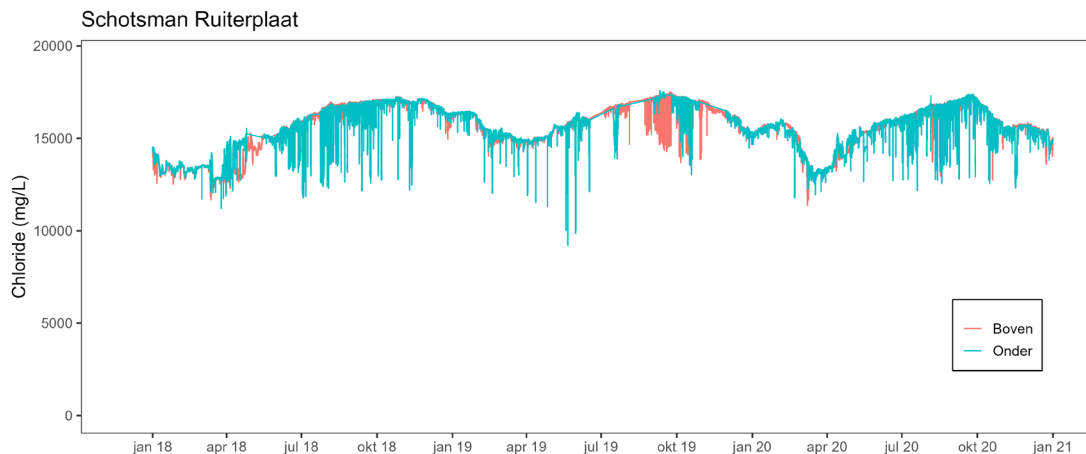


Figuur 2.12 Watertemperatuur in het Veerse Meer in 2018 – 2020 (Arnhemuiden Oranjeplaat en Kamperland Schotsman).

2.3.5 Zoutgehalte

Het zoutgehalte van het Veerse Meer wordt niet gestuurd en is afhankelijk van de inlaten, kering en sluizen (Figuur 2.13). Het is wel duidelijk te zien dat chlorideconcentraties in de zomer en het najaar ietwat hoger is.





Figuur 2.13 Zoutgehaltes bij meetstations Oranjeplaat (boven) en Schotsman (onder) in het Veerse Meer voor het jaar 2019.

2.4 Gebruiksdoelen

Voor alle wateren hierboven beschreven zijn de beheer- en gebruiksfuncties benoemd in het Nationaal Waterplan 2016-2021 en het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (Bprw). De beheerfuncties zijn de beheertaken waarvoor Rijkswaterstaat verantwoordelijk is: waterveiligheid, waterbeheer, waterkwaliteit en natuur. Gebruiksfuncties omvatten het menselijk gebruik van de verschillende wateren in brede zin. Beheerfuncties en gebruiksfuncties zijn niet strikt te scheiden, omdat beheerfuncties (vaak) tot doel hebben om gebruiksfuncties mogelijk te maken. Waterbeheer regelt bijvoorbeeld het waterpeil voor scheepvaart.

De volgende beheerfuncties zijn vastgesteld:

- Waterveiligheid
- Noodwaterberging
- Waterbeheer/ Peilbeheer
- Waterkwaliteit
- Natuurbeheer
- Scheepvaart (beroeps):
- Zwemwater
- Beroepsvisserij
- Sportvisserij
- Landbouw
- Recreatievaart
- Overige waterrecreatie
- Woonomgeving

Voor waterkwaliteit en ecologie zijn de beheerdoelen vastgelegd in de beheerplannen van de Kaderrichtlijn water en Natura 2000 omdat twee gebieden als Natura 2000 gebieden zijn aangewezen.

3 Informatiebehoefte vanuit het watermanagementsysteem

De hoofdfuncties van de verschillende watersystemen zijn waterveiligheid, waterverdeling en scheepvaart, met als nevenfunctie de ecologie. Voor deze functies zijn verscheidene parameters van belang. Binnen de context van deze studie worden de volgende vier parameters beschouwd: waterstanden, debiet en temperatuur en zoutgehaltes (uitgedrukt in chlorideconcentratie). Met de verschillende gebruikers is geïnventariseerd wat de behoefte aan informatie is vanuit die verschillende hoofdfuncties (samengevat in Tabel 3.1). Daarnaast worden in dit hoofdstuk kort de eisen met betrekking tot beschikbaarheid en nauwkeurigheid toegelicht.

RWS en waterschappen hebben actuele informatie van debieten nodig op alle significante in- en uitlaatpunten van het watersysteem voor het water-, peil- en zoutbeheer. Beheer gebeurt door middel van spuien, sluzen, gemalen en inlaten (objecten). Voor de sturing van de objecten zijn de waterstanden aan beide zijden van het object nodig.

Daarnaast is het van belang om te weten wat het zoutgehalte is van het water dat wordt ingelaten omdat te hoge zoutgehalten schadelijk zijn voor gewassen. De informatie voor zoutgehaltes moet representatief zijn voor de gegeven inlaat (voor de locatie en de gehalte). Meestal is de sturing van in- en uitlaten een operationele taak die, of automatisch door het besturingssysteem van het object gebeurt, of op afstand gebeurt. Hierdoor moet de informatie actueel en online beschikbaar zijn.

In het Grevelingen, Veerse Meer en Oosterschelde wordt op meerdere LMW punten zoutgehaltes gemeten met vaste sensoren. Deze metingen worden aangevuld met de TSO (varende) metingen die vooral geschikt zijn om een indicatie van zoutgehaltes in de diepere delen te geven.

Op locaties waar geleidbaarheid wordt gemeten, wordt ook temperatuur gemeten om geleidbaarheid in zoutgehalte (chlorideconcentraties) om te zetten. Er wordt ook op meerdere locaties watertemperatuur gevraagd vanuit de informatiebehoefte in het kader van watertemperatuurbeheer, watersysteemkennis en het berekenen van bijvoorbeeld primaire productie.

Naast de bovengenoemde informatiebehoefte voor operationeel beheer is er is langjarige informatie nodig voor trendbepaling in het systeem (met name waterstanden en zoutgehaltes) en het kunnen evalueren dan wel voorbereiden van maatregelen.

3.1 Inventarisatie informatiebehoefte

Waterveiligheid vraagt om actuele waarden en verwachtingen van waterstanden en afvoeren op de verschillende meren. Historische gegevens van diezelfde waterstanden en debieten maken het ook mogelijk om berekeningen te doen.

Waterverdeling vraagt om actuele waarden en verwachtingen van waterstanden en afvoeren over alle spui- en sluiscomplexen en alle (grote) afvoeren en inlaten vanuit de waterschappen. De regio maakt hiervoor gebruik van gemiddelde waarden (10 min, 15 min, uur). De behoefte aan informatie voor waterverdeling is breder: kwel, wegzijging, neerslag, verdamping, maar deze vallen buiten de scope van deze studie. In het waterakkoord is

vastgelegd dat debieten binnen 10% nauwkeurigheid moeten worden bepaald (direct of indirect).

Scheepvaart gaat ervan uit dat de waterstand op de verschillende meren binnen het kader van het Waterakkoord (2016) wordt gehouden.

Er zijn geen bruggen of objecten die doorvaarhoogte limiteren.

Bij de sluisen is er ook behoefte aan lokale metingen. De sluisbeheerders hebben een verval nodig tussen de schutkolk en het bovenstrooms en benedenstrooms gelegen pand. De deuren van de kolk kunnen namelijk alleen geopend worden als het verschil niet te groot is, oftewel als er “gelijk water” is tussen de kolk en het pand.

Voor **ecologie** is er binnen de Rijkswateren geen informatiebehoefte bij Rijkswaterstaat. Wel wordt er in de omliggende waterschappen goed naar de kwaliteit van het water gekeken ten behoeve van de ecologie. Dit geldt ook voor de eisen vanuit de KRW. Watertemperatuur kan gebruikt worden voor het berekenen van primaire productie en voor achtergrondinformatie voor het monitoring van blauwalg in de zomer, maar hiervoor bestaat geen officiële informatiebehoefte. Ook kan mogelijke problematiek, zoals bij het Grevelingen en het Veerse Meer, met betrekking tot zuurstofloosheid in en op de bodem een rol spelen in informatiebehoefte. Metingen van temperatuur en zoutgehaltes, welke meer kunnen duiden over verversing van water, spelen hierbij een belangrijke rol.

Er is binnen de verschillende wateren een vraag naar temperatuurmetingen ten behoeve van het **watertemperatuurbeheer** bij de sluisen in verband met de kans op ijsvorming in winter. Ook dient de temperatuur in sommige plaatsen voor de omrekening van geleidbaarheid naar chlorideconcentratie.

Voor de **implementatie van de hydrodynamische modellen** voor de verschillende meren (o.a. Grevelingen en Veerse Meer) is informatie over de debieten en waterstanden van belang. Naast hydrodynamica, worden ook zout en temperatuur, waterkwaliteit, primaire productie en stratificatie gemodelleerd. Hiervoor zijn zout en temperatuurmeting belangrijk voor de kalibratie en validatie van de modellen.

Tabel 3.1 Overzicht van informatiebehoefte voor verschillende doelen.

Gebruiksdoel	Informatiebehoefte
Waterveiligheid/ waterbeheer	<ul style="list-style-type: none"> • Totale debieten door alle sluis en spuicomplexen beheer (per sluis/spui) • Gemiddeld meerpeil • Indirect: lokale waterstanden voor berekening debieten • Actueel, verwacht en historisch
Scheepvaart	<ul style="list-style-type: none"> • Gemiddeld meerpeil • Lokale waterstanden in sluisen (diepte)
Watertemperatuurbeheer	<ul style="list-style-type: none"> • Ijsvorming (zie sluisbeheer) • Berekening van chlorideconcentraties
Sluisbeheer	<ul style="list-style-type: none"> • Waterstand vlak voor en achter deuren • Watertemperatuur voor de detectie van ijsvorming
Ecologie	<ul style="list-style-type: none"> • Geen informatiebehoefte die actief gebruikt wordt, maar er is mogelijk een verband tussen temperatuur en (blauw)alg • Zuurstofproblematiek in het Grevelingenmeer en het Veerse meer (verband met temperatuur en zoutgehaltes (ofwel chlorideconcentraties))
Modelontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> • Debieten, waterstanden, zoutgehaltes, waterkwaliteit

3.2 Beschikbaarheid

Voor RWS is voor het operationele waterbeheer actuele online informatie nodig met een frequentie van 10 minuten. Ook is bij voorkeur een voorspelling van de verwachte waterstanden, debieten en zoutgehalten beschikbaar, zodat daar op geanticipeerd kan worden. Voor het beleid en systeemonderzoek mag deze informatie achteraf beschikbaar zijn, maar voor de beheerfuncties is actuele (real-time) informatie vereist.

Er zijn twee meetlocaties in het gebied aangewezen als missie-kritisch, waarbij het gaat om waterstandsmetingen bij Roompot Binnen en Stavenisse, beide in de Oosterschelde. Daarnaast is er voor de waterstandsmetingen bij Bommende (Grevelingen) en Veerse Meer 4 (Veerse Meer) een grotere beschikbaarheid vereist (gemiddelde uitvalduur van 12 uur t.o.v. 48 uur). Ook is er een selecte groep van meetlocaties waarbij een ietwat grotere beschikbaarheid vereist is (gemiddelde uitvalduur van 24 uur t.o.v. 48 uur). Dit gaat om waterstandsmetingen bij Grevelingendam Hevel West (Grevelingen), Bergsediepsluis West, Roompot Binnen, Stavenisse, Yerseke (allen Oosterschelde) en Veerse Meer 5 (Veerse Meer) en om debietmetingen bij Zandkreekdam (Veerse Meer – Oosterschelde).

De waterschap Scheldestromen geeft aan dat gegevens van RWS vooral secundair gebruikt worden voor kalibratie/validatie van eigen gegevens (dus geen korte termijn beschikbaarheid nodig). Ook waterschap Hollandsche Delta geeft aan dat gegevens van RWS vooral secundair gebruikt worden. Hier speelt een analyse naar de verzilting vanuit de zee bij het Haringvliet. Hier wordt gebruik gemaakt van debietmetingen bij Lobith, gegevens van waterstanden op zee en data van verschillende chloridemeetpunten.

Het operationele peilbeheer stelt de hoogste eisen aan de beschikbaarheid van de informatie, namelijk een uitvalduur van 12 of 24 uur voor de volgende locaties (voor waterstand BZO uitvalduur maar 3, 6 of 12 uur):

Waterstand	Debiet
<ul style="list-style-type: none"> • Bommende (Grevelingen) • Bergsediepsluis West (Oosterschelde) • Roompot Binnen (Oosterschelde)* • Stavenisse (Oosterschelde)* • Yerseke (Oosterschelde) • Veerse Meer 4 (Veerse Meer) • Veerse Meer 5 (Veerse Meer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zandkreekdam (Veerse Meer – Oosterschelde)

* missie-kritisch

3.3 Onzekerheidseisen

Vanuit gebruiksdoelen RWS gelden de volgende maximale onzekerheden voor de 10-minuutgemiddelde metingen:

- Waterstand $\pm 2,5$ cm
- Afvoer $\pm 10\%$
- Watertemperatuur $\pm 0,1$ °C

De door RWS gewenste nauwkeurigheid voor zoutgehalten, uitgedrukt in de gemeten geleidbaarheidswaardes, is gegeven in Tabel 3.2. Geleidbaarheid in het Grevelingen, Veerse Meer en Oosterschelde hebben een onzekerheid van 700 $\mu\text{S/cm}$.

Tabel 3.2 Onzekerheid vereist door RWS voor geleidbaarheid (bron: RWS CIV IGA)

Range ($\mu\text{S/cm}$)	Onzekerheid ($\mu\text{S/cm}$)
0-1000	30
1000-2000	50
2000-5000	100
5000-15000	300
15000-42000	700

De eisen vanuit RWS gebruikersdoelen worden gesteld aan de informatie en niet aan de individuele metingen. Bij uitval van een meting kan en mag een waarde berekend worden uit de omliggende meetpunten als dit kan met behoud van de vereiste onzekerheid.

4 Inventarisatie monitoringssysteem

In de volgende paragrafen is een overzicht gegeven van de informatiebronnen voor waterstanden, debieten, geleidbaarheid en temperatuur. In overleg met RWS, is uitgegaan van metingen/informatie die op dit moment direct beschikbaar zijn of snel beschikbaar gemaakt kunnen worden. Dit zijn:

- Metingen van RWS binnen het LMW
 - 10 minuten waarden via rws.waterinfo.nl
- Metingen van waterschappen
 - Voor Waterschap Hollandse Delta (via RWsOS-IWP) en direct via Waterschap
 - Voor Waterschap Scheldestromen (via RWsOS-IWP) en direct via Waterschap
- Informatie beschikbaar binnen het informatieplatform RWsOS-IWP

Alle meetpunten zijn samengevat in Tabel 4.1 – Tabel 4.3 en per parameter is aangegeven of die informatie op deze meetpunt beschikbaar is en wie de eigenaar van het meetpunt is.

Een groot deel van de databronnen wordt al ontsloten en gebruikt door RWS. Om te zien of deze data ook werkelijk LMW-data zou kunnen vervangen is een data-analyse nodig. Er is een onderlinge vergelijking gemaakt van alle beschikbare data. In de volgende paragrafen worden vergelijkingen getoond voor waterstanden en debieten die illustratief zijn voor de bruikbaarheid van verschillende bronnen.

Tabel 4.1 Samenvatting van alle meetpunten binnen en aangrenzend aan het Grevelingen voor de periode 2018-2020. Alleen de punten binnen de meren zijn in de analyse meegenomen. H (waterstand), Q (debiet), T (temperatuur), GE (geleidbaarheid). WSSS = Waterschap Scheldestromen, WSHD = Waterschap Hollandsche Delta. De locatie omschrijving bevat de LMW locatie omschrijving, behalve wanneer deze niet beschikbaar is dan wordt de DONAR locatie omschrijving gegeven (aangeduid met ^).

LMW code / Waterschap code	DONAR Codes	Locatie omschrijving	H	Q	T	GE	Beheerder
BOM1	GREVLGNBI22	Bommenede (ook wel eens Grevelingen boei G22)	x		x	x*	LMW
BRO6		Brouwerssluis Binnen (Brouwersdam spuisluis binnen schuif6)	x				Object RWS (niet LMW)
GMKLHVN		Gemaal Kilhaven	x				WSHD
GMDDPLD		Gemaal de Drie Polders	x				WSHD
GMBTNRD		Gemaal Battenoord	x				WSHD
KGM9		Gemaal Den Osse		x			WSSS
KGM15		Gemaal Dreischor		x			WSSS

* Geleidbaarheid wordt gemeten op twee verschillende dieptes, -1.5 m (BOM1b) en -2.75 m (BOM1o) t.o.v. NAP.

Tabel 4.2 Samenvatting van alle meetpunten binnen en aangrenzend aan de Oosterschelde voor de periode 2018-2020. Alleen de punten binnen de meren zijn in de analyse meegenomen. H (waterstand), Q (debiet), T (temperatuur), GE (geleidbaarheid). WSSS = Waterschap Scheldestromen, WSHD = Waterschap Hollandsche Delta. De locatie omschrijving bevat de LMW locatie omschrijving, behalve wanneer deze niet beschikbaar is dan wordt de DONAR locatie omschrijving gegeven (aangeduid met ^).

LMW code / Waterschap code	DONAR Codes	Locatie omschrijving	H	Q	T	GE	Beheerder
KRBL	KRAMMSZLBKN	Bruinisse Krammersluis laagbekken			x	x*	LMW
KRSL	KRAMMSZWT	Bruinisse Krammersluizen west [^]	x				LMW
MRG	MARLGT	Marollegat	x		x	x*	LMW
PLOT	PLAATVODTGKM	Plaat van Oude Tonge, oost			x	x*	LMW
RPBI	ROOMPBNN	Oosterschelde Roompotsluis binnen	x				LMW
STAN	SINTANLHVSGR	Sint Annaland Haven	x				LMW
STAV	STAVNSE	Stavenisse	x				LMW
YE	YERSKE	Yerseke	x				LMW
KGM7		Gemaal Prommelsluis	x	x			WSSS
KGM12		Gemaal 't Sas	x	x			WSSS
KGM13		Gemaal Zuidhoek	x	x			WSSS
KSL2		Keersluis Zierikzee	x				WSSS
KGM16		Gemaal Duiveland, Oosterland	x	x			WSSS
KGM92		Gemaal Duiveland, Ouwekerk	x	x			WSSS
KGM17		Gemaal de Luyster	x	x		x	WSSS
KSL3		Keersluis Stavenisse	x				WSSS
KGM21		Gemaal de Noord, Stavenisse	x	x		x	WSSS
KGM97		Gemaal de Noord, Sint-Maartensdijk	x	x		x	WSSS
KGM31		Gemaal Loohoek	x	x			WSSS
KGM47		Gemaal de Valle	x	x			WSSS
KST504		Stuw de Valle	x	x			WSSS
KGM63		Gemaal P.J.J. Dekker	x	x			WSSS
KGM65		Gemaal de Moer	x	x			WSSS
KGM68		Gemaal J.A. van der Graaff		x			WSSS

* Geleidbaarheid wordt gemeten op twee verschillende dieptes, -2.1 m (KRBLb) en -5.3 m (KRBLo) t.o.v. NAP voor de Krammersluizen laagbekken, -0.75 m t.o.v. waterstand (MRGb) en -3.0 m t.o.v. NAP (MRGo) voor het Marollegat, -0.75 m t.o.v. waterstand (PLOTb) en -5.5 m t.o.v. NAP (PLOTto) voor de Plaat van Oude Tonge, Krammer.

Tabel 4.3 Samenvatting van alle meetpunten binnen en aangrenzend aan het Veerse Meer voor de periode 2018-2020. Alleen de punten binnen de meren zijn in de analyse meegenomen. (H (waterstand), Q (debiet), T (temperatuur), GE (geleidbaarheid). WSSS = Waterschap Scheldestromen. De locatie omschrijving bevat de LMW locatie omschrijving, behalve wanneer deze niet beschikbaar is dan wordt de DONAR locatie omschrijving gegeven (aangeduid met ^).

LMW code / Waterschap code	DONAR Codes	Locatie omschrijving	H	Q	T	GE	Beheerder
----------------------------	-------------	----------------------	---	---	---	----	-----------

KATSb	KATSBNN	Kats, Zandkreeksluis	x				LMW
ZKD	ZKRKDAM	Kats Zandkreeksdam		x			LMW
VM4	ORJPSGE	Arnemuiden Oranjeplaat (Veerse Meer 04)	x		x	x*	LMW
VM5	KAMPLSMN	Kamperland, Schotsman (Veerse Meer 05)	x		x	x*	LMW
KGM39		Gemaal Aalvanger	x	x			WSSS
KGM40		Gemaal Kleverskerke	x	x			WSSS
KGM41		Gemaal Oostwatering	x	x			WSSS
KGM45		Gemaal Willem	x	x			WSSS
KGM46		Gemaal Adriaan	x	x			WSSS
KGM48		Gemaal Muidenweg	x	x			WSSS
KGM49		Gemaal de Piet	x	x			WSSS
KGM60		Gemaal Oosterland		x			WSSS
KGM61		Gemaal Wilhelmina		x			WSSS
KGM170		Gemaal Jacoba	x	x			WSSS
KST11		Stuw Sluis Jacoba	x	x			WSSS

* Geleidbaarheid wordt gemeten op twee verschillende dieptes, -0.9 m t.o.v. waterstand (VM4b) en -3.0 m t.o.v. NAP (VM4o) voor het Veerse Meer 04 meetpunt, en -0.9 m t.o.v. waterstand (VM5b) en -4.0 m t.o.v. NAP (VM5o) voor het Veerse Meer 05 meetpunt.

4.1 Vergelijking LMW-metingen met alternatieve databronnen

In de volgende paragrafen wordt de methode toegelicht hoe een aantal (alternatieve) databronnen worden vergeleken met de LMW metingen. De bestaande LMW meetpunten worden eerst met elkaar vergeleken en daarna met metingen die zijn verzameld door de waterschappen. Er zijn geen alternatieve metingen van de provincies. De data zal kort worden beschreven aan de hand van de technische invulling en beschikbaarheid van de data. Daarnaast is er een data analyse uitgevoerd om te kijken naar de nauwkeurigheid van de metingen. Voor het begrip van deze analyse dienen een aantal zaken en aannames verder te worden toegelicht. In de uitleg hieronder wordt als voorbeeld de vergelijking tussen LMW metingen en objectmetingen gebruikt, maar dezelfde concepten gelden ook voor de vergelijkingen tussen LMW meetpunten en andere alternatieve databronnen.

Ten eerste geldt er binnen het LMW voor alle meetpunten een onzekerheidseis van 2,5 cm voor de 10 minutengemiddelde metingen van waterstand. Deze eis houdt in dat de standaardafwijking en een mogelijk vast verschil gezamenlijk niet meer mogen zijn dan 2,5 cm als de gemiddelde meetfout (structurele afwijking) nul (0) is. In de praktijk kan dit niet worden getoetst aan een onafhankelijke nauwkeurige meting op dezelfde locatie. Er kan wel een schatting worden gemaakt op basis van nabij gelegen stations, of interpolatie op basis van omliggende stations. Het nulpunt/structurele afwijking wordt ter plaatse gecontroleerd en bijgesteld aan de hand van een vast referentiepunt ten opzichte van NAP. Er wordt aangenomen, en dit is naar alle waarschijnlijkheid terecht, dat met de huidige manier van inmeten, en installeren van de meetinstrumenten aan deze onzekerheidseis wordt voldaan (Rijkswaterstaat, 2008). Voor de vergelijking met de objectmetingen is het van belang een redelijke schatting te hebben van de onzekerheid van de LMW-meting. Er wordt immers eenzelfde onzekerheidseis aan de objectmeting gesteld op het moment dat deze gebruikt gaat worden om te voorzien in de informatiebehoefte. Bij een vergelijking tussen twee

locaties is de standaardafwijking van het verschil tussen de twee meetpunten gelijk aan de wortel van de som van de gekwadrateerde onzekerheid van de afzonderlijke meetpunten

$$s = \sqrt{x_{LMW}^2 + x_{object}^2}$$

Waarbij:

s = de standaardafwijking van de verschillen tussen de LMW- en objectmetingen

x_{LMW} = de standaardafwijking van de verschillen met de werkelijkheid (onzekerheid) in de LMW metingen (eis: maximaal 2,5 cm)

x_{object} = de standaardafwijking van de verschillen met de werkelijkheid (onzekerheid) in de objectmetingen (eis: maximaal 2,5 cm)

De formule geldt onder de aanname dat het verschil tussen de LMW-meting en de werkelijkheid (meetfout LMW-meting), en verschil tussen de objectmeting en de werkelijkheid (meetfout objectmeting) niet met elkaar gecorreleerd zijn¹. Dit lijkt een goede aanname aangezien de meetpunten fysiek gescheiden zijn en de metingen door verschillende sensoren worden gedaan. Er wordt dus niet verwacht dat zij elkaars meetfout beïnvloeden.

Als verder aangenomen wordt dat de LMW-meting exact voldoet aan de onzekerheidseis, mag de standaardafwijking van de verschillen tussen de object- en LMW-metingen maximaal 3,5 cm zijn op basis van bovenstaande formule:

$$s = \sqrt{x_{LMW}^2 + x_{object}^2} = \sqrt{2,5^2 + 2,5^2} \sim 3,5$$

In dat geval is de onzekerheid van de objectmeting namelijk maximaal 2,5 cm, waarmee aan de eis wordt voldaan. Dit gaat echter alleen op als de onzekerheid van de LMW-meting exact gelijk is aan de maximale fout. Eerder is gesteld dat de onzekerheid van de LMW-meting vermoedelijk lager is, wat betekent dat eigenlijk een strengere eis (lager dan 3,5 cm) ten aanzien van de standaardafwijking van de verschillen tussen de LMW en objectmeting aangehouden moet worden. Voor deze studie is de aanname dat de statistische meetonzekerheid van de LMW-metingen in dit gebied niet hoger is dan 1,5 cm. Volgens bovenstaande formule moet de standaardafwijking van de verschillen tussen de LMW- en objectmetingen dan lager zijn dan 2,9 cm. Als dat zo is, zou de standaardafwijking van de verschillen tussen de objectmetingen en de werkelijkheid niet groter dan 2,5 cm moeten zijn. Daarmee zouden de objectmetingen moeten voldoen aan de onzekerheidseisen (zie paragraaf 3.3).

Bovenstaande betekent het volgende:

- Als de standaardafwijking van de verschillen tussen de LMW- en objectmetingen onder de 2,9 cm is, wordt er aangenomen dat de objectmeting voldoet aan de 2,5 cm onzekerheidseis. De aanname hierbij is dat de onzekerheid van de LMW-metingen niet minder is dan 1,5 cm. Wel is het in dit geval de verwachting dat de objectmeting een grotere meetfout heeft dan de LMW-meting. Wat dus een (acceptabele) verslechtering van de kwaliteit inhoudt.

¹ In dat geval mag namelijk de formule van Bienaymé worden toegepast. Die stelt dat de variantie van het verschil tussen (of de som van) twee variabelen hetzelfde is als de som van de varianties van de variabelen zelf, ofwel $\text{Var}(X-Y) = \text{Var}(X) + \text{Var}(Y)$. De variabele X is het verschil tussen de LMW-meting (L) en de werkelijkheid (W), de variabele Y is het verschil tussen de objectmeting (O) en de werkelijkheid. Hiermee wordt de volgende formule gevonden: $\text{Var}(L-W-O+W) = \text{Var}(L-W) + \text{Var}(O-W)$. In de linkerkant van de formule vallen dan de W's eruit, en blijft deze formule over: $\text{Var}(L-O) = \text{Var}(L-W) + \text{Var}(O-W)$. Met de definities in de hoofdtekst wordt dit: $s^2 = x_{LMW}^2 + x_{object}^2$. Door hiervan de wortel te trekken wordt de formule gevonden die in de hoofdtekst staat.

- Als de standaardafwijking van de verschillen onder de 2,1 cm is, wordt op basis van de bovenstaande formule aangenomen, dat zowel de meetfout van de LMW-meting als de meetfout van de objectmeting kleiner zijn dan 2,1 cm (en dus voldoen aan de 2,5 cm onzekerheidseis). Onder de aanname dat de meetfout van de LMW-metingen rond de 1,5 cm ligt, ligt de onzekerheid van de objectmeting ook rond de 1,5 cm. Er wordt dus aangenomen dat er geen verbetering, noch een verslechtering van kwaliteit optreedt.
- Als de standaardafwijking van de verschillen tussen de LMW- en objectmetingen onder de 1,5 cm is, klopt de aanname dat de meetfout van de LMW-metingen niet minder dan 1,5 cm is niet meer. De meetfout van beide metingen is dan per definitie onder de 1,5 cm. Er kan op dat moment niet met zekerheid gezegd worden welke meting nauwkeuriger of minder nauwkeurig is.
- Alles onder de aanname dat de structurele afwijkingen (bias) die worden gevonden bij de objectmetingen verholpen kunnen worden. In dat geval geeft de standaardafwijking van de verschillen tussen de metingen namelijk de volledige onzekerheid weer. Anders geformuleerd zou je kunnen stellen dat de standaardafwijking van de verschillen tussen de object- en LMW-metingen de potentie van de objectmeting als vervanging van de LMW-meting weergeeft, mits de structurele afwijking verholpen wordt.

4.1.1 Weergave resultaten

De resultaten van vergelijking worden weergegeven in tabellen. In deze tabel worden twee meetpunten voor een bepaalde parameter vergeleken en wordt uitgedrukt in de nieuwe correlatie als standaard deviatie (of Root Mean Square Deviation; RMSD), bias en standard deviatie.

Om een mogelijke bias door een verschuiving van de meetreeks in de tijd tussen 2 meetpunten te verwijderen, worden de tijdseries in de bewerking verschoven (in minuten) om een betere correlatie te bereiken. Het aantal minuten met welke de tijdsreeks is verschoven wordt weergegeven, net als RMSD, bias en standard deviatie.

4.2 Landelijk Meetnet Water (LMW)-metingen

4.2.1 Grevelingen

4.2.1.1 Beschrijving huidige meetnet in het Grevelingen

RWS meet onder het Landelijke Meetnet Water (LMW) op 1 vaste meetlocatie in het Grevelingen continu de waterstand, geleidbaarheid en temperatuur. Die locatie is *Bommenede* (ook wel *Grevelingen Boei G22*). Waterstanden in het Grevelingen worden daarnaast ook afgeleid bij *Brouwerssluis*, *Brouwerssluis vissluis* (uur meting) en *Flakkeese spuisluis* (sinds 1-jan-2019).

Geleidbaarheid en temperatuur worden in het Grevelingen nabij het wateroppervlak (op ~1,5 m NAP) en dieper gelegen (op ~2,75 m NAP) gemeten. De metingen worden gedaan met geleidbaarheidsmeters op basis van inductie. De sensoren worden jaarlijks gekalibreerd en maandelijks schoongemaakt. De geleidbaarheidsmetingen worden gearchiveerd zoals gemeten. Correctie voor temperatuur gebeurt pas in de omrekening naar chloridegehalten.

Op de direct aangrenzende wateren, worden ook metingen uitgevoerd van debieten die van belang zijn voor het waterbeheer van het Grevelingen. De belangrijkste zijn:

- Waterstanden van het Grevelingen (meetpunt *Bommenede*)
- Debiet Brouwerssluis bij de verbinding met de Noordzee

- Waterstanden, temperatuur en zoutgehalte van Oosterschelde en Noordzee nabij de Brouwersdam en Flakkeese spuisluis

Metingen bij de Flakkeese spuisluis zijn voor de periode 2018-2020 niet relevant aangezien deze sluis toen gesloten was.

In het kort de meest in het oog springende zaken:

- Er zijn objectenmetingen bij Brouwerssluis.

4.2.1.2 Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-meetpunten

Alle LMW-meetpunten in het Grevelingenmeer zijn enkelvoudig uitgevoerd. Er zijn lokaal geen extra meters aanwezig voor het opvangen van uitval. Wel wordt op veel locaties geleidbaarheid & temperatuur (voor chlorideconcentratie) met twee sensoren gemeten (boven en onder). Uit analyse van de data van 2018-2020 is afgeleid dat de beschikbaarheid per locatie en parameter varieert tussen de 94 en 100% (zie bijlage A).

4.2.1.3 Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten

Waterstanden

In het Grevelingenmeer is voor de periode 2018-2020 maar op één LMW locatie de waterstand gemeten.

Debiten

Voor de locaties van de meetpunten in het meer wordt enkel bij Brouwerssluis debieten gemeten.

Geleidbaarheid en Temperatuur

Omdat er maar 1 vast LMW meetpunt in het meer is, is een vergelijking van metingen voor geleidbaarheid onuitvoerbaar. Ook geldt voor chlorideconcentraties in het algemeen dat deze voor de verschillende LMW stations niet uitwisselbaar zijn, deze zijn nodig om het systeem te karakteriseren.

Watertemperatuur is, net als waterstand, voor de periode 2018-2020 maar op een locatie gemeten.

4.2.2 Oosterschelde

4.2.2.1 Beschrijving huidige meetnet in de Oosterschelde

RWS meet onder het LMW op 6 vaste meetlocaties in de Oosterschelde continu de waterstand, namelijk bij *Krammersluizen west*, *Marollegat*, *Roompot binnen*, *Sint Annaland Haven*, *Stavenisse* en *Yerseke*. Geleidbaarheid en temperatuur wordt op meerdere LMW locaties gemeten, namelijk bij *Krammersluizen laagbekken*, *Marollegat* en *Plaat van Oude Tonge Krammer*.

Geleidbaarheid en temperatuur worden over het algemeen 'boven' (nabij het wateroppervlak, tussen 0,75 en 2 m onder NAP), en 'onder' (tussen 3 en 5,5 m NAP) gemeten. De metingen worden gedaan met geleidbaarheidsmeters op basis van inductie. De sensoren worden jaarlijks gekalibreerd en maandelijks schoongemaakt. De geleidbaarheidsmetingen worden gearchiveerd zoals gemeten. Correctie voor temperatuur gebeurt pas in de omrekening naar chlorideconcentraties.

In het kort de meest in het oog springende zaken:

- Er zijn geen objectenmetingen.

4.2.2.2 Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-meetpunten

Alle LMW-meetpunten in de Oosterschelde zijn enkelvoudig uitgevoerd. Er zijn lokaal geen extra meters aanwezig voor het opvangen van uitval. Wel wordt op veel locaties geleidbaarheid & temperatuur (voor chlorideconcentratie) met twee sensoren gemeten (boven en onder). Uit analyse van de data van 2018-2020 is afgeleid dat de beschikbaarheid per locatie en parameter varieert tussen de 73 en 97% (zie bijlage A; met uitzondering van maandelijkse metingen voor temperatuur en geleidbaarheid bij Wissenkerke, Zijpe en Lodijkse Gat).

4.2.2.3 Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten

Waterstanden

In de Oosterschelde is voor de periode 2018-2020 op meerdere LMW locatie de waterstand gemeten. In Tabel 4.4 zijn alle resultaten van de vergelijkingen en correlaties van de 10 minuten gemiddelde en uurgemiddelde waterstandsmetingen per LMW meetpunt weergegeven. Krammersluizen west en Sint-Annaland Haven Steiger tonen perspectief maar wijken desondanks te veel af. De conclusie is dan ook dat deze metingen niet uitwisselbaar zijn.

Tabel 4.4 Resultaten van vergelijkingen en correlaties van de 10 minuten gemiddelde en uurgemiddelde waterstandsmetingen per gebied voor 2018-2020, waarbij **Stdev**: standaarddeviatie van de verschillen tussen de metingen (0 = groen, 6 = rood) **RMSD**: Wortel van het gemiddelde gekwadrateerde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 6 = rood), **Bias**: absoluut gemiddelde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 2 = rood)

Locatie 1	Locatie 2	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(res) (cm)	min	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(res) (cm)
10 min gemiddelde waterstandsmetingen						Shift	Shift	Shift
Krammersluizen west	Marollegat	16.8	0.8	16.8	10	13.7	0.8	13.7
Krammersluizen west	Roompot binnen	23.0	3.8	22.6	-20	18.0	3.8	17.5
Krammersluizen west	Sint Annaland Haven	3.7	0.2	3.7	0	3.7	0.2	3.7
Krammersluizen west	Stavenisse	4.7	1.5	4.5	0	4.7	1.5	4.5
Krammersluizen west	Yerseke	10.2	2.9	9.8	0	10.2	2.9	9.8
Marollegat	Roompot binnen	36.8	3.0	36.7	-30	28.9	3.0	28.7
Marollegat	Sint Annaland Haven	15.4	-0.6	15.4	-10	13.5	-0.6	13.5
Marollegat	Stavenisse	18.4	0.7	18.4	-10	15.3	0.7	15.3
Marollegat	Yerseke	9.3	2.1	9.0	-10	8.4	2.1	8.1
Roompot binnen	Sint Annaland Haven Steiger	24.0	-3.6	23.7	20	17.9	-3.6	17.5
Roompot binnen	Stavenisse	19.6	-2.3	19.5	20	14.7	-2.3	14.6
Roompot binnen	Yerseke	29.4	-0.9	29.4	20	23.5	-0.9	23.5
Sint Annaland Haven	Stavenisse	5.6	1.3	5.5	0	5.6	1.3	5.5
Sint Annaland Haven	Yerseke	9.4	2.7	9.0	0	9.4	2.7	9.0
Stavenisse	Yerseke	11.0	1.4	11.0	0	11.0	1.4	11.0
uurgemiddelde waterstandsmetingen								
Krammersluizen west	Marollegat	16.0	0.8	16.0	0	16.0	0.8	16.0
Krammersluizen west	Roompot binnen	22.2	3.8	21.9	0	22.2	3.8	21.9
Krammersluizen west	Sint Annaland Haven	3.5	0.2	3.4	0	3.5	0.2	3.4
Krammersluizen west	Stavenisse	4.1	1.5	3.8	0	4.1	1.5	3.8
Krammersluizen west	Yerseke	9.4	2.9	9.0	0	9.4	2.9	9.0

Marollegat	Roompot binnen	35.9	3.0	35.8	720	35.7	3.0	35.6
Marollegat	Sint Annaland Haven	14.7	-0.6	14.7	0	14.7	-0.6	14.7
Marollegat	Stavenisse	17.7	0.7	17.7	0	17.7	0.7	17.7
Marollegat	Yerseke	9.0	2.1	8.8	0	9.0	2.1	8.8
Roompot binnen	Sint Annaland Haven	23.2	-3.6	23.0	0	23.2	-3.6	23.0
Roompot binnen	Stavenisse	19.2	-2.3	19.0	0	19.2	-2.3	19.0
Roompot binnen	Yerseke	28.6	-0.9	28.6	0	28.6	-0.9	28.6
Sint Annaland Haven	Stavenisse	5.1	1.3	4.9	0	5.1	1.3	4.9
Sint Annaland Haven	Yerseke	8.7	2.7	8.2	0	8.7	2.7	8.2
Stavenisse	Yerseke	10.6	1.4	10.5	0	10.6	1.4	10.5
Stavenisse	Yerseke	10.6	1.4	10.5	0	10.6	1.4	10.5

Debiten

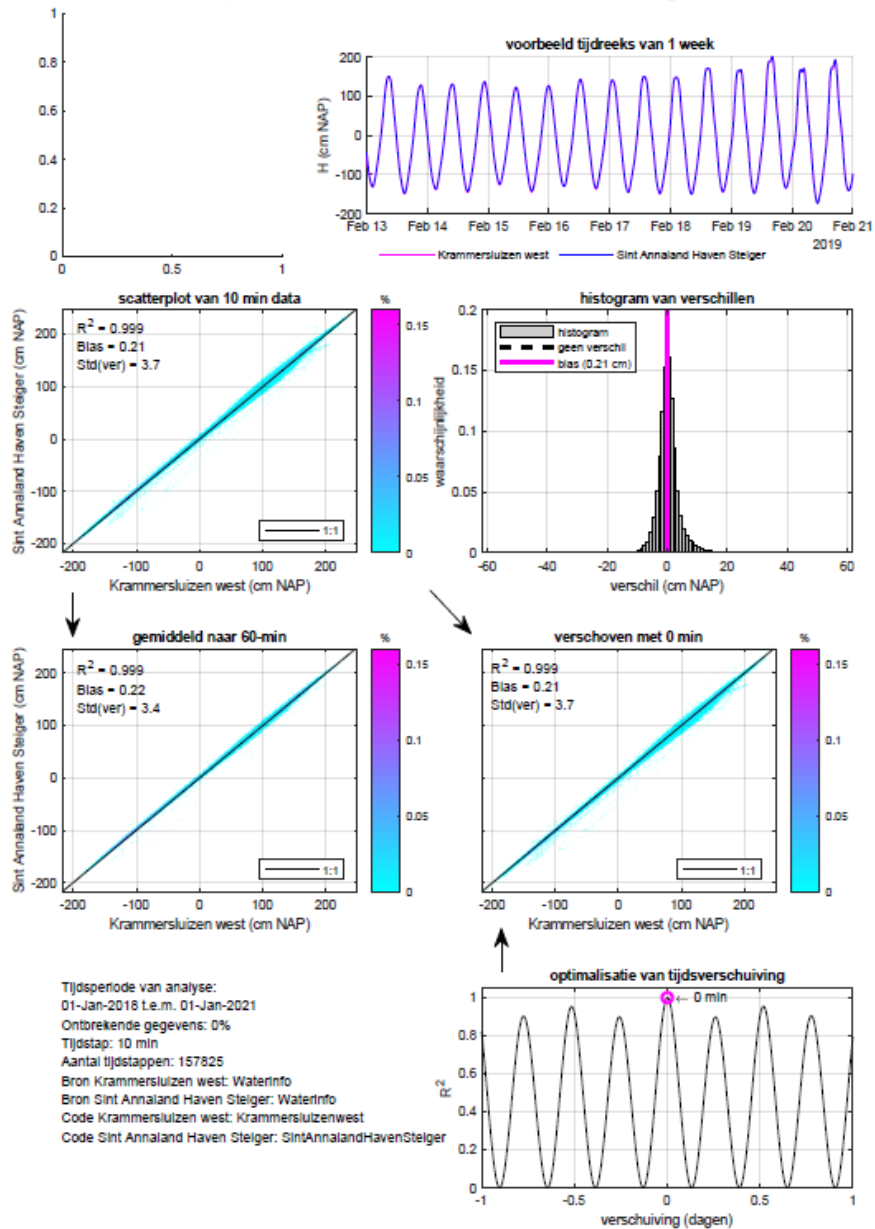
Voor de locaties van de meetpunten in het meer worden debieten gemeten bij *Zandkreekdam* (verbinding met Veerse Meer), *Bergse Diepsluis* (verbinding met Volkerak-zoommeer) en *Krammersluis* (verbinding met Volkerak-zoommeer). Deze metingen zijn nodig om de doorstroom van en naar de verschillende wateren te bepalen.

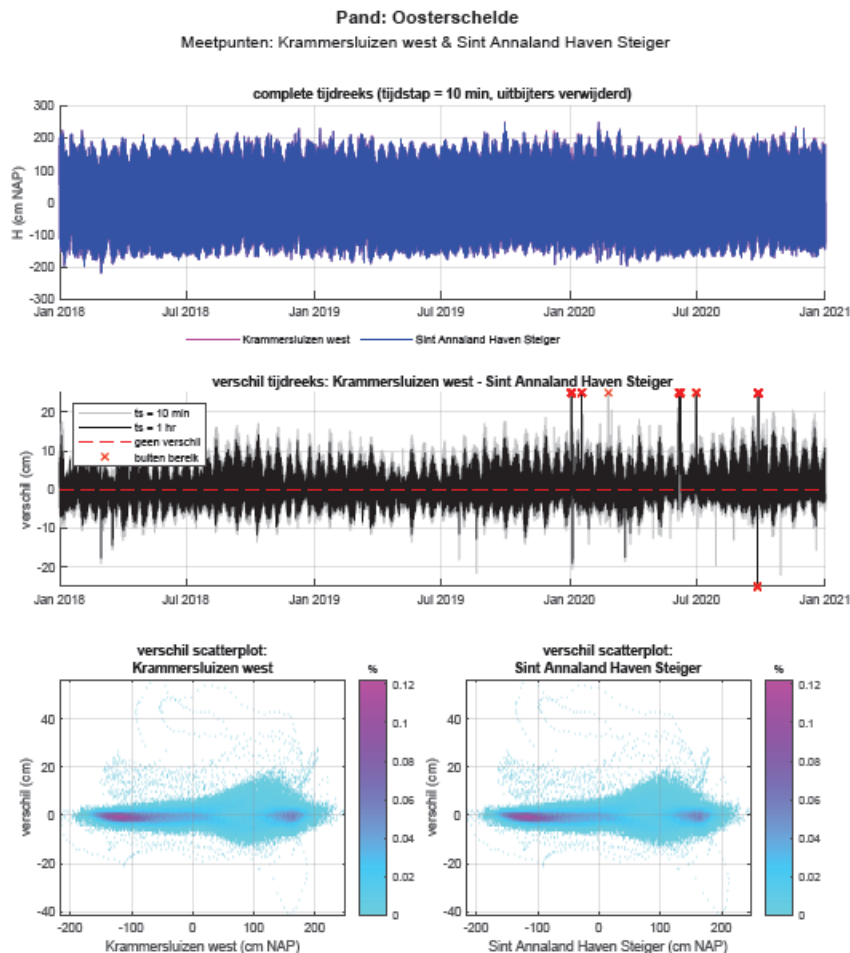
Geleidbaarheid en Temperatuur

De vaste LMW meetpunten hebben geen duidelijke correlatie in geleidbaarheid. Temperatuur wordt beschouwt als ondersteunde functie voor het berekenen van chlorideconcentraties en is daarom niet apart gecorreleerd. Voor de vergelijking zijn de geleidbaarheidsmetingen van RWS omgerekend naar de geleidbaarheid bij 25 °C, conform de werkwijze van de waterschappen. De chlorideconcentraties voor de verschillende LMW stations zijn niet uitwisselbaar en zijn nodig om het systeem te karakteriseren.

Pand: Oosterschelde

Meetpunten: Krammersluizen west & Sint Annaland Haven Steiger





Figuur 4.1 Vergelijking meetpunten Krammersluizen west en Sint Annaland Haven Steiger in de Oosterschelde.

4.2.3 Veerse Meer

4.2.3.1 Beschrijving huidige meetnet in het Veerse Meer

RWS meet onder het LMW op 3 vaste meetlocaties in het Veerse Meer continu de waterstand, namelijk bij *Arnemuiden Oranjeplaat*, *Kamperland Schotsman* en *Zandkreekdam*. Geleidbaarheid en temperatuur wordt op twee LMW locaties gemeten, namelijk bij *Arnemuiden Oranjeplaat* en *Kamperland Schotsman*.

Geleidbaarheid en temperatuur worden over het algemeen 'boven' (nabij het wateroppervlak, tussen 0,75 en 2 m onder NAP), en 'onder' (tussen 3 en 5,5 m NAP) gemeten. De metingen worden gedaan met geleidbaarheidsmeters op basis van inductie. De sensoren worden jaarlijks gekalibreerd en maandelijks schoongemaakt. De geleidbaarheidsmetingen worden gearchiveerd zoals gemeten. Correctie voor temperatuur gebeurt pas in de omrekening naar chlorideconcentraties.

In het kort de meest in het oog springende zaken:

- Er zijn geen objectenmetingen.

4.2.3.2 Beschikbaarheid en onzekerheden in meetwaarden LMW-meetpunten

Alle LMW-meetpunten in het Veerse Meer zijn enkelvoudig uitgevoerd. Er zijn lokaal geen extra meters aanwezig voor het opvangen van uitval. Wel wordt op veel locaties

geleidbaarheid & temperatuur (voor bepaling chlorideconcentratie) met twee sensoren gemeten (boven en onder). Uit analyse van de data van 2018-2020 is afgeleid dat de beschikbaarheid per locatie en parameter varieert tussen de 91 en 100% (zie bijlage A).

4.2.3.3 Onderlinge vergelijking en correlaties tussen LMW-punten

Waterstanden

In het Veerse Meer is voor de periode 2018-2020 op drie LMW locaties de waterstand gemeten. In Tabel 4.5 zijn alle resultaten van de vergelijkingen en correlaties van de 10-minutengemiddelde en uurgemiddelde waterstandsmetingen per LMW meetpunt weergegeven. Arнемuiden Oranjeplaat en Kamperland Schotsman tonen perspectief met een lage BIAS en relatief lage RMSD en standaard deviatie.

Tabel 4.5 Resultaten van vergelijkingen en correlaties van de 10 minuten, 30 minuten en uurgemiddelde waterstandsmetingen per gebied voor 2018-2020, waarbij **Stdev**: standaarddeviatie van de verschillen tussen de metingen (0 = groen, 6 = rood) **RMSD**: Wortel van het gemiddelde gekwadrateerde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 6 = rood), **Bias**: absoluut gemiddelde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 2 = rood)

Locatie 1	Locatie 2	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(res) (cm)	min	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(res) (cm)
10 min gemiddelde waterstandsmetingen								
Kats binnen	Arнемuiden Oranjeplaat	2.5	1.1	2.3	30.0	2.4	1.1	2.2
Kats binnen	Kamperland Schotsman	2.9	1.2	2.6	60.0	2.6	1.2	2.3
Arнемuiden Oranjeplaat	Kamperland Schotsman	1.5	0.1	1.4	0.0	1.5	0.1	1.4
uurgemiddelde waterstandsmetingen								
Kats binnen	Arнемuiden Oranjeplaat	2.4	1.1	2.1	60.0	2.3	1.1	2.1
Kats binnen	Kamperland Schotsman	2.7	1.2	2.4	60.0	2.6	1.2	2.3
Arнемuiden Oranjeplaat	Kamperland Schotsman	1.4	0.1	1.4	0.0	1.4	0.1	1.4

Debieten

Voor de locaties van de meetpunten in het meer wordt maar 1 locatie het debieten gemeten, namelijk bij de verbinding met de Oosterschelde (*Zandkreekd*am).

Geleidbaarheid en Temperatuur

De vaste LMW meetpunten hebben geen duidelijke correlatie in geleidbaarheid. Temperatuur wordt beschouwt als ondersteunde functie voor het berekenen van chlorideconcentraties en is daarom niet apart gecorreleerd. Voor de vergelijking zijn de geleidbaarheidsmetingen van RWS omgerekend naar de geleidbaarheid bij 25 °C, conform de werkwijze van de waterschappen. De chlorideconcentraties voor de verschillende LMW stations zijn niet uitwisselbaar en zijn nodig om het systeem te karakteriseren.

4.3 Metingen waterschappen

Het uitgangspunt voor de waterschappen is dat de pompen en inlaten onafhankelijk moeten kunnen werken en niet afhankelijk zijn van informatie van buitenaf. Waterstanden worden daarom altijd ter plekke gemeten met druksensoren aan beide zijden van het gemaal of inlaat.

Bij **Waterschap Scheldestromen (WSSS)** worden waterstanden op de gemalen en inlaten gemeten via drukdozen (Siemens) als hoogfrequente metingen en hoge resolutie (per cm of zelfs grotere stappen). Waterstanden worden vastgesteld op 5 cm en daarom is een nauwkeurigheid van 3 cm voldoende bij metingen.

WSS experimenteert o.a. in het Schelde-Rijnkanaal met goedkope flexibele meetoplossingen: de Multiflexmeter. Dit open platform stimuleert het gebruik van goedkope sensoren met laag energieverbruik, eenvoudige opstellingen en beperkt data communicatie (zoals LoRaWAN).

Debieten worden berekend op basis van schuifstanden voor inlaten en gemalen.

Bij WSS is op een deel van de locaties ook de zoutinformatie (geleidbaarheid) in de lokale sturing opgenomen. WSS meet daarom continu de geleidbaarheid op de drie punten in de Oosterschelde waar water wordt ingelaten.

Waterschap Hollandse Delta (WHD) meet de waterstanden bij de grote gemalen (Kilhaven, Battenoord) binnen- en buitendijks om op basis hiervan debieten te kunnen berekenen.

4.3.1 **Databeschikbaarheid waterschappen en ontsluiting**

Op basis van een periode van 3 jaar (2018-2020) is de beschikbaarheid van de waterschapdata vergelijkbaar met het LMW. De beschikbaarheid ligt rond de 99% voor de waterstandsmetpunten met uitzondering van Gemaal Kleverskerke (78%), Gemaal de Drie Polders (7%) en Keersluis Stavenisse (6%). De data worden steeds meer beschikbaar gesteld voor onderlinge uitwisseling tussen de waterschappen en daarnaast ook beschikbaar gesteld aan Rijkswaterstaat voor RWsOS-IWP. De uitwisseling tussen waterschap vindt ook plaats via een eigen digitale scherm op het slim watermanagement dashboard (<https://hydronet.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=e79244d83c0c4df79dc422f61b654d8>).

4.3.2 **De onzekerheid in de data van de waterschappen**

De waterstandsmetpunten worden ingemeten op basis van de lokale peilschalen, die weer worden ingemeten ten opzichte van NAP. Hierbij kan een bias van enkele centimeters ontstaan.

Voor debietmetingen proberen alle twee de waterschappen zo goed mogelijk de in het waterakkoord gesteld eis van 10% nauwkeurigheid te halen. Het overgroot deel wordt berekend op basis van waterstanden.

4.3.3 **Meetnetstrategie van de waterschappen**

De waterschappen hebben over het algemeen vele honderden objecten die bediend moeten worden. Op deze objecten wordt dan ook gemeten. Daarmee wordt bijna alle informatie verkregen die de waterschappen nodig hebben m.b.t. waterstand, debiet en watertemperatuur. Als er geen objecten in de buurt van een interessepunt zijn, wordt in sommige gevallen een aanvullend meetpunt toegevoegd. Meten op de objecten is kostenefficiënt, omdat voeding en datacommunicatie al aanwezig zijn. Vanwege de grote hoeveelheden meetpunten gebruiken de waterschappen relatief goedkope sensoren en opstellingen.

4.3.4 **Vergelijking van data van de waterschappen met LMW-data**

In deze paragraaf wordt een korte beschouwing gegeven op de waterstanden van de waterschappen door deze te vergelijken met het dichtstbijzijnde LMW-metpunt.

4.3.4.1 Grevelingen

Voor Bommenede is een slechte overeenstemming met Gemaal Kilhaven en Gemaal Battenoord (Tabel 4.6). Andere gemalen zoals gemaal Drie Polders hebben een te lage data beschikbaarheid (7%).

Tabel 4.6 Resultaten van vergelijkingen en correlaties van de uurgemiddelde waterstandsmeting met de dichtstbijzijnde LMW meting voor 2018-2020, waarbij **Stdev**: standaarddeviatie van de verschillen tussen de metingen (0 = groen, 6 = rood) **RMSD**: Wortel van het gemiddelde gekwadrateerde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 6 = rood), **Bias**: absoluut gemiddelde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 2 = rood).

Locatie 1	Locatie 2	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)	min	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)
30 min gemiddelde waterstandsmetingen					Shift			
Bommenede (Waterinfo)	Gemaal Kilhaven (WSHD)	6,6	-6,1	2,3	-60	6,6	-6,1	2,3
Bommenede (Waterinfo)	Gemaal Battenoord (WSHD)	23,7	-23,3	4,6	-30	23,7	-23,3	4,5

Metingen van debieten, geleidbaarheid en temperatuur zijn niet vergelijkbaar en uitwisseling is dus ook niet mogelijk.

4.3.4.2 Oosterschelde

De waterstandsmetingen bij gemalen die uitkomen in de Oosterschelde, gemeten door WSSS, correleren slecht met LMW meetpunten Roompot binnen, Yerseke, Marollegat, Stavenisse en Sint Anna haven steiger (Tabel 4.7). De conclusie is dan ook dat deze niet uitwisselbaar zijn.

Tabel 4.7 Resultaten van vergelijkingen en correlaties van de 30-minuten gemiddelde waterstandsmeting met de dichtstbijzijnde LMW meting voor 2018-2020, waarbij **Stdev**: standaarddeviatie van de verschillen tussen de metingen (0 = groen, 6 = rood) **RMSD**: Wortel van het gemiddelde gekwadrateerde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 6 = rood), **Bias**: absoluut gemiddelde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 2 = rood).

Locatie 1	Locatie 2	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)	min	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)
30 min gemiddelde waterstandsmetingen					Shift			
Roompot binnen	Stuw De Valle (WSSS)	32,7	-6,0	32,1	0,0	32,7	-6,0	32,1
Roompot binnen	Gemaal De Valle (WSSS)	32,5	-6,1	31,9	0,0	32,5	-6,1	31,9
Yerseke	Gemaal Loohoek (WSSS)	41,4	-15,3	38,5	0,0	41,4	-15,3	38,5
Yerseke	Gemaal P.J.J. Dekker (WSSS)	42,0	8,2	41,2	-30,0	40,1	8,2	39,2
Yerseke	Gemaal De Noord Sint-Maartensdijk (WSSS)	115,9	-81,0	82,9	0,0	115,9	-81,0	82,9
Yerseke	Gemaal De Noord Stavenisse (WSSS)	116,0	-81,1	82,9	0,0	116,0	-81,1	82,9
Marollegat	Gemaal Loohoek (WSSS)	45,2	-13,3	43,2	0,0	45,2	-13,3	43,2
Stavenisse	Keersluis Stavenisse (WSSS)	53,9	-4,2	53,7	-60,0	27,1	-4,2	26,8

Sint Annaland Haven Steiger	Gemaal De Luyster (WSSS)	37.8	-9.3	36.7	0.0	37.8	-9.3	36.7
-----------------------------	--------------------------	------	------	------	-----	------	------	------

Metingen van LMW en waterschappen zijn niet vergelijkbaar en de conclusie is dan ook dat deze niet uitwisselbaar zijn.

4.3.4.3 Veerse Meer

De waterstandsmetingen in het Veerse Meer gemeten bij gemaal Aalvanger komt redelijk overeen met LMW meetpunten Arnemuïden Oranjeplaat en Kamperland Schotsman (Tabel 4.8). Overige gemalen tonen een relatief slechte overeenkomst en de conclusie is dan ook dat deze niet uitwisselbaar zijn.

Tabel 4.8 Resultaten van vergelijkingen en correlaties van de uurgemiddelde waterstandsmeting met de dichtstbijzijnde LMW meting voor 2018-2020, waarbij **Stdev**: standaarddeviatie van de verschillen tussen de metingen (0 = groen, 6 = rood) **RMSD**: Wortel van het gemiddelde gekwadrateerde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 6 = rood), **Bias**: absoluut gemiddelde verschil tussen de twee tijdreeksen (0 = groen, 2 = rood).

Locatie 1	Locatie 2	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)	min	RMSD (cm)	BIAS (cm)	STD(re s) (cm)
10 min gemiddelde waterstandsmetingen								
					Shift			
Kats binnen	Gemaal De Piet	13.6	-9.5	9.7	0.0	13.6	-9.5	9.7
Kats binnen	Gemaal Adriaan	4.7	-4.3	1.9	0.0	4.7	-4.3	1.9
Kats binnen	Gemaal Aalvanger	5.8	1.1	5.7	30.0	5.8	1.1	5.7
Arnemuïden Oranjeplaat	Gemaal De Piet	14.1	-10.6	9.3	0.0	14.1	-10.6	9.3
Arnemuïden Oranjeplaat	Gemaal Adriaan	5.8	-5.4	2.1	0.0	5.8	-5.4	2.1
Arnemuïden Oranjeplaat	Gemaal Aalvanger	5.5	0.1	5.5	0.0	5.5	0.1	5.5
Kamperland Schotsman	Gemaal De Piet	14.2	-10.7	9.4	0.0	14.2	-10.7	9.4
Kamperland Schotsman	Gemaal Adriaan	6.0	-5.5	2.4	0.0	6.0	-5.5	2.4
Kamperland Schotsman	Gemaal Aalvanger	5.4	0.0	5.4	0.0	5.4	0.0	5.4

Metingen van debieten, geleidbaarheid en temperatuur zijn niet vergelijkbaar en uitwisseling is dus ook niet mogelijk.

4.4 Modellen en berekeningen Rijkswaterstaat en waterschappen

4.4.1 Numerieke modellen

4.4.1.1 Grevelingen

Het D-HYDRO-model van de Grevelingen is volledig opnieuw opgebouwd voor de verschillende voor Rijkswaterstaat relevante toepassingen en primaire processen.

De beoogde toepassingen zijn:

- Verkenning mogelijkheid om het meerpeil te corrigeren voor scheefstand (stormopzet),
- Toepassing binnen BOI (Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium),

- Onderzoeken systeemwerking peilbeheer, waterkwaliteit en ecologie in huidige situatie en na realisatie doorlaatmiddel Brouwersdam.

Voor de drie toepassingen is één 3D hydrodynamisch model (D-Flow FM) opgezet dat in staat is om zoutgehaltes (ofwel chlorideconcentraties), temperatuur en stormopzet te berekenen. Daarnaast is er een diepte-gemiddeld (2Dh) model afgeleid van dit 3D-model voor toepassing binnen BOI. Voor de derde toepassing gerelateerd aan waterkwaliteit en ecologie is een (met het hydrodynamische model) online-gekoppeld waterkwaliteitsmodel opgezet (D-Water Quality). In overleg met kerngebruikers bij RWS zijn voor iedere toepassing kalibratie- en validatieperiodes vastgesteld welke gebruikt zijn om het model te toetsen op kwaliteit en geschiktheid.

Op dit moment zijn er geen operationele systemen die gebruik maken van deze modellen voor dit gebied.

4.4.1.2 Oosterschelde

Sinds 2017 is in het kader van de projecten KPP - Hydraulica Schematisaties Zout (2017 – 2019) gewerkt aan een nieuw zesde generatie, D-HYDRO model van de Oosterschelde. Dit model vervangt het in 2015 opgezette vijfde generatie WAQUA-model van de Oosterschelde (Kaaij, 2015). Dit model is eind 2019 opgeleverd aan RWS.

Het D-HYDRO Oosterschelde model is gekalibreerd aan de hand van de jaarsom van 2016 op de keringsformulering en de bodemruwheid coëfficiënt. De stroomsnelheden en neervorming nabij de kering worden (kwalitatief) goed door het Oosterschelde model beschreven. De waterstandsverwachtingen van het model voor 2016, 2013, 2007 en 1990 laten een goede overeenkomst zien met de gemeten waarden (RMSE in Oosterschelde voor jaarsom 2016: 0,056m, 2013: 0,051m, 2007: 0,048m, 1990: 0,040m (alle meetlocaties)) welke veelal beter is dan WAQUA ScalOost (2013: 0,061m) en IMPLIC (2007: 0,083m).

Op dit moment zijn er geen operationele systemen die gebruik maken van deze modellen voor dit gebied.

4.4.1.3 Veerse Meer

Het 2D D-HYDRO model van het Veerse Meer is aanvankelijk alleen getoetst aan de hand van de windgedreven lokale op- en afwaaiing. Op basis van het simuleren van een storm in november 2007 en de Sinterklaasstorm 2013, blijkt dat het model de lokale wind-gedreven waterstandsverschillen goed kan reproduceren, specifiek als een lokaal windstation wordt gebruikt voor de windforcering.

In 2020 is aanvullend een 3D D-HYDRO model van het Veerse Meer opgezet, waarbij ook uitvoerig is gekeken naar de waterbalans, de sluitfout in combinatie met debiet Katse Heule. Deze werkzaamheden zijn in de eerste zes maanden van 2021 afgerond en gerapporteerd. In het kader van de gevoeligheidsanalyse en de toepasbaarheid voor waterkwaliteitstoepassingen wordt er in het kader van de ontwikkeling van een Waterkwaliteitsmodel voor het Veerse Meer in 2021 nog gekeken naar de invloed van een laagdikte van 0.25 m.

Op dit moment zijn er geen operationele systemen die gebruik maken van deze modellen voor dit gebied.

4.4.2 Operationele systemen van de waterschappen

De waterschappen maken gebruik van verschillende modellen voor het operationele gebruik. Waterschap Scheldestromen gebruikt Delft-FEWS en een customised viewer om tijdseries in het beheergebied te kunnen opvragen en nodige informatie te ontsluiten.

4.4.3 Operationele systemen: RWsOS-IWP

RWsOS-IWP is het landelijk operationele instrumentarium voor de peil geregeerde watersystemen van Rijkswaterstaat. Het modelinstrumentarium van RWsOS-IWP kent op dit moment vijf verschillende niveaus, ook wel plateaus genoemd. Per watersysteem kan het aantal plateaus verschillen. Dit hangt samen met de specifieke behoefte van de regionale dienst. Een gedetailleerde beschrijving van het systeem is hier te vinden:

<https://publicwiki.deltares.nl/display/FEWSWTD/Home>.

Plateau 1 – Inwinnen en presenteren

IWP wint voor het Grevelingmeer en het Veerse Meer data in van onder anderen LMW. Uit LMW wordt data van waterstanden, debiet, chlorideconcentraties en/of geleidbaarheid, watertemperatuur en wind geïmporteerd. Daarnaast wordt er data ingewonnen vanuit de waterschappen voor debieten vanuit de omliggende polders, gemalen en inlaten. Deze gegevens worden getoond in een overzichtsscherm. De waarden die worden getoond zijn de uur waarden zoals die zijn berekend op basis van de 10 minuten metingen. Op basis van deze informatie wordt er een waterbalans opgesteld. De totale waterbalans wordt uiteindelijk berekend door:

$$\text{Balans Totaal} = \text{Totaal in} - \text{Totaal uit}$$

Plateau 2 – Voorspellen

Voor het Grevelingmeer en het Veerse Meer worden in IWP geen verwachtingen gegenereerd. De berekeningen bestaan alleen uit het aggregeren van 10 minuten geïmporteerde data naar uur waarden.

4.4.4 Conclusie modeldata en berekeningen

Er is een aantal modellen beschikbaar voor het Grevelingenmeer, de Oosterschelde en het Veerse Meer maar die zijn beperkt bruikbaar om bestaande meetpunten te vervangen.

De operationele berekeningen en verwachtingen verzameld in IWP vullen de informatie van de metingen in het LMW en de objecten aan. De berekening van gemiddelde peilen uit meerdere metingen zorgt voor een hogere beschikbaarheid van het peil dan vanuit een enkel meting beschikbaar zou zijn. Bij uitval van een van de metingen wordt deze dat iets minder nauwkeurig (degradatie van informatie). Eenzelfde methodiek wordt ook toegepast voor de debieten, waarbij er bij uitval van een meting gekeken kan worden naar empirische formules voor de invulling van de missende data.

4.5 Data technieken zoals Multilineaire regressie en *graceful degradation*

Vanuit de datatechnieken worden hier de mogelijkheden voor het verhogen van de databeschikbaarheid door (Multi)lineaire regressie en *graceful degradation* aangestipt.

4.5.1 Multilineaire regressie (MLR)

MLR is een krachtig middel om ontbrekende data in te vullen uit omringende meetpunten en om nieuwe data te genereren, maar het moet met kennis van het systeem en de nodige voorzichtigheid ingezet worden. In dit geval is MLR niet bruikbaar om uitvallen van meetpunten te vervangen. Wel is er een mogelijkheid om MLR toe te passen met de nodige

voorzichtigheid om ontbrekende data in datareeksen aan te vullen. Vaak wordt hiervoor voor een makkelijkere aanpak gekozen, het middelen van de overige data punten.

4.5.2 Graceful degradation

Met de term *graceful degradation* wordt bedoeld dat bij uitval van de basisbron van de informatie er geen gat valt in de informatie, maar dat deze wordt opgevangen door informatie van een bron met wat lagere kwaliteit. Mocht deze tweede optie ook uitvallen dan wordt deze weer vervangen door een derde bron van weer iets mindere kwaliteit, enzovoort. Deze elegante (Engels: graceful) manier van het laten degraderen van de informatie voorkomt uitval van informatie. In de vorige paragrafen is aangegeven dat de huidige kwaliteitscontrole op de objectmetingen niet de nauwkeurigheid in de waterstanden levert die Rijkswaterstaat vereist voor het LMW. Zonder verdere aanpassingen zou deze informatie wel degelijk gebruikt kunnen worden als de eis voor een vervangende waarde lager ligt. In die zin kan de huidige data bij ontsluiting direct gebruikt worden. Het is hierbij wel zaak om bij gebruik van minder nauwkeurige data een schaalindeling te gaan hanteren. In navolging van de USGS (United States Geological Survey) zou een volgende classificatie voor de onzekerheid gehanteerd kunnen worden door RWS (Tabel 4.9). Ook bij onnauwkeurigere data kan MLR ingezet worden om de beschikbaarheid te verhogen.

Tabel 4.9 Voorstel voor classificering van degradatie op basis van onzekerheden.

	Uitstekend	Goed	Voldoende
Waterstand	±1 cm	±2,5 cm	±5 cm
Debiet	±5 %	±10 %	±15%
Temperatuur	±0,1 C	±0,2 C	±0,3 C

4.6 Korte analyse informatiebehoefte versus aanbod

Voor het beheer worden alle bronnen aangesproken die beschikbaar zijn (Tabel 4.10).

Tabel 4.10 Overzicht van informatiebehoefte voor verschillende doelen met de huidige bron.

gebruiksdoel	Informatiebehoefte
Waterveiligheid/ waterbeheer	<ul style="list-style-type: none"> Totala debieten door alle sluis en spuicomplexen beheer (per sluis/spui) ← objectmetingen RWS (LMW) Indirect: lokale waterstanden voor berekening debieten ← objectmetingen en LMW Actueel, verwacht en historisch
Scheepvaart	<ul style="list-style-type: none"> Lokale waterstanden (indirect via nautische kaart) ← LMW metingen
Sluisbeheer	<ul style="list-style-type: none"> Waterstand vlak voor en achter deuren (actueel) ← objectmetingen
Ecologie	<ul style="list-style-type: none"> Zuurstofloosheid nabij de bodem (Veerse Meer en Grevelingen) ← LMW metingen en IWP Verspreiding van pathogenen (Oosterschelde en Grevelingen) ← LMW metingen en IWP
Watertemperatuurbeheer	<ul style="list-style-type: none"> Ten behoeve van omzetting geleidbaarheid metingen naar chlorideconcentraties ← LMW
Modelontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> Zuurstofloosheid en scenario's (Veerse Meer en Grevelingen) ← LMW metingen, objectmetingen en IWP

4.6.1 Waterstand

Waterstanden zijn essentieel voor het peilbeheer. De waterstanden bij objecten dienen alleen operationele doeleinden en zijn volgens de waterschappen in nauwkeurigheid onvoldoende om LMW metingen te vervangen. Ten behoeve van het sluisbeheer is er ook minder focus op

de "juiste" waterstanden en meer op de vergelijkbaarheid van waterstanden, zodat de waterstand binnen en buiten de sluis "gelijk" is om de deuren te openen. Correctie van waterstanden voor drukverschillen in zoet/zoutwater bij sluizen die op een zoet/zoute scheidingslijn zitten wordt niet uitgevoerd.

4.6.2 Debiet

Debieten worden over het algemeen berekend op basis van waterstanden, klep- en schuifstanden en sluisoperatieparameters (aantal schuttingen). Ontsluiting van het ODS en directe berekening van debieten door sluizen op basis van schuifstanden is in ontwikkeling.

4.6.3 Temperatuur

Temperatuur wordt op verschillende locaties gemeten en opgeslagen door LMW. De informatiebehoefte voor temperatuurgegevens zijn essentieel om geleidbaarheidsmetingen om te kunnen rekenen naar chlorideconcentraties (zie volgende paragraaf). Verder kan de temperatuur bij de sluizen informatie geven wat betreft ijsvorming in de winter.

4.6.4 Geleidbaarheid

Geleidbaarheid metingen , al dan wel omgezet naar zoutgehalte (chlorideconcentratie), zijn essentieel voor het zoutbeheer.

5 Actualisering van het meetnet

De laatste stap in het proces is aanpassingen van het meetnet voorstellen. Daarbij wordt zowel gekeken naar de wijzigingen in de informatiebehoefte als mogelijke wijzigingen in het aanbod. Als hulpmiddel wordt daarbij gewerkt met de prioritering van de informatiebehoefte volgens drie categorieën. De wijze van invullen van die informatie en daarbij geldende voorwaarden is als volgt geformuleerd (en geaccordeerd door de stuurgroep LMW2):

Categorie 1: missiekritieke en strategisch belangrijke locaties

- Waterberichtgeving voor crisisadviesgroepen
- Scheepvaartbegeleiding naar grote zeehavens
- Primaire locaties voor operationeel waterbeheer
- Bediening stormvloedkeringen

Categorie 2: belangrijke locaties in een keten, wegvallen van een locatie kan worden opgevangen door anderen- redundantie

- Dagelijkse waterberichtgeving
- Scheepvaartbegeleiding naar regionale havens
- Secundaire locaties voor operationeel waterbeheer
- Bediening sluizen, stuwen, keersluizen

Categorie 3: minder belangrijke locaties

Bovenstaande categorie-indeling wordt als volgt vertaald naar een gewenste informatieverzamelstrategie per categorie:

Categorie 1: RWS meet zelf conform huidige geaccepteerde invulling

Categorie 2: Zowel RWS als anderen meten (en voldoen aan eisen RWS)

Categorie 3: Geen eigen RWS-metingen of goedkope oplossingen met lagere eisen toegestaan (degradatie van informatie)

5.1 Doorvoeren van de actualisering van de informatiebehoefte en de categorie indeling

Bij het inrichten van het meetnet worden de volgende stappen gevolgd:

- Doorvoeren van de actualisering van de informatiebehoefte en indeling van de metingen volgens de drie categorieën
- Invullen van verschillende varianten van het meetnet op basis van de behoefte, waarbij eerst de missiekritieke punten en vervolgens de andere informatie wordt ingevuld.
- Optimalisatie door combineren van parameters, zover nog niet doorgevoerd.

Er zijn twee meetlocaties in het gebied aangewezen als missie-kritisch, waarbij het gaat om waterstandsmetingen bij Roompot Binnen en Stavenisse, beide in de Oosterschelde (Tabel 5.1). Daarnaast zijn er meetlocaties die met een extra hoge beschikbaarheid gekenmerkt zijn (gemiddelde uitvalduur van 12/24 uur t.o.v. 48 uur).

Tabel 5.1 Metingen die missie-kritisch kenmerk of een (extra) hoge beschikbaarheid moeten hebben onder bijzondere omstandigheden.

	Waterstand	Debiet
--	------------	--------

Missie-kritisch	<ul style="list-style-type: none"> • Roompot Binnen (Oosterschelde) • Stavenisse (Oosterschelde) 	
Extra hoge beschikbaarheid (12 uur i.p.v. 48 uur)	<ul style="list-style-type: none"> • Bommende (Grevelingen) • Veerse Meer 4 (Veerse Meer) 	
Hoge beschikbaarheid (24 uur i.p.v. 48 uur)	<ul style="list-style-type: none"> • Grevelingendam Hevel West (Grevelingen) • Bergsediepsluis West (Oosterschelde) • Yerseke (Oosterschelde) • Veerse Meer 5 (Veerse Meer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zandkreekdam (Veerse Meer – Oosterschelde)

Alle andere gevraagde informatie, waar momenteel een meetpunt voor bestaat, wordt onder categorie 2 geschaard. De onderstaande tabellen (Tabel 5.2 tot en met Tabel 5.5) tonen de indeling op basis van de hierboven genoemde methode.

Tabel 5.2 Indeling van de waterstandsmetpunten binnen het Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer. De locaties waarvan de categorie blauw is, moeten een extra hoge beschikbaarheid hebben.

Waterstand			
Regio	Locatie	Categorie	Motivatie
Grevelingen	Bommenede	1	Operationeel waterbeheer, modellen, interpretatie van gegevens van andere monitoringsprogramma's
	Brouwerssluis Binnen	3	Modellen, vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
	Grevelingendam Hevel West	3	Operationeel waterbeheer, modellen, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, ondersteunende metingen
Oosterschelde	Bergsediepsluis West	1	Scheepvaartbegeleiding, vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
	Marollegat	2	Vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, ondersteunende metingen
	Roompot Binnen	1	Waterberichtgeving, bediening keringen, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, ondersteunende metingen
	Sint Annaland	2	Vastleggen en beschrijven watersysteem
	Stavenisse	1	Bediening keringen, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, ondersteunende metingen, interpretatie van gegevens van andere monitoringsprogramma's
	Yerseke	2	Bediening keringen, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, ondersteunende metingen, scheepvaartbegeleiding
	Zandkreekdam - Oosterschelde	2	Modellen, ondersteunende metingen
Veerse Meer	Veerse Meer 4 – Arnemuiden Oranjeplaat	1	Operationeel peilbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen, interpretatie van gegevens van andere monitoringsprogramma's
	Veerse Meer 5 – Kamperland Schotsman	2	Scheepvaartbegeleiding, vastleggen en beschrijven watersysteem, modellen
	Zandkreekdam – Veerse meer	2	Modellen, ondersteunende metingen

Tabel 5.3 Indeling van de debietmeetpunten binnen het Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer. De locaties waarvan de categorie blauw is, moeten een extra hoge beschikbaarheid hebben.

Debiet			
Regio	Locatie	Categorie	Motivatie
Grevelingen	Brouwersdam	2	Operationeel peilbeheer, waterberichtgeving, operatie sluisen
Oosterschelde	Krammersluizen	2	Operationeel peilbeheer, waterberichtgeving, modellen
	Bergsediepsuis	2	Operationeel peilbeheer, waterberichtgeving
Veerse Meer	Zandkreekdam	1	Operationeel peilbeheer, waterberichtgeving, ondersteunend modellen

Tabel 5.4 Indeling van de temperatuurmeetpunten binnen het Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer. De locaties waarvan de categorie blauw is, moeten een extra hoge beschikbaarheid hebben.

Temperatuur			
Regio	Locatie	Categorie	Motivatie
Grevelingen	Bommenede	2	Vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
Oosterschelde	Krammer laagbekken	2	Operationeel waterbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
	Marollegat	2	Operationeel waterbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
	Plaat van Oude Tonge Kramer	2	Operationeel waterbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem, ondersteunende metingen
Veerse Meer	Veerse Meer 4 – Arnemuiden Oranjeplaat	2	Operationeel waterbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem
	Veerse Meer 5 – Kamperland Schotsman	2	Operationeel waterbeheer, vastleggen en beschrijven watersysteem

Tabel 5.5 Indeling van de geleidbaarheid meetpunten binnen het Grevelingen, Oosterschelde en Veerse Meer. De locaties waarvan de categorie blauw is, moeten een extra hoge beschikbaarheid hebben.

Geleidbaarheid			
Regio	Locatie	Categorie	Motivatie
Grevelingen	Bommenede	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem
Oosterschelde	Krammer laagbekken	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem
	Marollegat	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem
	Plaat van Oude Tonge Kramer	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem
Veerse Meer	Veerse Meer 4 – Arnemuiden Oranjeplaat	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem
	Veerse Meer 5 – Kamperland Schotsman	2	Operationeel waterbeheer (zoutbeheer), vastleggen en beschrijven watersysteem

5.2 Invullen van verschillende varianten van het meetnet

Vanwege het feit dat de meetpunten voor de verschillende variabelen weinig tot geen afhankelijkheden lijken te hebben is er voor gekozen het uiteindelijke voorstel (scenario) per parameter te presenteren (waterstand, debiet, geleidbaarheid en watertemperatuur). Voor elk van de variabelen wordt in de volgende paragrafen het voorstel weergegeven, waarbij eerst

een korte samenvatting wordt gegeven van de informatiebehoefte, beschikbaarheid en de data-analyse voordat het scenario wordt toegelicht.

Een evaluatie van gebruikers van de voorgestelde variante wordt verzameld aansluitend op deze conceptrapportage.

5.2.1 Waterstanden

5.2.1.1 Samenvatting analyse waterstanden

Voor waterstanden zijn er 3 meetpunten van het LMW in het Grevelingenmeer, 7 meetpunten in de Oosterschelde en 3 meetpunten in het Veerse meer.

5.2.1.2 Optimalisatievoorstel waterstanden

Een vervanging van LMW punten met waterstandsmetingen bij objecten (sluizen) of inlaten/gemalen van de waterschappen, is op korte termijn niet denkbaar. Dat komt met name ook omdat de kwaliteit van de metingen slechter is omdat ze alleen voor operationele functies gebruikt worden.

Een vervanging moet wel kunnen garanderen dat de kwaliteit van de metingen niet slechter is. Hierbij zijn de volgende drie punten van belang:

- Ontsluiting van de data
- Kwaliteit van de data
- Beschikbaarheid van de data

De **dataontsluiting van de objecten** is op dit moment nog niet op orde, althans niet op een manier die operationeel te gebruiken is voor missiekritieke processen of algemeen LMW. Hiervoor lopen op dit moment wel ontwikkelingen in de vorm van object data services (ODS). Het is niet de verwachting dat de objectmetingen de LMW metingen kunnen vervangen.

Voor operationeel beheer wordt op de inlaten en gemalen waterstand gemeten. Deze is met name voor operationeel gebruik en de metingen voldoen niet aan de geëiste kwaliteit van het LMW. Ook worden de metingen van het LMW als kalibratiemetingen gebruikt voor de operationele waterstandsmeters.

5.2.2 Debieten

5.2.2.1 Samenvatting analyse debieten

Voor het Grevelingenmeer (Brouwersdam) en het Veerse meer (Zandkreekdijk) bestaan een aantal “regelknoppen” om het waterpeil en daarmee debieten te beheren. Voor de Oosterschelde speelt de Oosterscheldekering hier een grote rol in het peilbeheer, waarnaast ook debieten worden beheert bij Bergsediepsluis en Krammersluizen.

Verder worden debieten gemeten (op basis van waterstanden of pompcapaciteit) bij de inlaten en gemalen. De debietbepalingen kunnen nauwkeuriger worden door de daadwerkelijke schuttingen mee te nemen en niet enkel een schatting van de schuttingen (zoals nu in IWP gebeurt). De debietbepaling wordt nu deels gedaan op de objecten (pompdebieten) en deels gedaan in IWP (schut en lek verliezen, en spuidebieten). Het is wenselijk dit allemaal op de objecten te bepalen en vervolgens te ontsluiten, aangezien alle data al op het object beschikbaar zijn.

5.2.2.2 [Optimalisatievoorstel debieten](#)

Het ontsluiten van debietbepalingen in de sluizen zal een positieve bijdrage leveren aan het bepalen van waterstromen in het Grevelingenmeer en Veerse Meer. Dat komt zowel het beheer als ook het onderhoud ten goede. Ook kan hier aan de informatiebehoefte richting modellen (waterbalans) worden voldaan.

5.2.3 **Temperatuur**

5.2.3.1 [Samenvatting analyse temperatuur](#)

De voornaamste redenen voor het meten van de temperatuur is het omzetten van geleidbaarheid in chlorideconcentratie. Verder hebben temperatuurmetingen meerwaarde voor het begrijpen van ecologische effecten (denk hierbij aan blauwalgen, zuurstofloosheid nabij de bodem). Het is voor de informatiebehoefte belangrijk om een representatieve waarde voor de verschillende systemen te krijgen.

5.2.3.2 [Optimalisatievoorstel temperatuur](#)

Er is weinig potentie om temperatuurmetingen op zich zelf te optimaliseren.

5.2.4 **Geleidbaarheid**

5.2.4.1 [Samenvatting analyse geleidbaarheid](#)

Het meten van de geleidbaarheid heeft als voornaamste functie het zoutbeheer van de verschillende systemen. Verder hebben geleidbaarheidsmetingen een meerwaarde voor het begrijpen van ecologische effecten (denk hierbij aan zuurstofloosheid nabij de bodem). Het is voor de informatiebehoefte belangrijk om een representatieve waarde voor de verschillende systemen te krijgen.

5.2.4.2 [Optimalisatievoorstel temperatuur](#)

Er is weinig potentie om geleidbaarheidsmetingen op zich zelf te optimaliseren.

5.3 [Optimaliseren door innoveren](#)

5.3.1 **Satellietdata/Remote sensing voor meten waterstanden**

Data van de Sentinel satellieten kan mogelijk voor waterstandsmetingen gebruikt worden. Vooralsnog is de nauwkeurigheid van deze aanpak onduidelijk. Deltares is in September 2021 aan het tweejarige project Global Water Watch begonnen waarin data van Sentinel satellieten wereldwijd zal worden gebruikt voor waterstands-informatie. Ervaringen die hier worden opgedaan kunnen in toekomst mogelijk een bijdrage leveren aan optimalisatievoorstellen.

5.4 [Effect op de kosten](#)

Doordat geen significante veranderingen met betrekking tot het bestaande meetnet zijn vastgesteld, worden hier verder geen opmerkingen gemaakt op het effect op kosten.

6 Conclusies en adviezen

6.1 Conclusies

6.1.1 Grevelingen

6.1.1.1 Conclusies over de informatiebehoefte

De voornaamste informatiebehoefte in het Grevelingenmeer zijn m.b.t. peilbeheer, zoutbeheer, systeemkennisvergaring en kennis t.b.v. de ontwikkeling van modellen. Het peil in het Grevelingenmeer wordt gestuurd volgens het afgesproken middenpeil van -16 cm NAP in niet-broed seizoen en -26 cm NAP in het broedseizoen. Vanuit het peilbeheer is het dan ook belangrijk om de inkomende debieten, pompdebieten, spuidebieten en waterstanden tot de beschikking te hebben. Waterstand wordt gestuurd op het gewogen gemiddelde peil. Scheepvaart heeft alleen een indirecte informatiebehoefte, omdat ze zonder beperkende brug/doorvaarhoogtes gebruik maken van hun nautische kaarten. De temperatuurmetingen zijn vooral van belang voor het omrekenen van geleidbaarheid naar chlorideconcentraties en indirect voor ontwikkeling van modellen. Geleidbaarheidsmetingen zijn met name voor zoutbeheer en ontwikkeling van modellen interessant.

6.1.1.2 Conclusies over het informatieaanbod

Deze studie laat zien dat het informatieaanbod vanuit de objecten binnen het Grevelingenmeer redelijk beperkt is. De waterschappen meten wel waterstanden op de meeste van hun inlaten en gemalen maar voor het gebruik van operationele doeleinden zijn deze niet van voldoende kwaliteit voor het LMW.

Door het beperkte aanbod van metingen naar waterstanden is een optimalisatie van meetpunten voor waterstanden hierdoor niet te voorzien.

Debieten worden vooral gebruikt om (1) een beter beeld van de waterhuishouding (waterbalans) te krijgen of (2) voor lokaal operationeel gebruik. Een optimalisatie van meetpunten voor debieten is hierdoor niet te voorzien.

Omdat temperatuur met geleidbaarheidsmetingen hand in hand gaan, volgt een optimalisatie van temperatuurmetingen de aanbevelingen voor geleidbaarheid. De geleidbaarheid- en temperatuurmeet-locaties van LMW en waterschappen in het Grevelingenmeer zijn beperkt en een optimalisatie van meetpunten is hierdoor niet te voorzien.

6.1.2 Oosterschelde

6.1.2.1 Conclusies over de informatiebehoefte

De voornaamste informatiebehoefte in de Oosterschelde zijn m.b.t. bediening Oosterschelde kering, peilbeheer, waterberichtgeving, systeemkennisvergaring en kennis t.b.v. de ontwikkeling van modellen. De Oosterschelde speelt een belangrijke rol in het opvangen van zeespiegelstijging door klimaatverandering, bij een waterstandvoorspelling van 3 m boven NAP sluit de Oosterscheldekering. Vanuit de bediening kering en het peilbeheer is het dan ook belangrijk om de inkomende debieten, pompdebieten, spuidebieten en waterstanden tot de beschikking te hebben. Scheepvaart heeft alleen een indirecte informatiebehoefte, omdat ze zonder beperkende brug/doorvaarhoogtes gebruik maken van hun nautische kaarten.

De temperatuurmetingen zijn van belang voor temperatuurbeheer en voor het omrekenen van geleidbaarheid naar chlorideconcentraties. Zoutmetingen zijn met name van belang voor ondersteunende metingen, systeemkennisvergaring en ontwikkeling van modellen.

6.1.2.2 Conclusies over het informatieaanbod

Deze studie laat zien dat het informatieaanbod vanuit de objecten binnen de Oosterschelde acceptabel is.

De waterschappen meten wel waterstanden op de meeste van hun inlaten en gemalen maar voor het gebruik van operationele doeleinden zijn deze niet van voldoende kwaliteit voor het LMW. De lokale metingen aan objecten en van de waterschappen zijn wel onderhevig aan lokale effecten en laten in vergelijking met de andere meetpunten wel een grote overeenkomst zien, al zijn er wel wat afwijkingen te zien.

Debieten worden vooral gebruikt om (1) een beter beeld van de waterhuishouding (waterbalans) te krijgen of (2) voor lokaal operationeel gebruik. Een optimalisatie van meetpunten voor debieten is hierdoor niet te voorzien.

Omdat temperatuur met geleidbaarheidsmetingen hand in hand gaan, volgt een optimalisatie van temperatuurmetingen de aanbevelingen voor geleidbaarheid. Temperatuur- en zoutmetingen zijn waardevol en worden door varende metingen (TSO) aangevuld om zo proces- en systeemkennis af te leiden. Veel geleidbaarheidsmetingen van de waterschappen voldoen niet aan de eisen die RWS stelt, omdat de metingen niet over het gehele jaar representatief zijn voor de hoofdgeulen of niet altijd betrouwbaar zijn.

6.1.3 Veerse Meer

6.1.3.1 Conclusies over de informatiebehoefte

De voornaamste informatiebehoefte in het Veerse Meer zijn peilbeheer, scheepvaartbegeleiding, systeemkennisvergaring en kennis t.b.v. de ontwikkeling van modellen. Het Veerse Meer is in veel van zijn aspecten afhankelijk van de Oosterschelde. Het peil van het Veerse Meer varieert met het getij van de Oosterschelde. Het wordt sinds 2004 geregeld via het doorlaatmiddel de Katse Heule in de Zandkreekdam. De sluis staat zo veel mogelijk open. Daarmee wordt, omwille van de waterkwaliteit maximale uitwisseling van zout water met de Oosterschelde nagestreefd. Wel is er een streefpeil tussen +2 cm NAP en -42 cm NAP. Vanuit het peilbeheer is het dan ook belangrijk om de inkomende debieten, pompdebieten, spuidebieten en waterstanden tot de beschikking te hebben. Scheepvaart heeft alleen een indirecte informatiebehoefte, omdat ze zonder beperkende brug/doorvaarhoogtes gebruik maken van hun nautische kaarten. De temperatuurmetingen zijn vooral van belang voor systeemkennisvergaring en het omrekenen van geleidbaarheid naar chlorideconcentraties. Geleidbaarheidsmetingen zijn vooral van belang voor zoutbeheer en systeemkennisvergaring.

6.1.3.2 Conclusies over het informatieaanbod

Deze studie laat zien dat het informatieaanbod vanuit de objecten binnen het Veerse Meer redelijk beperkt is.

De waterschappen meten wel waterstanden op de meeste van hun inlaten en gemalen maar voor het gebruik van operationele doeleinden zijn deze niet van voldoende kwaliteit voor het LMW. De lokale metingen aan objecten en van de waterschappen zijn wel onderhevig aan lokale effecten en laten in vergelijking met de andere meetpunten wel een redelijke overeenkomst zien, al zijn er wel wat afwijkingen te zien. Door het beperkt aantal

waterstandsmetingen is het niet aan te raden om in de toekomst het aantal waterstandsmetingen in het meer te reduceren.

Debietten worden vooral gebruikt om (1) een beter beeld van de waterhuishouding (waterbalans) te krijgen of (2) voor lokaal operationeel gebruik. Een optimalisatie van meetpunten voor debieten is hierdoor niet te voorzien.

Omdat temperatuur met geleidbaarheidsmetingen hand in hand gaan, volgt een optimalisatie van temperatuurmetingen de aanbevelingen voor geleidbaarheid. De geleidbaarheid- en temperatuurmeet-locaties van LMW en waterschappen in het Veerse Meer zijn beperkt en een optimalisatie van meetpunten is hierdoor niet te voorzien.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van deze studie worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Bij renovatie/groot onderhoud aan de sluizen, neem informatiebehoefte in acht (incl. kwaliteit data) en ga na of noodzakelijke objectmetingen met bestaande informatiebehoefte gecombineerd kunnen worden. Met name debieten en waterstanden kunnen worden ontsloten.
2. Verdere ontsluiting van ODS data en verbetering van debieten zal ook tot een algemene verbetering van de waterbalans leiden. Het is wenselijk dat ontsloten ODS data goed wordt gevalideerd zodat deze van hoge kwaliteit is.
3. Verbetering van het ontsluiten van geleidbaarheid data door combinaties met temperatuurmetingen om zo chlorideconcentraties te kunnen bepalen. Gesprekken met waterschappen aangaan of metingen betrouwbaar genoeg zijn (met geschikte plaatsing van sensoren) om mogelijk een zoutmeter te vervangen.

7 Referenties

Pans, S., Vandebroek, N., & de Koning, D. (2021). Optimalisatie LMW Twentekanalen. Deltares, ref. 11203677-004-ZKS-0008

Rijkswaterstaat (2016). Waterakkoord Volkerak Zoommeer. Rijkswaterstaat Zee en Delta, Waterschap Brabantse Delta Waterschap Hollandse Delta Waterschap Scheldestromen Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid Rijkswaterstaat Zuid Nederland.

Rijkswaterstaat (2013). Peilbesluit Grevelingenmeer. RWS-2013/2682.

Schroevers, R., & Vandebroek, N. (2017). Kosten efficiënte informatieverzamelstrategie LMW2.

Schroevers, R. & Vandebroek, N. (2018). Optimalisatie zoutmeetnet Volkerak-Zoommeer: QuickScan voor werkgroep Slim Watermanagement VZM. Deltares ref. 11202244-011-BGS-0002.

Schroevers, R., Vandebroek, N., & De Koning, D. (2019). Optimalisatie LMW Brabantse en Midden-Limburgse kanalen.

Bijlagen

A Beschikbaarheid data

% Data = Een numerieke waarde is beschikbaar

% Gemeten = Waterinfo code "Normale waarde"

% Geïnterpoleerd = Waterinfo code "In ruimte en tijd geïnterpoleerde waarde"

Soms ontbreekt de waterinfo code.

Data beschikbaarheid waterstanden. Periode 1 jan 2018 – 31 dec 2020

Reg.	Locatie	% Data	% Gemeten	% Geïnterpoleerd
GV	Grevelingen boei G22	99.8	99.8	0.0
GV	Gemaal Kilhaven	94.8	100.0	0.0
GV	Gemaal de Drie Polders	7.0	100.0	0.0
GV	Gemaal Battenoord	90.6	100.0	0.0
OS	Gemaal de Luyster	99.6	100.0	0.0
OS	Keersluis Stavenisse	6.0	6.0	0.0
OS	Gemaal de Noord, Stavenisse	99.7	100.0	0.0
OS	Gemaal de Noord, Sint-Maartensdijk	99.7	100.0	0.0
OS	Gemaal Loohoek	99.6	100.0	0.0
OS	Gemaal de Valle	99.6	100.0	0.0
OS	Stuw de Valle	99.5	100.0	0.0
OS	Gemaal P.J.J. Dekker	99.7	100.0	0.0
OS	Krammersluizen west	95.8	94.5	0.0
OS	Marollegat	87.4	84.7	0.0
OS	Roompot binnen	96.0	95.9	0.0
OS	Sint Annaland Haven Steiger	97.0	94.3	0.0
OS	Stavenisse	96.0	95.4	0.0
OS	Yerseke	97.0	96.5	0.0
VM	Gemaal Aalvanger	99.4	100.0	0.0
VM	Gemaal Kleverskerke	77.6	99.9	0.0
VM	Gemaal Oostwatering	99.8	100.0	0.0
VM	Gemaal Adriaan	99.6	100.0	0.0
VM	Gemaal de Piet	99.6	100.0	0.0
VM	Katsbinnen	99.7	99.7	0.0
VM	Oranjeplaat, Schenge	99.8	99.8	0.0
VM	Kamperland Schotsman	98.8	98.8	0.0

Data beschikbaarheid debiet. Periode 1 jan 2018 – 31 dec 2019

Reg.	Locatie	% Data	% Gemeten	% Geïnterpoleerd
GV	Brouwers Spuisluis N-koker	35.8	24.6	11.2
GV	Brouwers Spuisluis	83.0	38.3	44.7
GV	Brouwers Spuisluis Z-koker	35.9	24.7	11.2
GV	Battenoord pomp-01 (15 min)	31.0	0.0	31.0
GV	Battenoord pomp-02 (15 min)	31.0	0.0	31.0
GV	De Drie Polders (15 min)	31.1	0.0	31.1
GV	Den Osse gemaal	85.8	0.0	85.8
GV	Dreischor gemaal	85.8	0.0	85.8
GV	Kilhaven pomp-01 (15 min)	31.1	0.0	31.1
GV	Kilhaven pomp-02 (15 min)	31.1	0.0	31.1
VM	Katse Heule	99.5	49.9	49.6
VM	Aalvanger gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Adriaan gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	DePiet gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Jacoba gemaal	85.8	85.8	0.0
VM	Kleverskerke gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Muidenweg gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Oosterland gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Oostwatering gemaal	85.7	85.7	0.0
VM	SluisJacoba stuw	85.8	85.8	0.0
VM	Wilhelmina gemaal	85.9	85.9	0.0
VM	Willem gemaal	85.9	85.9	0.0

Data beschikbaarheid temperatuur. Periode 1 jan 2018 – 31 dec 2020

Reg.	Locatie	% Data	% Gemeten	% Geïnterpoleerd
GV	Grevelingen boei G22	98.9	98.9	0.0
GV	Drieschor	< 0.05	< 0.05	0.0
GV	Herkingen	< 0.05	< 0.05	0.0
GV	Scharendijke diepe put	< 0.05	< 0.05	0.0
GV	Bommenede (oppervlakte) – IWP	65.9	0.0	65.9
OS	Krammersluizen laagbekken	97.2	97.2	0.0
OS	Lodijkse Gat	< 0.05	< 0.05	0.0
OS	Marollegat	87.3	87.3	0.0
OS	Plaat van Oude Tonge, Krammer	95.1	95.1	0.0
OS	Wissenkerke	< 0.05	< 0.05	0.0
OS	Zijpe	< 0.05	< 0.05	0.0
VM	Oranjeplaat, Schenge	98.8	98.8	0.0
VM	Kamperland Schotsman	100.0	100.0	0.0

VM	Soelekerkepolder oost	< 0.05	< 0.05	0.0
VM	Oranjeplaat (oppervlakte) – IWP	66.1	0.0	66.1
VM	Schotsman (oppervlakte) – IWP	66.1	0.0	66.1

Data beschikbaarheid geleidbaarheid. Periode 1 jan 2018 – 31 dec 2020

Reg.	Locatie	% Data	% Gemeten	% Geïnterpoleerd
GV	Grevelingen boei G22	94.1	94.1	0.0
GV	Drieschor	< 0.05	< 0.05	0.0
GV	Herkingen	< 0.05	< 0.05	0.0
GV	Scharendijke diepe put	< 0.05	< 0.05	0.0
OS	Gemaal De Luyster	99.6	100.0	0.0
OS	Gemaal De Noord, Sint-Maartensdijk	99.8	100.0	0.0
OS	Gemaal De Noord, Stavenisse	99.6	100.0	0.0
OS	Krammersluizenlaagbekken	90.9	90.9	0.0
OS	Lodijkse Gat	< 0.05	< 0.05	0.0
OS	Marollegat	73.2	73.2	0.0
OS	Plaat van Oude Tonge, Krammer	92.8	92.8	0.0
OS	Wissenkerke	< 0.05	< 0.05	0.0
OS	Zijpe	< 0.05	< 0.05	0.0
VM	Oranjeplaat Schenge	90.6	90.6	0.0
VM	Kamperland Schotsman	96.9	96.9	0.0
VM	Soelekerkepolderoost	0.1	0.1	0.0

* Meting liep tussen 22-08-2019 en 10-03-2020.

Data beschikbaarheid LMW chlorideconcentraties. Periode 1 jan 2018 – 31 dec 2020

Reg.	Locatie	% Data	% Gemeten	% Geïnterpoleerd
GV	Bommende (oppervlakte) – IWP	65.4	0.0	65.4
VM	Oranjeplaat – IWP	65.7	0.0	65.7
VM	Schotsman – IWP	65.6	0.0	65.6

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl