# Onderzoeksrapport Rietproef Lauwersmeer

Bijlage 15 D behorende bij de aanvraag watervergunning

SWECO

# Onderzoeksrapport Rietproef Lauwersmeer

Bijlage 15 D behorende bij de aanvraag watervergunning

Definitief

Provincie Groningen

Sweco Nederland B.V.
Groningen, 13 oktober 2016

350788, revisie 02

# Verantwoording

| | | |
|---|---|---|
| **Titel** | : | Onderzoeksrapport Rietproef Lauwersmeer |
| **Subtitel** | : | Bijlage 15 D behorende bij de aanvraag watervergunning |
| **Projectnummer** | : | 350788 |
| **Referentienummer** | : | 350788 |
| **Revisie** | : | 02 |
| **Datum** | : | 13 oktober 2016 |


| | | |
|---|---|---|
| **Auteur(s)** | : | Antje Gooijert, Jos Bosma |
| **E-mail adres** | : | antje.gooijert@sweco.nl, info@josbosmaadvies.nl |
| **Contact** | : | Sweco Nederland B.V.<br>Rozenburglaan 11<br>9727 DL  Groningen<br>Postbus 7057<br>9701 JB  Groningen<br>T +31 88 811 66 00<br>www.sweco.nl |

# Inhoudsopgave


1 Inleiding ..... 5
1.1 Aanleiding ..... 5
1.2 Beheerplan Natura 2000 Lauwersmeer ..... 6
1.3 Watervergunning Rietproef ..... 6
1.4 Het plangebied ..... 6
1.4.1 Bestuurlijke voorwaarden ..... 7
1.5 Leeswijzer ..... 8

2 Voorgenomen activiteit ..... 9
2.1 Inleiding ..... 9
2.2 Onderzoeksopzet ..... 9
2.3 Doel proef ..... 10
2.4 Onderzoeksvragen ..... 11
2.4.1 Ecologisch ..... 11
2.4.2 Technisch ..... 11
2.5 Experimenteel waterstandsregime ..... 12
2.5.1 Monitoring ..... 13
2.5.2 Evaluatie ..... 14
2.6 Aanvullend onderzoek ..... 15
2.7 Opstellen scenario's waterbeheer ..... 17
2.8 Afwegingskader ..... 17

3 Huidige situatie ..... 18
3.1 Inleiding ..... 18
3.1.1 Plangebied peilvak Lauwersmeer ..... 18
3.1.2 Studiegebied rietproef ..... 18
3.1.3 Huidige situatie ..... 18
3.2 Ruimtegebruik ..... 19
3.2.1 Militair oefenterrein Marnewaard ..... 19
3.2.2 Recreatie ..... 19
3.2.3 Landbouw ..... 20
3.2.4 Wonen ..... 20
3.3 Ecologie ..... 20
3.3.1 Vegetatiekartering ..... 20
3.3.2 Broedvogels ..... 27
3.4 Water ..... 30
3.4.1 Oppervlaktewater ..... 30
3.4.2 Grondwater ..... 33
3.4.3 Kwaliteit oppervlakte en grondwater ..... 36
3.4.4 Waterbeheer ..... 36
3.4.5 Waterveiligheid ..... 37
3.4.6 Riolering ..... 39
3.5 Vismigratie ..... 39

4 Verwachte effecten en mitigerende maatregelen rietproef ..... 42
4.1 Inleiding ..... 42
4.2 Ecologie ..... 43

4.3 Water ....43
4.3.1 Geohydrologische effecten ....43
4.3.2 Effecten en maatregelen bij (verblijfs)recreatieve voorzieningen ....47
4.3.3 Effecten en maatregelen landbouw, gebied waterschap Noorderzijlvest ....48
4.3.4 Effecten en maatregelen landbouw, werkgebied Wetterskip Fryslân ....50
4.4 Riolering ....52
4.5 Vismigratie ....54
4.5.1 Effecten ....54
4.5.2 Maatregelen ....54
4.6 Waterveiligheid ....56
4.6.1 Beheerprotocol ....56
4.6.2 Stuwing Lauwersmeer ....57
4.6.3 Hoogte en stabiliteit keringen ....57

5 Uitvoeringsaspecten ....59
5.1 Vergunningenprocedure ....59
5.2 Schadeafhandeling ....59

Bijlage 1: Schaderegeling Beheerproef Lauwersmeer

Bijlage 2: Correspondentie trekkerschap Beheerplan Lauwersmeer

Bijlage 3: Rapport wateroverlast woonkern Lauwersmeer 2007

Bijlage 4: Vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015

Bijlage 5: Isohypsen en stijghoogten

Bijlage 6: Geohydrologische effecten en invloed zoet zout peilopzet Lauwersmeer

Bijlage 7: Voorstel grondwatermeetnet

Bijlage 8: Regionale waterkeringen Lauwersmeer

Bijlage 9: Technisch beheerprotocol rietproef

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

*Instandhoudingsdoelen*
Nederland is rijk aan natuur, ook in vergelijking met andere Europese landen. De Europese Unie is zich daarvan bewust. In de jaren 90 heeft zij een stelsel ontworpen om onvervangbare natuur in heel Europa te beschermen, ook in Groningen en Friesland. Dat netwerk heet Natura 2000. De belangrijkste natuurgebieden in Europa zijn in dit netwerk opgenomen om de achteruitgang van de natuur tegen te gaan.
De bescherming is gericht op voor Europa kenmerkende natuur: landschappen, planten en dieren. In het stelsel zijn twee Europese richtlijnen opgenomen, de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. De eerste richtlijn is gericht op de bescherming van vogelsoorten, bij de tweede gaat het om specifieke natuurtypen en planten- en diersoorten. De richtlijnen kunnen beide of afzonderlijk voor natuurgebieden van toepassing kunnen zijn. In Nederland stelt het ministerie van Economische Zaken een lijst op van gebieden die in het stelsel thuis horen. Het Lauwersmeer is in de lijst opgenomen als Vogelrichtlijngebied, zie Figuur 1.

***Figuur 1 Begrenzing Natura 2000-gebied Lauwersmeer (bron: Natura 2000 Network Viewer)***

Voor het Lauwersmeer is afgesproken dat in de komende jaren een aantal vogelsoorten moeten worden beschermd. Dat is nodig om verdere achteruitgang te voorkomen. Na 2021 moet het aantal vogels van deze soorten toenemen.

*Kernopgaven*
Tevens zijn er kernopgaven en een opdracht door het ministerie van Economische Zaken (EZ) geformuleerd voor het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. De kernopgaven zijn als volgt geformuleerd:

1. Voldoende vitaal rietmoeras creëren als nodig voor de realisatie van de instandhoudingsdoelen;
2. In stand houden en ontwikkelen van slikkige pioniersituaties voor foeragerende en broedende vogels;
3. Borgen van voldoende rust;
4. Optimaliseren van het watersysteem van het Lauwersmeer als centrale positie tussen Waddenzee en achterland gericht op de functie van leefgebied en migratie-mogelijkheden voor fauna (o.a. vis en vistrek). De samenhang met KRW doelen is hierbij nadrukkelijk in beeld.

De kernopgaven en de opdracht van EZ zijn richtinggevend voor de natuurkoers van het Lauwersmeer. Binnen de begrenzing van Natura 2000 is natuur de hoofdfunctie en is er zorg voor de omgeving.

## 1.2 Beheerplan Natura 2000 Lauwersmeer

In het Beheerplan Natura 2000 Lauwersmeer zijn de natuurdoelen die Europa voor het Lauwersmeergebied heeft aangewezen beschreven. Maar het belangrijkste doel van het beheerplan is de beschrijving van de maatregelen die nodig zijn om de bijzondere natuur te behouden en te versterken. Het hoofddoel van de eerste beheerplanperiode van zes jaar is het stoppen van de achteruitgang van de natuur in het Natura 2000 gebied Lauwersmeer. Ook geeft het plan een doorkijkje in de jaren daarna.

Het beheerplan is opgesteld in nauwe samenwerking met de terreinbeheerders, gemeenten, provincies, de waterschappen en andere betrokkenen. Dit is gedaan om een zo breed mogelijk draagvlak te krijgen door het behoud van deze unieke natuur en de maatregelen die daarbij horen. Het beheerplan heeft een looptijd van 6 jaar en is op 5 juli 2016 vastgesteld door de staatssecretaris van Economische Zaken.

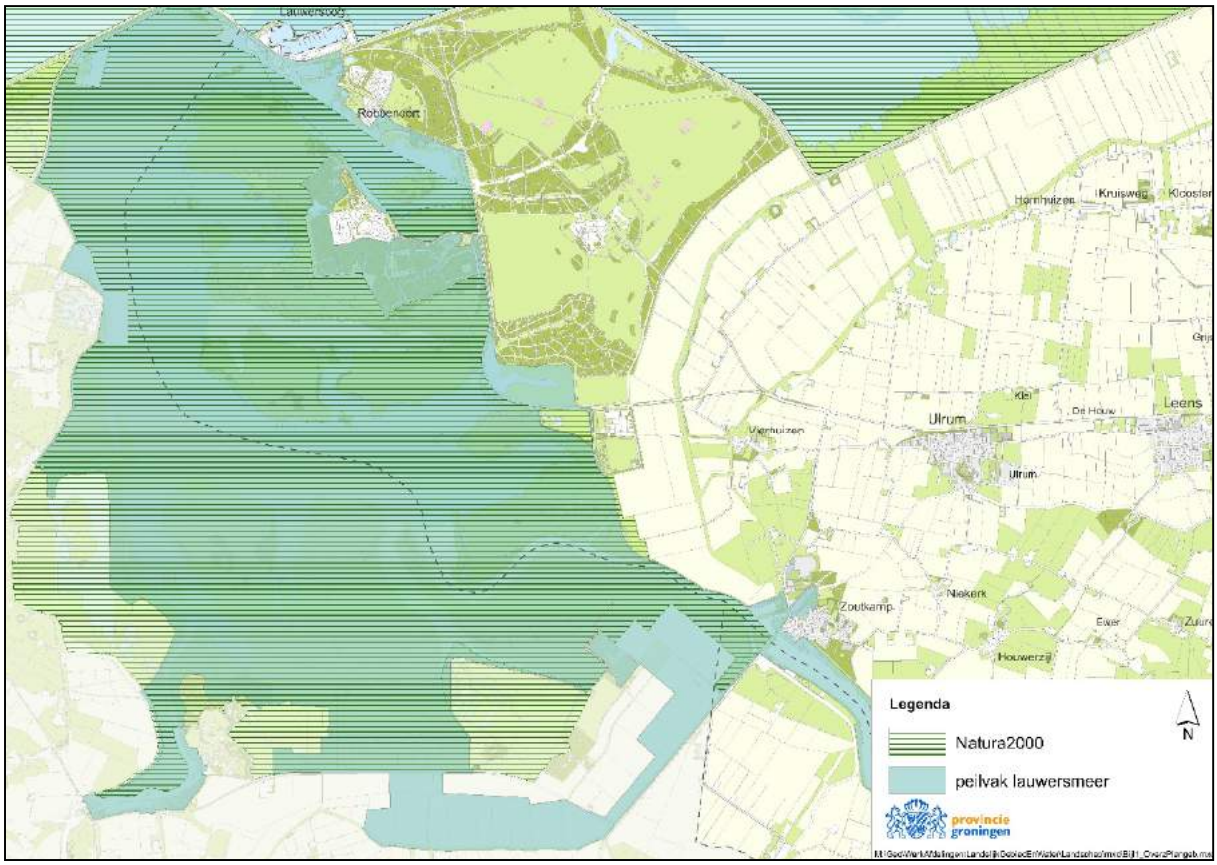
De beheerplanperiode wordt gestart met experimenteel waterbeheer (rietproef) binnen de door de stuurgroep Natura 2000 Lauwersmeer (zie paragraaf 1.4.1) afgesproken kaders. De rietproef bestaat in de kern uit een peilverhoging tot maximaal -0,52 m NAP en vindt gedurende 6 tot 8 weken plaats in de periode 15 februari tot 15 april. De proef heeft een looptijd van 2 jaar en start in 2017.

## 1.3 Watervergunning Rietproef

Voor het uitvoeren van de Rietproef Lauwersmeer is een watervergunning nodig. Onderdeel van deze watervergunning is een onderzoeksrapport waarin helder staat omschreven wat de rietproef inhoudt, welke mogelijke risico's en effecten er zullen optreden en welke maatregelen zijn of worden genomen om deze risico's te voorkomen en om eventuele negatieve effecten te compenseren. In dit rapport staat dit allemaal omschreven. Het rapport dient daarom als onderbouwing bij de aanvraag van de watervergunning.

## 1.4 Het plangebied

Het plangebied waar de Rietproef Lauwersmeer wordt uitgevoerd is het peilvak Lauwersmeer. Het plangebied komt voor een groot deel overeen met de grenzen van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Figuur 2 toont zowel de contouren van het peilvak als van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer.




***Figuur 2 Plangebied Rietproef Lauwersmeer***

### 1.4.1 *Bestuurlijke voorwaarden*

In april 2014 zijn bestuurders in de stuurgroep Natura 2000 Lauwersmeer het eens geworden over de inhoud van het concept beheerplan. Daarbij zijn wel aanvullende voorwaarden gesteld. Deze voorwaarden zijn:

1. De veiligheid dient te allen tijden te zijn gegarandeerd;
2. Er dient een goede schaderegeling te zijn;
3. Er moet een helder aanspreekpunt zijn;
4. Voor recreatieve ondernemingen is een nulmeting uitgevoerd, om eventuele schade te kunnen vaststellen.

Sinds april 2015 is een ambtelijke kerngroep aan het werk gegaan om de voorbereidingen te treffen op de rietproef. Deze kerngroep heeft ook gewerkt aan deze voorwaarden.

1. Er zijn werkafspraken gemaakt met waterschap Noorderzijlvest ten aanzien van de uitvoering. Zie hoofdstuk 4.6.
2. Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen heeft een schaderegeling vastgesteld ten behoeve van de rietproef, zie paragraaf 5.2. Deze schaderegeling is bijgevoegd als bijlage 1.
3. De provincies Groningen en Fryslân hebben de verantwoordelijkheid om de plannen in het beheerplan uit te voeren. De provincies hebben afgesproken dat de Provincie Groningen zowel bestuurlijk als ambtelijk trekker is van het uitvoeren van het beheerplan voor het Lauwersmeer. Voor burgers is Lauwersmeer@provinciegroningen.nl en 050 3164543, het loket voor alle vragen, meldingen etc. In bijlage 2 is het officiële verzoek van de Provincie Groningen en de reactie van de provincie Fryslân te vinden.
4. De nulmeting van recreatieve ondernemingen is uitgevoerd door een externe onafhankelijke partij. Hiervoor is CED Claims & Services ingehuurd. CED heeft inmiddels alle recreatieve ondernemers bezocht die zijn benoemd in bijlage 7 van het Beheerplan Lauwersmeer.

Daarnaast staat het een ieder die schade verwacht vrij zich te melden via telefoonnummer 010-284 30 98. CED zal dan bepalen of een nulmeting nodig is, of dat eventueel schade ook achteraf vast te stellen is.

Hiermee is aan alle bestuurlijke voorwaarden voldaan om de rietproef te kunnen starten.

## 1.5 Leeswijzer

In deze paragraaf wordt kort de opbouw van dit onderzoeksrapport weergegeven. Hoofdstuk 2 omschrijft de voorgenomen activiteit. Het hoofdstuk gaat in op het doel van de proef de daarbij behorende onderzoeksvragen en hoe de proef zal worden uitgevoerd. Hoofdstuk 3 omschrijft de huidige situatie van het plan- en studiegebied. Dit vormt het referentiekader voor de proef en gaat in op aspecten als ruimtegebruik, ecologie, water en vismigratie. In hoofdstuk 4 worden de verwachte effecten en risico's van de proef beschreven maar ook welke maatregelen worden getroffen om ongewenste effecten en risico's te voorkomen of te compenseren. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de vergunningenprocedure en de schaderegeling behandeld.

# 2 Voorgenomen activiteit

## 2.1 Inleiding

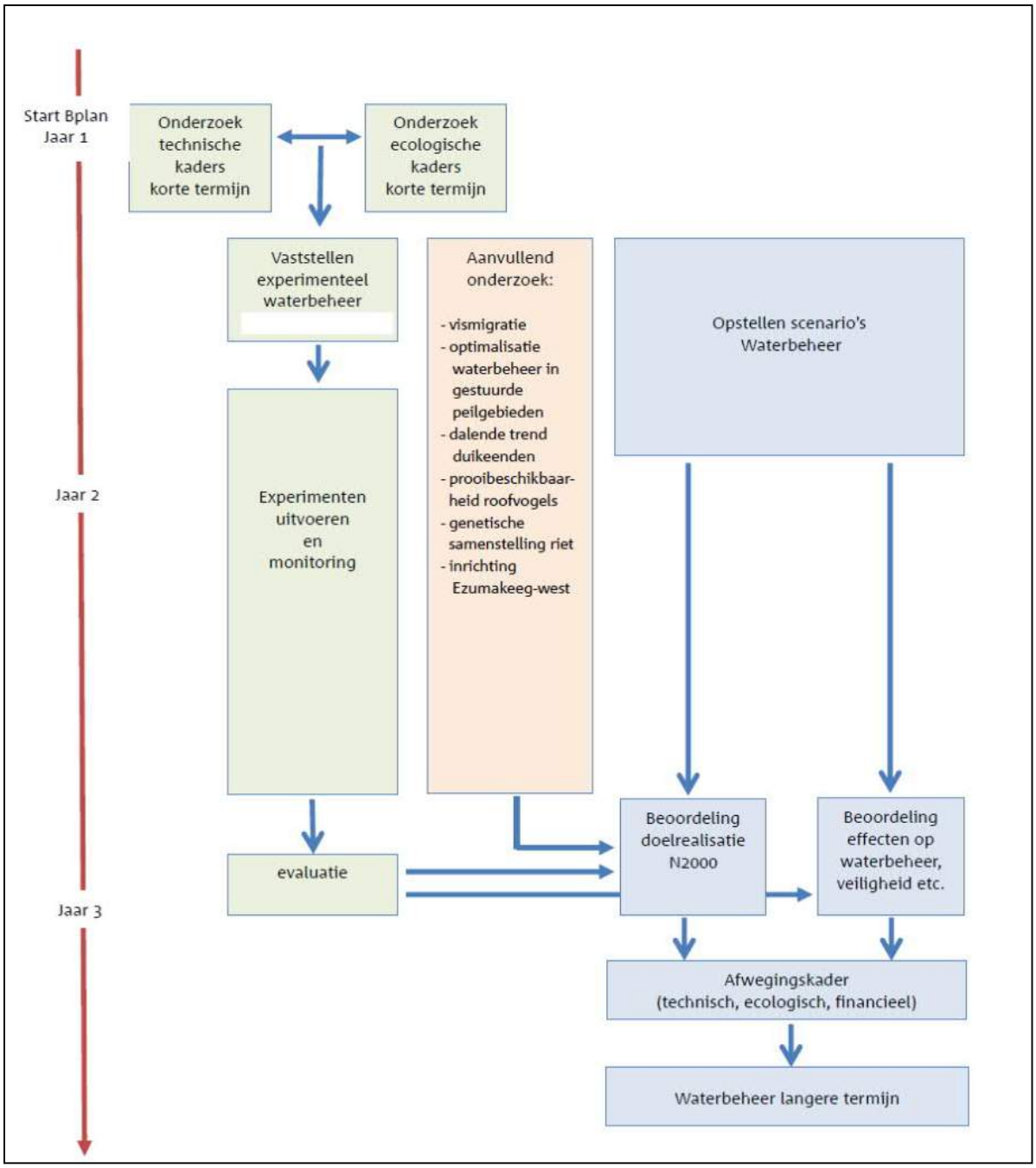
In dit hoofdstuk wordt de rietproef kort omschreven. In paragraaf 2.2 wordt de opzet van het onderzoek uiteengezet. Paragraaf 2.3 en 2.4 beschrijven respectievelijk het doel van de proef en de daarbij behorende onderzoeksvragen. In paragraaf 2.5 wordt omschreven welk experimenteel waterstandsregime wordt gehanteerd en hoe en waar gedurende de proef wordt gemonitord. In paragraaf 2.6 wordt kort omschreven welke aanvullende onderzoeken parallel aan de rietproef plaatsvinden. In paragraaf 2.7 worden een aantal voorbeelden gegeven van mogelijke waterbeheerscenario's en tot slot wordt in paragraaf 2.8 het afwegingskader na de proef geschetst.

## 2.2 Onderzoeksopzet

In het Natura 2000-beheerplan Lauwersmeer is geconcludeerd dat het halen van een aantal instandhoudingsdoelen onder druk staat. Dit geldt onder meer voor een aantal broedvogels van rietmoeras en broed- en trekvogels die gebruik maken van slikkige delen in het Lauwersmeergebied. In het beheerplan zijn maatregelen en onderzoeken geformuleerd om de situatie in het gebied te verbeteren. Eén van de onderzoeken is een proef met meer peildynamiek. Van een verhoging van de peildynamiek kan worden verwacht dat dit een positief effect heeft op het rietmoeras en de slikkige delen, en op de realisatie van de instandhoudingsdoelen. Om zicht te krijgen op de effecten van peildynamiek wordt een proef van twee jaar ingesteld. De proef met meer peildynamiek vindt plaats binnen de geldende randvoorwaarden ten aanzien van veiligheid en waterbeheer.

Het onderzoek richt zich op de effecten van de peildynamiek op rietmoeras en slikkige delen in relatie tot de instandhoudingsdoelen. Daarnaast richt het zich op bijkomende effecten van de peildynamiek, zijnde de kwaliteit van het foerageergebied van kleine zwanen, de KRW-doelen en vismigratiemogelijkheden.

Figuur 3 bevat de onderzoeksopzet. Er is gekozen voor een onderzoeksprogramma waarvoor de eerste twee jaar van de beheerplanperiode worden gebruikt.




***Figuur 3 Stroomschema onderzoeksopzet***

Om te komen tot een waterbeheer voor de langere termijn worden waterbeheerscenario's opgesteld en doorgerekend op de mate van doelrealisatie van Natura 2000 en op de technische en financiële aspecten. Voor de realisatie van de Natura 2000-doelen wordt er gezocht naar een waterstandsregime dat de instandhoudingsdoelen ondersteunt (ecologisch kader) binnen de gestelde randvoorwaarden van waterveiligheid (technisch en maatschappelijk kader). De onderzoeksresultaten van het experimenteel onderzoek en het aanvullend onderzoek dienen hiervoor als input, evenals de reeds bekende gegevens.

## 2.3 Doel proef

Het doel van de rietproef is om de ontwikkeling van natuurwaarden in het Lauwersmeergebied te ondersteunen en een bijdrage te leveren aan de verwezenlijking van de aan het Lauwersmeer toegekende natuurdoelen, zoals opgenomen in het beheerplan Natura 2000-gebied Lauwersmeer.

Door middel van de proef verwacht men zicht te krijgen op de areaaltoename van vitaal riet, dat dient als geschikt habitat voor broedvogels van rietmoeras. Tevens verwacht men zicht te krijgen op de areaaltoename van slikkige delen die dienen als biotoop voor steltlopers (foerageren en broeden). De resultaten van de proef dienen als input voor het inrichten van het toekomstige peilbeheer en het oplossen van de huidige beheerknelpunten.

## 2.4 Onderzoeksvragen

### 2.4.1 *Ecologisch*

Ecologisch gezien zijn er hogere peilen nodig in cruciale perioden van het winterhalfjaar, zie paragraaf 2.7. Het onderzoeksprogramma richt zich op beantwoording van de volgende vragen:

Rietmoeras

1. In welke mate draagt het verhogen van de peildynamiek bij tot het behoud en ontstaan van waterriet en vitale rietvegetatie op de platen?
2. Wat is het effect hiervan op de geschiktheid van het gebied als broedgebied voor de Natura 2000-vogelsoorten, vooral broedvogels van moeras met overjarig waterriet (roerdomp, bruine kiekendief, snor, porseleinhoen).

Slikkige delen

3. In welke mate draagt het verhogen van de peildynamiek bij tot het ontstaan van slikkige delen?
4. Wat is het effect van peildynamiek op de geschiktheid van het gebied als broed- en foerageergebied voor vogels van slikkige, droogvallende oevers en vogels van ondiepe wateren.

KRW-doelen

De Kaderrichtlijn Water richt zich onder meer op de macrofauna en –flora. Een verhoging van de peildynamiek kan hierop een effect hebben. Dit dient in beeld te worden gebracht.

5. Wat zijn de effecten van het verhogen van de peildynamiek op de KRW-doelen, met name de macrofyten en macrofauna?

Foerageergebied Kleine Zwaan

Schedefonteinkruid is een belangrijke voedselplant voor de N2000-soort Kleine Zwaan. Onderzocht dient te worden in welke mate het voorkomen van schedefonteinkruid sturend is voor de populatie Kleine Zwaan in het Lauwersmeergebied en wat de relatie met het (eventueel veranderende) waterregime kan zijn (kwalitatieve effectbepaling). Hiervoor dient het voorkomen van schedefonteinkruid in relatie tot de waterdiepte in beeld te worden gebracht en een inschatting te worden gemaakt van het effect van verhoging van de peildynamiek.

6. Wat is het effect van het verhogen van de peildynamiek op het voorkomen en kwaliteit van schedefonteinkruid?

Vismigratie

Tijdelijk verhogen van de waterstand zonder aanvullende voorzieningen kan er toe leiden dat de optrek van vis wordt belemmerd, een ongewenst effect.

7. Waar en hoe treedt belemmering voor vismigratie op, en welke maatregelen zijn te nemen? (Van finetuning open en dichtzetten van sluizen tot verbeteren van de technische vispasseerbaarheid.)

### 2.4.2 *Technisch*

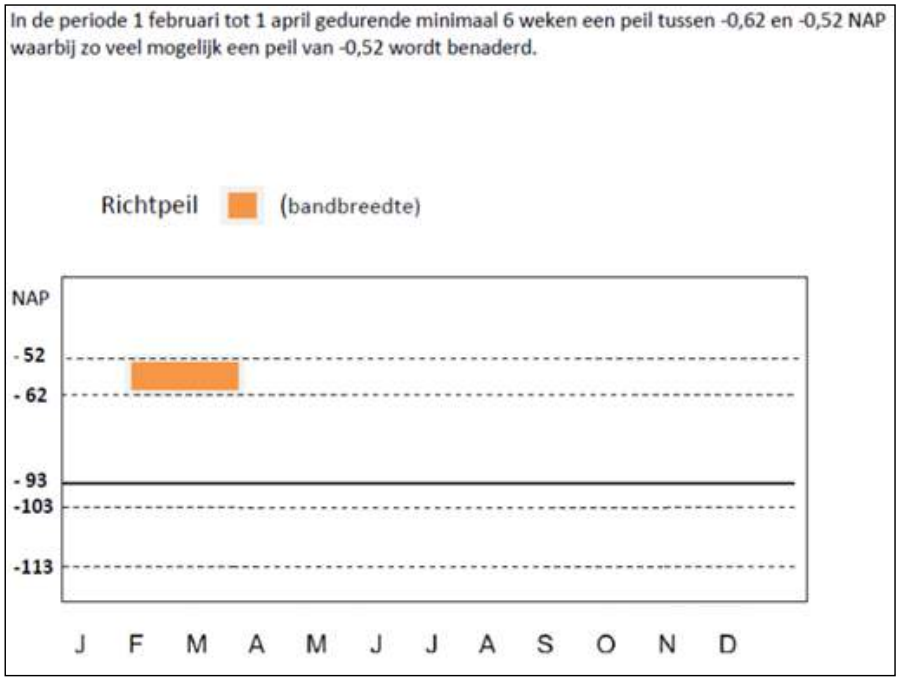
Het technisch kader richt zich op de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen:

8. Wat zijn de randvoorwaarden die de waterdynamiek bepalen?

9. Welke (maximale) waterstanden kunnen worden gerealiseerd in het winterhalfjaar zonder dat de gewenste afwatering en waterveiligheid in gevaar komt? Oftewel: welke standen kunnen wanneer gerealiseerd worden?
10. Hoe snel reageren de waterstanden?
11. Wat zijn de extra kosten voor de bemaling bij een eventuele verhoging van de peilen?
12. Zijn er extra maatregelen nodig om de vismigratie van en naar de Drentse beken mogelijk te houden en zo ja, wat zijn de extra kosten van deze maatregelen?
13. Wat zijn de extra kosten voor kades, beschoeiingen, steigers e.d. als gevolg van een eventuele verhoging van de peilen en welke schades treden eventueel op aan voorzieningen als gevolg van hogere peilen.

## 2.5 Experimenteel waterstandsregime

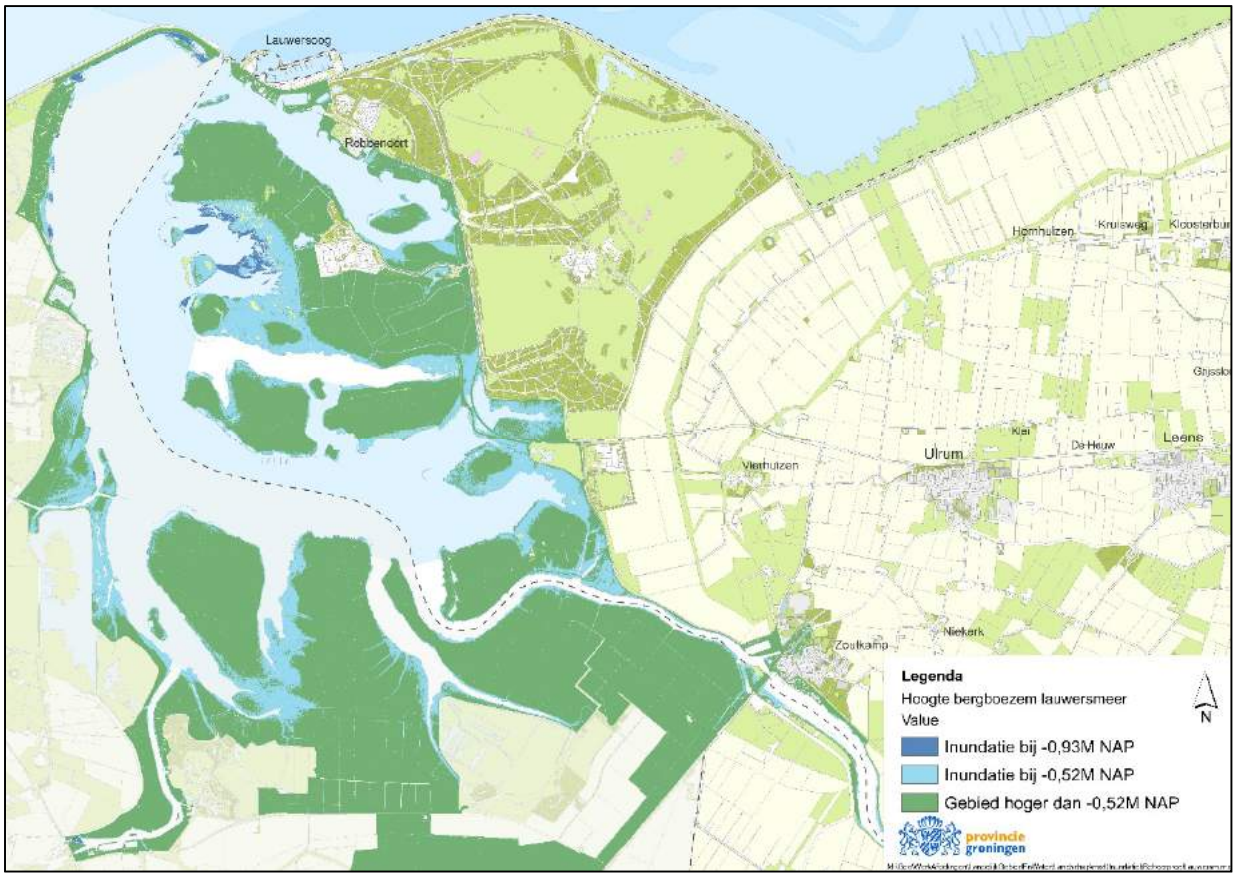
Het experimenteel waterstandregime (zie Figuur 4) is vastgesteld op basis van de ecologische en technische kaders.




***Figuur 4 Beschrijving richtpeil voor de proef met peildynamiek Lauwersmeer***

Met beide waterschappen (Wetterskip Fryslân en Noorderzijlvest) is afgesproken dat het waterniveau gedurende twee jaren in de periode februari tot en met april wordt verhoogt tot maximaal -0,52 m NAP. Deze verhoging wordt gerealiseerd door de gebruikelijke aanvoer van water naar het Lauwersmeer. In de normale situatie wordt water als dit mogelijk is gespuid op zee zodra het waterniveau van het Lauwersmeer boven het streefpeil komt. Tijdens de proefperioden wordt het spuien gestaakt om de voorgenomen opzet mogelijk te maken. Als het waterniveau boven de -0,52 m NAP dreigt te komen wordt het spuien weer hervat. Er is daarnaast afgesproken geen zout water in te laten.

Aan de hand van meerdaagse weersvoorspellingen ziet het waterschap Noorderzijlvest regen of droge perioden aankomen. Om voldoende te kunnen anticiperen op neerslag en tij, is er 'werkruimte' nodig. Dit houdt in dat er bij het waterbeheer ingestoken wordt op een richtwaarde van -0,60 m NAP waarmee in de praktijk peilen zullen worden bereikt met een bovengrens van -0,52 m NAP. Figuur 5 toont welke gebieden inunderen bij een waterstand van -0,52 m NAP.




***Figuur 5 Overstroming bij een waterstand van -0,52 m NAP***

### 2.5.1 *Monitoring*

<u>Effecten riet en droogvallend slik</u>
De monitoring wordt gericht op effecten betreffende de knelpunten riet en droogvallend slik. Van belang zijn vooral de effecten waarvan de verwachting is dat op korte termijn zichtbaar/meetbaar zijn.

Er zijn 4 proeflocaties in het Lauwersmeer gekozen, representatief voor slikkige en met riet begroeide oevers, zie Figuur 6. Per locatie worden raaien loodrecht op de oever uitgezet, die bestaan uit 4-5 permanente quadraten (pq's) waarin de vegetatiemetingen worden uitgevoerd.
De locaties bestaan steeds uit twee parallelle raaien met pq's. De ene raai is uitgerasterd om de effecten van ingeschaard vee en grazende ganzen als effect uit te sluiten. De andere raai wordt wel meebegraasd.
In de uitgerasterde gebieden (PQ's) worden jaarlijks door de Provincie Groningen en/of Staatsbosbeheer de volgende metingen verricht:

- vegetatiesamenstelling m.b.v. vegetatieopnamen;
- vegetatiesamenstelling m.b.v. vlakdekkende kartering langs een raai;
- rietdiktemeting;
- kwaliteit rietvegetatie door meting aan rietplanten van de gemiddelde lengte en dikte stengel; aantal bloeiende, levende en dode stengels.
- waterstand; hoogte waterstand. Deze wordt reeds gemeten door het waterschap.

***Figuur 6 Proeflocaties Lauwersmeer***

Overige ecologische effecten

Naast monitoring van de effecten op de knelpunten riet en droogvallend slik worden de volgende effecten in kaart gebracht:

1. Het effect van de rietproef op het gebied als broedgebied voor de Natura 2000-vogelsoorten, met name broedvogels van moeras met overjarig waterriet (roerdomp, bruine kiekendief, snor, porseleinhoen).
2. Het effect van de rietproef op de geschiktheid van het gebied als broed- en foerageergebied voor vogels van slikkige, droogvallende oevers en vogels van ondiepe wateren.
3. De effecten van de peildynamiek op de KRW-doelen, vooral de macrofyten en macrofauna.
4. Het effect van het verhogen van de peildynamiek op het voorkomen en de kwaliteit van schedefonteinkruid.
5. Het effect van het verhogen van rietproef op de vismigratie. Waar en hoe treedt belemmering op en welke maatregelen kunnen worden genomen?

### 2.5.2 *Evaluatie*

De rietproef wordt gedurende twee jaar uitgevoerd. Dan wordt opnieuw bekeken in hoeverre de proef succesvol is of niet. In beide gevallen ontstaat een situatie waarbij opnieuw een afweging plaatsvindt of de proef langer gaat duren of dat deze wordt stopgezet.

De proef is succesvol als blijkt dat het flexibele, hogere peil leidt tot een positieve ontwikkeling van waterriet, slikkige droogvallende oevers en kortgrazige vegetaties als leefgebied voor doelsoorten, zonder onoverkoombare problemen te veroorzaken voor andere functies in het gebied.

De proef zal worden geëvalueerd op ecologische effecten, hydrologische effecten en effecten op derden. Uitkomst van de evaluatie zal een advies zijn of het flexibele peil een terugkerend karakter kan krijgen of niet. In overleg met betrokken partijen en belanghebbenden uit de omgeving zal een vervolgtraject worden bepaald. Het vervolgtraject zal een bestuurlijke keuze zijn van zowel provincies als waterschappen.

## 2.6 Aanvullend onderzoek

Naast het experiment met het waterstandsregime vinden parallel aan dit onderzoek een aantal aanvullende onderzoeken plaats. Deze onderzoeken maken geen deel uit van de aanvraag in het kader van de Watervergunning. Omdat de uitkomsten van deze aanvullende onderzoeken wel invloed hebben op het waterbeheer voor de lange termijn worden ze hier wel kort benoemd.

Afstemming KRW

De hoofddoelstelling van de Natura 2000 doelstelling vraagt een geïntegreerde aanpak tussen Natura 2000 en KRW aandachtsvelden. Afstemming is goed mogelijk aangezien een verdere uitwerking van de KRW-doelstellingen in concrete maatregelen de komende periode plaats gaat vinden. Gezamenlijke aandachtspunten zijn in het bijzonder de (on)mogelijkheden voor vismigratie en de waterkwaliteit.

Vismigratie

Het Lauwersmeer vormt een belangrijke overgangszone en verblijfplaats voor diadrome soorten (vissen met trekgedrag tussen zee en binnenwater) en estuariene soorten. Onderzoek is nodig voor optimalisering van de vismigratie in het traject Waddenzee–Lauwersmeer-achterland vice versa. Het Lauwersmeer speelt hierin een essentiële rol met drie belangrijke in- en uitgangen: Dokkumer Nieuwe Zijlen, Electra en de Cleveringsluizen. Verder zijn er ook locaties bij de HD Louwessluis, het Robbengat-gemaal en bij Ezumazijl. In het kader van de KRW wordt de komende jaren onderzoek verricht naar de optimalisatiemogelijkheden voor vismigratie op de genoemde locaties. Recent is een meer visvriendelijk spuibeheer ingesteld bij de Cleveringsluizen Door het Waterschap is een vis-intrekonderzoek gepland gericht op migratie vanuit de Waddenzee waarbij het spuibeheer wordt geëvalueerd. Daarnaast wordt gekeken hoe de zoet-zout-overgang beter kan worden ontwikkeld.
De aandacht ligt hierbij op de migratiemogelijkheden voor vissen in het algemeen en meer specifiek de Natura 2000-vissoorten (rivierprik en fint). Wat betreft de zoet-zout-overgang geldt als knelpunt dat het estuariene karakter van het Lauwersmeer slecht ontwikkeld is. De brakke zone is semi-permanent, m.a.w. het milieu kan ineens heel zoet worden en dan voor langere perioden.
Ook de stroming van enorme zoetwaterbellen naar de Waddenzee bij spuien moeten worden voorkomen. Nagegaan dient te worden hoe het spuiregime aangepast kan worden zodat de tijdelijk optredende sterke zoetwaterstroom naar het Wad wordt tegengegaan. De hierbij ontstane inzichten dienen ingepast te worden in het sluisbeheer zonder dat de andere, met het sluisbeheer samenhangende functies in gevaar komen.

Optimalisatie waterbeheer in gestuurde peilgebieden (vertraagde afvoer)

In het plangebied is een drietal gebieden aanwezig waar de waterstand wordt gestuurd door het regen- en inundatiewater vertraagd af te laten stromen naar het meer. Dit zijn de Kollumerwaard, de Ezumakeeg en het moerasgebied op de Pompsterplaat. Nagegaan wordt of het waterhuishoudkundig beheer van deze gebieden kan worden geoptimaliseerd ten behoeve van rietontwikkeling. Hiervoor is het nodig dat de huidige situatie in kaart wordt gebracht wat betreft het verloop van de waterstanden, aanwezige (natuurlijke) overstorten en duikers en afvoerhoogte (drainagebasis).

Herinrichting Ezumakeeg-West

De Ezumakeeg-West bestaat uit vochtige graslanden. Voor dit gebied is in een eerdere fase een plan opgesteld om het te vernatten en meer geschikt te maken voor natuur en recreatie. Het gebied leent zich goed voor de ontwikkeling van rietmoeras en slikkige, droogvallende delen. Hiermee kan dit deelgebied een grotere bijdrage leveren aan de realisatie van de Natura 2000 doelen.
Om dit te bereiken wordt de waterhuishouding aangepast. De waterstanden worden verhoogd door meer water vast te houden. Hiervoor wordt onder meer de bestaande klepduiker – die nu de afvoer verzorgt – vervangen door een stuw of regelbare duiker. Bij de nieuwe inrichting is het mogelijk om – desgewenst - water gecontroleerd vanuit het meer het gebied in te laten stromen. Aanvullend wordt op de lage delen de bovenste bodemlaag verwijderd (20 cm) om de voedselrijke bouwvoor te verwijderen en om hier via een extra maaivelddaling betere condities te

scheppen voor vitaal rietmoeras.
Na de inrichting ontstaat aan de oostzijde een zone met vrij langdurig, ondiep open water en een plas-draszone iets hogerop. Dit zal deels uit plassen, riet, natte ruigten en slikkige delen bestaan. Het hoger gelegen deel van de Ezumakeeg-west wordt grotendeels kort en grazig. Dit blijft geschikt voor ganzenfoerageergebied.

Dalende trend duikeenden
Een aantal duikeenden vertoont een dalende trend. De oorzaken zijn onvoldoende bekend om specifieke maatregelen te kunnen nemen. Mogelijke factoren zijn het voedselaanbod en de verdrinking in vaste vistuigen.
Onderzocht wordt of het voedselaanbod beperkend kan zijn als ook of het gebruik van vistuigen in het Lauwersmeer een wezenlijke invloed heeft op het voorkomen van de aantallen duikeenden. Voor wat betreft het voedselaanbod is het aanbod van mosselen en in mindere mate de visstand van belang. Driehoeksmossel is een belangrijke voedselbron. Nagegaan moet worden of de beschikbaarheid van driehoeksmosselen een beperking kan zijn voor de aantallen duikeenden. Hiervoor wordt onderzocht op welke schaal de driehoeksmossel voorkomt in het Lauwersmeer. Wat betreft de visstand kan aansluiting worden gezocht in het geplande visonderzoek dat de komende periode uitgevoerd wordt in het kader van de KRW. Op basis van dit onderzoek wordt duidelijk of de visstand een beperking kan vormen voor de populatie duikeenden. Voor het onderzoek naar verdrinking in vaste vistuigen, kan aansluiting worden gezocht bij een vergelijkbaar project in het IJsselmeer. Wanneer het onderzoek er aanleiding toe geeft, wordt steekproefsgewijs vastgesteld in welke mate er sprake is van verdrinking van duikeenden in de vaste vistuigen in het Lauwersmeergebied.

Verstoring in rustgebieden watervogels
In het Lauwersmeergebied is een deel van de wateren aangewezen als rustgebied voor watervogels. In deze rustgebieden vindt wel beroepsvisserij plaats. In de huidige beheerplanperiode worden deze zones ook voor de visserij afgesloten. Er wordt nagegaan in welke mate dit leidt tot een afname van de storing van de Natura 2000-watervogels. De vraag die dient te worden beantwoord is of deze maatregel leidt tot verbetering van het leefgebied voor de vogels (rust) en of deze maatregel al dan niet gecontinueerd dient te worden.

Draagkracht gebied voor de kleine zwaan
Schedefonteinkruid is de belangrijkste voedselplant voor de kleine zwaan en andere soorten als de meerkoet. Onderzocht wordt in welke mate het voorkomen van schedefonteinkruid sturend is voor de populatie van de kleine zwaan en de relatie met het (eventueel veranderend) waterregime. Hiervoor wordt het voorkomen van schedefonteinkruid in relatie tot de waterdiepte (beter) in beeld gebracht. Dit vindt plaats door een kartering op het open water waarbij de velden schedefonteinkruid in kaart worden gebracht. De kartering vindt tweemaal plaats. Aandachtspunt is dat een inschatting gemaakt kan worden van de voedselbeschikbaarheid. Daarvoor is het noodzakelijk de kwaliteit van de tubers (dikte/gewicht) en de dichtheid en diepte van voorkomen in beeld te brengen.

Optimalisatie prooibeschikbaarheid roofvogels
De prooibeschikbaarheid (vooral muizen) voor roofvogels is mogelijk een bottleneck voor het realiseren van de doelstellingen voor velduil en grauwe kiekendief. Onderzocht moet worden in welke mate dit het geval is, en welke mogelijkheden er zijn dit (eventuele) knelpunt op te lossen. Hierbij wordt naast aanpassing van de begrazingsdruk of cyclische begrazing (periodiek wel / niet) ook gekeken naar eventuele vergroting van de waterdynamiek. Nagegaan wordt onder andere of in de zones grenzend aan inundatievlaktes, waar het water zich in het voorjaar langzaam terugtrekt, een geschikt, open (muizenrijk) foerageergebied ontstaat.

Genetische samenstelling riet
Voor de ontwikkeling van een vitaal rietmoeras is het noodzakelijk dat het huidige rietbestand bestaat uit verschillende klonen van waterriet en niet uit landriet. Onderzocht wordt of er voldoende waterriet potentie aanwezig is.

## 2.7 Opstellen scenario's waterbeheer

Om te komen tot een waterbeheer voor de langere termijn worden parallel aan de rietproef Lauwersmeer, eneen aantal aanvullende onderzoeken (zie paragraaf 2.6), waterbeheerscenario's opgesteld. Voorbeelden van mogelijke waterbeheerscenario's zijn:

- natuurlijk peilregime tot maximaal NAP;
- natuurlijk peilregime tot Friese boezempeil of tot vrije afstroom van de Friese boezem;
- starre waterstanden rond peil Electraboezem;
- anticiperend kortdurend een laag peil instellen bij verwachtte extreme afvoerpieken;
- compartimentering van deelgebieden.

Maar ook andere scenario's zijn denkbaar. De haalbaarheid van deze scenario's wordt in beeld gebracht door het met belanghebbenden concreet formuleren van scenario's en het daarna doorrekenen en analyseren van die scenario's.

## 2.8 Afwegingskader

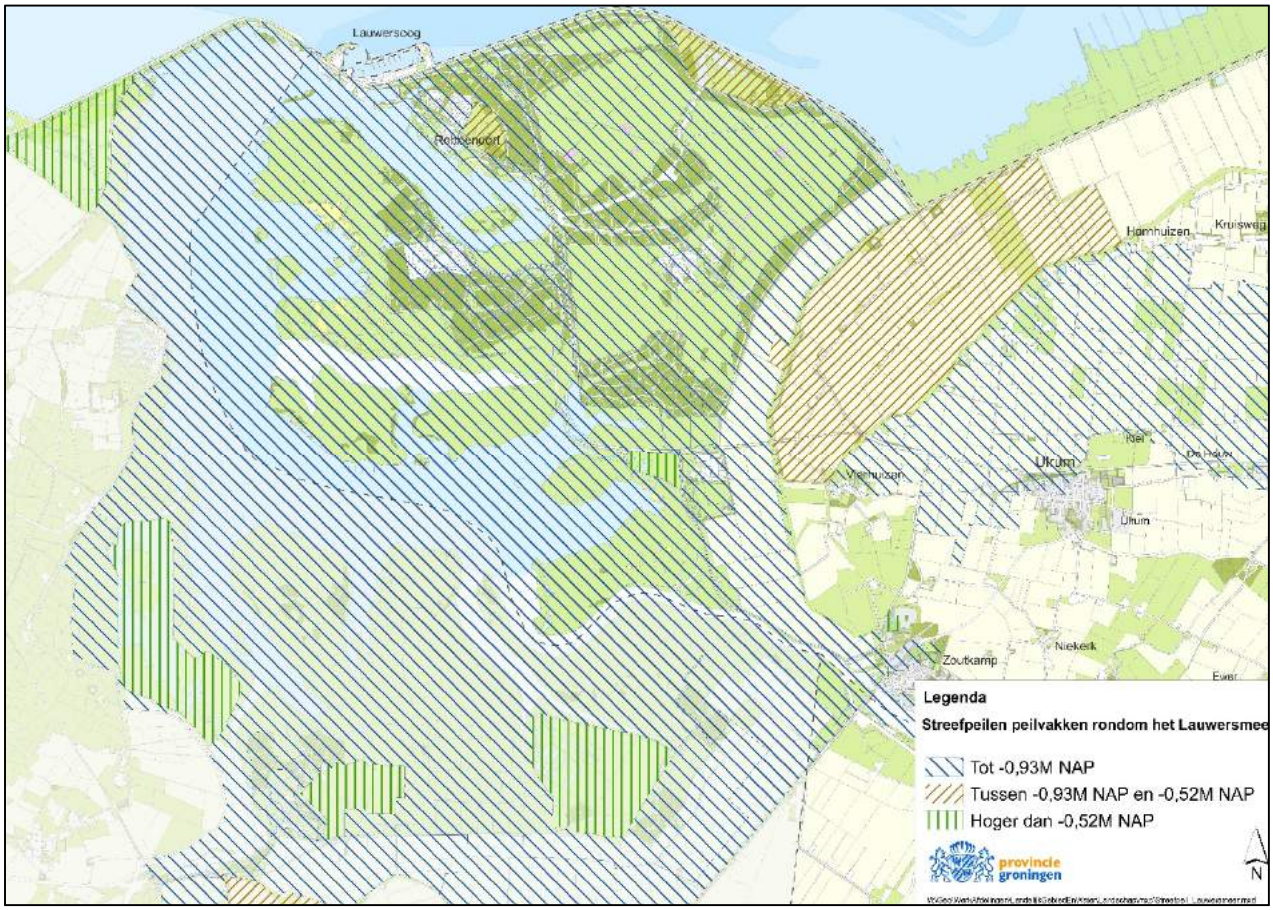
De resultaten van de proef dienen als input voor het inrichten van het toekomstige peilbeheer en het oplossen van de huidige beheerknelpunten.
Na de rietproefperiode van 2 jaar vindt besluitvorming plaats aan de hand van een afwegingskader. Hierin wordt de doelrealisatie bij de verschillende scenario's beoordeeld als ook de effecten op andere functies (zoals veiligheid, waterberging, waterbeheer, recreatief medegebruik, beroepsvaart, visserij in en buiten het gebied).
De afweging vindt dus plaats op technische, ecologische en financiële gronden. Als input voor het afwegingskader worden ook de onderzoeksresultaten van het experimenteel onderzoek en het aanvullend onderzoek meegenomen.

# 3 Huidige situatie

## 3.1 Inleiding

### 3.1.1 *Plangebied peilvak Lauwersmeer*

Het plangebied waar de Rietproef Lauwersmeer wordt uitgevoerd is het peilvak Lauwersmeer, zie paragraaf 1.2. Het plangebied komt voor een groot deel overeen met de grenzen van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Het huidige streefpeil in het peilvak Lauwersmeer bedraagt -0,93 m NAP. Figuur 7 toont de streefpeilen van de verschillende peilvakken rondom het Lauwersmeer.




***Figuur 7 Streefpeilen peilvakken rondom het Lauwersmeer***

### 3.1.2 *Studiegebied rietproef*

Het studiegebied van de Rietproef Lauwersmeer betreft het gebied tot waar zich mogelijk effecten kunnen voordoen als gevolg van de voorgenomen activiteit. Het studiegebied is ruimer dan het plangebied. De omvang van het studiegebied kan per milieuaspect verschillen.

### 3.1.3 *Huidige situatie*

De huidige situatie vormt de referentie bij het bepalen van de effecten van de Rietproef Lauwersmeer. Als referentiejaar is 2015 genomen omdat in dit jaar diverse onderzoeken hebben

plaatsgevonden in het kader van de rietproef. De resultaten van deze onderzoeken kunnen worden beschouwd als een zogenaamde 0-meting. In dit hoofdstuk is voor verschillende milieuaspecten de huidige situatie omschreven.

## 3.2 Ruimtegebruik

De totale oppervlakte van het Lauwersmeergebied bedraagt circa 10.900 hectare (inclusief de Westpolder, Vierhuisterpolder, Hornhuisterpolder, Noorder- en Zuiderreitdiepspolder). Het grootste gedeelte van het Lauwersmeergebied betreft natuur en bebossing. Daarnaast wordt de grond ten oosten en ten zuiden van het Lauwermeer gebruikt als landbouwgrond. Het aandeel bebouwing en wegen is in het gebied gering. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de typen landgebruik in het gebied met bijbehorende3 aandelen (Waterschap Noorderzijlvest, 2008).

| Landgebruik | Oppervlakte (ha) | Percentage |
|---|---|---|
| Akkerbouw | 1.815 | 17 |
| Bebouwing in het buitengebied | 48 | 1 |
| Grasland | 646 | 6 |
| Hoofd- en spoorwegen | 118 | <1 |
| Kale grond | 22 | <1 |
| Natuur | 5.058 | 48 |
| Stedelijk bebouwd gebied | 25 | <1 |
| Zoet water | 2.722 | 26 |
| *Totaal* | *10.454* | *100* |

***Tabel 1 Aandelen per type landgebruik in het Lauwersmeergebied***

### 3.2.1 *Militair oefenterrein Marnewaard*

Ten oosten van het Lauwersmeer (Figuur 2) ligt het militair oefen- en schietterrein Marnewaard, met een totale oppervlakte van ca. 1.600 ha. Het gebied wordt aan de noordzijde begrensd door de zeedijk en aan de west- en zuidzijde door de Marneweg, welke de verbindingsweg vormt tussen Lauwersoog en Zoutkamp. Aan de oostzijde wordt het gebied begrensd door de Westpolder welke in gebruik is als landbouwgebied. Dit militair oefenterrein speelt een belangrijke rol binnen het Lauwersmeergebied en daarom is Defensie ook zeer betrokken bij maatregelen en/of afspraken die genomen worden omtrent de waterhuishouding.

### 3.2.2 *Recreatie*

Het Lauwersmeergebied is uitermate geschikt voor vrijetijdsbesteding zoals wandelen, fietsen, surfen, varen, zwemmen, zonnebaden, vissen, vogels kijken enzovoort. Rond het Lauwersmeer bevinden zich dan ook een aantal terreinen voor verblijfsrecreatie. Dit zijn:

- Camping Lauwersoog
- Recreatiepark Lauwersmeer (jachthaven)
- Landal Natuurdorp Suyderoogh
- Bungalowpark Robbenoort
- Landal Esonstad
- Villapark Lauwerssee

In de huidige situatie hebben Landal Natuurdorp Suyderoogh en Villapark Lauwerssee het zelfde peil als het Lauwersmeer. In beide vakantieparken bevinden zich aanlegsteigers voor pleziervaartuigen. In de huidige situatie kunnen vaarrecreanten rechtstreeks vanaf deze steigers het Lauwersmeer opvaren.

Als surflocatie is Hoek van de Bant erg populair onder wind- en kitesurfers. Bij de Hoek van de Bant bevindt zich een inham vanwaar de surfers het Lauwersmeer opgaan. In de huidige situatie is de bebording van het voor surfers opengestelde gebied zodanig neergezet dat ondiepe plekken bereikbaar zijn.

### 3.2.3 *Landbouw*

Rondom het Lauwersmeer bevinden zich diverse landbouwgronden en agrarische bedrijven. Een deel van deze gronden bevindt zich binnen de grenzen van het waterlichaam Lauwersmeer.

Een aantal landbouwpercelen hebben in de huidige situatie een streefpeil van om en nabij -0,93 m NAP. Dit zijn de:

- Catspolder;
- Eskespolder;
- Zuidzijde bergboezem Lauwersmeer.

### 3.2.4 *Wonen*

De woonkern Lauwersoog is na 1969 ontstaan, na de indijking van de Lauwerszee tot het Lauwersmeer. Het dorp telt ongeveer 40 woningen en 150 inwoners.

In 2007 is naar aanleiding van klachten van bewoners van de woonkern over wateroverlast een onderzoek naar de grondwaterproblematiek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de relatie tussen de neerslag en de waterstand in het Lauwersmeer en het verloop van de grondwaterstand in de woonkern Lauwersoog.

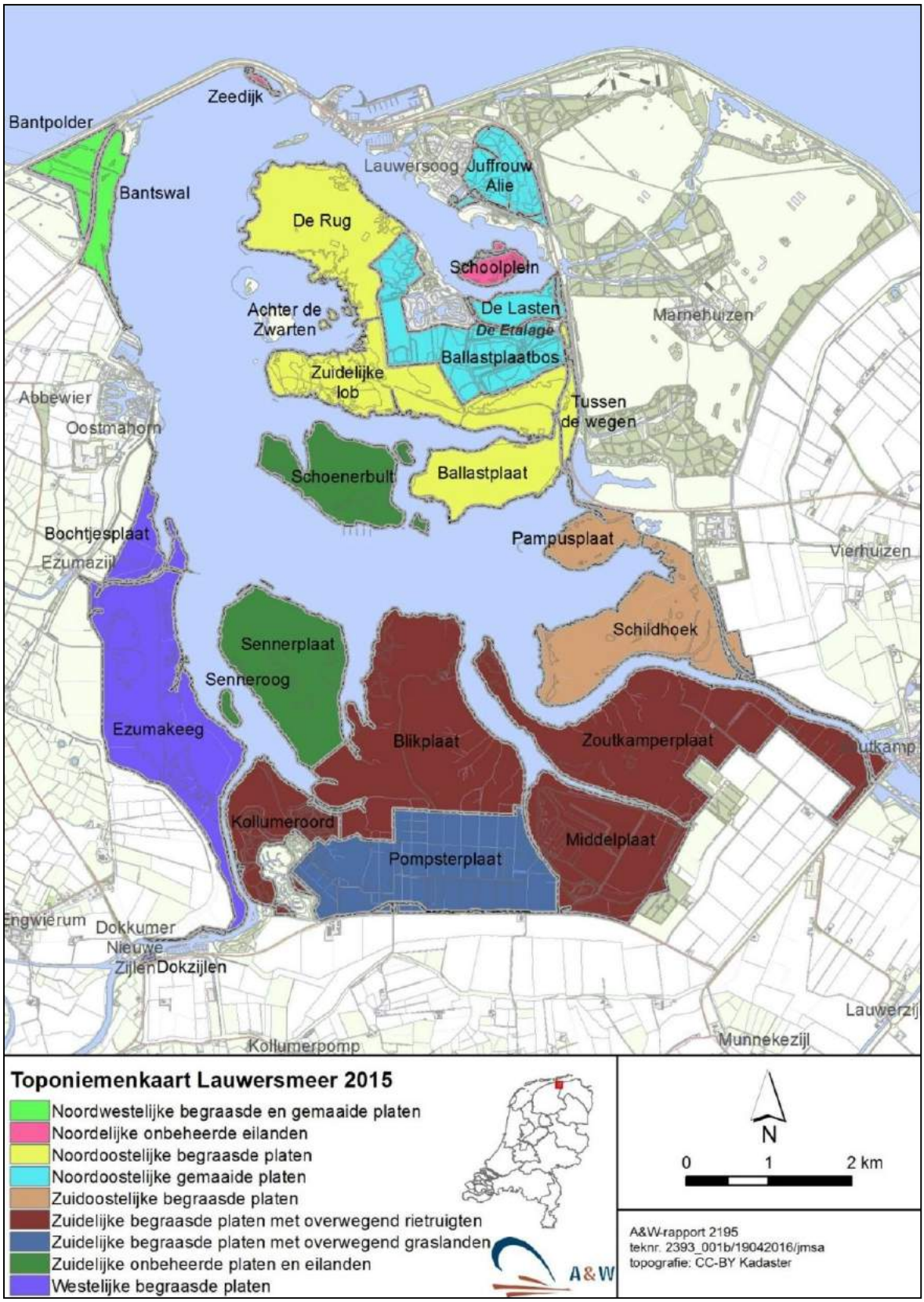
Uit dit onderzoek is gebleken dat de hoge grondwaterstanden en grote fluctuaties in de grondwaterstand grotendeels werden veroorzaakt door de slechte hydrologische ontsluiting van de woonkern met het ontbreken van drainagesystemen (drains, watergangen). Fluctuaties in de waterstand van het Lauwersmeer bleken destijds van secundair belang. Naar aanleiding van dit rapport is drainage aangelegd om deze problematiek aan te pakken.

De peilbuislocaties welke in 2007 zijn gebruikt voor het onderzoek in de woonkern Lauwersoog zijn nog steeds aanwezig en begin februari 2016 weer in gebruik genomen. Het rapport uit 2007 is terug te vinden als bijlage 3.

## 3.3 Ecologie

### 3.3.1 *Vegetatiekartering*

In opdracht van Staatsbosbeheer regio Noord is door ‘Altenburg & Wymenga ecologisch Onderzoek’ in 2015 een vegetatie- en florakartering uitgevoerd in het Natura 2000-gebied Lauwersmeer (R. Bakker en P. de Hoop 2016, A&W-rapport 2195). Van het totaaloppervlak van het Natura 2000-gebied, 5.783 hectare, is 3.278 hectare gekarteerd (Figuur 8). Daarnaast zijn enkele delen van het Lauwersmeergebied gekarteerd die geen onderdeel zijn van het Natura 2000-gebied. Dit betreft het Terreintje van Juffrouw Alie en het Ballastplaatbos, samen 249 hectare. De resultaten van dit onderzoek dienen als zogenaamde 0-meting voor de rietproef en zijn in deze paragraaf kort samengevat.

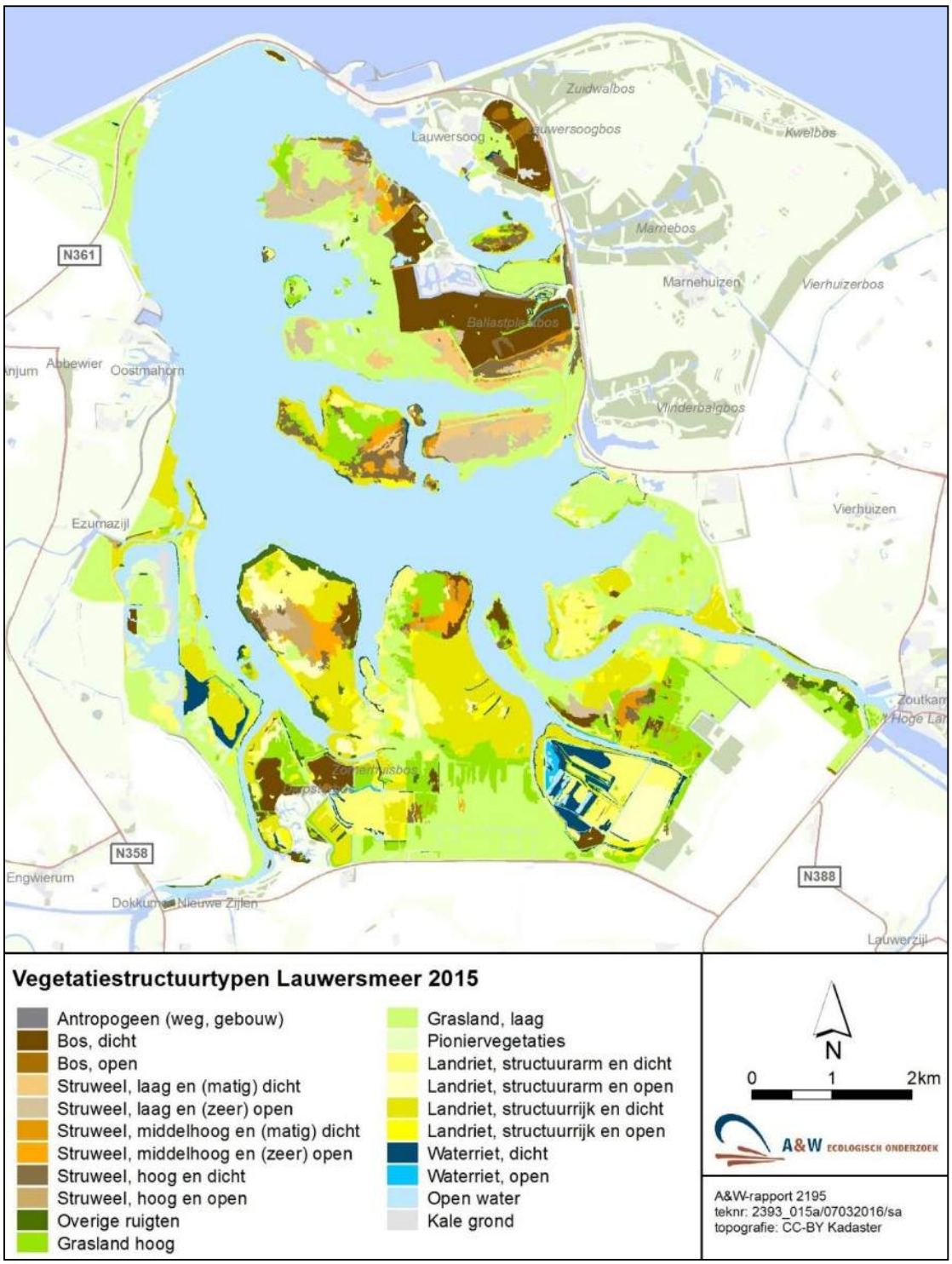



***Figuur 8 Kaart karteringsgebied en toponiemen (Bron: A&W-rapport 2195)***

In Tabel 2 en in Figuur 9 zijn de structuurtypen vermeld die zijn gevonden in de gekarteerde delen van het Lauwersmeergebied en in twee kleine niet gekarteerde delen: Ezumakeeg-West (ten zuiden van Ezumazijl) en twee kleine eilanden behorend tot Achter de Zwarten (zie Figuur 8).

| Structuurtype | Opp. (ha) | Opp. (%) |
|---|---|---|
| Antropogeen (weg, gebouw) | 1,5 | 0,04 |
| Bos, dicht | 268,0 | 7,55 |
| Bos, open | 16,3 | 0,46 |
| Grasland hoog | 312,9 | 8,82 |
| Grasland, laag | 1194,5 | 33,67 |
| Kale grond | 23,8 | 0,67 |
| Landriet, structuurarm en dicht | 277,8 | 7,83 |
| Landriet, structuurarm en open | 123,9 | 3,49 |
| Landriet, structuurrijk en dicht | 490,0 | 13,81 |
| Landriet, structuurrijk en open | 68,6 | 1,93 |
| Open water | 90,7 | 2,56 |
| Overige ruigten | 46,7 | 1,32 |
| Pioniervegetaties | 79,5 | 2,24 |
| Struweel, hoog en dicht | 127,9 | 3,61 |
| Struweel, hoog en open | 28,1 | 0,79 |
| Struweel, laag en (matig) dicht | 77,2 | 2,18 |
| Struweel, laag en (zeer) open | 126,8 | 3,57 |
| Struweel, middelhoog en (matig) dicht | 38,4 | 1,08 |
| Struweel, middelhoog en (zeer) open | 53,2 | 1,50 |
| Waterriet, dicht | 86,6 | 2,44 |
| Waterriet, open | 15,3 | 0,43 |
| **Totaal** | **3547,6** | **100** |

***Tabel 2 Vegetatiestructuurtypen in het Lauwersmeergebied (Bron: A&W-rapport 2195)***

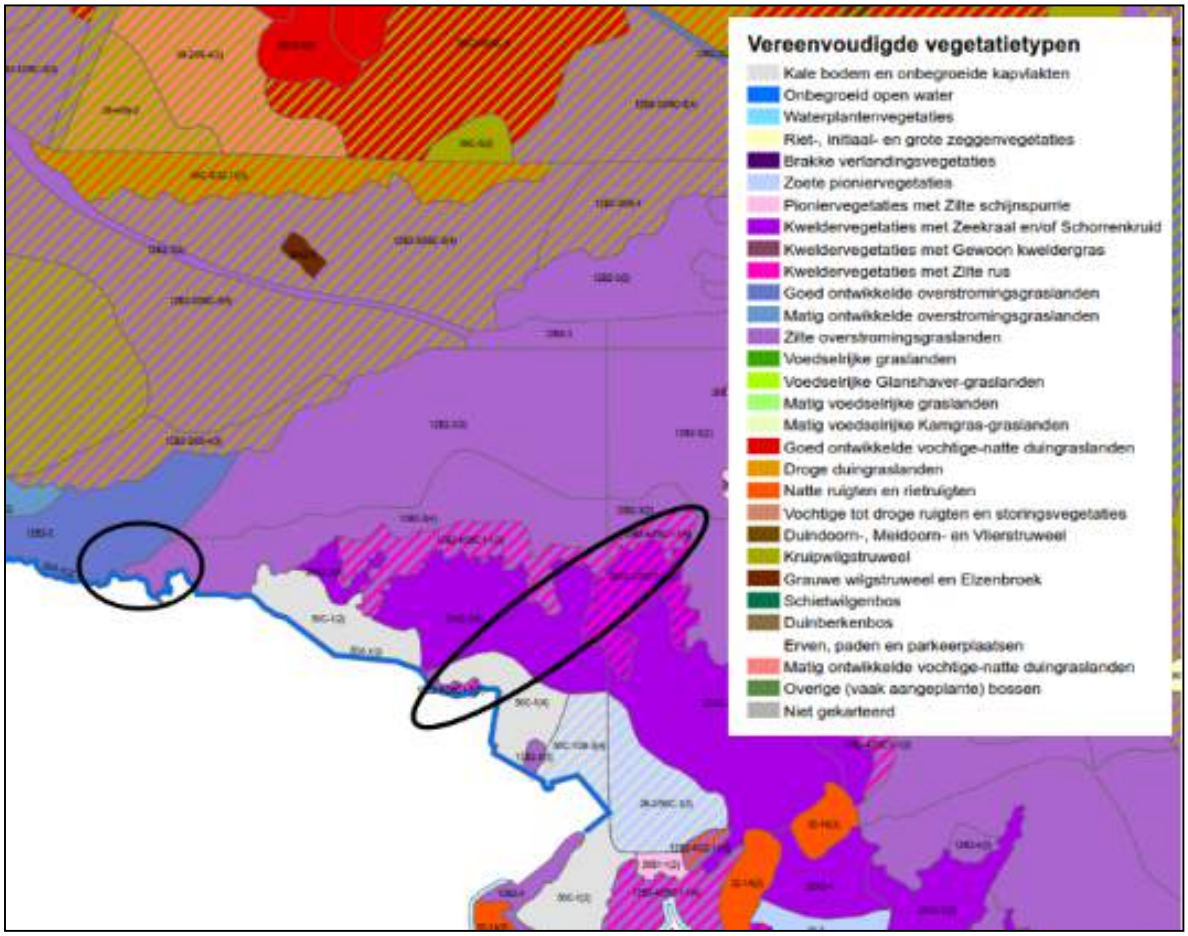



***Figuur 9 Kaart met vegetatiestructuurtypen in het Lauwersmeer in 2015 (Bron: A&W-rapport 2195)***

In het navolgende worden de ontwikkelingen van de deelgebieden waar de 4 proeflocaties (zie paragraaf 2.5.1) zich bevinden omschreven. Dit betreffen respectievelijk de Noordoostelijke begraasde platen, de Zuidoostelijke begraasde platen en de Zuidelijke begraasde platen met overwegend rietruigten, zie bijlage 4 voor de vereenvoudigde vegetatiekaart van het Lauwersmeer.

Noordoostelijke begraasde platen

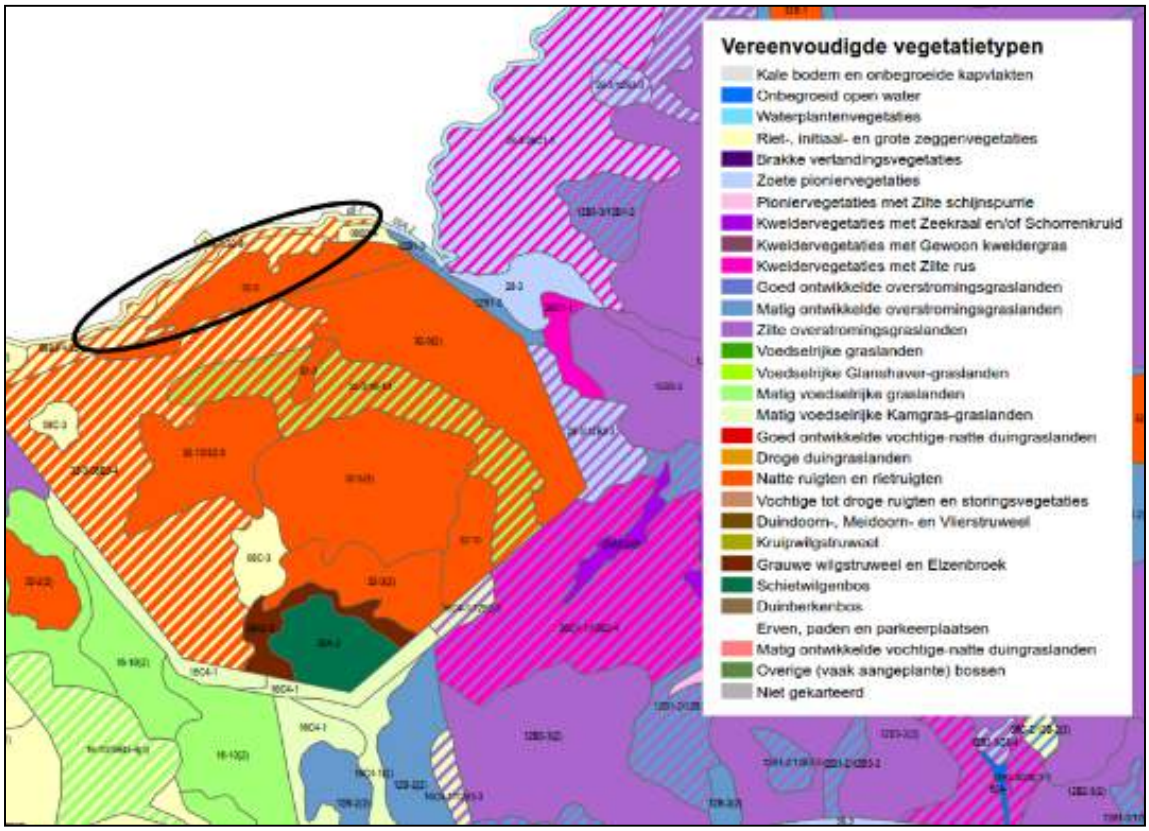
- De Rug (208 ha), Zuidelijke Lob (220 ha), Ballastplaat (121 ha), Tussen de wegen (22 ha), Achter de Zwarten (2 ha)
- Een groot deel van het oppervlak wordt ingenomen door goed ontwikkelde zilte en niet-zilte overstromingsgraslanden. Daarnaast komen kweldervegetaties met Zilte rus voor. Goed en matig ontwikkelde vochtige-natte duingraslanden (Knopbies-vegetaties) komen regelmatig voor, vaak in mozaïek met kruipwilgvegetaties met Rond wintergroen. Op De Rug zijn meer pionierachtige vormen aanwezig van Knopbies-vegetaties met veel Knopbies, Duinrus en Dwergzegge. Deze pionierachtige plekken tussen de kruipwilgvegetaties worden door begrazing en betreding in stand gehouden. Op De Rug zijn enkele zeer zeldzame soorten gevonden: Dwergbloem, Groenknolorchis, Armbloemige waterbies en Noordse rus.
- Sinds 2004 hebben Knopbies-vegetaties zich op De Rug en de Ballastplaat uitgebreid, terwijl kruipwilgvegetaties met Rond wintergroen zijn afgenomen. Dit zijn mogelijk effecten van de begrazing. Duindoorn- en Grauwe wilgstruwelen zijn in verschillende delen van het deelgebied toegenomen. Tussen 2004 en 2015 heeft Zilte rus zich uitgebreid, waardoor er in 2015 veel meer zilte overstromingsgraslanden zijn gekarteerd dan in 2004.
- In het centrale deel van De Rug neemt de verzuring toe. Dit blijkt uit de toename van zure soorten als Zwarte zegge en Veenpluis. In 2015 is voor het eerst Glanzend veenmos gevonden op De Rug. Ook op de Zuidelijke Lob en de Ballastplaat is sprake van relatief zure omstandigheden in de centrale delen, blijkens de verspreiding van Zwarte zegge.




***Figuur 10 Uitsnede vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015, zwart omcirkeld globale ligging PQ's De Rug***

Zuidoostelijke begraasde platen

- Pampusplaat (58 ha), Schildhoek (240 ha)
- Meestal zilte, beter ontwikkelde overstromingsgraslanden komen in dit deelgebied veel voor. Ook kweldervegetaties met Zilte rus, Zilte schijnspurrie en zeekraal zijn tamelijk algemeen. In de Schildhoek zijn hier en daar zoete pioniervegetaties met Greppelrus gekarteerd. Een groot deel van het deelgebied bestaat daarnaast uit rietruigten en rietlanden met Koninginnekruid, Haagwinde en/of moeraskruiden. Op enkele locaties in de Schildhoek waar Kruipwilgstruweel voorkomt, is Vleeskleurige orchis gevonden.

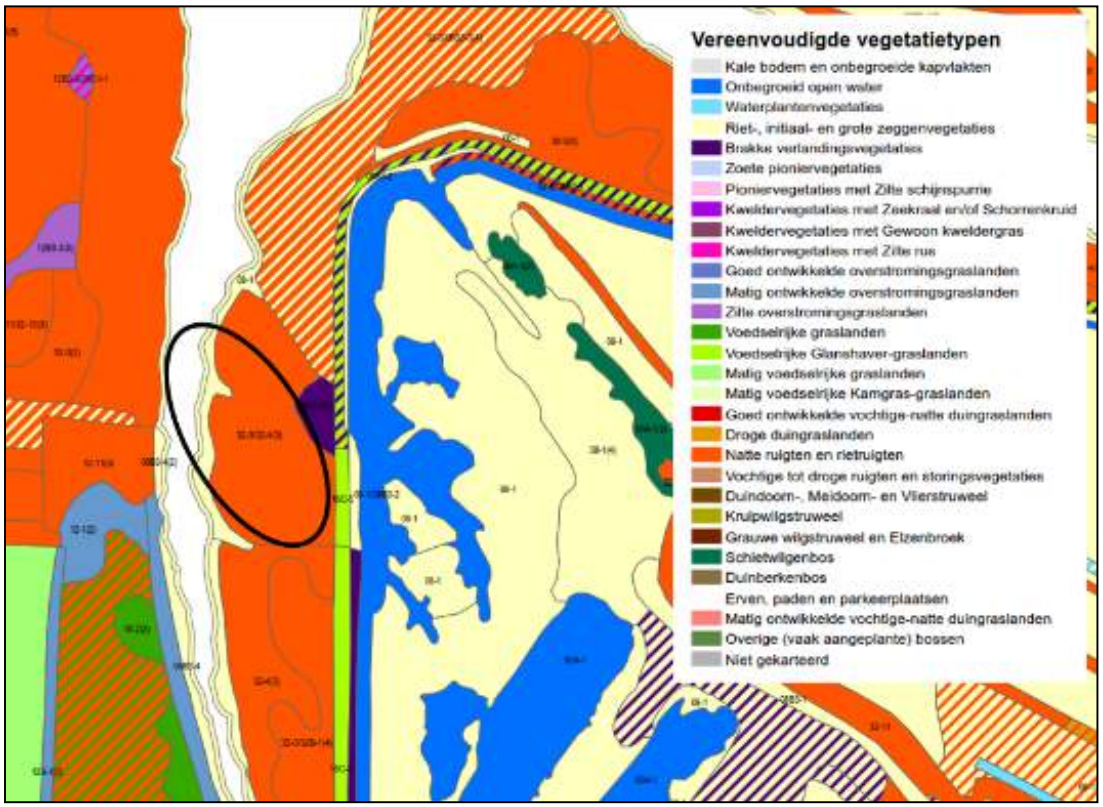



***Figuur 11 Uitsnede vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015, zwart omcirkeld globale ligging PQ's Schildhoek***

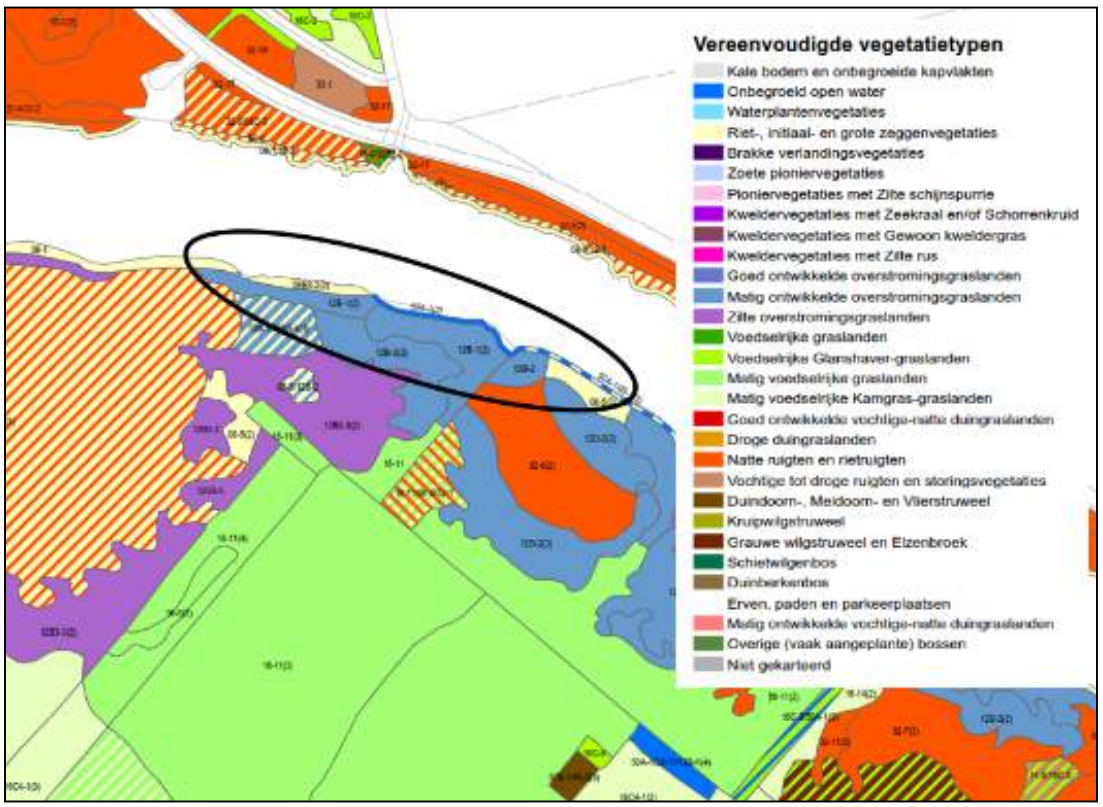
Zuidelijke begraasde platen met overwegend rietruigten

- Kollumeroord (120 ha), Blikplaat (430 ha), Middelplaat (229 ha), Zoutkamperplaat (403 ha)
- Tweederde van het deelgebied is bedekt door rietruigten en rietvegetaties, vooral met Koninginnekruid, Haagwinde, Duinriet en/of moeraskruiden. In de Middelplaat, dat als moerasgebied beheerd wordt en waar een gestuwd peil is ingesteld, komt veel waterriet voor en Riet met Hennegras. Zilte overstromingsgraslanden komen verspreid over het deelgebied regelmatig voor. Op de Zoutkamperplaat zijn te midden van kruipwilgvegetaties heel lokaal Knopbies-vegetaties aangetroffen met Moeraswespenorchis en Vleeskleurige orchis. In de zuidwestelijke punt van het gebied zijn enkele soorten gevonden die doorgaans in laagveengebieden voorkomen (Krabbenscheer, Stomp fonteinkruid).
- Op de Blikplaat is het areaal overstromingsgraslanden sinds 2004 ongeveer gelijk gebleven, terwijl het op de Zoutkamperplaat is toegenomen. Mogelijk houdt dit verband met de graasdruk, die op de Zoutkamperplaat hoger is dan op de Blikplaat. Ook in dit deelgebied is Zilte rus toegenomen, wat leidt tot een toename van zilte overstromingsgraslanden ten koste van niet-zilte overstromingsgraslanden.
- Op de Zoutkamperplaat breiden (al dan niet zilte) overstromingsgraslanden zich uit ten koste van rietlanden en rietruigten. Het (vrij kleine) areaal kruipwilgvegetaties met Rond

wintergroen blijft stabiel of neemt af. Deze veranderingen zijn veroorzaakt door het vergeleken met de andere zuidelijke platen intensieve begrazingsbeheer.




***Figuur 12 Uitsnede vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015, zwart omcirkeld globale ligging PQ's Kollumerwaard (Middelplaat)***




***Figuur 13 Uitsnede vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015, zwart omcirkeld globale ligging PQ's Zoutkamperplaat***

### 3.3.2 *Broedvogels*

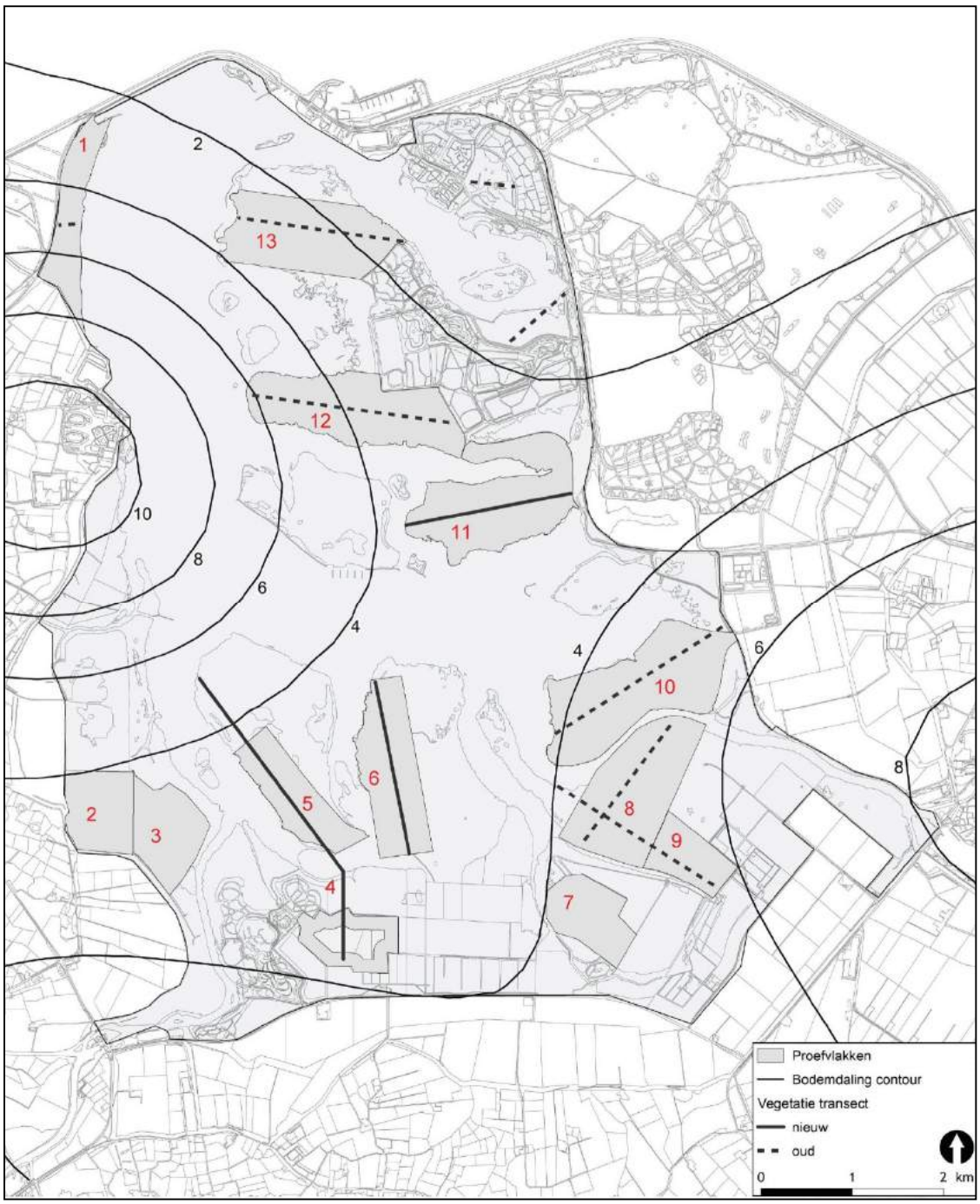
In opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV heeft Sovon Vogelonderzoek Nederland in 2015 de broedvogels in het Lauwersmeergebied geïnventariseerd (Kleefstra & de Boer, Sovon-rapport 2015/5). De resultaten van dit onderzoek dienen als zogenaamde 0-meting voor de rietproef en zijn in deze paragraaf kort samengevat.

Proefvlakken

Vanaf het voorjaar van 2014 wordt gewerkt met een set van 13 steekproefgebieden (BMP-proefvlakken) waarin broedvogel- en vegetatiemonitoring op elkaar afgestemd zijn (Tabel 3 en Figuur 14). In de proefvlakken worden alle soorten broedvogels geïnventariseerd. Het gaat om zeven proefvlakken die sinds 1999 jaarlijks of regelmatig geïnventariseerd werden en zes proefvlakken die vanaf 2014 tot de lijst van vaste proefvlakken behoren. In de proefvlakken worden gedetailleerde vegetatieopnames gemaakt in permanente kwadraten (PQ's) en transectmetingen. De proefvlakken Ezumakeeg-west, -oost en Kollumerwaard vormen hierop een uitzondering. In het kader van het onderzoek naar de effecten van gaswinning vindt hier geen vegetatiemonitoring plaats. Met oog op een evaluatie van effecten van riet- en dynamisch waterpeilbeheer is de lopende monitoring in deze drie proefvlakken behouden.
De gezamenlijke oppervlakte van de 13 proefvlakken bedraagt 1293,9 ha, ofwel 29,4% van het Lauwersmeer gebied wordt op alle soorten broedvogels gekarteerd.

| Proefvlakken | Opp. | Inventarisatiejaren |
|---|---|---|
| 01. Bandsterwal | 65 | 1998, 2002, 2007, 2008-2012, 2014-2015 |
| 02. Ezumakeeg-west | 64,4 | 1999 t/m 2012, 2014-2015 |
| 03. Ezumakeeg-oost | 69,9 | 1999 t/m 2012, 2014-2015 |
| 04. Pomsterplaat | 58,3 | 1999 t/m 2012, 2014-2015 |
| 05. Sennerplaat-midden | 70,0 | 2002, 2007, 2012, 2014, 2015 |
| 06. Blikplaat-west | 109,1 | 2014 & 2015 |
| 07. Kollumerwaard | 61,2 | 2004 t/m 2015 |
| 08. Zoutkamperplaat-west | 142 | 2000, 2006, 2008-2012, 2014-2015 |
| 09. Zoutkamperplaat landaanwinning | 47,5 | 2014 & 2015 |
| 10. Schildhoek | 172,6 | 1984 t/m 1997, 1999, 2005, 2008-2012, 2014-2015 |
| 11. Zuidelijke Ballastplaat-grazig | 153,5 | 2003, 2008, 2011, 2014, 2015 |
| 12. Zuidelijke Lob | 145,1 | 2014 & 2015 |
| 13. De Rug | 135,3 | 2014 & 2015 |
| Totaal | 1293,9 | |

***Tabel 3 Overzicht van alle BMP-proefvlakken in het Lauwersmeergebied, het aantal hectares en de jaren waarin zij als proefvlak op alle soorten zijn geïnventariseerd***




***Figuur 14 Ligging van BMP-proefvlakken, reeds bestaande en nieuwe vegetatietransecten en bodemdalingcontouren in het Lauwersmeer***

<u>Broedvogels 2015</u>

De belangrijkste ontwikkelingen die in 2015 werden vastgesteld, waren de afnames die enkele broedvogels van rietvegetaties lieten zien. Integraal gekarteerde soorten als Roerdomp, Bruine Kiekendief en Snor waren in 2015 in kleinere aantallen present en zijn alle vrijwel alleen te vinden in gebiedsdelen zonder begrazing. Daarbij is de natte Kollumerwaard voor Roerdomp en Snor van groot belang, wat het voorkomen van de soorten tevens kwetsbaar maakt. Hier lijkt het areaal waterriet te krimpen in de diepe delen van het terrein, wat de Kollumerwaard mindergeschikt maakt als broedgebied.

In de BMP-proefvlakken laten algemene rietvogels als Rietzanger en Kleine Karekiet eveneens een afname zien, zowel in begraasd als onbegraasd terrein (Sennerplaat), hoewel die in begraasd gebied sterker lijkt te zijn. Voor de Rietzanger lijkt toch de afname aan dicht landriet parten te spelen.
Voor de gemiddelde aantallen territoria van Natura 2000-soorten in de periode 2002-2007 en 2008-2015, inclusief de aantallen in het Natuurmonumenten-reservaat Bantpolder, betekent dit dat van de 13 soorten broedvogels waarvoor instandhoudingsdoelen geformuleerd zijn tien soorten dat doel niet halen op basis van het gemiddelde aantal territoria in 2008-2015 (Tabel 4). De aantallen van Roerdomp en Bruine Kiekendief benaderen de doelstelling, maar als de omstandigheden voor deze soorten niet verbeteren, valt een verdere afname te verwachten.

| | Doel | 2002-2007 | 2008-2015 | L'meer 2015 | Bant 2015 |
|---|---|---|---|---|---|
| Roerdomp | 10 | 10 | 6 | 6 | 0 |
| Bruine Kiekendief | 20 | 20 | 18 | 13 | 0 |
| Grauwe Kiekendief | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Porseleinhoen | 15 | 10 | 5 | 2 | 0 |
| Kluut | 110 | 84 | 72 | 42 | 4 |
| Bontbekplevier | 4 | 3 | 1 | 2 | 0 |
| Kemphaan | 20 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| Noordse Stern | 5 | 2 | 4 | 0 | 3 |
| Velduil | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blauwborst | 120 | 141 | 232 | 243 | 0 |
| Paapje | 10 | 8 | 2 | 1 | 0 |
| Snor | 20 | 21 | 29 | 23 | 0 |
| Rietzanger | 1900 | 1450-1550 | 1550-1650 | 1530-1850 | 8 |

***Tabel 4 Natura 2000-soorten in het Lauwersmeergebied met vermelding van de instandhoudingsdoelen en het gemiddelde aantal territoria in de periode 2002-2007 en de periode 2008-2015.***

Vegetatie en broedvogels
In het kader van het onderzoek naar de effecten van bodemdaling als gevolg van gaswinning worden in het Lauwersmeergebied vegetatie en broedvogels gemonitord. Voor de analyse van de relatie tussen de vegetatie en soortensamenstelling van de broedvogelbevolking wordt o.a. gekeken naar de associatie van broedvogelwaarnemingen met vegetatiestructuurtypes.

Zoals verwacht, laten soortgroepen van broedvogels een zeker clustering met bepaalde structuurtypen zien, waarbij vogelgroepen naar verwachting gebonden zijn aan die structuurtypen. Het onderscheid tussen de structuurtypen waterriet, structuurarm landriet en structuurrijk landriet lijkt minder duidelijk naar voren te komen in de ordinatie[1] van vogelsoorten. Het heeft ongetwijfeld te maken met de gridgrootte (hexogenen met een binnendiameter van 500 m), want waar waterriet binnen een gridcel aanwezig is, is ook vaak landriet aanwezig. Toch laat de ordinatie zien dat landrietsoorten als Rietzanger, Rietgors, Blauwborst en Sprinkhaanzanger relatief grote afstand vertonen van 'natte' rietsoorten als Bruine Kiekendief, Roerdomp, Kleine Karekiet en Snor. De clusteringen van struweelvogels en bodembroeders van grazige stukken is evident.

De correlatie tussen vegetatiestructuren en broedvogelgemeenschappen en –soorten biedt een goede basis om in een verdere analyse met een regressiemodel een kwalitatief verband tussen aantallen waarnemingen of territoria van enkele soorten en de verklarende variabelen te onderzoeken. Daarmee kunnen eventueel ook toekomstige scenario's worden gevisualiseerd; voor een bepaald te verwachten beeld van de vegetatie over vijf of tien jaren is het mogelijk de te verwachten verspreiding van de vogelsoorten als kaart te laten zien.

[1] Een definitie van "ordinatie" is: het *rangschikken* van *objecten* langs *gradiënten* op grond van waargenomen *responsies* voor meerdere soorten (de afhankelijke variabelen) in een zogenaamd "ordinogram". Onder rangschikken of ordenen wordt verstaan het positioneren of het ordenen van objecten.

## 3.4 Water

### 3.4.1 *Oppervlaktewater*

Om het kustgebied te beschermen tegen overstromingen en een betere afwateringsmogelijkheid te creëren, is op 1969 de kustlijn nabij de Lauwerszee aanzienlijk ingekort door de afsluiting van de zeearm. Door de afsluiting was het gebied niet meer onderhevig aan getij, waardoor hoger gelegen zeebodems droog vielen. Op deze zandplaten heeft de flora en fauna zich gedurende de jaren ontwikkeld en aangepast aan de zout-zoet-kentering. Deze verandering van zout naar zoet is veroorzaakt door de aanvoer van zoet water vanuit de Dokkumer Ee, Dokkumergrootdiep en het Reitdiep en het stilvallen van de aanvoer van zout grondwater vanuit de Waddenzee.

Op het Lauwersmeer wordt onder andere water aangevoerd vanuit de watersystemen Electraboezem, Friese Boezem, Dongerdielen en Marnewaard. Hierbij wordt het peil in de Electraboezem gereguleerd door de drie spuisluizen (R.J. Cleveringsluizen) in het Lauwersmeer.

In het Lauwersmeer wordt in de huidige situatie een waterpeil gehandhaafd van -0,93 m NAP. Bij laagwater wordt gemiddeld vier miljoen $m^3$ water per tij door middel van drie spuisluizen geloosd op de Waddenzee, hetgeen een gemiddeld laagwaterstand heeft van circa -1,30 m NAP. De afvoer uit het Lauwersmeer is afhankelijk van het waterpeil op het wad. Bij normale zeewaterstanden kan tweemaal daags gespuid worden en kan het streefpeil vrij eenvoudig worden gerealiseerd. Bij hoge waterstanden op het wad zijn de spuimogelijkheden beperkt en kan de waterstand oplopen.

Bij de verwachting van veel neerslag wordt extra gespuid om de buffercapaciteit van het Lauwersmeer te vergroten. Hierdoor kan tijdelijk, hooguit enkele dagen, het peil rond -1,00 m NAP staan. Bij veel neerslag en bij grote afvoeren en lage spuimogelijkheden kan het waterpeil (aanzienlijk) hoger staan dan het streefpeil. Ook dan is het regime er op gericht om het water zo snel mogelijk op de Waddenzee te lozen en het aangehouden streefpeil te herstellen.

Verder zorgt neerslag ter plekke voor aanvulling van het meer en is er langs de sluizen bij de Waddenzee sprake van zoute kwel: toestroom van zout grondwater onder de dijk en sluizen door. Ook is er enige uitwisseling tussen meer en Waddenzee bij het gebruik van de sluizen door het waterverkeer.

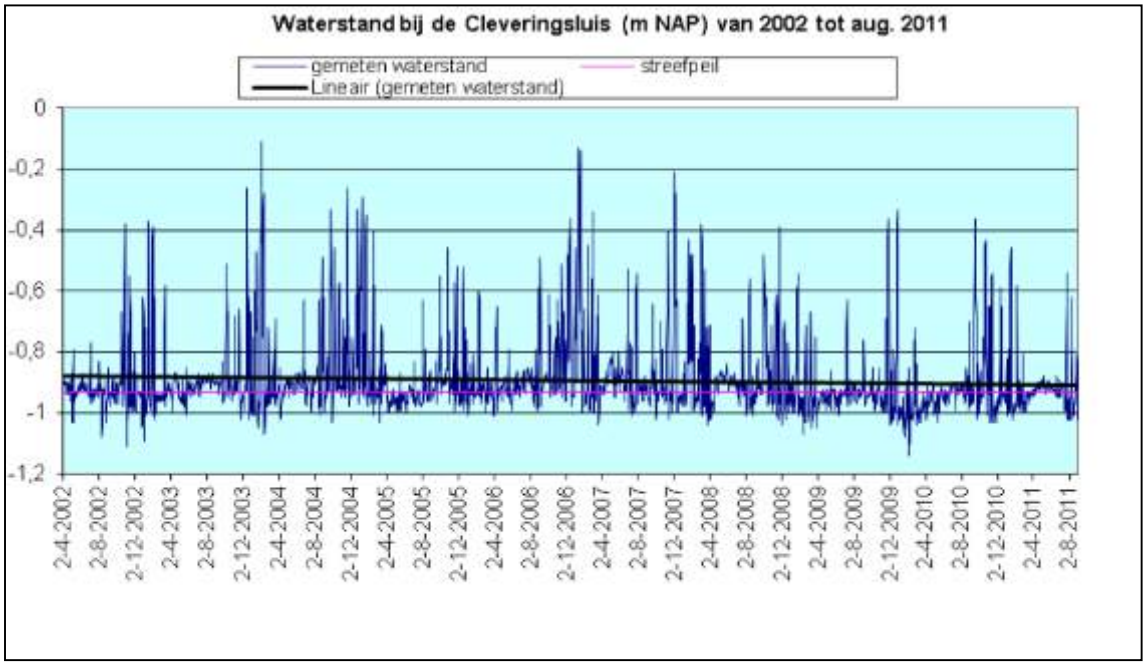
In tijden van droogte wordt water aangevoerd vanuit het IJsselmeer, via Friesland, om voldoende zoet water voorraad te hebben en enige doorspoeling in de noordelijke zeekleigebieden en het Lauwersmeer te behouden. Het laten uitzakken van het Lauwersmeer in de zomerperiode wordt niet wenselijk gevonden vanwege de gevolgen voor de scheepvaart, de landbouw en het eventueel optreden van extra zoute kwel.

Door de inrichting na de afsluiting is het Lauwersmeer te zien als een oppervlaktewater gestuurd natuurgebied waarbij het beheer van de zoete afvoerwaterstanden dominant zijn.

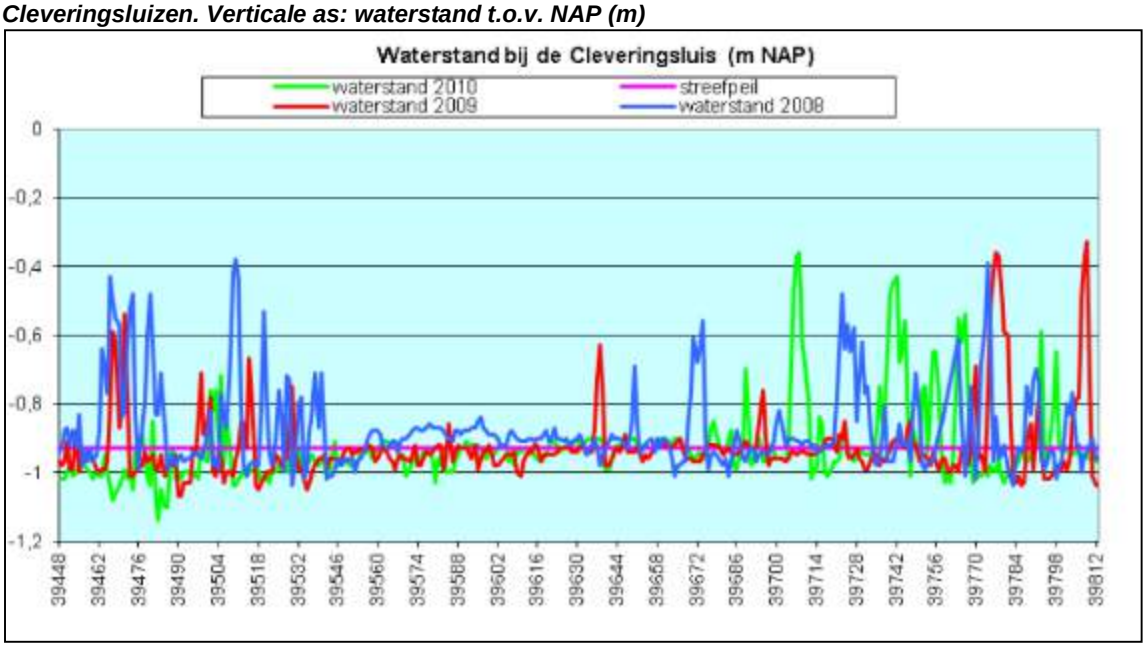
De waterstanden van het Lauwersmeer worden gemeten bij de R.J. Cleveringsluizen en de stuw bij Zoutkamp. Dit zijn kwartiermetingen: elk kwartier wordt de waterstand geregistreerd. In onderstaande figuren zijn de meetgegevens uitgezet van het meetpunt bij de R.J. Cleveringsluizen. Het betreft het daggemiddelde vanaf 2002 (Figuur 15), de waterstanden in de jaren 2008, 2009 en 2010 (Figuur 16), de duurlijn vanaf 2002 (Figuur 17) en de duurlijnen van de afzonderlijke jaren (Figuur 18). Een duurlijn geeft aan over welke totale tijdsduur een bepaalde waterstand wordt overschreden.

Uit de figuren volgt dat in een groot deel van het jaar de waterstand rond het streefpeil beweegt. Vooral in de maanden april, mei tot en met juli is de waterstand vrij stabiel en relatief laag (Figuur 16). In de overige maanden komen kortdurende pieken voor. De waterstand stijgt jaarlijks vaak één tot enkele malen tot circa -0,40 m NAP. Soms stijgt het peil door tot boven -0,20 m NAP (februari 2004 en januari 2007). In extreme gevallen passeert de stand de NAP grens zoals in november 1998 en januari 2012.

In Figuur 15 is tevens de berekende trendlijn uitgezet (=lineair gemeten waterstand). Deze lijn blijkt vrij vlak te zijn; de gemiddelde waterstand blijkt over de meetperiode (2002-2011) in geringe mate (ca. 4 cm) te zijn gedaald.




***Figuur 15 Overzicht gemeten waterstanden in het Lauwersmeer 2002 – aug. 2011 bij Cleveringsluizen. Verticale as: waterstand t.o.v. NAP (m)***

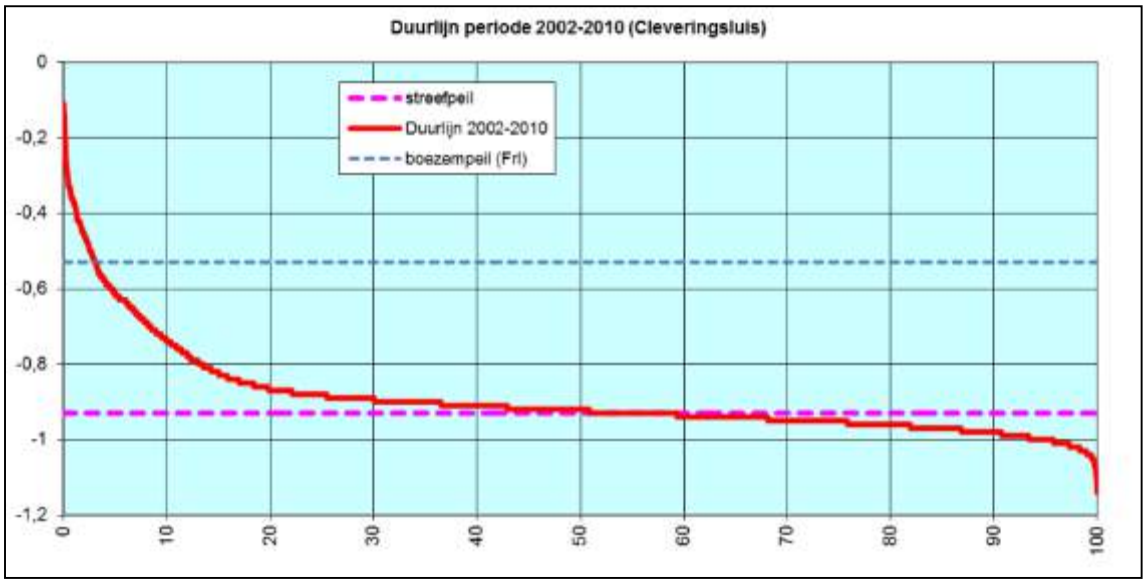



***Figuur 16 Overzicht gemeten waterstanden in het Lauwersmeer bij de Cleveringsluizen 2008-2010. Verticale as: waterstand t.o.v. NAP (m)***

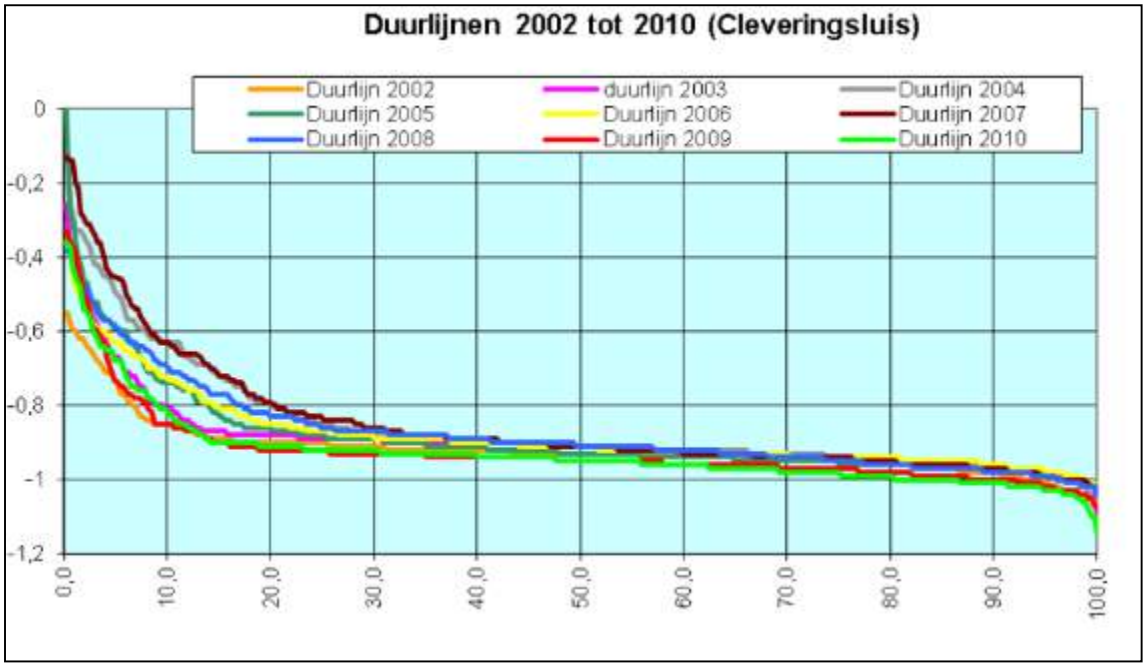
Uit de duurlijn van de gehele meetperiode (Figuur 17) is af te leiden hoe lang bepaalde waterstanden worden bereikt. Zo blijkt onder meer dat het waterpeil gemiddeld genomen in 83% van de tijd (op 303 dagen per jaar) in het traject van -0,80 tot -1,00 m NAP zit. Het peil zit dus in een groot deel van het jaar dicht rondom het streefpeil van -0,93 m NAP. In 1% van de tijd (gemiddeld circa 3,5 dagen per jaar) is de stand hoger dan -0,37 m NAP.

Figuur 18 geeft een goed beeld van de jaarlijks optredende verschillen in waterstanden. Uit de figuur blijkt bijvoorbeeld dat in 2007 vaak hoge standen zijn voorgekomen. De jaren 2002 en

2009 zijn voorbeelden van jaren zonder veel hoge standen. De maximaal gemeten jaarstand (kwartiermeting) vanaf februari 2002 is -0,03 m NAP, gemeten in februari 2004 en in januari 2007. De laagst gemeten maximale jaarstand is -0,24 m NAP.




***Figuur 17 Duurlijn gehele meetperiode 2002-2010. Verticale as: waterstand t.o.v. NAP (m). Horizontale as: percentage.***




***Figuur 18 Duurlijnen van de waterstanden 2002-2010. Verticale as: waterstand t.o.v. NAP (m). Horizontale as: percentage***

Het waterpeil in het Lauwersmeer wordt gekenmerkt als weinig dynamisch en relatief laag, waardoor zandbanken slechts sporadisch en kortdurend overstromen. Dit heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van landriet en overige flora.

Buiten het Lauwersmeer zijn diverse peilgebieden gelegen. In Figuur 19 zijn de verschillende peilgebieden zoals in de keur van waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân weergegeven. Tevens zijn in deze figuur de zomerpeilen weergegeven.

***Figuur 19 Peilgebieden met zomerpeilen (m +NAP)***

Kwel-/infiltratiesituatie

Het peil in de Waddenzee is gemiddeld hoger dan het peil in het Lauwersmeer, waardoor er een kwelstroom richting Lauwersmeer optreedt van zout grondwater. De omliggende polders, ten westen en oosten van het Lauwersmeer, hebben een peil dat vaak nog lager is dan het peil in het Lauwersmeer. Vooral in Friesland zijn de peilen lager. Hierdoor treedt er kwel op vanuit het Lauwersmeer richting omliggende landbouw gronden. Het Lauwersmeer bevat brak water als gevolg van zoute kwel vanuit de Waddenzee, relatief zoete kwel water vanuit landinwaarts gebied, zoet water aanvoer via het oppervlaktewatersysteem en neerslag.

### 3.4.2 *Grondwater*

Het grondwatersysteem heeft een ruimtelijke begrenzing en wordt aan de bovenzijde gevormd door de freatische grondwaterspiegel. Door seizoens- en getijdenfluctuaties en variatie in de aan- en afvoer van grondwater in de tijd, ontstaan veranderingen in de hoogte van de grondwaterstijghoogte. Daarnaast varieert de kwaliteit van het grondwater ook in de tijd.

Freatische grondwaterstanden

Het verschil tussen de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)[2] en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer waartussen de grondwaterstand zich bevindt. Om inzicht te krijgen in de freatische grondwaterstand zijn de voorkomende grondwatertrappen afgeleid van de Bodemkaart van Nederland. De gehanteerde klasse indeling is weergegeven in Tabel 5.

[2] Het gemiddelde van de drie hoogste (GHG) (laagste [GLG]) grondwaterstanden per jaar over een periode van 8 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden

| Grondwaterstand | Grondwatertrap (Gt) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (cm –mv) | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| GHG | <20 | <40 | <40 | >40 | <40 | 40 - 80 | >80 |
| GLG | <50 | 50 -80 | 80 -120 | 80 - 120 | >120 | >120 | (>160) |

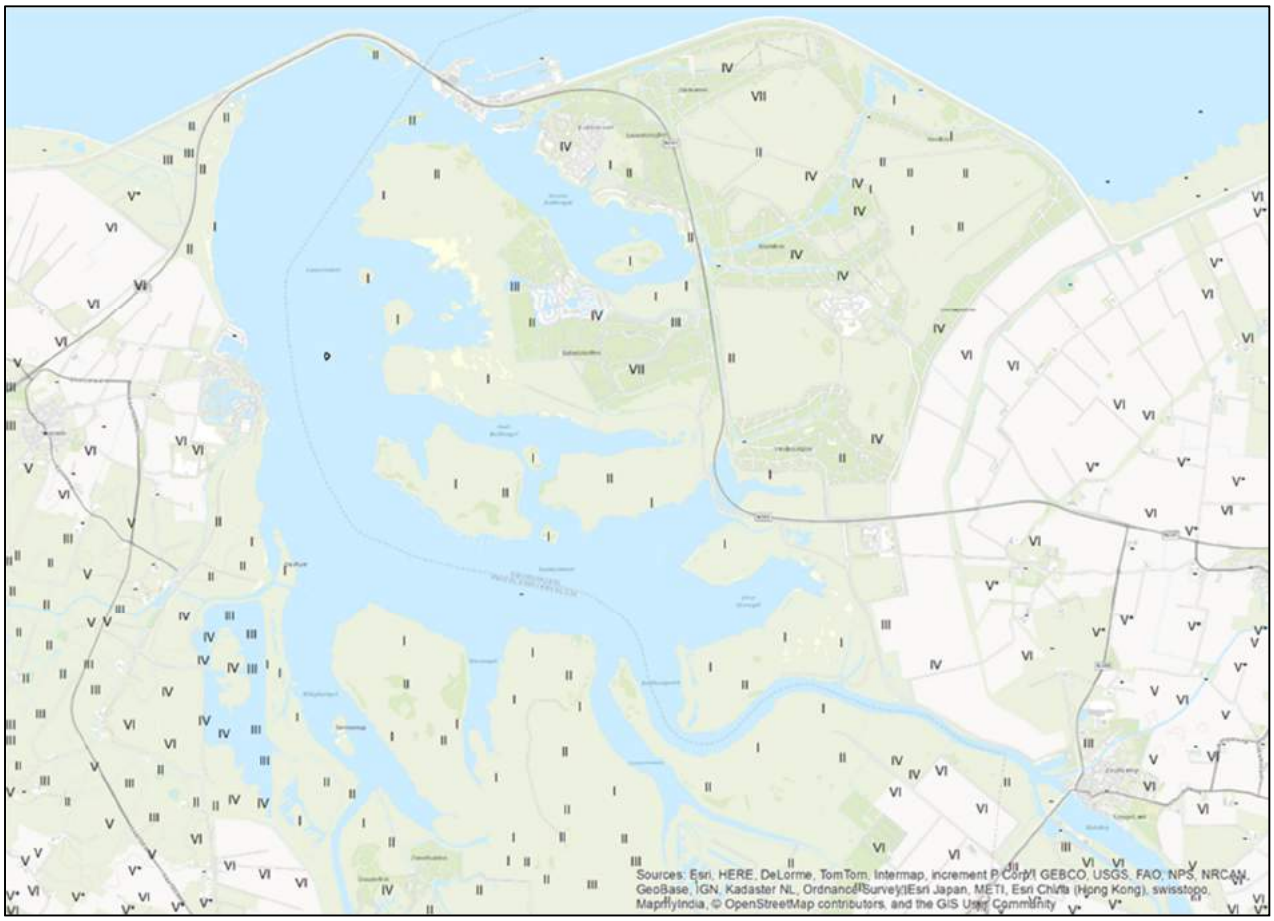
***Tabel 5 Grondwatertrappen***

In Figuur 20 zijn de grondwatertrappen in het Natura 2000-gebied Lauwersmeer weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid dat op de zandplaten binnen de oude zeedijk van de Lauwerszee voornamelijk de grondwatertrappen I en II worden aangetroffen. Hogere grondwatertrappen worden aangetroffen in de bossen Ballastplaatbos (VII), Marnebos (IV), Zuidwalbos (IV), Vierhuizerbos (IV), Vlinderbalgbos (IV) en Zomerhuisbos (IV).

Buiten de oude zeedijk, op de oude kweldergronden ten oosten van de voormalige Lauwerszee, worden de grondwatertrappen V en VI aangetroffen. Uitzondering hierop zijn de gronden nabij het Reitdiep, waar voornamelijk grondwatertrap III wordt aangetroffen.

Ten westen van de oude zeedijk, in de polders tussen Engwierum, Anjum en Jouswier, wordt op de knip- en knikkleigronden en brakke getijdenafzettingen voornamelijk grondwatertrap II en III aangetroffen. Ten noorden van Anjum wordt op de oude kweldergronden een grondwatertrap VI aangetroffen.

Ten zuiden van de voormalige zeedijk zijn jonge zeeboezemgronden gelegen waar grondwatertrappen variërend van IV tot VI worden aangetroffen. Nabij het Dokkumer Djip en de Nieuwe Buitenpolder zijn gronden gelegen, waar grondwatertrap III heerst.




***Figuur 20 Grondwatertrappen N2000-gebied Lauwersmeer en omgeving***

Stijghoogten

Nabij het Lauwersmeer worden de stijghoogten in de ondiepe lagen geregistreerd en opgenomen in het digitale archief van TNO. In Tabel 6 zijn de peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek beschreven van de peilbuizen in de directe omgeving van het Lauwersmeer. Voor een compleet overzicht met kaart wordt verwezen naar bijlage 5.

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B02G0367_1 | 206066 | 601867 | -0,46 | -0,22 | -0,67 | -0,33 | -0,20 |
| B02G0367_2 | 206066 | 601867 | -1,21 | -0,22 | -1,07 | -0,45 | -0,20 |
| B02G0368_1 | 205660 | 602190 | -0,94 | 0,19 | -0,65 | -0,07 | 0,29 |
| B02G0368_2 | 205660 | 602190 | -3,37 | 0,19 | -0,46 | -0,03 | 0,25 |
| B02G0369_1 | 205190 | 601585 | 0,28 | 1,81 | 0,15 | 0,95 | 1,60 |
| B02G0369_2 | 205190 | 601585 | -2,82 | 1,81 | 0,01 | 0,45 | 0,85 |
| B02G0370_1 | 205460 | 601815 | -0,72 | 1,22 | -0,18 | 0,56 | 1,06 |
| B02H0081_1 | 211453 | 600243 | -18,42 | -0,18 | -0,74 | -0,61 | -0,43 |
| B02H0093_1 | 211360 | 600228 | -1,33 | -0,8 | -1,18 | -0,87 | -0,69 |
| B02H0094_1 | 211228 | 600101 | -1,44 | -0,79 | -1,07 | -0,83 | -0,68 |
| B02H0095_1 | 210970 | 600276 | -0,74 | -0,30 | -1,24 | -0,60 | -0,30 |
| B02H0096_1 | 210837 | 601886 | -1,01 | -0,39 | -1,47 | -0,93 | -0,58 |
| B02H0097_1 | 210526 | 601812 | -1,42 | -0,34 | -1,03 | -0,75 | -0,48 |
| B02H0098_1 | 210504 | 602091 | -1,35 | -0,38 | -1,07 | -0,67 | -0,45 |
| B06E0176_1 | 205710 | 597320 | -1,75 | -0,19 | -1,07 | -0,8 | -0,53 |
| B06E0182_1 | 205920 | 597400 | -1,76 | -0,21 | -1,06 | -0,68 | -0,38 |
| B06E0115_1 | 206043 | 596311 | -1,94 | 0,27 | -0,7 | -0,55 | -0,42 |
| B06E0115_2 | 206043 | 596311 | -12,55 | 0,27 | -0,74 | -0,59 | -0,46 |
| B06E0226_1 | 209780 | 599443 | -0,95 | -0,38 | -1,24 | -0,67 | -0,44 |
| B06F0143_1 | 211390 | 599411 | -0,72 | -0,20 | -0,56 | -0,23 | -0,11 |
| B06F0144_1 | 211401 | 598851 | -1,07 | -0,71 | -1,3 | -0,86 | -0,69 |
| B06F0145_1 | 212932 | 597080 | -1,00 | -0,74 | -1,26 | -0,79 | -0,60 |
| B06F0146_1 | 210032 | 594152 | -0,64 | -0,03 | -1,2 | -0,63 | -0,25 |
| B02G0448_1 | 209950 | 602430 | 0,09 | 0,91 | -0,71 | -0,43 | -0,12 |
| B02G0447_1 | 209950 | 602550 | -1,80 | 0,40 | -0,97 | -0,70 | -0,42 |
| B02G1046_2 | 205829 | 601095 | 0,03 | 1,63 | 0,03 | 1,01 | 1,66 |

***Tabel 6 Peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek***

De peilbuizen in Tabel 6 zijn gesitueerd binnen een straal van 1.000 m van het Lauwersmeer. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat de GLG in de ondiepe watervoerende lagen tussen -1,47 m NAP en 0,15 m NAP ligt.

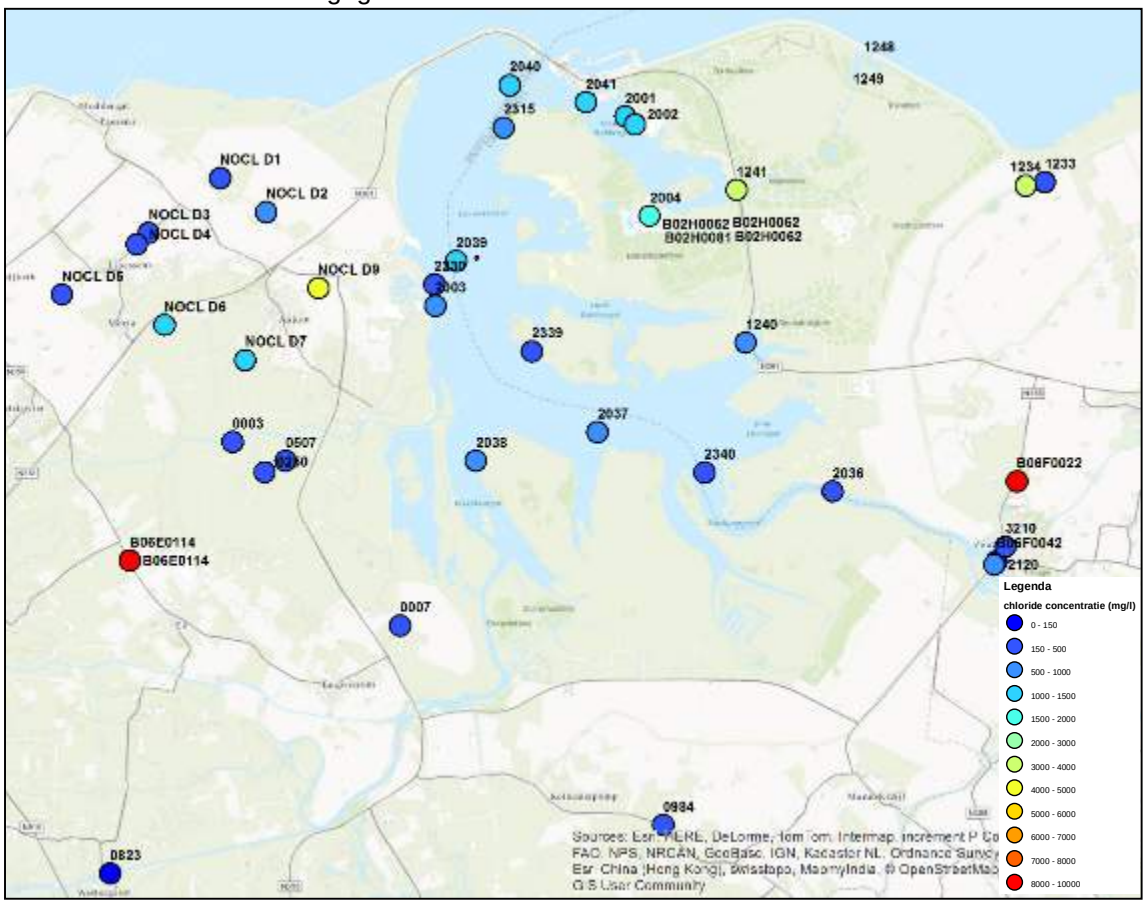
*Grondwaterstroming*

De bodemopbouw bepaalt voor een groot deel de grondwaterstroming. In het noorden van het Lauwersmeer is de doorlaatfactor van de bodem redelijk tot goed. Naar de randen van de geulen neemt de doorlaatfactor af doordat de stroomsnelheid afneemt en zodoende fijner materiaal is afgezet. In ogenschouw genomen dat de invloed van een peilopzet toeneemt als de doorlaatfactor van de bodem groter wordt. Uit de grondwaterdata in DINOLoket blijkt dat het verhang van de stijghoogte vanaf de Waddenzee zuidelijk is gericht. Ter plaatse van de Waddenzee is een gemiddeld peil van 0,00 m NAP. Verder zuidelijk is een min of meer radiale stroming richting Lauwersmeer waar een oppervlaktewaterpeil wordt gehandhaafd van -0,93 m NAP. Alleen in Friesland zijn de polderpeilen in het algemeen lager dan het peil in het Lauwersmeer waardoor er een min of meer westelijke grondwaterstroming optreedt vanuit het Lauwersmeer.

In bijlage 5 is een kaart opgenomen met de isohypsen in het 1e watervoerend pakket op basis van REGIS en een tabel met gemiddelde stijghoogten gemeten in de aanwezige peilbuizen, welke zijn opgenomen in het digitale archief van TNO (www.dinoloket.nl).

### 3.4.3 *Kwaliteit oppervlakte en grondwater*

De kwaliteit van het grondwater is opgevraagd uit het digitale archief van TNO en aangeleverd door provincie Groningen en Wetterskip Fryslân. In Figuur 21 zijn de meetlocaties en gemeten chloride concentraties weergegeven.




***Figuur 21 Situering meetpunten chloride met meetpuntnummer***

Op basis van bovenstaande concentraties zijn de volgende waarden afgeleid:

- Lauwersmeer 800 mg/l
- grondwater waddenzeezijde 11.600 mg/l
- grondwater zijde Groningen 8.800 mg/l
- grondwater zijde Friesland 9.800 mg/l
- oppervlaktewater zijde Friesland 325 mg/l
- oppervlaktewater nabij Anjum 1.420 mg/l

### 3.4.4 *Waterbeheer*

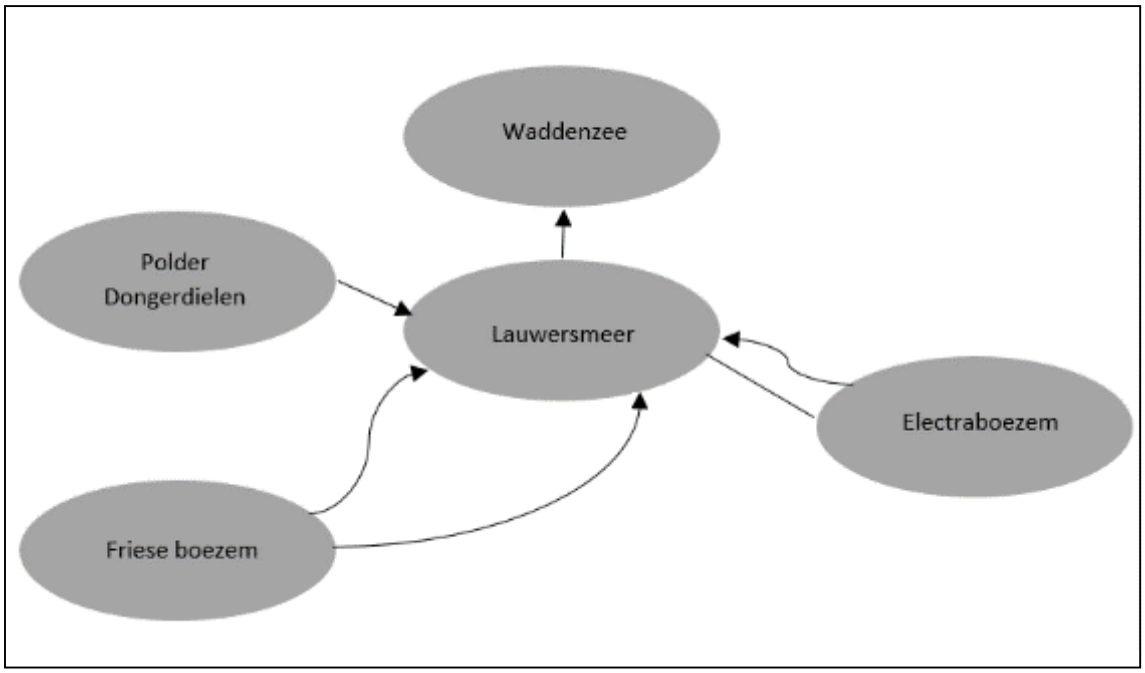
Het Lauwersmeer ontvangt water vanuit de Electraboezem uit Groningen-Drenthe en van de Friese boezem aangevuld met het afwateringsgebied gemaal Dongeradielen. Vanuit de provincie Groningen bedraagt de aanvoer van water gemiddeld 420 miljoen kuub per jaar. Het grootste deel wordt via het Reitdiep aangevoerd en komt bij Zoutkamp/ Lammerburen het gebied binnen via het gemaal Electra. Een klein deel wordt aangevoerd door de Lauwers en gaat via de Friese sluis bij Zoutkamp. De aanvoer vindt plaats onder vrij verval of door bemaling. Het laatste treedt op wanneer de waterstand in het Lauwersmeer hoger is dan in de boezem achter Electra.

Vanuit de Friese Boezem wordt jaarlijks gemiddeld 740 miljoen kuub aangevoerd. De Friese boezem heeft één streefpeil van -0,52 m NAP. Deze boezem watert onder vrij verval af op het Lauwersmeer. Voor het grootste deel vindt dit plaats via de spuisluizen bij Dokkumer Nieuwe

Zijlen. Een klein deel gaat via de Friese Sluis bij Zoutkamp. Verder watert het deelgebied Dongeradielen (12.684 ha) af op het Lauwersmeer via een gemaal bij Ezumazijl.

Een belangrijk onderdeel van het Lauwersmeer is het spuisluizencomplex (R.J. Cleveringsluizen) te Lauwersoog. Hier wordt overtollig water vanuit de Electraboezem en Fryslân via het Lauwersmeer onder vrij verval op de Waddenzee geloosd (capaciteit 1900 m3/s). Als de waterstand op de Waddenzee laag genoeg is, worden de schuiven in de sluizen omhooggetrokken en begint het spuien.

In Figuur 22 is een schematische weergave te zien van de watersystemen in relatie tot het Lauwersmeer.




***Figuur 22 Schematische watersystemen in relatie tot het Lauwersmeer***

Het militair oefenterrein de Marnewaard (buiten de Natura 2000-begrenzing) watert ook af op het Lauwersmeer. Dit gebied heeft een streefpeil van -2,65 m NAP en wordt bemalen door het gemaal Nieuwe Robbengat.

### 3.4.5 *Waterveiligheid*

Naast de transportfunctie heeft het Lauwersmeer ook een bergingsfunctie. Onder normale omstandigheden vormen het Lauwersmeer en de Electraboezem van Noorderzijlvest één geheel. De gehanteerde waterstand is -0,93 m NAP. Bij deze waterstand heeft het Lauwersmeer samen met het daarmee in openstaande verbinding van het Reitdiep tot het boezemgemaal De Waterwolf te Lammerburen een oppervlakte van ruim 2.400 ha.

Bij het oplopen van de waterstand overstromen rietvelden en zandplaten en daarmee breidt de bergingsoppervlakte zich gelijkmatig uit. Bij een waterstand van 0,00 m NAP is deze circa 4700 ha. Bij deze waterstand wordt er op het Lauwersmeer ongeveer 30 miljoen m3 water geborgen.

Afhankelijk van de zeewaterstand en de boezemwaterstand wordt bij laagwater gemiddeld 4 miljoen m3 water per tij geloosd. Deze hoeveelheid kan echter oplopen tot meer dan 10 miljoen m3 per tij.

De aanvoer van water uit het achterland vindt vooral plaats in de periode oktober tot april. Het aangevoerde water wordt samen met het neerslagoverschot van de Lauwersmeergebied gespuid door de sluizen bij Lauwersoog (de R.J. Cleveringsluizen). Hier wordt totaal gemiddeld 1230 miljoen kuub water per jaar op het wad gespuid.

Er wordt getracht het spuien te Lauwersoog – en daarmee de waterstand op het Lauwersmeer – zo te regelen dat het teveel aan water op de Electraboezem onder vrij verval naar het Lauwersmeer stroomt. Indien de vrije afstroming onvoldoende is kan met de inschakeling van de boezem gemalen De Waterwolf te Lammerburen en H.D. Louwes te Zoutkamp, een totale maximale capaciteit van 5500 m3/min worden ingezet. Deze gemalen worden ingezet bij een waterstand van -0,83 m NAP te Lammerburen.

Bij de verwachting van veel neerslag wordt extra gespuid om de buffercapaciteit van het Lauwersmeer te vergroten. Hierdoor kan tijdelijk het peil tot een iets lager niveau dalen. Bij veel neerslag en bij grote afvoeren en lage spuimogelijkheden kan het waterpeil in de huidige situatie (aanzienlijk) hoger staan dan het streefpeil.

Voor de veiligheid van het achterland bevinden zich rondom het Lauwersmeer regionale waterkeringen, zie bijlage 8. De actuele informatie over deze keringen is te vinden op de websites van de waterschappen. Voor Wetterskip Fryslân is dit www.wetterskipfryslan.nl/kaarten/leggerkaart. Voor Noorderzijlvest is dit https://geo.noorderzijlvest.nl/geoweb50/?Viewer=Waterschapskaart (in de linker kolom vervolgens ‘Keringen’ aanvinken).

De bij de inpoldering van het Lauwersmeer aangelegde waterkeringen zijn aangelegd op een hoogte van +0,50 m NAP. De keringen langs het Reitdiep tussen Lauwersmeer en gemaal De Waterwolf liggen op een minimale hoogte van +1,20 m NAP. In afgelopen jaren zijn te laag gebleken delen weer opgehoogd.

In verband met de klimaatontwikkelingen is voor het Lauwersmeer door de provincie in 2014 een voorlopig maatgevend hoogwater (MHW) geformuleerd van +0,40 m NAP. Bekend is dat de regionale kering nu niet overal voldoet aan de hieraan gekoppelde vereisten. Op 1 januari 2020 moeten de keringen hieraan wel voldoen. Het waterschap onderzoekt momenteel de verschillende opties om aan het uitgangspunt te kunnen voldoen. Tot 2050 is er echter geen noodzaak om een gemaal in Lauwersoog te bouwen.

De verantwoordelijke waterschappen voor het waterbeheer zijn Wetterskip Fryslân en waterschap Noorderzijlvest. Beide waterschappen hebben gezamenlijk het beleid voor het Lauwersmeergebied vastgesteld. Waterschap Noorderzijlvest is de uitvoerder van het waterbeheer voor het Lauwersmeergebied.

Dagelijks waterbeheer

In het dagelijks waterbeheer van de boezem maakt waterschap Noorderzijlvest gebruik van een Beslissingsondersteunend Systeem (BOS). Dit systeem ondersteund de medewerkers van het waterschap bij het regelen van de waterstand op het Lauwersmeer en in het achterland van Groningen.
Het BOS maakt aan de hand van de huidige situatie en weersomstandigheden en de verwachte neerslag, windrichting en –kracht, de situatie op zee, de voorspelde zeewaterstanden en de hoeveelheid water die vanuit Fryslân naar het Lauwersmeer komt, een vijfdaagse verwachting van de waterstanden op het Lauwersmeer en de achterliggende boezem van Noorderzijlvest. Deze voorspelling wordt elke 6 uur opnieuw berekent. Het systeem kan alleen gegevens in grafiekvorm presenteren en geeft dan een advies voor het waterbeheer in de komende 6 uur.
Het is vervolgens aan de medewerkers van het waterschap om het advies van het BOS op waarde te toetsen en daaruit een eigen conclusie te trekken. De medewerkers van het waterschap maken dus de uiteindelijke beslissing en bedienen de spuisluis. Het BOS kan de Cleveringsluis niet aansturen.

### 3.4.6 *Riolering*

Gemeente de Marne
Van de gemeente de Marne is bekend dat er in Zoutkamp een aantal gemengde overstorten lozen op het peilgebied van het Lauwersmeer. Deze staan in het volgende overzicht.

| Putnummer | Locatie | Drempel-hoogte [m NAP] | Drempel-lengte [m] | Lozing op |
|---|---|---|---|---|
| Hoofdbemalingsgebied | | | | |
| zk0420 | Reitdiepskade* | -0,51 | 3,10 | Reitdiep |
| zk0832 | Beatrixstraat/ Hunsingokade | -0,51 | 1,50 | Hunsingokanaal |
| Bemalingsgebied Panserweg | | | | |
| VW02 | Panserweg | 0,37 | 1,00 | Hunsingokanaal |

Gemeente Dongeradeel
In de gemeente Dongeradeel zijn geen riool overstorten rechtstreeks op het lauwersmeerpeil aanwezig. Wel zijn er een aantal regenwateruitmondingen op het water rond Esonstad, zowel van het recreatiegebied als van Oostmahorn. De jachthaven van Oostmahorn loost zijn regenwater rechtstreeks op het Lauwersmeer.

Gemeente Kollumerland
In Kollumerland c.a. zijn geen riool overstorten die rechtstreeks op Lauwersmeerpeil uitkomen.

Gemeente Zuidhorn
De gemeente Zuidhorn heeft geen riool overstorten die rechtstreeks op het Lauwersmeerpeil uitkomen.

## 3.5 Vismigratie

In het kader van Natura 2000 is vismigratie vooral van belang voor het Natura 2000-gebied Waddenzee. Dit gebied is aangewezen voor trekvissen fint, zeeprik en rivierprik. Het behalen van de instandhoudingsdoelen van deze soorten in de Natura 2000-gebieden wordt belemmerd wanneer de connectiviteit van het leefgebied – en met name de overgang tussen zoet en zout water- niet op orde is. De visstand in het Lauwersmeer wordt in het kader van de KRW op dit moment als ‘matig’ beoordeeld. Het te geringe aanbod aan trekvissen is daar onder meer debet aan. Kenmerkende vissoorten die (mede) bepalend zijn voor de waterkwaliteitsbeoordeling zijn de migrerende soorten paling, driedoornige stekelbaars, fint, rivierprik en spiering.

Door de geïsoleerde ligging van het Lauwersmeer is vismigratie slechts mogelijk via de scheepvaartsluizen bij Dokkumer Nieuwe Zijlen en bij Zoutkamp (H.D. Louwes) en via de Cleveringsluizen bij Lauwersoog. In de periode medio februari tot half april trekken de vissen stroomopwaarts. Doelsoorten die stroomopwaarts migreren zijn Aal, Driedoornige stekelbaars, Rivierprik, Spiering en Winde.

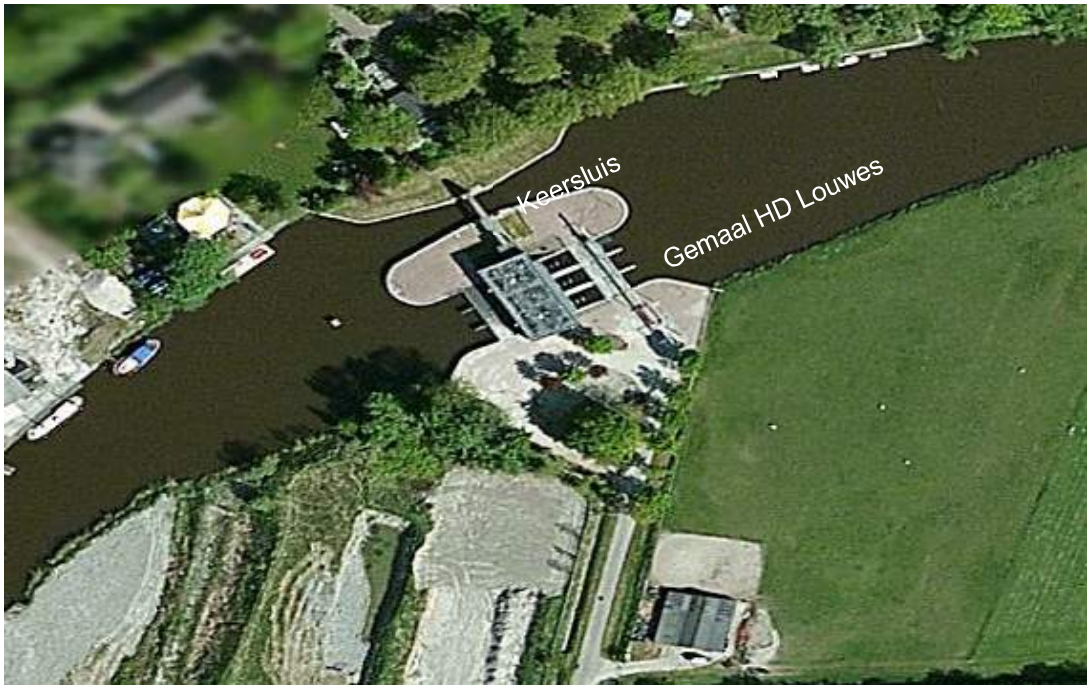
Gemaal De Waterwolf
Gemaal De Waterwolf bevindt zich aan het Reitdiep bij het gehucht Lammerburen (zie Figuur 23), een kilometer of twee ten noorden van het dorp Oldehove, in de gemeente Zuidhorn. Het gemaal voert het teveel aan water uit het westen van de provincie Groningen en de kop van Drenthe af. Onder normale omstandigheden stroomt dit water via een stelsel van sloten, vaarten en kanalen op een natuurlijke wijze weg. Uiteindelijk belandt het via het Lauwersmeer en de spuisluizen bij Lauwersoog in de Waddenzee. Als er veel regen valt in combinatie met een harde noordoostenwind en de waterstand op het Wad is hoog, dan stagneert deze vrije afstroom richting zee. In de laaggelegen gebieden bestaat dan het risico op wateroverlast voor de landbouw en het bebouwd gebied. Om dit te voorkomen wordt het gemaal De Waterwolf ingeschakeld.

***Figuur 23 Overzicht van de ligging van Gemaal De Waterwolf en Sluis Lammerburen***

De stroomopwaarts gericht migratie van vis vanuit de Waddenzee naar het Reitdiep en de Drentse beken is niet mogelijk zodra het gemaal in bedrijf wordt gesteld. Deze wordt gehinderd door afsluitmiddelen, een lange perskoker en de pompen. Als het gemaal niet in werking is, staat de schutsluis open, waardoor er in die gevallen een open verbinding is.

Gemaal H.D.Louwes

Gemaal HD Louwes bevindt zich aan het Hunsingokanaal bij Zoutkamp, zie Figuur 24. Gemaal HD Louwes bemaalt het Hunsingokanaal en de maren die hierop aangesloten zijn, op een peil van -0,93 m NAP. Het zorgt voor ondersteuning van gemaal De Waterwolf. Net als gemaal De Waterwolf gaat gemaal HD Louwes in werking bij het hoogwater van de Waddenzee buiten-dijks, en een peilstijging (hoger dan -0,85 m NAP) van het achterland.




***Figuur 24 Overzicht van de ligging van Gemaal HD Louwes en de keersluis***

De stroomopwaarts gerichte migratie van vis vanuit de Waddenzee naar het Hunsingokanaal is niet mogelijk zodra het gemaal in bedrijf wordt gesteld. Deze wordt gehinderd door afsluitmiddelen, een lange perskoker en de vijzels. Als het gemaal niet in werking is, staat de keersluis open, waardoor er in die gevallen een open verbinding is.

Dokkumer Nieuwe Zijlen
In de huidige situatie is vismigratie met de Friese boezem via de sluizen bij Dokkumer Nieuwe Zijlen lastig. Deze sluis is niet geautomatiseerd. Automatisering is gewenst op deze locatie, zolang dit nog niet het geval is wordt het vismigratieknelpunt opgelost door handbediening van de rinketten. Een lokstroompomp is niet nodig omdat het Lauwersmeer lager staat dan de Friese boezem.

Cleveringsluis
Visintrek vanaf de Waddenzee is mogelijk via de spuisluizen bij Lauwersoog. Voor de Cleveringsluis geldt dat er een visvriendelijk spuibeheer wordt uitgevoerd waarbij de Cleveringsluis langer open staat in de getijcyclus, zodat lage stroomsnelheden ontstaan, waardoor vissen de kans krijgen om het Lauwersmeer in te trekken.

# 4 Verwachte effecten en mitigerende maatregelen rietproef

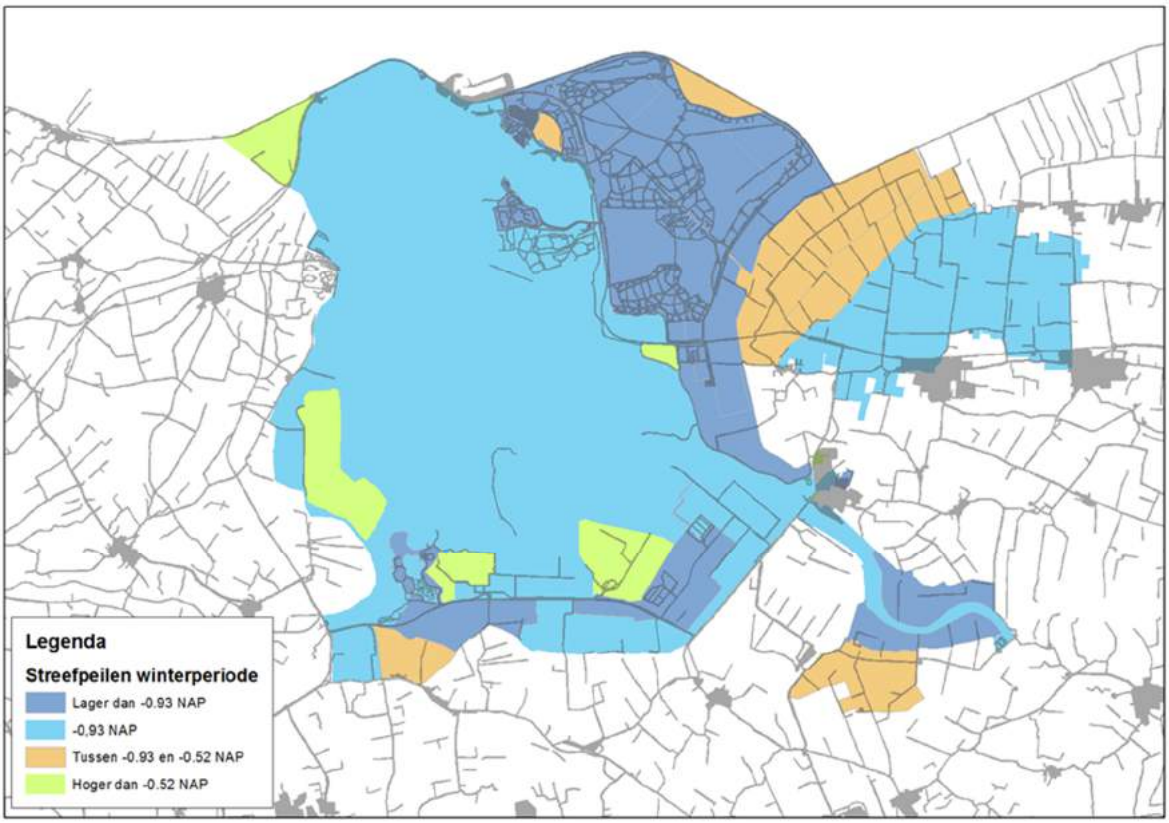
## 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de risico's en de effecten van de Rietproef Lauwersmeer beschreven. Deze risico's en effecten worden beoordeeld ten opzichte van de huidige situatie (risico-analyse). De huidige situatie is beschreven in hoofdstuk 3.

De risico's en effecten worden beschreven voor zowel het plangebied als het studiegebied. Tevens wordt per milieuaspect beschreven hoe de negatieve effecten van de rietproef kunnen worden beperkt.

*Invloedsfeer Lauwersmeerpeil*

Om een beeld te krijgen van het gebied dat wordt beïnvloed door de rietproef zijn op de onderstaande kaart de verschillende peilvakken weergegeven. De lichtblauwgekleurde gebieden hebben een streefpeil van -0,93 m NAP in de huidige situatie, in deze gebieden is sprake van een peilverhoging tijdens de proef. De oranje gebieden hebben een streefpeil dat valt tussen -0,93 m NAP en -0,52 m NAP, deze gebieden zullen direct beïnvloed worden omdat er geen vrije afwatering meer mogelijk is. De groengekleurde gebieden hebben een streefpeil dat hoger ligt dan -0,52 m NAP en zullen geen hinder ondervinden aan de proef. Ook voor de donkerblauwe gebieden, die onder -0,93 m NAP liggen, is geen verandering tijdens de rietproef aan de orde omdat deze in de huidige situatie ook al bemalen worden. De locaties die in de lichtblauwe en de oranje gebieden vallen zijn bekeken. Het kan nodig zijn om delen van deze gebieden af te sluiten van het Lauwersmeerpeil, en eventueel tijdelijke bemaling te regelen.




***Figuur 25 Streefpeilen Lauwersmeergebied in de winterperiode***

## 4.2 Ecologie

Het doel van de proef is dat er positieve ecologische effecten optreden. Deze effecten en hoe deze gedurende de proef worden gemonitord staan uitgebreid beschreven in hoofdstuk 2 de voorgenomen activiteit.

## 4.3 Water

### 4.3.1 *Geohydrologische effecten*

De peilopzet van -0,93 m NAP naar -0,52 m NAP moet resulteren in hogere grondwaterstanden en een lagere kans op verdroging. Om de kwantitatieve en kwalitatieve effecten van de peilopzet op de kwel en op de grondwaterstanden/stijghoogten te bepalen is een geohydrologische studie uitgevoerd door Sweco Nederland B.V., zie bijlage 6.

Voor het berekenen van de effecten van de peilopzet op het zoet/zoutgrensvlak is gebruik gemaakt van 2D-grondwatermodellen. De volgende dwarsprofielen (zie Figuur 26) worden onderscheiden:

- Robbengat/Lauwersoog;
- Marnewaard;
- Zoutkamp;
- Kollumerwaard;
- Bochtjesplaat.

***Figuur 26 Situering profielen***

De grondwatermodellen zijn gekoppeld met een transportmodule om de beïnvloeding van de chlorideconcentratie te bepalen. Onderstaand zijn de belangrijkste conclusies samengevat.

- **Robbengat/Lauwersoog**
  Door de verhoging van het waterpeil neemt de kwel richting het Lauwersmeer af. Er is een hogere tegendruk, zodat de kwel zich landinwaarts gaat verplaatsen. De kwel in de bodem lijdt tot een tijdelijke hogere freatische grondwaterstand. Nabij het Oude Robbengat neemt de stijghoogte als gevolg van het peilopzet ter plaatse van het nabij gelegen Ballastplaat toe met circa 0,4 m, waardoor de grondwaterstand tot circa 0,4 m –mv à 0,5 m –mv reikt.
  Vooral ter plaatse van recreatiepark Suyderoogh neemt de hoeveelheid kwel toe. De stijghoogten nemen slechts beperkt toe (<0,1 m). Hier wordt een vast peil gehanteerd.
  Bij Lauwersoog neemt de stijghoogte toe met circa 0,12 m. De ontwateringsdiepte bij camping Lauwersoog neemt af tot circa 0,7 m –mv. Bij vakantiepark Robbenoort neemt de ontwateringsdiepte af tot circa 1,3 m –mv. De stijghoogten nemen daarna als gevolg van de afname van het peil weer af tot normale waarden. Bij het periodiek opzetten van het peil in het Lauwersmeer, is berekend dat de concentratie aan chloride afneemt in de kwelsloot nabij de Waddenzeedijk/-haven. Dit is het gevolg van het terugdringen van de zoute toevoer vanuit de Waddenzee.

- **Marnewaard**
  De invloed op de grondwaterstanden wordt met name beïnvloed door het polderpeil in de Marnewaard. Doordat hier een laag peil gehanteerd wordt van -2,65 m NAP reiken de effecten niet verder dan de watergang langs de N361. De chlorideconcentratie blijft vrijwel onveranderd omdat de zoutconcentraties in het Lauwersmeer niet (of nauwelijks) wijzigen.

- **Zoutkamp**
  Uit de modelresultaten blijkt dat de effecten van de peilopzet lokaal van aard zijn. Er is een geringe verhoging van de grondwaterstand te verwachten. Tevens worden de effecten gedempt door de aanwezige watergangen in het gehele gebied. De peilopzet heeft wel als gevolg dat de kwel in de watergangen afneemt. Deze kwel zal deels zorgen voor hogere grondwaterstanden, nabij de waterlopen en deels zal de kwel wegstromen naar andere watergangen. De toename is echter dermate gering, dat geen negatieve effecten op de waterhuishouding te verwachten zijn.

  De verwachting is dat de tijdelijke toename van de grondwaterstanden niet zorgt voor grondwateroverlast voor de infrastructuur. Kritische bebouwing, zoals kelders nabij het Reitdiep en het Hunsingokanaal, kunnen wel hinder ondervinden van deze toename. Met name als de kelder in de huidige situatie net boven de grondwaterstand is aangelegd en ze geen waterdichte vloer hebben, kan een peilopzet tot overlast leiden. Gegevens over aanwezige kelders en het wel of niet aanwezig zijn van waterdichte vloeren is onbekend. Hiervoor is vervolgonderzoek nodig.

  Dit vervolgonderzoek is inmiddels opgestart. Op basis van de geologie (geotop) en bestaande grondwaterproblematiek wordt bepaald welke locaties de grootste kans hebben op overlast/problemen. Vervolgens worden op deze locaties peilbuizen geplaatst. Aanvullend wordt in Zoutkamp een regenmeter geplaatst en wordt het oppervlaktewaterniveau gemeten. Op de meest gevoelige locaties worden peilbuizen met telemetrie geplaatst zodat iedereen mee kan kijken en er bij een flinke stijging van het grondwaterniveau een melding uitgaat naar de Provincie Groningen en Waterschap Noorderzijlvest. Op basis van deze meldingen wordt dan actie ondernomen. Ook kan eventuele schade achteraf goed worden vastgesteld m.b.v. de gegevens van dit uitgebreide meetnet.

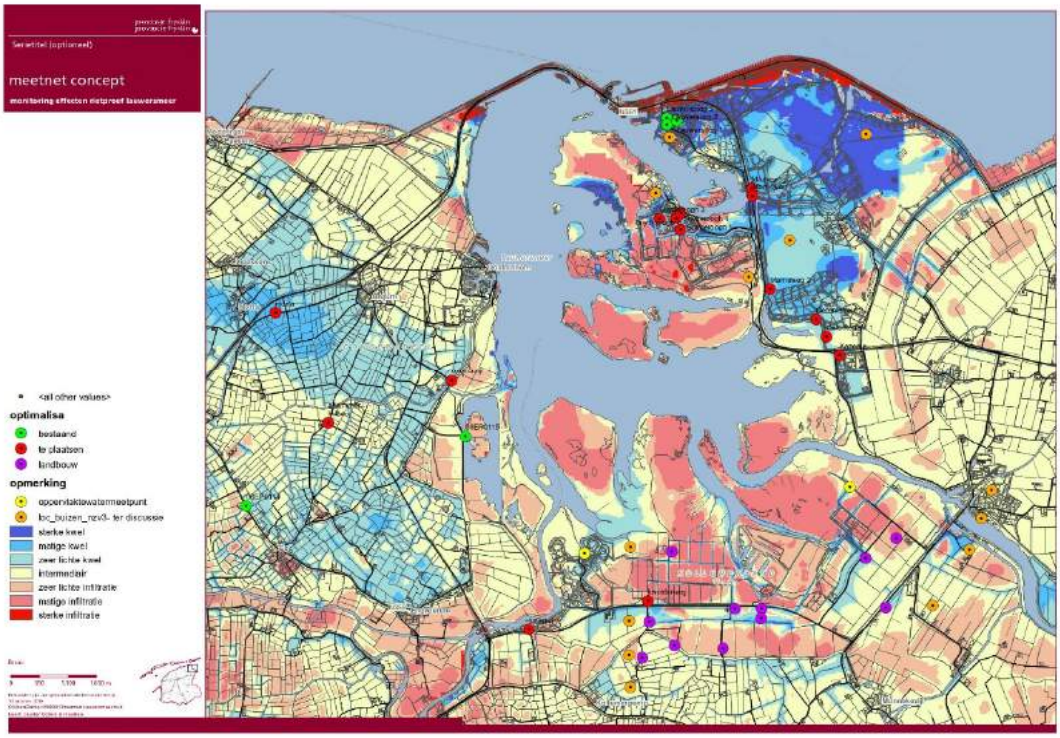
- **Kollumerwaard**
  De modelresultaten wijzen uit dat de effecten van de peilopzet beperkt zijn. De grondwaterstandsverhogingen tussen ontwateringsmiddelen zijn beperkt (<0,05 m). Door de bodemopbouw (hoge weerstand van de deklaag) reikt de invloed van de peilopzet relatief ver en zijn de verschillen in kweldebiet gering omdat deze over een grotere afstand verspreid worden. De verwachte effecten op de tussen de ontwateringsmiddelen liggende gebieden zijn verwaarloosbaar. De invloed van de peilopzet bedraagt circa 2.500 m. Hierbij dient met de monitoring rekening te worden gehouden.

  Ten aanzien van de chloride is slechts sprak van een beperkte invloed (afname) van de concentraties nabij de Kwelderweg en Zomerhuis. Dit effect is verwaarloosbaar.

- **Bochtjesplaat**
  De effecten op de grondwaterstanden zijn minimaal, er is een geringe verhoging van de grondwaterstand te verwachten. Deze invloed strekt zicht uit tot de waterkering. Binnendijks zijn nauwelijks nog effecten te verwachten (maximaal 0,05 m). Tevens worden de effecten gedempt door de aanwezige watergangen in het gehele gebied. Als gevolg van het tijdelijk opzetten van het peil verandert de grondwaterstroming nabij het Lauwersmeer van een kwelsituatie naar een geringe infiltratiesituatie. Hierdoor treedt er meer kwel in het achterland op tussen de Nije Feart en de weg Saatsenwei. De grondwaterstanden worden niet of nauwelijks beïnvloed door het aanwezige oppervlaktewaterstelsel.
  De concentratie aan chloride wordt niet beïnvloed. De kwel is afkomstig van verder landinwaarts, waar geen ingrepen worden uitgevoerd.

Monitoring

Uit de berekeningen blijkt dat de invloed van de tijdelijke peilopzet op de stijghoogte in de omgeving relatief beperkt is. Dit is het gevolg van de geringe doorlaatfactor van de bodem in combinatie met de peilopzet. Nabij het Lauwersmeer is het effect op de grondwaterstand het grootst. Door ontwateringsmiddelen, zoals drainage en aanwezig watergangen, worden de effecten gemitigeerd. Om de effecten inzichtelijk te maken, wordt voorafgaand aan de rietproef een grondwatermeetnet ingericht en een monitoringsplan opgesteld.




***Figuur 27 Voorstel grondwatermeetnet, zie ook bijlage 7***

Figuur 27 toont op welke locaties de monitoringsmeetpunten zich bevinden, zie ook bijlage 7. Het meetnet is een aanvulling op de aanwezige peilbuizen die opgenomen zijn in het digitaal archief van TNO. Daarnaast wordt het chloridengehalte via de vaste peilbuizen gemeten. Door oudere meetreeksen te gebruiken in de analyse van de peilopzet, wordt inzicht gekregen in de daadwerkelijke gevolgen.

Ook de drie peilbuislocaties welke in 2007 zijn gebruikt voor het onderzoek in de woonkern Lauwersoog zijn begin februari 2016 weer in gebruik genomen. Naast de metingen van het huidige jaar en de twee jaar waarin de rietproef wordt uitgevoerd wordt er in ieder geval één jaar na afloop doorgemeten om verschillen van aaneengesloten jaren in beeld te krijgen.

Op de Willem Lodewijk van Nassau Kazerne wordt 1 peilbuis geplaatst. Hoewel de verwachting is dat de te meten afwijking minimaal zal zijn, i.v.m. de sloot waar de kazerne door wordt omsloten, is het wel wenselijk dit te monitoren. De peilbuis wordt geplaatst voor de kazerne.
Langs de kade van de Vlinderbalg (aan de gedraineerde zijde, noord/oost) worden 3 peilbuizen geplaatst. Een peilbuis aan de oostzijde, twee in het noordelijke deel.
In de buurt van het gemaal/ de windmolen worden tot slot ook nog 2 peilbuizen geplaatst.

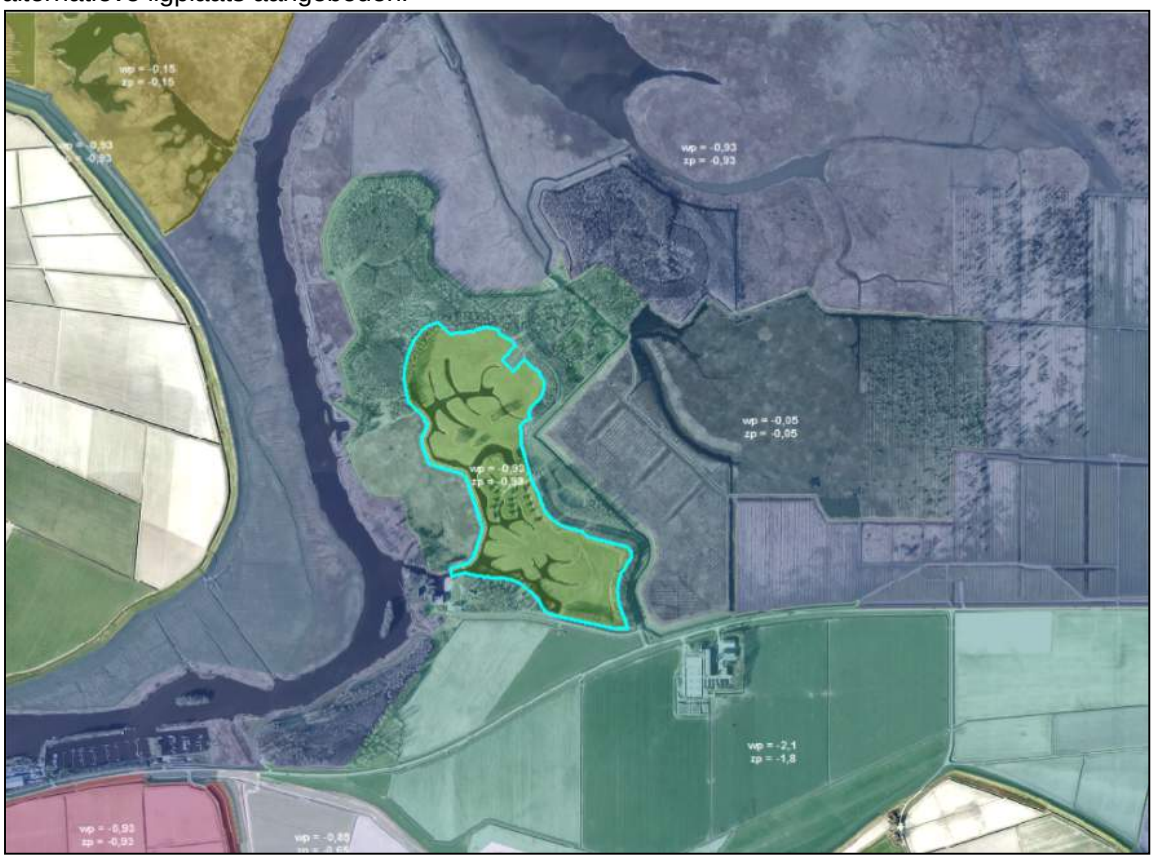
Agrarische ondernemers kunnen zich aanmelden voor het plaatsen van peilbuizen op hun landbouwpercelen. Inmiddels hebben drie agrarische ondernemers zich hiervoor aangemeld. De landbouwpeilbuizen worden in overleg met deze ondernemers geplaatst en meegenomen in de monitoring.

Tot slot worden er voorafgaand aan de rietproef nog twee peilbuizen geplaatst in de regionale kering, zie ook paragraaf 4.6.3.

### 4.3.2 *Effecten en maatregelen bij (verblijfs)recreatieve voorzieningen*

Villapark Lauwerssee

Villapark Lauwerssee ligt in de Blikpolder. De grachten van het park staan normaliter in een rechtstreekse verbinding met het Lauwersmeer. Tijdens de proef wordt de open verbinding tussen de grachten en het Lauwersmeer afgesloten. Dit wordt gerealiseerd door de 'Bliksluis', in de doorgang naar het Lauwersmeer te sluiten. Tevens wordt er tijdelijke bemaling in de vorm van een pomp gerealiseerd. Eigenaren met een boot kunnen in de periode van de rietproef vanaf de grachten van het Villapark het Lauwersmeer niet bereiken. Zij krijgen gedurende de proef een alternatieve ligplaats aangeboden.




***Figuur 28 Peilvak Blikpolder***

Landal Esonstad (peilvak DO-16)

Het huidige peil van Esonstad is -0,93 m NAP. Dit is gelijk aan het huidige peil van het Lauwersmeer. Bij hoge waterstanden in het Lauwersmeer wordt de keersluis gesloten dat het water in Esonstad scheidt van het Lauwersmeer. Deze keersluis wordt gesloten als drukdozen langer dan 1 minuut een waterpeil in het Lauwersmeer signaleren binnen de bandbreedte van -0,55 en -0,60 m NAP.

Tijdens de pilot wordt in het Lauwersmeer een peil gehandhaafd van -0,52 m NAP. Als het peil in Esonstad tijdens de proef mee stijgt met het Lauwersmeer dan lopen de steigers en de oevers onder water. Ook kan door het ontbreken van een kade aan de zuidkant van Esonstad bij het stijgen van het peil in Esonstad het water naar de zuidelijk gelegen polder stromen.

Om deze negatieve effecten te voorkomen blijft de keersluis bij Esonstad gedurende de proef permanent gesloten. Hierdoor kunnen tijdens de proef geen boten de haven van Esonstad in of uit varen. Onderzoek heeft uitgewezen dat geen passende oplossing mogelijk is waardoor het mogelijk blijft om tijdens de rietproef de haven van Esonstad in of uit te varen. Daarom wordt booteigenaren een alternatieve ligplaats aangeboden, in een jachthaven naar keuze, aan het Lauwersmeer. Als dit geen oplossing biedt dan kan men aanspraak maken op de in paragraaf 5.2 omschreven schaderegeling.

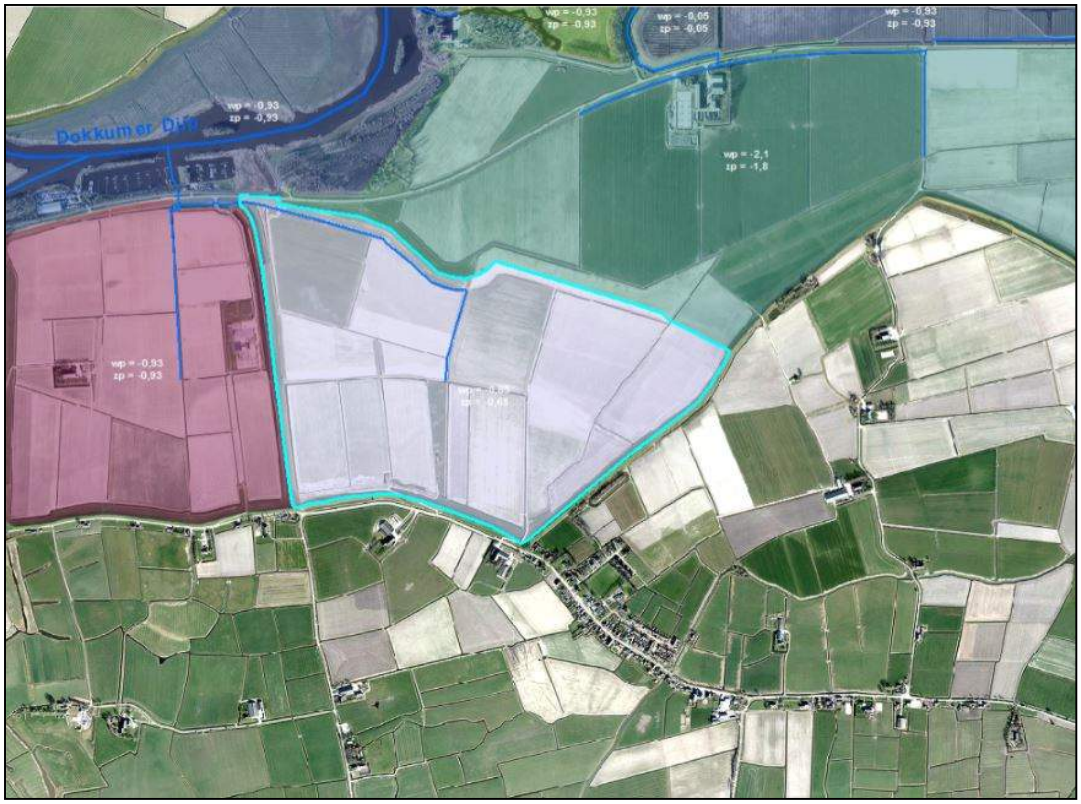
Vaarverbinding Zoutkamp - Damsterdiep
Het Hunsingokanaal maakt onderdeel uit van de recreatieve vaarverbinding Zoutkamp – Damsterdiep en is geschikt voor boten uit de DM klasse (middelgrote boten met een doorvaartmaat van 2,40 m). Tijdens de rietproef wordt de keersluis bij gemaal HD Louwes gesloten. Hierdoor is het niet mogelijk voor recreatievaart om HD Louwes te passeren. De recreatievaart moet gedurende de proef omvaren via het Reitdiep. Deze stremming wordt vroegtijdig, conform de gebruikelijke kanalen, aangekondigd. Tevens worden er borden geplaatst die de stremming aangeven.

Surfers
De inham van De Hoek van de Bant zal evenals aanwezige harde oeverbescherming (betonrichels, stortsteen) net onder water komen te staan. Dit kan voor gevaarlijke situaties zorgen. Voor het begin van de proef worden borden geplaatst die surfers hierop attendeert. Tijdens de rietproef blijven er ondiepe plekken in het Lauwersmeer bereikbaar voor surfers.

### 4.3.3 *Effecten en maatregelen landbouw, gebied waterschap Noorderzijlvest*

Rond het Lauwersmeer bevinden zich een aantal landbouwpercelen die in de huidige situatie een streefpeil hebben van om en nabij -0,93 m NAP. Deze percelen worden tijdens de proef afgesloten van het Lauwersmeerpeil, dit zijn in het werkgebied van waterschap Noorderzijlvest:

- Catspolder;
- Eskespolder;
- Zuidzijde bergboezem Lauwersmeer.

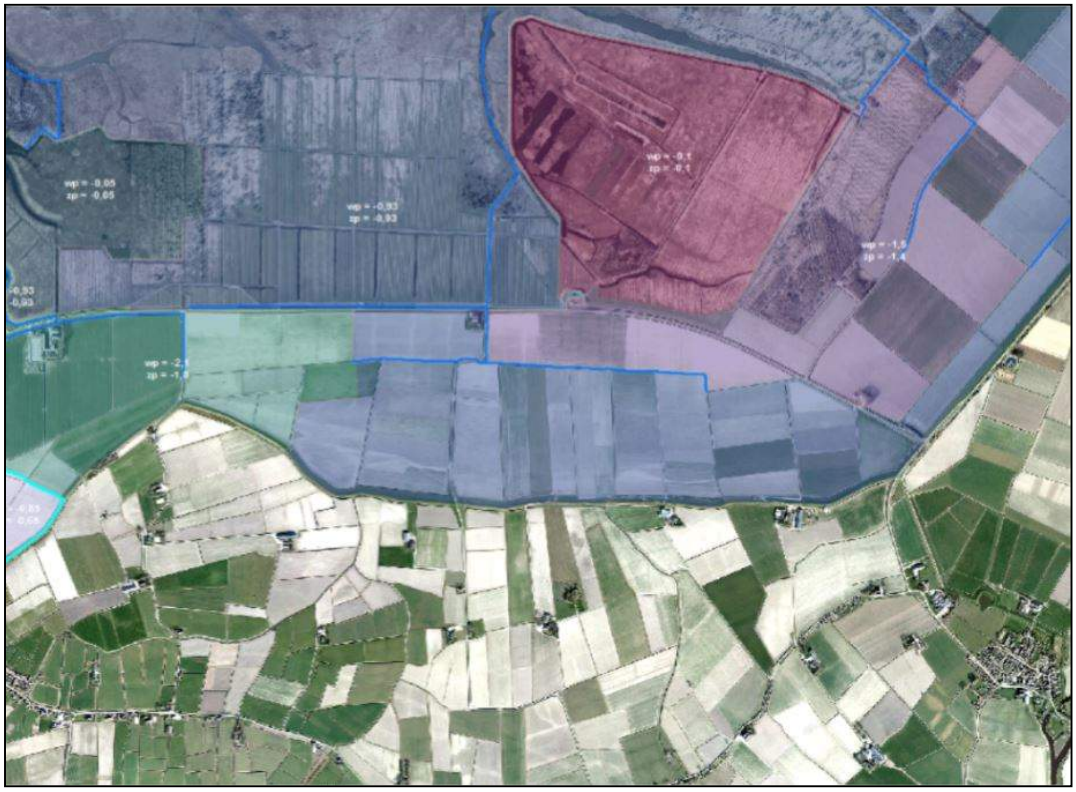



***Figuur 29 Peilvak Catspolder(turkoois omlijnd) en peilvak Eskespolder (bordeauxrood)***

Catspolder
De Catspolder heeft een winterpeil van -0,85 m NAP en watert via een stuw af op de Eskespolder. Voor deze polder zijn geen aanpassingen nodig. Wel moet bij eventuele tijdelijke bemaling van de Eskespolder rekening worden gehouden met de extra capaciteit die nodig is om het water vanuit de Catspolder kwijt te kunnen raken.

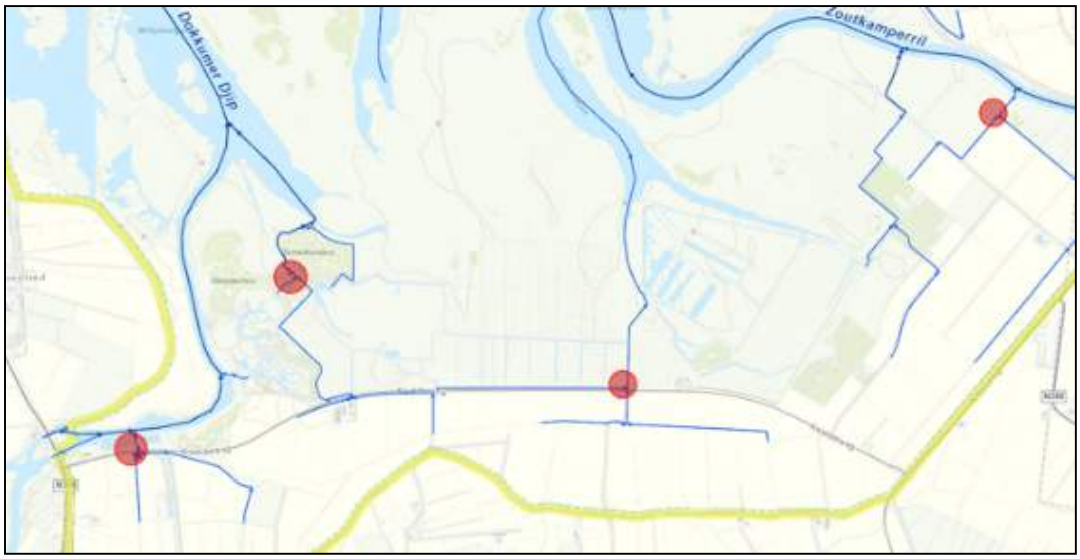
Eskespolder
De Eskespolder heeft in de normale situatie hetzelfde peil als het Lauwersmeer. Onder de doorgaande weg bevindt zich een tussenduiker met een terugslagklep. Door de peilopzet in het Lauwersmeer heeft het gemaal Eskespolder meer opvoerhoogte nodig omdat er meer tegendruk is (terugslagklep wordt dichtgeduwd door peilopzet). Het gemaal Eskespolder heeft in de huidige situatie niet veel capaciteit over. Bemaling van deze polder is en blijft noodzakelijk tijdens de proef met peilopzet. Voor deze polder wordt extra bemaling geregeld. Bij het bepalen van de bemalingscapaciteit is rekening gehouden met het feit dat de Catspolder aan de oostzijde afwatert op de Eskespolder (zie ook Figuur 29).

Zuidzijde bergboezem Lauwersmeer
Aan de zuidzijde van de bergboezem Lauwersmeer ligt een gedeelte aan de zuidzijde van de doorgaande Kwelderweg. Dit betreft agrarisch gebied. Tussen het Lauwersmeer en dit deel van de bergboezem is een duiker met terugslagklep aanwezig. Ook hier wordt een pomp geplaatst dat indien nodig de polder kan bemalen (zie ook Figuur 31).



***Figuur 30 Peilvak Zuidzijde bergboezem Lauwersmeer***

Inzet extra bemaling
Geohydrologisch onderzoek (zie paragraaf 4.3.1) heeft uitgewezen uit dat de grondwaterstandverhogingen beperkt zijn (<0,05 m). Om richting de agrariërs zekerheid te bieden is besloten om voorafgaand aan de rietproef 4 pompen te plaatsen met een capaciteit van 20 m³ per minuut. Deze pompen worden ingezet als het grondwater boven het peil van de drainagebuizen dreigt te komen. Door middel van peilbuizen wordt de grondwaterstand gedurende de rietproef gemonitord. Figuur 31 geeft een indicatie van de locatie waar de pompen worden geplaatst.




***Figuur 31 Indicatie locaties voor plaatsen bemaling***

### 4.3.4 *Effecten en maatregelen landbouw, werkgebied Wetterskip Fryslân*

Per peilvak wordt aangegeven welk effect de peilverhoging van het Lauwersmeer heeft op het peil in het peilvak. Voor de agrarische peilvakken DO-51 en DO-25 is het huidige peil vergeleken met het peil van de rietproef en met het optimale peil.

<u>Peilvak DO-51</u>

Het stijgen van het Lauwersmeerpeil heeft geen negatieven effecten op peilvak DO-51. Dit peilvak heeft ook bij een hoger Lauwersmeerpeil voldoende drooglegging.

| | | |
|---|---|---|
| Peil peilvak | wp | -0,30 m NAP |
| | zp | -0,10 m NAP |
| Peil Lauwersmeer (huidig) | | -0,92 m NAP |
| Peil Lauwersmeer (pilot) | | -0,52 m NAP |
| Optimaal peil | Obv 10% laagste maaiveld niveau | 0,06 m NAP |
| | Obv 50% maaiveld niveau | 0,13 m NAP |
| Hoofdzakelijk landgebruik | | Akkerbouw |
| Hoofdzakelijk bodemtype | | Mn25 A (Kalkrijke polder-vaaggronden; zware zavel) |
| Optimale drooglegging | | 1,15 m |
| Maaiveld hoogte 10% laagste maaiveld | | 1,01 m |
| Maaiveld hoogte 50% maaiveld | | 1,28 m |
| Marge rond optimaal peil | | 20 cm |
| Waterafvoer | Vrij afwaterend op het Lauwersmeer via een stuw en een kerende duiker | |
| Peilverschil tussen Lauwers-meer pilot peil en polderpeil | Huidig winterpeil | 22 cm |
| | Optimaal peil 10% maaiveld niveau | 58 cm |
| | Optimaal peil 50% maaiveld niveau | 65 cm |

***Tabel 7 Kenmerken van DO-51***

Op basis van de hydrologie van het peilvak DO-51 is het tijdelijk verhogen van het peil van het Lauwersmeer geen probleem wat betreft de drooglegging van het peilvak.

Peilvak DO-25

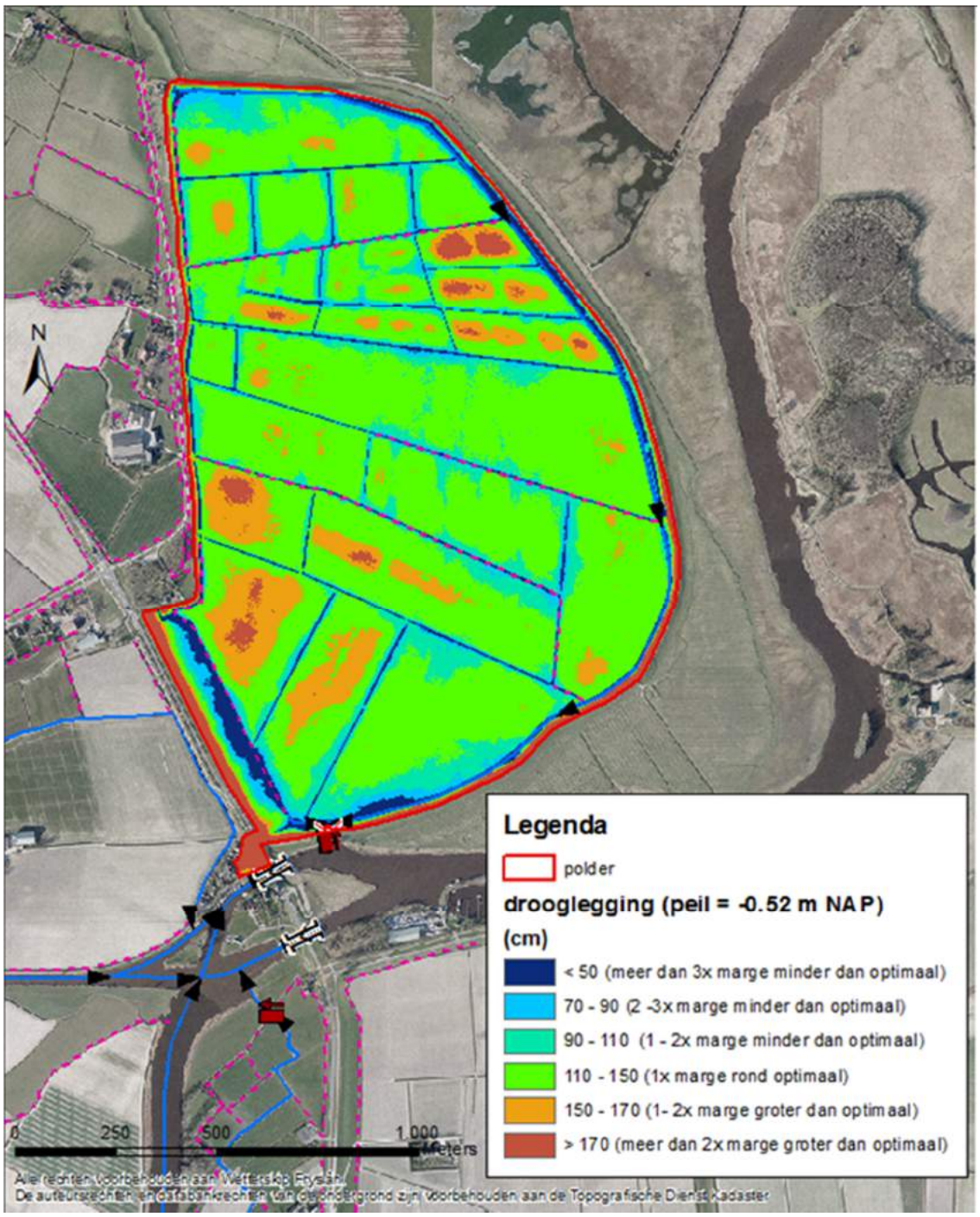
Het verhogen van het peil van het Lauwersmeer heeft een negatief effect op de drooglegging van de polder DO-25. Bij het stijgen van het peil van het Lauwersmeer hebben een aantal percelen onvoldoende drooglegging. Tijdens de pilot periode zal de polder bemalen moeten worden om voldoende drooglegging alle percelen te garanderen.

| | | |
|---|---|---|
| Peil peilvak | wp | -0,80 m NAP |
| | zp | -0,60 m NAP |
| Peil Lauwersmeer (huidig) | | -0,92 m NAP |
| Peil Lauwersmeer (pilot) | | -0,52 m NAP |
| Optimaal peil | Obv 10% laagste maaiveld niveau | -0,67 m NAP |
| | Obv 50% maaiveld niveau | -0,54 m NAP |
| Hoofdzakelijk landgebruik | | Akkerbouw |
| Hoofdzakelijk bodemtype | | Mn35 A (Kalkrijke polder-vaaggronden; lichte klei) |
| Optimale drooglegging | | 1,30 m |
| Maaiveld hoogte 10% laagste maaiveld | | 0,43 m |
| Maaiveld hoogte 50% maaiveld | | 0,76 m |
| Marge rond optimaal peil | | 20 cm |
| Waterafvoer | Vrij afwaterend op het Lauwersmeer via een stuw | |
| Peilverschil tussen Lauwersmeer pilot peil en polderpeil | Huidig winterpeil | -28 cm |
| | Optimaal peil 10% maaiveld niveau | -15 cm |
| | Optimaal peil 50% maaiveld niveau | -2 cm |

***Tabel 8 Kenmerken peilvak DO-25***

Voor het peilvak DO-25 is het pilot peil van het Lauwersmeer te hoog om het huidige winterpeil te kunnen handhaven. Ook het optimale peil op basis van het 10% laagste maaiveld niveau en het 50% maaiveld niveau is haalbaar als onder vrij verval wordt afgewaterd op het Dokkumer Djip met een peil van -0,52 m NAP.
De drooglegging skaart Figuur 32 geeft inzicht wat het voor de polder betekend als in de polder hetzelfde peil heeft als het Lauwersmeer peil.

Het opzetten van het peil van het Lauwersmeer zorgt er voor dat de drooglegging in de polder afneemt, maar in het grootste deel van de polder valt de drooglegging toch nog in de klasse 1x de marge rond optimaal peil. De drooglegging direct rond de watergangen en bij de percelen in het uiterste zuiden en noorden is meer dan 2 keer lager dan de optimale drooglegging. Gedurende de proef is het dan ook noodzakelijk om dit peilvak te bemalen. Voorafgaand aan de proef wordt een pomp geplaatst met een minimale capaciteit van 17 m³ per minuut.




*Figuur 32 Drooglegging DO-25*

## 4.4 Riolering

Om te voorkomen dat er tijdens de rietproef problemen ontstaan met riolering is een bureaustudie uitgevoerd naar de riolering in de vier gemeenten grenzend aan het Lauwersmeer. Per gemeente is gekeken welke riool overstorten en hemelwaterafvoeren op het Lauwersmeer uitkomen. Vervolgens worden locaties waar mogelijke negatieve effecten aan de orde zijn onderzocht en gemonitord.

Gemeente de Marne
Wanneer het peil in het Lauwersmeer wordt verhoogd van -0,93 m NAP naar -0,52 m NAP, zal bij overstorten en uitlaten het lozen op oppervlaktewater bemoeilijkt worden. Dit is vooral het geval bij:

1. Hunsingokade;
2. Panserweg;
3. Reitdiepskade.

Het gaat om 3 gemengde overstorten, die mogelijk hinder of nadelige invloed kunnen ondervinden van de peilopzet van het Lauwersmeer tot -0,52 m NAP. Gemeente De Marne heeft Royal Haskoning/DHV opdracht gegeven om te onderzoeken wat de mogelijke effecten van de voorgenomen peilopzet op de gemengde overstorten en hemelwateroverstorten zijn (Basisrioleringsplan Zoutkamp 2016, onderdeel peilopzet Lauwersmeer). Hiervoor heeft Royal Haskoning/DHV hydraulische berekeningen uitgevoerd met behulp van het hydraulisch rekenmodel Sobek. In het kader van het onderzoek zijn tevens de overstorten opnieuw ingemeten (drempelhoogte en -lengte t.o.v. NAP). In onderstaande tabel staan de betreffende overstorten, met daarbij de drempelhoogte vermeld.

*Gemengde overstorten met lozingspunt op peilgebied Lauwersmeer*

| Putnummer | Locatie | Drempel-hoogte [m NAP] | Drempel-lengte [m] | Lozing op | Peil** [m NAP] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoofdbemalingsgebied | | | | | |
| zk0420 | Reitdiepskade* | -0,51 | 3,10 | Reitdiep | -0,93/-0,52 |
| zk0832 | Beatrixstraat/Hunsingokade | -0,51 | 1,50 | Hunsingokanaal | -0.93/-0,52 |
| Bemalingsgebied Panserweg | | | | | |
| VW02 | Panserweg | 0,37 | 1,00 | Hunsingokanaal | -0.93/-0,52 |
| *Terugslagklep achter overstort<br>**Streefpeil volgens peilbesluit 2015; aanpassingen van het peil Lauwersmeer naar -0,52 m NAP worden overwogen | | | | | |

Uit het onderzoek (modelberekeningen) wordt geconcludeerd dat de peilopzet niet zal leiden tot extra wateroverlast op straat in bebouwd gebied van Zoutkamp. De gebruikte maatstaf is geen water op straat bij Bui 8 en bij Bui 9 van de Leidraad Riolering, Stichting RIONED. Wel wordt het waterniveau van het gemengde stelsel en het hemelwaterstelsel negatief beïnvloed door het hogere waterpeil. Dit wordt veroorzaakt door onvolkomen overlaten, terugstroming van oppervlaktewater na een overstort en vanuit het hemelwaterstelsel Hunsingokade terugstroming van regenwater in het gemengde stelsel. Ook moet het regenwatergemaal aan de Hunsingokade meer verpompen, omdat er minder onder vrij verval kan afwateren op oppervlaktewater. Dit alles heeft een verminderde hydraulische afvoercapaciteit van de gemengde overstorten tot gevolg.

Kort samengevat komt het er op neer dat de buffer in het stelsel (ook wel waking genoemd) kleiner wordt ten tijde van de peilopzet. Bij extreme buien (welke meestal in de warmere zomerperioden voorkomen) kan dit ertoe leiden dat eerder water op straat zal blijven staan dan bij een peil van -0,93 m NAP.

Gemeente Dongeradeel
Na contact met de gemeente is duidelijk geworden dat er op het gebied van riolering er geen problemen ontstaan binnen de gemeente Dongeradeel. In de situatie van januari 2012, waarin het waterpeil ongeveer 70cm hoger stond als voorgesteld in de rietproef, zijn geen problemen ontstaan met de riolering.

Gemeente Kollumerland c.a. en gemeente Zuidhorn
Omdat in de gemeente Kollumerland c.a. en gemeente Zuidhorn geen riool overstorten rechtstreeks op het Lauwersmeerpeil uitkomen zullen hier geen problemen ontstaan.

## 4.5 Vismigratie

### 4.5.1 *Effecten*

Door het peil op te zetten in het voorjaar wordt op twee locaties, gemaal De Waterwolf en gemaal H.D. Louwes, een extra migratie barrière opgeworpen. In de huidige situatie is de stand van de Electraboezem gelijk aan het waterniveau van het Lauwersmeer. Als in het kader van de rietproef er een niveauverschil ontstaat, moeten de sluizen worden gesloten en kunnen vissen niet meer migreren. Ook de spuisluizen in Lauwersoog vormen een barrière. Dit is echter op te lossen door een aangepast spuibeheer.

### 4.5.2 *Maatregelen*

Onderzoeksbureau Tauw heeft voorgesteld om bij Electra de provinciale schutsluis Lammerburen in te zetten voor vismigratie. Uitvoering van de volgende maatregelen wordt op dit moment voorbereid;

1. Passieve migratie bij scheepschuttingen
2. Bij tijdelijke stop van de rietproef kan zowel voor H.D. Louwes als bij sluis Lammerburen maximaal op vismigratie worden ingezet door de sluizen in deze periode open te zetten.
3. Rinketten worden geautomatiseerd en zullen in de ochtend en avond rond schemerperiode worden ingezet voor vismigratie in combinatie met tijdelijke lokstroompompen
4. Monitoring van vismigratie om bij eventueel vervolg van de proef te kunnen bepalen wat er nodig is voor vismigratie.

<u>Cleveringsluizen</u>

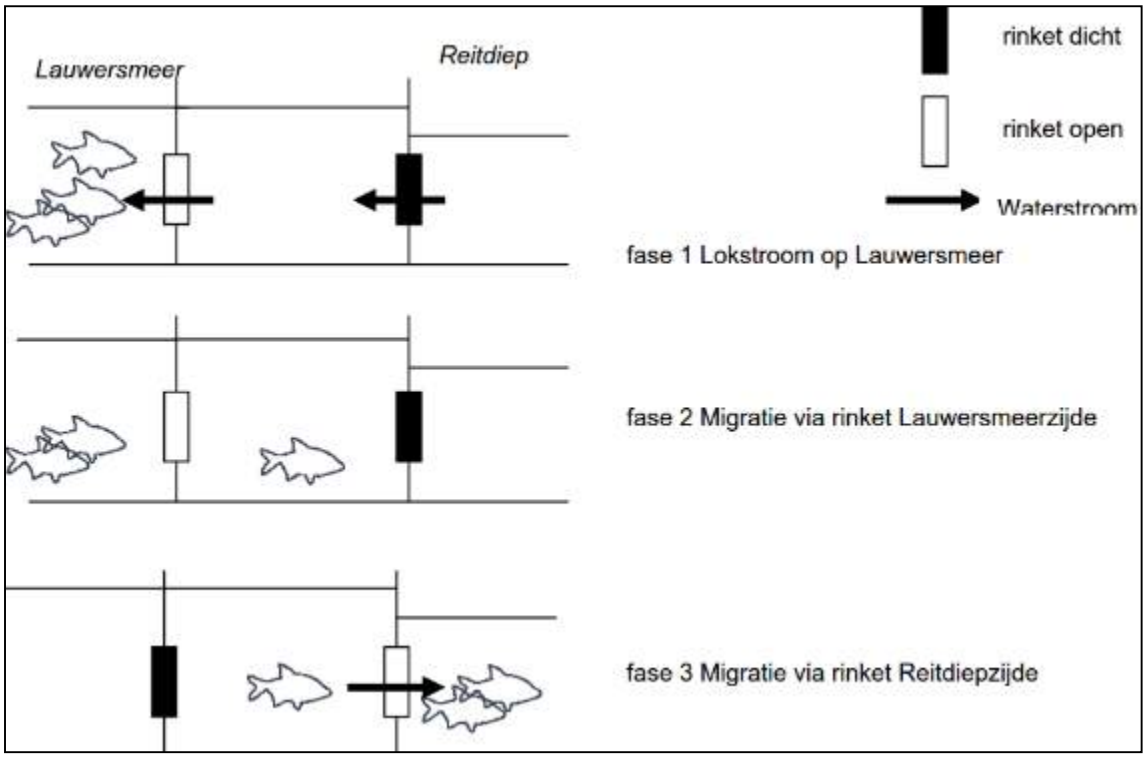
Voor de Cleveringsluizen geldt dat er een visvriendelijk spuibeheer wordt uitgevoerd waarbij de Cleveringsluizen langer open staan in de getijcyclus, zodat lage stroomsnelheden ontstaan, waardoor vissen de kans krijgen om het Lauwersmeer in te trekken. De effecten voor de visintrek van een peilverhoging zijn naar verwachting gering.

<u>Gemaal De Waterwolf (en provinciale schutsluis Lammerburen)</u>

Meestal vindt lozing hier plaats onder vrij verval omdat het streefpeil van de boezem gelijk is aan het streefpeil van het Lauwersmeer. Alleen in tijden van piekafvoer wordt de provinciale schutsluis gesloten en draait gemaal de Waterwolf. Doorgaans is er geen sprake van langdurige belemmering van de vismigratie, omdat de peilverschillen meestal maar enkele dagen duren. Bij het instellen van hoge peilen in voorjaar ontstaan wel langdurige problemen voor vismigratie**.** Er ontstaat een (tijdelijke) barrière in de vismigratieroutes van het Reitdiep (Waterwolf) en het Hunsingokanaal (H.D. Louwes).

***Figuur 33 Provinciale schutsluis Lammerburen, november 2015***

Om de vismigratie voor de doelsoorten vanuit N2000 en de KRW permanent te verbeteren wordt er voor het einde van dit jaar (2016) een vismigratievoorziening gerealiseerd via de provinciale schutsluis Lammerburen. Buiten de operationele uren wordt de schutsluis ingezet voor vismigratie. Dit wordt gedaan via de rinketten en met behulp van een lokstroompomp (zie Figuur 34). Deze maatregel is voor de rietproef operationeel. Door deze aanpassingen is het knelpunt bij de Waterwolf/Lammerburen opgelost.




***Figuur 34 Principe van visvriendelijk schutsluisbeheer met rinketten en lokstroompomp (eenzijdig). Bron: Tauw, 2014***

Gemaal H.D. Louwes

Boven- en benedenstrooms van de keersluis zijn dubbele schotbalksponningen aanwezig. Hierin kunnen schotbalken worden geplaatst. Het idee is aan weerszijden één set schotbalken te plaatsen en op deze wijze voor een dubbele kering te zorgen. De keersluis zelf kan geopend blijven en alleen in geval van nood worden ingezet. In elke set aan schotbalken worden 2 rinketten aangebracht. Met behulp van een lokstroompomp wordt de migratie van zowel bodemgebonden vissoorten als vissoorten die aan het oppervlak zwemmen bevorderd. De rinketten dienen handmatig, op locatie, te worden bediend. De combinatie van schotbalken en rinketten vormt samen een soort sluis, waarmee het mogelijk is om vissen te schutten. Gemakshalve wordt daarom gesproken van visvriendelijk schutbeheer, zie ook Figuur 34.

Het visvriendelijk schutbeheer wordt tijdens de migratieperiode dagelijks uitgevoerd uitgaande van vier schuttingen per dag (twee in de avonduren en twee in de ochtenduren). Deze maatregel is voor de rietproef operationeel.

Dokkumer Nieuwe Zijlen

Een peilverhoging tot het Friese boezempeil (-0,52 m NAP) in het voorjaar komt ten goede aan de vismigratie. Dat is het peil waarbij er vrije vismigratie plaats kan vinden: de sluisdeuren kunnen dan openstaan.
Een peilverhoging lager dan het Friese boezempeil heeft geen nadelige gevolgen voor de vismigratie de sluis blijft dicht en de rinketten moeten ook dan handmatig bediend worden.

Monitoring
Om inzicht te krijgen in de effecten van rietproef op de vismigratie zal gedurende de rietproef en het jaar na de vismigratie worden gemonitord.

| Locatie | 1e en 2e jaar rietproef | Jaar na rietproef |
|---|---|---|
| Gemaal De Waterwolf/ sluis Lammerburen | · aantal vissen per soort en lengte;<br>· aanbod + passage<br>· in stroomopwaartse en stroomafwaartse richting | · aantal vissen per soort en lengte<br>· aanbod + passage<br>· in stroomopwaartste en stroomafwaarse richting |
| Gemaal H.D. Louwes | · aantal vissen per soort en lengte<br>· aanbod<br>· in stroomopwaarste en stroomafwaartse richting | · aantal vissen per soort en lengte<br>· aanbod + passage<br>· in stroomopwaarste en stroomafwaartse richting |

## 4.6 Waterveiligheid

### 4.6.1 *Beheerprotocol*

Als beschikbare ruimte voor de rietproef is gekozen voor een bandbreedte tussen het huidige streefpeil (-0,93 m NAP) van het peilvak Lauwersmeer en het streefpeil van de Friese boezem (-0,52 m NAP). Hiertoe is gekozen, omdat dan vrije afstroming vanuit de Friese Boezem mogelijk blijft. Mocht dit laatste onverhoopt niet lukken, dan is met Wetterskip Fryslân de afspraak gemaakt dat het Hooglandgemaal bij Stavoren hiervoor wordt aangewend. Hiervoor is in het beheerplan budget opgenomen.

In het beheerplan Natura 2000 Lauwersmeer is vastgelegd dat de proefperiode loopt van 15 februari tot 15 april. Binnen deze periode van 8 weken zal gedurende 6 weken het peil worden verhoogd tot -0,52 m NAP. Uiterlijk 15 april zal het peil weer teruggebracht zijn op het niveau van voor de rietproef. Waterschap Noorderzijlvest heeft vooraf onderzocht of in deze periode deze verhoging verantwoord kan worden uitgevoerd. Dit onderzoek leert dat dit niet zomaar mogelijk is. Bij uitvoering van de proef en bij extreme weersituaties, blijkt de waterstand circa 20 tot 25 cm hoger te kunnen worden dan in de situatie zonder proef. Dit is een ongewenste situatie. Het waterschap heeft daarom onderzocht welke mogelijkheden er zijn om ongewenste verhogingen te voorkomen. Dit kan door het instellen van een beheerprotocol, zie bijlage 9. Dit beheerprotocol houdt in dat zodra ongunstige omstandigheden worden verwacht de waterstand weer wordt teruggebracht naar -0,93 m NAP. Het meer is dan weer leeg voordat de ongunstige omstandigheden zich voor gaan doen.

Om te bepalen wanneer het terugbrengen van de waterstand noodzakelijk is, zijn in het beheerprotocol in een tabel 4 klassen (A t/m B) onderscheiden die een indicator zijn van een naderende ongunstige omstandigheid (zie Figuur 35). Deze klassen worden ingeschat op ernst. Hierdoor kan per klasse en gebeurtenis een score worden toegekend. Wanneer de som van de scores in de hele tabel de waarde van 2 of hoger heeft, wordt de proef onderbroken en wordt de waterstand teruggebracht naar het niveau van -0,93 m NAP.

| ID | Trigger | Waarde = 0 | Waarde =1 | Waarde =2 |
|---|---|---|---|---|
| A | 5 daagse neerslagverwachting | <35 mm | 35 – 50 mm | >50 mm |
| B | 5 daagse spuicapaciteit Lauwersoog | Maximaal 1x stremming in de komende 5 dagen | 2 – 3 opeenvolgende stremmingen | 4 of meer opeenvolgende stremmingen |
| C | Waterbezwaar Friese Boezem gemiddeld over de komende 3 dagen | < 4 miljoen m3/ dag | 4 – 7 miljoen m3/dag | > 7 miljoen m3/ dag |
| D | Draaiboek 'waterbeheer bij aanhoudende vorst'* | Draaiboek treedt niet in werking | | Draaiboek is in werking getreden |

***Figuur 35 Overzicht triggers beheerprotocol***

Het beheerprotocol is geverifieerd op de beoogde proefperiode in de 10 afgelopen jaren. Deze test laat zien dat het beheerprotocol er zorg voor draagt dat er geen onverantwoorde veranderingen in waterstanden als gevolg van de proef zijn te verwachten.

Voorwaarden voor het kunnen uitvoeren van de proef:
1. De som van alle scores samen in het beheerprotocol is lager dan 2;
2. Het Beslissingsondersteunend Systeem (BOS) van het waterschap moet operationeel zijn (i.e. geen storing in computers, software of communicatie lijnen);
3. De door KNMI, RWS en Wetterskip Fryslân aangeleverde voorspellingen moeten tijdig en volledig zijn.

Wanneer aan 1 van bovenstaande criteria niet wordt voldaan is het starten van de proef niet mogelijk. Ook zal dit leiden tot het onderbreken of afbreken van de proef.

Uit het voorgaande blijkt dat bij de keuze voor de bandbreedte, achtervang inzet sluis bij Harlingen en Hooglandgemaal bij Stavoren, het afbreken van de proef bij slecht weer(voorspellingen) en de periode waarbinnen de rietproef kan plaatsvinden, rekening is gehouden met de veiligheid.

### 4.6.2 *Stuwing Lauwersmeer*

Stuwing op het Lauwersmeer is een verschijnsel dat zich voordoet in tijden met ongunstige weersomstandigheden voor het waterbeheer (vaak noord noordwestenwind die oorzaak kan zijn van gestremde lozingen). Stuwing kan dan oplopen tot een verschil van circa 20 cm op het meer. Omdat stuwing optreedt bij deze ongunstig weersomstandigheden, is het niet noodzakelijk apart met dit verschijnsel rekening te houden. Het beheerprotocol zorgt ervoor dat, voordat er ongunstige weersomstandigheden zullen optreden in de vorm van gestremde lozingen, het Lauwersmeer wordt teruggebracht naar -0,93 m NAP.

### 4.6.3 *Hoogte en stabiliteit keringen*

Het niveau van de waterlijn in de kering, de freatische lijn, is essentieel voor het mogelijke falen van een kering. In een situatie waar langdurig een bepaalde waterstand tegen de kering aan staat heeft de freatische lijn zich hieraan aangepast. Bij een extreme waterstand is theoretisch kans op een dusdanige vernatting van de kering dat binnenwaartse afschuiving kan optreden. Het is bekend dat dit zich op twee locaties kan voordoen.

Met de rietproef wordt het oppervlaktewater in principe met maximaal 0,40 meter verhoogd. De startwaarde van de freatische lijn gaat daarmee eveneens omhoog. De verhoging van het oppervlaktewater met 0,40 meter betreft een geringe verhoging. De stabiliteit van de kering is hierdoor niet in het geding. Door peilbuizen in de kering te plaatsen, kan de reactie van de freatische lijn op het stijgen dan wel dalen van de waterstand in het Lauwersmeer worden gevolgd.

De peilbuisgegevens zijn via telemetrie uit te lezen, zie ook paragraaf 4.3.1. De reactie van de kering op deze locaties kan aanleiding zijn om de rietproef af te breken. De grenswaarde tot waar de freatische lijn mag stijgen, wordt op aangeven van het waterschap bepaald en wordt opgenomen in het monitoringsplan.

# 5 Uitvoeringsaspecten

## 5.1 Vergunningenprocedure

Nadat Waterschap Noorderzijlvest op grond van de Waterwet  een ontwerpvergunning heeft opgesteld voor het uitvoeren van de Rietproef Lauwersmeer wordt deze gepubliceerd en ter inzage gelegd. Belanghebbenden die het niet eens zijn met de beslissing kunnen binnen zes weken een zienswijze indienen.

Na de ontwerpvergunning wordt het definitieve besluit (de watervergunning) opgesteld en ter inzage gelegd. In de definitieve watervergunning worden de eventueel ingediende zienswijzen verwerkt. De watervergunning en bijbehorende documenten worden ter inzage gelegd en gepubliceerd. Belanghebbenden die op de ontwerpvergunning een zienswijze hebben ingediend en het niet eens zijn met het genomen besluit hierop, hebben vervolgens de mogelijkheid om beroep in te stellen bij de afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State

## 5.2 Schadeafhandeling

Eén van de bestuurlijke voorwaarden die zijn gesteld in april 2014 is een schaderegeling voor eventuele schades. Deze regeling is vastgesteld door Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen, zie bijlage 1. Voor de afhandeling van eventuele schades is er naast de schaderegeling een nulmeting afgesproken. De werkwijze van de schaderegeling en nulmeting wordt in de volgende paragrafen beschreven.

<u>Vaststellen schade recreatieve ondernemingen</u>
Bestuurlijk is afgesproken dat er een nulmeting komt, die er op gericht is te kunnen vaststellen of eventuele schade bij recreatieve ondernemingen verband houdt met de proef. Op 8 september 2015 heeft het College van Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen een schaderegeling vastgesteld. Deze heeft betrekking op schades waarvan een verband met de proef aannemelijk is.
Werkwijze in hoofdlijnen is:

- Recreatieondernemers zijn conform bijlage 7 van het beheerplan bezocht;
- Voor de procedure worden onafhankelijk deskundigen ingeschakeld, die een zwaarwegend advies geven;
- Onafhankelijke deskundigheid voor zowel vooraf beoordelen wat op locatie voor aanvang van de proef moet worden opgenomen als schadeafhandeling;
- Waar een redelijk vermoeden is en waar achteraf oorzaak niet vast te stellen zal zijn kijkt een onafhankelijke vooraf op locatie;

Coulant in afhandeling van schades; geen bewijs, maar aannemelijkheid; advies van deskundige is zwaarwegend voor besluit schade toe te kennen.

<u>Aanvullende opnames</u>
Een ieder die meent dat er reden is tot zorg voor het ontstaan van schade als gevolg van de proef, kan zich melden via telefoonnummer 010 - 284 30 98.
De deskundige beoordeelt in eerste instantie op afstand of er inderdaad sprake is van een redelijk vermoeden. Als er sprake is van een redelijk vermoeden, beoordeelt de deskundige of het nodig is voorafgaand aan de proef de situatie op te nemen. Dat kan van belang zijn om de omvang van de schade te kunnen bepalen, maar kan ook overbodig zijn. De deskundige verzorgt de communicatie met betrokkene.

Kort samengevat zijn er drie uitkomsten bij een melding:

1. De deskundige is van mening dat er geen redelijk vermoeden is, en laat dat gemotiveerd weten aan betrokkene;
2. De deskundige vindt dat er wel een redelijk vermoeden is, maar er is geen noodzaak de situatie vooraf op te nemen. De deskundige laat dat gemotiveerd weten.
3. De deskundige vindt dat er wel een redelijk vermoeden is en er is noodzaak de situatie vooraf op te nemen. De deskundige laat dat gemotiveerd weten.

Hoe gaat schade- afhandeling in zijn werk?

Het verzoek om schadevergoeding kan schriftelijk worden ingediend bij Gedeputeerde Staten, zo spoedig mogelijk na het ontstaan van de schade, maar in ieder geval binnen zes maanden na de afronding van de rietproef. Gedeputeerde Staten bevestigen binnen twee weken de ontvangst. Als Gedeputeerde Staten het nodig vinden voor de beslissing, kunnen zij besluiten om over het verzoek advies in te winnen van een deskundige. Gedeputeerde Staten beslissen zo spoedig mogelijk, uiterlijk binnen acht weken na ontvangst van het verzoek. Als de beslissing niet binnen acht weken na ontvangst kan worden gegeven, delen Gedeputeerde Staten dit aan de aanvrager mee en noemen daarbij een redelijk termijn waarbinnen het besluit tegemoet kan worden gezien. Binnen een termijn van zes weken, na de bekendmaking van de beslissing aan de verzoeker, wordt de schade betaald.

Als Gedeputeerde Staten vinden dat een verzoek kennelijk ongegrond is of direct voor toewijzing vatbaar is, dan beslissen ze direct en laten ze geen nader onderzoek uitvoeren.

# Bijlage 1

# Schaderegeling Beheerproef Lauwersmeer

# GEDEPUTEERDE STATEN VAN DE PROVINCIE GRONINGEN

Groningen, 8 september 2015

Zaaknr. 592112
Corr. nr. 2015-38.979/37/A.16, LGW

Verzonden: 22 SEP. 2015

Gelet op artikel 19a Natuurbeschermingswet 1998 en artikel 4:81 Algemene wet bestuursrecht;

Overwegende, dat:

- het Lauwersmeer is aangewezen als Natura 2000-gebied voor 13 soorten broedvogels en 29 soorten niet-broedvogels (trekvogels en wintergasten);
- een actueel en belangrijk knelpunt voor de instandhouding van de voor het Lauwersmeergebied kenmerkende vogelsoorten gelegen is in het feit, dat het aanwezige overjarig waterriet door de jaarrond begrazing en het relatief vaste waterpeil in het Lauwersmeer zich slecht kan verjongen en daardoor onvoldoende vitaliteit heeft;
- het om die reden in de bedoeling van de provincie Groningen ligt om in het kader van de uitvoering van het beheerplan voor het Natura 2000 gebied Lauwersmeer een tijdelijk experiment, gericht op de revitalisering en herontwikkeling van waterriet, te verwezenlijken, zodat de aan het gebied toegekende natuurdoelen beter worden ondersteund en bevorderd (hierna te noemen: de Rietproef Lauwersmeer);
- de Rietproef Lauwersmeer als zodanig als rechtmatige maatregel uitdrukkelijk voorzien is in het vastgestelde beheerplan voor het genoemde Natura 2000 gebied;
- het voor het welslagen van de Rietproef Lauwersmeer onder meer gewenst is dat de reguliere waterstand van het Lauwersmeer in de rustsituatie (N.A.P. – 0.93 m.) met ingang van het jaar 2016 gedurende een periode van enkele jaren en een relatief korte periode in het jaar met maximaal 40 cm wordt verhoogd tot het niveau van N.A.P. – 0.53 m.;
- Dagelijks Bestuur van het waterschap Noorderzijlvest te kennen heeft gegeven om in zijn hoedanigheid van waterbeheerder van het Lauwersmeer medewerking te verlenen aan de Rietproef Lauwersmeer door gedurende de looptijd van het experiment de waterstand van het Lauwersmeer te beheren in overeenstemming met de bovenstaande uitgangspunten;
- het uitvoeren van de Rietproef Lauwersmeer uitsluitend kan plaatsvinden binnen de randvoorwaarde dat de bestaande waterveiligheid in de omgeving van Lauwersoog en elders in het Lauwersmeergebied niet in het geding komt;
- het Lauwersmeergebied een boezemsysteem met ruimschoots voldoende bergingscapaciteit is, dat beschikt over adequate en tijdige spuimogelijkheden op de Waddenzee, welke voorzieningen toereikend zijn om het extra watervolume, dat in het kader van de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer tijdelijk in het gebied zal worden vastgehouden, binnen afzienbare tijd weer af te voeren en te lozen;
- in de gegeven omstandigheden derhalve aan de eis tot het waarborgen van het huidige beschermingsniveau tegen wateroverlast tegemoet kan worden gekomen;
- de provincie Groningen om genoemde redenen verwacht dat als gevolg van de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer geen schade in de vorm van wateroverlast zal optreden;

- het ontstaan van nadeel niettemin nooit volledig kan worden uitgesloten, zodat het wenselijk is een regeling vast te stellen die voorziet in een snelle en adequate procedure voor de afhandeling van verzoeken om toekenning van vergoeding van schade, die onverhoopt en ondanks het treffen van de nodige voorzorgsmaatregelen uit de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer mocht voortvloeien;

## Besluiten:

vast te stellen de navolgende beleidsregel *"Procedureregeling afhandeling schadevergoeding Rietproef Natura 2000 gebied Lauwersmeer"*

## Artikel 1. Begripsbepalingen

In deze regeling wordt verstaan onder:

a. Rietproef Lauwersmeer: het tijdelijke experiment inzake riet in het Lauwersmeergebied, dat tot doel heeft de ontwikkeling van natuurwaarden in dit gebied te ondersteunen en een bijdrage te leveren aan de verwezenlijking van de aan het Lauwersmeer toegekende natuurdoelen, zoals opgenomen in het beheerplan Natura 2000-gebied Lauwersmeer;
b. Gedeputeerde Staten: het college van Gedeputeerde Staten van de provincie Groningen;
c. schade: het op geld waardeerbare negatieve verschil in de omvang van een waarde zoals dat onmiddellijk voorafgaand aan de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer is en de omvang welke die waarde heeft nadat de Rietproef Lauwersmeer is uitgevoerd;
d. verzoek: een verzoek om toekenning van schadevergoeding, als bedoeld in artikel 2;
e. verzoeker: de indiener van een verzoek.

## Artikel 2. Het recht op schadevergoeding

1. Gedeputeerde Staten kennen aan degene die schade lijdt of zal lijden als gevolg van de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer die uitgaat boven het normaal maatschappelijk risico op verzoek een naar maatstaven van redelijkheid en billijkheid te bepalen vergoeding toe, indien en voor zover de schade redelijkerwijs niet of niet geheel ten laste van de verzoeker behoort te blijven, en voorzover de vergoeding niet of niet op voldoende anderszins is verzekerd.
2. Schade blijft in elk geval voor rekening van de aanvrager voor zover:
   a) hij het risico van het ontstaan van de schade heeft aanvaard;
   b) hij de schade had kunnen beperken door binnen redelijke grenzen maatregelen te nemen, die tot voorkoming of vermindering van de schade hadden kunnen leiden;
   c) de schade anderszins het gevolg is van een omstandigheid die aan de aanvrager kan worden toegerekend of
   d) de vergoeding van de schade anderszins is verzekerd.

3. De vergoeding, bedoeld in het eerste lid, wordt betaald in geld. In afwijking hiervan kunnen Gedeputeerde Staten de vergoeding toekennen in een andere vorm dan betaling van een geldsom.

## Artikel 3. Indiening verzoek

1. Een verzoek om schadevergoeding wordt schriftelijk ingediend bij Gedeputeerde Staten.
2. Het verzoek wordt zo spoedig als redelijkerwijs mogelijk is ingediend, doch in ieder geval uiterlijk zes maanden na het verstrijken van het tijdstip waarop de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer in dat kalenderjaar is afgerond.
3. Indien het nadeel zich niet binnen de in het tweede lid genoemde termijn manifesteert, kan het verzoek worden ingediend zo spoedig mogelijk nadat de verzoeker het ontstaan van de schade redelijkerwijze heeft kunnen constateren.

## Artikel 4. Het verzoek om schadevergoeding

1. Het verzoek wordt ondertekend en bevat tenminste:
   a. de naam en het adres van de verzoeker;
   b. de dagtekening;
   c. een opgave van de feiten die tot het ontstaan van de schade aanleiding hebben gegeven;

d. een opgave van de aard en de omvang van de schade;
e. een nadere specificatie van het bedrag van de schade;

2. Gedeputeerde Staten bevestigen de ontvangst van het verzoek zo spoedig mogelijk, doch tenminste binnen twee weken na de ontvangst ervan, en stellen de verzoeker in kennis van de bij de afwikkeling van het verzoek te volgen procedure.

## Artikel 5. Niet in behandeling nemen; afdoening zonder nader onderzoek

1. Gedeputeerde Staten nemen het verzoek niet in behandeling indien het niet overeenkomstig het bepaalde in artikel 4 is ingediend en van de aan de verzoeker geboden gelegenheid om het verzoek te corrigeren dan wel aan te vullen niet tijdig, of onvoldoende, gebruik is gemaakt.
2. Gedeputeerde Staten kunnen een verzoek zonder nader onderzoek afwijzen, indien een termijn van twee jaren is verlopen na afloop van het jaar waarin de uitvoering van de Rietproef Lauwersmeer plaatsgevonden heeft.
3. Tevens kunnen Gedeputeerde Staten een verzoek afdoen zonder nader onderzoek, indien het verzoek naar het oordeel van Gedeputeerde Staten:
   a. kennelijk ongegrond is;
   b. voor toewijzing vatbaar is.

## Artikel 6. Inschakeling deskundige

Indien en voor zover Gedeputeerde Staten zulks wenselijk of noodzakelijk achten in het kader van de voorbereiding van de op het verzoek te nemen beslissing, kunnen zij besluiten om over het verzoek advies in te winnen van een deskundige.

## Artikel 7. Termijn voor de beslissing op het verzoek

1. Gedeputeerde Staten beslissen zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen acht weken na ontvangst van het verzoek. De beslissing wordt de verzoeker zo spoedig mogelijk toegezonden.
2. Indien de beslissing niet binnen acht weken na ontvangst kan worden gegeven delen Gedeputeerde Staten dit aan de aanvrager mede en noemen daarbij een redelijk termijn waarbinnen het besluit tegemoet kan worden gezien.
3. Indien toepassing wordt gegeven aan het bepaalde in artikel 6, beslissen Gedeputeerde Staten binnen zes weken na ontvangst van het advies van de deskundige. Het uitgebrachte advies wordt gelijktijdig met de bekendmaking van de beslissing aan de verzoeker toegezonden.
4. Indien Gedeputeerde Staten voornemens zijn het verzoek geheel of gedeeltelijk af te wijzen, wordt, alvorens een beslissing op het verzoek wordt genomen, de verzoeker in de gelegenheid gesteld zijn zienswijze overeenkomstig het bepaalde in artikel 4:7 van de Algemene wet bestuursrecht naar voren te brengen.

## Artikel 8. Uitbetaling toegekende schadevergoeding

1. Indien en voor zover de beslissing op het verzoek strekt tot volledige of gedeeltelijke honorering van het verzoek, dragen Gedeputeerde Staten binnen een termijn van zes weken na de bekendmaking van de beslissing aan de verzoeker zorg voor betaling van de te vergoeden schade.
2. Indien de betaling binnen de termijn, bedoeld in het eerste lid, niet mogelijk is, stellen Gedeputeerde Staten de verzoeker daarvan schriftelijk en onder opgaaf van redenen in kennis en noemen zij een redelijke termijn waarbinnen de betaling wel tegemoet kan worden gezien.

## Artikel 9. Wijziging of intrekking van de beslissing

1. Gedeputeerde Staten zijn bevoegd de beslissing op het verzoek in te trekken onderscheidenlijk te wijzigen, indien en voor zover:
   a. er sprake is van feiten en/of omstandigheden, die van invloed zijn op het toekennen, onderscheidenlijk het vaststellen van de hoogte van de schadevergoeding, en waarvan Gedeputeerde Staten ten tijde van het nemen van de beslissing niet op de hoogte waren en ook redelijkerwijs niet op de hoogte konden zijn;
   b. de hoogte van de op de voet van artikel 8 uitgekeerde schadevergoeding niet juist was en de verzoeker dit wist of behoorde te weten.
2. Alvorens een besluit te nemen omtrent de intrekking of wijziging van de beslissing op het verzoek, horen Gedeputeerde Staten de verzoeker en eventuele andere belanghebbenden.
3. Indien en voor zover de wijziging of intrekking van de beslissing overeenkomstig het bepaalde in het eerste lid met zich meebrengt, dat de op de voet van artikel 8 uitgekeerde schadevergoeding door de verzoeker geheel of gedeeltelijk moet worden terugbetaald, zijn Gedeputeerde Staten bevoegd het betreffende bedrag wegens onverschuldigde betaling terug te vorderen.

4. Gedeputeerde Staten kunnen niet meer een beslissing als bedoeld in het eerste lid nemen indien vijf jaren zijn verstreken vanaf de dag waarop het besluit op het verzoek tot schadevergoeding is verzonden.

## Artikel 10. Inwerkingtreding

Deze regeling treedt in werking met ingang van de dag na publicatie in het Provinciaal Blad.

## Artikel 11. Citeertitel

Deze regeling wordt aangehaald als *"Procedureregeling afhandeling schadevergoeding Rietproef Natura 2000-gebied Lauwersmeer"*.

Groningen, 8 september 2015.

Gedeputeerde Staten voornoemd:

, voorzitter.

, secretaris.

Bijlage 2

# Correspondentie trekkerschap Beheerplan Lauwers-meer

provincie
groningen

bezoekadres: Martinikerkhof 12

postadres: Postbus 610
9700 AP
Groningen

algemeen telefoonnr: 050 316 49 11

algemeen faxnr.: 050 316 49 33

www.provinciegroningen.nl
info@provinciegroningen.nl

GEDEPUTEERDE STATEN

Gedeputeerde Staten Provincie Fryslân
Postbus 20.120
8900 HM LEEUWARDEN

| | | |
|---|---|---|
| Datum | : | 21 APR. 2015 |
| Briefnummer | : | 2015-16.651/17/A.10, LGW |
| Zaaknummer | : | 570137 |
| Behandeld door | : | Burgers M.A. |
| Telefoonnummer | : | (050) 316 4512 |
| Bijlage | : | |
| Onderwerp | : | Aanbiedingsbrief Trekkerschap Natura2000 Lauwersmeer |

Geacht College,

In de afgelopen jaren hebben wij nauw samengewerkt aan de totstandkoming van een beheerplan Natura 2000 (N2000) voor het Lauwersmeer. Dat heeft geleid tot een vergevorderd beheerplan waarover, onder voorwaarden, bestuurlijk consensus is ontstaan bij de meest betrokken overheden. Het Rijk is voor de vaststelling van het plan verantwoordelijk en zal na vaststelling de uitvoering van het plan overdragen naar de provincies.

Onlangs is ambtelijk een nieuwe impuls gegeven om het plan af te ronden en de uitvoering ervan voor te bereiden. Een belangrijk punt is nog niet afgesproken, namelijk welke van de twee provincies het voortouw neemt. Ten aanzien van het natuurbeheer zijn beide provincies bevoegd gezag voor ongeveer de helft van het Lauwersmeer. Het lijkt enigszins arbitrair welke van de twee provincies het voortouw neemt. Welke keuze wij hierin ook maken, samenwerking en wederzijds commitment staan voorop. Dat geldt evenzeer voor de relatie met en tussen de waterschappen.

Om praktische redenen is het echter wenselijk dat één van beide provincies de rol van trekkende partij heeft. Wij stellen u voor dat de provincie Groningen zowel ambtelijk als bestuurlijk trekker wordt voor de uitvoering van het beheerplan N2000 Lauwersmeer. Het trekkerschap verandert niets aan de formele onderlinge verantwoordelijkheidsverdeling.

Indien u instemt met onze rol als trekker, kunt u van ons verwachten dat wij het voortouw nemen voor overleggen, afstemming en communicatie. Dat geldt ook in gevallen waarin snel gereageerd moet worden. Wij leveren een projectleider en coördineren de communicatie met burgers en belanghebbenden. Wij onderhouden als eerste de contacten met het Rijk. Wij verwachten van u dat u de ambtelijke capaciteit beschikbaar stelt die nodig is om de samenwerking goed gestalte te geven. Ambtelijk zijn hierover reeds eerste afspraken gemaakt.



De provincie Groningen werkt volgens normen die zijn vastgelegd in een handvest voor dienstverlening.
Dit handvest vindt u op onze website of kunt u opvragen bij de afdeling Communicatie en Kabinet, Publieksvoorlichting: 050 3164160

Graag vernemen wij of u kunt instemmen met ons voorstel.

Hoogachtend,

Gedeputeerde Staten van Groningen:

, voorzitter.

, secretaris.

2 8 MEI 2015 /LGW

provinsje fryslân
provincie fryslân

postbus 20120
8900 hm leeuwarden
tweebaksmarkt 52
telefoon: (058) 292 59 25
telefax: (058) 292 51 25

www.fryslan.nl
provincie@fryslan.nl
www.twitter.com/provfryslan

provinsje fryslân

College van Gedeputeerde Staten van de
provincie Groningen
Postbus 610
9700 AP GRONINGEN

Leeuwarden, 18 mei 2015
Verzonden, 2 7 MEI 2015

Ons kenmerk : 01214831
Afdeling : Stêd en Plattelân
Behandeld door : J. Grijpstra / (058) 292 5046 of j.grijpstra@fryslan.nl
Uw kenmerk : 2015-16.651/17/A.10, LGW Zaaknummer 570137
Bijlage(n) :

Onderwerp : Reactie op aanbiedingsbrief Trekkerschap Natura 2000 Lauwersmeer

Geacht College,

In uw brief van 21 april 2015 stelt u voor ambtelijk en bestuurlijk als trekker op treden voor de uitvoering van Natura 2000-beheerplan Lauwersmeer. Wij stemmen van harte met uw voorstel in.

U geeft aan dat samenwerking en wederzijds commitment bij de uitvoering voorop staan. Dat onderschrijven wij. We stellen dan ook graag de ambtelijke capaciteit beschikbaar die daarvoor nodig is. We gaan er vanuit dat u naast de ambtelijke afstemming ook een vorm van bestuurlijke afstemming over de uitvoering organiseert om deze samenwerking verder gestalte te geven. Omdat enkele maatregelen uit het beheerplan erg gevoelig liggen bij de mensen die wonen en werken in het Lauwersmeergebied, is communicatie erg belangrijk. Wij worden daar graag nauw bij betrokken.

Wij zullen ons inzetten voor een vruchtbare samenwerking.

Gedeputeerde Staten van Fryslân,

J.A. Jorritsma, voorzitter

A.J. van den Berg, secretaris



Ons kenmerk: 01214831

# Bijlage 3

# Rapport wateroverlast woonkern Lauwersmeer 2007

# Onderzoek wateroverlast woonkern Lauwersoog

Provincie Groningen

16 februari 2007
Eindrapport
9S1564

ROYAL HASKONING
thinking in
all dimensions

ROYAL HASKONING

**HASKONING NEDERLAND B.V.**
**RUIMTELIJKE ONTWIKKELING**

Chopintaan 12
Postbus 8064
9702 KB Groningen
+31 (0)50 521 42 14 Telefoon
+31 (0)50 526 14 53 Fax
info@groningen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

| | |
|---|---|
| Documenttitel | Onderzoek wateroverlast woonkern Lauwersoog |
| Status | Eindrapport |
| Datum | 16 februari 2007 |
| Projectnaam | Wateroverlast woonkern Lauwersoog |
| Projectnummer | 9S1564 |
| Opdrachtgever | Provincie Groningen |
| Referentie | 9S1564/R00002/SPO/Gron |

| | |
|---|---|
| Auteur(s) | ir. S. Poyck, ir. J.S. Rus |
| Collegiale toets | ir. J.S. Rus |
| Vrijgegeven door | ir. J.S. Rus |
| Datum/paraaf | 16-02-2007 ..... |

## INHOUDSOPGAVE


| | | | Blz. |
|---|---|---|---|
| 1 | INLEIDING | | 1 |
| | 1.1 | Aanleiding | 1 |
| | 1.2 | Doelstelling | 1 |
| | 1.3 | Leeswijzer | 2 |
| 2 | HYDROLOGISCHE SYSTEEMANALYSE LAUWERSOOG | | 3 |
| | 2.1 | Inleiding | 3 |
| | 2.2 | Bodemopbouw | 3 |
| | 2.3 | Hydrologisch systeem | 3 |
| | 2.4 | Relatie neerslag - waterstanden | 4 |
| 3 | GRONDWATERMODEL | | 8 |
| | 3.1 | Opzet model | 8 |
| | 3.2 | IJking | 8 |
| | 3.2.1 | Stationaire ijking | 8 |
| | 3.2.2 | Niet-stationaire ijking | 9 |
| | 3.3 | Scenario's | 10 |
| | 3.3.1 | Effecten van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstanden: | 10 |
| | 3.3.2 | Oplossingsscenario's: | 11 |
| 4 | RESULTATEN SCENARIO'S | | 12 |
| | 4.1 | Effecten van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstanden | 12 |
| | 4.2 | Oplossingsscenario's | 12 |
| | 4.3 | Conclusies (model)uitkomsten | 13 |
| 5 | AANBEVELINGEN VOOR TE NEMEN MAATREGELEN | | 14 |


**BIJLAGE**


1. Grafieken
   1. Gemeten waarden voor peilbuis1
   2. Gemeten waarden voor peilbuis 2
   3. Gemeten waarden voor peilbuis 3
   4. Niet-stationaire berekening van de grondwaterstand bij peilbuis 1
   5. Niet-stationaire berekening van de grondwaterstand bij peilbuis 2
   6. Niet-stationaire berekening van de grondwaterstand bij peilbuis 3


**FIGUREN**


1. Beschikbare boringen
2. Hydrologisch systeem; peilvakken en waterlopen met streefpeilen
3. Hoogtekaart, gecorrigeerd voor woonkern
4. Potentiële drooglegging, uitgaande van streefpeil peilvak
5. Potentiële drooglegging, uitgaande van gehandhaafde waterstanden in omliggende watergangen

6. Modelopzet
7. Stationaire ijking gemiddelde situatie, 18-04-2003 – 01-05-2006
8. Stationaire ijking winterperiode, 01-10-2004 – 31-03-2005
9. Resultaten effectanalyse, scenario 1: verhoging Lauwersmeerpeil met 30 cm
10. Resultaten oplossingsscenario 3: aanleg extra watergang met streefpeil NAP -1,50 m
11. Resultaten oplossingsscenario 4: aanleg drainage in woonwijk
12. Resultaten oplossingsscenario 5: verlagen peil in de vijver en de waterlopen die daarop aansluiten tot NAP -1,50 m
13. Resultaten oplossingsscenario 6: combinatie van oplossingsscenario's 3 en 5

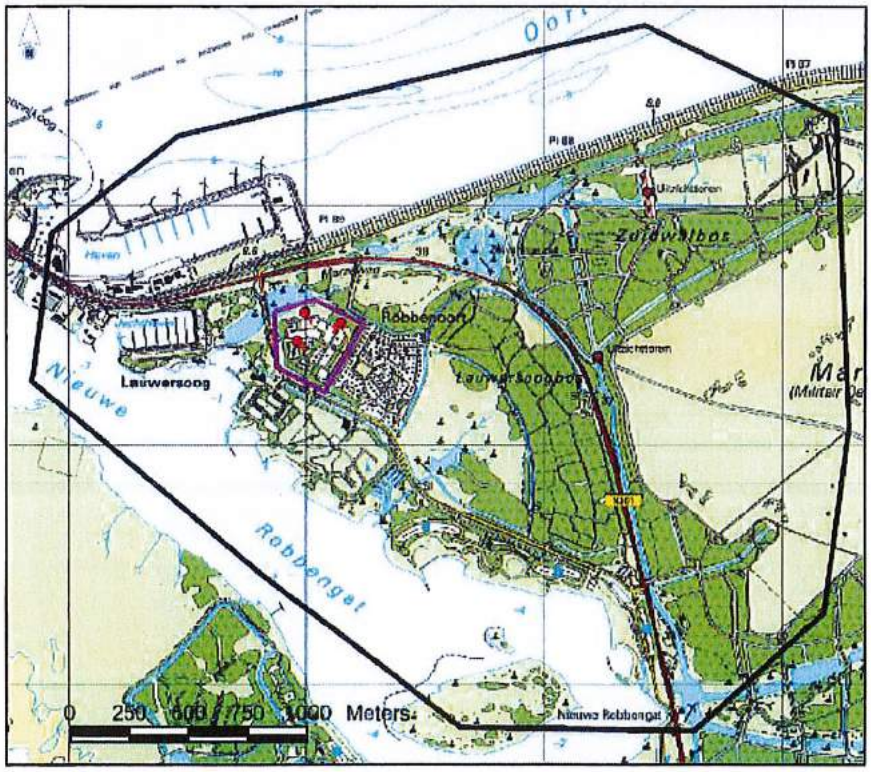
# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

Bewoners van de woonkern te Lauwersoog hebben geklaagd over volgens hen te hoge grondwaterstanden. Er zijn klachten over water in de kruipruimten en in kelders van woningen te Lauwersoog. Volgens de bewoners wordt de drooglegging (ontwateringsdiepte) van de huiskavel steeds slechter. Daarnaast wordt er een relatie vermoed tussen de waterstand in het Lauwersmeer en de optredende grondwaterstanden. Naar aanleiding van de klachten meet provincie Groningen al enige tijd de grondwaterstand op een drietal plaatsen in de woonkern te Lauwersoog (zie afbeeldingen 1.1 en 2.1).

Provincie Groningen heeft Royal Haskoning opdracht gegeven om een onderzoek naar deze grondwaterproblematiek uit te voeren. Tevens heeft zij gevraagd om het geven van concrete aanbevelingen voor mogelijke maatregelen.

**Afbeelding 1.1 Topografische kaart van studiegebied met daarin het aandachtsgebied (paars) en de locatie van de peilbuizen (rood).**




## 1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de relatie tussen de neerslag en de waterstand in het Lauwersmeer en het verloop van de grondwaterstand in de woonkern te Lauwersoog. Dit inzicht wordt op drie manieren verkregen:

1. Het analyseren van de samenhang tussen de gemeten neerslag, grondwaterstanden en de waterstand van het Lauwersmeer en de Waddenzee.

2. Het uitvoeren van (stationaire en niet-stationaire) modelberekeningen voor het bepalen van de invloed van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstand en voor het bepalen van de invloed van verschillende maatregelen op de grondwaterstand.
3. Het analyseren van historische waarden van de neerslag en de waterstand van het Lauwersmeer, en met behulp van het grondwatermodel het effect van de veranderingen op de grondwaterstand bepalen.

Op basis van dit inzicht worden uiteindelijk concrete maatregelen geformuleerd op de problemen te kunnen oplossen (opheffen of compenseren).

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving van het systeem gegeven, waarbij bodemopbouw, het hydrologische systeem en de relatie tussen neerslag, de waterstand in het Lauwersmeer en de Waddenzee en de grondwaterstanden aan bod komen. In hoofdstuk 3 wordt de opzet van het model beschreven en worden de verschillende (stationaire en niet-stationaire) scenario's gegeven. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van de scenario's. In hoofdstuk 5 worden tot slot maatregelen geformuleerd om de grondwaterproblemen te kunnen oplossen.

# 2 HYDROLOGISCHE SYSTEEMANALYSE LAUWERSOOG

## 2.1 Inleiding

Om een eerste inzicht te krijgen in de grondwaterproblematiek en om de basis te leggen voor een betrouwbaar grondwatermodel is een hydrologische systeemanalyse uitgevoerd. Er is een veldbezoek geweest om het hydrologische systeem in kaart te brengen en er zijn neerslag- en (grond)waterstandgegevens geanalyseerd om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen neerslag en (grond)waterstanden in het gebied.
In paragraaf 2.2 wordt de bodemopbouw behandeld, in paragraaf 2.3 wordt het hydrologische systeem beschreven en in paragraaf 2.4 wordt de relatie tussen de neerslag, de waterstand van het Lauwersmeer en de Waddenzee en de grondwaterstanden geanalyseerd.

## 2.2 Bodemopbouw

Uit de geohydrologische databank van TNO-DINO is een aantal ondiepe (<10 m), middeldiepe boringen (10-15 m) en diepe boringen (>15 m) geselecteerd. Deze boringen staan aangegeven in figuur 1. Voor elke boring is aangegeven of er klei is aangetroffen. In het centrum van het modelgebied is alleen (fijn) zand aangetroffen. In het noordwesten en het zuidoosten van het modelgebied is wel klei aangetroffen. In het noordwesten, in (de buurt van) het havengebied, zijn kleilagen gevonden tussen 8-18 m-mv. In het zuidoosten zijn de kleilagen gevonden tussen 3-12 m-mv. Verder is in boringen dieper dan 25 m een klei-/leemlaag gevonden tussen 26-30 m-mv.
Duidelijk is dat, op basis van de beschikbare boringen, in en in de directe omgeving van de woonkern geen kleilagen van betekenis zijn aangetroffen tot 25 m-mv. Daarom wordt er vanuit gegaan dat de ondergrond van de woonkern grotendeels uit (fijn) zand bestaat.

## 2.3 Hydrologisch systeem

*Hydrologisch overzicht*
In figuur 2 is een overzicht gegeven van de peilgebieden en belangrijkste waterlopen en kunstwerken in het gebied. Ook zijn streefpeilen aangegeven van de verschillende (delen van) waterlopen en peilgebieden. De woonkern ligt in een peilvak met een streefpeil van NAP -1.50 m. Echter, de woonkern wordt feitelijk begrensd door watergangen met verschillende peilen; in het noorden en NAP -0.93 m en een klein deel NAP -1.20 m, in het oosten NAP -1.50 m en in het zuiden NAP -1.00 m. De woonkern zelf heeft geen verdere hydrologische ontsluiting; er zijn geen dwarssloten aanwezig en er is geen functioneel drainagesysteem.

*Drooglegging*
In figuur 3 wordt de hoogtekaart gegeven volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Aangezien het AHN voor stedelijke gebieden niet 100% betrouwbaar is, is het voor de woonkern gecontroleerd en gecorrigeerd met behulp van putdekselhoogtes.

Met behulp van het gecorrigeerde AHN is een potentiële drooglegging berekend. Dit is op twee manieren gedaan:

1. Uitgaande van het streefpeil van het peilvak waar de woonkern in ligt (zie figuur 4);

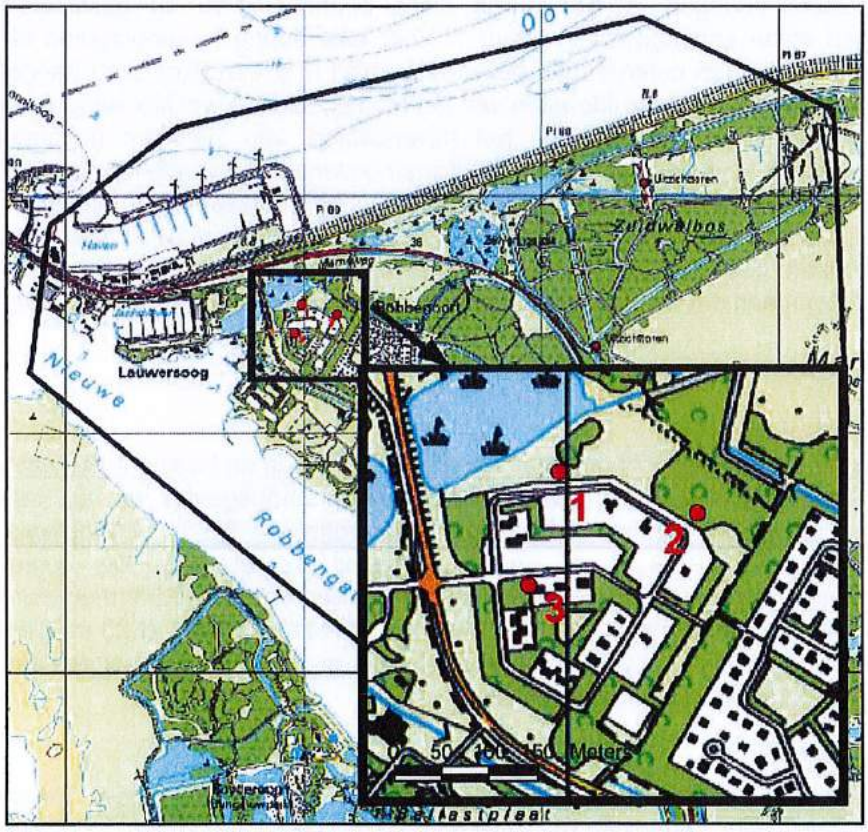
2. Uitgaande van de waterstanden die gehandhaafd worden in de waterlopen die om de woonkern heen liggen (zie figuur 5).

In de eerste situatie is de potentiële drooglegging in de woonkern relatief groot; in de tweede situatie is de drooglegging echter kleiner. Dit komt doordat het peil van de waterlopen die om de woonkern heen liggen hoger is dan het streefpeil van het peilvak waar de woonkern in ligt.

## 2.4 Relatie neerslag - waterstanden

Om een indruk te krijgen van de relatie tussen neerslag en (grond)waterstanden in het gebied, zijn gemeten waarden van de neerslag, de waterstand van de Waddenzee en het Lauwersmeer en de grondwaterstanden met elkaar vergeleken. Er zijn drie locaties waar de grondwaterstand wordt gemeten; deze locaties staan aangegeven in afbeelding 2.1.

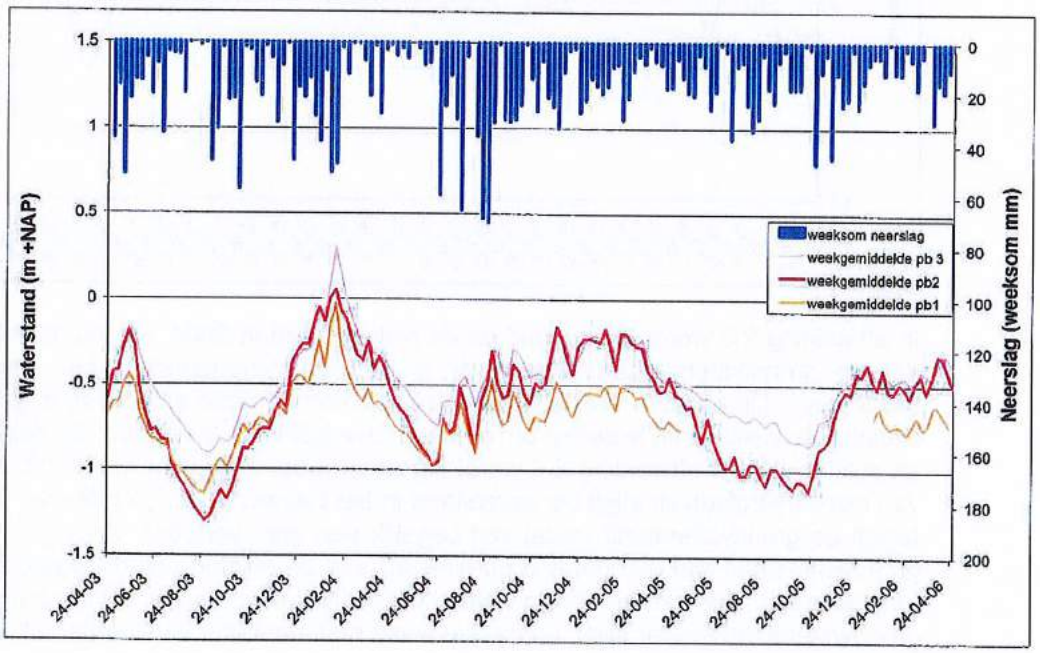
**Afbeelding 2.1 Locatie peilbuizen**



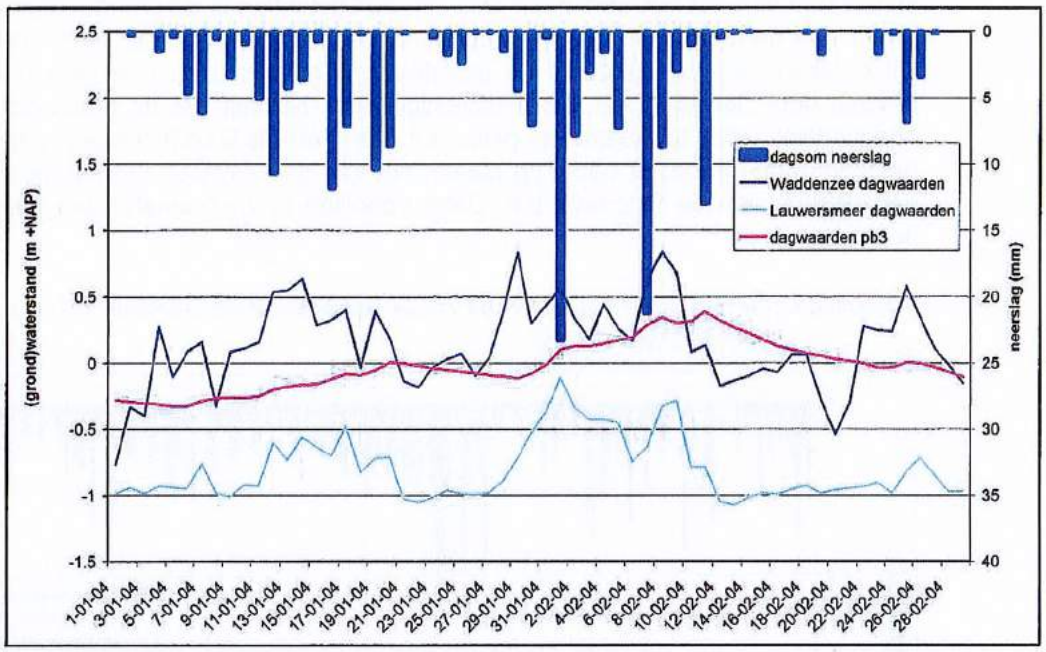

In bijlage 1, grafiek 1-3, zijn de neerslag, de waterstand van de Waddenzee en het Lauwersmeer en de grondwaterstand uitgezet tegen de tijd (24 april 2003 t/m 1 mei 2006) voor resp. peilbuis 1-3.

Het valt op dat de grondwaterstand tijdens hoogwatersituaties hoger is dan de waterstand van het Lauwersmeer. Ook zijn de fluctuaties in de grondwaterstanden veel groter dan de fluctuaties van de waterstand van het Lauwersmeer en de Waddenzee. Dit betekent dat de pieken in de grondwaterstand voor een belangrijk deel worden gevoed door neerslag. Dit wordt bevestigd door het feit dat de grondwaterstand bij hoogwatersituaties toeneemt van peilbuis 1 naar peilbuis 2 en 3 (zie afbeelding 2.2). Dit betekent namelijk dat er opbolling plaatsvindt van de vijvers en het Lauwersmeer naar het centrum van de woonwijk toe. Deze opbolling is voornamelijk een effect van de neerslag.

**Afbeelding 2.2 Gemeten neerslag en verloop van de grondwaterstand in peilbuis 1, 2 en 3 (24-04-03 t/m 01-05-06).**

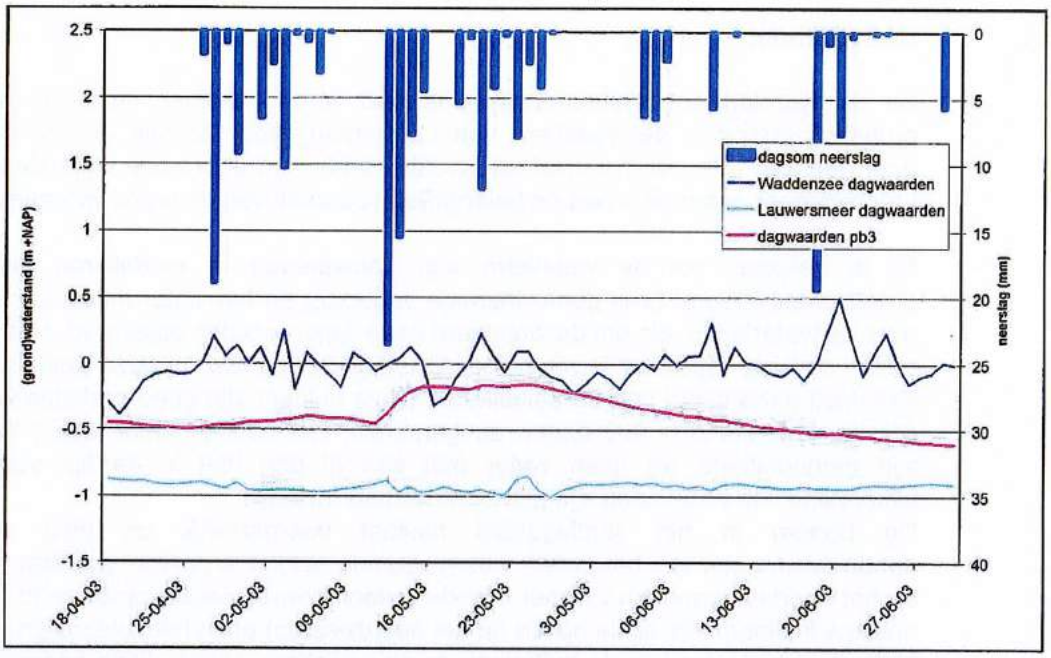


**Afbeelding 2.3 Neerslag en (grond)waterstanden voor de periode van 01-01-2004 t/m 28-02-2004.**




In afbeelding 2.3 wordt ingezoomd op de piek in februari 2004. Hier is duidelijk te zien dat de grondwaterstand (roze) hoger is dan de waterstand in het Lauwersmeer (lichtblauw). Dit effect is voor alle peilbuizen te zien; in deze afbeelding is gekozen om slechts één peilbuis uit te zetten om de figuur overzichtelijk te houden. Dit geldt ook voor afbeelding 2.4. In afbeelding 2.4 wordt ingezoomd op de piek in mei 2003. Als gevolg van deze neerslagpiek stijgt de waterstand in het Lauwersmeer (lichtblauw) nauwelijks, terwijl de grondwaterstand (roze) wel degelijk een piek vertoont. Verhogingen van de grondwaterstand zijn dus beperkt gerelateerd aan de stijging van de waterstand in het Lauwersmeer. Wel kan een hoge waterstand in het Lauwersmeer ervoor zorgen dat de grondwaterstand sneller stijgt, omdat het water niet/moeilijker kan worden afgevoerd (de drooglegging is kleiner).

**Afbeelding 2.4 Neerslag en (grond)waterstanden voor de periode van 18-04-2003 t/m 30-06-2003.**




In afbeelding 2.3 en 2.4 is ook te zien dat een hoge waterstand van het Lauwersmeer wordt veroorzaakt door een groot neerslagoverschot (= neerslag - verdamping) in combinatie met een hoge waterstand in de Waddenzee. In afbeelding 2.3 is te zien dat de waterstand van het Lauwersmeer de waterstand van de Waddenzee volgt. Als er veel neerslag valt én de waterstand van de Waddenzee is hoog, dan wordt er veel water afgevoerd naar het Lauwersmeer, terwijl er niet gespuid kan worden op de Waddenzee. Hierdoor loopt de waterstand in het Lauwersmeer op.
In afbeelding 2.4 is te zien dat de waterstand van het Lauwersmeer nauwelijks verandert. Er valt wel veel neerslag, maar de verdamping is ook hoog in deze periode (het neerslagoverschot is relatief klein). Bovendien verandert de waterstand in de Waddenzee nauwelijks.

# 3 GRONDWATERMODEL

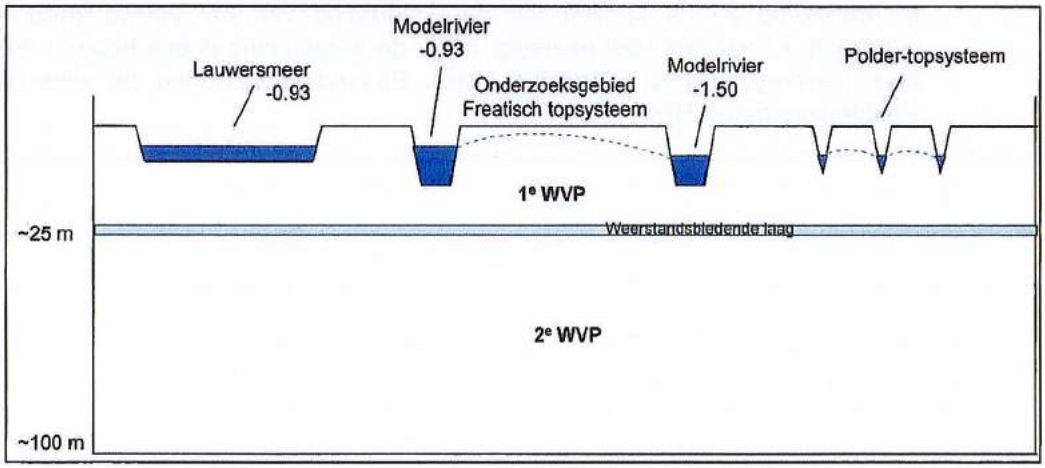
## 3.1 Opzet model

Uit de hydrologische systeemanalyse is naar voren gekomen dat stijgingen van de grondwaterstand in de woonkern van Lauwersoog voornamelijk worden veroorzaakt door neerslag. De wateroverlast kan worden verergerd door hoge waterstanden in het Lauwersmeer, maar dit is niet de belangrijkste oorzaak van de grondwateroverlast.

Er is gekozen om de woonkern van Lauwersoog te modelleren als freatisch grondwatersysteem. Er is geen drainage aanwezig en het water moet door de bodem naar de waterlopen, die om de woonkern heen liggen worden afgevoerd. Het gebied dat buiten de waterlopen ligt is als poldergebied gemodelleerd. In deze polders wordt het streefpeil gehanteerd van de peilenkaart. Deze polders zijn goed gedraineerd; voor de drainageweerstand is 400 dagen aangenomen. Het Lauwersmeer en de Waddenzee zijn gemodelleerd als open water met een al dan niet in de tijd veranderende waterstand. De waterlopen zijn gemodelleerd als 'rivieren'.
De bodem in het studiegebied bestaat voornamelijk uit (fijn) zand. Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket is daarom geschat op 25 $m^2/d$ en het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket op 50 $m^2/d$. De relatief ondiepe kleilagen die bij de haven (in het noordwesten) en in het zuidoosten voorkomen hebben geen invloed op de hydrologie in de woonkern. Uit de diepe boringen (>25 m) blijkt dat er een scheidende laag is op ongeveer 25 m diepte. Voor deze scheidende laag is een geringe weerstand van 10 dagen aangenomen.

In figuur 6 is een vlakdekkende schematische weergave gegeven van de modelopzet. In afbeelding 3.1 is een dwarsdoorsnede gegeven van het model.

**Afbeelding 3.1 Dwarsdoorsnede model**




## 3.2 IJking

### 3.2.1 Stationaire ijking

Voor de stationaire ijking van het grondwatermodel is het gemiddelde genomen van de gemeten neerslag en waterstanden voor het Lauwersmeer en de Waddenzee voor de periode 18 april 2003 t/m 1 mei 2006. De verdamping is geschat op 500 mm/jaar. Er is

geijkt op drie peilbuizen. Omdat we ons specifiek richten op hoogwatersituaties is dezelfde berekening ook gedaan voor de winterperiode van oktober 2004 t/m maart 2005. Let op, in deze periode is de verdamping verwaarloosd en de waterstand in de noordelijkste vijver is vastgesteld op het niveau van de datum waarop de duiker tussen de twee vijvers dicht is gedaan (NAP -0,90 m op 10 november 2004).

De berekende grondwaterstanden staan in figuren 7 en 8 voor respectievelijk de periode 18 april 2003 t/m 1 mei 2006 en de winterperiode van 2004-2005. De gemiddeldes van de gemeten en de berekende grondwaterstanden staan in tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Gemiddelde grondwaterstanden (m +NAP) voor de hele periode en de winterperiode van 2004-2006.**

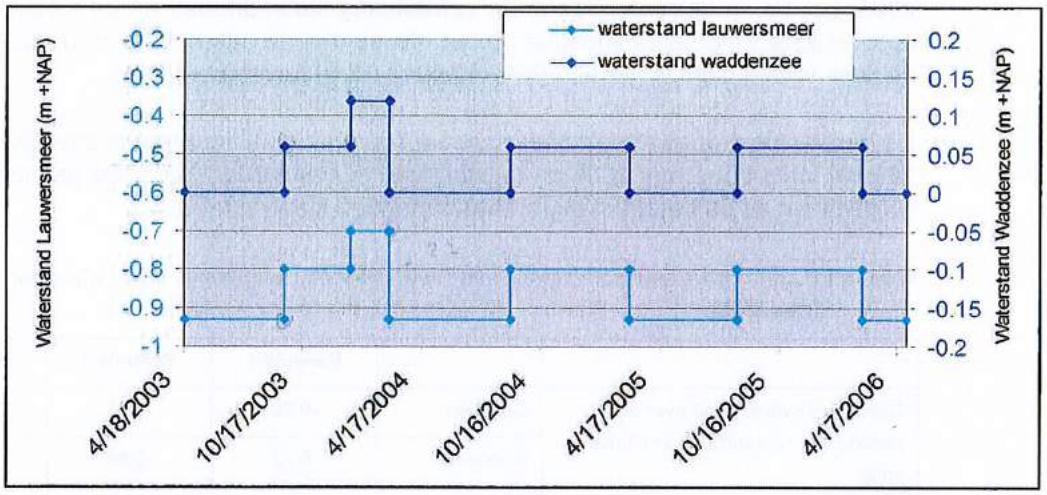
| | | Peilbuis 1 | Peilbuis 2 | Peilbuis 3 |
|---|---|---|---|---|
| Gemiddelde waterstand over de periode van 18 april 2003 t/m 1 mei 2006 | Gemeten | -0,68 | -0,61 | -0,48 |
| | Berekend | -0,72 | -0,68 | -0,62 |
| Gemiddelde waterstand over de (winter)periode van oktober 2004 t/m maart 2005 | Gemeten | -0,60 | -0,33 | -0,30 |
| | Berekend | -0,50 | -0,25 | -0,25 |

Uit expert-judgement kunnen wij concluderen dat zowel de gemiddelde als de wintersituatie goed wordt benaderd door het stationaire model.

### 3.2.2 Niet-stationaire ijking

Voor de niet-stationaire ijking is het model doorgerekend voor de periode van 18 april 2003 t/m 1 mei 2006. Als input is de werkelijke neerslag genomen (zie grafiek 1-3, bijlage 1). De verdamping is geschat op 3 mm/d in de maanden mei t/m augustus, 2 mm/d in de maanden april en september en in de overige maanden is de verdamping verwaarloosd. De waterstanden in het Lauwersmeer en de Waddenzee zijn ingevoerd als blokwaarden, zie afbeelding 3.2. Hierbij is alleen rekening gehouden met langdurige verhoogde waterstanden van het Lauwersmeer en de Waddenzee. Kortdurende hoge pieken van de waterstand in het Lauwersmeer hebben een relatief kleine invloed op de grondwaterstanden, omdat het grondwatersysteem een traag reagerend systeem is.

**Afbeelding 3.2 De waterstanden van het Lauwersmeer en de Waddenzee zoals deze in de niet-stationaire berekening zijn gebruikt.**




In grafieken 4-6 (bijlage 1) zijn in kleur (oranje/rode/roze lijn voor resp. peilbuis 1, 2 en 3) de resultaten gegeven van de niet-stationaire ijking, voor resp. peilbuis 1, 2 en 3. Bij vergelijking van deze resultaten met de gemeten waarden van de grondwaterstanden (grafieken 1-3, bijlage 1), kunnen we concluderen dat het model de gemeten grondwaterstanden redelijk goed benadert.

## 3.3 Scenario's

Een aantal stationaire situaties is doorgerekend, met als uitgangspunt de wintersituatie. Één van deze scenario's gaat over de effecten van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstanden in de woonwijk. Om deze effecten verder te onderzoeken is hiervoor ook een niet-stationaire berekening gedaan. In de andere scenario's worden mogelijke oplossingen doorgerekend. Dit worden de 'oplossingsscenario's' genoemd.

### 3.3.1 Effecten van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstanden:

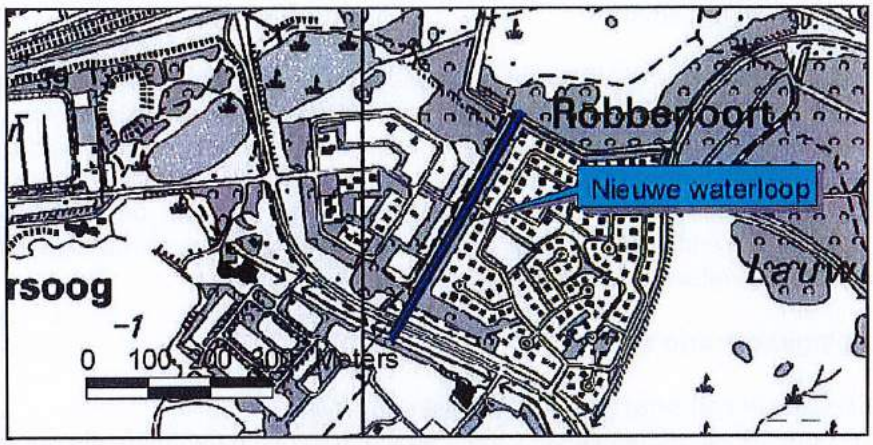
1. *Verhoging van het Lauwersmeerpeil met 30 cm*
   In dit scenario wordt een hypothetische worst-case situatie uitgerekend, om de effecten van een verhoogde waterstand in het Lauwersmeer te bepalen. Er is een scenario doorgerekend waarin de waterstand in het Lauwersmeer 30 cm hoger is dan in het uitgangsscenario.

2. *Niet-stationaire berekening met een constante waterstand in het Lauwersmeer*
   Om de invloed van de waterstandveranderingen in het Lauwersmeer en de Waddenzee op de grondwaterstanden in de woonkern verder te onderzoeken is het model ook niet-stationair doorgerekend, met de waterstanden in het Lauwersmeer en de Waddenzee constant gehouden op de streefwaarden (resp. NAP -0,93 en 0 m voor het Lauwersmeer en de Waddenzee). Het verschil in grondwaterstand tussen deze berekening en die van de ijking (variabele blokwaterstand, zie afbeelding 3.2) laat het effect zien van periodieke verhogingen van de waterstand in het Lauwersmeer.

3.3.2 Oplossingsscenario's:

3. *Aanleg van een extra waterloop met streefpeil NAP -1,50 m*
   Een mogelijke verbetering van de hydrologische ontsluiting van de woonkern is de aanleg van een extra waterloop dwars op de andere waterlopen (zie afbeelding 3.3). De effecten hiervan zijn in dit scenario berekend.

**Afbeelding 3.3 Aanleg extra waterloop.**




4. *Aanleg drainage in woonwijk (drainageweerstand wordt 400 d)*
   Een andere mogelijke verbetering van de hydrologische ontsluiting van de woonkern is het aanleggen van drainage in de woonwijk. Aangezien het aanleggen van drainage in een bestaande woonwijk veelal op technische problemen stuit is een relatief hoge drainageweerstand van 400 dagen aangehouden (drains op relatief grote afstanden). De effecten van de aanleg van een drainagesysteem met een weerstand van 400 dagen zijn in dit scenario berekend.

5. *Verlaging van het streefpeil in de vijver en de waterlopen die daarop aansluiten tot NAP -1,50 m*
   Bij de analyse van het AHN en de daaruit volgende drooglegging werd al duidelijk dat de potentiële drooglegging verkleind wordt door de hoge waterstand die gehandhaafd wordt in de waterlopen die om de woonkern heen liggen. Een mogelijke oplossing voor de grondwateroverlast is wellicht het verlagen van de gehandhaafde waterstand in de vijver ten noorden van de woonkern en in de waterlopen die daarop aansluiten. De effecten van een verlaging van de waterstand in de vijver en deze waterlopen tot NAP -1,50 m zijn berekend in dit scenario.

6. *Aanleg van een extra waterloop met een waterstand van NAP -1,50 m én verlaging van de waterstand in de vijver en de waterlopen die daarop aansluiten tot NAP -1,50 m*
   Een combinatie van scenario 3 en scenario 5.

# 4 RESULTATEN SCENARIO'S

## 4.1 Effecten van de waterstand in het Lauwersmeer op de grondwaterstanden

1. *Verhoging van het Lauwersmeerpeil met 30 cm*
   In figuur 9 zijn de resultaten van dit scenario in beeld gebracht. Als gevolg van de verhoging van de waterstand in het Lauwersmeer zal - afhankelijk van de locatie - de gemiddelde grondwaterstand in de woonwijk tussen de 0,05 en 0,15 m in de winterperiode toenemen.

2. *Niet-stationaire berekening met een constante waterstand in het Lauwersmeer*
   Grafieken 4-6 in bijlage 1 geven in zwart de resultaten van dit scenario voor resp. peilbuis 1-3. Het valt op dat de zwarte lijnen in de grafieken (waterstand constant in het Lauwersmeer) weinig verschillen van de oranje/rode/roze lijnen (waterstand in Lauwersmeer volgens niet-stationaire ijking). Dit betekent dat de pieken in de grondwaterstand slechts voor een klein deel worden veroorzaakt door een verhoogde waterstand in het Lauwersmeer.

## 4.2 Oplossingsscenario's

3. *Aanleg van een extra waterloop met streefpeil NAP -1,50 m*
   In figuur 10 zijn de resultaten van dit scenario in beeld gebracht. Als gevolg van de aanleg van een extra waterloop met een streefpeil van NAP -1,50 m neemt de gemiddelde grondwaterstand in de winterperiode in de woonwijk aanzienlijk af. Afhankelijk van de locatie in de woonwijk is deze afname 0,05 tot 0,40 m. Echter, daar waar de problemen het grootst zijn, aan de noordkant van de woonwijk, is het effect van deze maatregel slechts gering.

4. *Aanleg drainage in woonwijk (drainageweerstand wordt 400 d)*
   De resultaten van dit scenario zijn te vinden in figuur 11. Als gevolg van de aanleg van een drainagesysteem in de woonwijk, met een drainageweerstand van 400 dagen, neemt de gemiddelde grondwaterstand in de winterperiode met 0,05 tot 0,20 m af.

5. *Verlaging van het streefpeil in de vijver ten noorden van de woonkern en de waterlopen die daarop aansluiten tot NAP -1,50 m*
   De resultaten van dit scenario staan aangegeven in figuur 12. De invloed van een peilverlaging in de vijver en de waterlopen die daarop aansluiten is aanzienlijk. De gemiddelde grondwaterstand in de woonwijk neemt in de winterperiode met 0,10 tot 0,40 m af.

6. *Aanleg van een extra waterloop met een streefpeil van NAP -1.50 m én verlaging van het streefpeil in de vijver ten noorden van de woonkern en de waterlopen die daarop aansluiten tot NAP -1,50 m*
   De resultaten van dit scenario worden getoond in figuur 13. De invloed van een combinatie van scenario 3 en 5 is groot. In een groot deel van de woonwijk neemt de gemiddelde grondwaterstand in de winterperiode met meer dan 0,40 m af en in de rest van de woonkern neemt de gemiddelde grondwaterstand ten minste met 0,20 m af.

## 4.3 Conclusies (model)uitkomsten

Uit de modelresultaten blijkt dat het grondwatersysteem met behulp van het grondwatermodel goed gesimuleerd kan worden, zowel stationair als niet-stationair. Uit zowel de watersysteemanalyse (vergelijking grondwaterstanden met neerslag en waterstanden van het Lauwersmeer en de Waddenzee) als uit de modelberekeningen komt naar voren dat de nuttige neerslag (= neerslag - verdamping) een groot effect heeft op de grondwaterstand in de woonkern. De hoge grondwaterstanden en grote fluctuaties in de grondwaterstand worden grotendeels veroorzaakt door de slechte hydrologische ontsluiting van de woonkern met het ontbreken van drainagesystemen (drains, watergangen). Ook de waterstand in de vijver ten noorden van de woonwijk en de waterlopen die om de woonwijk heen liggen heeft een grote invloed op de grondwaterstand in de woonkern. Fluctuaties in de waterstand van het Lauwersmeer zijn van secundair belang.

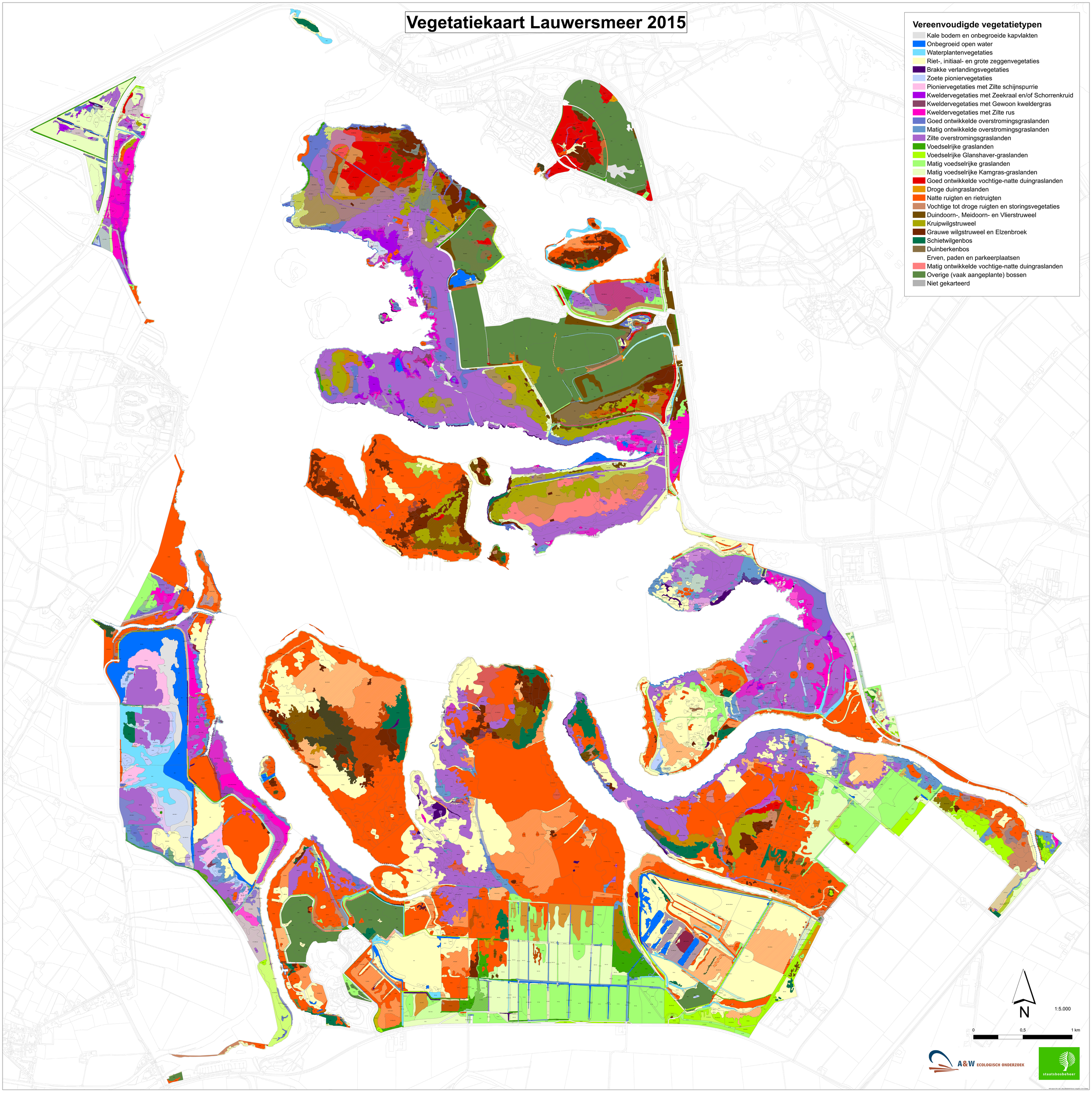
# 5 AANBEVELINGEN VOOR TE NEMEN MAATREGELEN

In hoofdstuk 4 is het effect van een aantal mogelijke oplossingen beschreven. De grootste verlaging van de gemiddelde (winter)grondwaterstanden in het noorden van de woonwijk, waar de meeste problemen optreden, kan worden bereikt door een verlaging van de waterstand in de vijver ten noorden van de woonkern en de waterlopen die daarop aansluiten. Het verlagen van de waterstand zou echter problemen kunnen geven voor de waterkwaliteit in de vijver en de waterlopen. Een goed alternatief voor het verlagen van de waterstand in de vijver en de waterlopen is het aanleggen van een drain met zandsleuf tussen de woonwijk en de vijver/waterlopen in. De waterstand in de vijver en de waterlopen die daarop aansluiten kan dan gehandhaafd worden, terwijl de hydrologische ontsluiting van de woonwijk aanzienlijk verbeterd wordt, door het vergroten van de potentiële drooglegging.
Voorgesteld wordt om de drain in een goed doorlatende zandsleuf te leggen op een diepte van circa NAP -1,60 m, zodanig dat het peil (stijghoogte) in de drain regelbaar is. Aan de oostzijde van de woonwijk dient deze drain via een regelwerk (stuw of ander peil regelend kunstwerk) aangesloten te worden op de watergang met streefpeil van NAP -1,50m.

Bijlage 4

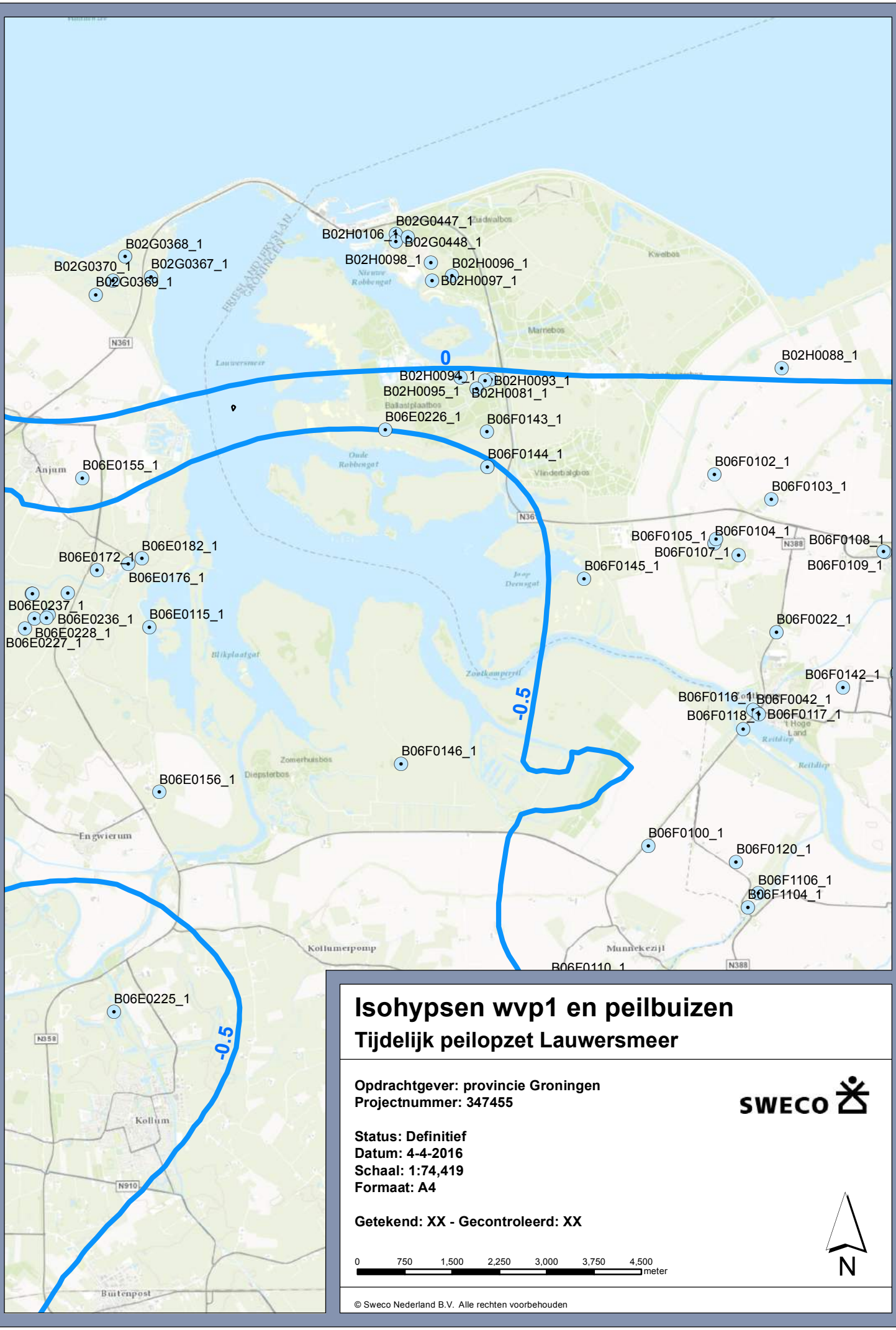
# Vereenvoudigde vegetatiekaart Lauwersmeer 2015

# Vegetatiekaart Lauwersmeer 2015



# Bijlage 5

# Isohypsen en stijghoogten




# Isohypsen wvp1 en peilbuizen

## Tijdelijk peilopzet Lauwersmeer

**Opdrachtgever: provincie Groningen**
**Projectnummer: 347455**

SWECO

**Status: Definitief**
**Datum: 4-4-2016**
**Schaal: 1:74,419**
**Formaat: A4**

**Getekend: XX - Gecontroleerd: XX**

0 750 1,500 2,250 3,000 3,750 4,500 meter

N

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

C:\Data projecten\347455 Lauwersmeer\GIS\mxd\Lauwersmeer_20161102.mxd 4-4-2016 0:24:40

***Tabel B2.1 Peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek***

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B02G0367_1 | 206066 | 601867 | -0.46 | -0.22 | -0.67 | -0.33 | -0.20 |
| B02G0367_2 | 206066 | 601867 | -1.21 | -0.22 | -1.07 | -0.45 | -0.20 |
| B02G0368_1 | 205660 | 602190 | -0.94 | 0.19 | -0.65 | -0.07 | 0.29 |
| B02G0368_2 | 205660 | 602190 | -3.37 | 0.19 | -0.46 | -0.03 | 0.25 |
| B02G0369_1 | 205190 | 601585 | 0.28 | 1.81 | 0.15 | 0.95 | 1.60 |
| B02G0369_2 | 205190 | 601585 | -2.82 | 1.81 | 0.01 | 0.45 | 0.85 |
| B02G0370_1 | 205460 | 601815 | -0.72 | 1.22 | -0.18 | 0.56 | 1.06 |
| B02G0447_1 | 209950 | 602550 | -1.80 | 0.40 | -0.97 | -0.70 | -0.42 |
| B02G0448_1 | 209950 | 602430 | 0.09 | 0.91 | -0.71 | -0.43 | -0.12 |
| B02G1046_2 | 205829 | 601095 | 0.03 | 1.63 | 0.03 | 1.01 | 1.66 |
| B02H0081_1 | 211453 | 600243 | -18.42 | -0.18 | -0.74 | -0.61 | -0.43 |
| B02H0088_1 | 216060 | 600420 | -1.31 | 1.09 | -0.75 | -0.18 | 0.37 |
| B02H0093_1 | 211360 | 600228 | -1.33 | -0.80 | -1.18 | -0.87 | -0.69 |
| B02H0094_1 | 211228 | 600101 | -1.44 | -0.79 | -1.07 | -0.83 | -0.68 |
| B02H0095_1 | 210970 | 600276 | -0.74 | -0.30 | -1.24 | -0.60 | -0.30 |
| B02H0096_1 | 210837 | 601886 | -1.01 | -0.39 | -1.47 | -0.93 | -0.58 |
| B02H0097_1 | 210526 | 601812 | -1.42 | -0.34 | -1.03 | -0.75 | -0.48 |
| B02H0098_1 | 210504 | 602091 | -1.35 | -0.38 | -1.07 | -0.67 | -0.45 |
| B02H0106_1 | 210140 | 602500 | -3.15 | 0.22 | -0.99 | -0.59 | -0.13 |
| B06E0114_1 | 201847 | 594980 | -9.41 | -0.37 | -0.92 | -0.76 | -0.63 |
| B06E0114_2 | 201847 | 594980 | -19.39 | -0.37 | -0.89 | -0.76 | -0.63 |
| B06E0114_3 | 201847 | 594980 | -29.38 | -0.37 | -0.88 | -0.74 | -0.61 |
| B06E0115_1 | 206043 | 596311 | -1.94 | 0.27 | -0.70 | -0.55 | -0.42 |
| B06E0115_2 | 206043 | 596311 | -12.55 | 0.27 | -0.74 | -0.59 | -0.46 |
| B06E0155_1 | 204980 | 598680 | 0.00 | 0.91 | -1.08 | -0.25 | 0.67 |
| B06E0156_1 | 206200 | 593700 | 0.00 | 1.02 | -0.96 | -0.05 | 0.80 |
| B06E0172_1 | 205210 | 597220 | 0.00 | -0.22 | -1.32 | -0.75 | -0.31 |
| B06E0176_1 | 205710 | 597320 | -1.75 | -0.19 | -1.07 | -0.80 | -0.53 |
| B06E0178_1 | 203070 | 595260 | -2.31 | -0.71 | -1.32 | -1.06 | -0.81 |
| B06E0182_1 | 205920 | 597400 | -1.76 | -0.21 | -1.06 | -0.68 | -0.38 |
| B06E0183_1 | 202600 | 593360 | 0.00 | 0.47 | -1.02 | -0.24 | 0.24 |
| B06E0185_1 | 202730 | 593450 | -0.90 | 0.51 | -0.96 | -0.56 | -0.17 |
| B06E0192_1 | 202080 | 592580 | -1.24 | 0.27 | -0.75 | -0.32 | 0.11 |
| B06E0221_1 | 201847 | 594981 | -1.03 | -0.05 | -1.00 | -0.42 | 0.11 |
| B06E0225_1 | 205480 | 590220 | -0.77 | -0.32 | -1.04 | -0.81 | -0.58 |
| B06E0225_2 | 205480 | 590220 | -5.27 | -0.32 | -1.05 | -0.86 | -0.68 |
| B06E0226_1 | 209780 | 599443 | -0.95 | -0.38 | -1.24 | -0.67 | -0.44 |
| B06E0227_1 | 204070 | 596290 | -2.20 | -0.65 | -1.64 | -1.42 | -1.24 |
| B06E0227_2 | 204070 | 596290 | -5.62 | -0.65 | -1.72 | -1.48 | -1.30 |
| B06E0228_1 | 204223 | 596450 | -2.12 | -1.16 | -1.92 | -1.50 | -1.29 |
| B06E0228_2 | 204223 | 596450 | -4.92 | -1.16 | -1.94 | -1.55 | -1.33 |
| B06E0229_1 | 204180 | 596840 | -2.38 | -1.00 | -1.87 | -1.49 | -1.23 |
| B06E0229_2 | 204180 | 596840 | -6.14 | -1.00 | -1.60 | -1.32 | -1.13 |
| B06E0230_1 | 204191 | 596847 | -2.38 | -1.04 | -1.84 | -1.44 | -1.19 |
| B06E0230_2 | 204191 | 596847 | -6.14 | -1.04 | -1.85 | -1.47 | -1.23 |
| B06E0231_1 | 204750 | 596860 | -2.19 | -0.54 | -1.37 | -1.09 | -0.85 |

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B06E0236_1 | 204449 | 596509 | -4.91 | -1.32 | -1.93 | -1.51 | -1.28 |
| B06E0236_2 | 204449 | 596509 | -2.56 | -1.32 | -1.93 | -1.50 | -1.27 |
| B06E0236_3 | 204449 | 596509 | -1.76 | -1.32 | -1.84 | -1.48 | -1.26 |
| B06E0237_1 | 204409 | 596461 | -5.12 | -1.51 | -1.89 | -1.61 | -1.44 |
| B06E0237_2 | 204409 | 596461 | -2.77 | -1.51 | -1.88 | -1.59 | -1.42 |
| B06E0237_3 | 204409 | 596461 | -1.97 | -1.51 | -1.84 | -1.57 | -1.40 |
| B06F0008_1 | 219608 | 592476 | -12.30 | 0.71 | -1.09 | -0.84 | -0.61 |
| B06F0008_2 | 219608 | 592476 | -52.30 | 0.71 | -1.14 | -0.86 | -0.62 |
| B06F0022_1 | 215980 | 596239 | -4.75 | 1.72 | -0.99 | -0.70 | -0.46 |
| B06F0022_2 | 215980 | 596239 | -14.25 | 1.72 | -1.00 | -0.66 | -0.41 |
| B06F0042_1 | 215654 | 594968 | -11.48 | 3.43 | -0.01 | 0.24 | 0.50 |
| B06F0100_1 | 213950 | 592850 | 0.00 | 0.65 | -0.90 | -0.22 | 0.38 |
| B06F0102_1 | 215000 | 598740 | 0.00 | 1.29 | -0.72 | -0.11 | 0.58 |
| B06F0103_1 | 215900 | 598340 | 0.00 | 0.92 | -0.60 | 0.16 | 0.81 |
| B06F0104_1 | 215000 | 597640 | 0.01 | 1.61 | -0.11 | 0.38 | 0.90 |
| B06F0105_1 | 215020 | 597710 | 0.03 | 1.63 | -0.05 | 0.39 | 0.84 |
| B06F0107_1 | 215380 | 597460 | -0.64 | 0.71 | -0.74 | -0.50 | -0.36 |
| B06F0108_1 | 217700 | 597500 | -1.20 | 1.15 | -0.48 | 0.06 | 0.49 |
| B06F0109_1 | 217674 | 597518 | -1.06 | 1.19 | -0.43 | 0.06 | 0.42 |
| B06F0110_1 | 212410 | 590710 | 0.00 | 0.92 | -0.57 | -0.08 | 0.39 |
| B06F0113_1 | 217890 | 595580 | -0.68 | 1.90 | -0.68 | 0.01 | 0.92 |
| B06F0114_1 | 217900 | 595600 | -0.38 | 2.05 | -0.70 | -0.02 | 0.69 |
| B06F0116_1 | 215610 | 595000 | -1.39 | 0.14 | -0.72 | -0.27 | 0.07 |
| B06F0117_1 | 215700 | 594940 | 0.15 | 1.65 | 0.62 | 1.31 | 1.61 |
| B06F0118_1 | 215450 | 594700 | -0.88 | 0.84 | -0.61 | -0.10 | 0.41 |
| B06F0119_1 | 218700 | 593380 | -1.27 | 1.23 | -0.42 | 0.18 | 0.56 |
| B06F0120_1 | 215340 | 592590 | 0.00 | 1.75 | -0.13 | 0.63 | 1.24 |
| B06F0122_1 | 219330 | 592290 | -0.38 | 1.14 | -0.79 | -0.34 | 0.24 |
| B06F0123_1 | 219410 | 592280 | -0.23 | 1.21 | -0.70 | -0.17 | 0.51 |
| B06F0124_1 | 219340 | 592300 | -0.69 | 1.24 | -0.82 | -0.20 | 0.47 |
| B06F0130_1 | 219980 | 590900 | -0.77 | 0.85 | -0.68 | -0.12 | 0.41 |
| B06F0131_1 | 219970 | 590920 | -1.21 | 0.40 | -0.59 | -0.29 | -0.02 |
| B06F0132_1 | 216280 | 589940 | -1.72 | 0.89 | -0.61 | -0.10 | 0.33 |
| B06F0133_1 | 216240 | 589950 | -1.12 | 1.48 | -0.85 | -0.24 | 0.34 |
| B06F0134_1 | 216176 | 590046 | 0.27 | 0.97 | -0.86 | -0.19 | 0.42 |
| B06F0140_1 | 218500 | 594760 | -0.64 | 0.76 | -0.45 | -0.06 | 0.25 |
| B06F0141_1 | 218350 | 597060 | -0.59 | 0.76 | -0.52 | 0.00 | 0.35 |
| B06F0142_1 | 217030 | 595360 | -0.63 | 1.67 | -0.54 | 0.06 | 0.95 |
| B06F0143_1 | 211390 | 599411 | -0.72 | -0.20 | -0.56 | -0.23 | -0.11 |
| B06F0144_1 | 211401 | 598851 | -1.07 | -0.71 | -1.30 | -0.86 | -0.69 |
| B06F0145_1 | 212932 | 597080 | -1.00 | -0.74 | -1.26 | -0.79 | -0.60 |
| B06F0146_1 | 210032 | 594152 | -0.64 | -0.03 | -1.20 | -0.63 | -0.25 |
| B06F1104_1 | 215526 | 591873 | -1.42 | 2.28 | 0.10 | 0.31 | 0.51 |
| B06F1105_2 | 215583 | 592049 | -7.71 | 0.00 | -0.31 | -0.11 | 0.09 |
| B06F1106_1 | 215689 | 592101 | -1.56 | 1.64 | 0.29 | 0.53 | 0.80 |
| B07A0950_2 | 222066 | 591419 | -13.29 | 0.71 | -0.71 | -0.48 | -0.22 |
| B07A0951_1 | 222052 | 591267 | -1.83 | 1.17 | -0.55 | -0.25 | 0.09 |

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B07A0952_1 | 222021 | 591032 | -3.26 | 0.75 | -0.35 | -0.11 | 0.15 |
| B07A0953_1 | 222120 | 591134 | -3.27 | 0.73 | -0.76 | -0.54 | -0.23 |
| B07A0954_1 | 221912 | 591138 | -2.43 | 0.57 | -0.34 | -0.08 | 0.16 |
| B07A0955_2 | 221989 | 590874 | -13.44 | 0.56 | -0.92 | -0.69 | -0.41 |
| B07A0956_1 | 222252 | 591169 | -3.01 | 0.99 | -1.03 | -0.87 | -0.62 |

Bijlage 6

# Geohydrologische effecten en invloed zoet/zout peil-opzet Lauwersmeer

# Rietproef Lauwersmeer

Geohydrologische effecten en invloed zoet/zout

Definitief

Provincie Groningen
Postbus 610
9700 AP GRONINGEN

Sweco Nederland B.V.
Arnhem, 15 juni 2016

SWECO

SWNL-0186629

# Verantwoording

| | | |
|---|---|---|
| **Titel** | : | Rietproef Lauwersmeer |
| **Subtitel** | : | Geohydrologische effecten en invloed zoet/zout |
| **Projectnummer** | : | 347455 |
| **Referentienummer** | : | SWNL-0186629 |
| **Revisie** | : | |
| **Datum** | : | 15 juni 2016 |


| | | |
|---|---|---|
| **Auteur(s)** | : | drs. ing. J.G. van Uden, ir. A. van der Tuin |
| **E-mail adres** | : | jeroen.vanuden@grontmij.nl |
| **Gecontroleerd door** | : | ir. S. Schunselaar |
| **Paraaf gecontroleerd** | : | |
| **Goedgekeurd door** | : | ing. D.J. Bolder |
| **Paraaf goedgekeurd** | : | |
| **Contact** | : | Sweco Nederland B.V.<br>Velperweg 26<br>6824 BJ Arnhem<br>Postbus 485<br>6800 AL Arnhem<br>T +31 88 811 66 00<br>F +31 30 310 04 14<br>www.sweco.nl |

# Inhoudsopgave


1 Inleiding ... 5
1.1 Aanleiding ... 5
1.2 Doelstelling ... 5
1.3 Revisie ... 5
1.4 Leeswijzer ... 6

2 Achtergrondinformatie ... 7
2.1 Algemeen ... 7
2.2 Maaiveldhoogten ... 7
2.3 Bodemopbouw ... 7
2.4 Grondwater ... 11
2.5 Oppervlaktewater ... 13
2.6 Kwaliteit oppervlakte en grondwater ... 16

3 Methodiek ... 17
3.1 Algemeen ... 17
3.2 Situering 2D-dwarsprofielen ... 17
3.3 Berekeningswijze ... 19
3.4 Berekening zoet/zout invloed ... 19
3.5 Basisscenario en varianten ... 20

4 Robbengat/Lauwersoog ... 23
4.1 Algemeen ... 23
4.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp ... 23
4.3 Huidige situatie ... 24
4.4 Basisscenario peilopzet ... 24
4.5 Variant 1: extra peilopzet ... 28
4.6 Variant 2: langere peilopzet ... 30
4.7 Samenvatting effecten Robbengat ... 31

5 Marnewaard ... 32
5.1 Algemeen ... 32
5.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Marnewaard ... 32
5.3 Huidige situatie ... 33
5.4 Basisscenario peilopzet ... 33
5.5 Variant 1: extra peilopzet ... 35
5.6 Variant 2: langere peilopzet ... 36
5.7 Samenvatting effecten voor alle varianten ... 37

6 Zoutkamp ... 39
6.1 Algemeen ... 39
6.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp ... 39
6.3 Huidige situatie ... 40
6.4 Basisscenario peilopzet ... 40
6.5 Variant 1: extra peilopzet ... 44
6.6 Variant 2: langere peilopzet ... 45
6.7 Samenvatting effecten ... 47

7 Kollumerwaard ..... 48
7.1 Algemeen ..... 48
7.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Marnewaard ..... 48
7.3 Huidige situatie ..... 48
7.4 Basisscenario peilopzet ..... 49
7.5 Variant 1: extra peilopzet ..... 51
7.6 Variant 2: langere peilopzet ..... 52
7.7 Samenvatting effecten voor alle varianten ..... 52

8 Bochtjesplaat ..... 54
8.1 Algemeen ..... 54
8.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp ..... 54
8.3 Huidige situatie ..... 54
8.4 Scenario peilopzet ..... 55
8.5 Variant 1: extra peilopzet ..... 57
8.6 Variant 2: langere peilopzet ..... 58
8.7 Samenvatting effecten voor alle varianten ..... 59

9 Vergelijking eerdere onderzoeken ..... 60
9.1 Algemeen ..... 60
9.2 vergelijking ..... 60
9.3 Conclusie ..... 61

10 Monitoring ..... 62
10.1 Algemeen ..... 62
10.2 Meetdoel ..... 62
10.3 Meetfrequentie ..... 62
10.4 Meetmethode ..... 62
10.5 Meetdiepte ..... 62
10.6 Locatie meetpunten ..... 62

11 Conclusie ..... 63

Bijlage 1: Maaiveldhoogten

Bijlage 2: Isohypsen en stijghoogten

Bijlage 3: Gemeten gemiddelde chloride concentraties

Bijlage 4: Geohydrologische profielen

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland heeft, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, heeft in juni 2015 een beheerplan[1] uitgebracht voor het N2000-gebied Lauwersmeer. In dit beheersplan zijn de natuurdoelen, die Europa voor de gebieden aanwijst, beschreven en wordt ingegaan op de benodigde maatregelen om de natuurdoelen te behouden en te versterken.

Het waterpeil in het Lauwersmeer wordt gekenmerkt als weinig dynamisch en relatief laag. Dit heeft tot gevolg dat de zandbanken slechts sporadisch en kortdurend overstromen. Uit het beheersplan[1] blijkt dat dit resulteert in slecht ontwikkelde landriet en overige moeras- en oever-vegetaties. Dit, samen met andere effecten veroorzaakt door het stabiele peil, leiden tot een afname van de kwaliteit van het Lauwersmeer.

In de visie van het beheersplan[1] is de opgave voor het N2000-gebied Lauwersmeer beschreven. Deze opgave betreft het "*voldoende vitaal rietmoeras creëren als nodig voor de realisatie van de instandhoudingsdoelen*", "*in stand houden en ontwikkelen van slikkige pionierssituaties voor foeragerende en broedende vogels*", "*borgen van voldoende rust"* en "*optimaliseren van het watersysteem van het Lauwersmeer als centrale positie tussen Waddenzee en achterland, gericht op de functie van het leefgebied en migratiemogelijkheden voor fauna (o.a. vis en vistrek). De samenhang met KRW-doelen is hierbij nadrukkelijk in beeld*".

Om de afname van de kwaliteit van het Lauwersmeer tegen te gaan, zijn diverse maatregelen opgesteld. Eén van de maatregelen, zoals beschreven in het beheersplan[1], betreft het opzetten van het peil in het Lauwersmeer van NAP -0,93 m (streefpeil huidige situatie) naar NAP -0,52 m (streefpeil Friese Boezem). De peilopzet moet resulteren in hogere grondwaterstanden en een lagere kans op verdroging.

Waterschap Noorderzijlvest heeft Grontmij Nederland B.V. gevraagd om de effecten van de peilopzet in beeld te brengen. Hierbij wordt ingegaan op kwantitatieve en kwalitatieve effecten van de peilopzet, op kwel en de effecten van de peilopzet op de grondwaterstanden.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van de opdracht betreft de bepaling van kwantitatieve en kwalitatieve effecten van de peilopzet op de kwel en op de grondwaterstanden/stijghoogten in het N2000-gebied Lauwersmeer.

## 1.3 Revisie

Het rapport is in december 2015 besproken met de Waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân. Op basis van deze bespreking zijn enkele aanpassingen in het rapport doorgevoerd. Ook is een aanvullend dwarsprofiel in het rapport opgenomen, aan de westzijde van het Lauwersmeer (deel Wetterskip Fryslân).

[1] Dienst Landelijk Gebied, 2015, 'Beheersplan Natura2000 Lauwersmeer', Versie 4, juni 2015

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de benodigde achtergrondinformatie; bestaande uit maaiveldhoogten, bodemopbouw, grondwater en oppervlaktewater. De gehanteerde methodiek is beschreven in hoofdstuk 3. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4, 5, 6 en 7 de verschillende onderzoeksgebieden en de effecten van de peilopzet in het grondwater en op de invloed zoet-zout beschreven. Een voorstel met betrekking tot de monitoring is op hoofdlijnen gegeven in hoofdstuk 8. In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 9, worden de conclusies van de peilopzet van het Lauwersmeer op de grondwaterstanden en het zout-zout grensvlak beschreven.

# 2 Achtergrondinformatie

## 2.1 Algemeen

Voor de bepaling van de effecten van de peilopzet in het Lauwersmeer, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in de geohydrologische aspecten en de werking van het waterhuishoudingssysteem. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de achtergrondinformatie, hierbij wordt inzicht verkregen in maaiveldhoogten, bodemopbouw, grondwater en oppervlaktewater. De achtergrondinformatie vormt de basis voor de modelberekeningen. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2, Rijkswaterstaat);
- Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- Grondwater- en bodemgegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO);
- Waterbase (Rijkswaterstaat).

## 2.2 Maaiveldhoogten

In bijlage 1 is een hoogtekaart van het N2000-gebied Lauwersmeer weergegeven op basis van het AHN (www.ahn.nl).

De hoogte van het maaiveld varieert sterk in het N2000-gebied Lauwersmeer. In de Bantpolder, gelegen tussen de N361 en de H.M. Gerbrandywei (de dijk), wordt een hoogte aangetroffen varierend van NAP +0,25 m tot +1,7 m. Ten westen van de N361 neemt de hoogte af van NAP +0,8 m naar het huidige peil in het Lauwersmeer van NAP -0,93 m in circa 250 m.

Op de zandplaten de Rug, Zuidelijke Ballastplaat, Sennerplaat, Blikplaat en Zoutkamperplaat loopt het maaiveld van circa NAP -0,93 m (het huidige peil in het Lauwersmeer) tot circa NAP +0,60 m (Sennerplaat). Op de andere zandplaten reikt het maaiveld minder hoog, tot circa NAP +0,25 m. Ten zuidoosten van het Lauwersmeer, nabij het Jaap Deensgat, is de Pampusplaat en Schilhoek gelegen. Op deze platen, evenals op de Ballastplaat, worden maaiveldhoogten tot NAP -0,30 m aangetroffen.

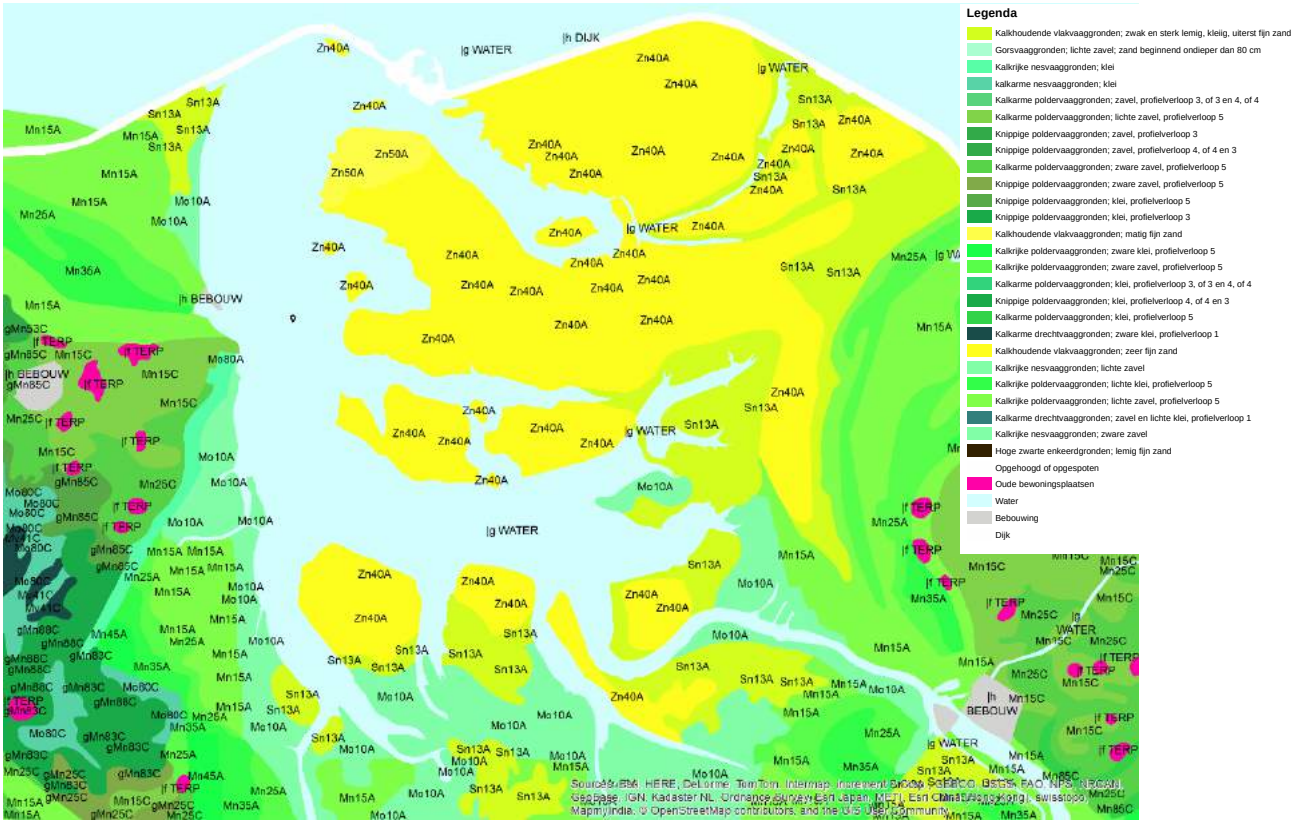
## 2.3 Bodemopbouw

*Ondiepe bodemopbouw*

De ondiepe bodemopbouw is afgeleid van de bodemkaart van Nederland. In figuur 2.1 is een uitsnede van de Bodemkaart van Nederland opgenomen.

Ten tijde van de Lauwerszee werd tijdens vloed fijn materiaal aangevoerd. Dit fijne materiaal werd gesedimenteerd tijdens de kentering van het getij. Deze morfodynamiek resulteerde in de vorming van zandplaten en geulen. De zandplaten binnen de oude ligging van de dijk om de Lauwerszee, bestaan voornamelijk uit kalkhoudende vlakvaaggronden (bodemcode Zn40A). In deze gronden zijn weinig tekenen van bodemvormende processen vertoond.

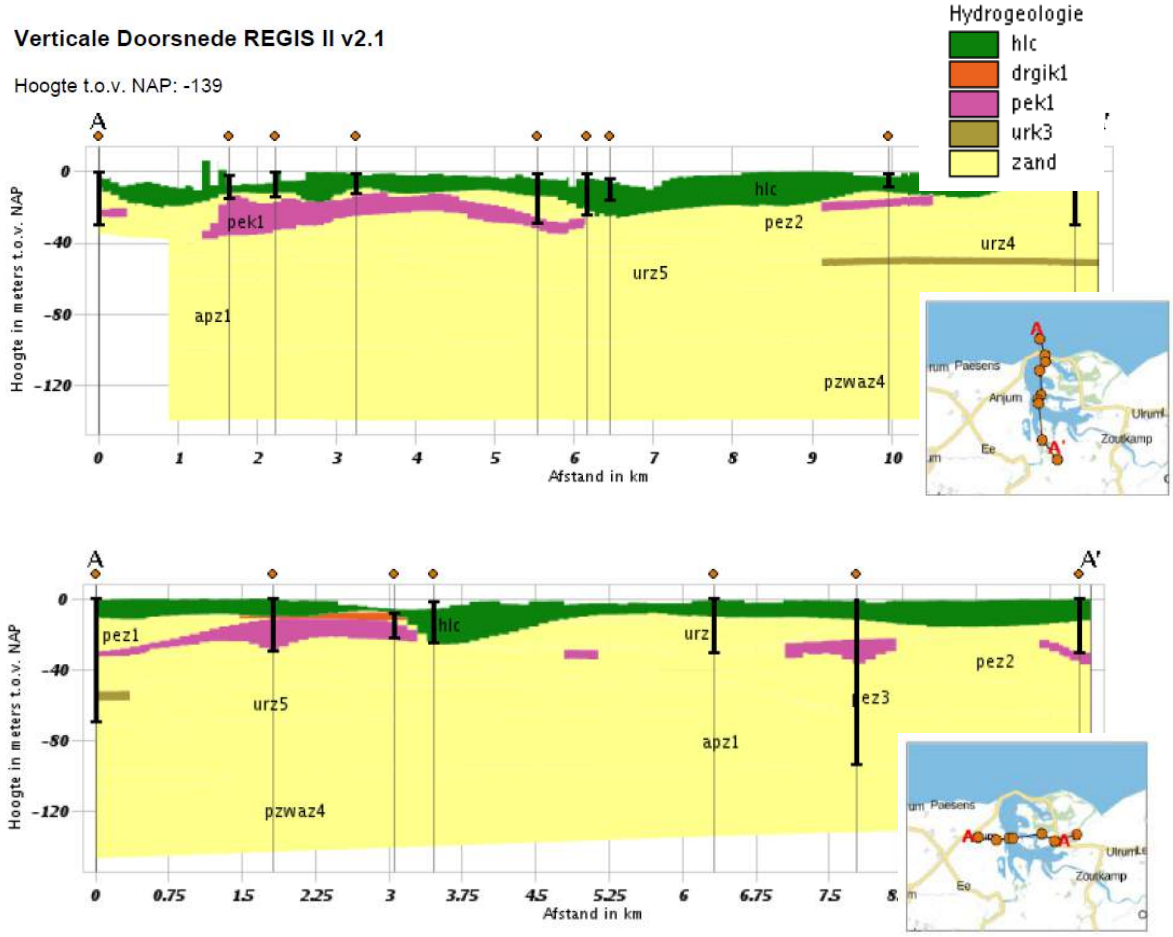
Buiten de voormalige dijk van de Lauwerszee, ten westen en oosten van het Lauwersmeer, worden oude kweldergronden aangetroffen (bodemcodes: Mn15, Mn25, M080, etc.) en nabij de kust bevinden zich jonge zeeboezemgronden (bestaande uit vaaggronden).




*Figuur 2.1: uitsnede Bodemkaart van Nederland*

*Diepe bodemopbouw*

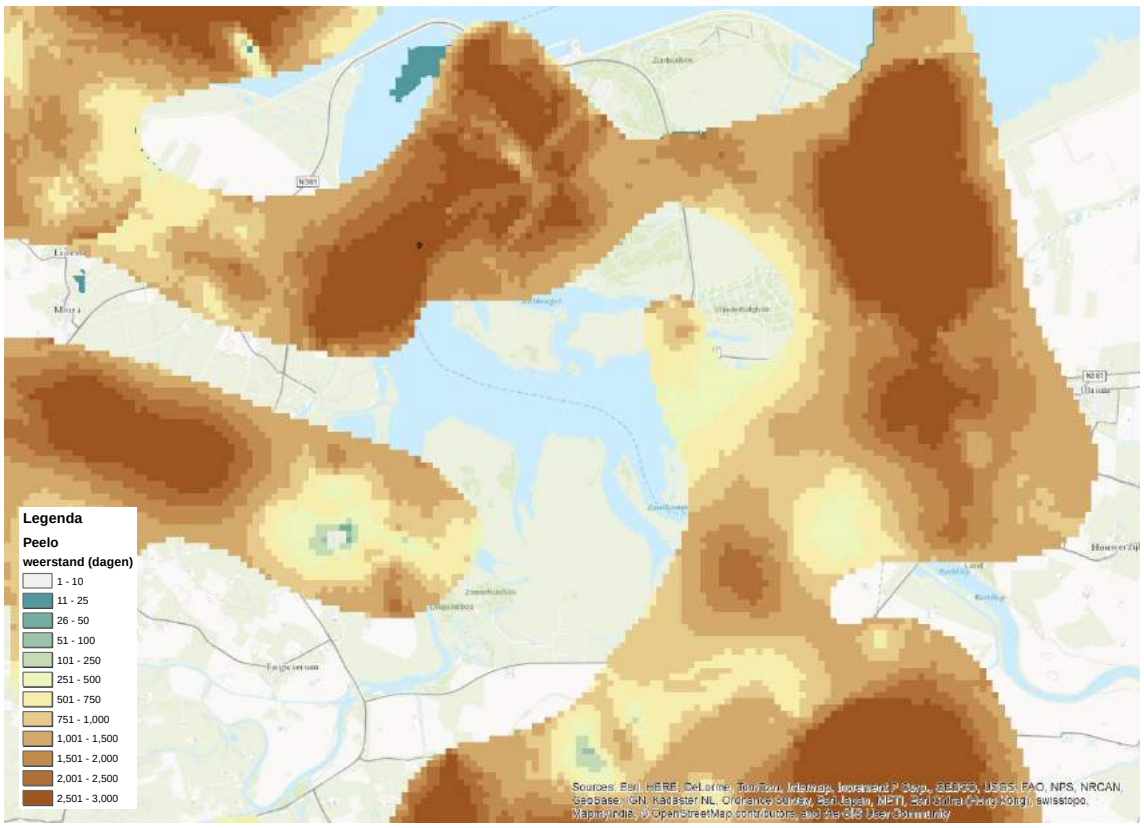
De diepere bodemopbouw is afgeleid van gegevens van TNO. De geologische opbouw van het Lauwersmeer (Noord-Nederland) is gevormd door afzettingen van de ijstijden van het Pleistoceen. Deze afzettingen hebben geresulteerd in een heterogene bodem met afwisselend watervoerende en slecht doorlatende lagen. De diepe bodemopbouw van het Lauwersmeer wijkt af van de opbouw in de omgeving. Dit komt doordat de zee van grote invloed is geweest op het gebied. Door de ontwikkeling van erosiegeulen zijn klei- en veenpakketten weggeslagen of aangetast. De geulen zijn opgevuld door het sedimenteren van kleideeltjes. In figuur 2.2 zijn een noord-zuid en oost-west dwarsprofiel opgenomen op basis van REGISII v2.1.




*Figuur 2.2: Noord-zuid en oost-west dwarsprofiel conform REGIS*

Het Holoceenpakket, in en nabij het Lauwersmeer, heeft een dikte variërend van 1 tot 10 m en vormt de deklaag. Deze deklaag bestaat uit klei-, veen en zandlagen. De deklaag behoort tot de Formatie van Naaldwijk en Formatie van Nieuwkoop (TNO).
Onder de deklaag komen zandige afzettingen voor met het voorkomen van klei- en veenlagen behorende tot de Formatie van Boxtel, Eem, Drente (keileem) en Urk (Laagpakket van Tynje). Deze zandige afzettingen vormen een ondiep watervoerend pakket.

Onder dit ondiepe watervoerend pakket liggen slecht doorlatende lagen met zware klei, behorende tot de Formatie van Peelo (Peelo-klei / Potklei) en Urk. In figuur 2.3 is de verbreiding van de kleiige afzettingen weergegeven. Peelo-klei is ook vaak aanwezig als zeer fijn slibhoudend zand (kv= ca 0,1 tot 2,5 m/dag). De bovenkant van de Formatie van Peelo bevindt zich op circa NAP -20 m à NAP -30 m.




*Figuur 2.3: Verbreiding kleiige afzetting van de Formatie van Peelo.*

Het slecht doorlatende pakket van de Formatie van Peelo en Urk worden opgevolgd door fijne tot grove zanden. Dit dikke watervoerend pakket behoort tot de Formatie van Urk, Peelo, Appelscha en Peize-Waalre. De formatie van Peize Waalre bestaat uit fijn slibhoudend zand met een lage horizontale doorlaatfactor en een verticale weerstand.

*Bodemschematisatie*

Bij een geohydrologische schematisatie worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden. In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in $m^2$/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht door latende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is. In tabel 2.1 staat de geohydrologische schematisatie van het plangebied weergegeven.

De hydraulische parameters zijn afgeleid uit REGIS. De doorlaatfactoren van het holoceenpakket is afgeleid uit MIPWA3.0

***Tabel 2.1 Geohydrologische schematisatie***

| Geohydrologische eenheid | Bovenkant (m +NAP) | Formatie/laagpakket | Lithologische samenstelling | doorlaatfactor horizontaal (m/dag) | doorlaatfactor verticaal (m/dag) |
|---|---|---|---|---|---|
| Deklaag | | Holoceen | Klei- en veenlagen met het voorkomen van zandlagen | 0,4 tot 1,48 | 0,03 tot 0,16 |
| 1e watervoerend pakket (ondiep) | | Formatie van Boxtel, | Fijn zand (eolisch) | 30 | 30 |
| | | Formatie van Eem en | Fijn zand (marien) | 15 | 15 |
| | | Formatie van Urk | Grof zand (fluviatiel) | 50 | 50 |
| Slecht doorlatende laag | | Formaties van Peelo | Zware klei (glaciaal potklei) | 0,0047 | 0,0047 |
| | | Formatie van Urk | Klei (fluviatiel) | 0,025 | 0,025 |
| 2e watervoerend pakket (diep) | | Formaties van Peelo, | Zand (glaciaal) | 15 | 15 |
| | | Formatie van Urk, | Grof zand en grind (fluviatiel) | 50 | 50 |
| | | Formatie van Appelscha en | Grof zand (fluviatiel) | 40 | 40 |
| | | Formatie van Peize | Grof zand (fluviatiel) | 36 | 36 |

Opgemerkt wordt dat de bodemparameters afgeleid zijn vanuit REGIS en MIPWA3.0. Echter is bekend dat de doorlaatfactoren sterk kunnen variëren in de omgeving. Dit geldt in het bijzonder voor de formatie van Peelo. Hiermee is in de berekeningen (hoofdstuk 4, 5, 6 en 7) geen rekening mee gehouden doordat er te weinig informatie beschikbaar is in het gebied zelf. De bodemopbouw bevat dus een bepaalde mate van (on)zekerheid.

## 2.4 Grondwater

Het grondwatersysteem heeft een ruimtelijke begrenzing en wordt aan de bovenzijde gevormd door de freatische grondwaterspiegel. Door seizoens- en getijdenfluctuaties en variatie in de aan- en afvoer van grondwater in de tijd, ontstaan veranderingen in de hoogte van de grondwaterstijghoogte. Daarnaast varieert de kwaliteit van het grondwater ook in de tijd.

*Freatische grondwaterstanden*

Het verschil tussen de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)[2] en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer waartussen de grondwaterstand zich bevindt. Om inzicht te krijgen in de freatische grondwaterstand zijn de voorkomende grondwatertrappen afgeleid van de Bodemkaart van Nederland. De gehanteerde klasse indeling is weergegeven in tabel 2.1.

***Tabel 2.1 Grondwatertrappen***

| Grondwaterstand (cm –mv) | Grondwatertrap (Gt) I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GHG | <20 | <40 | <40 | >40 | <40 | 40 - 80 | >80 |
| GLG | <50 | 50 -80 | 80 -120 | 80 - 120 | >120 | >120 | (>160) |

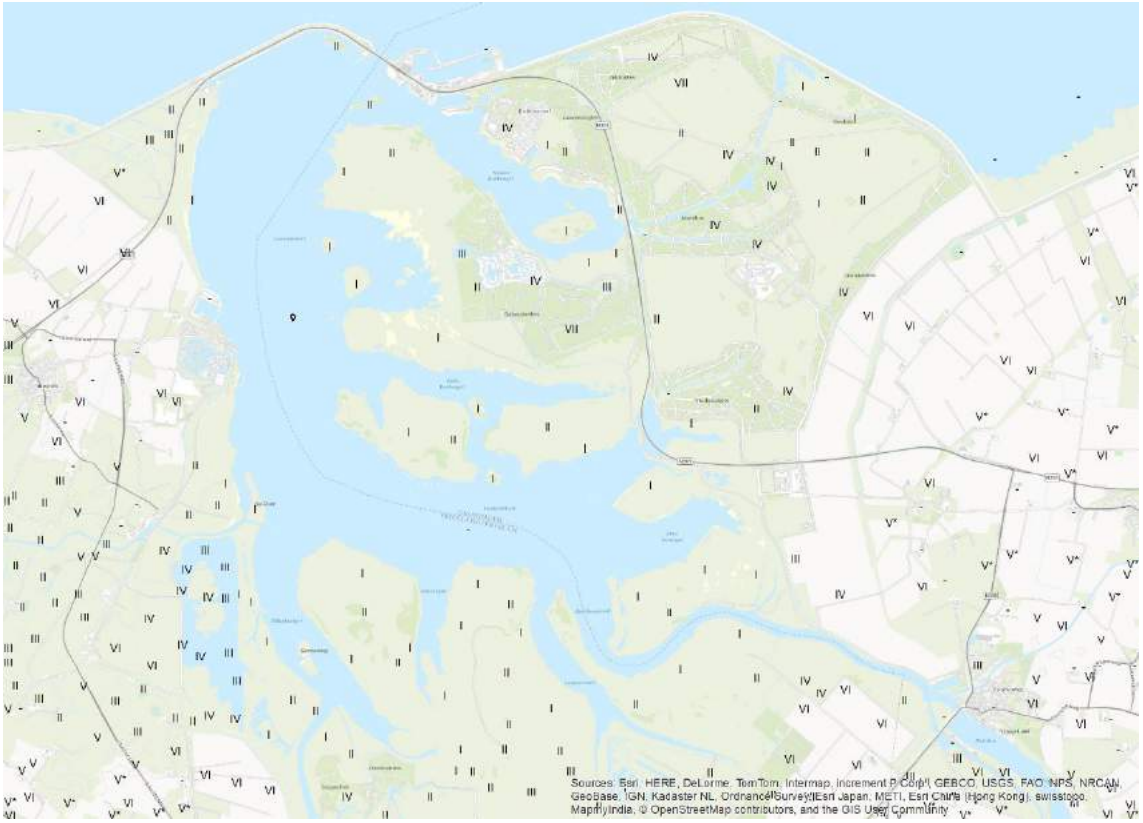
In figuur 2.4 zijn de grondwatertrappen in het N2000-gebied Lauwersmeer weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid dat op de zandplaten binnen de oude zeedijk van de Lauwerzee voornamelijk de grondwatertrappen I en II worden aangetroffen. Hogere grondwatertrappen worden aangetroffen in de bossen Ballastplaatbos (VII), Marnebos (IV), Zuidwalbos (IV), Vierhuizerbos (IV), Vlinderbalgbos (IV) en Zomerhuisbos (IV).

Buiten de oude zeedijk, op de oude kweldergronden ten oosten van de voormalige Lauwerzee, worden de grondwatertrappen V en VI aangetroffen. Uitzondering hierop zijn de gronden nabij het Reitdiep, waar voornamelijk grondwatertrap III wordt aangetroffen.

[2] Het gemiddelde van de drie hoogste (GHG) (laagste [GLG]) grondwaterstanden per jaar over een periode van 8 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden

Ten westen van de oude zeedijk, in de polders tussen Engwierum, Anjum en Jouswier, wordt op de knip- en knikkleigronden en brakke getijdenafzettingen voornamelijk grondwatertrap II en III aangetroffen. Ten noorden van Anjum wordt op de oude kweldergronden een grondwatertrap VI aangetroffen.

Ten zuiden van de voormalige zeedijk zijn jonge zeeboezemgronden gelegen waar grondwatertrappen variërend van IV tot VI worden aangetroffen. Nabij het Dokkumer Djip en de Nieuwe Buitenpolder zijn gronden gelegen, waar grondwatertrap III heerst.




*Figuur 2.4: Grondwatertrappen N2000-gebied Lauwersmeer en omgeving*

*Stijghoogten*

Nabij het Lauwersmeer worden de stijghoogten in de ondiepe lagen geregistreerd en opgenomen in het digitale archief van TNO. In tabel 2.2 zijn de peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek beschreven van de peilbuizen in de directe omgeving van het Lauwersmeer. Voor een compleet overzicht met kaart wordt verwezen naar bijlage 2.

***Tabel 2.2 Peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek***

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B02G0367_1 | 206066 | 601867 | -0,46 | -0,22 | -0,67 | -0,33 | -0,20 |
| B02G0367_2 | 206066 | 601867 | -1,21 | -0,22 | -1,07 | -0,45 | -0,20 |
| B02G0368_1 | 205660 | 602190 | -0,94 | 0,19 | -0,65 | -0,07 | 0,29 |
| B02G0368_2 | 205660 | 602190 | -3,37 | 0,19 | -0,46 | -0,03 | 0,25 |
| B02G0369_1 | 205190 | 601585 | 0,28 | 1,81 | 0,15 | 0,95 | 1,60 |
| B02G0369_2 | 205190 | 601585 | -2,82 | 1,81 | 0,01 | 0,45 | 0,85 |
| B02G0370_1 | 205460 | 601815 | -0,72 | 1,22 | -0,18 | 0,56 | 1,06 |
| B02H0081_1 | 211453 | 600243 | -18,42 | -0,18 | -0,74 | -0,61 | -0,43 |
| B02H0093_1 | 211360 | 600228 | -1,33 | -0,8 | -1,18 | -0,87 | -0,69 |
| B02H0094_1 | 211228 | 600101 | -1,44 | -0,79 | -1,07 | -0,83 | -0,68 |
| B02H0095_1 | 210970 | 600276 | -0,74 | -0,30 | -1,24 | -0,60 | -0,30 |
| B02H0096_1 | 210837 | 601886 | -1,01 | -0,39 | -1,47 | -0,93 | -0,58 |

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B02H0097_1 | 210526 | 601812 | -1,42 | -0,34 | -1,03 | -0,75 | -0,48 |
| B02H0098_1 | 210504 | 602091 | -1,35 | -0,38 | -1,07 | -0,67 | -0,45 |
| B06E0176_1 | 205710 | 597320 | -1,75 | -0,19 | -1,07 | -0,80 | -0,53 |
| B06E0182_1 | 205920 | 597400 | -1,76 | -0,21 | -1,06 | -0,68 | -0,38 |
| B06E0115_1 | 206043 | 596311 | -1,94 | 0,27 | -0,70 | -0,55 | -0,42 |
| B06E0115_2 | 206043 | 596311 | -12,55 | 0,27 | -0,74 | -0,59 | -0,46 |
| B06E0226_1 | 209780 | 599443 | -0,95 | -0,38 | -1,24 | -0,67 | -0,44 |
| B06F0143_1 | 211390 | 599411 | -0,72 | -0,20 | -0,56 | -0,23 | -0,11 |
| B06F0144_1 | 211401 | 598851 | -1,07 | -0,71 | -1,3 | -0,86 | -0,69 |
| B06F0145_1 | 212932 | 597080 | -1,00 | -0,74 | -1,26 | -0,79 | -0,60 |
| B06F0146_1 | 210032 | 594152 | -0,64 | -0,03 | -1,2 | -0,63 | -0,25 |
| B02G0448_1 | 209950 | 602430 | 0,09 | 0,91 | -0,71 | -0,43 | -0,12 |
| B02G0447_1 | 209950 | 602550 | -1,80 | 0,40 | -0,97 | -0,70 | -0,42 |
| B02G1046_2 | 205829 | 601095 | 0,03 | 1,63 | 0,03 | 1,01 | 1,66 |

De peilbuizen in tabel 2.2 zijn gesitueerd binnen een straal van 1.000 m van het Lauwersmeer. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat de GLG in de ondiepe watervoerende lagen tussen NAP -1,47 m en NAP +0,15 m ligt.

**Opgemerkt moet worden dat aan de hand van de stijghoogtedata in tabel 2.2 geen eenduidige stromingsrichting kan worden bepaald, aangezien rekening moet worden gehouden met de dichtheid van het water (zoet-brak-zout). Wel kan een indicatie en inschatting van de stromingsrichting worden afgeleid. Bij de stijghoogten data is geen zoutcorrectie toegepast.**

Door de peilopzet in het Lauwersmeer neemt het potentiaalverschil tussen stijghoogte en oppervlaktewaterpeil af. Dit resulteert in vermindering van zoute kwel ter plaatse van het meer. In omliggend gebied kan bij een peilopzet mogelijk wel tot meer brak kwelwater leiden.

*Grondwaterstroming*
De bodemopbouw bepaalt voor een groot deel de grondwaterstroming. In het noorden van het Lauwersmeer is de doorlaatfactor van de bodem redelijk tot goed. Naar de randen van de geulen neemt de doorlaatfactor af doordat de stroomsnelheid afneemt en zodoende fijner materiaal is afgezet. In ogenschouw genomen dat de invloed van een peilopzet toeneemt als de doorlaatfactor van de bodem groter wordt. Uit de grondwaterdata in DINOLoket blijkt dat het verhang van de stijghoogte vanaf de Waddenzee zuidelijk is gericht. Ter plaatse van de Waddenzee is een gemiddeld peil van NAP 0,00 m. Verder zuidelijk is een min of meer radiale stroming richting Lauwersmeer waar een oppervlaktewaterpeil wordt gehandhaafd van NAP-0,93 m. Alleen in Friesland zijn de polderpeilen in het algemeen lager dan het peil in het Lauwersmeer waardoor er een min of meer westelijke grondwaterstroming optreedt vanuit he Lauwersmeer.

In bijlage 2 is een kaart opgenomen met de isohypsen in het 1$^{e}$ watervoerend pakket op basis van REGIS en een tabel met gemiddelde stijghoogten gemeten in de aanwezige peilbuizen, welke zijn opgenomen in het digitale archief van TNO (www.dinoloket.nl).

## 2.5 Oppervlaktewater

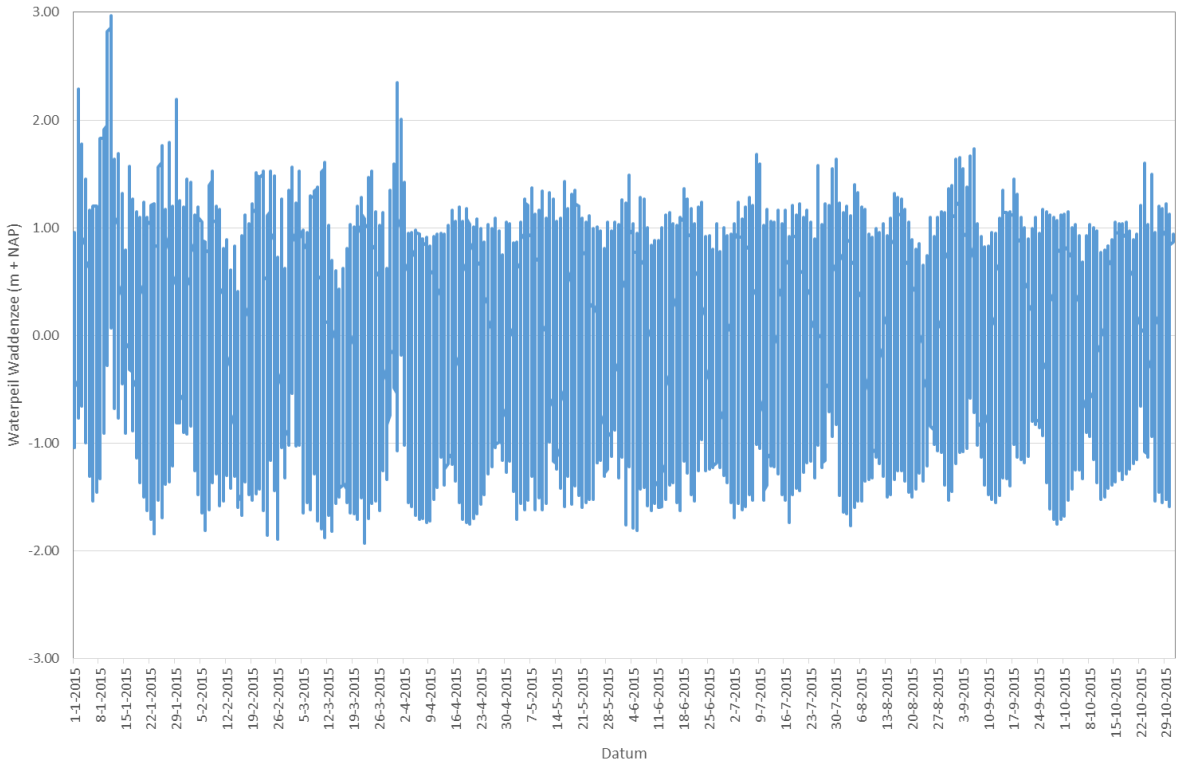
Om het kustgebied te beschermen tegen overstromingen en een betere afwateringsmogelijkheid te creëren, is op 1969 de kustlijn nabij de Lauwerszee aanzienlijk ingekort door de afsluiting van de zeearm. Door de afsluiting was het gebied niet meer onderhevig aan getij, waardoor hoger gelegen zeebodems droog vielen. Op deze zandplaten heeft de flora en fauna zich gedurende de jaren ontwikkeld en aangepast aan de zout-zoet-kentering. Deze verandering van zout naar zoet is veroorzaakt door de aanvoer van zoet water vanuit de Dokkumer Ee, Dokkumergrootdiep en het Reitdiep en het stilvallen van de aanvoer van zout oppervlaktewater vanuit de Waddenzee.

Op het Lauwersmeer wordt onder andere water aangevoerd vanuit de watersystemen Electraboezem, Friese Boezem, Dongerdielen en Marnerwaard. Hierbij wordt het peil in de Electraboezem gereguleerd door de drie spuisluizen (R.J. Cleveringsluizen) in het Lauwersmeer.

In het Lauwersmeer wordt in de huidige situatie een waterpeil gehandhaafd van NAP -0,93 m. Bij laagwater wordt gemiddeld vier miljoen $m^3$ water per tij door middel van drie spuisluizen geloosd op de Waddenzee, hetgeen een gemiddeld laagwaterstand heeft van circa NAP -1,30 m. De afvoer uit het Lauwersmeer is afhankelijk van het waterpeil op het wad. Bij normale zeewaterstanden kan tweemaal daags gespuid worden en kan het streefpeil vrij eenvoudig worden gerealiseerd. Bij hoge waterstanden op het wad zijn de spuimogelijkheden beperkt en kan de waterstand oplopen. Bij de verwachting van veel neerslag wordt extra gespuid om de buffercapaciteit van het Lauwersmeer te vergroten.

Bij veel neerslag, grote afvoeren en weinig spuimogelijkheden kan het waterpeil (aanzienlijk) hoger staan dan het streefpeil. De praktijk is dat de waterstand zich gedurende een groot deel van het jaar rond het streefpeil van NAP -0,93 m beweegt. Periodiek treden kortdurende pieken op. Het waterpeil in het Lauwersmeer wordt gekenmerkt als weinig dynamisch en relatief laag, waardoor zandbanken slechts sporadisch en kortdurend overstromen. Dit heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van landriet en overige flora.

Het peil in de Waddenzee is onderhavig aan getijden. Figuur 2.5 geeft de gemeten waterstand bij Lauwersoog (bron: www.rijkswaterstaat.nl).




*Figuur 2.5: Gemeten waterstanden Lauwersoog (Waddenzee)*

In tabel 2.3 zijn de kenmerken van de getijden weergegeven.

***Tabel 2.3: Gemiddelde waterstanden (bron: Rijkswaterstaat, waternormalen)***

| type tij | HW-stand (m +NAP) | LW-stand (m +NAP) | tijverschil (m) |
|---|---|---|---|
| gemiddeld tij | 1,02 | -1,29 | 2,31 |
| springtij | 1,17 | -1,45 | 2,62 |
| doodtij | 0,85 | -1,03 | 1,88 |
| Gemiddelde waterstand | 0,00 | | |

Buiten het Lauwersmeer zijn diverse polderpeilgebieden gelegen. In figuur 2.6 zijn de verschillende polderpeilgebieden, zoals in de keur van waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân weergegeven. Tevens zijn in figuur 2.6 de zomerpeilen weergegeven.

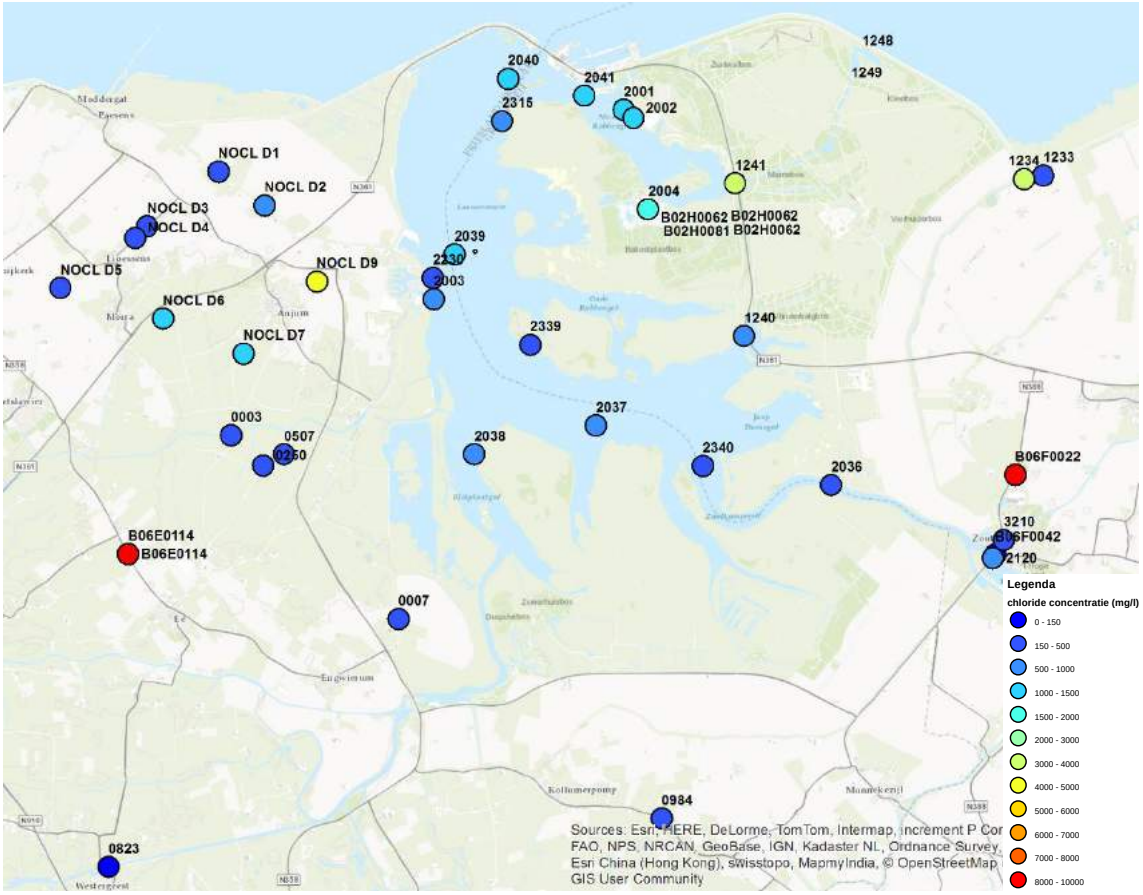
*Figuur 2.6: Polderpeilgebieden met zomerpeilen (m +NAP)*

*Kwel-/infiltratiesituatie*

Het peil in de Waddenzee is gemiddeld hoger dan het peil in het Lauwersmeer, waardoor er een kwelstroom richting Lauwersmeer optreedt van zout grondwater. De omliggende polders, ten westen en oosten van het Lauwersmeer, hebben een polderpeil dat vaak nog lager is dan het peil in het Lauwersmeer. Met name in Friesland zijn de polderpeilen lager. Hierdoor treedt er kwel op vanuit het Lauwersmeer richting omliggende landbouw gronden. Het Lauwersmeer bevat brak water als gevolg van zoute kwel vanuit de Waddenzee, relatief zoete kwel water vanuit landinwaarts gebied, zoet water aanvoer via het oppervlaktewatersysteem en neerslag.

## 2.6 Kwaliteit oppervlakte en grondwater

De kwaliteit van het grondwater is opgevraagd uit het digitale archief van TNO en aangeleverd door provincie Groningen en Wetterskip Fryslân. In figuur 2.7 zijn de meetlocaties en gemeten concentraties weergegeven. In bijlage 3 is een tabel opgenomen met gemeten gemiddelde chloride concentraties.




*Figuur 2.7: situering meetpunten chloride met meetpuntnummer*

Op basis van bovenstaande concentraties zijn de volgende waarden afgeleid. Deze waarden worden tevens gebruikt voor de berekeningen (zie ook hoofdstuk 3):

- Lauwersmeer 800 mg/l;
- grondwater waddenzeezijde 11.600 mg/l;
- grondwater zijde Groningen 8.800 mg/l;
- grondwater zijde Friesland 9.800 mg/l;
- oppervlaktewater zijde Friesland 325 mg/l;
  oppervlaktewater nabij Ajum 1.420 mg/l.

# 3 Methodiek

## 3.1 Algemeen

Om de instandhoudingsdoelen, een vitaal rietmoeras, in het Lauwersmeer te realiseren, zal het waterpeil, bij wijze van proef, worden verhoogd. Hierbij wordt het streefpeil in de winter verhoogd van NAP -0,93 m tot NAP -0,52 m, gedurende een periode van circa twee maanden. Deze maatregel is beschreven in het '*Beheersplan Natura 2000 Lauwersmeer'* (Ministerie van Economische zaken, Dienst Landelijk Gebied, Versie 4, Datum Juni 2015).

De voorkeur gaat ernaar uit om de effecten van de maatregelen te bepalen met een 3D-grondwater-model. In eerste instantie zou het peil in de winter/voorjaar van 2016 opgezet worden waardoor het opzetten van een 3D-grondwatermodel niet realiseerbaar was qua tijd.
Voor de peilverhoging is een vergunningsaanvraag ingediend in gevolge de Waterwet. In verband met de proceduretijd van de vergunningsaanvraag is gekozen voor een meer pragmatische aanpak voor het bepalen van de effecten. Daarom is met behulp van tweedimensionale (verticale) grondwatermodellen het effect berekend van de tijdelijke peilstijging op de grondwaterstroming en grondwaterkwaliteit.

De proef is echter een jaar opgeschoven omdat het niet haalbaar was tijdig de Waterwetsvergunning te krijgen. De berekeningen waren echter al uitgevoerd met 2D-grondwatermodellen. Besloten is om de ingeslagen weg te blijven volgen. Gekozen is voor een 2D-grondwatermodel in verticaal vlak om de verschillende in doorlaatfactor en weerstand mee te nemen. Bij een 2D-grondwatermodel in horizontaal vlak kunnen deze verschillen onvoldoende mee worden genomen en het effect van het peilopzet op het zoutwater (dichtheidsstroming) niet worden berekend.

In dit hoofdstuk zijn de berekeningswijze, de aanpak van de modellering, situering van de modelgebieden en varianten beschreven.

## 3.2 Situering 2D-dwarsprofielen

Er is een vijftal dwarsprofielmodellen opgesteld, waarmee de effecten van de (tijdelijke) peilverhoging is berekend. De locatie van de dwarsprofielen zijn bepaald op basis van:

- de bodemopbouw;
- aanwezige peilbuizen ter verificatie/kalibratie grondwatermodellen;
- homogene gebieden met betrekking tot kwel;
- interessegebieden, aangegeven door de opdrachtgever (bijvoorbeeld Marnewaard, gerioleerd gebied Zoutkamp).

De lengte van de dwarsdoorsneden zijn afhankelijk van het verwachte invloedsgebied. Deze is in te schatten aan de hand van de spreidingslengte. Aangenomen wordt dat op een afstand van driemaal de spreidingslengte, geen invloed meer optreedt. De spreidingslengte (λ) is gedefinieerd als:

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

***Verklaring symbolen***

λ: spreidingslengte (m)
kD: horizontaal doorlaatvermogen van het watervoerende pakket ($m^2$/dag)
c: weerstand van de afdekkende pakket (dagen)

Gezien de heterogeniteit van de bodem met het lokaal voorkomen van zware klei (Formatie van Peelo) en een kleilaag rond Zoutkamp (Formatie van Peize) is de spreidingslengte bepaald met een 'worstcase' bodemopbouw ter plaatse van de Nieuwe Buitenpolder. De aanwezigheid van slecht doorlatende lagen is hier gering. De gesommeerde kD ter plaatse van de Nieuwe Buitenpolder bedraagt 3.750 $m^2$/dag. Voor de weerstand van de deklaag is uitgegaan van 100 dagen per meter. Op basis van gegevens van TNO is de dikte van de deklaag circa drie meter. Dit geeft een spreidingslengte van circa 1.060 m. Om geen randeffecten te hebben wordt uitgegaan van een dwarsprofiellengte van minimaal 3.180 m gerekend vanaf de waterkant waar peilopzet plaatsvindt. In enkele gevallen is de lengte van het dwarsprofiel groter omdat dan de randvoorwaarden beter vastliggen (bijvoorbeeld Marnewaard waar het Lauwersmeer en Waddenzee als randvoorwaarde is genomen).

In figuur 3.1 zijn de dwarsprofielen weergegeven. De volgende dwarsdoorsnede zijn onderscheiden:

- Robbengat/Lauwersoog (lengte dwarsprofiel 3.600 m);
- Marnewaard (lengte dwarsprofiel circa 5.400 m);
- Zoutkamp (lengte dwarsprofiel circa 5.700 m);
- Kollermerwaard (lengte dwarsprofiel circa 3.600 m);
- Bochtjesplaat (lengte dwarsprofiel circa 3.400 m).

*Figuur 3.1: Situering profielen*

De schematisatie van de dwarsprofielen is opgenomen in bijlage 3.

### 3.3 Berekeningswijze

De effecten van de peilverhoging in het dwarsprofiel zijn bepaald met behulp van een 2D verticaal grondwatermodelleringsprogramma. Hierbij is gebruik gemaakt van het softwarepakket SEEP/W (GEO-SLOPE International Ltd. © 1991-2010). SEEP/W is een programma waar, op basis van de eindige elementenmethode, de grondwaterstroming in verzadigde en onverzadigde poreuze materialen, zoals zand, klei en veen, kan worden berekend. De bodemopbouw wordt hierbij geschematiseerd, waarna er bodemparameters aan worden gehangen.
De schematisatie heeft plaatsgevonden op basis van gegevens uit REGIS, MIPWA3.0 en uit het digitale archief van TNO (www.dinoloket.nl).

Op basis van de opgegeven randvoorwaarden zoals stijghoogten, oppervlaktewaterpeilen en neerslag, worden grondwaterstanden en kwelfluxen[3] berekend in het verticale vlak.

Door het ontbreken van nauwkeurige informatie over de stijghoogten in het dwarsprofiel, betreffen de berekeningsresultaten een inschatting van de verwachte stijghoogten. Met name de verschillen tussen de ‘huidige’ en de toekomstige situatie geeft een maat voor de verwachte invloed.

### 3.4 Berekening zoet/zout invloed

Om de kwalitatieve effecten van de peilverhoging te bepalen is een dichtheidstransportmodel gekoppeld aan het grondwaterstromingsmodel. Hiervoor is gebruik gemaakt van het programma CTRAN/W gekoppeld aan SEEP/W. De verspreiding van zoutwater wordt berekend op basis van de stromingsberekeningen.

Om de effecten op de chlorideconcentratie te bepalen is een zoutmodel gemaakt, waarbij het peil in het Lauwersmeer gedurende tien jaar, met acht weken per jaar, wordt opgezet van NAP -0,93 m tot NAP -0,52 m en vervolgens wordt afgelaten (zie paragraaf 3.5).

De concentratie aan chloride is in een groot aantal meetpunten (grondwater en oppervlaktewater) gedurende meerdere jaren gemeten. De frequentie van meten is echter zeer wisselend. Ook wisselen de concentraties sterk. Gekozen is om uit te gaan van een gemiddelde chlorideconcentraties in het model als uitgangspunt. Bij de berekeningen met CTRAN/W zijn de volgende concentraties gebruikt voor de randvoorwaarden:

- Lauwersmeer 800 mg/l (67 mg/l tot 4.210 mg/l)
- grondwater waddenzeezijde 11.600 mg/l (literatuur)
- grondwater zijde Groningen 8.800 mg/l (100 mg/l tot 14.000 mg/l)
- grondwater zijde Friesland 9.800 mg/l (één meting)
- oppervlaktewater zijde Friesland 350 mg/l (305 mg/l tot 405 mg/l)
  oppervlaktewater nabij Anjum 1.420 mg/l (500 mg/l tot 4.830 mg/l)

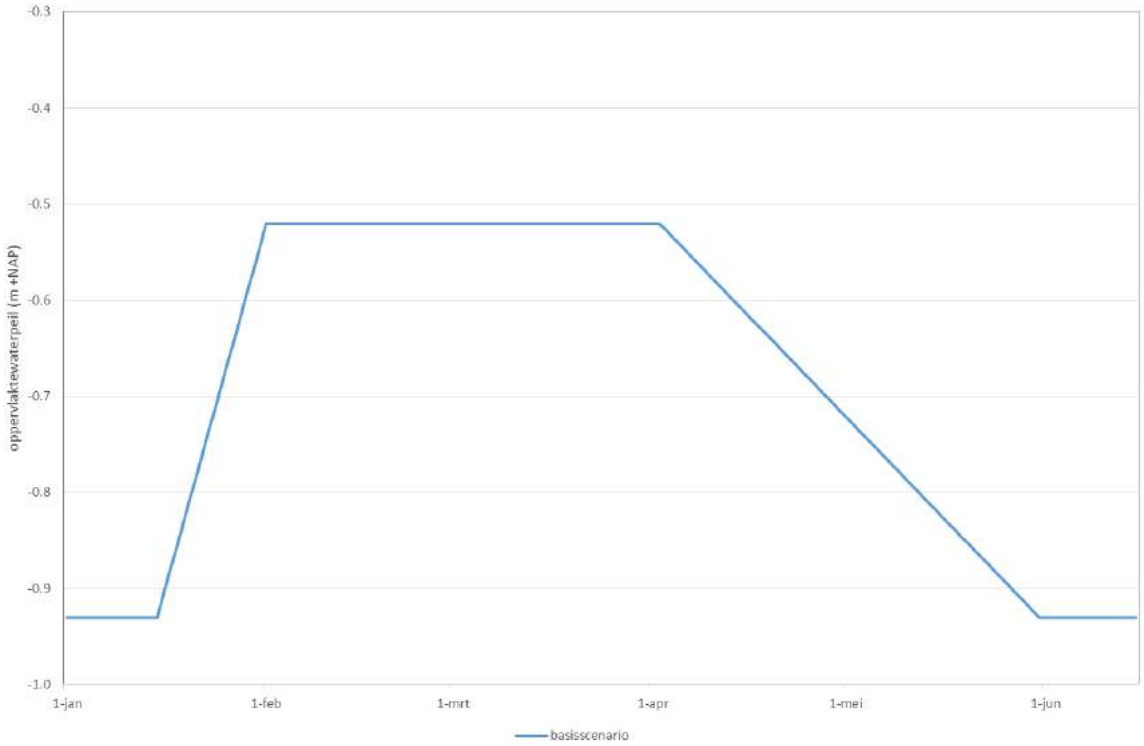
Door het ontbreken van gedetailleerde concentraties in de dwarsprofielen is hier eerst een concentratie berekend voor de huidige situatie. Om eventuele effecten ook inzichtelijk te maken, is vervolgens gedurende tien jaar het peil gefluctueerd. Een kortere periode geeft naar verwachting te weinig inzicht in de effecten.

Het vertalen van chloride concentraties in het grondwater naar chloride concentraties in het oppervlaktewater is niet mogelijk aangezien deze mede bepaald worden door de weerstand in de watergangen (de uiteindelijke kwelflux naar de sloot) en de doorspoeling van het oppervlaktewatersysteem. Onbekend is namelijk hoe snel/vaak het oppervlaktewatersysteem doorspoeld wordt en welke concentratie in het ‘spoelwater’ aanwezig is.

[3] Fluxen: geeft de hoeveelheid water aan die per tijdseenheid door een oppervlak stroomt.

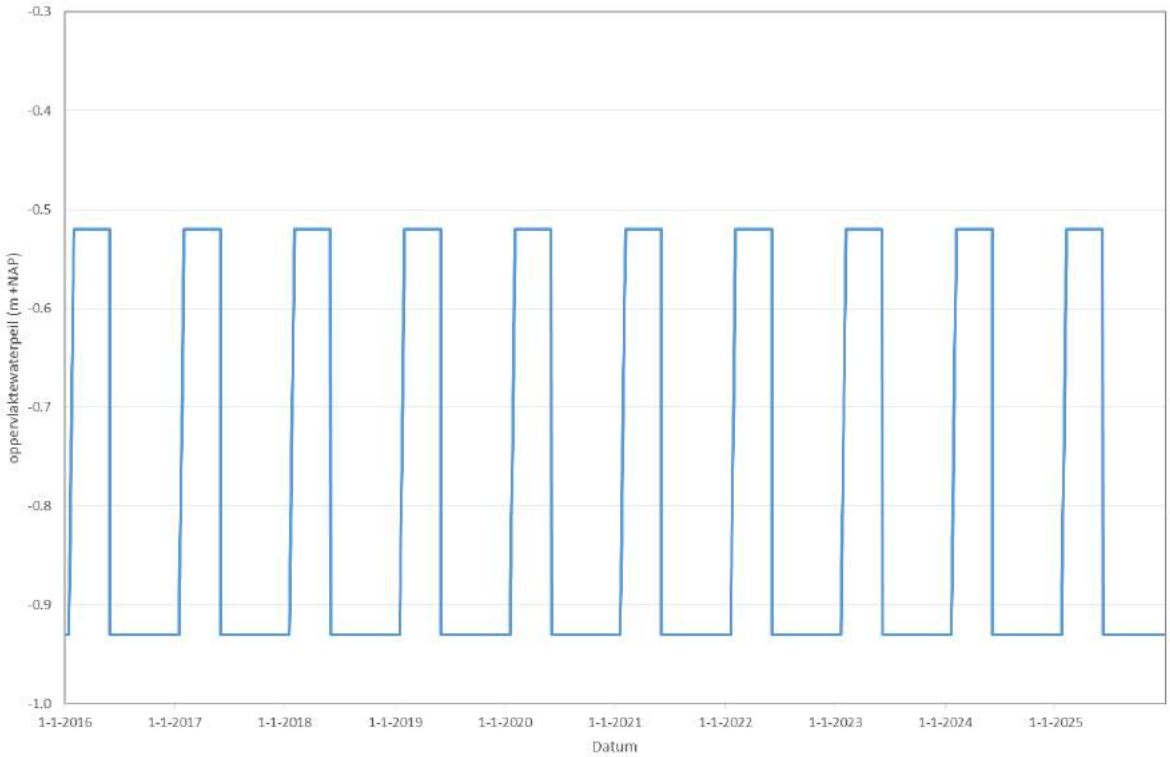
## 3.5 Basisscenario en varianten

Zoals aangegeven wordt het peil in het Lauwersmeer vanaf half januari tijdelijk opgezet tot NAP -0,52 m. Het peilopzetten duurt circa twee weken totdat het gewenst peil bereikt is. Dit peil wordt gedurende circa negen weken instant gehouden, waarna het peil weer uitzakt tot een streefpeil van NAP -0,93 m (na circa twintig weken). Dit wordt het basisscenario genoemd. In figuur 3.2 is het peilopzet grafisch weergegeven.




*Figuur 3.2: Basisscenario peilopzet*

Voor de berekening van de kwaliteit met CTRAN/W is dit peilopzet jaarlijks herhaald gedurende tien jaar. De gebruikte oppervlaktewaterpeilen zijn in figuur 3.3 weergeven.

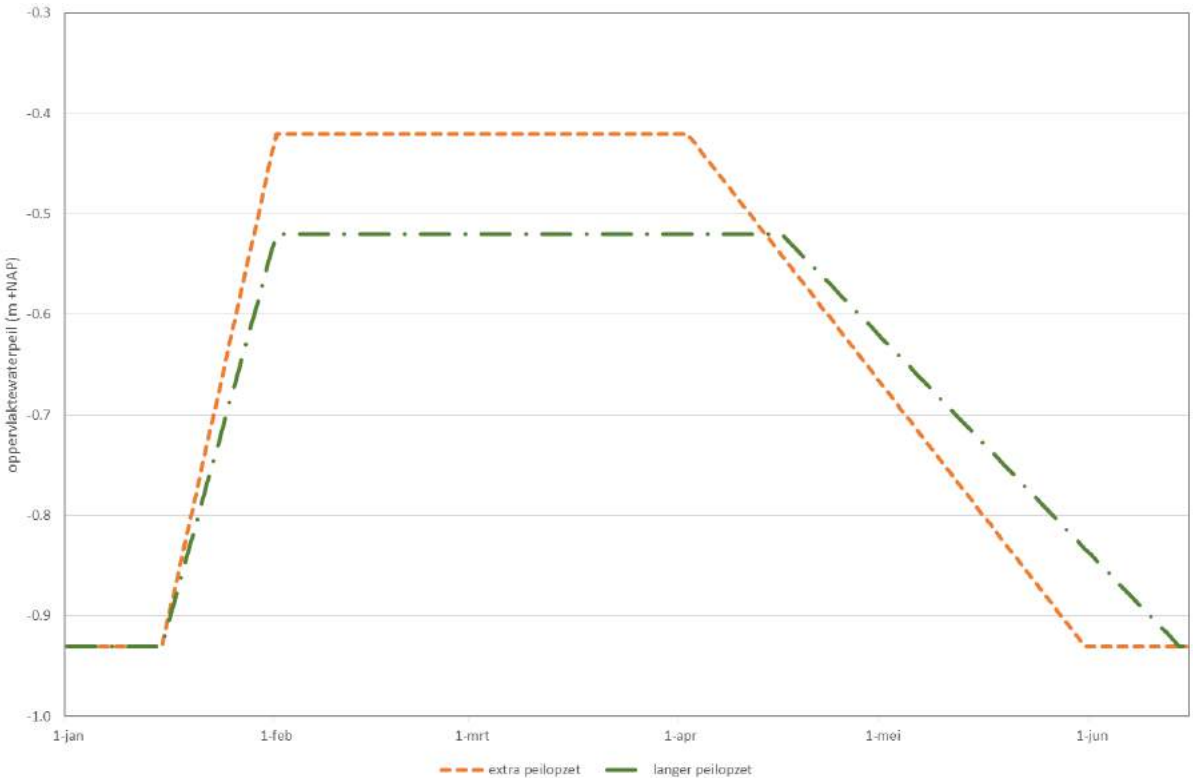



*Figuur 3.3: Basisscenario peilopzet CTRAN/W*

**Varianten**
Om de gevoeligheid van de uitkomsten inzichtelijk te maken, is een tweetal varianten opgenomen. In beide varianten duurt het opzetten van het peil circa twee weken. De volgende varianten zijn onderscheiden:

- variant 1: extra peilopzet van 0,1 m, NAP -0,42 m (verhoogd peil negen weken, totaal 20 weken);
- variant 2: twee weken langere peilopzet tot NAP -0,52 m (verhoogd peil elf weken, totaal 22 weken).

In figuur 3.4 zijn de oppervlaktewaterpeilen van de varianten grafisch weergegeven, zoals ze in de berekeningen opgenomen zijn.




*Figuur 3.4: grafische weergave varianten peilopzet*

Onderstaand zijn de twee varianten nader toegelicht. De varianten variëren, ten opzichte van het scenario, enkel in waterpeil en de tijdsperiode van de peilopzet in het Lauwersmeer. De overige invoerparameters zijn identiek in alle berekeningen.
Opgemerkt wordt dat er voor gekozen is om geen varianten op te nemen met gewijzigde bodemparameters ondanks de onzekerheid in doorlaatfactoren. Er is voornamelijk gekeken naar relatieve effecten in plaats van absolute waarden.

*Variant 1: Extra peilopzet van 0,1 meter*
Het Lauwersmeer staat in verbinding met het watersysteem van de stroomgebieden die afwateren op het Lauwersmeer. Door de peilopzet tot NAP -0,52 m in het Lauwersmeer is het watersysteem in de achterliggende stroomgebieden aan een grote verandering onderhevig. Naast het basisscenario wordt in variant 1 inzicht verkregen in de gevoeligheid door de peilverhoging 0,1 m hoger op te zetten tot NAP -0,42 m. Het peil is gedurende circa negen weken op een peil van NAP -0,42 m.

De effecten van de variant worden vergeleken met de effecten van het basisscenario.

*Variant 2: Peilopzet gedurende een lange periode*
Voor de proef wordt tijdelijk het waterpeil opgezet. Om de langdurige effecten te bepalen is voor deze variant uitgegaan dat het peil gedurende elf weken NAP -0,52 m bedraagt. Hierbij is geen rekening gehouden met het tussentijds uit te laten zakken ten behoeve van vismigratie.

# 4 Robbengat/Lauwersoog

## 4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de modelresultaten van SEEP/W en CTRAN/W beschreven voor het dwarsprofiel Robbengat. De geohydrologische effecten worden als eerste beschreven, waarna de invloed op het zout beschreven wordt. Hieraan voorafgaand zijn de uitgangspunten voor dit dwarsprofiel weergegeven

## 4.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp

Het geohydrologische profiel van het Nieuwe Robbengat is berekend vanaf het Oude Robbengat, richting het noorden. Het profiel loopt vanaf het Oude Robbengat over de Ballastplaat naar het Nieuwe Robbengat en vervolgens via Lauwersoog naar de Waddenzee. De lengte van het profiel is circa 4,5 km. Doordat het profiel aan de zuidkant wordt begrensd door het Lauwersmeer en aan de noordkant door de Waddenzee, liggen de randvoorwaarden vast en is het profiel korter dan driemaal de spreidingslengte. In bijlage 4 is het dwarsprofiel opgenomen.

*Geohydrologie*

De geohydrologische parameters staan vermeld in tabel 2.1. Voor de deklaag is een horizontale doorlaatfactor aangehouden van 1,48 m/d en een verticale doorlaatfactor van 0,16 m/d. Deze waarden zijn gebaseerd op MIPWA 3.0.

*Oppervlaktewater*

In het dwarsprofiel zijn het Oude en Nieuwe Robbengat opgenomen als oppervlaktewater. In het onderzoek krijgen deze oppervlaktewateren een variërend tijdsafhankelijk peil, gebaseerd op betreffend scenario en varianten. Het bodempeil van deze oppervlaktewateren is afgeleid van de beschikbaar gestelde data door provincie Groningen en Waterschap Noorderzijlvest. De Waddenzee is de noordelijke begrenzing van het model. De zee is gemodelleerd als een gemiddeld vast waterpeil van NAP 0,00 m. Direct ten zuiden van de Waddenzee liggen zoute kwelders. Deze zijn als vrije oppervlaktewateren gemodelleerd (geen vast waterpeil of andere randvoorwaarden).

*Randvoorwaarden*

De bovenzijde van het model is begrensd als oppervlaktewater of als een zone met neerslag. Voor stedelijk gebied (Lauwersoog en recreatiepark Suyderoogh) is uitgegaan van een neerslagoverschot van 0,4 mm/dag. Voor landelijk gebied is gerekend met 0,8 mm/dag. Drainagemiddelen zijn niet aanwezig in de natuurgebieden en daarom niet gemodelleerd.

De zuidgrens van het grondwatermodel wordt gevormd door het Oude Robbengat. Het peil in het Oude Robbengat varieert, afhankelijk van de varianten. De stijghoogte in de ondergrond zijn bepaald op basis van gemiddelde stijghoogten in de watervoerende pakketen uit het digitale archief van TNO (www.dinoloket.nl) en berekeningsresultaten vanuit MIPWA. Deze zijn als vaste randvoorwaarden opgelegd. De noordgrens wordt gevormd door de Waddenzee (het gemiddeld peil bedraagt NAP 0,00 m).

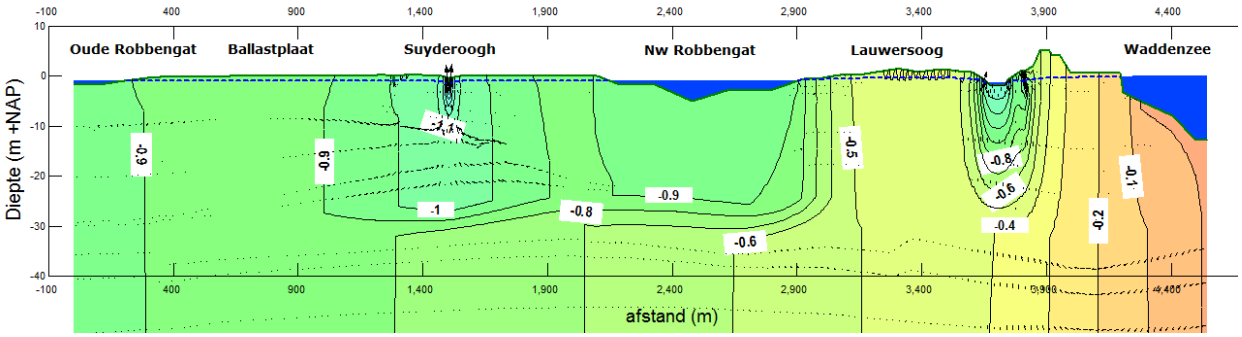
Het peil in de Oude Robbengaten en Nieuwe Robbengat varieert afhankelijk van het scenario van NAP -0,93 m tot NAP -0,42 m (variant 1).

Het oppervlaktewaterpeil in het recreatiepark Suyderoogh bedraagt NAP -1,07 m. In het centrale deel is het oppervlaktewaterpeil nog lager: NAP -1,77 m (zie ook figuur 2.6).

## 4.3 Huidige situatie

Op basis van de modelberekeningen blijkt dat zowel het Oude als Nieuwe Robbengat een drainerende werking hebben. Het neerslagoverschot ter plaatse van Lauwersoog, Suyderoogh en Ballastplaat infiltreert en stroomt richting Oude en Nieuwe Robbengat. Vanuit de Waddenzee (peil NAP 0,00 m) stroomt het grondwater richting Nieuwe Robbengat (peil NAP -0,93 m). Lokaal kan het neerslag overschot deels afgevoerd worden door aanwezige watergangen.

Figuur 4.1 geeft de berekende grondwaterstand van de stationaire basis situatie. De linkerzijde is het Oude Robbengat, de watergang in het midden is het Nieuwe Robbengat en de rechterzijde is de Waddenzee.




*Figuur 4.1 Stijghoogte huidige situatie (m +NAP)*

Met het grondwatermodel is de kwelflux rondom het Oude en Nieuwe Robbengat berekend. Als gevolg van de peilwijziging wordt verwacht dat de kwel (tijdelijk) zal veranderen. Het model heeft een kwelflux voor de huidige situatie berekend van 0,05 m/dag nabij het Oude Robbengat en 0,25 m/dag bij het Nieuwe Robbengat. Bij het recreatiepark Suyderoogh treedt een aanzienlijke kwel op.

In de navolgende scenario's en varianten wordt specifiek ingegaan op de optredende effecten nabij de volgende drie locaties:

- grondwaterstanden Ballastplaat, op 100 m vanaf het Oude Robbengat;
- grondwaterstanden recreatiepark Suyderoogh, op 400 m vanaf het Nieuwe Robbengat;
- grondwaterstanden Lauwersoog, op 200 m vanaf het Nieuwe Robbengat.

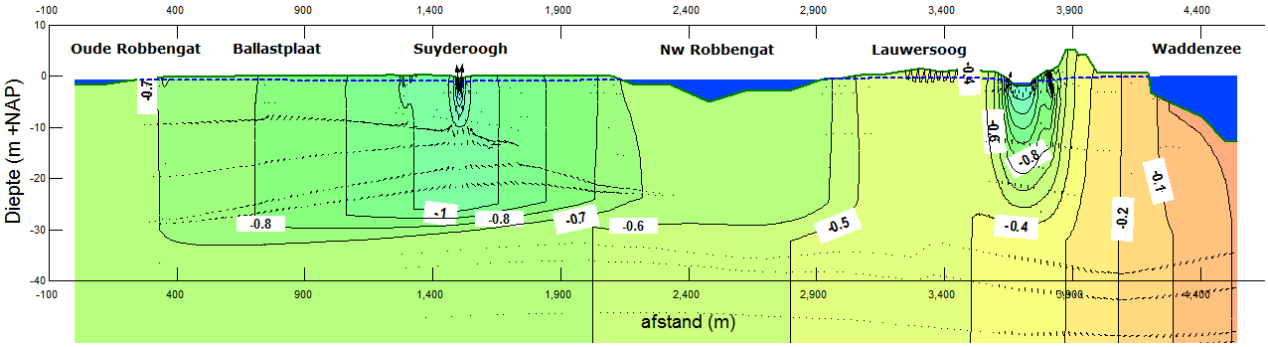
## 4.4 Basisscenario peilopzet

### *4.4.1 Geohydrologische effecten*

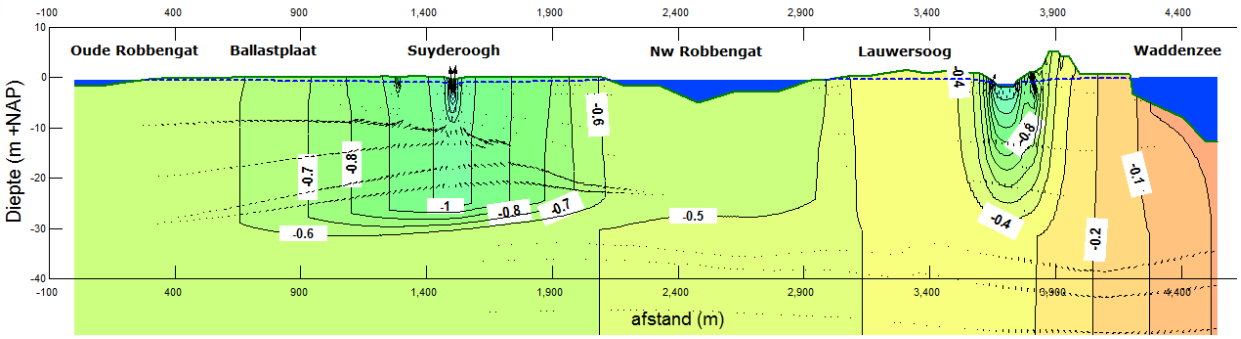
Ten gevolge van het verhogen van het waterpeil in het Lauwersmeer, nemen de grondwaterstanden in de directe nabijheid van het meer eveneens toe. Het grondwater reageert vertraagd, de waterstanden rondom het Lauwersmeer stijgen vrijwel direct. Hoe groter de afstand tot het Lauwersmeer, hoe trager het systeem reageert en hoe groter de demping is (kleinere grondwaterstandstijging).

Door de verhoging van het waterpeil in het Lauwersmeer neemt de kwel in het Oude en Nieuwe Robbengat af als gevolg van 'tegendruk'. Het peil in omliggende poldergebieden blijft gelijk waardoor er meer kwel landinwaarts optreedt, vanuit het Lauwersmeer. Doordat het peil in het Lauwersmeer weer daalt, zullen de grondwaterstanden en de kwelflux rondom het Lauwersmeer ook weer afnemen in de tijd tot 'normale' waarden.

In figuur 4.2 staan de grondwaterstanden weergegeven, na twee weken (moment waarop maximaal peil bereikt is, figuur 4.2a) en na elf weken (moment waarop het oppervlaktewaterpeil weer daalt, figuur 4.2b). Op het moment dat het maximaal peil bereikt wordt, is er nauwelijks weinig verschil met de huidige situatie. Dit kan verklaard worden doordat de poriën eerst gevuld worden.



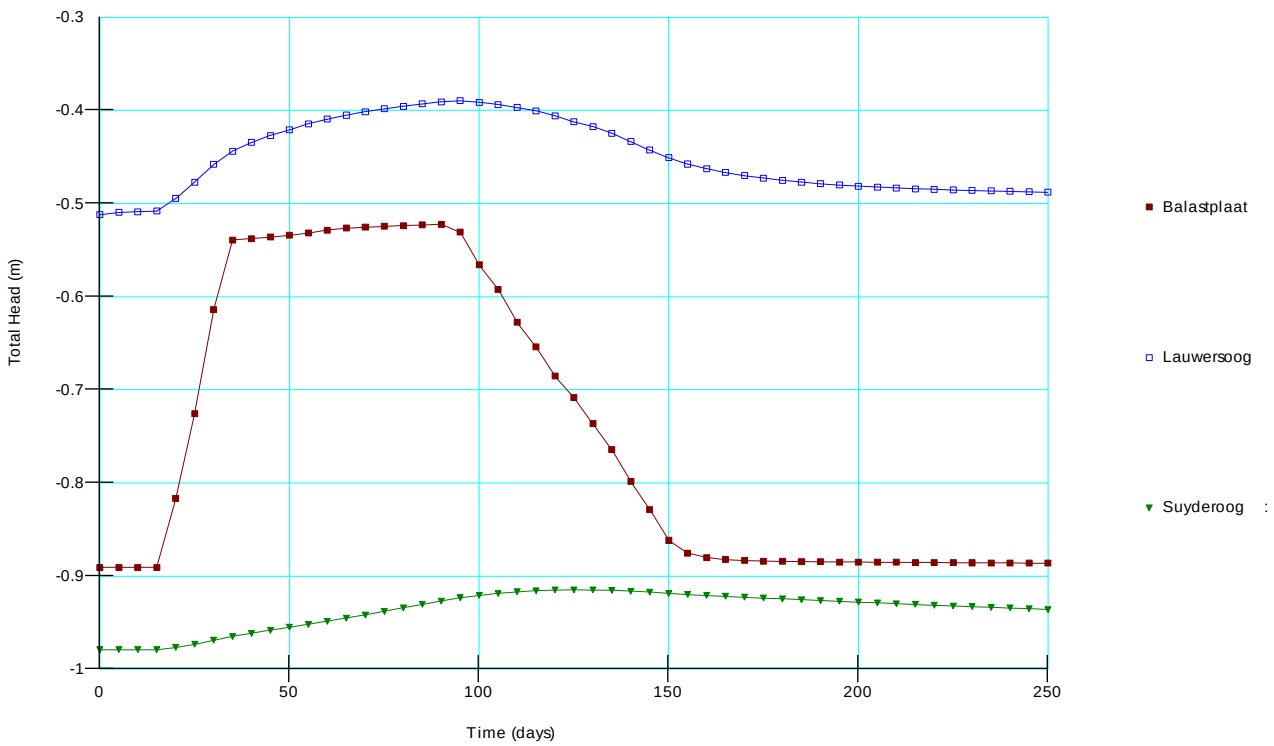

*Figuur 4.2a* *Grondwaterstand tijdens piek standaard peilopzet Lauwersmeer (twee weken na begin peilopzetten)*




*Figuur 4.2b* *Grondwaterstand tijdens standaard peilopzet op einde peilopzet (circa elf weken na aanvang )*

De stijghoogte per tijdstap ter plaatse van een drietal locaties is berekend om de stijghoogteverloop weer te gegeven (zie figuur 4.3). De volgende locaties zijn beschouwd:

- Ballastplaat, op 100 m vanaf het Oude Robbengat;
- Recreatiepark Suyderoogh, op 400 m vanaf het Nieuwe Robbengat;
- Lauwersoog, op 200 m vanaf het Nieuwe Robbengat.




*Figuur 4.3 Stijghoogteverloop gedurende de tijd*

Ballastplaat is dichtbij het Lauwersmeer gesitueerd. Hierdoor is het effect hier het grootst. De stijghoogte neemt met circa 0,37 m toe. Hierdoor neemt de ontwatering tijdelijk af van circa 0,6 m-mv à 0,7 m -mv tot circa 0,4 m –mv.
Bij het recreatiepark Suyderoogh is het effect geringer door de het peilbeheer ter plaatse van het recreatiepark. De toename bedraagt maximaal 0,06 m. De stijghoogte bij Lauwersoog neemt tijdelijk toe met 0,12 m. Hierdoor neemt de ontwaterginsdiepte af van circa 0,8 m-mv tot 0,7 m –mv (uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +0,3 m à NAP +0,35 m). De stijghoogten nemen daarna als gevolg van de afname van het peil weer af tot normale waarden.

De maximale afname van kweldruk, is op het moment dat de peilopzet haar piek bereikt (zie ook figuur 4.3). De berekende flux in het Oude Robbengat gaat terug tot 0,0026 m/dag, een reductie van 94%[4]. De kwel in het Nieuwe Robbengat is berekend op 0,0082 m/dag, een reductie van 98%. Deze reductie is dus slechts gedurende één dag waarna de fluxen weer toenemen.

Bij recreatiepark Suyderoogh neemt de kwel als gevolg van het peilopzet toe tot 0,54 m/dag (toename van 65%). In tabel 4.1 is de afname van de fluxen samengevat.

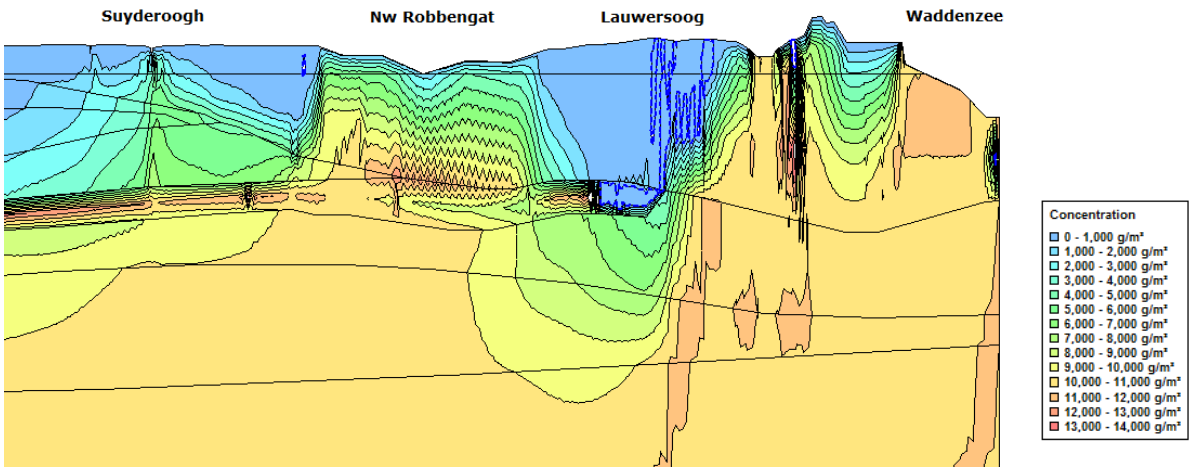
***Tabel 4.1: maximale toename fluxen basisscenario***

| | Oude Robbengat | Suyderoogh | Nw Robbengat |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,046 | 0,329 | 0,249 |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 | 0,003 | 0,545 | 0,008 |
| Verschil% | -94 | 99 | -97 |

[4] Reductie is berekend door het verschil in flux te delen door de kwelflux in huidige situatie

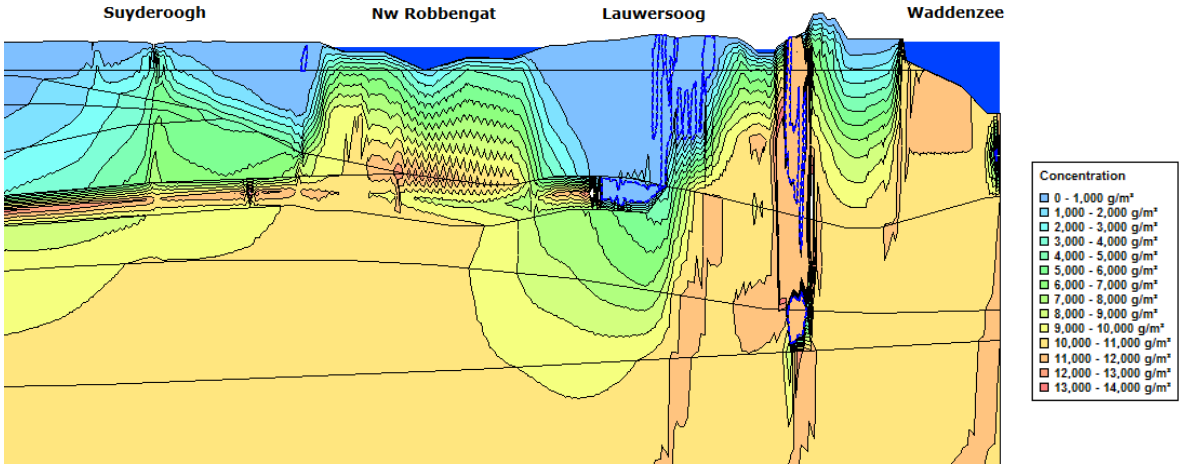
### 4.4.2 Invloed zoet/zout

Vanuit de Waddenzee is een grondwaterstroming richting Lauwersmeer, waarbij het water opkwelt in het Lauwersmeer. Tussen Ballastplaat en Suyderoogh infiltreert neerslag dat ondergronds afstroomt richting Lauwersmeer. Zout water stroomt dus vanuit de Waddenzee naar het Lauwersmeer en relatief zoetwater (neerslag) infiltreert vanaf het maaiveld (zie ook paragraaf 4.4.1).



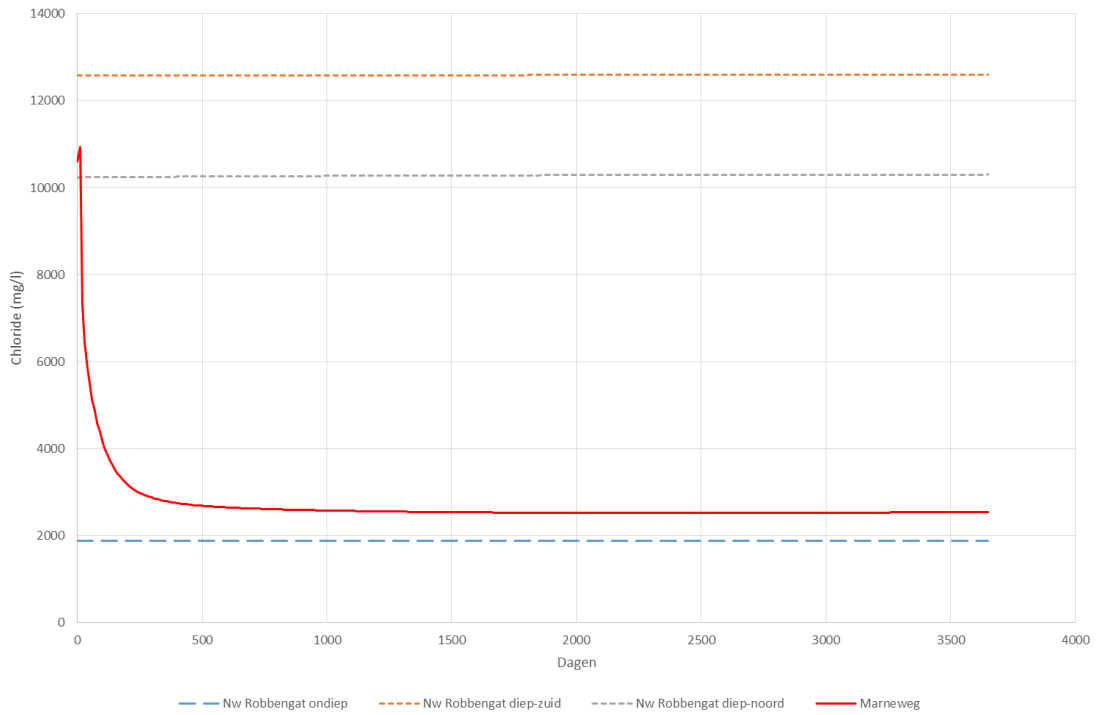

*Figuur 4.4: Verspreiding chloride Robbengat*

In figuur 4.4 is onder het Nieuwe Robbengat een ‘upconing’ van zoutwater zichtbaar. De kwel neemt af door het peilopzet, waardoor aanvoer van zoutwater tegen wordt gegaan. In figuur 4.5 is de zoutconcentraties weergegeven na tien jaar wisseling van oppervlaktewaterpeil.




*Figuur 4.5: berekende concentraties chloride na tien jaar*

Als de concentraties op een aantal punten worden berekend in de tijd, is duidelijk zichtbaar dat de concentratie aan chloride, nabij de Marneweg, afneemt (zie figuur 4.6). Dit is het gevolg van de hogere peilen in het Lauwersmeer, waardoor er minder zout vanuit het Waddengebied binnen kan stromen en nabij bij de zeedijk opkwelt.



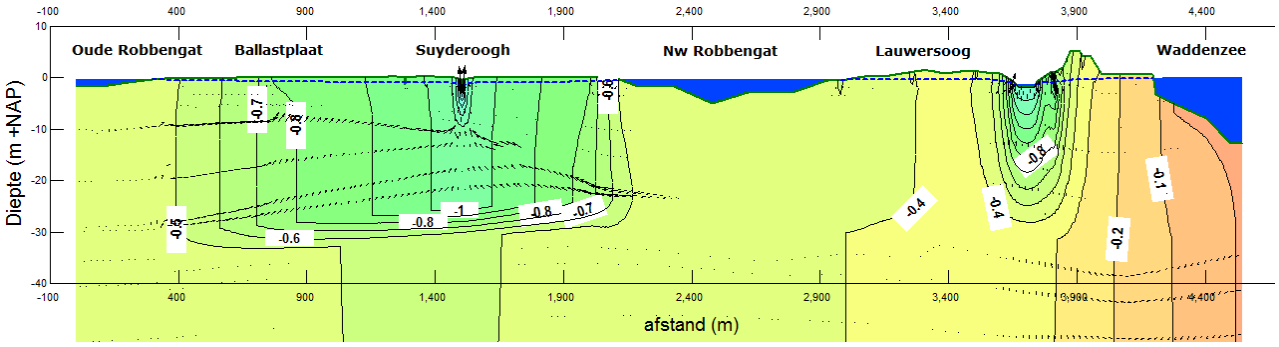

*Figuur 4.6: Berekende chlorideconcentraties*

Uit figuur 4.6 blijkt duidelijk dat de concentratie aan chloride afneemt in de kwelsloot, nabij de Waddenzeedijk/-haven. Dit kan verklaard worden doordat het hogere peil in het Lauwersmeer zorgt voor meer kwel vanuit het Lauwersmeer in de kwelsloot. Hierdoor stroomt grondwater met relatief lage chloride concentraties richting de kwelsloot.

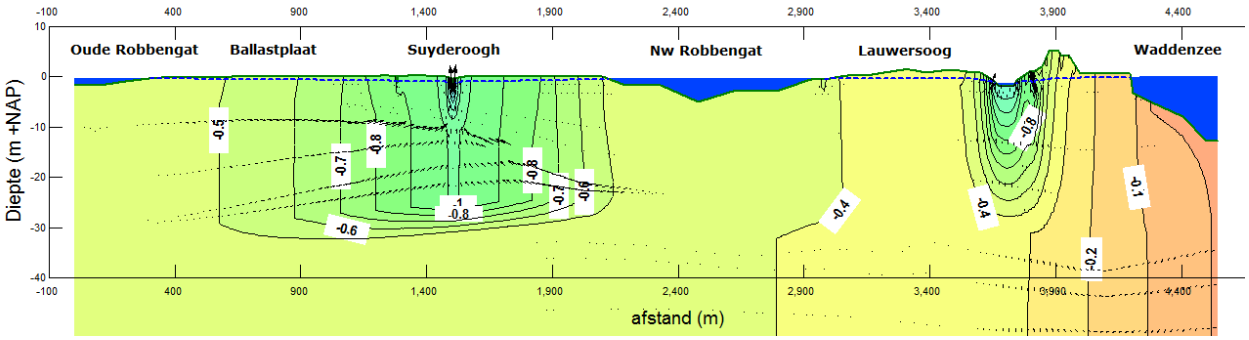
De overige grondwaterstromen veranderen niet veel waardoor de concentraties aan chloride gelijk blijven.

## 4.5 Variant 1: extra peilopzet

De extra peilopzet tot NAP -0,42 m zorgt voor een tijdelijke verhoging van de grondwaterstanden in de directe nabijheid van de waterlopen. Deze is iets groter dan in de standaard voorgenomen peilopzet van NAP -0,52 m. In figuur 4.7 is de grondwaterstand weergegeven na vijftien dagen (moment waarop maximaal peil bereikt is, figuur 4.7a) en na tachtig dagen (moment waarop het oppervlaktewaterpeil weer daalt, figuur 4.7b).

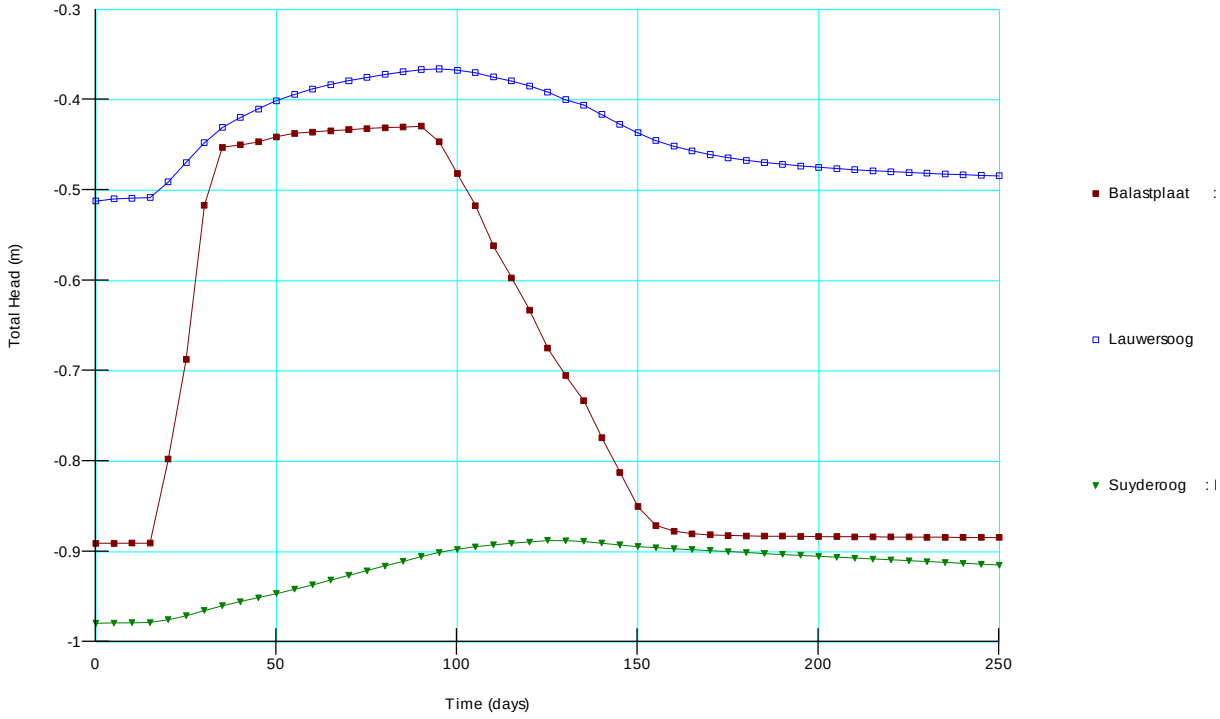



*Figuur 4.7a variant 1: Grondwaterstand na bereiken maximale peilopzet Lauwersmeer (15 dagen)*




*Figuur 4.7b Variant 1: Grondwaterstand op moment van verlagen peil (80 dagen)*

Figuur 4.8 geeft de stijghoogteveranderingen gedurende de tijd weer ter plaatse van Ballastplaat, recreatiepark Suyderoogh en Lauwersoog.




*Figuur 4.8 Stijghoogteverloop in de tijd*

De grondwaterstand ter plaatse van de Ballastplaat neemt met 0,47 m toe, ter plaatse van Suyderoogh is de toename circa 0,09 m. De toename bij Lauwersoog bedraagt maximaal circa 0,14 m.

Ten opzichte van het scenario (paragraaf 4.4), neemt de kwel in het Lauwersmeer verder af door het hogere peil in het Lauwersmeer. De kwel ter plaatse van recreatiepark Suyderoogh neemt toe. In tabel 4.2 zijn de maximale kwelfluxen weergegeven.

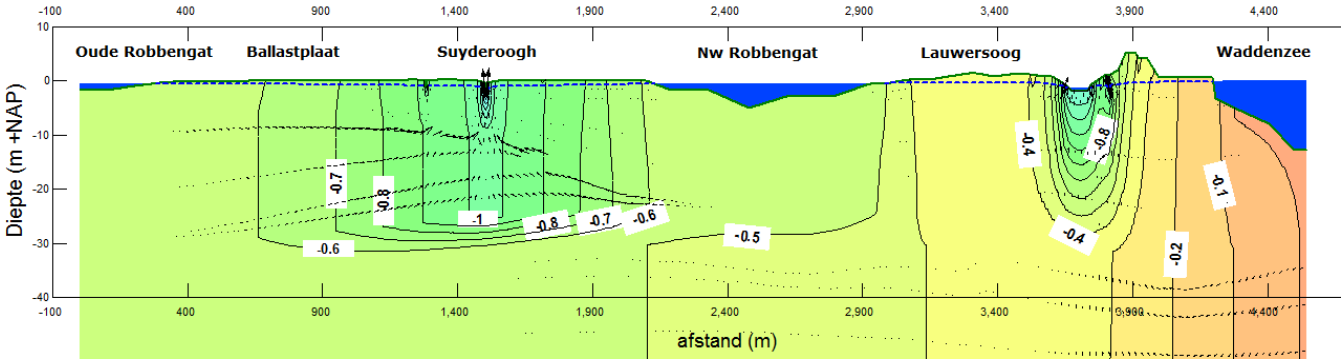
***Tabel 4.2: maximale kwelfluxen bij variant 1***

| | Oude Robbengat | Suyderoogh | Nw Robbengat |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,046 | 0,329 | 0,249 |
| Variant 1 peilopzet NAP -0,42 m | 0,001 | 0,613 | 0,002 |
| Verschil (%) | -99 | 86 | -99 |

Een hoger peilopzet, zal bij de Marneweg leiden tot meer kwel/zoutuitstroom, waardoor het oppervlaktewater rondom het Lauwersmeer brakker wordt.

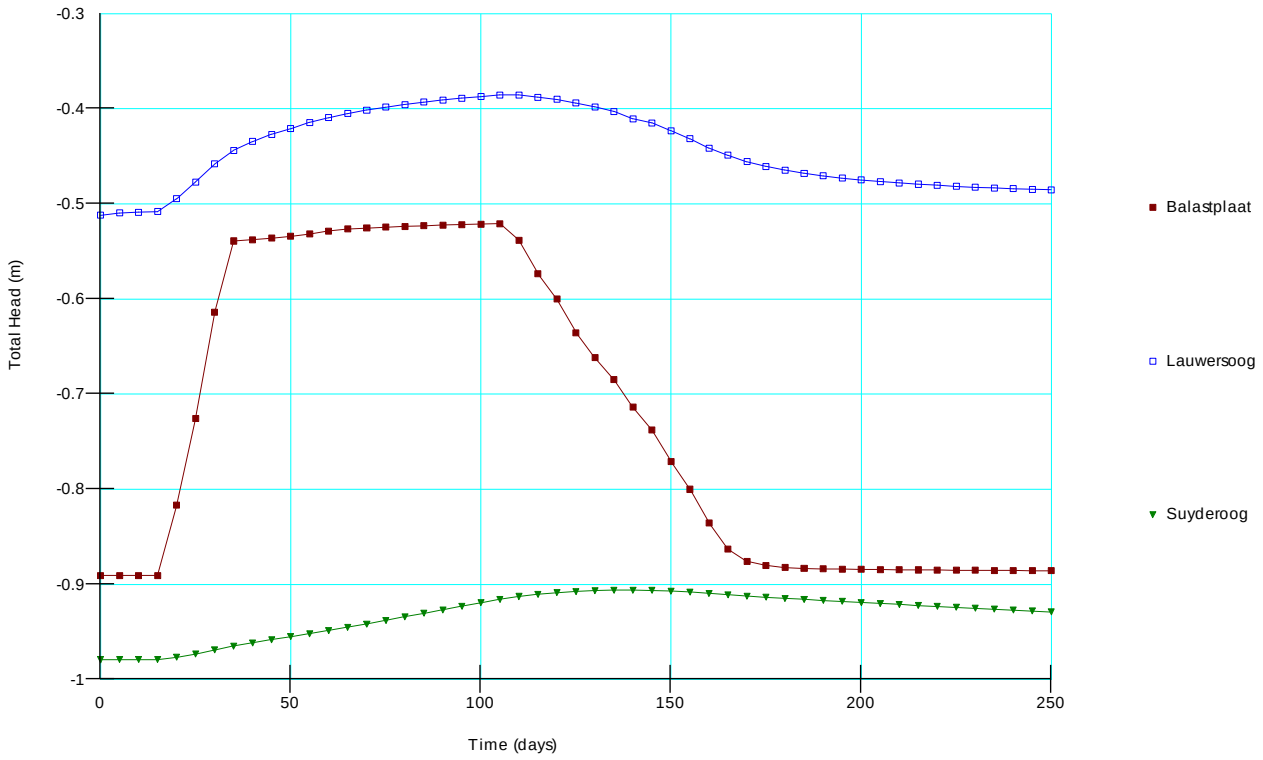
## 4.6 Variant 2: langere peilopzet

In deze variant wordt het peilopzet voor een periode van tien weken aangehouden. Door de langere peilopzet heeft het grondwater meer tijd om een nieuw evenwicht te vinden. De resultaten van de peilopzet zijn voor de eerste vijftien dagen gelijk aan de berekeningen uit het eerste scenario, het peil wordt opgezet in vijftien dagen in beide varianten. De langere duur van het peilopzet zorgen voor een grotere toename van de grondwaterstanden in de omgeving. In figuur 4.9 is de grondwaterstand weergegeven na twaalf weken na peilopzet (einde periode peilopzet).




*Figuur 4.9 Grondwaterstand na 93 dagen peilopzet (einde peilopzet)*

Figuur 4.10 geeft het verloop van de grondwaterstand op de drie beschouwde locaties weergegeven in de tijd.




*Figuur 4.10 Verloop grondwaterstand in de tijd*

De maximale toename van de grondwaterstand ter plaatse van de Ballastplaat is nagenoeg gelijk aan een kort durige peilopzet, namelijk 0,37 m. Het punt ligt vlakbij het Oude Robbengat, hierdoor reageert de grondwaterstand vrijwel direct op een peilverandering in het Lauwersmeer. Nabij Suyderoogh neemt de stijghoogte maximaal 0,07 m toe terwijl de stijghoogte bij Lauwersoog toeneemt met maximaal 0,13 m.

Ten gevolge van de langere peilopzet en de tijd die het grondwater heeft om een natuurlijk evenwicht te vinden, neemt de kwel in het Lauwersmeer na verloop van tijd toe. De kwel blijft minder groot ten opzichte van het standaard waterpeil.

***Tabel 4.3: maximale kwelflux variant 2***

| | Oude Robbengat | Suyderoogh | Nw Robbengat |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0.046 | 0.329 | 0.249 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | 0.019 | 0.573 | 0.015 |
| Verschil (%) | -59 | 74 | -94 |

Een langere peilopzet zal op den duur ertoe leiden dat minder zoutwater vanuit de Waddenzee landinwaarts stroomt. Dit water zal daarom dichterbij de Marenweg opkwellen waardoor het oppervlaktewater hier zouter worden. Tussen de Oude Robbengat en Nieuwe Robbengat zal het grondwaterpeil stijgen. Door het ontbreken van streefpeilen in het gebied tussen de Oude Robbengat en Nieuwe Robbengat zal er geen toename aan kwel optreden.

## 4.7 Samenvatting effecten Robbengat

Uit de modelresultaten blijkt dat de effecten van de peilopzet lokaal van aard zijn. Men kan een verhoging van de grondwaterstand verwachten die oploopt tot maximaal 0,37 m bij Ballastplaat (basisscenario). Hierdoor komt de grondwaterstand op circa 0,3 m –mv (normaal circa 0,6 m –mv à 0,7 m -mv). De tijdelijk peilopzet heeft als gevolg dat de kwel in het Lauwersmeer tijdelijk afneemt. De kwel verplaatst zich dan meer naar de aanwezige watergangen bij Suyderoogh. Doordat hier een vast peil gehanteerd wordt is het effect op de stijghoogte gering.

Bij Lauwersoog neemt de ontwateringsdiepte af van 0,7 m –mv (nabij camping Lauwersoog) à 1,4 m –mv (Robbenoort) tot 0,6 m –mv à 1,3 m –mv.

De verwachting is dat de toename van kwel geen grondwateroverlast veroorzaakt voor de infrastructuur. Kritische bebouwing, zoals eventuele kelders in Lauwersoog, kunnen wel hinder ondervinden van deze toename. Met name als de kelder in de huidige situatie net boven de grondwaterstand is aangelegd en geen waterdichte vloer heeft, kan een peilopzet overlast veroorzaken. Gegevens over aanwezige kelders en het wel of niet aanwezig zijn van waterdichte vloeren zijn niet bekend.

***Tabel 4.4: maaiveld, grondwaterstand en verhogingen grondwaterstand***

| | Maaiveld (m +NAP) | Natuurlijke grondwaterstand (m +NAP) | Maximale verhogingen grondwaterstand | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peilopzet tot NAP -0,52 m | Peilopzet tot NAP -0,42 m | Langdurige peilopzet |
| Ballastplaat, op 100 m vanaf het Oude Robbengat | -0,05 tot -03 | -0,9 à -0,8 | 0,37 | 0,47 | 0,37 |
| Recreatiepark Suyderoogh, op 400 m vanaf het Nieuwe Robbengat | 0,2 | -1,0 | 0,06 | 0,09 | 0,07 |
| Lauwersoog, op 200 m vanaf het Nieuwe Robbengat | 0,30 à 0,9 | -0,4 à -0,5 | 0,12 | 0,14 | 0,13 |

Als gevolg van de peilopzet zal zout water vanuit het Waddengebied minder makkelijk landinwaarts stromen. Hierdoor zal er langs de Marneweg meer water opkwellen, dit zal leiden tot verzilting van het oppervlaktewater.

# 5 Marnewaard

## 5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de modelresultaten van SEEP/W en CTRAN/W beschreven voor het dwarsprofiel Marnewaard. Dit profiel loopt vanaf het Oude Robbengat in noordoostelijke richting door het Marnewaard tot in de Waddenzee. Eerst wordt ingegaan op de geohydrologische effecten, waarna de invloed op het zout beschreven wordt. Hieraan voorafgaand zijn de uitgangspunten voor dit dwarsprofiel weergegeven.

## 5.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Marnewaard

Het geohydrologische profiel ligt ten noordoosten van het Lauwersmeer en loopt vanaf het Oude Robbengat, richting het noordoosten. Het profiel loopt via het Marnebos naar de Waddenzee. De lengte van het profiel is circa 5,2 km lang.

*Geohydrologie*

De geohydrologische parameters staan vermeld in tabel 2.1. Voor de deklaag is een horizontale doorlaatfactor aangehouden van 0,71 m/d en een verticale doorlaatfactor van 0,03 m/d. Deze waarden zijn gebaseerd op gegevens uit MIPWA 3.0.

*Oppervlaktewater*

In het dwarsprofiel zijn het Oude Robbengat, watergang ten zuidwesten van Strandweg (NL.TOP10NL.111076921), watergang langs N361 (NL.TOP10NL.111048994), het Marnebos en kwelsloot nabij Waddenzeedijk (NL.TOP10NL.111087880) opgenomen als groot oppervlaktewater. In het onderzoek krijgen deze oppervlaktewateren een variërend tijdsafhankelijk peil, gebaseerd op het betreffende scenario en variant. Het bodempeil van het oppervlaktewater is afgeleid van de beschikbaar gestelde data door de provincie Groningen en Waterschap Noorderzijlvest. Ter plaatse van de watergang langs de N361, het Marnebos en de watergang nabij de Waddenzee is een zomer- en winterpeil van NAP -2,65 m opgegeven. De Waddenzee is de noordelijke begrenzing van het model. De zee is gemodelleerd als een gemiddeld vast waterpeil van NAP 0,00 m.

*Randvoorwaarden*

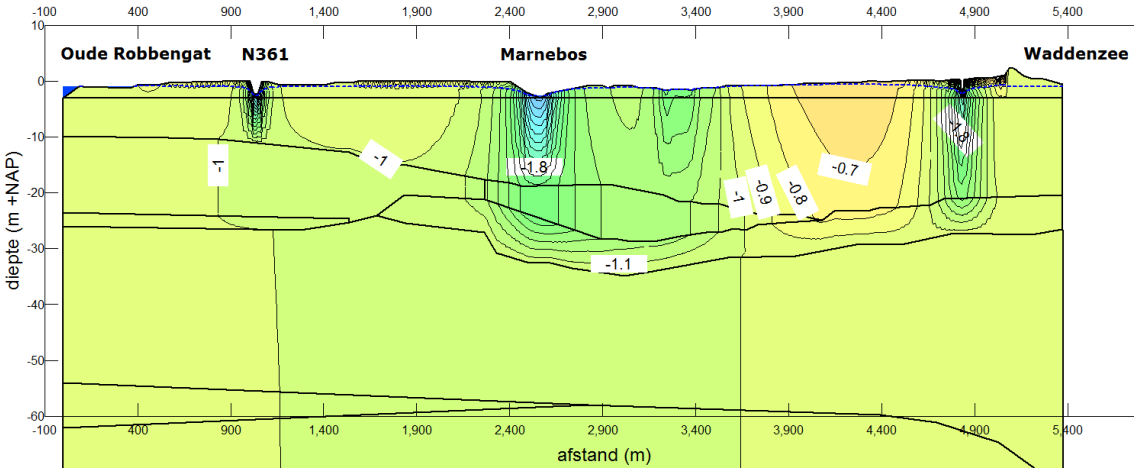
De grenzen aan de zuidzijde (Oude Robbengat) en noordzijde (Waddenzee) zijn opgelegd als vaste stijghoogte. Het Oude Robbengat heeft een stijghoogte van NAP -0,93 m in de basissituatie en varieert afhankelijk van het scenario/ de variant. De Waddenzee heeft in het grondwatermodel een constant waterpeil van NAP 0,00 m (gemiddeld peil in de Waddenzee).

De bovenzijde van het model is begrensd als oppervlaktewater of als een zone met neerslag. Voor landelijk gebied is gerekend met een neerslag van 0,8 mm/dag. Drainagemiddelen zijn niet aanwezig in de natuurgebieden en daarom ook niet opgenomen in het grondwatermodel.

## 5.3 Huidige situatie

Op basis van de modelberekeningen blijkt dat de watergangen in Marnewaard een sterk drainerende werking hebben op de omgeving. Dit wordt vooral veroorzaakt door het lage zomer- en winterpeil in het gebied (NAP -2,65 m). Het neerslagoverschot en kwel wordt door de aanwezige watergangen afgevoerd. Er treedt geen kwel op aan het maaiveld alleen in de watergangen.

In figuur 5.1 is de berekende grondwaterstand weergegeven van de stationaire basissituatie, ter plaatse van de watergang nabij de N361.




*Figuur 5.1: Huidige situatie*

Met het model is de kwelflux rondom de watergangen berekend. Met name de zuidwestelijke watergang staat naar verwachting onder invloed van het peilopzet, zodat hier een verandering in kwelflux wordt verwacht. De verwachting is dat de verandering in kwelflux rondom de overige watergangen, door de peilopzet, te verwaarlozen is. In de volgende paragrafen is dit geverifieerd.

## 5.4 Basisscenario peilopzet

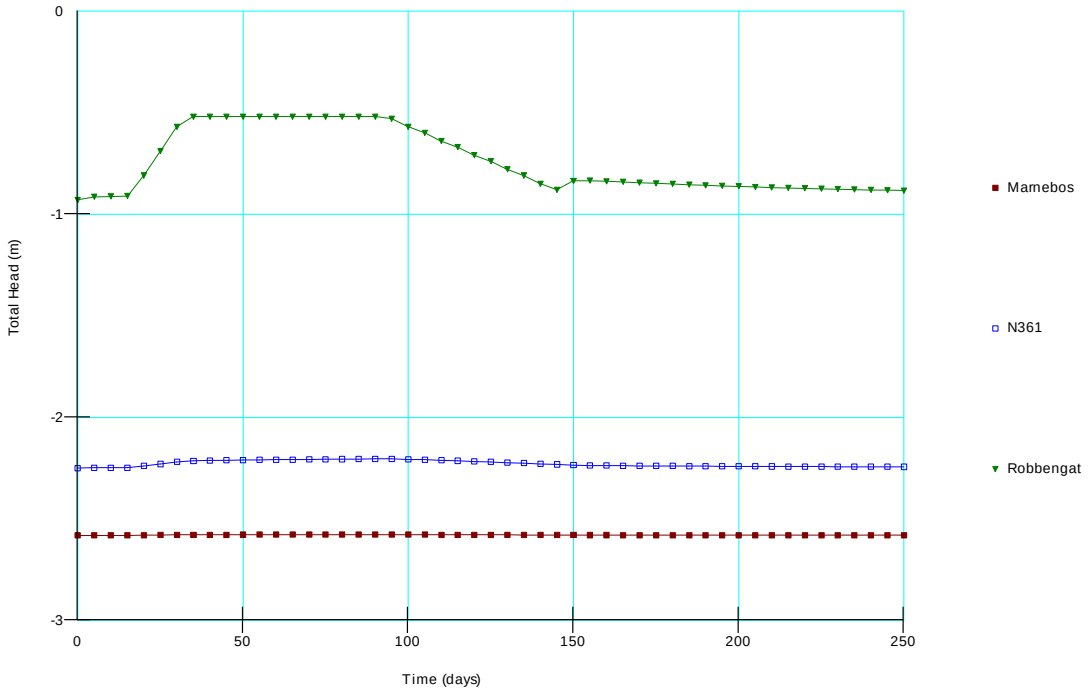
### *5.4.1 Geohydrologische effecten*

In het scenario neemt het waterpeil in het Lauwersmeer toe en de kwel naar het Lauwersmeer af. Door het peilopzet nemen de grondwaterstanden in de directe nabijheid van het Oude Robbengat eveneens toe. Het grondwater reageert vertraagd op de opzet, nabij het Oude Robbengat nemen de waterstanden vrijwel direct toe. Hoe groter de afstand tot het Oude Robbengat, hoe trager het systeem reageert. De effecten van de verandering zijn merkbaar tot de meest nabijgelegen ontwateringsmiddel (watergang, drainage etc.). Deze ondergaan geen verandering van het peil en hebben daardoor een remmend effect op de effecten.

De stijghoogten is voor een drietal locaties specifiek berekend:

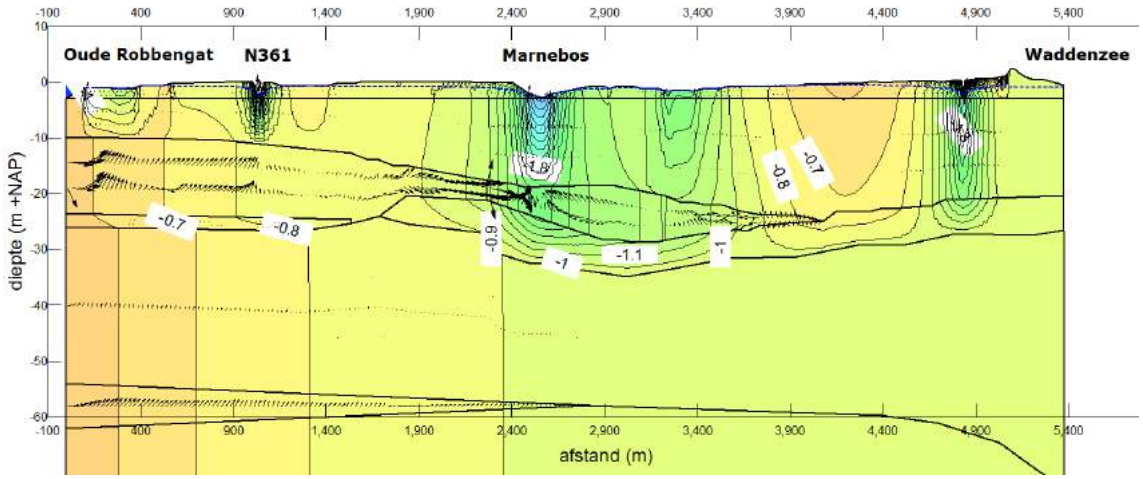
- op circa 100 m vanaf het Oude Robbengat;
- nabij de watergang langs de N361 op circa 1.000 m van het Nieuwe Robbengat;
- ter plaatse van het Marnebos.

De stijghoogteverloop op de verschillende locaties is berekenend bij een peilopzet tot NAP -0,52 m. In figuur 5.2 is de berekende stijghoogteverloop weergegeven. Hieruit blijkt dat nabij het Oude Robbengat een duidelijke invloed zichtbaar is. Dit kan verklaard worden doordat dit punt zich nabij het Robbengat bevindt en dus onder directe invloed van het oppervlakte-waterpeil staat. De watergang langs de N361 bevindt zich op circa 1.000 m van het Oude Robbengat. Een tijdelijke stijging van het oppervlaktewaterpeil wordt door de bodem gedempt waardoor de invloed afgezwakt wordt. Berekend is een maximale stijghoogte toename van 0,05 m. Dit betekent dat het invloedsgebied hier circa 1.000 m bedraagt. Bij het Marenbos is geen invloed zichtbaar in stijghoogte. De kwelflux neemt wel toe met circa 9%.




*Figuur 5.2: Berekende stijghoogteverloop*

In figuur 5.3 staan de stijghoogten weergegeven, na circa 11 weken (aanvang peilverlaging).



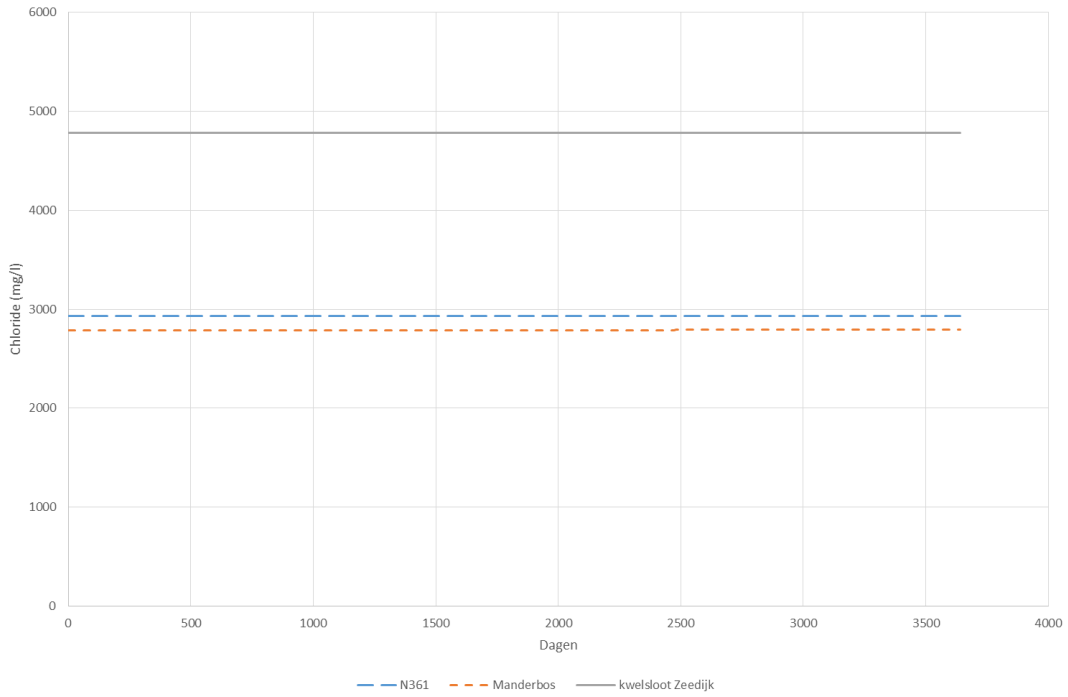

*Figuur 5.3 Grondwaterstand tijdens standaard peilopzet op einde peilopzet (circa elf weken na aanvang )*

Door de verhoging van het waterpeil neemt de kwelflux ter plaatse van de watergang langs de N361 toe. De maximale toename van kweldruk is op het moment dat de peilopzet haar piek bereikt, na 21 dagen. De berekende flux in de watergang langs de N361 neemt tijdelijk toe met circa 26% bij maximale stijghoogte toename van 0,05 m. Dit is een tijdelijk effect.

### 5.4.2 Invloed zoet/zout

De grote waterdruk vanuit het Lauwersmeer heeft een negatieve invloed op de zoutintrusie vanuit de Waddenzee. Het geohydrologische effect is beperkt. Doordat er alleen grondwaterstroming vanuit het Oude Robbengat naar de watergang langs de N361 aanwezig is, zal bij een tijdelijk peilopzet geen extra zout naar de watergang stromen. De verwachting is dat de concentraties in het grondwater dan ook vrijwel gelijk blijven.

In figuur 5.4 zijn de berekende concentraties weergegeven. Hieruit blijkt dat, conform de verwachting, geen veranderingen optreden ten aanzien van de chlorideconcentraties.

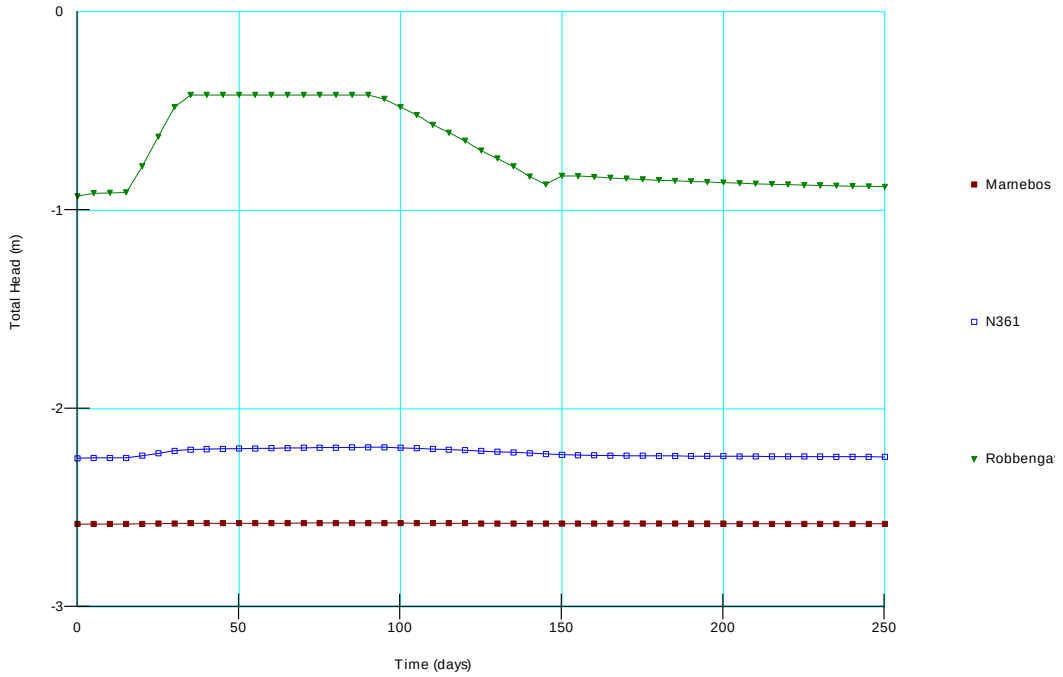



*Figuur 5.4: berekende concentraties chloride*

## 5.5 Variant 1: extra peilopzet

De extra peilopzet van 0,1 m zorgt voor een tijdelijke verhoging van de grondwaterstanden in de directe nabijheid van de waterlopen. Het opzetten van het peil begint na circa vijftien dagen en duurt circa twee weken.

Deze is iets groter dan in de basisscenario. Berekend is een stijghoogte verhoging bij de N361 van 0,04 m (invloedsafstand circa 1.000 m). In figuur 5.5 is de berekende stijghoogte toename weergegeven nabij het Robbengat, bij de N361 en het Marnebos bij een peilopzet tot NAP -0,42 m.

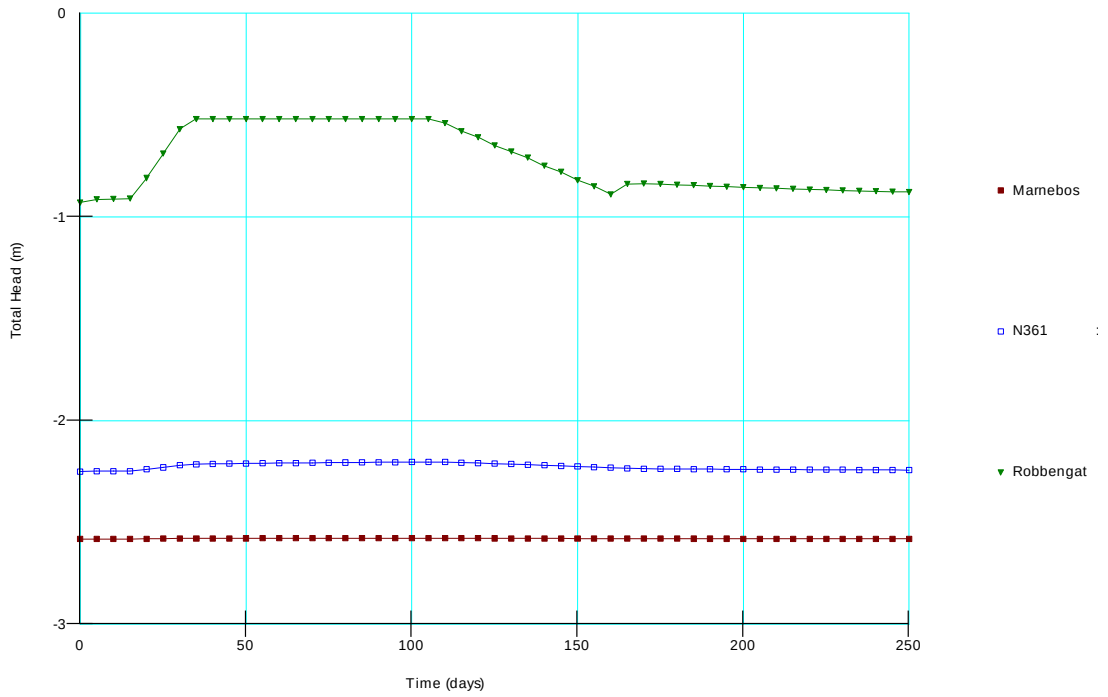



*Figuur 5.5 Stijghoogteverloop variant 1 (extra peilopzet)*

Door de extra peilopzet neemt de kwel tijdelijk toe met circa 21% ten opzichte van de huidige situatie. Vervolgens daalt de kwelflux tot huidige waarden.

## 5.6 Variant 2: langere peilopzet

In deze variant wordt het peilopzet voor een periode van 65 dagen aangehouden. Door de langere peilopzet heeft het grondwater meer tijd om een nieuw evenwicht te vinden. De resultaten van de peilopzet zijn voor de eerste dertig dagen gelijk aan de berekeningen uit het eerste scenario, deze zijn immers gelijk aan elkaar. De langere duur van het peilopzet zorgen voor een grotere toename van de grondwaterstanden in de omgeving van het Oude Robbengat. De maximale stijghoogte nabij de N361 wordt bereikt na circa elf weken na het opzetten van het peil (circa 105 dagen in de grafiek). In figuur 5.6 is de stijghoogteverloop weergegeven gedurende en na het peilopzet.




*Figuur 5.6 Stijghoogteverloop gedurende de langere peilopzet.*

De kwel vanuit de Waddenzee naar het Lauwersmeer neemt door het peilopzet af. De kwel van brak water vanuit het Lauwersmeer naar de omliggende gebieden neemt echter toe door het hogere peil in het Lauwersmeer. Door de langere duur van het peilopzet heeft het grondwater meer de tijd om een natuurlijk evenwicht te vinden. De maximale stijghoogte nabij de watergang langs de N361 wordt bereikt na circa elf weken De maximale kweltoename bedraagt circa 27%. Vervolgens neemt de kwel weer verder af tot huidig niveau.

## 5.7 Samenvatting effecten voor alle varianten

Uit de modelresultaten blijkt dat de effecten van de peilopzet lokaal van aard zijn. Er wordt een geringe verhoging van de grondwaterstand verwacht. Tevens worden de effecten gedempt door de aanwezige watergangen in het gehele gebied. De peilopzet heeft wel als gevolg dat de kwel in de watergangen afneemt. Deze kwel zal deels zorgen voor hogere grondwaterstanden, nabij de waterlopen en deels zal de kwel wegstromen naar andere watergangen. De toename is echter dermate gering, dat geen negatieve effecten op de waterhuishouding worden verwacht.

De verwachting is dat de toename van kwel niet zorgt voor grondwateroverlast voor de infrastructuur. De invloed van de peilopzet bedraagt circa 800 m. Dit betekent dat de grondwaterstanden binnen deze afstand met meer dan 5 cm stijgen. Bij de kazerne en oefenterrein Marnewaard worden geen verhogingen van de stijghoogte verwacht.

In tabel 5.1 is samengevat weergegeven wat de effecten op de kwel zijn, per variant.

***Tabel 5.1 Maximale verandering kwelflux per variant***

| | N361 Verandering (%) | Marnebos Verandering (%) |
|---|---|---|
| Huidige situatie | - | - |
| Scenario peilopzet NAP -0,52, | 26 | 9 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | 33 | 21 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | 28 | 17 |

*- verwaarloosbaar*

***Tabel 5.2 maaiveld, grondwaterstand en maximale verhogingen grondwaterstand***

| | Maaiveld (m +NAP) | Natuurlijke grondwaterstand (m +NAP) | Maximale stijging grondwaterstand | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peilopzet tot NAP -0,52 m | Peilopzet tot NAP -0,42 m | Langdurige peilopzet |
| 100 m van Oude Robbengat | -0,27 | -0,93 | 0,41 | 0,51 | 0,41 |
| Watergang nabij N361 | -0,23 | -2,25 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| Marnebos | -0,89 | -2,58 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

De chlorideconcentraties blijven in de loop der tijd vrijwel gelijk aan de huidige situatie. Dit komt omdat er een kwelstroom vanuit het Lauwersmeer naar de watergang langs de N361 stroomt. De kwaliteit van het water in het Lauwersmeer blijft vrijwel gelijk waardoor er geen wijzigingen in de kwaliteit van het kwelwater optreedt. Ter plaatse van het Marnerbos en Marnewaard zal geen verschil in stijghoogte, kwelflux of concentratie aan chloride optreden.

# 6 Zoutkamp

## 6.1 Algemeen

Net als in voorgaande hoofdstukken is in dit hoofdstuk het effect van de tijdelijke peilopzet in het Lauwersmeer bepaald met behulp van het programma SEEP/W en CTRAN/W. In dit hoofdstuk is ingegaan op het dwarsprofiel nabij Zoutkamp. De geohydrologische effecten worden beschreven waarna de invloed op het zoet/zout grensvlak beschreven wordt. Hieraan voorafgaand zijn de uitgangspunten voor dit dwarsprofiel weergegeven.

## 6.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp

Het geohydrologische profiel van Zoutkamp is gemodelleerd vanaf de N388, nabij Lauwerzijl in het zuidwesten tot aan de N361 nabij Ulrum in het noordoosten. In het midden van het model zijn het Reitdiep en de bebouwde kom van Zoutkamp gemodelleerd. De totale lengte van het profiel bedraagt 5,7 km. In dit profiel wordt met name onderzocht wat het effect van de peilopzet is nabij Zoutkamp. De volgende drie locaties worden specifiek beschouwd:

- Zoutkamp - kruising Reitdiepskade en Vishalstraat, op 50 m vanaf het Reitdiep;
- Zoutkamp - Beatrixstraat, op 550 m vanaf het Reitdiep;
- Nieuwe Ruigezandsterpolder, op 100 m ten zuidwesten van het Reitdiep.

*Geohydrologie*

De geohydrologische parameters staan vermeld in tabel 2.1. Voor de deklaag is een horizontale doorlaatfactor aangehouden van 1 m/d en een verticale doorlaatfactor van 0,09 m/d. Deze waarden zijn gebaseerd op MIPWA 3.0.

*Oppervlaktewater*

De primaire watergangen (Munnekezijlsterried, Reitdiep, Zoutkampertocht, Hunsingokanaal en de Barrelbossertocht) zijn als expliciete watergang opgenomen in het grondwatermodel, waarbij het waterpeil als een vaste stijghoogte rand is aangehouden. In de scenario’s varieert het waterpeil van het Reitdiep en Hunsingokanaal in tijd. De overige waterlopen hebben een vast peil of drainageniveau.

*Kademuur*

In Zoutkamp ligt ter plaatse van het Reitdiep een kademuur. Deze grond- en waterkerende constructie is in het model opgenomen als een lijnelement, met een doorlaatfactor van 0,001 m/dag. Exacte gegevens over de kademuur zijn niet bekend. Vooralsnog is uitgegaan dat de muur rijkt tot aan de onderzijde van het Holocene pakket (NAP -12 m).

*Randvoorwaarden*

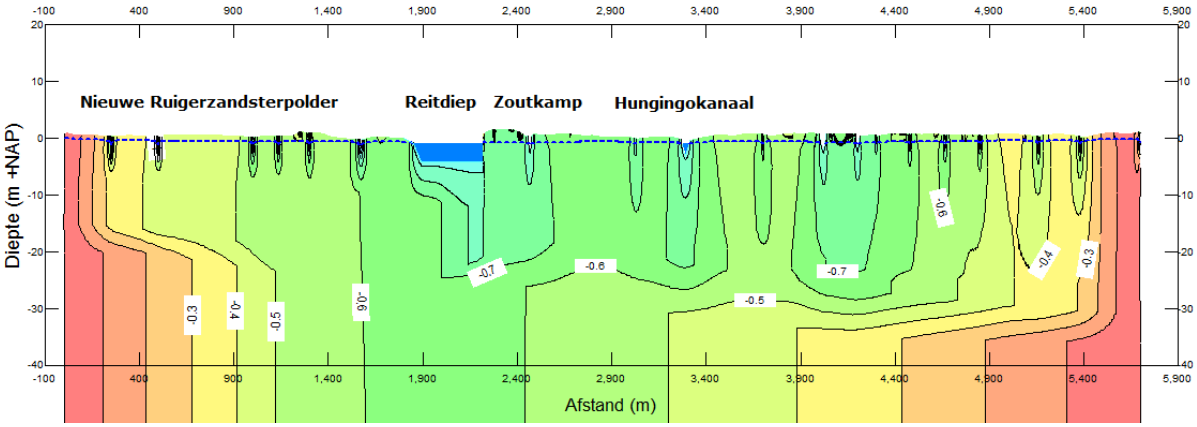
De grenzen aan de zuidwest en noordoostzijde zijn opgelegd als vaste stijghoogte. Op basis van de beschikbare isohypsen is deze aan weerszijden aangehouden op NAP 0,00 m.

De bovenzijde van het model is begrensd als oppervlaktewater of als een zone met neerslag. Voor stedelijk gebied (Zoutkamp en Ulrum) is uitgegaan van een neerslagoverschot van 0,4 mm/dag. Voor landelijk gebied is gerekend met 0,8 mm/dag.

## 6.3 Huidige situatie

Uit modelberekeningen blijkt dat de watergangen en het Reitdiep een drainerende werking hebben op de omgeving. Er treedt geen kwel op aan maaiveld. Het neerslagoverschot infiltreert in de bodem en wordt afgevangen door de aanwezige watergangen. Het diepe grondwater kwelt op in de aanwezige watergangen (Reitdiep, Hunsingokanaal en watergangen in de landbouwgebieden). De Reitdiep en Hunsingokanaal staan onder invloed van de peilopzet in het Lauwersmeer. Verwacht wordt dat de kwel door het Reitdiep en Hunsingokanaal verminderd.

In figuur 6.1 is de berekende grondwaterstand weergegeven van de stationaire situatie (gemiddelde situatie), ter plaatse van het Reitdiep.




*Figuur 6.1 Stijghoogte huidige situatie*

Met het model is de kwelflux rondom Reitdiep en Hunsingokanaal berekend. In het Reitdiep is een kwel berekend van 0,91 $m^2$/dag en in het Hunsingokanaal 0,134 $m^2$/dag.

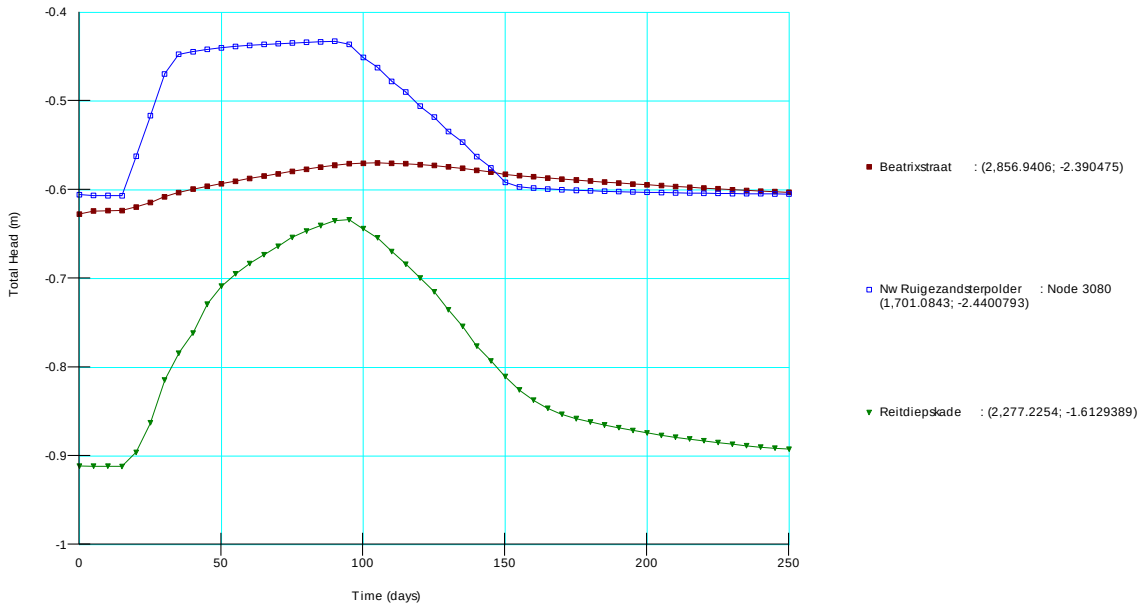
## 6.4 Basisscenario peilopzet

### *6.4.1 Geohydrologische effecten*

Ten gevolge van het verhogen van het waterpeil in het Reitdiep en Hunsingokanaal, nemen de grondwaterstanden in de directe nabijheid van het Reitdiep en Hunsingokanaal eveneens toe. Hierdoor neemt de kwel naar het Reitdiep en Hunsingokanaal af. Er is een hogere tegendruk, zodat de kwel via de andere ontwateringsmiddelen wordt afgevoerd. De kwelstroom zal door de peilopzet tijdelijk minder worden, waardoor de stijghoogten in de omgeving van Zoutkamp stijgen.

De stijghoogte is berekend ter plaatse van de volgende locaties:

- Ruigezandsterpolder op circa 150 m afstand van het Reitdiep;
- Zoutkamp – Reitdiepskade op 50 m afstand van het Reitdiep;
- Zoutkamp – Beatrixstraat op 630 m afstand van het Reitdiep.




*Figuur 6.2 Stijghoogteverloop basisscenario*

Op basis van figuur 6.2 blijkt dat in de Nieuwe Ruigenzandsterpolder de grondwaterstand met circa 0,17 m toeneemt. Aan de andere kant van het Reitsdiep in Zoutkamp is de toename achter de kademuur toename circa 0,28 m. Op grotere afstand, bij de Beatrixstraat, is de toename van de stijghoogte maximaal 0,07 m.

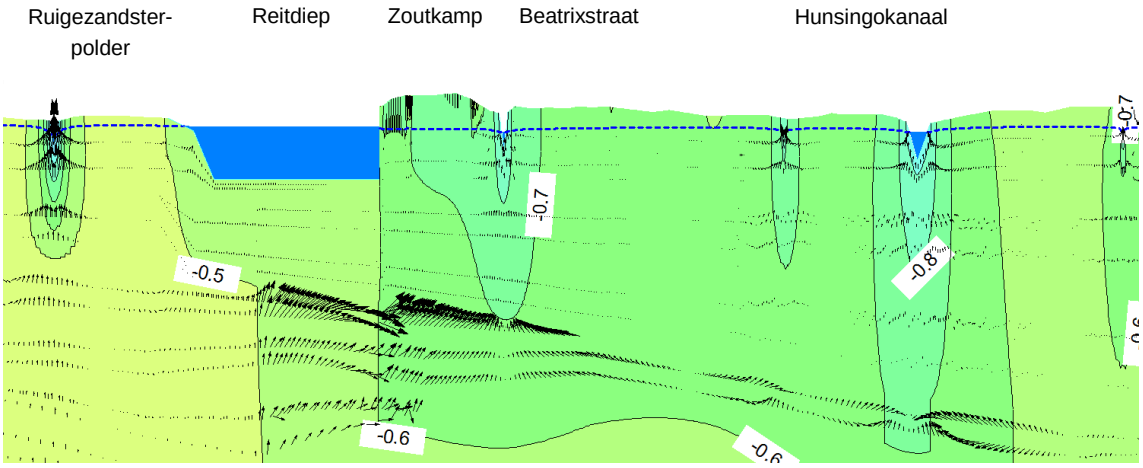
De afname van de kwelfluxen is weergegeven in tabel 6.1.

***Tabel 6.1: kwelfluxen dwarsprofiel Zoutkamp (m/dag)***

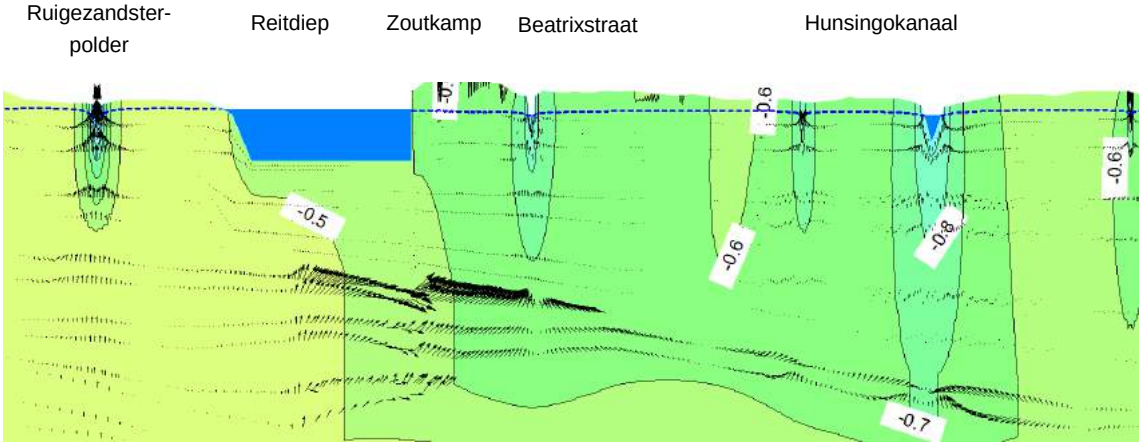
| | Reitsdiep | Watergang bij Beatrixstraat | Hunsingokanaal |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,910 | 0,048 | 0,134 |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 m | 0,109 | 0,093 | 0,134 |
| Verschil (%) | -88 | 93 | -1 |

Uit figuur 6.2 blijkt dat de maximale stijghoogte ter plaatse van de Reitsdiepskade na circa 35 dagen na begin peilopzet bereikt wordt. In de Nieuwe Ruigezandsterpolder wordt de maximale stijghoogte na twee weken na begin peilopzet bereikt, gelijktijdig met maximaal niveau in het Reitdiep.

In figuur 6.3 zijn de isohypsen weergegeven na twee weken en elf weken na het begin van het peilopzet.




*Figuur 6.3a* *Grondwaterstand tijdens piek standaard peilopzet Reitdiep (2 weken na begin van het peilopzet)*

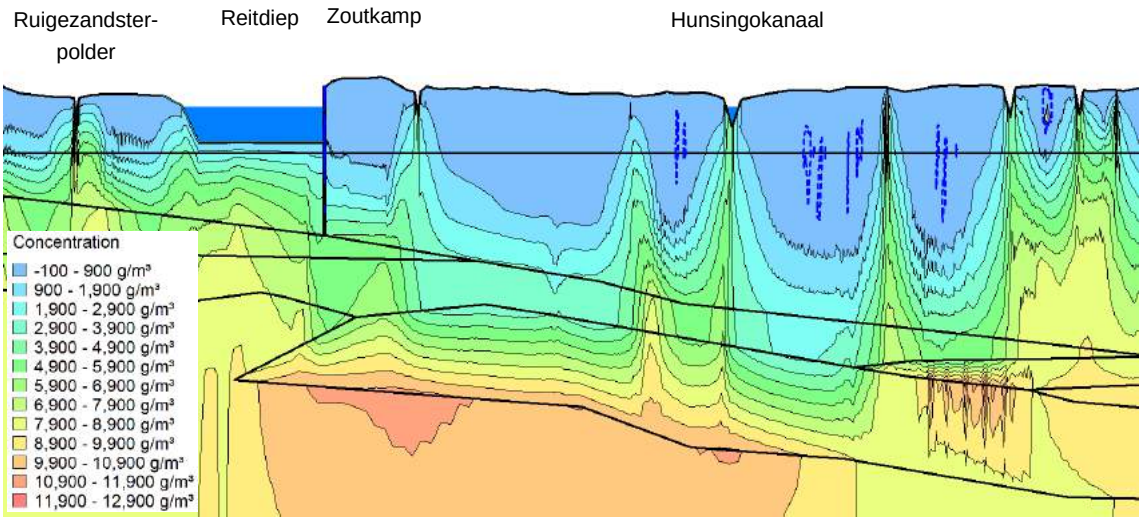



*Figuur 6.3b* *Grondwaterstand tijdens standaard peilopzet maximale verbreiding (11 weken na begin van het peilopzet)*

De kwel, direct achter Zoutkamp, neemt wel toe als gevolg van de toename van het oppervlaktewaterpeil in het Reitdiep.

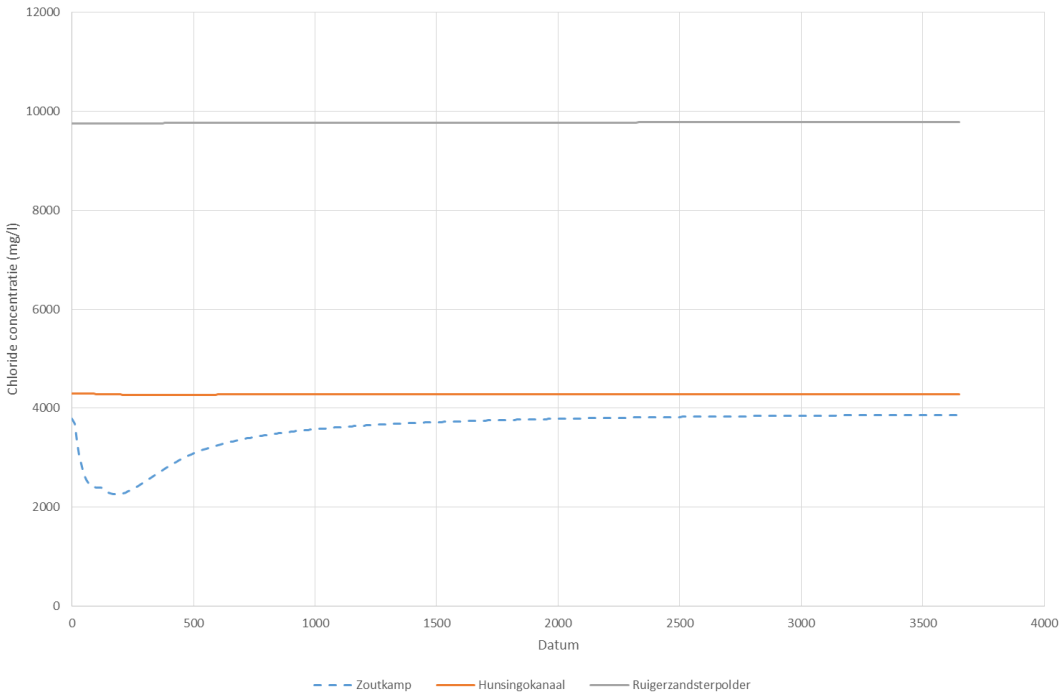
### *6.4.2 Invloed zoet/zout*

In figuur 6.4 is de berekende chlorideconcentratieverdeling weergegeven over het dwarsprofiel. Duidelijk zichtbaar is het effect van de drainerende watergangen, waardoor er ‘upconing’ optreedt. De zoutconcentraties zijn hier hoger dan tussen de ontwateringsmiddelen (watergangen e.d.).




*Figuur 6.4: concentratieverdeling chloride*

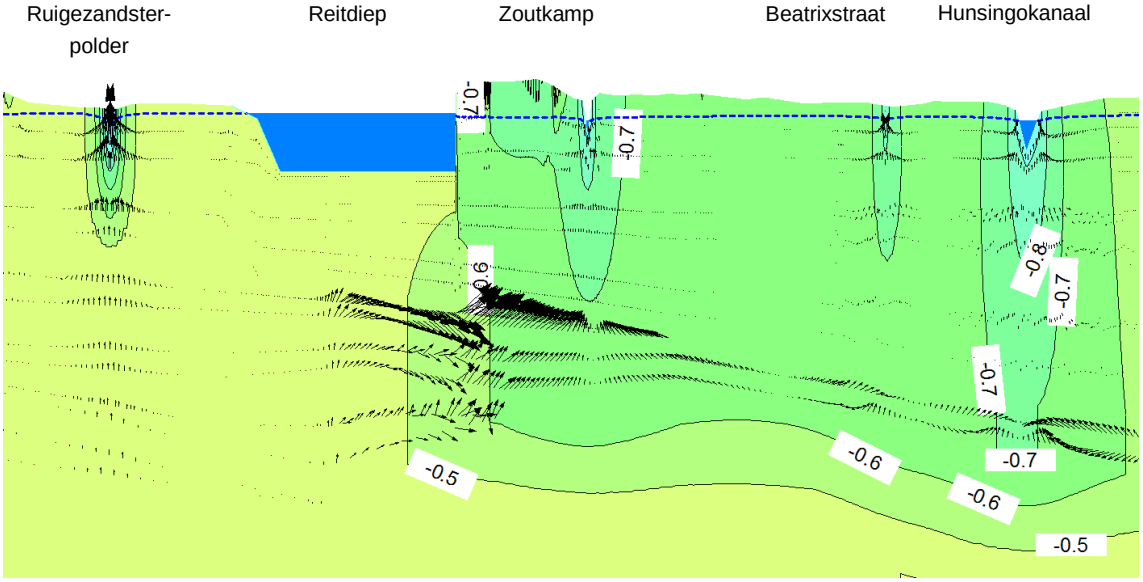
Uit de berekeningen ter plaatse van Zoutkamp en Hunsingokanaal blijkt dat er geen verandering in de zoutconcentratie verwacht wordt (zie figuur 6.5).



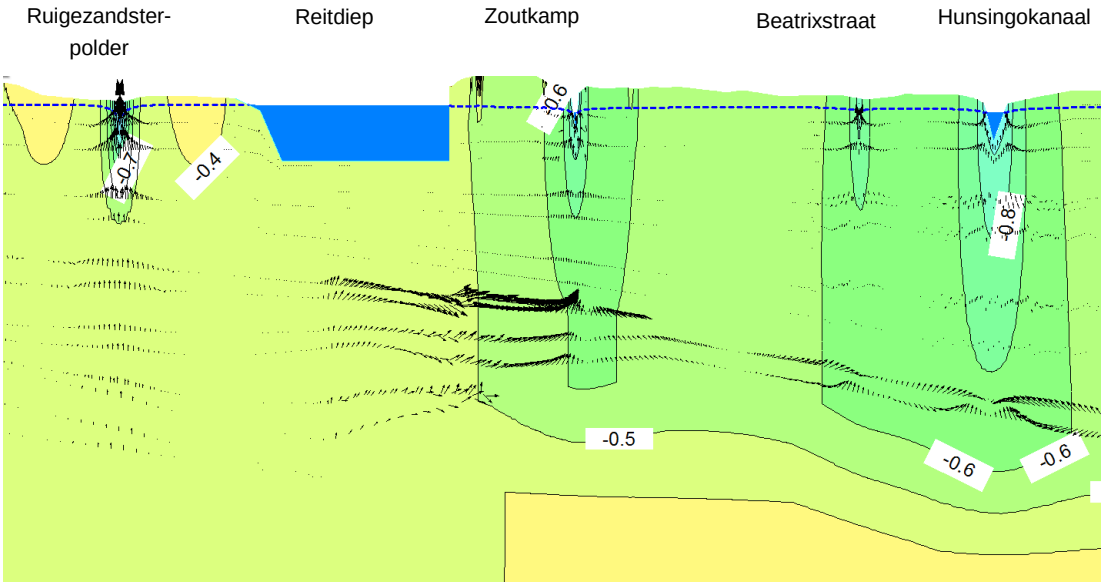

*Figuur 6.5: Berekende chlorideconcentratie ter plaatse van Ruigerzandsterpolder, Zoutkamp en Hunsingokanaal*

## 6.5 Variant 1: extra peilopzet

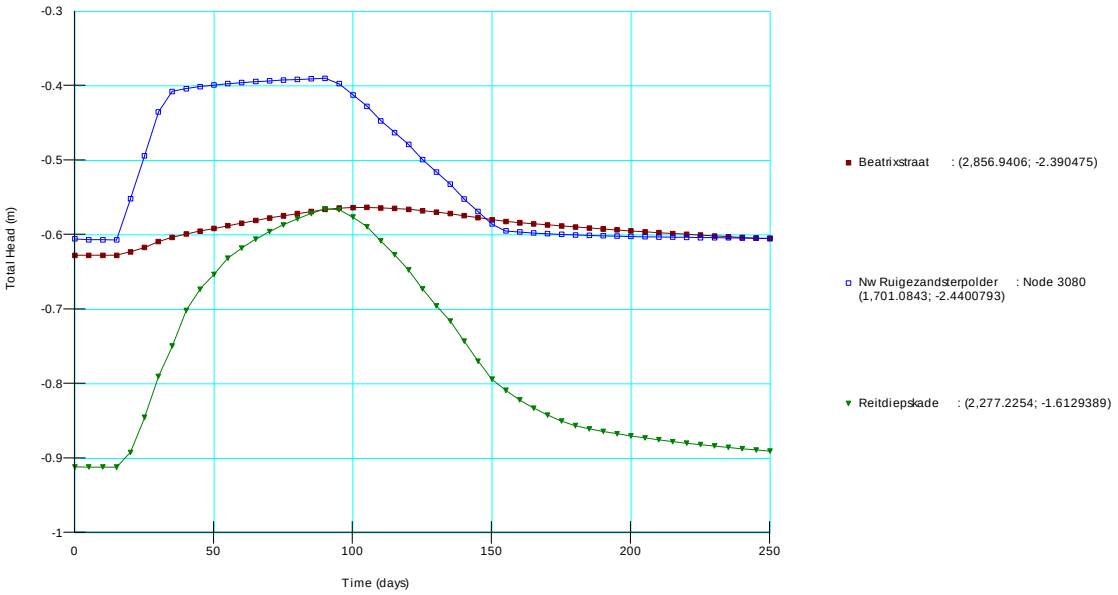
De extra peilopzet van 0,1 m zorgt voor een tijdelijke verhoging van de grondwaterstanden in de directe nabijheid van de waterlopen. Deze is iets groter dan in de voorgenomen peilopzet van 0,42 m. In figuur 6.6 is de grondwaterstand weergegeven na 15 dagen (maximaal waterpeil) en 25 dagen (maximale verbreiding effecten). Figuur 6.7 geeft het verloop van de grondwaterstand in de tijd weer.




*Figuur 6.6a Grondwaterstand tijdens maximale peilopzet Reitdiep (twee weken na het begin van het peilopzet )*




*Figuur 6.6b Grondwaterstand tijdens standaard peilopzet maximale verbreiding (11 weken na begin van het peilopzet)*




*Figuur 6.7 Verloop grondwaterstand in de tijd bij variant 1*

Ten opzichte van het vorige scenario (paragraaf 6.4), neemt de kwel in het Reitdiep en Hunsingokanaal verder af. De kwel in het Reitdiep stopt bijna volledig (afname 99%). Bij het Hunsingokanaal is een toename van de kwel berekend van 136%. In tabel 6.2 zijn de kwelfluxen voor de verschillende locaties weergegeven.

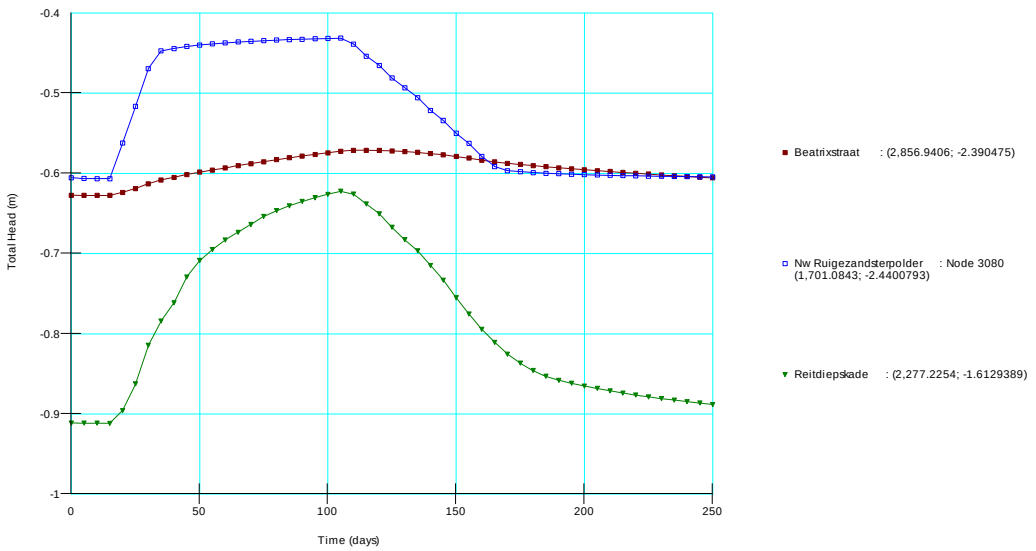
***Tabel 6.2: verschil in kwelflux (m/dag) bij variant 1***

| | Reitsdiep | Watergang bij Beatrixstraat | Hunsingokanaal |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,910 | 0,048 | 0,134 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | 0,004 | 0,114 | 0,148 |
| verschil | -99 | 136 | 10 |

Door het hogere peil in de Reitdiep neemt de kwel in de watergang nabij de Beatrixstraat toe. De toename bij het Hunsingokanaal is relatief beperkt.

## 6.6 Variant 2: langere peilopzet

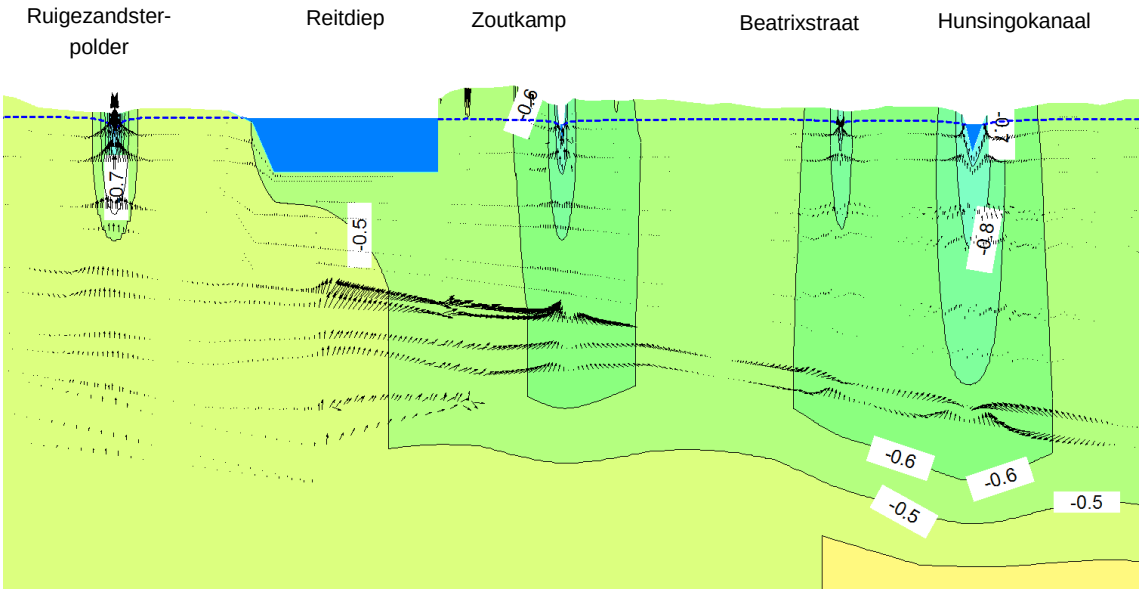
In deze variant wordt het peil opgezet in twee weken waarna het circa elf weken hoog gehouden wordt. Door de langere peilopzet heeft het grondwater meer tijd om een nieuw evenwicht te vinden. Figuur 6.8 geeft het verloop van de grondwaterstand in de tijd weer voor de eerder gedefinieerde locaties.




*Figuur 6.8 Verloop grondwaterstand gedurende de tijd*

Figuur 6.8 wijst uit dat de grondwaterstand in de Nieuwe Ruigezandsterpolder toeneemt met circa 0,17 m tot circa NAP -0,43 m (circa 0,4 m –mv). Nabij het Reitdiepskade in Zoutkamp is een toename berekend van 0,29 m (tot circa 0,9 m –mv). Bij de verder van het Reitdiep gelegen Beatrixstraat is de toename van de grondwaterstand circa 0,05 m tot circa 0,8 m –mv.

In figuur 6.9 is het isohypsenpatroon in het dwarsprofiel weergegeven na dertien weken (einde periode van peilopzet).




*Figuur 6.8 Grondwaterstand na 13 weken na aanvang peilopzet*

In tabel 6.3 is de maximale kwelfluxen weergegeven ter plaatse van Reitdiep, de watergang nabij de Beatrixstraat en Hunsingokanaal.

***Tabel 6.3: maximale fluxen (m/dag) bij variant 2***

| | Reitdiep | Watergang bij Beatrixstraat | Hunsingokanaal |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,910 | 0,048 | 0,134 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | 0,107 | 0,098 | 0,140 |
| verschil | -88 | 103 | 4 |

## 6.7 Samenvatting effecten

Uit de modelresultaten blijkt dat de effecten van de peilopzet lokaal van aard zijn. Er is een geringe verhoging van de grondwaterstand te verwachten. Tevens worden de effecten gedempt door de aanwezige watergangen in het gehele gebied. De peilopzet heeft wel als gevolg dat de kwel in de watergangen afneemt. Deze kwel zal deels zorgen voor hogere grondwaterstanden, nabij de waterlopen en deels zal de kwel wegstromen naar andere watergangen. De toename is echter dermate gering, dat geen negatieve effecten op de waterhuishouding te verwachten zijn.

De verwachting is dat de toename niet zorgt voor grondwateroverlast voor de infrastructuur. Kritische bebouwing, zoals kelders nabij het Reitdiep en het Hunsingokanaal, kunnen wel hinder ondervinden van deze toename. Met name als de kelder in de huidige situatie net boven de grondwaterstand is aangelegd en ze geen waterdichte vloer hebben, kan een peilopzet tot overlast leiden. Gegevens over aanwezige kelders en het wel of niet aanwezig zijn van waterdichte vloeren is onbekend. Nader onderzoek is hier van belang.

Tabel 6.4 geeft een overzicht van de effecten op de kwelflux per variant.

***Tabel 6.1 maximale veranderingen kwelflux per variant***

| | Reitdiep | Watergang bij Beatrixstraat | Hunsingokanaal |
|---|---|---|---|
| | Verandering (%) | Verandering (%) | Verandering (%) |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 | -88 | 93 | -1 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | -99 | 136 | 10 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | -88 | 103 | 4 |

***Tabel 6.5 maaiveld, grondwaterstand en maximale verhogingen grondwaterstand***

| | Maaiveld (m +NAP) | Natuurlijke grondwaterstand (m +NAP) | verhogingen grondwaterstand | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peilopzet tot NAP -0,52 m | Peilopzet tot NAP -0,42 m | Langdurige peilopzet |
| Nieuwe Ruigezandsterpolder | 0,15 | -0,59 | 0,17 | 0,21 | 0,17 |
| Zoutkamp – Reitdiepskade | 1,50 | -0,77 | 0,29 | 0,35 | 0,29 |
| Zoutkamp - Beatrixstraat | 0,25 | -0,63 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |

Ondanks dat er een kwelfluxverandering optreedt, worden er geen of verwaarloosbare effecten met betrekking tot zoet-zoutgrensvlak verwacht. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezige kademuur. Daarnaast komt de optredende kwel van relatief diep. Dit diepe grondwater wordt nauwelijks beïnvloed.

# 7 Kollumerwaard

## 7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de modelresultaten van SEEP/W en CTRAN/W beschreven voor het dwarsprofiel Kollumerwaard. Dit profiel loopt vanaf Kollumerpomp in noordelijke richting tot het Simonsgat. Het Simonsgat staat in openverbinding met het Lauwersmeer. De geohydrologische effecten worden eerst berekend, waarna de invloed op het zout beschreven wordt. Hieraan voorafgaand zijn de uitgangspunten voor dit dwarsprofiel weergegeven.

## 7.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Marnewaard

Het geohydrologische profiel begint bij Kollumerpomp en loopt in noordelijke richting. Hierbij doorsnijdt het profiel enkele polderpeilgebieden en eindigt het profiel in het Simonsgat. De lengte van het profiel is circa 3,6 km lang.

*Geohydrologie*

De geohydrologische parameters staan vermeld in tabel 2.1. Voor de deklaag is een horizontale doorlaatfactor aangehouden van 0,41 m/d en een verticale doorlaatfactor van 0,07 m/d. Deze waarden zijn gebaseerd op MIPWA 3.0.

*Oppervlaktewater*

In het zuidelijk deel van het profiel is er een streefpeil van NAP -1,25 m. Vervolgens is een polderpeilgebied aanwezig (Kollumeroord tot aan de Kwelderweg) met een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -1,8 m en NAP -2,1 m (gemiddeld NAP -1,95 m). Aan de noordzijde van de Kwelderweg is het streefpeil NAP -0,93 m (Bergboezem Lauwersmeer). Verder noordelijk is oppervlaktewater aanwezig bij het peilgebied Zomerhuis (streefpeil van NAP -0,05 m; Pompsterplaat). Vervolgens is een uitloper van het Blikplaatgat aanwezig waarna het profiel in het Simonsgat uitkomt. Bij Blikplaatgat en Simonsgat is het peil gelijk aan het peil in het Lauwersmeer.

Deze polderpeilen zijn in het algemeen lager dan het streefpeil in het Lauwersmeer, waardoor kwel vanuit het Lauwersmeer in de diepere polders terecht komt.

*Randvoorwaarden*

De grenzen aan de zuidzijde bij Kollumerpomp en noordzijde (Lauwersmeer) zijn opgelegd als vaste stijghoogte. Het Lauwersmeer heeft een stijghoogte van NAP -0,93 m en varieert afhankelijk van het scenario. De stijghoogte bij Kollumerpomp heeft een constant niveau van NAP -0,60 m (gemiddelde grondwaterstand).

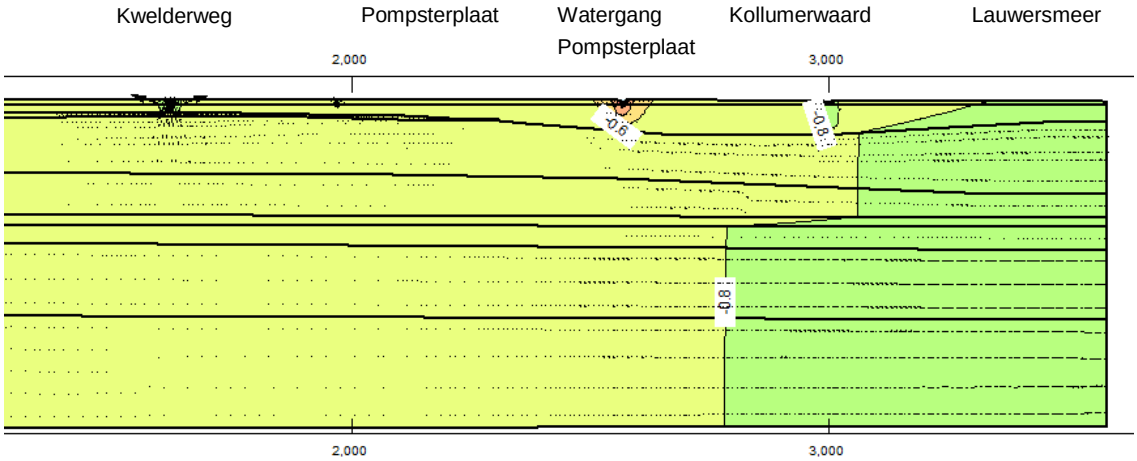
De bovenzijde van het model is begrensd als oppervlaktewater of als een zone met neerslag. Voor landelijk gebied is gerekend met 0,8 mm/dag.

## 7.3 Huidige situatie

Uit de modelberekeningen blijkt dat, zoals verwacht, de watergangen een drainerende werking hebben op de omgeving. Het water infiltreert bij het Lauwersmeer en kwelt in de laag gelegen polder op. Het neerslagoverschot wordt ook door de aanwezige watergangen afgevoerd. Er treedt geen kwel op aan maaiveld; alleen in de watergangen is sprake van kwel.

In het model is de kwelflux rondom de watergangen Zomerhuis (peil NAP -0,05 m) en Kwelderweg (peil NAP -1,95 m) berekend. Bij het Zomerhuis is sprake van een infiltratiesituatie als gevolg van een hoger streefpeil (NAP -0,05 m).

In figuur 7.1 is de stijghoogteverdeling in verticaal vlak weergegeven. Hieruit blijkt dat bij de Kwelderweg water in de watergangen terecht komt. Daarnaast is de grondwaterstroomsnelheid gering door het kleine verhang van de isohypsen.




*Figuur 7.1: Huidige situatie Kollermurwaard*

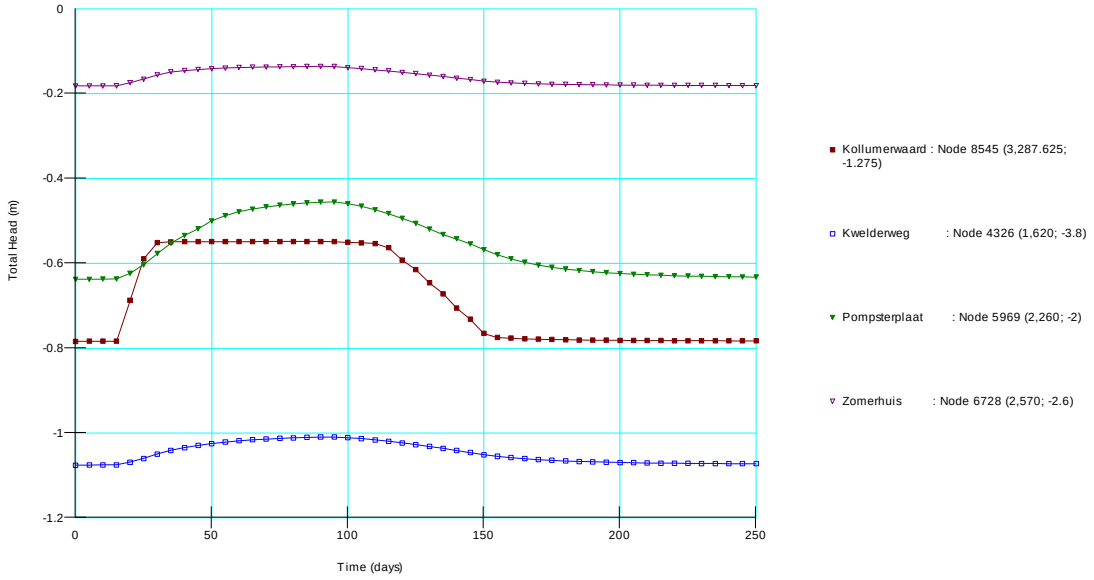
## 7.4 Basisscenario peilopzet

### *7.4.1 Geohydrologische effecten*

In het scenario neemt het waterpeil in het Lauwersmeer toe. Het grondwater reageert vertraagd op de peilopzet. Het stijghoogteverloop in de tijd is voor een viertal locaties berekend:

- Kollumerwaard (circa 300 m vanaf Simonsgat);
- bij watergang aan noordzijde Pompsterplaat (circa 1.000 m vanaf Simonsgat);
- halverwege Pompsterplaat (circa 1.300 m vanaf Simonsgat);
- bij Kwelderweg (circa 1.960 m vanaf Simonsgat).

Figuur 7.2 geeft de berekende toename van de stijghoogte per locatie weer.




*Figuur 7.2: Berekende stijghoogten onder watergangen.*

De volgende verhogingen van de stijghoogte zijn berekend:

- Kollumerwaard 0,24 m;
- watergang Pompsterplaat 0,05 m;
- Pompsterplaat 0,18 m;
- Kwelderweg 0,07 m.

De geringe toename aan stijghoogte bij de watergang Pompsterplaat wordt verklaard door de voedende werking van het oppervlaktewater met een streefpeil van NAP -0,05 m.

In tabel 7.1 is de maximale kwelflux weergegeven en de verandering ten opzichte van de huidige situatie.

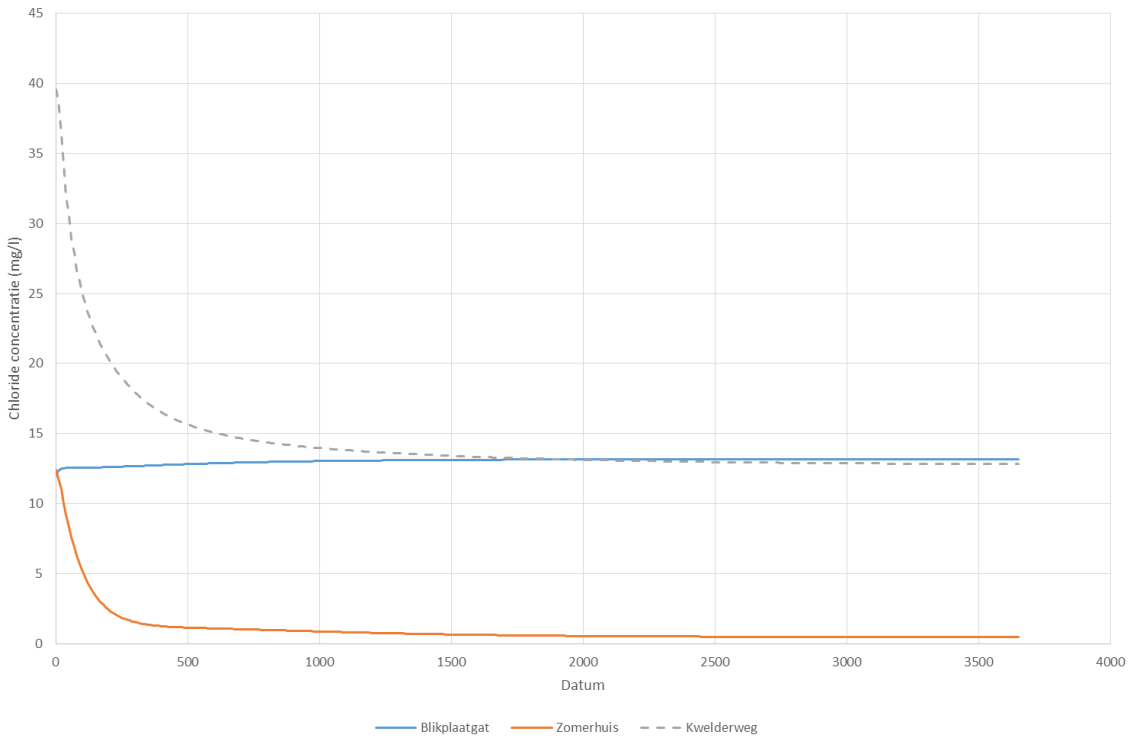
***Tabel 7.1: maximale kwelflux (m/dag) basisscenario***

| | kollumerwaard | zomerhuis | kwelderweg |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,02 | 0,19 | 0,21 |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 | 0,07 | 0,14 | 0,26 |
| Verschil (5) | 196 | -27 | 26 |

Als gevolg van het peilopzet neemt de kwelflux bij het Zomerhuis af terwijl de kwelflux in de Kollumerwaard en Kwelderweg toeneemt.

### *7.4.2 Invloed Zoet/Zout*

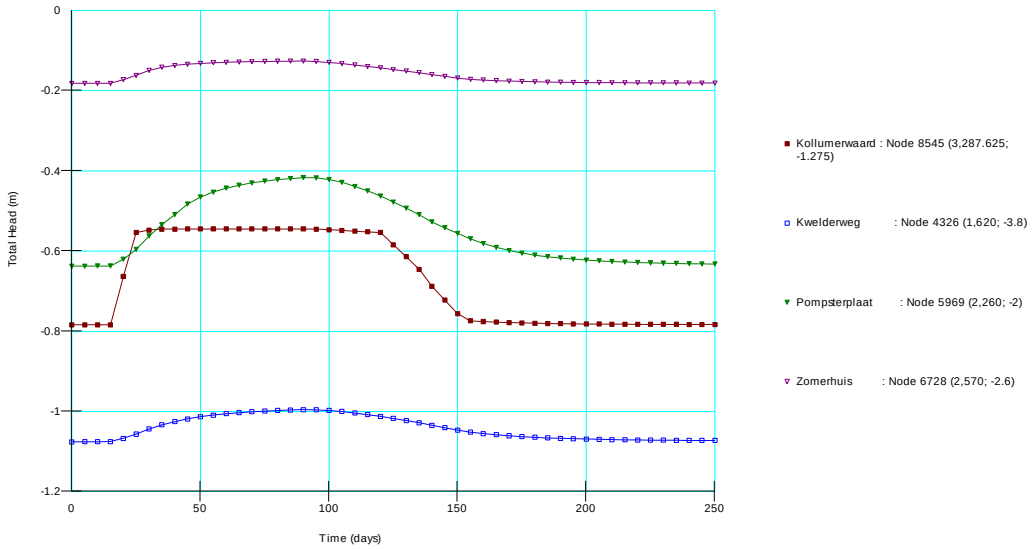
Uit de zoet-zoutberekeningen is geen duidelijke beïnvloeding zichtbaar, als gevolg van het wisselend peilopzetten gedurende tien jaar. Uit de grafieken, ter plaatse van de uitlopers van de Blikplaatgat (onder waterbodem), Zomerhuis en Kwelderweg blijkt dat er een afname van de chloride optreedt bij Blikplaatgat en Zomerhuis. Bij de Kwelderweg is geen verandering zichtbaar.




*Figuur 7.3: Verandering berekende chlorideconcentraties*

## 7.5 Variant 1: extra peilopzet

De extra peilopzet van 0,1 m zorgt voor een tijdelijke extra verhoging van de grondwaterstanden in de directe nabijheid van de waterlopen. In figuur 7.4 is de berekende stijghoogte toename weergegeven bij een peilopzet tot NAP -0,42 m voor de onderscheiden locaties.




*Figuur 7.4 Stijghoogten tijdens en na peilopzet*

De volgende verhogingen van de stijghoogte zijn berekend:

- Kollumerwaard 0,23 m;
- watergang Pompsterplaat 0,05 m;
- Pompsterplaat 0,21 m;
- Kwelderweg 0,08 m.

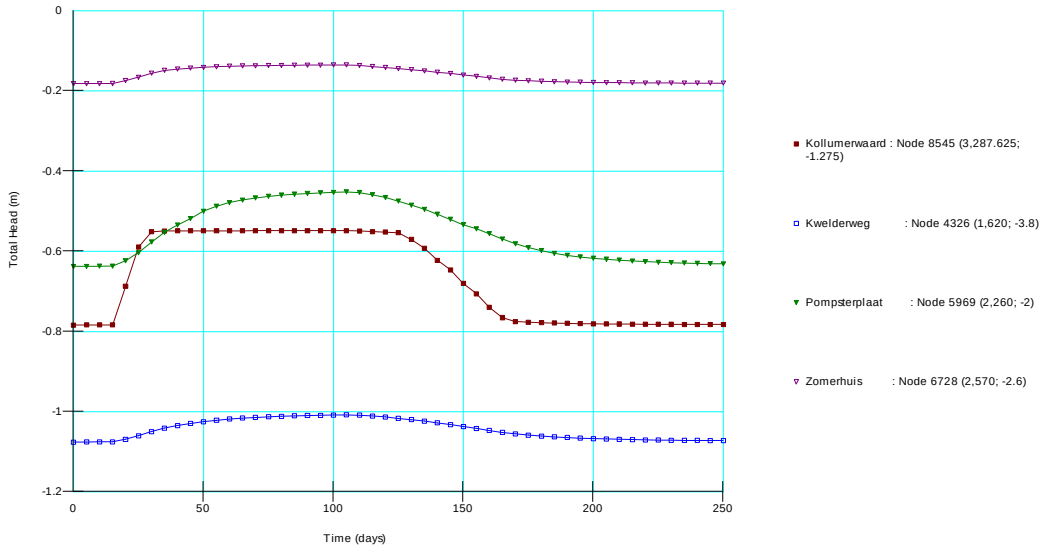
De hoeveelheid kwel in de watergang langs de Kwelderweg neemt toe met circa 21% ten opzichte van de huidige situatie. Dit is wat geringer dan bij een peilopzet tot NAP -0,52 m (paragraaf 7.4). Dit wordt veroorzaakt doordat de verticale doorlaatfactor relatief klein is. De kweldruk neemt wel toe, maar uiteindelijke hoeveelheid kwel niet. In tabel 7.2 is een overzicht gegeven van de flux ter plaatse van de Kollumerwaard, Zomerhuis e Kwelderweg.

***Tabel 7.2: Maximale kwelfluxen (m/dag) bij variant 1***

| | Kollumerwaard | Zomerhuis | Kwelderweg |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,024 | 0,188 | 0,211 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | 0,120 | 0,136 | 0,256 |
| verschil | 409 | -28 | 21 |

## 7.6 Variant 2: langere peilopzet

In figuur 7.5 is de berekende grondwaterstand weergegeven gedurende en na de peilopzet in het Lauwersmeer.




*Figuur 7.5 Stijghoogte tijdens en na peilopzet*

De volgende verhogingen van de stijghoogte zijn berekend:

- Kollumerwaard 0,24 m;
- watergang Pompsterplaat <0,05 m;
- Pompsterplaat 0,18 m;
- Kwelderweg 0,07 m.

Ten gevolge van de langere peilopzet en de tijd die het grondwater heeft om een natuurlijk evenwicht te vinden, neemt de kwel in de watergang toe. De kweltoename bij de Kwelderweg bedraagt circa 21%. Na het aflaten van het peil in het Lauwersmeer neemt de kwel weer af tot normale waarden. Bij de Kollumerwaard is de kwel groter omdat hier een peil wordt gehandhaafd van NAP -0,93 m. Bij een peilopzet zal de meeste kwel dan ook hier naar toe gaan.
In tabel 7.3 is een overzicht van de fluxen weergegeven.

***Tabel 7.3 Maximale kwelfluxen (m/dag) variant 2***

| | Kollumerwaard | Zomerhuis | Kwelderweg |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | 0,024 | 0,188 | 0,211 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m. verlengd | 0,081 | 0,162 | 0,255 |
| verschil | 242 | -14 | 21 |

## 7.7 Samenvatting effecten voor alle varianten

De modelresultaten wijzen uit dat de effecten van de peilopzet beperkt zijn. De grondwaterstandsverhogingen tussen ontwateringsmiddelen zijn beperkt (<0,05 m). Door de bodemopbouw (hoge weerstand van de deklaag) reikt de invloed van de peilopzet relatief ver en zijn de verschillen in kweldebiet gering omdat deze over een grotere afstand verspreid worden. De verwachte effecten op de tussen de ontwaterginsmiddelen liggende gebieden zijn verwaarloosbaar. De invloed van de peilopzet bedraagt circa 2.500 m. Hierbij dient met de monitoring rekening te worden gehouden.

In tabel 7.4 is samengevat weergegeven wat de effecten op de kwel zijn, per variant.

***Tabel 7.4 Maximale kwelfluxverandering per variant***

| | Kollumerwaard | Zomerhuis | Kwelderweg |
|---|---|---|---|
| | Verandering (%) | Verandering (%) | Verandering (%) |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 | 196 | -27 | 26 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | 409 | -28 | 21 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | 242 | -14 | 21 |

Ten aanzien van de chloride is slechts sprake van een beperkte invloed (afname) van de concentraties. Dit effect is verwaarloosbaar.

In tabel 7.5 zijn de berekende grondwaterstandstoename weergegeven.

***Tabel 7.5 maaiveld, grondwaterstand en maximale verhogingen grondwaterstand***

| | Maaiveld | Natuurlijke | verhogingen grondwaterstand | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (m +NAP) | grondwaterstand (m +NAP) | Peilopzet tot NAP -0,52 m | Peilopzet tot NAP -0,42 m | Langdurige peilopzet |
| Kollumerwaard | -0,55 | -0,79 | 0,24 | 0,23 | 0,24 |
| Watergang Pompsterplaat | 0,36 | -0,18 | <0,05 | 0,05 | <0,05 |
| Pompsterplaat | 0,30 | -0,66 | 0,18 | 0,21 | 0,18 |
| Kwelderweg | 0,19 | -1,25 | 0,07 | 0,08 | 0,07 |

Ter plaatse van de Kollumerplaat en Pompsterplaat is de ontwateringsdiepte na peilopzet (scenario) respectievelijk 0 en circa 0,8 m. Dit betekent dat de stijghoogte bij de Kollumerwaard tot aan maaiveld reikt.

# 8 Bochtjesplaat

## 8.1 Algemeen

Aan de westzijde van het Lauwersmeer is ook een dwarsprofiel genomen om de invloed van de tijdelijke peilopzet in het Friese deel inzichtelijk te maken. De effecten zijn eveneens met het programma SEEP/W en CTRAN/W bepaald. Het profiel is ter plaatse van Bochtjesplaat in oostelijke richting gelegen.

## 8.2 Uitgangspunten dwarsdoorsnede Zoutkamp

Het geohydrologische profiel van Bochtjesplaat is gemodelleerd vanaf het Bochtje in het Lauwersmeer in het oosten tot aan Eanjumer Opfeart in het westen, ten zuiden van Anjum. De totale lengte van het profiel bedraagt 3,3 km. In dit profiel wordt met name onderzocht wat het effect van de peilopzet is nabij Bochtjesplaat, direct nabij het Lauwersmeer.

*Geohydrologie*

De geohydrologische parameters staan vermeld in tabel 2.1. Voor de deklaag is een horizontale doorlaatfactor aangehouden van 0,4 m/d en een verticale doorlaatfactor van 0,27 m/d. Deze waarden zijn gebaseerd op MIPWA 3.0.

*Oppervlaktewater*

De primaire watergangen OAF-W2850 (Nije Feart) en OAF-W2873 (Eanjumer Opfeart) zijn als expliciete watergang opgenomen in het grondwatermodel, waarbij het waterpeil als een vast peil is aangehouden. De overige waterlopen (secundair en tertiair) zijn als een drainage gemodelleerd met een afvoerhoogte op het betreffende polderpeil.

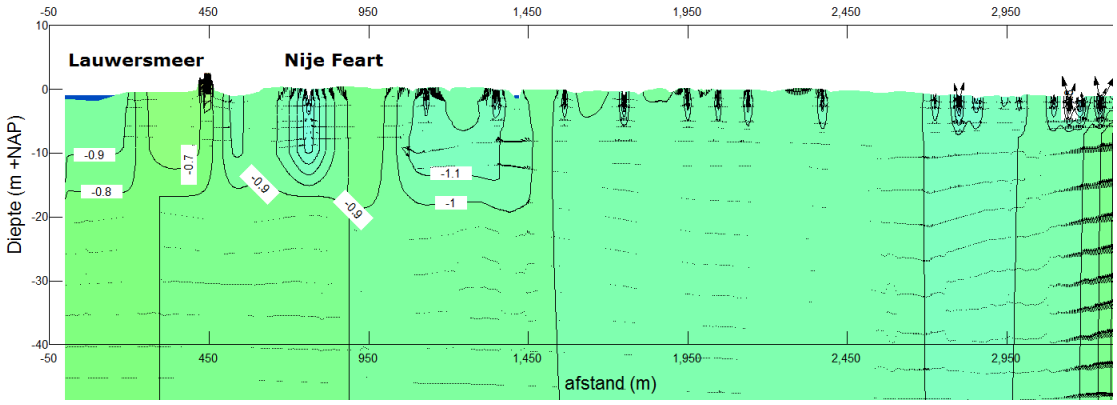
*Randvoorwaarden*

De modelgrens aan de oostzijde is opgelegd als het waterpeil van het Lauwersmeer, de westzijde is als isohypse gemodelleerd, met een vaste stijghoogte van NAP -1,0 m. In de diepere lagen is de stijghoogte op NAP -0,75 m gesteld onder de potklei bij het Lauwersmeer en NAP -0,63 m aan de westrand (bron: MIWPA). De bovenzijde van het model is begrensd als oppervlaktewater of als een zone met een neerslagoverschot van 0,8 mm/dag.

## 8.3 Huidige situatie

Uit modelberekeningen blijkt dat de watergangen een drainerende werking hebben op de omgeving. Het Lauwersmeer heeft een infiltrerende werking op de omgeving. In de lage delen kan kwel aan het maaiveld optreden. Gegevens over drainage onder de weilanden ontbreken, maar zeer waarschijnlijk zijn deze gedraineerd. Deze drainage is niet in het model ingevoerd.
Het neerslagoverschot infiltreert in de bodem en wordt afgevangen door de aanwezige watergangen. Het diepe grondwater kwelt op in de aanwezige A-watergangen en in de secundaire watergangen.

De watergangen staan niet in directe verbinding met het Lauwersmeer; er wordt in de watergangen een ander streefpeil gehanteerd dan in het Lauwersmeer. In figuur 8.1 is de berekende grondwaterstand weergegeven van de stationaire situatie (gemiddelde situatie), ter plaatse van de dwarsdoorsnede.



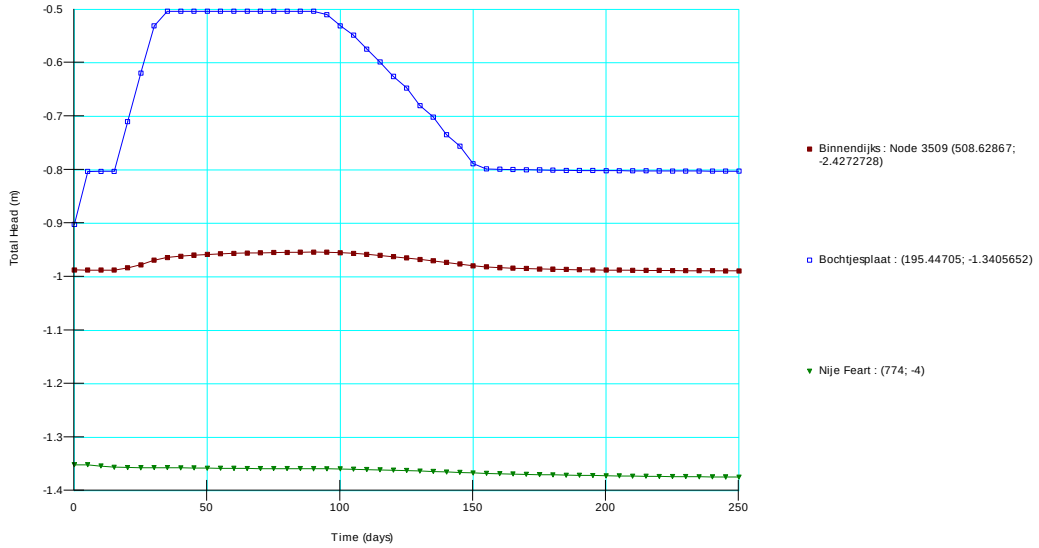

*Figuur 8.1 Stijghoogte huidige situatie*

Met het model is de kwelflux rondom het Lauwersmeer en OAF-W2850 (Nije Feart) berekend. De kwel in het Lauwersmeer bedraagt 0,015 m/dag. Door het geringe verschil in polderpeilen en het peil in het Lauwersmeer is de kwel in het Lauwersmeer hier ook gering.
De kwel in de Nije Feart (OAF-W2850) bedraagt circa 0,20 m/dag.

## 8.4 Scenario peilopzet

### *8.4.1 Geohydrologische effecten*

Ten gevolge van het verhogen van het waterpeil in Lauwersmeer, neemt de grondwaterstand in de directe nabijheid van het Lauwersmeer eveneens toe. Door het aanwezige oppervlakte-watersysteem wordt de fluctuatie gedempt, waardoor binnendijks weinig effect zichtbaar is. De kwelstroom neemt wel toe als gevolg van het peilopzet. In figuur 8.2 is de stijghoogteverloop weergegeven.




*Figuur 8.2 Stijghoogteverloop in de tijd*

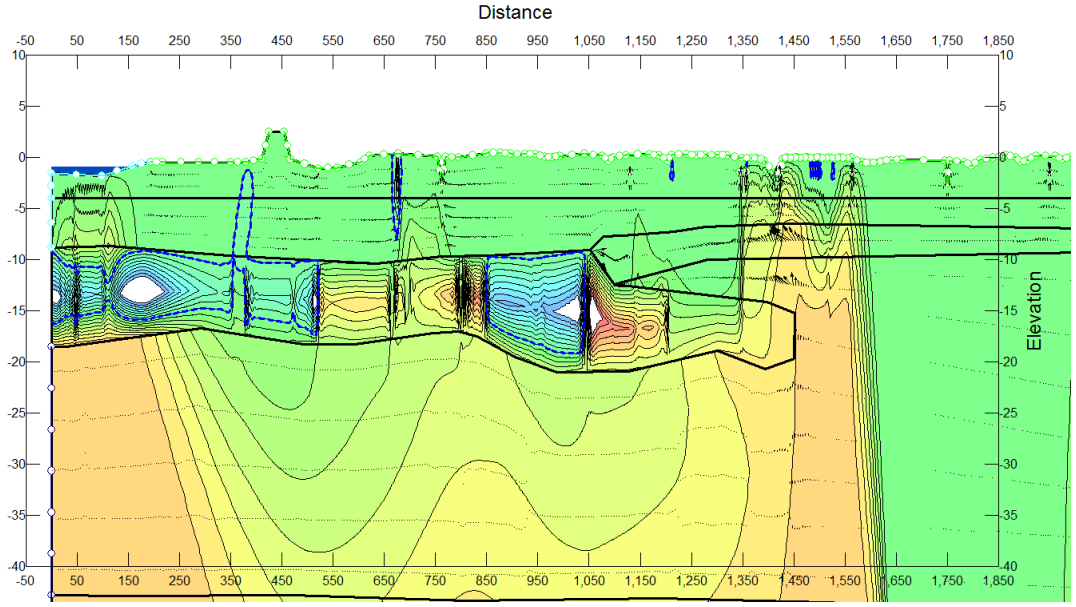
Op basis van figuur 8.2 blijkt dat de stijghoogte nabij het Lauwersmeer met circa 0,3 m toeneemt bij de Bochtjesplaat. Direct binnendijks is de stijging nog maximaal 0,05 m. Ter plaatse van de Nije Feart (OAF-W2850) is de stijging nog enkele centimeters (<0,05 m).

Door de peilopzet neemt de drainerende werking van het Lauwersmeer af. Uit de berekeningen volgt dat deze nagenoeg gereduceerd wordt tot 0,005 m/dag. Ter plaatse van de Nije Feart verandert de kwel nagenoeg niet. Doordat de grondwaterstroming naar het Lauwersmeer verminderd wordt door de peilopzet, neemt de kwel tussen de Nije Feart en de weg Saatsenwei toe met circa 187%.

De grondwaterstanden worden nauwelijks beïnvloed door de polderpeilen.

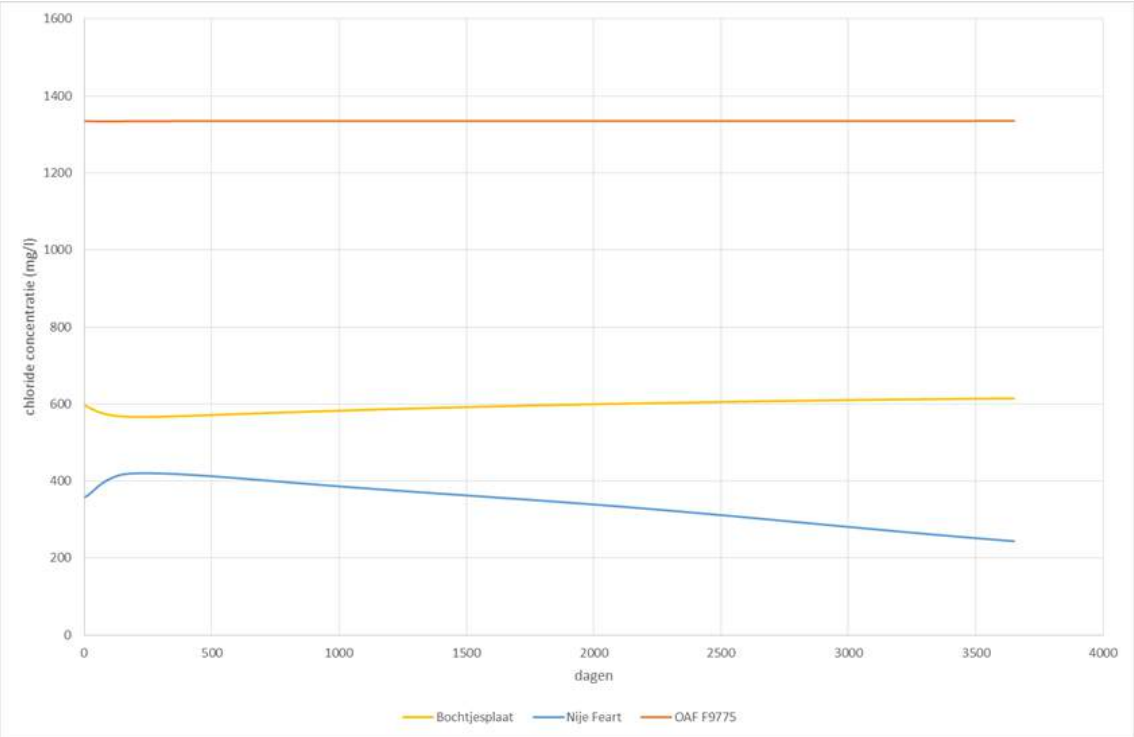
### *8.4.2 Invloed zoet/zout*

In figuur 8.3 is de berekende chlorideconcentratieverdeling weergegeven over het dwarsprofiel. Duidelijk zichtbaar is het effect van de drainerende watergang op afstand van het Lauwersmeer. Het relatief zoutwater op diepte stroomt onder de Peeloklei door en komt vervolgens omhoog. Dit kan de hogere chloride concentraties in de buurt van Anjum verklaren.




*Figuur 8.3: concentratieverdeling chloride*

De concentratie chloride is berekend na tien jaar peilopzet en daling. Uit de berekeningen blijkt dat de chlorideconcentraties niet of nauwelijks verandert. De concentraties in het grondwater zijn in orde van grootte gelijk aan de concentraties in het Lauwersmeer. De hogere concentraties zitten dieper onder de Peelo-klei. Hierdoor is er weinig concentratieverschil boven in het pakket en is het effect ook verwaarloosbaar.

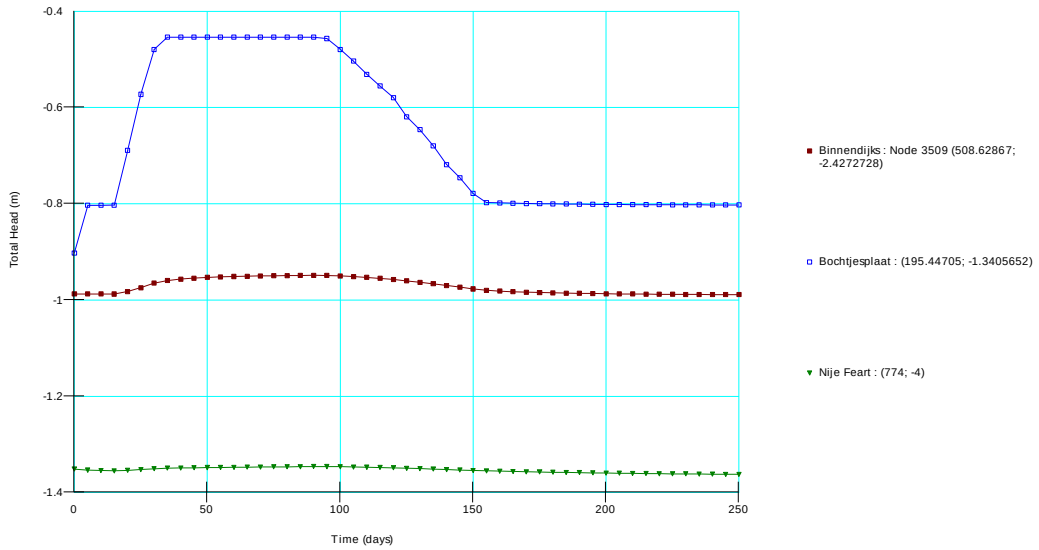



*Figuur 8.4: Berekende chlorideconcentratie*

Uit figuur 8.4 blijkt dat de concentratie aan chloride bij de Bochtjesplaat iets toegenomen is na tien jaar. Deze toename is echter dusdanig gering dat niet verwacht wordt dat de concentratie in het oppervlaktewater zal veranderen. Berekend is een verlaging van de chloride concentratie ter plaatse van Nije Feart. Of deze daling in de kwaliteit van het oppervlaktewater merkbaar is, is afhankelijk van onder andere de doorspoeling van het oppervlaktewatersysteem.

## 8.5 Variant 1: extra peilopzet

De extra peilopzet van 0,1 m, tot NAP -0,42 m zorgt voor een tijdelijke verhoging van de grondwaterstanden in de directe nabijheid van de waterlopen. Onder normale omstandigheden is er sprake van een geringe kwelstroom naar het Lauwersmeer. Door het peilopzet is er sprake van een infiltratie vanuit het Lauwersmeer naar het binnenland. Hierdoor stijgt het peil van het grondwater en neemt de kwel toe. Figuur 8.5 geeft het verloop van de grondwaterstand gedurende de tijd weer.

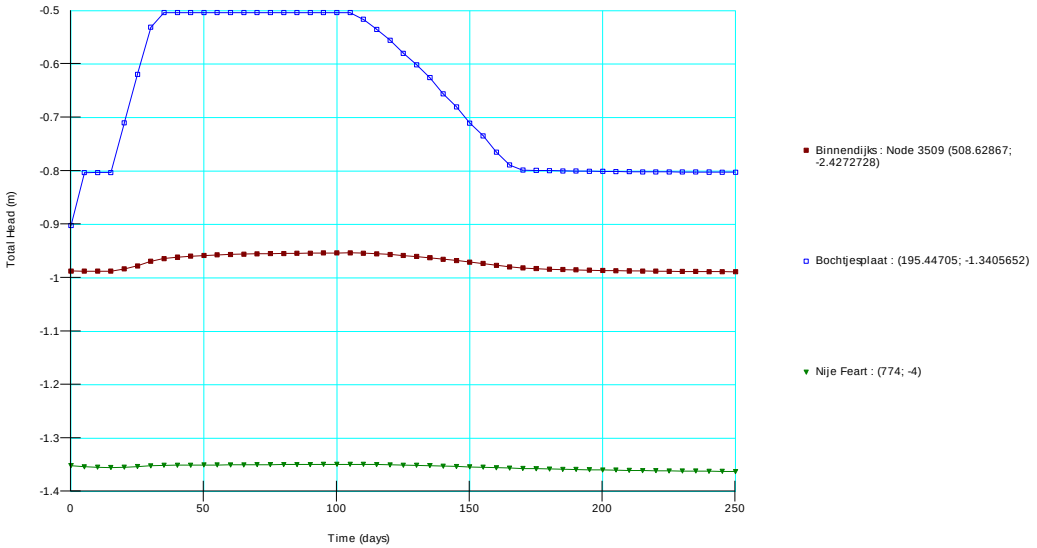



*Figuur 8.5 Verloop grondwaterstand in de tijd bij variant 1*

Ten opzichte van het vorige scenario (paragraaf 8.4), treedt ter plaatse van het Lauwersmeer nu infiltratie op, in plaats van een drainerende werking. De maximale flux (infiltratie) bedraagt 0,024 m/dag. De kwel in de Nije Feart neemt nauwelijks iets af tot 0,123 m/d. De kwel tussen de Nije Feart en de weg Saatsenwei neemt toe met circa 205% tot 0,55 m/dag.

## 8.6 Variant 2: langere peilopzet

In deze variant wordt de peilopzet circa twee weken langer aangehouden dan het basis-scena-rio. Door de langere peilopzet heeft het grondwater meer tijd om een nieuw evenwicht te vinden. Figuur 8.6 geeft het verloop van de grondwaterstand in de tijd weer voor de eerder gedefinieerde locaties.




*Figuur 8.6 Verloop grondwaterstand in de tijd bij variant 2*

Figuur 8.6 is vrijwel identiek aan figuur 8.2 met het verschil dat het opgezette peil langer aan-houdt. De effecten (stijghoogten en fluxen) zijn ook gelijk.

## 8.7 Samenvatting effecten voor alle varianten

Uit de modelresultaten blijkt dat de effecten van de peilopzet lokaal van aard zijn. Er is een geringe verhoging van de grondwaterstand te verwachten. De invloed strekt zich uit tot de waterkering. Binnendijks zijn nauwelijks nog effecten te verwachten. Tevens worden de effecten gedempt door de aanwezige watergangen in het gehele gebied. De peilopzet heeft wel als gevolg dat de drainerende werking van het Lauwersmeer afneemt en daarmee samenhangend de kwel in polder toeneemt. Deze kwel zal deels zorgen voor hogere grondwaterstanden, nabij de waterlopen en deels zal de kwel wegstromen naar andere watergangen. De toename is echter dermate gering, dat geen negatieve effecten op de waterhuishouding te verwachten zijn. Tabel 8.1 geeft een overzicht van de effecten op de kwelflux per variant.

***Tabel 8.1 Effecten kwelflux per variant***

| | Lauwersmeer verschil (%) | Nije Feart verschil (%) | Stiemsterwei eo verschil (%) |
|---|---|---|---|
| Huidige situatie | - | - | - |
| Scenario peilopzet NAP -0,52 | -40 | -14 | 187 |
| Variant peilopzet NAP -0,42 m | 194 | -10 | 206 |
| Variant peilopzet NAP -0,52 m, verlengd | -48 | -13 | 186 |

***Tabel 8.2 maaiveld, grondwaterstand en maximale verhogingen grondwaterstand***

| | Natuurlijke grondwaterstand (m +NAP) | verhogingen grondwaterstand | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Peilopzet tot NAP -0,52 m | Peilopzet tot NAP -0,42 m | Langdurige peilopzet NAP-0,52 m |
| Bochtjesplaat | -0,80 | 0,30 | 0,35 | 0,30 |
| Direct binnendijks | -0,94 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| Nabij Nije Feart | -0,95 | 0,30 | 0,35 | 0,30 |

Ondanks dat een kwelfluxverandering optreedt, worden er geen of verwaarloosbare effecten met betrekking tot stijghoogten en zoet-zoutgrensvlak verwacht.

# 9 Vergelijking eerdere onderzoeken

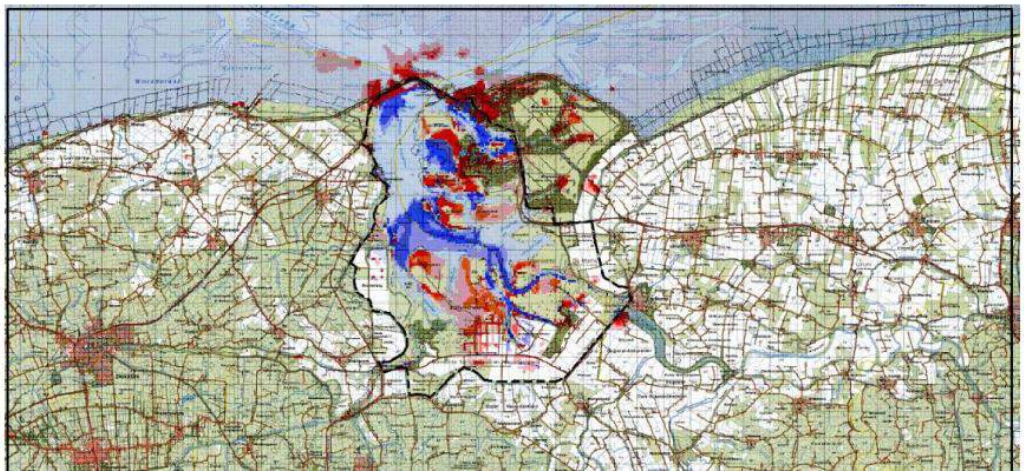
## 9.1 Algemeen

In 2008 is door Deltares een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van peilopzet in het Lauwersmeer (*Kwantitatieve effecten peilstijging Lauwersmeer*, Deltares, rapportnummer 2008-U-R0967/B). Hierbij is met het model MIPWA (versie 1.0) verschillende scenarioberekeningen uitgevoerd. Verschillende waterstanden in het Lauwersmeer zijn stationair doorgerekend. Daarnaast is er een berekening uitgevoerd met het voorgestelde peilverloop voor een klimaatpresentatieve periode. Uit de berekeningen blijkt dat de effecten op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van meer dan 1 cm vrij uniform tot op enkele kilometers van het Lauwersmeer terug te vinden zijn, effecten groter dan 10 cm zijn binnendijks alleen terug te vinden ten zuiden van Anjum en in de Marenwaard. Effecten op de kwelflux en op de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden (GHG en GLG) zijn binnendijks beperkt.
De zoutbelasting lijkt rond het Lauwersmeer toe te nemen met enkele honderden kg/ha/jaar, hetgeen een orde kleiner is dan de gemiddelde huidige zoutbelasting

## 9.2 vergelijking

Uit de huidige 2D berekeningen blijkt dat de stijghoogteveranderingen in het eerste watervoerend pakket, als gevolg van het peilopzet, relatief beperkt zijn. De stijghoogte toename bedraagt circa 0,2 tot 0,4 m op circa 100 m afstand van het Lauwersmeer tot circa 0,05 m op 1.000 m bij Marnewaarden 0,07 m op 1.600 m bij de Kollermerwaard. De stijghoogte toename wordt beperkt door de aanwezige polderpeilen. De verandering in stijghoogten komen in orde van grote overeen met het eerder onderzoek. Echter zijn in 2008 andere uitgangspunten gehanteerd.

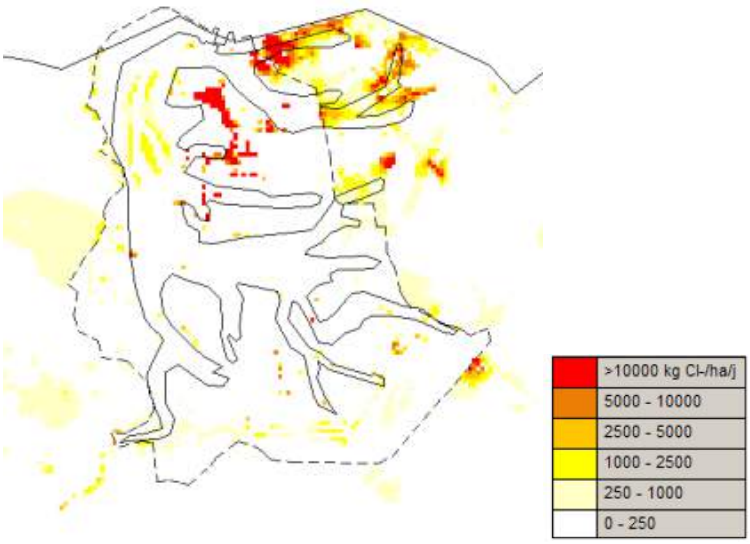
In figuur 9.1 is de berekende verandering van de kwelflux weergegeven zoals deze in 2008 bepaald is.



*Figuur 9.1: Verandering in kwel/infiltratieflux aan de onderkant van de deklaag als gevolg van waterstandsverandering Lauwersmeer naar -0,30m NAP.*

In de berekeningen is uitgegaan van een hogere peil van NAP -0,3 m in plaats van de voorgenomen tijdelijke opzet tot NAP -0,52 m. Zichtbaar is dat de grootste verandering in kwelflux ten noorden van Lauwersmeer optreden, in de Marnewaard en in/nabij de Nieuwe Ruigerzandsterpolder. Dit komt overeen met de bevindingen in onderhavige rapportage. Echter is in de Kollermerwaard ook een aanzienlijke verandering berekend (procentueel gezien).

*Zoutproblematiek*
In figuur 9.1 is de verandering van zoutbelasting weergegeven op basis van het onderzoek uit 2008.




*Figuur 9.1* *Toename chloridebelasting van de deklaag als gevolg van waterstandsfluctuatie in het Lauwersmeer (kg Cl-/ha/jr) (bron:* Kwantitatieve effecten peilstijging Lauwersmeer)

Hierin is duidelijk zichtbaar dat ter plaatse van recreatiepark Suyderoogh een toename optreed en ten noorden van Lauwersoog. Uit de 2D-berekeningen is wel een kweltoename berekend maar geen zouttoename. Omdat het oppervlaktewaterpeil in het Lauwersmeer toeneemt wordt de zoute kwel vanuit de Waddenzee geremd en neemt de 'zoete' kwel vanuit het Lauwersmeer toe. Hierdoor daalt de concentratie aan chloride en dit is met name zichtbaar ten noorden van Lauwersoog.

In de overige gebieden wordt in het onderzoek van 2008 relatief weinig effect verwacht met uitzondering van het gebied nabij Zoutkamp en nabij Bochtjesplaat (ten zuiden van Anjum). In het huidig onderzoek wordt hier relatief weinig effect verwacht ten aanzien van chloride.

## 9.3 Conclusie

Ondanks dat de uitgangspunten in het onderzoek van 2008 anders zijn, is de verwachting ten aanzien van verandering in stijghoogten in het watervoerend pakket in orde van grootte gelijk. Echter zijn er ten aanzien van zout andere verwachtingen. Met name ter plaatse van Suyderoogh en tussen Lauwersoog en de Waddenzee wordt in dit onderzoek een afname aan chloride verwacht tegen een toename in het onderzoek van 2008.

# 10 Monitoring

## 10.1 Algemeen

Uit de berekeningen blijkt dat de invloed relatief beperkt is. Dit is het gevolg van de geringe doorlaatfactor van de bodem in combinatie met de peilopzet. Nabij het Lauwersmeer is het effect het grootst. Door ontwateringsmiddelen, zoals drainage en aanwezige watergangen, worden de effecten gemitigeerd. Om de effecten inzichtelijk te maken, wordt geadviseerd een grondwatermeetnet in te richten. De berekeningen vormen een uitgangspunt voor het grondwatermeetnet.

Onderstaand zijn enkele aandachtspunten weergegeven om richting te geven aan het monitoringsplan. In het monitoringsplan dienen het meetdoel, meetfrequentie, meetmethode per locatie in detail uitgewerkt te worden.

## 10.2 Meetdoel

Het meetdoel van de monitoring is het signaleren van eventuele grondwaterstandsverandering als gevolg van de tijdelijke peilopzet in het Lauwersmeer. Daarnaast dient de grondwaterkwaliteit gemonitord te worden om eventuele beïnvloeding te bepalen.

## 10.3 Meetfrequentie

Gelet op de verspreiding van het effect van de peilopzet in de ondergrond, is een relatief hoge meetfrequentie noodzakelijk. Geadviseerd wordt om de grondwaterstanden en geleidbaarheid per uur te registreren.

## 10.4 Meetmethode

Gelet op de hoge monitoringsfrequentie wordt geadviseerd om de monitoring door middel van een datalogger uit te voeren. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een zogeheten CTD-diver, waarbij, naast waterdruk en temperatuur, ook de geleidbaarheid wordt gemeten. De geleidbaarheid kan omgerekend worden naar een ‘chlorideconcentratie’, waardoor eventuele veranderingen inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

## 10.5 Meetdiepte

Om een goed beeld te krijgen van de effecten wordt geadviseerd om de filterstelling niet te diep te plaatsen. Geadviseerd wordt om de filterstelling circa 0,5 m beneden de plaatselijk GLG te plaatsen. De filterlengte dient één meter te bedragen.

## 10.6 Locatie meetpunten

In bijlage 3 is een voorstel gedaan met globale situering van de monitoringsmeetpunten. De betreffende beheerder/meetnet eigenaar kan dit monitoringsmeetnet aanpassen op basis van zijn/haar ervaringen in het gebied en/of wensen. Het meetnet is een aanvulling op de aanwezige peilbuizen die opgenomen zijn in het digitaal archief van TNO (www.dinoloket.nl). Door oudere meetreeksen te gebruiken in de analyse van de peilopzet, kan inzicht worden gekregen in de daadwerkelijke gevolgen. Een tijdreeksanalyse kan hierbij een hulpmiddel zijn.

# 11 Conclusie

Om de afname van de kwaliteit van het Lauwersmeer tegen te gaan zijn diverse maatregelen opgesteld. Eén van de maatregelen, zoals beschreven in het beheersplan[1], betreft het opzetten van het peil in het Lauwersmeer van NAP -0,93 m (streefpeil huidige situatie) naar NAP -0,52 m (streefpeil Friese Boezem). De peilopzet moet resulteren in hogere grondwaterstanden en een lagere kans op verdroging.

Om de effecten van de peilopzet op het zoet/zoutgrensvlak te berekenen zijn met een 2D-grondwatermodellen gemaakt. De volgende dwarsprofielen zijn onderscheiden:

- Robbengat/Lauwersoog;
- Marnewaard;
- Zoutkamp;
- Kollumerwaard;
- Bochtjesplaat.

De grondwatermodellen zijn gekoppeld met een transportmodule om de beïnvloeding van de chlorideconcentratie te bepalen. Onderstaand zijn de belangrijkste conclusies samengevat met betrekking tot de basisscenario beschreven.

- **Robbengat/Lauwersoog**
  Door de verhoging van het waterpeil neemt de kwel richting het Lauwersmeer af. Er is een hogere tegendruk, zodat de kwel zich landinwaarts gaat verplaatsen. De kwel in de bodem lijdt tot een tijdelijke hogere freatische grondwaterstand. Nabij het Oude Robbengat neemt de stijghoogte als gevolg van het peilopzet ter plaatse van het nabij gelegen Ballastplaat toe met circa 0,4 m, waardoor de grondwaterstand tot circa 0,4 m –mv à 0,5 m –mv reikt.
  Met name ter plaatse van recreatiepark Suyderoogh neemt de hoeveelheid kwel toe. De stijghoogten nemen slechts beperkt toe (<0,1 m). Hier wordt een vast peil gehanteerd.
  Bij Lauwersoog neemt de stijghoogte toe met circa 0,12 m. De ontwaterginsdiepte bij camping Lauwersoog neemt af tot circa 0,7 m –mv. Bij vakantiepark Robbenoort neemt de ontwateringsdiepte af tot circa 1,3 m –mv. De stijghoogten nemen daarna als gevolg van de afname van het peil weer af tot normale waarden. Bij het periodiek opzetten van het peil in het Lauwersmeer, is berekend dat de concentratie aan chloride afneemt in de kwelsloot nabij de Waddenzeedijk/-haven. Dit is het gevolg van het terugdringen van de zoute toevoer vanuit de Waddenzee.

- **Marnewaard**
  De invloed op de grondwaterstanden wordt met name beïnvloed door het polderpeil in de Marnewaard. Doordat hier een laag peil gehanteerd wordt van NAP -2,65 m reiken de effecten niet verder dan de watergang langs de N361. De chlorideconcentratie blijft vrijwel onveranderd, omdat de zoutconcentraties in het Lauwersmeer niet (of nauwelijks) wijzigen.

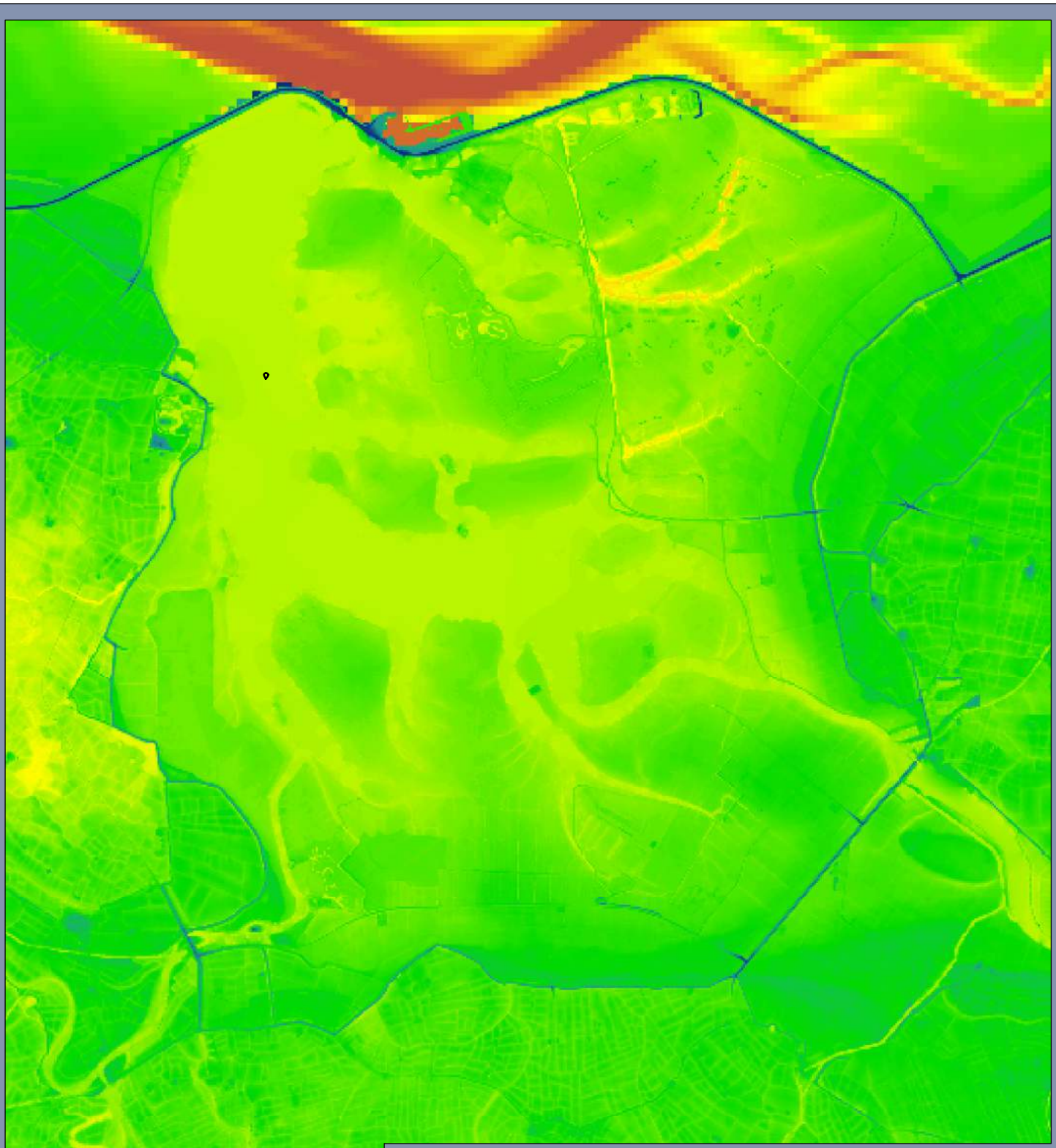
- **Zoutkamp**
  Door het verhogen van het peil in het Lauwersmeer zal het peil in het Reitsdiep eveneens toenemen. Door deze toename wordt de kweldruk vermindert. Berekend is een peilstijging van circa 0,3 m nabij het Reitdiep (Reitdiepskade). De ontwateringsdiepte neemt hierdoor af tot circa 2 m –mv. Verder van het Reitdiep af is de Beatrixstraat gelegen op circa 550 m. De stijghoogteverhoging is hier circa 0,05 m waardoor de ontwateringdiepte afneemt tot circa 0,8 m –mv. De invloed van de tijdelijke peilopzet reikt dus tot circa 550 m à 600 m. De kwelflux neemt als gevolg van de peilopzet landinwaarts ook iets toe. Deze toename reikt tot circa de watergang nabij de Beatrixstraat (achterzijde sportvelden). Bij de verder afgelegen Hunsingokanaal is de kwelflux toename verwaarloosbaar (0,5%). De concentratie aan chloride wordt nabij het Reitsdiep tijdelijk verlaagd, waarna het op de lange termijn weer stabiliseert. Op grotere afstand van het Reitdiep blijft de concentraties aan chloride gelijk. Dit komt omdat het Reitdiep drainerend werkt. Aan de 'aanvoer' van chloride wordt niets gewijzigd qua concentraties. Aan de zuidoostzijde van het Reitdiep is Ruigezandsterpolder gelegen. Berekend is een stijghoogte toename van circa 0,17 m. De ontwateringsdiepte neemt dan tijdelijk af. De concentratie aan chloride neemt tijdelijk toe, waarna het weer stabiliseert tot normale waarden.

- **Kollumerwaard**
  De effecten op de grondwaterstanden en fluxen zijn minimaal. De concentraties aan chloride in het grondwater wordt niet of nauwelijks beïnvloed. Er is een geringe afname aan chloride concentraties zichtbaar bij de Kwelderweg en Zomerhuis.

- **Bochtjesplaat**
  De effecten op de grondwaterstanden zijn minimaal. Als gevolg van het tijdelijk opzetten van het peil verandert de grondwaterstroming nabij het Lauwersmeer van een kwelsituatie naar een geringe infiltratiesituatie. Hierdoor treedt er meer kwel in het achterland op tussen de Nije Feart en de weg Saatsenwei. De grondwaterstanden worden niet of nauwelijks beïnvloed door het aanwezige oppervlaktewaterstelsel.
  De concentratie aan chloride wordt niet beïnvloed. De kwel is afkomstig van verder landinwaarts, waar geen ingrepen worden uitgevoerd.

# Bijlage 1

Maaiveldhoogten



# Hoogtekaart

## Tijdelijk peilopzet Lauwersmeer

**Opdrachtgever: provincie Groningen**
**Projectnummer: 347455**

SWECO

**Status: Definitief**
**Datum: 4-4-2016**
**Schaal: 1:70,000**
**Formaat: A4**

**Getekend: XX - Gecontroleerd: XX**

0 700 1,400 2,100 2,800 3,500 4,200 meter

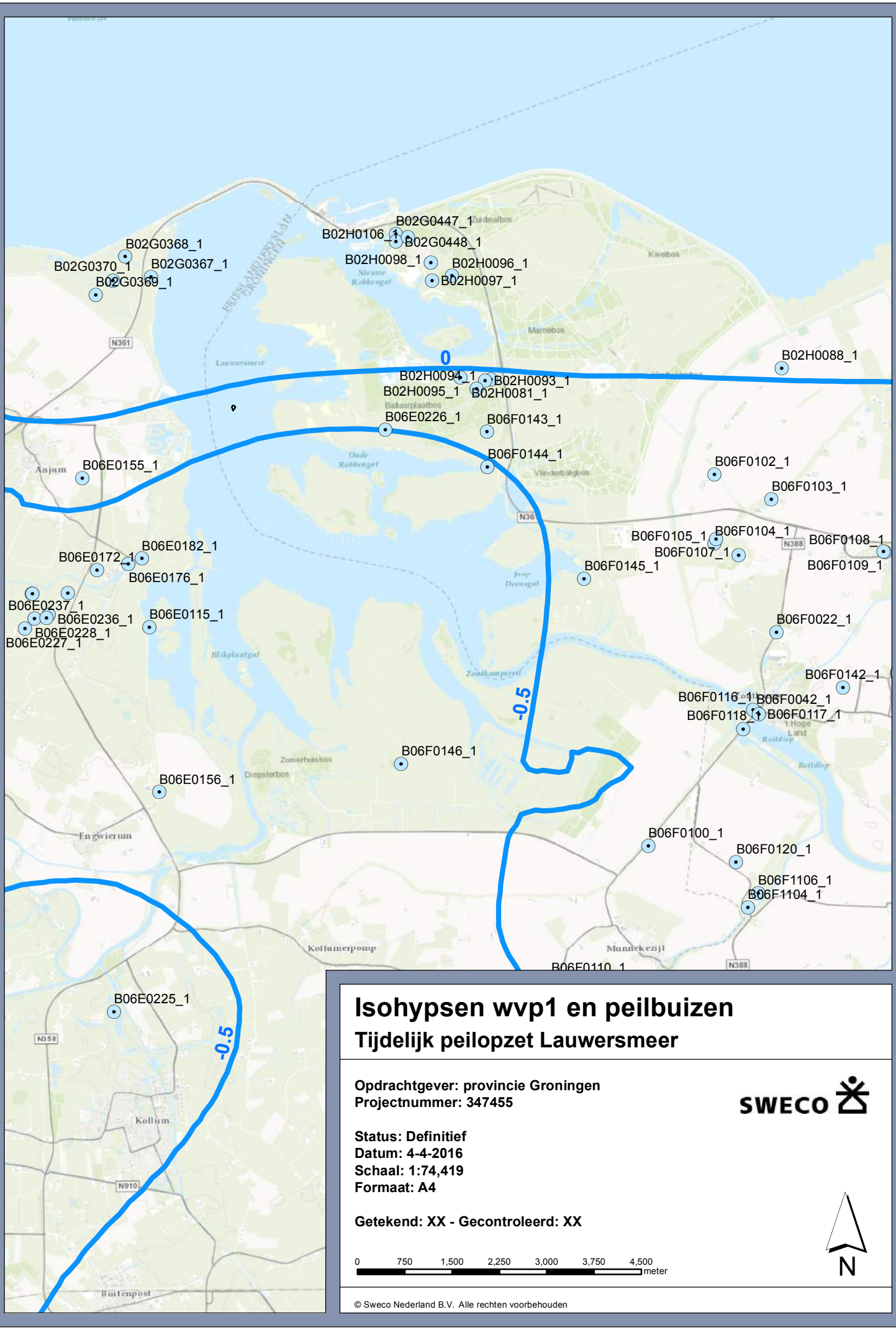
N

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

C:\Data projecten\347455 Lauwersmeer\GIS\mxd\Lauwersmeer_20161102.mxd 4-4-2016 0:24:40

# Bijlage 2

Isohypsen en stijghoogten




# Isohypsen wvp1 en peilbuizen

## Tijdelijk peilopzet Lauwersmeer

**Opdrachtgever: provincie Groningen**
**Projectnummer: 347455**

SWECO

**Status: Definitief**
**Datum: 4-4-2016**
**Schaal: 1:74,419**
**Formaat: A4**

**Getekend: XX - Gecontroleerd: XX**

0 750 1,500 2,250 3,000 3,750 4,500 meter

N

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

C:\Data projecten\347455 Lauwersmeer\GIS\mxd\Lauwersmeer_20161102.mxd 4-4-2016 0:24:40

***Tabel B2.1 Peilbuisgegevens en grondwaterdynamiek***

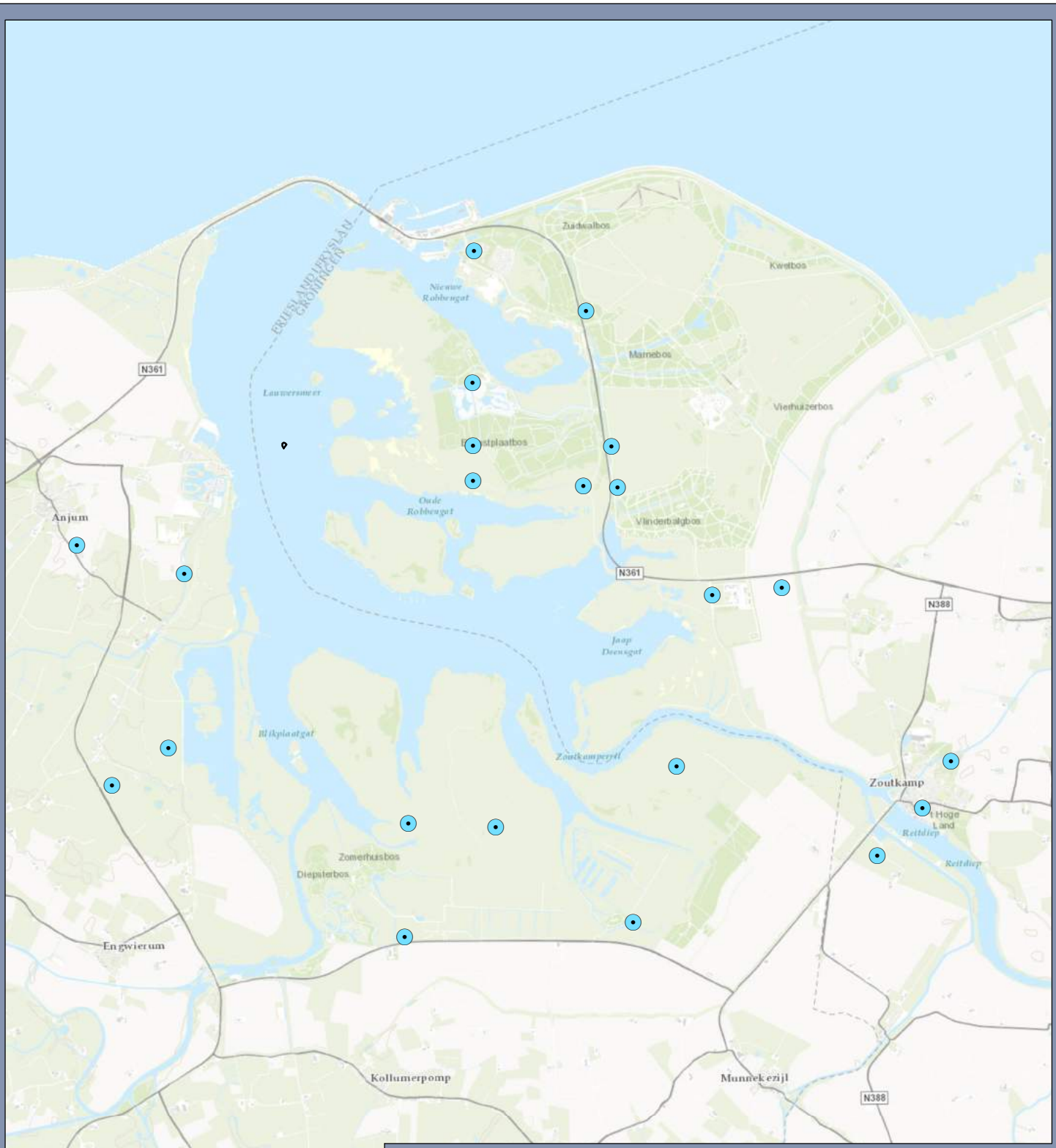
| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B02G0367_1 | 206066 | 601867 | -0.46 | -0.22 | -0.67 | -0.33 | -0.20 |
| B02G0367_2 | 206066 | 601867 | -1.21 | -0.22 | -1.07 | -0.45 | -0.20 |
| B02G0368_1 | 205660 | 602190 | -0.94 | 0.19 | -0.65 | -0.07 | 0.29 |
| B02G0368_2 | 205660 | 602190 | -3.37 | 0.19 | -0.46 | -0.03 | 0.25 |
| B02G0369_1 | 205190 | 601585 | 0.28 | 1.81 | 0.15 | 0.95 | 1.60 |
| B02G0369_2 | 205190 | 601585 | -2.82 | 1.81 | 0.01 | 0.45 | 0.85 |
| B02G0370_1 | 205460 | 601815 | -0.72 | 1.22 | -0.18 | 0.56 | 1.06 |
| B02G0447_1 | 209950 | 602550 | -1.80 | 0.40 | -0.97 | -0.70 | -0.42 |
| B02G0448_1 | 209950 | 602430 | 0.09 | 0.91 | -0.71 | -0.43 | -0.12 |
| B02G1046_2 | 205829 | 601095 | 0.03 | 1.63 | 0.03 | 1.01 | 1.66 |
| B02H0081_1 | 211453 | 600243 | -18.42 | -0.18 | -0.74 | -0.61 | -0.43 |
| B02H0088_1 | 216060 | 600420 | -1.31 | 1.09 | -0.75 | -0.18 | 0.37 |
| B02H0093_1 | 211360 | 600228 | -1.33 | -0.80 | -1.18 | -0.87 | -0.69 |
| B02H0094_1 | 211228 | 600101 | -1.44 | -0.79 | -1.07 | -0.83 | -0.68 |
| B02H0095_1 | 210970 | 600276 | -0.74 | -0.30 | -1.24 | -0.60 | -0.30 |
| B02H0096_1 | 210837 | 601886 | -1.01 | -0.39 | -1.47 | -0.93 | -0.58 |
| B02H0097_1 | 210526 | 601812 | -1.42 | -0.34 | -1.03 | -0.75 | -0.48 |
| B02H0098_1 | 210504 | 602091 | -1.35 | -0.38 | -1.07 | -0.67 | -0.45 |
| B02H0106_1 | 210140 | 602500 | -3.15 | 0.22 | -0.99 | -0.59 | -0.13 |
| B06E0114_1 | 201847 | 594980 | -9.41 | -0.37 | -0.92 | -0.76 | -0.63 |
| B06E0114_2 | 201847 | 594980 | -19.39 | -0.37 | -0.89 | -0.76 | -0.63 |
| B06E0114_3 | 201847 | 594980 | -29.38 | -0.37 | -0.88 | -0.74 | -0.61 |
| B06E0115_1 | 206043 | 596311 | -1.94 | 0.27 | -0.70 | -0.55 | -0.42 |
| B06E0115_2 | 206043 | 596311 | -12.55 | 0.27 | -0.74 | -0.59 | -0.46 |
| B06E0155_1 | 204980 | 598680 | 0.00 | 0.91 | -1.08 | -0.25 | 0.67 |
| B06E0156_1 | 206200 | 593700 | 0.00 | 1.02 | -0.96 | -0.05 | 0.80 |
| B06E0172_1 | 205210 | 597220 | 0.00 | -0.22 | -1.32 | -0.75 | -0.31 |
| B06E0176_1 | 205710 | 597320 | -1.75 | -0.19 | -1.07 | -0.80 | -0.53 |
| B06E0178_1 | 203070 | 595260 | -2.31 | -0.71 | -1.32 | -1.06 | -0.81 |
| B06E0182_1 | 205920 | 597400 | -1.76 | -0.21 | -1.06 | -0.68 | -0.38 |
| B06E0183_1 | 202600 | 593360 | 0.00 | 0.47 | -1.02 | -0.24 | 0.24 |
| B06E0185_1 | 202730 | 593450 | -0.90 | 0.51 | -0.96 | -0.56 | -0.17 |
| B06E0192_1 | 202080 | 592580 | -1.24 | 0.27 | -0.75 | -0.32 | 0.11 |
| B06E0221_1 | 201847 | 594981 | -1.03 | -0.05 | -1.00 | -0.42 | 0.11 |
| B06E0225_1 | 205480 | 590220 | -0.77 | -0.32 | -1.04 | -0.81 | -0.58 |
| B06E0225_2 | 205480 | 590220 | -5.27 | -0.32 | -1.05 | -0.86 | -0.68 |
| B06E0226_1 | 209780 | 599443 | -0.95 | -0.38 | -1.24 | -0.67 | -0.44 |
| B06E0227_1 | 204070 | 596290 | -2.20 | -0.65 | -1.64 | -1.42 | -1.24 |
| B06E0227_2 | 204070 | 596290 | -5.62 | -0.65 | -1.72 | -1.48 | -1.30 |
| B06E0228_1 | 204223 | 596450 | -2.12 | -1.16 | -1.92 | -1.50 | -1.29 |
| B06E0228_2 | 204223 | 596450 | -4.92 | -1.16 | -1.94 | -1.55 | -1.33 |
| B06E0229_1 | 204180 | 596840 | -2.38 | -1.00 | -1.87 | -1.49 | -1.23 |
| B06E0229_2 | 204180 | 596840 | -6.14 | -1.00 | -1.60 | -1.32 | -1.13 |
| B06E0230_1 | 204191 | 596847 | -2.38 | -1.04 | -1.84 | -1.44 | -1.19 |
| B06E0230_2 | 204191 | 596847 | -6.14 | -1.04 | -1.85 | -1.47 | -1.23 |
| B06E0231_1 | 204750 | 596860 | -2.19 | -0.54 | -1.37 | -1.09 | -0.85 |

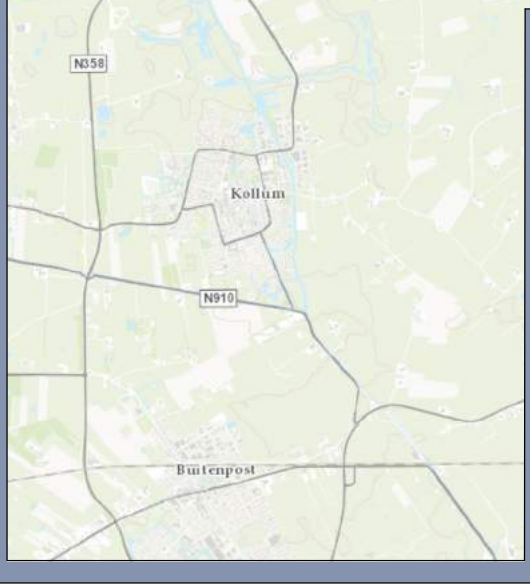
| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B06E0236_1 | 204449 | 596509 | -4.91 | -1.32 | -1.93 | -1.51 | -1.28 |
| B06E0236_2 | 204449 | 596509 | -2.56 | -1.32 | -1.93 | -1.50 | -1.27 |
| B06E0236_3 | 204449 | 596509 | -1.76 | -1.32 | -1.84 | -1.48 | -1.26 |
| B06E0237_1 | 204409 | 596461 | -5.12 | -1.51 | -1.89 | -1.61 | -1.44 |
| B06E0237_2 | 204409 | 596461 | -2.77 | -1.51 | -1.88 | -1.59 | -1.42 |
| B06E0237_3 | 204409 | 596461 | -1.97 | -1.51 | -1.84 | -1.57 | -1.40 |
| B06F0008_1 | 219608 | 592476 | -12.30 | 0.71 | -1.09 | -0.84 | -0.61 |
| B06F0008_2 | 219608 | 592476 | -52.30 | 0.71 | -1.14 | -0.86 | -0.62 |
| B06F0022_1 | 215980 | 596239 | -4.75 | 1.72 | -0.99 | -0.70 | -0.46 |
| B06F0022_2 | 215980 | 596239 | -14.25 | 1.72 | -1.00 | -0.66 | -0.41 |
| B06F0042_1 | 215654 | 594968 | -11.48 | 3.43 | -0.01 | 0.24 | 0.50 |
| B06F0100_1 | 213950 | 592850 | 0.00 | 0.65 | -0.90 | -0.22 | 0.38 |
| B06F0102_1 | 215000 | 598740 | 0.00 | 1.29 | -0.72 | -0.11 | 0.58 |
| B06F0103_1 | 215900 | 598340 | 0.00 | 0.92 | -0.60 | 0.16 | 0.81 |
| B06F0104_1 | 215000 | 597640 | 0.01 | 1.61 | -0.11 | 0.38 | 0.90 |
| B06F0105_1 | 215020 | 597710 | 0.03 | 1.63 | -0.05 | 0.39 | 0.84 |
| B06F0107_1 | 215380 | 597460 | -0.64 | 0.71 | -0.74 | -0.50 | -0.36 |
| B06F0108_1 | 217700 | 597500 | -1.20 | 1.15 | -0.48 | 0.06 | 0.49 |
| B06F0109_1 | 217674 | 597518 | -1.06 | 1.19 | -0.43 | 0.06 | 0.42 |
| B06F0110_1 | 212410 | 590710 | 0.00 | 0.92 | -0.57 | -0.08 | 0.39 |
| B06F0113_1 | 217890 | 595580 | -0.68 | 1.90 | -0.68 | 0.01 | 0.92 |
| B06F0114_1 | 217900 | 595600 | -0.38 | 2.05 | -0.70 | -0.02 | 0.69 |
| B06F0116_1 | 215610 | 595000 | -1.39 | 0.14 | -0.72 | -0.27 | 0.07 |
| B06F0117_1 | 215700 | 594940 | 0.15 | 1.65 | 0.62 | 1.31 | 1.61 |
| B06F0118_1 | 215450 | 594700 | -0.88 | 0.84 | -0.61 | -0.10 | 0.41 |
| B06F0119_1 | 218700 | 593380 | -1.27 | 1.23 | -0.42 | 0.18 | 0.56 |
| B06F0120_1 | 215340 | 592590 | 0.00 | 1.75 | -0.13 | 0.63 | 1.24 |
| B06F0122_1 | 219330 | 592290 | -0.38 | 1.14 | -0.79 | -0.34 | 0.24 |
| B06F0123_1 | 219410 | 592280 | -0.23 | 1.21 | -0.70 | -0.17 | 0.51 |
| B06F0124_1 | 219340 | 592300 | -0.69 | 1.24 | -0.82 | -0.20 | 0.47 |
| B06F0130_1 | 219980 | 590900 | -0.77 | 0.85 | -0.68 | -0.12 | 0.41 |
| B06F0131_1 | 219970 | 590920 | -1.21 | 0.40 | -0.59 | -0.29 | -0.02 |
| B06F0132_1 | 216280 | 589940 | -1.72 | 0.89 | -0.61 | -0.10 | 0.33 |
| B06F0133_1 | 216240 | 589950 | -1.12 | 1.48 | -0.85 | -0.24 | 0.34 |
| B06F0134_1 | 216176 | 590046 | 0.27 | 0.97 | -0.86 | -0.19 | 0.42 |
| B06F0140_1 | 218500 | 594760 | -0.64 | 0.76 | -0.45 | -0.06 | 0.25 |
| B06F0141_1 | 218350 | 597060 | -0.59 | 0.76 | -0.52 | 0.00 | 0.35 |
| B06F0142_1 | 217030 | 595360 | -0.63 | 1.67 | -0.54 | 0.06 | 0.95 |
| B06F0143_1 | 211390 | 599411 | -0.72 | -0.20 | -0.56 | -0.23 | -0.11 |
| B06F0144_1 | 211401 | 598851 | -1.07 | -0.71 | -1.30 | -0.86 | -0.69 |
| B06F0145_1 | 212932 | 597080 | -1.00 | -0.74 | -1.26 | -0.79 | -0.60 |
| B06F0146_1 | 210032 | 594152 | -0.64 | -0.03 | -1.20 | -0.63 | -0.25 |
| B06F1104_1 | 215526 | 591873 | -1.42 | 2.28 | 0.10 | 0.31 | 0.51 |
| B06F1105_2 | 215583 | 592049 | -7.71 | 0.00 | -0.31 | -0.11 | 0.09 |
| B06F1106_1 | 215689 | 592101 | -1.56 | 1.64 | 0.29 | 0.53 | 0.80 |
| B07A0950_2 | 222066 | 591419 | -13.29 | 0.71 | -0.71 | -0.48 | -0.22 |
| B07A0951_1 | 222052 | 591267 | -1.83 | 1.17 | -0.55 | -0.25 | 0.09 |

| Peilbuis | X- Coördinaat (m) | Y- Coördinaat (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | GG (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B07A0952_1 | 222021 | 591032 | -3.26 | 0.75 | -0.35 | -0.11 | 0.15 |
| B07A0953_1 | 222120 | 591134 | -3.27 | 0.73 | -0.76 | -0.54 | -0.23 |
| B07A0954_1 | 221912 | 591138 | -2.43 | 0.57 | -0.34 | -0.08 | 0.16 |
| B07A0955_2 | 221989 | 590874 | -13.44 | 0.56 | -0.92 | -0.69 | -0.41 |
| B07A0956_1 | 222252 | 591169 | -3.01 | 0.99 | -1.03 | -0.87 | -0.62 |

# Bijlage 3

Gemeten gemiddelde chloride concentraties




# Voorstel monitoringspeilbuizen

## Tijdelijk peilopzet Lauwersmeer

**Opdrachtgever: provincie Groningen**
**Projectnummer: 347455**

SWECO

**Status: Definitief**
**Datum: 4-4-2016**
**Schaal: 1:75,000**
**Formaat: A4**

**Getekend: XX - Gecontroleerd: XX**

0 750 1,500 2,250 3,000 3,750 4,500 meter

N

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

C:\Data projecten\347455 Lauwersmeer\GIS\mxd\Lauwersmeer_20161102.mxd 4-4-2016 13:24:01

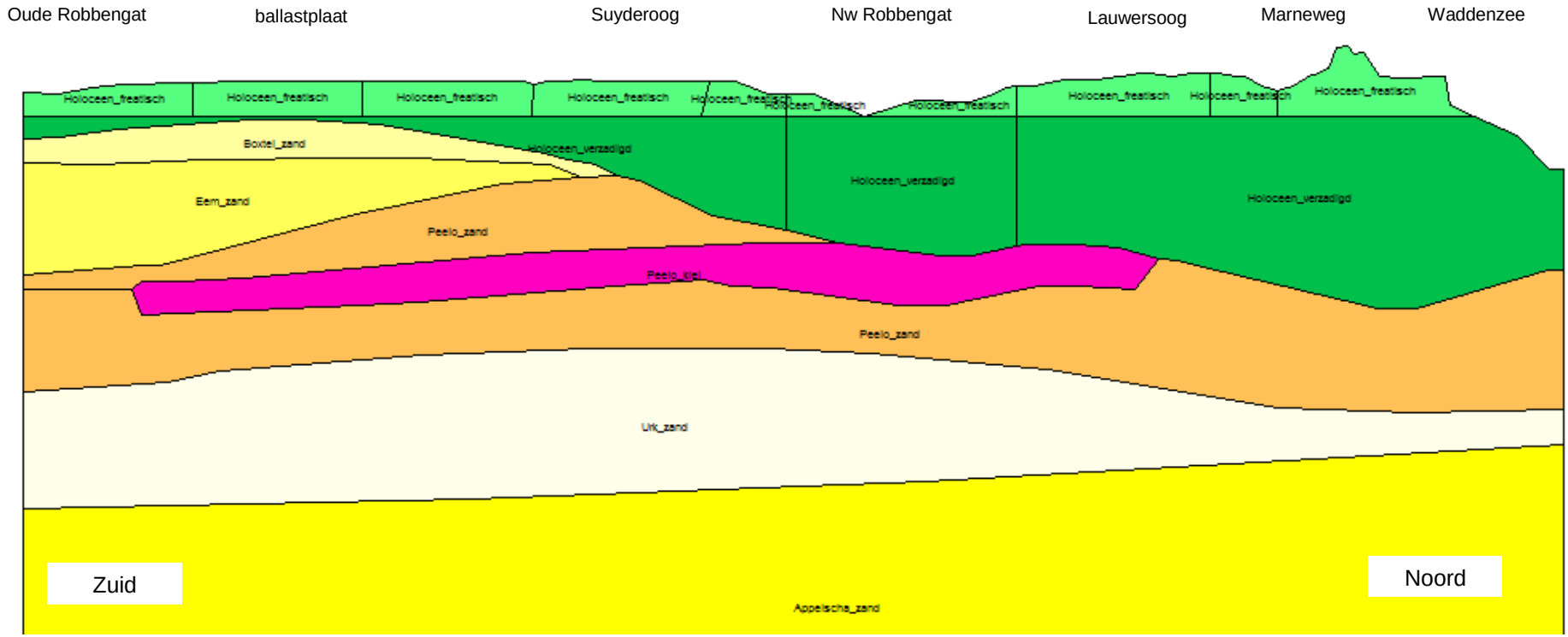
***Tabel B3.1 gemeten concentraties grond- en oppervlaktewater***

| locatie | X coördinaat (m) | Y coördinaat (m) | Diepte (m +NAP) | Gemiddelde concentratie chloride (mg/l) |
|---|---|---|---|---|
| **Grondwater** | | | | |
| B02H0062 Lauwersoog RIVM 346 | 211.454 | 600.242 | -12,0 | 11.965 |
| B02H0062 Lauwersoog RIVM 346 | 211.454 | 600.242 | -15,0 | 11.550 |
| B02H0062 Lauwersoog RIVM 346 | 211.454 | 600.242 | -24,0 | 11.080 |
| B02H0080 Hornhuizen | 219.772 | 600.559 | -21,5 | 8.772 |
| B06F0022 Zoutkamp, Provinciale weg parkplaats | 215.980 | 596.239 | -5,8 | 8.884 |
| B06F0042 Zoutkamp Sluisweg 5 | 215.655 | 594.968 | -12,5 | 95 |
| B06H0081 Lauwersoog, De Rug 1 (terrein St. Bosbeheer) | 211.453 | 600.243 | -21,4 | 11.850 |
| B06E0114 | 201.847 | 594.980 | -10,4 | 9.900 |
| B06E0114 | 201.847 | 594.980 | -20,4 | 9.600 |
| | | | | |
| **Oppervlaktewater** | | | | |
| Eendekooi Westpolder; huisje a.d. dijk | 216.430 | 601.004 | | 382 |
| Westpolderbermkanaal; duiker Weg Lauwersoog | 216.125 | 600.950 | | 3.918 |
| Vlinderbalg; bij km-paal 33.2 Lauwersmeer | 211.664 | 598.445 | | 720 |
| Watergang - Marnewaard; Achter gemaal Nw. Robbengat | 211.516 | 600.877 | | 3.391 |
| Kwelplas Marnewaard; vanaf de kustweg; dijk l'meer | 213.543 | 603.032 | | 10.808 |
| Tocht van de Bakenkant; Marnewaard | 213.369 | 602.524 | | 11.111 |
| Lauwersmeer; Westelijk strand Lauwersoog | 209.746 | 602.049 | | 1.117 |
| Lauwersmeer; Oostelijk strand Lauwersoog | 209.900 | 601.925 | | 1.158 |
| Lauwersmeer; Oostmahorn | 206.719 | 599.039 | | 681 |
| Suyderoog; Lauwersoog | 210.133 | 600.464 | | 1.618 |
| Reitdiep; Zoutkamperril | 213.050 | 596.075 | | 365 |
| Lauwersmeer; slenk ter hoogte van Simonsgat | 209.300 | 597.025 | | 781 |
| Lauwersmeer; Monding Dokkumerdiep Sennnerplaat | 207.363 | 596.563 | | 646 |
| Lauwersmeer; ter hoogte v.d jachthaven Oostmahorn | 207.050 | 599.750 | | 1.034 |
| Lauwersmeer; Nabij de Sluis Lauwersoog | 207.900 | 602.550 | | 1.102 |
| Lauwersmeer; Tussen beide badzones Lauwersoog | 209.113 | 602.275 | | 1.316 |
| Reitdiep; Brug Zoutkamp | 215.623 | 594.912 | | 612 |
| Lauwersmeer Oostmahorn | 206.705 | 599.376 | | 450 |
| Lauwersmeer Noord | 207.805 | 601.872 | | 526 |
| Lauwersmeer Midden | 208.255 | 598.310 | | 431 |
| Lauwersmeer Zuid | 211.003 | 596.381 | | 370 |
| Hunsingokanaal; Sluis Zoutkamp | 215.800 | 595.200 | | 273 |
| Zuider EE, t.z.v.Anjum | 203.486 | 596.871 | | 404 |
| sloot Engwierumerpolder, Nieuwland | 206.157 | 593.944 | | 247 |
| Zandwielen t.n.o.v. Kollum | 204.520 | 589.320 | | 49 |
| Anjumerkolken,centrum | 204.329 | 596.565 | | 352 |
| Nieuwe Zwemmer, Westergeest | 201.535 | 589.993 | | 99 |
| Kollum Eyso de Wendtstraat | 206.008 | 588.377 | | 107 |
| Gruyts, Gtuytsweg | 210.345 | 590.767 | | 301 |
| ANJUMERKOLKEN,hoarnreed | 204.000 | 596.387 | | 305 |
| sloot, nabij Alddyk 29 Lioessens | 203.286 | 601.072 | | 289 |
| sloot, nabij Alddyk 14 Anjum | 204.022 | 600.530 | | 716 |
| sloot, nabij Dyksterwei 2 | 202.154 | 600.195 | | 495 |
| sloot, nabij Lioessens | 201.961 | 600.016 | | 464 |
| sloot, Sanewei Lioessens | 200.770 | 599.215 | | 395 |
| sloot, parkeerhaven Hearrewei Anjum | 202.401 | 598.724 | | 1.250 |
| sloot, Ieldobbewei Anjum | 203.690 | 598.173 | | 1.178 |
| sloot, De Singel Anjum | 204.851 | 599.319 | | 4.829 |

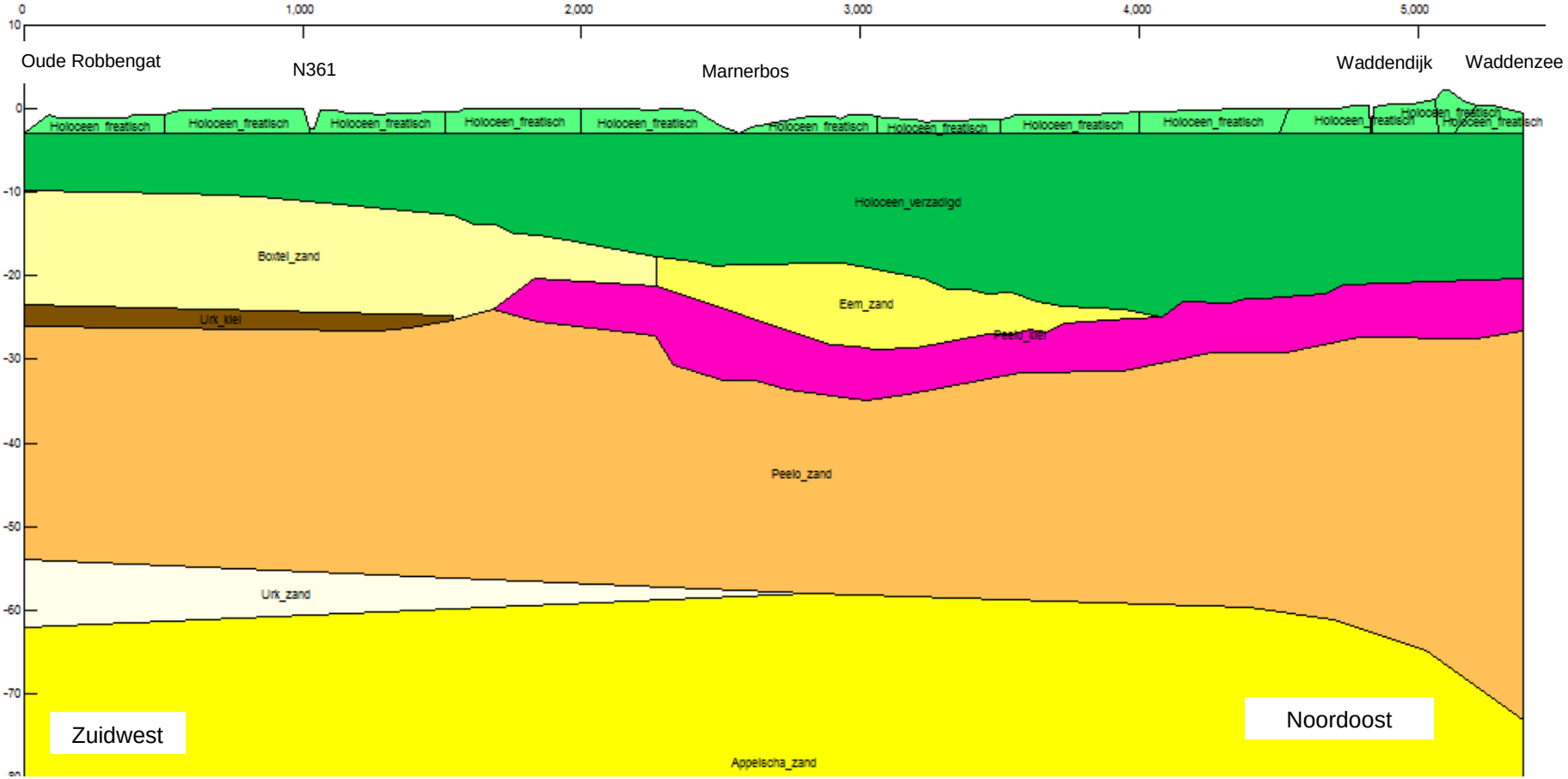
# Bijlage 4

Geohydrologische profielen

**Dwarsprofiel Robbengat**



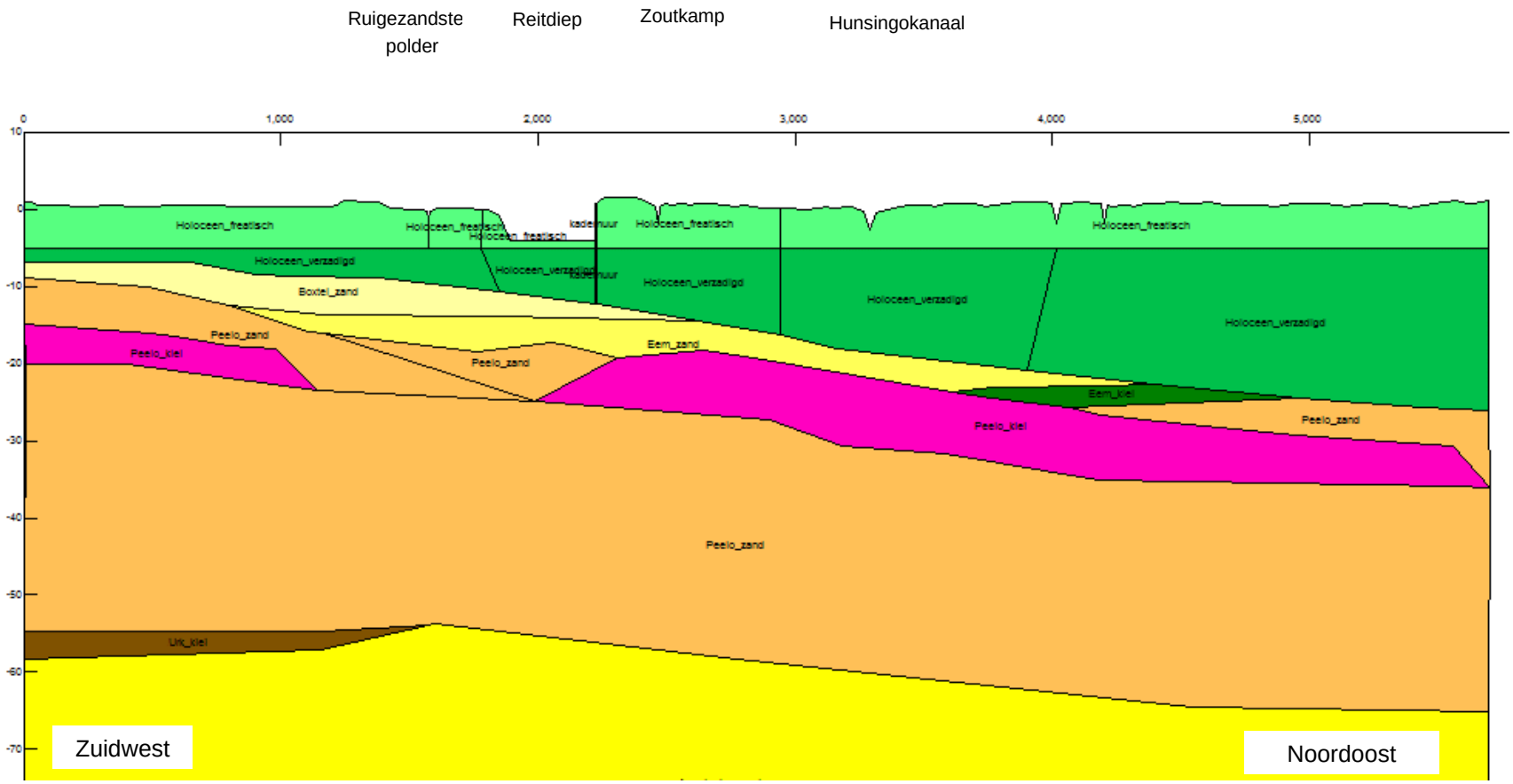
**Dwarsprofiel Marnewaard**



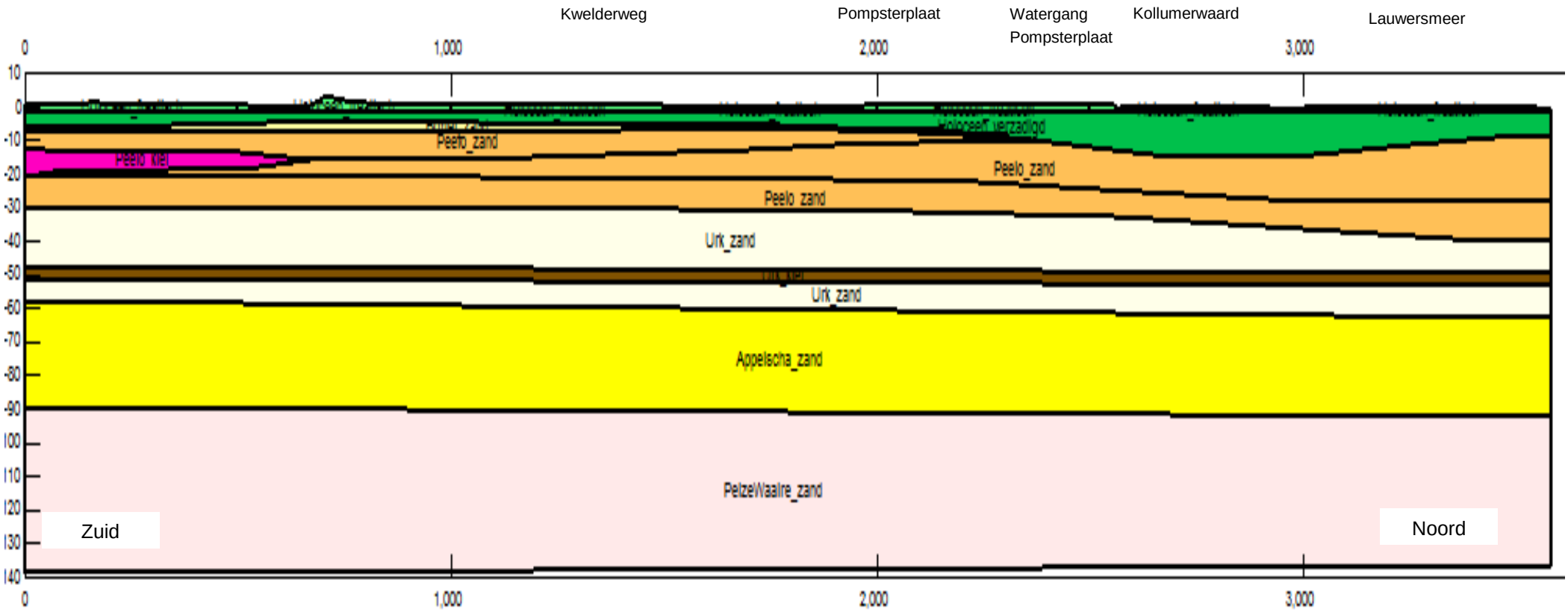



SWECO

**Dwarsprofiel Zoutkamp**



**Dwarsprofiel Kollumerwaard**




SWECO

SWNL-0186629

## Dwarsprofiel Bochtjesplaat

# Bijlage 7

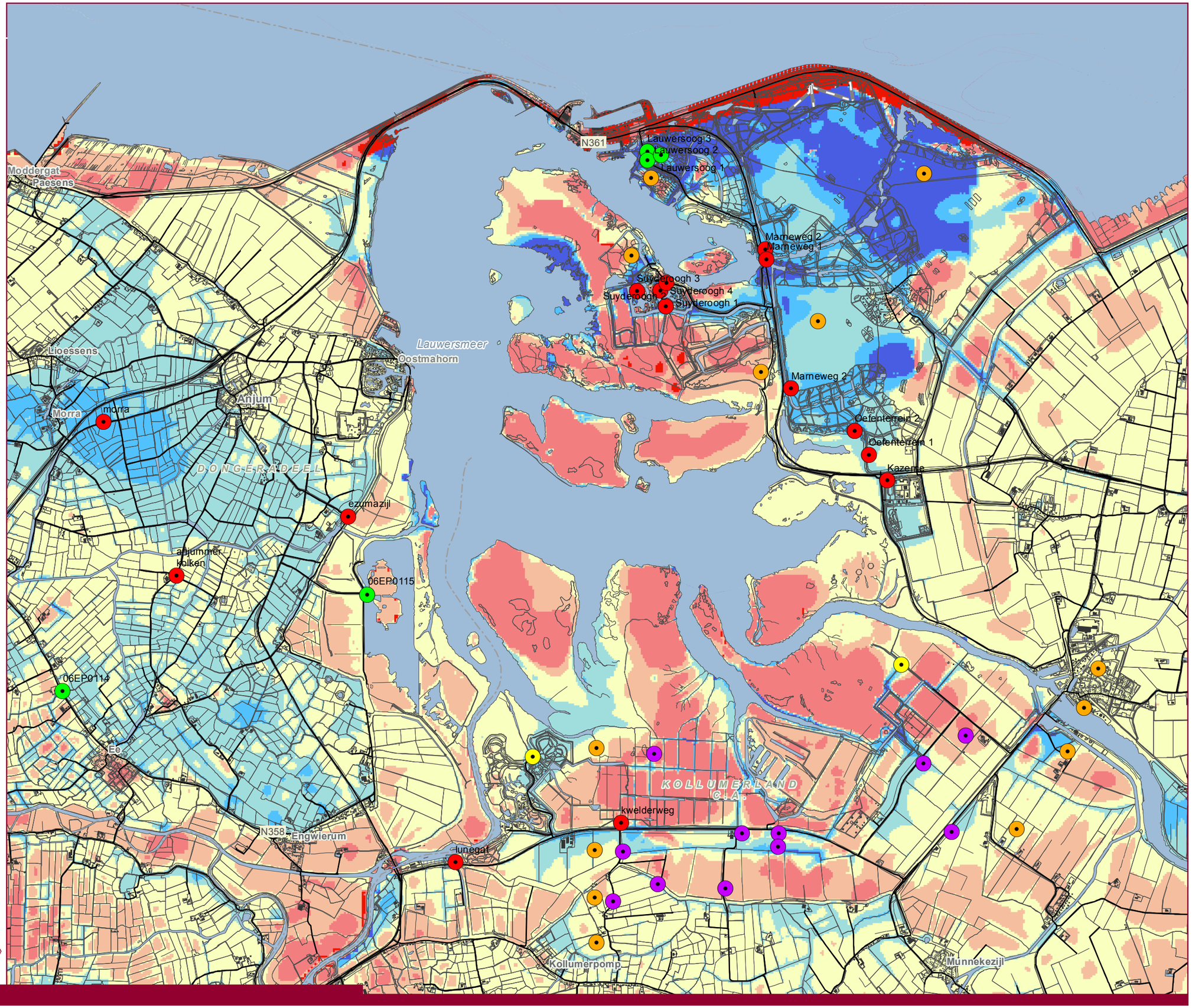
# Voorstel grondwatermeetnet

provinsje fryslân
provincie fryslân

Serietitel (optioneel)

# meetnet concept

**monitoring effecten rietproef lauwersmeer**




- <all other values>

## optimalisa

- bestaand
- te plaatsen
- landbouw

## opmerking

- oppervlaktewatermeetpunt
- loc_buizen_nzv3- ter discussie
- sterke kwel
- matige kwel
- zeer lichte kwel
- intermediair
- zeer lichte infiltratie
- matige infiltratie
- sterke infiltratie

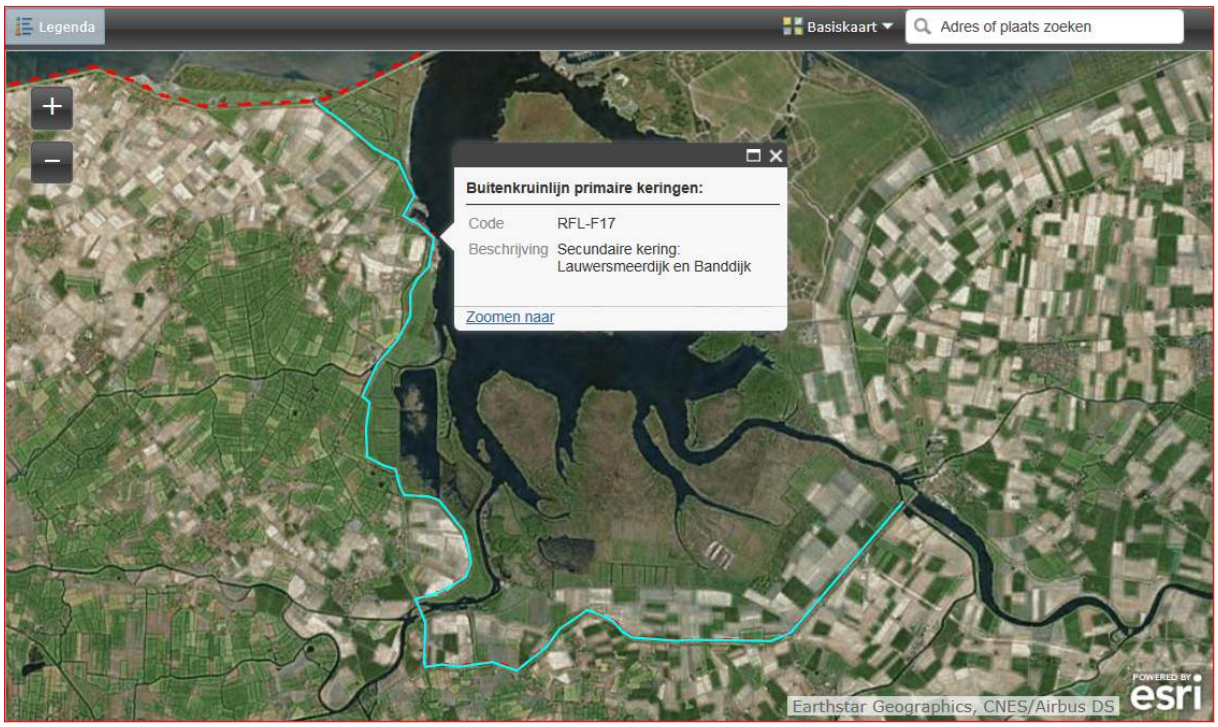
Bron:

0 550 1.100 1.650 m

Bestanden zijn aan gebruiksrestricties onderhevig
10 oktober 2016
Q:\Users\Daniel\MXD2013\meetnet Lauwersmeer.mxd
kaart: cluster Cijfers & Kaarten

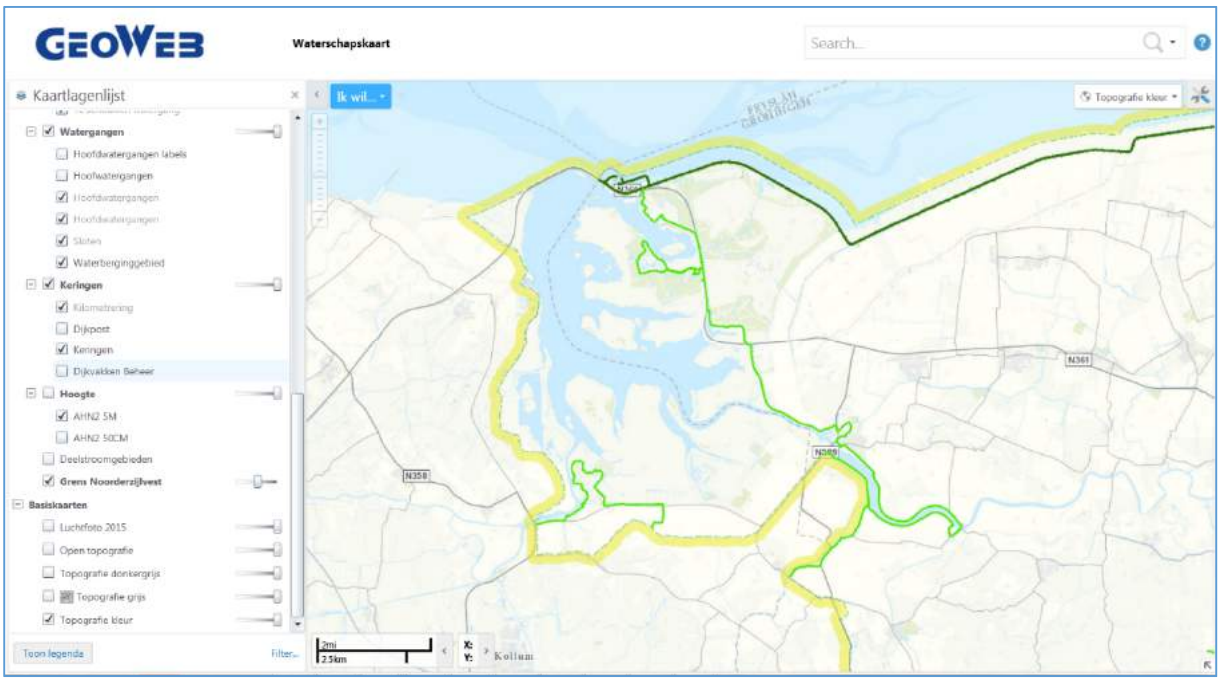
# Bijlage 8

# Regionale waterkeringen Lauwersmeer




Wetterskip Fryslân

https://www.wetterskipfryslan.nl/kaarten/leggerkaart




Waterschap Noorderzijlvest

https://geo.noorderzijlvest.nl/geoweb50/?Viewer=Waterschapskaart

Bijlage 9

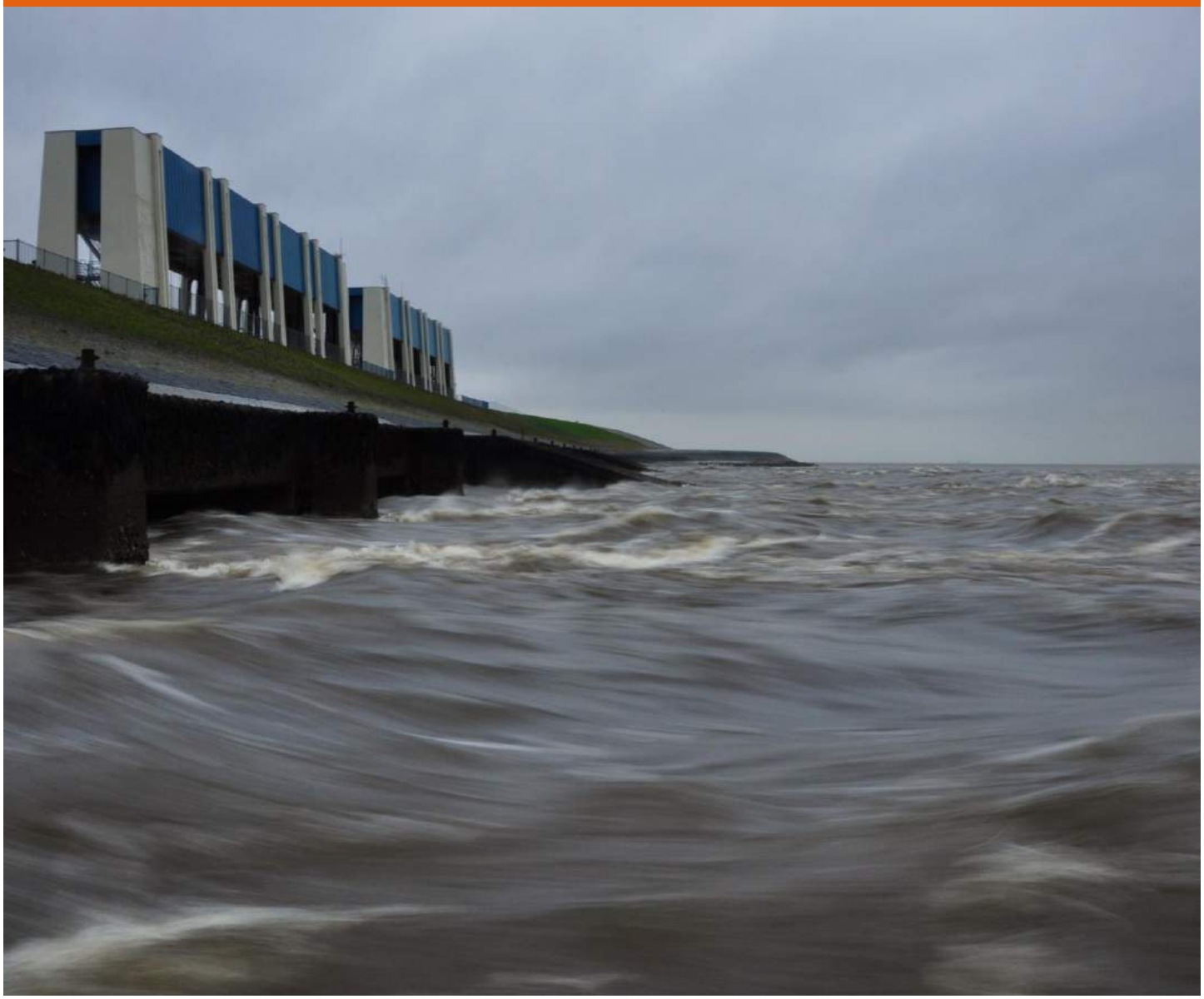
# Beheerprotocol

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

# BEHEERPROTOCOL RIETPROEF

## Richtlijnen ter voorkoming van wateroverlast tijdens de Rietproef in het Lauwersmeer

28 JULI 2016



**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

**www.arcadis.com**

Projectnummer: C01021.201079

Onze referentie: 078889665 0.1

# Contactpersonen

**NIELS DE HULSTER**

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

# Inhoudsopgave


**1 INLEIDING** **6**

1.1 Aanleiding 6

1.2 Vraagstelling 6

1.3 Leeswijzer 6

**2 AANPAK** **7**

2.1 Randvoorwaarden 7

2.2 Modelwerkzaamheden 7

2.3 Kwantificeren Rietproef 7

2.4 Onderzoeksperiode 8

2.5 Randvoorwaarde Friese boezem en gemaal Dongerdielen 8

**3 RESULTATEN** **9**

3.1 Kalibratie 9

3.2 Waterstanden op Lauwersmeer als gevolg van Rietproef (nog zonder beheerprotocol) 12

3.3 Opzet beheerprotocol 13

3.4 Resultaat eerste opzet beheerprotocol 15

**4 CONCLUSIE** **20**

**BIJLAGEN 1 RANDVOORWAARDE DNZ** **21**

**BIJLAGEN 2 RESULTATEN RIETPROEF MODELLERING 2009 – 2015** **23**

# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

Waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân zijn voornemens een proef uit te voeren met flexibel peilbeheer op het Lauwersmeer. Het doel van deze proef is te onderzoeken of hiermee voldoende verbeteringen ontstaan voor flora en fauna. De belangrijkste wijziging t.o.v. de huidige situatie is het accepteren van een tijdelijk hogere waterstand in het voorjaar.

Arcadis is gevraagd een technisch beheerprotocol op te stellen dat gedragen wordt door de waterschappen Noorderzijlvest en Fryslân en dat voldoende houvast biedt om op elk willekeurig moment te weten of de Rietproef doorgezet kan worden of onderbroken moet worden. Een eerste aanzet is al uitgewerkt in het memo “Peiltechnische aanpak Rietproef’. Dit memo beschrijft een aanpak voor het opstellen van het protocol en de inhoudelijke onderbouwing van de gekozen denklijn en stuurvariabelen.

Het gaat in dit onderzoek nadrukkelijk om een technisch beheerprotocol. In de praktijk ligt de verantwoordelijkheid voor eventueel afbreken bij de boezembeheerders. Het protocol biedt handvatten voor een juiste keuze.

## 1.2 Vraagstelling

Als gevolg van het flexibel peilbeheer kunnen negatieve effecten ontstaan. Om invulling te geven aan deze mogelijke negatieve effecten wordt een beheerprotocol ontwikkeld, waarmee geanticipeerd wordt op eventueel verwachte extreme waterstanden aan de hand van ondermeer weersvoorspellingen.

De hoofdvraag in dit onderzoek is: Wat is het effect op de waterveiligheid op het Lauwersmeer bij het uitvoeren van de Rietproef en wat is een geschikt beheerprotocol om de veiligheid te waarborgen?

## 1.3 Leeswijzer

Dit rapport bespreek achtereenvolgens:

- De gehanteerde aanpak en bijbehorende uitgangspunten (hoofdstuk 2);
- De resultaten van modelberekeningen (hoofdstuk 3);
- Conclusies over van het functioneren van de het protocol en de effecten van de Rietproef op de waterveiligheid (hoofdstuk 4).

# 2 AANPAK

## 2.1 Randvoorwaarden

Met Waterschap Noorderzijlvest zijn de volgende randvoorwaarden vastgesteld:

- Er wordt geen onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de Rietproef op droge periodes, zoals de invloed op de voorraad zoet water in het Lauwersmeer;
- Voor de modelberekeningen wordt gebruik gemaakt van de meest recente versie van het boezemmodel van het waterschap Noorderzijlvest;
- Het uitgangspunt is dat als gevolg van de Rietproef de waterstanden onder normale omstandigheden niet hoger worden dan -0,52 m NAP. Uit meetgegevens blijkt dat tussen de spuimogelijkheden op het Lauwersoog de waterstand fluctueert met ongeveer 20 cm. Voor de Rietproef wordt daarom een peil van -0,62 m NAP ingesteld, waarbij de waterstand tijdelijk op kan lopen tot -0,52 m NAP;
- Voor de neerslag wordt gebruikt gemaakt van de EPS verwachtingen van het KNMI;
- Voor het berekenen van de verwachtte spuicapaciteit via de Cleveringsluizen (Lauwersoog) worden gemeten buitenwaterstanden gebruikt;
- Het verwachtte 24 uurs waterbezwaar op de Friese boezem is aangeleverd door het Wetterskip. Deze dataset bevat informatie over de verwachtte toevoer per dag.

## 2.2 Modelwerkzaamheden

De modelwerkzaamheden bevatten de volgende stappen:

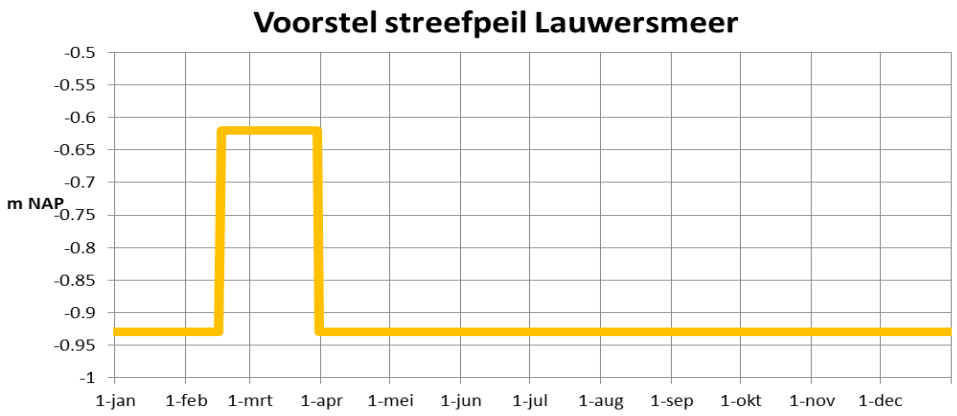
a. Doorrekenen van het boezemmodel voor een representatieve periode van 3 jaar;
b. Analyseren hoe de berekende waterstanden op het Lauwersmeer zich verhouden t.o.v. meetgegevens om de betrouwbaarheid van het model voor deze periode te toetsen;
c. Het nieuwe peilbeheer conform de Rietproef doorvoeren en het effect op extreme waterstanden bepalen;
d. Beoordelen 1$^{e}$ versie van het beheerprotocol en conceptrapportage;
e. Resultaten bespreken met het waterschap en beheerprotocol aanscherpen;
f. Beoordelen 2$^{e}$ versie van het beheerprotocol;
g. Afronden rapportage

## 2.3 Kwantificeren Rietproef

Voor de Rietproef wordt in de praktijk rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- De proef wordt niet gestart in de periode dat de kans op wateroverlast het grootst is. Dit betekent dat de proef start op 15 februari;
- De waterstand laten stijgen tot een maximale waterstand van -0,52 mNAP en dit 1,5 maand op dit hoge niveau houden. Bij deze maximale waterstand hoort een streefpeil van -0,62 mNAP;
- Na 1,5 maand de waterstand laten zakken tot het huidige streefpeil. Dit betekent dat op 1 april de waterstand wordt teruggebracht naar -0,93 m NAP.

Bovenstaande uitgangspunten leidt tot het volgende te onderzoeken gewenste streefpeil voor de jaarrondsituatie.

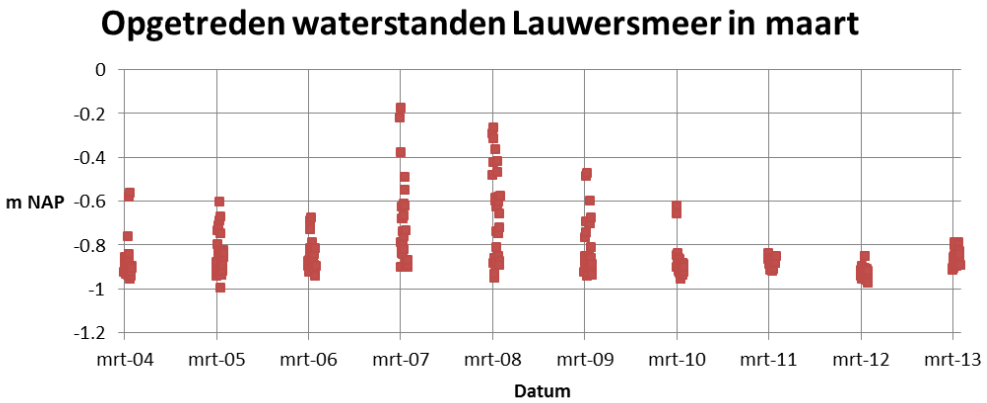



Figuur 1 Streefpeil gedurende het jaar

## 2.4 Onderzoeksperiode

Dit onderzoek gaat in op mogelijke negatieve effecten die ontstaan als gevolg van het hogere peil op Lauwersmeer in het voorjaar. Om die reden is het van belang een onderzoeksperiode te kiezen waarbij extreme omstandigheden zijn opgetreden gedurende het voorjaar.

De beste indicator voor werkelijk opgetreden extreme omstandigheden is de gemeten waterstand op het Lauwersmeer. Onderstaande figuur toont de opgetreden waterstanden (dagmaxima) over een periode van 10 jaar in maart van elk jaar.




Figuur 2 Dagmaxima waterstanden in de maand maart

Uit de informatie in deze grafiek volgt dat de jaren 2007 en 2008 de hoogste waterstanden hebben gedurende de onderzoeksperiode. Deze jaren staan centraal in de bespreking van de analyse, aangevuld met een gemiddeld jaar (2006). In de bijlagen is voor alle jaren vanaf 2006 het protocol beoordeeld.

## 2.5 Randvoorwaarde Friese boezem en gemaal Dongerdielen

De afvoer vanuit het stroomgebied van gemaal Dongerdielen naar het Lauwersmeer wordt meegenomen door de schematisatie van dit bemalingsgebied aan het model toe te voegen.

Voor de afvoer vanuit Dokkumer Nieuwe Zijlen en Friese sluis Zoutkamp is een uitgebreide analyse uitgevoerd (zie bijlage1). De analyse wijst uit dat in dit onderzoek het beste de meetreeksen – dus werkelijke opgetreden debieten - aan het model kunnen worden opgelegd als randvoorwaarde.

# 3 RESULTATEN

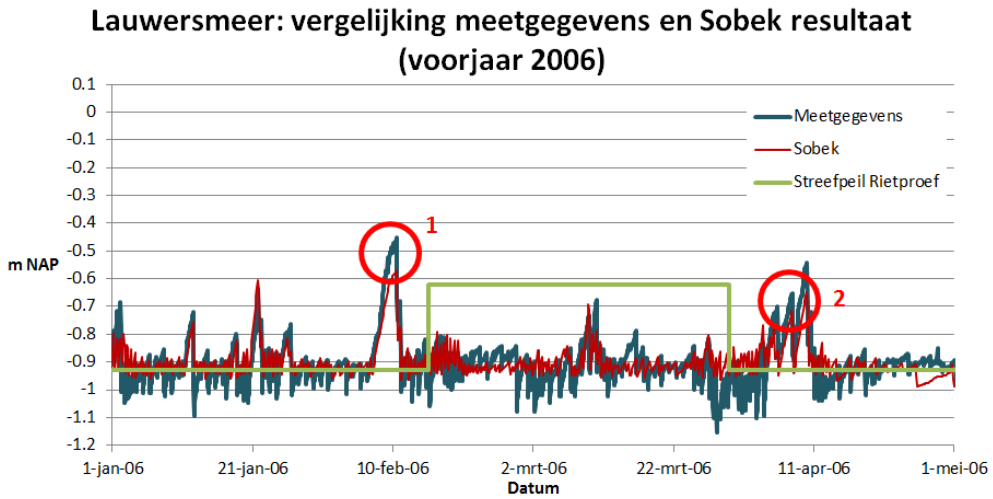
## 3.1 Kalibratie

De onderzoeksperiode (2006 t/m 2015) is doorgerekend met het boezemmodel van Waterschap Noorderzijlvest. Dit hoofdstuk presenteert de resultaten zonder en met de inzet van het beheerprotocol voor de genoemde jaren (2006 en 2008). Een vergelijkbare analyse voor de jaren 2009 tot en met 2015 is te vinden in bijlage 2.

Voor de hydrologische berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

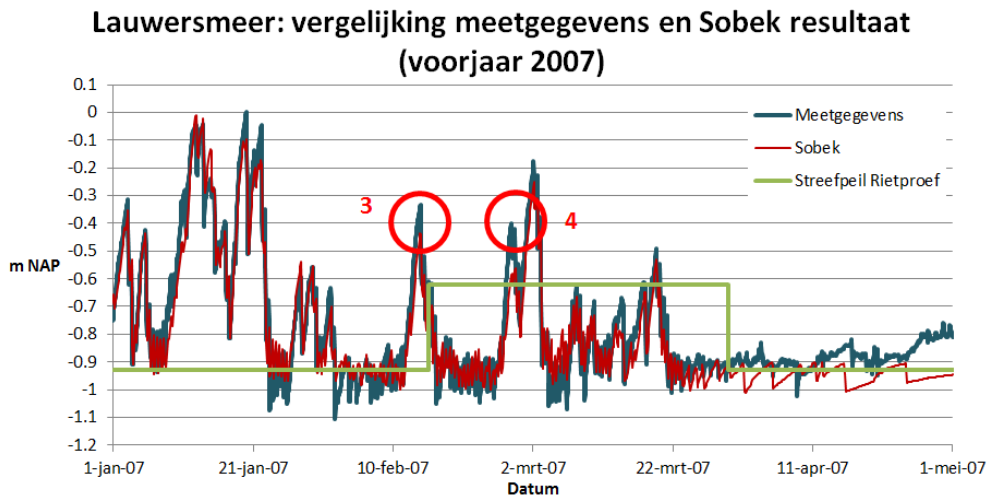
- Siebe Bosch heeft aangegeven dat hij een controle heeft uitgevoerd op de laatste versie van het boezemmodel en bevestigd dat de S-curve van het Lauwersmeer in deze versie klopt. Gelet op deze extra validatie, rekenen wij ook met de laatste versie van het boezemmodel (versie NZV1508.lit met Sobek 2.14.002);
- De gemeten debieten op Dokkumer Nieuwe Zijlen en Friese sluis Zoutkamp zijn als randvoorwaarde gehanteerd;
- Het gemaal en achterliggend gebied van gemaal Dongerdielen is toegevoegd aan het model (als unpaved node);
- Er is niet gerekend met windinvloeden;
- De Cleveringsluizen hanteren een streefpeil op het Lauwersmeer van -0.93 m NAP.

De figuren op de volgende pagina tonen een vergelijking tussen de gemeten en berekende waterstanden op het Lauwersmeer in de voorjaren van 2006, 2007 en 2008.



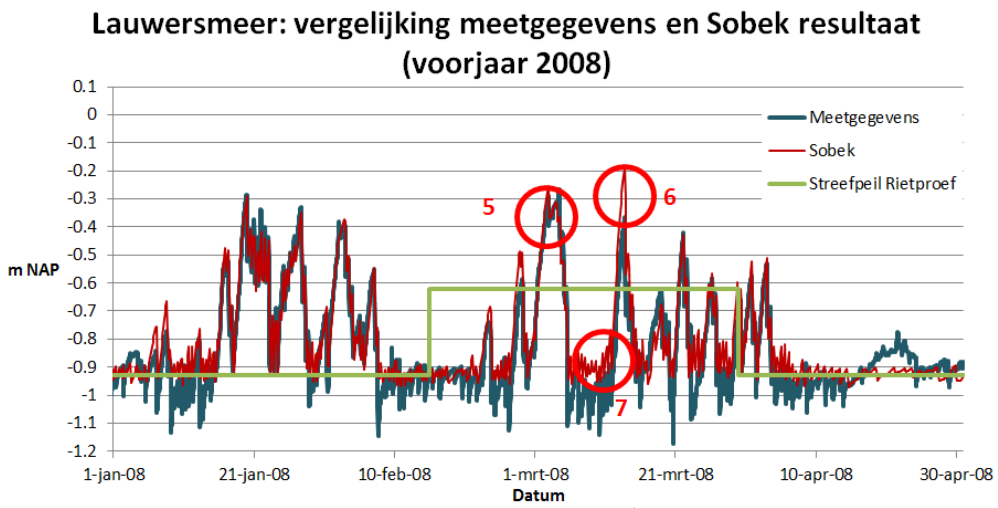

Figuur 3 Validatie 2006

Uit een vergelijking tussen de modelresultaten en meetgegevens voor het jaar 2006 volgt dat de berekende hoogwaterpiek in februari (cirkel 1) meer dan 10 cm lager is dan de gemeten hoogwaterpiek. Hetzelfde treedt op in april (cirkel 2).




Figuur 4 Validatie 2007

Het model reproduceert de extreme waterstanden goed in januari 2007. Tijdens de pieken in februari (cirkel 3) en maart (cirkel 4) komt hetzelfde beeld naar voren als in 2006; de berekende maximale waterstanden zijn 5 à 10 cm lager dan de gemeten waterstanden.




Figuur 5 Validatie 2008

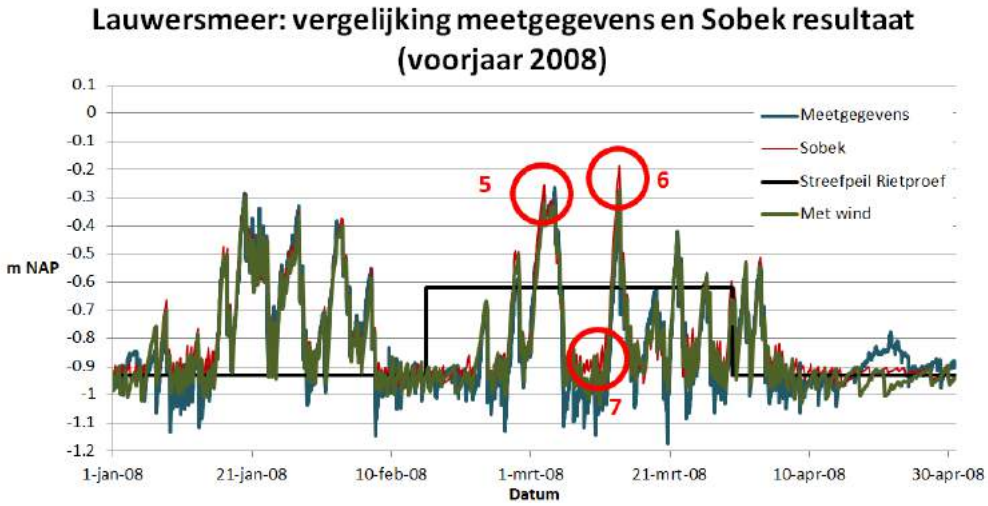
In het zichtjaar 2008 presteert het model zeer goed; de berekende waterstanden in januari volgen zeer goed de meetgegevens. Ook de hoge waterstand begin maart (cirkel 5) komt goed overeen. Tijdens de piek halverwege maart (cirkel 6) ontstaat er wel een groot verschil van bijna 20 cm. Uit nadere analyse volgt dat in werkelijkheid tijdens deze piek ook een lager peil is gehanteerd op het Lauwersmeer (cirkel 7) waardoor de maximale waterstanden ook lager zijn geworden.

Advies op basis van de validatie

Het doel van deze validatie is te onderzoeken of het model goed genoeg presteert om het beheerprotocol voor de Rietproef te toetsen. Tijdens de wintermaanden presteert het model zeer goed, alleen tijdens de periode waarin wij geïnteresseerd zijn komt het regelmatig voor dat de waterstanden ca. 10 cm te laag berekend worden. Vermoedelijke oorzaken zijn:

- De grondwaterstanden in Rainfall-Runoff zakken te snel uit na de winterperiode;
- Bij de Cleveringsluizen wordt bij een verschil in waterstanden tussen het Lauwersmeer en de Waddenzee meteen overgegaan op vrije lozing over drie kokers, mogelijk verloopt dit proces in werkelijkheid langzamer;
- De locatie van de gemeten waterstanden is nu in het zuidwesten van het Lauwersmeer, door wind toe te voegen aan het model leidt de berekende scheefstand op het Lauwersmeer mogelijk tot een beter benadering van de meetwaarden.

De laatst benoemde oorzaak van de afwijkingen – scheefstand en opwaaiing door wind – is nader onderzocht met het model voor het voorjaar van 2008. Het resultaat van de berekening met wind is toegevoegd aan onderstaande figuur.




Figuur 6 Effect windinvloed validatie 2008

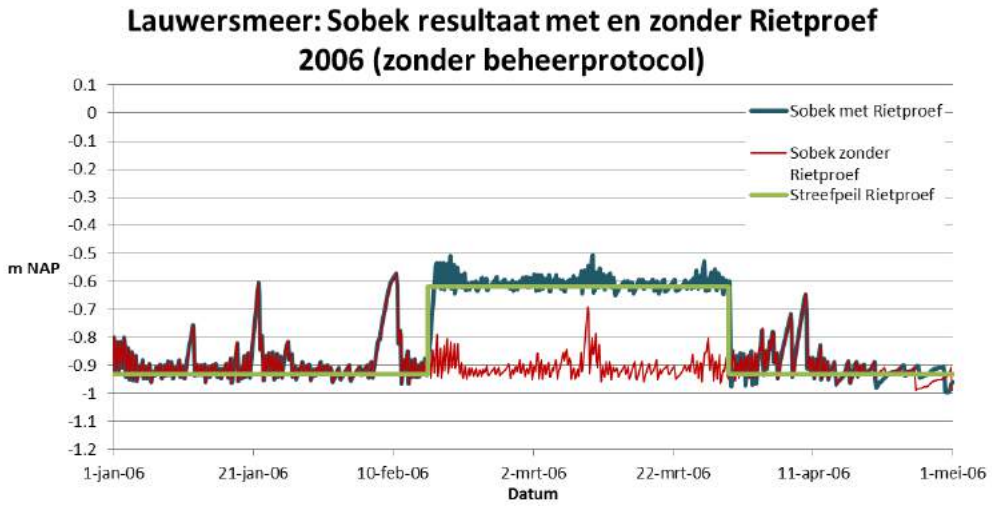
Uit de berekening met wind volgt dat het model beter de gemeten waterstanden berekend. Bij de piek halverwege maart (cirkel 6) verbetert de afwijking van 20 cm naar ongeveer 8 cm. Dit betekent dat het rekenen met wind resulteert in een beter benadering van de gemeten waterstanden.

Rekenen met windinvloeden neemt slechts een deel van de onzekerheden, die volgen uit de validatie, weg. Zo is het Lauwersmeer door de 1D- schematisatie niet geschikt om nauwkeurige scheefstand/ windopwaaiings berekeningen uit te voeren. Bovendien kunnen andere onjuistheden natuurlijk ook nog een rol spelen (zoals bijvoorbeeld te snel uitzakken van de waterstanden in het voorjaar). Voor de Rietproef is ons advies niet met windinvloeden te rekenen. De waterbalans op het Lauwersmeer verbetert niet substantieel en het model wordt instabiel wat verder in het modelleerproces tot problemen leidt.

Advies: het model zonder wind benadert goed genoeg de gemeten waterstanden en is betrouwbaar genoeg om het effect van de Rietproef op de waterveiligheid mee te toetsen.

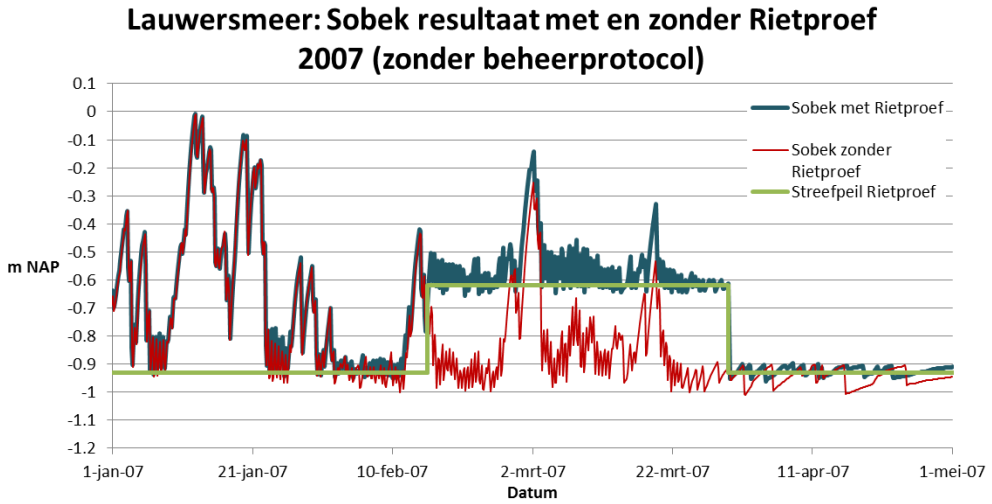
## 3.2 Waterstanden op Lauwersmeer als gevolg van Rietproef (nog zonder beheerprotocol)

Met het Sobek model is voor de zichtjaren onderzocht wat het effect is van de Rietproef op de waterstanden op het Lauwersmeer. De verwachting hierbij is dat het hogere streefpeil op het Lauwersmeer leidt tot hogere waterstanden tijdens extreme omstandigheden.



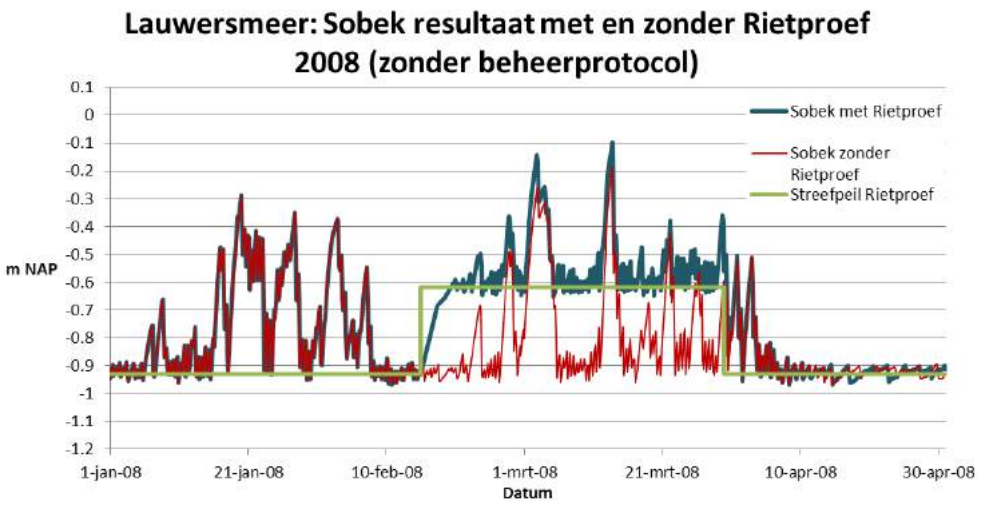

Figuur 7 Effect Rietproef op de waterstanden voor het jaar 2006

Het voorjaar van 2006 is een ‘rustige’ periode zonder extreme omstandigheden. Uit figuur 7 volgt dat er geen noemenswaardige stijging van de waterstanden plaats als gevolg van het doorvoeren van de Rietproef. Wel komt naar voren dat tussen de spuimogelijkheden op Lauwersoog de waterstand met maximaal 10 cm kan stijgen tot het gewenste maximum van -0,52 mNAP.




Figuur 8 Effect Rietproef op de waterstanden voor het jaar 2007

Figuur 7 toont dat in het voorjaar van 2007 de extreme waterstanden tot 15-25 cm hoger zijn als gevolg van de Rietproef.




Figuur 9 Effect Rietproef op de waterstanden voor het jaar 2008

De extreme pieken in het voorjaar van 2008 worden tussen de 10 en 20 cm verhoogd als gevolg van de Rietproef.

Advies: Zonder beheerprotocol nemen de extreme waterstanden tot 25 cm toe. Dit betekent dat het noodzakelijk is het beheerprotocol te implementeren als de Rietproef wordt uitgevoerd. Met het beheerprotocol wordt bedoeld dat op basis van weersverwachtingen en voorspellingen de waterstand op het Lauwersmeer wordt aangepast. Met andere woorden: het beheerprotocol houdt in dat zodra extreme omstandigheden worden verwacht de waterstand wordt verlaagd naar - 0.93 m NAP.

## 3.3 Opzet beheerprotocol

Een beheerprotocol geeft aan op welk moment de Rietproef dient te worden onderbroken. Onderstaande tabel toont de klassenindeling van het beheerprotocol:

Tabel 1 Overzicht triggers beheerprotocol

| ID | Trigger | Waarde = 0 | Waarde =1 | Waarde =2 |
|---|---|---|---|---|
| A | 5 daagse neerslagverwachting | <35 mm | 35 – 50 mm | >50 mm |
| B | 5 daagse spuicapaciteit Lauwersoog | Maximaal 1x stremming in de komende 5 dagen | 2 – 3 opeenvolgende stremmingen | 4 of meer opeenvolgende stremmingen |
| C | Waterbezwaar Friese Boezem gemiddeld over de komende 3 dagen | < 4 miljoen m3/ dag | 4 – 7 miljoen m3/dag | > 7 miljoen m3/ dag |
| D | Draaiboek 'waterbeheer bij aanhoudende vorst'* | Draaiboek treedt niet in werking | | Draaiboek is in werking getreden |

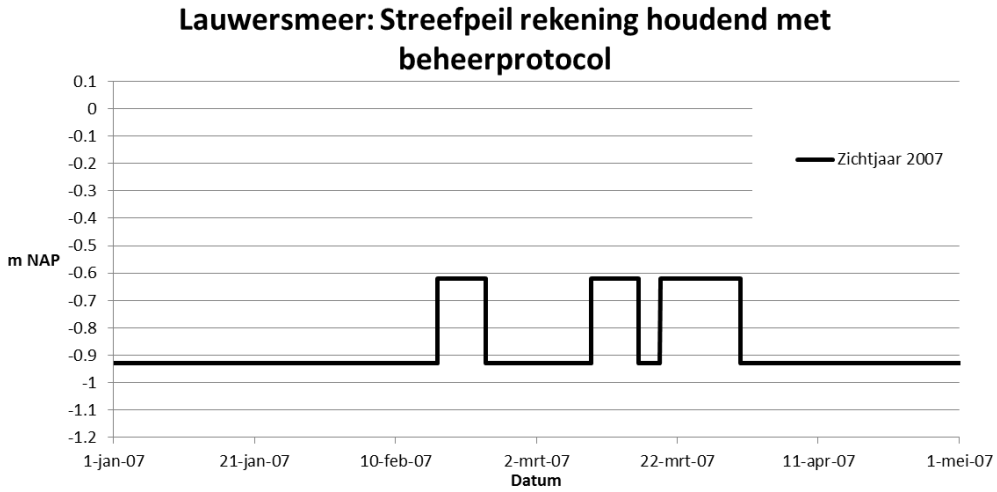
* In onze onderzoeksperiode (2006 t/m 2008) is dit draaiboek niet in werking getreden

Deze aanpak leidt tot scores per trigger per tijdseenheid die een indicator zijn voor een mogelijk onderbreken van de praktijkproef. Per tijdstap worden de waarden per trigger opgeteld. Zodra de som gelijk of meer is dan 2 wordt de Rietproef onderbroken door de waterstand te verlagen naar -0,93 m NAP te hanteren. Tabel 2 geeft een voorbeeld van de werking van het beheerprotocol waarbij een forse neerslagverwachting samengaat met verminderde spuicapaciteit.

Tabel 2 Voorbeeld uitwerking triggers beheerprotocol

| Tijd | A | B | C | D | Som | Resultaat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-3-2012 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Proef gaat door |
| 2-3-2012 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Proef gaat door |
| 3-3-2012 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | Proef wordt onderbroken |
| 4-3-2012 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | Proef wordt onderbroken |
| 5-3-2012 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | Proef gaat door |
| 6-3-2012 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | Proef gaat door |
| 7-3-2012 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | Proef wordt onderbroken |

Het fictieve voorbeeld in tabel 2 geeft aan wanneer de Rietproef onderbroken moet worden. Dit vertaalt zich in de praktijk in het zo snel mogelijk verlagen van de waterstand naar het huidige streefpeil -0.93 m NAP. Figuur 10 geeft voor het zichtjaar 2007 aan wanneer met het beschreven protocol het tijdelijk verhoogde streefpeil (behorende bij de Rietproef) wordt gehanteerd, en wanneer de waterstand preventief worden verlaagd, oftewel de Rietproef wordt onderbroken. Uiteraard geldt de tijdelijke verhoging alleen in de periode 15 februari tot 1 april.




Figuur 10 Streefpeil als gevolg van de Rietproef en het beheerprotocol voor het jaar 2007

**Toelichting trigger waterbezwaar Friese Boezem**

Om voldoende afvoer vanuit de Friese boezem te hebben is aangenomen dat zodra het waterbezwaar voor de boezem over de komende drie dagen (gemiddeld) meer wordt dan 7 miljoen m3/dag de Rietproef onderbroken dient te worden. Achter deze trigger zitten de volgende denkstappen:

- Door te kijken naar het gemiddelde waterbezwaar over de komende 3 dagen i.p.v. komende dag wordt voorkomen dat de Rietproef te snel word afgebroken. Ook in de praktijk kijkt de Friese boezembeheerder naar het waterbezwaar over de komende dagen. Hierdoor wordt slimmer ingespeeld op de weersverwachtingen. Zo kan bijvoorbeeld bij stremming op het Lauwersoog en Harlingen gekozen worden om het Hooglandgemaal niet in te zetten als de dag daarna weer vrije lozing mogelijk is waarmee vervolgens weer stroomkosten worden bespaard. Dit

betekent dat het beheren van de Friese boezem goed regelbaar is en het beheer geoptimaliseerd wordt door vooruit te kijken.

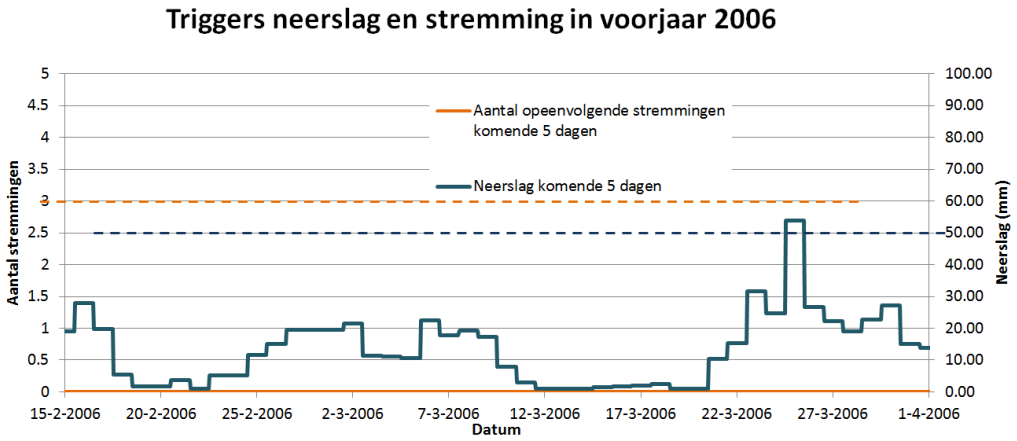
- Gemaal Hoogland moet vaker ingezet worden omdat de Rietproef resulteert in een gereduceerde capaciteit richting het Lauwersmeer. De maximale capaciteit van gemaal Hoogland is 8,7 miljoen m3/dag, maar het is verstandig - gelet op de waterveiligheid - om voor de Rietproef niet uit te gaan van deze maximale capaciteit. Om die reden is er voor gekozen dat gemaal Hoogland gemakkelijk 5,5 miljoen m3/dag kan verpompen. Vanuit de gedachte dat er nog wel wat afvoer naar het Lauwersmeer mogelijk is van ongeveer 1,5 miljoen m3/dag en de veilige afvoerwaarde voor gemaal Hoogland van 5,5 miljoen m3/dag, is het mogelijk tot 7 miljoen m3/dag waterbezwaar per dag - zonder risico voor de waterveiligheid - uit de Friese boezem af te voeren.
- Het uitvoeren van de Rietproef betekent dat gemaal Hoogland vaker ingezet wordt. Dit leidt tot hogere exploitatiekosten.

## 3.4 Resultaat eerste opzet beheerprotocol

Deze paragraaf behandelt het effect van het beheerprotocol op de waterstanden, centrale vraag daarbij is: mitigeert het beheerprotocol de stijging van waterstanden tijdens extreme omstandigheden en is het tegelijkertijd mogelijk om voor een langere periode het hogere streefpeil vast te houden?

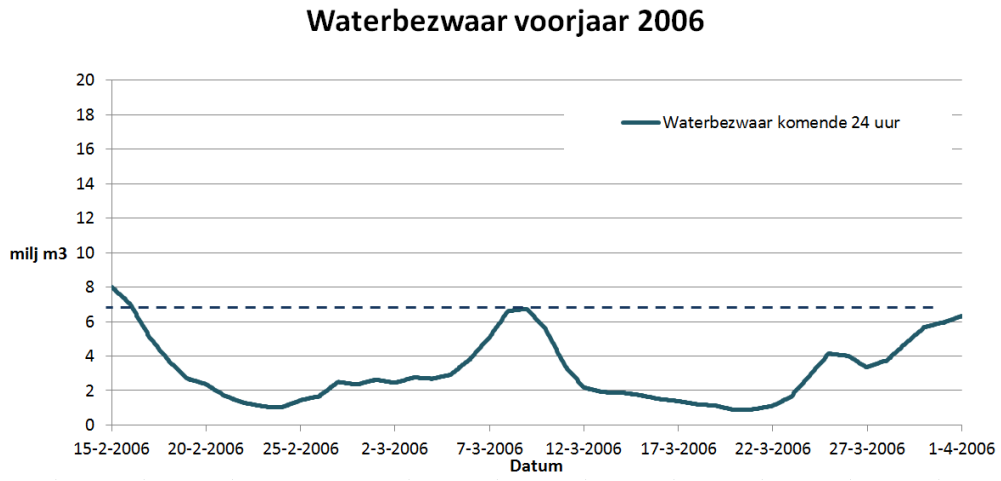
**Resultaten 2006**

Figuur 11 toont voor het voorjaar van 2006 het verloop van de triggers neerslag en stremming. Zodra het aantal verwachtte stremmingen meer dan 3 keer overschrijdt – zie oranje stippellijn – wordt de Rietproef afgebroken. Hetzelfde staat weergegeven voor de verwachtte neerslag: Zodra deze 50 mm overschrijdt – blauwe stippellijn – wordt de Rietproef onderbroken. Zie ook tabel 1 op pagina 13.



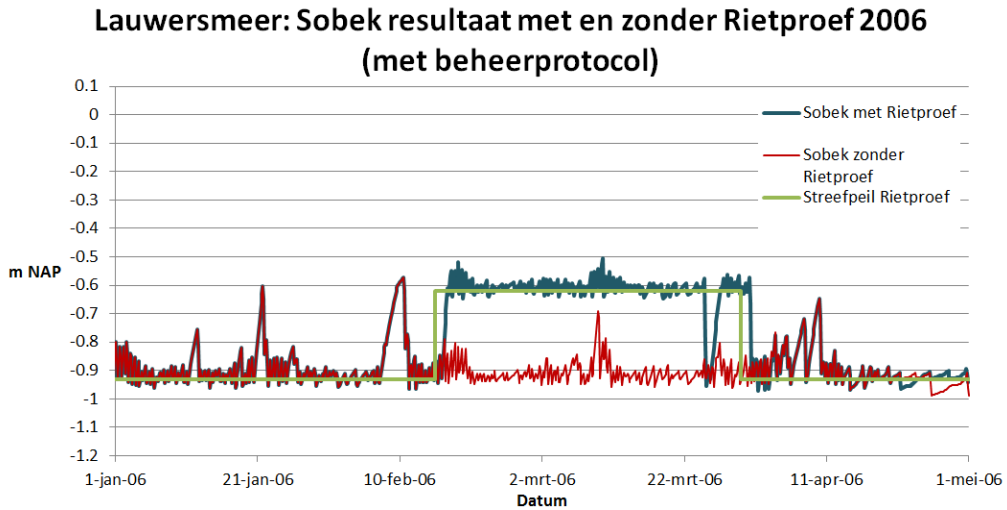

Figuur 11 Triggers neerslag en stremming beheerprotocol voor het voorjaar van 2006

Figuur 12 geeft voor het voorjaar van 2006 het verloop van de triggerwaterbezwaar op de Friese boezem. Hierbij geldt dat de Rietproef wordt onderbroken zodra een driedaags gemiddeld waterbezwaar van 7 miljoen m3/ dag – blauwe stippellijn – word overschreden.




Figuur 12 Triggers waterbezwaar beheerprotocol voor het voorjaar van 2006

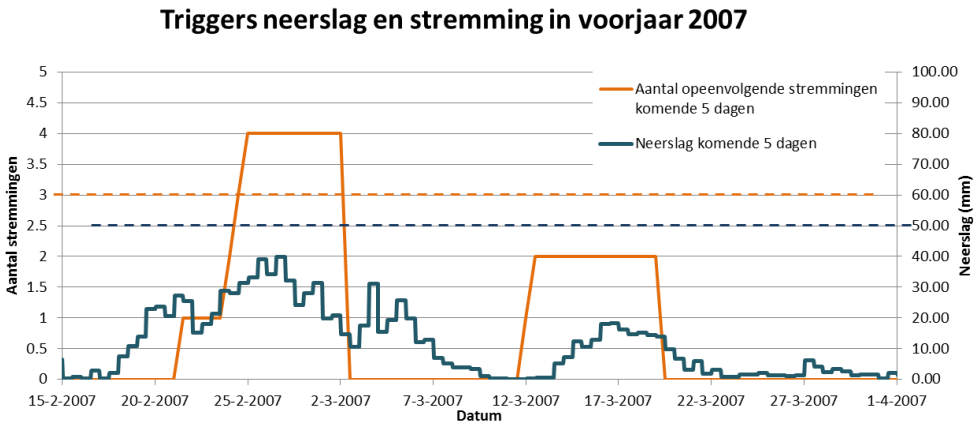
De trigger voor het draaiboek ‘waterbeheer bij aanhoudende vorst’ is niet weergegeven in de figuur. Binnen de onderzoeksperiode is dit draaiboek niet in werking getreden. Voor toekomstige situaties geldt echter wel dat zodra dit draaiboek in werking treedt de Rietproef onderbroken dient te worden.




Figuur 13 Berekende waterstand op het Lauwersmeer met het beheerprotocol (2006)

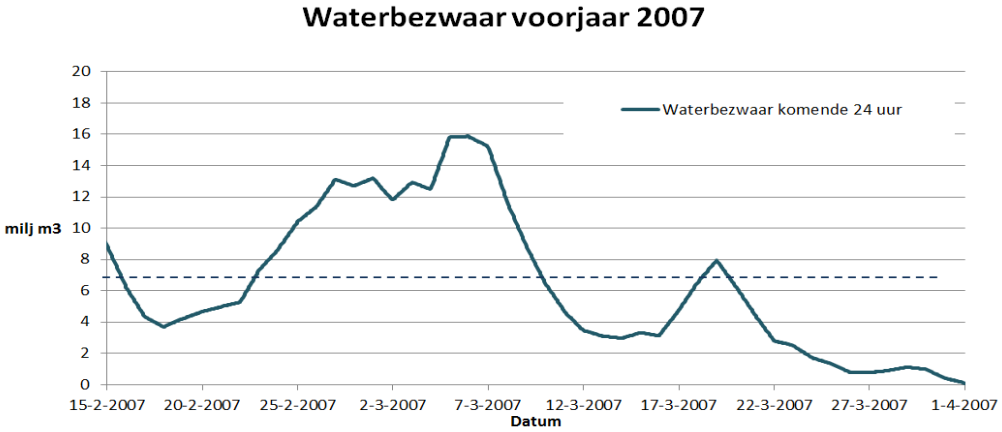
Met de inzet van het beheerprotocol ontstaat in 2006 geen ongewenste stijging van de waterstanden tijdens extreme omstandigheden. Eind maart wordt de waterstand een keer verlaagd i.v.m. met dan 50 mm verwachtte neerslag. Het belangrijkste resultaat wat uit dit zichtjaar naar voren komt, is dat met het geïmplementeerde beheerprotocol het tijdelijk hogere streefpeil blijft gehandhaafd. Anders verwoord: Het is niet zo dat door het beheerprotocol de Rietproef wordt afgebroken terwijl er niks aan de hand is.

**Resultaten 2007**
Figuren 14 en 15 tonen het verloop van de triggers voor het voorjaar van 2007.



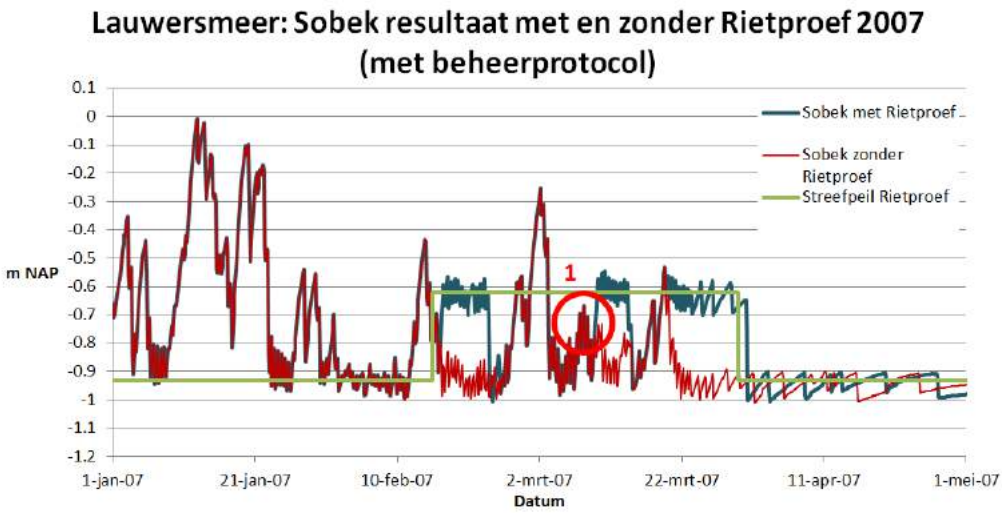

Figuur 14 Triggers neerslag en stremming beheerprotocol voor het voorjaar van 2007

Wat betreft stremming (bovenstaande figuur) en waterbezwaar Friese boezem (onderstaande figuur) is dit een extreem jaar. Regelmatig en gedurende een lange periodes worden triggers van het beheerprotocol overschreden.




Figuur 15 Triggers waterbezwaar beheerprotocol voor het voorjaar van 2007

Figuur 16 toont de berekende waterstand met het beheerprotocol voor het voorjaar van 2007.




Figuur 16 Berekende waterstand op het Lauwersmeer met het beheerprotocol (2007)

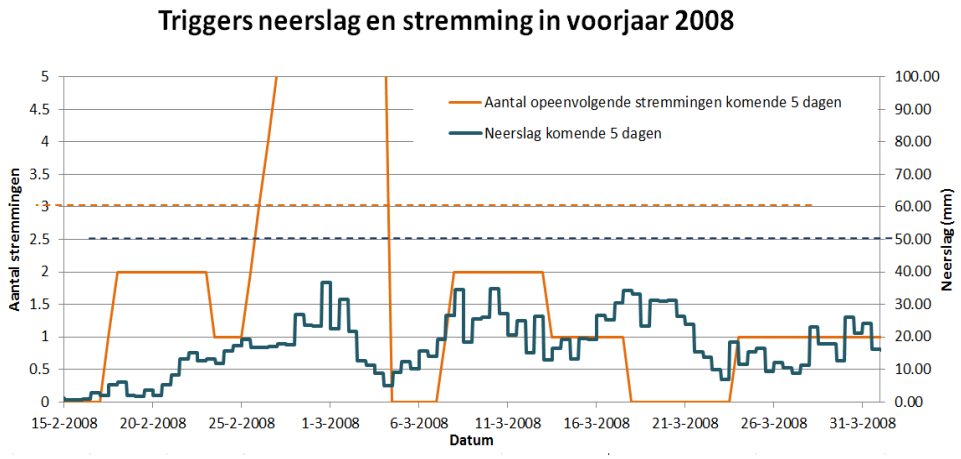
In het voorjaar van 2007 komen een aantal extreme pieken voor. Door de implementatie van het beheerprotocol wordt hier zeer goed op ingespeeld met als gevolg dat de Rietproef op het juiste moment wordt onderbroken (= verlagen waterstand) en geen verhoging optreedt van de extreme waterstanden.

Tegelijkertijd is het voor de natuurdoelstellingen belangrijk dat het hogere streefpeil niet onnodig wordt verlaagd, vanuit deze invalshoek komt wel een aandachtspunt naar voren:

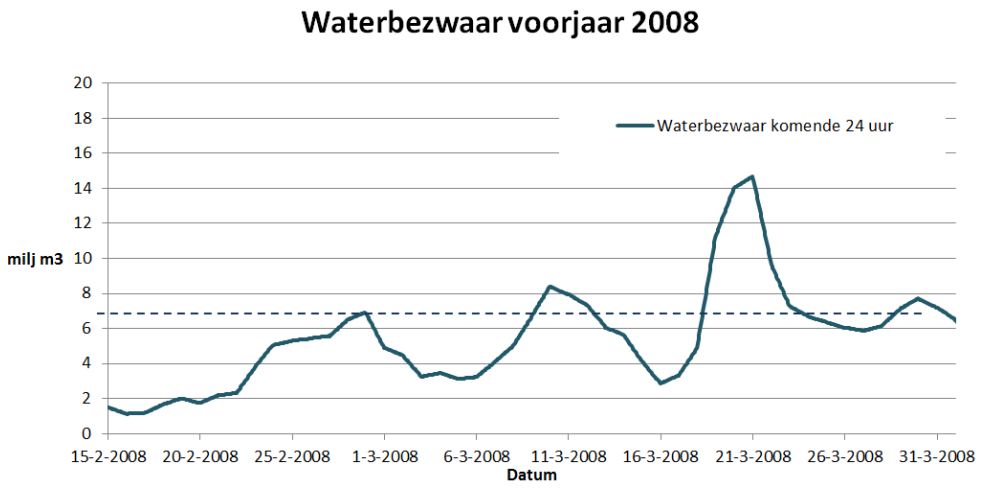
- Cirkel 1: Hier wordt het streefpeil verlaagd terwijl geen extreme waterstand op treedt (zie figuur 8). Uit nadere analyse volgt dat de waterstand wordt verlaagd i.v.m. een hoog waterbezwaar op de Friese boezem van rond de 15 miljoen m3/dag. Dit hoge waterbezwaar leidt niet een significante stijging van de waterstanden omdat er geen stremming op Lauwersoog optreedt. Zekerheidshalve is het verstandig dat in deze periode de waterstand op het Lauwersmeer wordt verlaagd tot het huidige streefpeil.

**Resultaten 2008**

Figuren 17 en 18 tonen het verloop van de triggers voor het voorjaar van 2008.

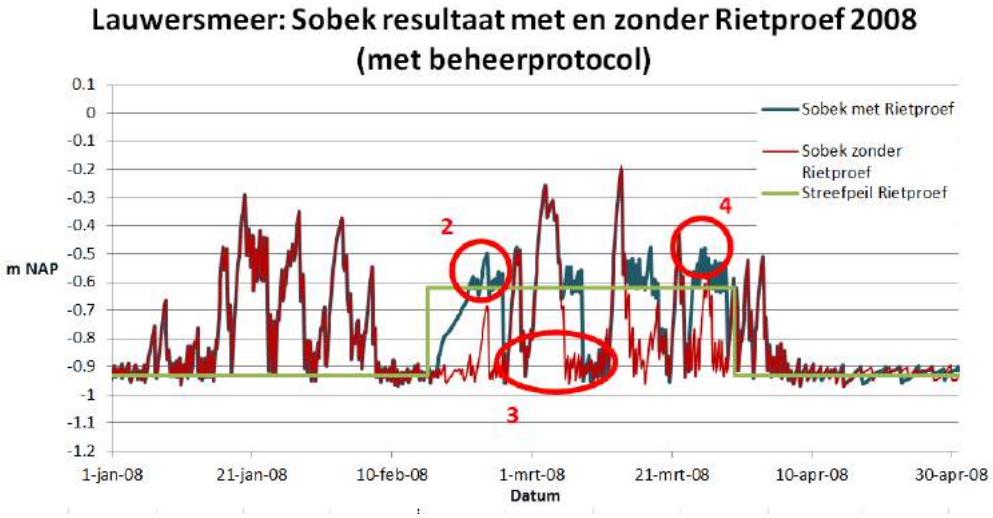



Figuur 17 Triggers neerslag en stremming beheerprotocol voor het voorjaar van 2008




Figuur 18 Triggers waterbezwaar beheerprotocol voor het voorjaar van 2008

Figuur 19 toont de berekende waterstand met het beheerprotocol voor het voorjaar van 2008.




Figuur 19 Berekende waterstand op het Lauwersmeer met het beheerprotocol (2008)

In het voorjaar van 2008 wordt goed ingespeeld op de extreme hoogwaterpieken. Wel komen de volgende aandachtspunten naar voren:

- Cirkel 2 en 4: Hier vinden stijgingen van ongeveer 10 cm plaats t.o.v. het tijdelijk verhoogde streefpeil van -0.62 m NAP. Deze stijgingen vallen binnen de vastgesteld bandbreedte en leveren geen knelpunt op.
- Cirkel 3: In een korte periode volgen meerder extreme gebeurtenissen elkaar op. De oorzaken zijn achtereenvolgende stremmingen op Lauwersoog en een hoog waterbezwaar vanuit de Friese boezem. Uit het beheerprotocol volgt dat hier goed op in wordt gespeeld met het gevolg dat de extreme waterstandstijgingen niet toenemen als gevolg van de Rietproef.

# 4 CONCLUSIE

Het onderzoek naar het beheerprotocol leidt tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

- Een technische beheer protocol is gedefinieerd op basis voorspellingen van neerslag, waterstanden op de Waddenzee (en eventuele gestremde lozing), het waterbezwaar van de Friese boezem, alsmede de mogelijk inzet van het draaiboek " waterbeheer bij vorst".
- Dit protocol speelt goed in op extreme omstandigheden. De maximale waterstand blijft onder -0,52 mNAP, voor zover dat ook in de huidige situatie het geval is. Door tijdig de waterstand te verlagen worden extreme piekwaterstanden niet significant (meer dan 2cm) hoger dan bij het huidige streefpeil. Dit is getoetst aan de hand van drie maatgevende praktijkgebeurtenissen.
- Het protocol kan gebruikt worden door de boezembeheerders om gezamenlijk een afweging te maken of de Rietproef onderbroken dient te worden.
- Hoe vaak het protocol adviseert de Rietproef te onderbreken hangt volledig af van de weersomstandigheden en buitenwaterstanden. In een 'rustig voorjaar' is het goed mogelijk dat gedurende de gehele periode het tijdelijke verhoogde peil van -0,62 m NAP gehanteerd kan worden. Bij een 'extreem voorjaar' daarentegen wordt de Rietproef frequent onderbroken.

**Aanbeveling**
De aangepaste waterhuishouding heeft consequenties voor de kosten van het waterbeheer.

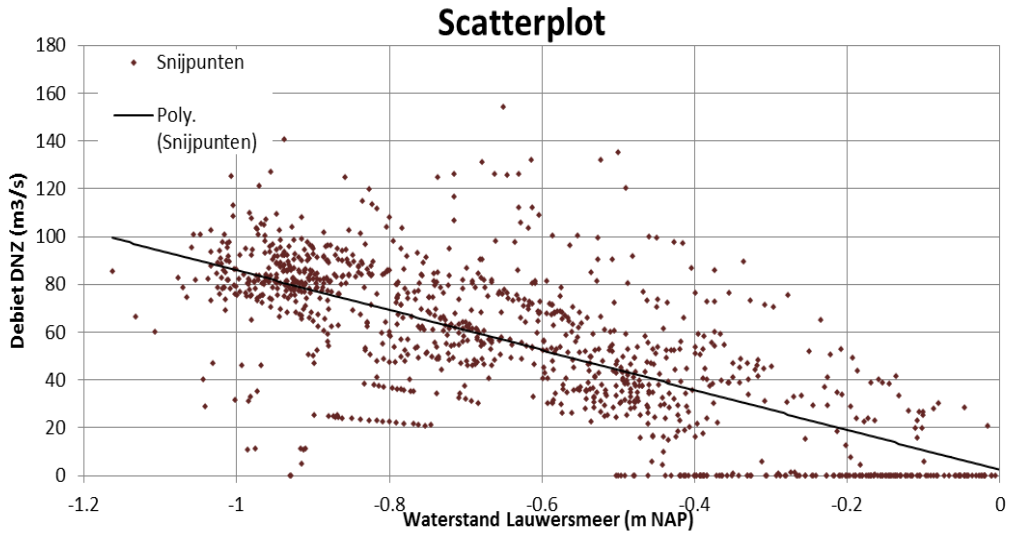
- Voor de Friese boezem geldt dat de afvoercapaciteit richting het Lauwersmeer wordt gereduceerd als gevolg van de Rietproef. Hierdoor moet gemaal Hoogland regelmatiger ingezet en stijgen de exploitatiekosten.
- Vanuit de Groningse boezem geldt dat vrije lozing naar het Lauwersmeer niet meer mogelijk is waardoor gemaal HD Louwers en Waterwolf al het water uit de boezem moeten verpompen.

Wij bevelen aan deze inzet te monitoren en te betrekken in de evaluatie van de proef.

# BIJLAGEN 1 RANDVOORWAARDE DNZ

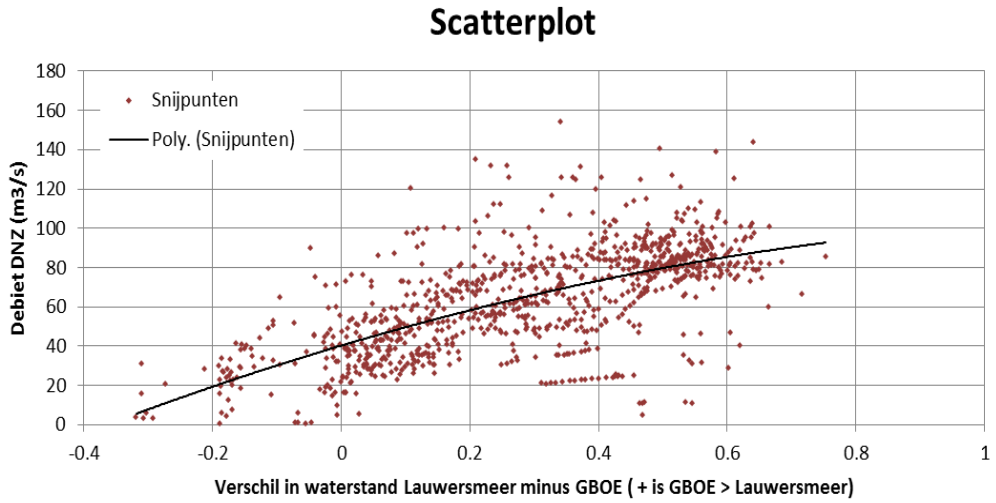
De afvoer vanuit de Friese boezem - die voornamelijk via Dokkumer Nieuwe Zijlen (DNZ) plaats vindt - naar het Lauwersmeer moet als randvoorwaarde op boezemmodel gezet worden. De belangrijkste parameters die deze afvoer beïnvloeden zijn de waterstanden in de Friese boezem en de waterstand in het Lauwersmeer.

Figuur 20 toont de eerste scatterplot met de waterstand op het Lauwersmeer en het debiet op DNZ.



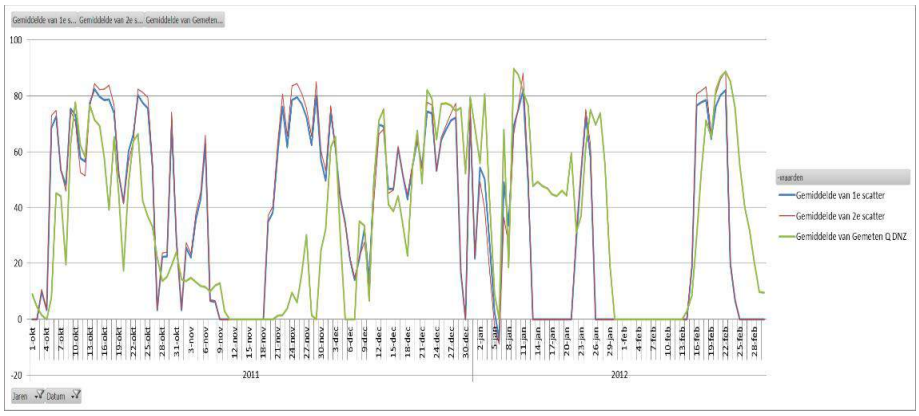

Figuur 20 Waterstanden Lauwersmeer in relatie tot debiet Dokkumer Nieuwe Zijlen

Figuur 21 toont de tweede scatterplot met het verschil in waterstand tussen het Lauwersmeer en het Gemiddeld Boezempeil Friese boezem (GBOE) met het debiet op DNZ.




Figuur 21 Gemiddeld boezempeil Friese boezem in relatie tot debiet Dokkumer Nieuwe Zijlen

Beide scatterplots zijn meteen doorgerekend om te onderzoeken of het berekende debiet overeenkomt met de gemeten debieten. Dit resultaat staat in figuur 22.

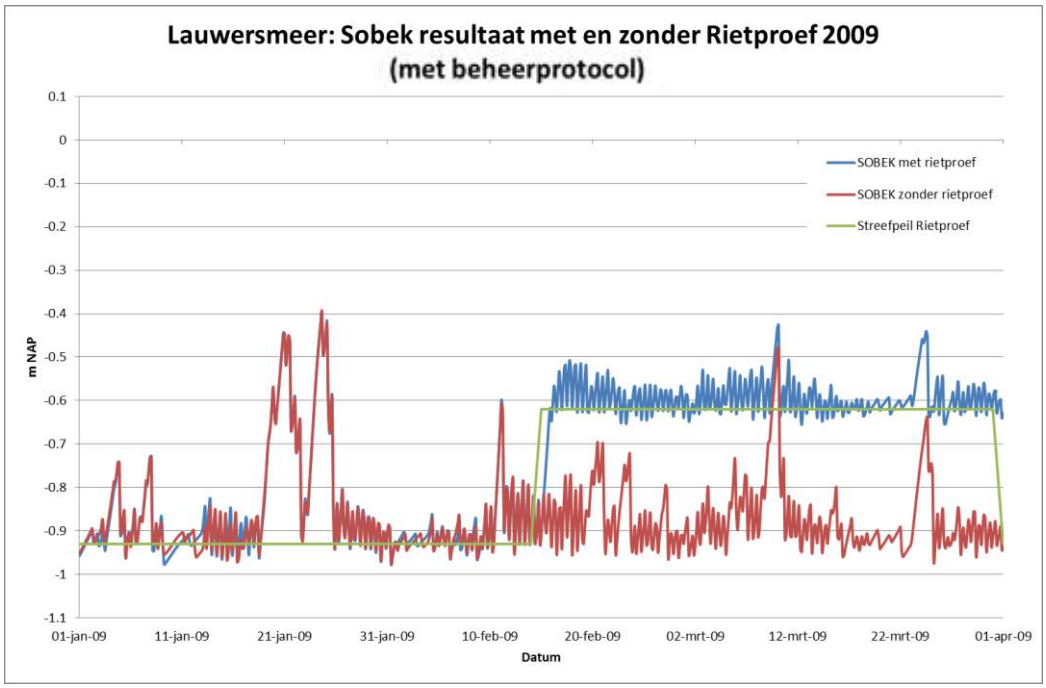



Figuur 22 Berekend debiet aan de hand van scatterplots versus metingen

Dit leidt tot de volgende conclusies:

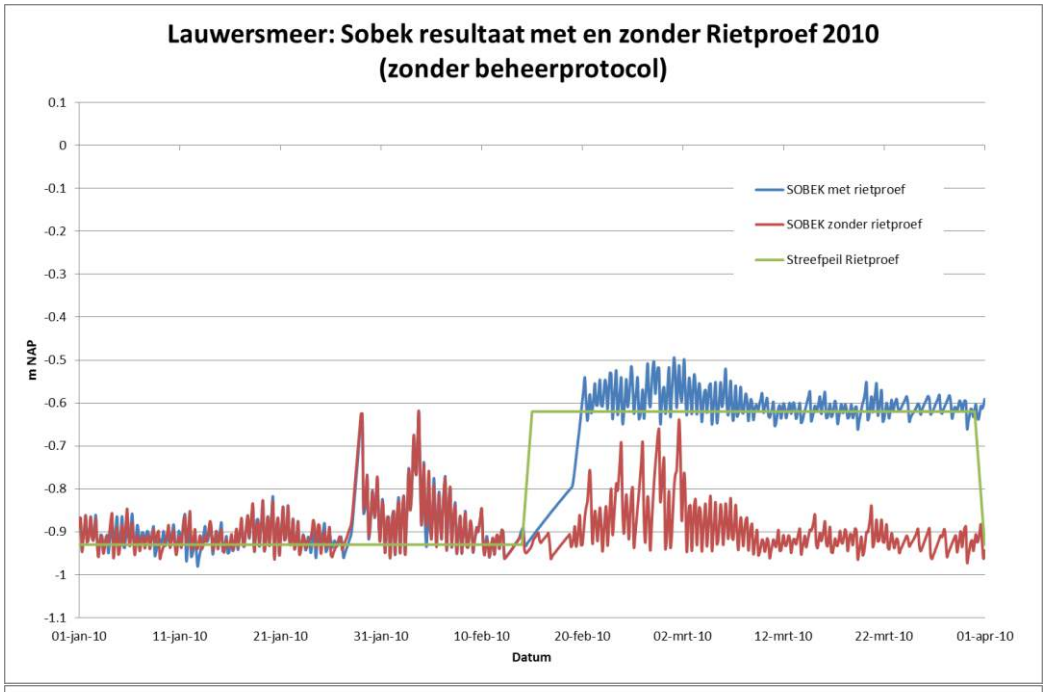
- Beide scatterplots leiden tot vrijwel hetzelfde resultaat. In een aantal periodes worden de gemeten debieten goed benaderd, maar over het algemeen is de afwijking dermate groot dat het resultaat onacceptabel is;
- Een zeer belangrijke aanname is vanaf welk niveau op de GBOE DNZ wordt ingezet. Een verschil tussen -0.47 m NAP en -0.48 m NAP resulteert al in grote verschillen. -0.48 m NAP is een aardige maat voor de winterperiode, maar in de zomer wordt het boezempeil dan juist boven die niveau gezet;
- Het advies gaat dan deze kant op:
  - Als periode van neerslagoverschot dan (of gewoon wintermaanden)
    - Als gemeten GBOE > -0.48 m NAP dan
      - Debiet op DNZ, debiet wordt bepaald door waterstand Lauwersmeer;
- <u>Algemeen advies:</u> beide methoden zijn onbetrouwbaar, het probleem is dat de meetreeks van de GBOE statisch is, er gaat dus geen interactie ontstaan tussen het Lauwersmeer en de GBOE. In de berekeningen is daarom gekozen om de gemeten debieten op DNZ hanteren (er vanuit gaande dat de beïnvloeding van de Friese boezem niet verandert als gevolg van de Rietproef).

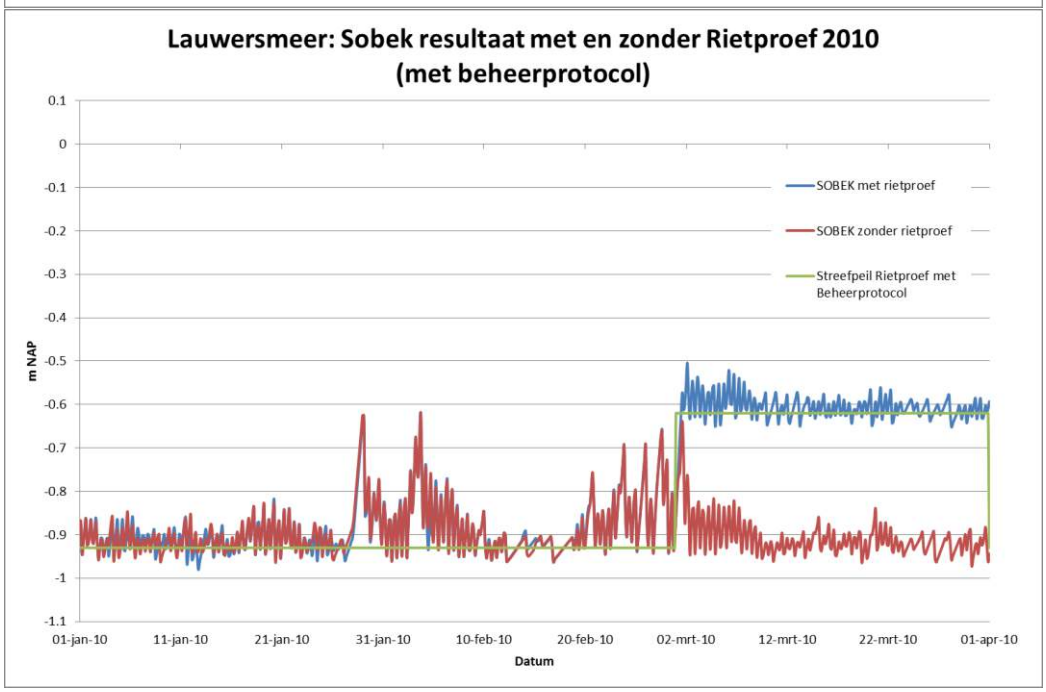
# BIJLAGEN 2 RESULTATEN RIETPROEF MODELLERING 2009 – 2015




Figuur 23: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2009.

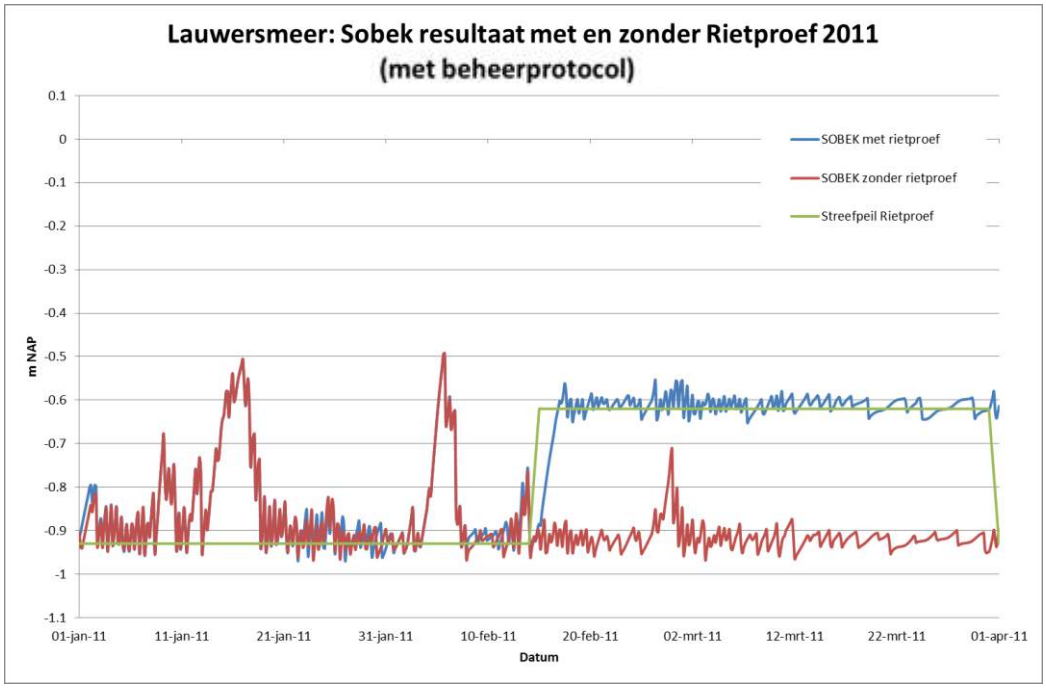
In Figuur 23 zijn de waterstanden in 2009 te zien. De rode lijn geeft de waterstand weer bij handhaving van het streefpeil -0,93 mNAP voor de gehele periode. De groene lijn geeft het streefpeil weer gedurende de Rietproef en de blauwe lijn de waterstand bij het naleven van dit streefpeil. In 2009 zijn er 3 periodes met een verhoogde waterstand. De eerste periode is in de 2e helft van januari. In deze periode is het verhoogde peil nog niet in werking getreden en daardoor zijn de resultaten van beide scenario's exact gelijk. De tweede en derde periode met verhoogde waterstand zijn rond 10 maart en 24 maart respectievelijk. In deze periodes is het verhoogde peil in werking getreden. Rond 10 maart is te zien dat het verhoogde peil de piekwaterstand verhoogd met circa 5 cm. Het effect op 24 maart is echter groter, het effect is dan 20 cm verhoging van de piekwaterstand. In beide gevallen zijn de omstandigheden (5-daagse neerslagvoorspelling, stremming en waterbezwaar) niet in dermate kritiek dat het beheerprotocol in werking hoeft te treden. Dit houdt in dat ook met beheerprotocol het streefpeil van 15 februari tot en met 31 maart gehandhaafd wordt op -0.62 mNAP.



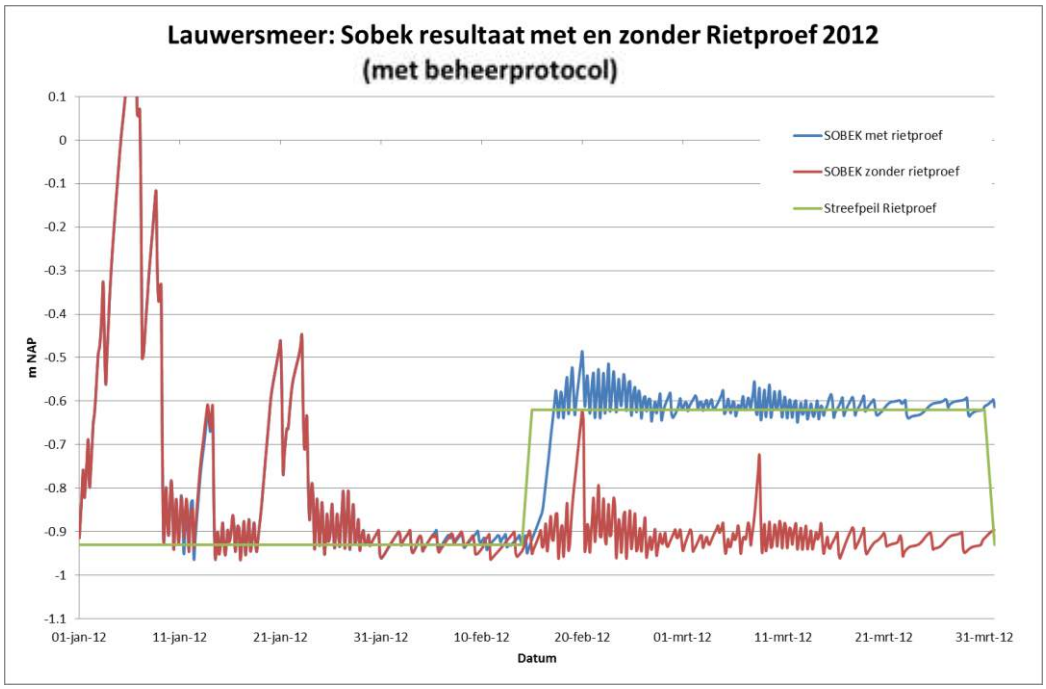




Figuur 24a en b: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2010 met en zonder beheerprotocol.

In februari 2010 is er een maalstop geweest vanwege aanhoudende vorst, waardoor het beheerprotocol in werking treedt. Doordat de andere omgevingsomstandigheden (neerslag, stremming en waterbezwaar) de druk op het Lauwersmeer niet verhogen zijn er in de Rietproef periode geen verhoogde waterstanden (zie Figuur 24a en b).

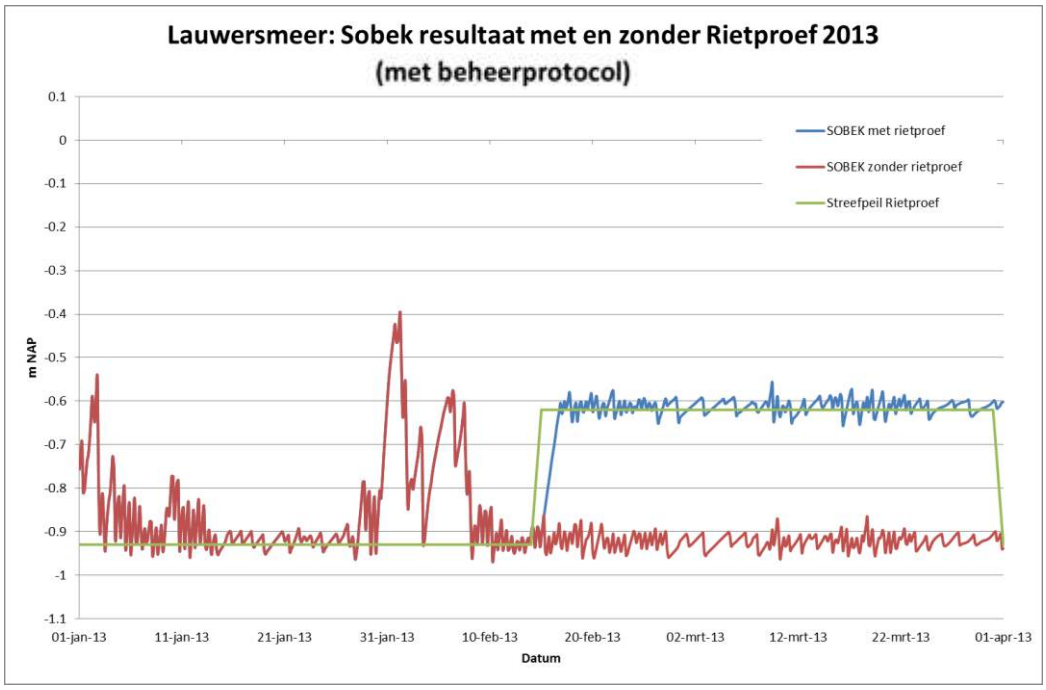



Figuur 25:Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2011.

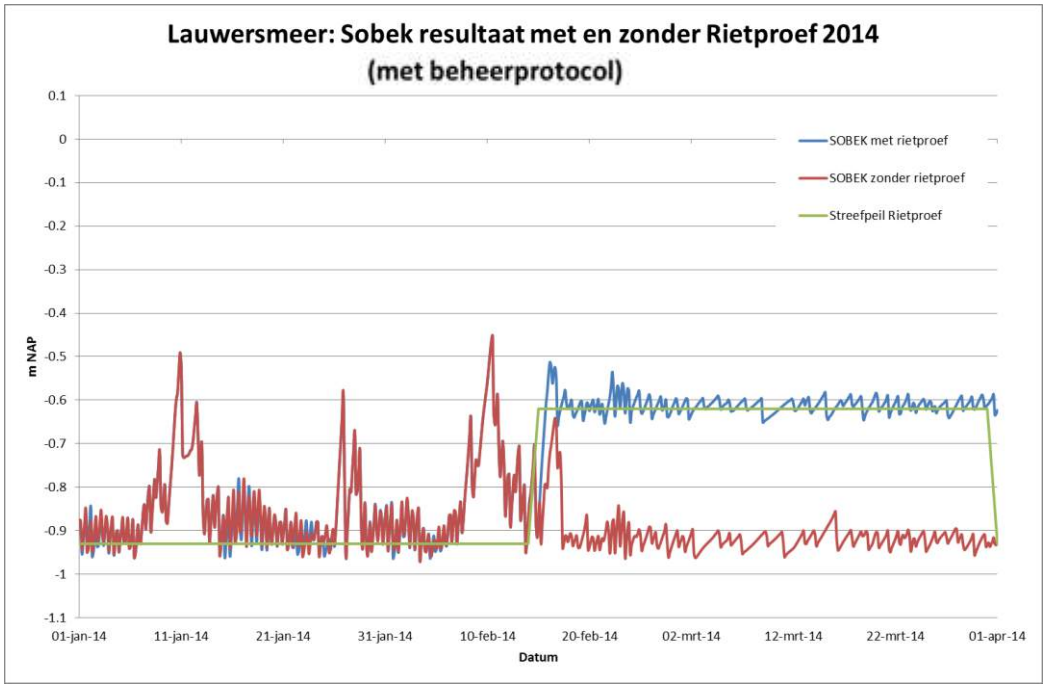



Figuur 26: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2012.

In de jaren 2011 en 2012 (zie Figuur 25 en Figuur 26) zijn de omstandigheden tijdens de Rietproef periode zo dat geen verhoogde waterstanden optreden. Het beheerprotocol hoeft niet ingezet te worden in deze periodes. De extreme omstandigheden van januari 2012 hebben geen effect op de waterstanden gedurende de Rietproef periode.

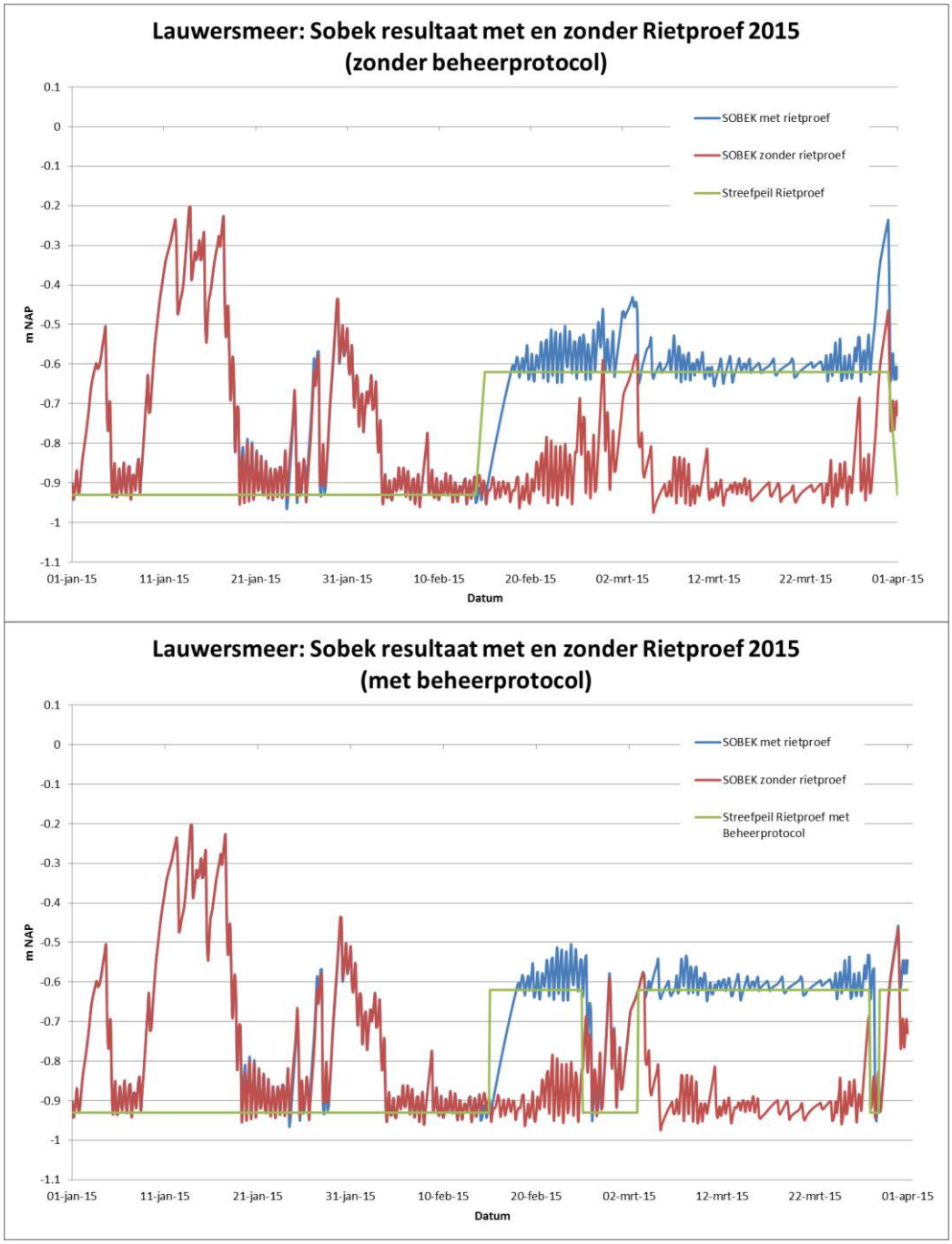



Figuur 27: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2013.




Figuur 28: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2014.

In de jaren 2013 en 2014 (zie Figuur 27 en Figuur 28) zijn de omstandigheden tijdens de Rietproef periode zo dat geen verhoogde waterstanden optreden. Het beheerprotocol treedt niet in werking.




Figuur 29a en b: Effect van verhoogd streefpeil gedurende de Rietproef op de waterstanden in het jaar 2015 met en zonder beheerprotocol.

In 2015 zijn er 4 periodes met een verhoogde waterstand. De eerste en de tweede periodes zijn half en eind januari. In deze periodes is het verhoogde peil nog niet in werking getreden en daardoor zijn de resultaten van alle scenario's exact gelijk. De derde en vierde periode met verhoogde waterstand zijn rond 3 maart en 30 maart respectievelijk. In deze periodes is het verhoogde peil in werking getreden. Rond 3 maart is in Figuur 29a is te zien dat zonder het beheerprotocol de piekwaterstand als gevolg van de Rietproef stijgt met circa 13 cm. Door inwerking treden van het beheerprotocol, en daarmee het verlagen van het streefpeil, wordt het effect op de piekwaterstand gemitigeerd en zijn de pieken gelijk aan het scenario zonder Rietproef. Ook op 30 maart is het zelfde effect te zien. Zonder beheerprotocol veroorzaakt de Rietproef een verhoging van de piekwaterstand van 23 cm, maar als het beheerprotocol in werking treedt is de verhoging nihil.

www.sweco.nl

SWECO