

Meetregister bij het meetplan Waddenzee 2024
Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing
Schiermonnikoog 2024

16-04-2024
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Documentnummer: EP202404202787

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Ontwerp en inrichting van het meetnet	4
2.1	Ontwerp van het meetnet	4
2.1.1	<i>Aansluitpunten</i>	4
2.1.2	<i>Kringen en trajecten</i>	4
2.1.3	<i>Puntdichtheid</i>	4
2.1.4	<i>Secundaire optische waterpassingen</i>	4
2.1.5	<i>Betrouwbaarheid en precisie</i>	4
2.2	Inrichting van het meetnet	5
3	Metingen	6
3.1	Meetmethode	6
3.2	Instrumentarium en uitvoering	6
4	Toetsing en vereffening	7
4.1	Toetsing en vereffening	7
4.2	Beoordeling resultaten	7
4.2.1	<i>Metingen</i>	7
4.2.2	<i>Toetsing door RWS-CIV</i>	7
5	Bewegingsanalyse peilmerken	8
5.1	Resultaten	8
5.2	Analyse	8
6	Verantwoording	10
	Bijlagen	11
Bijlage 1:	MOVE3 bestanden	11
Bijlage 2:	Differentiestaat	11
Bijlage 3:	Overzichtskaart deformatienet met differenties 2021-2024	12

1 Inleiding

In opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. te Assen (hierna te noemen NAM) is in februari 2024 een nauwkeurigheidswaterpassing verricht. De meting is uitgevoerd om te kunnen vaststellen in welke mate er bodemdaling op maaiveld optreedt die wordt veroorzaakt door de mijnbouwactiviteiten van NAM binnen de winningvergunning Noord-Friesland in de Waddenzee en/of op Schiermonnikoog.

De volgende reguliere werkzaamheden zijn verricht:

- het verkennen van het meetnet;
- het uitvoeren van een secundaire optische waterpassing;
- het berekenen en vereffenen van de hoogten van alle gemeten peilmerken;
- het maken van een rapportage.

De nu uitgevoerde waterpassingen zijn herhalingsmetingen die zijn gerelateerd aan de nulmeting in 2006 en herhalingsmetingen in 2009, 2012, 2015, 2018 en 2021.

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, Mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot de uitvoering en rapportage van metingen overeenkomstig het goedgekeurde meetplan Waddenzee 2024. Hierbij is de procedure gevolgd, die met ingang van 18 augustus 2005 is vastgesteld door Staatstoezicht op de Mijnen en Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening (RWS-CIV) ten behoeve van een zorgvuldige en betrouwbare uitvoering van de metingen en de rapportage. De metingen zijn uitgevoerd conform de voorschriften van RWS-CIV zoals vastgelegd in: 'Productspecificaties Beheer NAP 2023, Secundaire waterpassingen t.b.v. de bijhouding van het NAP, versie 2 van 20 december 2022'. Bij brief van 29 maart 2024 heeft RWS-CIV aan NAM met kopie aan Staatstoezicht op de Mijnen meegedeeld dat de verrichte meting in orde is bevonden op basis van een vrije vereffening. Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare 'meetregister' behorende bij het meetplan Waddenzee 2024. Dit meetregister bevat enkel een vrije vereffening (eerste fase) ter controle op de waarnemingen.

De in dit meetregister gepubliceerde hoogten geven alleen een indruk van de beweging van de gemeten peilmerken. De bijdrage aan deze beweging van een enkele oorzaak en de relatie met maaiveld- en/of bodembewegingen kan men slechts afleiden met doelgerichte verdere analyses door terzake kundigen. Dergelijke analyses vallen buiten het kader van dit meetregister. Daarnaast heeft RWS-CIV het recht de getoetste metingen naar eigen inzicht aan te sluiten op het NAP-net, teneinde de vastgestelde hoogten op te nemen in het openbare NAP-peilmerkregister.

2 Ontwerp en inrichting van het meetnet

2.1 Ontwerp van het meetnet

Bij het ontwerp van het meetnet zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

2.1.1 Aansluitpunten

De meting op Schiermonnikoog betreft een controlemeting. Alle peilmerken in het meetnet liggen buiten de contouren van de gasvelden.

2.1.2 Kringen en trajecten

De grootte van het meetnet is zodanig gekozen dat het gebied, waar deformatie kan optreden, aan de kant van het eiland is omsloten. De meeste peilmerken zijn opgenomen in gesloten kringen, wat een belangrijke voorwaarde is om de betrouwbaarheid van de meetresultaten te kunnen toetsen. Deze kringen worden gevormd door trajecten. De trajecten, die bestaan uit een aantal secties, zijn zoveel mogelijk langs bestaande wegen gesitueerd.

Alleen in het oostelijke van het netwerk is het vormen van kringen uit praktische overwegingen niet mogelijk. Om de betrouwbaarheid van het netwerk toch zo goed mogelijk te waarborgen, is het losse traject van peilmerk 002F0016 naar de Willemsduin (peilmerk 000A3530) twee keer in heen- en teruggang gemeten en zijn deels door hulppunten kunstmatige kringen gevormd.

2.1.3 Punt dichtheid

Met instemming van Staatstoezicht op de Mijnen zijn bij de inrichting de volgende richtlijnen voor de peilmerkdichtheid in de waterpastrajecten gehanteerd:

- Binnen de bebouwde kom: een onderlinge afstand van circa 500 m;
- Buiten de bebouwde kom: een onderlinge afstand van circa 1000 m.

Aan de eis van de maximale sectielengte van 1300 m volgens de voorschriften van RWS-CIV is voldaan.

2.1.4 Secundaire optische waterpassingen

De metingen zijn zodanig uitgevoerd dat ze voldoen aan de besteisen van RWS-CIV voor secundair optische waterpassingen. Deze eisen zijn:

- Maximale afstand tussen instrument en baak is 50 m;
- Het maximale afstandsverloop is 3 m;
- De MOVE3-vereffening moet voldoen aan de specificaties:
 - De standaardafwijking van de waarnemingen is $1,1 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}} \cdot \sqrt{L}$ voor individuele heen- of teruggang;
 - De F-toets met mag niet overschreden worden bij $\alpha_0 = 0,01$;
 - De kritieke waarde van de w-toets is 2,58 bij $\alpha_0 = 0,01$;
 - De kringsluitfout mag de bovengrens van $3 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}} \cdot \sqrt{L}$ niet overschrijden.

L is hierbij de afstand in kilometers. Bij overschrijding van de toleranties vindt hermeting plaats.

2.1.5 Betrouwbaarheid en precisie

Doel van de metingen is met voldoende betrouwbaarheid en precisie inzicht te krijgen in de peilmerkdalingen. Voor de betrouwbaarheid en precisie is als uitgangspunt gehanteerd dat de differenties tot op enkele millimeters nauwkeurig met een hoge mate van betrouwbaarheid kunnen worden vastgesteld.

De betrouwbaarheid wordt enerzijds gewaarborgd door de configuratie van het meetnet, anderzijds door het uitvoeren van herhalingsmetingen waarbij 'foutieve' waarden kunnen worden opgespoord. De precisie wordt

enerzijds gewaarborgd door de waterpassingen te laten voldoen aan de eisen van RWS-CIV voor secundair optische waterpassingen, anderzijds door de huidige configuratie van het meetnet.

2.2 Inrichting van het meetnet

Bij de inrichting is gebruik gemaakt van bestaande peilmerken uit het NAP-peilmerkenregister.

Het meetnet bestaat in totaal uit 59 peilmerken (waarvan 3 ondergrondse peilmerken). Alle peilmerken zijn zowel in 2021 als in 2024 aangemeten.

De totale lengte van het meetnet is 52 kilometer. Dit is 26 % langer dan in het laatste meetregister en komt door de vorming van kunstmatige kringen door middel van hulppunten.

3 Metingen

3.1 Meetmethode

De waterpassing is uitgevoerd conform de eisen van RWS-CIV voor secundair optische waterpassingen. De toetsingscriteria staan vermeld in hoofdstuk 2. De secties zijn in heen- en teruggang gemeten. De maximaal toegepaste afstand tussen instrument en baak is 50 meter.

Het maximale verschil van 3 m tussen voor- en achterslagen is in de som voor álle secties en voor 98 % van de individuele slagen gehandhaafd.

3.2 Instrumentarium en uitvoering

De metingen zijn uitgevoerd met een digitaal waterpasinstrument. Het ingezette instrumentarium is gekalibreerd conform de specificaties van RWS-CIV. Tijdens de meetwerkzaamheden is het waterpasinstrument wekelijks gecontroleerd op de hoofdvoorwaarde.

In februari 2024 waren de terreinomstandigheden in verband met nat weer bijzonder uitdagend. De wegen langs een aantal secties waren ondergelopen, peilmerken lagen onder water. In het bijzonder in het oostelijke deel van het netwerk moest er door ondiep water worden gewaterpast en van de gebruikelijke routes worden afgeweken.



Figuur 1: Ondergelopen traject in het duinengebied.

4 Toetsing en vereffening

4.1 Toetsing en vereffening

Voor de vereffening is getoetst of de metingen voldoen aan de eisen van RWS-CIV voor secundair optische waterpassingen, zoals genoemd in paragraaf 2.1.4. Bij overschrijding van de toleranties zijn hermetingen uitgevoerd. Met MOVE3-vereffeningssoftware zijn de kringluitfouten berekend.

De hoogteverschillen en afstanden tussen de peilmerken zijn voor heen- en teruggang bepaald. De gemiddelde hoogteverschillen en afstanden vormen de invoer voor het vereffening- en berekeningsprogramma MOVE3.

Vervolgens is een eerste fase vereffening uitgevoerd ter controle op de waarnemingen volgens de methode van de kleinste kwadraten, waarbij het meetnet intern wordt getoetst. Hierbij vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de afzonderlijke waarnemingen (w-toets). Zowel de afzonderlijke waarnemingen als het meetnet voldoen aan de toetsingscriteria.

In geval van verwerpingen, worden één of meerdere secties hermeten tot aan de toetsingscriteria wordt voldaan. De gemeten hoogteverschillen, de resultaten van de vereffening en de berekende hoogten van de knooppunten zijn terug te vinden in de uitvoer van MOVE3 in bijlage 1.

4.2 Beoordeling resultaten

4.2.1 Metingen

Alle secties, trajecten en kringen hebben sluitfouten die liggen binnen de toleranties die vermeld zijn in hoofdstuk 2.

In de eerste fase vereffening van het meetnet met MOVE3, waarbij alleen waarnemingen worden getoetst, worden geen individuele waarnemingen verworpen. De kritieke waarde van de globale F-toets wordt echter licht overschreden.

4.2.2 Toetsing door RWS-CIV

De gecontroleerde bestanden van de metingen zijn met de MOVE3-resultaten aangeboden aan RWS-CIV. RWS-CIV heeft de metingen getoetst en ondanks de licht overschreden F-toets gezien de uitdagende meetomstandigheden goed bevonden. Staatstoezicht op de Mijnen en NAM zijn hier bij brief van 29 maart 2024 over geïnformeerd. RWS-CIV zal de metingen eventueel naar eigen inzicht aansluiten op het NAP-net teneinde de vastgestelde hoogten op te nemen in het NAP-peilmerkregister.

5 Bewegingsanalyse peilmerken

5.1 Resultaten

De hoogten en hoogteveranderingen van de peilmerken worden in een differentiestaat gepresenteerd (bijlage 2). Op de overzichtskaart in bijlage 3 zijn het waterpasnet en de berekende differenties tussen de meting van 2021 en de huidige meting weergegeven. De gepresenteerde hoogten van de meting zijn niet gecorrigeerd voor externe invloeden.

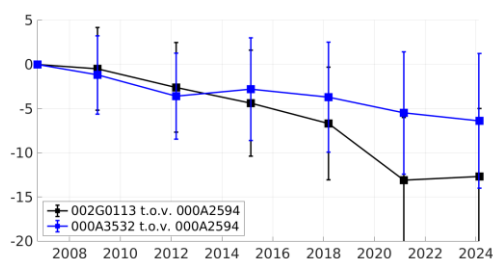
De differentiestaat is samengesteld op basis van vrij vereffende (eerste fase) hoogten, berekend met MOVE3. Daarbij wordt een netwerk op fouten getoetst en aangesloten op één peilmerk. Om de betrouwbaarheid van de resultaten te waarborgen is als referentie een historisch stabiel peilmerk gekozen.

De differentiestaat bevat een aantal groepen peilmerken die tenminste twee keer zijn aangemeten. De groep van de primaire peilmerken is zowel in de nulmeting als ook in 2024 aangemeten. Secundaire peilmerken zijn of niet in de nulmeting en/of niet in 2024 aangemeten. Afhankelijk van het eerste meetjaar zijn de secundaire peilmerken geclassificeerd in groepen per jaar van eerste aanmeting.

5.2 Analyse

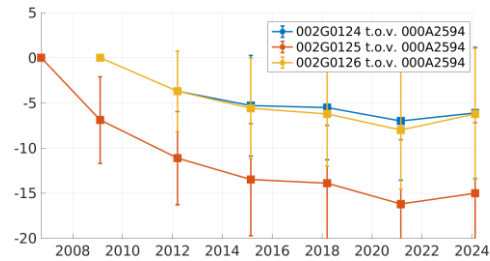
In de differentiestaat (bijlage 2) is af te lezen wat de differenties zijn sinds 2006. De verschilkaart (bijlage 3) laat de relatieve peilmerkbeweging tussen 2021 en 2024 ten opzichte van referentiepeilmerk 000A2594 zien. De volgende punten vallen op te merken:

- In de polder en op het wad vertonen de peilmerken differenties variërend van -4 tot +2 mm ten opzichte van referentiepunt 000A2594. In dit gebied wordt ten opzichte van 2021 geen significante bodembeweging geconstateerd.
- In het duingebied liggen de differenties 2021-2024 tussen -7 en -1 mm, langs de duinlijn rond de -4 mm. Voor de beoordeling van dit resultaat moet worden beschouwd, dat de differenties 2018-2021 in dit gebied juist doorgaans positief waren (-2 tot +5 mm, langs de duinlijn rond de +4 mm). Darmee kan worden geconstateerd, dat op de lange termijn geen significante bodembeweging plaatsvindt.
- Een aantal peilmerken op relatief korte afstanden vertonen significante onderlinge verschillen (bijvoorbeeld 002F0022 en 000A3530 of 002H0075 en 002H0076). Deze hebben zeer waarschijnlijk een lokale oorzaak.
- Peilmerk 002G0113 vertoonde tussen 2018 en 2021 een uitzonderlijk grote relatieve beweging van -7 mm. Deze werd in het meetregister van 2021 aan een lokale oorzaak toegeschreven, omdat het ondergronds peilmerk 000A3532 op 340 m afstand dezelfde beweging niet vertoont. Volgens de herhalingsmeting van 2024 zet de waargenomen relatieve daling van peilmerk 002G0113 niet door.



Figuur 2: Waargenomen relatieve beweging van peilmerk 002G0113 en het nabije ondergrondse merk 000A3532 sinds 2006 en ten opzichte van referentiepeilmerk 000A2594. Met 2σ -foutenbalken.

- Het wadmerk 002G0125 nabij het Lauwersoog-West gasveld vertoont een cumulatieve daling van 15 mm ten opzichte van 2006. Deze minimale bodemdaling is hier verwacht, zoals gerapporteerd in de jaarlijkse Meet- en Regelcyclus voor de Waddenzee gasvelden. De meeste daling gebeurde voor 2015; sindsdien is er nagenoeg geen bodembeweging meer waargenomen.



Figuur 3: Waargenomen relatieve beweging in het peilmerkcluster ten zuiden van het zuidpunt van het eiland sinds de respectievelijk eerste waarneming en ten opzichte van referentiepeilmerk 000A2594. De drie peilmerken hebben onderlinge afstanden van minder dan 30 m. Met 2σ -foutenbalken.

6 Verantwoording

Dit rapport 'Meetregister bij het meetplan Waddenzee 2024, Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Schiermonnikoog 2024' is onder verantwoordelijkheid van ondergetekende tot stand gekomen.

Assen, 16 april 2024
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

R. Quadvlieg
Geomatics Manager

Bijlagen

Bijlage 1: MOVE3 bestanden

Zie bestand: `Move3_MR_Schiermonnikoog_2024.zip`

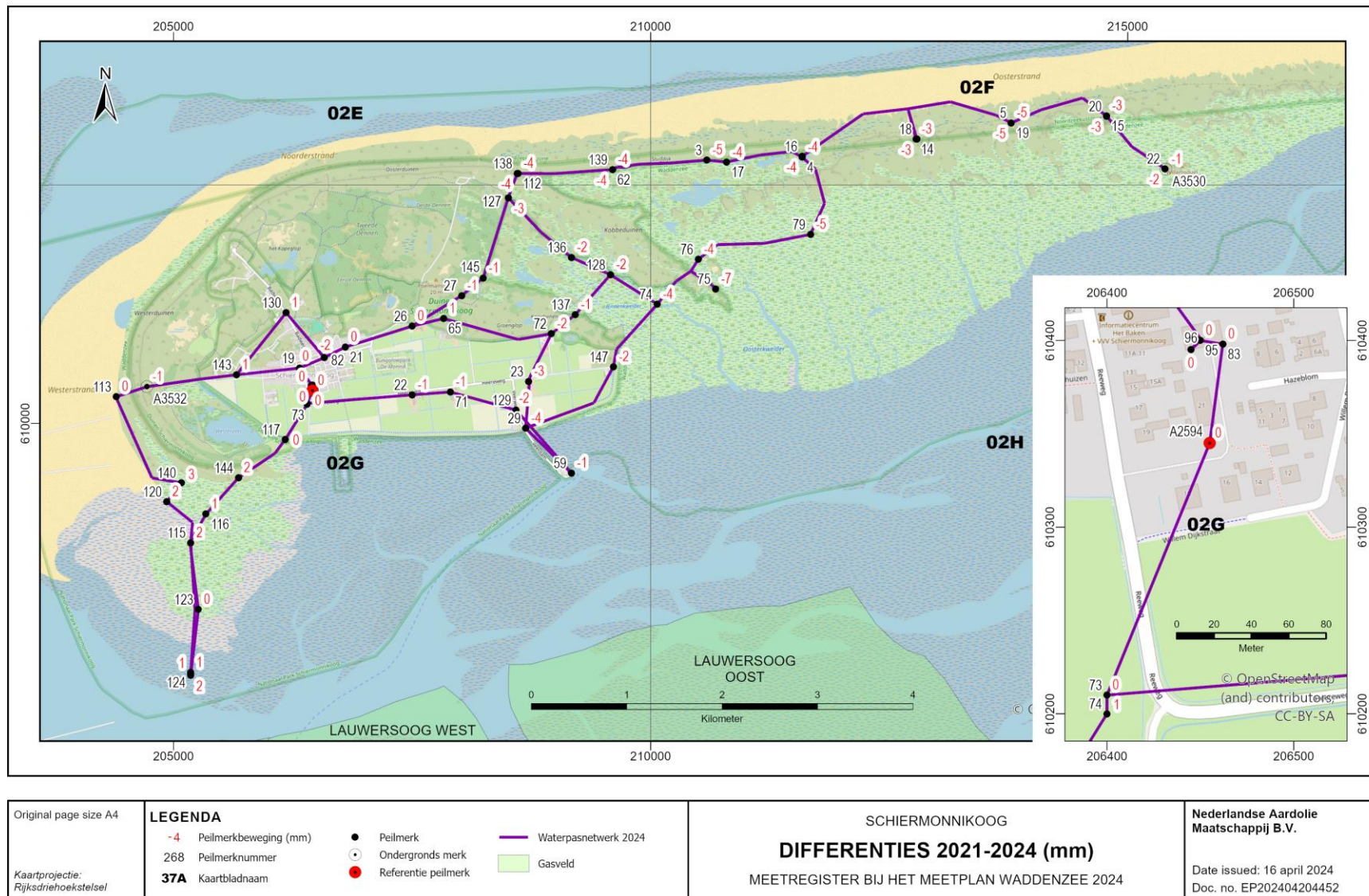
Bijlage 2: Differentiestaat

Zie bestand: `000A2594_2006-09-24_MR_Schiermonnikoog_2024.csv`

Verklaring kopregel:

Kolomnaam	Betekenis
Puntnr	Officiële NAP puntnummer
X (RD)	X-coördinaat in Rijksdriehoeksstelsel (10 m nauwkeurig)
Y (RD)	Y-coördinaat in Rijksdriehoeksstelsel (10 m nauwkeurig)
TYPE	Primair/secundair
H_DD_MM_YYYY	Geschatte hoogte (per epoche) in meters ten opzichte van het referentie peilmerk (vrije netwerk vereffening).

Bijlage 3: Overzichtskaart deformatienet met differenties 2021-2024



Deze kaart is tevens aangeleverd als apart bestand: **Verschilkaart_MR_Schiermonnikoog_2024.pdf**.