

**Meetregister bij het meetplan Noord-Nederland, Groningen en
Waddenzee 2018**

Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing
Noord-Nederland 2018

28 februari 2019

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Documentnummer: EP201901203987

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Ontwerp en inrichting van het meetnet.....	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Ontwerp van het meetnet.....	4
2.2.1	Aansluitpunten	4
2.2.2	Kringen en trajecten	4
2.2.3	Punt dichtheid	4
2.2.4	Secundaire optische waterpassingen	4
2.2.5	Betrouwbaarheid en precisie.....	4
2.3	Inrichting van het meetnet	5
3	Metingen.....	5
3.1	Meetmethode.....	5
3.2	Instrumentarium en uitvoering	5
3.3	Toetsing en vereffening.....	5
3.4	Beoordeling resultaten	6
3.4.1	Metingen.....	6
3.4.2	Toetsing door RWS-CIV.....	6
4	Bewegingsanalyse peilmerken.....	7
4.1	Analyse.....	7
4.2	Conclusies	8
5	Presentatie van de resultaten	9
5.1	Bijlage 1: MOVE3 bestanden	9
5.2	Bijlage 2: Differentiestaten waterpassing.....	9
5.3	Bijlage 3: Overzicht deformatienetten	9
5.4	Bijlage 4: Coördinaten peilmerken	9
6	Verantwoording.....	10
	Bijlagen	11
	Bijlage 1: MOVE3 bestanden	11
	Bijlage 2: Differentiestaten.....	11
	Bijlage 3: Overzichtskaarten deformatienet met differenties	11
	Bijlage 4: Opmerkingen betreffende de waterpassing.....	11

1 Inleiding

In samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. te Assen (hierna te noemen NAM) is in de periode mei-dec. 2018 een nauwkeurigheidswaterpassing verricht in Noord-Nederland. 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 winningvergunningen in Noord Nederland (inclusief Groningen en Waddenzee). Dit rapport beschrijft de waterpasresultaten. Naast de waterpassing is ook een InSAR analyse uitgevoerd; deze zal in een later stadium gerapporteerd worden.

De volgende reguliere werkzaamheden zijn verricht:

- het verkennen van het meetnet;
- het plaatsen van nieuwe peilmerken;
- 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 (zie paragraaf 4.1).

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, Mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot de uitvoering en rapportage van metingen in overeenstemming met de goedgekeurde meetplannen Groningen, Noord-Nederland en Waddenzee 2018. 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 2019, Secundaire waterpassingen t.b.v. de bijhouding van het NAP, versie 01 van 15 januari 2019'. Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare 'meetregister' behorende bij de meetplannen Noord-Nederland, Groningen en Waddenzee 2018. Dit meetregister bevat alleen 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 ter zake deskundigen. 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, ten einde de vastgestelde hoogten op te nemen in het openbare NAP – peilmerken register.

2 Ontwerp en inrichting van het meetnet

2.1 Inleiding

In 2018 is geheel Noord-Nederland gewaterpast. De resultaten van de vrije netwerk vereffening zijn verdeeld in 3 gebieden met elk 1 lokaal referentiepeilmerk.

2.2 Ontwerp van het meetnet

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

2.2.1 Aansluitpunten

Het meetnet is zodanig ontworpen dat de peilmerken op de rand van het net buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten van NAM vallen.

2.2.2 Kringen en trajecten

De grootte van het meetnet is zodanig gekozen, dat het gebied waar deformatie kan optreden is omsloten. Alle 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.

2.2.3 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 500m.
- Buiten de bebouwde kom: een onderlinge afstand van circa 1000m.

2.2.4 Secundaire optische waterpassingen

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

- De standaardafwijking van de waarnemingen is 1.1 mm/vkm voor individuele heen- of teruggang;
- Maximale afstand tussen instrument en baak is 50 m;
- Het maximale afstandsverloop is 3 m;
- De MOVE3-vereffening moet voldoen aan de specificaties (o.a. kritieke waarde van de w-toets (2.58 bij $\alpha_0 = 0.01$)).

Bij overschrijding van de toleranties vindt hermeting plaats.

2.2.5 Betrouwbaarheid en precisie

Doel van de metingen is met voldoende betrouwbaarheid en precisie inzicht te krijgen in de peilmerk dalingen. 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 afwijkende 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.

2.3 Inrichting van het meetnet

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

De 3 meetnetten (Groningen, Friesland, Lauwersmeergebied) zijn in overleg met SodM bepaald en bestaan uit de volgende aantallen:

- Groningen: 2247 peilmerken, hiervan zijn er 157 nieuw geplaatst en waren er 124 vervallen of onbereikbaar.
- Friesland: 1049 peilmerken, hiervan zijn er 69 nieuw geplaatst en waren er 54 vervallen of onbereikbaar.
- Lauwersmeergebied: 445 peilmerken, hiervan zijn er 9 nieuw geplaatst en waren er 9 vervallen of onbereikbaar.

De totale lengte van het meetnet is voor Groningen deel 2123 kilometer, voor het Friesland deel 919 kilometer en Lauwersmeergebied 400 km (enkele gang).

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.

De waterpasgegevens zijn opgenomen in een elektronisch veldboek, waarmee de meetgegevens, wanneer deze eenmaal zijn ingevoerd, niet meer gewijzigd en/of verwijderd kunnen worden. Alle gegevens worden direct gecodeerd opgeslagen in het elektronisch veldboek.

3.2 Instrumentarium en uitvoering

Waterpassing

De metingen zijn uitgevoerd met een digitaal waterpasinstrument. Dit is een elektronisch waterpasinstrument, waarbij de baken digitaal worden afgelezen. Dit heeft als voordeel dat er geen afleesfouten kunnen voorkomen.

Tijdens de meetwerkzaamheden is het waterpasinstrument wekelijks gecontroleerd op de hoofdvoorwaarde.

3.3 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 2.2.4 (zie bijlage 1).

Bij overschrijding van de toleranties zijn hermetingen uitgevoerd.

De hoogteverschillen en afstanden tussen de peilmerken zijn voor de heen- en de teruggang bepaald. De gemiddelde hoogteverschillen en afstanden vormen samen met de NAP-hoogte van de referentiepunten 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 (zie bijlage 3).

3.4 Beoordeling resultaten

3.4.1 Metingen

De eerste fase vereffening van het meetnet met MOVE3 op basis van de Rijkswaterstaat resultaten, levert 1 verwerping op (11929 waarnemingen). De W-toets van de verworpen waarneming zit net boven de tolerantie, en het effect van het verwerpen van deze waarneming op de geschatte hoogtes is nihil. De globale toets (F-toets) wordt geaccepteerd.

3.4.2 Toetsing door RWS-CIV

RWS-CIV heeft de metingen getoetst en goed bevonden. 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.

4 Bewegingsanalyse peilmerken

4.1 Analyse

In de differentiestaat is af te lezen wat de differentie is sinds de nulmeting. Voor Groningen is dat 1964, voor Friesland 1974 en voor het Lauwersmeergebied 1987. Voor een beschrijving van de differentiestaat (bijlage 4) zie paragraaf **Error! Reference source not found.** Op de overzichtskaarten in bijlage 5.3 zijn het waterpasnet en de berekende differenties tussen de voorlaatste meting en de huidige meting weergegeven. De differenties zijn niet gecorrigeerd voor externe invloeden.

Voor een analyse van relatieve peilmerkbewegingen wordt elk meetnet afzonderlijk aangesloten op één referentie peilmerk. Voor Groningen is dat ondergronds merk 000A2080, voor Friesland ondergronds merk 000A2050 en voor het Lauwersmeergebied peilmerk 006B0021. Voor aansluiting op één peilmerk is gekozen om wringing en correcties in het net ten gevolge van ongelijkmatige zakking van aansluitpunten te voorkomen. Herhalings metingen zijn zodoende beter met elkaar te vergelijken. De referentie peilmerken zijn gekozen omdat deze buiten de invloedsfeer van de bodemdaling door gaswinning liggen, in alle epochen zijn aangemeten en stabiel gedrag vertonen in de tijd.

000A2080 (Gasselte)



ProjectID	NAPhoogte	Meetdatum	Orde
371=00=NAP	14.163	23-mrt-97	1
364=00=NAP	14.163	05-jun-98	2
370=26=NAP	14.163	17-okt-00	2
371=04=NAP	14.163	01-jan-02	1
378=00=NAP	14.163	12-jul-03	2
384=03	14.163	13-aug-08	2
384=15	14.163	25-apr-13	2

000A2050 (Damwoude)



ProjectID	NAPhoogte	Meetdatum	Orde
371=00=NAP	1.222	23-mrt-97	1
364=00=NAP	1.222	05-jun-98	2
365=37=NAP	1.222	02-okt-99	2
371=04=NAP	1.222	01-jan-02	1
378=00=NAP	1.222	12-jul-03	2
384=03	1.222	13-aug-08	2
384=15	1.222	25-apr-13	2

006B0021 (Driezum)



ProjectID	NAPhoogte	Meetdatum	Orde
342=12=NAP	4.823	13-jun-97	2
364=00=NAP	4.819	05-jun-98	2
365=37=NAP	4.82	02-okt-99	2
378=00=NAP	4.818	12-jul-03	2
380=90	4.815	01-sep-06	2
384=03	4.817	13-aug-08	2
386=070	4.814	12-okt-11	2
384=15	4.816	25-apr-13	2
386=154	4.816	08-jul-15	2

Bron: NAP Info - RWS-CIV

4.2 Conclusies

De meetresultaten leveren het volgende beeld op:

- Groningen
 - Wanneer uitschieters en potentiële autonome bewegingen buiten beschouwing worden gelaten, is de grootste daling tussen 2013 en 2018 in het Groningen bodemdalingsgebied minder dan 4 cm. Alleen bij Veendam wordt meer bodemdaling geconstateerd.
- Friesland
 - Wanneer uitschieters en potentiële autonome bewegingen buiten beschouwing worden gelaten, is de grootste daling tussen 2013 en 2018 in het Friesche bodemdalingsgebied rond de 2,5cm.
- Lauwersmeergebied
 - Wanneer uitschieters en potentiële autonome bewegingen buiten beschouwing worden gelaten, is de grootste daling tussen 2013 en 2018 in het Lauwersmeer bodemdalingsgebied rond de 3cm.

5 Presentatie van de resultaten

In dit hoofdstuk treft u een toelichting aan op de resultaten zoals deze in de bijlagen worden gepresenteerd.

5.1 Bijlage 1: MOVE3 bestanden

Bijlage 1 bestaat uit een zip-bestand met daarin de projectbestanden van de MOVE3 invoer en uitvoer bestanden met de resultaten van de eerste fase vrije vereffening.

5.2 Bijlage 2: Differentiestaten waterpassing

Bijlage 2 bevat differentiestaten, waarin de hoogten en hoogteveranderingen van de peilmerken worden gepresenteerd. De differentiestaten zijn 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 2018 aangemeten. Secundaire peilmerken zijn of niet in de nulmeting en/of niet in 2018 aangemeten. Afhankelijk van het eerste meetjaar zijn de secundaire peilmerken geclassificeerd in groepen per jaar van eerste aanmeting.

Bijlage 2a bevat de differentiestaat voor het Groninger bodemdalingsgebied met als referentiepeilmerk 000A2080.

Bijlage 2b bevat de differentiestaat voor het Friesche bodemdalingsgebied met als referentiepeilmerk 000A2050.

Bijlage 2c bevat de differentiestaat voor het Lauwersmeer bodemdalingsgebied met als referentiepeilmerk 006B0021.

5.3 Bijlage 3: Overzicht deformatienetten

Bijlage 3 bevat overzichtskaarten van de 3 gebieden:

- 3a. Groningen met differenties voor de periode 2013-2018 (EP201901203988)
- 3b. Friesland met differenties voor de periode 2013-2018 (EP201901203990)
- 3c. Lauwersmeergebied met differenties voor de periode 2013 – 2018 (EP201901203991)
- 3d. Lauwersmeergebied met differenties voor de periode 2015 – 2018 (EP201901203992)

5.4 Bijlage 4: Coördinaten peilmerken


Bijlage 5 is een lijst van alle nieuw geplaatste peilmerken met de bijbehorende XY - coördinaten in het Rijksdriehoekstelsel. De precisie van de coördinaten is 10m.

6 Verantwoording

Dit rapport 'Meetregister bij het meetplan Noord-Nederland, Groningen en Waddenzee 2018
Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Noord-Nederland 2018' is onder verantwoordelijkheid
van ondergetekende tot stand gekomen.

Assen, 28 feb. 2019

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.



W. van der Veen
Geomatics Manager

Bijlagen

Bijlage 1: MOVE3 bestanden

Zie bestand 2019-02-28_Bijlage1_WP_NNED2018_MOVE3.zip

Bijlage 2: Differentiestaten

Verklaring kopregel differentiestaat:

Kolomnaam	Betekenis
Puntnr	Officiële NAP puntnummer
X (RD)	X-coördinaat in Rijksdriehoeksstelsel (10m nauwkeurig)
Y (RD)	Y-coördinaat in Rijksdriehoeksstelsel (10m nauwkeurig)
Type	Primair / secundair
Hoogte	Geschatte hoogte (per epoche) in meters ten opzichte van het referentie peilmerk (vrije netwerk vereffening).
Dif	Hoogteverschil in millimeters ten opzichte van de vorige epoche.
Cum	Hoogteverschil in millimeters ten opzichte van de eerste epoche dat het peilmerk aangemeten is.

Zie bestand:

2019-02-28_Bijlage2a_MR_NNed_Diffstaat_000A2080.csv

2019-02-28_Bijlage2b_MR_NNed_Diffstaat_000A2050.csv

2019-02-28_Bijlage2c_MR_NNed_Diffstaat_006B0021.csv

Bijlage 3: Overzichtskaarten deformatienet met differenties

Zie bestand:

2019-02-28_Bijlage3a_MR_NNed_EP201901203988.pdf (Groningen 2013-2018)

2019-02-28_Bijlage3b_MR_NNed_EP201901203990.pdf (Friesland 2013-2018)

2019-02-28_Bijlage3c_MR_NNed_EP201901203991.pdf (Lauwersmeergebied 2013-2018)

2019-02-28_Bijlage3d_MR_NNed_EP201901203992.pdf (Lauwersmeergebied 2015-2018)

Bijlage 4: Opmerkingen betreffende de waterpassing

Vervallen peilmerken zie bestand 2019-02-28_Bijlage4a_MR_NNed_Peilmerken_vv.csv

Nieuwe peilmerken zie bestand 2019-02-28_Bijlage4b_MR_NNed_Peilmerken_nw.csv

