

Meetregister bij het meetplan Zuidoost Drenthe
Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing
Zuidoost Drenthe 2014

10 juli 2015
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Documentnummer: EP201506207718

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>Punt dichtheid</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-DID</i>	7
5	Bewegingsanalyse peilmerken	8
5.1	Analyse	8
5.2	Conclusies	8
6	Presentatie van de resultaten	10
6.1	Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten	10
6.2	Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten	10
6.3	Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	10
6.4	Bijlage 4: Differentiëestaat	10
6.5	Bijlage 5: Overzicht deformatienet met differenties 2010-2014	11
	Bijlagen	12
	Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten	13
	Bijlage 2: Overzicht kringsluitfout	14
	Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	15
	Bijlage 4: Differentiëestaat	16
	Bijlage 5: Overzichtskartaal deformatienet met differenties 2010-2014	17

1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat is in de periode 2014 een nauwkeurigheidswaterpassing verricht over geheel Zuid-Drenthe. Staatstoezicht op de Mijnen heeft op basis van meetplan Zuidoost-Drenthe 2015 goedkeuring verleend aan de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. te Assen (hierna te noemen NAM) om deze meting te gebruiken voor onderliggend meetregister.

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.

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 waterpassing is de 9^e herhalingsmeting. Deze meting is gerelateerd aan de vorige metingen, waarbij de nulmeting in 1975 uitgevoerd is.

De meting beslaat geheel zuid-Drenthe, zuid-Friesland, noord-Overijssel en Noord-Oost polder, maar conform het meetplan Zuidoost Drenthe 2015 wordt alleen het deel beschreven in dit meetplan geanalyseerd en gevisualiseerd.

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 Zuidoost Drenthe 2015, waarbij SodM gesteld heeft, dat genoemde InSAR analyse (voorlopig) niet ingezet kan worden.

M.b.t. de waterpassing is de procedure gevolgd, die met ingang van 18 augustus 2005 is vastgesteld door Staatstoezicht op de Mijnen en Rijkswaterstaat Data ICT Dienst (hierna te noemen RWS-DID) ten behoeve van een zorgvuldige en betrouwbare uitvoering van de metingen en de rapportage. De metingen zijn uitgevoerd conform de voorschriften van RWS-DID zoals vastgelegd in: 'Productspecificaties Beheer NAP, secundaire waterpassing t.b.v. de bijhouding van het NAP, versie 1.1 van januari 2008'.

NAM heeft op 29 april 2015 een herlevering ontvangen van de meetdata van RWS, nadat gebleken was, dat met de 1e levering de data niet geaccepteerd werd op basis van een vrije vereffening. RWS heeft de data aangepast voor wat betreft de a-priori standaardafwijking en een andere verwerking van de overgangswaterpassingen toegepast.

Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare 'meetregister' behorende bij het meetplan Zuidoost Drenthe 2015. 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-DID 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

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

2.1.2 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.

2.1.3 Punt dichtheid

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

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

2.1.4 Secundaire optische waterpassingen

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

- De standaardafwijking van de waarnemingen is $1 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$;
- Voor de sectietolerantie $\leq 3\sqrt{L} \text{ mm}$;
- Maximale afstand tussen instrument en baak is 50 m;
- Het maximale afstandsverloop is 3 m;
- De Move3-vereffening moet voldoen aan de specificaties.

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 peilmerkbewegingen. Voor de betrouwbaarheid en precisie is als uitgangspunt gehanteerd dat de differenties tot op enkele millimeters nauwkeurig (1σ) 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-DID voor secundair optische waterpassingen, anderzijds door de huidige configuratie van het meetnet.

2.2 Inrichting van het meetnet

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

Het totale meetnet bestaat in totaal uit 3835 peilmerken verdeeld over:

- 308 bestaande peilmerken die zowel in 2014 als ook in 2010 zijn gemeten;
- 678 peilmerken die wel in 2014 maar niet in 2010 zijn gemeten.

Tevens zijn 294 hulppunten in het meetnet opgenomen. Deze hulppunten zijn om technische redenen noodzakelijk en worden slechts eenmaal gebruikt. Er zijn 422 nieuwe peilmerken geplaatst.

De totale lengte van het meetnet is 7010 kilometer.

3 Metingen

3.1 Meetmethode

De waterpassing is uitgevoerd conform de eisen van RWS-DID 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. Het programma WATPAS zorgt ervoor dat de meetgegevens, wanneer deze eenmaal zijn ingevoerd, niet meer gewijzigd en/of verwijderd kunnen worden. Alle gegevens worden direct gecodeerd opgeslagen in het elektronische veldboek.

3.2 Instrumentarium en uitvoering

Waterpassing

De metingen zijn in de periode van januari-september 2014 uitgevoerd met een elektronisch waterpasinstrument, waarbij de baken digitaal wordt afgelezen. Dit heeft als voordeel dat er geen afleesfouten kunnen voorkomen. De meettijd wordt bepaald door het programma WATPAS. WATPAS laat het instrument altijd minimaal 2 registraties verrichten en als het verschil daartussen te groot is worden meer registraties verricht.

Het ingezette instrumentarium is gekalibreerd conform de specificaties van RWS-DID. Tijdens de meetwerkzaamheden is het waterpasinstrument wekelijks gecontroleerd op de hoofdvoorwaarde. Deze controle zit in het programma WATPAS ingebouwd; het is hierdoor niet mogelijk door te meten wanneer niet aan deze wekelijkse controle wordt voldaan.

4 Toetsing en vereffening

4.1 Toetsing en vereffening

Voor de vereffening is eerst met WATPAS-software getoetst of de metingen voldoen aan de eisen van RWS-DID voor secundair optische waterpassingen, zoals genoemd in paragraaf 2.1.4 (zie bijlage 1).

Bij overschrijding van de toleranties zijn hermetingen uitgevoerd.

Met MOVE3-vereffeningssoftware zijn de kringluitfouten berekend (zie bijlage 2).

De hoogteverschillen en afstanden tussen de peilmerken zijn voor heen- en teruggang bepaald. De gemiddelde hoogteverschillen en afstanden vormen samen met de NAP-hoogte van de aansluitpunten 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 met uitzondering van een 4-tal gevallen, waarbij een overschreiding van de w-toets criterium plaatsvindt. Het betreft in alle gevallen een meting, welke ver buiten het volgens het meetplan te meten gebied ligt.

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).

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, m.u.v. een 4-tal gevallen, zoals hieronder vermeld.

TOETSINGSOVERZICHT

Record	Station	Richtpunt	Toets	Factor	Red	Gs fout
3367	Hoogteverschillen	021G0197	SEC0019809	W-toets	1.1	14 0.0114m
4286	Hoogteverschillen	SEC0019809	SEC0019801	W-toets	1.1	5 0.0114m
4278	Hoogteverschillen	SEC0019800	SEC0019801	W-toets	1.1	4 -0.0114m
3416	Hoogteverschillen	021G0336	SEC0019800	W-toets	1.1	0 -0.0114m

De eerste fase vereffening van het meetnet met MOVE3, waarbij alleen waarnemingen worden getoetst levert genoemde 4 verwerpingen op van de w-toets. De overall model F-toets wordt geaccepteerd.

In de 1^e aanlevering van de data aan NAM was de standaardafwijking van de waarnemingen gesteld op 0.76 mm/ $\sqrt{\text{km}}$. Deze is in de 2^e levering aangepast naar 1 mm/ $\sqrt{\text{km}}$ (conform de besteisen van RWS-DID, zoals genoemd in par. 2.1.4)

Tevens is gesteld door RWS dat voor de overgangswaterpassingen niet de heen- en terugmeting in de vereffening wordt meegenomen, maar eerst geanalyseerd en alleen het gemiddelde onderdeel van de vereffening uitmaakt (zie bijlage 1).

4.2.2 Toetsing door RWS-DID

De gecontroleerde bestanden van de metingen zijn in het voorgeschreven WATPAS-formaat tezamen met de MOVE3-resultaten aangeboden aan RWS-DID. RWS-DID heeft de metingen getoetst en goed bevonden. RWS-DID 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 Analyse

In de differentiestaat is af te lezen wat de totale differentie per peilmerk is sinds 1975 en wat de differentie is tussen opeenvolgende metingen. Voor een beschrijving van de differentiestaat (bijlage 4) zie paragraaf 6.4. Op de overzichtskaart op bijlage 5 zijn het waterpasnet en de berekende differenties tussen de voorgaande (2010) en de huidige meting weergegeven. De differenties zijn niet gecorrigeerd voor externe invloeden.

Voor een analyse van relatieve peilmerkbewegingen wordt het meetnet aangesloten op één peilmerk, namelijk 023A0025. Voor aansluiting op één peilmerk is gekozen om wringing en correcties in het net ten gevolge van ongelijkmatige zakking van aansluitpunten te voorkomen. Achtereenvolgende metingen zijn zodoende beter met elkaar te vergelijken. Voor aansluitpunt 023A0025 is gekozen omdat deze buiten de invloedsfeer van de bodemdaling door gaswinning ligt, in zoveel mogelijk epochen is aangemeten, en binnen het significantie niveau stabiel gedrag vertoont in de tijd ten opzichte van naburige punten. Dit punt is ook in het vorige meetregister gebruikt.



Project ID	NAP-hoogte (m)	Meetdatum	Orde
289=15=NAP	19.508	1989-02-01	2
289=25=NAP	19.504	1990-05-06	2
345=01=NAP	19.506	1994-10-12	2
370=22=NAP	19.509	2000-07-08	2
383=12	19.507	2005-05-03	2

Bron: RWS-DID, NAP info

De NAP hoogten uit de bovenstaande tabel worden verder niet gebruikt in dit meetregister.

5.2 Conclusies

De meetresultaten leveren het volgende beeld op:

- De meeste peilmerken vertonen een differentie variërend van -14 tot +3 mm;
- Enkele meetpunten vertonen een sterk afwijkende differentie ten opzichte van nabij gelegen peilmerken, nl.
 - 017H0225 (-9 mm). Gemetselde hoekpaal van hek. Wijkt af van peilmerkdaling in nabijheid (-1 mm)
 - 018A0129 (-24 mm). Landhoofd sluijs. Wijkt sterk af van peilmerkdaling van o.a. nabij gelegen peilmerk 018A0161 (-2 mm)
 - 018A0175 (-12mm). RD Steen.
 - 018A0176 (+48mm). Bovenkant betonplaat stuw. Peilmerk op 8-8-2014 door RWS opgegeven als verdwenen.
 - 022E0135 (-8 mm). Bout in huis. Wijkt af van peilmerkdaling in nabijheid (0-1 mm). Ook in periode 2005-2010 9mm daling.

Meetregister Zuidoost Drenthe 2014

- 022E0135 (+1 mm). Landhoofd van stuw. Ook in periode van 2005-2010 geen daling. Nabij gelegen peilmerken tonen 8/9mm daling
- 023A0075 (-42 mm). ANWB paddestoel. Zeer waarschijnlijk niet stabiel en/of aangereden.
- Peilmerken Collendoorn / Hoogenweg (+7 / +9 mm)
Deze peilmerken lijken 7 to 9 mm te stijgen. Echter in 2010 werd geconstateerd, dat deze peilmerken eenzelfde waarde daalden.
- In het algemeen lijkt er een lichte stijging van peilmerken op te treden in het zuidwestelijk deel van zuidoost Drenthe (velden Coevorden, Hardenberg, Collendoorn etc.). Indien gekeken wordt naar de tijdseries, blijkt dat er naar verhouding meer daling is opgetreden volgens de meting van 2010. Mogelijk vanwege een ongunstige voortplanting van fouten door het gebruikte netwerk.
- Overigens is deze meting van 2010 door Rijkswaterstaat niet verwerkt in de RDNAP database. Helaas is daardoor ook een aantal in 2010 nieuw geplaatste peilmerken niet verwerkt en niet meer aangemeten in 2014. Van de (volgens de database) in 2014 nieuw geplaatste peilmerken is bij RWS niet bekend of dit dezelfde peilmerken zijn als de nieuw geplaatste peilmerken van 2010.
- Peilmerk met kenmerk 022B0227 was reeds in 2010 toegekend aan een nieuw geplaatst peilmerk, maar is in 2014 opnieuw gebruikt voor een ander geplaatst peilmerk. Peilmerk van 2010 is verder niet gebruikt voor de differentiestaat.

6 Presentatie van de resultaten

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

6.1 Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten

In bijlage 1 wordt op trajectnummer volgorde een overzicht gegeven van alle gemeten secties met de daarbij geconstateerde sectie- en trajectsluitfouten. Ter vergelijking zijn de toleranties in de laatste kolom vermeld. Alle secties en trajecten voldoen aan de eisen zoals genoemd in hoofdstuk 2.

6.2 Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten

Bijlage 2 bevat een overzicht van de kringsluitfouten berekend door MOVE3.

6.3 Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Bijlage 3 bevat de resultaten van de eerste fase vereffening. Uit de w-toets blijkt dat geen van de waarnemingen wordt verworpen.

6.4 Bijlage 4: Differentiestaat

Bijlage 4 is een differentiestaat, waarin de hoogten en hoogteveranderingen van de peilmerken worden gepresenteerd. De gepresenteerde hoogten van de meting zijn niet gecorrigeerd voor externe invloeden.

Tot nog toe werd een staat van periodieke verschillen samengesteld aan de hand van gepubliceerde NAP-hoogten. Op 1 januari 2005 heeft RWS-DID het NAP referentievlak aangepast. Daardoor ontstaan er met de huidige werkwijze afwijkingen in de 'staat van periodieke verschillen'. Het corrigeren van hoogten voor deze afwijkingen is echter onwenselijk vanwege de volgende redenen:

1. De oorzaak van de aanpassing is niet meer te achterhalen (geleidelijke daling, historische meetfout, verstoring, etc.);
2. Bij aansluiting op meerdere referentie peilmerken met een verschillende correcties ontstaan kunstmatige vervormingen in het meetnet;
3. Risico op verwarring met officieel gepubliceerde hoogten van RWS-DID.

In plaats daarvan wordt de differentiestaat op verzoek van het Staatstoezicht nu 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 wordt 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 2014 aangemeten. Secundaire peilmerken zijn of niet in de nulmeting en/of niet in 2014 aangemeten. Afhankelijk van het eerste meetjaar zijn de secundaire peilmerken geclassificeerd in groepen per jaar van eerste aanmeting.

6.5 Bijlage 5: Overzicht deformatienet met differenties 2010-2014

Bijlage 5 is de overzichtskaart van het deformatienet met daarop afgebeeld de differenties tussen 2010 en 2014.

Verantwoording

Dit rapport 'Meetregister bij het meetplan Zuidoost Drenthe, Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Zuidoost Drenthe 2014 is onder verantwoordelijkheid van ondergetekende tot stand gekomen.

Assen, 10 juli 2015

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

W. van der Veen
Head Onshore Surveys

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten

Zie separaat bestand 'Bijlage_1_NAM-resumtie+hoogtelijst.txt' (Livelink Extranet)

Overgangswaterpassing - Secties uitmiddelen.

SEC0019776	SEC0019775	0.17710	759.000	20140418	E2	1.075
SEC0019776	SEC0019775	0.19830	759.000	20140411	E2	1.075
SEC0019775	SEC0019776	-0.20430	759.000	20140411	E2	1.075
SEC0019775	SEC0019776	-0.19940	759.000	20140418	E2	1.075
016B0228	016B0026	-0.21780	175.000	20140320	E2	1.075
016B0026	016B0228	0.21800	177.000	20140320	E2	1.075
016B0228	016B0026	-0.21760	175.000	20140729	E2	1.075
016B0026	016B0228	0.21690	179.000	20140729	E2	1.075
016B0224	016B0026	0.30520	449.000	20140320	E2	1.075
016B0026	016B0224	-0.30700	448.000	20140320	E2	1.075
016B0026	016B0224	-0.30570	447.000	20140729	E2	1.075
016B0224	016B0026	0.30640	446.000	20140729	E2	1.075

Bijlage 2: Overzicht kringsluitfout

Zie separaat bestand 'Bijlage_2_NAM_DR2014.lp3' (Livelinek Extranet)

Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Zie separaat bestand 'Bijlage_3_NAM_DR2014.out1' (Livelink Extranet)

Bijlage 4: Differentiestaat

Verklaring header differentiestaat:

dH	Geschatte hoogte ten opzichte van het referentie peilmerk (vrije netwerk vereffening).
dLM	Hoogteverschil ten opzichte van de vorige epoche.
dEM	Hoogteverschil ten opzichte van de eerste epoche dat het peilmerk aangemeten is.

Zie separaat bestand 'Bijlage_4_023A0025_1975-01-01_SodM_poly_diffstaat_zoDrenthe.xlsx'
(Livelink Extranet)

Bijlage 5: Overzichtskaart deformatienet met differenties 2010-2014

Zie ook separaat bestand 'Bijlage_5_Kaart_EP201506209842.pdf' (Livelinek Extranet)

Meetregister Zuidoost Drenthe 2014



