

Meetregister bij het meetplan Twente
Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing
Twente 2015

18 december 2015
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Documentnummer: EP201512251534

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	6
4.1	Toetsing en vereffening	6
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	9
6.1	Bijlage 1: Overzicht deformatienet met differenties 2010-2015	9
6.2	Bijlage 2: Opmerkingen waterpassing	9
6.3	Bijlage 3: Differentiestaat	9
6.4	Bijlage 4: Overzicht kringluitfouten en Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	10
7	Verantwoording	10
	Bijlagen	11
	Bijlage 1: Overzichtskaart deformatienet met differenties 2010-2015	12
	Bijlage 2: Opmerkingen waterpassing	13
	Bijlage 3: Differentiestaat	13
	Bijlage 4: Overzicht kringluitfouten en Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	13

1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat is in 2015 een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd in Overijssel en Gelderland. Staatstoezicht op de Mijnen heeft op basis van meetplan Twente 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 NAM heeft deze metingen gebruikt om te kunnen vaststellen in welke mate er bodemdaling op maaiveld optreedt die wordt veroorzaakt door de mijnbouwactiviteiten van NAM binnen de winningvergunningen in Twente.

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 een herhalingsmeting. Deze meting is gerelateerd aan de vorige metingen, waarbij de nulmeting in 1971 uitgevoerd is.

De meting beslaat het zuidelijk deel van Overijssel en noordoostelijk deel van Gelderland, maar conform het meetplan Twente 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 Twente 2015. Hierbij 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'.

Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare 'meetregister' behorende bij het meetplan Twente 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 *Puntdichtheid*

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.

2.1.4 *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 gebruik gemaakt van bestaande peilmerken uit het NAP-peilmerkenregister.

Het meetnet bestaat in totaal uit 3605 peilmerken verdeeld over:

- 150 bestaande peilmerken die zowel in 2015 als ook in 2010 zijn gemeten;
- 47 nieuwe peilmerken langs het traject zoals in 2010 gemeten (in het gehele gebied van de waterpassing 2015 van Rijkswaterstaat zijn veel meer nieuwe peilmerken geplaatst).

Tevens zijn 433 hulppunten in het meetnet opgenomen. Deze hulppunten zijn om technische redenen noodzakelijk en worden slechts eenmaal gebruikt.

De totale lengte van het totale meetnet is 2659 kilometer, welke in 4 deelgebieden is gemeten.

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 2015 uitgevoerd met een elektronisch waterpasinstrument. Dit is een 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.

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.

Bij overschrijding van de toleranties zijn hermetingen uitgevoerd.

Met MOVE3-vereffeningssoftware zijn de kringsluitfouten berekend (zie bijlage 4).

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.

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 4).

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.

De eerste fase vereffening van het meetnet met MOVE3, waarbij alleen waarnemingen worden getoetst levert geen verwerpingen op.

4.2.2 *Toetsing door 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 is sinds 1971 en wat de differentie is tussen opeenvolgende metingen. Voor een beschrijving van de differentiestaat (bijlage 3) zie paragraaf 6.1. Op de overzichtskaart op bijlage 1 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 029A0044. 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. Dit aansluitpunt ligt op ong. 1.8 km afstand van het vorige punt. Voor dit aansluitpunt 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.



Project ID	NAP-hoogte (m)	Meetdatum	Orde
348=01=NAP	22.506	1995-03-31	2
348W01	22.491	1995-03-31	2
370=05=NAP	22.497	2000-06-16	2
370W05	22.489	2000-06-16	2
383=03	22.497	2006-01-22	2

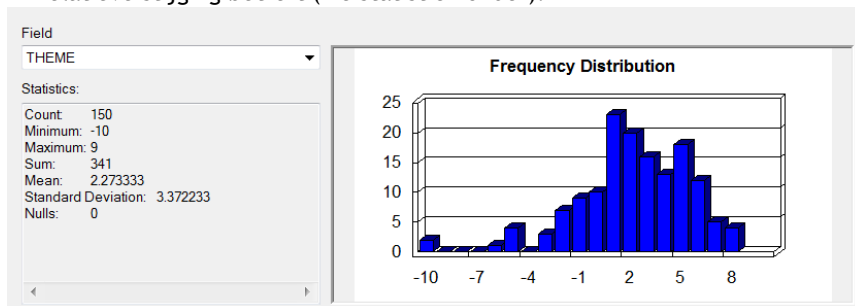
Bron: RWS-DID, NAP-info

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 peilmerken vertonen differenties (2010-2015) variërend van -10 tot +9 mm. Het merendeel van de differenties is positief (ten opzichte van het referentiepunt), hetgeen betekent dat het hier een relatieve stijging betreft (zie statistiek onder).



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 deformatienet met differenties 2010-2015

Bijlage 1 is de overzichtskaart van het deformatienet met daarop afgebeeld de differenties tussen 2010 en 2015.

Zie ook separaat bestand 'Bijlage_1_Kaart_ EP201512251535.pdf' (Livelihood Extranet)

6.2 Bijlage 2: Opmerkingen waterpassing

Lijst met vervallen peilmerken en lijst met nieuw aangemeten peilmerken, welke betrekking hebben op meetplan Twente.

6.3 Bijlage 3: Differentiestaat

Bijlage 3 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. Deze differentiestaat is separaat beschikbaar op Livelihood Extranet omgeving, genaamd:

Bijlage_3_Diffstaat_029A0044_1971-01-01.xlsx

Voorheen 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 2015 aangemeten. Secundaire peilmerken zijn of niet in de nulmeting en/of niet in 2015 aangemeten. Afhankelijk van het eerste meetjaar zijn de secundaire peilmerken geclassificeerd in groepen per jaar van eerste aanmeting.

6.4 Bijlage 4: Overzicht kringsluitfouten en Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Bijlage 4 bevat de bestanden van MOVE3 vereffening met daarin o.a. een overzicht van de kringsluitfouten berekend door MOVE3 en de resultaten van de eerste fase vereffening.

Uit de w-toets blijkt dat geen van de waarnemingen wordt verworpen.

Dit zip- bestand is separaat beschikbaar op Livelink Extranet omgeving, genaamd:

Bijlage_4_NAM_MOVE3_TWENTE_2015.zip

7 Verantwoording

Dit rapport 'Meetregister bij het meetplan Twente, Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Twente 2015 is onder verantwoordelijkheid van ondergetekende tot stand gekomen.

Assen, 18 december 2015

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

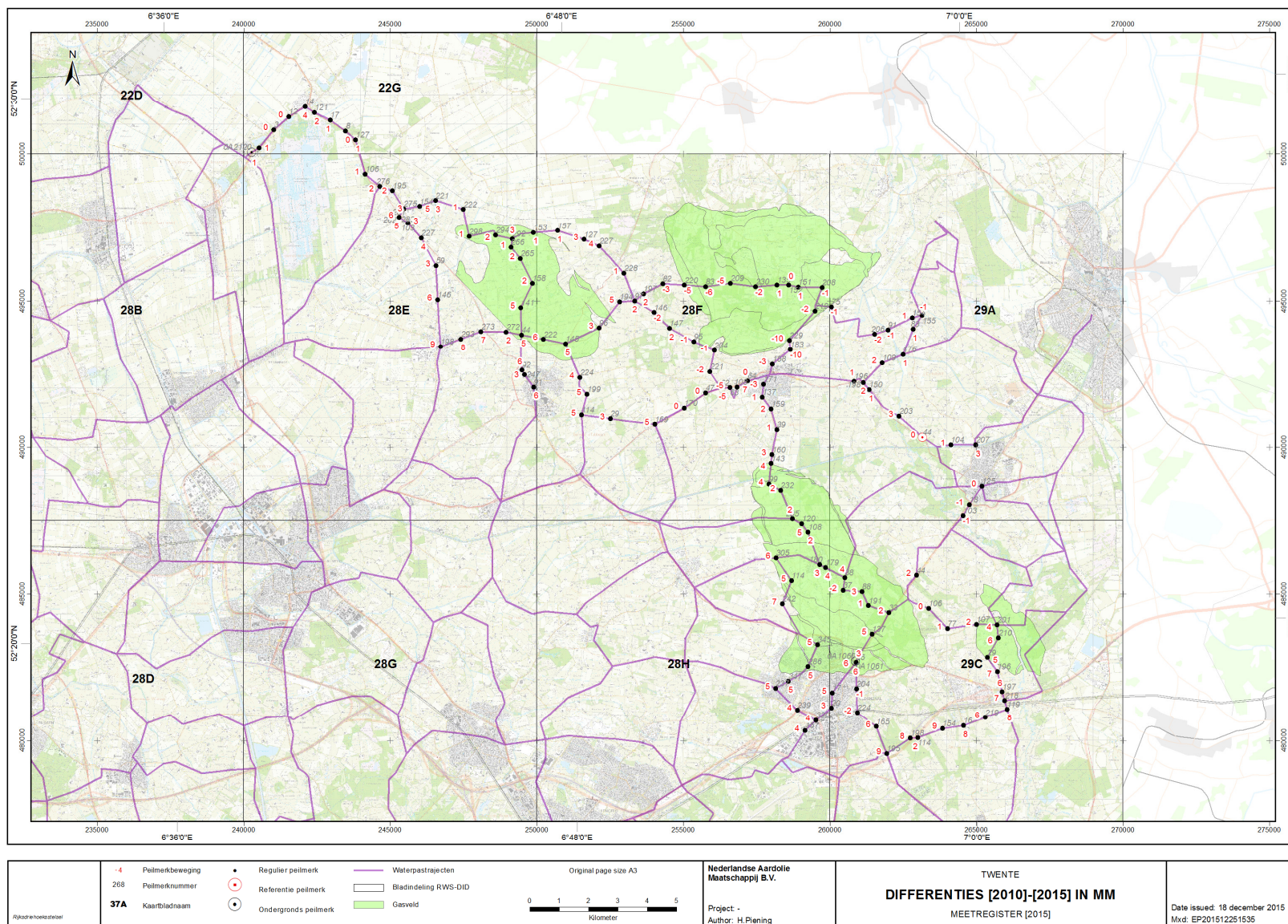
W. van der Veen
Head Onshore Surveys

Bijlagen

Bijlage 1: Overzichtskaart deformatienet met differenties 2010-2015

Deze overzichtskaart is separaat beschikbaar op Livelink Extranet omgeving, genaamd:

Bijlage_1_Kaart_EP201512251535.pdf



Bijlage 2: Opmerkingen waterpassing

Hieronder volgt een lijst met peilmerken welke waren opgenomen in het meetplan, maar waarvan gebleken is dat deze vervallen zijn:

000A1062	000A1063	000A1064	028E0151
028F0198	028F0202	028F0207	028H0117
028H0243	029A0051	029C0057	029C0103
029C0203			

Peilmerken in traject van meetplan, welke nieuw geplaatst zijn:

022G0178	022G0179	028E0305	028E0306
028E0307	028E0308	028E0309	028E0312
028F0233	028F0235	028F0236	028F0237
028F0238	028F0241	028F0242	028F0243
028F0244	028F0245	028F0246	028F0247
028F0248	028F0249	028H0368	028H0371
028H0372	028H0373	028H0376	028H0377
028H0387	029A0209	029A0215	029A0216
029A0217	029A0221	029A0226	029C0225
029C0226	029C0227	029C0228	029C0229
029C0230	029C0231	029C0238	029C0242
029C0243	029C0245	029C0246	

Bijlage 3: Differentiestaat

Deze differentiestaat is separaat beschikbaar op Livelink Extranet omgeving, genaamd:

Bijlage_3_Diffstaat_029A0044_1971-01-01.xlsx

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.

Bijlage 4: Overzicht kringsluitfouten en Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Bijlage 4 bevat de bestanden van MOVE3 vereffening en is separaat beschikbaar op Livelink Extranet omgeving, genaamd:

Bijlage_4_NAM_MOVE3_TWENTE_2015.zip