



INTRODUCTIE NAM voert verschillende onderzoeken uit om de relatie tussen gaswinning, aardbevingen en veiligheid beter te begrijpen, zodat er eventueel maatregelen genomen kunnen worden. Het onderzoek met 'diepe geofoons' heeft als doel om de diepte en locatie waarop aardbevingen ontstaan nauwkeurig in kaart te brengen. Dit is belangrijk, omdat de diepte van een aardbeving mede bepaalt hoe de bovengrond beweegt bij een aardbeving. Het bewegen van de bovengrond is de oorzaak van schade aan huizen en beïnvloedt dus ook de veiligheid van de bewoners.

In het najaar van 2013 heeft NAM diepe geofoons geïnstalleerd in twee putten om de diepte van aardbevingen vast te stellen. In september 2014 zijn voorlopige analyses van deze data gepubliceerd in een eerste voortgangsrapport en op www.feitenencijfers.NAMplatform.nl In dat rapport werd beschreven dat de analyse van de data uit diepe geofoons complex is en de – tot dan gebruikelijke – analysemethode niet toereikend. Het rapport kon dan ook nog geen definitief inzicht geven in de diepte van aardbevingen. De conclusie was dat de analysemethode moest worden verbeterd. In dit tweede voortgangsrapport wordt een nieuwe interpretatie van zowel nieuwe als al eerder gerapporteerde data gepresenteerd, waarbij gebruik is gemaakt van de nieuw ontwikkelde analysemethode.

CONCLUSIES TWEEDE VOORTGANGSRAPPORTAGE

- Gegevens zijn in overeenstemming met KNMI resultaten
- 98% van de geanalyseerde micro-seismiciteit is afkomstig uit het gasreservoir
- Locatiebepaling is in lijn met de bekende structurele eigenschappen van het gasreservoir

DOEL VAN HET ONDERZOEK

De Gutenberg-Richter Relatie stelt dat er naast meetbare aardbevingen altijd een relatief groot aantal veel kleinere aardbevingen plaatsvindt die bijna niet voelbaar of meetbaar zijn aan het oppervlak. De diepe geofoons zijn wel in staat om deze zogenaamde micro-seismiciteit te registreren. De hoofddoelstelling is om nauwkeuriger de diepte waarop aardbevingen ontstaan vast te stellen, maar ook hun positie ten opzichte van de bekende breuklijnen.

In het najaar van 2013 zijn twee diepe gefoons in gebruik genomen in het Groningen-gasveld; Stedum-1 en Zeerijp-1. Deze gefoons zijn geplaatst in het gebied met de meeste seismische activiteit en reiken tot circa 3.000 meter diepte in het Rotliegend gasreservoir. Tot deze tijd werd het monitoren van aardbevingen in het Groningen-gasveld uitgevoerd met een beperkt aantal, relatief ondiepe, gefoons tot 300 meter diepte of minder. Met behulp van de diepe gefoons kan nog meer inzicht verkregen worden in aardbevingen.

OPGESLOTEN GOLVEN

Het Rotliegend zandsteenreservoir, waar het Groningse gas zich bevindt, is zo'n 275 miljoen jaar geleden gevormd, toen de Nederlandse landmassa nabij de evenaar lag en grotendeels uit woestijn bestond. Deze zandduinen werden later door een zee bedekt. Het water van deze zee verdampte, net zoals tegenwoordig in de Dode Zee. Zo ontstonden de Zechstein afzettingen die het huidige gasreservoir aan de bovenkant afsluiten. Het Zechstein bestaat uit een dik pakket van zoutlagen met, aan de basis, een zeer hard gesteente dat anhydriet wordt genoemd. Aan de onderkant wordt het gasreservoir begrensd door het harde gesteente van het Carboon. Het gasreservoir zit dus ingeklemd tussen twee harde gesteentelagen.

De seismische golven, afkomstig van micro-seismiciteit, planten zich in het gasreservoir voort (soms tot meer dan 2 kilometer ver), maar worden steeds teruggekaatst door de harde boven- en onderlaag. De seismische golven worden als het ware gevangen binnen de Rotliegend zandsteen en krijgen daardoor een zeer complex patroon. Deze complexiteit vormde een beperking voor de analyse die met het eerste voortgangsrapport is gepresenteerd.

ANALYSE MET SIMULATIES

Computersimulaties van seismische golven in het gasveld, lieten zien dat deze complexiteit ook in het voordeel van de analyse kan worden benut. Het blijkt namelijk dat het opgevangen golfpatroon verschillend is voor aardbevingen die boven, onder of juist binnen het Rotliegend zijn ontstaan. Met dit inzicht konden NAM en het bureau Magnitude een nieuwe analysemethode ontwikkelen om de diepte van aardbevingen nauwkeurig en automatisch vast te stellen. Ook de in september 2014 gepubliceerde data zijn opnieuw geanalyseerd en in deze rapportage opgenomen. De resultaten kunnen dus afwijken van wat eerder in september 2014 is gepresenteerd.

Om de analysemethode te valideren zijn alle 424 events, die in de periode van 10 oktober 2013 tot 31 december 2014 zijn gemeten, in 4 klassen opgedeeld. Klasse 1 bevat de meest duidelijke metingen die een eenduidig

Klasse	Aantal events [N]	N events met onzekerheid <500m
1	150	142
2	76	69
3	116	100
4	82	76

analyseresultaat geven. Klasse 4 bevat de events met de zwakste signalen die ook het moeilijkst te interpreteren zijn. Klasse 2 en 3 bevatten meetresultaten die qua signaalsterkte en interpreteerbaarheid daar tussenin liggen.

De vernieuwde analysemethode geeft betrouwbare en realistische resultaten. Dit blijkt vooral wanneer ze geplott worden ten opzichte van bekende breuken in het gasreservoir of als ze in een dwarsdoorsnede bezien worden. Zie figuren 1 en 2 op de volgende pagina.

Naast het gebruik van de boven beschreven analysemethode, wordt ook een alternatieve methode (de zogenaamde Full Waveform Inversion (FWI) techniek) verder ontwikkeld. Deze methode vergelijkt de golfpatronen van geregistreerde aardbevingen met golfpatronen van door een computer gesimuleerde aardbevingen. Deze aanpak leent zich uiteindelijk beter om de meetgegevens meer geautomatiseerd te analyseren.

CONCLUSIE

De belangrijkste conclusie van deze automatische analyse is dat zeker 98% van de geïnduceerde aardbevingen, die worden opgevangen door de diepe gefoons, afkomstig lijkt te zijn uit het Rotliegend gasreservoir. Dit werd eerder al aangenomen, maar kon door het ondiepe gefoon netwerk nog niet betrouwbaar worden vastgesteld. Ook komt de locatie van de aardbevingen overeen met de bekende structurele eigenschappen van het gasreservoir.

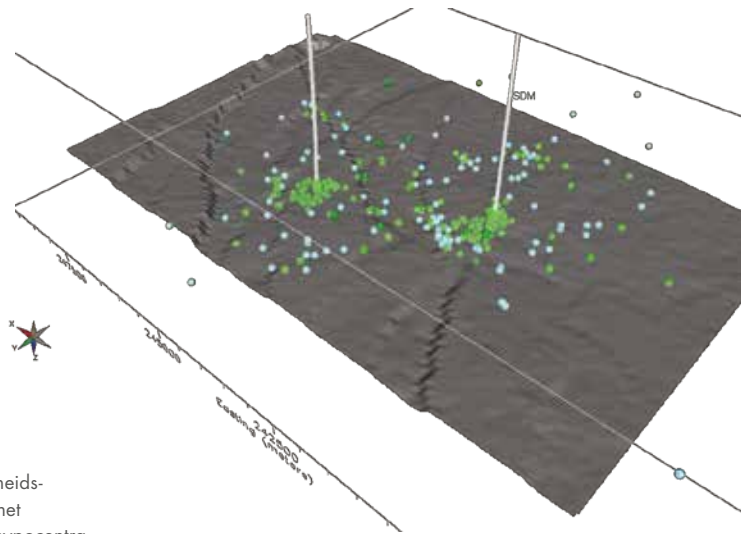
Het onderzoek en de ontwikkeling van methoden om de zogenaamde Full Waveform Inversion (FWI) methode te verfijnen gaat door. Deze methode gebruikt computer simulaties om de schokgolven van geregistreerde aardbevingen te vergelijken met computer simulaties om de locatie van aardbevingen vast te stellen.

De analyses zijn gepubliceerd op www.feitenencijfers.NAMplatform.nl. Er wordt naar gestreefd om de afstand van de meting tot de top van de het gasreservoir ook te publiceren. Omdat deze afstand verschilt per locatie, is dit vooralsnog handwerk. Ook hier wordt gewerkt aan automatisering.

De diepe gefoon array is speciaal geplaatst om de locatie van de aardbevingen beter te kunnen bepalen.

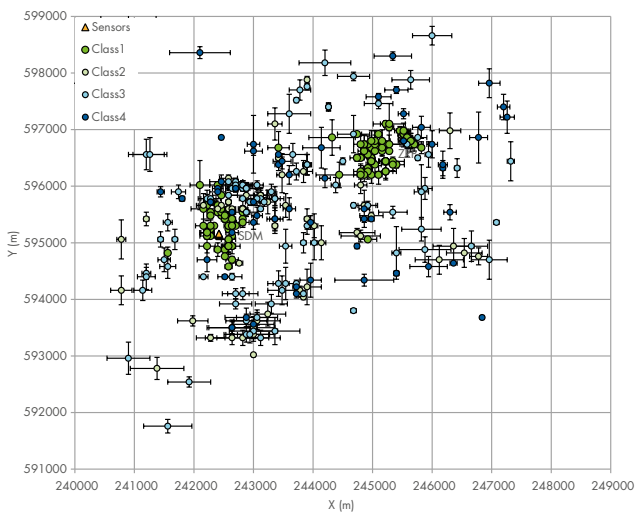
De specifieke apparatuur en de gevolgde werkwijze om tot event locatie te komen is minder geschikt om nauwkeurige magnitude bepaling te doen. Daar waar zowel de diepe gefoon array als het KNMI netwerk een aardbeving registreerde, kan de magnitude bepaling van elkaar verschillen. De waarde die door KNMI is gegeven is dan leidend.

Figuur 1
3D overzicht van de locaties van de zeer kleine aardbevingen ten opzichte van het gasreservoir, met de daarin zichtbare breuklijnen. De beide diepe gefoonputten zijn aangegeven als witte verticale lijnen.

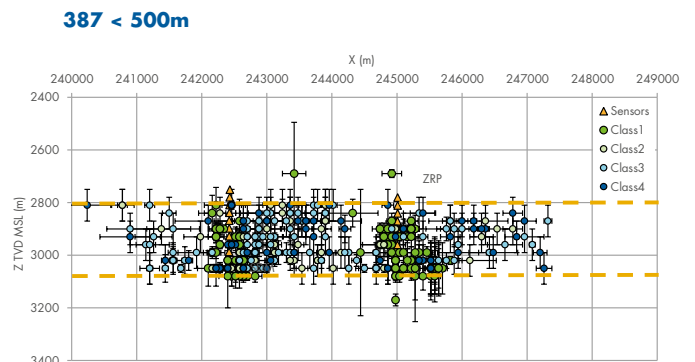


Figuur 2
De linker kaart geeft de locatie weer van de epicentra (aan het oppervlak) van de zeer kleine aardbevingen, met hun onzekerheidsgebied. De rechter kaart is een verticale dwarsdoorsnede van het gasveld die door beide gefoonputten gaat. Te zien is dat de hypocentra (de locaties van de aardbevingen in de ondergrond) merendeels in het gasreservoir liggen. De boven- en ondergrens van het gasreservoir zijn aangegeven met oranje stippellijnen.

All classes location: 387 events



Map view



Cross-section

BIJLAGEN

Barnavol J, Belayouni N, Daniel G, Fortier E (20 January 2015): Seismic Monitoring Delivery of Location results

Belayouni N, Daniel G, Fortier E, Maisons C (2 December 2014): Synthetic Waveform Library – Progress report Nov 28, 2014

TABEL 1 De analyseresultaten van de metingen met twee diepe geofoons. Naast de datum, tijd, plaats, diepte en gemeten magnitude, is ook de onzekerheid van de analyse weergegeven.

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
10-10-13	18:31:03	244440	597700	2810	1.7	525	510	60
11-10-13	05:04:03	238200	597520	2810	0.9	480	960	60
11-10-13	05:34:33	244860	598060	2900	0.8	540	480	60
12-10-13	05:28:03	242460	595600	3080	-0.9	60	30	38
12-10-13	05:35:33	242460	596080	2960	-0.2	195	45	45
13-10-13	09:21:03	239040	595060	2900	0.3	120	735	60
14-10-13	14:09:03	242220	595780	3050	1.5	150	75	15
14-10-13	14:09:03	242100	596020	3050	0.9	165	435	68
17-10-13	12:31:33	244140	596680	2870	-0.2	315	360	60
17-10-13	15:56:33	241680	595060	3050	1.0	45	180	15
19-10-13	01:03:03	243900	594220	2870	0.9	240	315	60
21-10-13	14:07:32	244980	592120	2810	0.8	630	555	60
21-10-13	20:48:32	240840	593380	2900	0.0	435	345	60
22-10-13	04:36:02	242880	593620	2900	-0.3	345	120	60
23-10-13	22:50:32	244140	595000	2990	0.3	75	300	60
26-10-13	08:28:02	243120	595840	2990	-0.5	120	135	45
26-10-13	09:12:32	243060	595780	2960	1.0	105	120	38
26-10-13	12:40:32	244800	594580	2960	0.4	180	540	60
26-10-13	20:32:32	241560	594580	3020	0.5	135	210	45
27-10-13	01:29:32	241500	594700	2840	0.0	105	210	60
27-10-13	18:21:32	240780	594160	2810	-0.1	180	255	60
28-10-13	05:44:02	243360	595780	2870	-0.6	90	120	60
29-10-13	11:11:32	242640	595600	3050	0.6	60	30	15
30-10-13	11:12:32	242160	595300	2990	-1.8	135	120	23
30-10-13	20:55:02	242160	595660	3050	0.1	90	30	15
01-11-13	05:36:32	245580	597160	2840	0.0	390	540	60
02-11-13	04:37:02	243360	595780	2900	0.4	150	210	60
03-11-13	18:54:32	242220	595180	2930	-1.8	120	30	23
04-11-13	13:44:32	242220	595180	2900	-2.0	105	45	15
06-11-13	13:00:32	245040	597340	2900	0.2	390	480	60
06-11-13	15:17:02	243180	591700	2960	0.2	555	180	60
07-11-13	12:45:01	242580	595840	3020	0.6	150	30	15
08-11-13	04:31:31	242640	595120	3080	-1.6	30	30	15
08-11-13	19:26:31	242580	595600	3080	-0.7	90	30	45
09-11-13	11:29:31	242820	595780	2990	-0.8	60	30	15
11-11-13	16:31:31	245640	595840	2930	0.9	135	615	60
11-11-13	20:56:31	242400	595900	3050	0.0	135	30	15
12-11-13	03:25:01	243000	593560	2990	-0.5	345	135	60
12-11-13	06:19:31	241440	595060	3050	0.0	45	135	53
14-11-13	05:39:36	241980	593620	2930	-0.7	255	90	60
15-11-13	17:46:32	243000	593440	2840	1.9	405	135	60
15-11-13	17:48:35	243000	593500	2870	-0.4	360	135	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
16-11-13	19:45:00	243060	593620	2810	-0.3	390	150	60
17-11-13	23:35:37	244860	597700	2840	0.6	495	435	60
18-11-13	13:31:00	246060	594520	2810	1.9	255	720	60
19-11-13	03:00:58	242460	595480	2960	-1.3	30	30	15
19-11-13	07:22:50	242940	593380	2930	0.4	405	150	60
20-11-13	02:38:40	243300	593920	2870	-0.5	270	165	60
20-11-13	12:34:06	244980	594280	2810	0.6	240	555	60
22-11-13	15:00:10	244920	596560	2990	-1.7	30	30	23
22-11-13	22:13:15	244980	596560	3080	-1.4	30	30	15
23-11-13	01:08:35	247260	597220	3050	0.3	120	285	60
23-11-13	13:01:33	244740	594940	3020	2.8	30	45	15
24-11-13	23:55:45	245220	596260	2900	-1.4	120	120	38
25-11-13	09:34:25	242220	595180	2930	-1.6	30	30	15
29-11-13	23:40:33	242400	595660	3050	-0.1	60	30	15
30-11-13	07:46:55	242880	593380	2870	-0.5	375	135	60
30-11-13	19:29:01	245640	597880	3020	0.9	315	165	60
01-12-13	05:28:45	245340	598300	3020	0.2	315	75	60
01-12-13	09:21:03	244680	593500	2840	0.1	480	480	60
01-12-13	09:27:01	242580	595720	3050	0.5	30	30	15
01-12-13	20:34:15	248520	596680	3020	-0.1	135	750	60
03-12-13	04:36:35	242460	595660	3050	-0.5	30	30	15
06-12-13	18:28:55	244800	595120	2960	1.1	330	105	60
06-12-13	18:28:55	244020	595000	2810	0.5	60	300	60
06-12-13	19:15:55	242640	593320	2870	0.0	450	120	60
06-12-13	19:26:55	242820	593320	2930	-0.4	435	135	60
06-12-13	20:33:55	243000	593380	2900	-0.6	270	120	60
07-12-13	06:52:55	242580	595060	2930	-2.3	30	30	15
08-12-13	11:10:55	242220	595120	2900	-2.4	30	30	15
08-12-13	13:09:25	242700	593920	2900	-0.4	270	90	60
09-12-13	09:43:25	242580	594940	2930	-1.8	105	105	15
09-12-13	10:53:25	242580	594940	2930	-2.0	105	120	15
09-12-13	23:18:55	243360	593440	2840	-0.2	420	240	60
12-12-13	07:50:24	242580	595360	3020	-0.5	30	30	23
12-12-13	18:00:24	245160	596680	2930	-0.7	105	135	23
15-12-13	06:48:25	242460	596860	2810	0.4	30	30	60
15-12-13	07:39:55	243000	593020	2930	-0.3	30	30	60
15-12-13	15:26:25	246960	597820	2870	0.5	180	255	60
16-12-13	08:23:37	244980	596800	3020	-0.9	45	180	23
17-12-13	21:37:55	247080	595360	2960	0.7	45	30	60
23-12-13	00:48:08	243720	597520	2810	1.3	30	45	60
25-12-13	16:35:26	245760	596860	2900	0.9	150	180	45
25-12-13	17:34:56	245520	597280	3050	-0.1	90	90	53
25-12-13	18:05:26	243540	597220	2540	0.5	900	750	195
25-12-13	21:45:56	245100	597460	2930	1.0	240	90	53
26-12-13	00:01:26	246540	594820	2900	0.1	300	255	60
26-12-13	00:01:56	246720	595060	2870	0.1	345	405	60
26-12-13	07:31:26	244800	596500	2900	0.6	105	45	23
26-12-13	20:55:56	246360	594940	2870	0.6	345	315	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
27-12-13	07:39:56	246180	596380	2900	-0.2	75	240	60
29-12-13	02:49:25	245820	596680	3020	0.5	45	105	15
29-12-13	15:09:55	245100	596680	3050	-2.0	30	30	23
01-01-14	03:39:55	244740	596920	2960	-0.4	75	45	15
04-01-14	13:21:55	243480	596200	2960	1.5	90	315	60
07-01-14	00:17:55	244920	596260	2930	-1.7	75	135	45
09-01-14	15:37:24	244980	596200	2900	-1.7	30	150	38
10-01-14	00:05:24	246300	596980	2930	-0.1	180	315	60
13-01-14	05:52:54	244560	592540	2870	0.7	600	120	60
13-01-14	23:57:24	245400	596380	3080	-0.9	45	60	53
19-01-14	23:10:04	246000	598660	2900	0.0	330	165	60
20-01-14	19:36:53	245280	596620	2900	-0.9	30	30	30
20-01-14	20:04:53	245100	596920	2900	-1.5	60	30	38
21-01-14	17:46:00	245100	596680	3050	-1.6	30	30	15
21-01-14	20:23:25	244620	594640	2690	1.7	495	180	195
22-01-14	22:42:15	245460	593260	2870	0.3	525	120	60
23-01-14	03:50:25	244860	599140	3020	1.1	630	135	60
24-01-14	08:44:13	245880	595960	3020	0.1	120	195	53
24-01-14	20:11:44	244980	596440	2990	-2.3	30	30	15
25-01-14	01:57:32	246120	594700	3020	1.2	405	255	60
26-01-14	20:50:47	244980	596500	3020	-1.9	30	30	15
27-01-14	03:06:47	245040	596380	2930	-2.4	30	30	15
27-01-14	04:52:36	245280	596740	2990	-0.6	180	165	53
27-01-14	22:42:11	245940	596560	2960	0.7	60	225	53
28-01-14	20:42:03	245040	593500	2810	1.3	765	150	60
29-01-14	15:23:41	245220	596740	3050	-1.6	60	45	45
31-01-14	02:00:10	244980	596500	3050	-2.3	30	30	15
31-01-14	09:35:17	245520	596800	3020	0.0	90	90	15
31-01-14	13:39:17	245340	596380	3020	-1.2	195	105	60
01-02-14	22:04:02	244380	596020	3020	0.6	75	135	23
02-02-14	09:02:38	245340	596440	2990	-1.5	195	75	45
02-02-14	22:13:47	245220	596260	3020	0.6	30	45	30
03-02-14	06:30:43	246240	594700	2840	2.1	480	300	60
06-02-14	23:46:09	243420	596680	2690	0.7	180	285	195
07-02-14	23:08:23	246420	596320	2990	0.9	45	165	60
08-02-14	02:04:11	244920	595060	2690	0.4	150	30	15
11-02-14	03:11:51	245400	597640	2930	0.7	195	600	60
11-02-14	12:35:40	246900	592360	2840	0.7	525	2190	60
11-02-14	14:25:53	244920	596320	2960	0.0	30	30	15
12-02-14	12:27:23	245700	596680	2960	0.4	360	375	105
12-02-14	16:34:13	244800	596020	3050	0.5	105	150	15
13-02-14	02:13:10	246780	594760	2900	0.4	150	150	60
13-02-14	03:17:35	246300	595540	2900	0.3	105	135	60
13-02-14	04:00:19	246660	594940	2960	-0.3	270	270	60
13-02-14	07:47:38	244920	598240	2900	2.8	630	840	60
13-02-14	17:54:17	246180	596320	2870	0.6	45	135	60
15-02-14	09:42:12	245100	596200	2990	-2.1	60	165	68
16-02-14	11:03:34	244920	596320	2930	-2.2	75	105	23

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
23-02-14	04:40:45	245760	596500	3020	-0.5	30	45	30
23-02-14	06:05:39	245160	596620	2930	-1.9	105	90	45
23-02-14	07:37:33	244800	596260	2930	-2.3	120	135	30
23-02-14	18:32:08	244980	596440	3170	-2.0	30	30	23
24-02-14	04:47:09	241680	596020	2960	0.6	285	885	60
24-02-14	08:03:09	245580	596740	3020	-0.7	270	225	15
26-02-14	15:52:12	244860	596620	2930	-2.1	105	75	38
03-03-14	16:15:17	244800	596200	2930	-1.7	120	165	23
05-03-14	02:31:17	247200	597400	2990	-0.1	105	225	60
06-03-14	08:52:44	244500	596440	3050	0.3	30	60	15
09-03-14	02:12:32	244860	595660	3050	-0.5	195	60	45
10-03-14	03:39:05	246780	596860	2840	1.4	150	450	60
11-03-14	00:52:37	244860	594340	3050	0.7	495	105	60
12-03-14	07:31:32	245880	594880	2900	0.2	435	225	60
12-03-14	21:44:35	245460	596980	2990	-0.5	90	75	23
13-03-14	14:09:13	244740	596500	2900	-0.1	30	30	15
13-03-14	14:09:13	244740	596500	2900	-0.8	120	60	23
15-03-14	00:42:16	244920	595660	2900	1.0	165	75	45
15-03-14	04:01:03	243360	597100	2840	-0.2	120	285	60
16-03-14	09:22:37	243000	596740	2870	0.4	105	510	60
19-03-14	11:23:22	241980	593740	2840	0.5	735	705	60
21-03-14	08:23:58	244200	596140	2900	-0.4	90	165	53
21-03-14	11:28:25	244680	595660	2990	0.5	30	45	38
21-03-14	21:14:09	242760	594640	3020	-0.5	60	30	15
22-03-14	15:10:08	243300	595900	2990	1.3	75	135	38
22-03-14	17:16:15	243420	596380	2990	0.2	60	105	60
23-03-14	02:23:55	243840	594040	2990	0.9	30	45	60
23-03-14	19:56:05	243960	594340	2990	0.0	180	300	60
24-03-14	23:38:39	244560	595780	2840	0.6	345	390	45
25-03-14	13:20:56	243420	596500	3020	1.3	45	75	60
26-03-14	11:47:31	244980	596500	3050	-1.8	30	30	15
26-03-14	22:12:46	244920	596740	2870	-1.8	75	150	30
29-03-14	01:03:34	244980	596500	3050	-1.7	30	30	15
29-03-14	15:15:36	244980	596500	3050	-1.6	30	30	15
01-04-14	10:40:31	245820	597040	2930	-0.5	150	195	60
01-04-14	14:13:06	243420	596560	2990	0.4	30	75	60
01-04-14	18:35:13	246840	593680	2930	0.4	30	30	60
01-04-14	20:08:56	244860	595420	3050	1.1	60	60	60
02-04-14	19:35:30	245220	596440	2900	-1.1	120	45	15
02-04-14	19:35:30	245220	596440	2900	-1.0	120	45	15
03-04-14	23:17:59	245040	596740	2930	-2.0	60	165	45
06-04-14	10:53:08	242520	594400	2960	-0.8	120	30	23
06-04-14	14:47:15	245820	595240	2870	-0.4	330	210	60
08-04-14	07:10:14	244980	596800	3020	-1.2	45	30	15
10-04-14	19:05:25	241740	595900	3020	-0.6	120	120	53
10-04-14	20:56:15	241260	596560	2930	0.3	285	300	60
10-04-14	21:53:43	241200	596560	2960	-0.3	300	270	60
11-04-14	18:40:27	240900	592960	2900	0.3	360	285	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
11-04-14	19:13:11	245160	596800	3020	-1.0	135	195	45
11-04-14	20:48:31	246000	596740	2870	-0.1	90	240	60
12-04-14	05:13:11	245400	597700	2840	-0.1	195	60	60
12-04-14	05:15:15	244260	597400	2990	-0.1	30	60	60
12-04-14	05:36:04	244260	597400	3050	0.3	30	75	60
12-04-14	12:56:10	245400	594460	3020	0.4	45	45	60
14-04-14	15:06:13	244200	598180	2990	-0.7	435	225	60
15-04-14	09:43:24	243720	594220	2870	0.9	30	75	60
16-04-14	05:55:33	245100	597580	2900	0.0	210	60	60
17-04-14	01:46:35	243720	594280	3050	1.0	30	60	60
17-04-14	20:18:31	243840	594100	3020	2.3	30	60	60
17-04-14	20:21:01	243780	594100	3020	1.1	30	60	60
19-04-14	06:58:14	244140	596920	2720	0.7	405	390	165
19-04-14	06:59:14	244320	596860	2840	0.7	390	315	53
19-04-14	16:20:14	245940	594580	2990	-0.5	315	180	60
20-04-14	07:42:00	242880	593680	2840	-0.6	360	165	60
20-04-14	08:36:00	245580	596860	3050	2.3	90	120	83
20-04-14	08:36:38	245580	596860	3050	-0.3	90	105	83
20-04-14	08:43:31	245580	596800	3050	-0.7	90	135	98
20-04-14	10:24:03	245520	596920	3050	0.4	90	120	98
20-04-14	10:43:42	245520	596920	3050	-0.5	90	120	98
20-04-14	10:49:08	245280	597040	3080	-1.0	75	60	90
20-04-14	11:20:14	242640	593500	2870	-0.6	390	105	60
20-04-14	11:43:41	245220	597100	3020	0.0	90	60	53
20-04-14	13:05:04	245640	596800	3050	0.7	105	135	105
20-04-14	14:11:03	245580	596800	3080	-0.3	90	120	98
20-04-14	14:15:43	245520	596860	3080	-0.9	90	105	90
20-04-14	15:45:03	245520	596980	3050	0.4	120	135	105
20-04-14	15:55:44	245580	596860	3020	0.8	90	150	90
20-04-14	16:12:44	245520	596920	3050	-0.2	90	120	98
21-04-14	05:29:10	242820	595600	3050	0.5	75	45	15
21-04-14	11:16:07	245520	596800	3020	-0.7	75	105	15
21-04-14	14:34:08	245640	596800	3050	0.1	90	135	98
22-04-14	03:13:14	244980	595420	2930	0.8	45	30	53
22-04-14	03:14:10	245340	595540	2840	1.3	240	105	60
23-04-14	13:12:01	243420	597280	2900	1.0	555	270	60
23-04-14	13:12:07	242100	597940	2810	1.3	270	525	60
26-04-14	02:24:08	245220	596440	2900	-1.7	105	45	15
26-04-14	04:00:27	245220	596440	2900	-1.3	120	30	15
26-04-14	15:47:14	245220	596440	2900	-0.9	120	45	23
26-04-14	23:13:27	245580	596860	3050	0.8	75	135	98
27-04-14	16:05:28	243720	594100	2930	0.7	30	75	60
27-04-14	18:20:57	245220	596440	2870	-2.1	105	30	15
29-04-14	15:31:06	244980	596680	3080	-1.6	30	30	23
01-05-14	00:48:13	245280	597100	3050	-0.7	270	360	203
01-05-14	19:57:26	244680	597940	3050	0.0	270	75	15
02-05-14	01:36:34	245580	596800	3020	0.9	60	105	83
02-05-14	08:00:35	244980	595480	2900	0.2	195	60	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
02-05-14	23:45:44	246360	594640	2900	0.2	60	30	60
03-05-14	03:41:45	245040	596620	3080	-2.0	30	30	23
03-05-14	20:39:06	244740	595180	2960	0.2	300	75	60
04-05-14	07:27:44	242280	595720	3050	0.2	105	30	15
05-05-14	05:35:28	245640	596740	3050	0.1	60	135	75
05-05-14	07:02:05	243900	597760	2840	0.2	30	60	60
05-05-14	11:52:44	243060	595480	3020	0.0	90	150	15
06-05-14	03:23:58	243780	594160	3020	0.2	30	75	60
06-05-14	11:08:16	243780	597700	2810	-0.5	180	180	60
06-05-14	11:31:57	243900	597880	2870	0.8	30	60	60
07-05-14	23:22:40	245700	596740	3050	-0.4	75	120	98
09-05-14	01:45:56	244980	596440	3020	-2.0	30	30	15
09-05-14	15:23:15	244680	593800	3050	0.2	45	30	60
13-05-14	21:53:28	242640	595300	2990	-2.1	30	30	23
14-05-14	04:08:55	245820	593860	2390	1.8	555	990	98
14-05-14	15:11:01	242880	595540	3050	0.1	45	45	15
16-05-14	18:37:16	243540	594940	2870	0.1	105	300	60
18-05-14	19:34:10	242520	595480	3080	-1.1	75	60	45
19-05-14	12:13:43	245520	595960	2810	-0.1	240	765	60
19-05-14	16:39:35	242640	594940	3020	-1.9	135	135	45
19-05-14	19:42:03	242220	595660	2810	0.0	180	270	68
19-05-14	19:42:15	242160	595600	2840	0.7	210	270	68
19-05-14	21:56:11	242640	594940	3050	-1.9	45	45	45
20-05-14	13:23:27	242580	595060	2960	-2.4	120	75	53
06-06-14	08:38:48	243900	596020	2870	-0.1	585	495	60
09-06-14	07:50:25	243720	597940	2900	0.5	555	270	60
10-06-14	21:22:07	246480	599260	2990	0.1	375	210	60
11-06-14	22:24:07	245220	596260	2930	-1.1	180	150	38
11-06-14	22:24:28	244860	596740	2960	-0.5	105	165	45
11-06-14	22:25:47	244860	596740	2960	0.2	105	165	45
11-06-14	22:25:47	244800	596740	2960	0.2	120	165	45
12-06-14	16:03:47	243900	596380	2810	0.8	60	180	60
12-06-14	23:48:07	244440	596200	2990	-0.5	390	225	240
13-06-14	03:25:37	245040	596800	2990	-1.5	30	180	15
13-06-14	11:20:05	243900	596380	2810	0.1	75	180	60
13-06-14	15:47:32	243900	596380	2840	-0.3	45	180	60
15-06-14	08:22:18	243600	597280	2870	-0.1	360	345	60
15-06-14	14:36:46	244860	596200	2900	-1.2	120	120	23
15-06-14	20:28:18	243360	595420	2810	-0.1	135	195	60
15-06-14	21:36:01	244860	596260	2900	-1.2	30	30	15
16-06-14	15:16:36	247320	596440	2870	1.8	60	345	60
16-06-14	20:26:47	246960	594880	2810	1.5	330	390	60
16-06-14	22:04:02	246960	594700	2930	0.2	300	345	60
19-06-14	23:59:20	242880	595960	2900	0.6	180	90	45
20-06-14	01:25:31	242820	595960	3050	-0.2	90	45	30
20-06-14	09:55:04	245400	594820	2930	-0.1	75	465	60
21-06-14	03:04:18	242280	595480	2960	-0.4	45	30	15
21-06-14	07:54:39	242460	595540	3080	-1.2	45	30	38

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
21-06-14	08:53:32	242820	596020	2990	-0.5	150	75	45
22-06-14	12:26:15	242580	596080	3020	-0.3	165	60	45
22-06-14	12:32:20	241200	594400	3050	-0.1	150	225	60
22-06-14	12:43:36	242760	596020	3020	-0.2	120	30	38
22-06-14	17:00:45	242700	595960	2930	0.2	165	60	38
22-06-14	17:06:48	242820	596020	3020	0.4	165	75	45
23-06-14	06:32:48	242880	595840	2930	0.4	285	75	38
23-06-14	16:46:18	242820	596020	2960	-0.3	165	75	45
23-06-14	20:33:40	242700	595960	2930	0.0	165	60	38
25-06-14	14:20:46	242580	595720	3050	1.4	30	30	15
25-06-14	16:10:38	242820	595960	3050	0.0	120	45	30
25-06-14	17:53:16	242580	595720	3050	-0.1	2355	1455	548
25-06-14	17:53:39	242580	595720	3050	0.9	30	30	15
25-06-14	17:53:48	242820	595600	3050	0.6	30	30	15
25-06-14	17:54:39	242640	595540	3080	-0.9	30	45	23
25-06-14	17:57:18	242640	595540	3050	0.3	60	30	15
25-06-14	18:07:31	242580	595720	3050	-0.4	30	30	15
25-06-14	18:17:04	242820	595600	3050	0.2	30	30	15
25-06-14	18:21:17	242820	595600	3050	0.3	30	30	15
25-06-14	19:16:20	242580	595720	3050	0.1	30	30	15
26-06-14	01:23:49	242700	595960	2990	0.5	135	60	30
26-06-14	08:20:32	240240	597820	2810	0.3	375	315	60
27-06-14	20:59:15	242880	595960	2930	-0.5	165	90	45
30-06-14	22:51:49	243000	595720	3050	-1.0	45	60	23
01-07-14	09:59:30	241380	592780	2900	0.2	450	195	60
03-07-14	01:30:12	242880	595960	2960	-0.4	180	105	45
03-07-14	08:26:16	242880	592720	2870	-0.3	600	150	60
08-07-14	05:01:27	242640	595960	2990	-1.0	75	45	30
09-07-14	06:39:28	243240	595720	2840	0.3	135	210	53
10-07-14	10:27:25	243720	596260	2840	-0.2	135	150	60
10-07-14	22:56:35	242880	595540	3050	0.9	60	75	15
11-07-14	04:21:36	242700	595960	2930	-0.7	90	45	30
11-07-14	23:52:41	243060	593680	2840	-0.3	345	135	60
12-07-14	16:37:54	242640	595420	3050	-0.9	60	45	30
13-07-14	22:52:58	244200	592240	2330	1.2	465	360	195
19-07-14	11:05:35	242820	595540	3020	-0.3	255	270	15
19-07-14	23:32:54	243360	595420	2990	-0.1	90	210	45
22-07-14	09:26:21	242640	594700	3050	0.0	105	60	45
23-07-14	08:26:33	243480	594160	2840	0.3	240	255	60
24-07-14	12:37:21	243420	594280	2930	-0.5	180	225	60
25-07-14	00:00:51	243540	594280	2870	0.3	210	285	60
25-07-14	10:11:10	244860	595600	2810	-0.1	90	330	60
25-07-14	19:42:35	242700	596080	3050	-0.6	120	60	45
26-07-14	04:41:22	243240	593740	2810	-0.2	300	210	60
27-07-14	18:15:51	242700	595960	3050	-0.9	120	45	30
29-07-14	08:51:01	243180	595720	2990	-0.6	60	75	45
29-07-14	12:24:51	243900	598180	2840	0.8	765	360	60
30-07-14	16:10:32	245400	597160	2990	0.3	450	735	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
01-08-14	15:36:13	242220	594940	2990	-1.8	135	120	23
03-08-14	00:08:25	242820	594100	2930	0.0	255	105	60
03-08-14	04:05:41	242700	594100	2870	-0.1	225	90	60
08-08-14	04:53:18	243660	598360	2930	-0.4	810	660	60
08-08-14	14:23:00	242640	595300	3020	-2.1	135	120	45
09-08-14	03:26:30	242640	593500	2930	0.4	420	135	60
10-08-14	05:27:14	242580	595000	2930	-2.1	30	30	23
10-08-14	05:31:00	242280	595240	2900	-2.3	30	30	23
11-08-14	09:00:40	242220	595120	2930	-2.6	120	30	23
13-08-14	00:25:54	242640	594400	3050	-0.4	165	60	15
13-08-14	23:21:46	239700	594760	2840	0.1	135	525	60
16-08-14	11:05:59	242280	595720	3050	0.1	60	30	15
16-08-14	12:44:45	242280	595720	3050	-0.4	60	30	15
18-08-14	05:50:10	243000	595360	3050	0.0	30	120	15
18-08-14	16:40:16	242700	596020	2960	-0.3	225	105	45
21-08-14	11:03:51	244560	597280	2930	1.1	495	555	60
21-08-14	13:02:14	242580	594940	2870	-1.5	120	150	83
22-08-14	20:50:13	242820	595600	3050	0.4	30	30	15
03-09-14	23:05:38	242580	595240	2990	-2.2	30	30	15
04-09-14	18:09:10	243120	595780	2930	-0.8	45	60	45
05-09-14	02:33:56	244680	596920	2990	0.0	270	330	60
05-09-14	06:30:21	242400	595540	3020	1.2	30	30	15
05-09-14	06:30:57	242820	595360	3080	-0.4	105	60	23
05-09-14	06:31:25	242400	595600	3050	-0.3	30	30	15
06-09-14	18:40:30	242280	595540	3050	-0.9	30	30	23
07-09-14	04:53:03	242580	596140	2990	-0.4	150	60	45
08-09-14	01:17:43	242220	595180	2900	-1.9	120	45	23
10-09-14	18:43:55	243120	593320	2870	0.4	330	135	60
14-09-14	14:31:13	243120	595840	2990	0.0	270	120	45
15-09-14	02:46:13	241560	595360	2990	-0.1	75	150	38
16-09-14	16:27:44	245820	595900	2870	0.2	120	480	60
17-09-14	01:37:59	242400	595540	3020	-1.1	30	30	15
18-09-14	20:07:21	242580	594940	3050	-1.1	75	105	38
18-09-14	22:08:20	243120	591700	2930	0.5	675	180	60
20-09-14	00:48:14	241200	594460	2810	-0.2	75	105	60
21-09-14	18:16:18	242280	595300	2900	-1.4	75	105	23
22-09-14	01:36:21	242580	594940	3020	-1.4	30	30	15
22-09-14	01:44:52	242580	594940	3020	-1.4	30	30	15
24-09-14	23:49:32	243480	596440	2870	1.4	150	135	60
25-09-14	05:25:02	242580	595600	3050	-0.6	45	30	15
29-09-14	12:03:21	242280	595720	3050	1.4	120	60	15
02-10-14	06:39:09	244500	598000	2960	0.6	480	330	60
02-10-14	21:35:17	242400	596020	3080	0.4	135	60	120
03-10-14	00:48:13	242280	595780	3050	-0.5	165	30	15
03-10-14	04:44:14	242580	590260	2930	0.5	750	105	60
06-10-14	10:52:06	242520	594760	3080	-1.2	30	30	23
06-10-14	17:59:35	243960	595360	2810	-0.4	45	120	60
09-10-14	10:55:05	243660	596560	2990	-0.2	240	195	60

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
10-10-14	20:20:17	242400	595960	2960	0.2	90	30	23
11-10-14	18:35:11	242340	595300	2900	-2.2	30	30	15
12-10-14	02:00:35	242520	594880	3020	-1.4	30	30	15
17-10-14	05:28:21	242460	595840	2810	-0.4	150	360	15
18-10-14	08:20:42	242580	594580	3020	-0.1	60	30	30
19-10-14	19:46:15	242280	595720	3050	-0.9	30	30	15
20-10-14	02:35:57	242280	595720	3050	0.1	90	30	15
21-10-14	00:11:50	241140	594160	2960	0.0	150	180	60
03-11-14	17:34:31	242580	595300	3050	-1.4	30	30	23
03-11-14	17:34:31	242640	595300	3080	-1.8	30	30	15
03-11-14	19:45:11	242580	595300	3050	-0.9	30	30	15
04-11-14	01:03:44	243000	596620	2870	-0.5	150	75	60
05-11-14	01:12:30	240900	599020	2930	2.4	465	165	60
05-11-14	21:01:26	241920	592540	2990	-0.3	360	90	60
09-11-14	07:49:16	241200	595420	3050	-0.6	45	120	60
10-11-14	03:14:31	243900	595300	2930	-0.2	30	150	60
10-11-14	12:52:46	243540	595660	3050	0.5	90	210	60
11-11-14	10:56:17	241560	591760	2900	0.3	405	120	60
14-11-14	08:30:03	243900	595420	2870	0.7	45	180	60
14-11-14	08:30:03	244020	595300	3050	0.2	60	210	60
15-11-14	06:05:43	242520	595420	2930	-2.3	60	60	38
17-11-14	17:28:03	243120	595840	2960	0.1	105	90	45
18-11-14	05:02:05	242940	595720	3050	-0.5	75	60	15
19-11-14	02:58:44	243060	596020	2930	-0.2	105	75	60
22-11-14	04:08:59	243600	596200	2870	1.4	165	165	60
23-11-14	02:22:38	241800	595780	3020	-1.0	45	45	38
25-11-14	16:02:19	242640	595360	3080	-1.9	30	30	15
25-11-14	16:04:00	242700	595300	3080	-1.4	30	30	15
25-11-14	19:09:35	241560	594820	3020	0.6	45	105	53
26-11-14	08:10:16	242280	595120	2900	-2.7	60	30	15
29-11-14	15:39:39	242160	594400	2990	0.3	75	30	15
30-11-14	01:03:49	242100	598360	2870	1.6	510	105	60
03-12-14	14:45:35	243360	595300	3020	0.3	45	135	38
04-12-14	03:40:08	242280	593320	2840	0.4	240	60	60
07-12-14	15:02:08	241440	595900	3020	-0.1	60	90	60
07-12-14	17:25:21	243840	596260	2900	0.3	150	195	60
08-12-14	23:32:27	242400	594880	3050	-2.3	60	120	30
12-12-14	17:48:35	243120	595600	3020	-0.8	30	45	23
17-12-14	16:51:47	243600	595600	2900	0.0	105	195	60
17-12-14	23:07:53	243840	595000	3020	0.1	45	180	60
18-12-14	15:48:17	242820	595420	2990	-0.8	30	45	23
20-12-14	06:59:25	242880	595540	3050	0.2	30	30	15
25-12-14	22:16:04	242640	595180	2900	-2.2	105	30	15
26-12-14	02:50:16	242220	594700	3050	-1.0	165	210	68
31-12-14	20:49:25	240780	595060	2810	0.5	75	345	60
01-25-15	08:29:39	241980	594760	3020	0.0	60	45	22.5
01-26-15	18:07:21	238020	591580	2930	1.0	1020	795	60
01-26-15	22:55:59	242940	595180	2960	0.0	285	105	30

VOORTGANGSRAPPORT DIEPE GEOFOONS JUNI 2015

Date	Hour	X(m)	Y(m)	Z (m) TVD MSL	Magnitude M	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
01-27-15	06:48:11	242400	594880	2870	-1.7	30	30	22.5
01-27-15	16:53:39	237240	595720	2870	0.1	195	1095	60
01-29-15	04:05:09	242880	595420	3050	-0.6	30	30	15
02-02-15	07:22:39	242400	594940	2900	-2.1	30	120	22.5
02-02-15	23:15:29	237000	591340	2870	1.1	390	450	60
02-04-15	13:29:56	244260	593920	2840	0	135	180	60
02-04-15	22:34:45	246540	589540	2810	1.7	450	315	60
02-05-15	09:33:47	242880	595120	3080	-1.3	30	60	45
02-08-15	05:24:08	246180	593740	3050	0.4	270	570	60
02-08-15	20:02:25	243840	593260	2960	1.1	225	165	60
02-09-15	01:54:12	242880	595420	3050	-0.0	30	60	15
02-09-15	22:08:39	242100	594700	3050	-0.6	30	30	15
02-09-15	22:18:58	242940	595360	3050	0.3	30	75	15
02-10-15	06:46:46	244920	593500	2870	0.7	195	270	60
02-10-15	07:42:48	244800	593200	2960	1.7	210	240	60
02-12-15	22:51:23	241080	594100	3020	0.0	210	285	60
02-14-15	12:08:48	245100	593620	2810	-0.2	195	330	60
02-14-15	14:28:58	240720	593980	2930	-0.5	135	180	60
02-14-15	18:01:47	242280	595300	2900	-2.3	30	30	15
02-15-15	18:13:55	243240	594640	2990	-0.6	225	135	45
02-21-15	20:08:35	244200	593680	2900	-0.2	180	195	60
02-23-15	02:33:20	242220	594640	2780	-0.0	75	60	60
02-23-15	06:30:24	245520	595120	2660	0.6	165	375	195
03-01-15	19:57:04	242760	592360	2930	0.1	390	60	60
03-01-15	23:20:20	243900	593500	2870	-0.3	150	135	60
03-01-15	23:50:04	241860	595180	3020	-0.5	30	45	15
03-04-15	01:02:02	241920	594940	3050	-0.6	30	30	15
03-05-15	00:37:24	239700	595300	2960	0.5	120	555	60
03-06-15	20:52:02	242340	595300	2900	-2.4	45	105	15
03-07-15	19:21:04	237720	595000	2870	0.2	150	915	60
03-10-15	09:44:23	242820	591700	3050	0	480	60	60
03-12-15	15:10:52	241620	591220	2900	0.1	405	120	60
03-12-15	17:29:59	243060	595120	3050	0.7	30	60	15
03-15-15	16:10:56	243540	591340	2810	0	405	150	60

NEDERLANDSE AARDOLIE MAATSCHAPPIJ

Postbus 28000, 9400 HH Assen

Telefoon 0592 - 369100

Fax 0592 - 362200

E-mail informatie@NAM.nl

Twitter @NAMbv

www.NAM.nl

www.NAMplatform.nl