Memo

Aan
Ben Castricum;, Jasper van de Hoef

Datum
18 augustus 2016

Kenmerk
1220719-010-GEO-0013

Aantal pagina's
18

Van
Huub De Bruijn

Doorkiesnummer
+31(0)88335 7508

E-mail
huub.debruijn@deltares.nl

Onderwerp
Laatste Voortgangsrapportge vacuumvak Schardam 11-08-2016

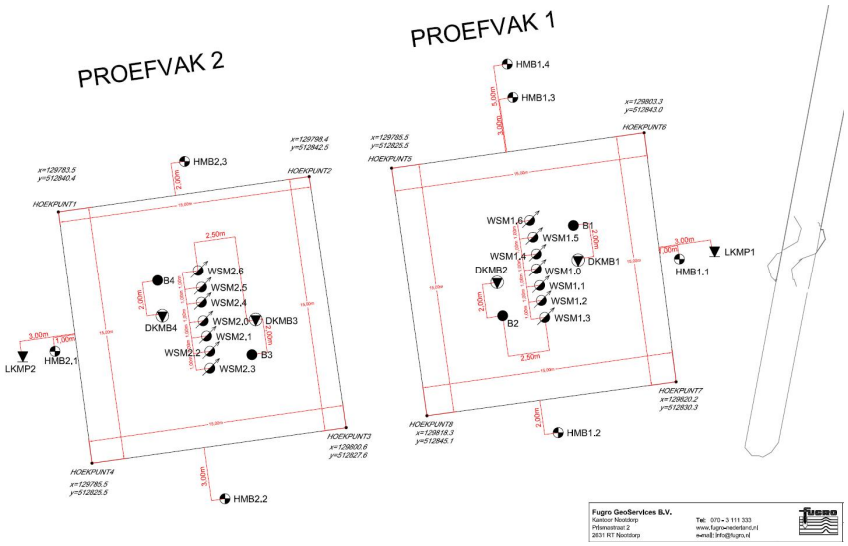
---

1 Inleiding

Op 31 maart rond 14:00 is de vacuümproef te Schardam gestart met het aanzetten van de pompen. Op 5 april zijn de laatste lekkages gedicht en is de proef feitelijk en rekenkundig gestart. Op 4 juli is de proef gestopt en zijn de pompen uitgezet en weggehaald.
Voorliggend hoofdstuk geeft een weergave van de voornaamste monitoringsresultaten. Deze resultaten zijn gebruikt bij de analyse van de resultaten.
De metingen zijn doorgezet tot eind augustus.

Vak 1 is het proefveld waarbij de Beaudrain S techniek is geïnstalleerd, in vak 2 de conventionele vacuümconsolidatie techniek.

Een totaal overzicht van de monitoring (exclusief de zakbaken en zettingsplaatjes) is weergegeven op onder staand figuur. In de directe nabijheid van de proef zijn een aantal peilbuizen gemonitord welke niet op onderstaande figuur zijn weergeven. In de paragraaf over de omgevingsbeïnvloeding is dit wel meegenomen.



Figuur 1.1 Detail overzicht monitoringsdata rechts is vak 1 (baudrainS of BDS vak) en links is vak 2 Het conventionele of folie vak)

1.1 Beknopte samenvatting van de waterspanningsmeters

In onderstaande tabellen is een samenvatting gegeven van de monitoring van de waterdrukken. De Nulmeting is de waterspanning die aanwezig was voordat de terpen t.b.v de vacuümconsolidatie zijn aangelegd. De meting van 30 maart is de gemeten gemiddelde waterspanning voordat de vacuümpompen zijn aangezet. Verder is de waterspanning op 4 juli weergeven, alszijnde de laatste dag dat het vacuum heeft aangestaan en 29 augustus, de datum dat de monitoring is gestopt.

De waterspanningsmeters *.1 t /m *.6 staan in de proefvelden, de waterspanningsmetingen 1.0 t.m 4.0 zijn geplaats in de drainage strips en geven de druk in de drainage zelf weer.

De PB _mv (poort 10 en 11) zijn peilbuizen geplaatst in het proefveld.

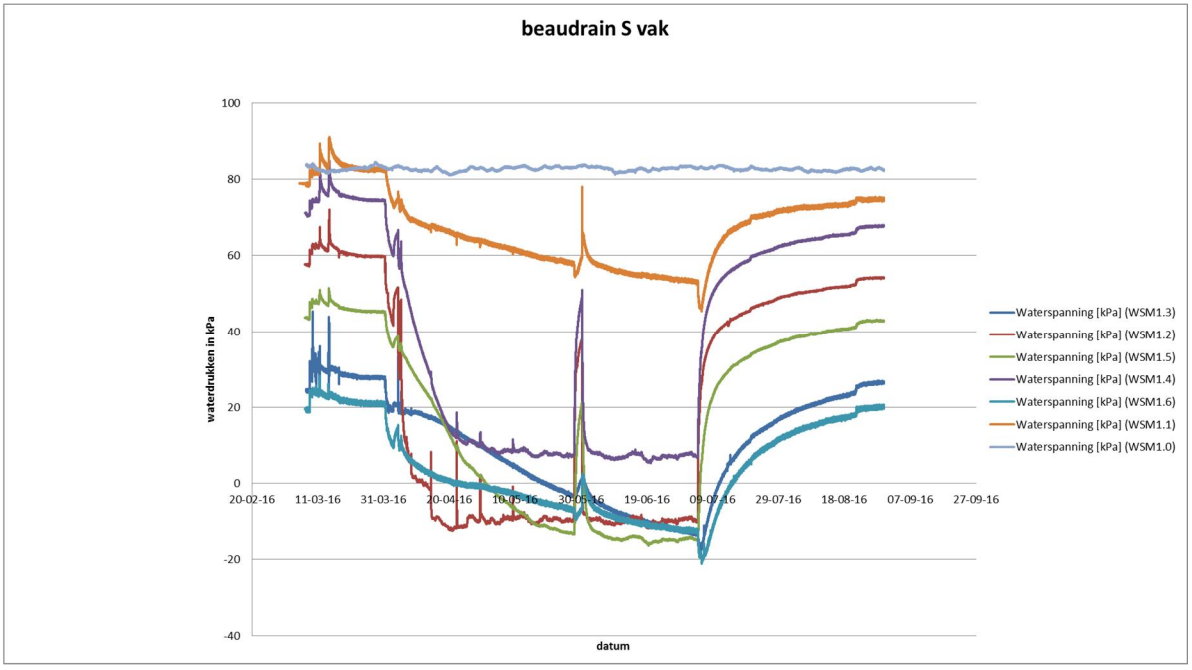
waterspanningsmeter	filterdiepte	nulmeting	Meting ca 30 maart	Dd 4-07-216	Dd 29-08-216
Vak 2	[m—NAP]		[kPa]	[kPa]	[kPa]
Wsm 2.1	-9,02	75,5	79,8	32.50	73.5
Wsm 2.2	-6.72	55,8	58.8	366(7	366(7
Wsm 2,3	-3.42	24,7	26,6	-77.00(7	-77.30(7
Wsm 2,4	-7.97	72,0	72.0	366(7	366(7
Wsm 2,5	-4.89	39,0	40,7	29.1	41.6
Wsm 2,6	-2,83	19,6	21,5	1.9	23.2
Wsm 2,0	-11,01	84.7(1	84,8[1]	83.3	82.9
Wsm (3,0 (in drainage strip)	-6,40	n.v.t	55,3	-3.7	50.0
Wsm 4,0 (in drainage strip)	-6,90	n.v.t	61,8	-1.2	56.2
Pb_mv poort 10 terp 2		n.v.t.	-0.4	-39.3	0.3
Pb_mv poort 11 terp 2		n.v.t.	-0.3	-37.5	2.8
Pb _901 (uit het vak, t.b.v omgeving)		n.v.t.	12,6	10.9	10.4

1)	Waterspanningen lijken niet te worden beïnvloed door vacuüm. Variatie wordt veroorzaakt door andere omstandigheden
2)	Meting vertoont een afwijkend beeld. Waterspanning fluctueert, sterkt onduidelijk wat hier aan de hand is.
3)	Op de 25e stijgt de waterdruk met 1 m waterkolom. Dit is onverklaarbaar, ook gegeven de gevallen neerslag. Mogelijk is de diver los geraakt en dieper in de peilbuis gezakt
4)	Op 22 april is er een lekkage opgetreden en stijgt de waterdruk direct (vacuüm valt weg)
5)	op 25 april is de lekkage gedicht is gemeten, daarna neemt de vacuüm druk weer toe en de waterspanning af. Op 29 april valt de vacuümdruk even weg
6)	Op 30 april lijkt er iets mis te gaan met het signaal of met de diver zelf. De meting laat een onverklaarbare stijging van de waterdruk zien zie figuur
7)	Meting gaat vanaf 23-06-2016 afwijkend gedrag vertonen (meting onbetrouwbaar). Dit wordt veroorzaakt doordat als gevolg van de verschilzakking van het maaiveld en de zakking van het filter de kabels van de waterspanningsmeters zijn doorgesneden en er kortsluiting is ontstaan. Hiervoor was een voorziening getroffen waarmee ruim 1,2 m zetting kon worden opgevangen. Dit bleek niet helemaal toereikend.

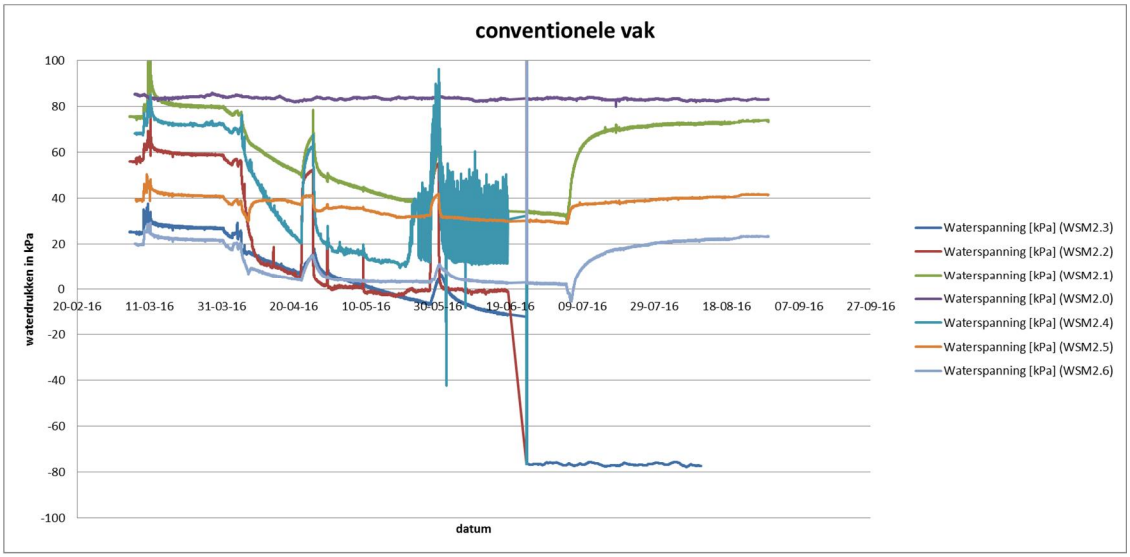
waterspanningsmeter	filterdiepte	nulmeting	Meting ca 30 maart 2016	Dd 4-07-2016	Dd 29-08-2016
Vak 1	[m—NAP]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
Wsm 1.1	-9.44	78,8	82,2	53.2	75.5
Wsm 1.2	-6,8	57,5	59,8	-10.0	54.2
Wsm 1.3	-3.37	24,2	27,7	-13.2	26.7
Wsm 1.4	-8.36	74.5	74.5	6.6	67.8
Wsm 1.5	-5.26	43,4	45,2	-15.0	42.9
Wsm 1.6	-2,80	19,2	21,0	-13.00	20.1
Wsm 1,0	-10.85	83,8(1	83,5(1	82.9	82.3
Wsm (BDS 1,0 (in drain)	-5.90		60.5	-5.4	50.4
Wsm (BDS 2,0 (in drain)	-6,70		65,3	-3.2	54.8

1)	Waterspanningen lijken niet te worden beïnvloed door vacuüm. Variatie wordt veroorzaakt door andere omstandigheden
2)	Meting vertoont een afwijkend beeld. Waterspanning fluctueert, onduidelijk wat hier aan de hand is.

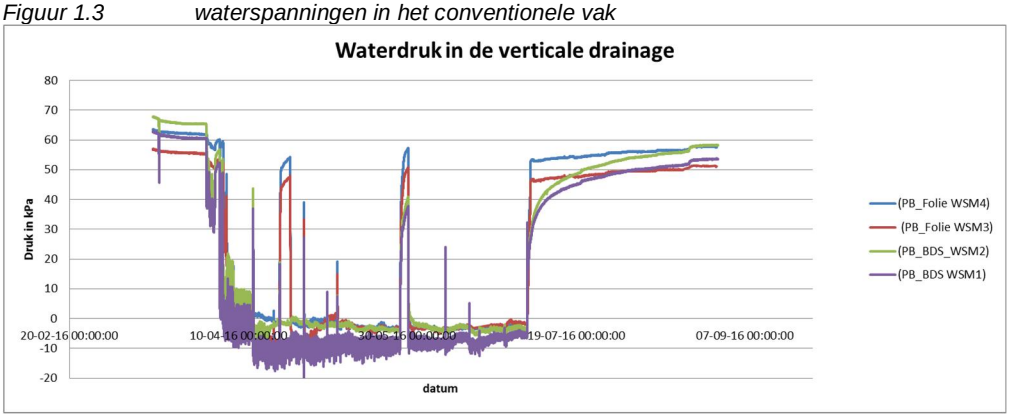
Te informatie zijn in de onderstaande grafieken de gemeten waterdrukken gepresenteerd



Figuur 1.2 waterspanningen in het beaudrain vak



Figuur 1.3 waterspanningen in het conventionele vak

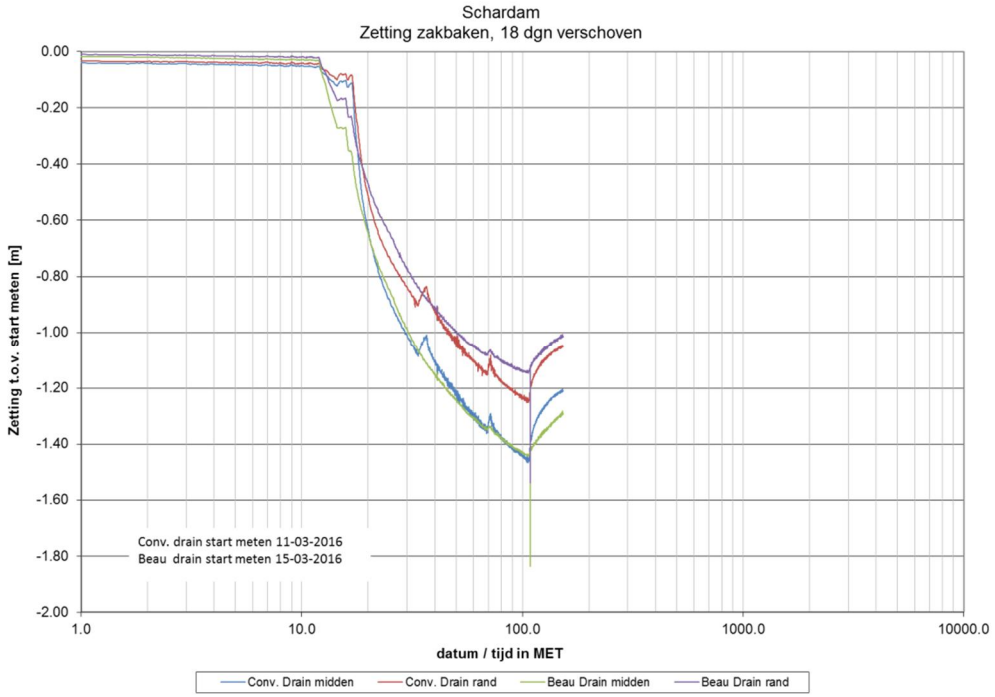


Figuur 1.4 Waterdruk in de verticale drainage (folie is het conventionele vak en BDS is beuadrainvak)

Na het uitzetten van het vacuum nemen de waterdrukken snel toe. De toename is in de eerste week van 4- 12 juli groot. Hierna gaat de aanpassing door, maar duidelijk minder snel. De druk in de verticale drainage strips zie Figuur 1.4 reageren nagenoeg direct op het aan en uitzetten van de pomp. Uit deze grafiek valt af te lezen dat er in het folievak een onderdruk in de drainage aanwezig was van ruim 66 kPa en in het baudrainvak van 80 kPa.

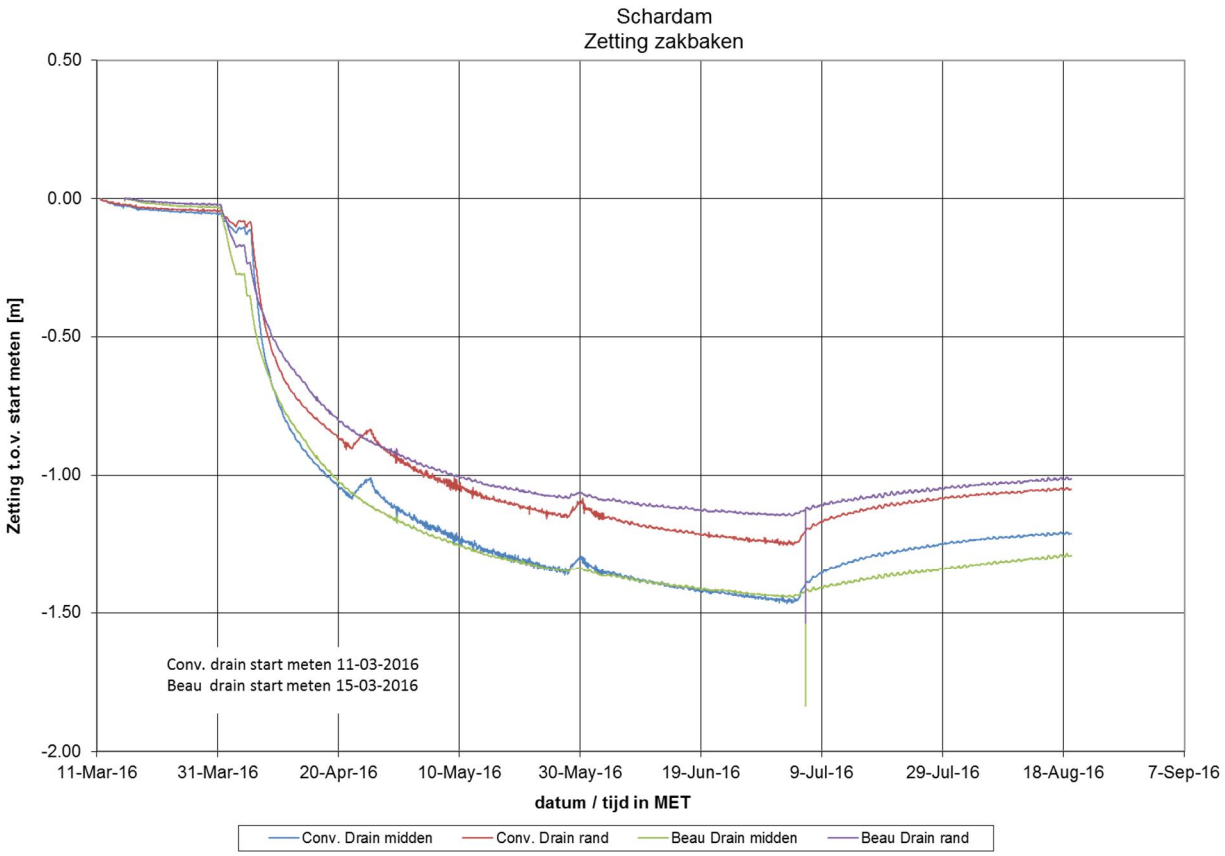
Als gevolg van het vacuum is het maaiveld gezakt (ruim 1,4 m) waardoor er uiteindelijk een depressie in het maaiveld is ontstaan waarop tijdens de proef water heeft gestaan. Na het uitzetten van het vacuum is dit water weggehaald om het vak toegankelijk te maken. Deze activiteit is zichtbaar in de metingen in de vorm van een afname van de waterdrukken rond 7 juli (zie afname waterdruk vlak voordat de pomp wordt uitgezet). Als gevolg van de zetting lag het maaiveld op 4 juli op circa NAP -1.85 m. Voorafgaande aan de proef lag het maaiveld op ca NAP – 0,70 m. Hierop is ruim 0,4 m flugsand aangebracht waardoor de bovenkant van het proefveld op ca NAP – 0,45 m lag.

1.2 zetting



Figuur 1.5 Zettingen op logaritmische tijdschaal.

De zetting op logaritmische schaal Figuur 1.5 geeft aan dat de grootste zwelling inmiddels is opgetreden, maar dat er nog een vorm van seculaire zwel wordt verwacht (lijntjes lopen niet horizontaal).
Wanneer de zetting op lineaire schaal wordt uitgezet is de stabilisatie van de zetting en zwelling goed te zien. De piek zichtbaar rond 6 juli is veroorzaakt door een ijkronde van het systeem De zettingen op lineaire tijdschaal zijn op Figuur 1.6 weergegeven.

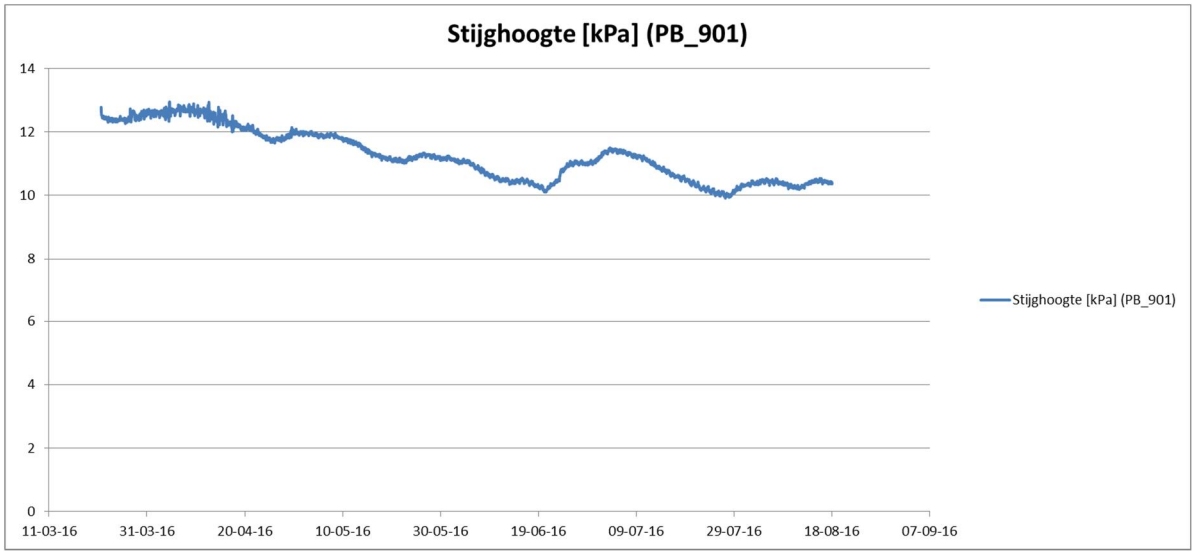


Figuur 1.6 Zettingen op lineaire schaal.

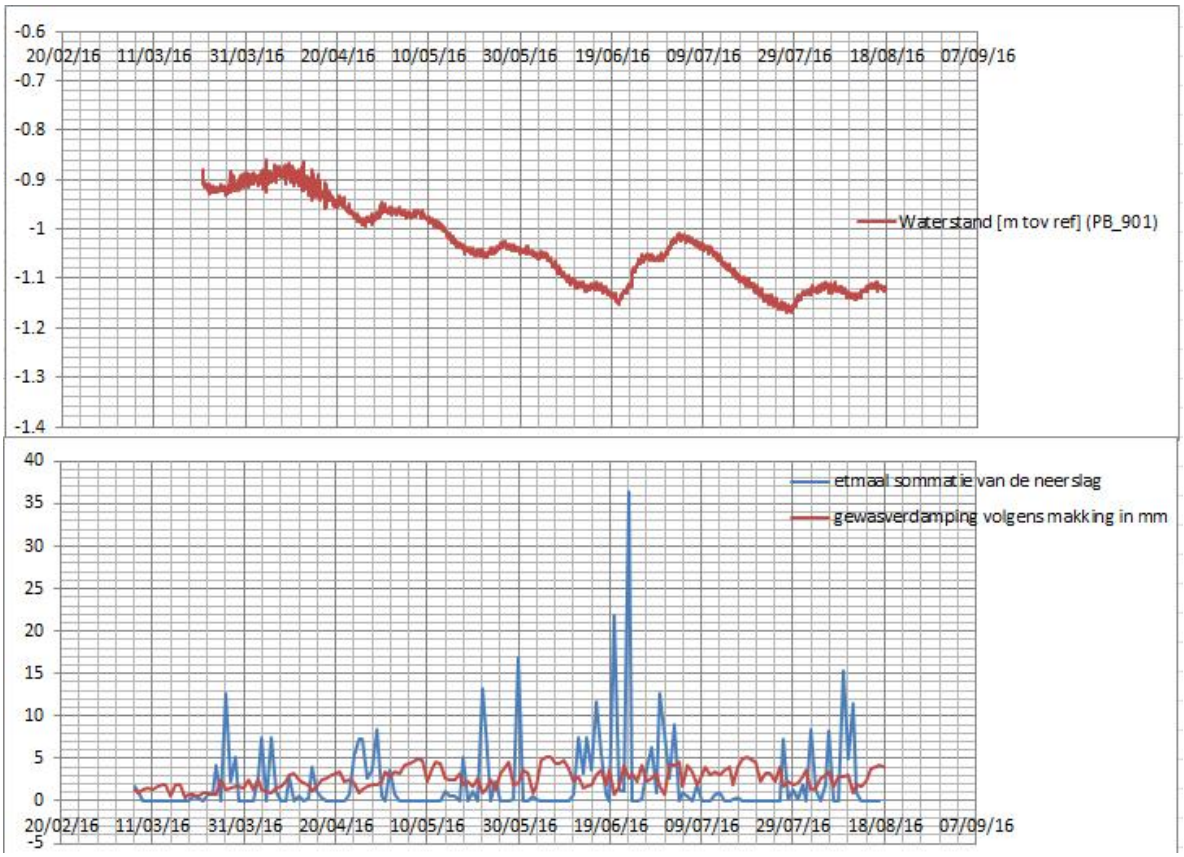
1.3 Peilbuis direct bij het vak

De peilbuis pb-901 laat een zeer geringe variatie zien met circa 0,25 m waterdruk. Uit Figuur 1.8 is naast de stijghoogte ook de verdamping een neerslag weergegeven van het meetstation Schiphol. Uit dit figuur volgt dat tot medio april relatief veel neerslag valt en de verdamping laag is. De stijghoogte is in deze periode relatief constant. Daarna komt een periode met minder neerslag en meer verdamping waarna de stijghoogte afneemt. Dit is goed zichtbaar rond de periode van 10 mei. Daarna is telkens waarneembaar dat, na een periode met neerslag de stijghoogte toeneemt (zit een na-ijl effect in) en bij een periode zonder neerlag (bijvoorbeeld maand juli) de stijghoogte afneemt. Hieruit kan worden afgeleid dat de metingen een trend volgen welke wordt beïnvloed door klimatologische omstandigheden en er geen direct verband met de proef is te zien. Zowel het afzetten als het aanzetten van het vacuum is niet waarneembaar op de meetreeks

De waterspanningsmeters in het vaste zand (filters op ca NAP – 10,5 m) laten geen invloed van de vacuümconsolidatie zien, zoals verwacht.



Figuur 1.7 *peilbuis PB_901 op grotere afstand uit het vak; lange duur meting, De hoogte van de balkjes stelt de variatie voor die op een dag wordt gemeten, Let op de verticale as, de totale variatie over de as bedraagt 0,25 m waterdruk. Duidelijk zichtbaar is de seizoens invloed, die vanaf medio april en ligt dalende lijn laat zien. De relatief droge periode na 10 mei, begin juni en vanaf eind juli is eveneens goed zichtbaar.*



Figuur 1.8 *De peilbuiswaarnemingen uitgezet t.o.v NAP met daaronder de neerlag (blauwelijn) en gewasverdamping (rode lijn) gegevens van het meetstation Schiphol.*

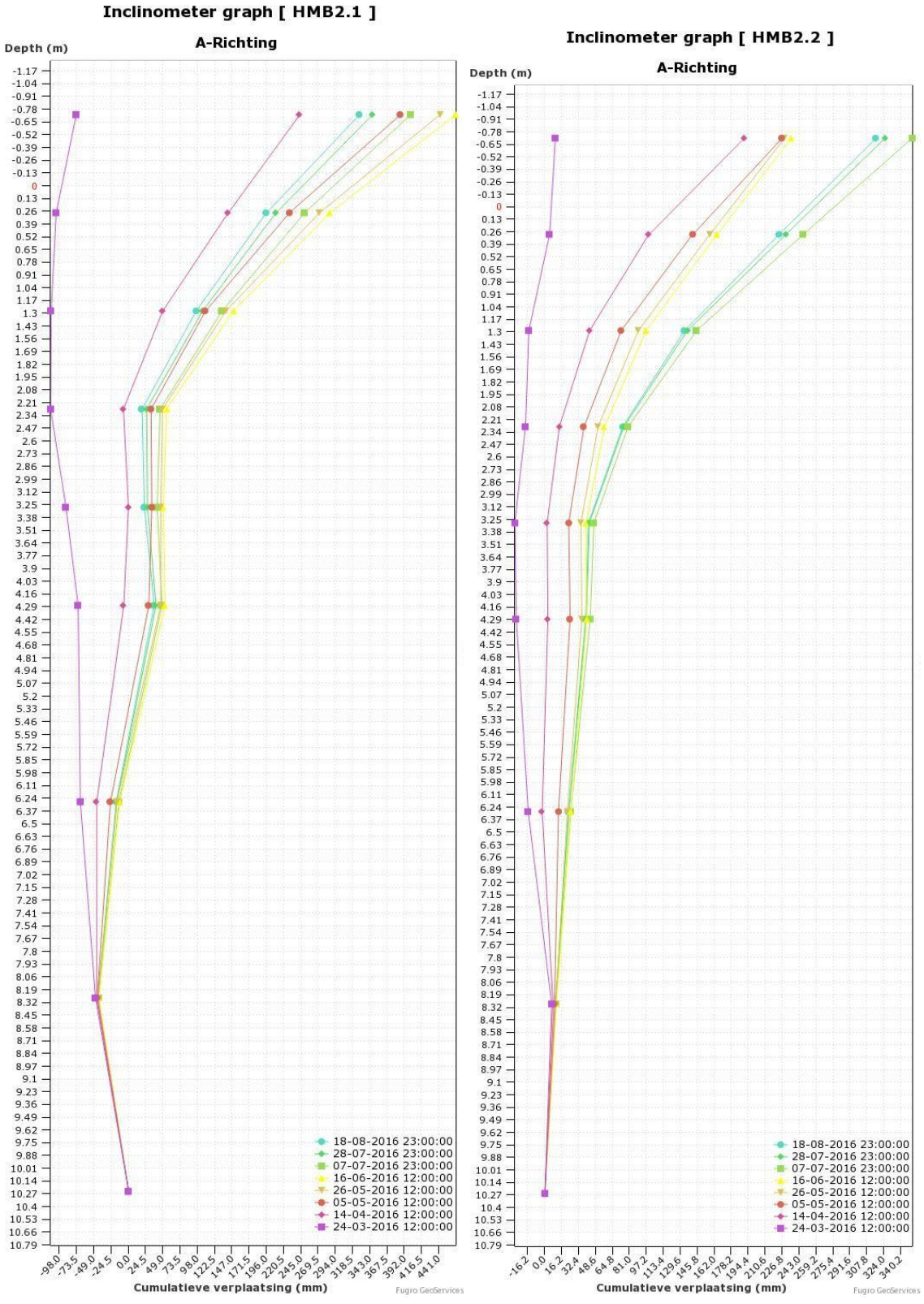
1.4 Hellingmeetbuizen

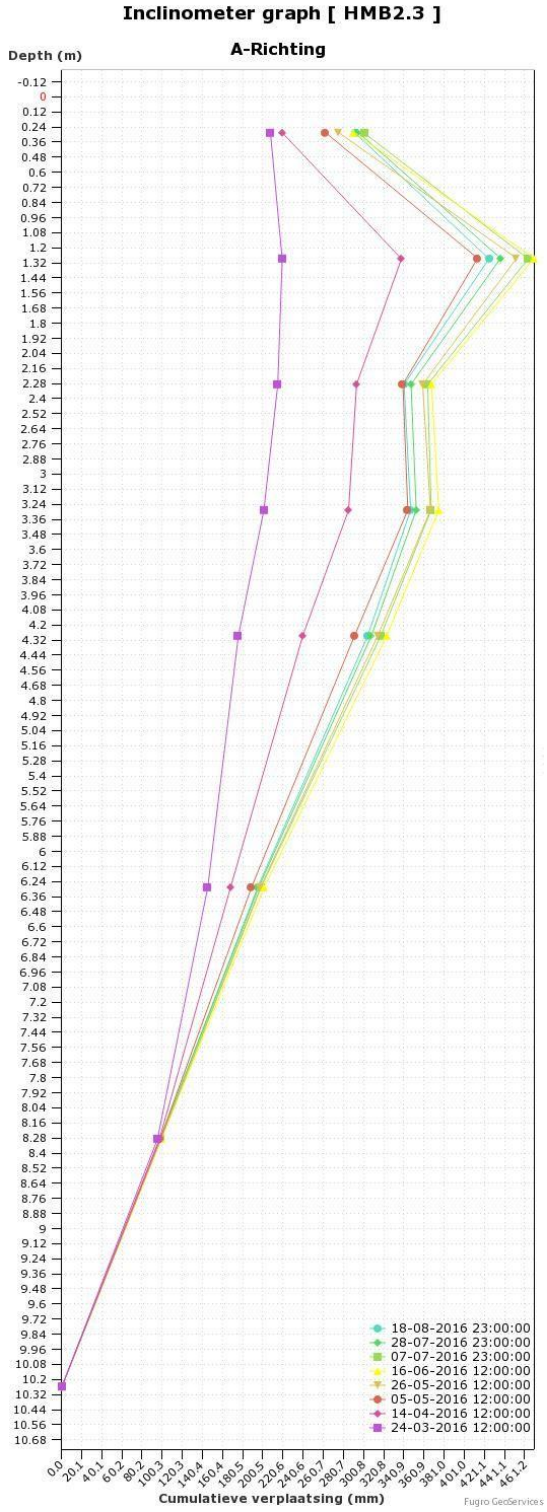
Hieronder zijn telkens 8 kenmerkende datums getoond van de hellingmeetbuizen. De datum rond begin juli kan worden gezien als de maximale horizontale deformatie. Positieve deformatie is de horizontale deformatie welke naar het proefvak is gericht. Opgemerkt wordt dat hier, in tegenstelling tot de generieke toepassing geen ophoging heeft plaatsgevonden. Hierdoor zijn de deformaties naar het vak toe groter dan wanneer in het vak naast vacuümdruk ook een ophoging was aangebracht.

De opgetreden horizontale deformatie heeft geleid tot scheurvorming rondom het veld, zie Figuur 1.9.
Dit is wel een punt van aandacht bij de toepassing, maar beheersbaar wanneer naast vacuümdruk ook een ophoging wordt aangebracht. Ophoging zal leiden tot deformatie van het vak af gericht, dus in tegenstelling tot het vacuüm.

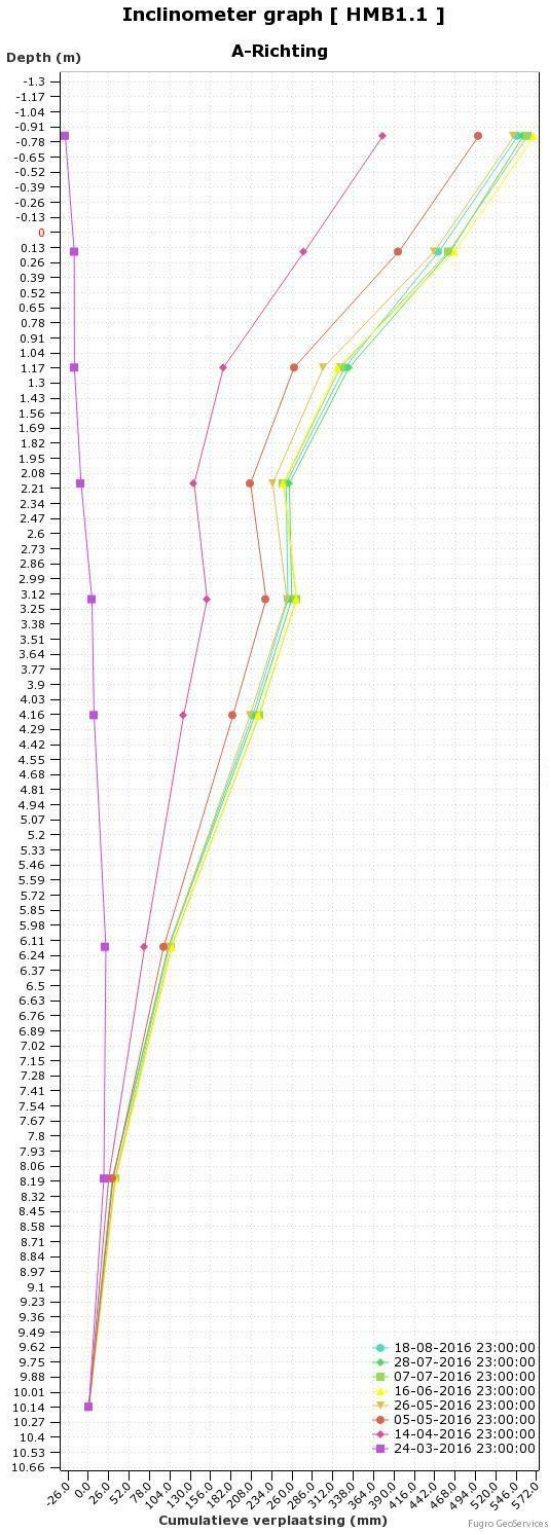


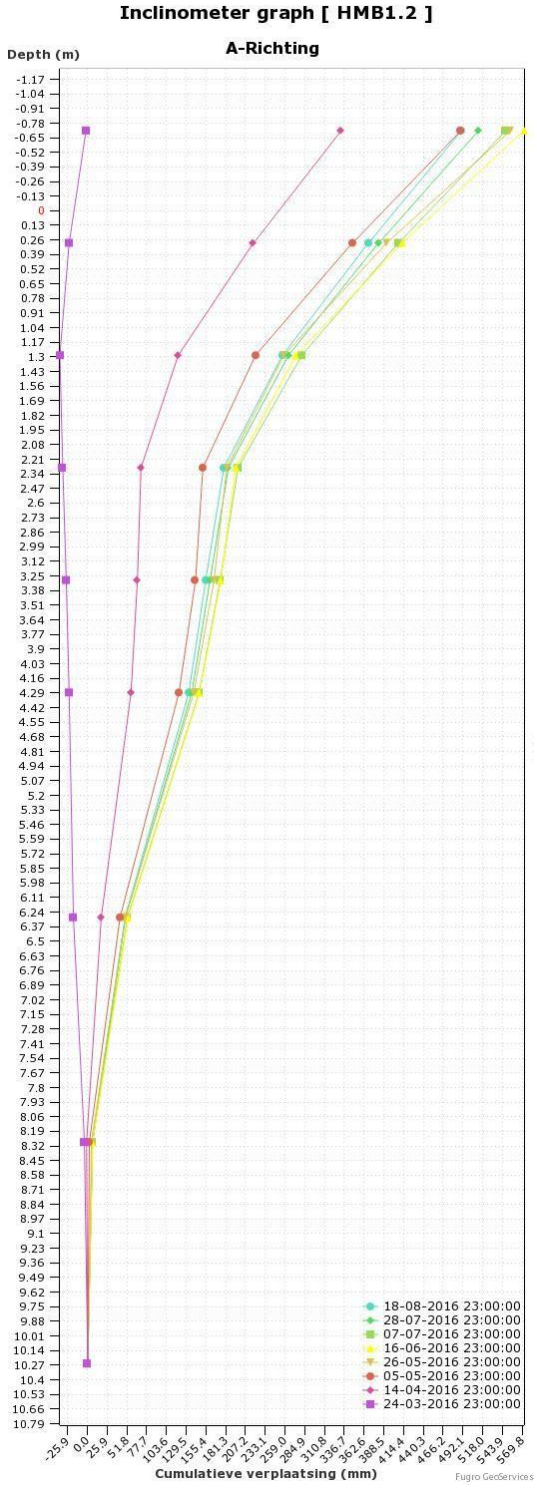
Figuur 1.9 Foto van 13 april met beginnende scheurvorming

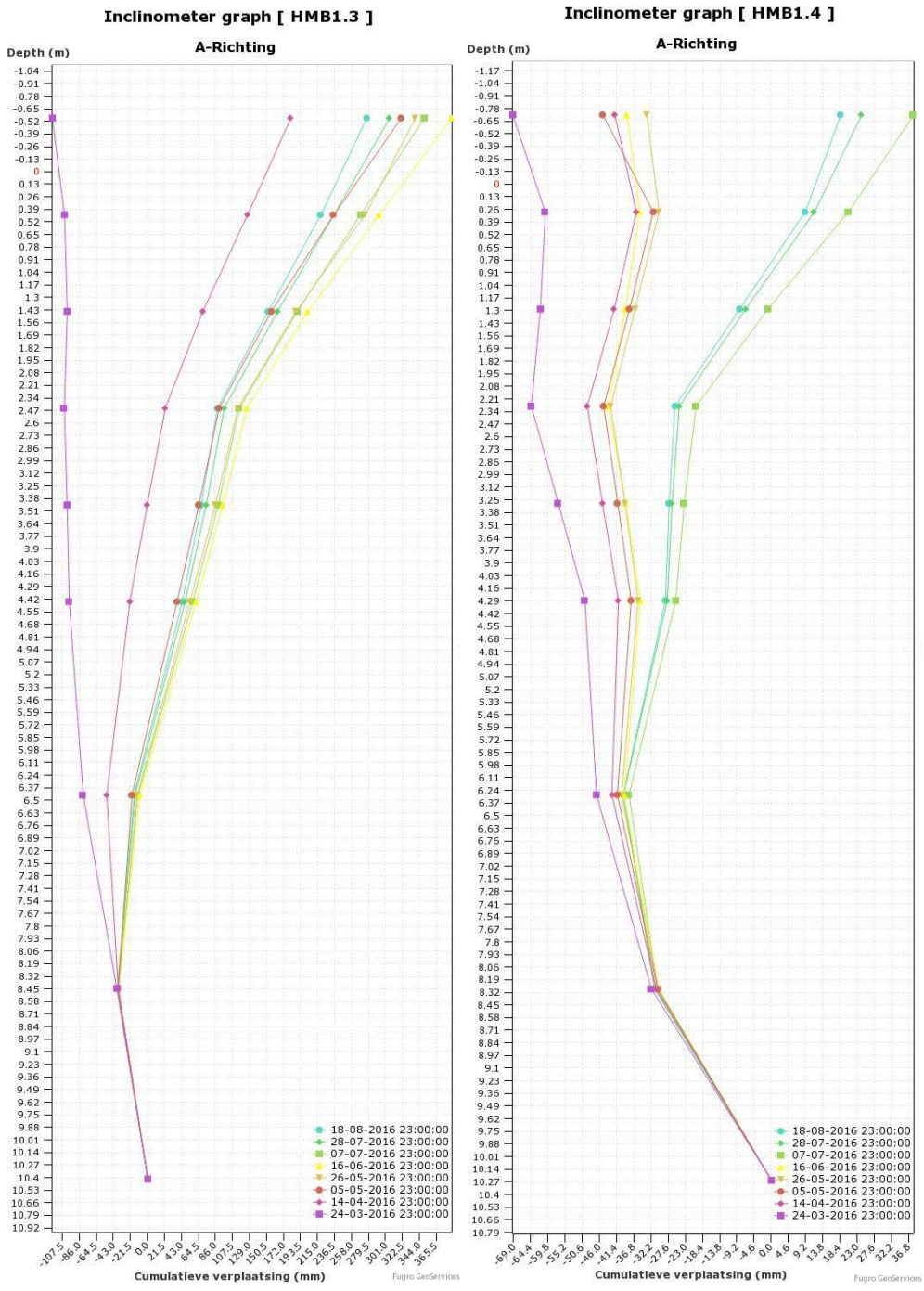

Inclinometer graph [HMB2.1]
A-Richting
Depth (m)
Cumulatieve verplaatsing (mm)
18-08-2016 23:00:00
28-07-2016 23:00:00
07-07-2016 23:00:00
16-06-2016 12:00:00
26-05-2016 12:00:00
05-05-2016 12:00:00
14-04-2016 12:00:00
24-03-2016 12:00:00
Fugro GeoServices
Inclinometer graph [HMB2.2]
A-Richting
Depth (m)
Cumulatieve verplaatsing (mm)
18-08-2016 23:00:00
28-07-2016 23:00:00
07-07-2016 23:00:00
16-06-2016 12:00:00
26-05-2016 12:00:00
05-05-2016 12:00:00
14-04-2016 12:00:00
24-03-2016 12:00:00
Fugro GeoServices



Figuur 1.10 hellingmeetbuis 2.1, 2.2 en 2.3 op respectievelijk 1, 3 en 2 m uiit de rand van het vak 1.1 aan de zijkant van het vak. Positieve deformatie is naar het vak toe gericht. De deformatie in de periode tussen 23-06 en 7-07 is maximaal, daarna neemt na het uitzetten van het vacuüm de deformatie af .


Inclinometer graph [HMB1.1]
A-Richting
Depth (m)
Cumulatieve verplaatsing (mm)
18-08-2016 23:00:00
28-07-2016 23:00:00
07-07-2016 23:00:00
16-06-2016 23:00:00
26-05-2016 23:00:00
05-05-2016 23:00:00
14-04-2016 23:00:00
24-03-2016 23:00:00
Fugro GeoServices


Inclinometer graph [HMB1.2]
A-Richting
Depth (m)
Cumulatieve verplaatsing (mm)
18-08-2016 23:00:00
28-07-2016 23:00:00
07-07-2016 23:00:00
16-06-2016 23:00:00
26-05-2016 23:00:00
05-05-2016 23:00:00
14-04-2016 23:00:00
24-03-2016 23:00:00
Fugro GeoServices

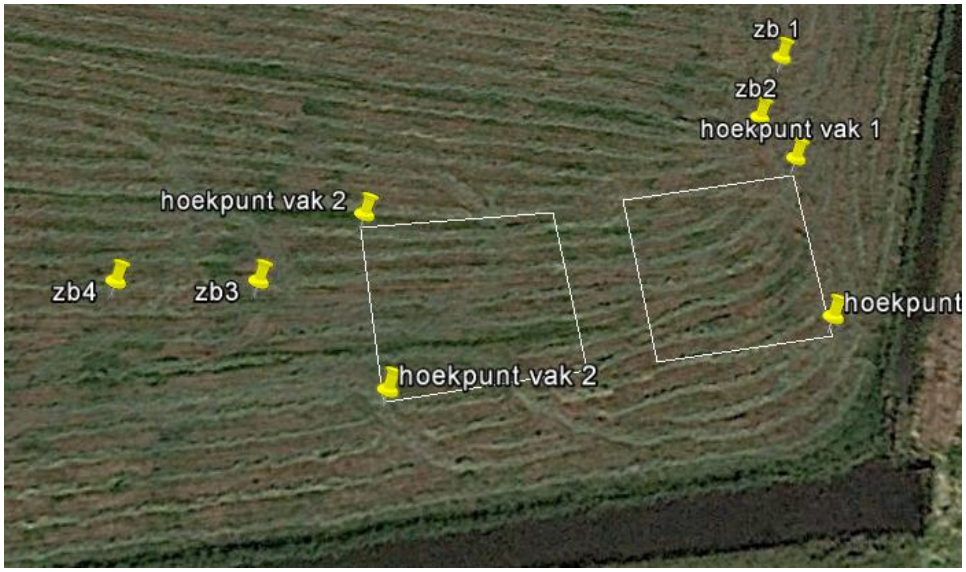


Figuur 1.11 Hellingmeetbuis 1.1 tot 1.4 op respectievelijk 1,0, 2,0, 3,0 en 8,0 m uit de rand van vak 1. Vooral over de ondiepe sensoren is een grote reactie op het vacuüm van ca 540 mm waargenomen. Na het uitzettten van het vacuum op 4 juli neemt de deformatie af.

De horizontale deformaties vertonen allemaal de zelfde tendens. De horizontale deformaties naar het vak nemen toe tot aan het uitzetten van het vacuüm. Daarna, na 7 juli (vacuüm is dan een paar dagen uit) neemt de deformatie af.

1.5 zakbaken

In de directe omgeving van het proefveld zijn een 4 tal zakbaken geplaatst welke vooraf en na de proef zijn ingemeten.



Figuur 1.12 locatie van de zakbaken i.r.t. randen proefvak

In onderstaande tabel zijn hiervan de resultaten weergegeven.

Zakbaak	Xcoordi	Y-coordi	niveau stip op plaat 13-04-16	06-07-16	afstand tot rand vak	verschil t.o.v 0 meting
	[-]	[-]	[m..NAP]	[m..NAP]	[ca m]	[m]
zb1	129814.7	512854.4	-0.604	-0.735	5.00	0.13
zb2	129814.2	512849.8	-0.609	-0.793	9.40	0.18
zb3	129774	512835	-0.677	-0.776	9.00	0.10
zb4	129763.9	512834	-0.666	-0.746	18.15	0.08

Tabel 1.1 overzicht zakbaakmetingen

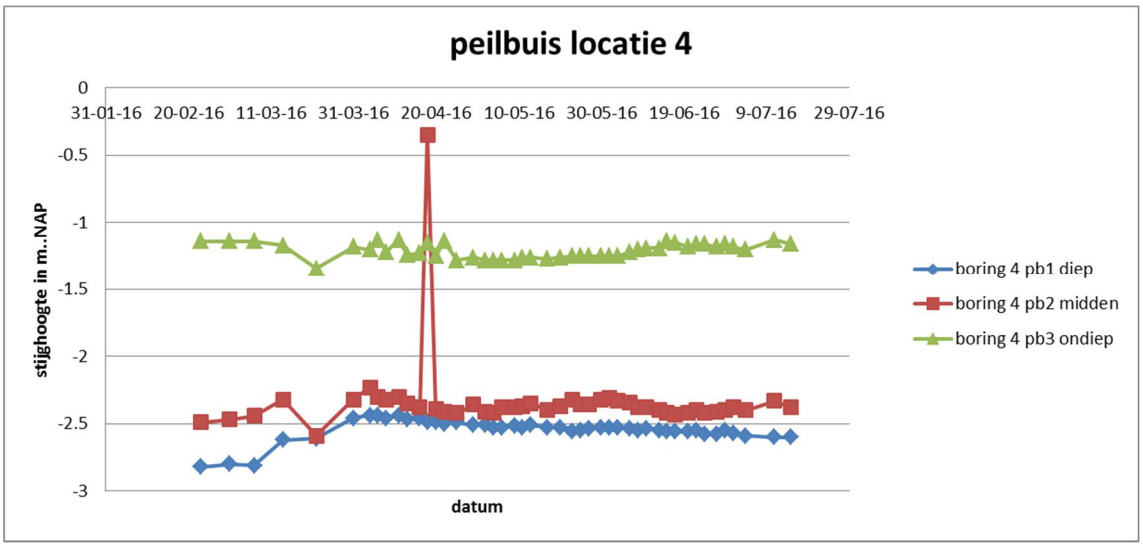
Op basis van de zakbaakmetingen volgt dat het maaiveld is gezakt rondom het proefveld. De maaiveldzakking op ruim 18 m uit het vak is gemeten op 0,08 m, dit is aanzienlijk meer dan verwacht op basis van de dikte van het pakket slappe lagen. Aangezien de uitmeting slechts een meting bevat wordt aanbevolen om hier de conclusies van het digitale terreinmodel te gebruiken om deze maaiveldddaling nader in beeld te brengen.

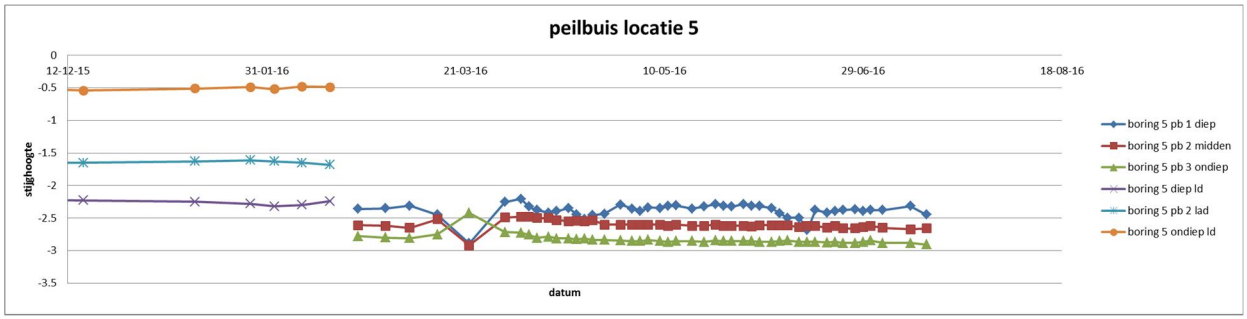
Overzicht peilbuizen in de omgeving

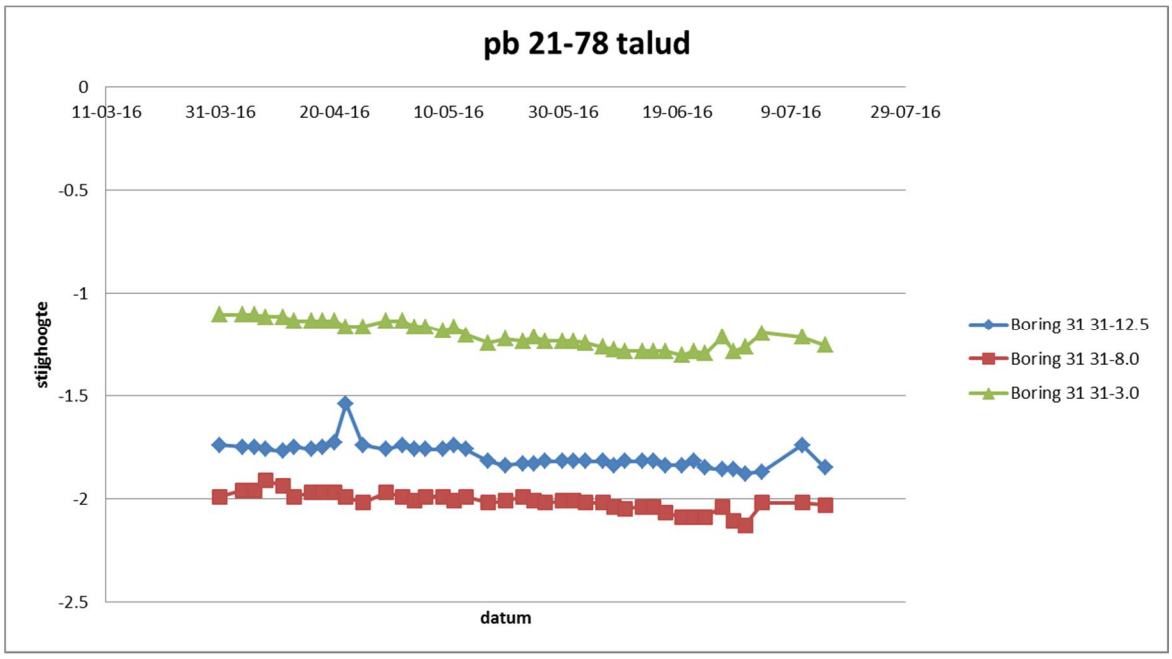
Op onderstaand overzicht zijn de peilbuizen weergegeven welke handmatig worden opgenomen. De laatste waarnemingen zijn van eind juni.

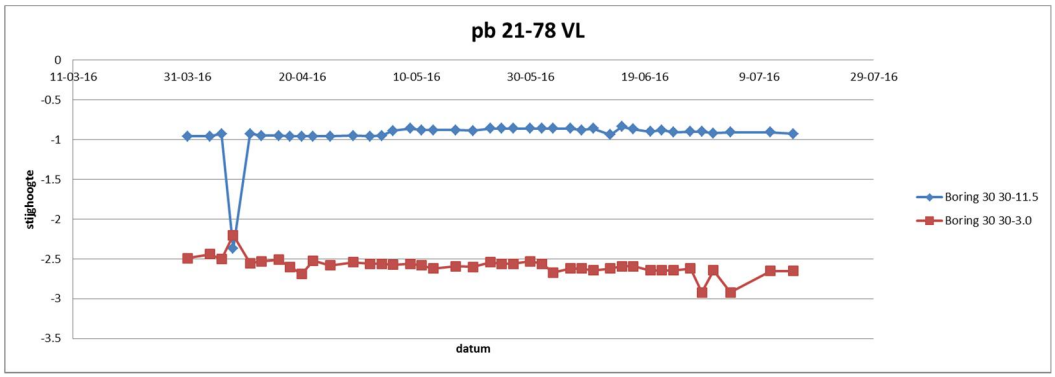


Figuur 1.13 locatie handmatig gemeten peilbuizen. Op locatie 31 staan 3 peilbuizen, met filters opcva NAP -12,5, -8,0 en -3,0 m; op locatie 30 staan 2 peilbuizen, met filters op ca NAP -11,5 en -3,0 m. Op locatie B4 staan twee peilbuizen, peilbuis B4h, met het filter op NAP -8,0 m; B4m met filter op NAP – 12,30 m en B4l met het filter op NAP – 22,78; Peilbuisb5H met filter op NAP – 7,5 m; b5m met het filter op NAP -12,0 m en b5l met het filter op NAP -20,50 m.









In bovenstaande figuren zijn de data weergegeven van de handmatige peilbuismetingen van de peilbuizen die zijn afgesteld nabij het gemaal en in de dijk. De peilbuizen in de dijk (locatie 31 en 30) geven een lichte variatie weer, van 2 tot 8 cm willekeurig over de meetreeks en niet in een tendens. In de ondiepe peilbuis in de dijk (boring 31-3) is eveneens de seizoensinvloed zichtbaar die ook in peilbuis 901 zichtbaar is. De gemeten waterdruk gedragen zich onafhankelijk van het vacuüm. De overige peilbuizen laten nauwelijks variatie zien. In de figuur van peilbuis 5 zijn tevens de oude waarnemingen weergegeven van voor 30 maart. Het moment van het uitzetten van het vacuüm is niet in de gemeten trend waarneembaar, zodat

geconcludeerd kan worden dat het vacuüm geen invloed heeft gehad op de stijghoogte in het vaste zand in de directe omgeving van de vacuümvakken.

2 Conclusies:

2.1 M.b.t de omgeving:

Pb 901 laat geen invloed van de vacuüm proef zien. De lichte dalende trend die wordt waargenomen kan worden gerelateerd aan seizoeninvloeden, deze tendens is eveneens zichtbaar in pb 31-3. De diepere filters laten geen tendens zijn.

De zettingen gemeten buiten het vak zijn groter dan vooraf voorspeld. Onduidelijk is of dit veroorzaakt is door het vacuüm of door de seizoensinvloeden.

De stijghoogte in het Pleistoceen zand wordt niet beïnvloed door het vacuüm.

De overige peilbuizen laten weliswaar enige variatie zien, maar niet groter of kleiner dan in de situatie voor het vacuüm.

Bij het wegvallen van de vacuümdruk in vak 2 op 22 april steeg de waterdruk in de zandige kleilaag direct tot aan de waterdruk voor dat het vacuüm. Dit terwijl 15 m verderop in vak 1 de stijghoogte in deze laag ruim 7 m waterdruk lager was. Dit geeft aan dat horizontale beïnvloeding gering in deze laag gering is.

2.2 M.b.t. de proef

Na het uitzetten van het vacuum nemen de waterdrukken snel toe. De toename is in de eerste week van 4- 12 juli groot. Hierna gaat de aanpassing door, maar duidelijk minder snel. Momenteel is de toename van de waterspanning nagenoeg afgenomen. De waterdrukken in het pakket zijn echter nog niet op het niveau van voor het vacuum. Als gevolg van het vacuum is het maaiveld gezakt (ruim 1,4 m) waardoor er uiteindelijk een depressie in het maaiveld is ontstaan waarop tijdens de proef water heeft gestaan. Als gevolg van de zetting ligt het maaiveld nu op circa NAP -1.85 m. Voorafgaande aan de proef lag het maaiveld op ca NAP – 0,70 m. Hierop is ruim 0,4 m flugsand aangebracht waardoor de bovenkant van het proefveld op ca NAP – 0,45 m lag.

In de verticale drainage heeft een onderdruk gestaan van circa 66 kPa in het folievak tot ruim 80 kPa in het Beuadrainvak. De maximale onderdruk in het vak Beaudrain vak zelf bedraagt circa 60 kPa. Mogelijk dat door langer pompen de drukken in het vak, dus tussen de drain nog verder kon worden verlaagd.

Voordat het flugsand is aangebracht en tijdens de proef heeft het freatische vlak op circa NAP -0.85 m gelegen (dit op basis van oorspronkelijk gemeten stijghoogte, maar ook op basis van de vochtafzetting op de mantelbuizen van de monitoring). Dit is ruim 1,0 m boven het diepste punt van het proefveld. Het is aannemelijk dat de freatische grondwaterstand in het proefveld net onder het diepste punt van het proefveld ligt, dus op ca NAP – 2,00 m. Momenteel wordt een stijghoogte gemeten in de ondiepe waterspanningsmeters variërend van NAP -1,90 m tot NAP – 2,40 m. Dit betekent dat de aanpassing van de waterspanning nagenoeg volledig is. De waterspanningsmeters alsmede de hellingmeetbuizen zouden kunnen worden verwijderd.

Door de zettingen langer door te meten kan ook meer inzicht worden verkregen in het zwelgedrag en het de afname daarvan in de tijd. Ook voor de zwel geldt dat deze nog niet constant is maar dat de zwelsnelheid wel afneemt.