



## **Bodemdaling door Zoutwinning In de Barradeel en Barradeel II winningvergunninggebieden**

**Gebaseerd op  
de nauwkeurigheidswaterpassing van september 2008 en  
de GPS resultaten tot eind januari 2009**

Vervaardigd door: WEP, Well Engineering and Mining Consultants

Goedgekeurd: L. Mulder, Directeur FRISIA  
D. van Tuinen, Directeur FRISIA

Publicatie datum: 2 Maart 2009

## 1. Inhoud

1. Inhoud.....	1
2. Introductie .....	1
3. Nauwkeurigheidswaterpassing 2008 .....	1
4. GPS .....	3
5. Referenties en bijlagen .....	3

## 2. Introductie

Oranjewoud heeft ten behoeve van Vermilion een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd in september 2008, deels in het gebied dat beïnvloed wordt door zoutwinning in de Barradeel en Barradeel II winningvergunninggebieden. In dit rapport worden de nieuwe gegevens in kaart gebracht en kort besproken.

Sinds april 2004 wordt de ontwikkeling van de bodemdaling rond het diepste punt op de voet gevolgd met een hoogtemetingsysteem gebaseerd op GPS (Global Positioning System). De resultaten van deze metingen worden ook in dit rapport getoond en kort besproken.

## 3. Nauwkeurigheidswaterpassing 2008

Ingenieursbureau Oranjewoud heeft in september 2008, ten behoeve van de gaswinning van Vermilion een routine waterpassing (WP 2008) uitgevoerd. Bij deze waterpassing is ook een groot deel van het door zoutwinning beïnvloede gebied gemeten. De meetresultaten en het meetnet zijn gerapporteerd in het Meetregister bij het meetplan Leeuwarden West, rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing 2008, Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V., ref 1.

De beïnvloeding door zoutwinning is uit de waterpassing bepaald volgens de analytische methode die sinds 1999 door FRISIA toegepast wordt. Deze methode gaat uit van de aanname dat de diepe onttrekking van zoutvolume in een beperkt areaal in de diepe ondergrond leidt tot een rotatiesymmetrische kom aan de oppervlakte. Deze kom is mathematisch te beschrijven. Zo leidt de zoutwinning uit het Barradeel winningvergunning gebied via de dicht bij elkaar liggende BAS 1 en 2 cavernes tot één cirkelvormige dalingskom. De zoutwinning in Barradeel II, die in oktober 2003 aangevangen is via de BAS 3 caverne en in 2006 via de BAS 4 caverne, manifesteert zich door 'eigen' dalingskommen die met elkaar versmelten.

In de uitwerking van de gegevens zijn het maximaal aantal beschikbare peilmerken zonder invloed t.g.v. gaswinning gebruikt om tot de beste passing (best fit) te komen van de kom parameters met de dalingsgegevens. De best fit is gebaseerd op de methode van de kleinste gemiddelde kwadraten van de verschillen tussen de gemeten en de berekende peilmerk daling. Peilmerken waarvan de gemeten daling meer dan 13 mm afweek van de berekende best fit komdaling werden uitgesloten, gebaseerd op referentie 2; dit was het geval bij 12 peilmerken.

Voor peilmerken die in het verleden ingemeten zijn op het moment dat er al wat zoutdaling bestond (z.g.n. secundaire peilmerken) is de daling toegekend die volgt uit de 'best fit kom' op het moment van inmeten; deze methode is bij het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) bekend als de 'glijdende peilmerk inschakeling'. Tevens is het basispunt van het meetnet op instructie van SodM verlegd van Minnertsga naar Zweins om een directe vergelijking mogelijk te maken met de bodemdalingsgegevens van de aangrenzende Vermillion gaswinning.

De WP 2008 gegevens heeft FRISIA in staat gesteld een goede beschrijving van de BAS 1-2 kom te maken. De BAS 3 kom is ook bepaald, maar op basis van minder punten dan in 2007. Derhalve is de BAS 3 kom minder goed beschreven dan bij de volledige waterpassing in 2007 en zijn de resultaten tegen een grijze achtergrond getoond in de onderstaande tabel. De metingen in 2008 geven geen informatie over de BAS 4 kom.

De resultaten voor WP 2007 (reeds gepubliceerd) en 2008 (nieuw) zijn samengevat als volgt:

Waterpassing september 2007		Kom BAS 1-2	Kom BAS 3	Kom BAS 4
	Eenheid	Sep-07	Sep-07	Sep-07
X Coördinaat kom centrum	m	160,733	163,101	166,475
Y Coördinaat kom centrum	m	580,056	581,177	582,194
Kom factor gamma		4.07E-07	4.35E-07	4.35E-07
Kom factor delta		1.964	2.007	2.007
Maximale diepte kom centrum	mm	-326	-73	-13
Overlap andere kommen	mm	-3	-40	0
Totale daling kom centrum	mm	-329	-113	-13

Waterpassing september 2008		Kom BAS 1-2	Kom BAS 3	Kom BAS 4
	Eenheid	Sep-08	Sep-08	Sep-08
X Coördinaat kom centrum	m	160,733	163,101	
Y Coördinaat kom centrum	m	580,056	581,177	
Kom factor gamma		4.07E-07	4.35E-07	
Kom factor delta		1.967	1.998	
Maximale diepte kom centrum	mm	-324	-85	
Overlap andere kommen	mm	-4	-38	
Totale daling kom centrum	mm	-329	-122	

**Tabel 1:** Komvorm parameters per jaar voor de dalingskommen van BAS-1&2, BAS-3 en BAS 4, gebaseerd op een statistische analyse van de beweging van 175 peilmerken (WP 2007) en 92 peilmerken (WP 2008).

De bovenstaande resultaten zijn op het moment de best mogelijke uitwerking van de gegevens. Voor WP 2007 is het aansluitpunt verlegd van Minnertsgra naar Zweins. WP 2008 is ook aangesloten op Zweins. De analyses van WP 2007 en 2008 suggereren dat er geen daling opgetreden is in het diepste punt van BAS 1-2 tussen september 2007 en september 2008.

De continue GPS metingen, zie volgende hoofdstuk, tonen echter dat er ca 2 mm daling opgetreden is, die mogelijk verhoud is in de meetruis van de waterpassingen.

## 4. GPS

Sinds april 2004 staat er een GPS basisstation in Minnertsga en een meetstation op de BAS 1/2/3 winlocatie (B123 GPS Station). Het basisstation staat in een stabiel gebied dat niet door zout en/of gaswinning beïnvloed wordt. Het B123 GPS station staat dicht bij het diepste punt van de Barradeel dalingskom. In 2007/2008 zijn er ook GPS stations geplaatst nabij de diepste punten van de BAS 3 en BAS 4 kommen.

Met 'differential' GPS wordt alleen het hoogteverschil gemeten tussen de twee stations. De individuele metingen tonen een spreiding van enkele centimeters (lichtgrijze gebied). Door het middelen van de metingen over tijd worden de trendlijnen bepaald die op mm niveau nauwkeurig zijn. FRISIA past trendlijnen toe op basis van voortschrijdende gemiddelden met een periode van 16 weken.

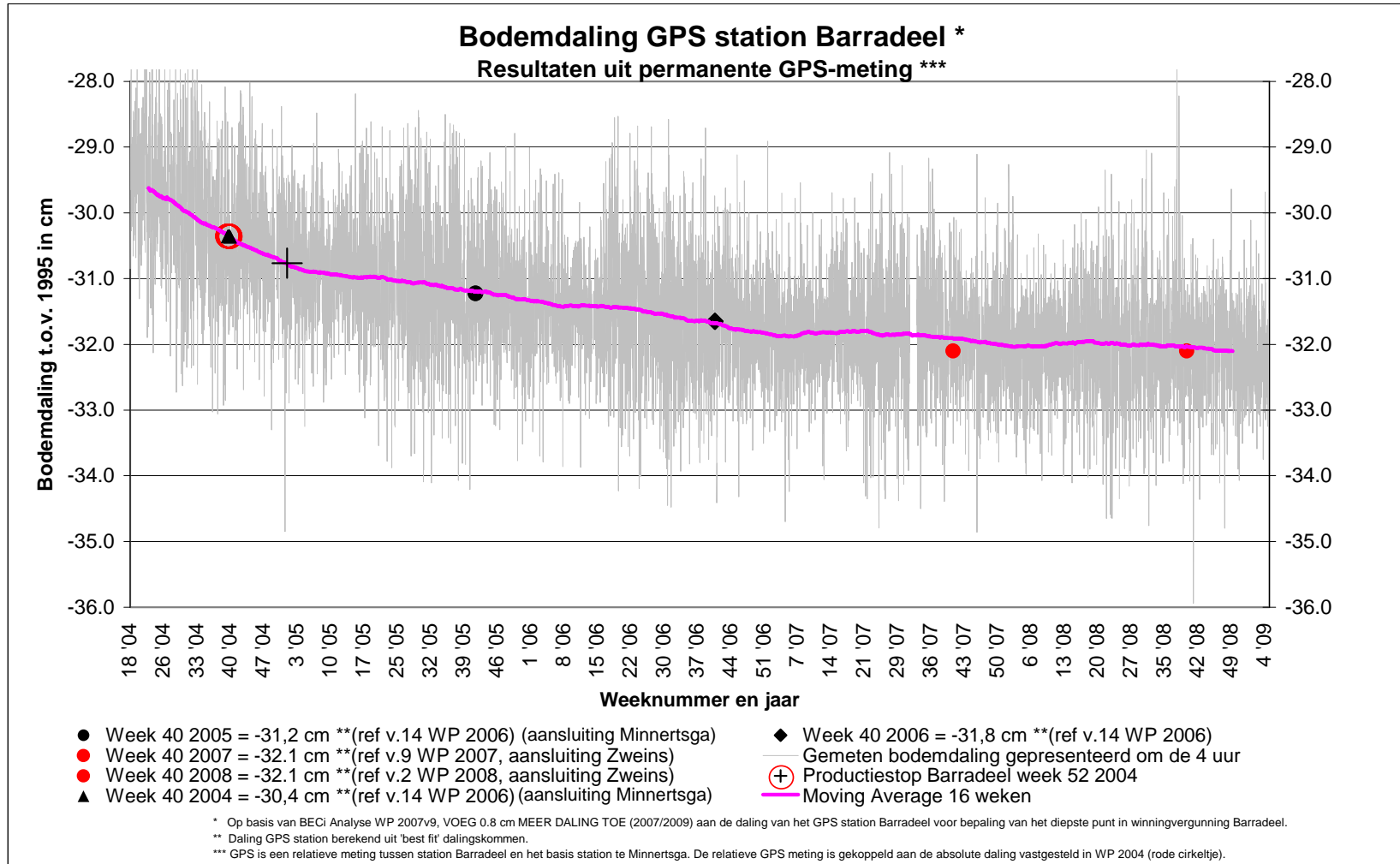
De trendlijnen zijn in september 2004 'opgehangen' aan het diepste punt vastgesteld aan de hand van WP 2004. Het B123 GPS station ligt echter niet precies in het diepste punt. Het diepste punt zal zich gaandeweg verleggen in de richting van de BAS 3 caverne.

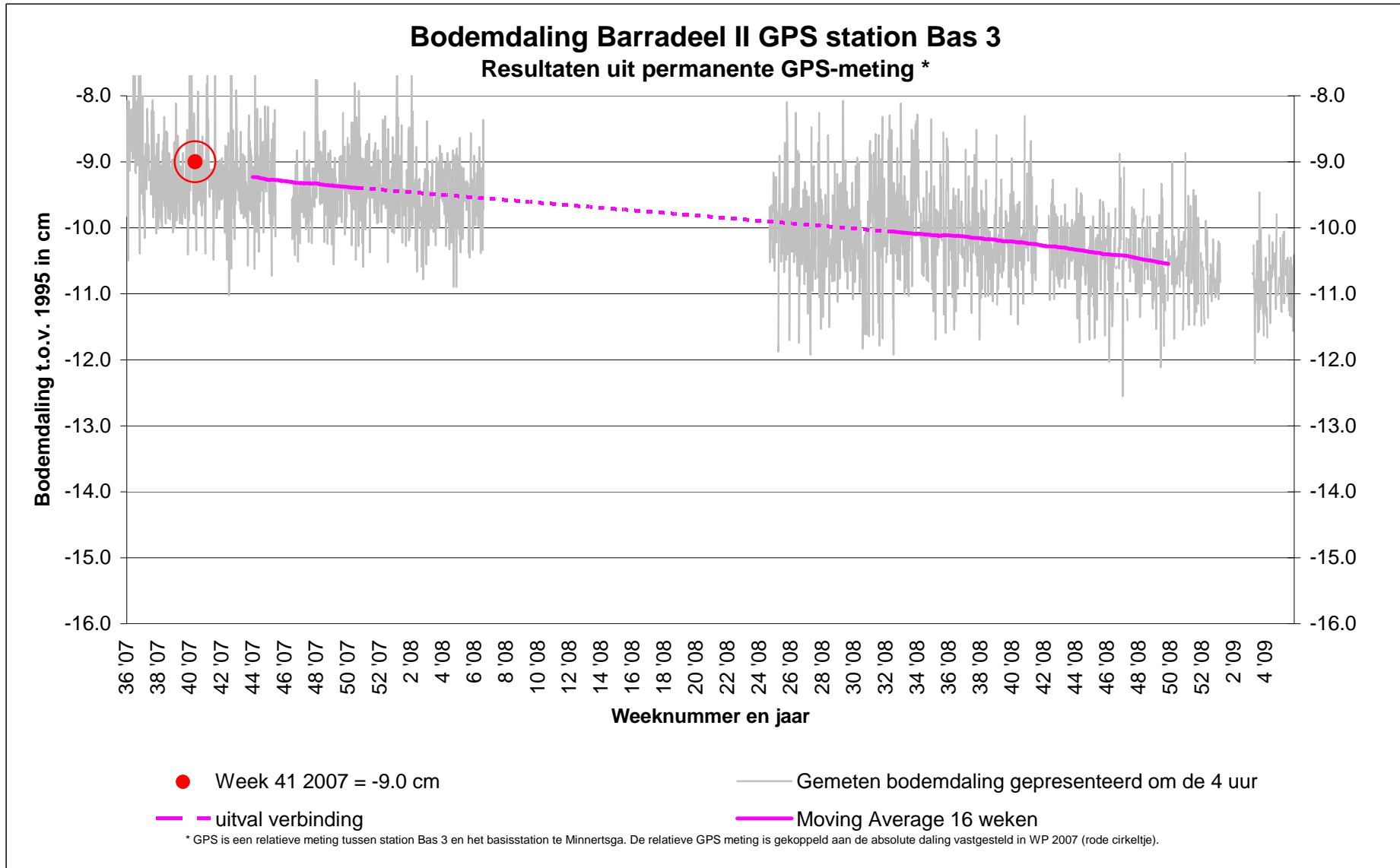
De geactualiseerde resultaten sinds het begin van de GPS tot eind april 2007 metingen zijn getoond op de grafiek in Bijlage 1. De grafiek toont de daling van het B123 GPS station. In de periode 2007/2009 moet er 0,8 cm daling toegevoegd worden voor het bepalen van het diepste punt ten gevolge van zoutwinning in de Barradeel en Barradeel II winningvergunninggebieden. De trendlijn toont aan dat sinds de productiestop in eind 2004 sterke afvlakking van de bodemdaling opgetreden is.

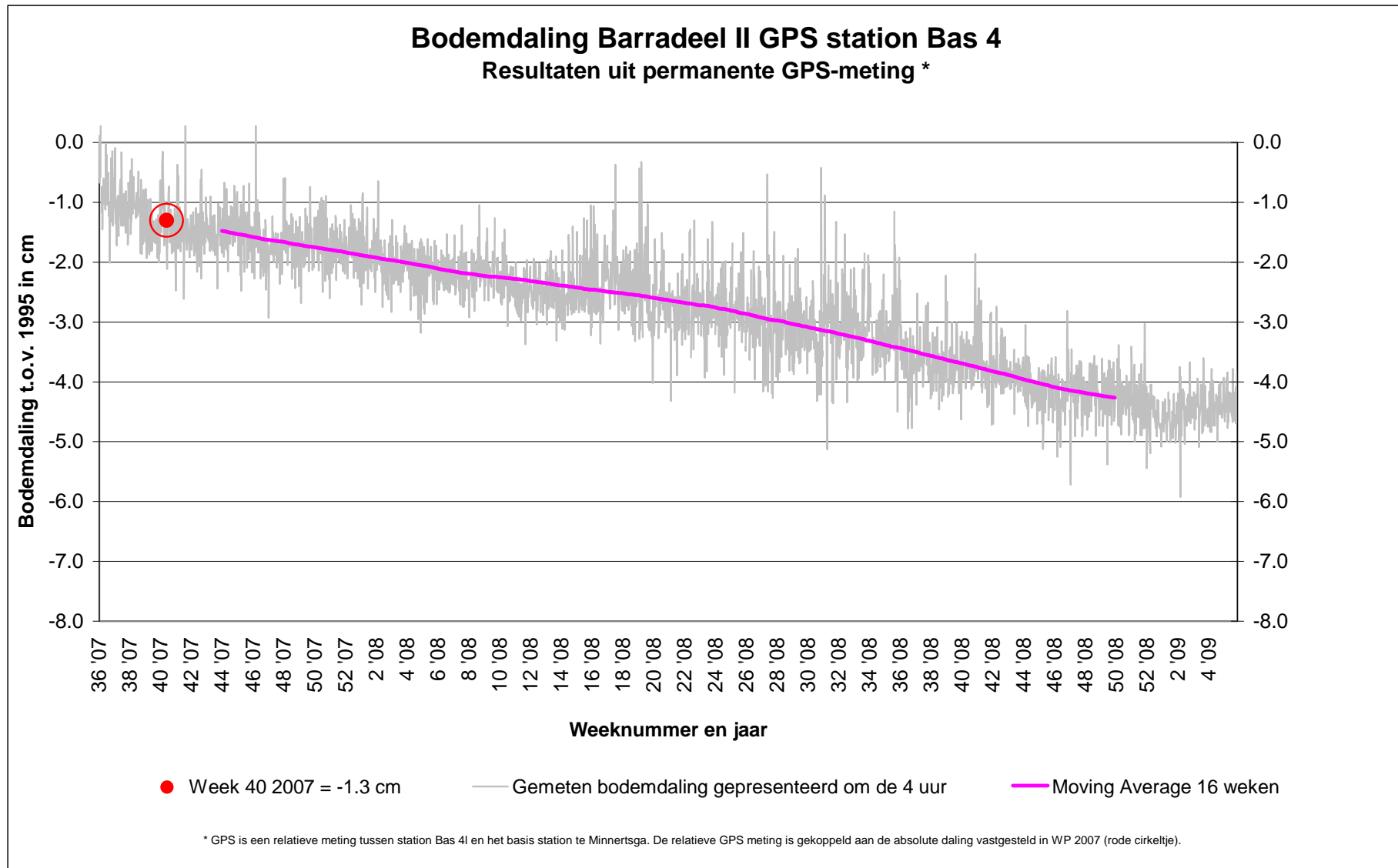
## 5. Referenties en bijlagen

1. Meetregister bij het meetplan Leeuwarden West, rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing 2008, Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V.  
[http://www.nlog.nl/resources/081028\\_162833\\_rap\\_vermilion\\_meetregister2008def%20incl%20bijl.pdf](http://www.nlog.nl/resources/081028_162833_rap_vermilion_meetregister2008def%20incl%20bijl.pdf)
2. Jaarverslag Staatstoezicht op de Mijnen 2007, bijlage L.
3. Bijlage 1: GPS daling grafieken
4. Bijlage 2: Kaart met contouren van daling ten gevolge van zoutwinning.

## Bijlage 1: Resultaten GPS







## **Bijlage 2**

# **Kaart met contouren van daling ten gevolge van zoutwinning**

