

# Memo

memonummer 2018-002  
 datum 13 juli 2018  
 aan  
 van Frisia meetnet Havenmond  
 kopie 267807  
 project Bodemdalingschotel in kaart brengen met geplande meetpunten  
 projectnr.  
 betreft

## 1 Introductie

In de Toelichting op het meetplan Havenmond (160726\_267807 \_rap\_Frisia\_toelichting\_meetplan\_Havenmond\_revIO.pdf) staan de geplande locaties waar GPS metingen gaan worden uitgevoerd voor het in kaart brengen van de bodemdaling. Door het wegvallen van meetlocatie WPM03 is de vraag ontstaan of de bodemdalingskom goed genoeg in kaart gebracht kan worden aan de zuidwest kant van de bodemdalingskom.

## 2 Bodemdalingsmodel

De door Frisia verwachte Pleistocene bodemdaling is beschreven met een wiskundig model. De bodemdalingschotel betreft een samengestelde schotel opgebouwd uit individuele, cirkelvormige schotels voor elke caverne van de vorm:

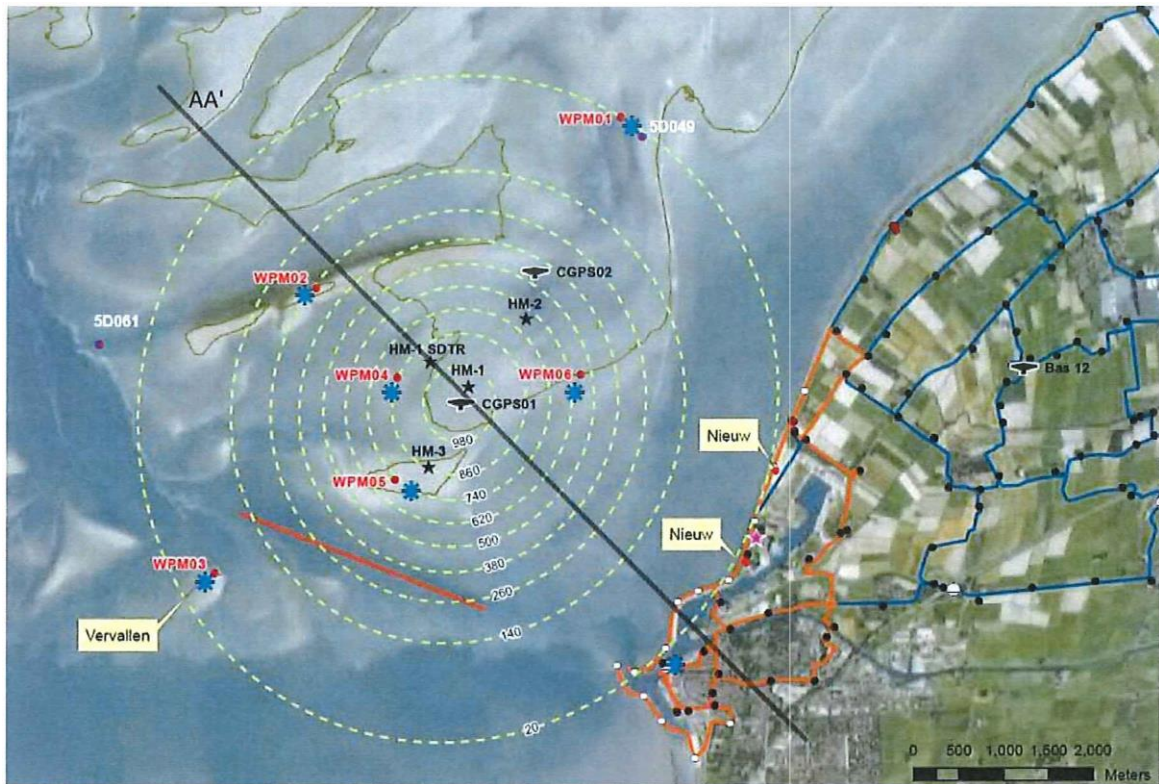
$$w(r) = w_{max} \exp(-yr^0)$$

Deze mathematische vorm geeft een goede beschrijving van de bodemdalingschotels van bestaande winningslocaties BAS1 en 2, BAS3 en BAS4. Voor de gebruikte vorm-parameters zijn de in de praktijk bepaalde waarden van BAS4 gehanteerd.

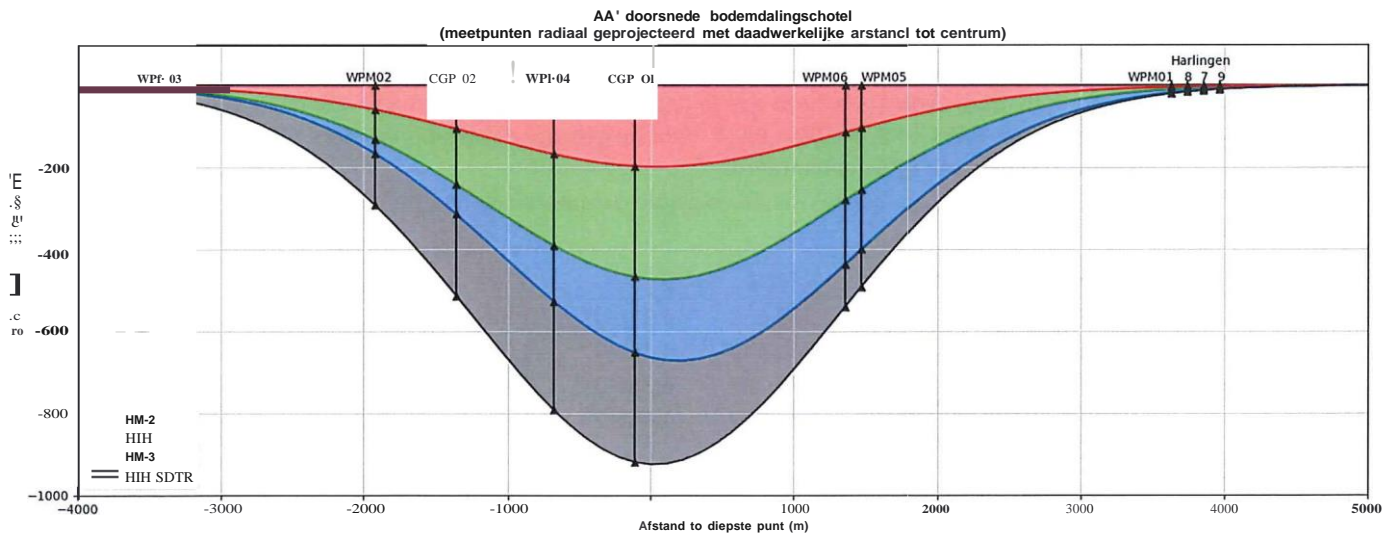
Voor de vier cavernes zijn door Frisia de volgende parameters gehanteerd:

Caverne	X (RD)	Y (RD)	y	0	$W_{max}(mmL)$
HM-1	154.363	579,688	4.35E-07	1,96	275
HM-2	155.019	580.443	4.35E-07	1,96	275
HM-3	153.930	578.787	4.35E-07	1,96	275
HM-1SDTR	153,945	579,963	4.35E-07	1,96	275

De samengestelde bodemdalingsschotel is weergegeven in bijlage „r-“, zie ook figuur 1. De individuele schotels, en de contributie op het geheel, zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 1: gedeelte uit bijlage A met doorsnede AA' gevisualiseerd.



Figuur 2: doorsnede AA' van bodemdaling profiel. De individuele contributies van het model zijn weergegeven in verschil/ende k/euren. De locaties van de meetpunten zijn weergegeven met lijnen.

Figuur 2 geeft de doorsnede van de verwachte bodemdalingschotel ter hoogte van het diepste punt ( $X = 154280$  m,  $Y = 579770$  m) in de richting naar Harlingen (noordwest naar zuidoost), in figuur 1 weergegeven als AA'. De GPS locaties zijn radiaal geprojecteerd zodat ze op de juiste afstand tot het centrum van de schotel aangeven.  
 De bodemdaling wordt continue gemeten op CGPS01 en CGPS02, en een keer per jaar op 8 andere locaties.

### 3 Volledigheid metingen

Figuur 1 laat de afstanden van de 10 meetpunten tot het diepste punt van de bodemdalingschotel zien. Hierin is ook te zien hoe de verwachte bodemdalingschotel zich zal ontwikkelen met meerdere cavernes.

De locaties van de beoogde 10 meetpunten zijn weergegeven in bijlage A. Ook zijn de afstand tot het centrum, en de richting t.o.v. het centrum weergegeven in tabel 1.

*Tabel 1: Afstand tot centrum en richting t.o.v. centrum. Gesorteerd van klein naar groot.*

Meetpunt	Afstand tot centrum (m)	Meetpunt	Richting t.o.v. centrum (kompasrichting, graden)
CGPSOI	270	WPMOI	32
WPM04	710	CGPS02	35
WPMOS	1340	WPM06	88
WPM06	1350	Y (nieuw)	106i
CGPS02	1450	X (nieuw)	122
WPM02	1900	OA4020	144
WPMOI	3425	CGPSOI	182
<u>&amp;JPVIVQ</u>		WPMOS	213
Y (nieuw)	3682	WVIVQ	232
X (nieuw)	3801	WPM04	271
OA4020	3963	WPM02	302

Zoals te zien in bijlage A als ook in tabel 1, is de verdeling van de meetpunten als afstand tot het centrum niet uniform. Echter, de punten zijn wel volledig dekkend en voldoende voor het in kaart brengen van het profiel van de bodemdaling (figuur 2), en de mate waarin dit afwijkt. Hetzelfde geldt voor de kompasrichting van de meetpunten ten opzichte van het centrum van de bodemdalingschotel. De dekking is voldoende om te bepalen of het profiel symmetrisch is, en de mate waarin dit afwijkt.

De verdeling van de 10 meetpunten is met alle combinatie van cavernes goed verdeeld over de afstand tot centrum en in alle richtingen. Zo kan dus te alle tijde de vorm en de symmetrie hiervan bepaald worden. Aan de kust van Harlingen zijn een drietal diepe (Pleistocene) meetpunten geplaatst zodat dit gebied, onafhankelijk van wiskundige modellen, kan worden gemonitord.

Tijdens de winning in de eerste caverne kan worden bepaald of het gegeven wiskundige model accuraat is voor deze bodemdalingschotel. Zowel de vorm als de symmetrie kan bepaald worden. Als het model niet accuraat blijkt te zijn, kan deze met behulp van de 10 meetpunten aangepast worden.

### 4 Conclusie

Op basis van de 2 continue + 8 jaarlijkse diepe meetpunten kan het wiskundige model voldoende worden getoetst. Er vanuit gaande dat de cavernen niet gelijktijdig maar in serie worden opgestart kan elk jaar de vorm en de symmetrie van de bodemdalingschotel vastgesteld worden, zodat, indien het model niet volledig is, het op basis van de geconstateerde metingen aangepast kan worden.