

---

## Bijlage 1.3 Bodemdaling in het Eems-Dollardgebied in relatie tot de morfologische ontwikkeling

---

H. Mulder, RIKZ, juni 2004

### Inleiding

Over de bodemdaling door gaswinning in relatie tot de morfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard-gebied is weinig bekend. Er is geen onderzoek bekend dat specifiek hierop is gericht. Wel kunnen we beschikken over resultaten uit ander onderzoek die bruikbaar zijn om dit onderwerp te verkennen. Door Mulder<sup>3</sup> is een sedimentbalans gemaakt voor het Eems-Dollardgebied voor de periode 1985-1990 waarbij als onderdeel de bodemdaling door gaswinning is berekend. De gegevens over sedimentatie zijn beschikbaar voor deelgebieden volgens morfologische eenheden (geul, plaat, slik, kwelder, haven). Verondersteld mag worden dat indien bodemdaling wordt gecompenseerd door sedimentatie, de sedimentatie op een plek met een relatief grote bodemdaling relatief groot moet zijn. Aan de hand van de beschikbare gegevens wordt nagegaan in hoeverre dit het geval is.

### Methode en gegevens

De sedimentatie wordt gemeten over een bepaalde periode door herhaalde dieptelodgingen. Als in die periode de bodemligging beïnvloed is door niet natuurlijke processen dan dient de gemeten sedimentatie hiervoor gecorrigeerd te worden. Wat men overhoudt is dan de natuurlijke sedimentatie, d.w.z. de sedimentatie die het gevolg is van het sedimenttransport in het water, aangedreven door de stroming. Voor erosie geldt hetzelfde, omdat erosie opgevat kan worden als negatieve sedimentatie.

Voor de balans van het Eems-Dollardgebied is de natuurlijke sedimentatie bepaald door de formule:

$$\textit{natuurlijke sedimentatie} = \textit{gemeten sedimentatie} - \textit{kunstmatige sedimentatie}$$

waarin:

$$\textit{kunstmatige sedimentatie} = \textit{sedimentatie door storten van baggerspecie} - \textit{erosie door baggeren} - \textit{bodemdaling door gaswinning}$$

Om de gemeten sedimentatie met de kunstmatige sedimentatie te kunnen verrekenen moeten we werken met massaverschillen i.p.v. diepteverschillen (een gemeten m<sup>3</sup> baggerspecie heeft niet hetzelfde gewicht als een m<sup>3</sup> natuurlijke bodem).

De hier gebruikte gegevens zijn afkomstig van de sedimentbalans voor het Eems-Dollardgebied voor de periode 1985-1990. Het estuarium is daarbij opgedeeld in deelgebieden volgens morfologische eenheden (platen, slikken,

---

<sup>3</sup> Mulder, H.P.J., 1996. Sedimentbalans Eems-Dollard: een tweedimensionale rekenmethode. Een zand- en slibbalans voor de periode 1985-1990 met het Invers Sediment Transport Model. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapport RIKZ-96.013.

geulen, kwelders, havens). De natuurlijke sedimentatie en bodemdaling zijn bepaald per deelgebied. Om deze deelgebieden te kunnen vergelijken en de invloed van de grootte van het gebied uit te schakelen, is de sedimentatie of erosie uitgedrukt per eenheid van oppervlakte en wel in  $\text{kg}/\text{m}^2/\text{jr}$  (zie tabel B.1.3.1).

De natuurlijke sedimentatie wordt in het Eems-Dollardgebied sterk beïnvloed door het baggeren. Hierdoor hebben bepaalde gebieden, m.n. bepaalde geulen en havens, een grote natuurlijke sedimentatie, waardoor de eventuele compensatie van bodemdaling niet merkbaar is. Bij de analyse wordt hier rekening mee gehouden door de deelgebieden in groepen in te delen. Ook vanwege de ecologische aspecten van bodemdaling worden de deelgebieden in groepen ingedeeld. Naast een groep met alle deelgebieden, maar exclusief de havens, worden ook de groep van kwelders, de groep platen en slikken en de groep kwelders beschouwd. Gebied nr. 15 (slik) bevat veel baggerwerk en is daarom niet meegenomen in de analyse met slikken.

**Tabel B.1.3.1**

Gegevens sedimentbalans Eems-Dollard  
per deelgebied voor de periode 1985-  
1990

Naam en type morfologische eenheid	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Hoeveelheid gehele deelgebied					Hoeveelheid per m <sup>2</sup>		
		Gemeten Sed. [kton/jr]	Bodemdaling [kton/jr]	Baggeren [kton/jr]	Storten [kton/jr]	Natuurlijke Sed. [kton/jr]	Gemeten Sed. [kg/m <sup>2</sup> /jr]	Bodemdaling [kg/m <sup>2</sup> /jr]	Natuurlijke Sed. [kg/m <sup>2</sup> /jr]
1 Zeewaarts van Rottum-Borkum -	24,18	-1265,0	0,0	139,7	40,6	-1165,9	-52,32	0,00	-48,22
2 Randzelgat geul	28,43	-2349,0	18,4	82,5	3,4	-2251,5	-82,62	0,65	-79,19
3 Doekegat - Oude Westereems geul	56,67	4815,0	138,3	152,4	110,2	4995,5	84,97	2,44	88,15
4 Randzel plaat/wad	40,61	-189,0	9,5	0,0	0,1	-179,6	-4,65	0,23	-4,42
5 Wantij Sparregat plaat/wad	22,35	79,2	8,6	0,0	0,0	87,8	3,54	0,38	3,93
6 Meeuwenstaart geul/dremp	7,35	-1186,0	5,2	0,0	0,0	-1180,8	-161,47	0,71	-160,76
7 Uithuizerwad/Ra plaat/wad	30,76	-15,9	77,3	1,3	0,0	62,7	-0,52	2,51	2,04
8 Westerbalje (deels) plaat/wad	12,02	-109,4	0,0	0,0	0,0	-109,4	-9,10	0,00	-9,10
9 Eemshorn geul/ondiep	49,35	3141,0	41,3	0,0	3,1	3179,2	63,65	0,84	64,42
10 Oost Friesche Gaatje (Noord) geul	11,22	-665,7	23,2	0,0	12,1	-654,6	-59,33	2,07	-58,34
11 Rysumer en Manslagter Nacken slik	11,16	-336,7	8,0	0,0	0,0	-328,7	-30,17	0,72	-29,45
12 Groninger kwelder kwelder	4,46	16,8	7,9	0,0	0,0	24,6	3,76	1,77	5,52
13 Doekgatplaat geul/dremp	2,33	401,3	6,5	0,0	2,7	405,1	172,38	2,78	174,00
14 Eemshaven haven	1,72	-6,6	4,4	213,4	6,4	204,8	-3,87	2,53	119,18
15 slik zuid-oost van Eemshaven slik	0,63	8,8	2,8	24,0	2,2	33,4	14,01	4,42	53,20
16 slik Bocht van Watum slik	3,29	142,5	17,4	3,4	21,4	141,9	43,34	5,28	43,15
17 Bocht van Watum geul	12,83	755,2	57,5	14,4	53,3	773,8	58,86	4,48	60,31
18 Hond-Paap plaat	28,57	160,8	149,0	0,0	73,2	236,6	5,63	5,22	8,28
19 Oost Friesche Gaatje - Gaatje geul	39,72	-1417,0	135,4	642,0	40,1	-679,7	-35,67	3,41	-17,11
20 Haven van Emden haven	0,41	0,0	0,0	626,6	0,0	626,6	0,00	0,00	1547,16
21 Knockster Wad slik	1,52	-12,6	1,5	0,0	0,0	-11,1	-8,27	0,97	-7,30
22 Emder Vaarwater geul	6,96	-682,3	2,3	1152,0	0,0	472,0	-98,06	0,33	67,83
23 Haven van Delfzijl haven	2,88	14,0	8,4	533,5	0,0	555,9	4,88	2,90	193,35
24 Geise plaat	14,99	-181,3	1,9	0,0	0,0	-179,4	-12,09	0,13	-11,97
25 Grootte Gat geul	13,18	-10,2	10,7	0,0	18,4	-17,9	-0,77	0,81	-1,36
26 Hohesand - Maanplaat plaat	17,36	-166,7	0,2	0,0	0,0	-166,5	-9,60	0,01	-9,59
27 slik bij Termunten slik	2,31	-17,5	5,6	0,0	32,0	-43,8	-7,58	2,44	-18,99
28 Heringsplaat plaat	13,18	-240,8	8,9	0,0	0,0	-231,9	-18,27	0,67	-17,60
29 Kerkeriet geul	1,43	-68,8	1,9	0,0	0,0	-66,8	-47,98	1,34	-46,64
30 plaat oostelijk van Kerkeriet plaat	1,96	-93,2	2,5	0,0	0,0	-90,7	-47,66	1,26	-46,40
31 kwelders Dollard Duitsland kwelder	1,85	8,6	0,0	0,0	0,0	8,6	4,66	0,00	4,66
32 Reiderplaat - De Laagte slik	12,15	-140,6	11,7	0,0	0,0	-128,9	-11,57	0,96	-10,61
33 Oost Friesche plaat - slik	18,95	48,7	1,9	0,0	0,0	50,6	2,57	0,10	2,67
34 kwelders Dollard Nederland kwelder	6,22	31,9	2,7	0,0	0,0	34,6	5,14	0,44	5,58

---

## Resultaat en discussie

In figuren B.1.3.1-B.1.3.4 is de natuurlijke sedimentatie weergegeven als functie van de bodemdaling, waarin de bodemdaling positief is weergegeven. Er is ruis in de natuurlijke sedimentatie door een meetfout in de diepte, die geschat wordt op ongeveer 5 tot 10 cm in het diepteverschil over 5 jaar. Globaal geldt: 1 kg/m<sup>2</sup>/jr komt overeen met ongeveer 1 mm/jr. De meetfout in de sedimentatie komt dan neer op 10 – 20 kg/m<sup>2</sup>/jr. De bodemdaling is voor alle deelgebieden kleiner dan deze meetfout. De natuurlijke sedimentatie varieert sterk per deelgebied maar is voor de intergetijdegebieden vaak van dezelfde grootte als de geschatte meetfout. Dit noopt tot voorzichtigheid bij de conclusies.

Volgens de hypothese moet er een positief verband zijn tussen de natuurlijke sedimentatie en de bodemdaling voor een zo groot mogelijk aantal deelgebieden (ook al hebben deze in dit geval een wisselende grootte). Volledige compensatie van de bodemdaling is door de meetfouten niet altijd aan te tonen, maar indien de natuurlijke sedimentatie (of erosie) zeer groot is t.o.v. de bodemdaling is dit wel aannemelijk.

De natuurlijke sedimentatie kan negatief zijn (i.e. natuurlijke erosie) indien bodemdaling plaatsvindt in een gebied waar op dat moment ook sprake is van erosie. In de Waddenzee en Eems-Dollard zijn bepaalde gebieden in bepaalde perioden namelijk onderhevig aan erosie of sedimentatie. Een negatieve sedimentatie betekent dus niet dat de bodemdaling hiervoor verantwoordelijk is.

Voor de groep met alle deelgebieden (excl. havens en nr 15; fig. B.1.3.1) varieert de natuurlijke sedimentatie van –150 tot + 150 kg/m<sup>2</sup>/jr terwijl de bodemdaling maximaal ca. 5 kg/m<sup>2</sup>/jr bedraagt. Volgens de regressielijn is de natuurlijke sedimentatie ca. 12 keer groter dan de bodemdaling. Deze trend is niet erg nauwkeurig maar de kans op een negatieve trend is klein (enkele procenten).

Voor de groep van platen, slikken en kwelders (fig. b.1.3.2) geldt eveneens een (significant) positieve trend, waarbij de natuurlijke sedimentatie 5 tot 6 maal groter is dan de bodemdaling. De trend wordt mogelijk wel beïnvloed door enkele uitschieters. Uitsluiting van de maximale en minimale sedimentatie levert een trend van 1,8 op, nog wel positief maar minder sterk. Zonder de kwelders (fig. B.1.3.3) is het beeld hetzelfde. In geulen is gemiddeld een grote sedimentatie aanwezig, terwijl op de platen en slikken gemiddeld een erosie aanwezig is (tabel B.1.3.1). Dit proces in de periode 1985-1990 kan niet gerelateerd worden aan de bodemdaling. Zo treedt in de geul de Bocht van Watum (deelgebied 17), waar de bodemdaling sterk aanwezig is, een zeer grote sedimentatie op, die hoofdzakelijk te maken heeft met een proces van verondieping dat al bijna een eeuw duurt. Ook erosie in gebieden met bodemdaling hoeft dus niet gerelateerd te zijn aan de bodemdaling en is dat waarschijnlijk ook niet, gezien de grote verschillen in grootte tussen bodemdaling en natuurlijke erosie/sedimentatie.

Voor alleen de kwelders (slechts 3 gebieden) is de trend positief, maar niet significant. Wel is de kweldersedimentatie significant veel groter dan de bodemdaling (factor 3 en 13 voor 2 punten met bodemdaling). Opgemerkt wordt dat de kweldersedimentatie tamelijk nauwkeurig gemeten is.

Uit alle figuren blijkt dat hoe groter de bodemdaling is des te groter is de natuurlijke sedimentatie. Het aantal punten in de analyse is echter beperkt, waardoor lokale processen c.q. uitschieters het beeld kunnen vertroebelen.

## Conclusies

De natuurlijke sedimentatie (of erosie) is zeer groot t.o.v. de bodemdaling: factor 5 (intergetijdegebieden) tot 12 (alle gebieden) en 3 tot 10 op de kwelders. De natuurlijke dynamiek is dus veel groter dan de bodemdaling.

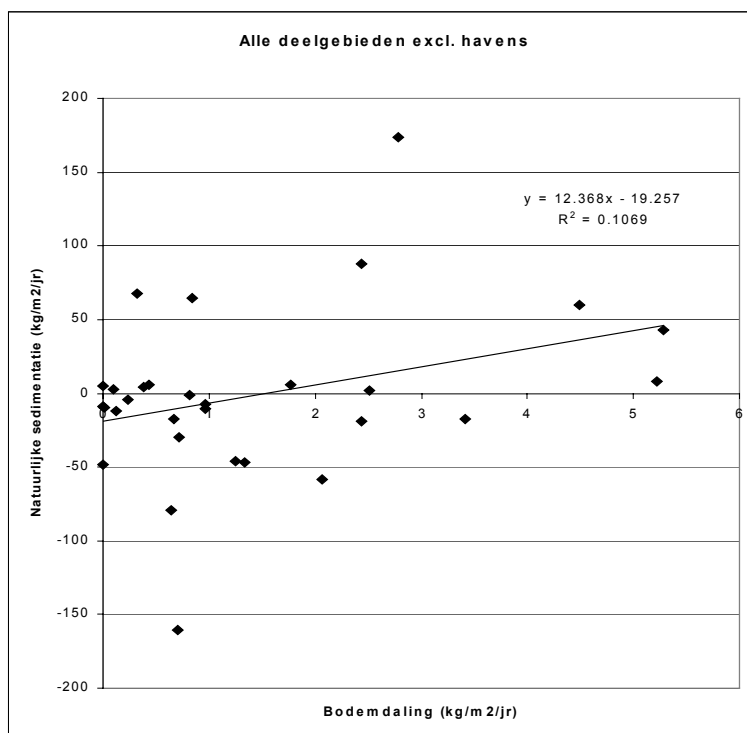
Ook blijkt uit de gegevens dat er geen aanleiding is om te veronderstellen dat bodemdaling niet gecompenseerd wordt. Integendeel, de positieve correlaties tussen natuurlijke sedimentatie en bodemdaling wijzen erop dat de bodemdaling waarschijnlijk volledig gecompenseerd wordt door de natuurlijke sedimentatie. Sedimentatie op de kwelders lijkt in het geheel niet afhankelijk te zijn van bodemdaling.

De conclusie is dan ook dat bodemdaling ondergeschikt is aan de natuurlijke dynamiek en volledige compensatie van bodemdaling door natuurlijke sedimentatie waarschijnlijk is. Wel zijn lodingen behept met een grote verticale onzekerheid, waardoor deze conclusie steviger onderbouwd zou kunnen worden indien er over meerdere perioden op een dergelijke wijze zou worden gekeken naar de effecten.

Aanbevolen wordt het onderzoek te verbeteren door de natuurlijke sedimentatie en bodemdaling te vergelijken op celniveau en over een veel langere periode, waarbij het gebied ingedeeld wordt in cellen van gelijke oppervlakte (maaswijdte ca. 100 m). Dit zou de basis voor de conclusie kunnen verstevigen.

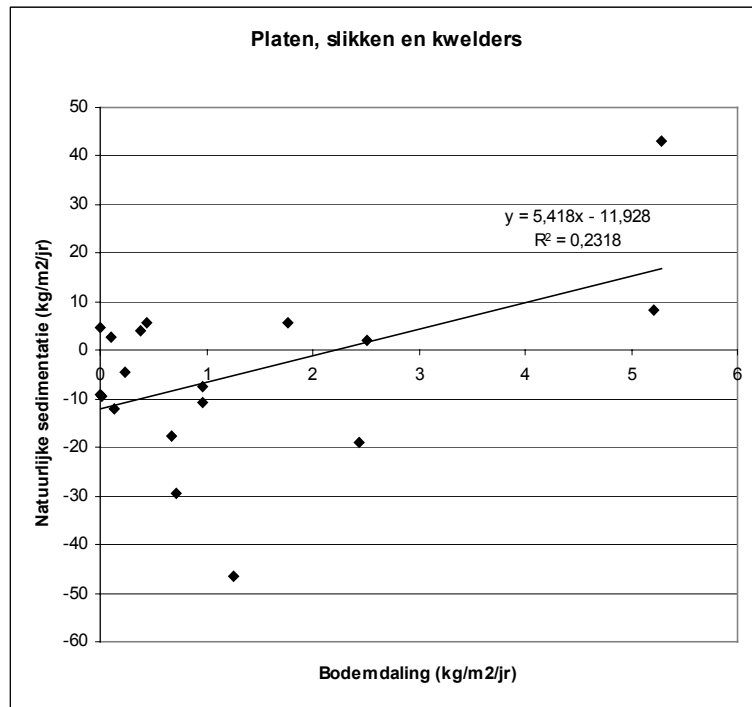
**Figuur B.1.3.1**

Alle deelgebieden, maar excl. de havens



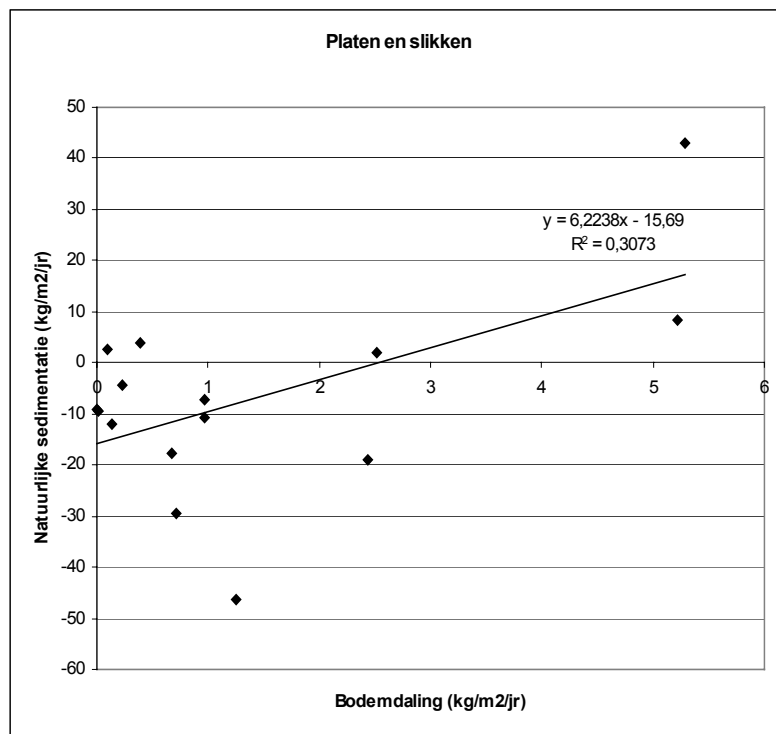
**Figuur B.1.3.2**

Alle platen, slikken en kwelders  
(excl. nr. 15, zie tekst)



**Figuur B.1.3.3**

Alle platen, slikken (excl. nr. 15, zie tekst)



**Figuur B.1.3.4**  
Kwelders

