

873-146

Morfologische ontwikkeling van een proef- schelpenwinput in de Waddenzee, geul Westmeep.

Vervolgonderzoek Schelpenwinning

Werkdocument RIKZ/AB/2004.603W



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ



Aan
Directie Noord Nederland
t.a.v. A. Nicolai
Postbus 2301
8901 JH Leeuwarden

Contactpersoon	Doorkiesnummer
H.P.J. Mulder	050-5331346
Datum	Bijlage(n)
5 maart 2004	4
Nummer	Product
RIKZ/AB/2004.603W	Schelpenwinning
Onderwerp	
Morfologische ontwikkeling van een proef-schelpenwinput in de Waddenzee, geul Westmeep. Vervolgonderzoek Schelpenwinning.	

INHOUDSOPGAVE

0. Samenvatting	2
1. Inleiding	3
2. Uitvoering van de proef	4
Datum en plaats	4
Bodemmonsters	6
Dieptepeilingen	6
Stroommetingen	8
Overige metingen	8
3. Verwerking meetgegevens	9
Bepaling maaswijdte diepterooster	9
Correctie T0	9
Berekende parameters	9
4. Resultaten	11
5. Conclusies	14
Referenties	15

Bijlagen:

1. Diverse afgeleide diepteparameters bij verschillende roostermaaswijdten.
2. Relatie tussen diepteverschil (positief is sedimentatie) van T0 en T1 en bijbehorende oppervlakte (te lezen als een frequentieverdeling van de oppervlakte).
3. Diepte in het gebied van de winput voor de opnamen T1 t/m T6.
4. Diepteverschil in het gebied van de winput tussen de opnamen T0 en T1 t/m T6.

Ondersteuning dieptekaarten: W. van der Hoeven
Gezien door: M. Rommel

Vestiging Haren
Postbus 207, 9750 AE Haren
Bezoekadres Kerklaan 30

Telefoon 050-5331331
Telefax 050-5340772

0. Samenvatting

In het kader van het Vervolgonderzoek Schelpenwinning zijn in 2000 twee proef-schelpenwinputten gemaakt in de Noordmeep, een geul in het kombergingsgebied van de Vliestroom. Deze twee putten hadden een initieel volume van 1600 en 2200 m³. Het doel van de proef was te onderzoeken hoe snel een dergelijke bodemverstoring door de natuur ongedaan zou worden gemaakt. De opvultijd van de winputten bleek respectievelijk 4,5 en 7,5 maanden te zijn. Als aanvulling op dit onderzoek is in 2003 een derde winput gemaakt met de bedoeling het gedrag van een qua volume veel grotere put te onderzoeken. De vraag was of de hersteltijd dan ook veel groter zou zijn.

Op 7 april 2003 is in de Westmeep, eveneens gelegen in het kombergingsgebied van de Vliestroom, een winput gezogen van ca. 3900 m³. Voor zowel de winput als de terugstort (direct teruggestort bodemsediment vanaf de winzuiger) geldt dat hiervan 2 maanden na de winning vrijwel niets meer terug te vinden is en dat ter plaatse de natuurlijke dynamiek hersteld is. Gebleken is dat in de omgeving een forse natuurlijke sedimentatie is opgetreden, waardoor het winputvolume extra snel is afgenomen. Indien men echter de opvulsnelheid van de put gedurende de eerste 1 à 2 maanden beschouwt volgens een negatief exponentieel verloop ($e^{-t/\tau}$), dan blijkt hierbij een tijdschaal (τ) van 2 maanden te horen. Volgens deze tijdschaal zou het winputvolume bij afwezigheid van extra natuurlijke sedimentatie na 6 maanden afgenomen zijn tot 5 % van het beginvolume.

De eindconclusie is dat het gedrag van de winput in de Westmeep het gedrag van de 2 winputten in de Noordmeep bevestigt, namelijk dat een schelpenwinput van de onderzochte grootten na ca. 6 maanden geheel opgevuld is. Door de grotere natuurlijke dynamiek en sedimentatie in de Westmeep is de winput aldaar echter al na 2 maanden niet meer waarneembaar.

1. Inleiding

In het kader van het Vervolgonderzoek Schelpenwinning (Reijngoud, 2001) is een onderzoek gestart naar het morfologisch gedrag van schelpenwinputten in de Waddenzee. Met name ging het om de opvulsnelheid van de schelpenwinput. Daarnaast gaat het om de verdwijnsnelheid van de bodemophoging die ontstaat door het terugstorten van het sediment dat aan boord gescheiden wordt van de schelpen. In 2000 zijn in dit kader twee proefwinputten gemaakt in de Noordmeep, een geul in het kombergingsgebied van de Vliestroom, waarvan het onderzoek is afgerond met een rapportage door Schans *et al.* (2003). De putten in de Noordmeep hadden een initieel volume van ca. 2200 m³ (put waar schone schelpen gewonnen waren) en 1600 m³ (put waar kleischelpen gewonnen waren). Uit de proef bleek dat de putten na ca. 7,5¹ respectievelijk 4,5² maanden opgevuld zouden zijn. De terugstort was na 1 tot 4 (dit is afhankelijk van interpretatie en definitie) respectievelijk 1 maand verdwenen.

De hersteltijden van de proefputten in de Noordmeep bleken langer te zijn dan was verwacht op basis van enerzijds literatuuronderzoek en anderzijds waarnemingen aan zandwinputten, hoewel deze een vele malen groter volume hadden. Bij zandwinputten is gebleken dat de opvultijd mede afhankelijk is van het initiële volume van de put. Omdat in de praktijk grotere schelpenwinputvolumes mogelijk zijn dan die van de twee onderzochte putten en is dan ook de vraag of de hersteltijd daarbij dan ook langer zou zijn en hoeveel langer. Daarom is een extra proef uitgevoerd met de bedoeling een relatief groot putvolume van ca. 10.000 m³ te creëren. Deze proef is uitgevoerd in april 2003 in de Westmeep, een zijgeul van de Vliestroom. Dit volume is echter niet gehaald. Tijdens het maken van de winput is tweemaal een andere locatie opgezocht i.v.m. de onvoorziene aanwezigheid van stenen in de bodem. Dit heeft tot gevolg gehad dat er twee zeer kleine en één grote put van ca. 3900 m³ is gezogen. De twee zeer kleine putten zijn niet onderzocht.

De uitvoering van de proef is beschreven in hoofdstuk 2. De metingen bestonden hoofdzakelijk uit dieptepeilingen om het gedrag van de put en de terugstort in de tijd te kunnen volgen. In hoofdstuk 3 is beschreven hoe deze metingen verwerkt zijn tot een aantal morfologische parameters. Het gedrag van deze parameters is beschreven in hoofdstuk 4 en de conclusies in hoofdstuk 5.

In principe zijn zowel de morfologische als biologische verstoring van belang voor onderzoek naar de effecten van schelpenwinning. Het onderzoek in de Westmeep richt zich echter alleen op de morfologische verstoring. De ecologische effecten kunnen hiervan worden afgeleid volgens de methode in Schans *et al.* (2003). In dit document wordt niet op de ecologische effecten ingegaan.

¹ Op basis van extrapolatie; het laatste gegeven is van 4,7 maanden na de winning.

² Op basis van extrapolatie; het laatste gegeven is van 3,5 maanden na de winning.

2. Uitvoering van de proef

Datum en plaats

Op 7 april 2003 is door de zuiger Eemshorn (fig. 1) van de firma Van der Endt (Yerseke) in de Westmeep (fig. 2) een put gezogen. Hiervoor was van te voren een locatie geselecteerd. Deze selectie was gedaan op basis van een voor de Waddenzee enigszins gemiddelde fysische omgeving voor schelpenwinningsactiviteiten. Schelpenwinning vindt zowel in de buitendelta plaats als in de wadgeulen, maar is alleen toegestaan in gebieden beneden NAP-5 m. De locatie zou een diepte moeten hebben van 10 – 15 m en een ligging ongeveer halverwege het zeegat en de meest wadwaarts gelegen winlocaties. Volgens geraadpleegde lodingskaarten is de Westmeep een redelijk stabiele en vlakke geul, zodat het sedimenttransport waarschijnlijk niet extreem is. Het was voor de proef niet noodzakelijk dat er ter plaatse daadwerkelijk veel schelpen in de bodem zouden liggen (dit is van te voren ook niet goed in te schatten). De van te voren gekozen locatie had een diepte van 13 m en de RDV-coördinaten X,Y = 144000,588900. Als onderzoeksgebied is een gebied met een breedte (in noordelijke richting) van 300 m en een lengte van 700 m gekozen rondom de geselecteerde winlocatie.



Fig. 1. Zuiger de "Eemshorn".

Bodemmonsters

Kort tevoren (4 april) zijn bodemmonsters genomen om een indruk te krijgen van het type sediment. Deze monsters zijn genomen op de 4 hoekpunten van het onderzoeksgebied en de geselecteerde winlocatie zelf (tabel 1). De monsters zijn genomen met een Van Veen-happer uit de bovenste 30 cm van de bodem. Alleen de twee zuidelijke monsters bevatten stenen. Een kwantitatieve analyse is niet gemaakt.

(Hoek)punt	X (RDV)	Y (RDV)	Omschrijving
zuidwest	143680	588692	grof zand, schelpen, stenen
zuidoost	144370	588813	grof zand, schelpen, stenen
noordoost	144318	589110	alleen grof zand
noordwest	143630	588987	alleen grof zand
Centrum	144000	588900	grof zand, schelpen, slib

Tabel 1. Gegevens bodemmonsters.

Dieptepeilingen

In het onderzoeksgebied zijn twee soorten dieptepeilingen (lodingen) uitgevoerd. Om inzicht te krijgen in de morfologische ontwikkeling in het onderzoeksgebied zijn dwarsraaien (i.e. dwars op de geulrichting ofwel ongeveer noord-zuid) gepeild met een lengte van 300 m en een onderlinge afstand van 10 m. Tevens zijn enkele raaien in langsricting gepeild om de bodemvormen (duinen, ribbels) vast te stellen. Deze bodemvormen worden gebruikt om inzicht te krijgen in de natuurlijke dynamiek en het bodemtransport. De lodingen zijn uitgevoerd met het Quincy-inwinprogramma, de coördinaten X en Y zijn ingewonnen met de DGPS/LRK, de Z (hoogte/diepte) is samengesteld uit de LRK en de SIMRAD400 of de DESO25. Deze methode levert over het algemeen nauwkeurige waarden (fouten in de orde van cm's).

Op 1 en 4 april, kort vóór de uitvoering van de proef, zijn peilingen uitgevoerd om de T0-situatie vast te leggen. Tijdens de uitvoering van de proef op 7 april bleek echter dat er op de geselecteerde locatie veel stenen werden opgezogen. Waarschijnlijk bevindt zich in de Westmeep een keileemafzetting bedekt door een laag zand. Bij de bodemmonsternamen (zie hiervoor) kwam dit niet aan het licht, omdat slechts de toplaag bemonsterd kon worden. De zuigerkop steekt tot ca. 4 m diep in de bodem. Om het risico te vermijden een put te zuigen die niet representatief is, is besloten op te schuiven naar een andere locatie. In eerste instantie is ca. 60 m naar het noorden opgeschoven. Ook daar werden veel stenen aangetroffen. Vervolgens is opgeschoven naar het noorden (ca. 80 m) en het oosten (ca. 50 m). Daar werden geen stenen aangetroffen. De diepte ter plaatse was ca. NAP-10 m.

Tijd (MET)	Gebeurtenis
7.00	vertrek haven van Harlingen
9.00	aankomst Westmeep
9.00 – 10.30	zuigen eerste kleine winput
11.00 – 11.45	zuigen tweede kleine winput
11.45 – 21.00	zuigen grote winput
23.00	aankomst Harlingen

Tabel 2. Tijdschema winzuiger.

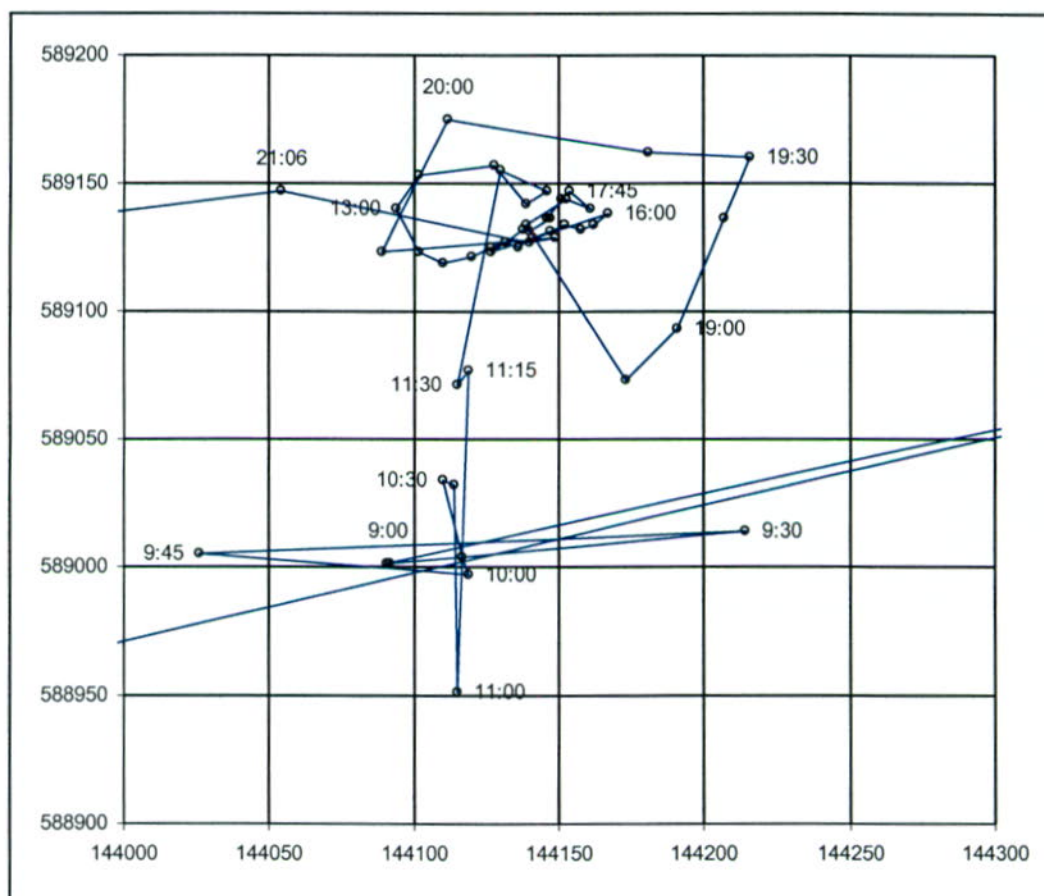


Fig. 4. Track van de zuiger op de proeflocatie tussen 9.00 en ca. 21.00 uur (MET). De punten zijn om het kwartier weergegeven. Langs horizontale en verticale as staan de RDV-coördinaten. De coördinaten van de zuiger horen bij positie van de stuurhut.

Uit de black-box-gegevens van de zuiger (tabel 2, fig. 4) blijkt dat er ca. 9 uur gewerkt is aan de (grote) winput, i.p.v. de beoogde 12 uur. Daarbij is niet continu op één plaats gewerkt, maar heeft de zuiger zich bewogen in een gebied van ca. 100 bij 100 m. Het zwaartepunt van de operatie c.q. het diepste punt van de put kwam te liggen nabij het punt X, Y = 144160, 589160. Dit punt viel buiten het oorspronkelijke onderzoeksgebied

en daarom is het onderzoeksgebied opgeschoven. Omdat al tijdens het zuigen van eerste en tweede kleine put bleek dat het onderzoeksgebied zou veranderen is het lodingsprogramma onmiddellijk aangepast en de T0-meting aangevuld. Het nieuwe onderzoeksgebied werd ca. 300 m breed (in noordelijke richting) en 400 m lang.

Na de T0-situatie zijn nog meer opnames gemaakt (tabel 3). Zowel de peiling van het onderzoeksgebied als van de langsraaien is steeds herhaald. De opnamedata zijn zodanig gekozen dat de ontwikkeling van de put voldoende gevolgd kan worden, door rekening te houden met het feit dat veranderingen steeds langzamer gaan. De T4-meting is een week eerder uitgevoerd dan gepland, waardoor het tijdsverschil tussen T4 en T3 relatief gering is.

Meting	Datum	Weeknr.	Dagen sinds T0
T0	07-04-2003	15	0
T1	08-04-2003	15	1
T2	14-04-2003	16	7
T3	21-04-2003	17	14
T4	28-04-2003	18	21
T5	04-06-2003	23	58
T6	17-09-2003	38	163

Tabel 3. Uitgevoerde dieptepeilingen.

Stroommetingen

Om een beeld te krijgen van het stromingspatroon ter plaatse van de schelpenwinput zijn op 7 april

ADCP-metingen uitgevoerd ter plaatse en in de nabije omgeving van deze put. Met deze metingen wordt voorlopig niets gedaan. Meer informatie is te vinden in Briek *et al.* (2003). Mocht, op basis van de lodingsresultaten, nader verklarend onderzoek gewenst zijn, dan kunnen deze metingen hiervoor gebruikt worden. Zij worden bewaard door de Meetdienst van DNN.

Overige metingen

Volgens het meetplan zijn ook waterstanden gemeten met een getijmeetpaal in de Slenk. Aan boord van meetvaartuig de Blauwe Slenk is de wind gemeten. Deze gegevens zijn verder niet gebruikt.

3. Verwerking meetgegevens

Bepaling maaswijdte diepterooster

Om het volume van de winput te bepalen zijn de volgens raaien gemeten diepten van de verschillende opnamen (T_i , $i = 0,6$) omgezet tot dieptewaarden in hetzelfde cellenrooster. Dit is gebeurd met het softwarepakket DIGIPOL dat bij het RIKZ standaard gebruikt wordt bij de verwerking van lodingsgegevens. De roostergeoriënteerde gegevens lenen zich gemakkelijk voor het maken van verschilkaarten, volumebepalingen etc.

De maaswijdte van de roostercel kan niet willekeurig gekozen worden. Deze is afhankelijk van de informatiedichtheid en zou zodanig klein (of groot) gekozen moeten worden dat de af te leiden volumes zo betrouwbaar mogelijk zijn. Daarom zijn eerst voor verschillende maaswijdten enkele gegevens bepaald voor T_0 en T_1 om de gevoeligheid voor de maaswijdte te onderzoeken. Hierbij is uitgegaan van het volledige gepeilde gebied (met een oppervlakte van $250 \times 250 \text{ m}^2$). Voor de resultaten voor de verschillende parameters en de interpretatie wordt verwezen naar bijlage 1. De conclusie is dat een maaswijdte van 2,5 m goed voldoet.

Correctie T_0

Op de dag van het zuigen van de put moest de T_0 -lading in een nieuw onderzoeksgebied worden uitgevoerd (zie vorige hoofdstuk). Dit had tot gevolg dat bepaalde raaien van de T_0 -opname pas gepeild zijn, nadat er reeds gezogen was. Dit bleek het geval te zijn tot ca. 13.30 uur. Hierdoor is de T_0 -lading in het wingebied geen echte T_0 . Daarom is op basis van de dieptegegevens van de T_0 -opname van het gebied dat niet door het zuigen verstoord was een nieuwe T_0 -bodem gecreëerd in het gebied dat wel verstoord was. Het resultaat is een meer aannemelijke bodemdiepte (fig. 5).

Berekende parameters

Van elke bodemopname is met DIGIPOL een bodemdiepte berekend in een zo klein mogelijk gebied c.q. rooster waarbinnen de put en de terugstort zich bevinden. Het rooster heeft een oppervlakte van 16500 m^2 ($165 \times 100 \text{ m}$, waarbij 100 m in noordelijke richting). Vervolgens zijn voor dit rooster verschilkaarten gemaakt, waarbij T_0 steeds vergeleken is met de andere opnames: $T_0 - T_i$ ($i=1,6$).

Van het rooster met diepteverschillen is een tabel gemaakt van het diepteverschil (in cm) en het aantal cellen c.q. de oppervlakte met dat diepteverschil. In bijlage 2 zijn deze tabellen grafisch weergegeven (de tabellen zelf worden hier niet getoond). Een positief diepteverschil betekent dat de diepte op T_0 groter is dan op T_i , en er verondieping ofwel sedimentatie is opgetreden. Uit de tabel zijn de maximale en minimale waarde bepaald, die dus overeenkomen met respectievelijk de max. verondieping (sedimentatie) en de max. verdieping (erosie) binnen het rooster. De max. verondieping komt overeen met de hoogte van de terugstort, tenzij elders in het rooster een grotere verondieping is opgetreden ten gevolge van de natuurlijke dynamiek. Evenzo komt de max. verdieping overeen met de diepte van de winput, tenzij elders in het rooster een grotere verdieping is opgetreden ten gevolge van de natuurlijke dynamiek. In de figuren van bijlage 2 is te zien dat dit waarschijnlijk het geval is vanaf T_5 , omdat vanaf T_5 de extreme waarden niet meer veranderen.

Ook is op basis van de tabellen met de oppervlakte per diepteverschil het volumeverschil tussen twee opnames bepaald. De som van de negatieve diepteverschillen maal de bijbehorende oppervlakte levert het totale negatieve volumeverschil, waarvan het

volume van de winput dus een onderdeel is. Evenzo wordt het totale positieve volumeverschil berekend uit de som van de positieve diepteverschillen maal de bijbehorende oppervlakte. Het volume van de terugstort is onderdeel van het berekende totale positieve volumeverschil. De aldus berekende positieve en negatieve volumeverschillen hoeven echter niet gelijk te zijn aan het volume van de terugstort respectievelijk de winput, omdat ook de natuurlijke dynamiek voor verschillen kan zorgen. Gezien de korte tijd tussen T1 en T0 zal het initiële volume redelijk betrouwbaar zijn (hoewel een onderschatting aanwezig is door de verandering in een dag). Een alternatieve methode van volumebepaling is per opname de contouren van de winput en de terugstort te bepalen. Dit is echter een bewerkelijke en ook enigszins subjectieve werkwijze. De hier gebruikte methode geeft naar verwachting een voldoende betrouwbaar beeld van de initiële volumes (T0-T1) en de snelheid waarmee de winput en de terugstort morfologisch veranderen, i.e. verdwijnen.

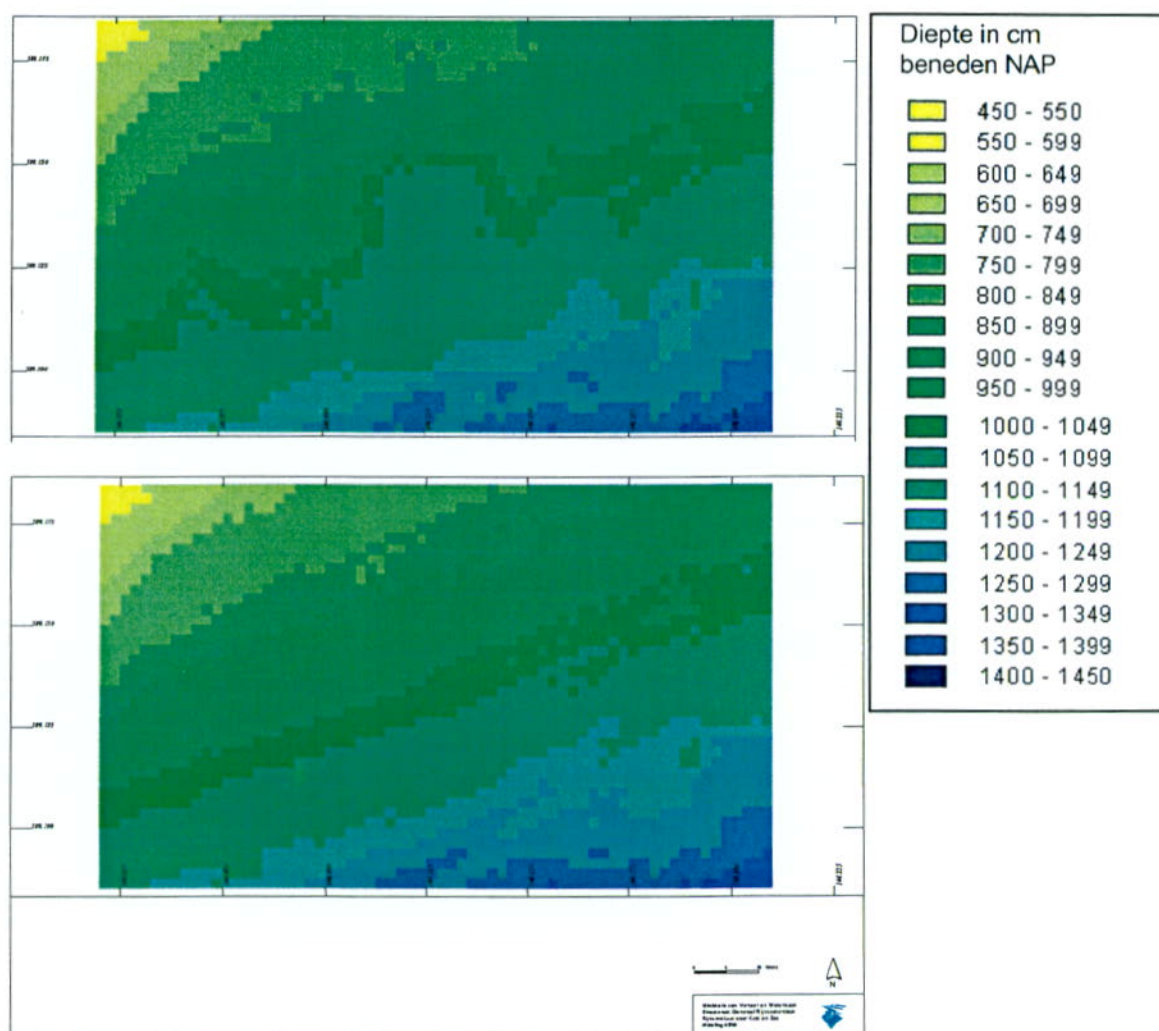


Fig. 5. Gemeten T0 op 7 april 2003 (boven) met verstoring door zuigen en de nieuw geconstrueerde T0 (onder).

4. Resultaten

In bijlage 3 zijn de dieptekaarten weergegeven van de situaties T1 t/m T6 (voor T0 zie fig 5) en in bijlage 4 de diepteverschillen tussen T0 en T1 t/m T6. De winput is in T1 t/m T4 goed zichtbaar, maar niet meer in T5 en T6. Dit zelfde beeld volgt uit de verschilkaarten (bijlage 4). Voor de terugstort geldt vrijwel hetzelfde; ook deze is goed zichtbaar t/m T4.

De maximale verdieping c.q. de diepte van de winput neemt sedert 8 april (T1) gestaag af van -342 cm tot -101 cm op 4 juni (T5) (fig. 6, tabel 4). Daarna verandert deze niet meer. Dit betekent dat de winput in 2 maanden grotendeels is opgevuld. De maximale verondieping c.q. de hoogte van de terugstort neemt af van 119 cm op 8 april (T1) tot 83 cm op 21 april (T3) en blijft daarna redelijk constant (fig. 6, tabel 4). De terugstort is dus na 2 weken al niet meer te onderscheiden van de natuurlijke dynamiek. Zowel de verdieping als de verondieping blijven na verloop van tijd constant met een absolute waarde van ca. 1 m. Deze natuurlijke dynamiek zou verklaard kunnen worden uit de migratie van duinen. Uit visuele inspectie van de gemeten langsprofielen blijkt dat er zich in het gebied duinen bevinden op de bodem met een hoogte tot ca. 1 m. Deze hoogte komt goed overeen met gevonden ver(on)dieping en kan een verklaring zijn voor het feit dat de ver(on)dieping niet naar nul gaat. Geconcludeerd wordt dat de morfologische dynamiek in het wingebied ca. 2 maanden na de winning op het oude niveau is teruggekeerd. Dezelfde conclusie kan getrokken worden uit de figuren in bijlagen 2 en 4.

Opname	Datum	Maximale verdieping t.o.v. T0 (cm)	Maximale verondieping t.o.v. T0 (cm)	Negatief volume t.o.v. T0 (m3)	Positief volume t.o.v. T0 (m3)	Netto volume t.o.v. T0 (m3)
T1	08-04-03	-342	119	-3858	2380	-1478
T2	14-04-03	-300	113	-3847	2054	-1793
T3	21-04-03	-209	83	-3157	1662	-1495
T4	28-04-03	-201	98	-2696	1804	-892
T5	04-06-03	-101	74	-1613	1398	-214
T6	17-09-03	-106	90	-843	3225	2382

Tabel 4. Verdieping en volume van T1 t/m T6 t.o.v. T0. De max. verdieping is gerelateerd aan diepte van de winput, de max. verondieping aan de hoogte van de terugstort, het negatief volume aan het volume van de winput en het positief volume aan het volume van de terugstort.

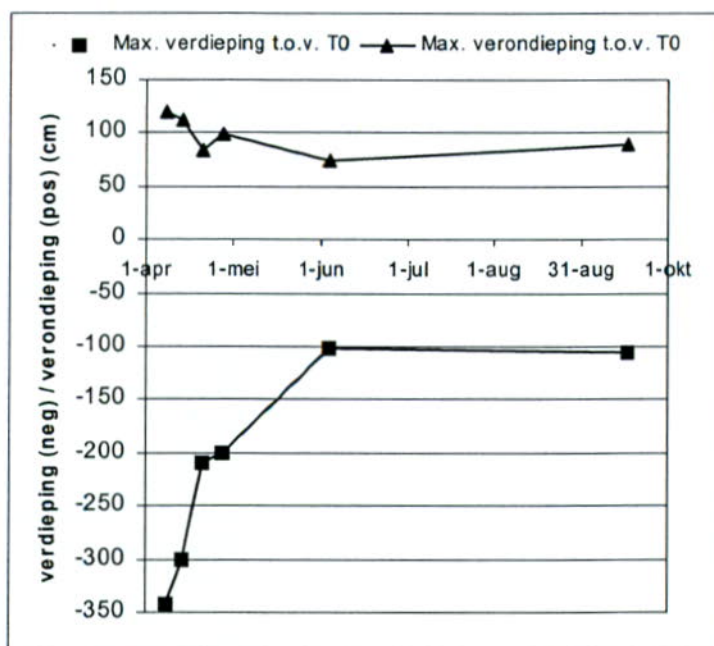


Fig. 6. Maximale verdieping (diepte winput) en verondieping (hoogte terugstort) als functie van de tijd.

Het initiële volume van de winput bedraagt naar schatting bijna 3900 m³ (tabel 4: negatieve volume). Het volume neemt gestaag af tot ca. 1600 m³ op 4 juni (T5) en daarna langzaam tot ca. 840 m³ op 17 september (T6) (fig. 7). Het volume van de terugstort neemt ook af, van bijna 2400 m³ (T1) tot 1400 m³ op 4 juni (T5), maar neemt daarna fors toe (tabel 4 positieve volume; fig. 7). De som van beide volumes, het netto volumeverschil met T0, verandert echter van negatief naar positief, waaruit blijkt dat er forse sedimentatie in het gebied heeft plaatsgevonden. Ook in de figuren in bijlagen 2 t/m 4 is deze sedimentatie zichtbaar. In bijlage 2 is dit zichtbaar in de figuur voor T0-T6, waarin de piek in de oppervlakte verschoven is in positieve richting langs de sedimentatie-as. Hieruit wordt geconcludeerd dat de morfologische ontwikkeling in het gebied niet alleen door natuurlijke fluctuaties maar in de beschouwde periode ook door een forse sedimentatie beïnvloed wordt.

Hoewel men uit bovenstaande kan concluderen dat na ca. 2 maanden de verstoring door de winning verdwenen is, kan men ook op basis van een trendanalyse de snelheid van dit proces onderzoeken.

Uit een regressie-analyse met een negatieve e-macht (conform $e^{-t/\tau}$), waarin t de tijd en τ de tijdschaal is) op het putvolume voor T1 t/m T5 volgt een tijdschaal van 64 dagen (T6 is hierbuiten gelaten vanwege de verstoring door natuurlijke sedimentatie). Als we ook nog T5 buiten beschouwing laten dan neemt de tijdschaal af tot 55 dagen. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat 2 maanden een goede tijdschaal is bij een exponentieel verloop. Volgens dit verloop is na 2τ het volume afgenomen tot 13,5 % van de beginwaarde en na 3τ tot 5 % van de beginwaarde. De conclusie is dan ook dat onder omstandigheden waarbij de geul geen netto erosie of sedimentatie kent deze winput na ongeveer een half jaar verdwenen kan zijn.

In vergelijking met de twee winputten in de Noordmeep (zie inleiding) is de opvulsnelheid van de winput in de Westmeep niet erg afwijkend. De put in de Westmeep is na ca. 2 maanden niet meer waarneembaar, maar zou zonder de forse natuurlijke sedimentatie na ca. 6 maanden opgevuld zijn. De putten in de Noordmeep zouden na 4,5 en 7,5 maanden geheel opgevuld zijn.

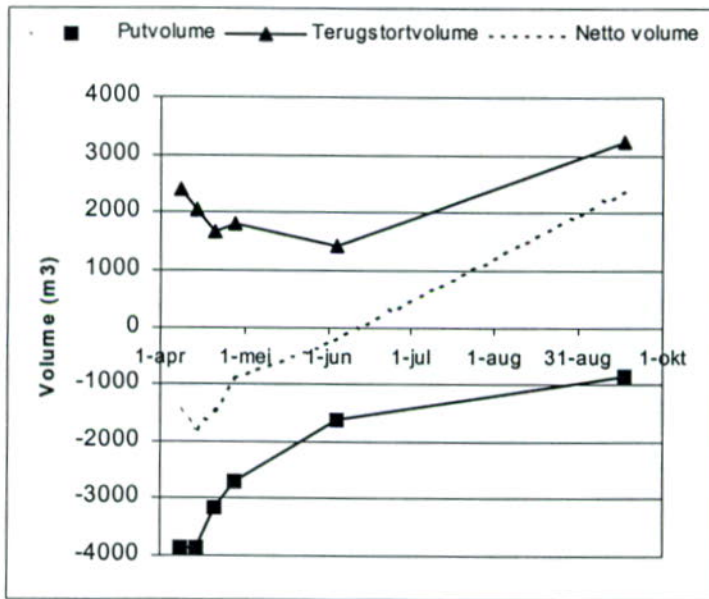


Fig. 7. Positieve volume (terugstort), negatief volume (winput) en het netto volume t.o.v.T0 als functie van de tijd.

Op T1 is het netto volume van winput en terugstort gezamenlijk t.o.v. van T0 gelijk aan ca. 1500 m³. Dit komt overeen met ca. 40 % van de winning. Deze hoeveelheid is weggevoerd naar elders. Het is echter niet uit te sluiten dat een deel van het gezogen zand in de winput zelf is terechtgekomen. Hierdoor kan het winputvolume onderschat zijn. Het winputvolume van 3900 m³ is minder dan gehoopt. Dit komt enerzijds door de noodzakelijke verandering van winlocatie, waardoor ca. 3 uren minder is gezogen in de uiteindelijk winput (ruim 9 uur i.p.v. 12 uur). Afgaande op het volume van de winput was de netto productie $3900/9,25 = 420 \text{ m}^3$ per uur, terwijl gehoopt was op ca. $830 \text{ m}^3/\text{uur}$ (beoogd volume was 10.000 m³ in 12 uur). Een mogelijke verklaring is dat een aanzienlijk deel van het zand weer in de winput is beland. Hoe dan ook, de winput is bijna 2-maal zo groot als de grootste in de Noordmeep (2200 m³) en daarmee toch een uitbreiding naar grotere winputten.

5. Conclusies

De conclusies zijn gerelateerd aan de doelstelling de opvulsnelheid van een relatief grote schelpenwinput te bepalen, alsmede de erosiesnelheid van de terugstort.

Door onvoorziene omstandigheden is het niet gelukt een winput te creëren van ca. 10.000 m³. Het geschatte volume van de winput is bijna 3900 m³. Toch is dit een behoorlijk groter volume dan dat van de onderzochte winputten in de Noordmeep van 2200 en 1600 m³ (Schans *et al.*, 2003). Het volume van de terugstort is geschat op 2400 m³, ca. 60 % van het winputvolume.

Van zowel de terugstort als de winput in de Noordmeep is 2 maanden na winning vrijwel niets meer terug te vinden. Men kan dit ook anders verwoorden: na twee maanden is de morfologische dynamiek van het gebied met de winput en terugstort afgenomen tot de normale dynamiek. De normale dynamiek is onder andere het gevolg van de aanwezigheid van bodemvormen (duinen) tot ca. 1 m hoogte. Gebleken is dat in de omgeving ook een forse natuurlijke sedimentatie is opgetreden, waardoor het winputvolume extra snel is afgenomen. Indien men de opvulsnelheid van de eerste 1 à 2 maanden beschouwt volgens een negatief exponentieel verloop ($e^{-t/\tau}$), dan blijkt hierbij een tijdschaal (τ) van 2 maanden te horen. Deze tijdschaal impliceert dat zonder extra natuurlijke sedimentatie het winputvolume na 6 maanden afgenomen zou zijn tot 5 % van het beginvolume.

Het gedrag van de winput in de Westmeep bevestigt het gedrag van de 2 winputten in de Noordmeep (opvultijd 4,5 en 7,5 maanden), namelijk dat een schelpenwinput van de onderzochte grootten na ca. 6 maanden geheel verdwenen is. In werkelijkheid is in de Westmeep de winput al na 2 maanden niet meer waarneembaar door de aanwezige grote natuurlijke dynamiek en sedimentatie.

Referenties

Briek, J., M.A. Huizinga en H.J. Hut, 2003.

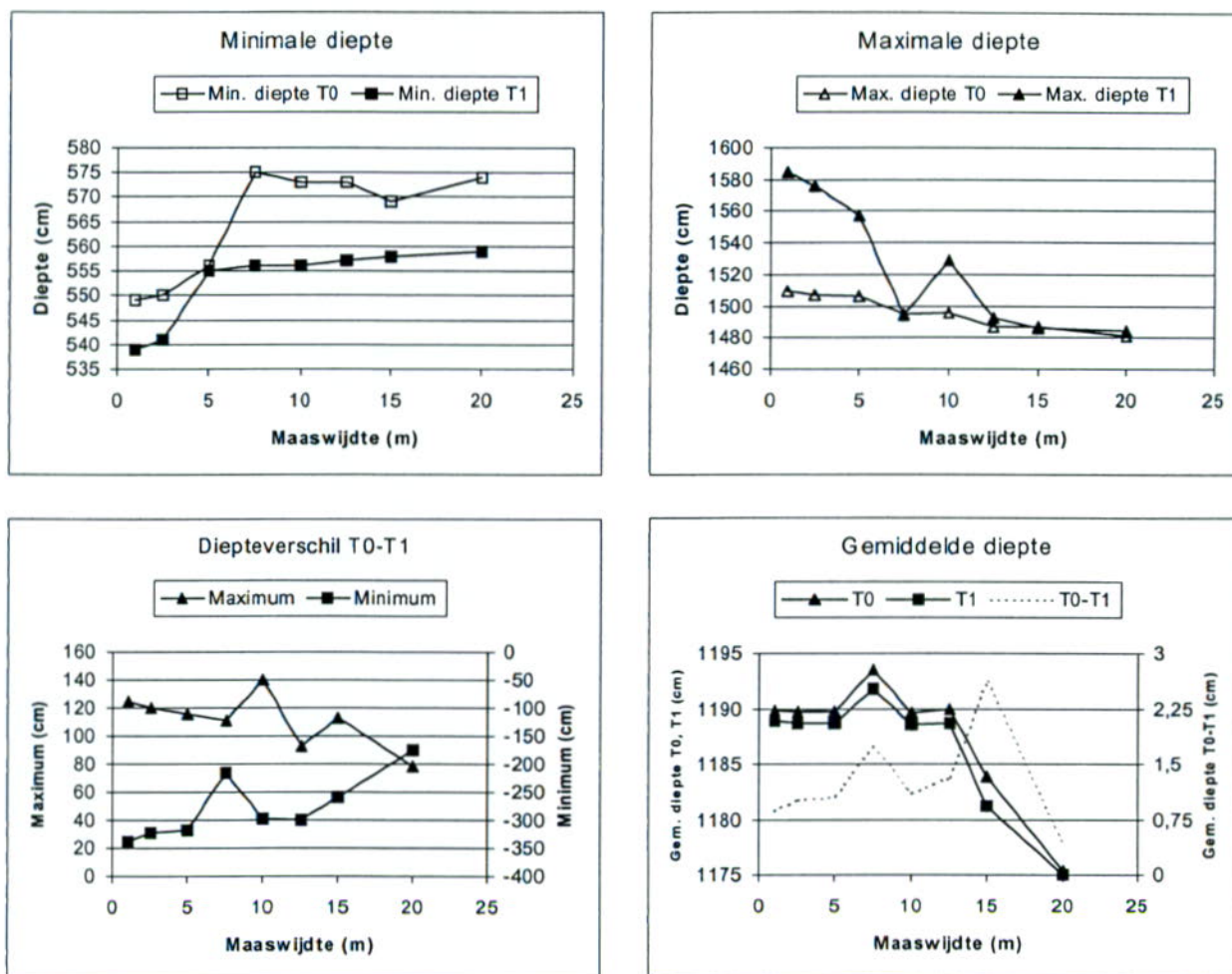
Stroommeting Schelpenwinput Inloop West Meep 7 april 2003. Rijkswaterstaat, Meetdienst Directie Noord-Nederland, notitie 2003-743.

Reijngoud, T.T., 2001.

Eindrapport Vervolgonderzoek Schelpenwinning. Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland, rapport DNN 826/2001.

Schans, H., H.P.J. Mulder en J. de Vlas, 2003.

Opvulsnelheid, gedrag en effect van schelpenwinputten in de Waddenzee. Vervolgonderzoek schelpenwinning. RWS Directie Noord-Nederland, rapport NN-ANW-03-01.

Bijlage 1. Diverse afgeleide diepteparameters bij verschillende roostermaaswijdten.


Op grond van de raaiafstand van 10 m zou een maaswijdte van 10 m op het eerste gezicht een logische keuze zijn, maar DIGIPOL houdt rekening met bodemhellingen en in de raairichting is de informatiedichtheid erg hoog (continu signaal). Hierdoor kan ook een nauwkeurig beeld op kleinere schaal bereikt worden. Er is gekozen om de maaswijdte te variëren van 1 tot 20 m.

Hierboven zijn de maximale, de minimale en de gemiddelde diepte weergegeven voor T0 en T1 (N.B. hier is de T0 de oorspronkelijk gemeten T0 inclusief de meting in het wingebied, ook al is deze verstoord door het zuigen; zie hoofdstuk 2). Ook is van het diepteverschil tussen T1 en T0 de minimale, maximale en gemiddelde waarde aangegeven.

Hoe groter de maaswijdte des te meer de bodem wordt afgevlakt. De minimale diepte (figuur linksboven) neemt dan toe en de maximale diepte (rechtsboven) neemt dan af. De minimale diepte is redelijk stabiel voor een maaswijdte kleiner dan 2,5 en groter 7,5

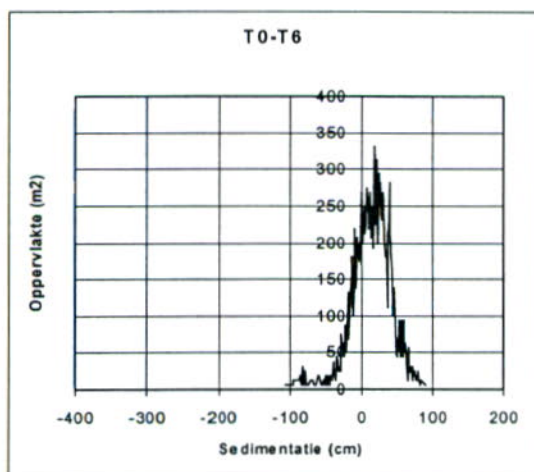
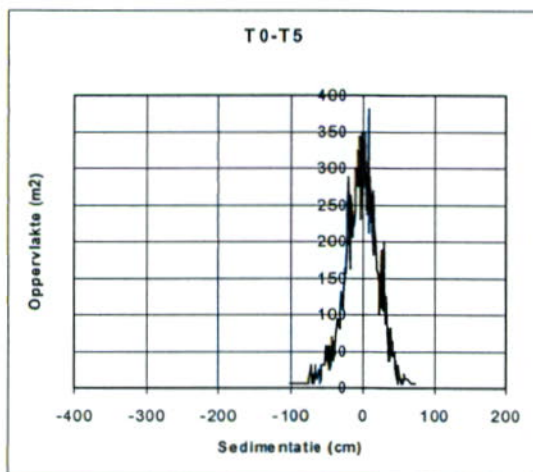
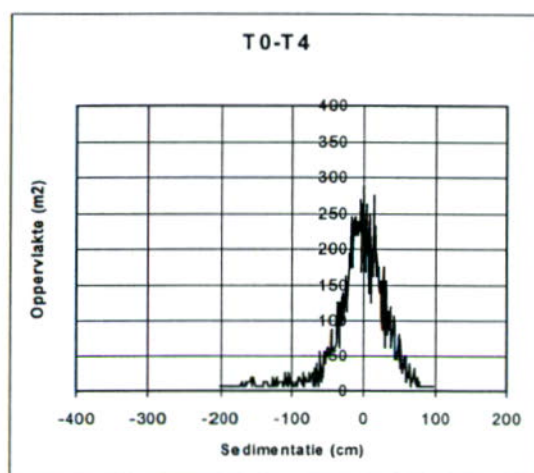
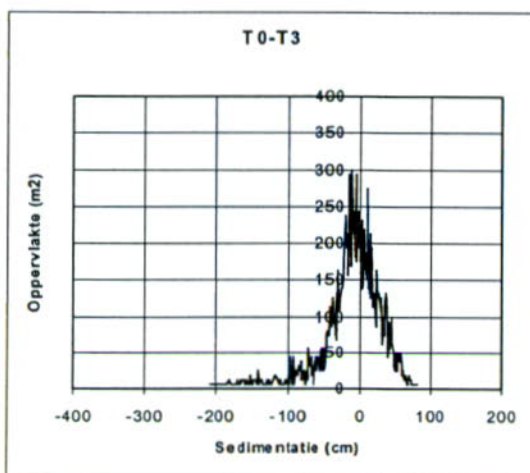
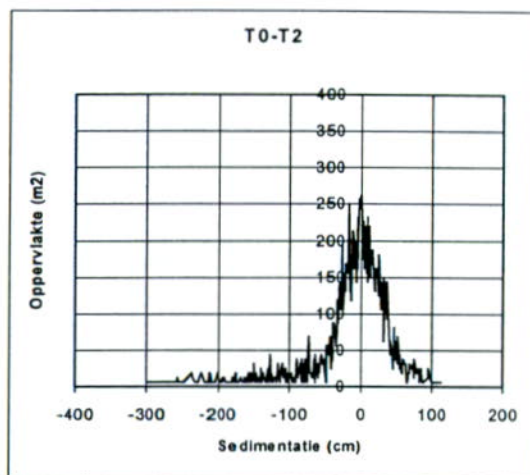
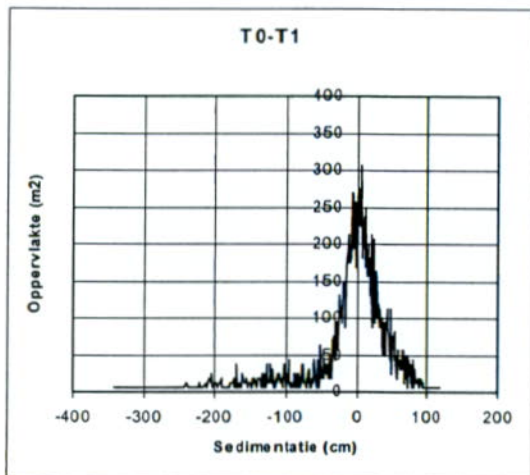
m. De maximale diepte is redelijk stabiel voor een maaswijdte kleiner dan 2,5 en groter 12,5 m.

Het minimum diepteverschil (linksonder) geeft de diepte van de winput aan. Deze waarde is redelijk stabiel voor een maaswijdte tot 5 m en tussen 10 en 12,5 m. Het maximum diepteverschil (linksonder) geeft de hoogte van de terugstort aan. Deze waarde is redelijk stabiel voor een maaswijdte tot 7,5 m.

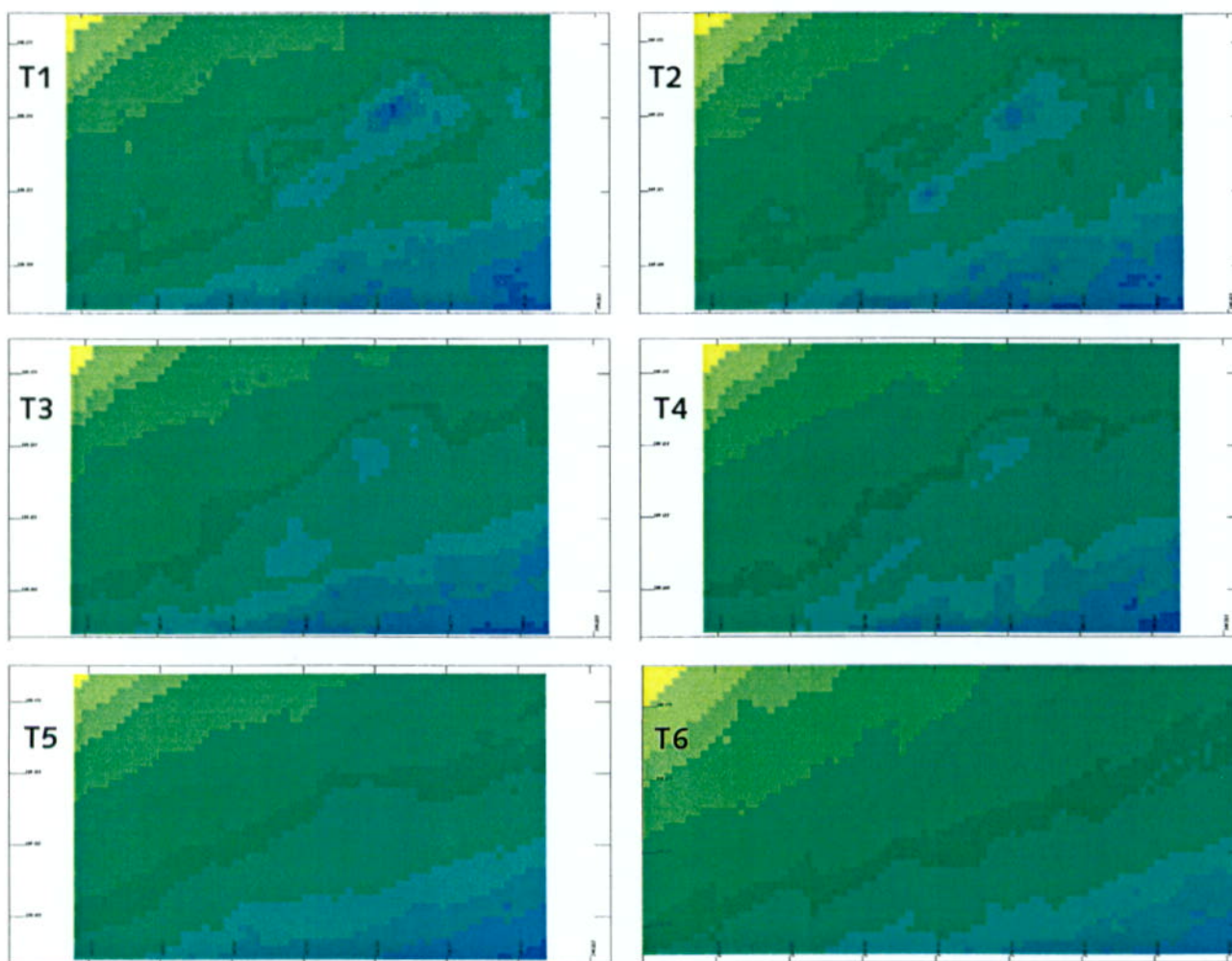
De gemiddelde diepte (rechtsonder), een maat voor het volume, is redelijk stabiel voor een maaswijdte tot 5 m. Het gemiddelde diepteverschil (rechtsonder), een maat voor het volumeverschil, varieert sterk met de maaswijdte, maar het minst bij een waarde tot 5 m.

Op grond van bovenstaande is een maaswijdte van 2,5 m gekozen. Hierdoor blijft redelijk veel detailinformatie gehandhaafd bij een geringe kans op fouten in de diepte en het diepteverschil.

Bijlage 2. Relatie tussen diepteverschil (positief is sedimentatie) van T0 en Ti en bijbehorende oppervlakte (te lezen als een frequentieverdeling van de oppervlakte).



Bijlage 3 Diepte in het gebied van de winput voor de opnamen T1 t/m T6.



Legenda: diepte in cm beneden NAP

450 - 550	1000 - 1049
550 - 599	1050 - 1099
600 - 649	1100 - 1149
650 - 699	1150 - 1199
700 - 749	1200 - 1249
750 - 799	1250 - 1299
800 - 849	1300 - 1349
850 - 899	1350 - 1399
900 - 949	1400 - 1450
950 - 999	

Bijlage 4. Diepteverschil in het gebied van de winput tussen de opnamen T0 en T1 t/m T6.

