



---

# Ontwikkeling WMR Benthos Separator

Testen en ontwikkelen van een stroomgoot voor het scheiden van macrozoöbenthos van grof sediment

Auteurs: J.W.P. Coolen, C.L. Weber, B.E. van der Weide, R.G. Jak

Wageningen University &  
Research Rapport C073/17

---

# Ontwikkeling WMR Benthos Separator

Testen en ontwikkelen van een stroomgoot voor het scheiden van macrozoöbenthos van grof sediment



Auteur(s): J.W.P. Coolen, C.L. Weber, B.E. van der Weide, R.G. Jak

Publicatiedatum: September 2017

Wageningen Marine Research Den Helder, september, 2017

---

Wageningen Marine Research rapport C073/17

---

Coolen J.W.P., C.L. Weber, B.E. van der Weide, R.G. Jak, september, 2017. *Ontwikkeling WMR Benthos Separator ; Testen en ontwikkelen van een stroomgoot voor het scheiden van macrozoöbenthos van grof sediment*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C073/17, 27 blz.

Trefwoorden: Klaverbank, sediment, benthos, methodeontwikkeling.

Opdrachtgever: J. Cuperus  
Rijkswaterstaat CIV  
Zuiderwagenvlein 2  
8224 AD Lelystad

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/424222>  
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2017 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel  
van Stichting Wageningen Research  
KvK nr. 09098104,  
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor  
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de  
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen  
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van  
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.  
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven  
en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd  
worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder  
schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doel	5
1.3 Aanpak	5
<b>2 Ontwikkeling stroomgoot</b>	<b>6</b>
2.1 Eerste schaalmodel	6
2.1.1 Doel	6
2.1.2 Beschrijving	6
2.1.3 Bevindingen	7
2.2 Prototypes versies 1, 2 en 3	7
2.2.1 Doel	7
2.2.2 Beschrijving	7
2.2.3 Bevindingen testen functioneren V1 V2 V3	10
<b>3 Testen effectiviteit Benthos Separator</b>	<b>11</b>
3.1 Methoden uitgevoerde testen	11
3.1.1 Kwalitatieve testen	11
3.1.2 Kwantitatieve testen	11
3.1.3 Gemengde Klaverbankmonsters 2015	11
3.1.4 Aanpassingen werkwijze tijdens testen 4 en Klaverbank	12
3.2 Resultaten uitgevoerde testen	12
3.2.1 Kwalitatieve testen	12
3.2.2 Kwantitatieve testen	12
3.2.3 Gemengde Klaverbankmonsters 2015	13
3.3 Discussie uitgevoerde testen	17
3.3.1 Optimale tijdsduur Benthos Separator	17
3.3.2 Testsituatie versus veldsituatie	17
3.3.3 Beschadiging van organismen tijdens uitspoelen	18
3.3.4 Verbeterpunten prototype V3	18
<b>4 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>19</b>
<b>5 Kwaliteitsborging</b>	<b>20</b>
<b>Literatuur</b>	<b>21</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage 1 Technische specificaties</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage 2 Data kwantitatieve tests 1-3</b>	<b>24</b>
<b>Bijlage 3 Data Klaverbankmonsters 2015</b>	<b>25</b>

---

# Samenvatting

Het uitzoeken van macrozoöbenthos uit grove sedimentmonsters kan zeer tijdrovend zijn omdat naast de organismen ook veel bodemmateriaal op de 1 mm zeef achterblijft. Grote volumes geconserveerde monsters moeten dan in het laboratorium verder worden uitgezocht. Vanuit de behoefte om macrozoöbenthosmonsters sneller in het laboratorium te kunnen analyseren is een "WMR Benthos Separator" ontwikkeld om organismen van sediment te scheiden. Een prototype is ontwikkeld waarbij met behulp van sterke waterstromen organismen worden omgewoeld uit het (groe) sediment, zoals aanwezig bij de Klaverbank, waarna deze worden uitgespoeld naar een zeef. Op deze manier wordt tijd bespaard bij verdere analyse in het laboratorium. In dit rapport wordt de ontwikkeling van een aantal prototypes beschreven, evenals testresultaten. In een vervolgtraject kan op basis hiervan een definitief ontwerp worden uitgevoerd.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De bestaande macrozoöbenthos meetnetten van RWS (MWTL) en EZ (WOT schelpdiersurvey) zijn recentelijk uitgebreid om te kunnen voldoen aan de monitoringsvereisten voor de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en de Habitatrichtlijn (HR). Conform het monitoringplan (Mariene Strategie deel II) zullen bij de tweede meting (t1) in 2018 onder andere soortensamenstelling en biomassa per soort, per locatie worden bepaald met behulp van een Hamon happer (Hamon grab) op de Klaverbank.

In het monitoringprogramma van RWS in het kader van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) zullen in 2018, net als in 2015, op de Klaverbank macrozoöbenthosmonsters worden verzameld. De monsters zullen voornamelijk bestaan uit grof materiaal (zand, grind en stenen) met een maximaal volume van 40 liter. Uit de monsternamen in 2015 (AquaSense, beschikbaar via [www.informatiehuismarien.nl/open-data](http://www.informatiehuismarien.nl/open-data)) bleek dat de monsters dermate omvangrijk waren dat verwerking in het laboratorium zeer arbeidsintensief was. Bij bemonstering van de grindbedden van de Borkumse Stenen en bij verwerking van monsters genomen in het L1-2 veld voor een post-drill survey werden vergelijkbare ervaringen opgedaan (Glorius et al. 2012; Bos et al. 2014; Coolen et al. 2015). Voor de monitoring van 2018 wil RWS daarom een 'stroomgoot' ontwikkelen, waarmee aan boord en/of in het laboratorium voorwerk kan worden verricht door de verschillende sedimentfracties en hun geassocieerde fauna te scheiden, waardoor latere verwerking van de monsters efficiënter kan worden uitgevoerd.

Wageningen Marine Research is gevraagd deze apparatuur en een bijbehorende methode te ontwikkelen. Ook moet advies gegeven worden over het aanpassen van het RWS voorschrift '*Veldverwerking (RWSV, B200): Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in het litoraal en sublitoraal in mariene wateren*' voor het hoofdstuk '*Hamon grab*', .

## 1.2 Doel

Het doel van het project was het ontwikkelen en testen van een stroomgoot om macrofauna van grof sediment te scheiden tijdens bemonsteringen op zee. Uiteindelijk is hiervoor een prototype ontwikkeld dat in een latere fase zal worden omgezet in een definitief ontwerp dat kan worden gebouwd.

De ontworpen stroomgoot kan als succesvol worden beschouwd indien (1) het systeem aan boord van een schip gebruikt kan worden voor de effectieve scheiding van macrofauna van (grof) sediment met een volume tot 40 liter en (2) de behandeling leidt tot een vermindering van de benodigde tijd voor het uitzoeken van de monsters.

## 1.3 Aanpak

Er is eerst een schaalmodel ontwikkeld waarmee het principe is getest om in een bak met water en sediment een waterstroom op te bouwen die grof sediment (zand, grind, stenen; Praxis huismerk) in beweging brengt. Op basis van de bevindingen is een tweede model ontwikkeld op een grotere schaal waarmee de efficiëntie van scheiding verder is getest die toepasbaar is voor grotere sedimentmonsters. Aanvankelijk is vooral gewerkt aan het zorgen voor voldoende gerichte kracht om een waterstroom op te wekken en het sediment in beweging te brengen. Daarna is macrozoöbenthos van eerder geanalyseerde monsters aan het sediment toegevoegd om de efficiëntie van scheiding te testen en technische aanpassingen aan te brengen voor het opvangen van de uitgespoelde organismen. Op basis van de ervaringen en het laatste prototype is een advies gegeven over de bouw van een definitieve versie van de stroomgoot.



## 2 Ontwikkeling stroomgoot

### 2.1 Eerste schaalmodel

#### 2.1.1 Doel

Het doel van het eerste schaalmodel was om te testen hoe voldoende waterbeweging kan worden gecreëerd voor het opwerpen van verschillende typen sediment. Daarnaast werd beoogd om te testen of de materialen, zoals loc-line koelwaterpijp, bruikbaar waren voor deze toepassing.

#### 2.1.2 Beschrijving

Het schaalmodel is gebouwd met direct beschikbare materialen. Een 'SuperFish Mini WaterFall Filter' (afmeting uitwendig 250x200x250 mm exclusief overloop) geplaatst op een kunststof kist werd ingezet als behuizing. Om een waterstroom in te kunnen brengen zijn aan de bovenzijde van de vijverbak openingen aangebracht met daardoorheen slangen met aan het uiteinde pijpjes van 'LOC-LINE Koelmiddelslang ½'. Deze pijpjes bestaan uit modulaire draaibare elementen, waardoor de vorm van de pijpjes en daarmee de straalrichting naar wens gevarieerd kan worden. Het overstromende water werd opgevangen in een lager gelegen tweede kunststof kist. Opgevangen water werd via een pomp (opbrengst 7.000 liter per uur) terug in het systeem gebracht (Figuur 1).



*Figuur 1. Opstelling schaalmodel. Zwarte bak: vijverbak, waarin sediment wordt toegevoegd. Blauwe pijpjes in de vijverbak: loc-line pijpjes. Grize bak: opvangbak voor sediment, met daarin de pomp met slangen om water terug te pompen naar de vijverbak (foto: Joop Coolen/WMR).*

Er zijn een tiental testen uitgevoerd met verschillende typen sediment van verschillende korrelgroottes (grind, ophoogzand, metselzand, zilverzand, brekerzand en mengsels hiervan; Praxis huismerk) en met variërende waterstroomsnelheden. Ook is met behulp van verschillende loc-line opzetstukjes bekeken of een brede straal direct onder het wateroppervlak leidt tot een betere afvoer van licht materiaal. Tijdens de testen is tot maximaal 2 liter sediment toegevoegd en is de bak gedurende 5 tot 10 minuten doorstroomd met water en zijn observaties gedaan van het gedrag van het sediment.

---

### 2.1.3 Bevindingen

De conclusie was dat met name de gebruikte 'loc-line' pijpjes (Figuur 1) zeer geschikt waren en dat het eerste doel, namelijk opwerpen van sediment, werd behaald op de gebruikte schaal. Van de verschillende opzetstukjes werd bevonden dat het beter is om deze op basis van veldervaringen en afhankelijk van aangetroffen sediment te variëren. De ontwikkeling werd doorgezet met een eerste testmodel op een 1:1 schaal.

## 2.2 Prototypes versies 1, 2 en 3

### 2.2.1 Doel

Na het testen op kleine schaal was het doel om een 1:1 schaal prototype te ontwikkelen dat, eventueel met kleine aanpassingen, bruikbaar was om een definitieve versie voor gebruik op zee te laten bouwen. Om dit te beoordelen werd onder andere de doorstroomsnelheid en de mate van opwerveling getest.

### 2.2.2 Beschrijving

Met het oog op toekomstig gebruik in Engelstalige beschrijvingen, is ervoor gekozen de 'stroomgoot' voortaan 'benthos separator' te noemen.

Prototype Versie 1 (V1) werd gebouwd op basis van drie HDPE palletboxen, waarbij de basis van de behuizing een aangepaste 'Stapelbak kunststof Groot volume bak Met 3 sleden 99-270p-G' van de firma Kruizinga was ([www.kruizinga.nl](http://www.kruizinga.nl)) (afmetingen inwendig 1110x910x425 mm) (Figuur 2). Aan de korte zijde van de box werd een overloop gemaakt door een gat van 260 mm breed op een hoogte van 300 mm van de bodem. Bovenop de box werd een ringleiding geplaatst van 25 mm doorsnede drukvast PVC. Op deze ringleiding werden met T stukken, kniestukken en een mof met schroefdraad, totaal 20 loc-line pijpjes gemonteerd. Onder de afvoer werd een zeef tafel met 1 mm zeef in een palletbox geplaatst. Water uit de Benthos Separator werd in de box onder de zeef tafel opgevangen en gerecirculeerd met een dompelpomp (opbrengst 7.000 liter per uur).

Prototype V2 was identiek aan V1 met het verschil dat gebruikgemaakt werd van 50 mm doorsnede drukvast PVC om de doorstroomcapaciteit te verhogen en 7 loc-line pijpjes aan ieder lange zijde plus 6 loc-line pijpjes aan de korte zijde tegenover de uitstroomopening. De pijpjes werden gemonteerd in de ringleiding middels een T-stuk van 50 mm waarin een verloop 40-50 gelijmd was met daarin een pijp 40 mm waarin 25 mm kniebochten met mof 25x1/2 inch. Daarin werden de loc-line aansluitingen geschroefd (Figuur 3 en 4).

Prototype V3 was identiek aan V2 met vervanging van de 7.000 liter pomp voor een dompelpomp met 20.000 liter per uur opbrengst (Einhell GE-DP 7935 N ECO Vuilwaterpomp).

Overzicht van de voor prototype V3 gebruikte materialen:

- Einhell GE-DP 7935 N ECO Vuilwaterpomp
- Ribbelslang 50 mm
- Koppelstukken drukvast PVC 50 mm
  - o Kniebochten
  - o T stukken
- PVC verloop 40 naar 50 mm
- PVC pijp 40 en 50 mm
- kniestuk 25 mm
- PVC verloop 1/2 inch naar 25 mm
- Locline koppeling naar 1/2 inch schroefdraad
- Locline flexibele koelwaterpijp
- Locline uitlopen 6, 12 en 19 mm
- Stapelbak kunststof Groot volume bak Met 3 sleden 99-270p-G



- Overloop gemaakt van trespa en tape
- Handzeef 1 mm
- Tafelzeef 1 mm



*Figuur 2. Detail van overstroom uit Benthos Separator prototype V2 en V3 (foto: Joop Coolen/WMR).*





*Figuur 3. Detail loc-line pijpje gelijmd in opvolgend verloop ½ inch naar 25 mm, kniestuk 25 mm, pijp 40 mm, verloop 40 naar 50 mm (foto: Joop Coolen/WMR).*



*Figuur 4. Benthos Separator prototypes V2 en V3 met 50 mm PVC-ringleiding en 20 loc-line pijpjes (foto: Joop Coolen/WMR).*

---

### 2.2.3 Bevindingen testen functioneren V1 V2 V3

Al bij de eerste test van V1 bleek de uitstroom van de loc-line pijpjes te weinig om sediment op te wervelen. Daarom werd prototype V2 gebouwd, waarbij de 25 mm ringleiding werd vervangen voor 50 mm. Bij V2 bleek de opbrengst van de 7.000 liter pomp te weinig om voldoende kracht te ontwikkelen voor opwerveling van sediment. Omdat ingeschat werd dat de capaciteit ongeveer drie keer zo hoog moest zijn, werd een pomp met een capaciteit van 20.000 liter per uur ingebouwd. Deze V3 werd als bruikbaar bevonden om te testen in hoeverre benthische organismen uit het sediment gewerveld werden. Deze versie is ingezet tijdens de testen, zoals beschreven in de volgende hoofdstukken.

---

## 3 Testen effectiviteit Benthos Separator

### 3.1 Methoden uitgevoerde testen

#### 3.1.1 Kwalitatieve testen

Om het principe van de Benthos Separator aan te tonen werden enkele kwalitatieve testen uitgevoerd met artificiële monsters, gemaakt door metselzand (grootteklasse onbekend, naar schatting 0.5-2 mm) en grind (16-32 mm) in willekeurige verhouding en volume, te mengen met opgeslagen monsters uit diverse projecten uit de Noordzee en Waddenzee. Deze monsters werden in de Benthos Separator geplaatst en het systeem werd enkele minuten in werking gesteld. Na afloop werd ingeschat of er een significante hoeveelheid macrofauna uit het monster gedecanteerd was en op de 1 mm zeef terecht was gekomen.

#### 3.1.2 Kwantitatieve testen

Om de efficiëntie van de Benthos Separator te kwantificeren werden 4 testen uitgevoerd met artificiële monsters, gemaakt door menging van 8 liter metselzand met 8 liter grind 16-32 mm. Hierin werden met 6%formaldehyde geconserveerde en later in 70% ethanol gefixeerde organismen uit onderzoek aan offshore olie- en gasplatforms (Coolen et al. 2017) gemengd. Daarbij werd vooraf geteld hoeveel organismen er per soortgroep (Annelida, Echinodermata, Arthropoda, Mollusca en Anthozoa) toegevoegd werden. Soortgroep samenstelling en aantallen per soortgroep wisselden per test. De efficiëntie werd gemeten door de Benthos Separator in 5 blokken van 5 minuten de artificiële monsters te laten opwervelen en per blok het uitstromend sediment en de organismen apart op te vangen. Na afloop van de test werden alle opgevangen organismen per soortgroep per tijdvak geteld. Bij de eerste drie testen is gewerkt met een gemengd monster met enkel Arthropoda (met name kleine Amphipoda, familie Ischyroceridae; o.a. slijkgarmaal *Jassa* spp.), Anthozoa (*Metridium dianthus* en *Sagartia elegans*) en enkele individuen uit Annelida, Bryozoa en Hydrozoa. Deze kleine groepen werden niet op soort geïdentificeerd.

Bij test 4 werden tevens Echinodermata, Annelida (*Syllis gracilis*, *Syllis armillaris*, Syllidae, *Harmothoe extenuata*, *Eulalia viridis*, *Spirobranchus lamarcki*, Nereidinae, Polynoidae) en mosselen *Mytilus edulis* toegevoegd.

Echinodermata bestond uit gemengde afmetingen brokkelsterren *Ophiothrix fragilis* (2 tot 50 mm). Mosselen werden in verschillende afmetingen toegevoegd (20x 0-5 mm, 20x 5-10 mm, 20x 10-15 mm). Grotere mosselen werden niet toegevoegd omdat op basis van de kwalitatieve testen werd ingeschat dat deze volledig achter zouden blijven in de Benthos Separator.

#### 3.1.3 Gemengde Klaverbankmonsters 2015

Omdat artificiële monsters op basis van grof grind, metselzand en epifauna van platforms afwijken van monsters van de Klaverbank, werden ook twee testen uitgevoerd met niet-uitgezochte fracties van monsters van de Klaverbank. Hierbij werden fracties ter grootte van  $\frac{3}{4}$  van monsters met nummer HA-KLA-24 en HA-KLA-67 gedurende 15 minuten met de Benthos Separator V3 behandeld. Zie bijlage 3 voor de soortenlijst van het wèl uitgezochte deel van deze monsters. Deze monsters zijn gedurende twee jaar opgeslagen geweest op 6% formaldehyde en waren bij veldbemonstering reeds gezeefd over 1 mm. De zandfractie <1 mm was hierdoor afwezig in de monsters.

Na afloop werden de uitgespoelde organismen op soortgroep geïdentificeerd en grootteklassen ingeschat. Daarnaast werd 15 minuten gezocht naar organismen in het in de Benthos Separator achtergebleven sediment om een grove indicatie te krijgen van de soorten en afmetingen die niet uitgespoeld werden. De in de Benthos Separator achtergebleven monsters zijn niet verder doorzocht op aanwezigheid van niet uitgespoelde soorten.



---

### 3.1.4 Aanpassingen werkwijze tijdens testen 4 en Klaverbank

Tijdens de testen met Klaverbankmonsters en kwantitatieve test 4 werd de werkwijze van opvangen van organismen in de zeef aangepast. Bij kwantitatieve testen 1 tot 3 bleek de afstand tussen uitstroom van de Benthos Separator en de 1 mm zeef op de zeef tafel zodanig groot dat veel water langs de zeef spatte. Dit werd tijdelijk opgevangen met schotten rond de zeef, maar deze werkwijze werd voor de opvolgende testen aangepast met het volgende: een 1 mm handzeef met geponste gaten werd direct onder de uitstroom geplaatst. Tijdens testen kon deze zeef gewisseld worden met een andere 1 mm handzeef om doorspoelen van dunne organismen met lengte >1 mm te minimaliseren. Water dat door deze zeef stroomde viel daarna op de 1 mm zeef op de zeef tafel. Na afloop van de test bij de Klaverbankmonsters werden zowel organismen in de handzeef als organismen op de zeef tafel bekeken. Tijdens de kwalitatieve test 4 zijn deze twee fracties samengevoegd per tijdsvak van 5 minuten.

## 3.2 Resultaten uitgevoerde testen

### 3.2.1 Kwalitatieve testen

Uit de kwalitatieve testen bleek dat de Benthos Separator goed in staat was om organismen van laag gewicht en/of met grove structuur, op te wervelen en uit te spoelen. Groepen die goed uitspoelden waren Annelida zonder koker tot 80 mm, losliggende Anthozoa tot 20 mm en Arthropoda tot 50 mm (enkel kleine Decapoda ~20 mm). Annelida in koker, zoals *Lanice conchilega* bleken niet uit te spoelen, net als grote Echinoidea.

Veder bleef het toegevoegde grind volledig in de Benthos Separator achter terwijl van het zand bijna uitsluitend korrelgrootte < 1 mm uitspoelde en door de zeef verdween. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het toegevoegde zand bijna volledig uit deze kleine korrelgrootte (<1mm) bestond. Tijdens de werkzaamheden werd vastgesteld dat het noodzakelijk is om de spuitrichting van de loc-line pijpjes te blijven variëren en bovendien met een extra spuitkop aan een tuinslang met krachtige straal ophopingen van sediment uit elkaar te spuiten.

### 3.2.2 Kwantitatieve testen

Tijdens de uitvoering van de eerste drie kwantitatieve testen bleek dat het hergebruiken van spoelwater tussen testen vervuiling veroorzaakte tussen monsters. Daarom worden hier alleen de resultaten van test 4 gepresenteerd. De resultaten van tests 1 tot 3 zijn te vinden in bijlage 2.

#### 3.2.2.1 Resultaten kwantitatieve test 4

In Tabel 1 worden de aan de test toegevoegde organismen en hun uitspoeling per tijdvak samengevat.

Anthozoa, Arthropoda en Annelida bleken het beste uit te spoelen, waarbij binnen 15 minuten op enkele procenten na evenveel was uitgespoeld als na 25 minuten. Anthozoa spoelden volledig uit in 15 minuten, gevolgd door 85% van de Arthropoda (86% in 25 minuten). Mollusca spoelden juist erg slecht uit (totaal 15%) en alleen Mollusca < 5 mm kwamen in de zeef terecht. Van de Annelida spoelden met name individuen van 0-10 mm uit met enkele exemplaren 10-20 mm. Arthropoda bestonden haast 100% uit Gammaridae die allen in de klasse 0-10 mm vielen. De toegevoegde Echinodermata bestonden voornamelijk uit *Ophiotrix fragili* in grootteklasse 0-50 mm. Alle toegevoegde klassen spoelden uit.

De uitspoelende hoeveelheid sediment bleek ook hier erg beperkt. Ten opzichte van de hoeveelheid organismen in de zeef was de hoeveelheid sediment >1 mm verwaarloosbaar. Ook hier wordt opgemerkt dat er weinig fijn sediment van korrelgrootte > 1 mm aan het monster was toegevoegd.



Tabel 1.

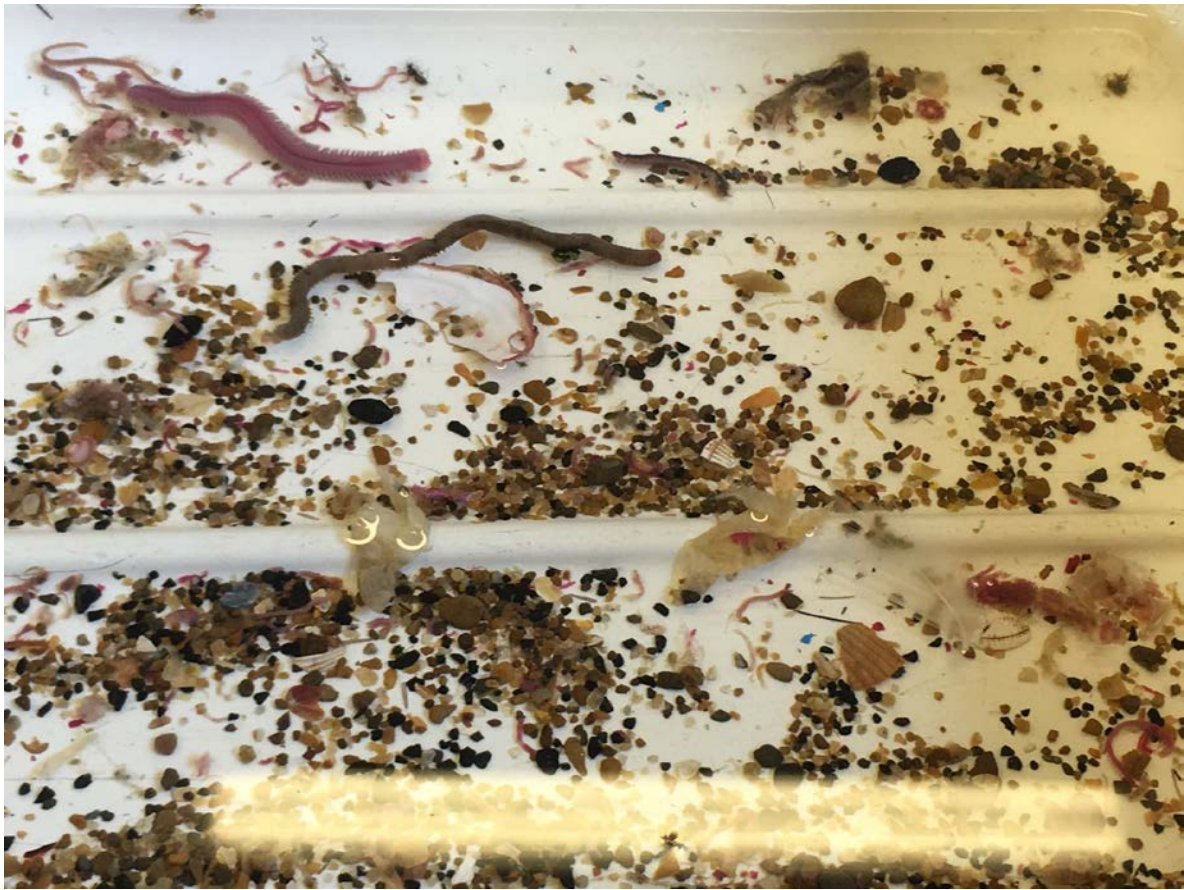
Overzicht van totaal aantal aan test 4 toegevoerde organismen (Totaal aantal in) en per tijdvak aantal uitspoelende organismen (T1 tot en met T5) met doorrekening van de cumulatie van uitspoelen (Cum. Fractie T1-T5 en de totale uitgespoelde aantallen in absolute aantal (Totaal aantal uit) en in percentage ten opzichte van Totalen in (Fractie uit totaal).

Kop	Annelida	Echinodermata	Arthropoda	Mollusca	Anthozoa
<b>Totaal aantal in</b>	<b>102</b>	<b>274</b>	<b>548</b>	<b>60</b>	<b>14</b>
T1: 0 tot 5 min	58	37	384	0	9
T2: 5 tot 10 min	14	58	63	1	5
T3: 10 tot 15 min	0	21	20	4	0
T4: 15 tot 20 min	1	15	5	4	0
T5: 20 tot 25 min	2	6	1	0	0
<b>Totaal aantal uit</b>	<b>75</b>	<b>137</b>	<b>473</b>	<b>9</b>	<b>14</b>
Cum. Fractie T1	57%	14%	70%	0%	64%
Cum. Fractie T2	71%	35%	82%	2%	100%
Cum. Fractie T3	71%	42%	85%	8%	100%
Cum. Fractie T4	72%	48%	86%	15%	100%
Cum. Fractie T5	74%	50%	86%	15%	100%
<b>Fractie uit totaal</b>	<b>74%</b>	<b>50%</b>	<b>86%</b>	<b>15%</b>	<b>100%</b>

### 3.2.3 Gemengde Klaverbankmonsters 2015

Uit de testen met monsters van de Klaverbank (monsters HA-KLA-24 en HA-KLA-67), bleek dat hieruit met name kleine soorten, of grote lichte soorten uitspoelden zoals o.a. lancetvisjes *Brachiostoma lanceolatum* (20-50 mm) en moddergarnalen *Upogebia* spp. (20 tot 50 mm). Daarnaast spoelden met name Annelida en Echinodermata tot 20 mm uit terwijl Polychaeta >20 mm veelal achter leken te blijven, op één *Phyllodoce* spp van 20-50 mm na. Uit vergelijking met data van de uitgezochte fractie bleek dat er waarschijnlijk ook significante hoeveelheden Mollusca van 1-2 mm in de Benthos Separator zijn achtergebleven, maar deze zijn niet aangetroffen bij de korte inspectie van het sediment. Waarschijnlijk zijn deze gemist door de geringe afmeting. Een volledig overzicht van de uitspoelende soorten wordt gegeven in Tabellen 2 en 3 en Figuren 5 en 6 geven twee voorbeelden van uitgespoeld materiaal.

Van beide monsters is achteraf niet alsnog de gehele samenstelling op een traditionele manier uitgezocht om te bepalen wat het totaal aantal aanwezige individuen per taxon zou zijn geweest.



*Figuur 5. Klaverbank sample uitspoelsel uitgespreid in fotobak (foto: Caroline Weber/WMR).*



*Figuur 6. Klaverbank sample uitspoelsel in tafelzeef 1 mm (foto: Caroline Weber/WMR).*

Tabel 2.

Overzicht van aantal uitgespoelde organismen per taxon uit Klaverbankmonster HA-KLA-24 en bij korte inspectie aangetroffen organismen die in de Benthos Separator achterbleven.

sample	HA-KLA-24		
<b>fractie</b>	<b>Achtergebleven in Benthos Separator</b>		
<b>taxon</b>	<b>aantal</b>	<b>opmerkingen</b>	<b>grootte</b>
Polychaeta	0	fragmenten	0 - 1 cm
<b>fractie</b>	<b>Opgevangen op de handzeef</b>		
<b>taxa</b>	<b>aantal</b>	<b>opmerkingen</b>	<b>grootte</b>
<i>Upogebia</i>	meerdere	5 a 10	2 - 5 cm
<i>Notomastus</i>	meerdere	> 10	0 - 1 cm
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	iig 2		2 - 5 cm
Phyllodoce	iig 1		2 - 5 cm
Polynoidae	meerdere		0 - 1 cm
Polynoidae	iig 1		1 - 2 cm
Nereidinae	iig 1		0 - 1 cm
<i>Aonides</i>	iig 1		0 - 1 cm
Amphipoda	iig 1		0 - 1 cm
Cumacea	iig 1		0 - 1 cm
Eteoninae	iig fragmenten		0 - 1 cm
Syllidae	iig fragmenten		0 - 1 cm
Glycera	iig 1	juv	0 - 1 cm
<b>fractie</b>	<b>Opgevangen op de zeef tafel</b>		
<b>taxa</b>	<b>aantal</b>	<b>opmerkingen</b>	<b>grootte</b>
Glycera	meerdere	juv	0 - 1 cm
Nereidinae	meerdere		0 - 1 cm
Eteoninae	meerdere		0 - 1 cm
Syllidae	meerdere	ook fragmenten	0 - 1 cm
Notomastus	iig 1	kop, voorste stuk	0 - 1 cm
Amphipoda	iig 2		0 - 1 cm
Decapoda	0	pootjes	0 - 1 cm

Tabel 3

Overzicht van uitgespoelde organismen uit monster HA-KLA-67 en bij korte inspectie aangetroffen organismen die in de Benthos Separator achterbleven.

sample	HA-KLA-67		
fractie	Achtergebleven in Benthos Separator		
soort	aantal	opmerkingen	grootte
Echinoidea	1		0 - 1 cm
Bivalvia	1		1 - 2 cm
Bivalvia	1		0 - 1 cm
Polychaeta	0	fragmenten	2 - 5 cm
Polychaeta	0	fragmenten	0 - 1 cm
fractie	Opgevangen in handzeef		
soort	aantal	opmerkingen	grootte
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	meerdere		2 - 5 cm
Echinoidea	meerdere		0 - 1 cm
Amphipoda	meerdere		0 - 1 cm
Asteroidea	iig 1		0 - 1 cm
<i>Glycera</i>	meerdere		0 - 1 cm
<i>Aonides</i>	iig 1		0 - 1 cm
<i>Notomastus</i>	meerdere		0 - 1 cm
Eteoninae	iig 1		0 - 1 cm
<i>Pholoe</i>	meerdere		0 - 1 cm
<i>Upogebia</i>	meerdere		2 - 5 cm
Opheliidae	iig 1		1 - 2 cm
Nereidinae	iig 1		1 - 2 cm
fractie	Opgevangen in zeef tafel		
soort	aantal	opmerkingen	grootte
Syllidae	meerdere		0 - 1 cm
<i>Aonides</i>	meerdere		0 - 1 cm
Amphipoda	meerdere		0 - 1 cm
Echinoidea	meerdere		0 - 1 cm
<i>Glycera</i>	iig 1	juvenielen	0 - 1 cm
<i>Phyllodoce</i>	iig 1		0 - 1 cm
Eteoninae	iig 1		0 - 1 cm
Polydora achtig	iig 1		0 - 1 cm



---

## 3.3 Discussie uitgevoerde testen

### 3.3.1 Optimale tijdsduur Benthos Separator

De gegevens van uitgespoelde soortgroepen zijn gebruikt om in te schatten wat de meerwaarde van extra spoeltijd is ten opzichte van de aantallen reeds uitgespoelde organismen. Daaruit lijkt bij een minimum van 15 minuten spoeltijd een optimum in het aantal uitgespoelde individuen te zijn voor Annelida, Arthropoda en vooral Anthozoa. Deze groepen spoelden in 15 minuten voor respectievelijk 71%, 85% en 100% uit. 5 minuten extra spoeltijd na 15 minuten geeft tussen de 0 en 1% extra uitgespoelde organismen voor deze groepen. Nog eens 5 minuten extra geeft tussen de 0 en 2% extra uitgespoelde organismen. 10 minuten extra na 15 minuten geeft daarmee tussen de 0 en 3% extra uitgespoelde organismen voor deze groepen.

Bij Echinodermata en Mollusca waren de initiële percentages lager dan bij voorgaande groepen, respectievelijk 42 en 8% na 15 minuten, maar de toename daarna was niet erg hoog. 10 minuten extra geeft voor Echinodermata 8% extra en voor Mollusca 7% extra. Zeker voor Mollusca lijkt de Benthos Separator in de huidige vorm beperkt effectief.

Omdat bij het nemen van 15-20 monsters per dag (inschatting J. Cuperus, RWS), 5 minuten extra spoeltijd in totaal 75-100 minuten extra werk inhoudt, adviseren wij om in het voorschrift minimaal 15 minuten spoeltijd aan te houden. Langer kan natuurlijk naar inzicht van de op zee aanwezige onderzoekers.

### 3.3.2 Testsituatie versus veldsituatie

Met behulp van artificiële monsters (toevoegen van geconserveerd macrobenthos aan grof sediment) is het aantal benthische organismen dat door de Benthos Separator uit sediment wordt verwijderd gekwantificeerd. Dit is slechts een ruwe schatting omdat de testomstandigheden verschilden van de veldsituatie bij bemonstering van de Klaverbank. De belangrijkste verschillen staan in Tabel 4.

---

Tabel 4

*Belangrijkste verschillen tussen het testen met de Benthos Separator van artificiële monsters en veldmonsters.*

	Testsituatie	Veldsituatie
1	Gebruikte organismen kwamen uit de epifauna van een stalen kunstrif in de kustzone	Organismen zijn epi- en infauna in zand en grindbedden
2	8 liter betongrind en 8 liter brekerszand van de bouwmarkt gebruikt voor aanmaak sediment	Volume en verhouding binnen monster variabel en andere korrelgroottes tussenin aanwezig
3	Dompelpomp met 20.000 liter capaciteit	Afwijkende capaciteit uit deck wash
4	Stabiele werkplek	Werkplek op schepen zal schommelen
5	Tijdens eerste 3 kwantitatieve testen werd spoelwater uit de Benthos Separator hergebruikt bij met vervuiling uit eerdere monsters als gevolg	Spoelwater altijd direct afvoeren en nooit hergebruiken
6	Concept op schaal 1:1 uitgevoerd in HDPE met kleine, hoge uitstroomopening	Veldapparatuur uitvoeren in RVS met brede, lage uitstroomopening
7	Organismen mogelijk over rand zeef gespat door hoge uitstroomopening in eerste testen	Organismen spatten niet uit zeef door lage uitstroomopening en gebruik handzeven
8	Dode en geconserveerde organismen gebruikt	Levende organismen kruipen mogelijk door de zeef, zwemmen tegen de stroming in of houden zich vast aan grof sediment om opwerveling te voorkomen
9	Zeefafel als opvang gebruikt bij eerste 3 kwantitatieve testen	Handzeef boven zeefafel als opvang gebruiken



---

### 3.3.3 Beschadiging van organismen tijdens uitspoelen

In hoeverre organismen beschadigen door gebruik van de Benthos Separator werd niet onderzocht. Het is echter aannemelijk dat bepaalde organismen beschadigd kunnen raken door de krachtige waterstralen. Daarom wordt geadviseerd om de Benthos Separator met een beperkte kracht op te starten en pas na enkele minuten op maximale kracht te laten werken. Mogelijk spoelt een deel van de gevoelige organismen daarmee uit waardoor beschadiging geminimaliseerd wordt. Anderzijds worden monsters bij de huidige methode direct op een zeef tafel verwerkt waarbij ook met kracht water op het sediment komt. Daarnaast worden de organismen daarbij veelal samen met sediment geconserveerd. Deze activiteiten zorgen ook voor beschadiging. Bij inzet van de Benthos Separator is de fractie organismen die met het sediment op de zeef komt veel lager waardoor deze beschadigingen zullen afnemen. Aanvullende testen om deze trade-off te kwantificeren worden aangeraden.

### 3.3.4 Verbeterpunten prototype V3

#### 3.3.4.1 Verhogen fractie uitspoelende organismen

Mollusca en, in mindere mate, Echinodermata spoelen beperkt uit in de huidige opstelling. Met een hogere pompcapaciteit wordt verwacht dat er meer van deze organismen uitspoelen, maar ook meer sediment > 1 mm. Geadviseerd wordt om na de bouw van de definitieve Benthos Separator te testen met pompen van verschillende aanvoervolumes om het optimum te bepalen. Bij aansluiting op een deck-wash aan boord zou dan bijvoorbeeld een doorstroom meter toegevoegd kunnen worden om een optimale aanvoer van water in te kunnen stellen. Anderzijds kan beschadiging van organismen door een te krachtige waterstraal problemen opleveren bij latere identificatie. Daarom wordt aanbevolen om de Benthos Separator op te starten met een beperkte aanvoercapaciteit en de aanvoer gaandeweg het spoelen op te hogen tot een nog nader te bepalen optimum.

#### 3.3.4.2 Efficiënter verplaatsen sediment naar zeef

In de huidige opzet is het arbeidsintensief om het achterblijvende sediment over te scheppen naar de zeef voor finale spoeling. Dit kan voor de definitieve bouw van de Benthos Separator beter worden uitgevoerd door de wand aan de uitspoelkant deels uitschuifbaar te maken. Daardoor kan na einde van uitspoelen (en verwijdering van organismen van de zeef) de wand langzaam worden uitgeschoven waarna water en sediment in de zeef tafel spoelen. Door naspoelen met tuinslang kan de Benthos Separator opvolgend snel gereedgemaakt worden voor een volgend monster.

#### 3.3.4.3 Deck-wash aankoppelen

Om vervuiling tussen monsters te voorkomen dient het spoelwater niet te worden opgevangen in een box maar direct te worden afgevoerd. Spoelwater wordt dan aangevoerd via de deck-wash. Mogelijk is hierdoor ook een gewenste ophoging van pompcapaciteit geregeld.

---

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van testen met geconserveerde monsters in een lab-omgeving, lijkt de WMR Benthos Separator geschikt voor het scheiden van een aanzienlijke fractie organismen uit benthosmonsters. De verwachting is dat dit ook in een veldsituatie zal werken, na enkele aanvullende testen.

Loslevende Anthozoa zijn in een veldsituatie waarschijnlijk tot 100% te verwijderen. Anderzijds zullen de meeste Anthozoa vastzitten op stenen, waardoor uitspoelen niet mogelijk is. Met name bij soorten die een schrikreactie vertonen tijdens conservering en tentakels intrekken ontstaat een aanvullend voordeel dat uitgespoelde organismen met een verdovend middel kunnen worden behandeld voor conservering. Dit vergemakkelijkt de identificatie op later moment nog extra.

Op basis van uitgespoelde organismen (65% gemiddeld na 15 minuten) wordt ingeschat dat tussen de 30 en 70% uitzoektijd per monster kan worden bespaard door inzet van de Benthos Separator. Dit percentage hangt sterk af van de monstersamenstelling en is ingeschat op basis van ervaringen binnen WMR met het verwerken van monsters van de Borkumse Stenen en L1-2 waar het volledig uitzoeken van monsters van 20 liter gemiddeld 24 uur arbeid kostte (Glorius et al. 2012; Bos et al. 2014; Coolen et al. 2015).

Om de hoeveelheid uitspoelende organismen verder te optimaliseren wordt geadviseerd om met de uiteindelijk gebouwde versie nog enkele testen met andere doorstromingsnelheden en gekwantificeerde Klaverbankmonsters uit te voeren voordat de Benthos Separator ingezet wordt bij veldtesten.

Na optimalisatie van de hoeveelheid uitspoelende organismen wordt geadviseerd aanvullend te testen met enkele verse monsters van de Klaverbank om het effect van levende organismen verder in beeld te krijgen en het protocol voor gebruik van de Benthos Separator verder te optimaliseren.

---

## 5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

---

# Literatuur

- Bos OG, Glorius S, Coolen JWP, Cuperus J, Weide BE van der, Agüera Garcia A, van Leeuwen PW, Lengkeek W, Bouma S, Hoppe M, Van Pelt H (2014) Natuurwaarden Borkumse Stenen Project Aanvullend beschermd gebied.
- Coolen JWP, Bos OG, Glorius S, Lengkeek W, Cuperus J, Van der Weide BE, Agüera A (2015) Reefs, sand and reef-like sand: A comparison of the benthic biodiversity of habitats in the Dutch Borkum Reef Grounds. *Journal of Sea Research* 103:84–92.
- Coolen JWP, van der Weide BE, Cuperus J, Van Moorsel GWNM, Faasse MA, Blomberg M, Lindeboom HJ (2017) Chapter 6: Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms and natural reefs. In: PhD-thesis North Sea Reefs. Benthic biodiversity of artificial and rocky reefs in the southern North Sea.
- Glorius ST, Weide BE van der, Kaag NHBM (2012) Post drill survey L1-2 in Borkum-reef grounds. IMARES Report no. C008/12. Den Helder, NL

---

# Verantwoording

Rapport: C073/17  
Projectnummer: 4312100065

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. O.G. Bos  
Onderzoeker

Handtekening:

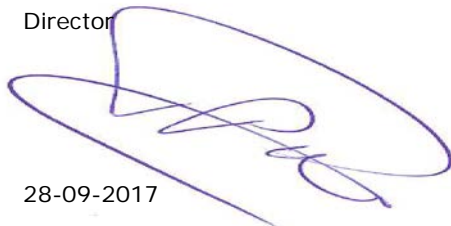
Datum: 28-09-2017



Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult  
Director

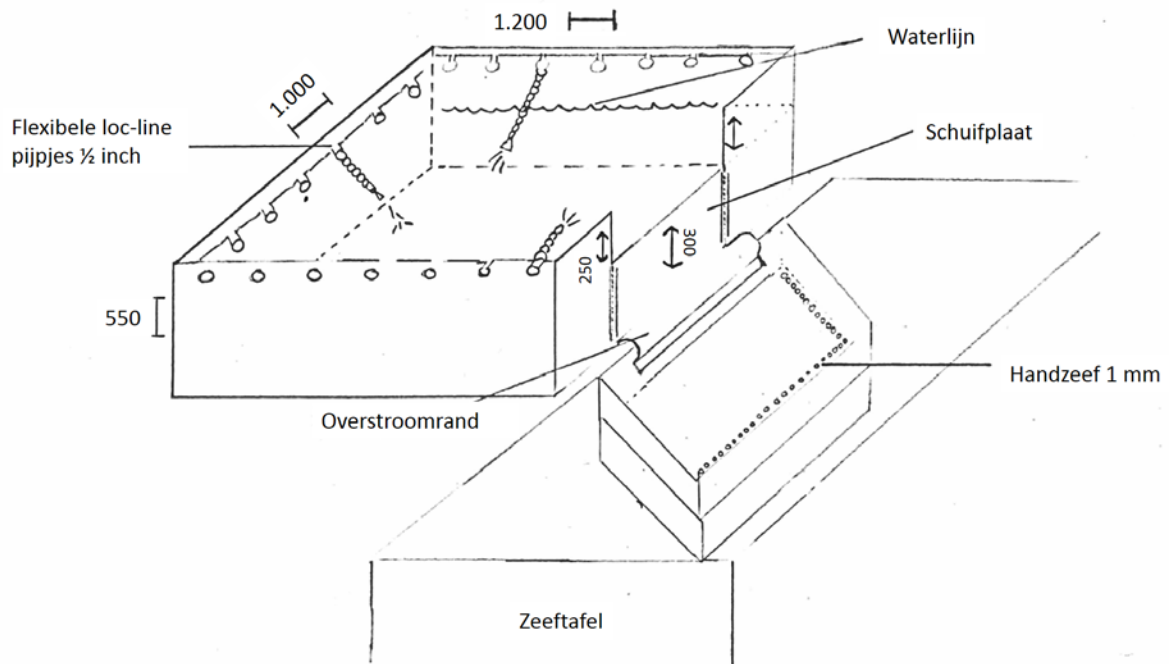
Handtekening:

Datum: 28-09-2017





# Bijlage 1 Technische specificaties



Figuur bijlage 1. Schematische tekening van het definitieve ontwerp Benthos Separator. Afmetingen in mm (tekening: C. Weber).

Lengte buitenmaat:	1.200 mm
Breedte buitenmaat:	1.000
Hoogte buitenmaat:	550 mm
Hoogte schuifplaat overstrom:	300 mm maar tevens uitvoeren in 250 mm en 200 mm
Breedte schuifplaat overstrom:	700 mm of smaller indien breedte zeeftafel <800 mm
Aantal loc-line pijpjes:	20 stuks 1/2 inch
Doorsnede ringleiding:	50 mm of groter
Aanvoercapaciteit water:	20.000 liter per uur of hoger indien regelbaar
Materiaal bekisting:	RVS 316 of minimaal vergelijkbare kwaliteit RVS

## Bijlage 2 Data kwantitatieve tests 1-3

De hier weergegeven resultaten zijn gebaseerd op tests waarbij spoelwater werd hergebruikt, met vervuiling tussen monsters als gevolg. Met name bij test B is duidelijk dat er vervuiling is opgetreden aangezien er meer Amphipoda uit de test kwamen dan er ingestopt waren.

Test	Tijdvak	Amphipoda	Decapoda	Polychaeta	Bryozoa	Anthozoa	Hydrozoa	Mollusca
B	Totaal in	489	3	1	aanwezig	15	aanwezig	1
C	Totaal in	545	3	2	0	7	aanwezig	4
D	Totaal in	518	2	2	0	6	aanwezig	2
B	T1: 0 tot 5 min	363	2	1	aanwezig	4	aanwezig	0
B	T2: 5 tot 10 min	114	1	0	aanwezig	6	aanwezig	0
B	T3: 10 tot 15 min	57	0	0	0	4	aanwezig	0
B	T4: 15 tot 20 min	7	0	0	0	0	0	0
B	T5: 20 tot 25 min	4	0	0	0	0	0	0
C	T1: 0 tot 5 min	425	2	2	0	5	aanwezig	0
C	T2: 5 tot 10 min	28	0	0	0	1	aanwezig	0
C	T3: 10 tot 15 min	9	0	0	0	0	0	0
C	T4: 15 tot 20 min	3	0	0	0	0	0	0
C	T5: 20 tot 25 min	2	0	0	0	0	0	0
D	T1: 0 tot 5 min	341	0	1	0	4	aanwezig	0
D	T2: 5 tot 10 min	30	1	1	0	1	aanwezig	1
D	T3: 10 tot 15 min	11	0	0	0	1	aanwezig	0
D	T4: 15 tot 20 min	6	0	0	0	0	aanwezig	1
D	T5: 20 tot 25 min	8	0	0	0	0	0	0
B	Totaal uit	545	3	1	0	14	0	0
C	Totaal uit	467	2	2	0	6	0	0
D	Totaal uit	396	1	2	0	6	0	2

## Bijlage 3 Data Klaverbankmonsters 2015

### Klaverbank 24

Taxonnaam	JU/AD	AANWEZIGHEID	Aantal (n)	GEM LTE (mm)	Definitieve factor
<i>Amphiuridae</i>	JU		8		8
<i>Aonides paucibranchiata</i>	AD		40		8
<i>Asteroidea</i>	JU		16		8
<i>Atherospio guillei</i>	AD		16		8
<i>Bivalvia</i>	AD		4	10,00	8
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	AD		8		8
<i>Caecum glabrum</i>	AD		56		8
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	AD		1		1
<i>Diastylis rugosa</i>	AD		8		8
<i>Dosinia exoleta</i>	AD		1	35,00	1
<i>Echinocyamus pusillus</i>	AD		40		8
<i>Eteone flava agg.</i>	AD		40		8
<i>Eteoninae</i>	AD		8		8
<i>Glycera</i>	JU		88		8
<i>Glycera lapidum</i>	AD		16		8
<i>Goniadella bobrezkii</i>	AD		24		8
<i>Grania postclitellochaeta</i>	AD		8		8
<i>Hydroides norvegica</i>	AD		8		8
<i>Hydrozoa</i>	AD	AANWEZIG			
<i>Laonice bahusiensis</i>	AD		8		8
<i>Mediomastus fragilis</i>	AD		8		8
<i>Megamphopus cornutus</i>	AD		8		8
<i>Nemertea</i>	AD		40		8
<i>Notomastus latericeus</i>	AD		72		8
<i>Ophelia celtica</i>	AD		16		8
<i>Phoronida</i>	AD		8		8
<i>Pirodrilus minutus</i>	AD		8		8
<i>Pisione remota</i>	AD		24		8
<i>Podarkeopsis capensis</i>	AD		24		8
<i>Polynoidae</i>	JU		16		8
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	AD		8		8
<i>Retusidae</i>	JU		8		8
<i>Sipuncula</i>	AD		1		1
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	AD		8		8
<i>Streptosyllis</i>	AD		8		8
<i>Syllis cornuta</i>	AD		64		8
<i>Thracia</i>	JU		8	1,50	8
<i>Upogebia deltaura</i>	AD		32		8

Klaverbank 67

Taxonnaam	JU/AD	Aantal (n)	GEM LTE (mm)	Definitieve factor
<i>Amphipoda</i>	AD	16		4
<i>Aonides paucibranchiata</i>	AD	56		4
<i>Asteroidea</i>	JU	4		4
<i>Atherospio guillei</i>	AD	4		4
<i>Bivalvia</i>	JU	40	1,65	4
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	AD	16		4
<i>Caulleriella alata</i>	AD	8		4
<i>Sabellidae</i>	AD	8		4
<i>Cirratulidae</i>	AD	4		4
<i>Corbula gibba</i>	JU	8	1,50	4
<i>Diastylis</i>	JU	8		4
<i>Dosinia</i>	JU	4	5,00	4
<i>Dosinia exoleta</i>	AD	4	16,00	4
<i>Echinocyamus pusillus</i>	AD	40		4
<i>Edwardsia</i>	AD	12		4
<i>Glycera</i>	JU	44		4
<i>Glycinde nordmanni</i>	AD	4		4
<i>Goniadella bobrezkii</i>	AD	8		4
<i>Grania postclitellochaeta</i>	AD	52		4
<i>Leptocheirus hirsutimanus</i>	AD	12		4
<i>Mediomastus fragilis</i>	AD	4		4
<i>Megamphopus cornutus</i>	AD	32		4
<i>Nemertea</i>	AD	56		4
<i>Notomastus latericeus</i>	AD	24		4
<i>Ophelia</i>	JU	4		4
<i>Ophiuroidea</i>	JU	16		4
<i>Pholoe baltica</i>	AD	8		4
<i>Polynoidea</i>	JU	8		4
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	AD	12		4
<i>Retusidae</i>	JU	4		4
<i>Scolecopsis korsuni</i>	AD	12		4
<i>Syllis cornuta</i>	AD	4		4
<i>Thracia villosiuscula</i>	AD	4	18,00	4
<i>Upogebia deltaura</i>	AD	20		4
<i>Urothoe marina</i>	AD	32		4

---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 09 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korryngaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



---

Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

**Wageningen University & Research** is specialised in the domain of healthy food and living environment.

**The Wageningen Marine Research vision:**

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

**The Wageningen Marine Research mission**

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.

---