



Project Smartsediment is gefinancierd binnen het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling.  
Meer info: [www.grensregio.eu](http://www.grensregio.eu)



**Interreg**   
Vlaanderen-Nederland  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

# Factual Data rapport Plaatrandstudie Suikerplaat 2018



Tim Schellekens  
25-06-2019

## Contents

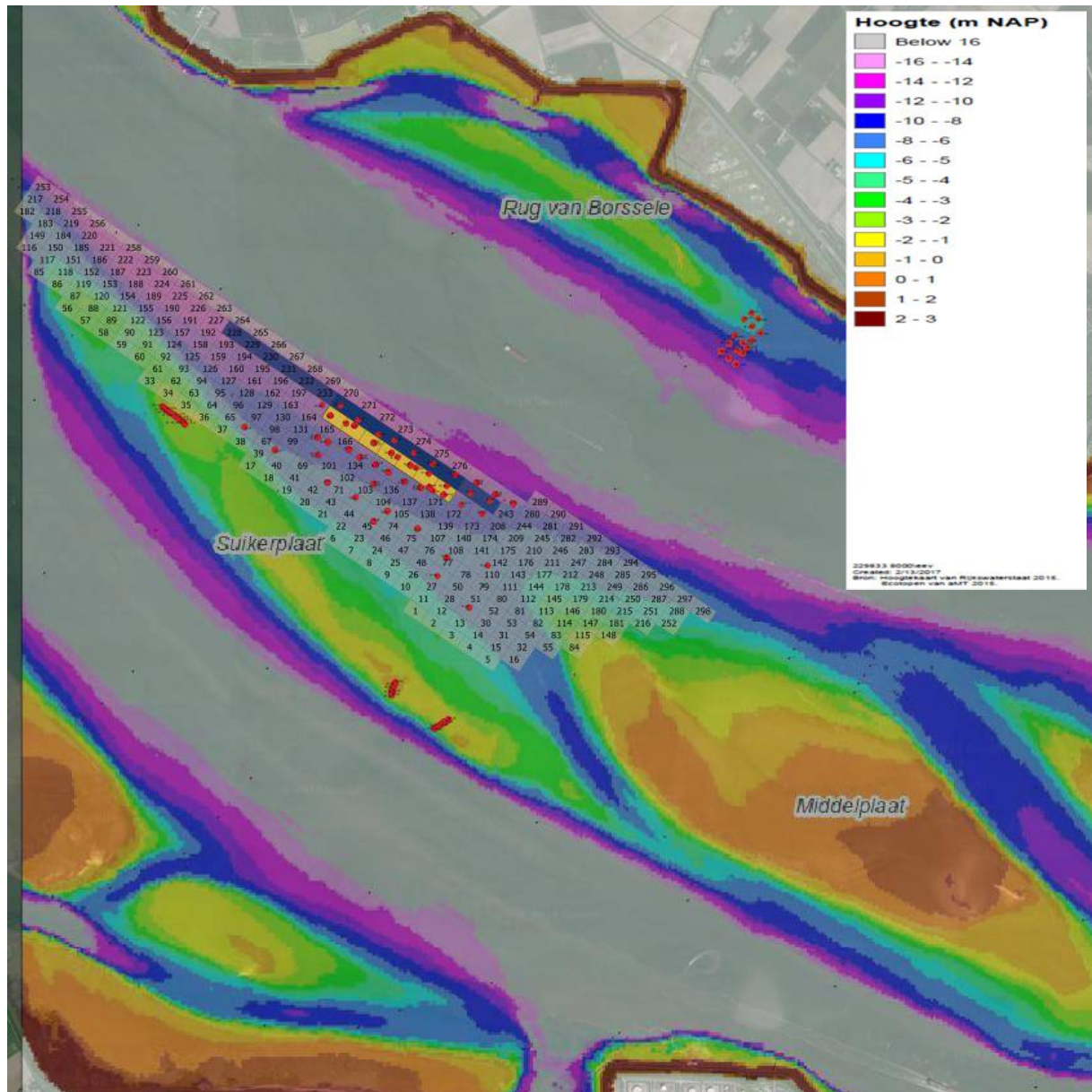
|   |    |
|---|----|
| 1. Inleiding.....   | 3  |
| 2. Materiaal en Methode .....                             | 5  |
| 2.1 Strategie.....  | 5  |
| Sublitoraal.....  | 5  |
| Litoraal.....   | 6  |
| Nonnetjesbank.....  | 7  |
| 2.2 Staalname .....                                       | 8  |
| Litoraal.....   | 9  |
| Sublitoraal.....  | 10 |
| 3. Verwerking.....  | 11 |
| 4. Exploratieve data-analyse .....                        | 12 |
| Sublitoraal .....   | 12 |
| Litoraal .....  | 13 |
| Aantallen, biomassa en soortenrijkdom faunastalen .....   | 14 |
| Sublitoraal.....  | 14 |
| Litoraal.....   | 31 |
| Granulometrie en organisch materiaal sedimentstalen ..... | 34 |
| Sublitoraal.....  | 34 |
| Litoraal.....   | 43 |
| Bijlage I: stalenlijst inclusief coördinaten.....         | 45 |
| Bijlage II: Bathymetrie.....                              | 51 |

## 1. Inleiding

Sinds de derde verruiming van de Schelde is de strategie voor het terugstorten van onderhoudsbaggerspecie gewijzigd, met name in de Westerschelde. Er wordt 'slimmer omgegaan met sediment'. In de Westerschelde is een bagger- en stortprogramma ontwikkeld dat gericht is op zogenaamd "flexibel storten" en streeft naar vermindering van het onderhoudsbaggerwerk en tegelijkertijd een bijdrage levert aan het oppervlak ecologisch waardevol ondiep water en intergetijdengebied.

Om uitspraken te kunnen doen over de effecten van verschillende bestaande stort-, bagger- en suppletietechnieken worden op vergunde stortlocaties tal van abiotische parameters gemeten. Biotische parameters worden binnen het kader van systeemmonitoring van de Westerschelde bekeken (o.a. MWTL-monitoring). Om betere conclusies te kunnen trekken over biotische effecten van de stortactiviteiten, voornamelijk ter hoogte van plaatrandstortingen aan de Suikerplaat, zijn binnen deze opdracht bij wijze van proef aldaar een aantal biologische parameters intensiever opgevolgd. Het doel van de staalname is het effect van bestortingen op de fauna vaststellen. Dit effect kan zowel direct (begruving, zoals in het sublitoraal) als indirect (bv. overvloeiing van het (sub)litoraal vanuit bestortte vakken) zijn.

Om een effect aan te kunnen tonen op de ecologie van de Suikerplaat is een kwantitatieve bemonstering van benthos dmv steekbuizen (litoraal) en boxcorers (sublitoraal) ingezet. Dit factual data rapport is een eerstelijnsrapportage met een omschrijving van de verrichtte werkzaamheden en een eerste oplistijng van de data verkregen na verwerking van de stalen. Deze rapportage geeft daarmee inzicht in de mogelijkheden voor data-analyse naar de effecten van de zandstortingen aan de Suikerplaat op de fauna.



Figuur 1: Overzichtskaart met bathymetrie van betrokken omgeving van de Suikerplaat. Genummerde vakken zijn stortvakken. Gele vakken zijn bestort maart 2017. Blauwe vakken zijn bestort december en maart 2018 (zie ook Tabel 1). Rode punten zijn staalnelocaties (meer details in bijlagen).

## 2. Materiaal en Methode

### 2.1 Strategie

Het doel van de staalname in dit project is het effect van bestortingen op de fauna vaststellen. Om aan te tonen dat de stortingen een effect hebben op ecologie van de Suikerplaat is een kwantitatieve bemonstering van benthos dmv steekbuizen en boxcorers ingezet op vijf meetmomenten (zie tabel 1). Aangenomen wordt dat door de sublitorale bestortingen hydrodynamische luwten gecreëerd. Deze luwten maken de afzet en stabiliteit van fijner sediment mogelijk, zowel sublitoraal als litoraal. Fauna reageert op dit fijner worden van sediment door van samenstelling te veranderen en rijker te worden in biodiversiteit en dichtheid<sup>1</sup>. Vanwege de mogelijk sturende invloed van sedimentsamenstelling op fauna worden in dit project ook sedimentstalen genomen (uit de boxcore, of naast de steekbuis) en geanalyseerd op korrelgrootte en percentage organische stof.

Tabel 1: meetmomenten van het litoraal en sublitoraal.

| meetmoment                       | Sublitoraal (boxcorer) | Litoraal (steekbuis) |
|----------------------------------|------------------------|----------------------|
| <b>T0</b>                        | 14-16 maart 2017       | 16-18 maart 2017     |
| <b>Eerste fase proefstorting</b> | 20-31 maart 2017       |                      |
| <b>T1</b>                        | 11-13 juli 2017        | 12-14 juli 2017      |
| <b>T2</b>                        | 3-5 oktober 2017       | 20-22 maart 2018     |
| <b>Tweede fase proefstorting</b> | 4-15 december 2017     |                      |
| <b>RWS bemonstering</b>          | 7-8 februari 2018      |                      |
| <b>Derde fase proefstorting</b>  | 5-19 maart 2018        |                      |
| <b>T3</b>                        | 20-22 maart 2018       | 10-12 september 2018 |
| <b>T4</b>                        | 9-11 oktober 2018      | -                    |

#### Sublitoraal

Door de bestortingen worden sublitorale locaties waar stalen genomen worden om te analyseren ondieper. Faunasamenstelling op een locatie is daarnaast afhankelijk van diepteligging. Er kan verwacht worden dat de fauna van een locatie met bestortingen verandert om twee redenen: 1) er is een (in)direct effect van de bestorting (bedelving onder stortplaats of overstuiving naast stortplaats) en 2) er is een (indirect, langere termijn) effect van verandering in diepteligging en hydromorfologie.

Om deze verandering in omstandigheden hoofd te bieden werden bij het maken van het staalnameplan sublitorale monsterpunten a.d.h.v. bathymetrie kaarten verdeeld over diepte-gradiënten in zowel het impactgebied en een controlegebied aan de Rug van Borssele. De monsterpunten werden op het controlegebied zo geplaatst dat het controle kan bieden voor de stortlocatie voor en na storting (diepte -6 tot -13m NAP).

<sup>1</sup> T. Schellekens en T. Vanagt (2017). Ecologische validatie plaatrandstortingen. eCOAST rapport 2016-2015028



## Nonnetjesbank



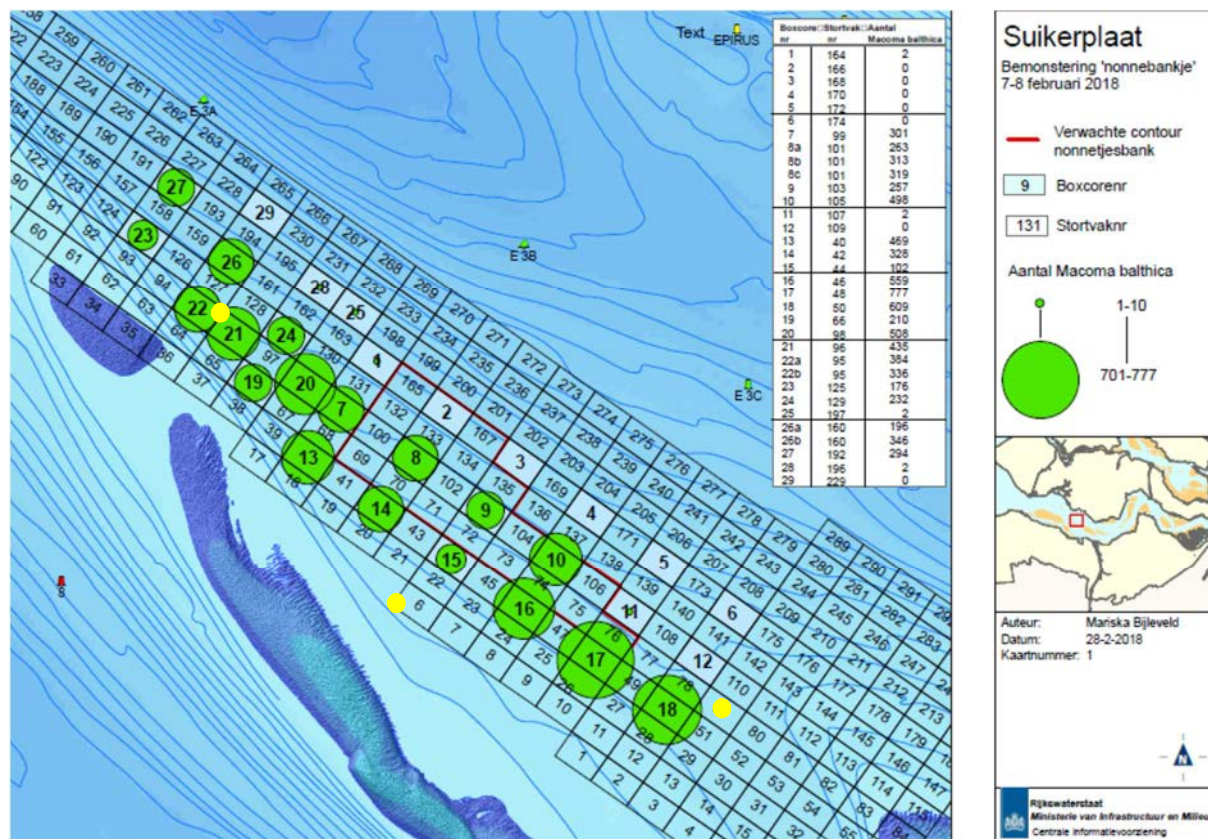
Figuur 3: Gezeefde stalen van Nonnetjesbank voor de ingreep (links) en na de ingreep (T2, rechts).

Een nonnetjesbank is een plaats met hoge dichtheden van *Limecola balthica*, het nonnetje. Door de vondst van een Nonnetjesbank tijdens de T0 midden maart 2017 in het sublitoraal hoger gelegen impactgebied (Figuur 2, groene punten >-10m NAP) is deze zone voor bestorting ontzien zowel eind maart 2017 als december 2017 - maart 2018. Ook was er niet genoeg sediment beschikbaar (afkomstig uit de Honte) om de gehele vergunde stortzone te bestorten. Daarom is gekozen om slechts een smalle strook van bestortingen uit te voeren in zowel maart als december-maart 2018 (zie Bijlage II: Bathymetrie).

De stalen uit hoger gelegen gebieden zijn door de veranderingen in stortstrategie irrelevant geworden in het bepalen van een effect van bestorting. In plaats daarvan is na de T0 (ontdekking Nonnetjesbank) tijdens T1 en T2 getracht de contouren van de Nonnetjesbank beter in beeld te brengen alsook het verloop in dichtheid en biomassa. Er is door RWS ook een aparte campagne uitgevoerd (7 en 8 februari 2018) om de volledige reikwijdte en vitaliteit van de Nonnetjesbank te onderzoeken. Hieruit bleek dat de Nonnetjesbank uitstrekt over de volledige lengte van de Suikerplaat en dat de hoogste dichtheden ten zuidoosten van de vergunde stortzones voorkomen (Figuur 4). De RWS-campagne bevestigde verder het vermoeden dat de Nonnetjesbank stabiel was en niet door de winterstormen uitgespoeld zou worden. Dit vermoeden wordt verder ondersteund door de aanwezigheid van een klei-achtige ondergrond (ook vastgesteld in <sup>2</sup>) waarop de Nonnetjesbank is bevestigd (spoelt niet uit) en historische vermeldingen van hoge biomassa nonnetjes in MWTL-data 2012-2014 (gele punten Figuur 4).

<sup>2</sup> <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>

Door de daaropvolgende verandering van stortstrategie (beperkte storting in raaien i.p.v. zones, zie Bijlage II: Bathymetrie) zijn voor de T3 en T4 locaties geconcentreerd op en rond de nieuwe stortzone gebruikt in december 2017 en maart 2018 (Figuur 26 en Figuur 27).



Figuur 4: Resultaten van staalname op 7 en 8 februari door RWS op de kaart van de wateren rond de Suikerplaat (donker blauw). In totaal 29 boxcorers genomen. Grootte van groene cirkel geeft aantal nonnetjes weer (staat ook in ingevoegde tabel). Gele punten: MWTL monsterpunten (2012-2014) waar meer dan 1500 individuen per m2 zijn gevonden.

## 2.2 Staalname

Op de droogvallende platen (litoraal) en op de permanent overstroomde delen (sublitoraal) in de Westerschelde werden monstercampagnes uitgevoerd volgens de MWTL methodiek (Naber, 2014) RWSV 913.200 versie 4 van Rijkswaterstaat. In de onderstaande tabel is weergegeven welke bemonsteringsapparatuur er werd gebruikt, met de steekdieptes en het aantal steken per monsterlocatie.

Tabel 2: Gegevens bemonsteringsapparaten en diepte

| Waterlichaam  | Onderdeel   | Veldapparaat    | Aantal Steken | Diameter (cm) | Oppervlakte (m <sup>2</sup> ) | Steekdiepte (cm) | Zeeffractie (mm) |
|---------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| Westerschelde | Sublitoraal | Boxcorer geheel | 1             | 31            | 0,078                         | 15-35            | 1                |
|               | Litoraal    | Steekbuis       | 2             | 10            | 0,0078                        | 35               | 1                |



## Litoraal

Voor het bemonsteren van het litoraal werden stalen genomen met een vacuüm steekbuis, zoals beschreven in de MWTL methodiek. De vacuüm steekbuis bestaat uit een buis met lange stang en handvat met daaraan bevestigd een kraan voor het vacuüm zuigen. De bemonstering met een Vacuüm steekbuis is kwantitatief. De steekbuis wordt op de bodem gezet en tot de voorgeschreven diepte bemonsterd. De Vacuüm steekbuis heeft een doorsnede van  $\varnothing$  10 cm en een oppervlakte van 0,0078 m<sup>2</sup>. Het aantal steken per monsterpunt is twee. De bemonsterde steekdiepte is 35 cm. Aanvullend werden twee sedimentmonsters met een doorsnede van 28 mm 8 cm diep apart gestoken ten behoeve van sedimentkarakterisering.



De locatie van een monsterpunt wordt in het veld opgezocht met een GPS. In de Westerschelde wordt in het litoraal per monsterpunt twee steekbuizen (diameter 10cm) genomen tot een diepte van 35 cm, op maximaal 50 cm afstand van elkaar. De monsters worden gezeefd over een zeef met geponste gaten van 1mm en in een vooraf gelabelde pot (voorzien van een unieke monstercode) gebracht. Bij iedere locatie worden twee foto's genomen, een detail opname en een overzichtsfoto. Dit om een beeld te geven van de monsterlocatie en de omgeving. Bij terugkomst in de haven, of laboratorium (binnen maximaal 4 uur) worden de monsters gefixeerd met 6% formaldehyde oplossing in zeewater, gebufferd met borax of een alternatief.

## Sublitoraal

Voor het bemonsteren van het sublitoraal werden stalen genomen met een boxcorer, zoals beschreven in de MWTL methodiek. De boxcorer bestaat uit een rechthoekige of een ronde bak welke in een frame geplaatst wordt. In het frame zit een snijplaat waarop een afsluitplaat ligt die automatisch onder de bak geschoven wordt nadat de bak in de bodem is gezakt. Zo kan een ongestoord bodemonster worden genomen. De monsternamen met een boxcorer is kwantitatief. De boxcorer kan door zijn gewicht en volume alleen gebruikt worden vanaf een schip met hydraulische kraan en voldoende dekruimte en moet bediend worden door daartoe opgeleid personeel. De boxcorer dient voldoende "indrukgewicht" te hebben. De oppervlakte van de boxcorer is 0,078 m<sup>2</sup> (rond, Ø ca. 31 cm). Er wordt 1 boxcorer per monsterpunt genomen. De bemonsterde steekdiepte dient 15 cm – 35 cm te zijn. Aanvullend werd een sedimentmonster uit de boxcorer genomen ten behoeve van sedimentkarakterisering.

Monsterdieptes van de monsterlocaties worden opgenomen op de brug en vastgelegd. De overige parameters (GPS coördinaten, tijdstip en kenmerken van het monster) worden opgenomen door de meetleider van het consortium.

In alle gevallen wordt de steekdiepte van het monster gemeten. Bij een diepte van het gestoken sediment minder dan 15 cm wordt het monster opnieuw genomen. Het monster wordt vervolgens uitgespoeld over een zeef met een zeefdiameter van 1 mm. Het uitgespoelde residu wordt gefixeerd met 6% formaldehyde oplossing in zeewater en in een vooraf gelabelde pot (voorzien van een unieke monstercode) gebracht.



Figuur 5: De Reineck-Boxcorer, met het buizenframe incl gewichten, ketels en messen.

### 3. Verwerking

Hieronder geven we de chronologie van handelingen bij de verwerking van stalen.

#### Faunastalen

- spoelen en zeven over 1mm zeef (aan boord).
- uitzoeken van fauna na kleuring met Bengaals roze
- determineren van alle individuen tot op het laagst mogelijke taxonomische niveau + tellen (geeft samen met monsteroppervlak uit Tabel 2 aantal/m<sup>2</sup>)
- biomassabepaling = verassing ('loss on ignition'):
  - per taxon per staal
  - drogen (tenminste 48h bij 105°C) => drooggewicht (DW)
  - verassen (2h bij 520°C) => asgewicht (AW)
  - biomassa: asvrij drooggewicht AFDW = DW - AW (geeft samen met monsteroppervlak uit Tabel 2 biomassa/m<sup>2</sup>)

#### Sedimentstalen

De sedimentstalen zijn volgens het MONEOS protocol geanalyseerd door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) te Borgerhout.

- granulometrie: korrelgrootteverdeling bepalen aan de hand van laserdiffractie Het WL gebruikt voor de sedimentanalyse de Malvern Mastersizer 2000 met Autosampler 2000. De Autosampler 2000 hanteert voor sampling een hydrovortex welke het hele sedimentstaal (<2000 µm) in beweging brengt. Hierdoor wordt de kans dat grote korrels het beeld afschermen voor de kleinere fractie (slib) verkleind.

- gehalte aan organisch materiaal: zoals biomassabepaling door verassing Het WL gebruikt voor de bepaling van organisch materieel gehalte de PrepAsh.

## 4. Exploratieve data-analyse

### Sublitoraal

Op basis van verschillen in ecologie (biomassa, aantallen en aantallen soorten) en aanwezigheid van voldoende controle punten zijn drie diepteklassen in de data gedefinieerd (zie Tabel 3). De dieptemetingen tijdens staalname zijn hiervoor leidend geweest.

Over het verloop van het project zijn punten in de klasse 'Diep' bestort met zand en daardoor verondiept tot klasse 'Midden'. De klasse 'Midden' is daarom gegroeid in aantal locaties, terwijl de klasse 'Diep' is gedaald in aantal locaties over de tijd (zie Tabel 3). De ontdekking van de Nonnetjesbank in de klasse 'Hoog' heeft ertoe geleid dat staalname T3 en T4 niet langer in deze diepteklasse heeft plaatsgevonden (Figuur 27). In plaats daarvan zijn er meer punten in de klasse 'Midden' toegevoegd.

Tabel 3: aantal locaties per meetmoment in impact en controlegebied tussen 0 verdeeld in drie klassen met verschillende diepteligging

|   | T0 (control) | T1 (control) | T2 (control) | T3 (control) | T4 (control) |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Diep</b><br>< -11,25m NAP            | 11 (4)       | 6 (3)        | 6 (2)        | 1 (6)        | 1 (3)        |
| <b>Midden</b><br>-11,25 tot -8,75 m NAP | 9 (4)        | 14 (5)       | 15 (7)       | 18 (3)       | 28 (9)       |
| <b>Hoog</b><br>>-8,75 m NAP             | 10 (7)       | 13 (7)       | 5 (6)        | 1 (6)        | 1 (3)        |
| <b>totaal</b>                           | 30 (15)      | 32 (15)      | 27 (15)      | 20 (15)      | 30 (15)      |

Voorafgaand aan de stortingen in maart en december 2017 was niet duidelijk waar precies gestort zou worden. In plaatsing van de staalnamelocaties kon hier dus geen rekening mee gehouden worden. Om het effect van bestorting na te gaan is aan de hand van stortingsgegevens (zie Bijlage II: Bathymetrie) achteraf nagegaan welke locaties in het impactgebied bestort zijn en welke niet. Op basis van de stortingsgegevens is een indeling in staalnamelocaties gemaakt. Tabel 4 geeft een overzicht van het aantal locaties dat bestort is in maart en december 2017 en maart 2018.

Door de specificaties van staalnamelocaties op basis van bathymetrie gegevens en dieptemetingen zijn 4 typen staalnamelocaties te onderscheiden in het impactgebied: stortzone mrt 2017, stortzone dec 2017-mrt 2018, buiten stortzone mrt 2017 en stortzone dec 2017-mrt 2018. In de komende presentatie van eerstelijns-resultaten is onderscheid gemaakt in deze groepen om eventuele directe en langetermijn effecten te kunnen onderscheiden.

Tabel 4: aantal staalname-locaties welke in het impactgebied zijn bestort (en onbestort) verdeeld in klassen 'diep' en 'midden'. (Het enige punt (M10\_T4) in klasse 'hoog' dat bestort is geweest (december 2017) is niet opgenomen in deze lijst vanwege esthetische overwegingen en onbelang voor de onderzoeksvraag).

| <b>Storting mrt 2017<br/>binnen (buiten)</b> | <b>T0</b> | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Diep</b><br>< -11,25m NAP                 | 6 (5)     | 1 (5)     | 2 (4)     | 1 (0)     | 0 (1)     |
| <b>Midden</b><br>-11,25 tot -8,75 m NAP      | 1 (8)     | 6 (8)     | 5 (10)    | 6 (12)    | 10 (18)   |

| <b>Storting dec 2017 en mrt 2018<br/>binnen (buiten)</b> | <b>T0</b> | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Diep</b><br>< -11,25m NAP                             | 2 (9)     | 2 (4)     | 2 (4)     | 0 (1)     | 0 (1)     |
| <b>Midden</b><br>-11,25 tot -8,75 m NAP                  | 0 (9)     | 0 (14)    | 0 (15)    | 2 (16)    | 9 (19)    |

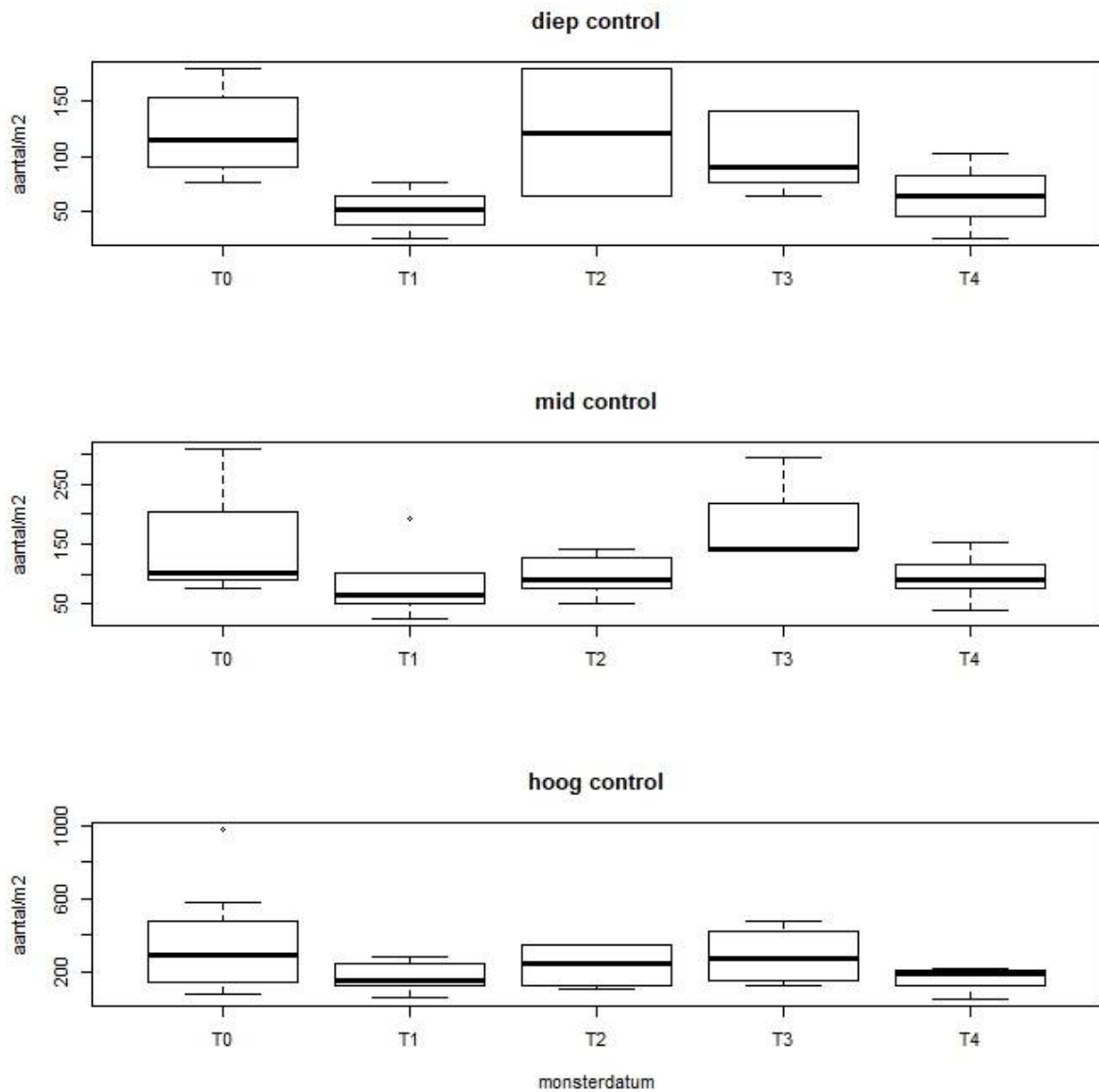
## Litoraal

De litorale raaien zijn niet in hoogteligging veranderd gedurende de periode van staalname. Door de verandering in uitvoering van de storting aan de Suikerplaat zijn de verwachtingen voor het litoraal niet wezenlijk veranderd. De raaien zoals oorspronkelijk opgezet in het staalname-plan zijn daarom niet veranderd en gemonitord gedurende T0-T3. In de komende presentatie van eerstelijns-resultaten is daarom enkel onderscheid gemaakt in deze raaien.

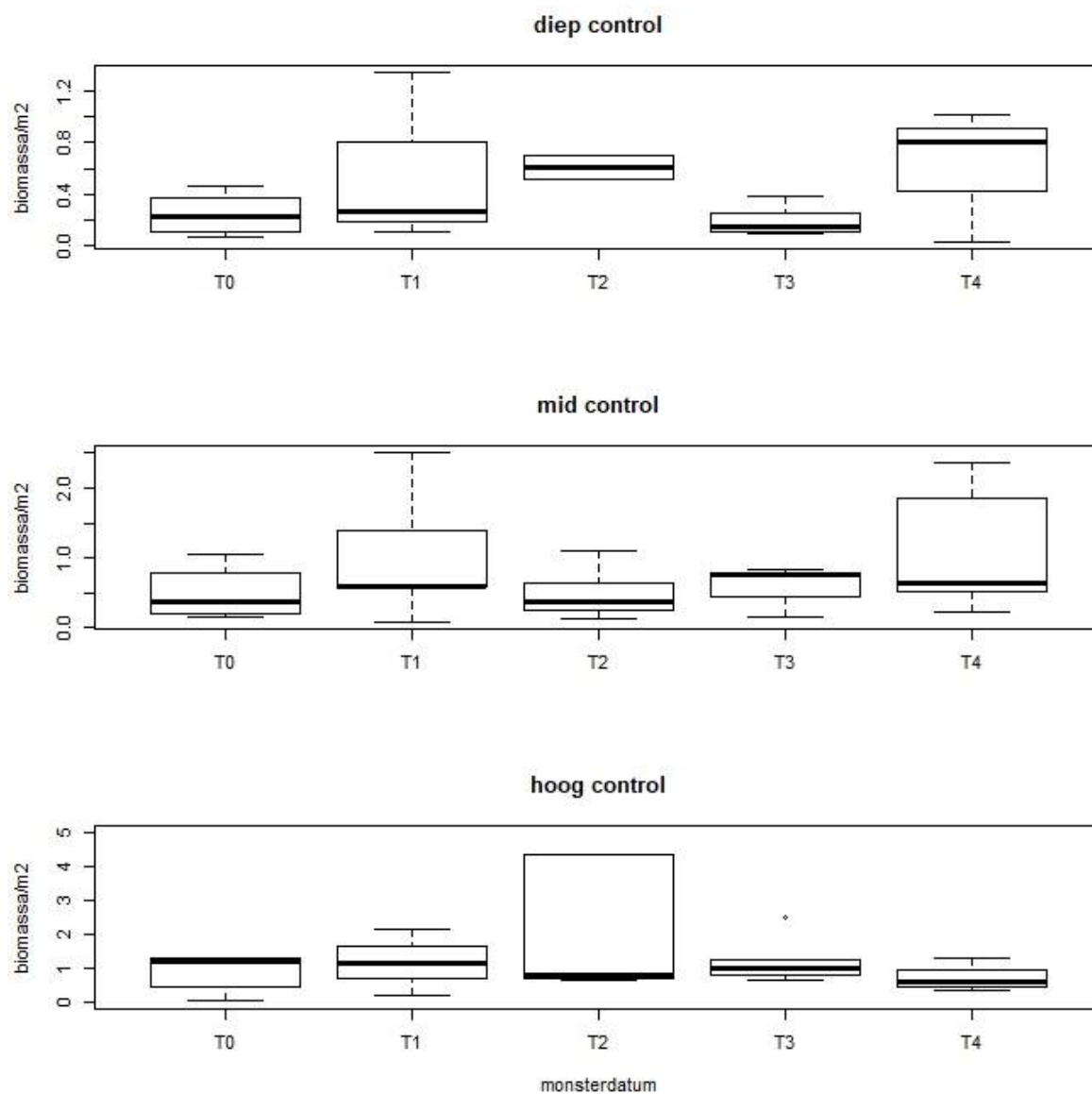
## Aantallen, biomassa en soortenrijkdom faunastalen

### Sublitoraal

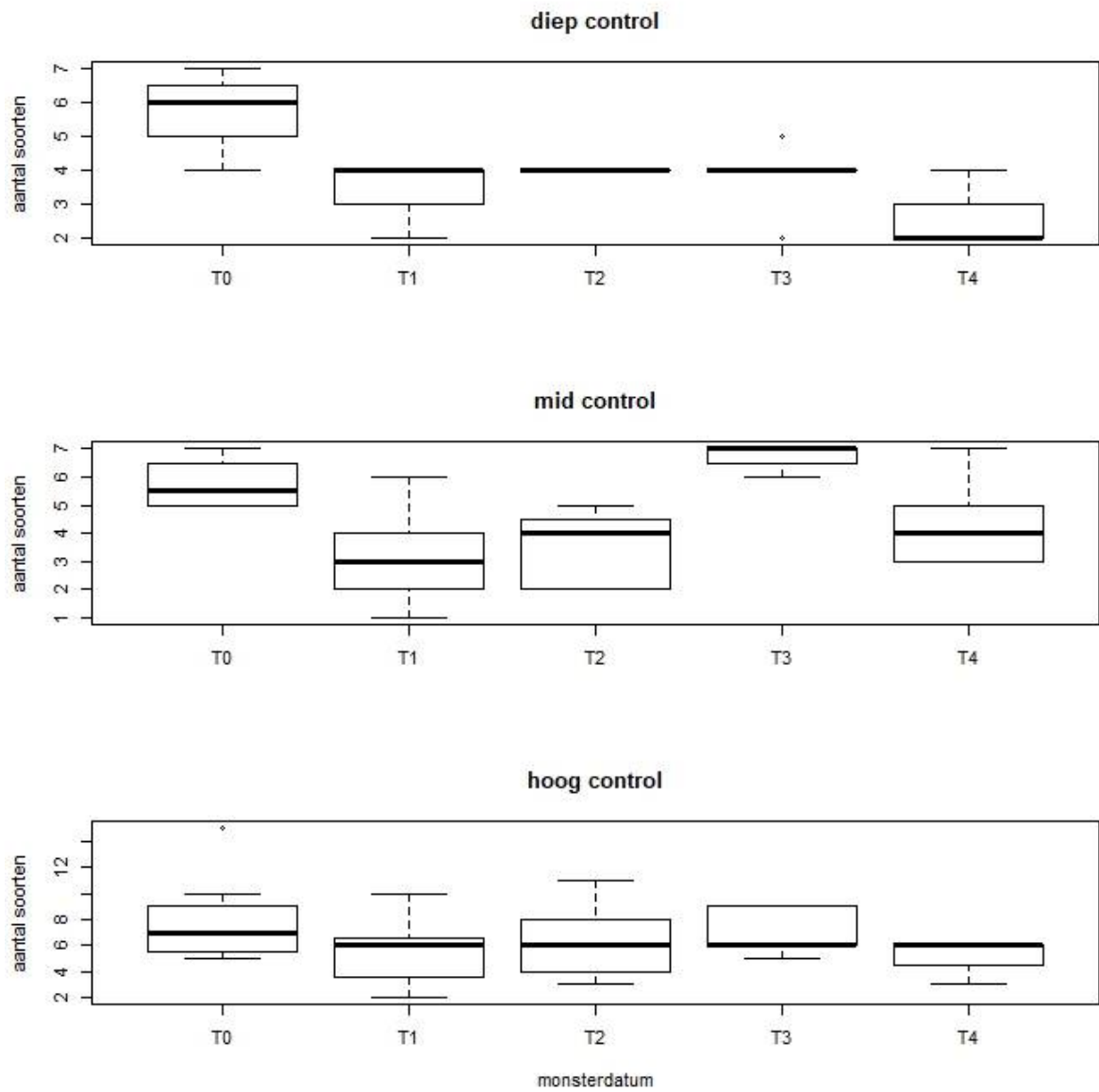
#### Rug van Borssele, controlegebied



Figuur 6a: Aantallen per vierkante meter in controlegebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog.



Figuur 6b: Biomassa per vierkante meter in controlegebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog.

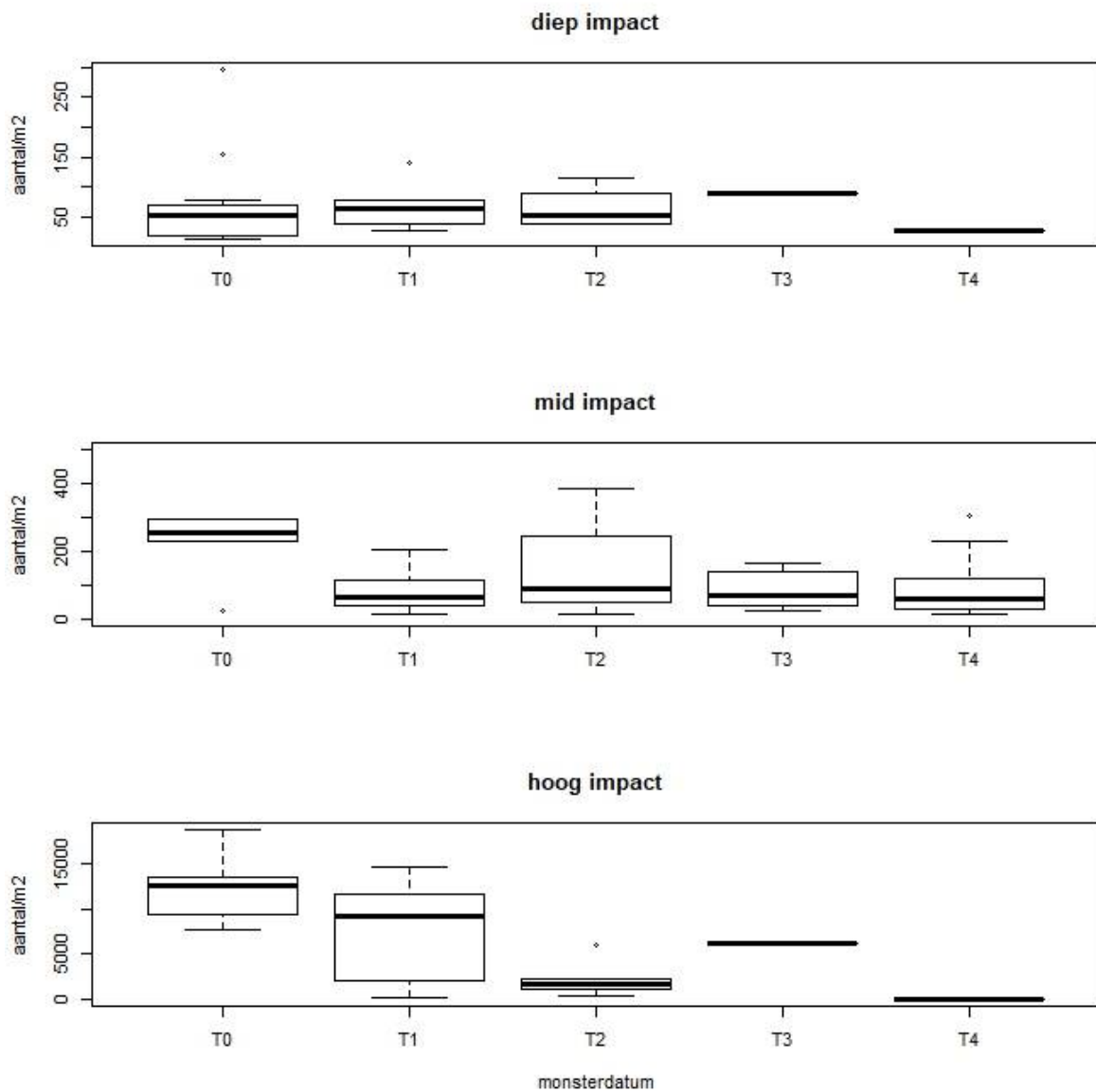


Figuur 6c: Aantal soorten in controlegebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog.

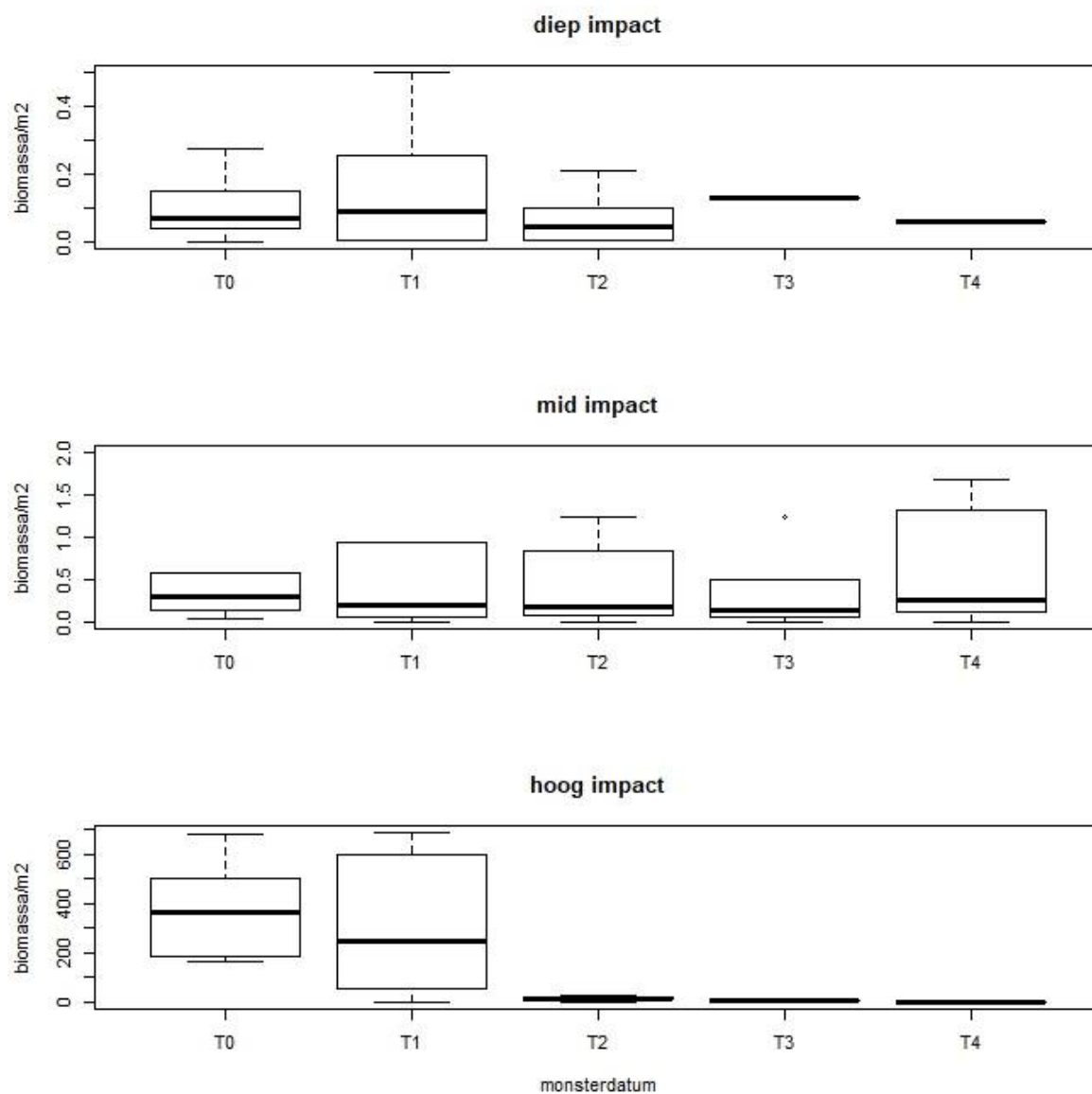


In de totale dichtheid (aantal en biomassa/m<sup>2</sup>) in het sublitorale controlegebied aan de Rug van Borssele is een lichte schommelende trend te ontdekken (Figuur 6): op T1 en T3 is een lager aantal/m<sup>2</sup> en een hogere biomassa/m<sup>2</sup> gevonden dan op T0, T2 en T4. De twee gemeten dichtheden lijken in het controlegebied een omgekeerd evenredige relatie te vertonen (hoog aantal geeft lage biomassa en andersom). Dit lijkt niet het geval in het impactgebied (Figuur 7) Voor beide dichtheden en het aantal soorten in het controlegebied geldt dat hoe hoger in het sublitoraal hoe hoger de dichtheid (Figuur 6). Ondanks dat dezelfde verhouding tussen diepteligging en dichtheid in het impactgebied geldt (Figuur 7), is de maximum dichtheid in de ondiepste zone (>-8.75m NAP) in het controlegebied maar 17% van de dichtheid en de soortenrijkdom 50% van dat in het impactgebied.

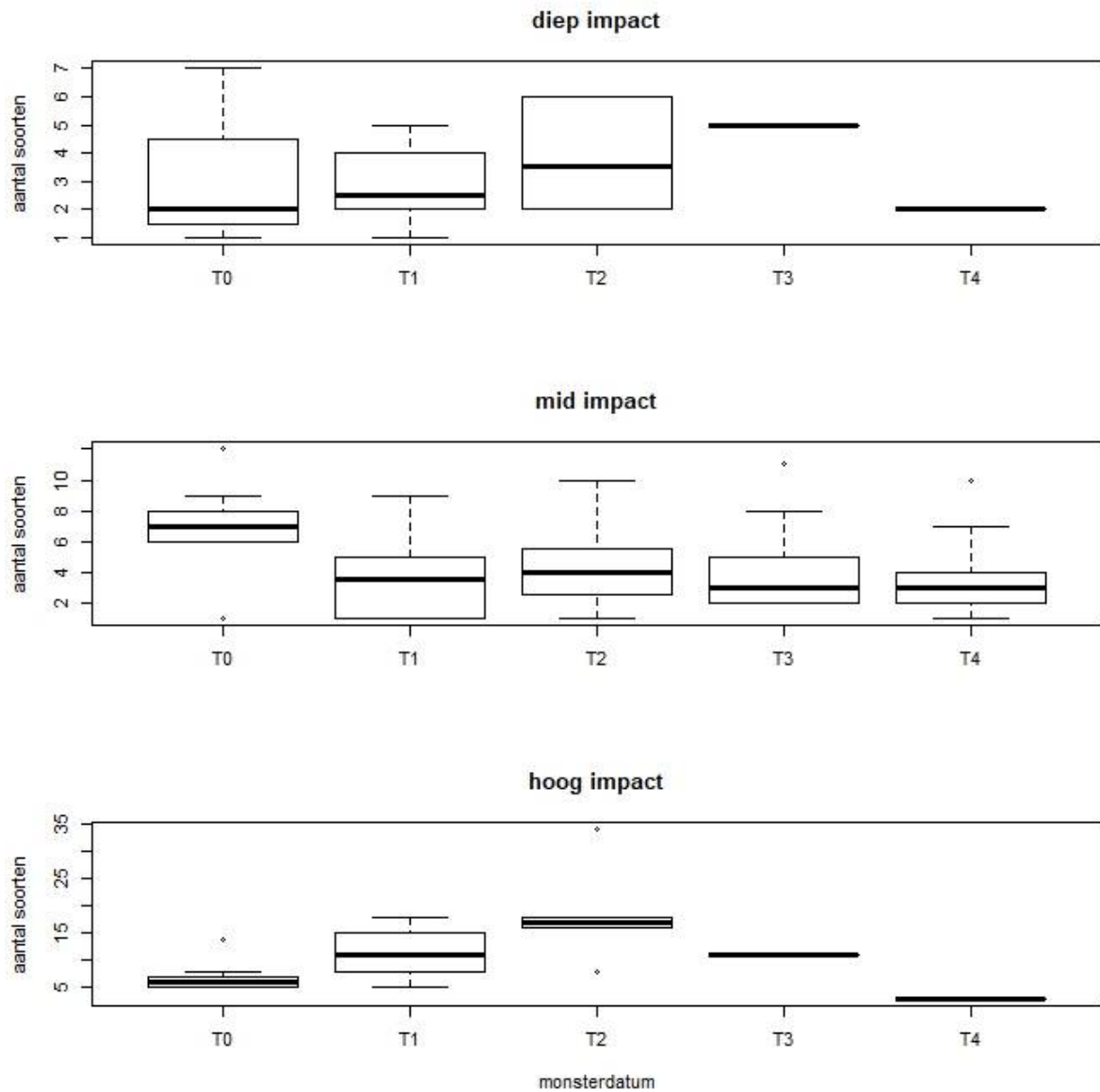
**Suikerplaat, impactgebied**



Figuur 7a: Aantallen per vierkante in impactgebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog. Er moet opgemerkt worden dat er geen trend bepaald kan worden in de zone 'hoog', vanwege de verandering in staalname-strategie tbv van het onderzoek naar de Nonnetjesbank (zie 2.1).



Figuur 7b: Biomassa per vierkante meter in impactgebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog. Er moet opgemerkt worden dat er geen trend bepaald kan worden in de zone 'hoog', vanwege de verandering in staalname-strategie tbv van het onderzoek naar de Nonnetjesbank (zie 2.1).



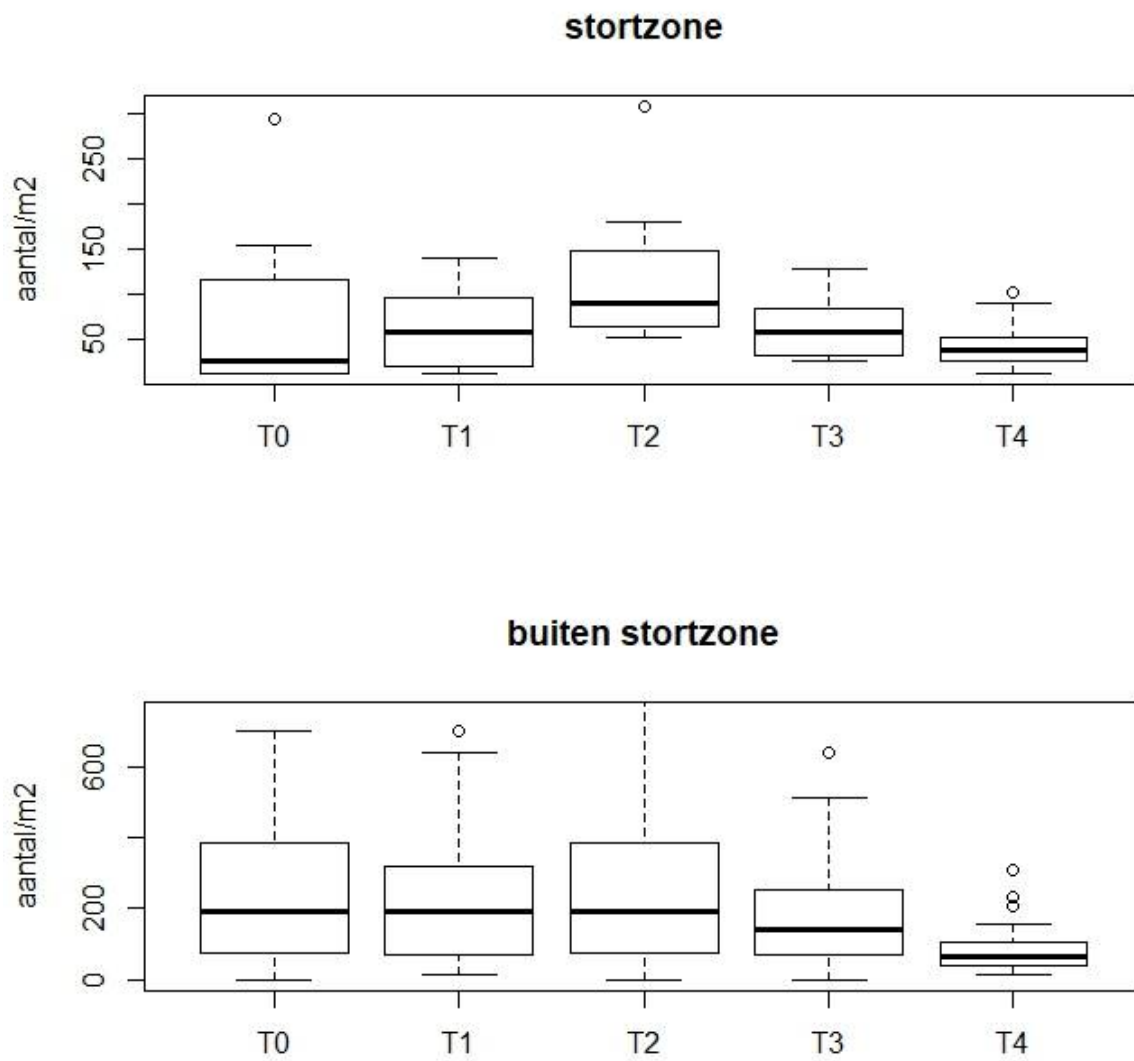
Figuur 7c: Aantal soorten in impactgebied per dieptezone. Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de zones diep, midden en hoog. Er moet opgemerkt worden dat er geen trend bepaald kan worden in de zone 'hoog', vanwege de verandering in staalname-strategie tbv van het onderzoek naar de Nonnetjesbank (zie 2.1).

In het impactgebied (Figuur 7) is geen seizoenale trend zichtbaar zoals in het controle gebied. Door aanwezigheid van nonnetjes in de klassen 'Midden' (enkele punten) en 'Hoog' liggen dichtheden daar veel hoger dan in de klasse 'Diep' en het controlegebied.

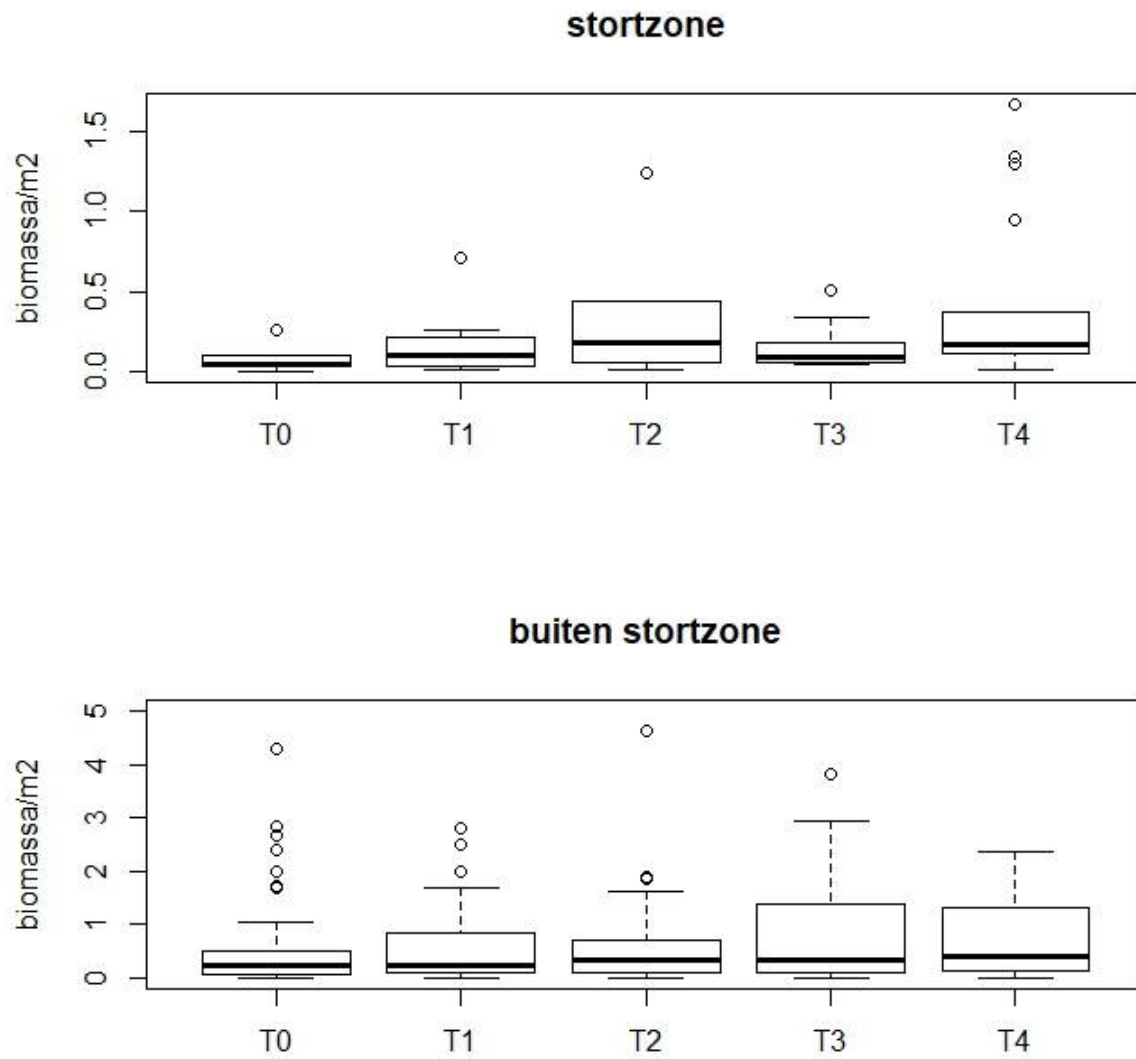
Door enkel te kijken naar monsterpunten in benutte stortvakken (stortzone, Figuur 8 en Tabel 4) en locaties daar direct omheen (buiten stortzone, Figuur 8) wordt de klasse 'Hoog' uitgesloten en wordt het aantal punten met nonnetjes beperkt tot 3 (M1, M2 en M2\*). De (gemiddelde) dichtheid en soortenrijkdom buiten de stortzones zijn nagenoeg stabiel gebleven over de meetmomenten. Binnen de stortzone lijkt een licht parabolische trend aanwezig in zowel dichtheid als soortenrijkdom, met als piek T2. Dat houdt in dat op T2 de stortzone rijker was dan op T0.

Wanneer de ontwikkelingen rond de twee stortingen van maart en december-maart 2018 apart bekeken worden door de specifieke locaties bestort te sorteren, blijkt dat de ontwikkelingen rond de storting van maart 2017 de parabolische trend in Figuur 8 verklaren (Figuur 9). De ontwikkelingen in de stortzone van december-mrt 2018 daarentegen, vertonen een lichte schommelende trend waarbij T2 juist lagere dichtheden laat zien (Figuur 10). Door het lage aantal punten tijdens T0-T3 (zie Tabel 4) kan geen definitief oordeel over de statistische aantoonbaarheid van deze trend geveld worden.

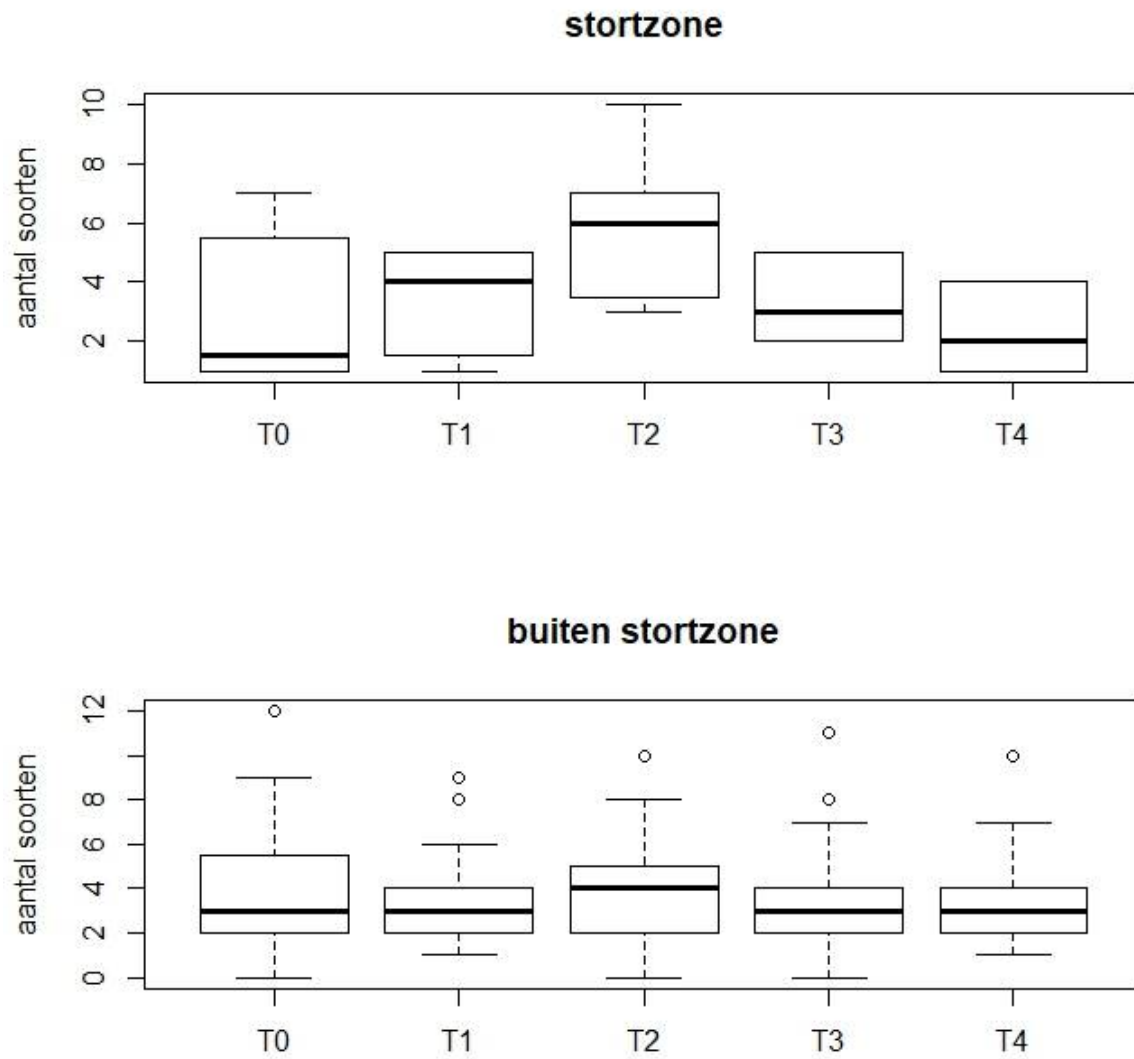
De trends doen ons hypothetiseren dat de stortingen voor T1 en voor T3 een mogelijk plaatselijk negatief effect hebben gehad op locaties met veel individuen, soorten en biomassa (minder spreiding van variatie (kleinere box) op T1 en T3 tov respectievelijk T0 en T2 in Figuur 9), maar dat gemiddeld daar niets of weinig van te merken is. Bovendien lijkt het erop dat deze mogelijke negatieve gevolgen van bestorting het volgende meetmoment (respectievelijk T2 en T4) verdwenen zijn, waardoor de eventuele effecten enkel van korte duur kunnen worden geacht. Aanvullende statistische analyse van de data zouden deze hypothesen verder kunnen toetsen.



Figuur 8a: Aantallen per vierkante meter in de stortzones (boven) en buiten de stortzones (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken.

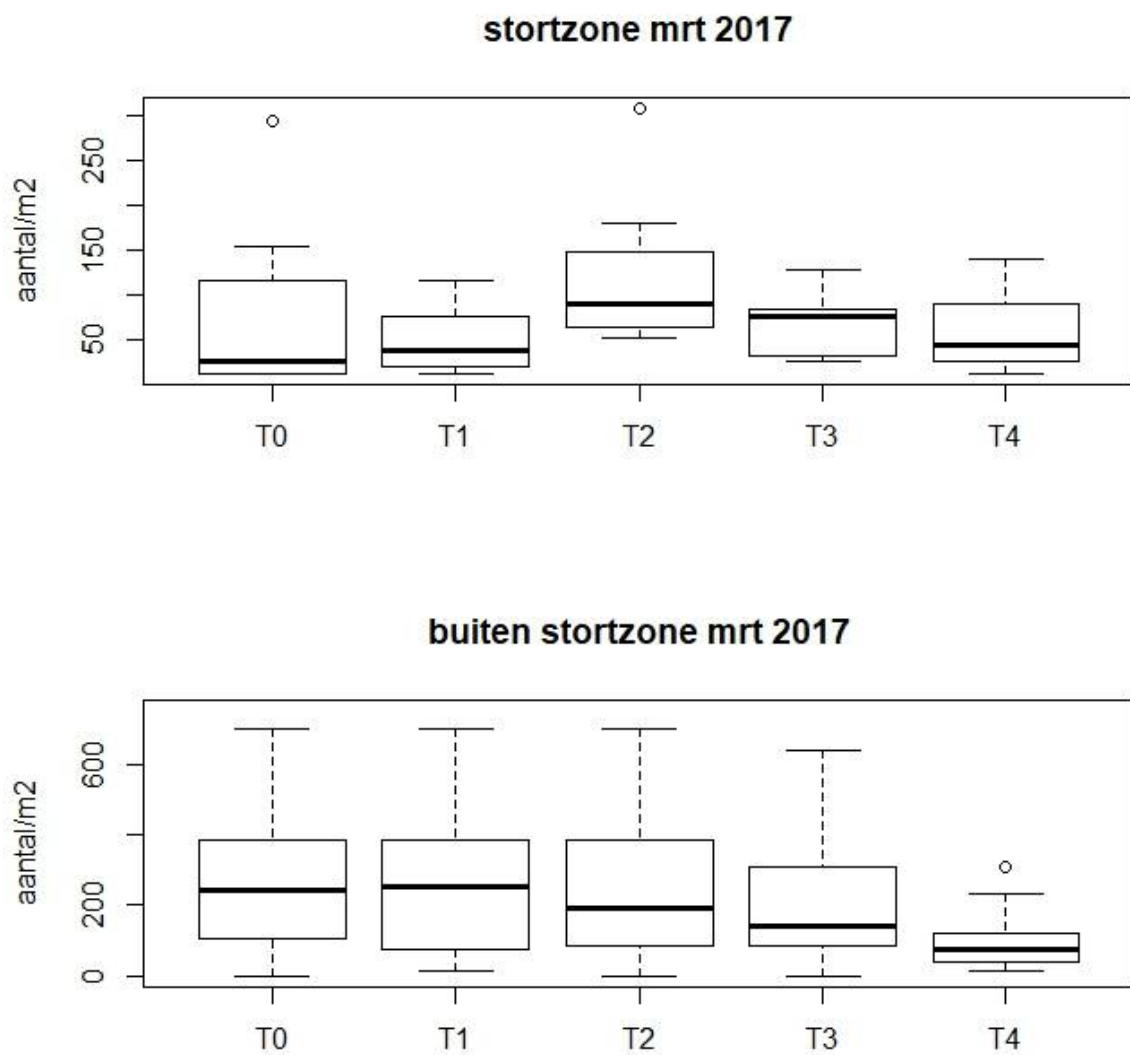


Figuur 8b: Biomassa per vierkante meter in de stortzones (boven) en buiten de stortzones (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken

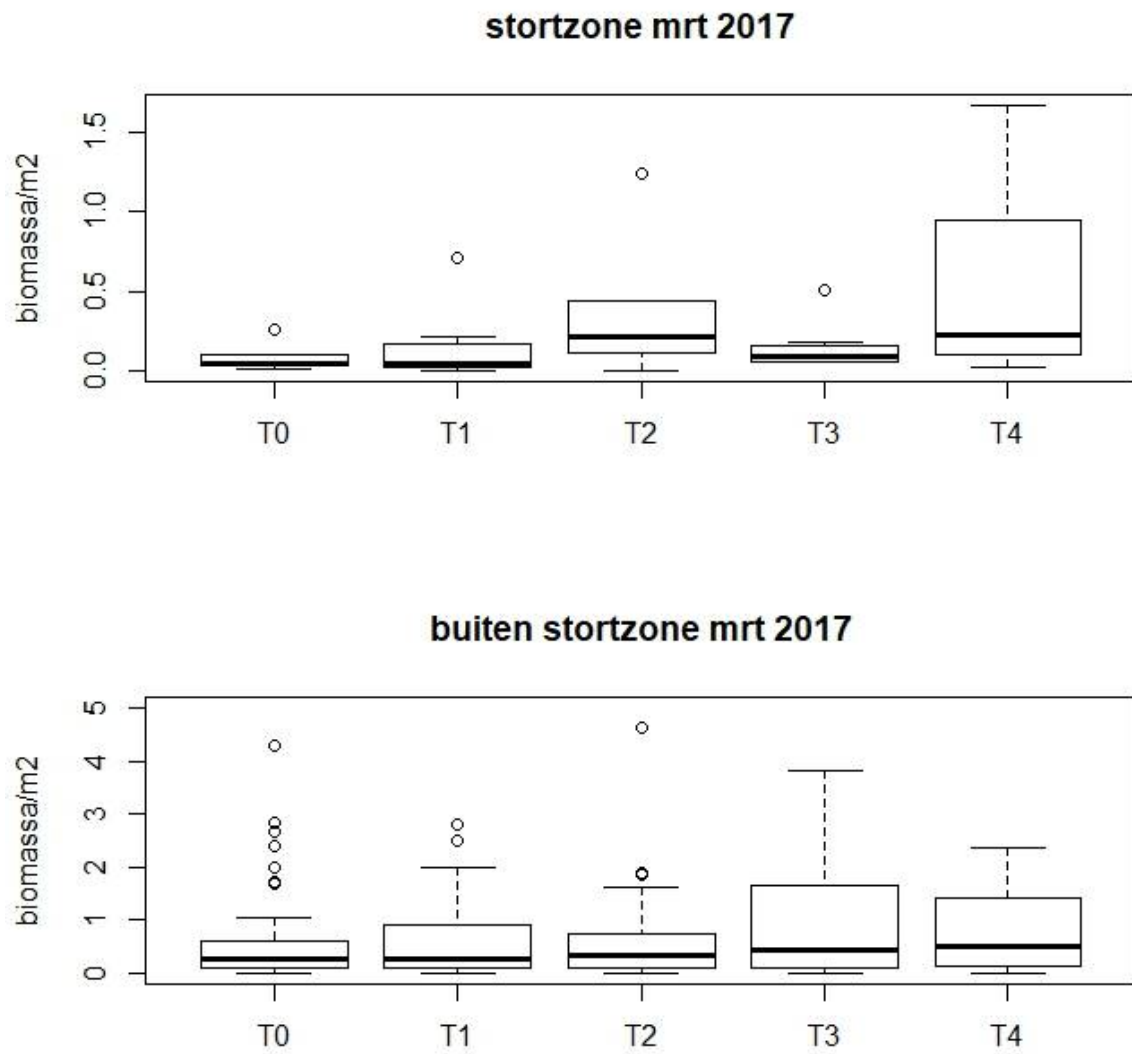


Figuur 8c: Aantal soorten in de stortzones (boven) en buiten de stortzones (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken.

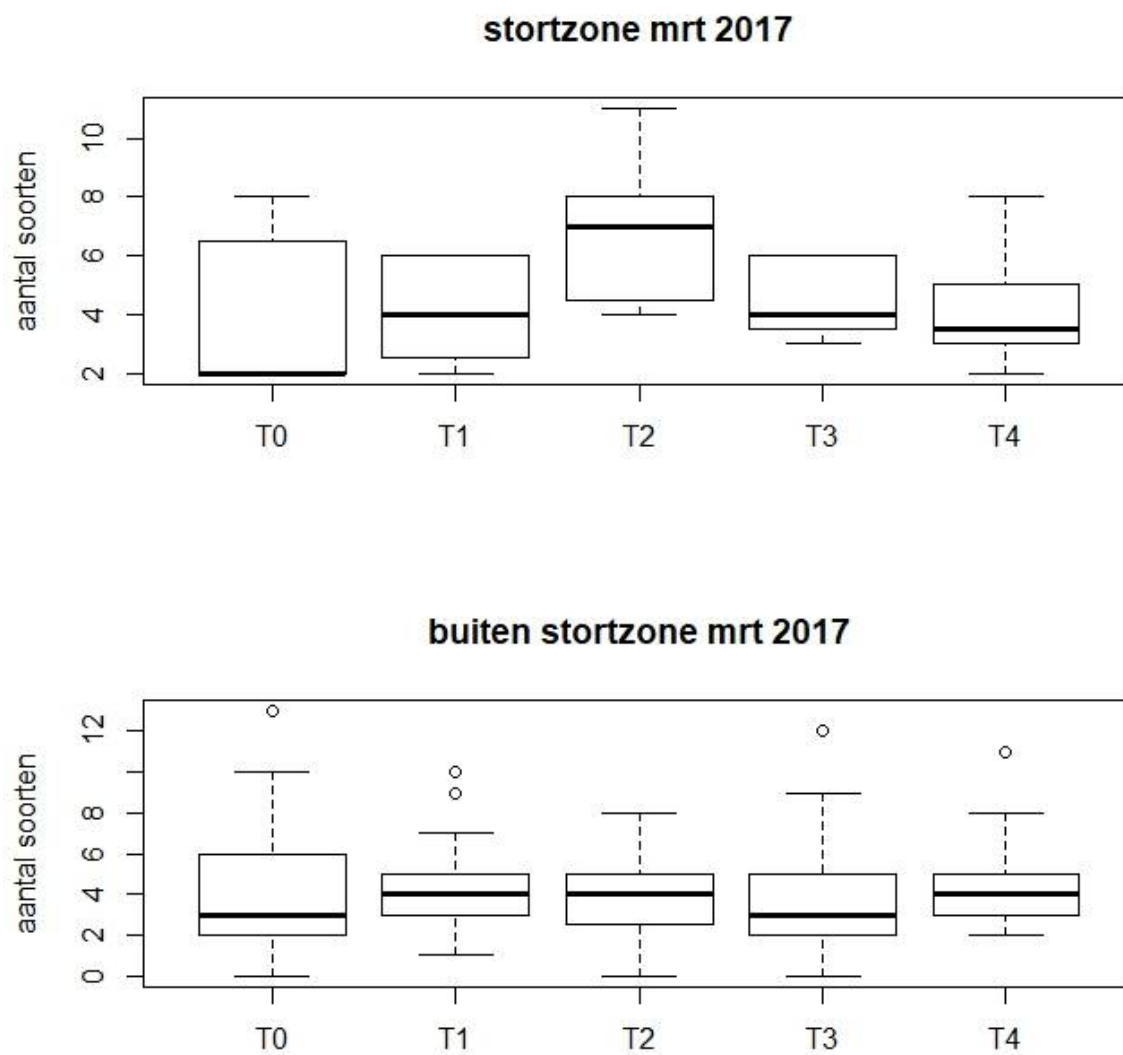




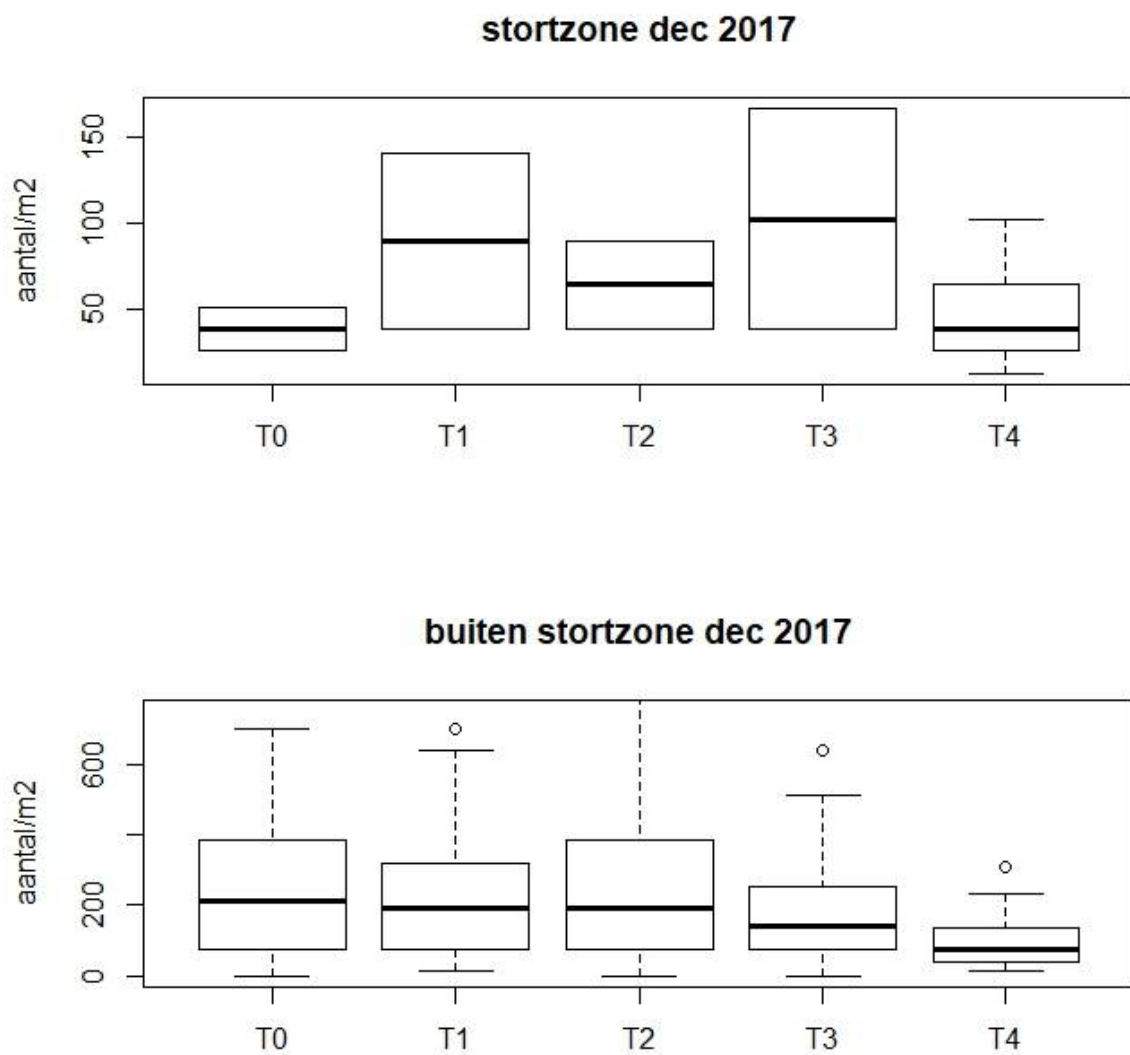
Figuur 9a: Sturzzone maart 2017. Aantallen per vierkante meter in de sturzzone (boven) en buiten de sturzzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken.



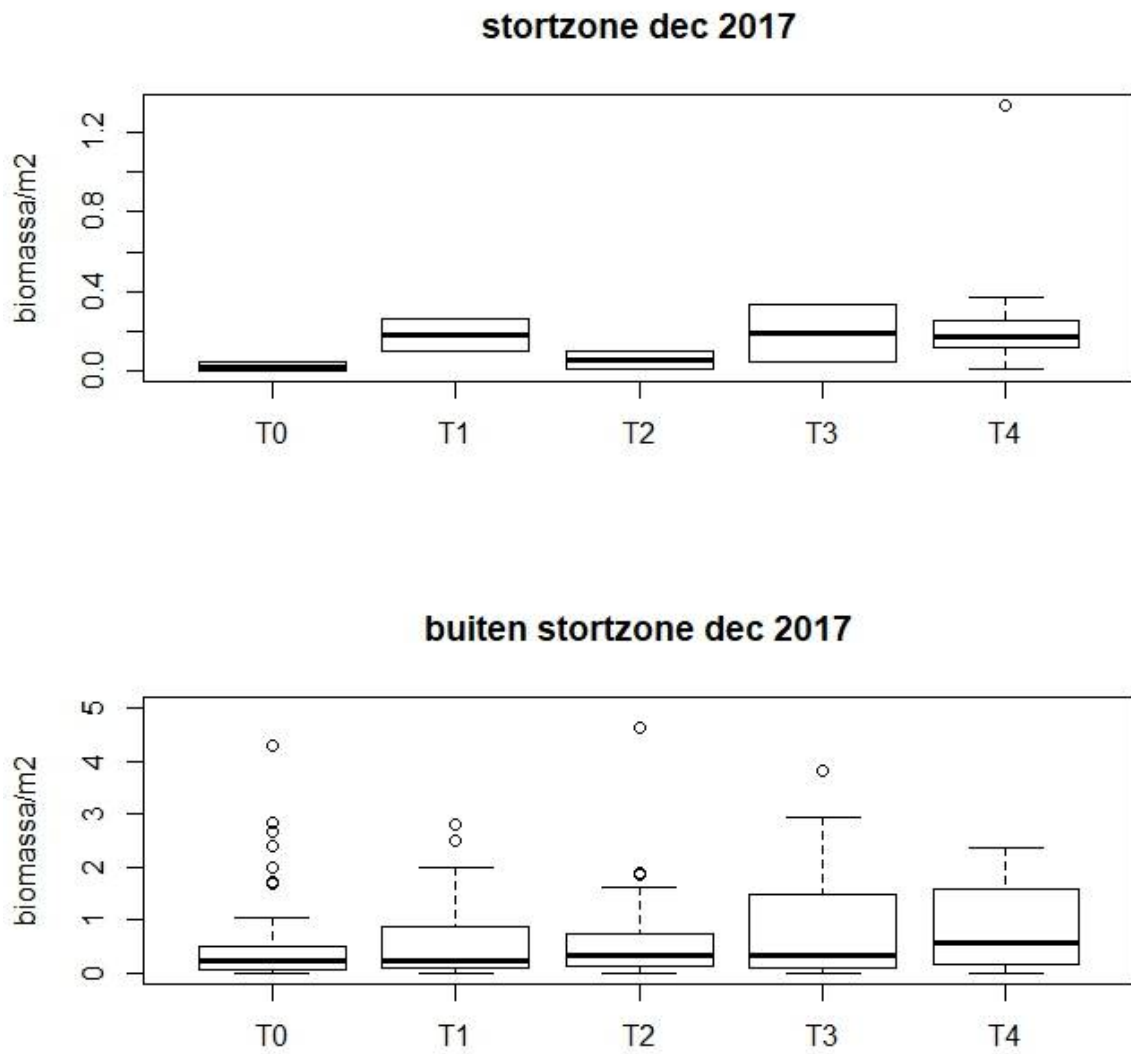
Figuur 9b: Stortzone maart 2017. Biomassa per vierkante meter in de stortzone (boven) en buiten de stortzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken.



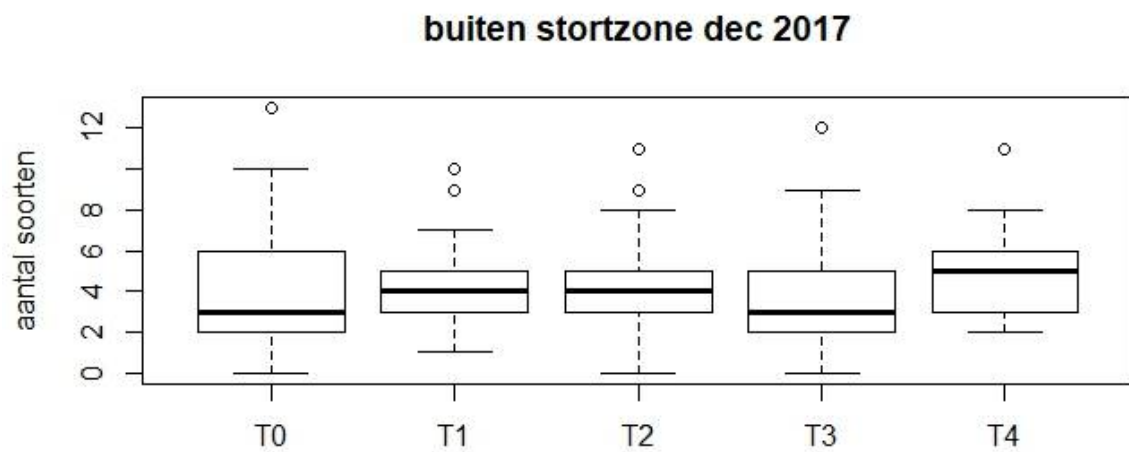
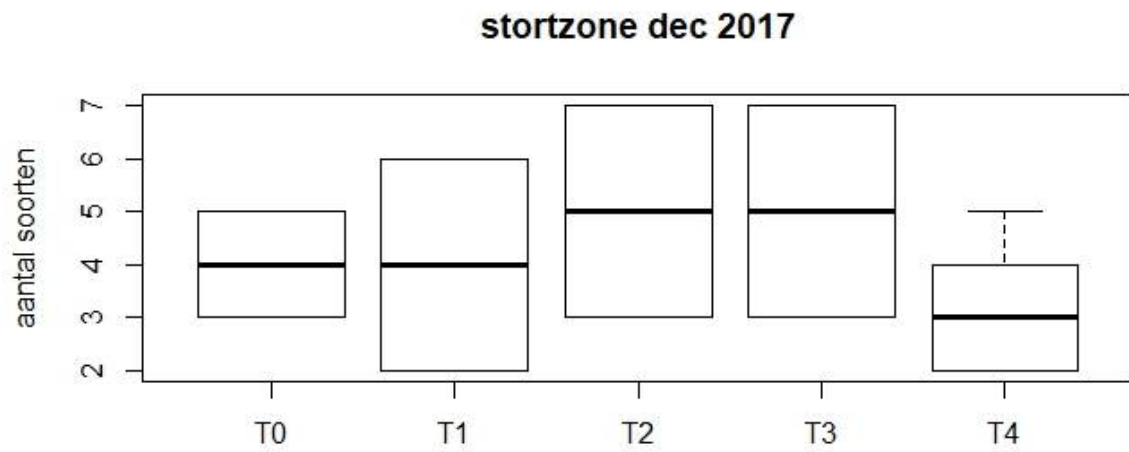
Figuur 9c: Stortzone maart 2017. Aantal soorten in de stortzone (boven) en buiten de stortzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken.



Figuur10a: Stortzone december-maart 2018. Aantallen per vierkante meter in de stortzone (boven) en buiten de stortzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken

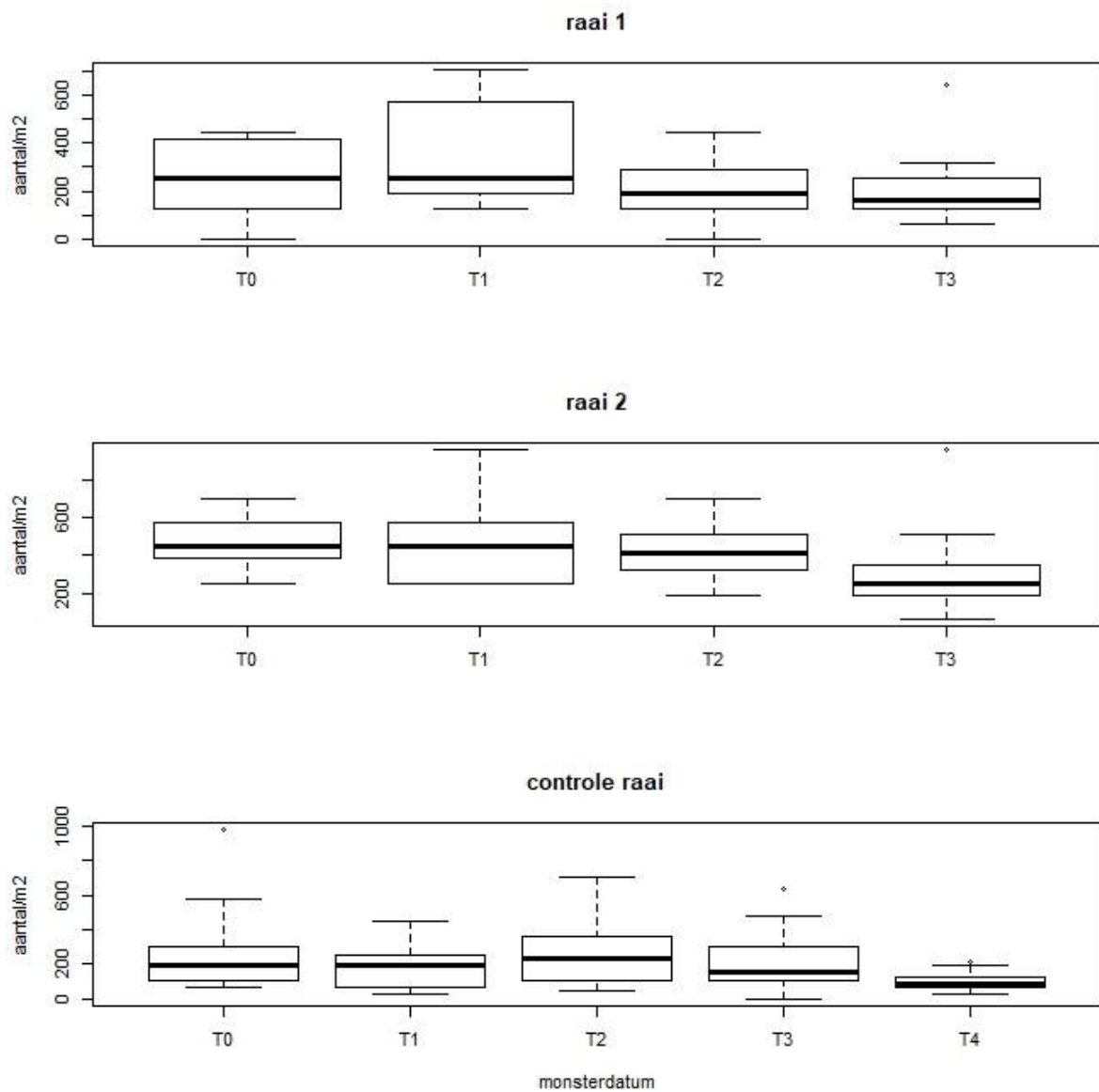


Figuur 10b: Stortzone december-maart 2018. Biomassa per vierkante meter in de stortzone (boven) en buiten de stortzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken

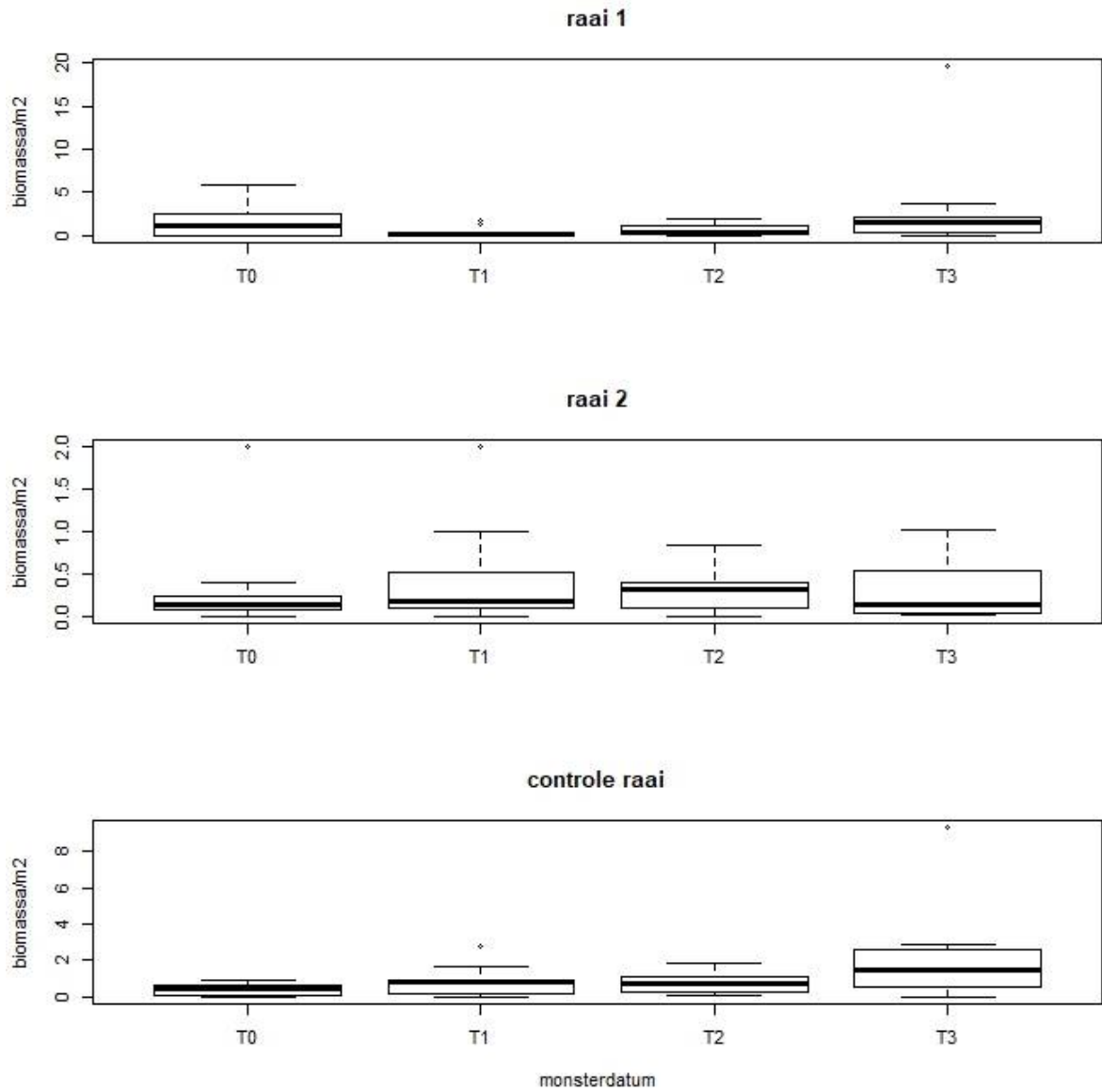


Figuur 10c: Stortzone december-maart 2018. Aantal soorten in de stortzone (boven) en buiten de stortzone (exclusief zone hoog). Let op de verschillende schalen in y-assen tussen de grafieken

## Litoraal

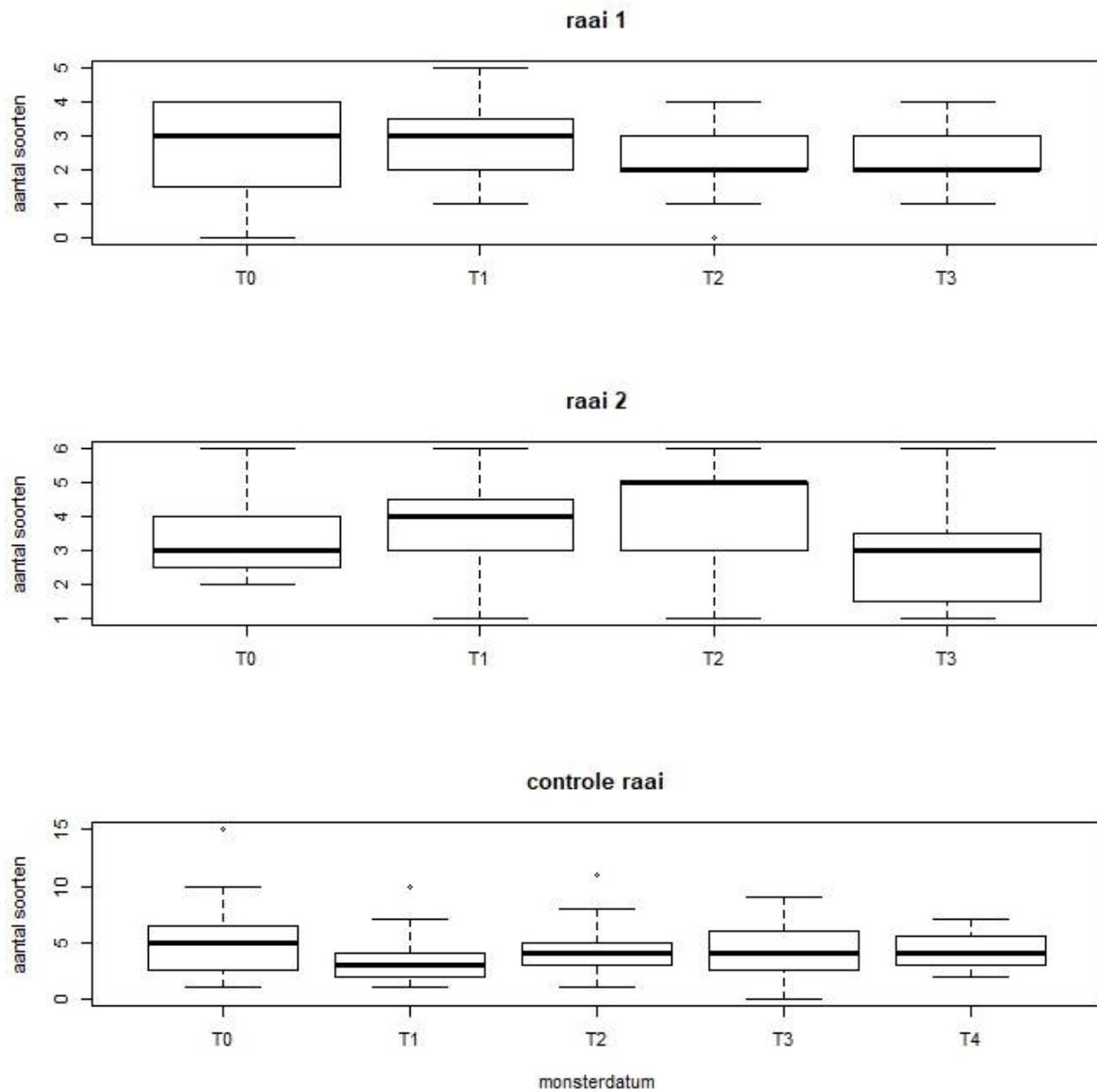


Figuur 11a: Aantallen per vierkante meter op de litorale raaien. Let op de verschillende schalen van y-assen tussen de raaien.



Figuur 11b: Biomassa per vierkante meter op de litorale raaien. Let op de verschillende schalen van y-assen tussen de raaien.



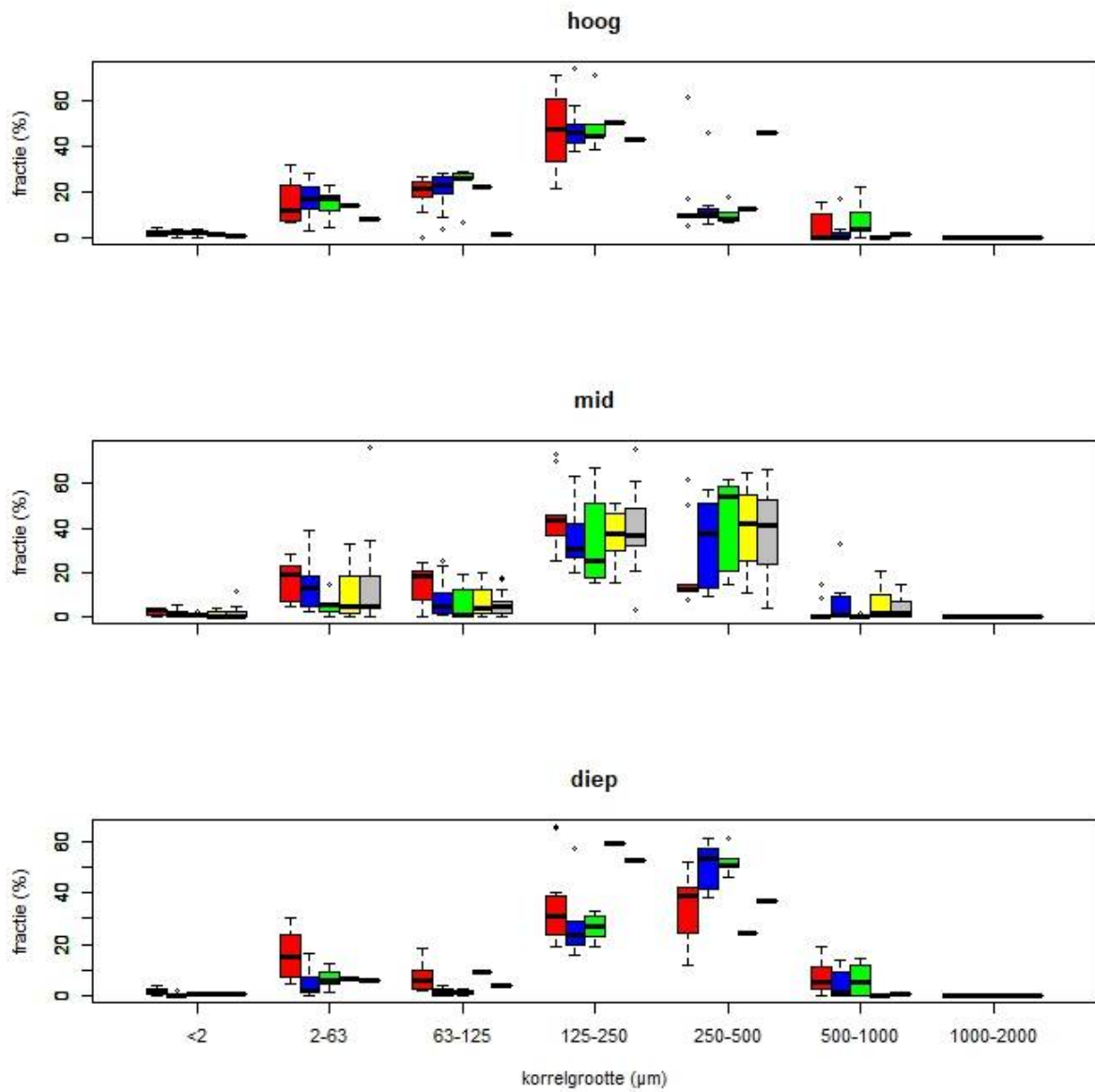


Figuur 11c: Aantal soorten (rechts) op de litorale raaien. Let op de verschillende schalen van y-assen tussen de raaien.

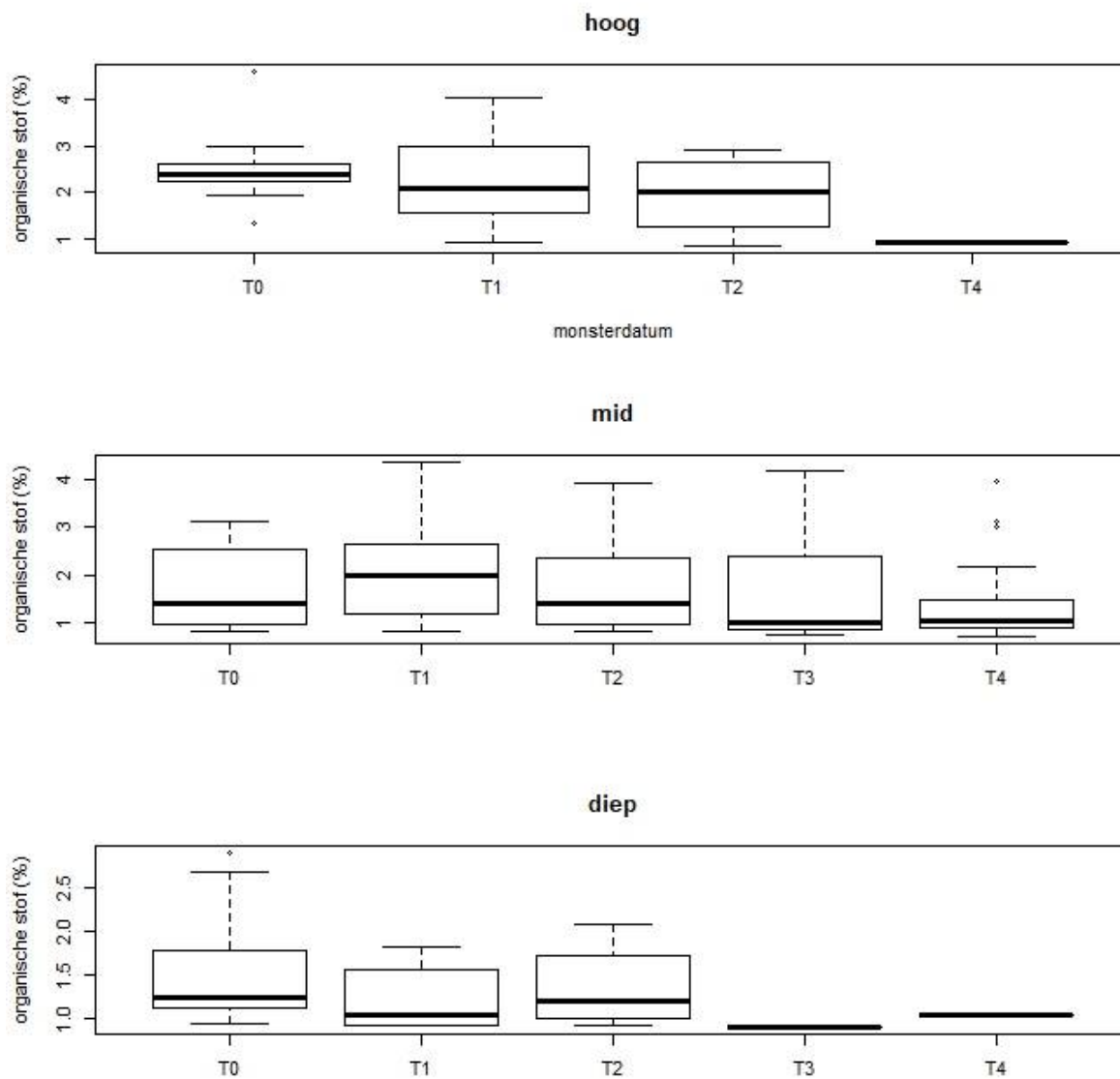
Op het litoraal verandert nagenoeg niets in dichtheid en soortenrijkdom (Figuur 11a-c). De raaien verschillen wel van elkaar. Er lijkt daarom vooralsnog geen effect in ecologie van de stortingen plaats te hebben gevonden op het litoraal.

## Granulometrie en organisch materiaal sedimentstalen

### Sublitoraal impactgebied



Figuur 12: korrelgrootteverdeling op T0 (rood), T1 (blauw), T2 (groen), T3 (geel) en T4 (grijs) in impactzone



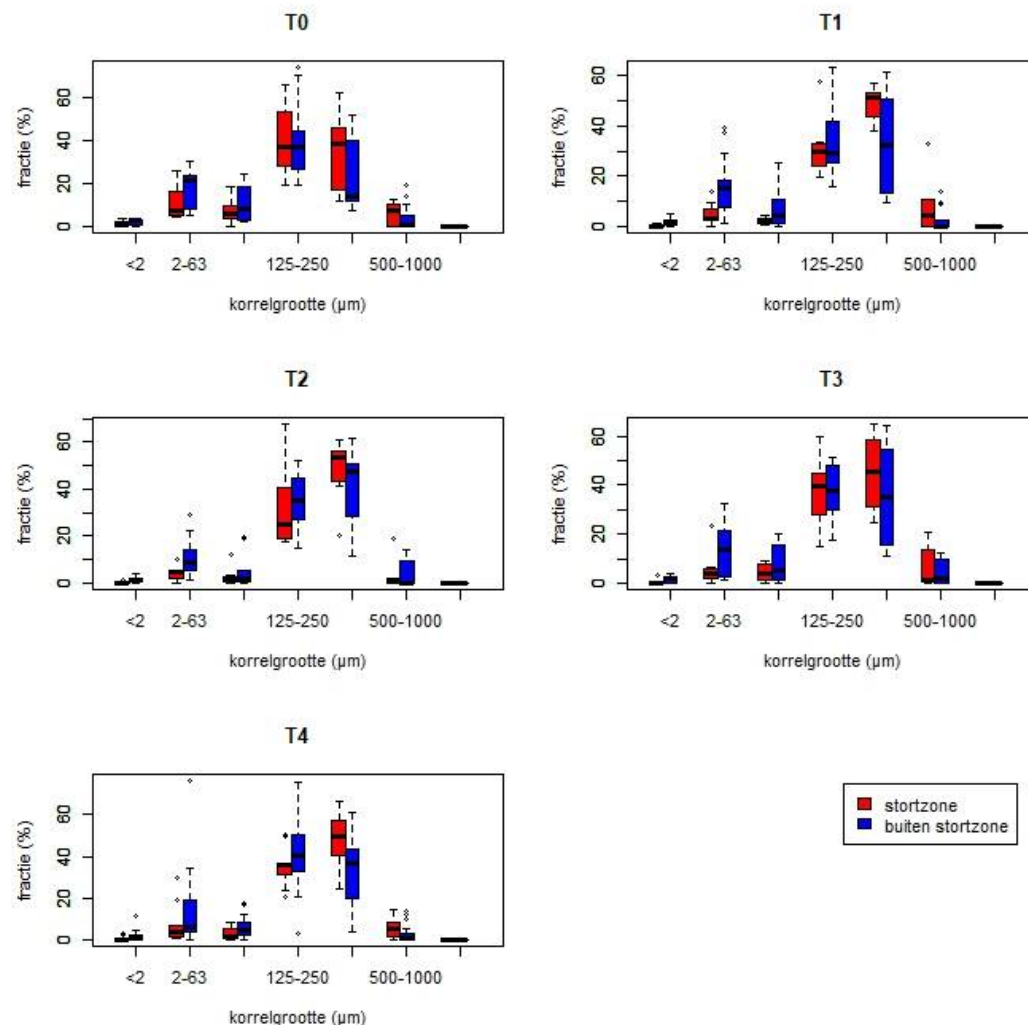
Figuur 13: organisch stof in impactzone.

In de klassen 'Diep' en 'Midden' lijkt uit het linker paneel van Figuur 12 een lichte toename van grof sediment (>250  $\mu\text{m}$ ) en een lichte afname van het fijnere sediment (<125  $\mu\text{m}$ ). Die verandering van T0 naar T1 en T2 lijkt echter zowel binnen als (in mindere mate) buiten het stortgebied plaats te hebben gevonden (zie ook figuur 14 en 15). Dit komt overeen met de veldwaarnemingen waaruit een toename van het gehalte schelpgruis bleek in en rond de stortzone (zie figuur 16 en 17)

#### Storting maart 2017

De storting van maart 2017 vond plaats na T0 en voor T1 van de metingen. Deze storting heeft een effect gehad op de gemiddelde fractie 250-500  $\mu\text{m}$ , welke na T1 hoger is dan T0 en in de rest van het impactgebied (Figuur 14). Ook is de variatie in fractie van 250-500  $\mu\text{m}$  verkleind tov T0 en de rest van het impactgebied. Pas na T2 zijn deze verschillen niet langer zichtbaar.

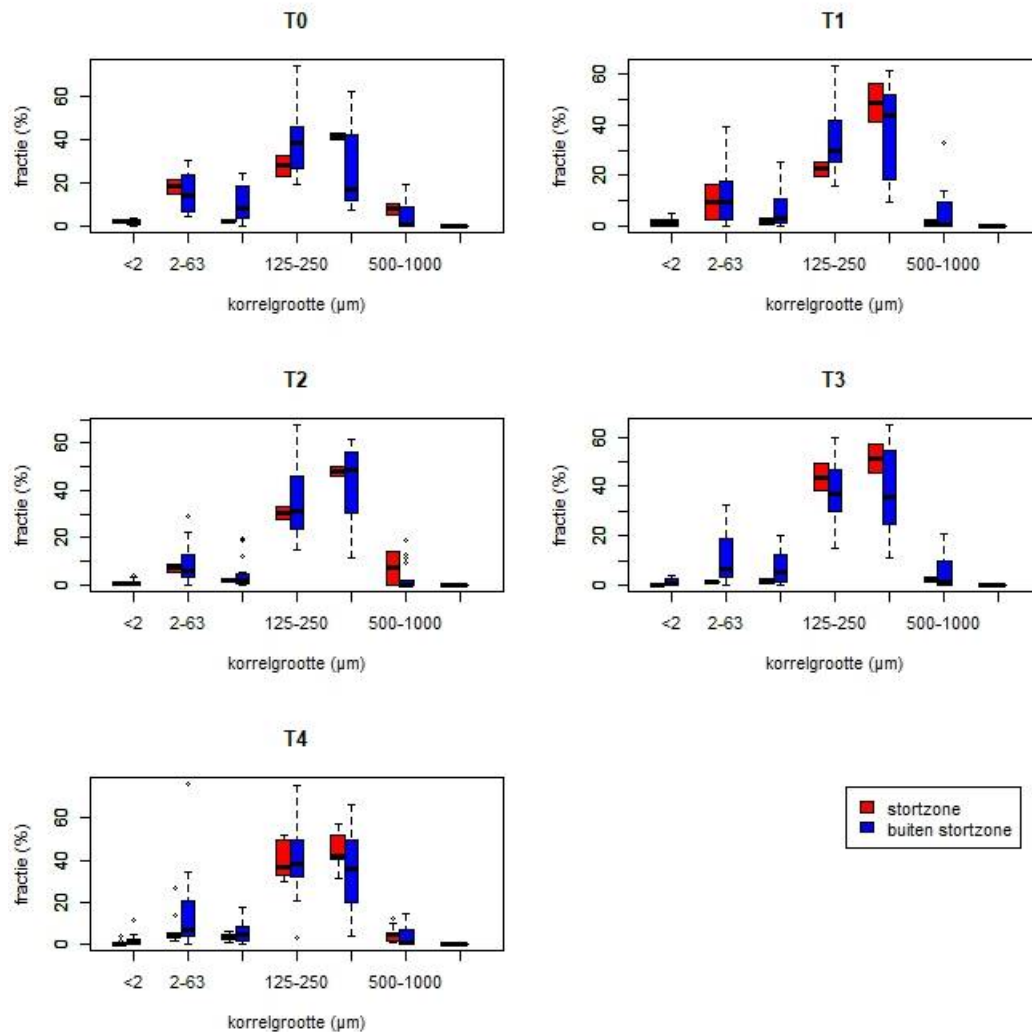
Het percentage organisch materiaal daarentegen laat na T0 een verlaging van het gemiddelde zien en verkleining van de variatie welke (nog) niet is hersteld op T4 (linker paneel Figuur 16).



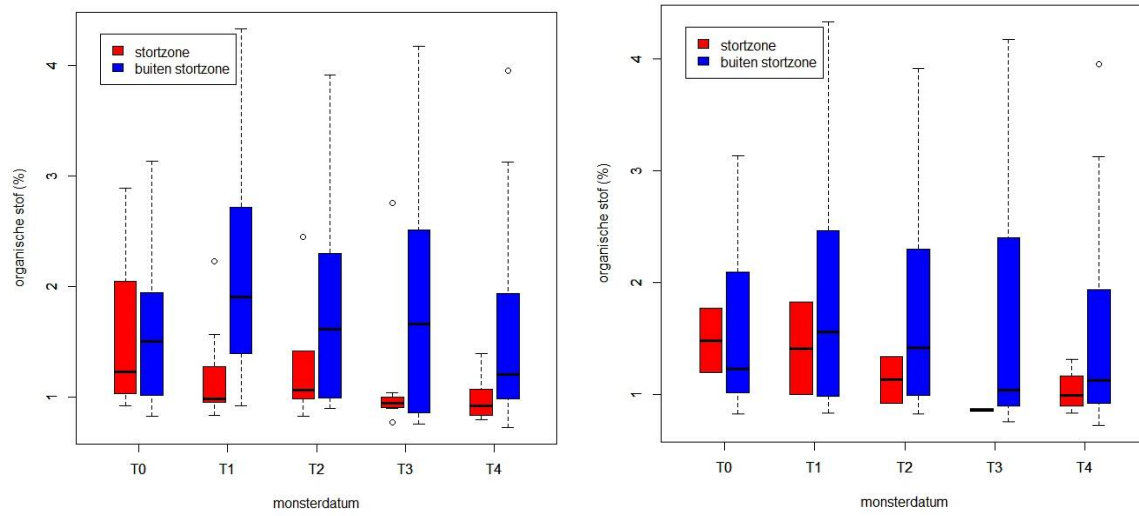
Figuur 14: Verschillen fractie korrelgrootte tussen stort en niet stortzone (binnen impactgebied) van mrt 2017 op T0-T4.

Stortingen december 2017 en maart 2018

De stortingen van december 2017 en maart 2018 vonden plaats na T2 en voor T3 van de metingen. Daarmee zijn de metingen van de tweede reeks stortingen beïnvloed door de storting in maart 2017. Desondanks is er geen waarneembaar effect in korrelgrootte noch percentage organisch materiaal (Figuur 15 en rechter paneel Figuur 16).



Figuur 15: Verschillen fractie korrelgrootte tussen stort en niet stortzone (binnen impactgebied) van december-maart 2018 op T0-T4



Figuur 16: Verschillen percentage organische stof tussen stort en niet stortzone (impactgebied) van maart 2017 (links) en december-maart 2018 op T0-T4

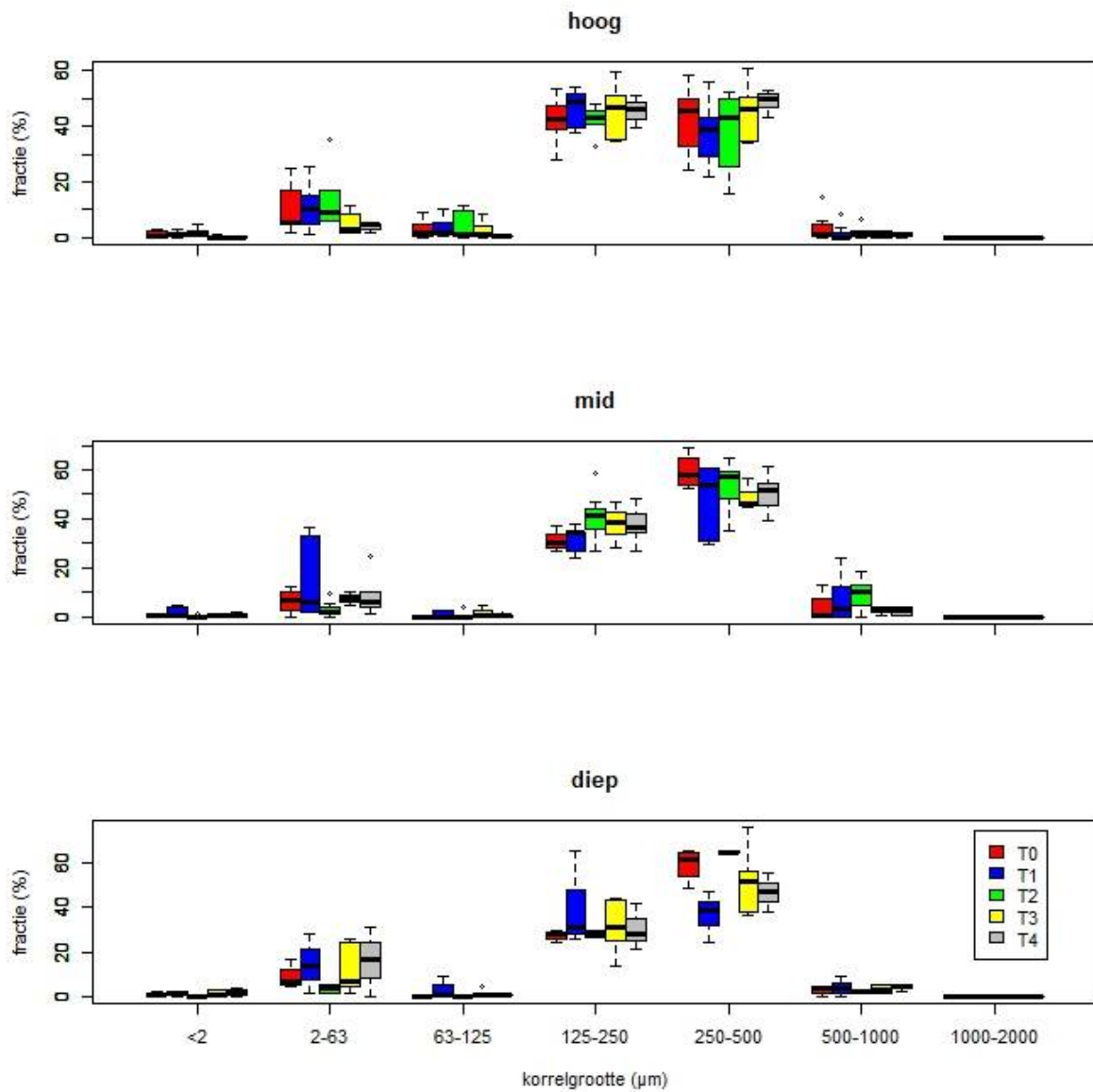


Figuur 17: Verschil in schelpgruis tussen meetmomenten. Gezeefd monster op locatie D1 op T0 (links) en T2.



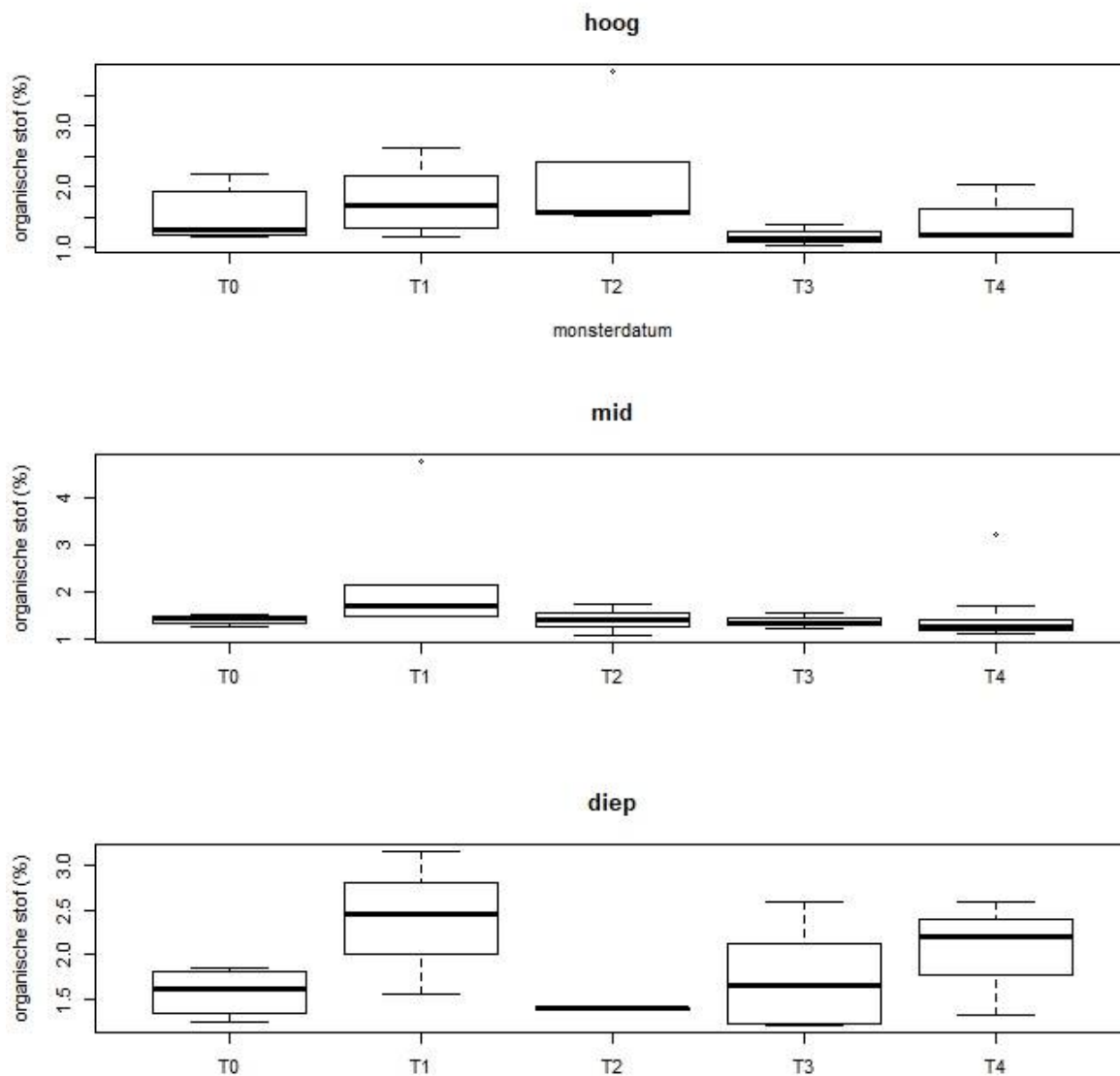
Figuur 18: Verschil in schelpgruis tussen meetmomenten. Gezeefd monster op locatie M10 op T0 (links) en T2.

controlegebied



Figuur 19: korrelgrootteverdeling op T0 (rood), T1 (blauw), T2 (groen), T3 (geel) en T4 (grijs) in controlegebied.

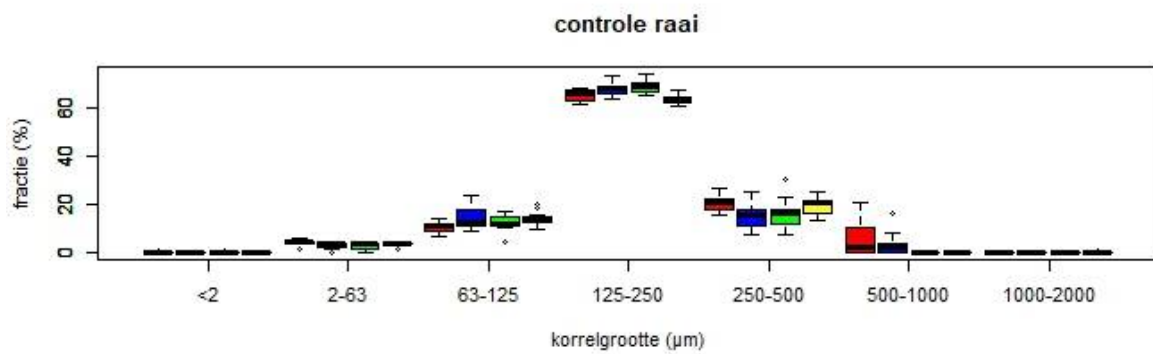
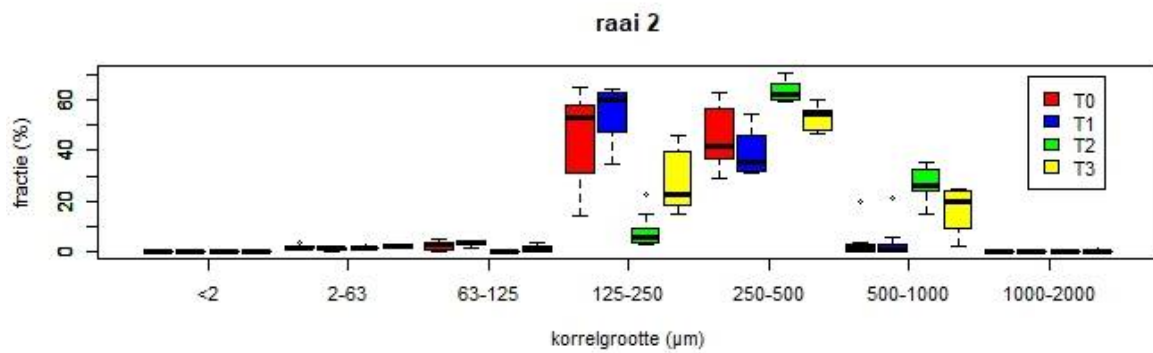
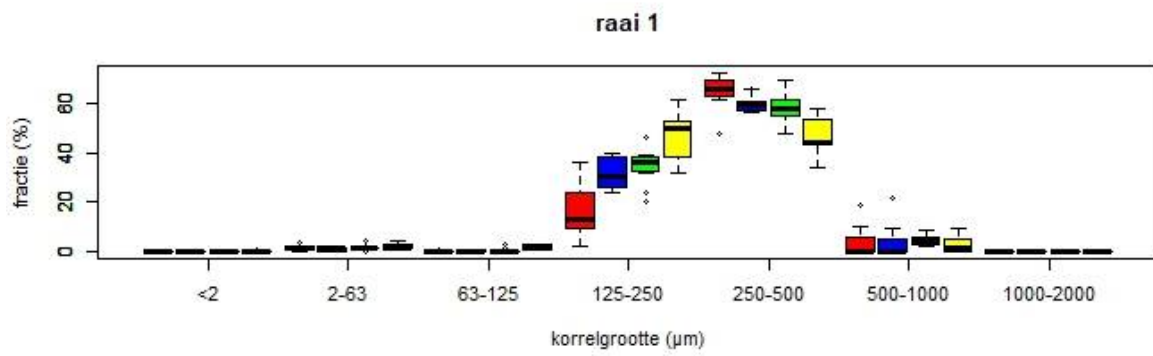


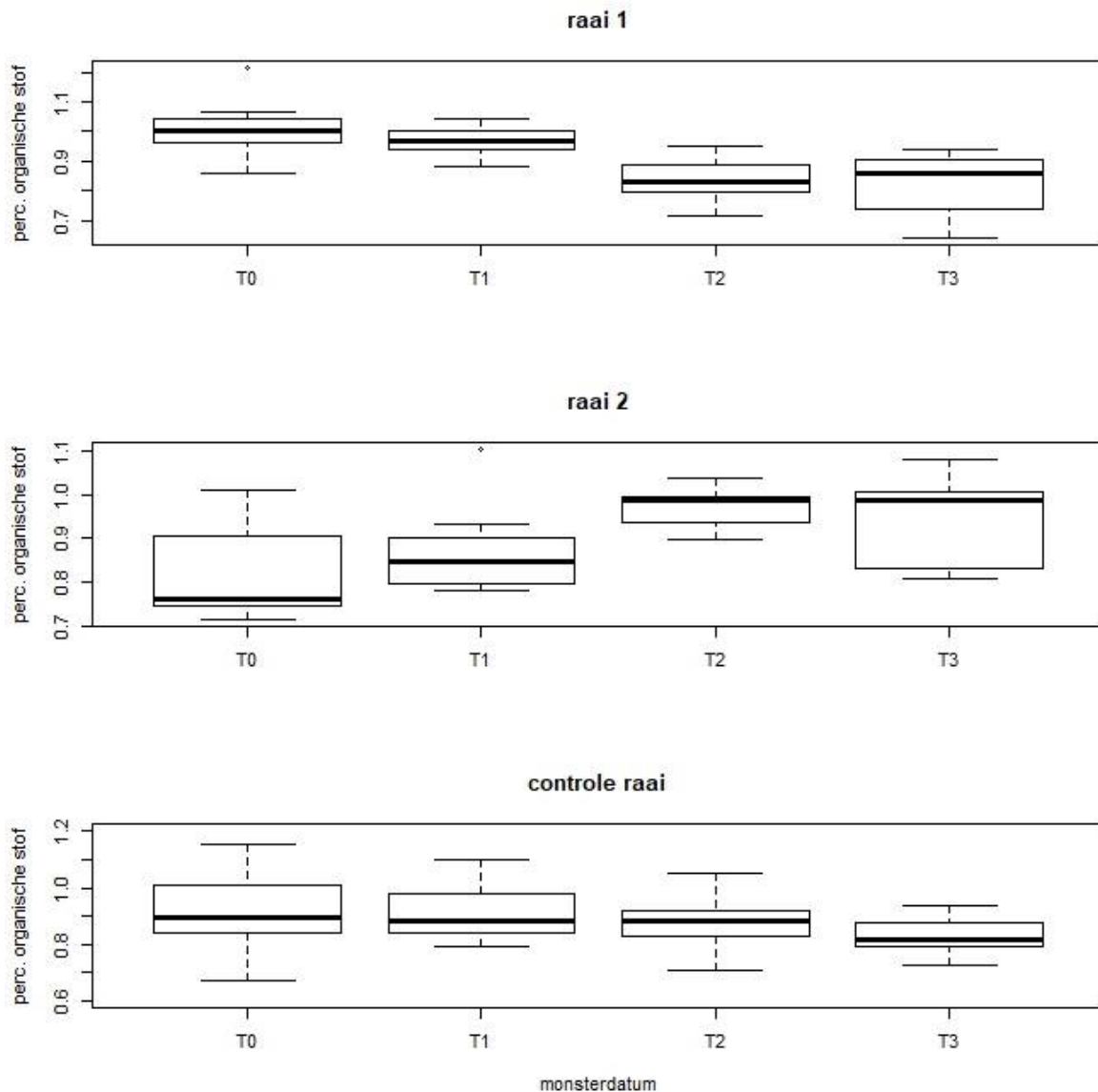


Figuur 20: % organisch stof in controlegebied.

In tegenstelling tot het impactgebied laat het controlegebied geen toename zien in korrelgrootte. Wel is er een opmerkelijke verandering in het percentage 250-500  $\mu\text{m}$  te zien in de klasse 'Diep' tijdens T1 (Figuur 19). Er lijkt een licht schommelende trend zichtbaar in het percentage organische stof in alle klassen (Figuur 20).

## Litoraal





Figuur 21: korrelgrootteverdeling en % organisch stof in litorale raaien.

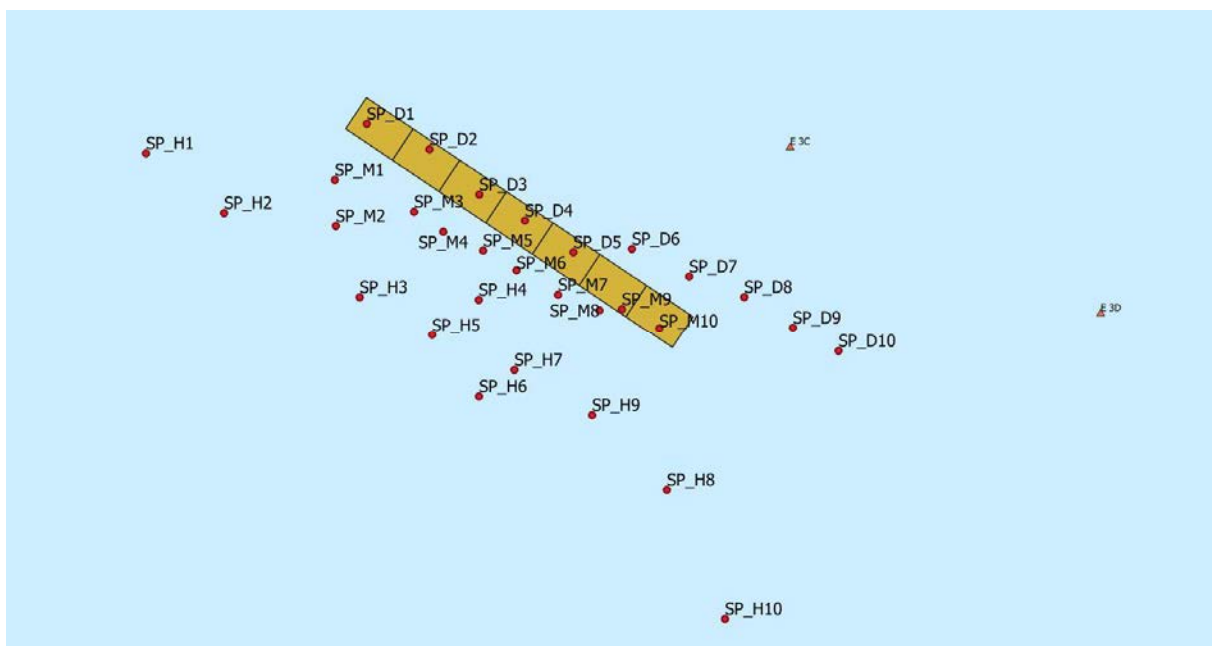
Litoraal lijkt enige verschuiving in een van de impact raaien (raai 1) te zien in de korrelgrootteverdeling van grof ( $>250 \mu\text{m}$ ) naar minder grof of  $63\text{-}250 \mu\text{m}$  in vergelijking met T0 na de storting van maart 2017 (Figuur 21). Het percentage organische stof lijkt in raai 1 ook afgenomen over de tijd. Raai 2 laat juist een grover sediment (meer  $250\text{-}1000 \mu\text{m}$ ) zien na T2 (na stortingen december-maart 2018). Ook het percentage organische stof lijkt, in tegenstelling tot in raai 1, in raai 2 juist toegenomen. In de controle raai is geen enkele verandering waarneembaar.

## Bijlage I: stalenlijst inclusief coördinaten

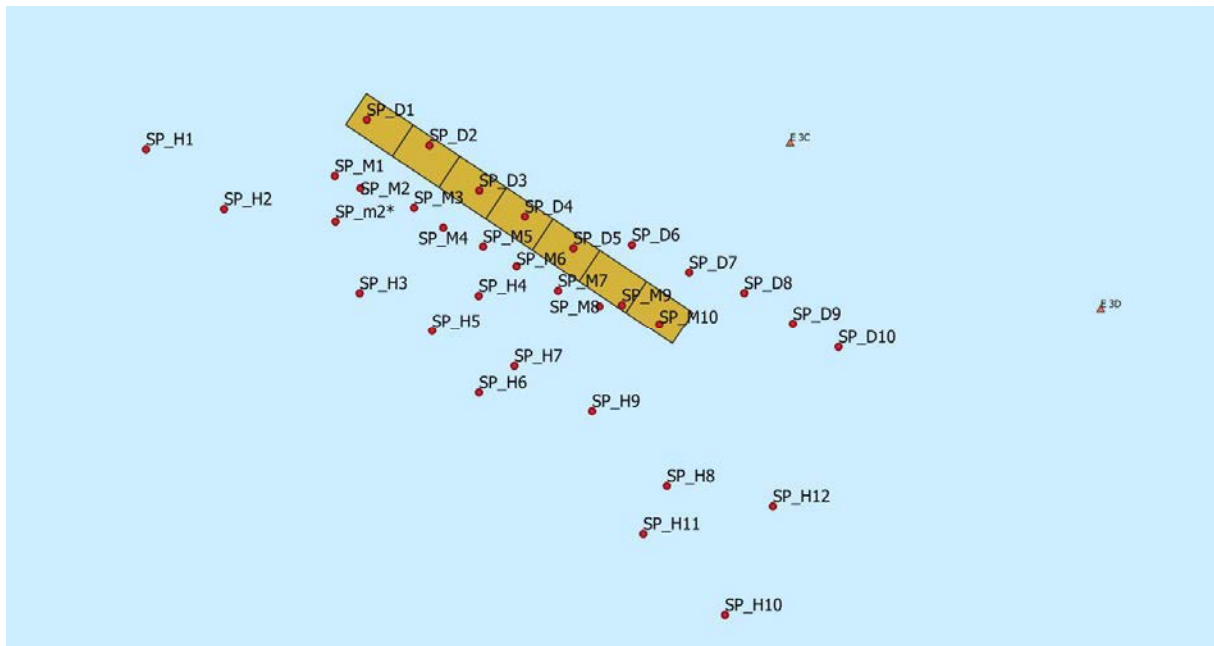
|                        | Startpunt (lat, long) |          | Eindpunt (lat, long) |          |
|------------------------|-----------------------|----------|----------------------|----------|
| Imp 1 raai litoraal    | 51.371013,            | 3.754105 | 51.371564,           | 3.755525 |
| Imp 2 raai litoraal    | 51.373090,            | 3.749892 | 51.373859,           | 3.750260 |
| Controle raai litoraal | 51.390897,            | 3.727224 | 51.389812,           | 3.729399 |



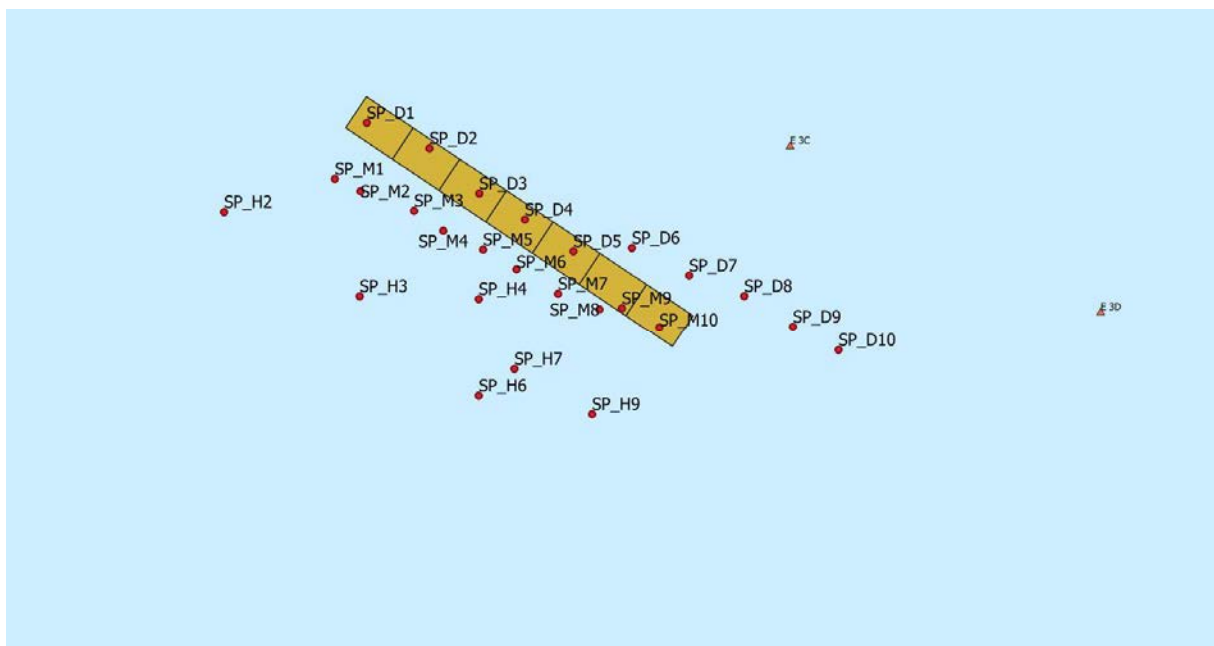
Figuur 22: overzicht van locaties van litorale (lit) en sublitorale (sub) staalname tijdens T0-T4, alsook de gebruikte stortvakken in maart 2017 en december 2017 en maart 2018. Zie volgende figuren voor meer detail. Groene punten: controle litoraal. Gele punten: impact litoraal. Blauwe punten: controle sublitoraal. Rode punten: impact sublitoraal. Gele driehoeken: boeien.



Figuur 23: locaties van sublitorale staalname tijdens T0 alsook de stortvakken gebruikt in maart 2017 (stortvak 199-205).



Figuur 24: locaties van sublitorale staalname tijdens T1 alsook de stortvakken gebruikt in maart 2017 (stortvak 199-205).



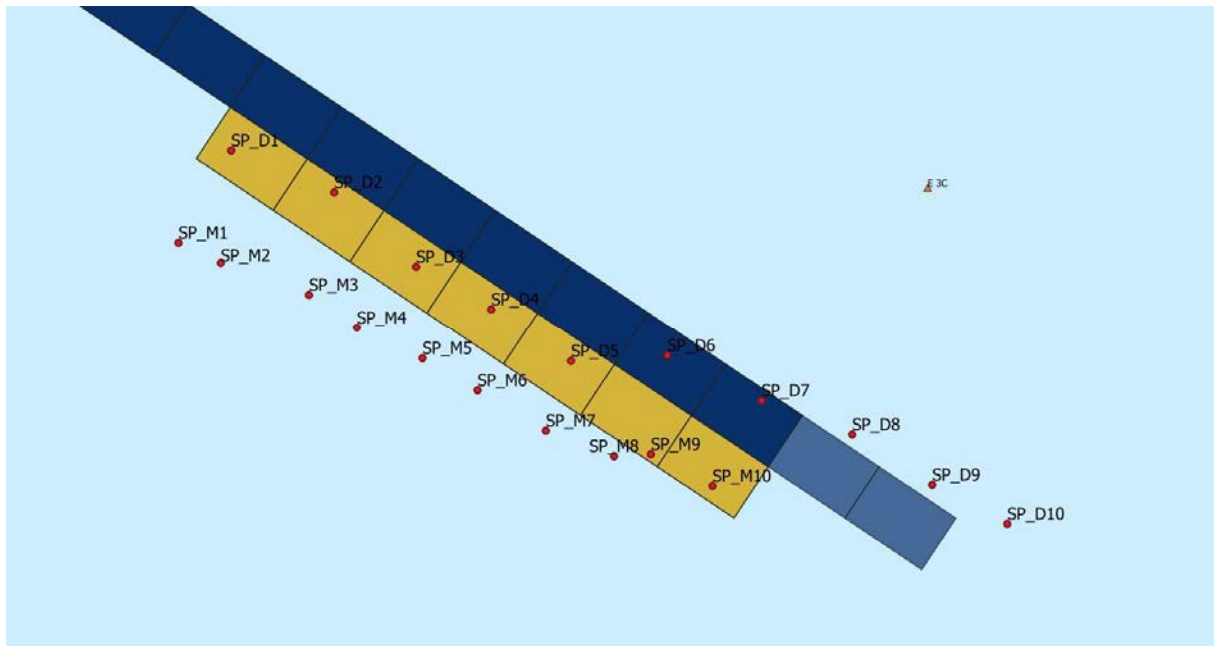
Figuur 25: locaties van sublitorale staalname tijdens T2, alsook de stortvakken gebruikt in maart 2017 (stortvak 199-205).

Tabel 5: coördinaten van locaties op T0-T2

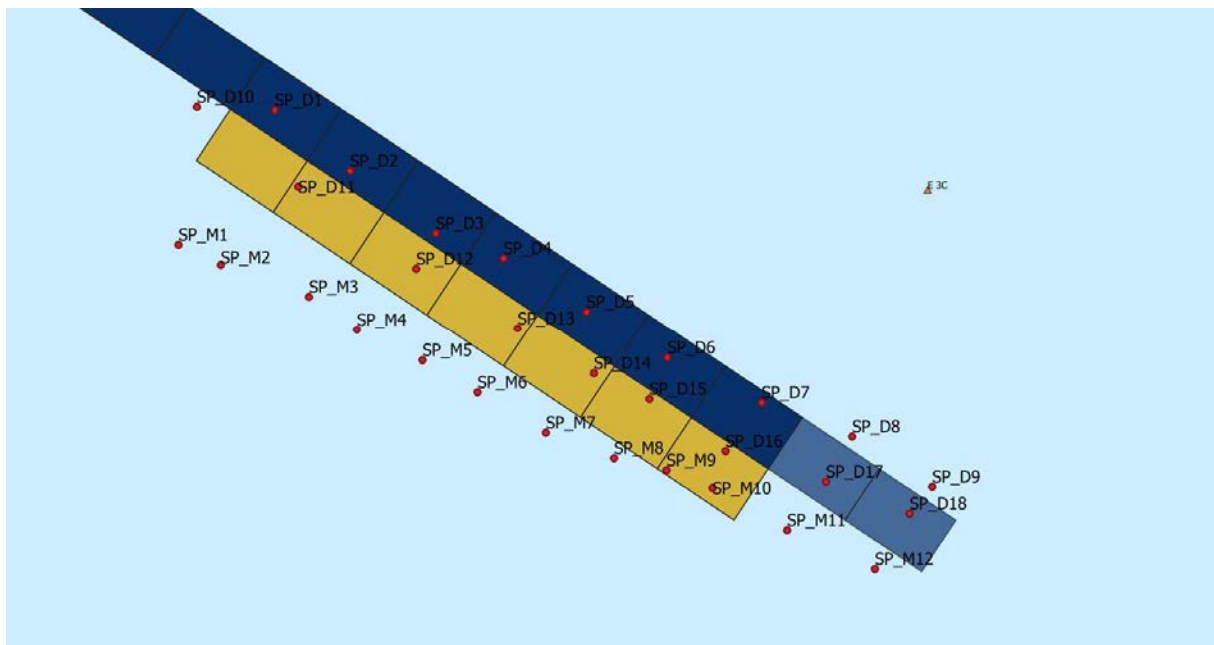
| locatiecode | lat       | long     |          |
|-------------|-----------|----------|----------|
| D1          | 51.390348 | 3.743814 | T0+T1+T2 |
| D2          | 51.389739 | 3.746220 | T0+T1+T2 |
| D3          | 51.389174 | 3.748592 | T0       |
| D3B         | 51.388659 | 3.748132 | T1+T2    |
| D4          | 51.388774 | 3.750397 | T0       |
| D4B         | 51.388038 | 3.749883 | T1+T2    |
| D5          | 51.388102 | 3.752205 | T0       |
| D5B         | 51.387281 | 3.751745 | T1+T2    |
| D6          | 51.387361 | 3.753992 | T0+T1+T2 |
| D7          | 51.386702 | 3.756190 | T0+T1+T2 |

|             |           |          |          |
|-------------|-----------|----------|----------|
| <b>D8</b>   | 51.386208 | 3.758305 | T0+T1+T2 |
| <b>D9</b>   | 51.385476 | 3.760174 | T0+T1+T2 |
| <b>D10</b>  | 51.384907 | 3.761925 | T0+T1+T2 |
| <b>M1</b>   | 51.389008 | 3.742587 | T0+T1+T2 |
| <b>M2</b>   | 51.388716 | 3.743573 | T1+T2    |
| <b>M2*</b>  | 51.387917 | 3.742611 | T0+T1    |
| <b>M3</b>   | 51.388249 | 3.745630 | T0+T1+T2 |
| <b>M4</b>   | 51.387771 | 3.746750 | T0+T1+T2 |
| <b>M5</b>   | 51.387322 | 3.748279 | T0+T1+T2 |
| <b>M6</b>   | 51.386852 | 3.749563 | T0+T1+T2 |
| <b>M7</b>   | 51.386264 | 3.751158 | T0+T1+T2 |
| <b>M8</b>   | 51.385892 | 3.752749 | T0+T1+T2 |
| <b>M9</b>   | 51.385920 | 3.753609 | T0+T1+T2 |
| <b>M10</b>  | 51.385459 | 3.755047 | T0+T1+T2 |
| <b>H1</b>   | 51.387155 | 3.740672 | T0       |
| <b>H1B</b>  | 51.389644 | 3.735337 | T1       |
| <b>H2</b>   | 51.386594 | 3.742381 | T0       |
| <b>H2B</b>  | 51.388220 | 3.738335 | T1+T2    |
| <b>H3</b>   | 51.386205 | 3.743540 | T0+T1+T2 |
| <b>H4</b>   | 51.385558 | 3.745251 | -        |
| <b>H4*</b>  | 51.386143 | 3.746097 | T0+T1+T2 |
| <b>H5</b>   | 51.385295 | 3.746324 | T0+T1    |
| <b>H6</b>   | 51.384613 | 3.748146 | -        |
| <b>H6*</b>  | 51.383812 | 3.748122 | T0+T1+T2 |
| <b>H7</b>   | 51.384452 | 3.749480 | T0+T1+T2 |
| <b>H8</b>   | 51.383828 | 3.750982 | T0       |
| <b>H8B</b>  | 51.381574 | 3.755335 | T1       |
| <b>H9</b>   | 51.383365 | 3.752464 | T0+T1+T2 |
| <b>H10</b>  | 51.383122 | 3.753304 | T0       |
| <b>H10B</b> | 51.378483 | 3.757567 | T1       |
| <b>H11</b>  | 51.380427 | 3.754429 | T1       |
| <b>H12</b>  | 51.381084 | 3.759406 | T1       |

Tijdens de T0 zijn 3 locaties (M2, H4 en H6; geen monsternamen) verplaatst naar (M2\*, H4\* en H6\* wel monsternamen). Voor de T1 zijn een aantal locaties verplaatst om de stortzone te bemonsteren (D3->D3B, D4->D4B, D5->D5B) en om de grenzen van de Nonnetjesbank op te zoeken (H1->H1B, H2->H2B, H8->H8B, H10->H10B) en zijn 2 locaties toegevoegd (H11 en H12) en is ook M2 naast M2\* bemonsterd. Voor de T2 zijn de monsterlocaties op de Nonnetjesbank uitgedund (H1, H5, H8, H10 en M2\*, H11, H12 vervallen), zie ook Figuur 25.



Figuur 26: locaties sublitorale staalname tijdens T3, alsook de gebruikte stortvakken in maart (stortvak 199-205), december 2017 (stortvak 234-242) en maart 2018 (stortvak 228-240).



Figuur 27: locaties sublitorale staalname tijdens T4, alsook de gebruikte stortvakken in maart (stortvak 199-205), december 2017 (stortvak 234-242) en maart 2018 (stortvak 228-240).

Tabel 6: coördinaten van locaties op T3

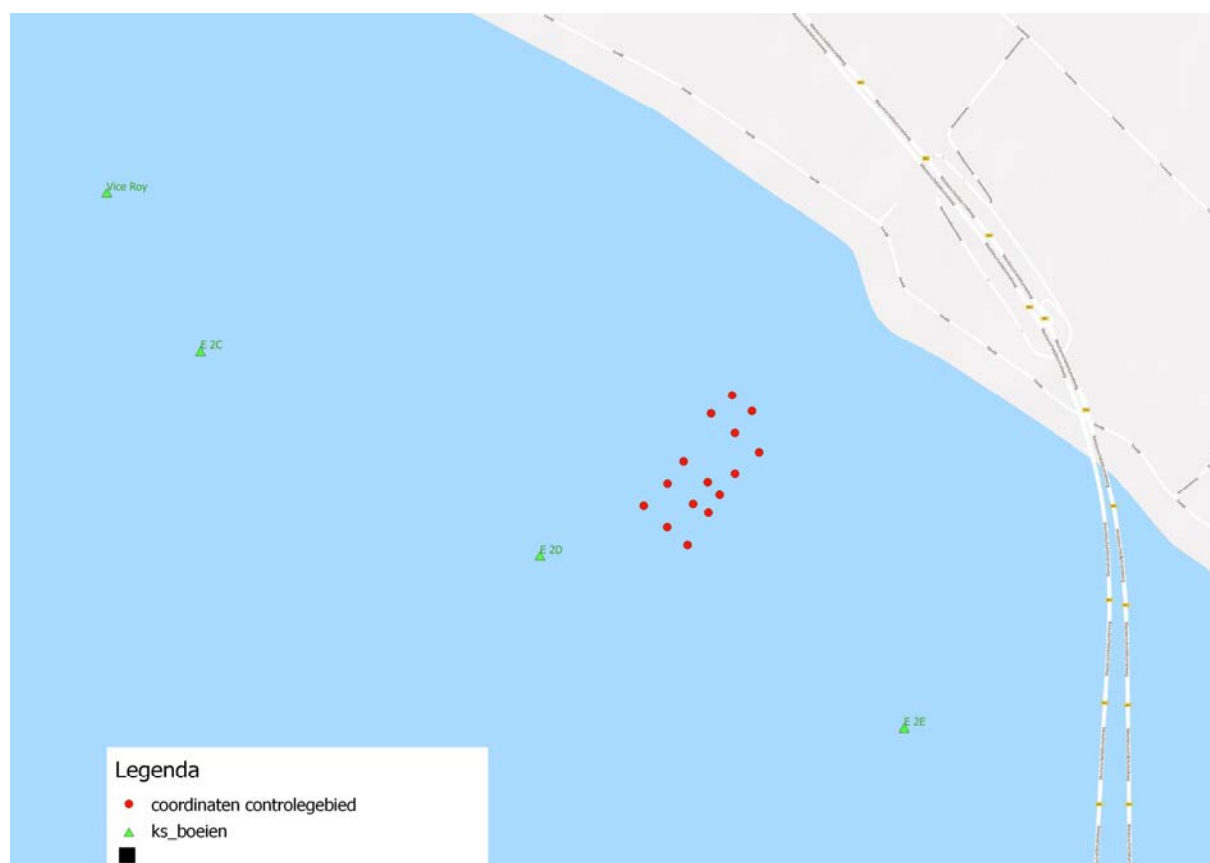
| locatiecode | lat      | long     |
|-------------|----------|----------|
| D1          | 51.39035 | 3.743814 |
| D2          | 51.38974 | 3.74622  |
| D3          | 51.38866 | 3.748132 |
| D4          | 51.38804 | 3.749883 |
| D5          | 51.38728 | 3.751745 |
| D6          | 51.38736 | 3.753992 |



|            |          |          |
|------------|----------|----------|
| <b>D7</b>  | 51.3867  | 3.75619  |
| <b>D8</b>  | 51.38621 | 3.758305 |
| <b>D9</b>  | 51.38548 | 3.760174 |
| <b>D10</b> | 51.38491 | 3.761925 |
| <b>M1</b>  | 51.38901 | 3.742587 |
| <b>M2</b>  | 51.38872 | 3.743573 |
| <b>M3</b>  | 51.38825 | 3.74563  |
| <b>M4</b>  | 51.38777 | 3.74675  |
| <b>M5</b>  | 51.38732 | 3.748279 |
| <b>M6</b>  | 51.38685 | 3.749563 |
| <b>M7</b>  | 51.38626 | 3.751158 |
| <b>M8</b>  | 51.38589 | 3.752749 |
| <b>M9</b>  | 51.38592 | 3.753609 |
| <b>M10</b> | 51.38546 | 3.755047 |

Tabel 7: coördinaten van locaties op T4

| <b>locatiecode</b> | <b>lat</b> | <b>long</b> |
|--------------------|------------|-------------|
| <b>D1</b>          | 51.39096   | 3.744832    |
| <b>D2</b>          | 51.39008   | 3.746591    |
| <b>D3</b>          | 51.38917   | 3.748592    |
| <b>D4</b>          | 51.38881   | 3.750171    |
| <b>D5</b>          | 51.38803   | 3.752106    |
| <b>D6</b>          | 51.38736   | 3.753992    |
| <b>D7</b>          | 51.3867    | 3.75619     |
| <b>D8</b>          | 51.38621   | 3.758305    |
| <b>D9</b>          | 51.38548   | 3.760174    |
| <b>D10</b>         | 51.39101   | 3.743018    |
| <b>D11</b>         | 51.38985   | 3.745381    |
| <b>D12</b>         | 51.38866   | 3.748132    |
| <b>D13</b>         | 51.38779   | 3.750499    |
| <b>D14</b>         | 51.38713   | 3.752281    |
| <b>D15</b>         | 51.38675   | 3.753573    |
| <b>D16</b>         | 51.386     | 3.75535     |
| <b>D17</b>         | 51.38555   | 3.757694    |
| <b>D18</b>         | 51.38509   | 3.759647    |
| <b>M1</b>          | 51.38901   | 3.742587    |
| <b>M2</b>          | 51.38872   | 3.743573    |
| <b>M3</b>          | 51.38825   | 3.74563     |
| <b>M4</b>          | 51.38777   | 3.74675     |
| <b>M5</b>          | 51.38732   | 3.748279    |
| <b>M6</b>          | 51.38685   | 3.749563    |
| <b>M7</b>          | 51.38626   | 3.751158    |
| <b>M8</b>          | 51.38589   | 3.752749    |
| <b>M9</b>          | 51.38572   | 3.753972    |
| <b>M10</b>         | 51.38546   | 3.755047    |
| <b>M11</b>         | 51.38484   | 3.756789    |
| <b>M12</b>         | 51.38428   | 3.758836    |

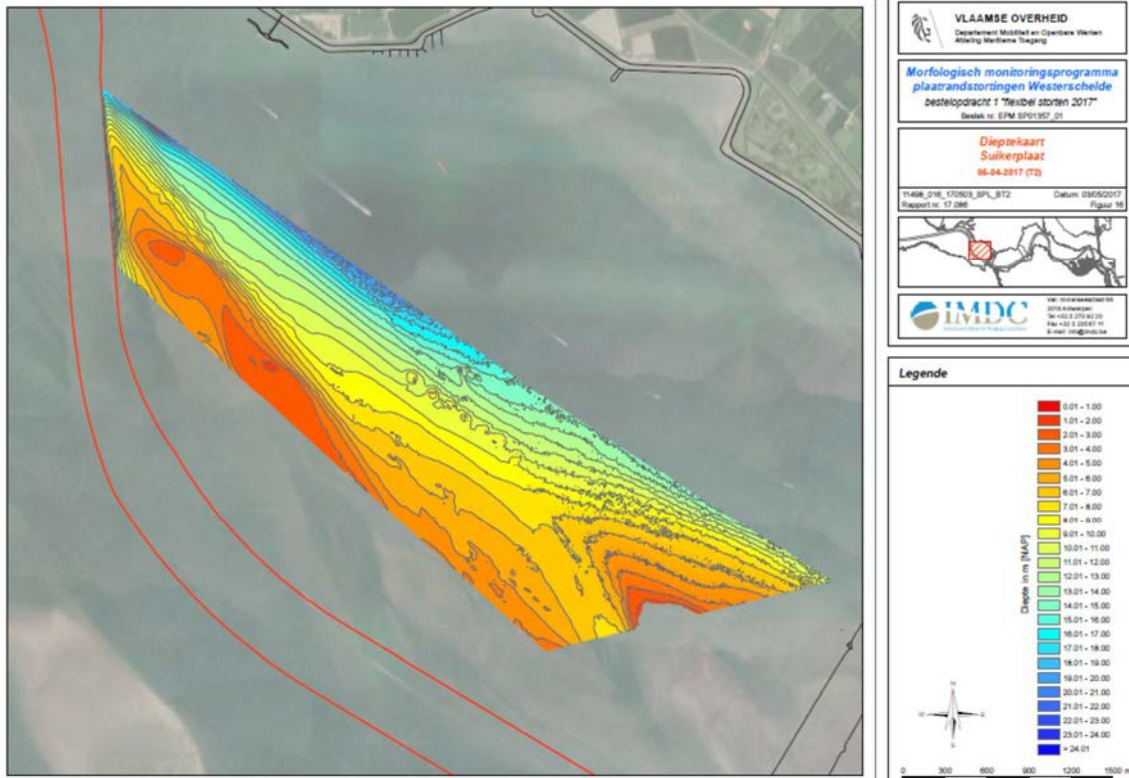


Figuur 28 : locaties van sublitorale staalname tijdens alle meetmomenten (T0-T4) in het controle gebied.

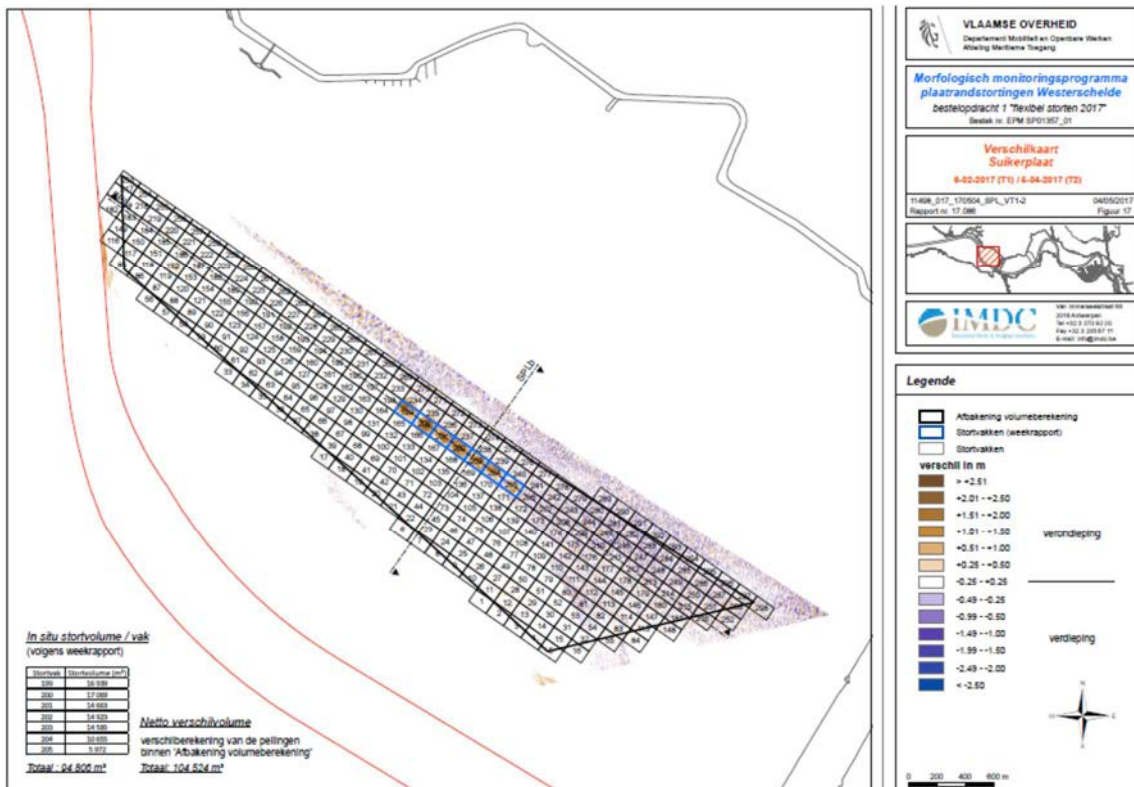
Tabel 8: coördinaten van controlelocaties (T0-)

| locatiecode | lat       | long     |
|-------------|-----------|----------|
| REF1        | 51.396671 | 3.785511 |
| REF2        | 51.396288 | 3.784793 |
| REF3        | 51.395294 | 3.783851 |
| REF4        | 51.394828 | 3.783301 |
| REF5        | 51.394350 | 3.782491 |
| REF6        | 51.396331 | 3.786171 |
| REF7        | 51.395870 | 3.785589 |
| REF8        | 51.395466 | 3.786398 |
| REF9        | 51.395023 | 3.785579 |
| REF10       | 51.394564 | 3.785053 |
| REF11       | 51.394191 | 3.784667 |
| REF12       | 51.393526 | 3.783952 |
| REF13       | 51.393895 | 3.783275 |
| REF14       | 51.394376 | 3.784155 |
| REF15       | 51.394850 | 3.784655 |

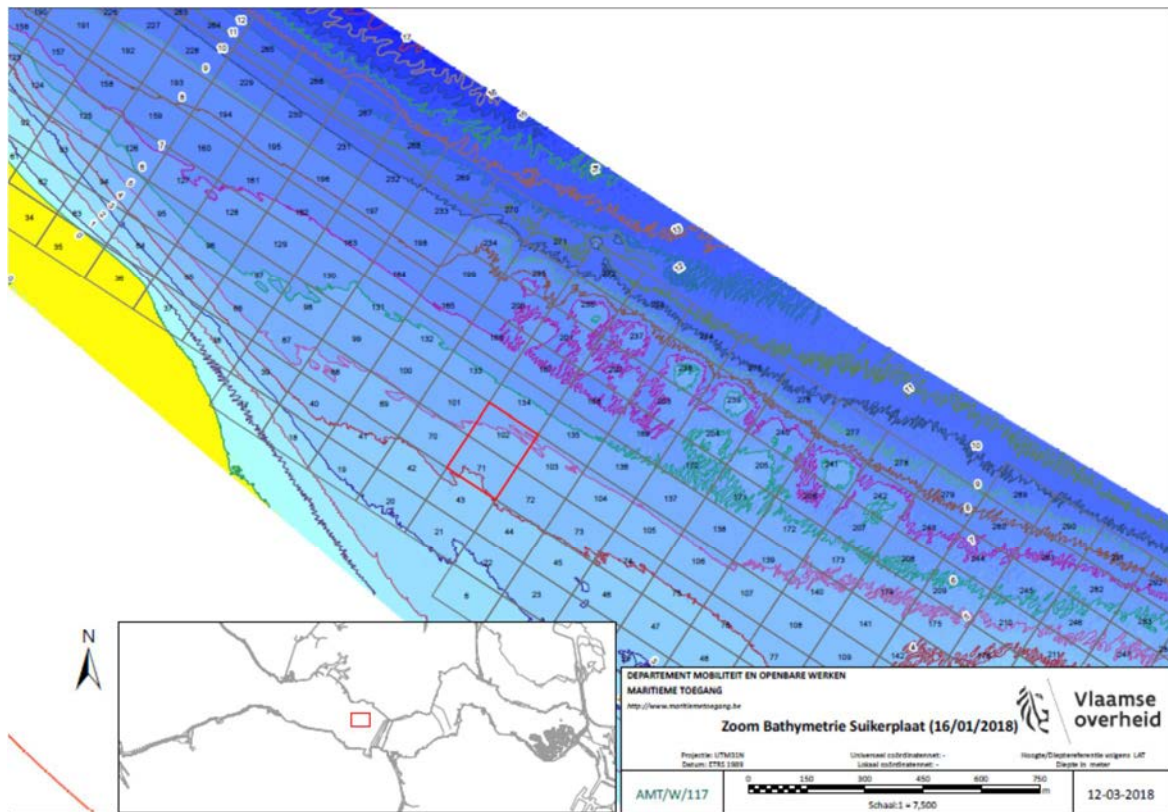
## Bijlage II: Bathymetrie



Figuur 29: Bathymetrisch overzicht van de wateren ten noordoosten van de Suikerplaat 1 week na storting (storting 20-31 maart 2017, bathymetrische meting 6 april 2017).



Figuur 30: Stortvolumes (bathymetrische verschilkaart voor en na storting) van de storting 20-31 maart 2017 per stortvak.



Figuur 31: Bathymetrisch overzicht van de wateren ten noordoosten van de Suikerplaat 1 maand na storting (storting 4-15 december 2017, bathymetrische meting 16 januari 2018).