



**Vlaanderen**  
is wetenschap

19\_076\_7  
WL rapporten

## Sedimentbalans Schelde-estuarium

Deelrapport 7  
Seizoenale variatie van de sedimentsamenstelling in de bodem

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

[waterbouwkundiglaboratorium.be](http://waterbouwkundiglaboratorium.be)

# Sedimentbalans Schelde-estuarium

## Deelrapport 7 – Seizoenale variatie van de sedimentsamenstelling in de bodem

Plancke, Y.; Vos, G.; Meire, D.

### Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.  
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.  
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

### Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2021  
D/2021/3241/300

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Plancke, Y.; Vos, G.; Meire, D.** (2021). Sedimentbalans Schelde-estuarium: Deelrapport 7 – Seizoensale variatie van de sedimentsamenstelling in de bodem. Versie 3.0. WL Rapporten, 19\_076\_7. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

### Documentidentificatie

|                    |   |  |                 |
|--------------------|---|--|-----------------|
| Opdrachtgever:     | MOW - Maritieme Toegang   | Ref.:  | WL2021R19_076_7 |
| Trefwoorden (3-5): | Sediment, Schelde-estuarium, suspensie  |  |                 |
| Kennisdomeinen:    | Hydraulica en sediment > Sediment > Cohesief sediment > Terreinmetingen<br>Hydraulica en sediment > Sediment > Niet-cohesief sediment > Terreinmetingen |  |                 |
| Tekst (p.):        | 17  | Bijlagen (p.):   | 8               |
| Vertrouwelijk:     | <input checked="" type="checkbox"/> Nee   | <input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar |                 |

|            |             |
|------------|-------------|
| Auteur(s): | Plancke, Y. |
|------------|-------------|

### Controle

|                | Naam               | Handtekening  |
|----------------|--------------------|---|
| Revisor(en):   | Vos, G.; Meire, D. | Getekend door:Gwendy Vos (Signature)<br>Getekend op:2022-01-10 12:24:57 +01:0<br>Reden:Ik keur dit document goed<br><i>Gwendy Vos</i>     |
|                |                    | Getekend door:Dieter Meire (Signature)<br>Getekend op:2022-01-03 11:15:32 +01:0<br>Reden:Ik keur dit document goed<br><i>Dieter Meire</i> |
| Projectleider: | Plancke, Y.        | Getekend door:Yves Plancke (Signature)<br>Getekend op:2021-12-23 14:49:56 +01:0<br>Reden:Ik keur dit document goed<br><i>Yves Plancke</i> |

### Goedkeuring

|                 |               |   |
|-----------------|---------------|---|
| Afdelingshoofd: | Bellafkih, K. | Getekend door:Abdelkannm Bellafkih (Sig)<br>Getekend op:2021-12-23 13:37:37 +01:0<br>Reden:Ik keur dit document goed<br><i>Abdelkannm Bellafkih</i> |
|-----------------|---------------|---|



## Abstract

In het kader van de opmaak van de sedimentbalans voor de Zeeschelde, worden de verschillende sinks en sources van sediment onderzocht. Aangezien de sedimentbalans opgemaakt wordt over een periode van meerdere (3 tot 6) jaren, wordt de variatie op de seizoenale tijdschaal niet in rekening gebracht. Aangezien de ligging van het turbiditeitsmaximum een sterke seizoenale variatie kent, is de vraag of dit ook in de sedimentsamenstelling van het bodemsediment optreedt. Dit werd onderzocht aan de hand van drie in situ meetcampagnes, waarbij de sedimentsamenstelling in 4 focusgebieden onderzocht werd voor verschillende seizoenen. Een vierde campagne, voorzien in 2020, kon omwille van de geldende Corona-maatregelen niet doorgaan.

De hypothese die aan de hand van de meetcampagnes getoetst zou worden, luidde dat (1) op het einde van de winter de fijnere sedimenten (slib) uit de bodem van de Boven-Zeeschelde uitgespoeld zouden zijn en vice versa dat (2) op het einde van de zomer, deze zone zou gekenmerkt worden door meer fijnere sedimenten in de bodem. Uit de verschillende meetcampagnes blijkt dat deze hypothese niet kan bekrachtigd worden. De ruimtelijke variatie binnen elk focusgebied is aanzienlijk groter dan de temporele variatie binnen deze focusgebieden. Deze conclusie geldt zowel wanneer alle bodemstalen per meetcampagne per focusgebied samen worden beschouwd, maar ook wanneer er een opdeling plaatsvinden volgens de verschillende ecotopenklassen (i.e. diep, matig diep en ondiep subtidaal). Het aandeel van de slibfractie varieert ruimtelijk binnen een focusgebied tussen 5 en 90%, terwijl het temporeel verschil tussen de verschillende meetcampagnes van een grootteorde van 20% is.

Daarnaast konden uit de resultaten van de meetcampagnes enkele vaststellingen gedaan worden rond het aandeel van de slibfractie binnen de verschillende ecotoopklassen en bleek (visueel) dat een aantal bodemstalen gekenmerkt werden door de aanwezigheid van een (dunne) toplaag die een andere sedimentsamenstelling kent dan de onderliggende laag.



# Inhoudstafel

|  |     |
|--|-----|
| Abstract .....   | III |
| Inhoudstafel.....  | V   |
| Lijst van de tabellen.....   | VI  |
| Lijst van de figuren .....   | VII |
| 1 Inleiding .....  | 1   |
| 1.1 Situering.....   | 1   |
| 1.2 Belang van sediment in de bodem .....                                    | 1   |
| 2 Methodologie .....   | 2   |
| 2.1 Studiegebied.....  | 2   |
| 2.2 Meetcampagnes .....  | 3   |
| 2.3 Meettechnieken .....   | 5   |
| 2.3.1 Staalname .....  | 5   |
| 2.3.2 Korrelgrootteverdeling .....   | 5   |
| 3 Resultaten sedimentsamenstelling .....                                     | 6   |
| 3.1 Meetcampagnes .....  | 6   |
| 3.1.1 Najaar 2018 .....  | 7   |
| 3.1.2 Voorjaar 2019 .....  | 7   |
| 3.1.3 Najaar 2019 .....  | 9   |
| 3.2 Temporele variatie .....   | 10  |
| 3.2.1 Lillo.....   | 11  |
| 3.2.2 Notelaer .....   | 11  |
| 3.2.3 Appels .....   | 13  |
| 3.2.4 Boom.....  | 14  |
| 4 Conclusies en aanbevelingen .....  | 15  |
| 4.1 Conclusies.....  | 15  |
| 4.2 Aanbevelingen .....  | 15  |
| 5 Referenties .....  | 17  |
| Bijlage 1 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Lillo .....   | B1  |
| Bijlage 2 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Notelaer..... | B3  |
| Bijlage 3 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Appels.....   | B5  |
| Bijlage 4 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Boom .....    | B7  |

# Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht meetcampagnes ..... 3

## Lijst van de figuren

|  |    |
|--|----|
| Figuur 1 – Locatie focusgebieden .....   | 2  |
| Figuur 2 – Meetcampagnes in relatie tot bovenafvoer en verblijftijd .....  | 4  |
| Figuur 3 – Boxcorer (links) en steekbuizen voor subsampling (rechts).....  | 5  |
| Figuur 4 – Voorbeeld van sedimentmonster met aanwezigheid verschillende toplaag .....                                      | 6  |
| Figuur 5 – Aandeel slibfractie onderste vs. bovenste helft van sedimentmonster.....  | 7  |
| Figuur 6 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne najaar 2018 .....                               | 8  |
| Figuur 7 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne voorjaar 2019.....                              | 8  |
| Figuur 8 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne najaar 2019 .....                               | 9  |
| Figuur 9 – Seizoenale variatie van aandeel slib (< 63 µm) voor alle bodemstalen per locatie .....                          | 10 |
| Figuur 10 – Seizoenale variatie van aandeel slib (< 63 µm) voor bodemstalen gelegen in het diep subtidaal per locatie..... | 11 |
| Figuur 11 – Seizoenale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Lillo.....                                  | 12 |
| Figuur 12 – Seizoenale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Notelaer .....                              | 12 |
| Figuur 13 – Seizoenale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Appels .....                                | 13 |
| Figuur 14 – Seizoenale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Boom.....                                   | 14 |
| Figuur 15 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne NAJAAR 2018 .....                                    | B1 |
| Figuur 16 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne VOORJAAR 2019.....                                   | B2 |
| Figuur 17 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne NAJAAR 2019 .....                                    | B2 |
| Figuur 18 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne NAJAAR 2018.....                                  | B3 |
| Figuur 19 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne VOORJAAR 2019 .....                               | B4 |
| Figuur 20 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne NAJAAR 2019.....                                  | B4 |
| Figuur 21 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne NAJAAR 2018 .....                                   | B5 |
| Figuur 22 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne VOORJAAR 2019 .....                                 | B6 |
| Figuur 23 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne NAJAAR 2019 .....                                   | B6 |
| Figuur 24 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Boom – meetcampagne VOORJAAR 2019.....                                    | B8 |
| Figuur 25 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Boom – meetcampagne NAJAAR 2019 .....                                     | B8 |





# 1 Inleiding

## 1.1 Situering

In het kader van de Evaluatie Verdrag Beleid & Beheer 2014-2018 (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2019) werd door de beheerders een lijst onderzoeksvragen voor toekomstig onderzoek geformuleerd. Deze lijst ligt aan de basis van het onderzoeksprogramma Agenda voor de Toekomst II. Door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) werd voor de prioritaire onderzoeksvragen (geïdentificeerd door de beheerders en op te starten in 2019) een screening uitgevoerd van potentiële bijdrages. Met voorliggend onderzoek tracht het WL de inzichten rond het topic “sedimentbalans” te vergroten. Hierbij worden volgende onderzoeksvragen opgepakt:

1. Hoe groot en in welke richting verloopt de sedimentuitwisseling tussen de monding en het estuarium en is er een verschil tussen zand- en slibtransport?
2. Wat zijn de aandrijvende krachten in dit proces?
3. Hoe ver staan we nu eigenlijk met de opmaak van een slibbalans?
4. Wat is de bergingscapaciteit van het estuarium voor sediment, uitgesplitst in zand en slib?
5. Hoeveel sediment kan zonder gevolgen extra worden toegevoegd aan het systeem uitgaande van de huidige gebruiksfuncties.

Voorliggend rapport gaat in op de 4<sup>e</sup> onderzoeksvraag en beoogt de seizoenale variatie van de sedimentsamenstelling van de bodem in beeld te brengen.

## 1.2 Belang van sediment in de bodem

De sedimentbalans voor de Zeeschelde werd door het WL voor een eerste maal opgemaakt in het kader van het project “integraal plan Boven-Zeeschelde” (Vandenbruwaene *et al.*, 2017). Het belang van dergelijke balans werd benadrukt en maakt onderdeel uit van de 6-jaarlijkse evaluatie van het Schelde-estuarium (e.g. Barneveld *et al.*, 2018). De sedimentbalans van de Zeeschelde is opgedeeld in een zand- en slibbalans en wordt opgemaakt over een periode van meerdere (3 tot 6) jaren (Plancke *et al.*, 2021; Vos *et al.*, 2021).

Eén van de aspecten die hiermee niet belicht wordt, is de variatie op de seizoenale tijdschaal. Uit eerder onderzoek is gebleken dat enerzijds de ligging van het estuarien turbiditeitsmaximum (ETM) een sterke seizoenale variatie kent (Plancke *et al.*, 2015; Vandenbruwaene *et al.*, 2020), anderzijds dat op basis van numerieke simulaties verwacht wordt dat de sedimentbeschikbaarheid gedurende het jaar sterk varieert (Schramkowski *et al.*, 2019). Op basis van deze vaststellingen rijst de vraag of de sedimentsamenstelling van het bodemsediment in het Schelde-estuarium een seizoenale variatie kent. De hypothese die hierbij geldt is dat (1) op het einde van de winter, na een periode van hogere bovenafvoer, de fijnere sedimenten (slib) uit de bodem van de Boven-Zeeschelde uitgespoeld zouden zijn en vice versa dat (2) op het einde van de zomer, na een periode van lagere bovenafvoer en een ETM ter hoogte van de Boven-Zeeschelde, deze zone zou gekenmerkt worden door fijnere sedimenten (slib) in de bodem.

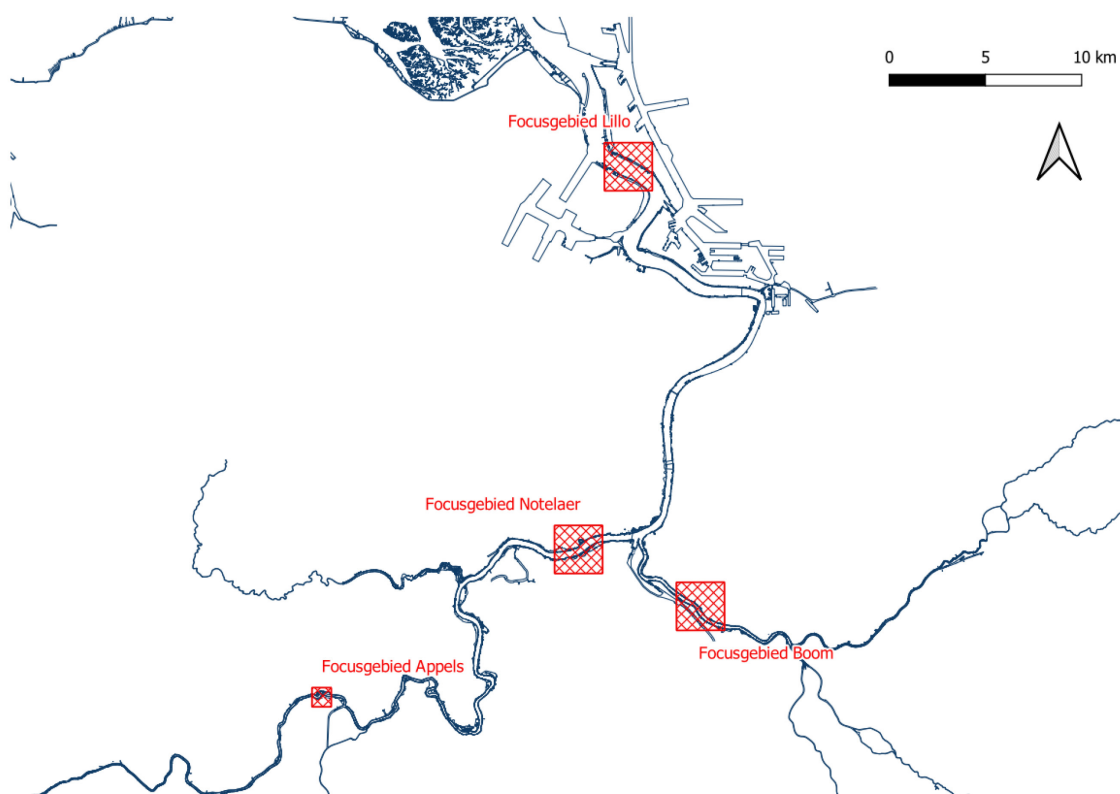
Om deze onderzoeksvragen te beantwoorden, werden, in samenwerking met DAB Vloot en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in situ meetcampagnes uitgevoerd waarbij de sedimentsamenstelling in 4 focusgebieden onderzocht werd voor verschillende seizoenen. De resultaten van deze meetcampagnes moeten toelaten na te gaan of de sedimentsamenstelling onderhevig is aan seizoenale variatie, en biedt de mogelijkheid om een eerste (ruwe) inschatting te maken van de potentiële rol als sink en source voor slib gedurende het jaar.

## 2 Methodologie

### 2.1 Studiegebied

De ligging van het ETM varieert van de Beneden-Zeeschelde in de winter (c.q. periode van hoge bovenafvoer) tot de Boven-Zeeschelde in de zomer (c.q. periode van lage bovenafvoer). Daarom werd binnen het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium gekozen voor een aantal focusgebieden om de sedimentsamenstelling te onderzoeken. In navolging van eerdere studies (Van Braeckel *et al.*, 2012, 2018) en rekening houdend met gebieden die door het INBO reeds bemonsterd worden in het kader van MONEOS (Van Ryckegem *et al.*, 2017), is gekozen voor volgende 4 focusgebieden, verspreid over de saliniteitsgradiënt in het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium (Figuur 1):

- Lillo, gelegen in de Beneden-Zeeschelde in het mesohalien
- Notelaer, gelegen in de Boven-Zeeschelde in het oligohalien
- Appels, gelegen in de Boven-Zeeschelde in het zoete met korte verblijftijd
- Boom, gelegen in de Rupel in het oligohalien



Figuur 1 – Locatie focusgebieden

## 2.2 Meetcampagnes

Om de seizoenale variatie in beeld te brengen, waren er bij aanvang van het project 4 meetcampagnes voorzien, 2 in het najaar en 2 in het voorjaar (Tabel 1). De meetcampagnes werden uitgevoerd door terreinmedewerkers van het INBO aan boord van de MS Henri De Vos.

Tabel 1 – Overzicht meetcampagnes

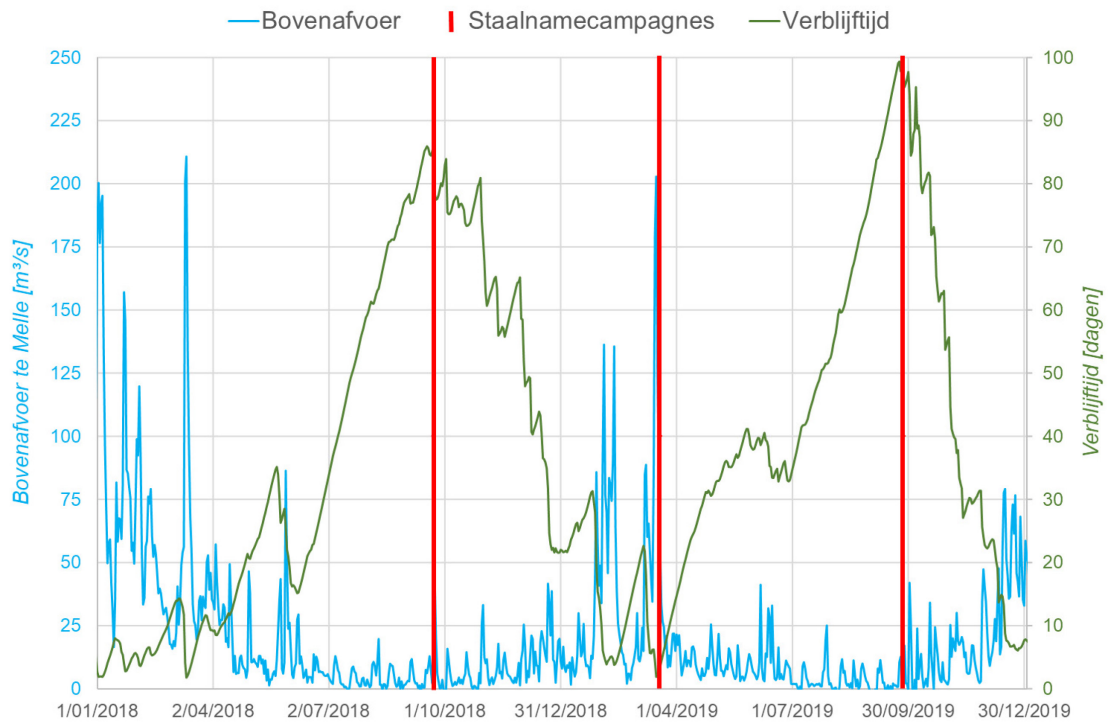
| Campagne      | Lillo  | Notelaer   | Appels     | Boom       |
|---------------|--|------------|------------|------------|
| Najaar 2018   | 25/09/2018   | 24/09/2018 | 21/09/2018 | NVT        |
| Voorjaar 2019 | 21/03/2019   | 20/03/2019 | 18/03/2019 | 19/03/2019 |
| Najaar 2019   | 30/09/2019   | 26/09/2019 | 25/09/2019 | 27/09/2019 |
| Voorjaar 2020 | <i>Niet plaatsgevonden omwille van geldende Corona-maatregelen</i> |            |            |            |

Per meetcampagne werd er telkens één meetdag per focusgebied voorzien, met als doel per dag ca. 20 bodemstalen te nemen. Elke meetcampagne bestond alzo uit 4 aaneengesloten meetdagen. Uitzondering hierop was de eerste meetcampagne waarbij geen staalname plaatsvond op de Rupel (focusgebied Boom).

De campagnes in het najaar sloten aan bij de reguliere MONEOS-bemonstering die door het INBO wordt uitgevoerd. De campagnes in het voorjaar waren extra, om zo de verschillen in sedimentsamenstelling op het einde van de zomer en het einde van de winter te kunnen onderzoeken.

De tweede voorziene campagne in het voorjaar van 2020 kon niet doorgaan omwille van de Coronapandemie die op dit moment uitbrak in België. Het uitstellen van de campagne naar 2021 is overwogen, maar aangezien de geldende Corona-maatregelen ook begin 2021 streng bleven aan boord van de meetschepen en het uitvoeren van dergelijke staalnames verschillende personen aan boord vereist die nauw samenwerken, werd finaal besloten deze maatcampagne af te gelasten. Hierdoor is er slechts één “winter”-campagne doorgegaan.

De planning van de meetcampagnes was erop gericht de seizoenale variatie in bovenafvoer te capteren. Figuur 2 geeft de uitgevoerde meetcampagnes weer in relatie tot de bovenafvoer en de verblijftijd (Vandenbruwaene *et al.*, 2019, 2020). Hieruit blijkt dat de beoogde condities zeer goed bereikt werden voor de verschillende campagnes. Beide campagnes in het najaar werden gekenmerkt door de verblijftijd van meer dan 85 dagen, wat duidt op een lange voorafgaande periode met lage bovenafvoer. De campagne in het voorjaar van 2019 vond plaats net na een verhoogde bovenafvoer, wat de beoogde uitspoeling van fijnere bodemsediment zou moeten gestimuleerd hebben.



Figuur 2 – Meetcampagnes in relatie tot bovenafvoer en verblijftijd

## 2.3 Meettechnieken

### 2.3.1 Staalname

De staalname tijdens de meetcampagnes gebeurde met behulp van een Reineck boxcorer (diameter 15 cm, Figuur 3). Dit toestel laat toe op een niet-verstoorde wijze een monster te nemen van het bovenste deel van de bodem (ca. 30 cm). Uit dit monster werd een deelstaal onttrokken met behulp van een steekbuis met diameter 20 mm (Figuur 3) dat vervolgens bewaard werd in een recipiënt en waarvan later de sedimentsamenstelling werd bepaald. Tijdens de MONEOS-campagnes werden door het INBO bijkomende deelstalen (één sedimentstaal en één detailstaal voor verdere identificatie van Oligochaeta) genomen voor hun reguliere analyses.



Figuur 3 – Boxcorer (links) en steekbuizen voor subsampling (rechts)

### 2.3.2 Korrelgrootteverdeling

De korrelgrootteverdeling werd bepaald van de bodemstalen die tijdens de meetcampagnes verzameld werden. Dit gebeurt door middel van laserdiffractie met behulp van de Mastersizer 2000 (Malvern Instruments). De analyse wordt uitgevoerd volgens een vastgelegd protocol:

1. Zeven van het staal op een zeef met maaswijdte 1 mm
2. Nemen van een representatief deelstaal
3. In het toestel wordt het ingebrachte staal onderworpen aan een ultrasone voorbehandeling, met als doel eventueel vlokken op te breken
4. Bepalen van de korrelgrootte; dit wordt 3-maal herhaald op hetzelfde staal om eventuele anomalieën uit te sluiten;
5. Bepalen van de gemiddelde kromme, waaruit volgende sedimenteigenschappen worden afgeleid:
  - a. de karakteristieke korreldiameters: D10, D35, D50, D65, D90
  - b. het relatieve aandeel per sedimentklasse:  
<math><2 \mu\text{m}</math>; <math>2-63 \mu\text{m}</math>; <math>63-125 \mu\text{m}</math>; <math>125-250 \mu\text{m}</math>; <math>250-500 \mu\text{m}</math>; <math>500-1000 \mu\text{m}</math>; <math>> 1000 \mu\text{m}</math>

## 3 Resultaten sedimentsamenstelling

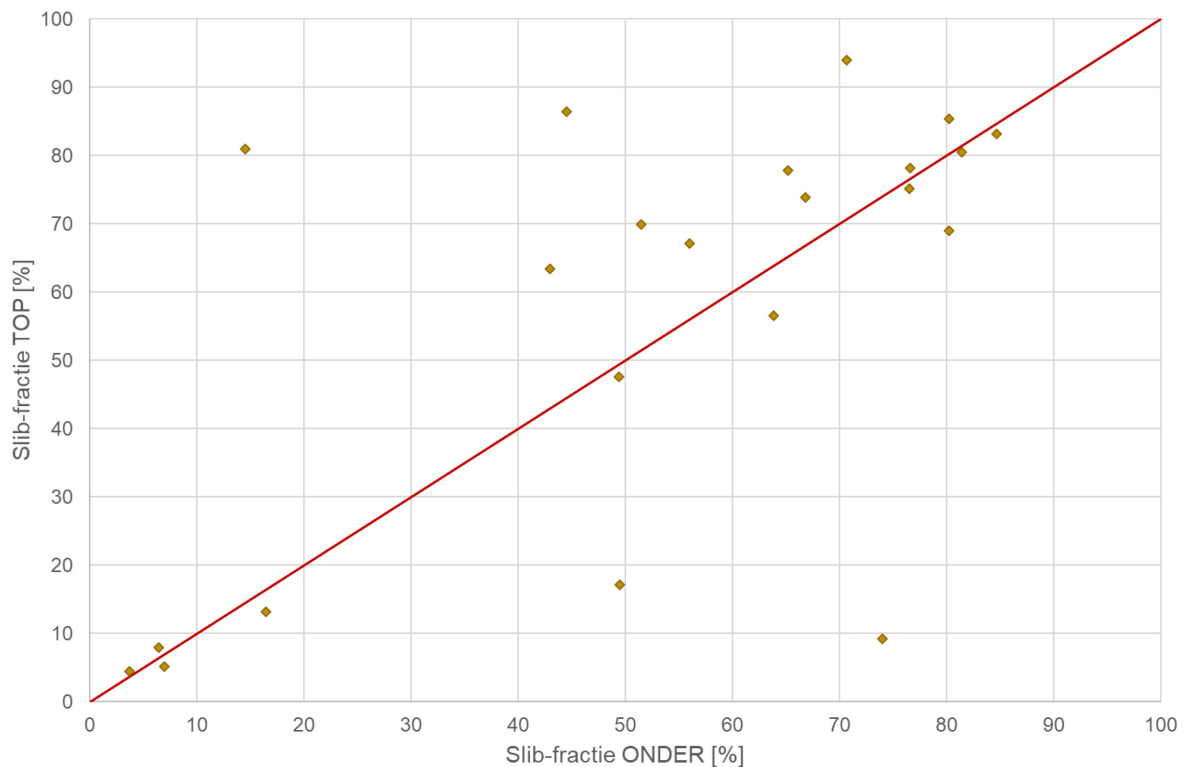
### 3.1 Meetcampagnes

Tijdens de staalname viel het op dat bij bepaalde stalen er een duidelijke gelaagdheid aanwezig was in het sedimentmonster: bepaalde stalen werden gekenmerkt door een dunne sliblaag bovenop een eerder zanderig sedimentmonster (Figuur 4). Op basis van deze vaststelling werd vastgelegd dat, wanneer er visueel een gelaagdheid werd vastgesteld, er gekozen werd om 2 deelstalen (toplaag en onderliggende laag) van het sedimentmonster te nemen.



Figuur 4 – Voorbeeld van sedimentmonster met aanwezigheid verschillende toplaag

Per meetcampagne werden alzo 5 à 10 dubbele deelstalen genomen, die vervolgens afzonderlijk op sedimentsamenstelling werden geanalyseerd. De verwachting was dat de toplaag een groter aandeel slibfractie zou bevatten in vergelijking met de onderliggende laag. In Figuur 5 wordt het aandeel van slibfractie weergegeven voor de sedimentmonsters waarvoor 2 deelstalen werden genomen. Hieruit blijkt dat in 41% van de monsters (9/22) het verschil in het aandeel van de slibfractie kleiner is dan 5%. In 32% van de monsters ligt het aandeel van de slibfractie in de toplaag meer dan 10% hoger dan in de onderliggende laag, terwijl in 14% van de monsters het aandeel van de slibfractie in de toplaag meer dan 10% lager ligt dan in de onderliggende laag. Hieruit blijkt dat er geen systematische trend terug te vinden is in het aandeel van de slibfractie in de toplaag ten opzichte van de onderliggende laag, hoewel in het merendeel van de gevallen het aandeel wel hoger ligt, zoals ook verwacht werd op basis van de visuele vaststellingen tijdens de meetcampagnes.



Figuur 5 – Aandeel slibfractie onderste vs. bovenste helft van sedimentmonster  
Rode lijn is de 1:1-lijn

### 3.1.1 Najaar 2018

De resultaten van de sedimentsamenstelling van de verschillende individuele bodemstalen zijn terug te vinden in Figuur 6. De resultaten worden ruimtelijk weergegeven in Figuur 15, Figuur 18 en Figuur 21.

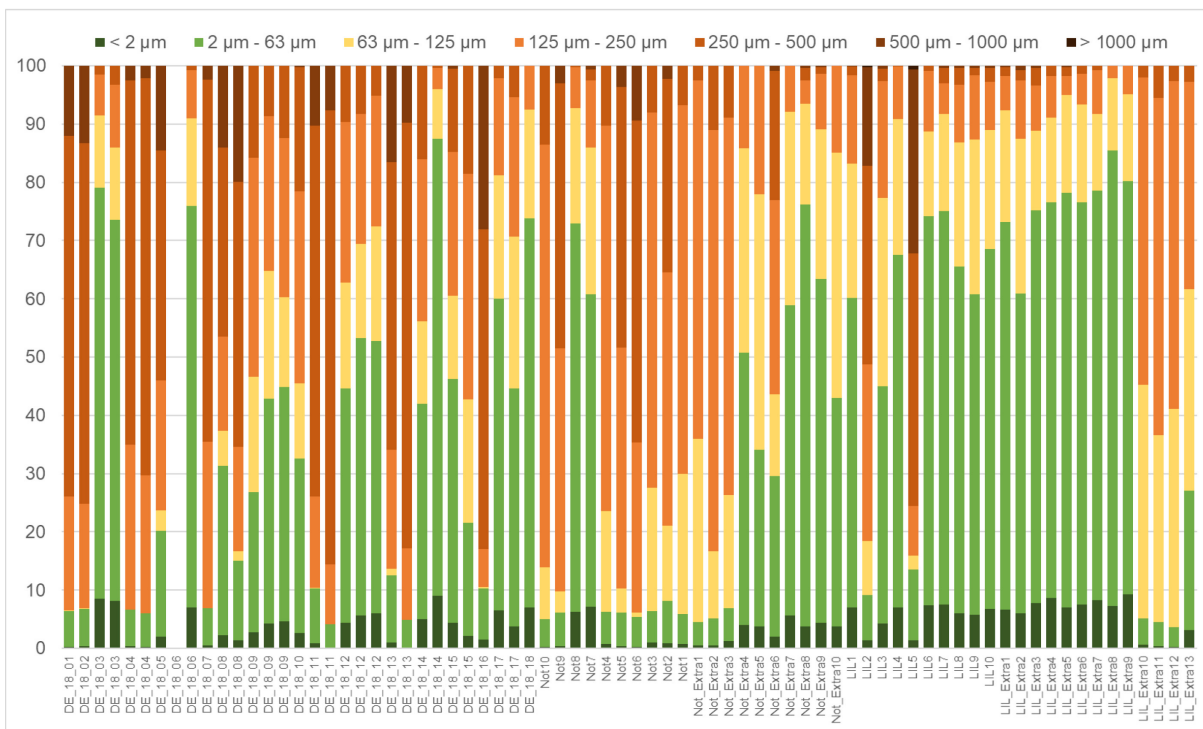
Alle focusgebieden worden gekenmerkt door een grote variatie in sedimentsamenstelling waarbij het aandeel van de slibfractie varieert van minder dan 5% tot meer dan 80%. Voor Appels hebben 26% van de stalen een slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ) van meer dan 50%; voor de Notelaer is dit voor 30% van de stalen, terwijl dit voor Lillo 70% is. De mediane korrelgrootte (D50) kent een variatie (P10-P90) van respectievelijk 23 – 332  $\mu\text{m}$  (Appels), 41 – 245  $\mu\text{m}$  (Notelaer) en 19 – 141  $\mu\text{m}$  (Lillo).

### 3.1.2 Voorjaar 2019

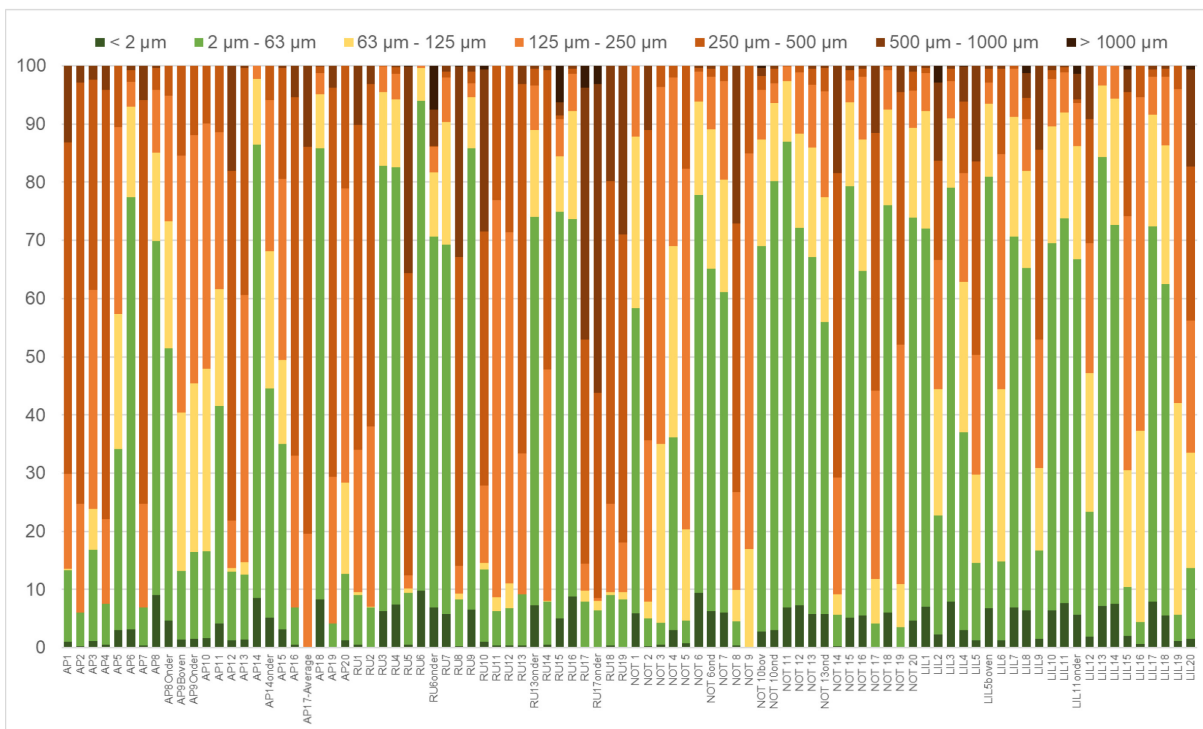
De resultaten van de sedimentsamenstelling van de verschillende individuele bodemstalen zijn terug te vinden in Figuur 7. De resultaten worden ruimtelijk weergegeven in Figuur 16, Figuur 19, Figuur 22 en Figuur 24.

Alle focusgebieden worden gekenmerkt door een grote variatie in sedimentsamenstelling waarbij het aandeel van de slibfractie varieert van minder dan 5% tot meer dan 90%. Voor Appels hebben 22% van de stalen een slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ) van meer dan 50%; voor de Notelaer is dit voor 61% van de stalen, terwijl dit voor Lillo 55% is en 41% voor Boom. De mediane korrelgrootte (D50) kent een variatie (P10-P90) van respectievelijk 26 – 319  $\mu\text{m}$  (Appels), 23 – 294  $\mu\text{m}$  (Notelaer), 20 – 203  $\mu\text{m}$  (Lillo) en 18 – 436  $\mu\text{m}$  (Boom).





Figuur 6 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne najaar 2018

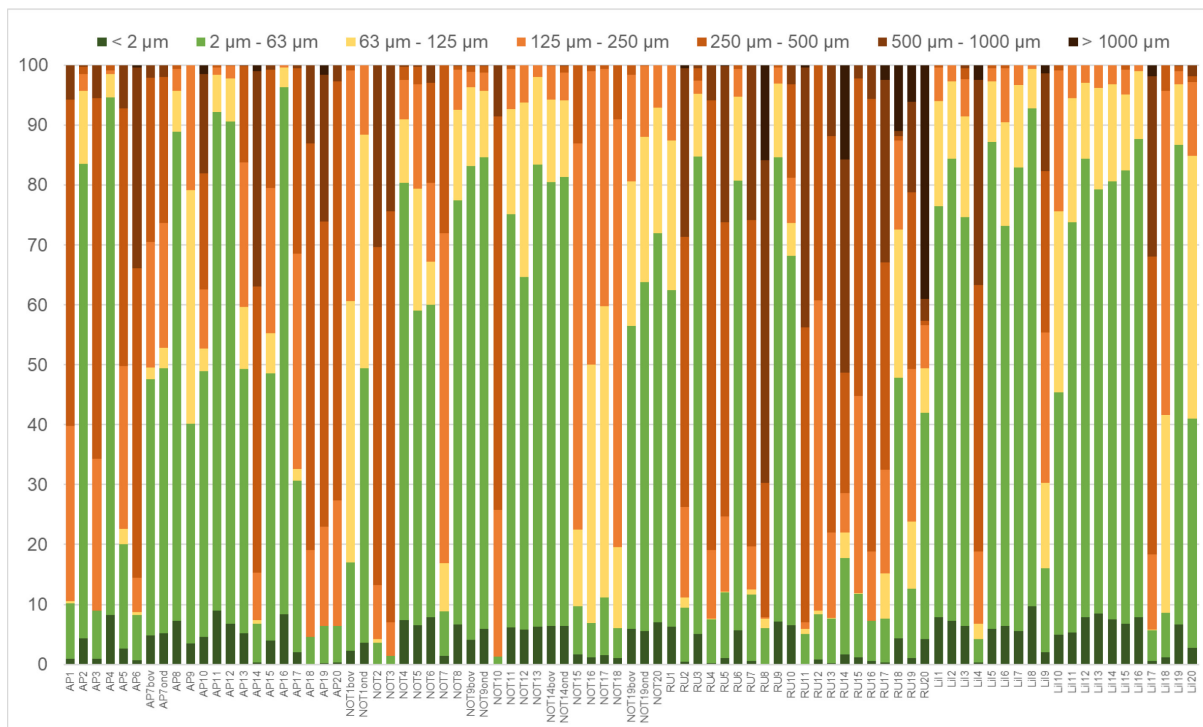


Figuur 7 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne voorjaar 2019

### 3.1.3 Najaar 2019

De resultaten van de sedimentsamenstelling van de verschillende individuele bodemstalen zijn terug te vinden in Figuur 8. De sedimentsamenstelling wordt ruimtelijk weergegeven in Figuur 17, Figuur 20, Figuur 23 en Figuur 25.

Alle focusgebieden worden gekenmerkt door een grote variatie in sedimentsamenstelling waarbij het aandeel van de slibfractie varieert van minder dan 5% tot meer dan 90%. Voor Appels hebben 29% van de stalen een slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ) van meer dan 50%; voor de Notelaer is dit voor 58% van de stalen, terwijl dit voor Lillo 70% is en 25% voor Boom. De mediane korrelgrootte (D50) kent een variatie (P10-P90) van respectievelijk 13 – 363  $\mu\text{m}$  (Appels), 18 – 280  $\mu\text{m}$  (Notelaer), 15 – 235  $\mu\text{m}$  (Lillo) en 20 – 478  $\mu\text{m}$  (Boom).



Figuur 8 – Sedimentsamenstelling voor verschillende bodemstalen – campagne najaar 2019

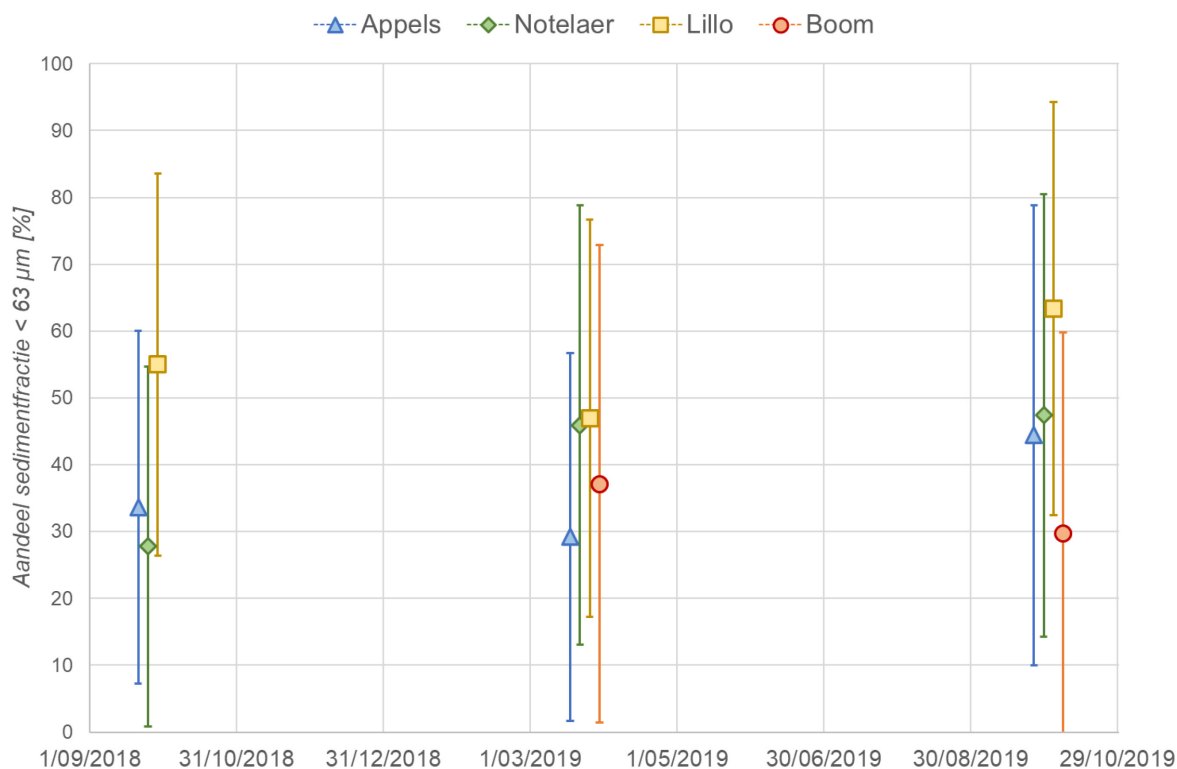
## 3.2 Temporele variatie

Een belangrijke onderzoeksvraag die met behulp van de uitgevoerde metingen beantwoord moest worden, was of de sedimentsamenstelling een seizoenale variatie kent. Eerst en vooral dient opgemerkt te worden dat omwille van de geldende Corona-maatregelen de tweede geplande staalnamecampagne in de winter van 2020 niet heeft kunnen plaatsvinden. Hierdoor werd slechts één meetcampagne uitgevoerd in de winter, wat het trekken van conclusies bemoeilijkt.

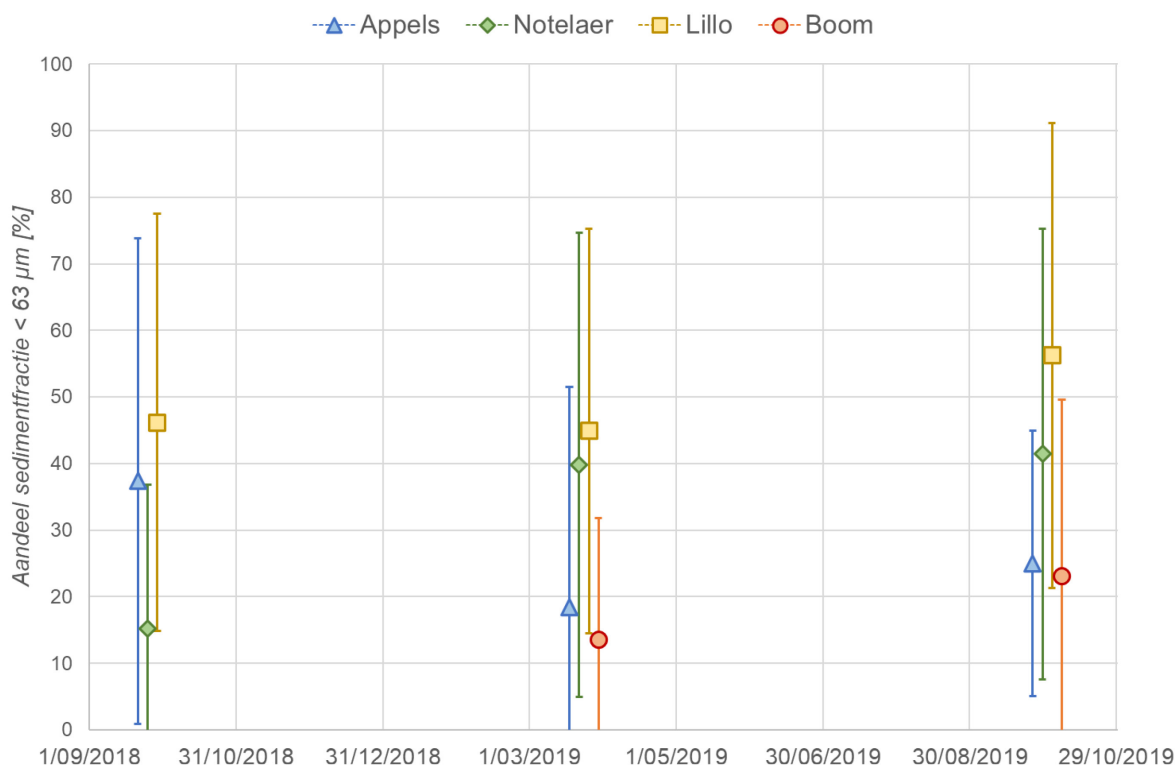
Op basis van de uitgevoerde metingen, blijkt de spatiale variatie binnen één focusgebied aanzienlijk groter dan de temporele variatie tussen de verschillende meetcampagnes. Er kon dus geen variatie vastgesteld worden die toe te schrijven is aan de seizoenale invloed. Figuur 9 toont het aandeel van de slibfractie per locatie en per meetcampagne. De foutbalken geven de spreiding (i.e. standaardafwijking voor alle stalen) weer voor de betreffende meetcampagne.

Om de invloed van de diepteligging na te gaan, werden de verschillende stalen bijkomend ingedeeld volgens de ecotopenklasse (i.e. diep, matig diep of ondiep subtidaal) (Van Ryckegem *et al.*, 2020) waarin de staalnamelocaties gelegen zijn. Figuur 10 toont opnieuw het gemiddelde aandeel van de slibfractie per locatie en per meetcampagne, dit voor de punten gelegen in het diep subtidaal. Ook hieruit blijkt dat de spatiale variatie binnen één focusgebied aanzienlijk groter is dan de temporele variatie tussen de verschillende meetcampagnes.

In de volgende paragrafen wordt verder op ingegaan per focusgebied.



Figuur 9 – Seizoensale variatie van aandeel slib (< 63 μm) voor alle bodemstalen per locatie



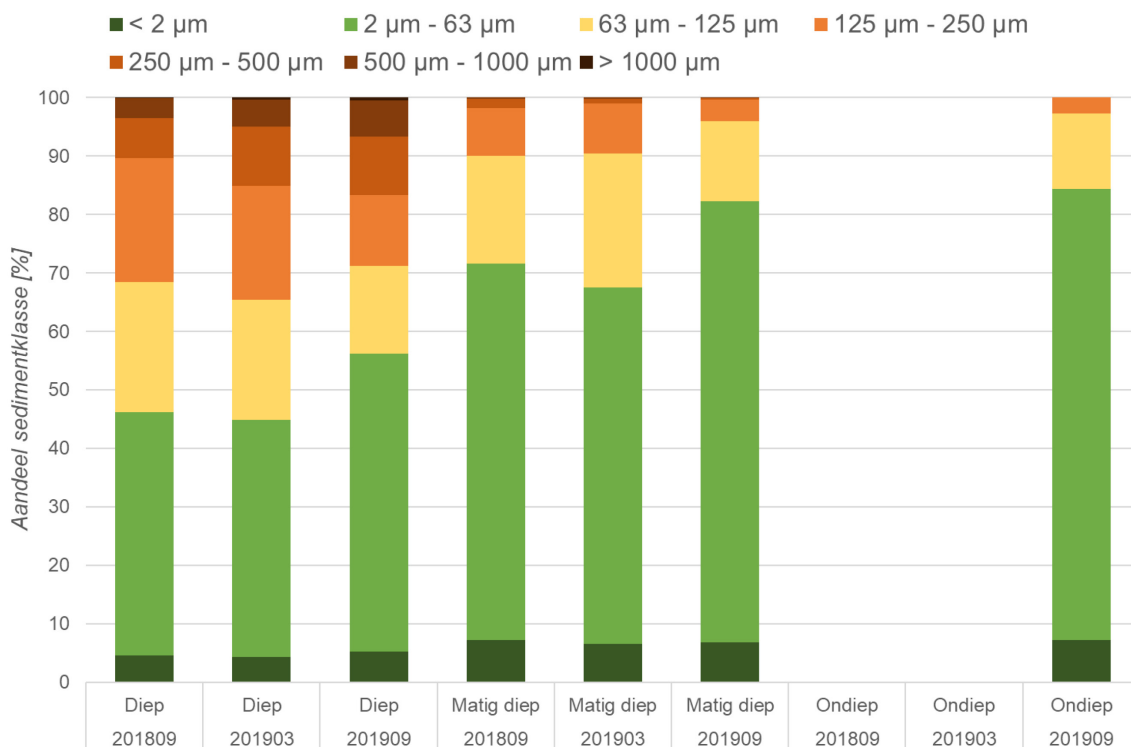
Figuur 10 – Seizoensvariatie van aandeel slib (< 63 µm) voor bodemstalen gelegen in het diep subtidaal per locatie

### 3.2.1 Lillo

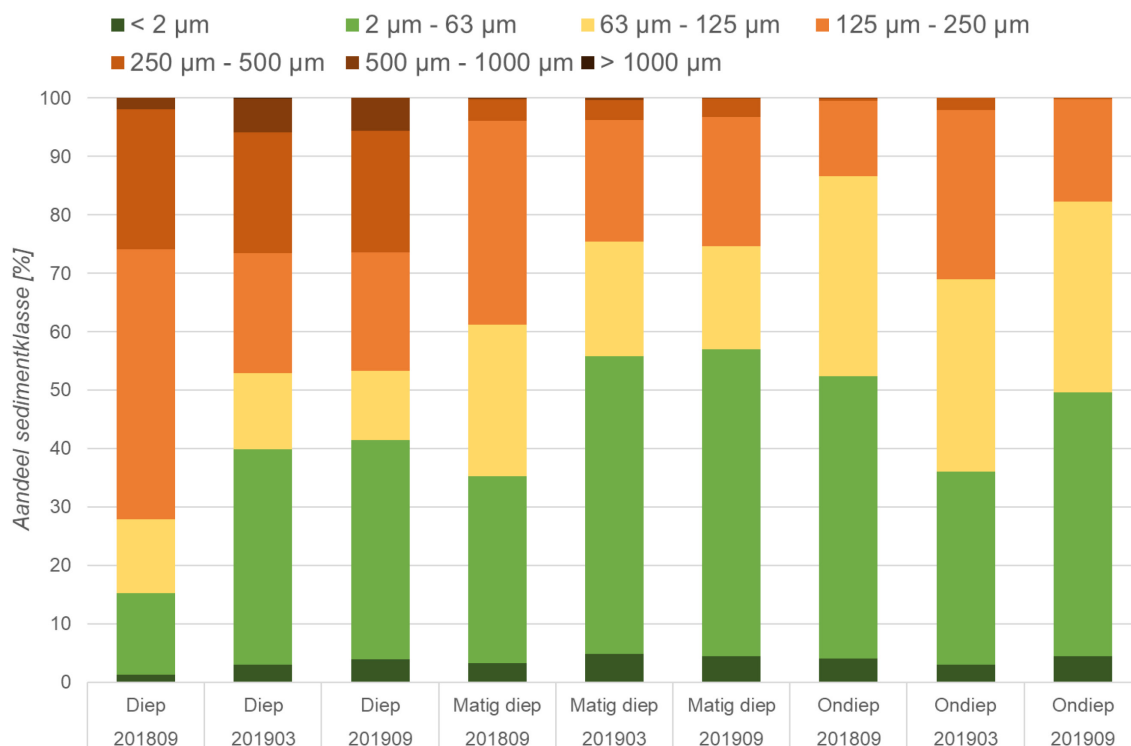
Figuur 11, Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 14 geven per ecotoopklasse (diep, matig diep en ondiep subtidaal) de gemiddelde sedimentsamenstelling weer voor alle punten gelegen binnen de ecotoopklasse voor elke meetcampagne nabij Lillo. De meeste punten zijn gelegen in het diep en matig diep subtidaal. Uit de gemiddelde sedimentsamenstelling blijkt dat het diep subtidaal gekenmerkt wordt door ietwat groversediment ten opzichte van het matig diep. De temporele variatie van het aandeel van de slibfractie is echter beperkt (~ 10%), zonder uitgesproken trend in de tijd. Ook hier geldt dat de variatie binnen de ecotoopklasse groter is dan de temporele variatie.

### 3.2.2 Notelaer

Figuur 12 geeft per ecotoopklasse de gemiddelde sedimentsamenstelling weer voor alle punten gelegen binnen de ecotoopklasse voor elke meetcampagne te hoogte van de Notelaer. Op deze locatie is een goede spreiding van stalen in diep, matig diep en ondiep subtidaal. Uit de gemiddelde sedimentsamenstelling blijkt dat het diep subtidaal gekenmerkt wordt door ietwat grover sediment ten opzichte van het matig diep en ondiep. De temporele variatie van het aandeel van de slibfractie is hier groter (~ 20%) dan nabij Lillo, maar opnieuw zonder uitgesproken trend in de tijd. Ook hier geldt dat de variatie binnen de ecotoopklasse groter is dan de temporele variatie.



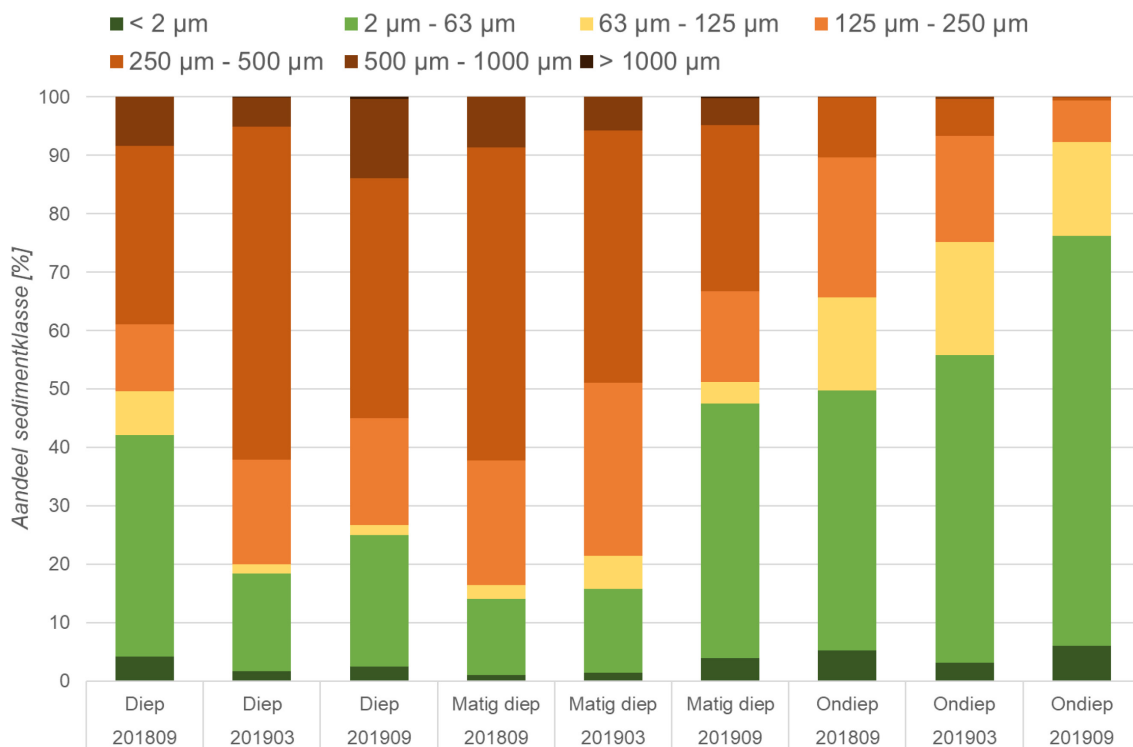
Figuur 11 – Seizoensale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Lillo



Figuur 12 – Seizoensale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Notelaer

### 3.2.3 Appels

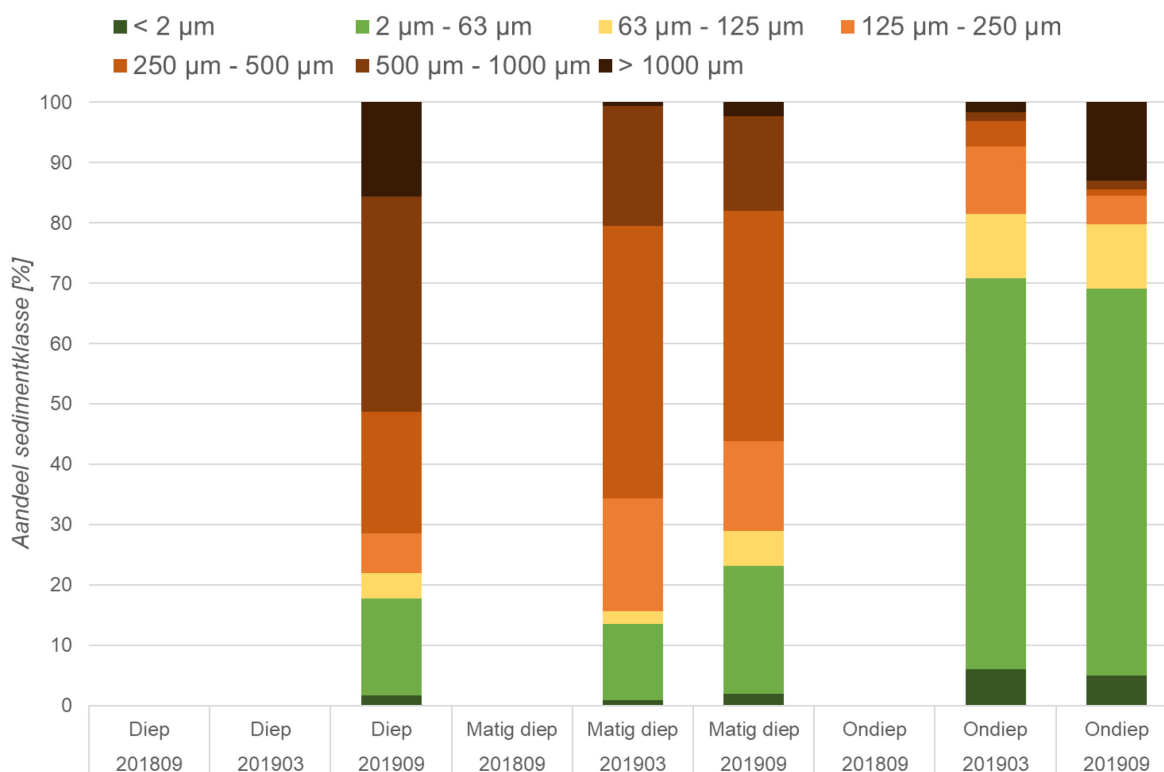
Figuur 13 geeft per ecotoopklasse (diep, matig diep en ondiep subtidaal) de gemiddelde sedimentsamenstelling weer voor alle punten gelegen binnen de ecotoopklasse voor elke meetcampagne nabij Appels. Op deze locatie is een goede spreiding van stalen in diep, matig diep en ondiep subtidaal. Uit de gemiddelde sedimentsamenstelling blijkt dat er een verfijning van het sediment optreedt gaande van het diep naar het ondiep subtidaal. De temporele variatie van het aandeel van de slibfractie is in dezelfde grootteorde als nabij de Notelaer (~ 20%), zonder uitgesproken trend in de tijd. Ook hier geldt dat de variatie binnen de ecotoopklasse groter is dan de temporele variatie.



Figuur 13 – Seizoensale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Appels

## 3.2.4 Boom

Figuur 14 geeft per ecotoopklasse (diep, matig diep en ondiep subtidaal) de gemiddelde sedimentsamenstelling weer voor alle punten gelegen binnen de ecotoopklasse voor elke meetcampagne. De meeste punten zijn gelegen in het matig diep en ondiep subtidaal. Uit de gemiddelde sedimentsamenstelling blijkt dat het diep subtidaal gekenmerkt wordt door ietwat grovere sediment ten opzichte van het matig diep. De temporele variatie is niet te beoordelen doordat slechts 2 meetcampagnes uitgevoerd werden op de locatie.



Figuur 14 – Seizoenale variatie van sedimentsamenstelling per ecotoopklasse te Boom

## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

In het kader van de opmaak van de sedimentbalans voor de Zeeschelde, worden de verschillende sinks en sources van sediment onderzocht. Eén van de aspecten die bij het berekenen van de sedimentbalans niet beschouwd wordt, is de potentiële seizoenale variatie van de sedimentsamenstelling in de bodem. Dit is verkend aan de hand van verschillende meetcampagnes waarbij in 4 focusgebieden (verspreid over de verschillende saliniteitszones in de Zeeschelde en Rupel) verschillende bodemstalen werden verzameld. Op de seizoenale variatie in beeld te brengen, waren er bij aanvang van het project 4 meetcampagnes voorzien, 2 op het einde van de zomer, 2 op het einde van de winter. Omwille van de Corona-pandemie kon de laatste meetcampagne (voorzien in maart 2020) niet plaatsvinden, wat het trekken van conclusies bemoeilijkt.

De hypothese die bij aanvang van de studie geformuleerd was, ging uit dat (1) op het einde van de winter de fijnere sedimenten (slib) uit de bodem van de Boven-Zeeschelde uitgespoeld zouden zijn en vice versa dat (2) op het einde van de zomer, deze zone zou gekenmerkt worden door meer fijnere sedimenten in de bodem. Uit de verschillende meetcampagnes blijkt dat deze hypothese niet kan bekrachtigd worden. De ruimtelijke variatie binnen elk focusgebied is aanzienlijk groter dan de temporele variatie binnen deze focusgebieden. Deze conclusie geldt zowel wanneer alle bodemstalen per meetcampagne per focusgebied samen worden beschouwd, maar ook wanneer er een opdeling plaatsvinden volgens de verschillende ecotopenklassen (i.e. diep, matig diep en ondiep subtidaal). Het aandeel van de slibfractie varieert ruimtelijk binnen een focusgebied tussen 5 en 90%, terwijl het temporeel verschil tussen de verschillende meetcampagnes van een grootteorde van 20% is.

Uit de verschillende meetcampagnes kon vastgesteld worden dat het aandeel van de slibfractie in het algemeen kleiner is voor het diep subtidaal in vergelijking met het matig diep en ondiep subtidaal. Daarnaast bleek (visueel) dat een aantal bodemstalen gekenmerkt werden door de aanwezigheid van een (dunne) toplaag die een andere sedimentsamenstelling kent dan de onderliggende laag. Tijdens de analyse is getracht dit verschil te kwantificeren door een substaal te nemen van enerzijds de toplaag en anderzijds de onderliggende laag. De resultaten hiervan tonen echter geen uitgesproken trend in het verschil in het aandeel van de slibfractie tussen beide lagen, al was het aandeel in de toplaag globaal gezien hoger.

### 4.2 Aanbevelingen

Omwille van de Corona-pandemie kon slechts één meetcampagne uitgevoerd op het einde van de winter. Het verdient de aanbeveling om bijkomende meetcampagnes uit te voeren om uitsluitsel te geven of bovenvermelde hypothese al dan niet bekrachtigd kan worden.

In het kader van deze studie werden bij een aantal stalen substalen genomen van de toplaag en de onderliggende laag. De indeling gebeurde echter vrij rudimentair, een nauwkeurigere indeling in verschillende substalen kan deze stratificatie beter in beeld brengen (e.g. substalen van 2 cm binnen het boxcorer-staal van ca. 20 cm).

De huidige analyse was louter gericht op de sedimentsamenstelling van het bodemsediment. Ook andere parameters kennen mogelijks een variatie doorheen de tijd. Voorgesteld wordt om aanvullend aan de sedimentsamenstelling ook andere sedimenteigenschappen (densiteit, reologie/sterkte, begin van beweging) mee te nemen in een toekomstige analyse.



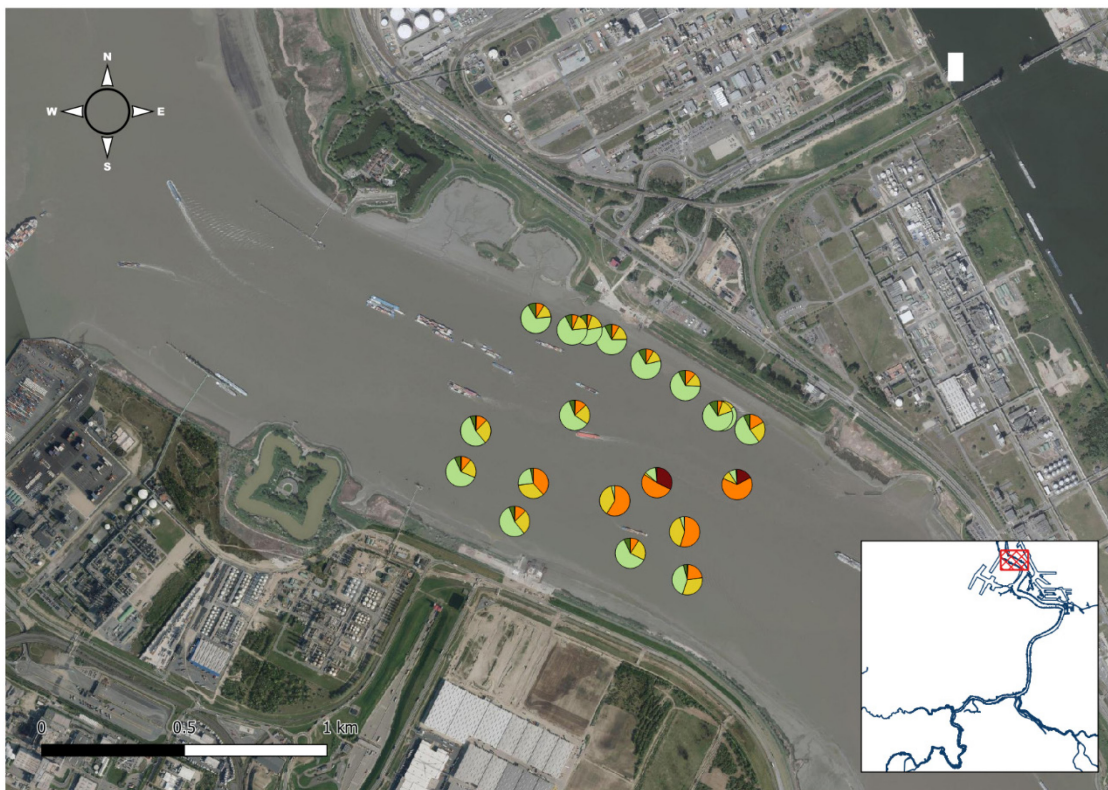
Een laatste aanbeveling betreft het moment van staalname binnen de getijcyclus. Binnen de uitgevoerde meetcampagnes was de praktische haalbaarheid leidend (i.e. op- en afvaart naar locatie rekening houdend met getijstroming), waardoor de staalname niet systematisch op hetzelfde moment in de getijcyclus plaatsvond. Naast de seizoenale variatie, kan ook de variatie binnen een getijcyclus van belang zijn (e.g. bezinking fijn sediment rond kentering). Een bijkomende meetcampagne gericht op dit aspect kan hierin duidelijkheid brengen.

## 5 Referenties

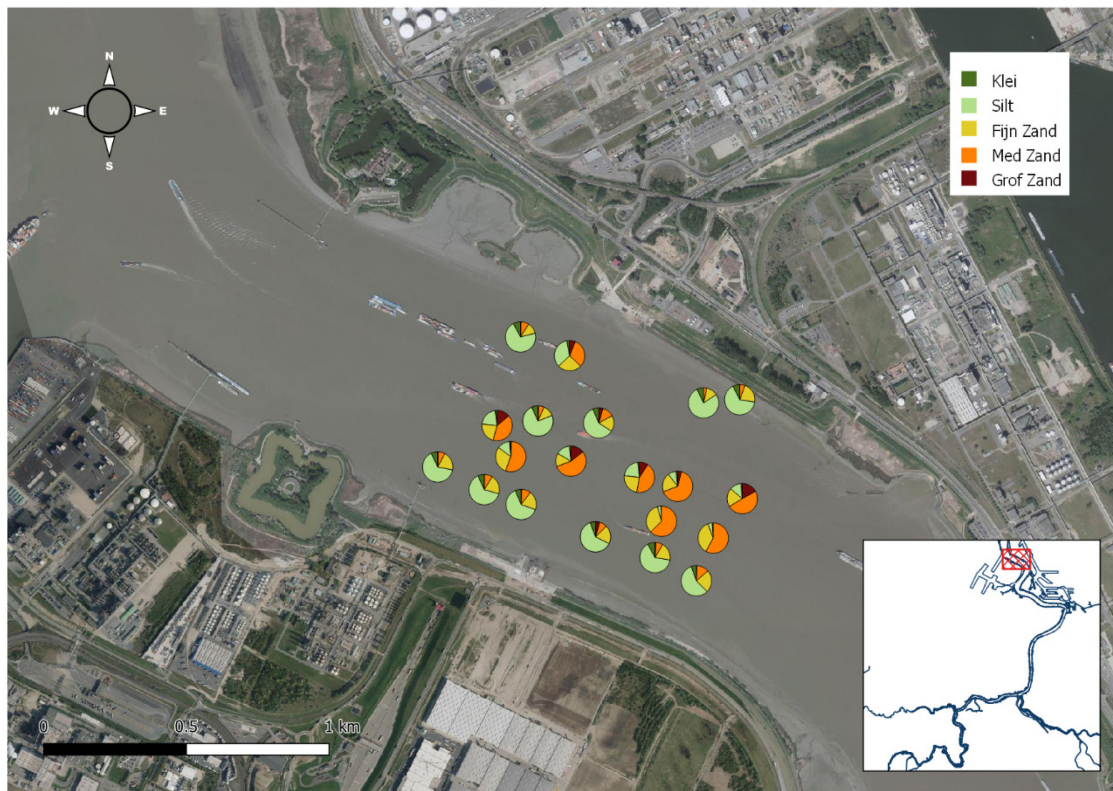
- Barneveld, H.J.; Nicolai, R.P.; Boudewijn, T.J.; de Jong, J.W.; Didderen, K.; van de Haterd, R.J.W.; Van de Moortel, I.; Velez, C.** (2018). Evaluatierapport T2015-rapportage Schelde-estuarium: Ielystad. 428 pp.
- Plancke, Y.; Vereecken, H.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Slibbalans-Zeeschelde: deelrapport 7. Metingen halftij-eb Boven-Zeeschelde 2014. *WL Rapporten*, 00\_029. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Plancke, Y.; Vos, G.; Meire, D.; Mostaert, F.** (2021). Sedimentstrategie Schelde-estuarium: Deelrapport 4 – Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme voor de periode 2011-2016
- Schramkowski, G.P.; Smolders, S.; Mostaert, F.** (2019). Sedimentstrategie Schelde-estuarium: Gesimuleerde seizoenseffecten met iFlow
- Van Braeckel, A.; Coen, L.; Peeters, P.; Plancke, Y.; Mikkelsen, J.; Van den Bergh, E.** (2012). Historische evolutie van Zeescheldehabitats: kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. 111 pp.
- Van Braeckel, A.; Speybroeck, J.; Vanoverbeke, J.; Van Ryckegem, G.; Van den Bergh, E.** (2018). Habitatmapping Zeeschelde subtidaal: relatie tussen bodemdieren en hydro- en morfodynamiek.
- Van Ryckegem, G.; Van Braeckel, A.; Elsen, R.; Speybroeck, J.; Vandevoorde, B.; Mertens, W.; Breine, J.; Spanoghe, G.; Buerms, D.; De Beukelaer, J.; De Regge, N.; Hessel, K.; Soors, J.; Terrie, T.; Van Lierop, F.; Van den Bergh, E.** (2017). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2016: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. 215 pp.
- Van Ryckegem, G.; Van Braeckel, A.; Elsen, R.; Vanoverbeke, J.; Van de Meutter, F.; Vandevoorde, B.; Mertens, W.; Breine, J.; Speybroeck, J.; Bezdenjesnji, O.; Buerms, D.; De Beukelaer, J.; De Regge, N.; Hessel, K.; Soors, J.; Van Lierop, F.** (2020). MONEOS – Datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2018-2019. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapport Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten
- Vandenbruwaene, W.; Hertoghs, R.; Michielsen, S.; Van De Moortel, I.; Brackx, M.; Claeys, S.; Plancke, Y.; Vereecken, H.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2019). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2018: factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in de Zeeschelde in 2018. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 12\_070\_8. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=314378>
- Vandenbruwaene, W.; Levy, Y.; Plancke, Y.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017). Integraal plan Boven-Zeeschelde: deelrapport 8. Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 13\_131\_8. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=286358>
- Vandenbruwaene, W.; Thant, S.; Michielsen, S.; Van De Moortel, I.; Brackx, M.; Hertoghs, R.; Claeys, S.; Plancke, Y.; Vereecken, H.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2020). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2019: factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in het Schelde estuarium in 2019. Versie 4.0. *WL Rapporten*, PA047\_9. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=329218>
- Vlaams-Nederlandse Scheldecmissie.** (2019). Evaluatie Verdrag Beleid en Beheer Schelde-estuarium 2014-2018. 47 pp.
- Vos, G.; Meire, D.; Plancke, Y.; Bellafki, K.** (2021). Sedimentstrategie Schelde-estuarium: Deelrapport 6 – Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme voor de periode 2016-2019



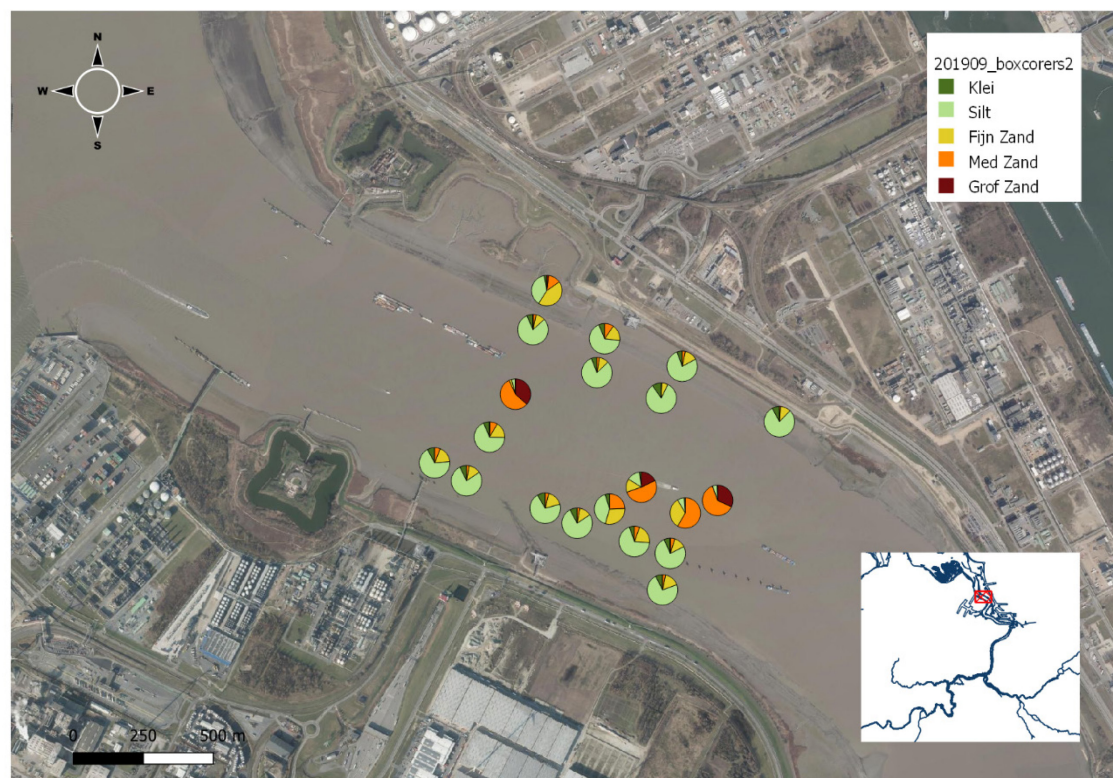
## Bijlage 1 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Lillo



Figuur 15 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne NAJAAR 2018

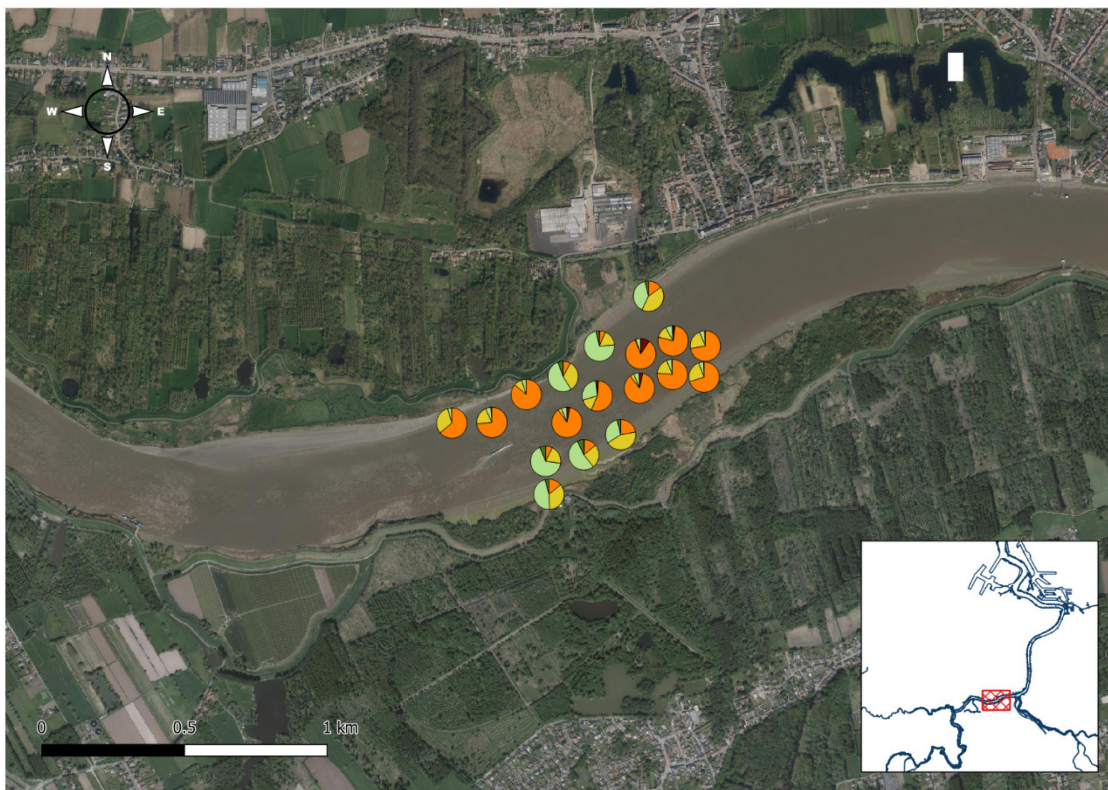


Figuur 16 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne VOORJAAR 2019

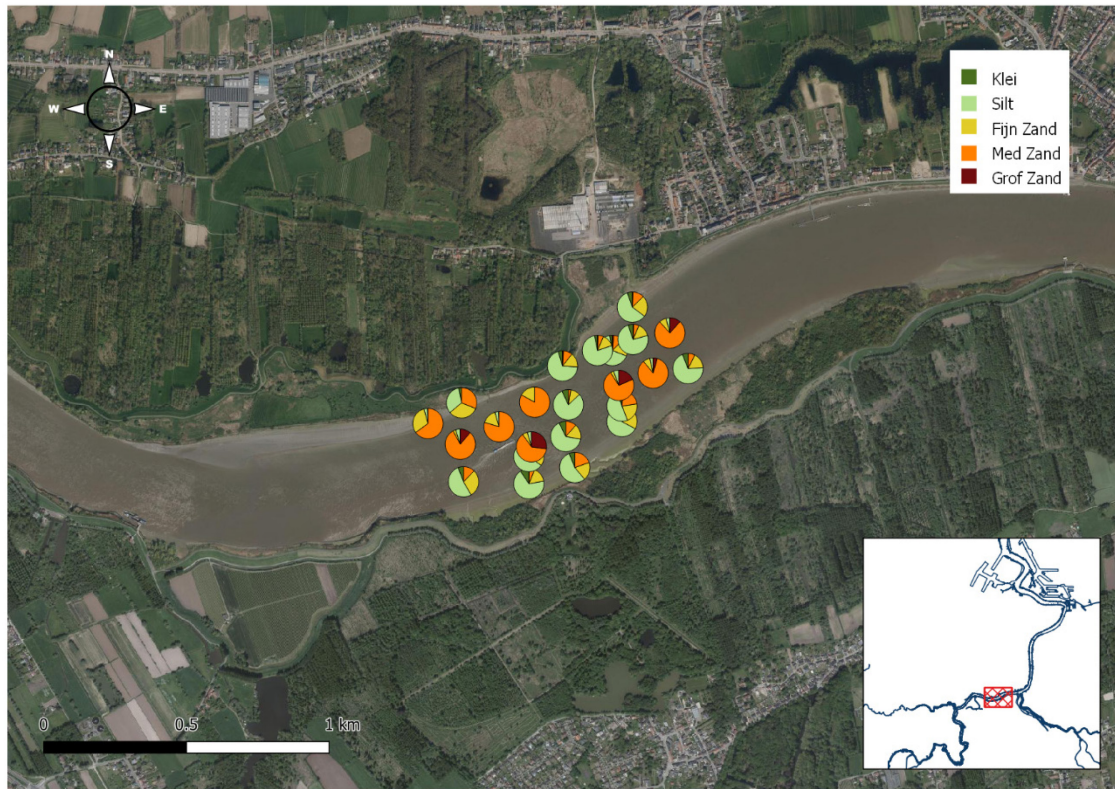


Figuur 17 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Lillo – meetcampagne NAJAAR 2019

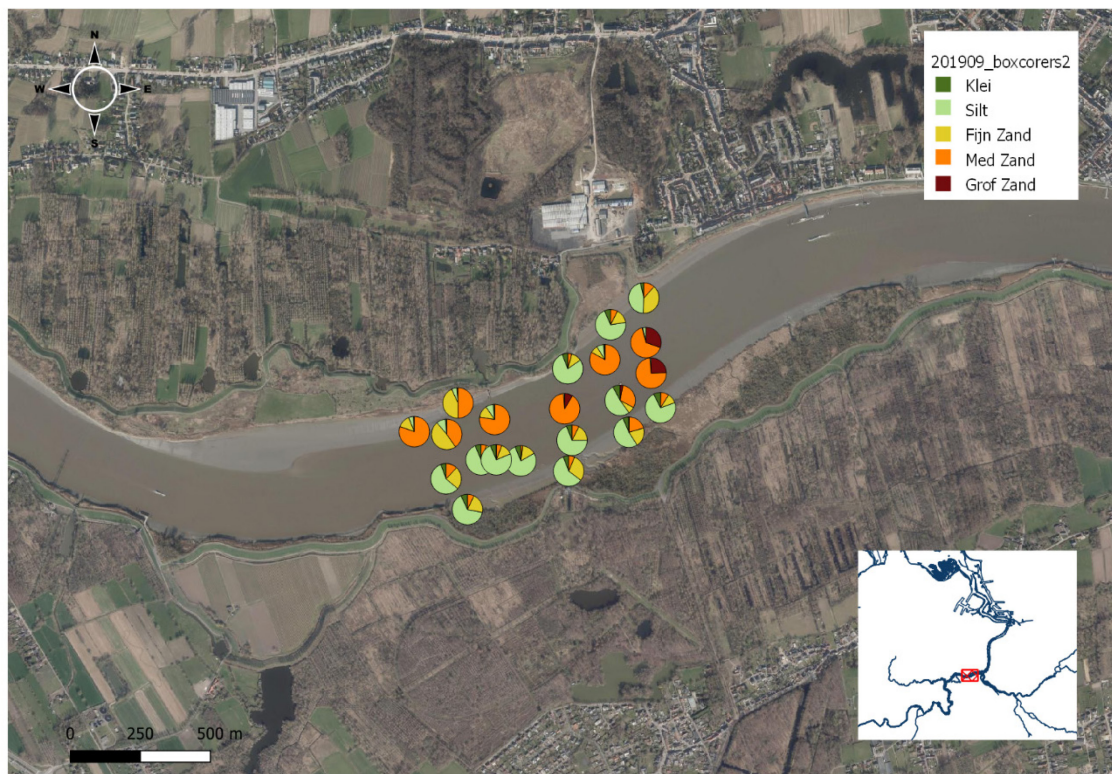
## Bijlage 2 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Notelaer



Figuur 18 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne NAJAAR 2018

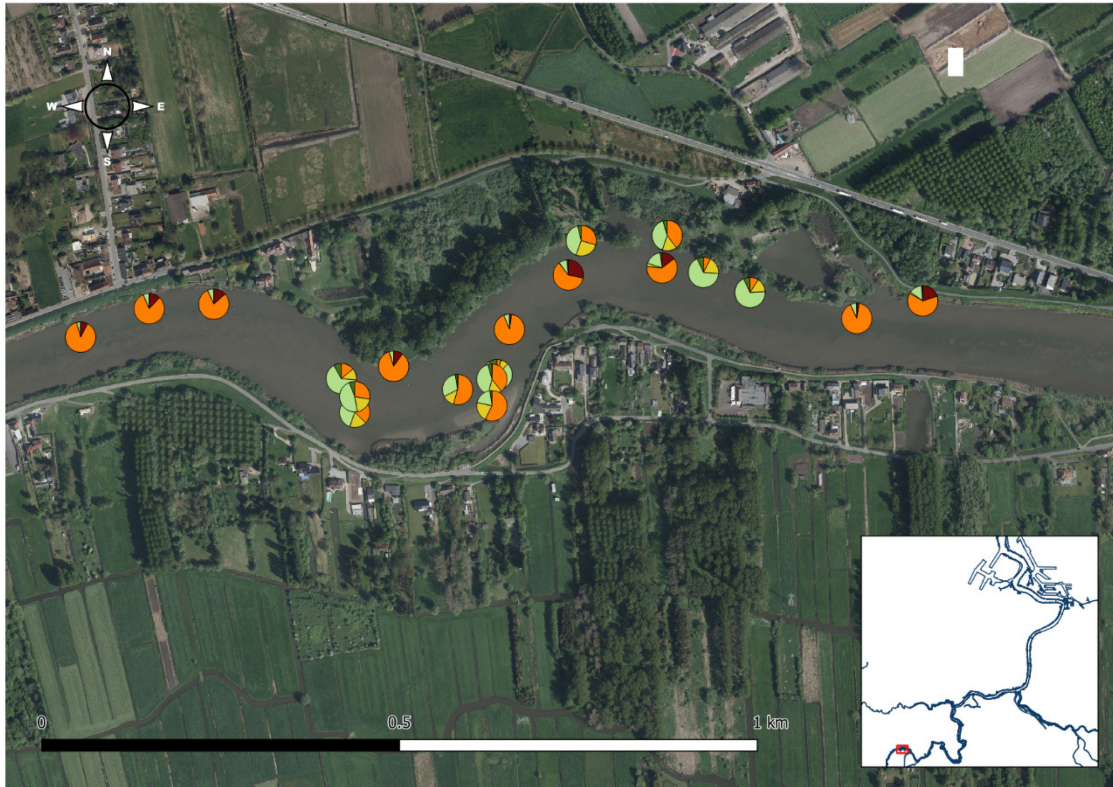


Figuur 19 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne VOORJAAR 2019



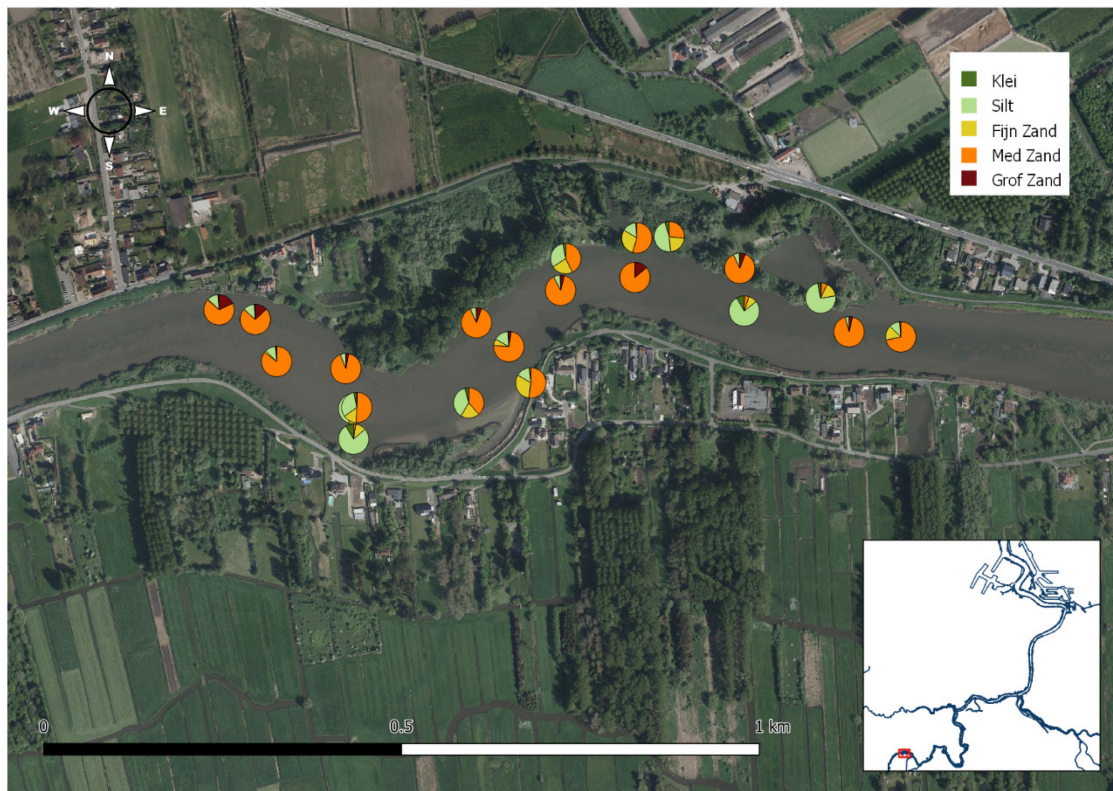
Figuur 20 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Notelaer – meetcampagne NAJAAR 2019

## Bijlage 3 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Appels

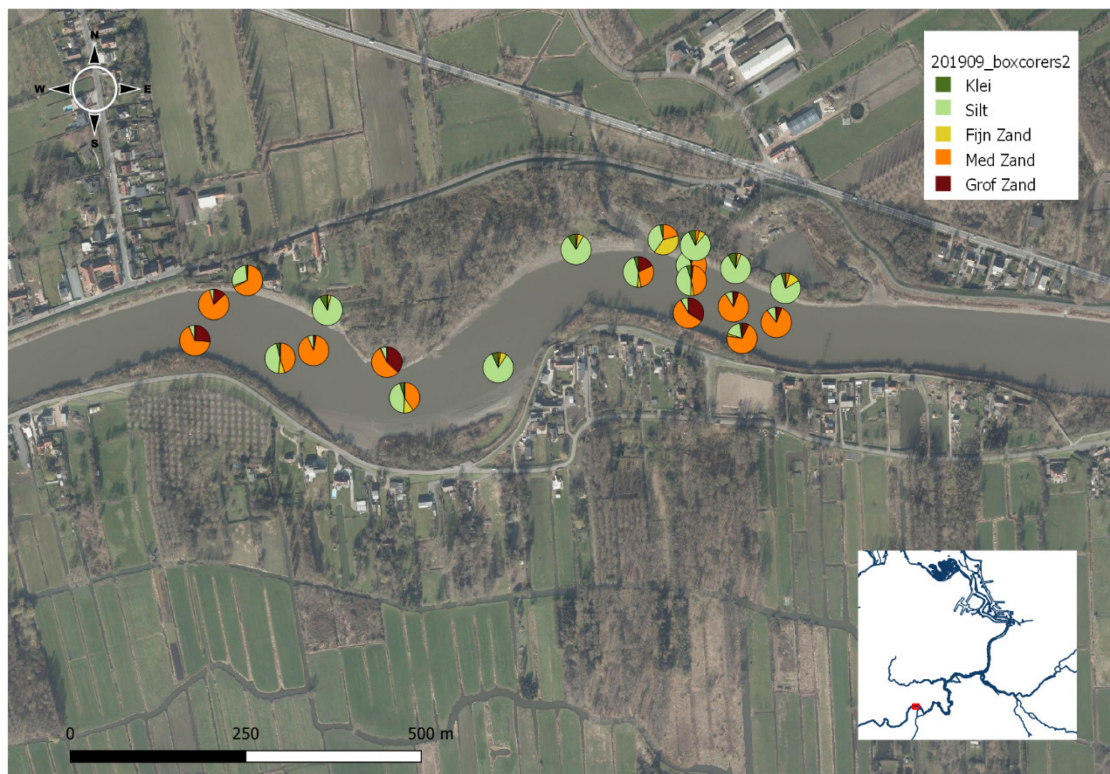


Figuur 21 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne NAJAAR 2018



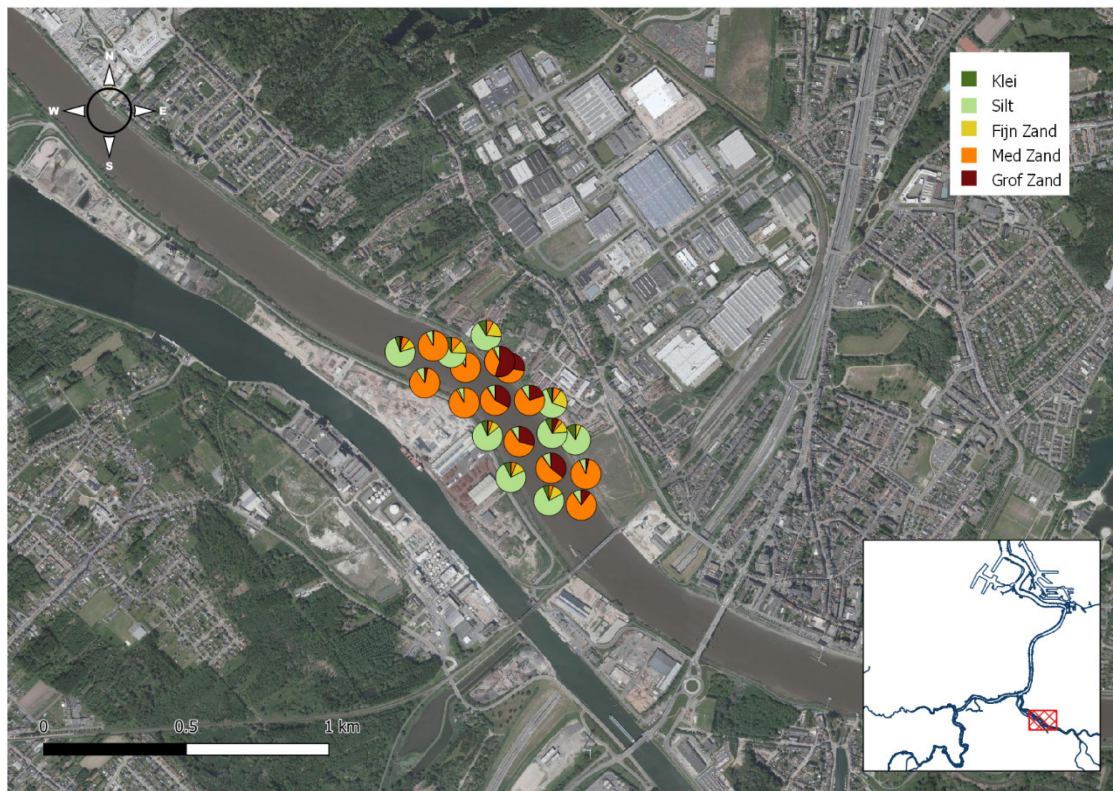


Figuur 22 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne VOORJAAR 2019

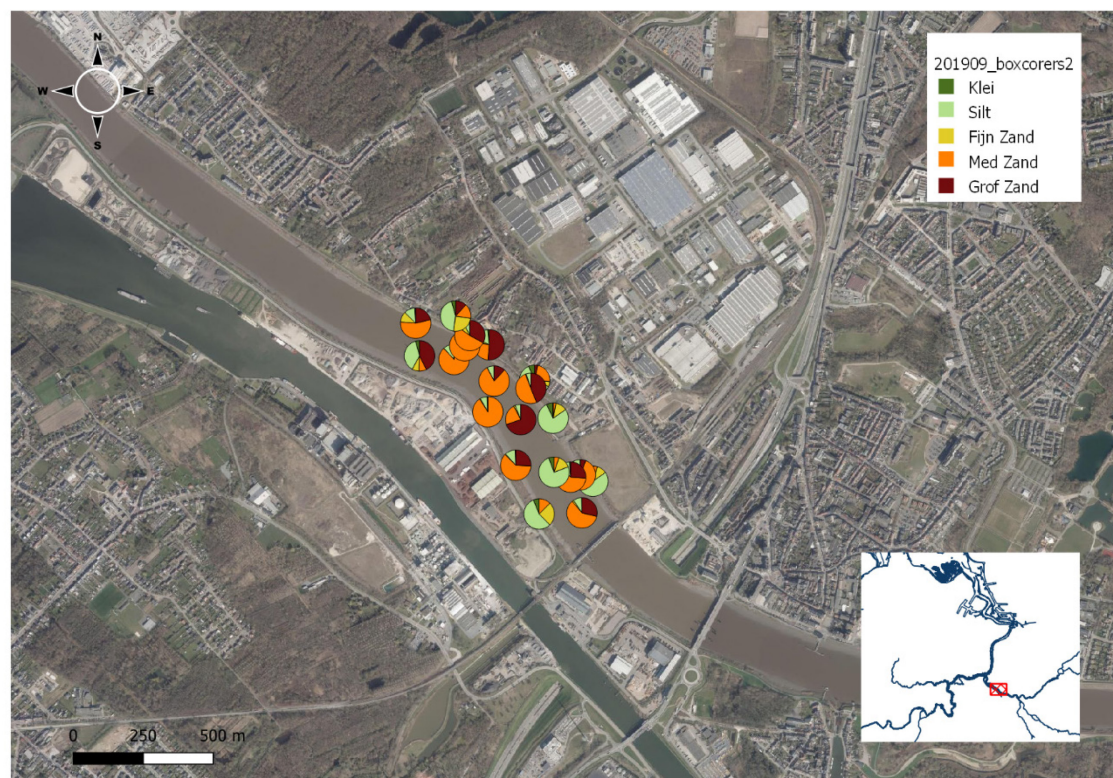


Figuur 23 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Appels – meetcampagne NAJAAR 2019

## Bijlage 4 Resultaten sedimentsamenstelling per meetcampagne te Boom



Figuur 24 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Boom – meetcampagne VOORJAAR 2019



Figuur 25 – Sedimentsamenstelling ter hoogte van Boom – meetcampagne NAJAAR 2019

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**  
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

[waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)