



Pilot Kleirijperij

WP4.5.1 Monitoringsrapportage Kleirijperij
Delfzijl

Projectomschrijving: Pilot Kleirijperij
 Contractnummer: 32268
 Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Noord Nederland
 Documentnummer: 4.5.1
 Datum: 27-9-2023
 Versie: v1.0
 Status: Definitief

Revisie

Revisie no.	Revisie Datum	Naam en paraaf eindverantwoordelijke			
		Opsteller	Gecontroleerd	Geautoriseerd	Paraaf
V0.1 <i>Rapportage: 2018</i>	02-04-2019	Ebi Meshkati Shahmirzadi Frederique de Groen Wouter van der Star	Thijs van Kessel		
V0.2 <i>Rapportage: 2018 – 2019</i>	26-07-2020	Ebi Meshkati Shahmirzadi Daan van Keulen Wouter van der Star	Thijs van Kessel	Jannes Boer	
V1.0 <i>Rapportage: 2018-2021</i>	27-9-2023	Ebi Meshkati Shahmirzadi Kees Wesdorp Tjerk Vreeken Wouter van der Star	Thijs van Kessel	Niels Nijborg	

Distributielijst

Distributielijst				
Kopie nr.	Functie	Naam	Revisie	Toelichting bedrijf
	Opdrachtgever	Bart Koster		
	Opdrachtgever	Hans Ruiters		
	Opdrachtgever	Machiel Crielaard		
	Projectmanager	Niels Nijborg		
	Technisch manager	Marcel van den Heuvel		
	Kennismanager	Wouter van der Star		

Contact

Noordeinde 109b
 3341 LW Hendrik Ido Ambacht
info@ecoshape.nl
www.ecoshape.nl

Monitoringsrapportage Kleirijperij Delfzijl



Monitoringsrapportage Kleirijperij Delfzijl

Auteur(s)

Ebi Meshkati Shahmirzadi

Kees Wesdorp

Tjerk Vreeken

Wouter van der Star

Monitoringsrapportage Kleirijperij Delfzijl

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	
Referenties	PK_WP4.5.1
Trefwoorden	Kleirijperij, Monitoringsrapportage, Building with Mud, Eems-Dollard

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	15-06-2023
Projectnummer	11201344-002
Document ID	11201344-002-ZKS-0003
Pagina's	129
Status	definitief

Auteur(s)

	Ebi Meshkati Shahmirzadi	
	Kees Wesdorp	
	Tjerk Vreeken	
	Wouter van der Star	

Samenvatting

Het estuarium Eems-Dollard kampt met zeer hoge concentraties slib die leiden tot negatieve effecten voor de ecologie. Dit slib bezinkt onder andere in de haven van Delfzijl en in de slibvangprojecten zoals de geul in de polder Breebaart en is daar overtollig. Tegelijkertijd is in dit gebied een grote behoefte aan klei ten behoeve van dijkversterking. De centrale vraag voor de Kleirijperij is "hoe kan het gebaggerde slib omgezet worden in dijkklei". Er zijn op 2 locaties depots aangelegd waarin het gebaggerde slib (met een hoog watergehalte) wordt gedeponeed. Hier kan het slib sedimenteren (bezinken) en consolideren (verdichten). Na droogval verdampt het water, droogt het slib verder uit en wordt na voldoende rijping uiteindelijk klei gewonnen. De dijkklei uit de kleirijperij wordt toegepast in de pilot Brede Groene Dijk, waarbij 750 m Dollarddijk wordt versterkt met dijkklei die geproduceerd is met slib uit verschillende bronnen.

De kleirijperij is een pilot studie waarbij verschillende technieken worden getest om het slib te laten rijpen op goedkope en snelle wijze. Daarbij worden twee slibbronnen uit het Eems-Dollard-gebied gebruikt: slib uit het havenkanaal van Delfzijl ten behoeve van Kleirijperij in Delfzijl (locatie Valgenweg) en uit Polder Breebaart ten behoeve van Kleirijperij buitendijks op de kwelder.

Het project Kleirijperij is één van de projecten binnen het deelprogramma Nuttig Toepassen Slib (NTS), dat onderdeel is van het programma Eems-Dollard 2050. De projecten zijn erop gericht om natuurlijke processen te benutten om te komen tot nuttige toepassingen voor het overtollige slib.

Een monitoringsprogramma is gekoppeld aan de uitvoering van de pilot Kleirijperij om de ontwikkeling van de fysische en milieukundige eigenschappen van het slib en de te produceren klei te volgen bij de toepassing van verschillende technieken. Aspecten die worden gemonitord zijn het zoutgehalte, organische stofgehalte, Atterbergse grenzen en consistentie-index van het materiaal, milieukundige kwaliteit van het grondwater en het materiaal. EcoShape voert deze monitoring uit en heeft de activiteiten daarvoor beschreven in de monitoringsplannen voor de kleirijperijen Delfzijl en Kwelder. Er zijn diverse doelen voor de monitoring gedefinieerd:

- Het toetsen van mechanismen die optreden en de (wetenschappelijke) beschrijving daarvan.
- Het verzamelen van meetgegevens die gebruikt kunnen worden voor het valideren van de mathematische modellen, die gebruikt kunnen worden voor ontwerp en risicobeoordeling van kleirijperij-ontwerpen.
- Het sturen van rijpingsproces op het leveren van voldoende geschikte dijkklei.
- Het verzamelen van gegevens voor het maken van de business case (gedurende diverse momenten om een jaarlijkse invulling/aanscherping van de business cases mogelijk te maken).

Dit document is een monitoringsrapportage van de Pilot kleirijperij locatie Delfzijl. Deze kleirijperij is in twee slagen gevuld in de periode 7 tot en met 12 april (105.000 m^3) en 11 tot en met 13 juli (89.000 m^3) met slib uit de slibvang van de haven van Delfzijl. Het slib bleek homogeen van samenstelling. Met een gemiddelde dichtheid van $1,19 \text{ t/m}^3$ werd 194.000 m^3 slib ingebracht, verdeeld over de 15 proefvakken. Het slib voldeed milieukundig aan de normen voor bodemgebruiksklasse "Wonen" of waterbodemklasse A.

De initiële hoogte was de meest bepalende factor voor verschillen in kleirijping tussen de vakken: bij die met 40 en 70 centimeter slib gevulde vakken kwam het watergehalte onder de vloiegrens, waardoor het op ruggen gezet kon worden. Bovendien konden grote verschillen worden waargenomen bij de vakken die in 1 en in 2 slagen waren gevuld: de vakken die in 1 slag waren gevuld konden maximaal gebruik maken van de droge zomerperiode. Op alle vakken vormde zich een korst, die het dikste was voor de vakken die in 1 slag waren gevuld. De hoogste dichtheid (met uitzondering van de korst) werd aangetroffen in het slib dat bij de eerste vulslag was gevuld omdat dit langer kon consolideren. Bewerkingen bleken effectief om het watergehalte sterker omlaag te brengen. Hoewel inzaai effectief was in de bovenste 25 cm, zorgde het gegeven dat niet geploegd kon worden voor minder rijping in het onderste gedeelte.

Buiten de bewust aangebrachte variaties in hoogte, wordt het rijpingsgedrag (inclusief consolidatie) beïnvloed door de ondergrond, die aan 2 zijden (de vakken D5-D8, D10, D12 en D14) grenst aan een zanddepot, waardoor de drainage is verbeterd.

Het uiteindelijk geproduceerde materiaal voldeed aan alle eisen uit de richtlijn Klei voor Dijken, met uitzondering van het zoutgehalte en de consistentie-index. Deze laatste waarde was tijdens het transport een halfjaar later wel hoog genoeg.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Monitoring	10
1.2	Opzet en inhoud rapportage	10
2	Relevante eisen, parameters en processen	11
2.1	Inleiding	11
2.2	Klei kwaliteitseisen	11
2.3	Klei kwantiteitseisen	12
2.4	Relevante parameters	12
2.5	Te variëren parameters in de pilot	15
3	Overzicht vul- en bewerkingsactiviteiten	17
3.1	Inleiding	17
3.2	Proefvakbeschrijvingen	17
3.2.1	Drainagesysteem en ondergrond	17
3.2.2	Kades en ondergrond	17
3.3	Vul- en bewerkingsactiviteiten	19
3.3.1	Vulactiviteiten	19
3.3.2	Bewerkingsactiviteiten	20
4	Monitoring	24
4.1	Inleiding	24
4.2	Vulfase	25
4.2.1	Eerste vulslag	25
4.2.2	Tweede vulslag	27
4.2.3	Baggerlocatie	28
4.2.4	Scheepsgegevens en Monsternames van vulslagen 1 en 2	29
4.2.5	Parameteroverzicht	33
4.3	Monsternamerondes	34
4.3.1	Monstername A	35
4.3.2	Monstername B en C	35
4.3.3	Monstername D en E	36
4.3.4	Monstername F	36
4.3.5	Monstername G	37
4.3.6	Monstername H	37
4.3.7	Drone hoogtemetingen	37
4.3.8	Waterspanningsmeters in het slib.	38
4.3.9	Drainage	39
4.3.10	Kleimineralogie	39
4.3.11	CN ratio	40
4.4	Overzicht ontwikkeling klei	40
4.5	Bewerkingenoverzicht	47
4.6	Resultaten monitoring tijdens het rijpen	48
4.6.1	Weerdata	48
4.6.2	Uitstroomdebieten en neerslagtekort	50

4.6.3	Hoogte en volumes per proefvak bepaald door middel van drone data	51
4.6.4	Doorsteken kades	61
4.6.5	Proefvak D4 kade	62
4.6.6	Relatie tussen korst en hoogte	62
4.6.7	Biologische vakken	64
4.6.8	Peilbuizen	68
4.6.9	Waterspanning in het slib	71
4.6.10	Kleimineralogie	71
4.6.11	CN-ratio	72
4.7	Monsternames	73
4.7.1	Verloop in tijd	73
4.7.1.1	Dichtheid	73
4.7.1.2	Vochtgehalte	75
4.7.1.3	Zoutgehalte	76
4.7.1.4	Consistentie-index	77
4.7.1.5	Organische stofgehalte	78
4.7.2	Relatie tussen dichtheid en de andere relevante parameters	80
4.7.2.1	Dichtheid ten opzichte van zoutgehalte	80
4.7.2.2	Dichtheid ten opzichte van vochtgehalte	81
4.7.2.3	Dichtheid ten opzichte van consistentie-index	83
4.7.2.4	Dichtheid ten opzichte van gloeiverlies	85
4.7.3	Relatie tussen zoutgehalte en gloeiverlies	87
4.7.4	Effect van zoutgehalte en gloeiverlies op de Atterbergse grenzen	88
4.7.5	Per proefvak, laatste monitoringsronde	90
4.8	Milieukwaliteit	94
4.8.1	Kleikwaliteit voor Proefdijk.	95
4.8.2	Partijkeuring	96
5	Discussie en conclusies	97
5.1	Ingangsmateriaal	97
5.2	Verloop van de belangrijkste parameters	98
5.3	Effect van rijpingsstrategieën	99
5.4	Eindresultaat	100
6	Referenties	101
	Bijlages	102
A.1	Definitieve ontwerp Kleirijperij Delfzijl	103
A.2	Locaties monsternamen A tot F	104
A.3	Drone kenmerken	106
A.4	Vuldatums van de verschillende vakken	107
A.5	Baggerroutes	108
A.6	Grondbeschrijving na vulslagen en korstvorming (Monsternamen B)	110
A.7	Drone hoogtekaarten	111
A.8	Hoogte- en volumeveranderingen	124
A.9	Milieuparameters	125
A.10	Kleimineralogie	126
A.11	Partijkeuring Kleirijperij Delfzijl – D7 (2020) en geheel (2021)	127
A.12	Grondboringen en bodemprofielen tijdens bemonsteringsronde G	128

1 Inleiding

De Eems-Dollard wordt gekenmerkt door een hoog slibgehalte en mede daardoor een verminderde ecologische waarde. In 2015 is vastgesteld dat een grote jaarlijkse verwijdering van slib uit het systeem een positief effect zou hebben op de ecologie (Economie en Ecologie Eems-Dollard in balans 2015)¹ Deze slibwinning biedt een nieuwe materiaalstroom op het land die nuttig kan worden toegepast. Binnen het programma Eems-Dollard 2050 worden –op pilotschaal– diverse van deze methoden beproefd.

Een van deze pilotprojecten is de Pilot Kleirijperij. In deze pilot wordt slib in 4 jaar tijd gerijpt en omgezet in dijkkenlei. De klei wordt toegepast in een Pilot dijkversterking (Demonstratieproject Brede Groene Dijk), waarin 750 meter dijktafstand wordt verflauwd met klei uit verschillende lokaal aanwezige bronnen. De bijdrage vanuit de Kleirijperij daarvoor is 70 000 m³. Een ander gedeelte kan bijvoorbeeld worden ingezet als ophoogmateriaal voor landbouwgronden.

De pilot is uitgevoerd met twee slibbronnen uit de Eems-Dollard: baggerspecie uit de Haven van Delfzijl en recente slibafzettingen uit de polder Breebaart. Het slib uit elk van deze bronnen is verwerkt op een aparte locatie: de Kleirijperij Delfzijl (voor het slib uit het havenkanaal) ligt binnendijs direct naast het havenkanaal, terwijl de Kleirijperij Kwelder (voor het slib van polder Breebaart) buitendijs ligt op de kwelder, direct voor de dijk waarin het materiaal zal worden toegepast voor een dijkversterking. Het slib van beide bronnen is marien slib met een hoog zout- en organische stofgehalte. De locaties van beide slibbronnen en kleirijperijen grenzend aan het Eems-Dollard estuarium in de provincie Groningen is weergegeven in Figuur 1.1 en Figuur 1.2. De aanpak is beschreven in het Plan van Aanpak (EcoShape 2017).

De Pilot Kleirijperij wordt uitgevoerd door Provincie Groningen, stichting het Groninger Landschap, Groningen Seaports, Rijkswaterstaat Noord-Nederland, Waterschap Hunze en Aa's en Stichting EcoShape.



Figuur 1.1: Locatie van de Kleirijperijen Delfzijl (rood) en Kwelder (groen) in Nederland

¹ Op pagina 14 van deze rapportage wordt een minimumhoeveelheid van 1 miljoen ton (droge stof) per jaar geïntroduceerd: "Uit het rapport van spoor 1 kan worden afgeleid dat de vereiste orde-grootte van de slibonttrekkingen tenminste 1 miljoen ton (als droge stof) per jaar bedraagt."



Figuur 1.2: Kleirijperij Delfzijl (links) met de locatie van herkomst van het slib, haven Delfzijl (rechts)



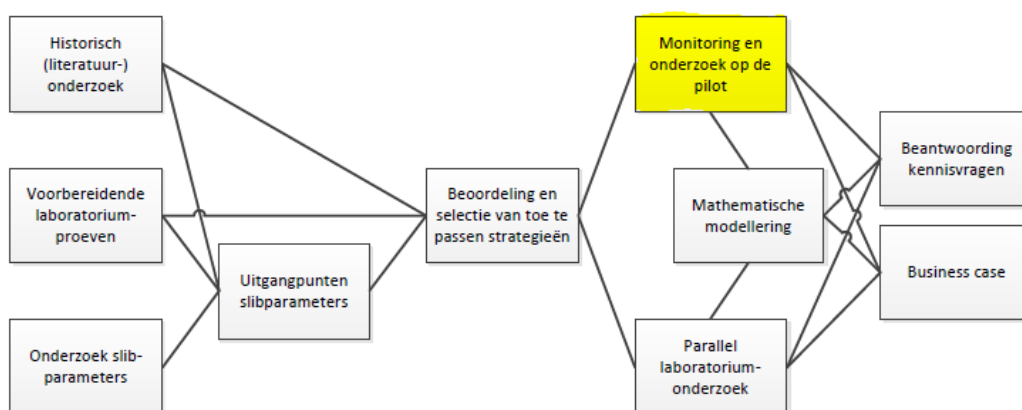
Figuur 1.3: Kleirijperij Kwelder (links) met de locatie van herkomst van het slib, polder Breebaart (rechts) (Meshkati, Westdorp en Vreeken, et al. 2023b)

1.1 Monitoring

Een monitoringsprogramma is gekoppeld aan de uitvoering van de pilot om de ontwikkeling van de belangrijkste parameters van de ondergrond en van het materiaal te volgen voor de verschillende bewerkingsmethodes. EcoShape voert deze monitoring uit en heeft de activiteiten daarvoor beschreven in de monitoringsplannen voor de kleirijperijen Delfzijl (van der Star, Wichman en Boganen 2018a) en Kwelder (van der Star, Wichman en Boganen 2018b). Er zijn diverse doelen voor de monitoring gedefinieerd:

- Het toetsen van mechanismen die optreden en de (wetenschappelijke) beschrijving daarvan.
- Als input/validatie van de mathematische modellering (zie Figuur 1.4).
- Om tijdens het proces te kunnen sturen op het leveren van voldoende geschikte klei.
- Voor het maken van de business cases (gedurende diverse momenten om een jaarlijkse invulling/aanscherping van de business cases mogelijk te maken).

In het laboratorium worden parallel en versneld experimenten uitgevoerd onder gecontroleerde omstandigheden (zogenaamde rijpingsproeven). De interpretatie van deze rijpingsproeven is gekoppeld aan de interpretatie van praktijkproeven. Inzichten uit het laboratorium hebben geleid tot aanpassing van de monitoring en het beheer van de testsecties.



Figuur 1.4: Relatie tussen verschillende onderzoeksactiviteiten Kleirijperij (Plan van Aanpak, 2017).

1.2 Opzet en inhoud rapportage

Deze monitoringsrapportage dient als een rapportage van de resultaten van de locatie Delfzijl en heeft als doel de metingen vast te leggen en te interpreteren. De monitoringsrapportage van de locatie Kwelder is in een aparte rapportage beschreven (Meshkati, Wesdorp en Vreeken, et al. 2023b).

- een beknopt theoriegedeelte waarin de belangrijkste parameters en hun samenhang worden besproken (Hoofdstuk 2)
- een overzicht van de vul- en bewerkingsactiviteiten (Hoofdstuk 3)
- een beschrijving van de resultaten (Hoofdstuk 4)
- discussie van de resultaten (Hoofdstuk 5) met daarbij een onderscheid tussen:
 - algemene (voor alle bewerkingsvormen geldende) conclusies;
 - effecten van de verschillende bewerkingsvormen;
 - de hoeveelheid en de kwaliteit van het geleverde slijb

De bespreking van de resultaten is gedaan op een hoog detailniveau, waardoor hoofdstuk 3 en 4 vrij lang zijn. Voor informatie over de werkzaamheden, gekoppeld aan de discussie over de resultaten kan ook volstaan worden met lezen van hoofdstuk 2 en 5.

2 Relevante eisen, parameters en processen

2.1 Inleiding

Bij het rijpen van slib klei zijn diverse processen van belang, die ook nog eens sterk met elkaar samenhangen. Dat geldt in het bijzonder voor deze pilot, waarin een specifiek type slib (van mariene oorsprong, en met een hoog gehalte organische stof) wordt omgezet in klei die voldoet aan specifieke kenmerken (de eisen voor dijkklei in Nederland).

Een overzicht van de kennis die beschikbaar is op dat gebied van grootschalige Pilots en vanuit onderzoek gericht op de mechanismen is weergegeven in het literatuuronderzoek (Sjenitzer, et al. 2020). In dit hoofdstuk wordt volstaan met de beschrijving van de verschillende parameters en hun onderlinge samenhang die van belang zijn in het kleirijpingsproces.

2.2 Klei kwaliteitseisen

De criteria waaraan de klei moet voldoen zijn weergegeven in Tabel 2.1 en gebaseerd op de eisen gesteld in het Technisch Rapport Klei voor Dijken (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen 1996). Daarmee kunnen ze namelijk naar verwachting worden toegepast in de Brede Groene Dijk.

Voor een aantal parameters (zoals het kalkgehalte of zandgehalte) geldt dat ze naar verwachting weinig zullen veranderen tijdens het rijpingsproces. Voor deze parameters geldt dan ook dat de ingangswaardes correct zullen moeten zijn, aangezien een “valse start” met de verkeerde eigenschappen, niet meer tijdens de rijping kan worden gecorrigeerd. Voor andere parameters geldt dat ze juist sterk veranderen tijdens het rijpingsproces. Daarvoor geldt dat het rijpingsproces juist een middel is om de parameters aan te passen.

Tabel 2.1: Vereiste waarden voor de klei om in dijken te mogen toepassen (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen 1996)

Parameter	Vereiste waarde	Verandering tijdens rijpingsproces verwacht?
Zoutgehalte in porievocht	< 4 g/L	Ja
Organische stofgehalte	< 5 % droge stof	Ja
Erosiebestendigheid -plasticiteitsindex -vloei grens -uitrolgrens	Erosieklasse 1 ² >0,73*(vloei grens-20%) - -	Nee -Ja -Ja -Ja (beperkt)
Consistentie-index	>0,6	Ja
Zandgehalte	<40%	Nee ³
Kalkgehalte	<25%	Nee
Dichtheid ⁴	>1,55-1,65 t/m ³	Ja
Milieukundige kwaliteit	Klasse A, Achtergrondwaarde of Bodemfunctieklassen Wonen	Nee ⁵

² Erosieklasse 2 is ook acceptabel, maar op basis van het ingangsmateriaal is dat niet te verwachten. Voor erosieklasse 2 geldt een minimum plasticiteitsindex van 18%.

³ Tijdens bewerken zal wellicht enige doormenging met de zandbodem en zandige ringdijken optreden, waarmee het zandgehalte toch enigszins kan toenemen.

⁴ De dichtheid is niet een formele eis, maar indien de consistentie-index-eis wordt gehaald, zal de dichtheid rond de 1,55-1,65 t/m³.

⁵ Hoewel geen milieukundige klassenverandering wordt verwacht, kunnen wijzigingen optreden in de (gestandaardiseerde) gehalten van individuele parameters, mede omdat de gestandaardiseerde gehalten afhankelijk zijn van het organische stofgehalte (met de gloeiverliesmethode).

2.3 Klei kwantiteitseisen

Bij het vullen van de depots met slib afkomstig uit de haven van Delfzijl en Breebaart dient voldoende materiaal ingebracht te worden om de vereiste 70.000 m³ klei te leveren. Daarbij is het uitgangspunt dat 2/3 van het ingebrachte slibvolume tot dijkklei moet rijpen, terwijl voor de rest een andere afzetmogelijkheid wordt gerealiseerd. De inschatting is dat daarvoor 121.000 ton droge stof nodig is. Uitgaande van de hoeveelheid beschikbaar ten behoeve van Kleirijperij Kwelder (uit polder Breebaart) en de dichtheden in de beide depots zijn de volgende hoeveelheden nodig als ingangsmateriaal (zie Tabel 2.2).

Tabel 2.2: Hoeveelheden slib en verdeling

Parameter	Kleirijperij Delfzijl (bron: Havenkanaal Delfzijl)	Kleirijperij Kwelder (bron: Breebaart) ⁶	Totaal
Tonnen droge stof [TDS]	52 791	39 760	91 551
Dichtheid initieel [t/m ³]	1,20	1,24	
Einddichtheid [t/m ³]	1,55	1,68	
Volume klei [m ³]	60 000 ⁷	36 625	69 625
Volume klei (als 2/3 ^e lukt) [m ³]	40 000	23 208	62 208 ⁸

2.4 Relevante parameters

Omdat ze voor de monitoring van belang zijn, wordt een aantal parameters hieronder beschreven. Daarbij worden niet alleen de parameters beschreven die voortvloeien uit formele eisen (zoals beschreven in Tabel 2.1), maar worden eerst een aantal aan de Atterbergse grenzen gerelateerde grootheden beschreven die bij de berekening van de normen worden gebruikt. Daarna wordt ingegaan op de voor de kleirijperij belangrijkste parameters die zullen wijzigen: dichtheid, zoutgehalte en organische stofgehalte. Deze laatste drie parameters worden daarom aangeduid als hoofdparameters in deze rapportage. De parameters zijn gelinkt aan een conceptueel model voor het rijpen van klei dat is opgesteld in 2022. De relevante processen hiervoor zijn separaat beschreven (Sittoni, et al. 2022)

Atterbergse grenzen: vloeigrens, uitrolgrens, consistentie-index, plasticiteitsindex en Erosieklasse

In de kleirijperij is de dichtheid formeel geen vereiste, maar de consistentie-index (I_c) is dat wel. De consistentie-index is een maat voor de verwerkbaarheid van het slib die omhoog gaat naarmate de dichtheid omhoog gaat.

De consistentie-index is gebaseerd op het watergehalte van het materiaal en op de plasticiteitsindex (I_p). Deze plasticiteits-index is het verschil tussen de Atterbergse grenzen:

- De vloeigrens (W_L): de overgang van slib/klei dat zich gedraagt als een vloeistof naar plastisch vervormbaar gedrag
- De uitrolgrens (W_P): de overgang van klei die plastisch vervormbaar is, naar zodanig droog materiaal dat het makkelijk verbrokkelt en geen aangesloten laag vormt.

⁶ Het betreft hier inschattingen ten tijde van het begin van het project gebaseerd op diverse malen aangepaste baggerprofielen en dichtheden.

⁷ Afgerond getal, aangezien hierop de hoeveelheid TDS is gebaseerd.

⁸ Dit is minder dan de doelstelling van 105.000 m³, door vermindering van de beschikbare hoeveelheid slib in Polder Breebaart. Uit Polder Breebaart wordt tevens -ter compensatie- per as 15.000 m³ klei aangevoerd, die echter geen onderdeel uitmaakt van het onderzoeksprogramma.

De consistentie-index (I_C) is berekend via de formule:

$$I_C = (W_L - w\%) / (W_L - W_P)$$

waarin:

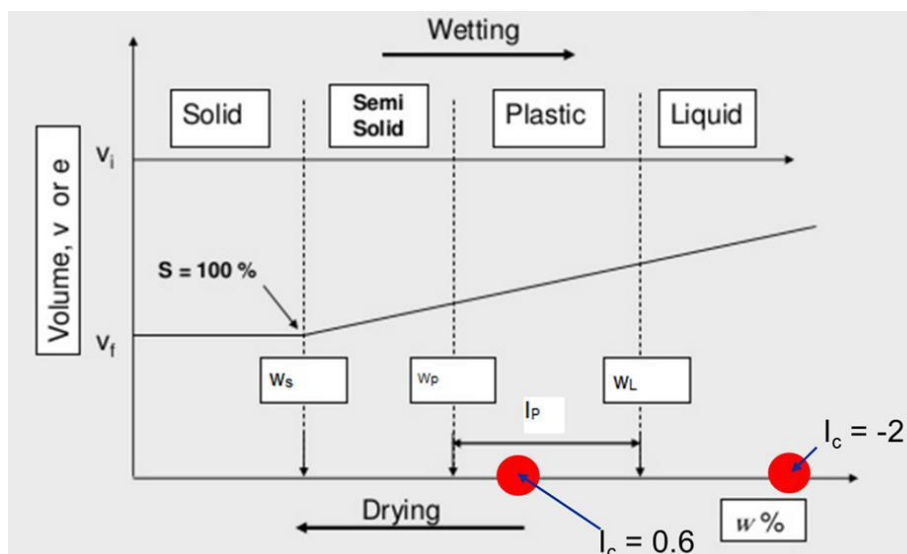
W_L = vloeigrens (massa% ten opzichte van droge stof)

W_P = uitrolgrens (massa% ten opzichte van droge stof)

$w\%$ = actuele waterpercentage (massa% ten opzichte van droge stof)

Kortom, een hoge plasticiteits-index betekent dat de klei over een grote variatie aan watergehaltes plastisch gedrag vertoont en daarmee verwerkbaar is. Daarmee is ook het effect van weereffecten (droogte, regenval) op de klei-eigenschappen beperkter.

De consistentie-index geeft aan hoe het watergehalte zich verhoudt tot de Atterbergse grenzen: De vloeigrens (W_L) heeft een I_C van 0 en de uitrolgrens (W_P) heeft een I_C van 1. Slib zal initieel een watergehalte hebben boven de vloeigrens, en daarmee een negatieve I_C . Het slib gedraagt zich dan als een vloeistof. De relatie tussen slibvolume en de consistentie-index is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Schematische weergave van de relatie tussen het watergehalte ($w\%$) en het volume (v) (van den Heuvel 2018). In de figuur zijn tevens het verloop van de verzadigingsgraad (S) en de consistentie-index (I_c) weergegeven, net als de vloeigrens (W_L), uitrolgrens (W_p) en de plasticiteitsindex (I_p). Tijdens de kleirijperij beweegt de consistentie-index zich van circa -2 naar 0.6 (rode stippen).

De uitrolgrens en de plasticiteitsindex (en daarmee ook de plasticiteitsindex) zijn in principe constitutieve eigenschappen: ze wijzigen niet als het watergehalte wijzigt. Dit in tegenstelling tot de consistentie-index die wel afhankelijk is van het watergehalte. Door verwijdering van organische stof tijdens de rijping zal echter ook de vloeigrens, en in mindere mate de uitrolgrens afnemen. Daarmee zal ook de consistentie-index afnemen. Daarmee neemt met het verwijderen van organische stof ook het maximale watergehalte toe (en de minimale dichtheid af) waarbij aan de eis voor de consistentie-index wordt voldaan

Dichtheid

De bulkdichtheid is een belangrijke maat om te zien hoeveel water is uitgetreden: wanneer het watergehalte afneemt, neemt de dichtheid toe en het volume van het slib af.

De uittreding van water wordt in eerste instantie veroorzaakt door consolidatie: het dichter op elkaar gaan zitten van droge stof waardoor het water eruit wordt geperst. Het water moet daarvoor wel ergens naar toe kunnen. In de kleirijperij kan het water uit de vakken ontsnappen via de bovenkant, via de drainerende zandlaag aan de onderkant en wellicht via de drainerende werking van de kades. Naast consolidatie speelt ook rijping een rol nadat het waterpeil is verlaagd tot beneden het sliboppervlak: de werking van het slib/de klei aan de lucht door verdamping waardoor scheuren ontstaan.

Zoutgehalte

Het zoutgehalte in het porievocht (het water aanwezig in de poriën van het materiaal) is aanvankelijk veel hoger dan de vereiste bovengrens. Dit komt omdat de Eems-Dollard een marien milieu is, waarin het zoutgehalte veel hoger is dan in zoet water. Zout zal met het uittredende water mee verwijderd worden, maar dat maakt de concentratie van het zout niet lager. Door verdamping zal het zoutgehalte wellicht enigszins toenemen. Een verlaging van de zoutconcentratie vindt pas plaats als (zoet) regenwater door het slib/de klei heen stroomt en het zout meeneemt. Dit proces is aanvankelijk zeer traag, omdat de doorlatendheid erg laag is, en de afstand die het zout door diffusie moet afleggen naar het regenwater erg lang is. Pas als er voldoende scheuren zijn ontstaan, en er voldoende "structuur" in de klei aanwezig is en het regenwater goed in contact kan komen met de klei, zal het zoutgehalte bij voldoende regenval sneller dalen.

Organische stof

Het slib in de Eems-Dollard heeft tevens een hoog organische stofgehalte. Dit organische stof is (gedeeltelijk) biologisch afbreekbaar: door contact met zuurstof oxideert het en verdwijnt het als CO₂ in de lucht. De zuurstof dringt echter maar beperkt het slib binnen, en daarom geldt net als voor het zoutgehalte dat verwijdering van het organische stof voornamelijk plaatsvindt, na scheurvorming en de vorming van structuur. Afbraak in afwezigheid van zuurstof is wel mogelijk. Deze anaerobe afbraak is trager dan aerobe afbraak en leidt naast CO₂ tot productie van methaan.⁹ Het organische stofgehalte heeft een sterk effect op de vloeigrens, en een beperkt effect op de uitrolgrens. Bij een afname van het organische stof nemen beiden af. De ligging ten opzichte van de A-lijn (bepalend voor de erosieklasse) wijzigt echter niet of nauwelijks.

2.5 Te variëren parameters in de pilot

In de pilot Kleirijperij wordt het effect van een aantal parameters onderzocht, om zo tot een goede technische uitvoering en business case te komen voor het op grotere schaal rijpen van klei. De hoofdvariabelen worden hieronder kort besproken. Hiernaast is er ook variatie t.g.v. verschillen in drainage en de samenstelling van de ondergrond en ringkades (3.2.1).

Op basis van de onderzoeksvragen gedefinieerd in het Plan van Aanpak (EcoShape 2017) is een literatuurstudie (Sjenitzer, et al. 2020), inclusief de analyse van historische methoden, uitgevoerd om verschillende technieken in kaart te brengen die tijdens de pilot getest konden worden. Deze technieken zijn specifiek gefocust om het slib te laten rijpen en de kwaliteit van de gewonnen klei te verbeteren.

Deze beoordeling in combinatie met de initiële gegevens over slibkarakteristieken, laboratoriumonderzoek en een expert workshop (Ecoshape 2019) hebben de basis gevormd voor de definitieve keuze van de proefvakken en de te variëren parameters.

- Laagdikte

De snelheid waarmee water uittreedt door consolidatie en verdamping is initieel beperkt, afhankelijk van de laagdikte. Dit betekent dat de benodigde tijd voor rijping toeneemt naarmate de laagdikte groter wordt. Een dunne laag zal dus sneller rijpen dan een dikkere laag, maar bevat minder slib, hetgeen leidt tot een lagere kleiproductie. Een belangrijke vraag is dus bij welke laagdikte en bij welk aantal cycli de productie van klei optimaal is. Ook de variatie in aantal vulslagen, noodzakelijk om de vakken met de gewenste hoeveelheid slib te vullen, kan invloed hebben op de laagdikte. Als een vak in twee keer gevuld wordt heeft de relatief dunne sliblaag na de eerste vulslag de mogelijkheid om sneller te rijpen dan wanneer het vak in één keer gevuld is.

- Bewerkingsfrequentie

Door meer bewerkingen te doen en drainage te bevorderen kan de rijping worden versneld met een bovengrens gedictieerd door de lokale verdampingssnelheid. De energie die dit vergt vertaalt zich echter ook in hogere kosten. Bewerken versnelt het proces met name sterk als het watergehalte in de korst laag is en scheuren droog staan. Een overzicht van de bewerkingen is weergegeven in Figuur 2.2. De bewerkingen zijn adaptief plaatsgevonden op basis van de consistentie van de klei.

- Biologische methoden

Door inzaaien kan sneller structuur worden verkregen en infiltratie van regenwater (voor ontzouting) worden verbeterd. Bovendien kan indringing van zuurstof leiden tot een betere oxidatie van organisch materiaal. Inzaaien heeft pas zin na enige rijping en heeft in 2018 dus niet plaatsgevonden. Inzaaien van een tweetal zaadmengsels (1 op zomertarwe gebaseerd, en 1 op Bladrammanas) in april 2019 is niet succesvol gebleken omdat het zoutgehalte in de toplaag te hoog bleek. Vervolgens is ingezaaid in november Zulte (1,5 kg/ha) en een mengsel van Strandmelde (3,8 kg/ha), Zulte (1,5 kg/hg) en Klein schorrenkruid (1,3 kg/ha). Dit inzaaien vond plaats in stroken, waarbij in 3 vakken (D1, D3 en D13) 1 strook met Zulte, 1 strook met het Strandmelde-gedomineerde mengsel en 1 strook niet werd ingezaaid.

Omdat na inzaaien de bewerkingen bij de biologische vakken beperkt mogelijk is, is het moeilijk ze te vergelijken met de andere vakken. Dat is de reden dat de bovengenoemde niet bewerkte en niet ingezaaide strook is ingericht: de biologische blanco (van der Ouderaa, et al. 2023).

⁹ In een aparte rapportage is indicatief gekeken naar de emissies op de kleirijperij (Kox en Jansen 2022).

- Vermindering zoutgehalte
Door vooraf op te mengen met zoet water werd het zoutgehalte initieel al verlaagd.

Een overzicht van de bewerkingsmethoden en activiteiten in de verschillende vakken is weergegeven in Figuur 2.2.

Kleirijperij Valgenweg

02-04-2019

Vulslag april '18: ca. 100.000 m³
Vulslag juli '18: ca. 90.000 m³

D6 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Frequenter* omwerken & voren trekken

D5 – Hoge laagdikte

- Vulhoogte 2,3m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D7 – Lage laagdikte (in één keer gevuld)

- Vulhoogte 0,9m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D8 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Geen zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D10 – Lage laagdikte (in één keer gevuld)

- Vulhoogte 1,5m
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D12 – Zoet water vak (in één keer gevuld)

- Vulhoogte 0,75m
- Geen zandlaag met drainagebuizen
- Opgemengd met zoet water bij vullen
- Opzetten zoet water (neerslag) in de winter
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D14 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Frequenter* omwerken & voren trekken

D4-kade

- Vulhoogte 0,40 m (1e vulslag)
- Tegen de kade gezet (voor 2e vulslag)

D1 – Biologisch blanco

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Bewerking* conform biologische vakken

D2 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Geen zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D3 – Biologisch vak

- Vulhoogte 2m
- Inzaaien van vegetatie
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken
- Na inzaaien: lagere omzettingfrequentie

D4 – Standaard laagdikte (in één keer gevuld)

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D9 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D11 – Standaard laagdikte

- Vulhoogte 2m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

D13 – Biologisch vak

- Vulhoogte 2m
- Inzaaien van vegetatie
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken
- Na inzaaien: lagere omzettingfrequentie

D15 – Lage laagdikte (in één keer gevuld)

- Vulhoogte 1,5m
- Zandlaag met drainagebuizen
- *Standaard* omwerken & voren trekken

Figuur 2.2: Overzicht van de toegepaste rijpingsstrategieën op de Kleirijperij aan de Valgenweg.

3 Overzicht vul- en bewerksactiviteiten

3.1 Inleiding

Eerst worden de eigenschappen van de proefvakken voor het vullen beschreven, daarna wordt er een overzicht wordt gegeven van de vul- en bewerksactiviteiten die in overeenstemming met de rijpingsstrategieën (sectie 2.5) zijn opgesteld.

3.2 Proefvakbeschrijvingen

Het drainagesysteem en de kades van de proefvakken wordt in de volgende secties beschreven. In Bijlage A1 is het definitieve ontwerp van het slibdepot van locatie Delfzijl afgebeeld.

3.2.1 Drainagesysteem en ondergrond

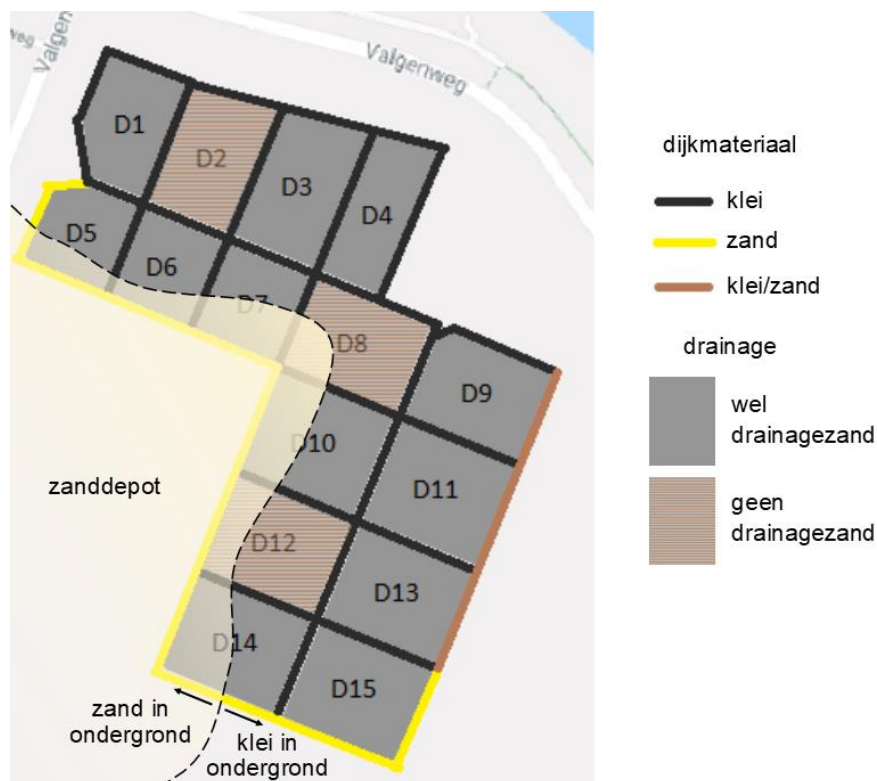
Er is voor de start van het vullen van de proefvakken variatie aangebracht wat betreft het drainagesysteem; vakken D2, D8 en D12 hebben geen drainage, de rest van de proefvakken wel – zoals te zien in Figuur 3.1. Drainage is aangelegd door het opbrengen van zand uit het terrein (circa 30 cm) waarin de drainagebuizen zijn geplaatst. De drainagebuizen lopen onder vrij verval uit in de ringsloot. Deze wordt automatisch leeggepompt en via een leiding geloosd op de Eems-Dollard of (nadat het water voldoende zoet was) op de naastgelegen ringsloten.



Figuur 3.1: Drainagesysteem Kleirijperij Delfzijl

3.2.2 Kades en ondergrond

De kades van de proefvakken zijn gemaakt met in het terrein aanwezig materiaal. Ze bestonden uit zand, klei of een combinatie van beide. Tijdens het rijpen van het slib is het mogelijk dat er water draineert via de kades. Om dit te kunnen meenemen in de beschrijving van de bewerking, is in Figuur 3.2 aangegeven welke dijken uit welk materiaal zijn opgebouwd. Op basis van deze beschrijving wordt dus een aanvullende drainage verwacht in de vakken D5, D6, D7, D10, D12 en D14, terwijl er wellicht drainage optreedt in D9, D11, D13 en D15. Gezien de klei die is gebruikt in de tussenkades is de drainage tussen verschillende vakken naar verwachting nihil.



Figuur 3.2: Dijkmateriaal, drainage, en (indicatie van ondergrondtype) in de kleirijperij Delfzijl

Op grond van de beschrijving van de ondergrond uit het nul-onderzoek bestaat deze uit matig of sterk siltige klei op alle locaties, met uitzondering van enkele boringen in delen van D5, D6 en D14, waar een zandlaag aanwezig is (Sweco 2018). Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een voormalig zanddepot langs de buitenkades van D5-D7 en D10-D14. Hoewel de exacte ligging ervan onbekend is, moet worden aangenomen dat zand in de ondergrond aanwezig is onder het gedeelte van bovengenoemde vakken dat het dichtst bij de buitenkade gelegen is. De grondslag van de ondergrond is tevens weergegeven in Figuur 3.2.

3.3 Vul- en bewerkingsactiviteiten

De datums waarop verschillende vulactiviteiten en de belangrijkste bewerkingsactiviteiten hebben plaatsgevonden zijn te vinden in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Datums van vul- en bewerkingsactiviteiten

Activiteit	Datums
Vulslag 1	5 – 12 april 2018
Korst doorbreken 1 (“ploegen”) Op ruggen zetten	juni 2018 mei 2018
Vulslag 2	11 – 13 juli 2018
Korst doorbreken 2 (“ploegen”) Op ruggen zetten	september 2018 september 2018
Korst doorbreken 3 (“ploegen”) Op ruggen zetten	oktober 2018 mei 2019
Op ruggen zetten	December 2019 – maart 2020
Omzetten vakken	Maart – april 2020
Bevloeien biologische vakken	April 2020
Gerijpte korst transporteren en verdichten in dikke 3m+ laag	April 2021 – oktober 2021

De vulslagen en het doorbreken van de korst is weergegeven in de onderstaande paragrafen.

3.3.1 Vulactiviteiten

De sleeppopperzuiger ‘Amazone’ (Foto 3.1) is gebruikt voor het baggeren van het slib. Vervolgens is per persleiding het slib naar de Kleirijperij geperst.



Foto 3.1: Sleeppopperzuiger ‘Amazone’; achtersteven en beun – 9 april 2018

Foto 3.2 laat zien hoe het slib is vervoerd van de sleephopperzuiger naar de Kleirijperij. De sleephopperzuiger werd gekoppeld aan drijvende leidingen (geel), die vervolgens werden gekoppeld aan stalen leidingen aan de wal.



Foto 3.2: Slibvervoer van de sleephopperzuiger naar de Kleirijperij locatie Delfzijl – 9 april 2018

Een gemiddelde tripduur bedroeg circa 1 uur, waarbij de volgende activiteiten werden uitgevoerd:

- Slib innemen 20 minuten
- Varen naar drijvende leiding en aankoppelen 12 minuten
- Persen van slib naar de kleirijperij 24 minuten
- Afkoppelen 2 minuten

3.3.2 **Bewerkingsactiviteiten**

In 2018 zijn de slibvakken bewerkt met een ploeg. Deze ploeg is over het slib in de proefvakken getrokken met een lier. Het doel van deze bewerkingen was de gevormde korst te doorbreken, en drainagegeulen te creëren. Het doorbreken van de korst heeft plaatsgevonden in de in Tabel 3.2 genoemde proefvakken:

Tabel 3.2: *Bewerkingscampagnes waarbij de korst werd doorbroken*

Campagne-nummer	Datum	Vakken bewerkt
1	5-12 juli 2018	D1, D2, D3, D7, D8, D10, D12, D15
2a	September 2018	D5, D8, D10, D14, D15
2b	Oktober 2018	D1, D2, D3, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D13, D14, D15

Tevens is in 2018 – 2021 in die proefvakken, waar het technisch mogelijk was, het materiaal op ruggen gezet en daarna omgezet (

Tabel 3.3).

Tabel 3.3: Bewerkingscampagnes waarbij werd omgezet

Activiteiten	Datum	Vakken bewerkt
-Op ruggen zetten en verplaatsen	5-12 juli 2018	D4-Kade ¹⁰
-Op ruggen zetten -Omzetten -Omzetten	20-22 juni 2018 5 juli 2018 18 oktober 2018	D7 D7 D7
-Op ruggen zetten	6-19 mei 2019	D10, D12
-Omzetten en op ruggen zetten	December 2019 – februari 2020	D6, D7, D9, D10, D11, D14 en D15
- Omzetten	Maart – april 2020	D2, D4, D5 en D8
- Transport van 750 m ³ klei naar proefdijk (Boskalis en Van Oord 2020)	31 aug – 6 september 2020	D7
- Toplaag afschrappen en in depot zetten in de vakken D7 en D12	September – november	Alle vakken
- Toplaag afschrappen en in depot zetten in de vakken D4, D7 en D12	1 ^e helft 2023	Alle vakken

Vanwege een incident met een “blazer” van een nabijgelegen siliciumcarbide fabriek in april 2018 is zwart poeder verspreid over de kleirijperij. Aangezien op dat moment nog steeds water stond op proefvak D12, is daar het poeder door de wind samengedreven en heeft zich verzameld op 0-5 meter van de tussenkade met D10. Dit materiaal is in mei 2018 door de vervuiler verwijderd door de bovenkant ervan af te schrapen. Op andere locaties is het echter niet verwijderd. Aangezien het om een relatief kleine hoeveelheid gaat (en gezien de door de leverancier verstrekte milieugegevens) wordt er niet vanuit gegaan dat er schade is vanwege deze activiteiten. Ook in 2019 zijn diverse blazers opgetreden. Dat leidde wel tot stof op de kleirijperij, maar niet tot duidelijk zichtbare hoeveelheden op de klei.

In week 36 (31 augustus – 6 september) is er 750 m³ klei vanuit het depot Delfzijl uit Vak D7 weg getransporteerd. Dit klei is gebruikt voor de aanleg van de Proefdijk op de kwelder.

Vanaf april 2021 is de gerijpte klei vanuit de verschillende vakken naar vak D7 en D12 getransporteerd en daar verdicht in een dikke laag (>3 m). De T12 en T13 hoogtemetingen, gemaakt met een drone laten dit proces goed zien, zie Appendix 0. Het transport naar de vakken is in fases gegaan. De onderstaande tabel, Tabel 3.4 geeft de volgorde van transport en overige activiteiten weer in de periode van april 2021 t/m december 2021:

¹⁰ Materiaal van D4 gevuld bij de eerste vulslag, is tegen de zuidkade gezet en wordt apart gemonitord onder de naam D4-kade.

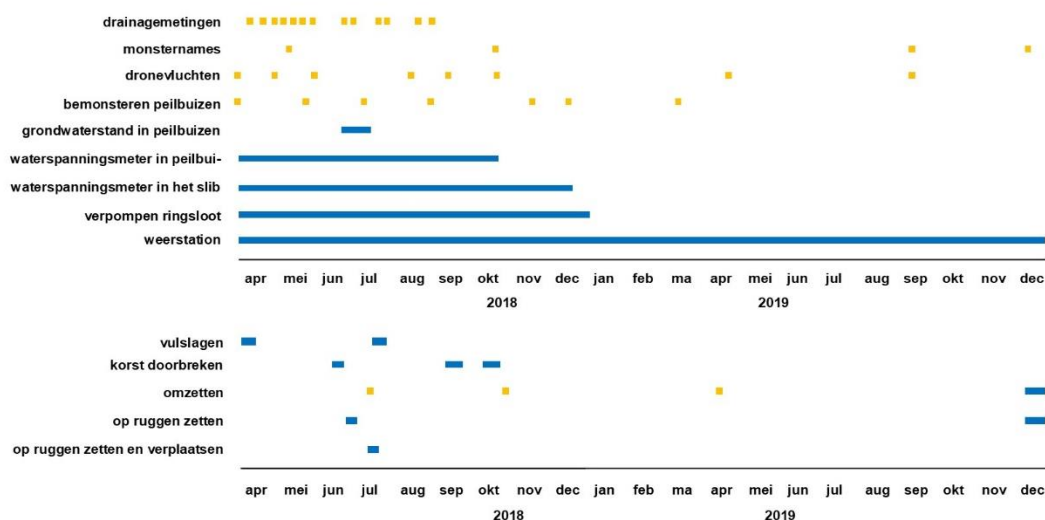
Tabel 3.4: Transport en verdichting klei

Maand	Activiteit
apr-21	Bewerkingen in alle vakken behalve de biologische vakken
	Korst uit de vakken D2, D4, D5, D6 en D9 is naar vak D7 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	De nog erg natte klei uit vak D8 is op ruggen gezet
	Korst uit de vakken D10, D11, D14 en D15 is naar vak D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	Waterhuishouding
mei-21	Bewerkingen in alle vakken
	Korst uit een deel van de biologische vakken D1, D3 en D13 naar vak D7 en D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	De nog erg natte klei uit D2 is op ruggen gezet
	Korst van vak D4 naar vak D7 getransporteerd en verdicht in een 3m+ dikke laag
	Waterhuishouding
jun-21	Bewerkingen in alle vakken
	Korst uit een deel van de biologische vakken D1, D3 en D13 naar vak D7 en D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	Korst van vak D4, D5 en D6 naar vak D7 getransporteerd en verdicht in een 3m+ dikke laag
	Korst van vak D10, D13 en D14 naar vak D12 getransporteerd en verdicht in een 3m+ dikke laag
	De ruggen van vak D15 zijn verspreid over het hele vak, alle klei een keer omgewerkt
	Monsternamen – kwaliteitscontrole
	Dronemeting
Waterhuishouding	
jul-21	Korst uit vakken D2, D4, D9 en D11 naar vak D7 en D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	Omzetten klei in vakken D2, D4, D6, D8, D9, D10 en D12
	Cultiveren van vakken D1, D3, D9, D10, D13, D14, D15
	Dronemeting
	Waterhuishouding
aug-21	Korst uit de biologische vakken D1, D3 en D13 naar vak D7 en D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	Korst uit de vakken D5, D6 en D14 naar vak D7 en D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag
	Uitvlakken vakken D4 en D5
	Waterhuishouding
sep-21	Gerijpte klei in vakken D10, D12 en D15 in depot zetten en verdichten
	Korst van de vakken D1, D2, D3, D4 en D13 op de tussendijkjes in depot zetten en verdichten
	Waterhuishouding
okt-21	Gerijpte klei in vak D10 in depot zetten en verdichten
	Waterhuishouding
	Terrein gereed maken voor winterperiode
	Dronemeting
nov-21	Geen activiteiten, winterstop tot maart 22
dec-21	Geen activiteiten, winterstop tot maart 22. Tevens einde van monitoringscampagne
voorjaar-22	Korst afschrappen en ingeblokt klaarzetten voor transport
zomer-22	Transport naar Brede Groene Dijk

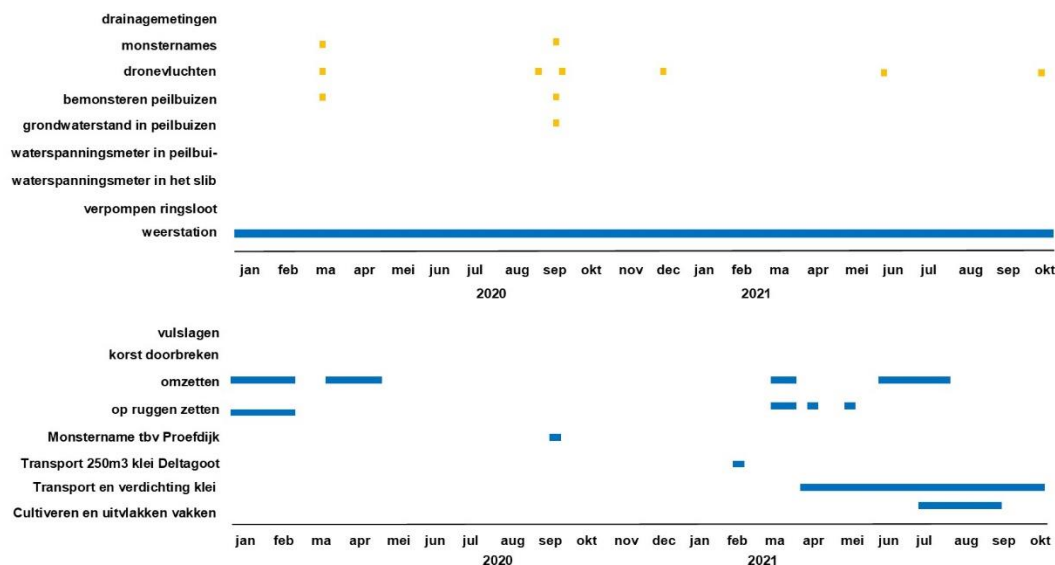
4 Monitoring

4.1 Inleiding

Het rijpingsproces van de Kleirijperij wordt gemonitord met behulp van diverse metingen die met verschillende frequenties plaatsvinden. Voor het vaststellen van de eigenschappen vindt monstername (en analyse) plaats van het materiaal tijdens het vullen, en gedurende acht bemonsteringsrondes (Ronde A, B, C, D, E, F, G en H). Daarnaast vinden metingen plaats van de veldhoogte in de proefvakken (drone metingen) en de geleverde hoeveelheid slib (gegevens van de sleephopperzuiger). Omgevingsgegevens worden verzameld met een weerstation, door analyse van peilbuizen (grondwaterstand, en zoutgehalte), waterspanningsmeters (piëzometers) in het slib en in de peilbuizen en debietmetingen van het afstromende water. De verschillende monstername-activiteiten voor 2018 tot en met 2021 zijn weergegeven in Figuur 4.1 en Figuur 4.2.



Figuur 4.1: Overzicht van monitorings- (boven) en bewerkingsactiviteiten (beneden) in 2018 en 2019 (NB: niet elke bewerkingsactiviteit is van toepassing op elk proefvak). Metingen in geel betreffen puntmetingen, terwijl in blauw langdurige monitoring is weergegeven



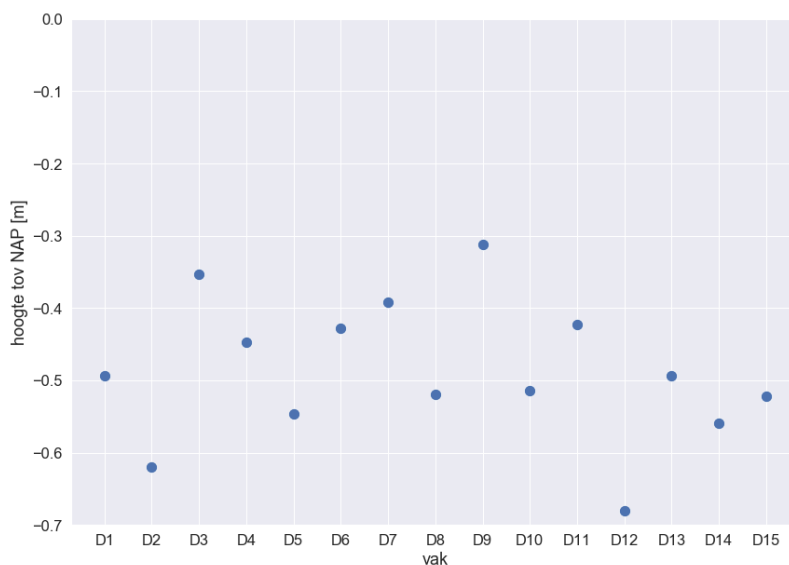
Figuur 4.2: Overzicht van monitorings- (boven) en bewerkingsactiviteiten (beneden) in 2020 en 2021 (NB: niet elke bewerkingsactiviteit is van toepassing op elk proefvak). Metingen in geel betreffen puntmetingen, terwijl in blauw langdurige monitoring is weergegeven.

4.2 Vulfase

De meeste vakken zijn in twee fasen gevuld met slib, alleen vakken D4, D7, D10, D12 en D15 zijn in één keer gevuld. D7, D10, D12 en D15 is allen bij de eerste vulslag gevuld en het materiaal in vak D4 is afkomstig van de tweede vulslag. Vak D4 is ook gevuld tijdens de eerste vulslag, maar dit materiaal is voor de tweede vulslag tegen de zuidkade van proefvak D4 geplaatst en wordt aangeduid als D4-kade. Foto 4.1 laat proefvak D9 zien vlak voor de eerste keer vullen.



Foto 4.1: Proefvak D9 Kleirijperij Delfzijl voor de eerste vulslag



Figuur 4.3: Gemiddelde veldhoogte per proefvak direct voor het vullen (m NAP)

De veldhoogte in de proefvakken vlak voor vullen is weergegeven in Figuur 4.3 (op basis van de fotogrammetrie). Daarin is te zien dat de naast elkaar gelegen proefvakken D8-D10-D12-D14 het laagstgelegen zijn (ten opzichte van NAP). Het grootste hoogteverschil is tussen het ongevulde proefvak D9 (-0.31 m NAP en D12 -0.68 m NAP), wat 36 centimeter bedraagt. De ongedraineerde vakken D2 en D12 zijn beiden laaggelegen.

4.2.1 Eerste vulslag

De 1^e vulslag (Foto 4.2) vond plaats van 5 tot 12 april 2018, waarbij het slib vervolgens via een persleiding – zonder toevoeging van proceswater – is getransporteerd naar de Kleirijperij Delfzijl. Het slib is verkregen uit de slibvang van het havenkanaal Delfzijl op 11-14 m -NAP. De exacte baggerlocatie is te zien in Figuur 4.4 en vertoont weinig variatie. De enige uitzondering vormt 1 trip die gelost werd in proefvak D12 en waar duidelijk dieper werd gebaggerd. Er zijn op 11 verschillende trips monsters genomen in het beun van de sleehopperzuiger “Amazone” ten behoeve van milieukundige en geotechnische analyse.



Foto 4.2: Vulslag 1 Kleirijperij Delfzijl – 10 april 2018, proefvak D8

Vlak na de eerste vulslag zagen de proefvakken eruit zoals getoond in Foto 4.3 en Foto 4.4.

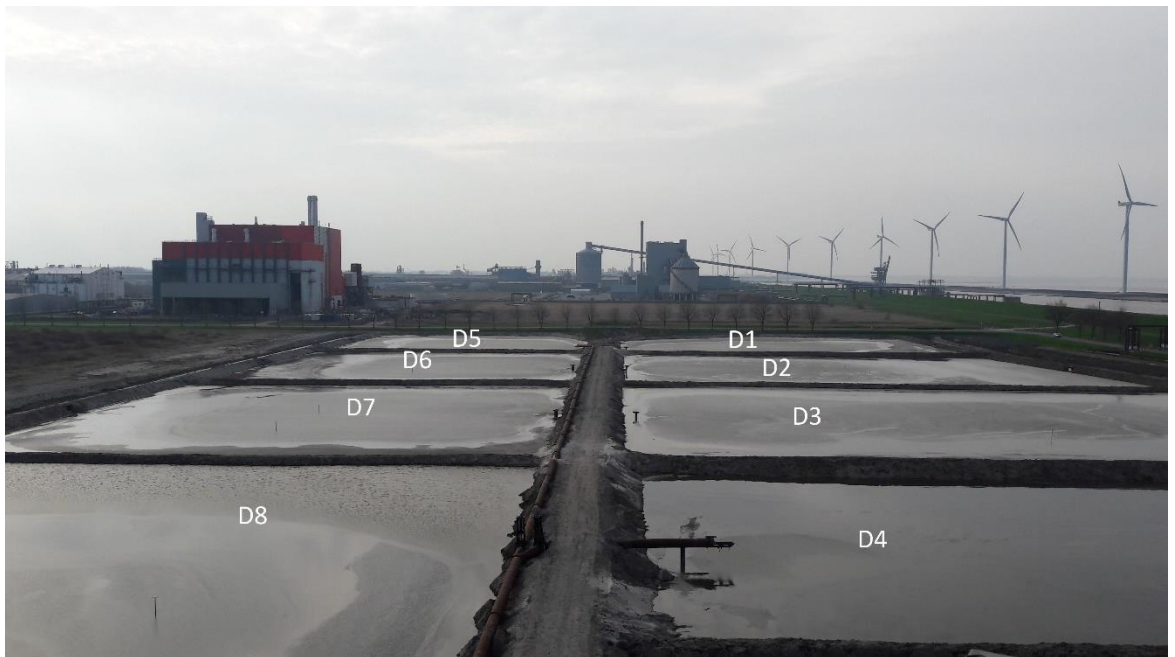


Foto 4.3: Vakken D1 tot en met D8 vlak na de eerste vulslag bij Kleirijperij Delfzijl



Foto 4.4: Vakken D8 t/m D15 vlak na de eerste vulslag bij Kleirijperij Delfzijl

In proefvak D12 is het slib opgemengd met zoet water. Daarvoor is het proefvak in 5 dagen eerst met water uit het Oosterhornkanaal gevuld (geleidbaarheid 3-4 mS/cm) tot een hoogte van 75 cm. Daarna is het proefvak met 75 cm slib gevuld. Vijf dagen na het aanbrengen van het slib is vervolgens met een mixer vanaf de zijkant vanaf de middenkade en de buitenkade gemengd.

4.2.2

Tweede vulslag

De tweede vulslag vond plaats op 11 tot 13 juli 2018, zie Foto 4.5. Daarbij werd slib over het in de eerste vulslag aangebracht slib gestort op vergelijkbare wijze als in vulslag 1. Enkele vakken werden niet gevuld: D7 (lage laagdikte), D15 (1 een keer vullen) en D12 (mengen met water). Dit laatste vak werd niet gevuld, aangezien een tweede keer mengen met water technisch slecht uitvoerbaar was.

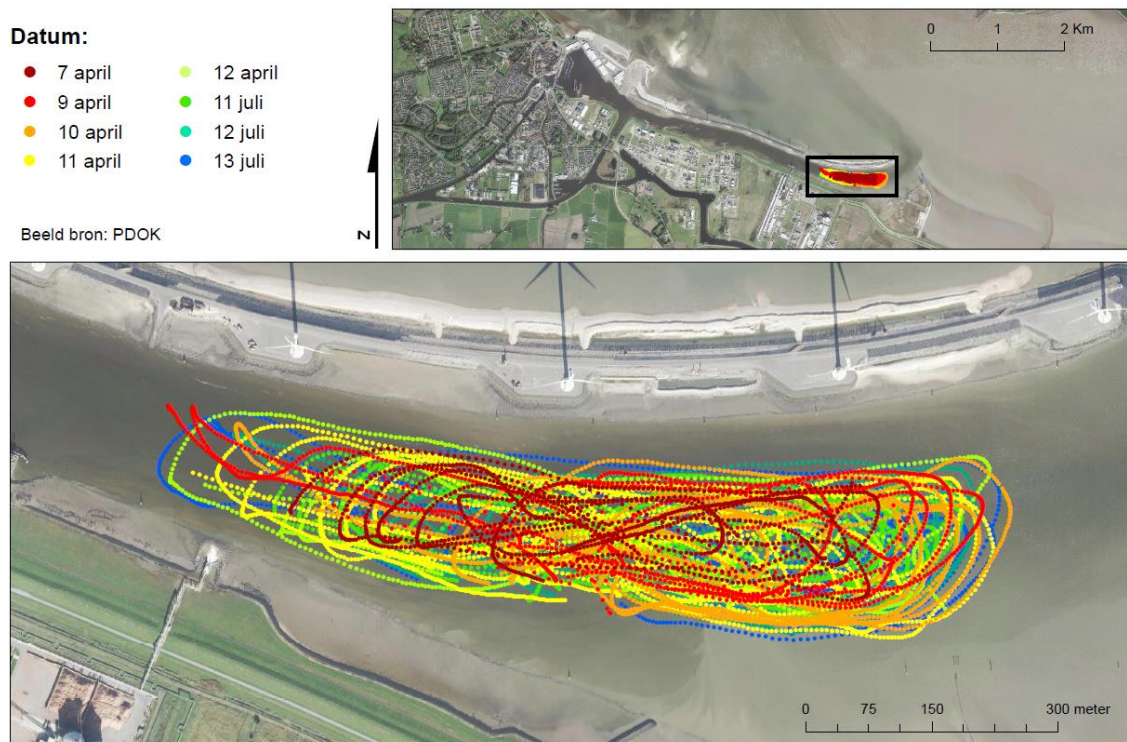


Foto 4.5: Vulslag 2, proefvak D1, Kleirijperij Delfzijl – 11 juli 2018

4.2.3

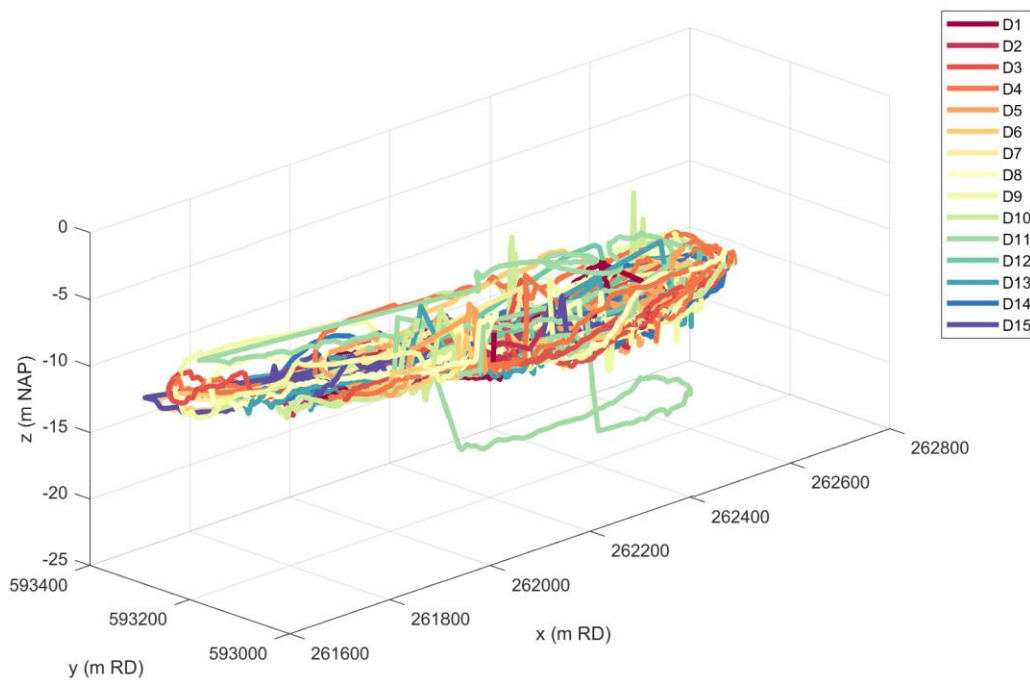
Baggerlocatie

Het slib is uit de haven van Delfzijl gebaggerd. Figuur 4.4 geeft de vaarroute per datum weer. In Bijlage A.5 staat een overzicht van de baggerroutes per proefvak en per trip.



Figuur 4.4: Baggerroutes van beide vulslagen in april en juli 2018 – in de haven van Delfzijl

Het meeste baggeren vond plaats op ongeveer gelijke diepte (gemiddeld 12.5 m -NAP), behalve voor proefvak D12, zie Figuur 4.5, waar voor 1 trip beduidend dieper werd gebaggerd (16 m - NAP). Een gemiddelde trip (charge) bevatte 2470 m³ slib. Voor de vakken waren in totaal 79 charges nodig.



Figuur 4.5: Coördinaten van de Hopper tijdens het baggeren voor de Kleirijperij Delfzijl

4.2.4 Scheepsgegevens en Monsternames van vulslagen 1 en 2

Op grond van de scheepsgegevens (ingenomen volume en dichtheid) zijn per proefvak de volgende gegevens vastgesteld tijdens het innemen:

Tabel 4.1: Hoeveelheden ingenomen slib per proefvak.

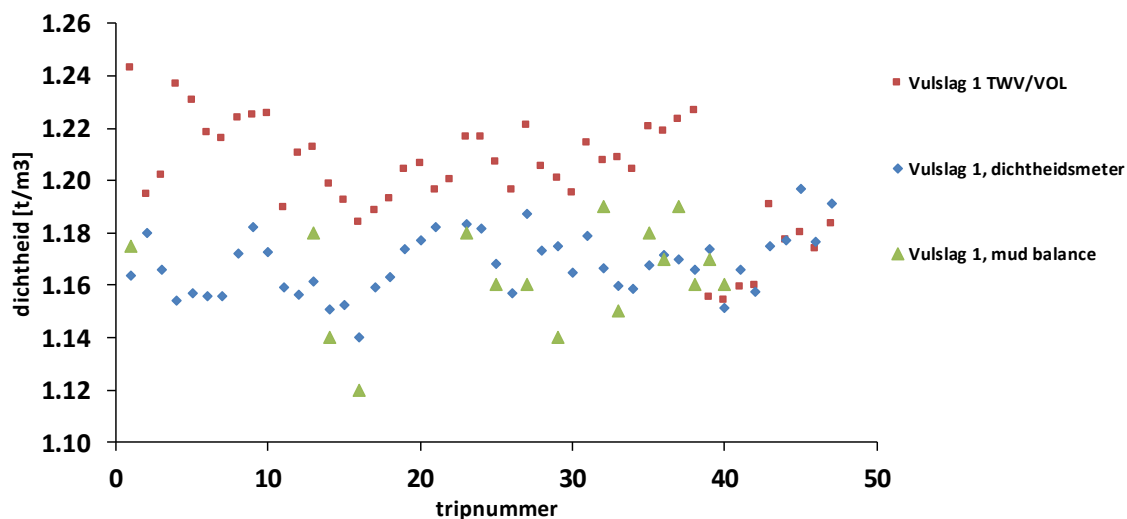
Proefvak	Ton droge stof [t]	Volume [m ³]	Dichtheid [t/m ³]
berekening	<i>Op basis van gecorrigeerde dichtheid en water volume</i>	<i>Volume-informatie bij persen</i>	<i>dichtheidsmeter bij innemen, gecorrigeerd*</i>
D1	3499	11154	1,20
D2	4703	15768	1,19
D3	5174	18110	1,18
D4	3897	11387	1,22
D4-kade ¹¹	569	2113	1,18
D5	3844	12428	1,19
D6	3225	10686	1,19
D7	1432	4740	1,19
D8	4952	16079	1,20
D9	4899	14935	1,21
D10	3515	11735	1,19
D11	4979	15653	1,20
D12	1621	5983	1,17
D13	4782	15923	1,19
D14	5647	17462	1,20
berekening	<i>Op basis van gecorrigeerde dichtheid en water volume</i>	<i>Volume-informatie bij persen</i>	<i>dichtheidsmeter bij innemen, gecorrigeerd*</i>
Totaal	60021	195004	1,19 ¹²
Vulslag 1	30486	105664	1,18
Vulslag 2	29535	89340	1,21

*1^e vulslag: correctie met 0,02 t/m³ (Jan Teije, pers comm)

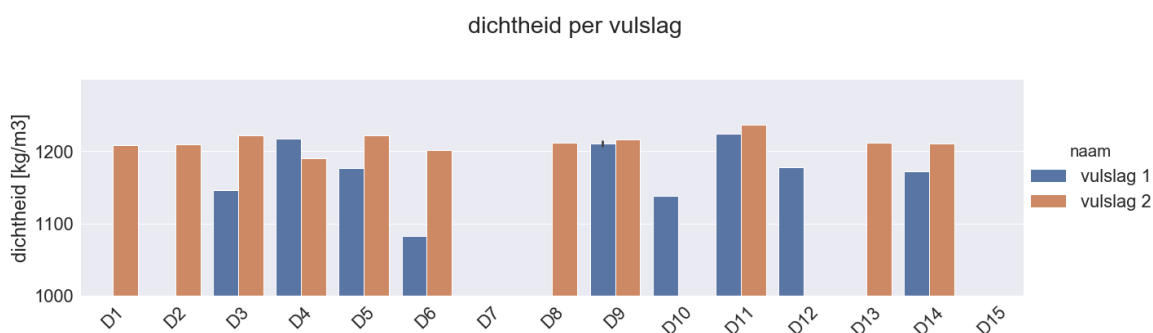
Tijdens de aanvoer van het slib zijn er tevens dichtheidsmetingen in het laboratorium uitgevoerd. Deze worden eerst weergegeven per tripnummer in Figuur 4.6, waarna de dichtheden indicatief per proefvak worden weergegeven in Figuur 4.7. De variatie in dichtheid bij deze -incidentele- metingen is sterker dan de gemiddelden gebaseerd op de continue dichtheidsmetingen in het schip, maar komen gemiddeld zeer vergelijkbaar uit. Wel is er een duidelijk verschil tussen de twee vulslagen: de eerste vulslag heeft een dichtheid die 0,03 t/m³ lager is dan de tweede, wat overeenkomt met een dichtheid van 0,28 TDS/m³ en 0,30 TDS/m³ respectievelijk.

¹¹ D4-kade betreft het slib dat in de eerste vulslag in proefvak D4 is gestort, en voor de tweede vulslag tegen de kade is geplaatst. D4 betreft uitsluitend het slib gestort tijdens de tweede vulslag.

¹² Gemiddelde dichtheid alle proefvakken



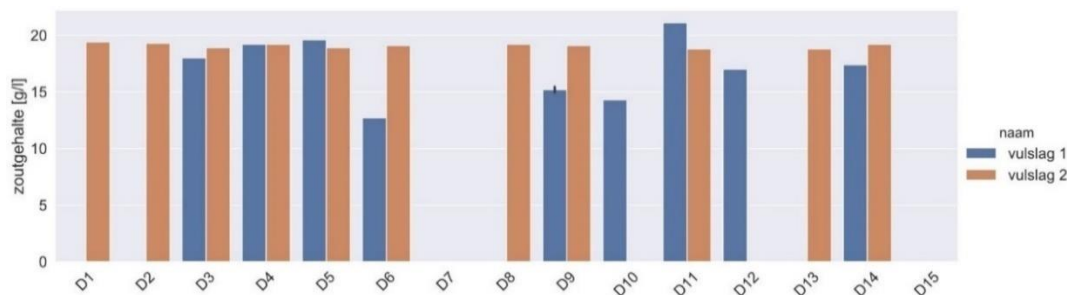
Figuur 4.6: Dichtheid per trip nummer voor beide vulslagen, vergeleken met handmatige metingen



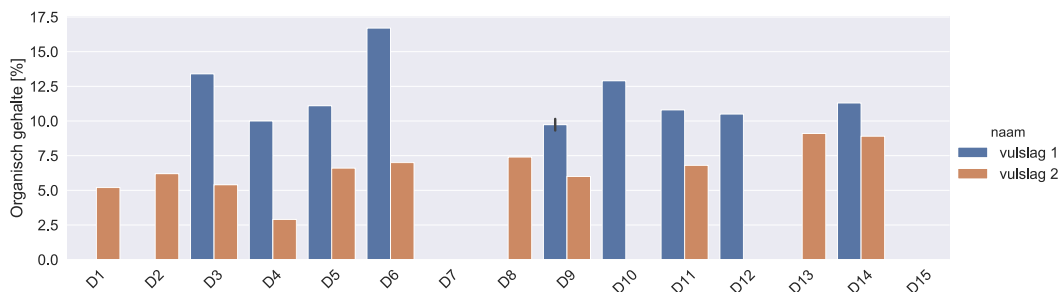
Figuur 4.7: Dichtheid per vulslag Kleirijperij Delfzijl per proefvak

De gemeten waarden voor zoutgehalte en organische stofgehalte zijn weergegeven in respectievelijk Figuur 4.8 en Figuur 4.9. Bij enkele van onderstaande figuren begint de y-as niet bij nul om meetwaarden die een kleine variatie hebben goed weer te geven.

Zoals te zien is in de grafieken, zijn niet voor alle vakken voor beide vulslagen metingen gedaan. De metingen die zijn gedaan, zijn gemeten vanuit het beun van de hopper (vulslag 1) of aan het einde van de stortpijp (vulslag 2). Voor proefvak D9 zijn er meerdere metingen gedaan en de standaarddeviatie van deze metingen is weergegeven in de zwarte verticale lijn.



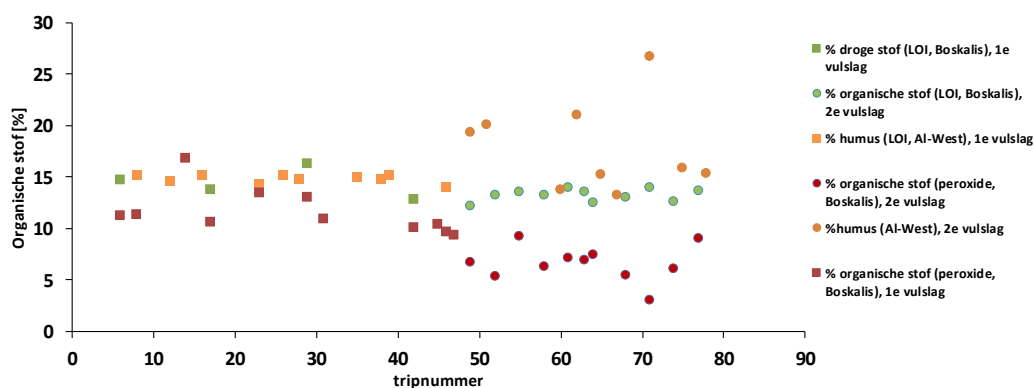
Figuur 4.8: Zoutgehalte per vulslag Kleirijperij Delfzijl per proefvak



Figuur 4.9: Organische stofgehalte per vulslag in Kleirijperij Delfzijl per proefvak

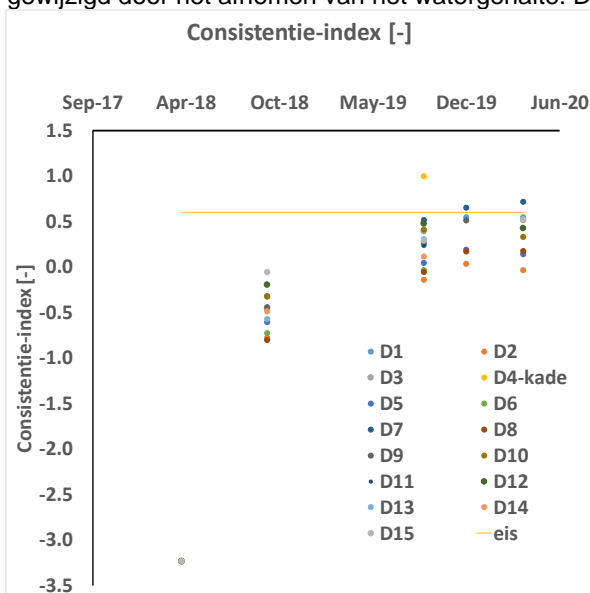
Het organische stofgehalte per vulslag proefvak is niet alleen gemeten volgens de peroxidemethode (zoals gebruikelijk in de geotechniek), maar ook met de gloeiverliesmethode (zoals gebruikelijk in milieumonitoring). In Figuur 4.10 is het organische stofgehalte gemeten met beide methodes weergegeven. Hoewel de metingen sterk verschillen, is geen duidelijke trend waarneembaar. Wel is het verschil tussen beide methoden groter in de tweede vulslag, zelfs wanneer dezelfde methode door twee verschillende labs wordt toegepast.

Voor de toepassing van dijkenglei is echter de peroxidemethode de norm, zodat die bij volgende metingen zal worden aangehouden.



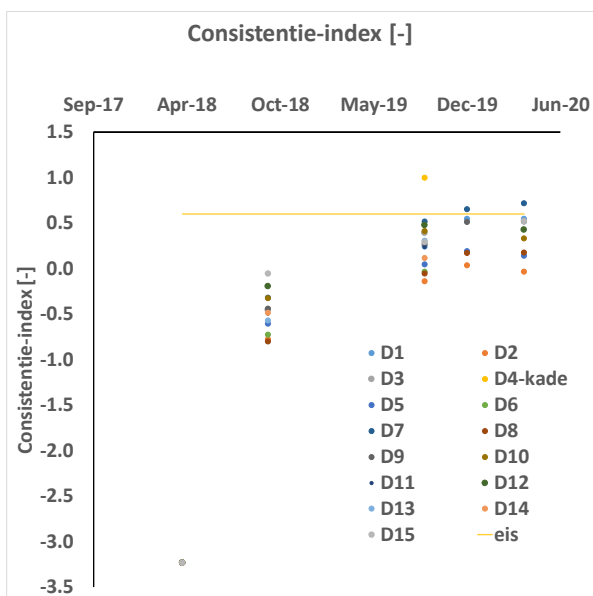
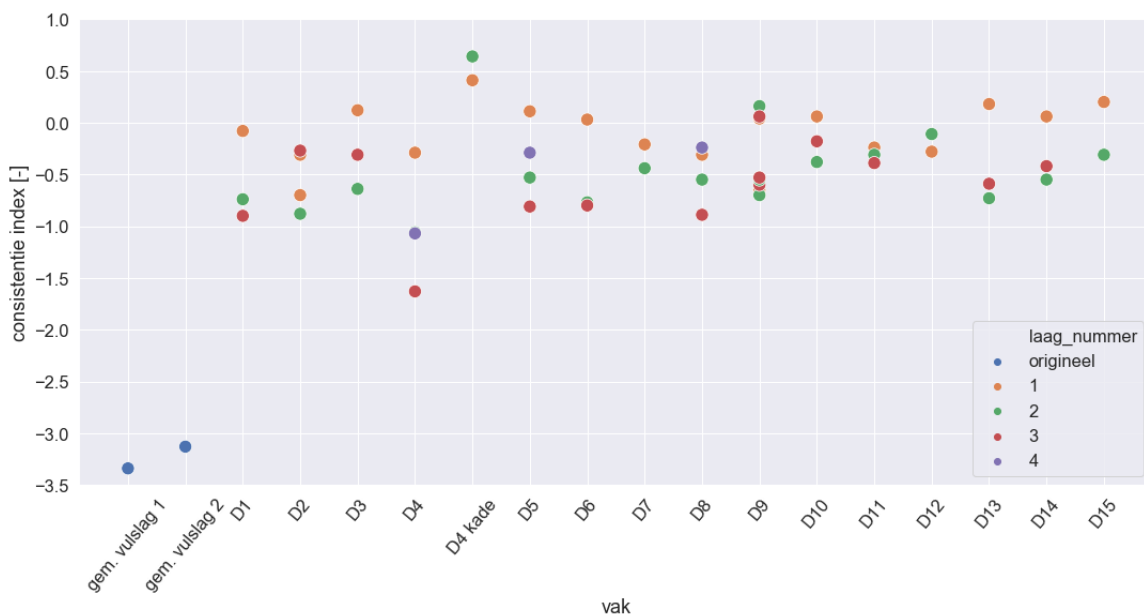
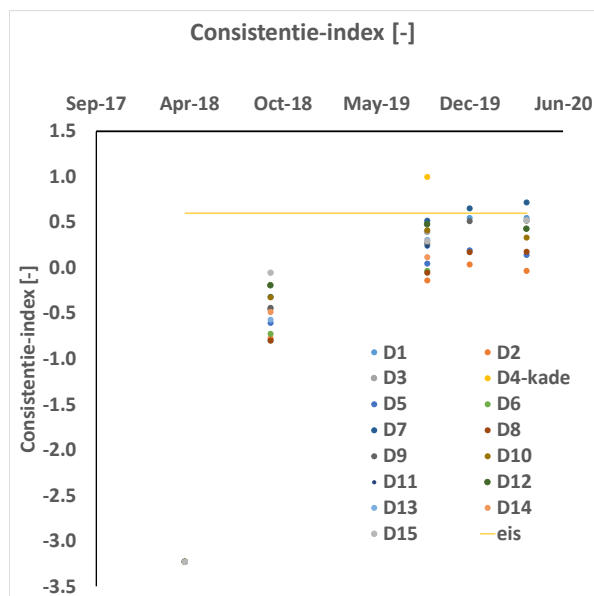
Figuur 4.10: Organische stof meting door middel van de gloeiverliesmethode en de peroxidemethode voor diverse tripnummers.

De consistentie-index is sterk gewijzigd door het afnemen van het watergehalte. De resultaten per



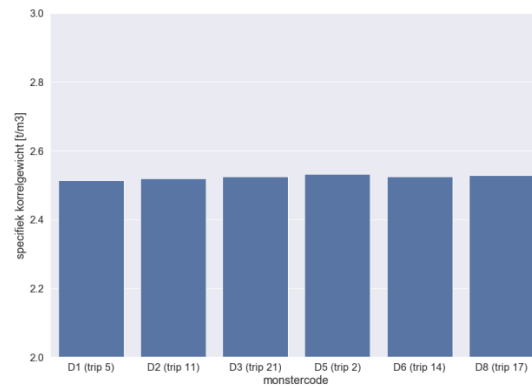
proefvak zijn weergegeven in

Figuur 4.11 (waarbij laag 1 de laagstgelegen laag is). Duidelijk te zien hierin is dat de meeste vakken net onder de vloeigrens zitten (consistentie-index=0), met uitzondering van D4-kade. De meest geconsolideerde lagen zijn de onderste lagen, die overeenkomen met de eerste vulslag.



Figuur 4.11: Consistentie-index tijdens de vulslag en monsternameronde B (Boven). Laagnummer 1 is het laagstgelegen, terwijl het hoogste laagnummer het hoogstgelegen is. De gemiddelde consistentie-index is voor alle tijdstippen tevens weergegeven (Onder).

Het specifieke korrelgewicht van het slib is eveneens tijdens vulslag 1 gemeten en bedraagt 2,51 t/m³ en varieert nauwelijks (standaarddeviatie=0,006 t/m³, zie ook Figuur 4.12).



Figuur 4.12: Bepaling van het specifieke korrelgewicht tijdens vulslag 1 (Tripnummer weergegeven tussen haakjes)

Het kalkgehalte (calciumcarbonaat) is bepaald in een 5-tal monsters en bedroeg 13%, ruim onder het maximum van 25%.

De Atterbergse grenzen voldeden in 5 monsters aan erosieklasse 1 (geschikt), en in 1 monster aan erosieklasse 3 (niet geschikt).

4.2.5 Parameteroverzicht

Op grond van bovenstaande metingen kan gesproken worden van een homogeen slib, waarin weinig variatie zit. De grootste variatie ligt in de dichtheid, die op proefvakkniveau varieert tussen 1,18 en 1,22 kg/m³. Op basis van deze metingen zijn in Tabel 4.2 de volgende parameters voor het ingangsmateriaal worden vastgesteld.

Tabel 4.2: Overzicht parameters tijdens het vullen

	Eenheid	Waarde	Norm/ doelwaarde eindproduct
Dichtheid	t/m ³	1,19	>1,55-1,65
Soortelijk gewicht	t/m ³	2,51	-
Atterbergse grenzen			
-vloeigrens	%	131	
-rolgrens	%	46,9	
-plasticiteitsindex	%	85	
Consistentie-index		-3,2	0,6
Zoutgehalte	g/L (porievocht)	18,0	<4
Organische stof	%	9,0	<5
Kalkgehalte	%	13	<25
Zandgehalte	%	2-8	<40
Totaal volume	m ³	195004	61326
Totaal droge stof	t (TDS)	60021	57600
Totaal zout	t	3079	171
Totaal organische stof	t	5402	2881

4.3 Monsternamerondes

Om de kleirijping te volgen zijn er jaarlijks monsternames uitgevoerd. Voorafgaand aan de tweede vulslag heeft in 2018 bovendien een beperkte ingelaste monsternameronde plaatsgevonden. De datum van de monstername zijn weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Datus van monstername

Activiteit	Datum
Monstername A	3 mei 2018
Monstername B	15 – 17 oktober 2018
Monstername C	september 2019
Monstername D	13 december 2019
Monstername E	25 maart 2020
Monstername F	8 – 9 september 2020
Monstername G	14 juni 2021
Monstername H	1 september 2021

Monsterronde B, C, F en H betreffen de reguliere jaarlijkse monitoringsronde, waarbij monsters zijn genomen van alle vakken en daarvoor analyses zijn uitgevoerd. Monsterronde A betrof een ingelaste monsterronde om vast te stellen of er variatie in de diepte aanwezig was wat betreft zoutgehalte en dichtheid. Monsterronde D en E betroffen extra monitoringsronden waarbij met name de variatie in het zoutgehalte en het vochtgehalte zijn gemeten. In ronde E zijn voor de vakken D7, D9 en D12 ook het gloeiverlies gemeten. In monsterronde G zijn naast droge stof vochtgehalte en dichtheid metingen ook bodemprofielen gemaakt aan de hand van grondboringen en uitgegraven sleuven.

Tijdens de monitoringsactiviteiten kan de klei in een proefvak als gevolg daarvan worden verstoord. Zie bijvoorbeeld Foto 4.6, waar ten behoeve van monstername B gebruik wordt gemaakt van een werkponen dat door middel van lieren aan twee kranen wordt voortgetrokken over proefvak D10. Hierdoor blijft een voor in de sliblaag achter. Bemonstering is hiermee eigenlijk ook een lichte bewerkingsslag van het depot. Om versturende effecten van monstername te vermijden vindt monstername nooit op dezelfde locatie plaats. Bij monstername C tot en met H waren alle vakken begaanbaar zonder ponton zijn er geen aanvullende voorzieningen meer getroffen met betrekking tot bereikbaarheid van de locaties.



Foto 4.6: Proefvak D10, 16 oktober 2018; tijdens monstername B (boven), en bemonsterde raai in proefvak D1, direct na monstername (onder).

4.3.1

Monstername A

Tijdens deze monstername is het vochtgehalte, droge stofgehalte, dichtheid (situ) (t/m^3), zoutgehalte per liter porievocht en geleidbaarheid (afgekort EC of EGV, in $\mu S/cm$) gemeten. De locaties van de monsters staan afgebeeld in Bijlage A.2.

4.3.2

Monstername B en C

De waarden die zijn gemeten tijdens monstername B zijn: gemiddeld vochtgehalte (%), gemiddelde droge stofgehalte (%), gemiddelde dichtheid (situ) (t/m^3), plasticiteitsindex (%), vloeigrens (%), organische stofgehalte (%), gemiddeld zoutgehalte per liter bodemvocht en gemiddeld gloeiverlies (% ds).

Per proefvak¹³ en locatie (Bijlage A.2) zijn de volgende activiteiten ondernomen: 1x steek met guts (ø 30mm) voor laagdikte bepaling, 4x steek met zuigerboor (ø 50mm) voor vullen van bemonsteringssemmers, 1x korstbemonstering bij locatie 2, per laag zijn mengmonsters samengesteld conform het monitoringsplan.

Alle monsternames worden volgens normen, standaarden en methoden uitgevoerd zoals beschreven in Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Uitgevoerde bepalingen op jaarlijks genomen monsters

Methode	Norm/standard/methode	Bron (norm)
Atterbergse grenzen	RAW proef 14	(CROW 2015)
Watergehalte	NEN 5112:1995	(NEN 1995)
Dichtheid	Eigen methode (Boskalis)	-
Soortelijk gewicht	NEN-EN-ISO 17892:3-2016	(NEN 2016)
Droge stof	NEN 5112:1995	(NEN 1995)
Zoutgehalte	RAW Proef 28	(CROW 2015)
Korrelgrootteverdeling incl. sedigraaf	Eigen methode (Deltares)	-
Organische stofgehalte (peroxide methode)	RAW proef 36	(CROW 2015)

4.3.3 Monstername D en E

Tijdens deze monstername is het vochtgehalte, zoutgehalte per liter porievocht en het gemiddelde gloeiverlies (% ds) gemeten. Deze laatste parameter, het gloeiverlies, is alleen tijdens monitoringsronde E gemeten voor de vakken D7, D9 en D12. De locaties van de monsters staan afgebeeld in Bijlage A.2. In de vakken waar een monster in het ploegspoor en tussen 2 sporen moest worden genomen is zoveel mogelijk het midden van het vak aangehouden als bemonsteringslocatie. Bij monitoringsronde E is minimaal 2 meter afstand van de locaties van monitoringsronde D uit december 2019 aangehouden. Er is voor gekozen bij de niet geploegde vakken de locatie aan de andere kant van de middelste zandbaak te nemen ten opzichte van ronde D.

Alle monsternames zijn uitgevoerd met een edelmanboor, in combinatie met een guts en monstername met spade (korst). Het uitvoeren van een monstername door middel van een zuigerboor was door de inmiddels consistentere samenstelling van het slib praktisch niet uitvoerbaar.

4.3.4 Monstername F

In monitoringsronde F zijn dezelfde parameters gemeten als bij ronde B en C, namelijk: Het gemiddeld vochtgehalte (%), gemiddelde droge stofgehalte (%), gemiddelde dichtheid (situ) (t/m³), plasticiteitsindex (%), vloeigrens (%), organische stofgehalte (%), gemiddeld zoutgehalte per liter bodemvocht en het gemiddeld gloeiverlies (% ds). De locaties van de monsters staan afgebeeld in Bijlage A.2.

Ook in deze monitoringsronde is voor monstername van de korst gebruik gemaakt van een spade. De diepere monsters zijn genomen m.b.v. een edelmanboor.

De monsternames worden volgens normen, standaarden en methoden uitgevoerd zoals beschreven in Tabel 4.4.

¹³ Bij proefvak D9 zijn alle lagen apart bemonsterd om de variantie vast te stellen.

De biologische vakken D1, D3 en D13 waren dusdanig begroeid dat monsternamen niet op een veilige manier was uit te voeren. Het oneffen oppervlak in combinatie met weinig zicht kan tot gevaarlijke situaties leiden m.b.t. vallen en struikelen. Er is in deze vakken in ieder geval geprobeerd 1 raai te bemonsteren. Bij vak D13 zijn 2 raaien bemonsterd.

4.3.5 **Monsternamen G**

De monsters van monsternamen G zijn genomen op 14 juni 2021. In deze monitoringsronde zijn enkele parameters gemeten in de vakken D2 tot en met D15, namelijk vochtgehalte (%), droge stof (%), maximale droge proctordichtheid (Mg/m^3), vochtgehalte eenpuntsproctor (%), maximale situ proctor dichtheid (Mg/m^3), rolgrens (%), vloeigrens (%), plasticiteitsindex (%). Naast deze metingen zijn er in de vakken D7 en D12 grondboringen uitgevoerd met behulp van een edelmanboor en zijn er sleuven gegraven met als doel om het bodemprofiel tot 3 meter diep in kaart te brengen. De resultaten van deze metingen en een overzicht van de bodemprofielen zijn te vinden in appendix A.12.

4.3.6 **Monsternamen H**

Monsternamen H, uitgevoerd op 1 september 2021 en betreft de laatste bemonsteringsronde van deze rapportage. In deze monsterronde zijn net als in ronde B, C en F het gemiddeld vochtgehalte (%), gemiddelde droge stofgehalte (%), gemiddelde dichtheid (situ) (t/m^3), plasticiteitsindex (%), vloeigrens (%), organische stofgehalte (%), gemiddeld zoutgehalte per liter bodemvocht en het gemiddeld gloeiverlies (% ds) gemeten.

In tegenstelling tot eerdere rapportages is er gezien de geringe diepte (de meeste klei is namelijk van de vakken weg getransporteerd naar vak D7 en D12) geen onderscheid in lagen gemaakt.

4.3.7 **Drone hoogtemetingen**

De hoogte van de Kleirijperij Delfzijl is 11 maal gemonitord door middel van fotogrammetrie met een DJI Phantom Pro 4 drone (zie Figuur 4.13). De datums waarop de drone monitoring heeft plaatsgevonden zijn weergegeven in Tabel 4.5. De drone is geïmplementeerd door met real-time kinematic (RTK) controlepunten in de grond (GCP's) te meten en hierdoor de nauwkeurigheid van de GPS te verbeteren. De projectie stereografisch (Oblique Equatorial Stereographic Projection) en wordt weergegeven in RD-coördinaten. Voor meer informatie, zie Bijlage 0.



Figuur 4.13: DJI Phantom Pro 4 (BH Photo Video 2019)

Tabel 4.5: Datus van drone monitoring in 2018 tot en met 2021 in Delfzijl

Locatie	Drone metingen	Datum
Delfzijl	T0	9 april 2018
	T1	23 april 2018
	T2	31 mei 2018
	T3	2 augustus 2018
	T4	6 september 2018
	T5	15 oktober 2018
	T6	19 april 2019
	T7	10 september 2019
	T8	27 maart 2020
	T9	31 augustus 2020
	T10	30 september 2020
	T11	11 december 2020
	T12	16 juni 2021
T13	26 oktober 2021	

4.3.8 Waterspanningsmeters in het slib.

Wateroverspanning is een interessante parameter aan het begin van de rijping (namelijk tijdens de consolidatiefase), wanneer er nog niet veel verschillen tussen de vakken wordt verwacht. Het is daarom niet nodig een groot aantal vakken ermee uit te rusten. De wateroverspanning wordt bij Kleirijperij Delfzijl in proefvak D9 gemeten door een drietal waterspanningsmeters te plaatsen op verschillende hoogtes, zie Foto 4.7.

Na 10 oktober 2018 is er geen signaal meer ontvangen van de piëzometer, de data werd na dit tijdstip niet meer doorgestuurd.





Foto 4.7: Opstelling met de drie waterspanningsmeters aan een zakbaak in proefvak D9 (Links) en een waterspanningsmeter voor plaatsing (rechts).

4.3.9 Drainage

Drainage is gemeten door het drainagegedebiet en de geleidbaarheid in verschillende drainagebuizen gedurende enkele dagen te meten verspreid over het jaar. De bemonstering is aanvankelijk uitgevoerd op enkele drainageleidingen per proefvak (Foto 4.8), maar -toen bleek dat drainage sterk varieerde- is op alle drainageleidingen gemeten van een beperkter aantal proefvakken met een groot verschil in laagdikte: D7, D9 en D15. Bij de bemonstering van de drainage werd ook de geleidbaarheid en -incidenteel- pH bepaald.

Tevens is het debiet in de ringsloot gemeten dat werd afgepompt.

Na 2018 zijn er geen nieuwe drainagemetingen uitgevoerd omdat de drainage nauwelijks meer doorliep.



Foto 4.8: Monsternamen voor bepaling van de geleidbaarheid en debietmeting van de drainage in proefvak D9.

4.3.10 Kleimineralogie

In vak D9 in de kleirijperij nabij Delfzijl zijn over een periode van anderhalf jaar in totaal drie sediment monsters vanuit vak D9 verzameld. Deze sediment monsters zijn vervolgens door Qmineral geanalyseerd op de chemische en mineralogische samenstelling met daarbij extra aandacht voor de samenstelling in de kleimineralen. De doelstelling van dit gedeelte van het onderzoek is het vaststellen of over een periode van 1.5 jaar al veranderingen in de kleimineralogie kunnen worden vastgesteld.

Qmineral heeft met röntgen fluorescentie (XRF) de element samenstelling geanalyseerd op een parel, tevens is hierbij de loss of ignition (massa verlies tussen de 105°C en de 1000°C, LOI) vastgesteld. Vervolgens is een bulk röntgen diffractie (XRD) analyse uitgevoerd waarmee de mineraal samenstelling is vastgesteld. Hierbij moet worden opgemerkt dat een XRD alleen mineralen detecteert en geen amorfe materialen. Door de XRF en XRD resultaten te combineren is het mogelijk om de bulk mineralogische samenstelling zo goed mogelijk vast te stellen, Qmineral heeft hiervoor een beproefde eigenmethode, de Rietveldmethode.

Naast de bulk XRD analyses is er een door Qmineral ontwikkelde zuiveringsmethode om de fractie <2µm te zuiveren. Hiervoor worden verschillende chemische en centrifuge stappen doorlopen, deze door Qmineral ontwikkelde methode heeft in 2020 wederom de Reynolds cup (het wereldkampioenschap) gewonnen. Desalniettemin is het accuraat kwantificeren van de verschillende kleimineralen complex, en is het altijd aan te raden om de te vergelijken monsters gelijktijdig naar hetzelfde laboratorium te sturen.

4.3.11 CN ratio

Monsters voor het bepalen van het CN ratio zijn genomen eind december 2019 door Boskalis. De monsters zijn overnacht gedroogd en naar het lab in Utrecht vervoerd, waarna een totaal C en totaal N analyse is uitgevoerd.

4.4 Overzicht ontwikkeling klei






Een overzicht van de samenstelling van het slib inclusief korstvorming – per proefvak – is weergegeven in Bijlage A.6. Deze samenvatting is gemaakt na korstvorming van het slib van de tweede vulslag. De bovenkant van de korst van de eerst vulslag is echter ook traceerbaar in het veld en tevens weergegeven. In Tabel 4.6 zijn foto's weergegeven van de proefvakken op verschillende momenten tussen april 2018 en november 2020 te zien om een overzicht te geven van hoe het slib rijpt.
















Tabel 4.6: Ontwikkeling van de verschillende vakken in 2018, 2019 en 2020 (volgende 9 pagina's).

Moment	Vak D1	Vak D2	Vak D3	Vak D4	Vak D5
± 10 dagen na eerste vulslag 23 april 2018					
Na de tweede vulslag 16 juli 2018					
11 september 2018					
11 februari 2019					





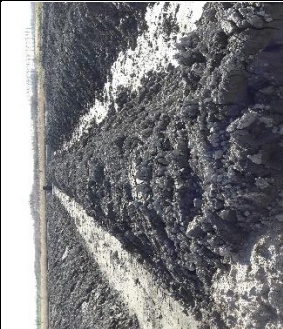





Moment	Vak D6	Vak D7	Vak D8	Vak D9	Vak D10
± 10 dagen na eerste vulslag 23 april 2018					
31 mei 2018					
Na de tweede vulslag 16 juli 2018					
11 september 2018					
11 februari 2019					

Moment	Vak D11	Vak D12	Vak D13	Vak D14	Vak D15
± 10 dagen na eerste vuislag 23 april 2018					
Na de tweede vuislag 16 juli 2018					
11 september 2018					
11 februari 2019					

	Vak D1	Vak D2	Vak D3	Vak D4	Vak D5
2 feb, 2019					
13 juni, 2019					
12 nov, 2019					

	Vak D6	Vak D7	Vak D8	Vak D9	Vak D10
2 feb, 2019					
13 juni, 2019					
12 nov, 2019					

	Vak D1	Vak D2	Vak D3	Vak D4	Vak D5
23 mrt, 2020					
03 nov, 2020					
	Vak D6	Vak D7	Vak D8	Vak D9	Vak D10
23 mrt, 2020					
03 nov, 2020					

	Vak D11	Vak D12	Vak D13	Vak D14	Vak D15
23 mrt, 2020					
03 nov, 2020					

4.5 Bewerkingenoverzicht

Een overzicht van de vakkarakteristieken en bewerkingen is weergegeven in onderstaande Tabel 4.7

Tabel 4.7: Overzicht basiskarakteristieken per vak

Karakteristieken	eenheid	D1	D2	D3	D4	D4-Kade	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
Oppervlakte	[m2]	5883	7176	8125	5924		4665	5047	5175	7113	7667	7935	7934	7861	7840	7685	7685
Oppervlakte drone survey	[m2]	6727	7955	8959	6687		5344	5691	5826	7880	8382	8739	8738	8661	8640	8472	8535
Drainage	[j]	nee	nee	ja	nee		ja	ja	ja	nee	ja	ja	nee	nee	ja	ja	ja
Water (zoeft) behandeling	[j]	nee	nee	nee	nee		nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee
Biologisch vak	[j]	nee	nee	ja	nee		nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee
Vul hoogte (doel)	[m]	1.5	1.5	1.5	1.5		1.75	1.25	0.75	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Aangepaste hoogte na 1ste vulslag (doel)	[m]	1.92	1.92	1.92	1.92		2.22	1.92	0.92	1.92	1.92	1.48	1.92	0.76	1.92	1.92	1.41
Vul slagen	[j]	2	2	2	2		2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1
Totaal Volume	[m3]	11154	15768	18110	13500		12428	10686	4740	16079	14935	11735	15653	5983	15923	17462	10847
Bewerken																	
Ploeg/korst breken 1	week 24/25, 2018	jun-18															
Vak op de kant zetten	week 24/25, 2018	jun-18															
Ploeg/korst breken 2	week 37, 2018	sep-18															
Omzetcampagne 1	week 37, 2018	sep-18															
Omzetcampagne 2	week 20/21, 2019	mei-19															
Omzetcampagne 3	week 34/5, 2020	jan-20															
Onder water zetten vakken	week 4, 5, 2020	eind jan tot eind feb 2020															
Omzetcampagne 4	week 13-18, 2020	mt, apr 2020															
bevoelen biologische vakken	week 14-18, 2020	apr-20															
transport 750 m3 klei	week 36, 2020	aug, sep 2020															
Watermuisshouding, maaien, verwijderen stortkuis	week 1 - 4 2021	jan-21															
Bewerkingen	week 9-13	mt 2021															
Bewerkingen		apr-21															
korst naar vak D7 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		apr-21															
korst naar vak D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		apr-21															
op ruggen zetten erg natte vak D8		apr-21															
Korst naar vak D7 & D12 getransporteerd		mei-21															
op ruggen zetten erg natte vak D2		mei-21															
korst naar vak D7 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		jun-21															
korst naar vak D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		jun-21															
korst naar D7 & D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		jun-21															
omzetten vakken		jul-21															
cultiveren vakken		jul-21															
korst naar D7 & D12 getransporteerd en verdicht in 3m+ dikke laag		aug-21															
uitlakken vakken		aug-21															
Genijpte klei naar depot en verdichten		sep-21															
korst op tussendijkjes in depot zetten en verdichten		sep-21															
Genijpte klei naar depot en verdichten		okt-21															

4.6 Resultaten monitoring tijdens het rijpen

4.6.1 Weerdata

Met het weerstation (6357OV Vue ISS) zijn de fysieke omstandigheden bij de Kleirijperij Delfzijl gemeten. Regen, temperatuur en windsnelheid zijn af te lezen in Figuur 4.14 voor de periode april 2018 tot en met juli 2021. Voor regen is de som genomen van alle regenval per maand; bij temperatuur en windsnelheid zijn gemiddelden genomen per maand. In de figuren is duidelijk de zeer droge en warme periode te zien vanaf het begin van het vullen tot eind september 2018.

Datzelfde geldt voor de zomer van 2019. De zomer van 2020 is daarentegen relatief natter geweest. In de periode mei t/m oktober 2020 is onvoldoende temperatuurdata beschikbaar van het meetstation. Dit komt door storing in de sensoren van het meetstation.



Figuur 4.14: Van boven naar beneden: Cumulatieve regen (per maand), gemiddelde temperatuur en windsnelheid per maand voor Kleirijperij Delfzijl. In de periode mei t/m oktober 2020 is onvoldoende temperatuurdata beschikbaar van het meetstation.

4.6.2 Uitstroomdebieten en neerslagtekort

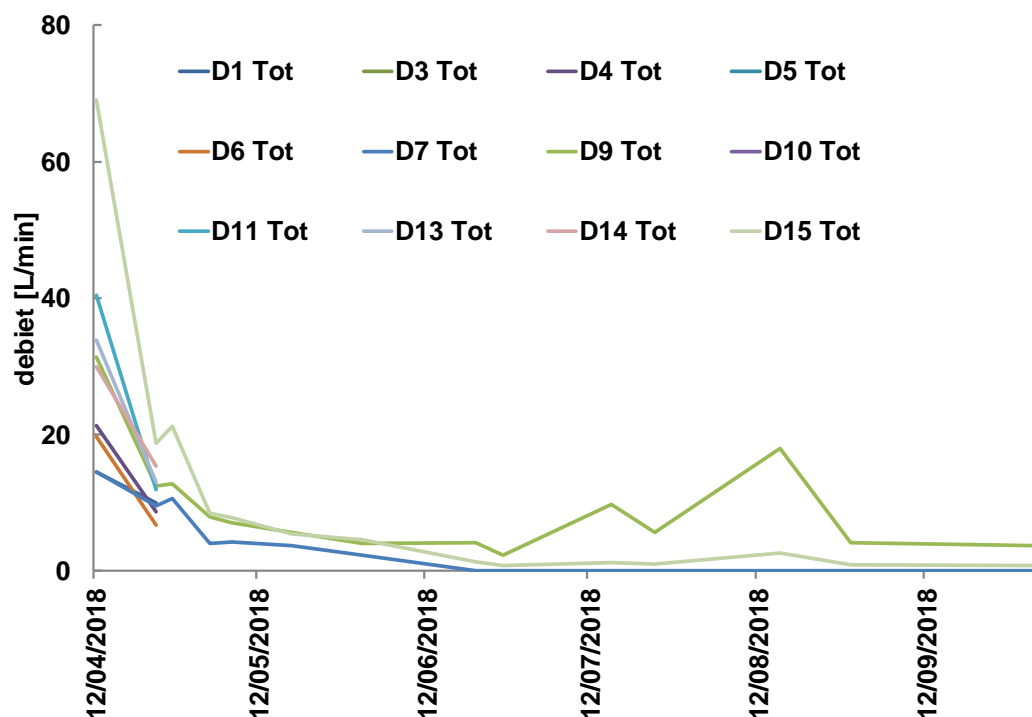
De hoeveelheid water dat uit de ringsloot wordt gepompt tegenover de hoeveelheid regen in hetzelfde tijdsbestek is te zien in Figuur 4.15.



Figuur 4.15: Afwatering van de ringsloot tegenover hoeveelheid regen (figuur niet geupdate na 2019, aangezien geen water meer verpompt wordt uit de ringsloot)

De totale hoeveelheid regen op de Kleirijperij in 2018 was 294 mm ($=L/m^2$), wat overeenkomt met 44.100 m³ op de kleirijperij Delfzijl. Dit is in dezelfde grootteorde als de totale hoeveelheid afgevoerd water van 40.270 m³. De volume-afname van het slib was 54.000 m³. Dat zou overeenkomen met een verdamping van 57.000 m³ (380 mm) en een neerslagtekort over de periode april-december 2018 van 86 mm. Die hoeveelheid is lager dan het neerslagtekort in Nederland van circa 300 mm (KNMI 2018).

De cumulatieve drainagedebieten van alle vakken met drainage zijn weergegeven in Figuur 4.16. Op basis daarvan wordt een drainage ingeschat van 10.000 m³. De verwijderde hoeveelheid zout¹⁴ door deze drainage is 60.000 kg. Er is echter, zeker in de hoek D5-D8, en D10, D12 en D14 ook uittreding door de zanddijk, waardoor het daadwerkelijke aan de onderkant gedraineerde water hoger zal liggen. Op basis daarvan, en gezien de afstroming door de stortkisten, wordt de minimale zoutvracht die verwijderd is op 100.000 kg geschat.



¹⁴ Uitgaande van een gemiddelde waarde van 6 g/L.

Figuur 4.16: Drainagedebieten uit de drainagebuizen in vakken met drainage.

Het zoutgehalte en de pH is voor de drainage gemeten op die momenten dat de uitstroomdebieten zijn gemeten. De EC in alle drainagebuizen was tussen de 7 en de 20 mS/cm, wat neerkomt op een zoutgehalte van 3-9 g/L zout¹⁵. Na september 2018 kwam nog nauwelijks water uit de drains en zijn de metingen gestopt.

4.6.3 Hoogte en volumes per proefvak bepaald door middel van drone data

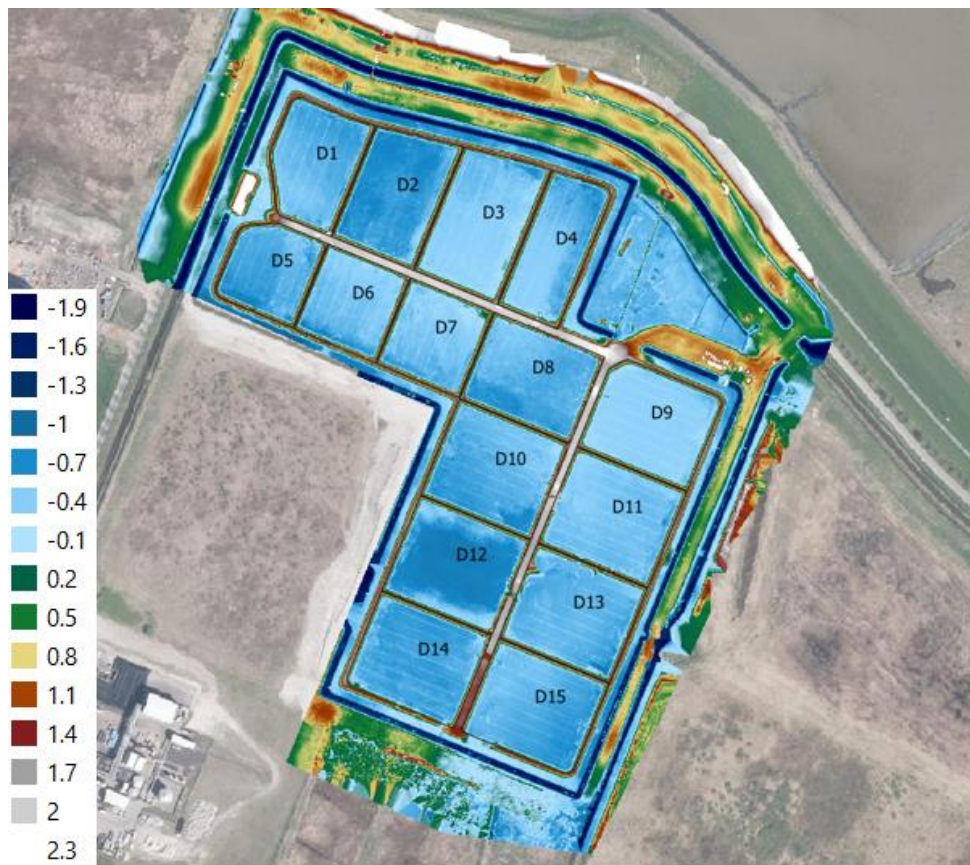
De hoogte en volume per proefvak zijn bepaald aan de hand van zes verschillende drone hoogtemetingen, waarvan de datums te zien zijn in Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Drone hoogtemetingen datums

Naam	Datum
T0	9 april 2018
T1	23 april 2018
T2	31 mei 2018
T3	2 augustus 2018
T4	6 september 2018
T5	15 oktober 2018
T6	19 april 2019
T7	10 september 2019
T8	27 maart 2020
T9	31 augustus 2020
T10	30 september 2020
T11	11 december 2020
T12	16 juni 2021
T13	26 oktober 2021

Per drone beeld is een kaart gemaakt waarop de hoogte, gemeten in m-NAP, af te lezen is. Drone beeld T0 op 9 april 2018 is te zien op Figuur 4.17, de rest van de dronebeelden zijn te zien in Bijlage A.7.

¹⁵ Een enkele keer worden waarden boven de 20 mS/cm, waardoor de sensor buiten bereik gaat. Dit betreft minder dan 10% van de metingen.



Figuur 4.17: Drone beeld T0 – 9 april 2018, gemaakt net voor het vullen van het depot (legenda is in m NAP)

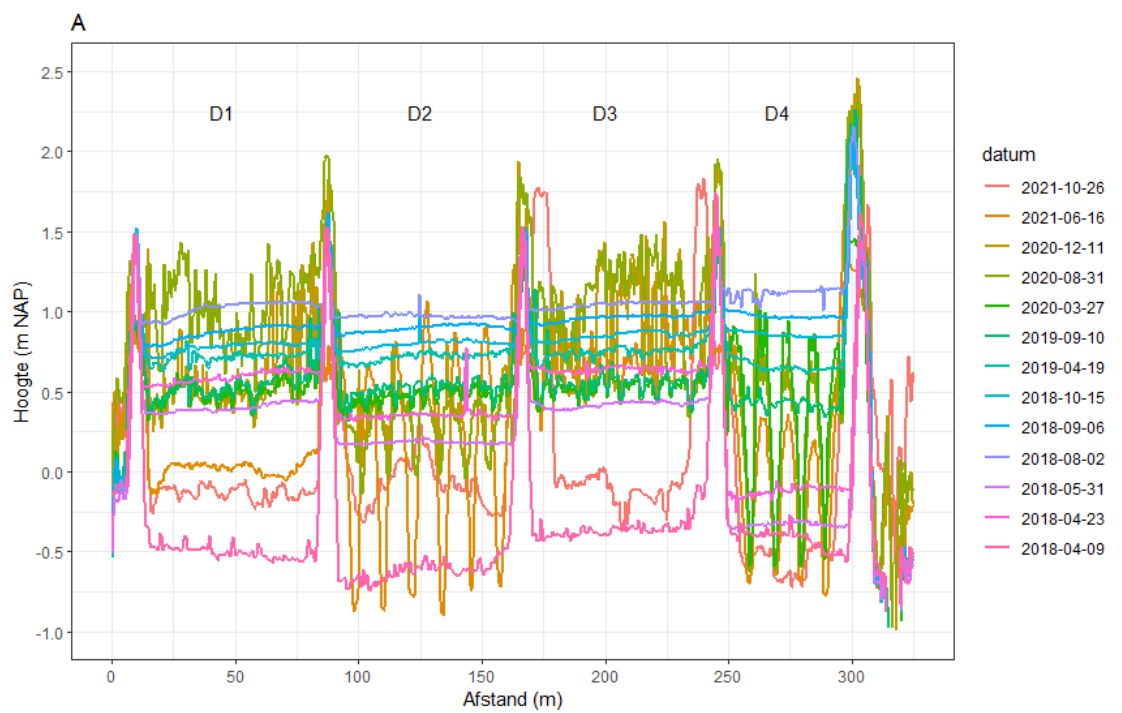
In Figuur 4.19, Figuur 4.20, Figuur 4.21 en Figuur 4.22 zijn dwarsdoorsneden te zien van alle vakken, op de locaties aangegeven in Figuur 4.18, waarmee een indicatie kan worden verkregen over het rijpingsgedrag in de verschillende vakken. Omdat de drone-opnames zijn gemaakt voor en na iedere vulslag is dan ook duidelijk verschil te zien hoe de hoogte verloopt tussen een proefvak die in één keer gevuld is (bijvoorbeeld D10) en een proefvak dat in twee keer gevuld is (bijvoorbeeld D8) (Figuur 4.21). Vanaf meting in september 2019 staan er geleidelijk steeds meer vakken op ruggen. Dit patroon is goed terug te zien in de dwarsdoorsneden, bijvoorbeeld bij D5. Vanaf april 2021 is er vanuit de verschillende vakken klei getransporteerd naar de vakken D7 en D12. Dit is zichtbaar in het lager en onregelmatigere profiel van 16 juni 2021 en 26 oktober 2021 (T12 en T13).

Met name bij dronemeting T9 en T11 (31 augustus en 11-december 2020) was er ook sprake van begroeiing van vegetatie op de vakken. Dit zorgde voor een onregelmatig patroon in de dwarsdoorsnede, zie met name de biologische vakken D1, D3 en D13. Ook bij de andere vakken was duidelijke groei van vegetatie zichtbaar, de laatste foto rapportage, op 03 november 2020 in zijn foto's weergegeven van de proefvakken op verschillende momenten tussen april 2018 en november 2020 te zien om een overzicht te geven van hoe het slib rijpt.

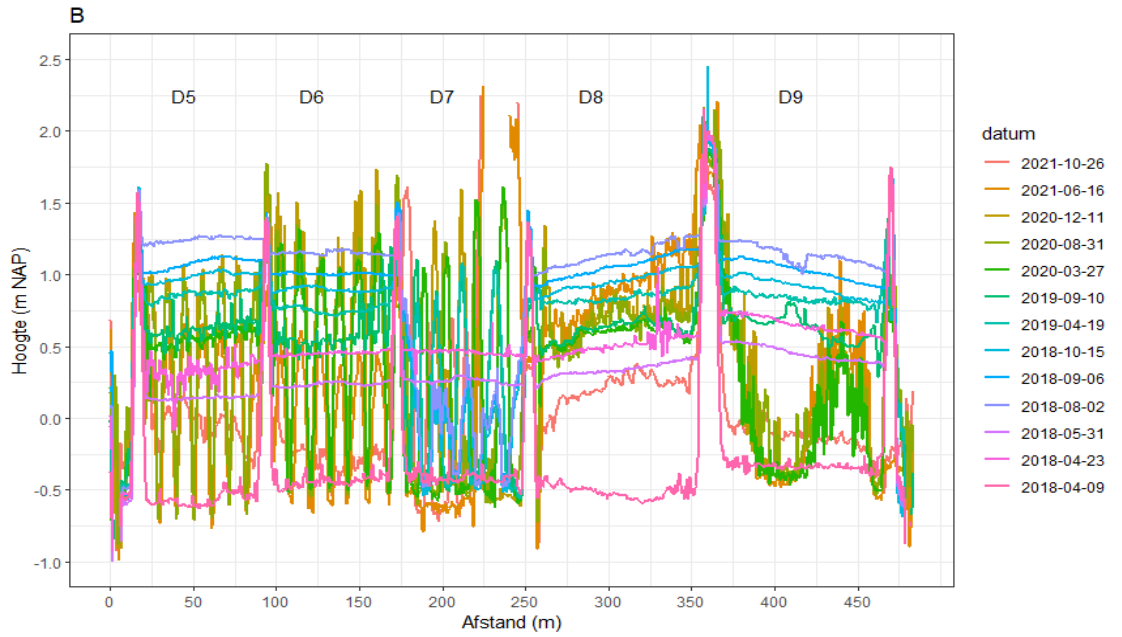
Tabel 4.6 geeft hier een goed beeld van.



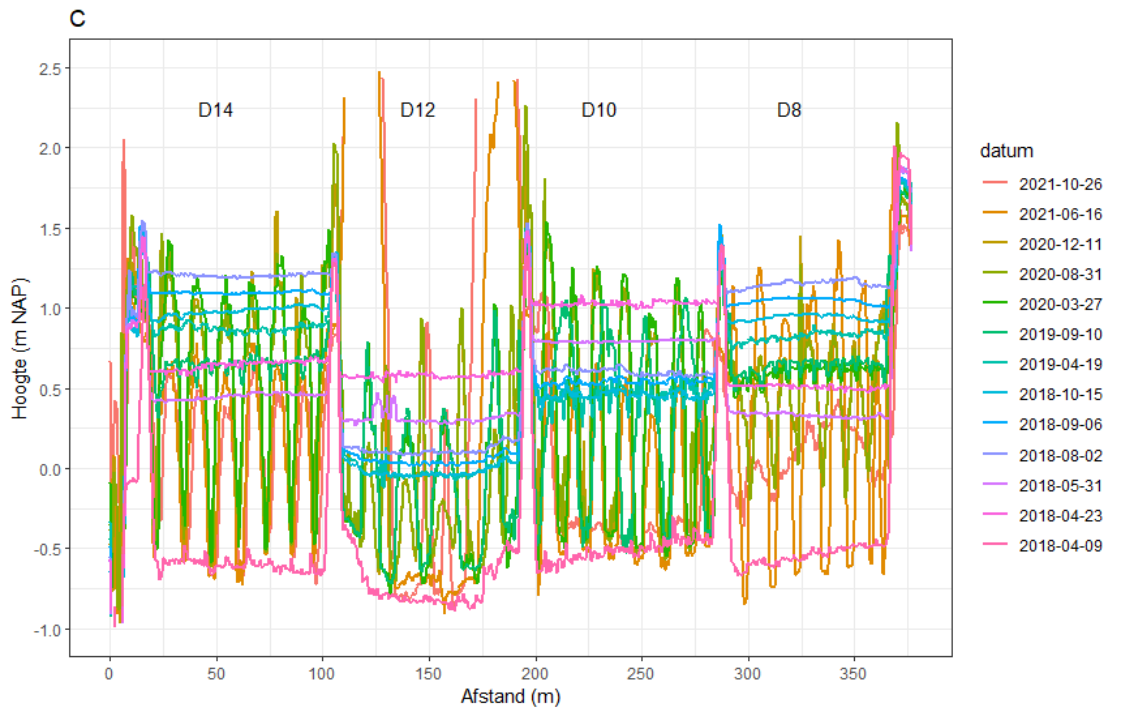
Figuur 4.18: Locaties dwarsdoorsneden A1-A2, B1-B2, C1-C2 en D1-D2 op Kleirijperij Delfzijl



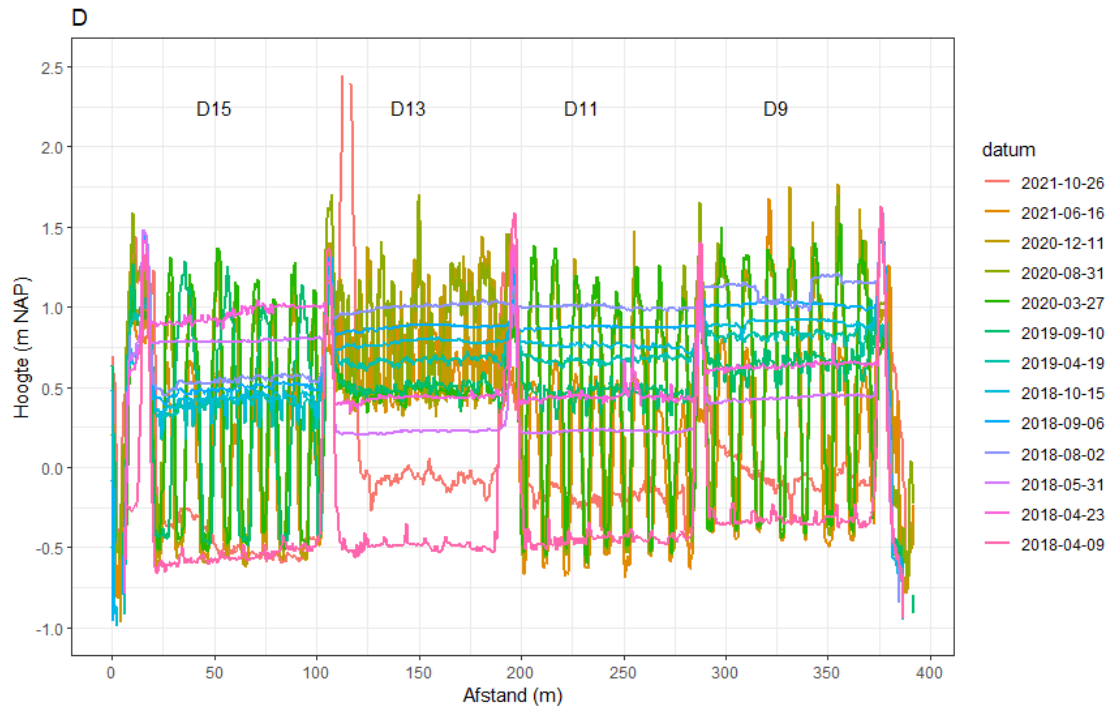
Figuur 4.19: Dwarsdoorsnede A Kleirijperij Delfzijl



Figuur 4.20: Dwarsdoorsnede B Kleirijperij Delfzijl



Figuur 4.21: Dwarsdoorsnede C Kleirijperij Delfzijl



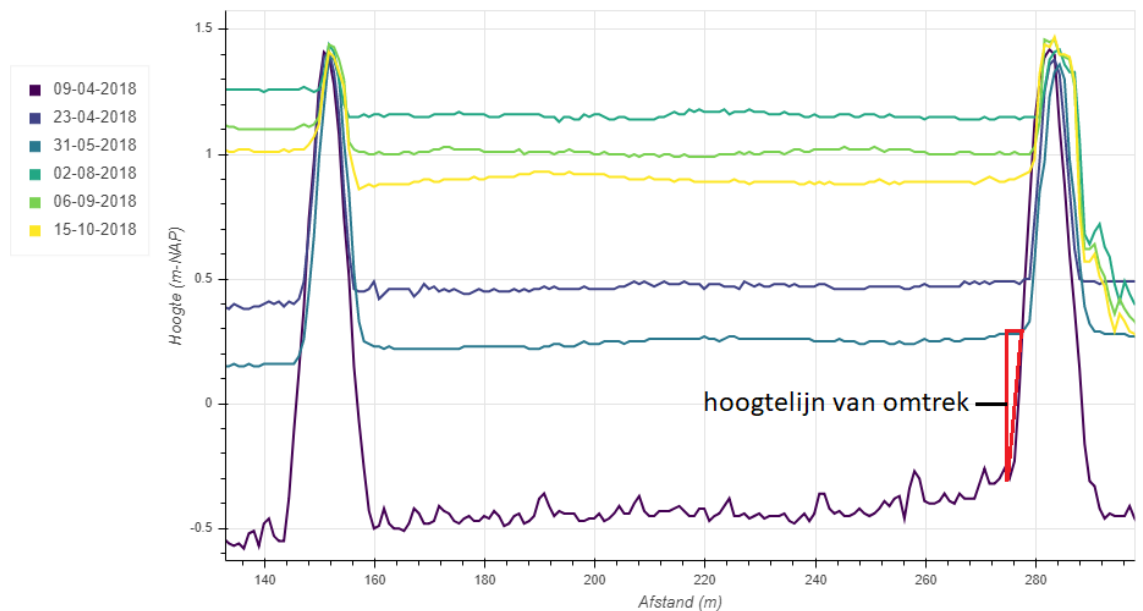
Figuur 4.22: Dwarsdoorsnede D Kleirijperij Delfzijl

Van alle vakken is op basis van het proefvakoppervlak en het verpompte slibvolume de initiële hoogte bepaald. Daarbij is de initiële hoogte van de eerste en de tweede vulslag bij elkaar opgeteld. Aangezien in werkelijkheid tijdens de 2^e vulslag al consolidatie van het slib afkomstig van de eerste vulslag had opgetreden, gaat het hier om een theoretische hoogte. Deze zou zijn opgetreden indien het proefvak in 1 keer was gevuld met het totaal van de 2 vulslagen samen en wordt hierna aangeduid als “theoretische initiële hoogte”. De berekeningsmethode van de volumes in elke vak zijn te zien in Tabel 4.9 en gaat uit van de resolutie van 0.5 meter.

Tabel 4.9: Berekeningen van hoogte en volume

Berekening	Formule
Oppervlakte oppervlak	$0,5\text{ m} * 0,5\text{ m} * \text{aantal cellen}$
Theoretische initiële hoogte	Gemiddelde hoogte T1 – gemiddelde hoogte T0 (bij beide vulslagen)
Theoretisch initieel volume	Theoretische initiële hoogte * oppervlakte proefvak

Het gemiddelde verschil tussen de hoogte van twee hoogtemetingen wordt gebruikt om het oppervlak van een proefvak te bepalen. Dit is gedaan per hoogteverschil dat is berekend. De dwarsdoorsnede in Figuur 4.23 is een voorbeeld van hoe dit is gedaan.



Figuur 4.23: Bepaling van het proefvak oppervlakte voor het verschil tussen twee hoogtemetingen (Deltares 2019)

De gemiddelde hoogte en hoogte- en volumeveranderingen voor alle vakken zijn te vinden in Tabel 4.10 en Tabel 4.11. Ten opzichte van de eerdere rapportage 2018 – 2019 zijn de GIS polygonen voor de originele vakken met 1 meter verkleint. Dit is gedaan omdat tussen T6 en T7 (19 april en 10 september 2019) de kaderanden zijn verlaagd. De kades vielen daarmee in de originele vakken. Hierdoor nam de gemiddelde slibhoogte toe tussen het moment T6 en T7. Om deze reden zijn de vakken met een buffer van -1m verkleint en zijn de gemiddelde hoogtes en volumes in de onderstaande tabellen herberekend voor de periode 2018 en 2019. Dit is gedaan na overleg met Van Oord. In T10 zijn alleen dronemetingen gedaan voor Vak D7. Dit omdat er in die periode 750 m³ klei van D7 naar de proefdijk is getransporteerd. Vanaf T12 is er klei van de vakken weggegraven en naar de vakken D7 en D12 getransporteerd. In deze vakken is een dikke laag van meer dan 3 meter gemaakt om zo de klei te laten verdichten. Vanwege dit transport is hierdoor een sterke afname in zowel hoogtes en volumes zichtbaar in Tabel 4.10 en Tabel 4.11 vanaf T12.

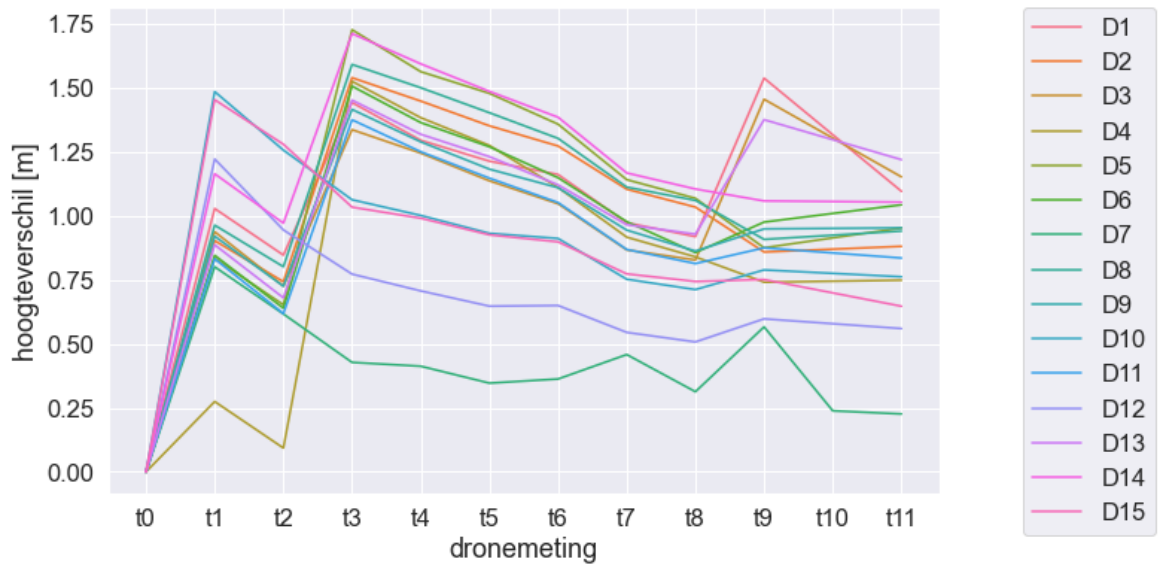
Tabel 4.10: Gemiddelde hoogtes (in meter ten opzichte van de lege vakken) van de vakken tijdens verschillende meetmomenten.

Vak	2018						2019		2020				2021	
	T0 Apr 9	T1 Apr 23	T2 Mei 31	T3 Aug 2	T4 Sep 6	T5 Okt 15	T6 Apr 19	T7 Sep 10	T8 Mrt 27	T9 Aug 31	T10 Sep 30	T11 Dec 11	T12 Jun 16	T13 Okt 26
D1	0	1.03	0.85	1.44	1.30	1.21	1.16	0.97	0.92	1.54		1.10	0.77	0.56
D2	0	0.90	0.74	1.54	1.45	1.35	1.27	1.10	1.03	0.86		0.88	0.73	0.56
D3	0	0.94	0.73	1.34	1.25	1.14	1.05	0.87	0.83	1.46		1.15	0.69	0.52
D4	0	0.27	0.09	1.53	1.38	1.28	1.11	0.92	0.84	0.74		0.75	0.50	0.18
D5	0	0.83	0.65	1.73	1.56	1.48	1.36	1.14	1.07	0.88		0.95	0.62	0.53
D6	0	0.85	0.64	1.51	1.37	1.27	1.15	0.98	0.86	0.98		1.04	0.40	0.23
D7	0	0.80	0.62	0.43	0.41	0.35	0.36	0.46	0.31	0.57	0.24	0.23	1.13	1.65
D8	0	0.96	0.80	1.59	1.50	1.40	1.30	1.11	1.06	0.91		0.94	0.72	0.48
D9	0	0.92	0.73	1.42	1.29	1.18	1.11	0.94	0.86	0.95		0.95	0.62	0.31
D10	0	1.49	1.26	1.06	1.00	0.93	0.91	0.75	0.71	0.79		0.76	0.39	0.34
D11	0	0.83	0.62	1.38	1.25	1.15	1.05	0.87	0.81	0.88		0.84	0.41	0.27
D12	0	1.22	0.95	0.77	0.71	0.65	0.65	0.55	0.51	0.60		0.56	1.33	1.67
D13	0	0.89	0.68	1.45	1.32	1.23	1.12	0.97	0.93	1.38		1.22	0.86	0.64
D14	0	1.17	0.97	1.71	1.60	1.49	1.39	1.17	1.11	1.06		1.05	0.68	0.58
D15	0	1.45	1.28	1.03	0.99	0.93	0.90	0.77	0.74	0.75		0.65	0.44	0.35

Tabel 4.11: Volumes van de vakken tijdens verschillende meetmomenten

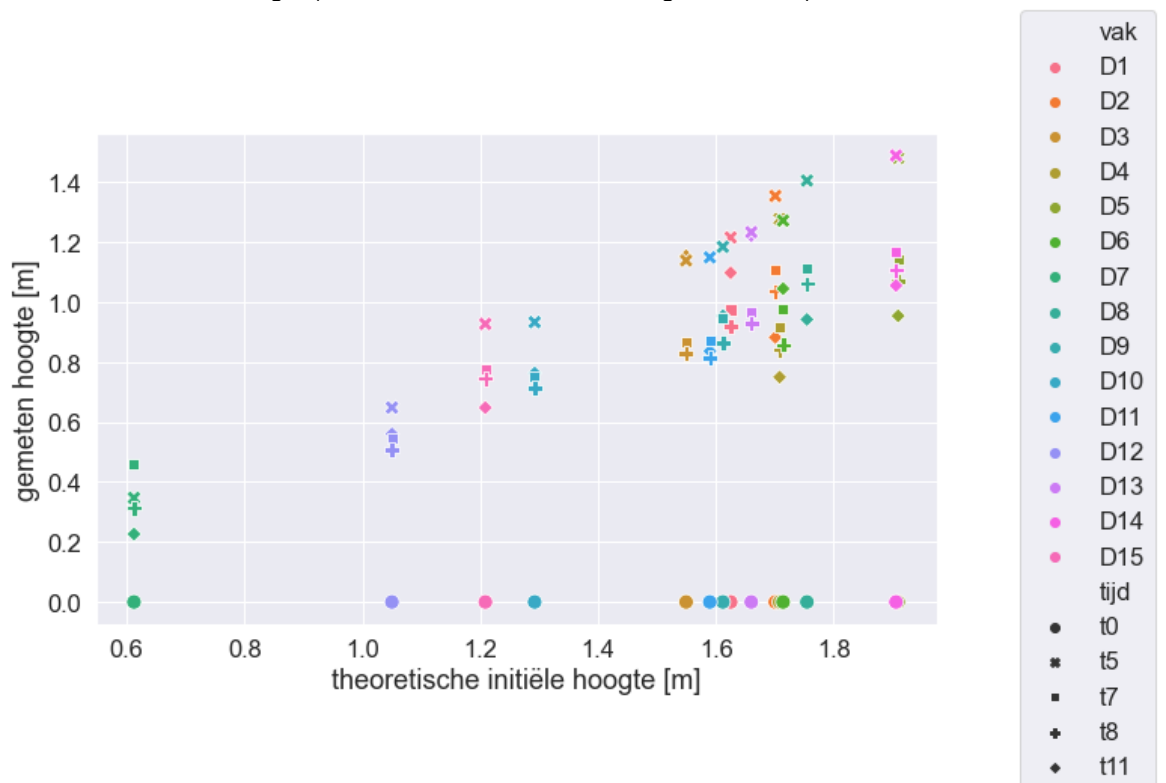
Vak	2018						2019		2020				2021	
	T0 Apr 9	T1 Apr 23	T2 Mei 31	T3 Aug 2	T4 Sep 6	T5 Okt 15	T6 Apr 19	T7 Sep 10	T8 Mrt 27	T9 Aug 31	T10 Sep 30	T11 Dec 11	T12 Jun 16	T13 Okt 26
D1	0	6923	5700	9710	8719	8170	7820	6551	6185	10353	0	7378	5192	3745
D2	0	7189	5913	12257	11531	10762	10134	8790	8234	6837	0	7014	5824	4430
D3	0	8409	6509	11984	11164	10192	9389	7774	7421	13050	0	10331	6171	4654
D4	0	1837	622	10209	9259	8533	7434	6135	5619	4958	0	5010	3367	1214
D5	0	4460	3491	9237	8361	7908	7263	6104	5715	4681	0	5094	3310	2848
D6	0	4816	3640	8580	7770	7232	6544	5566	4878	5557	0	5941	2269	1300
D7	0	4669	3596	2493	2406	2021	2115	2671	1825	3302	1390	1318	6580	9596
D8	0	7598	6320	12551	11834	11063	10273	8772	8362	7162	0	7418	5646	3790
D9	0	7720	6083	11876	10814	9919	9312	7921	7236	7961	0	7995	5229	2615
D10	0	12990	10991	9296	8760	8148	7974	6580	6227	6898	0	6664	3376	2958
D11	0	7274	5407	12025	10935	10032	9199	7595	7114	7651	0	7304	3615	2387
D12	0	10591	8191	6696	6127	5611	5633	4722	4399	5180	0	4852	11508	14425
D13	0	7667	5878	12555	11402	10645	9694	8345	8029	11895	0	10544	7396	5504
D14	0	9870	8237	14514	13513	12601	11745	9899	9368	8972	0	8933	5724	4928
D15	0	12414	10930	8831	8462	7908	7673	6605	6351	6415	0	5526	3726	2981

De gemiddelde hoogte per proefvak is te zien in Figuur 4.24. Er is een duidelijk verschil te zien tussen bijvoorbeeld vak D2 en D7, die respectievelijk in twee en één keer gevuld zijn. Verder is er een redelijk gelijke afname in hoogte te zien, maar als men naar vak D4 en D9 kijkt is een verschil te onderscheiden. Vanaf T9 (augustus 2020) is een toename of stabilisatie van hoogteverschil te zien bij de vakken. Dit is te verklaren door groei van vegetatie tijdens de lente en zomer van 2020. Met name voor de biologische vakken D1, D3 en D13, waar in november 2019 een mengsel van zoutminnende vegetatie als Strandmelde (3,8 kg/ha), Zulte (1,5 kg/hg) en Klein schorrenkruid is ingezaaid, is dit goed te zien. Kleivolume berekeningen op basis van hoogteverschil dienen in de T9 tot T11 daarom met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. De hoogtemetingen van T12 en T13 zijn in het figuur niet weergegeven omdat deze een erg vertekend beeld geven vanwege het onderlinge transport van de klei tussen de vakken.



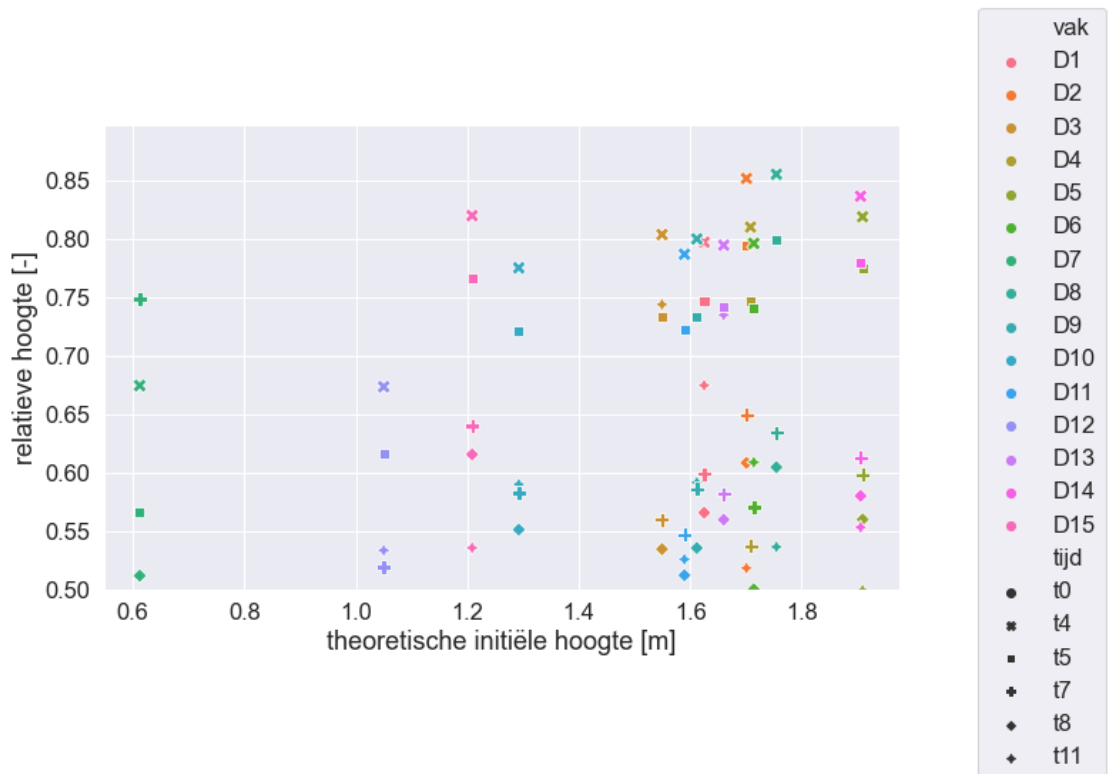
Figuur 4.24: Hoogteverschil per proefvak Kleirijperij Delfzijl

De berekening van het hoogteverschil tussen de gemiddelde hoogtes per proefvak met de theoretische initiële hoogte is weergegeven in Figuur 4.25. Op de T7 en T8 is te zien dat de verschillen per proefvak iets meer uiteenlopen. Daaruit blijkt dat -ongeacht de toegepaste rijpingsstrategie in 2018 en 2019- de hoogte op alle meetmomenten direct gerelateerd is aan theoretische initiële hoogte (en daarmee de hoeveelheid ingebracht slib).



Figuur 4.25: Proefvakhoogte (proefvakhoogte ten opzichte van het vulniveau) op verschillende tijdstippen gerelateerd aan de initiële theoretische hoogte. De gebruikte symbolen corresponderen met het tijdstip van de meting.

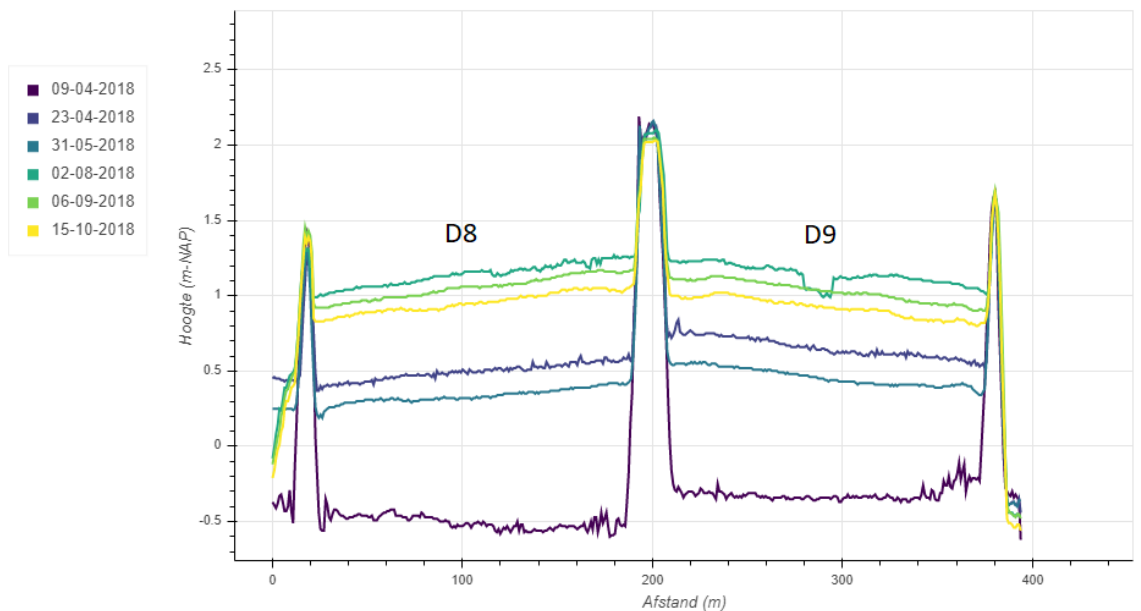
Waar gekeken wordt naar de relatieve afname, is te zien dat de relatieve afname voor de met minder slib gevulde vakken veel groter is (Figuur 4.26).



Figuur 4.26: Relatieve proefproefvakhoogte (proefproefvakhoogte ten opzichte van het vulniveau) op verschillende tijdstippen gerelateerd aan de initiële theoretische hoogte. De gebruikte symbolen corresponderen met het tijdstip van de meting.

Ten slotte geeft Figuur 4.26 het volumeverschil aan tussen het theoretisch initieel volume en de meting op 6 september 2018 (T4) en tussen het theoretisch initieel volume en de meting op 15 oktober 2018 (T5). Daaruit blijkt de duidelijke relatie tussen de vulhoogte en de snelheid waarmee de slibhoogte afneemt. Opvallend is dat dit patroon (een sterke correlatie tussen initiële hoogte en volumeafname) opgaat, ondanks verschillen (de aangelegde drainage in) de ondergrond, wat het belang van de parameter initiële hoogte nog verder onderstreept.

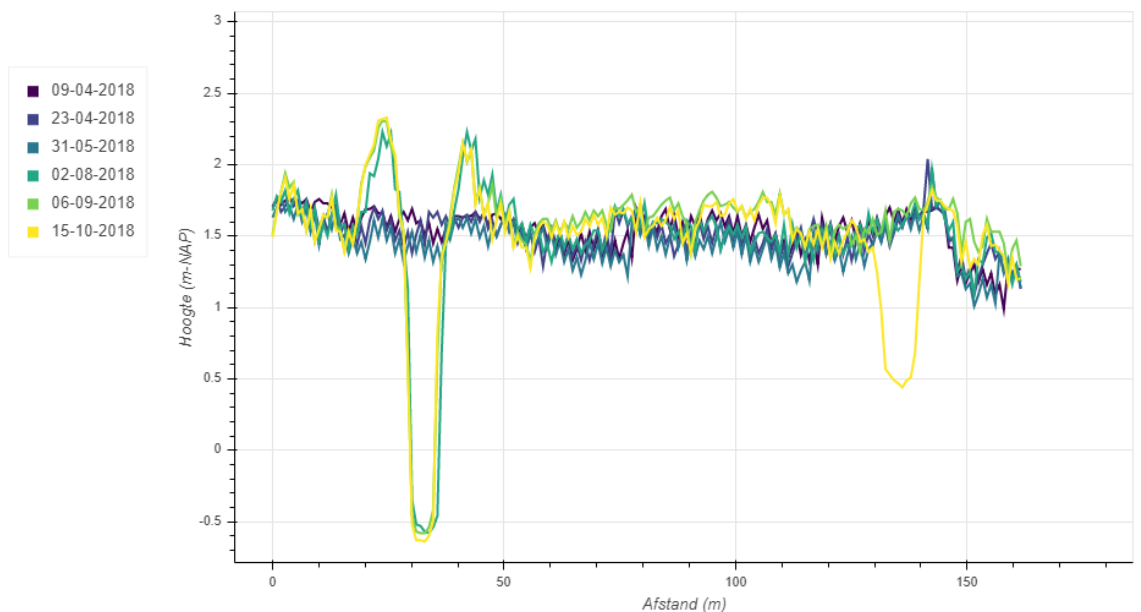
Met deze manier van berekenen wordt er rekening gehouden met de schuine afloop die onder andere aanwezig is bij de vakken D8 en D9, zie Figuur 4.27. Deze schuine afloop is veroorzaakt doordat de vakken aan één kant worden gevuld; in het geval van D8 en D9 is dit vanuit het midden gebeurt. De helling bedraagt circa 0,002 m/m.



Figuur 4.27: Schuine afloop bij o.a. vakken D8 en D9

4.6.4 Doorsteken kades

Proefvak D8 is een proefvak dat volledig is ingesloten door andere vakken. Om de beoogde activiteiten te kunnen verrichten was het nodig een deel van de buitenste kade van proefvak D7 door te breken. Dit is als dwarsdoorsnede te zien in Figuur 4.28. Het deel van de kade dat is doorgestoken is weggehaald.

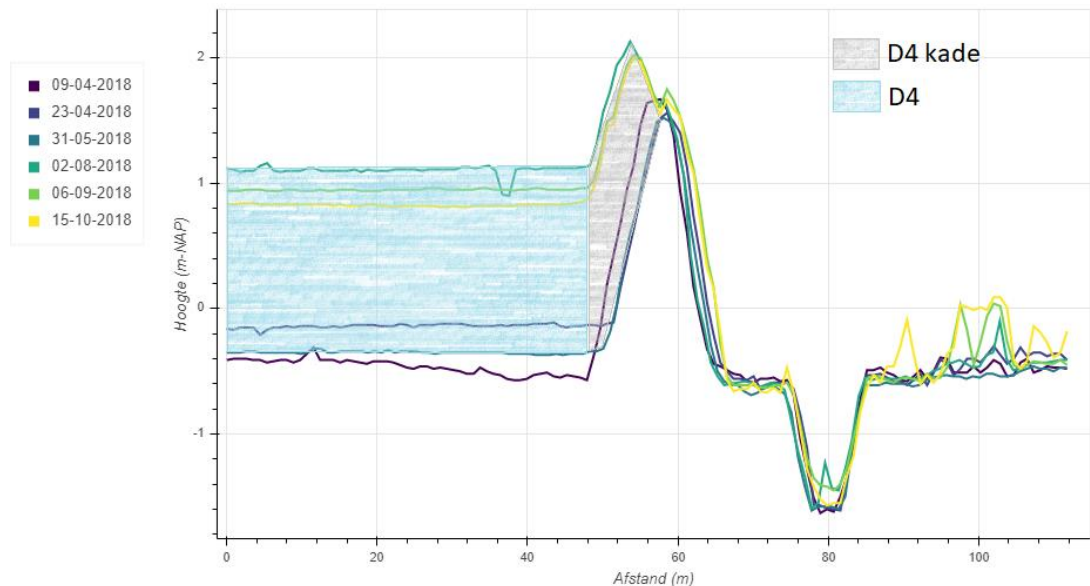


Figuur 4.28: Hoogteverschil door doorsteken van de buitenste dijk van proefvak D7

Van dergelijke veranderingen is beoordeeld of ze een significant effect hebben op de berekening van het slibvolume: bij een verschilberekening kan immers ten onrechte worden geconstateerd dat er sprake is van een slibvolume-afname. Indien dat het geval is, is ervoor gecorrigeerd.

4.6.5 Proefvak D4 kade

Proefvak D4 is verdeeld in D4 en D4 kade, zoals te zien in Figuur 4.29. In de week voor de tweede vulslag is het slib dat op dat moment aanwezig was tegen de dijk aan gelegd (D4 kade), omdat het om een kleine laag ging (er was slechts 40 cm gestort), die in twee maanden zodanig was ontwikkeld, dat hij voldoende verwerkbaar was. In de tweede vulslag slib is in het proefvak zelf gestort (D4). Bij volumeberekeningen is daarom alleen uitgegaan van proefvak D4 en niet voor D4 kade.

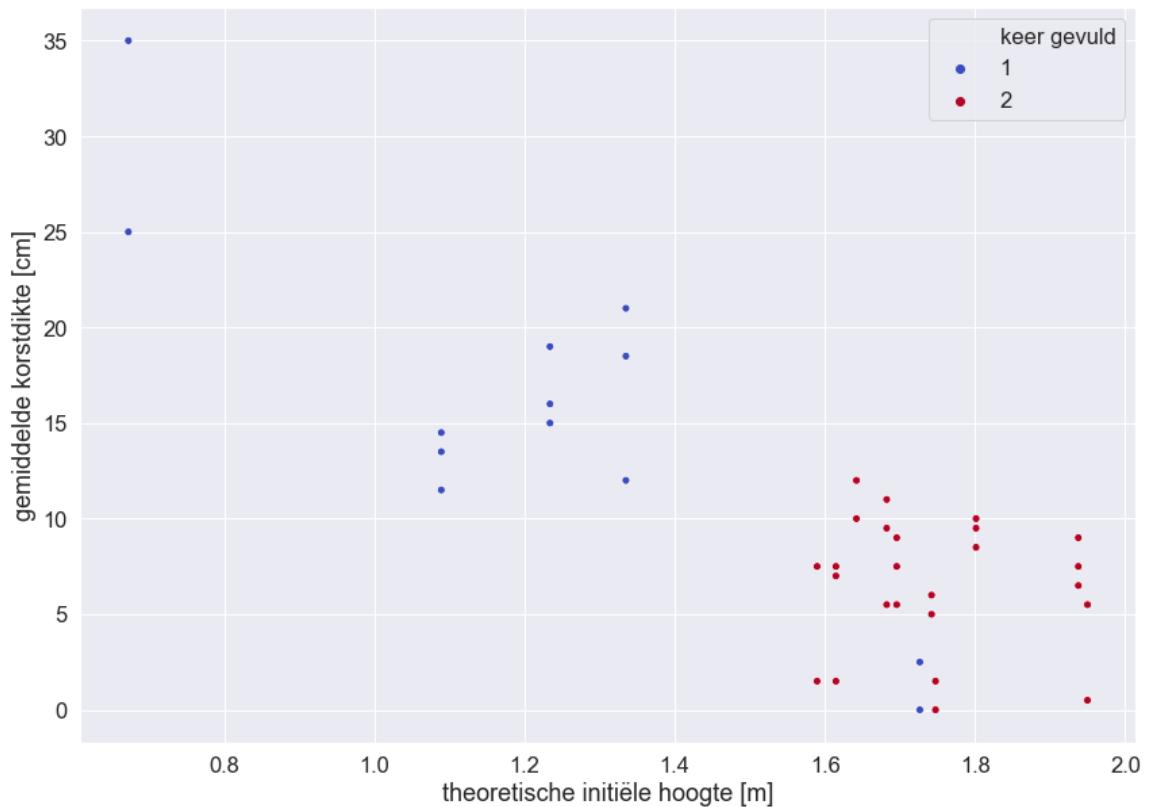


Figuur 4.29: Proefvak D4 en D4 kade na aanbrengen van de 2^e vulslag.

Het volume voor D4 kade is apart berekend. Het initiële volume van D4 kade is 274,9 m³. Dit is berekend door de hoogte te nemen van het grijze proefvak in Figuur 4.29 en te vermenigvuldigen met de geschatte oppervlakte van D4 kade. Het volume op 15 oktober 2018 is 257,4 m³. Dit is een vermindering van 6,4%.

4.6.6 Relatie tussen korst en hoogte

Tijdens de rijping vormde een korst op de slibvelden. De korstdikte, in dit rapport gedefinieerd als de dikte van een “brok” van circa 20x20 cm die uit het slib kan worden verwijderd, is weergegeven in Figuur 4.30 als functie van de theoretische initiële hoogte. Daarbij is vooral duidelijk dat de korst voor de na vulslag 1 niet meer gevulde proefvakken (11-34 cm) veel dikker is dan die proefvakken waar daarna een tweede vulslag heeft plaatsgevonden (0-12 cm). De hoogst gemeten korstdikte (25-35 cm) is afkomstig van het op ruggen gezette materiaal van proefvak D7. De laagste dikte van de in 1 keer gevulde vakken is proefvak D12: het proefvak dat is opgemengd met zoet water.

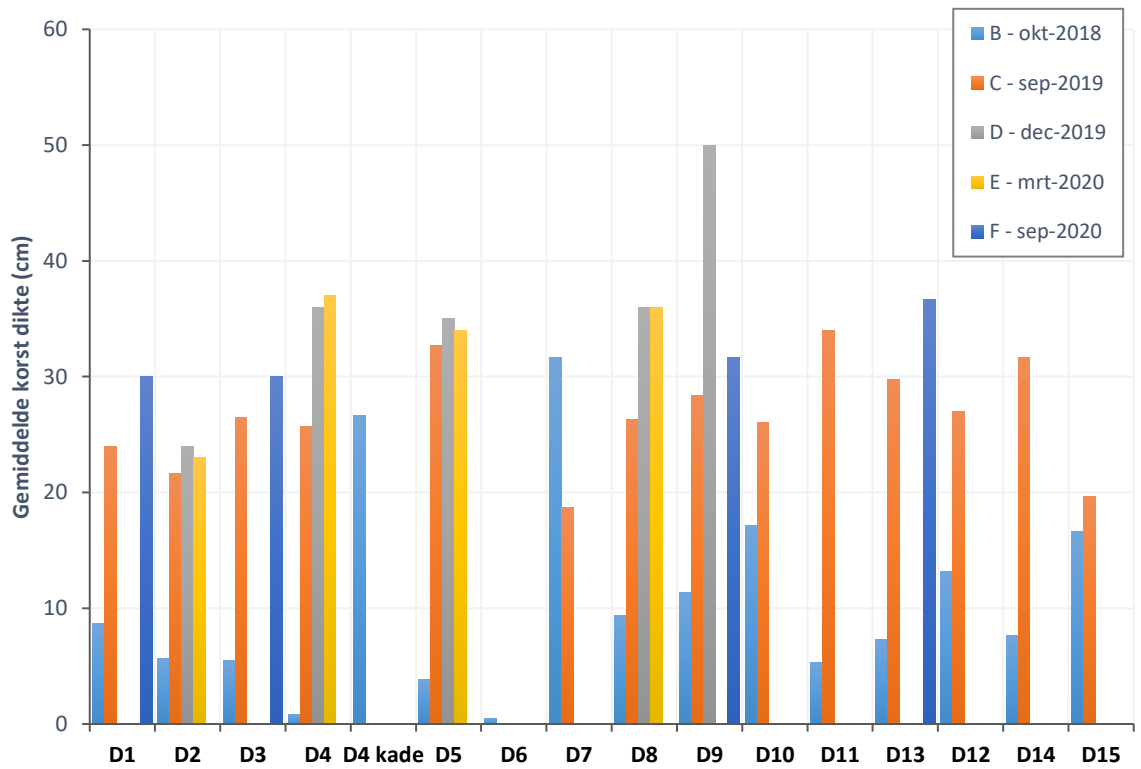


Figuur 4.30: Theoretische initiële hoogte tegen gemiddelde korstdikte van alle vakken, data van drone beelden in monstername B.

De gemiddelde korstdikte per vak tijdens verschillende bemonsteringsrondes (B – F) in 2018 t/m 2020 is weer gegeven in Figuur 4.31. Hierin valt op dat grootste toename van korstdikte met name plaats heeft gevonden in de periode tussen bemonsteringsronde B (oktober 2018, lichtblauw in het figuur) en ronde C (september 2019, oranje in het figuur). In ronde G en H is geen onderscheidt gemaakt in laagdikte. Nadat de vakken op ruggen zijn gezet in 2019 – 2020 was er vaak geen sprake meer van echte korst “brokken”, maar eerder van een droog topplaaie. Korst dikte is in deze gevallen op 0 cm gezet. In Tabel 4.12 is weergegeven welke vakken op ruggen stonden tijdens de bemonsteringsrondes B tot en met F. De vakken D2, D4, D5 en D8 zijn als laatste op ruggen gezet in mei 2020. Dit is goed terug te zien in de korstdikte ontwikkeling (Figuur 4.31). Vanaf december 2019 (ongeveer 20 maanden na 1^{ste} vulslag) lijkt de korstdikte te stabiliseren en tot een equilibrium te komen met een korstdikte van 30-40 cm. De hoogste korstdikte van >50 cm is gemeten in vak D9 tijdens ronde D. Dit lijkt een outlier te zijn.

Tabel 4.12: Overzicht van wanneer welk vak op ruggen is gezet in relatie tot de bemonsteringsrondes

Bewerkingsactiviteiten	Vakken
Op ruggen voor ronde B (okt 2018)	D7, D4-kade
Op ruggen voor ronde C (sep 2019)	D10, D12, D15
Op ruggen voor ronde D (dec 2019)	Diverse vakken
Op ruggen voor ronde E (mrt 2020)	D6, D9, D11, D14
Op ruggen voor ronde F (sep 2020)	D2, D4, D5, D8,
Niet op ruggen	D1, D3, D13



Figuur 4.31: De gemiddelde korstdikte per vak tijdens verschillende bemonsteringsrondes in 2018 t/m 2020. In ronde C, D en E zijn ook monsters genomen in het ploegspoor, deze zijn in de huidige grafiek niet meegenomen. Nadat de vakken op ruggen zijn gezet was er vaak geen sprake meer van echte korst "brokken", maar eerder van een droog toplaagje. De korstdikte is in deze gevallen weergegeven als "0 cm".

4.6.7 Biologische vakken

De resultaten wat betreft de biologische vakken zijn beschreven in Van der Ouderaa (2023). In

Tabel 4.13 is in kaart gebracht hoe de drie biologische vakken zich ontwikkelden na de inzaaiing van de gewassen in november 2019. De vakken zijn in november 2019 als volgt ingezaaid:

- een derde is niet ingezaaid (controle)
- een derde met een monocultuur van Zulte
- en derde met een mengsel bestaande uit drie halofyten. Een tweejarigeplant genaamd Zulte en twee eenjarige planten: Klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en Strandmelde (*Atriplex litoralis*)

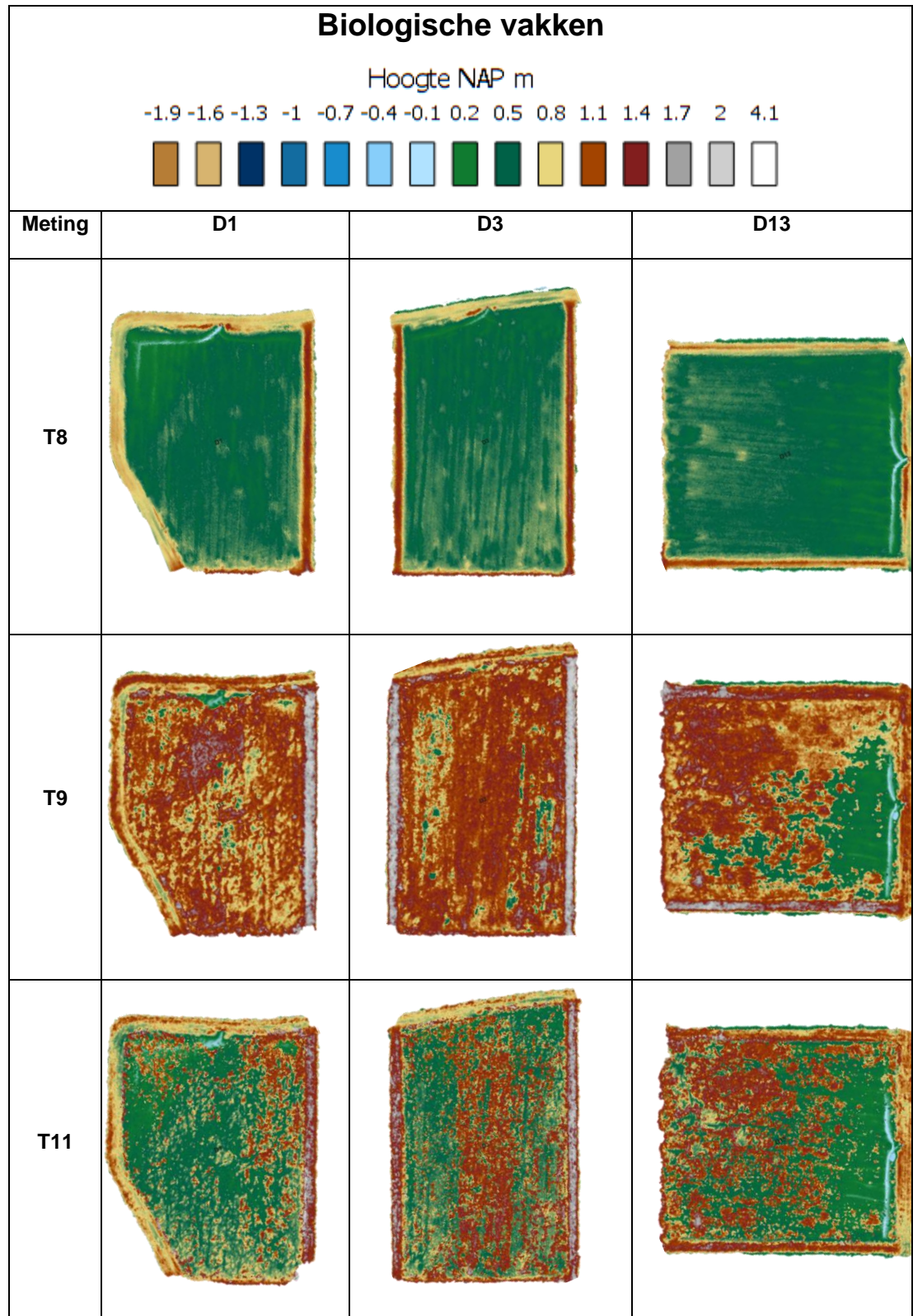
Deze soorten zijn in meer of mindere mate zouttolerant en kortlevend. Ongewenste opbouw van uitgebreide wortelstokken e.d. wordt hiermee vermeden. Aan de hand van de dronemetingen zijn beelden van de groei van deze plantensoorten verkregen vanuit de lucht.

Tabel 4.13 laat de ontwikkeling in het jaar 2020 zien op de tijdstippen T8 (27-03-2020), T9 (31-08-2020) en T11 (11-12-2020), respectievelijk 4, 9 en 13 maanden na inzaaiing.

Vier maanden na inzaaiingen (T8) is er op de hoogtemetingen nog weinig groei te zien. Negen maanden na inzaaiing (T9) ziet de situatie er anders uit en is een duidelijke groei van vegetatie zichtbaar. Het controlegebied, waar niet is ingezaaid, is vanaf de dronebeelden niet te onderscheiden van de andere twee gebieden. Daarnaast valt op dat de groei bij D13 minder dekkend is dan bij D1 en D3.

In december 2020 (T11) is de vegetatie in alle drie de vakken afgenomen, hoogstwaarschijnlijk door het afsterven van de eenjarige planten. Met name bij D13 lijkt hierdoor in het midden de rij met een monocultuur van Zulte als tweejarige plant zichtbaar te worden.

Tabel 4.13: Hoogteverandering door de tijd van de biologische vakken D1, D3 en D13, na de inzaaiing van gewassen in november 2019. Van boven naar beneden zijn drone meting genomen op tijdstippen T8 (27-03-2020), T9 (31-08-2020) en T11 (11-12-2020) respectievelijk 4, 9 en 13 maanden na inzaaiing.



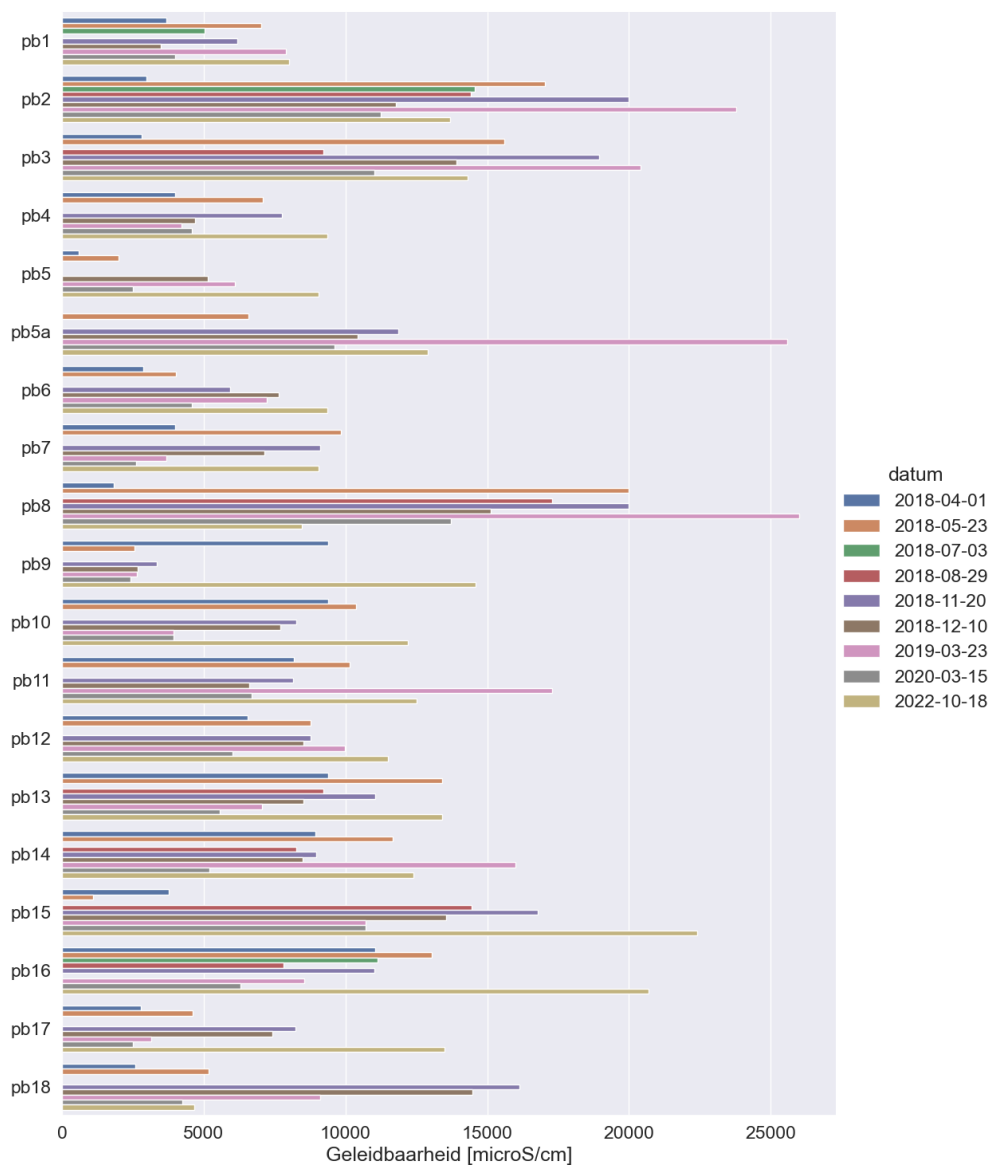
4.6.8 Peilbuizen

De locaties van de 19 peilbuizen zijn te zien in Figuur 4.32. Deze zijn geplaatst in de ondiepe zandlaag of kleilaag direct onder de kleirijperij. Bemonstering vond plaats gedurende een nulmeting en acht volgende meetrondes waarbij ook de stijghoogte is bepaald.

De geleidbaarheid van het grondwater is met een veldmeting bepaald en weergegeven in Figuur 4.33.



Figuur 4.32: Situering van de peilbuizen op de kleirijperij Delfzijl, en de geleidbaarheid op 11 november 2019.

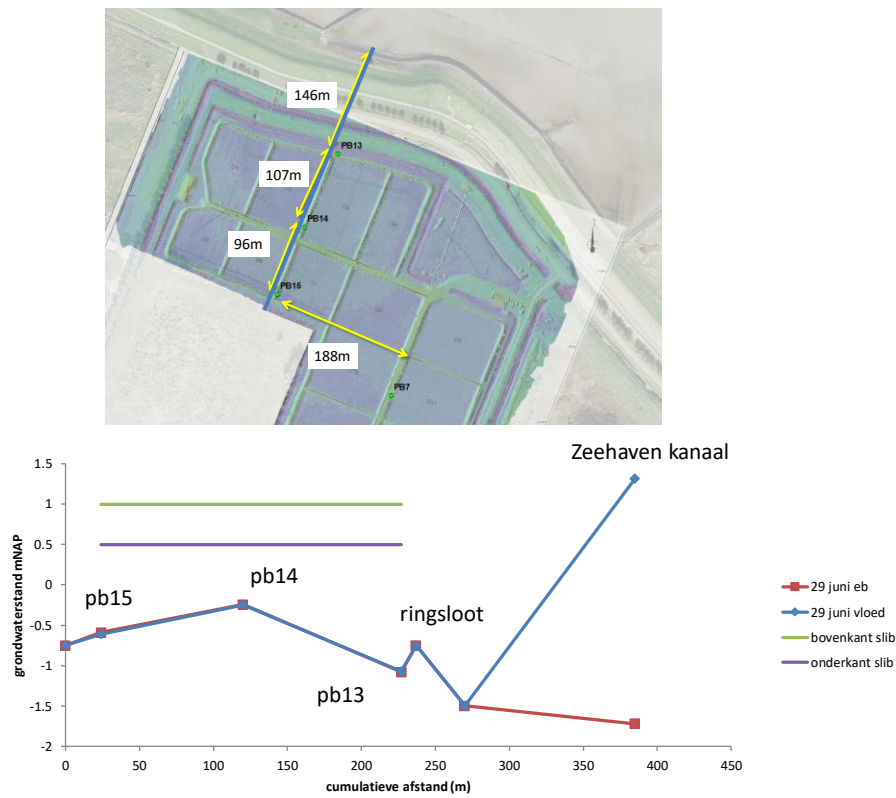


Figuur 4.33: Geleidbaarheid per peilbuis tijdens verschillende meetrondes

In de peilbuizen is een duidelijk verschillend gedrag te zien afhankelijk van de locatie. Het zoutgehalte op de meeste locaties stijgt na de nulmeting (1 april 2018, vóór het aanbrengen van het slib), wat veroorzaakt wordt door het aanbrengen van zout slib, waarna een stabilisatie op een hoger niveau lijkt op te treden. Er zijn echter ook locaties (bijvoorbeeld het dichtst bij het Zeehavenkanaal gelegen pb2) waar het zoutgehalte ook initieel al hoog is.

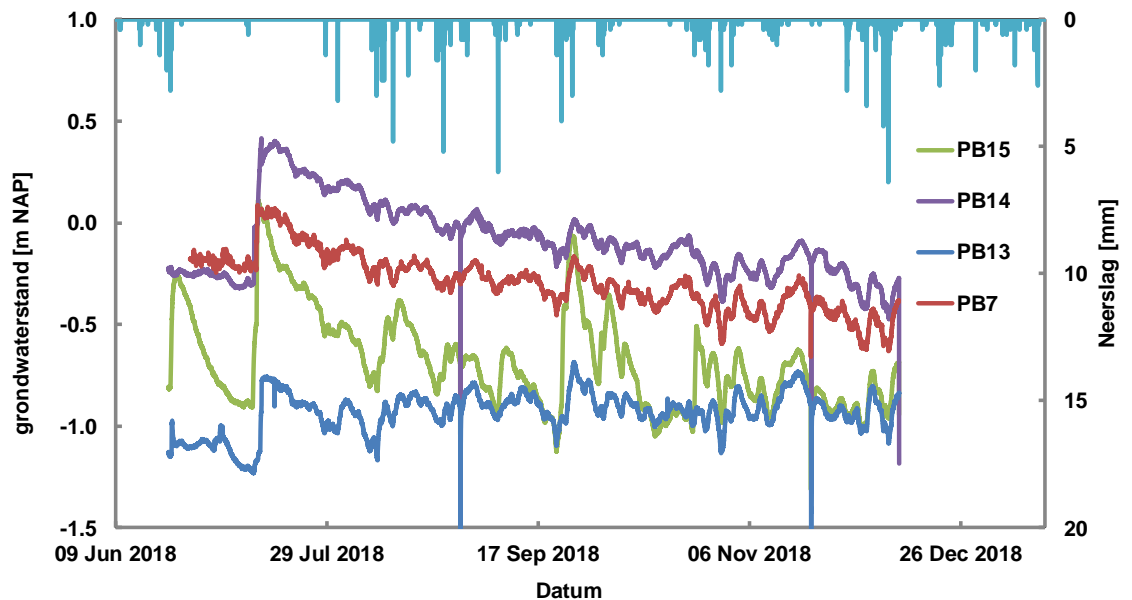
Peilbuizen pb2, 3, 5a, 8, 11, 13, 14, 15, 16 en 18 vertonen waarden boven de 12 mS/cm (overeenkomend met circa 6 g/L in porievocht).

De stijghoogte in de peilbuizen is tevens door middel van waterspanningsmeters (Divers) in peilbuizen 7, 13, 14 en 15 gemeten van april tot september 2018 en is weergegeven in Figuur 4.35. Drie van deze peilbuizen liggen op een raai. De onderlinge afstand en de stijghoogtes in het grondwater zijn weergegeven in Figuur 4.34. Op basis van de gegevens is de hydrologie onder 2 vakken over de raai weergegeven. Daaruit blijkt de afstroom naar de ringsloot aan beide zijden. Ook is te zien dat de grondwaterstand onder de onderkant van het slib ligt, wat goede drainage mogelijk maakt.



Figuur 4.34: Locatie van peilfilters uitgerust met divers (boven), en stijghoogte over een raai (blauw) op 29 juni 2018.

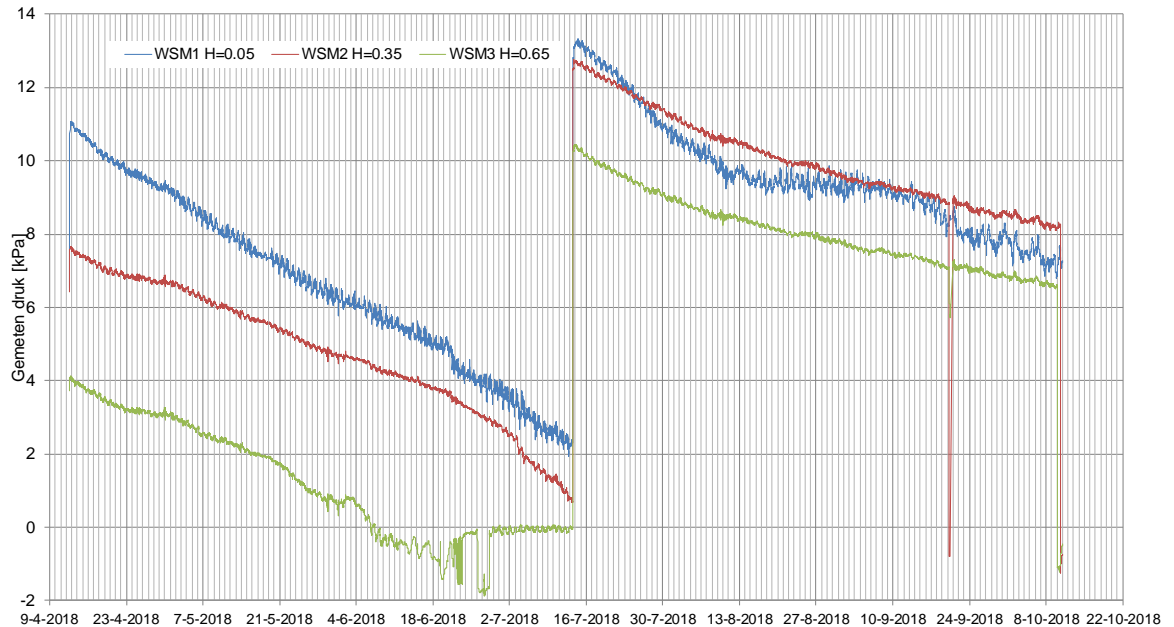
De metingen laten geen eb-vloed cyclus zien, en de grondwaterstand in de kleirijperij wordt dus niet beïnvloed door het getij. Wel is duidelijk de invloed van regen en de twee vulslagen zichtbaar. Niet elke peilbuis reageert even sterk op vullen of op regenval. Peilbuis 15 reageert het sterkste en staat daarom waarschijnlijk in beter in contact met een infiltrerende en weer drainerende laag. Dit is consistent met de aanwezigheid van een voormalig zanddepot aan deze zijde van de kleirijperij (Figuur 3.2). De peilbuis zelf is echter geplaatst in de klei. Doorslag vanwege een onvolledige bovenafdichting is echter ook een mogelijke verklaring.



Figuur 4.35: Grondwaterstand in peilbuizen 7, 13, 14 en 15 en neerslag.

4.6.9 Waterspanning in het slib

Met 3 waterspanningsmeters is in proefvak D9 op locatie 1 de waterdruk gemeten van 12 april 2018 tot 10 oktober 2018, zie Figuur 4.36. De waterspanningsmeters waren aangebracht op 5, 35 en 65 cm boven de drainerende zandlaag. Doel van het systeem is de waterdruk in de initiële fase (de eerste maanden) vast te leggen. Te zien is hoe de bovenste waterspanningsmeter (groen) begin juni droogvalt, waarschijnlijk door scheurvorming in de toplaag. De tweede vulslag op 13 juli 2018 is zeer duidelijk te zien en toont een goede respons van het systeem. Daarna kruisen de waterdruklijnen op de hoogte 0,35 en 0,65 meter. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de toegenomen zuigspanning in de droge en zonnige zomer. De resultaten zullen worden gebruikt en gevalideerd in het werkpakket modellering, waarin deze meting resultaten aanlevert.



Figuur 4.36: Resultaten van piëzometer in proefvak D9, locatienummer 1

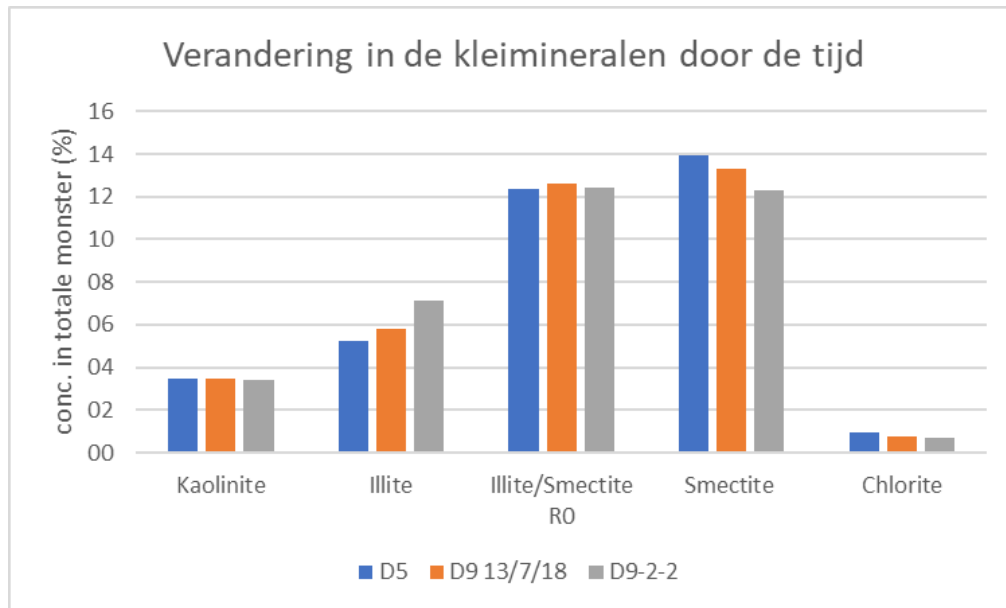
4.6.10 Kleimineralogie

Op drie momenten, direct na aanleg, na vier maanden en na 16 maanden, is een sediment monster genomen van vak D5 of vak D9. Op elk moment is slechts één monsters genomen, het is dus niet mogelijk om de heterogeniteit in het vak D9, of in de rest van de kleirijperij te beoordelen. Bij het uitwerken van de resultaten wordt er dus aangenomen dat de onderlinge verschillen tussen de monsters verklaard moeten worden door een ontwikkeling van het sediment in de kleirijperij door de tijd.

De LOI (Loss Of Ignition, massa verlies tussen de 105°C en de 1000°C) varieert tussen de 21 en 18.2%, waarbij de LOI een samengestelde parameter is die voornamelijk bepaald wordt door CO₂-ontgassing van carbonaat en oxidatie van organisch materiaal. Het is mogelijk om deze waarde te corrigeren voor deze CO₂-ontgassing waarna een afnemende concentratie van het organisch materiaal 12-7.4% zichtbaar over de tijd. Silicium (SiO₂, 28.6- 31.5%), aluminium (Al₂O₃, 13.8- 15.0%) ijzer (Fe₂O₃, 7.3-7.7%) en calcium (CaO, 9.5-10.2%) hebben de hoogste concentraties in de drie aangeleverde monsters.

De ruwe bulk mineralogische samenstelling, moet gecorrigeerd worden voor het niet detecteren van de LOI en eventueel in het monster aanwezige amorfe materialen. Aangezien dit niet eenvoudig gekwantificeerd kan worden kan er alleen voor de LOI een correctie plaatsvinden. Alle samengestelde analyseresultaten van Qmineral staan samengevat in appendix A.10. Deze resultaten laten zien dat alle monsters gedomineerd worden door kwarts (20.4-25.1%) en kleimineralen (34.4-37.1%). Daarnaast wordt kalk (5.3-7.2%), keukenzout (2.0 tot 4.4%), en meerdere exotischere mineralen dolomiet, rutiel, pyriet en gips, in appendix A.10 samengevat als "overige". De onderlinge verhouding bij de kleimineralen is het best bepaald met de XRD analyse op de fractie <2µm, deze resultaten dienen echter weer gecorrigeerd te worden voor de fractie kleimineralen, zoals is vastgesteld bij de bulk XRD analyses.

De kaoliet- (3.4-3.5%) en chloriet (0.7-0.9%) concentraties laten geen tijdsafhankelijke trend zien. De illiet concentratie neemt in de tijd toe van 5.3% tot 7.1%, en gelijktijdig neemt de smectiet concentratie af van 13.9% tot 12.3%. In Figuur 4.37 staan de verandering in de samenstelling van de kleimineralen in de kleirijperij weergegeven, waarbij monster D5 direct na aanleg is genomen, en D9 2-2 na 16 maanden.



Figuur 4.37: De ontwikkeling in kleimineralen in de veldmonsters. De monsters zijn in hetzelfde vak genomen, op $t=0$, $t=4$ maanden en $t=16$ maanden. De data laat een toenemende illiet concentratie zien, en een afnemende smectiet concentratie.

De verschillen tussen de drie geanalyseerde monsters zijn beperkt, zowel in chemische als mineralogische samenstelling. Er lijkt echter wel een tijdsafhankelijke trend zichtbaar in de samenstelling van de kleimineralen, waarbij de concentraties aan smectieten (zwelmineralen) afneemt en worden omgezet in illieten (in volume meer stabiele kleimineralen). Deze afname in smectieten is echter $\sim 10\%$ van de totale smectiet concentratie, over een periode van 16 maanden. Bij het continueren van deze omzettingssnelheid zou ongeveer 16 jaar nodig zijn om alle smectieten om te zetten in illiet, of een illiet/ smectiet tussenvorm. Tevens is er een afnemende trend zichtbaar in de zoutconcentratie in het monster, waarbij de Natriumchloride (halliet) afneemt van 4.4% naar 2.0%. Dit geeft aan dat de zoutlast van natriumchloride over deze periode ongeveer gehalveerd is. Zowel natrium als chloride zijn mobiele niet reactieve ionen, het gegeven dat de halliet concentratie gehalveerd is zegt dus niks over sulfaat houdende zouten. Met de XRD wordt in het monster dat genomen is na 16 maanden zowel gips (calciumsulfaat) als pyriet gemeten, wat suggereert dat de sulfaten in de kleimatrix beter worden vastgehouden.

De resultaten geven aanwijzingen dat er een trend zichtbaar is in de kleimineraal samenstelling over de gemonitorde periode van 16 maanden, waarbij smectieten worden omgezet in illieten. Dit is een gewenste ontwikkeling aangezien smectieten door hun zwel-krimpgedrag waarschijnlijk erosiegevoeliger zijn en scheurvorming in de kleirijperij zullen stimuleren. Deze omzetting in periode van 16 maanden is echter beperkt tot $\sim 10\%$ van de totaal aanwezige smectietmineralen. Bij welke verhouding illiet/ smectiet ook daadwerkelijk ander systeemgedrag van het materiaal in kleirijperij verwacht kan worden is op basis van deze resultaten en niet vast te stellen.

4.6.11 CN-ratio

De verhouding tussen koolstof (C) en stikstof (N) is een classificatie die in de biologie veel wordt gebruikt als indicator van de afbreekbaarheid van organische stof. Als er te veel koolstof is ten opzichte van stikstof, is afbraak moeilijker. Typische waarden liggen rond de 0.1. Voor Vak D7 is indicatief ook de CN waarde bepaald. De resultaten zijn hieronder weergegeven:

Tabel 4.14: Volumes van de vakken tijdens verschillende meetmomenten

Locatie	%N	%C
---------	----	----

1 (onder)	0,298	4,20
2	0,293	4,11
3	0,275	3,90
4	0,294	4,16
5	0,320	4,45
6	0,308	4,28
7 (boven)	0,308	4,27

Hieruit volgt duidelijk dat de C-N ratio stabiel is rond de 14 g/g.

4.7 Monsternames

In 2018 zijn twee monsternames verricht: de monsterrondes A (mei) en B (oktober). In 2019 zijn twee monsternames verricht: monsterronde C (september) en D (december). In 2020 en 2021 zijn ook twee monsterrondes uitgevoerd, respectievelijk ronde E (maart) en F (september) in 2020 en ronde G (juni) en ronde H (september) in 2021. De metingen van deze monsternames zijn in onderstaande paragrafen uiteengezet. De metingen worden over de tijd en per proefvak weergegeven. Vanaf april 2021 is klei vanaf verschillende vakken naar de vakken D7 en D12 getransporteerd, zie het bewerkingsoverzicht in Tabel 4.7. Kleimonsters die genomen zijn in vak D7 & D12 tijdens de daaropvolgende monitoringsrondes G (juni 2021) en H (september 2021) zijn in de onderstaande resultaten, waar dit mogelijk was, toegekend aan het vak waar de klei oorspronkelijk vandaan getransporteerd is.

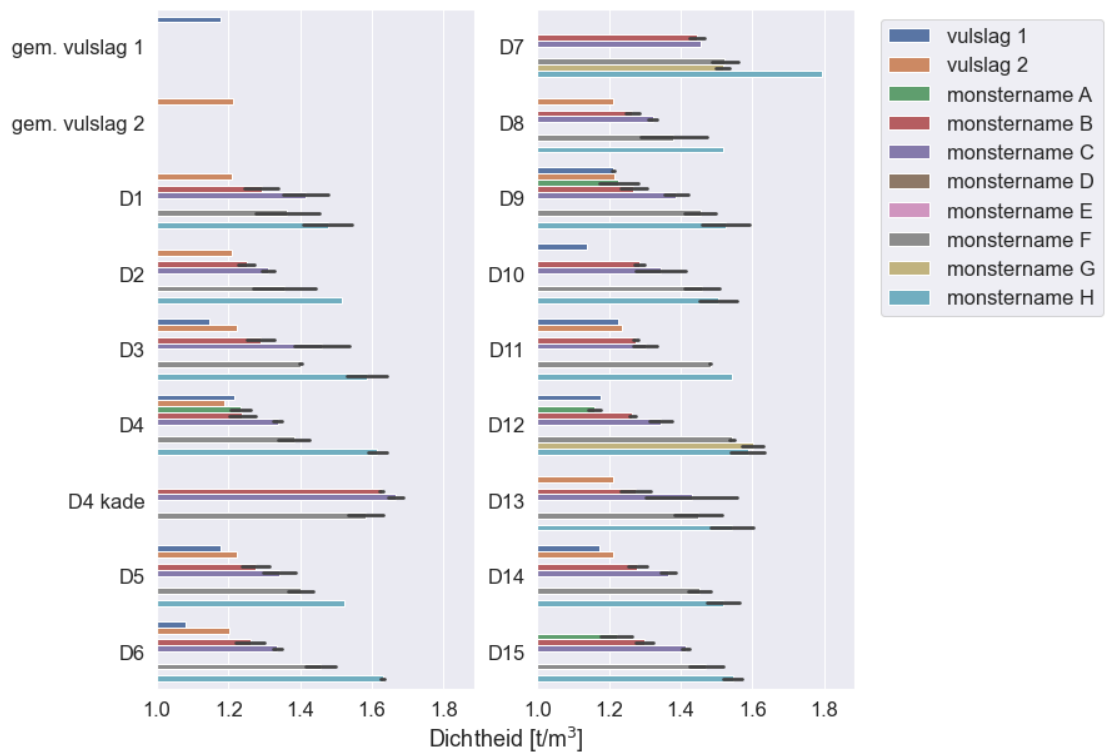
4.7.1 Verloop in tijd

Dichtheid, vochtgehalte, zoutgehalte, consistentie-index en organisch stofgehalte zijn in de onderstaande figuren gevisualiseerd. In Monsterronde C, D, E, F, G en H is van een duidelijke overgang tussen de eerste en tweede vulslag niks meer te merken. De vakken die niet op ruggen staan zijn bemonsterd op dezelfde wijze als in 2018. Vanwege de betere begaanbaarheid is geen gebruik meer gemaakt van een over het slibveld getrokken plateau. Voor de vakken op ruggen is op 3 verschillende dieptes bemonsterd, die allen circa 1/3^e van de hoogte bestreken.

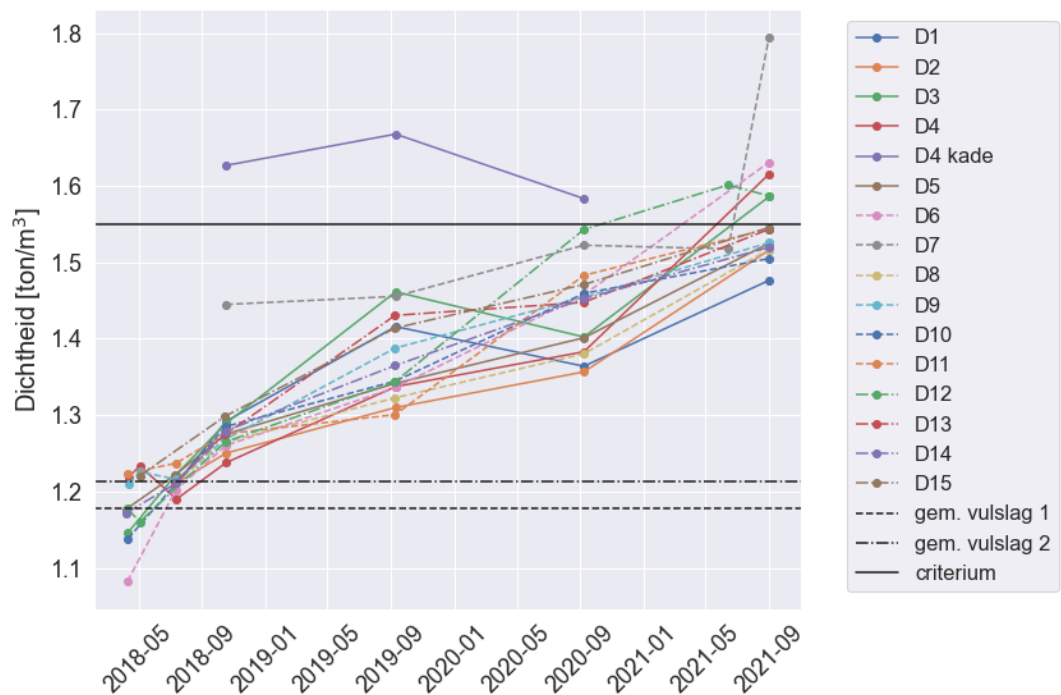
4.7.1.1 Dichtheid

Figuur 4.38 laat de waardes zien voor dichtheid per proefvak voor monsternamen A tot H. De dichtheid moet als indicatief worden beschouwd en is bepaald door volle en lege flessen met slib te wegen en het volume zo nauwkeurig mogelijk in te schatten.

De verandering van gemiddelde dichtheid (alle lagen samen, zonder wegingsfactor) van de proefvakken gedurende de periode 2018 – 2021 is tevens weergegeven in Figuur 4.39. Hier geldt dat er geen formele eis is voor dichtheid van klei voor dijken, maar indien de consistentie-index-eis wordt gehaald, zal de dichtheid > 1,55 t/m³ zijn. Deze waarde is in het figuur weergegeven als dichte zwarte lijn. In Figuur 4.39 is te zien dat proefvak D3, D4, D6 en D7 boven een dichtheid van 1,55 t/m³ uitkomen in de laatste bemonsteringsronde. In de vakken D4 en D7 hebben ook relatief veel bewerkingen plaatsgevonden. In het vak D7 is ook 750 m³ klei van weg getransporteerd t.b.v. de Proefdijk. De andere vakken zitten in de laatste monitoringsronde nog niet bij een dichtheid van 1,55 t/m³, maar naderen deze waarde wel. Voor alle vakken is een stijgende trend zichtbaar. Het vak D1 heeft in de laatste ronde de laagste dichtheid. Dit is een biologisch vak. De andere twee biologische vakken hebben in tegenstelling tot vak D1 een hogere dichtheid, waarbij vak D3 zelfs boven de 1,55 t/m³ komt. Gedurende de hele meetperiode heeft vak D2 gemiddeld de laagste dichtheid. Vak D2 heeft net als D8 en D12 geen drainagesysteem. D12 heeft ondanks het ontbreken van een drainagesysteem juist een van de hoogst gemeten dichtheden in september 2020 (29 maanden na 1^{ste} vulslag), maar was ook met relatief weinig materiaal gevuld. Naast de relatief lage laagdikte, is dit vak ook opgemengd met zoetwater tijdens het vullen.



Figuur 4.38: Dichtheid gemeten bij vulslag 1 en 2 en monsternames A t/m H, zwarte lijn is de standaarddeviatie



Figuur 4.39: De gemiddelde dichtheid [ton/m³] per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. Er is geen formele eis voor dichtheid van klei voor dijken, maar indien de consistentie-index-eis wordt gehaald, zal de dichtheid > 1,55 t/m³ zijn. Deze waarde is weergegeven als dichte zwarte lijn. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

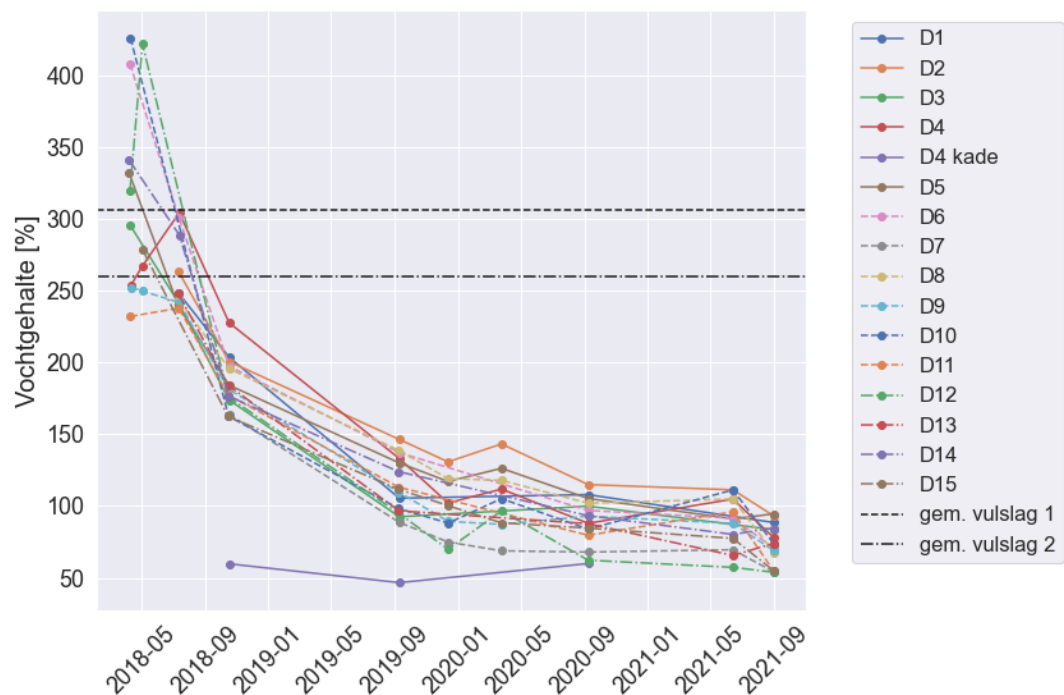
De vloeibaarheid van het slib is in proefvak D9 tijdens meetcampagne B duidelijk zichtbaar, zoals te zien op Figuur 4.40 die tijdens monsternamen B is genomen.



Figuur 4.40: Zuigerboor gebruikt in proefvak D9 op 15 oktober 2018

4.7.1.2 Vochtgehalte

Figuur 4.41 geeft het gemiddelde vochtgehalte [% ten opzichte van droge stof] per vak (alle dieptelagen samen, zonder wegingsfactor) tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien. Hierin is de grootste afname van het vochtgehalte te zien in de eerste 6 maanden na de 1^{ste} vulslag in april 2018. In de daaropvolgende 2 jaar neemt het vochtgehalte in steeds mindere mate af en lijkt de afname af te vlakken naar een plateau. De vakken D7, D11, D12 D15 hebben het laagste vochtgehalte (circa 55%) ten opzichte van de andere vakken.



Figuur 4.41: Het gemiddelde vochtgehalte [% ten opzichte van droge stof] per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

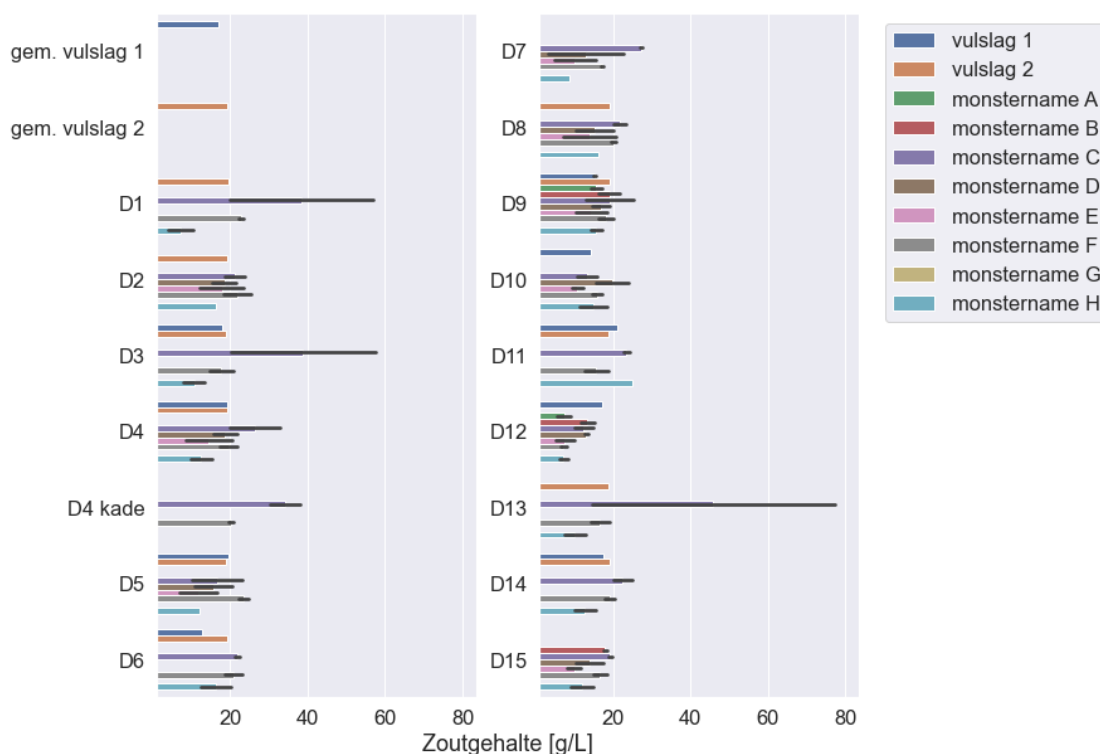
4.7.1.3 Zoutgehalte

In Figuur 4.42, Figuur 4.43 en Figuur 4.44 zijn de gemiddelde waarden van het zoutgehalte (alle dieptelagen samen, zonder wegingsfactor) te zien voor de vakken waarin dit is gemeten tijdens de verschillende bemonsteringsrondes.

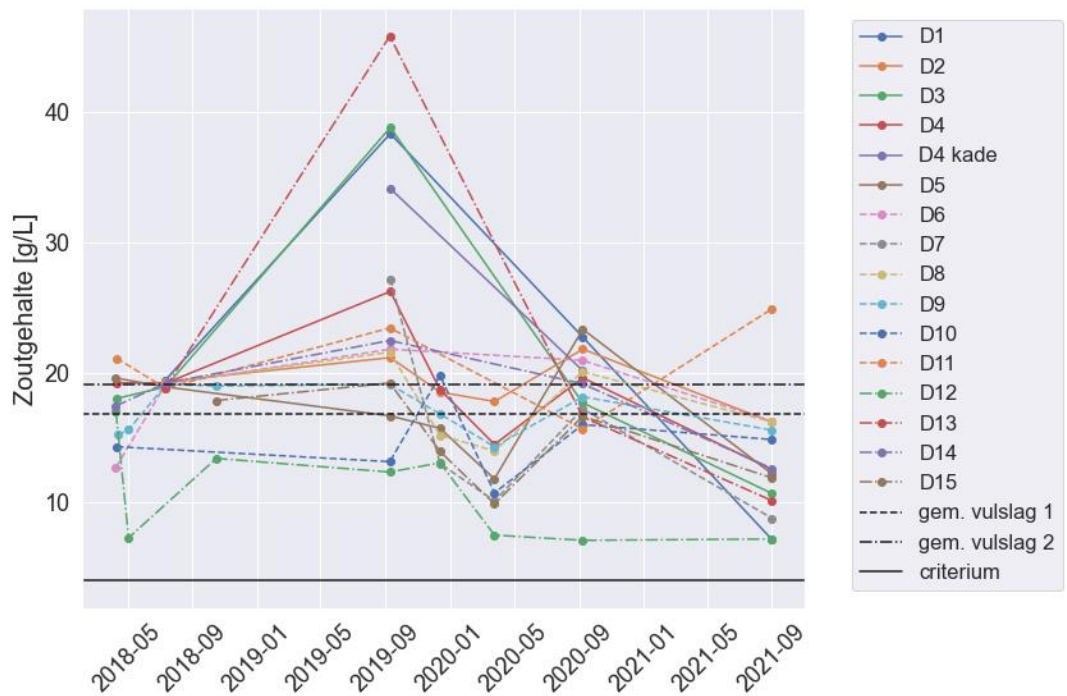
In Figuur 4.43 is de ontwikkeling van het zoutgehalte in porievocht door de tijd weergegeven. Het volgende figuur (Figuur 4.44) laat de ontwikkeling van het zoutgehalte per kilogram klei zien. De norm/criterium voor klei voor dijken is 4 g/l porievocht en weergegeven als zwarte lijn in Figuur 4.43. Aangezien er geen formele norm/criterium is voor het zoutgehalte uitgedrukt in g/kg droge stof, is deze omgerekend a.d.h.v. een vochtgehalte van 62% (bij dichtheidsnorm van 1,6 ton/m³) en zoutgehalte norm van 4 g/l porievocht tot een waarde van 2,48 g/kg droge stof.

Met uitzondering van het zoetwater-mengvak D12 is er geen duidelijke afname in de zoutconcentratie van het porievocht zichtbaar tussen de 1^{ste} vulslag en monitoringsronde F, 29 maanden later, zie Figuur 4.43. Tussentijds is wel een grote fluctuatie in de zoutconcentraties zichtbaar. Hierbij vallen met name de pieken in september 2019 op, waarbij de drie hoogste waarden de vakken D1, D3 en D13 betreffen. Dit zijn de drie biologische vakken waar in april 2019 een (uiteindelijk door te hoog zoutgehalte mislukte) inzaaiing heeft plaatsgevonden. Na het inzaaien zijn de bewerkingen bij de biologische vakken beperkt mogelijk geweest.

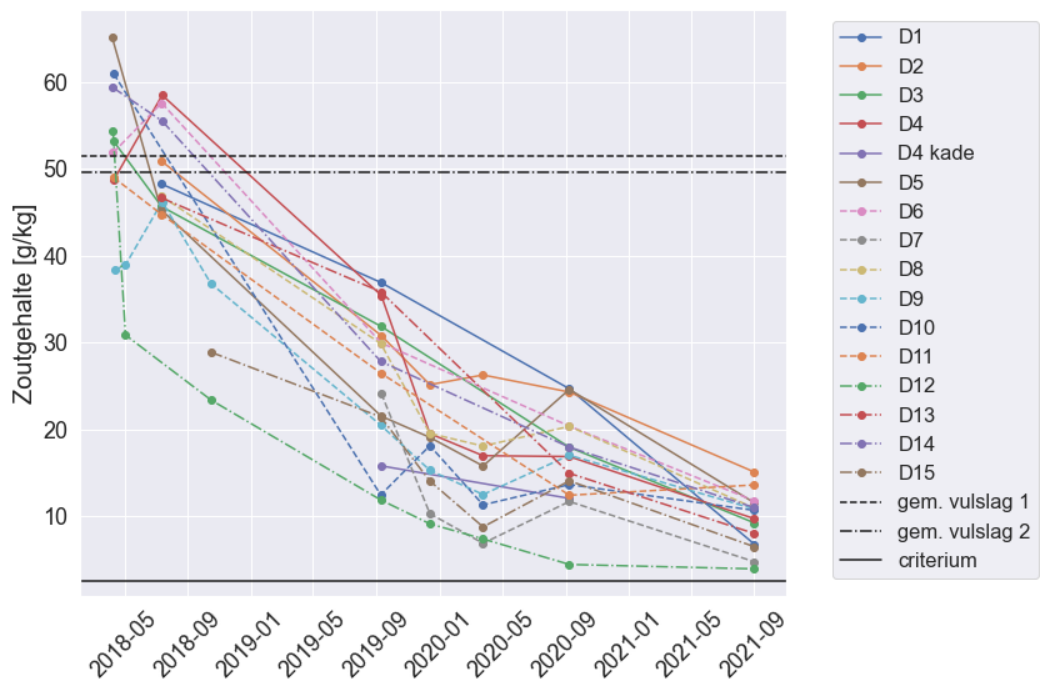
In Figuur 4.44 is te zien dat ondanks dat de zoutconcentratie in het porievocht niet duidelijk afneemt er wel een afname zichtbaar is in het aantal gram zout per kilogram droge stof. Dit is te verklaren doordat het waterpercentage (% ten opzichte van droge stof) wel afneemt, zoals eerder in Figuur 4.41 is weergegeven. Omdat in principe de kg droge stof gelijk blijven tijdens het rijpen is een afname van het aantal gram zout per kilogram droge stof dus ook echt een verwijdering. Voor proefvak D12, waar het slib tijdens het vullen vermengd is met zoetwater, is de afname van het zoutgehalte het sterkst. Na 29 maanden (september 2020) heeft het zoutgehalte in dit vak een waarde van 4.5 g/kg en dit neemt in het daaropvolgende jaar licht af tot 3.94 g/kg. Bij vak D12 is overigens samen met D2 en D8 geen drainagesysteem aangebracht, waardoor (zoute) water minder makkelijk weg kon lopen in de eerste maanden. De vakken D2 en D11 zitten na 41 maanden met waarden van respectievelijk 15.1 en 13.6 g/kg juist aan de hoge kant van het spectrum.



Figuur 4.42: Zoutgehalte in het poriewater, gemeten bij vulslag 1 en 2 en monsternames A t/m H (zwarte lijn is de standaarddeviatie).



Figuur 4.43: Het gemiddelde zoutgehalte [g/L porievocht] per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De norm/criterium voor klei voor dijken is 4 g/l porievocht en weergegeven als zwarte lijn. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

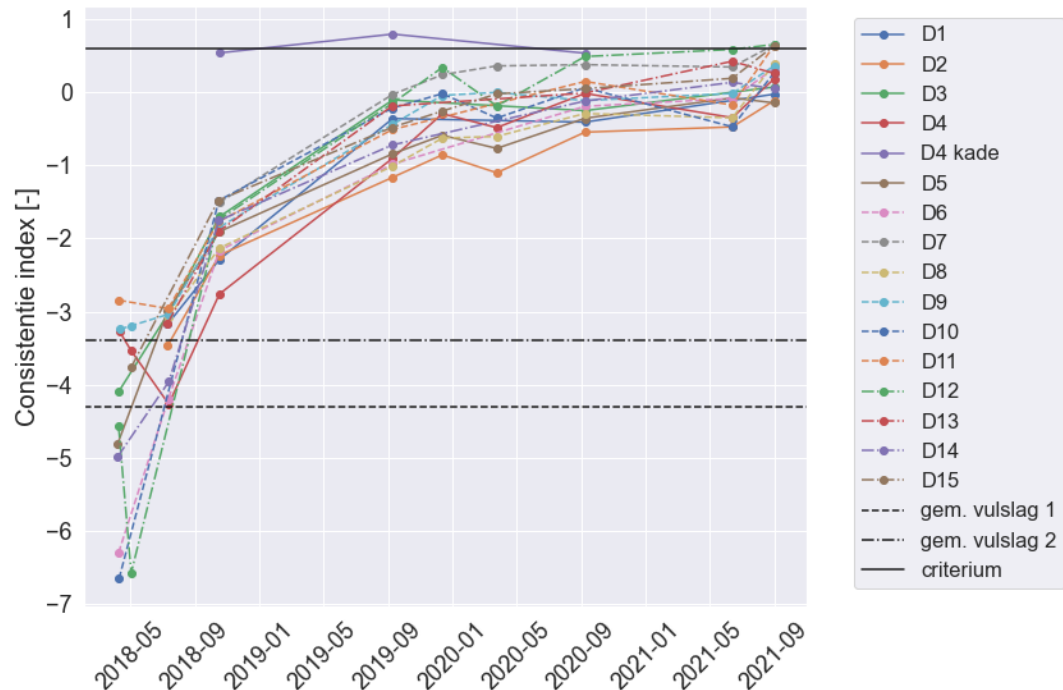


Figuur 4.44: Het gemiddelde zoutgehalte [g/kg droge stof] per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. Er is geen formele norm/criterium voor zoutgehalte uitgedrukt in g/kg droge stof, maar uitgaande van een norm van 4 g/l porievocht is omgerekend een norm van 2,48 g/kg aangehouden. Deze waarde is weergegeven als zwarte lijn. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

4.7.1.4 Consistentie-index

In Figuur 4.45 wordt de verandering in gemiddelde consistentie-index (alle dieptelagen samen, zonder wegingsfactor) weergegeven voor de verschillende proefvakken tijdens de periode van 2018 – 2021. De consistentie-index is afhankelijk van het actuele waterpercentage en wordt berekend volgens de formule die is weergegeven in paragraaf 2.4. Voor de vloeigrens (W_L) en de uitrolgrens W_P zijn respectievelijk de waarden 87 en 36 % massa ten opzichte van droge stof aangehouden.

De norm voor consistentie-index is $>0,6$ en wordt in het figuur weergegeven als dichte zwarte lijn. In Figuur 4.45 is zien dat de grootste stijging van de consistentie-index plaatsvindt in de eerste 6 maanden na de 1^{ste} vulslag. Vanaf bemonsteringsronde C (september 2019, 17 maanden na 1^{ste} vulslag) neemt de consistentie-index zeer geleidelijk toe. Vanaf ronde F (september 2020, 29 maanden na 1^{ste} vulslag) liggen de waarden dicht bij elkaar. D7, D11, D12 en D15 hebben de hoogste consistentie-index en komen net boven de norm van 0,6 uit (0,63 t/m 0,65). Vak D2 heeft tot meetronde E (maart 2020, 23 maanden na 1^{ste} vulslag) de laagste consistentie-index, maar voegt zich vanaf ronde F bij de andere vakken.

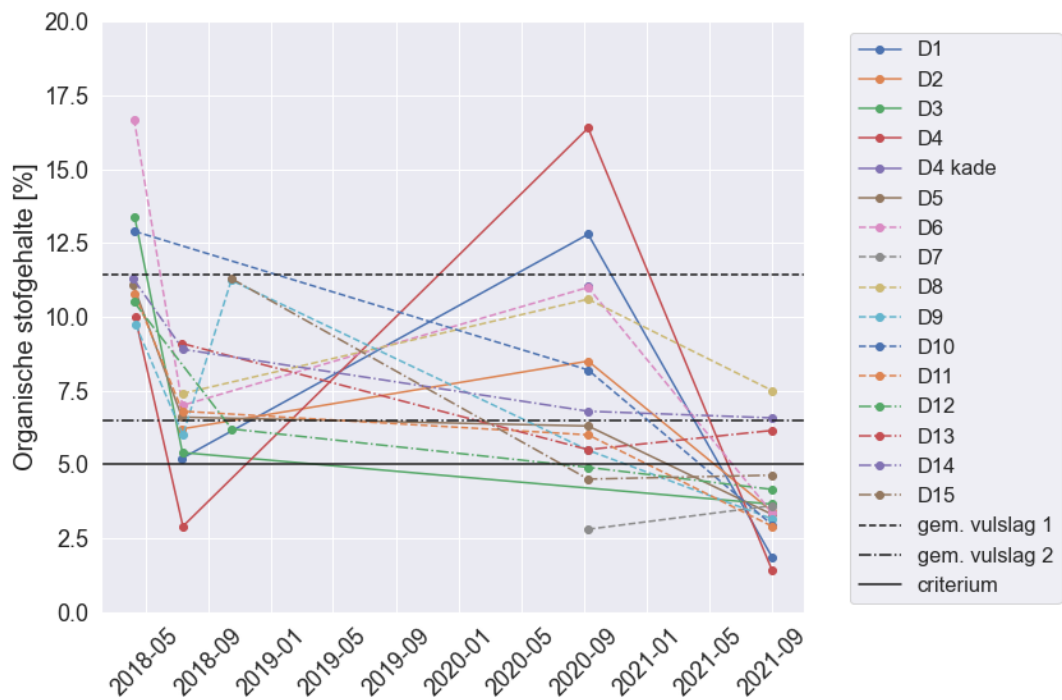


Figuur 4.45: Consistentie-index per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De norm/criterium voor klei voor dijken is $>0,6$ en weergegeven als zwarte lijn. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

4.7.1.5 Organische stofgehalte

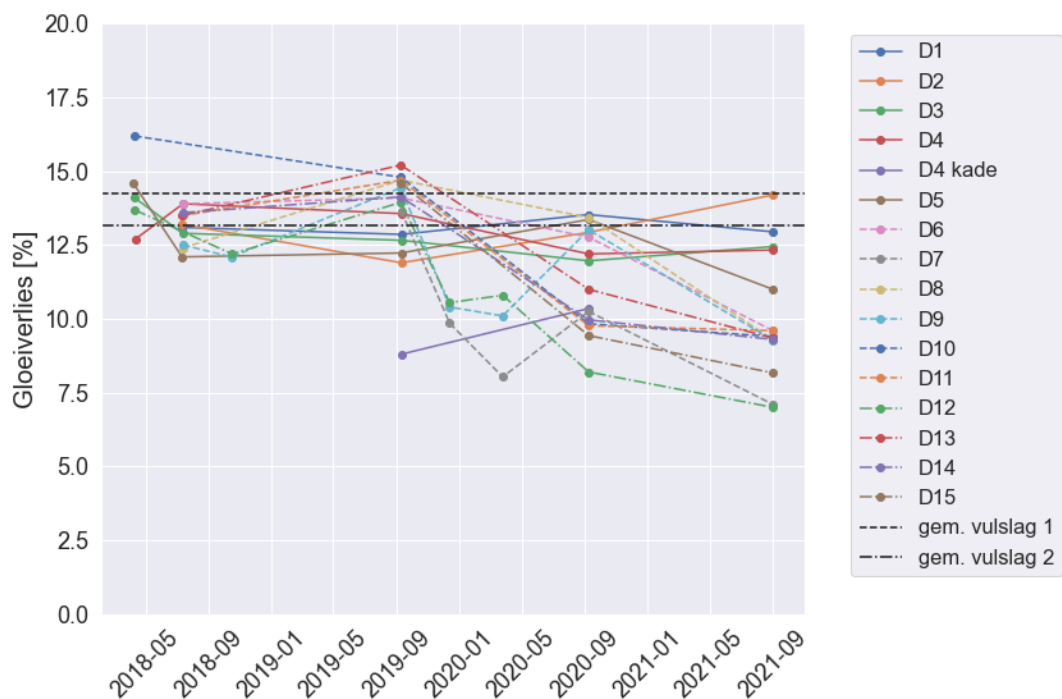
Figuur 4.46 geeft het gemiddelde organische stofgehalte [% droge stof] per vak (alle dieptelagen samen, zonder wegingsfactor) tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien. De norm is hier $<5\%$ en weergegeven als dichte zwarte lijn.

De data is behoorlijk variabel tussen de verschillende bemonsteringsrondes. Mogelijk is er een seizoensgebonden patroon in de data aanwezig. Een langere meetreeks met meer meetpunten per jaar zal nodig zijn om hier een duidelijker beeld over te geven. In de huidige meetreeks is wel een afnemende trend zichtbaar, met name in het jaar 2020-2021. Opvallend is de lage concentratie organische stofgehalte in D4 in juli 2018. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat dit vak de dunste en droogste kleilaag lag voordat de 2^{de} vulslag in juli 2018 plaatsvond. Dit vak had na de 1^{ste} vulslag in april 2018 namelijk een gemiddelde kleilaaghoogte van 0,27 m terwijl de andere vakken diezelfde periode in de grootteorde van 0,8 -1,5 meter zaten (zie dronemetingen in Tabel 4.10). Een maand later (mei 2018) is deze dunne laag nog verder ingeklonken naar 0,09 meter ten opzichte van de initiële hoogte. In bemonsteringsronde H liggen alleen D8, D13 en D14 boven het criterium van 5%. Van deze vakken is alleen D13 een biologisch vak.



Figuur 4.46: Het gemiddelde organisch stofgehalte (% droge stof) per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De norm/criterium voor klei voor dijken is <5% en weergegeven als zwarte lijn. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

In Figuur 4.47 is het gemiddelde gloeiverlies (% droge stof) per vak weergegeven in de periode van 2018 t/m 2021. Het gloeiverlies is een goede indicatie voor de hoeveelheid organische stof en wordt bepaald door te meten hoeveel massa een droog monster kwijtraakt als het wordt uitgedroogd. Bij de vakken in de kleirijperij Delfzijl is langzame afname zichtbaar, met name tussen de periode september 2019 en september 2020.



Figuur 4.47: Het gemiddelde gloeiverlies (% droge stof) per vak tijdens de meetrondes van 2018 t/m 2021. De zwarte stippellijnen laten de gemiddelde waarde van vulslag 1 en 2 zien.

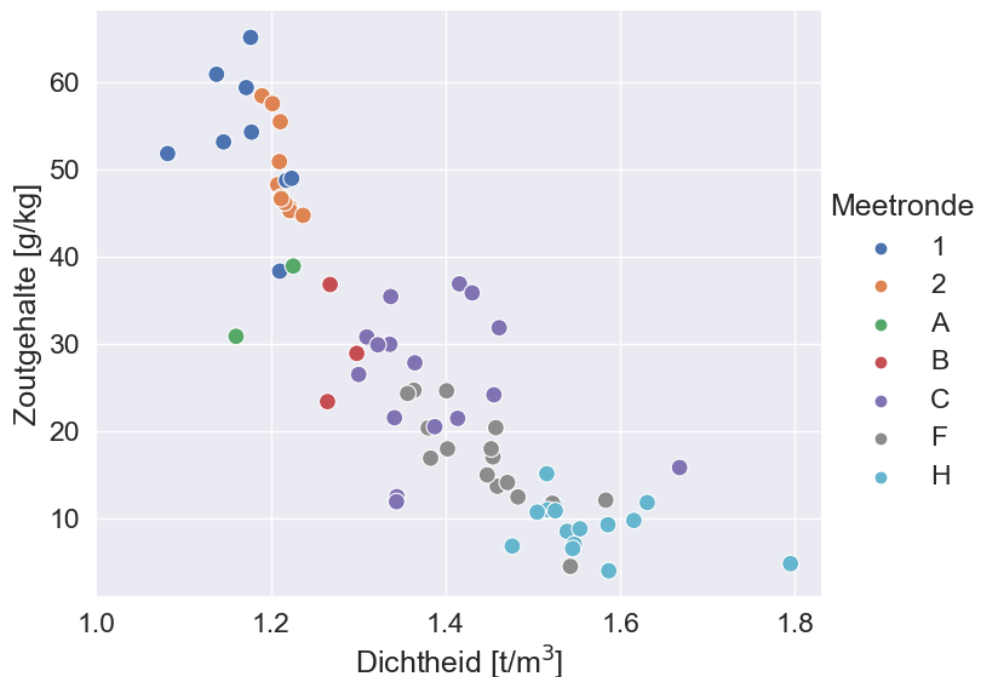
4.7.2 Relatie tussen dichtheid en de andere relevante parameters

In de onderstaande paragrafen worden de relaties tussen dichtheid en andere relevante parameters met betrekking tot de kwaliteit van de klei weergegeven.

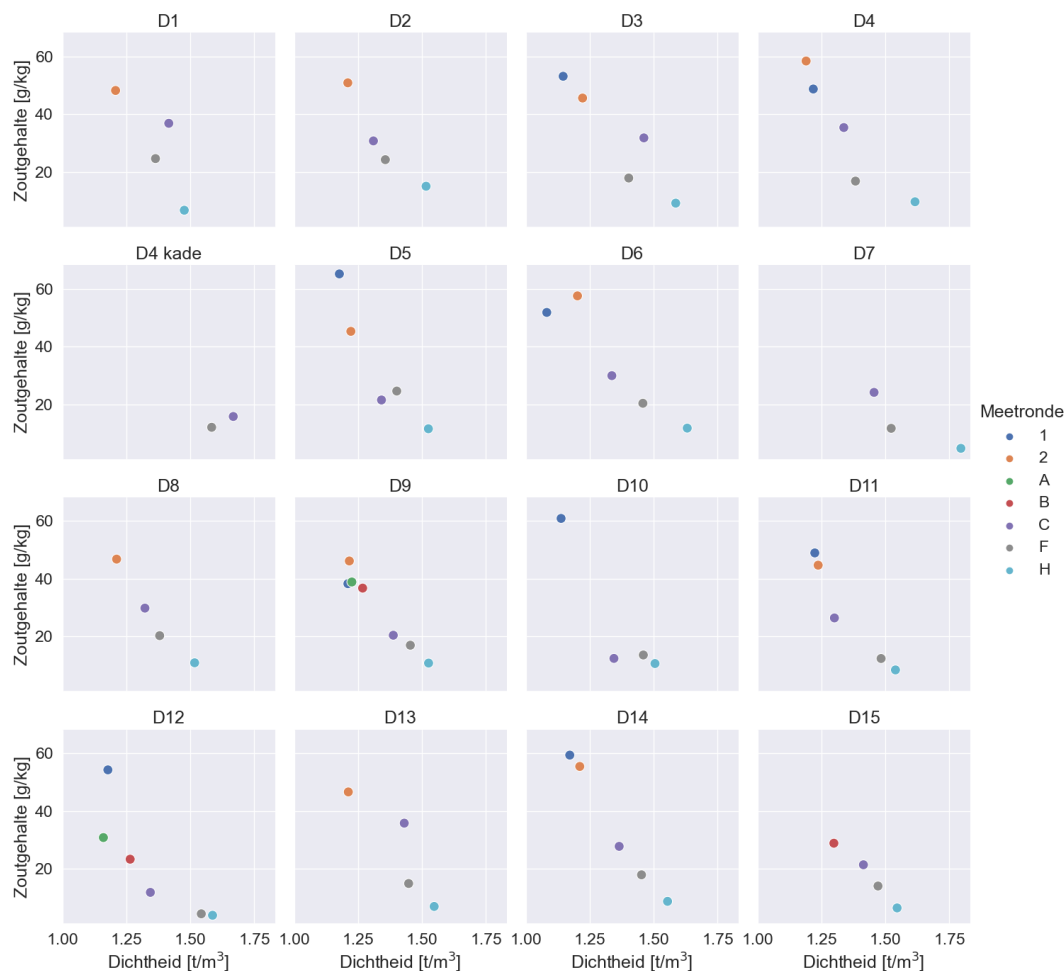
4.7.2.1 Dichtheid ten opzichte van zoutgehalte

In Figuur 4.48 wordt de ontwikkeling van de gemiddelde dichtheid, in ton per m³, ten opzichte van het zoutgehalte, in gram zout per kilogram klei, per vak weergegeven gedurende de verschillende bemonsteringsrondes. Elke kleur representeert een andere bemonsteringsronde en elk punt geeft het gemiddelde van een vak weer dat die ronde bemonsterd is.

Uit het figuur is een negatieve correlatie zichtbaar tussen dichtheid en het zoutgehalte, waarbij vakken met een hogere dichtheid een lager zoutgehalte hebben. Deze negatieve correlatie is over het algemeen ook goed zichtbaar als er per vak naar de bemonsteringsrondes gekeken wordt, zie Figuur 4.49. Hierbij worden wel enkele onderlinge verschillen tussen de vakken zichtbaar, waarbij vakken met gelijke bewerkingsactiviteiten vergelijkbare patronen laten zien (bijv. de biologisch vakken 1, 3 en 13).



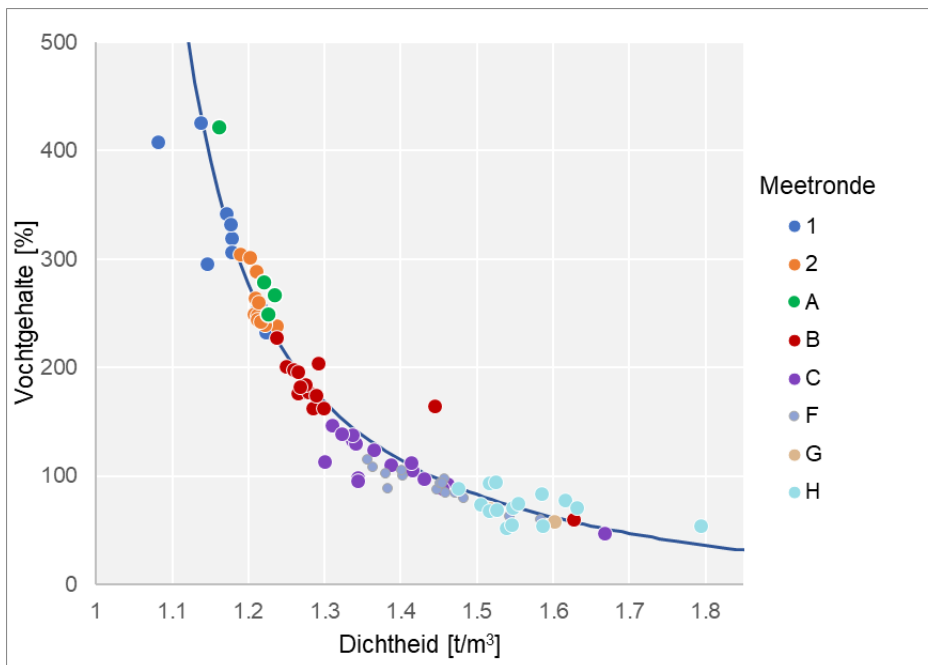
Figuur 4.48: Dichtheid ten opzichte van zoutgehalte. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde zoutgehalte in g/kg per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.



Figuur 4.49: Dichtheid ten opzichte van zoutgehalte per vak. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ uitgesplitst per vak is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde zoutgehalte in g/kg per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

4.7.2.2 Dichtheid ten opzichte van vochtgehalte

In Figuur 4.50 wordt de ontwikkeling van de gemiddelde dichtheid, in ton per m³, ten opzichte van het vochtgehalte, in percentage ten opzichte van droge stof per vak weergegeven gedurende de verschillende bemonsteringsrondes. Elke kleur representeert een andere bemonsteringsronde en elk punt geeft het gemiddelde van een vak weer dat die ronde bemonsterd is. Uit het figuur is een afnemende negatieve correlatie zichtbaar tussen dichtheid en het vochtgehalte, waarbij de correlatie in de eerste 6 maanden, vulslag 1 tot bemonsteringsronde B, sterker negatief is. Na bemonsteringsronde B vlakkt het af. Deze negatieve correlatie, met een sterkere daling in de eerste 6 maanden, is over het algemeen ook goed zichtbaar als er per vak naar de bemonsteringsrondes gekeken wordt, zie Figuur 4.51.

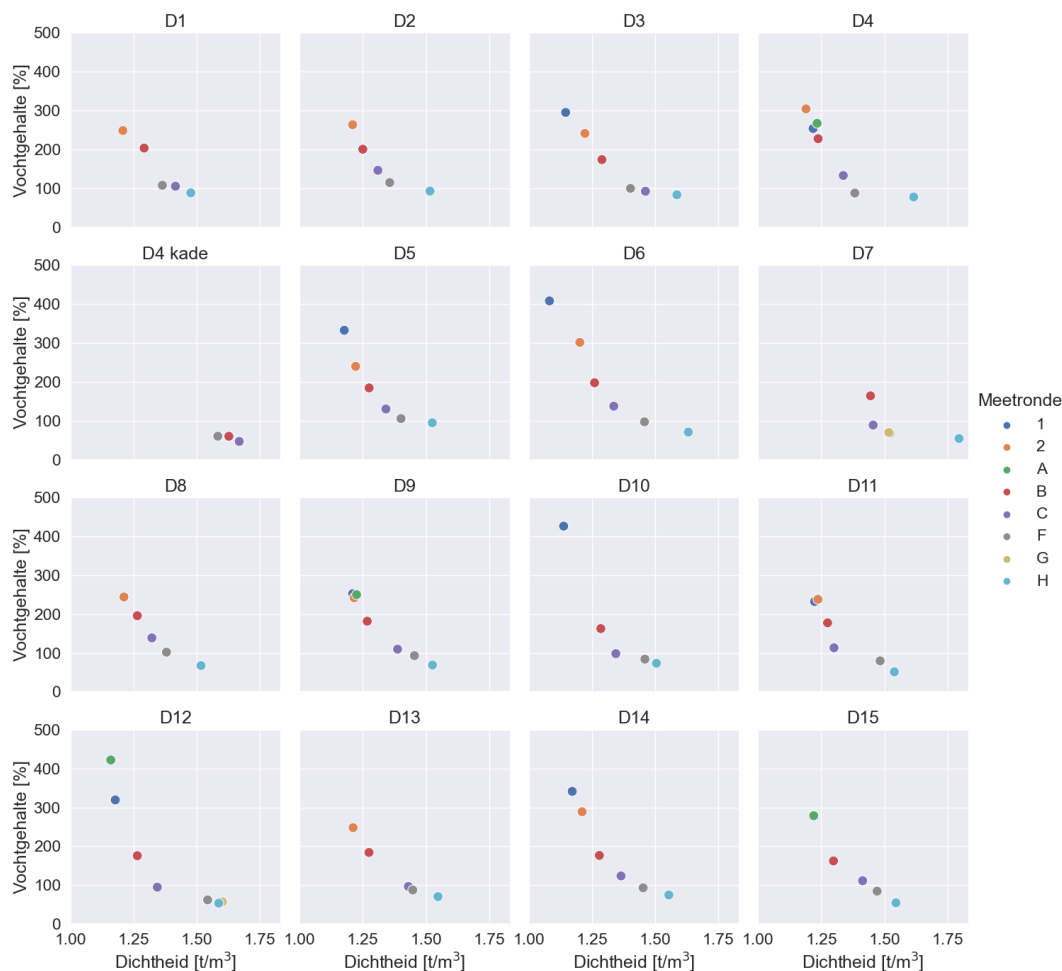


Figuur 4.50: Dichtheid ten opzichte van vochtgehalte. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde vochtgehalte in % ten opzichte van droge stof per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2. De blauwe lijn is de theoretische relatie tussen dichtheid en vochtgehalte bij verzadigde klei.¹⁶

¹⁶ De relatie is: $w = \frac{\rho_s - \rho}{\rho - \rho_w} \cdot \frac{\rho_w}{\rho_s}$, waarbij

w=watergehalte (% tov droge stof),

ρ =dichtheid (situ, verzadigd), ρ_s = soortelijk (korrel)gewicht (hier 2,51 t/m³) en ρ_w = dichtheid van water (hier 1,01 t/m³)



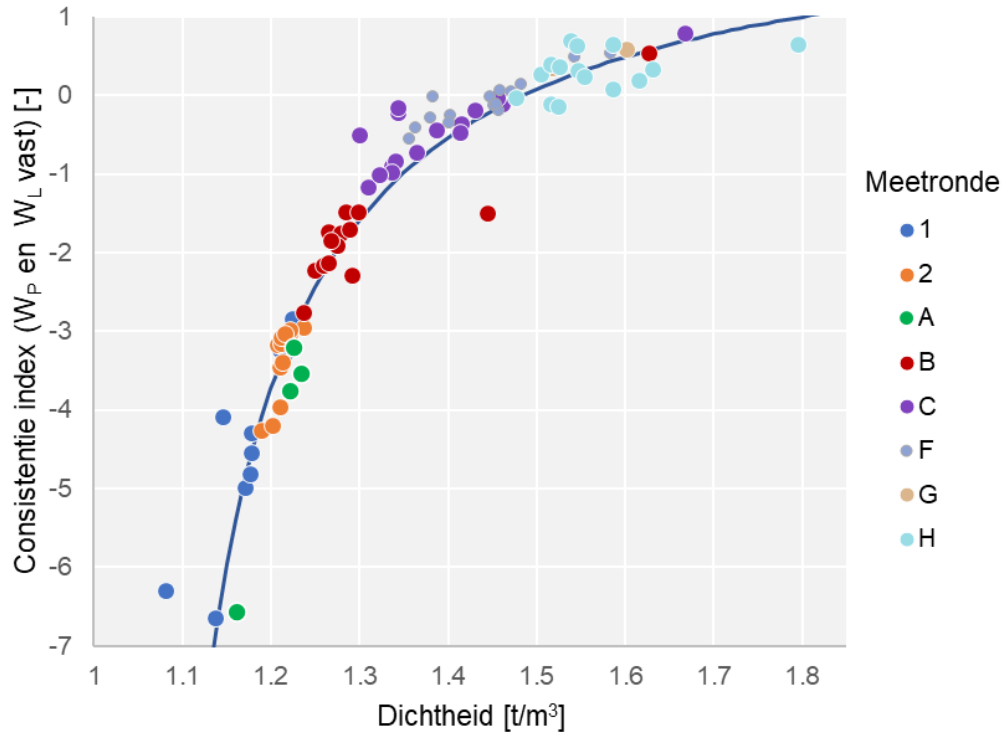
Figuur 4.51: Dichtheid ten opzichte van vochtgehalte per vak. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ uitgesplitst per vak is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde vochtgehalte in % ten opzichte van droge stof per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

4.7.2.3 Dichtheid ten opzichte van consistentie-index

In Figuur 4.52 wordt de ontwikkeling van de gemiddelde dichtheid, in ton per m³, ten opzichte van de consistentie-index weergegeven gedurende de verschillende bemonsteringsrondes. Elke kleur representeert een andere bemonsteringsronde en elk punt geeft het gemiddelde van een vak weer dat die ronde bemonsterd is. Bij de consistentie-index zijn voor de vloeigrens (W_L) en de uitrolgrens (W_P) respectievelijk de vaste waarden 87 en 36 % massa ten opzichte van droge stof aangehouden, vergelijkbaar met paragraaf 4.7.1.4.

Het figuur geeft een afnemende positieve correlatie weer tussen dichtheid en de consistentie-index, waarbij de correlatie in de eerste 6 maanden (1^e vulslag t/m bemonsteringsronde B), sterker positief is. Na bemonsteringsronde B vlakt het af, vergelijkbaar met de dichtheid-vochtgehalte relatie.

De positieve correlatie, met een sterkere stijging in de eerste 6 maanden, is over het algemeen ook goed zichtbaar als er per vak naar de bemonsteringsrondes gekeken wordt, zie Figuur 4.53.



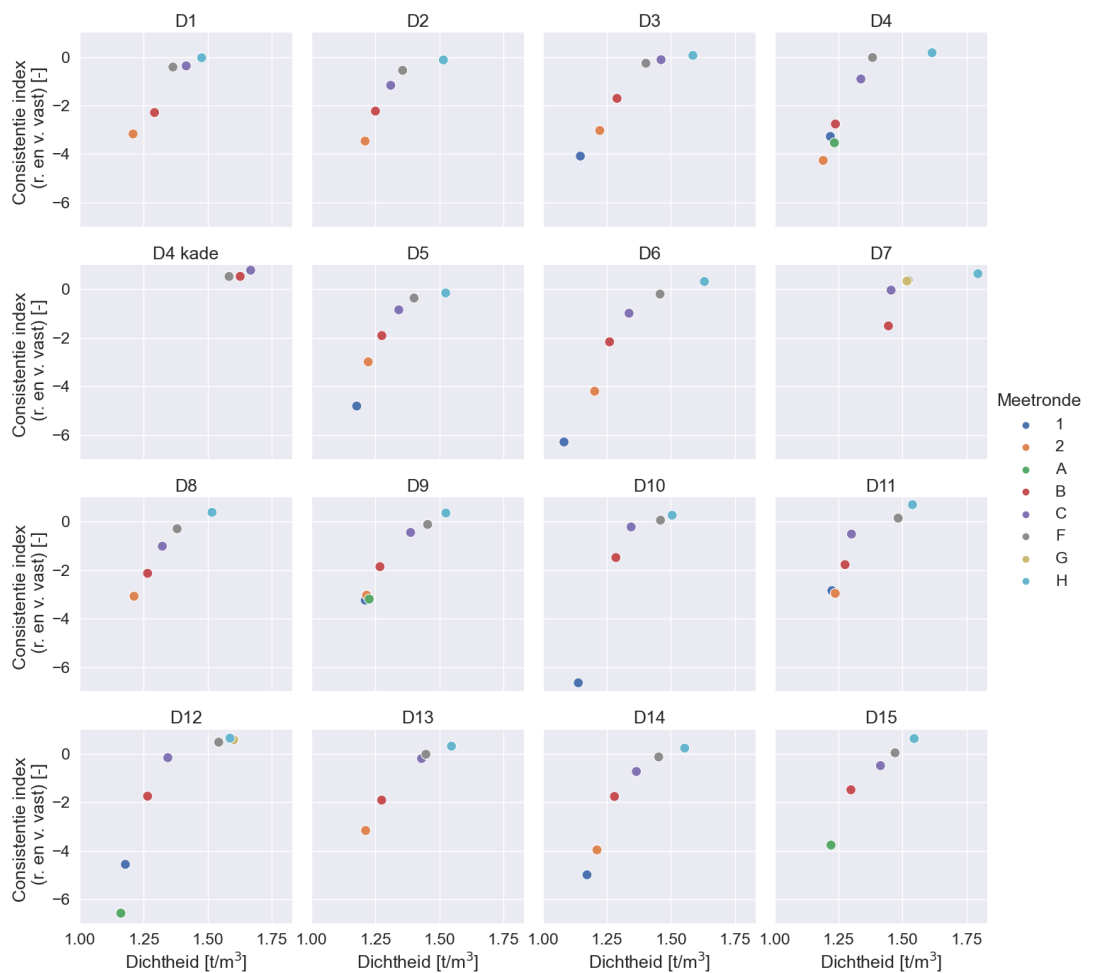
Figuur 4.52: Dichtheid ten opzichte van consistentie-index. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt de consistentie-index weergegeven waarbij vaste waarden voor de rol en vloeigrens zijn aangehouden (36 & 87% massa ten opzichte van droge stof respectievelijk). De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2. De blauwe lijn is de theoretische relatie tussen dichtheid en consistentie-index aan bij verzadigde klei.¹⁷

¹⁷ De relatie is: $C_I = \frac{w_L - \left[100\% \frac{\rho_S - \rho_{PW}}{\rho - \rho_W} \frac{\rho_S}{\rho_S} \right]}{w_L - w_P}$, waarbij

C_I= consistentie-index (-)

w=watergehalte (% tov droge stof), w_L=vloeigrens (hier 87%), w_P=uitrolgrens (hier 36%)

ρ=dichtheid (situ, verzadigd), ρ_S= soortelijk (korrel)gewicht (hier 2,51 t/m³) en ρ_w= dichtheid van water (hier 1,01 t/m³)

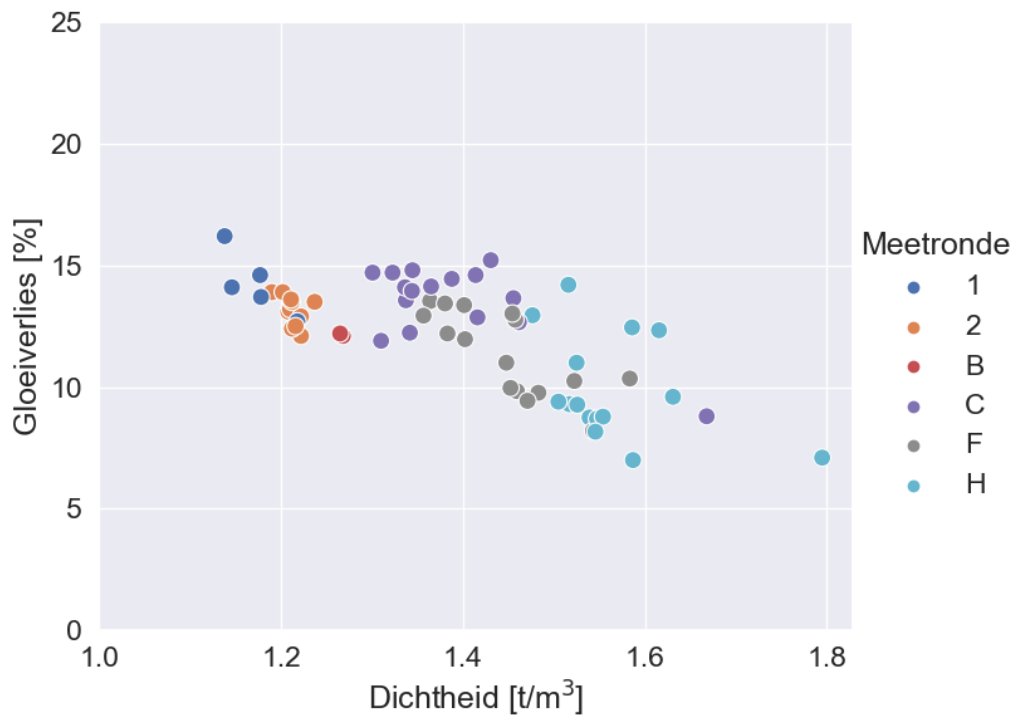


Figuur 4.53: Dichtheid ten opzichte van consistentie-index per vak. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ uitgesplitst per vak is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt de consistentie-index weergegeven waarbij vaste waarden voor de rol en vloeigrens zijn aangehouden (36 & 87% massa ten opzichte van droge stof respectievelijk). De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

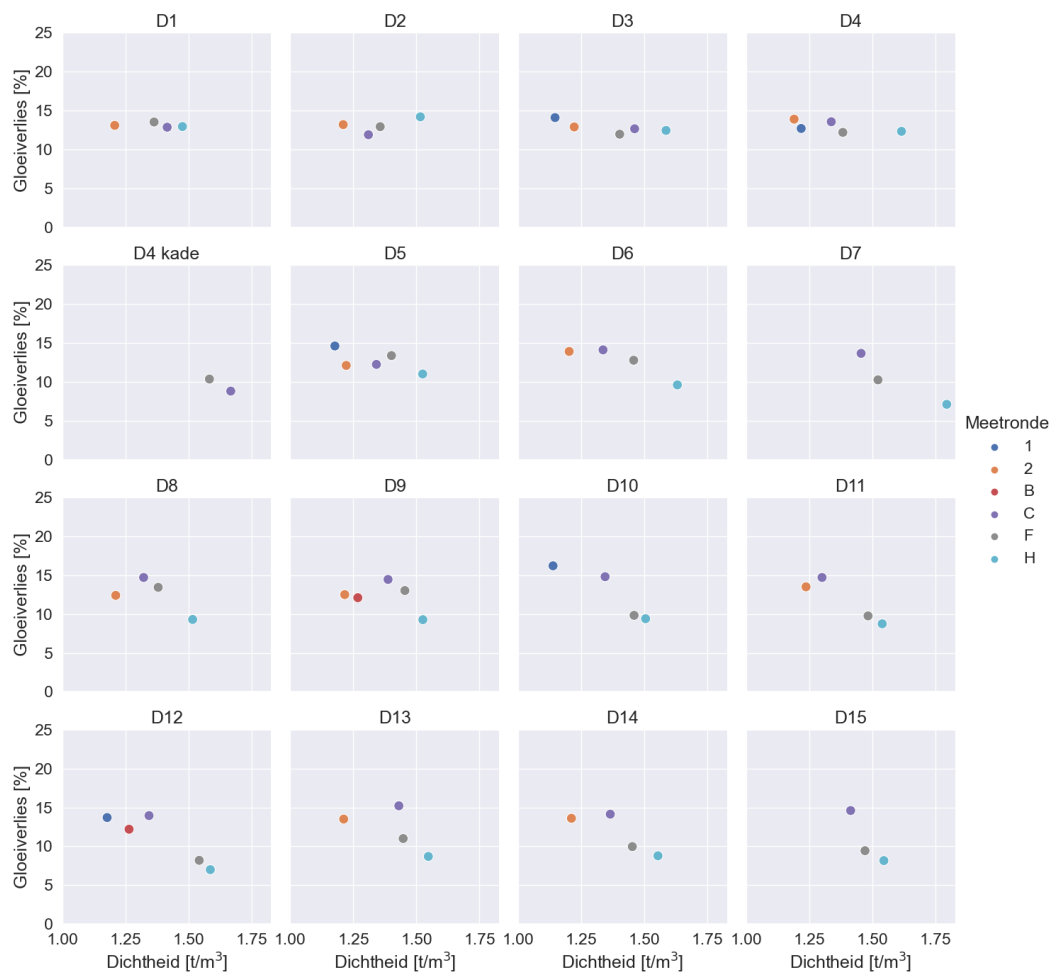
4.7.2.4 Dichtheid ten opzichte van gloeiverlies

In Figuur 4.54 wordt de ontwikkeling van de gemiddelde dichtheid, in ton per m³, ten opzichte van het gloeiverlies weergegeven gedurende de verschillende bemonsteringsrondes. Elke kleur representeert een andere bemonsteringsronde en elk punt geeft het gemiddelde van een vak weer dat die ronde bemonsterd is.

Figuur 4.54 laat zien dat tot en met bemonsteringsronde C (17 maanden na 1^{ste} vulslag) het percentage gloeiverlies relatief stabiel blijft ten opzichte van de dichtheid. Na bemonsteringsronde C is een negatieve correlatie zichtbaar, waarbij vakken met een hogere dichtheid een lager percentage gloeiverlies hebben. Ook bij de individuele vakken is deze trend zichtbaar ook al is het gloeiverlies niet tijdens alle bemonsteringsrondes in alle vakken uitgevoerd, zie Figuur 4.55.



Figuur 4.54: Dichtheid ten opzichte van gloeiverlies. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde gloeiverlies in % ten opzichte van droge stof per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

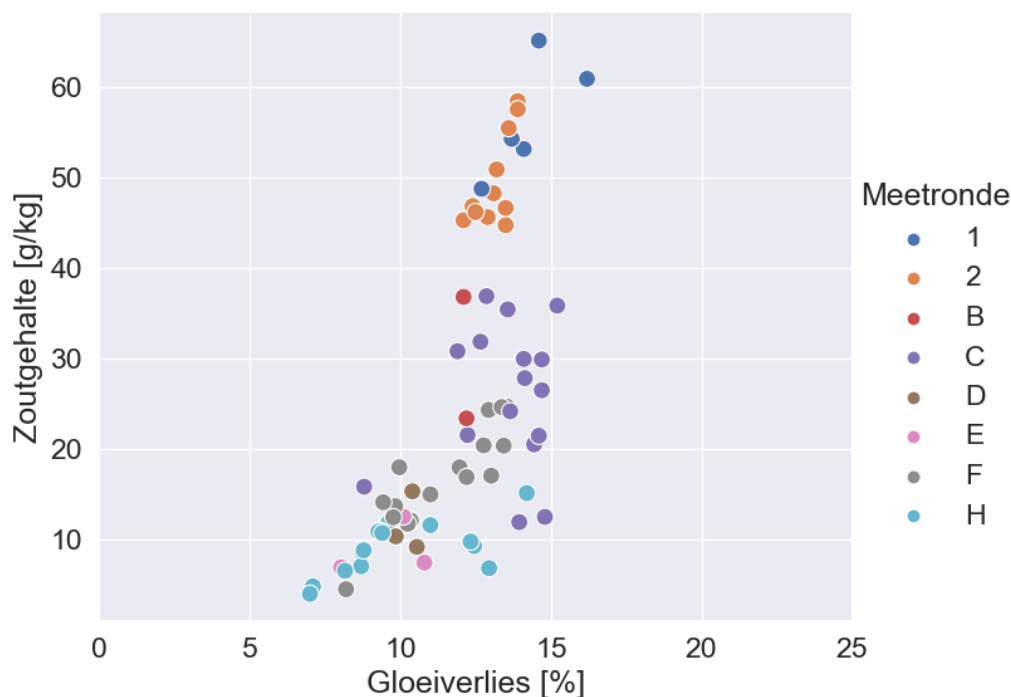


Figuur 4.55: Dichtheid ten opzichte van gloeiverlies per vak. Gemiddelde dichtheid in ton per m³ uitgesplitst per vak is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde gloeiverlies in % ten opzichte van droge stof per vak weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

4.7.3 Relatie tussen zoutgehalte en gloeiverlies

In Figuur 4.56 wordt de ontwikkeling van het gemiddelde percentage gloeiverlies van de klei (% ten opzichte van droge stof) ten opzichte van het zoutgehalte weergegeven gedurende de verschillende bemonsteringsrondes. Elke kleur representeert een andere bemonsteringsronde en elk punt geeft het gemiddelde van een vak weer dat die ronde bemonsterd is.

Figuur 4.56 laat, vergelijkbaar met de dichtheid (Figuur 4.55) zien dat tot en met bemonsteringsronde C (17 maanden na 1^{ste} vulslag) het percentage gloeiverlies relatief stabiel blijft. Na bemonsteringsronde C is een positieve correlatie zichtbaar, waarbij vakken met een lager % gloeiverlies een lager zoutgehalte hebben.

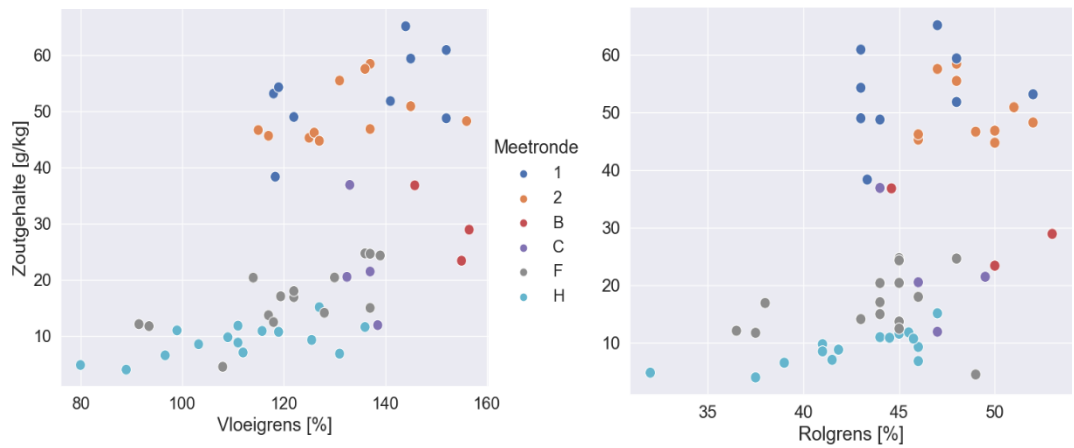


Figuur 4.56: Gloeiverlies ten opzichte van zoutgehalte. Gemiddelde gloeiverlies in % ten opzichte van droge stof per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde zoutgehalte in gram per kilogram klei weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

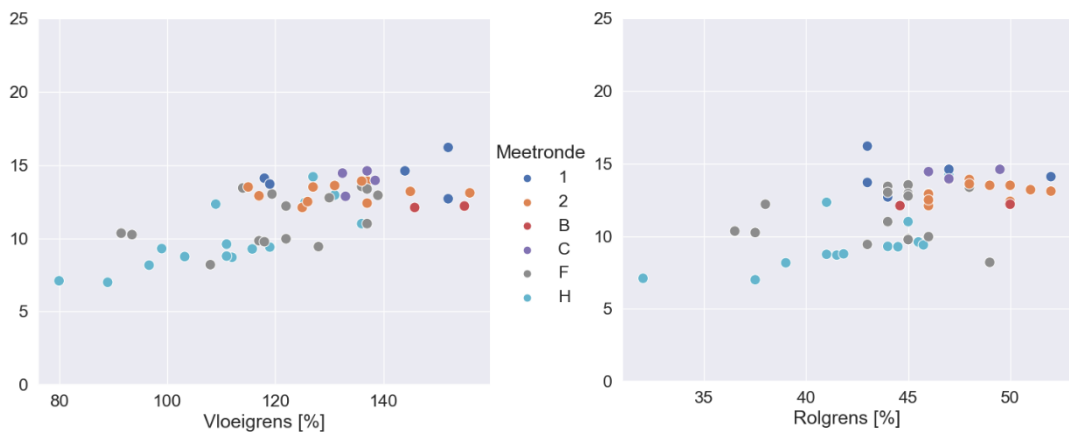
4.7.4 Effect van zoutgehalte en gloeiverlies op de Atterbergse grenzen

In de onderstaande figuren wordt het effect van zoutgehalte en gloeiverlies op de Atterbergse grenzen weergegeven. Hoe de Atterbergse grenzen (vloeigrens en rolgrens) berekend zijn is eerder beschreven in paragraaf 2.4. Los van het afnemende zoutgehalte (en in mindere mate gloeiverlies) in de loop van tijd zijn er in Figuur 4.57 en Figuur 4.58 geen duidelijke effecten zichtbaar.

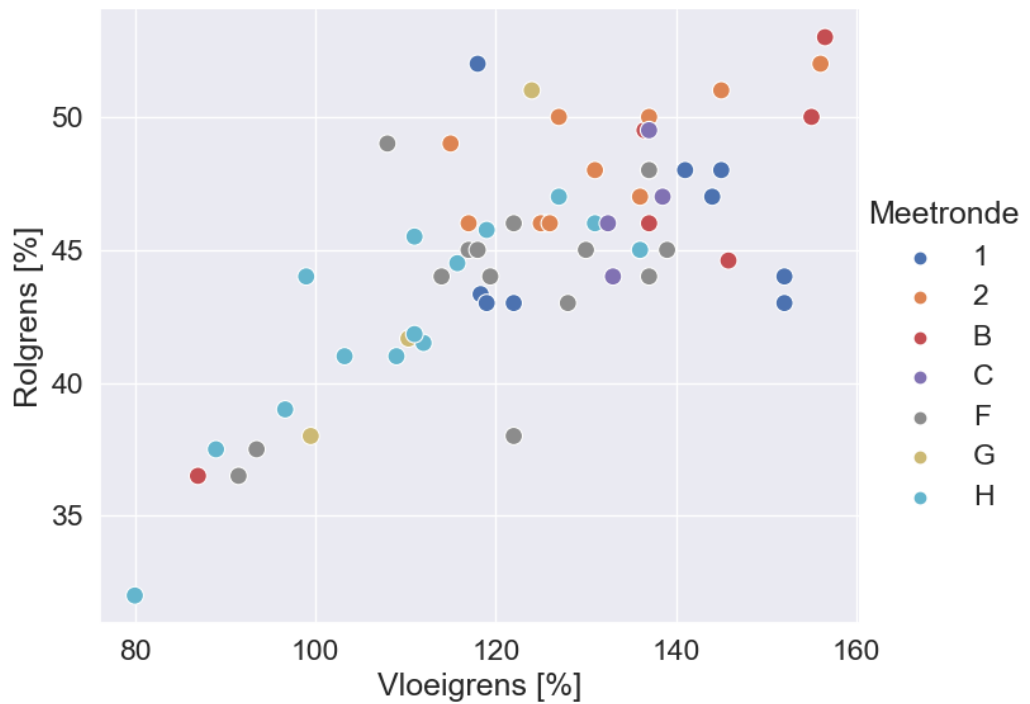
Figuur 4.59 geeft de relatie tussen de vloeigrens en de rolgrens in percentage ten opzichte van droge stof weer. Met name in bemonsteringsronde H is hier een positieve correlatie zichtbaar. Bij de andere rondes is, op enkele uitbijters in bemonsteringsperiode B en F, deze correlatie minder duidelijk zichtbaar. Of dit komt door de manier van meten of dat er inderdaad geen relatie is tussen de rol- en vloeigrens bij de klei in de verschillende vakken waarneembaar is, wordt besproken in de discussie.



Figuur 4.57: Vloeigrens (links) en rolgrens (rechts) ten opzichte van zoutgehalte. De vloeigrens en rolgrens in % ten opzichte van droge stof per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde zoutgehalte in gram per kilogram klei weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2. Let op de verschillen in waarden op de x-as tussen vloeigrens en rolgrens.



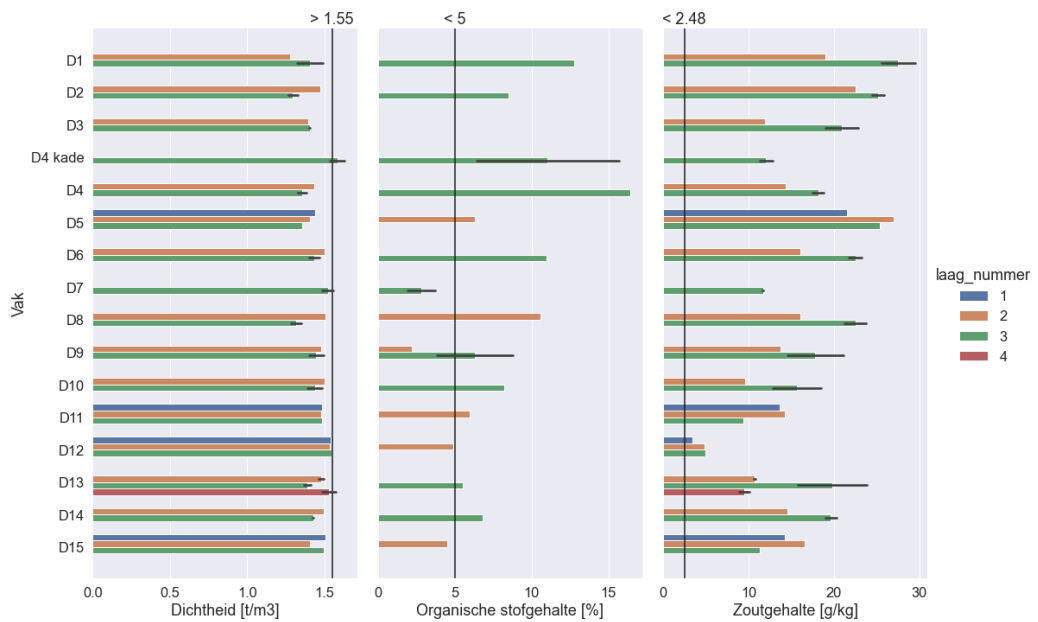
Figuur 4.58: Vloeigrens (links) en rolgrens (rechts) ten opzichte van gloeiverlies. De vloeigrens en rolgrens in % ten opzichte van droge stof per vak (elk punt is 1 vak) is weergegeven op de x-as. Op de y-as wordt het gemiddelde gloeiverlies in percentage ten opzichte van droge stof weergegeven. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2. Let op de verschillen in waarden op de x-as tussen vloeigrens en rolgrens.



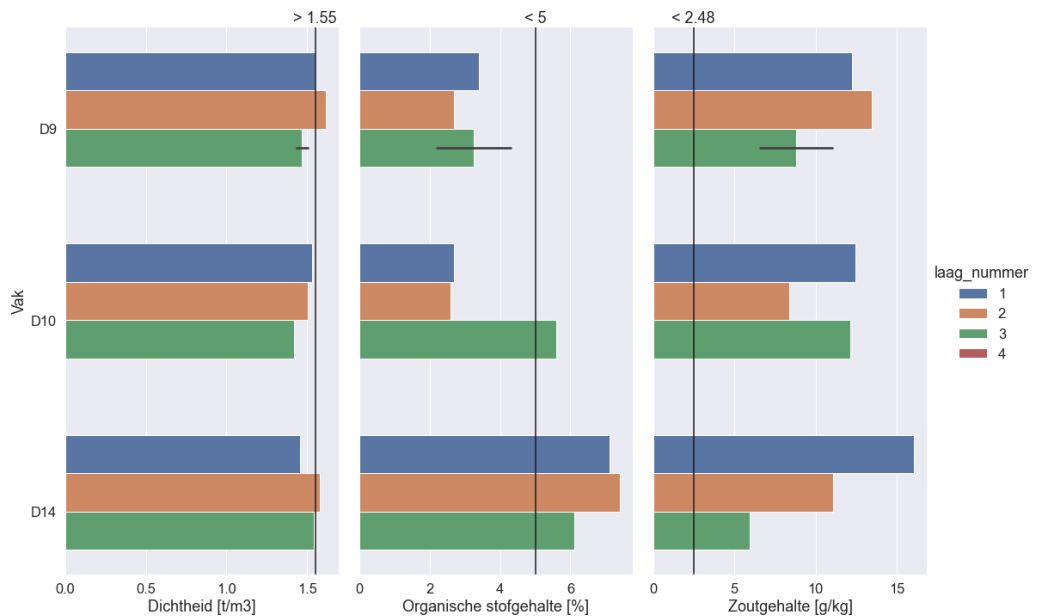
Figuur 4.59: Vloiegrens ten opzichte van rolgrens. De verschillende kleuren representeren de verschillende meetperiodes A t/m H en vulslag 1 & 2.

4.7.5 Per proefvak, laatste monitoringsronde

De laatste monitoringsronde vormde het sluitstuk van de metingen op de kleirijperij is daarom afzonderlijk weergegeven. Tijdens bemonsteringsronde F (september 2020) zijn onder andere dichtheid, zoutgehalte, organisch gehalte, plasticiteitsindex en vloeigrens gemeten per laag. Tijdens de laatste bemonsteringsronde (H) is dit onderscheid, vanwege de geringe dikte, niet mogelijk geweest voor de meeste vakken. In Figuur 4.60 worden waarden voor dichtheid, zoutgehalte en organisch gehalte van bemonsteringsronde F getoond. In Figuur 4.61 wordt voor de vakken waar dit mogelijk was dezelfde parameters weergegeven voor ronde H. Dit betreft de vakken D9, D10 en D14. De zwarte verticale lijn in de grafiek toont het criterium van klei voor dijken. Voor dichtheid is de waarde bij 20% afname van Atterbergse grenzen genomen. Dit is de in het Kwaliteitsplan parameter slib meegenomen inschatting voor afname tijdens het rijpingsproces na 3 jaar.



Figuur 4.60: Dichtheid, zoutgehalte en organisch gehalte voor alle vakken per diepte laag (laagnummers, waarbij laagnummer 1 het laagst gelegen is en laagnummer 4 het hoogstgelegen); zwarte horizontale lijnen in de balken is de standaarddeviatie; zwarte verticale lijn is het criterium van klei voor dijken. Data van monstername F.



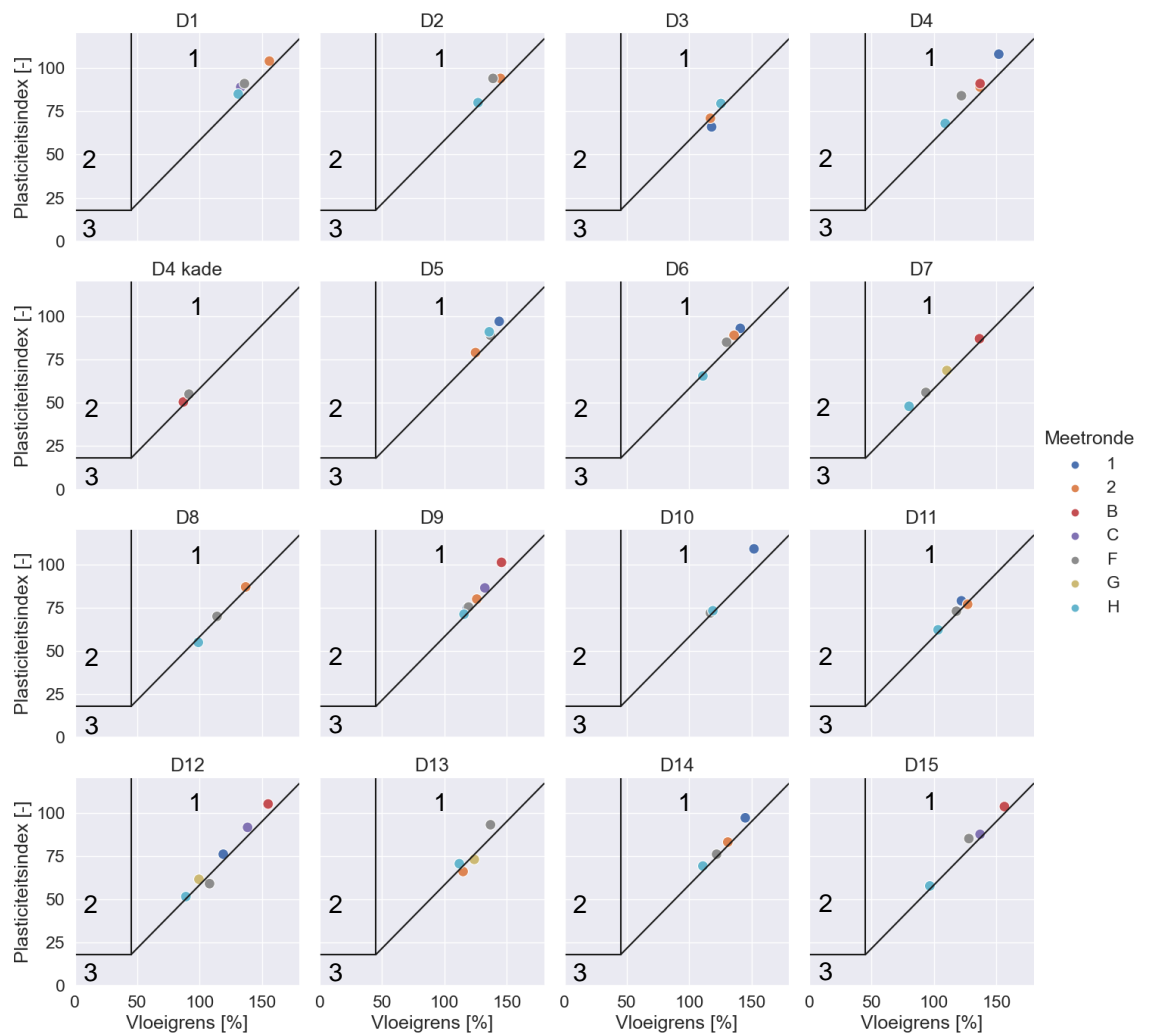
Figuur 4.61: Dichtheid, zoutgehalte en organisch gehalte voor alle vakken per diepte laag (laagnummers, waarbij laagnummer 1 het laagst gelegen is en laagnummer 4 het hoogstgelegen); zwarte horizontale lijnen in de balken is de standaarddeviatie; zwarte verticale lijn is het criterium van klei voor dijken. Data van monstername H.

Een overzicht van de numerieke resultaten wat betreft de belangrijkste parameters is per vak weergegeven in de onderstaande Tabel 4.15.

De plasticiteitsindex en vloeigrens worden per vak weergegeven in Figuur 4.62 en gerelateerd aan de Erosieklasse voor dijkkenlei. Zowel het ingangsmateriaal, als de monsters uit oktober 2018, liggen net boven de A-lijn en voldoen dus aan de eisen voor Erosieklasse 1. De plasticiteitsindex voor vulslag 1 lijken iets hoger dan die voor vulslag 2, terwijl de monsters uit oktober 2018, september 2019 daar over het algemeen tussenin liggen. Alleen het materiaal van D6 en D8 voldoen in september 2021 net niet aan de eisen van Erosieklasse 1. Dit materiaal valt binnen Erosieklasse 3.

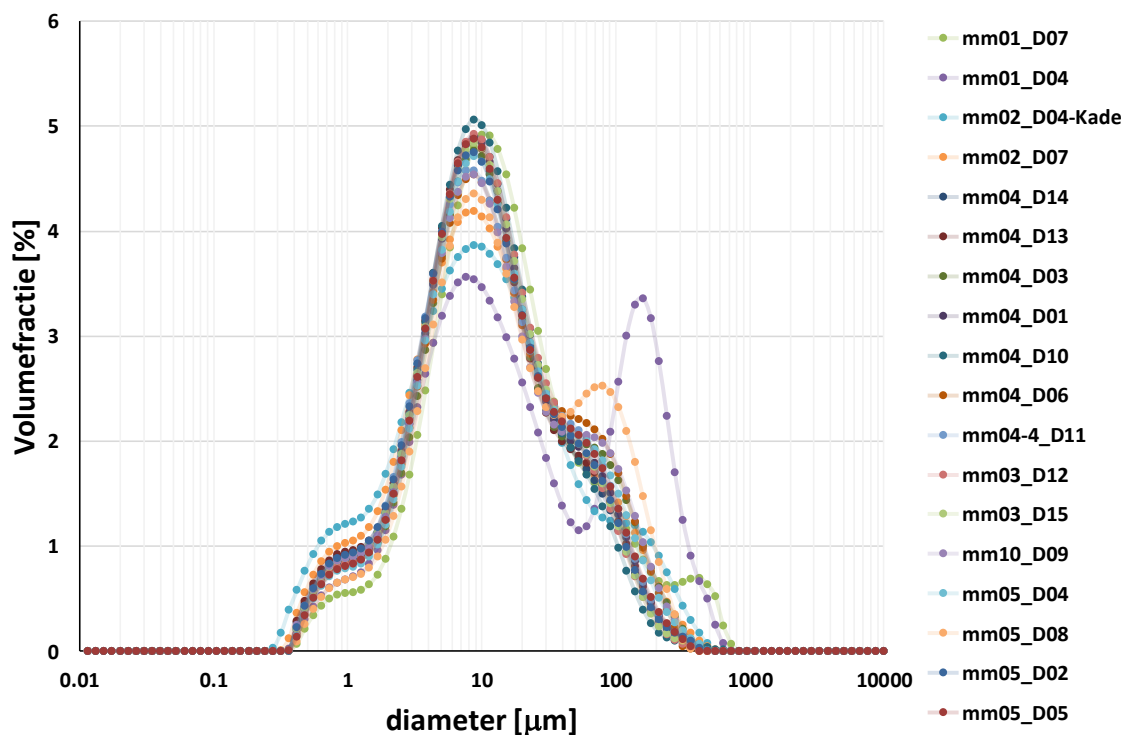
Tabel 4.15: Hoofdkarakteristieken van de vakken tijdens de meest recente volledige meetronde H (najaar 2021)

Vak	Volume [m ³]	Organische stofgehalte [%]	Gloeiverlies [%]	Zoutgehalte [g/L]	Zoutgehalte [g/kg]	Dichtheid [kg/m ³]
D1	3745	1,85	12,9	7,15	6,78	1480
D2	4430	3,4	14,2	16,2	15,1	1520
D3	4654	3,65	12,4	10,7	9,23	1590
D4	1214	1,4	12,3	12,5	9,71	1620
D5	2848	3,3	11	12,2	11,5	1520
D6	1300	3,35	9,6	16,2	11,8	1630
D7	9596	3,6	7,1	8,8	4,76	1800
D8	3790	7,5	9,3	16,2	10,9	1520
D9	2615	3,15	9,27	15,6	10,8	1530
D10	2958	2,95	9,4	14,8	10,7	1500
D11	2387	2,9	9,6	24,9	13,6	1540
D12	14425	4,15	7,0	7,2	3,94	1590
D13	5504	6,15	9,35	10,2	8,01	1540
D14	4928	6,58	9,3	12,6	11	1520
D15	2981	4,63	8,17	11,9	6,49	1550
Totaal	67375					
Gemiddeld		4,2	9,3	11,4	8,1	1584



Figuur 4.62: Plasticiteitsdiagram per vak op basis van Atterbergse grenzen tijdens vulslagen 1 en 2 en monsternamen B, C, F, G en H. De nummers 1, 2 en 3 representeren de Erosieklassen 1 t/m 3 voor dijkklei en zijn afgebakend met zwarte lijnen. De zogenaamde A-lijn is $I_p = 0.73 * (W_L - 20)$ en in dit figuur weergegeven als schuine lijn.

De korrelgrootteverdeling is bepaald voor mengmonsters van alle proefvakken op basis van de metingen in tijdens monsternamen B. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.63. Daaruit blijkt dat de korrelgrootteverdeling niet sterk verschilt en dat de meest voorkomende korrelgroottefractie 10 μm is. Opvallend is de tweede piek in proefvak D4-kade bij een korrelgrootte van 100-200 μm . Deze zandfractie is waarschijnlijk afkomstig van het drainagezand aangebracht op de bodem van D4. Bij het op de kant zetten van deze fractie is het waarschijnlijk gedeeltelijk meegenomen en vermengd. Een dergelijke vermenging zal waarschijnlijk ook optreden bij het “oogsten” van de gerijpte klei.



Figuur 4.63: Korrelgrootteverdeling van monsters genomen tijdens meetcampagne B.

4.8 Milieukwaliteit

De selectie van de locatie voor de inname van het slib is mede gebaseerd op de milieukundige rapporten van het slib in het havenkanaal van Delfzijl. Op basis daarvan is de slibvang geselecteerd. Ter validatie zijn tijdens beide vulslagen enkele metingen gedaan van de meest relevante stoffen. Daarvoor is een standaard waterbodempakket gebruikt, aangevuld met -bij geselecteerde monsters- sulfaat en chloride.

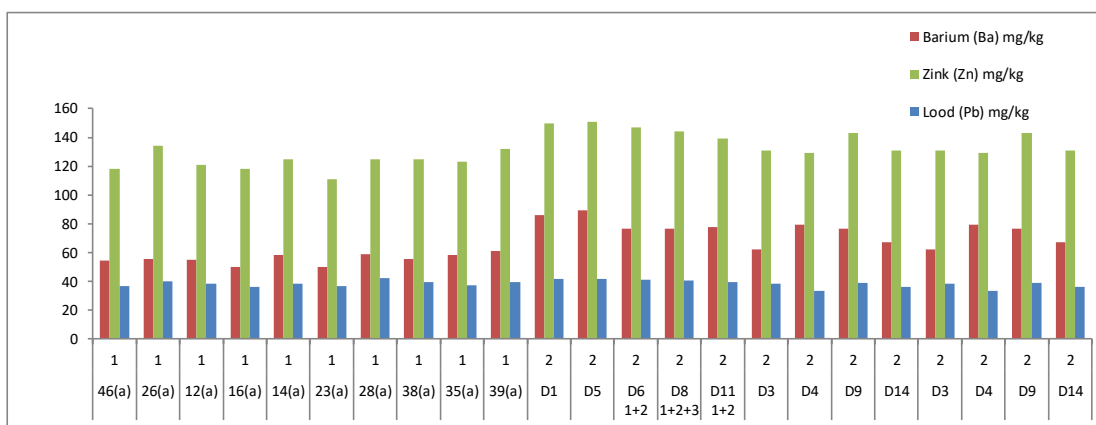
De monsters zijn vervolgens -indicatief- getoetst, om te kijken in hoeverre het materiaal zal voldoen aan de milieukundige eisen die bij verwerking in een dijk zullen worden gesteld. Daarbij is zowel een landbodem (Bijlage B, tabel, 1, Regeling bodemkwaliteit, versie januari 2018) als aan waterbodem (Bijlage B, tabel 2, Regeling bodemkwaliteit, versie januari 2018) getoetst. De toetsing is uitgevoerd via het programma Aloora (van Al-West) bij BoToVa (Bodem Toets- en Validatieservice). Alle toetsing voor de eerste en tweede vulslag voor landbodem en oppervlaktewater zijn te vinden in Bijlage A.9.

Alle monsters voldoen aan bodemgebruiksklasse Wonen of aan de achtergrondwaarde (AW). Voor toetsing als waterbodem voldoen alle monsters aan de achtergrondwaarde of Klasse A. Daarmee is het waarschijnlijk dat -op basis van milieukundige parameters- het slib (als het voldoet de geotechnische eisen voor dijken) voldoet voor zeedijken waarvoor waterbodemklasse A of bodemgebruiksklasse Wonen van toepassing is. De gemiddelde gehalten, standaarddeviaties (als maat voor de spreiding) en de relevante normen zijn opgenomen in Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Gestandaardiseerde gehalten in het slib ten opzichte van de toetswaardes (mg/kg d.s.)

Stof	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Achtergrondwaarde	Bodemgebruiksklasse Wonen	Klasse A (waterbodemp)	Waterbodemonderzoek 2018 (Antea 2018)
Metalen						
Barium (Ba)	66,8	11,9	Norm is niet vastgesteld voor Barium (Ba). ¹⁸			62
Lood (Pb)	38,5	2,4	50	138	138	48,6
Cadmium (Cd)	0,4	0,1	0,6	4	4	0,33
Kobalt (Co)	12,8	2,1	15	25	240	8,42
Koper (Cu)	16,8	1,6	40	96	96	17,4
Molybdeen (Mo)	0,7	0	1,5	5	5	1,05
Nikkel (Ni)	28,0	3,6	35	50	50	22,2
Kwik (Hg)	0,2	0,03	0,15	1,2	1,2	0,39
Zink (Zn)	131,8	10,8	140	563	563	124
Organische stoffen						
Som PAK's (10)	1,3	0,7	1,5	9	9	0,57
Som PCB's (7)	0,017	0,010	0,020	0,139	0,139	0,0061
Minerale olie	74,5	20,0	190	190	5000	<5-87
Anionen						
Chloride	30018	2638	Norm is niet vastgesteld voor Chloride (Cl). ¹⁸			12000
Sulfaat	2609	628	Norm is niet vastgesteld voor Sulfaat (SO ₄ ²⁻). ¹⁸			

Opvallend is dat de gehalten aan zware metalen weinig verschillen, wat een indicatie is van de homogeniteit van het aanwezige slib.



Figuur 4.64: Gestandaardiseerde gehalten van geselecteerde zware metalen [mg/kg d.s.].

4.8.1 Kleikwaliteit voor Proefdijk.

Voor het aanleggen van de Proefdijk is klei uit vak D7 gebruikt. De laagdikte van het vloeiende slib in D7 was direct na het vullen in 2018 zo'n 92 cm, en daarmee het vak met de kleinste laagdikte. In november 2018 is deze klei voor de eerste keer omgezet en op ruggen geplaatst, en liep daarmee vooruit op de andere vakken. Door de kleinere laagdikte is deze klei sneller gerijpt en daardoor ook geschikt om als eerste te verwerken. Deze klei is nogmaals omgezet in 2019. In september 2020 is deze klei gebruikt voor de aanleg van de Proefdijk.

¹⁸ De zorgplicht is van toepassing.

Vooraf is een T0-meting gedaan. Op 4 september 2020 zijn er door Boskalis in vak D7 vier monsters Boskalis genomen. De milieukwaliteit van de klei in deze monster is getest.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam".

De indicatieve toetsingsresultaten (appendix A.11) laten zien dat het materiaal (altijd) toepasbaar is volgens de BoToVa toetsingen T1 (Beoordeling kwaliteit van grond en bagger bij toepassing op of in de bodem) en T3 (Beoordeling kwaliteit van bagger en ontvangende bodem bij toepassing in een oppervlaktewaterlichaam).

4.8.2 Partijkeuring

Voor toepassing is een partijkeuring uitgevoerd (conform BRL1001), waarbij de kleirijperijklei verdeeld is in 10 partijen. De resultaten zijn te zien in Bijlage A.11. Daarbij voldeden 6 partijen aan de achtergrondwaardes, waardoor ze overal toepasbaar zijn. Voor 4 partijen gold dat ze voldeden aan de waarden voor Klasse industrie. Interessant is dat de meetwaarden voor deze partijen nauwelijks van elkaar verschilden. Echter zorgde het hogere gemeten lutumgehalte (wat wellicht een experimentele oorzaak heeft) ervoor dat de gestandaardiseerde waarden waaraan wordt getoetst lager uitvielen. Het is daarom van belang om ook deze waarde (en de mogelijke voorbehandelingen die er wijzigingen in kunnen veroorzaken) goed van te voren te onderkennen.

5 Discussie en conclusies

Deze rapportage beschrijft de volledige monitoringsperiode tot oplevering waarin de Kleirijperij Delfzijl volledig operationeel was. De periode liep van april 2018 t/m najaar 2021. Daarmee zijn gegevens beschikbaar van de vulfase en het verloop in de opvolgende jaren. In dit hoofdstuk wordt daarom stilgestaan bij de geschiktheid van het slib als ingangsmateriaal, waarna het rijpingsproces wordt beschreven. Tenslotte wordt stilgestaan bij de wijzigingen van de onderzoeksopzet. Parallel aan deze rapportage is een afzonderlijke rapportage over de kleirijperij Kwelder geschreven (Meshkati, Wesdorp en Vreeken, et al. 2023b) en de algemene conclusies over de verschillende toegepaste methodes is te vinden in de Rapportage Evaluatie Rijpingsmethodes (Meshkati, Wesdorp en van der Star 2023a).

5.1 Ingangsmateriaal

Het ingangsmateriaal is allemaal afkomstig uit de slibvang van het havenkanaal van Delfzijl en heeft grotendeels de eigenschappen zoals ingeschat tijdens de vulfase. Omdat het mogelijk bleek om al het materiaal uit deze slibvang te halen, is sprake van een grote homogeniteit in samenstelling. Dat volgt zowel uit de gehalten van diverse zware metalen, kalkgehalte, Atterbergse grenzen, korrelgrootteverdeling en soortelijk gewicht, en geldt -in iets mindere mate- voor organische stofgehalte en dichtheid. Deze homogeniteit van het ingangsmateriaal is van belang, omdat daarmee minder rekening hoeft te worden gehouden met het optreden van verschillen als gevolg van variatie in het ingangsmateriaal.

Het ingebrachte slib voldoet aan alle eisen die gesteld worden voor de productie van dijkenklei, en waarvan het de verwachting is dat ze niet meer zullen wijzigen: de milieukwaliteit is conform de verwachting, en ook parameters die sterk zullen (moeten) wijzigen in de kleirijperij (zoutgehalte, watergehalte en organische stofgehalte) zijn conform verwachting. Een vergelijking tussen de gemeten parameters en de verwachte waarden conform het Kwaliteitsplan Parameters Slib (van den Heuvel 2018) is weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 5.1: Informatie over het ingangsmateriaal, vergeleken met de ingeschatte range.

Parameter	Eenheid	Ingeschatte Range	Gemeten Waarde	Norm
Dichtheid	t/m ³	1,17-1,27	1,19	>1,55-1,65
Soortelijk gewicht	t/m ³		2,51	-
Atterbergse grenzen -vloei grens	%	136-183	131	
-rolgrens -plasticiteitsindex	% %	51-57 80-126	46,9 85	
Consistentie-index		-4- -2	-3,2	0,6
Zoutgehalte	g/L (porievocht)		18,0	<4
Organische stof	%	10	9,0	<5
Kalkgehalte Zandgehalte	% %	1	13 <1	<25 <40

De hoeveelheid ingebracht slib is 195 000 m³, met een hoeveelheid 60 021 TDS. Dat is meer dan de 52 791 TDS in de oorspronkelijke plannen. Daarmee is in depot Delfzijl voldoende materiaal beschikbaar.

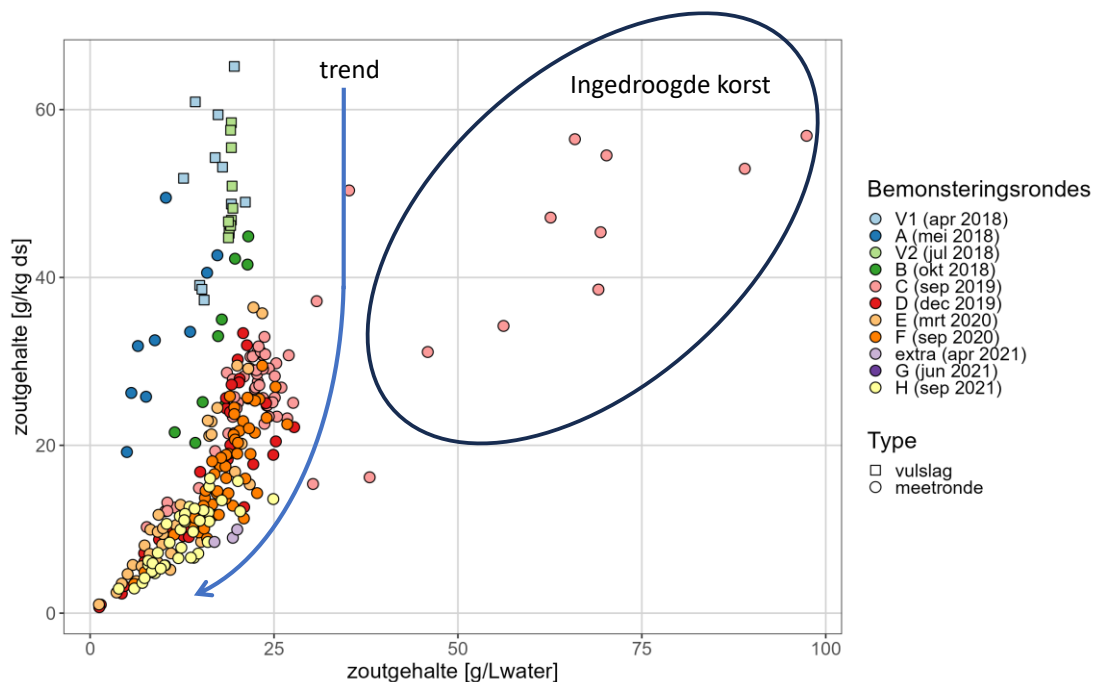
5.2 Verloop van de belangrijkste parameters

Het watergehalte is -zoals verwacht- zeer sterk afgenomen, aanvankelijk vanwege bezinking en consolidatie. Het volume van het slib in de kleirijperij is afgenomen van 195 000 m³ tot 140 000 m³ in oktober 2018, 121 000 m³ in september 2019 en 67 375 m³ in september 2021. Daarmee was in oktober 2018 55 % en in 2019 68% van het te verwijderen water reeds verwijderd. Met dat water is ook circa 88% van het te verwijderen zout (ca. 5 200 ton) verwijderd.

De mate waarin de toename van de dichtheid is opgetreden, is sterk afhankelijk van een tweetal processen waar in het eerste jaar al duidelijk variatie was aangebracht: laagdikte en het moment van opbrengen. Deze parameters worden verder besproken bij de review van de verschillende strategieën.

De hoofdparameter wat betreft zout -het zoutgehalte in het poriewater- is aanvankelijk nauwelijks afgenomen. Dat geldt voor alle vakken, inclusief het proefvak D12 (het zoetwater proefvak, waarbij geconstateerd moet worden dat de opmenging met zoetwater onvoldoende effectief is geweest). Een sterke afname was wat betreft het zoutgehalte echter ook niet verwacht in het eerste jaar, aangezien daarvoor het vormen van structuur van belang is, waardoor regenwater goed kan intreden. Bovendien leidde de zeer droge zomer weliswaar tot toegenomen verdamping, maar dat is een proces waarbij het zoutgehalte *in het poriewater* juist toeneemt. In het tweede jaar lag een vermindering van het zoutgehalte wel in de lijn der verwachting. Mede door wederom een erg droge zomer bleven de zoutgehaltes vergelijkbaar in de klei, maar namen ze in de toplaag juist sterk toe. Juist in het laatste jaar nam het zoutgehalte wel af. Dit versterkt het beeld dat hierboven beschreven is en dat eerst het water voldoende moet zijn verwijderd voor zoutverwijdering gaat optreden.

In de figuur hieronder wordt het zoutgehalte volgens de norm (g/L water) en als indicator voor de totale hoeveelheid zout (in g/kg droge stof) weergegeven voor alle gemeten waarden. De metingen van de korst zijn daarin goed te herkennen.



Figuur 5.1: Zoutgehalte tijdens de uitvoering van de pilot kleirijperij.

Wat betreft organische stof, was wel enige afname verwacht, aangezien verstoring van een systeem (zoals baggeren) vaak leidt tot oxidatie. Een dergelijke afname is alleen waargenomen in proefvak D12 in 2018, waar die mogelijk gerelateerd is aan het zoete water dat een lange tijd (circa 3 weken) bovenop het slib heeft gestaan, en waarvan het organische stof of tijdens het vullen, of door interactie met deze waterlaag af heeft kunnen breken¹⁹.

Voor het organische stofgehalte is de daling aanvankelijk nog niet ingezet, omdat dit niet met het afstromende water mee verdwijnt (behalve wellicht in proefvak D12, zoals boven beschreven). Mogelijk speelt hier het milieu een rol: vanwege het zoute poriewater is tevens veel sulfaat aanwezig (2,6 g/kg ds) en een relatief lage CN-ratio. Deze factoren dragen bij aan remming van de microbiële groei in het algemeen, en de anaerobe afbraak in het bijzonder. In het laatste jaar is verwijdering van organische stof te zien, zodanig dat zelfs de eisen voor klei voor dijken in beeld komen. Alleen in het laatste jaar is daarmee een aanzienlijke daling vastgesteld:

Alleen tijdens de laatste ronde leek het organische stofgehalte structureel te dalen. Een laboratoriumexperiment kan in de toekomst wellicht uitkomst bieden om te bepalen onder welke omstandigheden de daling van het organische stofgehalte inzet, om op die manier tot een betere verwachtingswaarde te komen.

5.3 Effect van rijpingsstrategieën

De belangrijkste variaties in Delfzijl lagen op gebied van laagdikte. De vakken met een zeer lage laagdikte, maakten de rijping zoals verwacht sneller. Het proefvak gevuld met slechts 40 cm slib (D4-kade) kon zelfs al in juli op de kade gezet worden en bereikte in 1 van de monsters zelfs al de vereiste consistentie-index van 0,6. Het proefvak met 70 cm slib (D7) kon een maand later al op ruggen worden gezet. Voor de andere vakken ging het proces beduidend trager.

Daarbij speelde korstvorming waarschijnlijk een belangrijke rol. Deze korstvorming beperkt zich tot het uitreden van water aan de bovenkant, waarschijnlijk versterkt door de bijzonder droge en hete zomer. Met de afname van de mogelijkheid tot waterafstroming aan de bovenkant, werd drainage via de onderkant belangrijker.

Het effect van het vullen van de proefvakken in 2 slagen werd gedomineerd door de periode waarin dat plaatsvond: de eerste vulslag vond plaats in april 2018. Nadat de waterflux naar de bovenkant van de depots afnam kon droging en scheurvorming plaatsvinden vanwege het goede weer in mei en juni en (voor de proefvakken die geen tweede keer zijn gevuld) in juli en augustus. Voor de proefvakken die voor een tweede maal werden gevuld (in juli) kon de periode van dat drogen en scheurvorming pas half augustus beginnen. Daarmee was al een groot gedeelte van de zomer voorbij.

In 2019 werd het effect van het op ruggen zetten zichtbaarder. Dit leidde tot verbeterde wateruitreding en een uitdroging aan het aan de buitenlucht blootgestelde gedeelte. Het verwachte effect van zoutverwijdering door de meer open structuur waarmee de ruggen werden opgezet (ten opzichte van de niet op ruggen gezette vakken) was beperkter zichtbaar. Sterker nog, door de aanhoudende droogte was aan de top een sterk verzoute toplaag zichtbaar.

De biologische proefvakken zijn aanvankelijk ingezaaid met soorten die niet goed gedijen bij zout. De verwachting was dat de toplaag meer regen-gedomineerd zou zijn en daarmee zoeter. Daarmee is deze inzaai niet succesvol gebleken. De resultaten van de tweede inzaaironde (november 2019) waren in 2019 -zoals verwacht- nog niet zichtbaar. Aangezien deze vakken (die bestaan uit 1 strook Strandmelde, 1 strook Zulte en 1 strook geen inzaai) als enige niet zijn omgezet, vormen ze ook de vergelijking tussen het op ruggen zetten (waarbij nieuw materiaal aan de lucht wordt blootgesteld, en het materiaal wordt gebroken) en een systeem waarin natuurlijke scheurvorming ongestoord (niet verstoord door bewerkingen) kan doorgaan. Hoewel in de toplaag ook in 2021 nog duidelijk effect werd gezien van de vegetatie (van der Ouderaa, et al. 2023), bleek de ontwatering (en ook de zout/organische stofverwijdering) van deze vakken duidelijk

¹⁹ Het is denkbaar dat door de verandering van zout naar zoeter milieu de organische stof instabiel is geworden, of dat in het zoete water meer omzetting kon plaatsvinden.

minder te zijn. Bij gebruik van dunnere lagen is de toegevoegde waarde van gebruik van inzaaistrategieën wellicht groter.

5.4 Eindresultaat

Het eindresultaat is klei de waarden per vak zoals weergegeven in Tabel 4.51. De gemiddelde waarden daarvan zijn hieronder weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2: Informatie over het ingangsmateriaal, vergeleken met de ingeschatte range.

Parameter	Eenheid	Beginwaarde	Eindwaarde	Norm/ doelwaarde eindproduct
Dichtheid	t/m ³	1,19	1,58	>1,55-1,65
Atterbergse grenzen				
-vloeigrens	%	131	80-120	
-rolgrens	%	46,9	40-42	
-plasticiteitsindex	%	85	40-85	
Consistentie-index		-3,2	0,35	0.6
Zoutgehalte	g/L (porievocht)	18,0	11,4	<4
Zoutgehalte ²⁰	g/kg	51	8,1	-
Organische stof	%	9,0	4,2	<5
Kalkgehalte	%	13	n.d. ²¹	<25
Zandgehalte	% %	2,8	n.d. ²¹	<40

Het resultaat is een klei die voldoet aan alle eisen voor klei voor dijken, met uitzondering van het zoutgehalte en (voor bepaalde vakken) de consistentie-index. Deze was overigens ten tijde van de toepassing wel hoog genoeg. Overigens is niet gezegd dat met het niet voldoen aan 1 parameter, de klei niet kan worden toegepast: om dit te beproeven is (mede) van dit materiaal een proefdijk gemaakt (Boskalis en Van Oord 2020), en is het materiaal succesvol beproefd in op golfbelasting in de Deltagoot (van Steijn en Klein Breteler 2021).

²⁰ Geen formele norm, maar een indicatie van totaal aanwezig en verwijderd zout.

²¹ Vanwege beperkte wijziging geen reden om mee te meten.

6 Referenties

- Antea. 2018. „Verkennd waterbodemonderzoek, Handelshaven en Zeehavenkanaal te Delfzijl, baggerjaar 2018 - 2019, projectnummer 0431594.00.”
- BH Photo Video. 2019. *BH Photo Video*. https://www.bhphotovideo.com/c/product/1298134-REG/dji_cp_pt_000607_phantom_4_pro.html.
- Boskalis en Van Oord. 2020. „De Aanleg van een Proefdijk.”
- CROW. 2015. „Standaard RAW Bepalingen 2015.”
- Deltares. 2019. *Transect functie*. 6 maart. kleirijperij.openearth.eu.
- Economie en Ecologie Eems-Dollard in balans. 2015. „Eindrapport MIRT-onderzoek.”
- EcoShape. 2019. „Expertgroep Pilot Kleirijperij.” *Rijpingsstrategieën*.
- EcoShape. 2017. „Plan van Aanpak; Uitvoering Pilot Kleirijperij.”
- KNMI. 2018. *Neerslagtekort in Nederland in 2018*. 27 3. https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/neerslagtekort_droogte.
- Kox, MAR, en S Jansen. 2022. *Greenhouse gas emissions from the clay ripening pilot “Kleirijperij”*. *Deltares rapport 11202895-002-BGS-0002*. EcoShape.
- Meshkati, E, K Wesdorp, en WRL van der Star. 2023a. *Evaluatie Rijpingsmethodes Kleirijperij*. *Deltares Rapport 11201344-000-ZKS-0011*. EcoShape.
- Meshkati, E, K Wesdorp, T Vreeken, en WRL van der Star. 2023b. *Monitoringsrapportage Kleirijperij Kwelder*. *Deltares rapport 11201344-0020-ZKS-0005*. . EcoShape.
- NEN. 2016. „Geotechnisch onderzoek en beproeving - Beproeving van grond in het laboratorium - Deel 3: Bepaling van de dichtheid van gronddeeltjes.”
- NEN. 1995. „NEN 5112:1995 Geotechniek - Bepaling van het watergehalte van.”
- Sittoni, Luca, Erik Hendriks, Ebi Meshkati Shahmirzadi, Maria Barciela Rial, en Stefan Janssen. 2022. *TKI Living Lab for Mud (TKI LLM)*. Delft: TKI Deltatechnologie.
- Sjenitzer, S, D Derks, W van der Star, en E. Meshkati Shahmirzadi. 2020. *Historisch (literatuur) onderzoek Pilot Kleirijperij*. EcoShape: WATRC_BC8760-111_R0001_901691_f1.0.
- Sweco. 2018. „Verkennd bodemonderzoek. Locatie: Kleirijperij aan de Valgenweg te Delfzijl, rapport SWNL0225098.”
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. 1996. „Technisch rapport Klei voor dijken.”
- van den Heuvel, M. 2018. *Kwaliteitsplan Parameters Slib, WP1.2.7*. EcoShape.
- van der Ouderaa, I, M van Puijenbroek, K Elschot, P Essink, en M Scholl. 2023. *Building with Nature - Pilot kleirijperij – effecten van biologische bewerkingsmethoden op het rijpen van klei*. Wageningen Marine Research rapport C058/22. EcoShape.
- van der Star, W, B Wichman, en J Boganen. 2018a. „Monitoringsplan Kleirijperij locatie Delfzijl, WP4.1.2. Deltares rapport 11201344-000-ZKS-0005.” EcoShape.
- van der Star, W, B. Wichman, en J. Boganen. 2018b. *Monitoringsplan Kleirijperij Locatie Kwelder*. *Deltares rapport 11201344-000-ZKS-0008*. EcoShape.
- van Steijn, P, en M Klein Breteler. 2021. „Onderzoek Geschiktheid Deltaklei in kader van demonstratieproject Brede Groene Dijk. Stap 9: Meting erosiebestendigheid deltaklei met Deltagootproeven. Deltares Rapport 11206194-002-HYE-0014.”

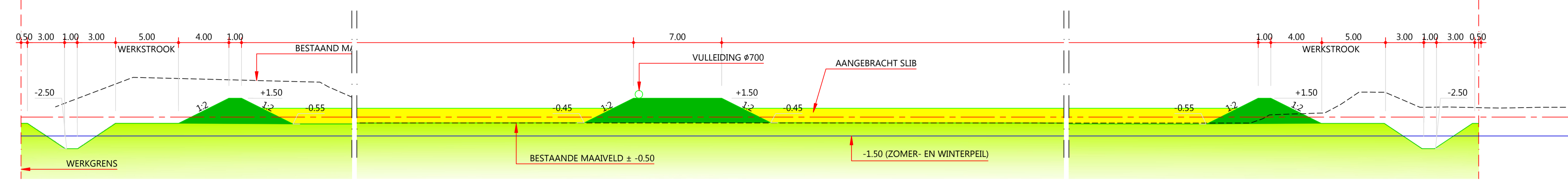
Bijlages

102 van 129	Monitoringsrapportage Kleirijperij Delfzijl 11201344-002-ZKS-0003, 22 september 2023
-------------	---

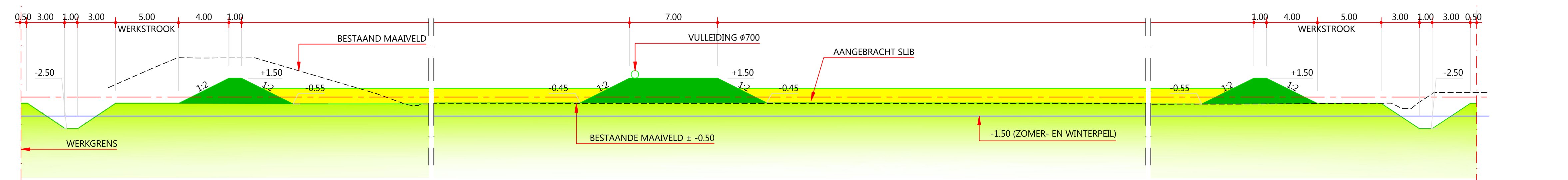
CODE	BESCHRIJVING	AANTAL (NUMMER)
F1	STANDAARDVAK	3 (D1, D8, D14)
F2	STANDAARDVAK ZONDER ZANDDRAINAGE	2 (D2,D3, D13)
F3	STANDAARDVAK IN 1 KEER GEVULD	2 (D4, D12)
F4	STANDAARDVAK, 0.5m EN 1m LAAGDIKTE	2 (D5, D10)
F5	STANDAARDVAK MET ONWERKEN/VOREN TREKKEN MET HOGERE FRE	1 (D6)
F6-OPTIE 1	STANDAARD MET ZOET WATER OPZETTEN IN DE WINTER	1 (D15)
F6-OPTIE 2	STANDAARDVAK MET ZOETWATER BIJMENGEN BIJ VULLEN (EERSTE VL	1 (D15)
F-OPTIE	ZAND ALS DEKLAAG	-
B1	STANDAARDVAK MET INGEZAAD/GEPLANT MATERIAAL 1	1 (D7)
B2	STANDAARDVAK MET INGEZAAD/GEPLANT MATERIAAL 2	1 (D11)
T1	TOESLAGMATERIALEN / RESERVE	1 (D9)



OVERZICHT
SCHAAL 1 : 2000



DOORSNEDEN A-A
SCHAAL 1 : 200

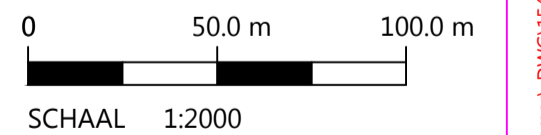


DOORSNEDEN B-B
SCHAAL 1 : 200

OPMERKINGEN

- MAATVOERING IN M
- HOOGTEMATEN IN M T.O.V. N.A.P.
- COORDINATENSTELSEL : RD
- LOCATIES STORTKISTEN INDICATIEF
- STORTLEIDINGEN IN VELD UITKOMEND OP HELE BUISLENGTES (TOEPASSEN PASSTUK NIET NOODZAKELIJK)

CONCEPT 0.2
20.12.17



Stichting EcoShape
Kleirijperij Valgenweg / GSP-terrein
Voorontwerp
Voorlopig ontwerp slibdepot



Getekend	J. Meesters	Schaal	1 : 2000 1:200
Gecontroleerd			
Goedgekeurd			
Datum	20/12/2017	Formaat	A1

CAD TEK: \\NL1\TENDERS\154731_Kleirijperij\05_Engineering\05_V007_Tekening\DWG\154731_DDE_1006_Design.dwg

A.2 Locaties monstername A tot F



Locaties waar monsters zijn genomen tijdens monsterrondes A (bijv D9.2(A)) en B (bijv D13.1(B)).

Monsternamen bij monsterronde C was -voor de vakken die niet op ruggen stonden- gespiegeld over de middenas van het proefveld. Voor de vakken op ruggen is de middelste rug bemonsterd op drie locaties: 30 m, 50 m en 65 meter vanaf de stortpijp. Op deze locaties zijn monsters genomen op 3 dieptes. Per Vak zijn vervolgens mengmonsters samengesteld waarbij de monsters van dezelfde diepte zijn gemengd. Om de statistische variatie te bekijken zijn echter in vak D9 geen mengmonsters samengesteld, maar zijn de monsters los geanalyseerd.



Locaties waar monsters zijn genomen tijdens monsterrondes E tot F. Bijvoorbeeld D9.2(E) voor ronde E en D13.1 (F) voor ronde F.

A.3 Drone kenmerken

Specificaties van de hoogteopnames en dataverwerking zijn hieronder weergegeven.

NOTES	
GEODETTIC PARAMETERS:	
Source Ellipsoid:	ETRS 1989 Semi major axis (a): 6378137.000 Inverse Flattening (1/f) : 298.257222101004
Target Ellipsoid:	Bessel 1841 Semi major axis (a): 6377397.155 Inverse Flattening (1/f) : 299.152812544765
Datum Shift:	ETRS 1989 -> Bessel 1841 Dx: -565.4136 Rx (seconds): 0.398950 Sf(ppm): -4.07250 Dy: -50.3360 Ry (seconds): -0.343980 Dz: -465.5516 Rz (seconds): 1.877400
Projection:	RD Oblique Equatorial Stereographic Latitude of Origin: 52°09'22.17800"N Longitude of Origin: 005°23'15.50000"E Scale factor: 0.99990790 False Easting: 155000.000 False Northing: 463000.000
Geoid Model:	Geoid Model: RDNAPTRANS2008
Vertical datum :	NAP
EQUIPMENT:	
Drone System	DJI Phantom Pro 4
Positioning System:	GCP's measured with Trimble RTK
SOFTWARE:	
Acquisition Software:	PDS2000
Processing Software:	Pix4D
SURVEY PERIOD:	23-04-2018

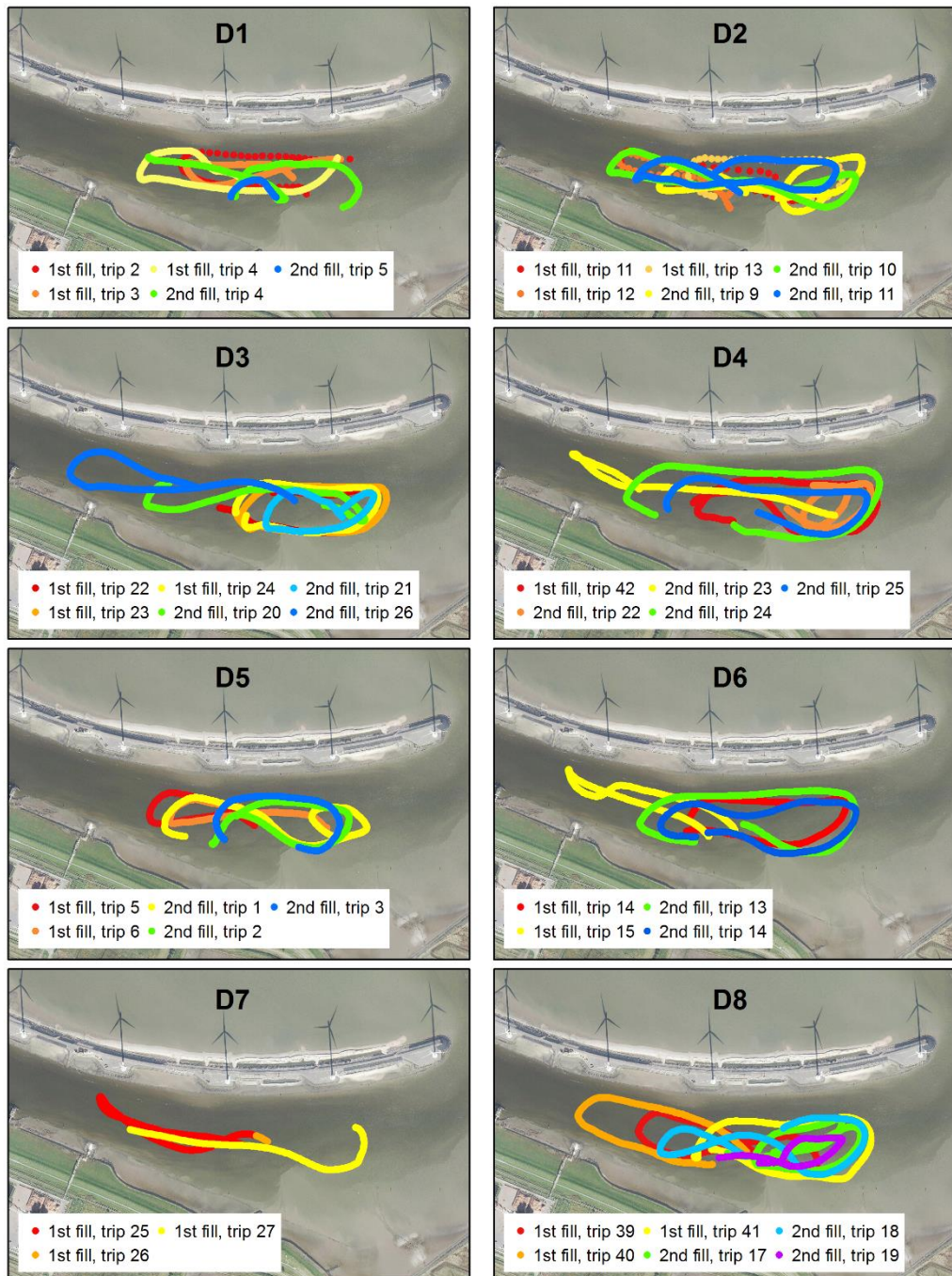
A.4 Vuldatums van der verschillende vakken

Proefvak	Datum	Tripnummers		Totaal aantal trips
		(1 bij begin vulslag)	Vulslag	
D1	6, 7 april	2, 3, 4	1	5
	11 juli	4, 5	2	
D2	9 april	11, 12, 13	1	6
	11 juli	9, 10, 11	2	
D3	10 april	22, 23, 24, 25	1	7
	12, 13 juli	20, 21, 26	2	
D4	11 april	42	1	5
	12, 13 juli	22, 23, 24, 25	2	
D5	7 april	5, 6	1	5
	11 juli	1, 2, 3	2	
D6	9 april	14, 15	1	4
	12 juli	13, 14	2	
D7	10 april	26, 27	1	2
D8	5, 11 april	1, 39, 40, 41	1	7
	12 juli	17, 18, 19	2	
D9	12 april	45, 46, 47	1	6
	13 juli	27, 28, 29	2	
D10	10, 12 april	28, 29, 30, 43, 44	1	5
D11	10, 11 april	31, 32, 33	1	6
	12 juli	12, 15, 16	2	
D12	9 april	16, 17, 18	1	3
D13	11 april	34, 35, 36	1	6
	11 juli	6, 7, 8	2	
D14	7 april	7, 8, 9, 10	1	7
	13 juli	30, 31, 32	2	
D15	9, 11 april	19, 20, 21, 37, 38	1	5

A.5 Baggerroutes

Per trip is weergegeven wat de route was van de sleeplopperzuiger tijdens het innemen van het slib. De trips zijn gegroepeerd per proefvak waarin ze terecht zijn gekomen.

Baggerroutes (Vakken D1 - D8)



A.6 Grondbeschrijving na vulslagen en korstvorming (Monstername B)

To
Wouter van der Star - Deltares

From
Tijbbe Postma

Copy
Joey Boganen
Corne Appelo

VELDWERK RAPPORTAGE

BEMONSTERINGSRONDE B – KLEIRIJPERIJ LOCATIE KWELDER

Datum

16 April 2020

Doc. Ref:

234429_20200416_tpos_V1

Pagina

1 | 16

Op 8 april 2020 heeft de tweede monitoringsronde (werknaam = bemonsteringsronde B) plaatsgevonden op de kleirijperij locatie Kwelder nabij Finsterwolde.

Doel van de monstername is de kwaliteit van het materiaal dat begin 2020 in de vakken is gestort in beeld te brengen. In totaal zijn er op de kwelder 10 vakken ingericht t.b.v. de kleirijperij. De meest recente vulslag is voor enkele vakken (2,3,4,5,6) de tweede vulslag en voor de overige vakken de eerste vulslag.

Het materiaal is slib dat is vrijgekomen bij baggerwerkzaamheden in de polder Breebaart.

Tijdens vulslag 1 is er 50 tot 75 cm materiaal aangebracht, het destijds gestorte materiaal is vorige zomer al gedroogd tot een hardere korst en wordt in deze monstername niet meegenomen.

De planning van de monstername was om dit direct na het vullen van de depots eind maart uit te voeren. Doordat de werkzaamheden i.v.m. de Covid-19 uitbraak niet veilig uit te voeren bleek te zijn, is de monstername uitgesteld. Pas na het uitwerken van een alternatief waarbij voldoende afstand tussen de verschillende veldwerkers kon worden gewaarborgd is de monstername alsnog uitgevoerd.

Een wijziging ten opzichte van het oorspronkelijke plan is dat de monstername iets is uitgekleeft. Er zijn enkel mengmonsters over de diepte genomen. Een beschrijving en monstername van verschillende lagen over de diepte is hierdoor komen te vervallen.

De monstername heeft plaatsgevonden in een raai van 3 punten evenredig verdeeld over de lengte tussen de kade aan de dijkzijde tot zeezijde. In bijlage 1 is een schets weergegeven van de boorpunten per vak.

In de week voorafgaand aan de monstername is er van de stroom die visueel bestaat uit een zandrug monstername uitgevoerd. Deze stroom bevindt zich voor mond van de spuitbuis en loopt tot ca 20-25 meter in het vak.

De monstername van deze stroom is uitgevoerd met een edelmanboor en het boorpunt is gekozen op ca 10 meter uit de kade aan de dijkzijde. Er waren geen extra voorzieningen nodig omdat de zandrug begaanbaar bleek. De monstername van deze stroom is uitgevoerd om een compleet beeld van de kwaliteit van het slib in het vak te verkrijgen. Op de foto's die verderop in dit verslag staan weergegeven is de aanwezige zandrug goed waar te nemen. Het materiaal bestaat visueel uit zandig slib met kleiballen en stenen.

De monstername van het overige slib is uitgevoerd met een zuigerboor. Er is gewerkt vanuit een werkbak aan een rupskraan. Per boorpunt is er 4x een monster genomen met een zuigerboor om voldoende materiaal te verzamelen. Voorafgaand aan de monstername is de laagdikte ingemeten.

De bemonstering is uitgevoerd door Boskalis Environmental bv in opdracht van Deltares.

De monstername is uitgevoerd door 3 veldwerkers, waarbij 1 persoon in de werkbak de zuigerboor bediende en de tweede persoon het materiaal verzamelde in een emmer. De derde persoon coördineerde de monstername, het beschrijven van punten en emmers en vastlegging d.m.v. foto's en video. Op deze manier kon de monstername in 1 werkdag worden afgerond.

Naast het materiaal uit de 10 vakken van de kleirijperij is tevens het materiaal dat eerder al per as is aangevoerd bemonsterd. Dit materiaal ligt in depot aan de noordzijde van de kleirijperij en is afkomstig uit de slenk Breebaart. Verslaglegging van de monstername van dit depot wordt in dit verslag niet meegenomen.

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

- Woensdag 1 april monstername zandrug vak 1 tm 10;
- Woensdag 8 april monstername slib vak 1 tm 10;
- Woensdag 8 april monstername depot slenk Breebaart.

Monstername methode:

- Zandrug, te voet met edelman boor;
- Slib, manbak aan kraan en zuigerboor;
- Depot slenk Breebaart, te voet met edelman boor.

Alleen vulslag 2 is bemonsterd, vulslag 1 was al dusdanig gerijpt dat de overgang tussen oorspronkelijk maaiveld en het materiaal uit vulslag 1 niet meer waar is te nemen. Monstername van vulslag 1 is met een zuigerboor niet mogelijk.

De dieptes die zijn weergegeven is de diepte van bovenkant depot tot aan onderzijde sliblaag (vulslag 2)

Op de volgende pagina's zijn in een tabel de veldwerk gegevens uitgewerkt. Aansluitend zijn foto's toegevoegd per vak. In bijlage 1 is een overzicht weergegeven van de monstername locaties met onderlinge afstanden.

Analyses

Per vak rapportage is tevens aangegeven welke monsters aanwezig zijn voor analyses. In bijlage 2 is een totaal overzicht van de monsters en analyses weergegeven.



KLEIRIJPERIJ KWELDER | TOTAALOVERZICHT VAK 1 TM 10

Vak	Monster	Diepte (cm)	Bijzonderheden
Vak 1	MM1	92	*Raai aan de oostzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 20 meter in het vak
	MM2	85	
	MM3	90	
	M Zandrug	100	
Vak 2	MM1	120	*Raai aan de westzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 20 meter in het vak
	MM2	110	
	MM3	70	
	M Zandrug	130	
Vak 3	MM1	135	*Raai aan de oostzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 25 meter in het vak *Water op vak
	MM2	95	
	MM3	115	
	M Zandrug	130	
Vak 4	MM1	115	*Raai aan de westzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 25 meter in het vak
	MM2	145	
	MM3	133	
	M Zandrug	120	
Vak 5	MM1	87	*Raai aan de oostzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 15 meter in het vak
	MM2	89	
	MM3	90	
	M Zandrug	100	
Vak 6	MM1	150	*Raai aan de westzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 25 meter in het vak
	MM2	102	
	MM3	99	
	M Zandrug	160	
Vak 7	MM1	132	*Raai aan de oostzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 20 meter in het vak *Water op vak
	MM2	125	
	MM3	135	

	M Zandrug	140	
Vak 8	MM1	100	*Raai aan de westzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 20 meter in het vak
	MM2	92	
	MM3	92	
	M Zandrug	115	
Vak 9	MM1	125	*Raai aan de oostzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 15 meter in het vak
	MM2	128	
	MM3	120	
	M Zandrug	140	
Vak 10	MM1	139	*Raai aan de westzijde van het vak *Zandrug aan de dijkzijde in het midden van het vak tot ca 20 meter in het vak * Water op vak
	MM2	110	
	MM3	85	
	M Zandrug	150	

KLEIRIJPERIJ KWELDER | FOTO'S SITUATIE EN MONSTERNAME

Vak 1



Fig. 1 Aanzicht vanaf oostzijde



Fig. 2 Aanzicht vanaf dijkzijde



Fig. 3 Zandrug

Vak 2



Fig. 4 Vak 2 Aanzicht vanaf noordzijde



Fig. 5 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 3



Fig. 6 Aanzicht vanaf noordzijde tijdens monsternamen



Fig. 7 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 4



Fig. 8 Aanzicht vanaf noordzijde tijdens monstername



Fig. 9 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 5



Fig. 10 Aanzicht vanaf noordzijde tijdens monstername



Fig. 11 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 6



Fig. 12 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 7



Fig. 13 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 8



Fig. 14 Aanzicht vanaf noordzijde



Fig. 15 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 9



Fig. 16 Aanzicht vanaf noordzijde



Fig. 17 Aanzicht vanaf dijkzijde

Vak 10



Fig. 18 Aanzicht vanaf westzijde



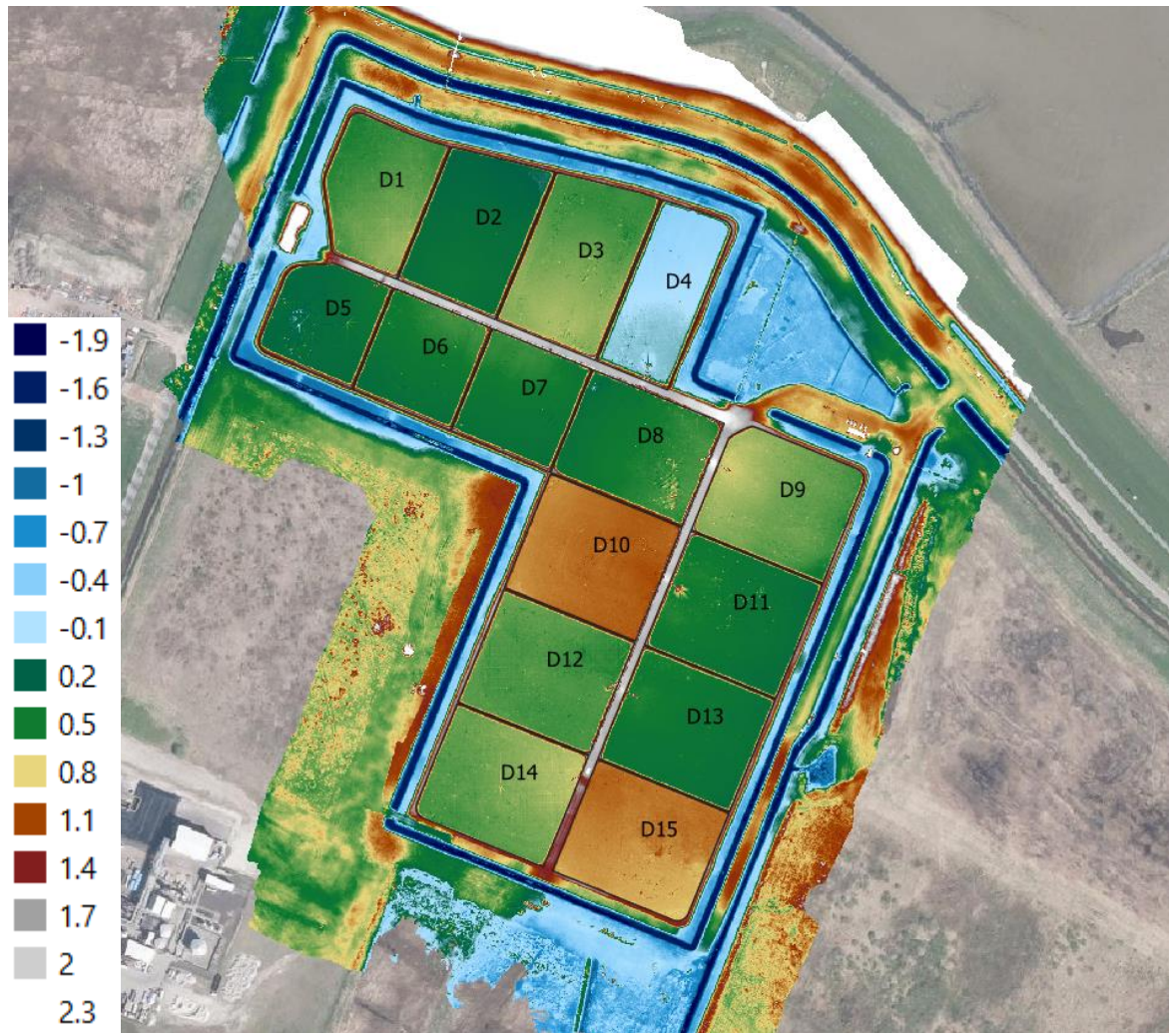
Fig. 19 Aanzicht vanaf noordzijde

Bijlage 2

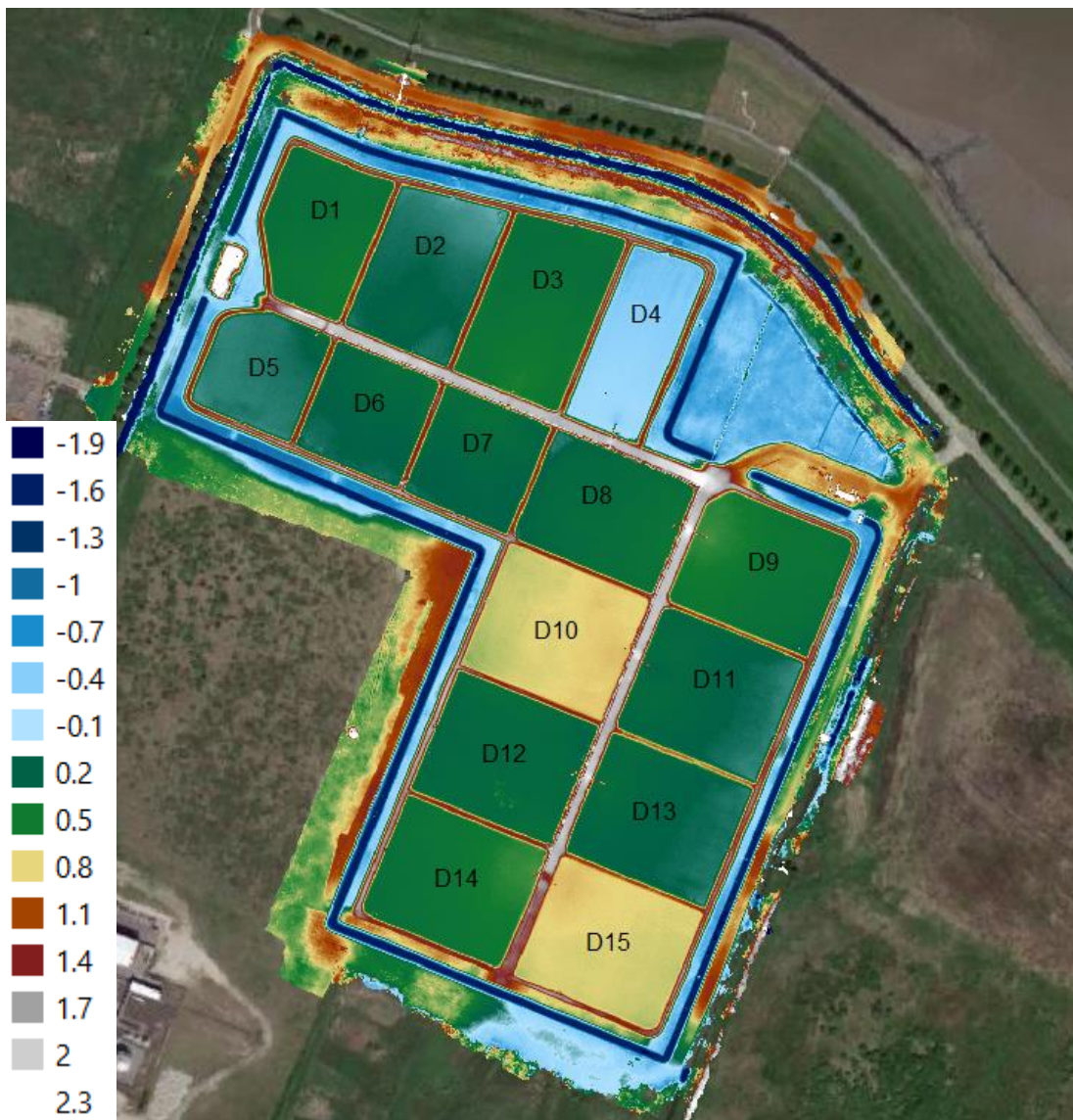
Overzicht Analyses

Vak	(meng)monster	Vochtgehalte	Dichtheid	Att. Grenzen	fr. < 63um	Org.gehalte	Zoutgehalte	Gloeiverlies	Zeving	Spec.koorelgewicht
1	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
2	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
3	MM-1	x	x	x			x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x	x			x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
4	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
5	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
6	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
7	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
8	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
9	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		
10	MM-1	x	x				x	x		
	MM-2	x	x	x			x	x		
	MM-3	x	x				x	x		
	M zandrug	x	x				x	x		

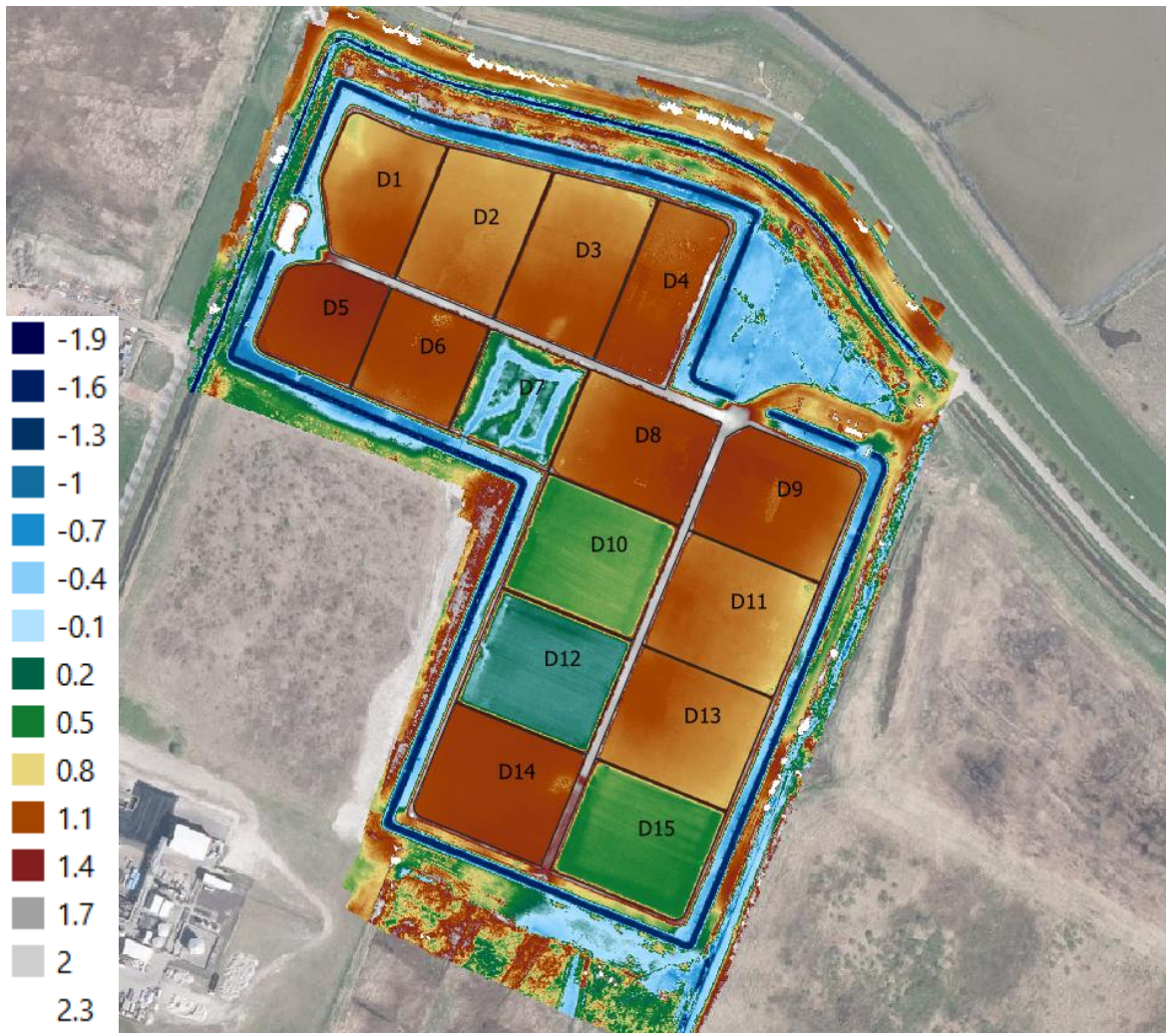
A.7 Drone hoogtekarten



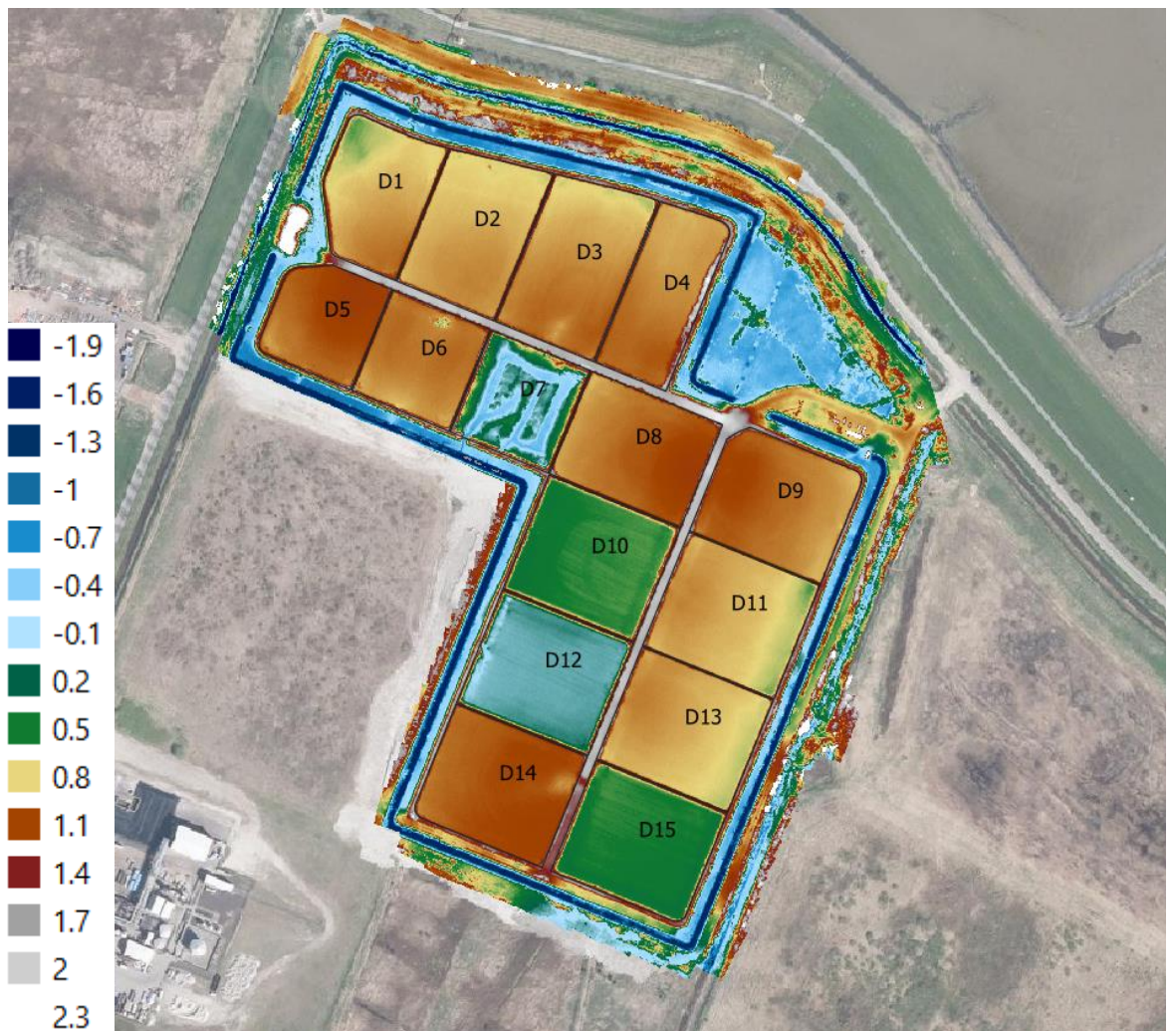
Drone beeld 2018-04-23 – T1



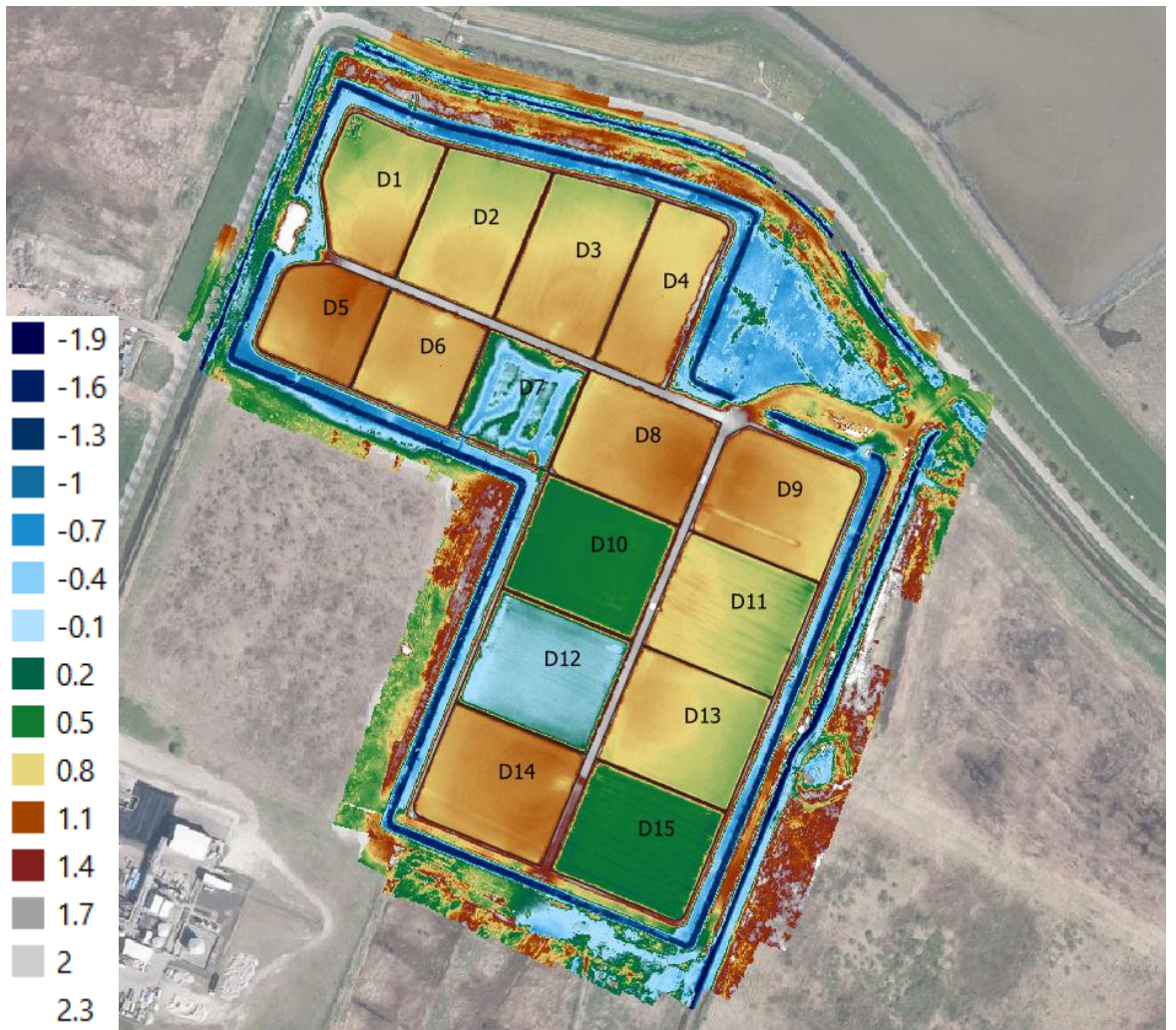
Drone beeld 2018-05-31 – T2



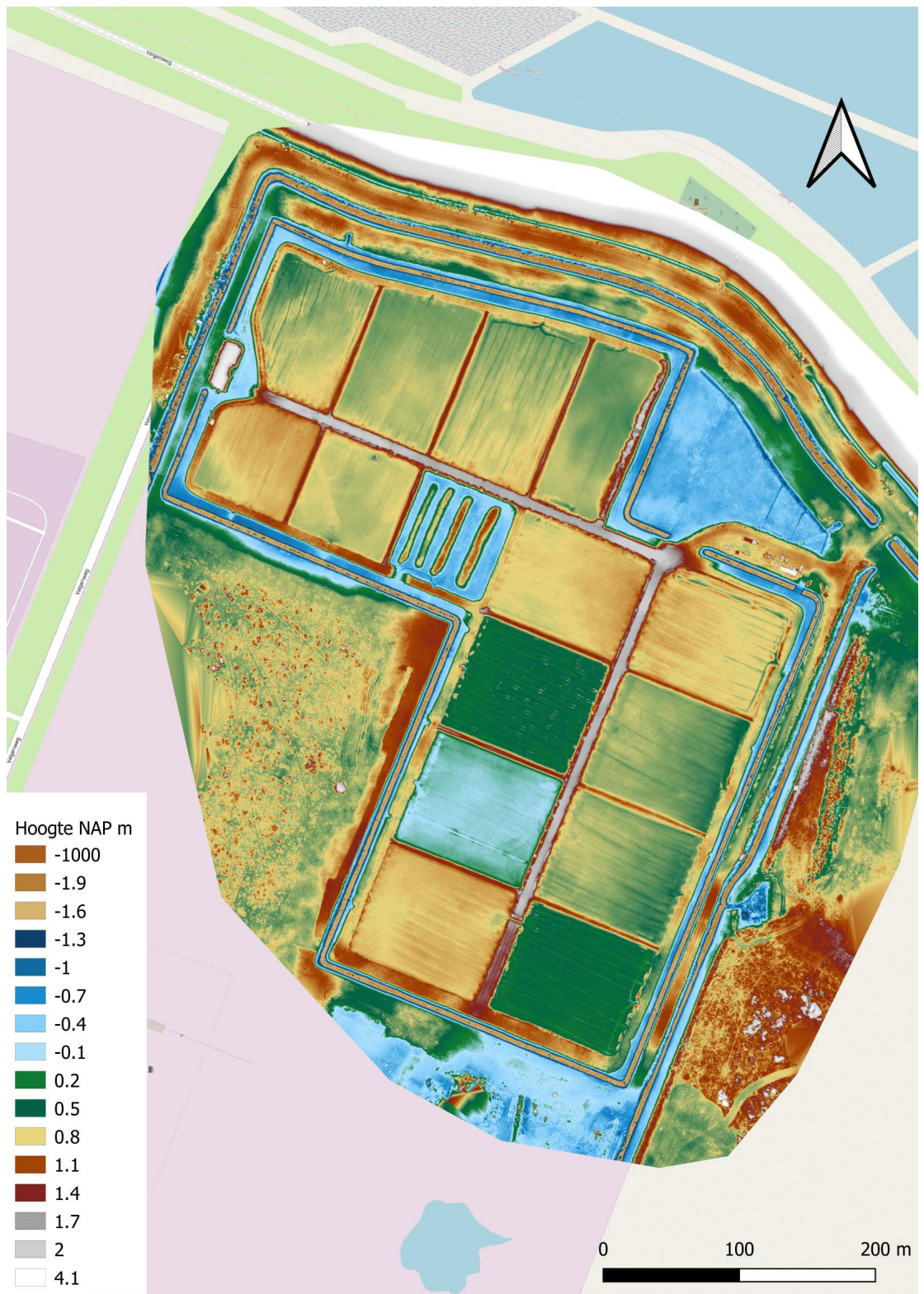
Drone beeld 2018-08-02 – T3



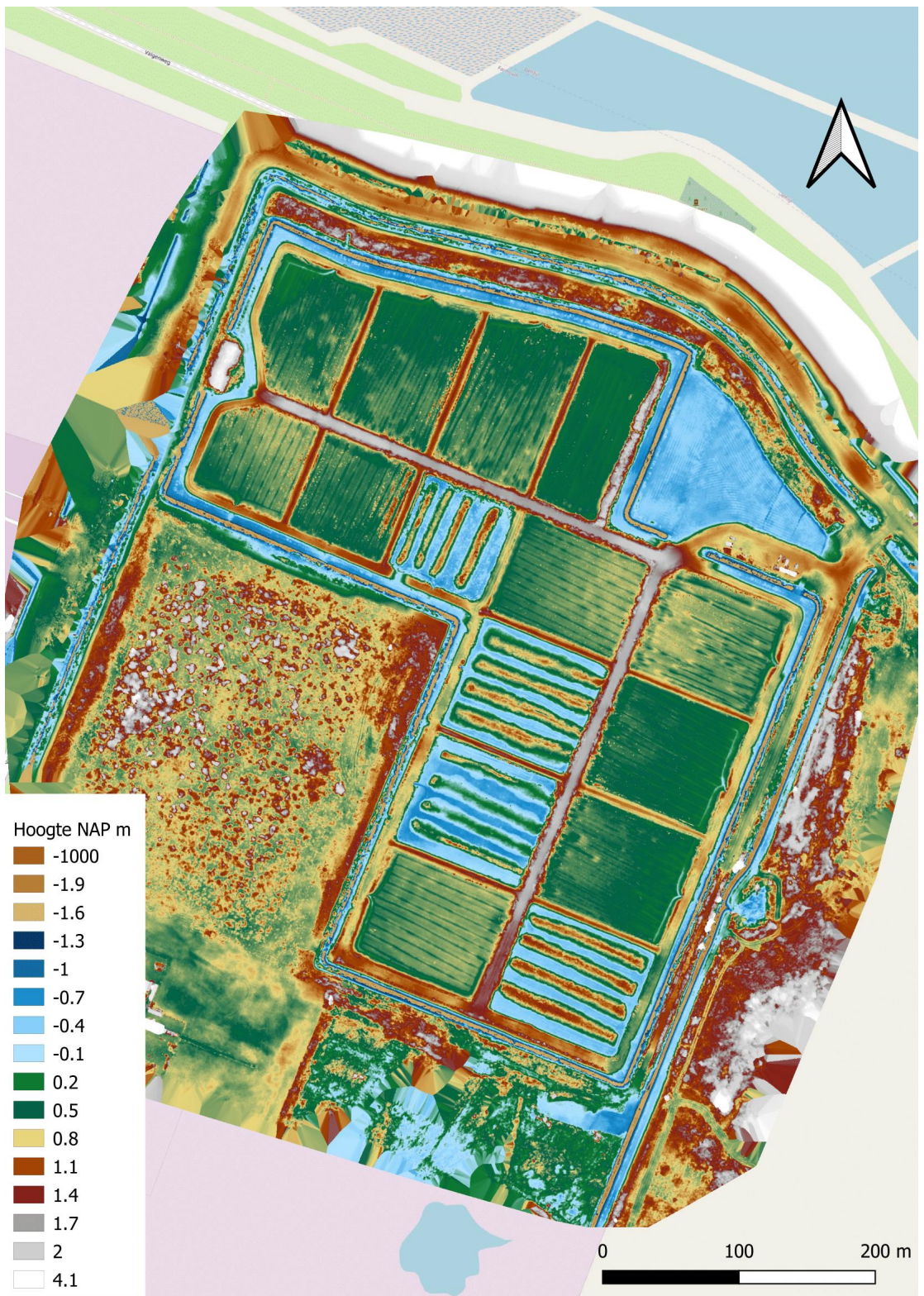
Drone beeld 2018-09-06 – T4



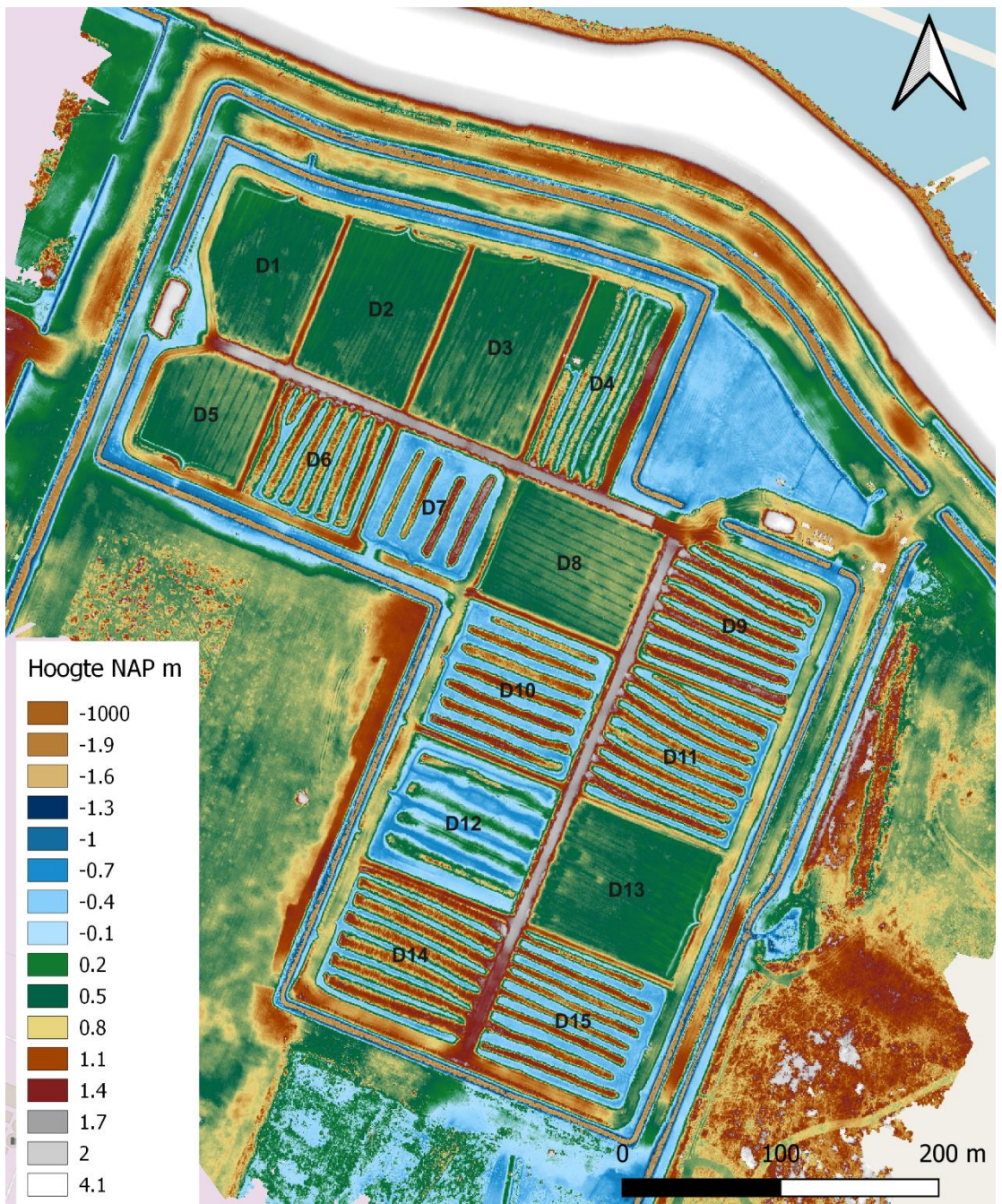
Drone beeld 2018-10-15 – T5



Drone beeld 2019-04-19-T6



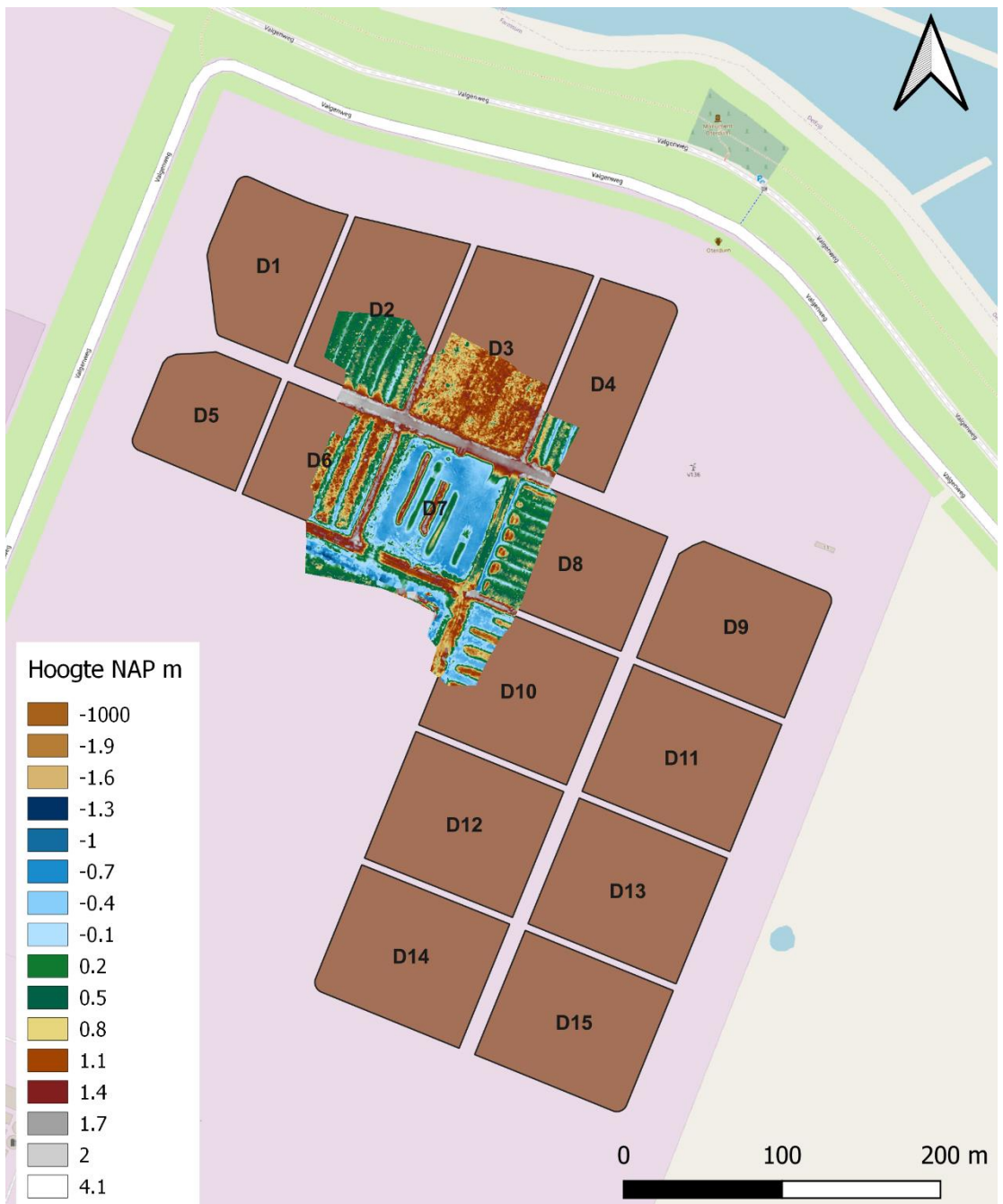
Drone beeld 2019-09-10-T7



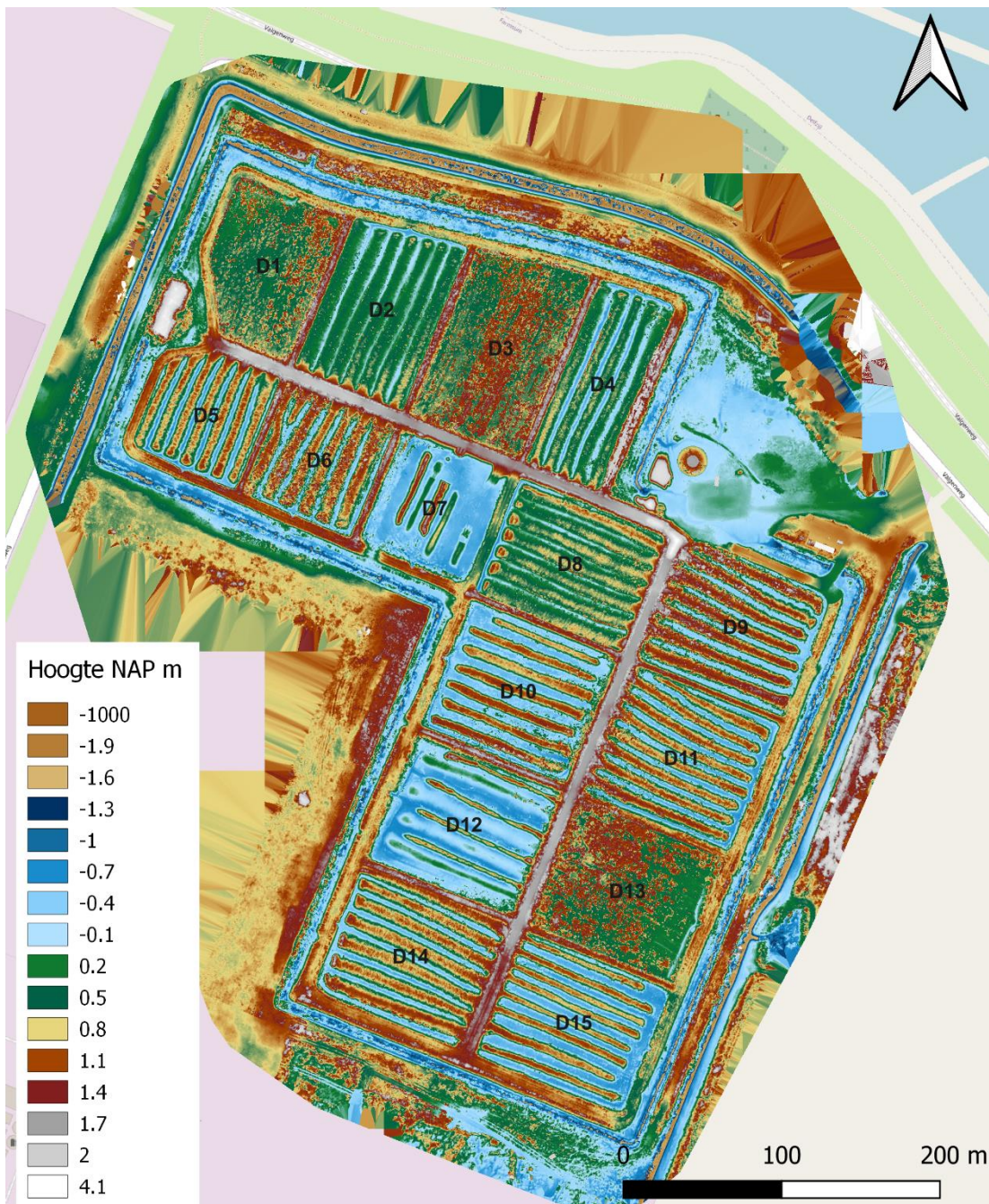
Drone beeld 2020-03-27-T8



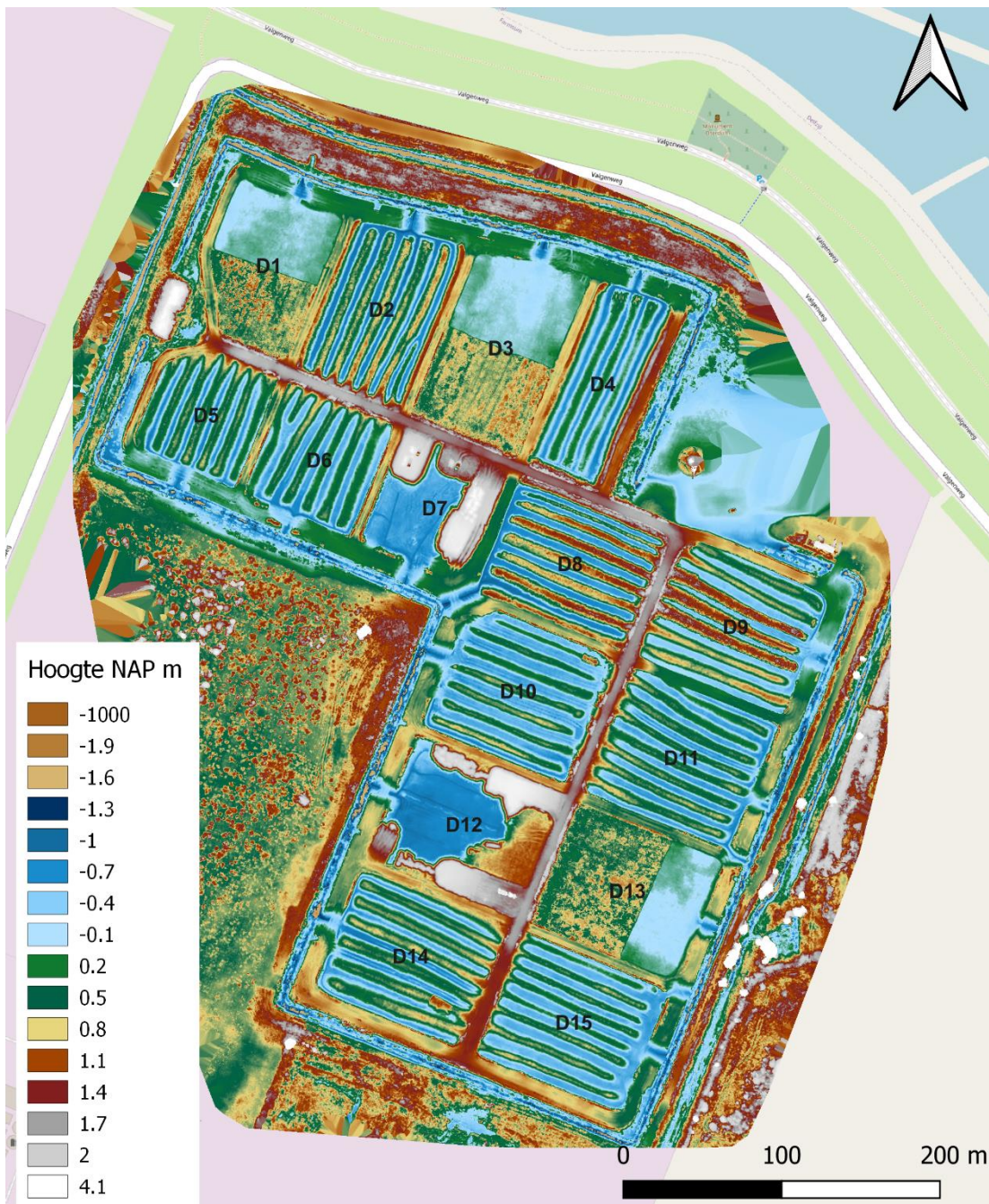
Drone beeld 2020-08-31-T9



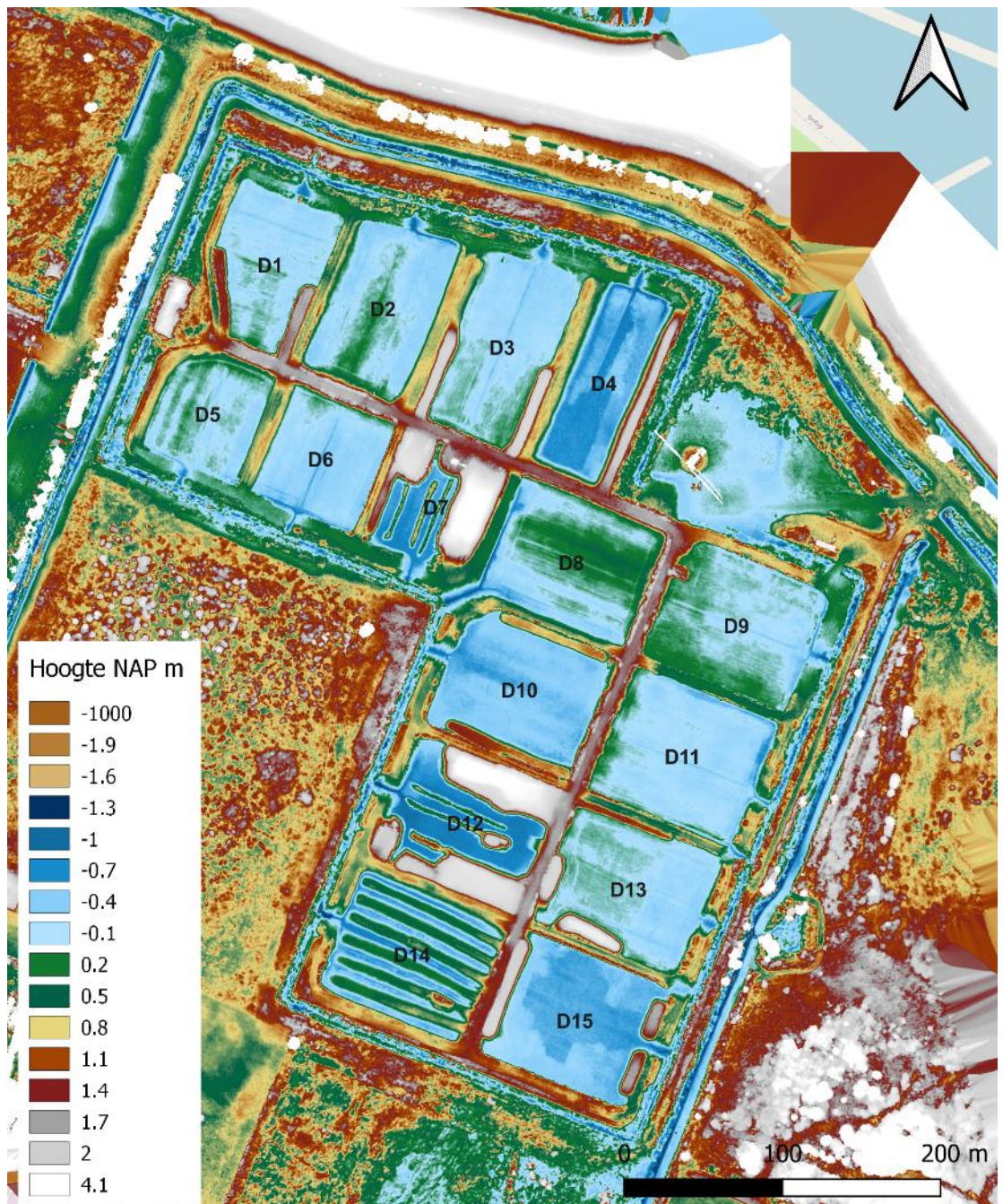
Drone beeld 2020-09-30-T10. De drone ronde was gefocust op vak D7



Drone beeld 2020-12-11-T11

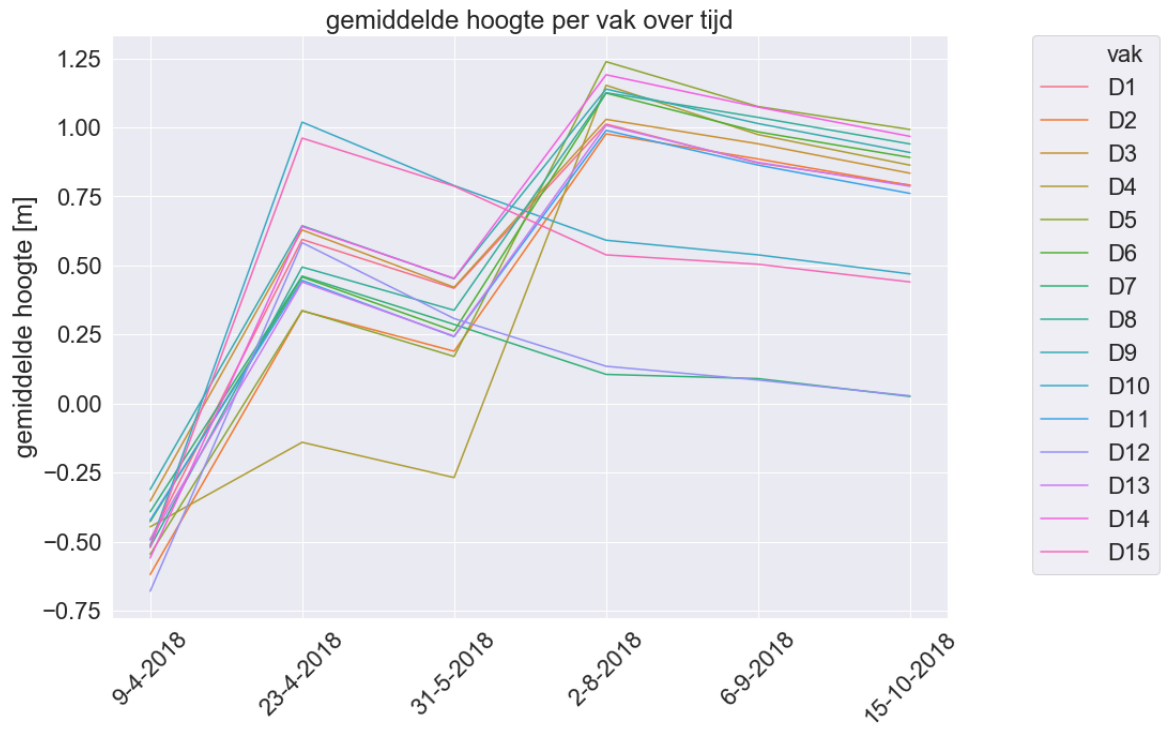


Drone beeld 2020-12-11 T12



Drone beeld 2021-10-26 T13

A.8 Hoogte- en volumeveranderingen



A.10 Kleimineralogie

De mineralogie-resultaten (Q-mineral) van de 2 vakken zijn hieronder weergegeven.

uitgezet tov 100% monster				
monster code		D5	D9-2-2	D9 13/7/18
aantal maanden oud		0	4	16
	SiO ₂	47.1	51	51.47
	Al ₂ O ₃	10.23	9.92	10.6
	Fe ₂ O ₃	5.41	5.33	5.32
	MnO	0.1	0.1	0.095
	MgO	2.07	1.94	1.95
	CaO	7.03	6.83	7.21
	Na ₂ O	2.94	2.67	1.82
	K ₂ O	1.96	2	2.07
	TiO ₂	0.53	0.52	0.56
	P ₂ O ₅	0.29	0.29	0.29
	LOI	21.08	18.77	18.2
	LOI OM	15.6	13.4	12.5
		D5	D9 13/7/18	D9-2-2
LOI gecorrigeerd	kwarts	20.4	24.9	23.9
	kalk	5.3	5.8	7.3
	keukenzout	4.4	3.4	2.0
	pyriet	0.5	0.5	0.3
	gips	0.0	0.0	0.5
	klei mineralen	36.0	34.1	37.4
	overig	12.2	12.5	10.4
		D5	D9 13/7/18	D9-2-2
gecorrigeerd voor kleifractie	Kaolinite	3.5	3.5	3.4
	Illite	5.3	5.8	7.1
	Illite/Smectite R0	12.4	12.6	12.4
	Smectite	13.9	13.3	12.3
	Chlorite	0.9	0.8	0.7

A.11 Partijkeuring Kleirijperij Delfzijl – D7 (2020) en geheel (2021)

Boskalis Environmental B.V.
Laboratorium
Rosmolenweg 20
3356 LK Papendrecht
Postbus 76
3350 AB Papendrecht

T +31 78 6969836
F +31 78 6969901

laboratorium@boskalis.com
www.boskalis.com/environmental

Onderwerp

Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7
Valgenweg

Uw referentie

528-16042

Onze referentie

234640

Pagina

1 van 3

Bijlage(n)

1

Boskalis Nederland B.V.
t.a.v. Dhr. C. Appelo
Waalhaven O.Z. 85
3087 BM ROTTERDAM

Geachte heer,

Hierbij ontvangt u het rapport betreffende "Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg, Kleirijperij Delfzijl".

Indien u vragen of opmerkingen heeft, kunt u contact met ons opnemen via telefoonnummer 078-6969836, of per e-mail laboratorium@boskalis.com.

Wij gaan er van uit u hiermee naar behoren te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,



Jacqueline Dubbeldam



ABN AMRO Bank
IBAN: NL09ABNA0574519467
BIC: ABNANL2A

Vat No.
NL0048.22.833.B.01

Kamer van Koophandel
24.276.501

Nr.	Monsternaam
242593	01 MM D7 Valgenweg

Monstername:

De monsters zijn door ons op 4 september 2020 genomen.

Bewaartermijn:

Van deze order is er geen monstermateriaal over om te bewaren.

Methode/SOP informatie

Analyse	Methode	SOP-code
Omegam, anders	External	External

Boskalis Environmental B.V.
Laboratorium
Rosmolenweg 20
3356 LK Papendrecht
Postbus 76
3350 AB Papendrecht

Boskalis Nederland B.V.
t.a.v. Dhr. C. Appelo
Waalhaven O.Z. 85
3087 BM ROTTERDAM

T +31 78 6969836
F +31 78 6969901

laboratorium@boskalis.com
www.boskalis.com/environmental

Onderwerp

Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7
Valgenweg

Geachte heer,

Uw referentie

528-16042

Hierbij ontvangt u het rapport betreffende "Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg, Kleirijperij Delfzijl".

Onze referentie

234640

Bijgeleverde indicatieve toetsingsresultaten laten zien dat het materiaal (altijd) toepasbaar is volgens de BoToVa toetsingen T1 (Beoordeling kwaliteit van grond en bagger bij toepassing op of in de bodem) en T3 (Beoordeling kwaliteit van bagger en ontvangende bodem bij toepassing in een oppervlaktewaterlichaam).

Pagina

1 van 3

Indien u vragen of opmerkingen heeft, kunt u contact met ons opnemen via telefoonnummer 078-6969836, of per e-mail laboratorium@boskalis.com.

Wij gaan er van uit u hiermee naar behoren te hebben geïnformeerd.

Bijlage(n)

3

Met vriendelijke groet,



Jacqueline Dubbeldam



ABN AMRO Bank
IBAN: NL09ABNA0574519467
BIC: ABNANL2A

Vat No.
NL0048.22.833.B.01

Kamer van Koophandel
24.276.501

Nr.	Monsternaam
242593	01 MM D7 Valgenweg

Monstername:

De monsters zijn door ons op 6 augustus 2020 genomen.

Bewaartermijn:

Van deze order is er geen monstermateriaal over om te bewaren.

Methode/SOP informatie

Analyse	Methode	SOP-code
Omegam, anders	External	External

Boskalis Environmental B.V.
T.a.v. mevrouw J. Dubbeldam
Postbus 76
3350AB PAPENDRECHT

Uw kenmerk : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Ons kenmerk : Project 1072694
Validatieref. : 1072694_certificaat_v1
Opdrachtverificatiecode: WKHE-SVTJ-YCOP-FIWF
Bijlage(n) : 4 tabel(len) + 1 oliechromatogram(men) + 2 bijlage(n)
(factuur wordt separaat verstuurd naar de financiële administratie)

Amsterdam, 31 augustus 2020

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Uw Monsterreferenties

6416981 = 01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg

Opgegeven bemonsteringsdatum : 11/08/2020
Ontvangstdatum opdracht : 11/08/2020
Startdatum : 11/08/2020
Monstercode : 6416981
Uw Matrix : Waterbodem

Monstervoorbewerking

S delen > 2 mm (visueel) % < 10
 S gewicht artefact g n.v.t.
 S zeven veldvochtig (< 2 mm) n.v.t.
 S soort artefact n.v.t.
 S voorbew. NEN5719 uitgevoerd

Algemeen onderzoek - fysisch

S droge stof % (m/m) 57,8
 Q gloeirest van slib % (m/m ds) 90,5
 Q gloeiverlies van slib % (m/m ds) 9,5
 S organische stof (gec. voor lutum) % (m/m ds) 7,2
 S lutumgehalte (pipetmethode) % (m/m ds) 33,4

Anorganische parameters - metalen

S arseen (As) mg/kg ds 19
 S cadmium (Cd) mg/kg ds 0,36
 S chroom (Cr) mg/kg ds 58
 S koper (Cu) mg/kg ds 18
 S kwik (Hg) (niet vluchtig) mg/kg ds 0,26
 S lood (Pb) mg/kg ds 44
 S nikkel (Ni) mg/kg ds 26
 S zink (Zn) mg/kg ds 130

Organische parameters - niet aromatisch

S minerale olie (florisil clean-up) mg/kg ds 110

Organische parameters - aromatisch
Polycyclische koolwaterstoffen:

S naftaleen mg/kg ds < 0,05
 S fenantreen mg/kg ds 0,05
 S anthraceen mg/kg ds < 0,05
 S fluoranteen mg/kg ds 0,10
 S benzo(a)antraceen mg/kg ds < 0,05
 S chryseen mg/kg ds 0,05
 S benzo(k)fluoranteen mg/kg ds 0,05
 S benzo(a)pyreen mg/kg ds < 0,05
 S benzo(ghi)peryleen mg/kg ds < 0,05
 S indeno(1,2,3-cd)pyreen mg/kg ds < 0,05
 S som PAK (10) mg/kg ds 0,46

Organische parameters - gehalogeneerd
Polychloorbifenylen:

S PCB -28 mg/kg ds < 0,001
 S PCB -52 mg/kg ds < 0,001
 S PCB -101 mg/kg ds 0,001
 S PCB -118 mg/kg ds < 0,001
 S PCB -138 mg/kg ds 0,001
 S PCB -153 mg/kg ds 0,002
 S PCB -180 mg/kg ds < 0,001
 S som PCBs (7) mg/kg ds 0,007

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

- De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

- De met een 'S' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (L086) en op basis van het schema AS 3000 erkend.

Opdrachtverificatiecode: WKHE-SVTJ-YCOP-FIWF

Ref.: 1072694_certificaat_v1

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Uw Monsterreferenties

6416981 = 01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg

Opgegeven bemonsteringsdatum : 11/08/2020
Ontvangstdatum opdracht : 11/08/2020
Startdatum : 11/08/2020
Monstercode : 6416981
Uw Matrix : Waterbodem

Organische parameters - bestrijdingsmiddelen
Organochloorbestrijdingsmiddelen:

S hexachloorbenzeen	mg/kg ds	< 0,001
S 2,4-DDD (o,p-DDD)	mg/kg ds	< 0,001
S 4,4-DDD (p,p-DDD)	mg/kg ds	< 0,001
S 2,4-DDE (o,p-DDE)	mg/kg ds	< 0,001
S 4,4-DDE (p,p-DDE)	mg/kg ds	< 0,001
S 2,4-DDT (o,p-DDT)	mg/kg ds	< 0,001
S 4,4-DDT (p,p-DDT)	mg/kg ds	< 0,001
S som DDD	mg/kg ds	0,001
S som DDE	mg/kg ds	0,001
S som DDT	mg/kg ds	0,001
S som DDx	mg/kg ds	0,004

GCMS onderzoek - organotin verbindingen:

Q tributyltin	mg/kg ds	< 0,005
S tributyltin	mgSn/kg ds	< 0,004

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Uw Monsterreferenties

6416981 = 01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg

Opgegeven bemonsteringsdatum : 11/08/2020
Ontvangstdatum opdracht : 11/08/2020
Startdatum : 11/08/2020
Monstercode : 6416981
Uw Matrix : Waterbodem

Organische parameters - gehalogeneerd
Perfluorcarbonszuren:

PFBA	µg/kg ds	< 0,1
PFPeA	µg/kg ds	0,1
PFHxA	µg/kg ds	< 0,1
PFHpA	µg/kg ds	0,1
PFOA lineair	µg/kg ds	0,6
PFOA vertakt	µg/kg ds	< 0,1
PFNA	µg/kg ds	0,3
PFDA	µg/kg ds	0,3
PFUnDA	µg/kg ds	0,2
PFDODA	µg/kg ds	< 0,1
PFTTrDA	µg/kg ds	< 0,1
PFTeDA	µg/kg ds	< 0,1
PFHxDA	µg/kg ds	< 0,1
PFODA	µg/kg ds	< 0,1

Perfluorsulfonzuren:

PFBS	µg/kg ds	< 0,1
PFPeS	µg/kg ds	< 0,1
PFHxS	µg/kg ds	< 0,1
PFHpS	µg/kg ds	< 0,1
PFOS lineair	µg/kg ds	0,9
PFOS vertakt	µg/kg ds	< 0,1
PFDS	µg/kg ds	< 0,1

Perfluorverbindingen - precursors:

4:2 FTS	µg/kg ds	< 0,1
6:2 FTS	µg/kg ds	< 0,1
8:2 FTS	µg/kg ds	< 0,1
10:2 FTS	µg/kg ds	< 0,1

Perfluorverbindingen - overig:

MeFOSAA	µg/kg ds	0,3
MeFOSA	µg/kg ds	< 0,1
EtFOSAA	µg/kg ds	0,1
PFOSA	µg/kg ds	< 0,1
8:2 DiPAP	µg/kg ds	< 0,1
som PFOA	µg/kg ds	0,7
som PFOS	µg/kg ds	1,0

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Opmerkingen m.b.t. analyses

Opmerking(en) algemeen

De volgende informatie is indien van toepassing verstrekt door de opdrachtgever:
Project omschrijving, Monsterreferentie(s), Opgegeven bemonsteringsdatum, Matrix, Monsterdiepte, Potnr (Barcode), Veldgegevens, Veldwaarnemingen en Bemonsteringsdata. De opgegeven bemonsteringsdatum kan van invloed zijn op de geldigheid van de resultaten.

Kwantificering van vertakte PFOS/PFOA is gebaseerd op DIN 38414-14.

Organische stof gehalte (gecorrigeerd voor lutum en vrij ijzer in de vorm van Fe₂O₃)

Het organische stofgehalte is gecorrigeerd voor het in het analysecertificaat gerapporteerde lutumgehalte. Indien het lutumgehalte niet is gerapporteerd is de correctie uitgevoerd met een lutumgehalte van 5,4% (gemiddeld lutumgehalte Nederlandse bodem, AS3010/AS3210, prestatieblad organische stofgehalte in grond/waterbodem). Indien het vrij ijzergehalte is bepaald en groter is dan 5 % m/m, is bij de berekening van het organische stof gecorrigeerd voor dat gehalte aan vrij ijzer.

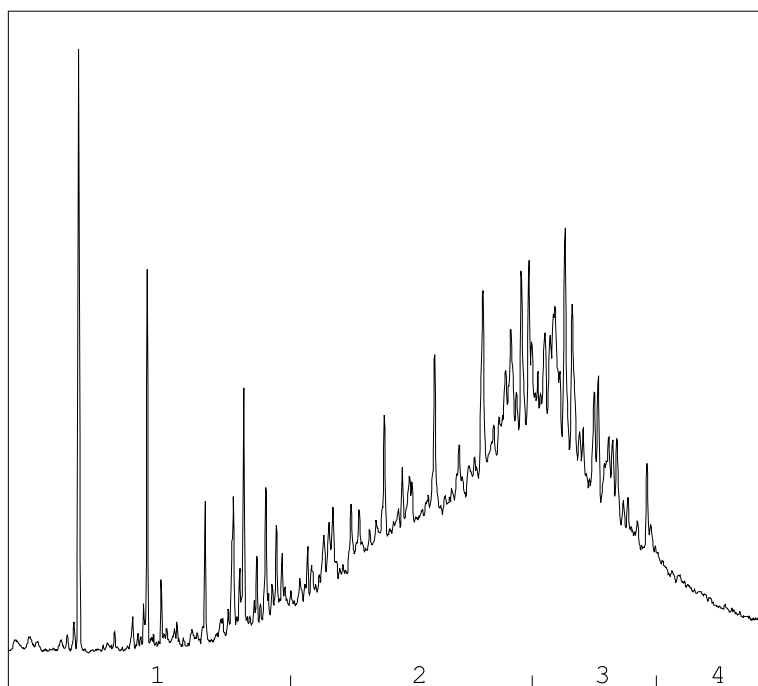
Sommatie van concentraties voor groepsparameters

De sommatie is uitgevoerd volgens AS3000 paragraaf 2.5.2 en bijlage 3.

OLIE-ONDERZOEK

Monstercode : 6416981
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Uw referentie : 01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg
Methode : minerale olie (florisil clean-up)

OLIECHROMATOGRAM



→
oliefractieverdeling

OLIEFRACTIEVERDELING

- | | |
|------------------------|------|
| 1) fractie > C10 - C19 | 9 % |
| 2) fractie C19 - C29 | 50 % |
| 3) fractie C29 - C35 | 35 % |
| 4) fractie C35 -< C40 | 7 % |

minerale olie gehalte: 110 mg/kg ds

Minerale olie

Interpretatie: raadpleeg voor de typering van de oliesoort de OMEGAM oliebibliotheek.

De hoogte van de signalen is geen maat voor de concentratie van de olie in het monster.
(Het chromatogram heeft een variabele schaalindeling)

Bij een minerale olie gehalte kleiner dan de rapportagegrens worden geen oliefracties weergegeven.

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Bijlage Omschrijvingen PFAS

PFAS component	Volledige naam PFAS component
10:2 FTS	10:2 FTS (10:2 fluortelomeer sulfonzuur)
4:2 FTS	4:2 FTS (4:2 fluortelomeer sulfonzuur)
6:2 FTS	6:2 FTS (6:2 fluortelomeer sulfonzuur)
8:2 DiPAP	8:2 DiPAP (8:2 fluortelomeer fosfaat diester)
8:2 FTS	8:2 FTS (8:2 fluortelomeer sulfonzuur)
EtFOSAA	EtFOSAA (n-ethylperfluorooctaansulfonamide acetaat)
MeFOSA	MeFOSA (n-methylperfluorooctaansulfonamide)
MeFOSAA	MeFOSAA (n-methylperfluorooctaansulfonamide acetaat)
PFBA	PFBA (perfluorbutaanzuur)
PFBS	PFBS (perfluorbutaansulfonzuur)
PFDA	PFDA (perfluordecaanzuur)
PFDoDA	PFDoDA (perfluordodecaanzuur)
PFDS	PFDS (perfluordecaansulfonzuur)
PFHpA	PFHpA (perfluorheptaanzuur)
PFHpS	PFHpS (perfluorheptaansulfonzuur)
PFHxA	PFHxA (perfluorhexaanzuur)
PFHxDA	PFHxDA (perfluorhexadecaanzuur)
PFHxS	PFHxS (perfluorhexaansulfonzuur)
PFNA	PFNA (perfluornonaanzuur)
PFOA lineair	PFOA lineair (perfluorooctaanzuur)
PFOA vertakt	PFOA vertakt (perfluorooctaanzuur)
PFODA	PFODA (perfluorooctadecaanzuur)
PFOS lineair	PFOS lineair (perfluorooctaansulfonzuur)
PFOS vertakt	PFOS vertakt (perfluorooctaansulfonzuur)
PFOSA	PFOSA (perfluorooctaansulfonamide)
PFPeA	PFPeA (perfluorpentaanzuur)
PFPeS	PFPeS (perfluorpentaansulfonzuur)
PFTeDA	PFTeDA (perfluortetradecaanzuur)
PFTrDA	PFTrDA (perfluortridecaanzuur)
PFUnDA	PFUnDA (perfluorundecaanzuur)

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 1072694
Uw Project omschrijving : 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg
Opdrachtgever : Boskalis Environmental B.V.

Analysemethoden in Waterbodem (AS3000)

AS3000

In dit analysecertificaat zijn de met 'S' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de analysemethoden beschreven in het "Accreditatieschema Laboratoriumanalyses voor grond-, waterbodem- en grondwateronderzoek (AS SIKB 3000)". Het laboratoriumonderzoek is uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. De matrix waterbodem is representatief voor slib en waterbodem. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Voorbew. NEN5719	: Conform AS3000 en NEN 5719
Droge stof	: Conform AS3210 prestatieblad 1
Organische stof (gec. voor lutum)	: Conform AS3210 prestatieblad 2 en gelijkwaardig aan NEN 5754
Lutumgehalte (pipetmethode)	: Conform AS3210 prestatieblad 3; gelijkwaardig aan NEN 5753
Arseen (As)	: Conform AS3250 prestatieblad 1 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Cadmium (Cd)	: Conform AS3250 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Chroom (Cr)	: Conform AS3250 prestatieblad 1 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Koper (Cu)	: Conform AS3250 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Kwik (Hg) (niet vluchtig)	: Conform AS3210 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Lood (Pb)	: Conform AS3250 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Nikkel (Ni)	: Conform AS3250 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Zink (Zn)	: Conform AS3250 prestatieblad 4 en NEN-EN-ISO 17294-2 en destructie conform NEN 6961
Minerale olie (florisil clean-up)	: Conform AS3210 prestatieblad 6
PAKs	: Conform AS3210 prestatieblad 5
PCBs	: Conform AS3210 prestatieblad 7
DDx	: Conform AS3220 prestatieblad 1
HCB	: Conform AS3220 prestatieblad 1
Tributyltin	: Conform AS3260 prestatieblad 2

In dit analysecertificaat zijn de met 'Q' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Gloeirest van slib	: Gelijkwaardig aan NEN 5754 en NEN-EN 12879
Gloeiverlies van slib	: Gelijkwaardig aan NEN 5754 en NEN-EN 12879
Tributyltin	: Eigen methode

Project	Project: 1072694 - 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg - Matrix Slib/Waterbodem		
Certificaten	1072694		
Toetsing	T.1 - Beoordeling kwaliteit van grond en bagger bij toepassing op of in de bodem		
Toetsversie	BoToVa 3.0.0		Toetsdatum: 3 september 2020 06:28

Monsterreferentie	6416981						
Monsteromschrijving	01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg						
Analyse	Eenheid	Analyseseres.	Gestand.Res.	Toetsoordeel	AW	WO	IND

Lutum/Humus

Organische stof	% (m/m ds)	7.2	10
Lutum	% (m/m ds)	33.4	25

Metalen ICP-AES

arsen (As)	mg/kg ds	19	18	-	20	27	76
cadmium (Cd)	mg/kg ds	0.36	0.36	-	0.6	1.2	4.3
chrom (Cr)	mg/kg ds	58	50	-	55	62	180
koper (Cu)	mg/kg ds	18	16	-	40	54	190
kwik (Hg) (niet vluchtig)	mg/kg ds	0.26	0.24	WO	0.15	0.83	4.8
lood (Pb)	mg/kg ds	44	41	-	50	210	530
nikkel (Ni)	mg/kg ds	26	21	-	35	39	100
zink (Zn)	mg/kg ds	130	110	-	140	200	720

Perfluorcarbonsuren

perfluorbutaanzuur (PFBA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorpentaanzuur (PFPeA)	µg/kg ds	0.1	0.1389	@
perfluorhexaanzuur (PFHxA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorheptaanzuur (PFHpA)	µg/kg ds	0.1	0.1389	@
perfluoroctaanzuur (PFOA) line	µg/kg ds	0.6	0.8333	@
perfluormonaanzuur (PFNA)	µg/kg ds	0.3	0.4167	@
perfluordecaanzuur (PFDeA)	µg/kg ds	0.3	0.4167	@
perfluorundecaanzuur (PFUnD)	µg/kg ds	0.2	0.2778	@
perfluordodecaanzuur (PFDoD)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluortridecaanzuur (PFTTrDA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluortetradecaanzuur (PFTe)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@

Perfluorsulfonzuren

perfluorbutaansulfonzuur (PFB)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorhexaansulfonzuur (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorheptaansulfonzuur (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluoroctaansulfonzuur (PFO)	µg/kg ds	0.9	1.25	@
perfluordecaansulfonzuur (PFD)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@

Perfluorverbindingen - overig

perfluoroctaansulfonamide (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
--------------------------------	----------	-------	----------------	---

Minerale olie

minerale olie (florisil clean-up)	mg/kg ds	110	150	-	190	190	500
-----------------------------------	----------	-----	------------	---	-----	-----	-----

Polycyclische koolwaterstoffen

naftaleen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
fenantreen	mg/kg ds	0.05	0.05
anthraceen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
fluoranteen	mg/kg ds	0.1	0.1
benzo(a)antraceen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
chryseen	mg/kg ds	0.05	0.05
benzo(k)fluoranteen	mg/kg ds	0.05	0.05
benzo(a)pyreen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035

Sommaties

som PAK (10)	mg/kg ds	0.46	0.46	-	1.5	6.8	40
--------------	----------	------	-------------	---	-----	-----	----

Polychloorbifenylen

PCB - 28	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097
PCB - 52	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097
PCB - 101	mg/kg ds	0.001	0.0014
PCB - 118	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097
PCB - 138	mg/kg ds	0.001	0.0014
PCB - 153	mg/kg ds	0.002	0.0028
PCB - 180	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097

Sommaties

som PCBs (7)	mg/kg ds	0.007	0.0094	-	0.02	0.04	0.5
--------------	----------	-------	---------------	---	------	------	-----

Organochloorbestrijdingsmiddelen

hexachloorbenzeen	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.0085	0.027	1.4
2,4-DDD (o,p-DDD)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				
4,4-DDD (p,p-DDD)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				
2,4-DDE (o,p-DDE)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				
4,4-DDE (p,p-DDE)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				
2,4-DDT (o,p-DDT)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				
4,4-DDT (p,p-DDT)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097				

Sommaties

som DDD	mg/kg ds	0.001	< 0.0019	-	0.02	0.84	34
som DDE	mg/kg ds	0.001	< 0.0019	-	0.1	0.13	1.3
som DDT	mg/kg ds	0.001	< 0.0019	-	0.2	0.2	1

GCMS onderzoek - organotin verbindingen

tributyltin	mgSn/kg ds	< 0.004	< 0.0039	-	0.065	0.065	0.065
-------------	------------	---------	-----------------	---	-------	-------	-------

Toetsoordeel monster 6416981:

Altijd toepasbaar

Legenda

@	Geen toetsoordeel mogelijk
-	<= Achtergrondwaarde
WO	Wonen

Project	Project: 1072694 - 234640 Aanleg proefdijk - milieu kwaliteit D7 Valgenweg - Matrix Slib/Waterbodem		
Certificaten	1072694		
Toetsing	T.3 - Beoordeling kwaliteit van bagger en ontvangende bodem bij toepassing in een oppervlaktewaterlichaam		
Toetsversie	BoToVa 2.0.0		Toetsdatum: 3 september 2020 06:25

Monsterreferentie	6416981						
Monsteromschrijving	01 MM D7 Valgenweg: 01 MM D7 Valgenweg						
Analyse	Eenheid	Analyseseres.	Gestand.Res.	Toetsoordeel	AW	MWA	MWB

Lutum/Humus

Organische stof	% (m/m ds)	7.2	10
Lutum	% (m/m ds)	33.4	25

Metalen ICP-AES

arsen (As)	mg/kg ds	19	18	-	20	29	85
cadmium (Cd)	mg/kg ds	0.36	0.36	-	0.6	4	14
chrom (Cr)	mg/kg ds	58	50	-	55	120	380
koper (Cu)	mg/kg ds	18	16	-	40	96	190
kwik (Hg) (niet vluchtig)	mg/kg ds	0.26	0.24	A	0.15	1.2	10
lood (Pb)	mg/kg ds	44	41	-	50	138	580
nikkel (Ni)	mg/kg ds	26	21	-	35	50	210
zink (Zn)	mg/kg ds	130	110	-	140	563	2000

Perfluorcarbonsuren

perfluorbutaanzuur (PFBA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorpentaanzuur (PFPeA)	µg/kg ds	0.1	0.1389	@
perfluorhexaanzuur (PFHxA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorheptaanzuur (PFHpA)	µg/kg ds	0.1	0.1389	@
perfluoroctaanzuur (PFOA) line	µg/kg ds	0.6	0.8333	@
perfluoronaanzuur (PFNA)	µg/kg ds	0.3	0.4167	@
perfluordecaanzuur (PFDeA)	µg/kg ds	0.3	0.4167	@
perfluorundecaanzuur (PFUnD)	µg/kg ds	0.2	0.2778	@
perfluordodecaanzuur (PFDoD)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluortridecaanzuur (PFTTrDA)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluortetradecaanzuur (PFTe)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@

Perfluorsulfonzuren

perfluorbutaansulfonzuur (PFB)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorhexaansulfonzuur (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluorheptaansulfonzuur (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
perfluoroctaansulfonzuur (PFO)	µg/kg ds	0.9	1.25	@
perfluordecaansulfonzuur (PFD)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@

Perfluorverbindingen - overig

perfluoroctaansulfonamide (PF)	µg/kg ds	< 0.1	0.09722	@
--------------------------------	----------	-------	----------------	---

Minerale olie

minerale olie (florisil clean-up)	mg/kg ds	110	150	-	190	1250	5000
-----------------------------------	----------	-----	------------	---	-----	------	------

Polycyclische koolwaterstoffen

naftaleen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
fenantreen	mg/kg ds	0.05	0.05
anthraceen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
fluoranteen	mg/kg ds	0.1	0.1
benzo(a)antraceen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
chryseen	mg/kg ds	0.05	0.05
benzo(k)fluoranteen	mg/kg ds	0.05	0.05
benzo(a)pyreen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg ds	< 0.05	< 0.035

Sommaties

som PAK (10)	mg/kg ds	0.46	0.46	-	1.5	9	40
--------------	----------	------	-------------	---	-----	---	----

Polychloorbifenylen

PCB - 28	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.0015	0.014
PCB - 52	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.002	0.015
PCB - 101	mg/kg ds	0.001	0.0014	-	0.0015	0.023
PCB - 118	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.0045	0.016
PCB - 138	mg/kg ds	0.001	0.0014	-	0.004	0.027
PCB - 153	mg/kg ds	0.002	0.0028	-	0.0035	0.033
PCB - 180	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.0025	0.018

Sommaties

som PCBs (7)	mg/kg ds	0.007	0.0094	-	0.02	0.139	1
--------------	----------	-------	---------------	---	------	-------	---

Organochloorbestrijdingsmiddelen

hexachloorbenzeen	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-	0.0085	0.044
2,4-DDD (o,p-DDD)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		
4,4-DDD (p,p-DDD)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		
2,4-DDE (o,p-DDE)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		
4,4-DDE (p,p-DDE)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		
2,4-DDT (o,p-DDT)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		
4,4-DDT (p,p-DDT)	mg/kg ds	< 0.001	< 0.00097	-		

Sommaties

som DDx	mg/kg ds	0.004	< 0.0058	-	0.3	0.3	4
---------	----------	-------	-----------------	---	-----	-----	---

GCMS onderzoek - organotin verbindingen

tributyltin	mgSn/kg ds	< 0.004	< 0.0039	-	0.065	0.25
-------------	------------	---------	-----------------	---	-------	------

Toetsoordeel monster 6416981:

Altijd toepasbaar

Legenda

@	Geen toetsoordeel mogelijk
-	<= Achtergrondwaarde
A	Maximale waarde kwaliteitsklasse A

Kleirijperij Delfzijl

Table with 15 columns for different sampling locations (D2021-639-01 to D2021-639-09) and multiple rows for various chemical parameters. Each cell contains a value and a classification (e.g., 'Wonen A', '<= AW', 'Verspreidbaar').

Analyse	Eenheid	Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-01 15-11-2021 2021185382			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-02 16-11-2021 2021186342			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-03 16-11-2021 2021186352			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-04 16-11-2021 2021186354			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-05 17-11-2021 2021187262			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-06 18-11-2021 2021188251			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-07 18-11-2021 2021188255			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-08 19-11-2021 2021189144			Partijkeuringen Kleirijperij D2021-639-09 19-11-2021 2021189154		
		GSSD gem.	Oordeel Landbodem [Noot 1]	Oordeel Waterbodem [Noot 2]	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem
8:2 fluortelomeer sulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
10:2 fluortelomeer sulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
N-methylperfluorocetaansulfonamideacetaat (MeFOSAA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
N-ethylperfluorocetaansulfonamideacetaat (EtFOSAA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.085	<= AW	<= AW	0.085	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
perfluorocetaansulfonamide (PFOSA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
N-methylperfluorocetaansulfonamide (MeFOSA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
8:2 fluortelomeerfosfaatdiester (8:2 diPAP)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW	0.07	<= AW	<= AW
som PFOA (*0,7)	µg/kg ds	0.57	<= AW	<= AW	0.47	<= AW	<= AW	0.47	<= AW	<= AW	0.47	<= AW	<= AW	0.47	<= AW	<= AW	0.42	<= AW	<= AW	0.47	<= AW	<= AW	0.37	<= AW	<= AW	0.57	<= AW	<= AW
som PFOS (*0,7)	µg/kg ds	1.12	<= AW	OWRW	1.02	<= AW	<= AW	1.07	<= AW	<= AW	1.02	<= AW	<= AW	0.82	<= AW	<= AW	1.02	<= AW	<= AW	1.12	<= AW	OWRW	0.92	<= AW	<= AW	1.27	<= AW	OWRW
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK																												
Naftaleen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035		
Fenanthreen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.061			0.035			0.035			0.035		
Anthraceen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035		
Fluorantheen	mg/kg ds	0.0605			0.0695			0.074			0.076			0.043			0.1135			0.057			0.069			0.07		
Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.06			0.035			0.035			0.035		
Chryseen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.043			0.035			0.05			0.035			0.035			0.035		
Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035		
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.0525			0.035			0.035			0.035		
Benzo(h)peryleen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035		
Indeno(1,23-cd)pyreen	mg/kg ds	0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035			0.035		
PAK VROM (10) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.3755	<= AW	<=AW	0.3845	<= AW	<=AW	0.389	<= AW	<=AW	0.399	<= AW	<=AW	0.358	<= AW	<=AW	0.512	<= AW	<=AW	0.372	<= AW	<=AW	0.384	<= AW	<=AW	0.385	<= AW	<=AW
Fysisch-chemische bepalingen																												
Meettemperatuur (pH-CaCl2)	°C																											
Zuurgraad (pH-CaCl2)																												
Overige org.-verontreinigingen																												
Tributyltin (TBT)	mg/kg ds																											
Triphenyltin (TPHT)	mg/kg ds																											
Tributyltin (TBT) Sn	mg Sn/kg ds	0.0029	<= AW	<=AW	0.0032	<= AW	<=AW	0.0038	<= AW	<=AW	0.0033	<= AW	<=AW	0.0039	<= AW	<=AW	0.0047	<= AW	<=AW	0.0041	<= AW	<=AW	0.0048	<= AW	<=AW	0.0039	<= AW	<=AW
Triphenyltin (TPHT) Sn	mg Sn/kg ds	0.0029			0.0032			0.0038			0.0033			0.0039			0.0047			0.0041			0.0048			0.0039		
Organotin som Sn factor 0,7	mg Sn/kg ds	0.0159	<= AW	<=AW	0.0176	<= AW	<=AW	0.0206	<= AW	<=AW	0.0183	<= AW	<=AW	0.0212	<= AW	<=AW	0.0255	<= AW	<=AW	0.0223	<= AW	<=AW	0.0258	<= AW	<=AW	0.0212	<= AW	<=AW
Organotin som (factor 0,7)	mg/kg ds																											

Legenda	
Noot 1	Toepassing op landbodem is uitgevoerd met BoToVa via Pais (Eurofins) met Toets T1 (alle parameters behalve PFAS)
Noot 1	Toetsing op landbodem voor PFAS is uitgevoerd met Pais (Eurofins) onder sectie 4.1 van het Geacualiseerd Handelingskader PFAS (december 2021)
Noot 2	Toepassing op waterbodem is uitgevoerd met BoToVa via Pais (Eurofins) met Toets T3 (alle parameters behalve PFAS)
Noot 2	Toetsing op waterbodem voor PFAS is uitgevoerd met Pais (Eurofins) onder sectie 4.8.2 van het Geacualiseerd Handelingskader PFAS (december 2021). De gestandaardiseerde waarden komen uit Botova (via de T1 toetsing). Op 1 plek is de toetsing handmatig aangepast (partijkeuring 10 van Delfzijl), omdat het gestandaardiseerde gehalte PFOS (som) verkeerd was berekend door afrondingsfouten

Verklaring van de gebruikte tekens:	
RG Eis	Vereiste rapportagegrens
<= AW	kleiner dan of gelijk aan de Achtergrondwaarde
GSSD gem.	Gestandaardiseerd gehalte van het gemiddelde
AW x 2	Tweemaal Achtergrondwaarde
IW	Interventiewaarde
A	Kwaliteitsklasse A
B	Kwaliteitsklasse B
<=AW	kleiner dan of gelijk aan de Achtergrondwaarde (voor PFAS: voorlopige achtergrondwaarde)
Ind.	Klasse Industrie
Wonen	Klasse Wonen
Altijd toepasbaar	Altijd Toepasbaar
Klasse A	Kwaliteitsklasse A
Klasse B	Kwaliteitsklasse B
Klasse Wonen	Klasse Wonen (voor PFAS cat 4.1: bodemfunctieklasse of Bodemgebruiksklasse Wonen of Industrie, niet Landbouw/Natuur)
Klasse industrie	Klasse Industrie
OWRW	voor PFAS: cat4.8.2; toepasbaar in andere oppervlaktewateren (Rijkswateren)
OW en OWRW	voor PFAS: cat 4.8.2: toepasbaar in oppervlaktewateren (Rijkswateren en niet-Rijkswateren)
Verspreidbaar	voor PFAS: cat4.7: verspreiden in zelfde waterlichaam of benedenstrooms in sedimentdelend waterlichaam
Landbouw/Natuur	voor PFAS: cat 4.1: bodemfunctieklasse en/of bodemgebruiksklasse Landbouw/Natuur

Analyse	Eenheid	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem
Partijkeuringen Kleirijperij DZ021-639-10 19-11-2021 2021189155				
Eindoordeel BBK (T1 en T3)			Altijd toepasbaar	Altijd toepasbaar
Eindoordeel Handelingskader PFAS (Categorie 4.1 en 4.8.2)			Landbouw/ Natuur	OWRW
Eindoordeel Handelingskader PFAS (Categorie 4.7: verspreiden)				Verspreidbaar
Bodemtype correctie				
Organische stof		7.85		
Lutum		23.4		
Voorbehandeling				
Hoeveelheid aangeleverd monster	kg			
Massa percentage artefacten	% (m/m)			
Cryogeen malen				
Bodemkundige analyses				
Droge stof	% (m/m)	58.3		
Organische stof	% (m/m) ds			
Lutum	% (m/m) ds			
Metalen				
Arsen (As)	mg/kg ds	18.99	<= AW	<=AW
Barium (Ba)	mg/kg ds	65.44		
Cadmium (Cd)	mg/kg ds	0.4095	<= AW	<=AW
Chroom (Cr)	mg/kg ds	47.54	<= AW	<=AW
Kobalt (Co)	mg/kg ds	9.739	<= AW	<=AW
Koper (Cu)	mg/kg ds	17.6	<= AW	<=AW
Kwik, niet vluchtig (Hg)	mg/kg ds	0.2629	Wonen	A
Nikkel (Ni)	mg/kg ds	25.69	<= AW	<=AW
Molybdeen (Mo)	mg/kg ds	1.05	<= AW	<=AW
Lood (Pb)	mg/kg ds	48.13	<= AW	<=AW
Zink (Zn)	mg/kg ds	127.3	<= AW	<=AW
Minerale olie				
Minerale olie (C10-C12)	mg/kg ds	4.473		
Minerale olie (C12-C16)	mg/kg ds	4.473		
Minerale olie (C16-C21)	mg/kg ds	8.819		
Minerale olie (C21-C30)	mg/kg ds	32.7		
Minerale olie (C30-C35)	mg/kg ds	21.8		
Minerale olie (C35-C40)	mg/kg ds	5.622		
Minerale olie totaal (C10-C40)	mg/kg ds	73.67	<= AW	<=AW
Organo chloorbestrijdingsmiddelen, OCB				
alfa-HCH	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
beta-HCH	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
gamma-HCH	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
delta-HCH	mg/kg ds	0.0008		
Hexachloorbenzeen	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
Heptachloor	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
Heptachlooroxide(cis- of A)	mg/kg ds	0.0008		
Heptachlooroxide(trans- of B)	mg/kg ds	0.0008		
Hexachloorbutadieen	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
Aldrin	mg/kg ds	0.0008		<=AW
Dieldrin	mg/kg ds	0.0008		<=AW
Endrin	mg/kg ds	0.0008		<=AW
Isodrin	mg/kg ds	0.0008		<=AW
Telodrin	mg/kg ds	0.0008		<=AW
alfa-Endosulfan	mg/kg ds	0.0008	<= AW	<=AW
Endosulfansulfaat	mg/kg ds	0.0017		
alfa-Chloordaan	mg/kg ds	0.0008		
gamma-Chloordaan	mg/kg ds	0.0008		
o,p'-DDT	mg/kg ds	0.0008		
p,p'-DDT	mg/kg ds	0.0008		
o,p'-DDE	mg/kg ds	0.0008		
p,p'-DDE	mg/kg ds	0.0008		
o,p'-DDD	mg/kg ds	0.0008		
p,p'-DDD	mg/kg ds	0.0008		
HCH (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0035		<=AW
Drins (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0026	<= AW	<=AW
Heptachlooroxide (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0017	<= AW	<=AW
DDD (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0017	<= AW	
DDE (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0017	<= AW	
DDT (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0017	<= AW	
DDX (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0053		<=AW
Chloordaan (som) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0017	<= AW	<=AW
OCB (som) LB (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0187	<= AW	
OCB (som) WB (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0214		<=AW
Polychloorbifenyleen, PCB				
PCB 28	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB 52	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB 101	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB 118	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB 138	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB 153	mg/kg ds	0.0012		<=AW
PCB 180	mg/kg ds	0.0008		<=AW
PCB (som 7) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.0066	<= AW	<=AW
Perfluorkoolwaterstoffen(PFC)				
perfluorbutaanzuur (PFBA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoropentaanzuur (PFPeA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorhexaanzuur (PFHxA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorheptaanzuur (PFHpA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoroctaanzuur (PFOA) lineair	µg/kg ds	0.45	<= AW	<= AW
perfluoroctaanzuur (PFOA) vertakt	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoronaanzuur (PFNA)	µg/kg ds	0.2	<= AW	<= AW
perfluorodecaanzuur (PFDA)	µg/kg ds	0.2	<= AW	<= AW
perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	µg/kg ds	0.2	<= AW	<= AW
perfluordodecaanzuur (PFDoA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluortridecaanzuur (PFTrDA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluortetradecaanzuur (PFTeDA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorhexadecaanzuur (PFHxDA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoroctadecaanzuur (PFODA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorbutaansulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoropentaansulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS) lineair	µg/kg ds	1.1	<= AW	<= AW
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS) vertakt	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorodecaansulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
4:2 fluortelomeer sulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
6:2 fluortelomeer sulfonzuur (6:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW

Partijkeuringen Kleirijperij
 D2021-639-10
 19-11-2021
 2021189155

Analyse	Eenheid	GSSD gem.	Oordeel Landbodem	Oordeel Waterbodem
8:2 fluortelomeer sulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
10:2 fluortelomeer sulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
N-methylperfluorooctaansulfonamideacetaat (MeFOSAA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
N-ethylperfluorooctaansulfonamideacetaat (EtFOSAA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
perfluorooctaansulfonamide (PFOSA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
N-methylperfluorooctaansulfonamide (MeFOSA)	µg/kg ds	0.07	<= AW	<= AW
8:2 fluortelomeerfosfaatdiester (8:2 diPAP)	µg/kg ds	0.085	<= AW	<= AW
som PFOA (*0,7)	µg/kg ds	0.52	<= AW	<= AW
som PFOS (*0,7)	µg/kg ds	1.17	<= AW	OVRW
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK				
Naftaleen	mg/kg ds	0.035		
Fenanthreen	mg/kg ds	0.035		
Anthraceen	mg/kg ds	0.035		
Fluorantheen	mg/kg ds	0.0665		
Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	0.035		
Chryseen	mg/kg ds	0.035		
Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	0.035		
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	0.035		
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	0.035		
Indeno(123-cd)pyreen	mg/kg ds	0.035		
PAK VROM (10) (factor 0,7)	mg/kg ds	0.3815	<= AW	<=AW
Fysisch-chemische bepalingen				
Meettemperatuur (pH-CaCl2)	°C			
Zuurgraad (pH-CaCl2)				
Overige org.-verontreinigingen				
Tributyltin (TBT)	mg/kg ds			
Triphenyltin (TPHT)	mg/kg ds			
Tributyltin (TBT) Sn	mg Sn/kg ds	0.0035	<= AW	<=AW
Triphenyltin (TPHT) Sn	mg Sn/kg ds	0.0035		
Organotin som Sn factor 0,7	mg Sn/kg ds	0.0192	<= AW	<=AW
Organotin som (factor 0,7)	mg/kg ds			

Legenda	
Noot 1	Toepassing op landbodem is uitgevoerd met BoToVa via Pais (Euro)
Noot 1	Toetsing op landbodem voor PFAS is uitgevoerd met Pais (Eurofins)
Noot 2	Toepassing op waterbodem is uitgevoerd met BoToVa via Pais (Euro)
Noot 2	Toetsing op waterbodem voor PFAS is uitgevoerd met Pais (Eurofins)

Verklaring van de gebruikte tekens:

RG Eis	Vereiste rapportagegrens
<= AW	kleiner dan of gelijk aan de Achtergr
GSSD gem.	Gestandaardiseerd gehalte van het j
AW x 2	Tweemaal Achtergrondwaarde
IW	Interventiewaarde
A	Kwaliteitsklasse A
B	Kwaliteitsklasse B
<=AW	kleiner dan of gelijk aan de Achtergr
Ind.	Klasse Industrie
Wonen	Klasse Wonen
Altijd toepasbaar	Altijd Toepasbaar
Klasse A	Kwaliteitsklasse A
Klasse B	Kwaliteitsklasse B
Klasse Wonen	Klasse Wonen (voor PFAS cat 4.1: bc
Klasse industrie	Klasse Industrie
OVRW	voor PFAS: cat4.8.2; toepasbaar in a
OW en OVRW	voor PFAS: cat 4.8.2: toepasbaar in c
Verspreidbaar	voor PFAS: cat4.7: verspreiden in ze
Landbouw/Natuur	voor PFAS: cat 4.1: bodemfunctiekla



situatie tekening

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
 projectcode **235148**
 datum **16-06-2021**
 paraaf *[Handwritten Signature]*
 schaal **1:1.500 op A3**

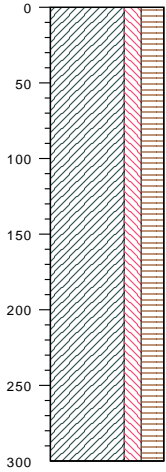
legenda

- peilbuis
- boring < 0.5m
- boring < 1m
- boring < 1.5m
- boring < 2m
- boring >= 2m
- inspectiegat
- sleuf
- slib
- depot
- overigen

01 d12.1 mm

/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



-300

type **grondboring**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262194.06**
y **592407.56**

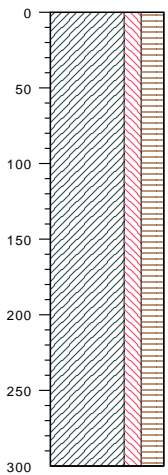


meetpunt 01 d12.1 mm, laag 0-300
27628955

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

02 d12.2



/ cm-maaiveld 0
klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman

type sleuf
datum 14-06-2021
boormeester Veldwerker
x 262180.14
y 592406.82

-300



meetpunt 02 d12.2 , laag 0-300
27628956



meetpunt 02 d12.2 , laag 0-300
27628957



meetpunt 02 d12.2 , laag 0-300
27628958



meetpunt 02 d12.2 , laag 0-300
27628959

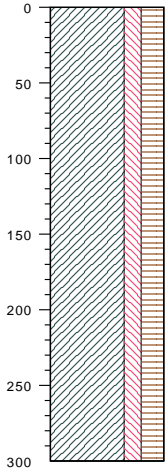
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

03 d12.3 mm

/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



-300

type **grondboring**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262170.69**
y **592412.65**

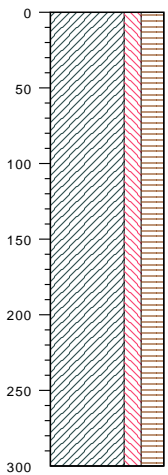


meetpunt 03 d12.3 mm, laag 0-300
27628960

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

04 d12.4



/ cm-maaiveld 0
klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman

type sleuf
datum 14-06-2021
boormeester Veldwerker
x 262172.85
y 592407.30

-300



meetpunt 04 d12.4, laag 0-300
27628961



meetpunt 04 d12.4, laag 0-300
27628962



meetpunt 04 d12.4, laag 0-300
27628963



meetpunt 04 d12.4, laag 0-300
27628964

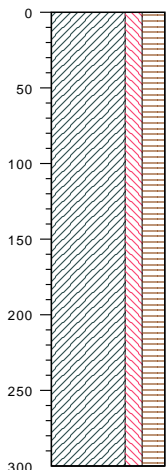
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

05 d7.1 bio mm

/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



-300

type **grondboring**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262119.45**
y **592610.10**



meetpunt 05 d7.1 bio mm, laag 0-300
27628974

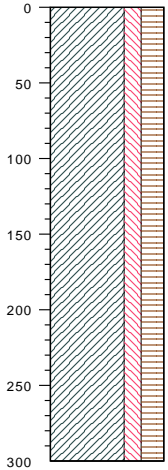
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

06 d7.2 bio

/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



-300

type sleuf
datum 14-06-2021
boormeester Veldwerker
x 262124.76
y 592609.00



meetpunt 06 d7.2 bio, laag 0-300
27628969



meetpunt 06 d7.2 bio, laag 0-300
27628970



meetpunt 06 d7.2 bio, laag 0-300
27628971



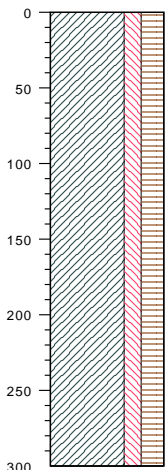
meetpunt 06 d7.2 bio, laag 0-300
27628972

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

07 d7.3 bio mm

/ cm-maaiveld 0



klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



meetpunt 07 d7.3 bio mm, laag 0-300
27628973

-300

type **grondboring**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262127.01**
y **592597.82**

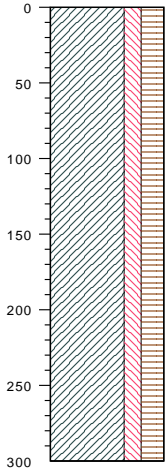
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

08 d7.4 bio

/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



-300

type **sleuf**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262117.67**
y **592601.44**



meetpunt 08 d7.4 bio, laag 0-300
27628965



meetpunt 08 d7.4 bio, laag 0-300
27628966



meetpunt 08 d7.4 bio, laag 0-300
27628967

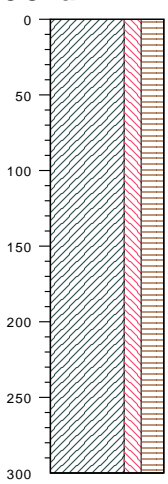


meetpunt 08 d7.4 bio, laag 0-300
27628968

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

09 d7.1 mm



/ cm-maaiveld 0

klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman



meetpunt 09 d7.1 mm, laag 0-300
27628975

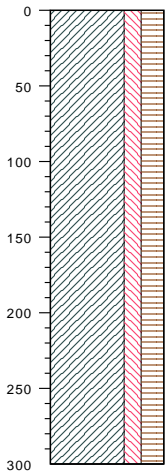
-300

type **grondboring**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262156.73**
y **592615.67**

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

10 d7.2



/ cm-maaiveld 0
klei, matig siltig, sterk humeus,
edelman

type **sleuf**
datum **14-06-2021**
boormeester **Veldwerker**
x **262141.19**
y **592606.06**

-300



meetpunt 10 d7.2 , laag 0-300
27628976



meetpunt 10 d7.2 , laag 0-300
27628977



meetpunt 10 d7.2 , laag 0-300
27628978

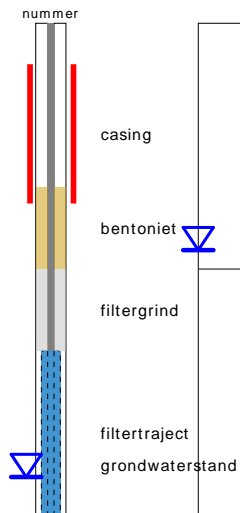


meetpunt 10 d7.2 , laag 0-300
27628979

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Kleirijperij bemonsteringsronde G**
projectcode **235148**
getekend conform **NEN 5104**

PEILBUIJS

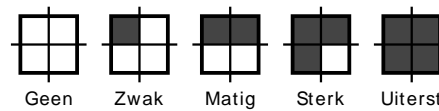


BORING

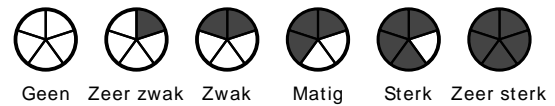


links= cm-maaiveld
rechts= cm+ NAP

OLIE OP WATER REACTIE



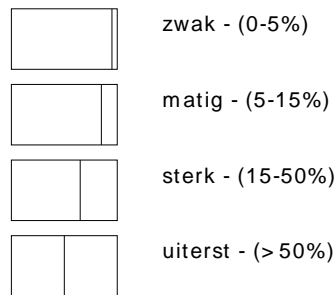
GEUR INTENISTEIT



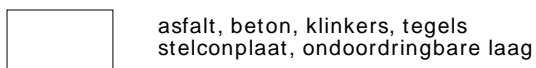
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



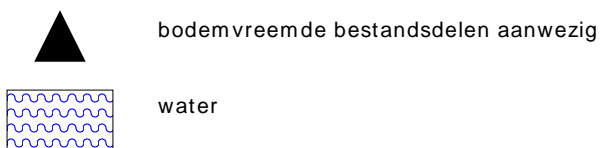
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl