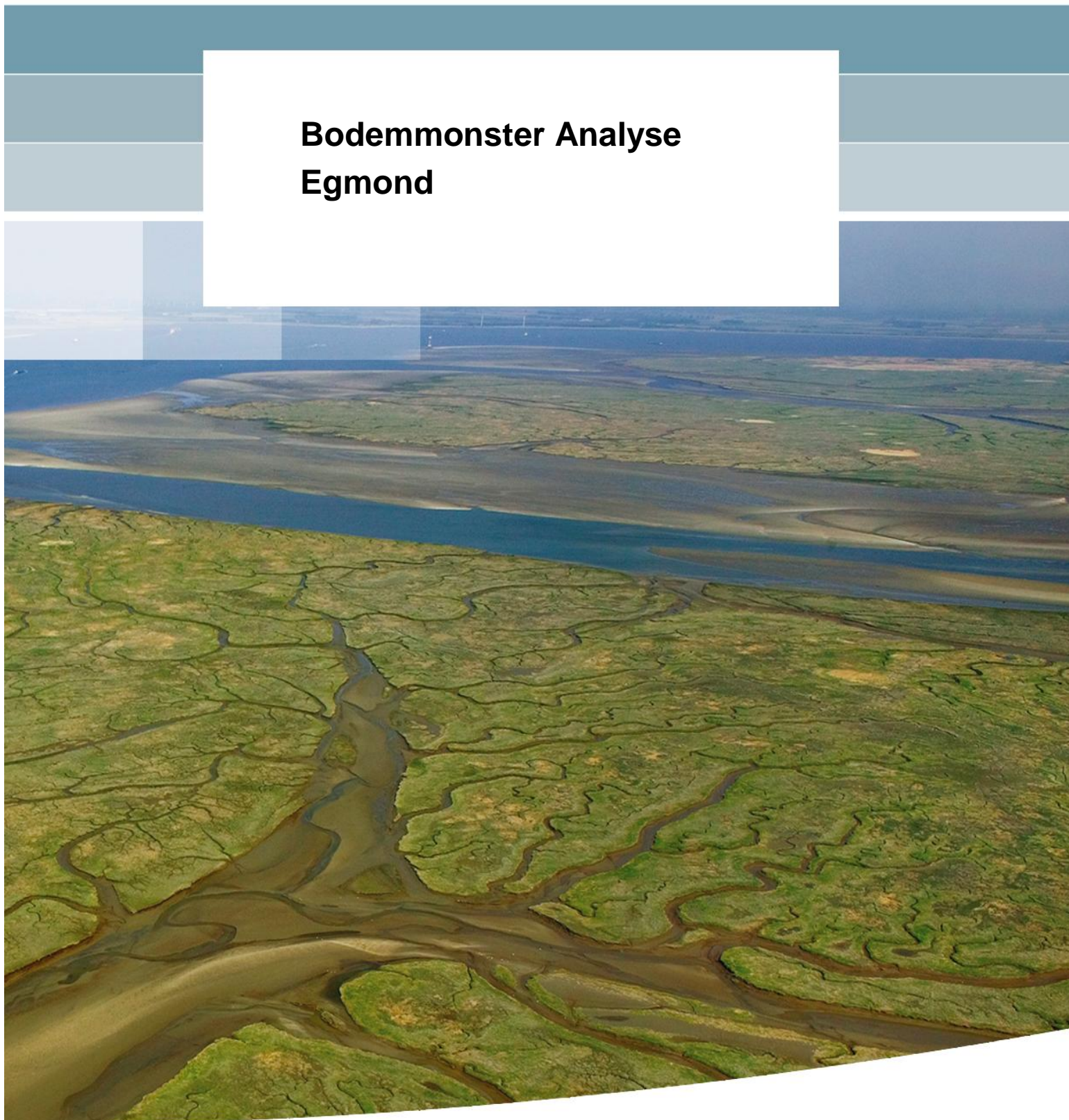


**Bodemmonster Analyse
Egmond**



Bodemmonster Analyse Egmond

Bas Blok
Loana Arentz

1205620-000

Titel
Bodemmonster Analyse Egmond

Opdrachtgever
RWS-WD

Project
1205620-000

Kenmerk
1205620-000-ZKS-0011

Pagina's
21

Trefwoorden







Zand / slib scheiding, lab analyse, Malvern analyse, korrelgrootte verdeling, Egmond, droge stof gehalten, buffercapaciteit bodem.

Samenvatting

Dit rapport beschrijft een labanalyse van nieuwe bodemmonsters bij Egmond die is uitgevoerd ten behoeve van een beter inzicht in de hoeveelheid slib in de bodem die beschikbaar is voor resuspensie. Deze informatie zal gebruikt worden voor een verdere kalibratie van het slib-buffemodel voor de Nederlandse kustzone.

Referenties

Zie referentielijst.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	apr. 2012	Bas Blok		Loana Arentz			
2	juni 2012	Blok; Arentz		Thijs van Kessel			
3	Juli 2012	Blok; Arentz		Thijs van Kessel		Tom Schilperoort	

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Het hoofdproject	1
1.3 In dit rapport	2
1.4 Studiegebied met monsternamen locaties	2
1.5 Leeswijzer	2
2 Aanpak	3
2.1 Inleiding aanpak	3
2.2 Chemische bewerkingen	3
2.3 Mechanische bewerkingen	4
2.4 Korrelgrootte verdeling	5
2.5 Digitale toelevering	6
2.6 Terminologie	6
3 Verkennend onderzoek	7
3.1 Werkwijze verkennend onderzoek	7
3.2 Resultaten verkennend onderzoek en conclusies voor analyse methodiek	7
3.3 Analyse methodiek	12
4 Resultaten	13
4.1 Toelichting	13
4.2 Bevindingen	13
4.3 Hoe gebruiken we deze resultaten in hoofdproject?	17
4.4 Aanbevelingen	17
5 Referenties	19
Figuren	
Figuur 1. Illustratie: scherven door trilschade	9
Figuur 2. Stroomschema 'chemie vooraf'. De grijze schaduwen achter de blokjes geven de stappen aan die meerdere malen doorlopen zijn in 1 monster.	10
Figuur 3. Stroomschema 'chemie achteraf'. De grijze schaduwen achter de blokjes geven de stappen aan die meerdere malen doorlopen zijn in 1 monster.	10
Figuur 4. Vergelijking chemie vooraf vs. achteraf	11
Figuur 5. Stroomschema 'chemie achteraf'	12
Figuur 6. Vergelijking korrelgrootte verdeling met vertroebelingseffect en massa verblijftijd in de waterkolom.	16

Bijlage(n)

A	Overzicht bodemmonsters en locaties	A-1
B	Verkennend onderzoek: memo workshop bespreking resultaten	B-1
C	Verkennend onderzoek: enkele microscopische opnamen	C-1
D	Resultaat: droge stof gehalten	D-1
E	Resultaat: korrelgrootteverdelingen	E-1
F	Grootte klassen van Malvern Mastersizer 2000.	F-1

1 Inleiding

Deze rapportage maakt deel uit van het project 'Kalibratie slibtransportmodel en GEM-model' (zaaknummer 31061236). Dit rapport beperkt zich tot de analyse van 31 bodemmonsters op de voor uitspoeling en resuspensie beschikbare slibfractie.

1.1 Achtergrond

In de Noordzee wordt jaarlijks een grote hoeveelheid zand gewonnen om de Nederlandse kust door middel van vooroever- en strandsuppleties te beschermen tegen overstromingen vanuit zee. Behalve voor kustsuppleties wordt ook zand gewonnen voor andere doelen zoals ophoog- of vulmateriaal. Deze activiteiten resulteren in een hogere hoeveelheid slib in de waterkolom langs de Nederlandse kustzone. De toename in troebelheid beïnvloedt het lichtklimaat en daarmee de hele effectenketen van primaire productie tot voedselaanbod voor hogere organismen (zoals vissen, zeezoogdieren en vogels).

Het is daarom van essentieel belang om inzicht te hebben in de effecten van de zandwinning op bijvoorbeeld troebelheid en primaire productie. Deze vraag ligt vaak ten grondslag aan diverse effect studies in het kader van vergunningstrajecten in het kader van bijvoorbeeld MER- en MEP zandwinning.

In dit project proberen we meer inzicht te krijgen in het gedrag van slib in de Nederlandse kustzone naar aanleiding van zandwinning en -suppleties op de Noordzee zodat we beter in staat zijn om dit gedrag te kunnen voorspellen.

1.2 Het hoofdproject

Om meer inzicht te krijgen in dit gedrag is een slibmodel ontwikkeld met daarin een bodemmodule voor de opslag van slib in een zandige bodem. Dit zogenaamde "buffermodel" is gekalibreerd en gevalideerd voor de Nederlandse kustzone tijdens een serie slib model studies in de zuidelijke Noordzee: de *VOP-Slib*¹-projecten (bijv. Van Kessel et al., 2010). Het huidige buffermodel is goed in staat om de waargenomen variaties in troebelheid te reproduceren uitgaande van een dynamische evenwichtstoestand. Het model is gekalibreerd aan de hand van beschikbare troebelheidsmetingen uit DONAR, maar ook hoogfrequente 'CEFAS' troebelheidsmetingen voor Noordwijk. Deze troebelheidsmetingen zijn echter onvoldoende om het model te kalibreren wat betreft transiënt gedrag. Het transiënte gedrag bepaalt hoe snel en met welke mate van dispersie een verstoring van de dynamische evenwichtstoestand – zoals een sedimentpuls ten gevolge van zandwinning – zich door de kustzone verplaatst.

Het transiënte gedrag wordt bepaald door twee kerngrootheden:

- 1 de partitionering, gedefinieerd als de verhouding tussen de massa slib in de bodem en de massa slib in de waterkolom;
- 2 de uitwisselingsnelheid van slib tussen water en bodem.

De partitionering bepaalt de loopsnelheid van de verstoring door het systeem en daarmee de gemiddelde verblijftijd, de uitwisselingsnelheid bepaalt de verblijftijdsspreiding (in combinatie met dispersie in de waterkolom). Alleen door middel van een combinatie van metingen in de waterkolom en de bodem kan het transiënte gedrag worden gekalibreerd.

1. *VOP Slib: Voortschrijdend Onderzoeksprogramma Slib*

Voor huidige studie hebben we nieuwe gelijktijdige metingen van slib in water en bodem tot onze beschikking. De metingen zijn door NIOZ uitgevoerd voor de kust van Egmond in het voor- en najaar van 2010. De analyse van deze gelijktijdige metingen is een belangrijke aanvulling op de reeds gebruikte datasets. De uitwisselingsnelheid kan hiermee nauwkeuriger worden bepaald en de partitionering kan onafhankelijk van de cadmium-metingen worden getoetst.

De doelstelling van het hoofdproject is om het slib-buffermodel verder te kalibreren voor de Nederlandse kustzone met behulp van nieuwe meetgegevens bij Egmond zodat het gedrag van slib beter voorspeld kan worden.

1.3 In dit rapport

In dit rapport wordt een beschrijving gegeven van de analyse van de nieuwe bodemmonsters als onderdeel van het hoofdproject 'Kalibratie slibtransportmodel en GEM-model'. De analyse is opgesplitst in twee onderdelen, namelijk:

1. het uitvoeren van een verkennend onderzoek naar de mogelijkheid van zand-slibscheiding van zandige bodemmonsters, en
2. het bepalen van de korrelgrootteverdelingen van de beschikbare bodemmonsters.

Het doel van de labanalyses is om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van de bodem bij Egmond. Hoeveel slib is er in de bodem beschikbaar voor resuspensie?

1.4 Studieggebied met monsternamen locaties

Het studiegebied is een kustvak voor de Egmond aan Zee. De monsternamen locaties liggen op een raai loodrecht op de kust. Bijlage A geeft een overzicht van de monsters en de locaties waar ze genomen zijn.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de mogelijke methodieken voor de bepaling van de hoeveelheid slib in de bodem. In hoofdstuk 3 worden de verschillende opties in een verkennend onderzoek verder onderzocht, en wordt op basis van de resultaten de beste aanpak voor de analyse methodiek van de beschikbare bodemmonsters gekozen. Hoofdstuk 4 beschrijft het resultaat van de analyses van alle beschikbare bodemmonsters in termen van: drogestof gehalten voor de grove en fijne fracties; korrelgrootte verdelingen voor de grove en fijne fracties; en microscopische opnames. De belangrijkste bevindingen worden ook beschreven in hoofdstuk 4. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 toegelicht hoe de resultaten in het hoofdproject gebruikt zullen worden.

2 Aanpak

2.1 Inleiding aanpak

Onder het project 'MER Zeezandwinning' zijn bij verschillende gelegenheden bodemonsters genomen t.b.v. diverse toepassingen. Van een aantal van die monsters zijn delen ter beschikking gesteld voor analyse op voor uitspoeling beschikbaar gehalte aan fijn materiaal.

Tot gangbare analyses van bodemonsters behoren o.a.

1. zeven op verschillende korrelgrootte fracties;
2. bepaling van drogestof gehalte en
3. bepaling van korrelgrootte verdeling door middel van laser diffractie.

Ter vaststelling van de voor uitspoeling beschikbare fractie fijn materiaal is het gewenst dat de grove en fijne fracties van elkaar gescheiden kunnen worden.

Voor het bepalen van de omvang van de fijne fractie dienen de fijne deeltjes fysiek van de grove deeltjes gescheiden te worden. En dat op een manier die zo goed mogelijk de hydrodynamische omstandigheden op de zeebodem benadert. Hieruit volgen beperkingen voor chemische bewerkingen en ook mechanische bewerkingen. In de volgende paragrafen wordt e.e.a. uiteengezet.

Uit de Vries et al., (2011) bleek dat bij toepassen van verschillende meetmethodes, verschillende slibconcentraties kunnen worden afgeleid. De methode die hier wordt afgeleid is specifiek ontwikkeld voor een slibarme Noordzeebodem zoals rondom Egmond.

2.2 Chemische bewerkingen

Bij uitvoering van de analyses wordt in grote lijnen NEN 5753, methode B, gevolgd. Omdat organisch materiaal en carbonaten een kittende werking hebben schrijft de norm chemische bewerkingen voor alvorens de fijne en grove fracties fysiek te scheiden. De chemische bewerkingen zijn verwijdering van organische stof door middel van oxidatie met waterstofperoxide en verwijdering van carbonaten met behulp van zoutzuur en calcium chloride.

Voor het onderzoek naar de voor uitspoeling beschikbare fijne fractie dient de volgende overweging gemaakt te worden:

Is het doel de bepaling van de complete fractie aan fijne deeltjes, waarbij de massa van 'losse' en 'gekittete' deeltjes vastgesteld moet worden, dan dient de chemische bewerking voorafgaand aan de scheiding plaats te vinden. Gaat het echter om de fractie 'losse' voor uitspoeling beschikbare deeltjes dan dienen eerst de fijne en grove fracties gescheiden te worden voordat de chemische bewerkingen uitgevoerd worden. De onderliggende hypothese is dat bij chemie vooraf meer fijne deeltjes worden vrijgemaakt, omdat ook de aan zand gekittete deeltjes langs chemische worden losgemaakt.

Er dient opgemerkt te worden dat de chemische bewerking de organische component verwijderd. Deze kan bijdragen aan vertroebeling. Oftewel, de geanalyseerde slib percentages in de bodemonsters leveren een onderschatting van de hoeveelheid slib beschikbaar voor resuspensie / vertroebeling.

Onder voorliggend onderzoek is de chemische bewerking achteraf uitgevoerd, echter, van een aantal deelmonsters zijn ter vergelijking beide varianten uitgevoerd. Het resultaat wordt in paragraaf 3.2 besproken.

2.3 Mechanische bewerkingen

Bij de fysieke scheiding van de fijne en grove deeltjes worden mechanische bewerkingen toegepast.

Schudden of trillen

Als onderdeel van de scheidingsmethodiek zijn de fijne deeltjes langs mechanische weg vrijgemaakt van de grove deeltjes. Onderzocht zijn de methode van mechanische bewerking en de duur daarvan. Aandachtspunt daarbij was de mate waarin de mechanische bewerking de deeltjes beschadigt, waardoor er meer fijne fracties ontstaan. Er zijn twee methoden met elkaar vergeleken: vortex shedding (schudden) en ultrasoon trillen.

Bij vortex shedding wordt het materiaal in een watersuspensie horizontaal geschud. Deze bewerking heeft een laagfrequent karakter, ook de versnellingen en (beschikbare energie) zijn relatief klein. Er zijn vele varianten van schudapparaten, er is gekozen voor een variant die een horizontale beweging maakt die zo goed mogelijk de horizontaal gerichte orbitaal snelheid nabij de zeebodem emuleert. Het gebruikte schudapparaat is model Promax 1020 van het fabriek Heidolph, de schudfrequentie is ongeveer 2 Hz en de slag 32 mm. De schudbaan is heen-en-weer gaand langs een horizontale rechte lijn.

Bij ultrasoon trillen wordt het natte monster aan hoogfrequente trillingen blootgesteld, daarbij treden grote versnellingen op; dit is een hoogenergetische methodiek. Het ultrasonische trilapparaat is model RK510H van het fabriek Bandelin, het vermogen is 160 W.

De monsters zijn herhaalde malen en voor steeds langere tijdsduur aan schudden of trillen onderworpen met als doel een indicatie te krijgen van de benodigde tijd om het fijne materiaal grotendeels vrij te maken. Met een microscoop zijn opnames gemaakt ter beoordeling van mogelijke schade (versplintering).

Zeven

De fijne fracties in de betrokken bodemmonsters vormen slechts enkele procenten (massa), in veel gevallen zelfs minder dan een procent van het geheel. Directe bepaling van grove en fijne fracties door middel van laser diffractie analyse werd niet gekozen omdat de grove fracties dermate omvangrijk zijn dat fijne fracties overstemd zouden worden, o.a. doordat de grove deeltjes de fijne deeltjes tijdens de metingen in het diffractie instrument optisch afschermen zodat de korrelgrootte verdeling van het fijne materiaal onvolledig zou zijn en nauwelijks nog informatie bevat. Er is daarom besloten de fracties fysiek van elkaar te scheiden door middel van zeven.

Scheiding door middel van zeven biedt twee voordelen:

- 1 Na zeven heeft de korrelgrootte verdeling, die door middel van laser diffractie bepaald wordt, in het bijzonder voor het fijne materiaal een beter onderscheidend vermogen;
- 3 van de fijne en grove fracties kunnen de drogestof gehalten bepaald worden.

Voor de zeefscheiding is een relatief grove draadzeef met een maaswijdte van 90µm ingezet. Uitgangspunt bij de keuze van de zeef was de wens dat alle slib in de fijne fractie zou belanden inclusief de zware mineralen. De keuze voor een 90µm zeef is arbitrair en enkel

gebaseerd op de voorkeur voor een maaswijdte groter dan 63 μm . Wanneer de interesse vooral bij vertroebeling ligt kan overwogen worden een fijnere zeef toe te passen, bijvoorbeeld 38 μm . Daarbij moet aangetekend worden dat naarmate de maaswijdte kleiner wordt, zeven lastiger en tijdrovender wordt.

2.4 Korrelgrootte verdeling

De korrels van natuurlijke bodemmaterialen, zoals zand, zijn niet zuiver bolvormig, veel korrels hebben een onregelmatige vorm. Omdat de korrels niet zuiver bolvormig zijn is de vorm (in zekere mate) uitgerekt. Deeltjes langer dan 90 μm maar met een korte as kleiner dan de draadafstand van de zeef kunnen bij de fijne fractie belanden. Bovendien is de overhoekse afmeting van de zeefmaas orde 1.4 maal zo groot als de draad afstand waardoor relatief grote deeltjes toch de zeef kunnen passeren. Deze aspecten veroorzaken spreiding in de grootte van de doorgelaten (en geblokkeerde) korrels.

Volgens ervaringsdeskundige Gerard Spronk meet de Malvern uiterst nauwkeurig indien er sprake is van zuiver bolvormige deeltjes. Er zijn ooit ijkingen uitgevoerd met latexbolletjes waarvan de diameter nauwkeurig bekend is. De afwijking blijft dan binnen 1 μm en bij fijne deeltjes zelfs binnen 0,1 μm . De doorlaat van de zeven is echter nogal breed verdeeld. Een zeef met een doorlaat van 100 μm laat deeltjes door tot misschien wel 200 μm . Hoeveel er doorkomen wordt bepaald door de intensiteit van het zeven (kloppen, trillen of spoelen) en de tijdsduur. Er ontstaat een verschil tussen zeven en Malvern als de deeltjes onregelmatig gevormd zijn. Ze passeren dan (ook weer intensiteit afhankelijk) op hun smalste diameter de zeef, maar Malvern meet het volume. T.o.v de zeef overschat Malvern de doorlaat. Op basis van ervaring is vastgesteld dat voor gemiddelde sedimenten de factor circa 1,5 bedraagt (zeef 100 μm , Malvern 150 μm).

Het laser diffractie instrument heeft optisch een eindig oplossend vermogen waardoor de resultaten spreiding vertonen. Tijdens de meting wordt een model door de waarnemingen gefit. Dit model heeft een zekere breedte en bestrijkt meerde deeltjes grootte klassen.

De toegepaste Malvern Mastersizer hanteert de Mie theorie voor conversie van de gemeten verstrooiing naar een schatting voor de korrelgrootte verdeling. De Mie theorie beschrijft ook de refractie en absorptie van licht in de deeltjes. De absorptie coëfficiënt en de brekingsindex van de deeltjes behoren tot de invoerparameters van het instrument. Vanwege de grote variatie aan deeltjessoorten kunnen deze parameters slechts benaderingen zijn.

Het instrument voert een reeks van tienduizenden metingen uit alvorens resultaten te presenteren. Het samenvoegen van zoveel metingen, die bovendien over in de tijd gespreid uitgevoerd zijn, verbetert de signaal/ruis verhouding van het resultaat op meerdere manieren. Allereerst wordt de elektronische signaal ruis verhouding van de detector verbeterd. Als gevolg van de tijdsduur van de meetreeks passeren meer verschillende deeltjes het meetvolume. En, als er voldoende tijd genomen wordt, passeren deeltjes meerdere malen het meetvolume, waarschijnlijk bij elke passage in een andere oriëntatie wat de kwaliteit van het resultaat ten goede komt.

De laser diffractie meting resulteert in een korrelgrootte verdeling per deeltjesklasse uitgedrukt in een volumepercentage. Het gezamenlijke volume van alle klassen in een verdeling wordt genormeerd op 100%. Hiermee is het resultaat relatief en niet gerelateerd aan de concentratie van deeltjes in het monster.

Gebaseerd op de gemeten laserextinctie en de korrelgrootte verdeling berekent het instrument een schatting voor de volume concentratie van de deeltjes in het monster.

Een indicator voor de kwaliteit van de meting is de z.g. obscuration, daarmee wordt aangegeven in welke mate laser licht door de deeltjes suspensie verhinderd wordt de detectors te bereiken. Lage en hoge waarden duiden op een te lage respectievelijk te hoge deeltjesconcentratie. Bij de interpretatie van de meetresultaten is de obscuration een van de kwaliteitsindicatoren.

2.5 Digitale toelevering

De ruwe data en alle resultaten worden digitaal aangeleverd bij oplevering van het eindrapport.

2.6 Terminologie

In dit rapport wordt gesproken van fijn en grof materiaal, hoewel het fijne materiaal voornamelijk uit slib bestaat bevat het vanwege toepassing van een 90µm draadzeef (hieronder) ook een deel van de zandfractie.

Met de term schudden wordt 'vortex shedding' bedoeld en trillen wordt gebruikt ter aanduiding van ultrasoon trillen.

Analyse resultaten in tabellen en grafieken bevatten o.a. referentiecodes voor de monsters. Deze codes zijn afgeleid van de door NIOZ gehanteerde codering zoals samen met de monsters is ontvangen. Bijlage A bevat naast de monsterlocaties ook een tabel met een overzicht van de beschikbare monster coderingen. De referentiecodes zoals gebruikt in de grafieken en tabellen in dit rapport zijn een samenstelling van de namen in de kolommen 'identificatie' en 'locatie'.

3 Verkennend onderzoek

Met een beperkt aantal monsters is door middel van een verkennend onderzoek onderzocht volgens welke werkwijze de fijne- en grove fracties van het bodemmonster optimaal gescheiden kunnen worden.

Tijdens een workshop op 2 april 2012 zijn de resultaten van het verkennend onderzoek besproken met de betrokken experts en is een analyse methodiek vastgesteld voor de analyse van alle ter beschikking gestelde bodemmonsters. In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden het verkennend onderzoek en de daaruit afgeleide analyse methodiek nader beschreven.

De bevindingen van het verkennend onderzoek zijn in een memo vastgelegd (zie bijlage B). De spreadsheets met onderliggende data en de foto's kunnen op verzoek digitaal aangeleverd worden.

Het verkennend onderzoek heeft zich gericht op het faciliteren van een keuze tussen verschillende bewerkingen.

- 1 mechanische bewerking tot het vrijmaken van het fijne materiaal door middel van schudden of trillen;
- 2 chemische bewerking voorafgaand aan de mechanische scheiding dan wel na uitvoering van de mechanische scheiding.

3.1 Werkwijze verkennend onderzoek

Elk bodemmonster is gehomogeniseerd waarna een deelmonster is genomen voor analyse. Organisch materiaal is geoxideerd en carbonaten zijn verwijderd. Zoals onder paragraaf 2.2 is uiteengezet is in grote lijnen NEN 5753 methode B gevolgd. Echter, een belangrijk verschil is dat de chemische bewerkingen voor de meeste monsters pas na de mechanische scheiding (zeven), maar voor de bepaling van korrelgrootte en massa aan drogestof zijn uitgevoerd.

Als eerste scheidingsstap is het onbewerkte monster gezeefd, daarna zijn nog enkele scheidingsstappen (zeven) uitgevoerd, telkens na schudden of trillen. Na elke bewerking (schudden of trillen) is het monster met water gezeefd over een 90µm draadzeef. De fijne fractie is daarna chemisch bewerkt, waarna de korrelgrootteverdeling door middel van laser diffractie is bepaald. Van de fijne fractie is ook het gehalte aan droge stof bepaald. Nadat voor de laatste keer is gezeefd is ook de grove fractie chemisch bewerkt, is de korrelgrootteverdeling bepaald en is de massa droge stof vastgesteld.

3.2 Resultaten verkennend onderzoek en conclusies voor analyse methodiek

Tijdens het verkennend onderzoek zijn de monsters aan mechanische bewerking van toenemende duur onderworpen. In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat. In kolom 'tijd' staat de tijdsduur van elke mechanische bewerking in de volgorde van bewerking. De volgende zes kolommen hebben betrekking op de schudbehandeling, elke regel geeft het percentage droog fijn materiaal van de totale massa van het monster wat bij die schudbehandeling is vrijgemaakt. In de volgende tabel geven drie kolommen de resultaten na trillen.

In beide tabellen geeft de onderste regel de totale tijdsduur (alle bewerkingen geaccumuleerd) weer en per monster het totaal aan vrijgemaakt fijn materiaal. Het vrijgemaakte materiaal wordt weergegeven in procenten van de totale massa van het monster.

De codering voor de monsters volgt de locatie codering zoals die op de monsterpakketten (spuit of zakje) is aangetroffen. C# heeft betrekking op de locatie waarbij # het locatienummer in de betrokken raai (raai C in dit voorbeeld) voorstelt (zie ook Bijlage A). De toevoeging 1S..4S duidt op de schudbewerking en T op trillen. De schudbewerkingen zijn uitgevoerd op deelmonsters van respectievelijk locatie C2 (26-4-2010) en C3 (26-4-2010). De deelmonsters zijn aangeduid met het tweede cijfer, nog voor de indicatie voor de bewerking.

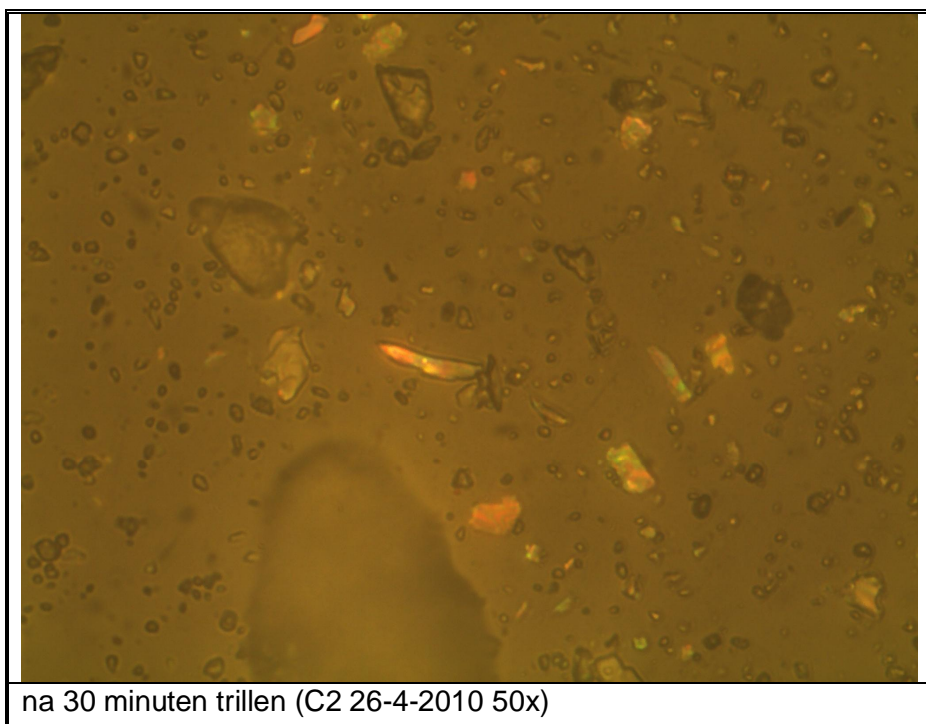
tijd (minuten)	schudden			schudden		
	C2-1S (%)	C2-2S (%)	C2-3S (%)	C3-1S (%)	C3-2S (%)	C3-4S (%)
0	2.73%	3.20%	2.22%	0.28%	0.19%	0.15%
5	1.16%	0.79%	0.40%	0.07%	0.02%	0.03%
10	0.45%	0.11%	0.11%	0.03%	0.01%	0.03%
20	0.07%	0.05%	0.05%	0.03%	0.01%	0.02%
30	0.04%	0.02%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%
45	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%
60	0.02%	0.01%	0.01%	0.03%	0.01%	0.01%
170	4.48%	4.18%	2.81%	0.49%	0.25%	0.25%

Tabel 1. Massa % vrijgemaakt materiaal ten opzichte van totale massa monster na scheiding door schudden.

tijd (minuten)	trillen		
	C1-T (%)	C2-T (%)	C3-T (%)
0	1.00%	4.11%	0.28%
5	0.38%	1.34%	0.71%
10	0.14%	0.41%	0.28%
20	0.09%	0.36%	0.30%
30	0.11%	0.45%	0.14%
45	0.13%	0.25%	0.31%
60	0.09%	0.24%	0.24%
170	1.93%	7.16%	2.24%

Tabel 2. Massa % vrijgemaakt materiaal ten opzichte van totale massa monster na scheiding door trillen.

Uit vergelijking van de resultaten na schudden (de eerste tabel) met die na trillen (de tweede tabel) blijkt dat na de derde bewerking (10 minuten) door schudden vrijwel geen materiaal meer wordt vrijgemaakt. Echter, trillen levert ook bij de laatste bewerking (60 minuten) nog een relevante massa toename. Van de monsters zijn microscoop opnames gemaakt, na de trilbewerking zijn scherven zichtbaar op de foto's. Na schudden worden geen scherven waargenomen. Het effect van trilschade wordt geïllustreerd in Figuur 1. In de figuur zijn scherven te herkennen aan de lichtbreking en de duidelijk scherpe, niet afgeronde, vormen. Zie Bijlage C voor meerdere microscopische opnames en een toelichting.



Figuur 1. Illustratie: scherven door trilschade

Conclusie: door trillen springen er scherven van de grove deeltjes waardoor er meer fijn materiaal wordt gegenereerd en de fijne fractie overschat wordt. Schudden brengt veel minder energie op het bodemonmonster over en na schudden is dan ook geen splinterschade geconstateerd.

Voor het vrijmaken van de fijne fractie uit de 31 bodemonsters is gekozen voor een aanpak met schudden. Daarbij zijn drie zeefstappen met twee schudacties, uitgevoerd, de total schudtijd is 15 minuten (gelijk aan de eerste twee schudstappen van het vooronderzoek).

Conform deze methodiek zullen alle monsters geanalyseerd worden. De analyse methode wordt verder toegelicht in paragraaf 3.3.

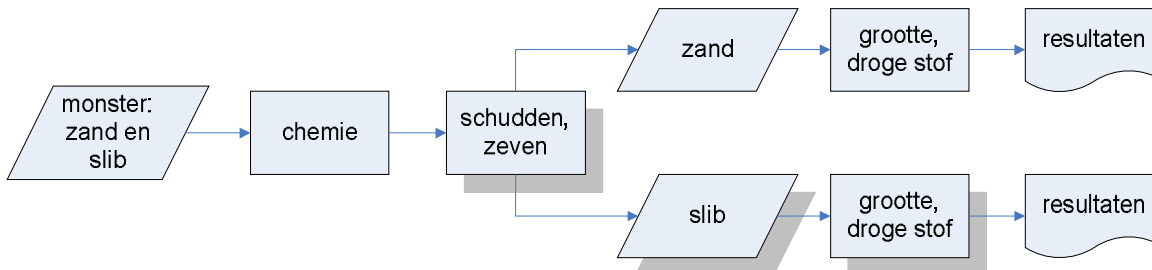
Extra analyse: effect van chemie vooraf of achteraf

Als extra analyse is voor een paar samples onderzocht welke invloed de plaats in de tijd van de chemische bewerking in de bewerkingsvolgorde heeft: voorafgaand (Figuur 2) aan de scheiding door middel van zeven t.o.v. achteraf (Figuur 3).

Dit proces wordt geïllustreerd door onderstaande stroomschema's:

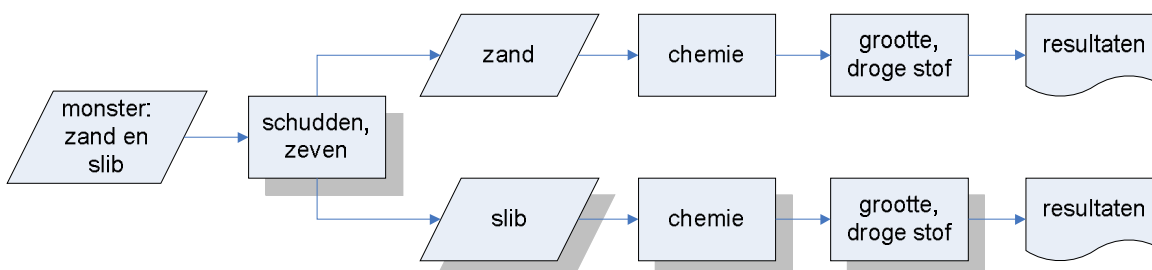
Bij chemie vooraf zoals afgebeeld in Figuur 2 is de aanpak als volgt: de eerste stap is chemie op het hele monster. Vervolgens wordt het monster gezeefd. Van de fijne fractie wordt de korrelgrootteverdeling en de massa droge stof bepaald. De grove fractie wordt gedurende 5 minuten geschud, en daarna weer gezeefd. Van de uitgezeefde fijne fractie wordt wederom korrelgrootteverdeling en massa droge stof bepaald. Dit proces herhaalt zich waarbij de grove fractie gedurende 10, 15, 20, 40 en 60 minuten wordt geschud en gezeefd. Na elke zeef- en schudbewerking zijn de korrelgrootte verdeling en de massa

droge stof van de fijne fractie bepaald. Als laatste zijn voor de grove fractie achtereenvolgens de korrelgrootteverdeling en de massa droge stof bepaald.



Figuur 2. Stroomschema 'chemie vooraf'. De grijze schaduwen achter de blokjes geven de stappen aan die meerdere malen doorlopen zijn in 1 monster.

Bij chemie achteraf zoals afgebeeld in Figuur 3 is de aanpak als volgt: de eerste stap is zeven. Vervolgens wordt op de fijne fractie chemie toegepast en daarna worden korrelgrootteverdeling en de massa droge stof bepaald. De grove fractie wordt gedurende 5 minuten geschud, en daarna weer gezeefd. Op de uitgezeefde fijne fractie wordt eerst chemie toegepast en vervolgens worden korrelgrootteverdeling en massa droge stof bepaald. Dit proces herhaalt zich waarbij de grove fractie gedurende 10, 15, 20, 40 en 60 minuten wordt geschud en gezeefd. Na elke zeef- en schudbewerking is chemie toegepast op de fijne fractie en zijn de korrelgrootte verdeling en de massa droge stof bepaald. Als laatste is op de grove fractie chemie toegepast en daarna is de korrelgrootteverdeling en de massa droge stof bepaald.



Figuur 3. Stroomschema 'chemie achteraf'. De grijze schaduwen achter de blokjes geven de stappen aan die meerdere malen doorlopen zijn in 1 monster.

Voor de extra analyse is gebruik gemaakt van 5 gehomogeniseerde monsters. Van elke locatie op de C-raai (C1 13-09-2010 t/m C5 13-09-2010) is een monster gehomogeniseerd en gesplitst in gelijke delen (zie Bijlage A).

Op het ene monster van het paar is chemische bewerking vooraf toegepast (Figuur 2) en op het andere achteraf (Figuur 3). Op deze manier is enig inzicht verkregen in welke mate de analysefase waarin de chemische bewerkingen worden toegepast van invloed is op de grootte van de fracties. Om een nauwkeurig inzicht in dit effect te krijgen dienen meer monsters gesplitst geanalyseerd te worden, in dit project is dat inzicht niet een primair doel.

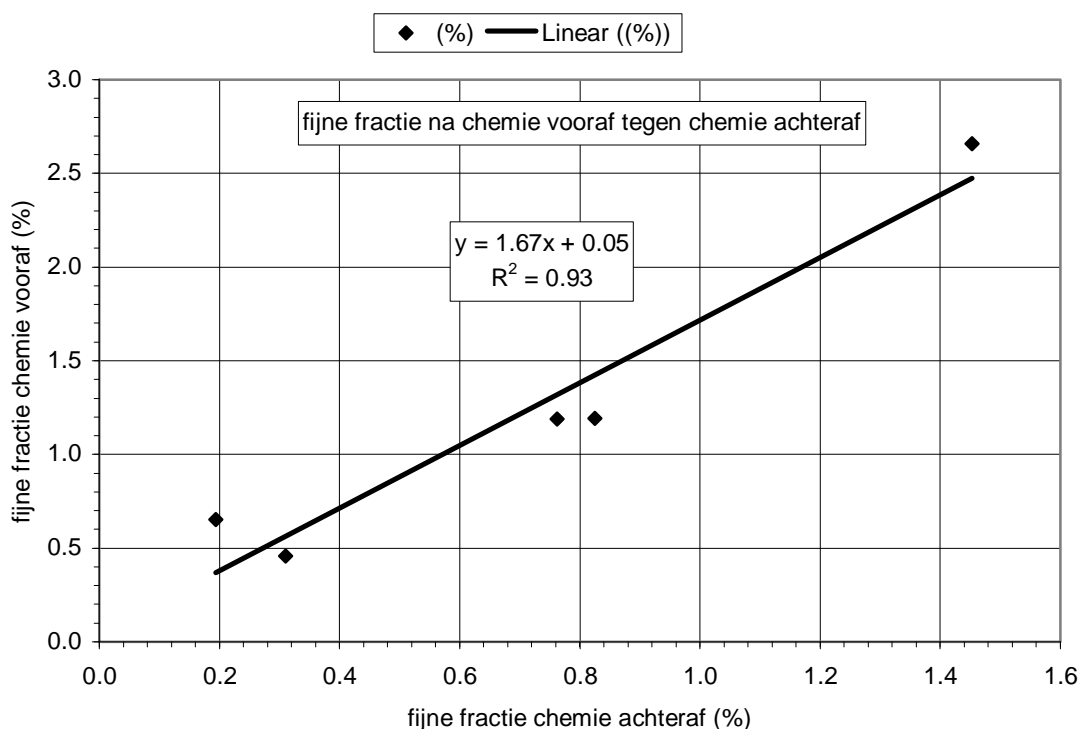
Tabel 3 geeft een samenvatting van de resultaten. De tweede en derde kolom geven de fractie fijn materiaal (massa) t.o.v. de totale massa van het monster.

	chemie vooraf	chemie achteraf
locatie en datum	fractie fijn	fractie fijn
	(%)	(%)
C1 13-9-2010 <90	0.45%	0.31%
C2 13-9-2010 <90	2.59%	1.43%
C3 13-9-2010 <90	0.65%	0.19%
C4 13-9-2010 <90	1.18%	0.82%
C5 13-9-2010 <90	1.17%	0.76%

Tabel 3. Vergelijking massa % fijn ten opzichte van geheel bij chemie vooraf met chemie achteraf.

Een eerste indruk is dat de chemische bewerking vooraf 1.67 maal zoveel fijn materiaal vrijmaakt als de bewerking achteraf. Wellicht wordt bij de chemische bewerking achteraf een gelijke hoeveelheid fijn materiaal vrijgemaakt maar die fijne fractie komt pas vrij nadat voor de laatste maal gezeefd is en geraakt dus niet in de fijne fractie.

Onderstaande Figuur 4 geeft het verband tussen de grootte van de fijne fracties die na chemische bewerking vooraf en achteraf vrijgemaakt worden.



Figuur 4. Vergelijking chemie vooraf vs. achteraf

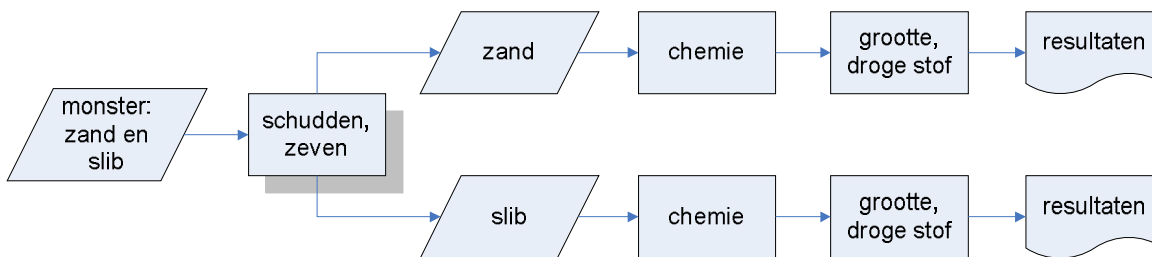
Hiermee lijkt onze hypothese bevestigd en wordt door de chemische bewerkingen inderdaad materiaal vrijgemaakt wat bij de mechanische bewerkingen niet beschikbaar komt. Chemie achteraf lijkt de werkelijk voor uitspoeling beschikbare hoeveelheid fijn materiaal beter te benaderen dan chemie vooraf.

Conclusie voor de afgesproken aanpak: Voor de chemische bewerking is gekozen de bewerking uit te voeren na het scheiden van zand en slib, dit om het risico te vermijden dat 'gekittet', niet voor uitspoelen beschikbare, deeltjes langs chemische weg vrijgemaakt kunnen worden. Dit lijkt op basis van deze beknopte extra analyse de juiste aanpak.

3.3 Analyse methodiek

Na het verkennend onderzoek is op alle unieke² bodemonsters dezelfde analyse uitgevoerd. De analysestappen worden hieronder in de volgorde van uitvoering opgesomd.

- 1 De te analyseren monsters zijn gehomogeniseerd waarna van elk monster een deelmonster is genomen.
- 4 Op elk deelmonster zijn de volgende bewerkingen uitgevoerd:
 - nat zeven over een 90µm draadzeef;
 - het op de zeef achtergebleven deelmonster is gedurende 5 minuten geschud en daarna nat gezeefd over een 90µm draadzeef;
 - het daarna achtergebleven deelmonster is nog eens gedurende 10 minuten geschud en daarna nat gezeefd over een 90µm draadzeef. In totaal is het deelmonster dus 15 minuten geschud en drie keer gezeefd. De instelling van het schudapparaat is 2Hz bij een slag 32mm (50% instelling);
 - de zo verkregen fijne fracties (welke de zeef zijn gepasseerd) zijn samengevoegd voor verdere bewerking en analyse.
- 5 Op de fijne en grove fracties zijn de volgende bewerkingen uitgevoerd:
 - chemische bewerking (achteraf);
 - monsters ontgassen (overnacht);
 - meting van de korrelgrootteverdeling met Malvern Mastersizer 2000;
 - filtratie over een 0.45µm Whatman ME25 (Mixed Cellulose Ester) filter en bepaling van het drogestof gehalte (drogen bij 105°C); de nog lege filters zijn vooraf gedroogd en gewogen.



Figuur 5. Stroomschema 'chemie achteraf'

De grijze schaduw achter het schudden/zeven blokje geeft aan dat bij de analyse van elk monster die stap meerdere malen doorlopen is. Echter, voorafgaand aan de eerste keer zeven is niet geschud, de andere twee keren wel. De uitgezeefde fijne fracties zijn bij elkaar gevoegd alvorens de chemische bewerkingen en vervolg stappen uit te voeren.

2. * Unieke monsters: van veel monsters is er een tweede exemplaar, d.w.z. twee verpakkingen met materiaal van dezelfde locatie en dezelfde tijd (zie bijlage A).

4 Resultaten

4.1 Toelichting

De resultaten van de analyse van de 31 bodemmonsters conform overeengekomen methode bestaan uit:

- drogestof gehalten voor de grove en fijne fracties (Bijlage D);
- korrelgrootte verdelingen voor de grove en fijne fracties (Bijlage E);

De drogestof gehalten zijn samengevat Bijlage D. De coderingen in de eerste kolom komen overeen met de labels op de monsters zoals die van NIOZ zijn ontvangen. De (<90 en >90) achter de locatie aanduiding (in 2e kolom van links) duidt aan of het monster de 90µm draadzeef gepasseerd is, respectievelijk daarop is achtergebleven. De derde kolom geeft de massa van het gedroogde maar nog ongebruikte filter (in een bakje), kolom 4 van links geeft de massa van het gedroogde filter na voltooiing van de filtratie. Kolommen 5 en 6 hebben betrekking op het grove materiaal wat op de draadzeef is achtergebleven (aangeduid met 'zand').

Kolommen 7 en 8 geven de droge massa's van het op de filters achtergebleven materiaal. De laatste twee kolommen, 9 en 10, bevatten de fractie fijn materiaal per massa eenheid grof materiaal; 9 in mg/g en 10 in %.

De korrelgrootteverdelingen van de grove en fijne fractie, na de verschillende behandlungsstadia om tot de scheiding van fijn potentieel resuspensie materiaal en grof materiaal te komen, staan in Bijlage E. De verdelingen zijn dusdanig geplot dat de oppervlakten onder de curven representatief zijn voor de totale massa van grove en fijne fracties bij elkaar opgeteld.

Eventueel kan op basis van de droge stof bepaling een massa verdeling berekend worden. De klassebreedte neemt toe, met een factor 1.148, naarmate de deeltjesafmetingen groter worden (zie bijlage F).

Voor de digitale toelevering:

- De drogestof gehalten uit Bijlage D vindt u in 'drogestof gehalten Egmond.xls',
- De korrelgrootte verdelingen uit Bijlage E) vindt u in het bestand 'korrelgrootte verdelingen Egmond.pdf'.

Hieronder hangen nog diverse gelinkte bestanden. Daarnaast zijn er ook nog een aantal digitale bestanden beschikbaar waarvan de resultaten niet in de bijlagen van dit rapport zijn opgenomen. De bestanden zullen met een korte toelichting digitaal opgeleverd worden samen met de definitieve versie van dit rapport.

4.2 Bevindingen

Het doel van de analyse is om meer inzicht te krijgen in de hoeveelheid zwevend stof wat beschikbaar is in de bodemmonsters voor resuspensie en daarmee vertroebeling. Hoe kan deze hoeveelheid het beste bepaald worden op basis van de korrelgrootteverdelingen die conform beschreven aanpak zijn afgeleid. Afwegingen zijn bijvoorbeeld:

- hoe wordt voorkomen dat de droge stof gehalten overschat worden doordat er bijvoorbeeld toch nog langwerpige zanddeeltjes door de 90 µm zeef heen vallen na de derde keer zeven en tot de fijne fractie worden gerekend?

- of het onderschatten van de fijne fractie verantwoordelijk voor vertroebeling doordat de organische component chemisch verwijderd is?

Oftewel, bij welke korrelgrootte leg je de knip in de bepaling van de hoeveelheid slib in de bodem beschikbaar voor resuspensie? Logischer wijs ergens tussen de 30 -63 μm ? Dit is een afweging tussen enerzijds, voorkomen dat je teveel weggooit en anderzijds voorkomen dat je teveel fracties behoudt die er niet toe doen. Onderstaande Tabel 4 geeft het effect in volume percentages van een knip bij 35 μm (naar Koomans et al., 2012), 63 μm en 90 μm . De kolom "fijne fractie: bevat het volume percentage van de fijne fractie (alles wat door de zeef heen is gekomen na 2x schudden en 3x zeven) ten opzichte van het totale volume van het bodemmonster. In de kolommen daarnaast, zie je hoe dit volume is verdeeld over de fracties kleiner dan 35 μm , groter dan 60 μm en alles daar tussen in.

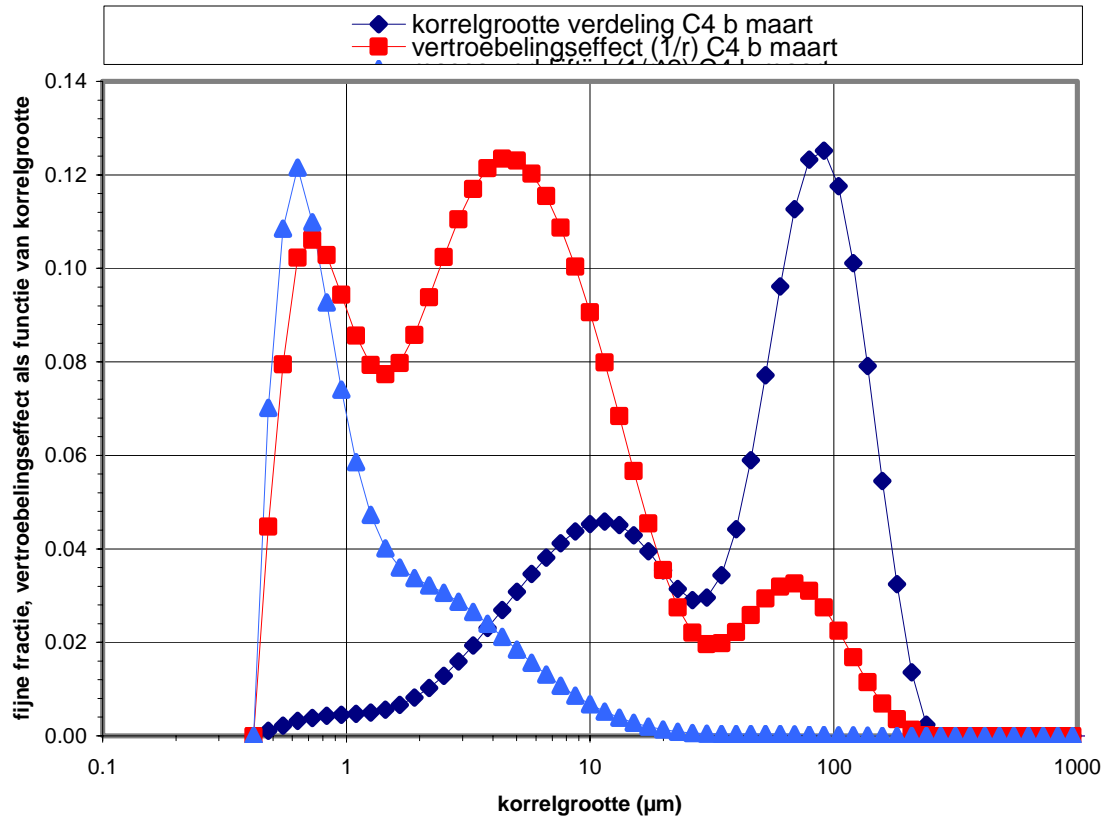
Opmerking: volume- en massa percentages zijn inwisselbaar aangezien met een constante dichtheid van de deeltjes wordt gerekend. Dat betekent dat de volume percentages in onderstaande tabel ook geïnterpreteerd kunnen worden als massa percentages.

monster ID	chemie achteraf			
	fijne fractie (vol %)	<35 (um) (vol %)	>35 <60 (um) (vol %)	>60 (um) (vol %)
B5 26-4-2010	0.128	0.036	0.020	0.072
B5 6-4-2010	0.623	0.051	0.085	0.487
B5 week41	0.386	0.046	0.045	0.295
C1 13-9-2010	0.309	0.130	0.057	0.123
C1 26-4-2010	0.210	0.086	0.028	0.097
C1 6-4-2010	0.050	0.017	0.007	0.026
C1 core1 maart	0.301	0.136	0.041	0.123
C1 core2 maart	0.655	0.322	0.089	0.243
C1 week41	0.149	0.018	0.022	0.109
C2 13-9-2010	1.432	0.824	0.174	0.434
C2 26-4-2010	5.272	3.341	0.613	1.319
C2 6-4-2010	2.342	1.521	0.300	0.521
C2 core1 maart	1.189	0.880	0.127	0.182
C2 maart	7.600	6.108	0.658	0.835
C2 week41	3.934	3.016	0.421	0.496
C3 13-9-2010	0.194	0.040	0.014	0.140
C3 26-4-2010	0.888	0.656	0.079	0.154
C3 6-4-2010	0.678	0.101	0.106	0.471
C3 core1 maart	0.949	0.223	0.155	0.571
C3 core2 maart	1.248	0.301	0.210	0.736
C3 week41	0.460	0.140	0.059	0.261
C4 13-9-2010	0.818	0.403	0.091	0.324
C4 26-4-2010	1.035	0.224	0.154	0.657
C4 6-4-2010	0.555	0.057	0.062	0.436
C4 week41	1.435	0.816	0.172	0.447
C4a maart	1.763	0.769	0.232	0.762
C4b maart	0.885	0.644	0.080	0.161
C5 13-9-2010	0.756	0.206	0.100	0.450
C5 26-4-2010	0.662	0.339	0.065	0.257
C5 6-4-2010	0.939	0.519	0.097	0.323
C5 week41	0.849	0.245	0.107	0.497

Tabel 4. Samenvatting van de resultaten volume percentage fijne stof ten opzichte van het geheel indien de knip wordt gelegd bij 35 en 60.

De bodemmonsters bevatten relatief weinig fijn materiaal, bij veel van de onderzochte monsters bevat de fijne fractie minder dan (massa of volume) 1% van alle materiaal in het monster.

Kijk je naar de vorm van de korrelgrootte verdelingen in (bijlage E) van het fijne materiaal, dan valt op dat het zwaartepunt aan de grovere kant ligt. Veel van de fijne korrelgrootte verdelingen hebben een maximum rond de 80µm. Vermoedelijk gaat het om een fijne fractie van het bodemzand, die fractie heeft nog juist de draadzeef kunnen passeren.



Figuur 6. Vergelijking korrelgrootte verdeling met vertroebelingseffect en massa verblijftijd in de waterkolom.

De korrelgrootte verdelingen van het fijne materiaal tonen een tendens naar de grovere kant, d.w.z. naar deeltjes van $80\mu\text{m}$ en groter. Voor de kalibratie van het slibmodel zijn waarschijnlijk de fijnere deeltjes relevanter, die komen immers gemakkelijker in suspensie en geven per massa-eenheid meer vertroebeling. In bovenstaande Figuur 6 wordt de korrelgrootte afhankelijkheid van de vertroebeling met een praktisch voorbeeld inzichtelijk gemaakt. De donker blauwe curve (ruit symbool) toont de korrelgrootte verdeling van de fijne fractie van één van de onderzochte monsters (C4 b maart). Die korrelgrootte verdeling is vermenigvuldigd met de reciproque waarde van de korrelgrootte om tot een indicatie voor de vertroebeling te komen, de vertroebeling is immers omgekeerd evenredig met de korrelgrootte. De rode curve (vierkant symbool) toont de vertroebeling als functie van de deeltjes grootte. De schaal is arbitrair! Duidelijk komt tot uitdrukking dat de grove deeltjes veel minder vertroebelingseffect sorteren dan de fijne deeltjes. De blauwe curve (driehoeksymbool) geeft een indicatie van de massa verblijftijd in de waterkolom (evenredig met $1/r^2$), duidelijk komt tot uitdrukking dan in het bijzonder het fijnste materiaal het langdurigst vertroebeling veroorzaakt. De schaal van de blauwe curve is, net als die van de zwarte curve, arbitrair.

Voortbouwend op bovenstaande valt te overwegen de fijn-materiaal korrelgrootte verdelingen te splitsen in een fijn deel, bijv. alles kleiner dan $35\mu\text{m}$, een deel van $35\mu\text{m}$ tot $60\mu\text{m}$ en alles groter dan $60\mu\text{m}$. Het drogestof gehalte van de fijne fractie kan evenredig verdeeld toegekend worden aan het fijnere deel en het grovere deel van die

fijne fractie. Daarbij ervan uitgaande dat beide delen (fijner en grover) dezelfde soortelijke massa hebben.

4.3 Hoe gebruiken we deze resultaten in hoofdproject?

De uitkomst van de bodemmonster analyse geeft nieuwe informatie over de hoeveelheid fijn stof in de bodem beschikbaar voor resuspensie in zowel ruimte als tijd. Voor de verdere kalibratie van het slib-buffermodel is het interessant om te kijken hoe de resultaten zich verhouden tot:

- de Medusa metingen waarin ook slibfracties uit boxcores zijn bepaald.
- onze kennis van het systeem: in hoeverre kunnen wij op basis van onze systeemkennis de gemeten waarden verklaren?
- de modelvoorspellingen: in hoeverre kan het model de ruimtelijke en temporele patronen (indien beschikbaar) reproduceren? En in hoeverre zijn evt afwijkingen verklaarbaar en aanpasbaar?

De vraag die uit paragraaf 4.1, bij welke korrelgrootte leg je nu de knip voor de rest van de studie blijft lastig te beantwoorden. In modelleerstudie zullen we het effect van diverse “knip” varianten testen.

4.4 Aanbevelingen

Organiseren van een intercalibratietest van methodes voor slibbepaling tussen de Nederlandse instituten waarin de hier ontwikkelde methode wordt vergeleken met andere methoden.

Test het laser diffractie apparaat met tot een smalle korrelgrootte verdeling gezeefd natuurlijk materiaal. Deze test uit te voeren met zowel een fijne fractie als een grove fractie. Hiertoe kan materiaal gezeefd worden met twee opeenvolgende zeven. Deze testmetingen moeten inzicht verschaffen in het onderscheidend vermogen van korrelgrootte verdelingen.

Onderzoek of het onderscheidend vermogen nog te verbeteren is door optimalisatie van de apparaatinstellingen, bijv. van de brekingsindex en absorptie van het korrelmateriaal. Wellicht zijn voor de fijne en grove fracties andere instellingen nodig.

Controleer met testmetingen (zeven) de effectiviteit van het rekenkundig splitsen van de korrelgrootte verdelingen in subverdelingen, bijvoorbeeld in een deel kleiner dan $38\mu\text{m}$ en een deel van 38 tot $63\mu\text{m}$ (andere bandbreedtes zijn natuurlijk ook denkbaar). Bij de vergelijking tussen zeven en laser diffractie spelen de eigenschappen van de zeven (spreiding) een belangrijke rol.

Pas voor projecten als het hier gerapporteerde dezelfde methodiek toe als hier beschreven met i.h.b. laag energetische loswoeling van de fijne fractie, scheiding doormiddel van zeven en chemische bewerking achteraf (na het zeven).

Monitor de resultaten van de methodiek en verfijn zo nodig de methodiek.

Let op de obscuration uitlezing van het diffractie instrument en pas zo nodig (bij waardes buiten de gewenste bandbreedte) concentratie van het gesuspendeerde monster aan door verdunning dan wel toevoegen van geconcentreerd monster.

5 Referenties

Kessel, T, van; J.C. Winterwerp; B. van Prooijen; M. van Ledden; W. Borst. (2010). Modelling the seasonal dynamics of SPM with a simple algorithm for the buffering of fines in a sandy seabed. Continental Shelf Research. DOI:10.1016/j.csr.2010.04.008.

de Vries S., M. Huizinga, R.L. Koomans (2011) Monitoring van het slibgehalte in de toplaag van de zeebodem, september 2009 – maart 2010. Medusa rapport 2009-P-260-Evaluatie v3.

Koomans, L; de Kok, J; de Ronde, J; Rozemeijer, M.J.C; de Vries, K (2012). Monitoring silt content in sediments off the Dutch Coast. Jubilee Conference Proceedings, NCK-Days 2012.

A Overzicht bodemmonsters en locaties

Coderingen

De coderingen en aanduidingen in de tabel hieronder zijn afkomstig van de monsters. Een groot aantal van de monsters is geleverd in een 'spuit', de rest in zakjes. Elke regel heeft betrekking op een specifiek monsternummer. Het merendeel van de 'spuit' monsters is in tweevoud geleverd; in totaal zijn er 31 unieke monsters.

		contact		locatie		aantal		uniek
	project		soort		identificatie		verpakking	
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	C1	26-04-2010	2	sput	1
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	C2	26-04-2010	2	sput	1
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	C3	26-04-2010	2	sput	1
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	C4	26-04-2010	2	sput	1
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	C5	26-04-2010	2	sput	1
zakje week 17	BWN & D	J. Kok	station	B5	26-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	C1	06-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	C2	06-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	C3	06-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	C4	06-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	C5	06-04-2010	2	sput	1
zakje april 2010	BWN & D	J. Kok	boxcore	B5	06-04-2010	1	sput	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C1	core 1	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C1	core 2	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C2		1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C2	core 1	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C3	core 1	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C3	core2	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C4	0-10 cm	1	zakje	1
zakje maart 2010	BWN & D	J. Kok	core	C4	0-10 cm	1	zakje	1
					totaal	31		20
wk 41	BWN/ RWS			C1		2	sput	1
wk 41	BWN/ RWS			C2		2	sput	1
wk 41	BWN/ RWS			C3		2	sput	1
wk 41	BWN/ RWS			C4		2	sput	1
wk 41	BWN/ RWS			C5		2	sput	1
wk 41	BWN/ RWS			B5		2	sput	1
13-09-2010	BWN/ RWS			C1		2	sput	1
13-09-2010	BWN/ RWS			C2		2	sput	1
13-09-2010	BWN/ RWS			C3		2	sput	1
13-09-2010	BWN/ RWS			C4 ?		2	sput	1
13-09-2010	BWN/ RWS			C5		2	sput	1
					totaal	22		11

Tabel A.1 Identificatie van bodemmonsters

Locaties

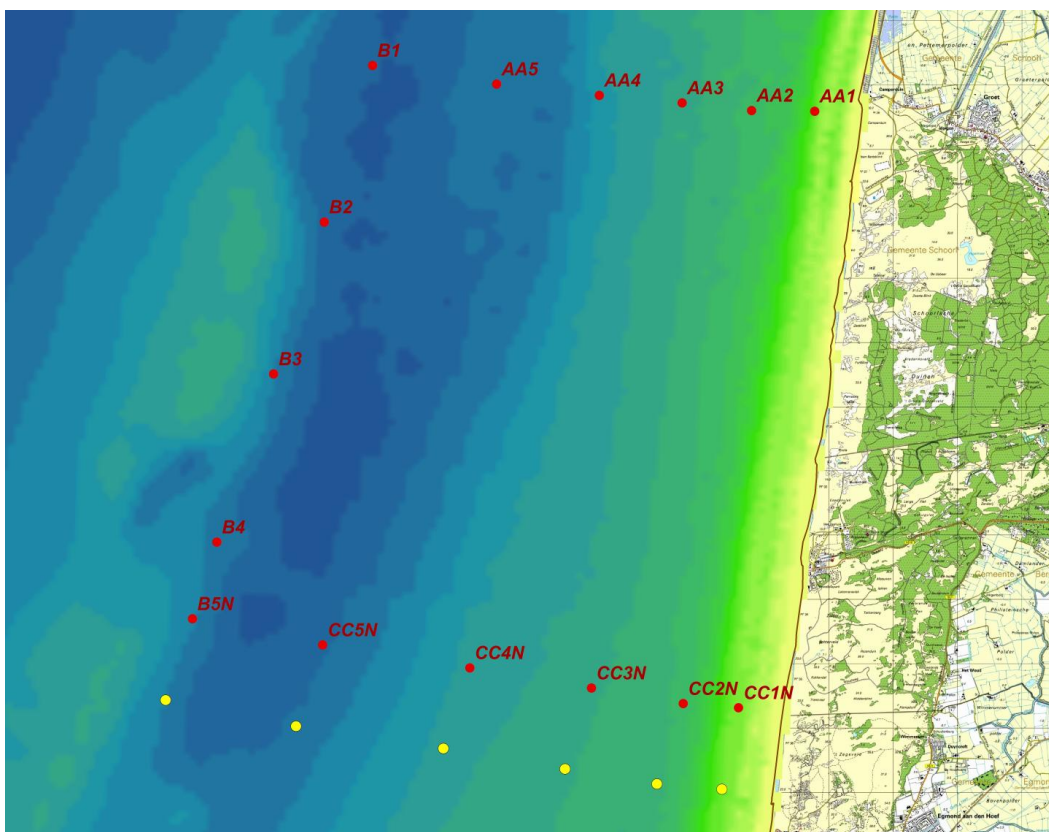
Onderstaande tabel geeft een overzicht van locaties waar de in dit rapport gerapporteerde bodemmonsters genomen zijn. Op andere locaties zijn in het verleden ook bodemmonsters genomen, die monsters waren echter niet beschikbaar voor het hier gerapporteerde onderzoek.

De kolom 'code' vermeldt de identificatie van het bodemmonster zoals die door NIOZ is aangebracht. De 'locatie' heeft betrekking op de in het project voor alle waarnemingen / metingen gehanteerde locatie aanduiding. Onder 'noord' staan de noorderbreedte in graden

en decimale minuten, 'oost' duidt de kolom met oosterlengte aan (ook in graden en decimale minuten).

NIOZ code	locatie	noord (gg°mm.mmm')	oost (gg°mm.mmm')
B5	B5N	52°39.143'	04°29.240'
C1	CC1N	52°38.451'	04°36.776'
C2	CC2N	52°38.481'	04°36.012'
C3	CC3N	52°38.602'	04°34.746'
C4	CC4N	52°38.760'	04°33.066'
C5	CC5N	52°38.940'	04°31.014'

Tabel A.2 Overzicht van monsternamelocaties



Figuur A.1 Overzicht van meetlocaties.

CC1N = locatie C1 in bovenstaande tabel. CC2N is locatie C2. etc.
Dit rapport heeft betrekking op monsters van raai-C (CC1N t/m B5N).

NIOZ code	noord (gg°mm.mmm')	oost (gg°mm.mmm')	opmerking
C0	52°38.392'	04°37.059'	een NIOZ-locatie
LNO	52°38.280'	04°36.356'	kardinale boeien rondom de NIOZ-lander (nabij CC2N)
LZO	52°38.216'	04°36.380'	
LZW	52°38.220'	04°36.220'	
LNW	52°38.281'	04°36.220'	

Tabel A.3 Overzicht van specifieke NIOZ-locaties

locatie	noord (gg°mm.mmm')	oost (gg°mm.mmm')	locatie	noord (gg°mm.mmm')	oost (gg°mm.mmm')
AA1	52°43.459'	04°37.738'	B1	52°43.801'	04°31.627'
AA2	52°43.460'	04°36.868'	B2	52°42.485'	04°30.987'
AA3	52°43.517'	04°35.908'	B3	52°41.209'	04°30.313'
AA4	52°43.573'	04°34.764'	B4	52°39.787'	04°29.560'
AA5	52°43.656'	04°33.344'	C0	52°38.392'	04°37.059'

Tabel A.4 Overzicht van niet gebruikte monsterlocaties

B Verkennend onderzoek: memo workshop bespreking resultaten

Verslag

Datum verslag

4 april 2012

Project

1205620-000

Opgemaakt door

Loana Arentz

Datum bespreking

2 april 2012

Aantal pagina's

3

Vergadering

Bespreking resultaten verkennend onderzoek zand / slib scheiding Egmond project aan de RDW in Delft

Aanwezig

Marcel Rozemeijer (RWS), Gerard Spronk (RWS), Bas Blok (Deltares), Thijs van Kessel (Deltares), Loana Arentz (Deltares)

Afwezig

Rob Witbaard (NIOZ), Patricia Schouten (Deltares)

Verkennend onderzoek uitgevoerd op subsamples van lokatie C1, C2 en C3 op 26-4-2010.

Onderzoeksvraag: wat is de buffercapaciteit van de bodem? Oftewel, hoeveel slib is er in de bodem beschikbaar voor resuspensie?

Aanpak:

Trillen en schudden van ruwe bodemsamples. Geen chemie (oxideren en ontkalken) vooraf om het vrijmaken van "slib" enkel als gevolg van de chemie te voorkomen. Per sample zijn de korrelgrootteverdelingen en droge stof gehalten bepaald. Daarnaast zijn er foto's van de samples gemaakt met diverse uitvergrotingfactoren.

Doel bijeenkomst:

Bespreken resultaten verkennend onderzoek en analyse strategie bepalen voor de analyse van alle bodem samples.

Besproken:

- Trillen vs schudden: bij trillen komt er relatief veel fijner materiaal vrij.
- Maak je met schudden net zoveel slib vrij als met trillen? Bij trillen komt er meer materiaal vrij in een fijnere fractie. Uit de foto's blijkt dit een combinatie van slib en trilschade (scherfvormige afgesprongen deeltjes). Na 5 minuten trillen zie je al trilschade.
- Komt al het slib vrij bij schudden? Nee, ook als je gedurende langere perioden schudt komt er op een gegeven moment geen fijn materiaal meer vrij. Hiermee lijkt de slibmobilisatie gestabiliseerd.
- Schudden: bij 3 x zeven en 2x schudden (5 en nog eens 10 minuten) krijg je het zelfde patroon in de massa verdeling. Daarmee lijkt het alsof dan alle fijnere fracties gemobiliseerd zijn.
- Bij C2 samples: rare 2^e bult in korrelgrootteverdelingen bij zowel trillen als schudden de grotere korrelgrootten in korrelgrootteverdelingen. Waardoor kan dit veroorzaakt worden?
 - grotere staafvormige deeltjes die op hun kleinste diameter toch nog door de zeef heen vallen,
 - door bubbels als resultaat van het oxideren?

Uit de foto's blijkt dat er idd grotere deeltjes aanwezig zijn, en geen bubbels. Er komen bij het zeven altijd wel wat grotere staafvormige deeltjes vrij. Deze zijn verantwoordelijk

voor 2^e bult. Maar totale massa van deze grotere staven is relatief klein tov de totale massa.

- Is zeven een belangrijke mobilisator van deze grotere deeltjes?
Bij elke zeef actie komt er weer materiaal wat meer materiaal door de zeef, maar dit is in termen van massa relatief weinig.
- Bij C3 samples kwam zo weinig materiaal door de zeef heen dat de Malvern er moeite mee had om de korrelgrootteverdeling te bepalen van het gezeefde materiaal. Malvern is onnauwkeurig bij de kleine fracties zoals bijv 2 mu. Voor deze studie is de verdeling over de kleinere fracties (< 63 mu) niet zo relevant.
- Chemisch behandelen vooraf of na zeven? Om consistent te blijven met de vooranalyse en de daaruit voortvloeiende voorkeurs aanpak is besloten om achteraf chemisch te behandelen. Op deze manier voorkom je dat er extra "slib" vrij komt door de chemische behandeling.

Conclusies:

Gegeven de apparaten die we hebben gebruikt (trilapparaat met bijbehorende trilfreq) trekken we de volgende conclusies.

- Trillen genereert extra "slib" door trilschade en geeft daarmee niet het juiste beeld.
- Vooraf zeven en 1x 5 minuten schudden en dan nog eens 10 minuten schudden is de juiste aanpak voor ons mobilisatie vraagstuk en daarmee de afgestemde aanpak voor de analyse van alle bodemsamples.

Afspraken:

- Op dinsdag 17 april om 13:00 (NLse tijd) zullen Marcel, Loana en Bas de resultaten van de labanalyses telefonisch voorbespreken. De ze resultaten vormen samen met de resultaten van de vooranalyse de basis voor het rapport zand / slibseiding en korrelgrootte verdelingen.
- Met betrekking tot rapportage lab werk: in eindrapport opnemen de technische details van het trilapparaat ivm energieoverdracht. In rapportage de korrelgrootteverdelingsgrafieken naast de hoeveelheden (relatieve massa verdeling per fractie) presenteren.
- Bas: op 3 subsamples analyseren we het effect van chemische analyse vooraf en na zeven op hoeveel slib ter kennisgeving. Het resultaat ..

Acties:

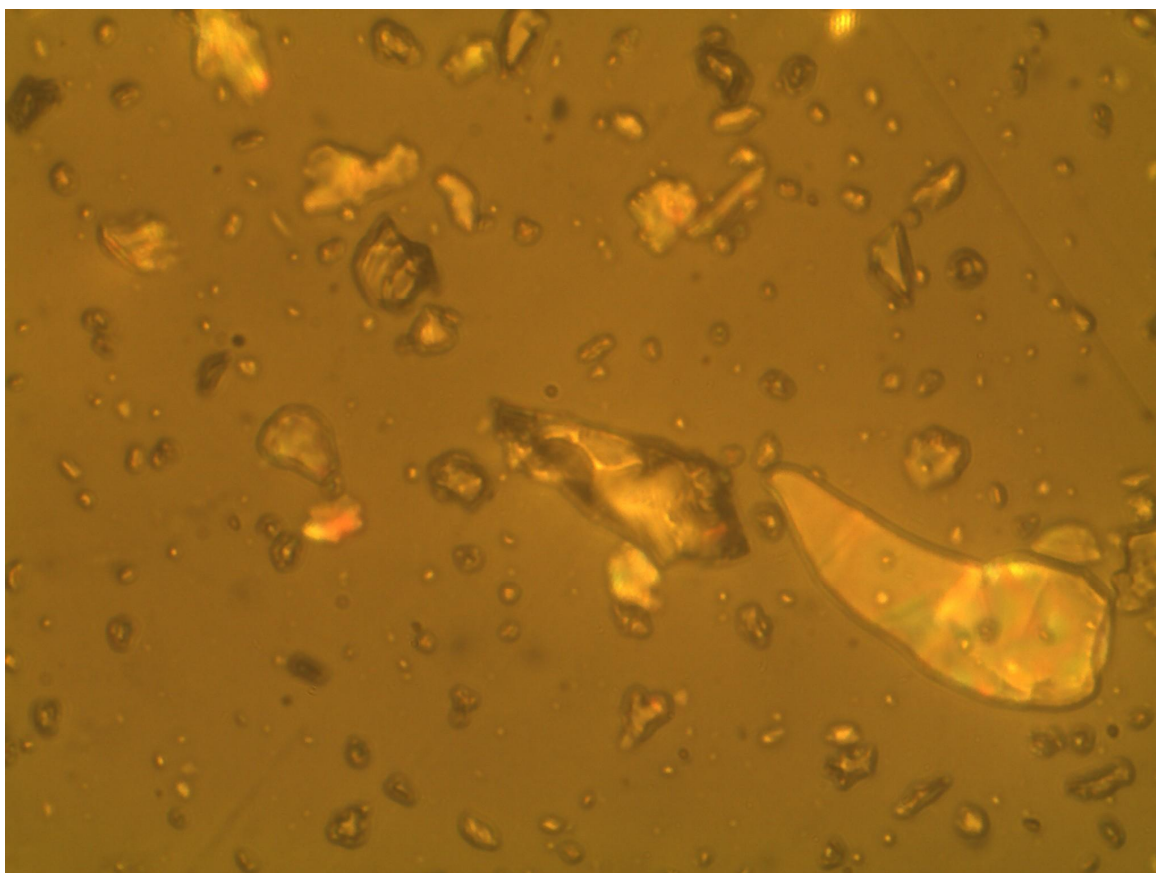
- Loana verifieer bij Johan de Kok het aantal samples.

Bijlagen:

- zandmonsters J. dKok.xls
- korrelgrootte.pdf
- Droge stof gehalten.pdf

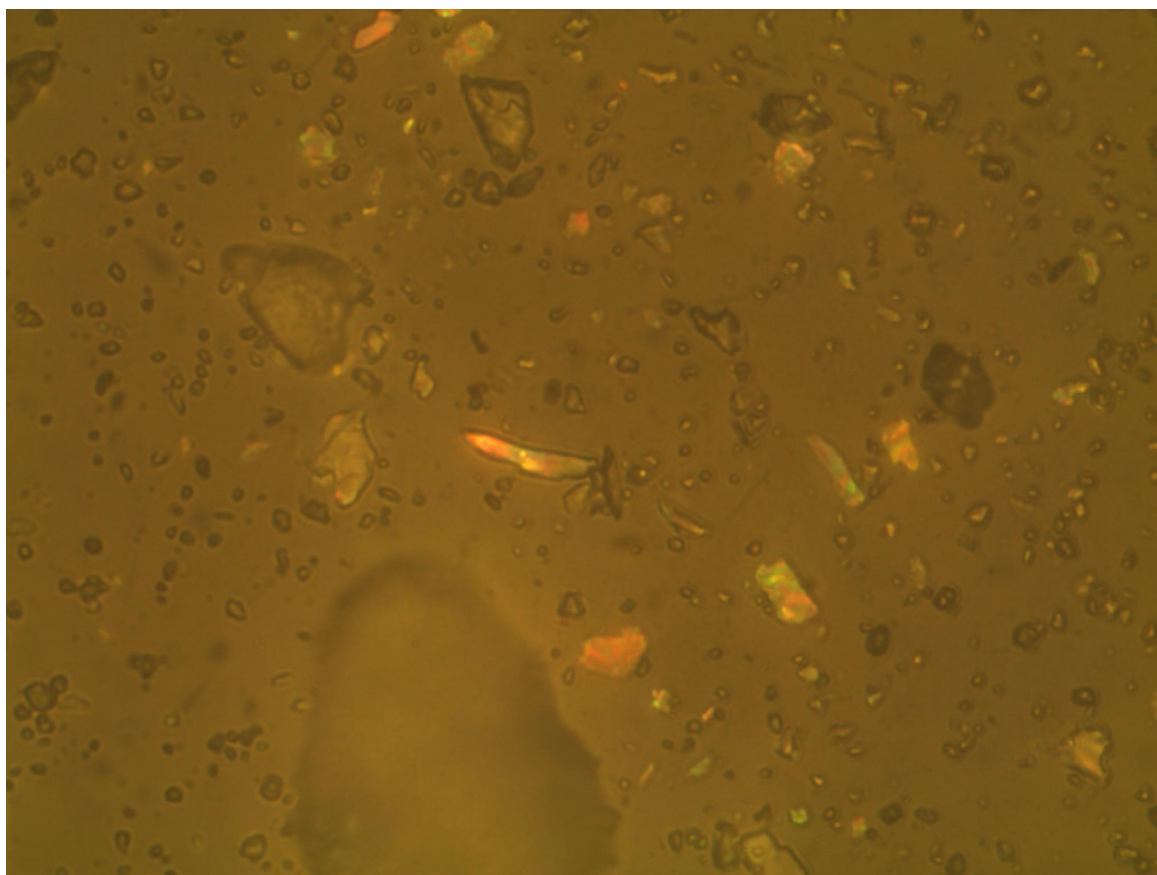
C Verkennend onderzoek: enkele microscopische opnamen

Scherven



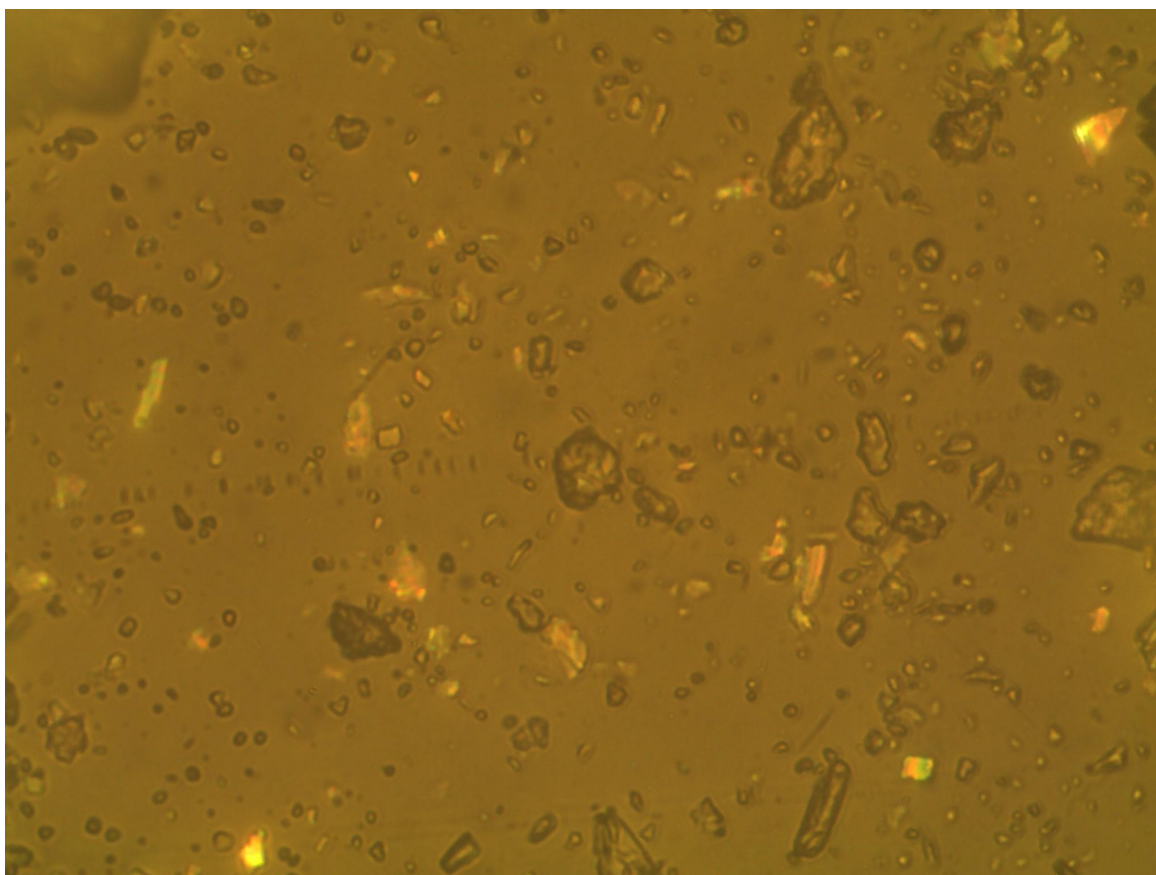
Figuur C.1 Microscopie opname van fijne fractie monster C1 26-4-2010 (50x)

Het monster is ultrasoon getrild gedurende 30 minuten. In de opname zijn naast onbeschadigde korrels ook scherven zichtbaar. Zeer waarschijnlijk ontstaan de scherven tijdens ultrasoon trillen door botsingen tussen korrels.



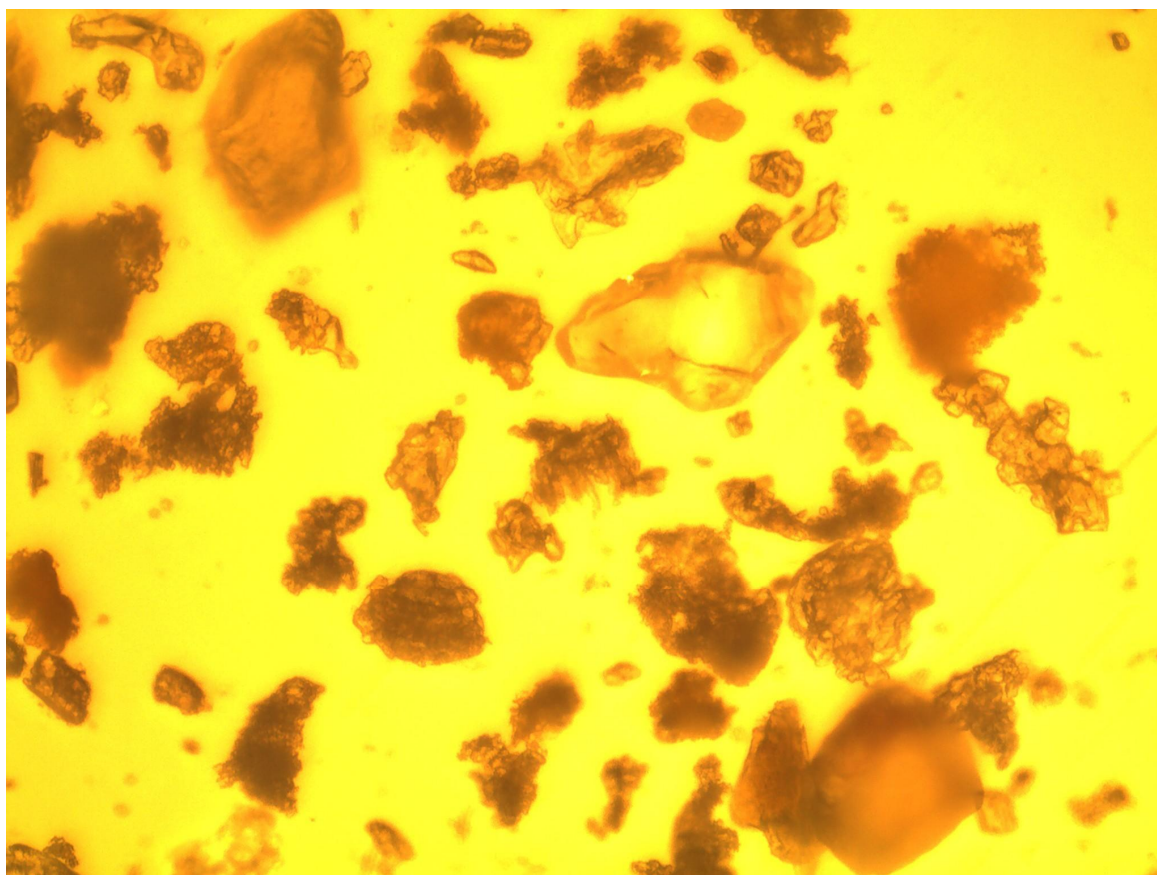
Figuur C.2 Microscopie opname van fijne fractie monster C2 26-4-2010 (50x)

Het monster is ultrasoon getrild gedurende 30 minuten. In de opname zijn naast onbeschadigde korrels ook scherven zichtbaar. Zeer waarschijnlijk ontstaan de scherven tijdens ultrasoon trillen door botsingen tussen korrels.



Figuur C.3 Microscop opname van fijne fractie monster C2 26-4-2010 (50x)

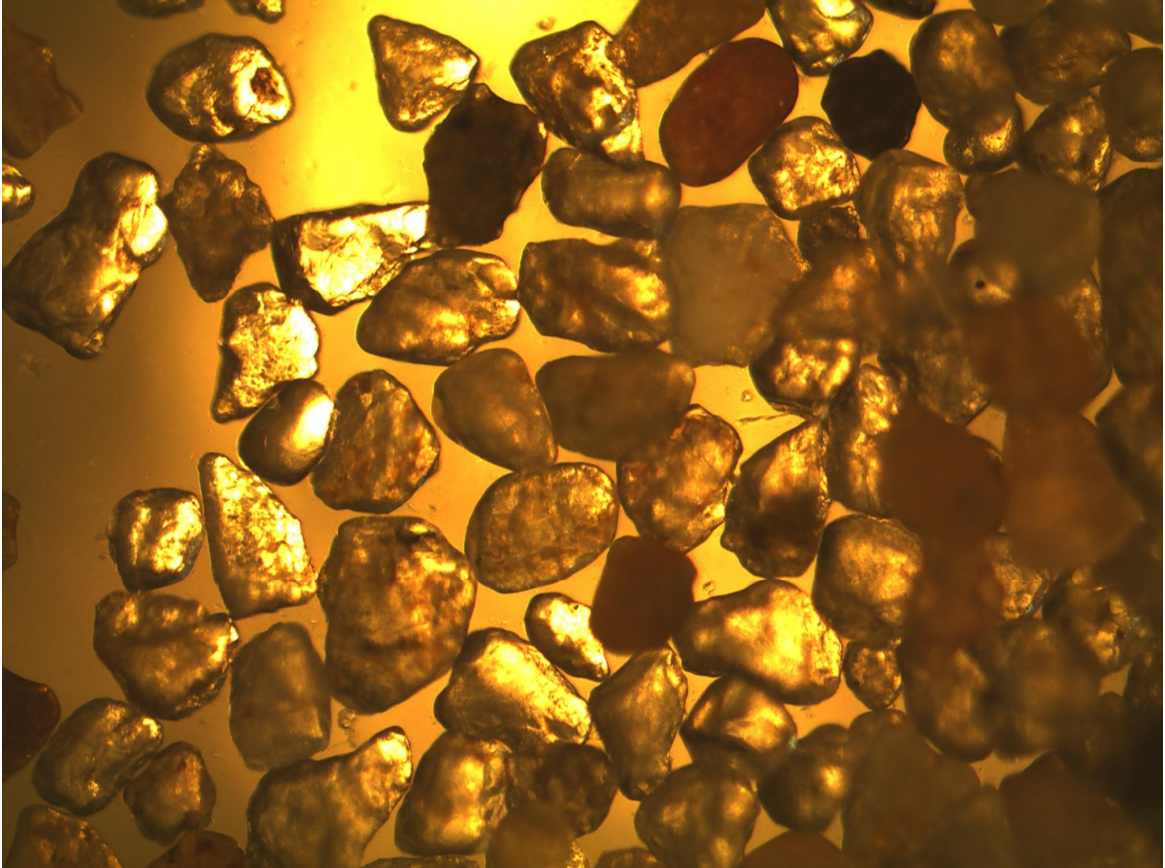
Het monster is ultrasoon getrild gedurende 30 minuten. In de opname zijn naast onbeschadigde korrels ook scherven zichtbaar. Zeer waarschijnlijk ontstaan de scherven tijdens ultrasoon trillen door botsingen tussen korrels.



Figuur C.4 Microscop opname van fijne fractie monster C3-3 13-9-2010 (20x)

De opname is gemaakt na nadat het materiaal een 90 μm draadzeef is gepasseerd maar voordat de chemische bewerking heeft plaatsgevonden. De vergroting van de microscoop was 20x, dat is voordat de opname is afgedrukt.

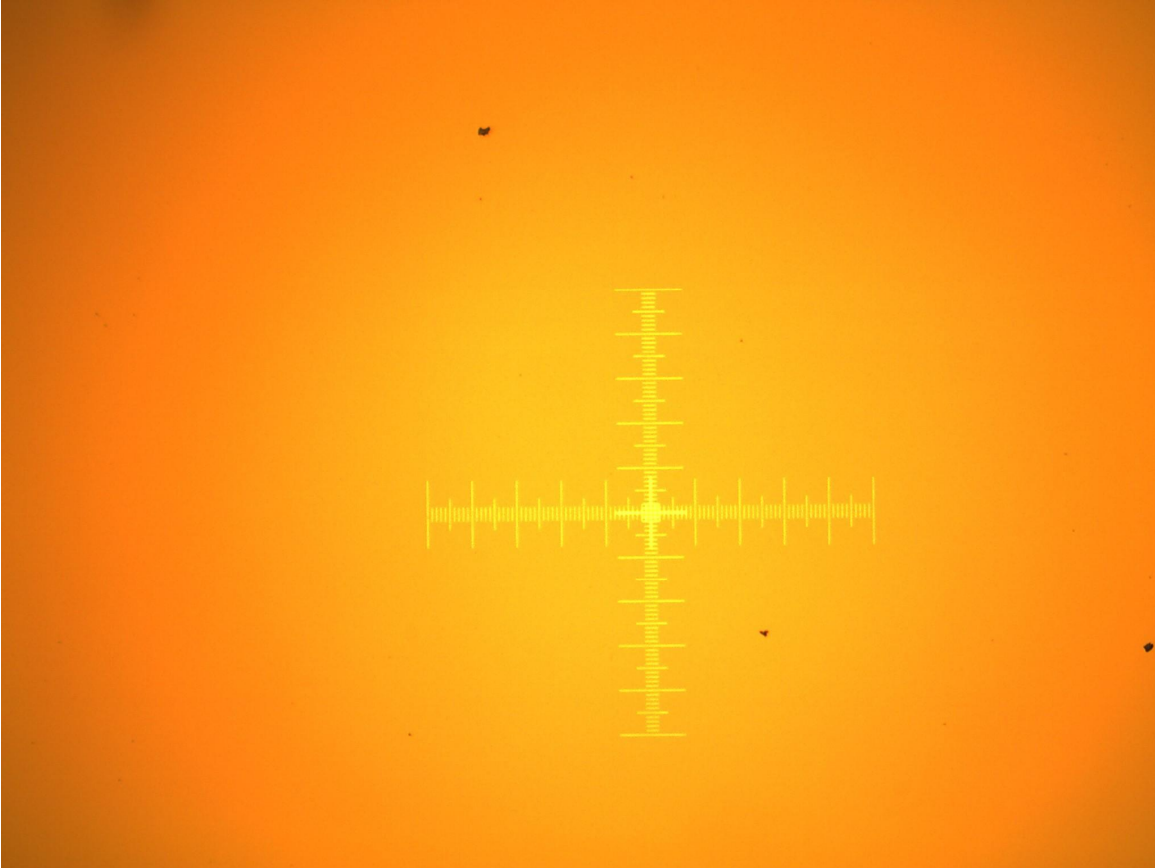
Zand



Figuur C.5 Microscoop opname van grove fractie monster C3-3 (vergroting 5x)

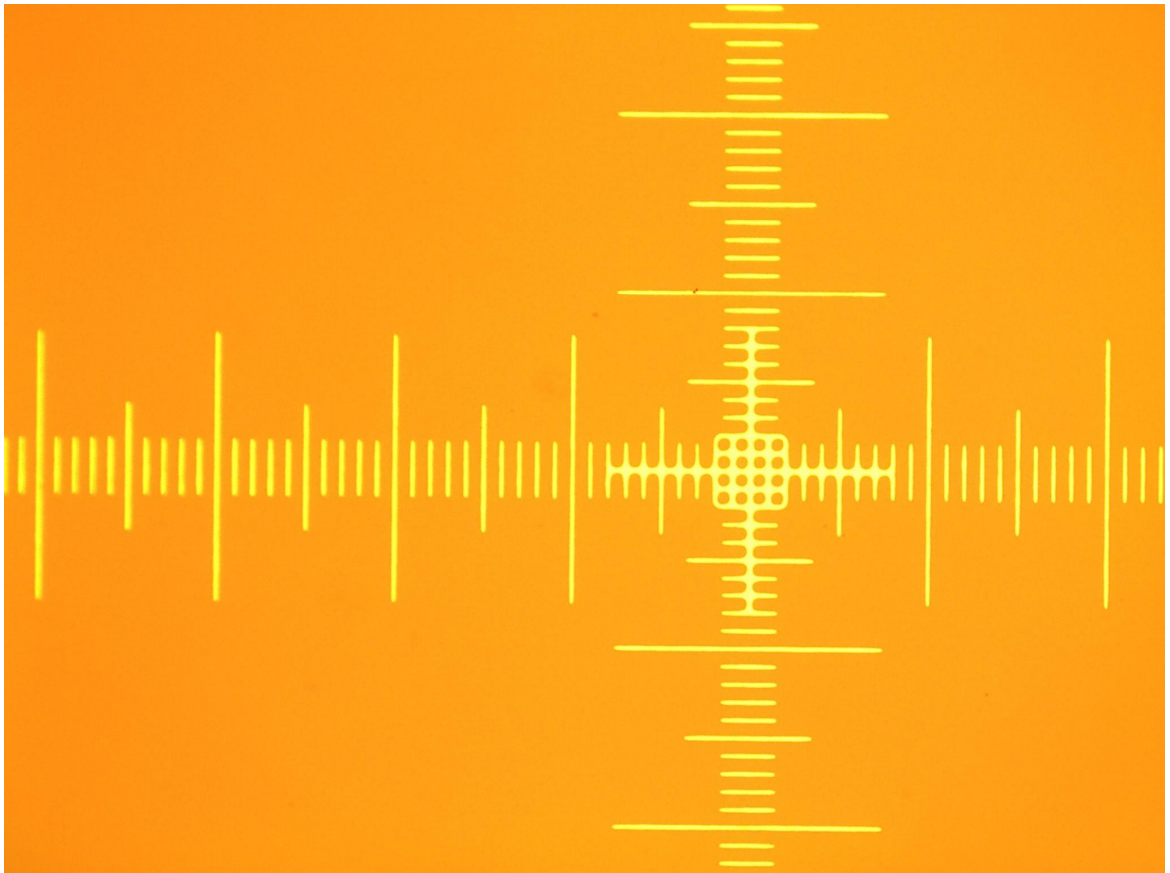
Bovenstaande opname geeft een indruk van de vorm van de zand korrels van monster C3-3 nadat de fijne fractie door middel van zeven is verwijderd..

Schalen



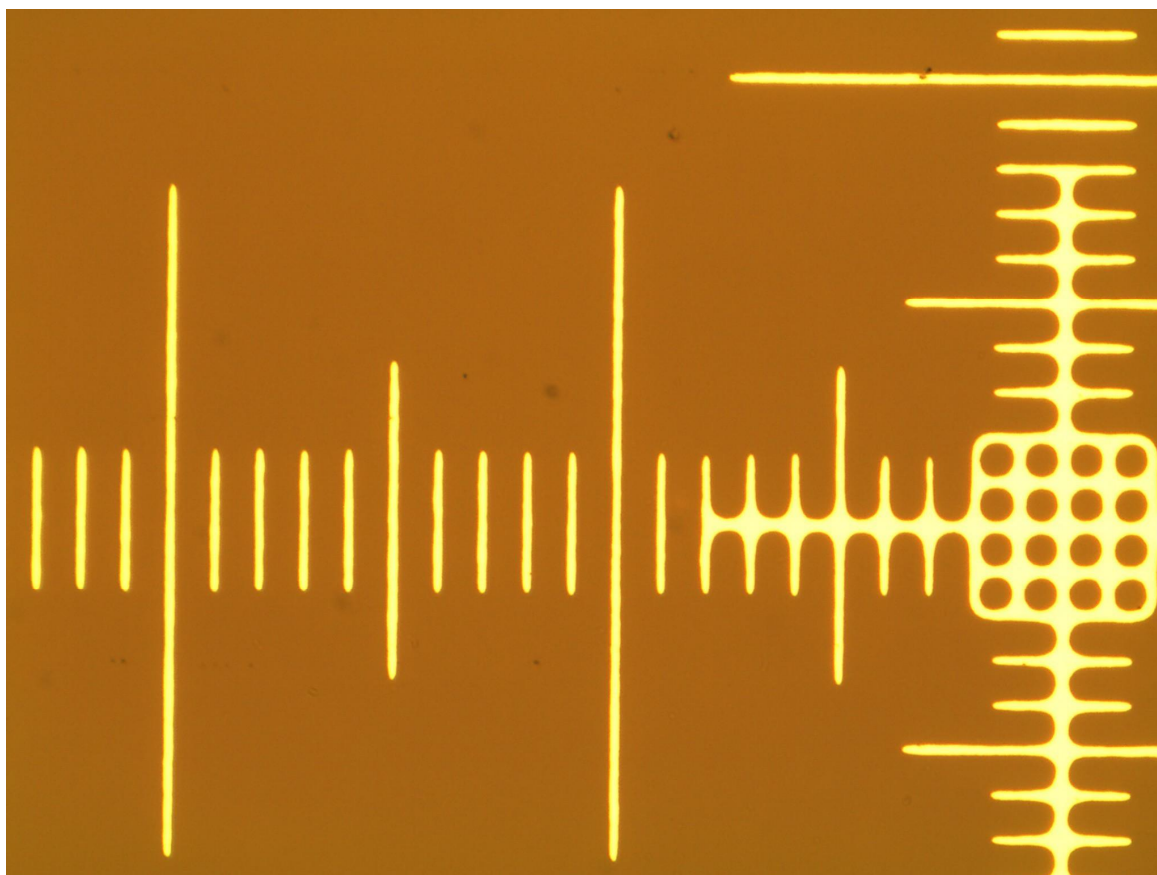
Figuur C.6 Microscoopschaal (vergroting 5x)

De afstand tussen de kleine schaalverdelingsstreepjes is 0.01 mm



Figuur C.7 Microscoopschaal (vergroting 20x)

De afstand tussen de kleine schaalverdelingsstreepjes is 0.01 mm



Figuur C.8 Microscoopschaal (vergroting 50x)

De afstand tussen de kleine schaalverdelingsstreepjes is 0.01 mm

D Resultaat: droge stof gehaltenes

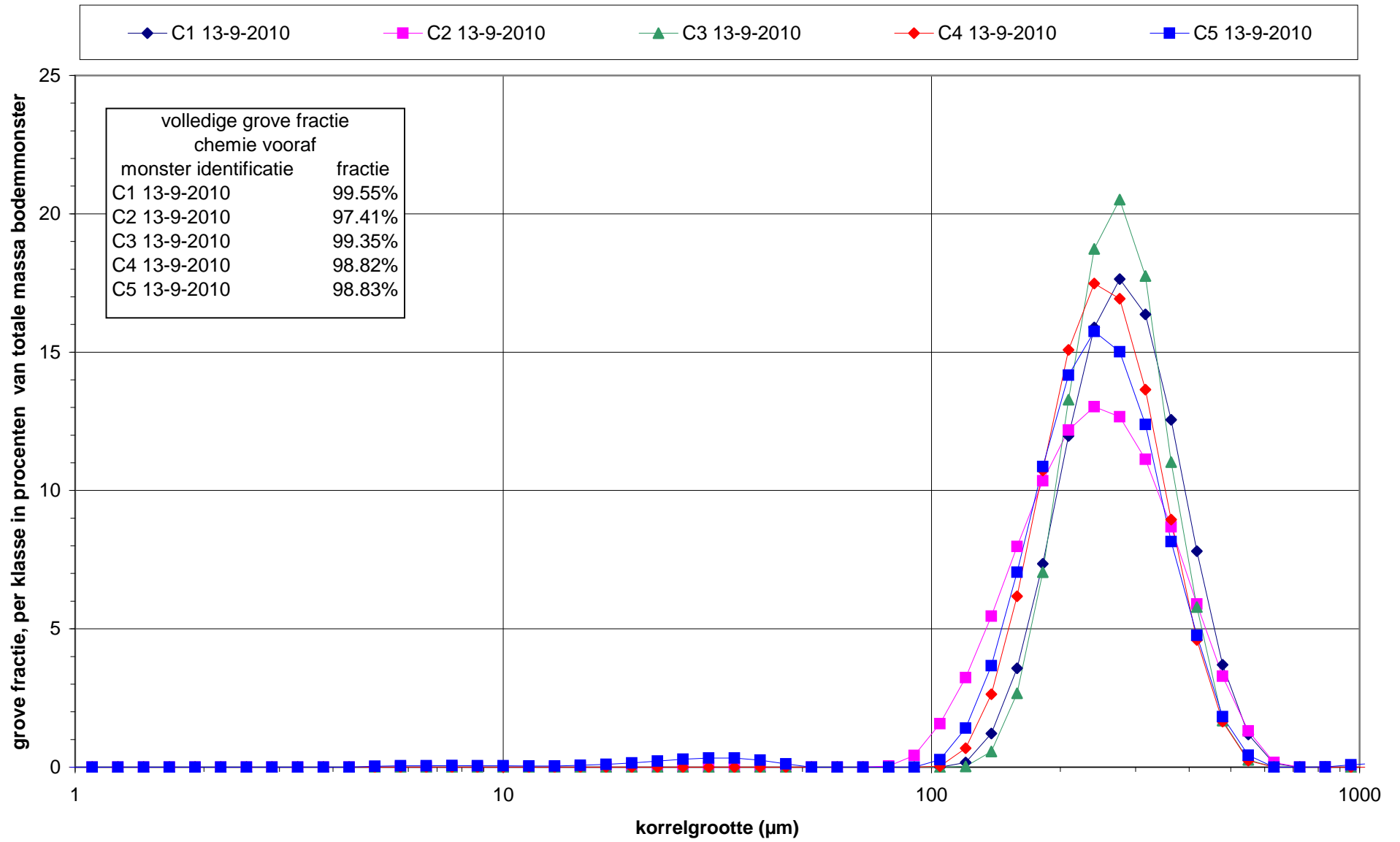
drogestof gehaltes

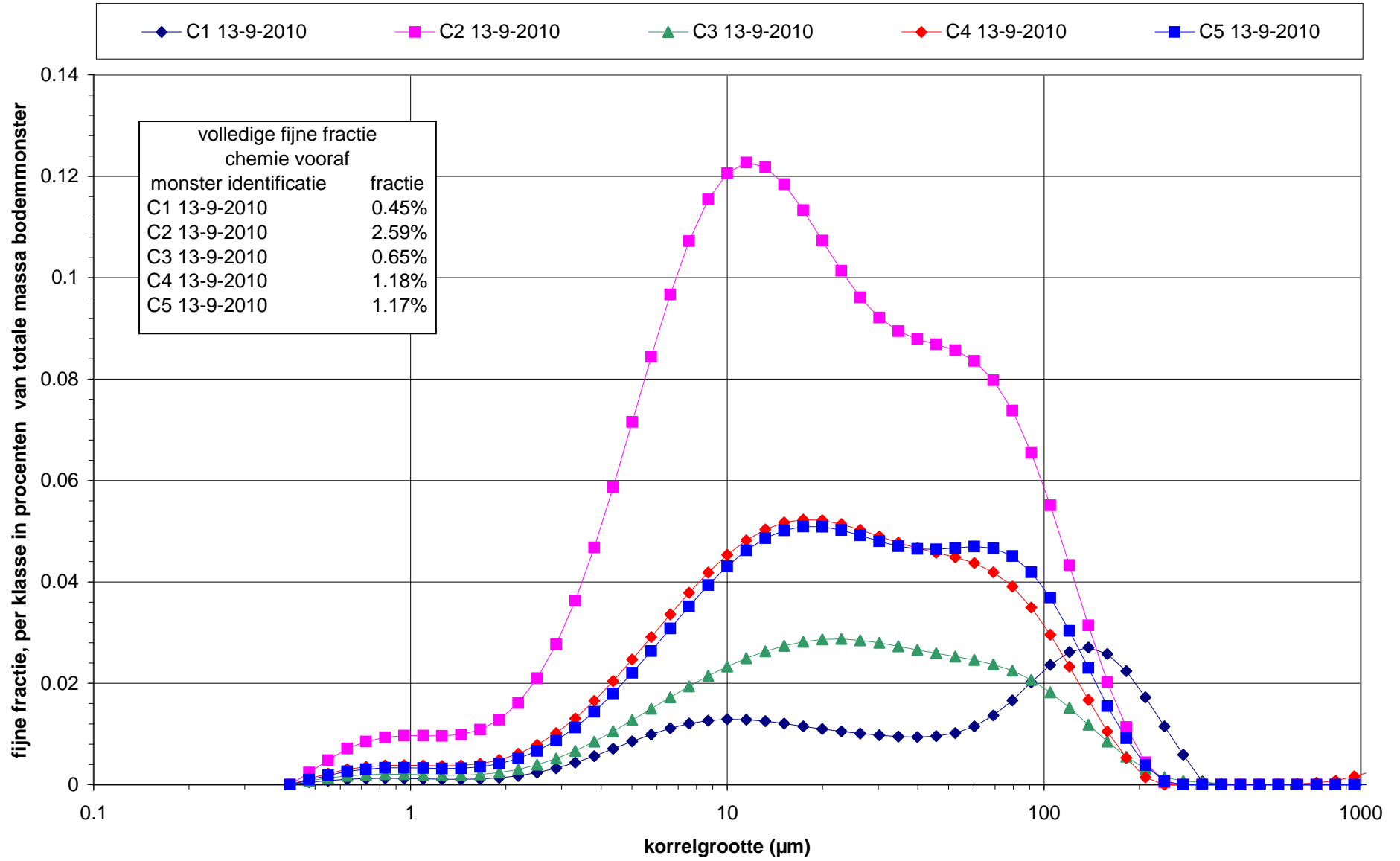
naam	fijn <90µm		grof >90µm		fijn <90µm		grof >90µm		slibfractie		massa reken		Obscuration		Concentration			
	bakje met filter leeg		bakje met filter droog		bakje met filter leeg		droge stof massa		(mg/g)	(%)	volumen (mL)	massa (mg)	massa reken (mg/g)	Residual		<35 (µm)	>35 <60 (µm)	>60 (µm)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(g)										
	bakje met filter leeg		droge stof massa		droge stof massa		droge stof massa											
Chemie vooraf																		
C1 13-9-2010 <90	1.4775	1.5145	1.4793	9.5756	37.00	8.10	4.55	0.45	922.16	156	1.90%	3.42	0.946	0.0064	0.203	0.041	0.211	
C2 13-9-2010 <90	1.4845	1.7564	1.4753	11.7040	271.90	10.23	25.89	2.59	787.39	741	6.75%	27.60	0.253	0.0355	1.948	0.256	0.385	
C3 13-9-2010 <90	1.4720	1.5227	1.4842	9.2369	50.70	7.75	6.50	0.65	737.88	172	2.17%	6.38	0.371	0.0088	0.442	0.076	0.132	
C4 13-9-2010 <90	1.4793	1.5651	1.4823	8.6715	85.80	7.19	11.79	1.18	786.70	271	3.63%	9.64	0.313	0.0130	0.824	0.134	0.221	
C5 13-9-2010 <90	1.4810	1.5593	1.4820	8.0682	78.30	6.59	11.75	1.17	796.46	238	3.49%	7.81	0.320	0.0113	0.782	0.140	0.253	
Chemie achteraf																		
B5 26-4-2010 <90	1.4516	1.4692	1.4468	15.1562	17.60	13.71	1.3	0.128%	772.10			0.49	4.26	0.0011	0.036	0.020	0.072	
B5 6-4-2010 <90	1.4603	1.5490	1.4647	15.6240	88.70	14.16	6.2	0.623%	698.80	100	0.70%	1.20	0.73	0.0054	0.051	0.085	0.487	
B5 week41 <90	1.4484	1.5158	1.4513	18.8451	67.40	17.39	3.9	0.386%	734.33	84	0.48%	1.16	0.75	0.0043	0.046	0.045	0.295	
C1 13-9-2010 <90	1.4554	1.4870	1.4539	11.6422	31.60	10.19	3.1	0.309%	722.54	44	0.43%	1.36	2.15	0.0023	0.130	0.057	0.123	
C1 26-4-2010 <90	1.4486	1.4823	1.4594	17.4593	33.70	16.00	2.1	0.210%	751.15	54	0.33%	1.44	1.17	0.0027	0.086	0.028	0.097	
C1 6-4-2010 <90	1.4581	1.4629	1.4637	11.0212	4.80	9.56	0.5	0.050%	676.61			0.16	5.72	0.0003	0.017	0.007	0.026	
C1 core1 maart <90	1.4494	1.5930	1.4584	49.0612	143.60	47.60	3.0	0.301%	995.01	174	0.36%	4.01	0.59	0.0066	0.136	0.041	0.123	
C1 core2 maart <90	1.4411	1.5751	1.4644	21.7958	134.00	20.33	6.5	0.655%	824.68	199	0.97%	5.46	0.99	0.0091	0.322	0.089	0.243	
C1 week41 <90	1.4624	1.4880	1.4615	18.6055	25.60	17.14	1.5	0.149%	756.85			0.36	1.09	0.0016	0.018	0.022	0.109	
C2 13-9-2010 <90	1.4574	1.6489	1.4561	14.6353	191.50	13.18	14.3	1.432%	770.92	292	2.17%	10.79	0.36	0.0143	0.824	0.174	0.434	
C2 26-4-2010 <90	1.4466	2.2506	1.4603	15.9054	804.00	14.45	52.7	5.272%	767.51	1359	8.60%	40.44	0.33	0.0668	3.341	0.613	1.319	
C2 6-4-2010 <90	1.4608	1.7407	1.4645	13.1349	279.90	11.67	23.4	2.342%	808.02	574	4.69%	17.98	0.27	0.0268	1.521	0.300	0.521	
C2 core1 maart <90	1.4599	1.6652	1.4597	18.5177	205.30	17.06	11.9	1.189%	825.01			64.56	0.17	0.1059	0.880	0.127	0.182	
C2 maart <90	1.4466	2.3558	1.4687	12.5223	909.20	11.05	76.0	7.600%	817.79	2291	17.17%	69.45	0.16	0.1057	6.108	0.658	0.835	
C2 week41 <90	1.4512	2.1128	1.4581	17.6158	661.60	16.16	39.3	3.934%	760.60	1768	9.86%	53.79	0.17	0.0877	3.016	0.421	0.496	
C3 13-9-2010 <90	1.4461	1.4660	1.4498	11.6948	19.90	10.25	1.9	0.194%	749.27			0.74	1.30	0.0025	0.040	0.014	0.140	
C3 26-4-2010 <90	1.4548	1.5615	1.4603	13.3694	106.70	11.91	8.9	0.888%	737.26	254	2.09%	10.68	0.73	0.0130	0.656	0.079	0.154	
C3 6-4-2010 <90	1.4623	1.5471	1.4611	13.8892	84.80	12.43	6.8	0.678%	757.12	102	0.82%	1.54	0.84	0.0051	0.101	0.106	0.471	
C3 core1 maart <90	1.4461	1.7923	1.4669	37.5905	346.20	36.12	9.5	0.949%	956.05	454	1.24%	6.70	0.78	0.0179	0.223	0.155	0.571	
C3 core2 maart <90	1.4503	1.8491	1.4669	33.0310	398.80	31.56	12.5	1.248%	779.78	490	1.53%	8.79	0.66	0.0237	0.301	0.210	0.736	
C3 week41 <90	1.4616	1.5344	1.4694	17.2350	72.80	15.77	4.6	0.460%	711.76	92	0.58%	2.37	1.22	0.0049	0.140	0.059	0.261	
C4 13-9-2010 <90	1.4515	1.5428	1.4557	12.5251	91.30	11.07	8.2	0.818%	782.23	145	1.29%	4.60	0.86	0.0070	0.403	0.091	0.324	
C4 26-4-2010 <90	1.4506	1.6040	1.4492	16.1118	153.40	14.66	10.4	1.035%	884.42	173	1.17%	2.59	1.38	0.0074	0.224	0.154	0.657	
C4 6-4-2010 <90	1.4613	1.5441	1.4610	16.3055	82.80	14.84	5.5	0.555%	752.18	98	0.65%	1.19	1.03	0.0049	0.057	0.062	0.436	
C4 week41 <90	1.4486	1.7071	1.4681	19.2173	258.50	17.75	14.4	1.435%	756.81	712	23.55	0.48	0.0355	0.816	0.172	0.447		
C4a maart <90	1.4445	1.9610	1.4716	30.2534	516.50	28.78	17.6	1.763%	902.81	378	1.30%	9.66	1.01	0.0158	0.769	0.232	0.762	
C4b maart <90	1.4455	1.6897	1.4677	28.8236	244.20	27.36	8.8	0.885%	853.76	683	2.44%	22.70	0.44	0.0302	0.644	0.080	0.161	
C5 13-9-2010 <90	1.4490	1.5546	1.4482	15.3038	105.60	13.86	7.6	0.756%	844.34	123	0.88%	3.04	1.36	0.0055	0.206	0.100	0.450	
C5 26-4-2010 <90	1.4532	1.5530	1.4579	16.4378	99.80	14.98	6.6	0.662%	751.78	157	1.04%	5.46	1.70	0.0079	0.339	0.065	0.257	
C5 6-4-2010 <90	1.4567	1.5927	1.4669	15.8174	136.00	14.35	9.4	0.939%	856.34	213	1.46%	7.51	0.49	0.0094	0.519	0.097	0.323	
C5 week41 <90	1.4535	1.5894	1.4707	17.3445	135.90	15.87	8.5	0.849%	756.54	170	1.06%	4.26	0.97	0.0085	0.245	0.107	0.497	

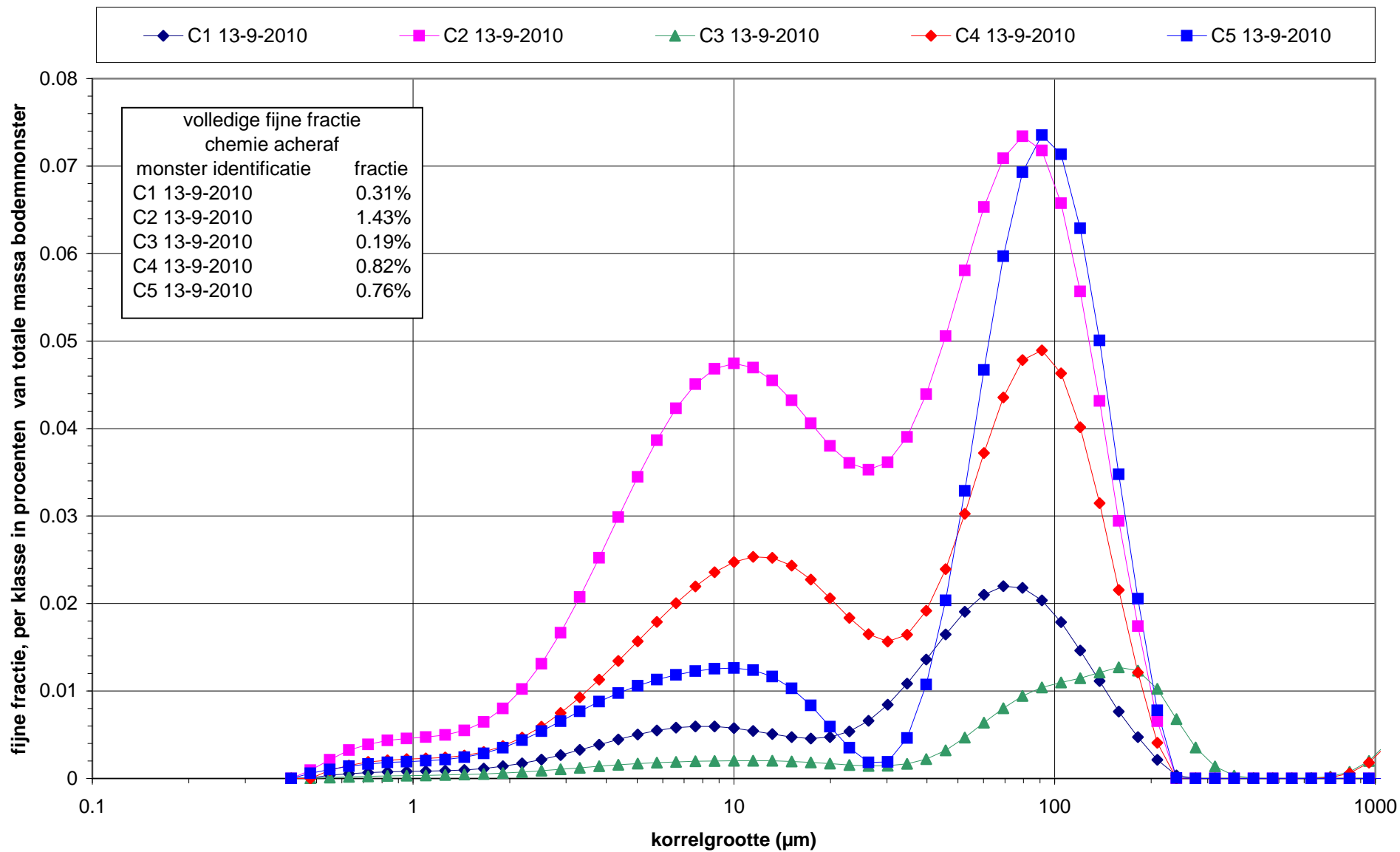
Verkendend onderzoekie															
Trillen															
C1_T na 0 min	1.4792	1.7103		231.10		10.00	1.00%		19.53	0.217	0.0299	0.753	0.112	0.134	
C1_T na 5 min	1.4803	1.5672		86.90		3.78	0.38%		14.62	0.363	0.0127	0.320	0.017	0.041	
C1_T na 10 min	1.4802	1.5124		32.20		1.40	0.14%		6.16	1.151	0.0043	0.106	0.007	0.027	
C1_T na 20 min	1.4793	1.4988		19.50		0.85	0.09%		4.52	0.514	0.0026	0.071	0.003	0.011	
C1_T na 30 min	1.4789	1.5030		24.10		1.05	0.11%		5.56	1.197	0.0033	0.085	0.005	0.015	
C1_T na 45 min	1.4720	1.5007		28.70		1.25	0.13%		6.36	0.51	0.0033	0.101	0.006	0.018	
C1_T na 60 min	1.4722	1.4935		21.30		0.93	0.09%		5.72	0.594	0.0030	0.071	0.004	0.017	
C1_T zand			1.4889	24.3793		22.89		19.27	1.93%	46.74	0.808	1.9487	0.000	0.000	1.927
C2_T na 0 min	1.5004	2.6895		1189.10		41.10	4.11%		53.42	0.297	0.0757	2.578	0.428	1.103	
C2_T na 5 min	1.4940	1.8702		376.20		13.38	1.34%		24.78	0.624	0.0309	0.776	0.095	0.467	
C2_T na 10 min	1.4868	1.6010		114.20		4.10	0.41%		9.10	0.502	0.0095	0.195	0.029	0.186	
C2_T na 20 min	1.4726	1.5729		100.30		3.60	0.36%		10.26	0.621	0.0094	0.189	0.020	0.151	
C2_T na 30 min	1.4907	1.6174		126.70		4.55	0.45%		9.68	0.66	0.0074	0.290	0.021	0.143	
C2_T na 45 min	1.4826	1.5510		68.40		2.46	0.25%		11.56	0.678	0.0064	0.188	0.011	0.047	
C2_T na 60 min	1.4902	1.5576		67.40		2.42	0.24%		9.34	0.55	0.0067	0.155	0.013	0.074	
C2_T zand			1.4983	29.2424		27.74		71.61		57.62	0.727	1.9383	0.109	0.000	7.052
C3_T na 0 min	1.4732	1.5403		67.10		2.77	0.28%		9.15	0.269	0.0122	0.202	0.025	0.050	
C3_T na 5 min	1.4974	1.6691		171.70		7.06	0.71%		35.51	0.264	0.0342	0.654	0.017	0.036	
C3_T na 10 min	1.4740	1.5414		67.40		2.78	0.28%		15.07	0.484	0.0137	0.227	0.015	0.036	
C3_T na 20 min	1.4943	1.5671		72.80		3.01	0.30%		14.18	0.578	0.0105	0.237	0.023	0.041	
C3_T na 30 min	1.5074	1.5401		32.70		1.35	0.14%		6.90	0.636	0.0050	0.099	0.011	0.025	
C3_T na 45 min	1.5033	1.5783		75.00		3.10	0.31%		14.65	0.467	0.0087	0.242	0.020	0.048	
C3_T na 60 min	1.4957	1.5532		57.50		2.38	0.24%		11.98	0.784	0.0070	0.191	0.015	0.032	
C3_T zand			1.4714	25.6133		24.14		22.45		52.72	1.081	2.2645	0.029	0.006	2.210
Schudden															
C2_1S na 0 min	1.4764	1.8410		364.60		27.27	2.73%		39.97	0.23	0.0596	2.280	0.239	0.208	
C2_1S na 5 min	1.4641	1.6169		152.80		11.61	1.16%		18.65	0.315	0.0230	0.890	0.098	0.173	
C2_1S na 10 min	1.4872	1.5463		59.10		4.52	0.45%		4.33	0.636	0.0061	0.255	0.039	0.158	
C2_1S na 20 min	1.4868	1.4963		9.50		0.73	0.07%		0.78	0.967	0.0013	0.019	0.005	0.050	
C2_1S na 30 min	1.4551	1.4605		5.40		0.42	0.04%		0.42	2.073	0.0010	0.007	0.002	0.033	
C2_1S na 45 min	1.4636	1.4644		0.80		0.06	0.01%		0.31	1.397	0.0104	0.001	0.000	0.005	
C2_1S na 60 min	1.4583	1.4603		2.00		0.15	0.02%		0.1	9.654	0.0003	0.003	0.001	0.012	
C2_1S zand			1.4822	14.4868		13.00		44.77		33.92	0.522	0.9461	0.084	0.000	4.393
C2_2S na 0 min	1.4583	1.9518		493.50		31.98	3.20%		46.76	0.191	0.0735	2.687	0.281	0.231	
C2_2S na 5 min	1.4632	1.5825		119.30		7.92	0.79%		14.94	0.279	0.0179	0.624	0.058	0.110	
C2_2S na 10 min	1.4671	1.4830		15.90		1.06	0.11%		1.5	1.349	0.0018	0.039	0.011	0.057	
C2_2S na 20 min	1.4712	1.4786		7.40		0.50	0.05%		0.51	0.944	0.0011	0.008	0.002	0.039	
C2_2S na 30 min	1.4729	1.4755		2.60		0.17	0.02%		0.25	4.828	0.0022	0.002	0.001	0.015	
C2_2S na 45 min	1.4790	1.4799		0.90		0.06	0.01%		0.22	4.908	0.0006	0.001	0.001	0.005	
C2_2S na 60 min	1.4812	1.4823		1.10		0.07	0.01%		0.17	1.832	0.0010	0.001	0.000	0.007	
C2_2S zand	1.4717	16.4077	1.4717	16.4077		14.94		41.77		38.57	0.554	1.1717	0.075	0.000	4.103

C2_3S na 0 min	1.4621	1.7428		280.70		22.21	2.22%		34.16	0.227	0.0525	1.834	0.187	0.199
C2_3S na 5 min	1.4664	1.5160		49.60		4.00	0.40%		6.58	0.612	0.0060	0.277	0.030	0.093
C2_3S na 10 min	1.4655	1.4796		14.10		1.14	0.11%		1.6	1.508	0.0020	0.048	0.010	0.057
C2_3S na 20 min	1.4884	1.4947		6.30		0.51	0.05%		0.88	1.964	0.0010	0.019	0.004	0.028
C2_3S na 30 min	1.4601	1.4612		1.10		0.09	0.01%		0.29	2.877	0.0005	0.002	0.000	0.006
C2_3S na 45 min	1.4659	1.4668		0.90		0.07	0.01%		0.27	4.796	0.0008	0.001	0.000	0.006
C2_3S na 60 min	1.4603	1.4618		1.50		0.12	0.01%		0.14	7.396	0.0019	0.002	0.001	0.010
C2_3S zand	1.4685	13.8281	1.4685	13.8281		28.14			37.13	0.537	0.9279	0.075	0.000	2.738
Schudden en andere														
C3_1S na 0 min	1.4608	1.4790		28.20		2.85	0.28%		1.32	0.474	0.0025	0.130	0.036	0.119
C3_1S na 5 min	1.4596	1.4561		6.50		0.66	0.07%		0.27	1.706	0.0004	0.025	0.004	0.037
C3_1S na 10 min	1.4600	1.4534		3.40		0.34	0.03%		0.05	6.678	0.0000	0.029	0.000	0.005
C3_1S na 15 min	1.4674	1.4601		2.70		0.27	0.03%		0	36.266	0.0000	0.019	0.000	0.008
C3_1S na 30 min	1.4671	1.4594		2.30		0.23	0.02%		0.08	2.707	0.0004	0.011	0.001	0.011
C3_1S na 45 min	1.4653	1.4576		2.30		0.23	0.02%		0.08	2.707	0.0004	0.011	0.001	0.011
C3_1S na 60 min	1.4615	1.4542		2.70		0.27	0.03%		0.08	2.707	0.0004	0.013	0.002	0.013
C3_1S zand			1.4622	11.3380		4.86			1.29	1.993	0.0005	0.486	0.001	0.000
C3_2S na 0 min	1.4687	1.4737		15.00		1.92	0.19%		0.07	13.396	0.0059	0.169	0.000	0.024
C3_2S na 5 min	1.4645	1.4560		1.50		0.19	0.02%		0.13	3.042	0.0023	0.007	0.001	0.011
C3_2S na 10 min	1.4691	1.4595		0.40		0.05	0.01%		0.14	1.688	0.0007	0.002	0.000	0.003
C3_2S na 15 min	1.4668	1.4576		0.80		0.10	0.01%		0.11	1.888	0.0002	0.005	0.001	0.005
C3_2S na 30 min	1.4685	1.4593		0.80		0.10	0.01%		0.06	2.712	0.0001	0.004	0.001	0.005
C3_2S na 45 min	1.4722	1.4629		0.70		0.09	0.01%		0.07	2.048	0.0002	0.004	0.001	0.004
C3_2S na 60 min	1.4730	1.4634		0.40		0.05	0.01%		0.09	1.954	0.0002	0.002	0.000	0.002
C3_2S zand			1.4770	9.2561		2.52			18.67	1.174	0.7360	0.000	0.000	0.252
C3_3F na 2xflush <90	1.4722	1.4631		0.90		0.13	0.01%		1.79	1.194	0.0032	0.007	0.002	0.004
C3_3F na 4xflush <90	1.4708	1.4801		19.30		2.77	0.28%		0.15	5.698	0.0005	0.143	0.025	0.110
C3_3F na 30 min trillen	1.4685	1.4956		37.10		5.31	0.53%		15.61	0.466	0.0204	0.503	0.017	0.011
C3_3FA na 30 min trillen	1.4667	1.4942		37.50		5.37	0.54%		13.65	1.008	0.5267	0.000	0.000	0.537
C3_3F zand			1.4664	8.4115		13.58								
C3_4S na 0 min	1.4819	1.4852		13.30		1.55	0.15%		1.21	0.558	0.0024	0.083	0.021	0.050
C3_4S na 5 min	1.4828	1.4756		2.80		0.33	0.03%		0.26	3.154	0.0005	0.012	0.003	0.018
C3_4S na 10 min	1.4795	1.4722		2.70		0.31	0.03%		0.15	3.513	0.0002	0.014	0.003	0.015
C3_4S na 15 min	1.4811	1.4724		1.30		0.15	0.02%		0.12	3.75	0.0002	0.007	0.001	0.007
C3_4S na 30 min	1.4756	1.4664		0.80		0.09	0.01%		0.08	3.182	0.0001	0.005	0.001	0.003
C3_4S na 45 min	1.4753	1.4658		0.50		0.06	0.01%		0.1	3.431	0.0001	0.003	0.001	0.002
C3_4S na 60 min	1.4778	1.4683		0.50		0.06	0.01%		0.13	2.546	0.0002	0.003	0.000	0.002
C3_4S zand			1.4716	10.0549		2.55			17.96	1.456	0.7430	0.000	0.000	0.255

E Resultaat: korrelgrootteverdelingen

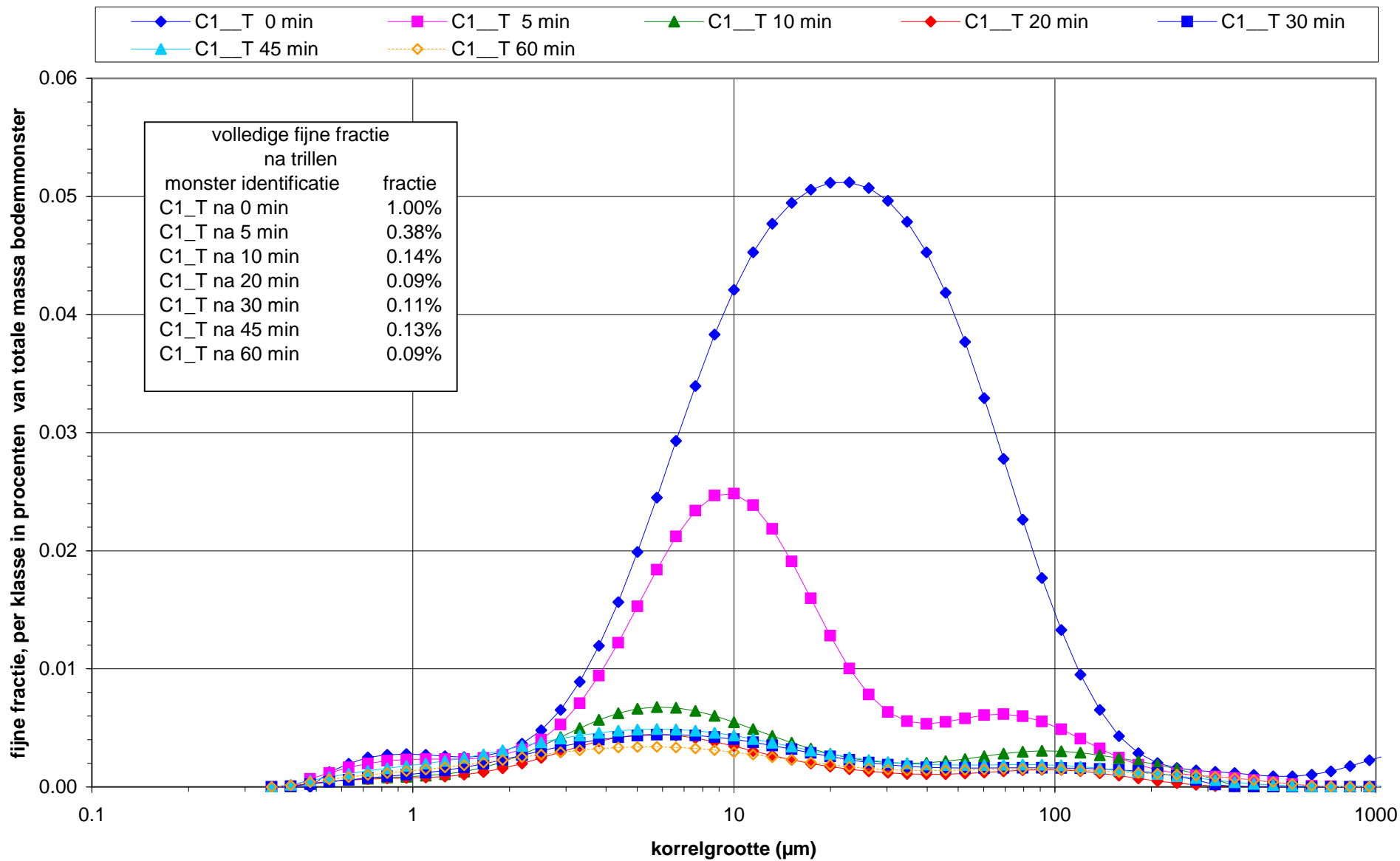






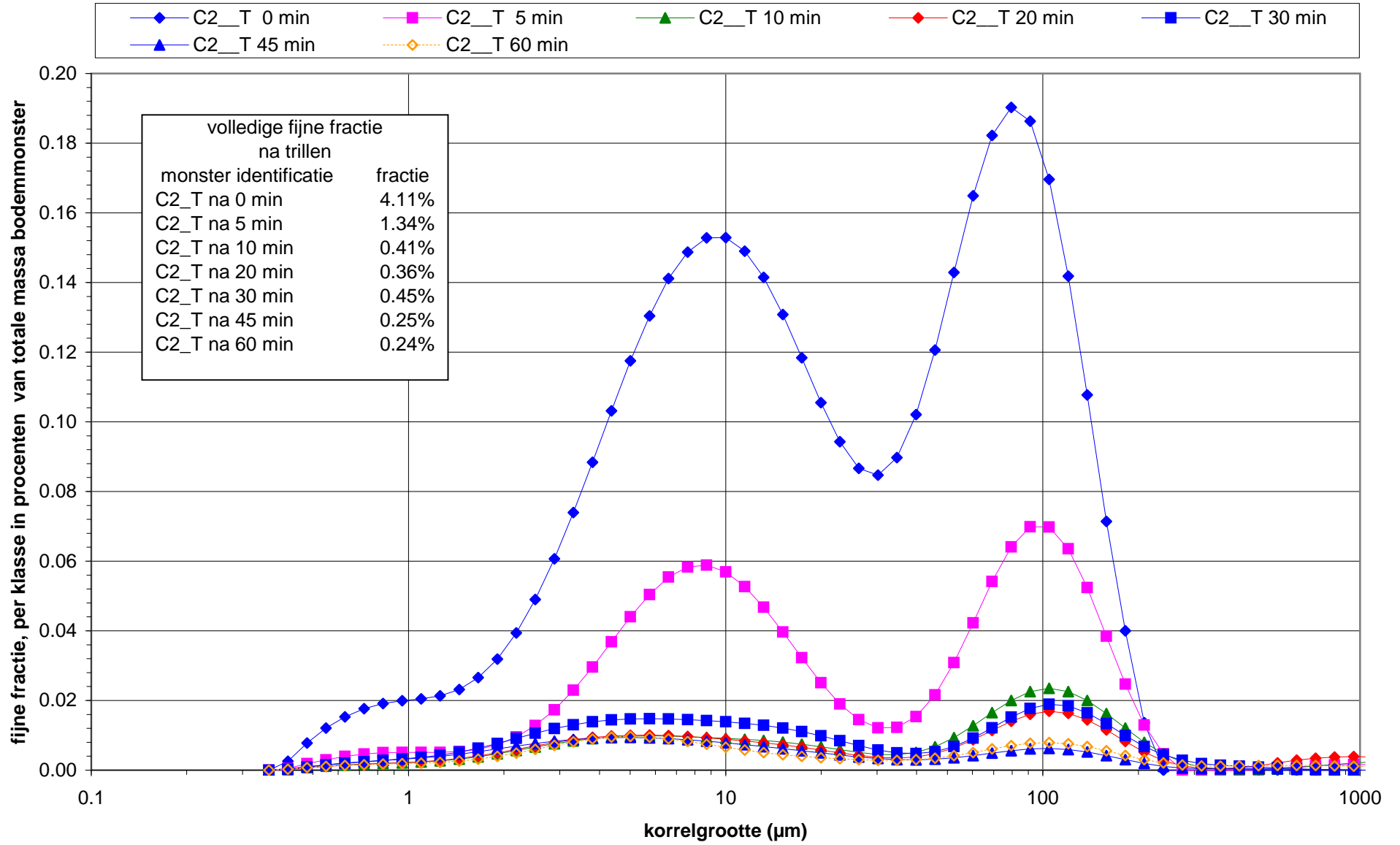
korrelgrootte

1205620



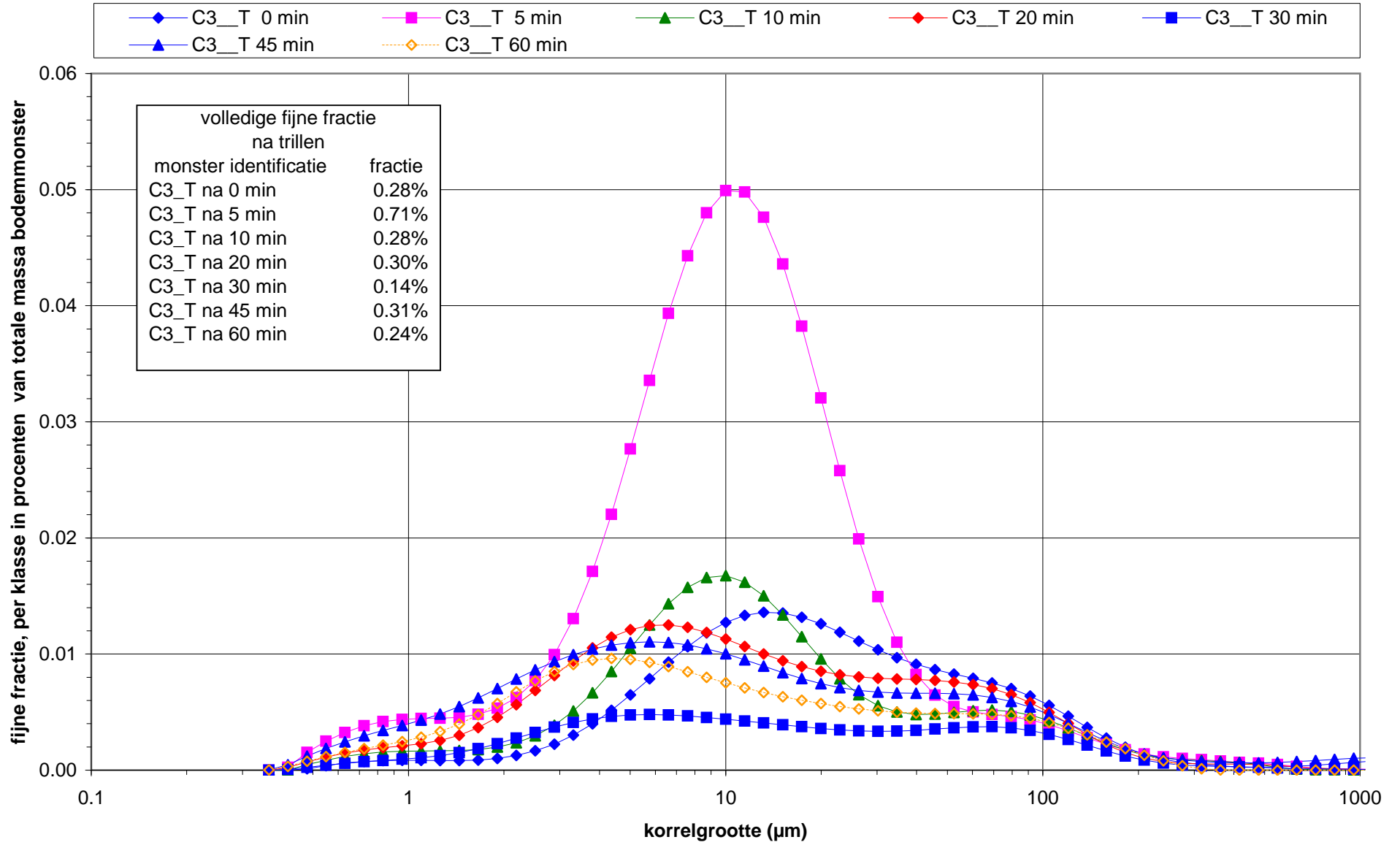
korrelgrootte

1205620



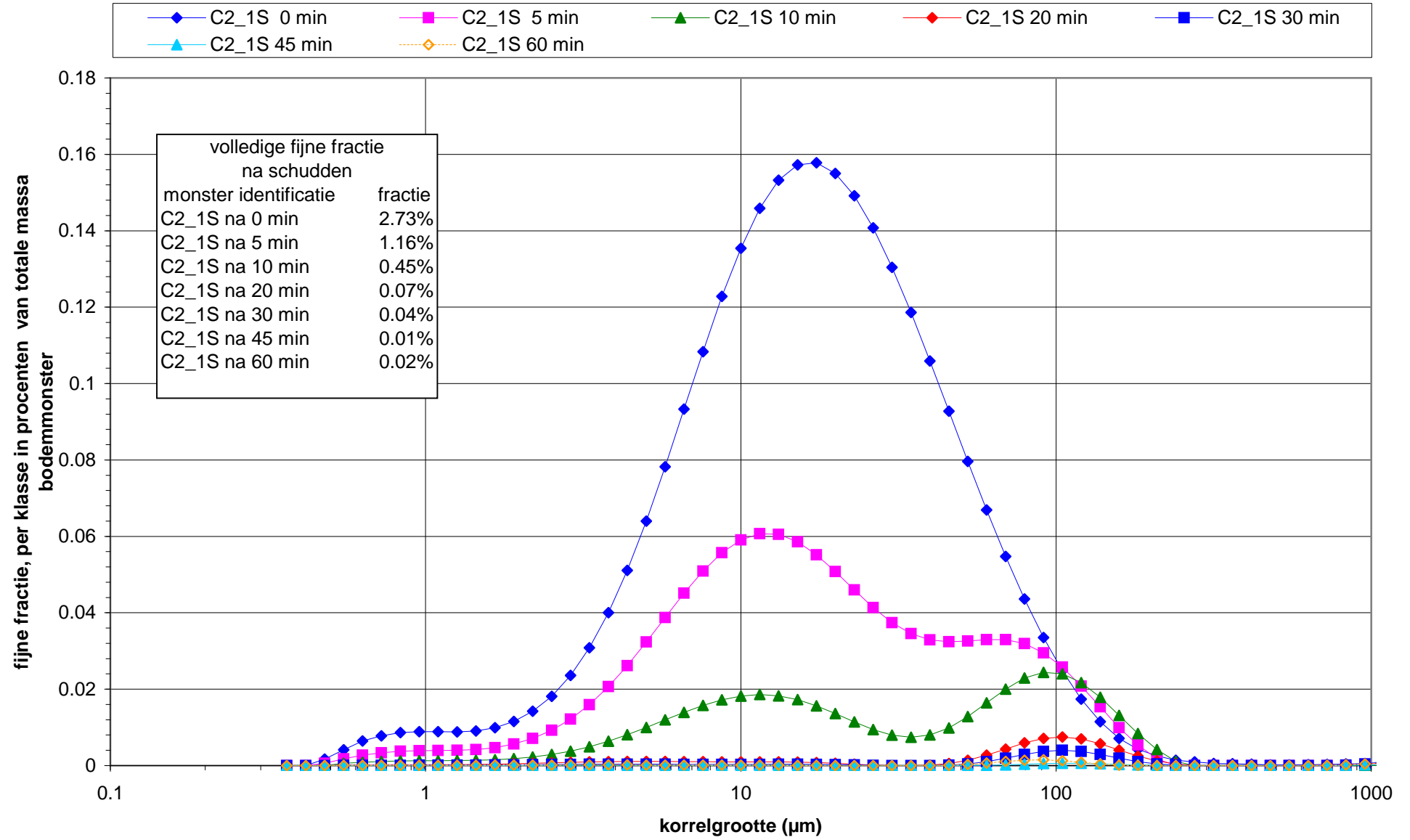
korrelgrootte

1205620



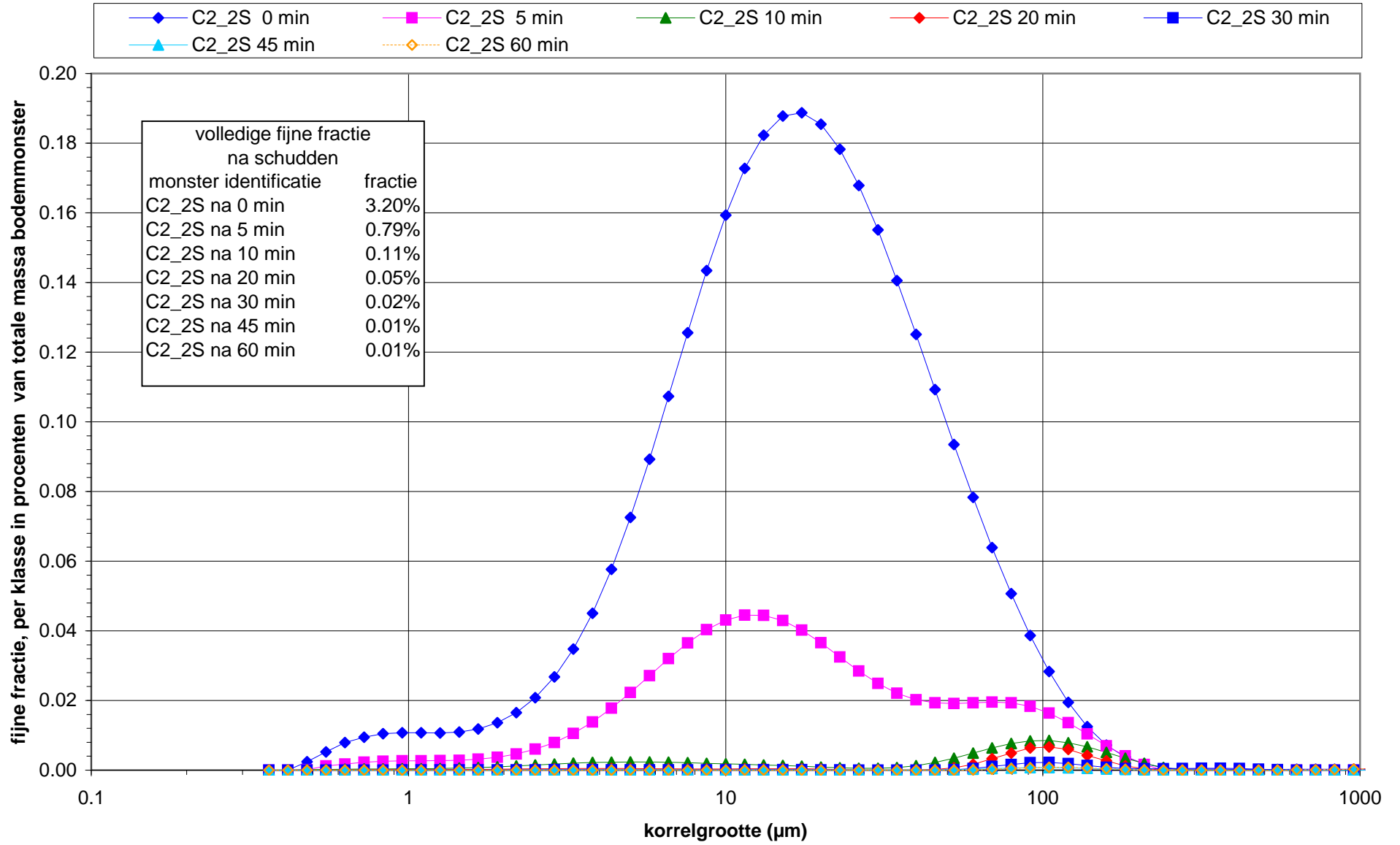
korrelgrootte

1205620



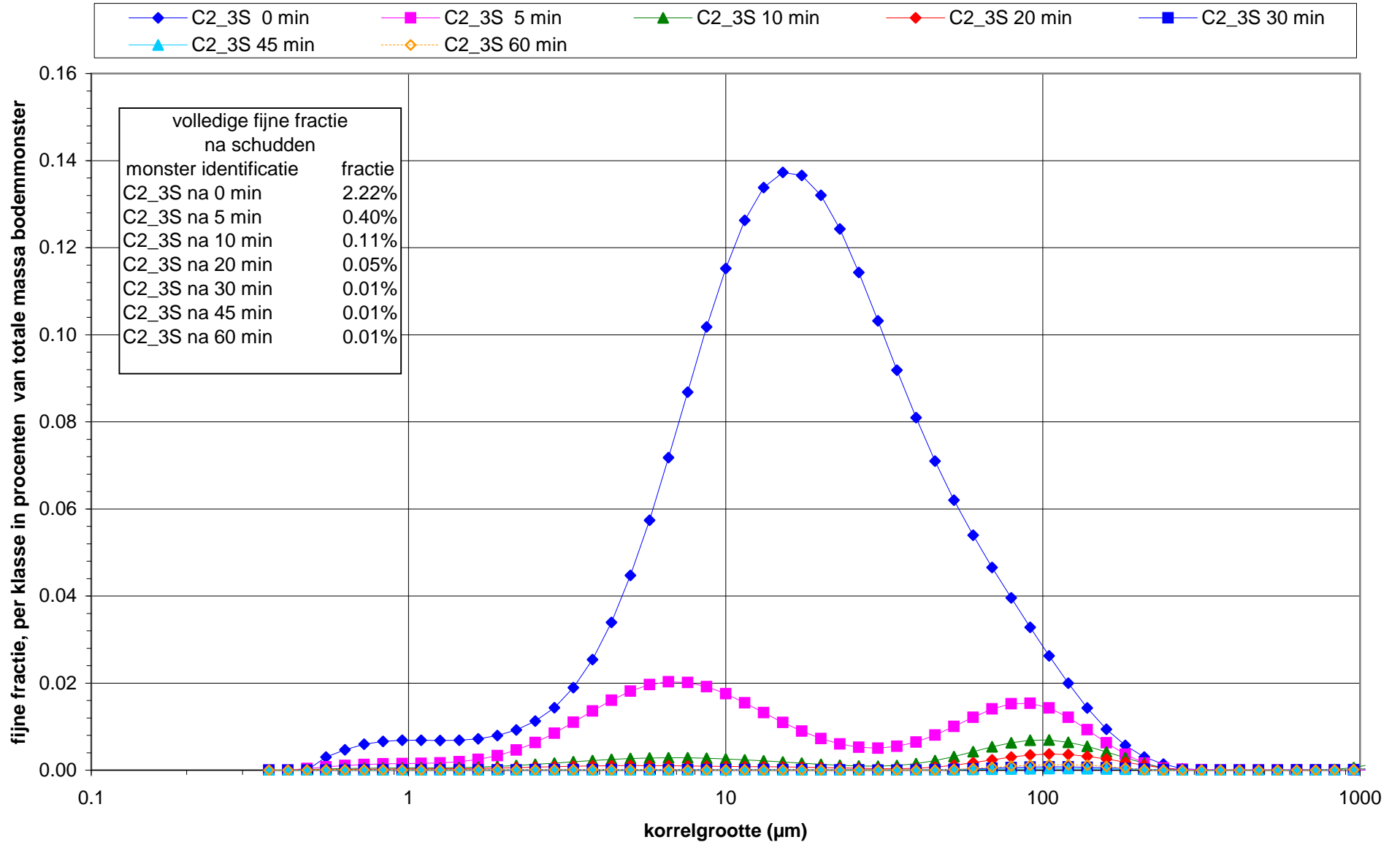
korrelgrootte

1205620



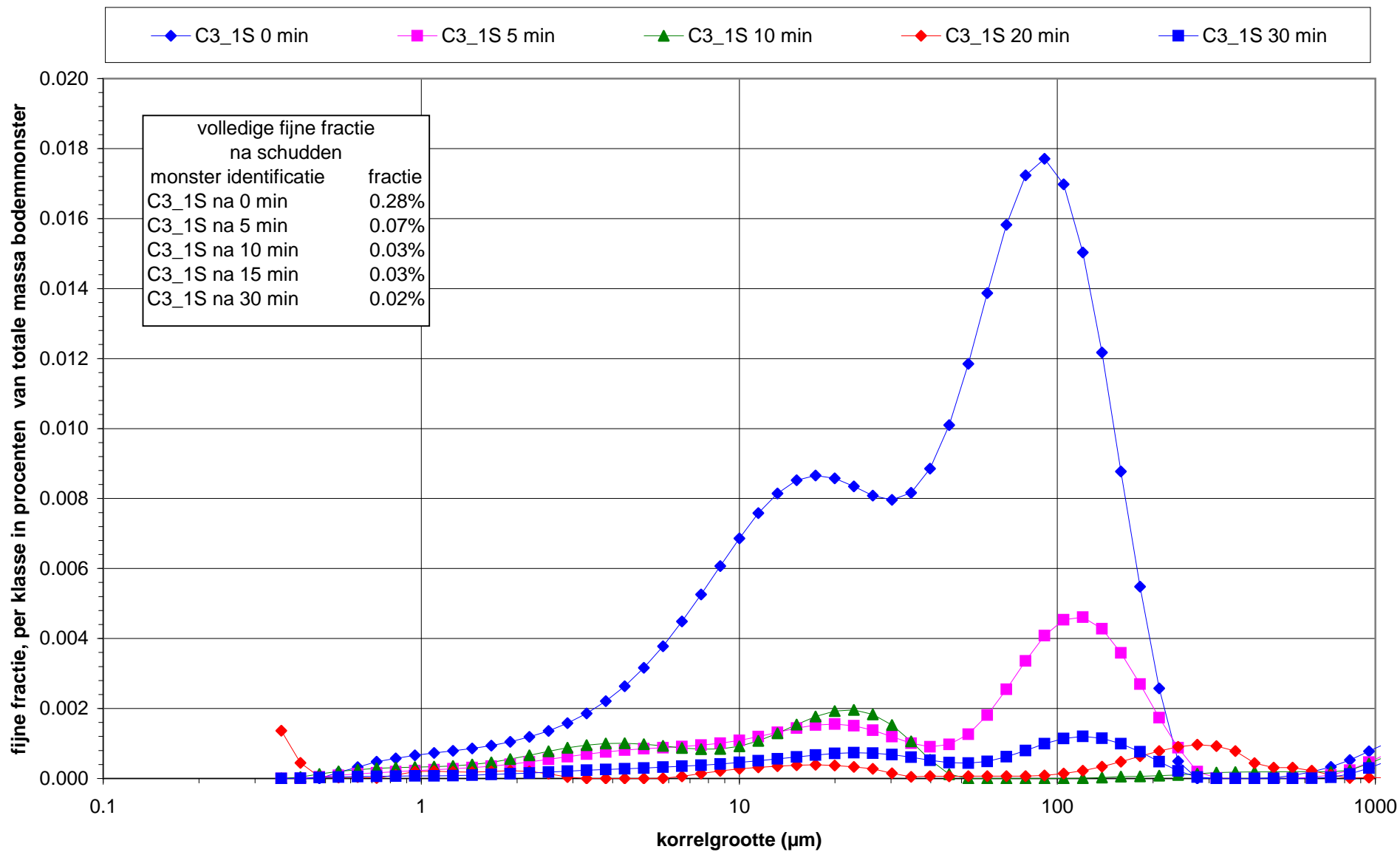
korrelgrootte

1205620



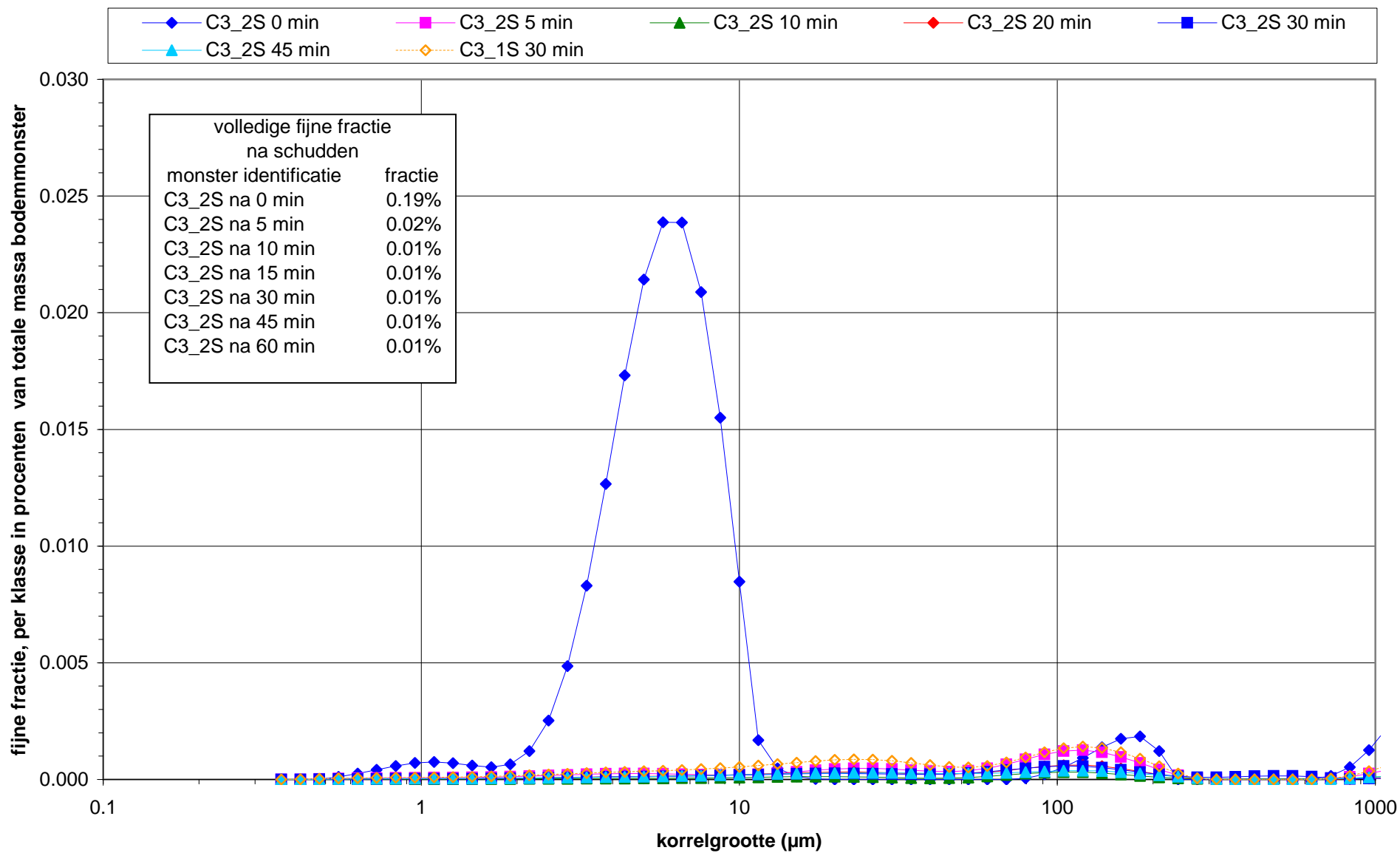
korrelgrootte

1205620



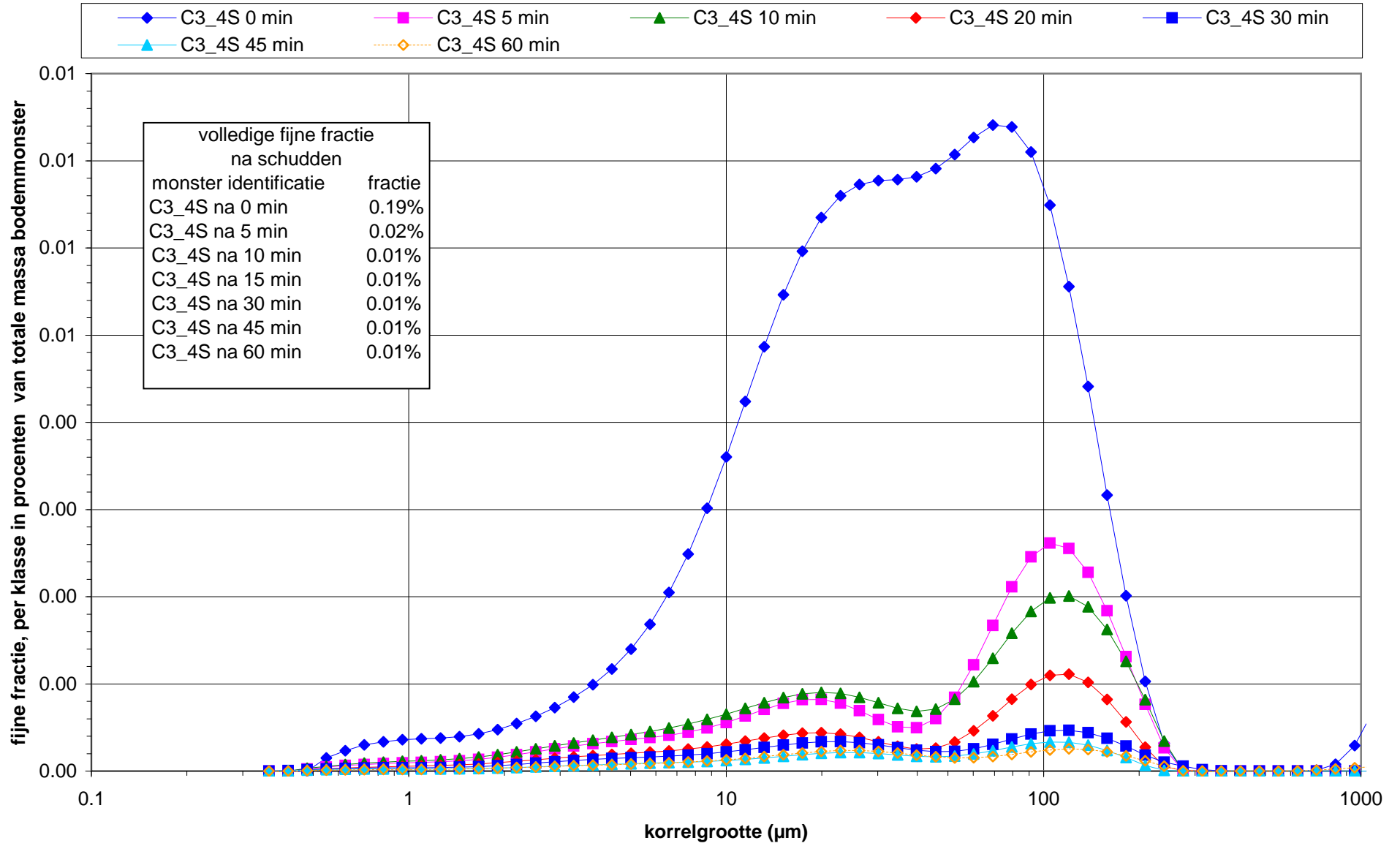
korrelgrootte

1205620



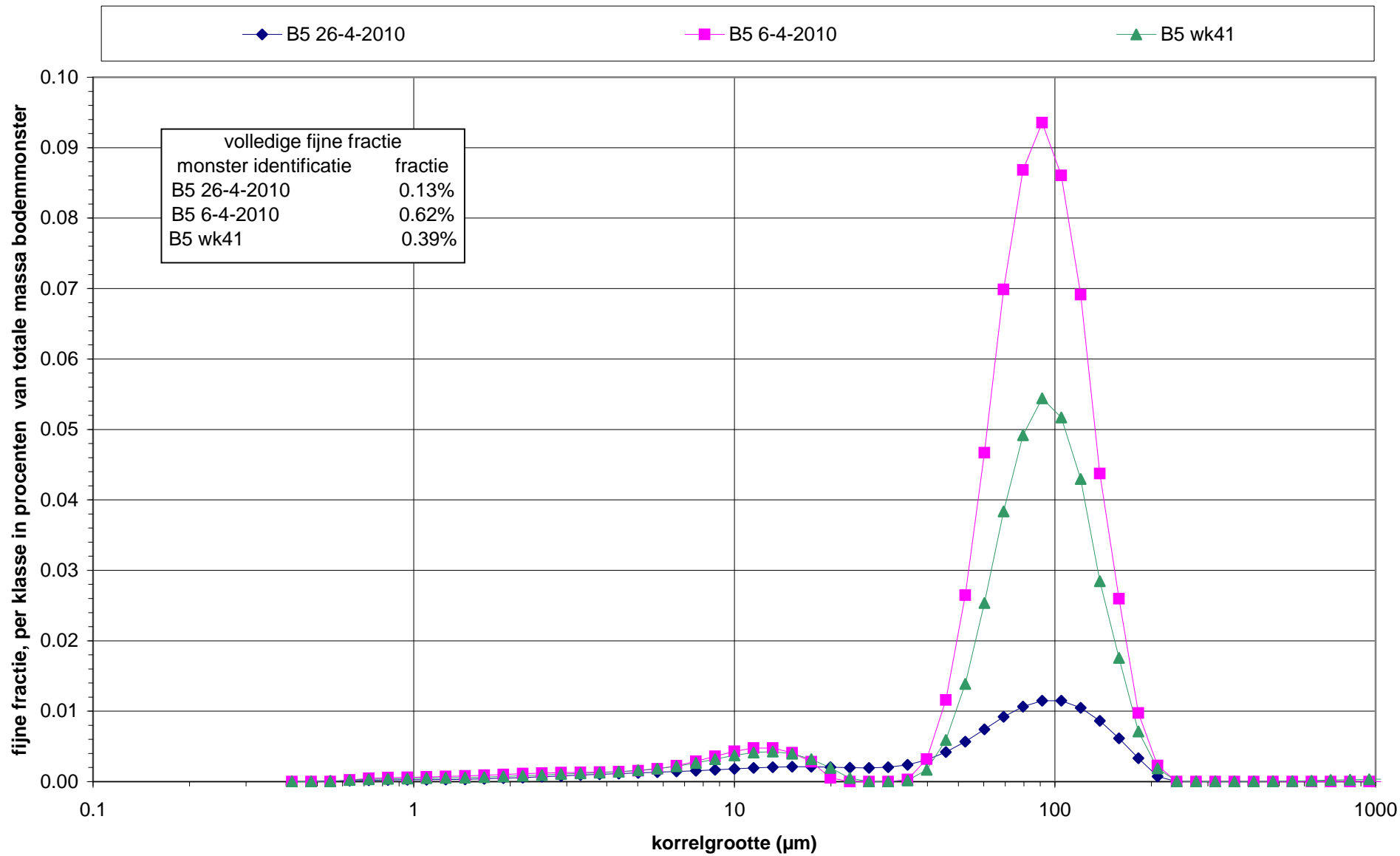
korrelgrootte

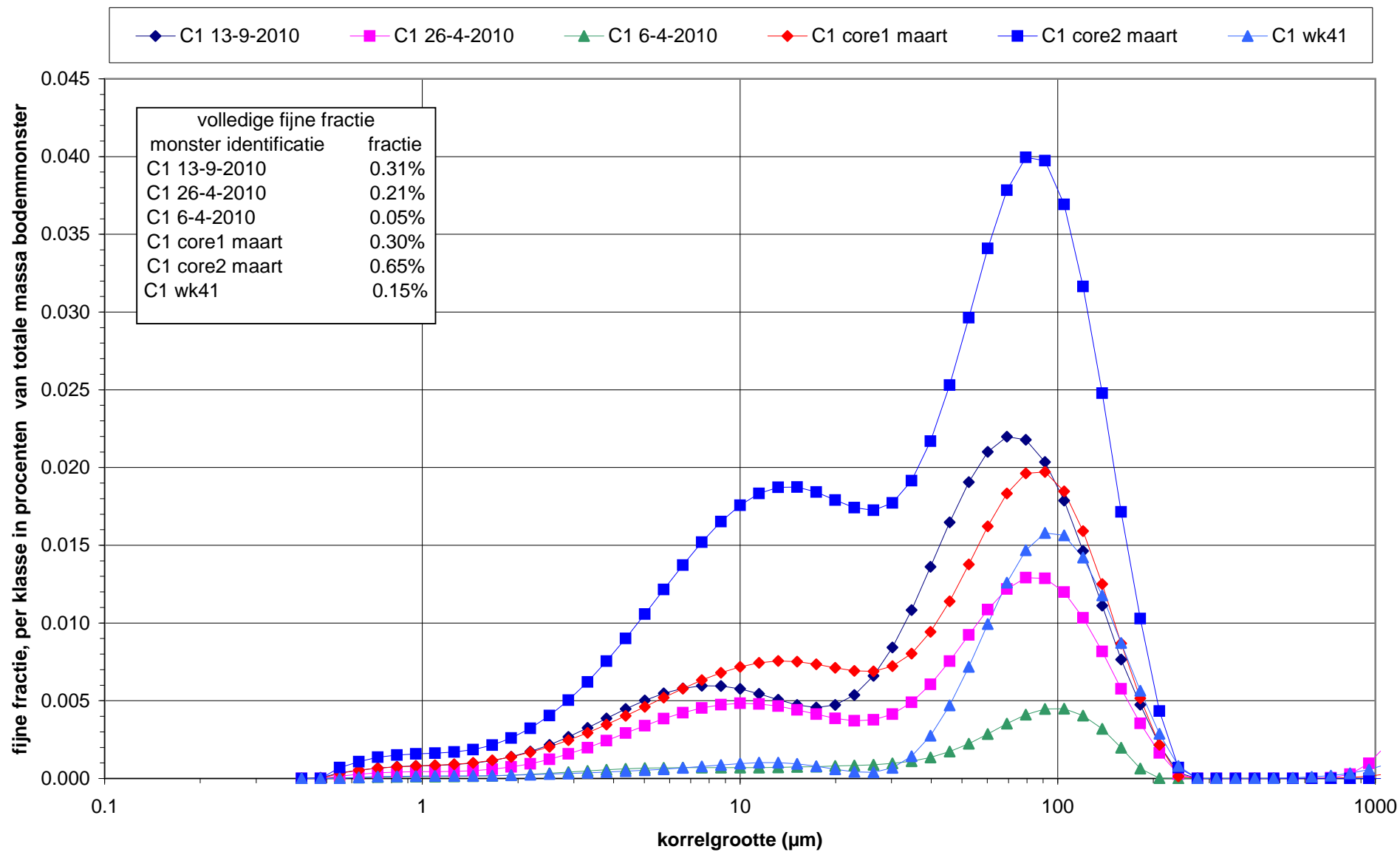
1205620

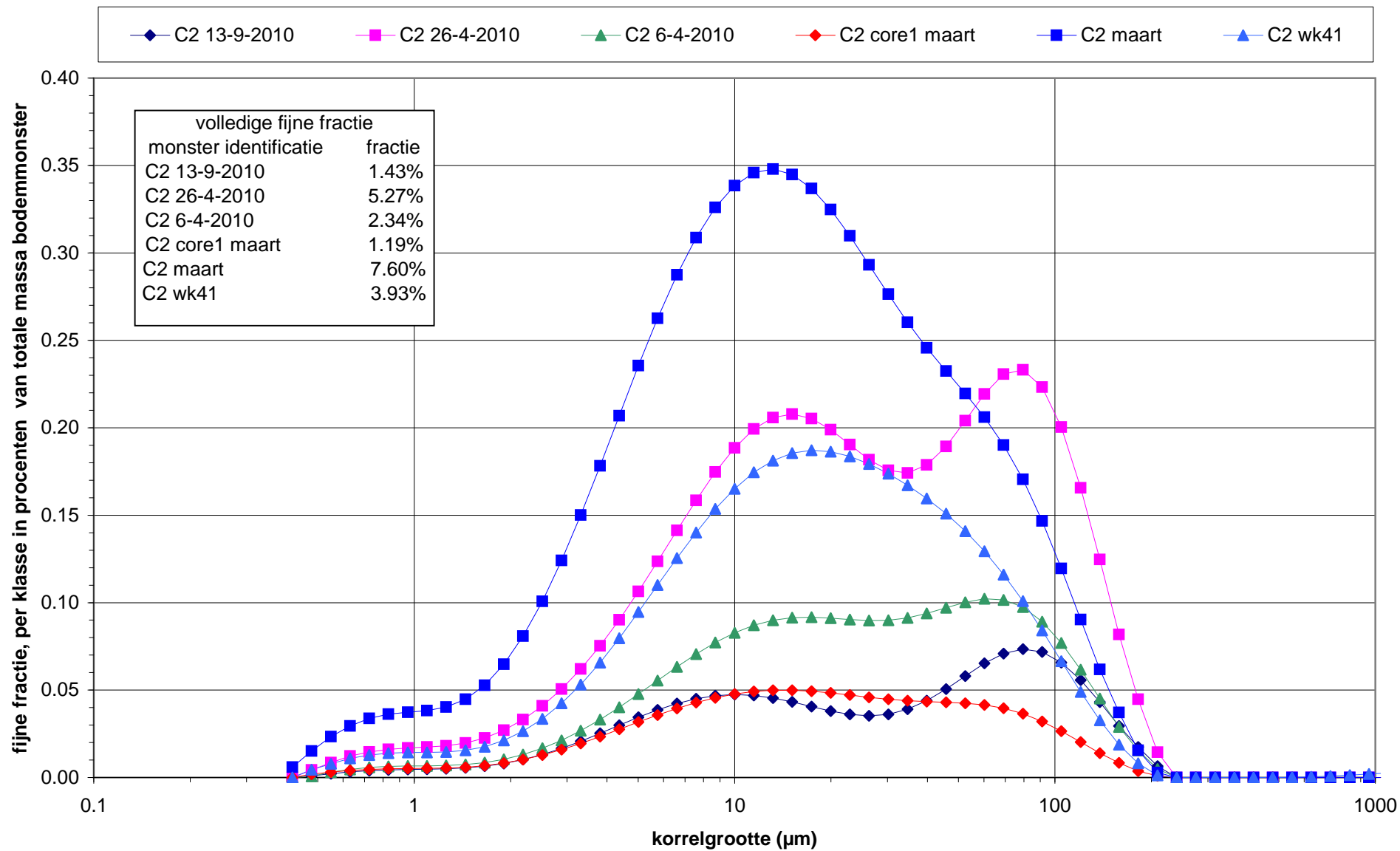


korrelgrootte

1205620

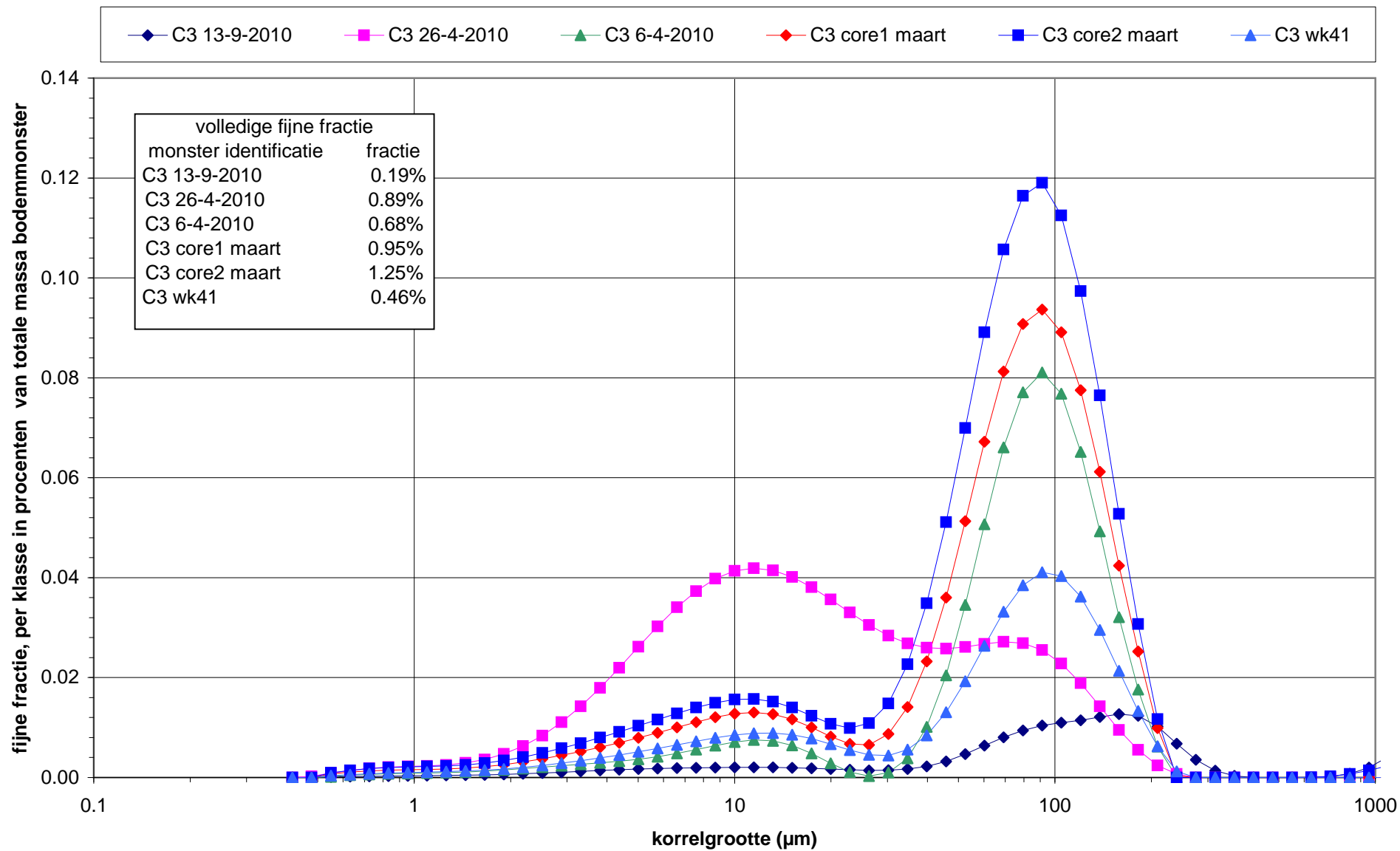


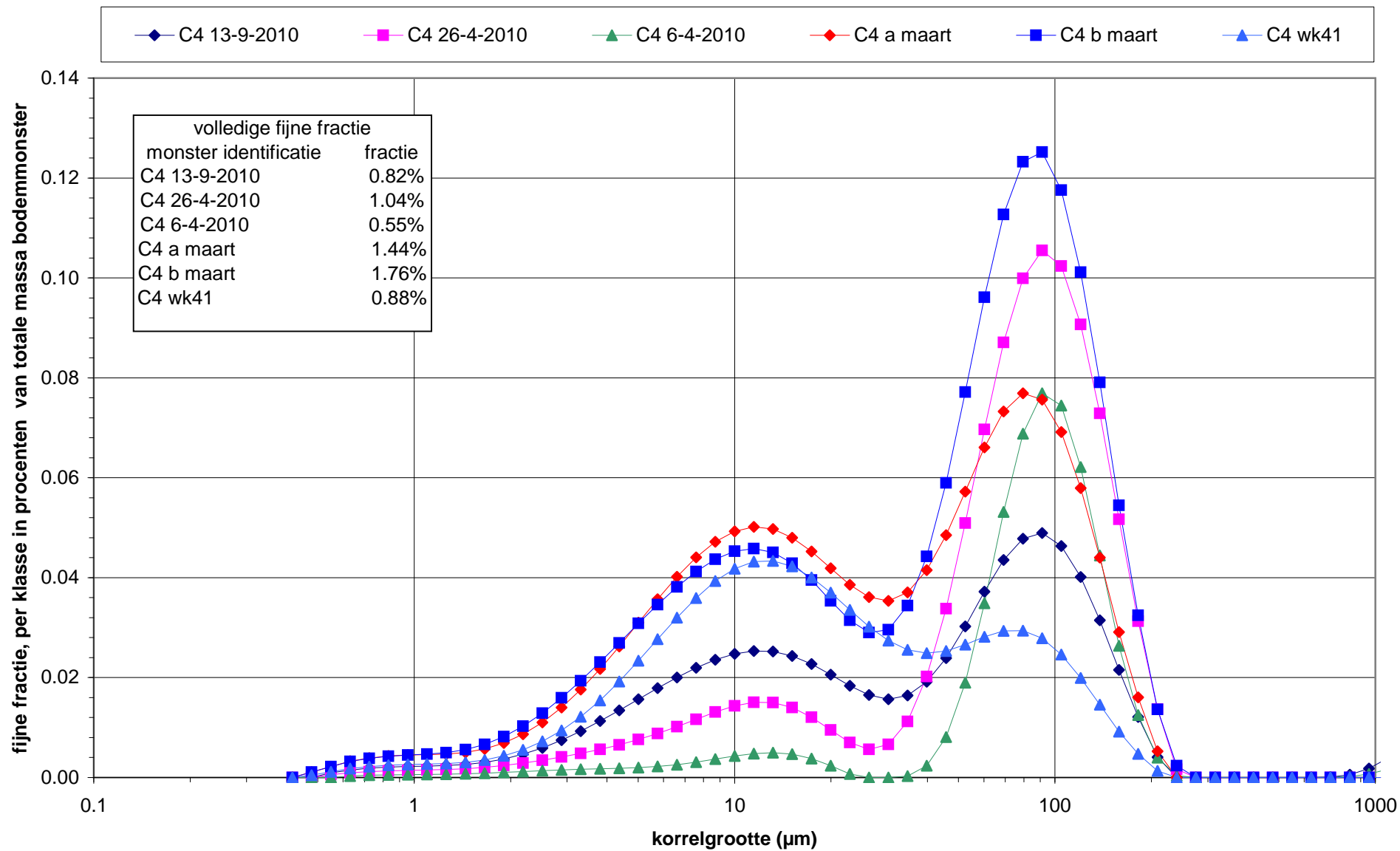


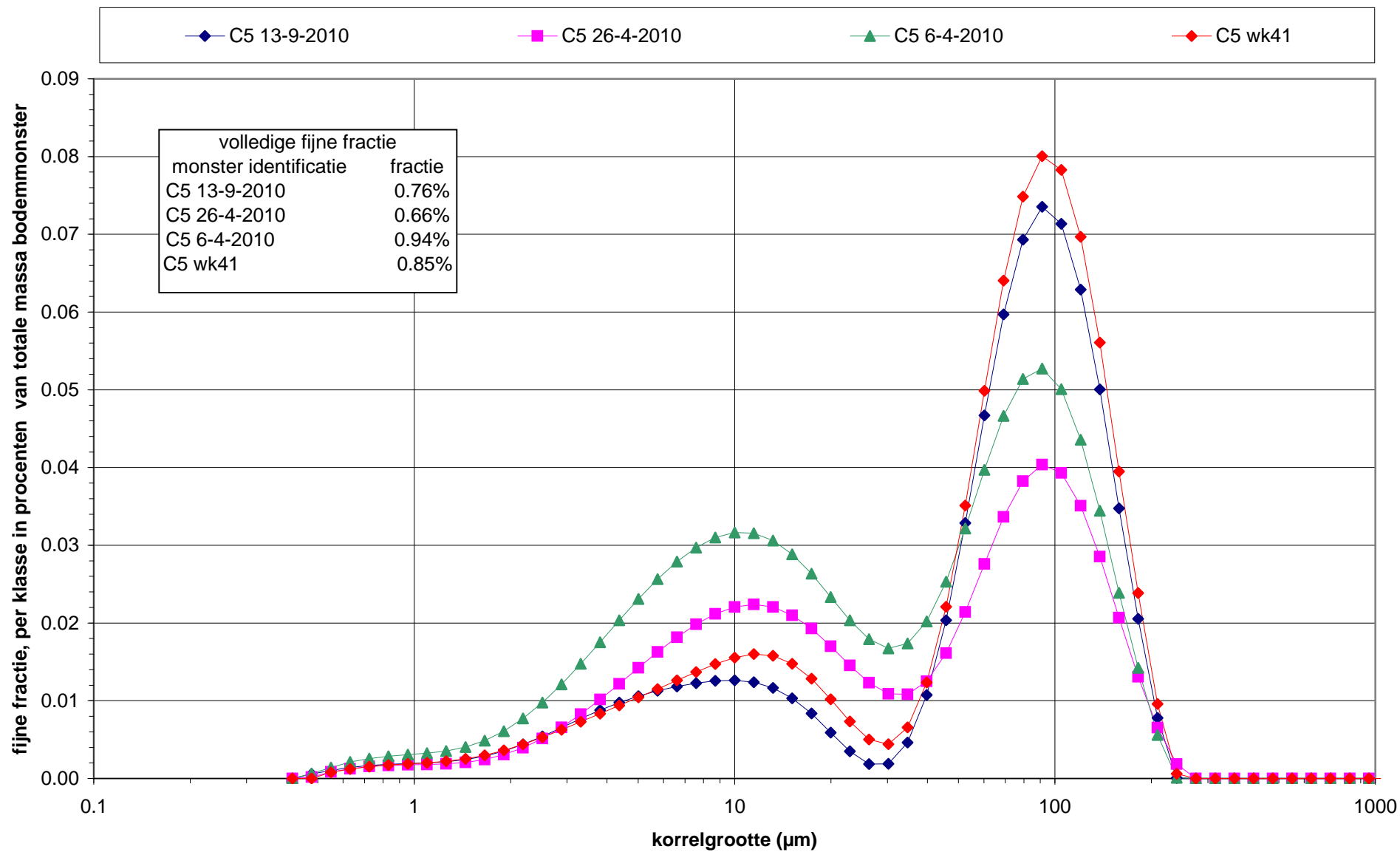


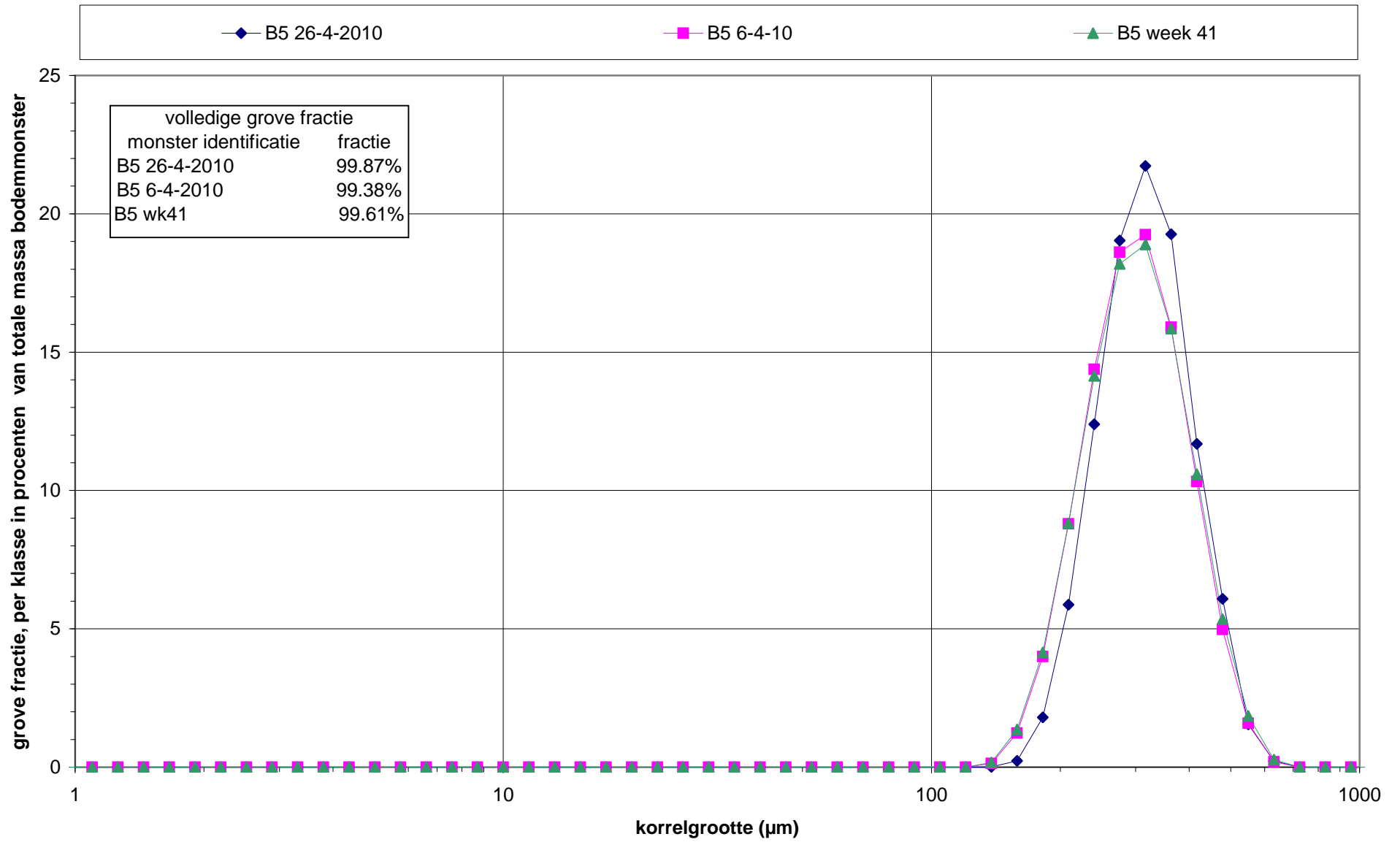
korrelgrootte

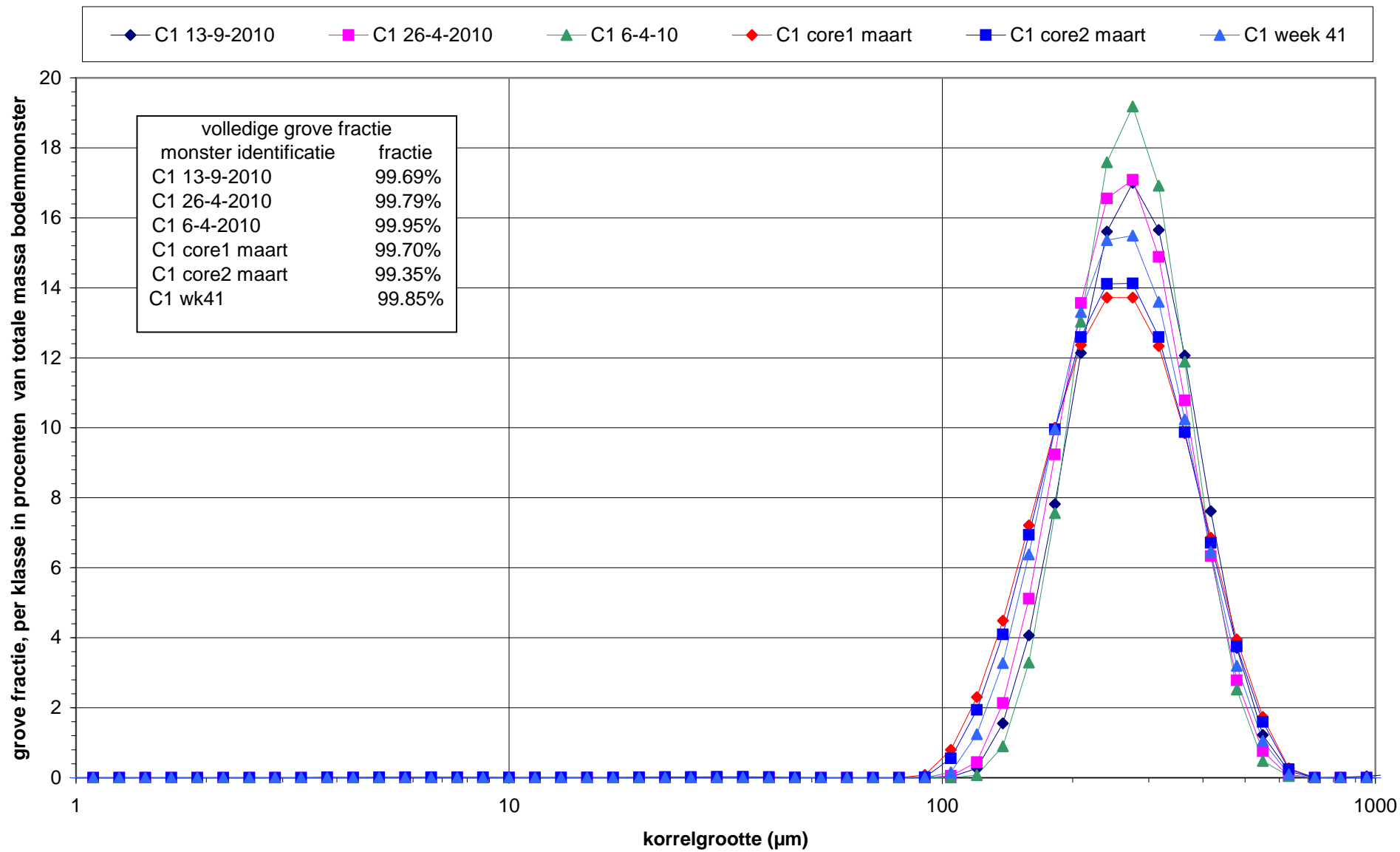
1205620

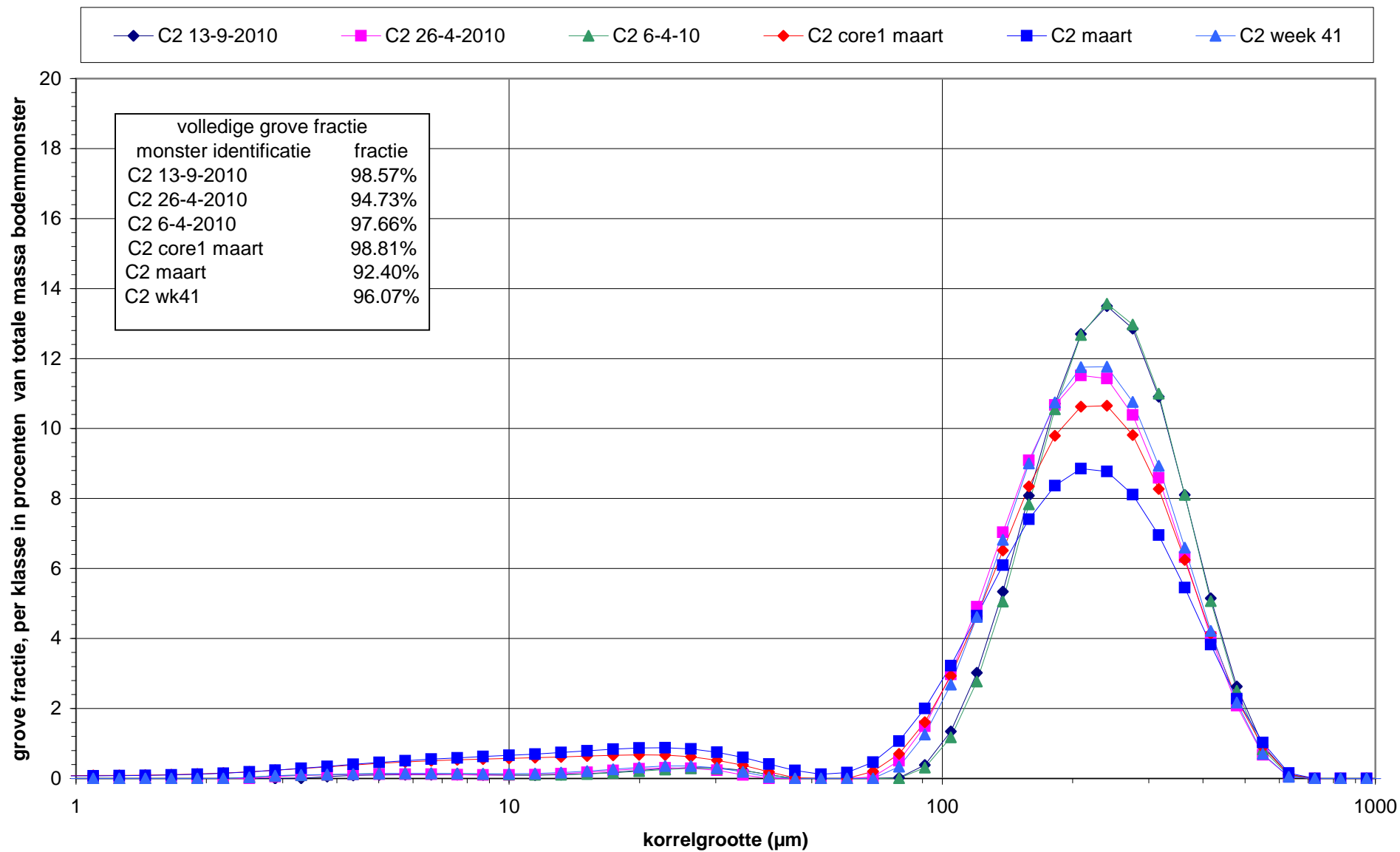


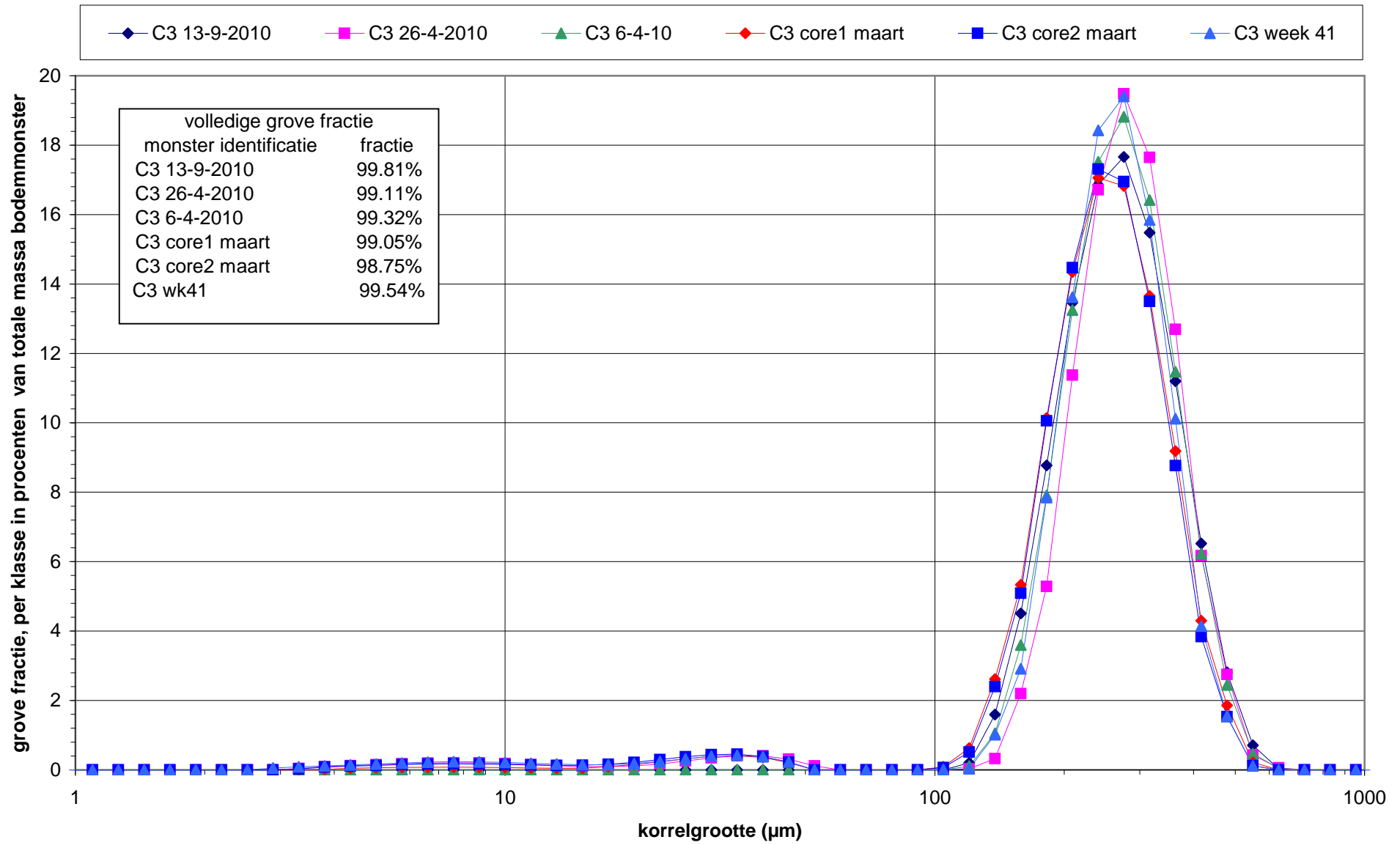


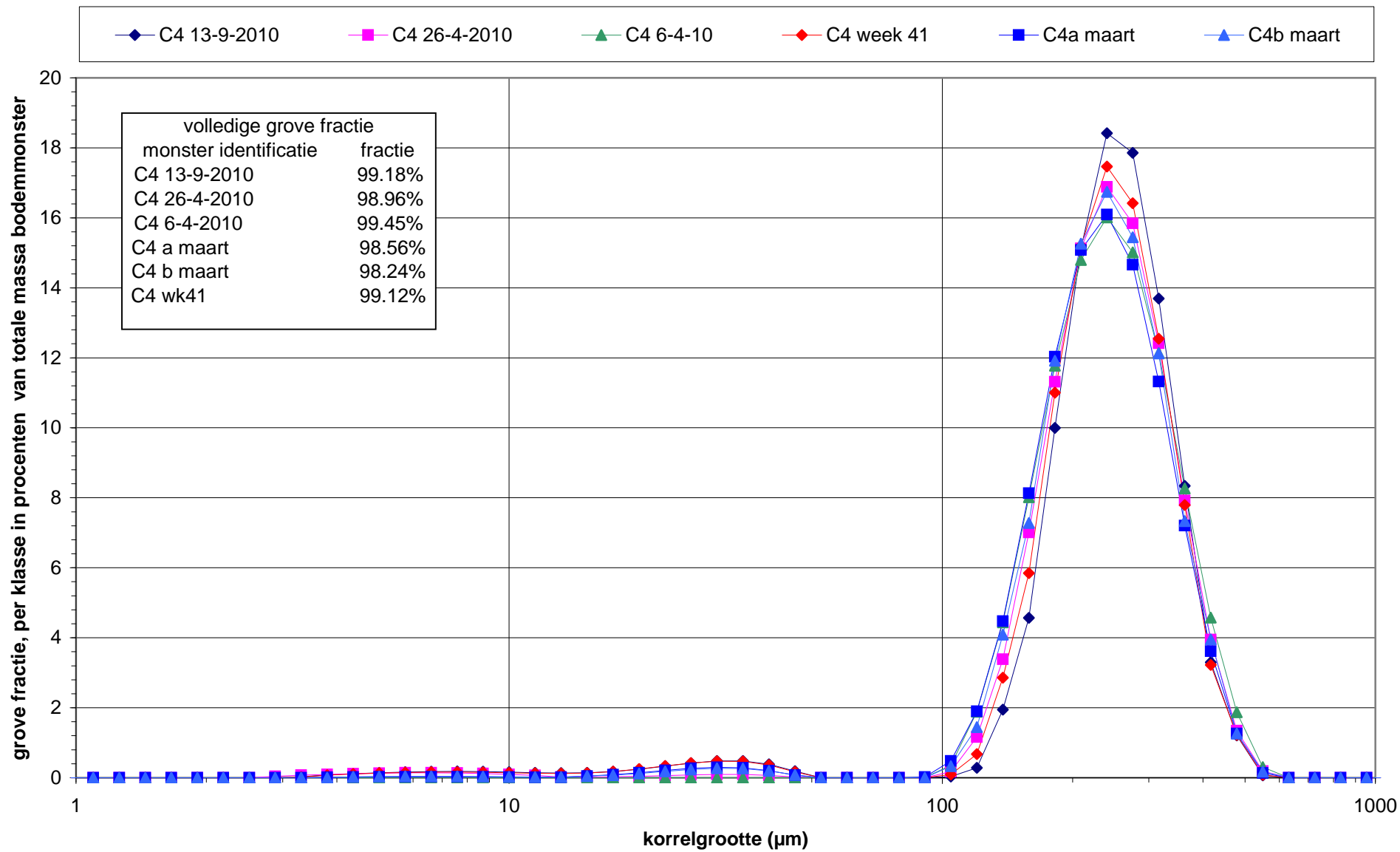


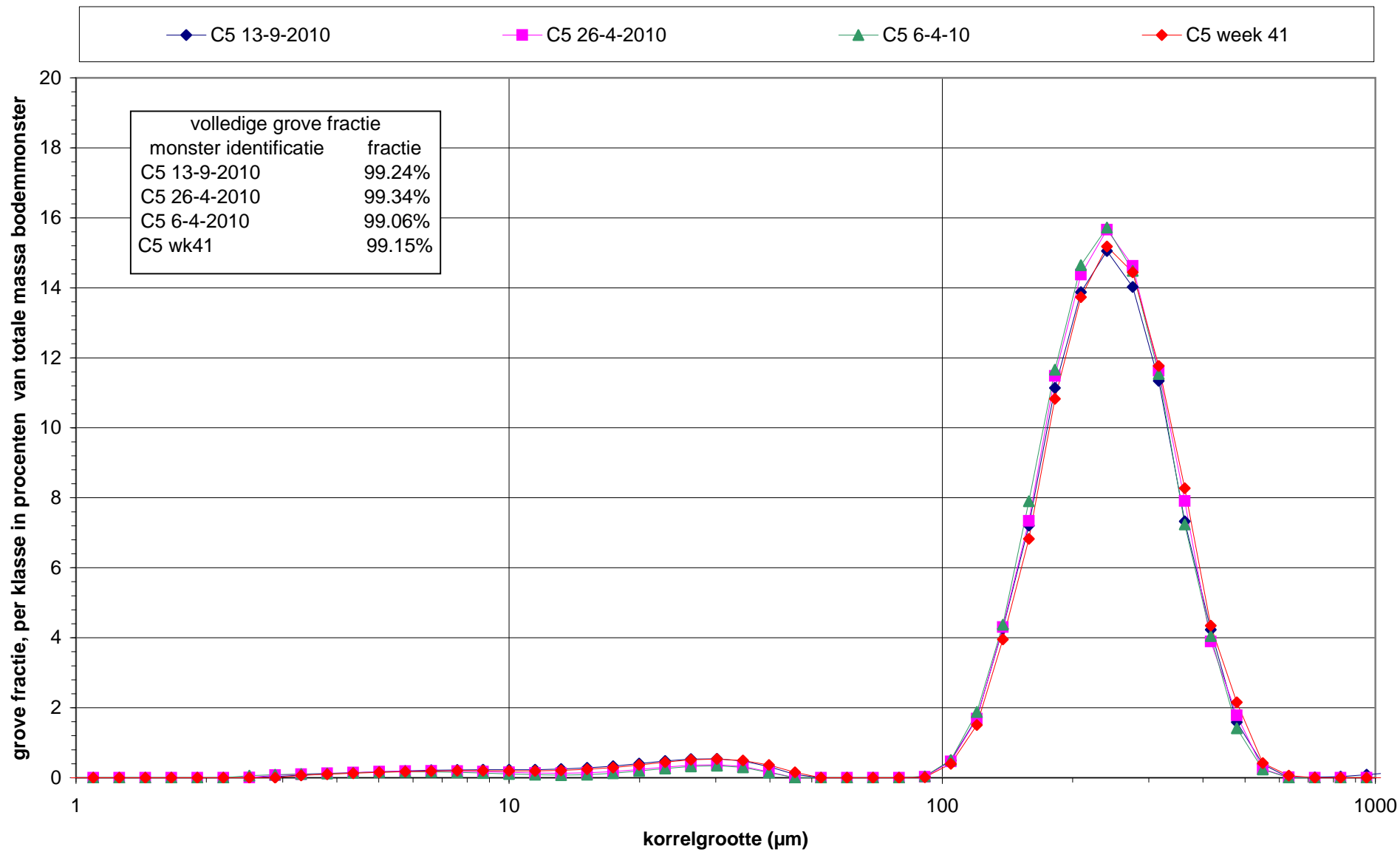












F Grootte klassen van Malvern Mastersizer 2000.

grens	grootte (μm)	grens	grootte (μm)	grens	grootte (μm)	grens	grootte (μm)
1	0.010000	26	0.31623	51	10.000	76	316.23
2	0.011482	27	0.36308	52	11.482	77	363.08
3	0.013183	28	0.41687	53	13.183	78	416.87
4	0.015136	29	0.47863	54	15.136	79	478.63
5	0.017378	30	0.54954	55	17.378	80	549.54
6	0.019953	31	0.63096	56	19.953	81	630.96
7	0.022909	32	0.72444	57	22.909	82	724.44
8	0.026303	33	0.83176	58	26.303	83	831.76
9	0.030200	34	0.95499	59	30.200	84	954.99
10	0.034674	35	1.0965	60	34.674	85	1096.5
11	0.039811	36	1.2589	61	39.811	86	1258.9
12	0.045709	37	1.4454	62	45.709	87	1445.4
13	0.052481	38	1.6596	63	52.481	88	1659.6
14	0.060256	39	1.9055	64	60.256	89	1905.5
15	0.069183	40	2.1878	65	69.183	90	2187.8
16	0.079433	41	2.5119	66	79.433	91	2511.9
17	0.091201	42	2.8840	67	91.201	92	2884.0
18	0.104713	43	3.3113	68	104.71	93	3311.3
19	0.120226	44	3.8019	69	120.23	94	3801.9
20	0.138038	45	4.3652	70	138.04	95	4365.2
21	0.158489	46	5.0119	71	158.49	96	5011.9
22	0.181970	47	5.7544	72	181.97	97	5754.4
23	0.208930	48	6.6069	73	208.93	98	6606.9
24	0.239883	49	7.5858	74	239.88	99	7585.8
25	0.275423	50	8.7096	75	275.42	100	8709.6
						101	10000.0

Tabel F.1 Overzicht van grenzen (μm) tussen opeenvolgende grootte klassen

- In het bereik van grenzen 1 t/m 26 en in het bereik van 91 t/m 101 zijn geen deeltjes gevonden.
- De uitvoer van de Malvern wordt per grootte klasse gepresenteerd als een percentage van het totaal.
- Per monster tellen de klassen op tot 100% (volume). Daarmee is de presentatie onafhankelijk van de deeltjes concentratie in het monster.
- De opeenvolgende klasse grenzen zijn (ongeveer) een factor 1.148 groter dan de voorgaande grens.