



Vlaanderen
is wetenschap



23_022_1
WL rapporten

Implementatie van het nieuw korrelgrootte analyse toestel

Opstellen van een gevalideerde meetmethode
voor korrelgrootte analyse

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Implementatie van het nieuw korrelgrootte analyse toestel

Opstellen van een gevalideerde meetmethode
voor korrelgrootte analyse

De Bruyn, L.; Bastiaensen, E.; Meire, D.; Latte, J.

Juridische kennisgeving

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

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2024
D/2024/3241/10

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

De Bruyn, L.; Bastiaensen, E.; Meire, D.; Latte, J. (2024). Implementatie van het nieuw korrelgrootte analyse toestel: Opstellen van een gevalideerde meetmethode voor korrelgrootte analyse. Versie 4.0. WL Rapporten, 23_022_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen







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

Documentidentificatie





Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2024R23_022_1
Trefwoorden (3-5):	Korrelverdeling, sediment, kwaliteit, water- en bodemstalen		
Kennisdomeinen:	Havens en vaarwegen – Hydraulica en sediment – Waterbeheer – Waterbouwkundige constructies en Kustbescherming		
Tekst (p.):	31	Bijlagen (p.):	59
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	De Bruyn, L.
------------	--------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Bastiaensen, E.; Meire, D.	Getekend door:Ellen Bastiaensen (Signat) Getekend op:2024-02-12 09:59:26 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed   Vlaamse overheid   Vlaamse overheid
Projectleider:	De Bruyn, L.	Getekend door:Lia De Bruyn (Signature) Getekend op:2024-02-09 15:01:36 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed   Vlaamse overheid

Goedkeuring

Verantwoordelijke (steunpunt) fysische modellering:	Latte, J.	Getekend door:Jurgen Latte (Signature) Getekend op:2024-02-20 12:59:52 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed   Vlaamse overheid
Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door:Abdelkarim Bellafkih (Sig) Getekend op:2024-02-12 09:38:58 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed   Vlaamse overheid

Abstract

Het sedimentlabo heeft een nieuw korrelgrootte analyse toestel 'Bettersizer 2600' aangekocht ter vervanging van het oude toestel 'Malvern Mastersizer 2000'. Er dient een gevalideerde meetmethode opgesteld te worden, voor deze bij de dagelijkse metingen ingezet kan worden. Zolang het nieuw toestel niet geïmplementeerd wordt in het labo, zullen de stalen voor korrelgrootte verder geanalyseerd worden met het oude toestel, zodat de continuïteit van de metingen gegarandeerd kan worden.

De validatieprocedure omvatte het meten van verschillende standaarden en referentiestalen op zowel de Bettersizer 2600 als de Malvern Mastersizer 2000. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat de prestaties van het nieuwe toestel grondig worden geëvalueerd in vergelijking met het vertrouwde oude toestel. Verschillende terreinstalen zijn ook geanalyseerd, waarbij de korrelgroottes varieerden tussen 1 μm en maximaal 500 μm . Dit zorgt ervoor dat het volledige bereik aan korrelgroottes, van stalen met veel zand tot stalen met veel kleimineralen, wordt bestreken.

Door de validatie op deze diverse set van stalen uit te voeren, kunnen eventuele variaties tussen de twee toestellen worden geïdentificeerd en gecorrigeerd. Het streven naar een consistente meetnauwkeurigheid over het gehele korrelgroottebereik is van groot belang voor de betrouwbaarheid van de resultaten.

Deze zorgvuldige validatie legt de basis voor het gebruik van de Bettersizer 2600 in het dagelijkse sedimentlabowerk. Het waarborgt dat de overgang van het oude naar het nieuwe toestel soepel verloopt en dat de korrelgrootte-analyses consistent en accuraat blijven.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
Afkortingen.....	VIII
1 Inleiding	1
1.1 Toestel	1
1.2 Beschrijving van het toestel	1
1.2.1 Bettersizer 2600	1
1.2.2 BT-A60 autosampler	2
1.2.3 BT-A60 autosampler	2
2 Voorbereiding van de stalen	3
2.1 Omschrijving methode	3
2.2 Werkwijze methode	4
3 Validatie methode	5
3.1 Standaarden	5
3.2 Referentiestalen	6
3.3 Terreinstalen.....	6
3.4 Statistiek van de resultaten	7
4 Resultaten.....	8
4.1 Standaarden	8
4.1.1 Resultaten.....	8
4.1.2 Conclusie.....	12
4.2 Referentiestalen	15
4.2.1 De Kont 1 en 2	15
4.2.2 Paulinapolder.....	16
4.2.3 Ritthem	19
4.2.4 Conclusie.....	22
4.3 Terreinstalen.....	27
4.3.1 Waterstalen	27
4.3.2 Conclusie.....	29
4.3.3 Bodemstalen.....	31

4.3.4	Conclusie.....	32
5	Eindconclusie.....	34
6	Referenties	36
Bijlage 1	Grafieken Standaarden.....	B1
	Standaarden	B1
Bijlage 2	Grafieken referentiestalen	B22
	Referentiestalen	B22
Bijlage 3	Grafieken Terreinstalen.....	B36

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Lijst met afkortingen.....	VIII
Tabel 2 - Standaarden, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm].....	5
Tabel 3 - Referentiestalen, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm]	6
Tabel 4 - Overzichtstabel D10 - Standaarden	8
Tabel 5 - Overzichtstabel D50 - Standaarden	9
Tabel 6 - Overzichtstabel D90 - Standaarden	11
Tabel 7 - Overzichtstabel D10 - De Kont 1 en 2.....	15
Tabel 8 - Overzichtstabel D50 - De Kont 1 en 2.....	15
Tabel 9 - Overzichtstabel D90 - De Kont 1 en 2.....	16
Tabel 10 - Overzichtstabel D10 - Paulinapolder	16
Tabel 11 - Overzichtstabel D50 - Paulinapolder	17
Tabel 12 - Overzichtstabel D90 - Paulinapolder	18
Tabel 13 - Overzichtstabel D10 - Ritthem.....	19
Tabel 14 - Overzichtstabel D50 - Ritthem.....	20
Tabel 15 - Overzichtstabel D90 - Ritthem.....	21
Tabel 16 - Overzichtstabel Waterstalen	27
Tabel 17 - Overzichtstabel Bodemstalen.....	31

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Bettersizer 2600 – BT802 Automatic Wet Dispersion Module	2
Figuur 2 - BT-A60 Autosampler	2
Figuur 3 - Positie van de laserbron, sample en detectoren (referentie manual de Bettersizer 2600)	3
Figuur 4 - de procentuele afwijkingen verschillende standaarden voor D10, D50 en D90 waarden.....	14
Figuur 5 - Procentuele afwijking De Kont 1 – 2 voor D10, D50 en D90 waarden.....	24
Figuur 6 - Procentuele afwijking Paulinapolder 1 – 5 voor D10, D50 en D90 waarden	25
Figuur 7 - Procentuele afwijking Ritthem 1 – 5 voor D10, D50 en D90 waarden.....	26
Figuur 8 - Vergelijking metingen waterstalen MS t.o.v. BS, voor de D10, D50 en D90 waarden.....	30
Figuur 9 - spreiding meting Bodemstalen MS t.o.v. BS, voor de D10, D50 en D90 waarden.....	33

Afkorting

Tabel 1 - Lijst met afkortingen

Afkorting:	Staat voor:
SD	Standaarddeviatie [%]
CV	Variatiecoëfficiënt [%]
MS	Mastersizer
BS	Bettersizer
AS	Autosampler
D10	De diameter waarbij 10% van de deeltjes kleiner is dan deze waarde
D50	De diameter waarbij 50% van de deeltjes kleiner is dan deze waarde. Dit wordt ook wel de mediaan of de 50ste percentielwaarde genoemd.
D90	De diameter waarbij 90% van de deeltjes kleiner is dan deze waarde.

1 Inleiding

De aankoop van het toestel Bettersizer 2600 gebeurde via het bestek' WL_2022_10 Levering van toestel voor bepaling van korrelgrootte met laserdiffractie', waarin verschillende leveranciers werden beoordeeld. Analis, met de Bettersizer 2600, kwam als de beste keuze naar voren op basis van verschillende selectiecriteria, zoals prestaties, specificaties en prijs.

De uiteindelijke levering van het Bettersizer 2600 toestel vond plaats op 3 februari 2023.

1.1 Toestel

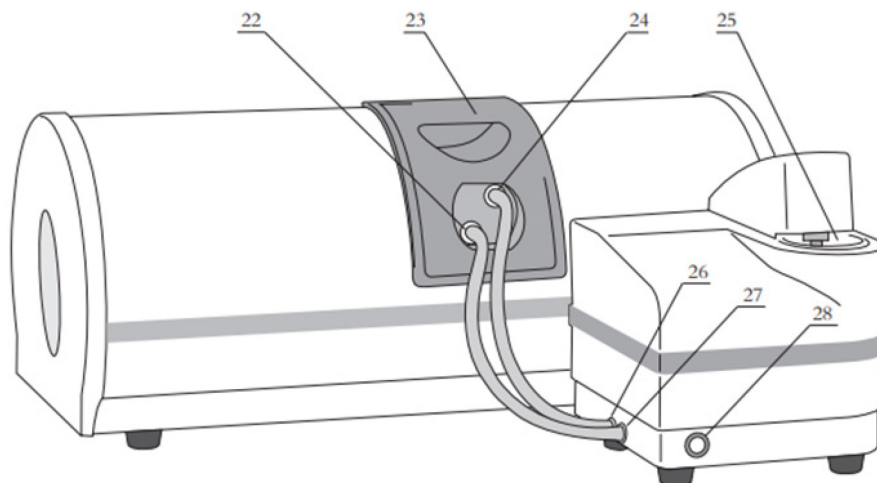
Bettersizer 2600 : bestaande uit 2 lichtbronnen en 92 detector ringen.

Meetbereik: 0,02 tot 2600 μ m.

- BT-802 Automatic Wet Dispersion Module
- BT-A60 autosampler bevat 60 posities

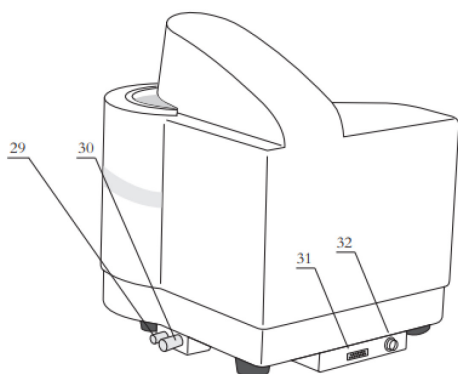
1.2 Beschrijving van het toestel

1.2.1 Bettersizer 2600



- 22. Water inlaat (naar lens)
- 23. Celblok
- 24. Water uitlaat naar meetunit
- 25. Meetbeker
- 26. Van lens naar meetunit
- 27. Van meetunit naar lens
- 28. Aan/uit indicator BT-802

BT-802 Automatic Wet Dispersion Module



- 29. Watertoevoer
- 30. Afvoer
- 31. Controlepoort
- 32. Ultrasonische stroomvoorziening

Figuur 1 - Bettersizer 2600 – BT802 Automatic Wet Dispersion Module

1.2.2 BT-A60 autosampler



Figuur 2 - BT-A60 Autosampler

1.2.3 BT-A60 autosampler

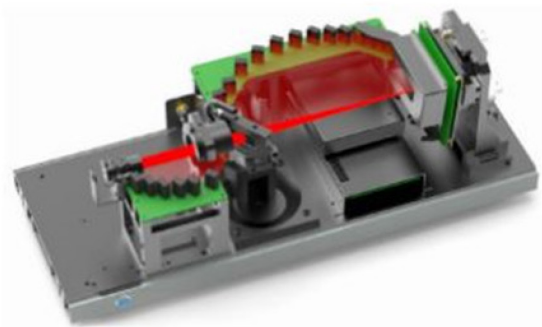
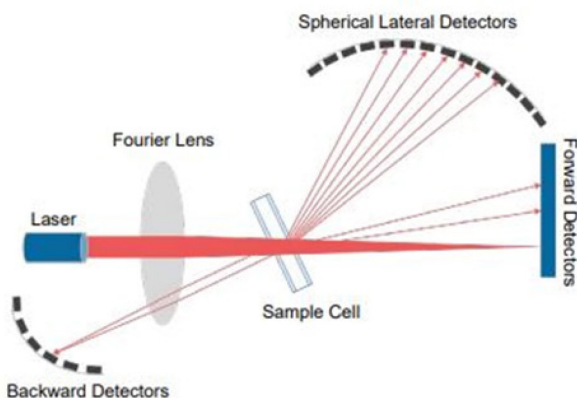
De computer wordt gestuurd door de Bettersize software, Bettersize Laser Particle Size Analysis System V8.20, deze analyseert de ruwe data afkomstig van het detectorsignaal. Dit wordt verder in de instructie 'i-WL-PP15.02.02-13 Bepalen van korrelgrootte – Toestel Bettersizer 2600' toegelicht.

2 Voorbereiding van de stalen

2.1 Omschrijving methode

Het meten van de korrelgrootteverdeling met behulp van een Laserdiffractor Bettersizer 2600 is een techniek die gebaseerd is op het principe van Mie scattering. Dit meetprincipe maakt gebruik van de manier waarop invallend licht op sferische deeltjes reageert, wat resulteert in zowel absorptie als verstrooiing onder verschillende hoeken. Absorptie verwijst naar de situatie waarin een deel van het invallende licht wordt geabsorbeerd door de deeltjes, wat resulteert in een vermindering van de intensiteit van het gereflecteerde licht. Verstrooiing daarentegen is het proces waarbij licht wordt afgebogen in verschillende richtingen door de deeltjes. Dit verstrooide licht kan worden waargenomen en geanalyseerd om informatie te verkrijgen over de grootte en vorm van de deeltjes.

De Laserdiffractor Bettersizer 2600 maakt gebruik van detectoren die het lichtverstrooiingspatroon van individuele deeltjes meten. Deze detectoren zijn strategisch geplaatst onder verschillende hoeken rondom het monster. Hierdoor kunnen ze het verstrooide licht van de deeltjes opvangen en de intensiteit ervan meten vanuit verschillende perspectieven. Grotere deeltjes breken het licht onder een grotere hoek, wat resulteert in een grotere verstrooiing hoek. Deze gedetailleerde informatie over de hoeken waarin deeltjes licht verstrooien, wordt gebruikt om de grootteverdeling van de deeltjes in het monster te berekenen. Het resultaat van deze metingen wordt weergegeven in de vorm van een histogram, waarbij de intensiteit van het verstrooide licht wordt uitgezet tegen de hoek van verstrooiing.



Figuur 3 - Positie van de laserbron, sample en detectoren (referentie manual de Bettersizer 2600)

2.2 Werkwijze methode

Alle stalen werden gemeten via de manuele methode en via de automatische methode met de autosampler. Werkwijze van de deze methode zijn terug te vinden in de instructie: ' 'I-WL-PP15.02.02-13 Bepalen van korrelgrootte – Toestel Bettersizer 2600' Hoofdstuk 3 Metingen.

Voorbehandeling van de stalen

Manuele methode:

Waterstalen:

De waterstalen werden eerst krachtig geschud en over een zeef van 2mm gegoten. Daarna werd er een kleine hoeveelheid overgebracht in de meetbeker van BT802.

Vaste stalen (gedroogde stalen, standaarden,..):

De stalen werden eerst goed gemengd en daarna werd er een mespuntje van het staal overgebracht in de meetbeker van BT802.

Automatische methode (Autosampler):

Er werd steeds een kleine hoeveelheid staal (min. 1cm) overgebracht in de proefbuisjes die voorzien zijn voor de autosampler.

Deze methode wordt niet toegepast op waterstalen, daar gaat men enkel manueel meten.

Voorwaarden waar telkens rekening mee gehouden werd:

- De obscuratie voor elke meting ligt tussen 5% en 15%, indien mogelijk. Wanneer de obscuratie te hoog is, wordt deze door de software automatisch verdund naar de correcte meetobscuratie. Bij te lage obscuratie meten we met een aangepaste SOP, anders gaat het toestel het staal niet meten. Dit komt vooral voor bij waterstalen.
- Voorafgaand aan de metingen ondergaan alle stalen een ultrasoon behandeling (Ultrasoon: 50% (= 10 μ m)) gedurende 3 minuten. Metingen worden uitgevoerd zonder ultrasoon, en in drievoud gemeten.
- Onze werkwijze is deels gebaseerd op ISO 13320:2009 Particle size analysis – Laser diffraction methods. Daarnaast is er een meetmethode ontwikkeld in samenwerking met verschillende laboratoria in Nederland en België binnen het MONEOS-meetprogramma. Hoewel de samenwerking in 2018 is beëindigd, blijven wij het MONEOS-meetprotocol volgen.
(MONEOS: geïntegreerde monitoring van het Schelde-estuarium).
- Jaarlijks wordt de Particle Size Analyser 'Bettersizer' 2600 gekalibreerd en onderhouden door de leverancier.

3 Validatie methode

De validatie van het meettoestel in het sedimentlabo gebeurt aan de hand van 3 verschillende types van stalen. Enerzijds worden standaarden gebruikt, die beschikbaar zijn op de markt. Anderzijds wordt gebruik gemaakt van referentiestalen, stalen die werden gebruikt in kader van de ringtest MONEOS. Ten slotte werden ook stalen van op het terrein vergeleken, waarbij rekening gehouden werd dat het volledige meetbereik van het toestel werd getest. In sectie 4 worden de statistieken weergegeven die gebruikt worden om de metingen te vergelijken.

3.1 Standaarden

De standaarden gemeten met de Mastersizer en Bettersizer zijn opgelijst in Tabel 2 – standaarden, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm]. De weergegeven D10, D50 en D90 in de tabel zijn afkomstig van bijgeleverde certificaten, die beschikbaar zijn op de Projectsite voor verdere referentie. Voor de standaarden waarbij geen certificaat was bijgeleverd, werden 10 herhaalde metingen uitgevoerd met beide toestellen.

Het gemiddelde van deze herhaalde metingen werd vervolgens genomen als representatieve waarde voor de D10, D50 en D90 parameters van de betreffende stalen. Deze benadering zorgt voor een betrouwbare en nauwkeurige weergave van de korrelgrootteverdeling, zelfs in gevallen waarbij geen certificaten beschikbaar waren.

Tabel 2 - Standaarden, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm]

Standaard	D10 [μm]	D50 [μm]	D90 [μm]	Certificaat
Kwartsmeel M500	1	3	7	
KWARTSZAND M400	2	12	31	✓
Kwartsmeel M10	4	23	60	
MILLISIL® M10	4	25	79	✓
MILLISIL® M6	5	30	95	✓
KWARTSZAND VAN METTET AF100	93	130	205	✓
KWARTSZAND M31	213	349	551	✓
Zand gezeefd tussen 250 – 500 μm	250	362	514	

3.2 Referentiestalen

Referentiestalen werden verzameld op drie verschillende locaties in Nederland en België. Vijf monsters werden verkregen van de linkeroever van de Westerschelde ("Paulinapolder"), vijf monsters van de rechteroever van de Westerschelde ("Ritthem") en twee monsters werden veel meer stroomopwaarts genomen in de buurt van de Notelaer Paviljoen in Bornem, aangeduid als "De Kont".

De stalen zijn ingevroren, gevriesdroogd en daarna handmatig gehomogeniseerd waarbij schelpdelen groter dan 1 mm zijn verwijderd. Vervolgens zijn de monsters via een rotatieverdeler verdeeld in submonsters.

De referentiestalen gemeten met de Mastersizer en met de Bettersizer zijn opgelijst in Tabel 3 – standaarden, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm]. Hier werd ook dezelfde procedure uitgevoerd zoals bij de standaarden zonder certificaten. Het gemiddelde werd genomen van 10 herhaalde metingen per staal die gemeten werden per toestel.

Tabel 3 - Referentiestalen, met aanduiding van D10, D50 en D90 [μm]

Referentiestaal	D10 [μm]	D50 [μm]	D90 [μm]
De Kont 1 en 2	5	25	77
Paulinapolder 1 t/m 5	103	215	335
Ritthem 1 t/m 5	105	240	379

3.3 Terreinstalen

Verschillende terreinstalen werden op beide toestellen geanalyseerd. Hierbij werd rekening gehouden dat de mediane korrelgrootte van de stalen zich tussen 1 μm tot maximaal 500 μm bevonden, zodat de volledige range aan korrelgroottes (stalen met veel zand vs. veel kleimineralen) geanalyseerd konden worden. Er werd een onderscheid gemaakt tussen waterstalen en bodemstalen.

3.4 Statistiek van de resultaten

Het doel was om validatie uit te voeren door het gemiddelde van een specifieke meting te vergelijken met het gemiddelde van alle metingen. Dit stelt ons in staat om de consistentie en nauwkeurigheid van de metingen te beoordelen. Door het vergelijken van het gemiddelde van een individuele meting met het totale gemiddelde, kunnen we inzicht krijgen in eventuele afwijkingen of patronen die zich kunnen voordoen. Dit helpt bij het identificeren van mogelijke fouten of discrepanties in de metingen en draagt bij aan een betrouwbare analyse van de gegevens. De grafieken werden steeds opgesteld voor D10, D50 en D90. Indien beschikbaar, werden certificaten van de standaard ook opgenomen in de grafieken.

Aan elke meting werd ook een foutbalk toegevoegd, waarbij de grootte van de foutbalk werd bepaald door de aangepaste standaarddeviatie van die specifieke meting. Deze foutbalken dienen om de variabiliteit of onzekerheid rondom elke individuele meting weer te geven. Door het toevoegen van deze foutbalken kunnen we visueel de spreiding van de metingen en de betrouwbaarheid van de resultaten beoordelen. Een grotere foutbalk geeft een grotere variabiliteit aan, terwijl een kortere foutbalk wijst op een kleinere variabiliteit en dus meer precisie. Dit stelt ons in staat om te bepalen of de metingen consistent zijn en helpt bij het identificeren van eventuele discrepanties of opvallende waarden. Het gebruik van standaarddeviaties zorgt ervoor dat de foutbalken specifiek zijn voor elke meting, waardoor een nauwkeurigere weergave van de gegevens ontstaat.

De standaarddeviatie wijst dan weer aan op een zekere mate van variatie in de metingen. Deze variatie kan worden toegeschreven aan verschillende factoren, zoals variabiliteit in de monsters, precisie van het meetinstrument en andere experimentele omstandigheden. Hoe lager de standaarddeviatie is, hoe beter de precisie en consistentie van de meetresultaten zijn. Daarbij werd ook de variatiecoëfficiënt mee opgenomen. Hoe lager deze is, hoe beter de nauwkeurigheid en consistentie is tussen de twee toestellen.

- de variatiecoëfficiënt:

$$CV\% = \frac{100 \times s}{\text{gem}}$$

4 Resultaten

Alle standaarden en referentiestalen werden 10 keer gemeten door 2 operatoren en op verschillende tijdstippen. De terreinstalen werden slechts in het dubbel gemeten op beide toestellen.

4.1 Standaarden

4.1.1 Resultaten

4.1.1.1 Overzichtstabel D10

Tabel 4 - Overzichtstabel D10 - Standaarden

	M500			Millisil M10		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	0,9651	0,10	10,01	1,8082	0,11	6,22
Operator2 Mastersizer	0,8600	0,12	14,38	1,6740	0,06	3,62
Operator1 Bettersizer	1,3618	0,05	3,37	4,1935	0,10	2,49
Operator2 Bettersizer	1,3359	0,02	1,57	4,1957	0,06	1,49
Operator1 Bettersizer AS	1,3537	0,03	2,31	3,9212	0,12	3,06
Operator2 Bettersizer AS	1,3345	0,08	5,84	4,1259	0,13	3,22
	Kwartsmeel M10			M6		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	2,0967	0,07	3,27	2,0450	0,07	3,40
Operator2 Mastersizer	2,1724	0,07	3,08	2,0694	0,13	6,06
Operator1 Bettersizer	4,7548	0,09	1,98	4,6335	0,09	1,84
Operator2 Bettersizer	4,6641	0,10	2,09	4,7198	0,06	1,28
Operator1 Bettersizer AS	4,5013	0,11	2,43	4,6099	0,10	2,23
Operator2 Bettersizer AS	4,4517	0,06	1,27	4,4108	0,11	2,41

	AF100			M31		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	96,55	0,84	0,87	219,1	8,95	4,08
Operator2 Mastersizer	96,63	1,29	1,33	215,1	9,74	4,53
Operator1 Bettersizer	92,62	0,29	0,31	210,6	4,50	2,14
Operator2 Bettersizer	92,42	0,45	0,49	215,9	4,34	2,01
Operator1 Bettersizer AS	89,53	0,60	0,67	210,7	3,71	1,76
Operator2 Bettersizer AS	90,92	0,61	0,67	206,7	3,99	1,93
	M400			Zand 250-500µm		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	1,1925	0,07	5,56	272,00	2,05	0,75
Operator2 Mastersizer	1,1299	0,06	5,68	260,74	12,76	4,89
Operator1 Bettersizer	2,7102	0,07	2,64	243,13	3,73	1,53
Operator2 Bettersizer	2,7603	0,30	10,82	243,86	1,22	0,50
Operator1 Bettersizer AS	2,4544	0,39	15,77	240,83	1,87	0,78
Operator2 Bettersizer AS	2,7333	0,04	1,52	242,20	1,37	0,57

4.1.1.2 Overzichtstabel D50

Tabel 5 - Overzichtstabel D50 - Standaarden

	M500			Millisil M10		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	3,1506	0,05	1,47	20,07	0,45	2,24
Operator2 Mastersizer	3,2029	0,05	1,65	19,89	0,23	1,14
Operator1 Bettersizer	3,5299	0,07	1,97	23,37	0,50	2,16
Operator2 Bettersizer	3,4842	0,03	0,99	23,40	0,29	1,24
Operator1 Bettersizer AS	3,4857	0,07	0,20	21,77	0,50	2,28
Operator2 Bettersizer AS	3,4837	0,20	5,63	22,80	0,69	3,05

	Kwartsmeel M10			M6		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	23,40	0,22	0,92	24,55	0,24	0,96
Operator2 Mastersizer	23,49	0,60	2,54	25,39	0,57	2,25
Operator1 Bettersizer	26,97	0,42	1,56	28,93	0,27	0,92
Operator2 Bettersizer	26,59	0,26	0,99	29,14	0,31	1,08
Operator1 Bettersizer AS	25,01	0,35	1,40	26,97	0,63	2,34
Operator2 Bettersizer AS	25,04	0,29	1,18	27,031	0,84	3,12
	AF100			M31		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	139,81	1,73	1,24	351,81	10,92	3,10
Operator2 Mastersizer	142,97	0,70	0,49	340,31	11,74	3,45
Operator1 Bettersizer	139,39	0,35	0,25	351,40	7,65	2,18
Operator2 Bettersizer	139,03	0,54	0,39	358,72	8,19	2,28
Operator1 Bettersizer AS	134,59	0,80	0,60	350,48	6,09	1,74
Operator2 Bettersizer AS	137,15	0,73	0,54	344,41	8,99	2,61
	M400			Zand 250-500µm		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	9,9638	0,14	1,40	375,20	3,51	0,94
Operator2 Mastersizer	9,9366	0,29	2,88	365,28	6,14	1,68
Operator1 Bettersizer	12,302	0,34	2,73	357,99	8,02	2,24
Operator2 Bettersizer	12,365	1,88	15,23	361,41	2,56	0,71
Operator1 Bettersizer AS	11,353	1,68	14,82	356,22	4,12	1,16
Operator2 Bettersizer AS	12,355	0,20	1,63	357,37	3,60	1,01

4.1.1.3 Overzichtstabel D90

Tabel 6 - Overzichtstabel D90 - Standaarden

	M500			Millisil M10		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	6,9071	0,24	3,41	61,39	1,37	2,23
Operator2 Mastersizer	7,1848	0,05	0,73	61,15	1,01	1,65
Operator1 Bettersizer	7,4050	0,24	3,18	64,41	3,65	5,66
Operator2 Bettersizer	7,2979	0,17	2,31	64,27	0,97	1,51
Operator1 Bettersizer AS	7,3116	0,46	6,25	60,70	0,91	1,50
Operator2 Bettersizer AS	8,2261	0,69	8,34	62,88	1,82	2,90
	Kwartsmeel M10			M6		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	73,98	1,17	1,59	82,94	0,89	1,07
Operator2 Mastersizer	75,44	3,59	4,76	85,91	2,71	3,15
Operator1 Bettersizer	84,22	1,73	2,05	95,78	1,10	1,15
Operator2 Bettersizer	83,24	1,39	1,67	96,75	2,03	2,10
Operator1 Bettersizer AS	75,28	1,96	2,60	86,60	4,03	4,65
Operator2 Bettersizer AS	75,46	1,51	0,87	89,59	7,60	8,48
	AF100			M31		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	203,20	3,34	1,65	564,4	33,09	5,86
Operator2 Mastersizer	211,08	2,84	1,34	533,4	17,04	3,19
Operator1 Bettersizer	209,04	0,96	0,46	555,3	14,06	2,53
Operator2 Bettersizer	209,12	1,63	0,78	563,6	15,18	2,69
Operator1 Bettersizer AS	197,57	1,99	1,01	549,0	15,99	2,91
Operator2 Bettersizer AS	204,06	2,23	1,09	541,6	20,78	3,84

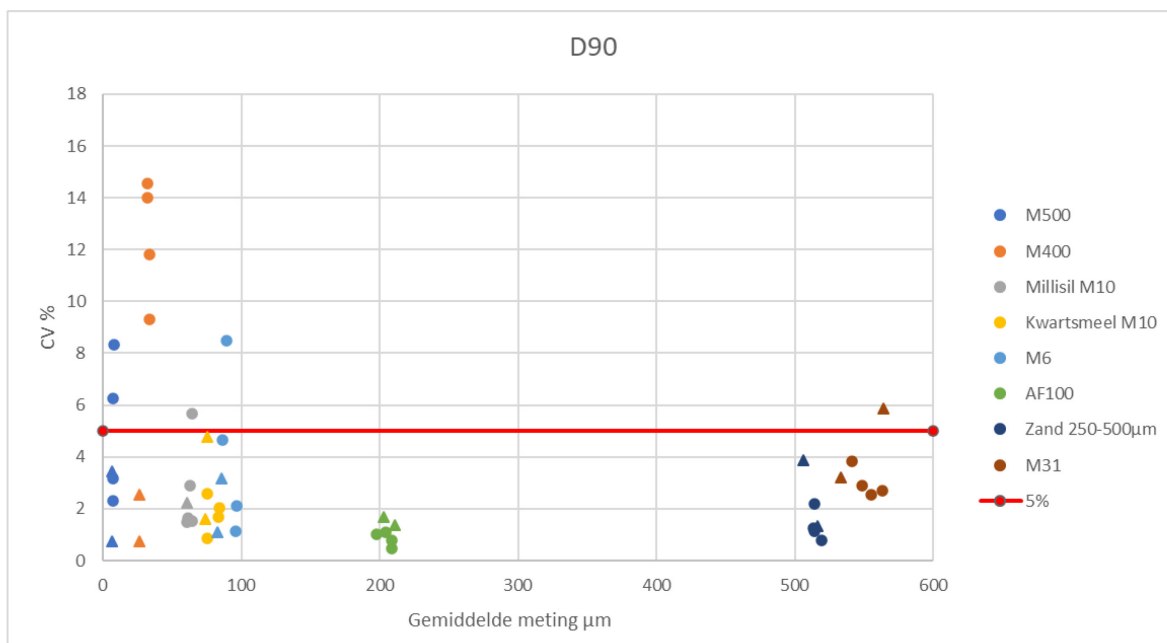
	M400			Zand 250-500µm		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	26,43	0,19	0,74	516,70	6,85	1,33
Operator2 Mastersizer	26,52	0,67	2,51	506,80	19,59	3,87
Operator1 Bettersizer	33,37	3,94	11,79	514,27	11,32	2,20
Operator2 Bettersizer	32,55	4,74	14,56	519,45	4,12	0,79
Operator1 Bettersizer AS	32,30	4,52	13,99	513,28	6,33	1,23
Operator2 Bettersizer AS	33,97	3,17	9,32	514,00	5,93	1,15

4.1.2 Conclusie

De uitgevoerde metingen met betrekking tot verschillende standaarden hebben goede resultaten opgeleverd, wat wijst op een aanzienlijke nauwkeurigheid van het meetproces. Een interessante observatie die uit onze experimenten naar voren kwam, was de opvallende relatie tussen de korrelgrootte en de mate van afwijking. Het is duidelijk geworden dat naarmate de korrelgrootte toenam, de afwijking in de metingen consistent afnam. Dit fenomeen suggereert dat grotere korrels een stabielere basis vormen voor betrouwbare meetresultaten, wat van cruciaal belang kan zijn bij het beoordelen van de nauwkeurigheid van de gebruikte meetinstrumenten.

Figuur 4, die de procentuele afwijkingen van de metingen van de verschillende standaarden in de context van de Bettersizer 2600 en de Mastersizer weergeeft, biedt een visuele voorstelling van deze bevindingen. Daarnaast hebben we in de grafiek ook de aanvaardbare 5% afwijking opgenomen, waarmee we de prestaties van de meetinstrumenten kunnen beoordelen ten opzichte van een vastgestelde norm (ISO 13320:2009 Particle size analysis – Laser diffraction methods). De gegevens verschaffen niet alleen inzicht in de variabiliteit en de nauwkeurigheid van de metingen voor elke standaard, maar stellen ons ook in staat om de prestaties van de Bettersizer 2600 en de Mastersizer 2000 kritisch te beoordelen in vergelijking met de vastgestelde norm van 5% afwijking. Deze bevindingen dragen bij aan de geschiktheid van deze meetinstrumenten voor de beoogde toepassingen en kunnen richting geven aan verdere verbeteringen in meetprotocollen en -normen.

Resultaten die gemeten werden met de Mastersizer, worden aangeduid met een driehoek in de grafieken.



Figuur 4 - de procentuele afwijkingen verschillende standaarden voor D10, D50 en D90 waarden

Opmerking: Grafieken van alle standaarden apart zie bijlage 1.

4.2 eferentiestalen

4.2.1 De Kont 1 en 2

4.2.1.1 Overzichtstabel voor D10

Tabel 7 - Overzichtstabel D10 - De Kont 1 en 2

	De Kont 1			De Kont 2		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	2,9089	0,07	2,39	2,9647	0,05	1,76
Operator2 Mastersizer	3,1276	0,24	7,79	3,0091	0,36	11,90
Operator1 Bettersizer	5,2465	0,10	1,69	5,1601	0,13	2,33
Operator2 Bettersizer	5,2277	0,07	1,42	5,2481	0,09	1,71
Operator1 Bettersizer AS	5,1893	0,11	2,16	5,2023	0,20	3,78
Operator2 Bettersizer AS	5,2635	0,13	2,51	5,1393	0,12	2,40

4.2.1.2 Overzichtstabel voor D50

Tabel 8 - Overzichtstabel D50 - De Kont 1 en 2

	De Kont 1			De Kont 2		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	24,47	0,34	1,38	24,25	0,44	1,80
Operator2 Mastersizer	26,73	2,73	10,20	24,73	1,49	6,04
Operator1 Bettersizer	25,11	0,37	1,16	24,95	0,40	1,45
Operator2 Bettersizer	25,032	0,18	0,71	25,06	0,31	1,25
Operator1 Bettersizer AS	25,45	0,30	1,16	26,13	0,94	3,60
Operator2 Bettersizer AS	25,92	0,54	2,08	25,60	0,56	2,19

4.2.1.3 Overzichtstabel voor D90

Tabel 9 - Overzichtstabel D90 - De Kont 1 en 2

	De Kont 1			De Kont 2		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	71,74	1,28	1,79	71,67	1,36	1,90
Operator2 Mastersizer	75,46	4,53	7,71	75,46	4,53	6,00
Operator1 Bettersizer	78,16	2,38	2,57	77,99	0,84	1,07
Operator2 Bettersizer	78,15	1,58	2,02	77,78	1,68	2,16
Operator1 Bettersizer AS	76,12	0,56	0,73	78,14	1,77	2,26
Operator2 Bettersizer AS	77,80	0,96	1,23	76,84	1,21	1,57

4.2.2 Paulinapolder

4.2.2.1 Overzichtstabel voor D10

Tabel 10 - Overzichtstabel D10 - Paulinapolder

	Paulinapolder 1			Paulinapolder 2			Paulinapolder 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	13,70	3,10	22,65	14,27	4,75	33,25	14,43	6,03	41,79
Operator2 Mastersizer	15,49	5,30	34,20	20,10	4,82	23,96	15,95	7,21	45,18
Operator1 Bettersizer	130,43	5,44	4,17	128,24	4,44	3,46	129,88	7,82	6,02
Operator2 Bettersizer	133,96	2,87	2,14	130,28	3,22	2,47	130,18	3,81	2,92
Operator1 Bettersizer AS	117,34	9,90	6,85	114,64	12,89	11,24	110,45	7,43	6,73
Operator2 Bettersizer AS	117,85	11,18	9,49	130,22	7,38	5,67	126,60	6,50	5,14

	Paulinapolder 4			Paulinapolder 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	14,816	2,97	20,05	12,137	2,08	17,15
Operator2 Mastersizer	16,987	4,67	27,47	11,165	2,14	19,21
Operator1 Bettersizer	130,50	6,73	5,15	126,61	9,55	7,54
Operator2 Bettersizer	132,92	3,19	2,40	131,74	4,35	3,30
Operator1 Bettersizer AS	104,74	13,37	12,77	131,22	18,22	13,89
Operator2 Bettersizer AS	126,05	5,08	4,03	122,19	3,87	3,16

4.2.2.2 Overzichtstabel voor D50

Tabel 11 - Overzichtstabel D50 - Paulinapolder

	Paulinapolder 1			Paulinapolder 2			Paulinapolder 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	201,23	11,39	5,66	194,33	11,56	5,95	198,89	9,22	4,64
Operator2 Mastersizer	207,33	7,65	3,69	212,58	4,57	2,15	202,08	9,09	4,50
Operator1 Bettersizer	221,14	5,28	2,39	220,52	3,79	1,72	220,84	3,64	1,65
Operator2 Bettersizer	220,81	1,99	0,90	219,05	1,72	0,79	219,52	2,11	0,96
Operator1 Bettersizer AS	213,89	4,02	1,88	212,61	5,97	2,81	210,28	3,75	1,78
Operator2 Bettersizer AS	216,85	5,88	2,71	221,06	3,38	1,53	218,85	4,13	1,89

	Paulinapolder 4			Paulinapolder 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	200,35	10,52	5,25	195,33	9,56	4,89
Operator2 Mastersizer	205,08	7,86	3,83	198,71	12,42	6,25
Operator1 Bettersizer	220,67	4,78	2,17	220,83	5,45	2,47
Operator2 Bettersizer	220,70	2,35	1,07	220,17	2,12	0,96
Operator1 Bettersizer AS	209,64	4,62	2,20	222,66	11,28	5,07
Operator2 Bettersizer AS	216,54	3,50	1,61	215,00	2,43	1,13

4.2.2.3 Overzichtstabel voor D90

Tabel 12 - Overzichtstabel D90 - Paulinapolder

	Paulinapolder 1			Paulinapolder 2			Paulinapolder 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	356,26	14,82	4,16	361,23	17,56	4,86	353,44	19,14	5,41
Operator2 Mastersizer	336,69	5,53	1,64	338,91	8,36	2,47	335,83	6,10	1,82
Operator1 Bettersizer	335,96	8,18	2,44	337,74	6,07	1,80	337,29	6,41	1,90
Operator2 Bettersizer	334,28	4,19	1,25	332,21	4,40	1,32	334,86	4,91	1,46
Operator1 Bettersizer AS	327,29	6,85	2,09	324,86	6,64	2,04	322,34	5,38	1,67
Operator2 Bettersizer AS	333,05	6,51	1,95	337,35	4,52	1,34	334,76	6,30	1,88

	Paulinapolder 4			Paulinapolder 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	343,49	22,71	6,61	336,06	6,89	2,05
Operator2 Mastersizer	344,31	17,44	5,07	328,66	2,89	0,88
Operator1 Bettersizer	335,68	4,94	1,47	338,32	6,35	1,88
Operator2 Bettersizer	334,87	5,01	1,49	333,05	4,08	1,22
Operator1 Bettersizer AS	322,34	5,38	1,67	335,56	12,66	3,77
Operator2 Bettersizer AS	328,70	6,19	1,88	326,10	5,13	1,57

4.2.3 Ritthem

4.2.3.1 Overzichtstabel voor D10

Tabel 13 - Overzichtstabel D10 - Ritthem

	Ritthem 1			Ritthem 2			Ritthem 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	10,12	2,38	23,53	11,365	3,96	34,82	12,53	3,29	26,29
Operator2 Mastersizer	15,64	6,66	42,59	15,473	5,09	32,90	12,24	4,05	33,07
Operator1 Bettersizer	139,51	7,08	5,07	133,89	4,99	3,73	132,33	7,48	5,65
Operator2 Bettersizer	133,95	6,33	4,72	136,11	4,73	3,48	134,45	4,82	3,59
Operator1 Bettersizer AS	122,58	11,07	9,03	131,44	8,19	6,23	119,60	9,41	7,87
Operator2 Bettersizer AS	111,36	8,41	7,55	119,30	6,75	5,66	108,66	8,48	7,81

	Ritthem 4			Ritthem 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	12,29	1,67	13,62	10,04	3,67	36,53
Operator2 Mastersizer	13,83	6,78	49,04	13,05	1,97	15,09
Operator1 Bettersizer	139,73	6,07	4,35	145,40	8,45	5,81
Operator2 Bettersizer	136,36	4,88	3,58	136,28	3,50	2,57
Operator1 Bettersizer AS	115,97	8,95	7,72	116,77	8,14	6,97
Operator2 Bettersizer AS	117,61	12,54	10,66	120,13	7,97	6,63

4.2.3.2 Overzichtstabel voor D50

Tabel 14 - Overzichtstabel D50 - Ritthem

	Ritthem 1			Ritthem 2			Ritthem 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	204,10	11,92	5,84	203,38	14,14	6,95	217,94	21,26	9,76
Operator2 Mastersizer	227,74	14,81	6,50	230,11	18,50	8,04	222,36	12,17	5,47
Operator1 Bettersizer	253,68	8,41	3,31	249,95	4,82	1,93	250,51	6,36	2,54
Operator2 Bettersizer	248,42	4,95	1,99	252,73	3,02	1,20	249,41	4,18	1,68
Operator1 Bettersizer AS	237,56	11,61	4,89	251,66	4,68	1,86	240,61	8,44	3,51
Operator2 Bettersizer AS	229,91	8,12	3,53	236,21	8,50	3,60	231,46	10,67	4,61

	Ritthem 4			Ritthem 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	213,23	8,64	4,05	204,50	14,62	7,15
Operator2 Mastersizer	219,12	10,40	4,75	228,83	12,39	5,42
Operator1 Bettersizer	254,55	6,77	2,66	263,58	7,66	2,91
Operator2 Bettersizer	252,99	3,93	1,55	250,15	4,68	1,87
Operator1 Bettersizer AS	235,46	6,95	2,95	237,32	7,69	3,24
Operator2 Bettersizer AS	240,98	11,68	4,85	241,91	8,95	3,70

4.2.3.3 Overzichtstabel voor D90

Tabel 15 - Overzichtstabel D90 - Ritthem

	Ritthem 1			Ritthem 2			Ritthem 3		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	386,23	13,72	3,55	385,98	11,27	2,92	398,54	8,95	2,25
Operator2 Mastersizer	377,82	15,46	4,09	406,97	20,76	5,10	393,00	29,22	7,44
Operator1 Bettersizer	407,81	10,92	2,68	405,04	6,17	1,52	406,27	6,73	1,66
Operator2 Bettersizer	403,74	4,92	1,22	409,19	3,47	0,85	404,27	5,32	1,32
Operator1 Bettersizer AS	383,20	15,05	3,93	407,28	7,11	1,75	390,35	14,92	3,82
Operator2 Bettersizer AS	372,87	14,30	3,83	380,81	12,99	3,41	377,23	17,33	4,59

	Ritthem 4			Ritthem 5		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
Operator1 Mastersizer	398,35	8,28	2,08	401,74	20,93	5,21
Operator2 Mastersizer	387,29	6,77	1,75	401,97	23,17	5,76
Operator1 Bettersizer	409,91	8,14	1,99	421,57	10,16	2,41
Operator2 Bettersizer	408,32	4,40	1,08	404,48	5,44	1,35
Operator1 Bettersizer AS	385,27	10,59	2,75	389,75	10,90	2,80
Operator2 Bettersizer AS	391,07	19,57	5,00	390,88	15,47	3,96

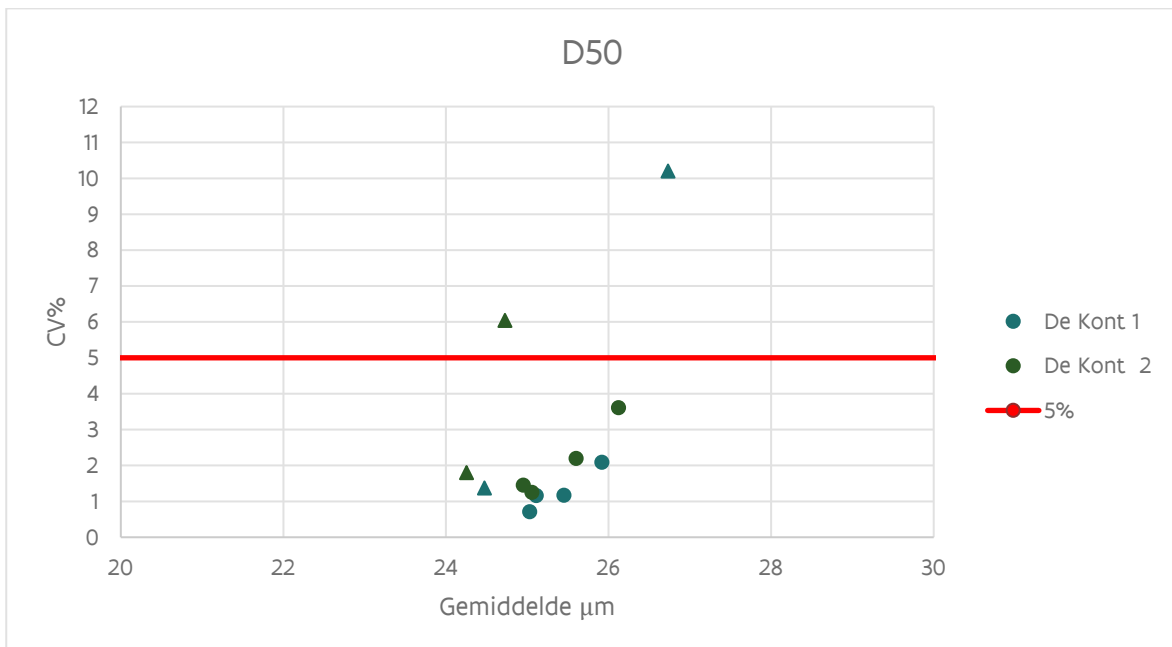
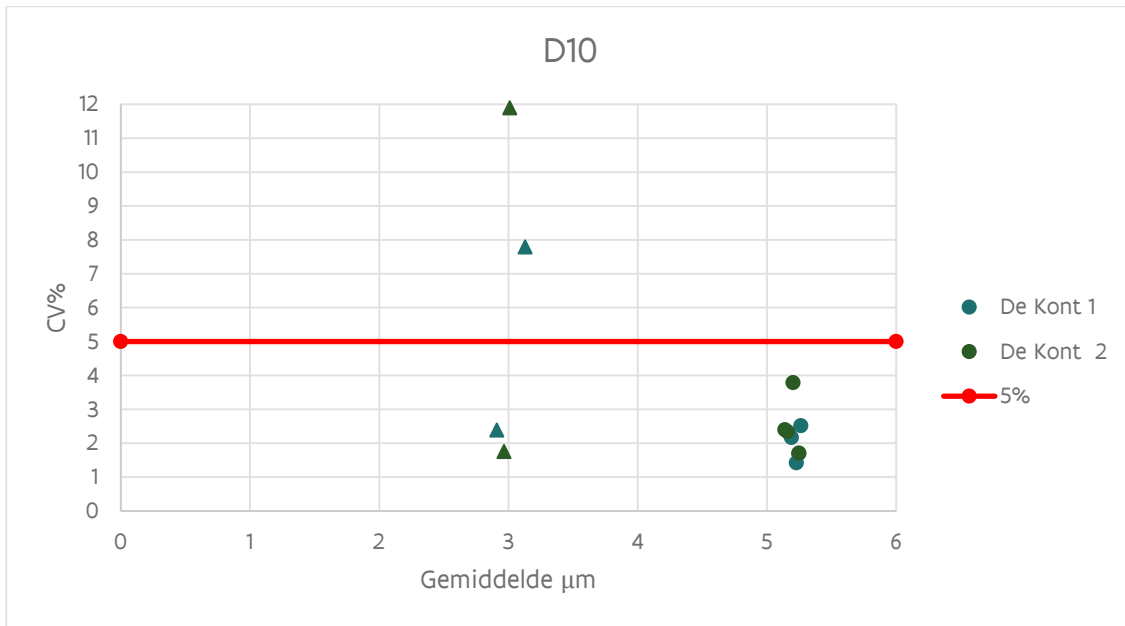
4.2.4 Conclusie

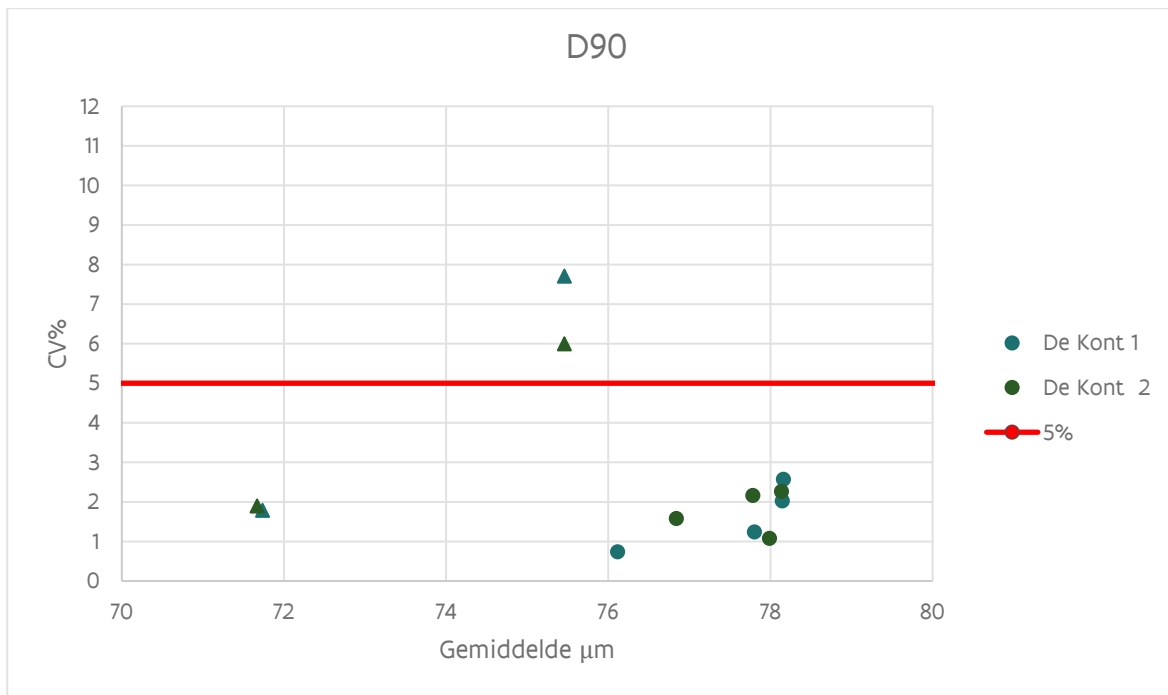
Het gemiddelde van de gemeten deeltjesgrootte duidt aan op een goede reproduceerbaarheid van de metingen, ongeacht het gebruikte toestel.

Al met al kunnen we concluderen dat laserdiffractie op beide toestellen nauwkeurige en reproduceerbare metingen oplevert voor de deeltjesgrootte van de stalen voor de gemeten referentiestalen. Enkel voor D10 gemeten in Paulinapolder en Ritthem is er een grotere afwijking tussen de beide toestellen. Uit het verleden weten wij dat de Mastersizer 2000 te laag meet en wat nu rechtgezet wordt met de Bettersizer 2600 (referentie zie P14_052 ringtest tbv Moneos)

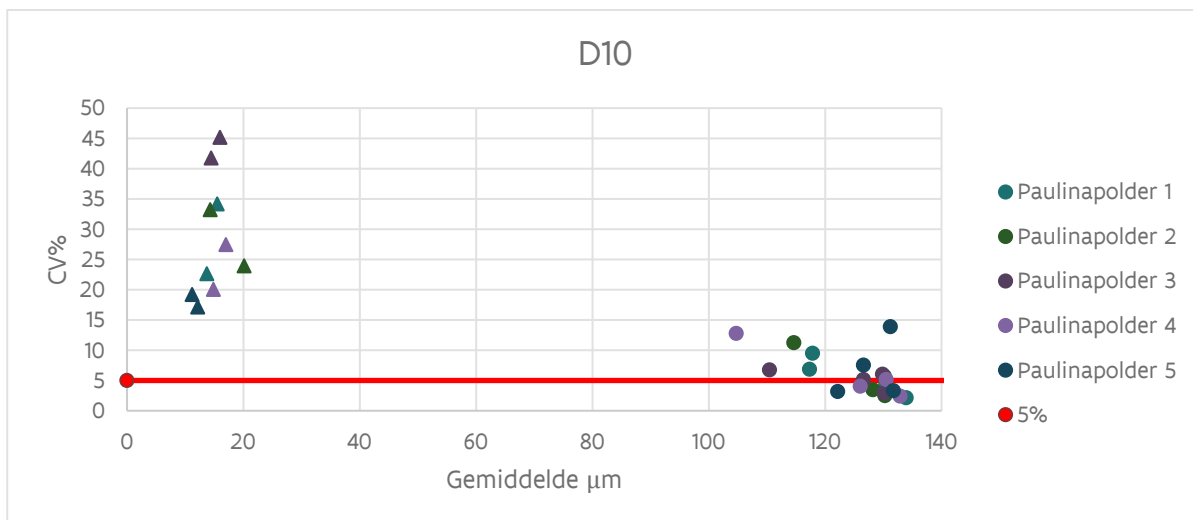
Ook hier wordt in figuur 5, 6 en 7 de procentuele afwijkingen van de metingen van de verschillende referentiestandaarden in de context van de Bettersizer 2600 en de Mastersizer weergegeven en ook de 5% afwijking mee opgenomen.

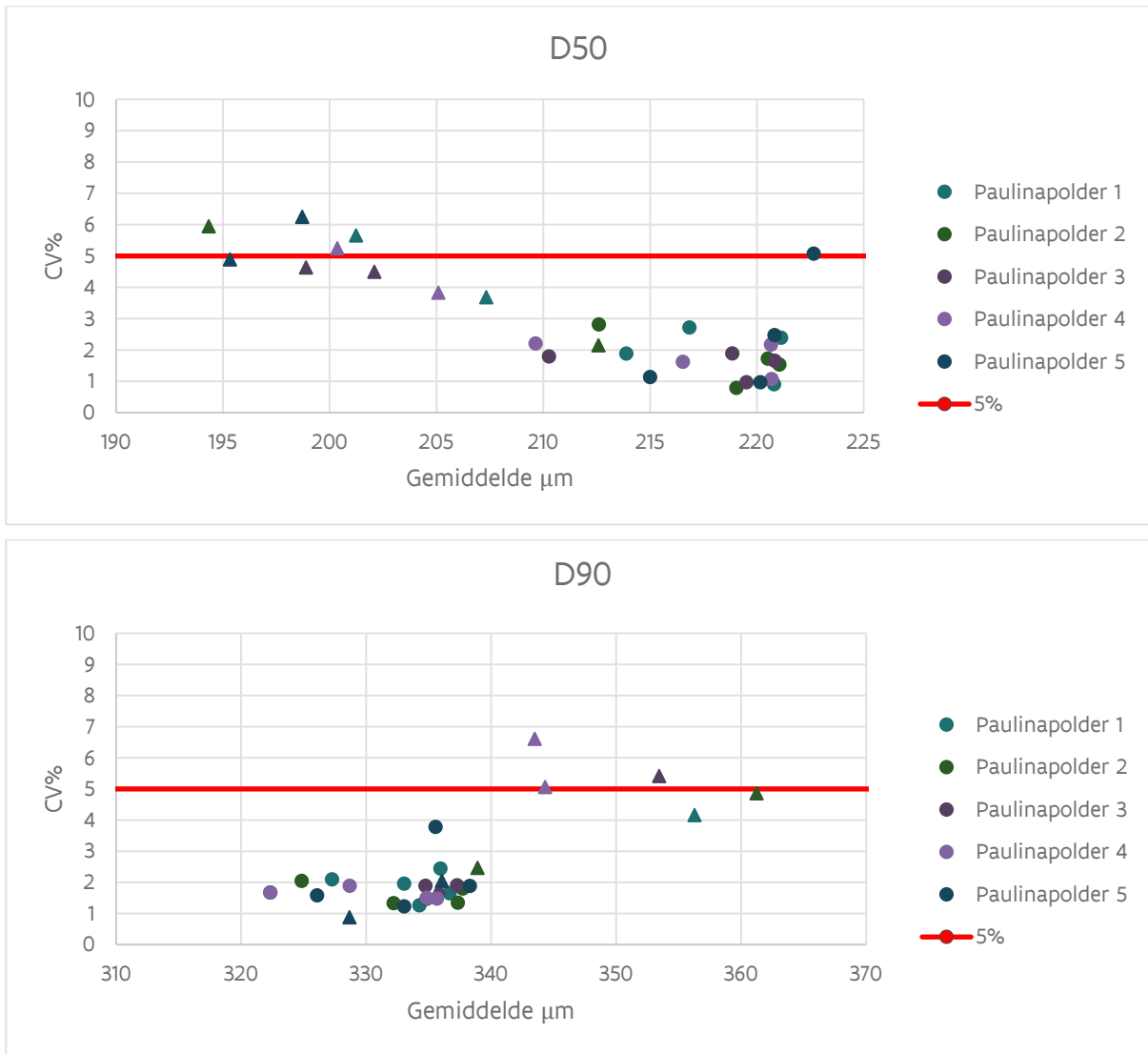
Resultaten die gemeten werden met de Mastersizer, worden aangeduid met een driehoek in de grafieken.



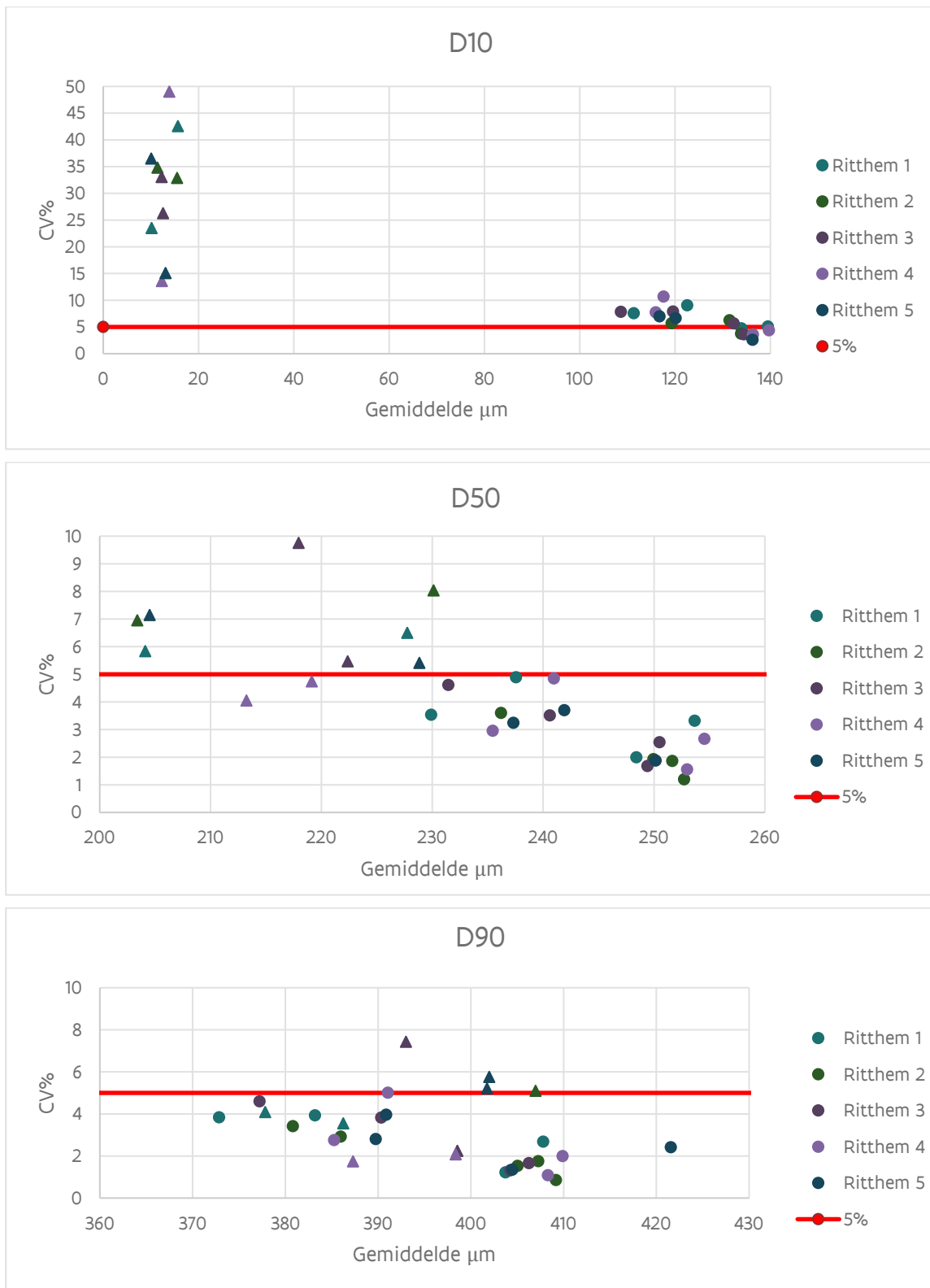


Figuur 5 - Procentuele afwijking De Kont 1 – 2 voor D10, D50 en D90 waarden





Figuur 6 - Procentuele afwijking Paulinapolder 1 – 5 voor D10, D50 en D90 waarden



Figuur 7 - Procentuele afwijking Ritthem 1 – 5 voor D10, D50 en D90 waarden

Opmerking: Grafieken van alle referentiestalen zie bijlage 2.

4.3 Terreinstalen

Alle water – en bodemstalen werden in dubbel gemeten op de verschillende toestellen. Voor de waterstalen werden grafieken opgesteld voor D10, D50, en D90, waarin de gemiddelde per toestel werd vergeleken met het totale gemiddelde van alle metingen met beide toestellen. Daarnaast werd er een foutenvlag per meetpunt toegevoegd, waar de waarde werd aangepast aan de standaarddeviatie van de meting. Voor de bodemstalen werden aparte grafieken opgesteld voor D10, D50 en D90 en ook hier werd het gemiddelde per toestel vergeleken met het totale gemiddelde. Daarnaast werd ook hier een foutenvlag per meetpunt toegevoegd, waar de waarde werd aangepast aan de standaarddeviatie van de meting.

4.3.1 Waterstalen

Overzichtstabel van waterstalen die op verschillende locaties werden genomen in 2023, met een D50 tussen 7 en 45 μm .

Tabel 16 - Overzichtstabel Waterstalen

	Kruiningen Haven			Liefkenshoek			Kalibratiemeting Kruibeke Staal 1		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
D10	1,4670	0,04	2,65	1,1074	0,05	4,65	1,5660	0,93	59,42
D50	7,3190	1,10	14,99	7,8159	1,00	12,85	8,4750	0,10	1,15
D90	34,080	1,03	3,03	42,500	4,75	11,18	36,642	2,55	6,95

	Boei 79			Dendermonde			Steendorp		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
D10	1,5185	0,12	7,59	2,8069	0,35	12,32	1,8313	0,13	7,23
D50	8,8540	1,55	17,49	10,415	0,33	3,14	12,556	1,64	13,06
D90	51,938	16,71	32,18	36,242	2,40	6,62	85,251	1,95	2,29

	Buggenhout	Gavere	Itegem-Hullebrug
--	------------	--------	------------------

	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
D10	2,5340	0,63	24,70	3,1950	0,15	4,65	3,7750	0,82	21,85
D50	13,093	0,53	4,03	13,7105	0,67	4,85	15,331	0,73	4,75
D90	69,586	1,90	2,73	57,5605	9,43	16,39	58,875	4,67	7,94

	Zulte				Durmemonding			Loodsgebouw		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	
D10	4,0480	0,05	1,12	4,0440	0,28	7,03	3,6212	0,61	16,93	
D50	18,787	0,86	4,57	19,765	2,03	10,27	20,354	2,49	12,23	
D90	84,408	2,85	3,38	104,05	21,07	20,25	144,22	18,64	12,93	

	Aarschot			Schellebelle Kerk				Schoonaarde	
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
D10	4,552	0,12	2,67	5,568	0,36	6,52	5,2718	0,04	0,72
D50	21,218	0,52	2,45	21,769	1,40	6,44	22,333	0,96	4,30
D90	77,556	3,25	4,19	64,769	5,35	8,26	72,112	15,13	20,98

	Melle			Grobbendonk			Epegem		
	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [μm]	SD [%]	CV [%]
D10	6,8027	0,22	3,24	5,428	0,23	4,15	8,7470	0,63	7,26
D50	22,892	1,14	5,00	23,808	1,56	6,53	42,674	6,95	16,28
D90	68,755	4,23	6,16	140,18	8,84	6,31	157,15	27,92	17,77

4.3.2 Conclusie

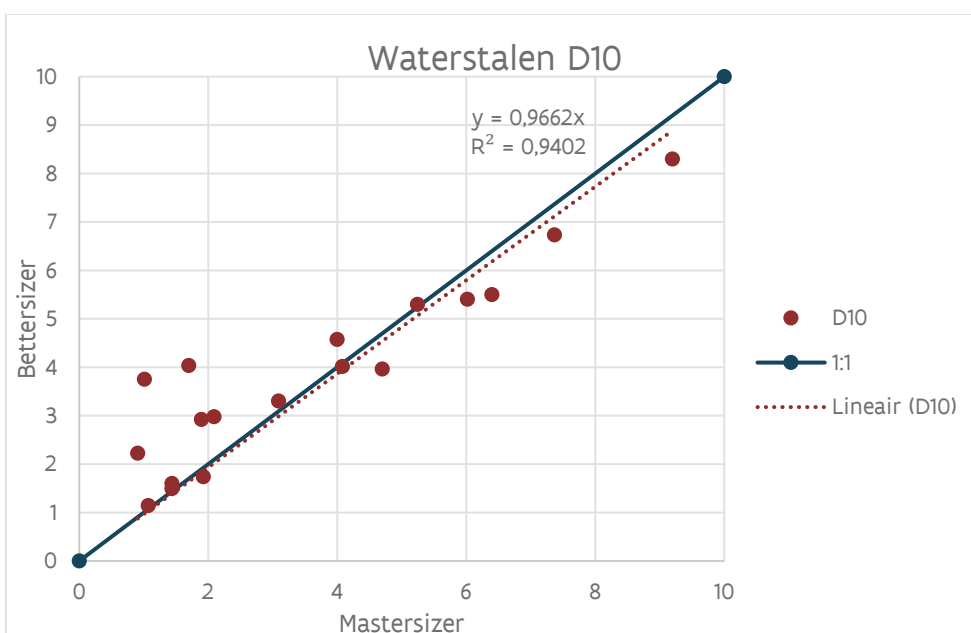
Wat vooral naar voren kwam uit onze metingen is de invloed van obscuratie op de mate van afwijking tussen de meetresultaten van de twee gebruikte instrumenten. Wanneer de obscuratie lager is dan 5%, merkten we vooral bij de meetpunten D10 en D90 een duidelijk grotere afwijking op tussen de metingen van de twee toestellen. Deze bevinding suggereert dat bij zeer lage obscuratieniveaus, de metingen van D10 en D90 gevoeliger zijn voor variaties tussen de twee apparaten, wat van belang kan zijn bij het beoordelen van de nauwkeurigheid van de gebruikte meetinstrumenten in dergelijke omstandigheden.

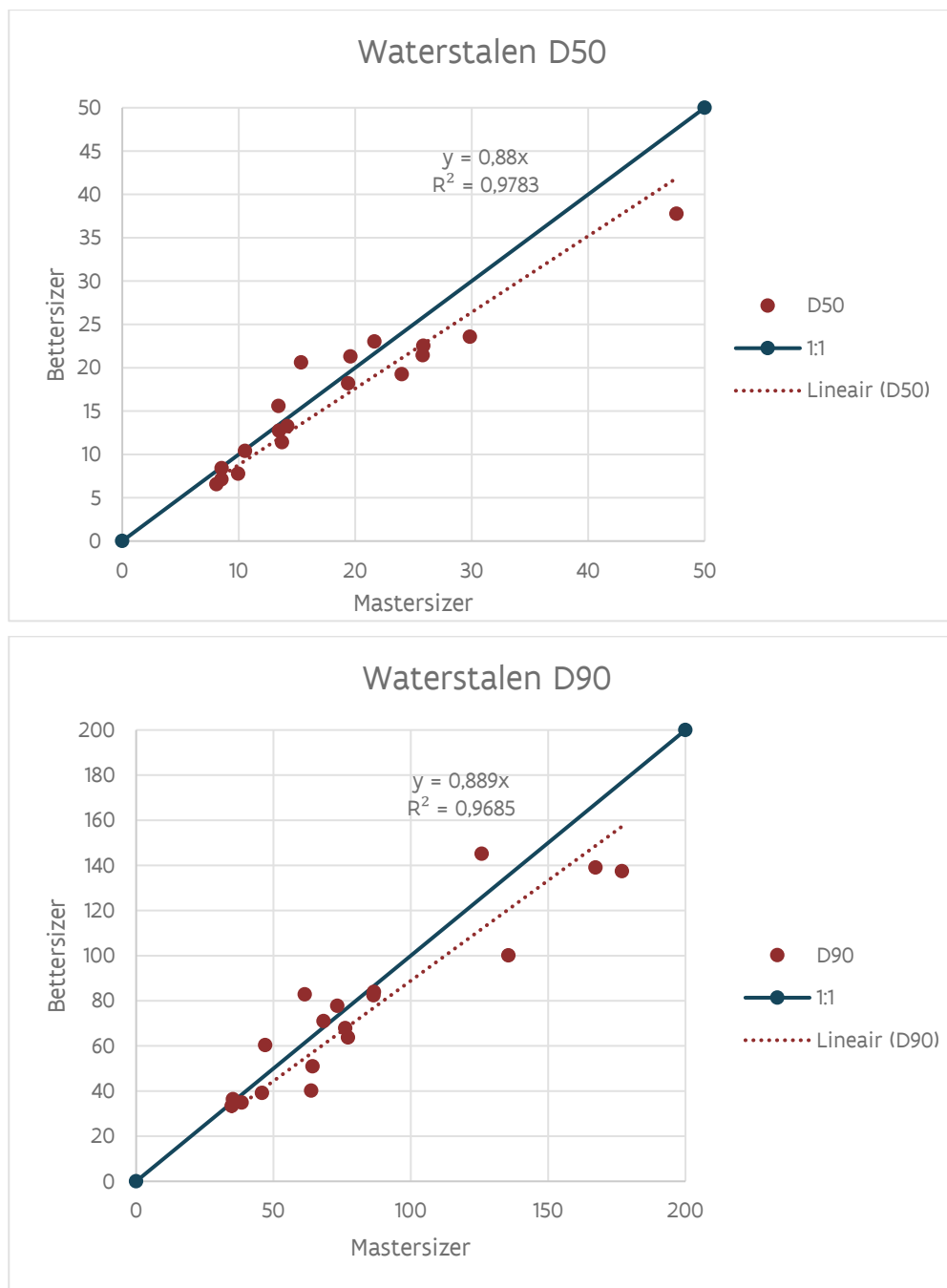
Daarentegen, in situaties waar de obscuratie zich bevindt tussen 5% en 15%, waren de afwijkingen tussen de metingen van de twee apparaten verwaarloosbaar. Dit impliceert dat binnen dit specifieke obscuratiebereik de meetresultaten van de Bettersizer 2600 en de Mastersizer 2000 consistent en vergelijkbaar zijn, wat aangeeft dat deze instrumenten betrouwbaar presteren en een consistente nauwkeurigheid bieden.

Om de correlatie en spreiding tussen de metingen van D10, D50 en D90 door de Bettersizer en de Mastersizer beter te begrijpen, hebben we deze gegevens visueel weergegeven in Figuur 8.

De punten in deze grafiek volgen grotendeels de diagonale lijn die de ideale 1-op-1 relatie aangeeft, maar er is merkbare spreiding waar te nemen. Bovendien hebben we de richtingscoëfficiënt meegenomen in de grafieken om verdere inzichten te bieden in de overeenkomsten en verschillen tussen de metingen van de twee instrumenten.

Deze resultaten bieden een diepgaand inzicht in de effecten van obscuratie op de meetnauwkeurigheid en tonen aan dat het van cruciaal belang is om het obscuratieniveau te overwegen bij het selecteren van het meest geschikte meetinstrument voor specifieke toepassingen. Het bevestigt ook de consistentie van de meetinstrumenten binnen het 5% tot 15% obscuratiebereik, wat waardevolle informatie biedt voor de optimalisatie en interpretatie van meetgegevens in uw onderzoek of toepassingsgebied.





Figuur 8 - Vergelijking metingen waterstalen MS t.o.v. BS, voor de D10, D50 en D90 waarden

Opmerking: Grafieken van alle waterstalen zie bijlage 3.1.

4.3.3 Bodemstalen

Overzichtstabel van zandstalen genomen tijdens verschillende projecten die uitgevoerd werden door het Waterbouwkundig Laboratorium in 2023 met een D50 tussen 14 en 540 µm.

Tabel 17 - Overzichtstabel Bodemstalen

	Tielrode - Staal 16			Tielrode - Staal 12			Raversijde -Staal 03C		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
D10	3,01	0,76	25,21	3,35	0,74	22,14	3,04	1,03	34,03
D50	14,70	0,33	2,26	17,00	0,65	3,83	20,30	5,68	27,99
D90	62,72	4,40	7,02	70,39	3,00	4,27	204,56	17,72	8,66

	Tielrode - Staal 24			Tielrode - Staal 14			Tielrode - Staal 22		
	Gemiddelde µm	SD %	CV %	Gemiddelde µm	SD %	CV %	Gemiddelde µm	SD %	CV %
D10	4,15	0,09	2,26	4,25	0,53	12,48	5,37	0,03	0,53
D50	24,98	0,34	1,37	30,60	3,51	11,47	53,81	3,47	6,46
D90	125,18	12,90	10,30	135,77	21,93	16,15	170,80	9,33	5,46

	Tielrode - Staal 21			Schelde - Staal 3			Schelde - Staal 6		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
D10	5,72	1,08	18,87	27,51	8,79	31,96	66,17	2,24	3,39
D50	62,43	5,81	9,30	91,02	2,75	3,02	107,00	2,90	2,71
D90	154,67	4,71	3,05	161,17	4,80	2,98	160,98	5,03	3,12

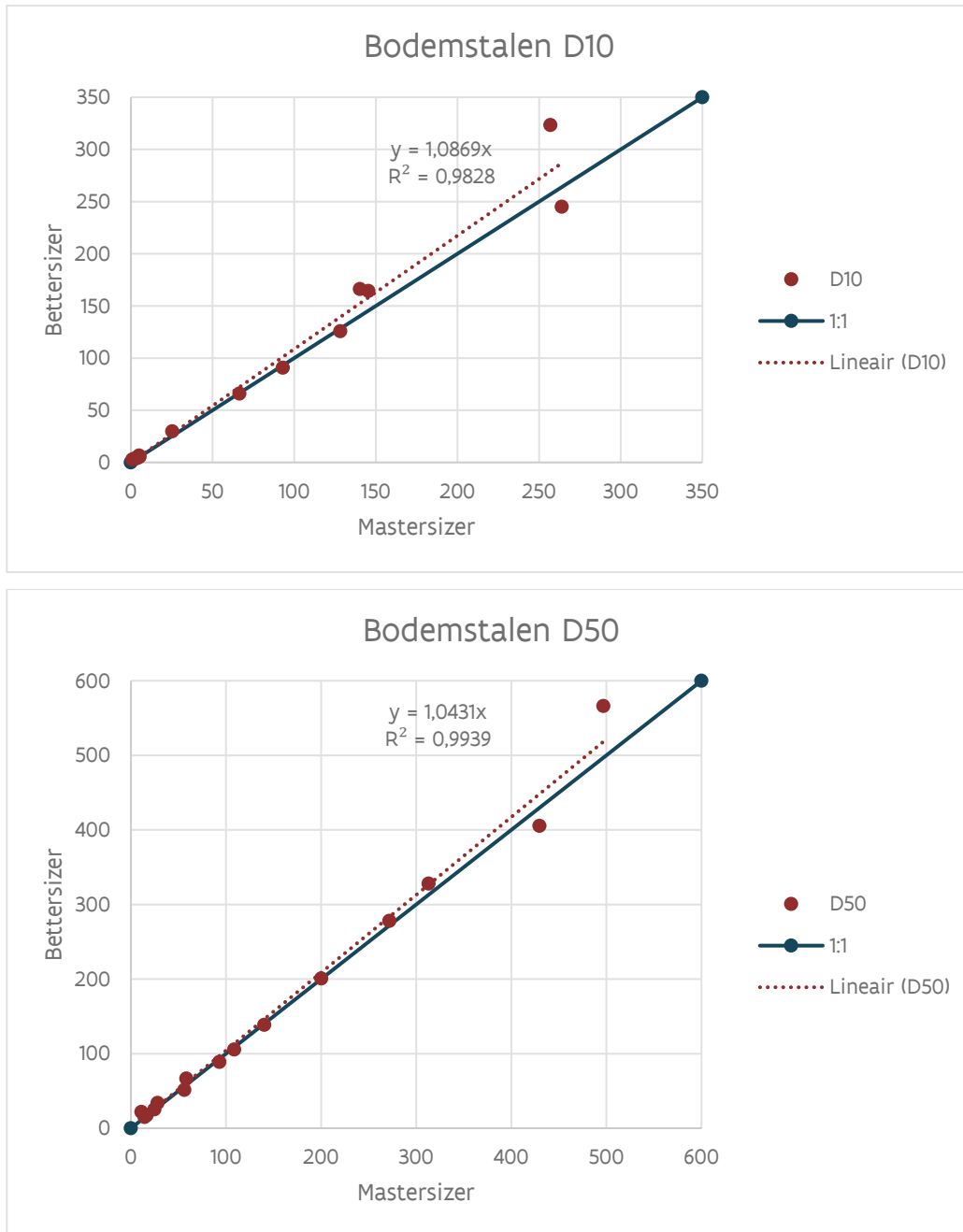
	Wintam - Staal 4			Wintam - Staal 2			Wintam - Staal 14		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
D10	91,70	1,22	1,33	125,99	1,62	1,29	159,36	9,32	5,85
D50	139,26	0,93	0,66	199,91	1,27	0,64	275,45	3,18	1,15
D90	206,94	2,08	1,00	312,44	5,95	1,90	447,98	10,74	2,40

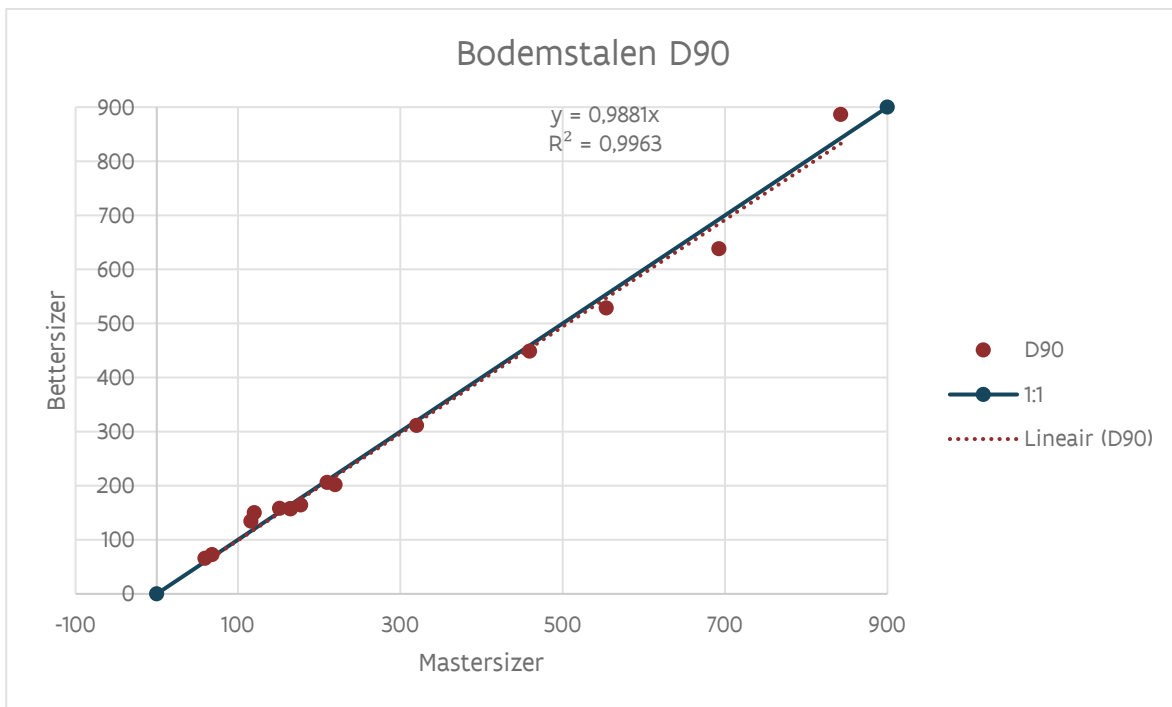
	Wintam - Staal 16			Wintam - Staal 19			Wintam - Staal 21		
	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]	Gemiddelde [µm]	SD [%]	CV [%]
D10	156,56	15,15	6,48	250,93	8,97	3,57	299,16	32,12	10,74
D50	324,56	24,28	6,40	413,99	12,29	2,97	540,62	33,36	6,17
D90	541,17	31,93	5,56	655,65	27,54	4,20	863,46	28,49	3,30

4.3.4 Conclusie

Men kan concluderen dat laserdiffractie op beide toestellen betrouwbare metingen oplevert voor de deeltjesgrootteverdeling van bodemstalen. De deeltjesgrootte voor D50 vertoont uitstekende reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid, terwijl D10 en D90 ook betrouwbare metingen opleveren, zij het met iets meer variabiliteit, zoals aangegeven door de hogere variatiecoëfficiënten. Het is belangrijk om deze variabiliteit in overweging te nemen bij het interpreteren van de resultaten en bij het identificeren van mogelijke oorzaken voor variaties tussen metingen.

Ook hier hebben we de correlatie en spreiding tussen de metingen van D10, D50 en D90 door de Bettersizer 2600 en de Mastersizer 2000 visueel weergegeven in Figuur 9.





Figuur 9 - spreiding meting Bodemstalen MS t.o.v. BS, voor de D10, D50 en D90 waarden

Opmerking: Grafieken van alle bodemstalen zie bijlage 3.2.

5 Eindconclusie

In onze uitgebreide conclusie kunnen we diverse belangrijke bevindingen samenvatten:

Effect van Korrelgrootte op Meetnauwkeurigheid:

Onze metingen van verschillende standaarden hebben goede resultaten opgeleverd, wat wijst op een aanzienlijke nauwkeurigheid van het meetproces.

Een interessante observatie is dat naarmate de korrelgrootte toenam, de afwijking in de metingen consistent afnam. Dit suggereert dat grotere korrels een stabielere basis vormen voor betrouwbare meetresultaten, wat cruciaal is voor de beoordeling van de nauwkeurigheid van de gebruikte meetinstrumenten.

Obscuratie en Meetnauwkeurigheid:

Obscuratie heeft aantoonbare invloed op de mate van afwijking tussen de meetresultaten van de twee gebruikte instrumenten.

Bij obscuratie lager dan 5% is vooral bij D10 en D90 een grotere afwijking te zien tussen de metingen van de twee apparaten. Dit duidt erop dat metingen van D10 en D90 gevoeliger zijn voor variaties tussen de twee apparaten bij zeer lage obscuratieniveaus.

In situaties waar de obscuratie tussen 5% en 15% ligt, zijn de afwijkingen tussen de metingen van de twee apparaten verwaarloosbaar, wat de betrouwbaarheid van de meetresultaten in dit obscuratiebereik benadrukt.

Correlatie en Spreiding:

Figuur 8 en 9 tonen de correlatie en spreiding tussen de metingen van D10, D50 en D90 door de Bettersizer 2600 en de Mastersizer 2000. De punten in deze grafieken volgen grotendeels de diagonale lijn die de ideale 1-op-1 relatie aangeeft, maar er is enige spreiding waar te nemen, wat de variabiliteit tussen de metingen illustreert.

Al met al kunnen we concluderen dat de laserdiffractor op beide toestellen nauwkeurige en reproduceerbare metingen oplevert voor de deeltjesgrootte van stalen, met enkele observaties met betrekking tot korrelgrootte en obscuratie. Deze bevindingen dragen bij aan een dieper begrip van de meetinstrumenten en kunnen waardevolle informatie bieden voor de optimalisatie en interpretatie van meetgegevens.

Voor het opstellen van de validatie wordt verwezen naar de instructie Bepalen van Korrelgrootte – toestel Bettersizer 2600 – hoofdstuk 3.4 Keuren van analyseresultaten.

Waarmee we vanaf nu rekening gaan houden met de 1^{ste} en 2^{de} lijnscontrole.

Voor de eerste lijn controle worden er bij iedere meetserie twee referentiemonsters meegenomen, één aan het begin en één aan het einde. De D50 van de eerste meting worden bijgehouden op een controlekaart. Bij een verschil van meer dan 10% tussen de eerste en laatste meting van het referentiemonster zal de meetserie afgekeurd moeten worden. Als 2e lijnscontrole wordt een heranalyse uitgevoerd, een monster dat in een vorige serie ook al is gemeten. Hiermee kan de reproduceerbaarheid van de methode volgens de 1e lijn worden bevestigd.

De resultaten van D50 worden per jaar bijgehouden in de voorziene tabel Duplicaat monster. De Volgende parameters worden per monster bijgehouden:

Gemiddelde, standaarddeviatie, variatiecoëfficiënt en de procentuele genormaliseerde range (%R_N). Indien er een overschrijding van meer dan 10% wordt het staal geheranalyseerd.

6 Referenties

- Bettersizer 2600 manual
- Instructie: I-WL-PP15.02.02-13 Bepalen van korrelgrootte – Toestel Bettersizer 2600
- ISO 13320:2009 Particle size analysis – Laser diffraction methods
- Cursus: Validatie, meetonzekerheid en kwaliteitscontrole – Amelior
- WL2016R14_054_1_Onderzoek naar meetonzekerheden in het sedimentologisch laboratorium
- 2012-10-16 Verslag deeltjesgroottebepaling tbv MONEOS

Bijlage 1 Grafieken Standaarden

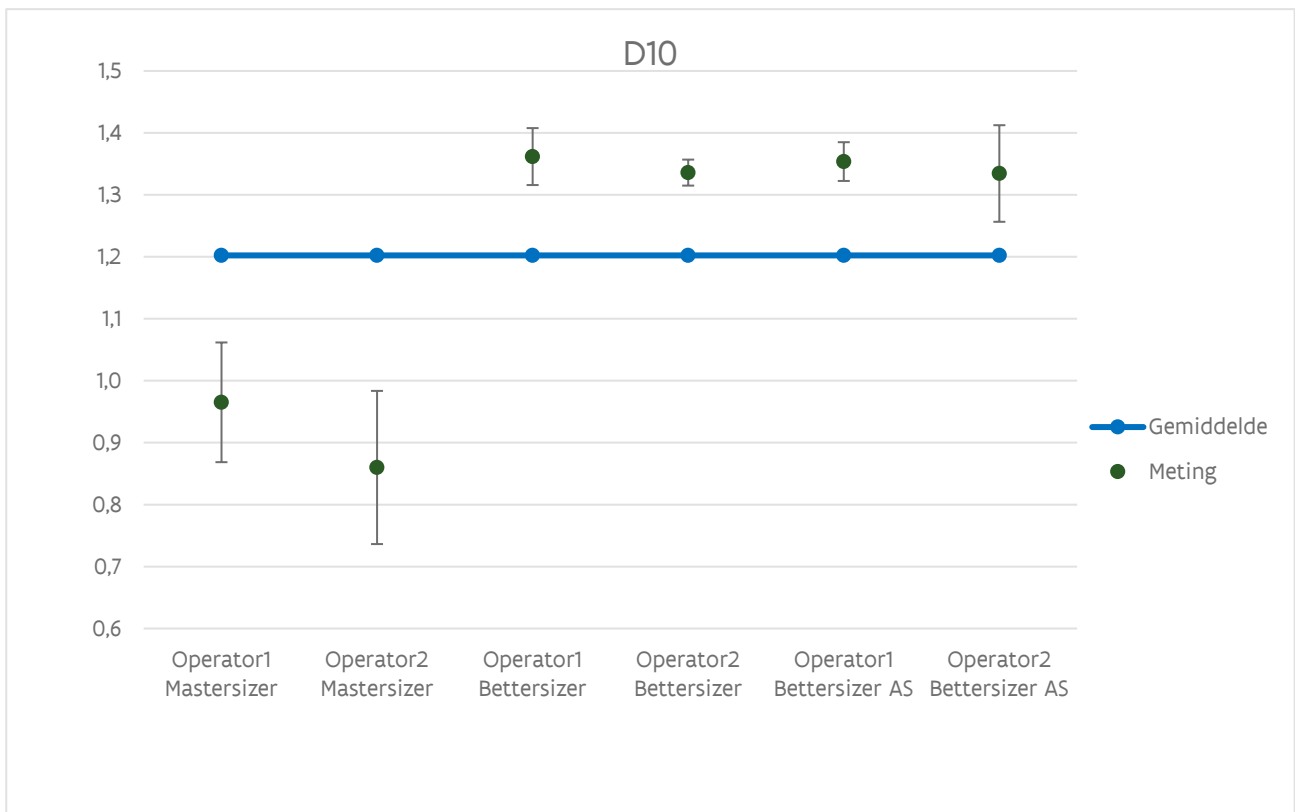
Standaarden

Kwartsmeel M500

D50 3.59 μ m

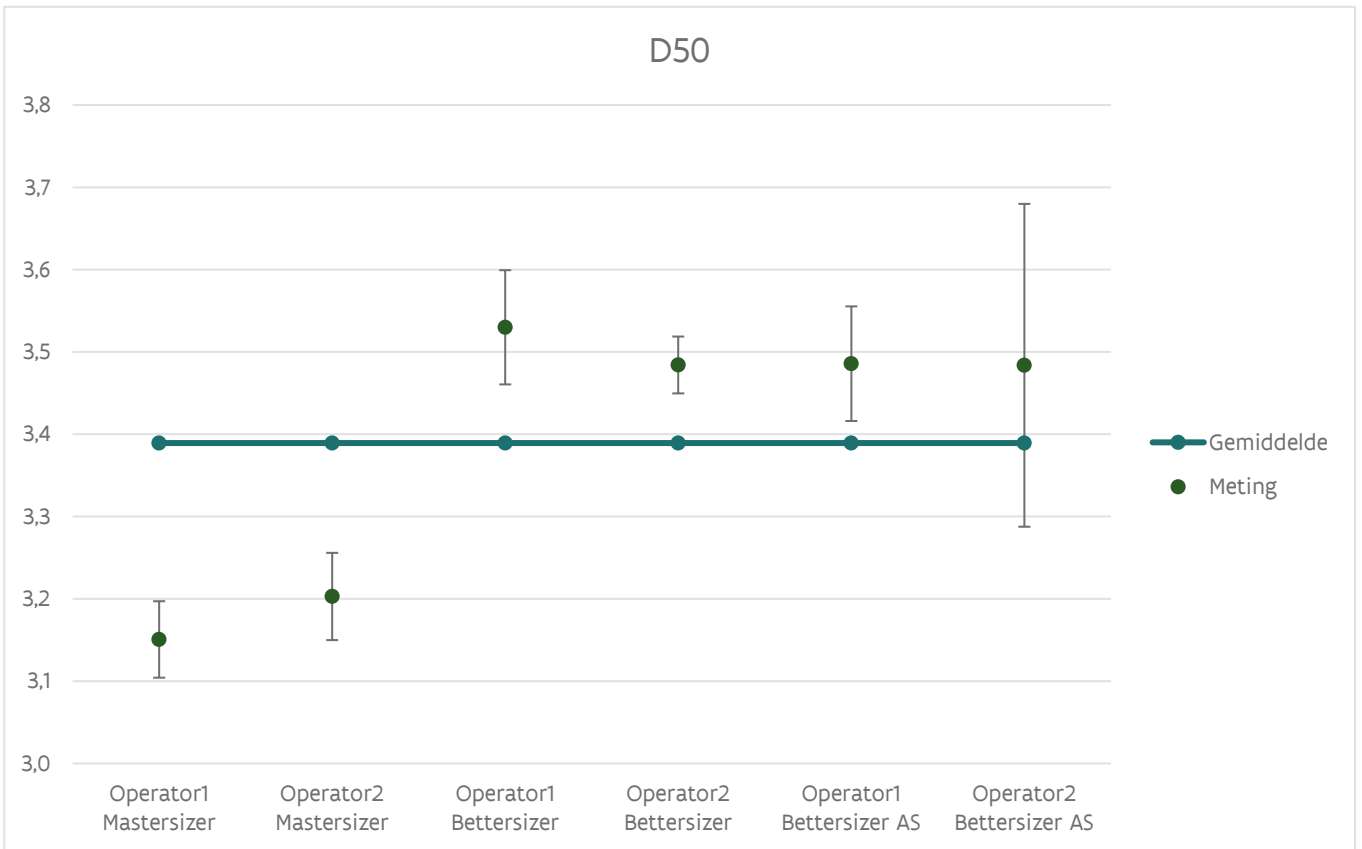
D10

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	1,2023	0,9651	0,10
Operator2 Mastersizer	1,2023	0,8600	0,12
Operator1 Bettersizer	1,2023	1,3618	0,05
Operator2 Bettersizer	1,2023	1,3359	0,02
Operator1 Bettersizer AS	1,2023	1,3537	0,03
Operator2 Bettersizer AS	1,2023	1,3345	0,08



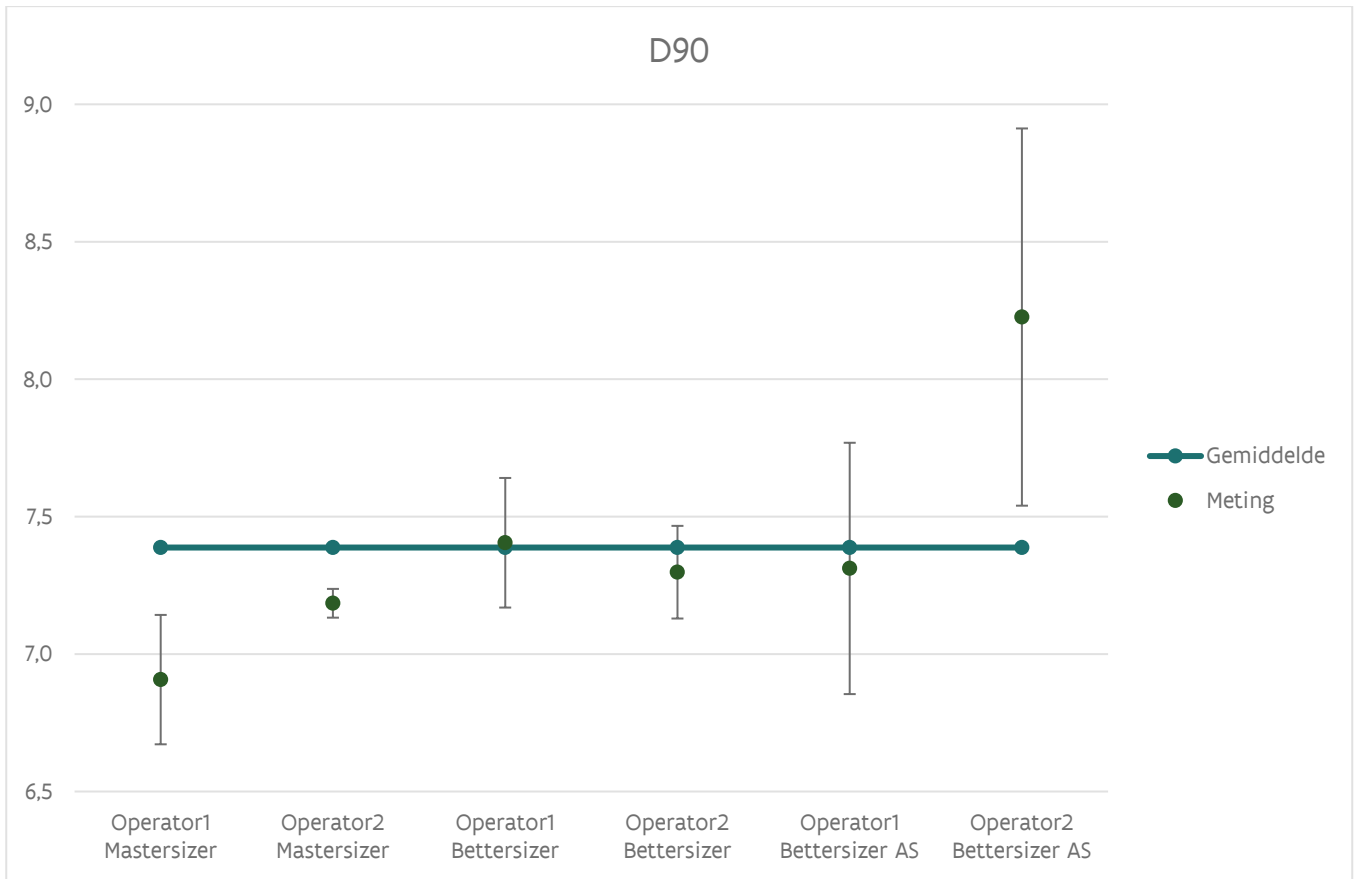
D50

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	3,3893	3,1506	0,05
Operator2 Mastersizer	3,3893	3,2029	0,05
Operator1 Bettersizer	3,3893	3,5299	0,07
Operator2 Bettersizer	3,3893	3,4842	0,03
Operator1 Bettersizer AS	3,3893	3,4857	0,07
Operator2 Bettersizer AS	3,3893	3,4837	0,20



D90

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	7,3876	6,9071	0,24
Operator2 Mastersizer	7,3876	7,1848	0,05
Operator1 Bettersizer	7,3876	7,4050	0,24
Operator2 Bettersizer	7,3876	7,2979	0,17
Operator1 Bettersizer AS	7,3876	7,3116	0,46
Operator2 Bettersizer AS	7,3876	8,2261	0,69

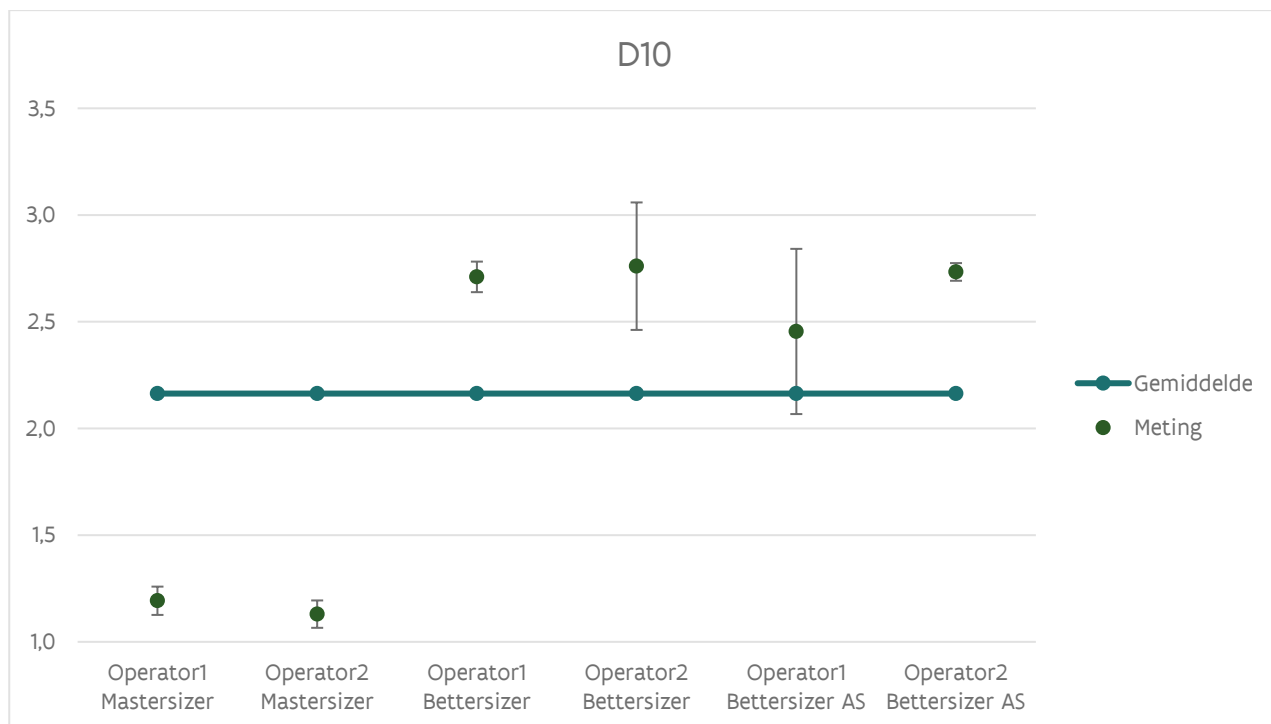


Kwartzand M400

D50 = 11.9 μ m

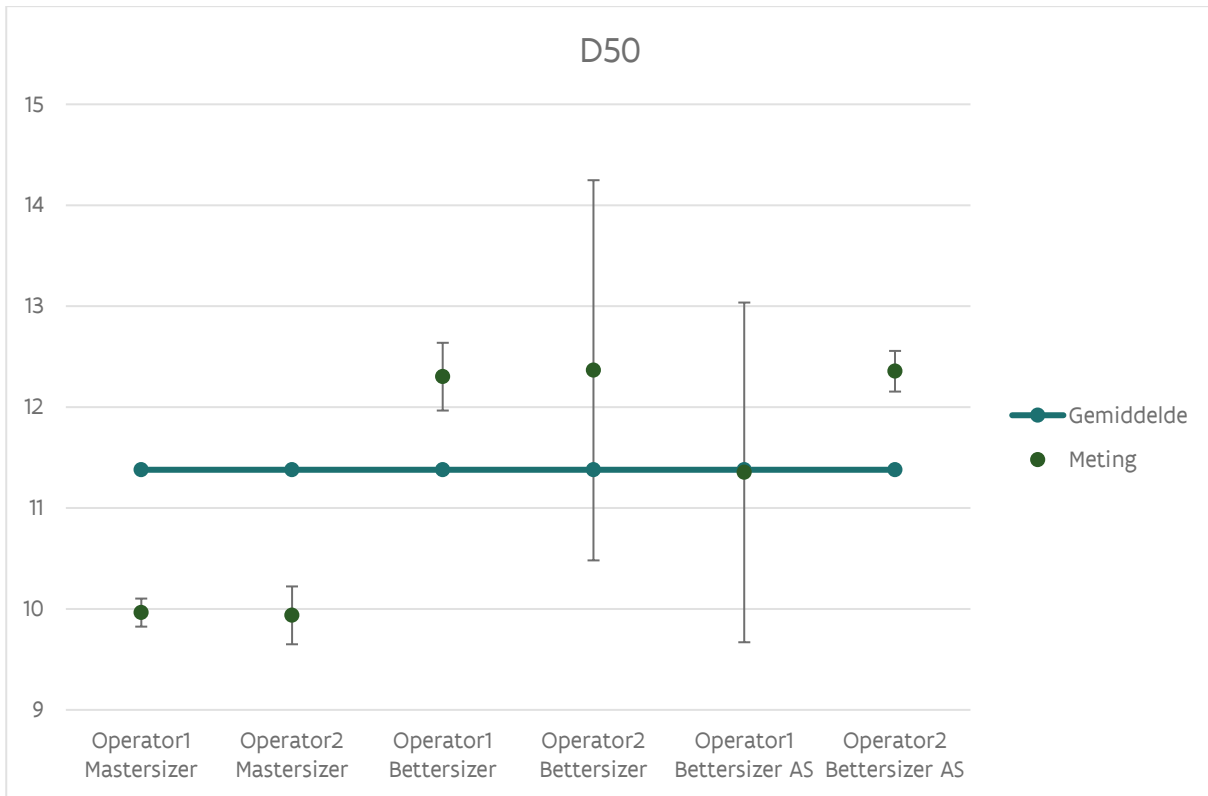
D10

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	2,1634	1,1925	0,07
Operator2 Mastersizer	2,1634	1,1299	0,06
Operator1 Bettersizer	2,1634	2,7102	0,07
Operator2 Bettersizer	2,1634	2,7603	0,30
Operator1 Bettersizer AS	2,1634	2,4544	0,39
Operator2 Bettersizer AS	2,1634	2,7333	0,04



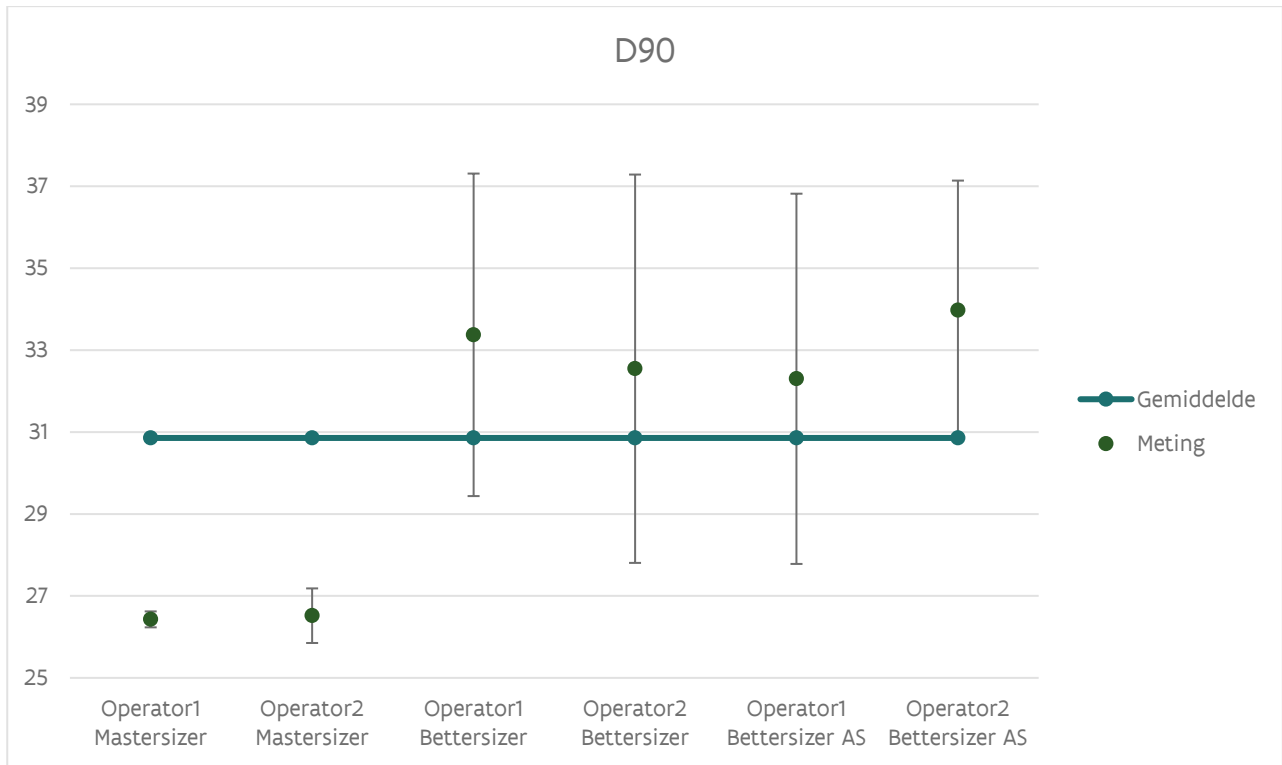
D50

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	11,379	9,964	0,14
Operator2 Mastersizer	11,379	9,937	0,29
Operator1 Bettersizer	11,379	12,302	0,34
Operator2 Bettersizer	11,379	12,365	1,88
Operator1 Bettersizer AS	11,379	11,353	1,68
Operator2 Bettersizer AS	11,379	12,355	0,20



D90

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	30,856	26,428	0,19
Operator2 Mastersizer	30,856	26,518	0,67
Operator1 Bettersizer	30,856	33,374	3,94
Operator2 Bettersizer	30,856	32,546	4,74
Operator1 Bettersizer AS	30,856	32,300	4,52
Operator2 Bettersizer AS	30,856	33,972	3,17



Sibelco M10

Certificaat D10 4µm

D50 23µm

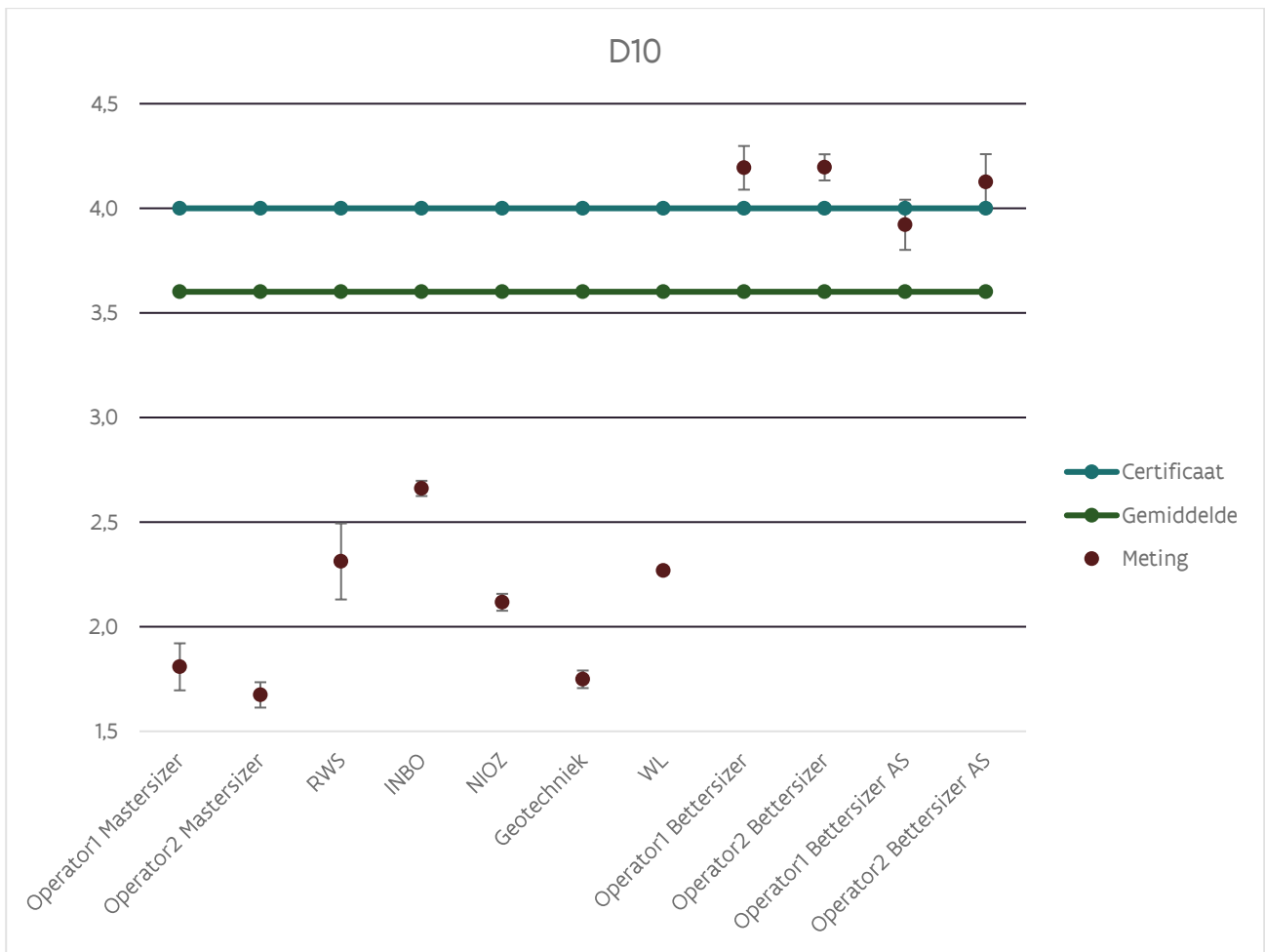
D90 60µm

Opmerking: Metingen door andere labo's uitgevoerd in 2017

Bron: R:\14_054-analysesedlab\3_Uitvoering\KG

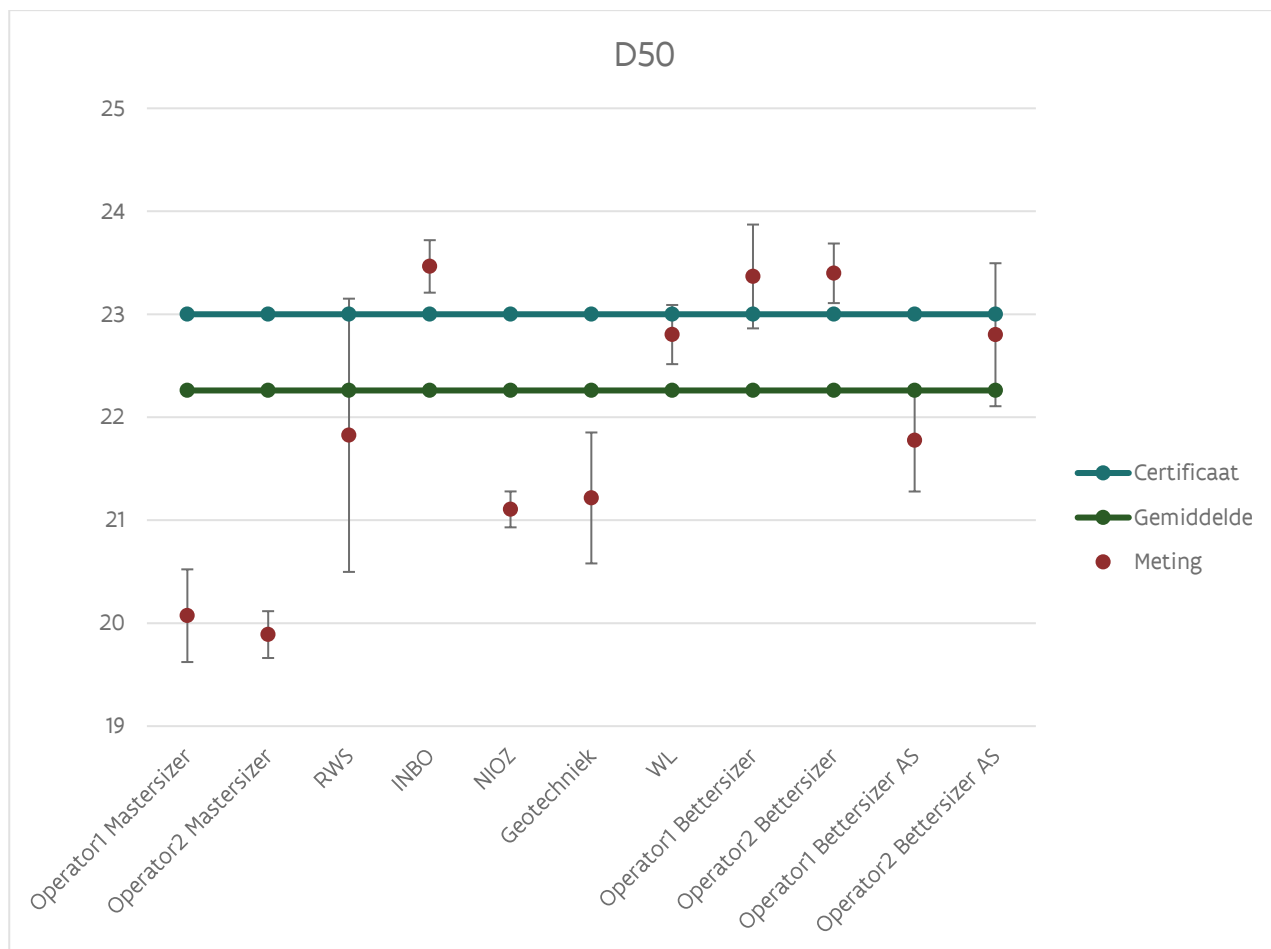
D10

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	4	3,6010	1,8082	0,11
Operator2 Mastersizer	4	3,6010	1,6740	0,06
RWS	4	3,6010	2,3120	0,18
INBO	4	3,6010	2,6610	0,04
NIOZ	4	3,6010	2,1167	0,04
Geotechniek	4	3,6010	1,7485	0,04
WL	4	3,6010	2,2682	0,02
Operator1 Bettersizer	4	3,6010	4,1935	0,10
Operator2 Bettersizer	4	3,6010	4,1957	0,06
Operator1 Bettersizer AS	4	3,6010	3,9212	0,12
Operator2 Bettersizer AS	4	3,6010	4,1259	0,13



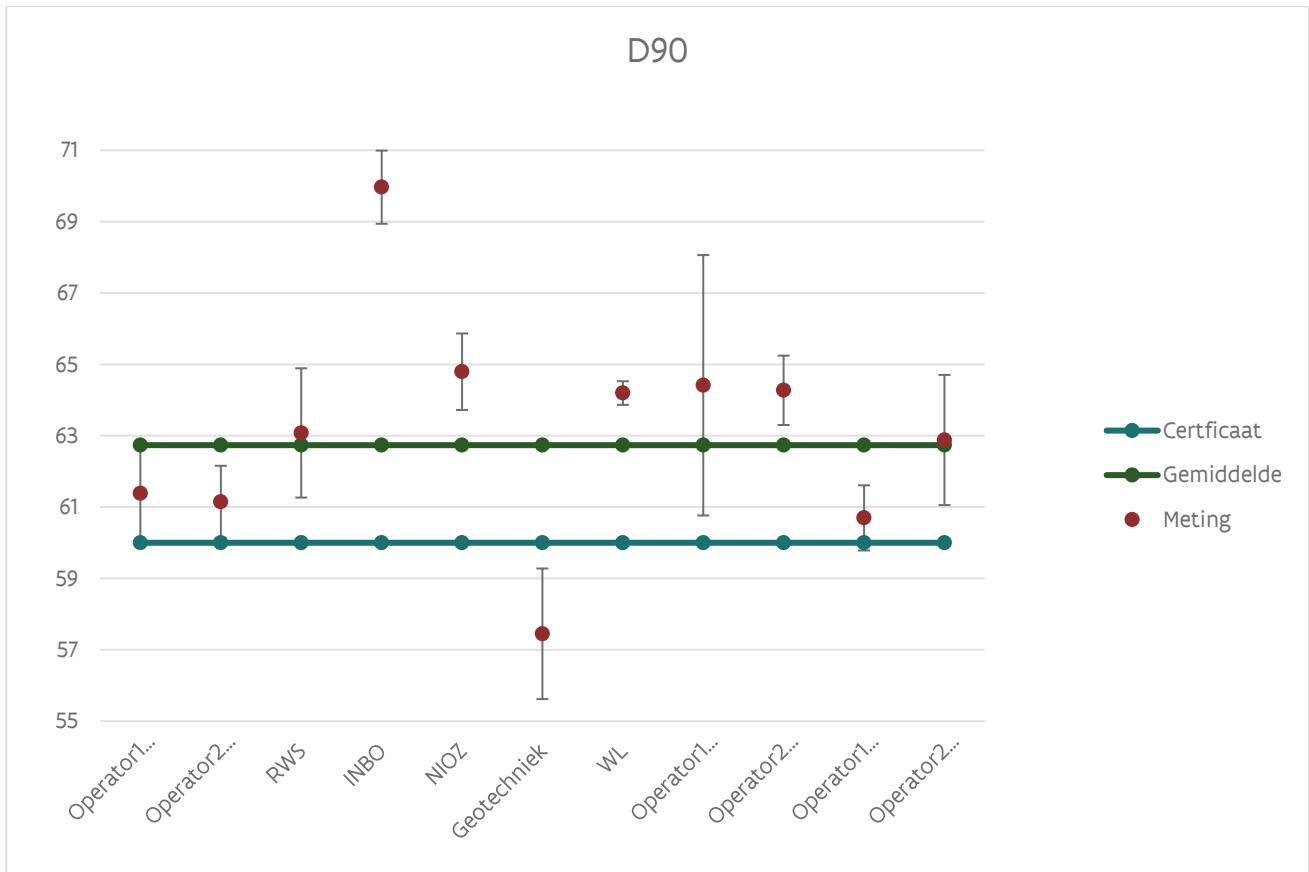
D50

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	23	22,26	20,07	0,45
Operator2 Mastersizer	23	22,26	19,89	0,23
RWS	23	22,26	21,83	1,33
INBO	23	22,26	23,47	0,25
NIOZ	23	22,26	21,11	0,17
Geotechniek	23	22,26	21,22	0,64
WL	23	22,26	22,80	0,29
Operator1 Bettersizer	23	22,26	23,37	0,50
Operator2 Bettersizer	23	22,26	23,40	0,29
Operator1 Bettersizer AS	23	22,26	21,78	0,50
Operator2 Bettersizer AS	23	22,26	22,80	0,69



D90

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	60	62,74	61,39	1,37
Operator2 Mastersizer	60	62,74	61,15	1,01
RWS	60	62,74	63,08	1,81
INBO	60	62,74	69,96	1,03
NIOZ	60	62,74	64,79	1,07
Geotechniek	60	62,74	57,45	1,83
WL	60	62,74	64,20	0,33
Operator1 Bettersizer	60	62,74	64,41	3,65
Operator2 Bettersizer	60	62,74	64,27	0,97
Operator1 Bettersizer AS	60	62,74	60,70	0,91
Operator2 Bettersizer AS	60	62,74	62,88	1,82

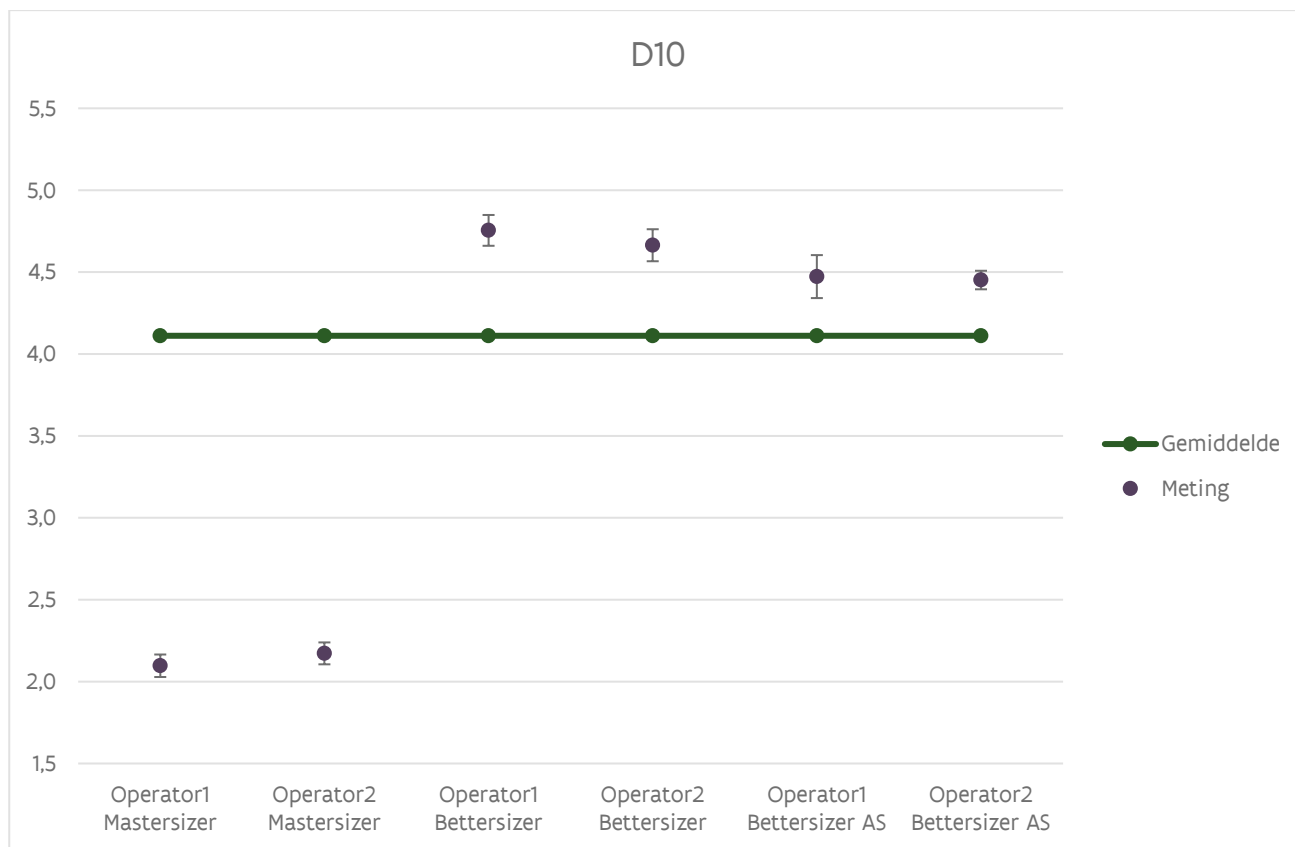


Kwartsmeel M10

D50 = 25,36µm

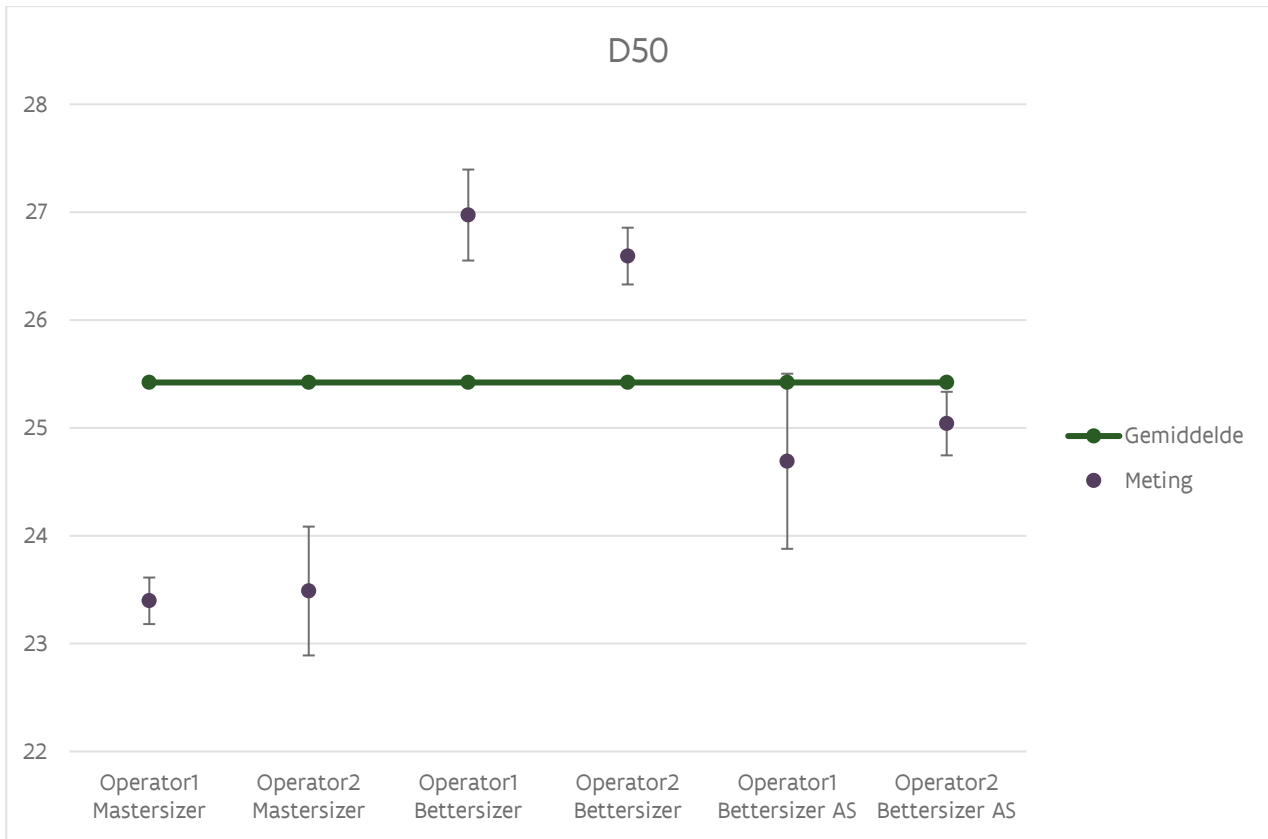
D10

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	4,1114	2,0967	0,07
Operator2 Mastersizer	4,1114	2,1724	0,07
Operator1 Bettersizer	4,1114	4,7548	0,09
Operator2 Bettersizer	4,1114	4,6641	0,10
Operator1 Bettersizer AS	4,1114	4,4727	0,13
Operator2 Bettersizer AS	4,1114	4,4517	0,06



D50

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	25,42	23,40	0,22
Operator2 Mastersizer	25,42	23,49	0,60
Operator1 Bettersizer	25,42	26,97	0,42
Operator2 Bettersizer	25,42	26,59	0,26
Operator1 Bettersizer AS	25,42	24,69	0,81
Operator2 Bettersizer AS	25,42	25,04	0,29



D90

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	78,61	73,98	1,17
Operator2 Mastersizer	78,61	75,44	3,59
Operator1 Bettersizer	78,61	84,22	1,73
Operator2 Bettersizer	78,61	83,24	1,39
Operator1 Bettersizer AS	78,61	75,02	1,67
Operator2 Bettersizer AS	78,61	75,46	1,51

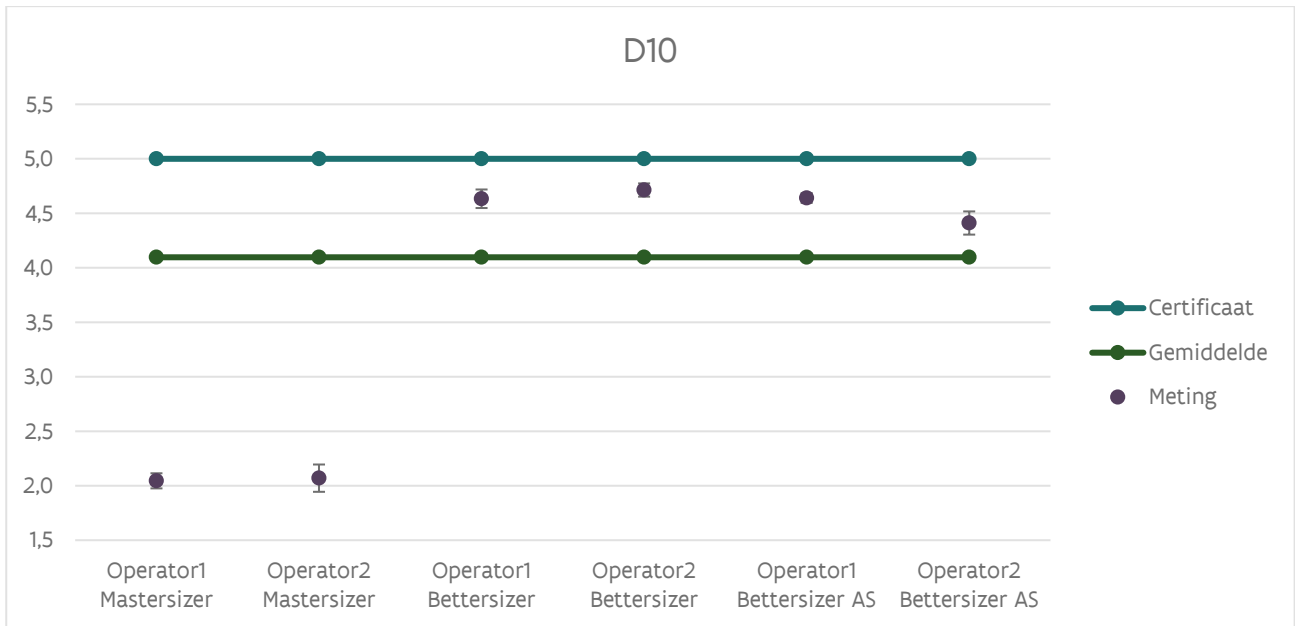


Sibelco M6

Certificaat D10 5µm
D50 30µm
 D90 95µm

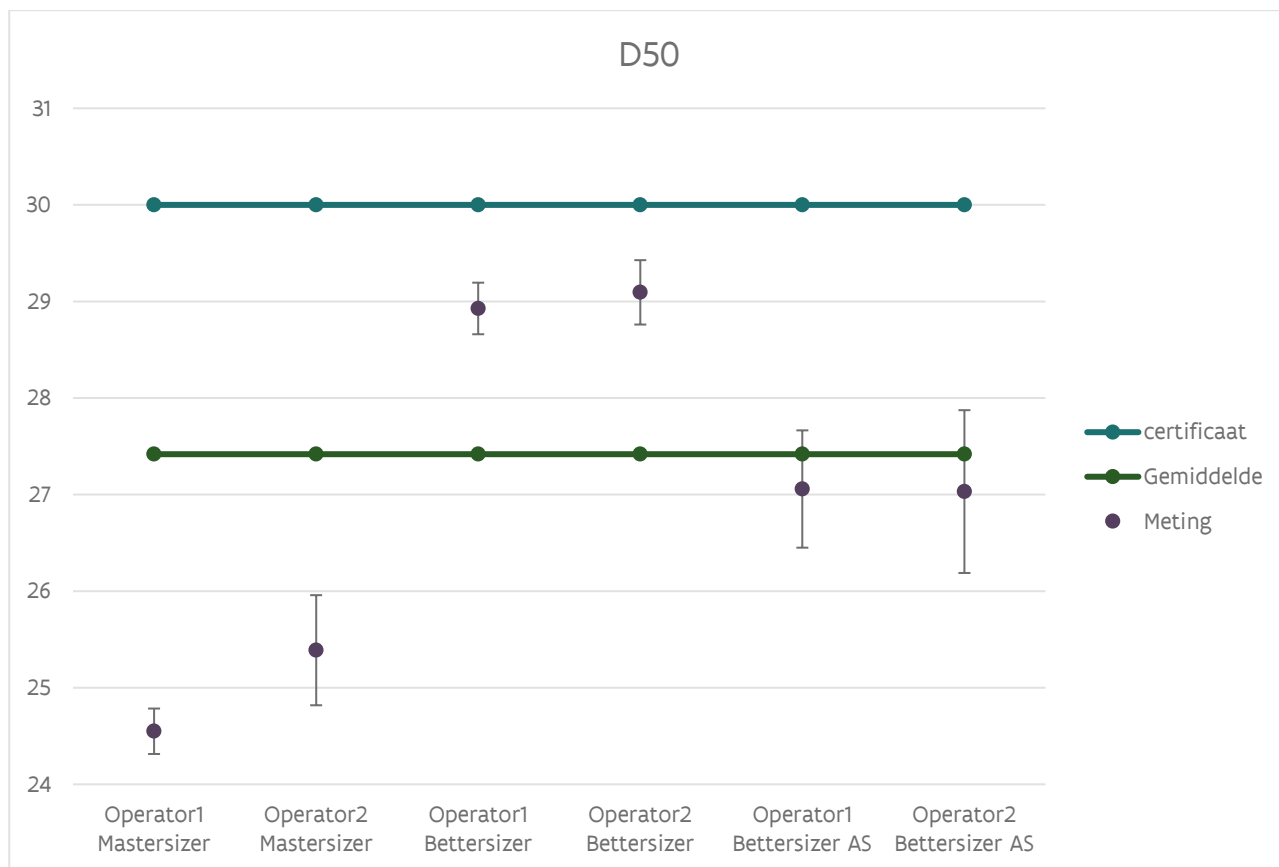
D10

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	5	4,0963	2,0450	0,07
Operator2 Mastersizer	5	4,0963	2,0694	0,13
Operator1 Bettersizer	5	4,0963	4,6335	0,09
Operator2 Bettersizer	5	4,0963	4,7135	0,06
Operator1 Bettersizer AS	5	4,0963	4,6405	0,05
Operator2 Bettersizer AS	5	4,0963	4,4108	0,11



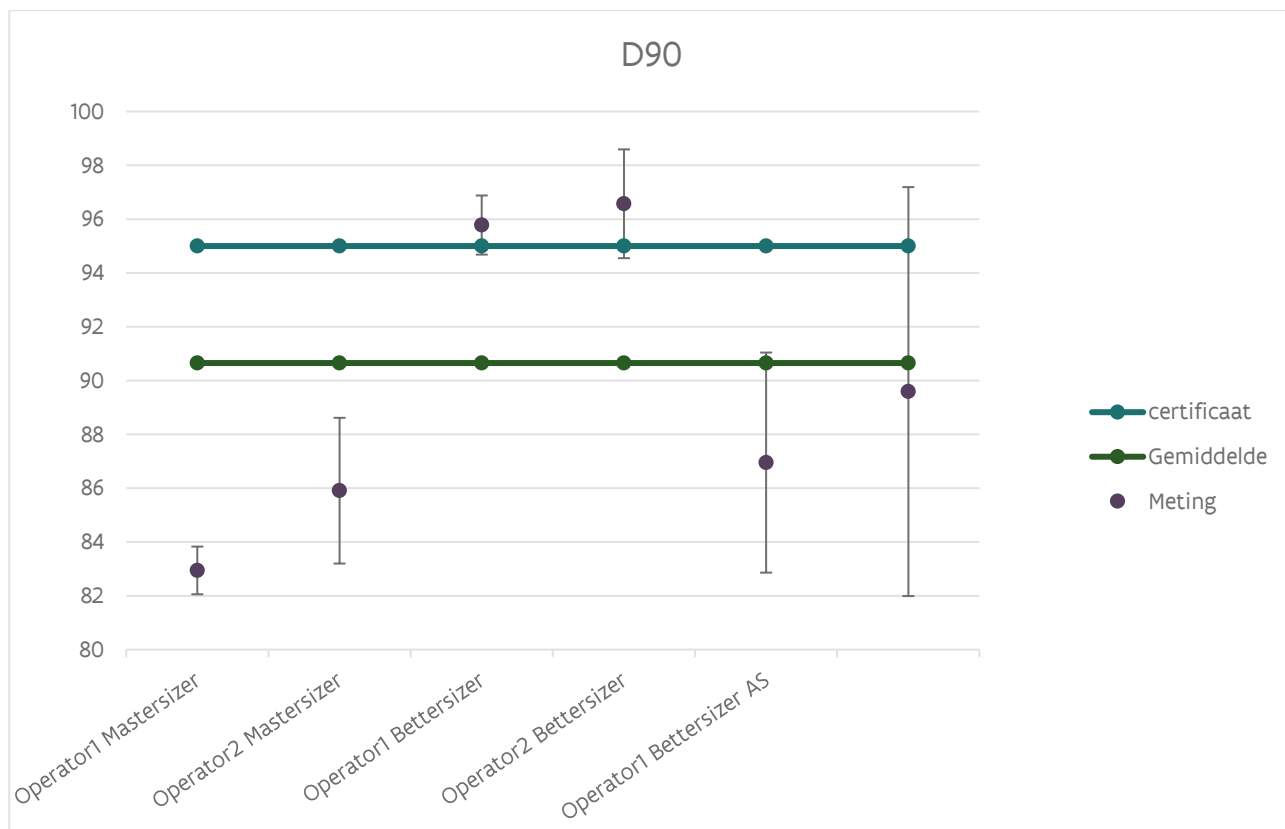
D50

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	30	27,42	24,55	0,24
Operator2 Mastersizer	30	27,42	25,39	0,57
Operator1 Bettersizer	30	27,42	28,93	0,27
Operator2 Bettersizer	30	27,42	29,09	0,33
Operator1 Bettersizer AS	30	27,42	27,06	0,61
Operator2 Bettersizer AS	30	27,42	27,03	0,84



D90

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	95	90,65	82,94	0,89
Operator2 Mastersizer	95	90,65	85,91	2,71
Operator1 Bettersizer	95	90,65	95,78	1,10
Operator2 Bettersizer	95	90,65	96,57	2,02
Operator1 Bettersizer AS	95	90,65	86,95	4,09
Operator2 Bettersizer AS	95	90,65	89,59	7,60



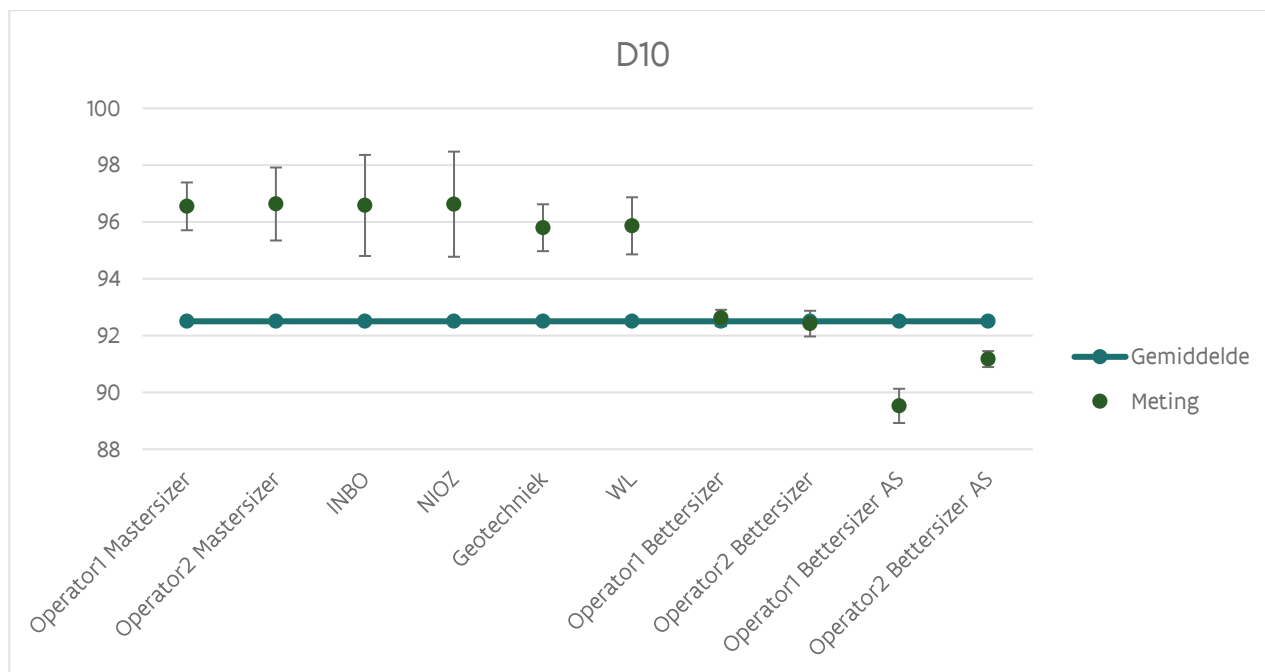
Sibelco AF100

Certificaat **D50 130 μ m**

Opmerking: Metingen door andere labo's uitgevoerd in 2017

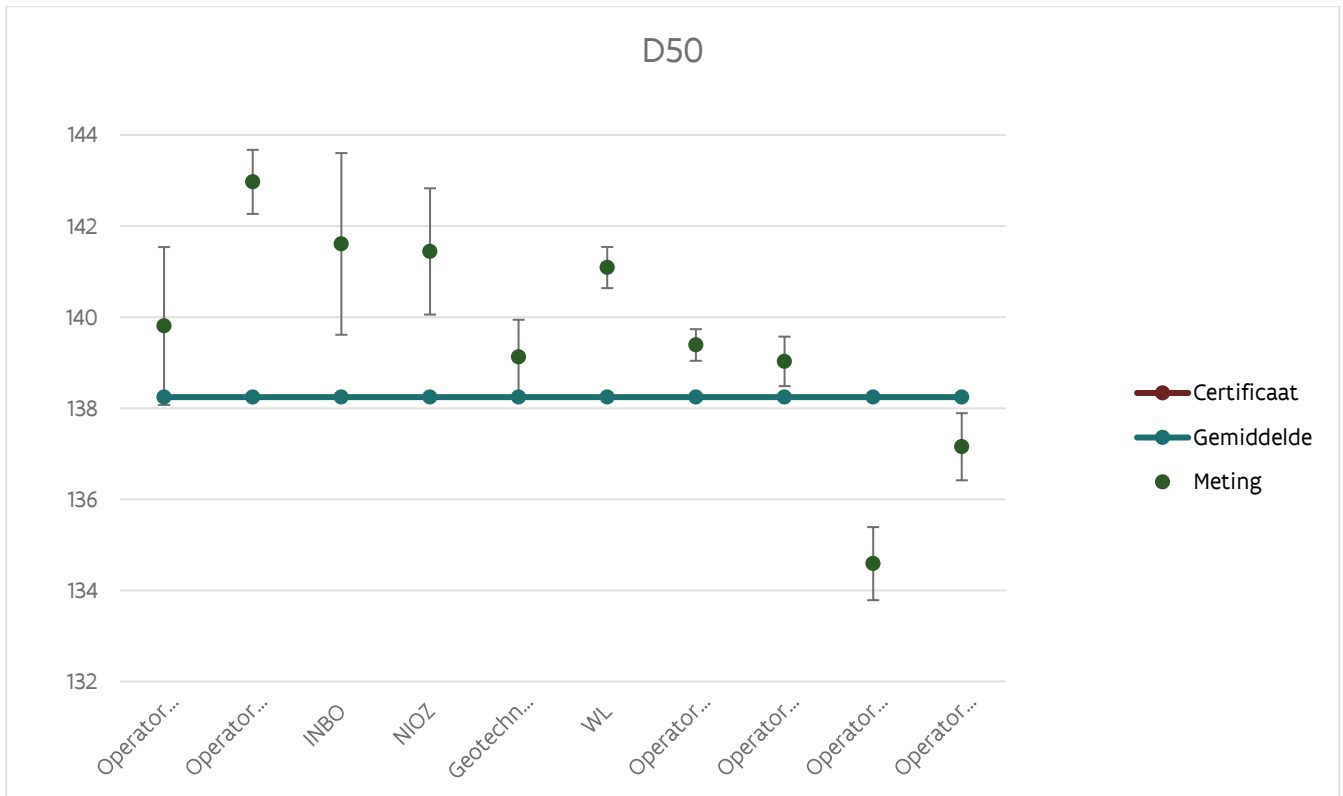
D10

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	92,50	96,55	0,84091
Operator2 Mastersizer	92,50	96,63	1,2851
INBO	92,50	96,58	1,7790
NIOZ	92,50	96,61	1,8503
Geotechniek	92,50	95,80	0,82520
WL	92,50	95,86	1,0049
Operator1 Bettersizer	92,50	92,62	0,28736
Operator2 Bettersizer	92,50	92,42	0,45231
Operator1 Bettersizer AS	92,50	89,53	0,60249
Operator2 Bettersizer AS	92,50	91,17	0,27983



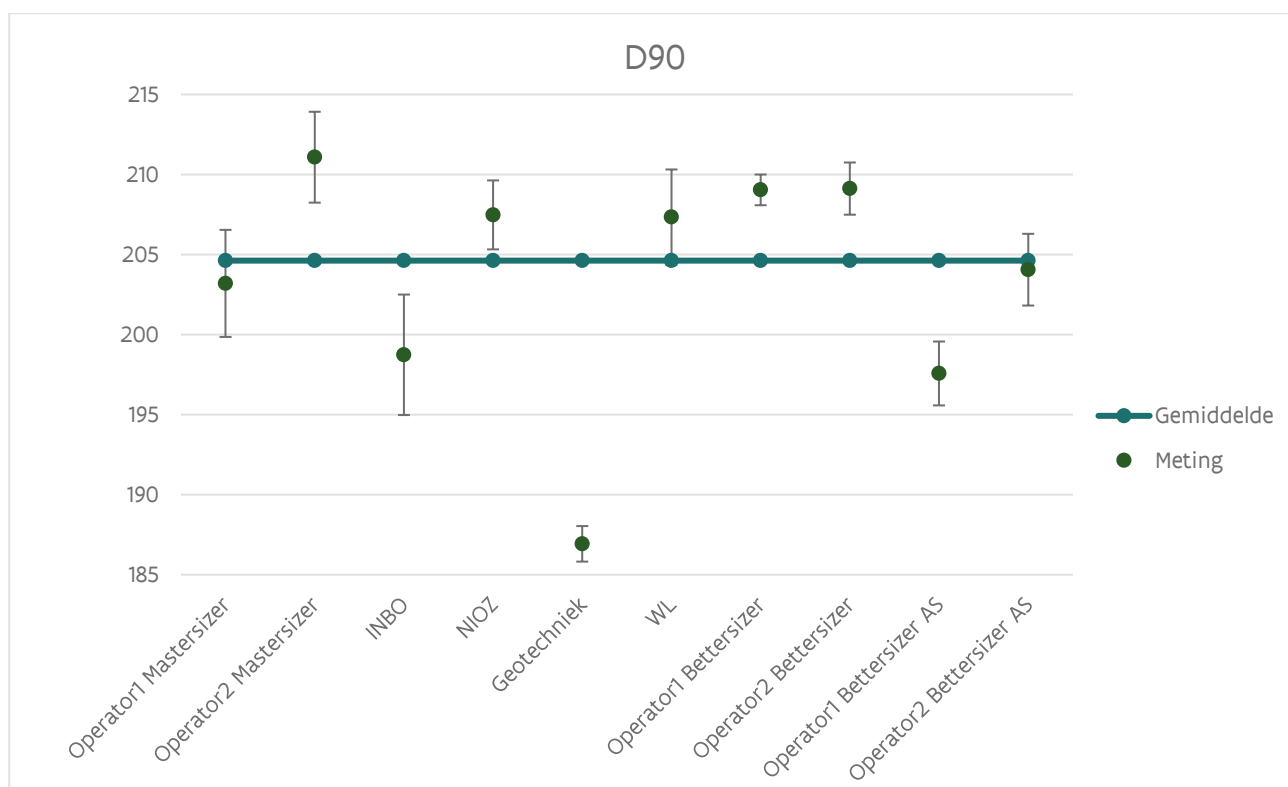
D50

	certificaat	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	130	138,24	139,81	1,7335
Operator2 Mastersizer	130	138,24	142,97	0,70397
INBO	130	138,24	141,61	1,9953
NIOZ	130	138,24	141,45	1,3867
Geotechniek	130	138,24	139,13	0,81591
WL	130	138,24	141,09	0,45213
Operator1 Bettersizer	130	138,24	139,39	0,34785
Operator2 Bettersizer	130	138,24	139,03	0,54375
Operator1 Bettersizer AS	130	138,24	134,59	0,80262
Operator2 Bettersizer AS	130	138,24	137,16	0,73727



D90

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	204,62	203,20	3,3445
Operator2 Mastersizer	204,62	211,08	2,8386
INBO	204,62	198,74	3,7632
NIOZ	204,62	207,48	2,1544
Geotechniek	204,62	186,93	1,1101
WL	204,62	207,34	2,9741
Operator1 Bettersizer	204,62	209,04	0,95940
Operator2 Bettersizer	204,62	209,12	1,6301
Operator1 Bettersizer AS	204,62	197,57	1,9949
Operator2 Bettersizer AS	204,62	204,06	2,2401

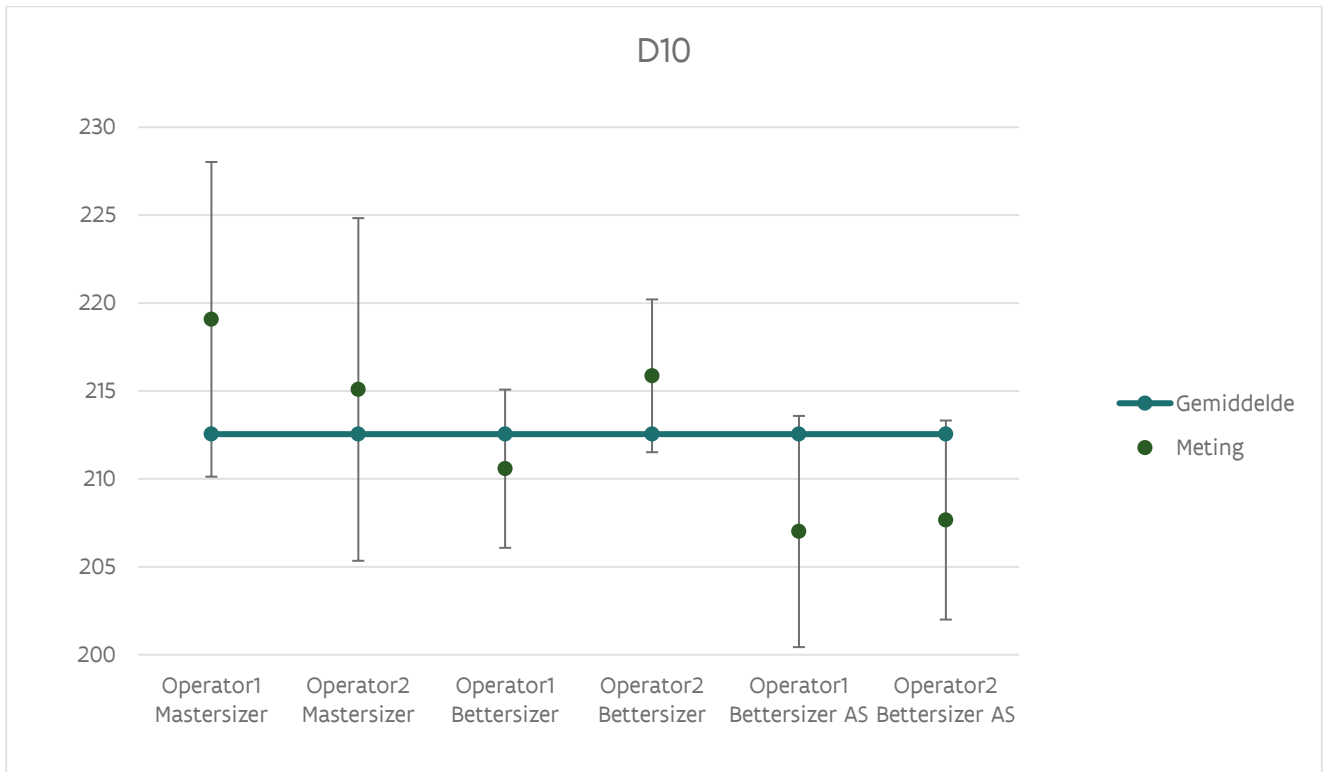


Kwartszand M31

(D50 = 360µm)

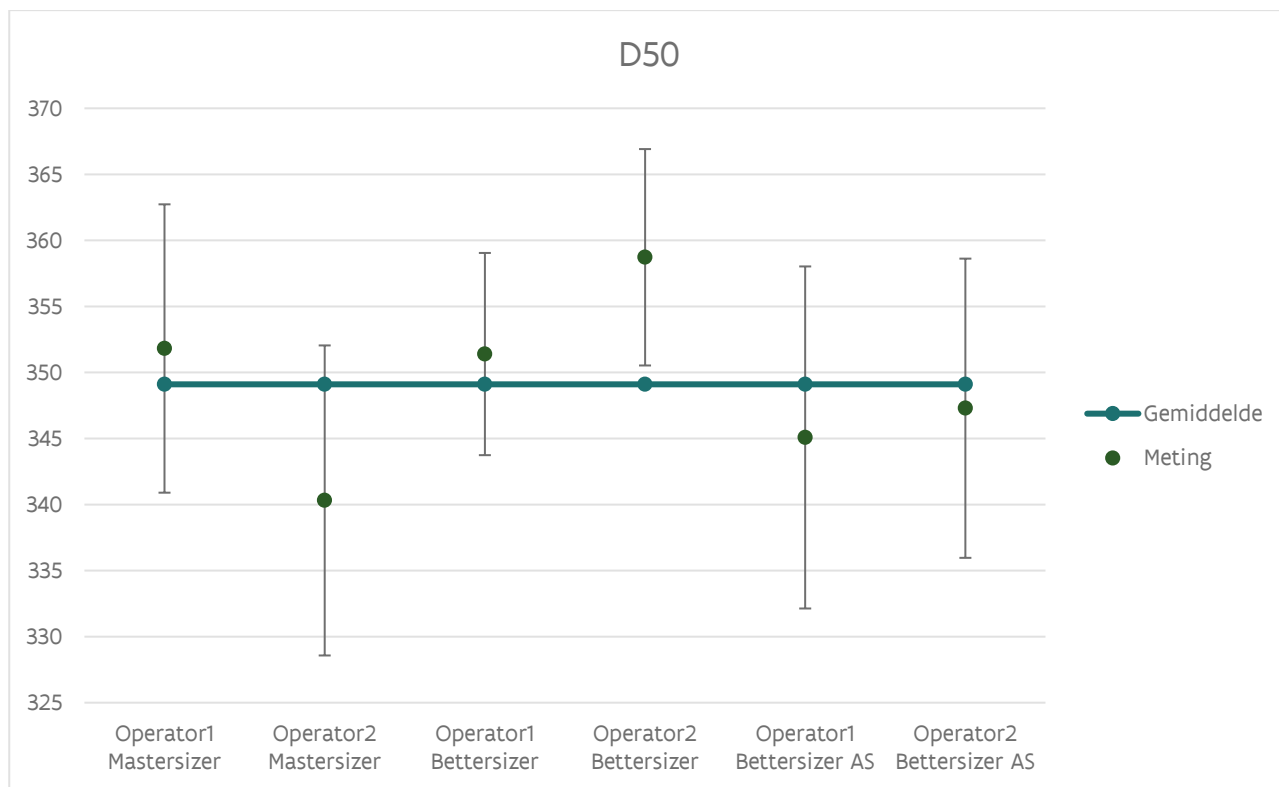
D10

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	212,54	219,07	8,95
Operator2 Mastersizer	212,54	215,09	9,74
Operator1 Bettersizer	212,54	210,58	4,50
Operator2 Bettersizer	212,54	215,86	4,34
Operator1 Bettersizer AS	212,54	207,01	6,57
Operator2 Bettersizer AS	212,54	207,66	5,66



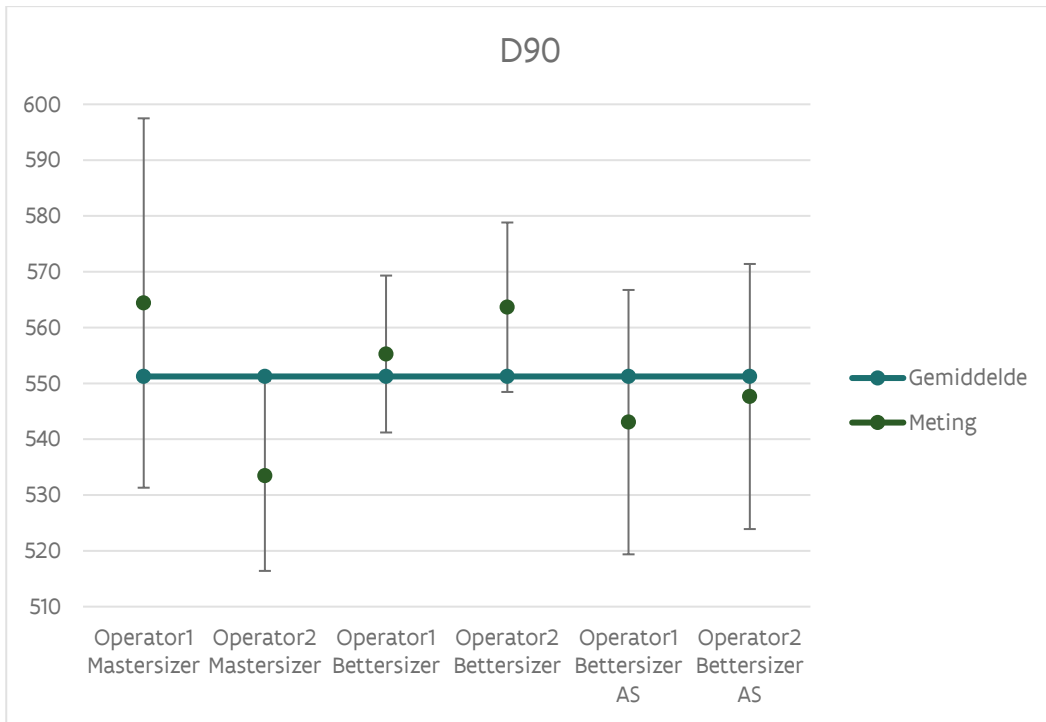
D50

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	349,10	351,81	10,92
Operator2 Mastersizer	349,10	340,31	11,74
Operator1 Bettersizer	349,10	351,40	7,65
Operator2 Bettersizer	349,10	358,72	8,19
Operator1 Bettersizer AS	349,10	345,08	12,95
Operator2 Bettersizer AS	349,10	347,29	11,33



D90

	Gemiddelde	Meting	SD
Operator1 Mastersizer	551,24	564,40	33,09
Operator2 Mastersizer	551,24	533,44	17,04
Operator1 Bettersizer	551,24	555,26	14,06
Operator2 Bettersizer	551,24	563,65	15,18
Operator1 Bettersizer AS	551,24	543,06	23,68
Operator2 Bettersizer AS	551,24	547,65	23,75



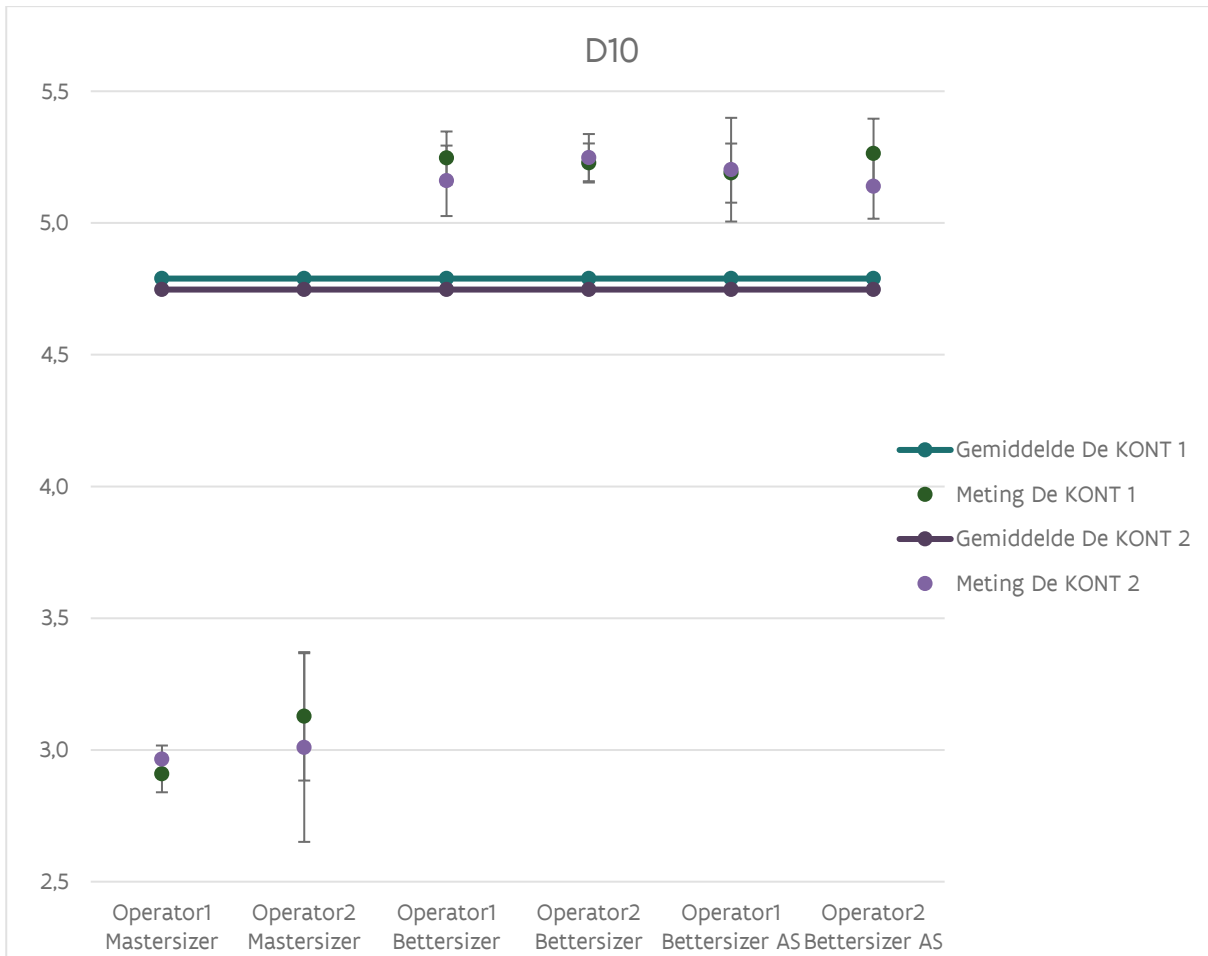
Bijlage 2 Grafieken referentiestalen

Referentiestalen

De Kont 1 en 2

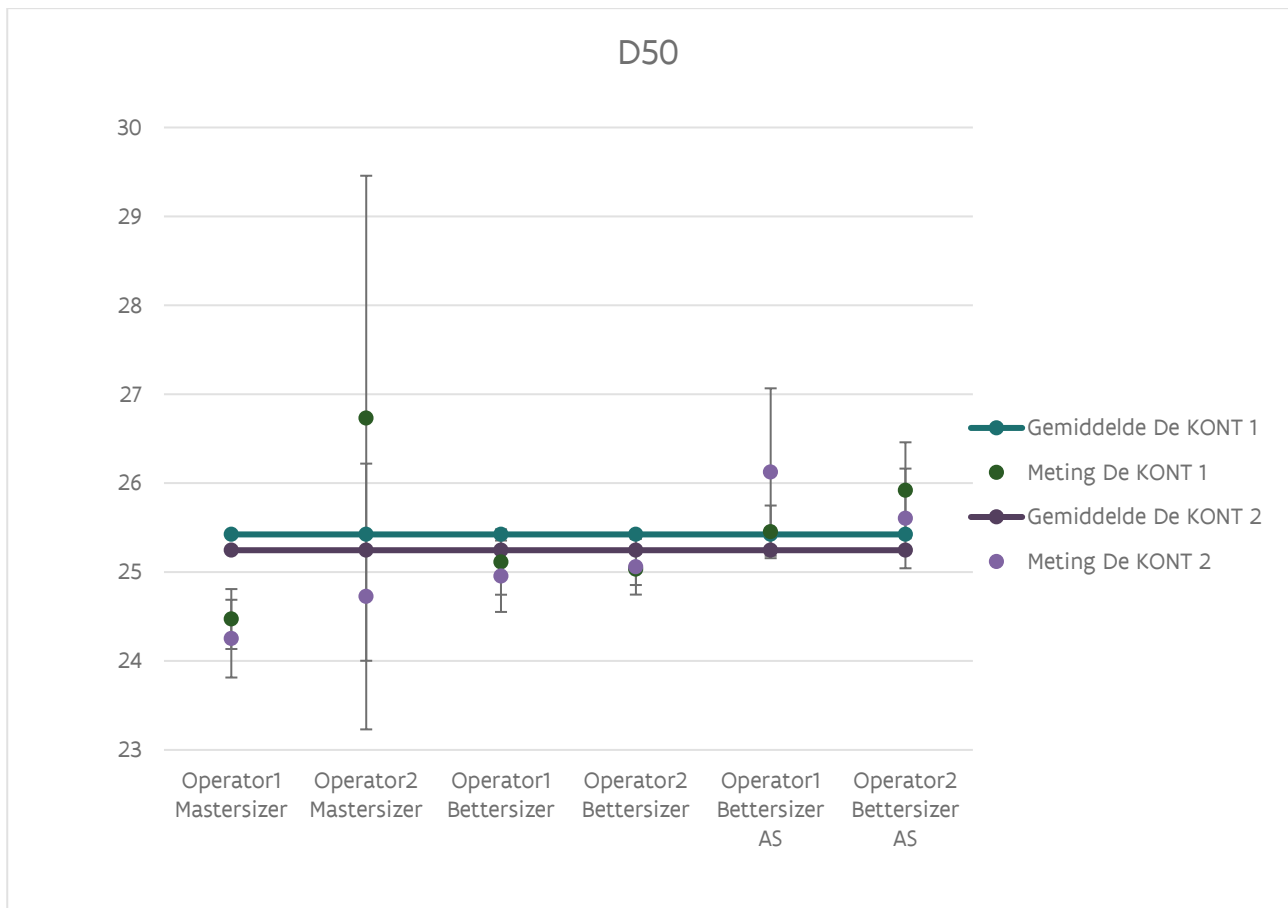
D10

De KONT 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	4,789	2,909	0,07	2,39
Operator2 Mastersizer	4,789	3,128	0,24	7,79
Operator1 Bettersizer	4,789	5,246	0,10	1,69
Operator2 Bettersizer	4,789	5,228	0,07	1,42
Operator1 Bettersizer AS	4,789	5,189	0,11	2,16
Operator2 Bettersizer AS	4,789	5,264	0,13	2,51
De KONT 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	4,747	2,965	0,05	1,76
Operator2 Mastersizer	4,747	3,009	0,36	11,90
Operator1 Bettersizer	4,747	5,160	0,13	2,33
Operator2 Bettersizer	4,747	5,248	0,09	1,71
Operator1 Bettersizer AS	4,747	5,202	0,20	3,78
Operator2 Bettersizer AS	4,747	5,139	0,12	2,40



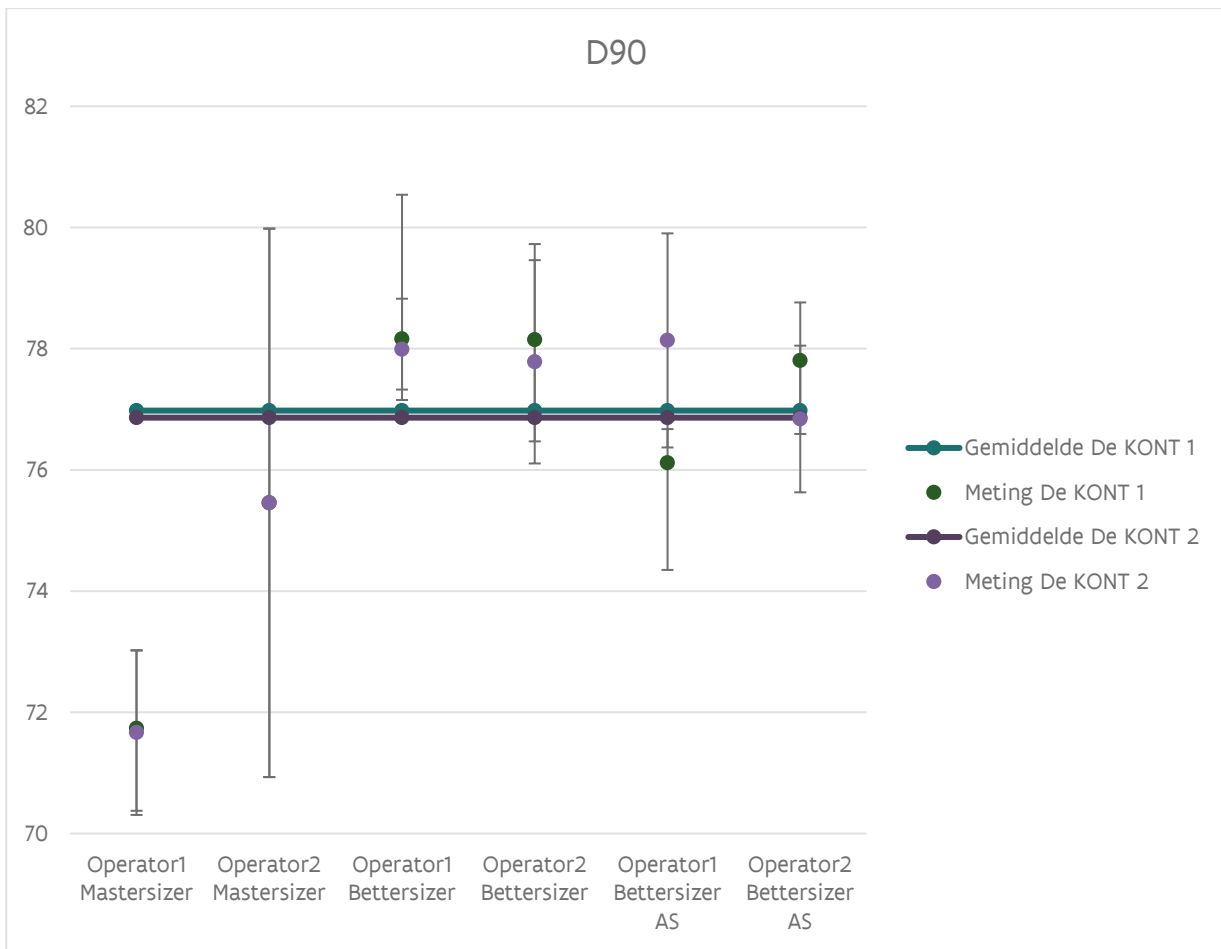
D50

De KONT 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	25,42	24,47	0,34	1,38
Operator2 Mastersizer	25,43	26,73	2,73	10,20
Operator1 Bettersizer	25,42	25,11	0,37	1,16
Operator2 Bettersizer	25,42	25,03	0,18	0,71
Operator1 Bettersizer AS	25,42	25,45	0,30	1,16
Operator2 Bettersizer AS	25,42	25,92	0,54	2,08
De KONT 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	25,25	24,25	0,44	1,80
Operator2 Mastersizer	25,25	24,73	1,49	6,04
Operator1 Bettersizer	25,25	24,95	0,40	1,45
Operator2 Bettersizer	25,25	25,06	0,31	1,25
Operator1 Bettersizer AS	25,25	26,13	0,94	3,60
Operator2 Bettersizer AS	25,25	25,60	0,56	2,19



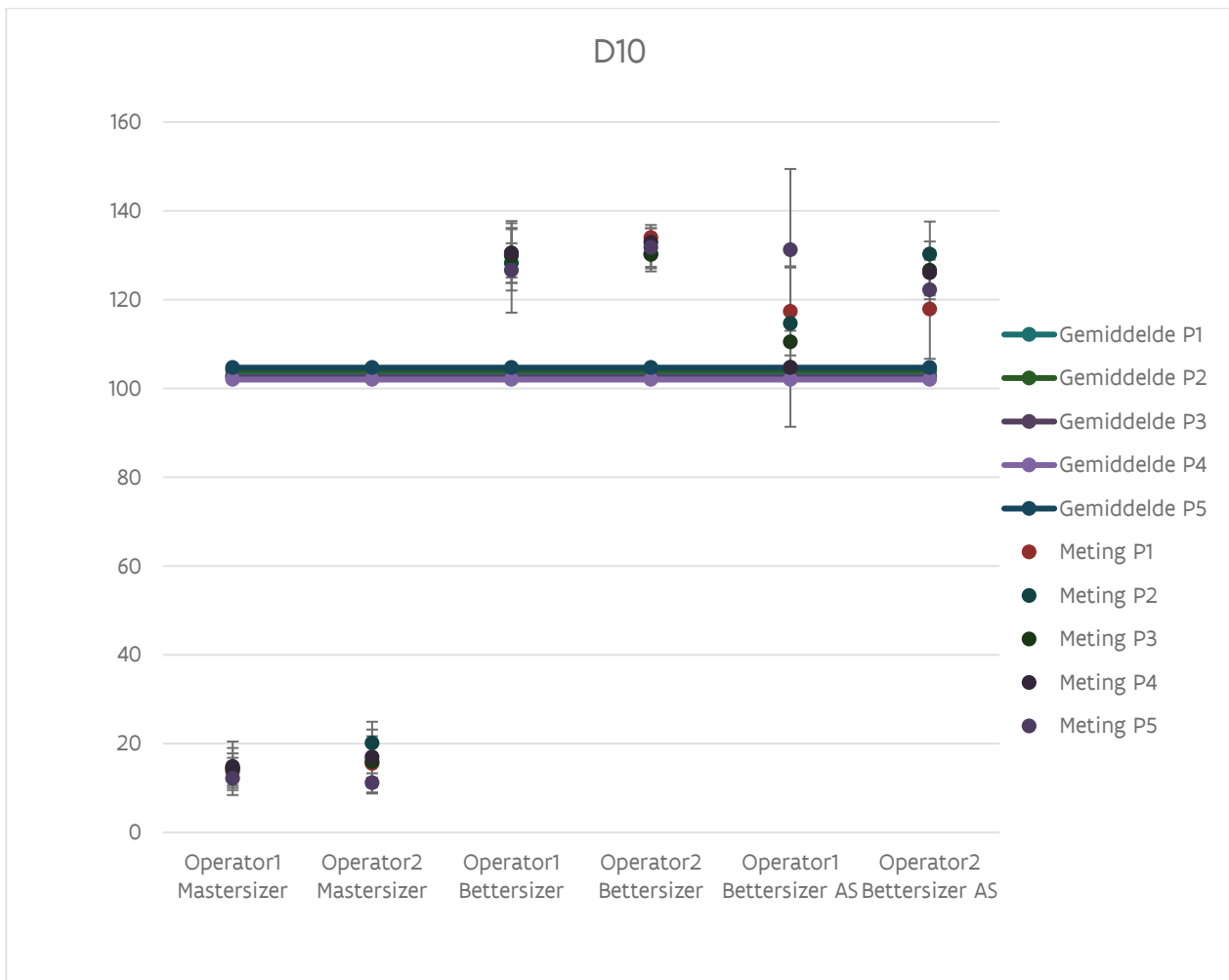
D90

De KONT 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	76,98	71,74	1,28	1,79
Operator2 Mastersizer	76,98	75,46	4,53	7,71
Operator1 Bettersizer	76,98	78,16	2,38	2,57
Operator2 Bettersizer	76,98	78,15	1,58	2,02
Operator1 Bettersizer AS	76,98	76,12	0,56	0,73
Operator2 Bettersizer AS	76,98	77,80	0,96	1,23
De KONT 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	76,86	71,67	1,36	1,90
Operator2 Mastersizer	76,86	75,46	4,53	6,00
Operator1 Bettersizer	76,86	77,99	0,84	1,07
Operator2 Bettersizer	76,86	77,78	1,68	2,16
Operator1 Bettersizer AS	76,86	78,14	1,77	2,26
Operator2 Bettersizer AS	76,86	76,84	1,21	1,57



Paulinapolder D10

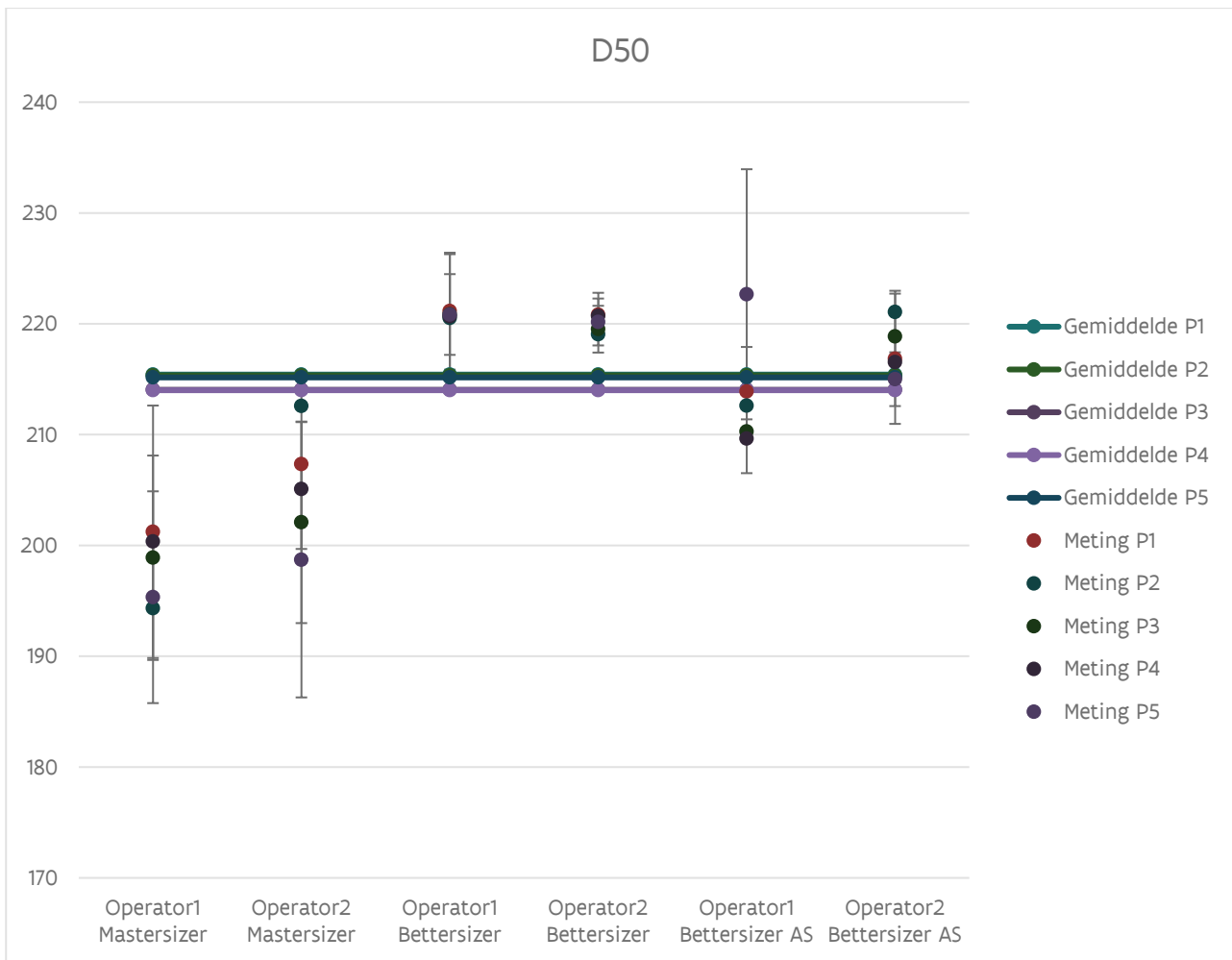
Paulinapolder 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	102,87	13,70	3,10	22,65
Operator2 Mastersizer	102,87	15,49	5,30	34,20
Operator1 Bettersizer	102,87	130,43	5,44	4,17
Operator2 Bettersizer	102,87	133,96	2,87	2,14
Operator1 Bettersizer AS	102,87	117,34	9,90	6,85
Operator2 Bettersizer AS	102,87	117,85	11,18	9,49
Paulinapolder 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	104,09	14,27	4,75	33,25
Operator2 Mastersizer	104,09	20,10	4,82	23,96
Operator1 Bettersizer	104,09	128,24	4,44	3,46
Operator2 Bettersizer	104,09	130,28	3,22	2,47
Operator1 Bettersizer AS	104,09	114,64	12,89	11,24
Operator2 Bettersizer AS	104,09	130,22	7,38	5,67
Paulinapolder 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	102,51	14,43	6,03	41,79
Operator2 Mastersizer	102,51	15,95	7,21	45,18
Operator1 Bettersizer	102,51	129,88	7,82	6,02
Operator2 Bettersizer	102,51	130,18	3,81	2,92
Operator1 Bettersizer AS	102,51	110,45	7,43	6,73
Operator2 Bettersizer AS	102,51	126,60	6,50	5,14
Paulinapolder 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	102,00	14,82	2,97	20,05
Operator2 Mastersizer	102,00	16,99	4,67	27,47
Operator1 Bettersizer	102,00	130,50	6,73	5,15
Operator2 Bettersizer	102,00	132,92	3,19	2,40
Operator1 Bettersizer AS	102,00	104,74	13,37	12,77
Operator2 Bettersizer AS	102,00	126,05	5,08	4,03
Paulinapolder 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	104,68	12,14	2,08	17,15
Operator2 Mastersizer	104,68	11,16	2,14	19,21
Operator1 Bettersizer	104,68	126,61	9,55	7,54
Operator2 Bettersizer	104,68	131,74	4,35	3,30
Operator1 Bettersizer AS	104,68	131,22	18,22	13,89
Operator2 Bettersizer AS	104,68	122,19	3,87	3,16



D50

Paulinapolder 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	215,42	201,23	11,39	5,66
Operator2 Mastersizer	215,42	207,33	7,65	3,69
Operator1 Bettersizer	215,42	221,14	5,28	2,39
Operator2 Bettersizer	215,42	220,81	1,99	0,90
Operator1 Bettersizer AS	215,42	213,89	4,02	1,88
Operator2 Bettersizer AS	215,42	216,85	5,88	2,71
Paulinapolder 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	215,35	194,33	11,56	5,95
Operator2 Mastersizer	215,35	212,58	4,57	2,15
Operator1 Bettersizer	215,35	220,52	3,79	1,72
Operator2 Bettersizer	215,35	219,05	1,72	0,79
Operator1 Bettersizer AS	215,35	212,61	5,97	2,81
Operator2 Bettersizer AS	215,35	221,06	3,38	1,53

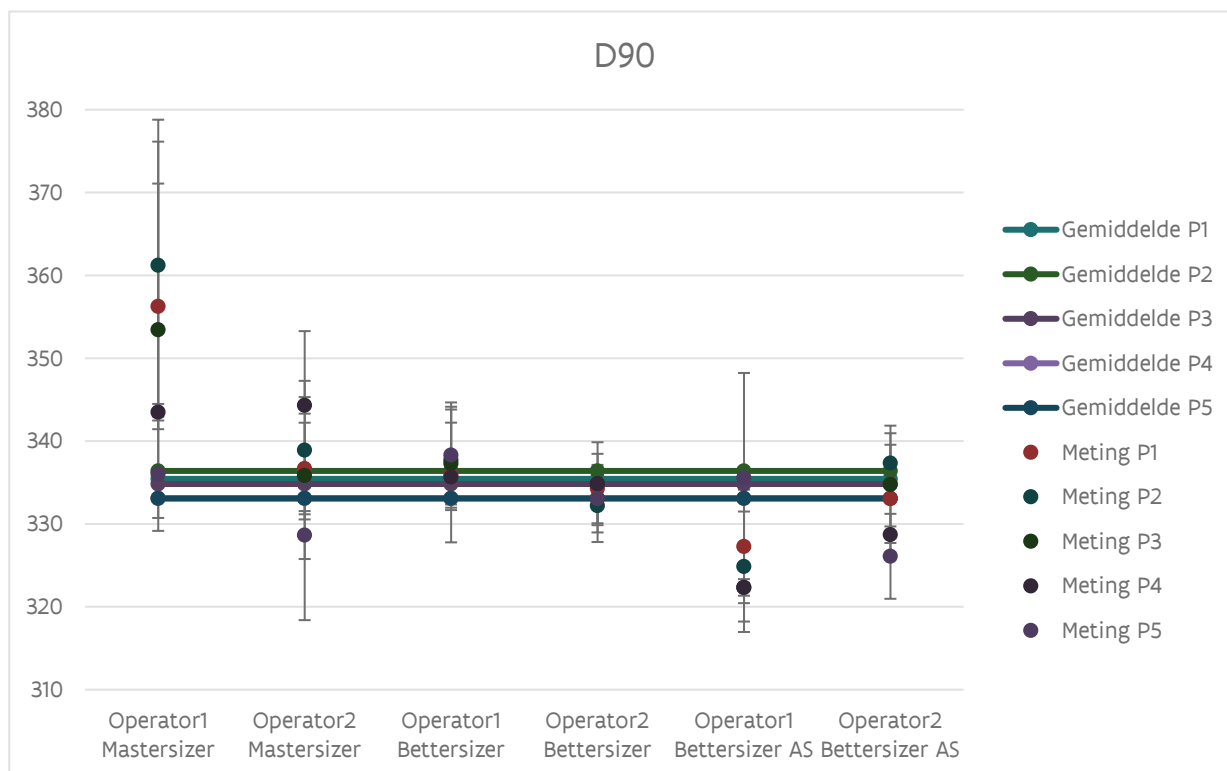
Paulinapolder 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	214,05	198,89	9,22	4,64
Operator2 Mastersizer	214,05	202,08	9,09	4,50
Operator1 Bettersizer	214,05	220,84	3,64	1,65
Operator2 Bettersizer	214,05	219,52	2,11	0,96
Operator1 Bettersizer AS	214,05	210,28	3,75	1,78
Operator2 Bettersizer AS	214,05	218,85	4,13	1,89
Paulinapolder 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	214,00	200,35	10,52	5,25
Operator2 Mastersizer	214,00	205,08	7,86	3,83
Operator1 Bettersizer	214,00	220,67	4,78	2,17
Operator2 Bettersizer	214,00	220,70	2,35	1,07
Operator1 Bettersizer AS	214,00	209,64	4,62	2,20
Operator2 Bettersizer AS	214,00	216,54	3,50	1,61
Paulinapolder 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	215,16	195,33	9,56	4,89
Operator2 Mastersizer	215,16	198,71	12,42	6,25
Operator1 Bettersizer	215,16	220,83	5,45	2,47
Operator2 Bettersizer	215,16	220,17	2,12	0,96
Operator1 Bettersizer AS	215,16	222,66	11,28	5,07
Operator2 Bettersizer AS	215,16	215,00	2,43	1,13



D90

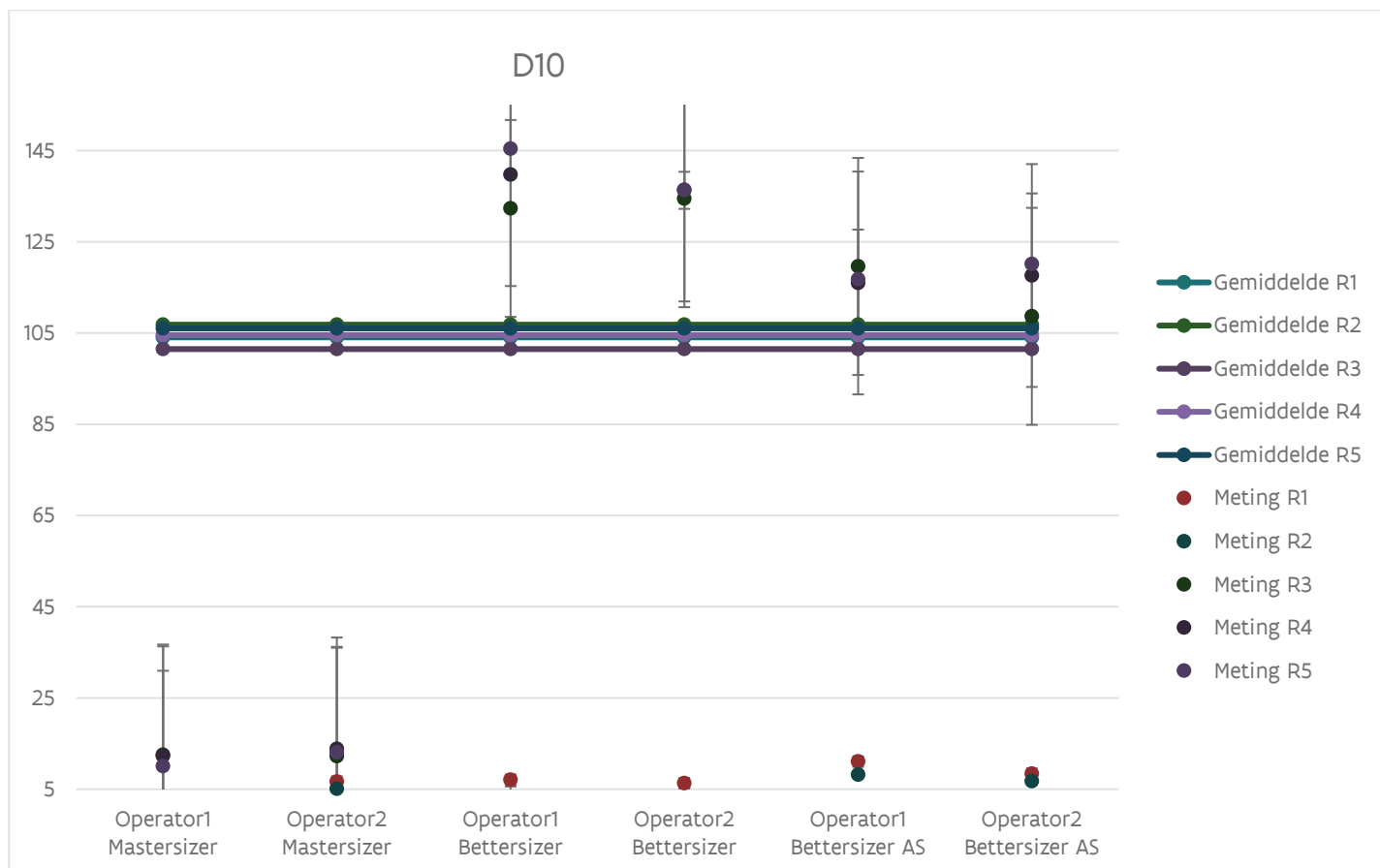
Paulinapolder 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	335,44	356,26	14,82	4,16
Operator2 Mastersizer	335,44	336,69	5,53	1,64
Operator1 Bettersizer	335,44	335,96	8,18	2,44
Operator2 Bettersizer	335,44	334,28	4,19	1,25
Operator1 Bettersizer AS	335,44	327,29	6,85	2,09
Operator2 Bettersizer AS	335,44	333,05	6,51	1,95
Paulinapolder 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	336,40	361,23	17,56	4,86
Operator2 Mastersizer	336,40	338,91	8,36	2,47
Operator1 Bettersizer	336,40	337,74	6,07	1,80
Operator2 Bettersizer	336,40	332,21	4,40	1,32
Operator1 Bettersizer AS	336,40	324,86	6,64	2,04
Operator2 Bettersizer AS	336,40	337,35	4,52	1,34

Paulinapolder 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	334,82	353,44	19,14	5,41
Operator2 Mastersizer	334,82	335,83	6,10	1,82
Operator1 Bettersizer	334,82	337,29	6,41	1,90
Operator2 Bettersizer	334,82	334,86	4,91	1,46
Operator1 Bettersizer AS	334,82	322,34	5,38	1,67
Operator2 Bettersizer AS	334,82	334,76	6,30	1,88
Paulinapolder 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	333,07	343,49	22,71	6,61
Operator2 Mastersizer	333,07	344,31	17,44	5,07
Operator1 Bettersizer	333,07	335,68	4,94	1,47
Operator2 Bettersizer	333,07	334,87	5,01	1,49
Operator1 Bettersizer AS	333,07	322,34	5,38	1,67
Operator2 Bettersizer AS	333,07	328,70	6,19	1,88
Paulinapolder 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	333,09	336,06	6,89	2,05
Operator2 Mastersizer	333,09	328,66	2,89	0,88
Operator1 Bettersizer	333,09	338,32	6,35	1,88
Operator2 Bettersizer	333,09	333,05	4,08	1,22
Operator1 Bettersizer AS	333,09	335,56	12,66	3,77
Operator2 Bettersizer AS	333,09	326,10	5,13	1,57



Ritthem D10

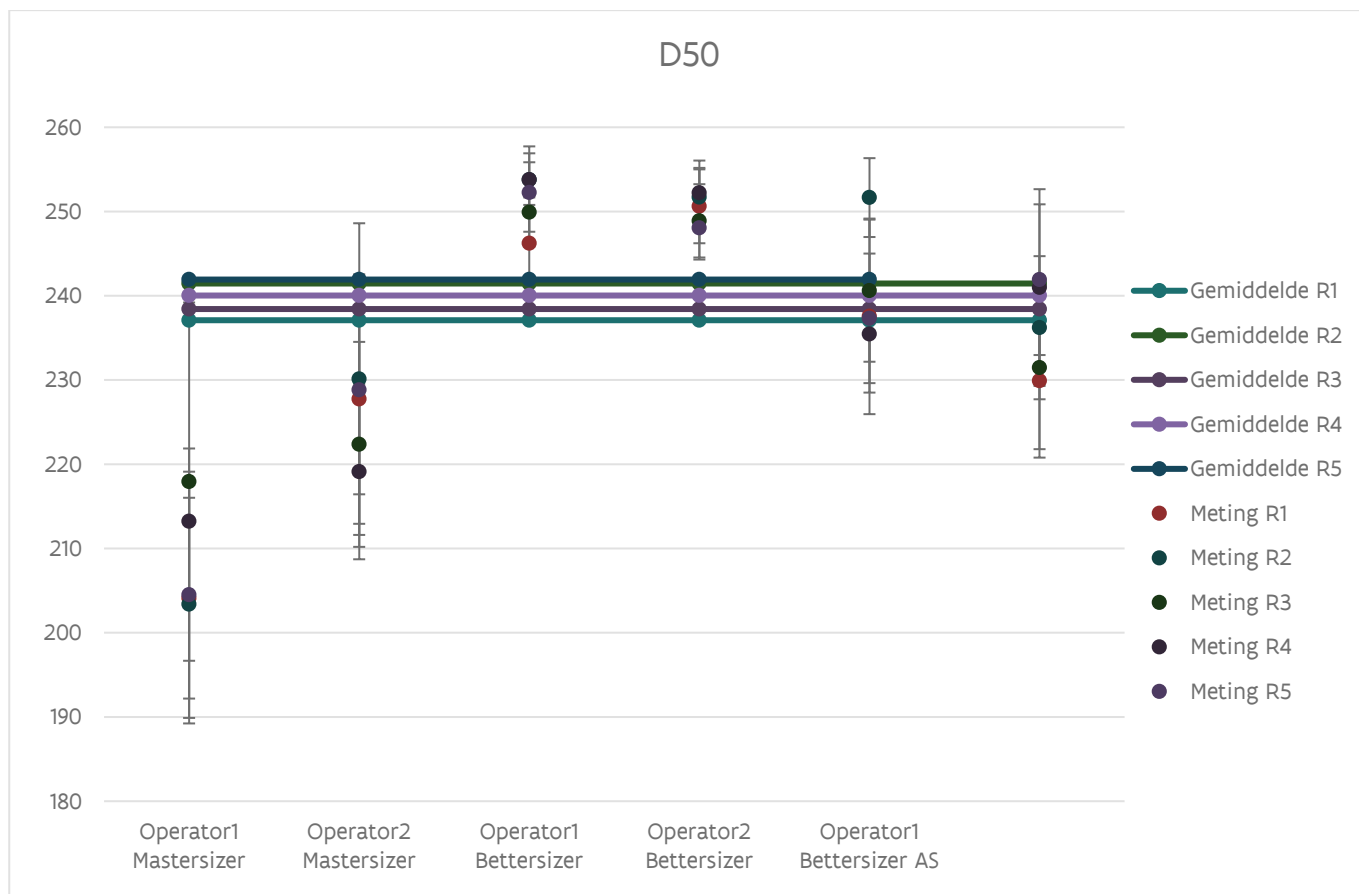
Ritthem 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	104,05	10,12	2,38	23,53
Operator2 Mastersizer	104,05	15,64	6,66	42,59
Operator1 Bettersizer	104,05	139,51	7,08	5,07
Operator2 Bettersizer	104,05	133,95	6,33	4,72
Operator1 Bettersizer AS	104,05	122,58	11,07	9,03
Operator2 Bettersizer AS	104,05	111,36	8,41	7,55
Ritthem 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	106,83	11,37	3,96	34,82
Operator2 Mastersizer	106,83	15,47	5,09	32,90
Operator1 Bettersizer	106,83	133,89	4,99	3,73
Operator2 Bettersizer	106,83	136,11	4,73	3,48
Operator1 Bettersizer AS	106,83	131,44	8,19	6,23
Operator2 Bettersizer AS	106,83	119,30	6,75	5,66
Ritthem 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	101,48	12,53	3,29	26,29
Operator2 Mastersizer	101,48	12,24	4,05	33,07
Operator1 Bettersizer	101,48	132,33	7,48	5,65
Operator2 Bettersizer	101,48	134,45	4,82	3,59
Operator1 Bettersizer AS	101,48	119,60	9,41	7,87
Operator2 Bettersizer AS	101,48	108,66	8,48	7,81
Ritthem 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	104,55	12,29	1,67	13,62
Operator2 Mastersizer	104,55	13,83	6,78	49,04
Operator1 Bettersizer	104,55	139,73	6,07	4,35
Operator2 Bettersizer	104,55	136,36	4,88	3,58
Operator1 Bettersizer AS	104,55	115,97	8,95	7,72
Operator2 Bettersizer AS	104,55	117,61	12,54	10,66
Ritthem 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	106,03	10,04	3,67	36,53
Operator2 Mastersizer	106,03	13,05	1,97	15,09
Operator1 Bettersizer	106,03	145,40	8,45	5,81
Operator2 Bettersizer	106,03	136,28	3,50	2,57
Operator1 Bettersizer AS	106,03	116,77	8,14	6,97
Operator2 Bettersizer AS	106,03	120,13	7,97	6,63



D50

Ritthem 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	237,10	204,10	11,92	5,84
Operator2 Mastersizer	237,10	227,74	14,81	6,50
Operator1 Bettersizer	237,10	246,22	4,56	1,85
Operator2 Bettersizer	237,10	250,62	4,38	1,75
Operator1 Bettersizer AS	237,10	237,56	11,61	4,89
Operator2 Bettersizer AS	237,10	229,91	8,12	3,53
Ritthem 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	241,46	203,38	14,14	6,95
Operator2 Mastersizer	241,46	230,11	18,50	8,04
Operator1 Bettersizer	241,46	253,76	2,09	0,82
Operator2 Bettersizer	241,46	251,70	3,48	1,38
Operator1 Bettersizer AS	241,46	251,66	4,68	1,86
Operator2 Bettersizer AS	241,46	236,21	8,50	3,60

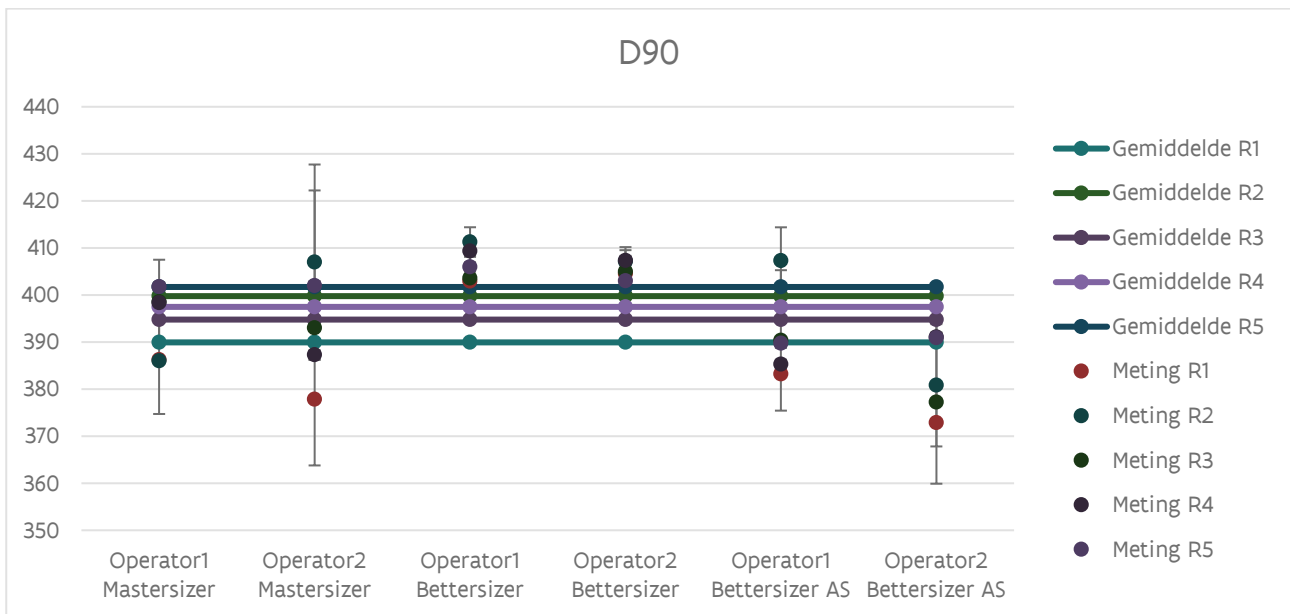
Ritthem 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	238,42	217,94	21,26	9,76
Operator2 Mastersizer	238,42	222,36	12,17	5,47
Operator1 Bettersizer	238,42	249,92	4,05	1,62
Operator2 Bettersizer	238,42	248,90	4,35	1,75
Operator1 Bettersizer AS	238,42	240,61	8,44	3,51
Operator2 Bettersizer AS	238,42	231,46	10,67	4,61
Ritthem 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	240,03	213,23	8,64	4,05
Operator2 Mastersizer	240,03	219,12	10,40	4,75
Operator1 Bettersizer	240,03	253,77	3,96	1,56
Operator2 Bettersizer	240,03	252,21	3,84	1,52
Operator1 Bettersizer AS	240,03	235,46	6,95	2,95
Operator2 Bettersizer AS	240,03	240,98	11,68	4,85
Ritthem 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	241,92	204,50	14,62	7,15
Operator2 Mastersizer	241,92	228,83	12,39	5,42
Operator1 Bettersizer	241,92	252,26	4,66	1,85
Operator2 Bettersizer	241,92	248,05	3,75	1,51
Operator1 Bettersizer AS	241,92	237,32	7,69	3,24
Operator2 Bettersizer AS	241,92	241,91	8,95	3,70



D90

Ritthem 1	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	389,93	386,23	13,72	3,55
Operator2 Mastersizer	389,93	377,82	15,46	4,09
Operator1 Bettersizer	389,93	402,94	4,53	1,12
Operator2 Bettersizer	389,93	404,55	5,27	1,30
Operator1 Bettersizer AS	389,93	383,20	15,05	3,93
Operator2 Bettersizer AS	389,93	372,87	14,30	3,83
Ritthem 2	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	399,76	385,98	11,27	2,92
Operator2 Mastersizer	399,76	406,97	20,76	5,10
Operator1 Bettersizer	399,76	411,26	3,14	0,76
Operator2 Bettersizer	399,76	407,13	2,41	0,59
Operator1 Bettersizer AS	399,76	407,28	7,11	1,75
Operator2 Bettersizer AS	399,76	380,81	12,99	3,41

Ritthem 3	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	394,78	398,54	8,95	2,25
Operator2 Mastersizer	394,78	393,00	29,22	7,44
Operator1 Bettersizer	394,78	403,57	5,48	1,36
Operator2 Bettersizer	394,78	404,97	5,21	1,29
Operator1 Bettersizer AS	394,78	390,35	14,92	3,82
Operator2 Bettersizer AS	394,78	377,23	17,33	4,59
Ritthem 4	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	397,48	398,35	8,28	2,08
Operator2 Mastersizer	397,48	387,29	6,77	1,75
Operator1 Bettersizer	397,48	409,32	3,82	0,93
Operator2 Bettersizer	397,48	407,32	4,80	1,18
Operator1 Bettersizer AS	397,48	385,27	10,59	2,75
Operator2 Bettersizer AS	397,48	391,07	19,57	5,00
Ritthem 5	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Operator1 Mastersizer	401,71	401,74	20,93	5,21
Operator2 Mastersizer	401,71	401,97	23,17	5,76
Operator1 Bettersizer	401,71	405,96	6,30	1,55
Operator2 Bettersizer	401,71	403,00	4,06	1,01
Operator1 Bettersizer AS	401,71	389,75	10,90	2,80
Operator2 Bettersizer AS	401,71	390,88	15,47	3,96



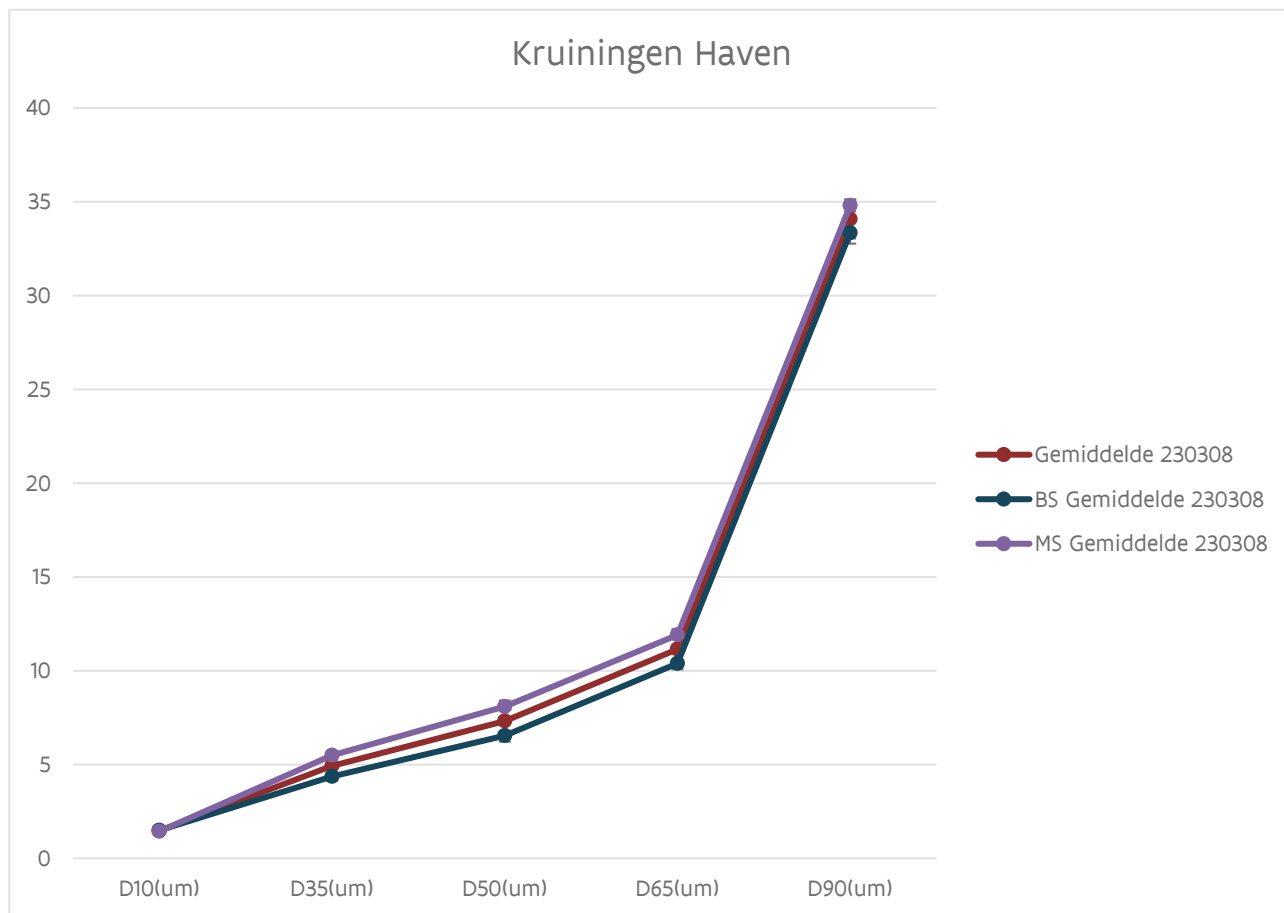
Bijlage 3 Grafieken Terreinstalen

3.1 Waterstalen

Kruiningen Haven

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	1,4940	4,369	6,543	10,390	33,350
SD	0,00	0,01	0,02	0,05	0,58
Gemiddelde MS	1,4390	5,495	8,094	11,909	34,810
SD	0,00	0,01	0,02	0,05	0,32
Gemiddelde BS en MS	1,4665	4,932	7,319	11,150	34,080
SD	0,04	0,80	1,10	1,07	1,03
CV%	2,65	16,14	14,99	9,63	3,03

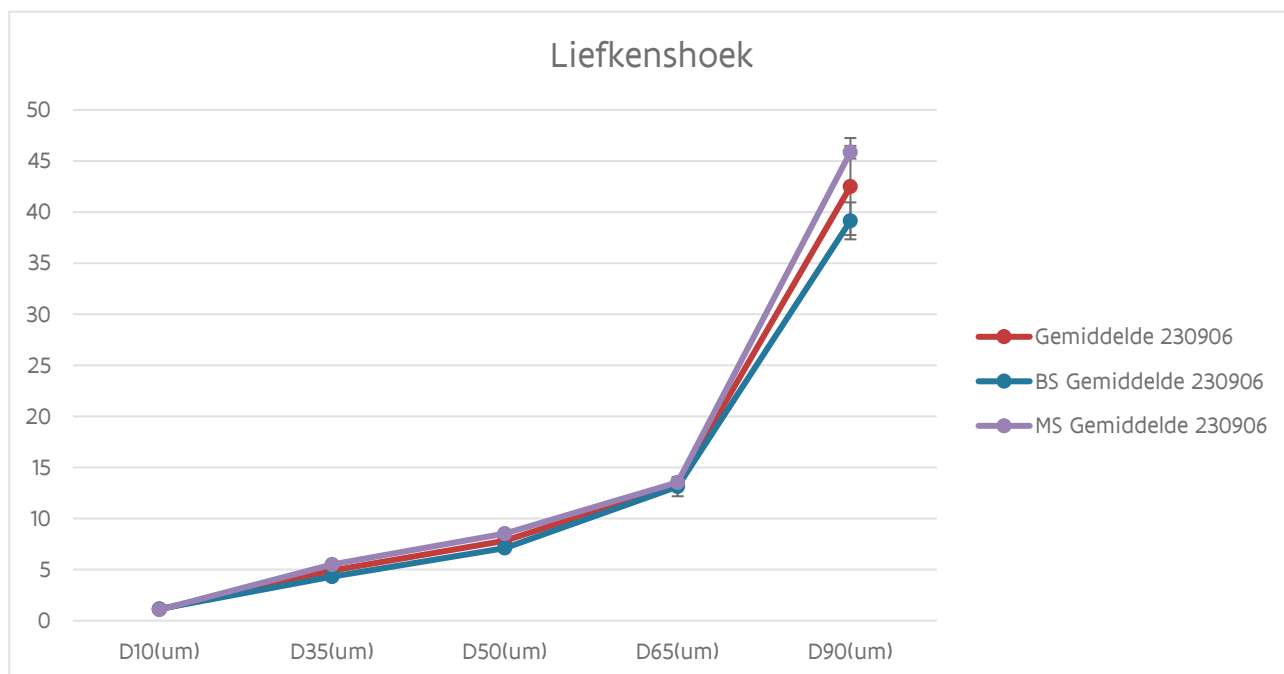
Obscuratie > 10%



Liefkenshoek

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	1,1438	4,311	7,106	13,123	39,141
SD	0,03	0,12	0,25	0,94	1,81
Gemiddelde MS	1,0710	5,5	8,526	13,540	45,858
SD	0,02	0,01	0,02	0,05	0,62
Gemiddelde BS en MS	1,1074	4,905	7,816	13,331	42,500
SD	0,05	0,84	1,00	0,30	4,75
CV%	4,65	17,14	12,85	2,21	11,18

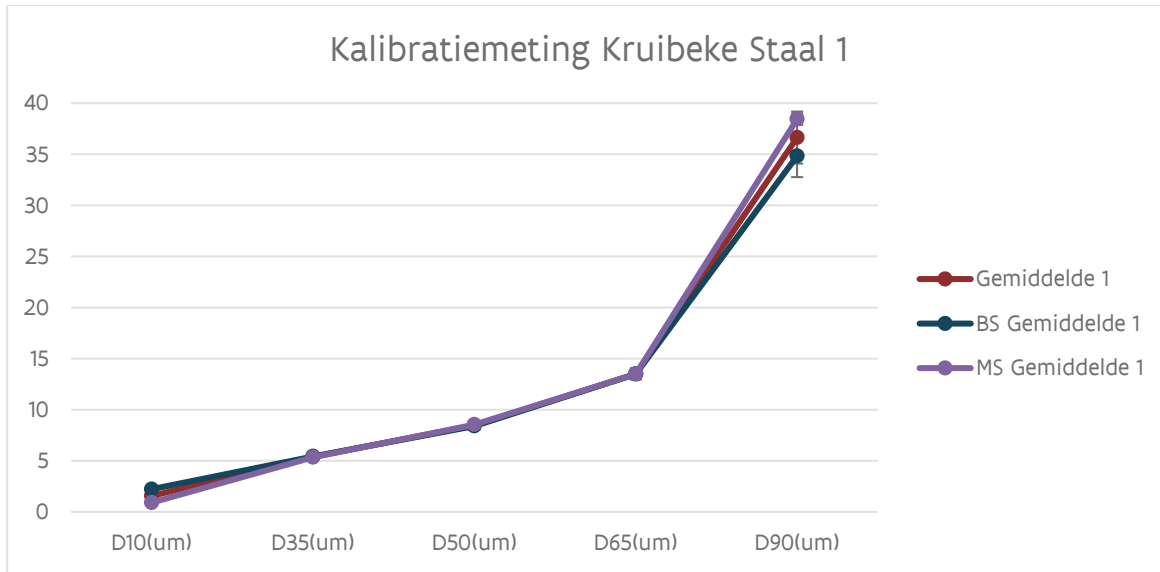
Obscuratie > 10%



Kalibratiemeting Kruibeke – staal 1

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	2,2240	5,429	8,406	13,500	34,840
SD	0,28	0,25	0,37	0,55	2,07
Gemiddelde MS	0,9080	5,347	8,544	13,493	38,443
SD	0,04	0,04	0,04	0,03	0,57
Gemiddelde BS en MS	1,5660	5,388	8,475	13,497	36,642
SD	0,93	0,06	0,10	0,00	2,55
CV%	59,42	1,08	1,15	0,04	6,95

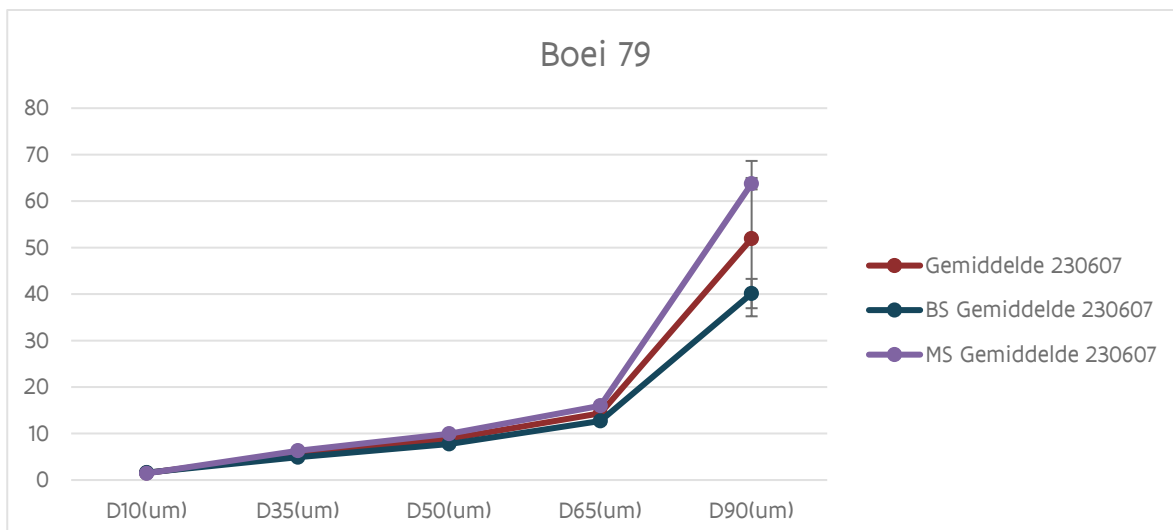
Obscuratie = 5



Boei 79

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	1,6000	4,908	7,759	12,710	40,120
SD	0,01	0,06	0,14	0,34	3,15
Gemiddelde MS	1,4370	6,309	9,949	15,983	63,756
SD	0,02	0,03	0,05	0,11	1,23
Gemiddelde BS en MS	1,5185	5,609	8,854	14,347	51,938
SD	0,12	0,99	1,55	2,31	16,71
CV%	7,59	17,66	17,49	16,13	32,18

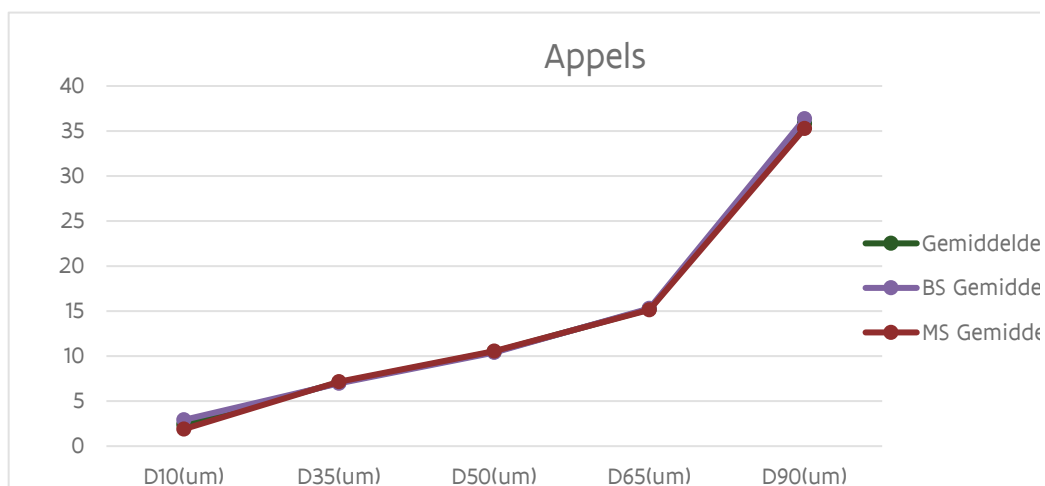
Obscuratie < 5%



Dendermonde

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	2,9209	6,979	10,399	15,293	36,36
SD	0,05	0,20	0,32	0,51	2,37
Gemiddelde MS	1,8950	7,152	10,548	15,139	35,27
SD	0,06	0,03	0,04	0,09	0,62
Gemiddelde BS en MS	2,4079	7,066	10,473	15,216	35,818
SD	0,73	0,12	0,11	0,11	0,77
CV%	30,13	1,73	1,01	0,71	2,16

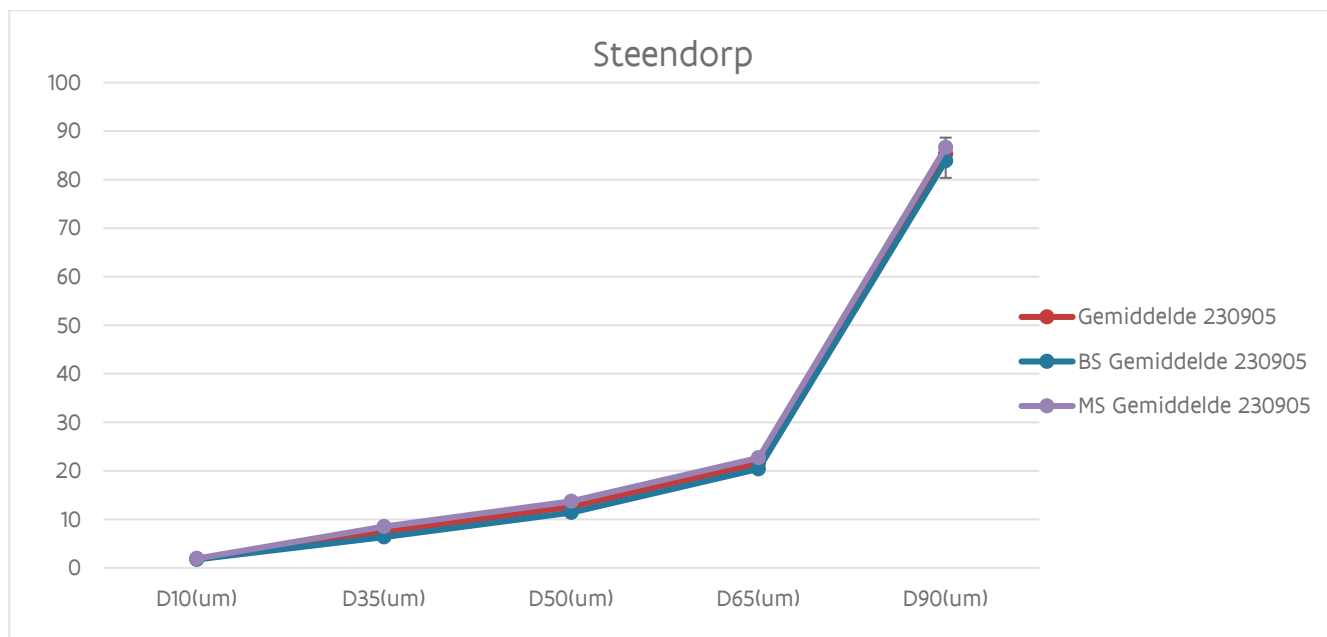
Obscuratie < 5%



Steendorp

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	1,7376	6,342	11,396	20,383	83,874
SD	0,13	0,21	0,25	0,37	3,51
Gemiddelde MS	1,9250	8,507	13,716	22,680	86,629
SD	0,01	0,03	0,08	0,17	2,03
Gemiddelde BS en MS	1,8313	7,425	12,556	21,531	85,251
SD	0,13	1,53	1,64	1,62	1,95
CV%	7,23	20,62	13,06	7,55	2,29

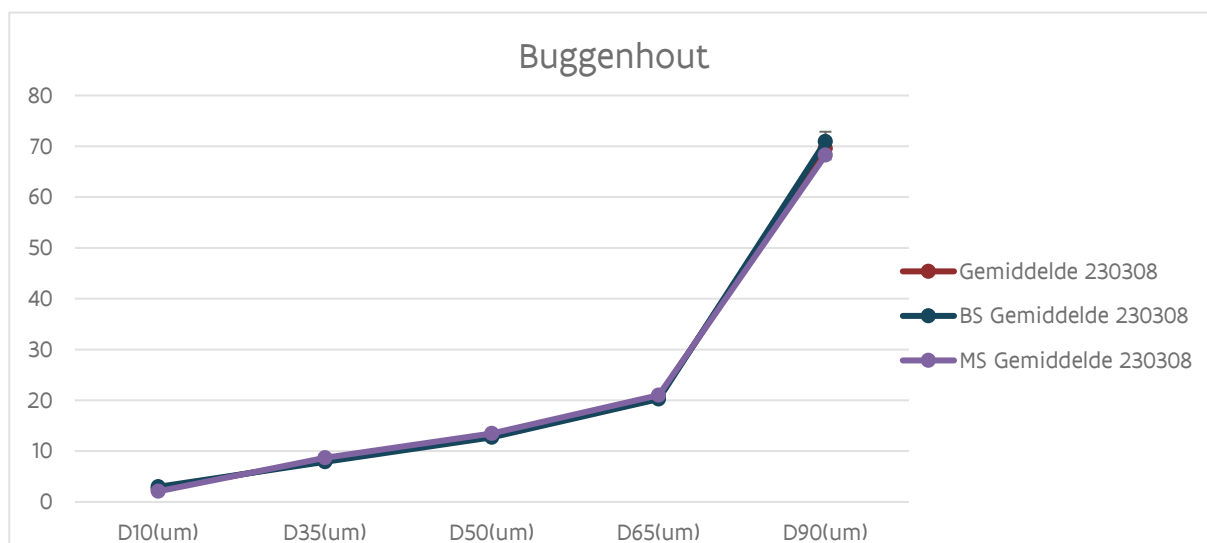
Obscuratie > 10%



Buggenhout

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	2,9760	7,891	12,720	20,250	70,930
SD	0,01	0,03	0,07	0,13	1,94
Gemiddelde MS	2,0910	8,68	13,466	21,001	68,242
SD	0,00	0,04	0,08	0,15	0,82
Gemiddelde BS en MS	2,5335	8,286	13,093	20,626	69,586
SD	0,63	0,56	0,53	0,53	1,90
CV%	24,70	6,73	4,03	2,57	2,73

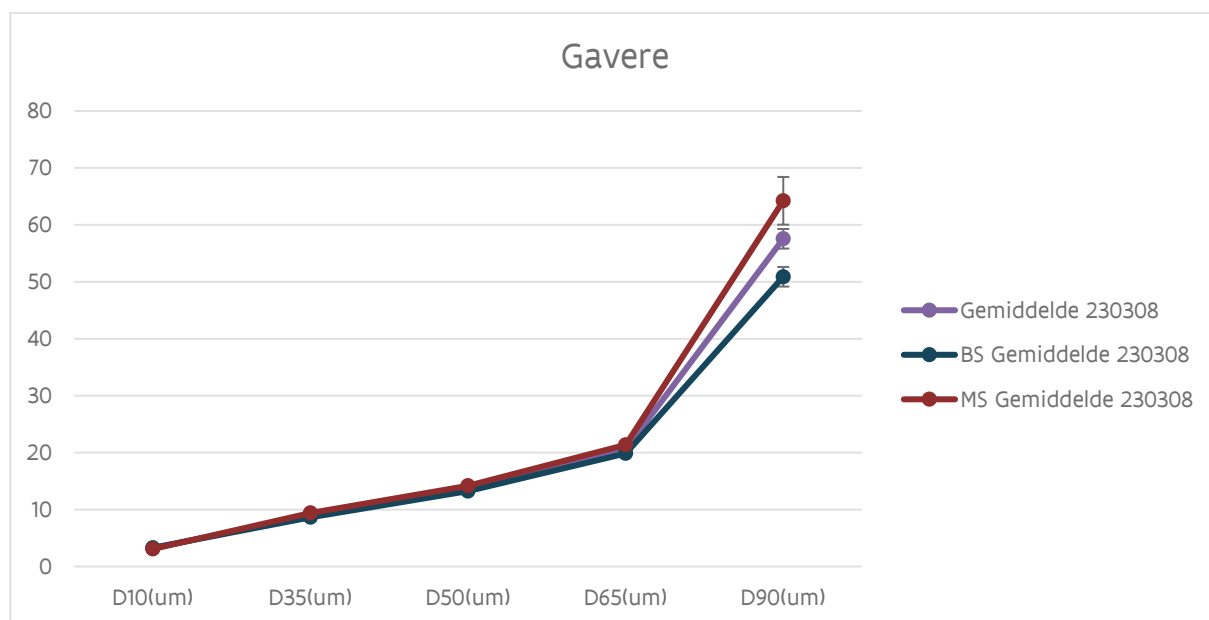
Obscuratie > 10%



Gavere

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	3,3000	8,646	13,240	19,870	50,890
SD	0,01	0,04	0,08	0,18	1,72
Gemiddelde MS	3,0900	9,402	14,181	21,376	64,231
SD	0,09	0,12	0,17	0,29	4,19
Gemiddelde BS en MS	3,1950	9,024	13,711	20,623	57,561
SD	0,15	0,53	0,67	1,06	9,43
CV%	4,65	5,92	4,85	5,16	16,39

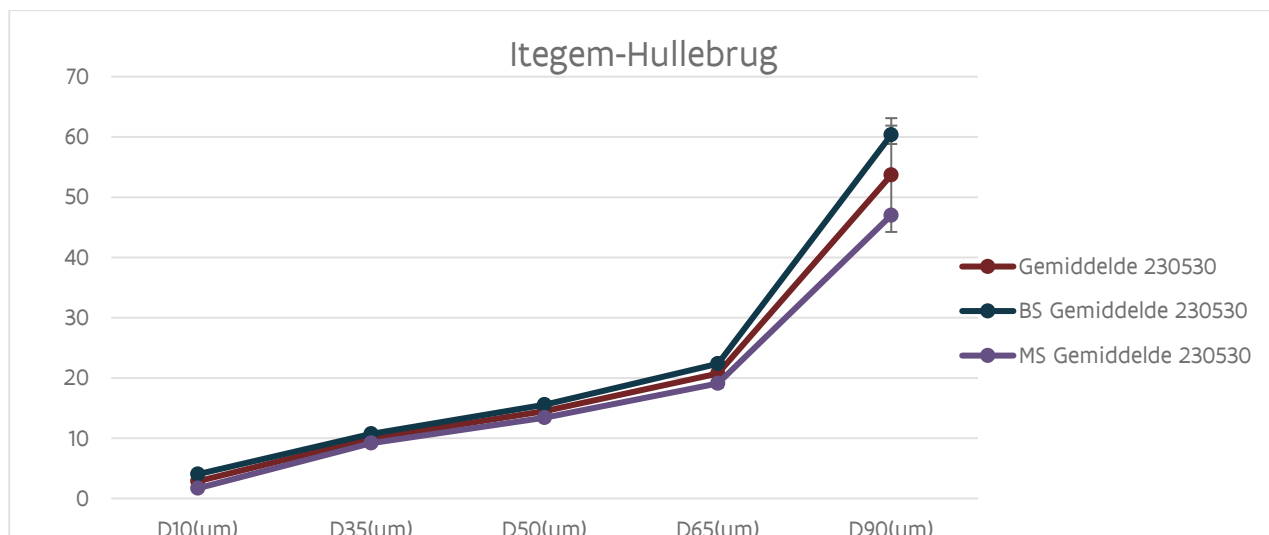
Obscuratie > 5%



Itegem-Hullebrug

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	4,0343	10,728	15,570	22,369	60,36
SD	0,29	0,17	0,14	0,18	1,52
Gemiddelde MS	1,6980	9,19	13,418	19,106	47,01
SD	0,03	0,07	0,09	0,11	0,48
Gemiddelde BS en MS	2,8661	9,959	14,494	20,737	53,682
SD	1,65	1,09	1,52	2,31	9,44
CV%	57,64	10,92	10,50	11,13	17,59

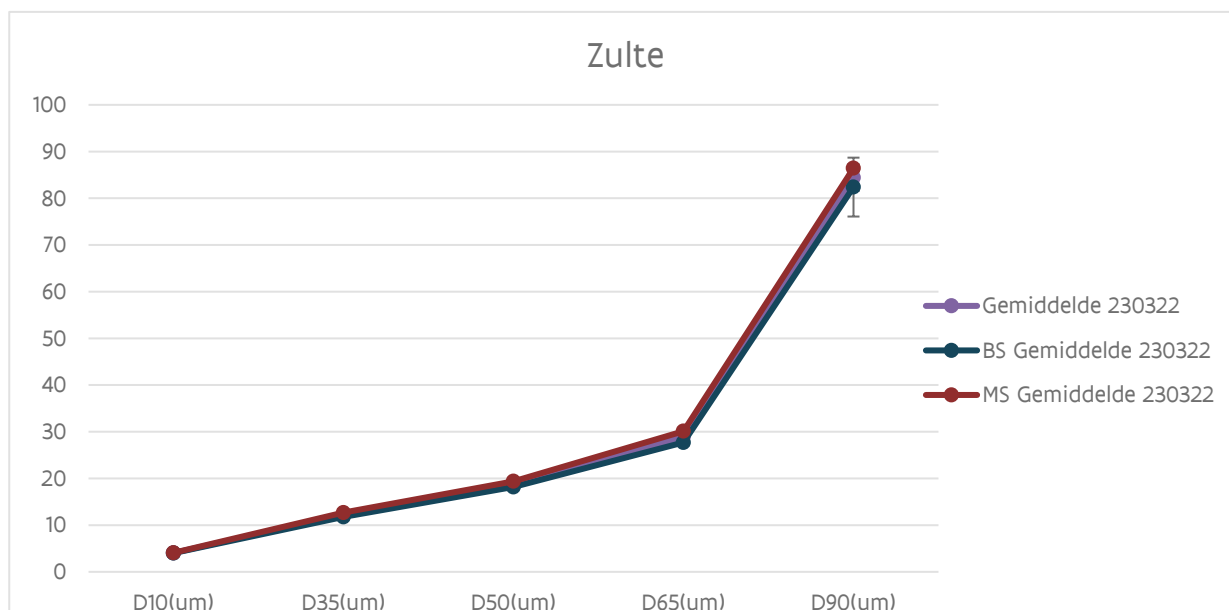
Obscuratie = 5%



Zulte

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	4,0160	11,760	18,180	27,710	82,390
SD	0,03	0,15	0,28	0,60	6,30
Gemiddelde MS	4,0800	12,697	19,393	30,112	86,425
SD	0,00	0,09	0,22	0,46	0,71
Gemiddelde BS en MS	4,0480	12,229	18,787	28,911	84,408
SD	0,05	0,66	0,86	1,70	2,85
CV%	1,12	5,42	4,57	5,87	3,38

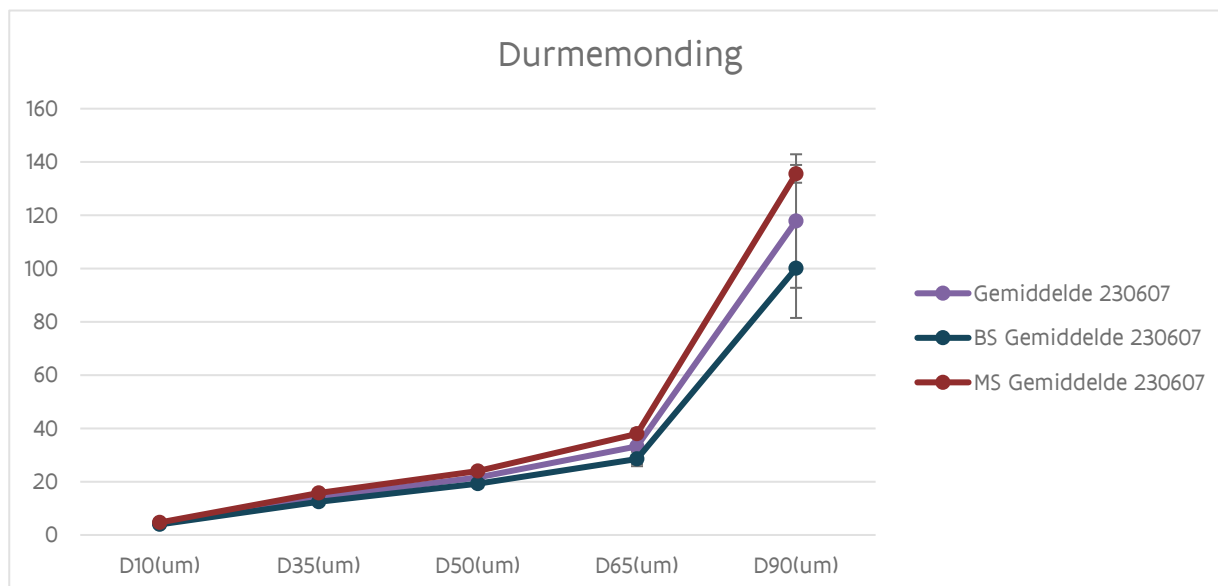
Obscuratie = 5%



Durmemonding

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	3,9621	12,459	19,236	28,523	100,109
SD	0,15	0,80	1,35	2,71	18,65
Gemiddelde MS	4,6990	15,741	23,994	37,941	135,547
SD	0,01	0,07	0,16	0,37	3,34
Gemiddelde BS en MS	4,3306	14,100	21,615	33,232	117,828
SD	0,52	2,32	3,36	6,66	25,06
CV%	12,03	16,46	15,56	20,04	21,27

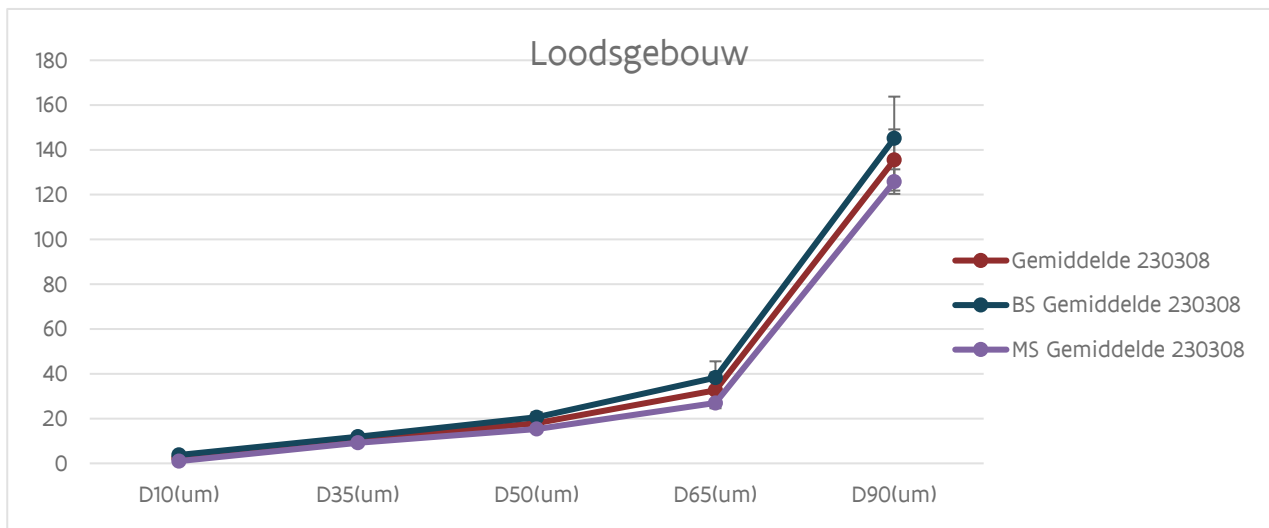
Obscuratie > 5%



Loodsgebouw

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	3,7517	11,897	20,604	38,295	145,140
SD	0,14	0,98	2,27	7,28	18,63
Gemiddelde MS	1,0120	9,186	15,353	26,960	125,817
SD	0,04	0,02	0,07	0,11	5,48
Gemiddelde BS en MS	2,3818	10,541	17,979	32,628	135,479
SD	1,94	1,92	3,71	8,02	13,66
CV%	81,33	18,18	20,65	24,57	10,09

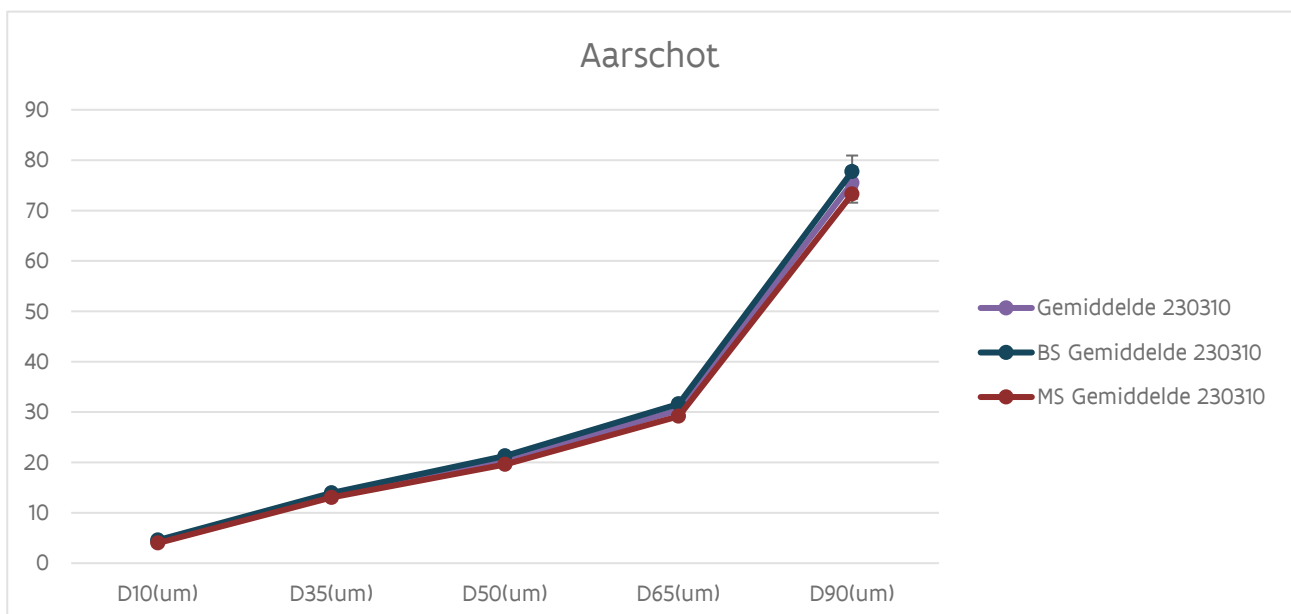
Obscuratie > 5%



Aarschot

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	4,5748	13,943	21,285	31,613	77,74
SD	0,04	0,23	0,40	0,74	3,19
Gemiddelde MS	3,9980	13,029	19,6	29,157	73,27
SD	0,03	0,10	0,17	0,32	1,71
Gemiddelde BS en MS	4,2864	13,486	20,443	30,385	75,502
SD	0,41	0,65	1,19	1,74	3,16
CV%	9,51	4,79	5,83	5,72	4,18

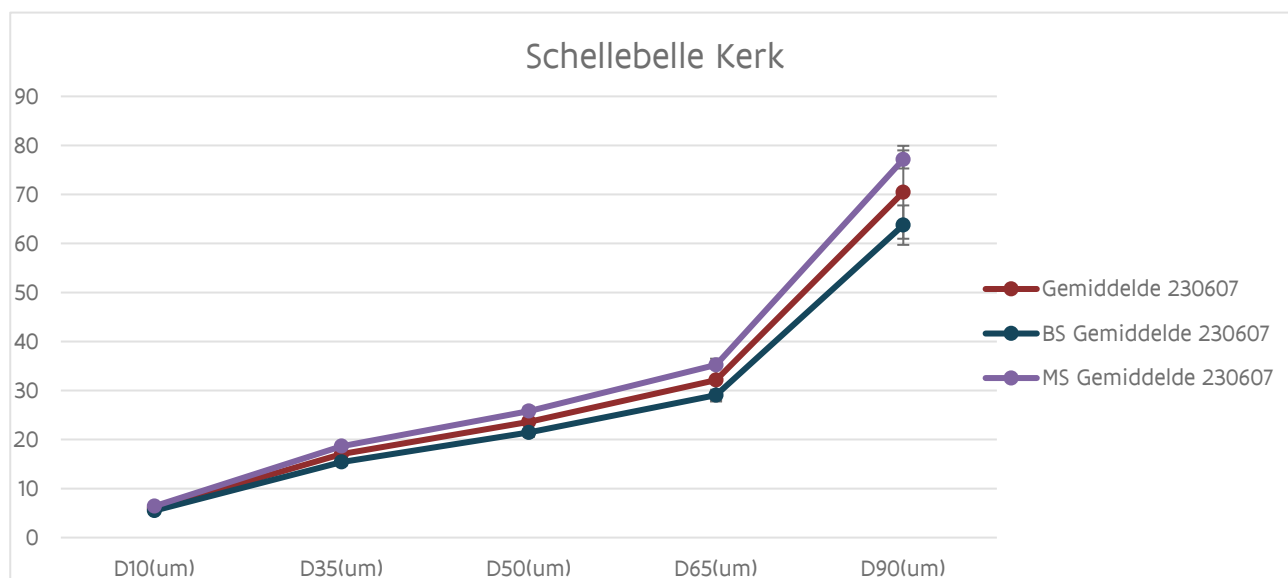
Obscuratie > 10%



Schelebelle Kerk

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	5,4985	15,415	21,433	29,043	63,738
SD	0,28	0,58	0,74	1,12	4,02
Gemiddelde MS	6,3990	18,65	25,801	35,217	77,141
SD	0,05	0,08	0,17	0,33	1,85
Gemiddelde BS en MS	5,9488	17,033	23,617	32,130	70,440
SD	0,64	2,29	3,09	4,37	9,48
CV%	10,70	13,43	13,08	13,59	13,45

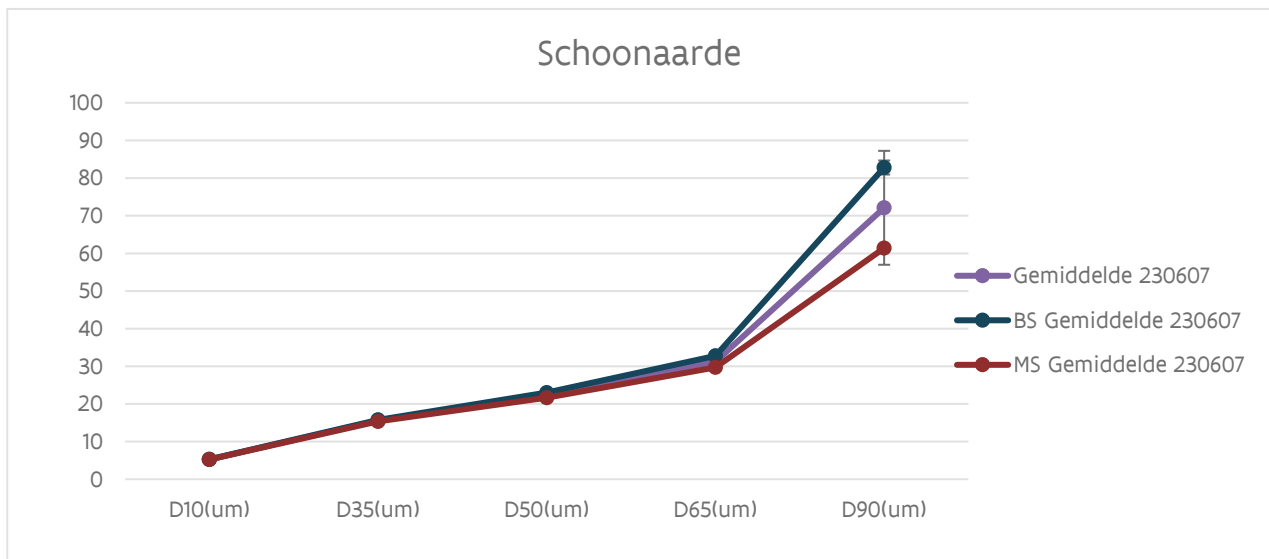
Obscuratie > 5%



Schoonaarde

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	5,2985	15,770	23,013	32,778	82,813
SD	0,02	0,05	0,09	0,18	1,87
Gemiddelde MS	5,2450	15,37	21,654	29,721	61,412
SD	0,05	0,01	0,03	0,04	0,68
Gemiddelde BS en MS	5,2718	15,570	22,333	31,249	72,112
SD	0,04	0,28	0,96	2,16	15,13
CV%	0,72	1,82	4,30	6,92	20,98

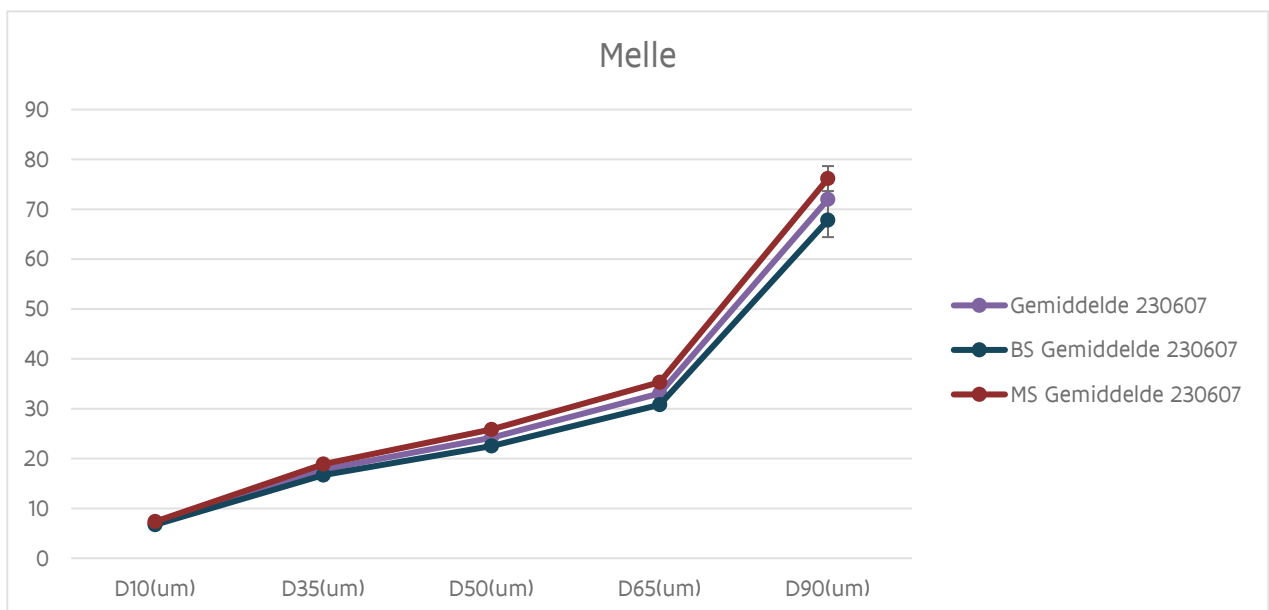
Obscuratie > 5%



Melle

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	6,7319	16,686	22,523	30,798	67,830
SD	0,06	0,16	0,31	0,54	3,42
Gemiddelde MS	7,3690	18,886	25,845	35,315	76,157
SD	0,05	0,16	0,29	0,53	2,51
Gemiddelde BS en MS	7,0504	17,786	24,184	33,056	71,994
SD	0,45	1,56	2,35	3,19	5,89
CV%	6,39	8,75	9,71	9,66	8,18

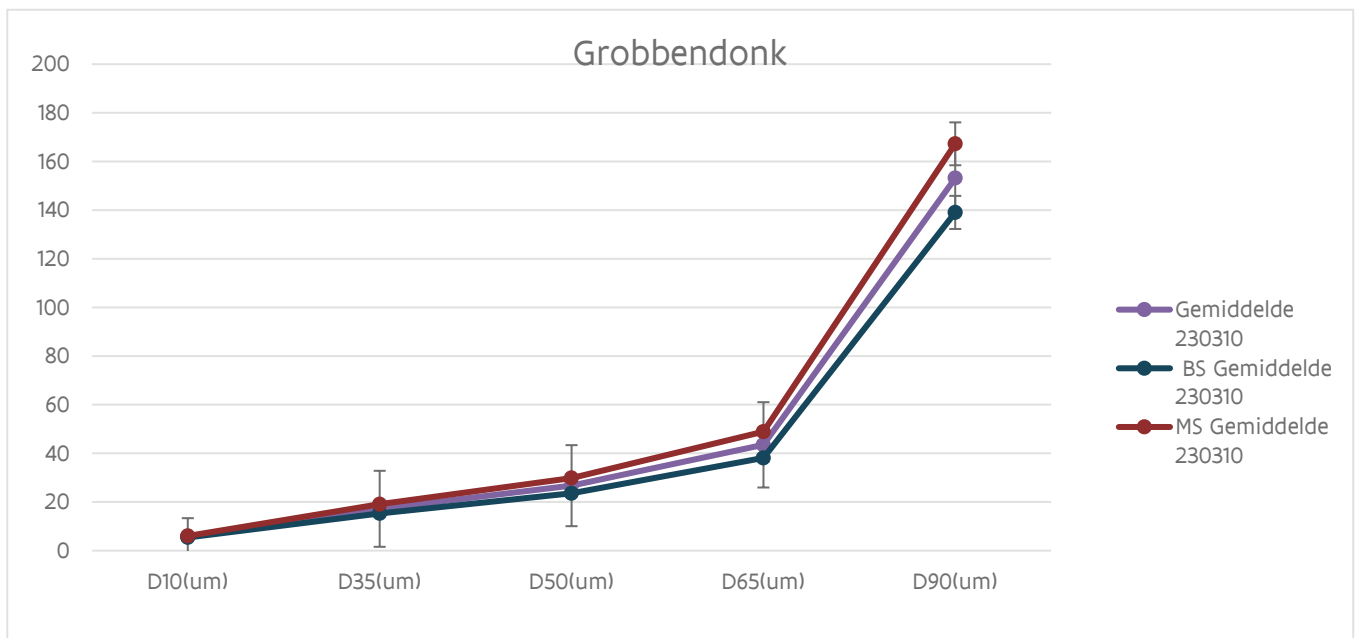
Obscuratie > 5%



Grobbendonk

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	5,4030	15,286	23,557	38,093	139,05
SD	0,19	0,60	0,91	1,48	6,81
Gemiddelde MS	6,0190	19,084	29,849	48,880	167,26
SD	0,03	0,24	0,56	1,33	8,82
Gemiddelde BS en MS	5,7110	17,185	26,703	43,486	153,16
SD	0,44	2,69	4,45	7,63	19,95
CV%	7,63	15,63	16,66	17,54	13,02

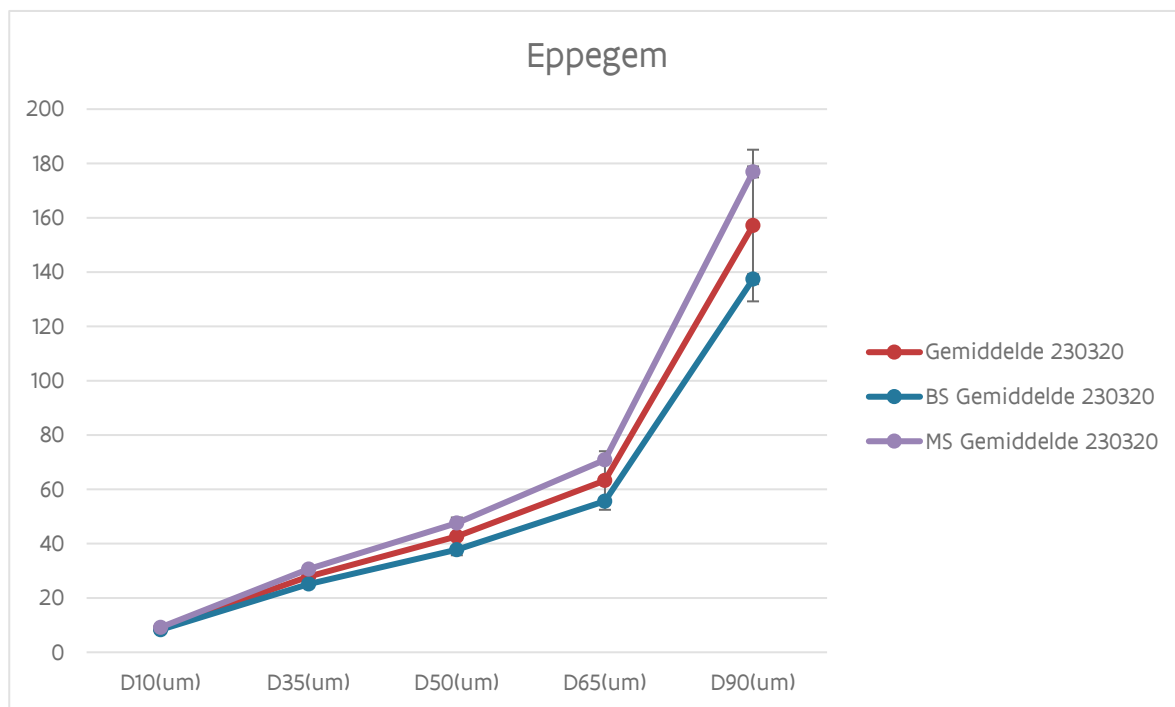
Obscuratie > 10%



Eppegem

	D10(um)	D35(um)	D50(um)	D65(um)	D90(um)
Gemiddelde BS	8,2980	25,130	37,760	55,630	137,40
SD	0,05	0,18	0,31	0,56	1,83
Gemiddelde MS	9,1960	30,628	47,587	70,883	176,89
SD	0,06	0,50	0,77	0,99	2,02
Gemiddelde BS en MS	8,7470	27,879	42,674	63,2565	157,145
SD	0,63	3,89	6,95	10,79	27,92
CV%	7,26	13,94	16,28	17,05	17,77

Obscuratie > 10%

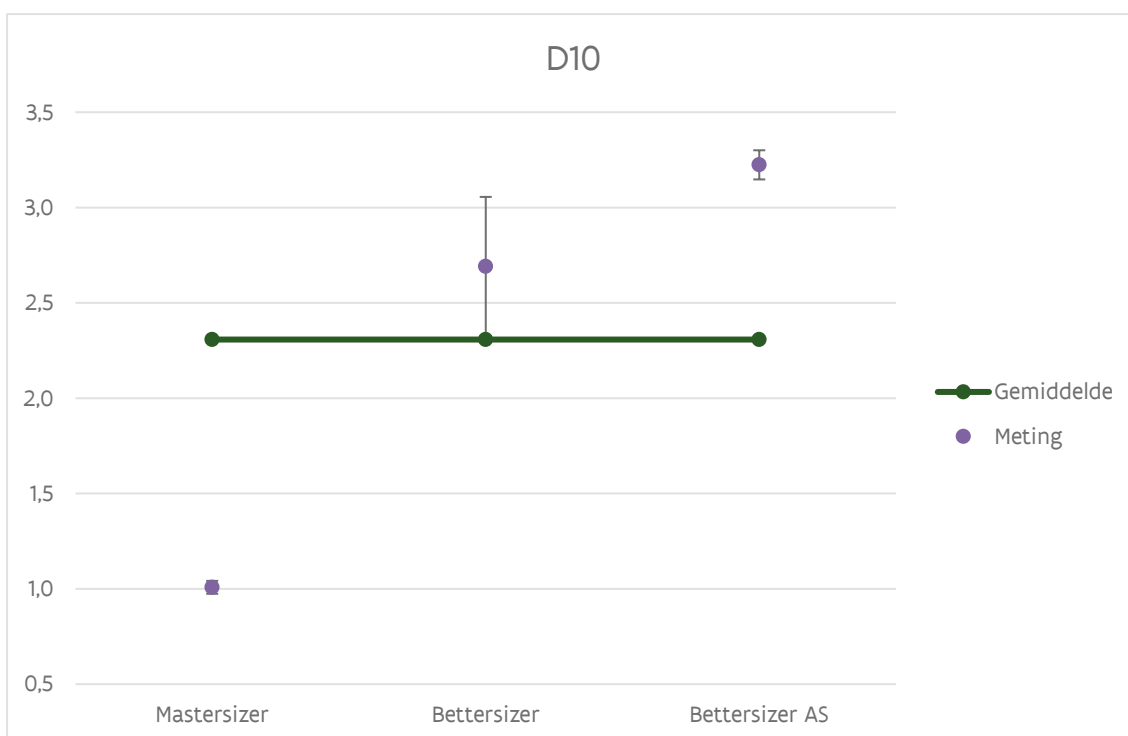


3.2 Bodemstalen

Raversijde -Staal 03C

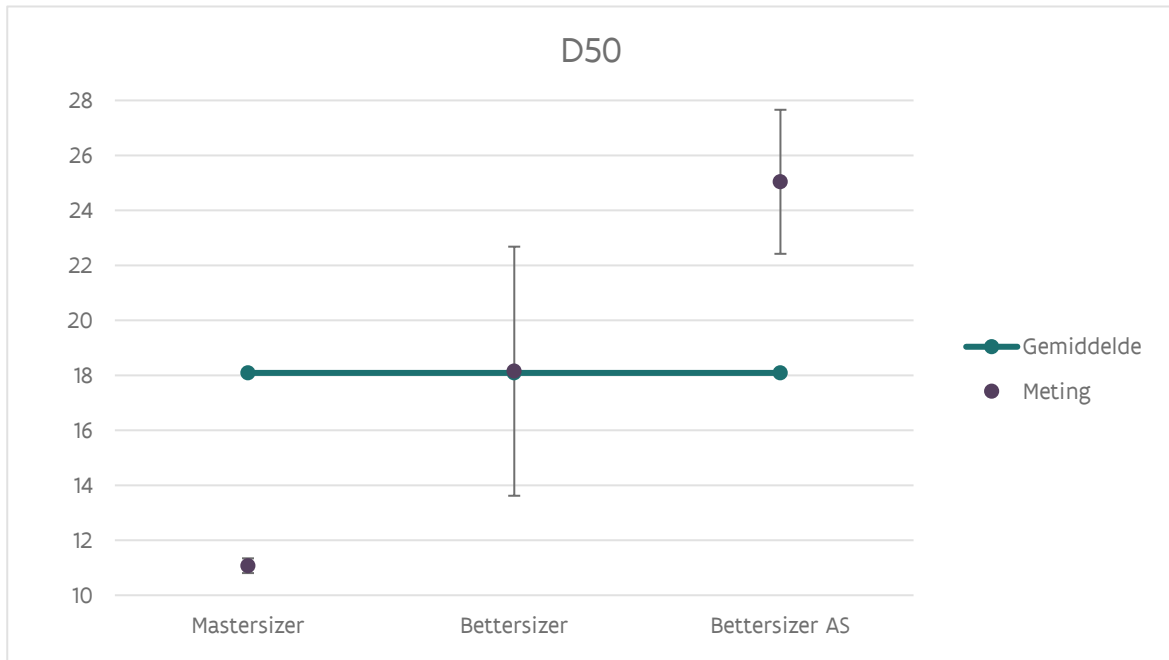
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	2,3077	1,0080	0,03	3,36
Bettersizer	2,3077	2,6910	0,36	13,56
Bettersizer AS	2,3077	3,2240	0,08	2,37



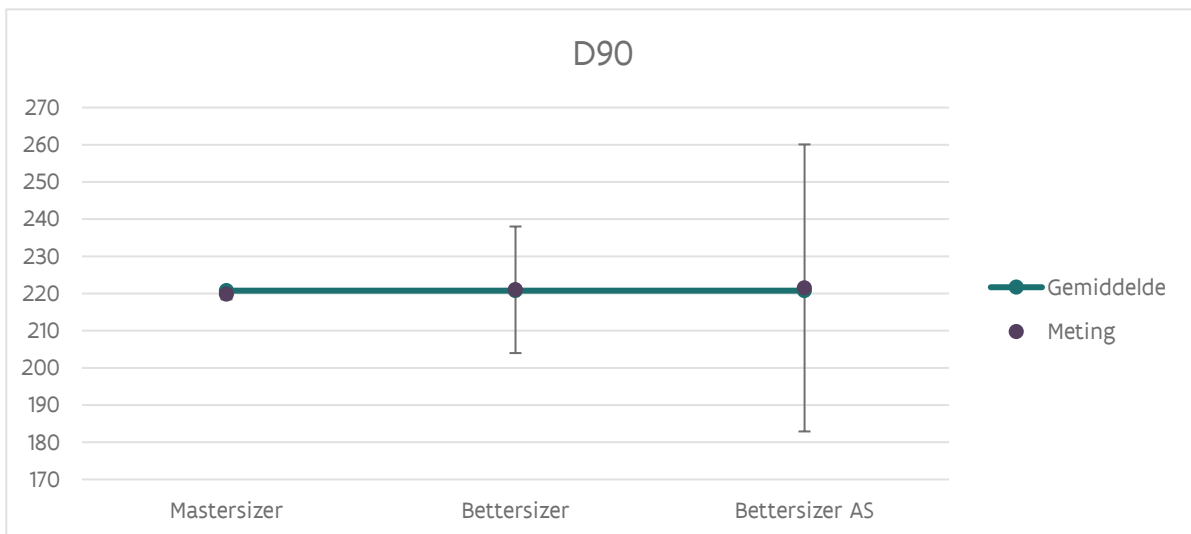
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	18,09	11,08	0,27	2,42
Bettersizer	18,09	18,15	4,53	24,96
Bettersizer AS	18,09	25,04	2,62	10,46



D90

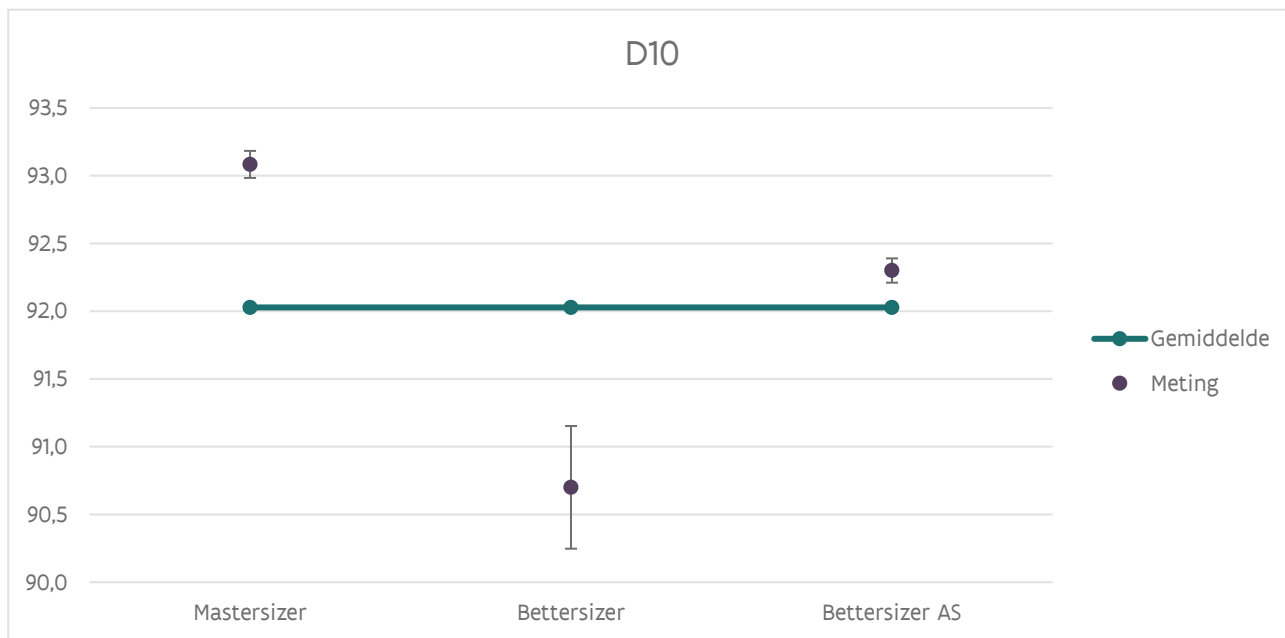
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	220,76	219,79	1,37	0,62
Bettersizer	220,76	221,00	17,02	7,70
Bettersizer AS	220,76	221,50	38,59	17,42



Wintam – Staal 4

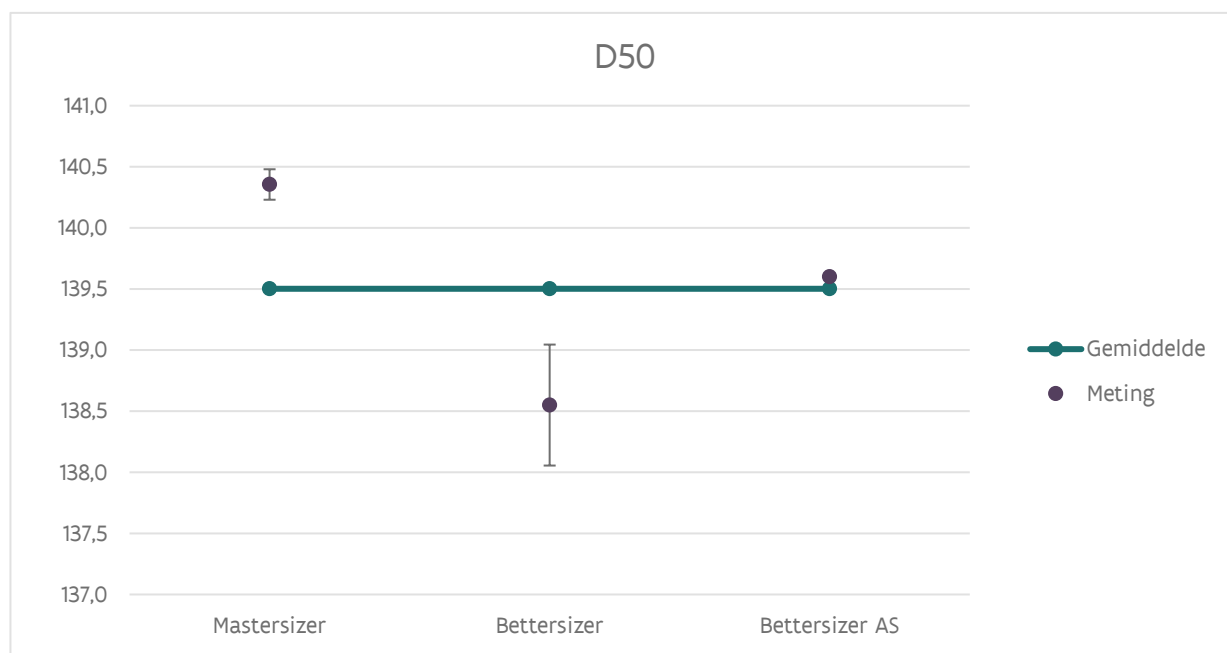
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	92,03	93,08	0,10	0,11
Bettersizer	92,03	90,70	0,45	0,50
Bettersizer AS	92,03	92,30	0,09	0,10



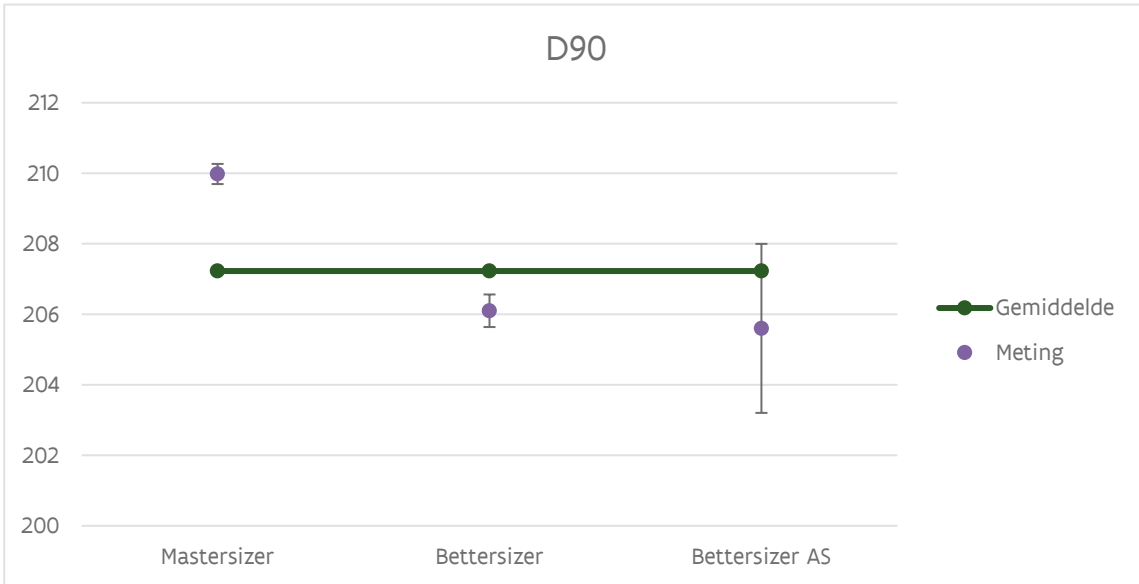
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	139,50	140,36	0,12	0,09
Bettersizer	139,50	138,55	0,49	0,36
Bettersizer AS	139,50	139,60	0,00	0,00



D90

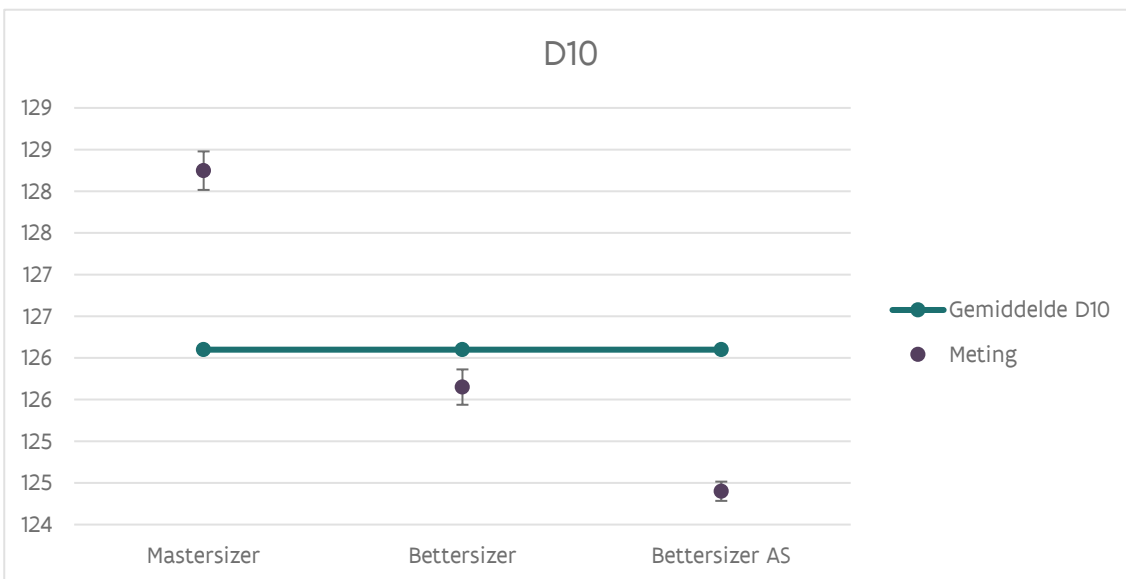
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	207,23	209,98	0,29	0,14
Bettersizer	207,23	206,10	0,46	0,22
Bettersizer AS	207,23	205,60	2,40	1,17



Wintam – Staal 2

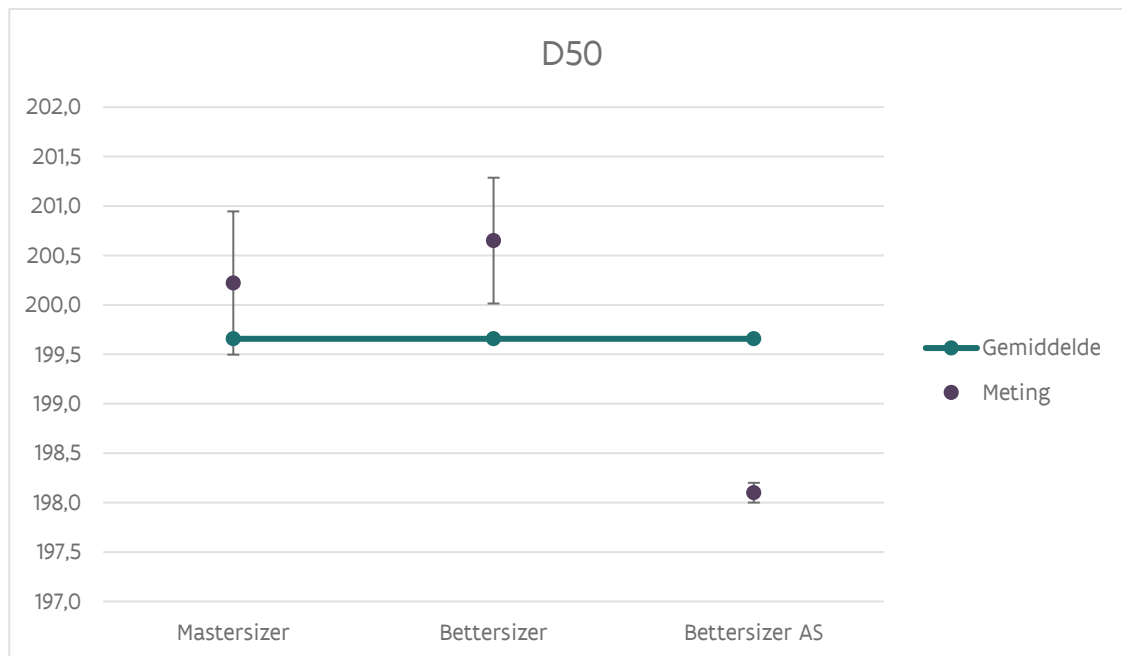
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	126,10	128,25	0,23	0,18
Bettersizer	126,10	125,65	0,21	0,17
Bettersizer AS	126,10	124,40	0,12	0,09



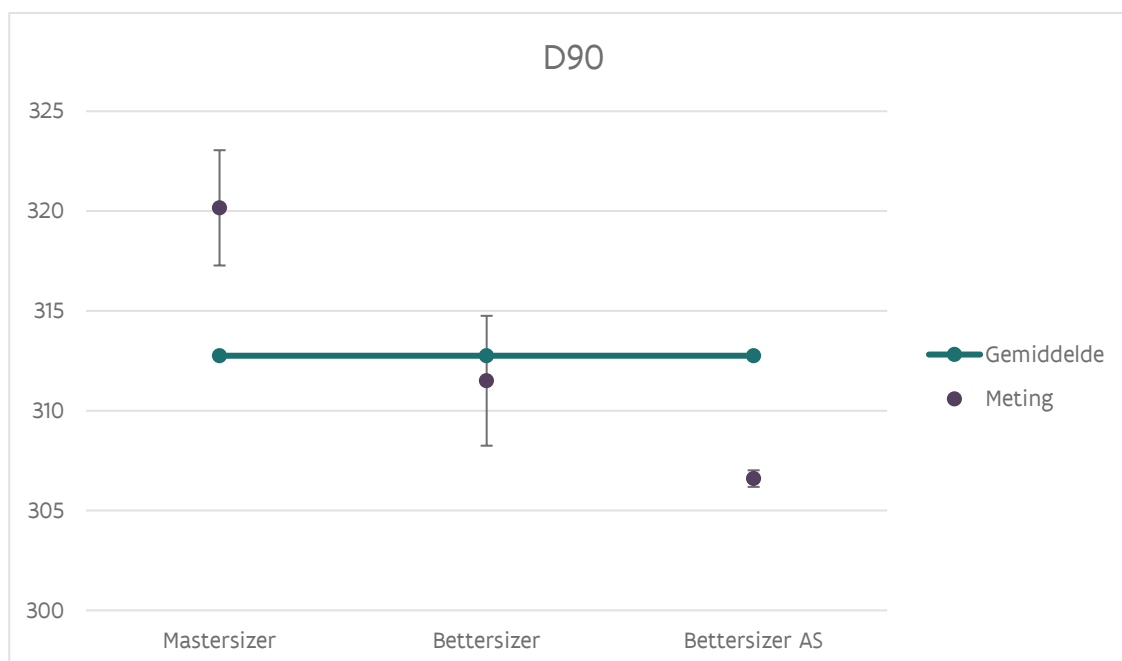
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	199,66	200,22	0,72	0,36
Bettersizer	199,66	200,65	0,64	0,32
Bettersizer AS	199,66	198,10	0,10	0,05



D90

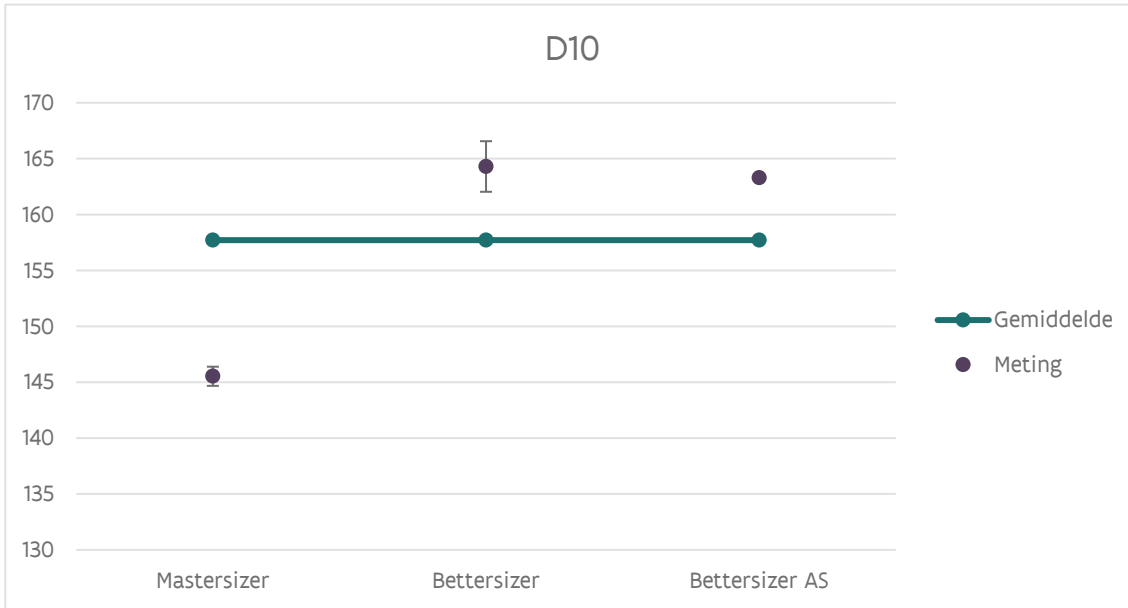
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	312,75	320,16	2,89	0,90
Bettersizer	312,75	311,50	3,25	1,04
Bettersizer AS	312,75	306,60	0,42	0,14



Wintam - Staal 14

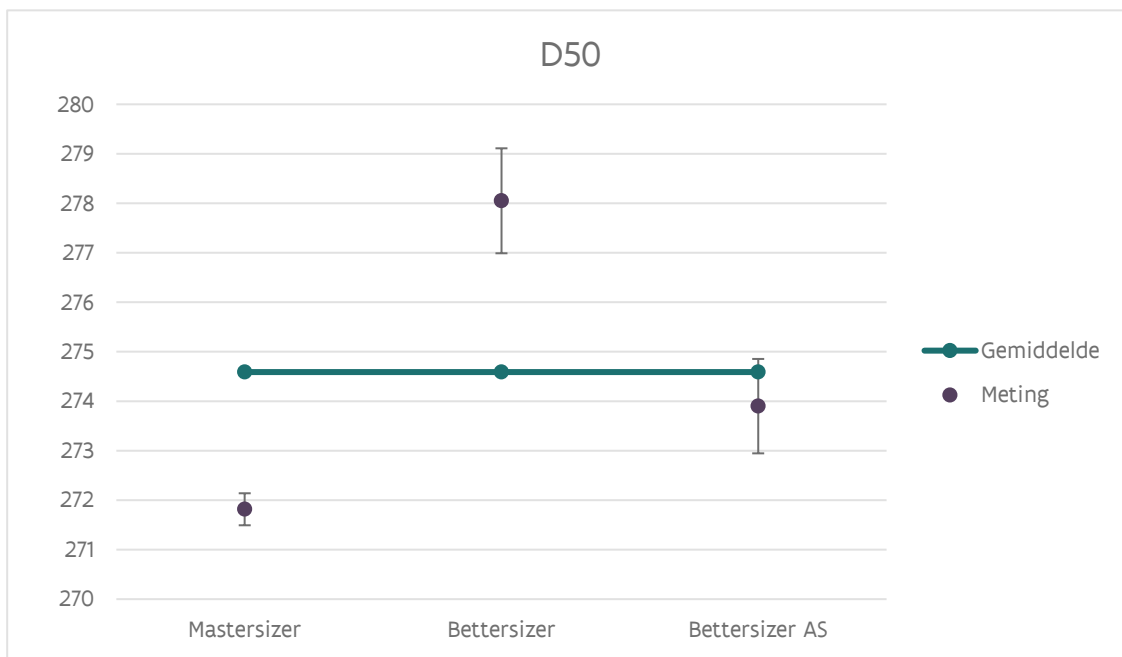
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	157,71	145,53	0,86	0,59
Bettersizer	157,71	164,30	2,26	1,38
Bettersizer AS	157,71	163,30	0,15	0,09



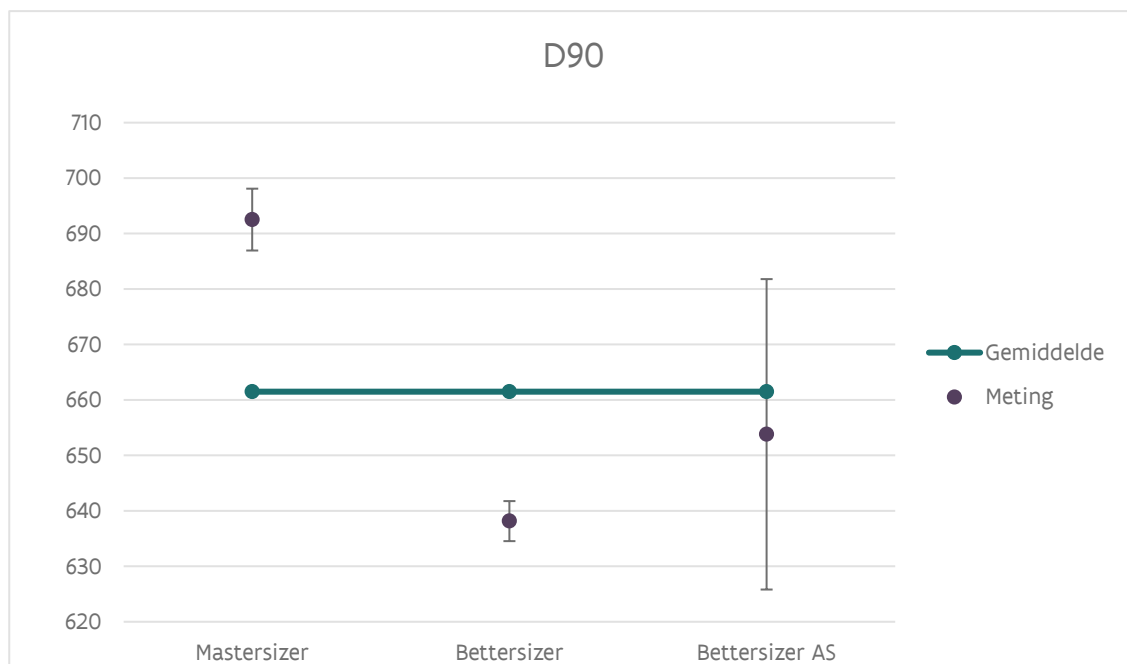
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	274,59	271,82	0,32	0,12
Bettersizer	274,59	278,05	1,06	0,38
Bettersizer AS	274,59	273,90	0,95	0,35



D90

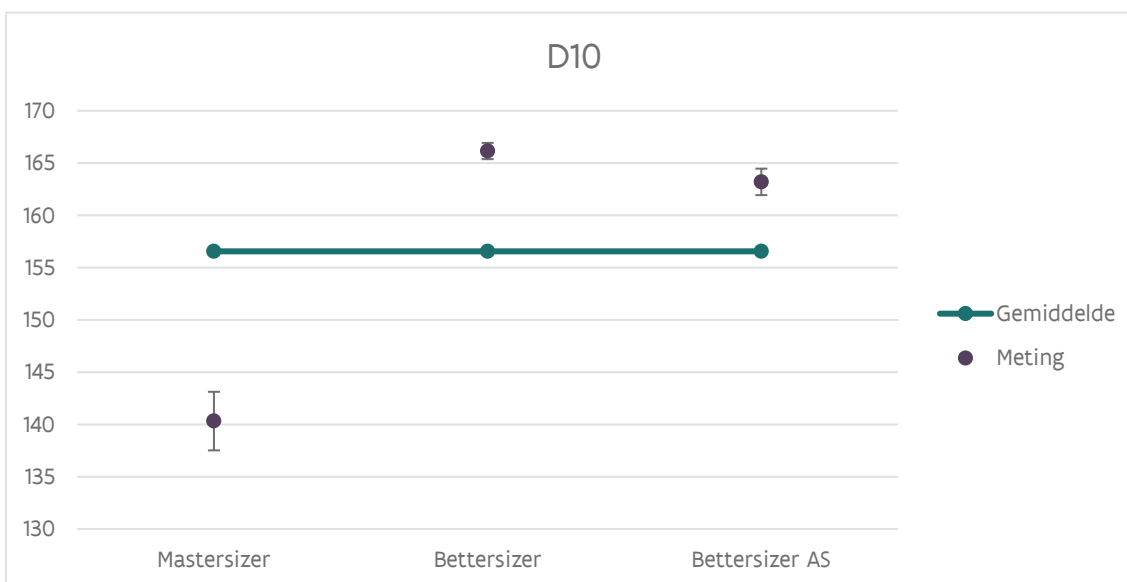
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	447,73	459,44	8,50	1,85
Bettersizer	447,73	448,75	3,92	0,87
Bettersizer AS	447,73	435,00	12,25	2,82



Wintam – Staal 16

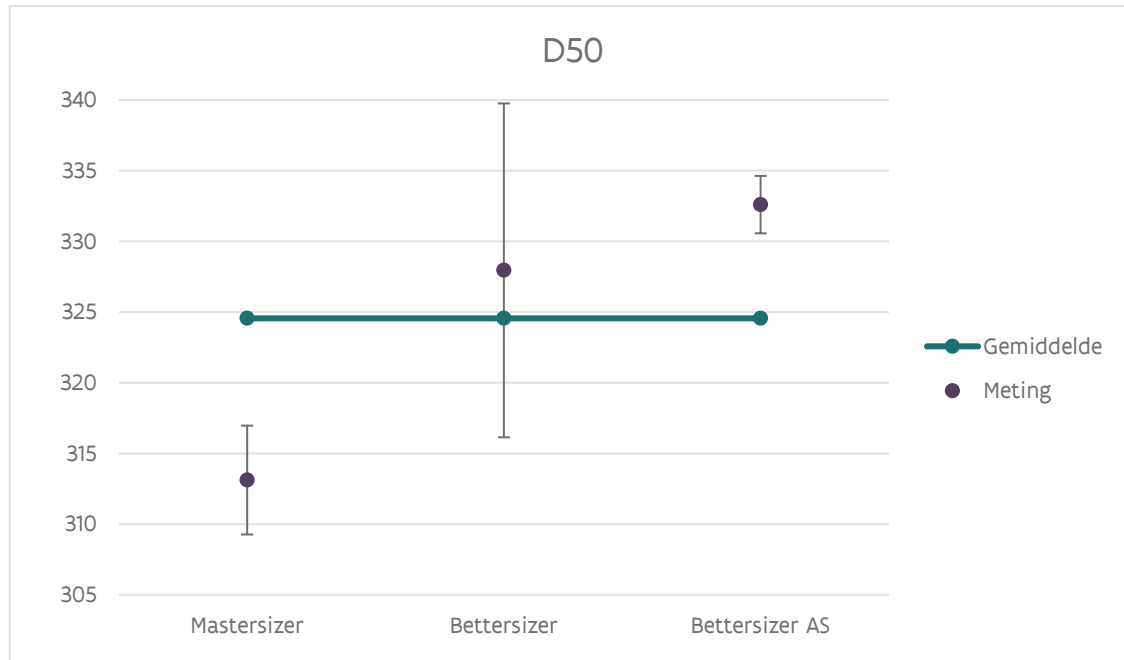
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	156,56	140,33	2,80	2,00
Bettersizer	156,56	166,15	0,78	0,47
Bettersizer AS	156,56	163,20	1,27	0,78



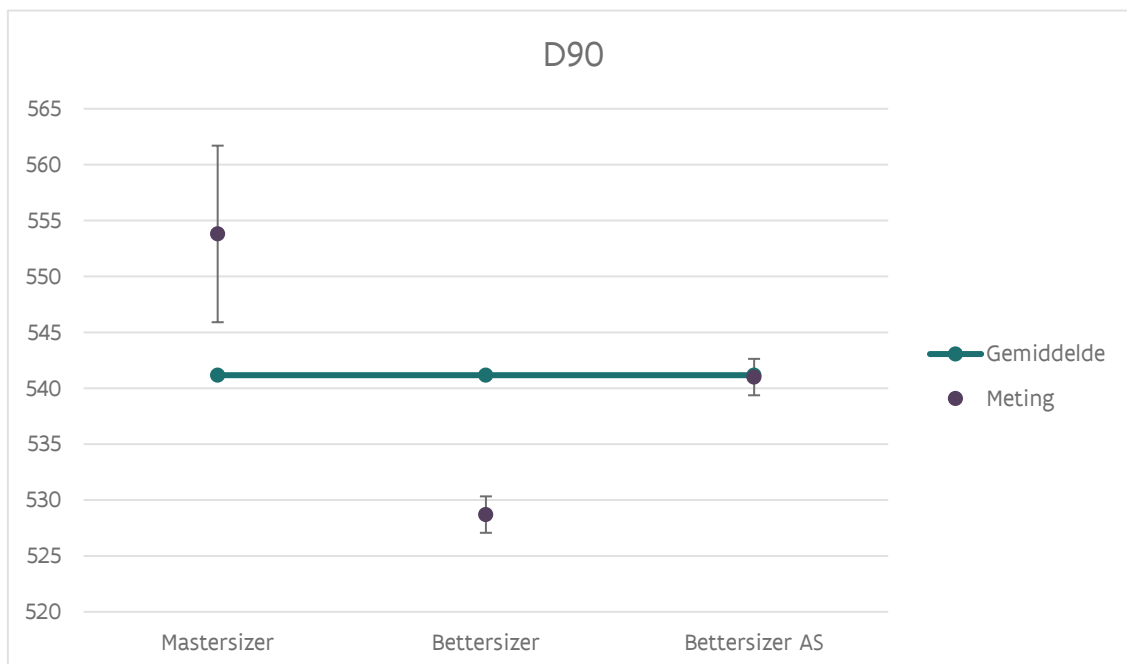
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	324,56	313,12	3,85	1,23
Bettersizer	324,56	327,95	11,81	3,60
Bettersizer AS	324,56	332,60	2,03	0,61



D90

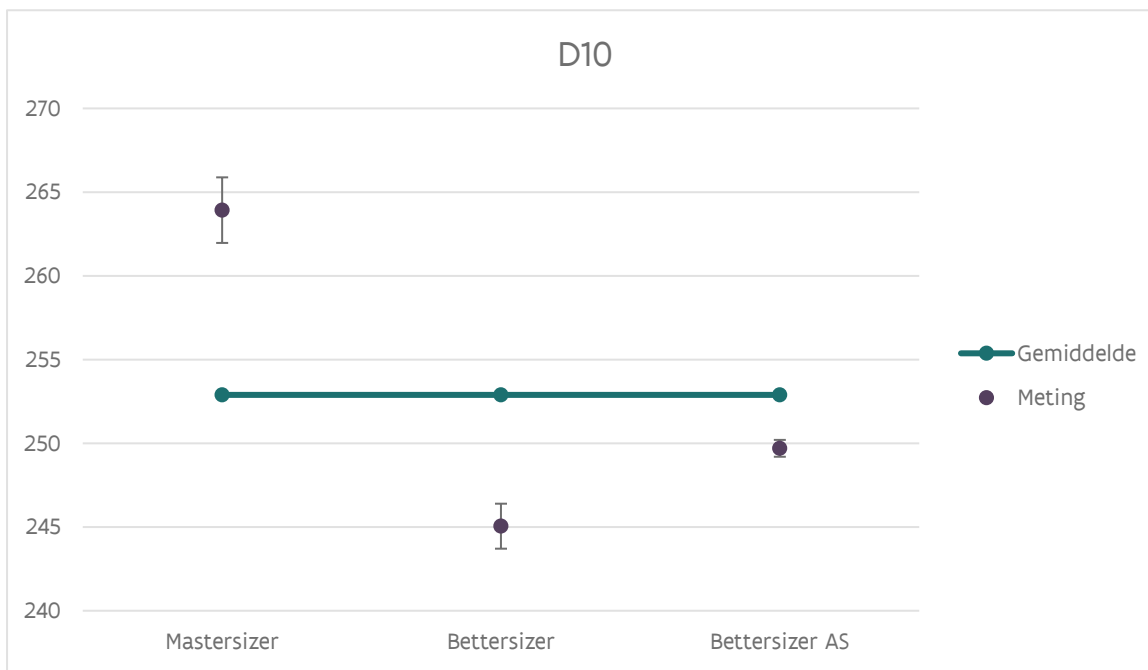
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	541,17	553,80	7,90	1,43
Bettersizer	541,17	528,70	1,63	0,31
Bettersizer AS	541,17	541,00	1,63	0,30



Wintam – Staal 19

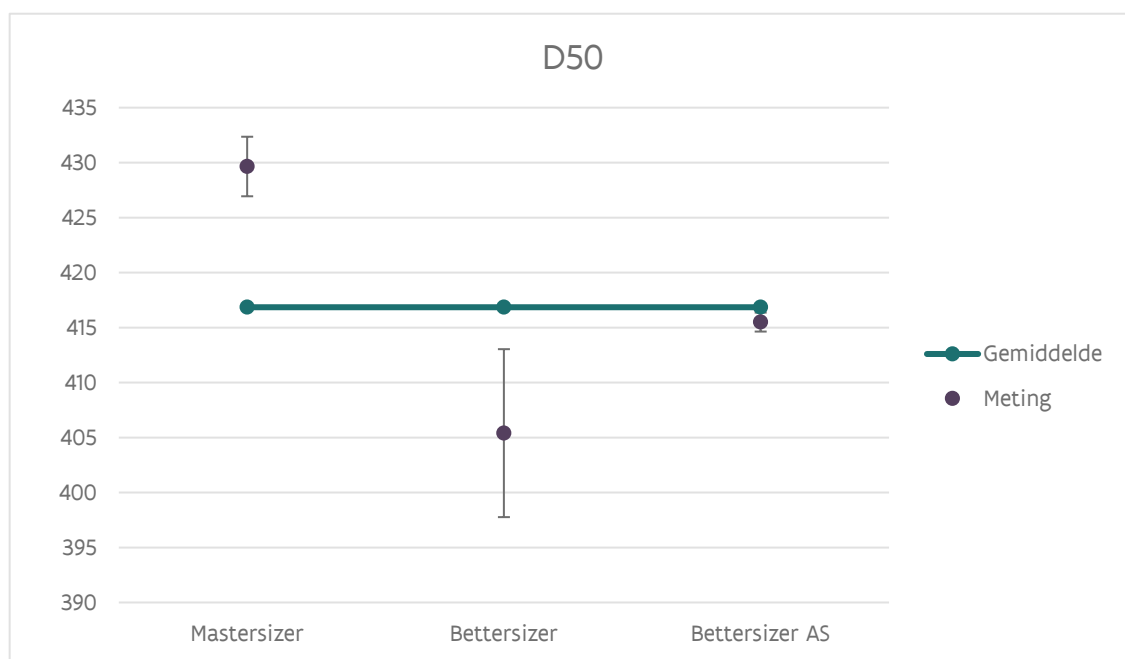
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	252,89	263,93	1,96	0,74
Bettersizer	252,89	245,05	1,34	0,55
Bettersizer AS	252,89	249,70	0,50	0,20



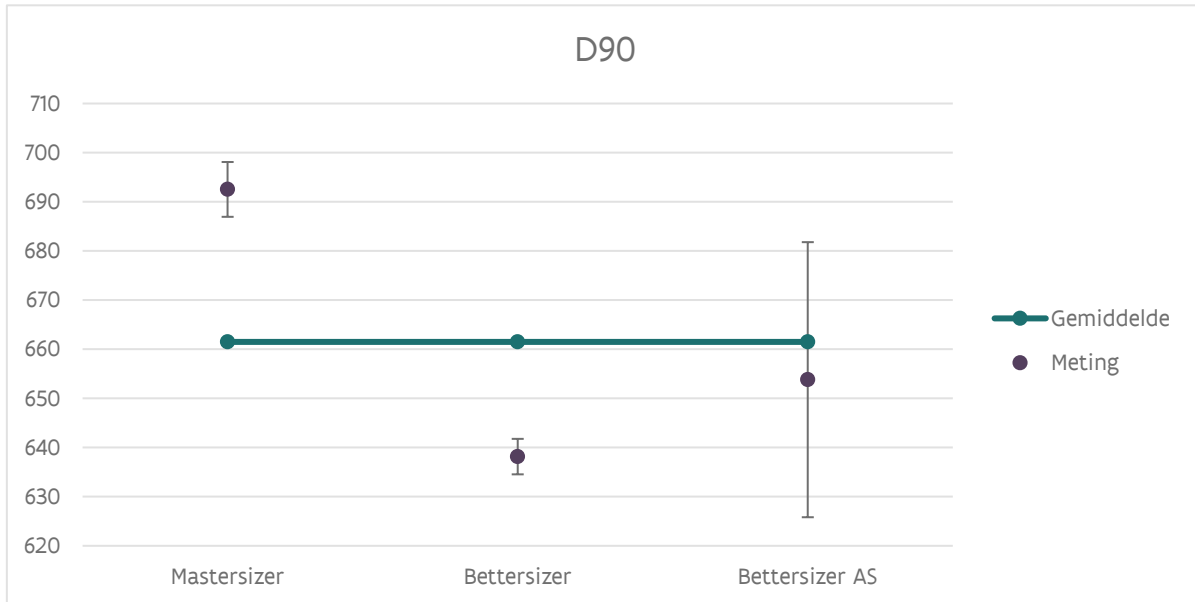
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	416,85	429,65	2,71	0,63
Bettersizer	416,85	405,40	7,64	1,88
Bettersizer AS	416,85	415,50	0,86	0,21



D90

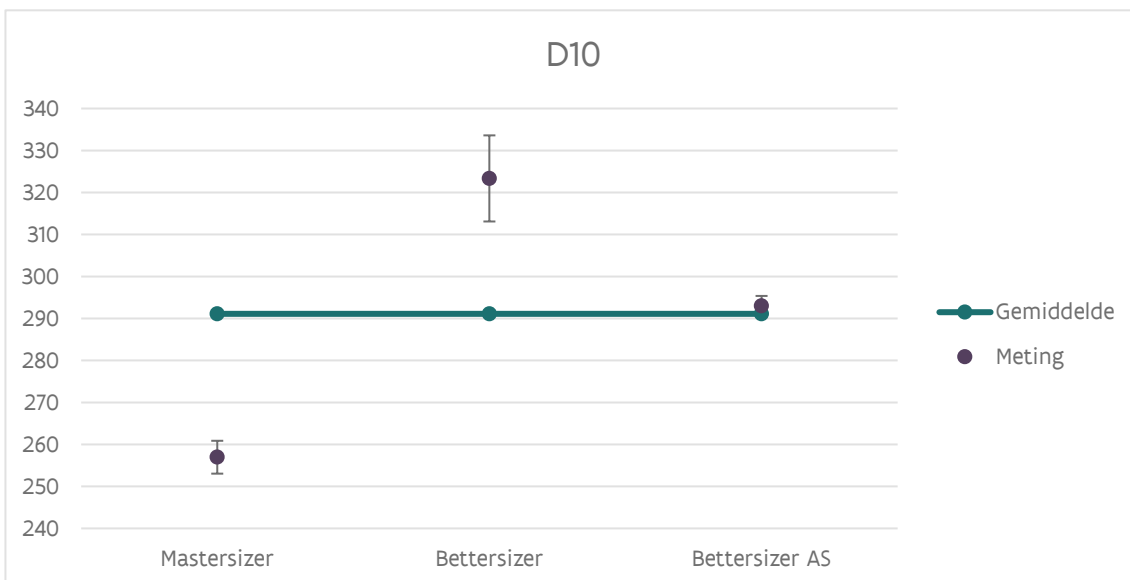
	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	661,49	692,52	5,58	0,81
Bettersizer	661,49	638,15	3,61	0,57
Bettersizer AS	661,49	653,80	27,99	4,28



Wintam – Staal 21

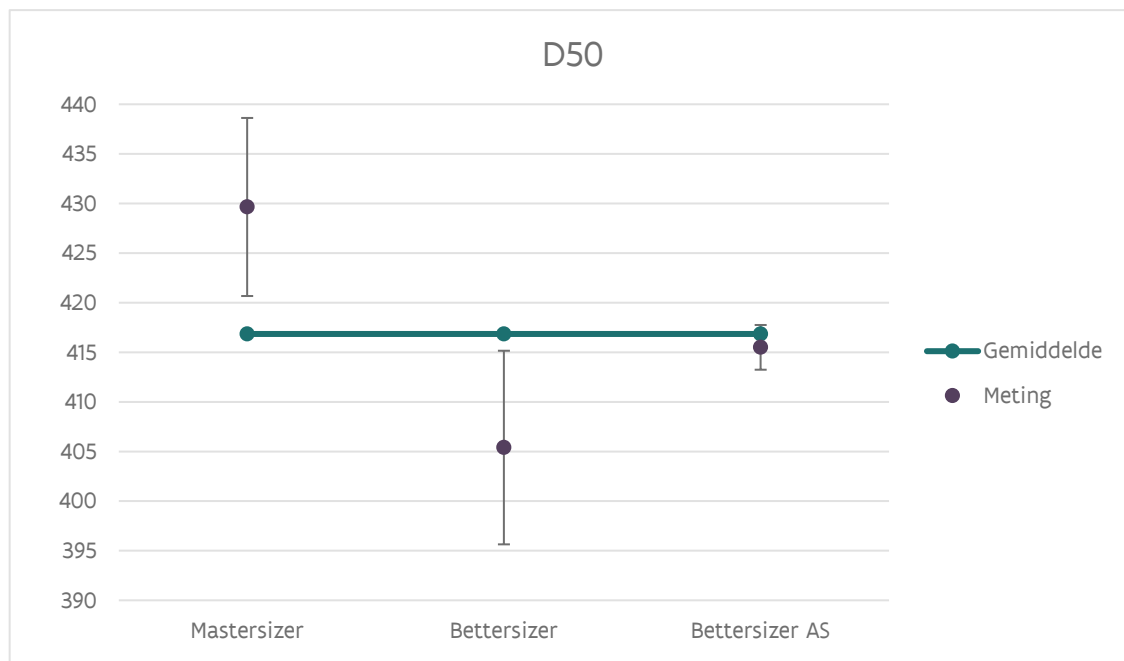
D10

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	291,10	256,95	3,91	1,52
Bettersizer	291,10	323,35	10,25	3,17
Bettersizer AS	291,10	293,00	2,36	0,81



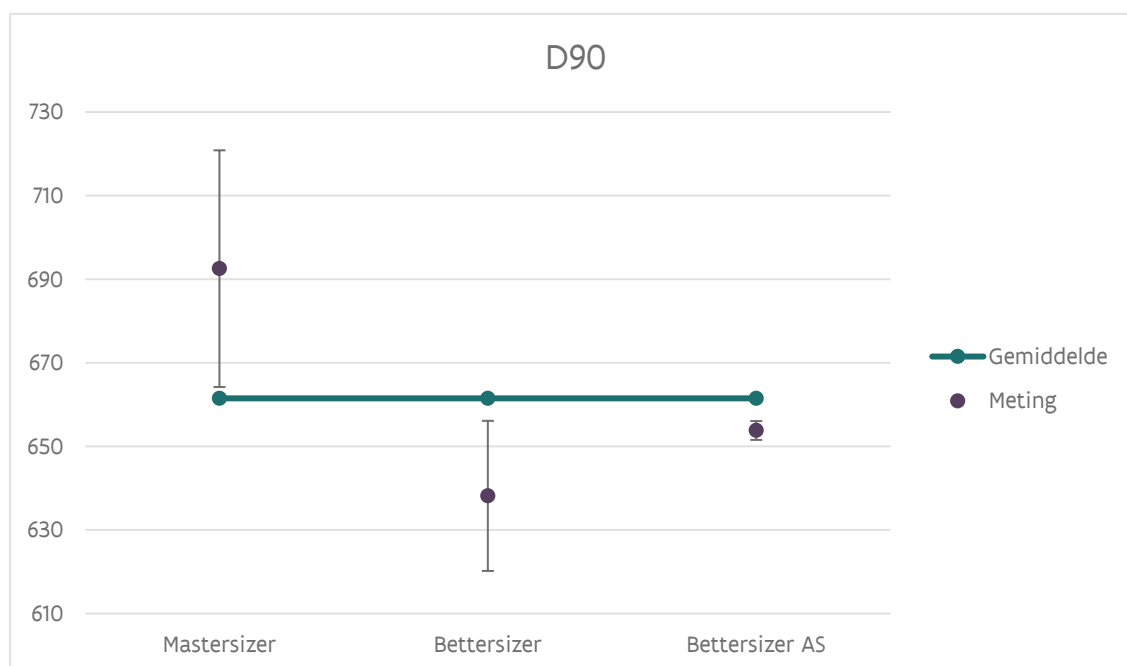
D50

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	532,16	496,97	8,97	1,81
Betersizer	532,16	566,00	9,76	1,72
Betersizer AS	532,16	533,50	2,25	0,42



D90

	Gemiddelde	Meting	SD	CV%
Mastersizer	855,82	842,55	28,32	3,36
Betersizer	855,82	886,40	17,96	2,03
Betersizer AS	855,82	838,50	2,25	0,27



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be