

## Vlottende, niet-vlottende verontreinigingen en glas op granulaire materialen

---

**INHOUD**

<b>1</b>	<b>DOEL EN TOEPASSINGSGEBIED</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PRINCIPE</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>APPARATUUR EN MATERIAAL</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MONSTERNEMING EN MONSTERBEHANDELING</b>	<b>4</b>
4.1	<i>Monsterneming en monstervoorbehandeling ter plaatse</i>	4
4.2	<i>Monstervoorbehandeling in labo</i>	5
<b>5</b>	<b>ANALYSEPROCEDURE</b>	<b>6</b>
5.1	<i>Bepaling niet-vlottende verontreinigingen (X)</i>	6
5.2	<i>Bepaling glas (<math>R_g</math>)</i>	6
5.3	<i>Bepaling vlottende verontreinigingen (FL)</i>	6
5.4	<i>Controle op achterblijvende niet-vlottende verontreinigingen (X) en glas (<math>R_g</math>)</i>	7
<b>6</b>	<b>BEREKENINGEN</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>VERSLAG</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>10</b>
<b>BIJLAGE A</b>		<b>11</b>

## 1 DOEL EN TOEPASSINGSGBIED

Deze procedure vervangt de procedure CMA/2/II/A.22 van september 2021.

De methode beschrijft de bepaling van vlottende, niet-vlottende verontreinigingen en glas in granulaire materialen (korrelmaat van 0 tot D, met D maximaal 90 mm) in het kader van de karakterisering van grondstoffen voor gebruik in of als bouwstof. Alle vlottende deeltjes worden beschouwd als een verontreiniging.

Het resultaat van deze bepaling is een aanduiding van het volume-massagehalte aan vlottende verontreinigingen en van het massa % niet-vlottende verontreinigingen in de granulaire materialen. Glas wordt in deze procedure als een specifieke fractie bepaald en uitgedrukt in massa %.

De methode is gebaseerd op EN 933-11 (2009). Ze wordt toegepast op de fractie 4-63 mm van granulaire materialen, op voorwaarde dat de massa van de zeeffractie > 4 mm minstens 15 % van het totale (analyse)monster bedraagt. Deze methode is niet van toepassing op fijnkorrelige granulaire materialen (zoals brekerzeefzand, zie CMA/2/II/A.23).

Opmerking: fijnkorrelige granulaair materiaal waarvan de massa van de zeeffractie > 4 mm minder dan 15 % van het totaal monster bedraagt worden onderzocht volgens CMA/2/II/A.23.

## 2 PRINCIPE

Het gedroogde analysemonster wordt gezeefd over de zeven van 63 en 4 mm. De fracties > 63 mm en < 4 mm worden niet verder geanalyseerd.

Uit de zeeffractie 4/63 worden in eerste instantie via hand-picking de visueel zichtbare niet-vlottende verontreinigingen (X, zie Tabel 2) en glas (Rg) en vlottende verontreinigingen (FL, zie Tabel 2) gesorteerd.

Vervolgens wordt de resterende zeeffractie 4/63 mm in een bak met water gebracht. Door roeren wordt een scheiding bekomen tussen de drijvende delen (vlottende verontreinigingen) en de rest van de zeeffractie.

De vlottende verontreinigingen worden verzameld en hun totaalvolume wordt bepaald (FL). Daartoe worden de vlottende verontreinigingen eerst ~~afgedroogd~~ drooggedept en vervolgens ondergedompeld in een maatcilinder met water om het volume te bepalen.

De rest van de zeeffractie in de waterbak zijn de niet-vlottende materialen, waaronder ook niet-vlottende verontreinigingen (X) en/of glas. De resterende zeeffractie wordt uit de waterbak genomen, gedroogd, en uitgespreid op een vlak oppervlak. Hieruit worden optioneel<sup>1</sup> de achterblijvende (gewassen) niet-vlottende verontreinigingen (X) en glas (Rg) via hand-picking gesorteerd. Vervolgens wordt de massa van de verzamelde niet-vlottende verontreinigingen (X) en glas (Rg) bepaald, en wordt het overeenkomstig gehalte berekend.

---

<sup>1</sup> Bij onvoldoende zichtbaarheid van de aard/herkomst van de deeltjes in de gedroogde testportie

### 3 APPARATUUR EN MATERIAAL

#### 3.1 spleetverdeler met gepaste spleetopening

Opmerking: de spleetverdeler moet van een even aantal openingen zijn voorzien, niet minder dan acht. De breedte van de openingen moet ten minste twee maal de grootste korrelgrootte bedragen, om te voorkomen dat de grootste fracties klemraken of achterblijven.

#### 3.2 analytische balans met een weegbereik van minstens 10 kg en meetnauwkeurigheid van 1 g + analytische balans met een weegbereik van 200 g met een meetnauwkeurigheid van 0,1 g.

#### 3.3 geventileerde droogstoof met thermostaat instelbaar op temperaturen $40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , en instelbaar op $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ of $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Opmerking: voor het drogen van asfaltdelen met mogelijkheid tot rechtstreeks afvoer van de dampen naar de buitenlucht.

#### 3.4 schalen of breedvlakbakken om minstens 10 kg material te drogen

#### 3.5 testzeven met maaswijdte of vierkante perforaties van 63 en 4 mm. ~~en van 200 $\mu\text{m}$ .~~

#### 3.6 een waterbak met 3 tot 5 maal het volume van het analysemonster

#### 3.7 adsorberend papier om materiaaldeeltjes droog te deppen

#### 3.8 maatcilinder met afleesschaal en plunjer. De maatcilinder bezit een voldoende capaciteit om de vlottende materialen volledig onder te dompelen in water. De diameter van de cilinder wordt, afhankelijk van de korrelmaat D van het puingranulaat, oordeelkundig gekozen zodat alle vlottende materialen in 1 keer kunnen worden ondergedompeld en de aflezing toch voldoende relevant kan gebeuren. De plunjer dient vrij te kunnen bewegen in de maatcilinder (De diameter van de plunjer verschilt met de inwendige diameter van de maatcilinder maximum 2 tot 3 mm). De afleesschaal laat een aflezing toe in volume-eenheden met een nauwkeurigheid van $1\text{ cm}^3$ of in hoogtes met een nauwkeurigheid in mm.

### 4 MONSTERNEMING EN MONSTERBEHANDELING

#### 4.1 MONSTERNEMING EN MONSTERVEROORBEHANDELING TER PLAATSE

Het verzamelmonster (veldmonster) wordt genomen in overeenstemming met CMA/1/A.14, CMA/1/A.15 en CMA/1/A.18 (gebaseerd op EN 932-1).

Opmerking: voor de monsternamen van granulaire materialen in een toepassing (bijv. van funderings- of verhardingslagen) kunnen de bemonsteringstechnieken in CMA/1/A.15 toegepast worden, met als partijafbakening het volume van de te bemonsteren laag in kwestie (oppervlakte, diepte). Eventueel kan ook de bemonsteringsmethode, zoals beschreven in § 5.2.4 punt a) en b) van CMA/1/A.20 (sleuven), toegepast worden. Voor de verder monsterveroорbehanDELING ter plaatse wordt opnieuw verwezen naar CMA/1/A.18.

Opmerking: Indien de herkomst van het granulaire materiaal geen uitsluitel geeft over de korrelmaat/korrelgrootte, dient de korrelgrootte gecontroleerd te worden op een separaat deelmonster (via zeven op niet-gewassen materiaal).

Met betrekking tot de te nemen monsterhoeveelheden (veldmonster en laboratoriummonster) wordt in deze methode afgeweken ten opzichte van de richtlijnen in CMA/2/A.14 en CMA/1/A.18.

Hierna volgt de leidraad voor de grootte van het te nemen verzamelmonster (veldmonster) en analysemonster.

Met betrekking tot de minimale hoeveelheden die aan het laboratorium geleverd worden (verzamelmonster of laboratoriummonster), worden minstens de richtlijnen voor de minimale hoeveelheid van het analysemonster hieronder gevolgd (zie Tabel 1). Met een spleetverdeler wordt het verzamelmonster gereduceerd tot een analysemonster volgens tabel 1 (dit mag op het veld of in het labo uitgevoerd worden).

**Tabel 1: minimale hoeveelheid verzamel- en analysemonster-in functie van de korrelmaat D.**

Korrelmaat D (mm)	Verzamelmonster (kg)	Min. hoeveelheid labomonster (CMA/1/A.18) (l)	Analysemonster (=laboratoriummonster) (kg)
90	268	30	67 <sup>2</sup>
80	232	30	58 <sup>2</sup>
63	160	30	40
56	132	30	33
50	112	30	28
40	80	20	20
32	80	20	10
20	80	10	10
16	80	10	10
≤ 10	40	10	10

Bij de monsterneming dient rekening te worden gehouden met het droge stofgehalte van de granulaire materialen zodat het verzamelmonster voldoende droog gewicht bevat.

Bij de vermelde hoeveelheden in Tabel 1 wordt evenwel benadrukt dat het steeds om minimale hoeveelheden gaat; grotere hoeveelheden zijn steeds toegelaten.

#### 4.2 MONSTERVERORBEHANDELING IN LABO

Het analysemonster wordt uitgespreid in een dunne laag (2 à 3 cm) in een schaal of breedvlakbak. Het analysemonster wordt in een geventileerde droogstoof bij een temperatuur van  $105 \pm 5$  °C of  $110 \pm 5$  °C gedroogd tot constant gewicht of minimaal gedurende 16 h. Het materiaal wordt tijdens het drogen regelmatig met een spatel dooreen gezet, zodat samenkleven wordt vermeden.

In het geval van asfaltgranulaten wordt het analysemonster gedroogd bij een temperatuur van  $40 \pm 5$  °C tot constant gewicht in een mechanisch geventileerde droogstoof met rechtstreekse afvoer van de vrijgekomen dampen naar de buitenlucht.

In elk van deze situaties wordt het gedroogde analysemonster uit de droogstoof genomen en aan de lucht afgekoeld tot omgevingstemperatuur. Noteer de droogtemperatuur als T.

<sup>2</sup> of volledig labomonster, zoals aangeleverd cfr. CMA/1/A.18

## 5 ANALYSEPROCEDURE

Tenzij anders vermeld worden alle wegingen uitgedrukt in gram (meetnauwkeurigheid 1 gram). Voor de fracties met massa lager dan 100 g is een meetnauwkeurigheid van 0,1 g voldoende. Weeg het gedroogd analysemonster tot op 1 g nauwkeurig af ( $M_0$ ).

Zeef het gedroogde analysemonster achtereenvolgens op de zeven van 63 en 4 mm.

Noteer de massa van de zeefrest op 63 mm als  $M_{63}$  en de massa van de doorval door de zeef van 4 mm als  $M_4$ .

Controleer of verhouding  $M_4 / M_0$  maximaal 0.85 bedraagt. Indien de verhouding  $M_4 / M_0$  groter is dan 0,85, valt het materiaal onder de categorie 'fijnkorrelig' en moet deze bepaling volgens CMA/2/II/A.23 gebeuren.

De fracties >63 mm en <4 mm worden niet verder geanalyseerd.

De testportie 4/63 mm wordt gewogen en geregistreerd als  $M_1$ .

### 5.1 BEPALING NIET-VLOTTENDE VERONTREINIGINGEN (X)

Scheid uit de testportie 4/63 mm eventueel de nog aanwezige klei en grond af en breng deze verontreiniging in een schaal met categorie X.

Spreid de resterende testportie vervolgens uit op een vlakke ondergrond. Duidelijk zichtbare niet-vlottende verontreinigingen (zie Tabel 2) worden in eerste instantie via handpicking gesorteerd en toegevoegd aan de categorie X samen in de schaal met grond en klei. Bij onvoldoende zichtbaarheid van de aard van de individuele deeltjes in de gedroogde testportie, wordt een extra sorteerstap (na waterbak) ingevoerd cfr. 5.4.

Weeg en noteer de inhoud van deze schaal als  $M_x$ .

### 5.2 BEPALING GLAS ( $R_g$ )

Verzamel tevens via hand-picking het (niet-gebonden<sup>4</sup>) glas ( $R_g$ ) uit de uitgespreide testportie 4/63, en voeg deze toe aan een schaal met categorie  $R_g$ .

Weeg en noteer de inhoud van deze schaal massa als  $M_g$ .

Bij onvoldoende zichtbaarheid van de aard van de individuele deeltjes in de gedroogde testportie, wordt een extra sorteerstap (na wassen testportie) en/of optionele reductiestap ingevoerd cfr. 5.4.

### 5.3 BEPALING VLOTTENDE VERONTREINIGINGEN (FL)

De vlottende verontreinigingen (FL) worden via volgende werkwijze afgezonderd:

Het is toegelaten om in de testportie vooraf, de potentieel vlottende verontreinigingen (zie Tabel 2) via handpicking te selecteren voordat de testportie in de waterbak gebracht wordt, mits gecontroleerd wordt of de geselecteerde deeltjes ook effectief drijven (bij volumebepaling in maatcilinder). Breng deze verontreinigingen in een schaal met categorie FL.

Breng de volledige testportie 4/63 (na 5.1 en/of 5.2) geleidelijk in het waterbad en roer zodat de vlottende verontreinigingen onmiddellijk komen bovendrijven. Maak de vlottende deeltjes, indien nodig, met de hand los van niet-drijvende delen. Verzamel vlug de vlottende verontreinigingen om waterabsorptie maximaal te vermijden. Maak eventueel nog klevende deeltjes los en spoel de fractie vlottende verontreinigingen af.

Dep de vlottende verontreinigingen droog met adsorberend papier alvorens deze in een maatcilinder, gevuld met een gekende hoeveelheid water (voldoende voor de volledige onderdompeling ervan), te brengen. Gebruik een plunjer (dompelaar) voor de volledige onderdompeling van de vlottende verontreinigingen (zie figuur 1). Voorkom dat de plunjer zelf of lucht wordt ondergedompeld.

Het volume  $V_{FL}$  in  $\text{cm}^3$  wordt via volgende werkwijze berekend:

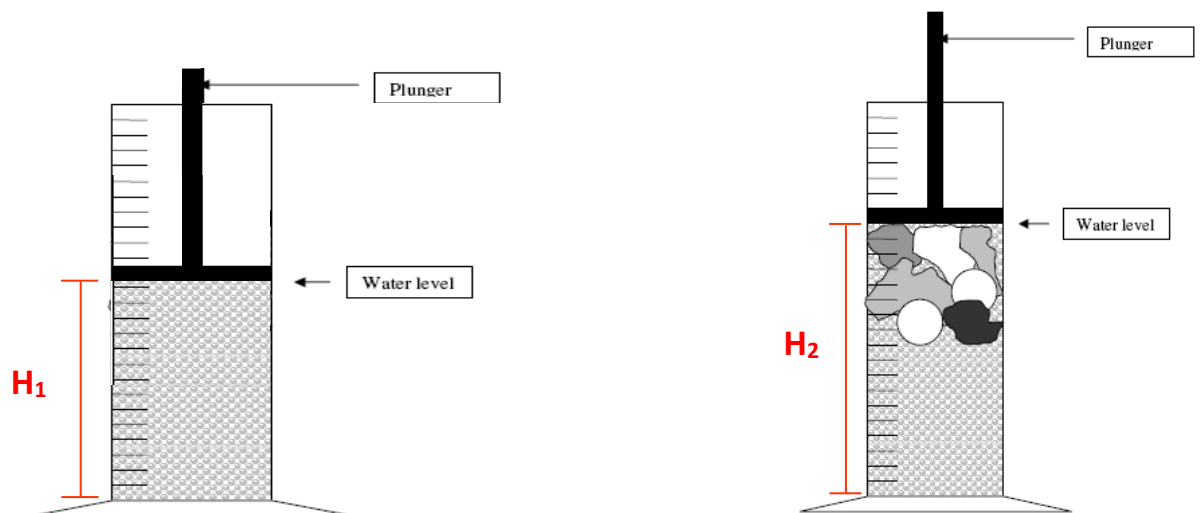
De toegenomen hoogte ( $H_2-H_1$ ) is een maat voor het volume van de vlottende verontreinigingen  $V_{FL}$ .

$$V_{FL} = (H_2 - H_1) \times \pi \frac{D_{\text{maatcilinder}}^2}{4000} \quad (\text{cm}^3)$$

met:

$H_1$	hoogte water in maatcilinder voor onderdompeling, in mm
$H_2$	hoogte water in maatcilinder na onderdompeling, in mm
$D_{\text{maatcilinder}}$	diameter van de maatcilinder, in mm
$V_{FL}$	volume vlottende verontreinigingen, Het volume wordt uitgedrukt in $\text{cm}^3$ op 1 decimaal

Indien op de maatcilinder gradaties zijn aangebracht in volume-eenheden, kunnen de volumes rechtstreeks worden afgelezen op de maatcilinder.



Figuur 1 [bron PTV 406, COPRO]

#### 5.4 CONTROLE OP ACHTERBLIJVENDE NIET-VLOTTENDE VERONTREINIGINGEN (X) EN GLAS (Rg)

Verzamel alle niet-drijvende materialen uit de waterbak en droog deze in de droogstoof bij  $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  of  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  tot constant gewicht of minimaal gedurende 16 h.

Spreid deze materialen op een vlakke ondergrond en sorteer via hand-picking de verontreinigingen die behoren tot categorie X (Tabel 2) en tot categorie Rg (glas).

Breng de verontreinigingen over in de betreffende schalen X resp. Rg. Weeg en noteer de gezamenlijke massa (incl. massa van resp. 5.1 en 5.2) als resp.  $M_x$  en  $M_g$ .

Optioneel mag voor de bepaling van het gehalte aan glas, de resterende niet-drijvende materialen uit fractie 4/63 mm met de spleetverdeler worden gereduceerd tot een massa  $M_3$  van minstens 1000 deeltjes (stenen, granulaten). Weeg en noteer het resterende deel van de (gedroogde) niet-drijvende delen uit fractie 4/63 mm als  $M_2$ , en weeg en noteer de gereduceerde massa als  $M_3$ . Sorteert het glas manueel uit de massa  $M_3$ , en hou deze afzonderlijk als fractie  $R_g'$ . Weeg en noteer de massa als  $M_g'$ .

Tabel 2: categorieën van materialen

CATEGORIE	BESCHRIJVING
FL	<p>Vlottende verontreinigingen: drijvende matrixvreemde<sup>3</sup> materialen zoals (niet-limitatief):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cellenbeton;</li> <li>- geëxpandeerde klei;</li> <li>- plastic,</li> <li>- papier/karton;</li> <li>- isolatiematerialen;</li> <li>- hout;</li> <li>- plantenresten;</li> <li>- kurk;</li> <li>- houtvezelplaat;</li> <li>- in <i>gerecycleerde granulaten</i> (definitie Vlarema)<sup>4</sup>: niet-gebonden bodemassen, niet- gebonden slakken van verbrandingsinstallaties, niet-gebonden ferroslakken, niet-gebonden non-ferroslakken).</li> </ul> <p><del>In andere dan gerecycleerde granulaten wordt drijvend slak/bodemas niet als verontreiniging aangeduid;</del></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ...</li> </ul>
Rg	<p>Glas in <i>gerecycleerde granulaten</i> (definitie Vlarema)<sup>4</sup>: niet-gebonden glas.</p>
X	<p>Niet-vlottende verontreinigingen: niet-drijvende matrixvreemde<sup>3</sup> materialen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cohesieve stoffen (klei, grond)</li> <li>- Metalen (ferro en non ferro)</li> <li>- Hout, plastic, rubber, (papier)</li> <li>- Roofing, bitumineus plaatmateriaal (dakbedekking,...)</li> <li>- Pleister (pleisterkalk, gips,...)</li> <li>- Asbestverdachte materialen</li> <li>- Steenkool, zwarte steenkoolhoudende leisteen, ligniet (bruinkool), cokes, vuurvaste steen</li> <li>- In <i>gerecycleerde granulaten</i> (definitie Vlarema)<sup>4</sup>: niet-gebonden bodemassen, niet-gebonden slakken van verbrandingsinstallaties, niet-gebonden ferroslakken en niet-gebonden non-ferroslakken.</li> </ul> <p><del>In andere dan gerecycleerde granulaten wordt voornoemde</del></p>

<sup>3</sup> Verontreinigingen die aanwezig zijn in de potentiële bouwstof die ontstaat in een specifiek eenduidig omschreven productieproces

<sup>4</sup> In gerecycleerde granulaten (ontstaan door mechanische behandeling van anorganisch materiaal dat afkomstig is van bouwkundige constructies, zoals betongranulaat, asfaltgranulaat, menggranulaat, metselwerkgranulaat, gerecycleerde brokken, brekerzand van asfalt, brekerzeefzand, sorteerzeefgranulaat en sorteerzeefzand) zijn niet-gebonden assen of slakken matrixvreemde verontreinigingen. Gebonden (mengsels van) assen en slakken worden niet beschouwd als matrixvreemde verontreinigingen.



~~slak/bodemas niet als verontreiniging aangeduid.~~

Opmerking: door ingesloten lucht kan bodemas/slak soms drijven (zie FL).

## 6 BEREKENINGEN

6.1 de vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm) FL in cm<sup>3</sup>/kg droge stof uitdrukken tot op 1 decimaal

$$\text{Volume vlottende verontreinigingen } V_{FL} = (H_2 - H_1) \times \pi \frac{D^2}{4000} \quad (\text{cm}^3)$$

In geval van gradaties in volume-eenheden op de maatcilinder, volume rechtstreeks af te lezen in cm<sup>3</sup>.

$$FL = 1000 \times V_{FL} / M_1 \quad (\text{cm}^3/\text{kg droge stof})$$

6.2 de niet-vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm) uitgezonderd glas X in %(m/m) uitdrukken tot op 1 decimaal

$$X = 100 \times M_X / M_1 \quad (\%)$$

6.3 het glas (fractie 4-63 mm) in %(m/m) uitdrukken tot op 1 decimaal

- zonder reductiestap:

$$R_g = 100 \times M_g / M_1 \quad (\%)$$

- met reductiestap:

$$R_g = 100 \times [(M_g / M_1) + ((M_g' / M_3) * (M_2 / M_1))] \quad (\%)$$

In Bijlage A werd een voorbeeld van een rekenblad toegevoegd.

## 7 VERSLAG

Het verslag wordt opgesteld conform CMA/6/E, en moet daarnaast de volgende gegevens bevatten:

- de massa van niet-geanalyseerde fracties in het monster, M<sub>4</sub> en M<sub>63</sub> in g
- de massa van het gedroogd analysemonster M<sub>0</sub> en de testportie M<sub>1</sub> in g
- de vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm) FL in cm<sup>3</sup>/kg
- de niet-vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm) uitgezonderd glas X in %(m/m)
- het glas (fractie 4-63 mm) R<sub>g</sub> in %(m/m)

## 8 REFERENTIES

- CMA/2/II/A.23 Compendium voor Monsterneming en analyse - Deel 2 Anorganische analysemethoden - Vaste stoffen (incl. pasteuze) - Vlottende, niet-vlottende verontreinigingen en glas op fijnkorrelige granulaire materialen
- CMA/6/E, Voorwaarden voor rapportering van monsternaminggegevens en analyseresultaten door een erkend laboratorium
- PTV 406 versie 7 (2016), Classificatie van gerecycleerde granulaten
- EN 933-11:2009+ EN 933-11:2009/AC, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.
- EN 932-1:1996, Tests for general properties of aggregates – Part 1: Methods for sampling.
- CMA/1/A.14 Compendium voor Monsterneming en analyse - Monsterneming – Afvalstoffen/secundaire grondstoffen – Algemene richtlijnen monsterneming.
- CMA/1/A.15 Compendium voor Monsterneming en analyse - Monsterneming – Afvalstoffen/ grondstoffen – Monsternemingstechniek vaste materialen.
- CMA/1/A.18 Compendium voor Monsterneming en analyse - Monsterneming – Afvalstoffen/ grondstoffen – Monstervoorbehandeling ter plaatse

## BIJLAGE A

## Voorbeeld rekenblad voor uitvoeren van een proef volgens CMA / 2 / II / A.22

<u>Identificatie van het monster:</u>	<u>Laboratorium:</u>
	<u>Datum:</u>
	<u>Uitvoerder:</u>

Droog temperatuur	T	°C
Massa analysemonster	M <sub>o</sub>	g
Zeefrest zeef 63 mm	M <sub>63</sub>	g d.s.
Zeefdoorval 4 mm	M <sub>4</sub>	g d.s.
Massa testfractie 4/63 mm	M <sub>1</sub>	g d.s.
Massa niet-vlottende verontreinigingen X	M <sub>x</sub>	g d.s.
Massa glas (zonder reductiestap)	M <sub>g</sub>	g d.s.
Massa resterende deel van (gedroogde) niet-drijvende delen uit fractie 4/63 mm	M <sub>2</sub>	g d.s.
Massa gereduceerde deel van niet-drijvende delen uit fractie 4/63 mm (M <sub>2</sub> → 1000 delen (stenen))	M <sub>3</sub>	g d.s.
Massa glas (na reductiestap)	M <sub>g</sub> '	g d.s.

Diameter maatcilinder	D	mm
Hoogte waterkolom	H <sub>1</sub>	mm
Hoogte waterkolom met vlottende verontreinigingen	H <sub>2</sub>	mm

Component		Berekening
Volume vlottende verontreinigingen: berekening	V <sub>FL</sub>	$(H_2 - H_1) \times \pi \times D^2 / 4000 =$ cm <sup>3</sup>
Volume vlottende verontreinigingen: directe aflezing	V <sub>FL</sub>	cm <sup>3</sup>
Gehalte vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm)	FL	$FL = 1000 \times V_{FL} / M_1 =$ cm <sup>3</sup> /kg d.s.

Component		Berekening
Gehalte niet-vlottende verontreinigingen (fractie 4-63 mm) uitgezonderd glas:	X	$100 \times M_x / M_1 =$ %
Glas (fractie 4-63 mm) zonder reductiestap	R <sub>g</sub>	$100 \times M_g / M_1 =$ %
Glas (fractie 4-63 mm) na reductiestap	R <sub>g</sub>	$100 \times (M_g / M_1) + (M_g' / M_3 \times M_2 / M_1) =$ %