

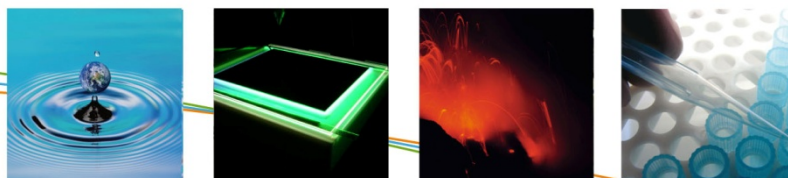
Eindrapport

Bepaling van het aandeel hernieuwbaar in afval met de selectieve oplosmethode

C. Vanhoof, J. De Wit en K. Tirez

Studie uitgevoerd in opdracht van de OVAM
2011/MANT/R/016

Maart 2011



VITO NV

Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be – www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)

SAMENVATTING

Op 13 verschillende afvalstromen werd de biomassa bepaald op zowel gewichtsbasis als op energetische basis volgens de methoden beschreven in CEN/TS 15440 *Solid recovered fuels – method for the determination of biomass content*.

De analyses werden uitgevoerd op een beperkt aantal staalnames van diverse stromen. De uitgevoerde staalnames en de bijhorende metingen werden enkel gebruikt om de methodiek verder op punt te stellen. Het was niet de bedoeling om met deze analyses een representatieve meetwaarde van het aandeel hernieuwbaar op energetische basis voor de verschillende bemonsterde stromen te bekomen. Om een eenduidige evaluatie mogelijk te maken werd de vergelijking tussen de biomassa en niet-biomassa op gewichts % en % calorische waarde uitgevoerd op de droge en asvrije fractie.

Op basis van de uitgevoerde metingen kunnen volgende bevindingen geformuleerd worden:

- Een aantal monstertypes zijn niet geschikt om de selectieve oplosmethode toe te passen. Deze lijst is opgenomen in de Europese norm CEN/TS 15440. Analyses uitgevoerd op torrcoal bevestigen deze bevindingen. Torrcoal kan beschouwd worden als 100% hernieuwbaar, terwijl bij toepassing van de selectieve oplosmethode de biomassa slechts ± 11 gew% bedraagt;
- Bij een niet-biomassa fractie (gew% ds) van minder dan 10%, is een additionele analyse voor de bepaling op energetische basis niet mogelijk/relevant. Het residu, bekomen na het uitvoeren van de selectieve oplosmethode is te weinig of niet bruikbaar (inkoeken van residu in filtermateriaal) om hiervan het asrestgehalte en de calorische waarde te bepalen. Typische monsters: MDF, treinbilzen (Biomassa ± 90 gew%); Filterkoek, nat slib (Biomassa $\pm 52\%$ en asrest $\pm 43\%$);
- Bij een biomassa van minder dan 10 gew% zal bij het berekenen van de biomassa op energetische waarde de fout beduidend zijn omdat bij deze berekening het verschil dient gemaakt te worden van 2 grote vergelijkbare getallen (q_{SRF} en q_{NB}). Type monster geanalyseerd: Shredder granulaten (plastics);
- Bij berekening van de biomassa van SRFs ligt deze waarde op gewichtsbasis hoger dan deze berekend op energetische basis. Dit is een te verwachten patroon omdat SRFs een substantiële bijdrage aan plastic (= niet-biomassa) bevatten. De verbrandingswaarde van plastic (30-40 MJ/kg) is beduidend hoger dan van een SRF mengsel (15-20 MJ/kg).
- Invloed van het watergehalte. Het verschil in het aandeel hernieuwbaar bij berekening op basis van OVW_{nat} (= stookwaarde) of OVW_{droog} is voor monsters met lage watergehaltes (zoals in SRF) zeer beperkt. Uit berekeningen blijkt dat dit verschil kleiner is dan 1 % (relatief) op het aandeel hernieuwbaar voor SRF met een watergehalte van 15%, en dat dit verschil daalt bij lagere watergehaltes.
- Bij de diverse shredder stromen is het resultaat afhankelijk van het type stroom. De meest energetische stroom zijn de shredder vezels (monster 11 en 12) waarvan de biomassa op gewichtsbasis hoog ($\pm 79\%$) ligt en verlaagt bij berekening op energetische basis. De warmtebehandeling van de shredder vezels resulteert in een hogere biomassa op energetische basis (68%) in vergelijking met het onbehandeld monster (61%).
- De effectieve tijd nodig voor de bepaling van de biomassa op energetische basis (gaande van het originele monster tot het eindresultaat) ligt een factor 2 hoger dan wanneer de biomassa enkel op gewichtsbasis wordt bepaald.

INHOUD

Samenvatting	I
Inhoud	II
Lijst van tabellen	III
Lijst van figuren	IV
HOOFDSTUK 1. Inleiding	1
HOOFDSTUK 2. Beschrijving Europese normmethode	2
2.1. Inleiding	2
2.2. Toepassingsgebied	2
2.3. CEN/TC 15440 Annex B Bepaling van het gehalte biomassa met de selectieve oplosmethode uitgedrukt in gewichts% ds	3
2.3.1. Procedure Annex B – biomassa op gewichts% ds	3
2.3.2. Berekening Annex B – biomassa op gewichts% ds	3
2.3.3. Schematische weergave Annex B – biomassa op gewichts% ds	4
2.4. CEN/TC 15440 Annex D Bepaling van het gehalte biomassa uitgedrukt in % van de calorische waarde	5
2.4.1. Procedure Annex D - biomassa uitgedrukt in % calorische waarde	5
2.4.2. Berekening - biomassa uitgedrukt in % calorische waarde	6
2.4.3. Schematische weergave Annex D - biomassa uitgedrukt in % calorische waarde	7
HOOFDSTUK 3. Bepaling van de biomassa op diverse afvalmonsters	9
3.1. Beschrijving geanalyseerde monsters	9
3.2. Analysen	14
3.2.1. Biomassa en niet-biomassa in gewichts% droge stof	14
3.2.2. Biomassa en niet-biomassa uitgedrukt in % calorische waarde	15
3.3. Bespreking resultaten	19
HOOFDSTUK 4. Besluit	22
Bijlage 1	24
Literatuurlijst	26

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1 Biomassa en niet-biomassa in gewichts% ds (meting 1/meting 2)	14
Tabel 2 Biomassa en niet-biomassa op droge-asvrije fractie in gewichts% en % calorische waarde	18
Tabel 3 Overzicht analyseresultaten biomassa en niet-biomassa op gewichtsbasis en op energetische basis	24

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1 Schematische weergave selectieve oplosmethode voor bepaling gehalte biomassa uitgedrukt in gewicht% ds	4
Figuur 2 Schematische weergave selectieve oplosmethode voor bepaling gehalte biomassa op droge-asvrije basis en uitgedrukt in % van de calorische waarde	8
Figuur 3 Monster 1: MDF residu (links: origineel; rechts: < 1 mm)	9
Figuur 4 Monster 2: Shredder van autobanden (fractie 0.5 - 1 mm)	10
Figuur 5 Monster 3: SRF van bedrijfsafval (links: origineel; rechts: < 1 mm)	10
Figuur 6 Monster 4: Treinbilzen (links: origineel; rechts: < 1 mm)	10
Figuur 7 Monster 5: Filterkoek waterzuiveringsinstallatie (links: origineel; rechts: < 1 mm)	11
Figuur 8 Monster 6: Nat slib waterzuiveringsinstallatie (links:gedroogd monster; rechts: < 1 mm)	11
Figuur 9 Monster 7: RDF van restplastic huishoudelijk afval (links:origineel; rechts: < 1 mm)	11
Figuur 10 Monster 8: Torricol (links:origineel; rechts: < 1 mm)	12
Figuur 11 Monster 9: Fluff RDF (links:origineel; rechts: < 1 mm)	12
Figuur 12 Monster 10: Uitgesorteerde input voor shredderen (A:origineel 15-100 mm; B: < 10 mm; C: < 1 mm)	12
Figuur 13 Monster 11: Shredder vezels < 10 mm (links:origineel; rechts: < 1 mm)	13
Figuur 14 Monster 12: Shredder vezels < 10 mm na warmtebehandeling (links:origineel; rechts: <1 mm)	13
Figuur 15 Monster 13: Shredder granulaten (plastics)(links:origineel; rechts: <1 mm)	13
Figuur 16 Biomassa en niet-biomassa in gewichts% ds	15
Figuur 17 MDF residu (monster 1, links) en treinbilzen (monster 4, rechts) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen	16
Figuur 18 Filterkoek (monster 5) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen	16
Figuur 19 SRF (monster 3, links) en shredder autobanden (monster 2, rechts) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen	17
Figuur 20 Torricol (monster 8) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen	17
Figuur 21 Vergelijking biomassa en niet-biomassa op de droge-asvrije fractie op basis van gew% en % calorische waarde	18

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

Volgens het Besluit van de Vlaamse Regering van 5 maart 2004 ter bevordering van elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energiebronnen komt de organisch-biologische fractie van industrieel- en huishoudelijk afval in aanmerking voor de toekenning van groenestroomcertificaten. Het aandeel elektriciteit dat wordt geproduceerd met deze fractie wordt bepaald op basis van de energie-inhoud van het organisch-biologisch aandeel in het afval ten opzichte van de totale energie-inhoud van het afval. Voor de bepaling van het aandeel groenestroom in de uiteindelijke stroomopbrengst uit afvalverbranding is momenteel de selectieve oplosmethode zoals beschreven in Annex B van CEN/TS 15440:2006 weerhouden. Voor de bepaling van de biomassa uitgedrukt in % van de calorische waarde dient bijkomend op het residu de asrest en de calorische waarde bepaald te worden (annex D).

Voor deze laatste stap werd de analysemethodiek verder uitgewerkt oa. hoeveel monster dat minimaal dient geanalyseerd te worden ifv het type materiaal. Hiervoor werden 13 representatieve monsters geselecteerd in overleg met OVAM. De methodiek werd op punt gesteld en de reproduceerbaarheid (analyse in 2-voud) werd bepaald. De randvoorwaarden tesamen met de analysemethoden (selectieve oplosmethode voor de bepaling van het aandeel biomassa in afvalstromen en de bepaling van de biomassa uitgedrukt in % van de calorische waarde) worden beschreven in dit rapport.

De analyses werden uitgevoerd op een beperkt aantal staalnames van diverse stromen. De uitgevoerde staalnames en de bijhorende metingen werden enkel gebruikt om de methodiek verder op punt te stellen. Het was niet de bedoeling om een representatieve meetwaarde van het aandeel hernieuwbaar op energetische basis voor de verschillende bemonsterde stromen te bekomen.

HOOFDSTUK 2. BESCHRIJVING EUROPESE NORMMETHODE

2.1. INLEIDING

Voor de bepaling van het aandeel hernieuwbaar in afval werd de methodiek zoals beschreven in CEN/TS 15440¹ weerhouden. Deze methode beschrijft de bepaling van het gehalte aan biomassa in Solid recovered fuels (SRF) of vaste herwonnen brandstoffen en werd binnen Technical Committee CEN/TC 343 *Solid recovered fuels* uitgewerkt.

In deze normmethode is de selectieve oplosmethode in H₂SO₄ opgenomen (Annex B van deze norm). Gezien de selectieve oplosmethode niet geschikt is voor sommige type van materialen die mogelijk aanwezig kunnen zijn in SRF, moeten de beperkingen van deze methode in rekening gebracht worden (Annex G van deze norm) en dient men er op te letten dat de selectieve oplosmethode niet verkeerdelijk wordt toegepast bij SRF mengsels van onbekende samenstelling.

De fractie aan biomassa (biodegradeerbaar/biogene fractie) kan worden uitgedrukt:

- Op gewichtsbasis (Annex B van CEN/TS 15440)
- Op energie basis [bovenste ('gross') of onderste ('net') calorische waarde] (Annex D van CEN/TS 15440)
- Op koolstof gehalte (Annex E van CEN/TS 15440).

In Annex G van CEN/TS 15440 worden de beperkingen van de methode besproken. In deze annex wordt de performantie van de selectieve oplosmethoden gegeven van diverse biomassa en niet-biomassa materialen. Algemeen gesproken, is voor SRF bestaande uit een mix van biomassa en niet-biomassa materialen de selectieve oplosmethode betrouwbaar. Echter buiten de concentratie range van 10% tot 90% aan biomassa daalt de relatieve betrouwbaarheid voor sommige materialen.

2.2. TOEPASSINGSGEBIED

De methode beschreven in CEN/TS 15440, maakt een inschatting van het biodegradeerbare/biogene gehalte van SRFs door bepaling van het gehalte aan biomassa.

De CEN/TS 15440 methode is NIET toepasbaar voor:

- Zuivere fracties van afval, produkten en bij-produkten ingedeeld als CO₂-neutrale biomassa volgens Annex G van de norm;
- Houtskool, turf en vaste fossiele brandstof zoals steenkool, coke, bruinkool en mengsels van deze produkten met SRF;
- SRF welke meer dan 10% natuurlijk en/of synthetische rubber residus bevatten;
- SRF welke een combinatie bevatten van meer dan 5 gewichts% van:
 - o Nylon, polyurethaan of andere polymeren welke moleculaire amino groepen hebben;
 - o Biodegradeerbaar plastic van fossiele oorsprong;
- SRF welke een combinatie bevatten van meer dan 5 gewichts% van:
 - o Wol of viscose;
 - o Niet-biodegradeerbaar plastic van biogene oorsprong;
 - o Olie of vet aanwezig als een bestanddeel van biomassa.

Opm.: In typisch huishoudelijk en gelijkaardig afval is het gehalte aan nylon, polyurethaan, biodegradeerbaar plastic van fossiele oorsprong, wol, viscose, niet-biodegradeerbaar plastic van biogene oorsprong en aanwezig olie/vet vrij klein en is de fout verwaarloosbaar.

2.3. CEN/TC 15440 ANNEX B BEPALING VAN HET GEHALTE BIOMASSA MET DE SELECTIEVE OPLOSMETHODE UITGEDRUKT IN GEWICHTS% DS

Een beknopte beschrijving van de procedure voor de bepaling van de biomassa met de selectieve oplosmethode wordt hieronder beschreven. Voor de volledige versie wordt verwezen naar de normmethode. De analyses worden uitgevoerd op gedroogde monsters (105°C) waarvan de deeltjesgrootte verkleind is tot < 1 mm.

2.3.1. PROCEDURE ANNEX B – BIOMASSA OP GEWICHTS% DS

- Bereid 2 testporties van 5 g, deeltjesgrootte van 1 mm;
- Bepaal de asrest van testportie A (A_{SRF}) volgens CEN/TS 15403² (i.e. bepaling 550°C);
- Droog testportie B bij 105°C tot constant gewicht;
- Weeg testportie B (m_{SRF});
- Breng de testportie over in een 500 ml fles;
- Voeg 150 ml 78% (g/g) H_2SO_4 toe. Manueel schudden, onder trekkast plaatsen gedurende 16 uur $\pm$ 2 uur;
- Na 16 uur $\pm$ 2 uur, voeg 30 ml 35% (g/g) H_2O_2 toe. Manueel schudden, onder trekkast plaatsen gedurende 5 uur $\pm$ 1 uur;
- Droog een glasvezelfilter en weeg deze filter (m_{filter});
- Na 5 uur $\pm$ 1 uur, verdun het monster met 300 ml gedemineraliseerd water en filtreer over een glasvezelfilter met een Buchner filter;
- Verwijder H_2SO_4 door het residu 6x te spoelen met 50 ml gedemineraliseerd water (laatste filtraat volume heeft pH < 3);
- Droog het residu tesamen met de filter bij 105°C tot constant gewicht;
- Weeg het residu tesamen met de filter (m_{residu});
- Bepaal de asrest van het residu ($m_{residu-as}$) volgens CEN/TS 15403.

2.3.2. BEREKENING ANNEX B – BIOMASSA OP GEWICHTS% DS

De biomassa op droge stof basis uitgedrukt in gewichts% wordt als volgt berekend:

$$X_B = \left[1 - \left\{ \frac{m_{residue} - m_{residue-ash}}{m_{SRF}} + \frac{A_{SRF}}{100} \right\} \right] \cdot 100$$

De niet-biomassa op droge stof basis wordt als volgt berekend:

$$X_{NB} = 100 - X_B - A_{SRF}$$

met

A_{SRF} asrest van SRF bepaald volgens CEN/TS 15403, in gewichts% ds;

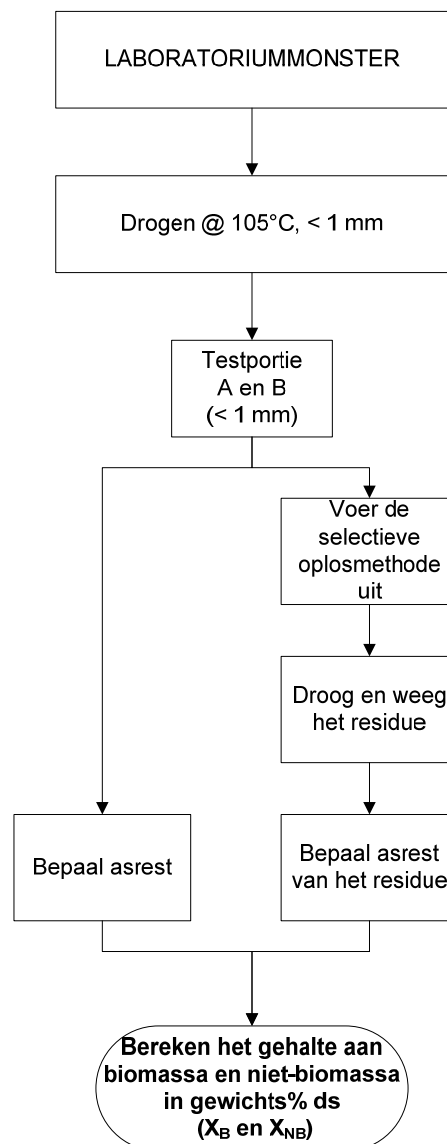
$m_{residu-as}$ massa van de asrest van het residu (na selectieve oplosmethode), incl. filter, verbrand volgens CEN/TS 15403, in g ds;

m_{SRF}	massa van de gedroogde SRF testportie gebruikt voor de selectieve oplosmethode, in g ds;
m_{residu}	resterende droge massa (incl. filter) nadat de testportie werd opgelost, in g ds;
X_{B}	gehalte aan biomassa op droge stof basis, uitgedrukt in gewichts% ds;
X_{NB}	gehalte aan niet-biomassa op droge stof basis, uitgedrukt in gewichts% ds.

Er dient opgemerkt te worden dat dit resultaat puur (100%) biomassa of niet-biomassa is berekend op de totale massa. Dit betekent dat wanneer bv. het energie gehalte van een SRF wordt berekend de calorische waarde op droge as-vrije (daf) basis moet gebruikt worden.

2.3.3. SCHEMATISCHE WEERGAVE ANNEX B – BIOMASSA OP GEWICHTS% DS

In Figuur 1 is schematisch het traject weergegeven voor de bepaling van de biomassa met de selectieve oplosmethode en uitgedrukt in gewicht% ds.



Figuur 1 Schematische weergave selectieve oplosmethode voor bepaling gehalte biomassa uitgedrukt in gewicht% ds

2.4. CEN/TC 15440 ANNEX D BEPALING VAN HET GEHALTE BIOMASSA UITGEDRUKT IN % VAN DE CALORISCHE WAARDE

Een beknopte beschrijving van deze procedure zal hieronder beschreven worden. Voor de volledige versie wordt verwezen naar de normmethode. De analyses worden uitgevoerd op gedroogde monsters (105°C) waarvan de deeltjesgrootte verkleind is tot < 1 mm.

De bepaling van de biomassa op basis van calorische waarde bestaat uit 2 procedures:

- Bepaling van de calorische waarden van de biomassa en niet-biomassa fractie
- Berekening van de biomassa op basis van het energie gehalte

De biomassa kan berekend worden in % van de 'net' calorische waarde en van de 'gross' calorische waarde. Dit wordt vooraf afgesproken. In deze studie werden alle berekeningen uitgevoerd op basis van de 'net' calorische waarde of onderste verbrandingswaarde (op droog monster). Voor de berekening van de onderste verbrandingswaarde op droog monster wordt verwezen naar CMA/2/II/A.5 *Stookwaarde bij constante druk*. Zoals vastgelegd in de CMA procedure wordt de onderste verbrandingswaarde berekend met een H-gehalte van 7.0 gewicht% ds.

$$q_{p,net,d} = \{q_{v,gr,d} - 212 \cdot w(H)_d\}$$

$$q_{p,net,d} = \{q_{v,gr,d} - 212 \cdot 7.0\}$$

met

$q_{p,net,d}$ is de onderste verbrandingswaarde of stookwaarde bij constante druk van het gedroogde monster in J per gram.

$q_{v,gr,d}$ is de verbrandingswarmte bij constant volume van een droog monster in J per gram.

$w(H)_d$ is het gehalte waterstof van het droog monster in procent.

2.4.1. PROCEDURE ANNEX D - BIOMASSA UITGEDRUKT IN % CALORISCHE WAARDE

Analysemonster A:

- Bepaal de asrest van testportie A (A_{SRF}) volgens CEN/TS 15403 (i.e. bepaling 550°C) en de calorische waarde volgens CEN/TS 15400³.

Analysemonster B:

- Voer de selectieve oplosmethode uit volgens Annex B.
- Bereken het gehalte aan niet-biomassa op gewichts% ds.

Analysemonster C:

- Voer de selectieve oplosmethode uit volgens Annex B. Let erop dat voldoende residu overblijft om de volgende stappen uit te voeren;
- Bepaal de asrest en de calorische waarde van het residu;
- Bereken de droge asvrije calorische waarde van de niet-biomassa fractie en van het totale monster;
- Bereken de droge asvrije calorische waarde van de biomassa fractie.

2.4.2. BEREKENING - BIOMASSA UITGEDRUKT IN % CALORISCHE WAARDE

Bij de berekening van de biomassa en niet-biomassa op energie basis werd afgeweken van Annex D van de CEN/TS 15440 normmethode. Bij de berekeningen werd ervoor geopteerd om alles uit te drukken op de droge asvrije fractie. Met deze methodiek is het mogelijk om een inschatting te krijgen van het aandeel hernieuwbaar van het monster in se (droog en asvrij). Bij evaluatie of een stroom in zijn totaliteit geschikt is als groenestroom dienen bijgevolg volgende factoren bekeken te worden:

- Vochtgehalte van het monster
- Asrest van het monster (inerte fractie)
- Biomassa/niet-biomassa op basis van energie inhoud (van de droge asvrije fractie)

De berekeningen werden als volgt uitgevoerd.

De droge asvrije (daf) calorische waarde van de niet-biomassa fractie, in MJ/kg, wordt berekend als volgt:

$$q_{NB(daf)} = \frac{q_{residue}}{1 - \frac{A_{residue}}{100}}$$

De droge asvrije (daf) calorische waarde van het totale monster, in MJ/kg, wordt berekend als volgt:

$$q_{SRF(daf)} = \frac{q_{SRF(droog)}}{1 - \frac{A_{SRF}}{100}}$$

De droge asvrije (daf) calorische waarde van de biomassa fractie, in MJ/kg, wordt berekend als volgt:

$$q_{B(daf)} = \frac{q_{SRF(daf)} - \left(\frac{X_{NB(daf)}}{100}\right) \cdot q_{NB(daf)}}{\left(\frac{X_{B(daf)}}{100}\right)}$$

Waarbij

$$X_{NB(daf)} = \frac{X_{NB}}{X_B + X_{NB}} \cdot 100$$

$$X_{B(daf)} = \frac{X_B}{X_B + X_{NB}} \cdot 100$$

De biomassa op droge-asvrije basis uitgedrukt in % calorische waarde wordt als volgt berekend:

$$X_B^{cal}(daf) = \frac{X_{B(daf)} \cdot q_{B(daf)}}{q_{SRF(daf)}}$$

De niet-biomassa op droge-asvrije basis uitgedrukt in % calorische waarde wordt als volgt berekend:

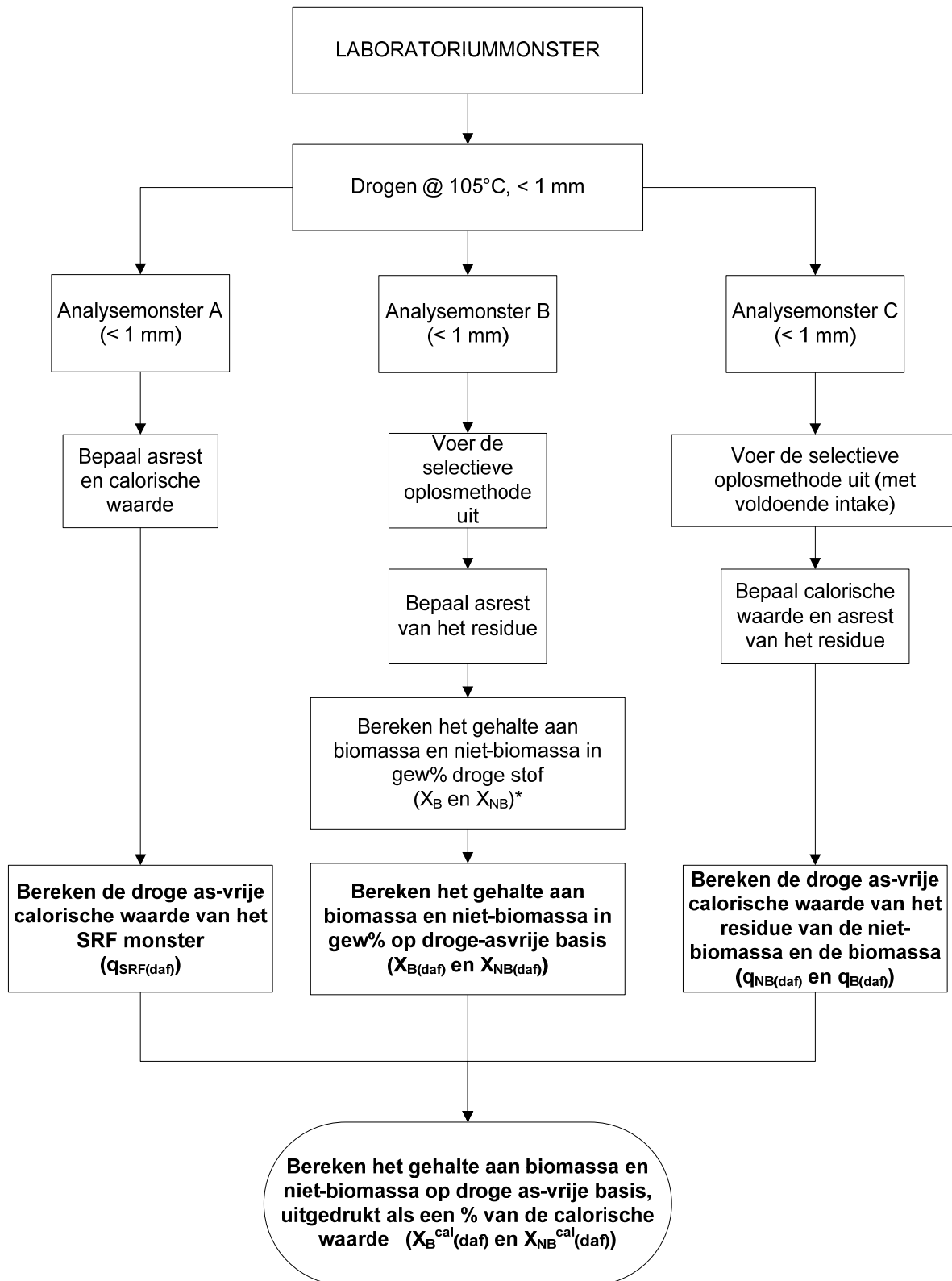
$$X_{NB}^{cal}(daf) = 100 - X_B^{cal}(daf)$$

met

A_{SRF}	asrest van SRF bepaald volgens CEN/TS 15403, in gewichts%;
A_{residu}	asrest van het residu na de selectieve oplosmethode bepaald volgens CEN/TS 15403, in gewichts%;
$Q_{\text{B(daf)}}$	calorische waarde van de biomassa fractie op droog-asvrije basis, in MJ/kg;
$Q_{\text{NB(daf)}}$	calorische waarde van de niet-biomassa fractie op droog-asvrije basis, in MJ/kg;
Q_{residu}	calorische waarde van het residu na de selectieve oplosmethode op droge stof basis, in MJ/kg;
Q_{SRF}	calorische waarde van het SRF monster, in MJ/kg;
$Q_{\text{SRF(daf)}}$	calorische waarde van het SRF monster op droog-asvrije basis, in MJ/kg;
X_{B}	gehalte aan biomassa op droge stof basis, uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{B (daf)}}$	gehalte aan biomassa op droge-asvrije basis, uitgedrukt in gewichts% ;
$X_{\text{B}}^{\text{cal}}(\text{daf})$	gehalte aan biomassa op droge-asvrije basis, uitgedrukt in % van de calorische waarde;
X_{NB}	gehalte aan niet-biomassa op droge stof basis, uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{NB (daf)}}$	gehalte aan niet-biomassa op droge-asvrije basis, uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{NB}}^{\text{cal}}(\text{daf})$	gehalte aan niet-biomassa op droge-asvrije basis, uitgedrukt in % van de calorische waarde.

2.4.3. SCHEMATISCHE WEERGAVE ANNEX D - BIOMASSA UITGEDRUKT IN % CALORISCHE WAARDE

In Figuur 1 is schematisch het traject weergegeven voor de bepaling van de biomassa met de selectieve oplosmethode en uitgedrukt op droge-asvrije basis in % van de calorische waarde.



Figuur 2 Schematische weergave selectieve oplosmethode voor bepaling gehalte biomassa op droge-asvrije basis en uitgedrukt in % van de calorische waarde

* Op basis van het analyseresultaat van X_B en X_{NB} (uitgedrukt op gewichts% ds) kan geëvalueerd worden of de biomassa en niet-biomassa op calorische basis moet berekend worden.

HOOFDSTUK 3. BEPALING VAN DE BIOMASSA OP DIVERSE AFVALMONSTERS

3.1. BESCHRIJVING GEANALYSEERDE MONSTERS

Op diverse afvalmonsters werd de biomassa bepaald en vervolgens uitgedrukt zowel op gewichts% of op energie basis.

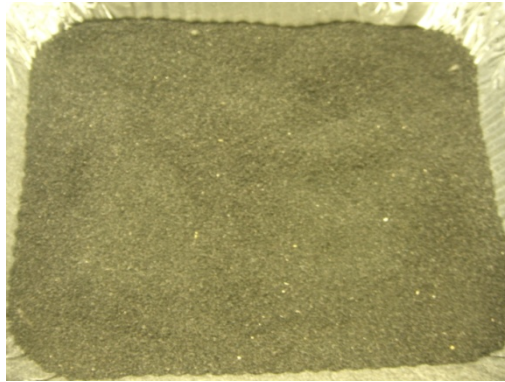
Volgende monsters werden geanalyseerd:

- Monster 1: MDF residu: zaagsel hout met melamine (monstername april 2010)
- Monster 2: Shredder van autobanden: fijnste fractie van het vershredderen van autobanden van personenwagens (0.5 – 1 mm), onzuivere fractie wegens stof/textiel van binnenkant band (monstername april 2010)
- Monster 3: SRF van bedrijfsafval (zeer luchtig) (monstername april 2010)
- Monster 4: treinbilzen: donkere versnipperde oude gecreosoteerde treinbilzen (monstername april 2010)
- Monster 5: filterkoek (25 à 30% DS) van een waterzuiveringsinstallatie (monstername september 2010)
- Monster 6: nat slib (3 à 3.5% DS) van een waterzuiveringsinstallatie (monstername september 2010)
- Monster 7: RDF van restplastic van huishoudelijk afval (monstername september 2010)
- Monster 8: torrcoal (monstername september 2010)
- Monster 9: fluff RDF van restplastic van huishoudelijk afval (monstername december 2010)
- Monster 10: uitgesorteerde input voor shredderen (15 – 100 mm) (monstername december 2010). Uitgesorteerd i.e. ontijzeren, fractioneren, verwijderen INOX, Al,...)
- Monster 11: Shredder vezels < 10 mm (monstername december 2010)
- Monster 12: Shredder vezels < 10 mm na warmtebehandeling (monstername december 2010)
- Monster 13: Shredder granulaten (plastics) (monstername december 2010)

Alle monsters werden gedroogd bij 105°C en fijngemalen met de snijmolen tot een fractie < 1 mm. In Figuur 3 t.e.m. Figuur 15 zijn de originele monsters weergegeven en de monsters na drogen en verfijnen tot < 1 mm.



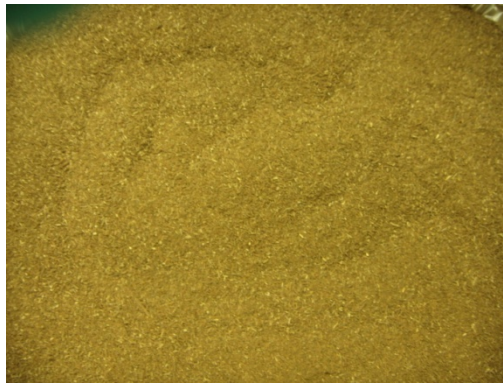
Figuur 3 Monster 1: MDF residu (links: origineel; rechts: < 1 mm)



Figuur 4 Monster 2: Shredder van autobanden (fractie 0.5 - 1 mm)



Figuur 5 Monster 3: SRF van bedrijfsafval (links: origineel; rechts: < 1 mm)



Figuur 6 Monster 4: Treinbilzen (links: origineel; rechts: < 1 mm)



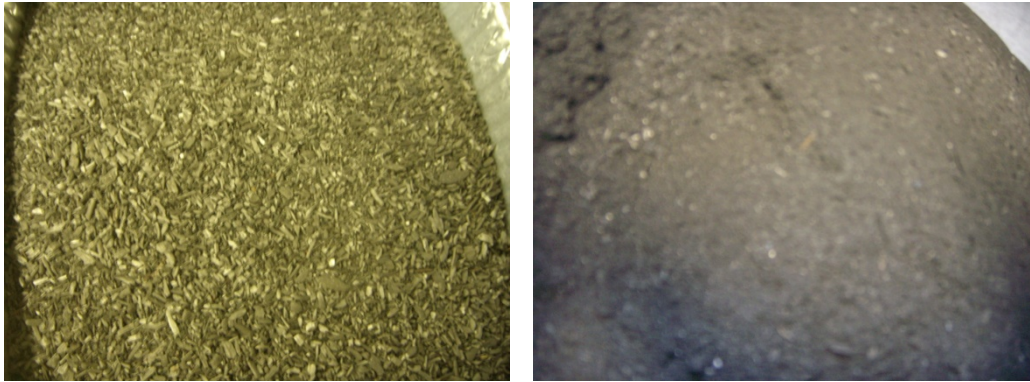
Figuur 7 Monster 5: Filterkoek waterzuiveringsinstallatie (links: origineel; rechts: < 1 mm)



Figuur 8 Monster 6: Nat slib waterzuiveringsinstallatie (links:gedroogd monster; rechts: < 1 mm)



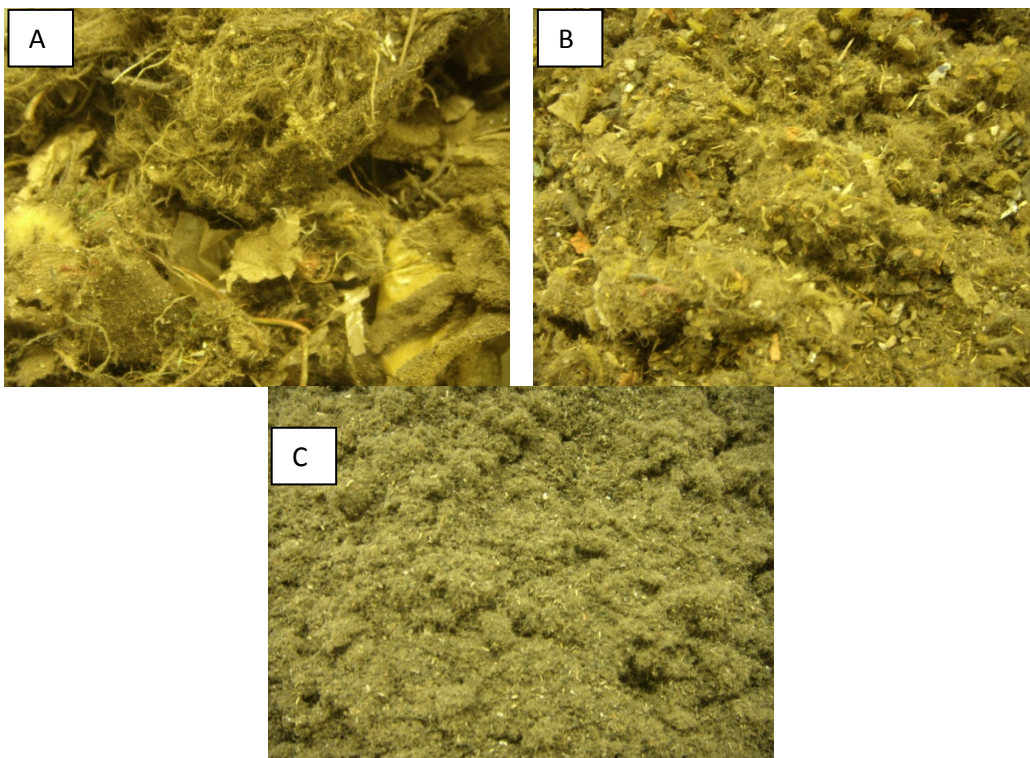
Figuur 9 Monster 7: RDF van restplastic huishoudelijk afval (links:origineel; rechts: < 1 mm)



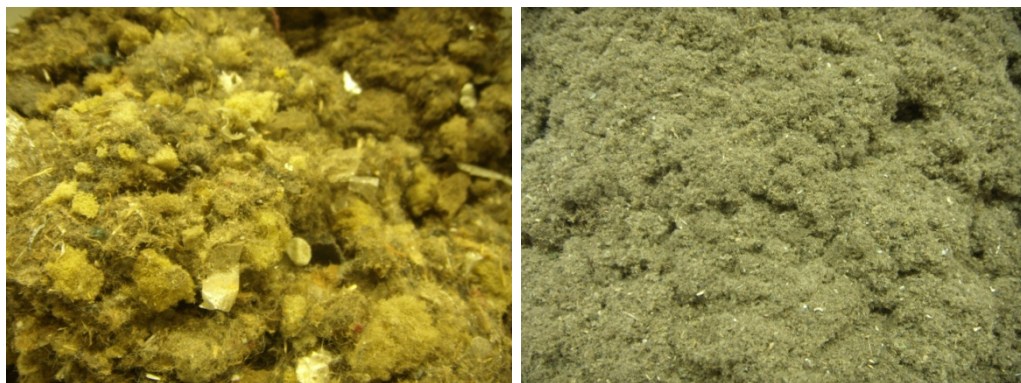
Figuur 10 Monster 8: Torricol (links:origineel; rechts: < 1 mm)



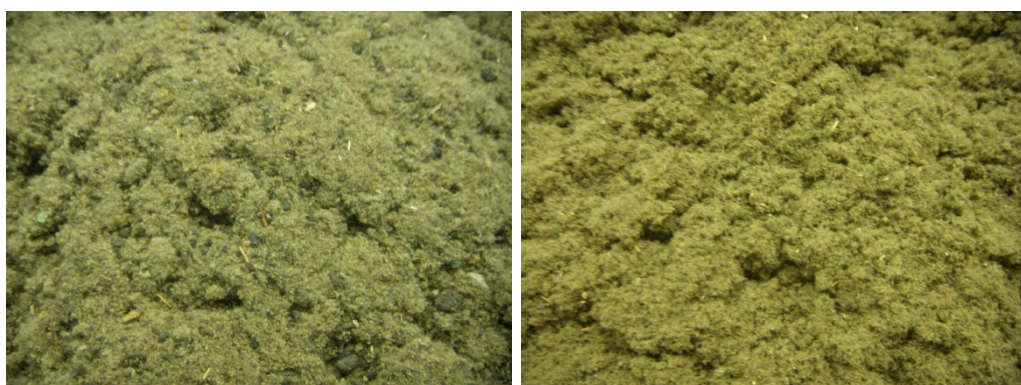
Figuur 11 Monster 9: Fluff RDF (links:origineel; rechts: < 1 mm)



Figuur 12 Monster 10: Uitgesorteerde input voor shredderen (A:origineel 15-100 mm; B: < 10 mm; C: < 1 mm)



Figuur 13 Monster 11: Shredder vezels < 10 mm (links:origineel; rechts: < 1 mm)



Figuur 14 Monster 12: Shredder vezels < 10 mm na warmtebehandeling (links:origineel; rechts: <1 mm)



Figuur 15 Monster 13: Shredder granulaten (plastics)(links:origineel; rechts: <1 mm)

3.2. ANALYSEN

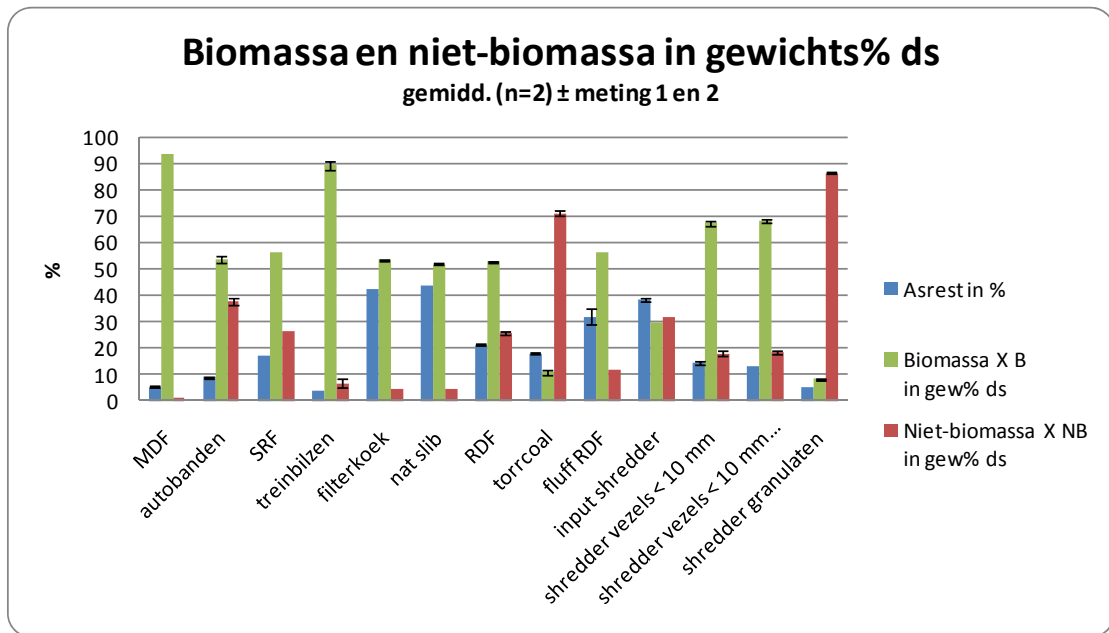
Op de geselecteerde (13) monsters werd de biomassa en de niet biomassa bepaald volgens de 2 procedures zoals beschreven in paragraaf 2.3 en paragraaf 2.4. Alle analyses werden uitgevoerd in duplo.

3.2.1. BIOMASSA EN NIET-BIOMASSA IN GEWICHTS% DROGE STOF

Als eerste stap werd van elk monster het gehalte aan biomassa en niet-biomassa in gewichts% ds bepaald volgens het schema weergegeven in Figuur 1 (pagina 4). Van de verschillende monsters (gedroogd, verijnd < 1 mm) werd een testportie (± 4 g) genomen voor de bepaling van de asrest en een testportie (± 5 g) voor het uitvoeren van de selectieve oplosmethode. De procedure is beschreven in paragraaf 2.3.1 op pagina 3 en de bijhorende berekening in paragraaf 2.3.2 op pagina 3. Voor de berekening van de biomassa X_B en niet-biomassa X_{NB} van de duplo analyses werd voor de asrest A_{SRF} steeds de gemiddelde waarde van de duplo analyse gebruikt. De bekomen resultaten zijn weergegeven in Tabel 1 en Figuur 16.

Tabel 1 Biomassa en niet-biomassa in gewichts% ds (meting 1/meting 2)

		Asrest in %	Biomassa X_B in gew% ds	Niet-biomassa X_{NB} in gew% ds
Monster 1	MDF	4.97/5.98	93.5/93.4	1.05/1.13
Monster 2	autobanden	9.28/8.59	54.7/52.2	36.4/38.9
Monster 3	SRF	17.5/17.2	56.2/55.9	26.5/26.7
Monster 4	treinbilzen	3.64/4.17	90.9/87.6	5.21/8.49
Monster 5	filterkoek	42.2/42.2	53.2/53.4	4.60/4.43
Monster 6	nat slib	43.5/43.4	51.7/52.1	4.80/4.44
Monster 7	RDF	21.0/21.7	53.3/52.1	25.4/26.6
Monster 8	torrcoal	18.2/17.8	12.1/9.9	69.9/72.1
Monster 9	fluff RDF	34.7/29.1	56.4/56.4	11.7/11.7
Monster 10	input shredder	37.8/39.2	29.6/30.0	31.9/31.6
Monster 11	shredder vezels < 10 mm	14.0/15.1	66.3/68.4	19.1/17.1
Monster 12	shredder vezels < 10 mm na warmtebehandeling	13.5/13.0	69.1/67.4	17.7/19.3
Monster 13	shredder granulaten	5.28/5.16	8.8/7.9	85.9/86.9



Figuur 16 Biomassa en niet-biomassa in gewichts% ds

Uit de bekomen duplo resultaten kan afgeleid worden dat de analyses reproduceerbaar kunnen uitgevoerd worden.

Bij het MDF monster (monster 1) en de treinbilzen (monster 4) is, zoals te verwachten, de biomassa op gewichtsbasis hoog ($\pm 90\%$) en de niet-biomassa op gewichtsbasis lager dan 10% .

De filterkoek (monster 5) en het nat slib (monster 6) hebben op droge stof basis een hoog % asrest ($\pm 43\%$) en een biomassa (gew%) van $\pm 53\%$.

Bij de autobanden (monster 2), SRF (monster 3), RDF (monster 7), fluff RDF (monster 9) varieert de biomassa (gew%) rond 52 à 56% . Echter is een differentiatie waarneembaar in de niet-biomassa (gew%) fractie.

Bij de torrcoal wordt een biomassa van 11 gew% bekomen. Niettegenstaande kan dit type material als 100% hernieuwbaar beschouwd worden. In de normmethode CEN/TS 15440 werd reeds aangegeven dat de selectieve oplosmethode niet geschikt is voor deze type monsters. Toepassing van deze methode resulteert in een vals negatief resultaat.

Bij de bepaling van de biomassa (gew%) op de diverse shredder fracties varieert de samenstelling afhankelijk van de stap in het proces. Bij de uitgesorteerde fractie bedraagt de biomassa 30 gew%, maar is het % asrest ook substantieel (38%). De shredder vezels (al dan niet na warmtebehandeling) resulteren in een biomassa fractie van ± 68 gew%. Niettegenstaande de staalname op 2 verschillende stromen in het proces zijn gecollecteerd, zijn de bekomen resultaten van de asrest, de biomassa (gew%) en de niet-biomassa (gew%) zeer gelijklopend. Deze resultaten bevestigen dat de selectieve oplosmethode reproduceerbaar kan uitgevoerd worden. De shredder granulaten tenslotte bestaan voornamelijk uit niet-biomassa (86 gew%).

3.2.2. BIOMASSA EN NIET-BIOMASSA UITGEDRUKT IN % CALORISCHE WAARDE

Voor de bepaling van de biomassa en niet-biomassa op energetische basis dient zowel op de biomassa als op de niet-biomassa de calorische waarde bepaald te worden. Voor de niet-biomassa fractie dient dus van het residu na de selectieve oplosmethode bijkomend de calorische waarde (en de asrest) bepaald te worden. Hiervoor is het noodzakelijk dat er voldoende residu op de filter achterblijft om deze bepalingen te kunnen uitvoeren.

Alle berekeningen werden uitgevoerd op basis van de onderste verbrandingswaarde of 'net' calorische waarde op droog monster.

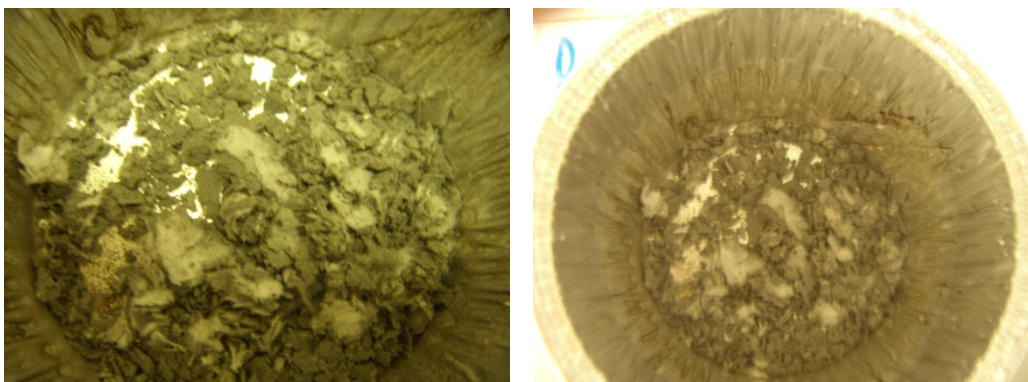
Uit de resultaten van de biomassa bepaling op gewichts% (paragraaf 3.2.1) kan afgeleid worden dat bij het MDF residu (monster 1) en de treinbilzen (monster 4) het grootste aandeel biomassa is. Bijgevolg is de fractie aan niet-biomassa zeer beperkt ($< 10\%$) en is dus de hoeveelheid residu op de filter (filtratie na de selectieve oplosmethode) onvoldoende ($< 1\text{ g}$) om hiervan een calorische waarde te bepalen. In praktijk zou 20 à 30 g materiaal ipv 5 g dienen in bewerking genomen te worden om voldoende residu te bekomen na de selectieve oplosmethode. Dit resulteert in een verhoging van het zuurverbruik met een factor 4 à 6 ($\pm 1\text{ liter H}_2\text{SO}_4$). Het verhogen van de de hoeveelheid monster voor het uitvoeren van de selectieve oplosmethode is bijgevolg geen optie omdat het verbruik aan H_2SO_4 en H_2O_2 te hoog wordt.

Bij de filterkoek (monster 5) en het nat slib (monster 6) is de niet-biomassa fractie in gewichts% beperkt (i.e. $\pm 4.5\%$), maar het gewicht van het residu is in theorie nog voldoende ($\pm 1.5\text{ g}$) om een calorische waarde uit te voeren. Echter bij het nemen van een testportie is het niet mogelijk om het monster van de filter te verwijderen. Tijdens de filtratie en het daaropvolgende droogproces is het monster ingebed in de filter en bij het nemen van een testportie wordt steeds filtermateriaal meegenomen. Bijgevolg kan van deze type monsters geen calorische waarde bepaald worden.

In Figuur 17 en Figuur 18 zijn van een aantal monsters de residus op de filter (na de selectieve oplosmethode) getoond. Voor het MDF residu (monster 1) en de treinbilzen (monster 4) is duidelijk waarneembaar dat dit gehalte zeer beperkt is.



Figuur 17 MDF residu (monster 1, links) en treinbilzen (monster 4, rechts) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen

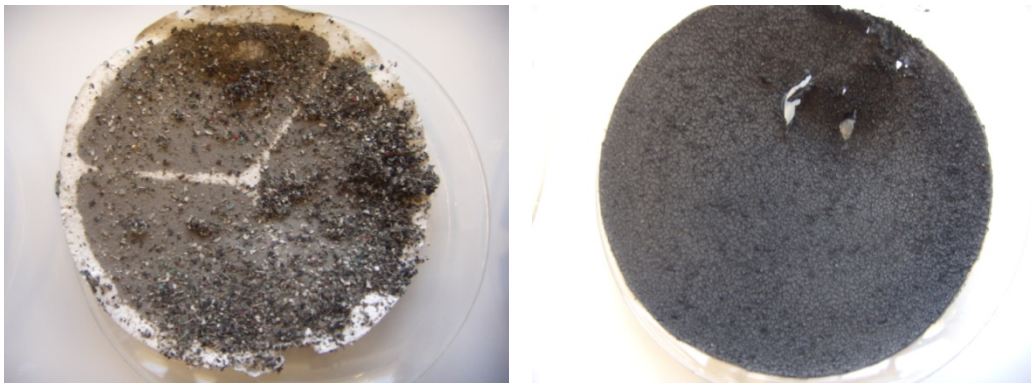


Figuur 18 Filterkoek (monster 5) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen

Uit de resultaten van de biomassa bepaling op gewichts% (paragraaf 3.2.1) kan afgeleid worden dat bij de monsters shredder autobanden (monster 2), SRF van bedrijfsafval (monster 3), RDF van restplastic van huishoudelijk afval (monster 7 en 9) en torrcoal (monster 8) en de diverse shredder fracties (monster 10 t.e.m. 13) er een voldoende hoeveelheid residu aanwezig is om de calorische waarde en de asrest te kunnen bepalen (zie Figuur 19 en Figuur 20).

Bijgevolg werden van deze monsters de analyses uitgevoerd voor de bepaling van biomassa en niet-biomassa uitgedrukt in % calorische waarde, zoals schematisch weergegeven in Figuur 2 op pagina 8. De procedure is beschreven in paragraaf 2.4.1 op pagina 5 en de bijhorende berekening in paragraaf 2.4.2 op pagina 6.

Van de originele voorbehandelde monsters werd de asrest en de calorische waarde bepaald. De selectieve oplosmethode werd nogmaals uitgevoerd op het gedroogde en verfijnde monster. Na filtratie en drogen werd een testportie genomen van het residu voor de bepaling van de calorische waarde en de asrest. Alle berekeningen werden uitgevoerd op basis van de onderste verbrandingswaarde of 'net' calorische waarde op droog monster.



Figuur 19 SRF (monster 3, links) en shredder autobanden (monster 2, recht)s na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen



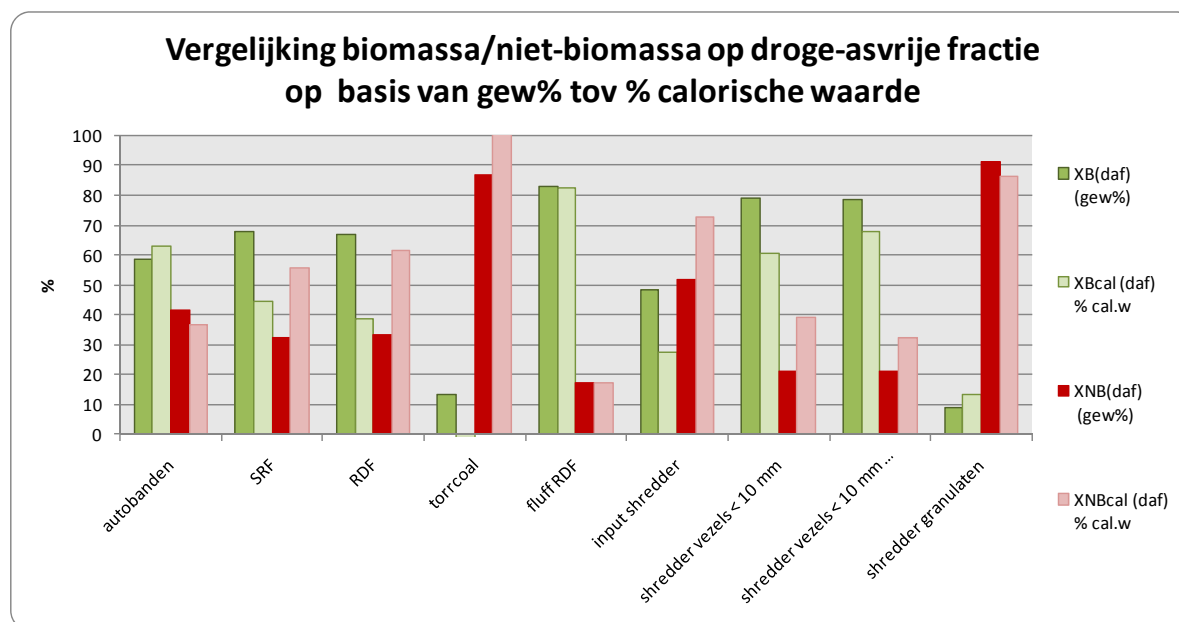
Figuur 20 Torrcoal (monster 8) na selectieve oplosmethode, filtratie en drogen

Om de bekomen resultaten uitgedrukt op energetische basis te vergelijken met deze bekomen op gewichtsbasis werden alle bekomen meetwaarden berekend op droge-asvrije basis. Gezien bij de bepaling van de biomassa en niet-biomassa op energetische basis de calorische waarde werd bepaald op de droge-asvrije fractie, is het totaal van de biomassa en de niet-biomassa uitgedrukt op energetische basis gelijk aan 100%. Bij de meetwaarden in Tabel 1, resultaten uitgedrukt op %

gewicht, werd de som gemaakt van de asrest, de biomassa en de niet-biomassa (totaal 100%). Door de fractie biomassa en niet-biomassa op gewichtsbasis zonder het % asrest te normaliseren naar 100%, kunnen de berekeningen uitgevoerd op gewichtsbasis en op energetische basis aan elkaar getoetst worden. In Tabel 2 en Figuur 21 zijn de vergelijkende resultaten van de biomassa en niet-biomassa weergegeven volgens de 2 berekeningsmethoden.

Tabel 2 Biomassa en niet-biomassa op droge-asvrije fractie in gewichts% en % calorische waarde

		Biomassa X_B (daf) in gew%	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in gew%	Biomassa X_B (daf) in % cal waarde	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in % cal.waarde
Monster 2	autobanden	58.7	41.3	63.2	36.8
Monster 3	SRF	67.8	32.2	44.5	55.5
Monster 7	RDF	67.0	33.0	38.5	61.5
Monster 8	torrcoal	13.4	86.6	-2.9	103
Monster 9	fluff RDF	82.8	17.2	82.6	17.4
Monster 10	input shredder	48.4	51.6	27.4	72.6
Monster 11	shredder vezels < 10 mm	78.8	21.2	60.8	39.2
Monster 12	shredder vezels < 10 mm na warmte- behandeling	78.7	21.3	67.8	32.2
Monster 13	shredder granulaten	8.8	91.2	13.5	86.5



Figuur 21 Vergelijking biomassa en niet-biomassa op de droge-asvrije fractie op basis van gew% en % calorische waarde

3.3. BESPREKING RESULTATEN

De bepaling van de biomassa zowel op gewichtsbasis als op energetische basis werd uitgevoerd op een beperkt aantal monsters. Per type monster zijn de staalnames beperkt en kunnen de bekomen meetwaarden niet als representatief worden beschouwd voor heel de sector. Dit was ook niet de doelstelling van deze studie. De gecollecteerde monsters werden aangewend om de analytische methode voor de bepaling van de biomassa op energetische basis te evalueren. Op basis van de uitgevoerde analyses kunnen volgende bevindingen geformuleerd worden:

1. In de normmethode CEN/TS 15440 is opgenomen dat de selectieve oplosmethode voor een aantal monsters niet geschikt is en kan resulteren in *vals positieve en vals negatieve resultaten*. Een voorbeeld hiervan is torrcoal (monster 8). Dit type monster kan beschouwd worden als 100% biomassa, terwijl de bepaling met de selectieve oplosmethode resulteert in een biomassa van ± 11 gew% ds. Op energetische basis wordt torrcoal zelfs als 100% niet-biomassa gedefinieerd. Deze meting bevestigt de vals negatieve resultaten voor dit type van monsters.

		Biomassa X_B (daf) in gew%	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in gew%	Biomassa X_B (daf) in % cal waarde	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in % cal.waarde
Monster 8	torrcoal	13.4	86.6	-2.9	103

2. Indien de *niet-biomassa op gewichts% droge stof* $< 10\%$ of de biomassa in combinatie met % asrest $> 90\%$, is het niet mogelijk om de biomassa op energetische basis te bepalen.
 - De restfractie van het residu na uitvoeren van de selectieve oplosmethode is te weinig (< 0.2 g) voor het uitvoeren van de asrest en de bepaling van de onderste verbrandingswaarde op droog monster. In de methode CEN/TS 15440 wordt als minimale resthoeveelheid 1.0 g voorgeschreven. Verhogen van het intake volume voor het uitvoeren van de selectieve oplosmethode of meervoudige extracties opzetten, strekt niet tot aanbeveling omdat dit resulteert in verhoging van het zuurverbruik met een factor 4 à 6. Voorbeelden van dit type monsters zijn het MDF (monster 1) en de treinbilzen (monster 4) met een niet-biomassa van resp. 1.1 gew% ds en 6.8 gew% ds.
 - Bij de filterkoek (monster 5) en het slibmonster (monster 6), beide monsters met een hoog % asrest ($\pm 43\%$), werden praktische problemen vastgesteld bij het uitvoeren van de selectieve oplosmethode op energetische basis. Na drogen van de filter met residu was het niet mogelijk om selectief het residu van de filter te verwijderen. Het residu was volledig ingebed in de filter.

		Asrest in %	Biomassa X_B in gew%	Niet-biomassa X_{NB} in gew%
Monster 1	MDF	4.97/5.98	93.5/93.4	1.05/1.13
Monster 4	treinbilzen	3.64/4.17	90.9/87.6	5.21/8.49
Monster 5	filterkoek	42.2/42.2	53.2/53.4	4.60/4.43
Monster 6	nat slib	43.5/43.4	51.7/52.1	4.80/4.44

3. Indien de *biomassa op gewichts% droge stof* $< 10\%$, zal bij de bepaling van de biomassa op energetische basis de fout op de meting beduidend zijn. Bij de berekening van de onderste verbrandingswaarde van de biomassa ($q_B(\text{daf})$) dient immers het verschil berekend te worden uit 2 resultaten van vergelijkbare grootte i.e. onderste verbrandingswaarde van het monster $q_{\text{SRF}}(\text{daf})$ en van de niet-biomassa $q_{\text{NB}}(\text{daf})$. Een voorbeeld hiervan is het monster 13 –

Shredder granulaten. De getallen hiervan kunnen teruggevonden worden in Tabel 3 op pagina 24.

$$q_{B(daf)} = \frac{q_{SRF(daf)} - \left(\frac{X_{NB(daf)}}{100} \right) \cdot q_{NB(daf)}}{\left(\frac{X_{B(daf)}}{100} \right)}$$

4. De normmethode CEN/TS 15440 is van toepassing voor de matrix solid recovered fuels (SRF) of refuse-derived fuel (RDF). Bij vergelijking van de biomassa/niet-biomassa van SRF (monster 3) en RDF (monster 7) op de droge-asvrije fractie uitgedrukt in gewichts% t.o.v. de waarde in % calorische waarde, wordt een stijging van de niet-biomassa vastgesteld. Dit is een te verwachten patroon omdat SRF/RDF een substantiële bijdrage aan plastic (= niet-biomassa) bevat. De verbrandingswaarde van plastic (30-40 MJ/kg) is beduidend hoger dan van een SRF mengsel (15-20 MJ/kg). Bij berekening van de biomassa van SRFs zal deze op gewichtsbasis hoger liggen dan deze berekend op energetische basis.

Bij het fluff RDF monster (monster 9) werden andere resultaten bekomen in vergelijking met de andere RDF/SRF stromen. Echter deze stroom vertegenwoordigt slechts 5% van de totale RDF stroom van de betreffende installatie en is niet representatief voor de totale RDF stroom.

	Biomassa X_B (daf) in gew%	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in gew%	Biomassa X_B (daf) in % cal waarde	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in % cal.waarde
Monster 3 – SRF	67.8	32.2	44.5	55.5
Monster 7 - RDF	67.0	33.0	38.5	61.5
Monster 9 – fluff RDF	82.8	17.2	82.6	17.4

5. Bij evaluatie van de verschillende shredder stromen zijn eveneens verschillen vast te stellen. Bij de 'input shredder' (monster 10) wordt een hoog % asrest gemeten op het oorspronkelijke monster ($\pm 38\%$) en is de ratio biomassa/niet-biomassa op basis van gewichts% ongeveer gelijk. Bij het uitdrukken van de biomassa/niet-biomassa op energetische waarde zien we een significante daling van de biomassa.

Bij de shredder vezels (monster 11 en 12) is de biomassa op gewichtsbasis hoog ($\pm 79\%$) welke verlaagt bij berekening op energetische basis. De warmtebehandeling van de shredder vezels resulteert wel in een hogere biomassa op energetische basis (68%) in vergelijking met het onbehandeld monster (61%).

Bij de shredder granulaten (plastic) (monster 13) bestaat zowel op gewichtsbasis als op energetische basis het monster uit niet-biomassa. Gezien de biomassa op gewichtsbasis reeds $< 10\%$, biedt de berekening op energetische basis weinig meerwaarde.

		Biomassa X_B (daf) in gew%	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in gew%	Biomassa X_B (daf) in % cal waarde	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in % cal.waarde
Monster 10	input shredder	48.4	51.6	27.4	72.6
Monster 11	shredder vezels < 10 mm	78.8	21.2	60.8	39.2
Monster 12	shredder vezels < 10 mm na warmte- behandeling	78.7	21.3	67.8	32.2

		Biomassa X_B (daf) in gew%	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in gew%	Biomassa X_B (daf) in % cal waarde	Niet-biomassa X_{NB} (daf) in % cal.waarde
Monster 13	shredder granulaten	8.8	91.2	13.5	86.5

6. De bekomen resultaten geven een aanduiding van de biomassa van een bepaald type materiaal. Voor niet-eenduidige stromen zoals autobanden, shredder materiaal.... kan naar CEN/TS 15747⁴ worden verwezen waarin de C14-methode wordt beschreven.
7. Invloed van het watergehalte. Het verschil in het aandeel hernieuwbaar bij berekening op basis van OVW_{nat} (= stookwaarde) of OVW_{droog} is voor monsters met lage watergehaltes (zoals in SRF) zeer beperkt. Uit berekeningen blijkt dat dit verschil kleiner is dan 1 % (relatief) op het aandeel hernieuwbaar voor SRF met een watergehalte van 15%. en dat dit verschil daalt bij lagere watergehaltes.⁵
8. Aspect *tijdsbesteding/kostprijs*. Bij het bepalen van de biomassa moet in eerste fase steeds de biomassa op gewichts% droge stof bepaald worden. Voor deze meting dienen volgende stappen uitgevoerd te worden: drogen van het monster, verfijnen tot < 1 mm, asrest bepaling, uitvoeren van de selectieve oplosmethode en asrestbepaling van het residu. Voor het uitvoeren van deze proef zijn zeer eenvoudige middelen (droogstoof, balans, oven) nodig. Om de biomassa te berekenen op energetische basis, dienen volgende stappen bijkomend te worden uitgevoerd: bepaling van de onderste verbrandingswaarde op het gedroogde en verfijnde monster, uitvoeren van de selectieve oplosmethode met bepaling van de asrest en de onderste verbrandingswaarde van het residu. Voor de bepaling van de onderste verbrandingswaarde dient het laboratorium te beschikken over een calorische bom. Het is niet evident om een effectieve kostprijs aan te geven omdat dit laboratorium-afhankelijk is. Wel kan aangegeven worden dat de effectieve tijd nodig voor de bepaling van de biomassa op energetische basis (gaande van het originele monster tot het eindresultaat) een factor 2 hoger ligt dan wanneer de biomassa enkel op gewichtsbasis wordt bepaald.

HOOFDSTUK 4. BESLUIT

Op 13 verschillende afvalstromen werd de biomassa bepaald op zowel gewichtsbasis als op energetische basis volgens de methoden beschreven in CEN/TS 15440 *Solid recovered fuels – method for the determination of biomass content*.

De analyses werden uitgevoerd op een beperkt aantal staalnames van diverse stromen. De uitgevoerde staalnames en de bijhorende metingen werden enkel gebruikt om de methodiek verder op punt te stellen. Het was niet de bedoeling om met deze analyses een representatieve meetwaarde van het aandeel hernieuwbaar op energetische basis voor de verschillende bemonsterde stromen te bekomen. Om een eenduidige evaluatie mogelijk te maken werd de vergelijking tussen de biomassa en niet-biomassa op gewichts % en % calorische waarde uitgevoerd op de droge en asvrije fractie.

Op basis van de uitgevoerde metingen kunnen volgende bevindingen geformuleerd worden:

- Een aantal monstertypes zijn niet geschikt om de selectieve oplosmethode toe te passen. Deze lijst is opgenomen in de Europese norm CEN/TS 15440. Analyses uitgevoerd op torrcoal bevestigen deze bevindingen. Torrcoal kan beschouwd worden als 100% hernieuwbaar, terwijl bij toepassing van de selectieve oplosmethode de biomassa slechts ± 11 gew% bedraagt;
- Bij een niet-biomassa fractie (gew% ds) van minder dan 10%, is een additionele analyse voor de bepaling op energetische basis niet mogelijk/relevant. Het residu, bekomen na het uitvoeren van de selectieve oplosmethode is te weinig of niet bruikbaar (inkoeken van residu in filtermateriaal) om hiervan het asrestgehalte en de calorische waarde te bepalen. Typische monsters: MDF, treinbilzen (Biomassa ± 90 gew%); Filterkoek, nat slib (Biomassa $\pm 52\%$ en asrest $\pm 43\%$);
- Bij een biomassa van minder dan 10 gew% zal bij het berekenen van de biomassa op energetische waarde de fout beduidend zijn omdat bij deze berekening het verschil dient gemaakt te worden van 2 grote vergelijkbare getallen (q_{SRF} en q_{NB}). Type monster geanalyseerd: Shredder granulaten (plastics);
- Bij berekening van de biomassa van SRFs ligt deze waarde op gewichtsbasis hoger dan deze berekend op energetische basis. Dit is een te verwachten patroon omdat SRFs een substantiële bijdrage aan plastic (= niet-biomassa) bevatten. De verbrandingswaarde van plastic (30-40 MJ/kg) is beduidend hoger dan van een SRF mengsel (15-20 MJ/kg).
- Invloed van het watergehalte. Het verschil in het aandeel hernieuwbaar bij berekening op basis van OVW_{nat} (= stookwaarde) of OVW_{droog} is voor monsters met lage watergehaltes (zoals in SRF) zeer beperkt. Uit berekeningen blijkt dat dit verschil kleiner is dan 1 % (relatief) op het aandeel hernieuwbaar voor SRF met een watergehalte van 15%, en dat dit verschil daalt bij lagere watergehaltes.⁵
- Bij de diverse shredder stromen is het resultaat afhankelijk van het type stroom. De meest energetische stroom zijn de shredder vezels (monster 11 en 12) waarvan de biomassa op gewichtsbasis hoog ($\pm 79\%$) ligt en verlaagt bij berekening op energetische basis. De warmtebehandeling van de shredder vezels resulteert in een hogere biomassa op energetische basis (68%) in vergelijking met het onbehandeld monster (61%).

- De effectieve tijd nodig voor de bepaling van de biomassa op energetische basis (gaande van het originele monster tot het eindresultaat) ligt een factor 2 hoger dan wanneer de biomassa enkel op gewichtsbasis wordt bepaald.

BIJLAGE 1

Tabel 3 Overzicht analyseresultaten biomassa en niet-biomassa op gewichtsbasis en op energetische basis

		Origineel monster		Selectieve oplosmethode (gew%)							Selectieve oplosmethode (energetische waarde)						
Code	Beschrijving	Q _{SRF} (OVW) (MJ/kg)	% A _{SRF}	m _{SRF} (g)	m _{res} (g)	m _{res-ash} (g)	X _B (gew%)	X _{NB} (gew%)	X _{B(daf)} (gew%)	X _{NB(daf)} (gew%)	Q _{res} (OVW) (MJ/kg)	% A _{res}	Q _{NB(daf)} (MJ/kg)	Q _{SRF(daf)} (MJ/kg)	Q _{B(daf)} (MJ/kg)	X _B ^{cal} (daf) % cal.w	X _{NB} ^{cal} (daf) % cal.w
Monster 1	MDF	14,8	4,97	5,085	0,219	0,166	93,5	1,05	98,9	1,11							
	MDF	14,5	5,98	5,247	0,251	0,191	93,4	1,13	98,8	1,20							
Monster 2	autobanden	34,8	9,28	5,105	2,170	0,312	54,7	36,4	60,0	40,0	29,64	13,25	34,16	38,36	41,32	63,2	36,8
	autobanden	35,0	8,59	5,066	2,243	0,272	52,2	38,9	57,3	42,7							
Monster 3	SRF	20,8	17,46	5,055	1,788	0,449	56,2	26,5	68,0	32,0	31,70	25,76	42,69	24,78	16,27	44,5	55,5
	SRF	20,2	17,22	5,183	1,882	0,497	55,9	26,7	67,7	32,3							
Monster 4	treinbilzen	17,1	3,64	5,220	0,447	0,175	90,9	5,21	94,6	5,42							
	treinbilzen	16,1	4,17	5,130	0,623	0,188	87,6	8,49	91,2	8,83							
Monster 5	filterkoek	11,7	42,19	5,096	1,494	1,259	53,2	4,60	92,0	7,96							
	filterkoek	11,7	42,20	5,032	1,474	1,251	53,4	4,43	92,3	7,67							
Monster 6	nat slib	11,2	43,47	5,021	1,596	1,355	51,7	4,80	91,5	8,49							
	nat slib	11,2	43,43	5,025	1,578	1,355	52,1	4,44	92,2	7,85							
Monster 7	RDF	19,1	21,03	5,311	2,039	0,690	53,3	25,4	67,7	32,3	31,15	32,69	46,28	24,85	14,28	38,5	61,5
	RDF	20,0	21,67	5,006	1,944	0,613	52,1	26,6	66,2	33,8							
Monster 8	torrcoal	23,7	18,19	5,245	4,639	0,971	12,1	69,9	14,7	85,3	27,38	19,96	34,21	28,80	-6,13	-2,9	102,9
	torrcoal	23,5	17,79	5,379	4,787	0,909	9,9	72,1	12,1	87,9							
Monster 9	fluff RDF	16,4	34,74	5,310	1,507	0,886	56,4	11,7	82,8	17,2	9,79	59,10	23,94	23,60	23,53	82,6	17,4
	fluff RDF	15,8	29,11	5,123	1,472	0,874	56,4	11,7	82,9	17,1							
Monster 10	input shredder	19,4	37,75	5,091	2,840	1,215	29,6	31,9	48,1	51,9	25,31	42,06	43,68	31,04	17,57	27,4	72,6
	input shredder	18,8	39,23	5,006	2,692	1,113	30,0	31,6	48,7	51,3							
Monster 11	shredder vezels < 10 mm	22,5	14,00	5,157	1,352	0,366	66,3	19,1	77,6	22,4	34,95	29,07	49,28	26,58	20,49	60,8	39,2
	shredder vezels < 10 mm	22,9	15,14	5,105	1,262	0,392	68,4	17,1	80,0	20,0							
	shredder vezels < 10 mm																
Monster 12	na warmtebehandeling	23,8	13,45	5,245	1,256	0,328	69,1	17,7	79,6	20,4	31,12	25,85	41,97	27,81	23,97	67,8	32,2
	shredder vezels < 10 mm																
	na warmtebehandeling	24,5	13,00	5,127	1,333	0,342	67,4	19,3	77,7	22,3							
Monster 13	shredder granulaten	36,9	5,28	5,241	4,735	0,232	8,8	85,9	9,3	90,7	35,24	4,86	37,04	39,05	59,88	13,5	86,5
	shredder granulaten	37,2	5,16	5,155	4,707	0,227	7,9	86,9	8,3	91,7							

Legende

A_{SRF}	asrest van SRF bepaald volgens CEN/TS 15403. in gewichts%;
A_{residu}	asrest van het residu na de selectieve oplosmethode bepaald volgens CEN/TS 15403. in gewichts%;
$m_{\text{residu-as}}$	massa van de asrest van het residu (na selectieve oplosmethode). incl. filter. verbrand volgens CEN/TS 15403. in g ds;
m_{SRF}	massa van de gedroogde SRF testportie gebruikt voor de selectieve oplosmethode. in g ds;
m_{residu}	resterende droge massa (incl. filter) nadat de testportie werd opgelost. in g ds;
$q_{\text{B(daf)}}$	calorische waarde (onderste verbrandingswaarde) van de biomassa fractie op droog-asvrije basis. in MJ/kg;
$q_{\text{NB(daf)}}$	calorische waarde (onderste verbrandingswaarde) van de niet-biomassa fractie op droog-asvrije basis. in MJ/kg;
q_{residu}	calorische waarde (onderste verbrandingswaarde) van het residu na de selectieve oplosmethode op droge stof basis. in MJ/kg;
q_{SRF}	calorische waarde (onderste verbrandingswaarde) van het SRF monster. in MJ/kg;
$q_{\text{SRF(daf)}}$	calorische waarde (onderste verbrandingswaarde) van het SRF monster op droog-asvrije basis. in MJ/kg;
X_{B}	gehalte aan biomassa op droge stof basis. uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{B (daf)}}$	gehalte aan biomassa op droge-asvrije basis. uitgedrukt in gewichts% ;
$X_{\text{B}}^{\text{cal}}(\text{daf})$	gehalte aan biomassa op droge-asvrije basis. uitgedrukt in % van de calorische waarde;
X_{NB}	gehalte aan niet-biomassa op droge stof basis. uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{NB (daf)}}$	gehalte aan niet-biomassa op droge-asvrije basis. uitgedrukt in gewichts%;
$X_{\text{NB}}^{\text{cal}}(\text{daf})$	gehalte aan niet-biomassa op droge-asvrije basis. uitgedrukt in % van de calorische waarde.

LITERATUURLIJST

¹ CEN/TS 15440:2006 Solid recovered fuels – Method for the determination of biomass content.

² CEN/TS 15403 Solid recovered fuels – Methods for the determination of the ash content.

³ CEN/TS 15400 Solid recovered fuels – Methods for the determination of caloric value.

⁴ CEN/TS 15747:2008 Solid recovered fuels - 14C-based methods for the determination of the biomass content.

⁵ *Methodes voor de bepaling van het aandeel hernieuwbaar in afval*, I. Vanderreydt, K. Tirez, Vito rapport, in goedkeuringsfase.