

Innovatie scheidingstechnologie voor gestort afval

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER



Innovatieve scheidingstechnologie voor gestort afval

Documentbeschrijving

Titel publicatie

Innovatieve scheidingstechnologie voor gestort afval

Verantwoordelijke Uitgever

Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

*Wettelijk Depot nummer**Aantal bladzijden*

108

*Aantal tabellen en figuren**Prijs**

nvt

*Datum Publicatie**Trefwoorden*

Sorteeranalyses, gestort afval, Enhanced Landfill Mining

*Samenvatting**Begeleidingsgroep en/of auteur*

Tim Moerenhout, Lars Cuyvers

*Contactperso(n)en(en)**Andere titels over dit onderwerp*

nvt

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Inhoudstafel

INHOUDSTAFEL.....	3
LIJST VAN TABELLEN	5
LIJST VAN FIGUREN.....	6
DEEL I: ADMINISTRATIEVE GEGEVENS.....	7
DEEL II: RAPPORT	9
1 INLEIDING EN SITUERING	10
2 PROBLEEMSTELLING & DOEL VAN DE STUDIE.....	12
3 OPVOLGING INNOVATIEVE SCHEIDINGSTECHNOLOGIEËN	14
3.1 TOEGEPASTE SCHEIDINGSTECHNIEKEN.....	14
3.2 CONTRACTANT A	20
3.2.1 <i>Planning</i>	20
3.2.2 <i>Schatting samenstelling afval</i>	20
3.2.3 <i>Beschrijving van de scheidingstechnieken</i>	20
3.2.3.1 Ruwe scheiding.....	20
3.2.3.2 Fijne scheiding.....	24
3.2.3.3 Capaciteit.....	25
3.2.3.4 Waterzuivering	25
3.2.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties	25
3.2.3.6 Mobiliteitsgraad	26
3.2.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden	26
3.2.4 <i>Kosten van de scheidingstechnieken</i>	26
3.3 CONTRACTANT B	27
3.3.1 <i>Planning</i>	27
3.3.2 <i>Schatting samenstelling afval</i>	27
3.3.3 <i>Beschrijving van de scheidingstechnieken</i>	28
3.3.3.1 Ruwe scheiding.....	28
3.3.3.2 Fijne scheiding.....	31
3.3.3.3 Capaciteit.....	36
3.3.3.4 Waterzuivering	36
3.3.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties	36
3.3.3.6 Mobiliteitsgraad	38
3.3.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden	38
3.3.4 <i>Kosten van de scheidingstechnieken</i>	38
3.4 CONTRACTANT C.....	39
3.4.1 <i>Planning</i>	39
3.4.2 <i>Schatting samenstelling afval</i>	39
3.4.3 <i>Beschrijving van de scheidingstechnieken</i>	40
3.4.3.1 Ruwe scheiding.....	40
3.4.3.2 Fijne scheiding (Handmatig)	41
3.4.3.3 Capaciteit.....	41
3.4.3.4 Waterzuivering	41
3.4.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties	41
3.4.3.6 Mobiliteitsgraad	53
3.4.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden	53
3.4.4 <i>Kosten van de scheidingstechnieken</i>	53
3.5 CONTRACTANT D	54
3.5.1 <i>Planning</i>	54
3.5.2 <i>Schatting samenstelling afval</i>	54
3.5.3 <i>Beschrijving van de scheidingstechnieken</i>	54

3.5.3.1	Ruwe scheiding.....	54
3.5.3.2	Aangepaste scheidingstest	56
3.5.3.3	Testsituatie, droging & verwerking	56
3.5.3.4	Capaciteit.....	58
3.5.3.5	Waterzuivering	58
3.5.3.6	Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties	58
3.5.3.7	Mobiliteitsgraad	59
3.5.3.8	Verdere innovatiemogelijkheden	60
3.5.4	<i>Kosten voor de verwerking</i>	<i>60</i>
3.6	CONTRACTANT E.....	61
3.6.1	<i>Planning</i>	<i>61</i>
3.6.2	<i>Schatting samenstelling afval.....</i>	<i>61</i>
3.6.3	<i>Beschrijving van de scheidingstechnieken</i>	<i>66</i>
3.6.3.1	Ruwe scheiding.....	66
3.6.3.2	Fijne Scheiding	67
3.6.3.3	Capaciteit.....	69
3.6.3.4	Waterzuivering	69
3.6.3.5	Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties	70
3.6.3.6	Mobiliteitsgraad	70
3.6.4	<i>Verdere innovatiemogelijkheden</i>	<i>71</i>
3.6.5	<i>Kosten van de scheidingstechnieken</i>	<i>71</i>
4	BESPREKING EN VERGELIJKING VAN DE UITGEVOERDE TESTEN	72
4.1	AANPAK VAN DE SCHEIDINGSTESTEN	73
4.2	VALORISATIEPOTENTIEEL.....	75
4.3	DOORVOERCAPACITEIT VAN DE SCHEIDINGSINSTALLATIES	80
4.4	MOBILITEITSGRAAD VAN DE SCHEIDINGSINSTALLATIES.....	80
4.5	MOGELIJKE OPTIMALISATIES VAN DE SCHEIDINGSINSTALLATIES	81
4.6	ECONOMISCHE ANALYSE	81
5	AANBEVELINGEN	82
6	BESLUIT	84
	BIJLAGE 1: ANALYSECERTIFICATEN EN GETESTE RESULTATEN CONTRACTANT B.....	88
	BIJLAGE 2: ECONOMISCHE ANALYSE	89

Lijst van tabellen

Tabel 1: Administratieve gegevens contractanten	8
Tabel 2: Visuele inschatting stortmateriaal	20
Tabel 3: Scheidingsresultaten ruwe scheiding	23
Tabel 4: Visuele inschatting stortmateriaal	27
Tabel 5: Scheidingsresultaten ruwe scheiding	31
Tabel 6: Scheidingsresultaten fijne scheiding	36
Tabel 7: Massabalans	36
Tabel 8: Visuele inschatting stortmateriaal	39
Tabel 9: Moederstalen	39
Tabel 10: Fracties ruwe scheiding	40
Tabel 11: Finale massabalans	42
Tabel 12: Oversized fractie	42
Tabel 13: Fines	43
Tabel 14: Fractie D	43
Tabel 15: Fractie E	44
Tabel 16: Afvalscheiding finale fracties	44
Tabel 17: Gewichtspercentages van de bekomen fracties	47
Tabel 18: Toetsing bouwkundig bodemgebruik of in vormvast product toetsing uitloogbaarheid zware metalen	48
Tabel 19: Gecombineerde massabalans mobiele + vaste scheidingsstap	49
Tabel 20: Totale massabalans Contractant C	50
Tabel 21: Visuele inschatting stortmateriaal	54
Tabel 22: Scheidingsresultaten ruwe scheiding	55
Tabel 23: Vergelijking test-box met drie referentie-boxen	57
Tabel 24: Aandeel Zuikerkerke stortmateriaal	58
Tabel 25: Vergelijking Zuikerkerke materiaal t.o.v. HAH-afval	59
Tabel 26: Visuele inschatting stortmateriaal	61
Tabel 27: Aandeel van de verschillende korrelfracties	63
Tabel 28: Samenstelling fractie 4-80mm	63
Tabel 29: samenstelling fractie >80mm	63
Tabel 30: Theoretische samenstelling van het stortmateriaal	65
Tabel 31: Resultaten ruwe scheiding	66
Tabel 32: Beschrijving deelfracties	66
Tabel 33: Resultaat sortering deelfractie "plastics"	68
Tabel 34: Totale hoeveelheid plastics in aangeleverd stortmateriaal	68
Tabel 35: Resultaat sortering deelfractie "stenen"	68
Tabel 36: Totale hoeveelheid "stenen" in aangeleverd stortmateriaal	69
Tabel 37: Vergelijking "karakterisatie" vs. "sortering"	71
Tabel 38: Scheidingstechnieken ruwe scheiding per contractant	74
Tabel 39: Scheidingstechnieken fijne scheiding per contractant	74
Tabel 40: Valorisatiepotentieel contractant A en B	77
Tabel 41: Valorisatiepotentieel contractant C en E	78

Lijst van figuren

Figuur 1: Manieren om materiaalkringlopen te sluiten (Jones et al, JOM, 2011).....	10
Figuur 2: Trommelzeef	15
Figuur 3: Schudzeef	15
Figuur 4: Hydrocyclonen.....	16
Figuur 5: Zeefbandpers	16
Figuur 6: Windshifter	17
Figuur 7: Wervelstromen (eddy current)	18
Figuur 8: Optische scheiding	18
Figuur 9: Aquamator.....	19
Figuur 10: Flowschema ruwe scheiding.....	22
Figuur 11: Flowschema fijne scheiding.....	24
Figuur 12: Contractant A: Ruwe scheiding.....	26
Figuur 13: Flowschema ruwe scheiding.....	28
Figuur 14: Flowschema fijne scheiding.....	32
Figuur 15: Contractant B: Ruwe scheiding.....	37
Figuur 16: Flowschema ruwe scheiding.....	40
Figuur 17: Contractant C: Ruwe scheiding	45
Figuur 18: Contractant C: Fijne scheiding.....	45
Figuur 19: Flowschema vaste scheidingsinstallatie	46
Figuur 20: Resulterende lichte en middelzware fractie	48
Figuur 21: Eindfracties mobiele + machinale scheiding	50
Figuur 22: Flowschema Zwaardwasser	51
Figuur 23: Valoriseerbare fracties na nat scheidingsproces met zwaardwasser	52
Figuur 24: Flowschema ruwe scheiding.....	55
Figuur 25: Geselecteerde fractie na eerste (links) en tweede (rechts) zeving	56
Figuur 26: Grafiek droging materiaal Zuienkerke	57
Figuur 27: Flowschema verwerkingsproces SRF.....	58
Figuur 28: Eerste scheiding op basis van korrelgrootte en densiteit. De percentages tussen haakjes geven het aandeel weer in de specifieke fractie.	64
Figuur 29: Sorteerlijn voor "plastics" met ballistische scheider.....	67
Figuur 30: Sorteerlijn voor "steenfractie".....	69
Figuur 31: "NIR in the box" mobiele opstelling voor on-site innovatieve materiaalsortering...70	
Figuur 32: Ruwe en fijne scheidingsstappen	73
Figuur 33: Massabalans per contractant.....	76

DEEL I: Administratieve gegevens

Tabel 1 omvat de gegevens ter identificatie van de contractanten dewelke door OVAM werden aangesteld om de scheiding uitvoeren. Zowel de administratieve gegevens als de locatie van uitvoering worden aangegeven.

Tabel 1: Administratieve gegevens contractanten

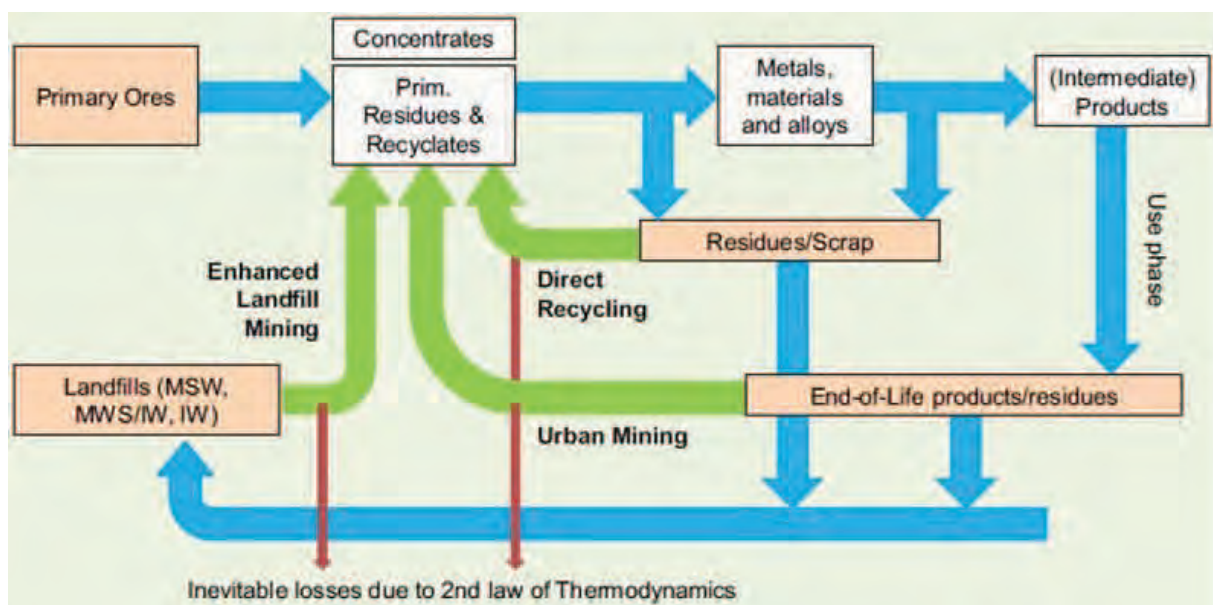
Contractant	Firma-naam	Adres	Contact-persoon	Contactgegevens	Locatie van uitvoering
A	De Bree Solutions	Krommewege 31G 9990 Maldegem	Diederik De Pauw	T: 050/72 87 30 F: 050/71 75 71 depauw.d@debree.be	De Bree solutions Krommewege 31G 9990 Maldegem
B	THV Envisan nv – Shanks nv	Kennedylaan Haven 4410 9042 Gent-Zeehaven	Jeroen Donneaux	T: 053/73 12 70 F: 053/77 28 55 Jeroen.donneaux@envisan.com	Shanks Kennedylaan Haven 4410 9042 Gent-Zeehaven
C	Group Machiels	Ekkelgaarden 16 3500 Hasselt	Yves Tielemans	T: 011/28 70 27 F: 011/28 70 58 Yves.tielemans@machiels.com	Remo Milieube-heer Koerseldijk Houthalen-Helchteren
D	IOK	Eindhoutseheide 29 2440 Geel	Jonathan De Witte	T: 014/58 09 91 F: 014/58 97 22 Jonathan.dewitte@iok.be	IOK Geel Eindhoutseheide 29 2440 Geel
E	Bioterra/BMR	Dreefvelden 40 St-Katelijne-Waver	Yvan Brijse	T: 0478/66 23 87 F: / Yvan.brijse@b-mr.be	Bioterra Dreefvelden 40 St-Katelijne-Waver

DEEL II: Rapport

1 Inleiding en situering

Wereldwijd worden we geconfronteerd met ongeziene milieuproblemen en een steeds toenemende schaarste aan grondstoffen. De overgang naar een circulaire economie met een duurzaam materialenbeleid, waarbij de focus op een efficiënt gebruik van grondstoffen en energie ligt, is aan de orde. Bijgevolg worden alternatieve behandelingen voor afval gebaseerd op materiaalrecyclage of energierecuperatie steeds belangrijker.

Op Europees niveau heeft de Europese Commissie zich in 2011 geëngageerd om tegen 2020 afval, in zijn algemene vorm, niet meer te beschouwen als een *end-of line* product, maar als bron van energie en grondstoffen, waarbij recyclage en hergebruik economisch attractief zijn. Het storten van niet-recycleerbare fracties dient te verdwijnen en de materiaalkringlopen dienen te worden gesloten. Naast directe recyclage en *urban mining*, is *landfill mining* één van drie belangrijke oplossingen om de kringlopen te sluiten (zie **Figuur 1**).



Figuur 1: Manieren om materiaalkringlopen te sluiten (Jones et al, JOM, 2011)

Momenteel is aan stortplaatsen een hoge maatschappelijke kost verbonden doordat ze de oorzaak zijn van lucht- en waterverontreinigingen en kostbare ruimte innemen. Eén van de mogelijkheden voor de 150.000 – 500.000 traditionele Europese stortplaatsen is om het concept van *landfill mining* toe te passen waardoor de stortplaatsen aangewend worden als een bron van secundaire materialen en energie. Binnen dit concept zit eveneens een toekomstvisie vervat voor stortplaatsen waarbij deze niet langer bekeken worden als 'laatste rustplaats', maar als 'tijdelijke opslagplaats' met het oog op innovatieve valorisatietechnieken om tot een duurzamer materiaalbeleid te komen.

Landfill mining kan ingedeeld worden in een in situ en een ex situ aanpak. In situ verwijst naar de recuperatie van grondstoffen of energie zonder dat het stortmateriaal wordt ontgraven, bijvoorbeeld door methaanextractie en stortgasvalorisatie.

Ex situ omvat het deels of volledig ontgraven van het stortmateriaal voor verdere behandeling, bijvoorbeeld *enhanced landfill mining*.

Enhanced Landfill mining wordt in de literatuur gedefinieerd als het "veilig conditioneren, ontgraven en geïntegreerd valoriseren van (historisch en/of toekomstig) gestorte afvalstromen in zowel materialen als energie, door het gebruik van innovatieve transformatie technologieën terwijl de meest strenge

sociale en ecologische criteria gerespecteerd worden". Afhankelijk van verschillende aspecten (o.a. het type stortplaats, grootte, leeftijd, toegankelijkheid etc.) kan één van beide technieken de voorkeur wegdragen.

Binnen het *Enhanced landfill mining* concept werd door de Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij (OVAM) een opdracht uitgeschreven voor het innovatief scheiden van gestort afval waarbij aangegeven dient te worden welke stromen zijn vrijgekomen en welke valorisatiemogelijkheden er zijn. Vijf contractanten gingen hier op in en formuleerden een technisch en financieel voorstel.

Parallel werd door OVAM een studieopdracht gelanceerd voor de technische en economische opvolging en de evaluatie van de uitgevoerde scheidingstesten. Ecorem nv werd door OVAM aangesteld om deze opdracht uit te voeren.

Voorliggend rapport is het eindrapport van deze opvolging en evaluatie en omvat de volgende hoofdstukken:

In **hoofdstuk 2** wordt de probleemstelling en het doel van de studieopdracht beschreven.

In **hoofdstuk 3** worden de resultaten van de scheidingstesten per contractant in detail beschreven.

Hoofdstuk 4 vormt de algemene evaluatie van de verschillende toegepaste technieken en resultaten beschreven in hoofdstuk 3.

Hoofdstuk 5 beschrijft de economische analyse.

Hoofdstuk 6 formuleert de verdere aanbevelingen voor eventueel toekomstig onderzoek.

Hoofdstuk 7 bevat het algemeen besluit.

2 Probleemstelling & doel van de studie

Op dit ogenblik moet het concept *Enhanced Landfill Mining* (ELFM) nog technische en financiële barrières overwinnen alvorens dit op grote schaal kan worden toegepast. Zo zijn bijvoorbeeld voor de scheiding van de materialen afkomstig uit een stortplaats innovatieve scheidingstechnieken nodig, die resulteren in zo zuiver mogelijke deelstromen en een zo klein mogelijk residu. Daarnaast is voor de recuperatie van energie uit de afvalstromen via plasma-ovens de technologie voorlopig onvoldoende ver gevorderd.

Naast deze technische aspecten is ELFM op dit ogenblik moeilijk of niet rendabel te plaatsen binnen de huidige afvalmarkt. Een van de redenen hiervoor is dat de externe kosten voor het storten van afvalstoffen of het ontginnen van nieuwe grondstoffen nog onvoldoende geïnternaliseerd zijn. Daarom is het thans moeilijk om bv. een bestaande en vergunde stortplaats voorzien van de nodige beschermingsmaatregelen tegen verontreiniging van het milieu te gaan ontginnen door toepassing van ELFM.

De opdracht richt zich op het onderzoeken van scheidingstechnieken voor gestort afval met het oog op recuperatie van materialen en energie. Een duidelijk beeld dient te worden gegeven van welke stromen (i.e. de verschillende fracties) kunnen vrijkomen en wat de valorisatiemogelijkheden (i.e. de zuiverheid en hoogwaardigheid) zijn. De recuperatie wordt opgedeeld in Waste-to-Materials (WtM) en Waste-to-Energy (WtE) waarbij beide resultaten elkaar kunnen aanvullen. Een mogelijk probleem van WtE is dat het verbranden van afval de recuperatie van materialen uitsluit. Een mogelijk probleem voor WtM is dat bepaalde afvalstromen, bijvoorbeeld gebroken lampen of asbest, momenteel nog niet economisch kunnen gevaloriseerd worden.

De studieopdracht van Ecorem nv bestaat uit de opvolging en evaluatie van de scheidingsopdracht en heeft als doel een antwoord te geven op de volgende vragen:

- Welke fracties worden na scheiding bekomen en in welke hoeveelheden?
- Hoe zuiver zijn de verschillende fracties?
- Wat zijn de valorisatiemogelijkheden?
- Wat is de 'mobiliteitsgraad' van de gebruikte scheidingstechnologieën?
- Wat is de rendabiliteit?

In het kader van de opdracht hebben vijf contractanten elk een innovatief voorstel voor het scheiden van gestort afval uitgewerkt. Elke contractant kreeg ongeveer 100 ton gemengd stedelijk afval te beschikking afkomstig van een stortplaats te Zuienkerke waar thans een ambtshalve bodemsanering wordt uitgevoerd. Het afval werd er grotendeels gestort in de jaren '60 en is hoofdzakelijk huishoudelijk van aard. Elke contractant diende, zoals door hem werd aangegeven in zijn voorstel, het afval te scheiden tot verschillende fracties die mogelijk in aanmerking komen voor recyclage of omzetting in energie.

Met als doel een antwoord te kunnen geven op de reeds eerder aangehaalde vragen werd door Ecorem nv de technische en economische opvolging, vergelijking en evaluatie gemaakt. De volgende aspecten besproken:

- beschrijving van het aangeleverde materiaal;
- flowschema's van de scheidingstechnieken per contractant;
- beschrijving van de resulterende fracties en massabalansen;
- zuiverheid en hoogwaardigheid van de resulterende fracties;
- valorisatiepotentieel van de resulterende fracties in functie van WtM en WtE;
- doorvoercapaciteit van de installaties in relatie tot het aangevoerde materiaal;
- problemen en mogelijke optimalisaties van het scheidingsproces;
- kosten en baten van het scheidingsproces;
- maatschappelijke baten van het scheidingsproces;
- invloed van mobiliteitsgraad en schaalvergroting op de kosten en baten.

De mobiliteitsgraad verwijst naar de on-site toepasbaarheid van de scheidingstechnieken. On-site toepasbaarheid betekent dat een deel van de scheiding ter hoogte van de stortplaats uitgevoerd kan worden. Dit levert voordelen op aangezien transporten en/of stockagekosten kunnen worden uitgespaard.

Op basis van de resulterende fractie kan ook nagegaan worden of de scheiding voornamelijk materialen- of eerder energierecuperatie betreft.

Vanzelfsprekend is het behalen van de hoger beschreven doelstellingen sterk afhankelijk van de resultaten van de afvalscheiding en bereidheid tot medewerking van de contractanten.

3 Opvolging Innovatieve scheidingstechnologieën

In dit hoofdstuk worden de scheidingstesten die de verschillende contractanten hebben uitgevoerd, besproken. Om een eenvoudige vergelijking mogelijk te maken, wordt per contractor getracht om de informatie op een zelfde wijze en zo eenduidig mogelijk voor te stellen.

De volgende aspecten worden steeds besproken:

- Planning van de contractant;
- De toegepaste scheidingstechnieken;
 - Ruwe scheiding;
 - Fijne scheiding;
 - De capaciteit van de scheidingsinstallatie;
 - De waterzuivering (indien van toepassing);
 - Een beschrijving van gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties;
 - De bepaling van mobiliteit van de installatie;
 - Mogelijke innovaties;
- De kosten van de scheiding.

3.1 Toegepaste scheidingstechnieken

Voor de scheiding van het afval werden door de contractanten bestaande en goed gekende scheidingstechnieken op een innovatieve manier gecombineerd. Ter verduidelijking wordt hieronder een overzicht gegeven van de toegepaste technieken.

Standaard technieken:

- De contractanten gebruikten een grote variatie aan zeven zowel in model als in scheidingsgrootte doorheen hun droge en hun natte processen. Enkele voorbeelden zijn de **trommelzeef** en de **schudzeef**. De trommelzeef (zie **Figuur 2**) maakt gebruik van een roterende trommel met een bepaalde gaasgrootte om de grove en fijne fractie te scheiden. De schudzeef (zie **Figuur 3**) maakt gebruik van een schuddend, hellend oppervlak om beide fractie te scheiden.



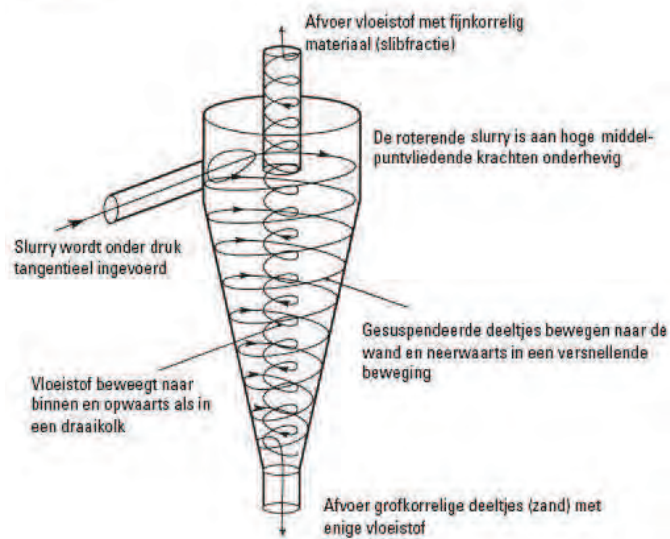
Figuur 2: Trommelzeef



Figuur 3: Schudzeef

- Om ferro-metallische objecten te kunnen afscheiden wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van **bandmagneten**. Hierbij wordt de materiaalstroom onder of langs een (elektro)magneet getransporteerd waardoor de ferro-metallische deeltjes uit de materiaalstroom verwijderd worden.
- Verschillende types **brekers of schredders** breken of vermalen het aangeleverde materiaal.
- Breking wordt voornamelijk vroeg in de processen uitgevoerd om het aangeleverde materiaal binnen een bepaalde korrelgrootte te brengen. Zodra deze korrelgrootte bereikt is, kan het materiaal verder gescheiden worden. Meestal wordt de gebroken fractie onmiddellijk gezeefd zodat grote stukken afzonderlijk kunnen behandeld worden.
- Schredders vermalen of versnipperen in een latere stage van de scheiding het materiaal tot nog fijnere stukjes. Deze versnippering zorgt voor een betere uniformiteit in de fractie en maakt de deeltjes fijn genoeg om met behulp van optische technieken gescheiden te worden.
- Om een efficiënte scheiding op μm schaal uit te voeren wordt gebruik gemaakt van **hydrocyclonen** of **opstroomkolommen (Figuur 4)**. Hydrocyclonen worden voornamelijk gebruikt om de slibfractie, kleiner dan $45\text{-}63\mu\text{m}$, en de zandfractie, groter dan $63\mu\text{m}$ en kleiner dan 2mm , te scheiden. Het afscheiden van de fijne fractie heeft als voordeel dat hierbij meestal het grootste deel van de verontreiniging mee afgescheiden wordt. Hydrocyclonen werken door middel van middelpuntvliedende krachten waarbij een mengsel op basis van dichtheidsverschillen wordt gescheiden. De te scheiden fractie wordt in oplossing gebracht en via de inlaat tangentieel in het cilindrische gedeelte van de hydrocycloon gebracht. Hierdoor gaat de massa draaien en worden de vaste deeltjes tegen de binnenkant van de cilinder en conus gedrukt en verlaten deze de conus aan de kleine opening aan de onderkant. Het overige materiaal verlaat de cycloon door de opening bovenaan het cilindrische gedeelte.

Hydrocycloon



Figuur 4: Hydrocyclonen

- Om de zeer fijne fractie te ontwateren wordt door verschillende contractanten gebruik gemaakt van een **zeefbandpers** (Figuur 5). Het te ontwateren slib wordt tussen twee filterdoeken gebracht waarna deze tussen verschillende rollen opgespannen zodat het aanwezige water uit het slib wordt geperst. Na de ontwatering worden de banden opnieuw uit elkaar getrokken en valt de filterkoek in een container.

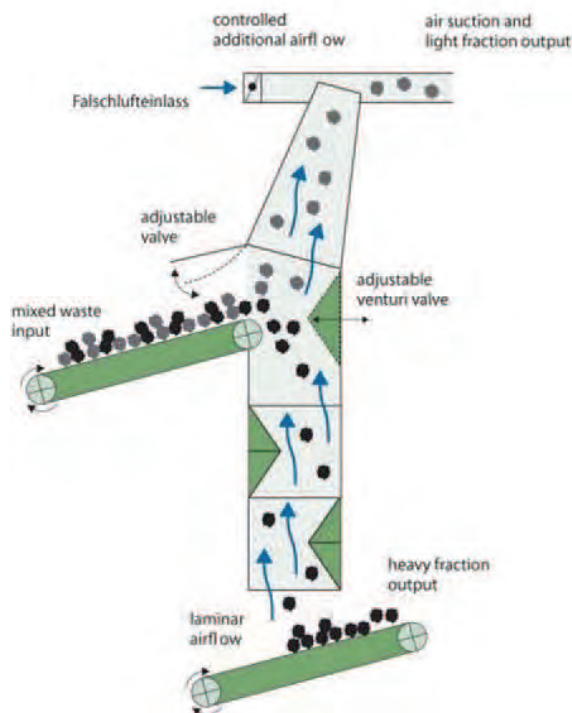
Zeefbandpers



Figuur 5: Zeefbandpers

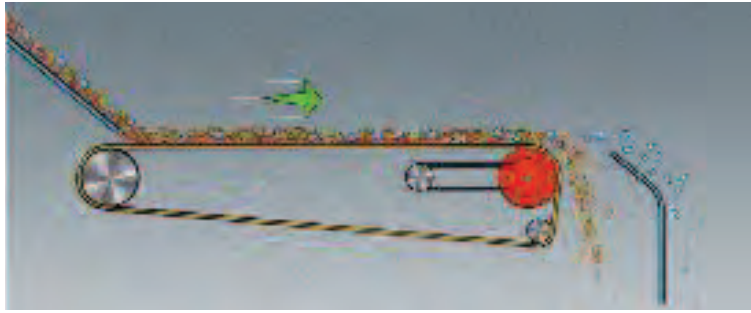
Enkele zeer specifieke scheidingstechnieken worden door de contractanten gebruikt. De beschikbaarheid van details in verband met deze technieken beperken sommige beschrijvingen.

- **Vormafscheider:** Op basis van de originele of gebroken vorm van bepaalde partikels kan mogelijks een scheiding uitgevoerd worden. Verschillende onderzoeken worden uitgevoerd naar de rendabiliteit om deze technieken te gebruiken om bijvoorbeeld glas of asbest mechanisch te scheiden van andere fracties, maar met slechts beperkte resultaten.
- Verschillende contractanten gebruiken **windshifters (Figuur 6)** om droge fracties te scheiden op basis van densiteit. Nadat de materiaalstroom in een luchtstroom is gebracht, wordt de materiaalstroom gravitair gescheiden. Terwijl de lichtere fracties worden meegevoerd met de luchtstroom vallen de zwaardere fracties neer. Deze techniek wordt bijvoorbeeld gebruikt om puin en plastics te scheiden.



Figuur 6: Windshifter

- Om non-ferro metalen af te scheiden worden scheidingsapparaten gebruikt die werken met **wervelstromen of eddy currents** (zie **Figuur 7**). Door magneten te laten roteren boven of onder de transportband worden inductiestromen opgewekt in geleidende metallische deeltjes. Deze inductie stroom wekt een secundair magnetisch veld op tegengesteld aan het magnetische veld van de rotor waardoor het deeltje uit de materiaalstroom wordt verwijderd.



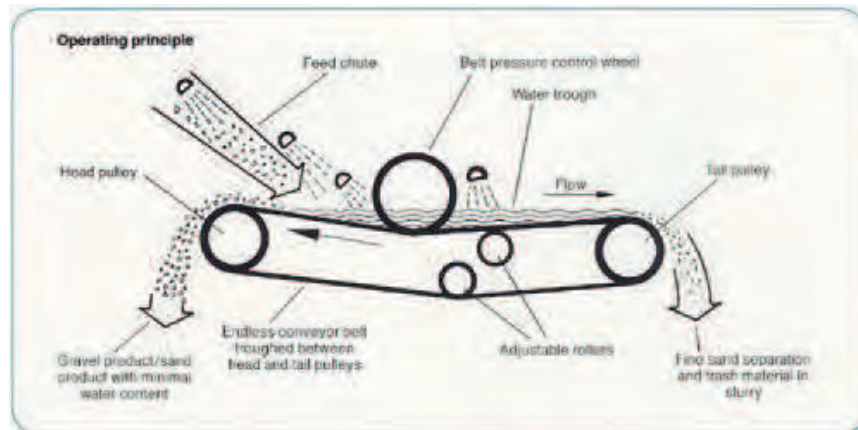
Figuur 7: Wervelstromen (eddy current)

- Op basis van de **optische eigenschappen** van bepaalde materialen (zie **Figuur 8**), vaak in het IR veld, kunnen bepaalde fracties ballistisch gescheiden worden. Door een zeer dunne stroom gewassen materiaal aan te brengen kunnen optische materiaaleigenschappen van de partikels herkend worden. Op basis hiervan worden deze met perslucht uit de afvalstroom verwijderd. Met behulp van deze technieken kunnen bijvoorbeeld PVC of hout afgescheiden worden.



Figuur 8: Optische scheiding

- Om onzuiverheden van zeer fijne fracties te kunnen verwijderen wordt gebruikt gemaakt van een **kettingbreker**. Met behulp van een bewegende ketting worden de onzuiverheden van de te zuiveren fractie afgeslagen waardoor zuiverdere fracties bereikt kunnen worden. De kettingbreker kan bijvoorbeeld fijne metalen van een SRF-fractie scheiden.
- Een **aquamator** (zie **Figuur 9**) scheidt een grove fractie af van een fijnere fractie door middel van een transportband en een tegengestelde waterstroom. Het materiaal wordt aangevoerd door de transportband waarna de tegengestelde waterstroom grovere of zwaardere fracties wast en fijne en oplosbare fracties meegevoerd. Door aanpassingen aan het debiet van de waterstroom door te voeren, kunnen de fracties op gewicht en korrelgrootte gesorteerd worden. Met behulp van de aquamator kunnen bijvoorbeeld hout, olie of organisch materiaal afgescheiden worden.



Figuur 9: Aquamator

3.2 Contractant A

3.2.1 Planning

Aanvoer afvalstoffen: 10/04/2013

Ruwe scheiding: 14/05/2013

Fijne scheiding: Onbekend

3.2.2 Schatting samenstelling afval

Het aangeleverde materiaal voor contractant A bestond uit een partij van ongeveer 100 ton gemengd stedelijk afval afkomstig van stortplaats te Zuienkerke. Een initiële visuele inschatting van de aard van het beschikbaar materiaal werd uitgevoerd door Ecorem nv en kan hieronder gevonden worden (zie **Tabel 2**). Het aangeleverd stortmateriaal heeft een zeer zandig karakter met een minerale fractie die voornamelijk uit zand, stenen en resten van plastic, hout en metalen bestaat, en een beperkte organische inhoud.

Tabel 2: Visuele inschatting stortmateriaal

Materiaal	Aanwezig in grove fractie	Aanwezig in fijne fractie (<10mm)
Steenpuin	X	X
Plastiek	X	
Glas	X	
Rubber	X	
Hout	X	X
Metalen		X
Minerale fractie		X

3.2.3 Beschrijving van de scheidingstechnieken

Wegens de aard van het materiaal werd bij contractant A gekozen om eerst een ruwe scheiding uit te voeren en nadien bepaalde reststromen via de fijne scheidingsinstallatie te scheiden. Indien het aangevoerde materiaal een restfractie van meer dan 40% bevat, moet eerst een fijne scheiding uitgevoerd worden, waarna de minerale restfractie uit de fijne scheiding in de ruwe scheiding kan gescheiden worden. Beide scheidingen en de resulterende fracties worden gevisualiseerd in de bijgevoegde flowschema's (**Figuur 10** en **Figuur 11**).

3.2.3.1 Ruwe scheiding

Op **Figuur 10**, is het volledige proces van de ruwe scheiding afgebeeld.

Voordat het materiaal in de doseerbunker werd gescheiden, was een tijdelijke stockage op de terreinen van contractant A nodig (Foto 2).



Foto 1: Doseerbunker



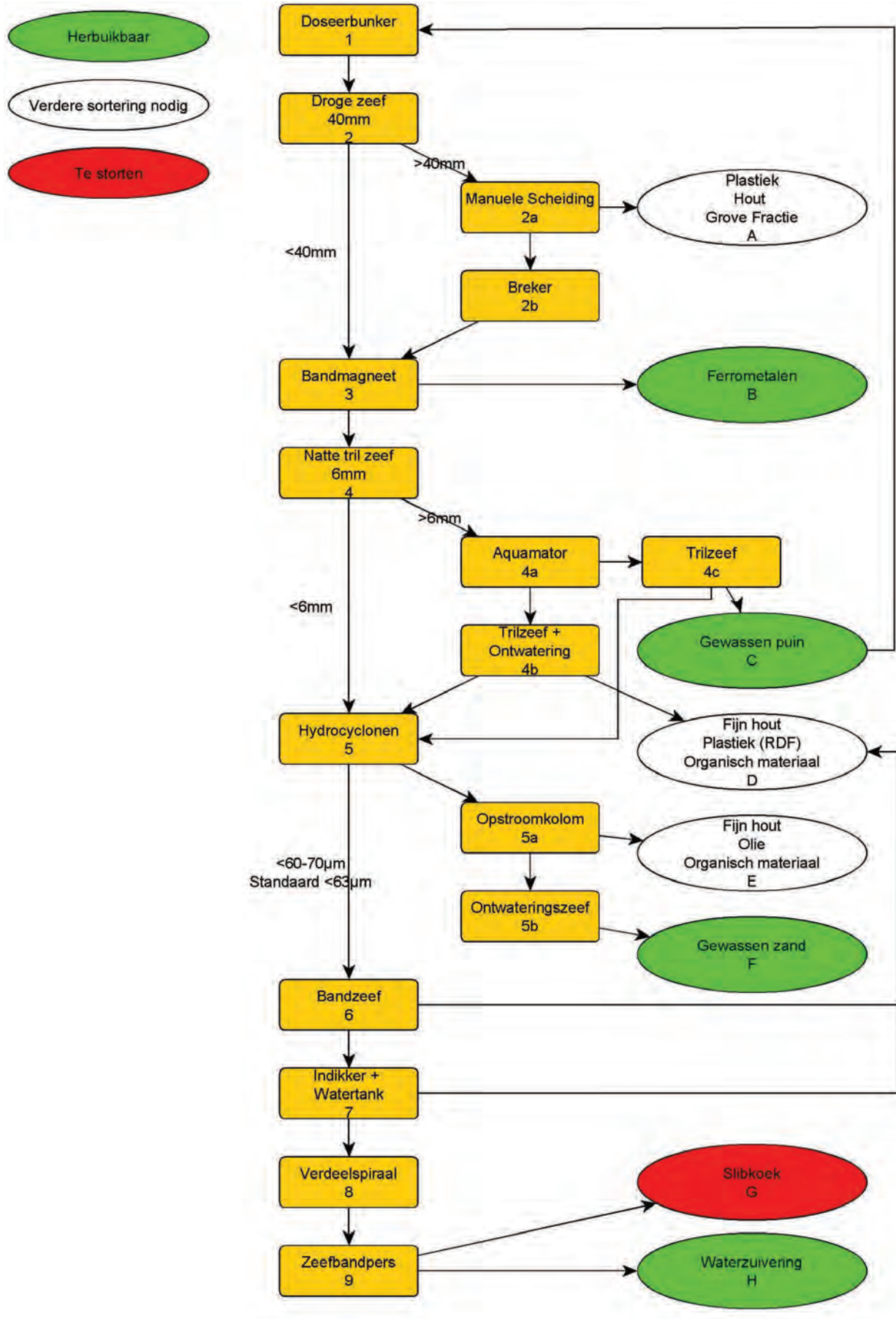
Foto 2: Stortmateriaal

Hierna werd het materiaal opgeladen door een wiellader en geladen in de doseerbunker (Foto 1). Bij eventuele problemen met zeer grote rotsblokken, stenen of te sterk versteende brokken, werden deze buiten de doseerbunker bewaard en in kleinere stukken gebroken voordat deze opnieuw in de installatie werden gebracht.

De ruwe scheiding, volledig gevisualiseerd in het bijgevoegde flowschema (**Figuur 10**), is de standaard scheiding die door contractant A dagelijks voor grondwassing wordt gebruikt. Bij deze ruwe scheiding worden drie materiaalfracties bekomen:

- bijkomende sortering nodig (Fracties A, D, E);
- rechtstreeks bruikbaar (Fracties B, C, F);
- te storten (Fractie G);

Een overzicht van de vrijgekomen fracties, met bijhorende scheidingsstap, worden weergegeven in **Tabel 3**.



Figuur 10: Flowschema ruwe scheiding

De wateroplosbare componenten die tijdens dit scheidingsproces uit het stortmateriaal vrijkomen worden afgeleid naar de waterzuiveringsinstallatie (Fractie H).

De doseerbunker brengt het materiaal op een droge zeef met een maaswijdte van 40mm. Uit de grove fractie (>40mm) werden alle stukken, die mogelijks voor een slechte werking van de mechanische breker zouden kunnen zorgen, manueel gescheiden. Deze eerste fractie (Fractie A) bestond uit een mix van grote stukken hout, plastic, metaal en stenen die te groot zijn voor de breker. Fractie A werd verder uitgesorteerd in de fijne scheiding.

Na het breken van de overige grove fractie (>40 mm) werd de deelstroom opnieuw samen gevoegd met de fijnere fractie (<40mm). Hieruit werden de ferrometalen via een bandmagneet uitgesorteerd. Deze ferrometalen werden beschouwd als de tweede fractie (Fractie B). Het overige materiaal werd vervolgens verder gescheiden met behulp van een natte trilzeef, met een maaswijdte van 6mm.

De fractie >6mm werd gewassen en gescheiden door een aquamator die deze fractie scheidde in een zwaardere minerale fractie (grond en puin) en een lichtere restafvalfractie. In deze scheidingsstap (stap 4) kan, via het opvoeren of verminderen van de watertoevoer, de korrelgrootte van resulterende fracties beïnvloed worden. De zwaardere fractie werd verder gezeefd om een onderscheid te maken in een zandfractie (verder naar hydrocyclon) en een puinfractie (Fractie C). Na afloop van de ruwe scheiding wordt heel deze puinfractie (Fractie C) eenmalig opnieuw opgebroken en geherintroduceerd in het hierboven beschreven scheidingsproces om eventuele resterend bodemmateriaal of metalen uit te sorteren.

De lichtere afvalfracties uit de aquamator werden via een trilzeef verder gesorteerd. De grove fractie werd ontwaterd en bestaat uit fijn hout, plastic (Refuse-derived fuel, RDF) en organisch materiaal (Fractie D). De resterende natte zandfractie, het restwater van de aquamator en de fractie <6mm, afkomstig van de natte zeving, werden gescheiden in de hydrocyclonen. Standaard scheiden deze hydrocyclonen op 63µm, maar ze kunnen werken in een range van ongeveer 60 tot 70µm.

Uit de grove zandfractie werd eerst een bijkomende gemengde fractie fijn hout en organisch materiaal (Fractie E) gescheiden in een opstroomkolom. Hierna werd het gewassen zand (Fractie F) ontwaterd (water naar WZI, Fractie H). Fractie E had een verdere sortering nodig, terwijl de fractie F rechtstreeks bruikbaar was. De slibfractie kleiner dan 63µm en het resterende water van de zandfractie werden verder gezeefd in een bandzeef. In deze zeef werd fractie D als grove fractie afgescheiden.

De fractie fijner dan 63µm werd verder verwerkt via een indikker en een wachttank. In deze wachttank werd een laatste maal fractie D afgescheiden, waarna het slib via een zeefbandpers tot slibkoek (Fractie G) werd verwerkt. In dit natte scheidingsproces wordt al het vrijgekomen afvalwater (Fractie H) afgeleid naar de on site waterzuiveringsinstallatie. Fractie G, verkregen tijdens de persing van het slib, werd niet verder verwerkt en gestort op een klasse 2 stort.

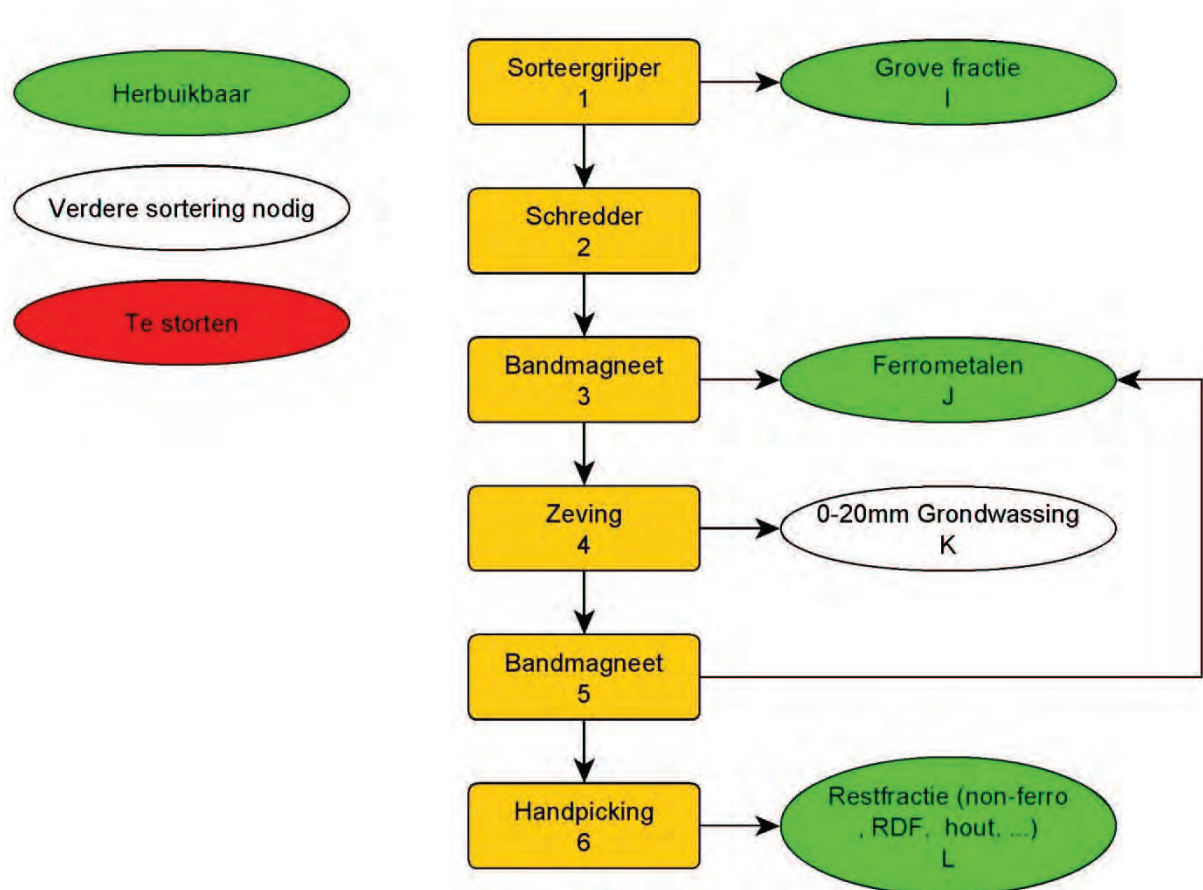
Tabel 3: Scheidingsresultaten ruwe scheiding

Scheidingsstap	Fractie	Bekomen fractie
Verdere sortering nodig		
2a	A	Plastiek, hout, metalen, grote stenen
4b, 5a	D, E	Fijn hout, plastic, organisch materiaal
Rechtstreeks bruikbaar		
3	B	Ferrometalen
4c	C	Gewassen puingranulaat
5b	F	Gewassen zand
Te Storten		
9	G	Slibkoek
Waterzuivering		
WZI	H	Afvalwater

3.2.3.2 Fijne scheiding

Alle heterogene fractie, vrijgekomen uit de hierboven vermelde scheiding (Fractie A, D en E) dienen verdere verwerking teneinde een homogene materiaalstroom te bekomen. De fijne scheiding (**Figuur 11**) wordt grotendeels uitgevoerd aan de hand van mechanische scheidingstechnieken, echter finaal wordt de laatste scheiding doorgevoerd door middel van handpicking.

In de eerste scheidingsstap worden m.b.v. een sorteergrijper grote uniforme stukken (Fractie I), bv. metalen staven, vrijgekomen uit de eerste handpicking van de grove fractie (stap 2a in ruwe scheiding). De restfractie werd verscheurd door een schredder waarna de metalen (Fractie J) uitgesorteerd werden. De resterende materiaalstroom wordt opnieuw gezeefd teneinde het resterende fijne, zandige materiaal af te scheiden. Deze fijne, minerale fractie (Fractie K) bestaat voornamelijk uit bodemmateriaal dat nog aan de overige materialen gehecht zat en zal bijkomend behandeld worden in de grondwassing (ruwe scheiding). Uit de grove fractie werden opnieuw, door middel van bandmagneten, de resterende metalen uitgesorteerd (Fractie J). Via handpicking werden uiteindelijk nog een onderscheid gemaakt tussen verschillende restfracties, e.g. non-ferro, RDF, hout, Aangezien de scheiding van deze fractie naar de toekomst toe geautomatiseerd dient te worden, wordt alle hieruit vrijgekomen materialen in de figuur weergegeven als één fractie (Fractie L).



Figuur 11: Flowschema fijne scheiding

3.2.3.3 Capaciteit

Aan maximum capaciteit kan de scheidingsinstallatie 16u per dag werken en wordt 8u per dag vrijgehouden voor onderhoud. Omdat de beperkende factor in het proces de persing van het slib is, wordt tijdens de onderhoudsperiode verder slib geperst. Met een maximale verwerkingscapaciteit van 60 ton per uur kan dus tot 960 ton per dag worden gescheiden. De snelheid van verwerking is dus afhankelijk van de korrelgrootteverdeling van het materiaal. Hoe meer fijne fractie, hoe meer slib geperst zal moeten worden en hoe trager de verwerkingssnelheid.

3.2.3.4 Waterzuivering

Van de waterzuiveringsinstallatie (WZI) werden slechts beperkte informatie ter beschikking gesteld. De WZI bestaat uit een fysico-chemische en biologische reiniging. Indien relevant kan de bijkomende informatie ter beschikking gesteld worden door de contractant.

3.2.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

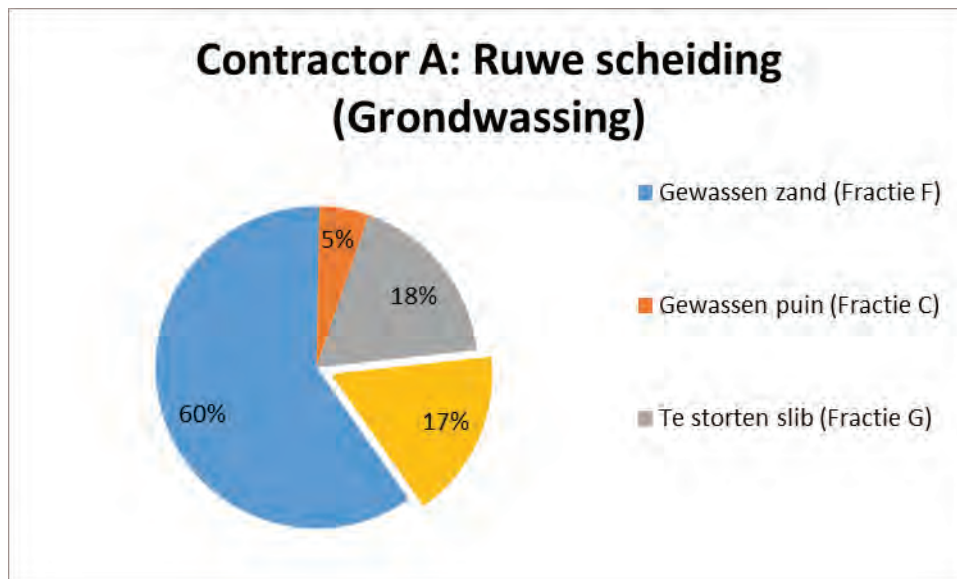
Fractie G, de slibkoek, bestaat uit zeer fijn materiaal ($<63\mu\text{m}$). Eventuele verontreinigingen aanwezig in de gescheiden partij, bijvoorbeeld zware metalen, zullen voornamelijk aanwezig zijn in deze fijne fractie. Fractie G wordt daarom standaard afgevoerd naar een stortplaats.

Fracties A en D worden in de fijne scheiding verder gescheiden ter recuperatie van bepaalde grondstoffen. De hieruit resulterende fracties zijn **Fracties I, J en L**. Deze fracties omvatten ieders een verzameling van homogene materiaalstromen (metalen, RDF, hout, harde plastic etc.). De naamgeving van deze fracties berust op het moment waarop deze uit het scheidingsproces vrijkomen. De metalen worden bijvoorbeeld visueel uitgesorteerd als grove delen in Fractie I en machinaal in Fractie J.

Fractie E wordt, afhankelijk van de inhoud, gestort of gescheiden in de fijne scheidingsinstallatie (zie hierboven voor Fracties I, J, L).

Fracties B, C, en F zijn onmiddellijk herbruikbaar. Omdat de installatie Copro gekeurd is worden fracties C en F met de nodige gebruikscertificaten afgeleverd. Fractie C wordt standaard een tweede maal door de grondwassingsinstallatie geleid om eventueel achtergebleven metalen te recupereren. Fractie F wordt vaak verder gemengd om de fijnheid aan te passen aan de vraag van de afnemer (bijvoorbeeld betoncentrales).

Globaal geeft dit een percentuele verdeling van 60% gewassen zand, 5 % gewassen puin, 18% te storten slib en 17% organisch materiaal en restfractie. **Figuur 12** toont de verdeling van de fractie, vrijgekomen uit de ruwe scheiding. De heterogene materiaalstroom (17%) die vrij is gekomen uit de ruwe scheiding werd vervolgens verder gescheiden. De uiteindelijke massabalans van deze fijne scheiding werd niet medegedeeld door de contractant.



Figuur 12: Contractant A: Ruwe scheiding

3.2.3.6 Mobiliteitsgraad

De installaties die door contractant A werden gebruikt voor de scheiding van het afval zijn niet mobiel. Dit wil zeggen dat indien de scheiding on-site zou moeten gebeuren, er een volledig nieuwe installatie zou moeten gebouwd worden.

3.2.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden

Indien de aanwezigheid van gebonden **asbest** wordt verwacht, zou deze fractie handmatig uitgesorteerd moeten worden in een natte voorinstallatie. Deze voorsortering zou kunnen gebeuren aan de hand van een oventrommelzeef zonder trommel waarbij de asbesthoudende materialen via handpicking verwijderd worden.

Voorlopig is het nog niet mogelijk om **glas** te scheiden van de zand- of puinfractie. Hiervoor worden door de contractant testen uitgevoerd aan de hand van densiteit en structuur van de materialen.

Aan de hand van vormafscheiders werden zowel voor glas als asbest, veelbelovende resultaten bereikt. De doorvoercapaciteit bij deze tests ligt echter zo laag dat het gebruik hiervan voor commerciële doeleinden momenteel niet rendabel is.

3.2.4 Kosten van de scheidingstechnieken

De totale kostprijs voor de ruwe scheiding van de aangeleverde partij ligt rond de 48-50€ per ton. De ruwe scheiding (combinatie van Capex en Opex kosten) werkt voor de aangeleverde partij met een kost van rond de 23€ per ton, maar de prijs voor het storten van de restmaterialen ligt rond de 33€ per ton. De bijkomende kost voor de fijne scheiding wordt geschat op 14€ per ton die hierbij gescheiden dient te worden (voor deze opdracht 17% van het aangeleverde materiaal).

De bepalende factoren voor de kostprijs zijn het organisch stof gehalte in de stortfractie en de snelheid van de verwerking in de installatie (afhankelijk van de korrelgrootteverdeling). Dankzij het zandige karakter van het aangeleverde afval kon dit vlot verwerkt worden voor een gunstige prijs.

3.3 Contractant B

3.3.1 Planning

Aanvoer afvalstoffen: 10/04/2013

Ruwe scheiding: 15/05/2013

Fijne scheiding: 16-24/05/2013

3.3.2 Schatting samenstelling afval

Het aangeleverde materiaal voor contractant B bestond uit een partij van ongeveer 81ton gemengd stedelijk afval afkomstig van een stortplaats te Zuienkerke. Een initiële visuele inschatting van de aard van het beschikbaar materiaal werd uitgevoerd door Ecorem nv en kan hieronder gevonden worden (). Het aangeleverd stortmateriaal heeft een zeer zandig karakter met een minerale fractie die voornamelijk uit zand, stenen en resten van plastic, hout en metalen bestaat, en een beperkte organische inhoud (**Foto 3**).

Tabel 4: Visuele inschatting stortmateriaal

Materiaal	Aanwezig in grove fractie	Aanwezig in fijne fractie (<10mm)
Steenpuin	X	X
Plastiek	X	
Glas	X	
Rubber	X	
Hout	X	X
Metalen		X
Minerale fractie		X



Foto 3: Stortmateriaal

3.3.3 Beschrijving van de scheidingstechnieken

Wegens de aard van het materiaal werd bij contractant B gekozen om eerst een ruwe scheiding uit te voeren en nadien bepaalde reststromen via de fijne scheidingsinstallatie te scheiden. Afhankelijk van de inhoud van de te scheiden stroom kan ook gekozen worden om eerst een fijne scheiding uit te voeren en dan bepaalde reststromen via de ruwe scheiding te scheiden.

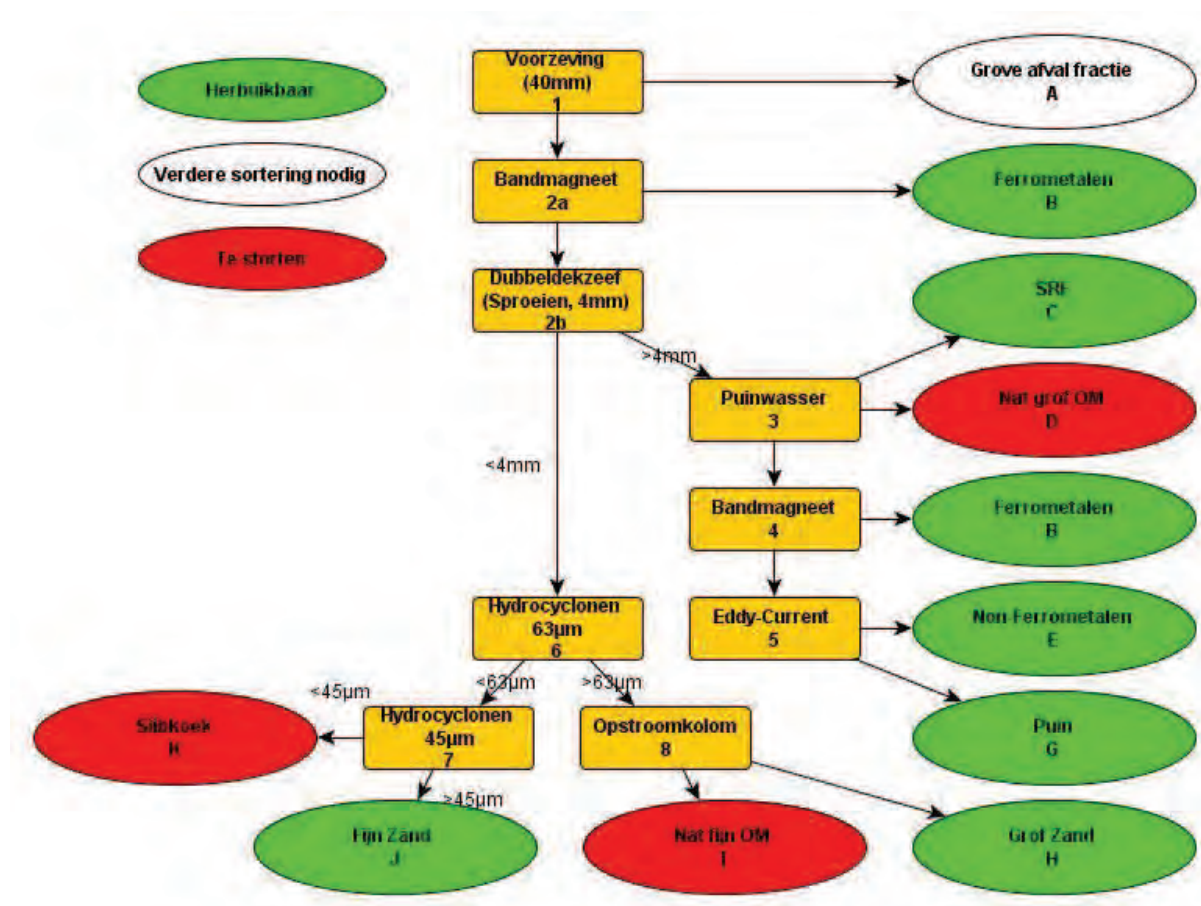
Indien het aangevoerde materiaal een afvalfractie van meer dan 40% bevat, wordt eerst de fijne scheiding uitgevoerd (materiaal specifiek).

Indien het materiaal een zeer grote fractie grond bevat ('fines') wordt eerst een ruwe scheiding uitgevoerd om deze fijne fractie af te zonderen van de overige materialen.

Beide scheidingen en de resulterende fracties worden gevisualiseerd in de bijgevoegde flowschema's (**Figuur 13** en **Figuur 14**).

3.3.3.1 Ruwe scheiding

Op **Figuur 13** is het volledige proces van de ruwe scheiding afgebeeld.



Figuur 13: Flowschema ruwe scheiding

De ruwe scheidingsinstallatie voor de behandeling van gronden en minerale afvalstromen kan in principe instaan voor de scheiding van organische producten zoals hout, plastics en verontreinigingen met zware metalen, PAK's en minerale oliën. Deze verontreinigende parameters zitten vervat in de te storten **Fracties D, I en K**.

Voordat het materiaal kon worden gescheiden, was een tijdelijke stockage nodig op de terreinen van contractant B (Foto 3). Op 15 mei werd de eerste, ruwe scheiding uitgevoerd. Hierbij werd het materiaal door een wiellader in de doseerbunker (Foto 4) geladen. In een eerste stap werd een voorzeving uitgevoerd met behulp van een vlakdekzeef, met een maaswijdte van 40mm. Hierbij wordt grof puin, hout en ander bodemvreemd materiaal afgezeefd (Foto 5). Deze afgezeefde fractie (Fractie A) werd nadien gescheiden in de fijne scheidingsinstallatie.



Foto 4: Doseerbunker



Foto 5: Fractie A

Voordat het afgezeefde materiaal verder door de installatie werd gevoerd, werd het met behulp van een magneetband ontijzerd (Fractie B). Via een dubbeldekzeef met dopsproeier werd vervolgens een scheiding gemaakt op 4mm. De puinfractie (<40mm en >4mm) werd via een puinwasser opgeschoond tot:

- inerte materialen (zwaardere minerale fractie)
- grof organische afval (Fractie C: plastic, hout, rubber,...)(Foto 6)
- een zeer kleine restfractie nat grof organisch materiaal (Fractie D)

De minerale fractie werd hierna via een bandmagneet, en non-ferro afscheiders gescheiden in een:

- ferrometalen (Fractie B);
- non-ferrometalen (Fractie F);
- schoon Puin, 40mm > puin > 4mm (Fractie G).

Deze puinfractie werd verwerkt in de Copro-gekeurde puinbreekinstallatie en afgezet via een gebruikscertificaat (Foto 7). De restfractie C (RDF) wordt on site verder verwerkt in de fijne scheidingsinstallatie voor de productie van Solid Recovered Fuel (SRF). Het onderscheid tussen RDF en SRF wordt gemaakt op basis van de uiteindelijke afzet van de materialen. De term RDF duidt in deze rapportage op de lichtere en eveneens brandbare fractie die afgescheiden wordt na enkele eenvoudige scheidingsstappen. Dit RDF kan eveneens aangewend worden als brandstof. Indien deze materialen een verdere verwerking en droging zal de calorische waarde hoger liggen en kunnen deze materialen afgezet worden als een hoger kwalitatieve brandstof, SRF.



Foto 6: Fractie C



Foto 7: Fractie G

De fractie $< 4\text{mm}$ werd verder gescheiden in een hydrocyclonen (op $63\mu\text{m}$). De grove fractie ($>63\mu\text{m}$) werd via een opstroomkolom ontdaan van bodemvreemd materiaal (Fractie I) zoals hout, koolstof, plastic, etc.. Het grove gewassen zand vormt Fractie H (Foto 9).



Foto 8: Fractie I



Foto 9: Fractie H

De fractie kleiner dan $63\mu\text{m}$ werd via een tweede hydrocycloon verder verdeeld in een fijne zandfractie ($<63\mu\text{m}$ en $>45\mu\text{m}$) en een minerale slibfractie ($<45\mu\text{m}$). Het fijne zand vormt Fractie J, het minerale slib werd vervolgens ontwaterd en verwerkt tot slibkoek (Foto 10). In fractie K bevindt zich standaard de meeste verontreiniging en deze fractie wordt gestort. Een overzicht van welke resulterende fractie wanneer bekomen werd, is te vinden in **Tabel 5**. Doordat de installatie Copro gekeurd is, worden beide zandfracties (fractie J en H) afgezet via een gebruikscertificaat.

Fracties D en I zijn respectievelijk grove en fijne fracties rijk aan organisch materiaal. De verdere verwerking van deze fracties wordt nog onderzocht. Droging in functie van afzet als SRF is een van de opties die momenteel onderzocht worden. Zolang hier geen duurzame oplossing is gevonden, wordt het materiaal alsnog gestort.

Foto 10: Fractie K



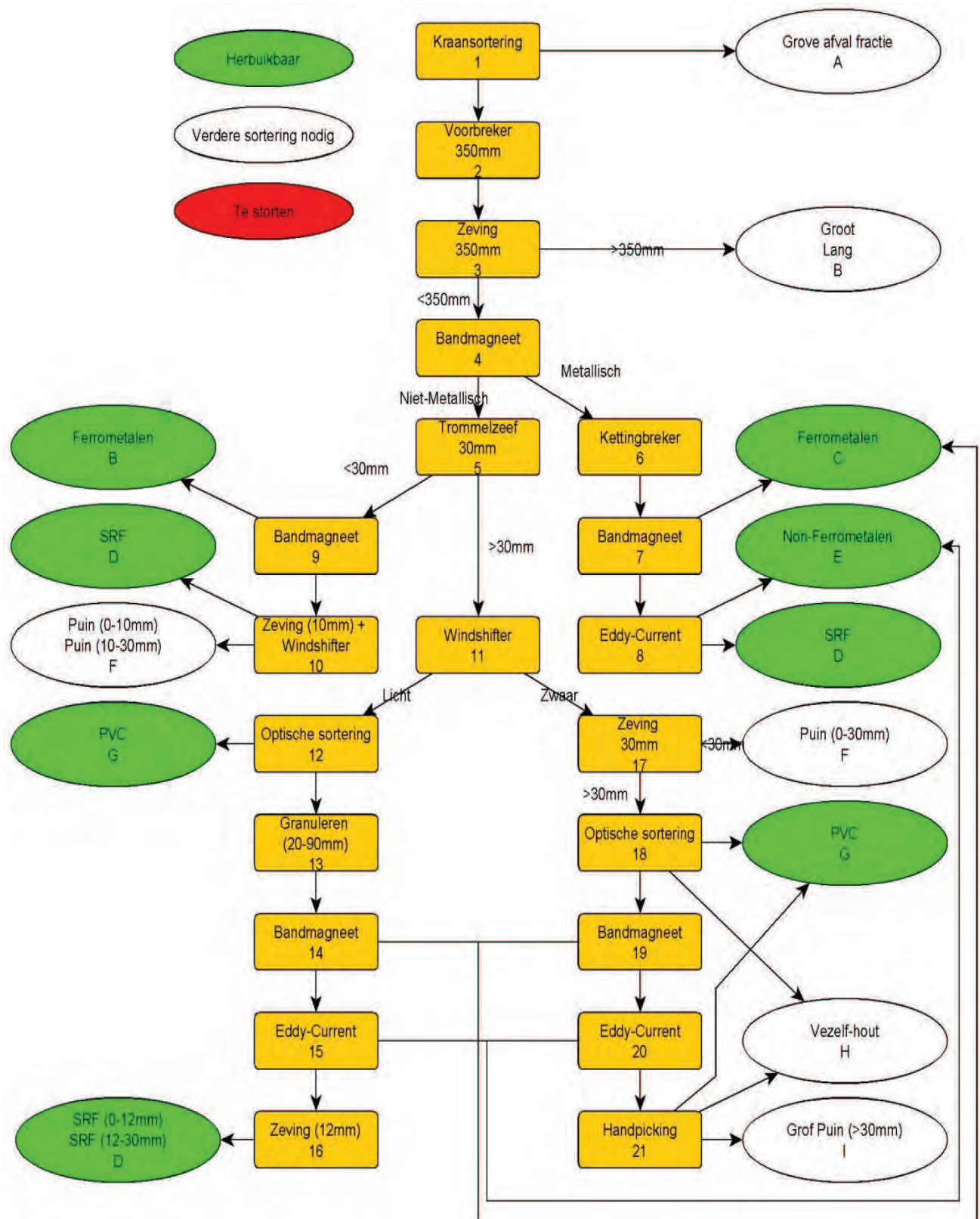
Aangezien het in deze ruwe scheiding om een nat proces gaat wordt al het water dat tijdens dit proces in contact komt met het materiaal afgeleid naar de waterzuiveringsinstallatie.

Tabel 5: Scheidingsresultaten ruwe scheiding

Type nabewerking	Scheidingsstap	Fractie	Bekomen fractie
Verdere sortering nodig			
	1 en 3	A, C	Plastiek, hout, metalen, grote stenen
	5	G	Puin
Rechtstreeks bruikbaar (mogelijk met certificaten)			
	4,2a	B	Ferrometalen
	5	E	Non-Ferrometalen
	8	H	Grof zand
	7	J	Fijn zand
(Voorlopig) onbruikbaar – te storten			
	3,8	D,I	Organisch materiaal (te drogen en nadien te storten)
	7	K	Slibkoek

3.3.3.2 Fijne scheiding

Op **Figuur 14** is het volledige proces van de fijne scheiding afgebeeld.



Figuur 14: Flowschema fijne scheiding

De fijne scheidingsinstallatie wordt normaal aangewend om restafval, afkomstig van KMO's en industrie verwerken, alsook bouw- en sloopafval en monostromen te verwerken. Gevaarlijke afvalstoffen worden niet verwerkt in de installatie. Het doel van de installatie is het bekomen van homogene materiaalstromen, bestemd voor recyclage en valorisatie. Doordat er slechts een beperkte afvalfractie beschikbaar was (zie §3.3.3.5, een minimum input van 100ton zou beschikbaar moeten zijn voor de fijne scheiding uit te voeren en een representatieve fractionering te bekomen), kon deze niet in batch verwerkt worden en konden dus geen aparte massabalansen opgesteld worden.

Al het te verwerken materiaal werd ontvangen en gestockeerd in een voorsorteerhal en visueel gecontroleerd (Foto 11). Met behulp van een kraan werden de afvalstoffen voorgesorteerd waarbij grote stukken recycleerbare materialen verwijderd werden (Fractie A). Het gaat hier om de volgende afvalstoffen:

- hout;
- ijzer;
- non-ferro metalen;
- harde kunststoffen (PVC, HDPE, folies,...);
- papier en karton;
- banden;
- vlak glas;
- gyproc;
- roofing;
- inerte materialen;
- groenafval en residu;
- grote stukken die de werking van de installatie zouden kunnen verstoren.

Bepaalde fracties werden hier nog verder voorgesorteerd (bv. harde kunststoffen) zodat de deelfracties optimaal geconditioneerd werden voor recyclage.



Foto 11: Stockage



Foto 12: Voorbreker

Na voorsortering werden de afvalstoffen in een voorbreker geladen (350mm) (Foto 12). De voorgebroken fractie werd dan gezeefd om de resterende lange en grote stukken te verwijderen (Fractie B) en een eerste maal ontijzerd. De metallische fractie werd verder gebroken en opnieuw met een bandmagneet en non-ferroscheider gescheiden in Fracties C, D en E (respectievelijk ferrometalen, SRF, non-ferrometalen). Fractie B bestaat voornamelijk uit metalen wapeningselementen en kunststoffen die niet gebroken kunnen worden.

De ijzerarme fractie werd via een trommelzeef gezeefd op 30mm. De fractie < 30mm werd eerst opnieuw ontijzerd en vervolgens via windshifting en zeping op 10mm, gescheiden in de volgende drie fracties.

- Fractie D, lichte fractie die afgescheiden wordt door de windshifter (SRF);
- Fractie F, Fijn granulair puin van 0-10mm (Foto 13);
- Fractie F, Grof granulair puin van 10-30mm (Foto 14);

Deze resulterende puinfracties werden vervolgens behandeld in de ruwe scheidingsinstallatie, dewelke copro-gekeurd is, waardoor het puin in scheidingsstap 5 van deze ruwe scheiding terecht zal komen in Fractie G van de ruwe scheiding en voldoet voor hergebruik.



Foto 13: Fijn granulair puin



Foto 14: Grof Granulair puin

De grove fractie (>30mm) werd in een windshifter gescheiden in een lichte en een zware fractie. Uit de lichte fractie werd via optische technieken (IR scheiding) nog PVC (Fractie G) afgescheiden, waarna de resterende lichte fractie werd vermalen in granulatoren (20-90mm), ontijzerd (Fractie C) en een non-ferroscheiding (Fractie E) onderging, werd deze vermaalde lichte fractie uiteindelijk gezeefd in een SRF fractie van 0-12mm en een SRF fractie van 12-30mm (Fractie D).

De zware fractie werd opnieuw gezeefd op 30mm om aangehecht bodemmateriaal te verwijderen. De fijne materialen (Fractie F) van deze zeping kunnen echter een te grote invloed hebben op de verdere optische scheiding en werden na zeping ook verwerkt in de ruwe scheidingsinstallatie (grondreiniging). De fractie groter dan 30mm werd optisch gescheiden in een vezelfractie (Foto 15), indien nodig een pure houtfractie, een puinfractie (Fractie I) en een PVC fractie (Foto 16).



Foto 15: Fractie H



Foto 16: Fractie G

Uit de puinfractie (Foto 17) werden dan ook de ferro en de non-ferro metalen verwijderd. Finaal kan, voordat ze in de ruwe scheidingsinstallatie wordt gescheiden, Fractie I gegranuleerd worden in een aparte installatie (vandaar onderscheid met Fractie F, puin 0-30mm). Een overzicht van welke resulterende fractie wanneer bekomen worden, is te vinden in **Tabel 6**.



Foto 17: Fractie I

Ferro en non-ferro fracties (Fractie C en E in fijne scheiding) worden rechtstreeks naar een schrootverwerker afgevoerd.

Vermits de geproduceerde SRF fracties te beperkt was om apart te analyseren, zijn er geen analyseresultaten beschikbaar. Contractant B analyseert de geproduceerde SRF systematisch op basis van periodieke mengstalen en krijgt ook feedback van de afnemers van de SRF over de geleverde kwaliteit. De systematische analyses op droge stof, asgehalte, caloriewaarden, chloor, zwavel en zware metalen, zijn nodig om te kunnen garanderen dat de SRF beantwoordt aan de acceptatiecriteria van de verschillende afnemers.

Het puin, bestaande uit fracties I en F, werd verwerkt in een Copro-gekeurde puinbreekinstallatie (gehuurd), en vervolgens gescheiden in de grondreinigingsinstallatie (ruwe scheiding). Het residu uit fracties A en B werd gestort. De vezelfractie werd ook in een gehuurde, houtverwerkingsinstallatie verwerkt.

Tabel 6: Scheidingsresultaten fijne scheiding

Type nabewerking	Scheidingsstap	Fractie	Bekomen fractie
Verdere sortering nodig	1	A	Grove afvalfractie: Plastiek, hout, metalen, grote stenen
	3	B	Grote en lange stukken
	10, 17, 21	I, F	Granulair Puin
	18	H	Vezels (hout)
Rechtstreeks bruikbaar	8, 10, 16	D	SRF
	7, 9, 14, 19	C	Ferrometalen
	8, 15, 20	E	Non-Ferrometalen
	12, 18, 21	G, J	PVC

3.3.3.3 Capaciteit

Aan maximum capaciteit kan de ruwe scheidingsinstallatie 14/15 shiften per 5 werkdagen actief zijn en waarbij 1 shift overgehouden wordt voor onderhoud en verdere slibpersing. Afhankelijk van de te verwerken materialen wordt een doorvoersnelheid van ongeveer 20-30ton per uur gehaald. Sinds de opstart van de installatie werkt deze, werkuren versus onderhoud, met een efficiëntie van ongeveer 70%. De aangevoerde partij werd op 3,5 uur verwerkt. Dit komt overeen met een doorvoersnelheid van 23,2 ton per uur.

3.3.3.4 Waterzuivering

Door contractant B werd geen informatie over de werking van de WZI ter beschikking gesteld.

3.3.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

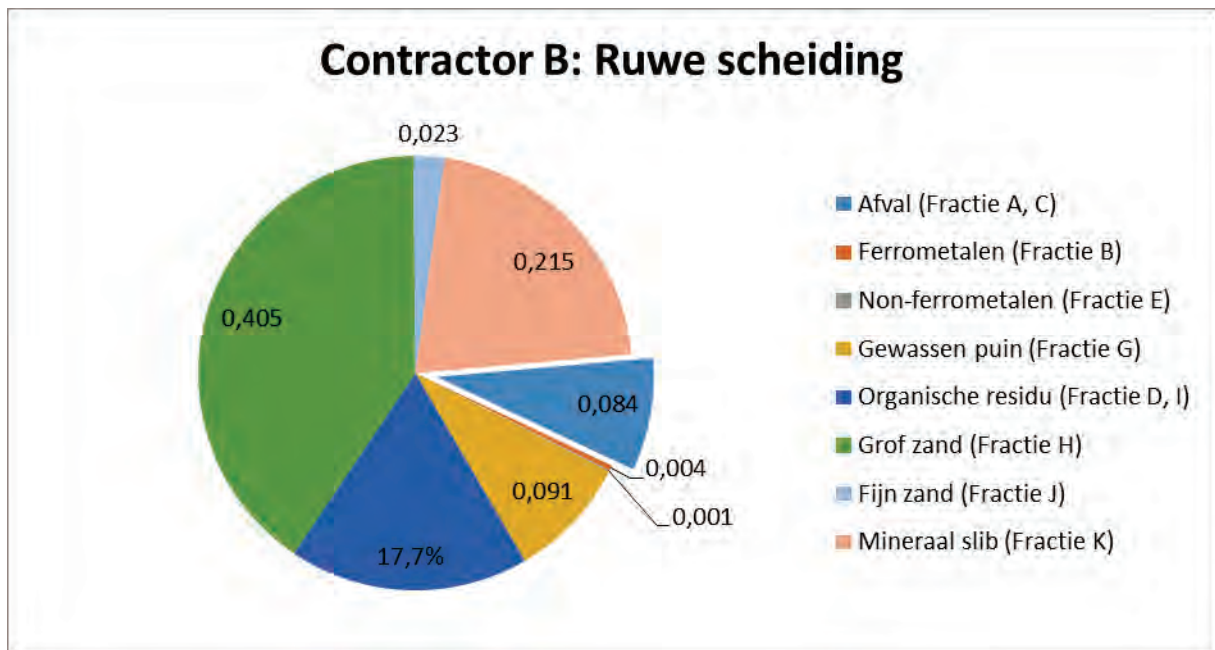
Op basis van beschikbare gegevens kon voor de ruwe scheidingsinstallatie een massabalans (**Tabel 7**) opgesteld worden. Door de beperkte hoeveelheid afval kon deze niet in batch in de fijne scheidingsinstallatie verwerkt worden. Hier zijn dus geen gegevens van beschikbaar.

Uit **Tabel 7** blijkt dat het totale uiteindelijke volume van de resulterende fracties groter is dan het initiële volume. Opdat de totale balans kan aangepast worden op 100% (81,08ton materiaal) wordt de fractie van het mineraal slib, waarvan voor deze fractie geen exclusieve cijfers beschikbaar zijn, gereduceerd voor bepaalde berekeningen tot 16,58 ton of ongeveer 20M% van de initiële fractie.

Figuur 15 geeft de detailverdeling van de fracties weer na de uitvoering van de ruwe scheiding. Omdat door de contractant geen informatie beschikbaar werd gesteld over de percentuele verdeling van de fijne scheiding wordt hiervan geen fractionering weergegeven.

Tabel 7: Massabalans

Invoer	Gewicht (81,08ton)	Gewichtspercentage (M%)
Afval	6,82 ton	8,4
Ferro	0,30 ton	0,4
Non-ferro	0,10 ton	0,1
Gewassen puin	7,36 ton	9,1
Organisch residu ex. Puin	13,68 ton	16,9
Grof zand	32,80 ton	40,5
Fijn zand	1,90 ton	2,3
Organisch residu	0,84ton	1,0
Mineraal slib	24,74 ton (16,58 ton)	21,5 (20)
Totaal	89,54 ton	



Figuur 15: Contractant B: Ruwe scheiding

Teneinde een beeld te krijgen van de verontreinigingsgraad van enkele fracties werden volgende analyses uitgevoerd:

- SAP-analyse (OS, klei, zware metalen, min.olie, PAK's) op het bruto staal;
- SAP-analyse op het gewassen zand (fractie H en J);
- 2 schudproeven op het gewassen zand (fractie H en J);
- 1 kolomproef op het gewassen zand (fractie H en J);
- Analyse afvalstortcriteria 1 op de filterkoeken (fractie K).

De analysecertificaten en de getoetste resultaten zijn terug te vinden in **Bijlage 1**.

Uit de analyseresultaten blijkt dat het moedermateriaal sterk verontreinigd is met de zware metalen lood en zink. Er wordt eveneens een sterke aanrijking vastgesteld met cadmium, koper en benzo(a)pyreen.

Na uitvoering van de fractionering kan vastgesteld worden dat het gewassen zand nog steeds verontreinigd is met zink en aangerijkt is met de zware metalen koper en lood, alsook PAK's (benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen en indeno(1,2,3-cd)pyreen). Hierbij dient opgemerkt te worden dat door de fysische scheiding (i.e. het wassen van het zand) het klei- en organische stofgehalte t.o.v. het moedermateriaal sterk gedaald zijn, waardoor de normen voor deze parameters aanzienlijk verlagen. Wanneer er enkel naar de concentraties gekeken wordt kan vastgesteld worden dat deze na de fractionering sterk zijn afgenomen.

Wanneer er gekeken wordt naar het uitlooggedrag van het gewassen zand tonen beide schudproeven en de kolomproef een uitloging van koper dewelke de Vlarebo normen bijlage 7 overschrijden.

De analyseresultaten van het slib geeft ten slotte aan dat dit sterk verontreinigd is met minerale olie en dat het slib daarnaast eveneens uitloogt.

3.3.3.6 Mobiliteitsgraad

De installaties die door contractant B werden gebruikt voor de scheiding van het afval zijn niet mobiel. Dit wil zeggen dat indien de afvalscheiding on-site zou moeten gebeuren, er een volledig nieuwe installatie zou moeten worden gebouwd.

De gehuurde installaties voor de puin- en houtverwerking zijn mobiel, maar doordat de puin- en houtfracties eerst moeten gescheiden worden, biedt deze mobiliteit geen meerwaarde voor een scheiding op locatie.

3.3.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden

Contractant B onderzoekt actief de mogelijkheden om naar de toekomst toe de **asbest- en glasfractie** apart af te scheiden. Ook de omzetting van de **organische residu-fractie naar SRF** is volgens contractant B een mogelijk onderwerp van verder onderzoek.

3.3.4 Kosten van de scheidingstechnieken

Standaard ligt de operationele kost van de ruwe scheidingsinstallatie rond de 12-15€ per ton exclusief afschrijvingen en afvoer van de eindfracties. Het gemiddelde energieverbruik ligt rond de 5-7 kWh per ton. De kost voor de afvoer van de eindfracties varieert sterk op basis van de samenstelling van het verwerkte materiaal. Op basis van de massabalans van deze partij bedraagt deze 24€ per ton.

Voor de te verwerken fracties in de fijne scheidingsinstallatie is de kostprijs sterk afhankelijk van de niet beschikbare massabalans. Bijkomende informatie in verband met de massabalansen en informatie in relatie tot de operationele kosten kunnen bekomen worden in een vertrouwelijk overleg.

3.4 Contractant C

3.4.1 Planning

Aanvoer afvalstoffen: 10/04/2013

Ruwe scheiding: Onbekend

Verdere fijne scheiding: Onbekend

Rapportage aan Ecorem: 19/12/2013

3.4.2 Schatting samenstelling afval

Het aangeleverde materiaal voor contractant C bestond uit een partij van ongeveer 86ton gemengd stedelijk afval, afkomstig van stortplaats te Zuienkerke. Een initiële visuele inschatting van de aard van het beschikbaar materiaal werd uitgevoerd door Ecorem nv en kan hieronder gevonden worden (**Tabel 8**). Het aangeleverd stortmateriaal heeft een zeer zandig karakter met een minerale fractie die voornamelijk uit zand, stenen en resten van plastic, hout en metalen bestaat, en een beperkte organische inhoud.

Tabel 8: Visuele inschatting stortmateriaal

Materiaal	Aanwezig in grove fractie	Aanwezig in fijne fractie (<10mm)
Steenpuin	X	X
Plastiek	X	
Glas	X	
Rubber	X	
Hout	X	X
Metalen		X
Minerale fractie		X

Om een initiële inschatting te maken van het te verwachten materiaal had contractant C, tijdens een terreinbezoek aan de stortplaats in Zuienkerke, enkele stalen genomen. Deze stalen werden uitgesorteerd op basis van grootte van de deelfracties. De resultaten zijn te vinden in **Tabel 9**.

Tabel 9: Moederstalen

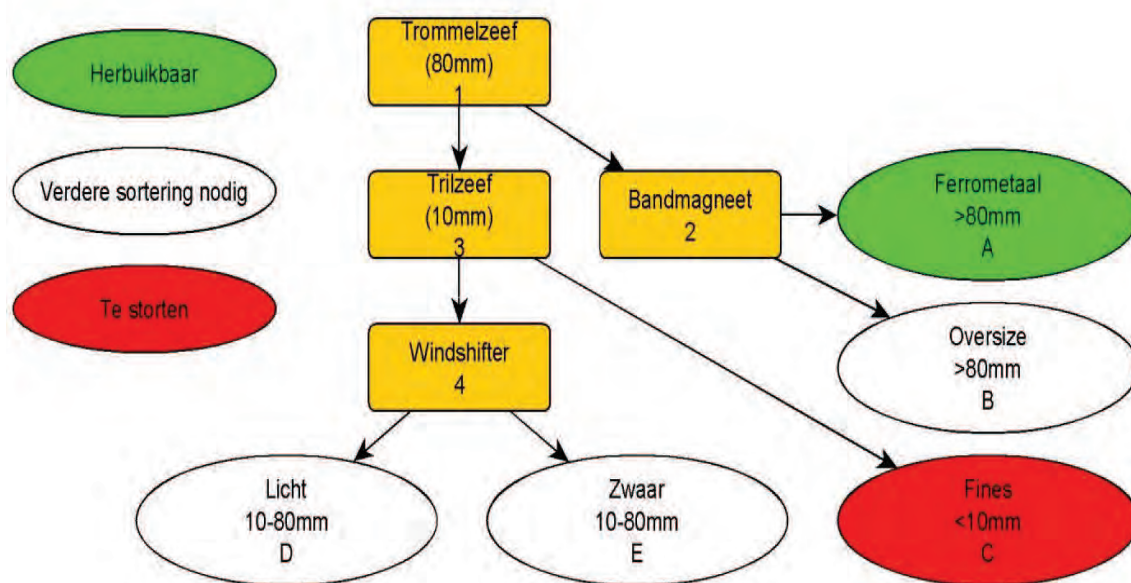
Fractie	M% (Vochtig)	M% (droog)	% d.s.
<4mm	50.7%	48.0%	65.0%
4-10mm	13.4%	13.5%	69.4%
10-35mm	10.9%	11.7%	73.5%
>35mm	25.0%	26.7%	73.4%
Totaal			68.6%

3.4.3 Beschrijving van de scheidingstechnieken

Wegens de aard van het materiaal werd bij contractant C gekozen om eerst een ruwe scheiding uit te voeren en nadien bepaalde reststromen via een fijne scheiding te scheiden. De ruwe scheiding wordt gevisualiseerd in het bijgevoegde flowschema (**Figuur 16**).

3.4.3.1 Ruwe scheiding

Op **Figuur 16**, is het proces van de ruwe scheiding afgebeeld. Omdat Ecorem nv niet werd geïnformeerd over de start van de scheiding is deze informatie gebaseerd op documentatie aangeleverd door contractant C en op basis van waarnemingen achteraf.



Figuur 16: Flowschema ruwe scheiding

De ruwe scheiding, gevisualiseerd in het bijgevoegd flowschema (**Figuur 16**), is de standaard scheiding die door contractant C wordt voorgesteld. Deze installatie bestaat uit verschillende onderdelen en kan als mobiele scheidingsinstallatie ingezet worden. Deze scheiding werd op terreinen van een partner uitgevoerd. Bij deze scheiding worden meerdere fracties (**Tabel 10**) bekomen en deze worden in §3.4.3.5 meer in detail besproken:

Tabel 10: Fracties ruwe scheiding

Fractie	Omschrijving
A	Oversized (>80mm) Ferrometalen
B	Oversized (>80mm)
C	Fines (<10mm)
D	10-80mm licht
E	10-80mm zwaar

De voorgestelde ruwe scheiding gebeurde in verschillende stappen. Initieel werd de aangevoerde partij gezeefd op 80mm. De grove fractie (>80mm) werd over een bandmagneet geleid (resulterende Fractie A) en de restfractie werd verder beschreven als Fractie B. De stroom <80mm werd verder gezeefd op 10mm. De fractie <10mm werd verder gekarakteriseerd als Fractie C. De fractie <80mm en >10mm werd via een windshifter verder gescheiden op basis van gewicht. Dit resulteerde in een lichte (Fractie D) en een zware fractie (Fractie E).

De Fracties B, D en E werden verder manueel gescheiden. De resultaten hiervan worden in paragraaf Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties besproken.

3.4.3.2 Fijne scheiding (Handmatig)

Doordat de bekomen fracties beperkt in omvang waren, werden de verdere scheidingen in eerste instantie handmatig uitgevoerd. De handmatige fijne scheiding gebeurde op het terrein van contractant C. Aan de hand van deze scheidingen kon nagegaan worden welke technieken in aanmerking kunnen komen voor het machinaal scheiden van deze deelstromen.

Zowel tijdens de ruwe scheiding als bij de fijne scheiding werd geen verkleining uitgevoerd. Doordat het volledige proces droog werd uitgevoerd, bleef er nog een aanzienlijke hoeveelheid onzuiverheden op het materiaal die de detectie bemoeilijkt. De overgang tot een nat proces voorafgaand aan de sortering (wastrommel) is een mogelijkheid, maar is kostelijk doordat water, droging en waterzuivering nodig zijn.

De ferro en non-ferro fracties, bekomen in de verschillende handmatige scheidingsstappen, zijn direct bruikbaar in bestaande recyclage processen. De fracties die interessant zijn voor hun calorische waarden werden voorlopig gekarakteriseerd als RDF, maar mits bijkomende inspanningen is het mogelijk om deze te kunnen inzetten als SRF. Deze inspanningen omvatten bijvoorbeeld een verdere scheiding van PVC en rubbers, verdere zandverwijdering, een droging en analyses op chloor en zwavel. De hoeveelheid plastics die resulteren uit de scheidingstesten waren echter te beperkt om voldoende relevante testen uit te voeren.

3.4.3.3 Capaciteit

De doorvoercapaciteit van de installatie hangt sterk af van de gekozen dimensies en van de benodigde hoeveelheid te verwerken. De ruwe scheiding, bestaande uit verschillende mobiele, in serie geschakelde units, kan ongeveer 50 ton/u aan. De capaciteit van de non-ferro scheider, bovenbandmagneet en windshifter is iets lager maar dient ook enkel op deelstromen te werken en zijn er mogelijks meerdere nodig.

De doorvoercapaciteit is een belangrijke parameter die de scheidingsefficiëntie bepaalt. Optische of andere detectietechnieken werken het best als de te detecteren deeltjes volledig vrij worden aangeboden aan de detectiebron. Indien deze techniek in de toekomst gebruikt zou worden, moeten transportbandbreedte en snelheid zo worden ingesteld dat deze spreiding gerealiseerd wordt. De doorvoercapaciteit zou dus sterk gekoppeld zijn aan de vereiste zuiverheid van het materiaal.

3.4.3.4 Waterzuivering

Aangezien de scheiding droog werd uitgevoerd, was een waterzuivering niet nodig.

3.4.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

De finale massabalans van de verschillende fracties kan gevonden worden in onderstaande tabel (**Tabel 11**). De fracties zelf worden verderop in detail besproken.

Tabel 11: Finale massabalans

Fractie	Omschrijving	Massa (t)	M%
A	Oversized (>80mm) Ferrometalen	0,1	0,01%
B	Oversized (>80mm)	5,8	7%
C	Fines (<10mm)	70,8	82%
D	10-80mm licht	2,2	3%
E	10-80mm zwaar	7,1	8%
Totaal		86,0	100%

Fractie A: Oversized ferrometalen

Na karakterisatie bleek dat fractie A voor 100% bestaat uit ferrometalen. Deze fractie kan dan ook rechtstreeks herbruikt worden.

Fractie B: Oversized

Na de scheiding in de mobiele installatie werd de fractie verder handmatig gesorteerd in verschillende fracties. De massabalans van deze fracties kan gevonden worden in onderstaande tabel (**Tabel 12**).

Tabel 12: Oversized fractie

Fractie B	Massa (M%)	Totaal voor Fractie B (ton)
Totaal	100	5,8
Plantaardig materiaal	1,5	0,1
Metaal	2,7	0,2
Dierlijk materiaal	0,6	0,0
RDF (Folie)	6,4	0,4
RDF (Hard)	9,1	0,5
Glas en keramiek	2,0	0,1
Steen	72,9	4,2
Textiel	0,8	0,01
Fines	4,0	0,2
Restfractie	/	/

De oversized fractie werd gesorteerd met handpicking. De resulterende metalen zijn onmiddellijk herbruikbaar en worden afgevoerd voor een verdere verwerking. De lichte fractie (plastics, textiel, hout, papier) is mogelijks herbruikbaar voor energierecuperatie. Bij de manuele sortering kan ook een onderscheid gemaakt worden tussen A, B, en C hout waardoor het hout direct recycleerbaar is. Bij het handpicken kan een onderscheid gemaakt worden tussen verschillende harde plastics (PE, PP, PVC) die mogelijks als bron kunnen dienen voor de aanmaak van plastic pellets. Voor de fractionering werd enkel het onderscheid gemaakt tussen harde plastics en folie.

Een verdere sortering van een eventuele oversized restfractie kan op basis van densiteit. De lichte fractie kan energetisch gevaloriseerd worden terwijl de zware fractie moet verkleind worden zodat deze bij Fractie E komt.

Fractie C: Fines

Uit de bemonstering van de fijne fractie (<10mm) bleek dat een verontreiniging met zware metalen aanwezig is. In **Tabel 13** is een overzicht van de geteste parameters en een vergelijking met de bodemsaneringsnormen te vinden. Aangezien deze normen afhankelijk zijn van het organische stof gehalte (%) en kleigehalte werden hiervoor de bekomen waarden van Contractant B gebruikt voor de toetsing (14,7% klei en 4,7% OS). De overschreden normen worden in onderstaande tabel in het rood aangeduid.

Tabel 13: Fines

Parameter	Gemeten concentratie		Richtwaarde voor bodem hergebruik	Bodemsaneringsnorm (per bestemmingstype)				
				I	II	III	IV	V
Droge stof	M%	78.4						
As	mg/kgds	16	35	58	58	103	267	267
Cd	mg/kgds	2.4	1.2	2	2	6	9.5	30
Cr	mg/kgds	60	91	130	130	240	560	880
Cu	mg/kgds	210	71	120	120	197	500	500
Pb	mg/kgds	760	120	200	200	560	735	1250
Ni	mg/kgds	46	56	93	93	95	530	530
Zn	mg/kgds	620	200	333	333	333	1000	1250
Hg	mg/kgds	1	1.7	2.9	2.9	4.8	4.8	11

Legende: I = Bosgebied, II = Agrarisch gebied, III = Woongebied, IV = Recreatiegebied, V = Industriegebied

Naar aanleiding van deze analyseresultaten kan besloten worden dat deze fines niet rechtstreeks in aanmerking komen voor het hergebruik als bodem. De gemeten conc. voor lood is hoger dan de BSN III. Dit resulteert in de milieuhygiënische code 9yz. Op basis van bijkomend uitloogonderzoek kan alsnog nagegaan worden of deze partij in aanmerking komt voor hergebruik als bouwstof. Dit uitloogonderzoek werd later uitgevoerd op de 'fines' fractie, vrijgekomen uit bij de extra scheidingstest op de 10-80mm fractie (zie § 3.4.3.6.1).

Fractie D: 10-80mm licht

Na de scheiding in de ruwe scheidingsinstallatie werd de fractie verder handmatig verdeeld in verschillende materiaalfracties. Hiertoe werd een representatief staal van fractie D bemonsterd (17.738g) om de gewichtpercentages van de verschillende materialen af te leiden. Vervolgens wordt deze fractionering doorgetrokken voor het totaalgewicht van Fractie D (2,2 ton). Deze massabalans wordt weergegeven in **Tabel 14**. Een betere scheiding van de lichte en zwaardere fractie zou mogelijk geweest zijn indien een ander type windshifter zou worden gebruikt. Omdat dit type windshifter niet mobiel is, werd ervoor gekozen om deze niet toe te passen. Deze niet mobiele windshifters kunnen ook folie scheiden van hout en dense plastics. Deze scheiding zou eveneens kunnen gebeuren op basis van optische of IR scheiding. Met dezelfde technieken kan ook het hout van de plastics gescheiden worden. Ook een verdere scheiding van de metalen zou mogelijk zijn. De verdere valorisatie voor de plastics is afhankelijk van het gehalte PE of PP.

Tabel 14: Fractie D

Fractie D	Massa staal (g)	Massa (%)	Totaal fractie (ton)
Totaal	17.738,0	100	2,2
Plantaardig materiaal	879	5,0	0,1
Metaal	191	1,1	0,01
Dierlijk materiaal	0	0,0	0,0
RDF (Folie)	790	4,5	0,1
RDF (Hard)	1.769	10,0	0,2
Glas en keramiek	1.964	11,1	0,2
Steen	6.660	37,5	0,8
Textiel	0.780	4,4	0,1
Fines	4.705	26,5	0,6

Fractie E: 10-80mm zwaar

Na de scheiding in de mobiele installatie werd de fractie verder handmatig verdeeld in verschillende fracties. De massabalans van deze fracties kan gevonden worden in **Tabel 15**. Een betere scheiding van de lichte en zwaardere fractie zou wederom mogelijk zijn met een ander, niet mobiel, type windshifter. De verdere scheiding van de metalen is eveneens machinaal mogelijk. De stenen die gescheiden zijn in deze fractie bestaan uit beton, natuursteen, baksteen, cellenbeton, glas en porselein. Indien Copro-kwaliteit gehaald moet worden, is een doorgedreven scheiding nodig, maar op het ogenblik bestaat hiervoor geen performante oplossing. Mogelijks kan dit uitgevoerd worden aan de hand van optische of IR-technieken.

Tabel 15: Fractie E

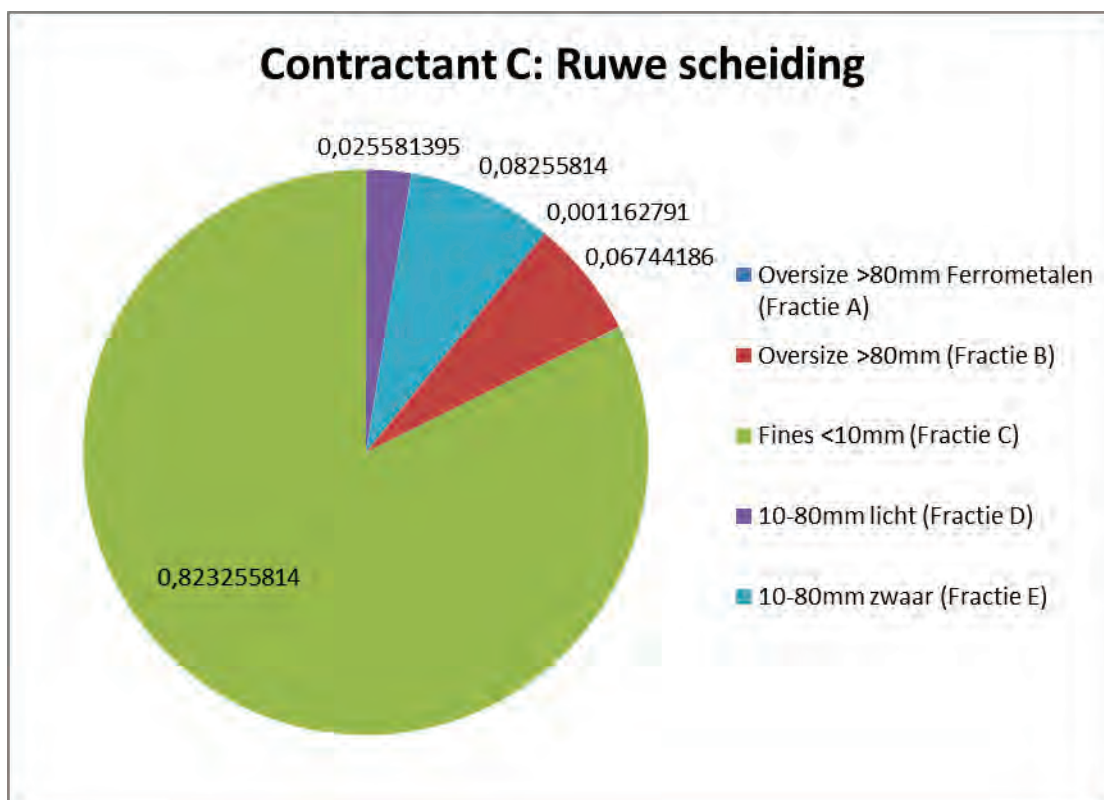
Fractie E	Massa (g)	Massa (%)	Totaal fractie (ton)
Totaal	20.279	100	7,1
Plantaardig materiaal	126	0,6	0
Metaal	840	4,1	0,3
Dierlijk materiaal	934	4,6	0,3
RDF (Folie)	0	0,0	0
RDF (Hard)	476	2,3	0,2
Glas en keramiek	2.828	13,9	1,0
Steen: >40mm	6.662	32,9	2,3
Steen: 14-40mm	3.364	16,6	1,2
Steen: 7.1-14mm	2.543	12,5	0,9
Textiel	0	0,0	0,0
Fines <7.1mm	2.506	12,4	0,9

De finale resultaten van de fracties >10mm kunnen gevonden worden in **Tabel 16**. Hierin worden de verschillende volledige fracties procentueel voorgesteld. Deze fractionering is van toepassing op ca. 18% van het totaalvolume (15,2 ton van de totale 86 ton). In de fractie <10mm (61,8 ton) werd tijdens deze scheiding niet nagegaan welke materialen hieruit gerecycleerd kunnen worden.

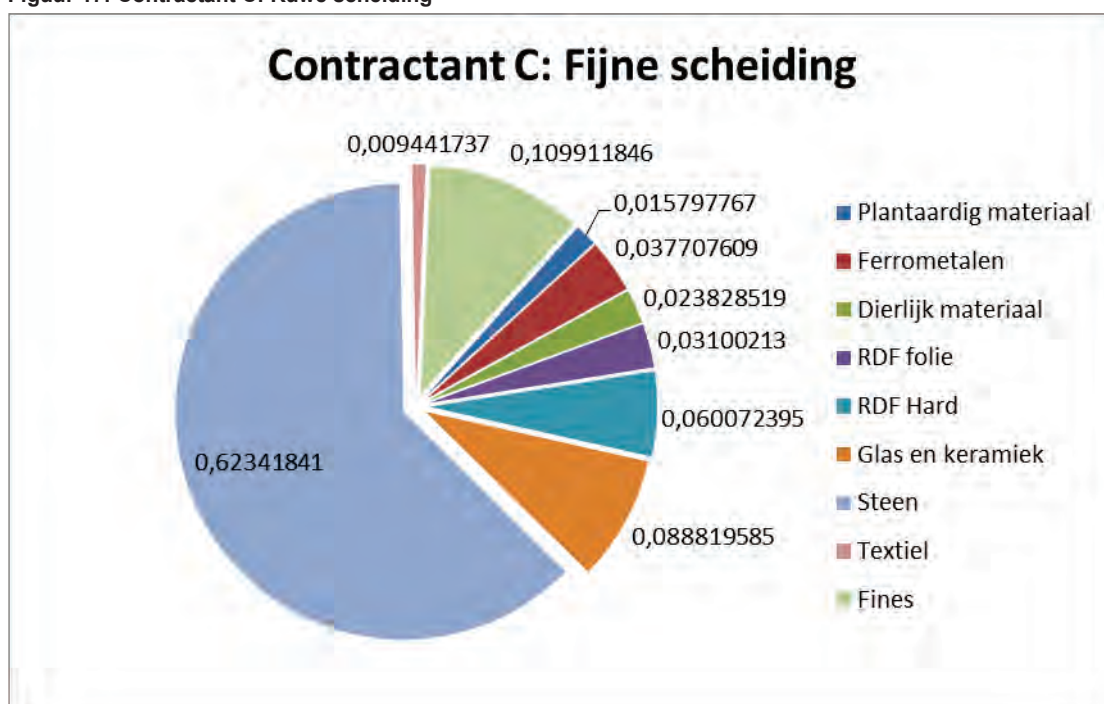
Tabel 16: Afvalscheiding finale fracties

Finale fracties	Percentage (100 %)	Ton (15,2 ton)
Plantaardig materiaal	1,6%	0,24
Ferrometalen	3,8%	0,57
Dierlijk materiaal	2,4%	0,36
RDF folie	3,1%	0,47
RDF Hard	6,0%	0,91
Glas en keramiek	8,9%	1,35
Steen	62,3%	9,46
Textiel	0,9%	0,14
Fines	11,0%	1,67

Figuur 17 en **Figuur 18** geven de detailverdeling van de fracties grafisch weer in functie van de uitgevoerde scheiding. De fijne scheiding in **Figuur 18** is uitgevoerd op de 3 grove fracties bekomen tijdens de ruwe scheiding.



Figuur 17: Contractant C: Ruwe scheiding



Figuur 18: Contractant C: Fijne scheiding

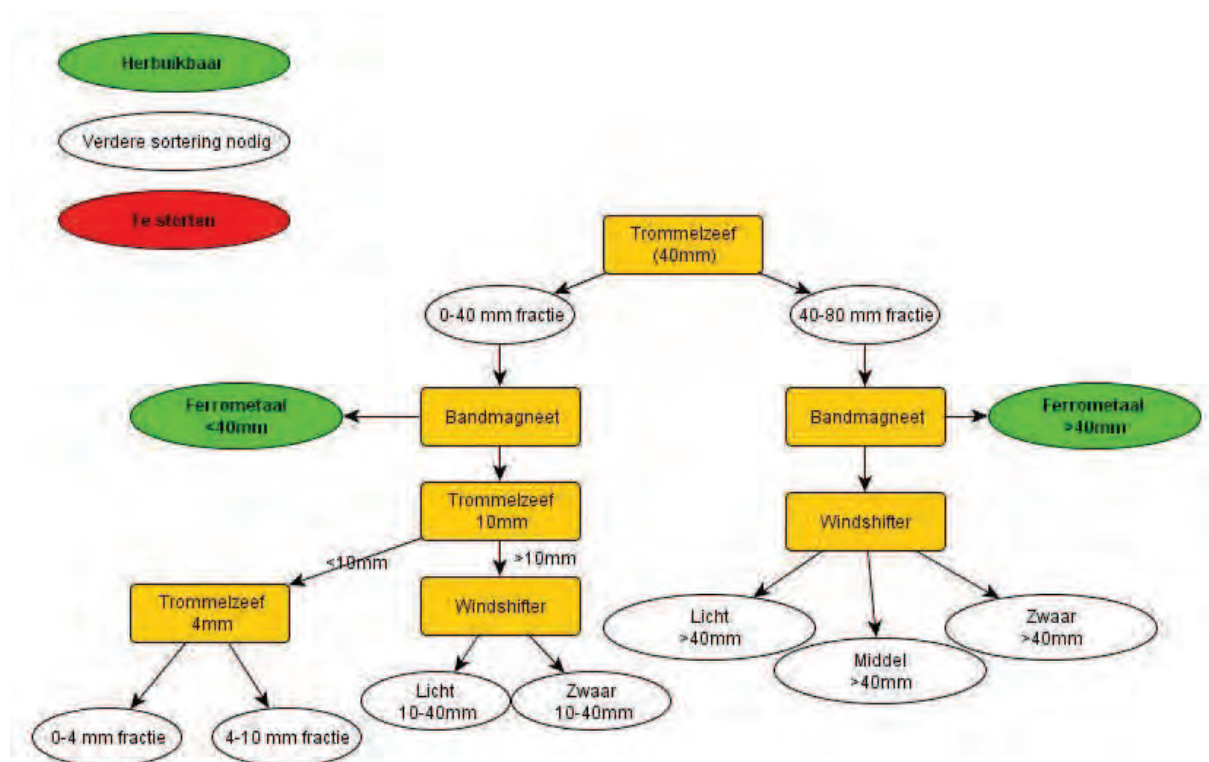
3.4.3.5.1 Bijkomende scheidingstests

Uit de karakterisatie van de afzonderlijke fracties blijkt dat de fracties D en E (10-80mm fracties) zeer onzuiver zijn en nog steeds een aanzienlijk aandeel 'fines' bevatten. Daarnaast werden in de lichtere fracties nog steeds veel dense materialen zoals glas, keramiek en harde plastics aangetroffen. Om na te gaan hoe deze fracties beter gescheiden kunnen worden, werden door Contractant C bijkomende scheidingstests uitgevoerd.

Om de vergelijking te kunnen maken tussen een droog en een nat scheidingsproces werden beide opties bijkomend uitgevoerd door Contractant C. Door het beperkte totaalvolume van de 10-80mm fracties werd enkel voor de uitvoering van de vaste, droge scheidingsinstallatie gebruik gemaakt van het originele Zuienkerke materiaal. Bij de uitvoering van het natte scheidingsproces werd gebruik gemaakt van vergelijkbaar materiaal, afkomstig van de Remo-site. Deze laatste scheidingstest wordt zeer kort besproken om de invloeden van het natte proces op bepaalde fracties aan te tonen. Voor het overige draagt deze test niets bij tot de inventarisatie en karakterisatie van het stortmateriaal, afkomstig van Zuienkerke.

3.4.3.5.2 Droge scheiding 10-80mm fractie (licht+zwaar)

Voor de uitvoering van de droge scheiding werd gebruik gemaakt van een vaste scheidingsinstallatie op de terreinen van Gielen nv, te Genk. De opbouw van de scheidingsinstallatie bestaat uit een achtereenvolgende schakeling van trommelzeven, ferromagneten en windshifters. Het flowschema wordt weergegeven in **Figuur 19**. Bij de uitvoering van dit scheidingsproces werd gebruik gemaakt van de samengevoegde fracties van 10-80mm (licht en zwaar), bekomen na de mobiele scheiding, afkomstig van het originele stortmateriaal van Zuienkerke.



Figuur 19: Flowschema vaste scheidingsinstallatie

De verdere machinale scheiding werd uitgevoerd met behulp van een vaste scheidingsinstallatie. Initieel werd de aangevoerde partij gezeefd door middel van een trommelzeef met een maaswijdte van 40mm.

De grove fractie (>40mm) werd over een bandmagneet geleid voor de recuperatie van ferrometalen (Fractie A). Via een windshifter werd deze fractie vervolgens gescheiden op basis van gewicht. Dit resulteerde in een lichte en middelzware (beide ingedeeld onder Fractie D.1) en een zware fractie (Fractie E.1).

De deelstroom <40mm werd verder gezeefd op 10mm en 4mm. De fracties <10mm werden zoals eerder gekarakteriseerd als Fractie C. De fractie <40mm en >10mm werd vervolgens over een bandmagneet geleid voor de recuperatie van ferrometalen (Fractie A) en via een windshifter verder gescheiden op een lichte (Fractie D.2) en een zware fractie (Fractie E.2).

Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

In totaal werd er 7,8 ton verwerkt in de vaste scheidingsinstallatie, daar waar de mobiele installatie ca. 8,4 ton 10-80mm fractie leverde. Dit gewichtsverlies is enerzijds toe te schrijven aan vochtverlies, doordat dit materiaal gedurende enkele maanden in een afgedekte container bewaard werd. Daarnaast is een deel van de reductie toe te schrijven aan de verliezen tijdens handelingen. Doordat het materiaal gedroogd is, is er minder probleem meer met klei/leem bolletjes.

De eerder opgestelde massabalans van de 10-80mm fractie (**Tabel 11**) kan na uitvoering van de bijkomende scheidingstest verder onderverdeeld worden in **Tabel 17**. Bij de uitvoering van deze scheidingstest werd enkel een onderverdeling gemaakt op basis van grootte en densiteit. Een verdere onderverdeling van de verschillende materiaalfracties (org. materiaal, RDF, hout, beton, baksteen...), eerder bekomen door de manuele uitsortering, werd hierbij niet uitgevoerd. Tenslotte wordt opnieuw een korte beschrijving van de resulterende fracties, met de bijhorende karakterisatie en valorisatiemogelijkheden gegeven.

Tabel 17: Gewichtspercentages van de bekomen fracties

Fractie	Omschrijving	M%
A	Ferrometalen 40-80mm	0,3
A	Ferrometalen Fines (<10mm)	1,8
C	Fines (<10mm)	54,3
D1	40-80mm Licht+Middel	0,6
E1	40-80mm Zwaar	8,5
D2	10-40mm Licht	2,6
E2	10-40mm Zwaar	31,9
Totaal		100

Fractie A: Ferrometalen

De afgescheiden ferrometalen worden ter bepaling van de totale massabalans opgenomen bij de eerder gedefinieerde fractie A. Deze fractie kan rechtstreeks gevaloriseerd worden.

Fractie C: Fines

De afgescheiden fines worden ter bepaling van de totale massabalans opgenomen bij de eerder gedefinieerde fractie C. Voor de bepaling van de milieuhygiënische kwaliteit van deze fractie werd een schudproef uitgevoerd om na te gaan of deze fractie herbruikbaar is als bouwstof. De resultaten van deze schudproef worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18: Toetsing bouwkundig bodemgebruik of in vormvast product toetsing uitloogbaarheid zware metalen

parameter	eenheid	gemeten uitloogbaarheden	toetsing	norm uitloogbaarheid
Arseen (As)	mg / kg DS	0,018	-	0,2
Cadmium (Cd)	mg / kg DS	0,005	-	0,015
Chroom (Cr)	mg / kg DS	0,043	-	0,1
Koper (Cu)	mg / kg DS	0,32	***	0,2
Kwik (Hg)	mg / kg DS	0,008	***	0,003
Nikkel (Ni)	mg / kg DS	0,186	-	0,4
Lood (Pb)	mg / kg DS	0,07	-	0,4
Zink(Zn)	mg / kg DS	0,6	-	0,7

Gezien voor koper en kwik de gemeten uitloogbaarheidswaarden de Vlarebo bijlage 7 overschrijden kan besloten worden dat de fractie niet in aanmerking komt voor bouwkundig bodemgebruik of hergebruik in vormvast product. Hiertoe dient deze gehele fractie verder verwerkt te worden m.b.v. een grondreiniging.

Fractie D1 &D2: Lichte en middel fractie

De afgescheiden fracties bestaan voornamelijk uit RDF. De lichte fractie bevat in hoofdzaak de folies. Daarnaast zijn er eveneens platte flessen of flacons terug te vinden die qua kwaliteit bij de harde plastics horen. De middel fractie bevat in hoofdzaak rubbers en harde plastics. Er zit toch nog relatief veel folie bij de middel fractie, waardoor deze fracties samen werden genomen in deze rapportage. Ter valorisatie van deze fracties kunnen twee opties nagegaan worden. Indien materiaalrecuperatie van deze fractie beoogd wordt, dient verder nagegaan te worden in hoeverre de samenstelling van de plastics in aanmerking komt voor WtM. Hiertoe heeft Contractant C reeds contact opgenomen met mogelijke recyclagebedrijven om na te gaan in hoeverre deze fracties rechtstreeks in aanmerking kunnen komen voor materiaal recuperatie of al dan niet verdere scheiding nodig is ter productie van de geschikte mix dense plastics (folie, rubber, PE, PP, PVC, ...).

Voor de energierecuperatie van deze fractie kunnen deze RDF rechtstreek afgevoerd worden naar een verbrandingsoven, of verder verwerkt worden tot SRF teneinde een hoogcalorische brandstof te produceren voor de verbrandingsovens.



Figuur 20: Resulterende lichte en middelzware fractie

Fractie E1 &E2: Zware fracties

De afgescheiden zware fracties hebben nog steeds een zeer heterogene samenstelling en zijn samengesteld uit stenen, bouw en sloop afval, glas, zwaar hout, non-ferro, zware plastics, Daarnaast kleeft nog een aanzienlijk aandeel fines aan deze fracties. Ter valorisatie van deze deelstroom zijn verdere scheidingsprocessen noodzakelijk. Een verdere scheiding van de metalen wordt machinaal mogelijk geacht. De stenen die gescheiden zijn in deze fractie bestaan uit beton, natuursteen, baksteen, cellenbeton, glas en porselein. Indien Copro-kwaliteit gehaald moet worden, is een doorgedreven scheiding nodig. Voor de verdere verwerking heeft Contractant C reeds contact opgenomen met mogelijke verwerkers voor de uitvoering van optische of IR-scheidingstechnieken. Deze testen zullen doorgevoerd worden begin 2014.

Totaalbalans resulterende fracties droog scheidingsproces

Door de combinatie van de scheidingsresultaten van de on-site mobiele scheiding en de bijkomende scheiding van de 10-80mm fracties kan een totaalbalans gemaakt worden van de afzonderlijke fracties. Deze totaalbalans wordt in gewichtspercentages weergegeven in **Tabel 19** en **Tabel 20**.

Tabel 19: Gecombineerde massabalans mobiele + vaste scheidingsstap

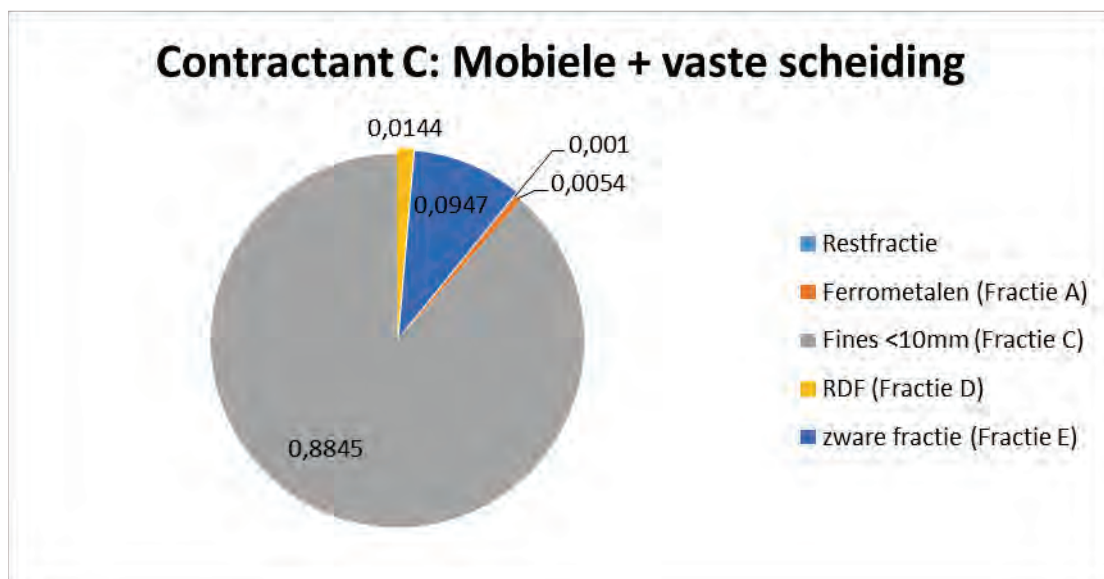
Fractie	M%	Scheidingsstap
> 80mm ferro	0,13	Mobiel
> 80mm niet metaal	6,73	Mobiel
Fines < 10 mm	82,28	Mobiel
0-40mm Ferro	0,20	Mobiel + vast
0-4mm	2,74	Mobiel + vast
4-10mm	3,17	Mobiel + vast
som 0-10 (fines)	88,19	Mobiel +vast opgeteld
10-40mm zwaar	3,47	Mobiel + vast
10-40mm licht	0,28	Mobiel + vast
40-80 mm ferro	0,03	Mobiel + vast
40-80 mm zwaar	0,92	Mobiel + vast
40-80 mm licht	0,06	Mobiel + vast

Op basis van de hierboven weergegeven gewichtspercentages en de beschrijvingen van de verschillende fracties, werd door Contractant C, volgende massabalans bekomen (**Tabel 20**). De gewichtspercentages, afkomstig van fractie B werden op basis van de manuele sortering onderverdeeld in de afzonderlijke fracties.

Tabel 20: Totale massabalans Contractant C

Fractie	Omschrijving	M%
A	Ferro-metalen (alle fracties)	0,54
C	Fines (<10mm)	88,45
D	RDF	1,44
E	Zware fracties (Stenen, beenderen, glas, ...)	9,47
	Rest (droging, handelingsverliezen)	0,1
Totaal		100

Figuur 21 geeft de detailverdeling van de fracties grafisch weer na uitvoering van de gecombineerde scheiding. Hierbij valt op dat het aandeel van de eerdere fractie D en E verder afneemt doordat er voornamelijk extra fines afgescheiden worden. De onzuiverheid van de eerder bekomen fracties wordt hierdoor nogmaals aangetoond. Een onderverdeling op basis van de materialen, zoals eerder weergegeven na de manuele scheiding, kan op basis van deze scheidingstest niet gemaakt worden.

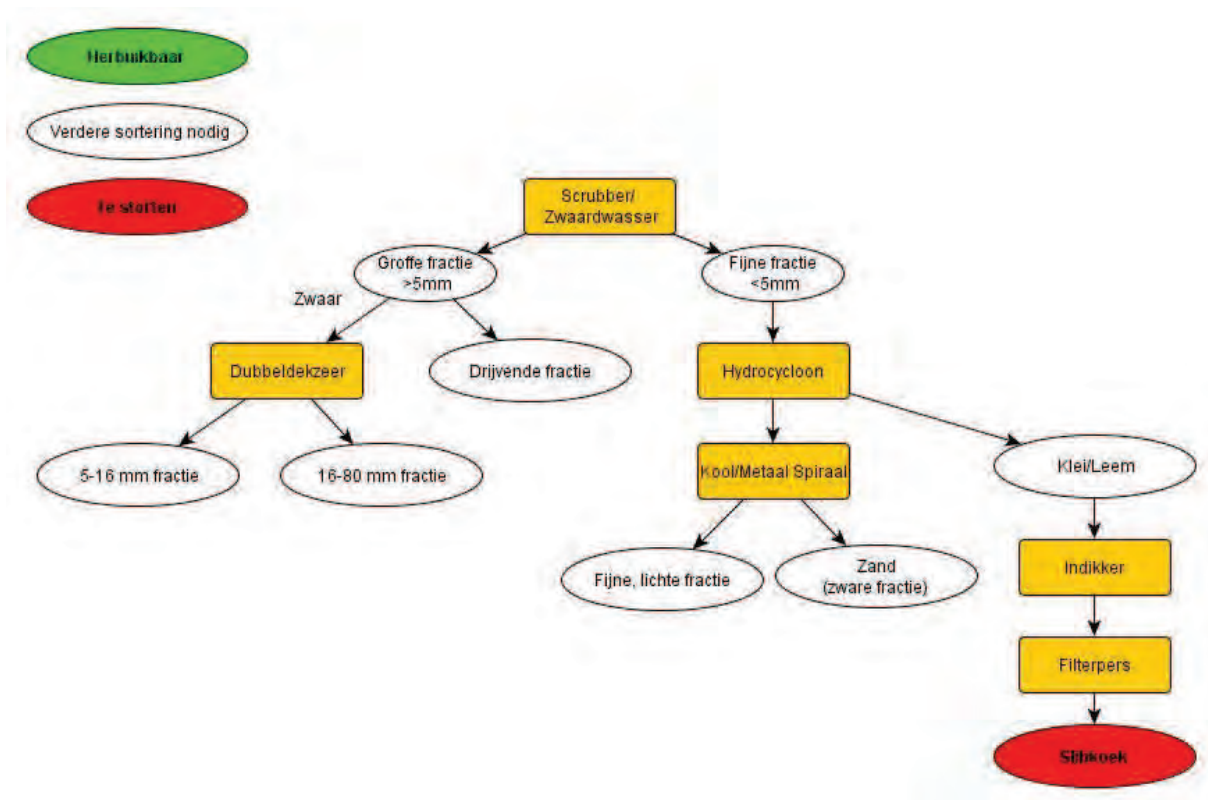


Figuur 21: Eindfracties mobiele + machinale scheiding

3.4.3.5.3 Natte scheiding 10-80mm fractie (licht+zwaar)

In de aanpak voor de scheiding van het stortmateriaal werd door contractant C bewust gekozen om zo droog mogelijk te werken, aangezien de overgang naar een nat proces bijhorende kosten met zich meebrengt (water, droging en waterzuivering zijn nodig). Om de voor- en nadelen van een nat proces voor bepaalde valoriseerbare fracties na te gaan werd bijkomend een eenvoudige natte scheidingstest uitgevoerd met behulp van een zwaardwasser. Door de beperkte omvang van de 10-80mm fractie van het stortmateriaal van Zuienkerke werd bij deze test gebruik gemaakt van een vergelijkbare partij huishoudelijk afval, afkomstig van de Remo site (daterend van de jaren '80). Deze test draagt niet bij tot de inventarisatie van het Zuienkerke stortmateriaal (er werd tevens geen

fractionering/massabalans overgemaakt), maar biedt voor contractant C wel de mogelijkheid om de beperkingen en mogelijkheden van een nat proces ten opzichte van een droog proces af te wegen.



Figuur 22: Flowschema Zwaardwasser

De 3 voornaamste fractie die de mogelijkheid hebben om gevaloriseerd te worden zijn:

- Grofpuil, materiaal >80 mm en de drijvende fractie uit de zwaardwasser.
- Puin, bestaand uit alle zware delen uit de zwaardwasser (5-16 mm en 16-80mm).
- Gewassen bodemfractie (<5mm).



Figuur 23: Valoriseerbare fracties na nat scheidingsproces met zwaardwater

Drijvende fractie

De afgescheiden lichtere fracties bestaan voornamelijk uit RDF. Door de natte scheiding is het resterende aandeel van bodemdeeltjes minimaal voor deze fractie. Indien materiaalrecuperatie van deze fractie beoogd wordt, zal het feit dat dit materiaal gewassen werd de afzet vermoedelijk vereenvoudigen. Ook hier weer dient verder nagegaan te worden in hoeverre de samenstelling van de plastics in aanmerking komt voor WtM.

Voor wat betreft de valorisatie door energierecuperatie (WtE) wordt het valorisatieproces negatief beïnvloed door intens natte karakter van de drijvende fractie. Voordat dit materiaal aangewend kan worden als brandbare fractie zal een bijkomende droging doorgevoerd moeten worden.

Puinfractie

De afgescheiden zware fracties hebben nog steeds een zeer heterogene samenstelling (stenen, bouw en sloop afval, glas, non-ferro, ...). Door de toepassing van het natte scheidingsproces kan ook hier besloten worden dat het aandeel fines in deze fracties beperkt is. Tevens worden de drijvende houtfractie alsook harde plastics in dit proces beter afgescheiden, maar deze worden toch nog steeds aangetroffen tussen het puin. Dit resulteert over het algemeen in een zuiverdere fractie, maar met nog steeds een aanzienlijk aandeel glas dat uitgesorteerd dient te worden. De toepassing van de hierboven gesuggereerde scheidingstechnieken (Optisch en IR) wordt echter wel bevorderd door de zuiverheid van de fractie.

Fractie C: Fines

De afgescheiden fines in dit proces laten een rechtstreeks hergebruik niet toe. Hiertoe dient deze fractie nog steeds verwerkt te worden m.b.v. een grondreiniging.

3.4.3.6 Mobiliteitsgraad

Dankzij de volledige mobiliteit van de installatie kunnen zowel de ruwe scheiding (fracties A, B, C, D, E) alsook de fijne scheiding op locatie gebeuren. Aangezien beide processen droog worden uitgevoerd bestaan voor alle aangewende scheidingstechnieken mobiele installaties.

3.4.3.7 Verdere innovatiemogelijkheden

Tijdens de fijne scheiding werden enkele fragmenten gebonden **asbest** gevonden. Op dit ogenblik zijn technieken in ontwikkeling om aan de hand van windshifting of optisch/IR-technieken asbest uit te sorteren.

Informatie omtrent het onderzoek om **glas** of keramiek via gelijkaardige technieken af te scheiden, is nog niet beschikbaar. Er werd wel reeds contact opgenomen met mogelijke partners om deze scheidingen alsnog uit te voeren. Windshifters met uitgebreidere mogelijkheden voor de scheiding van lichte en zware fracties zijn beschikbaar, maar hebben een beperktere mobiliteit. Hier kan een keuze gemaakt worden in functie van de noodzakelijke fracties.

De verschillende **plastics** kunnen mogelijks dienen voor de aanmaak van plastic pellets. Uit contacten met potentiële afnemers van plastics bleek dat er in de markt interesse is in plastics als de contaminatiegraad kleiner is dan 2wt% (richtlijnen geven 1wt% onzuiverheden aan). Met het oog op valorisatie dient bekeken te worden welke stappen nodig zijn om deze gewenste zuiverheden te halen (NIR, tribo-elektrostatische scheiding, sink-float). Na een evaluatie van de hier boven vermelde kwaliteitsvereisten, de kosten voor opwerking en de waarde van het product blijkt echter dat voor landfill mining plastics het vervaardigen van RDF, voor energetische valorisatie, de meest geschikte route is.

Indien zeer natte fracties aangevoerd worden, hangt de in te zetten techniek af van de hoeveelheid bodem ('fines') in de aangevoerde fractie. In het geval dat er veel bodem aanwezig is, is een natte ruwe scheidingsinstallatie aangewezen. In het geval dat er veel plastics aanwezig zijn, is ondanks de extra kost een voorbehandeling in een drooginstallatie aangewezen. De huidige aangevoerde partij werd volledig droog gescheiden. Er werd door contractant C voor gekozen om zo droog mogelijk te werken aangezien de overgang naar een nat proces bijhorende kosten met zich meebrengt (water, droging en waterzuivering zijn nodig).

De mogelijkheden om naar de toekomst toe het **handpicking proces** mechanisch door robots te laten gebeuren, wordt bekeken door de contractant in functie van kostenbesparingen. Dit maakt echter geen deel uit van deze studie.

3.4.4 Kosten van de scheidingstechnieken

Hierbij dient opgemerkt te worden dat meer dan 88% van het aangeleverde materiaal na uitvoering van de scheiding, met behulp van de mobiele en de vaste scheidingsinstallatie, uit 'fines' bestaat. Deze fractie onderging geen verdere sortering. De kost om het aangeleverde materiaal te verwerken zal dus bijna volledig bestaan uit de verwerkingskost voor de bodemfractie. Tevens is het niet relevant om een uitspraak te doen over de mogelijke verwerkingskost van de ganse partij aangeleverd stortmateriaal op basis van de eerder uitgevoerde hand picking. De kostprijs voor verdere verwerking in mechanische installaties wordt momenteel bekeken in kader van een Cradle to Cradle project¹.

Op basis van enkele bevragingen van mogelijke verwerkers en aangeleverde stalen werd door contractant C een verwerkingskost geschat voor het stortmateriaal tussen 30 en 40 €/ton.

¹ Bijkomende informatie is beschikbaar op de website van Contractant C

3.5 Contractant D

3.5.1 Planning

Aanvoer afvalstoffen: 10/04/2013

Ruwe scheiding: 28/04/2013

Rapportage aangepaste scheidingstest: 20/11/2013

3.5.2 Schatting samenstelling afval

Het aangeleverde materiaal voor contractant D bestond uit een partij van 89,82 ton gemengd stedelijk afval, afkomstig van een stortplaats te Zuienkerke. Een initiële visuele inschatting van de aard van het beschikbaar materiaal werd uitgevoerd door Ecorem nv en kan hieronder gevonden worden (**Tabel 21**). Het aangeleverd stortmateriaal heeft een zeer zandig karakter met een minerale fractie die voornamelijk uit zand, stenen en resten van plastic, hout en metalen bestaat, en een beperkte organische fractie.

Tabel 21: Visuele inschatting stortmateriaal

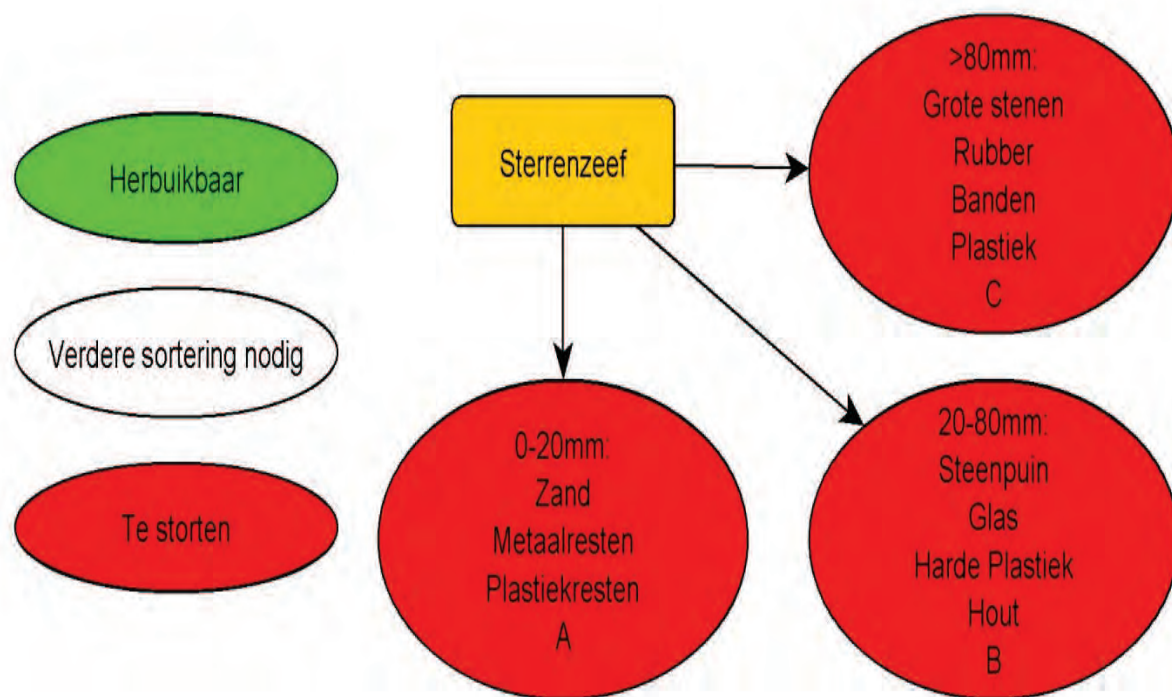
Materiaal	Aanwezig in grove fractie	Aanwezig in fijne fractie (<10mm)
Steenpuin	X	X
Plastiek	X	
Glas	X	
Rubber	X	
Hout	X	X
Metalen		X
Minerale fractie		X

Wegens de aard van het materiaal werd bij contractant D gekozen om eerst een ruwe scheidingsstap uit te voeren. Afhankelijk van de resultaten van deze scheiding, zou de verdere behandeling bepaald worden.

3.5.3 Beschrijving van de scheidingstechnieken

3.5.3.1 Ruwe scheiding

Op **Figuur 24**, is het proces van de ruwe scheiding van contractant D afgebeeld.



Figuur 24: Flowschema ruwe scheiding

Op basis van het aangeleverde stortmateriaal werd beslist om dit te scheiden met behulp van een sterrenzeef. **Tabel 22** geeft de resultaten van deze scheiding weer.

Tabel 22: Scheidingsresultaten ruwe scheiding

Type nabewerking	Fractie	Samenstelling	Gewichten/Gewichtsfractie
Sterrenzeef	0-20mm	Zand Metaalresten Plastiekresten	61,56ton 68,46%
	20-80mm	Steenpuin Glas Harde Plastiek Hout	21,32ton 23,74%
	>80mm	Grote stenen Rubber banden Plastiek	6,94ton 7,72%

Op basis van de zeeftesten tijdens de ruwe scheiding werden geen verdere acties ondernomen door contractant D.

3.5.3.2 Aangepaste scheidingstest

Gezien de selectiviteit van de vaste scheidingsinstallatie van Contractant D werd in samenspraak met OVAM een aangepaste test uitgevoerd op een geselecteerde deelfractie van het stortmateriaal van Zuienkerke. Het ontgraven stortmateriaal werd op de site te Zuienkerke voorafgaand gefractioneerd met behulp van een 'vingerzeef' (Spaleck, type Airtrack 2). Na de uitvoering van deze eerste zeping werd de meest geschikte fractie voor de installatie van Contractant D geselecteerd en vervolgens een tweede maal gezeefd om een zo zuiver mogelijke, brandbare fractie te bekomen, geschikt voor verwerking door Contractant D.



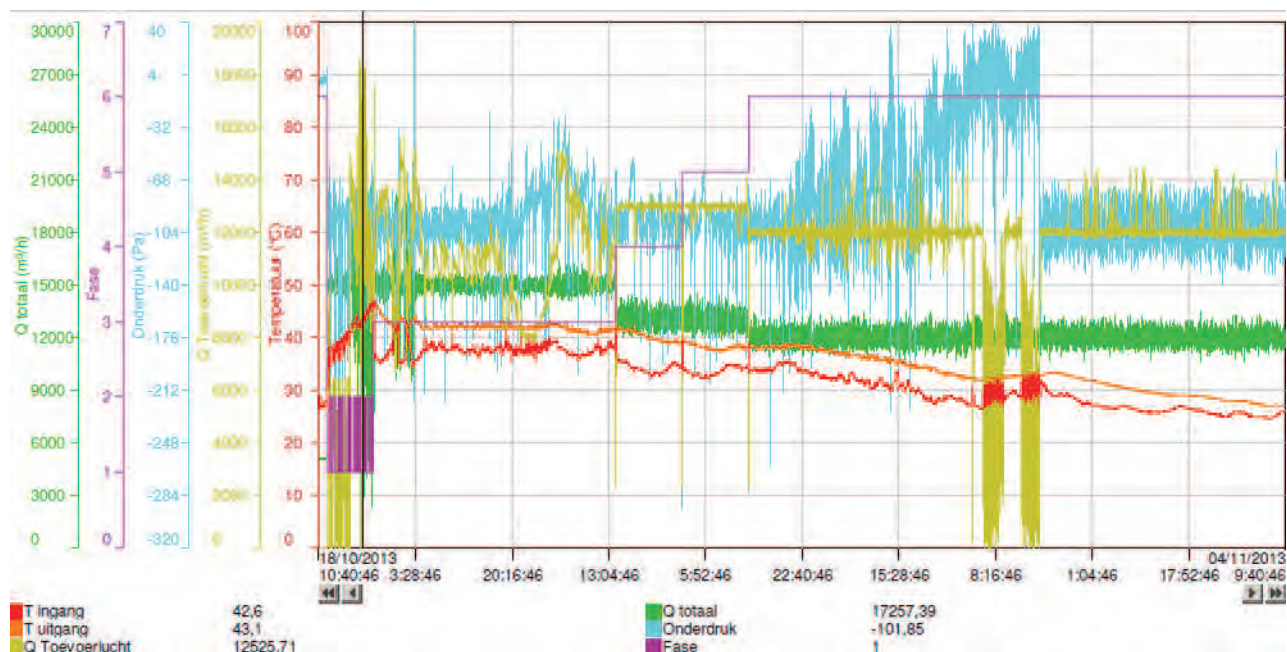
Figuur 25: Geselecteerde fractie na eerste (links) en tweede (rechts) zeping

Van het geselecteerde materiaal werden na uitvoering van de tweede zeping 4 vrachtwagens bij contractant D aangeleverd. In totaal werd er 114,06 ton stortmateriaal aangeleverd voor de uitvoering van de aangepaste test.

3.5.3.3 Testsituatie, droging & verwerking

De standaardprocedure voor de afvalverwerking door Contractant D bestaat eruit om het aangeleverde materiaal te verkleinen door middel van een shredder en vervolgens biologisch te drogen. Hiertoe dient het behandelde materiaal te beschikken over een minimale hoeveelheid organismen die door hun biologische activiteit een temperatuurstijging veroorzaken om het droogproces te initiëren. Aan de hand van de karakterisatie van het aangevoerde materiaal (weinig organisch materiaal, veel zand, stenen en kleirijke gronden, hoog soortelijk gewicht) werd het materiaal niet geschikt geacht om een biologische droging te initiëren. Hiertoe werd de 114,06 ton vermengd met 68,14 ton Huis-aan-Huis afval (HAH afval).

Het totaalvolume van 182,2 ton afval werd gedurende 498 uur gedroogd in een box. Na droging bedroeg het totaalgewicht van de desbetreffende box nog 129,1 ton. De bijhorende grafiek van dit drogingsproces wordt weergegeven op **Figuur 26**.



Figuur 26: Grafiek droging materiaal Zuinkerke

Aan de hand van deze grafiek kan afgeleid worden dat de temperatuurstijging goed geïnitieerd wordt. De uitwerking van het materiaal (dalende temperatuur) is vast te stellen na ca. 6 dagen. Voor zuiver HAH afval ligt deze uitwerkingstermijn gemiddeld enkele dagen later (8-10 dagen). Dit is te wijten aan een lagere aanwezigheid van biologische activiteit in het stortmateriaal. De maatregel van Contractant D, om het stortmateriaal te mengen met HAH afval, lijkt hierdoor gerechtvaardigd. Zonder toevoeging van het verse HAH afval had de biologische droging niet, of in zeer beperkte mate plaats kunnen vinden.

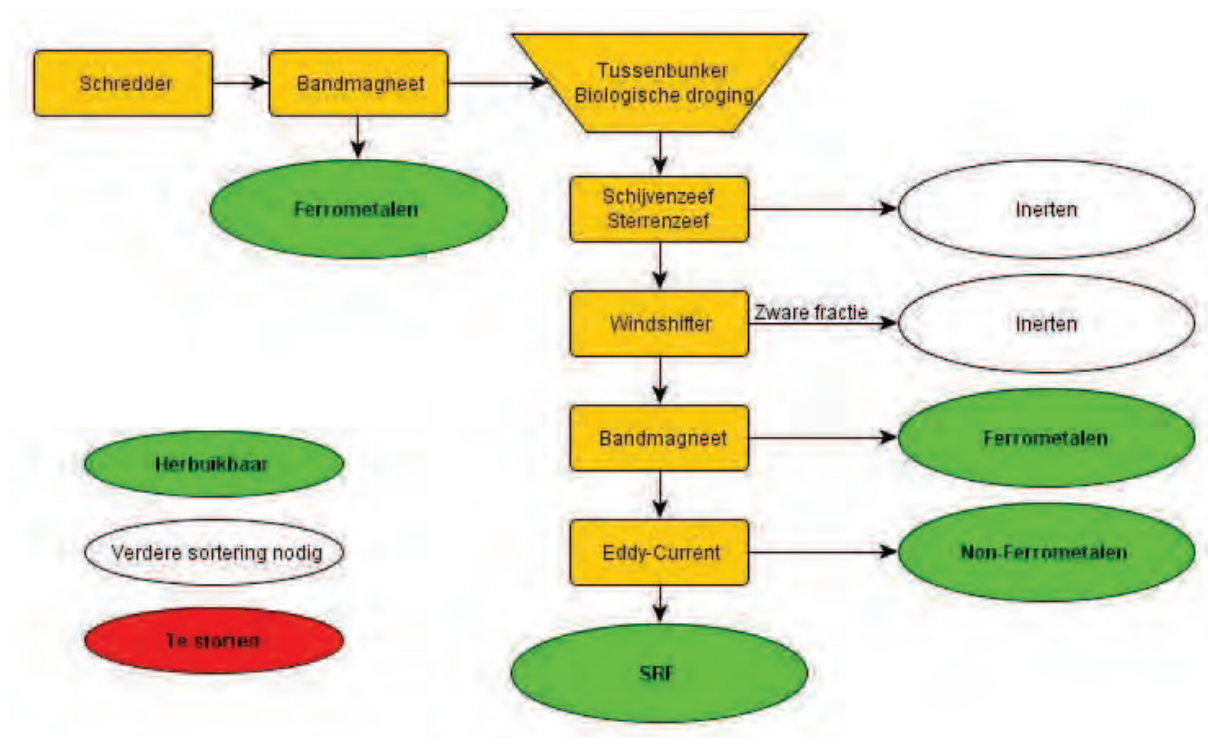
Om de testbox van het stortmateriaal met het HAH afval te kunnen vergelijken met standaard materiaal dat bij Contractant D verwerkt wordt, werden er 3 referentieboxen met zuiver HAH-afval gevuld.

Tabel 23: Vergelijking test-box met drie referentie-boxen

Box	Drooguren	% vochtverlies
ref 1	450	38,00
ref 2	520	39,00
ref 3	525	34,00
Test	498	29,14

Uit de resultaten van de referentieboxen blijkt opnieuw dat het aangeleverde stortmateriaal veel minder biologische activiteit (schimmels, gisten, bacteriën) alsook organisch materiaal bevat, hetgeen resulteert in een slechtere droging.

Het gedroogde materiaal van de testbox werd vervolgens mechanisch gescheiden zoals weergegeven in het vereenvoudigde flowschema (**Figuur 27**). Uit het gedroogde materiaal worden de brandbare fracties verder gescheiden van de resterende inerten door middel van een reeks opeenvolgende zevingen (schijvenzeef, sterrenzeef, spandekzeef) in combinatie met windshifters. Vervolgens worden de resterende ferrometalen gerecupereerd door middel van bandmagneten en de non-ferro metalen aan de hand van Eddy Currents. Dit resulteert in een zuivere reststroom die aangewend kan worden als hoog calorische brandstof (SRF).



Figuur 27: Flowschema verwerkingsproces SRF

3.5.3.4 Capaciteit

De doorvoercapaciteit van de installatie ligt tussen de 20-30 ton/h. Deze snelheid is afhankelijk van het vochtgehalte van het afval.

3.5.3.5 Waterzuivering

Informatie niet beschikbaar gesteld.

3.5.3.6 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

Voor de uitvoering van de test werd 114,04 ton geselecteerd materiaal, afkomstig van Zuienkerke, samengevoegd met 68,14 ton vers HAH afval. Na droging werd de totale massa van 182,18 ton gereduceerd tot 129,10 ton. Aan de hand van de referentieboxen kan een theoretische inschatting gemaakt worden van het aandeel SRF, afkomstig van het Zuienkerke materiaal. Rekening houdende met een gemiddeld vochtverlies voor het HAH afval van ca. 37% (referentieboxen) wordt in **Tabel 24** het theoretische aandeel van het Zuienkerke materiaal weergegeven.

Tabel 24: Aandeel Zuienkerke stortmateriaal

	Totaal Boxmateriaal	Aandeel Stortmateriaal	Aandeel HAH-afval
Startgewicht	182,18 ton	114,04 ton	68,14 ton
% vocht verwijderd	29,10%	24,44%	37,00%
Gewicht na droging	129,10 ton	86,17 ton	42,93 ton

Om een inschatting te kunnen maken van het Zuikerkerkemateriaal worden aan de hand van enkele aannamen de totaalvolumes berekend voor beide bronmaterialen. Aan de hand van de beschrijvingen van het inkomende materialen werd, in onderling overleg met Contractant D, aangenomen dat de fractie inerten praktisch volledig afkomstig is van het aangeleverde stortmateriaal. De vergelijking van het Zuikerkerke materiaal en HAH-afval wordt weergegeven in **Tabel 25**.

Tabel 25: Vergelijking Zuikerkerke materiaal t.o.v. HAH-afval

	Totaal Boxmateriaal	Aandeel Stortmateriaal	Aandeel HAH-afval
Startvolume	182,18 ton	114,04 ton	68,14 ton
Verdamping water	53,08 ton	27,87 ton	25,21 ton
Fractie Inerten	17,40 ton	17,40 ton	-
Fractie Ferro/Non-ferro	-	-	-
SRF	111,7 ton	68,77 ton	42,93 ton
SRF recovery (%)	61,31%	60,30%	63,00%

Uit de weergegeven resultaten valt af te leiden dat de brandbare fractie, afkomstig van stortplaatsen, aangewend kan worden als SRF voor energierecuperatie. Uit de bepaling van de calorische waarde blijkt eveneens dat het materiaal beantwoordt aan de acceptatiecriteria van de verschillende afnemers.

Contractant D analyseert het geproduceerde SRF systematisch op basis van periodieke mengstalen en krijgt ook feedback van de afnemers van de SRF over de geleverde kwaliteit. De systematische analyses op droge stof, asgehalte, caloriewaarden, chloor, zwavel en zware metalen, zijn nodig om te kunnen garanderen dat de SRF beantwoordt aan de acceptatiecriteria van de verschillende afnemers. Het eindmateriaal van deze testbox bezit een calorische waarde van ca. 15.000 kJ/kg ds. Ter vergelijking bedraagt de calorische waarde van onbehandeld HAH-afval ca. 10.000 kJ/kg ds. De analyseresultaten van deze test werden samen gerapporteerd met vertrouwelijke informatie, hierdoor werd het analysecertificaat niet opgenomen in deze rapportage.

Doordat het aangeleverde materiaal reeds voorgesorteerd werd werden er eveneens bijna geen ferro of non-ferrometalen gerecupereerd.

Rekening houdende met de overige scheidingstests, uitgevoerd op niet-voorgesorteerd stortmateriaal van Zuikerkerke, dient hierbij de opmerking gemaakt te worden dat het stortmateriaal dat in aanmerking komt voor deze valorisatieroute minder dan 5M% uitmaakt van het totale stortmateriaal.

3.5.3.7 Mobiliteitsgraad

Niet van toepassing.

3.5.3.8 Verdere innovatiemogelijkheden

Door de selectiviteit van de scheidingsinstallatie bij Contractant D wordt het niet mogelijk geacht om ontgraven stortmateriaal rechtstreeks af te zetten bij Contractant D. Zelfs het voorgesorteerde stortmateriaal van Zuienkerke bevatte nog steeds een te hoog gehalte **stenen en puin**. De slijtage van de scheidingsinstallatie is hiervoor zeer gevoelig. Voor een goed verloop van het verwerkingsproces dienen de niet brandbare fracties eerst afgescheiden te worden bij een andere verwerker. Contractant D dient in deze opdracht aanzien te worden als een mogelijke afzet voor de valorisatie van één van de deelstromen uit het stortmateriaal.

Voor de mogelijke aanwezigheid van **asbest** in stortmateriaal is Contractant D eveneens niet voorzien om deze problematiek te tackelen. Bij de uitvoering van de huidige scheidingstest zijn reeds aanzienlijke hoeveelheden stof vrijgekomen. Door de intense droging van het aangeleverde materiaal veroorzaakt de aanwezigheid van het resterende bodemmateriaal veel stofvorming bij de verwerking. Hiertoe wordt wederom verwezen naar de noodzakelijke voorbehandeling van de aangeleverde materialen (grondwassing).

Doordat het stortmateriaal van Zuienkerke en ook in het algemeen gedurende een lange periode in de ondergrond gestockeerd werd is de **aanwezigheid van microbiële activiteit en nutriënten** over het algemeen te laag om de biologische droging te initiëren. In het opzet van deze test werd reeds HAH afval aan het stortmateriaal toegevoegd. Indien het stortmateriaal echter in mindere mate wordt toegevoegd bij de standaard verwerking van HAH afval zal dit de doorvoercapaciteit alsook de efficiëntie van de normale verwerking bijna niet beïnvloeden. Op deze manier kan ontgraven en voorgesorteerd stortmateriaal zonder problemen samen met HAH afval verwerkt worden tot SRF.

3.5.4 Kosten voor de verwerking

Uit de karakterisatie van de testbox blijkt dat het materiaal beantwoordt aan de acceptatiecriteria van de verschillende afnemers. Na bevraging van Contractant D werd ons medegedeeld dat de aanvoerprizen, alsook de prijs die betaald dient te worden om SRF af te zetten vertrouwelijk zijn. Contractant D is echter wel bereid deze prijzen in alle vertrouwelijkheid rechtstreeks aan OVAM te communiceren.

3.6 Contractant E

3.6.1 Planning

Aanvoer afvalstoffen: 10/04/2013

Ruwe of fijne scheiding: Onbekend

3.6.2 Schatting samenstelling afval

Het aangeleverde materiaal voor contractant E bestond uit een partij van ongeveer 120ton gemengd stedelijk afval, afkomstig van een stortplaats te Zuienkerke. Op basis van de beschrijvingen van het aangeleverde materiaal en de gelijkaardigheid aan het materiaal van de andere contractanten wordt de vermoedelijke samenstelling hieronder weergegeven (**Tabel 26**). Het aangeleverd stortmateriaal heeft een zeer zandig karakter met een minerale fractie die voornamelijk uit zand, stenen en resten van plastic, hout en metalen bestaat, en een beperkte organische fractie (Foto 18).

Tabel 26: Visuele inschatting stortmateriaal

Materiaal	Aanwezig in grove fractie	Aanwezig in fijne fractie (<10mm)
Steenpuin	X	X
Plastiek	X	
Glas	X	
Rubber	X	
Hout	X	X
Metalen		X
Minerale fractie		X



Foto 18: Stortmateriaal

In opdracht van contractant E werd, voorafgaandelijk aan de eigenlijke scheidings- en sorteertesten, het aangeleverde materiaal bemonsterd conform de CMA procedures (CMA/1/14 en CMA/1/15). Van dit representatieve monster werd de globale samenstelling bepaald. Deze globale samenstelling wordt beschouwd als de “theoretische inventaris” van de materialen die uit het stortmateriaal gesorteerd kunnen worden. Als basis voor deze karakterisatie werd de norm NBN EN933-11 gebruikt, waarbij de X-factor verder werd verdeeld om een meer gedetailleerd beeld te krijgen van de samenstelling van het materiaal en de eventuele valorisatiemogelijkheden.

Bij uitvoering van de monsternamen werd een representatief staal, met een gewicht van 263 kg, genomen. Uit de omschrijving van het monster blijkt dat het materiaal zeer heterogeen is en hoofdzakelijk is opgebouwd uit de korrelfractie < 4 mm. Hiernaast werden grote stukken glas (volledige flessen), textiel en stenen waargenomen. Voor de staalname werden 4 grepen uit de totale hoeveelheid met een wiellader uitgestreken. Verspreid over de uitgestreken grepen werden 11 emmers van 25 l gevuld met behulp van een schep (10l). De bemonstering van de grotere stukken gebeurde door handpicking.

Het staal werd gedroogd tot constante massa in een oven bij 40°C (luchtdroog). Het gemiddelde vochtgehalte van het monster bedraagt 22 M% (droog gewicht 207 kg).

Het luchtdroge staal werd door middel van een zeving gefractioneerd in 3 korrelgroottes: < 4 mm, 4-80 mm en > 80 mm. De fractie < 4 mm omvat meer dan de helft van het materiaal (zie **Tabel 27**). In de fracties > 4 mm is nog steeds veel zand of grond aanwezig dat is blijven kleven aan de grotere delen of aggregaten. Dit zand werd niet losgemaakt door het trillen van de zeef.

Tabel 27: Aandeel van de verschillende korrelfracties

Fractie	Aandeel (kg)	Aandeel (Massa%)
< 4 mm	119	57,48
4 – 80 mm	73	35,26
> 80 mm	15	7,24

Op de fracties 4-80mm en >80mm werd vervolgens een densiteitsscheiding uitgevoerd, door onderdompeling van de fracties in een waterbad werd een onderscheid gemaakt in een drijvende en een niet-drijvende fractie. Doordat er nog steeds veel zand of grond aanwezig is in deze fracties werd ook het grootste aandeel aan grond en zand weggewassen. Grotere brokken grond werden achteraf verwijderd. Indien in het staal oplosbare stoffen aanwezig waren, werd hun aandeel meegerekend in de fractie “bodem/klei”.

Tabel 28: Samenstelling fractie 4-80mm

Samenstelling	Gewicht (kg)	Aandeel (M% fractie)	Aandeel (M% totaal staal)
Drijvend	1,6	2	0,74
Niet-drijvend	28	38	13,52
Bodem/klei	44	60	21,00

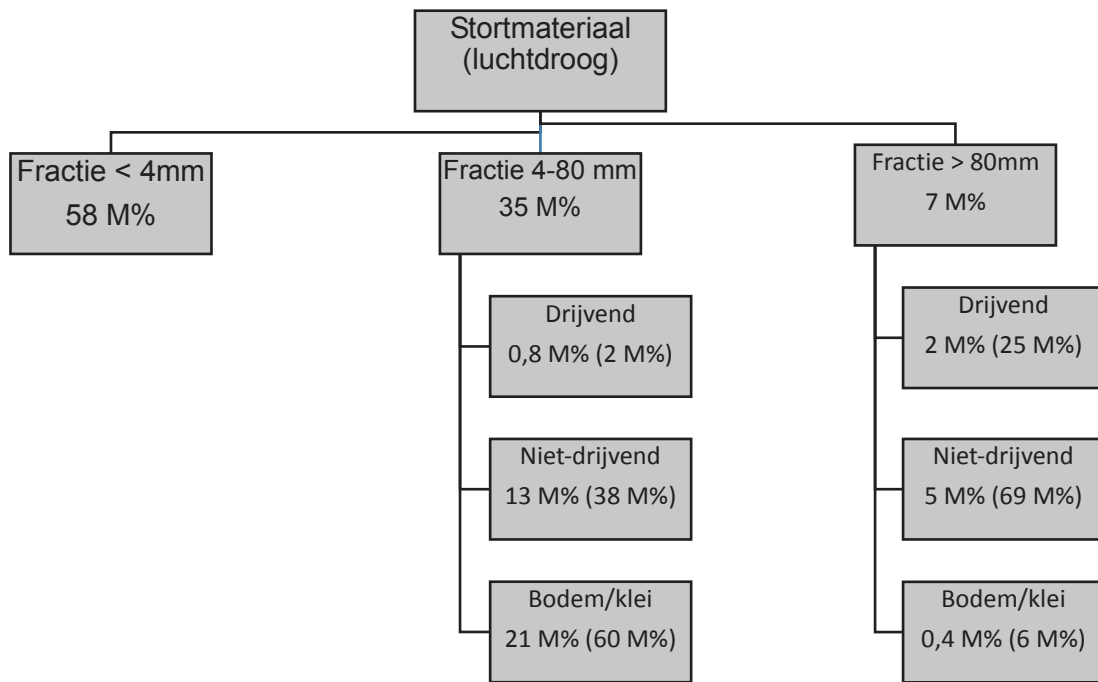
De fractie 4-80 mm bestaat voornamelijk uit “bodem en klei” en niet-drijvend materiaal. De drijvende fractie is verwaarloosbaar (zie **Tabel 28**).

Tabel 29: samenstelling fractie >80mm

Samenstelling	Gewicht (kg)	Aandeel (M% fractie)	Aandeel (M% totaal staal)
Drijvend	3,6	25	1,74
Niet-drijvend	10	69	5,10
Bodem/klei	0,92	6	0,40

De fractie > 80 mm bestaat voornamelijk uit niet-drijvend materiaal. Een kwart van het materiaal is wel drijvend. Een kwart is drijvend materiaal (enkele grote stukken plastic). De fractie > 80 mm bevat beduidend minder “bodem en klei” dan de fractie 4-80 mm (zie **Tabel 29**).

Op basis van korrelgrootte en densiteit kan het materiaal in 3 deelfracties onderverdeeld worden: “drijvend”, “niet-drijvend” en “bodem/klei” (zie **Tabel 28**).



Figuur 28: Eerste scheiding op basis van korrelgrootte en densiteit. De percentages tussen haakjes geven het aandeel weer in de specifieke fractie.

Door middel van een visuele scheiding werden de drijvende en niet-drijvende fracties verder onderverdeeld. De niet-drijvende fracties werden visueel opgedeeld in de materiaalcategorieën zoals voorgeschreven door de norm NBN EN 933-11: beton/mortel (Rc), natuurlijke stenen/aggregaten (Ru), keramische materialen/cellenbeton (Rb), bitumineus materiaal (Ra), glas (Rg) en een X-fractie.

Voor dit onderzoek werd de X-fractie verder visueel opgesplitst in ferro-metalen (magnetische scheiding), non-ferro metalen, hout/houtskool, plastics, rubber, gips, textiel en een minerale restfractie (zonder gips).

Tabel 30: Theoretische samenstelling van het stortmateriaal

Component	Fractie	Beschrijving	Korrelfractie		
			< 4 mm	4 – 80 mm	>80 mm
Bodem/klei	Sub-totaal	Bodem/klei	57,48	21,00	0,40
Niet-drijvend	Rc	Beton, mortel		3,20	0,80
	Rb	Keramische materialen, cellenbeton		2,30	1,70
	Ru	Natuurlijke stenen, aggregaten		2,10	1,50
	Rg	Glas		1,90	0,24
	Ra	Bitumineus materiaal		0,34	0,37
	X	Ferro metalen		0,86	0,25
		Hout/houtskool		0,84	0,02
		Minerale restfractie (beenderen, schelpen)		0,37	
		Plastics		0,34	0,04
		Non-ferro metalen		0,09	
		Rubber		0,08	0,17
		Textiel		0,03	0,01
		Gips		0,03	
		Asbestverdacht materiaal		0,02	
		Ondefinieerbaar materiaal		0,70	
		Fijne fractie < 4mm		0,32	
	Subtotaal Niet-drijvend		13,52	5,10	
Drijvend		Textiel		0,21	0,07
		Plastics		0,16	0,76
		Hout		0,06	
		Glas		0,15	0,57
		Rubber			0,34
		Steenachtige subfractie		0,09	
		Minerale restfractie		0,03	
		Organische restfractie		0,02	
		Non-ferro metalen		< 0,01	
		Ferro metalen		< 0,01	
		Fijne fractie < 4mm		0,04	
		Subtotaal Niet-drijvend		0,74	1,74
	TOTAAL			57,48	35,26

Zoals blijkt uit **Tabel 30**, bestaat het aangeleverde stortmateriaal voornamelijk uit bodem en klei (ca. 80 M%). De minerale fractie, opgebouwd uit beton en mortel (Rc), keramische materialen (Rb), natuurstenen (Ru), glas (Rg), bitumineus materiaal (Ra) en een minerale restfractie vormt samen ca. 15 M% van het stortmateriaal. De aanwezige metalen (ferro en non-ferro) vormen ca. 2 M% van het totaal en de organische materialen (plastics, rubber, textiel, hout) ca. 3 M%.

3.6.3 Beschrijving van de scheidingstechnieken

De eigenlijke sortering van het aangeleverde stortmateriaal vond plaats in twee stappen. In een eerste fase werd de volledige hoeveelheid aangeleverd materiaal door de breek- en zeefinstallatie van EKP Recycling nv gescheiden in een aantal zeer herkenbare hoofdfracties (grond, stenen, metaal, glas en plastics). In een tweede fase werden de deelfracties stenen en plastics verder optisch gesorteerd in het testcentrum van Tomra Sorting Solutions GmbH in Mülheim-Kärlich (Duitsland).

3.6.3.1 Ruwe scheiding

Voorafgaandelijk aan de verdere behandeling in de breek- en zeefinstallatie werd de grondfractie (0/20 mm) van het aangeleverde stortmateriaal afgezeefd. De metaal- en glasfractie werden via "handpicking" uit de materiaalstroom gesorteerd. Met behulp van de windshifter werd de zware steenfractie vervolgens gescheiden van de lichtere plasticsfractie. De resultaten van deze voorsortering zijn hieronder in **Tabel 31** samengevat.

Tabel 31: Resultaten ruwe scheiding

Fractie	Gewicht (kg)	Aandeel in stortmateriaal (M%)
Grond 0/20 mm	91.880	77,16
Stenen	25.340	21,28
Plastics	1.400	1,18
Metaal	240	0,20
Glas	220	0,18
Totaal	119.080	100,00

Uit de resultaten van de ruwe fractie blijkt dat het stortmateriaal voor > 98 M% uit de deelfracties grond en stenen bestaat. De overige fracties (plastics, metaal en glas) zijn eerder verwaarloosbaar. Deze verschillende deelfracties, uitgezonderd de grondfractie (0/20mm), werden opgeslagen in 33 bigbags. Een beschrijving van deze deelfracties werd opgenomen in **Tabel 32**.

Tabel 32: Beschrijving deelfracties

Fractie	Aantal bigbags	Beschrijving
Stenen	25	Stenen (beton, baksteen) gemengd met een aanzienlijke hoeveelheid grond en verontreinigd met plastics, textiel, organisch materiaal, metaal, hout, glas, ...
Plastics	6	Vrijwel kleurloze en onbedrukte lichte plastics (folies) gemengd met diverse harde plastics (verpakkingen, speelgoed, ...) verontreinigd met enkele autobanden en nylonkousen
Metaal	1	Mooi gesorteerde metaalfractie (handpicking)
Glas	/	Mooi gesorteerde glasmafractie (handpicking)

3.6.3.2 Fijne Scheiding

Enkele bigbags van de deelfracties “stenen” en “plastics”, die niet als zuivere materiaalstroom uit het breek- en zeefproces werden gerecupereerd, werden naar het testcentrum van Tomra Sorting Solutions GmbH in Mülheim-Kärlich (Duitsland) gestuurd voor verdere sortering in diverse deelcomponenten door middel van enkele innovatieve sortersystemen.

De deelfractie “plastics” werd gesorteerd over de “ballistic line”, de sorteerlijn waarin een ballistische scheider is opgenomen. Deze laatste scheidt lichte 2D componenten (folies e.d.) van de zwaardere 3D componenten (verpakkingen, metaal, hout, ...) (**Figuur 29**).



Figuur 29: Sorteerlijn voor “plastics” met ballistische scheider

Uit de deelfractie “plastics” werd de fractie < 20 mm reeds afgezeefd. De grove componenten, zoals rubberbanden, werden via handpicking verwijderd. De ballistische scheider verdeelt het materiaal in een lichte 2D fractie (folies) en een zware 2D fractie. Deze beide fracties worden vervolgens apart behandeld met de sortersystemen NIR (“autosort”) en elektromagneet (“finder”) voor de scheiding van de overige deelcomponenten: PE (LD en HD), PVC, PS, metaal, biomassa (hout, leder, beenderen, textiel) en een restfractie (zie **Tabel 33**).

Tabel 33: Resultaat sortering deelfractie “plastics”

Deelcomponent	Ballistische scheiding		Handpicking	Afzeving	Totaal (M%)
	2D fractie (M%)	3D fractie (M%)	Rubberbanden (M%)	Fractie < 20 mm (M%)	
	61,90	10,90	5,50	21,70	100,00
PE-LD (folies)	32,45				
PE-HD (verpakkingen)	1,25	2,60			
PVC	3,70	2,00			
PS	0,80	0,50			
Biomassa	1,50	1,00			
Metaal	2,80	1,90			
Residu	19,40	2,90			

Uit de voorsortering bij EKP Recycling nv werd de totale hoeveelheid “plastics” vastgelegd op 1,18 M%. Aan de hand hiervan kan bovenstaande tabel omgerekend worden naar het aandeel “plastics” in het aangeleverde stortmateriaal (zie **Tabel 34**).

Tabel 34: Totale hoeveelheid plastics in aangeleverd stortmateriaal

Deelcomponent	Ballistische scheiding		Handpicking	Afzeving	Totaal (M%)
	2D fractie (M%)	3D fractie (M%)	Rubberbanden (M%)	Fractie < 20 mm (M%)	
	0,73	0,13	0,06	0,26	1,18
PE-LD (folies)	0,38				
PE-HD (verpakkingen)	0,01	0,03			
PVC	0,04	0,02			
PS	0,01	0,01			
Biomassa	0,02	0,01			
Metaal	0,03	0,02			
Residu	0,23	0,03			

De deelfractie “stenen” werd gesorteerd over de “finder line”. Deze sorteerlijn is beter geschikt voor het sorteren van zwaardere materiaalstromen en is opgebouwd uit een trilzeef (maaswijdte 24 mm), een snellopende aanvoerband, NIR sorteerapparaat “autosort” en een elektromagneet “finder” (zie **Figuur 30**).

De resultaten van de consecutieve sorteeropdrachten zijn in onderstaande **Tabel 35** samengevat.

Tabel 35: Resultaat sortering deelfractie “stenen”

Deelcomponent	Fractie > 24 mm (M%)	Fractie < 24 mm (M%)	Totaal (M%)
	50,90	49,10	100,00
Steenfractie	47,00		
PE-LD (folies)	0,43		
PE-HD (verpakkingen)	0,11		
PVC	0,20		
PS	0,30		
Biomassa	0,40		
Metaal	2,00		
Restfractie	0,46		



Figuur 30: Sorteerlijn voor "steenfractie"

"

Uit de voorsortering bij EKP Recycling nv werd de totale hoeveelheid "stenen" vastgelegd op 21,28 M%. Aan de hand hiervan kan bovenstaande tabel omgerekend worden naar het aandeel "stenen" in het aangeleverde stortmateriaal.

Tabel 36: Totale hoeveelheid "stenen" in aangeleverd stortmateriaal

Deelcomponent	Fractie > 24 mm (M%)	Fractie < 24 mm (M%)	Totaal (M%)
	10,83	10,45	21,28
Steenfractie	10,00		
PE-LD (folies)	0,09		
PE-HD (verpakkingen)	0,02		
PVC	0,04		
PS	0,06		
Biomassa	0,09		
Metaal	0,43		
Restfractie	0,10		

3.6.3.3 Capaciteit

Informatie niet beschikbaar gesteld.

3.6.3.4 Waterzuivering

Informatie niet beschikbaar gesteld.

3.6.3.5 Beschrijving, gewicht en zuiverheid van de resulterende fracties

De steenfractie (ca. 10 M%), de metalen (ca. 1 M%) en de glasfractie (ca. 0,5 – 3 M%) kunnen gevaloriseerd worden als waste-to-materials.

Door de optische sorteertechnieken is het mogelijk om drie componenten kunststof uit het materiaal te recupereren. De aanwezige PE-LD folies in het stortmateriaal zijn opmerkelijk weinig gekleurd en bedrukt en ze bezitten nog over een aanzienlijke elasticiteit wat er op kan wijzen dat de kwaliteit van de folies nog voldoende goed is. Indien de overige kwaliteitsparameters voldoende goed zijn, komt deze fractie eventueel in aanmerking voor materiaalrecuperatie. Zo niet, zal deze stroom gevaloriseerd worden via waste-to-energy.

De andere kunststoffracties (PVC en PS) zijn eerder geschikt om gevaloriseerd te worden via waste-to-energy dan via waste-to-materials.

Opmerkelijk is dat bij de NIR-sorteeropdracht voor hout ook leder (schoenzolen), beenderresten en stukken textiel mee afgescheiden werden.

3.6.3.6 Mobiliteitsgraad

Op korte of middellange termijn kunnen mogelijkheden tot stand komen voor de volledige on-site sortering van het aanwezige stortmateriaal. In deze optie wordt zelfs in belangrijke mate het materiaaltransport over de weg vermeden. Deze benadering ligt in lijn met de bestaande benadering van on-site saneringen van verontreinigde terreinen.

Naast het ter plaatse afzeven van grond en een behandeling via een mobiele breek- en zeefinstallatie (met bandmagneet) bestaat de mogelijkheid op optische sorteertechnieken als mobiele installatie in te bouwen in 20 of 40-voet container(s).

Tomra Sorting Solutions GmbH onderzoekt momenteel de mogelijkheden om zowel NIR-applicaties als elektromagneet sorteertechnieken in containers te bouwen als mobiele units. Een eerste voorbeeld hiervan is de “NIR in the box” mobiele test-opstelling (**Figuur 31**). Dit verdere onderzoek maakt geen deel uit van deze studie.



Figuur 31: “NIR in the box” mobiele opstelling voor on-site innovatieve materiaalsortering

3.6.4 Verdere innovatiemogelijkheden

Bij het vergelijken van de gegevens bekomen bij de karakterisering van het stortmateriaal en de recuperatiepercentages bekomen bij de “praktijk”-sortering door middel van innovatieve sorteertechnieken, wordt onderstaand beeld (**Tabel 37**) verkregen.

Het grootste verschil tussen beide gegevensreeksen zit in de hoeveelheid “grond”. Bij de sortering ligt deze hoeveelheid ongeveer 9 M% hoger. De oorzaak hiervan is enerzijds het afzeven van het materiaal in meerdere stappen (op 20 mm en op 24 mm) naast de massaverliezen (drogen, stofvorming, ...) die hierin mee zijn verrekend. In de afgezeefde fracties zijn inderdaad nog een aantal fracties (plastics, stenen, metaal) duidelijk zichtbaar. Dit verklaart de voornaamste verschillen in de genoteerde hoeveelheden van de diverse fracties.

Tabel 37: Vergelijking “karakterisatie” vs. “sortering”

Fractie	Karakterisering (M%)	Sortering (M%)
Grond	79,24	87,87
Stenen (beton, baksteen, ...)	12,43	10,00
Glas	2,86	0,18
Plastics (PE, PVC, PS)	1,30	0,71
Biomassa (hout, beenderen, leder, textiel)	1,66	0,12
Metaal (ferro, non-ferro)	1,20	0,68
Rubber	0,59	0,06
Restfractie	0,72	0,38

Het glas (scherven) aanwezig in de deelfractie “stenen” is niet afgezonderd van de echte steenachtige fractie. Dit kan door middel van de optische kleurenscheiding (CCD camera technologie) maar deze techniek was op het ogenblik van de sorteertesten niet beschikbaar.

3.6.5 Kosten van de scheidingstechnieken

Informatie niet beschikbaar gesteld.

4 Bespreking en vergelijking van de uitgevoerde testen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde scheidingstesten van de 5 contractanten besproken en met elkaar vergeleken. Dit zal gebeuren aan de hand van de volgende 4 aspecten:

1. aanpak van de scheidingstesten en valorisatiepotentieel van de deelfracties;
2. doorvoercapaciteit van de scheidingsinstallaties;
3. mobiliteitsgraad van de scheidingsinstallaties;
4. mogelijke optimalisaties voor de scheidingsinstallaties.

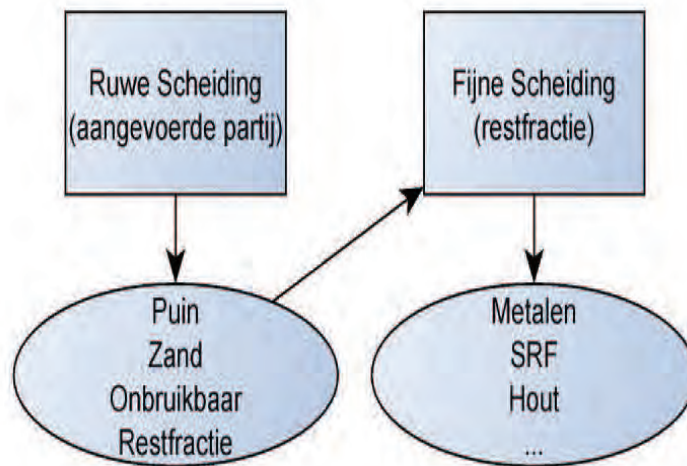
Alvorens met de bespreking aan te vangen, is het belangrijk aan te geven dat de resultaten van de scheidingstesten en de conclusies die hieruit werden getrokken, sterk werden beïnvloed door de volgende feiten:

- Het aangeleverde moedermateriaal aan de vijf contractanten was zeer gelijkaardig en kan bijgevolg als gelijk beschouwd worden.
- Alvorens de afvalstoffen aan de contractanten ter beschikking werden gesteld, werd door elk van de contractanten een technisch voorstel uitgewerkt voor de uitvoering van de scheidingstesten. Dit voorstel ging uit van de aanlevering van gemengd stedelijk afval vanuit de stortplaats te Zuienkerke met een belangrijk aandeel aan grof afval. Bij de aanlevering van de afvalstoffen bleek de samenstelling enigszins af te wijken van de verwachtingen. Vooral het aandeel aan fijne fractie bleek aanzienlijk hoger te zijn. Dit kan te wijten zijn aan de ouderdom en de opbouw van de stortplaats te Zuienkerke, waardoor bepaalde afvalstoffen reeds in grote mate gedegradieerd zijn.
- Hierdoor werd door sommige contractanten de aanpak van de scheiding licht bijgestuurd of aangepast. Door de contractanten werd ook aangegeven dat het overwicht aan fijne fractie de kosten voor de scheiding zouden doen oplopen. Door de fijne fractie kon tevens verwacht worden dat de opbrengsten vanuit de vermarkting van de deelfracties zouden dalen.
- Verder is het belangrijk op te merken dat bij de bespreking voornamelijk de resultaten van de contractanten A, B, C en E werden gebruikt. De bijkomend uitgevoerde scheidingstest van contractant D werd slechts toegepast op een beperkte fractie van het totale Zuienkerke stortmateriaal en wijkt bij gevolg te sterk af van de overige contractanten.

4.1 Aanpak van de scheidingstesten

Uit de beschrijving van de scheidingstechnieken in hoofdstuk 3 kan worden afgeleid dat alle contractanten de scheiding uitvoerden via twee stappen: een ruwe scheiding, gevolgd door een fijne scheiding.

Figuur 32 stelt deze 2 stappen voor en geeft aan welke fracties respectievelijk bekomen werden.



Figuur 32: Ruwe en fijne scheidingsstappen

Tijdens de **ruwe scheiding** werd een puin-, zandfractie en onbruikbare of niet-valoriseerbare fractie afgescheiden.

Door de contractanten A en B werd voor deze ruwe scheiding een natte Copro-gekeurde installatie ingezet. Hierdoor was het mogelijk de puin- en zandfractie zonder bijkomende behandeling te vermarkten. Bij contractant C werd de ruwe scheiding droog uitgevoerd, zonder Copro-gekeurde installatie. Met deze droge scheiding werd een grote fractie (<10mm) met zand, puin slib, afgescheiden, die niet onmiddellijk vermarktbaar was zonder bijkomende scheiding en opschoning. Bij contractant E werd een droge zeving uitgevoerd met niet-gecertificeerde sorteerdors.

De onbruikbare of niet-valoriseerbare fractie bij contractanten A en B bestond uit slibkoeken. In deze slibfractie bevonden zich de voornaamste verontreinigende stoffen, zoals zware metalen. Reiniging van deze slibfractie is in principe mogelijk, maar hangt sterk af van het type en de concentratie aan verontreinigende stoffen. In praktijk werd deze slibfractie door de contractanten afgevoerd naar een erkende stortplaats.

Tabel 38: Scheidingstechnieken ruwe scheiding per contractant

Scheidingstechnieken ruwe scheiding	A	B	C	D	E
Manuele scheiding	X		X		X
Zeving	X	X	X	X	X
Natte Zeving	X				
Puinwasser		X			
Breker	X				X
Bandmagneet	X	X	X		
Eddy-Current (non-ferro)		X			
Windshifter			X		X
Aquamator	X				
Hydrocycloon	X	X			
Opstroomkolom	X	X			
Indikker	X				
Zeefbandpers	X				

Uit **Tabel 38** blijkt dat contractant A, B en E een doorgedreven ruwe scheiding hebben uitgevoerd waardoor, naast de scheiding van bodem en puin, reeds een eerste opschoning gebeurde. Voor wat de aangepaste test van contractant D betreft werd er on-site een selectie gemaakt van de meest geschikte fractie stortmateriaal voor verwerking door hun vaste scheidingsinstallatie.

Tabel 39: Scheidingstechnieken fijne scheiding per contractant

Scheidingstechnieken fijne scheiding	A	B	C	D	E
Manuele scheiding	X	X	(X)		X
Zeving	X	X	X		X
Natte Zeving	X	X			
Shredder	X			X	
Breker	X	X			
Bandmagneet	X	X	X	X	X
Eddy-Current		X	X	X	X
Windshifter	X		X	X	
Optische sortering IR		X			X
Ballistische Scheiding					X

Na de ruwe scheiding voerde contractant A, B, C en E nog een fijne scheiding uit (zie **Tabel 39**) op het volledige aangeleverde stortmateriaal. Contractant D verwerkte het voorgeselecteerde stortmateriaal in hun vaste installatie. Contractant B en E gebruikten hiervoor innovatieve technieken zoals optische en ballistische scheiding. Contractant C voerde in eerste instantie de fijne scheiding volledig manueel uit. In een bijkomende scheidingstest werd een verdere fractionering bekomen met behulp van een machinale scheiding.

4.2 Valorisatiepotentieel

In **Figuur 33**, **Tabel 40** en **Tabel 41** wordt voor contractanten A, B, C en E een overzicht gegeven van het percentage van elke deelfractie na scheiding en hun valorisatiepotentieel. Afhankelijk van de beschikbare informatie hebben de percentages betrekking op de ruwe en/of fijne scheiding.

Contractant A scheidde de aangevoerde partij in 60% zand, 5% puin en 35% restfractie. Het zand en het puin doorliepen een COPRO-gekeurde installatie waardoor deze fractie onmiddellijk valoriseerbaar zijn als WtM. De restfractie (35%) werd verder gescheiden in de fijne scheiding; 18% werd gestort als slibkoek, 17% bestond uit een resterende fractie die bij opschoning zou kunnen worden gevaloriseerd als WtM of WtE. Een gedetailleerde massabalans is niet beschikbaar.

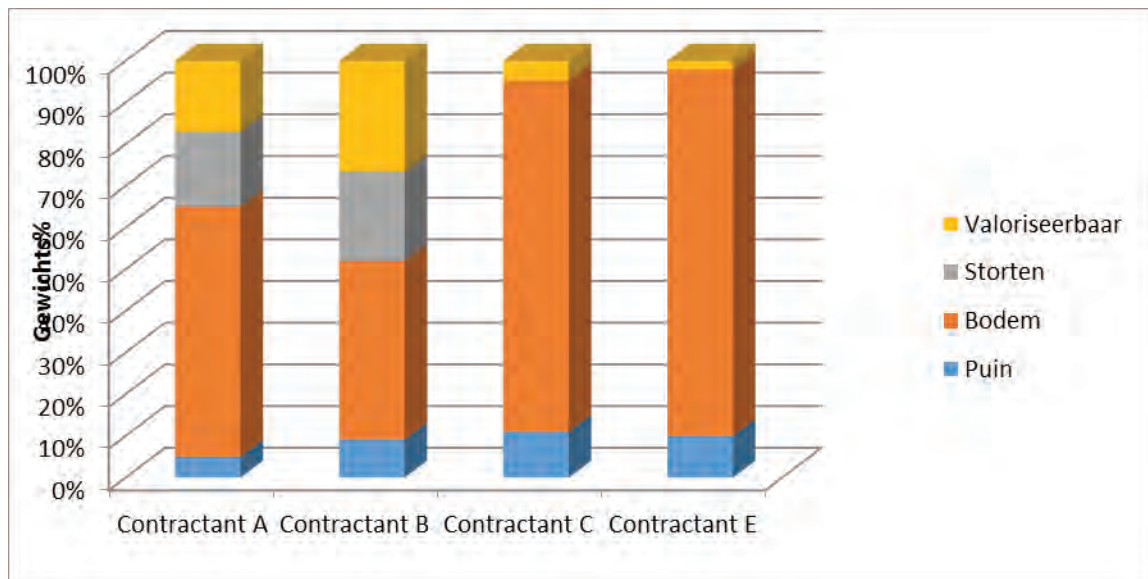
De scheiding van contractant B resulteerde in 42% zand, 10% puin en 48% restfractie dewelke verder werd opgeschoond in de fijne scheiding. Het zand en het puin doorliepen een COPRO-gekeurde installatie waardoor deze fractie onmiddellijk valoriseerbaar zijn als WtM. Na het doorlopen van de fijne scheiding werd 21,5% gestort als slibkoek. De restfractie (ca. 17%) bevat hoofdzakelijk organisch materiaal en zou na verdere opschoning kunnen toegepast worden als WtE. De andere bekomen fracties kunnen gevaloriseerd worden als WtM of WtE.

Contractant C voerde de scheiding in eerste instantie hoofdzakelijk manueel uit. Mede hierdoor kan het puin- en de bodemfractie (i.e. ca. 95%) niet onmiddellijk gevaloriseerd worden als WtM. Een bijkomende behandeling zal nodig zijn. De overige fracties die manueel gescheiden werden, zijn valoriseerbaar als WtE of WtM. Na uitvoering van de bijkomende machinale scheidingstest, werd een verdere fractionering van de materialen bekomen en zuivere deelfracties door de bijkomende afscheiding van bodemmateriaal. De resulterende fracties dienen echter nog steeds bijkomende behandeld te worden teneinde valorisatie mogelijk te maken. Voor de weergave van het valorisatiepotentieel in **Tabel 41** werd de manuele fractionering van contractant C gebruikt doordat dit de enige materiaal specifieke gegevens zijn.

Door de aangepaste scheidingstest die contractant D uitvoerde is het niet mogelijk om een massabalans voor het gehele stortmateriaal te bespreken. Door de selectiviteit van de scheidingsinstallatie bij Contractant D hebben de scheidingstests uitgewezen dat het niet mogelijk is om ontgraven stortmateriaal rechtstreeks af te zetten bij contractant D. Zelfs het voorgesorteerde stortmateriaal van Zuienkerke bevatte nog steeds een te hoog gehalte stenen en puin. De scheidingsinstallatie is hier zeer gevoelig voor. Voor een goed verloop van het verwerkingsproces dienen de niet brandbare fracties eerst afgescheiden te worden bij een andere verwerker. Contractant D dient aanzien te worden als een mogelijke afzet voor de valorisatie van één van de deelstromen uit het stortmateriaal, waardoor het RDF opgewaardeerd kan worden tot SRF voor een hoogwaardigere WtE valorisatie.

De scheiding door contractant E leverde eveneens een hoog gehalte aan bodemmateriaal (ca. 88%) en puin (ca. 10%) dat, omwille van niet-gecertificeerde installatie, niet rechtstreeks gevaloriseerd kon worden. Het komt, mits een bijkomende opschoning, in aanmerking om toe te passen als WtM. De metalen en de glasfractie kunnen gevaloriseerd worden als WtM. Het LDPE materiaal zou, mits het voldoet aan de kwaliteitsparameters, kunnen aangewend worden als WtM. Indien de folies niet zouden voldoen, kan het, zoals ook de andere kunststof fracties, aangewend worden als WtE.

In de onderstaande figuur worden deze resultaten grafisch weergegeven. De restfractie omvat deelfracties zoals ferro, non-ferro, hout, textiel, plastics etc. Gezien deze slechts een klein deel uitmaken van de totale partij worden deze samen weergegeven. Uit de figuur kan een duidelijk verschil worden afgeleid in de aanpak van contractanten A en B (natte ruwe scheiding) enerzijds en contractant C en E (droge ruwe scheiding) anderzijds.



Figuur 33: Massabalans per contractant

Door de storten fractie voor contractanten A en B is de slibkoek. Gezien de droge scheiding bij contractant C en E zit deze slibfractie vervat in de bodemfractie. Daarnaast zijn de bodemfracties bij contractant C en E nog onzuiver hetgeen tot een kleinere 'restfractie' leidt.

Tabel 40: Valorisatiepotentieel contractant A en B

Gerealiseerde materiaalstromen	Contractant A				Contractant B			
	Recyclage	Voorbehandeling	Storten	Fractionering (M%)	Recyclage	Voorbehandeling	Storten	Fractionering (M%)
Puin	WtM			5%	WtM			9,10%
Bodemmateriaal	WtM			60%	WtM			42,80%
Ferro	WtM				WtM			0,40%
Non-Ferro	Restfractie				WtM			0,10%
RDF (folie, SRF)	Restfractie				WtE			8,40%
RDF (harde kunststoffen)	Restfractie				WtE			
Organisch Materiaal	Restfractie				WtE			1,00%
Glas en Keramiek	Restfractie				Restfractie			
Hout	Restfractie				WtE			
Textiel	Restfractie				WtE			
Slibkoek			X	18%			X	21,50%
Restfractie	WtM/WtE	X		17%	WtM/WtE	X		16,70%
Opmerkingen:	Contractant A maakt gebruik van een Copro-gekeurde installaties waardoor de materiaalstromen, geschikt voor WtM valorisatie rechtstreeks gerecycleerd kunnen worden. Uit de restfractie werden bijkomend nog ferrometalen en andere materialen gescheiden in de fijne scheiding. Hiervan werden geen volumes meegedeeld.				Contractant B maakt gebruik van een Copro-gekeurde installaties waardoor de materiaalstromen, geschikt voor WtM valorisatie rechtstreeks gerecycleerd kunnen worden. De restfractie van Contractant B bevat nog organisch materiaal, grove materialen die met de hand gescheiden kunnen worden en RDF.			

Tabel 41: Valorisatiepotentieel contractant C en E

	Contractant C				Contractant E			
	Recyclage	Voorbehandeling	Storten	Fractionering (M%)	Recyclage	Voorbehandeling	Storten	Fractionering (M%)
Gerealiseerde materiaalstromen								
Puin	WtM	X		11,00%	WtM	X		10,00%
Bodemmateriaal	WtM	X		84,29%*	WtM	X		87,87%**
Ferro	WtM			0,67%	WtM			0,68%
Non-Ferro	WtM				WtM			
RDF (folie, SRF)	WtE			0,55%	WtE			0,71%
RDF (harde kunststoffen)	WtE			1,06%	WtE			
Organisch Materiaal	WtE			0,42%	WtE			0,12%
Glas en Keramiek	WtM			1,57%	WtM			0,18%
Hout	WtE			0,28%	WtE			
Textiel	WtE			0,16%	WtE			
Slibkoek								
Restfractie								0,44%
Opmerkingen:	Contractant C recupereerde de materialen voornamelijk door middel van manuele scheiding. Hierdoor zijn niet alle materiaalstromen rechtstreeks recycleerbaar. Daarnaast werd de sortering enkel uitgevoerd op de fractie >10mm. * De fractie <10mm bedraagt echter 82,35% van de totale partij en zit vervat in de fractie bodemmateriaal.				Contractant E maakte geen gebruik van gecertificeerde reinigingsinstallaties. Hierdoor dienen alle materiaalstromen bijkomend gecontroleerd te worden om na te gaan of rechtstreekse valorisatie mogelijk is. In een eerste stap van de ruwe scheiding werd er gezeefd op 20mm. ** De fractie <20mm is nog onzuiver en kan niet rechtstreeks herbruikt worden.			

Tussen contractanten A en B is er initieel een duidelijk verschil in de fractie te storten, hoewel met gelijkaardige technieken werd gewerkt. Voor de contractant B was de fractie te storten ongeveer 20% hoger dan bij contractant A. Dit was voor het overgrote deel te wijten aan de aanzienlijk grotere hoeveelheid nat en grof organisch materiaal, dat werd verwijderd bij contractant B via de puinwasser en de opstroomkolom. Dit organisch materiaal werd gestort, maar kan in de toekomst middels nabehandeling en droging mogelijk gevaloriseerd worden als SRF. In **Figuur 33** werd dit verschil echter niet opgenomen en wordt er van uit gegaan deze fractie, mits behandeling, gevaloriseerd kan worden. Het verschil in te storten materiaal tussen contractant A en B kan dan als verwaarloosbaar beschouwd worden.

De afvalstoffen, die overbleven na de ruwe scheiding, vormden een restfractie, die verder in deelfracties werd gescheiden tijdens de **fijne scheiding**. Voor de fijne scheiding werden verschillende combinaties van technieken ingezet.

Slechts 1 contractant voerde de fijne scheiding volautomatisch uit, de andere contractanten voerden de scheiding al dan niet gedeeltelijk uit via handpicking. Dit resulteerde per contractant in verschillende deelfracties, waarvan de volgende de belangrijkste zijn:

- Metalen (ferro & non-ferro);
- Hout (A-, B- en C-hout);
- RDF/SRF (voornamelijk plastics);
- PVC.

De afgescheiden *ferro-metalen* waren direct valoriseerbaar in de staalnijverheid. De *non-ferro-metalen* dienen een bijkomende scheiding te ondergaan in een gespecialiseerde installatie².

De bekomen *houtfracties* dienden in functie van vermarkting verder ingedeeld te worden in A-, B- en C-hout. A-hout is onbehandeld massief hout, B-hout is behandeld hout (bv. bekleed hout, plaatmateriaal), C-hout is verduurzaamd hout (bv. treinbiels). De scheiding in houttypes kon in principe enkel uitgevoerd worden door handpicking. Desondanks werd het hout afgevoerd als biomassa voor verbranding (WtE).

De *plastics* werden ingezet als RDF/SRF en gebruikt voor de productie van energie door verbranding. Voor de verbranding was het belangrijk dat uit de plasticfractie de PVC-fractie (polyvinylchloride) werd verwijderd. Door de aanwezigheid van chloor in PVC kunnen er immers problemen ontstaan bij de zuivering van de verbrandingsgassen. Op basis van een visuele beoordeling van de PVC-fractie bij contractant B is deze niet zonder meer inzetbaar in de recyclage-industrie, maar is een opschoning van deze fractie nodig.

Algemeen kan gesteld worden dat voor de aangevoerde partij gemengd huishoudelijk afval de fractie WtM het overwicht heeft, gevolgd door de fractie te storten en de fractie WtE.

² Bv. LTBR-installatie van Galloo te Menen

4.3 Doorvoercapaciteit van de scheidingsinstallaties

Contractanten A en B hebben een vergelijkbaar systeem toegepast voor hun **ruwe scheiding**. De doorvoercapaciteit varieert tussen 20-40 ton/u. Bij beide installaties is het persen van slibkoeken de beperkende factor. Hierdoor zal bij de aanwezigheid van een grote fijne fractie de doorvoercapaciteit verlaagd worden. Ook bij de aanwezigheid van een grote hoeveelheid grove fractie zal de doorvoercapaciteit worden verlaagd omwille van de nood aan een uitgebreide voorbehandeling (handmatig uitsorteren, voorbreken,...).

Enkel contractant B heeft een doorgedreven mechanische fijne scheiding uitgevoerd. Van de doorvoercapaciteit werden geen gegevens ter beschikking gesteld. De optische scheiding is hier in elk geval snelheidsbepalend.

Van contractant C en E werden geen gegevens m.b.t. de doorvoersnelheid bekomen.

4.4 Mobiliteitsgraad van de scheidingsinstallaties

Door de contractant A werd een vaste niet-mobiele scheidingsinstallatie ingezet voor de ruwe scheiding. Aangezien de fijne scheiding grotendeels via handpicking werd uitgevoerd, kan dit in principe on-site gebeuren. Gezien voor de ruwe scheiding de afvalstoffen in elk geval dienden getransporteerd te worden, was dit weinig zinvol.

Contractant B voerde zowel de ruwe als de fijne scheiding uit met een vaste niet-mobiele installatie.

De ruwe scheiding werd door contractant C uitgevoerd door een installatie die ook on-site zou kunnen worden ingezet. Ook de bijkomende scheiding, die resulteerde in fijnere fracties, kan in principe on-site worden uitgevoerd.

Meer dan waarschijnlijk kan het immobiele karakter van de installaties voor de ruwe scheiding van de contractanten A en B voor een deel toegeschreven worden aan het feit dat de scheiding nat werd uitgevoerd. De ruwe scheiding van contractant C en E werd droog uitgevoerd, waardoor de scheidingsinstallatie gemakkelijker kan gemobiliseerd worden. Contractant E geeft aan dat momenteel onderzoek wordt gevoerd of de sorteertechnieken van de fijne scheiding als mobiele units kunnen worden gebouwd.

Door de contractanten werd geen concrete informatie beschikbaar gesteld over de hoeveelheid afval, die nodig is om het bouwen van een installatie on-site verantwoordbaar te maken. Om dit na te gaan zouden de kosten voor transport van de afvalstoffen moeten vergeleken worden met de kosten voor de mobilisatie, opbouw, afbraak en demobilisatie van de scheidingsinstallatie.

4.5 Mogelijke optimalisaties van de scheidingsinstallaties

Uit de uitgevoerde scheidingstesten en de gesprekken met de contractanten bleek dat er op dit ogenblik een grote interesse is in onderzoek naar de volgende optimalisaties:

- Verwijdering van **asbest**. Asbest is een fractie die best zo snel mogelijk uit de afvalstroom moet worden verwijderd, vanwege het gezondheidsrisico en de daaruit voortvloeiende gebruiksbeperkingen. Op dit ogenblik is er hiervoor nog geen voldoende performante techniek beschikbaar. Uitsorteren van asbest gebeurt thans voornamelijk manueel. Verbetering of optimalisatie van windshifting, vormafscheiders en optische technieken kunnen bijdragen tot een oplossing.
- Verwijdering van **glas**. Waar asbest reeds vanaf het begin uit de afvalstroom wordt verwijderd, vormt de glasfractie pas een probleem zodra het in de puinfractie terecht komt. Hier zorgt het voor een ongewenste kwaliteitsvermindering. Voor de volautomatische verwijdering van glas denkt men momenteel aan verbeterde vormafscheiders of optische technieken.
- Omzetten van **organische fractie naar SRF**. Contractanten A en B verwijderden via de ruwe scheiding een natte organische fractie die gestort werd. Via droging kan het mogelijk zijn om deze organische fractie om te zetten tot SRF en ze te recupereren via WtE.
- **Automatische handpicking**. Algemeen gezien is de scheiding van afvalstoffen via handpicking een zeer intensieve, relatief trage en dure operatie. Daarom zou onderzoek kunnen uitgevoerd worden naar de mogelijkheid van automatische handpicking via robots.

4.6 Economische analyse

Om redenen van vertrouwelijkheid werd door enkele contractanten slechts beperkte informatie beschikbaar gesteld over de kostprijs van de uitgevoerde scheidingstesten. De uitgevoerde kosten-baten analyse geeft dan ook enkel een indicatie. Vandaar dat de economische analyse ter informatie werd toegevoegd in **Bijlage 2**.

5 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van de scheidingstesten en de visies van de contractanten kunnen de volgende aanbevelingen worden geformuleerd voor een eventuele vervolgstudie:

- Alvorens de afvalstoffen bij de contractanten aan te leveren, is het aangewezen op de stortplaats eerst een sorteeraanalyse uit te voeren. Door de resultaten van de sorteeraanalyse op voorhand beschikbaar te stellen aan de contractanten, kon de methodologie voor de scheiding efficiënter bijgestuurd worden.
- De hoeveelheid aangeleverd stortmateriaal werd door de contractanten ervaren als een beperking voor de optimale scheiding van het afval. Vooral de restfractie bestemd voor de fijne scheiding was beperkt. Dit beperkte de mogelijkheid tot volautomatische scheiding en maakte het moeilijk om een correcte inschatting te maken van de kostprijs en de massabalans voor de fijne scheiding. Het aanleveren van een grotere hoeveelheid afval is aangewezen bij eventuele toekomstige scheidingstesten. Contractant B gaf aan dat minimaal 100 ton afval nodig is om de fijne scheiding op te starten en de nodige gegevens te bekomen.
- Het aangeleverde stortmateriaal bestond voor een groot deel uit een minerale fractie. Deze fractie kon via natte scheiding efficiënt worden afgescheiden, maar door het grote aandeel bleef er slechts een beperkte restfractie over die in aanmerking kwam voor fijne scheiding. Daarbij komt nog dat de restfractie voor fijne scheiding een belangrijk valorisatiepotentieel heeft. De aanlevering van afvalstoffen met een groter aandeel voor fijne scheiding is aangewezen bij eventuele toekomstige scheidingstesten.
- Door de contractanten werden ramingen opgegeven van de operationele kosten (OPEX) voor de scheiding van het afval. Over de investeringskosten (CAPEX) werden geen cijfers ter beschikking gesteld. Door integratie van de CAPEX in de kosten-batenanalyse zou een meer volledige economische analyse kunnen worden gemaakt. De CAPEX van de installaties kan ook een belangrijke parameter zijn voor een meer nauwkeurige inschatting van de haalbaarheid om de scheidingsinstallatie op de stortplaats op te bouwen en de scheiding ter plaatse uit te voeren. Ondanks het feit dat tijdens de begeleiding van de scheidingstesten hierover geen cijfers werd verschaft, werd door sommige contractanten aangegeven dat zij hierover vertrouwelijk meer informatie kunnen geven tijdens een overleg.
- Door de contractanten werd aangegeven dat voor de volgende aspecten van de scheiding bijkomend onderzoek of innovatie mogelijk is:
 - Verwijdering van asbest. Asbest is een fractie die best zo snel mogelijk uit de afvalstroom moet worden verwijderd, vanwege het gezondheidsrisico en de daaruit voortvloeiende gebruikbeperkingen. Op dit ogenblik is er hiervoor nog geen voldoende performante techniek beschikbaar. Uitsorteren van asbest gebeurt thans voornamelijk manueel. Verbetering of optimalisatie van windshifting, vormafscheiders en optische technieken kunnen bijdragen tot een oplossing.
 - Verwijdering van glas. Waar asbest reeds vanaf het begin uit de afvalstroom wordt verwijderd, vormt de glasfractie pas een probleem zodra het in de puinfractie terecht komt. Hier zorgt het voor een ongewenste kwaliteitsvermindering. Voor de volautomatische verwijdering van glas denkt men momenteel aan verbeterde vormafscheiders of optische technieken.

- Omzetten van organische fractie naar SRF. Contractanten A en B verwijderden via de ruwe scheiding een natte organische fractie die gestort werd. Via droging kan het mogelijk zijn om deze organische fractie om te zetten tot SRF en ze te recupereren via WtE.
- Automatische handpicking. Scheiding van afvalstoffen via handpicking is een zeer intensieve, relatief trage en dure operatie. Daarom zou onderzoek kunnen uitgevoerd worden naar de mogelijkheid van automatische handpicking via robots.

6 Besluit

Door de wereldwijde milieuproblemen en grondstoftekorten worden alternatieve behandelingen voor afval, zoals het gebruik als een grondstof, recyclage of energie recuperatie, steeds interessanter. Het concept van landfill mining speelt hierop in en richt zich op het gebruiken van stortplaatsen als bron van secundaire materialen en energie.

De Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij (OVAM) onderzoekt thans de mogelijkheden voor materialen- en energierecuperatie door middel van landfill mining. Hiervoor gaf de OVAM aan vijf contractanten de kans om innovatieve voorstellen voor scheidingstechnologieën voor gestort afval uit te werken. Deze vijf contractanten kregen elk ongeveer 100 ton gemengd stedelijk afval ter beschikking afkomstig van een ambtshalve te saneren stortplaats te Zuienkerke. Deze afvalstoffen werden door de contractanten gescheiden in deelstromen, met het oog op maximale materialen- en/of energierecuperatie.

Ecorem nv werd door OVAM aangesteld voor de technische en economische opvolging en evaluatie van de scheidingstesten. Het is belangrijk hierbij op te merken dat van één contractant zeer beperkte informatie werd ontvangen. Hierdoor werd voorliggende studie gebaseerd op de resultaten van uitgevoerde scheidingstesten bij vier contractanten.

Van de uitgevoerde scheidingstesten werden de volgende technische aspecten in de mate van het mogelijke onderzocht:

- de opeenvolging van de verschillende scheidingsstappen;
- de massabalansen en de resulterende fracties;
- de zuiverheid en het valorisatiepotentieel van de resulterende fracties;
- de mobiliteit en doorvoercapaciteit van de installaties;
- mogelijke optimalisaties van het scheidingsproces.

In de economische analyse werden de volgende informatie verzameld:

- de kosten van de scheiding;
- de (maatschappelijke) baten van de scheiding;
- de invloed van schaalvergrotingen en mobiliteit van de scheidingsinstallaties.

De verschillende scheidingstechnieken werden per contractant in detail beschreven in flowschema's. Als algemene conclusie kan hierover gesteld worden dat alle contractanten de scheiding uitvoerden in twee grote fases: een ruwe en een fijne scheiding. Tijdens de ruwe scheiding werd een puin-, zand-, te storten fractie en een restfractie bekomen. De restfractie werd verder gesorteerd in de fijne scheidingsstap en hieruit werden metalen, hout, plastics,... afgescheiden.

De opgemaakte massabalansen toonden aan dat de partij afval voor het overgrote gedeelte bestond uit een minerale fractie die werd verwijderd tijdens de ruwe scheidingsstap. Twee contractanten slaagden erin via een natte ruwe scheiding om deze minerale fractie om te zetten in Copro-gekeurde en onmiddellijk vermarktbare fracties zand (42-60 M%) en puin (5-10 M%). Tijdens dit proces werd evenwel ook een verontreinigde slibfractie bekomen, die diende gestort te worden (18-40 M%). De restfractie voor fijne sortering bedroeg 8-17 M%. De contractanten die een droge ruwe scheiding uitvoerden kwamen niet tot een onmiddellijk vermarktbare zand- en puinfractie.

Tijdens de fijne scheiding van de restfractie konden de volgende deelfracties worden afgescheiden:

- Metalen (ferro & non-ferro);
- Hout ;
- RDF/SRF (voornamelijk plastics);
- PVC.

Deze fracties zijn belangrijk aangezien ze een potentieel hebben voor de valorisatie tot bron van materialen en energie. Drie contractanten voerden de fijne scheiding deels uit via handpicking, slechts één contractant realiseerde dit volautomatisch. Vanwege de kleine restfractie werd door twee contractanten een massabalans van de fijne scheiding opgegeven.

De afgescheiden afvalstoffen hadden voornamelijk een potentieel voor omzet in materialen (Waste-to-material of WtM, 60 – 82 M%). Opzuivering van bepaalde fracties (bv. PVC-fractie) werd wel nodig geacht. Slechts ongeveer 1 M% kwam in aanmerking voor omzetting in energie (Waste-to-Energy of WtE).

Aan de hand van een vereenvoudigde kosten-batenanalyse werd aangetoond dat landfill mining voor het aangeleverde afval van de stortplaats te Zuienkerke, als niet rendabel moet worden beschouwd. De waarde van de bekomen materialen is in de beschreven omstandigheden te laag om de kosten voor de landfill mining te verantwoorden.

Daarom werd in een maatschappelijke kosten-baten analyse ook de baten begroot die gepaard gaan met de ontmanteling van een stortplaats. De maatschappelijke baten die in rekening werden gebracht waren respectievelijk de waarde van de stortterreinen bij een herontwikkeling, de vermeden kosten voor de afdek en de nazorg van de stortplaats, de vermeden kost voor de ontginning van ruwe materialen en de vermeden kosten van de negatieve milieueffecten. Ondanks de belangrijke bijdrage van de maatschappelijke baten, waren de opbrengsten nog onvoldoende om landfill mining onder de geteste omstandigheden rendabel te maken. Een gedeeltelijke on-site sortering (vb: zeef- en breekinstallatie) kan de maatschappelijke baten optimaliseren en kostenbesparend werken (vb: transport).

Op basis van de resultaten van de scheidingstesten en de visies van de contractanten werden een aantal voorstellen geformuleerd voor verder innovatief onderzoek m.b.t afvalscheiding:

- *Verwijdering van asbest.* Asbest is een fractie die best zo snel mogelijk uit de afvalstroom moet worden verwijderd, vanwege het gezondheidsrisico en de daaruit voortvloeiende gebruiksbeperkingen. Op dit ogenblik is er hiervoor nog geen voldoende performante techniek beschikbaar. Uitsorteren van asbest gebeurt thans voornamelijk manueel. Verbetering of optimalisatie van windshifting, vormafscheiders en optische technieken kunnen bijdragen tot een oplossing.

- *Verwijdering van glas.* Waar asbest reeds vanaf het begin uit de afvalstroom wordt verwijderd, vormt de glasfractie pas een probleem zodra het in de puinfractie terecht komt. Hier zorgt het voor een ongewenste kwaliteitsvermindering. Voor de volautomatische verwijdering van glas is onderzoek nodig naar verbeterde vormafscheiders of optische technieken.
- *Omzetten van organische restfractie naar SRF.* De natte organische fractie, die werd vrijgesteld na de ruwe scheidingsstap via natte wassing, werd gestort. Via droging kan het mogelijk zijn om deze organische fractie om te zetten tot SRF en ze te recupereren via WtE.
- *Automatische handpicking.* Scheiding van afvalstoffen via handpicking is een zeer intensieve, relatief trage en dure operatie. Daarom zou onderzoek kunnen uitgevoerd worden naar de mogelijkheid van automatische handpicking via robottechnologie.

DEEL III: Bijlagen

Bijlage 1: Analysecertificaten en geteste resultaten Contractant B

Kel (%)	14,7
OS (%)	4,7
pH KCl	7

(maximaal 50%, minimaal 2%)
(maximaal 10%, minimaal 1%)
(maximaal 7, minimaal 4)

—

FPUR-18.4 revisio 6

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuikerkerke: SAP 5.1, SAP 3 + 63 µm

Project :
Projectomschrijving :

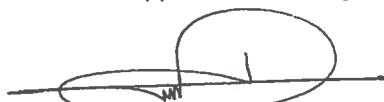
Ref.

Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Wevelgem, 18-04-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 3 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1315569-01	bodem	OVAM/Zuikerkerke: 11/04/13	
	Verpakking Agl	Staal bekomen via	ophaling
	theoretische monsternamedatum		11-04-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1315569

Pagina 2 van 3

Resultaten

Code Servaco 1315569-01
Ontvangstdatum : 15/04/13

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	76.5
bade : l	Startdatum analyse	15/04/13
pH in 1M KCl		8.04
baph_KCl : l	Startdatum analyse	16/04/13
organische stof	% DS	4.7
baos : l	Startdatum analyse	16/04/13
lutum gehalte (fractie <2µm)	% DS	14.7
bakt : l	Startdatum analyse	16/04/13
korrelgehalte <63 µm (%DS)	% DS	22.2
br63 : l	Startdatum analyse	16/04/13
arseen	mg/kg DS	18.4
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
cadmium	mg/kg DS	2.89
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
chrom	mg/kg DS	52.2
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
koper	mg/kg DS	215
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
kwik	mg/kg DS	1.40
brmet01 : l	Startdatum analyse	16/04/13
lood	mg/kg DS	7030
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
nikkel	mg/kg DS	33.4
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
zink	mg/kg DS	1650
brmet01 : l	Startdatum analyse	17/04/13
Minerale olie GC/FID fractie C10-C12	mg/kg DS	< 12
bome : l	Startdatum analyse	17/04/13
Minerale olie GC/FID fractie C12-C20	mg/kg DS	21
bome : l	Startdatum analyse	17/04/13
Minerale olie GC/FID fractie C20-C30	mg/kg DS	101
bome : l	Startdatum analyse	17/04/13
Minerale olie GC/FID fractie C30-C40	mg/kg DS	78
bome : l	Startdatum analyse	17/04/13
Minerale olie GC/FID fractie C10-C40	mg/kg DS	200
bome : l	Startdatum analyse	17/04/13
naftaleen	mg/kg DS	0.0586
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
acenaftyleen	mg/kg DS	< 0.0189
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
acenaften	mg/kg DS	0.0529
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
fluoreen	mg/kg DS	0.0472
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
benzo(a)pyreen	mg/kg DS	0.572
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
fenantreen	mg/kg DS	0.520
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
anthraceen	mg/kg DS	0.116
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13
fluorantheen	mg/kg DS	1.18
bmpak16 : l	Startdatum analyse	17/04/13

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1315569

Pagina 3 van 3

Resultaten

Code Servaco 1315569-01
Ontvangstdatum : 15/04/13

Omschrijving component

pyreen	mg/kg DS	0.837
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
benzo(a)anthraceen	mg/kg DS	0.690
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
chryseen	mg/kg DS	0.864
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
benzo(b)fluorantheen	mg/kg DS	0.819
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
benzo(k)fluorantheen	mg/kg DS	0.410
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg DS	0.503
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg DS	0.525
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13
dibenzo(a,h)anthraceen	mg/kg DS	0.157
bmpak16 : I	Startdatum analyse	17/04/13

Bijlage : Methode-omschrijving

bads I	Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzuiveringslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/II/A.1)
balut I	Iutumbepaling op bodem en pasteus afval - bezinkingstechniek (CMA/2/II/A.6)
baos I	organisch koolstofgehalte op bodem en bodemslib - spectrofotometrisch (CMA/2/II/A.10)
baph_KCl I	zuurtegraad (pH) (gravimetrisch 1 + 5 - 1M KCl) op bodem - electrometrie (CMA/2/II/A.20)
bcmo I	Minerale olie gehalte op bodem en secundaire grondstoffen (pasteus en vast) - GC/FID na extractie - CMA/3/R.1
blmet8t I	metalen (As,Cd,Cr,Cu,Pb,Ni,Zn) in destrukaten op bodem, bodemslib en waterzuiveringslib - ICP-OES (CMA/2/II/B.1) (totale destructie in microgolfoven met HNO3/HCl/HBF4 volgens CMA/2/II/A.3)
bimethg I	kwik in destrukaten op bodem, bodemslib en waterzuiveringslib - (CMA/2/II/B.3) (na destructie in microgolfoven met HCl, HNO3 en HBF4 volgens CMA/2/II/A.3)
bmpak16 I	Polycyclische aromatische KWS (16 van EPA) op bodem en secundaire grondstoffen (pasteus en vast) - GC/MS na extractie - CMA/3/B
br63 I	klei + leemfractie 63µm - CMA/II/A.6 met zeef 63µm op pasteuze en vaste afvalstoffen

I:geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakkingscode's

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuienkerke/Gewassen zand: SAP 5.1 en SAP 3

Project :
Projectomschrijving :

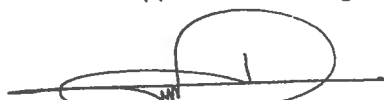
Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Monsternamerapport : niet beschikbaar

Wevelgem, 24-05-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 4 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1317694-01

bodem

OVAM/Zuienkerke/Gewassen zand

Verpakking Agl

Staal bekomen via

ophaling

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317694

Pagina 2 van 4

Resultaten

Code Servaco 1317694-01
Monsternamedatum 16-05-2013
Ontvangstdatum : 17-05-2013

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	81.3
bade : l	Startdatum analyse	21-05-2013
pH in 1M KCl		8.38
bepH_KCl : l	Startdatum analyse	22-05-2013
organische stof	% DS	2.1
boos : l	Startdatum analyse	22-05-2013
lutum gehalte (fractie <2µm)	% DS	3.6
bakst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
arseen	mg/kg DS	< 6.4
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
cadmium	mg/kg DS	1.89
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
chrom	mg/kg DS	30.3
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
koper	mg/kg DS	74
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
kwik	mg/kg DS	0.27
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
lood	mg/kg DS	276
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
nikkel	mg/kg DS	24.1
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
zink	mg/kg DS	347
bmetst : l	Startdatum analyse	22-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C10-C12	mg/kg DS	< 12
bemo : l	Startdatum analyse	22-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C12-C20	mg/kg DS	37
bemo : l	Startdatum analyse	22-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C20-C30	mg/kg DS	124
bemo : l	Startdatum analyse	22-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C30-C40	mg/kg DS	97
bemo : l	Startdatum analyse	22-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C10-C40	mg/kg DS	263
bemo : l	Startdatum analyse	22-05-2013
naftaleen	mg/kg DS	0.0794
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
acenaftyleen	mg/kg DS	< 0.0198
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
acenafteen	mg/kg DS	0.110
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
fluoreen	mg/kg DS	0.140
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
benzo(a)pyreen	mg/kg DS	1.12
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
fenantreen	mg/kg DS	1.61
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
anthraceen	mg/kg DS	0.387
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
fluorantheen	mg/kg DS	3.68
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317694

Pagina 3 van 4

Resultaten

Code Servaco 1317694-01
Monsternamedatum 16-05-2013
Ontvangstdatum : 17-05-2013

Omschrijving component

pyreen	mg/kg DS	2.50
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
benzo(a)anthraceen	mg/kg DS	1.93
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
chryseen	mg/kg DS	2.15
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
benzo(b)fluorantheen	mg/kg DS	1.60
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
benzo(k)fluorantheen	mg/kg DS	0.799
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg DS	0.693
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg DS	0.870
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013
dibenzo(a,h)anthraceen	mg/kg DS	0.296
bmpak16 : l	Startdatum analyse	22-05-2013

Opmerkingen

1317694-01

bcmo : Minerale olie profiel bevat individuele pieken; vermoedelijk PAK's.

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317694

Pagina 4 van 4

Bijlagen:

Methode-omschrijving:

bads I	Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzuiveringsslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/II/A.1)
balut I	Iutumbepaling op bodem en pasteus afval - bezinkingstechniek (CMA/2/II/A.6)
baos I	organisch koolstofgehalte op bodem en bodemslib - spectrofotometrisch (CMA/2/II/A.10)
baph_KCl I	zuurtegraad (pH) (gravimetrisch 1 + 5 - 1M KCl) op bodem - electrometrie (CMA/2/II/A.20)
bcmo I	Minerale olie gehalte op bodem en secundaire grondstoffen (pasteus en vast) - GC/FID na extractie - CMA/3/R.1
bimet8t I	metalen (As,Cd,Cr,Cu,Pb,Ni,Zn) in destrukaten op bodem, bodemslib en waterzuiveringsslib - ICP-OES (CMA/2/II/B.1) (totale destructie in microgolfoven met HNO3/HCl/HBF4 volgens CMA/2/II/A.3)
bimethg I	kwik in destrukaten op bodem, bodemslib en waterzuiveringsslib - (CMA/2/II/B.3) (na destructie in microgolfoven met HCl, HNO3 en HBF4 volgens CMA/2/II/A.3)
bmpak16 I	Polycyclische aromatische KWS (16 van EPA) op bodem en secundaire grondstoffen (pasteus en vast) - GC/MS na extractie - CMA/3/B

!geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakingscode's

Opmerkingen i.v.m de houdbaarheid :

-

**Tabel 2. Toetsing bouwkundig bodemgebruik of in vormvast product
toetsing uitloogbaarheid zware metalen**

Schudproef 1

parameter	eenheid	gemeten uitloogbaarheden	toetsing	norm uitloogbaarheid
Arseen (As)	mg / kg DS	0,1	-	0,2
Cadmium (Cd)	mg / kg DS	0,0034	-	0,015
Chroom (Cr)	mg / kg DS	0,04	-	0,1
Koper (Cu)	mg / kg DS	0,3	***	0,2
Kwik (Hg)	mg / kg DS	0,001	-	0,003
Nikkel (Ni)	mg / kg DS	0,11	-	0,4
Lood (Pb)	mg / kg DS	0,35	-	0,4
Zink(Zn)	mg / kg DS	0,54	-	0,7

Schudproef 2

parameter	eenheid	gemeten uitloogbaarheden	toetsing	norm uitloogbaarheid
Arseen (As)	mg / kg DS	0,1	-	0,2
Cadmium (Cd)	mg / kg DS	0,0041	-	0,015
Chroom (Cr)	mg / kg DS	0,04	-	0,1
Koper (Cu)	mg / kg DS	0,31	***	0,2
Kwik (Hg)	mg / kg DS	0,0011	-	0,003
Nikkel (Ni)	mg / kg DS	0,1	-	0,4
Lood (Pb)	mg / kg DS	0,2	-	0,4
Zink(Zn)	mg / kg DS	0,52	-	0,7

Kolomproef

parameter	eenheid	gemeten uitloogbaarheden	toetsing	norm uitloogbaarheid
Arseen (As)	mg / kg DS	0,024996	-	0,8
Cadmium (Cd)	mg / kg DS	0,011448	-	0,03
Chroom (Cr)	mg / kg DS	0,022278	-	0,5
Koper (Cu)	mg / kg DS	0,51327	***	0,5
Kwik (Hg)	mg / kg DS	0,000548	-	0,02
Nikkel (Ni)	mg / kg DS	0,312175	-	0,75
Lood (Pb)	mg / kg DS	0,247761	-	1,3
Zink(Zn)	mg / kg DS	0,99343	-	2,8

legende toetsing

- gemeten uitloogbaarheid < = norm
- *** gemeten uitloogbaarheid > norm

Nota: de uitloogbaarheid gemeten met de kolomproef is berekend uit een standaardtoepassing met de hoogte van de bouwstof van 0,7m en met een soortelijk gewicht van 1550 kg/m3.

Besluit

Gezien voor koper de gemeten uitloogbaarheidswaarden de Vlarebo normen bijlage 7 overschrijden kan besloten worden dat de grond niet in aanmerking komt voor bouwkundig bodemgebruik of hergebruik in vormvast product

Omrekening eluaatanalyses Kolomproef van µg/l naar mg/kg ds

Eluaat	staalname							fractiefactor
	fractie1	fractie 2	fractie 3	fractie 4	fractie 5	fractie 6	fractie 7	
arseen (µg/l)	9,05	9,18	4,41	2,04	2,3	2,36	2,29	0,0001 fractie 1
cadmium (µg/l)	19,28	12,96	2,88	2,88	1,11	0,82	0,47	0,0002 fractie 2
chroom (µg/l)	10,81	9,97	4	2	2	2	2	0,0005 fractie 3
koper (µg/l)	258,4	283,2	157,8	101,4	52,09	51,66	30,8	0,001 fractie 4
kwik (µg/l)	0,37	0,21	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,002 fractie 5
nikkel (µg/l)	15,7	16,52	6,71	365,9	4,88	10,27	17,66	0,005 fractie 6
lood (µg/l)	160,1	151,2	91,62	68,89	28,98	19,14	13,66	0,01 fractie 7
zink (µg/l)	845,8	740,1	513,1	602,2	152,8	41,07	20,76	

	staalname							totaal
	fractie1	fractie 2	fractie 3	fractie 4	fractie 5	fractie 6	fractie 7	
arseen (mg/kg ds)	0,000905	0,000918	0,001323	0,00102	0,0023	0,00708	0,01145	0,024996
cadmium (mg/kg ds)	0,001928	0,001296	0,000864	0,00144	0,00111	0,00246	0,00235	0,011448
chroom (mg/kg ds)	0,001081	0,000997	0,0012	0,001	0,002	0,006	0,01	0,022278
koper (mg/kg ds)	0,02584	0,02832	0,04734	0,0507	0,05209	0,15498	0,154	0,51327
kwik (mg/kg ds)	0,000037	0,000021	0,000015	0,000025	0,00005	0,00015	0,00025	0,000548
nikkel (mg/kg ds)	0,00157	0,001652	0,002013	0,18295	0,00488	0,03081	0,0883	0,312175
lood (mg/kg ds)	0,01601	0,01512	0,027486	0,034445	0,02898	0,05742	0,0683	0,247761
zink (mg/kg ds)	0,08458	0,07401	0,15393	0,3011	0,1528	0,12321	0,1038	0,99343

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuikerkerke/Gewassen zand: Schudproef

Project :
Projectomschrijving :

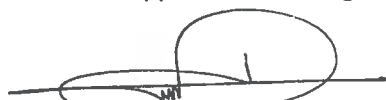
Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Monsternamerapport : niet beschikbaar

Wevelgem, 24-05-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 3 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1317696-01

bodem

OVAM/Zuikerkerke/Gewassen zand

Verpakking Aemol

Staal bekomen via

ophaling

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317696

Pagina 2 van 3

Resultaten

Code Servaco 1317696-01
Monsternamedatum 16-05-2013
Ontvangstdatum : 17-05-2013

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	81.7
bads : l	Startdatum analyse	21-05-2013 *
zuurtegraad uitloogbaar		7.96
7aph_bodem : l	Startdatum analyse	23-05-2013
geleidbaarheid uitloogbaar	$\mu\text{S/cm}$	721
7apel_bodem :	Startdatum analyse	23-05-2013
arseen uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.10
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
cadmium uitloogbaar	mg/kg DS	0.0034
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
chromium uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.040
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
koper uitloogbaar	mg/kg DS	0.30
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
kwik uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.0010
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
lood uitloogbaar	mg/kg DS	0.35
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
nikkel uitloogbaar	mg/kg DS	0.11
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013
zink uitloogbaar	mg/kg DS	0.54
7bimet :	Startdatum analyse	23-05-2013

Opmerkingen

1317696-01

bads : geur (AT)

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317696

Pagina 3 van 3

Bijlagen:

Methode-omschrijving:

7agei_bodem	geleidbaarheid (25°C) na 1-stapsuitleeg CMA 2/II/A.19
7aph_bodem I	pH na 1-stapsuitleeg CMA 2/II/A.19 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7bimet	zware metalen (As, Cd, Cr, Cu Hg, Pb, Ni & Zn) met ICP-MS volgens ISO17294 na 1-stapsuitleeg CMA 2/II/A.19
badsl	Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzuiveringsslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/II/A.1)

I:geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakkingscode's

Opmerkingen i.v.m de houdbaarheid :

-

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuienkerke/Gewassen zand: Schudproef

Project :
Projectomschrijving :

Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Monsternamerapport : niet beschikbaar

Wevelgem, 19-06-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 3 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1319563-01

bodem

OVAM/Zuienkerke/Gewassen zand

Verpakking Aem51

Staal bekomen via

ophaling

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1319563

Pagina 2 van 3

Resultaten

Code Servaco 1319563-01
Monsternamedatum 12-06-2013
Ontvangstdatum : 13-06-2013

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	80.8
bads : I	Startdatum analyse	14-06-2013
zuurtegraad uitloogbaar		7.77
7aph_bodem : I	Startdatum analyse	18-06-2013
geleidbaarheid uitloogbaar	$\mu\text{S/cm}$	828
7agel_bodem :	Startdatum analyse	18-06-2013
arseen uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.10
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
cadmium uitloogbaar	mg/kg DS	0.0041
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
chromium uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.040
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
koper uitloogbaar	mg/kg DS	0.31
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
kwik uitloogbaar	mg/kg DS	0.0011
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
lood uitloogbaar	mg/kg DS	0.20
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
nikkel uitloogbaar	mg/kg DS	0.10
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013
zink uitloogbaar	mg/kg DS	0.52
7bimet :	Startdatum analyse	18-06-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1319563

Pagina 3 van 3

Bijlagen:

Methode-omschrijving:

7agel_bodem	geleldbaarheid (25°C) na 1-stapsuittloog CMA 2/II/A.19
7aph_bodem I	pH na 1-stapsuittloog CMA 2/II/A.19 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7bimet	zware metalen (As, Cd, Cr, Cu Hg, Pb, Ni & Zn) met ICP-MS volgens ISO17294 na 1-stapsuittloog CMA 2/II/A.19
bads I	Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzulveringsslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/II/A.1)

I:geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakingscode's

Opmerkingen i.v.m de houdbaarheid :

-

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuikerkerke/Gewassen zand: Kolomproef

Project :
Projectomschrijving :

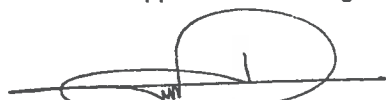
Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Monsternamerapport : niet beschikbaar

Wevelgem, 16-07-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 3 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1319564-01	bodem	OVAM/Zuikerkerke/Gewassen zand
	Verpakking Aem5l	Staal bekomen via ophaling

Resultaten

Code Servaco	1319564-01
Monsternamedatum	12-06-2013
Ontvangstdatum :	13-06-2013

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	80.3
beds : l	Startdatum analyse	18-06-2013
arseen uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.10
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
cadmium uitloogbaar	mg/kg DS	0.011
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
chromium uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.025
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
koper uitloogbaar	mg/kg DS	0.51
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
kwik uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.0020
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
lood uitloogbaar	mg/kg DS	0.31
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
nikkel uitloogbaar	mg/kg DS	0.25
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013
zink uitloogbaar	mg/kg DS	0.98
ben7343 : l	Startdatum analyse	13-06-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1319564

Pagina 2 van 3

Opmerkingen

1319564-01

ben7343 : kolomproef : startdatum : 21-06-2013 ; einddatum : 11-07-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1319564

Pagina 3 van 3

Bijlagen:

Methode-omschrijving:

bads I Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzuiveringslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/1/A.1)

ben7343 I As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, Hg na kolomproef 7 fracties op pasteus en vast afval (CMA/2/1/A.9.1)(As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn - ICP-MS (CMA/2/1/B.1))(Hg - koude damp (CMA/2/1/B.3))(pH - electrometrie (CMA/2/1/A.1))(Ec - electrometrie (CMA/2/1/A.2))

I:geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakkingscode's

Opmerkingen i.v.m de houdbaarheid :

-

Detail kolomproef : resultaten per fractie

Bijlage bij rapport R1319564

staal : 1319564-01

hoeveelheid gebruikt bij de kolomproef (droog materiaal) :

0.4000

	fractie 1	fractie 2	fractie 3	fractie 4	fractie 5	fractie 6	fractie 7	totaal
<i>L/S theoretisch</i>	0.1	0.1	0.3	0.5	1	3	5	10
<i>fout</i>	0.01	0.01	0.03	0.05	0.1	0.3	0.5	0.2
<i>L/S bij proef</i>	0.10	0.10	0.30	0.49	0.98	3.01	5.02	10.00
<i>volume ml</i>	39.1	39.0	118.8	196.6	391.2	1205.1	2009.2	3999.0
<i>pH -</i>	7.50	7.55	7.75	7.66	7.82	7.86	7.99	
<i>Ec µS/cm</i>	12360	10660	4500	3240	1152	345	207	
<i>As µg/l</i>	9.05	9.18	4.41	2.04	2.30	2.36	2.29	
<i>Cd µg/l</i>	19.28	12.96	2.88	2.88	1.11	0.82	0.47	
<i>Cr µg/l</i>	10.81	9.97	4.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	
<i>Cu µg/l</i>	258.40	283.20	157.80	101.40	52.09	51.66	30.80	
<i>Hg µg/l</i>	0.37	0.21	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	
<i>Pb µg/l</i>	15.70	16.52	6.71	365.90	4.88	10.27	17.66	
<i>Ni µg/l</i>	160.10	151.20	91.62	68.89	28.98	19.14	13.66	
<i>Zn µg/l</i>	845.80	740.10	513.10	602.20	152.80	41.07	20.76	

uitgeloogde hoeveelheid per fractie in mg/kg DS : ondergrens

<i>As</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
<i>Cd</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Cr</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cu</i>	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.16	0.15	0.51
<i>Hg</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pb</i>	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.03	0.09	0.31
<i>Ni</i>	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.07	0.25
<i>Zn</i>	0.08	0.07	0.15	0.30	0.15	0.12	0.10	0.98

uitgeloogde hoeveelheid per fractie in mg/kg DS : bovengrens

<i>As</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
<i>Cd</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Cr</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
<i>Cu</i>	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.16	0.15	0.51
<i>Hg</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pb</i>	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.03	0.09	0.31
<i>Ni</i>	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.07	0.25
<i>Zn</i>	0.08	0.07	0.15	0.30	0.15	0.12	0.10	0.98

Tabel 2. Gebruik als niet-vormgegeven bouwstof
toetsing uitloogbaarheid zware metalen (std-toepassing)
Slib

parameter	eenheid	gemeten uitloogbaarheden	toetsing	norm uitloogbaarheid
Arseen (As)	mg / kg DS	0,104	-	0,8
Cadmium (Cd)	mg / kg DS	0,0156	-	0,03
Chroom (Cr)	mg / kg DS	0,1	-	0,5
Koper (Cu)	mg / kg DS	0,1	-	0,5
Kwik (Hg)	mg / kg DS	0,005	-	0,02
Nikkel (Ni)	mg / kg DS	0,51	-	0,75
Lood (Pb)	mg / kg DS	6,88	***	1,3
Zink(Zn)	mg / kg DS	1,89	-	2,8

legende toetsing

- gemeten uitloogbaarheid < norm
 *** gemeten uitloogbaarheid > = norm

Nota: de uitloogbaarheid gemeten met de kolomproef is berekend uit een standaardtoepassing met de hoogte van de bouwstof van 0,7m en met een soortelijk gewicht van 1550 kg/m3.

Opdrachtschrijving : OVAM/Zuienkerke/Filterkoeken: Afvalstortcriteria 1 (Silvamopakket)

Project :
Projectomschrijving :

Shanks Vlaanderen nv Divisie Gent
Niels Venneman
Kwadestraat 151b - bus 31
8800 Roeselare

Monsternamerapport : niet beschikbaar

Wevelgem, 03-06-2013

Geachte

Gelieve hierbij het rapport van bovenvermeld onderzoek te vinden.
Dit rapport omvat 4 Pagina(s)



Dr. N.E. Van Landuyt
Algemeen Directeur

Monsteromschrijving

1317695-01

slib

OVAM/Zuienkerke/Filterkoeken

Verpakking Aem5l

Staal bekomen via

ophaling

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317695

Pagina 2 van 4

Resultaten

Code Servaco 1317695-01
Monsternamedatum 16-05-2013
Ontvangstdatum : 17-05-2013

Omschrijving component

droge stof	% (g/100g)	43.6
bade : I	Startdatum analyse	24-05-2013
asrest	% DS	73.6
bade : I	Startdatum analyse	27-05-2013
gloeiverlies	% DS	26.4
bade : I	Startdatum analyse	27-05-2013
afschuifspanning	kN/m2	6.7
bade : I	Startdatum analyse	29-05-2013
neutraliserende waarde	% CaO	2.82
bade : I	Startdatum analyse	28-05-2013
solventen aspecifiek	% DS	< 0.10
acopl :	Startdatum analyse	31-05-2013
totaal organisch koolstof (TOC)	% DS	15
bade :	Startdatum analyse	27-05-2013
Minerale olie GC/FID fractie C10-C12	mg/kg DS	< 170
acmo :	Startdatum analyse	03-06-2013
Minerale olie GC/FID fractie C12-C20	mg/kg DS	1870
acmo :	Startdatum analyse	03-06-2013
Minerale olie GC/FID fractie C20-C30	mg/kg DS	2930
acmo :	Startdatum analyse	03-06-2013
Minerale olie GC/FID fractie C30-C40	mg/kg DS	2390
acmo :	Startdatum analyse	03-06-2013
Minerale olie GC/FID fractie C10-C40	mg/kg DS	7250
acmo :	Startdatum analyse	03-06-2013
extraheerbare organo halogenen	mg/kg DS	174
noex :	Startdatum analyse	03-06-2013
zuurtegraad uitloogbaar		7.08
7aph : I	Startdatum analyse	17-05-2013
chloride uitloogbaar	mg/kg DS	1990
7ac1_2 : I	Startdatum analyse	29-05-2013
fluoride uitloogbaar	mg/kg DS	9.40
7af_2 : I	Startdatum analyse	30-05-2013
sulfaat uitloogbaar	mg/kg DS	20000
7as4_2 : I	Startdatum analyse	29-05-2013
cyanide uitloogbaar	mg/kg DS	0.261
7acn_2 : I	Startdatum analyse	29-05-2013
chrom VI uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.250
7acr6_2 : I	Startdatum analyse	29-05-2013
antimoon uitloogbaar	mg/kg DS	0.059
7imet4_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013
arsen uitloogbaar	mg/kg DS	0.104
7imet_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013
barium uitloogbaar	mg/kg DS	2.80
7ime4_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013
cadmium uitloogbaar	mg/kg DS	0.0156
7imet_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013
chrom uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.10
7icr_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013
koper uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.10
7imet_2 : I	Startdatum analyse	31-05-2013

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317695

Pagina 3 van 4

Resultaten

Code Servaco 1317695-01
Monsternamedatum 16-05-2013
Ontvangstdatum : 17-05-2013

Omschrijving component

kwik uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.0050
7imet_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
lood uitloogbaar	mg/kg DS	6.88
7imet_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
molybdeen uitloogbaar	mg/kg DS	0.721
7imet4_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
nikkel uitloogbaar	mg/kg DS	0.510
7imet_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
selenium uitloogbaar	mg/kg DS	< 0.050
7imet4_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
zink uitloogbaar	mg/kg DS	1.89
7imet_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013
totaal organisch koolstof uitloogbaar	mg/kg DS	2080
7oloo_2 :	Startdatum analyse	30-05-2013
droogrest uitloogbaar	mg/kg DS	39100
7ade_2 : l	Startdatum analyse	31-05-2013

Opmerkingen

1317695-01

acopl : Resultaat indicatief; watergehalte > 30%.

bads : geur (AT)

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer : 1317695

Pagina 4 van 4

Bijlagen:

Methode-omschrijving:

7ads_2 l	droogrest CMA 2/IIA.3 op eluaten volgens 1-stapsuitloog LS10 CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7af_2 l	Fluoride op eluaten volgens 1-stapsuitloog LS10 (CMA/2/IIA.12) op pasteuze en vaste afvalstoffen - doorstroom + ion-selectief (CMA/2/II/C.1.2 en CMA/2/II/C.1.1)
7aph l	pH op eluaten - CMA 2/IIA.1; electrometrie op eluaten volgens 1-stapsuitloog LS10 CMA 2/IIA.12 bij pasteuze en vaste afvalstoffen
7lCr_2 l	Chroom op eluaten - CMA 2/II/B.1 volgens ICP-OES of ICP-MS op eluaten volgens CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7lmet_2 l	Zware metalen (As, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn & Hg) op eluaten - CMA 2/II/B.1 volgens ICP-OES of ICP-MS volgens CMA 2/IIA.12 en Hg op eluaten - CMA 2/II/B.3 volgens koude damp (FIMS) op eluaten volgens CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7lmet4_2 l	Metalen (Ba, Mo, Sb & Se) op eluaten - CMA 2/II/B.1 volgens ICP-OES of ICP-MS volgens CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7ltoC_2	TOC (directe meting volgens CMA/2/II/D.7) na 1-staps uitloog LS 10 volgens CMA 2/IIA.12
7lscI_2 l	Chloride op eluaten - NEN 6604 (discrete analyser) volgens 1-stapsuitloog LS10 CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7lscnt_2 l	totale cyaniden - CMA/2/II/C.2.2 volgens 1-stapsuitloog LS10 CMA 2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
7lscr6_2 l	Chroom VI na 1-stapsuitloog LS10 (CMA 2/IIA.12) op pasteuze en vaste afvalstoffen - ionenchromatografie UV-detectie (CMA/2/II/C.7)
7lssO4_2 l	sulfaat op eluaten - NEN 6604 (discrete analyser) volgens 1-stapsuitloog LS10 CMA/2/IIA.12 op pasteuze en vaste afvalstoffen
acmo	minerale olie gehalte met GC/FID - afgeleide methode van CMA/3/R1
acopi	Totaal gehalte solventen specifiek met GC/FID - CMA/3/Q
aoeox	Extraheerbaar organisch halogeen gehalte microcoulometrisch - CMA/3/N
baas l	Asrest, gloeiverlies op pasteuze en vaste afvalstoffen 2 gravimetrie 550°C (CMA/2/IIA.2)
bads l	Droge stof op bodem, afval, bodemslib en waterzuiveringsslib - gravimetrie 105°C (CMA/2/IIA.1)
bazw	Zuurbindende waarde - eigen methode, titrimetrie op de asrest uitgedrukt als nat materiaal
botoc	Totaal organisch koolstof bodem - externe methode afgeleid van CMA/2/11/A7
brafs l	Afschuifspanning - CMA/2/IIA.4, vintest op pasteuze en vaste afvalstoffen

!geaccrediteerde methode voor de monstertypes terug te vinden in de bijlage van het BELAC-certificaat nr. 052-TEST. De beproevingsresultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Dit verslag mag alleen gedeeltelijk worden gereproduceerd met schriftelijke toestemming van Servaco. De meetonzekerheid en omschrijving van de vermelde onderzoeksmethoden zijn op aanvraag ter beschikking evenals eventueel aangewende verpakingscode's

Opmerkingen i.v.m de houdbaarheid :

-

Bijlage 2: Economische analyse

1 Economische analyse

Om redenen van vertrouwelijkheid werd door de contractanten slechts beperkte informatie beschikbaar gesteld over de kostprijs van de uitgevoerde scheidingstesten.

Om alsnog een indicatieve kosten-baten analyse te kunnen opmaken, werden de hiaten als volgt ingevuld:

- De kosten-baten analyse werd enkel uitgevoerd voor contractant B, die een volautomatische scheiding heeft uitgevoerd en het meest volledige kostenoverzicht ter beschikking heeft gesteld;
- Voor de ontbrekende kosten/massabalansen van contractant B werden kostprijzen/massabalansen van andere contractanten gebruikt, op voorwaarde dat de technieken vergelijkbaar waren;
- Er werden enkel operationele kosten in rekening gebracht;
- Van de energiekosten werd abstractie gemaakt;
- Resterende onbekende kosten, die als essentieel werden beschouwd, werden geraamd door Ecorem nv.

De uitgevoerde kosten-baten analyse geeft dan ook enkel een indicatie en moet met de nodige omzichtigheid worden behandeld.

Door sommige contractanten werd aangegeven dat meer informatie ter beschikking kan gesteld worden aan de OVAM tijdens een vertrouwelijk overleg.

1.1 Kosten-baten analyse

De kosten voor de uitvoering van de scheidingstesten worden geraamd via de onderstaande formule.

$$Kosten = K_{Ontgraven} + K_{Transport}(< 30km) + K_{RS} + K_{FS} + K_{ST}$$

Waarbij:

- $K_{Ontgraven}$ = ontgravingskost van het afval op de stortplaats
- $K_{Transport}(< 30km)$ = transportkost van het ontgraven afval naar een scheidingsinstallatie, transportafstand arbitrair beperkt tot 30 km
- K_{RS} = kostprijs voor de uitvoering van de ruwe scheiding

- K_{FS} = kostprijs voor de uitvoering van de fijne scheiding
- K_{ST} = kostprijs voor het storten van restmaterialen

Er werden geen transportkosten in rekening gebracht voor afvoer naar WtM- of WtE-installaties.

De baten bij vermarkting van de resulterende afvalfracties werden als volgt bepaald:

$$Baten = WtM + WtE$$

Waarbij

- WtM = opbrengsten bij vermarkting als bron voor nieuwe materialen
- WtE = opbrengsten bij vermarkting als bron voor energie

In de volgende paragrafen wordt voor elke parameter in de bovenstaande vergelijkingen de kosten of baten geraamd per ton. Aangezien voor de kosten-baten analyse voornamelijk resultaten werden gebruikt van contractant B, werd uitgegaan van de totale hoeveelheid afval die bij contractant B werd aangeleverd (81 ton).

1.1.1 Bepaling van de kosten

1.1.1.1 Ontgravingskosten

De kosten voor de ontgraving van het gemengd stedelijk afval op de stortplaats te Zuienkerke worden geraamd in **Tabel 1**.

Tabel1: Ontgravingskosten

Parameter	Kostprijs	Bron
Selectief ontgraven	4€/ton	Ecorem
Ontgravingskost	324 €/81 ton	

1.1.1.2 Transportkosten

De kosten voor het transport van het gemengd stedelijk afval van de stortplaats naar de scheidingslocatie worden geraamd in **Tabel 2**.

Tabel 2: Transportkosten

Parameter	Kostprijs	Bron
Laden en lossen van verontreinigde grond	3,5€/ton	Ecorem
Transport van verontreinigde grond	3,5€/ton	Ecorem
Transportkosten	567€/81 ton	

1.1.1.3 Kosten ruwe scheiding

De scheidingskosten (**Tabel 3**) om het beschikbaar gestelde 81 ton stortmateriaal te scheiden, wordt bepaald op basis van gegevens van de contractanten A en B.

Tabel 3: Ruwe scheidingskosten

Parameter	Kostprijs	Bron
Ruwe scheiding (81 ton)	15-25€/ton	Contractant A en B
Kosten ruwe scheiding	1215-2025€/81ton	

1.1.1.4 Kosten fijne scheiding

Voor de fijne afvalscheiding werden geen prijzen opgegeven door de contractanten. De maximale kostprijs voor de fijne scheiding zal aan het einde van de kosten-baten analyse worden bepaald door de kosten gelijk te stellen aan de baten en de vergelijking op te lossen.

Door de contractanten werd aangegeven dat voor een goede bepaling van de kostprijs voor de fijne scheiding een groter volume restmateriaal zou moeten resulteren uit de ruwe scheiding.

1.1.1.5 Kosten te storten materiaal

Bij elke contractant werd na de ruwe scheiding een fractie gegenereerd die opnieuw moest gestort worden (**Tabel 4**). Deze bestond voornamelijk uit zeer fijn ($<45\mu\text{m}$ of $<63\mu\text{m}$) slibmateriaal of grover materiaal rijk aan organisch bestanddelen. Op basis van gegevens van contractant B werd een hoeveelheid te storten materiaal gebruikt van 32,13 ton.

Tabel 4: Te storten materiaal

Parameter	Kostprijs	Bron
Storten van het materiaal	24-33€/ton	Contractant A en B
Kosten te storten materiaal	770-1060€/32,13ton	

1.1.1.6 Totale kostprijs scheiding (excl. fijne scheiding)

Wanneer alle bovenstaande kosten worden samengevoegd, bekomt men de totale kostprijs voor de uitvoering van de scheiding (**Tabel 5**), evenwel zonder de kosten voor de fijne scheiding.

Tabel 5: Totale kostprijs scheiding

Parameter	Kostprijs
Totale kostprijs scheiding	2876-3976€/81 ton of 50-69€/ton

1.1.2 Bepaling van de baten

1.1.2.1 Opbrengsten uit WtM & WtE

De volumes van de resulterende fracties zijn bekomen uit de scheidingen van contractanten B en C. **Tabel 6** is opgesteld op basis van de massabalans van de fijne scheiding van contractanten B en C (manuele scheiding).

In **Tabel 6** wordt er van een best-case situatie uitgegaan waarbij de bekomen fracties voldoende zuiver zijn voor vermarkting.

Tabel 6: WtM & WtE baten

Fractie	Volume (ton)	Valorisatie	Verkoops prijs (€/ton)	Totale verkoop (€)	Bron
Copro gekeurd puin	7,36	WtM	3,75	28,6	³
Copro gekeurd zand	34,93	WtM	2,90	101,29	⁴
Ferrometalen	1,42	WtM	250	355	⁵
Non-ferro metalen	0,6	WtM	1320	821	⁶
Hout	0,25	WtM, WtE	10 - 25	2,5 – 6,2	Ecorem
PVC	1,04	WtM	330	342	⁷
SRF	2,99	WtE	1-10	3-30	Ecorem
Totale opbrengst				1653,39-1684,09	

1.1.3 Vergelijking van kosten en baten

De maximale kosten voor de fijne scheiding worden berekend door kosten en baten aan elkaar gelijk te stellen voor een hoeveelheid van 81 ton afval.

$$Kosten = Baten$$

$$K_{Ontaraven} + K_{Transport}(< 30km) + K_{RS} + K_{FS} + K_{ST} = WtM + WtE$$

Door het oplossen naar K_{FS} bekomt men:

$$K_{FS} = WtM + WtE - K_{Ontaraven} - K_{Transport}(< 30km) - K_{RS} - K_{ST}$$

$$K_{FS} = \text{Tabel 7}$$

³ http://www.wegeplant.be/files/s/380/file/verkoop_maart_2013%283%29.pdf

⁴ http://www.wegeplant.be/files/s/380/file/verkoop_maart_2013%283%29.pdf

⁵ <http://oudijzerprijs.net/actuele-prijs.php>

⁶ <http://www.lme-prijzen.nl/aluminiumprijs/>

⁷ Jaarverslag 2013 Fost Plus

Tabel 7: Bepaling van de maximale kostprijs voor fijne scheiding

Parameter	Kostprijs/81ton (€)	Kostprijs/ton (€)
K_{FS} (lage baten, hoge kosten)(1)	-2757,72€	-34,05€
K_{FS} (hoge baten, lage kosten)(2)	-1627,12€	-20,09€

(1) Bij prijsrange: gebruik van laagste prijs voor de bepaling van de baten en hoogste prijs voor bepaling van de kosten

(2) Bij prijsrange: gebruik van hoogste prijs voor bepaling van de baten en laagste prijs voor bepaling van de kosten

Uit de bovenstaande vergelijking en **Tabel 7** kan worden afgeleid dat de berekende kostprijs voor de fijne scheiding negatief is. Dit betekent dat de scheiding van het afval te Zuienkerke onder de hoger beschreven voorwaarden niet rendabel kan worden uitgevoerd, en dat de kosten bijgevolg hoger zijn dan de baten.

Op basis van twee bijkomende aannames kan de vergelijking van kosten en baten ook aangepast worden met een raming van de kostprijs voor de fijne scheiding.

- Voor de fijne scheiding wordt een kost gebruikt die gelijkaardig is aan deze van de ruwe scheiding (**Tabel 8**).
- Er wordt gewerkt met de fracties van contractant B voor de fijne scheiding (6,8 ton materiaal voor de fijne scheidingsinstallatie).

Tabel 8: Schatting kost fijne scheiding

Parameter	Kostprijs	Bron
Fijne scheiding (6,8-13,77 ton)	15-25€/ton	Ruwe scheiding Contractant A en B
Volledige fijne scheiding	100-205€/6,8ton 170-345€/13,77ton	

Uit **Tabel 9** blijkt dat de bijkomende kost om de aangeleverde partij gemengd huishoudelijk afval ook fijn te scheiden rond de 1 tot 3 euro hoger per ton ligt.

Tabel 9: Vergelijking van kosten en baten (inclusief fijne scheiding)

Parameter	Kostprijs/81ton (€)	Kostprijs/ton (€)
K_{FS} (lage baten, hoge kosten) (1)	-2857,7 -> -2962,7	-35,3 -> -36,6
K_{FS} (hoge baten, lage kosten) (2)	-1727,1 -> -1832,1	-21,3 -> -22,6

(1) Bij prijsrange: gebruik van laagste prijs voor de bepaling van de baten en hoogste prijs voor bepaling van de kosten

(2) Bij prijsrange: gebruik van hoogste prijs voor bepaling van de baten en laagste prijs voor bepaling van de kosten

1.2 Maatschappelijke Kosten-Baten analyse (MKBA)

Uit de kosten-baten analyse blijkt dat voor het afval afkomstig van de stortplaats te Zuienkerke, de baten vanuit de valorisatie niet opwegen tegen de kosten van de scheiding. Bij de kosten-baten analyse werden de maatschappelijke baten van een geheel of gedeeltelijk verwijderde stortplaats niet in rekening gebracht. Uit bestaande publicaties blijkt duidelijk dat voor het bepalen van de rendabiliteit van landfill mining de maatschappelijke baten een belangrijke factor is.

De baten in de MKBA worden als volgt gedefinieerd.

$$\begin{aligned} \text{Baten} = & WtM + WtE + \text{Waarde van terrein voor herontwikkeling} \\ & + \text{Verminderde kost sluiting stortplaats en nazorgactiviteiten} \\ & + \text{Besparing ruwe grondstoffen} \\ & + \text{Beperken van negatieve milieueffecten} \end{aligned}$$

Waarbij:

- WtM = Waste to Materials.
- WtE = Waste to Energy.
- Waarde van terreinen voor herontwikkeling = Waarde van de terreinen die beschikbaar worden voor herontwikkeling omdat (een deel van) de stortplaats geruimd kan worden.
- Verminderde kost sluiting stortplaats en nazorgactiviteiten = De verminderde kost voor de sluiting van de stortplaats en de nazorgactiviteiten doordat (een deel van) de stortplaats opgeruimd kan worden.
- Besparing ruwe grondstoffen = De besparing van aankoop van ruwe grondstoffen aangezien deze uit de stortplaats kunnen gerecupereerd worden.
- Beperken van negatieve milieueffecten = De beperking van negatieve milieueffecten omdat (een deel van) de stortplaats opgeruimd kan worden

Voor de bepaling van de MKBA werden volgende uitgangspunten gebruikt:

- Er worden geen andere kosten/baten dan hoger beschreven in rekening gebracht. (bijvoorbeeld CO₂-kost)
- De vermeden negatieve milieueffecten worden bekeken op basis van schade aan ecosystemen en schade aan de gezondheid.
- De schade aan ecosystemen wordt gewaardeerd via preventiekosten, afgeleid uit Europese doelstellingen (NEC-richtlijn). De aanbevolen monetarisering is 100€ per hectare waar de 'critical load' wordt overschreden. De critical load is de belasting waarboven schade aan het ecosysteem optreedt.
- De waardering van gezondheidseffecten wordt afgeleid uit 'willingness-to-pay'-bepalingen en ligt tussen 50.000 EUR en 75.000 EUR per geval. De effecten worden bepaald via de LCA software Simapro via DALY (Daily Assessment of Life Yield) in impact assessment Eco-indicator 99.

De MKBA wordt uitgevoerd voor een fictieve stortplaats met een gelijkaardige afvalsamenstelling als de afvalstoffen van de stortplaats te Zuienkerke. Dit fictieve stort heeft een volume van 2.000.000m³ gemengd huishoudelijk afval, heeft een oppervlakte van 10ha en een afvaldensiteit van 0,5ton/m³. In **Tabel 10** worden de kosten samengevat voor de toepassing van LFM op deze fictieve stortplaats.

Tabel 10: Kosten LFM voor fictieve stortplaats

Parameter	Volume (ton)⁸	Kost/ton	€/1.000.000ton
Ontgravingskost	1.000.000	4€/ton	4 mln€
Transport	1.000.000	7 €/ton	7 mln€
Ruwe Scheiding	1.000.000	15-25€/ton	15 – 25 mln€
Storten	400.000	24-33€/ton	9,6 – 13,2 mln€
Fijne scheiding	84.000 ⁹	15-25€/ton	1,3 - 2,1 mln€
Totaal			36,9 - 51,3 mln€

⁸ Afronding van de berekende volumes

⁹ 8.4% van het originele volume op basis van gegevens van contractant B

In **Tabel 11** worden de baten samengevat voor de toepassing van LFM op deze fictieve stortplaats.

Tabel 11: Baten LFM voor fictieve stortplaats

Fractie	Volume (ton) ¹⁰	Eenheidsprijs (€/ton; €/m ²)	Totaal (€)
Copro gekeurd puin	95.000	Zie Tabel	356.250
Copro gekeurd zand	430.000		1,25 mln€
Ferrometalen	18.000		4,25 mln€
Non-ferrometalen	8.000		10,56 mln€
Hout	3.000		30.000-75.000
PVC	13.000		4,29 mln€
SRF	37.000		37.000-370.000
Maatschappelijke baten	Oppervlakte (m ²)	Eenheidsprijs (€/m ²)	Totaal (€)
Waarde van terreinen voor herontwikkeling	6.000-10.000	70	0,7 mln€
Verminderde kost sluiting stortplaats en nazorgactiviteiten	6.000-10000	34,71 (CAT1/2) 9.92 (CAT3) ¹¹	59.520-347.100
Besparing ruwe grondstoffen	6.000-10000	1.020-1040	6,12 – 10,4 mln€
Beperken van negatieve milieueffecten	6.000-10000	75-113	0,45 – 1,13 mln€
Totaal			28,2 – 33,35 mln€

Uit **Tabel 10** en **Tabel 11** blijkt dat indien de maatschappelijke baten in rekening worden gebracht, hier nog steeds geen economisch haalbare scheiding kan uitgevoerd worden. Het geschat tekort per ton bedraagt -8,5 tot -18 €/ton.

Het is belangrijk te benadrukken dat deze MKBA sterk afhankelijk is van de type afvalstoffen die vanop de stortplaats te Zuienkerke werden aangevoerd en van de resultaten van de uitgevoerde scheidingstesten.

¹⁰ Afronding van de berekende volumes

¹¹ Vlarem II Afdeling 5.2.4.7