



ZORGWEKKENDE STOFFEN IN GERECYCLEERD TEXTIEL EN KUNSTSTOF

OVAM

OVAM.VLAANDEREN.BE

MEETCAMPAGNE

Zorgwekkende stoffen in gerecycleerd
textiel en kunststof
publicatiedatum / 17.11.2025

////////////////////////////////////

DOCUMENTBESCHRIJVING

- | | |
|---|---|
| 1 <i>Titel van publicatie:</i>
Meetcampagne naar zorgwekkende stoffen
in gerecycleerd textiel en kunststof | 2 <i>Verantwoordelijke Uitgever:</i>
OVAM |
| 3 <i>Wettelijk Depot nummer:</i>
D/2025/5024/41 | 4 <i>Trefwoorden:</i>
Meetcampagne, gerecycleerd textiel,
gerecycleerd kunststof, zorgwekkende
stoffen, REACH, POP-verordening |
| 5 <i>Samenvatting:</i>
Dit rapport biedt een gedetailleerd overzicht van de meetcampagne uitgevoerd door Centexbel in samenwerking met de OVAM. Het doel van de meetcampagne is om de aanwezigheid van zorgwekkende stoffen in gerecycleerde textiel- en kunststofmaterialen te analyseren en te evalueren in overeenstemming met REACH en de POP-verordening. | |
| 6 <i>Aantal bladzijden:</i> 89 | 7 <i>Aantal tabellen en figuren:</i> 26/14 |
| 8 <i>Datum publicatie:</i> 2025
Voor de meest recente versie van dit document kunt u terecht op de OVAM website: ovam.vlaanderen.be | 9 <i>Prijs*:</i> / |
| 10 <i>Begeleidingsgroep en/of auteur:</i>
Centexbel/VKC en OVAM | 11 <i>Contactpersonen:</i>
liesbeth.sneyers@ovam.be |
| 12 <i>Andere titels over dit onderwerp:</i> / | |

U hebt het recht dit rapport te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:
ovam.vlaanderen.be

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

Afkortingen	5
1 Samenvatting.....	8
2 Summary	9
3 Inleiding.....	10
3.1 Context	10
3.2 Doel van de studie	10
4 Plan van aanpak meetcampagne.....	12
4.1 Selectie gerecycleerde materialen	12
4.2 Monsterneming en -voorbehandeling	13
4.3 Analyse van zorgwekkende stoffen	23
5 Resultaten meetcampagne	37
5.1 Natuurlijk textiel	37
5.2 Synthetisch textiel	39
5.3 Tapijten	42
5.4 Matrassen	44
5.5 AEEA en afgedankte voertuigen	46
5.6 Verpakkingen	49
5.7 PVC	52
5.8 Kabelisolatiemateriaal	54
5.9 Banden	57
5.10 Kunststoffen van diverse oorsprong	59
6 Aanbevelingen voor code van goede praktijk	62
6.1 Monsterneming	62
6.2 Kwaliteitscontrole	62
6.3 Specifieke aanbevelingen textiel	64
6.4 Specifieke aanbevelingen kunststof	65
Bijlagen	67
Bijlage 1: Instructies monsterneming	67
Bijlage 2: Standaard monstervoorbehandeling	71
Bijlage 3: Info en detectielimiet screeningsmethoden	73
Bijlage 4: Info en detectielimiet kwantitatieve methoden	78

AFKORTINGEN

Afkorting	Betekenis (Nederlands)
ABS	Acrylonitril-butadieen-styreen
ADCA	Azodicarbonamide
AEEA	Afgedankte elektrische- en elektronische apparatuur
AP	Akylfenolen
APEO	Alkylfenoethoxylaten
APPI	Athospheric pressure photo ionisatie
BaA	Benzo(a)anthraceen
BaP	Benzo(a)pyreen
BbFA	Benzo(b)fluorantheen
BBP	Benzylbutylftalaat
BCF	Bulk continuous filament
BeP	Benzo(e)pyreen
BjFA	Benzo(j)fluorantheen
BFR	Gebromeerde vlamvertragers
BkFA	Benzo(k)fluorantheen
BMP	2,2-Bis(bromomethyl)propaan-1,3-diol
BPA	Bisfenol A
Cd	Cadmium
CHR	Chryseen
CMA	Compendium voor Monsterneming & Analyse
CMR	Carcinogeen mutagen & reprotoxisch
Co	Kobalt
D4	Octamethylcyclotetrasiloxaan
D5	Decamethylcyclopentasiloxaan
D6	Dodecamethylcyclohexasiloxaan
DBAha	Dibenzo[a,h]anthraceen
DBDPE	Decabromodifenylethaan
DBP	Dibutylftalaat
DBT	Dibutyltin
DCHP	Dicyclohexylftalaat
DecaBDE	Decabromodifenylether
DEHP	Di(2-ethylhexyl)ftalaat
DHIP	Di(C6-8) vertakte alkylesters
DHNUP	Di(C7-11) vertakte en lineaire alkylesters
DHP	Dihexylftalaat
DIBP	Diisobutylftalaat
DIDP	Diisodecylftalaat
DINP	Diisononylftalaat
DIPP	Diisopentylftalaat
DMEP	Bis(2-methoxyethyl)ftalaat
DOT	Dioctyltin
DPP	Dipentylftalaat
DPPO	Difeny(2,4,6-trimethylbenzoyl)fosfineoxide
EPS	Geëxpandeerd polystyreen

ELV	End-of-Life Vehicles
ESI	Electrospray ionisatie
FTOH	Fluortelomeeralcohol
FTS	Fluortelomeersulfonzuur
GC-MS	Gaschromatografie-massaspectrometrie
HBCDD	Hexabroomcyclododecaan
HDPE	Hoge dichtheid polyethylene
HeptaBDE	Heptabromodifenylether
HexaBDE	Hexabromidifenylether
HHPA	Hexahydromethylftaalzuuranhydride
HIPS	Hoge impact polystyreen
HPLC	High pressure liquid chromatography
ICP-MS	Geïnduceerd gekoppeld plasma massaspectrometrie (induced coupled plasma)
LC-MS	Vloeistofchromatografie-massaspectrometrie (liquid chromatography)
LDPE	Lage dichtheid polyethylene
MCCP	Medium chain chlorinated paraffins (middellange keten gechloreerde paraffinen)
MHHPA	Methylhexahydroftaalzuuranhydride
N-Et-FOSE	N-Ethyl Perfluorooctaansulfonylethanol
N-Me-FOSE	N-Methyl Perfluorooctaansulfonylethanol
NIR	Near infrared spectroscopy
NP	Nonylfenol
NPEO	Nonylfenoethoxylaten
OP	Octylfenol
OPEO	Octylfenoethoxylaten
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PA	Polyamide
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
Pb	Lood
PCB	Polychloorbifenylen
PBDE	Polygebromeerde difenylethers
PE	Polyethyleen
PentaBDE	Pentabromodifenylether
PES	Polyester
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
PFBS	Perfluorobutaan sulfonzuur
PFDA	Perfluorodecaanzuur
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur
PFHxS	Perfluorohexaansulfonzuur
PFNA	Perfluorononaanzuur
PFOA	Perfluorooctaanzuur
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur
PFR	Fosforhoudende vlamvertragers
PFTDA	Perfluorotetradecaanzuur
PFTTrDA	Perfluorotridecaanzuur
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur
POP	Persistente organische pollutanten
PP	Polypropyleen

PS	Polystyreen
PTAP	p-(1,1-dimethylpropyl)fenol
PTBP	p-tert-butylfenol
PU	Polyurethaan
PVC	Polyvinylchloride
REACH	Registratie, Evaluatie, Autorisatie en Beperking van Chemische stoffen
ROHS	Restriction of hazardous substances
SCCP	Short chain chlorinated paraffins (kortketen chloroparaffines)
SEM	Scanning elektronenmicroscopie
SVHC	Zeer Zorgwekkende Stoffen (substances of very high concern)
SVOC	Semi-volatile organic compound
TBBPA	Tetrabromobisfenol-A
TBNPA	3-broom-2,2-bis(bromomethyl)-1-propanol
TBPH	Bis(2-ethylhexyl)tetrabroomftalaat
TetraBDE	Tetrabromodifenylether
TBPP	Tris(4-tert-butylfenyl)fosfaat
TBT	Tributyltin
TCEP	Tris(2-chloorethyl)fosfaat
TCPP	Tris(2-chloor-1-methylethyl)fosfaat
TDCPP	Tris(1,3-dichloor-2-propyl)fosfaat
TEPA	Tetra-ethyleenpentamine
THF	Tetrahydrofuran
TMA	Trimellietzuuranhydride
TOF	Totaal organisch fluor
TPP	Trifenylfosfaat
Tris	Tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat
TTBP-TAZ	2,4,6-tris(2,4,6-tribroomfenoxy)-1,3,5-triazine
UTC	Onbedoelde sporenverontreiniging (Unintentional Trace Contaminant)
XRF	X-Ray Fluorescence (röntgenfluorescentie)
ZS	Zorgwekkende stoffen

1 SAMENVATTING

Een gerecycleerd materiaal dat men als grondstof op de markt wil brengen moet voldoen aan de voor producten geldende wetgeving en normen en moet veilig zijn voor de toepassing waarin het wordt ingezet. De afvalsector krijgt steeds meer te maken met zogenoemde legacy-stoffen: chemische stoffen die in het verleden waren toegestaan maar intussen verboden of beperkt zijn. Tegelijk worden nog veel zorgwekkende stoffen gebruikt die (nog) niet verboden of beperkt zijn. Voor de recyclagesector is het een uitdaging om aan te tonen dat een gerecycleerd materiaal veilig is. Daarom stond bij deze meetcampagne het hele proces centraal: het nemen van een representatief monster, de keuze van de te analyseren stoffen en het toetsen van de resultaten aan de grenswaarden uit de regelgeving.

Aan de meetcampagne namen 21 bedrijven deel. Er werden 78 stromen onderzocht die bestaan uit gerecycleerd kunststof- of textielmateriaal zoals textielvezels en kunststofmaalgoed en -regranulaat. De stromen werden op basis van herkomst of aard ingedeeld in 10 categorieën: natuurlijk textiel, synthetisch textiel, tapijten, matrassen, afgedankte elektrische en elektronische apparatuur/voertuigen, verpakkingen, PVC, kabelisolatiemateriaal, banden en kunststoffen van diverse oorsprong.

De monsterneming gebeurde door een erkend monsternemer of, waar dat niet mogelijk was, door de exploitant zelf aan de hand van duidelijke instructies. De voorbehandeling werd uniform uitgevoerd, zodat alle stalen op vergelijkbare wijze konden worden geanalyseerd. Voor de analyse van zorgwekkende stoffen werd een combinatie van screeningsmethoden en kwantitatieve analysemethoden ingezet. Screening met XRF, thermische extractie GC-MS en LC-MS maakte het mogelijk om snel bepaalde elementen en stofgroepen op te sporen. Wanneer de detectielimieten van de screening niet toereikend waren of er aanwijzingen bestonden dat een stof aanwezig kon zijn, werd overgegaan op kwantitatieve analyse.

De analyseresultaten zijn getoetst aan de grenswaarden in de POP-verordening en REACH. Bij 3 stalen (staal 54, 57 en 64) was er een overschrijding van de SVHC-drempel van 0,1% voor DEHP waardoor er een informatieplicht geldt. Daarnaast was er in staal 64 ook meer dan 0,1% MCCP aanwezig. DEHP is ook een autorisatieplichtige stof. In 9 van de 78 stalen was er een overschrijding van de grenswaarde in bijlage XVII (beperkingen) van REACH. Deze overschrijdingen hadden echter vooral een impact op het type toepassing dat nog is toegelaten voor het gerecycleerde materiaal. In staal 16 dat bestaat uit pre-consumer synthetische vezels lag het gehalte aan 10:2 FTOH boven de toegelaten grenswaarde van 260 µg/kg. Het gehalte lood in staal 64 (post-consumer kabelisolatiemateriaal) lag veel hoger dan de 0,1% lood die is toegelaten in voorwerpen die teruggewonnen flexibel PVC bevatten.

Daarnaast worden er door Centexbel aanbevelingen geformuleerd voor een code van goede praktijk die door OVAM zal worden opgemaakt. Er worden aanbevelingen gegeven rond de monsterneming maar ook voor een breed kwaliteitscontrolesysteem. Deze code van goede praktijk biedt de sector concrete en hanteerbare richtlijnen om te komen tot veilige gerecycleerde materialen en draagt zo bij aan een verantwoorde circulaire economie.

2 SUMMARY

A recycled material intended to be marketed as a raw material must comply with applicable product legislation and standards and must be safe for the application in which it is used. The waste sector is increasingly confronted with so-called legacy substances: chemicals that were previously permitted but are now banned or restricted. At the same time, many substances of concern are still used that are not (yet) banned or restricted. Demonstrating the safety of a recycled material is a challenge for the recycling sector. Therefore, this measurement campaign focused on the entire process: taking a representative sample, selecting the substances to be analyzed, and verifying the results against regulatory limits.

Twenty-one companies participated in the measurement campaign. Seventy-eight streams consisting of recycled plastic or textile materials, such as textile fibres, plastic regrind, and regrenulate, were examined. The streams were classified into 10 categories based on their origin or nature: natural textiles, synthetic textiles, carpets, mattresses, waste electrical and electronic equipment/vehicles, packaging, PVC, cable insulation, tires, and plastics of various origins.

Sampling was carried out by a certified sampler or, where this was not possible, by the operator themselves, following clear instructions. Pretreatment was carried out uniformly so that all samples could be analyzed in a comparable manner. A combination of screening methods and quantitative analysis methods was used to analyze substances of concern. Screening with XRF, thermal extraction GC-MS, and LC-MS enabled the rapid detection of specific elements and groups of substances. If the detection limits of the screening were insufficient or there were indications that a substance could be present, quantitative analysis was performed.

The analysis results were checked against the limit values in the POP Regulation and REACH. In three samples (samples 54, 57, and 64), the SVHC threshold of 0,1 % for DEHP was exceeded, requiring information obligations. In addition, sample 64 also contained more than 0,1% MCCP. DEHP is also a substance subject to authorization. Nine of the 78 samples exceeded the limit in Annex XVII (restrictions) of REACH. However, these exceedances primarily impacted the type of application still permitted for the recycled material. In sample 16, which consists of pre-consumer synthetic fibres, the 10:2 FTOH content was above the permitted limit of 260 µg/kg. Furthermore, the lead content in sample 64 (post-consumer cable insulation material) was much higher than the 0,1 % lead permitted in articles containing reclaimed flexible PVC.

Centexbel is also formulating recommendations for a code of good practice to be developed by OVAM (the Public Waste Agency in the region of Flanders). Recommendations are provided regarding sampling and a comprehensive quality control system. This code of good practice offers the sector concrete and practical guidelines for achieving safe recycled materials, thus contributing to a responsible circular economy.

3 INLEIDING

3.1 CONTEXT

De afvalsector wordt geconfronteerd met afvalstoffen die “legacy” stoffen bevatten. Legacy-stoffen zijn stoffen waarvan het gebruik in het verleden was toegelaten, maar waarvan het gebruik nu is verboden of beperkt. Deze stoffen kunnen echter wel nog aanwezig zijn in producten die op de afvalmarkt terechtkomen. Dit is vooral problematisch bij producten met een lange levensduur zoals bouwmaterialen, voertuigen, textiel en elektrische en elektronische apparaten. Een bijkomend probleem is dat er momenteel in producten ook nog veel zorgwekkende stoffen worden gebruikt die (nog) niet verboden of beperkt zijn. Zij kunnen voor bijkomende risico's zorgen naar mens en leefmilieu wanneer ze niet adequaat gerecycleerd worden en niet in de juiste toepassingen opnieuw worden ingezet.

Diegene die een gerecycleerd materiaal als grondstof op de markt wil brengen of wil gebruiken moet steeds voldoen aan de voor producten geldende wetgeving en normen. Dit betekent onder andere dat de beoogde grondstof moet voldoen aan de grenswaarden en bepalingen in bijlage I van de POP-verordening en in bijlage XIV (autorisatie) en in bijlage XVII (beperkingen) van REACH. Dit is dan ook één van de voorwaarden om te kunnen spreken over een einde-afvalstof of een bijproduct. Deze voorwaarden zijn opgenomen in artikel 36 (voorwaarden einde-afval) en artikel 37 (voorwaarden bijproduct) van het Materialendecreet. Daarnaast legt artikel 40.§3 van het Materialendecreet (omzetting uit Kaderrichtlijn afvalstoffen) de volgende verplichting op

“Een natuurlijke of rechtspersoon die voor de eerste keer:

- *Een materiaal gebruikt dat niet langer een afvalstof is en niet in de handel is gebracht;*
- *Of een materiaal voor het eerst sinds het niet langer een afvalstof is, in de handel brengt;*

Ziet erop toe dat het materiaal voldoet aan de vereisten vermeld in de wetgeving over de chemische stoffen en producten.

Aan de voorwaarden, vermeld in artikel 36 of 37, is voldaan voordat de wetgeving over de chemische stoffen en producten van toepassing is op het materiaal dat niet of niet meer als een afvalstof moet worden beschouwd.”

Vanuit de sector krijgt de OVAM vooral het signaal dat het een uitdaging is om aan te tonen dat het materiaal voldoet aan de grenswaarden voor chemische (zorgwekkende) stoffen die worden opgelegd in REACH en de POP-verordening. Er is vraag naar een duidelijke code van goede praktijk.

Via deze opdracht wil de OVAM zelf het volledige proces doorlopen. Dit geeft ons een goed beeld van de uitdagingen bij:

- Het nemen van een representatief monster;
- Het nemen van een keuze op welke zorgwekkende stoffen het monster moet worden onderzocht;
- Het toetsen van de resultaten aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening.

3.2 DOEL VAN DE STUDIE

De resultaten van dit onderzoek zullen bijdragen aan een veilige en duurzame toepassing van gerecycleerde materialen, conform de geldende regelgeving, zoals de POP-verordening en REACH. Dit draagt niet alleen bij aan de naleving van wettelijke vereisten, maar biedt ook concrete handvatten voor een efficiëntere en meer verantwoorde inzet van gerecycleerde grondstoffen.

Binnen deze studie werd Centexbel specifiek belast met de volgende taken:

- **Selectie van geschikte recyclagebedrijven (in samenspraak met OVAM):** Het identificeren en betrekken van bedrijven die relevant zijn voor het onderzoek en die gerecycleerde materialen beschikbaar hebben waarin ZS kunnen worden geanalyseerd. Dit omvat materialen zoals kunststoffen, textiel en rubber.
- **Toepassen van monstername- en analysemethodes en het toetsen van de resultaten aan de regelgeving:** Het toepassen van robuuste en gevalideerde methodologieën voor het nemen van representatieve stalen en het kwantificeren van zorgwekkende stoffen. Deze methodes dienen zowel de wettelijke detectie-eisen als de praktische haalbaarheid binnen de sector te waarborgen.
- **Formuleren van aanbevelingen voor een code van goede praktijk:** Het ontwikkelen van richtlijnen die de sector ondersteunen bij het waarborgen van de veiligheid en kwaliteit van gerecycleerde materialen. Hierbij moet een balans worden gevonden tussen veiligheid, milieu-impact en economische haalbaarheid.

De verwachte output van dit project biedt niet alleen praktische ondersteuning aan de recyclagesector, maar legt ook een solide basis voor beleidsvorming. Door het combineren van wetenschappelijke nauwkeurigheid, sectorale expertise en beleidsmatige relevantie draagt dit project bij aan een toekomstgerichte aanpak voor het beheer en gebruik van gerecycleerde materialen.

4 PLAN VAN AANPAK MEETCAMPAGNE

De meetcampagne richt zich op **gerecycleerde materialen die volledig of voor een groot deel bestaan uit kunststoffen en/of textiel**.

De gerecycleerde materialen werden onderzocht op relevante stoffen die gereguleerd zijn in:

- POP-verordening (UTC in bijlage I);
- REACH:
 - o kandidaatslijst van zeer zorgwekkende stoffen (SVHC) voor autorisatie raadpleegbaar op ECHA-website¹;
 - o bijlage XIV Lijst van autorisatieplichtige stoffen in REACH;
 - o bijlage XVII Beperkingen op de vervaardiging, het in de handel brengen en het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen, mengsels en voorwerpen in REACH.

Naast deze stoffen kunnen er vanuit de productwetgeving en/of omwille van eisen van de gebruiker nog andere grenswaarden voor stoffen worden opgelegd. Omdat deze sterk afhankelijk zijn van de specifieke toepassing waarin het materiaal wordt ingezet, is dit niet meegenomen in deze meetcampagne.

4.1 SELECTIE GERECYCLEERDE MATERIALEN

Voor deze meetcampagne werd een selectie gemaakt van recyclagebedrijven actief in de textiel- en kunststofsector. De voorkeur ging uit naar bedrijven die post-consumer gerecycleerde materialen beschikbaar hadden, aangezien bij deze materialen het risico op de aanwezigheid van zogenoemde legacy-stoffen het grootst is.

In totaal werden 24 bedrijven benaderd met de vraag om vrijwillig deel te nemen aan de meetcampagne. 21 van hen hebben toegezegd. De selectie omvat zowel textiel- en kunststofrecyclagebedrijven als maakbedrijven die, naast primaire grondstoffen, ook afvalstoffen recycleren en verwerken tot nieuwe producten.

In overleg met de deelnemende bedrijven werden de meest relevante gerecycleerde materialen geselecteerd die ter plaatse beschikbaar waren voor monsterneming. In totaal werden 78 gerecycleerde materialen bemonsterd, met de volgende herkomst:

- natuurlijk textiel;
- synthetisch textiel;
- tapijten;
- matrassen;
- AEEA en afgedankte voertuigen;
- verpakkingen;
- PVC;
- kabelisolatiemateriaal;
- banden;
- kunststoffen van diverse oorsprong.

Daarnaast werd aan de bedrijven gevraagd in hoeverre zij reeds ervaring hebben met interne of externe screening naar de aanwezigheid van zorgwekkende stoffen. De meeste bedrijven hebben

¹ Kandidaatslijst raadpleegbaar op ECHA website in overeenstemming met artikel 59, lid 10, van de REACH-verordening [Kandidaatslijst van zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie - ECHA](#)

occasioneel of regelmatig analyses laten uitvoeren op gerecycleerde textiel- en/of kunststofmaterialen, met focus op stoffen die gereguleerd zijn onder REACH of de POP-verordening. Ongeveer de helft van de kunststof(recyclage)bedrijven maakt bovendien intern gebruik van een XRF-scanner voor de detectie van zware metalen.

4.2 MONSTERNEMING EN -VOORBEHANDELING

4.2.1 Monsterneming

De monsterneming van de gerecycleerde materialen werd uitgevoerd door een erkend monsternemer, in overeenstemming met de methodologieën zoals vastgelegd in het Compendium voor Monsterneming en Analyse (CMA), gepubliceerd op het EMIS-platform (vito.be). Voor deze opdracht werd Eurofins ECCA uit Merelbeke ingeschakeld.

In een beperkt aantal gevallen kon de monsterneming om logistieke of operationele redenen niet door ECCA worden uitgevoerd. In die situaties nam de exploitant zelf één of meerdere monsters. Hiervoor werden duidelijke instructies opgesteld, terug te vinden in bijlage 1.

De omschrijving van de stalen in de tabellen in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de aangeleverde informatie van de exploitant. Er kan niet gegarandeerd worden dat deze representatief zijn voor de samenstelling van het gerecycleerde materiaal.

4.2.1.1 Natuurlijk textiel

Er werden 9 gerecycleerde materialen bemonsterd die hoofdzakelijk bestaan uit natuurlijke textielvezels geproduceerd uit textiel van diverse herkomst. Het gaat zowel om pre-consumer als om post-consumer stromen die hoofdzakelijk bestaan uit diverse natuurlijke vezels zoals jute, katoen en wol. Alle materialen waren opgeslagen in balen en de monsterneming gebeurde manueel via grepen langs het oppervlak van geopende balen of door de exploitant zelf volgens een instructieblad.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 1: Monsterneming van gerecycleerde materialen die hoofdzakelijk bestaan uit natuurlijk textiel

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
1	Vezels jute koffiezakken	Post-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
2	Vezels jute koffiezakken	Post-consumer	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
3	Vezels sisal touw	Niet gekend	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
4	Vezels katoen/jeans	50 % pre-consumer + 50 % post-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
5	Vezels jeans/elastaan	Niet gekend	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
6	Vezels jeans/elastaan/wol	Niet gekend	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad

7	Vezels polyester/katoen	Niet gekend	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
8	Vezels katoen/wol	30 % pre-consumer + 70 % post-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
9	Vezels acryl/katoen/wol (multi-color)	Niet gekend	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad

4.2.1.2 Synthetisch textiel

Er werden 14 gerecycleerde materialen bemonsterd die hoofdzakelijk bestaan uit synthetische textielvezels geproduceerd uit textiel van diverse herkomst. Het gaat zowel om pre-consumer als om post-consumer stromen die voornamelijk bestaan uit PP of polyester. Alle materialen waren opgeslagen in balen en de monsterneming gebeurde hoofdzakelijk manueel via grepen langs het oppervlak van (al dan niet geopende) balen. Balen werden alleen geopend als hiervoor toestemming werd gekregen van de exploitant. In één geval werd het monster rechtstreeks van een transportband genomen op basis van tijdsintervallen.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 2: Monsterneming van gerecycleerde materialen die hoofdzakelijk bestaan uit synthetisch textiel

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
10	Vezels acryl/PES/polyamide	Post-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
11	Vezels PP/polyamide	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
12	Vezels PP multicolor	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
13	Vezels PP garen 60mm	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
14	Vezels extrusie garnetté PP en BCF garen	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
15	Snippers geotextielvlies (PP/polyester)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
16	Snippers geotextielvlies (PP/polyester)+ wit garen	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
17	Vezels garnetté PP/polyester	Pre-consumer (extrusie-afval)	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
18	Vezels polyester naaldvilt (zwart)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
19	Vezels polyester garens (multicolour)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
20	Vezels polyester garens, zelfkanten, matrastijk (wit)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen van transportband (10s tijdsinterval)

21	Vezels polyester non-woven (multicolour)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
22	Vezels polyester non-woven (wit)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
23	Vezels polyester (multicolour), zelfkanten (PP)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal

4.2.1.3 Tapijten

Er werden 8 gerecycleerde materialen bemonsterd die voortkomen uit de recyclage van pre-consumer tapijten. De meeste materialen waren opgeslagen in balen, waarbij de monsterneming hoofdzakelijk gebeurde via grepen langs het oppervlak van de gesloten baal. Balen werden alleen geopend als hiervoor toestemming werd gekregen van de exploitant. Eén materiaal werd opgeslagen in een bunker en bemonsterd door subpartijen te nemen met een bulldozer.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 3: Monsterneming van gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van tapijten

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
24	Tapijtsnippers automobiel-industrie (backing + vezels)	Pre-consumer	Bunker	Subpartijen genomen met bulldozer
25	Tapijtvezel (getuft tapijt)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
26	Tapijtvezel zonder latex (getuft tapijt)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
27	Tapijtvezel (PP raffia) zonder latex (getuft tapijt)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
28	Drainagevezel tuft tapijtproductie	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
29	Drainagevezel grastapijt productie groen	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
30	Drainagevezel zelfkanten tapijtproductie	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
31	Drainagevezel naaldvilt tapijtproductie	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal

4.2.1.4 Matrassen

Er werden 8 gerecycleerde materialen bemonsterd die voortkomen uit de recyclage van matrassen. De 4 eerste stromen zijn vezels afkomstig van pre-consumer matrastijk. De materialen waren opgeslagen in balen, waarbij de monsterneming gebeurde via manuele grepen aan het oppervlak van losgemaakte of gesloten balen. De 4 overige stromen zijn afkomstig van de recyclage van post-consumer matrassen. Het gaat zowel om losse vlokken als om rebond-schuim (vlokken met bindmiddel geperst tot een afgewerkt product).

De monsterneming gebeurde op verschillende manieren: manueel van een transportband met een tijdsinterval, door het nemen van kleine stukken uit geperste grote stukken schuim of door het

afsnijden van een staal uit het eindproduct. Balen werden alleen geopend als hiervoor toestemming werd gekregen van de exploitant.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 4: Monsterneming van gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van matrassen

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
32	Vezels matrastijk PES/katoen/wol/PU	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit losgemaakte baal
33	Vezels matrastijk (wit/crème)	Niet gekend	Baal	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
34	Vezels matrastijk	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
35	Vezels matrastijk polyester (wit)	Pre-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak uit gesloten baal
36	Vlokken PU schuim uit NL (multicolour)	Post-consumer	Baal	Manuele grepen van transportband (20s tijdsinterval)
37	Vlokken PU schuim uit FR/DE (multicolour)	Post-consumer	Baal	Manuele grepen langs het oppervlak. Afwijkende monsternaming: stukken losgemaakt van geperste grote stukken foam
38	PU rebond 1 (multicolour)	Post-consumer	Afgewerkt voorwerp	Stuk afgesneden door exploitant
39	PU rebond 2 (vnl groen)	Post-consumer	Afgewerkt voorwerp	Stuk afgesneden door exploitant

4.2.1.5 AEEA en afgedankte voertuigen

Er werden 8 gerecycleerde kunststofmaterialen bemonsterd die voortkomen uit de recyclage van AEEA en afgedankte voertuigen. Het gaat uitsluitend om post-consumer materialen, bestaande uit verschillende kunststoftypes zoals PS, PP, ABS en PE. De gerecycleerde kunststoffen waren in diverse opslagvormen aanwezig, waaronder bigbags, octabins en in een silo.

De monsterneming gebeurde hoofdzakelijk manueel met een handschep langs het oppervlak van de verpakking. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. De gerecycleerde materialen met nummer 41, 45, 46 en 47 waren uitsluitend opgeslagen in 2m hoge bigbags waardoor monsterneming moest gebeuren vanop een ladder. In het geval van opslag in de silo werd het staal genomen door exploitant via de afvulopening.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 5: Monsterneming van gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van AEEA en afgedankte voertuigen

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
40	PS maalgoed van koelkasten (vnl wit)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
41	PS regranulaat van koelkasten (grijs)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
42	PS regranulaat van koelkasten, (wit), bunker-silo	Post-consumer	Silo	Emmer gevuld via afvulopening silo door exploitant
43	PP maalgoed van bumpers (zwart)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
44	PP regranulaat voornamelijk van ELV (zwart)	Post-consumer	Octabin	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
45	PS regranulaat voornamelijk van ELV, (zwart)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
46	ABS maalgoed voornamelijk van AEEA, (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
47	PE maalgoed (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak

4.2.1.6 Verpakkingen

Er werden 9 gerecycleerde kunststofmaterialen bemonsterd die voortkomen uit de recyclage van post-consumer verpakkingsafval. Het gaat om een breed scala aan kunststofmaalgoed en -regranulaat zoals HDPE, LDPE, PP, HIPS en EPS. De materialen werden voornamelijk opgeslagen in bigbags.

De monsterneming varieerde afhankelijk van de opslagvorm. Meestal gebeurde de monsterneming manueel met een handschap langs het oppervlak van de bigbag. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. De gerecycleerde materialen met nummer 49, 50, 51, 53 en 55 waren uitsluitend opgeslagen in 2m hoge bigbags waardoor de monsterneming moest gebeuren vanop een ladder. In enkele gevallen werd de monsterneming uitgevoerd tijdens de productie. Bij de gecompacteerdde blokken EPS werd een monster genomen door het manueel losmaken van kleine brokken EPS.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 6: Monsterneming van gerecycleerde verpakkingsmaterialen

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
48	HDPE /PP maalgoed (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
49	PP maalgoed 1 (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
50	PP maalgoed 2 (lichte kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak

51	PP maalgoed 3 (donkere kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
52	Regranulaat gemengde folies (grijs)	Post-consumer	In productie	Materiaal rechtstreeks opgevangen vanuit afvulopening in emmer
53	Regranulaat LDPE folies (grijs)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
54	Maalgoed mix zware kunststoffen (diverse kleuren)	Post-consumer	In productie	Monsternaming tijdens productie
55	HIPS regranulaat van plantentrays	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
56	Geperste EPS-blokken	Post-consumer	Gecompacteerd blokken op palet	Manuele grepen langs het oppervlak, met handen brokken losgemaakt

4.2.1.7 PVC

Er werden 5 gerecycleerde materialen bemonsterd die bestaan uit zacht of hard PVC, afkomstig van de recyclage van diverse toepassingen zoals vloerbekleding, raamprofielen en buizen. De meeste materialen betreffen post-consumer stromen, met uitzondering van één gemengde stroom die ook pre-consumer materiaal bevat.

De materialen werden voornamelijk opgeslagen in bigbags. De monsterneming gebeurde dan manueel met een handschap langs het oppervlak van de big bag. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. De gerecycleerde materialen met nummer 58 en 59 waren uitsluitend opgeslagen in 2m hoge bigbags waardoor monsterneming moest gebeuren vanop een ladder. Eén materiaal werd manueel genomen van een transportband met tijdsinterval.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 7: Monsterneming van gerecycleerde PVC materialen

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
57	Maalgoed zacht PVC VinylPlus	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
58	PVC maalgoed van vloeren (grijs)	Pre- en post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
59	PVC micronisaat van raamprofielen ed (grijs/wit)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
60	PVC micronisaat van buizen (grijs)	Post-consumer	Bigbag	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
61	PVC regranulaat van raamprofielen ed (grijs)	Post-consumer	Tijdens productie	Manuele grepen van transportband (20s tijdsinterval)

4.2.1.8 Kabelisolatiemateriaal

Er werden 3 gerecycleerde materialen bemonsterd die bestaan uit een maalgoed van kabelisolatiemateriaal. Twee materialen zijn pre-consumer stromen, het andere materiaal is afkomstig van het strippen van post-consumer kabels. Twee stromen werden opgeslagen in bigbags, waarbij de monsterneming gebeurde via manuele grepen met een handschap langs het oppervlak. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. Voor één stroom vond de monsterneming plaats tijdens het productieproces, door manuele grepen van de transportband op vaste tijdsintervallen.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 8: Monsterneming van gerecycleerd kabelisolatiemateriaal

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
62	PVC/PE maalgoed (diverse kleuren)	Vnl. pre-consumer	bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
63	PE halogeenvrij maalgoed (vnl. groen)	Vnl. pre-consumer	bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
64	PVC/PE maalgoed (vnl grijs)	Post-consumer	Tijdens productie	Manuele grepen van transportband (10s tijdsinterval)

4.2.1.9 Banden

Er werden 3 materialen bemonsterd afkomstig van de recyclage van afgedankte autobanden. Twee van de stromen betreffen maalgoed van rubber, terwijl één stroom bestaat uit het textielmateriaal dat vrijkomt tijdens het mechanisch recyclageproces van autobanden.

Het rubber maalgoed was opgeslagen in bigbags en werd bemonsterd door middel van manuele grepen met een handschap langs het oppervlak. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. Voor de textielstroom, opgeslagen als gecompacteerd blok in een container, werd het staal manueel genomen via de toegankelijke zijde.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 9: Monsterneming van materialen afkomstig van recyclage banden

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
65	Rubber maalgoed 1 (zwart)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
66	Rubber maalgoed 2 (zwart)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschap langs het oppervlak
67	Textiel van banden (grijs)	Post-consumer	Gecompacteerd blok in container	Container langs één zijde toegankelijk, materiaal manueel bemonsterd langs deze zijde

4.2.1.10 Kunststoffen van diverse oorsprong

Er werden 11 gerecycleerde kunststofmaterialen bemonsterd. 6 stromen zijn afkomstig van de sortering en recyclage van gemengde kunststoffen ingezameld op het recyclagepark. De andere stromen vertegenwoordigen uiteenlopende toepassingen zoals buizen, containers en EPS/PS materialen.

Het merendeel van de gerecycleerde materialen is opgeslagen in bigbags. De monsternamen gebeurde dan manueel met een handschep langs het oppervlak van de bigbag. Het gebruik van een boor was niet mogelijk omdat het materiaal hierin niet bleef steken. Eén materiaal werd manueel genomen van een transportband met tijdsinterval. Voor de EPS/PS blokken werd het materiaal handmatig losgemaakt of gebroken alvorens te bemonsteren.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de bemonsterde materialen, inclusief hun aard, opslagwijze en toegepaste monsternemingstechniek.

Tabel 10: Monsterneming van gerecycleerde kunststofmaterialen van diverse oorsprong

Nr.	Omschrijving	Aard	Opslag	Monsterneming
68	PP maalgoed van kabelbeschermings-buizen (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschep langs het oppervlak
69	HDPE maalgoed van buizen (diverse kleuren)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschep langs het oppervlak
70	HDPE maalgoed van rolcontainers/kisten (vnl. zwart)	Post-consumer	Bigbag	Manuele grepen met handschep langs het oppervlak
71	PP/PE (80/20) maalgoed	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	Bigbag	Manuele grepen met handschep langs het oppervlak
72	PE regranulaat	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	In productie	Manuele grepen van transportband (10s tijdsinterval)
73	PP regranulaat	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	Bigbag	Manuele grepen met handschep langs het oppervlak
74	PP maalgoed van tuinstoelen (diverse kleuren)	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	Bigbag	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
75	ABS maalgoed (diverse kleuren)	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	Bigbag	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
76	PP maalgoed (diverse kleuren),	Post-consumer (inzameling harde KS recyclagepark)	Bigbag	Monsterneming uitgevoerd door exploitant volgens instructieblad
77	EPS gecompacteerd blokken van diverse oorsprong (wit)	Post-consumer van buiten EU	Gecompacteerd blokken op palet	Manuele grepen langs het oppervlak, met handen brokken losgemaakt

78	EPS/PS gesmolten blokken van diverse oorsprong (diverse kleuren)	Post-consumer van buiten EU	Gesmolten blokken op palet	Manuele grepen langs het oppervlak, gesmolten brokken gebroken door exploitant
----	--	-----------------------------	----------------------------	--

4.2.2 Monstervoorbehandeling

De monstervoorbehandeling van de gerecycleerde materialen werd uitgevoerd door Centexbel. Hiervoor werd een uniforme werkwijze toegepast, gebaseerd op de standaard EVS-EN IEC 62321-2:2021 (zie bijlage 2). Deze methode werd gekozen om de staalvoorbereiding zoveel mogelijk te standaardiseren. De werkinstructies zijn gebaseerd op praktijkervaring en input van betrokken partijen en kunnen worden aangepast.

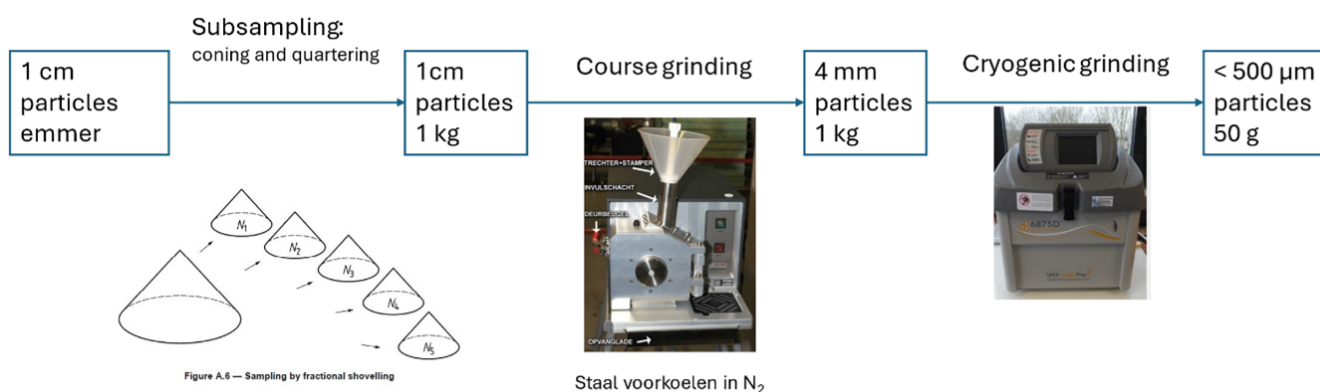
4.2.2.1 Procedure kunststoffen

Voor de gerecycleerde kunststofmonsters werd de volgende procedure toegepast:

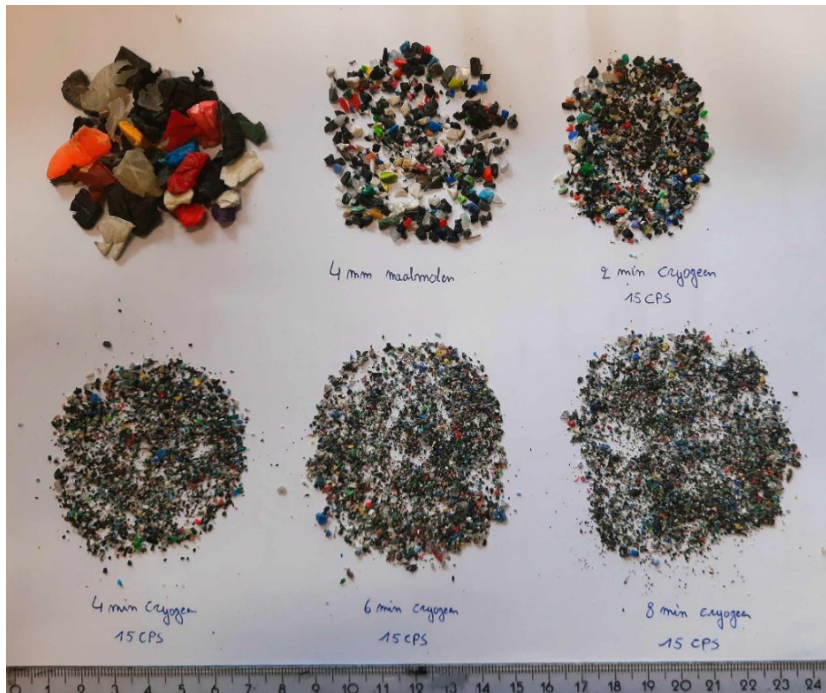
1. Manuele verkleining: deeltjes groter dan 4 cm worden manueel verkleind tot maximaal 4 cm.
2. Coning and quartering: enkel toegepast bij heterogene stalen om een representatief substaal van 1 à 1,5 kg te verkrijgen.
3. Grof malen: deeltjes groter dan 4 mm worden grof vermalen met de ledermolen. Deze stap wordt overgeslagen bij deeltjes die kleiner zijn dan 4 mm.
4. Monsternamen: uit de gemalen fractie wordt 50 gr genomen, zonder bijkomende coning and quartering.
5. Cryogeen malen: het staal wordt cryogeen vermalen tot het grootste deel van de deeltjes een grootte van <1 mm hebben bereikt. De cryogene maalomstandigheden worden aangepast aan het type kunststof.

De behandeling van schuimen verloopt grotendeels analoog aan die van kunststoffen, met als verschil dat de stap “coning and quartering” wordt overgeslagen.

De monstervoorbehandeling voor kunststoffen wordt hieronder schematisch weergegeven.



Figuur 1: Schematische weergave monstervoorbehandeling kunststoffen



Figuur 2: Indicatie van hoeveel minuten er cryogeen vermalen moet worden om tot $< 500 \mu\text{m}$ te komen. De tijd hangt af van het type materiaal.

4.2.2.2 Procedure textiel

Voor de gerecycleerde textielmonsters werden de volgende procedures toegepast:

1. Zonder voorafgaand malen:
 - a. Het textielmonster wordt uitgespreid op een vlak oppervlak.
 - b. Er worden willekeurig 20 plukjes textiel genomen.
 - c. Deze plukjes worden fijngeknipt tot een maximale vezellengte van ongeveer 4 mm.
 - d. De fijngeknipte vezels worden vervolgens grondig gehomogeniseerd tot een representatief mengmonster.
2. Met voorafgaand malen:
 - a. Dezelfde voorbereidende stap als hierboven wordt toegepast (20 plukjes, fijn knippen, homogeniseren).
 - b. Vervolgens wordt 0,5 kg textiel gemalen om de maalruimte van de molen volledig op te vullen.
 - c. Daarna wordt de resterende 1 kg textiel gemalen.
 - d. Monsternamen uit het gemalen materiaal: Er wordt 50 g uit het gemalen materiaal genomen. Dit staal wordt uitgespreid. Daaruit worden minstens 20 willekeurige schepjes genomen, verspreid over het staal. Deze worden vervolgens zorgvuldig gemengd tot een homogeen eindstaal.

4.3 ANALYSE VAN ZORGWEKKENDE STOFFEN

Voor deze meetcampagne is gekozen om gericht analyses te gaan uitvoeren. Dankzij de expertise van Centexbel inzake het gebruik van chemische stoffen in textiel en kunststoffen, kon een risico gebaseerde benadering worden gehanteerd. Bepaalde toepassingen van deze materialen vertonen namelijk een grotere kans op de aanwezigheid van specifieke ZS dan andere. Door deze kennis te benutten, kunnen de analyses doelgericht worden uitgevoerd.

Centexbel beschikt over screeningstechnieken die een snelle kwalitatieve analyse toelaten tot een bepaalde detectielimiet, die kan verschillen van stof tot stof. Op basis van die kwalitatieve analyse kan dan beslist worden om een nauwkeurige kwantitatieve analyse uit te voeren naar welbepaalde zorgwekkende stoffen. Bij een kwalitatieve analyse wordt bepaald welke stoffen of groepen van stoffen aanwezig zijn in een monster, terwijl een kwantitatieve analyse effectief de concentratie bepaalt van een stof in een monster.

4.3.1 Screeningsmethoden

In dit hoofdstuk worden de drie screeningsmethoden beschreven die tijdens deze meetcampagne zijn toegepast. Daarnaast wordt een evaluatie gemaakt van de scope en doeltreffendheid van de toegepaste screeningsmethoden.

Gedetailleerde info over de screeningsmethoden, evenals een overzicht van de detecteerbare stoffen en de detectielimiet per stof zijn opgenomen in bijlage 3.

4.3.1.1 XRF-screening voor elementanalyse

De XRF-screening (X-ray fluorescence) is een snelle, niet-destructieve techniek die toelaat om de aanwezigheid van bepaalde chemische elementen in materialen te meten. De aanwezigheid van een element, kan wijzen op de aanwezigheid van bepaalde chemische stoffen. Omdat XRF een oppervlaktemeting is, worden meerdere meetpunten per monster geanalyseerd om een betrouwbaar resultaat te bekomen.

In dit onderzoek werd XRF toegepast om de aanwezigheid van metalen en broom vast te stellen.

Tabel 11: Overzicht van elementen meegenomen in XRF-screening, hun relevantie in gerecycleerd textiel en kunststoffen en hun bepalingslimiet

Element	Relevantie	Detectielimiet XRF (m%)
Arseen (As)	Soms aanwezig in kleurstoffen of conserveringsmiddelen	0,010
Kobalt (Co)	Aanwezig in kleurstoffen en pigmenten en banden van voertuigen	0,010
Chroom (Cr)	Cr(VI) aanwezig in kleurstoffen, leerbewerking, coatings, verven van wol	0,0070
Lood (Pb)	Pb-stabilisatoren in PVC en in pigmenten	0,010
Tin (Sn)	In organotinverbindingen als stabilisatoren in PVC en katalysator voor PU schuim	0,0070
Broom (Br)	Broomhoudende vlamvertragers	0,010
Zirkonium (Zr)	Additief in keramische pigmenten en aanwezig in Zr Al-Si keramische vezels	0,010
Cadmium (Cd)	Cd-stabilisatoren in PVC en in pigmenten	0,0050

Aluminium (Al)	Combinatie Al-Si kan wijzen op aanwezigheid van keramische vezels	0,0080
Silicium (Si)	Silica aanwezig als vulstof Combinatie Al-Si kan wijzen op aanwezigheid van keramische vezels	0,010

4.3.1.2 Thermische extractie GC-MS

Thermische extractie, gekoppeld aan Gaschromatografie-Massaspectrometrie (GC-MS), wordt gebruikt voor de screening van semi-vluchtige organische componenten (SVOC's).

Binnen deze meetcampagne is deze methode ingezet voor de detectie van onder andere:

- ftalaten;
- aprotische solventen;
- fosforhoudende- en broomhoudende vlamvertragers;
- chloorparaffines;
- bepaalde polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's);
- andere (S)VOC's.

Deze techniek werd vooral gebruikt om vluchtige SVHC-stoffen te screenen naar de grens van 0,1 %. Algemeen screent deze techniek de VOC's tussen 100-1000 mg/kg afhankelijk van hoe zwaar de component is.

4.3.1.3 LC-MS-screening

De LC-MS-screening (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) is een geavanceerde analytische techniek die wordt ingezet voor de screening naar stoffen die niet door de andere technieken kunnen worden gedetecteerd, omdat hun chemische eigenschappen dat niet toelaten. De bepalinglimiet voor de meeste componenten ligt op 0,01 %, terwijl voor bepaalde componenten nog lagere limieten worden gehaald (tot 0,001 % of zelfs 0,0001 %).

Deze techniek werd specifiek gebruikt voor de screening van:

- oppervlakte-actieve stoffen;
- kleurstoffen;
- blaasmiddelen;
- bisfenolen;
- bepaalde PFAS;
- melamine;
- UV-absorbers;
- en andere.

4.3.1.4 Evaluatie screeningsmethoden

Een combinatie van XRF, thermische extractie GC-MS en LC-MS biedt in de meeste gevallen voldoende basis om vast te stellen of gerecycleerde kunststof- en textielmaterialen SVHC-stoffen op de kandidaatslijst of stoffen op de autorisatielijst bevatten in concentraties van $\geq 0,1$ %. Dit is de grens waarbij respectievelijk een informatieplicht of autorisatieplicht geldt onder REACH.

In dit onderzoek werd ook geëvalueerd in hoeverre de screeningsmethoden volstaan om na te gaan of de onderzochte gerecycleerde materialen voldoen aan:

- De limiet (UTC) in bijlage I van de POP-verordening, en
- De grenswaarden in de beperkingenlijst (bijlage XVII) van REACH.

Daarbij werd onder meer beoordeeld:

- Of de detectielimieten van de screeningsmethoden voldoende laag zijn ten opzichte van de geldende of aangekondigde grenswaarden. Indien dit niet het geval is, zijn aanvullende kwantitatieve analyses noodzakelijk.
- Welke relevante zorgwekkende stoffen niet worden afgedekt door de drie gehanteerde screeningsmethoden. Ook voor deze stoffen moet een gerichte kwantitatieve analyse worden uitgevoerd.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste groepen zorgwekkende stoffen die in het kader van dit onderzoek relevant zijn voor gerecycleerde kunststof- en textielmaterialen. De selectie gebeurde op basis van informatie uit de literatuur en praktijkervaring van Centexbel. De lijst is niet limitatief: bepaalde gereguleerde stoffen zijn buiten beschouwing gelaten omdat ze niet relevant zijn voor de onderzochte materialen.

Voor elke stofgroep werd beoordeeld of de toegepaste screeningsmethode voldoende gevoelig is om naleving van REACH en de POP-verordening aan te tonen. Indien een stof niet kan worden gedetecteerd via de screeningsmethoden, of indien de detectielimiet te hoog ligt ten opzichte van de geldende grenswaarde, zijn aanvullende kwantitatieve analyses vereist. Deze beoordeling is weergegeven in de laatste kolom van de tabel.

De weergegeven regelgeving in de tabel is beperkt tot de bepalingen die relevant zijn voor deze studie. Voor de volledige en actuele informatie over de gereguleerde stoffen wordt verwezen naar de officiële teksten van de POP-verordening en REACH. In de tabel zijn telkens de grenswaarden vermeld die gelden voor mengsels en voorwerpen, aangezien die doorgaans van toepassing zijn op gerecycleerde materialen.

Tabel 12: Evaluatie screeningsmethoden voor stoffen die gereguleerd zijn in bijlage I van de POP-verordening en in bijlage XVII (beperkingenlijst) van REACH

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screeningsmethoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
Hexabroombifenyl (HBB)	POP-verordening, bijlage I	Geen limiet	XRF – Broom	0,010 m% voor element Br	Geen limiet -> Screening is onvoldoende
Tetra-, penta-, hexa-, hepta- en deca-BDE	POP-verordening, bijlage I	In mengsels en voorwerpen somparameter PBDE's: 500 mg/kg tot 29.12.2025 350 mg/kg tot 29.12.2027 200 mg/kg vanaf 30.12.2027	XRF – Broom	0,010 m% voor element Br	500 mg/kg: screening is voldoende 350 mg/kg: screening mogelijks onvoldoende 200 mg/kg: screening is onvoldoende
HBCDD	POP-verordening, bijlage I	75 mg/kg in mengsels of voorwerpen 100 mg/kg voor gerecycleerd PS bij productie van EPS- en XPS isolatiemateriaal in gebouwen	XRF – Broom GCMS	0,010 m% voor element Br 100-1000mg/kg	Screening via XRF is onvoldoende Screening via GCMS is onvoldoende
PFOS, zouten en zijn derivaten	POP-verordening, bijlage I	10 mg/kg in mengsels 1000 mg/kg in voorwerpen 1 µg/m ² voor coatings Vanaf 3 december 2025: 25 µg/kg: PFOS en zouten daarvan 1 mg/kg: som van aanverwante verbindingen	Geen	NVT	Niet meegenomen in screening Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
PFOA, zouten en zijn derivaten	POP-verordening, bijlage I	25 µg/kg: PFOA en zouten daarvan 1 mg/kg: som van aanverwante verbindingen	LCMS	0,010 %	Screening is onvoldoende Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
PFHxS, zouten en zijn derivaten	POP-verordening, bijlage I	25 µg/kg: PFHxS en zouten daarvan 1 mg/kg: som van aanverwante verbindingen	LCMS	0,010 %	Screening is onvoldoende Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
SCCP's	POP-verordening, bijlage I	10.000 mg/kg in mengsels 1.500 mg/kg in voorwerpen	Thermische extractie GC-MS	100-1000 mg/kg	Screening is voldoende

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screenings- methoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
PCB's	POP- verordening, bijlage I	Geen limiet Voorstel nieuwe limiet: 0,2 mg/kg in mengsels en voorwerpen Organische pigmenten in mengsels en voorwerpen: 25 mg/kg 10 mg/kg vanaf 3 jaar	Geen	50 µg/kg – 10 mg/kg	Niet meegenomen in screening Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
Dechlorane Plus	Nieuwe POP	In mengsels/voorwerpen: 1000 mg/kg tem 15.04.2028 1 mg/kg na 15.04.2028	Thermische extractie GC- MS	100-1000 mg/kg	1000 mg/kg: screening is voldoende 1 mg/kg: screening is onvoldoende, conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
UV-328	Nieuwe POP	In mengsels/voorwerpen: 100 mg/kg met ingang 4.08.2025 10 mg/kg met ingang 4.08.2027 1 mg/kg met ingang 4.08.2029	LCMS	0,010 %	100 mg/kg: screening is voldoende 10 mg/kg: screening is onvoldoende 1 mg/kg: screening is onvoldoende, Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
Organotinverbindinge n: TBT, DBT en DOT verbindingen	REACH, annex XVII, nr. 20	TBT/TPT-verbindingen: 1000 mg/kg tin in voorwerpen, DBT-verbindingen: 1000 mg/kg tin in mengsels en voorwerpen (voor het algemeen publiek) + uitzonderingen DOT-verbindingen: 0,1 m% in specifieke voorwerpen (voor het algemeen publiek).	XRF – Tin	0,0070 m% voor element tin	Screening is voldoende
Cadmium en cadmium- verbindingen	REACH, annex XVII, nr. 23	Mengsels en voorwerpen gemaakt van specifieke polymeren: 0,01 m% Cd	XRF – Cadmium	0,0050 m% voor element Cd	Screening is voldoende

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screenings- methoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
		Mengsels en voorwerpen van hard rPVC bestemd voor specifieke toepassingen: 0,1 m%			
Difenylether, octabroomderivaat C₁₂H₂Br₈O	REACH annex XVII, nr. 45	0,1 m% in mengsels en voorwerpen	XRF – Broom	0,010 m% voor element Br	Screening is voldoende
Nonylfenoethoxylaten (NPEO)	REACH annex XVII, nr. 46 bis	100 mg/kg voor wasbaar nieuw textiel NVT als het textielproduct uitsluitend uit gerecycleerd textiel bestaat.	LCMS	0,010 %	Screening is voldoende
PAK's: BaP, BeP, BaA, CHR, BbFA, BjFA, BkFA, DBAha	REACH annex XVII, nr. 50	1 mg/kg in specifieke voorwerpen 20 mg/kg in granulaat of mulch als instrooi materiaal voor kunstgrasvelden, in losse vorm voor speelplaatsen of in sporttoepassingen	BaP, BaA, CHR, BkFA via GC-MS Andere PAK's niet via screening	100-1000 mg/kg	Screening is onvoldoende Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
Ftalaten DEHP, DBP, BBP en DIBP	REACH, annex XVII, nr. 51	1000 mg/kg (individueel of voor de som) in het weekgemaakte materiaal in voorwerpen Uitzonderingen: o.a. voorwerpen die uitsluitend voor industrieel of landbouw-gebruik zijn bestemd of gebruik in open lucht.	Thermische extractie GC-MS	100-1000 mg/kg	Screening is voldoende
Lood en zijn verbindingen	REACH, annex XVII, nr. 63	0,1 m% voor PVC-voorwerpen 0,1 m% voor PVC voorwerpen die flexibel rPVC bevatten (vanaf 28 mei 2025). Uitzondering tot 28 mei 2033:	XRF – Lood	0,010 m% voor element Pb	Screening is voldoende

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screeningsmethoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
		1,5 m% voor hard rPVC in profielen, platen en buizen, fittings onder bepaalde voorwaarden			
C9-C14 PFCA's, zouten en aanverwante stoffen; PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFTDA	REACH, annex XVII, nr.68	In mengsels en voorwerpen: 25 ppb voor de som van C9-C14 PFCAs en zouten 260 ppb voor som van aanverwante stoffen	LCMS	0,010 %	Screening is onvoldoende Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse
PFHxA, zouten en aanverwante stoffen	REACH, annex XVII, nr. 79	In specifieke mengsels en voorwerpen (vanaf 10 oktober 2026): 25 ppb voor som van PFHxA en zouten 1 000 ppb voor som van aanverwante stoffen	Geen	NVT	Conformiteit enkel aan te tonen met kwantitatieve analyse

Voor de onderstaande (groepen van) chemische stoffen zijn de screeningsmethoden onvoldoende gevoelig:

- broomhoudende vlamvertragers: HBB, HBCDD en tetra-, penta-, hexa-, hepta- en deca-BDE (PBDE's);
- PFAS: PFOS, PFOA, PFHxS, C9-C14 PFCA's en PFHxA
- PCB's
- PAK's

Daarom is op voorhand bekeken in welke gerecycleerde materialen deze stoffen aanwezig kunnen zijn en zijn ze kwantitatief getest.

Daarnaast zijn er stoffen waarvoor de huidige screeningsmethoden nu nog volstaan, maar in de toekomst onvoldoende zullen zijn door de strengere grenswaarden in de regelgeving:

- Dechlorane Plus
- UV-328

Ook voor deze stoffen is op voorhand bekeken in welke gerecycleerde materialen deze stoffen aanwezig kunnen zijn en zijn ze kwantitatief getest. Zo kan er proactief worden ingespeeld op toekomstige eisen.

Specifieke stofgroepen uit REACH bijlage XVII werden uitgesloten voor deze meetcampagne omdat de betreffende beperkingen enkel van toepassing zijn voor textiel met huidcontact of voor speelgoed. Om de conformiteit aan te tonen, is een kwantitatieve analyse noodzakelijk.

De aanwezigheid van deze stoffen in het gerecycleerde materiaal moet enkel worden onderzocht wanneer het wordt ingezet in deze specifieke toepassingen. De toepassing van de gerecycleerde materialen binnen dit onderzoek is niet gekend. Het gaat onder meer om:

- Beperking nr. 4: Tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat
- Beperking nr. 7: Tris(aziridinyl)fosfineoxide
- Beperking nr. 8: Polybroombifenylen (PBB's)
- Beperking nr. 43: Azokleurstoffen
- Beperking nr. 52: Ftalaten DINP, DIDP, DNOP
- Beperking nr. 72: CMR-stoffen in textiel

Tabel 13: Bijkomende testen vereist voor gerecycleerde materialen die worden ingezet voor productie van textiel met huidcontact en speelgoed

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screeningsmethoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
Tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat	REACH, annex XVII, nr. 4	Mag niet worden gebruikt in textielartikelen bestemd voor huidcontact, bijv. kleding, onderkleding en linnengoed	XRF – Broom	0,010 m% voor element Br	Geen limiet -> Screening is onvoldoende
Tris(aziridinyl)fosfineoxide	REACH, annex XVII, nr. 7	Mag niet worden gebruikt in textielartikelen bestemd voor huidcontact, bijv. kleding, onderkleding en linnengoed	Geen	NVT	Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse
Polybroombifenylen (PBB's)	REACH, annex XVII, nr. 8	Mag niet worden gebruikt in textielartikelen bestemd voor huidcontact, bijv. kleding, onderkleding en linnengoed	XRF – Broom	0,010 m% voor element Br	Geen limiet -> Screening is onvoldoende
Azokleurstoffen	REACH, annex XVII, nr. 43	Textiel en leder bestemd voor huidcontact: 30 mg/kg voor de aromatische amines in aanhangsel 8 van	Geen	NVT	Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse

Stof	Regelgeving	Grenswaarde	Screenings- methoden	Detectielimiet screeningtest	Conclusie
		REACH die vrijkomen uit azokleurstoffen			
Ftalaten DINP, DIDP, DNOP	REACH, annex XVII, nr. 52	Weekgemaakte materiaal in speelgoed- en kinderverzorgings- artikelen: 0,1 % voor mengsels en voorwerpen	Geen	NVT	Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse
CMR stoffen textiel	REACH annex XVII, nr. 72 + aanhangsel 12	Verschillende grenswaarden voor : Formaldehyde Extraheerbare metalen Benzeen, PAK's, aprotische solventen, ftalaten, zouten van azo-kleurstoffen, chinoline en 3 gechloreerde toluenen 3 disperse kleurstoffen	Geen Geen Geen Geen	NVT NVT NVT NVT	Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse Conformiteit aan te tonen met specifieke GCMS-screening naar (S)VOC op CMR-lijst Conformiteit aan te tonen met kwantitatieve analyse

4.3.2 Toegepaste kwantitatieve analysemethode

Na de initiële screening van de gerecycleerde kunststof- en textielmaterialen met behulp van XRF, thermische extractie GC-MS en LC-MS, werd in een aantal gevallen overgegaan tot gerichte kwantitatieve analysemethoden. Deze werden toegepast wanneer:

- een stof in de screening werd gedetecteerd boven een vooraf vastgestelde drempelwaarde, om de nauwkeurigheid van het resultaat te kunnen garanderen,
- de detectielimiet van de screening onvoldoende was om te kunnen toetsen aan de geldende of toekomstige grenswaarden uit de REACH-verordening (bijlage XVII of SVHC-lijst) of de POP-verordening (bijlage I),
- of wanneer het op basis van materiaalkennis of herkomst van het recycleaat aannemelijk werd geacht dat bepaalde zorgwekkende stoffen aanwezig konden zijn, ongeacht de screeningsresultaten.

Per stofgroep wordt in dit hoofdstuk hun aanwezigheid in gerecycleerde kunststof- en textielmaterialen besproken, inclusief de toegepaste analysemethode en de aanleiding voor kwantificatie.

Gedetailleerde info over de kwantitatieve methoden, evenals een overzicht van de detectielimiet per stof zijn opgenomen in bijlage 4.

4.3.2.1 Vlamvertragers

Vlamvertragers worden toegevoegd aan kunststoffen en textiel om te voldoen aan brandveiligheidseisen. Ze worden veelvuldig toegepast in producten zoals elektrische en elektronische apparaten, voertuigen, bouwmaterialen, meubilair en textiel voor stoffering. Aangezien veel van deze toepassingen een lange levensduur hebben, kunnen inmiddels verboden vlamvertragers zoals decaBDE of HBCDD nog aanwezig zijn in gerecycleerde materialen.

Voor de kwantitatieve analyse werd een gevalideerde interne LC-MS/MS-methode toegepast, waarbij twee ionisatietechnieken, ESI (Elektrospray Ionization) en APPI (Atmospheric Pressure Photoionization), werden ingezet. Hiermee kunnen in één analyse zowel broomhoudende vlamvertragers (BFR's) als fosforgebaseerde vlamvertragers (PFR's) worden gemeten. Alle stoffen die momenteel onder de REACH- en POP-regelgeving vallen, werden gedekt. Daarnaast zijn ook enkele veelgebruikte, niet-gereguleerde vlamvertragers meegenomen, met het oog op mogelijke toekomstige regelgeving.

Wanneer een vlamvertrager werd gesignaleerd in de screening werd steeds overgegaan tot kwantitatieve analyse om de exacte concentratie te bepalen. In de toekomst gelden strengere grenswaarden voor de PBDE's. Bij materiaalstromen waarvan bekend is dat vlamvertragers frequent voorkomen, werd daarom deze stap automatisch uitgevoerd, ook zonder voorafgaande detectie in de screening.

4.3.2.2 Metalen

In gerecycleerde kunststoffen en textiel kunnen metalen voorkomen als residu van kleurstoffen, stabilisatoren of andere additieven. Zo werden lood- en cadmiumverbindingen historisch gebruikt als UV- en hitte-

stabilisatoren, met name in PVC. Chroomverbindingen komen voor in pigmenten en kleurstoffen, terwijl kobaltverbindingen werden ingezet als adhesiepromotor in rubbertoeepassingen, zoals in banden om de hechting tussen staal en rubber te verbeteren.

Indien bij XRF-screening een verhoogd gehalte aan lood, cadmium, chroom of kobalt werd vastgesteld (boven een door Centexbel bepaalde drempelwaarde), werd een gerichte ICP-analyse (Inductively Coupled Plasma) uitgevoerd. Deze methode maakt het mogelijk om de concentratie van metalen nauwkeurig te bepalen, aangezien XRF als oppervlaktemeting hierin beperkt is. Indien chroom werd aangetroffen, werd nagegaan of het ging om de toxische vorm chroom(VI), met behulp van een colorimetrische analyse.

4.3.2.3 Organotinverbindingen

Organotinverbindingen worden in kunststoffen vooral gebruikt als stabilisatoren tegen degradatie door UV, hitte of andere milieufactoren, vooral in PVC. Organotinverbindingen worden ook gebruikt als katalysator bij de productie van PU-schuimen. Sommige organotinverbindingen, zoals TBT, DBT en DOT, zijn onderworpen aan beperkingen binnen REACH.

Wanneer bij XRF-screening tin werd aangetroffen boven een door Centexbel bepaalde drempelwaarde, volgde een gerichte kwantitatieve analyse met GC-MS/MS. Deze methode maakt het mogelijk om de individuele gereguleerde verbindingen nauwkeurig te detecteren en te kwantificeren.

4.3.2.4 Ftalaten

Ftalaten worden gebruikt om kunststoffen flexibel te maken, vooral in PVC en in textiel met PVC-coating of print. Alle in REACH gereguleerde ftalaten zijn in deze studie meegenomen.

De kwantificatie werd uitgevoerd volgens de methode CPSC CH-C1001-09.4 (2018), die gebaseerd is op ultrasone extractie met tetrahydrofuran (THF), gevolgd door analyse met Triple Quad GC-MS. Deze aanpak levert een gevoelige en betrouwbare bepaling op. Als bij thermische extractie GC-MS een overschrijding werd vastgesteld van een door Centexbel bepaalde drempelwaarde, werd automatisch een kwantitatieve analyse uitgevoerd.

4.3.2.5 SCCP/MCCP + DCP (Dechlorane Plus)

Korte (SCCP's) en middellange (MCCP's) keten gechloreerde paraffines zijn op grote schaal gebruikt als vlamvertragers en weekmakers in kunststoffen, coatings en rubber. Dechlorane Plus, een chloorhoudende vlamvertrager, werd vaak gebruikt als alternatief voor broomhoudende vlamvertragers.

De kwantificatie van deze stoffen werd uitgevoerd met CI-GC/MS (methode CPSC CH-C1001-09.4 (2018)), waarmee SCCP's, MCCP's én Dechlorane Plus in één analyse bepaald konden worden. Bij detectie van deze stoffen in thermische extractie GC-MS boven een door Centexbel bepaalde drempelwaarde, werd automatisch een kwantitatieve analyse uitgevoerd.

Aangezien de thermische extractie GC-MS-screening onvoldoende is om aan te tonen dat Dechlorane Plus niet aanwezig is boven de toekomstige grenswaarde van 1 mg/kg (zie tabel 12) werden de stalen waarvan werd vermoed dat ze Dechlorane Plus bevatten, vooraf geselecteerd voor kwantitatieve analyse.

4.3.2.6 PFAS

PFAS zijn een grote en diverse groep van stoffen die worden gebruikt vanwege hun unieke vuil-, vet- en waterafstotende eigenschappen, wat ze ideaal maakt voor textiel. Ze worden ook gebruikt in drukinkten om het drukproces te verbeteren en als hulpstoffen om de verwerking van bepaalde kunststoffen te verbeteren.

De kwantitatieve analyse van PFAS gebeurde volgens den normen EN 17681-1 en EN 17681-2, met behulp van LC-MS/MS en GC-MS/MS. Deze zijn geschikt om de zeer lage grenswaarden die gelden onder REACH bijlage XVII en de POP-verordening (vaak in orde van 25-1000 µg/kg) betrouwbaar te toetsen.

LC-MS-screening op zichzelf volstaat niet om aan te tonen dat PFAS onder de wettelijke limieten blijven. Waar er vermoeden was dat er PFAS konden aanwezig zijn in het gerecycleerde materiaal, werd ervoor gekozen om rechtstreeks een kwantitatieve analyse uit te voeren.

4.3.2.7 Totaal fluor

In het kader van het lopende voorstel voor een algemene PFAS-restrictie onder REACH (2023), kan een bepaling van totaal organisch fluor (TOF) nuttig zijn om het PFAS-profiel van een materiaal te evalueren.

Binnen dit onderzoek werd gebruikgemaakt van Combustion Ion Chromatography (CIC), waarmee het totaal fluor (TF) werd bepaald, inclusief zowel organisch als anorganisch gebonden fluor. Hoewel deze methode niet specifiek is voor PFAS, kan een verhoogde TF-waarde wijzen op de aanwezigheid van PFAS-verbindingen en/of fluorpolymeren. Dit kan bijvoorbeeld wijzen op fluorpolymeren die als additief aan kunststoffen worden toegevoegd om de verwerking te verbeteren of bepaalde eigenschappen te verkrijgen. PTFE poeder wordt gebruikt in vlamvertragende kunststoffen om de brandwerende eigenschappen te verbeteren (anti-drup middel). Voor textiel zou het kunnen gaan om polymeren met PFAS als zijketen. Ook gefluorideerde oppervlakken kunnen bijdragen aan het TF-signaal. Deze behandeling wordt bijvoorbeeld toegepast om de hechting van lakken of lijmen te verbeteren of om verpakkingen ondoordringbaar te maken voor koolwaterstoffen en solventen.

De TF-analyse werd toegepast op de meest relevante monsters om zo een indicatie te verkrijgen van de mogelijke aanwezigheid van niet-gereguleerde of nog niet gekarakteriseerde PFAS-verbindingen. Waar mogelijk werd de totale fluorwaarde geïnterpreteerd in samenhang met de specifieke PFAS-analyses.

4.3.2.8 UV-stabilisatoren

UV-stabilisatoren worden toegevoegd aan kunststoffen, textiel en coatings om schade door UV-straling te beperken en de levensduur van producten te verlengen. Ze beschermen ook kleurstoffen en pigmenten tegen degradatie. Een belangrijke subcategorie zijn de UV-absorbers, die veel worden toegepast in onder meer verpakkingen, coatings en drukinkten. Zij vormen een aparte klasse binnen de UV-stabilisatoren en worden in allerlei kunststoffen toegepast en in drukinkten. Deze studie richtte zich specifiek op UV-absorbers van de klasse benzotriazolen omdat deze voornamelijk in de regelgeving gereguleerd zijn.

De aanwezigheid van deze stoffen werd in eerste instantie opgespoord via LC-MS-screening. De detectielimiet van 100 mg/kg volstaat om conformiteit met de REACH-vereisten na te gaan, maar ligt in de toekomst te hoog

voor de POP-stof UV-328. De screening is onvoldoende om aan te tonen dat UV-328 niet aanwezig is boven de toekomstige grenswaarde van 10 mg/kg en daarna 1 mg/kg (zie tabel 12). Daarom werden de stalen waarvan werd vermoed dat ze UV-328 bevatten, vooraf geselecteerd voor kwantitatieve analyse.

Voor de kwantificatie werd een intern ontwikkelde ESI-LC-MS/MS-methode gebruikt. Deze methode maakt het mogelijk om UV-328, andere REACH-gereguleerde UV-absorbers en veelgebruikte niet-gereguleerde verbindingen zoals UV-P in één analyse te bepalen.

4.3.2.9 Alkylfenolen- & alkylfenoethoxylaten (AP/APEO's)

Nonylfenoethoxylaten (NPEO's) zijn in het verleden veel gebruikt bij de veredeling van textiel, onder meer in spinfinish en bij het wassen van wol. NPEO's kunnen afbreken tot nonylfenol (NP), dat eveneens gereguleerd is onder REACH. NP kan ook ontstaan uit de afbraak van TNPP (tris(nonylfenyl)fosfiet), een veelgebruikte antioxidant in kunststoffen.

Als bij de LC-MS-screening een overschrijding werd vastgesteld van een door Centexbel bepaalde drempelwaarde, werd automatisch een kwantitatieve analyse uitgevoerd.

4.3.2.10 PAK's

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn een groep van schadelijke organische stoffen die voorkomen in rubber, kunststoffen, coatings en andere industriële materialen, als verontreiniging of residu. Ze ontstaan vaak bij onvolledige verbranding. Belangrijke bronnen van PAK's zijn carbon black en olie om rubber soepeler te maken.

Met thermische extractie GC-MS kan er gescreend worden naar een beperkt aantal PAK's. Deze is niet voldoende om te toetsen aan de REACH-beperking 50 over PAK's. Om aan te tonen dat een gerecycleerd materiaal voldoet aan deze restrictie, is er steeds een kwantitatieve analyse nodig.

Voor dit onderzoek werd de kwantificatie van PAK's uitgevoerd met GC-MS. Deze methode maakt het mogelijk om alle 8 door REACH gereguleerde PAK's in één analyse nauwkeurig te bepalen. Vanwege de verhoogde kans op PAK's in rubbertoepassingen, werd de analyse toegepast op stalen afkomstig van gerecycleerde banden, die frequent in toepassingen terechtkomen waarvoor de restricties van toepassing zijn.

4.3.2.11 PCB's

Polychloorbifenylen (PCB's) worden niet langer intentioneel gebruikt in kunststoffen en textiel, maar kunnen nog aanwezig zijn als contaminant in pigmenten of door verontreiniging met PCB-houdende olie.

Hoewel er op het moment van analyse nog geen grenswaarden voor PCB's in bijlage I van de POP-verordening zijn opgenomen, is er een voorstel in voorbereiding. Dit voorstel voorziet in een UTC van 0,2 mg/kg voor de som van alle PCB-congeneren, en voor pigment bevattende voorwerpen 25 mg/kg (verlaagd naar 10 mg/kg na drie jaar). In deze studie zijn enkel de monsters afkomstig van kabelmantels geanalyseerd op PCB's. PCB's kunnen nog aanwezig zijn in olie en teer-houdende kabels als niet intentioneel toegevoegde stoffen of in zeer oude kabelmantels als vlamvertrager.

De aanwezigheid van PCB's moet steeds via een kwantitatieve analyse aangetoond worden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van thermische extractie gekoppeld aan Gaschromatografie-Massaspectrometrie (GC-MS).

4.3.3 Niet toegepaste kwantitatieve analysemethoden

4.3.3.1 Boor-verbindingen

Om de boor gebaseerde componenten van op de SVHC-lijst te screenen, moet er een kwantitatieve bepaling via ICP-OES van boor gebeuren om deze te kunnen uitsluiten. Dit komt omdat het element boor te klein is om gedetecteerd te worden via XRF. Op basis van de expertise van Centexbel werd besloten om deze test niet te weerhouden voor dit onderzoek.

4.3.3.2 Keramische vezels

Zirkonium-aluminium-silicium (Zr-Al-Si) keramische vezels en aluminium-silicium (Al-Si) keramische vezels zijn opgenomen op de SVHC-lijst. Wanneer aluminium en silicium worden gedetecteerd via een XRF-screening, is het aangewezen om een aanvullende SEM-analyse (scanning elektronenmicroscopie) uit te voeren. Deze microscopische analyse kan helpen om de mogelijke aanwezigheid van dit type keramische vezels uit te sluiten. In het kader van deze studie zijn dergelijke aanvullende analyses niet uitgevoerd. De gevoeligheid van het XRF-toestel ligt zeer laag, waardoor er regelmatig elementen in deze analyse gevonden worden. Deze zijn niet noodzakelijk relevant. Op basis van de expertise van Centexbel werd beslist om geen verdere SEM-analyse uit te voeren na detectie van Al & Si, daar de kans zeer klein is dat keramische vezels aanwezig zijn de monsters van dit project.

5 RESULTATEN MEETCAMPAGNE

In dit hoofdstuk worden de analyseresultaten besproken van de verschillende types gerecycleerde kunststof- en textielmaterialen die in dit onderzoek werden onderzocht. De resultaten worden per materiaalcategorie gepresenteerd en geïnterpreteerd aan de hand van de relevante bepalingen in de REACH-verordening (inclusief bijlagen XVII en XIV) en de POP-verordening (bijlage I). Voor elk type materiaal wordt een eindoordeel geformuleerd en aangegeven welke analysemethoden kunnen worden uitgevoerd om een volledige toetsing te doen aan de grenswaarden in REACH- en de POP-regelgeving.

5.1 NATUURLIJK TEXTIEL

5.1.1 Resultaat screeningsmethoden

Op de 9 stalen gerecycleerde natuurlijke textielvezels werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** in 2 van de 9 stalen (staal 6 en 8) werd chroom gedetecteerd. Alleen in staal 6 werd het gehalte als significant beschouwd, waarop een gerichte kwantitatieve analyse naar chroom VI werd uitgevoerd.
- 2) **Thermische extractie GC-MS:** in 5 van de 9 stalen werd de mogelijke aanwezigheid van ftalaten (DEHP, DIBP en DBP) vastgesteld. Voor deze stalen volgde een kwantitatieve analyse.
- 3) **LCMS-screening:** In 6 van de 9 stalen (staal 1, 2, 4, 6, 8 en 9) werd NPEO gedetecteerd. Enkel voor staal 1 was de concentratie niet significant. Voor de overige stalen werd een kwantitatieve analyse naar AP/APEO's uitgevoerd.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) PFAS en totaal fluor op staal 7 en 9.
- 2) Extraheerbare metalen op monster 8

5.1.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 14: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde natuurlijke textielvezels

	Omschrijving	Metalen (mg/kg)	Extraheerbare metalen (mg/kg)	Ftalaten (m%)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	AP/APEO (mg/kg)
1	Vezels jute koffiezakken						
2	Vezels jute koffiezakken						NPEO, 40
3	Vezels sisal touw						
4	Vezels katoen/ jeans			< dl			NPEO, 19,60
5	Vezels jeans/ elastaan			DIBP, 0,010			
6	Vezels jeans/ elastaan/wol	Cr VI, < dl		< dl			NPEO, 401 NP, 2,42
7	Vezels polyester/ katoen				< dl	41	
8	Vezels katoen/wol		Cr, 0,96	< dl			NPEO, 77,80
9	Vezels acryl/ katoen/wol			< dl	< dl	< dl	NPEO, 24,30

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 9 stalen gerecycleerde natuurlijke textielvezels tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Ftalaten: in staal 5 werd DIBP teruggevonden in een concentratie van 0,010 m%, wat onder de wettelijke limiet ligt van 1000 mg/kg in REACH, bijlage XVII beperking 51. In de andere 4 stalen werden geen ftalaten teruggevonden boven de detectielimiet van 0,010 m%.

PFAS en totaal fluor: in staal 7 werd een totaal fluorgehalte van 41 mg/kg vastgesteld, wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald.

AP/APEO's: in 5 stalen werden relevante concentraties NPEO aangetroffen, met staal 6 als uitschieter (401 mg/kg). Dat is boven de wettelijke grenswaarde van 100 mg/kg voor wasbaar nieuw textiel (REACH, bijlage XVII, beperking 46bis). De overige stalen blijven onder deze limiet, met waarden variërend van 19,6 tot 77,8 mg/kg.

Extraheerbaar chroom: omdat er wol van post-consumer oorsprong aanwezig is in de samenstelling van monster 8 is er ook getest op extraheerbare metalen. Er is extraheerbaar chroom teruggevonden aan een concentratie van 0,96 mg/kg. Dit ligt dicht bij de grenswaarde van 1 mg/kg voor kleding en textiel dat in contact komt met de huid (REACH bijlage XVII, beperking 72, bijlage 12).

5.1.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o Eén staal (staal 6) overschrijdt de REACH-grenswaarde voor NPEO's in wasbaar textiel (>100 mg/kg).
 - o De aanwezigheid van extraheerbaar chroom in staal 8 (0,96 mg/kg) ligt net onder de grenswaarde van 1 mg/kg voor textiel met huidcontact. Toepassing in huidcontacttoepassingen moet hier met voorzichtigheid worden geëvalueerd.

Om voor gerecycleerde natuurlijke textielvezels een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Voor gerecycleerde materialen die worden ingezet in textiel met huidcontact zijn er bijkomende kwantitatieve testen vereist (zie tabel 13). CMR-stoffen onder beperking 72 blijken heel relevant, o.a.:
 - o Chroom VI en extraheerbare metalen bij vezels met wol (vanwege chroomhoudende kleurstoffen of looimiddelen;
 - o Formaldehyde bij herkomst uit chemisch behandeld katoen of blends,..
- PFAS bepaling mogelijks aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.2 SYNTHETISCH TEXTIEL

5.2.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 14 stalen gerecycleerde synthetische textielvezels werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** in geen van de stalen werden zorgwekkende metalen gedetecteerd boven de door Centexbel bepaalde drempelwaarde. Er was dus geen aanleiding tot aanvullende kwantitatieve analyses.

- 2) **Thermische extractie GC-MS:** in één staal (staal 10) werd een verhoogd signaal waargenomen dat wees op de mogelijke aanwezigheid van ftalaten (DEHP en DBP). Voor dit staal werd een kwantitatieve analyse uitgevoerd.
- 3) **LCMS-screening:** In hetzelfde staal (staal 10) werd een relevante hoeveelheid NPEO gedetecteerd. Ook hier werd een bijkomende kwantitatieve analyse naar AP/APEO's uitgevoerd.

Daarnaast werden een kwantitatieve PFAS-analyse uitgevoerd op alle 14 stalen en een bepaling van totaal fluor op stalen 10,11 en 12. Dit omwille van het vermoeden van aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen.

5.2.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 15: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde synthetische textielvezels

Nr	Omschrijving	Ftalaten (m%)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	AP/APEO (mg/kg)
10	Vezels acryl/PES/ polyamide	< dl	< dl	< dl	NPEO, 61,2
11	Vezels PP/polyamide		< dl	< dl	
12	Vezels PP multicolor		< dl	< dl	
13	Vezels PP garen 60mm		< dl		
14	Vezels extrusie garnetté PP en BCF garen		< dl		
15	Snippers geotextielvlies (PP/polyester)		PFHxA + zouten, 11		
16	Snippers geotextielvlies (PP/polyester) + wit garen		10:2 FTOH, 290		
17	Vezels garnetté PP/polyester		< dl		
18	Vezels polyester naaldvilt (zwart)		< dl		
19	Vezels polyester garens (multicolour)		< dl		
20	Vezels polyester garens, zelfkanten, matrastijk (wit)		6:2 FTS + zouten, 13		
21	Vezels polyester, non-woven (multicolour)		< dl		
22	Vezels polyester non-woven (wit)		< dl		
23	Vezels polyester (multicolour), zelfkanten (PP)		< dl		

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 14 stalen gerecycleerde synthetische textielvezels tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

PFAS en totaal fluor: Voor alle stalen werd een kwantitatieve bepaling naar PFAS uitgevoerd. In 11 van de 14 stalen bleven de meetwaarden onder de detectielimiet. In 3 stalen werden PFAS-verbindingen teruggevonden:

- **Staal 15:** PFHxA + zouten, 11 µg/kg. Dit ligt onder de toekomstige REACH-limiet van 25 µg/kg voor PFHxA en zouten (bijlage XVII, beperking 79 – van toepassing vanaf 2026) in consumententextiel.
- **Staal 16:** 10:2 FTOH, 290 µg/kg. Deze stof behoort zowel tot de PFOA en de C9-C14 PFCA's aanverwante verbindingen. Voor de PFOA aanverwante verbindingen geldt een UTC van 1 mg/kg in de POP-verordening en voor de C9-C14 aanverwante verbindingen geldt een grenswaarde van 260 µg/kg in REACH, bijlage XVII, beperking 68. Deze laatste grenswaarde is dus overschreden.
- **Staal 20:** 6:2 FTS + zouten, 13 µg/kg. Als aanverwante verbinding van PFHxA valt deze stof onder de REACH-beperking 79. De gemeten waarde ligt ruim onder de grenswaarde van 1000 µg/kg voor aanverwante stoffen, waardoor er geen sprake is van overschrijding.

In stalen 10, 11 en 12 lag het totaal fluor onder de detectielimiet van 20 mg/kg, wat suggereert dat er geen fluoropolymeren of gefluoreerde verbindingen in grote hoeveelheden aanwezig zijn.

AP/APEO's: in staal 10 werd een NPEO concentratie van 61,2 mg/kg gemeten. Dit ligt onder de grenswaarde van 100 mg/kg voor wasbaar nieuw textiel (REACH, bijlage XVII, beperking 46bis).

5.2.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o In staal 16 werd 10:2 FTOH gemeten aan een concentratie van 290 µg/kg, wat de REACH-grenswaarde van 260 µg/kg overschrijdt voor aanverwante C9–C14 PFCA's (beperking 68).

Om voor gerecycleerde natuurlijke textielvezels een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- PFAS bepaling aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.
- Voor gerecycleerde materialen die worden ingezet in textiel met huidcontact zijn er bijkomende kwantitatieve testen vereist (zie tabel 13).

5.3 TAPIJTEN

5.3.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 8 stalen gerecycleerde tapijtvezels werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** er werden geen zorgwekkende metalen gedetecteerd boven de detectielimiet. Kwantitatieve analyse was bijgevolg niet vereist.
- 2) **Thermische extractie GC-MS:** In staal 24 werden lage concentraties lagere PAK's (bijv. fenantreen, pyreen) gedetecteerd. Kwantitatieve analyse naar PAK's werd uitgevoerd omdat screening onvoldoende is om conformiteit met REACH-beperking nr. 50 aan te tonen. In staal 28 werd een beperkte hoeveelheid resterend oplosmiddel (dimethylformamide) gedetecteerd, wat echter niet zal leiden tot een concentratie boven de grenswaarde van 0,1 % voor REACH SVHC-stoffen.
- 3) **LCMS-screening:** In 2 van de 8 stalen (staal 27 en 28) werd een beperkte hoeveelheid NPEO gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot de REACH SVHC-grenswaarde van 1000 mg/kg, noch tot de grenswaarde van 100 mg/kg voor wasbare artikelen.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en uitgevoerd:

- 1) PFAS-analyse op alle 8 stalen en totaal fluor op staal 29.
- 2) UV-stabilisatoren op staal 24
- 3) PAK's op staal 24

5.3.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 16: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde tapijtvezels

Nr	Omschrijving	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)	PAK's (mg/kg)
24	Tapijtsnippers automobiel (backing + vezels)	< dl		UV234, 2	PAK's totaal, < dl PAK's entry 50, < dl
25	Tapijtvezel (getuft)	< dl			
26	Tapijtvezel zonder latex (getuft)	10:2 FTOH, 170			
27	Tapijtvezel (PP raffia) zonder latex (getuft)	< dl			
28	Drainagevezel tuft tapijtproductie	N-Et-FOSE (PFOS), 6,49			
29	Drainagevezel grastapijt groen	< dl	57		

30	Drainagevezel zelfkanten tapijtproductie	< dl			
31	Drainagevezel naaldvilt tapijtproductie	< dl			

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 8 stalen gerecycleerde tapijtvezels tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

PFAS en totaal fluor: Voor alle stalen werd een kwantitatieve bepaling naar PFAS uitgevoerd. In 6 van de 8 stalen bleven de meetwaarden onder de detectielimiet. In 2 stalen werden PFAS-verbindingen teruggevonden:

- **Staal 26:** 10:2 FTOH, 170 µg/kg. Deze stof behoort tot de C9-C14 PFCA aanverwante stoffen, waarvoor een grenswaarde geldt van 260 µg/kg in REACH, bijlage XVII, beperking 68. Deze grenswaarde wordt dus niet overschreden.
- **Staal 28:** N-Et-FOSE, 6,49 µg/kg. Dit is een aanverwante verbinding van PFOS. Na de herziening van bijlage I in de POP-verordening zal voor de aanverwante verbindingen een grenswaarde van 1 mg/kg van toepassing zijn. De gevonden concentratie ligt dus ver onder deze grenswaarde.

In staal 29 werd een totaal fluorgehalte van 57 mg/kg gemeten, wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen of fluoropolymeren. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve testen konden worden bepaald.

UV-stabilisatoren: In staal 24 werd 2 mg/kg UV 234 teruggevonden. Deze stof is momenteel niet gereguleerd in de POP-verordening of REACH.

5.3.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o In geen van de stalen werd een overschrijding vastgesteld van REACH-grenswaarden voor ftalaten, PFAS of andere gereguleerde stoffen.

Om voor gerecycleerde tapijtvezels een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.

- Bepaling UV-stabilisatoren, in het bijzonder UV-328, omwille van toekomstige POP-drempelwaarden, relevant voor bijvoorbeeld gerecycleerde synthetische textielvezels afkomstig van automobieltoepassingen.
- Bepaling PAK's wanneer (gerecycleerd) rubber aanwezig is in het gerecycleerde materiaal.
- PFAS bepaling aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.4 MATRASSEN

5.4.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 8 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van matrassen werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In alle vier de stalen die PU-schuim (stalen 36 t.e.m. 39) bevatten werd een verhoogde concentratie tin gedetecteerd. Dit wees op een mogelijke aanwezigheid van organotinverbindingen. Daarom werd voor deze stalen een kwantitatieve analyse uitgevoerd.
- 2) **Thermische extractie GC-MS:** In de 4 stalen die PU-schuim bevatten werden beperkte hoeveelheden ftalaten (DIBP, DBP en DEHP) en vlamvertragers (TCEP) gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot de REACH SVHC-grenswaarde van meer dan 0,1 %.
- 3) **LCMS-screening:** : In staal 34 werd een beperkte hoeveelheid OPEO gedetecteerd en in staal 38 en 39 een beperkte hoeveelheid melamine. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot de REACH SVHC-grenswaarde van meer dan 0,1 %.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS op de 8 stalen en totaal fluor op staal 32, 33, 36, 37, 38 en 39.
- 2) Bepaling van vlamvertragers op de stalen 36, 37, 38 en 39 met PU-schuim

5.4.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 17: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde materialen van matrassen

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Organotin (mg/kg)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)
32	Vezels matrastijk PES/katoen/wol/PU			< dl	< dl
33	Vezels matrastijk (wit/crème)			< dl	< dl
34	Vezels matrastijk			< dl	

35	Vezels matrastijk polyester (wit)			< dl	
36	Vlokken PU schuim NL (multicolour)	DBDPE, 33,50 TCPP, 14,90	< dl	< dl	< dl
37	Vlokken PU schuim FR/DE (multicolour)	TCEP, 9,80 TDCPP, 583	DBT, 0,39 DOT, 0,19	< dl	35
38	PU rebond 1 (multicolour)	TCEP, 9,30 TCPP, 106 TDCPP, 21,60	DBT, 1,03	N-Et-FOSE (PFOS), 8,162	< dl
39	PU rebond 2 (vnl groen)	TCEP, 30,40 TCPP, 714 TDCPP, 303	DBT, 6,02	N-Et-FOSE (PFOS), 3,075	< dl

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 8 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van recyclage van matrassen tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Vlamvertragers: In alle stalen met PU-schuim (stalen 36, 37, 38 en 39) werden fosforhoudende vlamvertragers teruggevonden met concentraties variërend van 14,9 tot 714 mg/kg voor TCPP, van 9,30 tot 30,4 mg/kg voor TCEP en van 21,6 tot 583 mg/kg voor TDCPP. Enkel TCEP staat op de SVHC-lijst en de autorisatielijst (bijlage XIV) in REACH. Informatie- en autorisatieverplichtingen zijn vereist vanaf een concentratie van 0,1 % TCEP. Enkel in staal 36 werd een broomhoudende vlamvertrager teruggevonden. Het gaat om 33,5 mg/kg DBDPE. Deze stof is momenteel niet gereguleerd in REACH of de POP-verordening. DBDPE is structureel verwant met decaBDE en wordt als alternatief daarvoor gebruikt.

Organotinverbindingen: In 3 van de 4 stalen met PU-schuim werden minimale concentraties DBT (tot max. 6,02 mg/kg) teruggevonden en DOT in staal 37 (0,19 mg/kg). Deze liggen ver onder de grenswaarden in REACH, bijlage XVII, beperking 20.

PFAS en totaal fluor: Voor alle stalen werd een kwantitatieve bepaling naar PFAS uitgevoerd. In 6 van de 8 stalen bleven de meetwaarden onder de detectielimiet. In stalen 38 en 39 werd N-Et-FOSE teruggevonden (respectievelijk 8,16 en 3,08 µg/kg). Dit is een aanverwante verbinding van PFOS. Na de herziening van bijlage I in de POP-verordening zal voor de aanverwante verbindingen een grenswaarde van 1 mg/kg van toepassing zijn. De gevonden concentratie ligt dus ver onder deze grenswaarde. In staal 37 werd een totaal fluorgehalte van 35 mg/kg gemeten, wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen. De gemeten PFAS-concentraties voor dit staal lagen echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald.

5.4.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o In geen van de stalen werd een overschrijding vastgesteld van REACH-grenswaarden voor organotinverbindingen of andere gereguleerde stoffen.

Om voor gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van matrassen een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling naar gereguleerde en frequent toegepaste vlamvertragers:
 - o XRF-screening is in de toekomst niet meer voldoende om aan te tonen dat broomhoudende vlamvertragers voldoen aan de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
 - o Indien men de gerecycleerde materialen wil inzetten in toepassingen waar geen vlamvertragers gewenst zijn.
- PFAS bepaling mogelijks aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.5 AEEA EN AFGEDANKTE VOERTUIGEN

5.5.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 8 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van de recyclage van AEEA en ELV werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In 7 van de 8 stalen werd broom gedetecteerd. Enkel in staal 45 werd de door Centexbel bepaalde drempelwaarde voor broom overschreden. Hiervoor was bijgevolg een kwantitatieve analyse naar vlamvertragers vereist.
- 2) **Thermische extractie GC-MS:** In staal 43 werden beperkte hoeveelheden ftalaten (DBP en DEHP) en in staal 46 beperkte hoeveelheden acrylamide gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.
- 3) **LCMS-screening:** In staal 45 en 46 werd een beperkte hoeveelheid NP gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op de 8 stalen.
- 2) Bepaling van vlamvertragers op de 8 stalen.
- 3) Bepaling van Dechlorane Plus op staal 42, 44, 45, 46 en 47.
- 4) Bepaling van UV-stabilisatoren op staal 42 tem 47.

5.5.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analysesresultaat).

Tabel 18: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde materialen afkomstig van AEEA en ELV

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	SCCP/MCCP+DCP (mg/kg)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)
40	PS maalgoed van koelkasten	DBDPE, 48,2 TBBPA, 5,3		< dl	< dl	
41	PS regranulaat van koelkasten	DBDPE, 51,7 TBBPA, 9,30		< dl	35	
42	PS regranulaat van koelkasten	DBDPE, 38,5 TTBP-TAZ, 5,4 TPP, 6,90	< dl	< dl	< dl	UV 327, 8,87 UV 329, 1,76 UV P, 6,65
43	PP maalgoed van bumpers	DBDPE, 63,5		< dl	270	UV 326, 8,61 UV 327, 1,24
44	PP regranulaat vnl. van ELV	DBDPE, 32,8	< dl	< dl	50	UV 326, 90 UV 327, 2,47 UV 328, 1,06
45	PS regranulaat vnl. van WEEE	decaBDE, 31,6 HBCDD, 17,5 DBDPE, 1150 TTBP-TAZ, 176 TBBPA, 11,5 TPP, 154	< dl	< dl	< dl	UV 326, 4,18 UV P, 12,49
46	ABS maalgoed vnl. van WEEE	DBDPE, 25,4 TBBPA, 31,7 TPP, 15	< dl	PFBS en zouten, 20	24	UV 327, 18,08 UV 328, 1,22 UV 329, 1,37 UV P, 21,39
47	PE maalgoed	DBDPE, 121	< dl	< dl	52	< dl

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 8 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van recyclage van AEEA en ELV tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze

bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Vlamvertragers: In staal 45 werd een bijzonder hoog gehalte van de broomhoudende vlamvertrager DBDPE vastgesteld (1150 mg/kg), in combinatie met decaBDE (31,6 mg/kg), HBCDD (17,5 mg/kg) en 3 fosforhoudende vlamvertragers. De teruggevonden concentratie van de POP's decaBDE en HBCDD ligt onder de UTC in bijlage I van de POP-verordening. In alle overige stalen werd DBDPE teruggevonden in concentraties van 25,4 mg/kg tot 121 mg/kg. DBDPE is structureel verwant met decaBDE en wordt als alternatief daarvoor gebruikt. Momenteel loopt een consultatieprocedure om DBDPE op te nemen in de REACH-kandidaatlijst. Vlamvertragers zoals TBBPA, TPP en TTBP-TAZ werden eveneens frequent aangetroffen, met als hoogste waarden 31,7 mg/kg TBBPA (in staal 46), 154 mg/kg TPP (in staal 45) en 176 mg/kg TTBP-TAZ (in staal 45). TBBPA en TPP zijn opgenomen in de REACH kandidaatlijst. Voor TTBP-TAZ gelden momenteel geen grenswaarden in REACH en de POP-verordening.

PFAS en totaal fluor: Voor alle stalen werd een kwantitatieve bepaling naar PFAS uitgevoerd. In staal 46 werd PFBS en zijn zouten gemeten in een concentratie van 20 µg/kg. PFBS staat enkel op de REACH-kandidaatlijst. In 5 van de 8 stalen werd totaal fluor gemeten (tot 270 mg/kg in staal 43), wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen en fluoropolymeren. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter meestal onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald. Voor monster 43, bumpers, zou het hoge fluorgehalte kunnen wijzen op een oppervlaktebehandeling met fluor.

UV-stabilisatoren: UV-stabilisatoren werden teruggevonden in 5 van de 6 onderzochte stalen, waaronder UV-326, UV-327, UV-328, UV-329 en UV-P. UV-328 is een nieuwe POP met stapsgewijze verstrengde grenswaarden. In staal 44 werd 1,06 mg/kg en in staal 46 werd 1,22 mg/kg UV-328 teruggevonden. Daarmee wordt nipt de toekomstige limiet van 1 mg/kg (vanaf 4 jaar na inwerkingtreding) overschreden. UV-326, UV-327, UV-328 en UV-329 staan op de REACH-kandidaatlijst.

5.5.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: UV 328 in staal 44 en 46 overschrijdt de toekomstige POP-limiet van 1 mg/kg, in de andere stalen zijn geen POP-stoffen aanwezig boven de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
- REACH-beperkingen:
 - o In geen van de stalen werd een overschrijding vastgesteld van REACH-grenswaarden voor ftalaten, PFAS of andere gereguleerde stoffen.

Om voor gerecycleerde kunststoffen een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling naar gereguleerde en frequent toegepaste vlamvertragers (incl. Dechlorane Plus):
 - o XRF-screening is in de toekomst niet meer voldoende om aan te tonen dat broomhoudende vlamvertragers voldoen aan de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
 - o Indien men de gerecycleerde materialen wil inzetten in toepassingen waar geen vlamvertragers gewenst zijn
- Bepaling UV-stabilisatoren, in het bijzonder UV-328, omwille van toekomstige POP-drempelwaarden.
- PFAS bepaling aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.6 VERPAKKINGEN

5.6.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 9 stalen gerecycleerde verpakkingsmaterialen werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In staal 55 werd broom gedetecteerd. Het gedetecteerde gehalte broom vereiste geen bijkomende kwantitatieve analyse maar er is beslist om deze toch uit te voeren.
- 2) **Thermische extractie GC-MS** toont aan dat in 3 van de 9 stalen mogelijks relevante hoeveelheden ftalaten (DEHP, DIBP en DBP) aanwezig zijn. Voor deze stalen werd een bijkomende kwantitatieve analyse naar ftalaten uitgevoerd. In staal 55 werd een beperkte hoeveelheid ftalaten (DEHP) teruggevonden en in de stalen 50 en 51 een beperkte hoeveelheid cyclische siloxanen (D5). Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheden niet zullen leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.
- 3) **LCMS-screening:** In staal 55 werd een beperkte hoeveelheid Bisfenol A gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op staal 48 tem 54 en totaal fluor op staal 56.
- 2) Bepaling van UV-stabilisatoren op stalen 48 tem 55.

5.6.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 19: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde verpakkingsmaterialen

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Ftalaten (m%)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)
48	HDPE/PP maalgoed		DEHP, 0,017	< dl	< dl	UV 326, 7,77
49	PP maalgoed 1			< dl	< dl	UV 326, 14,1
50	PP maalgoed 2 (lichte kleuren)			< dl	< dl	UV 326, 10,7
51	PP maalgoed 3 (donkere kleuren)			< dl	< dl	UV 326, 38
52	Regranulaat gemengde folies		DEHP, 0,043	< dl	27	UV 326, 6,75 UV P, 1,35
53	Regranulaat LDPE folies			< dl	42	UV 326, 3,88
54	Maalgoed mix zware kunststoffen		DEHP, 0,23	< dl	< dl	UV 234, 27,6 UV 320, 1,52 UV 326, 2,22 UV 327, 3,56 UV 329, 5,34 UV P, 6,64
55	HIPS regranulaat van plantentrays	decaBDE, 18,2 DBDPE, 57,6 TBBPA, 8,4 TPP, 8,65 2,4,6 TBP, 6,51				UV P, 6,93
56	Geperste EPS blokken				22	

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 9 stalen gerecycleerde verpakkingsmaterialen tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Vlamvertragers: In staal 55 zijn zowel broomhoudende en in mindere mate forforhoudende vlamvertragers aanwezig. De teruggevonden concentratie van de POP decaBDE (18,2 mg/kg) ligt onder de UTC in bijlage I van de POP-verordening. DBDPE (57,6 mg/kg) is structureel verwant met decaBDE en wordt als alternatief daarvoor gebruikt. Momenteel loopt een consultatieprocedure om DBDPE op te nemen in de REACH-kandidaatlijst. TBBPA en TPP zijn opgenomen in de REACH kandidaatlijst.

Ftalaten: in staal 54 (maalgoed mix zware kunststoffen) werd een DEHP-concentratie van 0,23 m% gemeten. Dit betekent dat het gerecycleerde materiaal enkel als grondstof op de markt mag worden gebracht als er een REACH-autorisatie voor is verkregen. Daarnaast geldt er ook een REACH-beperking voor voorwerpen (nr. 51). De algemene grenswaarde van 0,01 m% is overschreden. Toepassing van dergelijk materiaal is enkel

toegelaten in één van de uitzonderingen (bijv. industriële of landbouwtoepassingen in de open lucht). In twee andere stalen werd eveneens DEHP aangetroffen, maar deze bleven ver onder de drempelwaarde van 0,1 m%.

PFAS en totaal fluor: In 3 van de 8 onderzochte stalen werd totaal fluor gemeten tussen de 22 en 42 mg/kg, wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen en fluorpolymeren. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald.

UV-stabilisatoren: In alle op UV-stabilisatoren onderzochte stalen werden één of meerdere UV-stabilisatoren teruggevonden in 5 van de 6 onderzochte stalen. Vooral UV-326 kwam frequent voor in concentraties van 2,22 mg/kg tot 38 mg/kg. In geen enkel staal werd de nieuwe POP UV-328 teruggevonden. UV-326, UV-327, UV-328 en UV-329 staan op de REACH-kandidaatlijst.

5.6.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen:
 - o DEHP werd aangetroffen boven 0,1 m% in staal 54, wat leidt tot een informatieplicht
 - o Voor staal 54 geldt een autorisatieverplichting indien het als stof of mengsel in de EU op de markt wordt gebracht.
- In de overige stalen werden geen SVHC-stoffen boven de drempel vastgesteld.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
 - REACH-beperkingen:
 - o De overschrijding van DEHP in staal 54 betekent dat het materiaal enkel binnen de gespecificeerde uitzonderingen mag worden gebruikt.

Om voor gerecycleerde verpakkingsmaterialen een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling UV-stabilisatoren, in het bijzonder UV-328, omwille van toekomstige POP-drempelwaarden.
- PFAS bepaling mogelijks aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.
- Bepaling naar gereguleerde en frequent toegepaste vlamvertragers in recyclaat van plantentrays, bloempotjes,... :
 - o XRF-screening is in de toekomst niet meer voldoende om aan te tonen dat broomhoudende vlamvertragers voldoen aan de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
 - o Indien men de gerecycleerde materialen wil inzetten in toepassingen waar geen vlamvertragers gewenst zijn.

Gerecycleerde materialen van afkomstig van verpakkingen bevatten in principe geen vlamvertragers. Verpakkingen zoals plantentrays en bloempotjes zijn voornamelijk of grotendeels gemaakt uit recyclaten met mogelijk een andere oorsprong.

5.7 PVC

5.7.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 5 stalen gerecycleerde PVC-materialen werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In 3 stalen hard PVC (staal 59, 60 en 61) werd lood gedetecteerd en cadmium in staal 61. In staal 60 en 61 overschreed het gehalte de interne drempelwaarden, wat aanleiding gaf tot bijkomende kwantitatieve analyse van lood en cadmium.
- 2) **Thermische extractie GC-MS** toont aan dat in staal 57 mogelijk een relevante hoeveelheid ftalaten (DEHP) aanwezig is. Voor dit staal werd een bijkomende kwantitatieve analyse naar ftalaten uitgevoerd.
- 3) **LCMS-screening:** In de stalen 60 en 61 werd een beperkte hoeveelheid Bisfenol A gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op staal 57 en 58.
- 2) Bepaling van vlamvertragers op staal 58.
- 3) Bepaling van UV-stabilisatoren op stalen 58 tem 61.

5.7.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 20: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde PVC-materialen

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Metalen (mg/kg)	Ftalaten (m%)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)
57	Maalgoed zacht PVC			DEHP, 3,1	< dl	< dl	
58	PVC maalgoed vloeren	< dl			< dl	< dl	< dl
59	PVC micronisaat van raamprofielen ed						UV 326, 2,13 UV 329, 1,57
60	PVC micronisaat buizen		Pb, 7370				UV 234, 1,62 UV 320, 4,85

							UV 326, 1,47 UV 328, 2,04 UV 329, 17,32 UV P, 18,15
61	PVC regranulaat van raamprofielen ed.		Pb, 7240 Cd, 264				UV 320, 4,35 UV 326, 5,63 UV 327, 6,41 UV P, 22,79

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 5 stalen gerecycleerde PVC-materialen tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Metalen: In de stalen 60 en 61 werd een concentratie lood gemeten van, respectievelijk 7370 mg/kg en 7240 mg/kg. Daarnaast werd in staal 61 ook cadmium vastgesteld aan 264 mg/kg. Beide metalen zijn gereguleerd onder REACH, bijlage XVII. De algemene grenswaarden voor cadmium en lood in respectievelijk de beperkingen 23 en 63 worden overschreden. Er is wel ruimschoots voldaan aan de grenswaarden die gelden voor gerecycleerd PVC dat wordt ingezet in specifieke toepassingen, namelijk 1000 mg/kg voor cadmium en 15.000 mg/kg voor lood.

Ftalaten: in staal 57, een zacht PVC-recycalaat, werd een hoge DEHP-concentratie van 3,1 m% vastgesteld. Dit betekent dat het gerecycleerde materiaal enkel als grondstof op de markt mag worden gebracht als er een REACH-autorisatie voor is verkregen. Daarnaast geldt er ook een REACH-beperking voor voorwerpen (nr 51). De algemene grenswaarde van 0,01 m% is overschreden. Toepassing van dergelijk materiaal is enkel toegelaten in één van de uitzonderingen (bijv. industriële of landbouwtoepassingen in de open lucht).

UV-stabilisatoren: In 3 van de 4 onderzochte stalen werden twee of meerdere UV-stabilisatoren teruggevonden, waaronder UV-234, UV-320, UV-326, UV-327, UV-328, UV-329 en UV-P. UV-328 is een nieuwe POP met stapsgewijze verstrengde grenswaarden. In staal 60 werd 2,04 mg/kg UV-328 teruggevonden. Daarmee wordt de toekomstige limiet van 1 mg/kg (vanaf 4 jaar na inwerkingtreding) overschreden. UV-320, UV-326, UV-327, UV-328 en UV-329 staan op de REACH-kandidaatlijst.

5.7.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen:
 - o DEHP werd aangetroffen boven 0,1 % in staal 57, wat leidt tot een informatieplicht
 - o Voor staal 57 geldt een autorisatieverplichting indien het als stof of mengsel in de EU op de markt wordt gebracht.

In de overige stalen werden geen SVHC-stoffen boven de drempel vastgesteld.

- POP-stoffen: UV-328 in staal 60 overschrijdt de toekomstige POP-limiet van 1 mg/kg, in de andere stalen zijn geen POP-stoffen aanwezig boven UTC in bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o DEHP in staal 57 overschrijdt de gebruiksbeperkingen voor voorwerpen (beperking 51), enkel toepassing in één van de uitzonderingen is toegelaten.
 - o De lood- en cadmiumconcentraties in stalen 60 en 61 overschrijden de algemene limieten, maar voldoen aan de hogere grenswaarden die van toepassing zijn op gerecycleerd PVC.

Om voor gerecycleerde PVC-materialen een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling UV-stabilisatoren, in het bijzonder UV-328, omwille van toekomstige POP-drempelwaarden.

5.8 KABELISOLATIEMATERIAAL

5.8.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 3 stalen gerecycleerd kabelisolatiemateriaal werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In 2 stalen (staal 62 en 64) werd zowel lood als tin gedetecteerd. Voor tin in staal 62 en voor lood in staal 64 werden de door Centexbel bepaalde drempelwaarden overschreden. Hiervoor werd bijgevolg een kwantitatieve analyse naar organotinverbindingen en lood uitgevoerd.
- 2) **Thermische extractie GC-MS** toont aan dat in staal 62 en 64 mogelijk een relevante hoeveelheid ftalaten (DEHP, DIBP, DBP) aanwezig is. Voor deze stalen werd een bijkomende kwantitatieve analyse naar ftalaten uitgevoerd.
- 3) **LCMS-screening:** In de staal 64 werd een beperkte hoeveelheid bisfenol A gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op de 3 stalen.
- 2) Bepaling van vlamvertragers op stalen 62 en 63.
- 3) Bepaling van SCCP/MCCP en Dechlorane Plus op alle stalen.
- 4) Bepaling van PCB's op alle stalen.

5.8.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 21: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerd kabelisolatiemateriaal

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Metalen (mg/kg)	Organotin (mg/kg)	Ftalaten (m%)	SCCP/ MCCP + DCP (mg/kg)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	PCB's (µg/g)
62	PVC/PE maalgoed	DBDPE, 16,5		< dl	DEHP, 0,063	MCCP, 98,3	< dl	< dl	< dl
63	PE halogeenvrij maalgoed	< dl				< dl	< dl	61	< dl
64	PVC/PE maalgoed	decaBDE, 28,2 HBCDD, 6,50 DBDPE, 294 TBPH, 45,7 TCPP, 5,90 TBBPA, 9,90 TPP, 40,6	Pb, 2550		DEHP, 1,9	SCCP, 149 MCCP, 1630 DCP, 13,1	< dl	< dl	< dl

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 3 stalen gerecycleerd kabelisolatiemateriaal tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Vlamvertragers: In staal 64 werd een hoog gehalte aan broomhoudende vlamvertrager vastgesteld, waaronder decaBDE (28,2 mg/kg), DBDPE (294 mg/kg), HBCDD (6,5 mg/kg) en andere (TBPH, TCPP, TBBPA en TPP). De teruggevonden concentratie van de POP's decaBDE en HBCDD ligt ver onder de UTC in bijlage I van de POP-verordening. In staal 62 werd 16,5 mg/kg DBDPE teruggevonden. DBDPE is structureel verwant met decaBDE en wordt als alternatief daarvoor gebruikt. Momenteel loopt een consultatieprocedure om DBDPE op te nemen in de REACH-kandidaatlijst. TBBPA en TPP zijn opgenomen in de REACH-kandidaatlijst. Voor TBPH en TCPP gelden momenteel geen grenswaarden in REACH en de POP-verordening.

Metalen: In staal 64 werd een concentratie lood gemeten van 2550 mg/kg. Dit ligt boven de algemene grenswaarde voor lood (1000 mg/kg) in beperking 63. Tot 28 mei 2025 was er voor PVC-voorwerpen die teruggewonnen flexibel PVC bevatten een afwijking, maar deze is niet meer van toepassing.

Ftalaten: in staal 64 werd een hoge DEHP-concentratie van 1,9 m% vastgesteld. Dit betekent dat het gerecycleerde materiaal enkel als grondstof op de markt mag worden gebracht als er een REACH-autorisatie (boven 0,1 m%) voor is verkregen. Daarnaast geldt er ook een REACH-beperking voor voorwerpen (nr 51). De algemene grenswaarde van 0,1 m% is overschreden. Toepassing van dergelijk materiaal is enkel toegelaten in één van de uitzonderingen (bijv. industriële of landbouwtoepassingen in de open lucht). In staal 62 wordt deze grens van 0,1 m% niet overschreden (0,063 m% DEHP).

SCCP/MCCP + Dechlorane Plus: in staal 64 werd 149 mg/kg SCCP's vastgesteld. Deze ligt ver onder de grenswaarden die gelden voor mengsels en voorwerpen in bijlage I van de POP-verordening. In twee stalen zijn MCCP's teruggevonden (98,3 mg/kg in staal 62 en 1630 mg/kg in staal 64). MCCP's zijn opgenomen als SVHC in de REACH-kandidaatlijst en een toekomstige POP-stof.

Dechlorane Plus, een recent toegevoegde POP-stof, werd in staal 64 aangetroffen aan 13,1 mg/kg, wat binnen de huidige toegestane grens valt (voorlopig 1000 mg/kg), maar niet in lijn is met toekomstige strengere limieten (1 mg/kg is voorgesteld).

PFAS en totaal fluor: Enkel in staal 63 werd een gehalte van 61 mg/kg totaal fluor gemeten, wat wijst op de mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen en fluoropolymeren. De gemeten PFAS-concentratie lag echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald.

5.8.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen:
 - o DEHP en MCCP zijn aanwezig boven 0,1 % in staal 64 wat leidt tot een informatieplicht.
 - o Voor staal 64 geldt een autorisatieverplichting voor DEHP indien het als stof of mengsel in de EU op de markt wordt gebracht.

In de overige stalen werden geen SVHC-stoffen boven de drempel vastgesteld.

- POP-stoffen: Dechlorane Plus in staal 64 overschrijdt de toekomstige POP-limiet van 1 mg/kg, in de andere stalen zijn geen POP-stoffen aanwezig boven UTC in bijlage I van de POP-verordening.
- REACH-beperkingen:
 - o DEHP in staal 64 overschrijdt de grenswaarde van 1000 mg/kg, enkel toepassing in één van de uitzonderingen is toegelaten.
 - o De loodconcentraties in staal 64 overschrijdt de limiet van 1000 mg/kg. Er zijn geen uitzonderingen voor flexibel PVC.

Om voor gerecycleerd kabelisolatiemateriaal een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Daarnaast kwantitatieve test naar vlamvertragers (incl. Dechlorane Plus) vereist om verschillende redenen:
 - o XRF-screening is in de toekomst niet meer voldoende om aan te tonen dat broomhoudende vlamvertragers voldoen aan de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
 - o Indien men de gerecycleerde materialen wil inzetten in toepassingen waar geen vlamvertragers gewenst zijn.
- Bepaling SCCP/MCCP

- PCB's bij niet gereinigd post-consumer kabelisolatiemateriaal omwille van mogelijke verontreiniging met pcb-houdende olie.
- PFAS bepaling mogelijks aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.9 BANDEN

5.9.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 3 stalen afkomstig van gerecycleerde banden werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In alle drie de stalen werd broom gedetecteerd. Het gedetecteerde gehalte broom in de stalen 65 en 66 vereiste een kwantitatieve test naar vlamvertragers. In de stalen 65 en 66 werd kobalt gedetecteerd. Enkel het gehalte in staal 65 vereiste een bijkomende kwantitatieve test naar kobalt.
- 2) **Thermische extractie GC-MS** In staal 66 werd een beperkte hoeveelheid lagere PAK's (pyreen) gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen naar PAK's is voor rubbergranulaat aangewezen.
- 3) **LCMS-screening:** In staal 67 werd een beperkte hoeveelheid nonylfenol gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op alle stalen.
- 2) Bepaling van UV-stabilisatoren op stalen 65 tem 66.
- 3) Bepaling van PAK's op alle stalen

5.9.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 22: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde banden

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Metalen (mg/kg)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)	PAK's (mg/kg)
65	Rubber maalgoed 1	< dl	Co, 146	< dl	21	< dl	PAK's totaal: 53,5 PAK's entry 50: 4,86
66	Rubber maalgoed 2	< dl		< dl	< dl	< dl	PAK's totaal: 68,3 PAK's entry 50: 12,86
67	Textiel van banden			< dl	35		PAK's totaal: 58,9

							PAK's entry 50: 9
--	--	--	--	--	--	--	-------------------

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 3 stalen afkomstig van gerecycleerde banden tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Metalen: Er werd 146 mg/kg kobalt in staal 65 gemeten. Dit geeft geen aanleiding tot een overschrijding van 0,1 % voor de kobalt gebaseerde SVHC-stoffen.

PFAS en totaal fluor: In 2 van de 3 onderzochte stalen werd totaal fluor gemeten (21 mg/kg in staal 65 en 35 mg/kg in staal 67), wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen en fluoropolymeren. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter onder de detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald

PAK's: Voor de PAK's die zijn opgenomen in REACH-beperking 50, geldt een grenswaarde van 1 mg/kg voor consumentenproducten en 0,5 mg/kg voor speelgoed. Voor granulaat en mulch dat in kunstgrasvelden, op speelplaatsen of in sporttoepassingen wordt gebruikt geldt een grenswaarde van 20 mg/kg. In de gerecycleerde materialen afkomstig van banden zijn PAK's-gehalte teruggevonden tussen de 4,86 en 12,86 mg/kg. Verder wordt er in Duitsland bijv. rekening gehouden met het vrijwillig label AfPS GS, waar nog strengere eisen voor PAK's zijn opgenomen.

5.9.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o PAK's: De stalen overschrijden de grenswaarden van 0,5 mg/kg (speelgoed) en 1 mg/kg (consumentenproducten), maar voldoen aan de grens van 20 mg/kg voor rubbergranulaat in sport- en speeltoepassingen.
 - o In geen van de stalen werd een overschrijding vastgesteld van REACH-grenswaarden voor ftalaten, PFAS of andere gereguleerde stoffen.

Om voor gerecycleerde materialen van banden een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling PAK's wanneer (gerecycleerd) rubber aanwezig is in het gerecycleerde materiaal.

- PFAS bepaling mogelijks aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

5.10 KUNSTSTOFFEN VAN DIVERSE OORSPRONG

5.10.1 Resultaat screeningsmethoden

Op 11 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van diverse kunststoffen werden drie screeningsmethoden toegepast. De resultaten zijn als volgt:

- 1) **XRF-screening:** In de stalen 68, 73, 75 en 78 werd broom gedetecteerd. Enkel in staal 78 werd de door Centexbel bepaalde drempelwaarde voor broom overschreden. Hiervoor was bijgevolg een kwantitatieve analyse naar vlamvertragers vereist. Het gedetecteerde gehalte broom in de andere stalen vereiste geen bijkomende kwantitatieve analyse maar er is beslist om deze toch uit te voeren. In 2 van de 11 stalen (staal 70 en 74) werd chroom gedetecteerd. Alleen in staal 70 werd het gehalte als significant beschouwd, waarop een gerichte kwantitatieve analyse naar chroom VI werd uitgevoerd.
- 2) **Thermische extractie GC-MS:** geen van de geteste stoffen werd gedetecteerd.
- 3) **LCMS-screening:** In staal 75 werd een beperkte hoeveelheid NP gedetecteerd. Bijkomend kwantitatief testen was niet vereist omdat de gedetecteerde hoeveelheid niet zal leiden tot een overschrijding van de REACH-grenswaarden.

Daarnaast werden de volgende kwantitatieve analysemethoden als relevant beoordeeld en bijkomend uitgevoerd:

- 1) Bepaling van PFAS en totaal fluor op respectievelijk op 7 en 9 stalen.
- 2) Bepaling van vlamvertragers op de stalen 68, 73, 75, 77 en 78.
- 3) Bepaling van UV-stabilisatoren op stalen 68 tot 71 en 74 tot 76.

5.10.2 Resultaat toegepaste kwantitatieve analysemethoden

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kwantitatieve analyses toegepast op de gerecycleerde materialen (vak met analyseresultaat).

Tabel 23: Overzicht resultaten van toegepaste kwantitatieve analysemethoden op gerecycleerde materialen van diverse kunststoffen

Nr	Omschrijving	Vlamvertragers (mg/kg)	Metalen (mg/kg)	PFAS (µg/kg)	Totaal Fluor (mg/kg)	UV-stabilisatoren (mg/kg)
68	PP maalgoed van kabelschermingsbuizen	DBDPE, 38,7		< dl	< dl	< dl
69	HDPE maalgoed van buizen					< dl
70	HDPE maalgoed van rolcontainers/kisten		Cr VI < dl	< dl	< dl	UV 326, 99,30 UV 327, 4,95
71	PP/PE (80/20) maalgoed			< dl	23	UV 326, 5,41 UV 327, 1,24
72	PE regranulaat			< dl	46	
73	PP regranulaat	HBCDD, 49,7		< dl	23	
74	PP maalgoed van tuinstoelen					UV 326, 16,27 UV 327, 13,91
75	ABS maalgoed	decaBDE, 11,7 HBCDD, 18,2 DBDPE, 31,5 TPP, 140		< dl	54	UV 234, 1,14 UV 327, 7,58 UV 329, 2,51 UV P, 58,11
76	PP maalgoed			< dl	< dl	UV 326, 15,35 UV 327, 2,77
77	EPS gecompacteerd blokken van diverse oorsprong	< dl			< dl	
78	EPS/PS gesmolten blokken van diverse oorsprong	HBCDD, 49,7			< dl	

De kwantitatieve analyses uitgevoerd op de 11 stalen gerecycleerde materialen afkomstig van diverse kunststoffen tonen aan dat verschillende stoffen aanwezig zijn in concentraties boven de detectielimiet. Deze bevindingen werden getoetst aan de relevante grenswaarden uit bijlage XVII van REACH en bijlage I van de POP-verordening. Hieronder volgt een bespreking:

Vlamvertragers: In 3 van de 4 onderzochte stalen werden vlamvertragers vastgesteld. De teruggevonden concentratie van de POP's decaBDE en HBCDD in staal 75 en 78 ligt ver onder de UTC in bijlage I van de POP-verordening. In staal 68 en 75 werd DBDPE teruggevonden. DBDPE is structureel verwant met decaBDE en wordt als alternatief daarvoor gebruikt. Momenteel loopt een consultatieprocedure om DBDPE op te nemen in de REACH-kandidaatlijst. Voor TPP geldt momenteel geen grenswaarde in REACH en de POP-verordening.

PFAS en totaal fluor: Voor verschillende stalen werd een kwantitatieve bepaling naar PFAS uitgevoerd. In 4 van de 9 stalen werd totaal fluor gemeten (tussen 23 en 54 mg/kg), wat wijst op mogelijke aanwezigheid van gefluoreerde verbindingen en fluorpolymeren. De gemeten PFAS-concentraties lagen echter meestal onder de

detectielimiet. Dit kan betekenen dat er andere PFAS aanwezig zijn dan deze die via de kwantitatieve test konden worden bepaald.

UV-stabilisatoren: In 5 van de 7 onderzochte stalen werden twee of meerdere UV-stabilisatoren teruggevonden, waaronder UV-234, UV-326, UV-327, UV-329 en UV-P. De nieuwe POP UV-328 werd niet teruggevonden. UV-326, UV-327 en UV-329 staan op de REACH-kandidaatlijst.

5.10.3 Eindoordeel

Op basis van de uitgevoerde analyses en toetsing aan de geldende REACH- en POP-regelgeving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- SVHC-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat SVHC-stoffen boven de drempel van 0,1 % waardoor informatieplicht of autorisatie onder REACH vereist zou zijn.
- POP-stoffen: geen van de onderzochte stalen bevat POP-stoffen boven de UTC-grenzen van bijlage I van de POP-verordening
- REACH-beperkingen:
 - o In geen van de stalen werd een overschrijding vastgesteld van REACH-grenswaarden voor PFAS of andere gereguleerde stoffen.

Om voor gerecycleerde materialen afkomstig van diverse kunststoffen een toetsing te kunnen doen aan de grenswaarden in REACH en de POP-verordening zijn de volgende testen aangewezen:

- XRF-screening naar elementen (zie tabel 11) en screening naar overige SVHC < 0,1 % en vervolgens bijkomende kwantitatieve testen uitvoeren op basis van screeningresultaten.
- Bepaling UV-stabilisatoren, in het bijzonder UV-328, omwille van toekomstige POP-drempelwaarden.
- Bepaling naar gereguleerde en frequent toegepaste vlamvertragers in recyclaten die vlamvertragers kunnen bevatten:
 - o XRF-screening is in de toekomst niet meer voldoende om aan te tonen dat broomhoudende vlamvertragers voldoen aan de UTC in bijlage I van de POP-verordening.
 - o Indien men de gerecycleerde materialen wil inzetten in toepassingen waar geen vlamvertragers gewenst zijn

EPS- en PS-verpakkingen bevatten in principe geen vlamvertragers maar er is algemeen geweten dat deze toch aanwezig kunnen zijn (vnl. door invoer van buiten Europa). In gerecycleerde kunststoffen afkomstig van de inzameling van gemengde harde kunststoffen op het recyclagepark kunnen ook vlamvertragers aanwezig zijn als verontreiniging (kunststoffen afkomstig van sloop, AEEA,...).

- PFAS bepaling aangewezen, met aanvullend aandacht voor totaal fluor. PFAS wordt meer en meer beperkt via stoffen- en productregelgeving.

6 AANBEVELINGEN VOOR CODE VAN GOEDE PRAKTIJK

6.1 MONSTERNEMING

De monsterneming van de gerecycleerde textiel- en kunststofmaterialen werd uitgevoerd door een erkend monsternemer, in overeenstemming met de methodologieën zoals vastgelegd in het Compendium voor Monsterneming en Analyse (CMA), gepubliceerd op het EMIS-platform (vito.be). Hoewel deze methode breed wordt toegepast, zijn er enkele voor- en nadelen verbonden aan het gebruik ervan voor textiel- en kunststofmaterialen.

Voordelen van CMA-methode:

- Gestandaardiseerde procedures: de methode biedt gestandaardiseerde procedures die consistentie en reproduceerbaarheid van de resultaten bevorderen.
- Ervaring en expertise: De bemonstering verloopt door een erkend monsternemer, wat zorgt voor een hoge mate van betrouwbaarheid.

Nadelen van CMA-methode:

- Niet specifiek voor textiel- en kunststofmaterialen: de CMA-methode is niet specifiek ontworpen voor textiel- en kunststofmaterialen, wat kan leiden tot inconsistentie in de monsterneming.
- Monsterneming uit gesloten balen of bigbags: een representatief monster nemen uit een gesloten baal of bigbag is een uitdaging. De exploitant kan veel eenvoudiger een staal nemen wanneer het wordt verwerkt (bijvoorbeeld van een lopende band).
- Kosten: er moet beroep worden gedaan op een erkend monsternemer wat zorgt voor een bijkomende kost.

Er kan daarom worden overwogen om de CMA-methode aan te passen zodat deze beter aansluit bij de specifieke eigenschappen van textiel- en kunststofmaterialen. Een andere optie is om de exploitant zelf de monsterneming te laten uitvoeren met behulp van gedetailleerde richtlijnen. Dit kan de nauwkeurigheid van de resultaten verbeteren, aangezien de exploitant beter bekend is met de specifieke materialen en op het moment van verwerking een monster kan nemen.

6.2 KWALITEITSCONTROLE

Om zorgwekkende stoffen in gerecycled textiel en kunststoffen effectief te identificeren en te beheersen, moeten recycleurs een geïntegreerde aanpak hanteren die chemische analyses combineert met procesoptimalisatie.

6.2.1 Inzameling en inputcontrole

Recycleurs moeten al in de eerste fase van de recyclingketen zorg dragen voor een strikte controle van inkomende materiaalstromen:

- **Bronidentificatie:** Materiaalstromen scheiden op basis van hun oorspronkelijke bron (bijv. kleding, tapijten of WEEE-plastics). Bronnen met een verhoogd risico op schadelijke stoffen, zoals tapijten met PVC-ruggen of elektronisch afval met gebromeerde vlamvertragers, moeten apart worden behandeld.
- **Visuele en technologische screening:** Gebruik van optische sorteringstechnieken, zoals NIR (Near Infrared Spectroscopy) en XRF-handgun om materialen op basis van samenstelling, kleur en metaalgehalte te sorteren.
- **Digitaal materiaalpaspoort:** Inputmateriaal controleren aan de hand van productpaspoorten, zoals aanbevolen voor textielproducten onder Europese regelgeving. Deze paspoorten bevatten informatie over gebruikte chemicaliën en vezelcomposities.

6.2.2 Procescontrole tijdens recyclage

Tijdens mechanische of chemische recyclage moeten maatregelen worden genomen om zorgwekkende stoffen te identificeren en te verwijderen:

- **Scheiding van toxische fracties:** Gebruik van densiteitsortering (zinkmethode) of elektrostatica om schadelijke componenten, zoals polymeren met broomhoudende vlamvertragers, van de reststroom te scheiden.
- **Chemische zuivering:** In chemische recyclingprocessen (zoals oplosmiddel-gebaseerde recycling of pyrolyse) kunnen schadelijke stoffen selectief worden verwijderd. Verifieer de effectiviteit van deze methoden met chemische analyse van outputmateriaal.
- **Temperatuurbeheer:** Bij thermische processen moet worden voorkomen dat giftige stoffen, zoals dioxines, vrijkomen door controle van temperatuur en emissies.

6.2.3 Outputkwaliteitscontrole

Het eindproduct van de recyclage moet grondig worden getest om de veiligheid en kwaliteit te waarborgen:

- **Outputmonitoring:** Voer steekproefsgewijs analyses uit op de chemische samenstelling van gerecycleerde vezels of kunststoffen (zie hoofdstuk 6.2.4)
- **Certificering:** Zorg dat gerecycleerde producten voldoen aan normen zoals het Europese Ecolabel, Blue Angel of OEKO-TEX (textiel), die beperkingen stellen aan gevaarlijke stoffen.
- **Mechanische en functionele tests:** Controleer de fysieke eigenschappen van het gerecycleerde materiaal (zoals sterkte, elasticiteit en kleurvastheid) om te garanderen dat het voldoet aan de eisen van nieuwe toepassingen.

6.2.4 Chemische analyse

Recycleurs moeten chemische testmethoden gebruiken om zorgwekkende stoffen te detecteren:

- **Screening op verboden stoffen:** Regelmatige analyses op stoffen die onder REACH verboden of gereguleerd zijn, zoals ftalaten, zware metalen, gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) en PFAS. Gebruik hierbij methoden zoals gaschromatografie-massaspectrometrie (GC-MS) of

vloeistofchromatografie (HPLC). Voor kunststoffen kan, zoals vermeld, de XRF-handgun gebruikt worden om het metaalgehalte te screenen.

- **Batchcontrole:** op systematische wijze steekproeven uitvoeren om materiaal te controleren op de aanwezigheid van zorgwekkende stoffen. Frequentie controles zijn vooral belangrijk bij gemengde vezelstromen (bijv. katoen-polyester of ABS-HIPS in AEEA).
- **Grenswaardevalidatie:** Controleer of concentraties van schadelijke stoffen voldoen aan de wettelijk toegestane limieten, zoals vastgesteld in REACH of de POP-verordening

6.2.5 Traceerbaarheid en documentatie

Bedrijven moeten transparant zijn over hun processen en gebruikte chemicaliën:

- **Registratiesysteem:** Alle chemische testresultaten, batchinformatie en procesdata moeten worden vastgelegd in een centraal registratiesysteem. Dit helpt om eventuele problemen in eerdere stappen te traceren.
- **Communicatie in de keten:** Deel testresultaten en kwaliteitsinformatie met fabrikanten en andere stakeholders om de veiligheid van producten te garanderen.

6.2.6 Training en ondersteuning

- **Personeelstraining:** Medewerkers moeten getraind worden in het gebruik van testmethoden, interpretatie van testresultaten en veilige omgang met gevaarlijke stoffen.
- **Up-to-date blijven met regelgeving:** Recycleurs moeten de laatste ontwikkelingen in regelgeving, zoals veranderingen in REACH of nieuwe limieten voor POP's, volgen en implementeren.

6.2.7 Conclusie

Een effectief protocol voor kwaliteitscontrole bij textiel- en kunststofrecycling omvat een combinatie van bronidentificatie, chemische analyse, procesbeheersing en traceerbaarheid. Door te investeren in technologie, gegevensbeheer en samenwerking binnen de waardeketen, kunnen recycleurs bijdragen aan een veilige en circulaire economie waarin zorgwekkende stoffen effectief worden beheerst.

6.3 SPECIFIEKE AANBEVELINGEN TEXTIEL

Specifieke aanbevelingen voor textielrecyclage:

- 1) **Kwaliteitscontrole aan de bron:**
Voer systematische chemische analyses uit (2 keer per jaar) op inkomende textielstromen via de beschreven screeningtechnieken (XRF, LCMS, TEX) om schadelijke stoffen zoals vlamvertragers, kleurstoffen, NPEO ... tijdig te detecteren. Indien er een risico is op aanwezigheid van PFAS in een bepaalde stroom, gebruik CIC als screeningmethode en test kwantitatief indien er fluor wordt gevonden. Weiger of isoleer stromen die boven wettelijke limieten zitten.
- 2) **Voorbehandeling en verwijdering van schadelijke stoffen:**
Gebruik mechanische sortering of gespecialiseerde sortering om vezelmengsels met hoog risico en chemische contaminatie uit te sorteren.

3) **Veilige producttoepassing:**

Stem gebruik af op chemisch profiel: vermijd toepassingen in kleding of speelgoed bij aanwezigheid van zorgwekkende stoffen. Beperk gebruik tot technische toepassingen zonder huidcontact bij verhoogde chemische waarden.

4) **Certificering & traceerbaarheid:**

Analyseer jaarlijks twee batchen op de aanwezigheid van REACH en POP-gereguleerde stoffen.

Vermeld informatie in verband met beschikbare certificatie zoals bijvoorbeeld OEKO-TEX of GRS mee.

Onderstaand een samenvattende tabel met de belangrijkste stappen voor textielrecyclage:

Stap	Doel	Actiepunten
Inkomende controle	Schadelijke stoffen detecteren	Chemische screening, CIC-analyse (PFAS), isolatie bij overschrijding
Voorbehandeling	Schadelijke stoffen verwijderen	Mechanische sortering
Gespecialiseerde sortering	Contaminatie vermijden	AI/NIR-scanning, isolatie van risicostromen
Producttoepassing	Veilig gebruik	Technische toepassingen, vermijden van kleding/speelgoed bij overschrijding
Certificering	Vertrouwen en naleving regelgeving	Analyseverslagen, conformiteitsverklaring, certificering

6.4 SPECIFIEKE AANBEVELINGEN KUNSTSTOF

Specifieke aanbevelingen voor kunststofrecyclage:

1) **Kwaliteitscontrole aan de bron:**

Voer systematische chemische analyses uit (2 keer per jaar) op inkomende kunststofstromen via de beschreven screeningtechnieken (XRF, LCMS, TEX) om schadelijke stoffen zoals zware metalen, ftalaten, vlamvertragers, PAK's, ... tijdig te detecteren. Weiger of isoleer stromen die boven wettelijke limieten zitten.

2) **Voorbehandeling en verwijdering van schadelijke stoffen:**

Integreer zinktechnieken om verontreinigde stromen met zware broomhoudende vlamvertragers te isoleren. Combineer dit met mechanische scheiding en cryogeen vernalen ter homogenisatie van de stalen.

3) **Gespecialiseerde sortering:**

Gebruik AI en NIR-technologie om kunststoffen zoals PVC, PE, PP, ABS en PC nauwkeurig te scheiden. Segregeer stromen met verhoogde Pb/Cd-gehalten of PFAS-vermoeden voor niet-kritische toepassingen.

4) **Veilige producttoepassing:**

Stem gebruik af op chemisch profiel: vermijd toepassingen in kinderspeelgoed of

consumentenproducten bij aanwezigheid van zorgwekkende stoffen. Beperk gebruik tot technische toepassingen zonder huidcontact bij verhoogde chemische waarden.

5) **Certificering en traceerbaarheid:**

Analyseer jaarlijks twee batchen op REACH- en POP-gereguleerde stoffen. Investeer in erkende certificaten zoals QA-CER, GRS en RoHS.

Onderstaand een samenvattende tabel met de belangrijkste stappen voor kunststofrecyclage:

Stap	Doel	Actiepunten
Inkomende controle	Schadelijke stoffen detecteren	Chemische screening, CIC-analyse (PFAS), isolatie bij overschrijding
Voorbehandeling	Schadelijke stoffen verwijderen	Zinktechnieken, mechanische scheiding, cryogeen vermalen
Gespecialiseerde sortering	Contaminatie vermijden	AI/NIR-technologie, scheiding van risicostromen
Producttoepassing	Veilig gebruik	Technische toepassingen, vermijden van kinderspeelgoed/consumentenproducten bij overschrijding
Certificering	Vertrouwen en naleving regelgeving	Analyseverslagen, conformiteitsverklaring, certificering

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: INSTRUCTIES MONSTERNEMING

Monsternameprotocol gerecycleerd textiel

In kader van Meetcampagne ZS van OVAM

Werkwijze monstername

1. **Neem foto's van het materiaal van de gesloten + open baal. Sla deze foto's op met een verwijzing naar de referentie van het materiaal (bijv. XX staal 1_foto1).**
2. **Selecteer één baal uit een partij, maak deze los en spreid het materiaal uit.**
3. **Neem op verschillende plaatsen in de partij een 15 à 20-tal grepen met de hand. Tot een volume van 10 l is bereikt.**
4. **De grepen nooit nemen direct aan het oppervlak (buitenkant) van de partij.**
5. **De grepen worden samengevoegd in een zuivere plastic zak. Op de plastic zak graag een etiket kleven met de referentie van het staal. En de zak goed afsluiten.**



Informatie over monsternamen per textielstroom

Omschrijving staal:	
Referentie	XX staal 1
Datum van monsterneming	
Omschrijving materiaal - Type: bijv katoen, wol, polypropyleen,... - Pre- of post-consumer - Herkomst: kleding, tapijt, matras,...	☐ ☐ ☐
Toepassingen	
Kleur	
Opslagvorm (baal, los,...)	
Volume baal	
Lot-nr	
Aantal genomen foto's	

Monsternameprotocol gerecycleerd kunststof

In kader van Meetcampagne ZS van OVAM

Werkwijze monstername

1. **Neem foto's van het materiaal: detailfoto van het materiaal + opslag. Sla deze foto's op met een verwijzing naar de referentie van het materiaal (bijv. XX staal 1_foto1). Voorbeeld foto's:**



2. **Monstername uit bigbag/octabin/...:**
 - Verwijder eerst ongeveer 20 cm recyclaat.
 - Neem op verschillende plaatsen in de partij een 15 à 20-tal grepen met een handschep. Tot een volume van ongeveer 8 à 10 l is bereikt.
3. **Monstername tijdens afvullen bigbag/octabin/...:**
 - Neem met tijdsintervallen (10 à 20 sec) grepen van het recyclaat tot een volume van ongeveer 8 à 10 l is bereikt.
4. **De grepen worden samengevoegd in een zuivere plastic emmer of zak. Op het recipiënt graag een etiket kleven met de referentie van het staal. En het recipiënt goed afsluiten.**

Informatie over monstername per kunststofstroom

Omschrijving staal:	
Referentie	XX staal 1
Datum van monsterneming	
Toepassingen	
Kleur	
Opslagvorm (bigbag, los,...)	
Grootte lot (aantal bigbags, volume,...)	
Monstername:	☐ Uit recipiënt ☐ Tijdens afvullen
Lot-nr	
Aantal genomen foto's	

BIJLAGE 2: STANDAARD MONSTERVOORBEHANDELING

Hierna volgt de standaard die gebruikt werd als basis om de specifieke monstervoorbehandeling op af te stemmen (Engels).

This document is based on the standard EVS-EN IEC 62321-2:2021

The operator shall choose to apply one or more of the approaches, to create samples suitable for analysis while being representative for the original sample. Selection of the appropriate technique(s) depends on the required particle size for the analytical methods used of the client requirements.

1. Apparatus, equipment and materials

- a) Coarse grinding, cutting mill with 4 mm heavy metal free bottom sieve. Here the Fritsch Pulverisette 19 with adjustable rotation speed 300-3000 rpm
Can be coupled with cyclone for sample extraction and extra air cooling
- b) Centrifugal mill with a 1 mm and a 0.5 mm Titanium distance sieve and 12 teeth rotor. Here the Retsch ZM 300 with adjustable rotation speed 6000 – 24000 rpm.
Can be coupled with cyclone for sample extraction and extra air cooling
- c) Bladeless cryogenic impact grinder with self-contained LN2 tub with programmable timer. Here the SPEX Sample Prep 6875D
- d) Sample divider. Here the Fritsch Laborette 27 with a vibratory sample feeder Laborette 24
- e) Oil-less band saw, heavy plate shears or scissors
- f) Vacuum cleaner for coupling with the cyclone and cleaning
- g) Analytical balance
- h) Cold resistant gloves
- i) Gloves
- j) Safety glasses
- k) Liquid nitrogen (LN2)
- l) Sample containers for use with LN2
WARNING – Liquid nitrogen is volatile and can cause oxygen deficiency in the area of use, use of proper safety, ventilation and caution is needed.

Depending on the sample type and size, any of the below procedures or a combination may be used to prepare the sample(s).

2. Manual cutting

If the sample is bigger than 3-4 cm in all dimensions, pre-shredding, pre-cutting or pre-sawing is needed.

3. Coarse grinding or milling

If the sample is between 4 mm and 3 cm. The first grinding must be done with the cutting mill (a) equipped with a 4 mm heavy metal free sieve. This results in particles < 4 mm. Sufficient cryogenic cooling of the sample with LN2 is needed.

Optimal sample amount of heterogeneous sample >4 mm:

- 1.1 kg of solid material
- 2 L of foam, fluffy material

Optimal sample amount of homogeneous sample:

- 200g of solid material
- 1 L of foam, fluffy material

If more sample is received, sample reduction is needed with coning and quartering or the sample divider until the required amount is left. For homogeneous samples the sample amount does not need to be as much. For these types of samples, about double of the final required sample amount is enough to count in sample loss and 'washing' of the machine pre grinding.

The machine is first 'washed' with a small amount (+-100 g) of the sample to minimize contaminations. This first ground material is then thrown away.

4. Fine grinding or milling

Further reduction of pre-ground or initial sample < 4mm is done with a centrifugal mill (b)

- < 1 mm (sand)
- < 0.5 mm (powder)

Sufficient cryogenic cooling of the sample with LN2 is needed. For this about 60 g is needed. +-10g for prewashing. 50g final sample amount. The sample reduction from the 1kg pre-ground sample (< 4 mm) is done by coning and quartering (or the sample divider with a vibratory sample feeder).

5. Very fine grinding of polymers and organic materials

For polymers and organic materials, use of a cryogenic impact grinder (c) is recommended. This can be used for very fine reduction of particle size < 500 µm diameter or less. Note that this type of grinding results in a broader sample size distribution, especially for heterogeneous samples since some materials are more brittle than others.

Between 5-25 g of rough-cut (< 4 mm) samples are placed in the sample vial up to max two-thirds full together with the grinding rod. This method requires a large volume of LN2 for cryogenic cooling of the apparatus and the samples.

This method has almost no sample loss, so the required amount is equal to the final needed material amount. The sample reduction from the 1kg pre-ground sample (< 4 mm) is done by coning and quartering (or the sample divider with a vibratory sample feeder).

BIJLAGE 3: INFO EN DETECTIELIMIET SCREENINGSMETHODEN

1. XRF-screening voor elementanalyse

De XRF-screening (X-ray fluorescence) met het Tiger R8 toestel is een snelle en niet-destructieve methode om de samenstelling van metalen en andere elementen in materialen te analyseren.

Testprocedure:

1. Werking: Het Tiger R8-toestel werkt door middel van röntgenfluorescentie. Een röntgenbundel wordt op het staal gericht, waardoor de aanwezige atomen aangeslagen worden en karakteristieke röntgenstraling uitzenden.
2. Detectie: Het toestel detecteert de uitgezonden straling en identificeert de aanwezige metalen en hun concentraties.
3. Evaluatie: Zodra de concentratie is bepaald, wordt geëvalueerd of een verdere kwantitatieve analyse (via ICP) van het gedetecteerde element noodzakelijk is.

Tabel 24: Detectielimiet van elementen via XRF-screening en een lijst van stoffen die hiermee worden afgedekt

Element	Reporting limit (mass %)	Concentration (w%)
As	0.010	<RL
Co	0.010	<RL
Cr	0.0070	<RL
Pb	0.010	<RL
Sn	0.0070	<RL
Br	0.010	<RL
Zr	0.010	<RL
Cd	0.0050	<RL
Al	0.0080	<RL
Si	0.010	<RL

* RL = reporting limit

* diarsenic tri- et pentoxide, arsenic acid, calcium arsenate, leadhydrogenarsenate, triethylarsenate, cobaltdiacetate, cobaltsulphate, cobaltdichloride, cobaltcarbonate, cobaltdinitrate, cadmium, cadmium oxide, cadmium chloride, cadmium sulphide, cadmium fluoride, cadmium sulphate, cadmium nitrate, cadmium hydroxide, cadmium carbonate, potassium chromate and dichromate, sodium chromate and dichromate, chromiumtrioxide, ammoniumdichromate, strontiumchromate, , chromic and dichromic acid, oligomers of chromic and dichromic acid, pentazincchromate octahydroxide, dichromium tris(chromate), potassium hydroxyoctaoxidizincatedichromate, lead chromate and pigments based on lead chromate, Orange lead (lead tetroxide), Pyrochlore antimony lead yellow, Lead monoxide, Trilead bis(carbonate)dihydroxide, leaddinitrate
leadoxidesulfate, Lead titanium trioxide, Silicic acid, lead salt, Lead titanium zirconium oxide, Pentalead tetraoxide sulphate, Trilead dioxide phosphonate, Tetralead trioxide sulphate, Lead bis(tetrafluoroborate), Tetraethyllead, Leaddiazide - leadazide, leaddipicrate, leadstyphnate, Lead cyanamidate, [Phthalato(2-)]dioxotrilead, Dioxobis(stearato)trilead, Acetic acid lead salt(basic), C16-C18 fatty acid lead salts, Sulfurous acid lead salt (dibasic), Lead(II) bis(methanesulfonate), Lead di (acetate), HBCDD, DecaBDE, bistributyltinoxide, dibutyltindichloride, dibutylbis(pentane-2,4-dionato-O,O')tin, silicic acid barium salt (lead doped), aluminosilicate refractory ceramic fibres, zirconia aluminosilicate refractory ceramic fibres, triethyl phosphate, 2-ethylhexyl 10-ethyl-4,4-diethyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate (DOTE), 2-ethylhexyl 10-ethyl-4-[[2-[(2-ethylhexyl)oxy]-2-oxoethyl]thio]-4-octyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate (MOTE), Dioctyltin bis(fatty acyloxy) derivs. with C12 as the predominant carbon number, 1,2 Bis(2,4,6-tribromophenoxyethane) (BTBPE), Tetrabromobisphenol A (TBBPA)

2. Thermische extractie GCMS

Thermische extractie gekoppeld aan Gaschromatografie-Massaspectrometrie (GC-MS) is een analytische techniek die wordt ingezet voor de screening van semi-vluchtige organische componenten (SVOC's).

Testprocedure:

1. Verhitting: Eén of meerdere monsters (diameter 1 cm) worden verhit in een glazen buis bij een constante temperatuur van 140°C gedurende 30 minuten, onder een gecontroleerde inert gasstroom.
2. Verzameling: De verdampte vluchtige organische componenten (VOC's) worden opgevangen in een Tenax-buis, waar ze fysisch worden geadsorbeerd.
3. Analyse: De Tenax-buis wordt thermisch gedesorbeerd, waarbij de vrijgekomen VOC's cryogeen worden geconcentreerd en direct geïnjecteerd in een gaschromatograaf (GC) met een Agilent MSD (Mass Selective Detector).

Deze methode is gebaseerd op VDA 278, een standaardmethode voor het evalueren van het fogginggedrag van ftalaten.

- Voor meer vluchtige VOC's kunnen semi-kwantitatieve resultaten (µg/g) worden verkregen.
- Voor zwaardere VOC's en SVOC's fungeert de methode als een screeningstechniek om hun aanwezigheid te bepalen. Bij hogere concentraties is enkel een deel van de verbindingen verdampt, wat resulteert in een rapportering van ng/min.g.

Tabel 25: Lijst van stoffen waarnaar via thermische extractie GCMS wordt gescreend

	Requested	CAS	tR min	ng/min.g	µg/g (30', 140°C)
F001	Diisobutylphthalate (DiBP)	84-69-5	20,72	-	-
F002	Dibutylphthalate (DBP)	84-74-2	21,71	-	-
F003	Bis(2-methoxyethyl)phthalate (DMEP)	117-82-8	21,96	-	-
F004	Diisopentylphthalate (DiPP)	605-50-5	23,15	-	-
F005	N-pentylisopentylphthalate	776297-69-9	23,73	-	-
F006	Dipentylphthalate (DPP)	131-18-0	24,37	-	-
F007	Diisohexyl phthalate	71850-09-4	26,68	-	-
F008	Benzylbutylphthalate (BBP)	85-68-7	28,37	-	-
F009	Dihexylphthalate (DHP)	84-75-3	28,52	-	-
F010	Dicyclohexylphthalate	84-61-7	32,46	-	-
F011	Di-n-heptyl phthalate	3648-21-3	32,82	-	-
F012	Bis-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	117-81-7	32,98	-	-
X071	C6-C8 phthalates, C7 rich (DHIP)	71888-89-6	28,73	-	-
X072	C7-C11 phthalates (DHNUP)	68515-42-4	37,50	-	-
X085	Hexahydrophthalic anhydrides	85-42-7	17,16	-	-
X086	Dipentylphthalate isomers	84777-06-0	20,73	-	-
X090	Hexahydromethylphthalic anhydrides	25550-51-0	14,84	-	-
X103	Dihexylphthalates, branched+linear	68515-50-4	26,72	-	-
X107	Di(C6-C10)alkyl phthalate >0,3%DHP	68515-51-5	26,65	-	-
X108	Di(C6/C8/C10)alkyl phthalate >0,3%DHP	68648-93-1	25,83	-	-
D004	Phenanthrene	85-01-8	20,23	-	-
D005	Anthracene	120-12-7	20,34	-	-
D006	Fluoranthene	206-44-0	23,55	-	-
D007	Pyrene	129-00-0	24,37	-	-
D008	Benz(a)anthracene	56-55-3	31,69	-	-
D009	Chrysene	218-01-9	31,83	-	-
E006	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	35,86	-	-
E008	Benzo(a)pyrene	50-32-8	36,93	-	-
E010	Benzo(ghi)perylene	191-24-2	43,47	-	-
X211	Terphenyl, hydrogenated (cluster)	61788-32-7	21,24	-	-
G009	Bumetrizole (UV-326)	3896-11-5	33,12	-	-
G010	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenol (UV-329)	3147-75-9	33,41	-	-
G011	2,4-di-tert-butyl-6-(5-chlorobenzotriazol-2-yl)phenol (UV-327)	3864-99-1	34,62	-	-

	Requested	CAS	tR min	ng/min.g	µg/g
					(30', 140°C)
A001	Furan	110-00-9	4,12	-	-
A002	1-Bromopropane	106-94-5	5,59	-	-
K002	2-Methoxyethanol	109-86-4	5,66	-	-
K003	1,2-Dichloroethane	107-06-2	5,84	-	-
A003	Ethylenediamine	107-15-3	6,10	-	-
K004	1,2-Dimethoxyethane	110-71-4	6,09	-	-
X091	Propylenoxide	75-56-9	5,64	-	-
A004	Formamide	75-12-7	6,46	-	-
K005	Trichloroethylene	79-01-6	6,97	-	-
K006	2-Ethoxyethanol	110-80-5	7,14	-	-
A005	Dimethylformamide (DMF)	68-12-2	8,02	-	-
X087	Methoxyacetic acid	625-45-6	7,22	-	-
K007	1,2-Diethoxyethane	629-14-1	8,87	-	-
A007	N-methylacetamide	79-16-3	8,85	-	-
H001	1,4-Dioxane	123-91-1	6,98	-	-
A008	Zoldine MS+ (3-ethyl-2-methyl-2-(3-methylbutyl)-1,3-oxazolidine)	143860-04-2	9,83	-	-
K008	2-Methoxyethyl acetate	110-49-6	9,37	-	-
X089	Dimethyl Sulphate	77-78-1	5,27	-	-
A009	Acrylamide	79-06-1	9,48	-	-
A010	N,N-Dimethylacetamide	127-19-5	9,71	-	-
K012	2-Ethoxyethylacetate	111-15-9	10,54	-	-
K013	1,2,3-Trichloropropane	96-18-4	10,65	-	-
K014	Bis(2-methoxyethyl)ether	111-96-6	11,19	-	-
X088	Diethyl Sulphate	64-67-5	11,40	-	-
A012	N-methyl-2-pyrrolidone	872-50-4	12,24	-	-
X105	1,3-Propanesultone	1120-71-4	14,47	-	-
A013	1,2-Bis(2-methoxyethoxy)ethane	112-49-2	14,64	-	-
H004	Bis(2-(2-methoxyethoxy)ethylether	143-24-8	17,36	-	-
G002	4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)phenol	140-66-9	18,52	-	-
X083	4-Nonylphenol (cluster)	104-40-5	19,30	-	-
H007	2,4,6-tri-tert-butylphenol	732-26-3	18,00	-	-
E004	2-phenylpropene/phenol: Oligo/alkylation reaction products-marker 1	6362-80-7	20,29	-	-
X106	Karanal	117933-89-8	19,46	-	-
X076	Formaldehyde/aniline oligomeric react prods	25214-70-4	21,08	-	-
X081	β-TGIC	59653-74-6	25,08	-	-
X077	Phenolphthalein	77-09-8	25,73	-	-
X082	TGIC	2451-62-9	25,28	-	-
H009	2,2'-Methylene-bis(6-tert-butyl-p-cresol)	119-47-1	30,61	-	-
B001	o-Toluidine	95-53-4	12,89	-	-
B002	o-Anisidine	90-04-0	14,12	-	-
B003	p-Cresidine	120-71-8	15,23	-	-
B004	2,4-Diaminotoluene	95-80-7	16,25	-	-
B005	Biphenyl-4-ylamine	92-67-1	19,68	-	-
B006	4-Aminoazobenzene	60-09-3	23,21	-	-
B007	4,4'-Oxydianiline and its salts	101-80-4	23,44	-	-
B008	4,4'-Diaminodiphenylmethane	101-77-9	23,76	-	-
B009	o-Aminoazotoluene	97-56-3	26,54	-	-
B010	4,4'-Methylenedi-o-toluidine	838-88-0	26,82	-	-
B011	2,2'-Dichloro-4,4'-methylenedianiline	101-14-4	31,44	-	-
C002	Nitrobenzene	98-95-3	13,05	-	-
C004	2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	17,61	-	-
C005	Dinoseb	88-85-7	20,82	-	-
C006	5-Tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene (musk xylene)	81-15-2	20,82	-	-
G003	TCEP (tri(2-chloroethyl)phosphate)	115-96-8	19,48	-	-
G004	1,7,7-trimethyl-3-(phenylmethylene)bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	15087-24-8	21,73	-	-
H008	1,7,7-Trimethyl-3-[(4-methylphenyl)methylene]-bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	36861-47-9	23,33	-	-
G005	2-methyl-1-(4-methylthiophenyl)-2-morpholinopropan-1-one	71868-10-5	26,96	-	-
X436	2-(4-methylbenzyl)-2-(dimethylamino)-1-(4-morpholinophenyl)butan-1-one	119344-86-4	37,54	-	-
G006	Michlers' base	101-61-1	28,60	-	-
G007	2,2-bis(4'-hydroxyphenyl)-4-methylpentane	6807-17-6	29,35	-	-

G008	Hexabromocyclododecane	3194-55-6	32,27	-	-
G012	Michlers' ketone	90-94-8	36,49	-	-
G013	Trixylylphosphate	25155-23-1	37,19	-	-
X109	Dechlorane plus	13560-89-9	53,94	-	-
H003	2,3-Dibromo-1-propanol	96-13-9	13,01	-	-
X067	Short chain chlorinated paraffins	85535-84-8	16,98	-	-
X334	Medium chain chlorinated paraffins	85535-85-9	22,10	-	-
X073	Pitch, coal tar, high temp	65996-93-2	20,73	-	-
E001	Octamethylcyclotetrasiloxane	556-67-2	12,28	-	-
E002	Decamethylcyclopentasiloxane	541-02-6	14,26	-	-
E003	Dodecamethylcyclohexasiloxane	540-97-6	16,15	-	-
H006	Tris(2-methoxyethoxy)vinylsilane	1067-53-4	17,48	-	-
H002	Glutaral	111-30-8	9,88	-	-
H005	2-(4-tert-butylbenzyl)propionaldehyde	80-54-6	17,79	-	-
H010	Bis(4-chlorophenyl)sulphone	80-07-9	25,74	-	-

Algemeen screent deze techniek de VOC's tussen 100-1000 mg/kg afhankelijk van hoe zwaar de component is.

3. LCMS-screening

LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) is een geavanceerde analytische techniek die wordt gebruikt voor de screening naar stoffen die niet door de andere technieken kunnen worden gescreend, daar dit type chemische stoffen dat niet toelaat. Deze methode maakt het mogelijk om organische stoffen nauwkeurig te identificeren en te kwantificeren in complexe matrices.

Testprocedure:

1. Extractie: De extractieprocedure maakt gebruik van methanol, DMSO en ethylacetaat, waarbij monsters worden onderworpen aan ultrasone extractie. Dit proces zorgt ervoor dat doelcomponenten effectief uit de matrix worden vrijgemaakt voor verdere analyse.
2. Scheiding en detectie: De geanalyseerde extracten worden vervolgens geanalyseerd via LC-DAD-MS/MS (Liquid Chromatography with Diode Array Detection and Tandem Mass Spectrometry). De vloeistofchromatografie scheidt de verschillende componenten in het monster, terwijl de massaspectrometrie de moleculaire samenstelling en fragmentatiepatronen detecteert.
3. Resultaten: De meetresultaten worden gepresenteerd op basis van de concentraties van de doelcomponenten in het monster.

Tabel 26: Lijst van stoffen waarnaar via LCMS wordt gescreend en hun detectielimiet

Components	C (%)
NP	< 0.0010
NPEO	< 0.0010
OP	< 0.0010
OPEO	< 0.0010
HP	< 0.0010
PTBP	< 0.010
PTAP	< 0.010
PDDP	< 0.010
Bisphenol A	< 0.010
Bisphenol B	< 0.010
Bisphenol S	< 0.010
PFOA	< 0.00010
PFA's	< 0.00010
PFNA	< 0.00010
PFDA	< 0.00010
PFHxS	< 0.0010
HFPO-DA	< 0.010
PFBS	< 0.010
APFO	< 0.00010
ADCA	< 0.010
Imidazoline-2-thiol	< 0.0010
C.I. Direct Red 28	< 0.0010
C.I. Direct Black 38	< 0.0010
UV 320	< 0.0010
UV 328	< 0.0010
UV 350	< 0.0010
Irgacure 907	< 0.010
Irgacure 369	< 0.010
TMA	< 0.0010
Butyl 4-hydroxybenzoate	< 0.010
2-methylimidazole	< 0.010
1-vinylimidazole	< 0.010
BMP	< 0.010
TBNPA	< 0.010
N-(hydroxymethyl)acrylamide	< 0.010
PFHpa	< 0.010
Melamine	< 0.010
isobutyl 4-hydroxybenzoate	< 0.010
TBBPA	< 0.010
DPPO	< 0.010

BIJLAGE 4: INFO EN DETECTIELIMIET KWANTITATIEVE METHODEN

1. Vlamvertragers

Voor dit onderzoek werd er gebruikt gemaakt van een interne gevalideerde testmethode op basis van ESI/APPO LCMSMS.

Testprocedure:

1. Extractie: Het monster wordt onderworpen aan ultrasone extractie met een mengsel van tolueen en methanol. Dit zorgt voor een efficiënte extractie van zowel gebromeerde als fosforgebaseerde vlamvertragers uit het materiaal.
2. Analysetechniek: De extractie-oplossing wordt geanalyseerd via vloeistofchromatografie gekoppeld aan massaspectrometrie (LC-MS/MS), waarbij twee ionisatietechnieken worden gebruikt:
 - APPI (Atmospheric Pressure Photoionization): voor de detectie en kwantificering van gebromeerde vlamvertragers (BFR's).
 - ESI (Electrospray Ionization): voor de detectie en kwantificering van fosforgebaseerde vlamvertragers (PFR's).
3. Resultaat: De concentratie van de gedetecteerde stoffen wordt berekend en uitgedrukt in mg/kg, waarna deze wordt vergeleken met de geldende limieten en richtlijnen.

Figuur 3: detectielimiet in mg/kg voor gebromeerde vlamvertragers

APPI	
Compound	C (mg/kg)
TetraBB	< 5.00
PentaBB	< 5.00
HexaBB	< 5.00
HeptaBB	< 5.00
OctaBB	< 5.00
NonaBB	< 5.00
DecaBB	< 5.00
TetraBDEs	< 5.00
PentaBDEs	< 5.00
HexaBDEs	< 5.00
HeptaBDEs	< 5.00
OctaBDEs	< 5.00
NonaBDEs	< 5.00
DecaBDE	< 5.00
HBCDD	< 5.00
DBDPE	< 5.00
BTBPE	< 5.00
TBPH	< 5.00
TTBP-TAZ	< 5.00

Figuur 4: detectielimiet in mg/kg voor fosforgebaseerde vlamvertragers

ESI	
Compound	C (mg/kg)
BBMP	< 5.00
TRIS	< 5.00
TEPA	< 5.00
BIS	< 5.00
TCEP	< 5.00
TCPP	< 5.00
TDCPP	< 5.00
TXP	< 5.00
TBBPA	< 5.00
TPP	< 5.00
TOCP	< 5.00
2,4,6 TBP	< 5.00

2. Metalen

De kwantitatieve bepaling worden uitgevoerd met ICP (Inductively Coupled Plasma) spectrometrie.

Testprocedure:

1. Oplossen: Het monster wordt opgelost in een geschikt zuur, zoals salpeterzuur of koningswater, om de aanwezige metalen vrij te maken.
2. Injectie: De verkregen oplossing wordt geïnjecteerd in een plasmabron, waarin argon wordt geïoniseerd tot een extreem heet plasma (6000-10.000 K).
3. Excitatie en emissie: De metaalatomen in het plasma worden geëxciteerd en zenden karakteristieke golflengten van licht uit, die specifiek zijn voor elk element.
4. Analyse: De uitgestraalde golflengten worden gemeten met ICP (Inductively Coupled Plasma) spectroscopie om de concentratie van metalen in het monster te bepalen.
5. Resultaten: De meetresultaten worden uitgedrukt in mg/kg, waarbij de concentraties van specifieke metalen worden gekwantificeerd.

Afhankelijk van de gebruikte techniek worden de volgende analysemethoden toegepast:

- ICP-OES (Optical Emission Spectrometry): Metalen worden geïdentificeerd aan de hand van hun specifieke emissiespectra.
- ICP-MS (Mass Spectrometry): Metalen worden geanalyseerd op basis van hun massa/lading-verhouding, waardoor lagere detectielimieten mogelijk zijn (ppb-niveau).

Figuur 5: Detectielimiet in mg/kg voor Pb en Cd via kwantitatieve bepaling

Standard used	US16 CFR 1303 CPSC CH-E1001-08.3(2012);CH-E1002-08.3(2012);CH-E1003-09.1(2011)
Deviation from the standard	
Remark	The determination of Cd is not performed under accreditation
Sample preparation	Mineralization using concentrated acids in a microwave.
Analytical method	ICP-MS
Results	
Determination of	Pb, Cd
Reporting limit	Depending on the analysed element
Metals	Reporting limit
	mg/kg
Pb (lead)	5.00
Cd (cadmium)	5.00

Figuur 7: Detectielimiet in mg/kg voor Cr VI via kwantitatieve bepaling

Standard used	IEC 62321-7-2 (2017)
Deviation from the standard	-
Extraction method	NaOH / NaCO ₃ solution_pH 11.5 in microwave
Analysis method	Colour reaction with 1,5- diphenylcarbazide, measured photometrically at 540 nm
Cell length	1 cm
Results	
Reporting limit	25 mg/kg

Chrome(VI) content

	mg/kg Cr VI
1	< 25

Figuur 6: Detectielimiet in mg/kg voor Co via kwantitatieve bepaling

Standard used	EN 16711-1 (2015)
Deviation from the standard	
Sample preparation	Mineralization using concentrated acids in a microwave.
Determination	ICP-OES quantitative measurement of specified elements

Metals	Reporting limit mg/kg
Co (cobalt)	5.0

3. Organotin verbindingen

De organotinverbindingen werden kwantitatief getest via ISO/TS 16179 (2012).

Testprocedure:

1. Extractie: 1,0 ± 0,1 g staal (≤ 4 mm) wordt geëxtraheerd met 20 ml extractievloeistof, 200 µl IS (B1) en 1 ml tropolone in een ultrasoonbad (60 °C, 1 u). Indien nodig centrifugeren (5 min) en oplossing laten afkoelen tot 20 °C.
2. Derivatisering: 10 ml extract wordt gemengd met 8 ml buffer (pH 4,5), 0,1 ml 20 % NaEt₄B in THF. Vervolgens intensief schudden (2×30 min bij 1200 rpm) met respectievelijk 4 ml iso-octaan als laatste stap. Daarna centrifugeren (5 min) en de organische fase overbrengen in GC-vial.
3. Analyse (GC/MS/MS): Analyse via MRM op TRACE GC Ultra TSQ 8000Evo of TSQ 9000
4. Kwantificering: uitdrukking van organotinverbindingen in mg/kg

Figuur 8: Detectielimiet in mg/kg voor specifieke organotinverbindingen via kwantitatieve bepaling

Based on	ISO/TS 16179 (2012)
Deviation from the standard	Use of Triple Quad - GCMS
Extraction method	Ultrasonic extraction with methanol/ethanol 80/20
Derivatisation	Tetraethylborate
Analytical method	GC-MS/MS
Results	
Determination limit	0,10 mg/kg

Compounds	C (mg/kg)
TBT	< 0.10
DBT	< 0.10
MOT	< 0.10
DOT	< 0.10

4. Ftalaten

Kwantificatie van ftalaten werd in dit onderzoek uitgevoerd via de CPSC CH-C1001-09.4 (2018). Door gebruik te maken van ultrasone extractie met THF en Triple Quad GC-MS wordt een betrouwbaardere en gevoeligere analyse verkregen.

Testprocedure:

1. Monsterpreparatie: Het textiel- of kunststofmonster wordt fijn gemalen of gesneden om de extractie te vergemakkelijken.
2. Extractie: Ftalaten worden uit het monster geëxtraheerd via ultrasone extractie met tetrahydrofuraan (THF), wat een efficiënte en snelle methode is om ftalaten vrij te maken.
3. Analysetechniek: In plaats van de standaard GC-MS met een single quadrupole, wordt een Triple Quad GC-MS gebruikt voor een hogere gevoeligheid en selectiviteit bij de detectie van ftalaten.
4. Resultaat: De ftalaatgehaltes worden uitgedrukt in mg/kg en vergeleken met wettelijke limieten.

Figuur 9: Detectielimiet in gewichtsprocent voor specifieke ftalaten via kwantitatieve bepaling

Standard used	Centexbel
Extraction method	Ultrasonic extraction with THF
Analytical method	Gas chromatography with mass spectrometric detection – internal standard :D4-dibutyl-phthalate
Components	Dibutylphthalate (DBP), di-isobutylphthalat (DIBP), benzylbutylphthalate (BBP), di-(2-ethylhexyl)-phthalate (DEHP)
Results	
Determination limit	0,01 % (w/w)

Components	% (w/w)	CAS no	Acronym
Benzyl butyl phthalate	< 0.010	85-68-7	BBP
Dibutyl phthalate	< 0.010	84-74-2	DBP
Di-(2-ethylhexyl)-phthalate	< 0.010	117-87-7	DEHP
Di-isobutyl phthalate	< 0.010	84-69-5	DIBP

5. SCCP/MCCP + Dechlorane Plus

Indien verdere kwantificatie nodig is, werd dat in dit onderzoek uitgevoerd op basis van de standaard ISO 22818 (2021).

Testprocedure:

1. Extractie: Het monster wordt geëxtraheerd via ultrasone extractie met toluene om MCCP, SCCP en Dechlorane Plus efficiënt op te lossen.
2. Scheiding en detectie: De extractie-oplossing wordt geanalyseerd met CI-GC/MS (Chemische Ionisatie - Gaschromatografie-Massaspectrometrie) voor scheiding en detectie van de componenten.
3. Resultaten: De concentraties van MCCP (C14-C17), SCCP (C10-C13) en Dechlorane Plus worden uitgedrukt in mg/kg.

Figuur 10: Detectielimiet in mg/kg voor SCCP/MCCP en Dechlorane Plus via kwantitatieve bepaling

Standard used	ISO 22818 (2021)
Extraction method	Ultrasonic extraction with toluene
Separation and detection	CI-GC/MS
Components	SCCP (C ₁₀ -C ₁₃) MCCP (C ₁₄ -C ₁₇) Dechlorane plus
Results	
Determination limit	50 mg/kg/dechlorane plus: 1 mg/kg

Compounds	C (mg/kg)
SCCP (C ₁₀ -C ₁₃)	< 50.0
MCCP (C ₁₄ -C ₁₇)	< 50.0
Sum SCCP and MCCP	< 50

Compound	C (mg/kg)
Dechlorane plus	< 1.00

6. PFAS

De normen EN 17681-1 en EN 17681-2 beschrijven analytische methoden voor de detectie en kwantificering van per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) in textiel, coatings en polymeren. Binnen dit onderzoek werd er gebruik gemaakt van de versie EN 17681-1 & 2 (2022).

Testprocedure:

1. Extractie: Het monster wordt geëxtraheerd via ultrasone extractie met methanol, wat zorgt voor een efficiënte oplossing van per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) en gerelateerde componenten.
2. Analyse PFAS: De geanalyseerde extracten worden vervolgens geanalyseerd via LC/MS/MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry/Mass Spectrometry) voor de detectie van PFAS en gerelateerde componenten.
3. Analyse Telomeer Alcoholen: De extracten worden ook geanalyseerd via GC/MS/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry/Mass Spectrometry) voor de detectie van telomeer alcoholen.

Figuur 11: Detectielimiet in mg/kg voor PFAS via kwantitatieve bepaling

PFHpA, PFNA, PFDA, PFUdA, PFDoA, PFTrDA, PFTeDA further perfluorinated carboxylic acids	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
perfluoro-n-heptanoic acid	< 10	375-85-9, et.al.	PFHpA and its salts
perfluoro-n-nonanoic acid	< 10	375-95-1, et.al.	PFNA and its salts
perfluoro-n-decanoic acid	< 10	335-76-2, et.al.	PFDA and its salts
perfluoro-n-undecanoic acid	< 10	2058-94-8, et.al.	PFUdA and its salts
perfluoro-n-dodecanoic acid	< 10	307-55-1, et.al.	PFDoA and its salts
perfluoro-n-tridecanoic acid	< 10	72629-94-8, et.al.	PFTrDA and its salts
perfluoro-n-tetradecanoic acid	< 10	376-06-7, et. al.	PFTeDA and its salts
perfluor-n-butanoic acid	< 10	375-22-4 et.al.	PFBA and its salts
perfluoro-n-pentanoic acid	< 10	2706-90-3, et.al.	PFPeA and its salts
perfluoro-n-hexanoic acid	< 10	307-24-4, et.al.	PFHxA and its salts
Perfluoro(3,7-dimethyloctanoic acid)	< 10	172155-07-6, et.al.	PF-3,7-DMOA and its salts
PFHpA, PFNA, PFDA, PFUdA, PFDoA, PFTrDA, PFTeDA further perfluorinated carboxylic acids; sum	< 20		

Perfluorinated sulfonic acids	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
perfluoro-1-butane sulfonic acid	< 10	375-73-5; 59933-66-3, et.al.	PFBS and its salts
perfluoro-1-heptane sulfonic acid	< 10	375-92-8, et.al.	PFHpS and its salts
Heinicosafuorodecane sulfonic acid	< 10	335-77-3, et.al.	PFDS and its salts
Perfluorinated sulfonic acids; sum	< 20		

Perfluorohexanesulfonic acid, related substances and salts	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
perfluorohexanesulfonic acid	< 10	355-46-4 et.al.	PFHxS and its salts
Perfluorohexanesulfonic acid, related substances and salts; sum	< 20		

Partially fluorinated carboxylic/sulfonic acids	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
7H-perfluoro heptanoic acid	< 10	1546-95-8, et.al.	7HPFHpA and its salts
2H,2H,3H,3H-perfluoroundecanoic acid	< 10	34598-33-9, et.al.	4HPFUnA and its salts
1H, 1H, 2H, 2H-perfluorooctane sulfonic acid	< 10	27619-97-2, et.al.	6:2 FTS and its salts
Partially fluorinated carboxylic/sulfonic acids; sum	< 20		

PFOS, PFOSA, PFOSE, N-Me-FOSA, N-Et-FOSA, N-Me-FOSE, N-Et-FOSE	C (µg/m²)	CAS no	Acronym
Perfluorooctane sulfonic acid	< 1.0	1763-23-1, et.al.	PFOS and its sulfonates
Perfluorooctane sulfonamide	< 1.0	754-91-6	PFOSA
Perfluorooctane sulfonyl fluoride	< 1.0	307-35-7	PFOSE/POSF
N-Methyl Perfluorooctane sulfonamide	< 1.0	31506-32-8	N-Me-FOSA
N-Ethyl Perfluorooctane sulfonamide	< 1.0	4151-50-2	N-Et-FOSA
N-Methyl Perfluorooctane sulfonamide ethanol	< 1.0	24448-09-7	N-Me-FOSE
N-Ethyl Perfluorooctane sulfonamide ethanol	< 1.0	1691-99-2	N-Et-FOSE
PFOS, PFOSA, PFOSE, N-Me-FOSA, N-Et-FOSA, N-Me-FOSE, N-Et-FOSE; sum	< 1.0		

Under observation

Partially fluorinated carboxylic/sulfonic acids	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propionic acid	< 10	13252-13-, et.al.	HFPO-DA its salts and its acyl halides

PFOA related substances

PFOA related substances	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
* 1H,1H,2H,2H-perfluorodecane sulphonic acid	< 10	39108-34-4, et.al.	8:2 FTS and its salts

* PFOA related substances

PFOA and its salts	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
perfluoro-n-octanoic acid	< 10	335-67-1, et al.	PFOA and its salts
PFOA and its salts, sum	< 20		

Esters of fluorinated alcohols with acrylic acid	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl acrylate	< 100	17527-29-6	6:2 FTA
* 1H,1H,2H,2H-perfluorodecyl acrylate	< 100	27905-45-9	8:2 FTA
1H,1H,2H,2H-perfluorododecyl acrylate	< 100	17741-60-5	10:2 FTA
Esters of fluorinated alcohols with acrylic acid, sum	< 200		

Partially fluorinated linear alcohols	C (µg/kg)	CAS no	Acronym
1H,1H,2H,2H-perfluoro-1-hexanol	< 100	2043-47-2	4:2 FTOH
1H,1H,2H,2H-perfluoro-1-octanol	< 100	647-42-7	6:2 FTOH
* 1H,1H,2H,2H-perfluoro-1-decanol	< 100	678-39-7	8:2 FTOH
1H,1H,2H,2H-perfluoro-1-dodecanol	< 100	865-86-1	10:2 FTOH
Partially fluorinated linear alcohols, sum	< 200		

* PFOA related substances

7. Totale fluor

De totale fluor bepaling via CIC (Combustion Ion Chromatography) is een analytische methode die wordt gebruikt om de totale hoeveelheid fluor in een monster te kwantificeren.

Testprocedure:

1. Verbranding: Het monster wordt onder gecontroleerde omstandigheden verbrand bij een hoge temperatuur ($\pm 1000^{\circ}\text{C}$) in een zuurstofrijke omgeving. Dit zorgt voor de volledige omzetting van fluorhoudende verbindingen.
2. Absorptie: Tijdens de verbranding komen fluorhoudende verbindingen vrij in de vorm van waterstoffluoride (HF). De vrijgekomen gassen worden geabsorbeerd in een bufferoplossing om verlies te minimaliseren.
3. Analyse: De geabsorbeerde oplossing wordt geanalyseerd met ionenchromatografie (IC) om de totale fluorconcentratie te kwantificeren.
4. Resultaten: De meetresultaten worden uitgedrukt in mg/kg.

Figuur 12: Detectielimiet in mg/kg voor totaal fluor via kwantitatieve bepaling

Based on	OEKO-TEX® (2024)
Deviation from the standard	-
Analytical method	Combustion Ion Chromatography (CIC)
Components	Total fluorine
Results	
Reporting limit	20 mg/kg

Compound	C (mg/kg)
Total fluorine	< 20

8. UV-stabilisatoren

Via LCMS-screening kan aanwezigheid van bepaalde UV absorbers van de klasse benzotriazolen in het geanalyseerde staal aangetoond worden. Ook hier werd gebruik gemaakt van een intern ontwikkelde gevalideerde methode.

Testprocedure:

1. Extractie: Het kunststofmonster wordt geëxtraheerd via ultrasone extractie met tetrahydrofuraan (THF). Dit zorgt voor een efficiënte oplossing van UV-stabilisatoren.
2. Scheiding en detectie: De gezuiverde extractie-oplossing wordt geanalyseerd met ESI-LC/MS/MS (Electrospray Ionization - Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry).
3. Resultaten: De meetresultaten worden uitgedrukt in mg/kg, met een rapportagegrens van 1 mg/kg.

Component	C (mg/kg)
UV 234	<1
UV 320	<1
UV 326	<1
UV 327	<1
UV 328	<1
UV 329	<1
UV 350	<1
UV P	<1

9. Nonylphenolen- & nonylfenoethoxylaten (NP/NPEOs)

De kwantitatieve bepaling van NPEO gebeurt volgens EN 18254-1 (2016), een norm die de detectie en kwantificering van nonylfenoethoxylaten in textiel beschrijft via vloeistofchromatografie met massaspectrometrie (LC-MS/MS) of gaschromatografie (GC-MS).

Testprocedure:

1. Extractie: Het textielmonster wordt geëxtraheerd met ultrasone extractie met methanol, waardoor NPEO effectief uit het materiaal wordt gehaald.
2. Opzuivering: Indien nodig wordt de extractie-oplossing verder gezuiverd met solid-phase extraction (SPE) om interferenties te minimaliseren.
3. Analyse: De gezuiverde oplossing wordt geanalyseerd via LC-MS/MS met elektro spray-ionisatie (ESI)
4. Resultaat: De concentratie van NPEO in het textiel wordt bepaald en uitgedrukt in mg/kg.

Figuur 13: Detectielimiet in mg/kg voor NPEO's via kwantitatieve bepaling

Afwijking van de norm	
Extractiemethode	Ultrasone extractie met methanol
Analysemethode	ESI-LC/MS/MS
Componenten	Nonylfenol (NP) octylfenol (OP) nonylfenol-ethoxylaten NP(EO) octylfenol-ethoxylaten OP(EO)
Resultaten	
Bepalingslimiet	NP, OP: 1 mg/kg NPEO, OPEO: 10 mg/kg

Componenten	C (mg/kg)
NP	< 1,00
OP	< 1,00
NP(EO)	< 10,0
OP(EO)	< 10,0
Som NP, OP	< 2,00
Som NP, OP, NP(EO), OP(EO)	< 20,0

10. PAK's

De bepaling van PAK's gebeurt volgens de Duitse norm AfPS GS 2019:01 PAK, die specifiek is ontwikkeld voor de toetsing van PAK's in consumentenproducten en materialen die met de huid in contact komen.

Testprocedure:

1. Extractie van het monster
 - Het testmateriaal wordt geanalyseerd op basis van een extractie met toluen of cyclohexaan, afhankelijk van de aard van het monster.
 - De extractie gebeurt onder gestandaardiseerde omstandigheden om een maximale opbrengst van PAK's uit het materiaal te verkrijgen.
2. Analyse met Gaschromatografie-Massaspectrometrie (GC-MS)
 - De geëxtraheerde oplossing wordt geanalyseerd met GC-MS of GC-FID (Flame Ionization Detection), waarbij de specifieke PAK-componenten worden geïdentificeerd en gekwantificeerd.

Figuur 14: Detectielimiet in mg/kg voor PAK's via kwantitatieve bepaling

Standard used	AfPS GS 2019:01
Deviation from the standard	
Extraction method	Ultrasonic extraction with toluene
Analytical method	GC/MS/MS
Results	
Reporting limit (mg/kg)	0.200
Benzofluoranthenes (*)	0.600

Compound	C mg/kg
naphthalene	< 0.200
acenaphthylene	< 0.200
acenaphthene	< 0.200
fluorene	< 0.200
phenanthrene	< 0.200
anthracene	< 0.200
fluoranthene	< 0.200
pyrene	< 0.200
benzo(a)anthracene	< 0.200
chrysene	< 0.200
benzo(b,j,k)fluoranthene*	< 0.600
benzo(e)pyrene	< 0.200
benzo(a)pyrene	< 0.200
indeno(1,2,3,c,d)pyrene	< 0.200
dibenzo(a,h)anthracene	< 0.200
benzo(g,h,i)perylene	< 0.200
sum of PAHs	< 0.600

11. Polychloorbifenylen (PCBs)

PCB's werden kwantitatief bepaald via thermische extractie gekoppeld aan Gaschromatografie-Massaspectrometrie (GC-MS).

Voor de analyse worden één of meerdere monsters (diameter 1 cm) verhit in een glazen buis bij een vaste temperatuur van 140°C gedurende 30 minuten, onder een gecontroleerde inert gasstroom. De verdampte vluchtige organische componenten (VOC's) worden opgevangen in een Tenax-buis, waar ze fysisch worden geadsorbeerd. Vervolgens wordt de Tenax-buis thermisch gedesorbeerd, waarbij de vrijgekomen VOC's cryogeen worden geconcentreerd en direct geïnjecteerd in een gaschromatograaf (GC) met een Agilent MSD (Mass Selective Detector). Specifieke verwerking naar een gedefinieerde lijst met PCB's werd daarna uitgevoerd.

Sample preparation	One or more 1 cm diameter samples are heated in a glass tube at a fixed temperature under an inert gas flow. The gas flow is lead over a tenax filled tube where volatile organic compounds (VOC's) are trapped. The tenax tube with the VOC's is thermally desorbed. Released VOC's are cryo trapped and injected into a GCMS.
Temperatuur	140°C
Time	30'
Analytical method	Gas chromatography with Agilent MSD detector

Results

The method is based on VDA 278 to evaluate fogging behaviour of plasticisers. For the more volatile VOC's semi-quantitative results (µg/g) can be obtained while for the heavier VOC's and SVOC's it is a screening method for their presence. If present in higher concentrations only part of the products have already evaporated (results as ng/min.g).

Screening for a specific set of PCBs*

*for screened substances and screening limits see table

Determination limit: 0.2 µg/g

A2403345 T2412745_01d		Centexbel, Zwijnaarde			
E-24-033489/01 - Geshredderd halogeenvrij PVC/PE kabelisolatiemateriaal					
Group	M_MarkerPCBs	Apparatus Gerstel			
	Requested	CAS	tR min	ng/min.g	µg/g
				(30';140°C)	
X337	2,4,4'-Trichlorobiphenyl (PCB 28)	7012-37-5	21,80	-	-
X338	2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB 52)	35693-99-3	22,42	-	-
X339	2,2',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl (PCB 101)	37680-73-2	25,25	-	-
X340	2,3',4,4',5'-Pentachlorobiphenyl (PCB 118)	31508-00-6	28,23	-	-
X341	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl (PCB 138)	35065-28-2	29,52	-	-
X342	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (PCB 153)	35065-27-1	31,30	-	-
X343	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl (PCB 180)	35065-29-3	33,49	-	-