

(Polymeer-)materialen identificeren ‘on the fly’

07 augustus 2024, 14:49

Stefan Milis

Bruikbaarheid en beperkingen van draagbare scanners

Uit welk materialen bestaat een product, onderdeel of subcomponent? Soms ontbreekt deze cruciale informatie bij het verkennen of toepassen van circulaire praktijken zoals refurbishment en recyclage. Dit terwijl we deze informatie liefst onmiddellijk en ter plekke willen weten. Sirris bracht de meettechnieken en draagbare toestellen (scanners) in kaart, met de focus op kunststoffen. Ontdek ze hier!

Hoe een draagbare scanner selecteren voor uw behoeftes?

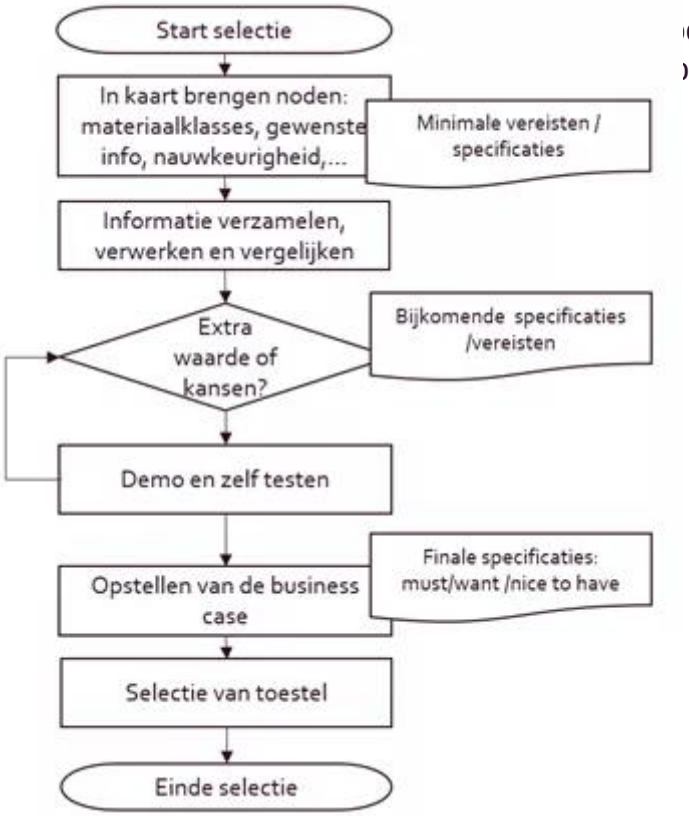
Om producten, materiaalsamenstelling en -structuur te karakteriseren, bestaat er een heel gamma van technieken en meetmethodes, elk met hun toepassingsbereik (materiaalklassen, opgeleverde informatie, nauwkeurigheid, snelheid,…) en specifieke randvoorwaarden (monstervoorbereiding en mate waarin deze het product beschadigt, kostprijs, vereiste expertise,..). Het analyseren en karakteriseren van materialen is een vakgebied op zich! De bijbehorende hardware varieert van dure, kamergrote toestellen over robuuste industriële sensoren (bijv. voor real-time procescontrole) tot handige draagbare scanners. De continue vooruitgang op gebied van miniaturisatie, integratie van AI in dataverwerking en cloud-gebaseerde softwareoplossingen zorgt voor een groeiend aanbod van draagbare scanners.

Voor een materiaalidentificatie ‘hier en nu’ komen er een aantal bijkomende randvoorwaarden op de proppen:

- Draagbare toestellen (“scanner”), met beperkte afmetingen / gewicht en idealiter autonome energievoorziening
- Minimale monstervoorbereiding
- Snelle analyses
- Ruimtelijke resolutie: afmeting van het gemeten oppervlak en penetratiediepte afgestemd op heterogeniteit van het monster en de gewenste informatie
- Idealiter beperkte kennis / handelingen vereist voor de metingen, onder meer eenvoudige kalibratie, gemakkelijke selectie van de meetinstellingen en verwerkingsalgoritmes, voldoende ondersteuning bij de visualisatie en interpretatie van de resultaten.

Een scanner kiezen voor het identificeren van kunststoffen: onze ervaringen

In het chten we welke **draagbare toestellen** in staat lgden hierbij globaal het proces gevisu



Figuur 1: proces van selectie van een draagbare scanner

Onze behoefte is om het **type van kunststof** te herkennen, eerder dan een volledige kwantitatieve analyse te verkrijgen (chemische samenstelling met alle additieven). Het kan dan gaan over onderdelen uit plastics, composieten, recyclaatmengsels, …. Voor draagbare scanners komen drie meettechnieken in aanmerking: NIR, FTIR en XRF. Tabel 1 geeft een overzicht van hun belangrijkste kenmerken, voor- en nadelen. Omdat we vooral behoefte hebben aan identificatie van moleculaire samenstelling (kunststoftype), eerder dan aan elementaire samenstelling (chemische elementen), besloten we XRF niet te selecteren en enkel verder te gaan met NIR- en FTIR-technologie.

Vervolgens werd het marktaanbod van draagbare NIR- en FTIR-scanners in kaart gebracht (tabel 2).

Brand & equipment name	Scanner type	Golflengte bereik
BASF trinamiX	NIR	1450-2450
Si-Ware Neospectra	NIR	1350-2500
Thermo Fischer microPHAZIR	NIR	1596-2396
Triscan Plas'tri	NIR	N/A
Viavi MicroNIR Onsite-W	NIR	950-1650
Agilent 4300	FTIR	2220-15 385
Bruker Alpha II	FTIR	1667-20 000
Thermo Fischer Nicolet Apex	FTIR	1282-28 570

©Sirris
Tabel 2: overzicht van een selectie van draagbare scanners

We hadden hierbij de volgende ervaringen:

- Het is erg moeilijk het volledige marktaanbod exhaustief in kaart te brengen. We hebben ons beperkt tot de merken en toestellen die in België verkrijgbaar zijn en ondersteund worden (bijv. via een verdeler). Het aanbod verandert ook voortdurend: nieuwe fabrikanten, updates van oudere toestellen, nieuwe varianten, toestellen voor industriële kwaliteitscontrole die ook aangeboden worden als handheld scanner,…
- Het objectief in kaart brengen van de performantie van de toestellen vereist eigenlijk het opzetten van een grote vergelijkende studie. De performantie van de toestellen is immers afhankelijk van de specifieke meetopdracht (benodigde informatie, type kunststoffen, vorm (bijv. onderdeel, granulaat, recyclaatmengsel), heterogeniteit, de gebruikte technologie en specificaties van het toestel (lichtbron, optica, detector, golflengtebereik, signaal-ruis-verhouding,…) en de verwerking en interpretatie van de metingen.
- Op het vlak van dataverwerking is er typisch weinig informatie beschikbaar over de gebruikte algoritmes. Daarnaast is de integratie van een rijke database met gevalideerde spectra erg belangrijk. Ook hiervoor is het moeilijk objectieve gegevens te bekomen. Sommige fabrikanten beheren zelf de dataset, andere werken meer met open community waarin gebruikers de dataset stelselmatig verrijken. Soms is er ook de mogelijkheid om als gebruiker een eigen en afgeschermde dataset te creëren.
- Enkele wetenschappelijke publicaties (zie bronnen) vergelijken draagbare scanners voor specifieke meetopdrachten. Spijtig genoeg gaat het vaak over een verschillende selectie van scanners en een andere vergelijkingsbasis.

Om de totale gebruikskost van deze toestellen in te schatten, identificeerden we volgende elementen:

- Aankoopkosten
- Licentiekosten voor gebruik van de verwerkingssoftware en bijhorende database

- Operatorkosten: snelheid, gemak en vereist expertiseniveau van de operator. De meeste toestellen zijn gebruiksvriendelijk en kunnen na een korte training gebruikt worden. Met name voor de FTIR-toestellen kan een meer specifieke expertise en ervaring in materiaalanalyse nodig zijn voor een zinnige interpretatie van de meetgegevens. Omdat het erg moeilijk is om deze operatorkosten objectief in te schatten zonder over de toestellen te beschikken, hebben we dit aspect niet expliciet meegenomen in onze evaluatie.

Voor welk toestel kozen we?

We hadden contact en deden demonstraties met de fabrikanten en verdelers van de toestellen uit tabel 2. Zonder over te gaan tot een groots opgezette vergelijkende studie, besloten we uiteindelijk op basis van de beschikbare informatie, eerste ervaringen en de kostprijs om een Viavi microNIR onsite-W aan te kopen. We zetten het toestel en de bijhorende Nirlab-database nu volop in en bouwen ervaring en expertise op over identificeren van kunststoffen ‘on the fly’ (d.i. op locatie en direct). Hierover zullen we binnenkort berichten in een vervolgartikel.

Interesse om meer te weten over kennisopbouw rond draagbare scanners of om zelf het door ons geselecteerde toestel uit te testen?

Neem contact met ons!

Het maximaal herbruiken en recycleren van onderdelen en materialen van afgedankte vliegtuigen, dit is kort gezegd de doelstelling van het consortium onder leiding van Sabena Engineering in het project Planum. Sirris onderzoekt hierbij vooral het revaloriseren van de kunststofmaterialen.

De vliegtuigen die nu afgedankt worden zijn typisch tientallen jaren oud. Er is vaak onvoldoende documentatie beschikbaar die aangeeft welke materialen (polymeren en composieten) in het vliegtuig gebruikt werden, zowel in de structurele delen als het interieur. Bovendien zijn de cabines vaak gerenoveerd of vervangen tijdens de levensduur van het vliegtuig. Dit betekent dat er vaak geen gevalideerde en betrouwbare informatie beschikbaar is. In het kader van planum onderzoekt Sirris ondermeer welke oplossingen beschikbaar en praktisch toepasbaar zijn om polymeermaterialen ‘on the fly’ te identificeren.

Meer informatie over het project (in het Frans)

Be?, K. B., Grabska, J., & Huck, C. W. (2020). Principles and applications of Miniaturized Near? Infrared (NIR) spectrometers. Chemistry, 27(5), 1514–1532. https://doi.org/10.1002/chem.202002838

Yan, H., De Gea Neves, M., Noda, I., Guedes, G. M., Ferreira, A. C. S., Pfeifer, F., Chen, X., & Siesler, H. W. (2023b). Handheld Near-Infrared Spectroscopy: State-of-the-Art instrumentation and applications in material identification, food authentication, and environmental investigations. Chemosensors, 11(5), 272. https://doi.org/10.3390/chemosensors110502772

Zhu, C., Fu, X., Zhang, J., Qin, K., & Wu, C. (2022b). Review of portable near infrared spectrometers: Current status and new techniques. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 30(2), 51–66. https://doi.org/10.1177/09670335211030617

Auteurs



Stefan Milis