

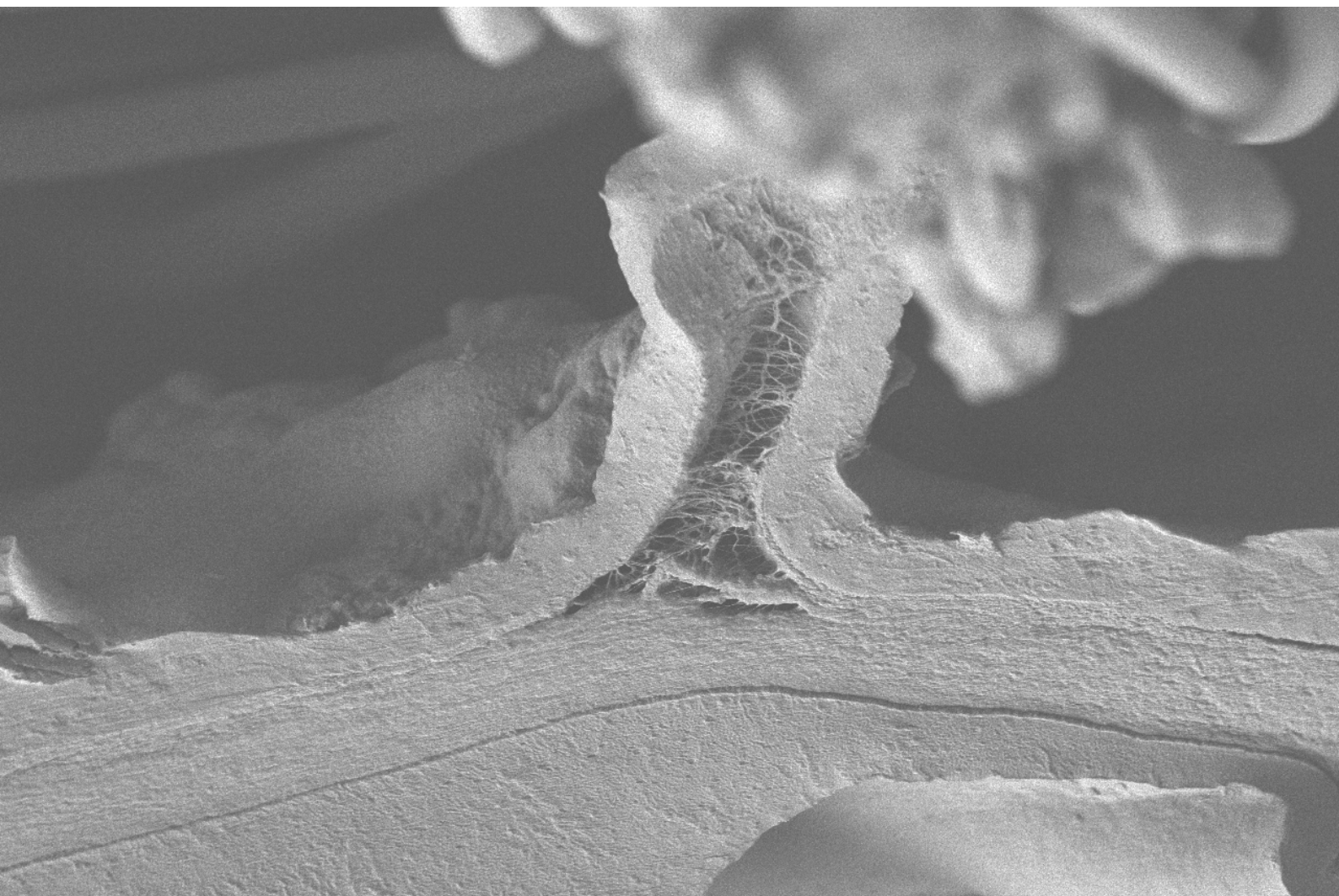
INFO



Centexbel-VKC INFO

2019-08

-- Slimme materialen --





Verantwoordelijke uitgever | Éditeur responsable: Jan Laperre, directeur generaal

Redactiecomité | Comité de rédaction: Jan Laperre, Stijn Devaere, Eline Robin

Tekstredactie en lay-out | Rédaction et mise en pages: Eline Robin

Fotografie | Photographie: Marc Van Hove

© Centexbel-VKC 2019

Disclaimer:

Centexbel-VKC streeft naar correcte en actuele informatie, maar kan niet garanderen dat de informatie juist is op het moment waarop zij wordt ontvangen, of dat de informatie na verloop van tijd nog steeds juist is. Daarom kunt u aan de informatie op deze pagina's geen rechten ontleen en aanvaardt Centexbel-VKC geen aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of gedateerde informatie.

Centexbel-VKC vise à vous fournir des informations correctes et actuelles mais ne peut nullement garantir que ces informations le soient toujours au moment où elles sont réceptionnées ni ultérieurement. Vous ne pouvez dès lors revendiquer vos droits sur ces pages et Centexbel-VKC ne peut être tenu responsable des dommages subis à cause d'informations imprécises et/ou obsolètes.

CENTEXBEL-VKC

GENT | Technologiepark 70 | BE-9052 Gent | Belgium | +32(0)9 220 41 51 | gent@centexbel.be

KORTRIJK | E. Sabbelaan 49 | BE-8500 Kortrijk | Belgium | +32(0)56 29 27 00 | info@vkc.be

GRÂCE-HOLLOGNE | Rue du Travail 5 | BE-4460 Grâce-Hollogne | Belgium | +32(0)4 296 82 00 | g-h@centexbel.be

<https://www.centexbel.be>

Conference "Textile Wearables in the World of IoT"



The development of new information technologies in the last decade is having a significant impact on our daily lives. People are connected at any time and at any place. However, this is not the end of the story. Scientists and technicians are now preparing the revolution of the Internet of things. In the context of the emergence of new technologies like the 5G communication network, the miniaturization of electronics and the progress in the field of artificial intelligence, new applications, that are already taking shape in our imagination today, will become a reality in the next decade.

On the 1st of October, 2019, Centexbel organised a conference in Liege on this theme that was attended by an audience of more than 50 participants.

Smart textiles will be building blocks of this World of Internet of things. Sensors and actuators integrated in textiles will be able to communicate in the global network with the aim to connect, to assist and to protect humans.



This vision will drive many applications including healthcare, sports, work, leisure, and defence.

Lieva van Langenhoven, Senior full professor at the University of Gent, started the conference with the keynote speak on the state of the art and the opportunities of textile wearables in the world of IoT.

Invited guest speakers from universities, the Industry and research centres presented a large overview of available lab technologies in the lab and elaborated on the challenges to bring them to the market, illustrated by success stories of already industrialized products as solutions for smart healthcare or textiles for shielding humans or devices from electromagnetic waves, already available on the market.

Textiles as interfaces were analyzed from a User-Perspective and others explained how to implement functionalities intrinsically through modified yarns in a fabric. Printed Electronics were presented as a key enabler for wearables and smart textiles to process smart textile in the next future.

The afternoon workshop was dedicated to the recently launched European SmartX project, an acceleration platform for innovative and smart textile projects, driven by a cluster of thirteen European partners from the textile and tech industries focusing on manufacturing technologies, micro-electronics, data processing and IoT network (read more on pages 6-7).

During the 3-year program, funding will support up to 40 individual projects with a total budget of 2.4 million euros. This shows the willingness of the European Commission to support SME's for creating added value and becoming essential economic actors for closing the gap between Research and the Market.

The SmartX project was presented by Judith Bosch from the European Textile Platform (ETP) and by Virginie Canart from EuraMaterials.

Andreas Lymberis, Head of Sector "Wearables and Bioelectronics" of the European Commission, explained the European strategy to support the technologic and economic development of companies. The interest for SME's was underlined by presentations expert companies in the field of smart textiles: Tajima-Europe from Germany and the two Belgian companies VDSWeaving and Desimone.

During the coffee breaks and lunch time, the conference participants engaged in intensive networking activities.

Bernard Paquet | bp@centexbel.be

SMARTX
EUROPEAN SMART TEXTILES ACCELERATOR





SMART

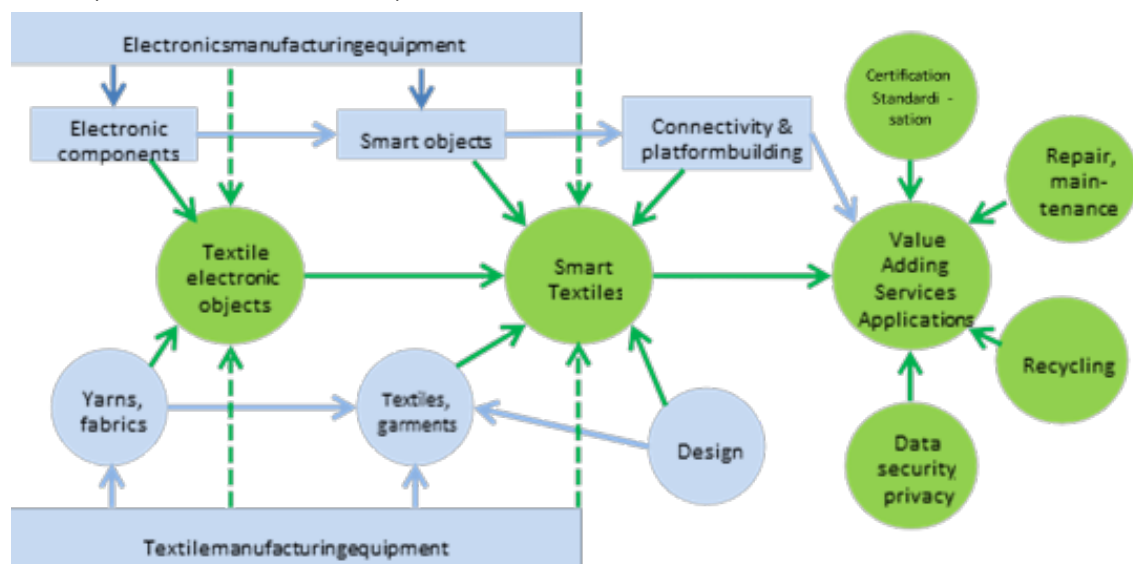


EUROPEAN SMART TEXTILES ACCELERATOR

Guy Buyle - gbu@centexbel.be | <https://www.smartx-europe.eu>

A NOVEL INDUSTRIAL VALUE CHAIN

The key ambition of SmartX is to shape and establish the industrial value chains needed for the industrial manufacturing of smart textiles and to set up the ecosystem for full commercial exploitation.



As the sketch above shows, a highly simplified value chain has already been composed, and it starts from the currently existing but separated value chains for IoT/Electronics and for textiles. The key missing 'nodes' are indicated. It is the ambition of SmartX to address these missing nodes and to map the needs and gaps to build a comprehensive framework.

The Trailblazer projects will then build first examples of the parts that need 'to emerge'.

SmartX open collaboration platform and the cross-sectoral and cross-cultural matchmaking will also help to create a common language, understanding and perception. It will be a platform to know about the needs, possibilities and limits of the collaborating sectors but also of wider stakeholders (eg data security, standardisation), to simplify the initiation of joint innovation. One key mechanism is networking of cluster organisations, which traditionally have a broader view of technical and economic aspects, and often know how to 'translate' between different sectors.

Beyond SmartX as a Programme:

SmartX coordinator is willing to maintain this platform and eco-system beyond the project. ETP is currently already running an open collaboration space but exclusively for within the textile sector. This proved very successful as shown by the several European projects that result from this system that combines an online community with physical brokerage events. The SmartX platform will be complementary to this. The goal is to extend this platform with further clusters and ETPs, a logical match would be the design-based consumer goods sector, e.g. footwear, furniture, sport and outdoor activities, accessories, home textiles. This will be further developed for the 2nd stage, after 2021.

40 TRAILBLAZER PROJECTS FUNDED

Each of these projects will focus on a specific product and a related part of the value chain for Smart Textiles, such as a novel integrated sensor monitoring breath rate in underwear, a modified machine for stitching LED-fibres into protective clothing, a new energy harvesting fibre in industrial containers, or a new service for context-sensitive adaptation of heating textiles of sportsmen. Such Trailblazer projects combine a set of disciplines, regions and/or cultures for the first time, thus following the true meaning of a Trailblazer: making a new path. They will serve as flagships, i.e. high-level showcases.

Independent external experts will select the most promising cross-sectoral, cross-cultural and cross-regional innovation actions via an open call system. The projects will be supported from start to end via the SmartX Coaching Approach covering all relevant multidisciplinary aspects and delivered by specially trained cluster managers.

SmartX will select and nurture them to maturity. This 'nurturing' and coaching involves two main aspects: (i) ensuring the SMEs have the necessary innovation capability (technical, managerial and cultural) and (ii) focussing on rapid innovation deployment and manufacturing scale up in a complete value chain. For this impact, the second item on innovation deployment and scale up' is crucial. Therefore SmartX will scan and promote specific SME dedicated instruments that focus on 'taking-to-market' and 'scale-up'.

- Manage funding expectations. When it comes to funding opportunities SMEs are often lost (too pessimistic because of 'jungle of options', too much 'red tape') and/or blinded (too optimistic on grant amounts).
- Identify opportunities for obtaining investment and establish and reinforce links towards these players, e.g. regional public investment funds, venture capital, commercial banks, crowd funding, etc. Goal is to involve these also in the value chain. Via the link with REGIOTEX we will leverage ESIF funding and the link to the DeFINE project will ensure a link of SmartX to the emerging European network of incubators, accelerators & venture capitalists dedicated to smart textiles.

We'll help them find the best suited type of funding. We will apply the 'subsidiarity principle', i.e. look first for local/regional funding, then for inter-regional options and only if there is really a high profile European impact, we will advise the (highly competitive) European options. Further, we will stimulate the use of venture capital, the in EU all too often forgotten option next to grants and bank loans.

Within the consortium we have key partners who are very experienced in innovation deployment and related funding possibilities. In this respect the Textile ETP can play a key role as well as all the clusters partners.

3 HIGH-POTENTIAL END MARKETS

SmartX focuses on 3 end applications for smart textiles which offer a sheer endless number of attractive high value niches for a large number of SME's across Europe. In each of them the EU is already an innovation leader:

1. PROTECTIVE WEAR (professional and recreational): A whole new set of functions, like monitoring, communication, better protection will be enabled, not only on protective wear for professional use (as it is a domain in which European manufacturing is leading worldwide) but also in protective wear for recreational applications. Examples: security personnel, workers at off-shore wind mills or firefighters. Spill-over effects into recreational markets such as sports however are significant and are also included in SmartX scope.
2. INDUSTRIAL APPLICATIONS: The addition of electronics offers a wealth of options like structural health monitoring (of composites materials), vibration damping, heating/cooling, lighting, smart coatings, energy generation and storage, data communication, processing and storage. Example: intelligent fibre-based envelopes for buildings, temperature profile monitoring in transport bags, load /movement detection and actuation in automotive seating.
3. HEALTHCARE AND WELL-BEING: Potential applications comprise in-shirt electrodes for monitoring of vital parameters, sensors for infection warning in hospital clothing or bedding, controlled release of pharmaceuticals from clothing, local heating and cooling in bandages or orthotics, security and alarm systems in carpets, or work wear for care givers. Especially the opportunity of remote monitoring of patients or people at risk in an unobtrusive and comfortable way in their every-day life environment offers great potential for home care and preventive medicine.

The focus on a potentially very large market that is in a critical breakthrough phase and in which Europe enjoys a privileged early competitive position which must not be lost. Recent growth in wearables, real-time data analytics and services created a market pull for smart textiles, quite a contrast with the technology push of the past. Indeed, not only because of the big data need, there is a demand or at least a wish for ubiquitous sensing and monitoring, by the user as well by industry. Textiles form an ideal means to collect unobtrusively data from people, objects or infrastructures, creating a unique and large market opportunity.



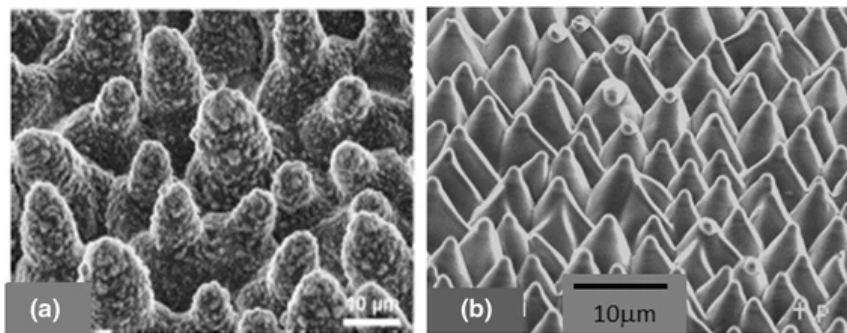
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 824825

Duurzaam en slim, de lessen van moeder natuur

Biomimetica of biomimicry is de wetenschap van het imiteren van de meest succesvolle biologische ideeën in de natuur in verschillende toepassingen. Biomimetica plukt de vruchten van 3,8 miljard jaar evolutie, waarin planten en dieren de tijd kregen om geniale oplossingen te vinden en uit te proberen. Opvallend daarbij is dat een organisme bijna nooit zijn eigen leefomgeving vervuult, vergiftigt of onleefbaar maakt. Deze 'proven technology' is een onuitputtelijke bron van inspiratie voor tal van innovaties en doorbraaktechnologieën.

1. ZELFREINIGENDE MATERIALEN

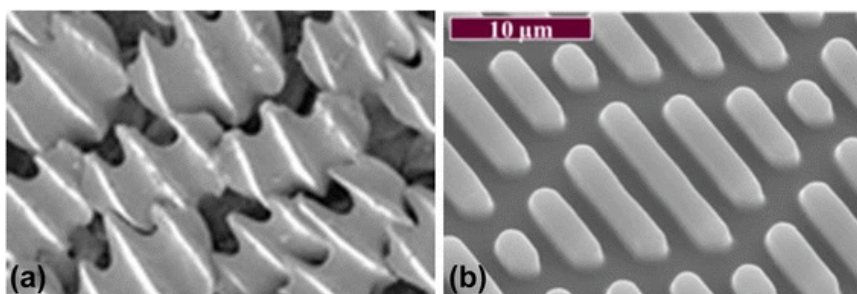
Eén van de bekendste toepassingen is het imiteren van de oppervlaktestructuur van een **lotusblad** om textiel- of kunststofmaterialen uiterst waterafstotend en zelfreinigend te maken. Lotusbladeren blijven altijd schoon en droog ondanks dat ze groeien op modderige plaatsen. Uit onderzoek bleek dat dit het gevolg is van de structuur van de bladeren. Deze bevatten microscopisch kleine wassen nopjes die water afstoten. Het water wordt door deze structuur in kleine druppeltjes verdeeld waarbij het vuildeeltjes insluit. Onder hun eigen gewicht rollen de druppels van het blad af, al het vuil in hun val meenemend, waardoor een oppervlakte (textiel, gevelcoating) vuilafstotend of zelfreinigend wordt.



a) The uniform conical cells on superhydrophobic leaves of a lotus plant. b) Uniform cones on a laser ablated film of poly(ethylene terephthalate) that are hydrophilic¹

De organismen die de "fouling" van scheepsrompen veroorzaken - mosselen, zeepokken en algen - beschikken elk over een soort lijm die ze afscheiden om zich aan een oppervlak te hechten. Die proteïnehoudende lijm ondergaat een chemische cross-linking. Een antikleefcoating is gebaseerd op een technologie die de hechting van deze organismen voorkomt via een superglad oppervlak met een lage wrijvingscoëfficiënt waarop de organismen zich zeer moeilijk kunnen (blijven) hechten. De coatings verhinderen niet dat de organismen zich op het oppervlak afzetten maar zorgen voor een zelfreinigend effect wanneer het schip zich aan een bepaalde snelheid voortbeweegt (typisch aan 15kn) gedurende minstens 75% van de tijd. Dit biocidevrij systeem maakt dat de binding tussen de fouling organismen en het coating oppervlak zo zwak is dat het breekt door het gewicht van het organisme zelf of door de waterdruk of stroming waaraan het wordt blootgesteld.

Eén van de succesvolle oppervlaktepatronen voor antifouling is geïnspireerd op de topografie van de haaienhuid die een zelfreinigend gedrag combineert met een lage hechting/wrijvingsweerstand als gevolg van de vorm van de groeven in de haaienhuid.



a) Sharklet technologies mimicking the micropatterns on Shark skin. a Skin of a Bull Shark © AMNH/R. Rudolph. b) Topography mimicked in the Sharklet™ surface technology.

Topografische kenmerken (geïnspireerd op onder andere lotusbloemen en haaienhuiden) kunnen een belangrijke rol spelen bij het ontwerp van innovatieve biomedische oppervlakken (anti-biofouling). De oppervlaktestructurering gebeurt via oppervlaktemodificatie via nanodeeltjes, fotolithografie, mesoporeuze polymeren en oppervlakte etsing, soms met bijkomende chemische modificatie om de oppervlakte-energie te verminderen.

2. ZELFHERSTELLENDEN MATERIELEN

Ieder materiaal vertoont defecten en verliest na verloop van tijd of onder zware belasting zijn sterkte en functionaliteit. Eeuwenlang werd gepoogd materialen bestand te maken tegen beschadiging door ze steeds sterker te maken. Sinds kort wordt echter een totaal nieuwe route onderzocht om materialen te maken die, net als in de natuur, lang meegaan door schade of verval van binnenuit zelf te herstellen.

Sterke en duurzame materialen zijn essentieel voor industrie en consument. Materialen moeten over specifieke mechanische, chemische en fysische eigenschappen beschikken én deze vaak ook lang behouden. Tot voor kort was er maar één ontwerpstrategie om materialen betrouwbaar te maken: het optreden van defecten zo lang mogelijk tegengaan door materialen sterker of chemisch inert te maken.

Maar de natuur benadert deze uitdaging doorgaans anders: planten en dieren maken hun materialen niet zo sterk mogelijk, maar zorgen ervoor dat de onderdelen die het meest degraderen zichzelf kunnen herstellen. Onze huid is niet ultra-sterk maar verjongt zich voortdurend en herstelt kleine beschadigingen. Onze borstel, keramische boden zijn niet zo sterk als staal maar groeien wel opnieuw aan elkaar na een breuk of barst.

Vooraf voor de regeneratieve geneeskunde – waarbij weefsel gerepareerd kan worden met de hulp van kunstmatige materialen – zijn slimme biomaterialen veelbelovend.

Bij het ontwerpen van slimme biomaterialen bootsen wetenschappers het menselijke lichaam na, dat voortdurend bezig is zich aan te passen aan de situatie. Jezelf gesneden? Je lichaam reageert meteen en stuurt bloedplaatjes en eiwitten om het wondje te dichten. Is er schade aan het DNA? Dan komt er een enzym in actie die de mutaties in orde brengt.

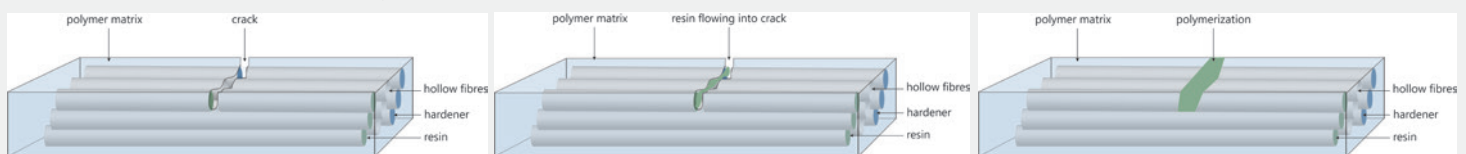
Onze cellen, weefsels en organen zijn – tot op zekere hoogte – zelfherstellend. Kunnen we materialen maken die ook zulke bijzondere eigenschappen hebben? Om dit aan te tonen, ontwikkelde Centexbel een zelfherstellende coatinglaag. Hoe dit in zijn werk gaat, lees je in het kaderartikeltje hieronder, en op de volgende pagina.

SELF-HEALING TEXTILE COATINGS

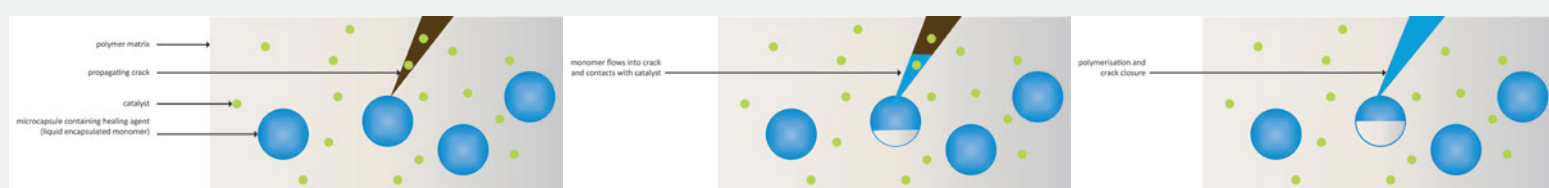
The lifetime of a coated textile can be prolonged if it can be healed at an early stage of the damage formation (stage of microcracks). This self-healing process is autonomously or it can be triggered by an external stimulus (e.g. heat, radiation).

Various concepts have been developed over the last decade and are still being fine-tuned. Both extrinsic and intrinsic systems have been developed.

The extrinsic approach make use of a 'container' filled with the healing agent. When damage occurs, the container breaks and the healing agent is released in the crack and reacts with the catalyst or curing agent. These containers can be spherical microcapsules, hollow or compartmented fibres (see drawing below), or a vascular system.



In textile coatings the use of microcapsules is the most feasible extrinsic approach. Microcapsules containing a healing agent can be added to an existing coating paste and are as such easily applicable. A drawback of this method is the non-recurring healing action, a damage at this particular area will only be repaired once. Also the amount of available healing agent is limited due to the size of the capsules.



When multiple repairs are required, it is better to use an intrinsic system based on reversible covalent chemistry, physical or supra-molecular interactions. In this case the damaged coating is able to repair itself by means of an increase in mobility. The coating has an enhanced flow (mostly at elevated temperatures) which enables to refill a scratch. The restored scratch gains strength because of the (chemically/physically) restored bonds. This technology is already applied in the aerospace and automotive industries. Self-repairing car paints have been developed in which heat triggers the repair action.

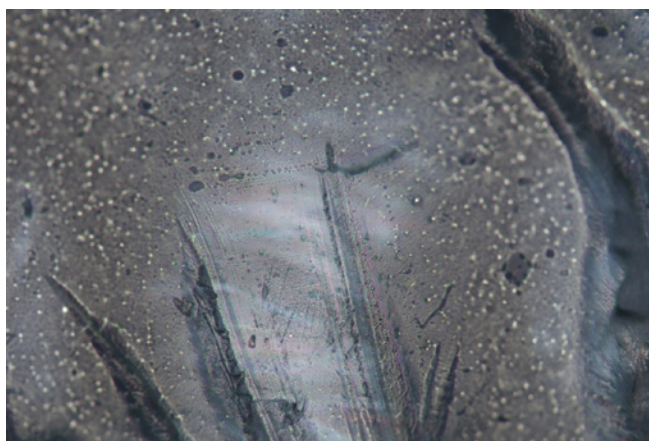
Experimenten met zelfhelende coatings door Centexbel

First self-healing experiments with polyurethane coated fabric, in which the embedded microcapsules were filled with a PU binder, show great potential but still needs to be optimised. The research was executed in the framework of the FP7 Safe@Sea project, in which improved garments for fishermen were developed (Anon. (a)).

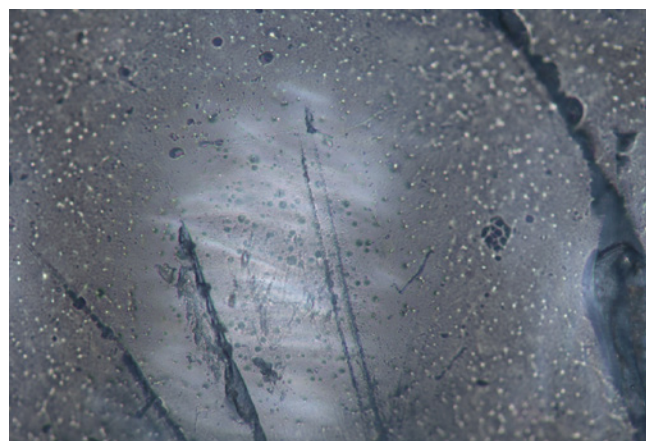
Experiments in which heat triggered self-healing polymers were evaluated on textile, the typical open textile structure proved worrisome as elevated temperature (up to 140°C) enhances the flow of the polymer needed to close the crack. Due to this enhanced flowing behaviour, the coating starts to penetrate into the textile substrate, which is not advantageous for the flexibility of the coated textile (De Vilder and Vanneste, 2013). Also exerting these elevated temperatures to the coated textiles during the lifetime of the protective garment or technical textile, is not self-evident since it may alter properties such as dimensional stability.

Centexbel developed a self-healing coating which acts at room temperature. We selected an acrylate textile coating with the appropriate flowing behaviour. We then added a supramolecular additive with a self-healing property based on hydrogen bond formation to the coating. This additive improves the mechanical strength of the filled crack. The coating was applied on a polyester substrate via knife-over-roll (200 µm).

The coating was abraded with F2 sand paper (Martindale, EN 510 - 5 cycles). Most of the recovery was already noticeable after 2 days at room temperature.



At the stage of micro-cracks a full recovery was observed. When too much coating material is removed, the system is unable to refill the crack completely.



In order to evaluate the effect of different formulations, a homogenous and uniform scratch was made with a modified motorised pencil hardness tester (De Vilder and Vanneste, 2013). This allowed comparing the efficacy of the self-healing properties for different formulations.

Self-healing coatings can be implemented in those applications where the textile is exposed to wear and tear, cuts, and abrasion.

An intact coating is not desirable for aesthetic reasons, but also because it should maintain its functionality as long as possible and augment its longevity. Prolonged barrier properties like waterproofness, electrical (Blaiszik et al., 2012) and thermal conductivity, recovered hydro- and/or oleophobicity (Wang et al., 2013; Dikić et al., 2012) can be achieved.

3. BIOMIMICRY OP SYSTEEMNIVEAU: CIRCULAIRE ECONOMIE

Bron: managementimpact.nl

Het CE (Circulaire Economie) denken is te veel gefocust op materiële kringlopen en oude economische principes. De rol van natuurlijke ecosystemen ontbreekt hier. Biomimicry geeft inzichten. Wie zich verdiept in de circulaire economie (CE) ziet dat er stromingen en denkrichtingen in andere domeinen zijn die ondanks taal en objectverschillen toch over hetzelfde spreken. Een van die stromingen is biomimicry. De kern van biomimicry is leren van de natuur om nieuwe producten, processen en daarbij aansluitend beleid te creëren, en zo het leven op aarde op de korte en lange termijn te bevorderen. Het is van waarde de CE en biomimicry naast elkaar te leggen, stellen Saskia van den Muijsenberg¹ en Jan Jonker².

CE en biomimicry: samen sterk

Wat CE en biomimicry gemeenschappelijk hebben is dat ze beiden ervoor pleiten kringlopen na te bootsen. Biomimicry doet dat vanuit een natuur optiek: de natuur kent geen afval, de een z'n output wordt de ander z'n input. Alle grondstof- en materiaalstromen worden gerecycled en ge-upcycled. De CE schetst hierbij vooral een eindresultaat van gesloten materiële kringlopen. Biomimicry reikt een methode aan en geeft inzichten hoe dat voor elkaar te krijgen. De aandacht binnen de CE gaat vooralsnog vooral uit naar het sluiten van materiaal- en grondstofkringlopen die door de mens gemaakt zijn. Biomimicry laat zien dat het huidige denken over de CE te beperkt is. Het is te veel gefocust op materiële kringlopen en oude economische principes. De rol van natuurlijke ecosystemen ontbreekt hierin.

Kringlopen en ecosystemen

In de natuur houden nagenoeg alle ecosystemen, hoe verschillend ook, er dezelfde organisatie op na. Producenten (bijv. bomen) zetten CO₂ en water m.b.v. zonlicht om in suikers. Primaire consumenten (bijv. vlinders) eten planten en profiteren van de door hen gemaakte suikers. Secundaire consumenten (vleeseters zoals de koekoek) eten de primaire consumenten en profiteren van de energie die zij in hun lichaam hebben opgeslagen. En reducenten (zoals de mestkever) zijn afvaleters die organische resten verwerken tot mineralen voor planten. In optima forma prosumenten want iedereen is producent en consument tegelijk! Maar hoe dit soort ideeën te vertalen naar het organiseren van alledag? Hieronder drie aspecten van biomimicry die de CE in een ander perspectief plaatsen.

In de CE gaan we minder produceren

Sommigen zien alleen voordelen van de CE. Het zou leiden tot nieuwe banen en nieuwe economische groei. Anderen zeggen juist dat een CE eerder een economie van krimp is. Het gaat immers om het spaarzaam omgaan met grondstoffen met als gevolg minder grondstoffendelving. Dit denken in de CE is nog altijd gebaseerd op het vigerende eendimensionale denken over economische groei.

In onze economie zijn geen reducenten. Het ontwikkelen van die functie biedt een enorme potentie. Als die functie goed wordt geïntegreerd wordt er niet minder geproduceerd, maar anders. Productie krijgt dan de echte betekenis van 'waarde toevoegen'. Want op elke plaats in de kringloop wordt 'geproduceerd'. Wat krimpt is het delven van grondstoffen en de afvalberg. Dat toegepast op de CE kan tot economische ontwikkeling leiden – vertaald in andersoortig werk. Want reductie organiseren vraagt om meer werk voor het afbreken, bewerken en upcyclen van materialen en grondstoffen om ze zo voortdurend van waarde te laten zijn. De uitdaging is om dat te gaan doen zoals in de natuur. Door materiële stromen terug te brengen tot een paar 'legoblokjes'. Door die 'simpele' componenten met elkaar te laten interacteren wordt zowel het ecologisch als economisch systeem rijker. Dat is een investering in innovatieve ontwikkeling en stabiele en langdurige groei.

¹ Saskia van den Muijsenberg is directeur en medeoprichter van biomimicryNL en Certified Biomimicry Professional. Ze heeft zo'n 20 jaar ervaring in marketing, verandermanagement en strategische innovatie. Werkte voor diverse Fortune 500 bedrijven. Katalyseert innovatie door anderen ontwerpstrategieën uit de natuur te laten ontdekken, deze verder te ontwikkelen en vervolgens te vertalen naar echte business opportunity's.

² Jan Jonker is hoogleraar Duurzaam Ondernemen aan de Radboud Universiteit te Nijmegen. Zijn werk concentreert zich op drie samenhangende thema's: de nieuwe economie of te wel de WEconomy, het ontwikkelen van nieuwe business modellen en het anders denken over geld oftewel 'hybride bankieren'. Zijn meest recente bestseller is het boek 'Nieuwe Business Modellen: Samen Werken aan Waardecreatie' (2014). Momenteel werkt hij aan een pilot-onderzoek over Business Modellen voor de Circulaire Economie in Oost Nederland.

Verleng de levensduur van producten

Een veelgehoorde opvatting is dat de CE ernaar streeft om de levensduur van producten zo lang mogelijk te maken en zo kostbare grondstoffen te behouden. Wie naar kringlopen in de rest van de natuur kijkt vraagt zich af: waarom zou de levensduur zo lang mogelijk moeten zijn? We missen hier een gouden regel van het leven: 'life meets function in context'. Neem een waterflesje dat je op het station koopt omdat je dorst hebt. Dat flesje is binnen een kwartier leeg maar het duurt een eeuwigheid voor het is afgebroken. Binnen de CE denken we wel in kringlopen in de tijd, maar onze materialen zijn daar nog niet op afgestemd.

Niet alle eikels worden bomen

In de CE bevatten producten die aan het einde van hun leven zijn grondstoffen voor nieuwe producten. Inzameling, disassemblage en recycling dragen zorg voor een continue doorstroom. Hergebruik is dus de hoeksteen van de CE. Maar ons denken daarin is beperkt. In onze economie wordt plastic vaak weer plastic, glas, glas. De eikels van een eikenboom worden bijna nooit weer een eikenboom. Omdat er in de natuur maar met een paar basale bouwstenen gewerkt wordt, is het veel makkelijker om het weer af te breken en te hergebruiken. Door ze verschillend te combineren en configureren ontstaan oneindig veel mogelijkheden. Dit maakt opschalen en recyclen een stuk makkelijker.

Tot slot: over ecosystemen

Ecosystemen bevatten emergente eigenschappen; ze 'ontstaan' vanuit de interacties tussen actoren in het systeem. Geen van de actoren heeft de regie over het ecosysteem, noch zelf de mogelijkheid tot oplossingen te komen die het ecosysteem als geheel wél kan creëren. Dat is een idee wat vraagt om navolging. De organisatieopdracht voor de CE zou zich vooral moeten richten op hoe we deze kunnen laten ontstaan in plaats van haar topdown te ontwerpen en opleggen. Daar heeft de natuur geen boodschap aan

Evolutie van textiel naar slim textiel

Nieuwe technologieën hebben een enorme impact op het dagelijkse leven, van de uitvinding van het wiel, de stoommachine tot het "Internet of Things". Zo ook de ontwikkelingen op het vlak van slimme textiel- en polymeermaterialen die sinds enkele decennia plaatsvinden, waardoor textiel van een eenvoudige structuur gemaakt uit natuurlijke vezels evolueerde tot "intelligente" vezels, weefsels, kleding die in staat zijn te reageren en/of zich aan te passen aan veranderingen in hun omgeving (klimaat, lichaamstemperaturen, chemische samenstelling, zonlicht, enz.).

Eenvoudige textielmaterialen uit natuurlijke vezels	Kleding om zich te beschermen tegen hitte, regen en kou en om er niet naakt bij te lopen (fatsoen).
Civilisatie geeft aanleiding tot nieuwe vereisten	Etaleren van rijkdom, (religieuze, sociale) identiteit
Functionele en hoogperformante vezels en weefsels	Nieuwe functionaliteiten zoals waterafstotende, ademende, vlamwerende, kogelwerende, antimicrobiële of thermo-regelende weefsels
"Intelligente" vezels, weefsels en kleding	Voelen, reageren op en passen zich aan veranderingen in de omgeving aan, zowel op externe (vb. weersomstandigheden) invloeden als op de fysiologische toestand van de drager

Het grote verschil tussen "high-performance" en slimme materialen is dat de eerste categorie statische materialen zijn. Met andere woorden ze zijn niet in staat veranderingen waar te nemen noch erop te reageren.

De Europese normalisatiewerkgroep CEN TC 248 WG 31 - waarvan Centexbel deel uitmaakt - definieert slimme textielmaterialen als een *"functioneel textielmateriaal dat een actieve interactie met zijn omgeving aangaat, met andere woorden het reageert op of het past zich aan veranderingen in zijn omgeving aan"*.

Slimme textielmaterialen worden gemaakt voor vele toepassingen, zoals:

Bewaken van een bepaalde toestand (temperatuur, lichtintensiteit, straling)

Reageren op en zich **aanpassen** aan een bepaalde toestand en de gebruiker **ondersteunen** (bescherming, medische hulp, enz.)

Binnen de groep van slimme textielmaterialen onderscheiden we drie brede groepen:

Passief slim

Passief slim textiel fungeert als sensor en wordt gebruikt om chemische of fysische veranderingen in de omgeving te detecteren. Ze geven feedback in de vorm van een waarschuwing (vb. kleurverandering na verandering in pH waarde of als gevolg van temperatuurstijging).

Actief slim

Dit soort producten bevat een sensor en een actuator. Een actuator is een toestel dat reageert op een stimulus en een verandering teweegbrengt in de chemische, mechanisch of structurele eigenschappen van het product.

Zeer slim

Zeer slimme producten zijn in staat hun gedrag aan de gegeven omstandigheden aan te passen. Ze zijn zelfregulerend dankzij een voortdurende monitoring en in staat tot zelf-herstelling. Deze materialen bootsen biologische systemen na (biomimetica).

De reden waarom textielmaterialen worden gebruikt voor slimme toepassingen is de aanwezigheid van het materiaal in ons dagelijks leven, hun gemakkelijk gebruik en onderhoud. Bovendien heeft kleding contact met het lichaam én met de omgeving en kan het lichaam aansluitend gemaakt worden.

Evaluatie van Slim textiel

Nieuwe (slimme en interactieve) materialen vereisen volgens hun soort en toepassingen nieuwe of aangepaste testmethoden voor het evalueren van hun eigenschappen, prestaties en duurzaamheid.

Hieronder bespreken we ter illustratie drie testmethoden om het thermofysiologisch comfort te evalueren van textiel voorzien van PCM microcapsules.

PCM's staan voor Phase Change Material (faseovergangsmateriaal) en zijn materialen waarvan de faseverandering, van vast naar vloeibaar en omgekeerd, wordt gebruikt om warmte op te slaan en af te staan. In PCM's wordt dus warmte opgeslagen om op een later moment gebruikt te worden.

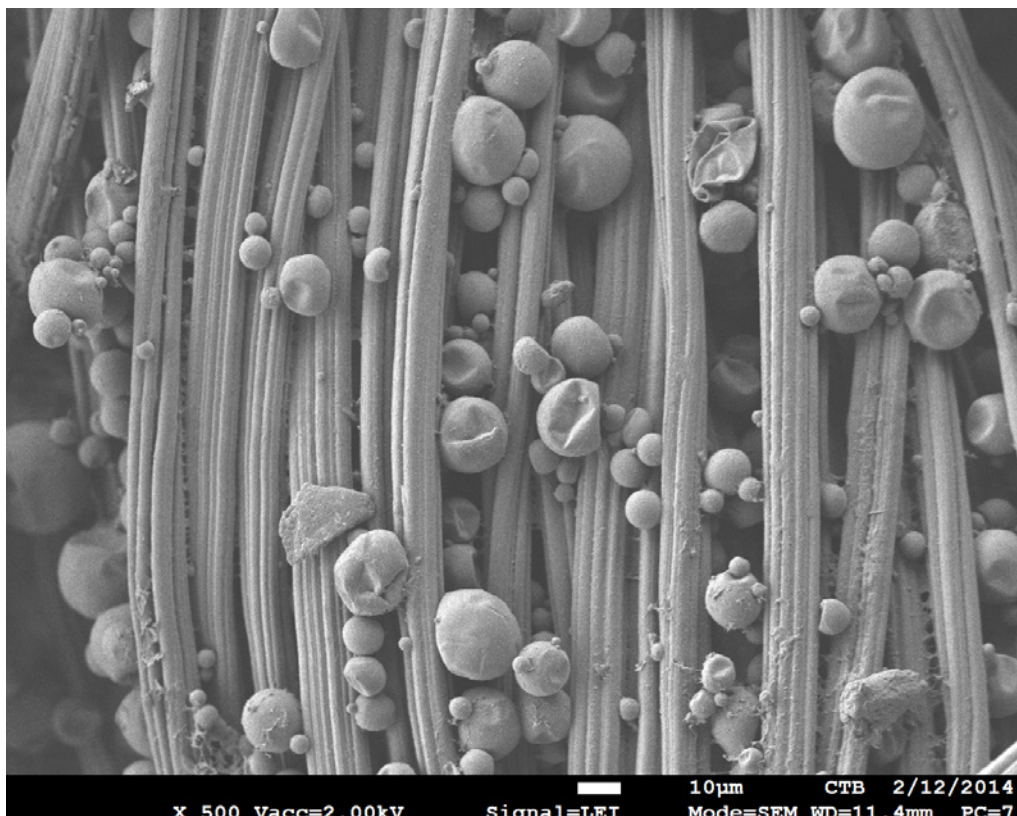
Door warmte op te nemen smelt het materiaal (bij een bepaalde temperatuur). Tijdens het smelten absorbeert het materiaal grote hoeveelheden warmte uit de omgeving, die daardoor afkoelt. Wanneer de temperatuur zakt, stolt het materiaal opnieuw en komt warmte vrij. Als PCM's in geïsoleerde buffers worden opgeslagen kan de 'latente warmte of koude' dus op een later tijdstip benut worden.

Om te verhinderen dat PCM's lekken worden ze gevat in micro- of zelf nanocapsules en geïncorporeerd in vezels of aangebracht op het weefsel via coating of lamineren. Deze technieken worden toegepast in beschermende kleding (vb. brandweerkleding, ruimtepakken, sportkleding).

SEM analyses

Een SEM of Scanning Electron Microscope (rasterelektronenmicroscop) werkt door middel van een zeer fijne, scherp gefocusseerde elektronenbundel die versneld wordt afgeschoten op het preparaat. De gebruikte versnelspanning varieert tussen 100 V en 30 kV. De bundel wordt uitgelijnd door elektromagnetische velden, die in de elektronenmicroscop eenzelfde functie vervullen als optische (glazen) lenzen in een lichtmicroscop. De bundel wordt door elektromagnetische velden snel heen en weer bewogen langs lijnen en na iedere lijn een beetje opgeschoven in de richting loodrecht op de lijn, op de manier waarop een televisiebeeld wordt opgebouwd. Dit gebeurt volgens een beeldraster, vandaar ook de naam. Het preparaat wordt zo gescand.

Bij een FEG-SEM (Field Emission Gun - Scanning Electron Microscope) zoals gebruikt door Centexbel zijn zelfs vergrotingen van 100.000 keer mogelijk met een resolutie in de orde van een nanometer. Door de grote scherptediepte ontstaat er een sterk 3D-effect.

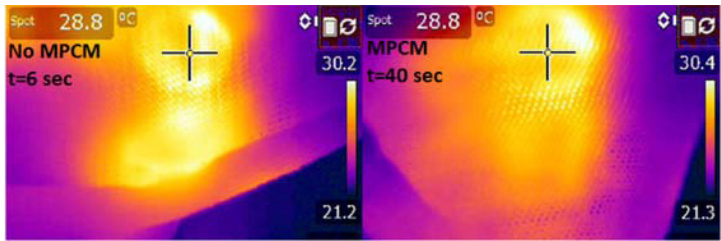


SEM beeld van een gebreid matrastijk met ingekapselde PCM's

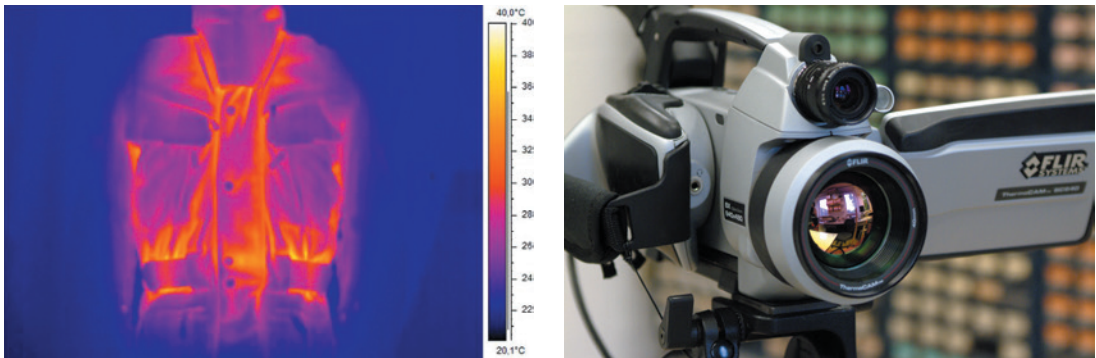
Infrarood thermografie

Alle voorwerpen zenden een voor het menselijke oog onzichtbare stralingsenergie uit volgens hun oppervlaktetemperatuur. Infraroodthermografie is een techniek op basis van een IR camera, die wordt toegepast om die energie te detecteren die door een voorwerp wordt uitgezonden en om te zetten in een beeld waarop de warmtespreiding zichtbaar wordt.

De infrarood detector in de camera absorbeert de infrarood hittestraling van het object en converteert die in elektrische signalen.



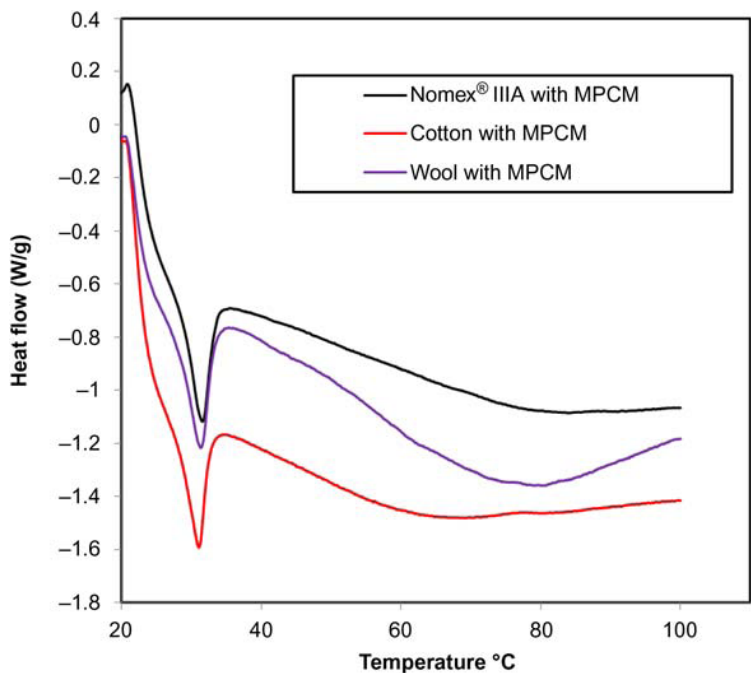
Thermische infrarood beelden van weefsels met en zonder micro PCM's



Centexbel gebruikt IR thermografie om bijvoorbeeld warmteverliezen te detecteren aangetoond van donkerblauw (koud) tot wit (heet)

Dynamische differentiatiecalometrie

Dynamische differentiecalorimetrie, afkorting DDC (Differential scanning calorimetry DSC) is een meettechniek om warmtestromen van en naar een monster te meten. Daarbij laat men het proefmonster én een referentie samen (vandaar 'differential') een nauwkeurig vastgesteld temperatuurverloop doorlopen. In de eenvoudigste vorm levert deze meting een grafiek op, waarin de warmtecapaciteit van het monster is uitgezet tegen de temperatuur. De warmtecapaciteit kan ook worden omgerekend naar de soortelijke warmte van de onderzochte stof. Differential scanning calorimetry (DSC) wordt ook gebruikt om de thermische kenmerken te identificeren van textiel dat PCM's bevat door de hoeveelheid latent warmte te meten in het materiaal in vergelijking met het referentiemateriaal zonder PCM.

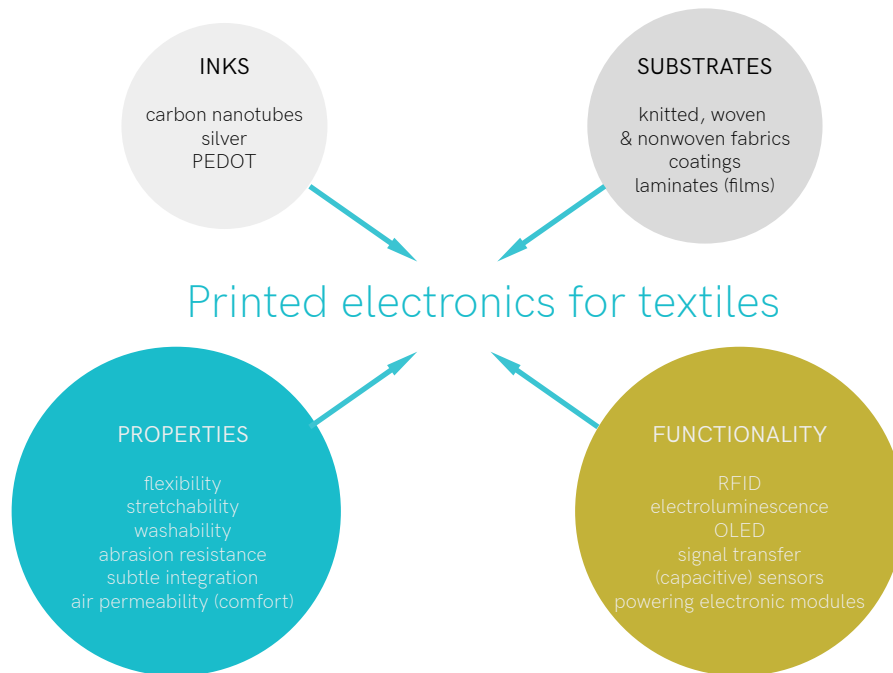


DSC curve van een gecoat PCM weefsel

Geprinte elektronica in de evolutie naar smart textiles

Brecht Demedts & Pol Paelinck

Centexbels onderzoek naar slim elektronisch textiel vindt plaats op twee verschillende domeinen en in twee verschillende locaties. In Grâce-Hollogne spitsen de activiteiten zich toe op het aanbrengen van geleidende garens in en op textielsubstraten via breien en borduren. De onderzoekers in Zwijnaarde focussen zich daarentegen op het bedrukken van geleidende inkten.

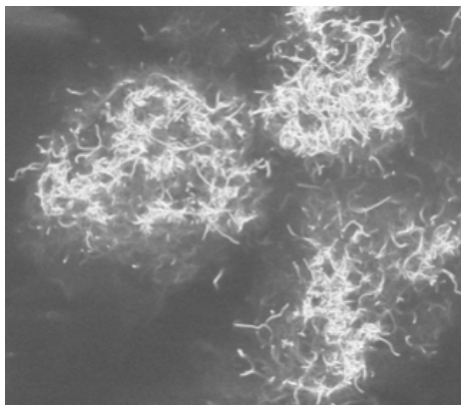


Het ultieme doel is het creëren van een commercialiseerbare (lees betaalbare en makkelijk te produceren) geleidende drager die alle kwaliteiten van het textielmateriaal behoudt op het vlak van comfort en duurzaamheid, zoals flexibiliteit, rekbaarheid, luchtdoorlaatbaarheid, wasbaarheid en weerstand tegen abrasie.

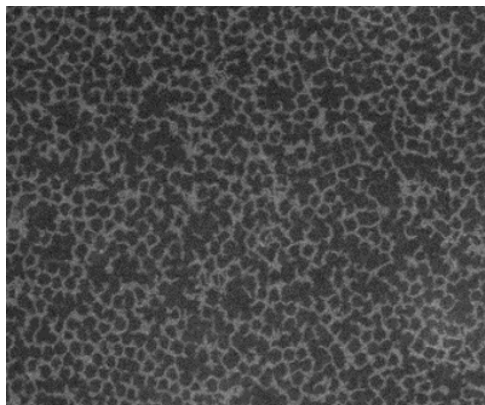
Geleidende inkten

Carbon nanotubes CNT

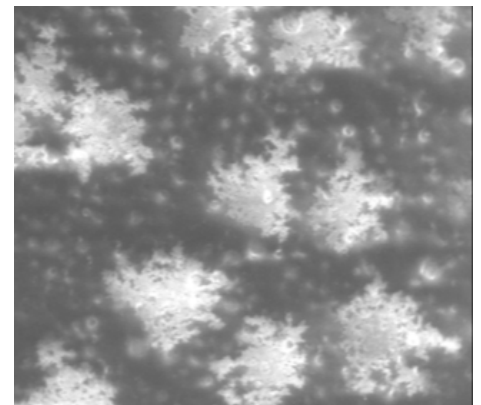
CNT's werden amper dertig jaar geleden "ontdekt" en bestaan uit een naadloos opgerolde laag grafeen (grafietlaag van één atoom dik). De diameter is typisch ca. 1 nm, terwijl de lengte enkele micrometers kan bedragen. Omwille van hun geleidende eigenschappen en op voorwaarde dat de CNT's goed gedispergeerd zijn in de inkt, zijn CNT's aangewezen materialen voor de creatie van slim geleidend textiel en heeft Centexbel hiermee al verschillende proeven uitgevoerd.



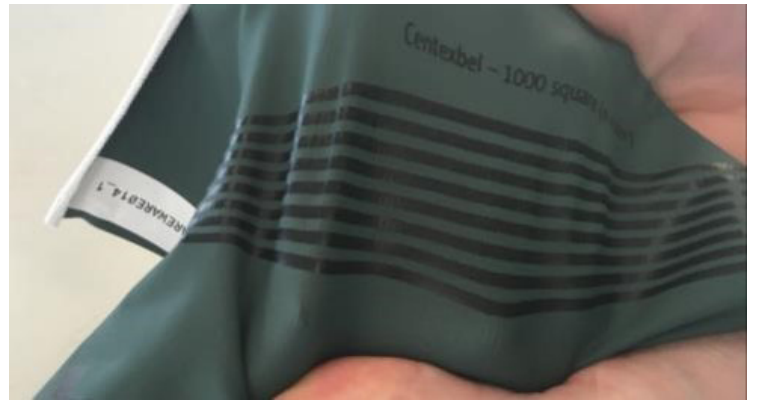
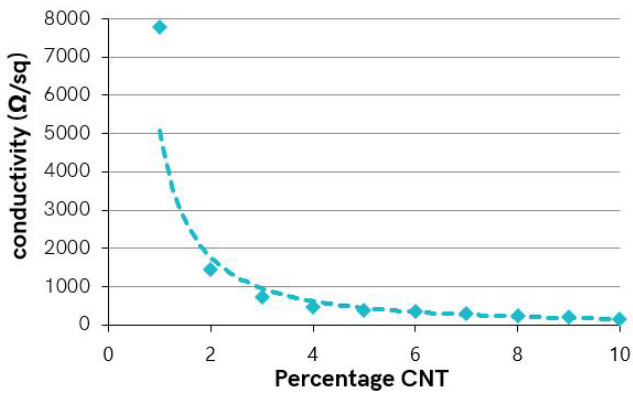
Slecht gedispergeerde CNT



Goede dispersie van CNT's in de inkt



Slechte dispersie van grafeen



Rekbare CNT inkt

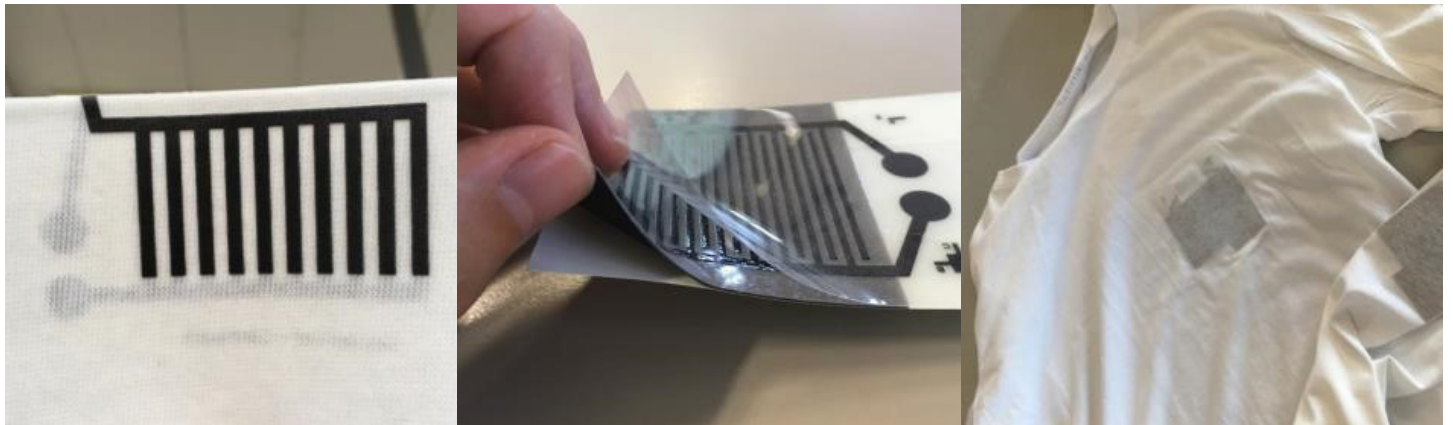
Centexbel ontwikkelde een rekbaar geleidend textiel op basis van een watergebaseerde CNT-inkt met een aangepaste reologie voor zeefdrukken en met volgende kenmerken:

- volume resistiviteit: 100 Ω /sq/mil
- laag percentage van geleidende vullers
- goede adhesie op verschillende substraten
- uitstekende filmvorming

Het geproduceerde geleidende textiel is bestand tegen wassen aan 40°C, is uiterst flexibel en rekbaar (>200%) en is bovendien relatief goedkoop.

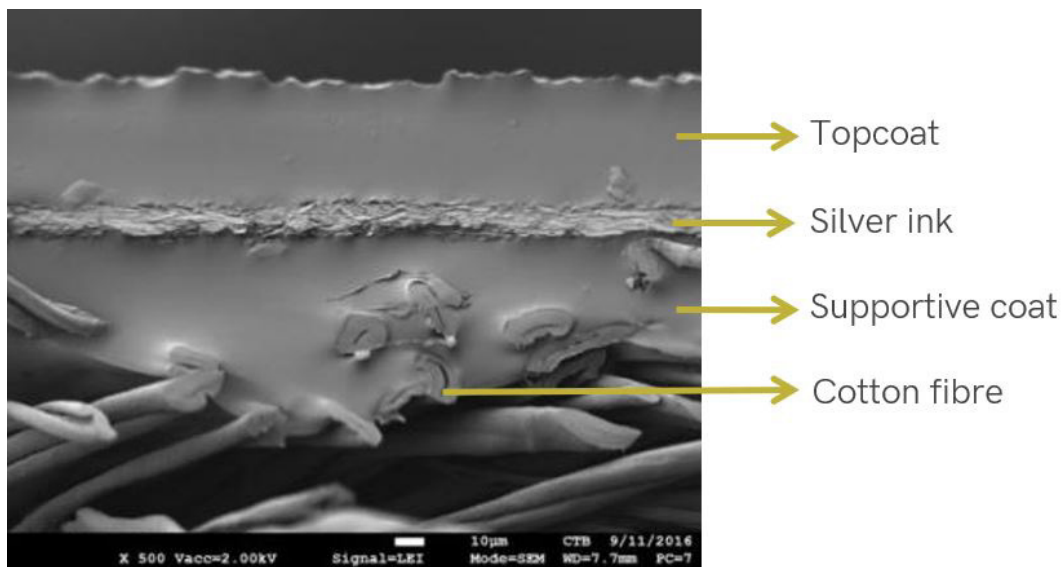
Toepassing van CNT inkten in capacitieve sensoren

- "stretch, movement & touch sensor" voor gezondheidszorg en het monitoren van de revalidatie van patiënten
- geïntegreerd in een body area network system
- Patchable electronics op basis van hoogflexibele PU



De bewegingssensoren die Centexbel ontwikkelde op basis van CNT inkt werden getest tijdens "living lab experimenten" in het kader van het Careware project.

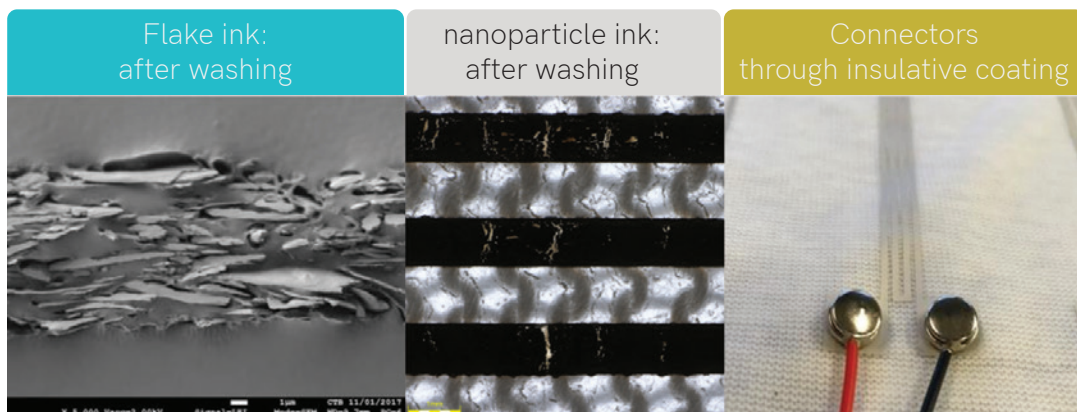




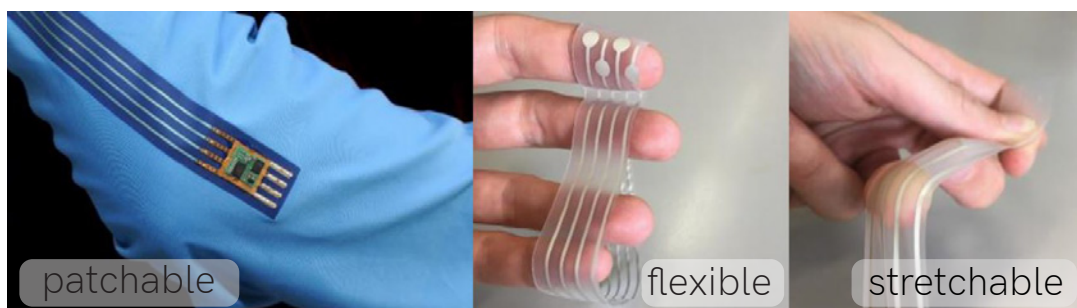
Zilverinkt

Wanneer zilverinkten worden gebruikt is het noodzakelijk ze te beschermen door een coatinglaag aan beide zijden aan te brengen. Zilverinkten kunnen direct of indirect worden geprint.

Geleidend textiel op basis van zilverinkten zijn (huishoudelijk) wasbaar tot 30°C en de eigenschappen zijn afhankelijk van de kwaliteit van de inkt.



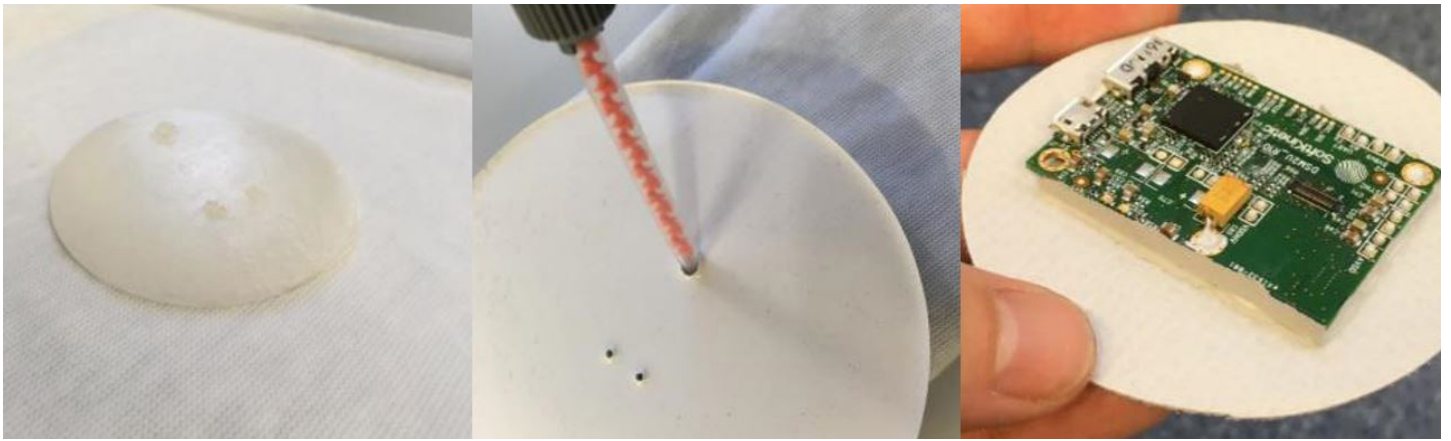
De rekbaarheid van zilverinkten blijft echter een belangrijk aandachtspunt: Na het wassen van flake inkten zien we dat er een scheiding optreedt tussen de verschillende inkt flakes. Na een beurt in de strijkpers, raken de flakes elkaar weer, en is er weer betere geleiding. Voor nanoparticle inkten is dit anders: die worden als nanodeeltjes aangebracht, en achteraf in de oven verwarmd, zodat ze smelten en een soort folie vormen. Deze folie is weinig tot niet rekbaar, en vertoont dus direct barstjes.



Flexibele en rekbare geleidende pleisters

Centexbel heeft enkele prototypes gerealiseerd waarbij elektronische pleisters op kleding werden aangebracht:

- verwijderbare batterij - afzonderlijk van de sensor unit
- zeer rekbaar (bepaald door rekbaarheid van de inkt)
- zeer flexibel
- aan te brengen als een pleister & wasbaar (30°C)



Inkapseling van de elektronische compounds

- via vormgieten (~ lage druk gietmethode)
- 2K polyurethaan → wasbaar op 40°C
- Siliconen en TPE (thermoplastic elastomeren)
- Gefunctionaliseerd voor warmtegeleiding

Lichtgevend textiel

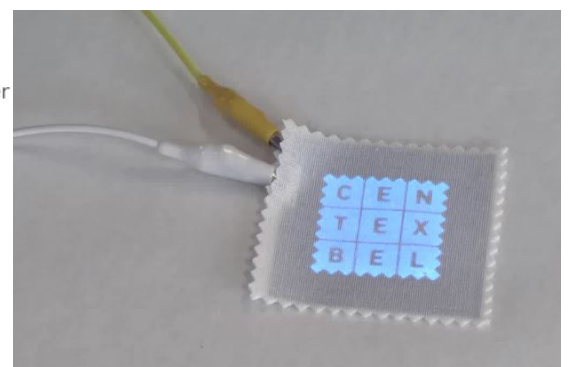
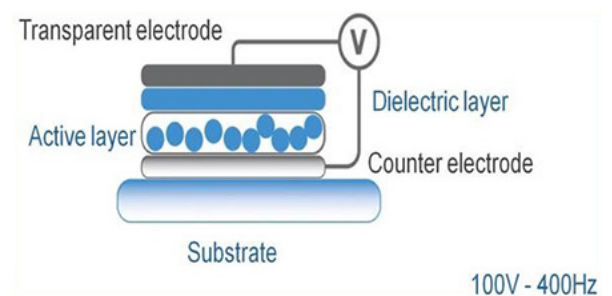
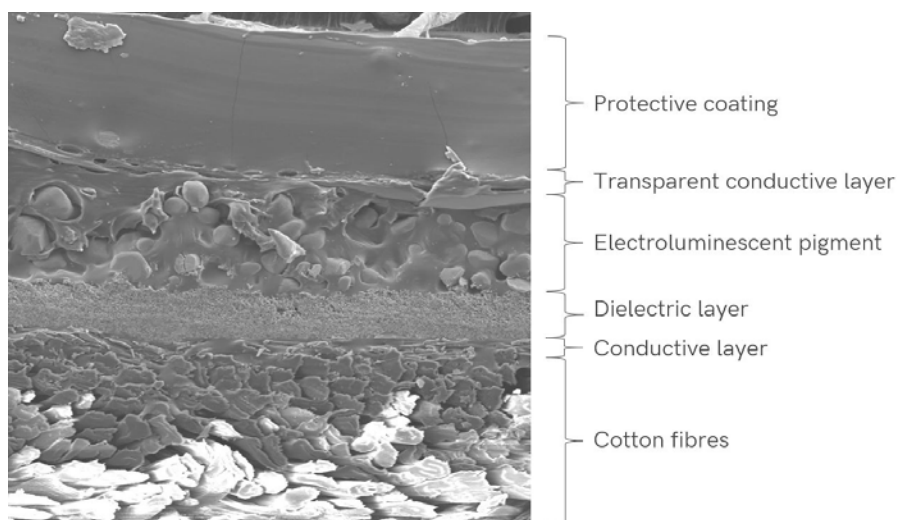
Centexbel ontwikkelde lichtgevend textiel met gebruik van coating- en printtechnieken. Wij hebben hiervoor lichtgevende inkten/coatings tussen twee elektroden aangebracht en een elektrische voeding voorzien waarvoor we elektrisch geleidende textiellagen hebben ontwikkeld.

Geleidende & dielektrische coatings

Om de back elektrode te ontwikkelen hebben we een geleidende inkt gebruikt die voldoet aan de volgende vereisten:

- resistiviteit < 100 Ω /sq
- surface free energy: 40 mN/m
- hoge flexibiliteit
- ruwheid ~ 10 nm

Om het lichtgevend textiel te creëren werd een hoog flexibele diëlektrische inkt ontwikkeld. Hieronder ziet u de verschillende lagen waaruit het lichtgevend textiel is opgebouwd.



Markten voor slimme duurzame coatings

ARCHITECTURAL FABRICS

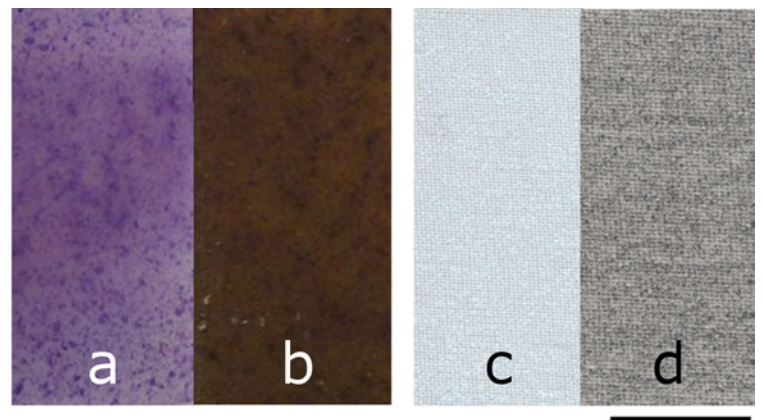
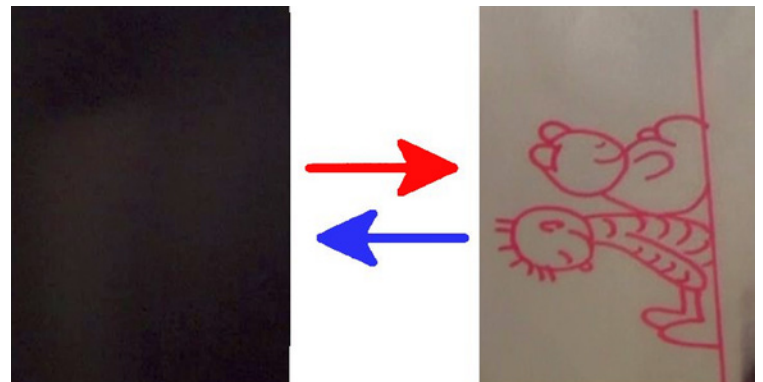
Recent developments in the building industry have shown a clear shift from traditional constructions to buildings with sensible and adaptable envelopes equipped with sensors enabling them to interact with the environment on the basis of inputs pertaining to temperature, humidity, solar radiation, etc. For structures designed for extreme applications (e.g. large span structures prone to fluttering and ponding, industrial applications characterized by high working temperatures, biogas basins with corrosive gases) there is the need of a continuous monitoring in order to highlight anomalies and avoid the progressive propagation of the initial damage. The progressive miniaturization of sensors and the innovative manufacturing techniques for technical fabrics and foils resulted in prospects for a new generation of sensible technical fabrics equipped with sensors focusing on temperature monitoring, pressure monitoring and chemical sensing of noxious gasses.

Temperature monitoring of tensile structures is of particular interest for PVC coated fabrics. PVC coated fabric for tensile structures have a glass transition temperature roughly between 70°C and 90°C. At these temperatures, the polymer will become weaker and welded seams will slowly extend or even detach while being under tension.

In order to signal a pending failure, temperature sensors can be mounted on the construction after erection. However, the most exposed locations are often difficult to reach and attaching several sensors is laborious. In addition, the wiring compromises the aesthetics of the often admired organic shapes of textile architecture.

To overcome these issues, miniature temperature sensors are integrated in hybrid fabrics with integrated electric leads (Heyse et al., 2015). Electronic sensors are well known for their accuracy and ease of data acquisition, but for fabrics, connecting the monitor to the sensor fabric remains an issue of intense research (Chapman, 2012). Alternative to electronics, thermochromic pigments also respond to variations in temperature. Apart from liquid crystals, temperature resolution of these materials is limited (Seeboth and Löttsch, 2013). However, integrated in a coating, the spatial resolution is considerably higher than the point wise electronic sensors. In addition, a quick visual inspection will indicate 'hot spots' in real time. Although such thermochromic coatings may not be suitable for larger structures, they can be advantageous for quality control during welding of the seams where high enough temperatures have to be reached to insure proper connection of the fabric parts.

Unfortunately, tensile structures are not always used for what they are designed for. In case of a defect, the user easily points to the manufacturer, while misuse is sometimes the real cause of failure (Craig G. Huntington, 2004; Seidel and Sturge, 2009). Common failure is caused by corrosive gases emitted by for example cattle or biological waste. For two of such gases, an irreversible indicator patch has been developed. Colour will change upon exposure to ammonia or hydrogen sulphide indicating that the fabric properties can no longer be guaranteed.



PROTECTIVE CLOTHING

Protective clothing is a very comprehensive field including garments for firemen, fishermen, welders, divers, sportsmen, motorcyclists, surgeons, and the military. Specific suits have been developed for environments with chemical and/or biological danger, or extreme temperatures. Although the specific properties of each type of garment are adapted to the intended use, the common demand is longevity. Besides the obvious economic benefits, durable coatings will prolong the protection level and consequently save lives.

Protective clothing are usually made from multiple layers. The outer layer of the laminate, often coated, is most prone to wear and tear. The durability, and thereby the lifetime, of protective clothing can be prolonged by applying wear and tear resistant coatings. Hence, the outer layer can be functionalised in order to improve its resistance to abrasion/scratch/rub, its UV stability, etc. by incorporating specific additives.

Frequently used high performance fibres like p-aramid and m-aramid have a poor resistance to abrasion. Therefore it is useful to combine them with fibres having superior abrasion resistant properties, and to protect them by means of a PU coating. The durability of this protective coating can be further improved by additives.

The following example of a functionalised PU coating in protective clothing demonstrates the possibilities. Fisherman in the North-Atlantic use nowadays heavyweight PVC coated garments. Within the FP7 project Safe@Sea, we have developed a lightweight alternative garment based on PU coated PA (De Vilder et al., 2012). Changing from a PVC coated textile to a PU coated one, an improvement of the abrasion resistance was already noticeable. By incorporating certain additives into the PU coating the resistance to abrasion was even further increased. Besides an improved comfort due to the lighter weight of the garment, the durability of the garment was prolonged (i.e. less weight loss was observed after the coated fabric was submitted to the Martindale test).

Fabric	Weight	Weight loss of coating after Martindale (F2)
PVC-coated CO	465 g/m ²	5.9 wt%
PU-coated PA	330 g/m ²	
<i>without additives</i>		4.0 wt%
<i>with additives</i>		2.2 wt%

Table: Weight loss of coated textiles for fishermen (Martindale, EN 530-2, 10.000 cycles, F2 sand paper)

In many protective garments the inner layer makes contact with the body and is therefore less subject to abrasion. This fabric can be finished with the additives like sol-gel or silicones to diminish the impact of the abrading action.

CARGO SECURING

Although cargo securing may sound self-evident, correct loading and securing of the cargo is not a trivial task. Proper insight in the cargo mass, shape, content, expected accelerations and the appropriate use of securing tools and aids are a prerequisite for safe transportation of goods around the globe. Unfortunately, it is estimated that up to 25 % of all accidents in the EU in which trucks are involved are due to inadequate cargo securing.

Despite the lack of a fully harmonised standard and legislation in EU, the member states are imposing clear rules on cargo securing.

In addition, well-defined guidance documents are available for normal and exceptional transports explaining how and with what tools cargo should be secured safely (European Commission 2007; European Commission 2014).

One of the most recognised tools is the use of flat fabric webbing slings and lashes that have to comply with EN 12195 standards. Off-the-shelf lashes are compliant to these strict regulations, but how do these materials behave during use and at what point is safe practice no longer guaranteed?

Periodic inspection is voluntary and based on subjective, visual inspections focussing on:

- Acid or caustic burns
- Melting or charring
- Holes, tears, cuts, or snags
- Broken or worn stitching in load bearing splices
- Excessive abrasive wear
- Knots in any part of the sling
- Discoloration, brittle or stiff areas
- Fittings that are pitted, corroded, cracked, bent, twisted, gouged, or broken
- clear label indicating lashing capacity

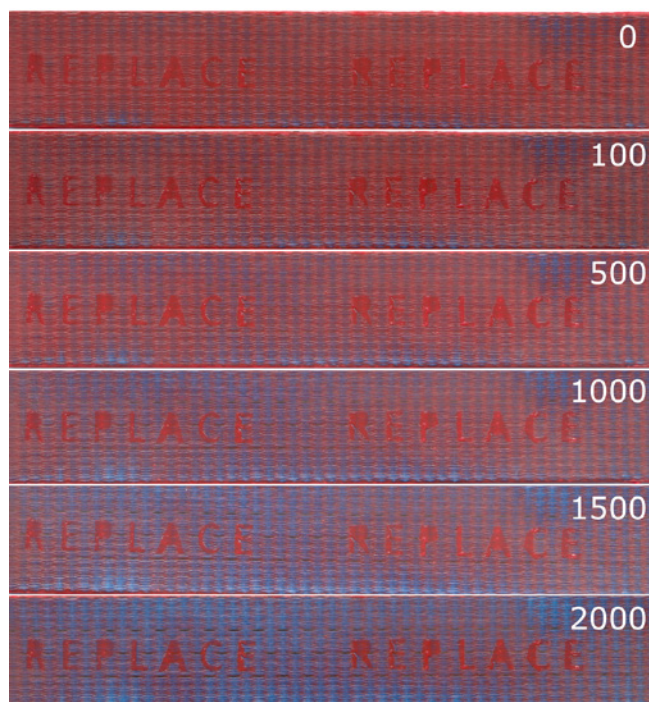
It is obvious that these observations can discriminate between reliable and potentially unsafe lashings, but there is no clear threshold value and if one is set, it is imposed arbitrarily. In addition, a given lashing may appear to be in good condition, but there are no means to check if it has endured excessive charging beyond the loading capacity or has elongated beyond the EN 12195 threshold of 7% at loading capacity (for flat fabric lashings). For slings, an integrated overload sensor is available via SlingMax and their patented Check-Fast® slings.

The road ahead for smart lashings

In the framework of a transnational collective research project between SME associations and research organisations (Rescotex), research is focussing on identifying thresholds for UV aging, abrasion and repeated tensioning of flat fabric lashings for cargo securing.

This paragraph will highlight the use of smart coatings to indicate excessive UV exposure of tie down straps.

Although the lashings are UV stabilised according to the standard, there is no indication to what extent this stabilisation should be. Moreover, a given belt will last longer if it is used in mild UV conditions (e.g. indoor, sporadically) compared to severe UV conditions (e.g. southern Europe, long distance open transport). As a result there is no general rule of thumb to assess the safety of a used belt with respect to UV ageing. To counteract this concern, a coating has been developed using a mixture of UV stabilisers to be printed on the belt. In case of UV damage, the print will discolour and indicate the level of UV damage endured by the belt so far. If the safety limit has been exceeded, a text urging the user to replace the belt becomes visible.



The figure on the left exemplifies a label printed on a 35mm flat web lashing. At UV exposures above 1000 hours (EN14836, QUV accelerated aging test), the 'replace' text is clearly visible and indicates that the belt has suffered too much UV irradiation to be used safely.

FUTURE TRENDS

As textiles are used in an increasing number of technical applications, the durability is gaining more and more importance. A lot of research has been done so far and products and processes developed are commercially available. Still new end applications are detected in which durability in various environments are a prerequisite. For instance in the at~sea project (<http://www.atsea-project.eu/>) coated textiles were developed that are meant to use as a substrate for growing seaweed. For this application a unique balance between antifouling properties and sea-weed anchoring points are crucial.

The concept of self-healing coating is most developed in the field of automotive, aerospace and building (concrete). A known example is the Scratch Shield clear coat developed by Nissan and already implemented in their cars and on iPhones. Up to now, no examples of commercial available self-healing textiles are known. The research in this area is quite limited but the outcome is promising. In the future, self-healing coatings based on the microcapsule-technology or an intrinsic approach can be expected. The self-healing coating will be able to repair at an early stage of damage, thereby enhancing the durability and prolonging the lifetime of the coated textile. All textile areas will benefit from these developments, e.g. protective clothing, architectural textile, cargo securing, etc.

Onderzoeksprojecten rond smart materials



M.O.T.I.O.N

Mechanische Orthose voor kinderen met neurologische aandoeningen

Bionische revalidatietechnologie voor kinderen met een neurologische aandoening :

- autonoom en secuur exoskelet voor de onderste ledematen van kinderen
- een aantrekkelijk, comfortabel en functioneel slim kledingstuk dat geschikt is voor kinderen en de sensoren integreert.

<https://www.centexbel.be/nl/projecten/motion>



MARKERS

For better sorting in view of recycling

The technical aim of this Cornet project is to encode textiles structures and store data about e.g. recycling processes inside the product.

<https://www.centexbel.be/nl/projecten/markers>



GoToS3

BIOHARV

BIOHARV

100% Polymer MER prototypes

Mechanische energie-regeneratoren (MER) zijn hulpmiddelen om hernieuwbare elektriciteit te produceren aangepast aan de lage stroomsterktebatterijen gebruikt in verschillende elektronische toestellen, zoals smartphones. MER zijn gebaseerd op het gebruik van piëzo-elektrische materialen. In dit verband bieden de piëzo-elektrische biopolymeren (PA11, PLA) verschillende voordelen op het vlak van carbon footprint, kostprijs en vormgeving.

<https://www.centexbel.be/nl/projecten/bioharv>



WearIT4Health

Ontwikkeling van een draagbaar multi-sensor monitoring device

Het doel van dit project is een innovatief, draagbaar multi-sensor toestel te ontwikkelen voor de medische opvolging van gehospitaliseerde patiënten (continue meting van vitale en non-vitale parameters). Het toestel moet bovendien comfortabel zijn voor de patiënt en compatibel met het computersysteem van het ziekenhuis in de regio Maas-Rijn.

<https://www.centexbel.be/en/projects/wearit4health>



GoToS3

LUMINOPTX



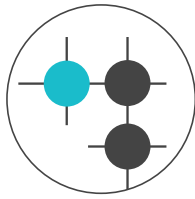
LUMINOPTX

Design and implementation of novel smart textiles for "autonomous diffuse lighting"

Ontwerp en de implementatie van nieuw intelligent textiel voor "autonome diffuse verlichting" met toepassingen in interieur design, decoratieve stoffen of signalisatie via directe integratie van organische elektroluminiscente diodes (OLED) in textiel. <https://www.centexbel.be/nl/projecten/luminoptex>



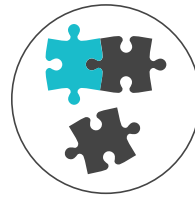
CREATE



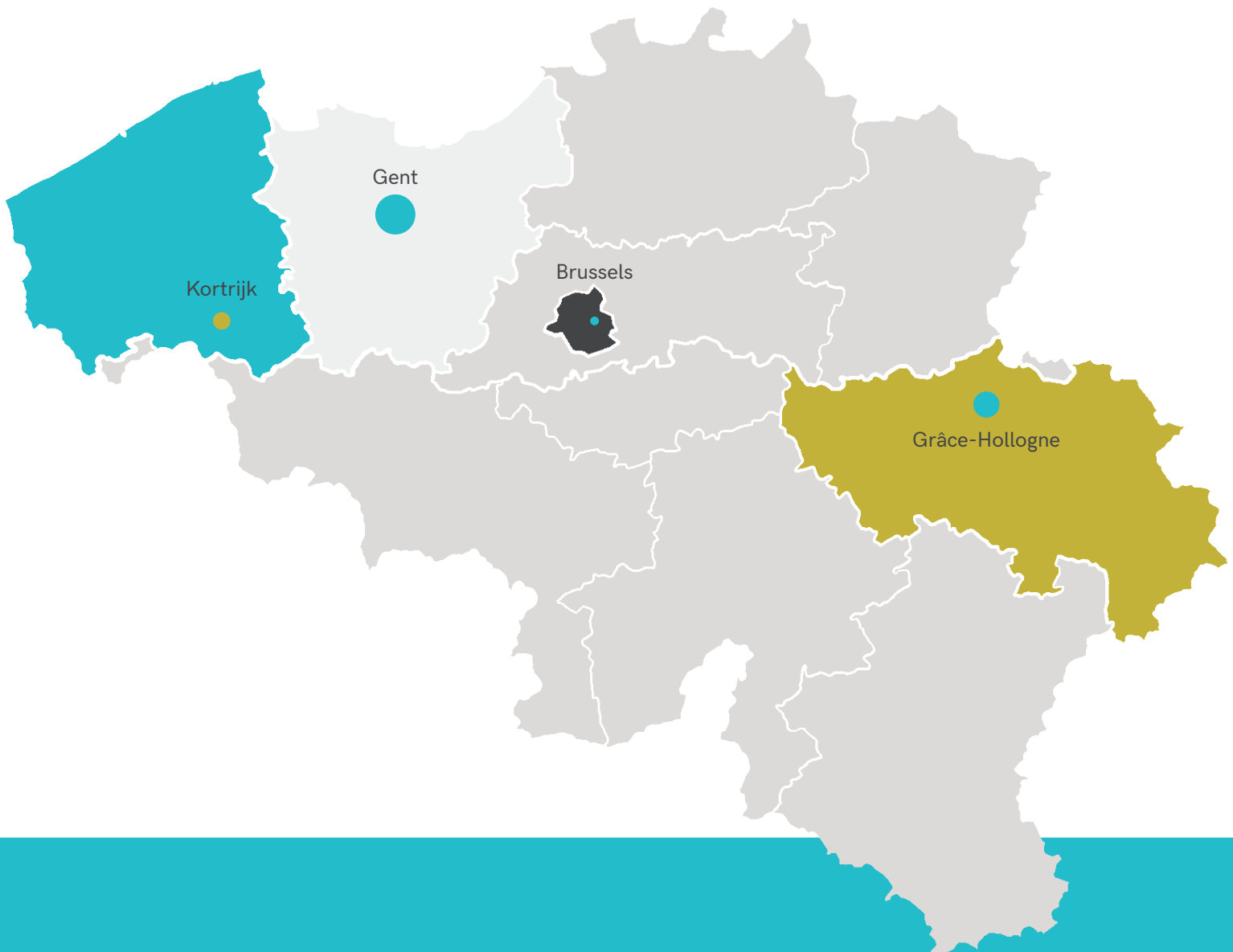
CONNECT



INSPIRE



SOLVE



Centexbel-VKC

GENT | Technologiepark 70 | BE-9052 Gent | +32 9 220 41 51 | gent@centexbel.be

KORTRIJK | E. Sabbelaan 49 | BE-8500 Kortrijk | +32 56 29 27 00 | kortrijk@centexbel.be

GRÂCE-HOLLOGNE | Rue du Travail 5 | BE-4460 Grâce-Hollogne | +32 4 296 82 00 | g-h@centexbel.be

www.centexbel.be