

Responsieve textielmaterialen

Steeds meer vindt textiel zijn weg in technische toepassingen zoals in bijvoorbeeld de bouw, transport, persoonlijke bescherming en opslag en verwerking van biomateriaal. Met het gebruik van nieuwe materialen in nieuwe toepassingen rijst de vraag naar veiligheid en vaak worden erg ruime marges voorzien om hieraan tegemoet te komen. Desondanks kunnen foutjes in het ontwerp, productie en assemblage risico's inhouden. Daarenboven is het niet uit te sluiten dat textielmaterialen gebruikt worden in toepassingen waar ze eigenlijk niet voor ontworpen zijn. Met de introductie van 'smart textiles' en responsieve materialen willen we daar iets aan doen. Textielmateriaal dat met dergelijke sensoren is uitgerust, kan fouten detecteren en waarschuwt de gebruiker vóór er eventuele schade optreedt.

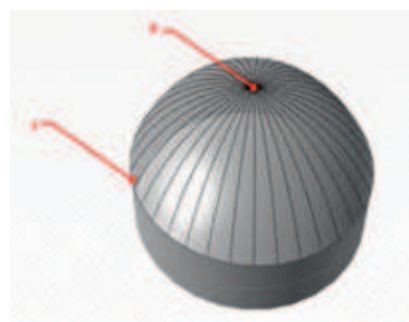
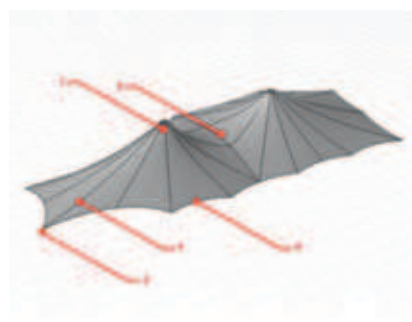
Voorbeelden kunnen we vinden in bijvoorbeeld de bouwsector, waar textiel met zijn sterkte, flexibiliteit en uiterst licht gewicht unieke architecturale mogelijkheden biedt. Organische vormen en mobiele dak systemen behoren tot de mogelijkheden. Maar het zijn juist die unieke kenmerken van textiel die voor problemen zorgen bij het ontwerp. De huidige modellen zijn gebaseerd op rigide materialen die niet of nauwelijks van vorm veranderen binnen hun veiligheidsmarges van belasting. Voor textiel geldt dit niet, elke verandering in belasting zoals rek of druk, zorgt voor een andere vorm, en dus een andere verdeling van de krachten over de constructie. Een complex modelering proces maakt dergelijke constructies duur en de invloed van omgevingsfactoren zoals regen, wind en sneeuwlast blijven moeilijk in te schatten. Centexbel ontwikkelde daarvoor binnen het kader van het EU project Multitexco sensoren in textiel die druk, rek, vibratie en temperatuur kunnen monitoren.

Druksensoren bijvoorbeeld, kunnen aangeven dat er zich water of sneeuw ophoopt.

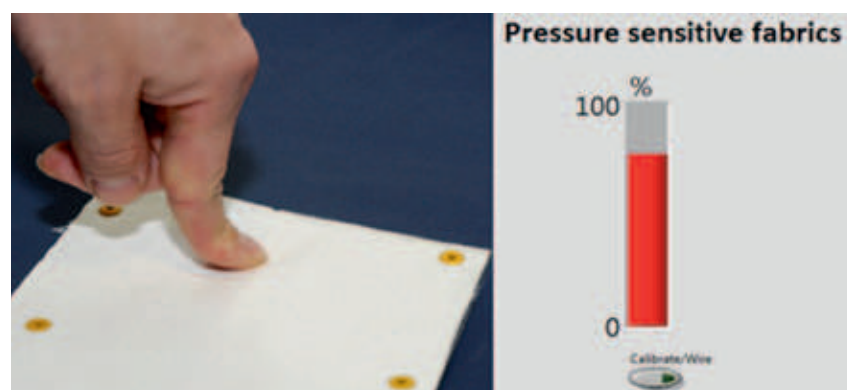
Vibratiesensoren ingewerkt in de keder van een tent laten toe om de beweging van de tent op te volgen tijdens wind-

Tabel 1: sensoren nuttig om tentstructuren te superviseren. (* zie figuur 1)

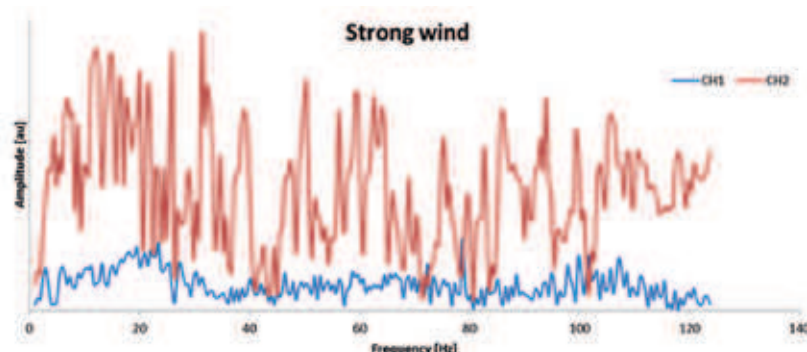
Schade	Technologie	Toepasbaarheid	Positie *
Scheur	Geleidende garens	In naden	3
Rek	impedantie	Nabij verbinding	5
Druk	Piezoresistief	Locaties gevoelig voor water-of sneeuwophoping	2
Vibratie	Piezoelektrisch	In keders, randen	4
Misbruik	Thermochroom	Op naden, binnenin	1
	Thermoelektrisch	Punt sensor	1
	Gas monitoring	Patch binnenin	
	Ammoniak		6
	H2S		7



Figuur 1: de verschillende sensoren kunnen op diverse plaatsen op een tentstructuur worden ingezet. Links: dubbel gebogen structuur, rechts: biogas dome.



Figuur 2: druksensor verbonden met PC uitleesmodule



Figuur 3: vibraties van een tentzeil bij windbelasting gemeten in het midden (blauw) en aan de rand van het zeil (rood).

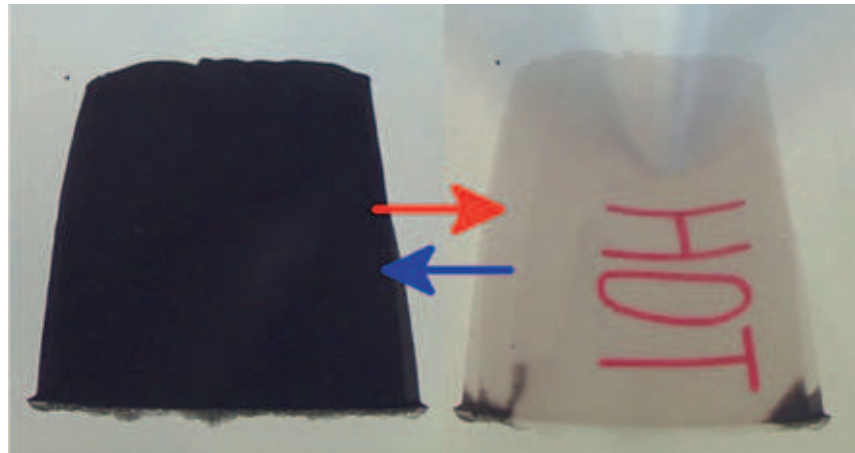
belasting. Een verkeerde spanning kan leiden tot flapperen van het doek in de wind, wat op zijn beurt scheuren kan veroorzaken.

Ook temperatuur is belangrijk om in het oog te houden. Vooral nu meer en meer PVC gebruikt wordt als textielcoating. PVC wordt namelijk week

rond 70-80°C. Wanneer een gelaste naad onder spanning staat bij dergelijke temperaturen zal de naad geleidelijk aan lossen. Om de temperatuur te controleren kunnen miniatuur sensoren met geleidende garens ingewerkt worden in het doek. Door alles nadien met PVC te coaten zitten de sensoren goed beschermd. De geleidende garens maken de connectie mogelijk met randapparatuur. Op deze manier kan een zeer precieze en onafhankelijke monitoring gebeuren, maar die is enkel plaatselijk en meer sensoren is meer randapparatuur en dus hogere kosten. Als alternatief kan men ook gebruik maken van temperatuurgevoelige pigmenten. Eens een bepaalde temperatuur is overschreden verdwijnt de kleur en wordt de onderliggende waarschuwingstekst leesbaar.

Textiel kan voor heel diverse toepassingen worden gebruikt, en spijtig genoeg worden textiel materialen soms gebruikt in situaties waar ze eigenlijk niet voor zijn gemaakt. Bij eventuele problemen achteraf, is het zeer moeilijk om dit als producent te bewijzen. Zo komen er bijvoorbeeld zeer corrosieve gassen vrij bij vergisting van biologisch materiaal, of in aanwezigheid van vee (zoals waterstofsulfide en ammoniak). Overspanningen van schuren of biogas fermentors worden aan deze gassen blootgesteld en een foutieve keuze van het textiel kan voor grote problemen zorgen. Centexbel ontwikkelde daartoe een coating die van kleur verandert in aanwezigheid van dergelijke toxische en corrosieve gassen. De irreversibele varianten van deze sensoren kunnen als detectiesysteem dienen voor het oneigenlijk gebruik van bepaalde textielmaterialen aan te tonen.

Reversibele gassensoren kunnen belangrijk zijn bij het aantonen van de aanwezigheid van het giftige waterstofsulfide. H_2S is door de mens slechts in erg lage concentraties waarneembaar en een zeer korte blootstelling aan een hogere concentratie volstaat om een volwassen persoon bewusteloos te maken. Centexbel ontwikkelde reversibele gassensoren bij het uitwerken van opslagzakken voor zeewier in de context van het Europees onderzoeksproject AT~Sea. In dergelijke zakken wordt zeewier voor lan-



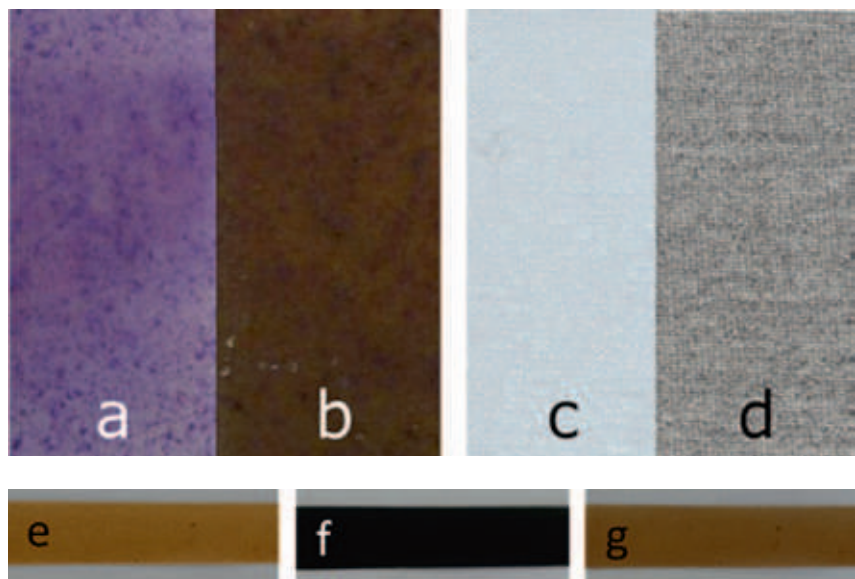
Figuur 4: thermochrome coating op textiel wordt transparant bij temperaturen hoger dan 70°C (rode pijl) en terug donker van kleur na afkoeling (blauwe pijl).



Figuur 5: elektronische temperatuur sensor geïntegreerd in een tentzeil.

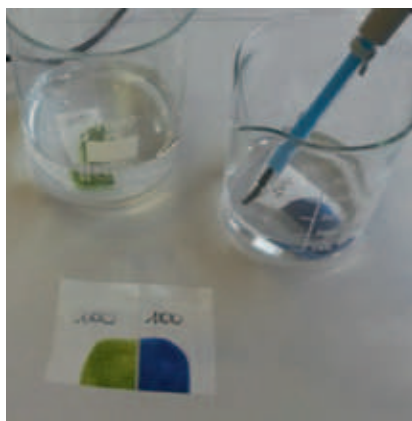
gere tijd bewaard en waterstofsulfide kan gevormd worden tijdens het rottingsproces. H_2S wordt daarenboven extra gevaarlijk doordat het zwaarder is dan lucht. Het kan dan ook in putten, riolen en opslagruimtes tot hoge concentraties accumuleren. Naast H_2S en

ammoniak zijn er nog enkele gassen waarvoor het nuttig zou kunnen zijn gassensoren te ontwikkelen, zoals het giftige koolstofmonoxide (CO) en NO_x ; de opgebouwde expertise in gassensoren kan dan ook ingezet worden voor meerdere doeleinden.



Figuur 6: responsieve coatings reageren door irreversibele (a-d) of reversibele (e-g) kleurverandering op de aanwezigheid van gassen. (a/ voor, b/ na contact met ammoniak; c/ voor, d/ na contact met H_2S en e/ voor, f/tijdens, g/ na verluchting van contact met H_2S).

Een andere toepassing van chemische sensoren is het aantonen van de zuurtegraad van vloeistoffen. Zeker bij het bewaren van voedingsmiddelen of biologische materialen kan de pH fluctueren onder invloed van bacteriën. Ook daar ontwikkelde Centexbel een sensor die kan aantonen of de pH boven een kritische waarde stijgt. Daarvoor werden een aantal polyurethaan- en acrylaatbinders getest op hun compatibiliteit met chemische pH-indicatoren. Er zijn specifieke moeilijkheden bij het ontwikkelen van dergelijke indicatortextielen. De halochrome pigmenten dienen geïncapsuleerd te worden in een textielcoating, moeten in contact staan met het water en mogen niet uitlogen in het water. Door het gebruik van bepaalde crosslinkers en binders werd een indicatortextiel ontwikkeld die pH schommelingen kan aantonen en slechts beperkt uitloogt in het water.



Figuur 7: textielcoatings tonen door kleurverschil pH schommelingen in het water.

Ook in de transportsector kunnen slimme textielmaterialen hun nut bewijzen. Sjorbanden bijvoorbeeld worden aan hoge lasten blootgesteld en verouderen onder invloed van zonlicht waardoor hun sterkte afneemt na verloop van tijd. Bij gebruikte sjorbanden is het moeilijk in te schatten in welke mate het zonlicht de banden al heeft aangetast. Sjorbanden die in overdekte vrachtwagens gebruikt worden zullen langer meegaan dan sjorbanden die in Zuid-Europa in weer en wind op de baan zijn. Centexbel ontwikkelde hiervoor in het kader van het Cornet project Rescotex een UV gevoelige print die op sjorbanden kan worden aangebracht. Bij overmatige blootstelling aan UV licht wordt de waarschuwingstekst leesbaar.

Besluit

De toepassingen van textielmaterialen zijn erg divers. Voor vele toepassingen kan detectie en signalisatie van omgevingsparameters een meerwaarde betekenen. Typische eigenschappen van textiel (flexibiliteit, elasticiteit, lichtgewicht, resiliëntie,...) laten toe om parameters te bepalen die in andere materialen moeilijk te monitoren zijn. Het ontwikkelen van responsief textiel vergt dan ook een diepgaande kennis van zowel het textielmateriaal als van de sensoren. Compatibiliteit en duurzaamheid van dergelijke systemen vereisen daarenboven vaak specifieke testen die verschillen naargelang de toepassing.

Hoewel sensoren in textiel reeds langere tijd toegepast worden (bijvoorbeeld in de medische wereld), is er nog veel potentieel voor smart textiles in allerlei sectoren. Met de bovenstaande voorbeelden tonen we aan dat omgevingsparameters vaak op verschillende manieren aangetoond kunnen worden, bijvoorbeeld door het integreren van elektronische sensoren, of door gebruik te maken van responsieve chemische pigmenten. Binnen de diversiteit die textiel te bieden heeft bestaan er dan ook meerdere manieren om een responsief materiaal te ontwikkelen.

De auteurs wensen de subsidiërende overheden te bedanken om dit onderzoek mogelijk te maken: European Union's Seventh Framework Program managed by REA-Research Executive Agency <http://ec.europa.eu/research/rea> (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 606411 and n° 280860, en Agentschap Ondernemen & Innoveren (IWT 130372)

Voor meer informatie:

Centexbel

P. Heyse, B. Demedts, M. Vanneste



Figuur 8: sjorband voor ladingsekerings met UV gevoelige print. De waarschuwingstekst wordt leesbaar bij overmatige UV blootstelling (boven).