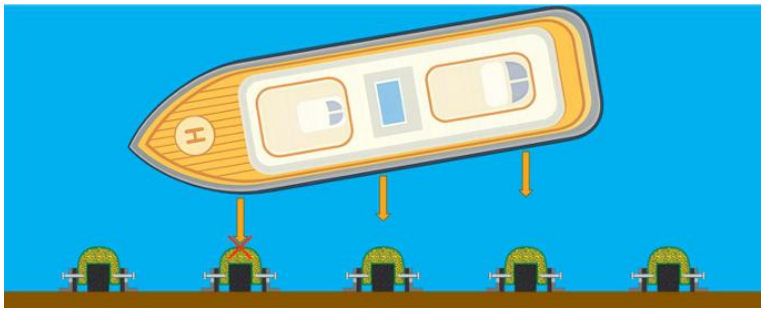




Update RAAK-MKB-project Circulaire composieten – Juli 2026

In deze nieuwsupdate:

- Afronding RAAK-project en vervolg
- Nieuw RAAK-project 'Halffabricaten van hergebruikt composiet'
- KIEM-MV-project 'Composietketens sluiten'
- ECCA 'Operational Circular Businesses'
- Resultaten van de student-projecten

Afronding RAAK-project en vervolg

Het werk voor het huidige RAAK-project zit er op. Dit is de laatste nieuwsupdate van het project. Uiteraard zijn we met de ontwikkeling van het hergebruiken van composiet nog niet klaar en treffen we voorbereidingen voor een volgend project, waarover later meer.

Eind van dit jaar zullen we weer een afsluitende bijeenkomst organiseren om de resultaten met u te delen en te bespreken. Zoals gewoonlijk zal dat weer een bijeenkomst worden waarbij we alle partners en andere belangstellenden zullen uitnodigen op een centrale plek in het land.

Tijdens deze bijeenkomst zullen we ook de resultaten van het TKI-project presenteren. Dit project gaat over pultrusie met acrylaat-harsen (zoals de Elium-hars) met hergebruikt composiet.

Verder zullen we de tussentijds resultaten presenteren over het TFF-project over de ontwikkeling van fenders van hergebruikt composiet voor het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) in Den Helder. Dit project loopt nog door tot begin 2028 maar de eerste resultaten zijn al interessant om te presenteren.

Rond dezelfde tijd als de afsluitende bijeenkomst van het RAAK-project mogen we ook weer onze resultaten met hergebruik van composiet presenteren op de 3rd International Conference on Sustainable Wind Turbine Blades bij het DTU in Roskilde op 17-19 november 2026.

Nieuw RAAK-project 'Halffabricaten van hergebruikt composiet'

We zijn in voorbereiding voor een nieuw RAAK-project om in 2027 te starten. Om hergebruikt composiet universeler te kunnen toepassen gaan we onderzoeken of er halffabricaten van kunnen worden gemaakt. Gedacht wordt aan de volgende typen halffabricaten:

- Kernplaten en -profielen voor drukvaste sandwichkernen en hoekversterking
- Flexibele lagen voor flexibele kernlagen, bijvoorbeeld in vacuum-injectie of pultrusie
- Compounds, bijvoorbeeld in een SMC- of BMC-achtige vorm

De halffabricaten worden gebaseerd op de vlokken van hergebruikt composiet zoals geproduceerd door CRC. Doordat ze op die manier verwerkbaar zijn in standaardprocessen (vacuum-injectie, RTM, pultrusie en warmpersen) maken de halffabricaten het hergebruik van composiet universeler toepasbaar in de industrie.

Inmiddels hebben diverse partners zich enthousiast getoond om mee te werken in dit nieuwe project. Andere geïnteresseerden kunnen zich ook melden voor nadere informatie en deelname.

KIEM-MV-project 'Composietketens sluiten'

Naast onderzoek en ontwikkeling op technologisch gebied gaan we ook een onderzoeksproject aanvragen om de ontwikkeling te onderzoeken van circulaire composietketens middels hergebruik. Dit is een haalbaarheidsonderzoek van alternatieven in de keten van hergebruik. Daarbij gaan we kijken naar bijvoorbeeld terugname van EoL composietproducten door leveranciers en het leveren van EoL-composiet als grondstof via leveranciers van virgin grondstoffen of halfproducten.

ECCA 'Operational Circular Businesses'

Binnen de European Circular Composites Alliance (ECCA) hebben we dankzij Jaap van der Woude van projectpartner EuCIA de rol gekregen om een presentatievorm op te zetten voor 'Operational Circular Businesses'. Dit zijn bedrijven die al daadwerkelijk op industriële en commerciële schaal EoL composieten hergebruiken of recyclen. De reden voor dit initiatief is om zichtbaar te maken dat naast diverse ontwikkelingen in composiet-recycling er ook reeds operationele methoden zijn. In de presentatie kan het bedrijf de technologie toelichten, welke ingangsmaterialen gebruikt worden en wat de resulterende producten zijn en voor welke toepassingen. Ook belangrijk is dat de do's en don'ts gepresenteerd worden: wat zijn positieve ervaringen en wat zijn valkuilen of tegenslagen geweest. Daar kunnen anderen ook hun voordeel mee doen.

We hebben een eerste format opgezet die eerst wordt gevuld door een viertal bedrijven die EoL composieten op een mechanische manier verwerken: de Nederlandse bedrijven CRC, Compone en Koios Titan en het Italiaanse bedrijf Gees Recycling. De doelstelling is om deze eerste presentaties tijdens de ECCA-meeting op 3 december a.s. in Brussel te tonen. Daarna kan het format door andere operationele verwerkers worden gevuld en gebruikt.

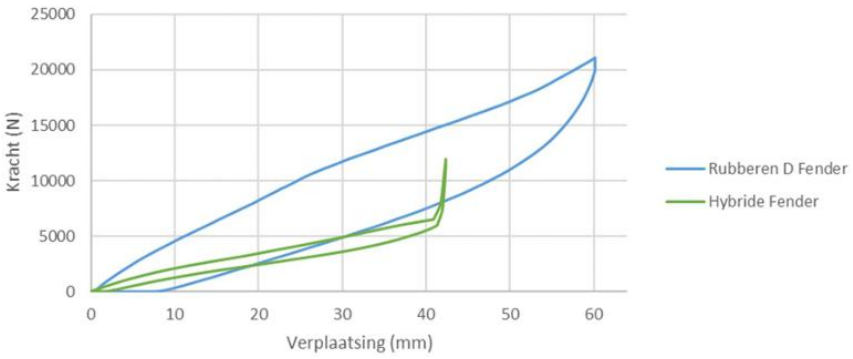
Resultaten van de student-projecten

Fenders van hergebruikt composiet
Luuk Meuleman heeft tijdens zijn stage werktuigbouw gewerkt aan de fenders van hergebruikt composiet voor HHNK in het TFF-project. Hij heeft met gebruikmaking van expertise van Provincie Groningen de mechanica van de aanvaring door een schip geanalyseerd d.m.v. de PIANC-methode.




Traditionele uitvoering met holle rubberen D-fenders / Maatgevend schip voor aanvaaranalyse

Verder heeft hij een mal ontworpen en hiermee een prototype fender gemaakt van hergebruikt composiet met daarin een verend schuimrubber-element. De doorsnede is schaal 1:1 en er is een lengte van 250 mm getest. Hij heeft het in de testbank op druk getest en de respons bepaald. Hetzelfde heeft hij gedaan met een even groot stuk rubberen D-fender. Het vergelijk in de mechanische respons levert het volgende resultaat:

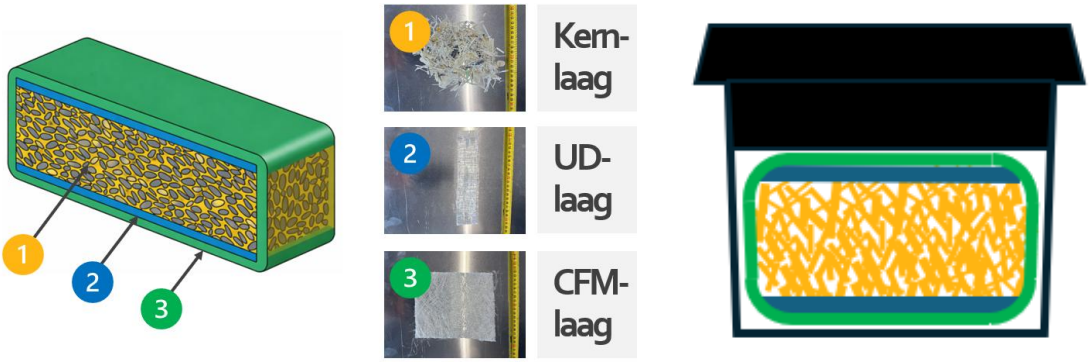




Kracht-verplaatsingdiagram van de twee geteste fenderstukken / Aanzicht hybride fender

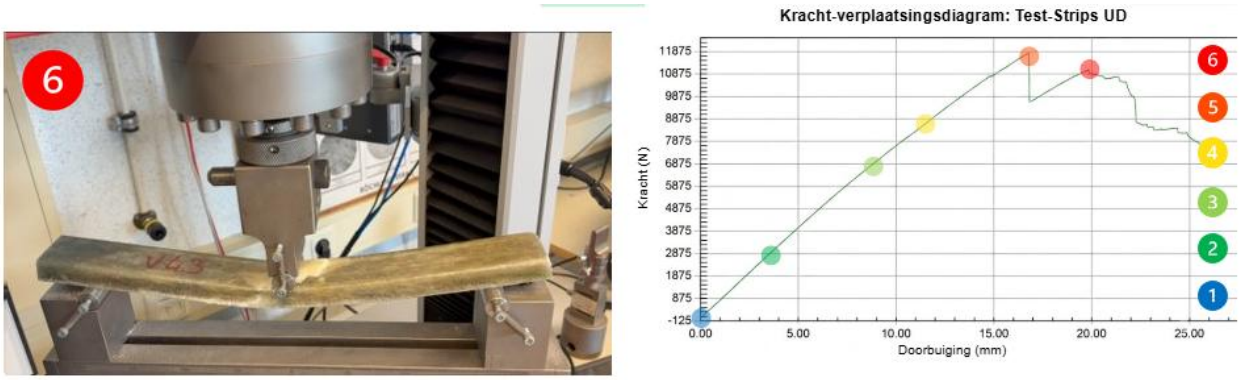
De rubber D-fender is dus in de testopstelling stijver dan de hybride fender (hergebruikt composiet met schuimrubber element). Dat zou betekenen dat de rubber D-fender meer energie kan opnemen bij aanvaring. Echter, in de praktijk werkt het anders omdat in de praktijk de fenders een lengte hebben van 2,9 meter. Omdat de rubber D-fender over zijn lengte een veel lagere buigstijfheid heeft dan de hybride fender zal de rubber D-fender vrij plaatselijk indrukken bij aanvaring, terwijl de hybride fender over de gehele lengte het schuimrubber gelijkmatig indrukt. Dit gaan we met een andere studentopdracht na de zomerperiode nog nader analyseren.

Modellering van de buigsterkte
Jelle Bögels heeft zijn afstudeerwerk voor zijn studie werktuigbouwkunde gewijd aan het modelleren van het breukgedrag van buigbalken die zijn opgebouwd met hergebruikt composiet. Hij is daarbij uitgegaan van de modelopbouw zoals hieronder weergegeven, waarbij de afmetingen van het profiel en de componenteigenschappen kunnen worden ingevoerd in een Excel-rekenprogramma. Voor de validatie van het model heeft mij met de RTM-mal in het composietlab. modelproefstaven gemaakt met verschillende combinaties van UD-lagen en CFM-lagen en deze in een driepunts-buigproef getest.



Modelopbouw proefstaaf en componenten / Principe vervaardiging met RTM-mal

Jelle heeft in het programma 8 bezwijkcriteria verwerkt: 6 criteria voor de normaalspanningen in de drie componenten (zowel trek als druk), 1 criterium voor de afschuifspanning in de kern en 1 criterium voor het optreden van knik van de versterkingslagen aan de drukzijde. Om realistische eigenschappen in te voeren voor de componenten heeft hij deze apart gemaakt en getest.



Buigproef en de verschillende stadia van falen van de staaf tot volledig bezwijken (6)

Uit de modelvoorspellingen blijkt dat de kern al op een laag belasting-niveau bezwijkt, zowel op normaalspanning als op afschuifspanning. Echter, uit de testen blijkt dat nog niet de aanleiding te zijn voor het bezwijken van de gehele staaf. Dat gebeurt op een hoger niveau, waarbij het model voorspelt dat de UD-lagen bezwijken. Aan de kracht-verplaatsingscurven en bijbehorend geluid en zichtbare verschijnselen kunnen ook verschillende faalstadia worden onderscheiden voorafgaand aan het totale bezwijken.

Hergebruikt composiet in SMC
Douwe Potjes heeft tijdens zijn stage werktuigbouw bij projectpartner AOC onderzocht of vlokken van hergebruikt composiet kunnen worden toegepast in Sheet Moulding Compound (SMC). Hij heeft in totaal 6 typen vlokken van projectpartner CRC gekregen en deze onderzocht op geschiktheid voor het verwerken in SMC, zie tabel.

Benaming vloktype CRC	Herkomst	Afbrandresidu (gew. %)	Bulk density (g/l)	Afmetingen (L x D in mm)
GRE F1	GRE-buizen	68	341	20 x 2
GRE F2	Idem	70	257	18 x 2
GRP F2 Wiek	Rotorbladen	61	158	12 x 1
GRP F2 Deurtjes	Kluisdeurtjes	65	144	7 x 3
DK F2	Spray-up	36	162	4 x 1
NS F1	Trein-interieur	55	176	12 x 1

Hij heeft van de vlokken onderzocht hoeveel hars er nodig is voor de benatting door mengproeven in het laboratorium van AOC. Afhankelijk van vloktype blijkt er tussen de 21 en 40 gew. % vlokken in een harsmengsel verwerkt te kunnen worden. Vervolgens heeft hij er BMC-compounds van gemaakt en geperst om eerste eigenschappen te bepalen. Daarna heeft hij het maken van SMC tussen folies eerst gesimuleerd door tussen twee glasplaten en folies SMC te maken. Na indikken van de formulering heeft hij stukken van de sheet gesneden en er platen mee geperst en getest.



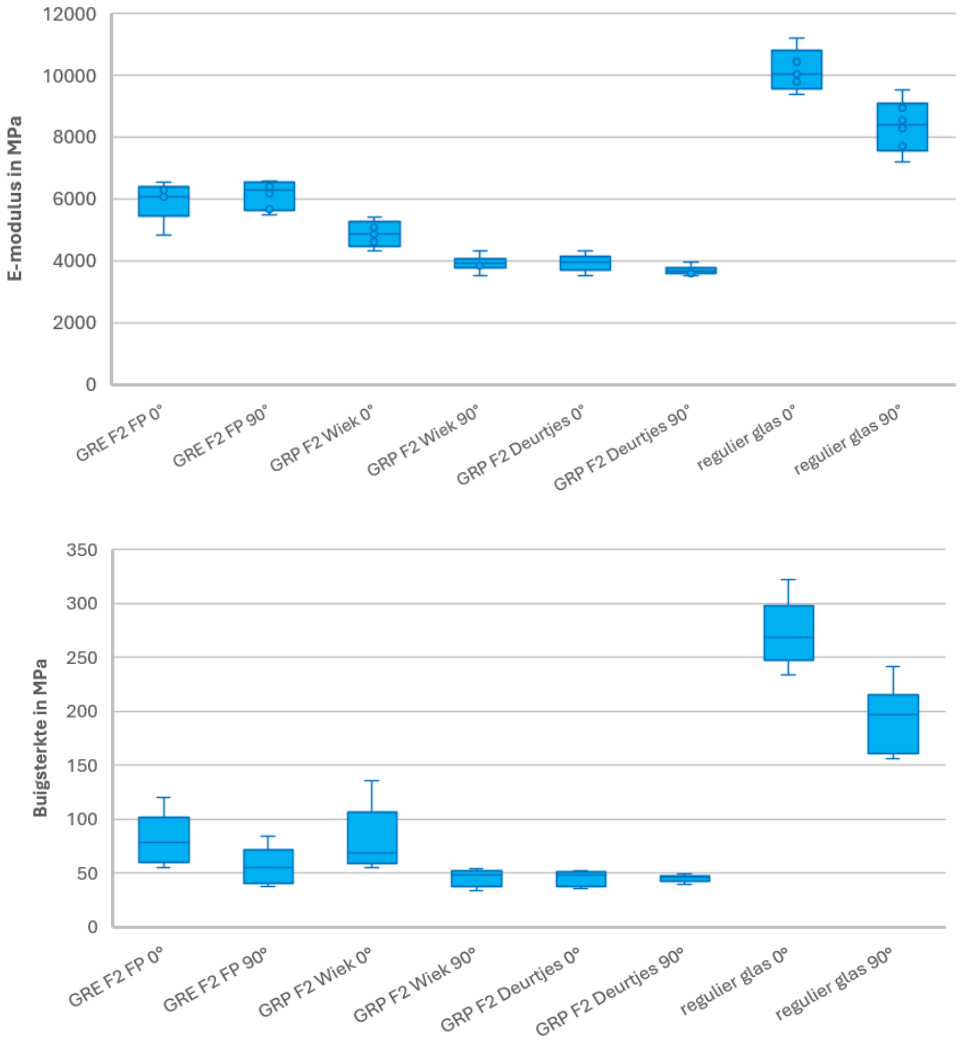
Mengen van vlokken in hars / SMC gemaakt tussen folies en glasplaten

Het snijden van SMC bleek vrij lastig als er harde vlokken in zaten: GRE F1 en F2 en GRP F2 Wiek. Aanzienlijk makkelijker ging het snijden bij de andere vlokken: GRP F2 deurtjes, DK F2 en NS F1.



Snijden van de SMC-sheet

Als proef op de som of de vlokken ook in een echt SMC-proces kunnen worden verwerkt heeft Douwe op de SMC-lijn van AOC drie typen vlokken verwerkt: GRE F2, GRP wiek en GRP F2 deurtjes. De verwerking ging goed en na het indikken van de SMC's heeft hij ze versneden en geperst tot platen. Na het doen van buigtesten in zowel de lengte-richting (0°) als in breedte-richting van de plaat (90°) zijn de volgende resultaten gevonden voor de E-modulus en de sterkte.



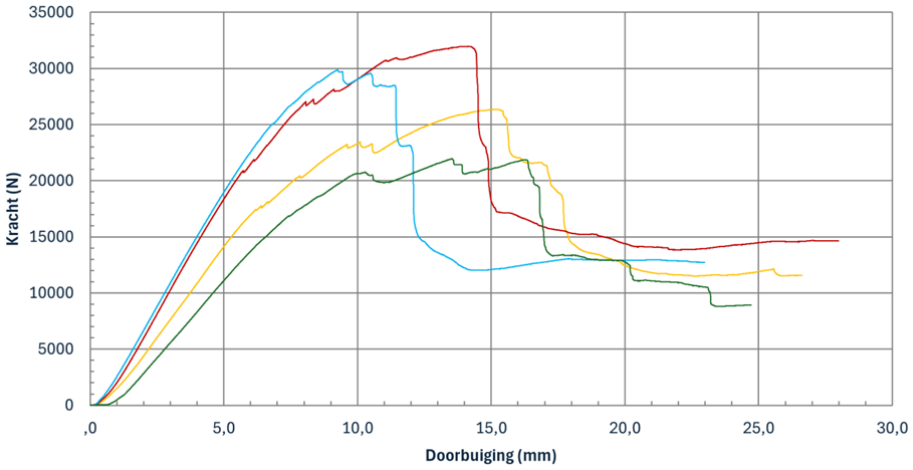
De vlokken geven duidelijk een verstijvend effect in de SMC maar minder dan in geval van regulier (virgin) glasvezel. Dat is te zien in de grafiek voor de E-modulus. Dit is deels te verklaren uit het feit dat de vlokken zelf maar voor een deel bestaan uit glasvezel. Het versterkende effect van de vlokken in SMC is duidelijk veel minder dan in het geval van regulier (virgin) glas. Dit is te zien aan de grafiek voor de buigsterkte. Ook dit is voor een deel te verklaren uit het feit dat de vlokken zelf ook maar gedeeltelijk bestaan uit glasvezels. Maar een ander belangrijk effect is het hechtvermogen van de vlokken aan de hars. Dat lijkt minder te zijn dan bij het reguliere glas en is ook zichtbaar aan het breukgedrag (vlokken onthechten bij breuk maar breken zelf niet door). Duidelijk is wel dat de langere vlokken (GRE F1 en F2 en GRP F2 Wiek) meer versterkend en verstijvend werken dan de kortere vlokken maar dat de kortere vlokken een homogener en vlakker eindproduct geven. Aanbevelingen vanuit het onderzoek van Douwe zijn onder andere het onderzoeken van het combineren van vlokken met virgin glas in SMC, het toepassen van vlokken in BMC en de economische haalbaarheid.

Buigsterkte van dwarsliggers van hergebruikt composiet
Valentijn Perluka heeft tijdens zijn stage werktuigbouw onderzocht of alternatieven mogelijk zijn bij de opbouw van een balk met een kern van hergebruikt composiet die is ingebed in een standaard polyesterhars. Zijn onderzoek is gedaan in het kader van het ERJU-project voor het maken van dwarsliggers van hergebruikt composiet. Uit eerder onderzoek waarbij de LCA van een dwarsligger van hergebruikt composiet is vergeleken met een gelijkwaardige dwarsligger van gewapend beton bleek dat het virgin harsgebruik verantwoordelijk is voor hogere ecokosten (dus een slechtere milieu-prestatie) van hergebruikt composiet dan de betonnen variant. Valentijn heeft met balkjes op schaal 1 : 3 de dwarsligger gesimuleerd en twee strategieën onderzocht om de ecokosten te verlagen: 1) minder harsgebruik in de kern en 2) het gebruik van een hars die deels gebaseerd is op gerecyclede grondstoffen. Voor de eerste strategie heeft hij kernmateriaal van Compone gebruikt en voor de tweede strategie de rPET-hars van AOC die voor 25% bestaat uit gerecyclede PET. Per variant zijn balkjes gemaakt met afmetingen (LXBXH) 500 x 85 x 50 mm (full-scale: 2500 x 250 x 150 mm).



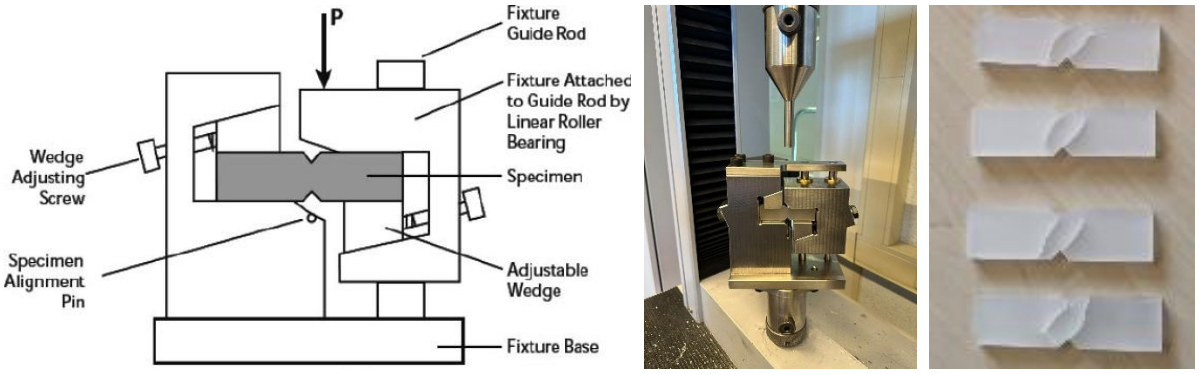
Kernen van Compone bevatten veel minder virgin hars door gebruik van schuimende hars

De balken zijn getest bij een opleglengte van 350 mm tot breuk. De gemiddelde maximale kracht bij de balken met een massieve kern met de rPET-hars is 50,6 kN. Met de kernen van Compone die gebaseerd zijn op vlokken gebonden met een schuimende hars werd een gemiddelde maximale kracht van 27,5 kN gevonden. In beide gevallen is dit een sterkte die voldoet aan de vereiste sterkte voor full-scale dwarsliggers als dit met het rekenmodel wordt vertaald naar de ware grootte. Hieronder staan de krachts-verplaatsingscurves van de balkjes met Compone-kern.



Lopend onderzoek naar uitharding bij pultrusie
Rianne Heuver en Jiangfan Zhao zijn de chemie-studenten van de hogeschool Saxion die bij AOC hun afstudeerwerk doen op het gebied van de uithardingskinetiek van polyester- en acrylaatharsen bij het pultrusieproces met hergebruikt composiet. Hun werk is gedaan bij AOC en levert bruikbare resultaten op voor het TKI-project. De resultaten van hun werk zal bij de eindbijeenkomst van het RAAK-project worden gepresenteerd omdat het van Jiangfan pas na de zomerperiode gereed is.

Iosipescu afschuiftest
De studentengroep van de minor Applied Mechanics heeft een afschuiftest-opstelling ontwikkeld en gebruikt voor het kunnen bepalen van de afschuifsterkte van hergebruikt composiet. In eerdere onderzoeken was gebleken dat de gangbare ILSS-afschuiftest voor hergebruikt composiet niet werkt vanwege onvoldoende gelaagdheid van het materiaal. Jasmijn Wessels, Bram Janzen, Izaak de Boer en Marik Bijlsma hebben hiervoor de Iosipescu-testmethode uitgewerkt tot een opstelling die ze vervolgens hebben gerealiseerd.



Principe testmethode / Gerealiseerde opstelling / Kenmerkende 45°-breuk bros materiaal (PMMA)

Het ontwerp dat ze hebben gemaakt is uitgewerkt in werktekeningen voor onderdelen. Deels hebben ze die extern laten maken en deels hebben ze het zelf gemaakt. Vervolgens hebben ze het geassembleerd tot een goed werkende opstelling met een aantal 3D-geprinte hulpstukken voor het juist positioneren van de proefstukken.



Test hergebruikt composiet: afschuifsterkte 59,6 MPa / Eindpresentatie en oplevering opstelling

Wij zullen u na de zomerperiode uitnodigen voor de afsluitende bijeenkomst van het RAAK-project aan het eind van dit jaar.

Wij hopen u daar dan weer te begroeten!

Contact
Mochten er naar aanleiding van deze nieuwsupdate nog vragen of aanvullingen zijn, of heeft u interesse in het toegestuurd krijgen van een van de genoemde projectverslagen, neem dan contact op met Albert ten Busschen via a.ten.busschen@windesheim.nl.