

Lessons Learned van bruggen bouwen met biocomposiet

Martijn Veltkamp

Wouter Claassen

Nieuwe InfraCore
toepassingen in de civiele
techniek

Design & build

Producent als kritische
schakel in de keten



Beoordelen
haalbaarheid

Voldoen aan
(inter)nationale normen



Verduurzamen proces en
product

Martijn Veltkamp
ontwerpleider

Eurocode Composiet

**Composiet *gewoon* maken ondanks
dat het soms nog nieuw is.**

Brug(dek) renovatie en
-versterking met





Duurzamere constructies

Link tussen klant en
producent



Monitoring



Reductie CO₂ uitstoot

Onafhankelijk



Vertaling wens klant
naar ontwerp

Expert



Witteveen

Bos

Nieuwe materialen,
mogelijkheden en innovaties



Onderzoek samen
met universiteiten,
Hogescholen en
producenten



Opstellen contract

Maken ontwerpen



Aantonen veiligheid
nieuwe materialen





2012
Biobrug Eendragtspolder Rotterdam
biohars met glasvezels



2012
Bioklapbrug Wildlands, Adventure Zoo Emmen
biohars met biovezels
GreenPAC-project



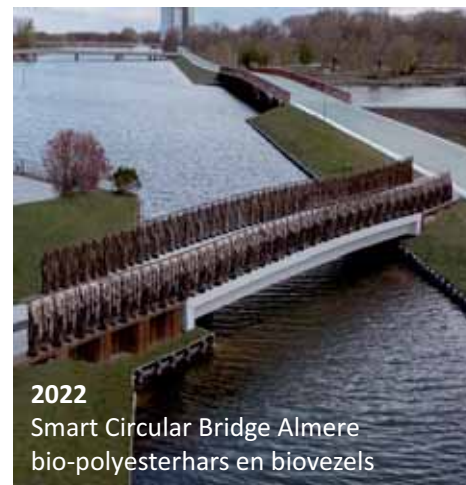
2017
Schiphol Logistics Park
biobased hars met basaltvezels



2016
Biobrug over de Dommel, TU Eindhoven
bio-epoxyhars en biovezels

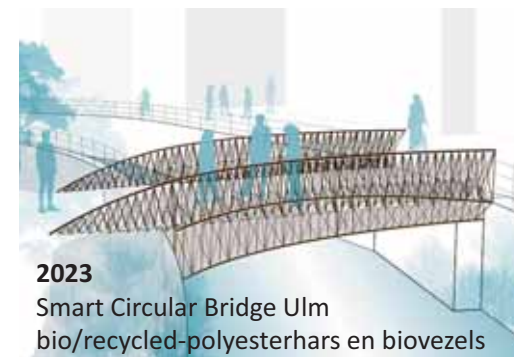


2020
Draaibrug Ritsumasyl
bio-epoxyhars en biovezels



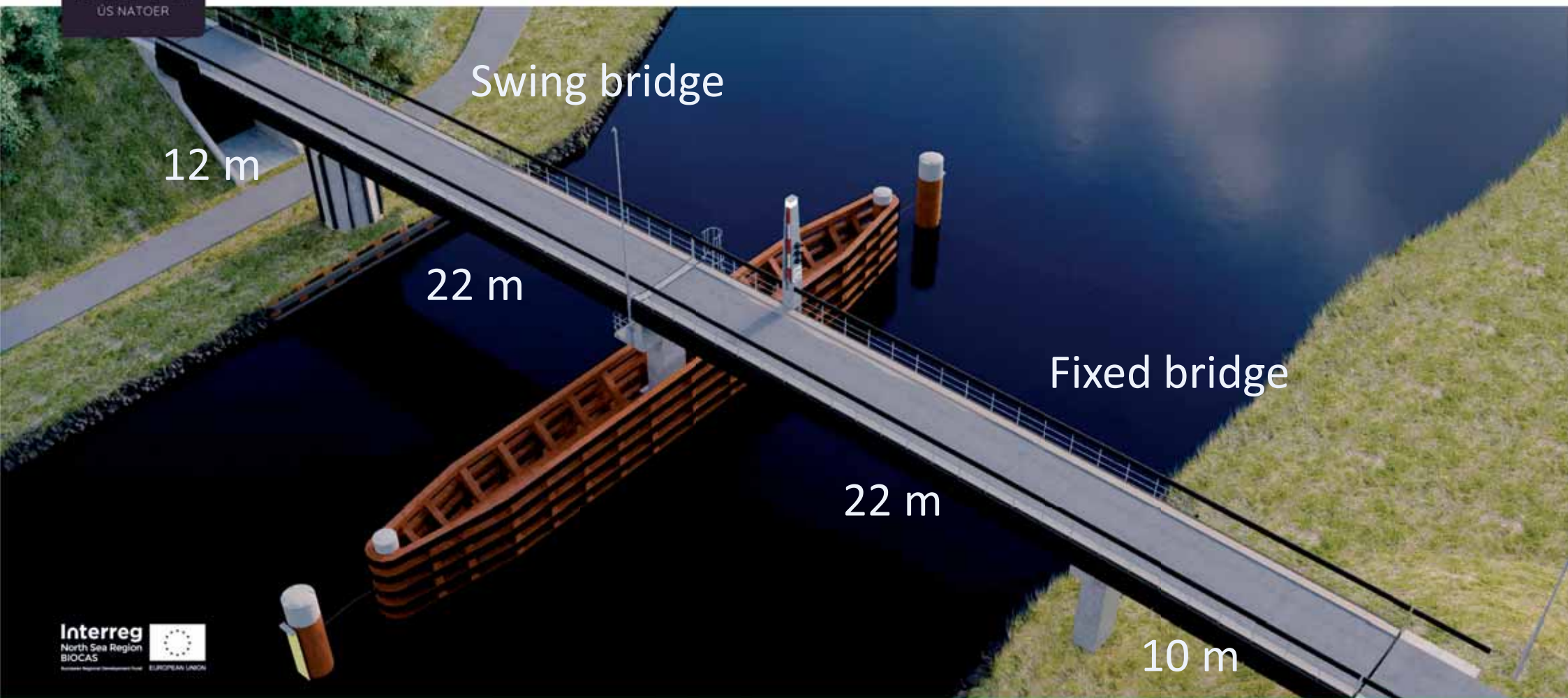
2022
Smart Circular Bridge Almere
bio-polyesterhars en biovezels

Interreg
North-West Europe
Smart Circular Bridge

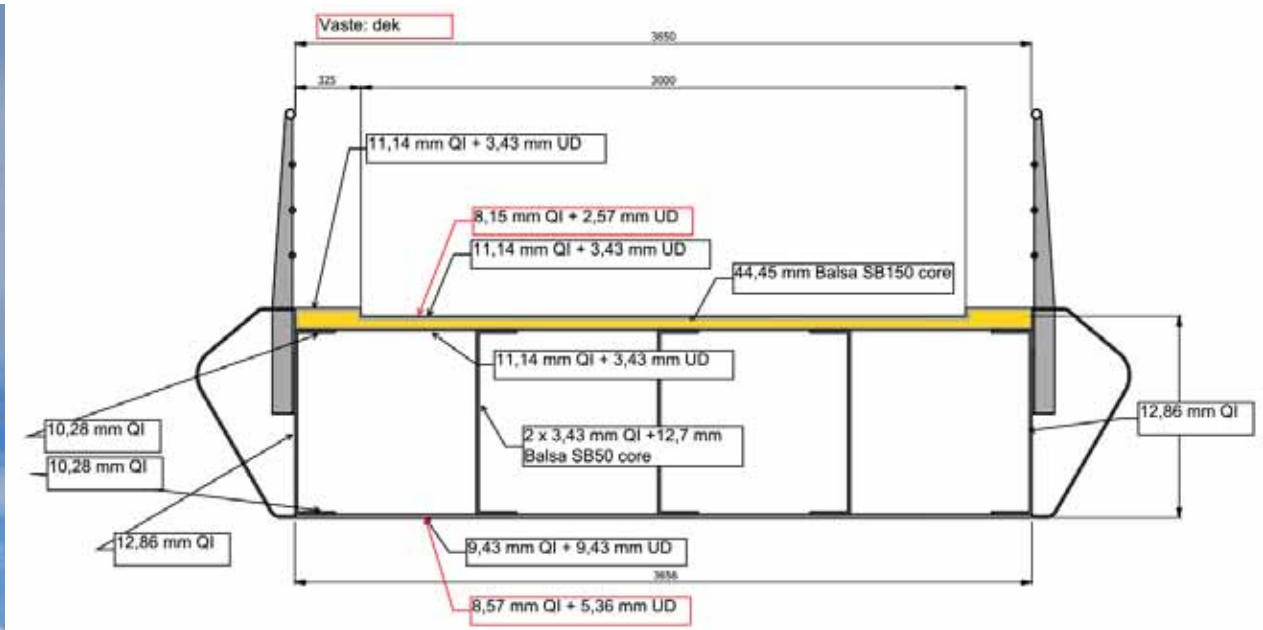


2023
Smart Circular Bridge Ulm
bio/recycled-polyesterhars en biovezels

2023
Smart Circular Bridge Bergen op Zoom
bio/recycled-polyesterhars en biovezels







Smart Circular Bridge

- Gebruik waar mogelijk biobased materialen: plantaardige vezels (vlas) in biobased hars
- Adresseer de onzekerheden van deze innovatie door ingebouwde sensoren
- Doe dit aan de hand van 3 op elkaar voortbouwende demonstratie-bruggen



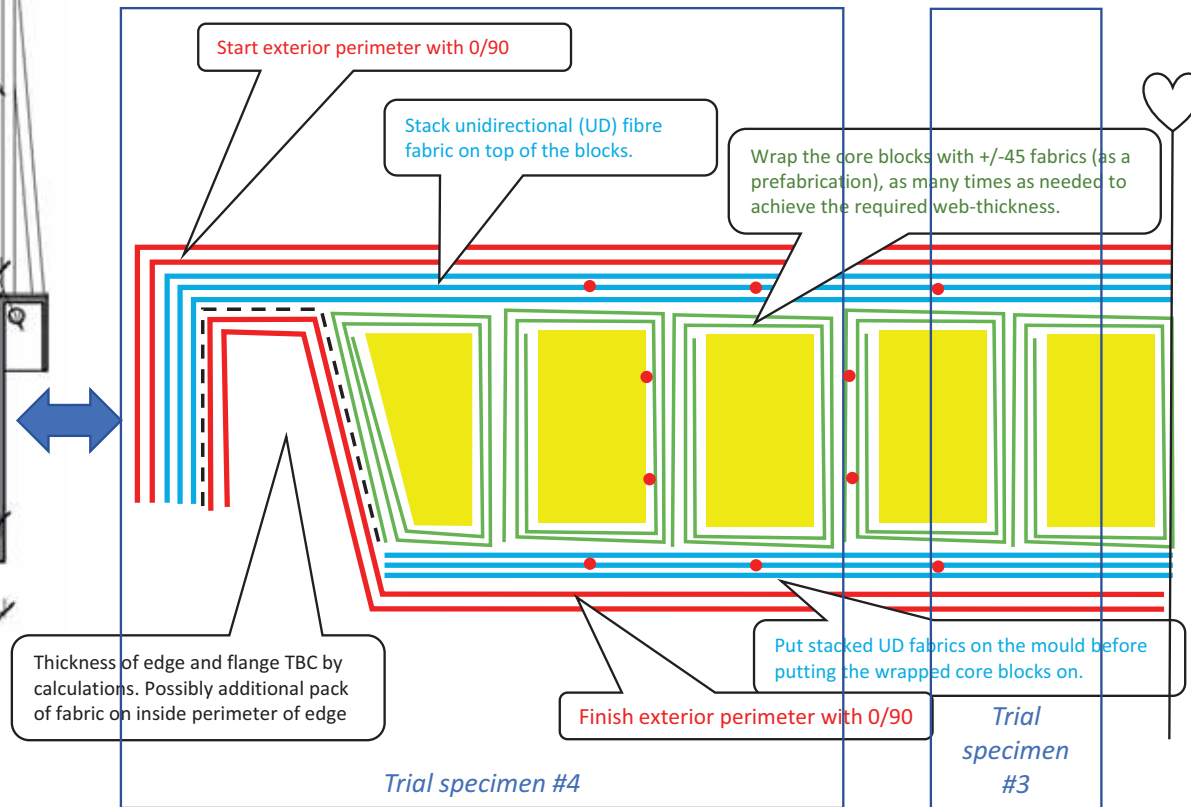
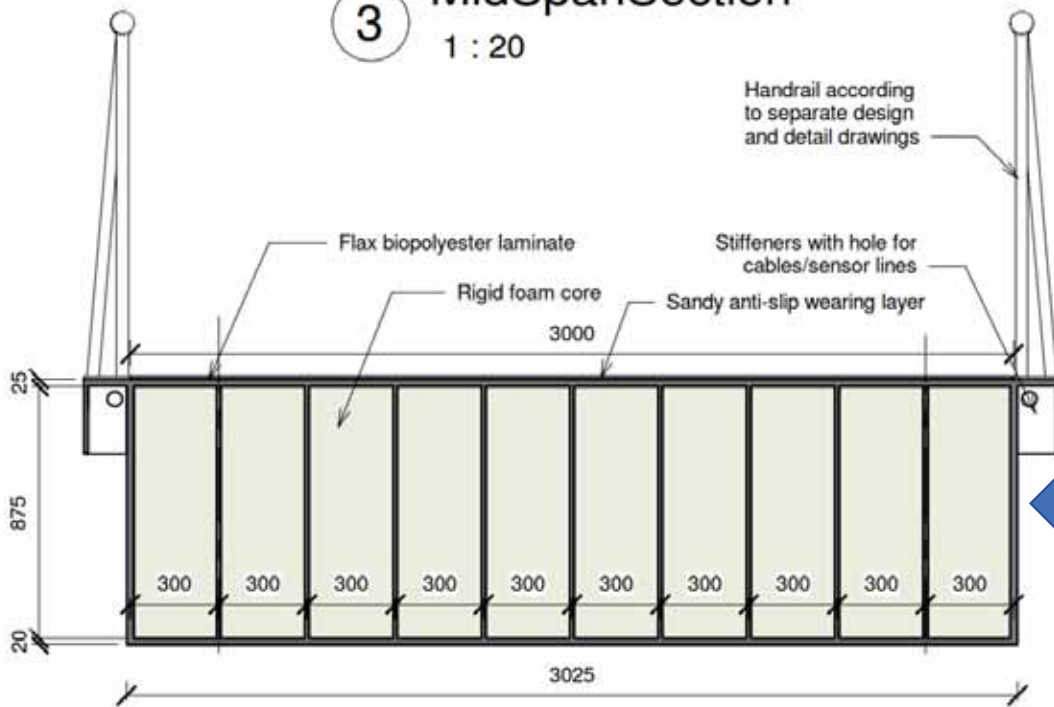
Interreg 
North-West Europe
Smart Circular Bridge
European Regional Development Fund

<https://www.nweurope.eu/smartcircularbridge>



Van ontwerp naar productie en weer terug

3 MidSpanSection
1 : 20



Onderzoeken = bouwen, bouwen = onderzoeken



04-Mechanical Test Model



03-Full Height Specimen

03-Full Height Specimen



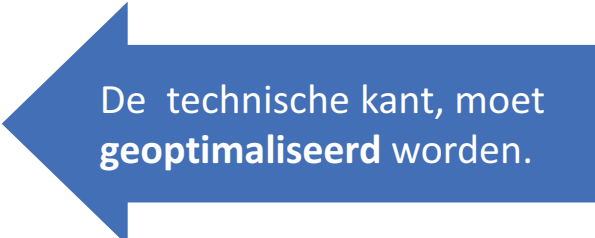
Ervaringen en geleerde lessen

Met de eerste brug:

- Technische uitdagingen in ontwerp en productie.
- Iedereen enthousiast, en dit is nog maar het begin.
- Alle stappen als voor een **normale brug** zijn doorlopen!

Nog 2 bruggen te gaan...

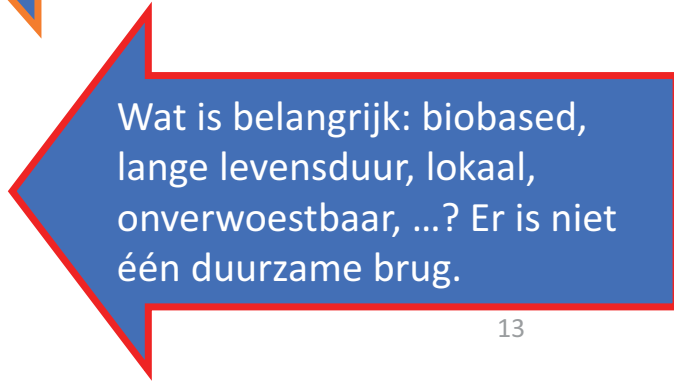
- De brug zoals nu gebouwd is **extreem veilig**, maar daardoor ook on-economisch.
- Het consortium heeft nog **anderhalf jaar** om daar een begin mee te maken.
- Maar duurzaamheid heeft een prijs: hoeveel is dit de klant waard?



De technische kant, moet **geoptimaliseerd** worden.



Dit raakt de hele keten: matchen van **verwachtingen** aan **mogelijkheden**.



Wat is belangrijk: biobased, lange levensduur, lokaal, onverwoestbaar, ...? Er is niet één duurzame brug.



Kosten-optimalisatie naar marktgereed →

	Eendragts- polder Rotterdam 2012	Adventure Zoo Emmen 2012	Schiphol Logistics Park 2017	TU/e 2016-2021	Ritsumasyl 2020	SCB Almere 2022	SCB Ulm 2023 SCB Bergen op Zoom 2023
Producent	FiberCore Europe	CTC	FiberCore Europe	TUE	Delft Infra Composites	FiberCore Europe	FiberCore Europe
Vezels	Glas	Vlas+glas Bcomp Amplitex 5009 UD 300 gsm	Basalt	Vlas+hennep Flax 2x2 twill (400g/m ²) Hennep non- woven mat (380g/m ²)	Vlas Bcomp Amplitex 5025 UD280 gsm + Amplitex 5008 Biax 350	Vlas Terredelin 0/90 800g/m ² + Bcomp Amplitex 5008 Biax 350 + Lineo UD 300 gr/m ²	Vlas Lineo UD 300 gr/m ²
Hars	DSM bio- polyester, 50% biobased uit mais	Vinylester ATLAC®	Bio-Polyester Polynt 1580 IB (24% biobased)	Bio-Epoxy Greenpoxy 56 (77,5% resin, 22,5% 4770 hardener) 45% biobased op de combinatie	Bio-Epoxy Resoltech 1800 ECO + 1804 ECO (100:24) 33% biobased op de combinatie	Bio-Polyester Polynt 1580 IB (24% biobased) Cobaltvrije verharder	Bio-Polyester Polynt 9759 IB (14% R-PET + 46% biobased) (40% CO ₂ reductie t.o.v. Almere)
Kern	PUR	PUR	Balsa	PLA-foam + cork	Balsa (laagste CO ₂ bijdrage)	PUR	PUR/ PET (28% CO ₂ reductie)

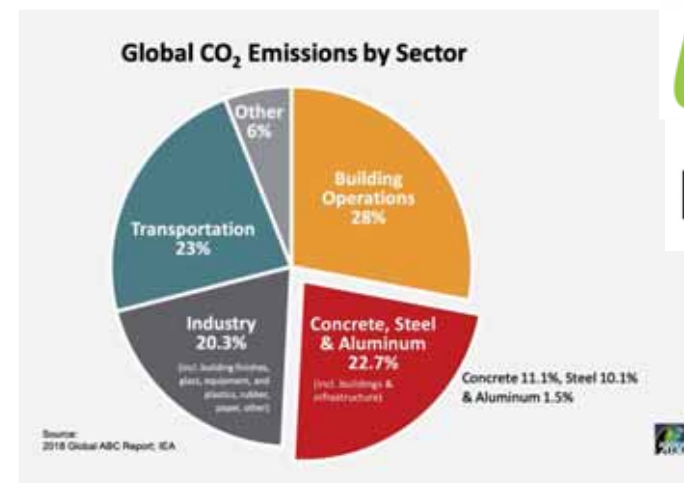
Reduce Fossil Material Use and CO₂

Koolstofemissie wordt voornamelijk bepaald door de vezel, de hars en het kernmateriaal

Vezels	ton CO ₂ / ton	Primair energy gebruik GJ/ ton
Koolstof	1,7	180-290
Glas	2,2	15-35
Vlas	0,7	7

Bron: Green Pac / - JNC15

Vlas: groeit in één seizoen, te gebruiken voor 20-30-50- jaren



Kern	ton CO ₂ / m ³
PUR	160
PET	91
Balsa	21

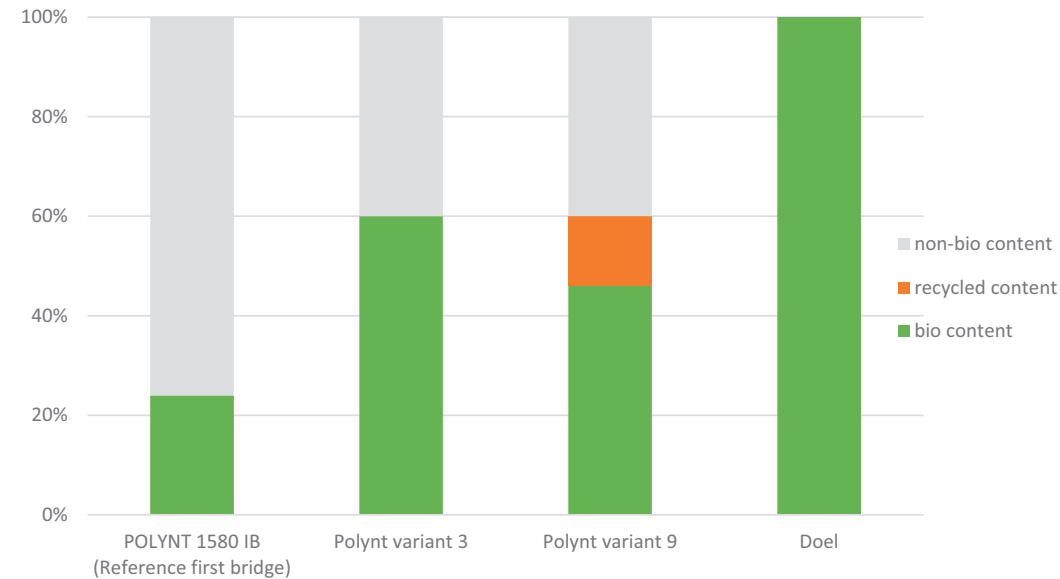
Bron: CoE BBE

Hars	kg CO ₂ – Eq.
Epoxy	5
Bio-epoxy	4
Polyester	3,24
Bio-Polyester	1,64

Bron: Polynt

Ontwikkeling bio-aandeel in de hars

Ontwikkeling biobased hars binnen SCB-project

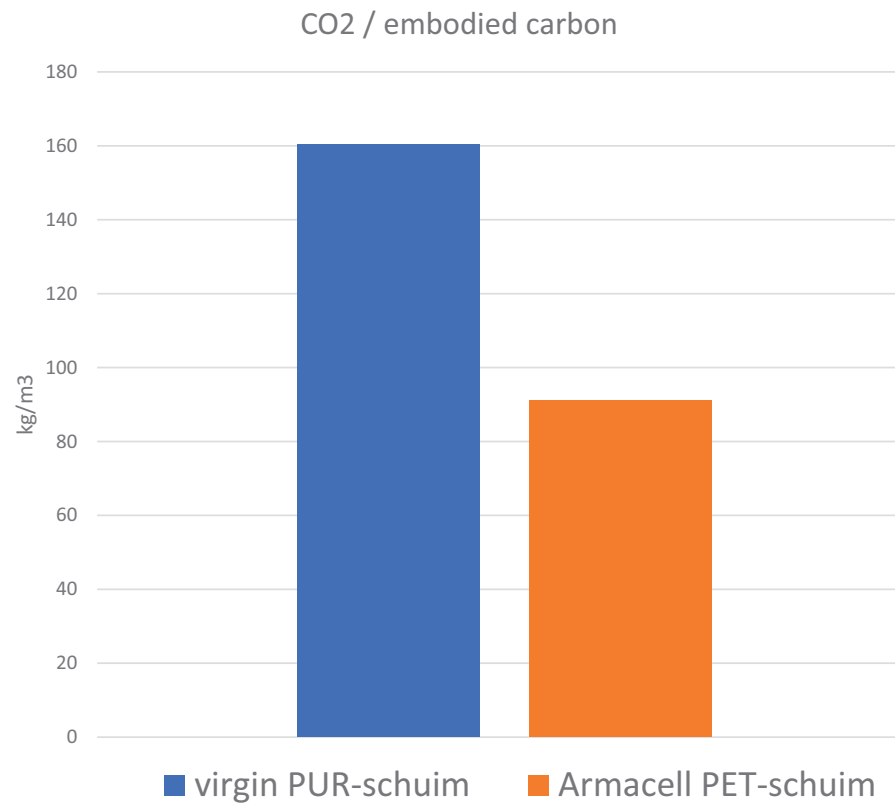


Glycol-component uit polyester volledig van bio-oorsprong

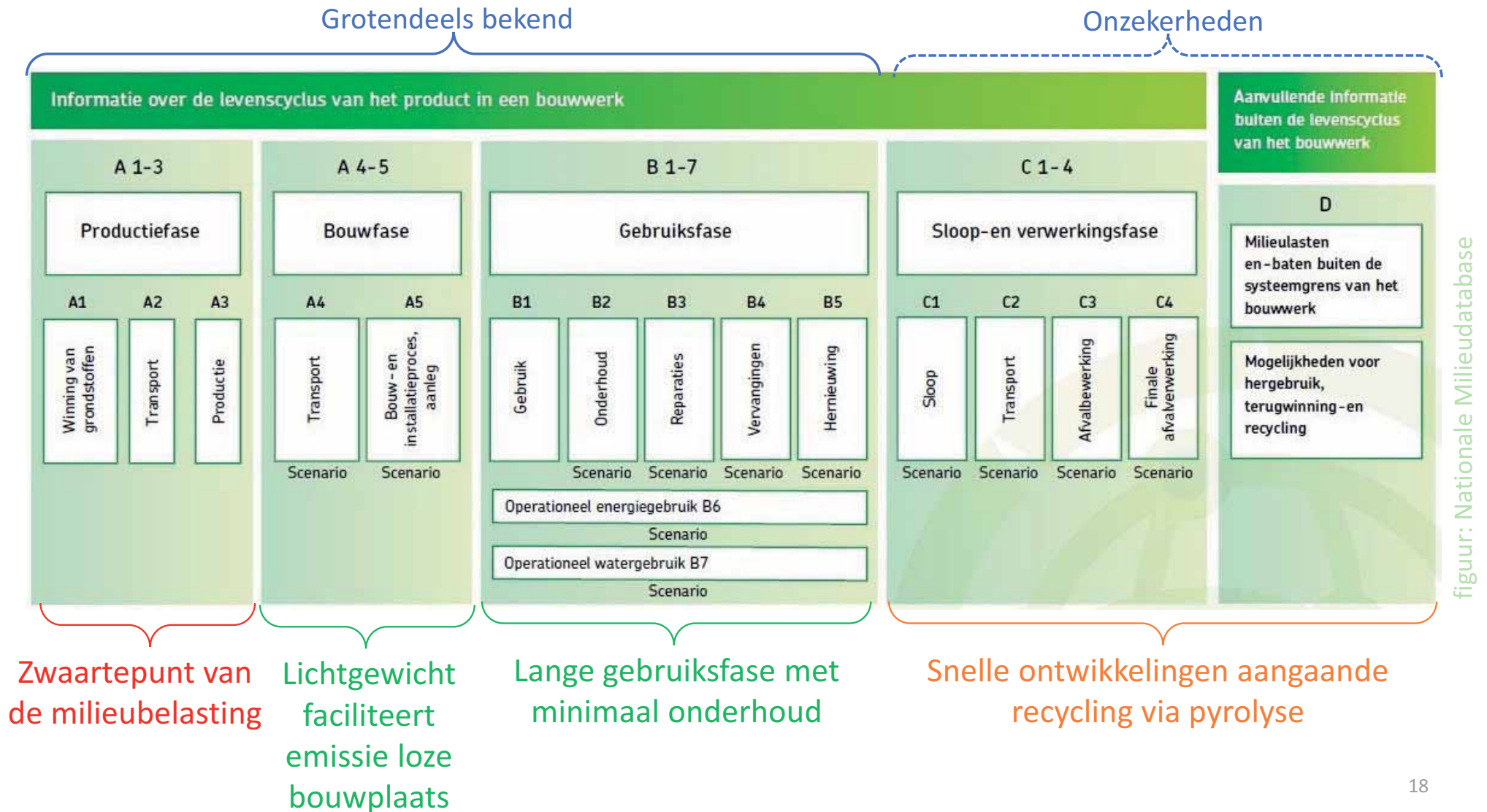
Biofuel: 0,18%

Biodiesel: ~8%

Optimalisering kernmateriaal naar CO₂

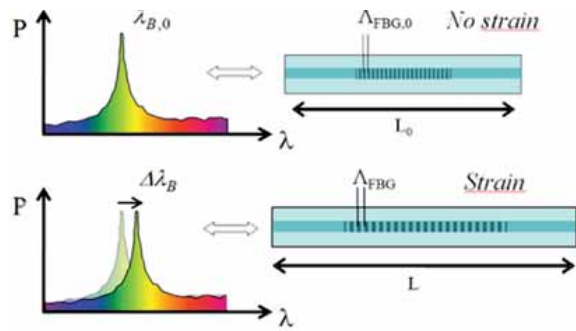


Biobased maar met de voordelen van composiet

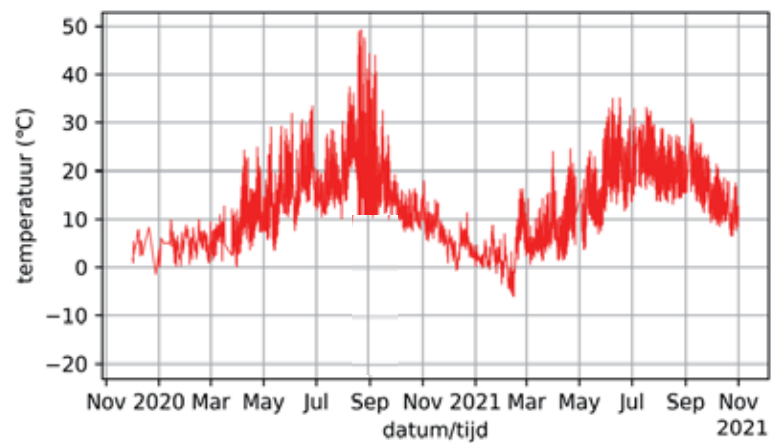
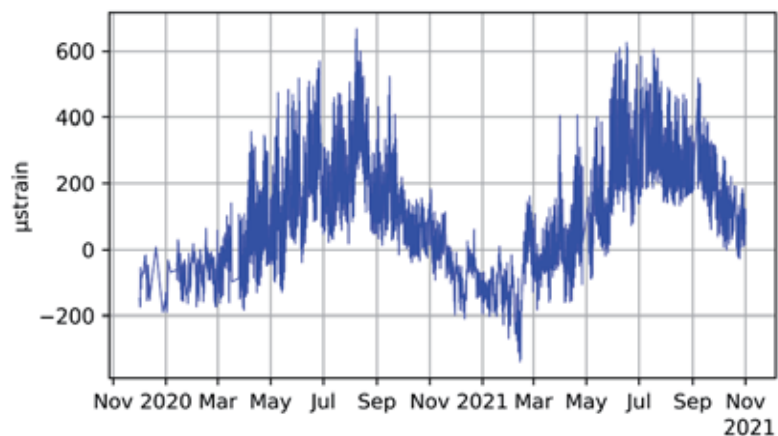




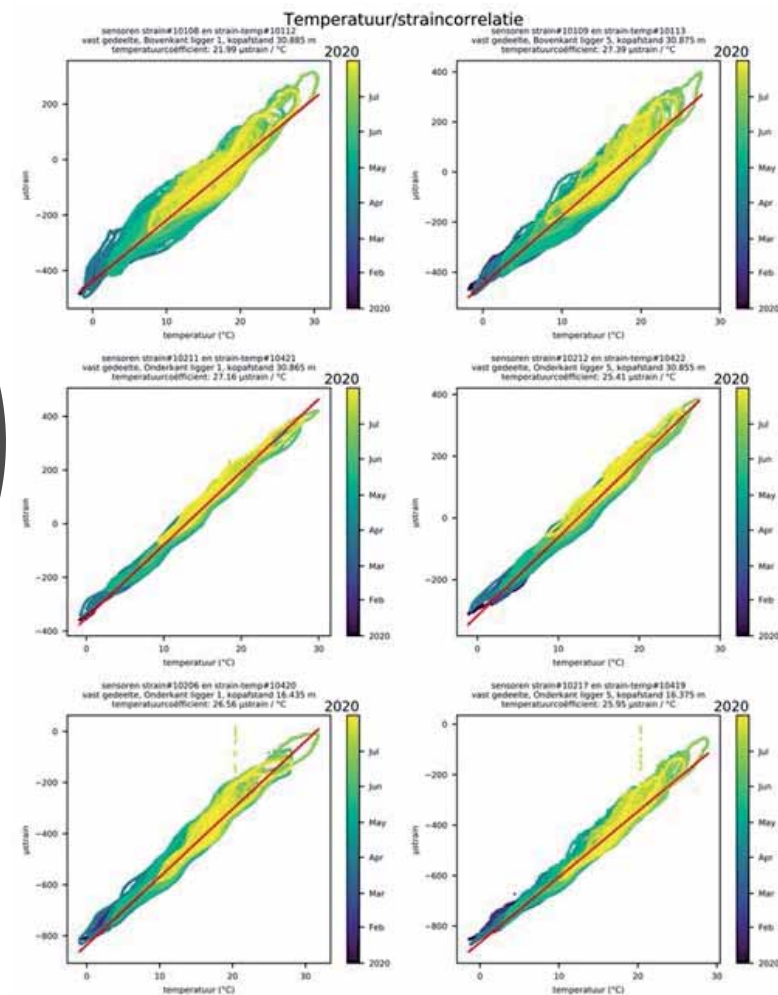
Monitoring Lessons learned



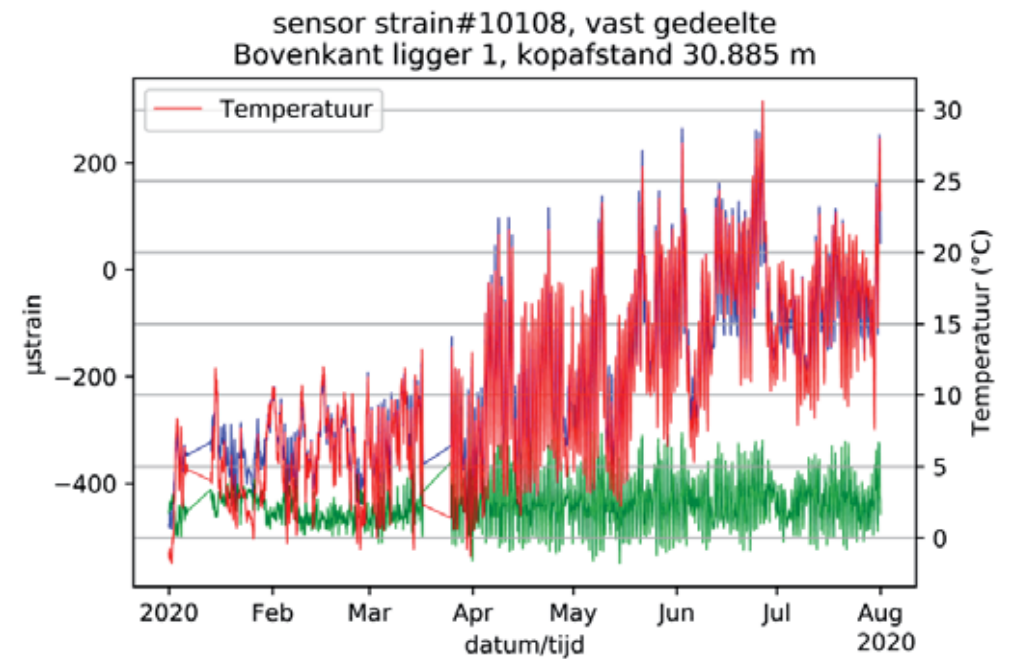
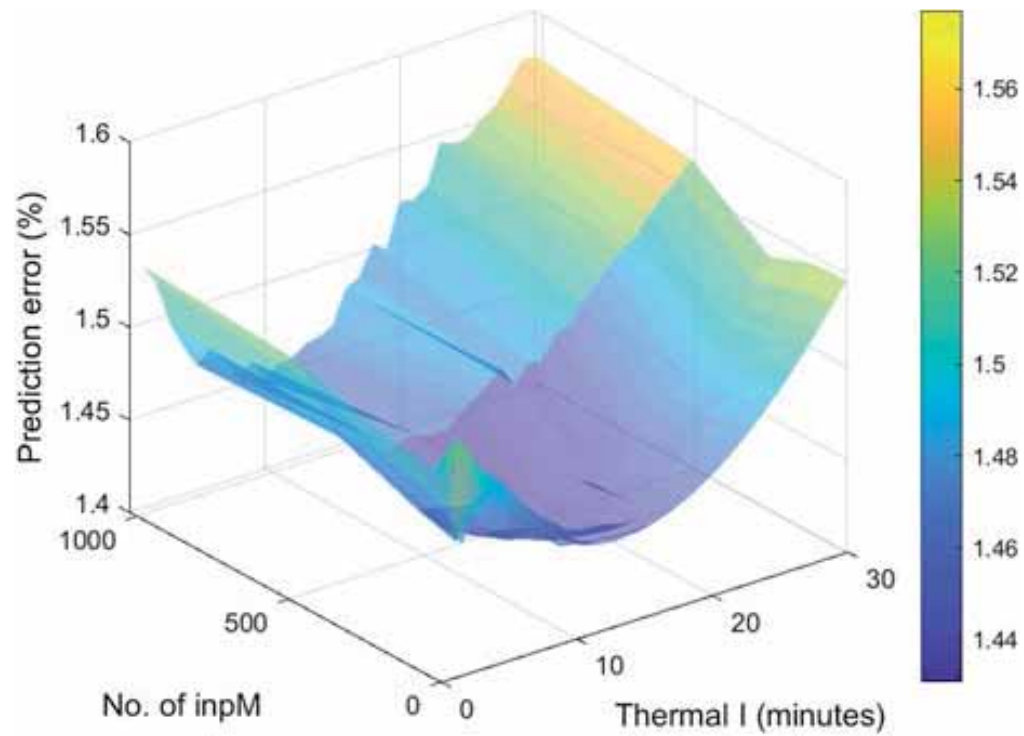
sensor strain#6- 6 + temp#5-25, draai gedeelte
Bovenkant ligger 2, kopafstand 0.59 m



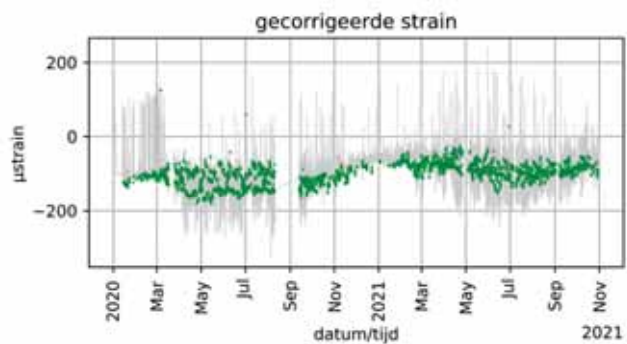
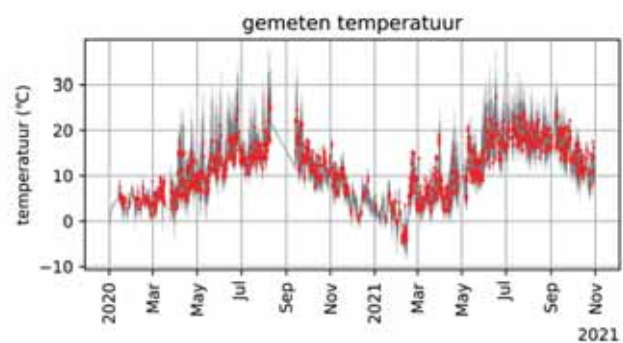
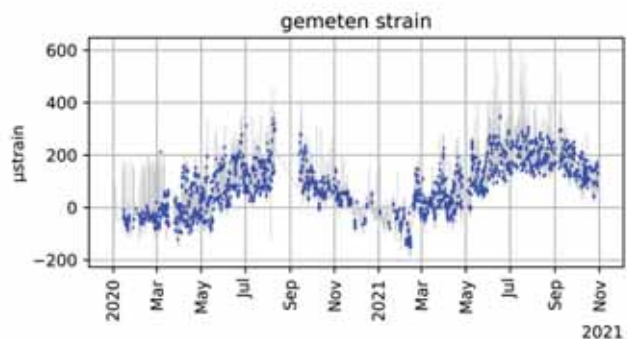
Relatie
temperatuur
en gemeten
rek



Thermische inertie Temperatuur correctie



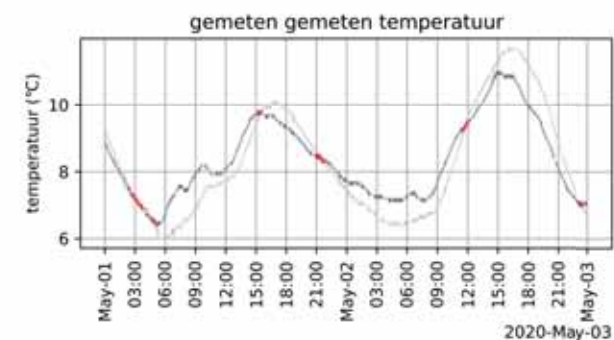
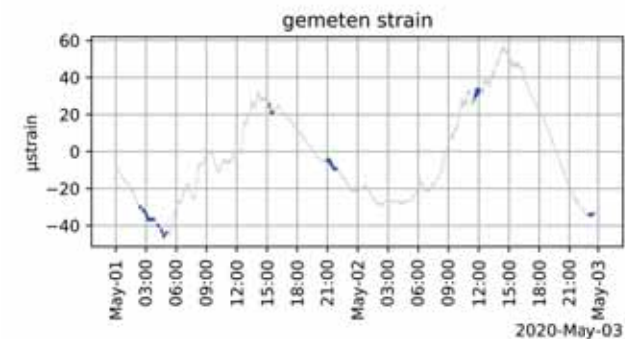
sensor strain#5-19 + temp#6-27, draai gedeelte
Bovenkant ligger 2, kopafstand 17.23 m



Witteveen **Bos**

Homogene
temperatuur

sensor strain#5-19 + temp#6-27, draai gedeelte
Bovenkant ligger 2, kopafstand 17.23 m



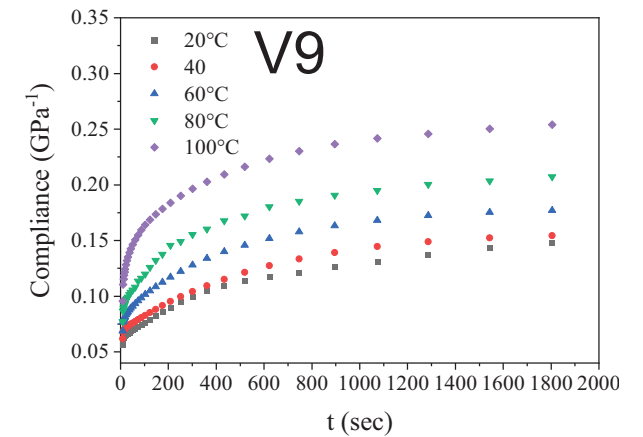
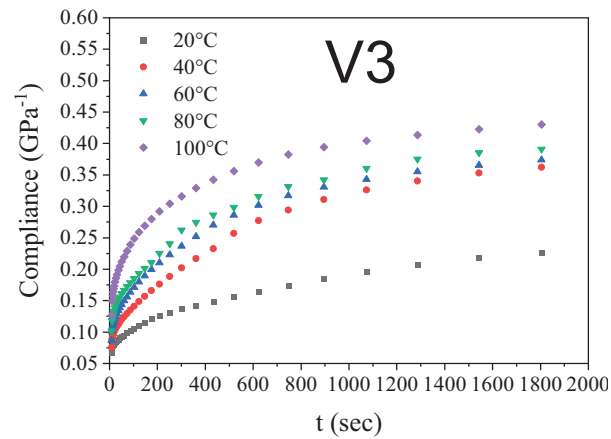
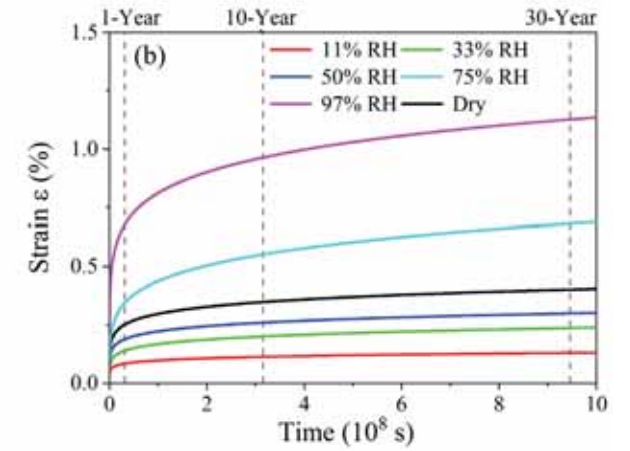
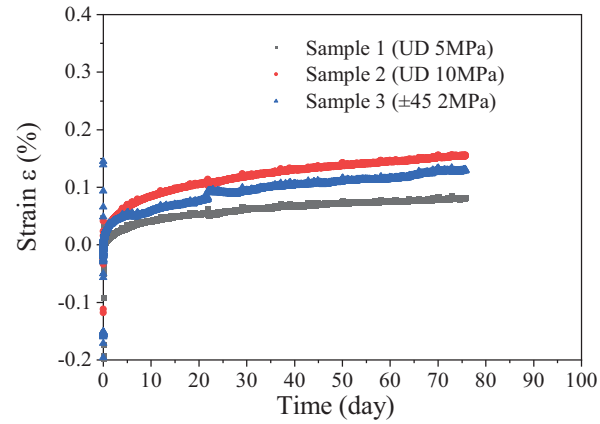
Leerpunten

- Meet vanaf dag 0
- Om de kromming te bepalen moeten de sensoren exact boven elkaar worden geplaatst. Zo kun je éérst krommingen bepalen en dan curve-fitten. Dit is minder foutgevoelig dan andersom;
- Meet op de plekken waar de grootste krommingen worden verwacht;
- Bij een beweegbare brug is het van toegevoegde waarde voor de post-processing om inclinometers en verplaatsingssensoren (LVDT) toe te voegen;
- Bepaal je referentiepunten en monitor die ook;
- Gebruik een temperatuur compensatie plaat;
- Hoogfrequente trillingen niet meetbaar met FBG's – micro rek nodig -> versnellingsmeters toevoegen;
- Minimaliseer aantal meetpunten om data te beperken – minder postprocessing



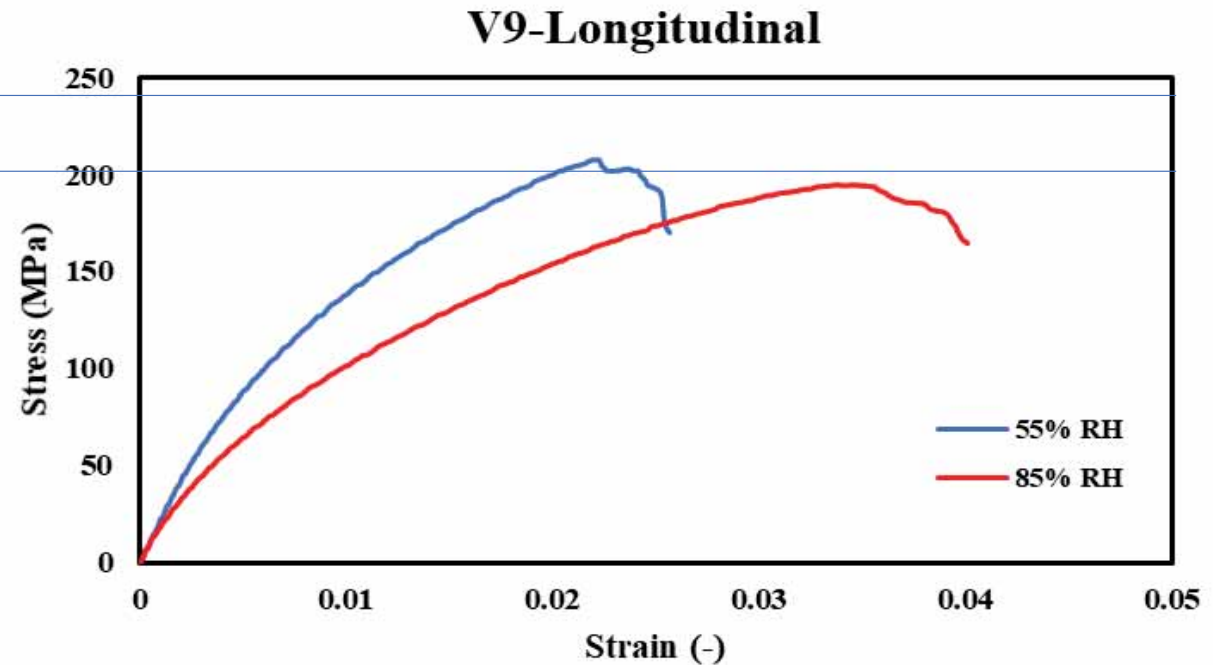
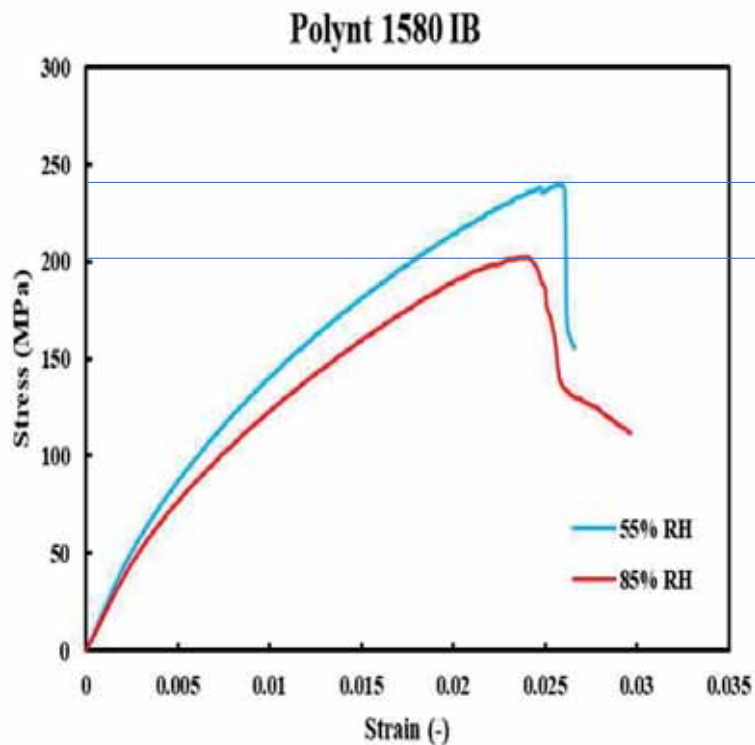
MATERIAL LESSONS LEARNED

		Ritsymasyl Epoxy-flax-50%fvf [N/mm ²]	Almere Polyester-flax-<40%fvf [N/mm ²]	Ulm-BoZ Polyester-flax-40%fvf [N/mm ²]
Modulus of elasticity	E_1	24600	20000	21400
Tension	σ_{f1t}	363	186	208
	σ_{f2t}	48	-	40
Compression	σ_{f1c}	117	93	104
	σ_{f2c}	32	-	30
Shear	τ_{f12}	22	-	23

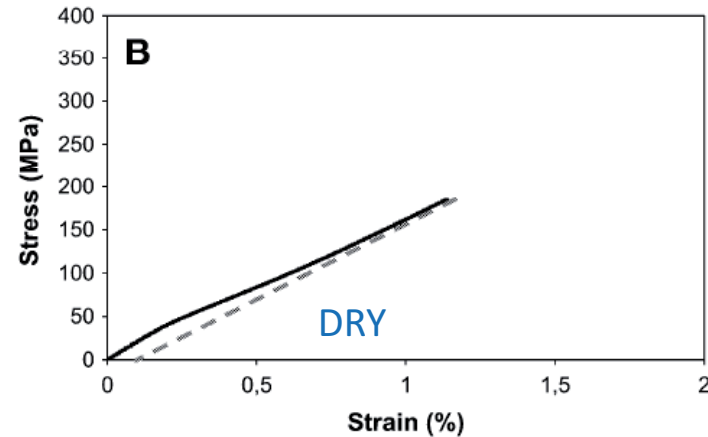
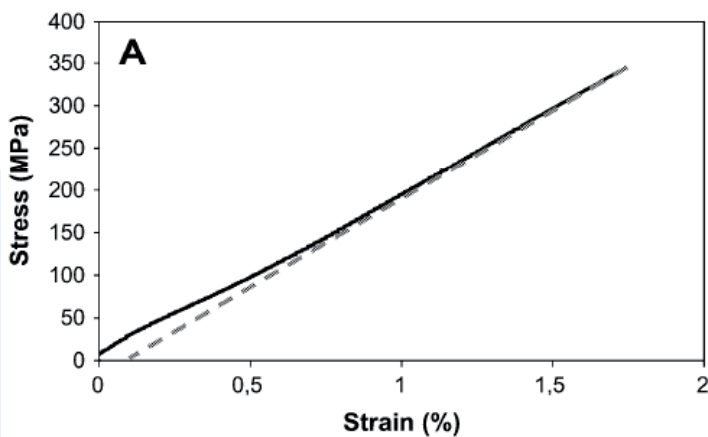


PhD Bowen Xu, MSc

Spanning-rek van hars onder verschillende RH



E_1 reduction: 15%
Strength reduction: 13%



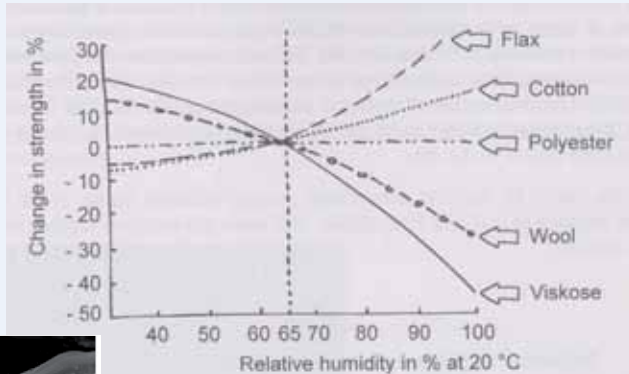
A = Flax/epoxy and B = Dry Flax/epoxy

(Baley C L. B., 2012, Influence of drying on the mechanical behaviour of flax fibres and their unidirectional composite)

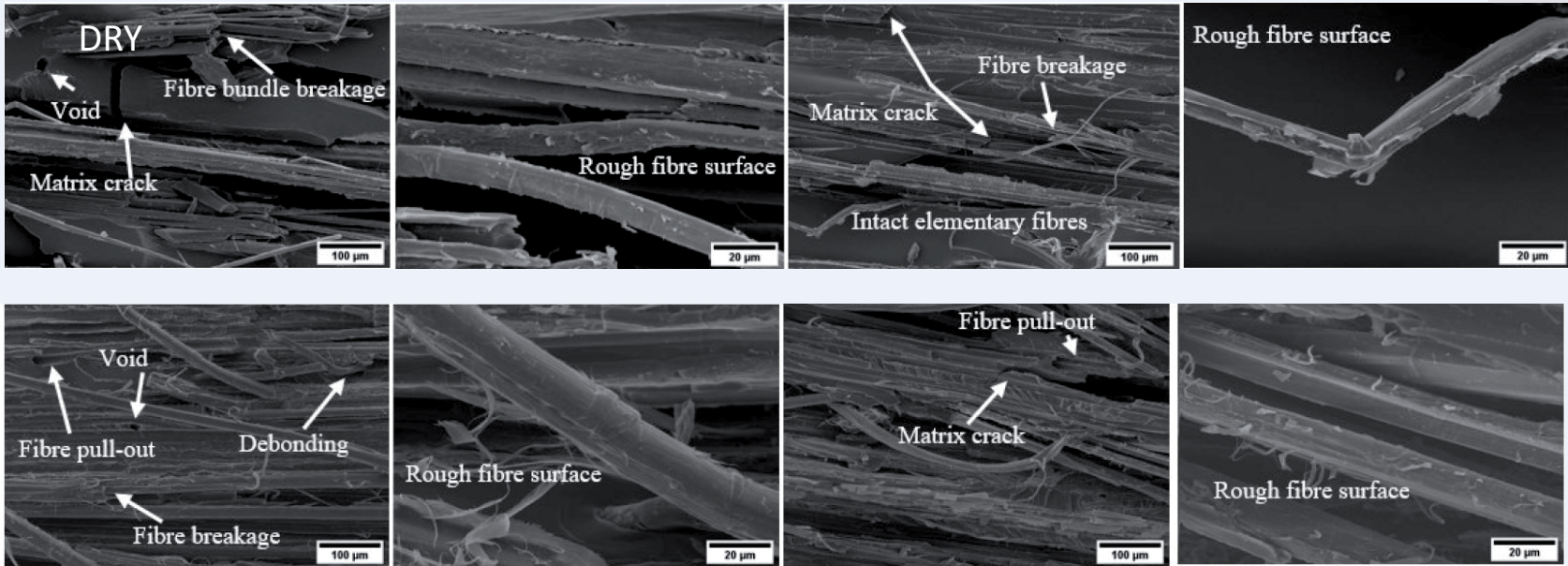
Tensile properties of plies reinforced by unidirectional flax fibres.

Material	V_f (%)	E_L (GPa)	$\sigma_{UD L}$ (MPa)	$\varepsilon_{UD L}$ (%)
Flax/epoxy	40.4 ± 1.2	22.50 ± 1.51	328 ± 18	1.6 ± 0.2
Dry flax/epoxy	40.0 ± 0.9	22.94 ± 2.65	210 ± 25	1.2 ± 0.1

Tensile properties of laminates with dried or undried UD flax fibres



(Flex and Hemp fibres: a natural solution for the composite industry, pp. 2012: 53-54)



(PhD study by Maria Morissa)



E-modulus na vochtbloomstelling
100 uur in water van 30°C



Heeft biocomposiet de toekomst? Hebben biobruggen de toekomst?

- Hars in de toekomst alleen nog biobased;
- Biocomposiet in secundaire constructies;
- Monitoring zeer waardevol maar nog niet volwassen genoeg als alarm systeem, wel als om het materiaal te begrijpen
- Indien niet als brug, dan voor andere eigenschappen en toepassingen

