

# C-BRIDGE

TETRA PROJECT



AGENTSCHAP  
INNOVEREN &  
ONDERNEMEN



Vlaanderen  
is ondernemen

# Langetermijn- perspectieven

Bram Ingelbinck | 10 december 2020



# Inhoud

- Inleiding
- Bepaling optimale materialen
- Opvolgingstesten
- Levenscyclusanalyse (LCA)



C-BRIDGE  
TETRA PROJECT

# Inleiding

- Biocomposietbrug Ritsumasyl
- Uitgebreid voorafgaand onderzoek
  - Voorstudie
  - Verwerving samples
  - Testen op samples
  - Testen op optimaal composiet
- Opvolgingstesten
  - Componenttesten
  - Full-scale test
  - Monitoring



# Inleiding


- DRIVE:  
drive.frl/biocomposiet

The screenshot shows the DRIVE website interface. At the top, there is a navigation bar with the DRIVE logo, a home icon, and menu items for BIOCOSMIET, INFRA, BOUWTEAM, and CONTACT. A search bar is also present. Below the navigation bar, a grid of project articles is displayed. Each article features the DRIVE logo, a title, a date, and a 'MEER >' link. The articles include:

- Lijm testresultaten met vlassepoxy** (22 juni '20)
- Hollobolt testresultaten met vlasvezelepox** (22 juni '20)
- Rapportage: VO berekeningen 5 varianten materialisering** (4 mei '20)
- Duurzaamheidsscan biocomposiet fietsbrug Ritsumasy** (18 februari '20)
- Realiseren biocomposiet fietsbrug Ritsumasy** (13 oktober '19)
- Presentation Bio based composite moveable bridge (Wouter Classen)** (9 april '19)
- Circulair ontwerp scan biobased brug Ritsumasy** (11 oktober '19)
- Biobased brug Ritsumasy DO Constructief Ontwerp** (28 november '19)

# Inleiding

- DRIVE:  
[drive.frl/biocomposiet](http://drive.frl/biocomposiet)



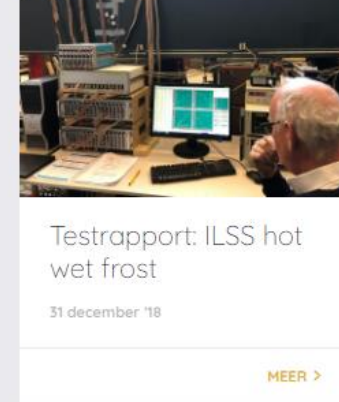
Testresultaten  
biocomposiet  
15 januari '19

MEER >



Fietsbrug Ritsumasyl:  
3D animatie  
opzetwerk  
12 januari '19

MEER >



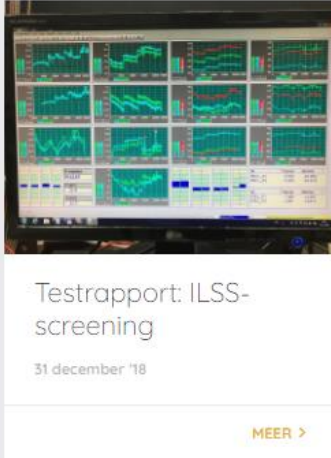
Testrapport: ILSS hot  
wet frost  
31 december '18

MEER >



Fietsbrug Ritsumasyl:  
3D-animatie  
bewegingswerk  
draaiende beweging  
12 januari '19

MEER >



Testrapport: ILSS-  
screening  
31 december '18

MEER >




Rapportage Bio-  
based brug  
Ritsumasyl:  
Materialen en  
productieproces  
21 juni '18

MEER >



Rapportage Bio-  
based brug  
Ritsumasyl: VO  
Constructief Ontwerp  
21 juni '18

MEER >



FAQ  
US NATOER  
FAQ Biocomposiet  
20 december '18

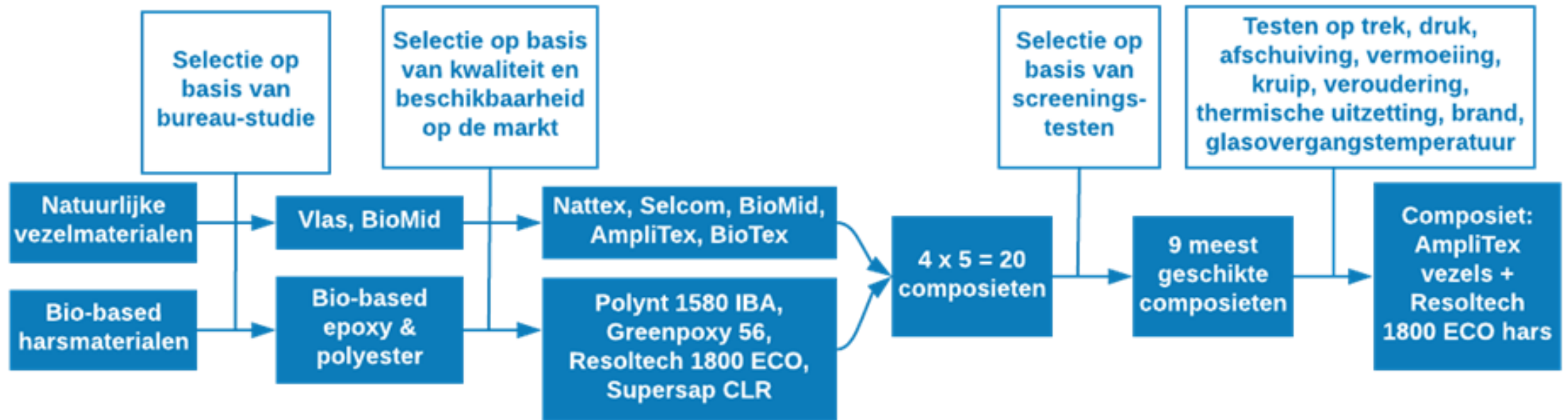
MEER >



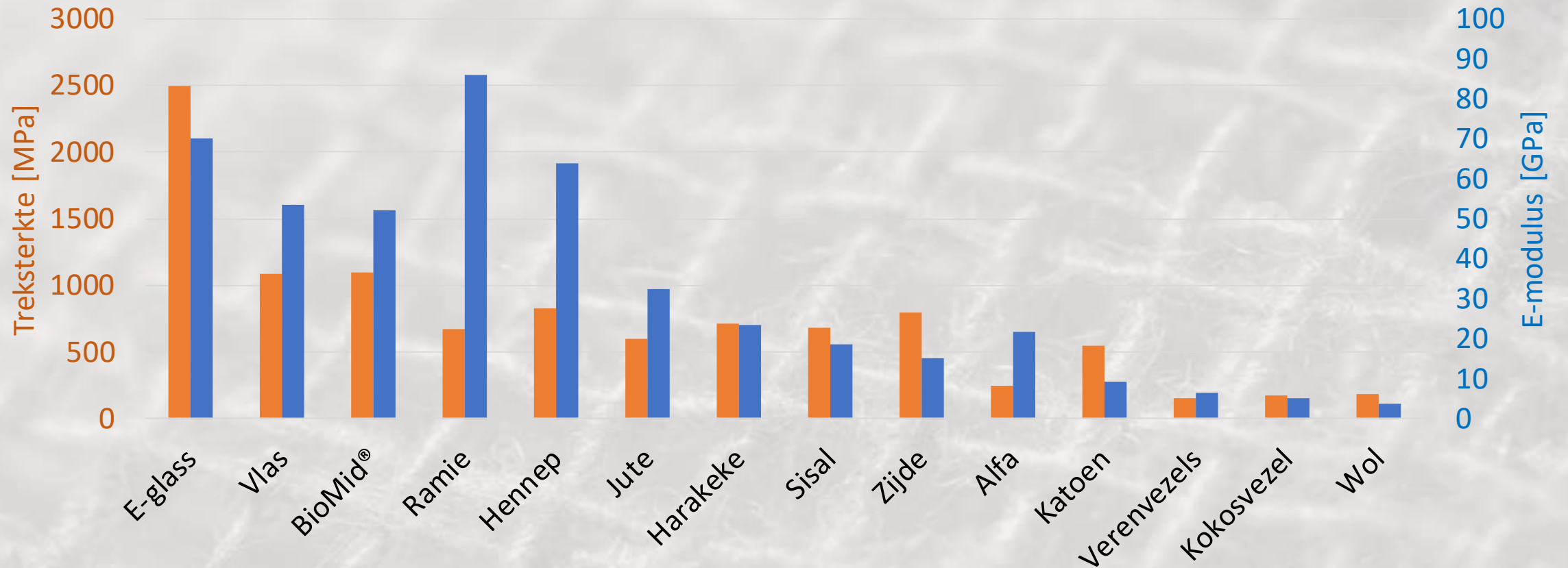
Rapportage Bio-  
based brug  
Ritsumasyl: SVO  
Constructief Ontwerp  
21 juni '18

MEER >

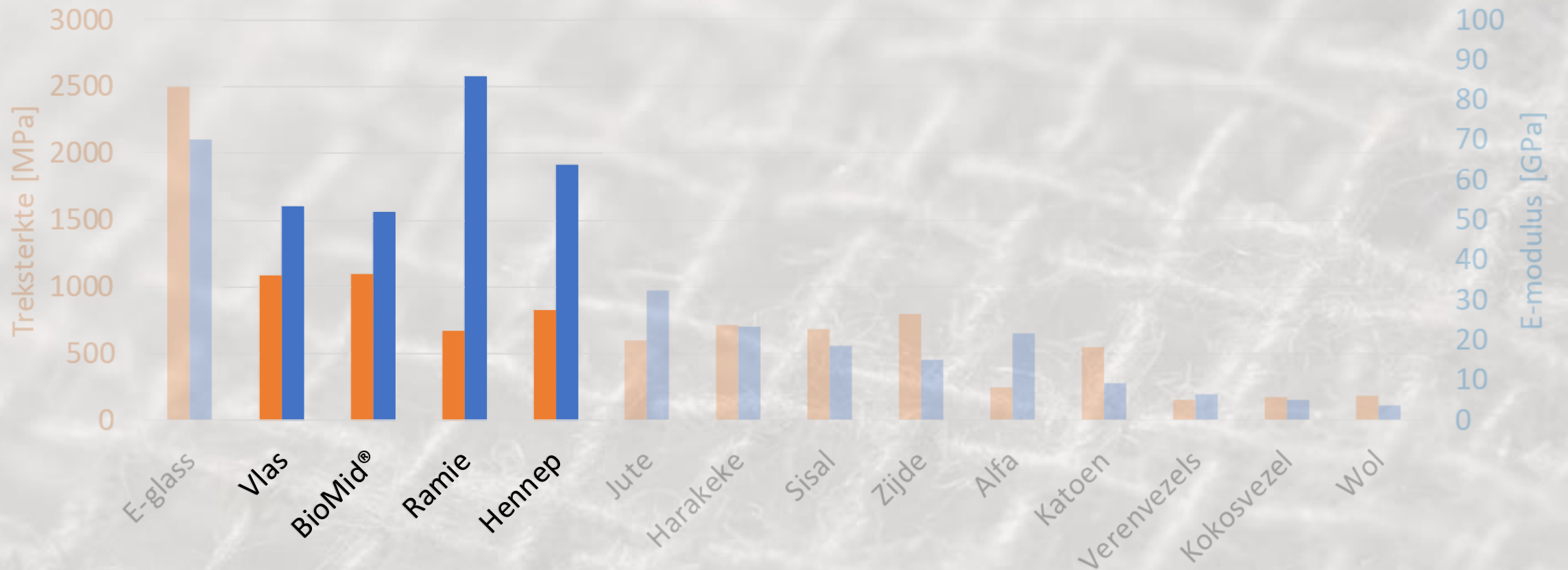
# Bepaling optimale materialen



# Voorstudie: vezelmateriaal



# Voorstudie: vezelmateriaal





# Voorstudie: vezelmateriaal

Vezeltype	Kost en verkrijgbaarheid	Kwaliteitscontinuïteit	Ecologisch productieproces
Vlas	Goed	Matig	Goed
BioMid®	Matig	Goed	Goed
Ramie	Slecht	Matig	Ongekend
Hennep	Goed	Matig	Goed

# Voorstudie: harsmateriaal

- Biogebaseerd (< 100% biologisch)
- Thermoplasten
  - Polypropeen (PP)
  - Polyetheen (PE)
  - Polymelkzuur (PLA)
- Thermoharders
  - Polyester
  - Epoxy
  - Afweging verwerkbaarheid vs biologisch gehalte
  - Thermoharders
- Meest geschikt: polyester en epoxy

# Verwerving samples

- Selectie verkrijgbare vezel- en harsproducten i.f.v. criteria
- Vezels
  - Verkrijgbaarheid
  - Kost
  - Permeabiliteit
  - Doekgewicht
- Harsen
  - Verkrijgbaarheid
  - Kost
  - Verwerkingseigenschappen
- Samples besteld van beste materialen en verwerkt tot laminaten



# Verwerving samples: vezels

Leverancier	Productnaam	Bevindingen
Flax Technic	Nattex	Vlas, grove legsels, beschadiging bij lossen van peel-ply
Selcom	Selcom	Vlas, goede verdeling tussen bundelgrootte en tussenruimte, goed injecteerbaar, goede vezelvolumefractie
Terre de Lin	Terre de Lin	Vlas, bundels met veel tussenruimte, lage vezelvolumefractie
FRP Services	BioMid	Constante kwaliteit, laag doekgewicht, slechte permeabiliteit
BComp	AmpliTex	Vlas, fijn constant legsel, redelijke permeabiliteit, uitstekende benatting, vezels komen los aan geknipte randen
Composites Evolution	BioTex	Vlas, constante kwaliteit, goede permeabiliteit, goede benatting

# Verwerving samples: hars

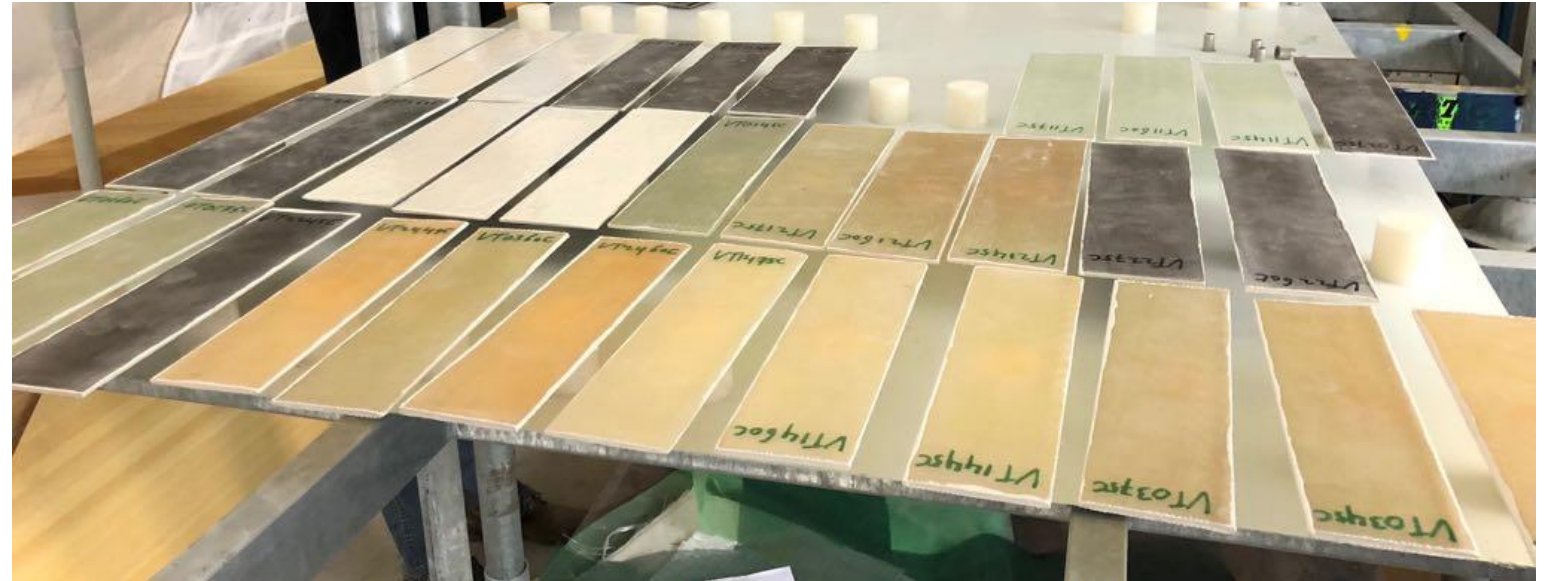
Leverancier	Productnaam	Bevindingen
<b>Polynt Composites</b>	Polynt 1580 IBA	Bio-polyester, goed verkrijgbaar, goede viscositeit, goed instelbaar, lage piekexotherm, sterke verbleking
<b>Sicomini</b>	Greenpoxy 56	Bio-epoxy, goed verkrijgbaar, goede viscositeit, te korte geltijd, zeer hoge piekexotherm, ongeschikt voor grote constructies, weinig verbleking
<b>Resoltech</b>	Resoltech 1800 ECO	Bio-epoxy, goed verkrijgbaar, goede viscositeit, lange potlife, lage piekexotherm, lichte verbleking
<b>Entropy Resins</b>	Supersap CLR	Bio-epoxy, goed verkrijgbaar, goede viscositeit, goed instelbaar, acceptabele piekexotherm, sterke verbleking
<b>Polynt</b>	ER16773	Bio-polyester, niet goed verkrijgbaar
<b>Scott Bader</b>	L6184- SPR17043	Bio-polyester, goed verkrijgbaar, goede viscositeit, goed instelbaar, lage piekexotherm





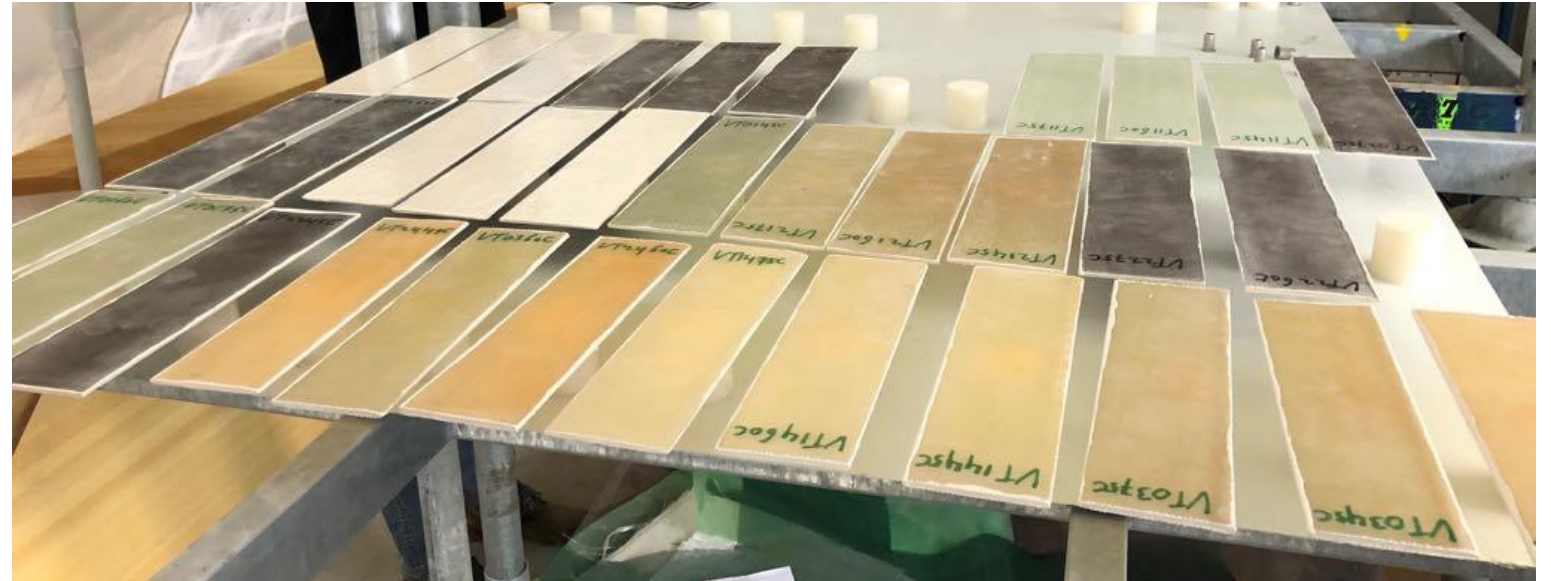
# Verwerving samples

- Verwerking tot laminaten via vacuüminjectietechniek
- 5 vezelproducten + 4 harsen → 20 combinaties
- Als referentie: uitbreiding met glasvezel, polyester en vinylester  
→ 36 combinaties

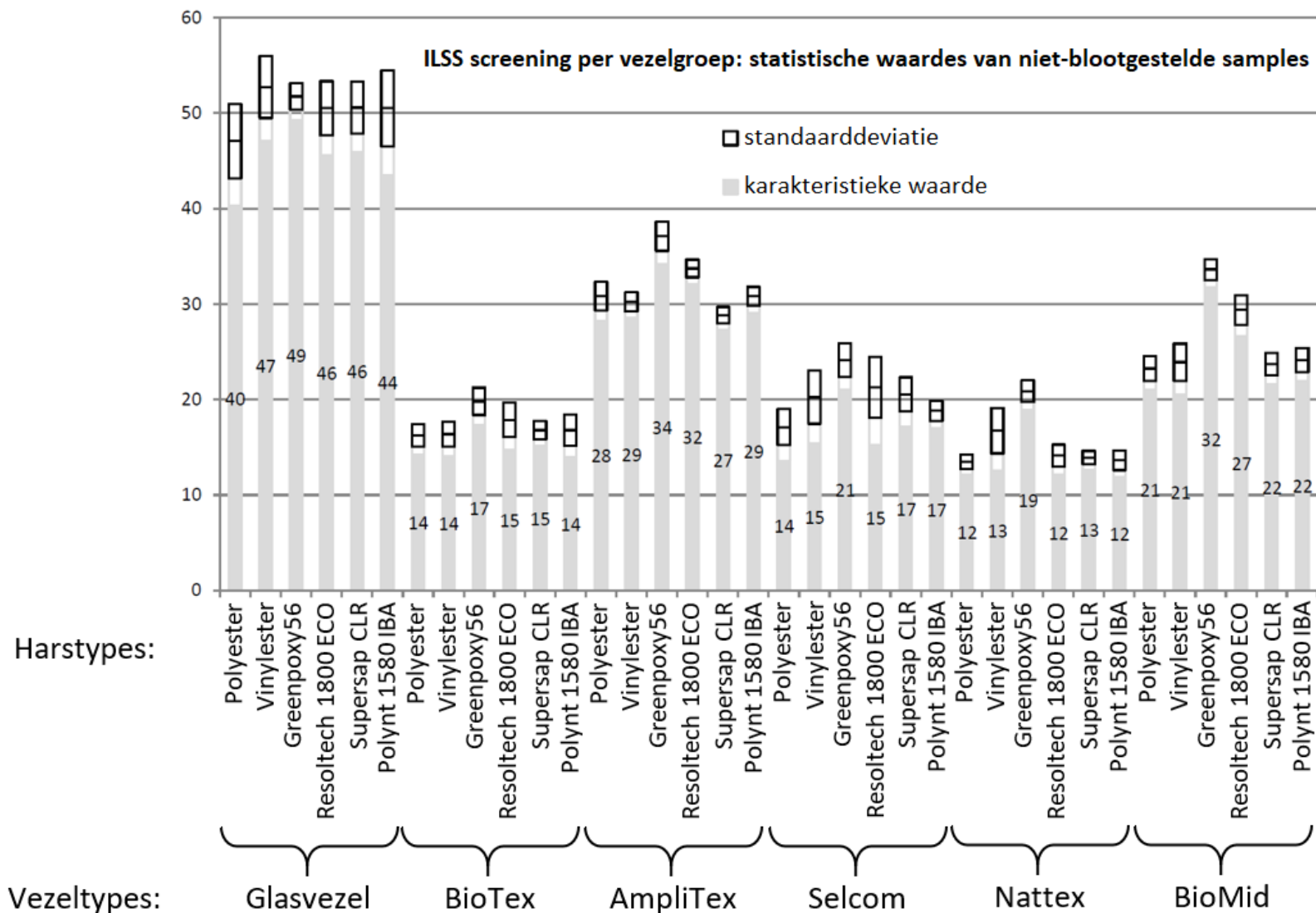


# Screeningtesten

- Interlaminaire schuifsterkte (ILSS): indicatie hechting vezels/hars
- Proefstukken met/zonder nabootsing verouderingseffecten

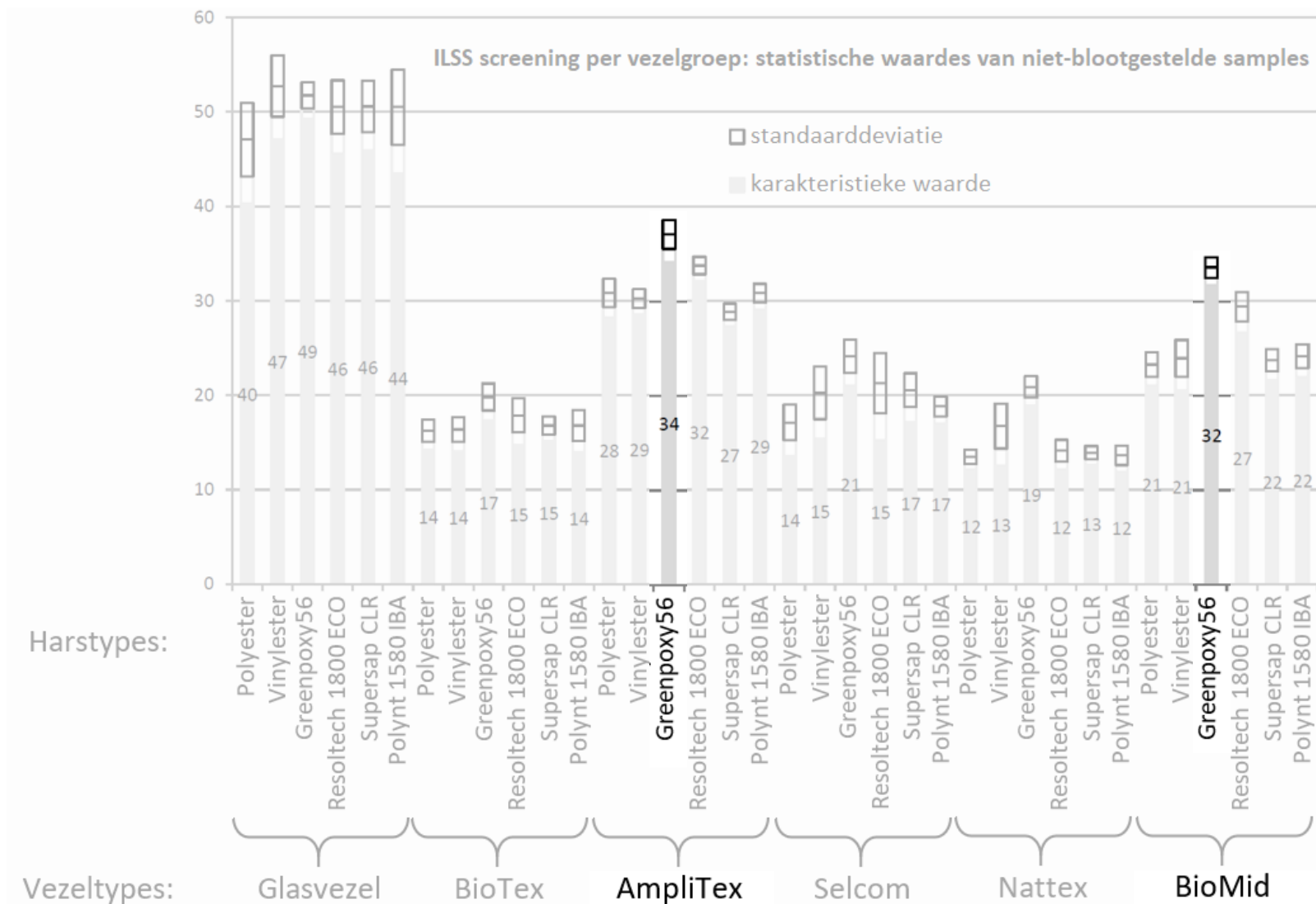


# Screeningtesten



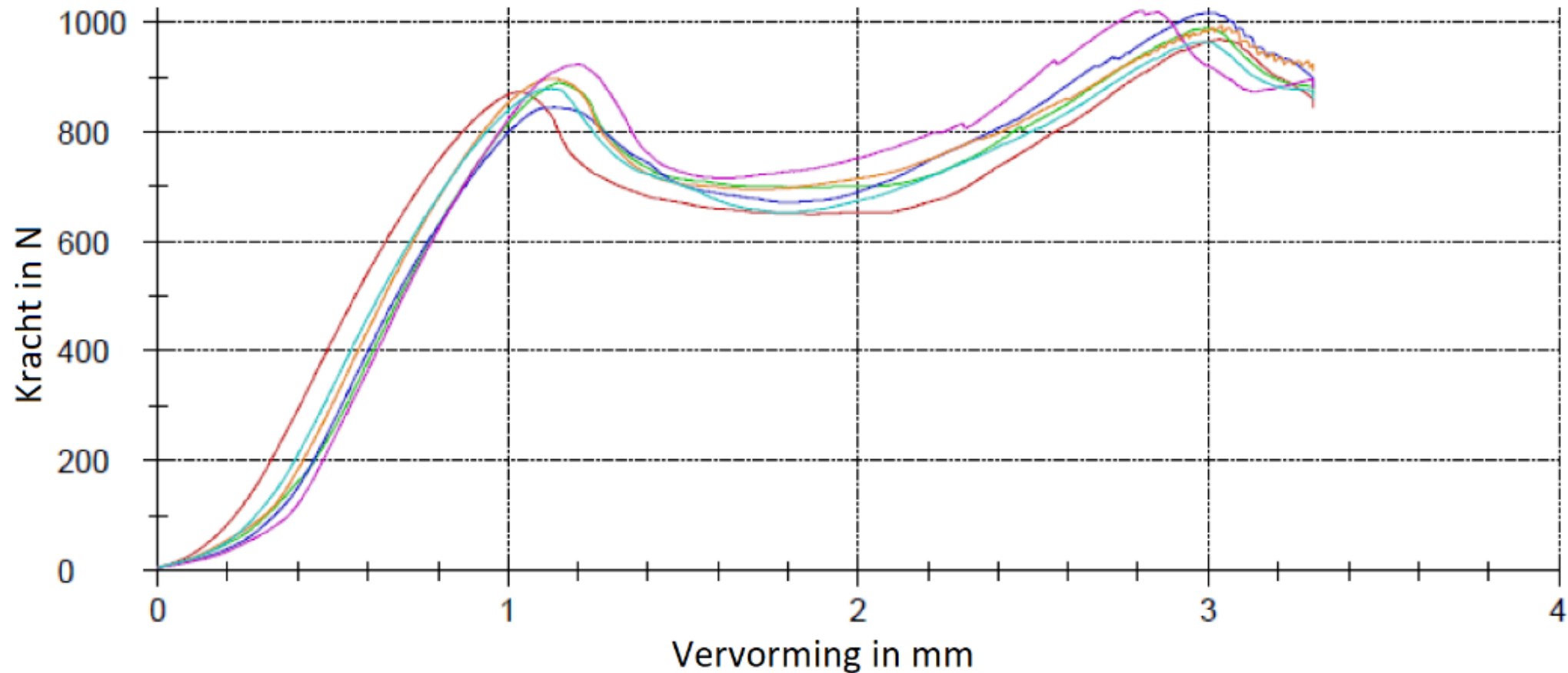


# Screeningtesten



# Screeningtesten

- Interlaminaire schuifsterkte (ILSS) = initiële piek



# Testen op ontwerp eigenschappen

- Selectie beperkt aantal vezel-harscombinaties
- Uitgebreid testprogramma om ontwerp eigenschappen te verkrijgen

Harstype	Vezeltype	1 (glasvezel)	2	3	4
0		H0-V1	H0-V2	H0-V3	
1		H1-V1			H1-V4
2		H2-V1	H2-V2	H2-V3	H2-V4

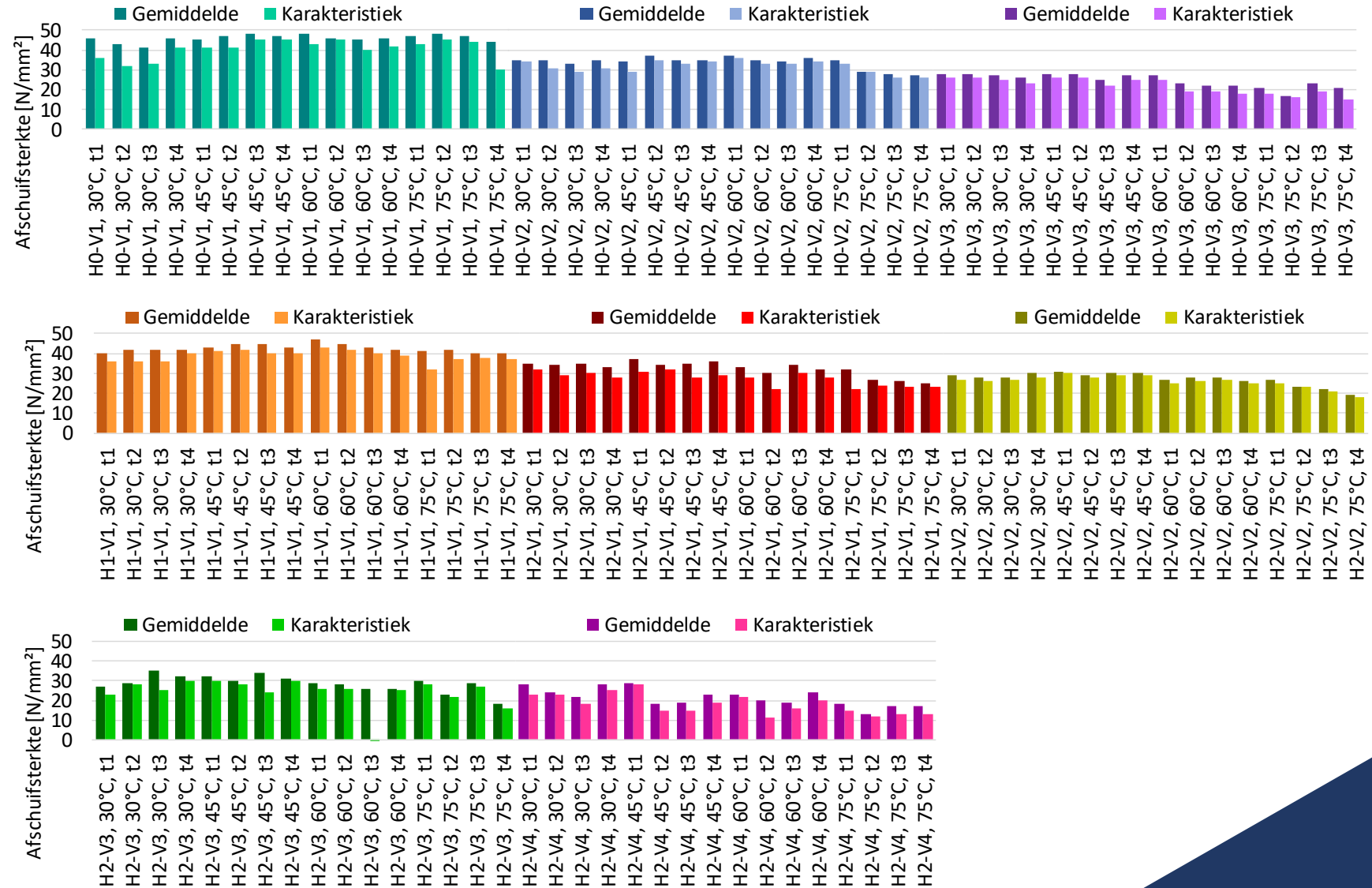


# Testen op ontwerpeigenschappen

- Selectie beperkt aantal vezel-harscombinaties
- Uitgebreid testprogramma om ontwerpeigenschappen te verkrijgen
  - Afschuifsterkte
  - Hot/wet verouderingstesten
  - Trek en druk
  - Afschuiving in het vlak
  - Glastransitietemperatuur
  - UV-veroudering
  - Vermoeiing
  - Kruip
  - Uitzettingsgedrag
  - Brand

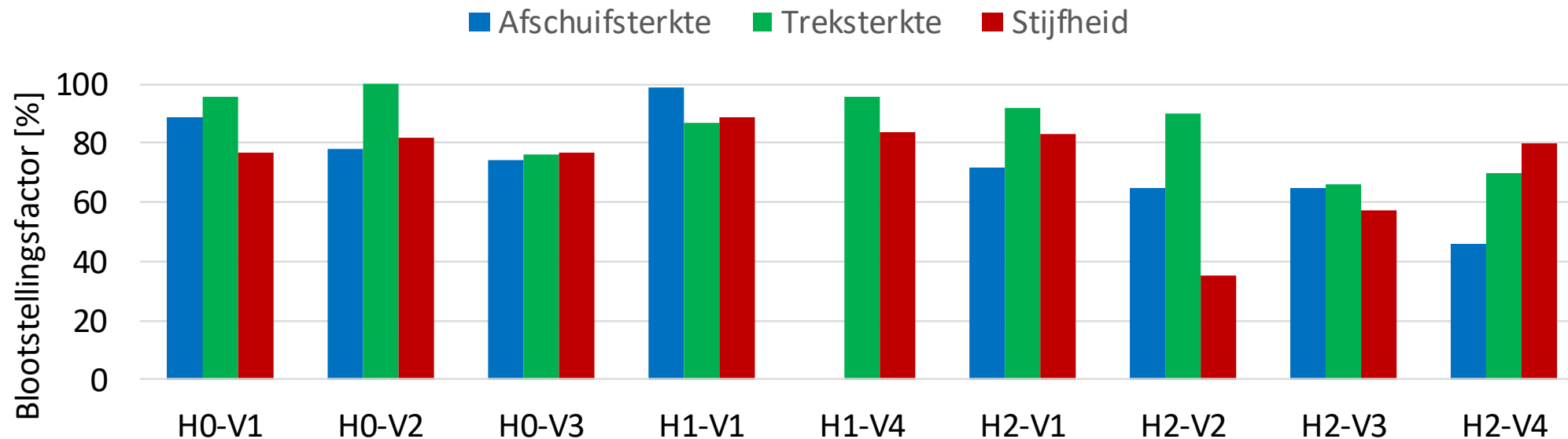
# Hot/wet verouderingstesten

- Verschillende temperaturen en tijdsduur van blootstelling
- 30°C tot 75°C
- t1 (kortst) tot t4 (langst)



# Hot/wet verouderingstesten

- Effect veroudering via blootstellingsfactor:  $\frac{\text{opgemeten grootte na lange blootstelling}}{\text{opgemeten grootte na minimale blootstelling}}$
- Afschuifsterkte, treksterkte en stijfheid
- Inschatting meest gevoelige composieten



# Optimaal composiet

- AmpliTex vlasvezels + Resoltech 1800 ECO bio-epoxy
- Vezelvolumefractie 50%
- Opbouw
  - Unidirectionele legsel
  - Quasi-isotrope legsel



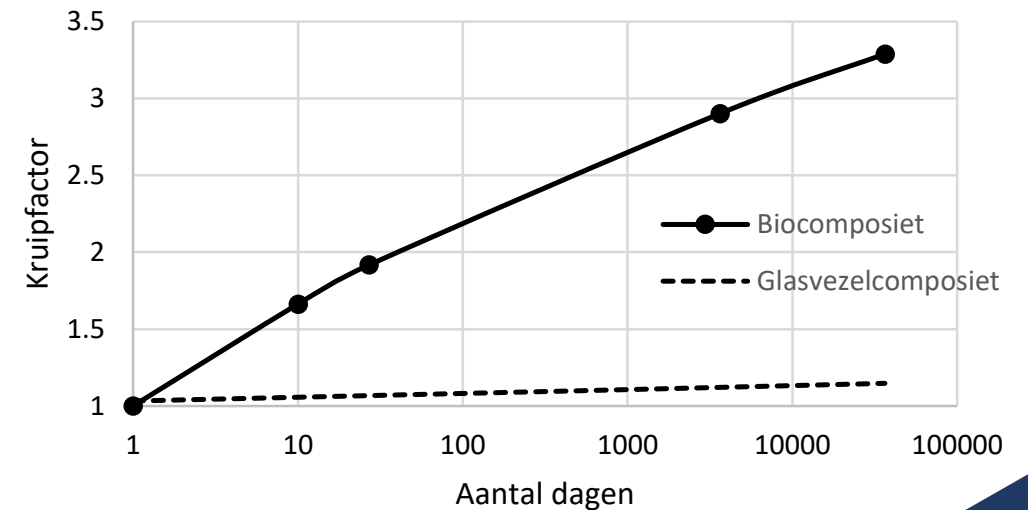
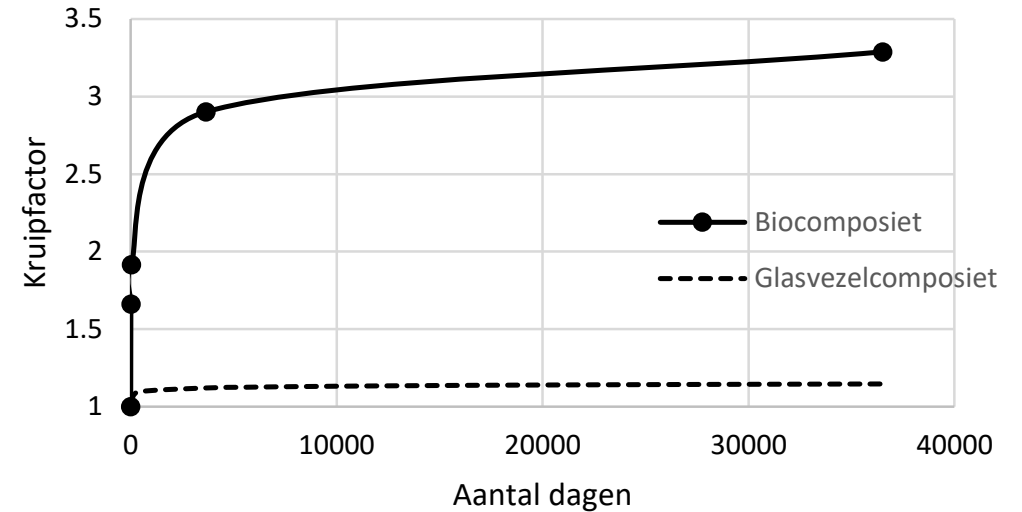
# Optimaal composiet: eigenschappen

- AmpliTex vlasvezels + Resoltech 1800 ECO bio-epoxy

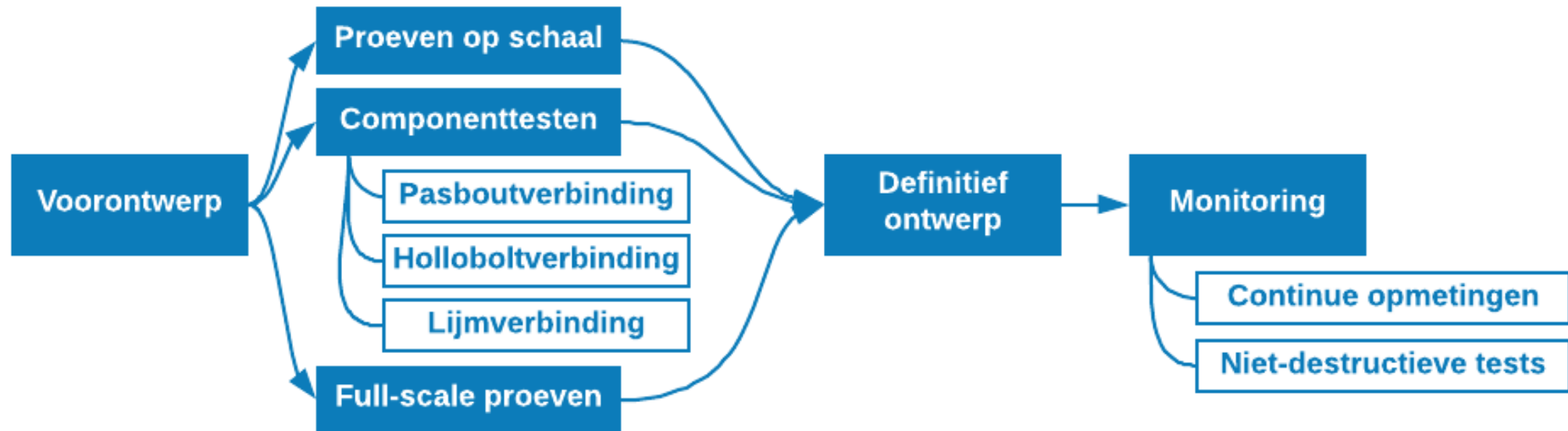
Grootheid	UD-lamina	0/90-lamina	QI-laminaat	½ UD + ½ QI-laminaat
<b>Stijfheidseigenschappen</b>				
Stijfheid langsrichting, $E_x$	24,0 GPa	14,6 GPa	10,8 GPa	17,4 GPa
Stijfheid dwarsrichting, $E_y$	5,0 GPa	14,6 GPa	10,8 GPa	8,2 GPa
Glijdingsmodulus, $G_{xy}$	1,4 GPa	1,4 GPa	4,0 GPa	2,7 GPa
Poisson factor, $\nu_{xy}$	0,3	0,1	0,34	0,33
<b>Rekenwaarden van sterkte-eigenschappen</b>				
Treksterkte langsrichting, $f_{xt,Rd}$	166,0 MPa	111,0 MPa	92,0 MPa	130,0 MPa
Treksterkte dwarsrichting, $f_{yt,Rd}$	22,0 MPa	111,0 MPa	92,0 MPa	57,0 MPa
Druksterkte langsrichting, $f_{xc,Rd}$	79,6 MPa	48,4 MPa	35,8 MPa	57,7 MPa
Druksterkte dwarsrichting, $f_{yc,Rd}$	22,0 MPa	48,4 MPa	35,8 MPa	28,0 MPa
Afschuifsterkte, $\tau_{xy,Rd}$	22,1 MPa	22,1 MPa	22,1 MPa	22,1 MPa
<b>Lineaire uitzettingscoëfficiënt</b>				
$-20^\circ\text{C} \leq T \leq +10^\circ\text{C}$ (langs), $\alpha_1$	$8,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$23,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$23,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$12,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
$+10^\circ\text{C} \leq T \leq +40^\circ\text{C}$ (langs), $\alpha_1$	$0,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$17,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$17,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$5,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
$-20^\circ\text{C} \leq T \leq +10^\circ\text{C}$ (dwars), $\alpha_2$	$83,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$23,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$23,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$43,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
$+10^\circ\text{C} \leq T \leq +40^\circ\text{C}$ (dwars), $\alpha_2$	$83,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$17,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$17,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$39,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

# Optimaal composiet: kruipgedrag

- Reductie op sterkte
- Grotere vervorming
- Groot verschil met glasvezelcomposiet

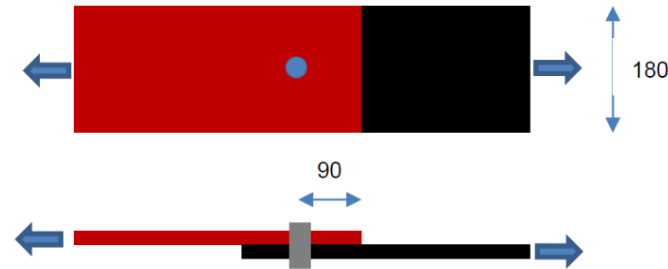


# Opvolgingstesten

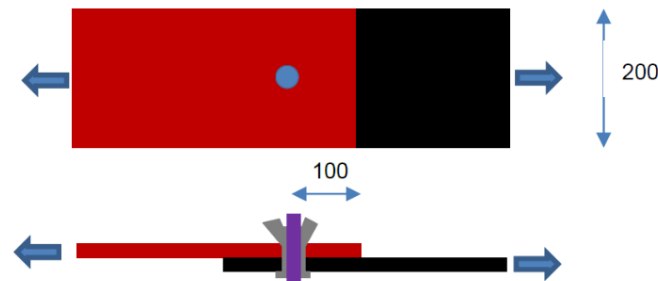


# Opvolgingstesten: componenttesten

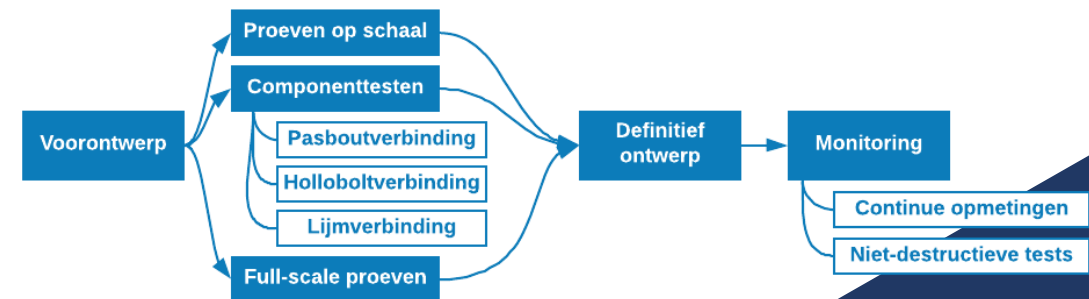
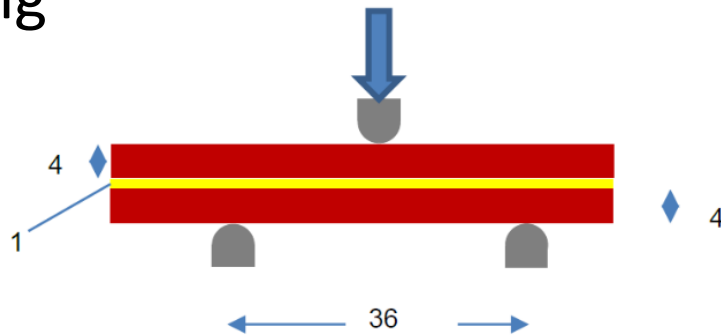
- Pasboutverbinding



- Holloboltverbinding



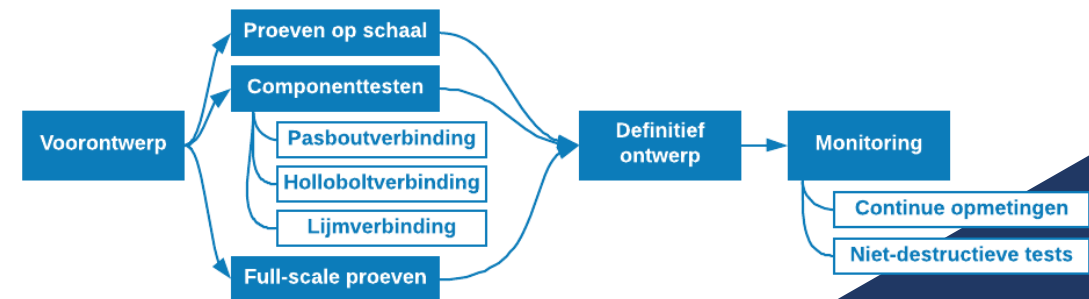
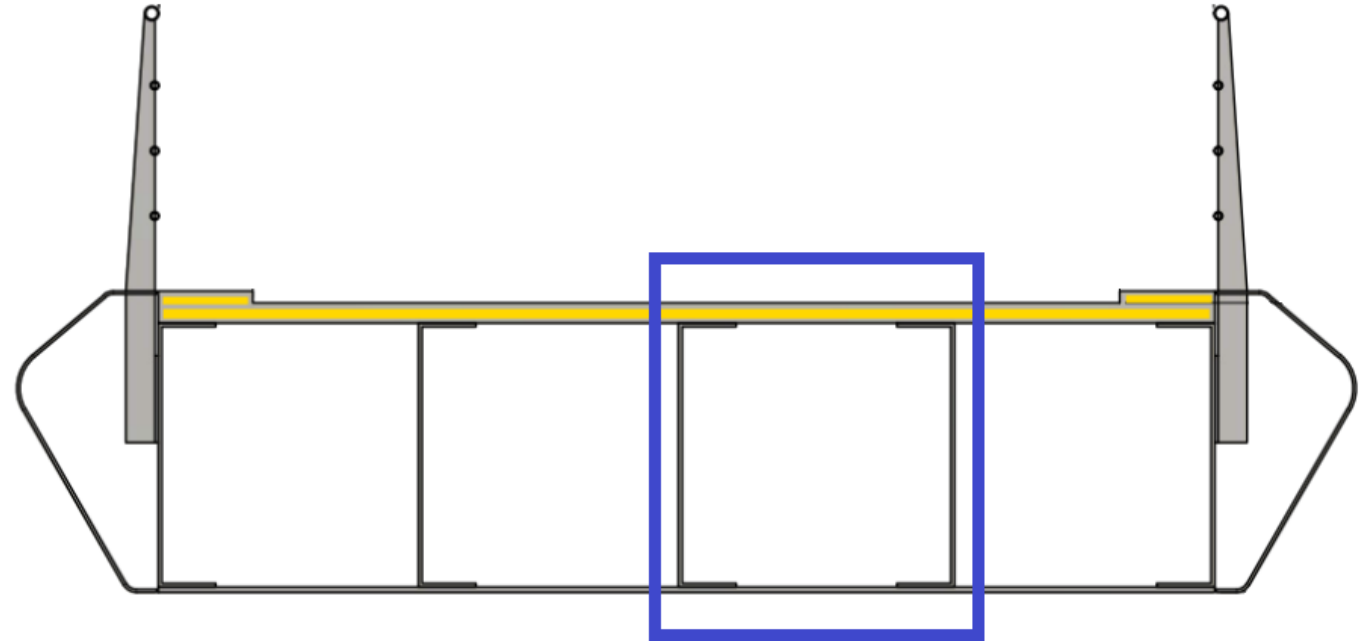
- Lijmverbinding





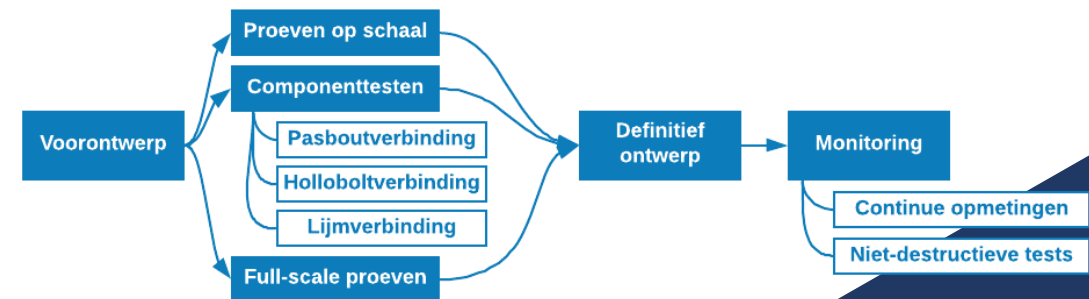
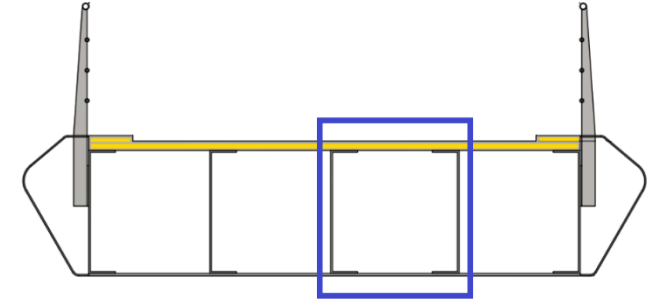
# Opvolgingstesten: full-scale proeven

- Op deel van doorsnede



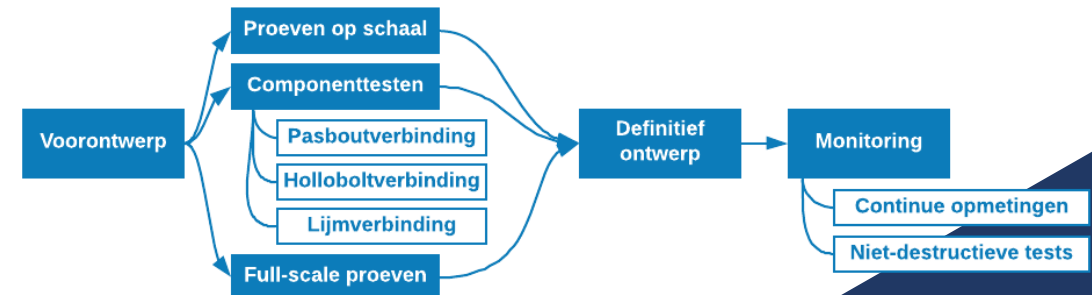
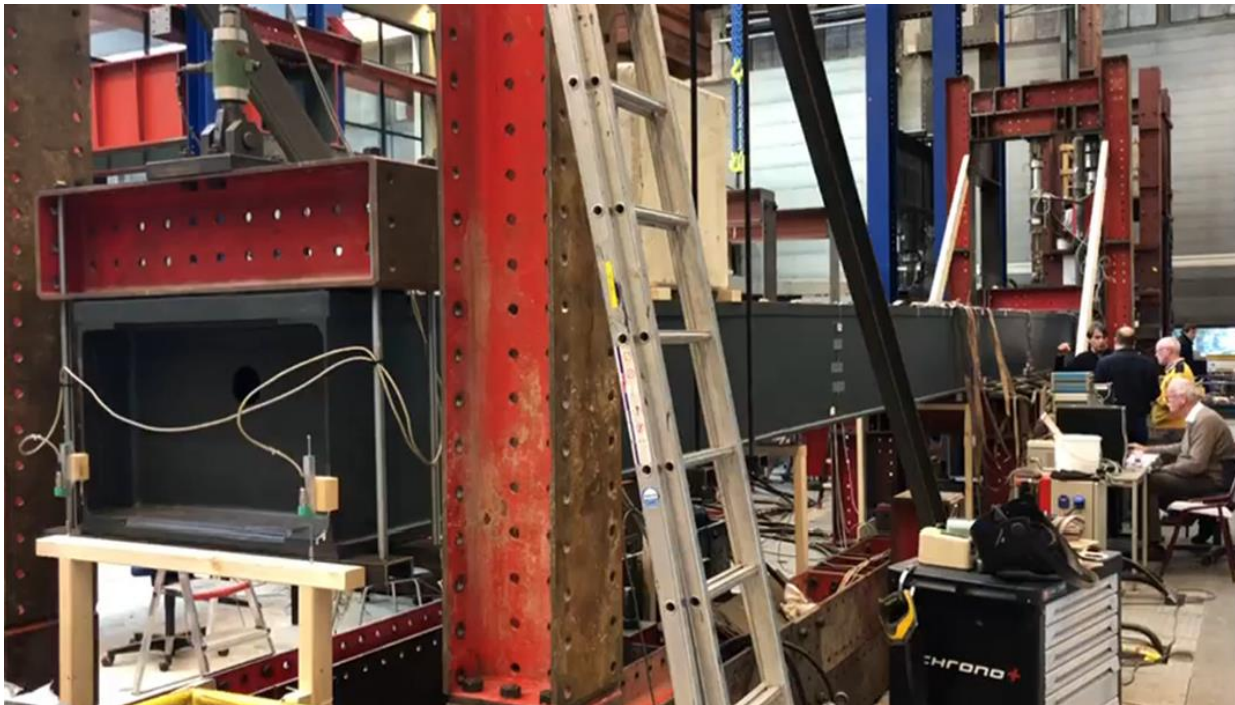
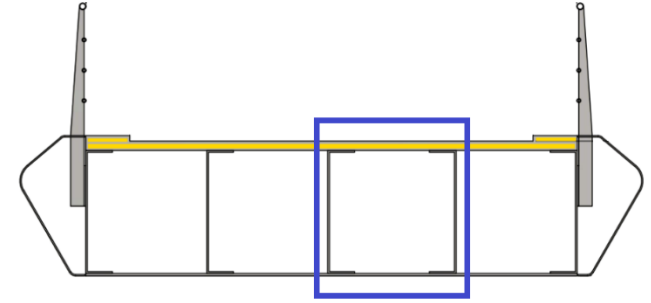
# Opvolgingstesten: full-scale proeven

- Op deel van doorsnede
- Kruip

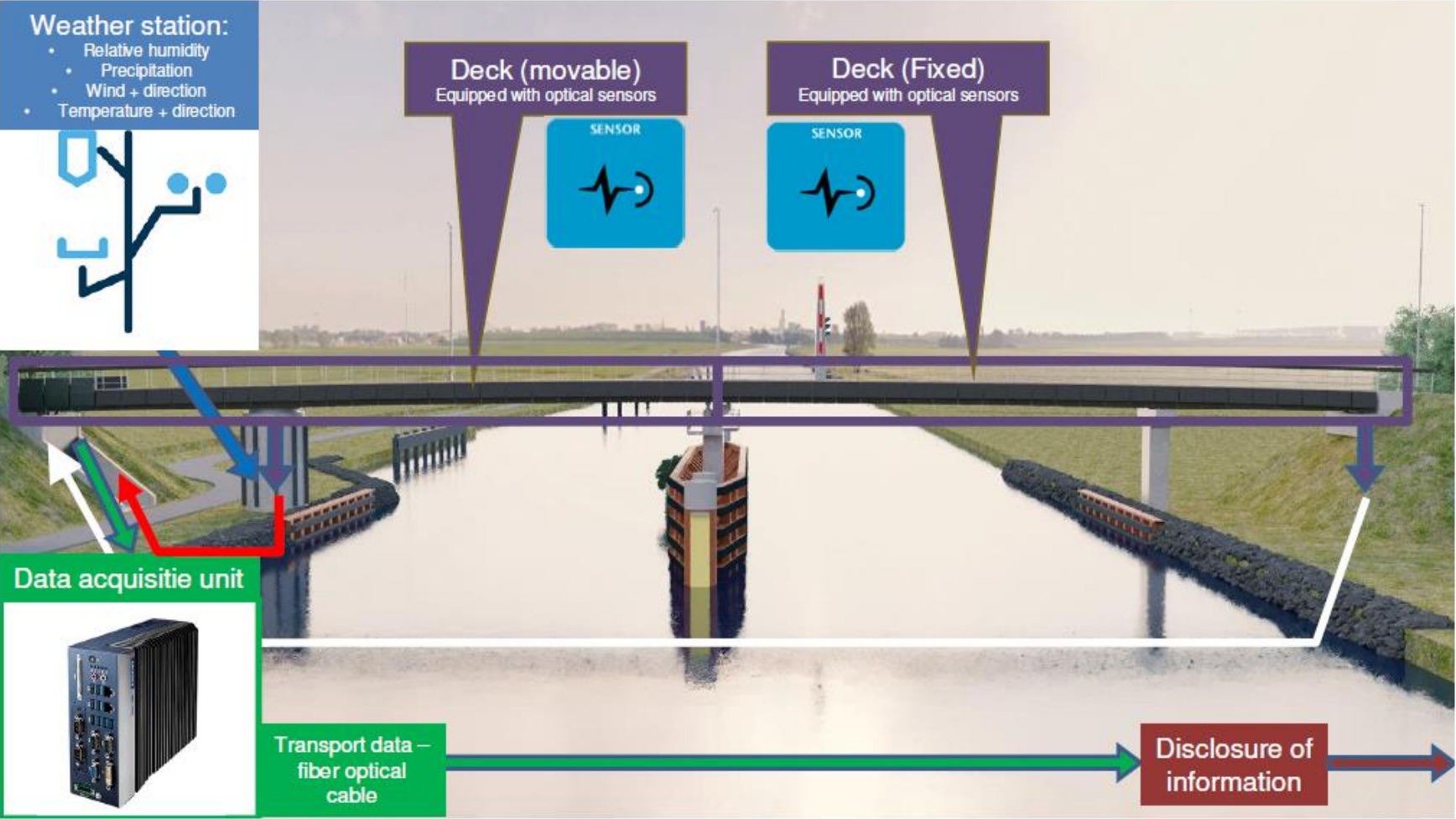


# Opvolgingstesten: full-scale proeven

- Op deel van doorsnede
- Kruip
- Vermoeiing

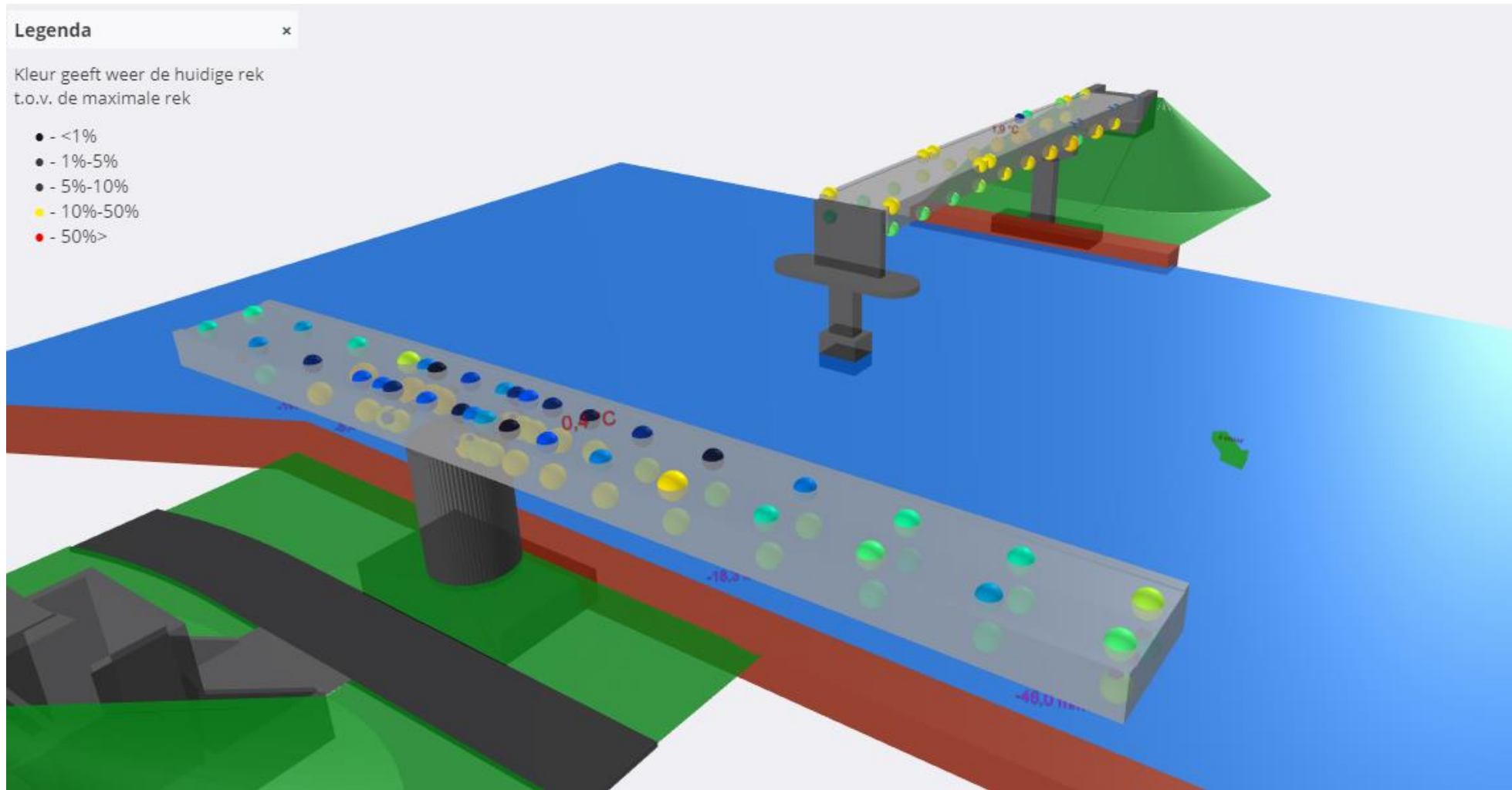


# Monitoring





# Monitoring



# Levenscyclusanalyse



C-BRIDGE

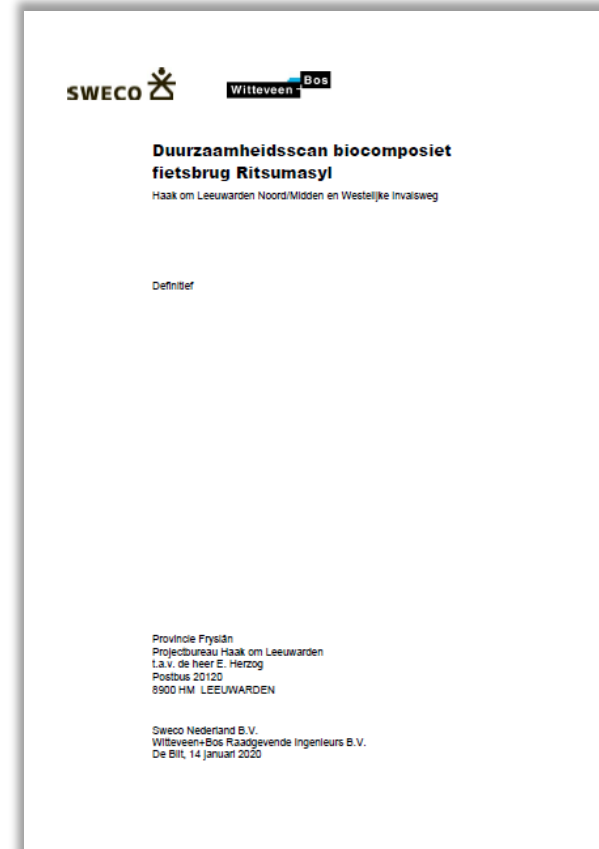
TETRA PROJECT

# LCA-studies Ritsumasyl

## Circulariteitsscan



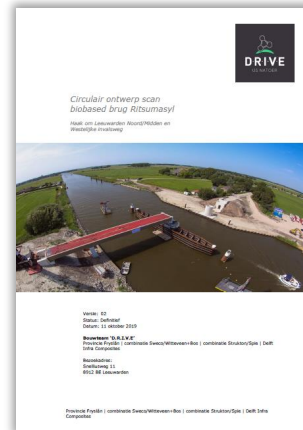
## Duurzaamheidsscan



# LCA-studies Ritsumasyl

## Circulariteitsscan

- Vergelijking met basculebrug
- Material Circularity Index
- Biocomposiet: beste score



## Duurzaamheidsscan

- Vergelijking met glasvezelcomposiet, staal, beton en hout
- 4 duurzaamheidsparameters
- Biocomposiet: beste score op CO<sub>2</sub>, minder goed op andere





# LCA-studies composietbruggen

- Slechte score op klimaatverandering en humane toxiciteit
- Zeer beperkte kosten en milieueffecten t.g.v. onderhoud
- Hoge initiële kost
- Uiteenliggende/tegenstrijdige resultaten van verschillende LCA-studies
  - Grote invloed projectgebonden context: geen algemene conclusies
  - Gebrek aan betrouwbare milieu-impactdata vezelmaterialen
  - Onzekerheid levenseinde wegens gebrek ervaring

C-BRIDGE

TETRA PROJECT

# VRAGEN?

## Projectteam

Prof. Wouter De Corte

Wouter.DeCorte@UGent.be

Jordi Uyttersprot

Jordi.Uyttersprot@UGent.be

**Bram Ingelbinck**

**Bram.Ingelbinck@UGent.be**

Petra Van Itterbeeck

Petra.Van.Itterbeeck@bbri.be