



Biobased fibre **RE**inforced **PLA**stics

Leverbaarheid 2.2: Rapport over thermohardende biogebaseerde matrices

Frederik Goethals (Centexbel)

frg@centexbel.be

Project: HBC.2020.2567 Biogebaseerde Vezelversterkte Kunststoffen

Projectpartners: Centexbel en Sirris

Collectief Onderzoek & Ontwikkeling en Collectieve Kennisverspreiding (COOCK),
gesteund door Vlaio

1 januari 2021 – 31 december 2023

Voorwoord

Vezelversterkte kunststoffen worden ook vaak composieten genoemd en zijn duurzame materialen, wat zich vooral in de gebruiksfase uit omdat ze lang meegaan en voor minder brandstofverbruik in transporttoepassingen zorgen door hun licht gewicht. Anderzijds worden composieten veelal gemaakt uit synthetische vezelmaterialen en een kunststofmatrix van petrochemische oorsprong. De duurzaamheid kan dus nog worden verhoogd door met vezels en matrices van natuurlijke oorsprong te werken. In leverbaarheid 2.1 gaven we een overzicht van de mogelijkheden van natuurlijke vezelmaterialen in composiettoepassingen. In deze leverbaarheid bespreken we **biogebaseerde thermohardende kunststofmatrices voor composiettoepassingen**.

In de inleiding worden de algemene eigenschappen van thermoharders besproken en geven we een overzicht van de verschillende thermoharders die gebruikt worden in composiettoepassingen en hun voornaamste eigenschappen.

Daarna gaan we dieper in op de biogebaseerde varianten van deze harsen. Hierbij wordt naast het biohalte en soort hernieuwbare bronnen ook gefocust op harsen die commercieel beschikbaar zijn. De reden hiervoor is dat deze leverbaarheid niet als doel heeft een uitgebreide review te schrijven over thermohardende polymeren voor composiettoepassingen, maar een handig document wil bieden voor wie graag biogebaseerde harsen wil gebruiken voor composiettoepassingen en snel wil terugvinden welke harsen er reeds op de markt zijn. Daarom worden vooral de commercieel beschikbare biogebaseerde harsen besproken op basis van leverancier, hun procesparameters en in welke toepassingen ze gebruikt kunnen worden.

De toepassingen die het meest naar voor worden geschoven met de commercieel beschikbare harsen zijn meubels, auto-onderdelen en consumentgoederen wat overeenkomt met de focus van het BREPLA project: snelle transitie van Vlaamse bedrijven naar de productie van duurzame biogebaseerde composietmaterialen voor die markten. Het vinden van geschikte biogebaseerde harsen is alvast geen belemmering.

Het aantal bedrijven dat we hier vermelden als leveranciers of producenten van bioharsen is naar alle waarschijnlijkheid niet volledig, maar we hebben ons gebaseerd op bedrijven die gemakkelijk terug te vinden zijn op het internet, waarmee we gesproken hebben op beurzen of het zijn leveranciers van wie Centexbel al enkele harsen heeft uitgetest tijdens andere onderzoeksprojecten. Aangezien er ook steeds meer producten op de markt komen en de transitie naar biogebaseerde materialen nog volop bezig is, verwachten we dat er in de toekomst er ook nog veel bioharsen zullen bijkomen waarbij we dan vooral denken biopolyurethaanharsen en aan de specialere harsen zoals polyimiden, cynaatesters, bismaleïmiden en polybenzoxazines.

Inhoudstabel

Voorwoord	2
Inhoudstabel.....	3
Introductie: thermohardende kunststoffen voor composiettoepassingen	5
Biogebaseerde thermohardende matrices	10
Biogebaseerde polyesters.....	10
ENVIREZ™ (Ineos)	10
ENVIROLITE® (Reichhold).....	12
ECOTEK (AOC)	12
Struktol VP 3830 (Struktol).....	14
Biovinyylester.....	14
Bio-epoxy	17
FORMULITE™ (Cardolite)	17
Greenpoxy (Sicomina)	19
Supersap (Entropy Resins).....	20
AMPRO™ BIO (Gurit)	24
Resoltech ECO (Resoltech).....	27
Oribond (Orineo)	27
Biopolyurethanen	27
Bioresin (Sandtech).....	28
Biofenol/furaanharsen.....	28
Biorez & Furolite (TransFurans Chemicals).....	28
Furacure (Bitrez)	29
FURALLOY (Dynachem).....	29
Andere biogebaseerde thermoharders	30
Biopolyimide.....	30
Biogebaseerde cyanaatesters.....	31
Biogebaseerde bismaleïmideharsen.....	31

Leverbaarheid 2.2

Biogebaseerde polybenzoxazines.....	31
Conclusie	32
Bronnen.....	33
Bijlage: Datafiches.....	35

Introductie: thermohardende kunststoffen voor composiettoepassingen

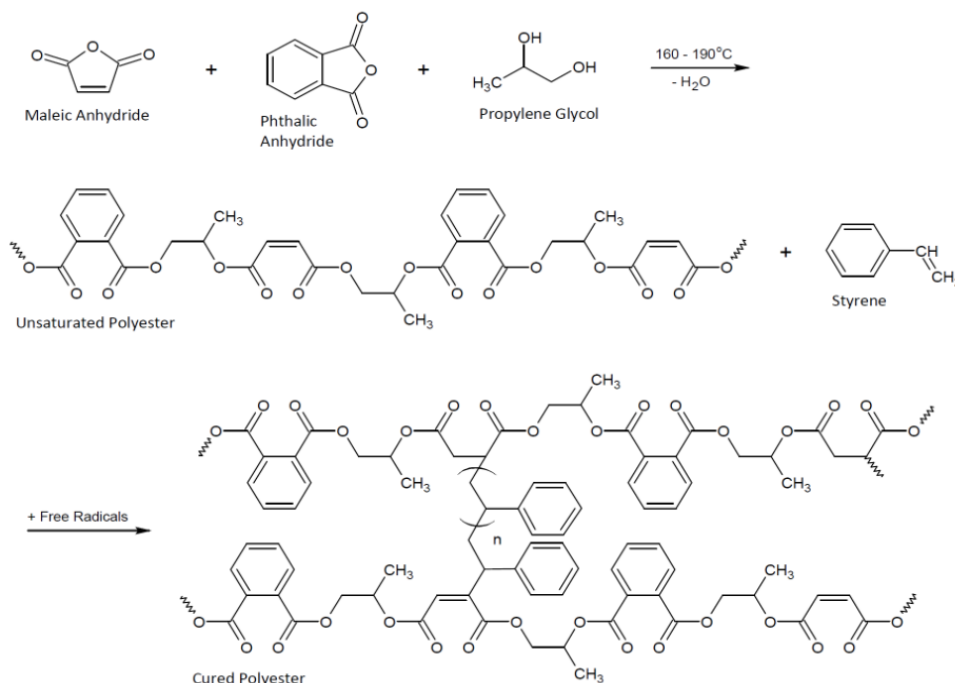
In vezelversterkte kunststoffen zorgt de matrix ervoor dat krachten goed kunnen overgedragen worden tussen de vezels. De matrix houdt de vezels samen en voorkomt dat ze worden beschadigd door abrasie, UV, vocht of impact. De matrix kan zowel een thermohardende of thermoplastische kunststof zijn. In dit rapport wordt gefocust op thermohardende kunststoffen.

Thermohardende kunststoffen zijn polymeren die na uitharden niet meer kunnen gesmolten worden. Voor het maken van composieten worden textielversterkingen geïmpregneerd met een monomeermengsel. De monomeren worden vervolgens uitgehard in functie van tijd en temperatuur. Monomeermengsels hebben meestal een lage viscositeit zodat ze makkelijk textielvezels kunnen impregneren. In vergelijking met thermoplastische kunststoffen behouden ze dankzij hun sterke vernetting beter hun mechanische eigenschappen bij hogere temperaturen en zijn ze ook meer resistent tegen chemicaliën. Omdat ze niet meer opsmelten kunnen ze na uitharding niet meer vervormd worden en zijn ze moeilijker te recycleren.

In composiettoepassingen worden hoofdzakelijk volgende harsen gebruikt:

1. Onverzadigde polyesters

Onverzadigde polyesters worden gemaakt door condensatie van een diol en anhydriden. De gevormde reactieve harsen worden vervolgens uitgehard door reactie met reactieve vinylmonomeren (zie fig 1).



Figuur 1: reactieschema polyesterharsen¹

¹ <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Unsaturated%20Polyester%20type.html>

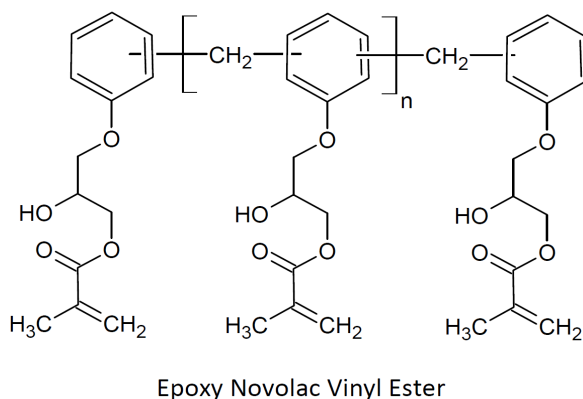
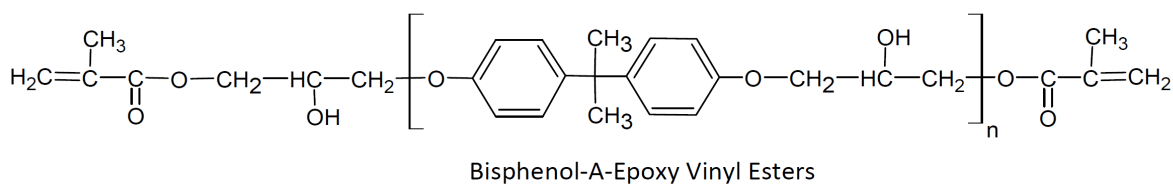
Leverbaarheid 2.2

De eigenschappen van onverzadigde polyesters worden bepaald door het type anhydride en glycol, maar de meeste van de commercieel beschikbare harsen worden gemaakt van ftaal- en maleïne-anhydrides en 1,2-propyleenglycol als diol. Volledige uitharding gebeurt door deze prepolymeren op te lossen in een vinylmonomeer (hoofdzakelijk styreen) samen met een organisch peroxide. Reactie gebeurt op hogere temperatuur. Indien er een activator wordt toegevoegd kan het uitharden ook gebeuren op kamertemperatuur.

Composieten op basis van polyesterharsen worden gebruikt voor sanitair, tanks, pijpleidingen, roosters en hoogwaardige componenten voor de scheepvaart- en transportindustrie, zoals carrosseriepanelen, spatborden, bootrompen / scheepsdekken.

2. Vinylester

Vinylesterharsen hebben zowel epoxy- als polyesterfunctionaliteiten en worden gemaakt via additie van α - β onverzadigde carbonzuren met epoxy. Hun eigenschappen zitten ergens tussen epoxy en polyesters in. In vergelijking tot polyesters hebben ze een betere corrosiebestendigheid en worden ze daarom vaak gebruikt in composieten voor opslagtanks, pijpleidingen en scheepsrompen. Uitharden gebeurt ook hier door een reactieve vinylmonomeer en een organisch peroxide toe te voegen.



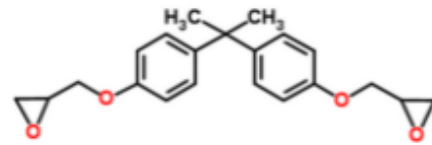
Figuur 2: voorbeelden van vinylester²

3. Epoxy

Epoxyharsen zijn een klasse van reactieve prepolymeren en polymeren die een epoxide groep bevatten. De belangrijkste epoxy is Bisfenol A diglycidyl ether die gemaakt wordt door epichloorhydrine te laten reageren met Bisfenol A.

² <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Epoxy%20Vinyl%20ester%20type.html>

Bisphenol A epoxy resin,
Bisphenol A diglycidyl ether (DGEBA)



Figuur 3: Bisfenol A epoxyhars³

Uitharden gebeurt door toevoegen van een verharder waarbij amineverharders het meest gebruikt worden. Voor een goede uitharding is het belangrijk dat het epoxygehalte, uitgedrukt in equivalent gewicht (g/mol) en dit is het harsgewicht dat één molequivalent epoxide bevat, gekend is. Hieraan moet de amine in stoichiometrische hoeveelheden worden toegevoegd. Om dus de mengverhouding te kennen, zijn volgende gegevens nodig:

AHEW = Amine Hydrogen Equivalent Weight

EEW = Epoxide Equivalent Weight

De stoichiometrische mengverhouding of delen verharder per 100 delen epoxy (phr) wordt gegeven door:

$$\text{Phr} = \text{AHEW} / \text{EEW} \times 100$$

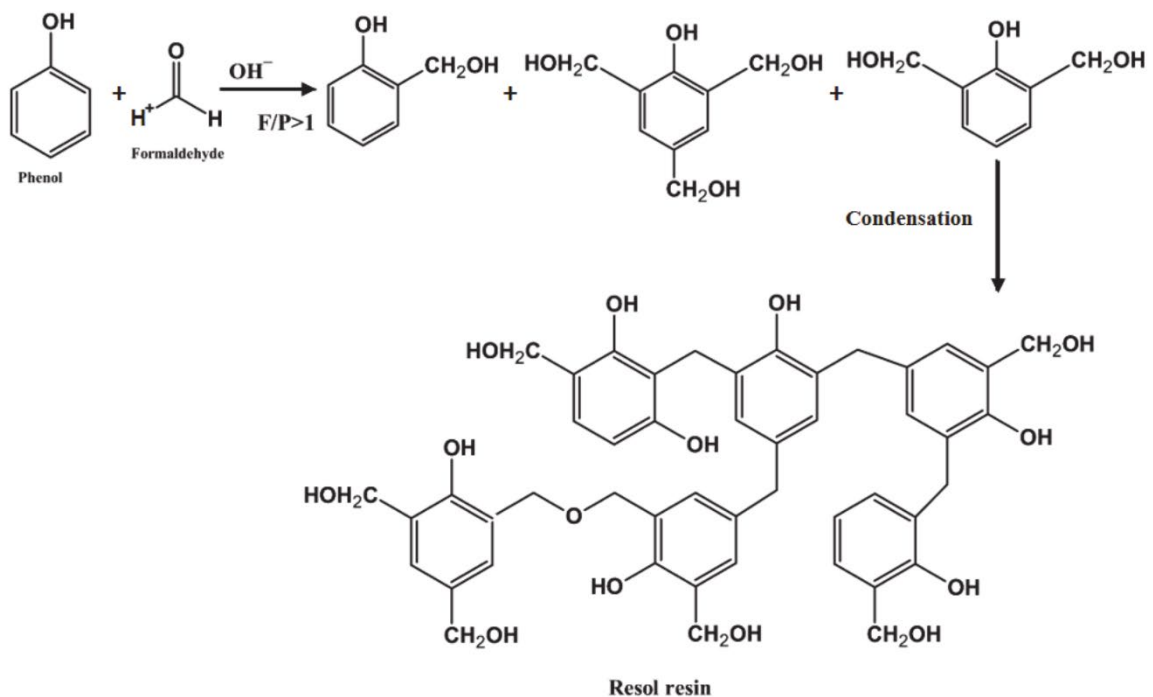
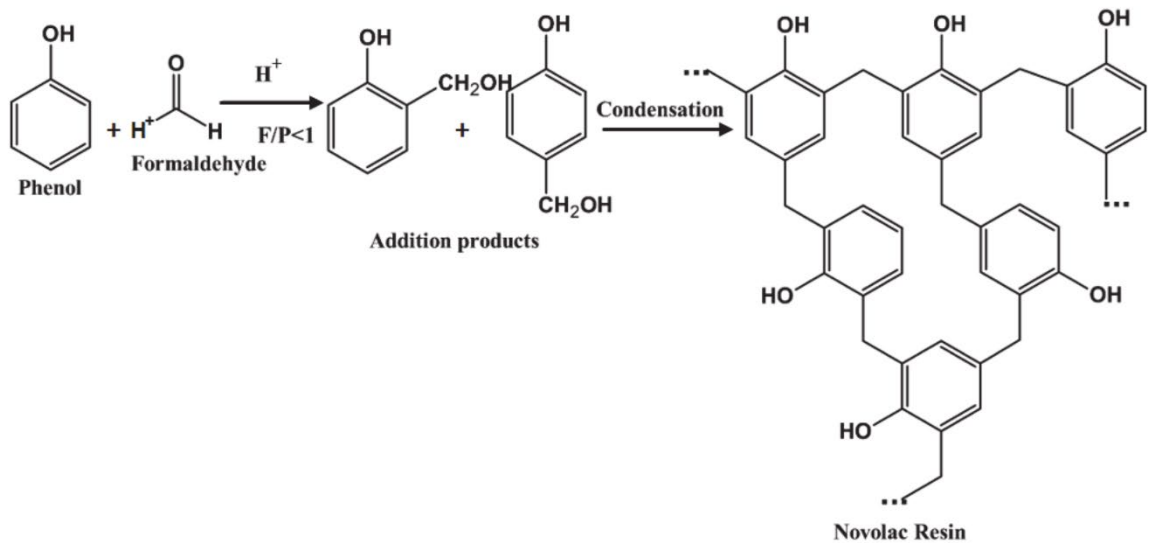
Epoxyharsen hebben goede mechanische eigenschappen en een goede chemische en thermische resistentie. Daarom worden ze gebruikt in composieten in tal van sectoren, zoals luchtvaart, automobiel, sport, windmolens,... waarin goede mechanische eigenschappen nodig zijn.

4. Fenolharsen

Fenolharsen worden gekenmerkt door een uitstekende vlamvertragendheid en een goede thermische en chemische stabiliteit. Daarom zijn ze zeer geschikt voor toepassingen op hoge temperatuur waarbij brandvertragende eigenschappen ook vereist zijn. Ze worden gemaakt door reactie van fenolen met formaldehyde (zie figuur 4).

Fenolharsen zijn wel niet praktisch om mee te werken om dat ze meestal een sterk zuur nodig hebben als accelerator om uit te harden en ze harden uit via een condensatiereactie (water wordt vrijgesteld) waardoor er makkelijk poriën ontstaan. Verder zijn ze bros en hebben ze geen hoge mechanische eigenschappen.

³ <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Polyepoxides%20type.html>



Figuur 4: reactieschema fenolharsen.⁴

5. Polyurethanen

Polyurethaanharsen (PUR) verschillen van thermoplastische polyurethanen (TPU) omdat ze thermohardend zijn. Ze worden gevormd door reactie van polyolen met isocyaanaten en hebben een betere treksterkte, impactbestendigheid en abrasieweerstand dan polyesterharsen. Ze zijn interessant voor snelle productieprocessen aangezien ze snel uitharden, maar de open tijd is ook meestal aan de lage kant.

⁴ <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/10/2237/htm>

Polyurethaancomposieten worden vooral gebruikt in auto-onderdelen zoals laadvloeren en deurpanelen, maar er worden eveneens systemen ontwikkeld voor pultrusie (sporten van ladders, raamprofielen), filamentwikkelen, vacuüminfusie en spray.

Daarnaast worden voor hoog-performante toepassingen nog volgende harsen gebruikt:

1. Polyimiden

Polyimiden (PI) zijn hoogwaardige technische harsen die worden gesynthetiseerd door condensatie van aromatische dianhydriden met diaminen. Ze hebben enkele van de beste eigenschappen bij hoge temperaturen en zijn daarom vaak een uitstekende keuze voor zeer veeleisende toepassingen waar een zeer hoge mechanische sterkte in combinatie met hoge temperatuur-, corrosie- en slijtvastheid vereist is. Polyimiden zijn echter vrij duur en vereisen hoge verwerkingstemperaturen en worden daarom alleen gebruikt als goedkopere thermohardende harsen geen optie zijn.

2. Bismaleimides

Polybismaleimiden (BMI) harden uit door additie in plaats van door condensatiereactie. Hun kenmerken zijn vergelijkbaar met die van polyimiden. Hun hittebestendigheid is gewoonlijk beter dan die van hoogwaardige epoxy's, maar niet zo goed als door condensatie uitgeharde polyimiden. BMI's worden vaak verkocht als droge poederharsen met een laag moleculair gewicht die imidestructuren bevatten in monomeervorm. Ze kunnen zowel met zichzelf als met andere co-monomeren worden gepolymeriseerd door reactie met de dubbele bindingen van de maleïmide-eindgroepen.

3. Cyanaatesters

Cyanaatesters zijn monomeren/oligomeren met reactieve cyanaateindgroepen. Bij verhitting vormen ze sterk verknoopte polymeren die een zeer hoge thermische, oxidatieve en hydrolytische stabiliteit vertonen. Ze krijgen vaak de voorkeur op epoxy- en BMI-harsen in veeleisende toepassingen omdat ze superieure eigenschappen bij hoge temperaturen hebben, maar vanwege hun veel hogere prijs minder vaak worden gebruikt. Om de kosten te verlagen en hun taaigheid te vergroten, worden ze vaak gemengd met elastomeren en andere harsen zoals epoxy's en novolaks.

4. Polybenzoxazines

Polybenzoxazines zijn een nieuwe klasse hoogwaardige thermohardende harsen die lijken op conventionele fenolharsen, maar die tijdens het uitharden geen vluchtige stoffen genereren. Ze zijn doorgaans stijver, hebben een betere chemische weerstand en minder uithardingskrimp dan bismaleimiden, epoxy's en fenolen. Niet-gemodificeerde polybenzoxazines vertonen echter enkele tekortkomingen, waaronder een hoge uithardingstemperatuur, een lage breuktaaiheid en een hogere prijs. Deze nadelen kunnen overwonnen worden door benzoxazines te mengen met verharders en goedkopere harsen.

Biogebaseerde thermohardende matrices

Om minder afhankelijk te zijn van petrochemische producten en om de CO₂ emissies te beperken kijkt ook de composietindustrie naar hernieuwbare materialen. Eerst kwamen de vezelversterkingen in beeld (zie leverbaarheid D2.1), maar aangezien de matrix meestal voor meer dan 50 volume% deel uitmaakt van het composiet is het ook belangrijk om biogebaseerde harsen te gebruiken om te komen tot echte duurzame composietmaterialen.

In het vorig hoofdstuk werden de verschillende thermohardende harsen besproken die gebruikt worden in composietmaterialen. In dit hoofdstuk bespreken we biogebaseerde alternatieven, waarbij de meeste aandacht wordt besteed aan biogebaseerde polyesters, epoxy en fenolharsen omdat dit de meest gebruikte harsen zijn in composiettoepassingen.

Biogebaseerde polyesters

Biogebaseerde polyesters zijn reeds commercieel beschikbaar en vertrekken vanuit biogebaseerde monomeren zoals isorbide, itaconzuur, castoroliederivaten en barnsteenzuur. Voor de crosslinking is echter wel nog styreen nodig. Daarom richt het onderzoek zich nu op het vinden van biogebaseerde crosslinkers als alternatief voor styreen.

Bedrijven die momenteel biogebaseerde polyesters aanbieden zijn Ineos, Reichold AOC resins en Struktol.

ENVIREZ™ (Ineos)

Envirez resins waren de eerste commercieel beschikbare biogebaseerde polyesterharsen. Deze harsen bieden dezelfde eigenschappen als 100% petroleumgebaseerde harsen en kunnen dus gebruikt worden als 1-op-1 vervanging. Deze harsen werden eerst nog gecommmercialiseerd onder Ashland, maar maken nu deel uit van het Ineosportfolio. Het eerste Envirez hars (Envirez 1807) werd gemaakt uit sojaboon-olie en uit maïs verkregen ethanol. Dit hars werd geïntroduceerd in 2003 en wordt door John Deere gebruikt in carrosseriepanelen. Nadien werden er nog andere types ontwikkeld zoals Envirez L 86300 dat kan gebruikt worden voor spray of hand lay-up processen en Envirez 86400 INF voor infusieprocessen. Tabel 1 toont welke Envirez harsen er nog bestaan, wat hun eigenschappen zijn en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. Naast biogebaseerde harsen worden ook harsen op basis van gerecycleerde componenten aangeboden. Het biogehalte schommelt tussen 8 en 22% wat nog redelijk laag is aangezien er nog moet rekening gehouden worden met het toevoegen van styreen als reactieve verdunner.

Tabel 1: duurzame polyesterharsen van Ineos⁵

Product	Process	Description	Bio Content	Recycled Content	CO ₂ Savings	Energy Savings	Gel Time	Peak Exotherm	Viscosity	Solids Content
			wt %	wt %	Lb CO ₂ / Lb Resin	BTU / Lb Resin	Min	°F	cps	%
Envirez 1807 Resin	SMC & BMC	The first commercially available UPR based on renewably-sourced raw materials. Envirez 1807 resin is designed for use in SMC and BMC applications.	18	0	0.91	2600	7.5 (SPI)	415	850	70
Envirez 50483 Resin	Pultrusion	A pigmentable, un-promoted polyester for use in pultrusion processes. The high reactivity allows for fast line speeds. A high viscosity version, Envirez 50380 (47% recycle) is also available and is ideally suited for thin parts.	0	44	0.36	6900	4 (SPI)	455	1700	63
Envirez 70301 Resin	Multi Purpose	Reactive, un-promoted isophthalic polyester. For use in Pultrusion and SMC/BMC processes. The clear color also allows this resin to be used in blended casting applications.	22	0	0.36	3900	4	370	2200	72
Envirez SS 70419 Resin	Solid Surface	An acrylic modified isophthalic polyester with UV stabilizer ideal for the production of solid surface and other cast components. This product exceeds ANSI Z 124.6 testing standards for stain testing and thermal shock.	20	0	0.31	3300	20	380	500	60
Envirez MR 80220 Resin	Marble Casting	Versatile, low color marble/onyx casting resin. Exceeds ANSI Z 124.3 thermal cycling test requirements. Accepts filler well. Gel time at 62% filler loading is 23 minutes.	18	0	0.29	3100	16	340	1200	72
Envirez 86400 INF Resin	Infusion	For production of general purpose infused parts, use the Envirez® 86400 INF resin. Like the Envirez® open molding resin, this promoted infusion resin has excellent physical properties and HDT.	12	0	0.19	2100	10 & 22	340	150	62
Envirez Q 11500 INF Resin	Infusion	Specifically designed for infusion of small marine parts where premium surface quality is required, Envirez Q 11500 INF-16 resin combines Ashland's low profile expertise and Envirez patented process technology.	8	0	0.40	1100	16	380	150	50
Envirez L 86300 Resin	Open Mold Laminating	Designed to meet the processing needs of open mold laminating processes, the Envirez L 86300 T-25 resin is a promoted, thixotropic laminating resin. It has excellent physical properties, including high HDT and elongation.	12	0	0.20	2100	25	290	550	65
Envirez 7241 T-15 Resin	Iso Laminating Resin	A thixotropic, promoted resin ideal for fabrication of high strength, corrosion resistant parts such as fume hoods, tanks and pipes.	0	24	0.40	7800	14	380	450	54
Envirez LF 60380 Resin	Filled Laminating	Filled laminating resin designed specifically for tub and shower type applications with heated lines. Filled viscosity at 55% Calcium Sulfate and 90F is 1500 cps.	20	0	0.62	5300	10 (filled at 90F)	230 (filled at 90F)	350	63
Enguard® DSZ Series Gelcoat	Gelcoat	Semi-resilient low HAP sanitary gelcoat that is water and wear resistant with excellent application properties	13	0	0.22	2300	9	—	5500	69

⁵ <https://www.reyquimtec.com.mx/wp-content/uploads/2016/07/Envirez-Linecard.pdf>

ENVIROLITE® (Reichhold)

ENVIROLITE® is Reichhold's merk voor "Groene" producten die hernieuwbare of gerecycleerde componenten bevatten. De producten worden hieronder kort beschreven. De datafiches zijn terug te vinden in de bijlage.

- **Envirolite 31325-00:** laag viskeus, medium reactief onverzadigd polyesterhars dat gedeeltelijk biogebaseerd is. Dit hars is gebaseerd op soja-olie en het biogehalte is 25%. Het is een algemeen hars dat gebruikt kan worden voor sheet and bulk moulding compounds (SMC & BMC) en pultrusietoepassingen, en de mechanische eigenschappen zijn gelijkwaardig als de standaard petrochemische harsen.
- **Envirolite 32167-00:** acrylgemodificeerd iso-ftaal giethars. Het is medium-hoog reactief en de viscositeit is medium-laag. Het kan uitgehard worden op kamertemperatuur door toevoegen van methyl ethyl keton peroxide. Dit hars is bedoeld voor het maken van harde oppervlakken en kan ook gebruikt worden om kleine gietstukken, panelen, wastafels en grote badkamerarmaturen te maken.

ECOTEK (AOC)

AOC biedt verschillende harsen aan die gedeeltelijk zijn opgebouwd uit gerecycleerde componenten of uit hernieuwbare bronnen onder de ECOTEK naam. De biogebaseerde bouwstenen zijn afkomstig uit maïs en plantaardige oliën en het biogehalte kan gaan tot 30%. Daarnaast wordt onder die naam ook styreenvrije harsen aangeboden. Hieronder worden er enkele producten besproken.

EcoTek® C431-DKBG-30: thixotropisch polyesterhars en ontwikkeld voor het maken van composieten via hand lay-up en wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het maken van badkuipen en douchebakken. Het gecombineerde aandeel bio/gerecycleerd is 25%.

EcoTek® S905-70G: hoog reactief dicyclonepentadien polyester voor gesloten mal toepassingen. De voornaamste markten voor die hars zijn de bouw- en transportsector.

EcoTek® T341-68G: hoog reactief propyleen maleaat polyesterhars voor gesloten mal processen. De eigenschappen worden getoond in figuur 4.



T341-68G Polyester Resin

Product Information

Polyester Resin for Closed Mold Processing and Pultrusion

NEAT RESIN PROPERTIES*

	Nominal
Viscosity @ 77°F/25°C, Brookfield RVT Spindle #2 @ 20 rpm, cps	950 cps
Weight Per Gallon @ 77°F/25°C	9.3/lb
Acid Number, Solids Basis	18 mg/g KOH
Non-Volatiles, %	65.0%

TYPICAL CURING PROPERTIES* (1) see back page

	Nominal
180°F/82°C SPI Gel Exotherm Test, 1% BPO	
150°F - 190°F/65.6 - 87.8°C, min	5.0
150°F/65.6°C - Peak, min	6.0
Peak Exotherm, °F/°C	475°F/246°C

TYPICAL MECHANICAL PROPERTIES* (2) see back page

		Test Method
Tensile Strength, psi/MPa	9,800/68	ASTM D 638
Tensile Modulus, psi/GPa	566,000/3.9	ASTM D 638
Tensile Elongation, %	1.5	ASTM D 638
Flexural Strength, psi/MPa	18,800/129	ASTM D 790
Flexural Modulus, psi/GPa	595,000/4.0	ASTM D 790
Heat Distortion Temperature, °F/°C @ 264 psi	289/143	ASTM D 648

*Typical properties are not to be construed as specifications.



DESCRIPTION

T341-68G is a high reactivity propylene maleate polyester resin for closed mold processing. Molecular weight distribution is tightly controlled to yield consistent results during processing and in final part performance. T341-68G can be combined with a wide variety of low profile additives to yield excellent surface aesthetics.

FEATURES

- Contains renewable and/or recycled content.
- High reactivity
- Precise molecular weight distribution
- Proven performance in SMC, BMC and pultrusion applications
- Low color
- High gloss and excellent surface smoothness

BENEFITS

Designed for demanding cure and surface requirements such as short press cycle times and thin pultrusion laminates.

Allows high filler loadings at workable mix viscosities.

⁶ <https://www.scribd.com/document/243110761/T341-68G>

Struktol VP 3830 (Struktol)

Struktol VP 3830 is een onverzadigd polyesterhars met een biogehalte van meer dan 99,8%. Dit hars is hoog viskeus, maar kan verdund worden in bijv. styreen en is geschikt voor hand lay-up, pultrusie en SMC processen. Het is een geel achtige vloeistof met een dynamische viscositeit van 115 Pas bij 25°C. De buigmodulus is >2500 MPa en de sterkte 65 MPa. De glastransitietemperatuur is 180°C wanneer 40% styreen is toegevoegd. Het hars wordt gebruikt in combinatie met natuurlijke vezels voor meubeltoepassingen en consumentengoederen (bv pennen, zie figuur 5).



7

Biovinylester

Er is een grote diversiteit aan plantaardige biomassa die kan dienen als grondstof voor de opwekking van alternatieve voorlopers en chemicaliën voor nieuwe vinylesters met gunstige eigenschappen voor verschillende structurele toepassingen. Deze bio-afgeleide voorlopers en chemicaliën omvatten: lignocellulose, plantaardige oliën en vele andere, minder volumineuze stromen, waaronder cashewnotenschelpvloeistof (CNSL), myrceen, dimeervetzuur enz. Een overzicht van ontwikkelde vinylesters wordt weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: overzicht van ontwikkelde biogebaseerde vinylesters⁸

Vinyl Ester resins/Diluents	Curing procedure, initiators and accelerators	Properties	Potential Applications
1 Vinyl ester cross linkers			
Vinyl ester of acrylated epoxidized soybean oil	<ul style="list-style-type: none"> 1 wt % 2,5-dimethyl-2,5-di(2-ethylhexanoyl peroxy) hexane Thermal cure 	TS: 6 MPa, M: 440 MPa, TS (40wt% styrene): 21 MPa, M: 1.6 GPa L-Tg: 53°C	Composites Coating
Vinyl ester of acrylated soybean oil	<ul style="list-style-type: none"> 40wt% styrene, Benzoyl peroxide, dimethyl aniline Thermal cure 	T-Tg (75.7% acrylation): 63.7°C G': 0.89 GPa T-Tg (59.3%)	Coating

⁷<https://www.ivw.uni-kl.de/de/aktuelles/news/detail/biobasierte-alternative-zu-petrochemischen-ungesaettigten-polyesterharzen>

⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S0014305717311187>

		acrylation): 55.5°C G': 1.25 GPa	
Vinyl ester of bromoacrylated soybean oil	<ul style="list-style-type: none"> 1% Methyl ethyl ketone peroxide 6% cobalt naphthenate Thermal cure 	T-T _g (w/ 35 wt% styrene): 55– 65°C, IRI: 5B at 200 mm	Fire retardant
Vinyl ester of cardanol based epoxidized novolac resin (CNEVER)	<ul style="list-style-type: none"> 40wt% styrene, Benzoyl peroxide Thermal cure 	Low Viscosity D-T _g (w/ 40 wt% styrene): 104°C	Coatings
Vinyl ester of cardanol based bis-phenol type di-epoxy (NC514)	<ul style="list-style-type: none"> 40 wt% Several diluents Tert-butyl peroxybenzoate Thermal cure 	T-T _g (w/ 40 wt% styrene): 86°C	Coatings, friction linings, structural polymers
Vinyl ester of dimer fatty acids polymerized glycidyl methacrylate (DA-p-GMA)	<ul style="list-style-type: none"> 30-50 wt% of styrene Benzoyl peroxide (BPO) Thermal cure 	T _g : 67-71°C TS: 16-25.29 MPa	Coatings, printing inks
Vinyl ester of maleic anhydride modified dimer fatty acids polymerized glycidyl methacrylate MA-m-DA-p-GMA	<ul style="list-style-type: none"> 30-50 wt% of styrene Benzoyl peroxide (BPO) Thermal cure 	T-T _g (w/ 30 wt% styrene): 52°C, T-T _g (w/ 40 wt% styrene): 44.5°C, T-T _g (w/ 50 wt% styrene): 54°C, TS: 17.91-27.34 MPa	Coatings, printing inks
Vinyl ester of epoxidized myrcene	<ul style="list-style-type: none"> 3 wt% dimethoxybenzoin UV cured 	T-T _g : 77°C, TS: 49 MPa T-T _g (w/ 50 w% AESO): 58°C, TS: 17.57 MPa	Coatings, printing inks
Vinyl ester of tung oil modified glycidyl methacrylate	<ul style="list-style-type: none"> 3 wt% dimethoxybenzoin UV cure 	T-T _g : -34.8°C E: -0.15 GPa TS: 4.8 MPa	Coating, radiation curable inks, printed circuit board coatings
Vinyl ester of methacrylated of rosin (acrylopimanic acid (APA) and maleopimanic acid (MPA))based di epoxy	<ul style="list-style-type: none"> 40 wt% of styrene Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and cobalt octoate (CO) Thermal cure 	APA-VE D-T _g : 110°C, Pull off resistance: 4 MPa, MPA-VE T _g (based on DSC); 94°C, Pull off resistance: 7 MPa	Coating adhesive
Vinyl ester of acrylated rosin (acrylopimanic acid (APA) and maleopimanic acid (MPA))based di epoxy	<ul style="list-style-type: none"> 40 wt% of styrene Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and cobalt octoate (CO) Thermal cure 	APA-VE D-T _g : 105°C, Pull off resistance: 7 MPa, MPA-VE D-T _g : 85°C, Pull off resistance: 9 MPa	Coating, adhesive
Vinyl ester of dipentene	<ul style="list-style-type: none"> 20-50 wt% poly(ethylene glycol) dimethacrylate-200 (PEGDMA-200) 	T-T _g (w/ 20 wt% PEGDMA-200): 52°C, TS: 6.05 MPa,	Flame retardant

	<ul style="list-style-type: none"> • 3 wt% dimethoxybenzoin • UV cure 	T-Tg (w/ 30 wt% PEGDMA-200): 45°C, TS: 8.54 MPa T-Tg (w/ 50 wt% PEGDMA-200): 36°C, TS: 10.05 MPa	
Vinyl ester of methacrylated phloroglucinol (P3M)	<ul style="list-style-type: none"> • 40 wt% styrene • 3% tert-butyl peroxybenzoate • Thermal cure 	D-Tg: 165 105°C, T-Tg: 187 105°C, Td (N ₂): 5% at 231°C Td (N ₂): 10% at 387°C	BPA replacement
Vinyl ester of methacrylated sucrose soyaate (MESS)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 wt% Luperox P and 2 wt% Luperox 10M75 • Thermal cure 	T-Tg (MESS-0.8): 109°C, TS: 17.8MPa, M: 880MPa. T-Tg (MESS-0.8/20 wt% styrene): 137°C, TS: 22.7 MPa, M: 1380 MPa	Composite applications
Vinyl ester of Furan mono-2-hydroxypropyl methacrylate (FmHPM) and di-2-hydroxypropyl methacrylate (FdHPM)	<ul style="list-style-type: none"> • 1% Diphenyl(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphine oxide • UV cure 	Tensile-shear strength (TSS) of FmHPM: very low, TSS of FdHPM adhered on glass: 0.6148 and on polycarbonate: 0.2067, Pencil hardness (Ph) FmHPM: H-2H and FdHPM: 2H-3H.	Adhesive
Vinyl ester of dimethacrylated isosorbide	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 wt % Trigonox 239-A • 0.375 wt% Cobalt Naphthanate (CoNap) • Thermal cure 	V:157 cP at 25°C), T-Tg: 250°C, E':2.9 GPa	Composites
Vinyl ester of glycidyl methacrylate isosorbide	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 wt % Trigonox 239-A • 0.375 wt% Cobalt Naphthanate (CoNap) • Thermal cure 	V: 620,157 cP and T-Tg: 90°C, E': 3 GPa, V(35 wt% styrene): 172 Cp, T-T-Tg: 130°C, E': 3.2 GPa	Composites
Vinyl ester of isosorbide methacrylate	<ul style="list-style-type: none"> • 2wt% tert-butyl peroxybenzoate • Thermal cure 	Pure IM, T-Tg: 142°C, FS: 23.5 MPa, FM: 2.01GPa. IMAESO, T-Tg: 76°C, FS: 28.4 MPa, FM: 1.37 GPa. IMAESO, T-Tg: 95°C, FS: 344 MPa, FM: 1.5 GPa.	
Methacrylated vanillin-glycerol dimethacrylate (MVGDM)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 wt % Trigonox 239 • Thermal cure 	Td: IDT at 244°C E': 3.6 GPa at 25°C T-Tg: 155°C	
Methacrylated Vanillin (MV) and Methacrylated Vanillyl Alcohol (MVA)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 wt % <i>N</i>-tert-butyl peroxybenzoate (TBPB) • Thermal cure 	Td (MV): 10% at 280°C Td (MVA): 10% at 341°C T-Tg (MV): 90.5°C T-Tg (MVA): 131.6°C E' (MV): 4.2 GPa at	
		25°C E' (MVA): 4.7 GPa at 25°C	
Poly(methacrylated vanillin) (PMV)	<ul style="list-style-type: none"> • AIBN • 2-cyano-2-propyl benzodithioate • 1,4-dioxane • Thermal cure 	D-Tg: 120°C	
Poly(methacrylated guaiacol) (PMG) and poly(methacrylated eugenol) (PME)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 wt% MEKP • Thermal cure 	D-Tg (PMG): 92°C D-Tg (PME): 103°C V (MG): 17.1 cP at 25°C V (ME): 27.9 cP at 25°C	
Methacrylated bio oil resin (MBO)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 wt% Trigonox 239 • Thermal cure 	V: 30.3 cP at 25°C Td: IDT at 306°C L-Tg: 115°C E': 3.2 GPa at 25°C	

Leverbaarheid 2.2

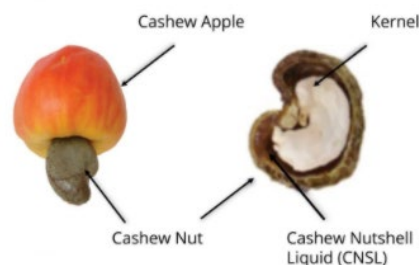
DSM lanceerde in 2010 een biogebaseerd vinylester genaamd Palapreg ECO P55-01 met een biogehalte van 55% en leent zicht tot maken van BMC. Het hars is bedoeld voor automobieltoepassingen en kan gebruikt worden in combinatie met glas, carbon en natuurlijke vezels. DSM stootte echter zijn resinafdeling af en dit valt nu onder AOC. AOC vermeldt momenteel echter op zijn website niet dat het biogebaseerde vinylesters aanbiedt.

Bio-epoxy

Biogebaseerde epoxyharsen worden gemaakt door epoxidatie van hernieuwbare precursoren zoals onverzadigde plantaardige oliën (soja, lijnzaad, canola, karanja), sacchariden, cardanol, terpenen, pijnboomhars en lignine. Ze worden uitgehard door toevoegen van een verharder die ook biogebaseerd kan zijn zoals bv fenylalkamines vervaardigd uit cardanol. Doordat veel plantaardige derivaten zich goed verlenen tot epoxidatie bestaan er heel wat biogebaseerde epoxy's en zijn er ook al heel wat fabrikanten die biogebaseerde epoxy's aanbieden ook voor composiettoepassingen. Hieronder zullen de voornaamste besproken worden.

FORMULITE™ (Cardolite)

Formulite amine uitgeharde epoxyharsen van Cardolite zijn speciaal ontwikkeld voor composietbedrijven die willen werken met een kant en klaar, hoog performant biogebaseerd harssysteem. De hars en de amineverharder zijn gemaakt van grote hoeveelheden hernieuwbare bronnen, waaronder Cashew Nutshell Liquid (CNSL), een fenolisch materiaal dat de voedselketen niet verstoort. Deze vloeistof bevat anacardazuur en cardol. De vloeistof kan gedecarboxyleerd worden tot vorming van cardanol.



9

De Formuliteharsen hebben een lage viscositeit, bevochtigen zeer goed de vezelversterkingen en hebben goede mechanische eigenschappen. Door gebruik te maken van de CNSL bouwsteen bezitten ze ook goede thermische eigenschappen en bieden ze goede bescherming tegen water, zuur en alkalische oplossingen. Composieten met deze harsen kunnen gemaakt worden via hand lay-up, resin transfer molding (RTM), vacuum bagging and infusion. Een overzicht van de verschillende producten en hun eigenschappen wordt weergegeven in tabel 3.

⁹ <https://www.cardolite.com/technology/>

Tabel 3: eigenschappen van Formulite epoxy harsen¹⁰

PART A/PART B	FORMULITE 2500A FORMULITE 2401B	FORMULITE 2501A FORMULITE 2401B	FORMULITE 2502A FORMULITE 2401B	FORMULITE 2501A FORMULITE 2002B	FORMULITE 2501A FORMULITE 2405B
Key advantages	Good Tg, potlife, bio-content and mechanical properties	Higher Tg and better mechanical properties	Very low viscosity, longer pot life	High bio-content, faster reactivity	Fastest reactivity, room temperature cure and mould release
Calculated bio-content	36.6	34	27	45.4	36.9
Mix ratio by weight	100:30:00	100:31:00	100:33:00	100:52:00	100:41:00
Mix ratio by volume	100:36:00	100:37:00	100:40:00	100:59:00	100:45:00
Mix viscosity 25°C (cPs)	700	905	480	1100	1635
Mix viscosity 40°C (cPs)	242	302	175	377	650
Pot life at 25°C (min)	105	95	125	58	28
Pot life at 40°C (min)	57	50	63	27	11
Suggested cure cycles	4-8 hrs at RT + 2-4 hrs at 50-70°C* + 2-3 hrs at 80-100°C	4-8 hrs at RT + 2-4 hrs at 50-70°C* + 2-3 hrs at 80-100°C	4-8 hrs at RT + 2-4 hrs at 50-70°C* + 2-3 hrs at 80-100°C	4-8 hrs at RT + 2-3 hrs at 70-80°C	24hrs at RT (+ 3-4hrs at 60°C for optimal curing)
Tg (°C)	92	100	88	73	79
Tensile strength (MPa)	62	69	66	52	67
Tensile modulus (MPa)	2615	3134	2893	2599	2608
Elongation at Fmax (%) Elongation at break (%)	4.8/6.4	5.2/6.6	3.4/3.4	4.3/11.3	5.08/6.75
Flexural strength (MPa)	92	113	96	73	106
Flexural modulus (MPa)	2262	2788	2484	2104	2942
Recommended processes	Infusion, RTM, VARTM, lamination, wet lay-up	Infusion, RTM, VARTM, lamination, wet lay-up	Infusion, RTM, VARTM, lamination, wet lay-up	Wet lay-up, RTM, VARTM, lamination, infusion of smaller parts	Wet lay-up, RTM, VARTM, lamination

– Pot life determined upon viscosity increase up to 10,000 cPs (100 g sample)

– Curing and post-curing cycles should be optimized according to the temperature of the working space, the size of the composite part and the available curing equipment

* Optional low temperature post curing step for demolding prior to final post-cure

¹⁰ <https://www.cardolite.com/products/formulite/>

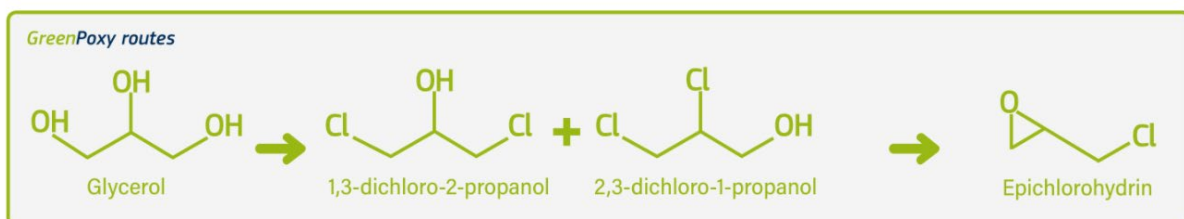
Greenpoxy (Sicomin)

De Greenpoxyproducten van Sicomin variëren in biogehalte van 22 tot 52% en verschillende harsen zijn beschikbaar voor verschillende composietprocessen (zie figuur 7).



Figuur 8: greenpoxy productoverzicht¹¹

Afhankelijk van welke verharder er wordt toegevoegd kunnen snel uithardende of traag uithardende systemen bekomen worden. Om de harsen biogebaseerd te krijgen, gebruikt Sicomin bio-epichloorhydrine door te vertrekken vanuit bioglycerol afkomstig uit oleochemisch afval.



Figuur 9: synthese van biogebaseerd epichlorohydrine¹²

Deze harsen worden gebruikt voor het maken van consumentengoederen, maar kunnen zelfs ook gebruikt worden voor het maken van zeilboten en jachten. Beschikbare systemen zijn:

- **SR GreenPoxy 56 / SD GP 505V2:** heeft een middelmatige viscositeit en kan gebruikt worden om grote en kleine composietmaterialen te maken. Het biogehalte bedraagt 52% en dit harssysteem heeft goede mechanische eigenschappen. De combinatie van dit epoxyhars en verharder SD GP 505 V2 leidt tot het hoogste biogehalte in de Greenpoxygamma.

¹¹ <https://greenpoxy.org/products/#45>

¹² <https://greenpoxy.org/technologies/>

Leverbaarheid 2.2

- **SR GreenPoxy 56 / SZ 8525:** heeft een biogehalte van 45%, goede mechanische eigenschappen en bevochtigt makkelijk vezelversterkingen. Curing gebeurt best op 100°C gedurende 10 min.
- **SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear:** is een helder waterdicht epoxy speciaal ontwikkeld voor het maken van (wind)surfplanken. Dit harssysteem heeft een hoge glans en een biogehalte van 41%
- **SR GreenPoxy 56 / SD 7561:** heeft een biogehalte van 41% en een goede thermische resistentie na volledige uitharding.
- **SR InfuGreen 810 / SD 477x:** is een epoxysysteem voor injectie en infusie. Dit harssysteem heeft een zeer lage viscositeit op kamertemperatuur en een glastransitietemperatuur dat gaan tot 100°C afhankelijk welke verharder en uithardtijd wordt gebruikt. Door gebruik te maken van verharders SD 4770 en 4771 kunnen dikke platen worden gemaakt via infusie. Het biogehalte bedraagt 38%.
- **SR Surf Clear Evo / SD Evo:** is special gemaakt voor het maken van surfplanken. Het biogehalte bedraagt 37% en kan gecombineerd worden met 3 type verharders. Verharder SD EVO Medium wordt gebruikt voor grote surfplanken die uitharden op kamertemperatuur. SD EVO FAST is ontwikkeld voor klassieke planken en SD EVO Super-Fast voor snelle uitharding. Dit hars heeft een goede UV stabiliteit, lage geur en is minder irriterend voor de huid.
- **SR GreenPoxy 33 / SZ 8525:** is ontwikkeld voor buitentoepassingen, heeft goede mechanische eigenschappen en hecht goed aan verschillende materialen. Het biogehalte bedraagt 28% en de uithardtijd is best op 100°C gedurende 10 minuten.
- **SD GreenPoxy 33 / SD 477x:** is aan te raden voor materialen die moeten bestand zijn tegen hogere temperaturen. Het biogehalte bedraagt 35% en dit hars kan gebruikt worden voor infusie en RTM wanneer gecombineerd met verharders SD 4772 / 4771 / 4770 of voor handlay-up wanneer gecombineerd met verharders SD 4777 / 4775 / 4773
- **SR Firegreen 37 / SD 820X:** is een vlamvertragend epoxysysteem met een biogehalte van 25%. Het is een halogeenvrij intumescent systeem met lage rookdensiteit -en toxiciteit, geschikt voor hand lay-up.
- **SR GreenPoxy 28 / SD 3304:** is ontwikkeld voor mallen en materialen die temperatuursresistent moeten zijn. Het biogehalte is 25% en het hars heeft goede mechanische eigenschappen. Dit hars bevochtigt zeer goed glas-, carbon- en aramidevezels

Technische infofiches van Greenpoxy zijn terug te vinden in bijlage.

Supersap (Entropy Resins)

Entropy Resins biedt biogebaseerde epoxy's aan onder de naam Supersap. De biogebaseerde grondstoffen waarmee ze epoxy's maken, halen ze uit industriële bijproducten of afval. Volgende producten zijn beschikbaar en hun technische fiches zijn terug te vinden in de bijlage.

- **CLR (Clear Laminating Epoxy):** De CLR is het vlaggeschip van SuperSap; een high-performance helderde bio-epoxy hars en bio-coating met een biogehalte van 29%. De CLR is zo transparant als water en bevat additieven die verkleuring door UV vertragen. Het CLR hars kan gecombineerd worden met verschillende verharders die de open en uithardingsstijds beïnvloeden (zie TDS fiche in bijlage). Het hars is vooral geschikt voor hand lay-up en kan gecombineerd worden glasvezels, carbonvezels en natuurlijke vezels. Tabel 3 geeft een overzicht van de eigenschappen gecombineerd met verschillende verharders.

Tabel 4: eigenschappen CLR hars.

MECHANICAL DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
Tensile Modulus (ASTM D638)	450,000 psi (3.1 GPa)	444,000 psi (3.0 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	5%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	440,000 psi (3.0GPa)	440,000 psi (3.0GPa)	430,000 psi (2.9 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	14,000 psi (96.5 MPa)	13,500 psi (93.1 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,330 psi (78.1 MPa)	11,330 psi (78.1 MPa)	12,520 psi (86.3 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	148°F/64°C	151°F/66°C	142°F/61°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80	70-80
PROCESSING DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
Mix Ratio (by volume)	2:01	2:01	2:01
Mix Ratio (by weight)	100:43:00	100:43:00	100:43:00
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	2300/180/990	2300/280/1040	2300/140/700
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.08	1.09	1.08
Pot Life (specific density @ 77°F/25°C)	18 Min	21 Min	43 Min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	2 hrs	4 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C — Post Cure Recommended	7 days @ 77°F/25°C — Post Cure Recommended
ENVIRONMENTAL DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
VOC Content (ASTM D2369)	0.16 lbs/gal (19.5 g/L)	0.26 lbs/gal (31.5 g/L)	0.00 lbs/gal (0.23 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	20%	20%	21%

- **BRT (OPTICALLY BRIGHTENED LAMINATING EPOXY):** is de optische witmaker versie van CLR en dient voor ultra witte cosmetische toepassingen zoals bv voor witte surfplanken. Het biogehalte is 30%. Tabel 5 geeft een overzicht van de eigenschappen gecombineerd met verschillende verharders.

Tabel 5: eigenschappen BRT hars.

MECHANICAL DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
Tensile Modulus (ASTM D638)	450,000 psi (3.1 GPa)	444,000 psi (3.0 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	5%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	440,000 psi (3.0GPa)	440,000 psi (3.0GPa)	430,000 psi (3.0 GPa)

Leverbaarheid 2.2

Flexural Strength (ASTM D790)	14,000 psi (96.5 MPa)	13,500 psi (93.1 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,330 psi (78.1 MPa)	11,330 psi (78.1 MPa)	12,520 psi (86.3 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	145°F/63°C	133°F/56°C	135°F/57°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80	70-80
PROCESSING DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
Mix Ratio (by volume)	2:01	2:01	2:01
Mix Ratio (by weight)	100:43:00	100:44:00	100:43:00
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	2040/180/1160	2040/280/1100	2040/140/800
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.1	1.09
Pot Life (specific density @ 77°F/25°C)	18 Min	21 Min	43 Min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	2 hrs	4 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C — Post Cure Recommended	7 days @ 77°F/25°C — Post Cure Recommended
ENVIRONMENTAL DATA	CLX EXTRA FAST	CLF FAST	CLS SLOW
VOC Content (ASTM D2369)	0.16 lbs/gal (19.5 g/L)	0.26 lbs/gal (31.5 g/L)	0.00 lbs/gal (0.00 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	20%	20%	21%

- **ONE (HIGH BIOBASED LAMINATING EPOXY):** bevat 30% bio en is een lamineerhars met lage viscositeit, ontluicht gemakkelijk en goed combineerbaar met glasvezels en natuurlijke vezels. Tabel 6 geeft een overzicht van de eigenschappen gecombineerd met verschillende verharders.

Tabel 6: eigenschappen ONE hars

MECHANICAL DATA	ONF FAST	ONS SLOW
Tensile Modulus (ASTM D638)	385,000 psi (2.7 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	7,720 psi (53.2 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	362,000 psi (GPa)	430,000 psi (3.0 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	11,910 psi (77.9 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,300 psi (77.9 MPa)	12,520 psi (86.3 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	146°F/63°C	182°F/53°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80
PROCESSING DATA	ONF FAST	ONS SLOW
Mix Ratio (by volume)	2:01	2:01
Mix Ratio (by weight)	100:43:00	100:43:00
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	1870/120/1020	1870/140/1060
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)

Leverbaarheid 2.2

Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.08
Pot Life (specific density @ 77°F/25°C)	18 Min	43 Min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	3 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C — Post Cure Recommended
ENVIRONMENTAL DATA	ONF FAST	ONS SLOW
VOC Content (ASTM D2369)	0.17 lbs/gal (21 g/L)	0.06 lbs/gal (7.70 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	28%	21%

- CPM (COMPRESSION MOLDING EPOXY):** is een veelzijdig systeem dat speciaal is ontworpen voor persen van composietonderdelen. Het CPM-systeem levert een hoog bio-gehalte (30%), uitstekende bevochtigende en thixotrope eigenschappen om uitzakken bij uithardingstoepassingen bij hoge temperaturen te beperken. Een hoge modulus, gecombineerd met uitstekende rekeigenschappen, maakt duurzame en toch lichtgewicht composietonderdelen mogelijk. Tabel 7 geeft een overzicht van de eigenschappen gecombineerd met verschillende verharders.

Tabel 7: eigenschappen CPM hars

MECHANICAL DATA	CPF FAST	CPS SLOW
Tensile Modulus (ASTM D638)	435,000 psi (3.0 GPa)	436,000 psi (3.0 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	8,860 psi (61.1 MPa)	8,990 psi (62.0 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	405,790 psi (2.8GPa)	412,510 psi (2.8 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	13,560 psi (93.5 MPa)	13,450 psi (92.7 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	12,630 psi (87.1 MPa)	11,410 psi (78.7 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	159°F/71°C	159°F/71°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80
PROCESSING DATA	CPF FAST	CPS SLOW
Mix Ratio (by volume)	2:01	2:01
Mix Ratio (by weight)	100:42:00	100:42:00
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	1600/1700/2300	1600/530/1600
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.13 (resin), 0.99 (hardener)	1.13 (resin), 0.96 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.08
Pot Life (specific density @ 77°F/25°C)	20 Min	50 Min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	N/A	N/A
Recommended Full Cure	20 min @ 180°F/82°C	40 min @ 180°F/82°C
ENVIRONMENTAL DATA	CPF FAST	CPS SLOW
VOC Content (ASTM D2369)	0.03 lbs/gal (3.31 g/L)	0.02 lbs/gal (2.18 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	30%	33%

Leverbaarheid 2.2

AMPRO™ BIO (Gurit)

AMPRO BIO is een eenvoudig epoxysysteem dat kan gebruikt worden voor verlijming, lamineren en vullen. Het biogehalte situeert zich tussen 40% en 60% en kan gecombineerd worden met verschillende verharders die impact hebben op de viscositeit en de verwerkingstijd tijd (zie figuren 10, 11 en 12).

AMPRO™ BIO RESIN & FAST HARDENER

MIXING AND HANDLING

PROPERTY	UNITS	AMPRO™ BIO RESIN	FAST HARDENER	MIXED SYSTEM
Colour	-	Brown Tint	Amber	Brown Tint
Mix ratio by weight	Parts by weight	100	30	-
Mix ratio by volume	Parts by volume	3	1	-
Density at 21 °C (ISO 1183-1B)	g/cm ³	1.10	0.99	1.07

COMPONENT & MIXED SYSTEM PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	15 °C	25 °C	TEST METHOD
AMPRO™ BIO Resin Viscosity	cP	3028	979	-
AMPRO™ Fast Hardener Viscosity	cP	1918	707	-
Initial Mixed System Viscosity	cP	-	1263	-

WORKING TIME PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	20 °C	TEST METHOD
Thin-Film Gel-time	hrs:min	01:19	-
Pot-life (150 g, mixed in water)	hrs:min	00:23	Tecan Gel Time
Tack-off Time	hrs:min	02:40	Internal Gurit Method
Earliest Sanding Time**	hrs:min	16:00	Internal Gurit Method

*working time properties are highly subjective to ambient conditions and should be used as an approximate guideline for all AMPRO™ systems
**It is not recommended to apply at low temperatures, but a cure temperatures as low as +5°C is possible

AMBIENT CURE THERMAL PERFORMANCE PROGRESSION at 21°C

PROPERTY PROGRESSION AT 21°C	SYMBOL	UNITS	7 DAYS	14 DAYS	21 DAYS	28 DAYS	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	44	46	46	47	ISO 6721 (DMA)

CURED RESIN PROPERTIES

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	28 DAYS AT 21°C	16 HRS AT 50°C***	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	-	55	ISO 11357 (DSC)
Ultimate Glass Transition Temp.	UT _g	°C	-	62	ISO 11357 (DSC)
Glass Transition Temperature	T _g	°C	47	55	ISO 6721 (DMA)
Ultimate Glass Transition Temp.	UT _g	°C	53	-	ISO 6721 (DMA)
Tensile Strength	σ _t	MPa	40.7	42.0	ISO 527-2
Tensile Modulus	E _t	GPa	1.9	2.0	ISO 527-2
Tensile Elongation	ε _t	%	30.7	30.5	ISO 527-2
Flexural Strength	σ _f	MPa	70.3	70.5	ISO 178
Flexural Modulus	E _f	GPa	2.1	2.0	ISO 178
Flexural Elongation	ε _f	%	>12.0	>12.0	ISO 178
28 Day Water Uptake (soakpan size 60x60x15mm)	-	mg (%)	-	48 (0.6)	ISO 62
ILSS (8 x RE301H8, 50% resin content)	X ₃₃₃	MPa	-	34	ISO 14130

***Initial cure of 24 hours at 21°C

ADHESIVE PERFORMANCE (AFTER 16 HRS AT 50°C CURE)

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	PLYWOOD	TEAK	STEEL	TEST STANDARD
Lap Shear Strength	τ	MPa	2.3 (failed in wood)	6.0 (failed in wood)	17.7	RR 5150 Part C5
Lap Shear Strength Wet Retention (saturated for 28 days at 23°C in water)	τ _{wet}	MPa	-	-	15.4	BS 5350 Part C5

Figuur 10: eigenschappen AMPRO BIO met een snelle verharder¹³

¹³ <https://www.gurit.com/-/media/gurit/datasheets/ampro-bio.pdf>

AMPRO™ BIO RESIN & SLOW HARDENER

MIXING AND HANDLING

PROPERTY	UNITS	AMPRO™ BIO RESIN	SLOW HARDENER	MIXED SYSTEM
Colour	-	Brown Tint	Amber	Brown Tint
Mix ratio by weight	Parts by weight	100	30	-
Mix ratio by volume	Parts by volume	3	1	-
Density at 21 °C (ISO 1183-1B)	g/cm ³	1.10	1.00	1.09

COMPONENT & MIXED SYSTEM PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	15 °C	25 °C	TEST METHOD
AMPRO™ BIO Resin Viscosity	cP	3028	979	-
AMPRO™ Slow Hardener Viscosity	cP	570	250	-
Initial Mixed System Viscosity	cP	-	1100	-

WORKING TIME PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	20 °C	TEST METHOD
Thin-Film Gel-time	hrs:min	01:54	-
Pot-life (150 g, mixed in water)	hrs:min	00:43	Tecam Gel Time
Tack-off Time	hrs:min	04:30	Internal Gurit Method
Earliest Sanding Time**	hrs:min	20:00	Internal Gurit Method

*working time properties are highly subjective to ambient conditions and should be used as an approximate guideline for all AMPRO™ systems
 **it is not recommended to apply at low temperatures, but a cure temperatures as low as +5°C is possible in the time stated

AMBIENT CURE THERMAL PERFORMANCE PROGRESSION at 21°C

PROPERTY PROGRESSION AT 21°C	SYMBOL	UNITS	7 DAYS	14 DAYS	21 DAYS	28 DAYS	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	40	43	44	45	ISO 6721 (DMA)

CURED RESIN PROPERTIES

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	28 DAYS AT 21°C	16 HRS AT 50°C***	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	45	49	ISO 6721 (DMA)
Ultimate Glass Transition Temp.	UT _g	°C	53	-	ISO 6721 (DMA)
Tensile Strength	σ _T	MPa	36.3	42.4	ISO 527-2
Tensile Modulus	E _T	GPa	1.9	2.0	ISO 527-2
Tensile Elongation	ε _T	%	49.6	31.2	ISO 527-2
Flexural Strength	σ _F	MPa	61.8	67.0	ISO 178
Flexural Modulus	E _F	GPa	1.8	1.9	ISO 178
Flexural Elongation	ε _F	%	>12.0	>12.0	ISO 178
28 Day Water Uptake (coupon size 60x60x1mm)	-	mg (%)	-	28.4 (0.6)	ISO 62
ILSS (8 x RE301H8, 50% resin content)	X _{ILSS}	MPa	-	32.3	ISO 14130

***initial cure of 24 hours at 21°C

ADHESIVE PERFORMANCE (AFTER 16 HRS AT 50°C CURE)

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	PLYWOOD	TEAK	STEEL	TEST STANDARD
Lapshar Strength	τ	MPa	2.1 (Failed in wood)	-	14.9	BS 5350 Part C5
Lapshar Strength Wet Retention (saturated for 28 days at 23°C in water)	τ _{wet}	MPa	-	-	16.2	BS 5350 Part C5

Figuur 11: eigenschappen AMPRO BIO met een trage verharder¹⁴

¹⁴ <https://www.gurit.com/-/media/gurit/datasheets/ampro-bio.pdf>

AMPRO™ BIO RESIN & EXTRA-SLOW HARDENER

MIXING AND HANDLING

PROPERTY	UNITS	AMPRO™ BIO RESIN	EXTRA-SLOW HARDENER	MIXED SYSTEM
Colour	-	Brown Tint	Amber	Brown Tint
Mix ratio by weight	Parts by weight	100	30	-
Mix ratio by volume	Parts by volume	3	1	-
Density at 21 °C (ISO 1183-1B)	g/cm ³	1.10	1.00	1.08

COMPONENT & MIXED SYSTEM PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	15 °C	25 °C	TEST METHOD
AMPRO™ BIO Resin Viscosity	cP	3028	979	-
AMPRO™ Extra-Slow Hardener Viscosity	cP	385	198	-
Initial Mixed System Viscosity	cP	-	1044	-

WORKING TIME PROPERTIES*

PROPERTY	UNITS	20 °C	TEST METHOD
Thin-Film Gel-time	hrs:min	02:14	-
Pot-life (150 g, mixed in water)	hrs:min	01:04	Tecan Gel Time
Tack-off Time	hrs:min	06:00	Internal Gurit Method
Earliest Sanding Time**	hrs:min	20:00	Internal Gurit Method

*working time properties are highly subjective to ambient conditions and should be used as an approximate guideline for all AMPRO™ systems
**it is not recommended to apply at low temperatures, but a cure temperatures as low as +5°C is possible

AMBIENT CURE THERMAL PERFORMANCE PROGRESSION at 21 °C

PROPERTY PROGRESSION AT 21 °C	SYMBOL	UNITS	7 DAYS	14 DAYS	21 DAYS	28 DAYS	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	42	44	46	47	ISO 6721 (DMA)

CURED RESIN PROPERTIES

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	28 DAYS AT 21°C	16 HRS AT 50°C***	TEST STANDARD
Glass Transition Temperature	T _g	°C	47	49	ISO 6721 (DMA)
Ultimate Glass Transition Temp.	UT _g	°C	49	TBC	ISO 6721 (DMA)
Tensile Strength	σ _T	MPa	36.0	32.0	ISO 527-2
Tensile Modulus	E _T	GPa	1.8	1.6	ISO 527-2
Tensile Elongation	ε _T	%	47.9	49.2	ISO 527-2
Flexural Strength	σ _F	MPa	60.1	62.1	ISO 178
Flexural Modulus	E _F	GPa	1.8	1.8	ISO 178
Flexural Elongation	ε _F	%	>12.0	>12.0	ISO 178
28 Day Water Uptake (coupon size 60x60x1mm)	-	mg (%)	-	45.3 (0.7)	ISO 62
ILSS (B x RE301HS, 50% resin content)	X _{ILSS}	MPa	-	29.5	ISO 14130

***initial cure of 24 hours at 21°C

ADHESIVE PERFORMANCE (AFTER 16 HRS AT 50°C CURE)

PROPERTIES	SYMBOL	UNITS	PLYWOOD	TEAK	STEEL	TEST STANDARD
Lapshear Strength	τ	MPa	2.2 (failed in wood)	9.5 (failed in wood)	15.6	BS 5350 Part C5
Lapshear Strength Wet Retention (saturated for 28 days at 23°C in water)	τ _{wet}	MPa	-	-	TBC	BS 5350 Part C5

Figuur 12: eigenschappen AMPRO BIO met een extra-trage verharder¹⁵

¹⁵ <https://www.gurit.com/-/media/gurit/datasheets/ampro-bio.pdf>

Resoltech ECO (Resoltech)

Resoltech biedt bio-epoxies aan voor composiettoepassingen onder het Resoltech ECO label en de datafiches zijn terug te vinden in de bijlage. Hieronder worden 2 harssystemen besproken.

- **RESOLTECH 1070 ECO + Hardener 1074 ECO (31% biogehalte):** een hoogwaardig kristalhelder epoxy lamineersysteem dat is ontwikkeld om heldere laminaten en hoogglans heldere coatings te produceren met goede UV-stabiliteit en hoge mechanische eigenschappen. De viscositeit (700 mPa.s) is aangepast voor gebruik met een rakel, kwast of roller en maakt een perfect luchtbelvrij oppervlak mogelijk dankzij de oppervlaktespanningseigenschappen. Het harssysteem heeft een gelingstijd van 28 minuten, wordt uitgehard op kamertemperatuur en heeft een Tg van 88°C.
- **RESOLTECH 1800 ECO + Hardeners 1804 ECO, 1805 ECO or 1807 ECO:** een geavanceerd biogebaseerde infusie- en injectiesysteem met epoxyhars (van 33% tot 36% biogebaseerd op de mix). Het is geschikt voor het vervaardigen van structurele composietonderdelen met alle soorten versterkingen: vlas, hennep, glas, koolstof, aramide...

De lage viscositeit (258-348 mPa.s) en de uitstekende bevochtigingseigenschappen maken van de 1800 ECO geschikt voor infusie en injectie.

Definitieve thermomechanische eigenschappen worden verkregen na een geschikte uithardingscyclus. Dankzij de hoge Tg (102°C met 1805 ECO verharder) is het geschikt voor zowel gereedschaps- als onderdelenproductie. Gereedschap kan worden gebruikt met een gebruikstemperatuur tot 80°C. Met zijn lage kleuring is 1800 ECO/1804 ECO geschikt om decoratieve onderdelen te vervaardigen. Het is oplosmiddelvrij, bevat geen CMR-componenten en voldoet aan de laatste EU-regelgeving (CE) nr. 453/2010.

Oribond (Orineo)

Orineo brengt epoxy's uit onder de naam Oribond. Oribond is een 2-componenten thermohardend bindmiddel geschikt voor agglomeratie van partikels, impregnatie van vezels en coaten van oppervlakten. Als dusdanig kan OriBond gebruikt worden voor (niet-limiterend) de productie van houtpanelen, composieten, HPLs, coaten van metaalverpakking, papier of textiel. OriBond is uniek omdat het een 100% hernieuwbare oorsprong combineert met de afwezigheid van toxische ingrediënten en excellente eigenschappen vertoont (watervastheid, chemische resistentie, UV stabiliteit, mechanische eigenschappen, enz.).

Biopolyurethanen

Biogebaseerde polyurethanen worden bekomen door polyolen uit hernieuwbare bronnen te gebruiken. Meestal is het niet-isocyaatgedeelte niet biogebaseerd, maar Covestro heeft een biogebaseerde isocynaatvernetter op de markt gebracht wat het biohalte van biogebaseerde polyurethanen verder kan verhogen. Biogebaseerde polyolen zijn al geruime tijd op de markt en hun biogehalte schommelt van 30% tot zelfs 100%. De polyolen kunnen onderverdeeld worden in 3 groepen: polyether polyolen, polyester polyolen en oleochemische polyolen uit plantaardige oliën.

- **Biogebaseerde polyetherpolyolen:** afkomstig uit sucrose en sorbitol, ook soms door condensatiereactie van 1,3 propaandiol tot glycerol.
- **Biogebaseerde polyesterpolyolen:** worden bekomen door polycondensatiereacties van biogebaseerde dicarbonsuren met biogebaseerd 1,3 propaandiol. Polyesterpolyurethanen

Leverbaarheid 2.2

hebben betere mechanische eigenschappen maar zijn gevoelig aan hydrolyse. Dit kan wel verbeterd worden door polyolen te gebruiken met een hydrofobe keten.

- **Plantaardige oliopolyolen:** deze kunnen bekomen worden op verschillende manieren zoals **epoxidatie** van dubbele bindingen waarvan de resulterende oxiraanring kan geopend worden met alcoholen of door isolatie van vetzuren uit triglyceriden.

Toepassingen van biogebaseerde polyurethanen richten zich vooral op coatings en schuimen, maar Sandtech promoot ook Bio PU's voor het lamineren van natuurlijk en synthetische vezels.

Bioresin (Sandtech)

Sandtech biedt BioPU harsen aan onder de naam Bioresin. Volgende producten kunnen gecombineerd worden met glasvezels of natuurlijke vezels. De TDS fiches zijn terug te vinden in de bijlage.

- **BIORESIN 2MD 610:** wordt gemaakt uit suikers, raapzaad en oleopolyolen. Het wordt uitgehard op kamertemperatuur met verharders M 330 of M 33, heeft een goede compressiesterkte en is bestand tegen chemicaliën.
- **BIORESIN 2MD 611:** gelijkaardige eigenschappen als die van 610
- **BIORESIN 2MD 614:** wordt gemaakt uit sorbitol, raapzaad, zonnebloemolie en oleopolyolen. Het wordt uitgehard op kamertemperatuur of op 180°C met verharders M 330 of M 33
- **BIORESIN 2MD 614:** wordt gemaakt uit sorbitol en oleopolyolen. Het wordt uitgehard op kamertemperatuur of op 180°C met verharders M 330 of M 33 en heeft een goede chemische resistentie.

Biofenol/furaanharsen

De belangrijkste natuurlijke hulpbronnen van fenolen zijn lignine, tannine, cardanol, palmolie en kokosnootteer. Op basis van deze natuurlijke vervangers worden veel fenolharsen ontwikkeld. Biogebaseerde alternatieven voor formaldehyde worden ook onderzocht en enkele voorbeelden hiervan zijn hydroxymethylfurfural, furfural, furfuryl alcohol, glyoxal en vanilline. Voor composiettoepassingen worden echter vooral furaanharsen naar voren geschoven als biogebaseerd alternatief voor fenolharsen. Furaanharsen worden traditioneel gebruikt voor mallen in ijzergieterijen en harden ook uit via een condensatiereactie waarbij water vrijkomt. De grondstof voor furaanharsen is furfuryl alcohol die gemaakt kan worden uit reststromen van de rietsuikerindustrie. Polyfurfuryl alcohol-harsen hebben uitstekende thermische eigenschappen en zijn inherent vlamvertragend. Aanbieders van furaanharsen zijn bv TransFurans Chemicals, Bitrez en Dynachem.

Biorez & Furolite (TransFurans Chemicals)

TransFurans Chemicals (TFC) is de grootste Europese producent van furfuryl alcohol en polyfurfuryl alcohol (PFA) harssystemen. TFC vindt zijn oorsprong in de omzetting van hemicellulose in furfural. Furfural, een CO₂-neutrale chemische stof, wordt omgezet in furfuryl alcohol. Deze hernieuwbare alcohol wordt vervolgens gepolymeriseerd tot polyfurfuryl alcohol (PFA of Poly-FA). Poly-FA is de basis van de thermohardende harssystemen: BioRezTM - FuroliteTM. Poly-FA is een vloeibare thermoharder die verkrijgbaar is in een breed gamma van viscositeiten en de polymerisatie wordt gemedieerd door zure katalysatoren of door temperatuur. Uitharding levert een hard, stijf en sterk verknoopt polymeer op met unieke eigenschappen bij hoge temperaturen.

Leverbaarheid 2.2

Furolite™- en BioRez™-systemen zijn VOC-vrije thermohardende harssystemen die zijn gebaseerd op een Poly-FA-ruggengraat. Bij uitharding door middel van een zure katalysator of warmte leveren deze harsen een harde macromoleculaire structuur op met een hoge affiniteit voor minerale of natuurlijke vezels. Furolite en BioRez worden toegepast in composieten voor de bouwnijverheid, openbaar vervoer, brandwerend materiaal, automobiel, spoor, ruimtevaart,...

Eén van de unieke eigenschappen van Furolite PFA-harsen is hun uitstekende weerstand tegen hoge temperaturen. Ze blijken zeer moeilijk te ontsteken en bieden een inherente brandwerende matrix voor glasvezelversterkte composieten. Voor de fabricage van composieten zijn er formuleringen beschikbaar voor verschillende verwerkingstechnieken: snel uitharden in persprocessen, prepreg-technologie, infusie,...

FA-harsen (BioRez) hebben een uitstekende hechting op lignocellosematerialen en worden gebruikt in typische thermohardende toepassingen in auto's en meubels.

Furacure (Bitrez)

Furacure heeft een matig-hoge viscositeit. Uitharding wordt typisch versneld door het gebruik van sterk zure katalysatoren en zorgt voor hoge thermische stabiliteit en goede FST¹⁶ eigenschappen. Twee kwaliteiten worden aangeboden:

- **Furacure R 416:** Gekenmerkt door matig-hoge viscositeit. Deze kwaliteit wordt over het algemeen gekatalyseerd uitgehard door sterk zure katalysatoren en leidt tot goede thermische eigenschappen en FST-waarden. Deze kwaliteit wordt aangeboden voor hotmeltverwerking.
- **Furacure R 433 J70:** Gekenmerkt door een lage viscositeit en gemiddelde droge stofgehalte. Deze kwaliteit wordt over het algemeen gekatalyseerd uitgehard door sterk zure katalysatoren en leidt tot goede thermische eigenschappen en FST-waarden. Deze kwaliteit wordt aangeboden voor solventprocessen.

FURALLOY (Dynachem)

Dynachem's furfurylalcoholharsen worden aangeboden onder de handelsnaam "FURALLOY®" en gebruikt in een brede waaier van toepassingen zoals; impregnatie, glasvezelcomposieten, zandconsolidatie, gieterijbindmiddelen en polymeerbetonsystemen. In tabel 8 worden enkele producten uit het portfolio vermeld.

Tabel 8: furaanharsen van Dynachem¹⁷

Product	Typical Properties	Applications
FURALLOY® 3136 Modified Furan Resin	Viscosity: 25 cps @ 25°C; Furfuryl Alcohol: 70%	Chemical resistant mortars, cements and grouts.
FURALLOY® 1330 Modified Furfuryl Alcohol Homopolymer	Viscosity: 275 cps @ 25°C; Furfuryl Alcohol: 35%	Chemical resistant mortars, cements and grouts, down well sand consolidation.

¹⁶ FST: Fire, Smoke and Toxicity

¹⁷ <https://dynacheminc.com/products/furan-resins>

Leverbaarheid 2.2

FURALLOY® 170 Modified Furfuryl Alcohol Homopolymer	Viscosity: 50 cps @ 25°C; Furfuryl Alcohol: 40%; Furfural: 5%	Chemical resistant mortars, cements and grouts, down well sand consolidation.
FURALLOY® 175 Modified Furfuryl Alcohol Homopolymer	Viscosity: 175 cps @ 25°C; Furfuryl Alcohol: 35%; Furfural: 5%	Chemical resistant mortars, cements and grouts, down well sand consolidation.
FURALLOY® Blend-1 Modified Furfuryl Alcohol Homopolymer	Viscosity: 25 cps @ 25°C; Furfuryl Alcohol: 60%	Chemical resistant mortars, cements and grouts, down well sand consolidation.

Andere biogebaseerde thermoharders

Biopolyimide

Tal van onderzoeken zijn gewijd aan de ontwikkeling van natuurlijk afgeleide bouwstenen op basis van niet-toxische, bio-hernieuwbare grondstoffen zoals cardanol, isomannide, myo-inositol, anethol en vanilline. Deze zijn geëvolueerd tot levensvatbare en toegankelijke alternatieven voor de traditionele bouwstenen en kunnen onderworpen worden aan de klassieke experimentele omstandigheden van polyimide-synthese of zelfs aan groenere. In de meeste gevallen zijn de structurele motieven van natuurlijke producten op maat gemaakt om aminefunctionaliteiten te bereiken, terwijl biogebaseerde dianhydriden nog in de kinderschoenen staan. Het bedrijf Zymergen heeft een biopolyimide film ontwikkeld voor onder de naam Hyaline met volgende eigenschappen:

Tabel 9: eigenschappen biogebaseerde polyimide¹⁸

Property		Hyaline Z2	Colorless Polyimide	COP	PET
Optical	TT (%)	≥92	90	91.5	90
	Haze (%)	<0.1	0.3	0.1	0.4
	YI	<1	1.5	<1	<1
	Rth (nm)	35	300	10	2500
Mechanical	Modulus (GPa)	3.1	6.5	2.5	2.0
	Tensile Strength (MPa)	113	180	70	65
	Fold Endurance (Cycles - R=1mm)	>200k	>200k	<50k	<50k
Thermal	Tg (°C)	185	330	140	75
	CTE (ppm/°C)	63	11	70	60
	Flammability (UL94)	VTM-0	V-0	HB	–
Electrical	Dielectric Constant (f = 1 GHz)	2.8-2.9	2.8-2.9	2.5-3	3.4-3.7
	Dielectric Loss Tangent (f = 1 GHz)	0.009	0.002	0.005	0.02
	Breakdown Voltage (MV/m)	172	190	250	180

¹⁸ https://www.zymergen.com/wp-content/uploads/2021/04/Zymergen_Hyaline_pamphlet_031721_Digital_No-QR.pdf

Leverbaarheid 2.2

Ze promoten het voor elektronische toepassingen, maar de eigenschappen kunnen ook voor composiettoepassingen interessant zijn.

Biogebaseerde cyanaatesters

Monomeren voor de synthese van biogebaseerde cyanaatesters kunnen worden verkregen uit bijvoorbeeld vanilline, anethol, carvacrol en eugenol. Die precursoren dienen voor het synthetiseren van bisfenolen die dan met isocyanaatgroepen kunnen worden getermineerd. Glastransitietemperaturen van meer dan 200°C kunnen met deze harsen worden gehaald.

Biogebaseerde bismaleïmideharsen

Biogebaseerde bismaleïmideharsen kunnen worden verkregen uit eugenol. Uitharding gebeurt bij een temperatuur van 230°C en glastransitietemperaturen van meer dan 250°C kunnen worden bekomen.

Biogebaseerde polybenzoxazines

Net zoals voor vele andere thermohardende harsen kunnen fenolische componenten zoals cardanol, vanilline en eugenol ook gebruikt worden voor de synthese van biogebaseerde benzoxazines. Dus aan de fenolzijde zijn er heel wat mogelijkheden en ook voor aniline zijn er biogebaseerde alternatieven beschikbaar en aniline zelf is ook beschikbaar in biogebaseerde vorm. Onderzoek richt zich nu verder op biogebaseerde alternatieven voor formaldehyde zodat de 3 basiscomponenten voor de benzoxazinesyntese biogebaseerd zijn. Biogebaseerde composieten kenmerken zich door goede thermische (i.e. hoge Tg en temperatuursresistentie) en goede brandvertragende eigenschappen.

Conclusie

In dit rapport werd een overzicht gegeven van verschillende biogebaseerde thermohardende polymeren die gebruikt kunnen worden in composiettoepassingen. Hieruit blijkt dat er al een heel wat biogebaseerde harsen ontwikkeld zijn en dat er voor de meest gebruikte harsen voor composiettoepassingen, namelijk polyester- en epoxyharsen, ook het grootste aantal biogebaseerde alternatieven commercieel beschikbaar is. Sommige commercieel beschikbare bioharsen zijn UV- en vochtbestendig zodat ze ook gebruikt kunnen worden in composieten voor buitentoepassingen. Voor toepassingen waar brandvertragende eigenschappen belangrijk zijn, zijn ook reeds biogebaseerde harsen op de markt (FR bio-epoxy's en furaanharsen). Daarnaast werd ook kort beschreven welke mogelijkheden er zijn om de meer hoog-performante harsen (cyanaatesters, polyimiden, bismaleiden en polybenzoxazines) biogebaseerd te maken, maar hier moeten we nog wachten op hun commerciële doorbraak.

Bronnen

<http://compositeslab.com/composite-materials/resins/>

<https://polymerdatabase.com/class%20index.html>

<https://www.compositesworld.com/columns/composites-past-present-future-phenolics-revisited>

<https://www.compositesone.com/product/polyester-vinyl-ester-resins/vinyl-ester/>

<https://www.gurit.com › media › Gurit › Datasheets>

<https://www.ptonline.com/articles/polyurethane-composites-new-alternative-to-polyester-and-vinyl-ester>

<https://edepot.wur.nl/464407>

<https://www.ineos.com/businesses/ineos-enterprises/businesses/ineos-composites/products/unsaturated-polyester-resins/envirez/>

<https://www.plastech.biz/en/news/Example-of-using-Ashland-s-Envirez-bio-based-resin-1804>

<https://www.reyquimtec.com.mx/wp-content/uploads/2016/07/Envirez-Linecard.pdf>

<https://monchy.com/en/about-us/news/20200723-bio-based-unsaturated-polyester/>

<https://www.reichhold.com/en/composites-products.aspx?cat=Brands&pid=171>

<https://pdf.directindustry.com/pdf/aoc/ecotek-sustainable-resins/54501-570760.html>

<https://aocresins.com/en-amr/products/product-brands/ecotek/>

<https://www.scribd.com/document/243110761/T341-68G>

<https://struktol.de/en/products/reactive-polymers-matrix-resins-and-flame-retardants/biobased-reactive-resins/>

<https://www.ivw.uni-kl.de/de/aktuelles/news/detail/biobasierte-alternative-zu-petrochemischen-ungesaettigten-polyesterharzen>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S0014305717311187>

<https://www.plasticstoday.com/dsm-launches-bio-based-polyamide-vinyl-ester>

https://businessdocbox.com/Green_Solutions/68694448-Application-innovation-award-biowerkstoffs-palapreg-eco-p55-01.html

<https://polymerdatabase.com/Polymer%20Brands/Bioepoxy's.html>

<https://www.cardolite.com/products/formulite/>

<https://greenpoxy.org/products/#45>

<https://entropyresins.com/sustainability/super-sap/>

Leverbaarheid 2.2

<https://entropyresins.com/shop/>

<https://www.scabro.com/epoxy's/bio-epoxie/>

<https://www.gurit.com/AMPRO>

<https://orineo.com/>

<https://books.google.be/books?id=4hNODAAAQBAJ&pg=PT37&lpg=PT37&dq=dsm+biobased+vinyl+ester&source=bl&ots=nc4U8RAXgS&sig=ACfU3U3ZQB8v0vdwQF0G4mlyzIMoYrVXGg&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwidm9Si5dj0AhVCC-wKHWwSDiwQ6AF6BAGOEAM#v=onepage&q=dsm%20biobased%20vinyl%20ester&f=false>

<https://solutions.covestro.com/-/media/covestro/solution-center/brands/downloads/imported/1580484922.pdf>

<https://www.mdpi.com/2073-4360/12/10/2237/htm>

<https://www.transfurans.be/>

<https://www.bitrez.com/>

<https://dynacheminc.com/products/furan-resins>

<https://www.intechopen.com/chapters/73106>

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01365067/document>

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1381514821002297?token=62E2F1C81B49B469E62751B05F6A8C2EBF1A62AA0ABEE49F457002CB2BE4519614443C490C455C5980424F579F846950&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211206145945>

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1381514813001132?token=C367E59B3AC35A4CF8A215336C3AEC116272B8E94537E02AB026957202231C3B82B89541132A173AD9BD6DEFC2C88203&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211206150257>

<https://www.nature.com/articles/pj201187>

<https://www.intechopen.com/chapters/60477>

<https://www.covestro.com/en/sustainability/flagship-solutions/bio-based-aniline>

Bijlage: Datafiches

REICHHOLD	[PRODUCT BULLETIN]
Februarij 2010	
ENVIROLITE® 31325-00 “Soy Oil Based” Molding Resin	

DESCRIPTION

ENVIROLITE® 31325-00 is an unpromoted, medium reactive, low viscosity unsaturated polyester molding resin derived in part from natural resources. The ENVIROLITE® 31325-00 was developed to incorporate new raw materials based on renewable resources. Specifically, this product is based on Soya Oil resin and has a “green” content of 25%. The product is intended as a general purpose molding resin for SMC, BMC, and Pultrusion applications. The soy resin yields laminates with mechanical properties/performance that are similar to standard SMC, BMC, and pultrusion resins.

APPLICATION

- ENVIROLITE® 31325-00 is intended for general purpose SMC, BMC, Pultrusion and wet-molding processes. It can be used by itself or in combination with other unsaturated polyester resin.

FEATURES	BENEFITS
-----------------	-----------------

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Derived from Natural Oils • Low Viscosity • Flexible | <ul style="list-style-type: none"> • Provides Renewable Content for “Green” Applications • Formulation flexibility for high glass and filler content • Good balance of mechanical properties and toughness |
|--|---|

TYPICAL USE GUIDELINES

This product is primarily designed for SMC and pultrusion processes and uses standard cure and catalyst systems typically associated with these processes. Formulations for SMC, BMC, and pultrusion need to be developed based on FRP laminate design requirements including the profile type, cross-sectional thickness and preferred fiber content. The ENVIROLITE® 31325-00 is a unique material and requires significant input from Reichhold Technical in order to develop tailored customer solutions.

REICHHOLD
[PRODUCT BULLETIN]
PROPERTIES
Typical Liquid Properties at 25°C (77°F) PolyLite 31325-00

Property	Unit	Value	Test Method
Viscosity @ 25°C RV #2 @ 20 rpm	cPs	650 – 1250	18-021
Non-Volatiles	%	65.0 – 71.0	18-001
Acid Value	mg/g	20.0 – 30.0	18-010
Appearance	--	Clear Light Amber	18-043
Specific Gravity	--	1.020 – 1.250	18-030
Flash Point (Seta Closed Cup)	°C	32	ASTM D 3278-95
SPI Gel Time (1.0% BPO)	Minutes	4.0 – 10.0	18-051
SPI Cure Time	Minutes	1.5 - 5.0	18-051
SPI Peak Exotherm	°C	170 - 230	18-051
Shelf life, minimum	months	3	

Typical Clear Cast Mechanical Properties

Property	Units	Value	Test Method
Flexural Strength	MPa	90	D-780
Flexural Modulus	GPa	4.6	D-780
Tensile Strength	MPa	47	D-638
Tensile Elongation	%	3.1	D-638
Heat Deflection Temperature	°C	79	D-648

STORAGE

To ensure maximum stability and maintain optimum resin properties, resins should be stored in closed containers at temperatures below 24°C/75°F and away from heat ignition sources and sunlight. Resin should be warmed to at least 18°C/65°F prior to use in order to assure proper curing and handling. All storage areas and containers should conform to local fire and building codes. Copper or copper containing alloys should be avoided as containers. Store separate from oxidizing materials, peroxides and metal salts. Keep containers closed when not in use. Inventory levels should be kept to a reasonable minimum with first-in, first-out stock rotation.

Additional information on handling and storing unsaturated polyesters is available in the **REICHHOLD** application bulletin "Bulk Storage and Handling of Unsaturated Polyester Resins." For information on other **REICHHOLD** resins, contact your sales representative or authorized **REICHHOLD** distributor.

SHELF LIFE

Shelf life is three months from date of shipment. Minimum shelf life performance refers to product in the original, unopened container.

STANDARD PACKING

This product is available in non-returnable 55-gallon metal drums (496 lbs. net) or 42,000 – 44,000-lb. tank truck.

REICHHOLD

[PRODUCT BULLETIN]

SAFETY

READ AND UNDERSTAND THE MATERIAL SAFETY DATA SHEET BEFORE WORKING WITH THIS PRODUCT

Obtain a copy of the material safety data sheet on this product prior to use. Material safety data sheets are available from your **REICHHOLD** sales representative. Such information should be requested from suppliers of all products and understood prior to working with their materials.

DIRECTLY MIXING ANY ORGANIC PEROXIDE WITH A METAL SOAP, AMINE, OR OTHER POLYMERIZATION ACCELERATOR OR PROMOTER WILL RESULT IN VIOLENT DECOMPOSITION. WHEN ADDING ORGANIC PEROXIDES TO A RESIN SOLUTION, PROMPTLY AND THOROUGHLY MIX THE RESULTING PRODUCT. NEVER ADD ORGANIC PEROXIDES TO A HOT DILUENT OR PROCESS. PREVENT CONTAMINATION WITH FOREIGN MATERIALS, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, ACCELERATORS (SUCH AS DIMETHYL ANILINE, OTHER AMINES OR COBALT COMPOUNDS), HEAVY-METAL OXIDES OR SALTS (PARTICULARLY THOSE OF COBALT, IRON AND COPPER), STRONG ACIDS AND SANDING DUSTS. USE CLEAN CONTAINERS MADE OF GLASS, POLYPROPYLENE, TEFLON, POLYETHYLENE, OR CERAMIC TO PREVENT CONTAMINATION OF ORGANIC PEROXIDES DURING ITS HANDLING.

TECHNICAL SUPPORT

For technical support call: 1-800-448-3482 Ext. 8195

Each user must determine the suitability of this product to his particular mode of operation and intended end use application. A Reichhold representative will be available to assist in the proper selection of all Reichhold products available for commercial use.

ENVIROLITE® is a registered trademark of Reichhold, Inc.



ENVIROLITE® 32167-00

Bio Based Solid Surface Resin Acrylic Modified Polyester

DESCRIPTION

Envirolite® polyester resin 32167-00 is an acrylic modified, rigid, medium-high reactive, medium-low viscosity, Isophthalic casting resin. This unsaturated polyester resin is pre-promoted for room temperature cure using Methyl Ethyl Ketone Peroxide. Envirolite® 32167 -00 was designed for the manufacture of solid surface and is versatile enough to make small castings, panels, vanities and large bathroom fixtures. Vanities made with Envirolite® 32167-00 will substantially exceed ICPA* and ANSI ** Thermal Shock Standard when properly mixed, initiated and cured. **(The use of vacuum and post cure is strongly recommended in the manufacture of densified, solid surface products.)**

APPLICATION

- Solid Surface
- Casting Recycled Glass or Metal

FEATURES	BENEFITS
<ul style="list-style-type: none"> • Controlled Cure 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizes efficiency
<ul style="list-style-type: none"> • Derived from Renewable Raw Materials 	<ul style="list-style-type: none"> • Provides 21% Bio Based Content for "Green" Applications
<ul style="list-style-type: none"> • Based on Isophthalic acid and Neopentyl glycol 	<ul style="list-style-type: none"> • Resists water degradation • Good stain resistance • High heat deflection temperatures • Excellent thermal shock resistance • Resists many organic and inorganic solutions and solvents
<ul style="list-style-type: none"> • Medium Low Viscosity 	<ul style="list-style-type: none"> • Permits high filler levels, reduced cost with minimal settling of fillers
<ul style="list-style-type: none"> • Moderately resilient 	<ul style="list-style-type: none"> • Good performance when tested to ASTM Z124.6 specifications
<ul style="list-style-type: none"> • Specially Promoted 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlled gel and cure • Short production cycles • Minimum warping • Excellent resistance to impact, thermal, and demolding cracks • Light color
<ul style="list-style-type: none"> • Acrylic Modified 	<ul style="list-style-type: none"> • Look, feel and smell of cast acrylic
<ul style="list-style-type: none"> • Manufactured using statistical process and quality controls 	<ul style="list-style-type: none"> • Consistent performance, batch-to-batch

TYPICAL USE GUIDELINES

Envirolite® 32167-00 casting resin is designed for use with fillers commonly used in the manufacture of solid surface (MasterCast). Physical properties of filled compositions are influenced by many factors under the manufacturer's control, such as filler type/particle size distribution/concentration, ambient temperature, pigments, initiator type/level, cross sectional area of the finished part and part configuration. . Filler interaction with the resin affects the final color of the product and can influence the gel and cure rate. Careful evaluation of these factors must be considered before use.

Initiator levels should be maintained within a range of 1.00%-2.50% by weight based on resin weight. Initiator levels below 1.0% MEKP will result in extended gel and cure rates and are never recommended. If longer cycles are required select another initiator or contact your Reichhold representative for an alternative approach.

The Envirolite® 32167-00 was developed as a matrix resin suitable for vanities, shower pans, bathtubs, shower surrounds/ wall panels when using selected hydrated alumina fillers. It can be used in conjunction with hand mix or automated dispensing equipment.

It is suggested that the resin/filler ratio be selected for each application and that the initiator level should be established to give the working time needed without creating manufacturing issues.

TYPICAL PROPERTIES
TYPICAL LIQUID PROPERTIES AT 25°C/77°F

Properties	Unit	Value	Test Method
NV	%	66	18-001
Viscosity*	cps	875	18-021
Gel Time**	min	9.5	18-050
Gel Time to Peak	min	6	18-050
Peak Exotherm	°C/°F	190/374	18-050
Spec. Gravity		1.09	18-030
Liquid Color		Purple/Pink	Literal
Cured Casting Color		Light Amber Pink	Literal
Flash point (Seta Closed Cup)	°C/°F	31.6/89	Seta Closed Cup

*Brookfield LVF #3 @ 60 rpm

**1.00 g MEKP/100 g resin

TYPICAL NON REINFORCED MECHANICAL PROPERTIES AT 25°C/77°F

Properties	Unit	Value	Test Method
Barcol Hardness	Units	46	ASTM D 2583
Heat Deflection Temperature	°C	86	ASTM D 648
Specific gravity		1.19	ASTM D 792
Tensile Strength	psi	10,500	ASTM D 638-02
Tensile Modulus	kpsi	519	ASTM D 638-02
Tensile Elongation at Break	%	2.3	ASTM D 638-02
Flexural Strength	psi	22745	ASTM D 790-02
Flexural Modulus	kpsi	592	ASTM D 790-02
Compressive Strength	psi	20310	ASTM D-695
Compressive Modulus	kpsi	452	ASTM D-695
Izod Impact (Type E)	ft-lb/in	4.43	ASTM D 256
Water Absorption 2 hours @ 212°F	% Gain	0.7601	ASTM D 570-98
Water Absorption 24 hours @ 73°F	% Gain	0.1832	ASTM D 570-98

Clear Castings were prepared by mixing 1 gram of Syrgis MEKP9 per 100 grams of resin. The resin was allowed to gel overnight (16 hours) at 73°F then post cured for 2 hours at 150°F followed by 2 hours at 250°F.

STORAGE

To ensure maximum stability and maintain optimum resin properties, resins should be stored in the original closed container at temperature below 24°C/75°F and away from heat ignition sources and sunlight. Resin should be warmed to at least 18°C/65°F prior to use in order to assure proper curing and handling. All storage areas and containers should conform to local fire and building codes. Copper or copper containing alloys should be avoided as containers. Store separate from oxidizing materials, peroxides and metal salts. Keep containers closed when not in use. Inventory levels should be kept to a reasonable minimum with first-in, first-out stock rotation.

Additional information on handling and storing unsaturated polyesters is available in Reichhold's application bulletin "Bulk Storage and Handling of Unsaturated Polyester Resins." For information on other Reichhold resins, additives or initiators, contact your sales representative or authorized Reichhold distributor.

SHELF LIFE

Shelf life is three months from date of shipment. Minimum shelf life performance refers to product in the original, unopened container.

STANDARD PACKAGE

This product is available in non-returnable 55-gallon metal drums (496 lbs) or 42,000 – 44,000-lb. tank truck.

SAFETY**READ AND UNDERSTAND THE MATERIAL SAFETY DATA SHEET BEFORE WORKING WITH THIS PRODUCT**

Obtain a copy of the material safety data sheet on this product or contact the Reichhold service center prior to use. Material safety data sheets are available from your Reichhold sales representative. Such information should be requested from suppliers of all products and understood prior to working with their materials.

DIRECTLY MIXING ANY ORGANIC PEROXIDE WITH A METAL SOAP, AMINE, OR OTHER POLYMERIZATION ACCELERATOR OR PROMOTER WILL RESULT IN VIOLENT DECOMPOSITION. WHEN ADDING ORGANIC PEROXIDES TO A RESIN SOLUTION, PROMPTLY AND THOROUGHLY MIX THE RESULTING PRODUCT. NEVER ADD ORGANIC PEROXIDES TO A HOT DILUENT OR PROCESS. PREVENT CONTAMINATION WITH FOREIGN MATERIALS, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, ACCELERATORS (SUCH AS DIMETHYL, ANILINE, OTHER AMINES OR COBALT COMPOUNDS), HEAVY-METAL OXIDES OR SALTS (PARTICULARLY THOSE OF COBALT, IRON AND COPPER), STRONG ACIDS AND SANDING DUSTS. USE CLEAN CONTAINERS MADE OF GLASS, POLYPROPYLENE, TEFLON, POLYETHYLENE, OR CERAMIC TO PREVENT CONTAMINATION OF ORGANIC PEROXIDES DURING ITS HANDLING.

TECHNICAL SUPPORT

For technical support call: 1.800.448.3482 Ext. 8047.

Reichhold's technical support staff has extensive practical experience with various composites resins, end use performance and manufacturing techniques. Please do not hesitate to request our assistance through your Reichhold sales or technical representative.

Copies of test methods used to determine reported properties are available through your Reichhold representative.

REICHHOLD

PRODUCT BULLETIN

Each user must determine the suitability of this product to his/her particular mode of operation and intended end use application. A Reichhold representative will be available to assist in the proper selection of all Reichhold products available for commercial use.

Properties reported in this bulletin are typical of those obtained in controlled laboratory tests and may vary in actual production; therefore, we require our customers to inspect and test our products before using them to satisfy themselves as to contents and suitability. We warrant that our products will meet our written specifications. **Nothing herein shall constitute any other warranty express or implied, including any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, nor is protection from any law or patent to be inferred.**

Syrgis® Registered trademarks of Syrgis Performance Initiators, Inc. 870-572-2935
Envirolite® Registered trademark of Reichhold, Inc

SR GreenPoxy 56 Clear epoxy resin

High bio-based content

SR GreenPoxy 56 resin is out coming from the latest innovations in bio-based chemistry.

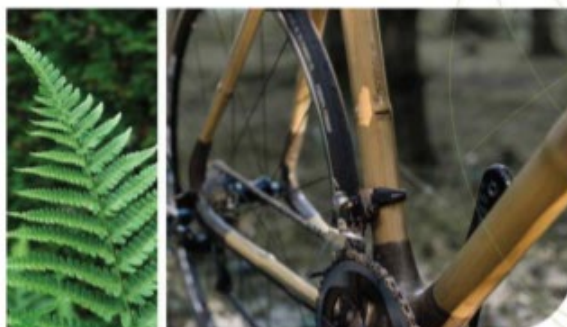
SR GreenPoxy 56 resin is produce with a high content of carbon from plant origin. The bio-based Carbon content of our system is certified by an independent laboratory using Carbon 14 measurements (ASTM D6866 or XP CEN/TS 16640)

This is a significant technological advance on the following points:
Clarity, color, performances and guarantees of industrial tonnages availability.

SR GreenPoxy 56 is an epoxy resin which has up to 56% of its molecular structure coming from plant origin.

This percentage is function of the carbon origin contained in the epoxy molecule. The final rate of the mix bio-based carbon content will depend on the hardener choice.


SR GreenPoxy 56 resin is available with multiple hardeners to match your exact needs.



Applications

- Hand lamination for tooling or industrial parts
- RTM processes (infusion, injection...)
- Filament winding
- Hot or cold press
- Casting
- Bonding

Resin SR GreenPoxy 56:

Aspect / colour		Clear liquid
Storage		2 years, crystallisation free
Viscosity (mPa.s \pm 20 %)	@ 15 °C	2500
	@ 20 °C	1400
	@ 25 °C	800
	@ 30 °C	500
	@ 40 °C	250
 % bio-based Carbon content		50 - 58
Color (Gardner)		2 max
Density \pm 0.005	@ 20 °C	1.198
Refractive index \pm 0.5 %	@ 25 °C	1.5350

SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear hardener mix example:**Hardener SD Surf Clear**

Aspect / colour		Liquid / clear
Typical reactivity		Standard
Viscosity (mPa.s \pm 20 %)	@ 15 °C	80
	@ 20 °C	60
	@ 25 °C	40
	@ 30 °C	30
% bio-based carbon content		0
Color (Gardner)		1 max
Density \pm 0.005	@ 20 °C	0.958



GREENPOXY 56
ED 1372.4
Page 3 / 6
Version 08/12/2015

SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear mix properties

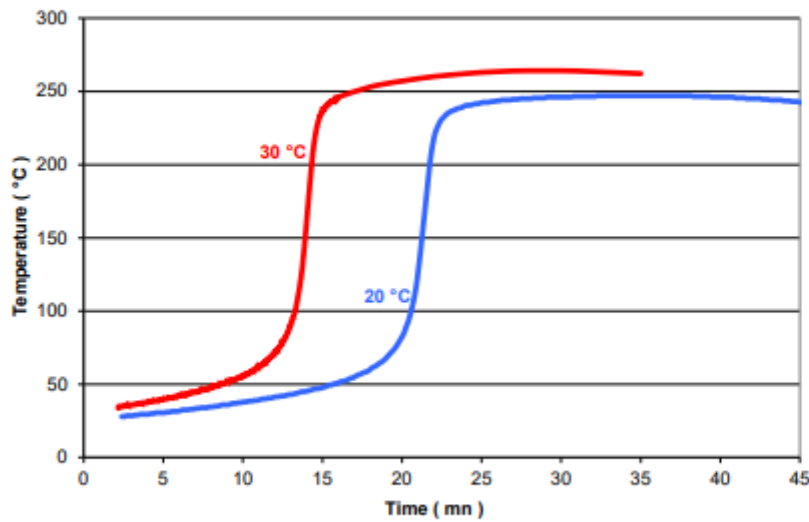
Weight ratio	100 / 37 g
Volume ratio	100 / 47 ml
% mix bio-based carbon content	35-41
Mix viscosity (mPa.s ± 20 %)	
@ 20 °C	900
@ 30 °C	330
@ 40 °C	200

Reactivity – mass exotherm

Exothermic peak on 500 g mix :	
@ 20 °C	250 °C
@ 30 °C	265 °C
Time to reach exothermic peak on 500 g mix :	
@ 20 °C	32'
@ 30 °C	28'
Time to reach 50 °C on 500 g mix :	
@ 20 °C	15'
@ 30 °C	8'

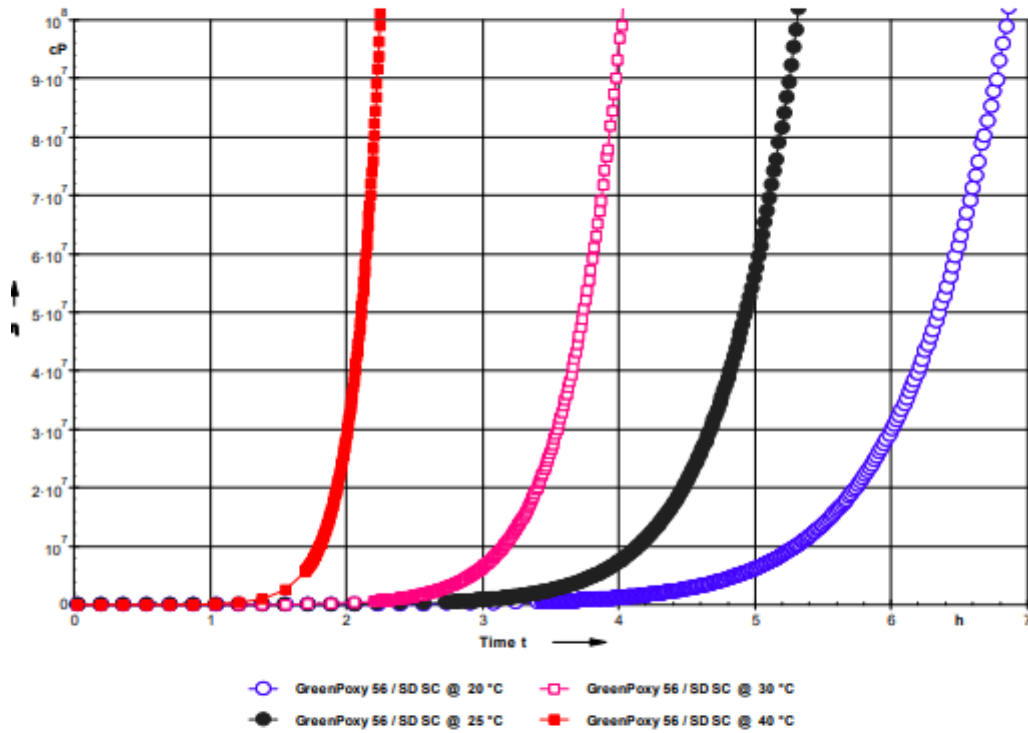
Exotherms on 500 g mix @ 20 and 30 °C:

NB: Large casting develop very exotherm temperature and high smokes densities



SicomIn, 31 avenue de la Lardière, 13220 Châteauneuf les Martigues, France
T: +33 (0)4 42 42 30 20 / F: +33 (0)4 42 81 29 29 / E: info@sicomin.com / www.sicomin.com

Reactivity – 1 mm film viscosity evolution



Gel time on 1 mm thickness:

@ 20 °C	4 h
@ 25 °C	3 h 10'
@ 30 °C	2 h 25'
@ 40 °C	1 h 25'

Mechanical properties on pure casted resin

		SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear	SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear	SR GreenPoxy 56 / SD Surf Clear
Curing cycle		7 days @ 23 °C	24 hrs @ 23 °C + 24 hrs @ 40 °C	24 hrs @ 23 °C + 4 hrs @ 40 °C + 8 hrs 60 °C
Tension				
Modulus of elasticity	N/mm ²	3 200	3 300	3 300
Maximum resistance	N/mm ²	50	49	51
Resistance at break	N/mm ²	49	48	51
Elongation at max. load	%	1.6	1.6	1.7
Elongation at break	%	1.6	1.6	1.7
Flexion				
Modulus of elasticity	N/mm ²	3 300	3 400	3 300
Maximum resistance	N/mm ²	114	114	123
Elongation at max. load	%	4,5	4,2	5,5
Elongation at break	%	4,7	5,5	6,4
Charpy impact strength				
Resilience	kJ/m ²	20	16	16
Glass transition				
Tg1 onset	°C	53	65	78 / 78
Tg1 onset maximum	°C	-	-	85

Tests carried out on samples of pure cast resin, without prior degassing, between steel plates.

Measures undertaken according to the following norms:

Tension: Iso 527 - 2

Flexion: Iso 178

Charpy impact strength: NF T 51-035

Shear Strength: ASTM D 732 - 93

Compressive: NFT51-101

Water absorption: Internal. Polymerisation according to cycle, machining, weighing, time spent in distilled water at 70 °C / 48 hours, weighing 1 hour after emerging.

Glass transition DSC: ISO 11357-2: 1999 -5°C to 180°C under nitrogen gaz

Tg1 or Onset: 1st point at 20 °C/min Tg1 maximum or Onset: second passage

Glass transition by DMTA: 2 °C/min, 4 mm thickness, air

Physical tests according standard::

Gardner color: NF EN ISO 4630 Visual method

Refractive index: NF ISO 280


Viscosity: NF EN ISO 3219 Rheometer 50 mm, shear 10s⁻¹

Density: NF EN ISO 2811-1 Pyknometer

Gel time: Cross G' G'' / rheometer CP50 - Shear rate 10 s⁻¹

GreenCarbon content: ASTM D6866 or XP CEN/TS 16640 Avril 2014

Other hardeners mix possibilities with SR GreenPoxy 56 resin

	Mixing By weight	 % mix bio-based content + 10 %	Tg 1 maximum or Onset (°C)	Best use
SR GreenPoxy 56 / SD Glass One	100 / 42	36	69	Clear laminates
SR GreenPoxy 56 / SD 1213	100 / 50	34	43	Large clear casting
SR GreenPoxy 56 / SD 280x	100 / 37	37	2806 : 66 2803 : 72 2801 : 80	Multipurpose
SR GreenPoxy 56 / SD 477x	100 / 29	40	4775 : 80 4771 : 74	Multipurpose
SR GreenPoxy 56 / SD 550x	100 / 37	37	5505 : 78 5503 : 85 5502 : 84	Multipurpose
SR GreenPoxy 56 / SD 597.20	100 / 21	42	100	Very large casting
SR GreenPoxy 56 / SD 720x	100 / 37	37	7206 : 84 7203 : 82 7201 : 80	Multipurpose
SR GreenPoxy 56 / SD 860x	100 / 37	37	8605 : 67 8601 : 56	Multipurpose
SR GreenPoxy 56 / SD 882x	8824 100 / 21 8822 100 / 31	42 39	8824 : 90 8822 : 71	Infusion
SR GreenPoxy 56 / SZ 8525	100 / 24	41	120	Hot process

SR *InfuGreen* 810 / SD 882X Green Epoxy systems for Injection and Infusion



InfuGreen 810 is a two-component epoxy system. It has been specially formulated for resin transfer processes, such as injection or infusion.

- This system has a very low viscosity at ambient temperature.
- Different hardeners allow the production of small to very large parts.
- Cured system gives a temperature resistance up to 100 °C (Tg onset)

SR InfuGreen 810 Epoxy resin is produced with about 38 % of carbon from plant origin and has a lower environmental impact than standard Epoxy systems.

The bio-based Carbon content of our resin is certified by an independent laboratory using Carbon 14 measurements (ASTM D6866 or XP CEN/TS 16640).

This percentage is a function of the carbon origin contained in the epoxy molecule.

SR InfuGreen 810 is DNV-GL "Ships classification" approved with hardeners SD 8822 and 8824.

Epoxy resin SR InfuGreen 810

Appearance		liquid
Color		colourless
Gardner color		≤ 1
Viscosity (mPa.s)	@ 15 °C	2500 ± 500
	@ 20 °C	1350 ± 250
	@ 25 °C	830 ± 170
	@ 30 °C	500 ± 100
	@ 40 °C	NC ± NC
Density	@ 20 °C	1,1600
Refractive index	@ 25 °C	1,5491 ± ,002
% Bio-based Carbon content		0 ± 4
Storage (months)	@ Ta	24

Hardener(s)

		SD 8824	SD 8823	SD 8822
Appearance		liquid	liquid	liquid
Color		colourless	light yellow	colourless
Gardner color		≤ 4	≤ 3	≤ 3
Reactivity level		Standard	Medium	Slow
Viscosity (mPa.s)	@ 15 °C	7 ± 2	12 ± 2	26 ± 5
	@ 20 °C	6 ± 2	9 ± 3	20 ± 4
	@ 25 °C	5 ± 2	8 ± 3	16 ± 3
	@ 30 °C	4 ± 2	7 ± 2	13 ± 3
			NC ± NC	
Density	@ 20 °C	0,9440	0,9420	0,9370
Refractive index	@ 25 °C	1,498 ± ,002	1,4844 ± ,002	1,471 ± ,002
Storage (months)	@ Ta	24	24	24

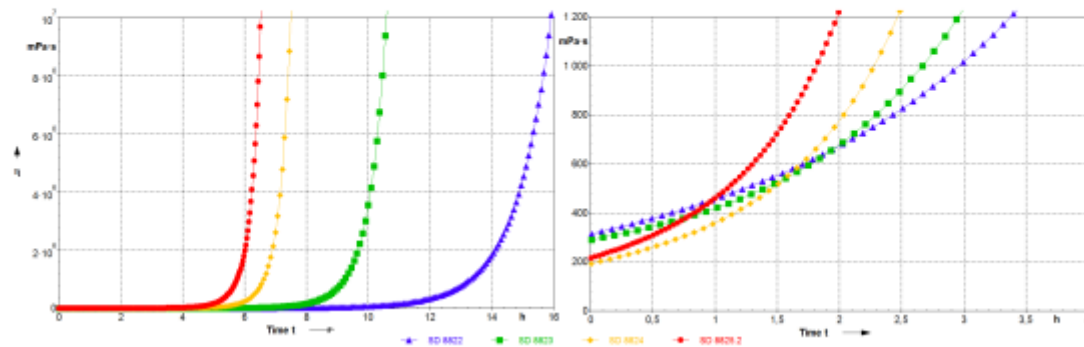


Mixe(s) SR InfuGreen 810 / SD 882x

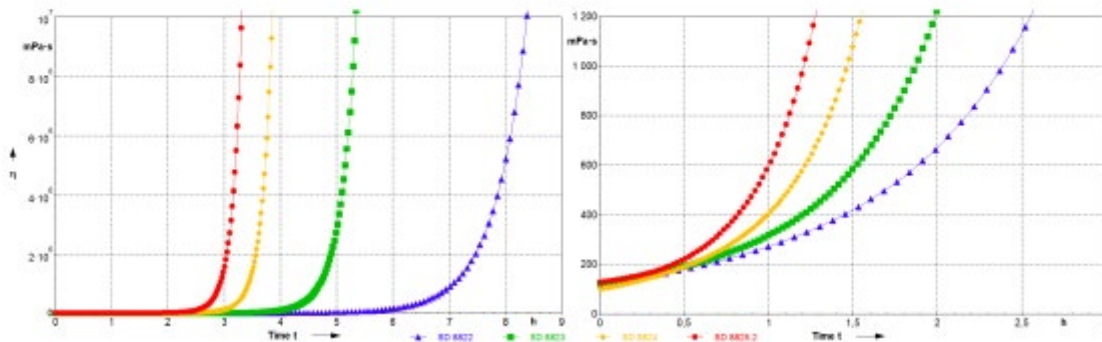
	SD 8824	SD 8823	SD 8822
Appearance	liquid	liquid	liquid
Color	light yellow	light yellow	light yellow
Mixing ratio			
By weight	100 / 22	100 / 26	100 / 31
By volume	100 / 27	100 / 32	100 / 39
Initial viscosity @ 20 °C	185	230	315
PP 50 mm / 10 s ⁻¹ (mPa.s) @ 30 °C	113000	135	121
Density @ 20 °C			

Reactivity on 1 mm thick layer

@ 20 °C



@ 30 °C



Mechanical properties on cast resin :

		SR InfuGreen 810 / SD 8824			SR InfuGreen 810 / SD 8823		
Curing cycles		16h @ TA + 24h @ 40°C	16h @ TA + 16h @ 60°C	16h @ TA + 8h @ 80°C	16h @ TA + 24h @ 40°C	16h @ TA + 16h @ 60°C	16h @ TA + 8h @ 80°C
Tensile							
Modulus	N/mm ²	3 040	2 790	2 640	3 080	2 850	2 700
Maximum strength	N/mm ²	68	65	60	70	68	66
Breaking Strength	N/mm ²	57	57	52	68	63	62
Elongation at max strength	%	3,6	4,4	5	3,6	4,3	5,2
Elongation at break	%	5,3	5,9	9,5	4	5,5	7,6
Flexion							
Modulus	N/mm ²	3 070	2 780	2 610	3 260	2 950	2 780
Maximum strength	N/mm ²	109	107	101	114	114	111
Breaking Strength	N/mm ²	64	87	68	58	83	91
Elongation at max strength	%	4,6	5,7	6	4,4	5,5	6,2
Elongation at break	%	12,6	9,3	13,5	12,5	9,9	9,9
Shear							
Breaking Strength	N/mm ²	43	42	41	46	45	45
Compression							
Modulus	N/mm ²						
Yield strength	N/mm ²	91	87	82	96	92	90
Offset compression yield	%	12,3	11,9	14,9	11,8	13,7	16,4
Charpy impact strength							
Resilience	kJ/m ²	99	86	89	96	72	56
DSC glass transition							
TG1 onset	°C	71	85	82	67	81	92
TG1 max onset	°C			82			90
DTMA glass transition							
TG tan delta	°C						
TeiG onset G'	°C						
TmG midpoint G'	°C						
TefG endpoint	°C						
TG peak G''	°C						

Mechanical properties on cast resin :

		SR InFuGreen 810 / SD 8822		
Curing cycles		16h @ TA + 24h @ 40°C	16h @ TA + 16h @ 60°C	16h @ TA + 8h @ 80°C
Tensile				
Modulus	N/mm ²	3 160	3 090	2 730
Maximum strength	N/mm ²	71	74	70
Breaking Strength	N/mm ²	70	68	69
Elongation at max strength	%	3,1	4,2	5
Elongation at break	%	3,2	5,1	5,6
Flexion				
Modulus	N/mm ²	3 250	3 010	2 770
Maximum strength	N/mm ²	116	116	114
Breaking Strength	N/mm ²	71	98	109
Elongation at max strength	%	4,6	5,4	6,4
Elongation at break	%	9,8	7,4	7,8
Shear				
Breaking Strength	N/mm ²	47	47	45
Compression				
Modulus	N/mm ²			
Yield strength	N/mm ²	104	99	93
Offset compression yield	%	11,3	12,8	14,6
Charpy impact strength				
Resilience	kJ/m ²	84	70	77
DSC glass transition				
TG1 onset	°C	69	85	98
TG1 max onset	°C			98
DTMA glass transition				
TG tan delta	°C			
TeiG onset G'	°C			
TmG midpoint G'	°C			
TefG endpoint	°C			
TG peak G''	°C			

Leverbaarheid 2.2

Tests carried out on samples of pure cast resin, without prior degassing, between steel plates.

Measures undertaken according to the following norms:

Mechanical tests:

Tension:	NF EN ISO 527-2:2012
Flexion:	NF EN ISO 178:2011
Compression:	NF EN ISO 604:2004 or NF EN ISO 844:2014 (foam product)
Charpy impact strength:	NF EN ISO 179-1:2010
Shear Strength:	ASTM D732-17 (Punch Tool)
Interlaminar shrinkage strength:	ASTM D5528-13
Toughness (GIC et KIC) :	ISO 13586:2000

Water absorption: Internal. Polymerization according to cycle, machining, weighing, time spent in distilled water at 70 °C / 48 hours, weighing 1 hour after emerging,

Thermal tests:

Glass transition DSC:	NF EN ISO 11357-2:2014	-5°C to 180 °C under nitrogen gas
	T_{G1} or Onset:	1 st scan at 20 °C/min
	T_{G1} maximum or Onset:	2 nd scan at 20 °C/min

Glass transition DTMA:	Temperature ramp 0 °C to 180 °C @ 2°C/min under normal atmosphere
	NF EN ISO 11357-1:2016 T_g onset G'
	ASTM D4065-12 T_g peak G''

Physical tests:

Gardner color:	NF EN ISO 4630:2016	Visual method
Refractive index:	NF ISO 280:1999	
Viscosity:	NF EN ISO 3219:1994	Rheometer 50 mm, shear 10 s ⁻¹
Density on liquids:	ISO 2811-1:2016	Pycnometer
Density on solid:	NF EN ISO 1183-3:1999	Helium Pycnometer
Density on foam:	NF EN ISO 845:2009	
Gel time:	Cross G' G''	Rheometer CP50 - Shear rate 10 s ⁻¹
Green Carbone content:	ASTM D6866-16 or XP CEN/TS 16640 Avril 2014	

TA: Ambient temperature (20 to 25 °C)

LEGAL NOTES:

Information given in writing or verbally, in the context of our technical assistance and our trials, does not engage our responsibility. Information is given in good faith based on SICOMIN's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with SICOMIN's recommendations. We advise users of SICOMIN products to check by some practical trials that they are suitable for the intended processes and applications. The customer's storage, the use, the implementation and the transformation of the supplied products are not under SICOMIN's control and entirely under the sole responsibility of the user.

SICOMIN reserves the right to change the properties of its products. All technical data stated in this Product Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data and tolerance may vary due to circumstances beyond our control.

If our responsibility should nevertheless be involved, it would be, for all the damages, limited to the value of the goods supplied by us and processed by the customer. We guaranty the non-reproachable quality of our products, in the general context of sales and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.



SR FireGreen 37 / SD 820x Bio-based Fire-Retardant Epoxy systems



SR FireGreen 37 is fire retardant intumescent and halogen free epoxy system for hand-laminating. **SR FireGreen 37** resin offers a low smoke opacity and toxicity that will allow you to pass Aerospace fire specification **FAR 25-852** and also **UL 94 V0**. SD 820x are hand-laminating hardeners. Other possibilities for hot / fast curing cycle are possible. FireGreen resin are produce with about 25% of carbon from plant origin and have a lower environmental impact than standard Epoxy Systems. The bio-based Carbon content of our resins is certified by an independent laboratory using C14 measurements (ASTM D6866).

		SD 8205	SD 8202
Reactivity level			
Initial viscosity (mPa.s)	@ 20 °C	2300	2100
	@ 30 °C	1300	730
Pot Life	@ 20 °C	-	-
	@ 30 °C	-	-
Mixing ratio	By weight	100 / 20	100 / 20
	By volume	100 / 28	100 / 29
Maximum strength	N/mm ²	29	27
% Elongation at max strength	%	0,7	0,7
TG1 max onset	°C	90	91
Gel Time	@ 20 °C	07 h 00	10 h 00
	@ 30 °C	03 h 30	05 h 45
Time to reach 400 mPa.s	@ 20 °C	03 h 10	04 h 50
	@ 30 °C	02 h 00	03 h 20
Demold time	@ 20 °C	21 h 00	30 h 00
	@ 30 °C	10 h 30	17 h 15



FireGreen 37

- Maximum fire properties
- 24 % bio content

Hardeners :

SD 8205 – Standard

- For small and medium part, hand laminating / press / vacuum.
- Release best properties at room temp curing for 24h
- Faster hardener option available with SD 8207 B

SD 8202- very slow and low viscosity

- For medium and large parts, hand laminating / vacuum.
- Post-curing 12h at 40 °C
- Slower hardener / higher Tg options available with SD 8201 / SD 1305

Important guidelines :

- No filtering of the resin before laminating for an optimized fire performance.
- Use a stirrer with high shear to homogenize the resin before mixing with hardener.





Epoxy resin SR FireGreen 37

Appearance		thick liquid
Color		white
Viscosity (mPa.s)	@ 15 °C	14000 ± 2800
	@ 20 °C	8900 ± 1800
	@ 25 °C	6000 ± 1200
Density	@ 20 °C	1,2700
Storage (months)	@ Ta	24

Hardener(s)

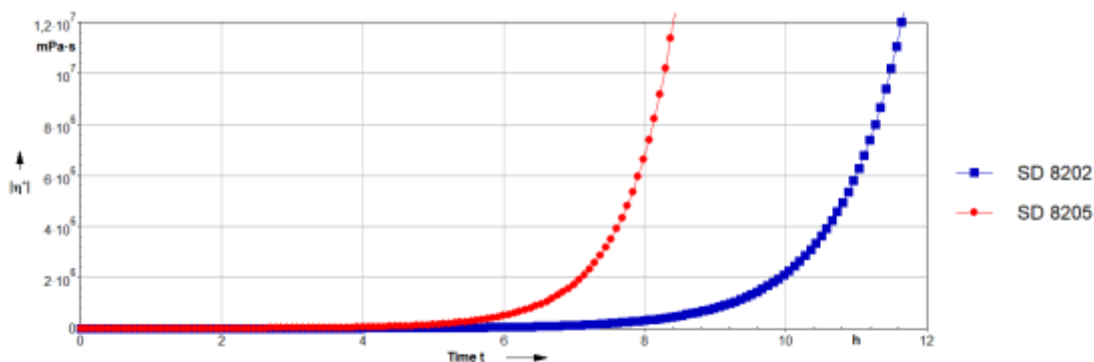
		SD 8205	SD 8202
Appearance		liquid	liquid
Color		light yellow	light yellow
Gardner color		4	≤ 4
Reactivity level			
Viscosity (mPa.s)	@ 15 °C	225 ± 45	47 ± 9
	@ 20 °C	155 ± 35	34 ± 6
	@ 25 °C	110 ± 20	25 ± 5
	@ 30 °C	75 ± 15	20 ± 4
	@ 40 °C	40 ± 10	
Density	@ 20 °C	1,0390	0,9610
Refractive index	@ 25 °C	1,5145 ± 0,002	1,4838 ± ,002
Storage (months)	@ Ta	24	24



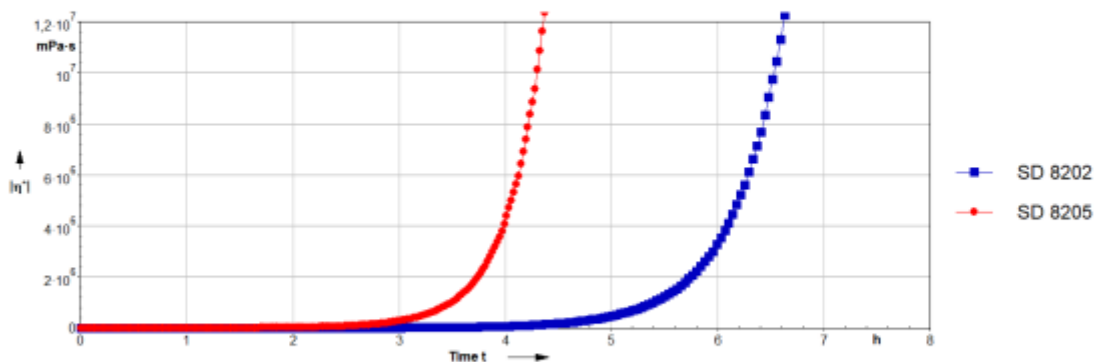
Mixe(s) SR Firegreen 37 / SD 820x

	SD 8205	SD 8202
Appearance	liquid	liquid
Color	white	white
Mixing ratio		
By weight	100 / 20	100 / 20
By volume	100 / 28	100 / 29
Initial viscosity (mPa.s) @ 20 °C	2300	2100
PP 50 mm / 10 s ⁻¹ @ 30 °C	1300	730
Density @ 20 °C	1,27	1,27

@ 20 °C

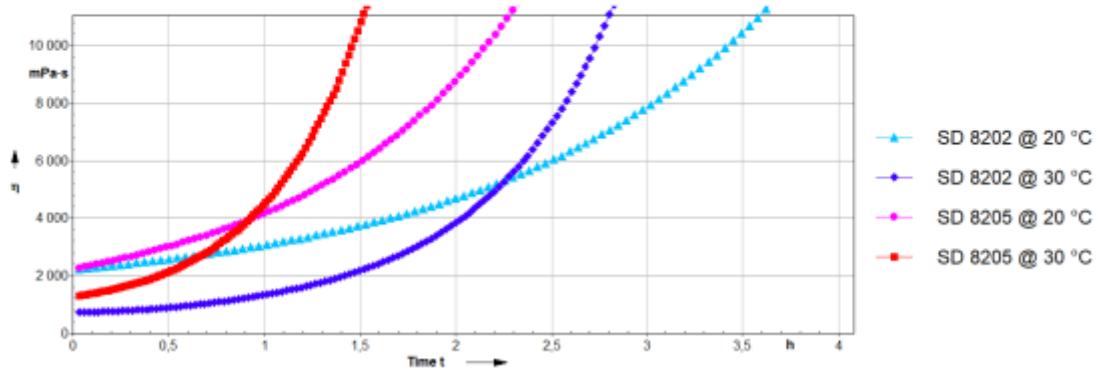


@ 30 °C





zoom @ 20 & 30 °C



Mechanical properties on cast resin :

		SR FireGreen 37 / SD 8205		SR FireGreen 37 / SD 8202	
Curing cycles →		AT + 24h @ 40 °C	AT + 16h @ 60 °C	AT + 24h @ 40 °C	AT + 16h @ 60 °C
Tensile					
Modulus	N/mm ²	4 100	4 100	4 000	4 000
Maximum strength	N/mm ²	28	29	25	27
Breaking Strength	N/mm ²	28	29	25	27
Elongation at max strength	%	0,7	0,7	0,6	0,7
Elongation at break	%	0,7	0,7	0,6	0,7
Flexion					
Modulus	N/mm ²	3 800	3 600	3 800	3 700
Maximum strength	N/mm ²	53	53	50	54
Breaking Strength	N/mm ²	53	53	50	54
Elongation at max strength	%	1,5	1,6	1,4	0,7
Elongation at break	%	1,5	1,6	1,4	0,7
Shear					
Breaking Strength	N/mm ²	32	34	31	34
Compression					
Modulus	N/mm ²				
Yield strength	N/mm ²	73	77	74	78
Offset compression yield	%	9,1	11	9,3	10,9
Charpy impact strength					
Resilience	kJ/m ²		6	4	
DSC glass transition					
TG1 onset	°C	70	89	68	84
TG1 max onset	°C		90		91
DTMA glass transition					
TG tan delta	°C				
TeiG onset G'	°C				
TmG midpoint G'	°C				
TefG endpoint	°C				
TG peak G''	°C				

Leverbaarheid 2.2

Tests carried out on samples of pure cast resin, without prior degassing, between steel plates.

Measures undertaken according to the following norms:

Mechanical tests:

Tension:	NF EN ISO 527-2:2012
Flexion:	NF EN ISO 178:2011
Compression:	NF EN ISO 604:2004 or NF EN ISO 844:2014 (foam product)
Charpy impact strength:	NF EN ISO 179-1:2010
Shear Strength:	ASTM D732-17 (Punch Tool)
Interlaminar shrinkage strength:	ASTM D5528-13
Toughness (GIC et KIC) :	ISO 13586:2000

Water absorption: Internal. Polymerization according to cycle, machining, weighing, time spent in distilled water at 70 °C / 48 hours, weighing 1 hour after emerging,

Bonding Strength Double lap shear: ASTM D3528-96
 ADH = adhesive failure
 COH = cohesive failure
 TLC = thin-layer cohesive failure
 FT = fiber-tear failure.
 LFT = light-fiber-tear failure

Thermal tests:

Glass transition DSC: NF EN ISO 11357-2:2014 -5°C to 180 °C under nitrogen gas
 T_{G1} or Onset: 1st scan at 20 °C/min
 T_{G1} maximum or Onset: 2nd scan at 20 °C/min

Glass transition DTMA: Temperature ramp 0 °C to 180 °C @ 2°C/min under normal atmosphere
 NF EN ISO 11357-1:2016 T_G onset G'
 ASTM D4065-12 T_G peak G''

Physical tests:

Gardner color:	NF EN ISO 4630:2016	Visual method
Refractive index:	NF ISO 280:1999	
Viscosity:	NF EN ISO 3219:1994	Rheometer 50 mm, shear 10 s ⁻¹
Density on liquids:	ISO 2811-1:2016	Pycnometer
Density on solid:	NF EN ISO 1183-3:1999	Helium Pycnometer
Density on foam:	NF EN ISO 845:2009	
Gel time:	Cross G' G''	Rheometer CP50 - Shear rate 10 s ⁻¹
Green Carbone content:	ASTM D6866-16 or XP CEN/TS 16640 Avril 2014	

TA: Ambient temperature (20 to 25 °C)

NC: No information Communicated

NB: No Breaking (maximum flexion deformation : 15 %)

Table 1st page:

Pot Life:	Time to reach 50 °C or time limit for use
Gel time:	Intersection of tangents on the viscosity curve of 1 mm thick layer
Release time:	Time required to obtain sufficient mechanical strength to release
Minimum Vacuum Time:	Time in which vacuum can be applied (25000 mPa.s)
Maximum Vacuum time:	Limit time below which a vacuum can be applied (G'G'' crossing)
Optimum Infusion time:	Time to reach 400 mPa.s
Max Infusion Time:	Time to reach 25000 mPa.s
Vacuum cut-off time:	Time to reach G'G'' crossover + 20%



LEGAL NOTES:

Information given in writing or verbally, in the context of our technical assistance and our trials, does not engage our responsibility. Information is given in good faith based on SICOMIN's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with SICOMIN's recommendations. We advise users of SICOMIN products to check by some practical trials that they are suitable for the intended processes and applications. The customer's storage, the use, the implementation and the transformation of the supplied products are not under SICOMIN's control and entirely under the sole responsibility of the user.

SICOMIN reserves the right to change the properties of its products. All technical data stated in this Product Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data and tolerance may vary due to circumstances beyond our control.

If our responsibility should nevertheless be involved, it would be, for all the damages, limited to the value of the goods supplied by us and processed by the customer. We guaranty the non-reproachable quality of our products, in the general context of sales and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.



Clear Laminating System

Clear, UV Stable Epoxy Resin for high colorwork laminations, coatings, and marine epoxy applications.

Product Overview

CLR is a clear, UV stabilized, general use, laminating resin for composites, coating, and adhesive applications. It has an ideal viscosity for a wide range of applications that use hand layup techniques with fast room temperature cures. CLR is a USDA Certified BioPreferred® Product with 29% biobased content.

CLX
EXTRA FAST

CLF
FAST

CLS
SLOW

MECHANICAL DATA

	CLX	CLF	CLS
Tensile Modulus (ASTM D638)	450,000 psi (3.1 GPa)	440,000 psi (3.0 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	5%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	440,000 psi (3.0 GPa)	440,000 psi (3.0 GPa)	430,000 psi (2.9 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	14,000 psi (96.5 MPa)	13,500 psi (93.1 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,330 psi (78.1 MPa)	11,330 psi (78.1 MPa)	12,520 psi (86.3 MPa)
T_g Ultimate (DSC, midpoint)	148°F (64°C)	151°F (66 °C)	142°F (61°C)
Hardness (Shore D)	70-80	70-80	70-80

PROCESSING DATA

	CLX	CLF	CLS
Mix Ratio (by volume)	2:1	2:1	2:1
Mix Ratio (by weight)	100:43	100:45	100:43
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	2300/180/990	2300/280/1040	2300/140/700
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 1.01 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.08	1.09	1.08
Pot Life (@ 77°F/25°C)	18 min	21 min	43 min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	2 hrs	4 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C Post cure recommended

ENVIRONMENTAL DATA

	CLX	CLF	CLS
VOC Content (ASTM D2369)	0.16 lbs/gal (19.5 g/L)	0.26 lbs/gal (31.5 g/L)	0.00 lbs/gal (0.23 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	20%	20%	21%

This technical information is provided in good faith and is based on the best knowledge of Gougeon Brothers, Inc. We cannot guarantee this data because conditions of product use are beyond our control.
TDS revised May 2020. © Gougeon Brothers, Inc. 2020



Optically Brightened Laminating System

Optically brightened with enhanced UV resistance package for white surfboard and marine epoxy applications.

Product Overview

BRT is an optically brightened, clear, UV stabilized, general use laminating resin for white surfboard lamination and hot coating. Based on Entropy Resins CLR – Clear Epoxy Resin, BRT can be paired with all CLR Clear Hardeners. BRT is a USDA Certified BioPreferred® Product with 30% biobased content.

CLX
EXTRA FAST

CLF
FAST

CLS
SLOW

MECHANICAL DATA

	CLX	CLF	CLS
Tensile Modulus (ASTM D638)	450,000 psi (3.1 GPa)	440,000 psi (3.0 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,500 psi (65.5 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	5%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	440,000 psi (3.0 GPa)	440,000 psi (3.0 GPa)	430,000 psi (3.0 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	14,000 psi (96.5 MPa)	13,500 psi (93.1 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,330 psi (78.1 MPa)	11,330 psi (78.1 MPa)	12,520 psi (86.3 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	145°F (63°C)	133°F (56 °C)	135°F (57°C)
Hardness (Shore D)	70-80	70-80	70-80

PROCESSING DATA

	CLX	CLF	CLS
Mix Ratio (by volume)	2:1	2:1	2:1
Mix Ratio (by weight)	100:43	100:44	100:43
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	2040/180/1160	2040/280/1100	2040/140/800
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 1.01 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.1	1.09
Pot Life (@ 77°F/25°C)	18 min	21 min	43 min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	2 hrs	4 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C Post cure recommended

ENVIRONMENTAL DATA

	CLX	CLF	CLS
VOC Content (ASTM D2369)	0.16 lbs/gal (19.5 g/L)	0.26 lbs/gal (31.5 g/L)	0.00 lbs/gal (00.0 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	20%	20%	21%

This technical information is provided in good faith and is based on the best knowledge of Gougeon Brothers, Inc. We cannot guarantee this data because conditions of product use are beyond our control.
TDS revised May 2020. © Gougeon Brothers, Inc. 2020

AMERICAS | ENTROPY RESINS
info@entropyresins.com
310.882.2120

100 Patterson Ave., Bay City, MI 48706
entropyresins.com

TDS

TECHNICAL DATA SHEET



High Biobased Laminating System

High Biobased Epoxy Resin for general laminations and coatings.

Product Overview

ONE is a general purpose laminating resin with high biobased content for composite laminating, coating, and adhesive applications. This system features a faster speed, low viscosity and includes quick air-releasing properties ideal for fiber-reinforced composite laminations and coatings. ONE is a USDA Certified BioPreferred[®] Product with 30% biobased content.

ONF
FAST

ONS
SLOW

MECHANICAL DATA

	ONF	ONS
Tensile Modulus (ASTM D638)	385,000 psi (2.7 GPa)	468,000 psi (3.2 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	7,720 psi (53.2 MPa)	9,800 psi (67.6 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	362,000 psi (2.5 GPa)	430,000 psi (3.0 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	11,910 psi (82.1 MPa)	14,580 psi (100.5 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	11,300 psi (77.9 Mpa)	12,520 psi (86.3 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	146°F/63°C	128°F/53°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80

PROCESSING DATA

	ONF	ONS
Mix Ratio (by volume)	2:1	2:1
Mix Ratio (by weight)	100:43	100:43
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	1870/120/1020	1870/140/1060
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)	1.14 (resin), 0.98 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.08
Pot Life (@ 77°F/25°C)	18 min	43 min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	3 hrs	8 hrs
Recommended Full Cure	7 days @ 77°F/25°C	7 days @ 77°F/25°C Post cure recommended

ENVIRONMENTAL DATA

	ONF	ONS
VOC Content (ASTM D2369)	0.17 lbs/gal (21 g/L)	0.06 lbs/gal (7.70 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	28%	21%

This technical information is provided in good faith and is based on the best knowledge of Gougeon Brothers, Inc. We cannot guarantee this data because conditions of product use are beyond our control.
TDS revised May 2020. © Gougeon Brothers, Inc. 2020



Compression Molding System

High Bio-Content, General Purpose Liquid Epoxy Resin

Product Overview

CPM is a compression molding resin for fast cycle times in heat-assisted molding processes of fiber-reinforced composites. The CPM System delivers a high bio-content, excellent fiber wetting qualities, and thixotropic characteristics to limit sag in high-temperature cure applications. A high modulus combined with excellent elongation properties enable durable yet lightweight composite parts. CPM is a USDA Certified BioPreferred® Product with 30% biobased content

CPF
FAST

CPS
SLOW

MECHANICAL DATA		
Tensile Modulus (ASTM D638)	435,700 psi (3.0 GPa)	436,000 psi (3.0 GPa)
Tensile Strength (ASTM D638)	8,860 psi (61.1 MPa)	8990 psi (62.0 MPa)
Elongation (ASTM D638)	6%	6%
Flexural Modulus (ASTM D790)	405,790 psi (2.8 GPa)	412,510 psi (2.8 GPa)
Flexural Strength (ASTM D790)	13,560 psi (93.5 MPa)	13,450 psi (92.7 MPa)
Compression Strength (ASTM D695)	12,630 psi (87.1 MPa)	11,410psi (78.7 MPa)
Tg Ultimate (DSC, midpoint)	159°F/71°C	158°F/70°C
Hardness (Shore D)	70-80	70-80

PROCESSING DATA		
Mix Ratio (by volume)	2:1	2:1
Mix Ratio (by weight)	100:42	100:42
Viscosity (A/B/Mixed @ 77°F/25°C)	1600/1700/2300	1600/530/1600
Component Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.13 (resin), 0.99 (hardener)	1.13 (resin), 0.96 (hardener)
Mixed Density (specific density @ 77°F/25°C)	1.09	1.08
Pot Life (@ 77°F/25°C)	20 min	50 min
Tack Free Time (@ 95°F/35°C)	N/A	N/A
Recommended Full Cure	20 min @ 180°F/82°C	40 min @ 180°F/82°C

ENVIRONMENTAL DATA		
VOC Content (ASTM D2369)	0.03 lbs/gal (3.31 g/L)	0.02 lbs/gal (2.18 g/L)
Mixed Biobased Carbon Content (ASTM D6866)	30%	33%

This technical information is provided in good faith and is based on the best knowledge of Gougeon Brothers, Inc. We cannot guarantee this data because conditions of product use are beyond our control.
TDS revised May 2020. © Gougeon Brothers, Inc. 2020

bioresin[®] Biothan pour la coulée

Biothan 2 MD 610 avec durcisseur M 330 ou M 333

Résine de coulée, laminage et de prototypage.

Description: Biothan 2 MD 610 est une résine de coulée constituée de **sucre, colza** et d'autres **oléo-polyoles** mélangés à divers additifs qui lui permettent de trouver des applications dans de nombreux domaines. Sa composition lui confère une bonne conductibilité et stabilité thermique. La basse viscosité de la résine et du durcisseur permet un mélange facile et rapide ainsi qu'un rajout de charges.

Voici d'autres facultés de cette résine.

- hors classe toxicologique, bio.
- faible exothermie (48-60°C)
- très résistant à la compression et bonne caractéristiques mécaniques.
- durcissement à température ambiante pour les pièces de plus de 5mm ou à chaud.
- les pièces peuvent être tempérées jusqu'à 150°C après durcissement.
- mécaniquement facile à usiner et très résistante aux agents chimiques.
- peut être colorée et chargée.
- variation de ratio de mélange possible pour adapter la dureté.
- très résistant aux agents chimiques, solvants, huiles et eau.

Domaines d'utilisation: Résine de prototypage et de séries. Résine de laminage pour fibres naturelles et synthétiques.

Propriétés de mise en œuvre : **2 MD 610 N** **2 MD 610 S** **2 MD 610 RS**

Mélange Résine - Durcisseur:	1 : 1 à 1 : 1,2 part en poids		
Temps de vie en pot:	35-40 min.	15-20 min.	8-10 min. à 23°C (pour 200gr)
Démoulage épaisseur 5mm:	2 – 3 heures	35 – 50 min.	15-20 min.
Utilisable après:	6 à 8 heures	2 à 3 heures	1 à 2 heures

Important: Avant utilisation bien mélanger les deux composants. Biothan 2 MD 610 est à mélanger avec 1 – 1,2 part de durcisseur Biodur M 330 ou M 333 (env. 1minute). **Il est important d'ajouter la résine dans le durcisseur et non l'inverse.** Veuillez consulter notre fiche « Mise en œuvre des résines Biothan ». Il est conseillé de laisser reposer le mélange pendant 2 - 4 minutes afin d'évacuer l'air ou mieux encore dégazer le mélange avec une pompe à vide (40-50mbar).

Attention ! Les moules ayant été utilisés avec des résines époxy peuvent générer des inhibitions. Nettoyer préalablement les moules avec du Withe Spirit.

Données techniques:

Viscosité de mélange:	800-1000 mPa.s/ (M 330) 700-900 mPa.s/(M 333)
Densité:	1,15 g/cm³
Couleur:	Résine: opaline, Durcisseur: transparent
Shore D:	80 – 82D
Retrait:	< 0,3%
Résistance à la traction:	104 N/mm²
Module E de flexion:	1340N/mm²
Résistance à la chaleur 10 min:	>180°C durcisseur M330 > 140°C durcisseur M333

Stockage: En emballage fermé original à 15 - 30 °C 12 mois. Protéger de l'humidité !

Ce document contient des informations données de bonne foi et fondées sur l'état actuel de nos connaissances. Elles n'ont qu'une valeur indicative et n'impliquent, par conséquent, aucun engagement de notre part, notamment en cas d'atteinte aux droits appartenant à des tiers du fait de l'utilisation de nos produits. Ces informations ne doivent pas se substituer aux essais préliminaires indispensables pour s'assurer de l'adéquation du produit à chaque usage envisagé.

bioresin[®] Biothan pour la coulée

Biothan 2 MD 614 avec durcisseur M 330 ou M 333

Résine de coulée pour petites séries, prototypes, contact avec la nourriture, l'eau ou à mélanger avec des charges.

Description: Biothan 2 MD 614 est une résine de coulée constituée de **sorbitol, colza-tournesol** et d'autres **oléo-polyoles** mélangés à divers additifs qui lui permettent de trouver des applications dans de nombreux domaines. La basse viscosité de la résine et du durcisseur permet un mélange facile et rapide. 2 MD 614 grâce à sa grande réactivité est aussi utilisée comme résine de coulée de prototypage.

Voici d'autres facultés de cette résine.

- hors classe toxicologique, bio.
- bon compromis entre le temps de mélange et de démoulage.
- durcissement à température ambiante et à chaud. Peu d'exothermie 48 – 60°C
- les pièces peuvent être durcies jusqu'à 180°C.
- mécaniquement facile à usiner et très résistante aux agents chimiques.
- des changements de mélanges permettent une adaptation de la dureté Shore D

Domaines d'utilisation: Résine de prototypage, pour séries. Elle peut être chargée avec **Biosill On** qui la rend très résistante à la chaleur ou comme liant avec de la sciure ou des fibres naturelles.

Propriétés de mise en oeuvre:	RSS	RS	N
Mélange Résine - Durcisseur:	1 : 1,5 à 1 : 1,8 parts en poids		
Temps de vie en pot:	3 – 5 min	9 – 12 min	35 – 40 min 20°C (200gr)
Démoulage:	10 – 15 min	40 min	60 – 90 min
Utilisable après:	1 – 2 h	3 – 5 h	9 – 12 h 2 h en étuve à 120°C

Important: Avant utilisation bien mélanger les deux composants. Biothan 2 MD 614 est à mélanger avec 1,5 part de durcisseur Biodur M 330 ou M 333 (env. 1minute). **Il est important d'ajouter la résine dans le durcisseur et non l'inverse.** Veuillez consulter notre fiche « Mise en œuvre des résines Biothan ». Il est conseillé de laisser reposer le mélange pendant 2 - 4 minutes afin d'évacuer l'air ou mieux encore dégazer le mélange avec une pompe à vide pendant 2 minutes à 0,1mbar.

Attention ! Les moules ayant été utilisés avec des résines époxy peuvent générer des inhibitions. Nettoyer préalablement les moules avec du Withe Spirit.

Données techniques:

Viscosité de mélange:	1500-1800 mPa.s/ (M 333) 2000-2500 mPa.s/(M 330)
Densité:	1,10 g/cm ³
Couleur:	Résine: opaline, Durcisseur: transparent
Shore D	80 – 85D
Retrait:	< 0.1 %
Résistance au déchirement:	104 N/mm ²
Allongement à la rupture:	>18 %
Stabilité de la forme jusqu'à:	140°C avec (M 333) et 130°C avec (M330)

Stockage: En emballage fermé original à 15 - 30 °C 12 mois. Protéger de l'humidité !

Ce document contient des informations données de bonne foi et fondées sur l'état actuel de nos connaissances. Elles n'ont qu'une valeur indicative et n'impliquent, par conséquent, aucun engagement de notre part, notamment en cas d'atteinte aux droits appartenant à des tiers du fait de l'utilisation de nos produits. Ces informations ne doivent pas se substituer aux essais préliminaires indispensables pour s'assurer de l'adéquation du produit à chaque usage envisagé.

Date de modification 10.01.2007

03.11.2009



SANDTECH Sarl
 ZA du Roucagnier - 361, rue du roucagnier
 34400 - Lunel Viel (France)
 Tél : +33(0) 6 32 805 111 ou +33(0) 4 99 770 464
 Fax : +33(0) 4 88 049 427 - contact@bioresin.fr
 www.bioresin.fr - www.sandtech.fr

bioresin[®] Biothan pour la stratification

Biothan 2 MD 630 avec durcisseur M 330 T ou M 330 **Résine de coulée et de stratification pour petites séries, prototypes ou à mélanger avec des charges.**

Description: Biothan 2 MD 630 est une résine de coulée et de stratification constituée de **sorbitol** et **oléo-polyoles** mélangés à divers additifs qui lui confèrent une grande résistance à la flexion et aux chocs.

Voici d'autres facultés de cette résine.

- hors classe toxicologique, bio.
- bon compromis entre le temps de mélange et de démoulage.
- durcissement à température ambiante pour les pièces de plus de 8mm ou à chaud.
- les pièces peuvent être durcies jusqu'à 180°C.
- mécaniquement facile à usiner et très résistante aux agents chimiques.
- peut être colorée

Domaines d'utilisation: Fabrication de surfaces devant être résistantes aux impacts. Possibilité d'y intégrer de la fibre de verre ainsi que des charges.

Propriétés de mise en œuvre :

Mélange Résine - Durcisseur:	2 : 1 part en poids
Temps de vie en pot:	30 - 40 min à 23°C (pour 200gr)
Démoulage:	4 - 6 heures > 8mm
Utilisable après:	13 - 15 heures

Important: Avant utilisation bien mélanger les deux composants. 2 parts de Biothan 2 MD 630 sont à mélanger avec 1 part de durcisseur Biodur M 330T ou M 330 (env. 1minute). **Il est important d'ajouter la résine dans le durcisseur et non l'inverse.** Veuillez consulter notre fiche « Mise en œuvre des résines Biothan ». Il est conseillé de laisser reposer le mélange pendant 2 - 3 minutes afin d'évacuer l'air ou mieux encore dégazer le mélange avec une pompe à vide (40-50mbar).

Attention ! Les moules ayant été utilisés avec des résines époxy peuvent générer des inhibitions. Nettoyer préalablement les moules avec du Withe Spirit.

Données techniques:

Viscosité de mélange:	Pâte
Densité:	1,15 g/cm³
Couleur:	Résine: beige, Durcisseur: transparent
Shore D:	73 - 78 Shore D
Retrait:	< 0,1% (pour des pièces de 10mm)
Résistance à la pression:	92 N/mm²
Résistance à la rupture:	104 N/mm²
Résistance à la chaleur :	>170°C

Stockage: En emballage fermé original à 15 - 30 °C 12 mois. Protéger de l'humidité !

Ce document contient des informations données de bonne foi et fondées sur l'état actuel de nos connaissances. Elles n'ont qu'une valeur indicative et n'impliquent, par conséquent, aucun engagement de notre part, notamment en cas d'atteinte aux droits appartenant à des tiers du fait de l'utilisation de nos produits. Ces informations ne doivent pas se substituer aux essais préliminaires indispensables pour s'assurer de l'adéquation du produit à chaque usage envisagé.



resoltech 1800 ECO

Hardeners 1804 ECO, 1805 ECO & 1807 ECO
Biobased infusion epoxy system



- up to 36% of biobased carbons on the mix
- Very low viscosity and high wetting properties
- T_g up to 102°C (with 1805 ECO hardener)
- New fast hardener 1807 ECO
- Excellent mechanical properties

INTRODUCTION

RESOLTECH 1800 ECO is an advanced biobased infusion and injection epoxy resin system (from 33% to 36% biobased on the mix). It is suitable to manufacture structural composite parts **with any kind of reinforcements** : flax, hemp, glass, carbon, aramid...

The **low viscosity** and the excellent wetting properties make the 1800 ECO a premium choice for RTM applications : infusion, injection. Thanks to its outstanding adhesion properties, the resulting composites will show **excellent fatigue resistances**.

This system has high cross linking properties and enables to **release parts from plugs even after a low post curing of 5h at 40°C**. Final thermo-mechanical properties will be obtained after a suitable curing cycle.

Thanks to its high T_g (102°C with 1805 ECO hardener) it is suitable for both **tooling and parts manufacturing**. Tools can be used with a service temperature up to 80°C.

With its low coloration, 1800 ECO/1804 ECO is suitable to manufacture decorative parts.

It is **solvent free, does not contain any CMR components** and follows the latest EU regulation (CE) n° 453/2010.

MIXING RATIO

The mixing ratio must be accurately followed. It is not possible to change the ratio, it would result in lower mechanical properties.
The mixture should be thoroughly stirred to ensure full homogeneity.

System	1800 ECO/1804 ECO	1800 ECO/1805 ECO	1800ECO/1807 ECO
Mixing ratio by weight	100/26	100/17	100/15
Mixing ratio by volume	100/32	100/21	100/17
% of biobased carbon on the mix*	33%	36%	35%

*Amount of biobased carbon atoms/total amount of carbon atoms

APPLICATION

- Thermosetting products generate heat when curing. The amount of heat generated varies with the hardener used, the temperature and the quantity of resin mixed. It is therefore necessary to only mix the necessary amount usable within the given pot life.
- Keeping the mixture in flat open containers reduces the risks of exothermic reaction as the mixture will heat up more in a mass than in a film. Automatic mixing and dispensing devices solve the exothermy problem by mixing at the required speed for the infusion.
- 1800 ECO resin can, under certain conditions, crystallize. 10h at 60°C in an oven will make the resin liquid again without consequences.
- RESOLTECH 1800 ECO/1804 ECO system is formulated for infusion and injection applications. It is recommended to infuse with a resin transfer medium onto the laminate or through the core when prepared with a special grooving for infusion.
- Controlling the resin temperature, workshop temperature and humidity is important. The reinforcements should not present any excessive moisture content as it may modify the infusion progress through the fibers.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

1 Visual aspect

1800 ECO :
Opalescent neutral liquid

1804 ECO, 1805 ECO & 1807 ECO:
Clear colorless to orange liquids

Mix :
Clear to yellow liquids

2 Density

References	1800 ECO	1804 ECO	1805 ECO	1807 ECO
Density at 23°C	1.15	0.94	0.94	0.99
Mixed density at 23°C	-	1.10	1.11	1.13

ISO 1675, ± 0.05 tolerance

3 Viscosity

References	1800 ECO	1804 ECO	1805 ECO	1807 ECO
Viscosity at 23°C (mPa.s)	915	15	6	20
Mix viscosity at 23°C (mPa.s)	-	258	290	348

ISO 12058.2, ± 15% tolerance

REACTIVITIES

Système	1800 ECO/1804 ECO	1800 ECO/ 1805 ECO	1800 ECO/ 1807 ECO
Gel time on 70mL at 23°C (4cm high mix)	4h53min	4h11min	42min
Time at exothermic peak on 70 mL at 23°C	3h25min	2h53min	41min
Temperature at exothermic peak on 70mL at 23°C	42°C	39°C	197°C
Gel time on 2mm thick film at 23°C	8h24min	8h57min	3h
Gel time on 500mL at 23°C	1h55min	1h37min	-

Reactivity measurements realized on Trombotech®

CURING AND POST-CURING

To avoid residual stress in the composite and possible shrinkage. The 1800 ECO/1804 ECO epoxy system should not be used at a temperature above 50°C.

In order to obtain the maximum thermo-mechanical properties, it is necessary to respect the recommended curing cycle. The table below shows the glass transition temperatures according to different curing cycles.

System		1800 ECO/1804 ECO	1800 ECO/1805 ECO	1800 ECO/1807 ECO
14 days at 23°C	T _g	58°C	57°C	48°C
	Shore D hardness	88	86	88
8h at 40°C	T _g	63°C	64°C	63°C
	Shore D hardness	88	87	88
8h at 50°C	T _g	66°C	67°C	69°C
	Shore D hardness	88	88	88
6h at 60°C	T _g	73°C	75°C	78°C
	Shore D hardness	88	88	88
16h at 60°C	T _g	81°C	83°C	82°C
	Shore D hardness	90	89	90
3h at 50°C + 3h at 100°C	T _g	90°C/95°C(2nd pass.)	89°C/102°C (2nd pass.)	82°C/82°C(2nd pass.)
	Shore D hardness	91	90	90

T_g measured on DSC, 10°K/min, first pass
Hardness : ISO 868

MECHANICAL PROPERTIES

Système		1800 ECO/1804 ECO	1800 ECO/1805 ECO	1800 ECO/1807 ECO
14 days at 23°C	FLEXION			
	Modulus	3.06 GPa	Fragile	3.03 GPa
	Maximum strength	50 MPa	démoulable après	80 MPa
	Elongation at break	1.7%	5h à 40°C	2.9%
16h at 60°C	FLEXION			
	Modulus	2.95 GPa	3.02 GPa	2.89 GPa
	Maximum strength	79 MPa	85 MPa	82 MPa
	Elongation at break	3.0%	3.2%	3.5%
3h at 50°C + 3h at 100°C	FLEXION			
	Modulus	3.01 GPa	3.10 GPa	-
	Maximum strength	90 MPa	93 MPa	
	Elongation at break	4.3%	3.5%	
Water absorption		0.09%	0.15%	0.31%

Measurements on pure resin according to the following standard : ISO 178
Water absorption : ISO 62

PACKAGING

1800 ECO/1804 ECO :

- Plastic jerrycan kit of 1kg + 0.26kg
- Plastic jerrycan kit of 5kg + 1.3kg
- Plastic drum kit of 30kg + 7.8kg
- Drum kit of 200kg + 2 x 26kg

1800 ECO/1805 ECO :

- Plastic jerrycan kit of 1kg + 0.17kg
- Plastic jerrycan kit of 5kg + 0.85kg
- Plastic drum kit of 30kg + 3 x 1.7kg
- Drum kit of 200kg + 7 x 4.86kg

1800 ECO/1807 ECO :

- Plastic jerrycan kit of 1kg + 0.15kg
- Plastic jerrycan kit of 5kg + 0.75kg
- Plastic drum kit of 30kg + 4.5kg
- Drum kit of 200kg + 30kg

TRANSPORT & STORAGE

Keep containers sealed and away from heat and cold preferably between 10°C and 30°C in a well ventilated area. Our products are guaranteed in their original packaging (check expiry date on the label).

HEALTH & SAFETY

Skin contact must be avoided by wearing protective nitrile gloves & overalls or other protective clothing.

Eye protection should be worn to avoid risk of resin, hardener, solvent or dust entering the eyes. If this occurs flush the eye with water for 15 minutes, holding the eyelid open, and seek medical attention.

Ensure adequate ventilation in work areas. Respiratory protection should be worn with ABEKP coded filters.

Resoltech issues full Material Safety Data Sheet for all hazardous products. Please ensure that you have the correct MSDS to hand for the materials you are using before commencing work.



The data provided in this document is the result of tests and is believed to be accurate. We do not accept any responsibility over the mishandling of these products and our liability is limited strictly to the value of the products we manufacture and supply.

resoltech
ADVANCED TECHNOLOGY RESINS



resolving your engineering challenges
resoltech.com

249, Avenue Gaston Imbert
13790 ROUSSET
FRANCE

Tel : +33 (0)4 42 95 01 95
Fax : +33 (0)4 42 95 01 98
export@resoltech.com