

Composiet 5L

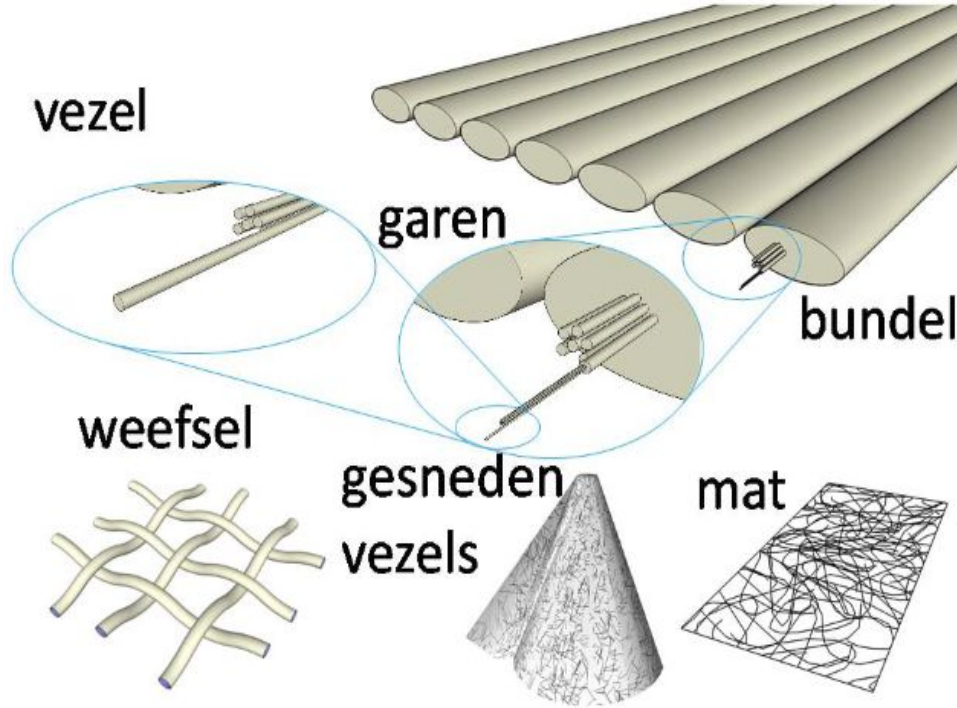
Wat is een composiet?

Een composiet is een materiaal constructie, bestaande uit minimaal 2 microscopisch nog te onderscheiden materialen die samenwerken om zo tot een beter resultaat te komen.

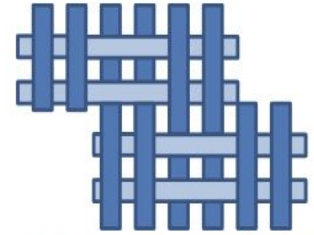
Voor- en nadelen van composieten

Voordelen	Nadelen
Gewichtsbesparend	Hoge materiaalkosten
Grote vrijheid in vorm, materiaal en proces	Rekenmethoden soms specialistisch
Eenvoudig te kleuren	Kleur- en glansbehoud niet altijd voorspelbaar
Lichtdoorlatend	Gedrag van details en verbindingen relatief onbekend
Hoge mate van integratie van functies mogelijk	Nabewerken nog niet ver ontwikkeld
Sterkte, stijfheid, thermische- en elektrische weerstand kunnen gemanipuleerd worden	Stijfheid en faalgedrag kunnen ongunstig zijn, gevoelig voor temperatuur, brand, en blikseminslag
Lage totale onderhoudskosten	Hoge investeringskosten
Waterbestendig en bestand tegen veel chemicaliën	Gevoelig voor UV-licht
Gebruik van duurzame materialen mogelijk	Recycling nog niet ver ontwikkeld
Automatisering mogelijk	Soms kapitaalintensieve productiemethoden

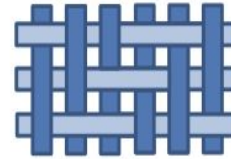
Vezels



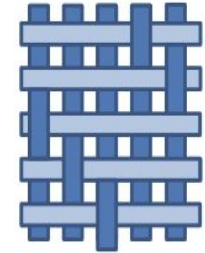
Effen binding (*plain weave*)



Panama binding (*basket weave*)

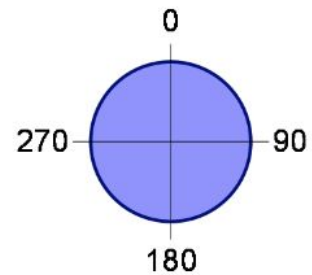
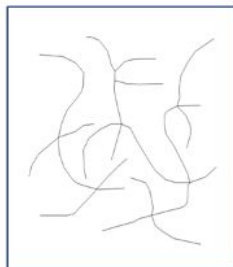
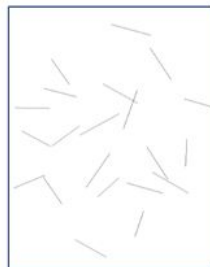
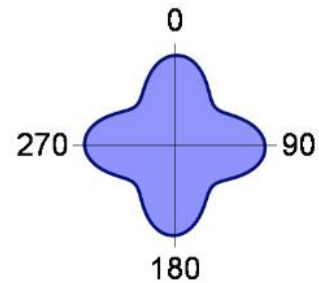
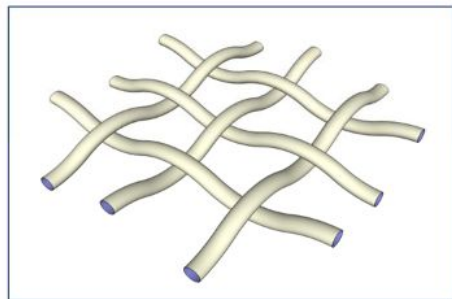
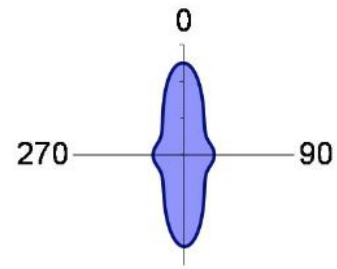
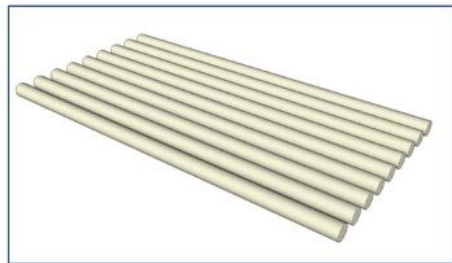


Keperbinding (*twill weave*)



Satijnbinding (*satin weave*)

Vezels



Vezels

Eigenschap	E-glas	Carbon*	Aramide	Bamboe
Stijfheid [GPa]	70-80	160-440	60-180	10-15
Breuksterkte [MPa]	2400	2000-5300	3100-3600	100-200
Breukrek [%]	2.6	1-1.5	1.7	-
Dichtheid [kg/m ³]	2500-2600	1800-2000	1540	400-800
Breuklengte** [km]	96	187	238	25

*Er bestaan vele gradaties in koolstof, waarbij hetzij de nadruk op hoge sterkte, hetzij op hoge stijfheid gelegd wordt; **zie pagina 35

Kunststoffen

De kunststof treedt als “lijm” op om de vezels bij elkaar te houden. Dit betekent ook dat de vezels in hogere mate de drukbelasting op kunnen vangen. De kunststof kan ook de krachten beter verdelen over de verschillende vezels. Daarnaast bepaalt de kunststof in hoge mate de gevoeligheid van de composiet voor externe factoren, zoals:

- Vocht
- Chemicalien
- UV-licht
- kleur
- oppervlakte kwaliteit
- lichtdoorlatendheid
- brandveiligheid

Kunststoffen

We maken in het algemeen onderscheid tussen 2 soorten kunststoffen

- Thermoharders
- Thermoplasten (gebruikt in cockpitkap)
- Elastomeren (synthetische rubbers, dus banden en schokdempers)

In zweefvliegtuigen wordt voornamelijk thermoharders gebruikt

Kunststoffen

Thermoharders

Eigenschap	Polyester	Vinylester	Epoxy
Stijfheid [GPa]	2.4-4.6	3-3.5	3.5
Breuksterkte [MPa]	40-85	50-80	60-80
Breukrek [%]	1.2-4.5	5	3-5
Dichtheid [kg/m ³]	1150-1250	1150-1250	1150-1200
Uithardingskrim [%]	6-8	5-7	<2

- Polyester
 - gevoelig voor water, wordt niet gebruikt voor zweefvliegen
- Vinylester
 - hoge chemische weerstand, taai, goedkoop, esthetisch kan het vergelijken
- Epoxy
 - duur, goede vermoeiingseigenschappen. Wordt voornamelijk gebruikt in vliegtuigbouw
- Fenolhars
 - hoge glasovergangstemperatuur, brandt of smelt niet. Printplaten en interieur.

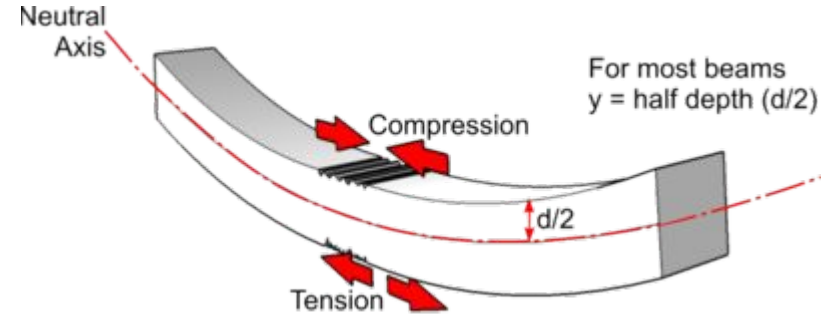
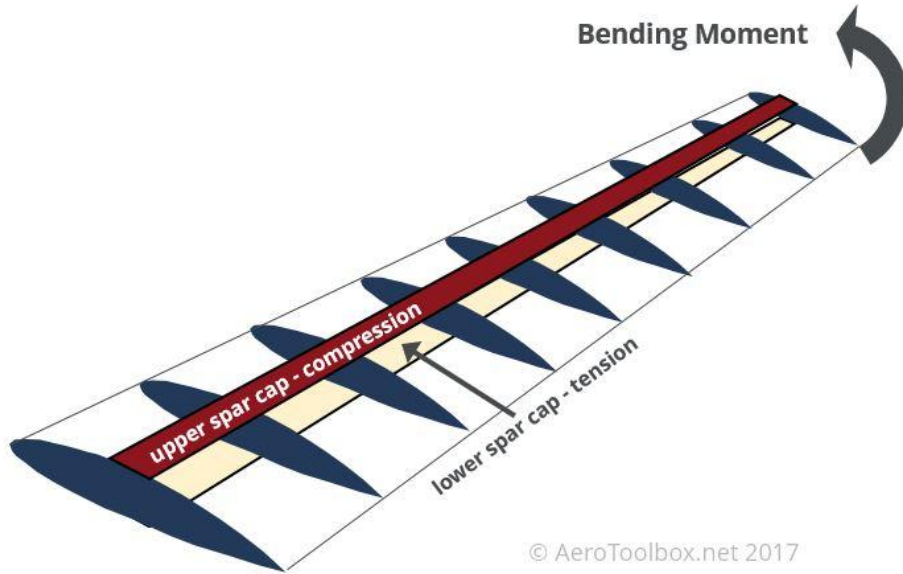
Glasovergangstemperatuur

De glasovergangstemperatuur (T_g), is de temperatuur waarbij een hars overgaat van de 'glasachtige' toestand (stijf en bros, dat betekent weinig plastische vervorming bij breuk) naar de 'rubberachtige' toestand (slap en taai). Gebruik van een composiet in de buurt van of boven deze temperatuur wordt afgeraden.

Vulmaterialen

- **Microballoons**
 - hole glasbolletjes, mag uitsluitend gebruikt worden om de hars dikker te maken, zodat deze bij het aanstrijken niet wegvloeit
- **Aerosil**
 - Erg vluchtige stof, wordt ook gebruikt om de hars dikker te maken. Bestaat uit kleine glaspareltjes, is schadelijk voor de longen.
- **Katoenvlokken**
 - Katoenvlokken bestaat uit stukjes katoen, wat ook weer werkt als soort composiet. Dit wordt veel gebruikt bij reparaties.

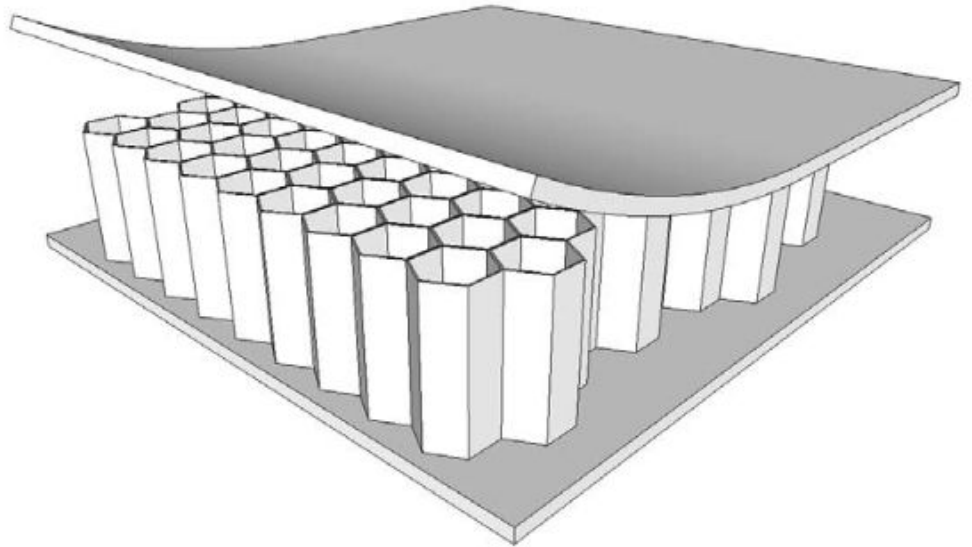
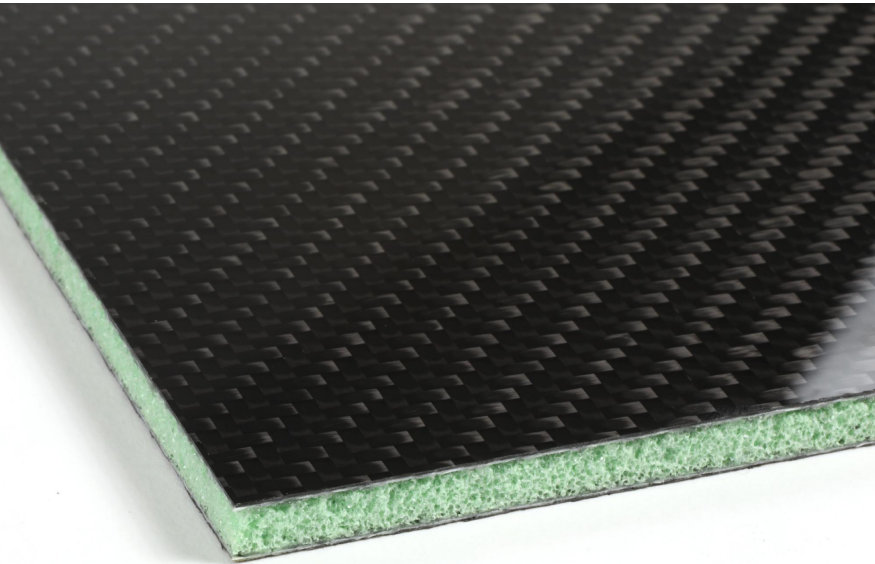
Buigstijfheid



Sandwichconstructie

Verbeterde buigstijfheid door vergroting oppervlaktetraagheidsmoment.

- Honingraat
- Foam



Productiemethoden

Vezelspuiten

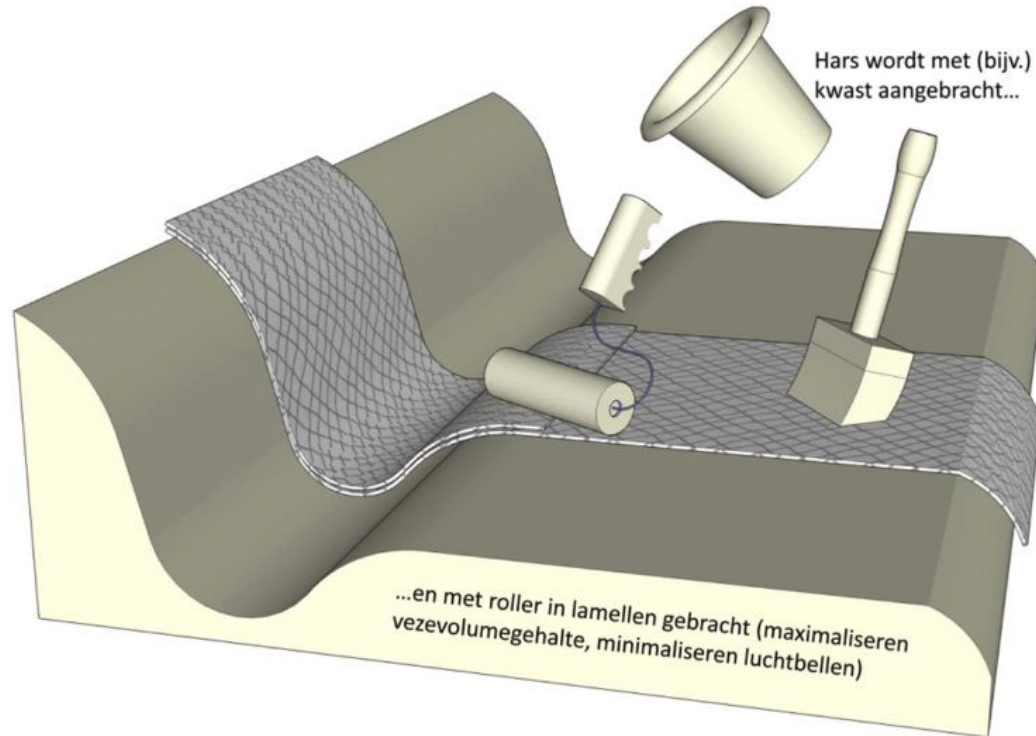
Handlamineren

Wikkelen

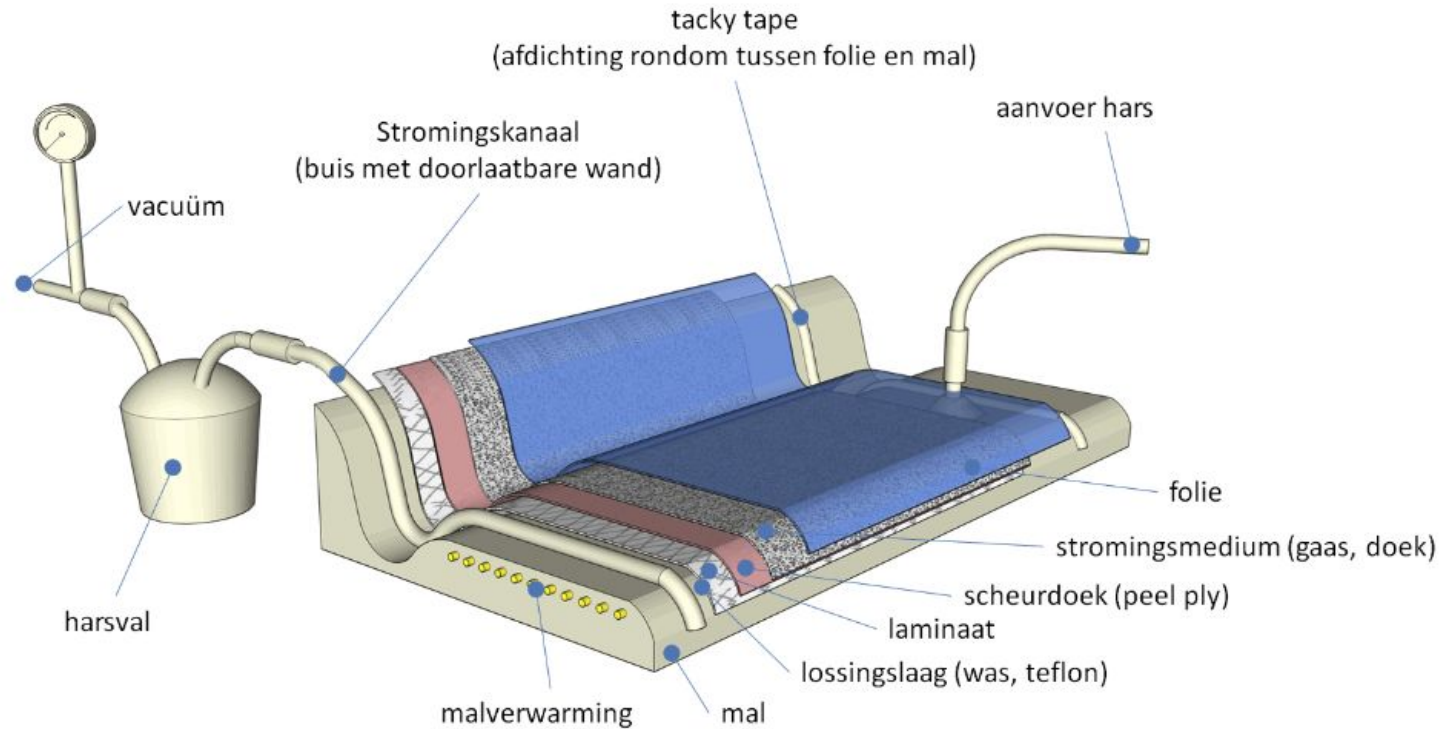
Fibre placement

Pultrusie

Handlamineren



Vacuümtechniek



Autoclaaf

Autoclaaf is een druk oven.

Door overdruk van 3-5 bar wordt het laminaat extra goed in de mal gedrukt, en de luchtbubbels worden kleiner. De temperatuur cyclus zorgt voor een optimale uitharding van de hars.

Autoclaven worden veel gebruikt bij het maken van niet al te grote vliegtuigonderdelen.



Nabewerken en verspanen

Bij veel maltechnieken is nabewerken van de randen nodig, schuren en polijsten kan gewenst zijn. Bij het zweefvliegen wordt er nog een gelcoat aangebracht om het te beschermen tegen UV-licht.

Bij het nabewerken en verspanen van composieten zijn de twee belangrijkste zaken waarmee men rekening moet houden:

- Excessieve slijtage van de gereedschappen (door de aanwezigheid van bijv. glasvezels in veel composieten);
- De vrijkomende producten bij het nabewerken en verspanen. De schadelijkheid van stofdeeltjes uit kunststof, glas en carbon is nog niet bekend, maar veel kunststoffen en zeer kleine partikels zijn irriterend en/of giftig/kankerverwekkend.

Schades

Het komt nogal eens voor, door welke oorzaak dan ook, dat er tijdens het gebruik meer of minder ernstige beschadigingen optreden dan een zweefvliegtuig. Van de geraadpleegde technicus wordt dan een deskundig en verantwoord oordeel verwacht met betrekking tot wel of niet doorvliegen met het geconstateerde euvel.

Teneinde een onderscheid te maken in de voorkomende beschadigingen zal allereerst een indeling worden gemaakt naar soort of categorie-beschadiging; bijvoorbeeld:

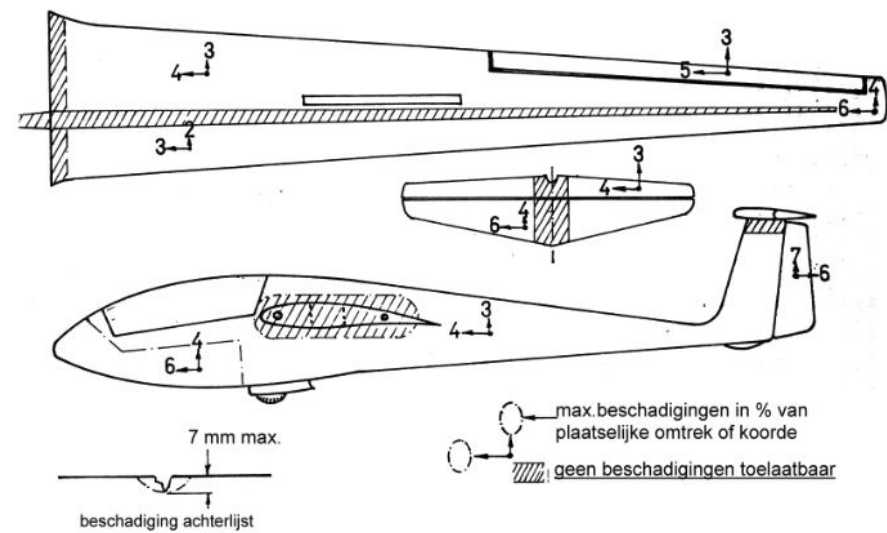
- A. lichte beschadiging;
- B. matige of minder ernstige beschadiging;
- C. ernstige schade.

Categorie A: lichte beschadigingen

Lichte beschadigingen tasten de luchtwaardigheid van het vliegtuig niet aan. Voor de onder deze categorie geldt het volgende: Alle beschadigingen in het buitenoppervlak van het vliegtuig, vallende binnen de limieten als gegeven op bladzijde, waarbij het massieve laminaat of de sandwichconstructie is beschadigd.

Hierop zijn de volgende restricties:

1. De beschadigingen mogen niet voorkomen in de gearceerde gebieden in de figuur.
2. De beschadigingen mogen niet uitlopen in dragende delen, zoals liggers of spanten.
3. De beschadigingen mogen niet voorkomen binnen een straal van 15 cm van aan het beschadigde vlak gemonteerde beslagen voor draaipunten of andere bevestigingspunten.
4. Per draagvlak, romp of stuurvlak mag niet meer dan één onder categorie A vallen beschadiging worden toegestaan. Bij meerdere beschadigingen per deel dient het vliegtuig aan de grond gehouden te worden, tot de beschadigingen zijn gerepareerd.
5. De technicus dient preventieve maatregelen te nemen om het verder uitscheuren van scherpe uitlopers van de beschadiging tegen te gaan.
6. Bij elke D-inspectie dient het vliegtuig geheel vrij te zijn van alle beschadigingen. Herstel van de geconstateerde beschadigingen dient in de technische administratie van het vliegtuig te worden vermeld. In alle gevallen van twijfel dient de technicus het vliegtuig aan de grond te houden, tot de reparatie is voltooid.



Categorie B: Minder ernstige beschadigingen

Dit zijn beschadigingen, vallende buiten de limieten van categorie A, doch waarbij nog geen vitale delen zijn beschadigd, zoals nader omschreven in categorie C. Het vliegtuig dient echter als niet luchtwaardig te worden beschouwd tot de herstelling is voltooid en goedgekeurd. Melding van de schade dient te geschieden volgens de normaal geldende procedure.

Categorie C: Ernstige schade

Onder deze categorie worden gerangschikt alle beschadigingen aan de dragende elementen van de constructie zoals vleugelliggers en wortelribben; hoofdspant en rompsectie ter plaatse van de vleugelbevestiging beslagen en het montage gebied van stabilo en kielvlak. In fig. 3.8 zijn deze gebieden gearceerd aangegeven. Herstellingen van dergelijke beschadigingen zullen door daartoe bevoegde specialisten zoals de fabrikant van het vliegtuig moeten worden uitgevoerd.

Faalmechanismen

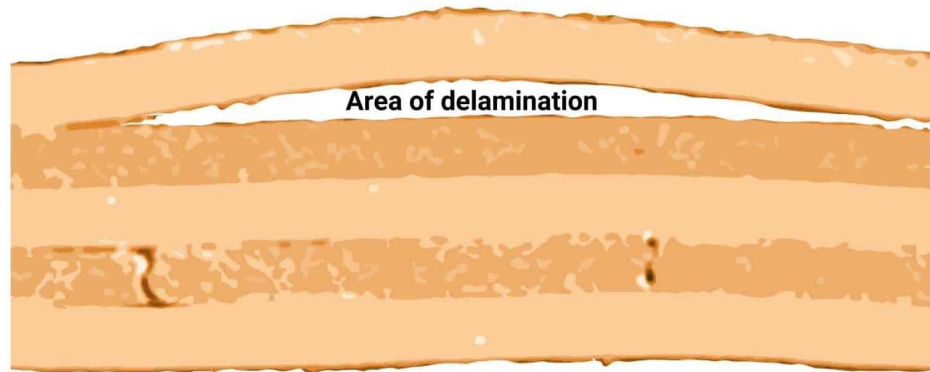
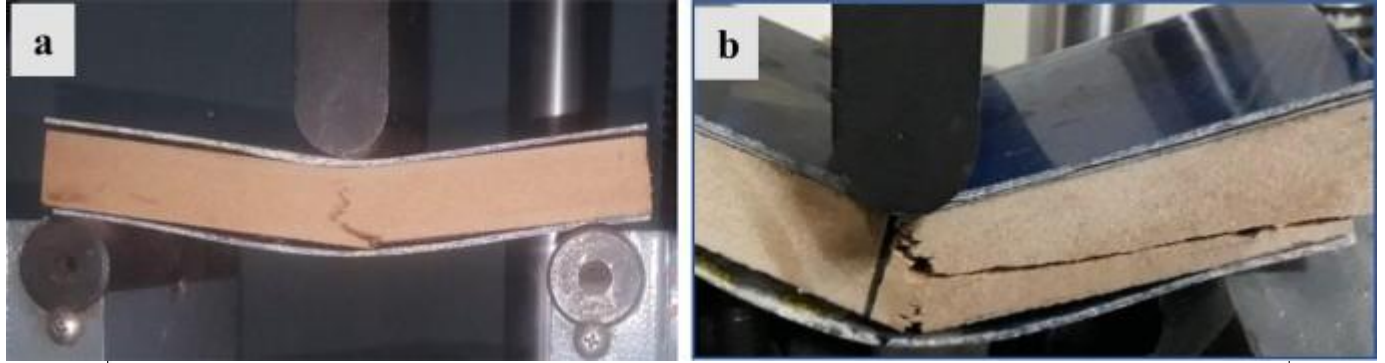
- Slijten
- Delaminatie
- Knik
- Vermoeiing
- Impactschade

Splijten

Als de vezels in een richting liggen, en de hechting dwars op de vezels op één of andere wijze niet voldoende is, kan een composiet relatief gemakkelijk splijten.

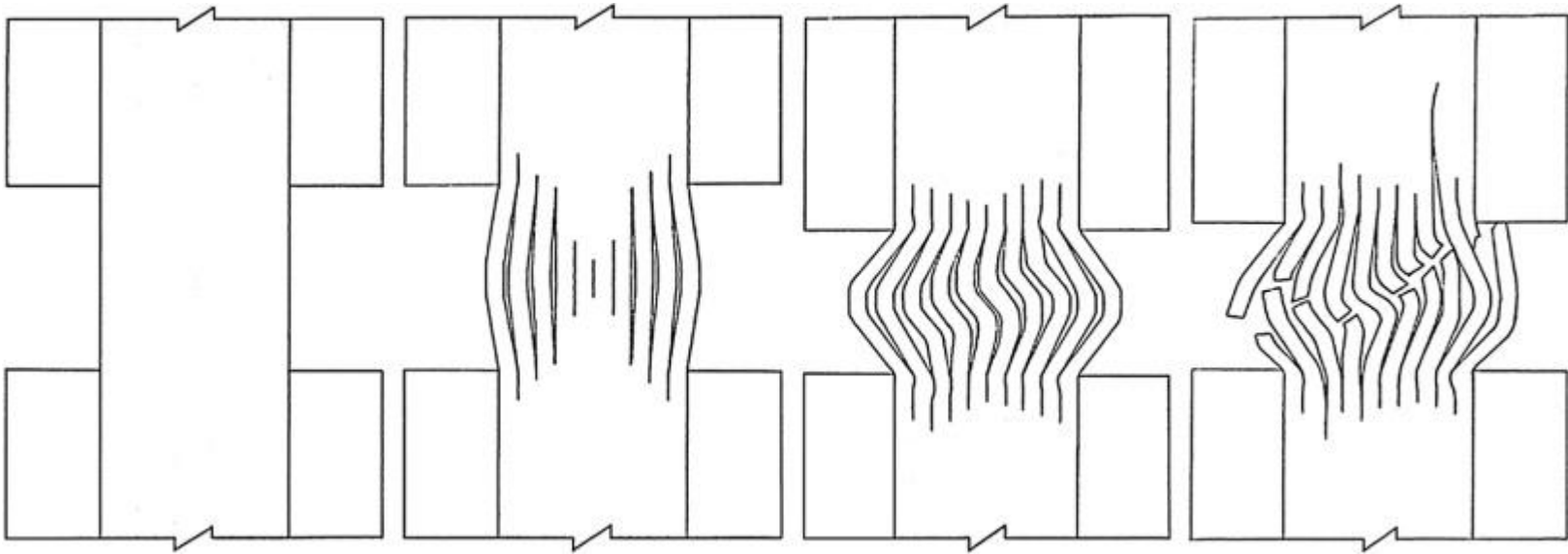


Delaminatie



Knik

Knik kan ook leiden tot delaminatie en uiteindelijk falen van het composiet.



Vermoeiing

Vermoeiing wordt veroorzaakt door wisselende belastingen die vaak genoeg herhaald worden, deze kunnen op lange duur tot schade leiden. Over vermoeiing van metalen is veel bekend, composietmaterialen zijn hier resistenter voor. Bij vermoeiing kunnen er scheurtjes ontstaan die vervolgens leiden tot delaminaties.

Impactschade

Impactschade kan lastig te detecteren zijn, omdat het buitenste materiaal kan veren. Echter in het laminaat kunnen er lagen beschadigd zijn die niet te zien zijn vanaf buiten. Deze kunnen gedetecteerd worden met tap-testing of ultrasoon scannen.

Praktische werkmethode

Beschreven in handboek op KEI vanaf pagina 22 (29/64 in pdf)

Let goed op veiligheidsvoorschriften

Leg alle spullen eerst klaar

Reparaties

