

# Vezel Aluminium Laminaten

Innovatie Positie Studie uitgevoerd in het kader van  
het project Innovatie Prestatie Contracten 'Inno-VAL'

Houten, 3 juli 2007



VAN DER MEER & VAN TILBURG

ORGANISATIEADVISEURS VOOR INNOVATIE EN GROEI



---

## Inhoudsopgave

1. Materiaalverkenning	3
1.1. Aluminium huidplaat	3
1.2. Kunststof kern	3
1.3. Vezelversterkt	4
1.4. (Vezel) Aluminium Laminaat	5
1.4.1. Sandwichplaten met PE kern	5
1.4.2. Sandwichplaten met PP kern	5
1.4.3. Vezel Aluminium Laminaten	6
1.4.4. Kennis rondom VAL	7
2. Sector verkenningen	8
2.1. Jacht- en Scheepsbouw	8
2.1.1. Trends & Ontwikkelingen	8
2.1.2. Mogelijke Toepassingen	8
2.2. Offshore	10
2.2.1. Trends & Ontwikkelingen	10
2.2.2. Mogelijke Toepassingen	10
2.3. Carrosseriebouw	11
2.3.1. Trends & Ontwikkelingen	11
2.3.2. Mogelijke Toepassingen	12
2.4. Civiele en utiliteitsbouw	14
2.4.1. Trends & Ontwikkelingen	14
2.4.2. Mogelijke Toepassingen	15
2.5. Enkele overige sectoren	16
2.5.1. Defensie	16
2.5.2. Sport	16
2.5.3. Transportbenodigdheden	17
3. Business cases	18
3.1. Ginaf (Lacomet)	18
3.2. Spatbord Curana/Batavus (Hylite)	18
3.3. Bladlood (Lacomet)	20
3.4. Saab Sonett Super Sport (Alucobond/Lacomet)	21

---

# 1. Materiaalverkenning

Het materiaaltype waar de innovatie positie studie zich op richt is de (vezel) aluminium laminaten (VAL). Dit cluster van materialen kenmerkt zich door twee of meer dunne lagen aluminium met een kunststof tussenlaag (vaak PP of PE). De tussenlaag kan versterkt zijn met vezels.

Door te variëren in diktes, aantal lagen, richting van vezels, type materiaal, etc, kunnen de eigenschappen van de VAL-materialen aangepast worden aan het gebruiksdoel.

De individuele eigenschappen van de materialen waaruit het VAL bestaat zullen vergeleken worden met de eigenschappen van andere concurrerende materialen.

## 1.1. Aluminium huidplaat

Aluminium is een erg licht metaal. In de relatief korte tijd dat het commercieel toepasbaar is, is het mede door het lichte gewicht (slechts een derde van het gewicht van staal of brons) al in enorm veel toepassingen te vinden. In sommige toepassingen kan het echter niet licht genoeg zijn. Daarom blijft men zoeken naar mogelijkheden van gewichtbesparing zonder aan stijfheid en sterkte eigenschappen in te boeten. De ontwikkelingen op het gebied van VAL-materialen passen in deze trend.

Aluminium is een goede geleider, het is niet magnetisch, het vonkt niet, en het laat zich gemakkelijk vormen. Nadeel kan zijn dat het smeltpunt laag ligt. Vermoeiing is een groot nadeel in constructies die te maken hebben met wisselende, zeer lang aanhoudende belastingen. VAL-materialen profiteren van de voordelen van aluminium en minimaliseren de nadelen.

De aluminium huidplaat van VAL-materialen geeft een vlak, goed te bewerken oppervlak. Aluminium heeft gunstige eigenschappen in corrosieve en chemische milieus. Toepassing van aluminium in de huidplaat geeft het materiaal een hoge esthetische waarde.

Met de komst van (vezel) aluminium laminaten blijken nog veel meer toepassingen dan in eerste instantie gedacht, te kunnen profiteren van de unieke combinaties van eigenschappen.

## 1.2. Kunststof kern

De kunststof kern van VAL bestaat uit polyethyleen (PE), polypropyleen (PP) of een epoxyhars. PE heeft als voordeel dat het goed verwerkbaar en recycle-

---

baar is door zacht worden bij temperatuurverhogingen. PP is moeilijker te verwerken dan PE door de langere ketens. Voordeel is dat het hogere temperaturen aankan, waardoor het bijvoorbeeld te poedercoaten is. Epoxyharsen blijven hard bij verhitting, na verwerking is het materiaal nog maar beperkt om te vormen. Deze harsen zijn veiliger voor bijvoorbeeld vliegtuig passagiers omdat ze bij brand niet smelten.

De kern is licht in verhouding tot aluminium en kan relatief goed trekkrachten opvangen. Door toevoeging van de kunststof kern aan het aluminium worden vermoeiingsverschijnselen geminimaliseerd en blijft de stijfheid vrijwel gelijk aan die van gewoon aluminium. Uitzetting van aluminium platen bijvoorbeeld op gevels wordt sterk gereduceerd door de toevoeging van de kunststof kern. Met een dunne kern krijgt het materiaal geluidsdempende eigenschappen.

### 1.3. **Vezelversterkt**

Het is mogelijk de sandwichplaten van aluminium met kunststof kern te versterken met vezels. Dit kan bijvoorbeeld met geweven of kruislings geplaatste vezellagen of met gehakte vezels. Ook kunnen meerdere aluminium lagen toegepast worden. Er zijn diverse typen vezels geschikt om het materiaal te versterken. Op dit moment worden voornamelijk glasvezels en Dyneema vezels toegepast. In vergelijking met een niet-vezelversterkt hars kan de E-modulus met een factor 20 toenemen in de trekrichting, en de treksterkte tot een factor 25.

#### **Glasvezel**

De treksterkten van glasvezels zijn zeer hoog, zelfs hoger dan van de kunststofvezels zoals nylon- en polypropreen. Glasvezels zijn onbrandbaar en de treksterkte blijft behouden tot ruim 300 °C. Hoe hoger de temperaturen hoe sneller de sterkte achteruit gaat. Normaal is glas erg bros, maar wanneer het gesmolten is en er dunne draden van getrokken worden (zoals bij glasvezel het geval is) dan is het sterk en buigzaam. Korte bochten zijn echter uit den boze. Glasvezels zijn slechte warmte- en elektriciteitgeleiders.

#### **Dyneema**

Dyneema is een vezel van polyethyleen en kent vele toepassingen. Het geweven product van de vezels wordt verkocht als materiaal met zeer goede ballistische eigenschappen. Het is echter niet voor langere tijd boven 100 °C te gebruiken en is gevoelig voor kruip.

#### **Aramide**

Vezels gesponnen uit aramide (bekend onder de merknamen Kevlar en Twaron) hebben een bijzonder grote treksterkte, laag gewicht, kleine rek en zijn bestand tegen relatief hoge temperaturen. De treksterkte van aramidevezels is ongeveer 5 tot 8 keer zo hoog als die van staal bij gelijk gewicht. Chemisch gezien is aramide verwant met nylon. Aramide draden corroderen niet en hun

---

kracht wordt niet verzwakt door onderdompeling in water. De kracht om kogels te stoppen neemt echter wel af als de aramide nat is, tenzij deze speciaal waterbestendig gemaakt is. In het verleden is aramide als vezel in VAL-materialen toegepast. Glasvezels bleken echter een beter alternatief. Er zijn dan ook geen huidige toepassingen van aramidevezels in VAL bekend.

## **1.4. (Vezel) Aluminium Laminaat**

Uit het onderzoek van de materialen waaruit VAL-typen zijn opgebouwd blijkt de volgende onderverdeling in (vezel) aluminiumlaminaten gemaakt te kunnen worden:

- Sandwichplaten met PE kern
- Sandwichplaten met PP kern
- Vezel Aluminium Laminaten

### **1.4.1. Sandwichplaten met PE kern**

De volgende merknamen van aluminium sandwichplaten met een kern van polyethyleen zijn bekend:

- Alpolic
- Alucobond
- Aluontop
- Alupanel
- Dibond
- Gutbond
- Metrabond
- Reynobond

De diverse merken sandwichplaten met PE kern hebben weinig onderlinge verschillen. De meeste gebruikte toepassing is als (decoratieve) gevelbekleding. Overige toepassingen worden gevonden in liften, reclameborden, presentatieconstructies en verkeersborden. De belangrijkste eigenschappen voor deze toepassingen zijn het beperkte gewicht, de stijfheid, oppervlaktebehandelingen, minimale uitzettingscoëfficiënt en het hightech imago.

Omdat er zo weinig verschillen zijn tussen de diverse merken, probeert men zich nu te onderscheiden door bijvoorbeeld het assortiment met oppervlaktebewerkingen uit te breiden of door het in profielvorm te verkopen.

### **1.4.2. Sandwichplaten met PP kern**

Er is slechts één bedrijf dat aluminium sandwichplaten met PP kern produceert. Dit gebeurt onder de merknaam Hylite. Tot voor kort vielen deze activiteiten onder Corus. Nu zijn deze echter verkocht aan Alcan Singen.

---

Door de PP kern kan het materiaal hogere temperaturen aan en is het mogelijk om te poedercoaten. Hylite is verkrijgbaar in twee typen: softskin en hardskin. PP sandwichplaat is moeilijker vervormbaar dan de PE-variant. De softskin variant is in tegenstelling tot hardskin Hylite nog redelijk goed 3D vervormbaar. Hardskin heeft een goede impactbestendigheid.

Het materiaal is in eerste instantie voor de auto-industrie ontwikkeld, maar vind nu zijn weg naar allerlei innovatieve toepassingen. Een voorbeeld hiervan is de scharnierende werking die ontstaat door de huidplaat aan twee kanten in te frezen. Ook zijn er toepassingen in de office supply en fiets industrie.

### 1.4.3. Vezel Aluminium Laminaten

De vezel aluminium laminaten kenmerken zich door de aanwezigheid van vezels in de polypropyleen kern. De eerste ontwikkelingen van vezel aluminium laminaten richtten zich op het gebruik van aramidevezels, die later vervangen werden door glasvezels. De vezels kunnen zowel geordend als ongeordend toegepast worden. De vezels geven aanzienlijk meer sterkte aan het materiaal. Inmiddels wordt ook onderzoek gedaan naar andere bruikbare vezels zoals Dyneema. Producten die op de markt zijn, of binnenkort komen, zijn:

- Arall (wordt niet meer geproduceerd)
- Glare (alleen voor de vliegtuigbouw)
- Lacomet
- Dyneema UD-HB

Arall bevat voorgespannen aramide vezels. Aramide vezels bleken echter onder extreme gevallen te breken, waardoor er wel scheurgroei optreedt. Voor Fokker F-27 vleugelpanelen was de kwaliteit echter wel voldoende. Ook voor een enkel zeiljacht zijn er onderdelen van Arall gemaakt.

Glare (GLAss REinforced aluminium) is qua constructie afgeleid van Arall. Daaruit is Glare ontwikkeld door de voorgespannen aramide te vervangen door niet-gespannen glas. Het materiaal wordt vaak met de hand in mallen geproduceerd. Glare is in het geheel gericht op de luchtvaartsector en wordt toegepast in de Airbus A330 en A380.

Lacomet is een nieuw materiaal dat sinds kort verkrijgbaar is. Het is ontwikkeld door Coil Coating Laminates. Het kan gezien worden als een industriële variant van Glare en is verkrijgbaar in plaatvorm. Het wordt geleverd in diverse specificaties, zoals tussenlagen aluminium en uni-directionele glasvezel lagen.

Dyneema UD-HB is ontwikkeld door DSM in samenwerking met het Zuidkoreaanse Samyang. Het materiaal richt zich op toepassingen waarin de ballistische eigenschappen vereist zijn.

---

#### **1.4.4. Kennis rondom VAL**

Het Aluminium Centrum heeft de beschikbare kennis rondom VAL-materialen verzameld en biedt deze aan in de vorm van workshops. Deze zijn toegespitst op verschillende niveaus.

Een aantal belangrijke kengetallen van VAL zijn:

Hoge specifieke sterkte en lage dichtheid. Vooral de weerstand tegen vermoeiing en gevolgen hiervan maken aluminium vezel laminaten uitstekend geschikt voor toepassing in sectoren waar wisselende belastingen een grote rol spelen. De vrijheid in de laagopbouw bij VAL geeft de gebruiker een enorm constructie voordeel. Daar waar nodig kan veel spanning worden toegelaten en waar de constructie licht kan zijn wordt minder materiaal gebruikt. Tevens is het materiaal buitengewoon geschikt voor toepassingen waarbij hoge temperaturen of brandbelasting een rol spelen.

---

## 2. Sector verkenningen

In dit hoofdstuk zal voor de volgende sectoren onderzocht worden wat de trends en ontwikkelingen zijn en wat de belemmeringen, kennisbehoefte en mogelijkheden voor VML zijn:

- Jacht- en scheepsbouw
- Offshore
- Carrosseriebouw
- Civiele bouw
- Enkele overige sectoren

In deze laatste categorie worden enkele sectoren kort voor het voetlicht gebracht waar mogelijk ook toepassingen voor VML gevonden kunnen worden.

### 2.1. Jacht- en Scheepsbouw

#### 2.1.1. Trends & Ontwikkelingen

In 2002 werd 7% van alle wereldwijde bestellingen in de scheepsbouw gedaan in Europa. Hiermee liep het aantal bestellingen in Europa sterk terug (afname van 46%). Met name in de scheeps-, maar ook in de jachtbouw wordt, in uiteenlopende fasen van afbouw, veel uitbesteed aan lagelonenlanden. Dit zal naar verwachting verder toenemen.

In 1960 had Nederland nog 7% van de wereldmarkt voor schepen in handen. In 1980 is dit aandeel geslonken tot circa 1,5%. In de tankerbouw wordt door regelgeving voor dubbelwandigheid en de groei van het containervervoer een structurele groei voorzien. De groei van de binnenvaart biedt nieuwe kansen. Van alle binnenvaartschepen in Europa komt 80 % uit Nederland. Er is vooral vraag naar innovatieve en technische schepen. Na een jarenlange daling vertoont de afzet van nieuwe binnenvaartschepen een lichte groei.

De afgeleverde schepen zullen in de toekomst bij gelijke vaarsnelheid minder golfvorming mogen veroorzaken en voorzien moeten zijn van een milieuvriendelijke antifouling. Antifouling is tegen het aangroeien van onder andere algen. Hoewel het verbod op koperhoudende antifouling-soorten enkele jaren is opgeschort blijft men zoeken naar nieuwe kopervrije soorten.

#### 2.1.2. Mogelijke Toepassingen

##### Deuren

De statische waterdruk die het deurblad van een waterdichte deur moet kunnen weerstaan is 10 m waterkolom. Als het gewicht van een deur gereduceerd kan

---

worden dan zouden ophangings- en aandrijfsystemen lichter en goedkoper uitgevoerd kunnen worden.

In jachten worden brandwerende deuren toegepast die in de brandklassen B en A (A-0 tot A-60) gekeurd zijn. De deuren zijn bestand tegen een statische druk van 3-4 m. waterkolom. De stalen buitendeuren hebben een grote dikte en daarmee een hoog gewicht ( $\pm 60$  kg.). In plaats van een stalen buitenplaat zou VAL op het deurframe gelijmd kunnen worden. Daarmee wordt het gewicht aanzienlijk gereduceerd.

Esthetiek is vooral bij bovendekse deuren belangrijk. Daarnaast zou het mooi zijn als de deuren dunner (bijvoorbeeld een dikte van 30 mm) uitgevoerd kunnen worden met behoud van stijfheid.

### **Dek**

Momenteel wordt voor de dekken aluminium met een dikte van 4 mm toegepast. Om de gewenste stijfheid te bereiken steunen de dekken op een groot aantal kleine spanten. Dit brengt veel laswerk met zich mee. Indien VAL over voldoende buig- en trekstijfheid beschikt zou substitutie door VAL zowel de dikte als de ondersteuning van het dek kunnen reduceren. Met name de combinatie van VAL met honingraat is vanwege de extra stijfheid interessant. Er zijn goede ervaringen met de duurzaamheid van de honingraatverlijming.

Voor de interieurdekken is absorptie van geluidstrillingen van belang. De verbinding met het totale dek kan mogelijk door middel van lijmen cq. poppen tot stand gebracht worden. Substitutie door VAL zou het narichten overbodig moeten maken.

Voor de zeer luxueuze jachten bestaan er helidecks. Gewichtsreductie en stijfheid spelen hierbij een belangrijke rol.

### **Luiken**

Hatches (luikgaten) worden bijvoorbeeld toegepast in tankers. Binnenkort moeten alle zeetankers die willen aanleggen in Europese havens dubbelwandig zijn. De eisen die aan de luikgaten worden gesteld zullen dan hoger worden. Hierbij is door explosiegevaar vooral de weerstand bij piekbelasting erg belangrijk.

### **Schotten**

VAL biedt een voordeel bij gebruik in tussenschotten in termen van brandveiligheid en explosiebestendigheid. Interieurschotten bestaan nu uit een combinatie van hout met staal of aluminium met steenwol of worden gemaakt van composietmateriaal. De tussenschotten reiken niet tot op de romp. Dit brengt het risico voor brandoverslag met zich mee. Om die reden worden er brandveilige stalen ondervloeren voorgeschreven. Door substitutie van staal door VAL zou het gewicht van de ondervloeren gereduceerd kunnen worden. Naast

---

brandveiligheid en explosie-insluiting speelt geluidsisolatie hierbij een rol. De schotten moeten bestand zijn tegen een statische druk van 3-4 m. waterkolom.

### **Opbouw**

De opbouw van sommige schepen wordt nu in polyester uitgevoerd. Nadeel van polyester is dat het in mallen geproduceerd moet worden. De Nederlandse industrie is daar minder bedreven in. Indien VAL gebruikt wordt dan biedt het qua fysische eigenschappen voordelen ten opzichte van polyester. Door VAL te gebruiken voor de bovenbouw kan het topgewicht gereduceerd worden.

## **2.2. Offshore**

### **2.2.1. Trends & Ontwikkelingen**

De markt voor offshore-producten trekt aan, maar is door haar afhankelijkheid van de olieprijs erg grillig. Voor de Britse sector van de Noordzee loopt het aantal constructieprojecten onrustbarend terug. Nieuwe opdrachten worden nauwelijks meer geboekt. Ook voor de Noorse sector is het aantal constructieprojecten marginaal. De afzetmarkt voor de offshore is wereldwijd. De Noordzee is hoofdzakelijk afzetgebied voor onderhoudswerkzaamheden en weinig voor nieuwbouw. Een andere oorzaak van de relatief slechte vooruitzichten is de afschaffing van fiscale voordelen door de overheid (zoals bijvoorbeeld sinds 2002 de maatregel “willekeurige afschrijving voor investeringen op het Nederlandse continentale plat” is afgeschaft). Belangrijke offshore-landen, zoals Groot-Brittannië en Noorwegen, treden nog steeds protectionistisch op.

### **2.2.2. Mogelijke Toepassingen**

#### **Offshore Platforms**

Toepassing van VAL in offshore platforms zal zich voornamelijk toespitsen op de top-side.

Blastwalls zijn 3-4 meter hoog en 15-20 meter lang. De ondersteuning is minimaal. Ze moeten 1-2 bar kunnen opvangen. VAL zou mogelijk een alternatief kunnen zijn.

Helidecks op platforms moeten licht en stijf geconstrueerd zijn. Wat een uitgelezen mogelijkheid biedt voor de toepassing van VAL.

Branddeuren op de huidige platforms zijn erg zwaar geconstrueerd om aan de normen te kunnen voldoen. Door VAL te combineren met hout kan een veel lichter type deur gemaakt worden. Dit komt ook de ophangsystemen ten goede.

Mud-mats worden op de zeebodem gelegd om platforms tegen verzakking te beschermen, als zij (tijdelijk) met palen op de zeebodem worden geplaatst. Het zijn grote oppervlakten. De kranen die deze mudmats moeten plaatsen, lopen

---

met de huidige stalen matten tegen hun maximale hefvermogen aan (600 ton). VAL is een lichter alternatief en kan in de hele operatie enorm veel geld besparen.

### **Overige toepassingen**

Een tank voor opslag en vervoer van vloeibaar aardgas. De tanks moeten gasdicht zijn. Op dit moment worden de tanks gemaakt van triplex, een Glare-achtige folie van 0,7 mm., ondersteund door grote houten constructies met isolatiemateriaal. De buitenste laag is van invar (vanwege de lage uitzettingscoëfficiënt). VAL zou ruimtewinst kunnen betekenen en mogelijk ook constructiewinst. Een tank heeft een omvang van 40x40x30 meter. De fabricage van de tanks duurt een tot twee jaar.

Explosiegevoelige lab-units kunnen profiteren van het toepassen van VAL. Dit moet dan eventueel gecombineerd worden met een ander materiaal.

Het Maritiem innovatieplatform, waarin de IRO en VNSZ scheepsbouw industrie zijn verenigd, doen onder andere projectvoorstellen voor pilots met metaallegeringen en composietmaterialen, duurzaamheid, veiligheid. Mogelijk is VML interessant als pilot.

## **2.3. Carrosseriebouw**

### **2.3.1. Trends & Ontwikkelingen**

De economische malaise heeft er aan bijgedragen dat in 2003 de transportmiddelenindustrie een negatieve omzetting had van 3,5%. Het gevolg was een daling in de werkgelegenheid. Recente faillissementen van een aantal Nederlandse fabrikanten in de carrosserie- en trailerbouw bevestigen de ongunstige situatie waarin de transportmiddelenindustrie verkeerde.

De huidige staalcrisis heeft grote consequenties voor de staalverwerkende sectoren. Niet alleen de hoge prijzen, maar ook de leverbetrouwbaarheid vormt een probleem. Een belangrijk concurrentievoordeel van de Nederlandse toeleveranciers in de transportmiddelen-industrie ten opzichte van Oost-Europese toeleveranciers is leverbetrouwbaarheid.

De afgelopen jaren is een sterke toename in de individuele wensen van afnemers in de trailerbouw waar te nemen .

De carrosseriebouw is interessant voor lijmen. De branchevereniging voor schadeherstelbedrijven (FOCWA) is hier al redelijk ver mee. In de transportsector (bijvoorbeeld trailerbouw) is gewicht belangrijk en kan lijmen een besparing opleveren. Ook biedt lijmen meer ontwerpvrijheid door het creëren van stijfheid of torsie bij de vormgeving van dunne plaat.

---

Op Europees niveau wordt binnen de sector getracht overeenstemming te bereiken over zaken als normen met betrekking tot de maximale lengte van vrachtwagens en bussen. Ook is de maximale wioldruk van transportmiddelen een issue. Daarnaast worden emissienormen strenger.

### **2.3.2. Mogelijke Toepassingen**

#### **Bussen**

De kofferkleppen aan beide zijden van de bus zijn gemaakt van aluminium met een dikte van 2 mm. De klep moet qua drukbelasting gelijkwaardig zijn.

De deurpanelen wegen nu 12 kg. Een gewichtsreductie van 30% door VAL-substitutie is haalbaar. Omgerekend is dat 4 kg en daarmee 28 kg per bus (7 deuren).

Aan de beide zijden van de bus wordt een roestvast stalen plaat met een dikte van 0,8 mm gemonteerd. Om te voorkomen dat er onder invloed van zonlicht deuken ontstaan worden de platen onder voorspanning gemonteerd. De voorspanning dient tot een temperatuur van 90 °C behouden te blijven. Omdat de platen 15 jaar mee moeten gaan dient het kruipgedrag nihil te zijn.

Voor het dak van de bus worden sandwichpanelen met een breedte van 2,30 m toegepast. Deze zouden ook voor VAL-substitutie in aanmerking kunnen komen.

#### **Geldauto's**

De eisen waar deze auto's aan moeten voldoen staan in de "Wet op de Weerkerpsen en particuliere beveiligingsorganisaties". De geldtransportwagens hebben een levensduur van 10 tot 13 jaar en worden gepantserd met staal. Als hier een alternatief voor zou komen dat lichter is dan zou dat veel laadvermogen en brandstof en daarmee geld kunnen opleveren. De geldwagens beschikken over een standaard chassis. De carrosserie wordt geleverd door diverse leveranciers. De carrosserie is zeer zwaar. Vooral de cabine, vanwege de persoonsveiligheid. De vooras wordt hierdoor te zwaar belast. Toepassing van VAL kan de levenscycluskosten verminderen. Hiermee kunnen de investeringskosten in VAL gerechtvaardigd worden.

Brandvertragende wanden. Bij een overval kan het voorkomen dat de geldtransportwagen in brand wordt gestoken. VAL kan in een dergelijk geval doorbranding voorkomen. Er moet wel een warmte-isolerende laag achter geplaatst worden (zoals balsahout). De kogelwerende wanden moeten bestand zijn tegen een vuurinslag met een vermogen van 3000 J. Indien dit met staalplaat gerealiseerd zou moeten worden dan wordt de carrosserie te zwaar voor het onderstel. Voor deze toepassing zou VAL met dyneema vezel interessant kunnen zijn.

---

De vloerplaat van de geldtransportwagen bestaat uit gepantserd staal met een anti-slijtlaag. VAL is vanwege de hoge slijtvastheid een goed alternatief.

### **Vrachtwagens**

De opbouw van een truck is groot en zwaar. Vermindering van het gewicht, waarbij de stijfheid gehandhaafd blijft, levert direct geld op door toenemend laadvermogen en brandstofbesparing. De opbouw van de vrachtwagen en eventueel de cabine biedt voldoende mogelijkheden voor substitutie door een VAL-materiaal.

### **Trams/Treinen**

Zijwandpanelen van trams of metro's. Op dit moment wordt hiervoor een aluminiumsandwich gebruikt met een dikte van 18 mm.

Voor de opbouw van de vrachttreinen is VAL een serieuze optie. Elke kilo die kan worden bespaard op de as-last kan worden gebruikt voor vracht. We verwachten op voorhand dat bij een gewichtsbesparing van de opbouw van 10% voordeel kan worden behaald.

Nieuwbouw motoren worden nu na reorganisatie in Italië gemaakt. VML zou interessant kunnen zijn als afscherming. Hot item is alle hete delen afdekken. Maar ook geluid en trillingen zijn belangrijk. Classificatiebureaus zijn streng: idiot proof is beslist noodzaak.

### **Trailerbouw**

De vloerplaat is sterk onderhevig aan slijtage. Met name bij de trailers die voor recycling doeleinden worden toegepast. Hierbij wordt bijvoorbeeld bouw- en sloopafval los in de trailer gestort. Hierbij is de kans groot dat de vloerplaat lokaal hoog belast wordt. Door de impactbestendigheid is VAL goed bestand tegen dergelijke puntbelastingen.

Om slijtage van de zijwandpanelen te voorkomen zijn aan de binnenzijde van de trailer in de lengterichting slijtplaten aangebracht (4 mm dik). Deze worden aan de zijwanden gelast. Toepassing van VAL kan de levensduur van de slijtplaten verlengen.

De zijwanden van de trailer zijn uit holle wandplanken samengesteld (600 mm breed en 30 mm dik). De panelen worden uit aluminium geëxtrudeerd en mechanisch met elkaar verbonden. Thermische isolatie speelt geen rol. De panelen dienen bestand te zijn tegen buig-, trek- en torsiespanningen. VAL is stijver dan aluminium. Indien het mogelijk is om de dubbelwandige aluminium panelen te substitueren door VAL dan wordt zowel het laadvolume als het laadgewicht vergroot.

---

### **Defensie materieel**

Add-on pantser voor voertuigen. Bijvoorbeeld een demonteerbaar pantser om raketten af te weren. Het Amerikaanse leger gebruikt een bepantsering van 2,5 ton. Dit leidt tot hoge slijtage aan de voertuigen. De Defensie Materiaal Organisatie (DMO) is op zoek naar lichtere alternatieven.

Beplating aan de onderkant van een pantserwagen. Deze wegen momenteel in totaal 70 á 80 ton. Toepassing van VML reduceert het gewicht.

## **2.4. Civiele en utiliteitsbouw**

### **2.4.1. Trends & Ontwikkelingen**

Bedrijven waarschuwen dat de marges in de Nederlandse markt voor de bouw van infrastructurele werken “onder druk staat” of zelfs “onverantwoord laag is”. Voor sommige bedrijven is door de lage prijsniveaus, de hevige concurrentie en nieuwe marktpartijen, waaronder bedrijven en werknemers uit de nieuwe EU-lidstaten, verdere inkrimping noodzakelijk.

In de B&U-bouw is een industrialisering van het bouwproces (prefabricage) waar te nemen. Daarnaast is er een toename in de vraag naar flexibel/demontabel bouwen. Ook vinden er meer nevenactiviteiten plaats, zoals recycling. Bij installatiebedrijven verschuift het werk van nieuwbouw naar onderhoud. Voor de aannemersbedrijven in de B&U- en GWW-bouw is een snelle toename waar te nemen in de vraag naar duurzaam bouwen.

De overheid legt in toenemende mate prestatiecontracten op aan de aannemers.

Onder invloed van de Angelsaksische cultuur is de cultuur in de branche de afgelopen twintig jaar sterk verzakelijkt. Zo worden aannemers in toenemende mate aansprakelijk gesteld voor (vermeende) geleden schade. Het aantal claims van met name particuliere partijen is de laatste jaren sterk toegenomen. Bij veel bouwbedrijven lopen vrijwel continu een aantal kleine en grotere arbitragezaken tegelijkertijd.

Vanwege kostenreductie is er vanaf de jaren '80 kritisch gekeken naar ontwerp, constructie en materialen. Het gevaar is dat de sterktes van bouwconstructies soms minimaal kunnen zijn. In andere Europese landen, zoals Duitsland, worden grotere veiligheidsmarges gehanteerd. Veel bouwers hebben angst voor incidenten die uit te zwakke constructies kunnen voortvloeien.

In de bruggenbouw worden in toenemende mate complexe vormen (kunstwerken) toegepast. Dit biedt extra kansen voor staal ten opzichte van beton.

---

Het imago van de staalbouw heeft de laatste jaren een inhaalslag gemaakt. Dit komt met name doordat architecten de voordelen van staal (licht, mooiere vormgeving, kortere bouwtijd, minder belasting voor milieu en omgeving en mogelijkheid tot flexibel bouwen) hebben ontdekt.

## **2.4.2. Mogelijke Toepassingen**

### **Gevelbouw**

Aluminiumlaminaten worden al veel toegepast in gevelbouw-toepassingen. Dit door de uitstekende mogelijkheden voor oppervlaktebehandeling en het lichte gewicht, waardoor de constructie een stuk lichter gemaakt kan worden.

### **Dakconstructies**

Dakconstructies kunnen profiteren van lichtere constructies. Van belang zijn uitzetting en krimp, constructietechnische eigenschappen en mogelijke vervormingen in het dak.

### **Panden financiële instellingen**

De panden van banken en geldtransport bedrijven kunnen baat hebben bij het gebruik van VAL. Het is een trend dat criminelen vaker ramkraken uitvoeren en daarbij explosieven en zware wapens gebruiken. De enige manier om van buiten naar binnen te komen is het 'eruit blazen' van wanden of dak. De interne toegangsdeuren en kluizen zijn gepantserd. Ballistisch gedrag is daarbij niet van belang, maar impactbestendigheid wel. Indien bestaande gebouwen in gebruik genomen worden, worden aan de binnenkant van de wanden lamellen aangebracht om deze impactbestendig te maken. Verzekeringsmaatschappijen en afnemers gaan meer eisen stellen door middel van externe audits. Toepassing van VAL in de wanden maakt lamellen overbodig en zou de impact- en explosiebestendigheid kunnen verbeteren.

Bankgebouwen gaan in hun zoektocht naar veiligheid steeds meer over op concepten als het geldloze bankgebouw. Ook opslagkluizen worden steeds minder toegepast. Veel bankvestigingen worden gesloten ten gunste van internetbankieren en 'plastic geld' transacties. Centrale geldopslag (cash-centres) zijn echter wel interessant voor VAL. Bij kleine geldpunten, zoals winkels of bibliotheken, zijn bullet-proof en andere preventieve veiligheidsmaatregelen belangrijker dan explosieveiligheid.

### **Chemische installaties**

Bij toepassing in chemische installaties is de kwaliteit belangrijker dan de prijs. De installatie is zo sterk als de zwakste schakel, daarom wordt constant gezocht naar verbeteringen voor deze schakels. VAL-materialen zijn relatief goed bestand tegen chemische milieus.

---

### **Drijvende weg**

Rijkswaterstaat doet onderzoek naar de mogelijkheden voor drijvende wegen. Onderdelen van een dergelijke weg kunnen van VAL gemaakt worden.

## **2.5. Enkele overige sectoren**

### **2.5.1. Defensie**

#### **Bomblet Attenuator**

De Bomblet Attenuator is een cilinder die over niet-ontplofte munitie heen geplaatst kan worden. Nadeel is dat de Bomblet Attenuator zeer zwaar is (15-20 kg). Vervanging door VAL zou het gewicht aanzienlijk kunnen reduceren.

#### **Opslagkisten**

Kisten voor munitie en raketwerpers kunnen nog een stuk lichter geconstrueerd worden als VAL toegepast zou worden. Een laag gewicht van dergelijke kisten is uiteraard van groot belang, terwijl ook de veiligheid gewaarborgd moet zijn.

#### **Bepantsering**

Bepantsering van tijdelijke verblijven. Voor met name objecten als toegangshekken (suicide bombers), observatieposten en eetzalen (mortierinslagen) is defensie op zoek naar bepantsering. Ook is men op zoek naar materiaal voor mobiele beschermingswallen (bigbag-principe). VAL kan hierin voordelen bieden inzake puntbelasting ontploffingsbestendigheid en gewicht. Sheltercontainers voor defensie zouden constructief wellicht met VAL beter gemaakt kunnen worden. Transportcontainers voor defensie (oplage 150 stuks) kosten meer dan een miljoen voor engineering.

### **2.5.2. Sport**

Voor de technologische sporten kunnen profiteren van de toepassing van VAL. De sportbranche is een uitstekende sector om nieuwe materialen te testen en toe te passen.

#### **Watersport**

Bouwers van zeil- en motorboten die meedoen op het hoogste niveau zijn continue op zoek naar lichtere, stijvere en sterkere materialen. VAL is een goed alternatief op de gebieden waar grote vervormbaarheid tijdens de constructie niet direct van belang is. De toepasbaarheid in kano's kan ook onderzocht worden.

---

### **Autosport**

Zowel formule 1, raceauto's, racetrucks en off-road wagens kunnen profiteren van een lichter gewicht. Dit betekent immers hogere snelheden, lager verbruik en eventueel grotere benzinetanks.

### **Vliegsport**

Toepassing van VAL in zweefvliegtuigen behoort tot de mogelijkheden. Ook de aanhangers waarop deze vervoert worden kunnen met behulp van VAL gebouwd worden.

### **Paardensport**

Zowel in de paardentrailers als de hindernissen kan VAL toegepast worden. Impactbestendigheid, sterkte, stijfheid en lichtgewicht spelen hier een rol.

### **Wintersport**

In allerlei wintersporten kan de toepassing van VAL overwogen worden. Bob-, rodel- en skeletonslees en snowboards zijn enkele voorbeelden.

### **Skating en BMX**

Evenementen rond skating en BMX worden steeds populairder. Het betreft vaak evenementen op tijdelijke locaties. Halfpipes die in zeer korte tijd opgezet kunnen worden en makkelijk te vervoeren zijn, zijn interessant.

## **2.5.3. Transportbenodigdheden**

Kratten, kisten, bakken, pallets en containers moeten vervoerd worden en soms getild. Elke kilo die niet in een krat, pallet of container zit, is er weer eentje meer die vervoerd kan worden (of eentje minder die getild moet worden).

Bij het vervoer van bulkcontainers ontstaat soms voor miljoenen euro's schade. Als dit terug gedrongen kan worden met VML, dan is dat een enorme vooruitgang. Bij gebruik van VML profielen win je snel 300-400 liter en 300-400 kilo.

Voor gekoeld vervoer kan VAL wellicht een grote rol gaan spelen. De isolatiewaarde van het materiaal moet nog onderzocht worden.

Aluminium is goed schoon te houden. Vervoer van etenswaren zou daarom een interessante markt kunnen zijn.

---

### **3. Business cases**

Een aantal cases die demonstreren dat (Vezel) Aluminium Laminaten buiten de luchtvaartindustrie goed toepasbaar zijn.

#### **3.1. Ginaf (Lacomet)**

Met de komst van het gemakkelijker te produceren en dus goedkopere Lacomet, bieden vezel aluminiumlaminaten nu ook buiten de luchtvaartindustrie kansen. Uit onderzoek door Van der Meer & Van Tilburg bleek dat bijvoorbeeld ook in de transportmiddelen sector kansen liggen om dit materiaal toe te passen. Het gebruik van VAL in de carrosseriebouw resulteert in een aanzienlijke verlaging van het gewicht ten opzichte van de huidige toegepaste materialen. Het laadvermogen van de trucks neemt daardoor toe en het energieverbruik per transporteenheid af. Dit levert voordelen op in termen van energiekosten en milieuvriendelijkheid.

Ginaf Service uit Ederveen toonde zich enthousiast om een innovatietraject met betrekking tot Lacomet uit te voeren. Het innovatietraject moest meer duidelijkheid geven over de wijze waarop vezel aluminiumlaminaten in de carrosserie van de Ginaf trucks toegepast kunnen worden. Er werd besloten Lacomet toe te passen in de beplating van de opbouw van zes race-trucks. Hiertoe zijn verschillende proeven ondernomen waarbij Lacomet vergeleken werd met gewone aluminium beplating. Naar aanleiding hiervan gaf Ginaf duidelijk de voorkeur aan het VAL.

De constructie werd tijdens deelname van de truck aan de Dakar Rally van januari 2007 aan de ultieme test onderworpen. Doordat de constructie aan extreme condities wordt blootgesteld vormt deze race een optimale testomgeving. De resultaten waren verbluffend: Lacomet bleek de oorspronkelijke beplating op alle fronten te verslaan. Voornamelijk de gerealiseerde gewichtsbesparing, de grote stijfheid en sterkte, impact bestendigheid en de ongevoeligheid voor scheurvorming bleken belangrijke voordelen.

Resultaten uit de Dakar Rally tonen aan dat vezel aluminiumlaminaten op het punt staan om hun weg te vinden buiten de luchtvaartindustrie. Het innovatieproject bij Ginaf heeft hieraan bijgedragen. De test in de Dakar Rally heeft veel informatie opgeleverd omtrent engineering, toepassing en onderhoud van het materiaal.

#### **3.2. Spatbord Curana/Batavus (Hylite)**

In het najaar van 2002 was bij Batavus het herontwerp van de spatborden aan de beurt. De insteek was een nieuwe benadering van het spatbord. Bij fietsen

---

had je voor spatborden altijd twee mogelijkheden: kunststof of metaal. De metalen spatborden (veelal van blik en voorzien van een dikke verflaag), roesten snel in het door pekkel geteisterde winterseizoen. De kunststoffen varianten (meestal gemaakt via extrusie) missen stijfheid en vervormen daardoor gemakkelijk. Daarnaast is de montage veelal omslachtig en hebben ze soms de neiging hinderlijk te gaan trillen. Hier lag een uitdaging voor Batavus en haar toeleveranciers.

Het Belgische bedrijf Curana uit Roeselare (West-Vlaanderen) is een klein bedrijf. Er werken tien mensen. Het bedrijf legde zich in de loop van de tijd toe op de fabricage van blikken spatborden en bagagedragers. Afzetgebied was hoofdzakelijk België. Met de toenemende schaalvergroting en internationalisering in de fietsonderdelentoelevering kwam Curana voor de keuze: óf meer onderscheiden door innovatie óf ondergaan in de prijzenslag met lagelonenlanden. Er werd gekozen voor de eerste optie. Uitbesteding speelt in deze strategie van 'je-meer-onderscheiden' een belangrijke rol omdat het Curana in staat stelt te kunnen groeien zonder de interne structuur van het bedrijf te hoeven uitbreiden. Uiteindelijk resultaat is: betere producten en daarmee bestaansrecht.

Het nieuwe spatbord is een combinatie van een Hylite-insert (een sandwichmateriaal van een 0,2 mm dunne laag aluminium, 0,8 mm polypropreen en weer een 0,2 mm dunne laag aluminium) en daaromheen gespuits PP. Door te spuitgieten in plaats van te extruderen kunnen ook andere onderdelen, die gewoonlijk aan het spatbord moeten worden bevestigd, worden geïntegreerd. Zo werden de verbinders met de spatbordpoten (de poten zelf zijn nog steeds van metaal in verband met de verstelbaarheid voor verschillende wiel- en bandenmaten), het spatbordneusje en een spatlap direct meegevormd in de matrijs. Aan de holle binnenkant werden nog enkele verstevigingsribben van PP aangebracht.

Het uiteindelijke resultaat van de samenwerking was een spatbord met een opmerkelijk laag gewicht (25% minder dan de kunststoffen spatborden van de concurrentie). Ook qua prijs kan het spatbord goed concurreren. Door de geïntegreerde aanpak is de montage op de fietsen in de fabriek sneller en is er veel gewonnen aan esthetiek. Er zijn veel minder losse boutjes of klinkverbindingen. De twee van elkaar door kunststof gescheiden aluminium plaatjes kunnen zelfs voor geleiding van stroom gebruikt worden. De spatborden worden exclusief gemonteerd door Batavus en Sparta. Door hen worden ze vanwege het materiaal nog steeds de Hylite's genoemd. Op zowel de vinding als het productieproces heeft Curana inmiddels octrooien aangevraagd.

Gebaseerd op: Kanneworff, W., *Spatbord van Curana*, Product, Tijdschrift voor productontwikkeling, september 2003.

---

### 3.3. Bladlood (Lacomet)

Lacomet® FL is bladlood op basis van aluminium. Dit innovatieve product bestaat uit twee lagen op kleur gelakt, corrosiebestendig, ongelegeerd aluminium met een inlage van vezel versterkt composiet. Lacomet® FL kan worden toegepast voor welhaast elke denkbare vorm van waterkerende loodbekleding in de nieuwbouw, renovatie en verbouw.

Kenmerkende eigenschappen

- Loodvrij
- Zeer licht van gewicht
- Corrosiebestendig
- Duurzaam
- Recyclebaar
- Dun
- Goed vervormbaar
- Vormvast
- Lage uitzettingscoëfficiënt
- UV bestendig
- Temperatuurbestendig
- Beperkte brand(vuur)weerstand
- Metaalachtig aanzien
- Mat grijze kleur

Kenmerkend voor de verwerking van Lacomet® FL is, dat het product:

- eenvoudig op maat te snijden of knippen is met een Stanley mes, schaar of een blikchaar
- op lengtes van 3 tot 4 meter of meer kan worden gemonteerd
- op grote breedtes kan worden toegepast
- een lage doorbuigings- resp. uitzakkingsfactor heeft
- met behulp van butyltape, Lacomet® butyltape of blijvend flexibele kit wordt gemonteerd
- wel geklopt kan worden, maar niet uitklopbaar is
- veelvuldig kan worden gebogen en gevouwen
- ook bij lage temperaturen (tot -20 °C) nog goed verwerkbaar is
- prefab vanuit de werkplaats kan worden aangevoerd
- goed overschilderbaar is

Montage / Verwerking

Een handleiding voor de montage van Lacomet® FL bladlood is beschikbaar. Daarin zijn o.a. uitvoerige instructies opgenomen ten aanzien van het op maat snijden of knippen, het in de gewenste vorm buigen/vouwen, het maken van overlappen en verbindingen en het (desgewenst) op kleur afwerken.

---

### 3.4. Saab Sonett Super Sport (Alucobond/Lacomet)

Het Aluminium Centrum is een project gestart genaamd Inno-VAL. Door middel van dit project worden bedrijven in staat gesteld om innovatieve ideeën een kans van slagen te geven. Dit project wordt met subsidie van SenterNovem ondersteund. Het project waaraan verschillende bedrijven deelnemen, bestaat uit een onderzoek naar de toepasbaarheid van vezel metaal laminaten (VML) in een automotieve toepassing. Kefdrill Engineering is een van de bedrijven die deelneemt aan dit project. In samenwerking met de producent van thermoplastische vezel metaal laminaten, Coil Coating Laminates, en het Aluminium Centrum wordt onderzocht of deze materialen bruikbaar zijn voor het fabriceren van een monocoque. Om de toepasbaarheid van VML te onderzoeken is besloten een replica te bouwen van een sportwagen uit de 50'er jaren. Begonnen is met de analyse van de externe krachten die werken op de monocoque van deze sportwagen. Deze krachten zijn bepaald door middel van een dynamische analyse van de sportwagen op diverse ondergronden. Uit de krachtenanalyse werd duidelijk dat de krachten op de voorwielophanging erg groot zijn. Deze krachten zijn vervolgens doorgevoerd in het statisch computermodel waarin spanningen en verplaatsingen berekend zijn. De spanningen die optreden in de monocoque ter hoogte van de voorwielophanging blijken te groot. Hierdoor dienen er verstevigingen in de motorruimte en in het passagierscompartiment gemaakt te worden om de spanning en vervormingen tot een redelijk niveau te beperken.

Naast de krachtenanalyse is een compleet materiaalonderzoek uitgevoerd om gegevens te verkrijgen van de thermoplastische vezel metaal laminaten. De destructief onderzoek op een testmatrix van 18 soorten VML heeft veel informatie opgeleverd met betrekking tot materiaaleigenschappen. VML materialen blijken lagere mechanische eigenschappen te hebben dan het aluminium waaruit ze zijn opgebouwd. Ondanks de lagere eigenschappen blijkt VML toch een interessant materiaal vanwege een aantal bijzondere eigenschappen die het materiaal hiervoor in de plaats krijgt. Goede vermoeiingseigenschappen, lage soortelijke massa, goede impactweerstand en goede weerstand tegen brand en corrosie zijn slechts enkele voorbeelden van deze gunstige eigenschappen. De vervormbaarheid van VML is redelijk moeilijk vanwege het gevaar voor delaminatie in het materiaal. Vrijbuigen, rolvormen en vormpersen zijn methodes die goed toepasbaar zijn voor VML, indien er aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Een mogelijke alternatief voor het vervormen van thermoplastisch VML is de volgende methode. Door het VML te verwarmen tot de temperatuur waarbij de matrix plastisch wordt, en vervolgens het materiaal te buigen, vermijd je het risico van delaminatie. Het matrix materiaal is immers vloeibaar en is dus in staat om nieuwe posities in te nemen. Na afkoeling ontstaat er een vervormd laminaat zonder beschadigingen. De praktische uitvoering van dit proces dient nog wel nader onderzocht te worden.