

Gelijmd gelamelleerd hout

TEKST: ING. MARC GEORGES, WOODWIZE

Wanneer men het heeft over de technologische vooruitgang in de houtverwerkende industrie, verwijst men vaak naar de techniek van het gelijmd gelamelleerd hout. Het is ongetwijfeld zo, dat de longitudinale horizontale en verticale elementen de horizon van architecten hebben verruimd en tal van nieuwe afzetmogelijkheden gecreëerd hebben in de schrijnwerksector (ramen, deuren, plaatmateriaal, enz...). Deze tekst heeft als doel meer toelichting te geven over gelijmd gelamelleerde spanten.

Wat is gelijmd gelamelleerd hout?

Historiek

Gelijmd gelamelleerd hout brengt twee oude technieken samen: verlijming en lamellering. Verlijming wordt al heel lang toegepast: in Opper-Egypte werden in 4000 vóór Chr. reeds zitmeubels vervaardigd met behulp van sterke lijmen.

In de 16^e eeuw kwam de Franse architect Philibert Delorme op de idee om aaneengelaste houten elementen te gebruiken voor de houten spanten van het Palais des Tuileries. In de 19^e eeuw werden voor de vestingwerken van Bayonne boogconstructies toegepast samengesteld uit gelamelleerde elementen verbonden door bouten en beugels. In 1890 deponeerde een Duitse meester-schrijnwerker, Otto Hetzer, een handelsmerk waarbij de bouten en beugels vervangen werden door een structuurlijm (caseïneijm): de gelijmd gelamelleerde spant was geboren. Rond 1940 maakte de ontdekking van de synthetische lijmen, die goed bestand zijn tegen de weersomstandigheden en brand, de verdere ontwikkeling mogelijk van de gelijmd gelamelleerde houten spant.

In Japan wordt deze verbindingstechniek sinds de XVII^e eeuw toegepast, voor het vervaardigen van hun composiete bogen, de yumi's, gemaakt van bamboe en gelijmd hout.

Definitie

Een element in gelijmd gelamelleerd hout bestaat uit houten lamellen die boven elkaar verlijmd worden zodat hun draad evenwijdig loopt. De lamellen worden bekomen door verschillende planken aan elkaar te lassen. De verbinding tussen de lamellen wordt tot stand gebracht door lijmen waarvan de mechanische eigenschappen minstens gelijk zijn aan die van de houten lamellen, zodat het geheel zich gedraagt als één massief stuk.

Voordelen van gelijmd gelamelleerd hout

Het bekendste toepassingsgebied van gelijmd gelamelleerd hout is ongetwijfeld timmerwerk. Andere toepassingen zijn in ontwikkeling. Hierop komen we verder terug. Wat spanten betreft biedt het de volgende voordelen:

Vrijheid van dimensionering

Bij verzaging kunnen slechts stukken hout geleverd worden met een rechthoekige doorsnede en maximale handelsafmetingen van 75 x 225 mm of 100 x 300 mm. Hun lengte is gewoonlijk beperkt tot 6,10 m. Bij gelijmd gelamelleerd hout in rechte of gebogen balken wordt de lengte in de praktijk slechts beperkt door de transportmogelijkheden. De breedte kan oplopen tot 20 – 30 cm en een hoogte van meer dan 2 m is niet meer uitzonderlijk.

Vrijheid van vormgeving

Ir. Jean-Claude Bruneau, een vooraanstaand Frans ontwerper van vooral industriële gebouwen, beschrijft de voordelen van gelijmd gelamelleerd hout als volgt :

“Algemeen kunnen we stellen dat hout een economisch materiaal is, dat licht en gemakkelijk bewerkbaar is. Wat het ontwerp betreft, kunnen we met gelijmd gelamelleerd hout grote overspanningen realiseren maar vooral: we kunnen een dakstructuur bedenken met een complexe geometrie. Met de nieuwe technieken is het bovendien mogelijk om de idee van de kromme te overschrijden en terug te keren naar een meer lineair concept. De structuur is dan een samenspel van rechte lijnen met een steeds wisselende helling, zodat men vervormingen bekomt van een vlak, bv. in zadelvorm.”

* vrij vertaald naar het tijdschrift Séquences Bois nr. 3, februari

1995.

Gunstige verhouding volumieke massa – mechanische weerstand

Door zijn hoge mechanische weerstand, voor een geringe volumieke massa, en dankzij deze geringe volumieke massa, is gelijmd gelamelleerd hout bijzonder geschikt voor dragende structuren. Gelijmd gelamelleerd hout is bv. zeer interessant voor de realisatie van constructie-elementen met grote overspanningen, en waarbij het eigengewicht zeer hoog is t.o.v. de belasting. Bij een constructie in hout is de verhouding nuttige overlast/blijvende belasting groot. Bij een houten dakconstructie is het eigengewicht vrijwel gelijk aan de sneeuwbelasting, terwijl bij een betonnen constructie de sneeuwbelasting slechts 20 % van het eigengewicht uitmaakt.

Dimensionele stabiliteit – Vochtweerstand

De dimensionele stabiliteit in de richting van het draadverloop van hout dat onder invloed van hygrometrische factoren staat, is merkwaardig. De invloed van temperatuurwijzigingen is verwaarloosbaar. Verder gebeuren de warmte- en vochtuitwisselingen tussen hout en buitenomgeving zeer langzaam, zodat de geringe vormveranderingen die zouden kunnen geregistreerd worden over een aanzienlijke tijdspanne gespreid worden.

Hout heeft een zeer goede weerstand tegen chemische producten en is dus bijzonder geschikt voor talrijke industriële constructies waar vloeibare of gasvormige chemische stoffen in contact kunnen komen met de structuur of de bekledingen.

Brandweerstand

De eigenschap die uitdrukt hoe een dragend element reageert in geval van brand is de "brandweerstand". Dat is de mate waarin het in staat is om zijn functie te blijven uitoefenen bij brand. De brandweerstand van massief hout en dus ook van gelijmd gelamelleerd hout is hoog, aangezien de lage thermische geleidbaarheid van hout de penetratie van warmte vertraagt.

Anderzijds treedt door de oppervlakkige verkoling van de sectie een thermische isolatie op van de binnenkern, zodat het element dus nog gedurende een vrij lange tijd zijn dragende kan uitoefenen. Men heeft de inbrandingssnelheid van hout kunnen bepalen. Ze is nl. bijna omgekeerd evenredig met de volumieke massa van hout. Algemeen

neemt men volgende waarden aan:

Tabel 1 : Brandweerstand van een dragend element in hout

- hout en plaatmateriaal met volumieke massa < 400 kg/m ³	Inbrandingssnelheid. mm/min.	0,80
- hout en plaatmateriaal met volumieke massa > 400 kg/m ³ en < 650 kg/m ³	Inbrandingssnelheid. mm/min.	0,64
- hout en plaatmateriaal met volumieke massa > 650 kg/m ³	Inbrandingssnelheid. mm/min.	0,50

Voor stabiliteitsberekeningen neemt men een inbrandingssnelheid van 21 mm per halfuur.

De grondstoffen

Voor de productie van gelijmd gelamelleerd hout worden slechts twee grondstoffen gebruikt, hout en lijm. Deze moeten echter aan zeer precieze eisen voldoen om een geheel te vormen met een hoge weerstand en duurzaamheid.

Het hout

De houtsoorten

De meest gebruikte houtsoorten voor gelijmd gelamelleerde spanten zijn naaldhoutsoorten zoals vuren (*Picea abies*), grenen (*Pinus sylvestris*), douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en dennen (*Abies alba*). In feite zijn alle houtsoorten geschikt, en het zijn eerder financiële factoren die een rol spelen bij de houtsoortenkeuze en niet zozeer de houtkwaliteit.

Houtkwaliteit

Het toegepaste hout moet op sterkte gesorteerd zijn volgens de normen NBN EN 14081-1 tot NBN EN 14081-4.

De lamellen die gebruikt worden voor de productie van timmerwerk worden naar sterkte gesorteerd.

De Europese norm NBN EN 1194 voorziet een weerstandsklassering

voor horizontaal samengesteld gelijmd gelamelleerd hout dat uit minstens vier lamellen bestaat. Er worden verschillende weerstandsklassen gedefinieerd en de karakteristieke weerstand, vastheid en volumieke massa zijn opgegeven. Op dit moment beperkt deze norm zich tot gelijmd gelamelleerd naaldhout.

De vochtigheid van het hout

In overeenstemming met NBN EN 386, dient het vochtgehalte van de lamellen op het moment van de productie, tussen 8 en 15 % te liggen voor niet-geïmpregneerd hout en tussen 11 en 18 % voor geïmpregneerd hout. Het vochtgehalte van structurele elementen bij levering bedraagt maximum 18 % volgens STS 04.

Bij de productie van gelijmd gelamelleerde schrijnwerkelementen dient men rekening te houden met de bestemming van het element. Het houtvochtgehalte na productie ligt tussen 8 % en 12 % voor binnenschrijnwerk en tussen 12 en 18 % voor buitenschrijnwerk.

De lijm

Dankzij de ontwikkelingen van de moderne chemie zijn tal van lijmen beschikbaar, die elk specifieke mechanische, elastische of chemische eigenschappen vertonen, waardoor ze bijzonder geschikt zijn om aan een precieze behoefte te beantwoorden.

Uit deze waaier van beschikbare lijmsoorten zal de gebruiker een juiste keuze moeten maken. Daarom zal hij selectiecriteria moeten toepassen, die zowel rekening houden met de chemische aard van de samen te brengen materialen als met de textuur van de te verlijmen oppervlakken en de verschillende belastingen waaraan de lijmvoeg(en) onderhevig zal/zullen zijn. Hij zal ook rekening moeten houden met eventuele reglementaire vereisten.

Rekening houdend met de combinatie van de mechanische en chemische eigenschappen van de meest gebruikte lijmtypes, kan volgende eenvoudige functionele klassering worden opgesteld:

Voor de certificering van lijmen dienen drie Europese normen als referentie, de norm NBN EN 204 (tabel 3), de norm NBN EN 301 (tabel 4) en de norm NBN EN 15425. Voor alle informatie over de normen met betrekking tot de grondstof hout kan u terecht bij de

normendienst van het Technisch Centrum voor de Houtnijverheid (www.ctib-tchn.be).

Tabel 2: Lijmsoorten i.f.v. de houttoepassing

Toepassing / Plaats	Structuur	Schrijnwerk
Buiten	Resorcineformaldehyde lijmen Fenolformaldehydelijmen	Epoxylijmen
Beschermd	Melamine-ureumformaldehydelijmen Polyurethaanlijmen met één component	Vynyllijmen met 2 componenten Polyurethaanlijmen Polychloropreenlijmen
Binnen	Ureumformaldehydelijmen	Vynyllijmen met één component Smeltlijmen

De eerste bepaalt de proeven en de minimale prestaties waaraan de lijmen voor niet structureel gebruik dienen te beantwoorden. Ze is dus van toepassing voor lijmen die gebruikt worden in schrijnwerk. De norm NBN EN 301 bepaalt aan welke proeven en minimale prestaties de lijmen moeten voldoen die toegestaan zijn voor structurele toepassingen. Enkel de fenoplastische en aminoplastische harsen vallen onder deze norm.

Tabel 3: Certificering van lijmen volgens NBN EN 204

Belastingsklasse	Beschrijving van de omgeving
D1	Binnentoepassingen, waarbij de temperatuur occasioneel en tijdelijk 50 ° C mag overschrijden en waarbij het houtvochtgehalte niet hoger is dan 15 %
D2	Binnentoepassingen, waarbij een kortstondig en occasioneel contact optreedt met condensatie en/of met een hoge relatieve luchtvochtigheid tijdens beperkte periodes.
D3	Binnentoepassingen, waarbij een veelvuldig en kort contact optreedt met condensatie en/of met een hoge relatieve luchtvochtigheid op lange termijn. Buitentoepassingen, beschermd tegen de weersomstandigheden.

D4	Binnentoepassingen, waarbij een veelvuldig en aanzienlijk contact optreedt met condensatie. Buitentoepassingen, blootgesteld aan de weersomstandigheden, onder een aangepaste oppervlaktebekleding.
----	--

Tabel 4: Certificering van lijmen volgens NBN EN 301

Lijmtype	Gebruiks-Temperatuur	Klimaat-omstandigheden	Voorbeelden
I	> 50 ° C	Niet bepaald	Langdurige blootstelling aan hoge temperaturen
II	≤ 50 ° C	> 85 % r.v. bij 20 ° C	Volledige blootstelling aan de weersomstandigheden
III	≤ 50 ° C	≤ 85 % r.v. bij 20 ° C	Verwarmd en geventileerd gebouw. Buiten, beschermd tegen de weersomstandigheden. Tijdens korte perioden blootgesteld aan de weersomstandigheden.

De NBN EN 15425 heeft betrekking op één component polyurethaanlijmen voor dragende houten spanten. – Classificatie en eisen in functie van de prestatie.

Deze Europese norm legt een classificatie vast voor de één component polyurethaanlijmen in functie van hun geschiktheid voor toepassing in geprefabriceerde elementen voor houten spanten, onder welbepaalde klimaatomstandigheden, en bepaalt de eisen m.b.t. de prestatie van deze lijmsorten, enkel voor de industriële fabricatie van dragende houten spanten.

De eisen m.b.t. de prestatie die in de norm worden vastgelegd zijn enkel van toepassing voor de lijmen en niet voor de structuur, de norm geldt niet voor de prestatie van lijmen gebruikt voor de fabricatie van plaatmateriaal op basis van hout.

Deze Europese norm is vooral bedoeld om gebruikt te worden door lijmfabrikanten en voor gelijmde houten structuren. Ze dient om de kwaliteit van de verlijming te evalueren of te controleren. De norm bepaalt de prestatie van de lijmen enkel in de omgeving die overeenstemt met de vastgelegde voorwaarden. Een lijm die

beantwoordt aan de eisen van de Europese norm voor het lijmtypen in kwestie kan worden toegepast in een dragende houten spant, op voorwaarde dat het verlijmingsproces uitgevoerd werd conform aan een aangepaste productennorm.

Tabel 5 Keuze van de lijmen voor vingerlassen en lamellering

Lijmsoort	Perstijd (*)	Voorzorgen bij toepassing (*)	Voordelen
Resorcine (PRF)	8 tot 16 uur aan 20 ° C 2 tot 4 uur aan 40° C 5 tot 15 mn indien HF + stabilisatietijd onder pers 1 tot 3 mn	Bewaring: 5 tot 12 maanden aan 20 ° C Minimale toepassingstemperatuur: 15 ° C Toxiciteit	Weerstand tegen weersomstandigheden Brandweerstand Verlijming van diverse materialen Dikke voegen kunnen optreden
Resorcine voor aparte toepassing voor lamellering	12 uur aan 20 ° C 2 tot 3 uur aan 40°C	Bewaring: 6 maanden aan 20 ° C Minimale toepassingstemperatuur : 18°C	Zoals PRF Langere potlife Minder reinigingswerkwerk Minder afval
Mélamine-ureumformaldehyde (MUF)	6 tot 12 uur aan 20°C 1 tot 3 h aan 40°C 4 tot 5 mn indien HF + stabilisatietijd onder pers 1 tot 3 mn	Bewaring : 2 tot 6 maanden aan 20°C Minimale toepassingstemperatuur: 18°C	Vocht- waterbestendig Behoorlijk warmtebestendig Zeer hoge stijfheid Lichtgekleurde voegen Dikke voegen kunnen optreden
Gemodificeerde ureumformaldehyde (UF)	8 tot 16 uur aan 20°C 15 tot 30 mn aan 60°C 5 tot 10 mn	Bewaring: 6 tot 12 maanden aan 20°C Minimale toepassingstemperatuur: 15°C	Zeer hoge stijfheid Lichtgekleurde voegen Dikke voegen kunnen

	indien HF + stabilisatietijd onder pers 1 tot 3 mn		optreden
--	--	--	----------

De fabricatie van elementen voor daktimmerwerk

Algemene opmerking

In dit artikel behandelen we de fabricage van daktimmerwerk in het algemeen. Wie meer gedetailleerde informatie wenst kan een kopie van de Europese norm NBN EN 386 bekomen. Deze norm geeft de voorschriften inzake prestatie en de minimale voorschriften inzake fabricage. Hij is van toepassing op elementen geproduceerd met lamellen die niet dikker zijn dan 45 mm.

Het sorteren van het hout

Alle bedrijven voor de fabricatie van gelijmd gelamelleerde spanten zijn onderworpen aan een periodieke controle (ATG), hetgeen betekent dat het intern ondermeer moet beschikken over ofwel een automatisch systeem voor houtsortering ofwel over bevoegd personeel dat in staat is om het hout visueel te sorteren.

Het drogen en/of stabiliseren van hout

De eerste bewerking bestaat erin het hout het brengen tot het vochtgehalte dat verist is voor de fabricatie. De belangrijkste bewerking is dus het meten van het vochtgehalte van het hout.

Het vingerlassen

De lamellen worden naar een verzagingsinstallatie gevoerd waar hun uiteinden loodrecht io de vezelrichting worden gezaagd en de zichtbare gebreken worden verwijderd. De laatste 10 centimeter van de lamellen moeten kwastvrij zijn. Deze bewerking wordt 'uitsmetten' genoemd. Na het verzagen worden de lamellen naar de vingerlasinstallatie gevoerd waar de laatste fase van de voorbereiding van de lamellen plaatsvindt. Het vingerlassen bestaat erin op de tegenoverliggende uiteinden van twee houten werkstukken en met hetzelfde frezenstel een systeem van getande figuren aan te brengen die in elkaar passen.

De aldus bekomen verbinding wordt gelijmd. Vervolgens worden de uiteinden onder uitoefening van een horizontale druk samengeperst en gevingerlast. Zo wordt een eindeloze lamel bekomen zonder zwakke plekken.

De lamellen worden geschaafd en op de gewenste lengte verzaagd. Vervolgens worden ze gedurende 24 uur opgeslagen.

Het schaven van de lamellen

De lamellen worden geschaafd (maximum 24 uren) vóór de verlijming. De maximale toelaatbare afstand tussen twee lamellen bedraagt 0,2 mm. Er dient echter rekening te worden gehouden met de toegepaste lijmsort (lijm voor dunne of dikke voegen)

Het verlijmen van de lamellen

De stapels lamellen worden naar de verlijmingspost gebracht en worden er met de hand of automatisch afgestapeld. De verlijming gebeurt op een verlijmingsmachine met "gordijn". Eén enkele zijde van de lamel wordt met lijm bestreken. De nodige hoeveelheid lijm wordt gedoseerd met behulp van een lijmpomp, die de lijm stuwt door een pijp met een of twee rijen openingen. Het aantal omwentelingen van deze pomp is instelbaar.

Met dit zeer betrouwbare verlijmingssysteem kan altijd een regelmatige verlijming gerealiseerd worden, op voorwaarde dat de verlijmingsmachine regelmatig onderhouden wordt.

Het persen

In de meeste gevallen worden de verlijmde lamellen naar de pers gevoerd. Deze bevindt zich gewoonlijk in een afzonderlijke ruimte waar geen enkele houtbewerkingsmachine staat, om te voorkomen dat houtstof zich hecht op de verlijmde lamellen.

Voor het persen worden twee technieken toegepast. De eerste bestaat erin de lamellen te stapelen op een mobiel kader gemaakt van metalen hoeken. De tweede techniek is het zogenaamde hoogfrequentie persen.

Systeem van het mobiele kader

Er bestaan verticale en horizontale kaders, m.a.w. kaders waarop de lamellen hetzij horizontaal op elkaar geplaatst worden, hetzij verticaal naast elkaar.

De kader wordt gevormd door metalen hoeken. Deze worden vooraf gelast op rails en aan de grond vastgemaakt in de vorm van de te realiseren balk.

Het geheel wordt vervolgens op zijn plaats gehouden door ofwel een systeem van hydraulische druk ofwel een systeem van gevlochten kabels en beugels.

De uithardings- of polymerisatietijd hangt af van de temperatuur. In het algemeen is een droogtijd van acht uur in de pers nodig bij een temperatuur in de werkruimte van 20 ° C. Het is ook mogelijk de lijmvoeg te "verwarmen", door een warme luchtstroom (40°C) te produceren rond het element, dat in dat geval in een tunnel geplaatst wordt.

Hoogfrequentiesysteem

De verlijmde lamellen worden op hun plaats gehouden door een hydraulische vijzel. Vervolgens wordt het element via een transportband naar een hoogfrequentie generator gebracht. In enkele minuten worden temperaturen verkregen van ongeveer 80°C in het centrum van de lijmvoeg. Het principe is hetzelfde als dat van een microgolfoven, met name een permanente polariteitswisseling van de elektroden. Deze polariteitswisseling brengt een beweging van moleculen op gang en als gevolg daarvan komt warmte vrij.

De polymerisatie wordt versneld. Een voorbeeld: een gelijmde balk van 10 m lang moet in het klassieke systeem ongeveer 8 uur onbeweeglijk blijven, terwijl dat met het hoogfrequentie systeem maar om en bij de 15 min. zal zijn.

Momenteel heeft dit systeem het nadeel dat het enkel voor rechte balken kan toegepast worden.

Afwerking van de elementen

Zodra de verlijming uitgevoerd is, wordt het element vierzijdig geschaafd, de kanten worden gebroken en de afwerking wordt aangebracht.

Elementen in binnentoepassing

Alle afwerkingen voor schrijnwerk kunnen worden toegepast. Toch vermijdt men best verven die de houtstructuur afdekken. Vernissen die naast de bescherming en het onderhoudsgemak ook de schoonheid van het materiaal tot uiting brengen, verdienen de voorkeur.

Elementen in buitentoepassing

Enkel niet-filmvormende afwerkingen voldoen, omdat zij niet beïnvloed worden door de vormveranderingen van het hout ingevolge optredende vochtverschillen. Bovendien wordt aanbevolen een verduurzamingsafwerkingssysteem te voorzien in functie van de duurzaamheid van het hout.

Toepassingsgebieden

We beperken ons hier tot het vermelden van enkele domeinen waar de techniek van verlijmd lamellieren kan toegepast worden, zonder rekening te houden met hun graad van bekendheid.

Structurele elementen

Sporthallen of beurshallen, kerken, overdekte markten, scholen, tankstations, voergangersbruggen, restaurants, enz.

Stadsinrichting

Loopbruggen, hoogspanningsmasten, speelruimtes, bushokjes, verkeersborden, lantarenpalen, enz.

Bibliografie

"Gelijmd gelamelleerd hout" - syllabus van het Opleidingscentrum Hout

"Gelijmd gelamelleerde constructies" map van Timber Engineering

Technische fiche "Lijmen en verlijming" - Houtnieuws 125

STS 52. Houten buitenschrijnwerk

Fiches Lijmen 301a en 301 b van het Technisch Centrum voor de Houtnijverheid (TCHN)

Fiche "Gelijmd gelamelleerd hout - Zware spanten" van het TCHN