

**Disclaimer**

Deze fiche is bedoeld voor ontwerpers, bestekschrijvers en andere leden van projectteams die dit bouw materiaal of -product willen hergebruiken. Ze maakt deel uit van een reeks fiches met als doel de momenteel beschikbare informatie samen te brengen om het hergebruik van bouwmaterialen en -producten te vergemakkelijken.

Deze fiche is opgesteld door Rotor vzw/asbl in het kader van het Interreg FCRBE-project - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, gesteund door het volledige projectpartnerschap. Informatiebronnen zijn onder meer de ervaring van hergebruikhandelaars en de betrokken projectpartners, lessen uit voorbeeldprojecten, beschikbare technische documentatie, etc.

De reeks fiches is opgesteld tussen 2019 en 2021. Aangezien de hergebruiksector volop evolueert is het mogelijk dat sommige gegevens, vooral met betrekking tot prijzen en beschikbaarheid, mettertijd veranderen. Wanneer in de tekst wordt verwezen naar Europese normen is het aan het projectteam om, indien nodig, te verwijzen naar hun nationale implementaties en lokale bijzonderheden.

Het is belangrijk op te merken dat de hier gepresenteerde informatie niet exhaustief is of de deskundigheid van professionals beoogt te vervangen. Specifieke vragen zijn altijd projectgebonden en moeten als dusdanig worden behandeld.

De volledige verzameling fiches (inclusief de inleidende fiche) is vrij verkrijgbaar op verschillende referentiewebsites (o.a. opalis.eu, nweurope.eu/fcrbe, futureuse.co.uk).

Een niet-exhaustieve lijst van handelaars in gerecupereerde bouwmaterialen is beschikbaar op opalis.eu en salvoweb.com.

Interreg FCRBE-partnerschap: Bellastock (FR), Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf / WTCB (BE), Leefmilieu Brussel (BE), het Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), Confederatie Bouw (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) en University of Brighton (UK)

De informatie in dit document is niet noodzakelijkerwijs een weergave van het standpunt van alle partners van het FCRBE-project, noch van de financierende autoriteiten.

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld is de inhoud van deze fiches gecrediteerd onder het Creative Commons Attribution NonCommercial - Share Alike formaat (CCBY-NC-SA).



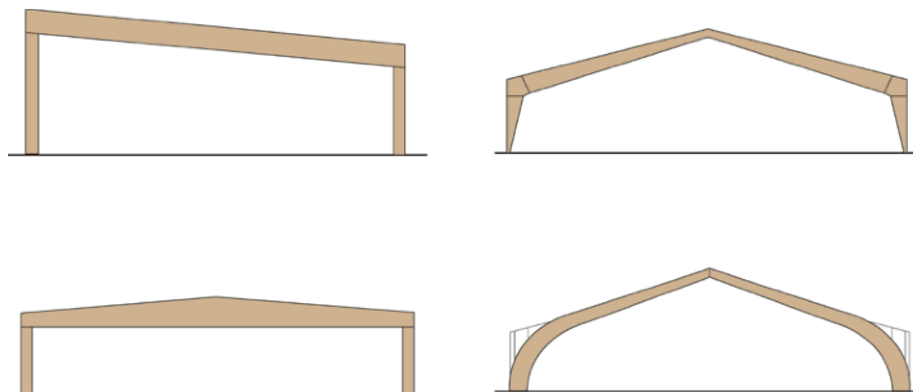
Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld zijn de in dit document gebruikte afbeeldingen eigendom van © Rotor vzw/asbl of © Opalis. Voor alle andere afbeeldingen werd er systematisch om toestemming tot publicatie gevraagd aan hun auteurs of rechtmatige eigenaars. Wanneer dit verzoek niet werd beantwoord namen we aan dat er geen bezwaren waren tegen het voorgenomen gebruik van de afbeelding. Indien u van mening bent dat deze interpretatie onredelijk is, gelieve het ons dan te laten weten.



Beschrijving van het materiaal

Elementen van gelijmd gelamelleerd hout, of afgekort 'GGH' (de franse afkorting 'BLC' voor 'bois lamellé-collé' wordt ook veel gebruikt) worden vervaardigd door geschaafde houten lamellen op elkaar te leggen en aan elkaar te lijmen. Deze techniek is al honderden jaren oud en kende in de 20e eeuw een sterke ontwikkeling. Deze constructieve elementen worden gewaardeerd om hun mechanische eigenschappen, hun lichtheid, hun vermogen om grote overspanningen te overbruggen (in de praktijk alleen begrensd door transportbeperkingen) en de verscheidenheid aan geometrische vormen die de techniek toelaat.

De lamellen die bij de productie worden gebruikt, worden verkregen door houten delen die vrij zijn van structurele gebreken (kwasten, etc.) te vingerlassen. Ze worden zo geplaatst dat hun vezel evenwijdig loopt met de hoofdrichting van het vervaardigde element. De lamellen worden met elkaar verlijmd en in de gewenste vorm geperst (recht of gebogen). De vervaardigde elementen worden vervolgens geschaafd en machinaal bewerkt om de plaatsing en assemblage van de verbindingselementen te vergemakkelijken. Tal van afwerkingsbehandelingen zijn mogelijk, afhankelijk van de vereisten van de beoogde toepassing (uitzicht, brandwerendheid, bescherming tegen biologische agentia, etc.).



Voorbeelden van de uiteenlopende vormen van constructie-elementen van gelijmd gelamelleerd hout

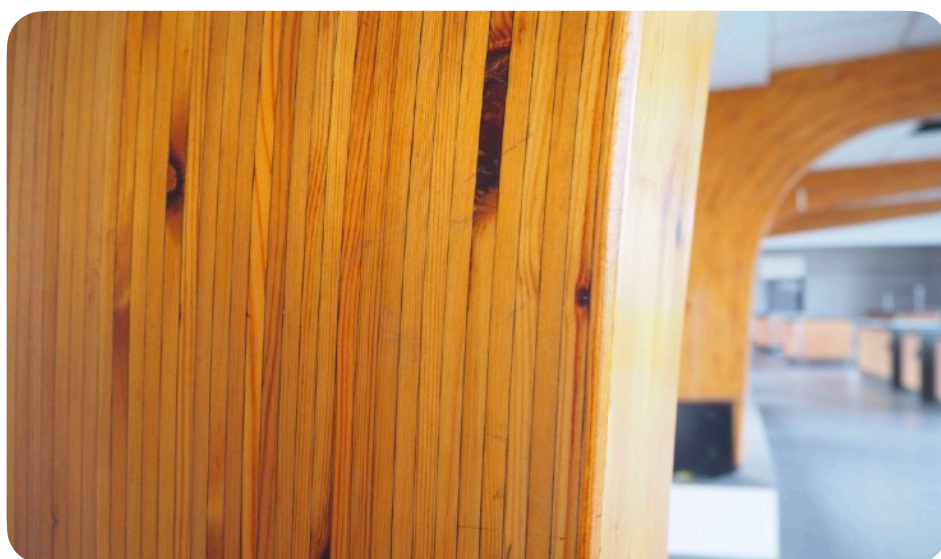
Fabrikanten van nieuw GGH geven een geschatte levensduur op van 100 jaar, maar niet zelden worden gebouwen met een structuur van GGH al veel eerder gesloopt. In theorie zouden constructie-elementen van GGH die bij een dergelijke sloop zorgvuldig worden gedemonteerd, dus kunnen worden hergebruikt, ook voor structurele doeleinden. In de praktijk gebeurt dit nog maar zelden, hoewel enkele voorbeeldprojecten aantonen dat dit wel degelijk mogelijk is. Wie weet zijn ze de voorbode van veelbelovende toekomstmogelijkheden voor dit materiaal. Momenteel worden elementen van GGH het vaakst hergebruikt voor niet-structurele doeleinden, bijvoorbeeld voor meubelen of interieurrichting.

Structureel gelijmd gelamelleerd hout mag niet worden verward met CLT (Cross Laminated Timber), waarvan de lagen onder een hoek van 90° worden gekruist om de stijfheid en stabiliteit van het paneel in alle richtingen te verhogen, of LVL (Laminated Veneer Lumber) of Kerto (Lamibois), wat eerder op zeer dikke multiplex lijkt. Het verschilt ook van gelijmd gelamelleerd hout voor meubelen of timmerhout.

Balken van GGH worden meestal onderscheiden op basis van de volgende criteria:

→ **Houtsoort.** Meestal naaldhout (bv. spar, zilverspar, grenen, douglasspar, lariks, etc.), in zeldzame gevallen ook loofhout (bv. populier, beuk of eik). De samenstelling van een element van gelijmd gelamelleerd hout kan homogeen zijn (alle lamellen zijn van dezelfde houtsoort) of gemengd (mix van verschillende soorten met verschillende mechanische eigenschappen).

→ **Formaten en afmetingen.** Balken kunnen recht of gebogen zijn, met constant of variabel traagheidsmoment, met rechte of afgeschuinde randen. De afmetingen, het aantal en de schikking van de lamellen zijn variabel en beïnvloeden de mechanische prestaties





Recuperatie van het materiaal

Momenteel is GGH voor hergebruik hoofdzakelijk afkomstig van de ontmanteling van dakgebinten, vloerbalken of kolommen die meestal dateren uit de tweede helft van de 20e eeuw.

De recuperatie van gebintelementen van GGH vereist een goede coördinatie en een zekere mate van deskundigheid. Het is wenselijk zich te laten bijstaan door vakmensen (bouwkundig ingenieurs, controlebureaus, sloopbedrijven, aannemers, etc.) die de stabiliteit van het gebouw kunnen garanderen dankzij een geschikte demontagemethode, die de uitvoerbaarheid en rentabiliteit van een ontmanteling kunnen verzekeren en een schatting kunnen geven van de kwaliteit en kwantiteit van de GGH-elementen in goede staat, om zo te beoordelen of de partij interessant is.

Net als massief hout kunnen elementen van GGH verweren wanneer ze overmatig worden blootgesteld aan vocht. De schadeverschijnselen die dan optreden zijn doorgaans het gevolg van de aanwezigheid van zwammen die houtrot veroorzaken of van houtetende insecten. Sterke schommelingen in de luchtvochtigheidsgraad veroorzaken krimp van het hout en loskomen van de lamellen, waardoor er zich scheurtjes vormen waarin overtollig water kan binnendringen. Daardoor zal een onbeschermd of slecht ontworpen bouwwerk potentieel meer schade oplopen. De horizontale delen van de balken en de verbindingen zijn de belangrijkste risicozones.

→ **Vooronderzoek.** Dit dient om de algemene kwaliteit van de verschillende elementen te beoordelen. Verschillende methodes kunnen gecombineerd worden:

- **Visuele inspectie.** hiermee kunnen bepalende kenmerken van de elementen nagegaan worden (soort hout, wijze van vingerlassen van de lamellen, etc.) en de aanwezigheid van eventuele schadeverschijnselen vastgesteld:

- scheuren, niet schadelijk of door de volledige dikte;
- loskomende elementen door loslaten van de lijm;
- abnormale vervormingen;
- verkleuringen;
- aanwezigheid van insecten, zwammen of rotte plekken;

- slechte staat van het ijzerbeslag en de mechanische verbindingen;
- slechte staat van de beschermlaag (vernis, beits).

Ook moet worden onderzocht aan welk(e) soort(en) belasting(en) de constructie tijdens de gebruiksfase is blootgesteld: overbelasting tijdens gebruik, ongevallen, blootstelling aan verontreinigende stoffen, etc. Door analyse van de verbindingen kan tijdens deze fase tevens de meest geschikte demontagemethode al worden bepaald.

- **Elementaire tests:**

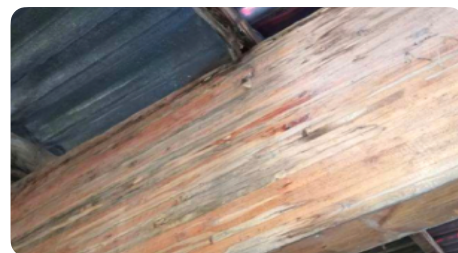
- Meting van de sterkte, dichtheid en hardheid met een resistograaf. Hiermee kunnen oppervlakkige rotte plekken worden opgespoord.
- Test met een schroevendraaier. Hierbij wordt lokaal een afschilfering veroorzaakt met een stomp voorwerp. Bij gezond hout loopt de breuk langs de vezels, terwijl rot hout de neiging heeft in kleine stukjes of in het midden van de vezels af te breken.
- Test met een rubberen hamer. Deze bestaat erin zachtjes op het hout te tikken om de aanwezigheid van holle of rotte plekken op te sporen (die een hol geluid voortbrengen).
- Vochtigheidsmeting met een vochtigheidsmeter.

- **Aanvullend onderzoek.** Dit kan uitgevoerd worden naargelang de relevantie voor de elementen hun eventuele nieuwe toepassing:

- Onderzoek naar de geschiedenis van het gebouw op basis van de oorspronkelijke documentatie (uitvoeringsplannen, verbindingsmethoden, berekeningsnota's, etc.) en onderzoek naar de gebruiksomstandigheden (gesprekken met bewoners die er al lang wonen, vaststelling van gebeurtenissen zoals branden, waterlekken, overstromingen, etc.).
- Gedetailleerd inventariseren van het geometrisch profiel van de balken, op basis van een opmeting van het dakgebinte of het regelwerk door een landmeter om de afmetingen van de elementen en hun verbindingen in kaart te brengen.



Meting van de vochtigheid © SGI



Visuele beoordeling van de risicozones © SGI



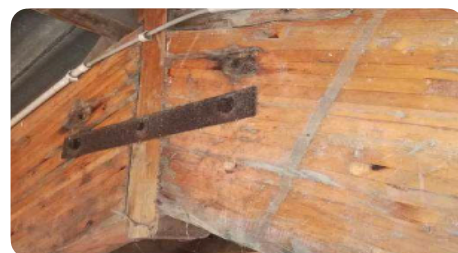
Analyse en inventarisatie van de aanwezige scheurtjes © SGI



Aantasting door langdurige blootstelling aan vocht © SGI



Scheurtjes door delaminatie © SGI



Analyse van de verbindingen © SGI



→ *Demontage.*

- Voor een nieuw structureel gebruik van de elementen moet worden vermeden dat bij de ontmanteling torsiespanningen ontstaan of dat de elementen vervormd worden. Daarom moeten de elementen eerst worden losgemaakt voordat ze voorzichtig worden verwijderd. Voor een zorgvuldige ontmanteling van structurele elementen is een goede coördinatie en het gebruik van geschikte technische hulpmiddelen (snijwerktuigen, hefwerktuigen, etc.) vereist om de veiligheid van de werknemers en de integriteit van de teruggewonnen elementen te garanderen. Tijdens het hijsen met een kraan moeten brede riemen worden gebruikt en moeten de randen van de elementen van GGH worden beschermd met stalen hoekprofielen of iets dergelijks om te vermijden dat de riemen insnijdingen in de rand van de balk.
- Ontmanteling door lostrekken met een houttang, wat vaak voorkomt bij slooppjecten, kan schade en vervorming veroorzaken die het hergebruik van elementen voor structurele doeleinden beperkt of zelfs onmogelijk maakt. Elementen die op die manier zijn gedemonteerd, kunnen echter nog wel worden gebruikt voor minder veeleisende toepassingen.

Na demontage worden de elementen bij voorkeur gegroepeerd, genummerd en correct geïdentificeerd om de homogeniteit en traceerbaarheid van elk stuk in de partij te garanderen.

→ *Opslag.* De elementen worden staand of liggend gestockeerd, en wel zodanig dat ze beschermd zijn tegen invloeden van buitenaf, zoals de zon, regen, schommelingen in de luchtvochtigheid, contact met de grond, vegetatie, etc. Hiervoor kan een waterdicht dekzeil gebruikt worden. Bij langdurige opslag moet de verpakking worden geopend om condensatie te voorkomen of af te voeren. De elementen worden op propere houten dwarsdragers gelegd die voldoende dik moeten zijn om een goede ventilatie te garanderen. Bij vlakke stapeling moet een voldoende aantal niet-geïmpregneerde houten afstand-

sblokjes van gelijke dikte worden gebruikt. Zorg ervoor dat bij langdurige opslag de elementen mooi vlak liggen.

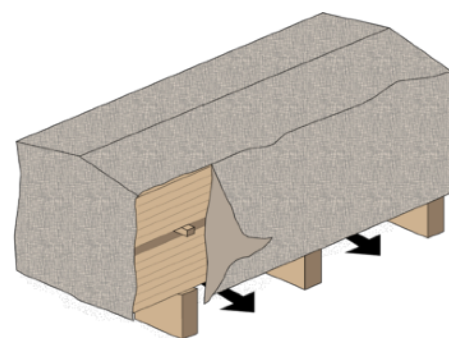
→ *Transport.* Afhankelijk van de lengte van de elementen en de geldende verkeersregels kunnen speciale vergunningen en hulpmiddelen vereist zijn. Afhankelijk van de beoogde toepassing en de initiële lengte van de stukken, kan het wenselijk zijn de elementen ter plaatse in te korten om ze gemakkelijker te vervoeren. De elementen worden best beschermd om het risico op schade te beperken (mechanische schade, vocht, uv-straling, etc.). Het is aangeraden brede en correct geplaatste riemen te gebruiken.

→ *Bewerkingen.* Afhankelijk van hun staat en het beoogde gebruik, kunnen gerecupereerde constructie-elementen van GGH verschillende bewerkingen ondergaan voordat ze worden hergebruikt. Sommige leveranciers voeren sowieso een aantal van deze bewerkingen uit. Soms wordt het hout ook in zijn oorspronkelijke staat verkocht. Het is dan aan de koper indien nodig deze bewerkingen uit te voeren. Het kan interessant zijn leveranciers van nieuwe GGH-elementen bij dit proces te betrekken, om te helpen met herstelling van de elementen.

- *Verwijderen van metalen elementen.* Spijkers, schroeven en andere metalen elementen worden verwijderd met geschikt gereedschap. Dit tijdrovende proces is essentieel als het hout later moet worden bewerkt, omdat anders de machines beschadigd kunnen raken. Het gebruik van een metaaldetector vergemakkelijkt het opsporen van metalen voorwerpen.

- *Oppervlakkige reiniging.* Met behulp van een zachte borstel of staalborstel, of door te schuren of zandstralen naargelang de eisen. Eventuele verf- of vernisresten kunnen met een machinale schuurbewerking worden verwijderd.

- *Drogen.* De noodzaak hiervan is afhankelijk van het vochtgehalte van het gerecupereerde hout. De elementen worden meestal op natuurlijke wijze gedroogd in een loods, waarbij ze correct gestockeerd moeten worden (afstand tussen de elementen, geen contact met de grond, dwarsdragers, etc.) Kunstmatig drogen in droogovens is ook een optie.



Opslag, overdekte balken



Opslag van gerecupereerde balken van GGH



Vorbereiding voor demontage



Demontage van balken van GGH



Demontage van balken van GGH



Transport van balken van GGH

Het is normaal dat er krimpscheurtjes ontstaan in het hout als gevolg van vocht- of temperatuurschommelingen. Meestal veranderen deze de mechanische eigenschappen van de constructies niet noemenswaardig en hoeven ze dus niet als gebrek beschouwd worden.



• *Verduurzamingsbehandeling.* Indien de toepassing dit vereist, kunnen de houten elementen worden behandeld om hun duurzaamheid voor buitentoepassingen te optimaliseren en hun gebruiksklasse te verbeteren. Er bestaan verschillende preventieve behandelingen, bijvoorbeeld onderdompeling, besproeiing, instrijken, autoclaveren, etc. Deze worden omkaderd door normen en aanbevelingen voor gebruik. Door de grote afmetingen van de elementen van GGH zijn bepaalde soorten behandelingen slechts beperkt mogelijk. Advies van een vakman wordt aanbevolen, vooral als het hout in het verleden reeds een dergelijke behandeling heeft gekregen of als er reeds een afwerkingslaag aanwezig is. Er dient opgemerkt te worden dat geen enkele oppervlaktebehandeling (in tegenstelling tot autoclaveren) een duurzame bescherming biedt tegen houtrot. Daarnaast is zover ons bekend een onbes-

chermd buitentoepassing, zonder verduurzamingsbehandeling van de elementen niet mogelijk, behalve wanneer geweten is dat de elementen al afdoende behandeld werden voor hun vorige gebruik. (zie ook § 'Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik' -> gebruiksklasse).

• *Verzagen en versnijden.* Elementen van GGH kunnen in kleinere stukken of op maat worden verzaagd. Balken kunnen ook in de dikte worden verzaagd, met een mobiele zaag of in de zagerij, om dünnere elementen te verkrijgen die bijvoorbeeld geschikt zijn voor meubelprojecten.

• *Schaven.* De delen kunnen aan één of beide zijden worden geschaafd om een vlakke en constante doorsnede te verkrijgen en om oneffenheden te corrigeren die het gevolg zijn van een eerdere zaagbewerking.

• *Bewerking.* Indien nodig kunnen nieuwe uitsparingen voor verbindingen (verbindingstukken, ijzerbeslag, etc.) worden gefreesd. CNC-machines bieden in dat geval de nodige precisie.

• *Herstellingen.* Eventuele kleine scheuren en gaten (zoals oude verbindingsgaten) kunnen met houtpasta of epoxyhars worden opgevuld. Mechanische reparaties zijn mogelijk (toevoeging van onderdelen en versterkingen).

• *Afwerking.* Afhankelijk van de beoogde toepassing, kan het hout onbewerkt worden gelaten of een afwerkingslaag krijgen (verniss, was, olie, beits, verf, etc.). Sommige afwerkingsbehandelingen kunnen de prestaties in verband met de brandrisico's verbeteren. Gezonde en milieuvriendelijke afwerkingsbehandelingen verdienen de voorkeur.



Verwijderen van metalen onderdelen



Inspectie met een metaaldetector



Overlangs (in de lengte) gezaagd GGH



Schaven



Schaven



Bewerking en renovatie van een balk van GGH.

© Crossroads Lumber, 2015.

<https://www.youtube.com/watch?v=YmB2cAdFDAQ>



Toepassingen en plaatsing

Gerecupereerde elementen van GGH bieden veel mogelijkheden voor hergebruik. Concrete projecten worden dikwijls getypeerd door het samenkomen van de volgende twee aspecten:

- de beoogde nieuwe toepassing:
 - structureel
 - niet-structureel
- het vertrekpunt van het ontwerp:
 - uitgaande van een structuur die nog overeind staat
 - uitgaande van een partij elementen die reeds zijn ontmanteld en te koop worden aangeboden door professionele leveranciers

Structurele toepassing zijn natuurlijk het meest veeleisend. Hiervoor dienen de geldende normen geraadpleegd te worden (bv. EN 1995: Eurocode 5 voor het ontwerp en de berekening van houtconstructies; EN 14080, etc.). Afhankelijk van de geldende regelgeving moet ook rekening worden gehouden met seismische, thermische en akoestische eisen, eisen inzake bescherming tegen termieten, brandwerendheid, etc. Daarom wordt aanbevolen zo vroeg mogelijk gespecialiseerde ingenieurs te betrekken bij het ontwerp-proces.

In het geval van een nog bestaande constructie kunnen ze de nodige voorafgaande onderzoeken aanbevelen, begeleiden en interpreteren: visuele inspectie, voorafgaande tests, aanvullend onderzoek, etc. (zie § 'Recuperatie van het materiaal'). Op basis van deze informatie kunnen aanvullende tests uitgevoerd worden indien nodig (bepaling van de houtsoorten, de staat van de lijmen, de buigsterkte, etc.). In de meeste gevallen kunnen de ingenieurs een ontwerpbenadering voorstellen die aangepast is aan de beschikbare informatie. Deze benadering zal steunen op:

→ Veilige aannames bij de berekening van de constructie. Bijvoorbeeld door de marges of onzekerheden met betrekking tot de houtkwaliteit aan te passen, door een model te simuleren op basis van de laagste mechanische klasse, etc.

→ Compenserende maatregelen op basis van de nieuwe toepassing van de structuur. Bijvoorbeeld door versterkingen voor te stellen op de plaatsen waar het buigmoment het grootst is, de asafstand tussen de elementen

te verkorten, de belasting te verlagen, de elementen te overdimensioneren (bijvoorbeeld door de kolommen te ontdubbelen), etc.

Ook bij niet-structurele toepassingen is het belangrijk dat de eigenschappen van het gerecupereerde materiaal het beoogde nieuwe gebruik toestaan.

Professionele leveranciers specificeren bepaalde eigenschappen van de elementen. Behalve het uitvoeren van herstellingen kunnen zij meestal ook informatie verstrekken over de afmetingen van de elementen (dikte, lengte en breedte), hun gewicht, de houtsoort of de staat van de elementen (aanwezigheid van gaten, scheuren, metalen elementen, etc.). Het kan nuttig zijn reeds vroeg in het ontwerp-proces een opslag- of demontagesite te bezoeken om de kwaliteit van een bepaalde partij zelf in te kunnen schatten.

Afhankelijk van het beoogde gebruik kan het projectteam de verwachtingen met betrekking tot de volgende kenmerken preciseren:

→ **Soorten en afmetingen.** Door marge te laten met betrekking tot de afmetingen, de houtsoort, de kleur en alle niet-essentiële kenmerken, wordt het zoeken naar een partij op de hergebruikmarkt veel gemakkelijker.

→ **Staat.**

- Controle van de goede hechting van de lijmen (door middel van specifieke proeven of door visuele inspectie). Als deze niet meer in goede staat verkeren, kunnen de elementen delamineren (waarbij de verschillende lamellen loskomen van elkaar).
- Toegelaten mate van onvolkomenheid ten aanzien van het beoogde gebruik, met opgave van de aanvaarding of afkeuring van deze gebreken (bv. niet-doorgaande scheuren < 30 cm, etc.). Dit principe mag in visuele vorm worden beschreven om het onderzoek van elementen van gelijmd gelamelleerd hout te vergemakkelijken.
- Aanvaardbare aanwezigheid van gaten en doorboringen. Indien niet aanvaardbaar mogen kleine scheuren en gaten worden opgevuld met houtpasta of epoxyharsen. Voor structureel gebruik bestaan er andere renovatiemethoden die de integriteit van de elementen herstellen, waarbij het gebrekkige materiaal wordt behandeld door injectie, door een aangetast deel te vervangen door een prothese of door versterkingen aan te brengen, etc.

→ **Hoeveelheid.** Bij niet-structureel gebruik en om de kans te vergroten dat de nodige hoeveelheid materiaal op de hergebruikmarkt te vinden is, kan het projectteam ervoor kiezen de partij op te splitsen in verschillende houtsoorten, kleuren en partijen.

De meeste gerecupereerde bouwmaterialen worden op de hergebruikmarkt verkocht 'as is' (in de staat waarin ze verkeren). De verkoopvoorwaarden kunnen echter specifieke garanties bevatten, eigen aan het materiaal. Bepaalde leveranciers kennen de herkomst van het materiaal en/of kunnen informatie verstrekken over het aangekochte product (voor meer informatie, zie de inleidende fiche).



Aanwezigheid van gaten, scheuren en beschadigingen bij gerecupereerde elementen

Portail du BOIS LAMELLÉ

Het portaal voor gelamelleerd hout (<http://www.glu-lam.org>), gepubliceerd door de Union des Industriels Constructeurs Bois (UICB), biedt een schat aan informatie over gelijmd gelamelleerd hout, zowel wat betreft de plaatsing als mogelijke toepassingen (website in het Frans).



Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik

Het hergebruik van elementen uit GGH voor structurele doeleinden vereist over het algemeen een voldoende nauwkeurige kennis van de volgende prestaties (verbonden aan de houtsoort): dimensionale karakteristieken, vochtgehalte, mechanische sterkte, duurzaamheid van het hout (van nature of door behandeling), gebruiksklasse, sterkte van de lijmverbinding, brandreactie en uitstoot van gevaarlijke stoffen. Deze eisen zijn vastgelegd in de geharmoniseerde norm EN 14080 en kunnen worden beoordeeld door erkende vakmensen. Hoewel ze zijn gespecificeerd voor nieuwe materialen, kunnen ze ook worden gebruikt om de geschiktheid voor hergebruik van elementen uit GGH te beoordelen. Sommige van deze kenmerken zijn ook relevant voor niet-structurele toepassingen.

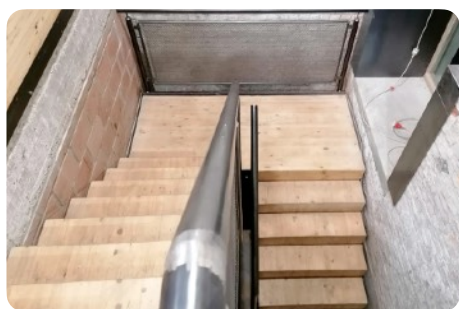
Eigenschappen	Opmerkingen
Maatvastheid	De dimensionale karakteristieken hangen nauw samen met de houtsoort, de droog- en opslagomstandigheden, de mate van sortering van de elementen en de homogeniteit van de partij. De werkelijke afmetingen van de elementen uit GGH worden beïnvloed door het zwellen en krimpen als gevolg van schommelingen in het vochtgehalte. Een visueel of meer gedetailleerd onderzoek kan volstaan om ze te schatten.
Vochtgehalte	Door de relatieve luchtvochtigheid onder controle te houden, kan de maatvastheid van de elementen uit GGH worden verzekerd. Afhankelijk van hun functie en plaats in de constructie, moeten de elementen worden geplaatst bij een evenwichtsvochtgehalte (bv.: max. 15% voor gebintelementen) en overeenkomstig de aangegeven gebruiksklasse. Het is aangeraden zich hierbij te baseren op de uitvoeringsnormen. Het vochtgehalte van gerecupereerd hout hangt voornamelijk af van de droog- en opslagomstandigheden. Het wordt gemeten met een vochtmeter.
Duurzaamheid	De natuurlijke duurzaamheid van elementen uit gelijmd gelamelleerd hout is een maat voor hun weerstand tegen aantasting door zwammen. Deze is identiek aan die van de houtsoort waarvan ze zijn gemaakt en maakt het mogelijk na te gaan of de elementen compatibel zijn met de aangegeven gebruiksklasse. De natuurlijke duurzaamheid kan worden verhoogd door middel van beschermende of afwerkingsbehandelingen die aangepast zijn aan de houtsoort en het beoogde gebruik. In dat geval spreken we van duurzaamheid door behandeling. Het gebruik van conserveringsmiddelen wordt geregeld door normen en aanbevelingen voor het gebruik. Men dient erop toe te zien dat de behandelingen geschikt zijn voor de soms aanzienlijke grootte van de elementen van GGH. Over het algemeen is de beste manier om hout te beschermen er technisch en ontwerpmatig voor te zorgen dat er geen verrotting kan optreden: door een geschikte houtsoort te kiezen, door de elementen te beschermen, door ervoor te zorgen dat ze snel kunnen drogen, of door een speciale behandeling te overwegen.
Gebruiksklasse	De gebruiksklasse van het hout bepaalt voor welke toepassingen het geschikt is (zie tabel). De geharmoniseerde Europese norm EN 460 definieert vijf gebruiksklassen voor hout en de bijbehorende biologische risico's, en raadt eventuele geschikte beschermende behandeling aan, naargelang de toepassing en de natuurlijke duurzaamheidsklasse van het hout in kwestie (zie normen EN 350-2 en EN 335). Zo moet bijvoorbeeld dakhout dat niet in contact komt met de grond, niet is blootgesteld aan de weersinvloeden en slechts tijdelijk vochtig kan worden, van gebruiksklasse 2 zijn. Deze classificatie is van belang voor zowel structurele als niet-structurele toepassingen. Door toepassing van duurzaamheidsbehandelingen op het oppervlak van GGH is het niet mogelijk een hogere klasse te halen dan gebruiksklasse 2. Gebruiksklassen 3 en 4 kunnen alleen worden bereikt door behandeling van de afzonderlijke lamellen, d.w.z. vóór de verlijming. Gebruiksklasse 5 is niet van toepassing op GGH. In het kader van de dimensionering van houtconstructies worden de elementen ingedeeld in een gebruiksbelastingsklasse (EN 1995) die rechtstreeks bepaald wordt door de gebruiksklasse van het hout.

Gebruiksklasse	Algemeen gebruik	Biologische risico's		Natuurlijke duurzaamheidsklasse van het hout				
		Insecten	Zwammen	I	II	III	IV	V
1	Binnen, droog	Ja	Nee					
2	Binnen of beschermt, niet blootgesteld aan weersomstandigheden. Mogelijkheid tot watercondensatie	Ja	Gering					
3	Buiten, niet in contact met de grond, blootgesteld aan de weersomstandigheden	Ja	Ja					
4	Buiten, in contact met de grond en/of zoetwater	Ja	Ja					
5	Regelmatig of permanent ondergedompeld in zoutwater	Ja	Ja					

Traitement non nécessaire
 Traitement recommandé
 Traitement nécessaire



Eigenschappen	Opmerkingen
<p>Duurzaamheid van de lijmverbinding</p>	<p>In het kader van het hergebruik van elementen van GGH heeft de sterkte van de lijmnamen vooral betrekking op de zwaluwstaartverbindingen binnen de lamellen (meestal vingerlassen) en de lijmnamen tussen de lamellen. Deze kan worden getoetst door middel van delaminatieproeven of afschuifproeven op monsters. Door deze prestatie te bepalen, kan worden nagegaan of schommelingen in de houtvochtigheid bij een bepaalde gebruiksklasse niet kunnen leiden tot delaminatie, d.w.z. het loskomen van de lamellen door loslaten van de lijmverbindingen.</p> <p>Een snelle (maar niet gestandaardiseerde) test kan hier een eerste indicatie geven. De methode bestaat erin met behulp van een klem een drukkracht uit te oefenen op een uitgehold deel van een proefstuk, om trekspanningen te veroorzaken loodrecht op de houtnerf (delaminatiespanningen van de lijmnaad). Als de breuk zich voordoet in de houtvezels en niet in het lijmvlak, spreken we van een cohesiebreuk, wat wijst op een voldoende sterke verlijming.</p> <div data-bbox="438 582 1013 795" style="text-align: center;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klem (drukkracht) 2. Proefstuk gelijmd gelamelleerd hout 3. Uitgehold deel 4. Lijmvlak tussen de lamellen 5. Cohesiebreuk, in de houtvezels <p>Over het algemeen zal een visuele inspectie van de elementen een eerste beeld geven van de staat van de lijmverbindingen. De resultaten van deze inspectie kunnen ook worden geïnterpreteerd ten opzichte van de gebruiksklasse van het element in zijn oorspronkelijke toepassing. (Bijvoorbeeld balken die oorspronkelijk werden ingezet in gebruiksklasse 3, met grote schommelingen in het vochtgehalte, en die geen sporen van delaminatie vertonen, zijn naar alle waarschijnlijkheid geschikt voor hergebruik in gebruiksklasse 1, met geringe schommelingen in het vochtgehalte. Het omgekeerde is absoluut niet aan te bevelen.)</p> <p>Ook het gebruikte lijmtypen bepaalt de gebruiksbelastingsklasse waarin het element kan worden ingezet. Bij gebrek aan precieze informatie over het lijmtypen is het daarom raadzaam een minder veeleisende gebruiksbelastingsklasse voorop te stellen. De meest gebruikte lijmen voor constructie-elementen van gelijmd gelamelleerd hout behoren tot drie types: Melamine-Ureum-Formaldehyde (MUF), Polyurethaan (PU) en Resorcinol-Fenol-Formaldehyde (RPF). Dit derde type, synthetische bicomponenten, is geleidelijk in onbruik geraakt ten voordele van de andere twee. Ook de oplosmiddelvrije en milieuvriendelijke lijmen op basis van caseïne die in het begin van de 20e eeuw werden gebruikt, raakten in onbruik omdat ze niet meer beantwoorden aan de huidige eisen.</p>
<p>Mechanische sterkte</p>	<p>In de industrie wordt de mechanische sterkte van nieuwe elementen van GGH bepaald op basis van de mechanische sterkte van de lamellen die bij hun productie worden gebruikt. Hiervoor wordt elke partij lamellen in kaart gebracht door een normatieve klasse-indeling (visueel of machinaal), waardoor een sterkteklasse kan worden bepaald voor de elementen van gelijmd gelamelleerd hout (bv.: GL24, GL28, GL32, etc.). De verschillende mechanische prestaties van de elementen kunnen dan rechtstreeks worden berekend op basis van deze klasse-indeling (buigsterkte, treksterkte, druksterkte, afschuifsterkte en elasticiteitsmodulus), maar ook op basis van de andere kenmerken van het materiaal (houtsoort, massadichtheid, sterkte, stijfheid, sterkte van de vingerlassen, afmetingen en combinatie van de lamellen, etc.)</p> <p>In het geval van gerecupereerde houten elementen is een gedetailleerde visuele sortering van het hout door een bevoegde en erkende instantie mogelijk, waardoor de mechanische prestaties van elk element kunnen worden bepaald op basis van veilige aannames. Ook destructieve proeven op balken op ware grootte zijn mogelijk. Hiervoor dient men over voldoende elementen te beschikken in een partij zodat er een of meerdere kunnen worden opgeofferd. Aan de hand van deze informatie kunnen materiaal en toekomstig gebruik op elkaar worden afgestemd.</p>



Verwerking tot traptreden (BE) © Zinneke



Verwerking tot leuning (BE) © Zinneke

Gespecialiseerde leveranciers vinden



salvoweb.com

opalis.eu



Eigenschappen	Opmerkingen
Brandreactie	<p>De specifieke eisen in verband met de brandreactie van de bekledingen worden bepaald door de nationale voorschriften. Deze eisen hangen onder meer af van het gebruik van het gebouw (bv. privéwoning of flatgebouw, nooduitgangen, terrassen op platte daken, etc.), van de hoogte van het gebouw (voor de gevelbekleding), maar ook van de mogelijkheid voor de gebruikers om het gebouw te verlaten in geval van brand (bejaardentehuis, ziekenhuis, etc.). Het projectteam dient zich er dus van te vergewissen dat er voldaan wordt aan de wettelijke eisen inzake brandreactie door de materialen en hun plaatsingsmethode te bepalen in functie van het beoogde gebruik.</p> <p>Overeenkomstig een Europese beschikking (2005/610/EG) wordt de brandreactieklasse D-s2,d0 zonder verdere beproeving toegekend aan alle elementen van gelijmd gelamelleerd hout die voldoen aan de norm EN 14080 waarvan de gemiddelde massadichtheid minimaal 380 kg/m³ bedraagt (gemeten op basis van een referentievochtigheid van 12%) en de minimale dikte ten minste 40 mm is.</p> <p>Er moet ook rekening worden gehouden met de invloed van een beschermende behandeling tegen biologische aantasting of andere afwerkingsbehandelingen. Zo nodig moet de brandreactie van de elementen worden getest en opgegeven volgens EN 13501-1.</p>
Brandweerstand	<p>Bij de berekening van de brandwerendheid van houten constructies (norm EN 1995: Eurocode 5), wordt de verbrandingssnelheid beoordeeld aan de hand van de vormeigenschappen (afmetingen van de elementen, dwarsdoorsnede, combinatie van de lamellen, etc.) en de materiaaleigenschappen (houtsoort, sterkte, stijfheid, karakteristieke massadichtheid, etc.).</p>
Gevaarlijke stoffen	<p>Er zijn al vele verschillende soorten lijmen gebruikt bij de productie van elementen van GGH. Bij gebrek aan nauwkeurige informatie is het vrij moeilijk om hun giftigheid en hun effect op de binnenluchtkwaliteit te bepalen. Sommige lijmen, zoals gemodificeerde melaminehars en fenol-resorcinolhars, kunnen formaldehyde bevatten. Niettemin moet worden opgemerkt dat het formaldehydegehalte in deze lijmen zeer laag is en dat de concentraties van vluchtige organische stoffen (VOS) in de omgevingslucht ver onder de grenswaarden zullen liggen die zijn opgelegd door de regelgeving voor plaatmateriaal. Zo nodig kunnen proeven worden uitgevoerd om de afgifte van formaldehyde na te gaan. Algemeen wordt echter aangenomen dat de emissiegraad van sommige materialen die formaldehyde bevatten, afneemt met de tijd. Het risico in verband met het hergebruik van elementen van gelijmd gelamelleerd hout binnenshuis kan daarom als gering worden beschouwd.</p> <p>De elementen van GGH kunnen tijdens hun gebruiksfase ook zijn behandeld met giftige producten of in contact zijn geweest met gevaarlijke stoffen. Hoewel het in de meeste gevallen mogelijk is de aan- of afwezigheid van beschermende en afwerkingsbehandelingen visueel vast te stellen, is het doorgaans lastiger de precieze aard van de aanwezige stoffen te bepalen. Door middel van laboratoriumproeven kan worden bepaald en beoordeeld in welke mate eventueel aanwezige verontreinigende stoffen gevaarlijk zijn. De toxiciteit van sommige van deze verontreinigende stoffen kan na jarenlang gebruik drastisch zijn gedaald. Bij gebrek aan informatie hierover is het wenselijk het 'voorzorgsprincipe' aan te houden voor binnentoepassingen of toepassingen waarbij direct contact met mensen mogelijk is.</p> <p>Aangezien constructies van GGH zich uitstekend gedragen in een agressieve omgeving, worden ze vaak gebruikt in opslagloodsen voor stoffen zoals zouten, zuren, koolwaterstoffen, etc. Informatie over dit oorspronkelijke gebruik kan derhalve nuttig zijn om de toxiciteitsrisico's (mogelijke contaminaties) in verband met hun nieuwe toepassing te beperken.</p>

(1) Indoor Air Pollution: An Evaluation of Three Agents – Formaldehyde, Exposure to Environmental Hazard, University of Minnesota, PubH 5103, fall semester 2003.



Verwerking van balken uit GGH tot meubelelementen (BE) © Rotor



Verwerking tot meubelelementen. Espace 16 Arts, Atelier d'architecture Alain Richard, Anderlecht (BE), 2011. © aa-ar

Voor meer informatie hierover kunt u het volgende document van het INRS raadplegen, dat een overzicht geeft van de belangrijkste houtbehandelingsproducten (bestanddelen, gevaren, toepassingen en preventieve maatregelen): <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20981>.



In 2015 gaf het Nederlandse bedrijf Bruil Beton & Mix zijn toestemming voor het gebruik van gerecupereerde balken van gelijmd gelamelleerd hout in het ontwerp van hun nieuwe gebouw. De vuren houten balken van het oude gebouw werden afzonderlijk geïnspecteerd door het controlebureau SHR en vervolgens zorgvuldig gedemonteerd en hersteld door Heko Spanten (fabrikant van nieuwe elementen). Na droging werden de balken afzonderlijk beoordeeld op mogelijke schade en aantasting door rot. Op elk element werden delaminatietests uitgevoerd om de staat van de lijm te toetsen. De mechanische sterkteklasse werd visueel bepaald (GL24h). Al deze parameters werden vervolgens gebruikt voor de constructieberekeningen en de dimensionering van het nieuwe gebouw. De restauratie van de balken bestond uit een oppervlakkige reiniging met water, een inkorting in de lengte en een bewerking om de compatibiliteit met de nieuwe verbindingselementen te verzekeren. In totaal konden 13 balken van 16.100 × 890 × 133 mm worden hergebruikt.
<https://naturalcapital.futureproof.community/uploads/71dbb80a7b0136dff3f57725f4b11762.pdf> in HOUTWERELD, Nr. 11 (mei 2015).

Beschikbaarheid

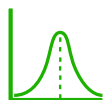
Elementen van GGH zijn niet erg gangbaar op de hergebruikmarkt. Sommige leveranciers vullen hun reguliere aanbod echter aan met partijen gerecupereerd gelijmd gelamelleerd hout.

Richtprijzen op de hergebruikmarkt (exclusief BTW)

Aan de hand van een niet-exhaustieve steekproef van de West-Europese hergebruikmarkt (België, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland) konden enkele richtprijzen worden afgeleid. Deze verschillen naargelang het model, de staat en de benodigde hoeveelheden.

→ Balk uit GGH: 200 - 450 €/m³

◀ Op een vergelijkbare manier werkte het Nederlandse bedrijf De Groot Vroomshop, dat ook nieuwe balken vervaardigt, mee aan het hergebruik van 80 ton gebogen balken van 40 jaar oud, afkomstig van de sloop van een oude ijsbaan (NL). © De Groot Vroomshop.
<https://degrootvroomshop.nl/gelijmde-hout-constructies/hergebruik-houten-spanten/>

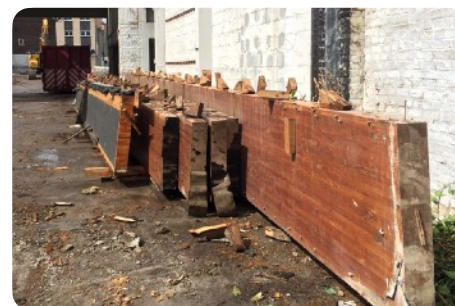


De inschatting van het effect van het hergebruik van houten elementen op de klimaatopwarming is complex en moeilijk te veralgemenen.

Het basisprincipe is dat met constructiehout biogene koolstof kan worden vastgelegd. Hergebruik is dus een manier om deze koolstofvoorraden in stand te houden en te voorkomen dat ze in de atmosfeer terechtkomen (wat zou gebeuren als het hout bijvoorbeeld zou worden verbrand als afval). Voor de algemene milieubalans van een hergebruikt houten element moet echter ook rekening worden gehouden met aspecten zoals de herkomst van het product en de afgelegde afstand, het gebruik van een beschermende behandeling, etc. Voor meer informatie raden wij aan de specifieke paragraaf over dit onderwerp in de inleidende fiche te raadplegen.



Balken vóór hergebruik



Demontage



Plaatsing



Balken na hergebruik

Hergerbruik ter plaatse. Standaertsite, Ledeberg Gent (BE), 2018. © AE / Carton123 / murmuur.
<https://opalys.eu/nl/projecten/gelijmd-gelamelleerde-liggers-hergebruikt-op-de-standaertsite>