

**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

De term 'constructiehout' dekt een brede waaier van elementen, waarvan de kenmerken verschillen naargelang de houtsoort, de afmetingen, de oorspronkelijke assemblagemethoden of de aanwezigheid van eventuele afwerkings- en beschermingsbehandelingen.

Deze fiche behandelt het hergebruik van massieve houten constructie-elementen met een rechthoekige dwarsdoorsnede. Deze kunnen afkomstig van verschillende toepassingen afkomstig zijn: dakgebinten en vloeren, constructiedragers, stijl- en regelwerk, structuur van grote kunstwerken, etc. Deze houten elementen kunnen ruw gezaagd zijn, gepatineerd en aangetast door de tand des tijds. Door middel van een specifieke terminologie - soms gekenmerkt door veel regionale woorden - kunnen de elementen worden ingedeeld volgens hun afmetingen en/of hun gebruik. Bijvoorbeeld: balken, dwarsbalken, kepers, baddings, planken, etc.

De algemeen verkrijgbare producten op de hergebruikmarkt kunnen worden onderverdeeld in twee grote categorieën:

→ **'Technisch' hout:** dit zijn houten elementen die veelgevraagd zijn omwille van hun technische eigenschappen. Ze worden meestal verkocht als een (milieuvriendelijker en goedkoper) alternatief voor nieuwe equivalenten. Hun afmetingen komen soms overeen met de normen voor nieuw constructiehout, maar niet systematisch. Niettemin vertonen ze een zekere regelmaat. Het gaat hoofdzakelijk om naalddhoutsoorten: douglasspar, vurenhout, den, zilverspar, lork/lariks, etc.

→ **Oude balken:** dit zijn elementen die afkomstig zijn uit oude gebouwen en die vaak meer dan honderd jaar oud zijn. Over het algemeen zijn ze eerder duur, en vooral gewild vanwege hun geschiedenis en hun uitzicht (doorgaans onregelmatiger dan recentere

gestandaardiseerde elementen). Men vindt oude balken van loofhout (overwegend eik) en naalddhout (zilverspar, vuren, lork/lariks, etc.).

Deze fiche heeft geen betrekking op andere constructie-elementen van hout: rondhout, gelamineerd hout, gelijmd gelamelleerd hout, CLT, hout met zwaluwstaartverbinding, gevingerlast hout, etc.

Houten elementen kunnen een zeer lange levensduur hebben, zoals talrijke voorbeelden van oude constructies over de hele wereld bewijzen: Aziatische tempels, huizen in de Verenigde Staten, vakwerkhuisen in Europa, etc. Het is niet ongewoon dat de gerecupereerde elementen al verschillende levens hebben gehad, aangezien hout een veelzijdig materiaal is dat zich voor meerdere toepassingen leent.

Historisch gezien was hout door deze veelzijdigheid een belangrijk materiaal in de pre-industriële Europese economie, vooral in de bouw. Hout was toen niet alleen een volwaardig bouw materiaal met een brede waaier aan gebruiksmogelijkheden, het was ook een essentieel hulpmiddel bij de plaatsing van andere materialen, zoals natuursteen. Hout werd namelijk gebruikt voor het maken van bogen, bekistingen, kranen, steigers, etc. Daarnaast bewijzen tal van archeologische voorbeelden dat het zeer gangbaar was om gebouwen met een houtskeletconstructie, zoals schuren en huizen, volledig uit elkaar te halen en weer op te bouwen.

Ondanks hun voordelen voor het milieu, zijn deze praktijken vandaag de dag in Noordwest-Europa minder courant. In de Verenigde Staten is houtbouw en de bijbehorende recuperatie van houten elementen nog wel populair.

De beoordeling van de bouwtechnische kwaliteiten van oude dakgebinten vereist over het algemeen een aanpak op maat en een specifieke vakkenis. In normale omstan-

digheden zijn ze droog en voldoende stabiel, zodat ze minder onderhevig zijn aan torsie of krimp dan nieuwe elementen tijdens het drogen, wanneer ze worden hergebruikt in gebouwen. Bij de restauratie van oude gebouwen wordt vaak veel aandacht besteed aan de oude dakgebinten. Sommige methodes die gebruikt worden om na te gaan of de structurele elementen geschikt zijn voor behoud, kunnen ook worden toegepast om de mogelijkheid tot hergebruik te evalueren.



Hergebruik van houten balken voor een nieuw dakgebinte © yr-architecture (USA)



Oude eiken balken



Stijlen van naalddhout die worden gebruikt voor hun technische kwaliteiten



Recuperatie van het materiaal

De recuperatie van constructiehout vereist over het algemeen een goede coördinatie en moet worden uitgevoerd met inachtneming van de geldende veiligheidsvoorschriften voor sloop- en breekwerk, vooral wanneer structurele elementen worden afgebroken.

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

- **Visuele inspectie.** Hiermee kan de houtsoort worden geïdentificeerd en de eventuele aanwezigheid worden vastgesteld van een of meerdere van volgende zaken, die hergebruik kunnen bemoeilijken of zelfs onmogelijk maken:
 - kruip (vervorming), dit is een indicator dat de elementen blootgesteld zijn aan een hoge belasting, waardoor de mechanische eigenschappen mogelijk zijn afgenomen;
 - natuurlijke gebreken (kwasten);
 - spinthout;
 - spleten (in de richting van de vezels) en barsten (dwars op de vezelrichting);
 - zichtbare zwammen, biologische agentia, houtaantasters;
 - schimmelplekken, vochtplekken, verkleuring (doorgaans in vochtige ruimten, ter hoogte van dakgoten en op plekken die mogelijks langdurig vochtig zijn geweest);
 - zaagsporen;
 - oxidatie van metalen verbindingen;
 - etc.

Deze visuele inspectie laat ook toe om de rechtheid van de elementen te controleren (plaatselijke en algemene vervorming) en de aard van de verbindingen na te gaan, die een invloed kunnen hebben op de ontmantelingsmethode.

• 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).
 - Meting van het vochtgehalte met een vochtigheidsmeter.
- **Bijkomende tests.** Om een meer volledige evaluatie op te kunnen maken van de staat van de elementen, vooral als ze beschilderd of bedekt zijn, kunnen aanvullende onderzoeken worden uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld het uitvoeren van boringen en kernboringen (om inwendige aantasting van het hout op te sporen en eventueel de dikte van het resterende gezonde hout te bepalen). Ook diverse laboratoriumproeven kunnen worden gebruikt om de aanwezigheid van zwammen op te sporen, de exacte houtsoort te identificeren, de mas-sachtheid te meten of de aanwezigheid

van gevaarlijke stoffen op te sporen (zie 5 *Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen*)

- **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.



Test met een schroevendraaier
© qualite.bzh



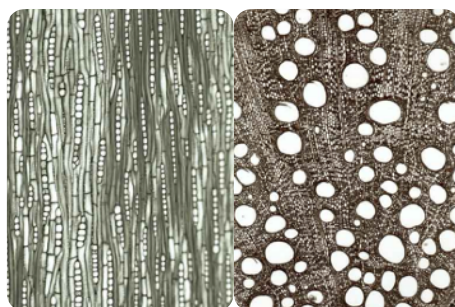
Test met een rubberen hamer
© Romane Lavoine



Hardheidstest met een resistograaf
© qsb.fr



Meting van het vochtgehalte met een vochtigheidsmeter © Romane Lavoine



Laboratoriumonderzoek - optische microscopietechniek, eik (*Quercus Petraea*) - tangentiële doorsnede (links) en transversale microsneede (rechts)
© woodanatomy.ch



Kernboring van het hout
© Romane Lavoine



→ **Demontage.** Een zorgvuldige ontmanteling is erop gericht de veiligheid van de werknemers en de integriteit van de elementen in kwestie te waarborgen. Een verliespercentage is veelal toelaatbaar vanwege de mogelijke breuken die tijdens de demontage kunnen optreden, en verzagingen. Gelijksortige elementen worden bij voorkeur gegroepeerd, genummerd en correct geïdentificeerd om de homogeniteit en traceerbaarheid van de partijen te garanderen. Ze worden opgeslagen op dwarsdragers (geen contact met de grond), met tussenafstand en beschermt tegen de weersinvloeden.

→ **Bewerkingen.** Afhankelijk van hun staat kunnen gerecupereerde houten constructie-elementen verschillende bewerkingen ondergaan voordat ze opnieuw worden gebruikt. Meestal voeren de gespecialiseerde leveranciers sowieso een aantal van deze bewerkingen uit. Soms wordt het hout echter in zijn oorspronkelijke staat verkocht. Het is dan aan de koper om indien nodig deze bewerkingen uit te voeren:

- **Verwijderen van metalen elementen.** Spijkers, schroeven en andere metalen elementen worden verwijderd met geschikt gereedschap (tang, pneumatische drevel, etc.). Dit tijdrovende proces is essentieel als het hout later moet worden bewerkt, omdat de machines anders 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.
- **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. Dit draagt ook bij tot het verwijderen van mogelijk ongedierte (schimmels, insecten, etc.).
- **Klasse-indeling van het hout.** Om ervoor te zorgen dat de prestaties van de gerecupereerde houten elementen voldoen aan de eisen van hun toekomstige toepassing, moeten hun specifieke eigenschappen worden bepaald (zie § 'Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik'). Dit is met

name het geval voor structurele toepassingen waarvoor een normatief kader geldt en er dus een voldoende nauwkeurige kennis van de mechanische eigenschappen van hout is vereist. Elk element kan machinaal of visueel worden geïnspecteerd door een gecertificeerd persoon, om de houtsoort vast te stellen, het type hout, de duurzaamheidsklasse, de mechanische sterkteklasse, de aanwezigheid van beschermingsbehandelingen en de invloed daarvan op de duurzaamheid, etc. De klasse-indeling vindt bij voorkeur plaats wanneer de elementen hun definitieve dwarsdoorsnede hebben gekregen (bijvoorbeeld na het schaven). Vervolgens worden de elementen afzonderlijk of per pakket gelabeld.



Recuperatie van houten balken (Hageltoren, Brussel)
© Bernard Van Damme



Reiniging van hout © yr-architecture



Verwijderen van schors, spinthout en houtspanen
© yr-architecture

Klasse-indeling van hout

De geharmoniseerde norm EN 14081-1 omschrijft de eisen van toepassing op nieuw constructiehout met rechthoekige doorsnede, dat wordt ingedeeld naar sterkte en CE-markering. Er is sprake van twee classificatiemethodes voor hout:

1. **Machinale methode** (EN 519-norm): veelgebruikt binnen grote industriële installaties voor de verwerking van nieuw hout. Hiermee kunnen productiestalen worden gekenmerkt op basis van metingen die werden verricht door goedgekeurde sorteermachines. De klasse-indeling verschilt naargelang de houtsoort (naaldhout of loofhout). De mechanische eigenschappen van de elementen worden beoordeeld aan de hand van niet-destructieve proeven (continue driepuntsbuigproef, röntgenstralen, ultrageluid, trillingen, etc.) Een voorafgaande visuele inspectie is noodzakelijk om de weerstandseigenschappen na te gaan die niet automatisch worden gedetecteerd door de machine. Er bestaan mobiele sorteermachines, die onder bepaalde omstandigheden nuttig kunnen zijn voor de classificatie van een grote partij constructiehout voor hergebruik. Ter informatie: een draagbare MTG-sorteermachine kost 7.000 tot 15.000 euro, afhankelijk van de gewenste instellingen en functies.
2. **Visuele methode** (EN 518-norm): hierbij worden met het blote oog gebreken aan het oppervlak van het element opgespoord die tot een vermindering van de sterkte kunnen leiden (grootte van scheuren, massadichtheid, aantal en grootte van de kwasten, harszakken, vezelhelling, etc.), maar ook geometrische gebreken over het volledige element (holten (spinhout), vervormingen in de lengte en in de breedte, spiraalvormige vervormingen etc.) en mogelijke biologische aantastingen (zwammen, insecten, rot, etc.) In Europa bestaan er per land veel verschillende regels voor visuele classificatie, maar er zijn ook basisprincipes vastgesteld. In de praktijk kunnen erkende certificeerders nieuw hout karakteriseren om het gebruik ervan als structureel element vrij te geven. Een concordantietabel tussen de visuele klassen en mechanische klassen is vastgelegd in de norm EN 1912. Deze methode kan eventueel worden toegepast op gerecupereerde elementen.



- **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. 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. Een specialist kan u eveneens informeren over de mogelijke giftigheid van de producten.

- **Thermische behandeling.** Dit procedé verbetert de duurzaamheid van hout voor buiten, maar is wel nadelig voor de mechanische eigenschappen van het hout. Het wordt meestal gebruikt voor gevelbekledings-elementen.

- **Verzagen en versnijden.** Het hout kan worden verkleind in de doorsnede en in de lengte. Sommige handelaars bieden ook de bewerking van dakspanten, en de uitvoering van dakgebinten of andere structuren op basis van een elementen uit hun eigen voorraad aan. Anderen verzagen oude balken om er parket, plankenvloer of gevelbekleding van te maken.

- **Schaven.** Het hout kan ruw worden gelaten of aan één of beide zijden worden geschaafd om een vlakke en constante doorsnede te verkrijgen.

- **Afwerking.** Het hout kan onbewerkt worden gelaten of een afwerkingslaag krijgen (vernis, was, olie, beits, verf, etc.).

→ **Opslag.** Houten elementen worden bij voorkeur opgeslagen op dwarsdragers en met afstandshouders tussen de verschillende elementen. Ze kunnen worden opgeslagen in een ruimte die beschermt is tegen de weersinvloeden of in een verwarmde omgeving om het vochtgehalte onder controle te houden. In sommige regio's met een droog klimaat mogen balken buiten worden opgeslagen. Deze worden eveneens op grote rekken geplaatst, met onderlinge tussenafstand.

→ **Transport en levering.** Tijdens het vervoer en de levering moeten de nodige voorzorgsmaatregelen worden genomen (omsnoering, hijs- en hefmiddele, etc.).



Verwijderen van metalen elementen



Opslag © Opalis / [Les ateliers de saint Gaudent](#)



Sorteren en selecteren van de balken
© yr-architecture



Opslag © Opalis / [Vieux bois des Alpes](#)



Afwerkingsbehandeling van het hout
© yr-architecture



Opslag © Opalis / [Atelier de saint Cannat](#)



Etikettering van balken, visuele of machinale klasse-indeling © yr-architecture



Opslag © Opalis / [Europort BVBA](#)

Truly Reclaimed Label

In het kader van het Europese FCRBE-project (waarbinnen ook deze fiches opgesteld werden) werkt de organisatie SALVO Ltd. (VK) aan de ontwikkeling van een 'Truly Reclaimed' keurmerk waarmee de oorsprong van gerecupereerd materiaal als dusdanig wordt gecertificeerd (om deze elementen te onderscheiden van kunstmatig verouderde, nieuwe elementen). Dit keurmerk zou zeer binnenkort beschikbaar moeten zijn voor gerecupereerde producten van hout.



Opslag © Opalis / [Bloem](#)



Toepassingen en plaatsing

Houten elementen voor hergebruik lenen zich voor dezelfde verscheidenheid aan ontwerpmethoden als nieuwe materialen. Zij kunnen worden hergebruikt voor constructiedoeleinden (keper- of spantendaken, mezzanines, afdaken, algemeen stijl- en regelwerk, etc.) of voor andere doeleinden (sierbalken, meubelhout, timmerhout, etc.). Sommige leveranciers verzagen oude balken om er parket, plankenvloer of gevelbekleding van te maken.

Voor structurele toepassingen is het raadzaam om in een vroeg stadium het adviesbureau stabiliteit en het controlebureau mee te betrekken. Zij kunnen een geschikte aanpak voorstellen voor de betreffende elementen, en ook de veiligheidsmarges aanpassen aan de beschikbare informatie (veilige aannames voor de berekening van de belasting, overdimensionering, etc.). Het is ook mogelijk om de houten elementen alleen voor minder veeleisende toepassingen te gebruiken, als manier om hun levensduur te verlengen.

Naargelang de toepassing moet er altijd rekening worden gehouden met de nationale en Europese productnormen (bv. EN 1995: Eurocode 5 voor het ontwerp en de berekening van houtconstructies, EN 14081-1, etc.), alsook met de regels van de kunst en de geldende uitvoeringsnormen. Afhankelijk van de geldende voorschriften moeten ook de vereisten worden nageleefd inzake aardbevingen, temperatuur, geluid, bescherming tegen termieten, brandwerendheid, etc.

Ondanks hun uitgebreide kennis van de materialen en het waardevolle advies dat zij kunnen geven, certificeren handelaars in constructiehout doorgaans niet alle eigenschappen van de elementen die zij leveren. Sommigen geven daarentegen wel garanties op eigenschappen zoals de homogeniteit van de partijen, de afmetingen van de elementen, het maximale vochtgehalte, de staat van het hout (vrij van metalen elementen, schimmels, barsten, etc.) of de herkomst (enkele handelaars brengen het label FSC recycled aan, dat certificeert dat het hout afkomstig is van de ontmanteling van een gebouw en niet van het kappen van bomen).

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

→ *Soorten en afmetingen*. Door marge te laten op de afmetingen, de houtsoort, de kleur en alle niet-essentiële kenmerken, wordt het zoeken naar een partij op de hergebruikmarkt veel gemakkelijker. Aangezien de afmetingen van 'technisch' hout voor hergebruik niet noodzakelijk overeenkomen met de standaardafmetingen van nieuw hout, moet hiermee rekening worden gehouden tijdens de ontwerpfasen. Bovendien kunnen veilige aannames bij de berekening van de constructie (pessimistische gegevens over de houtkwaliteit) het gebrek aan informatie of certificatie van het materiaal compenseren. Het kan ook nuttig zijn compenserende maatregelen te nemen uitgaande van de nieuwe toepassing van het structureel hout (versterken van het grootste buigmoment, belasting verlagen, kortere asafstand, overdimensioneren van de houten elementen, verdubbelen van kolommen, uitsluiten van beschadigde elementen, etc.).

→ *Staat*. De volgende verwachtingen kunnen gepreciseerd worden:

- afwezigheid van gebrekkige, rotte of slechte knoopverbindingen;
- afwezigheid van sporen van vorstspleten, ringscheuren, hartscheuren, grote scheuren, valbreuken en andere barsten, kloven en scheuren;
- afwezigheid van vervorming en kromtrekking;
- elementen vrij van puntvormige beschadigingen en grote wormgaten, sporen van rot en schimmel;

- redelijke aanwezigheid van spijker- en boutgaten (een beperkte aanwezigheid is onvermijdelijk en deel van het karakter van oud hout);
- vochtgehalte;
- bepaling van de duurzaamheidsklasse.

→ *Hoeveelheid*. Om de kans te vergroten de nodige hoeveelheid hout te vinden op de hergebruikmarkt kan het projectteam ervoor kiezen de partij op te splitsen in verschillende houtsoorten en partijen.



Ontwerp van een woninguitbreiding van 110 m² met gerecupereerde materialen
© AASF Atelier Architecture Sarah Fruit, *Bati Recup* (FR)



Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik

Het hergebruik van elementen voor structureel gebruik vereist over het algemeen een voldoende nauwkeurige kennis van de volgende prestaties (in verband met de houtsoort): vochtgehalte, maatvastheid, natuurlijke duurzaamheid van het hout, gebruiksklasse, mechanische sterkte, brandreactie en uitstoot van gevaarlijke stoffen. Deze kenmerken zijn vastgelegd in de geharmoniseerde norm EN 14081-1 en kunnen worden beoordeeld door erkende vakmensen. Hoewel deze normen uitgebreide informatie bevatten voor nieuwe materialen, kunnen ze ook nuttig zijn om de geschiktheid voor gebruik van gerecupereerd constructiehout met rechthoekige doorsnede te beoordelen. Sommige van deze kenmerken zijn ook relevant voor niet-structurele toepassingen.

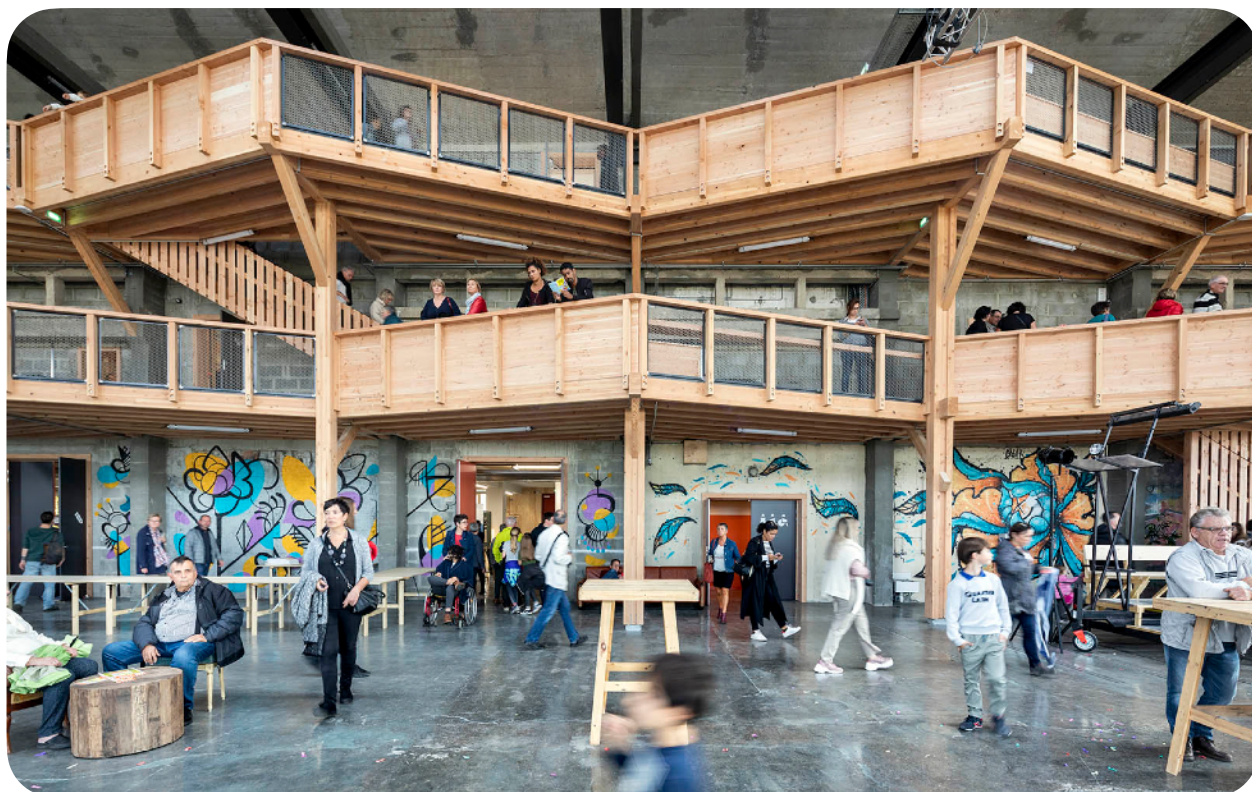
Eigenschappen	Opmerkingen
Dimensionale stabiliteit	Deze hangen nauw samen met de houtsoort, de droog- en opslagomstandigheden, de mate van sortering van de elementen en de homogeniteit van de partij. De werkelijke afmetingen van de houten elementen worden beïnvloed door het zwellen en krimpen als gevolg van schommelingen in het vochtgehalte. Een visueel of meer gedetailleerd onderzoek kan volstaan om ze te schatten.
Vochtgehalte	Afhankelijk van zijn functie en plaats in de constructie, moet het houten element worden gebruikt bij een evenwichtsvochtgehalte (bv. $15\% < H < 22\%$ voor elementen van het dakgebinte en $H < 18\%$ voor stijl- en regelwerk). Het is aangewezen zich hierbij te baseren op de uitvoeringsnormen. Het vochtgehalte van het hout hangt voornamelijk af van de droog- en opslagomstandigheden van het gerecupereerd hout. Het wordt gemeten met een vochtmeter.
Natuurlijke duurzaamheid	Dit kenmerk beoordeelt de natuurlijke weerstand van het hout (per houtsoort trouwens verschillend voor spinthout en kernhout) tegen aantasting door zwammen. Het wordt beoordeeld naargelang de houtsoort en is een maatstaf voor de bepaling van de gebruiksklasse van de elementen. De natuurlijke duurzaamheid kan worden verhoogd door middel van beschermende behandelingen in functie van de houtsoort en het beoogde gebruik. In dat geval spreken we van duurzaamheid door behandeling. In het geval van gerecupereerd hout is het weliswaar mogelijk de aan- of afwezigheid van beschermende behandelingen visueel vast te stellen, maar doorgaans is het moeilijker om de precieze aard van de aanwezige stoffen te bepalen.
Gebruiksklasse	De gebruiksklasse van hout bepaalt de geschikte toepassingen (zie tabel hieronder). De geharmoniseerde Europese norm EN 460 onderscheidt vijf gebruiksklassen voor hout en de bijbehorende biologische risico's. De norm geeft ook aanbevelingen over het eventuele gebruik van een adequate beschermingsbehandeling overeenkomstig de toepassing en de natuurlijke duurzaamheidsklasse van het geplaatste hout (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 maar wel kortstondig vochtig kan worden, van gebruiksklasse 2 zijn.
Mechanische sterkte	De sterkteklasse volgt uit de klassering van het hout op basis van zijn mechanische eigenschappen (buig-, druk-, trek-, afschuifsterkte, elasticiteitsmodulus). Ze wordt bepaald in functie van de houtsoort, de massadichtheid en het vochtgehalte. Over het algemeen hebben houtsoorten met een hoge massadichtheid een betere mechanische sterkte. De mechanische klassen van de houten elementen kunnen worden bepaald door een machinale of visuele klasse-indeling (zie kader over klasse-indeling, onder § 'recuperatie van het materiaal'). De visuele klasse-indeling lijkt aangewezen in het geval van hergebruikte materialen, aangezien het een aanvulling vormt op het herstellingsproces door de handelaars. Erkende certificeerders kunnen u hierbij helpen.

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 beschut, 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					

Behandeling niet nodig
Behandeling aanbevolen
Behandeling noodzakelijk



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 (2003/43/EG) wordt de brandreactieklasse D-s2,d0 zonder verdere beproeving toegekend aan alle massieve houtsoorten waarvan de gemiddelde massadichtheid minimaal 350 kg/m³ bedraagt (gemeten op basis van een referentievochtigheid, H=12%) en de minimale dikte ten minste 22 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>
Brandwerendheid	<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, etc.) en de materiaaleigenschappen (houtsoort, sterkte, stijfheid, karakteristieke massadichtheid, etc.).</p>
Toxiciteit	<p>Houten elementen kunnen tijdens hun gebruiksfase behandeld zijn met giftige producten of in contact zijn geweest met gevaarlijke stoffen. Hoewel het in de meeste gevallen mogelijk is de aanwezigheid van beschermende en afwerkingsbehandelingen visueel vast te stellen, is het doorgaans moeilijker om 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>



Hergebruik van gebinhout als stijlen voor de ballustrades.
© Cyrus Cornut, Grande Halle de Colombelles, WIP. Architecten: *Encore Heureux* (FR)



Beschikbaarheid

Balken zijn vaak verkrijgbaar in dwarsdoorsneden van 150 mm × 150 mm tot 450 mm × 450 mm, en in een grote verscheidenheid van lengtes (gangbare afmetingen tot 8 m). Langere balken zijn zeldzamer. De meeste houten balken voor hergebruik zijn van eik, maar men vindt er ook van den, iepenhout, teak, etc. Professionele handelaars houden doorgaans grote voorraden aan en kunnen snel voldoen aan de meeste middelgrote en kleine bestellingen. Voor grotere bestellingen is meestal een wachttijd nodig om voldoende voorraad op te bouwen.

Dwarsbalken zijn verkrijgbaar in de meest courante standaardafmetingen (60 × 150 mm tot 80 × 24 mm) in den, eik, jarrah, etc. Leveranciers houden doorgaans grote voorraden aan die ze snel kunnen aanvullen.

Hout voor stijl- en regelwerk is over het algemeen verkrijgbaar met een dwarsdoorsnede van 50 × 100 mm, en een lengte tussen 2,4 en 3 m, in naaldhout, meestal den. Bij grote volumes (tiental km) kunnen de stijlen afkomstig zijn van verschillende leveranciers en verschillen vertonen qua kleur, doorsnede, etc.

Wist je dat?

Volgens tal van Belgische handelaars is de vraag naar oude balken tussen 1990 en 2000 gedaald. Veel leveranciers die over een grote voorraad beschikten, hebben zich dan ook uitgerust om deze balken te verwerken tot vloeren, gevelbekleding, deuren, traptreden of meubelen.

De balken worden over het algemeen als volgt verzaagd: de zijvlakken worden afgezaagd en intact gehouden om er gepateneerde vloerdelen van te maken. De kern van de balk wordt vervolgens in kleinere elementen verzaagd die in sommige gevallen kunstmatig worden verouderd om het aanbod aan rustieke vloeren verder uit te breiden.

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 vereiste hoeveelheden. Enkele vastgestelde prijzen:

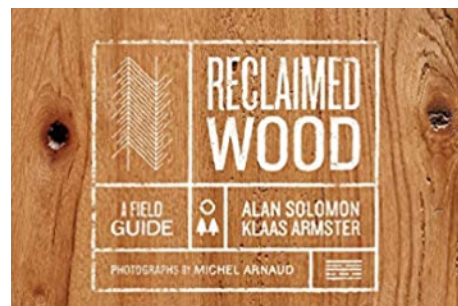
- Dwarsbalken van den 6 × 16 cm: ~ 3,5 €/m
- Dwarsbalken van den 8 × 24 cm: ~ 8,5 €/m
- Dwarsbalken van zachthout (6 × 16 tot 8 × 20 cm): 4 tot 10 €/m naargelang de dwarsdoorsnede

Over het algemeen leveren hergebruikhandelaars bij voorkeur lengtes van 2,4 tot 2,8 m omdat deze kortere lengtes gemakkelijker te vinden zijn. Voor lengtes van meer dan 4 meter kan een toeslag in rekening worden gebracht.

- Oude vurenhouten gebintbalken 90 × 400 mm: ~ 560 €/m³
- Oude grenen balken: prijs varieert naargelang de afwerking (al dan niet geschaafd) en de lengte: ~350 €/m³. De eenheidsprijs is hoger voor lange balken.
- Oude eiken balken: prijs varieert naargelang de afwerking (al dan niet geschaafd) en de lengte: voor een dwarsdoorsnede van 25 × 25 cm: tussen 700 € en 2350 €/m³. De eenheidsprijs is hoger voor lange balken.
- Borstelen/reiniging: ~ 20 € per strekkende meter



Artikel over het belang van hergebruik van houten elementen, ondanks het gebruik van behandelingen die nu verboden zijn: <https://www.salvoweb.com/salvonews/29459-salvo-strongly-supports-the-salvage-and-reuse-of-reclaimed-timbers>



Boek over gerecupereerd hout in de Verenigde Staten (geschiedenis, recuperatie, voorbeelden van hergebruik en praktische tips). *Reclaimed wood: a field guide* (2019), Alan Solomon & Klaas Armster, 240 p., Abrams edition, ISBN-13: 978-1419738180



Feedback over en beschrijving van de uitvoeringen van een dakgebinte in gerecupereerd hout, YR Architecture Design: <http://www.yr-architecture.com/reclaimed-timber-preparing-reclaimed-wood-for-reuse/>

Gespecialiseerde leveranciers vinden



salvoweb.com

opalis.eu



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 opnieuw in de atmosfeer terecht komen (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.



Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen

Houten structurelementen kunnen tijdens hun gebruiksfase in contact zijn geweest met gevaarlijke stoffen of behandeld zijn met giftige producten, met name om ze beter bestand te maken tegen biologische agentia, brand of vocht. Hoewel het in de meeste gevallen mogelijk is de aan- of afwezigheid van beschermende en afwerkingsbehandelingen visueel vast te stellen, is het doorgaans moeilijker om de precieze aard van de aanwezige stoffen te bepalen. Voor bepaalde moleculen kunnen soms eenvoudige opsporingsmethoden worden gebruikt op basis van verkleuring (loodtest, chroom-azuroltest, etc.).

In het voorbeeld hiernaast wordt een verkleuring gebruikt om te bepalen of het hout behandeld is. Een rode verkleuring wijst op de afwezigheid van behandeling, terwijl een blauwachtige kleur op de aanwezigheid van een behandeling wijst.

Lood, koper, chroom, arseen, PCP's en bepaalde kiemdodende moleculen behoren tot de gevaarlijke stoffen die kunnen worden aangetroffen. Hun concentratie in het hout, hun doeltreffendheid en hun residueel schadelijk effect zijn moeilijk te bepalen zonder specifieke laboratoriumproeven. Bij gebrek aan informatie hierover, of bij twijfel, is het altijd wenselijk het 'voorzorgsprincipe' aan te houden voor binnentoepassingen of toepassingen waarbij direct contact met mensen mogelijk is. Bovendien moeten zaag-, schaaft-, schuurbewerkingen, etc. worden uitgevoerd volgens de passende veiligheidsmaatregelen (persoonlijke beschermingsmiddelen, stofafzuiginstallatie, verwijdering van afvalstoffen, etc.).

Sommige manieren van houtbehandeling die vandaag worden aangeboden, bevatten nog altijd giftige stoffen. Het gebruik daarvan is sterk gereguleerd en voorbehouden voor bepaalde toepassingen. Hoe dan ook kunnen dergelijke behandelingen het toekomstige hergebruik van de behandelde elementen beperken of zelfs volledig onmogelijk maken.

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>.



De rode verkleuring duidt op afwezigheid van een behandeling. © expert-bois.fr



De blauwe verkleuring duidt op de aanwezigheid van een behandeling (hier beperkt tot het spinthout). © expert-bois.fr



Hergebruik van 2 000 lopende meter houtmassiefbouwelementen. Redfox Commons (2019) (USA) © Leverarchitecture.com



Gebruik van 350 m³ gerecupereerd hout om de structuur voor gipsplaatwanden te maken, BedZED. © Bill Dunster Architects (ZEDfactory, 2002) (UK)



Lees meer!

Een aantal algemene beginselen met betrekking tot het hergebruik van hout worden in dit document (in het Frans) nader toegelicht:

Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des charpentes industrialisées - Fondation Bâtiment Énergie (FBE). December 2020 (FR).

<http://www.batiment-energie.org/doc/70/FBE-ECB-enjeu-A-charpente-V1.pdf>