

# Richtlijn

## Toepassing Bouwconstructies in CLT



*Project Mooijburg Plein, Amsterdam; Architect: Natrufied-architecture; Hoofdaannemer: Weever Bouw; Ingenieursbureau: Goudstikker – De Vries; CLT leverancier: Laminated Timber Solutions.*

Geachte lezer,

Het toepassen van bouwconstructies in CLT (Cross Laminated Timber) gaat de laatste tijd in vogelvlucht.

Ingenieursbureaus worden vaker door architecten en projectontwikkelaars benaderd om in CLT te bouwen, niet alleen woningbouw maar ook hogere appartementencomplexen. Technisch gezien is er veel kennis opgedaan en verder is een grote verscheidenheid aan leveranciers die hierin willen meedenken.

Echter passende regelgeving voor CLT ontbreekt en documentatie hierover is nog mondjesmaat beschikbaar. Bij het beoordelen en goedkeuren ervan stuit het Bouwtoezicht op problemen door het ontbreken van regelgeving. Indien innovatieve toepassingen niet onderbouwd kunnen worden door regelgeving, ontstaan discussies tussen toetsende en ontwerpende constructeurs over interpretaties van regelgeving die feitelijk van toepassing zijn op andere typen constructies. Aan de andere kant wil Bouwtoezicht meewerken aan innovaties. Om dit te kunnen doorbreken, heeft het COBc op initiatief van ingenieursbureau Goudstikker de Vries, deze Richtlijn opgesteld.

Deze Richtlijn biedt constructeurs van Bouwtoezichten een eenduidig toetsingskader bij het beoordelen van bouwconstructies in CLT en daarmee wordt mogelijk gemaakt dat die typen bouwconstructies breed toegepast kunnen worden in Nederland.

*De COBc werkgroep “Construeren in CLT” heeft deze Richtlijn opgesteld en bij het opstellen ervan was de samenstelling van de werkgroep:*

Mandy van Lunteren (*rapporteur*) en Jaap Dijks (beiden Adviesbureau Goudstikker de Vries), Gert-Jan Rozemeijer (Adviesbureau Lüning), Geert Ravenshorst (TU Delft), Frans Raijmakers (*voorzitter*), Arie Jonkman en Ron Kerp (*secretaris*).

Om bouwconstructies in CLT te kunnen realiseren vertrouwt de werkgroep erop dat deze Richtlijn een handreiking biedt aan zowel de ontwerpende als de toetsende constructeur. Mocht u bij het gebruik ervan tegen onduidelijkheden of onvolkomenheden aanlopen, meld dat dan bij de secretaris van deze werkgroep (*email: [arkerp@ziggo.nl](mailto:arkerp@ziggo.nl)*). Naar aanleiding van ontvangen reacties zal de Richtlijn worden herzien.

Dick Bezemer, *voorzitter COBc*

## 1 Inleiding

### 1.1 Toepassingsgebied

## 2 Beschikbare normen en beoordelingsdocumenten

## 3 Aanpak conform de vigerende regelgeving (Bouwbesluit 2012)

## 4 Bouw materiaal en materiaaleigenschappen

### 4.1 Productie, algemeen

### 4.2 Sterkte

### 4.3 Ontwerp

### 4.4 Verificatie

## 5. Bezwijkmechanismen

### 5.1 Spanningen en vervormingen

### 5.2 Trillingen

## 6. Levensduur

### 6.1 Uitgangspunten

### 6.2 Controle

## 7 Brandgedrag

### 7.1 Rekenmethode

### 7.2 Controle

## 8 Akoestische eigenschappen

## 9 Verbindingen

## 10 Uitvoering

## 11 Aandachtspunten

## Bijlage / State of the art

## 1 Inleiding

Hoe langer hoe meer worden bouwconstructies in Cross Laminated Timber (CLT) uitgevoerd, in het Nederlands wordt CLT ook kruislaaghout genoemd. Omdat hiervoor in Nederland onvoldoende regelgeving bestaat, is deze Richtlijn opgesteld als leidraad voor een eenduidig toetsingskader door Bouwtoezicht. Hiermee kan CLT in Nederland breed worden toegepast.

In basis kan CLT worden vergeleken met gelamineerd hout en is daarmee een niet geheel onbekend materiaal, echter hun eigenschappen en mechanismen zijn significant anders.

### 1.1 Toepassingsgebied

- CLT kan worden toegepast in CC1, CC2 en CC3

## 2 Beschikbare normen en beoordelingsdocumenten

- NEN-EN 1990: Eurocode 0, Grondslag van het constructief ontwerp;
- NEN-EN 1991: Eurocode 1, Belastingen op constructies;
- NEN-EN 1995-1-1+C1+A1: Eurocode 5, Ontwerp en berekening van houtconstructies;
- NEN-EN 1995-1-2: Eurocode 5, Ontwerp en berekening van houtconstructies bij brand;
- NEN-EN 16351: 2021 en: Houtconstructies – Kruisgelaagd gelamineerd hout – Eisen; (*let op, het is nog geen geharmoniseerde norm. m.a.w. er is nog geen mandaat van de Europese Commissie*);
- EAD 130005 – 00 – 0304, Solid wood slab element for use as structural element in buildings; European Assessment Document, march 2015 , EOTA, [https://www.eota.eu/download?file=/2013/13-13-0005/ead%20for%20ojeu/ead-130005-00-0304-solid-wood-slab-element-structural-element-in-buildings\\_ojeu.pdf](https://www.eota.eu/download?file=/2013/13-13-0005/ead%20for%20ojeu/ead-130005-00-0304-solid-wood-slab-element-structural-element-in-buildings_ojeu.pdf)
- NEN-EN 15425: Lijmen – Een component polyurethaan, voor dragende houtconstructies – Classificatie en prestatie-eisen;
- NEN-EN 14080: Houtconstructies – Gelijmd gelamineerd hout en gelijmd massief hout;
- NEN-EN 338:2016 en: Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen
- NEN-EN 13501-1: Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen - deel 1: Classificatie op grond van resultaten van beproeving van het brandgedrag;
- NEN-EN 13501-2: Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen - deel 2: Classificatie op grond van resultaten van brandwerendheidsproeven, behalve voor ventilatiesystemen;
- Voor hout-beton-composiet constructies is de voornorm NVN-CEN/TS 19103:2021 en “Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Constructief ontwerp van constructies van hout-beton-composiet - Algemene regels en regels voor gebouwen” als definitief gepubliceerd, ook in Nederland.

In de huidige Eurocode 5 ontbreken echter rekenregels voor CLT, deze zijn wel opgenomen in de conceptversies voor de nieuwe versie van Eurocode 5, die naar verwachting na 2024 zal worden gepubliceerd. Naast het opnemen van CLT zullen in de nieuwe Eurocode 5 eveneens regels worden opgenomen voor hout - beton - composiet constructies.

Voor gecertificeerde producten zijn ETA's (*European Technical Assessments*) en EAD's (*European Assessment Documents*) van belang. Op basis van een EAD wordt een ETA opgesteld. Controleer deze certificaten of de daarin beschreven mechanische eigenschappen voldoen aan de vigerende wetgeving en aansluiten op het Bouwbesluit.

Let er tevens op dat de juiste EAD aansluit op de juiste ETA, voorkom lege DoP's (*declaration of performance / prestatieverklaring*) én gebruik de meest recent gepubliceerde uitgave. In de ETA's worden specifieke mechanische eigenschappen vermeld, echter geen rekenregels.

### **3 Aanpak conform de vigerende regelgeving (Bouwbesluit 2012)**

De aanvrager van de Omgevingsvergunning moet aantonen dat de kwaliteit van het product met betrekking tot sterkte en duurzaamheid gedurende de referentieperiode aan het Bouwbesluit 2012 afdeling 2.1, inclusief de aangewezen normen, voldoet. Zoals eerder aangegeven, ontbreekt voor CLT momenteel vigerende regelgeving.

Tot de publicatie van de nieuwe Eurocode 5 (*waarin CLT is opgenomen*) is het construeren en beoordelen van CLT bouwconstructies verantwoord door gebruik te maken van de combinatie van:

- Normen +
- ETA's en EAD's +
- Wetenschappelijke state of the art publicaties.

Houd er rekening mee dat de huidige EAD's voor CLT onvolledig kunnen zijn en niet altijd meer overeenkomen met de state-of-the art.

De aanvrager kan gebruik maken van de mogelijkheid tot gelijkwaardigheid (artikel 1.3). In de toelichting van het Bouwbesluit 2012, staat bij afdeling 2.1 dat rekening gehouden mag worden met voorzien onderhoud, daarbij staan in de Nationale Bijlage van de NEN-EN 1990 voorwaarden, zoals inspecteerbaarheid en mate waarin de constructie waarschuwt bij bezwijken.

Om aan te tonen dat de sterkte van CLT gedurende de referentieperiode voldoet aan het Bouwbesluit 2012, moet de vergunningaanvraag gedurende de periode van vergunningverlening en daarna tijdens de uitvoering aangevuld worden met de volgende gegevens en bescheiden:

- Beschrijving van het constructieprincipe (inclusief de wijze waarop duurzaamheid wordt geborgd);
- Een productomschrijving;
- Overzichts- en detailtekeningen;
- Berekeningen;
- Relatie met de in het Bouwbesluit 2012 aangewezen normen;
- Kwaliteitsverklaring met een nationale status (CE-markering, ETA's en EAD's);
- Bij het ontbreken van een kwaliteitsverklaring kunnen gegevens over laboratoriumonderzoek (o.a. hechting en brandwerendheid) nader ter beoordeling worden ingediend of opgevraagd;

- De wijze van aanbrengen, inclusief de omstandigheden tijdens de uitvoering, o.a. wisselingen van vochtigheid en temperatuur;
- Aansluitdetails. Let hierbij tevens op aansluitdetails t.b.v. akoestiek / geluidwering, die moeten consequent worden doorgevoerd in de totale constructie. Voorkom dat die details de sterkte, stijfheid en stabiliteit van het bouwwerk nadelig beïnvloeden;
- De kwaliteit van het product.

Daar producenten geen verantwoordelijkheid nemen, blijft discussie bestaan over de duurzaamheid van CLT gedurende de referentieperiode omdat dit door diverse oorzaken nadelig kan worden beïnvloed.

In deze Richtlijn wordt uitgegaan van certificaten, deze moeten in de vergunnings- en uitvoeringsfase overlegd worden. De aanvrager, of in het verlengde daarvan de constructeur, schrijft een CLT product voor. Hiermee wordt product A of gelijkwaardig bedoeld. Wordt tijdens de uitvoering echter product B toegepast, dan moet product B eveneens voorzien zijn van de benodigde certificaten en getoetst worden aan de uitgangspunten en de toepassing. Dat laatste houdt in: bij afwijking van de materiaaleigenschappen van product B t.o.v. product A, zal de (ontwerp)berekening, opgesteld op basis van de materiaaleigenschappen van product A, moeten worden herzien.

## 4 Bouw materiaal en materiaaleigenschappen

### 4.1 Productie, algemeen

- CLT is een engineered timber product;
- Uit planken gesorteerd hout worden grote platen hout gemaakt;
- De lamellen worden d.m.v. vingerlassen op de gewenste lengte gemaakt, kruislings verlijmd in 3, 5 of 7 lagen, dit ter indicatie, verschilt per leverancier. De opbouw is altijd symmetrisch. Er ontstaat hierdoor een groot formaat gelamineerd houten paneel;
- Afmetingen zijn variabel afhankelijk van de leverancier: maximum ca. 3,5m x 16m meestal rond 3m x 14m;
- Dikte van de panelen kan variëren tussen 80mm in 3 lagen tot 350mm in 7 lagen;
- Het is mogelijk de twee buitenste lamellen in dezelfde richting toe te passen.

### 4.2 Sterkte

- Het basismateriaal of de lamelsterkte is veelal houtkwaliteit C24. Een producent kan een andere lamelsterkte leveren of een combinatie van verschillende sterktes;
- De materiaalfactor  $\gamma = 1,25$  (NEN-EN 1995-1 tabel 2.3), gelijk aan die van gelijmd gelamineerd hout;
- Berekening volgens hoofdstuk 2 “Beschikbare normen en beoordelingsdocumenten”;
- In de berekening moet rekeningen worden gehouden met belastingduurklasse, klimaatklasse etc.;

- Materiaaleigenschappen moeten minimaal voldoen aan:
  - NEN-EN 16351: 2021 EN (*let op, het is nog geen geharmoniseerde norm. m.a.w. er is hiervoor nog geen mandaat van de Europese Commissie*) óf,
  - de eigenschappen conform de van toepassing zijnde ETA óf,
  - door proeven zijn aangetoond;
- Enkel uitgaan van symmetrisch opgebouwde CLT panelen;
- CLT is opgebouwd uit gelijkde houten lamellen. Bij het berekenen van de doorsnede op o.a. sterkte, dwarskracht, stijfheid moet uitgegaan worden van gereduceerde waarden t.o.v. de waarden van het massieve / homogene materiaal hout.

### 4.3 Ontwerp

Bij het ontwerpen op hoofdlijnen t.b.v. de eerste dimensionering kan uitgegaan worden van de algemene mechanische eigenschappen van CLT.

In de definitieve fase of wanneer bekend is welke leverancier de CLT constructie elementen aanlevert, moet de ontwerp berekening worden herzien door de juiste specifieke materiaalgegevens toe te passen, die behoren bij het toegepaste CLT element.

Voor het construeren in CLT kan gebruik worden gemaakt van software:

- CLT designer (Universiteit van Graz - te downloaden via: <https://www.clt designer.at/index.php?id=106&L=2>)
- Calculatis via <https://calculatis.storaenso.com/> van Stora Enso

Let op: gebruik in de berekening de correcte parameters / materiaaleigenschappen, die variëren per producent.

### 4.4 Verificatie

- CLT constructies dimensioneren conform hoofdstuk 2 “Beschikbare normen en beoordelingsdocumenten”;
- Controleer of de CLT bouwelementen zijn voorzien van de juiste ETA en EAD;
- Bij het dimensioneren tevens de verbindingen meenemen: wat is de invloed ervan op de gehele constructie;
- Welke verbindingsmiddelen worden toegepast, zijn deze gecertificeerd;
- het voldoen aan de geluidsnormering: aansluitdetails hiervan moeten eveneens worden beoordeeld op het blijven voldoen aan de sterkte, stijfheid en stabiliteit van de gehele bouwconstructie;
- Berekening moet uitgaan van de correcte mechanische eigenschappen. Dit houdt in dat de ontwerpberekening moet worden herzien met de juiste mechanische eigenschappen zoals die vermeld worden in de ETA van het geleverde CLT product;

- Wordt de juiste lijm toegepast. De producent moet in de ETA of de DOP aangeven welke lijm van toepassing is op welke specifieke CLT bouwconstructie producten. Daarnaast moet aangegeven worden of de lijm getest is bij een gewone inbranding dan wel bij een versnelde inbranding.

## 5. Bezwijkmechanismen

### 5.1 Spanningen en vervormingen, aandachtspunten:

- Stijfheid CLT: die moet gereduceerd worden t.o.v. de stijfheid van het massieve / homogene materiaal hout;
- Door de opbouw van CLT moet in de beschouwde doorsnede de correcte spanningsverdeling worden aangehouden;
- Controle op buiging als plaat, dan wel als balk;
- Controle op (rol)schuifspanning;
- Verminderde dwarskracht capaciteit bij platen door rolling shear;
- Controle op knik;
- Controle op stabiliteit en robuustheid, let daarbij op de verbindingen en op de details t.b.v. geluidwering / akoestiek;
- Controle van oplegdrücken.

### 5.2 Trillingen

- Trillingen volgens NEN-EN 1995-1-1 Hoofdstuk 7.3.3. Alhoewel het aspect trillingen niet wordt aangestuurd door het Bouwbesluit, wordt sterk aanbevolen aan trillingen aandacht te besteden;
- Controleer bij vloeren de eigenfrequentie.

## 6. Levensduur

### 6.1 Uitgangspunten

- Ervaring met de levensduur van CLT constructies is korter dan 30 jaar. Aangezien CLT in basis kan worden vergeleken met gelamineerd hout (positieve ervaring met de levensduur daarvan is 50 jaar en meer) kan voor CLT constructies in klimaatklasse 1 worden uitgegaan van de levensduur van 50 jaar. Let hierbij op de aanwezigheid van vochtige binnen locaties (*o.a. keuken, badkamer, toilet*) door onjuiste detaillering en vaak in combinatie met slechte uitvoering kunnen (verborgen) lekkages ontstaan, die nadelig van invloed zijn op de duurzaamheid;
- CLT constructies in klimaatklasse 2: bij toepassing in deze klasse moet worden aangetoond dat voldaan wordt aan de duurzaamheid;
- CLT constructies in klimaatklasse 3: In deze klasse geen CLT toepassen;



- Om aan te tonen dat de lijm constant blijft (niet verouderd), voert de producent op CLT producten versnelde verouderingsproeven uit. Dit wordt beschreven in de interne kwaliteitscontrole van de producent;
- Belangrijkste invloeden waardoor lijm kan degraderen: vochtverschillen en UV;
- Het basismateriaal en de lijm zijn niet anders dan in gelamineerde constructies;
- Bij gelamineerde constructies zijn geen voorbeelden van andere vormen van degradatie bekend dan bij massief hout.

## 6.2 Controle

- De lijm moet voldoen aan de eisen van het productieproces, zie EN 15425;
- De lijmverbinding moet getest zijn conform NEN EN 14080;
- Correcte detaillering voor toepassing in klimaatklasse 1 en 2.

## 7 Brandgedrag

### 7.1 Rekenmethode

Uitgaande van het Bouwbesluit moet zeker bij CLT Bouwconstructies, analoog aan bouwconstructies die uitgevoerd worden in metselwerk, beton, staal, enz., een risico beoordeling / integrale beschouwing worden uitgevoerd op het brandgedrag. De regels uit Annex A van de concept versies van de nieuwe Eurocode voor houtconstructies (prEN 1995 – 1 – 2) moeten worden toegepast indien een aanzienlijk deel van het gebouw niet brandwerend is bekleed.

Voor bouwwerken in gevolgklasse CC2 en CC3 moet die beoordeling worden uitgevoerd door een brandveiligheidsdeskundige.

In de beschouwing moet minimaal het volgende worden meegenomen:

- veiligheid van het gebouw;
- veiligheid van de brandcompartimenten;
- veiligheid van de sub compartimenten;
- veiligheid van de vlucht- en aanvalsroute;
- veiligheid van de omgeving.

Let daarbij op dat bij CLT bouwconstructies de vloeren en wanden een dubbele functie hebben: draagconstructie én scheidingsconstructie van (sub) brandcompartimenten.

Houd verder rekening met:

- Voor CLT geldt brandklasse D;
- In de huidige NEN-EN 1995-1-2 zijn geen regels opgenomen voor CLT, wel in de concept versies voor de nieuwe publicatie van Eurocode 5, naar verwachting na 2024;
- Tot de publicatie ervan raadpleeg hiervoor de laatste state of the art documenten, o.a. fire safety in timber buildings, technical guideline for Europe;

- Beschouw de invloed van brand niet alleen plaatselijk, maar eveneens voor de totale bouwconstructie;
- De Inbrandsnelheid  $\beta$  is afhankelijk van het CLT element dat wordt toegepast en moet worden aangetoond;
- Controleer welke inbrandsnelheden van toepassing zijn;
- Na delaminatie (*het afvallen van de onderste laag*) volgt een verdubbeling van de inbrandsnelheid. Dit effect treedt niet op bij wanden en kolommen (Swedish CLT Handbook);
- Door het gebruik van hittebestendige lijm kan delaminatie worden voorkomen;
- In de ETA moeten brandspecificaties worden vermeld.

## 7.2 Controle

- In de betreffende ETA moet verwezen worden naar EAD 13005-00-0304 “Solid wood slab element for use as structural element in buildings” – 2015;
- Controleer de inbrandsnelheden;
- Verbindingen moeten bestand zijn tegen brand.

Van belang is verder:

FP1402\_1404\_CLT-Conference\_Proceedings

([https://webarchiv.typo3.tum.de/TUM/costfp1402/fileadmin/w00bt/www/All\\_Members/FP1402\\_1404\\_CLT\\_Conference\\_Proceedings.pdf](https://webarchiv.typo3.tum.de/TUM/costfp1402/fileadmin/w00bt/www/All_Members/FP1402_1404_CLT_Conference_Proceedings.pdf)). In deze wetenschappelijke proceeding is het volgende opgenomen: “Fire Design of CLT (2016, Klippel, M, et al. pagina 100-122)”, daarin worden de uitgangspunten beschreven die in de draft versies van de nieuwe Eurocode 1995-1-2 terugkomen.

Uitgangspunt is dat aangetoond moet worden of de kans bestaat dat de lamellen bij de lijmlagen eraf kunnen vallen of niet. Wanneer de naad tussen de lamellen kleiner is dan 2 mm, worden de volgende inbrandsnelheden gegeven:

1. Wanneer er geen kans is op afvallen van de lamellen t.p.v de lijmlagen: 0.65 mm/min voor vloeren en wanden;
2. Wanneer er kans is op afvallen van de lamellen t.p.v. de lijmlagen:
  - Voor vloeren: 0.65 mm/min voor de buitenste lamel, dan een verhoogde inbrandsnelheid van 1.3 mm/min tot de 2<sup>e</sup> lamel 25 mm is ingebrand, daarna weer 0.65 mm/min. Bij de volgende lijm laag herhaalt dit proces zich;
  - Voor wanden: een contante inbrandsnelheid van 0.8 mm/min.
3. Wanneer de naad tussen de lamellen groter is dan 2 mm worden de inbrandsnelheden verhoogd.

In de huidige CLT producten worden veelal PU en MUF lijmen gebruikt. Daarvoor moet als uitgangspunt worden aangenomen dat de lamellen er af kunnen vallen. Indien met constante inbranding wordt gerekend, zal dat met proeven aangetoond moeten worden.

## 8 Akoestische eigenschappen

- In het ontwerp moet reeds rekening worden gehouden met akoestische eigenschappen / geluidwering;
- De gemaakte keuze moet consequent worden doorgevoerd in het gehele ontwerp;
- Let op dat de details niet van invloed zijn op de sterkte, stijfheid en stabiliteit van de gehele bouwconstructie.

## 9 Verbindingen

- Het schroeven van verbindingen wordt het meest toegepast;
- Verbindingen hebben invloed op de vervorming van de gehele bouwconstructie.
- Controleer of de schroeven zijn gecertificeerd;
- Verschillende leveranciers leveren diverse types, diameters en lengtes, veelal zelf borend, o.a. Rothoblaas / Wurth / Hecofix;
- Schroeven met gedeeltelijk schroefdraad kunnen worden gebruikt voor het laten aansluiten van elementen op elkaar. Volledige schroefdraad kan worden gebruikt voor wisselende krachtrichtingen en sterkere verbindingen;
- Schroeven in CLT constructies met een impact- of momentboor volgens richtlijnen van de producent;
- Bij grotere over te dragen krachten zoals bij aansluiting van stabiliteitselementen kunnen ook stalen verbinders worden toegepast. Dit kunnen speciale elementen zijn of standaard handelsproducten, zoals simpele trekankers of afschuifverbindingen, of zogenaamde 'Spiders';
- De leveranciers geven catalogi uit of rekenprogrammatuur waarmee de sterkte van de verbindingen kan worden bepaald;
- Aandachtspunt hierbij is dat gecontroleerd moet worden welke aannames in de berekeningen en catalogi worden gedaan voor wat betreft dichtheid van het basismateriaal, de randafstanden en onderlinge afstanden etc.

### LET OP:

Bij CLT constructies zijn verbindingen veelal maatgevend. **Tijdens de vergunningsfase moet een principe voorstel zijn gedaan voor het waarborgen van de stabiliteit, inclusief detaillering ervan.**

Bij voorkeur niet schroeven in de kopse lamellen, altijd in de langs lamellen.

## 10 Uitvoering

Tref voldoende maatregelen tijdens de uitvoering ter voorkoming van delaminatie van de elementen o.a. door de elementen met folie af te plakken. Vermijd zo veel mogelijk natte weersomstandigheden en zorg voor voldoende ventilatie indien de elementen nat zijn.

Let bij natte weersomstandigheden op gladheid van houten vloeren.

## 11 Aandachtspunten

- Is het materiaal en de productie ervan gecertificeerd?;
- Zijn alle bezwijkmechanismen gecontroleerd;
- Zijn voldoende van belang zijnde principe-, aansluitdetails uitgewerkt en beschikbaar;
- Is de levensduur voldoende aangetoond? / Wat garandeert de CLT producent / Wat garandeert de lijm leverancier / Is er getest / Zo niet, is het een 'bewezen' lijm;
- Welke inbrandsnelheid is aangehouden en waarom?;
- Is het principe van de CLT bouwconstructie in de vergunningsfase consequent doorgevoerd in de uitvoering;
- Is de keuze die wordt gemaakt voor de geluidswering consequent doorgevoerd. Let daarbij op dat details t.b.v geluidswering niet nadelig zijn voor de sterkte, stijfheid en stabiliteit;
- Is in de vergunningsfase de wijze aangetoond van de stabiliteit van het bouwwerk, inclusief detaillering.

### Bijlage / State of the art:

In de huidige normen worden geen rekenregels voor CLT gegeven. Op dit moment wordt gewerkt aan een nieuwe versie van de Eurocodes waarin wel rekenregels voor CLT zijn opgenomen. Deze zullen naar verwachting rond 2026 van kracht worden.

Tot die tijd zal gebruik gemaakt moeten worden van de state of the art. Daarbij is veel informatie te vinden bij "COST" acties die in Europees verband hebben plaatsgevonden, dat zijn:

1. COST Action FP 1404: Fire safe use of biobased building products:  
<https://costfp1404.ethz.ch/>
2. COST Action FP 1402: Basis of structural timber design- from research to standards:  
<https://webarchiv.typo3.tum.de/TUM/costfp1402/home/index.html>

Met name COST Action FP 1402 geeft een goed overzicht van de state-of-the art en is tevens input voor de toekomstige Eurocodes.

Zie de volgende webpagina met publicaties:

<https://webarchiv.typo3.tum.de/TUM/costfp1402/publications/index.html>

De huidige EAD's voor CLT kunnen onvolledig zijn en komen niet altijd meer overeen met de state-of-the art.

Voor hout-beton-composiet constructies is de voornorm NVN-CEN/TS 19103:2021 en "Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Constructief ontwerp van constructies van hout-beton-composiet - Algemene regels en regels voor gebouwen" als definitief gepubliceerd, ook in Nederland.

Overige literatuur die kan worden geraadpleegd:

- Swedish Wood: The CLT Handbook, het Zweedse handboek over CLT;
- Fire safety in timber buildings, technical guideline for Europe
- ProHolz: Cross-laminated Timber Structural Design;
- Cross Laminated Timber, Design: Structural Properties, Standards and Safety van Mustafa Mahamid;
- Cross Laminated Timber, handleiding voor architecten en bouwkundigen van architectenbureau Inbo.