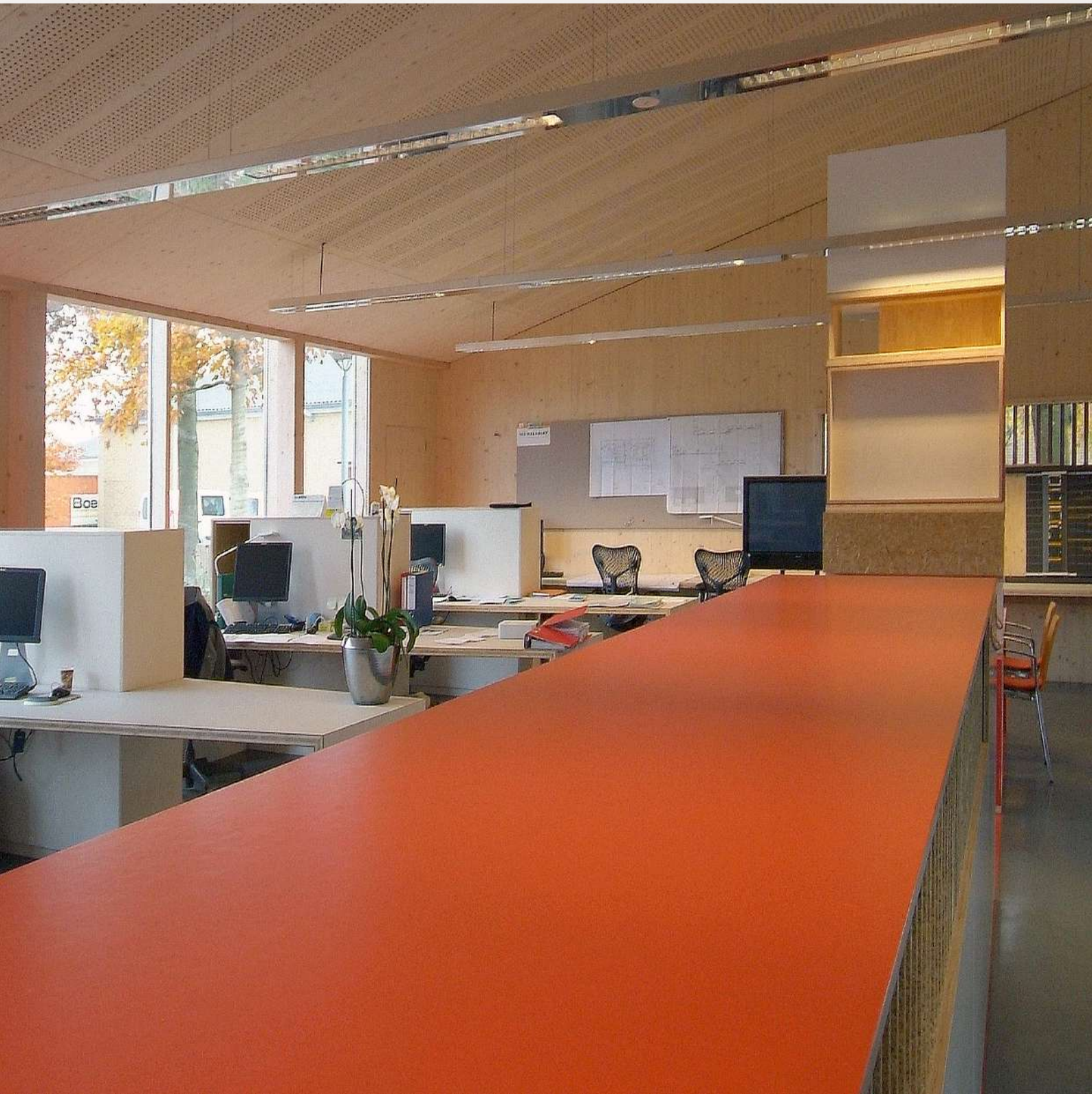


# arcon

HOUTCONSTRUCTIES

## CLT - Kruislaaghout





## Inhoudsopgave

|                        |    |
|------------------------|----|
| Een veelzijdig product | 4  |
| Eigenschappen          | 6  |
| Voordelen              | 9  |
| Technische gegevens    | 10 |
| Leveringsprogramma     | 12 |
| Oppervlakteafwerkingen | 14 |
| Statische berekeningen | 16 |
| Constructief ontwerp   | 22 |
| Ontwerptabel           | 26 |
| Constructie details    | 32 |



## Een veelzijdig product

### Modern, ecologisch en flexibel – speciaal ontwikkeld voor de houtconstructiebouw.

CLT (kruislaaghout) is een massief houten, statisch belastbaar, ruimtescheppend en sfeerbepalend bouwelement, dat dankzij de flexibele afmetingen en uitstekende bouwphysische eigenschappen voor elke toepassing in de bouw geschikt is. De kruisgewijze opbouw uit kwalitatief hoogwaardige grondstoffen zorgt in combinatie met de duurzame verlijming voor vormvaste en stijve bouwonderdelen.

De uitzonderlijke statische en bouwbiologische eigenschappen van CLT worden door nationale en internationale keurmerken gewaarborgd.

### Talrijke toepassingen

Als wand-, vloer-, plafond- en dakelement

- Een- en meergezinswoningen
- Hoogbouw
- Openbare gebouwen
- Kinderdagverblijven en scholen
- Winkels en kantoorgebouwen
- Industriële gebouwen en magazijnen
- Modulaire gebouwen
- Tuinhuisjes, carports etc.

### Een overzicht

- Massieve en duurzame constructie
- Ruimtetwinst door de geringe dikte van het materiaal
- Flexibele vormgeving, niet vast aan standaard afmetingen
- Uitzonderlijk vorm- en maatvast
- Uitstekende statische eigenschappen
- Geprefabriceerde elementen, precieze montage
- Korte bouwtijd door droge bouwwijze
- Aanbevolen vanuit bouwbiologisch oogpunt
- Milieuvriendelijk door CO<sub>2</sub>-opslag



Deutsches  
Institut  
für  
Bautechnik







## Eigenschappen

### Verlijmd kruislaaghout in het kort:

#### Houtsoort

- Vuren

#### Dikte

- 80 – 280 mm

#### Afmetingen

- max. 3,50 x 16,50 m

#### Technische goedkeuringen

- Europese Technische Goedkeuring ETA-09 / 0036
- Goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht Z-9.1-638

#### Oppervlakteafwerkingen

- Standaardkwaliteit NSI
- Industrielkwaliteit ISI
- Woonzichtkwaliteit WSI

#### Argumenten van formaat

Het toepassingsgebied van CLT varieert van individueel ontworpen eengezinswoningen tot grootschalige bouwprojecten. Met massief houten platen van groot formaat kan ook zonder problemen aan speciale statische eisen worden voldaan.

De gelaagde opbouw en de eenvoudige verbindingdetails garanderen dat het materiaal uiterst economisch ingezet kan worden op alle terreinen van de bouw.

Door de snelle en eenvoudige montage van de elementen zijn korte bouwzeiten mogelijk. De grote verscheidenheid aan vormen voldoet aan de wensen van liefhebbers van moderne architectuur, maar ook aan die van meer traditionele bouwstijlen.



Europese Technische Goedkeuring (ETA)  
ETA -09 / 0036



EG-conformiteitscertificaat



Goedkeuring van het Duitse bouw- en  
woningtoezicht (BAZ)  
Z-9.1-638



PEFC  
Chain of Custody



Bouwbiologisch keurmerk  
(IBR Rosenheim)







## Voordelen

### Een persoonlijk architectonisch ontwerp

CLT geeft architecten en projectontwikkelaars een nieuwe vorm van vrijheid, doordat ze aan geen enkele standaardmaat gebonden zijn. Deze grote mate van flexibiliteit bij de planning maakt individuele oplossingen mogelijk voor uiteenlopende bouwprojecten.

Door het gebruik van verlijmd kruislaaghout ontstaan nieuwe en interessante mogelijkheden en uitdrukkingvormen voor de moderne houtbouw.

### Hoge mate van prefabricatie

Indien gewenst kan CLT in de fabriek worden samengevoegd door onze computergestuurde CNC-portaalafwerkingsmachines.

De hoge mate van prefabricatie die hierdoor wordt bereikt, leidt tot korte ruwbouwtijden en lagere bouwkosten.

Bovendien zijn de geprefabriceerde elementen hierdoor van constante hoge kwaliteit en wordt de kans op montagefouten verkleind doordat de bouwonderdelen zeer precies passen.

### Massiefbouw

Massiefbouw met CLT biedt u niet alleen de klassieke voordelen van de gangbare massieve bouwconstructies, maar voegt daar nog de geringe dikte van de bouwonderdelen, een lager transportgewicht, kortere bouwtijden en uitzonderlijke statische eigenschappen aan toe.

Door de massieve kruisgewijze opbouw in lagen en het unieke productieproces krijgt CLT zijn uitstekende vorm- en maatvastheid. Dit maakt het werken en bouwen met CLT wezenlijk eenvoudiger, want u hoeft geen rekening te houden met toleranties en vormveranderingen.

### Uitstekende statische eigenschappen

Dankzij zijn uitstekende statische eigenschappen creëert CLT nieuwe mogelijkheden in de moderne houtbouw. De combinatie van een grote draagkracht en een laag eigen gewicht maakt zelfs bij grote overspanningen een slanke constructie mogelijk. Daardoor liggen ook de wanddiktes onder die van andere bouwmaterialen. Dit leidt tot een groter woonoppervlak bij gelijke buitenmaten.

Door de speciale kruisgewijze opbouw in lagen van CLT vindt de belastingafdracht in alle richtingen plaats als het materiaal als plaat of schijf wordt gebruikt. Ook constructies met puntbelasting of uitkragingen zijn zonder problemen mogelijk. Bovendien is CLT geschikt voor aardbevingsbestendig bouwen.

### Uitstekende ecologische balans

De grondstoffen voor de productie van CLT zijn voor het grootste deel afkomstig uit inheemse bossen. Deze worden al generaties lang op duurzame wijze beheerd. Dat betekent niet alleen dat onze grondstof altijd voorradig is, maar ook dat deze steeds opnieuw aangroeit. Dit wordt ook door ons PEFC-keurmerk bevestigd. Bovendien is hout het enige bouw materiaal met een positieve energie- en klimaatbalans. Het bouwen met hout levert zodoende een actieve bijdrage aan de bescherming van het milieu.

### Aanbevolen vanuit bouwbiologisch oogpunt

Hout zorgt voor een aangename sfeer en overtuigt door zijn optische uitstraling. Bovendien geeft hout bij aanraking een behaaglijk gevoel van rust en warmte. De gevoelstemperatuur van het oppervlak ligt bij CLT duidelijk boven die van enig ander bouw materiaal. Dat leidt zelfs bij lage kamertemperaturen tot een aangename temperatuurbeleving.



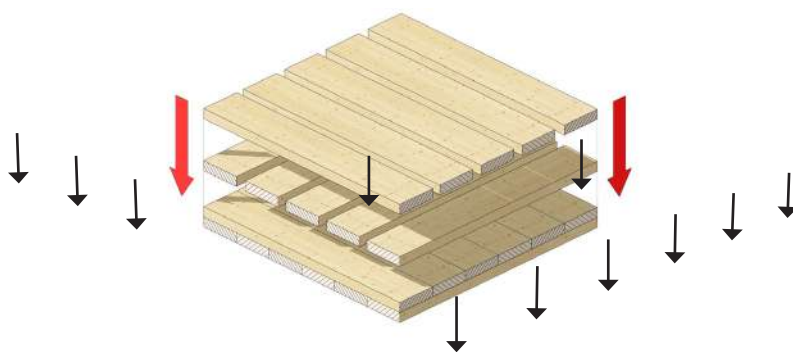
## Technische gegevens

### Product

CLT (verlijmd kruislaaghout) is een massief houten plaat van groot formaat, opgebouwd uit meerdere kruisgewijs geplaatste lagen.

### Constructie en fabricage

Gevingerlaste en geschaafde houtlamellen worden los naast elkaar gelegd en de lagen worden haaks op elkaar gelijmd. Om ongecontroleerde scheuren als gevolg van spanning te voorkomen, wordt de zijkant van de lamellen niet verlijmd. Voordat persdruk ( $1,2 \text{ N} / \text{mm}^2$ ) wordt uitgeoefend, worden de lagen vanaf de zijkant krachtig samengedrukt om een oppervlak zonder voegen te verkrijgen.



### Afmetingen

|                          |                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Lengte</b>            | tot 16,50 m                                |
| <b>Breedte</b>           | tot 3,50 m                                 |
| <b>Dikte</b>             | 60 tot 280 mm                              |
| <b>Standaardbreedtes</b> | 2,40 m / 2,65 m / 2,75 m / 2,90 m / 3,00 m |

### Technische goedkeuringen

Europese Technische Goedkeuring ETA-09 / 0036.  
Algemene goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht Z-9.1-638.

### Houtsoorten

Vuren (*Picea abies*) uit inheemse bossen; andere houtsoorten op aanvraag.

### Lamellen

19 tot 40 mm, machinaal gedroogd, op kwaliteit gesorteerd en gevingerlast.

### Sterkteklassen lamellen

C 24 conform EN 338 (komt overeen met S 10 conform DIN 4074)  
Een aandeel van max. 10 % C 16 is toegestaan (zie ETA-09 / 0036).



|                                     |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verlijming</b>                   | Lijm op basis van melaminehars, lijmtipe I conform EN 301, toegestaan voor het verlijmen van dragende houten bouwonderdelen voor binnen en buiten, weersbestendig met transparante lijmmaad. |
| <b>Volumieke massa</b>              | ca. 480 kg / m <sup>3</sup> ; 5kN/ m <sup>3</sup> volgens EN 1991-1-1:2002 for statische berekeningen                                                                                        |
| <b>Houtvochtigheid</b>              | 12 % (+ / - 2 %) bij levering.                                                                                                                                                               |
| <b>Vormverandering</b>              | <div> <div>  </div> aan plaatoppervlak 0,01 % per % verandering van houtvochtigheid </div> <div> <div>⊥</div> op plaatoppervlak 0,20 % per % verandering van houtvochtigheid </div>          |
| <b>Warmtegeleidbaarheid</b>         | $\lambda = 0,10 \text{ W / mK}$                                                                                                                                                              |
| <b>Warmtecapaciteit</b>             | $c = 1,60 \text{ kJ / kgK}$                                                                                                                                                                  |
| <b>Dampdiffusieweerstand</b>        | $\mu = 60$ (bij 12 % houtvochtigheid)                                                                                                                                                        |
| <b>Luchtdichtheid</b>               | Luchtdicht vanaf 100 mm plaatdikte                                                                                                                                                           |
| <b>Geluidsisolatie</b>              | Afhankelijk van de constructie van de wand resp. de vloer of plafond -> zie metingen van voorbeeldwanden                                                                                     |
| <b>Brandgedrag</b>                  | Conform EN 13501: D, s2, d0<br>(normaal ontvlambaar, gemiddelde rookontwikkeling, geen druppelvorming)                                                                                       |
| <b>Brandwerendheid</b>              | Conform EN 13501-2: REI 30 - REI 120                                                                                                                                                         |
| <b>Rekenkundige inbrandsnelheid</b> | 0,64 - 0,71 mm / min (afhankelijk van de plaatstructuur)                                                                                                                                     |
| <b>Gebruiksklassen</b>              | Gebruiksklasse 1 of 2 conform ETA-09 / 0036                                                                                                                                                  |



## Leveringsprogramma

| Omschrijving<br>CLT |     | Lagen | Laagstructuur<br>vetgedrukt = evenwijdig aan deklaag<br>[mm] |    |    |    |    |    |    | Dikte<br>[mm] | Standaard<br>breedtes<br>[m]                 | Lengte<br>[m] | Eigen gewicht<br>[kN / m <sup>2</sup> ] |
|---------------------|-----|-------|--------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---------------|----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|
| 3s                  | 60* | 3     |                                                              |    | 20 | 20 | 20 |    |    | 60            | 2,40<br>2,65<br>2,75<br>2,90<br>3,00<br>3,50 | max.<br>16,50 | 0,38                                    |
| 3s                  | 80* | 3     |                                                              |    | 30 | 20 | 30 |    |    | 80            |                                              |               | 0,45                                    |
| 3s                  | 90  | 3     |                                                              |    | 30 | 30 | 30 |    |    | 90            |                                              |               | 0,46                                    |
| 3s                  | 100 | 3     |                                                              |    | 40 | 20 | 40 |    |    | 100           |                                              |               | 0,47                                    |
| 3s                  | 120 | 3     |                                                              |    | 40 | 40 | 40 |    |    | 120           |                                              |               | 0,51                                    |
| 5s                  | 100 | 5     |                                                              | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |    | 100           |                                              |               | 0,57                                    |
| 5s                  | 120 | 5     |                                                              | 30 | 20 | 20 | 20 | 30 |    | 120           |                                              |               | 0,65                                    |
| 5s                  | 140 | 5     |                                                              | 40 | 20 | 20 | 20 | 40 |    | 140           |                                              |               | 0,67                                    |
| 5s                  | 160 | 5     |                                                              | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 |    | 160           |                                              |               | 0,70                                    |
| 5s                  | 180 | 5     |                                                              | 40 | 30 | 40 | 30 | 40 |    | 180           |                                              |               | 0,77                                    |
| 5s                  | 200 | 5     |                                                              | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |    | 200           |                                              |               | 0,83                                    |
| 7ss                 | 200 | 7     |                                                              | 60 | 20 | 40 | 20 | 60 |    | 200           |                                              |               | 0,89                                    |
| 7s                  | 220 | 7     | 40                                                           | 20 | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 | 220           |                                              |               | 0,95                                    |
| 7ss                 | 220 | 7     |                                                              | 80 | 20 | 20 | 20 | 80 |    | 220           |                                              |               | 1,03                                    |
| 7s                  | 240 | 7     | 40                                                           | 20 | 40 | 40 | 40 | 20 | 40 | 240           |                                              |               | 1,03                                    |
| 7ss                 | 240 | 7     |                                                              | 80 | 20 | 40 | 20 | 80 |    | 240           |                                              |               | 1,16                                    |
| 7ss                 | 260 | 7     |                                                              | 80 | 30 | 40 | 30 | 80 |    | 260           |                                              |               | 1,16                                    |
| 7ss                 | 280 | 7     |                                                              | 80 | 40 | 40 | 40 | 80 |    | 280           |                                              |               | 1,24                                    |

\* kan op aanvraag geproduceerd worden.

ss: de buitenste lagen bestaan uit 2 deklagen met parallelle vezelrichting.

Al naar gelang de toepassing kan de vezelrichting van de deklagen in de langsrichting (DL) of in de dwarsrichting (DQ) lopen.





## Oppervlakte en kwaliteiten

### Industriekwaliteit [IND]

Voor constructiedoeleinden, om achteraf met bouw materiaal af te werken (bijv. gipskartonplaat).

- De deklamellen worden uitsluitend geselecteerd volgens de criteria voor sterkteklasse C 24 conform EN 338. Een aandeel van max. 10% C 16 is toegestaan (zie ETA-09 / 0036).
- Kleurverschillen tussen afzonderlijke lamellen (bijv. blauwkleuring) kunnen voorkomen, evenals losse noesten, schorsresten en hars.
- Enkele naden in de deklaag, lijmresten, druksporen en verontreinigingen kunnen voorkomen.
- Oppervlak geschaafd.

### Industrustie [STD]

Voor aanvullende eisen voor zichtwerk.

- In aanvulling op de criteria met betrekking tot het draagvermogen worden hogere eisen gesteld aan het uiterlijk van de deklamellen.
- Geselecteerde deklamellen met gezonde, vaste noesten. Enkele ongezonde noesten kunnen voorkomen, imperfecties en kleine harsplekken zijn toegestaan.
- Oppervlak geschaafd en geslepen.

### Woonzichtkwaliteit

Voor binnenruimten met hoge visuele eisen. Als grondstof voor de deklamellen wordt optisch uitgeselecteerd gezaagd hout gebruikt. De dek-lamel dikte is max. 20 mm en door de procesgang van drogen en verlijmen zullen er minimale lamelopeningen ontstaan. De oppervlakte is glad en geschaafd waarbij er geen kantverlijming is van de dek-lamel ter beperking van onregelmatige scheurvorming.

### Opmerking

Hout is een natuurproduct. Ook bij de meest zorgvuldige selectie van de grondstoffen kunnen afwijkingen in de kwaliteit optreden.

## Industrie kwaliteit

## Zicht kwaliteit

Het uiterlijk van het CLT-oppevlak wordt bepaald door de houtstructuur van de deklaag. Tussen de afzonderlijke planken kunnen na verloop van tijd, bijv. door krimp, naden ontstaan. Ook kunnen door droogte voegen in het oppervlak ontstaan.

| Criteria                                  | Industrie kwaliteit                    | Industrie zichtkwaliteit                        | Woonzicht kwaliteit                             |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Voegen                                    | Tot 4 mm                               | Tot 4 mm                                        | Tot 2 mm                                        |
| Afwerking oppervlakte                     | Geschaafd<br>(rotatie sporen)          | Geschaafd                                       | Geschaafd                                       |
| Variatie in houttypen                     | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar in<br>sommige gevallen              | Niet toelaatbaar                                |
| Vaste kwasten                             | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar                                     | Toelaatbaar                                     |
| Losse kwasten                             | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar                                     | Toelaatbaar                                     |
| Kwasten                                   | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar<br>tot 10 x 90 mm                   | Toelaatbaar<br>tot 5 x 50 mm                    |
| Schorsresten                              | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar in<br>sommige gevallen              | Niet toelaatbaar                                |
| Droge scheuren                            | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar                                     | Toelaatbaar                                     |
| Wan                                       | Toelaatbaar                            | Niet toelaatbaar                                | Niet toelaatbaar                                |
| Scheuren                                  | Geen eisen                             | Soms toelaatbaar. Bij-<br>werken met ander hout | Soms toelaatbaar. Bij-<br>werken met ander hout |
| Insecten                                  | Soms toelaatbaar tot<br>gaten van 2 mm | Niet toelaatbaar                                | Niet toelaatbaar                                |
| Compressie hout, rood,<br>gestreept, doos | Toelaatbaar                            | Toelaatbaar                                     | Toelaatbaar in<br>sommige gevallen              |



# Statische berekeningen

## Algemeen

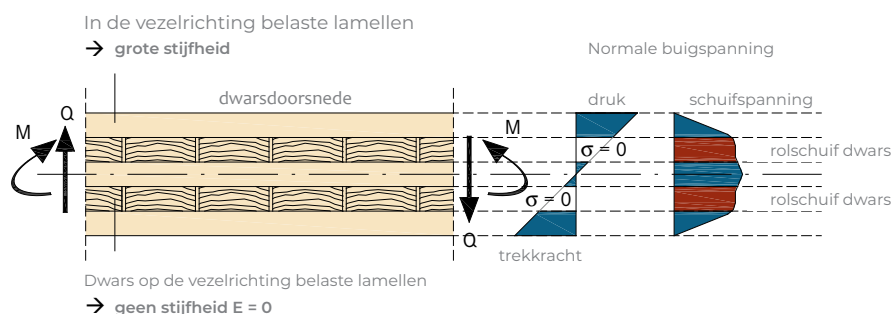
Bij het meten en vervaardigen van bouwonderdelen uit CLT worden de volgende normen aangehouden: conform DIN of conform EN

- Meting conform DIN 1052:2008 met inachtneming van de algemene goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht (Z-9.1-638)
- Meting conform EN 1995 (Eurocode 5) met inachtneming van bijlage 2 t/m 4 van de Europese Technische Goedkeuring ETA-09 / 0036

Daarbij dienen in elk individueel geval statische controleberekeningen voor CLT te worden gemaakt en alle ter plekke geldende normen en voorschriften te worden nageleefd. De controleberekeningen m.b.t. de spanningsverdeling en de snedegrootheden dienen te geschieden conform de verbindingstheorie en met inachtneming van afschuifvervormingen.

## Praktische methode om de snedekrachten en vervormingen bij benadering te berekenen

In de praktijk maakt men gebruik van rekenmethoden die het gewenste resultaat benaderen. Daarbij wordt de berekening uitgevoerd als voor een verende ligger met flexibele verbindingsmiddelen (zie Önorm B4100 / 2; DIN 1052; EN 1995-1-1, bijlage B), alleen wordt hier rekening gehouden met de afschuifvervorming van de dwarslagen in plaats van met de flexibiliteit van de verbindingsmiddelen. Met dit uitgangspunt kunnen de spannings- en vervormingsberekeningen goed benaderd worden. Bij de daadwerkelijke berekening worden de traagheidsmomenten vermenigvuldigd met een verminderingscoëfficiënt, die rekening houdt met het netto traagheidsmoment en de rolschuifvervorming van de dwarslagen. Met de daaruit voortvloeiende effectieve traagheidsmomenten ( $I_{ef}$ ) kunnen de snedekrachten en vervormingen nu berekend worden zoals bij verende liggers met een starre verbinding.





### Opmerking:

De oplossing geldt alleen exact voor enkelveldsliggers met sinusvormige gelijkmatige belastingen. Bovendien dient er op te worden gelet dat de effectieve traagheidsmomenten  $I_{ef}$  afhankelijk zijn van de overspanning van de platen. Hoe kleiner de overspanning, hoe groter het aandeel van de afschuifvervorming en daardoor ook de procentuele reductie van de traagheidsmomenten (zie tabel waarden dwarsdoorsnede). Verder is in het bijzonder bij hoge puntlasten en zeer korte dragerlengtes een preciezere rekenmethode nodig.

Bij doorlopende steunliggers dient bij de keuze van het effectieve traagheidsmoment  $I_{ef}$  4/5 als overspanning de overspanning van het betreffende veld te worden gebruikt, bij kraagliggers dient de dubbele kraaglengte te worden aangehouden (zie EN 1995-1-1, bijlage B). Bij de berekening van snedekrachten en vervorming dient echter gebruik te worden gemaakt van de daadwerkelijke overspanningen resp. kraaglengtes.

Deze benaderingsprocedure dient ook als basis voor de berekeningsdiagrammen.

### Berekening als plaat conform DIN 1052:2008 BAZ nr. Z-9.1-638

Voor de berekening geldt de belasting loodrecht op het plaatoppervlak. Conform de algemene goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht (Z-9.1-638) dient bij het berekenen van de spanningsverdeling en de snedegrootheden de hierboven vermelde verbindingstheorie te worden aangehouden, met inachtneming van de afschuifvervormingen (DIN 1052:2008, bijlage D). Bij de plaatbelasting dient rekening gehouden te worden met de verschillende buigstijftheden van de respectievelijke spanrichtingen, d.w.z. in de langsrichting van de platen (hoofddraagrichting) met de planklagen in de langsrichting, en in de dwarsrichting van de platen met de planklagen in de dwarsrichting van de platen.

Als de opbouw haaks op de spanrichting overeenkomt met de opbouw van een 3-laagse plaat, dan moeten de doorsnedewaarden uit de tabel (pagina 11) gebruikt worden.

### Opmerking:

Bij 3-laagse platen moet bij de berekening haaks op de hoofddraagrichting worden uitgegaan van een middelste laag met massieve doorsnede.



| CLT   |      | Lay/up         |    |    |    |    |    |    | A <sub>full</sub>  | A <sub>net</sub>   | I <sub>full</sub>       | I <sub>ef</sub> (afhankelijk van de overspanning) |                                    |                    |                                    |                    |                                    |                    |                                    |                    |                                    |                    |                                    |                    |                                    |  |  |
|-------|------|----------------|----|----|----|----|----|----|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|
|       |      |                |    |    |    |    |    |    |                    |                    |                         | 1m                                                |                                    | 2m                 |                                    | 3m                 |                                    | 4m                 |                                    | 5m                 |                                    | 6m                 |                                    | 8m                 |                                    |  |  |
| Dikte |      | Dikgedrukt = * |    |    |    |    |    |    |                    |                    | (bxd <sup>3</sup> ) /12 | I <sub>ef</sub>                                   | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> | I <sub>ef</sub>    | I <sub>ef</sub> /I <sub>full</sub> |  |  |
| -     | [mm] | [mm]           |    |    |    |    |    |    | [cm <sup>2</sup> ] | [cm <sup>2</sup> ] | [cm <sup>4</sup> ]      | [cm <sup>4</sup> ]                                | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                | [cm <sup>4</sup> ] | [%]                                |  |  |
| 3S    | 60   |                |    | 20 | 20 | 20 |    |    | 600                | 400                | 1800                    | 1230                                              | 68                                 | 1577               | 88                                 | 1655               | 92                                 | 1689               | 94                                 | 1704               | 95                                 | 1714               | 95                                 | 1722               | 96                                 |  |  |
| 3S    | 80   |                |    | 30 | 20 | 30 |    |    | 800                | 600                | 4267                    | 2673                                              | 63                                 | 3650               | 86                                 | 3934               | 92                                 | 4045               | 95                                 | 4100               | 96                                 | 4130               | 97                                 | 4160               | 98                                 |  |  |
| 3S    | 90   |                |    | 30 | 30 | 30 |    |    | 900                | 600                | 6075                    | 3109                                              | 51                                 | 4744               | 78                                 | 5295               | 87                                 | 5539               | 91                                 | 5523               | 91                                 | 5700               | 94                                 | 5764               | 95                                 |  |  |
| 3S    | 100  |                |    | 40 | 20 | 40 |    |    | 1000               | 800                | 8333                    | 4825                                              | 58                                 | 6925               | 83                                 | 7602               | 91                                 | 7877               | 95                                 | 8012               | 96                                 | 8088               | 97                                 | 8165               | 98                                 |  |  |
| 3S    | 120  |                |    | 40 | 40 | 40 |    |    | 1200               | 800                | 14400                   | 5587                                              | 39                                 | 9846               | 68                                 | 11207              | 78                                 | 12552              | 87                                 | 12993              | 90                                 | 13247              | 92                                 | 13510              | 94                                 |  |  |
| 5S    | 100  |                | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |    | 1000               | 600                | 8333                    | 3540                                              | 42                                 | 5408               | 65                                 | 6009               | 72                                 | 6253               | 75                                 | 6374               | 76                                 | 6441               | 77                                 | 6510               | 78                                 |  |  |
| 5S    | 120  |                | 30 | 20 | 20 | 20 | 30 |    | 1200               | 800                | 14400                   | 5635                                              | 39                                 | 9560               | 66                                 | 11058              | 77                                 | 11705              | 81                                 | 12035              | 84                                 | 12220              | 85                                 | 12411              | 86                                 |  |  |
| 5S    | 140  |                | 40 | 20 | 20 | 20 | 40 |    | 1400               | 1000               | 22867                   | 8196                                              | 36                                 | 1485               | 65                                 | 17751              | 78                                 | 19079              | 83                                 | 19768              | 86                                 | 20165              | 88                                 | 20577              | 90                                 |  |  |
| 5S    | 160  |                | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 |    | 1600               | 1200               | 34133                   | 11770                                             | 34                                 | 21354              | 63                                 | 25530              | 75                                 | 27441              | 80                                 | 28434              | 83                                 | 29005              | 85                                 | 29599              | 87                                 |  |  |
| 5S    | 180  |                | 40 | 30 | 40 | 30 | 40 |    | 1800               | 1200               | 48600                   |                                                   |                                    | 24838              | 51                                 | 31631              | 65                                 | 35055              | 72                                 | 36918              | 76                                 | 38020              | 78                                 | 39186              | 81                                 |  |  |
| 5S    | 200  |                | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |    | 2000               | 1200               | 66667                   |                                                   |                                    | 28324              | 42                                 | 37988              | 57                                 | 43261              | 65                                 | 46256              | 69                                 | 48071              | 72                                 | 50028              | 75                                 |  |  |
| 7SS   | 200  |                | 60 | 20 | 40 | 20 | 60 |    | 2000               | 1600               | 66667                   |                                                   |                                    | 49180              | 74                                 | 49180              | 74                                 | 54315              | 81                                 | 57111              | 86                                 | 58764              | 88                                 | 60513              | 91                                 |  |  |
| 7S    | 220  | 40             | 20 | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 | 2200               | 1600               | 88733                   |                                                   |                                    | 55640              | 63                                 | 55640              | 63                                 | 62410              | 70                                 | 66161              | 75                                 | 68403              | 77                                 | 70793              | 80                                 |  |  |
| 7SS   | 220  |                | 80 | 20 | 20 | 20 | 80 |    | 2200               | 1800               | 88733                   |                                                   |                                    | 64319              | 72                                 | 64319              | 72                                 | 72393              | 82                                 | 76979              | 87                                 | 79758              | 90                                 | 82755              | 93                                 |  |  |
| 7S    | 240  | 40             | 20 | 40 | 40 | 40 | 20 | 40 | 2400               | 1600               | 115200                  |                                                   |                                    |                    |                                    |                    |                                    | 74052              | 64                                 | 80365              | 70                                 | 84295              | 73                                 | 88626              | 77                                 |  |  |
| 7SS   | 240  |                | 80 | 20 | 40 | 20 | 80 |    | 2400               | 2000               | 115200                  |                                                   |                                    |                    |                                    |                    |                                    | 92388              | 80                                 | 98379              | 85                                 | 102008             | 89                                 | 105922             | 92                                 |  |  |
| 7SS   | 260  |                | 80 | 30 | 40 | 30 | 80 |    | 2600               | 2000               | 146467                  |                                                   |                                    |                    |                                    |                    |                                    | 105534             | 72                                 | 115312             | 79                                 | 121503             | 83                                 | 128418             | 88                                 |  |  |
| 7SS   | 280  |                | 80 | 40 | 40 | 40 | 80 |    | 2800               | 2000               | 182933                  |                                                   |                                    |                    |                                    |                    |                                    | 118810             | 65                                 | 132802             | 73                                 | 142009             | 78                                 | 152630             | 83                                 |  |  |

- $A_{netto}$  Waarde dwarsdoorsnede voor het berekenen van de drukspanningen in de richting van de deklaag.
- $A_q$  Waarde dwarsdoorsnede voor het berekenen van de schuifspanningen voor belastingafdracht in de richting van de deklaag.
- $I_{mass}$  Traagheidsmoment bij massieve doorsnede - dient slechts ter vergelijking.
- $I_{effectief}$  Traagheidsmoment bij samengestelde doorsnede inclusief het aandeel van de afschuifvervorming voor de belastingafdracht in de richting van de deklaag.
- $I_{effectief} / I_{mass}$  Relatieve waarde die aangeeft in hoeverre de dwarslagen het traagheidsmoment van de doorsnede veranderen
- $W_{effectief}$  Weerstandsmoment voor de spanningsberekening als gevolg van buigmomenten =  $I_{effectief}$

**Berekening als  
schijf conform DIN  
1052:2008 BAZ nr.  
Z-9.1-638**

Bij belasting in het plaatoppervlak mogen enkel die lagen in de berekening worden meegenomen waarvan de vezelrichting evenwijdig loopt aan de betreffende krachtcomponenten (zie de algemene goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht nr. Z-9.1-638). Bij berekeningen in het plaatoppervlak moeten de hierna aangegeven modellen worden onderscheiden.

**Wandschijven**

Bij belasting als wandschijf (stabiliserende vloeren, plafonds en wanden) moeten de relevante berekeningen m.b.t. schuifspanning worden gemaakt conform de hierboven vermelde algemene goedkeuring van het Duitse bouw- en woningtoezicht.

**Berekening latei**

Voor de berekening worden enkel de lamellenlagen meegeteld die evenwijdig lopen aan de richting van de kracht resp. de snedegrootheden. De hoogtes van de afzonderlijke balkdoorsneden zijn per geval te bepalen. Zo kunnen wandschijven ook berekend worden wanneer raam- en deuropeningen aanwezig zijn.

**Wandschijf als  
knikstaaf**

Bij het berekenen van het draagvermogen in het plaatoppervlak dienen alleen de lamellenlagen te worden meegeteld die evenwijdig lopen aan de krachtrichting. De knikgegevens die hiervoor noodzakelijk zijn moeten ontleend worden aan vervangende staafmethode conform DIN 1052 resp. EN 1995. Daarbij moeten de betreffende slankheden ( $\lambda$ ) en verminderingscoëfficiënten (K) bepaald worden.

**Trillingsberekening**

Er moet voor worden gewaakt dat vaak voorkomende invloeden op bouwonderdelen of de draagconstructie geen trillingen kunnen veroorzaken die het gebouw kunnen beschadigen of tot onbehagen kunnen leiden. De hiertoe vereiste berekening dient conform EN 1995-1-1 te worden uitgevoerd, waarbij een speciaal onderzoek uit te voeren is voor de vloeren en plafonds van woningen waarvan de eigen frequentie ten hoogste 8 Hz bedraagt.

**Opmerking:**

Bij de berekening conform DIN 1052 dient het doorbuigen van een denkbeeldige enkelveldsligger onder permanente en semi-permanente belasting bepaald te worden. Bij een doorbuiging van meer dan 6 mm moet ook hier een speciaal onderzoek worden uitgevoerd.

**Meting  
brandgedrag**

De berekening van het brandgedrag van CLT vindt plaats conform EN 1995 resp. DIN 1052 / 4102 (zgn. brandveiligheidsmeting met inachtneming van de resterende draagkracht).

**wwwVerbindings-  
middelen conform  
ETA-09 / 0036**

Een hechte verbinding tussen de CLT-elementen moet voor elk bouwproject afzonderlijk en met de meest geschikte verbindingsmiddelen tot stand worden gebracht. De keuze en het aanbrengen van de verbindingsmiddelen (diameter, aantal en afstanden) moet worden verzorgd door een vakman die ervaring heeft in het werken met verlijmd kruislaaghout.

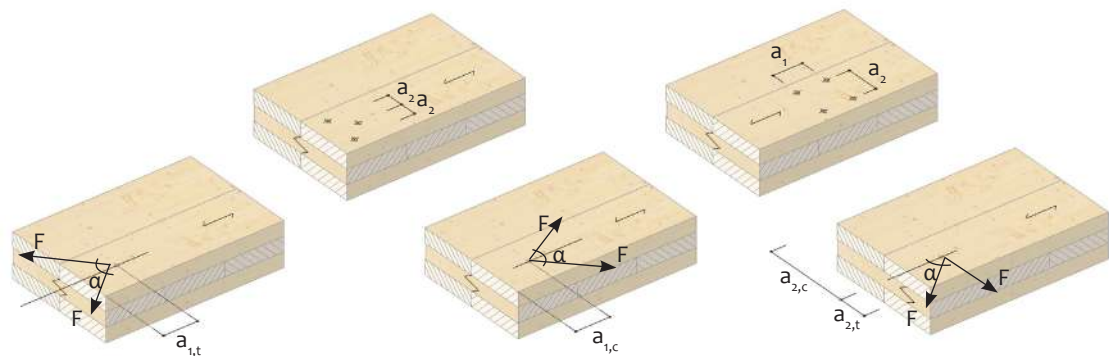
Als leidraad voor het bepalen van de rekenwaarden verwijzen wij naar het document "Bemessungsvorschläge für Verbindungsmittel in Brettsperrholz" [uit "Bauen mit Holz" 111 (2009), BLASS Hans Joachim; UIBEL Thomas] resp. op de onderbouwing van de goedkeuring nr. GU07-402-1-01 van de TU Graz. Hierin worden de binnenmaten voor schroef- en spijkerverbindingen, deuvels, pasbouten en bouten vastgelegd en een berekeningsvoorstel gegeven bij axiale belasting (trek).

Bij de verbindingen moet een onderscheid gemaakt worden tussen verbindingen in de zijvlakken en verbindingen in de boven- en ondervlakken. Voor de statische berekeningen dient EN 1995-1-1 te worden aangehouden.

Schijfbelasting

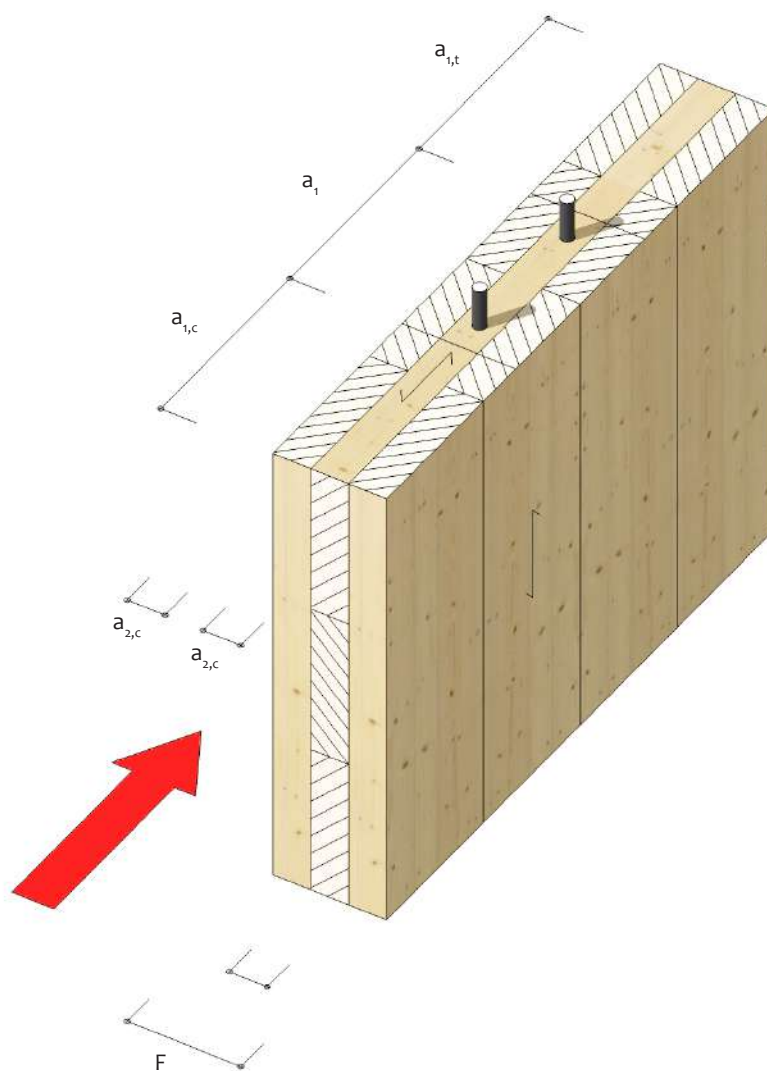
| Eigenschap<br>sterkteklasse van de planken                                             | C24                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Elasticiteitsmodulus:<br>• evenwijdig aan de vezelrichting van de planken $E_{o,mean}$ | 11.600,00 N/mm <sup>2</sup> |
| Schuifmodulus:<br>• evenwijdig aan de vezelrichting van de planken $G_{090,mean}$      | 250,00 N/mm <sup>2</sup>    |
| Buigsterkte:<br>• evenwijdig aan de vezelrichting van de planken $f_{m,k}$             | 24,00 N/mm <sup>2</sup>     |
| Sterksterkte:<br>• loodrecht op de vezelrichting van de planken $f_{t,90,k}$           | 14,00 N/mm <sup>2</sup>     |
| Druksterkte:<br>• loodrecht op de vezelrichting van de planken $f_{c,90,k}$            | 21,00 N/mm <sup>2</sup>     |
| Schuifsterkte:<br>• evenwijdig aan de vezelrichting van de planken $f_{v,090,k}$ 5     | ,00 N/mm <sup>2</sup>       |

Min. afstanden  
tussen  
verbindings-  
middelen in de  
boven- en onder-  
vlakken



Min. afstanden  
tussen verbindings-  
middelen in de  
zijvlakken

| Eigenschap<br>sterkteklasse<br>van de planken | $a_{1,t}$             | $a_{1,c}$                     | $a_1$                               | $a_{2,t}$             | $a_{2,c}$ | $a_2$ |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------|-------|
| schroeven <sup>1)</sup>                       | 6*d                   | 6*d                           |                                     | 6*d                   | 2,5*d     | 2,5*d |
| spijkers                                      | (7+3*cos $\alpha$ )*d | 6*d                           | (3+3*cos $\alpha$ )*d               | (3+4*sin $\alpha$ )*d | 3*d       | 3*d   |
| deuvels<br>pasbouten                          | 5*d                   | 4*d*sin $\alpha$<br>(min.3*d) | (3+3*cos $\alpha$ )*d               | 3*d                   | 3*d       | 3*d   |
| bouten                                        | 5*d                   | 6*d                           | (3+3*cos $\alpha$ )*d<br>(min. 4*d) | 3*d                   | 3*d       | 4*d   |
| schroeven <sup>1)</sup>                       | 12*d                  | 7*d                           | 10*d                                | 5*d                   | 3*d       |       |
| deuvels<br>pasbouten                          | 5*d                   | 3*d                           | 3*d                                 | 3*d                   | 3*d       |       |
| bouten                                        | 5*d                   | 4*d                           | 4*d                                 | 3*d                   | 4*d       |       |



|                                | Minimale diktes van de maatgevende planklaag $t_1$ in mm   | Minimale diktes van de verlijmde kruislaaghout $t_{BSP}$ in mm | Minimale inboordiepte van de verbindingsmiddelen in de zijvlakken $t_1$ , resp. $t_2$ in mm |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>schroeven <sup>1)</sup></b> | $d > 8\text{mm}: 3 \cdot d$<br>$d < 8\text{mm}: 2 \cdot d$ | $10 \cdot d$                                                   | $10 \cdot d$                                                                                |
| <b>deuvels basbouten</b>       | $d$                                                        | $6 \cdot d$                                                    | $5 \cdot d$                                                                                 |
| <b>bouten</b>                  | $d$                                                        | $6 \cdot d$                                                    | $5 \cdot d$                                                                                 |

$\alpha$  Hoek tussen de kracht- en vezelrichting van de deklagen

<sup>1)</sup> Zelfborende houtschroeven

$t_1$  Minimale inboordiepte van het verbindingsmiddel in de zijvlakken van het hout aan de buitenkant resp. houtdikte buitenkant

$t_2$  Minimale inboordiepte van het verbindingsmiddel in de zijvlakken van het hout aan de binnenkant



## Constructief ontwerp

### Berekening conform ETA-09 / 0036

De berekening van het verlijmd kruislaaghout mag conform EN 1995-1-1 en EN 1995-1-2 gebeuren met inachtneming van bijlage 2 t/m 4 van de Europese Technische Goedkeuring. Bij het berekenen van de karakteristieke doorsnedewaarden mogen alleen planken meegerekend worden die in de richting van de mechanische belasting gerangschikt zijn. Bij het berekenen van de bouwonderdelen uit verlijmd kruislaaghout conform EN 1995-1-1 moet uitgegaan worden van de karakteristieke sterkte en stijfheid van het massieve hout volgens bijlage 3 (van ETA 09-0036). Voor verlijmd kruislaaghout dat over meerdere assen in beide hoofdrichtingen gespannen is, moet rekening gehouden worden met verschillende stijfheden in de beide hoofdrichtingen.

Plaatbelasting van het verlijmd kruislaaghout

De effectieve buigstijfheid is afhankelijk van het effectieve traagheidsmoment  $I_{eff}$ . De berekening van het effectieve traagheidsmoment, en daarmee die van de effectieve buigstijfheid, verloopt conform EN 1995-1-1 (hoofdstuk 9.1.3 en bijlage B):

### Algemeen

$$I_{eff} = \sum_{i=1}^n (n_i * I_i + \gamma_i * n_i * A_i * a_i)$$

### Voor een 5-laagse symmetrische opbouw geldt:

> Zwaartepuntsafstanden:

$$a_1 = \frac{t_1}{2} + t_1 + \frac{t_2}{2}$$

$$a_2 = 0 \text{ bij symmetrische opbouw}$$

$$a_3 = \frac{t_3}{2} + t_2 + \frac{t_2}{2}$$

$$I_{eff} = I_1 + I_2 + I_3 + \gamma_1 * A_1 * a_1 + \gamma_2 * A_2 * a_2 + \gamma_3 * A_3 * a_3$$

$$\text{Met } I_i = \frac{b_i * t_i^3}{12}$$

Afzonderlijke traagheidsmomenten van de lagen in de langsrichting:  $i = 1$  tot  $3$

$$\text{Met } A_i = b * t_i$$

Oppervlakken van de lagen in de langsrichting ( $b = 1,0 \text{ m}$ )



## Flexibiliteitsfactoren

De flexibiliteitsfactoren  $\gamma$  houden rekening met de afschuifvervorming (rolschuif) van de dwarslagen;

de formule  $\frac{s_i}{K_i}$  uit EN 1995-1-1 dient door  $\frac{t_i}{G_{9090} * b}$  vervangen te worden.

> De flexibiliteiten worden als volgt berekend:

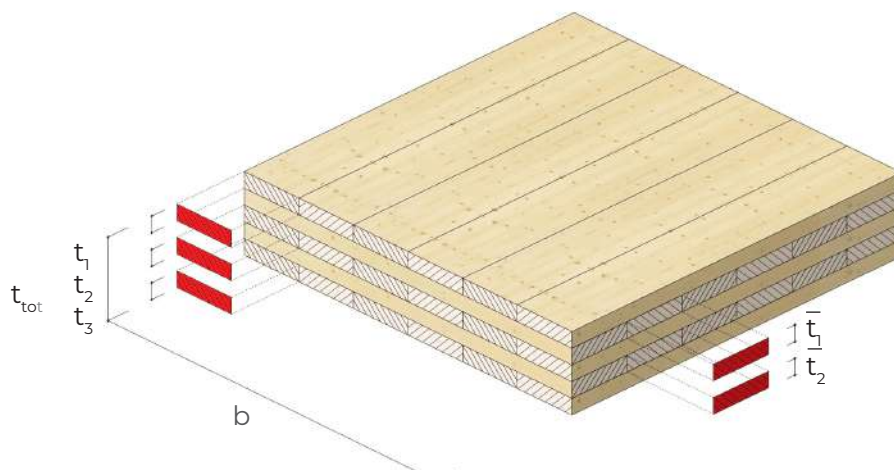
$$\gamma_1 = \left( 1 + \frac{\pi * E_1 * A_1 * t_1}{I * G_{9090} * b} \right)^{-1} \quad \gamma_2 = 1 \quad \gamma_3 = \left( 1 + \frac{\pi * E_3 * A_3 * t_2}{I * G_{9090} * b} \right)^{-1}$$

> Waarbij:

|            |                             |                               |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|
| $E_{1,3}$  | = 11600 N / mm <sup>2</sup> | Elasticiteitsmodules voor C24 |
| $G_{9090}$ | = 50 N / mm <sup>2</sup>    | Schuifmodules voor C24        |
| $I$        | =                           | Maatgevende overspanning      |

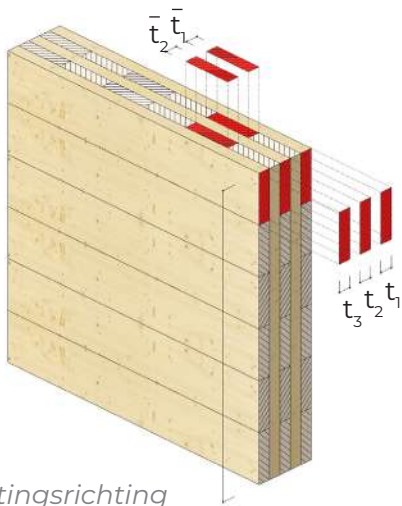
$$W_{\text{eff}} = \frac{2 * I_{\text{eff}}}{t_{\text{tot}}} \quad \text{waarbij} \quad t_{\text{tot}} = \sum_i t_i + t_i$$

$$\tau_{v,d} = \frac{1,5 * V_d}{A_{\text{gross}}} \quad \text{waarbij} \quad A_{\text{gross}} = b + t_{\text{tot}}$$



Bij het bepalen van de belasting in het plaatoppervlak (schijfbelasting) kunnen binnen het kader van de technische staaftheorie de volgende formules worden gebruikt:

$$I_{\text{net}} = \frac{T * H}{12} \qquad H \leq 400\text{mm}$$
$$W_{\text{net}} = \frac{T * H}{6} \qquad T = \sum_i t_i$$



$t_i$  = dikte van de planklagen in de belasting  
 $t_i$  = dikte van de planklagen loodrecht op de belastingsrichting

Algemeen

$$\tau_{v,d} = \text{maximaal} \left\{ \begin{matrix} 1,5 * \frac{V_d}{A_{x,\text{net}}} \\ 1,5 * \frac{V_d}{A_{z,\text{net}}} \end{matrix} \right\} \text{ waarbij } \begin{cases} A_{x,\text{net}} = H * \sum t_i \\ A_{z,\text{net}} = H * \sum t_i \end{cases}$$

$V_d$  = rekenwaarde van de dwarskracht

De berekening van de buigspanningen en de buigstijfheid dient met de massieve doorsnede van de planklagen in de belastingsrichting te geschieden. Bij het berekenen van de schuifspanningen is het netto oppervlak met de kleinste doorsnede van de beide belastingsrichtingen maatgevend.

Plaatbelasting

Materiaaleigenschappen conform ETA-09 / 0036

| Eigenschap<br>sterkteklasse van de planken                                                                                                                                                                                                                                              | C24                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Elasticiteitsmodulus: <ul style="list-style-type: none"><li>evenwijdig aan de vezelrichting van de planken <math>E_{o,\text{mean}}</math></li><li>loodrecht op de vezelrichting <math>E_{90,\text{mean}}</math></li></ul>                                                               | 11.600,00 N/mm <sup>2</sup><br>370,00 N/mm <sup>2</sup> |
| Schuifmodulus: <ul style="list-style-type: none"><li>evenwijdig aan de vezelrichting van de planken <math>G_{090,\text{mean}}</math></li><li>loodrecht op de vezelrichting van de planken, rolschuifmodulus <math>G_{9090,\text{mean}}</math></li></ul>                                 | 650,00 N/mm <sup>2</sup><br>50,00 N/mm <sup>2</sup>     |
| Buigsterkte: <ul style="list-style-type: none"><li>evenwijdig aan de vezelrichting van de planken <math>f_{m,k}</math></li><li><math>f_{m,k}</math> mag volgens bovenstaande goedkeuring voor C24 tot 28,8 N/mm<sup>2</sup> verhoogd worden (<math>f_{m,\text{CLT},k}</math>)</li></ul> | 24,00 N/mm <sup>2</sup>                                 |
| Treksterkte: <ul style="list-style-type: none"><li>loodrecht op de vezelrichting van de planken <math>f_{t,90,k}</math></li></ul>                                                                                                                                                       | 0,12 N/mm <sup>2</sup>                                  |
| Druksterkte: <ul style="list-style-type: none"><li>loodrecht op de vezelrichting van de planken <math>f_{c,90,k}</math></li></ul>                                                                                                                                                       | 2,5 N/mm <sup>2</sup>                                   |
| Schuifsterkte: <ul style="list-style-type: none"><li>evenwijdig aan de vezelrichting van de planken <math>f_{v,090,k}</math></li><li>loodrecht op de vezelrichting van de planken (rolschuifsterkte) <math>f_{v,090,k}</math></li></ul>                                                 | 2,50 N/mm <sup>2</sup><br>1,10 N/mm <sup>2</sup>        |



# Ontwerptabel

## Algemeen

Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Statisch systeem enkelveldsligger



## Berekening toegestane belasting q voor de vereiste overspanning

Veiligheidsklasse 2 ->  $K_{def} = 1.0$

Sneeuwlast voor  $h \leq 1000\text{m}$  ->  $K_{mod} = 0.9$

Eigen gewicht van het paneel is opgenomen in het diagram.

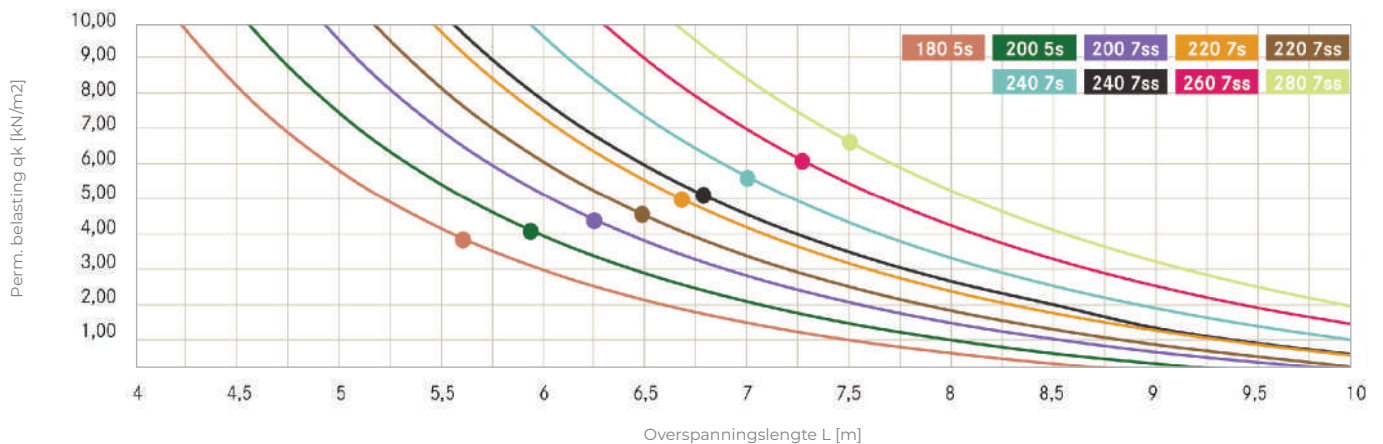
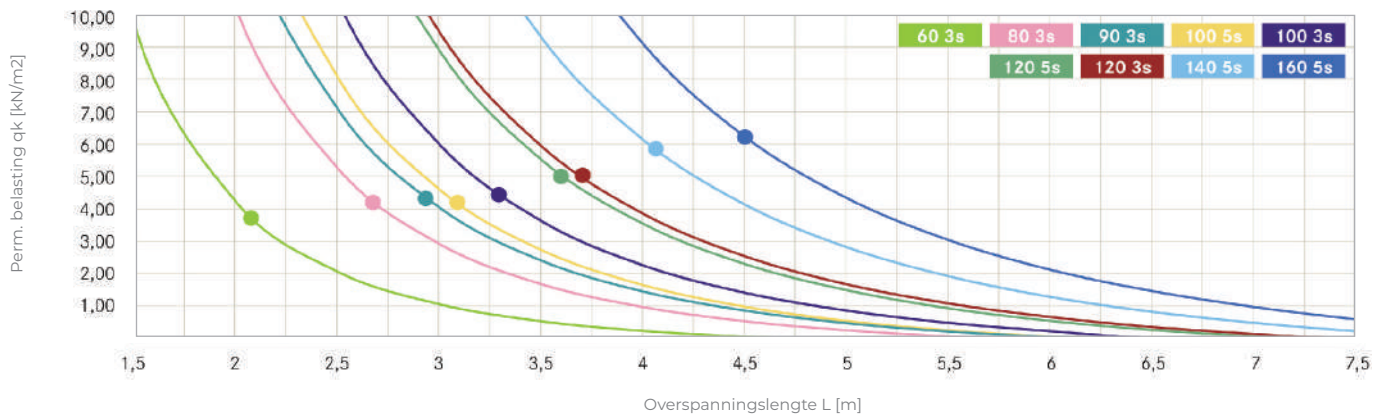
Versimpelde trilling analyse zal niet worden uitgevoerd.

$$\begin{aligned} q_k &= g_{2k} + s_k \text{ [kN / m}^2\text{]} \\ g_{2k} &= \text{dakstructuur [kN / m}^2\text{]} \\ s_k &= \text{plaatselijke sneeuwbelasting [kN / m}^2\text{]} \end{aligned}$$

## Maximale vervorming: $L / 400$

Enkelveldsligger onder gelijkmatig verdeelde belasting q; max.  $f = L / 400$ .

Overspanningsrichting deklaag evenwijdig aan deklaag



# Ontwerptabel

## Algemeen

Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Statisch systeem enkelveldsligger



## Berekening toegestane belasting q voor de vereiste overspanning

Veiligheidsklasse 1 ->  $K_{def} = 0.8$

Veranderlijke belasting: A, B ->  $K_{mod} = 0.8$

Eigen gewicht van het paneel is opgenomen in het diagram.

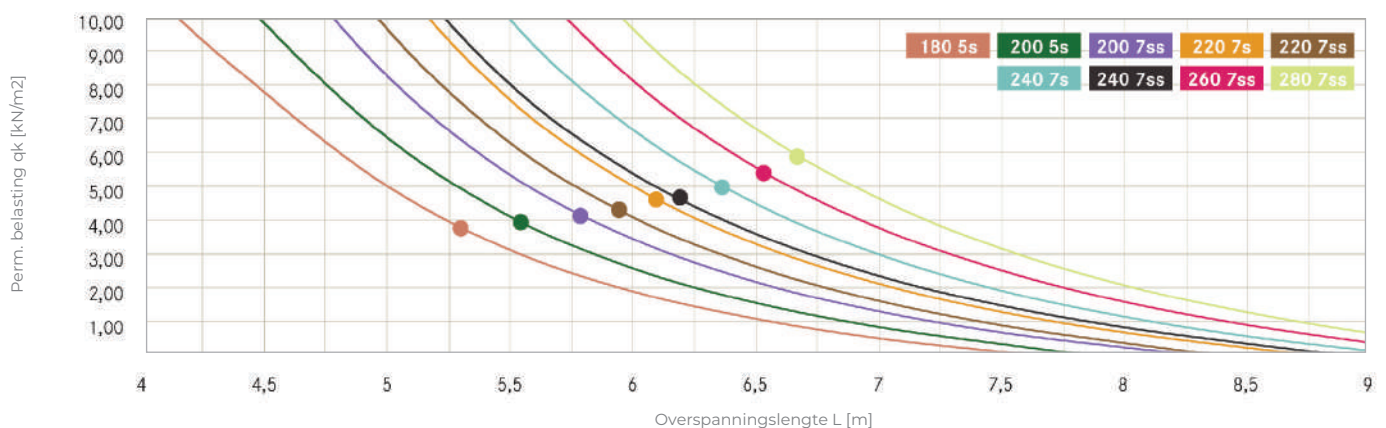
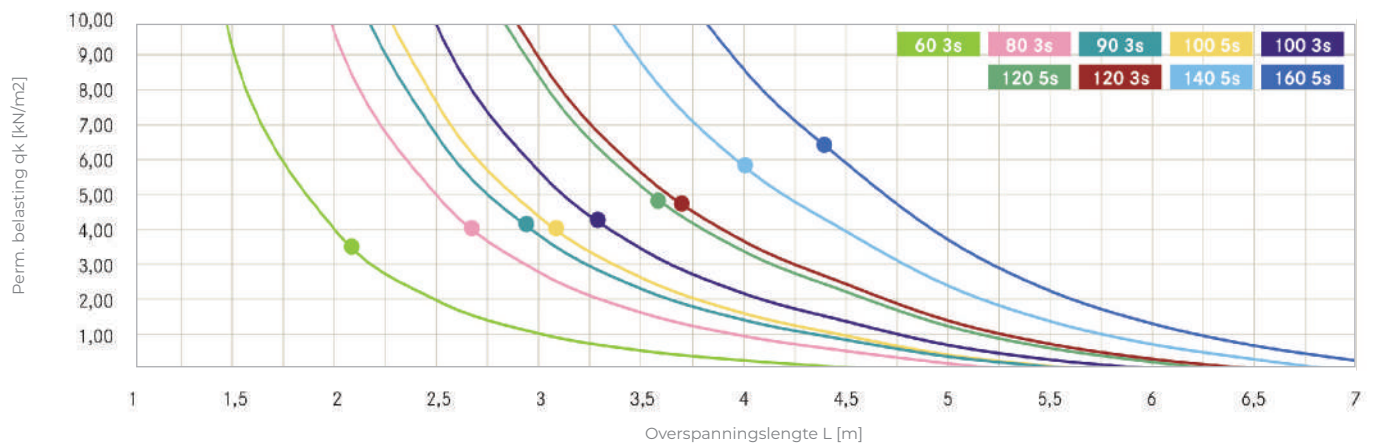
Versimpelde trilling analyse zal worden uitgevoerd. (DIN 1052)

$$\begin{aligned} q_k &= g_{2k} + n \text{ [kN / m}^2\text{]} \\ g_{2k} &= \text{gewicht samengesteld dakpaneel [kN / m}^2\text{]} \\ n_k &= \text{veranderlijke belasting [kN / m}^2\text{]} \end{aligned}$$

## Maximale vervorming: $L / 400$

Enkelveldsligger onder gelijkmatig verdeelde belasting q; max.  $f = L / 400$ .

Overspanningsrichting deklaag evenwijdig aan deklaag

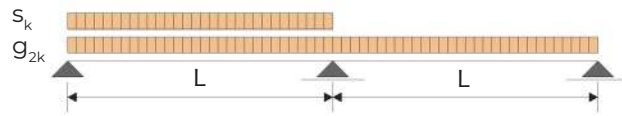


# Ontwerptabel

## Algemeen

Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Statisch systeem enkelveldsligger



## Berekening toegestane belasting $q$ voor de vereiste overspanning

Veiligheidsklasse 2  $\rightarrow K_{def} = 1.0$

Sneeuwlast voor  $h \leq 1000\text{m} \rightarrow K_{mod} = 0.9$

Eigen gewicht van het paneel is opgenomen in het diagram.

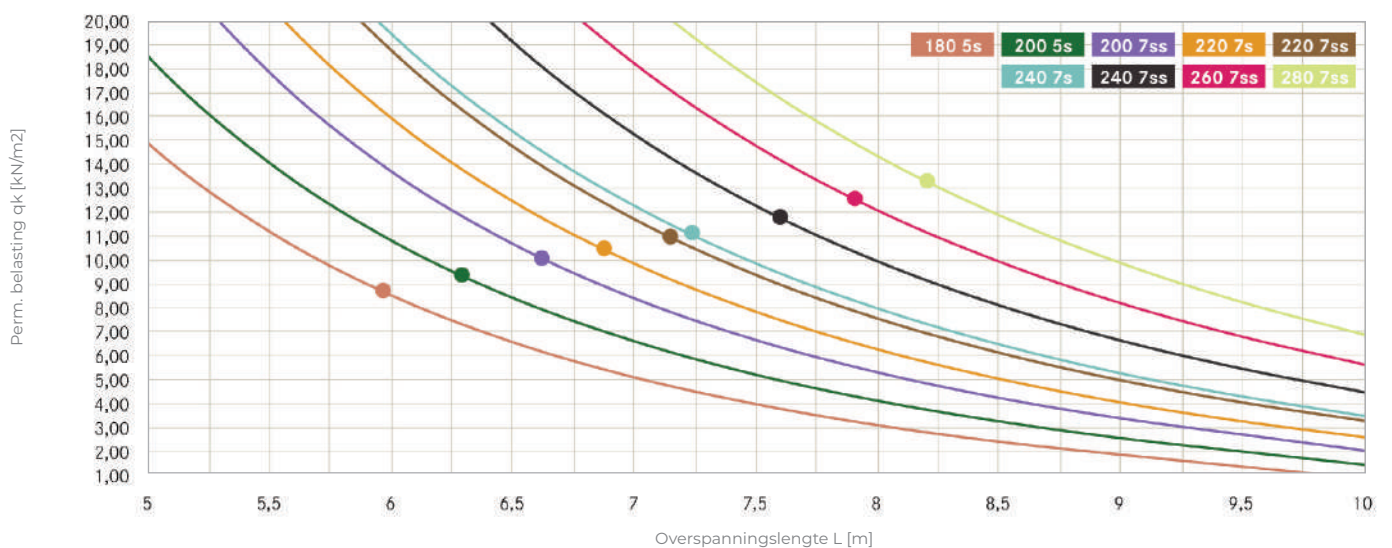
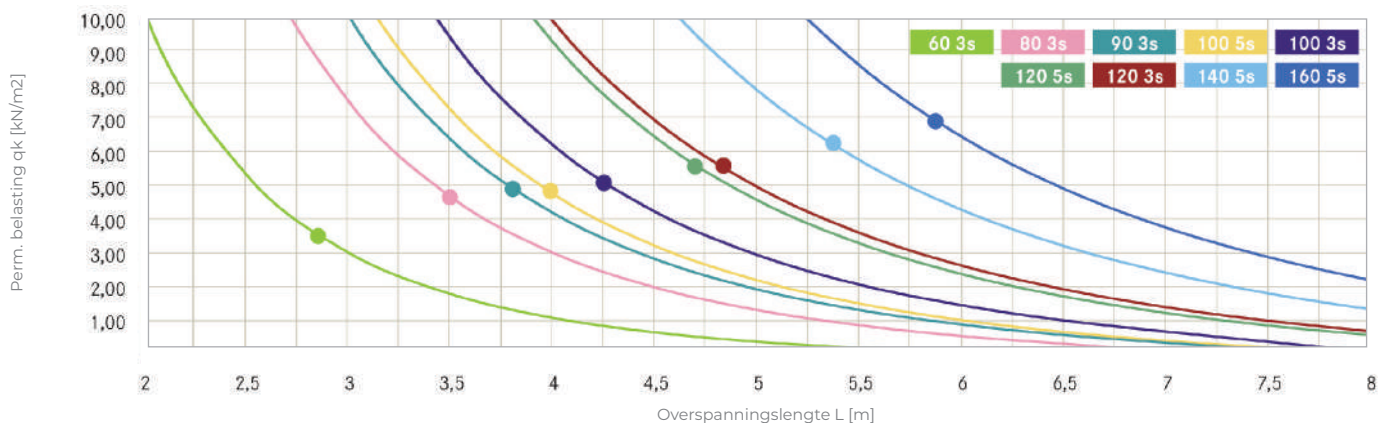
Versimpelde trilling analyse zal niet worden uitgevoerd.

$$\begin{aligned} q_k &= g_{2k} + s_k \text{ [kN / m}^2\text{]} \\ g_{2k} &= \text{dakstructuur [kN / m}^2\text{]} \\ s_k &= \text{plaatselijke sneeuwbelasting [kN / m}^2\text{]} \end{aligned}$$

## Maximale vervorming: $L / 400$

Tweeveldsligger onder gelijkmatig verdeelde belasting  $q$ ; max.  $f = L / 400$

Overspanningsrichting deklaag evenwijdig aan deklaag

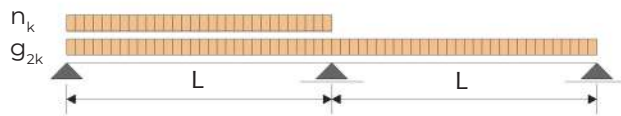


# Ontwerptabel

## Algemeen

Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Statisch systeem enkelveldsligger



## Berekening toegestane belasting $q$ voor de vereiste overspanning

Veiligheidsklasse 1  $\rightarrow K_{def} = 0.8$

Veranderlijke belasting: A, B  $\rightarrow K_{mod} = 0.8$

Eigen gewicht van het paneel is opgenomen in het diagram.

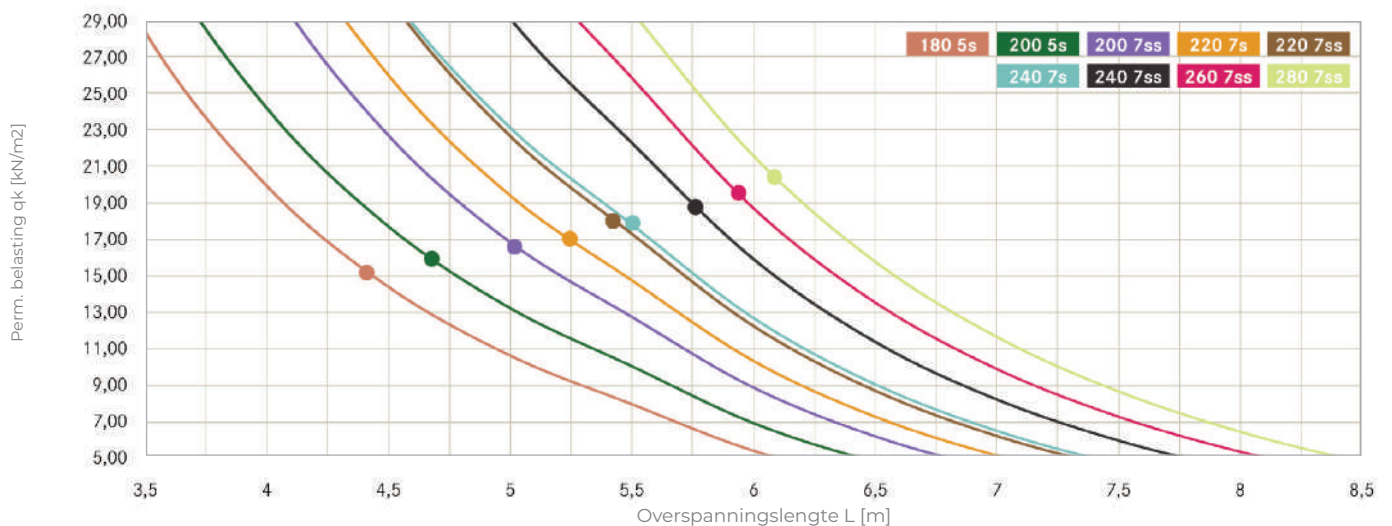
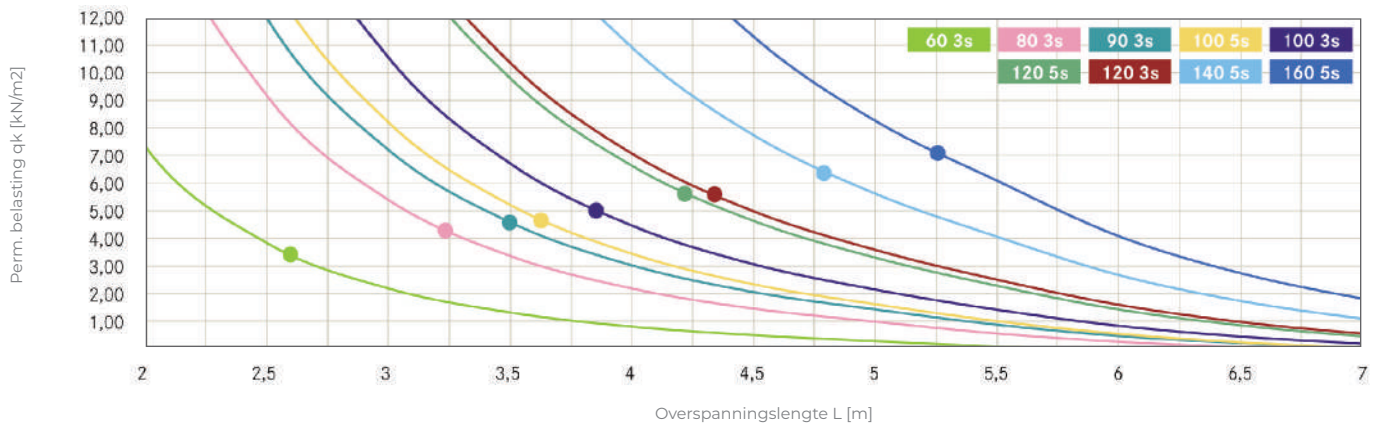
Versimpelde trilling analyse zal worden uitgevoerd. (DIN 1052)

$$\begin{aligned} q_k &= g_{2k} + n \text{ [kN / m}^2\text{]} \\ g_{2k} &= \text{gewicht samengesteld dakpaneel [kN / m}^2\text{]} \\ n_k &= \text{veranderlijke belasting [kN / m}^2\text{]} \end{aligned}$$

## Maximale vervorming: $L / 400$

Tweeveldsligger onder gelijkmatig verdeelde belasting  $q$ ; max.  $f = L / 400$

Overspanningsrichting deklaag evenwijdig aan deklaag

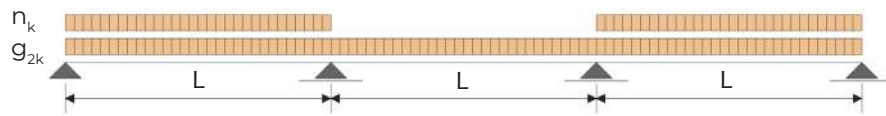


# Ontwerptabel

## Algemeen

Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Statisch systeem enkelveldsligger



## Berekening toegestane belasting $q$ voor de vereiste overspanning

Veiligheidsklasse 1  $\rightarrow K_{def} = 0.8$

Veranderlijke belasting: A, B  $\rightarrow K_{mod} = 0.8$

Eigen gewicht van het paneel is opgenomen in het diagram.

Versimpelde trilling analyse zal worden uitgevoerd. (DIN 1052)

$$q_k = g_{2k} + n \text{ [kN / m}^2\text{]}$$

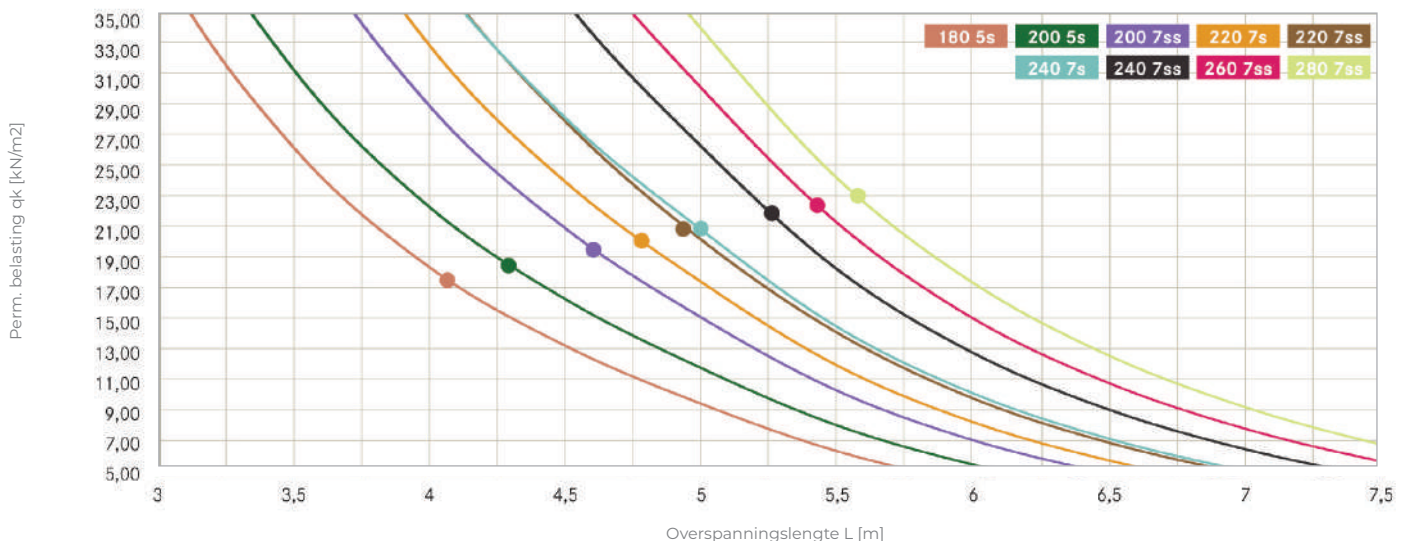
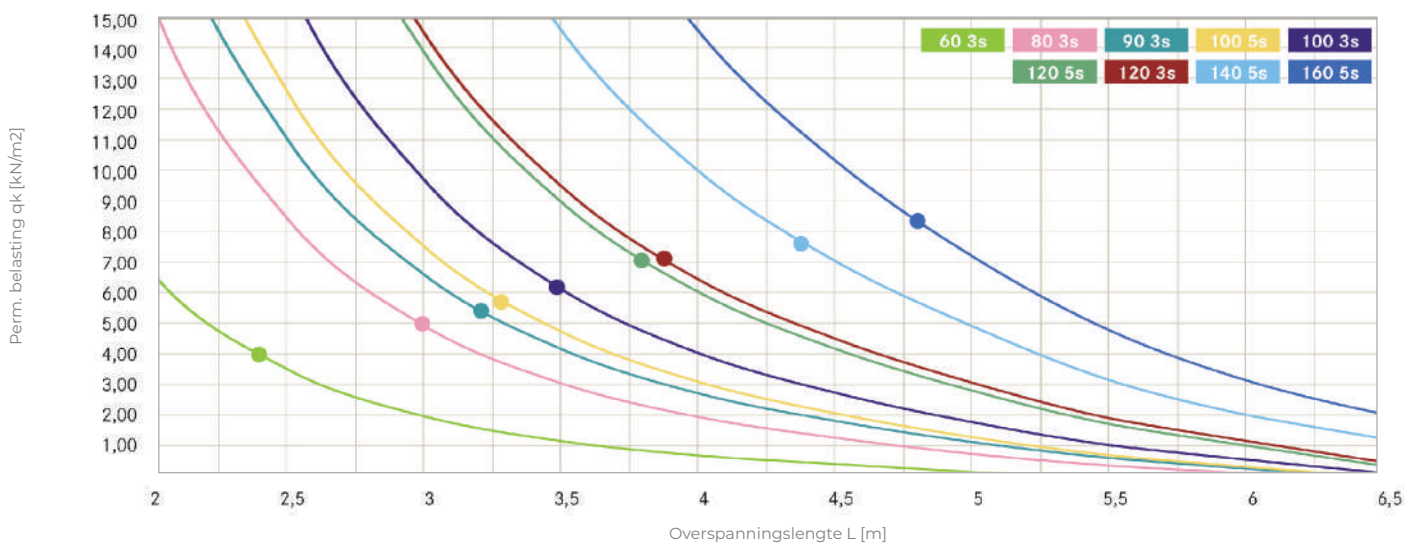
$$g_{2k} = \text{gewicht samengesteld dakpaneel [kN / m}^2\text{]}$$

$$n_k = \text{veranderlijke belasting [kN / m}^2\text{]}$$

## Maximale vervorming: $L / 400$

Tweeveldsligger onder gelijkmatig verdeelde belasting  $q$ ; max.  $f = L / 400$

Overspanningsrichting deklaag evenwijdig aan deklaag



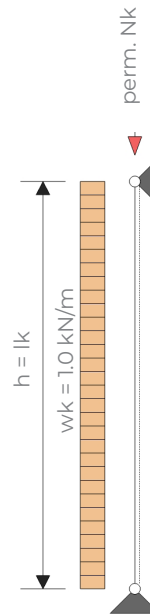
# Ontwerptabel

## Algemeen

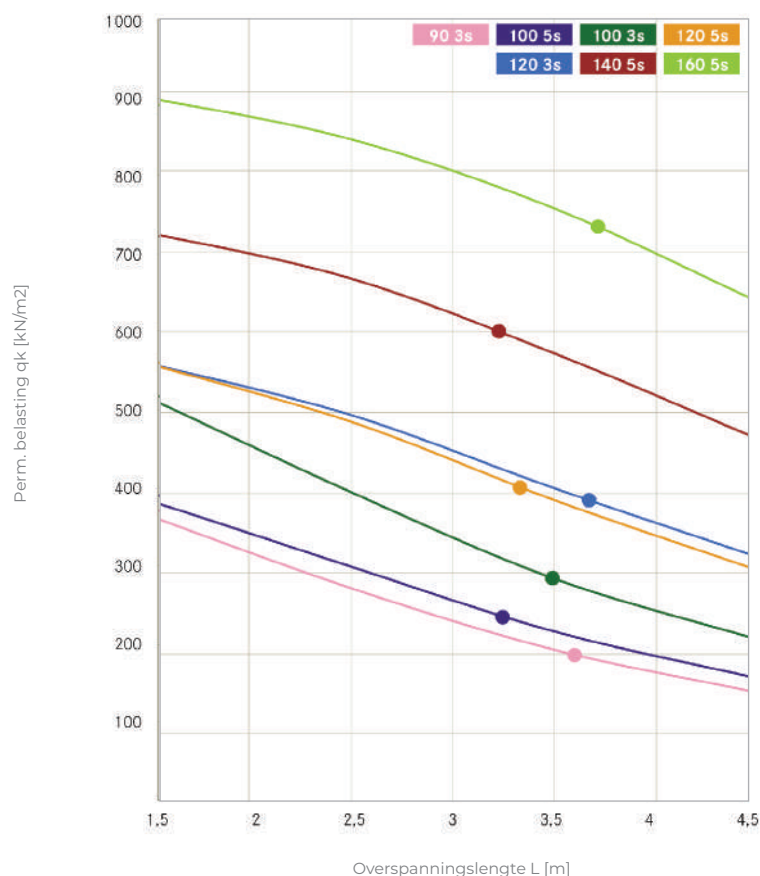
Onderstaande tabellen zijn bedoeld voor de ontwerpfase en kunnen niet als vervanging dienen voor een statische berekening.

## Verticale belasting op wand Statisch systeem:

- Berekening van de toegestane verticale belasting  $N$  op basis van 1,0 m wandbreedte.
- Wandpijlers dienen afzonderlijk te worden bekeken
- Veronderstelde belasting – windbelasting:  $1,0 \text{ kN/m}^2$
- REI op basis van de klassen

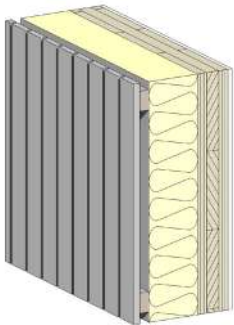


## CLT-wand onder verticale belasting; F30 / 1-zijdig



buitenzijde ↔ binnenzijde

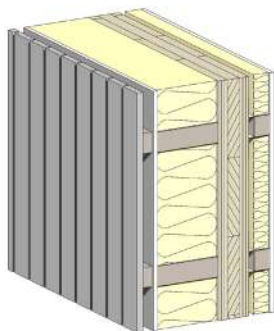
## W 01



AW 01 buitenwand / met houten gevel / niet geventileerd / zonder montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen        | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|--------------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| Larikshout                           | 20         | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 42$ dB | U - waarde 0,21 [W/m²K] |
| Vurenhouten tengels 30/60            | 30         |                  |                           |                         |
| dampdoorlatende folie $\leq SD 0,3m$ | -          |                  |                           |                         |
| houtvezelisolatieplaat               | 160        |                  |                           |                         |
| CLT                                  | 100        |                  |                           |                         |
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)     | 12,5       |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>                  | <b>232</b> |                  |                           |                         |

## W 02

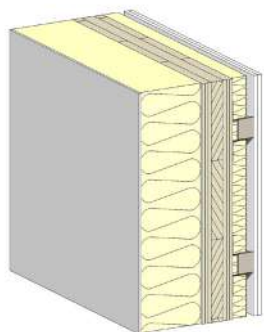


AW 02 buitenwand / met houten gevel / niet geventileerd / met montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen                            | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie        | Thermische isolatie     |
|----------------------------------------------------------|------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| bekleding buitenwand                                     | 20         | REI 90*          | luchtgeluid $R_w 53$ dB | U - waarde 0,19 [W/m²K] |
| Vurenhouten tengels 30/50                                | 30         |                  |                         |                         |
| dampdoorlatende folie $\leq SD 0,3m$                     | -          |                  |                         |                         |
| houtvezelisolatieplaat                                   | 15         |                  |                         |                         |
| houten latten [0,039] tengels 60/200                     | 200        |                  |                         |                         |
| CLT                                                      | 100        |                  |                         |                         |
| Vurenhouten tengels (60 / 60) op draaibeugel steenwol 50 | 70         |                  |                         |                         |
| brandwerende gipsplaat (12,5mm) of gipsvezelplaat (10mm) | 12,5       |                  |                         |                         |
| <b>Totale dikte</b>                                      | <b>448</b> |                  |                         |                         |

buitenzijde ↔ binnenzijde

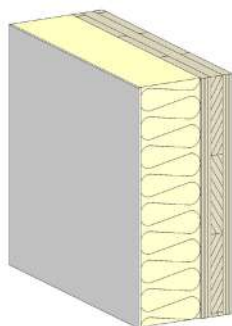
## W 03



AW 03 buitenwand / met gevelstucwerk / niet geventileerd / met montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen                                           | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| pleister                                                                | 4,0        | REI 120*         | luchtgeluid $R_w > 53$ dB | U - waarde 0,20 [W/m²K] |
| steenwol MW-PT                                                          | -          |                  |                           |                         |
| pleisterdrager                                                          | 120        |                  |                           |                         |
| CLT                                                                     | 100        |                  |                           |                         |
| vurenhouten tengels (40/50) op draaibeugel glaswol [0,040;R=16] D=50 mm | 70         |                  |                           |                         |
| brandwerende gipsplaat (2 x 12,5 mm) of gipsvezelplaat (2 x 10 mm)      | 25         |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>                                                     | <b>319</b> |                  |                           |                         |

## W 04



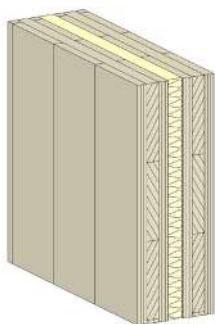
AW 04 buitenwand / met gevelstucwerk / niet geventileerd / zonder montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen    | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|----------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| pleister                         | 4,0        | REI 60*          | luchtgeluid $R_w > 38$ dB | U - waarde 0,20 [W/m²K] |
| steenwol MW-PT<br>pleisterdrager | 160        |                  |                           |                         |
| CLT                              | 100        |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>              | <b>264</b> |                  |                           |                         |

\* volgens Classificatierapport van Hout Forschung Oostenrijk EN 13501-2 REI 30 - REI 120

buitenzijde ↔ binnenzijde

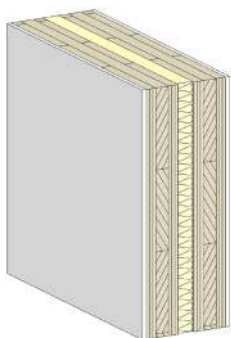
## WTW 01



Woningscheidende wand / zonder montagevlak

| Opbouw van links naar rechts    | Dikte mm | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie                        |
|---------------------------------|----------|------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| CLT                             | 100      | REI 60*          | luchtgeluid $R_w > 48$ dB | U - waarde<br>0,39<br>[W/m <sup>2</sup> K] |
| contactgeluidisolatieplaat MW-T | 30       |                  |                           |                                            |
| CLT                             | 100      |                  |                           |                                            |
| Totale dikte                    | 230      |                  |                           |                                            |

## WTW 02

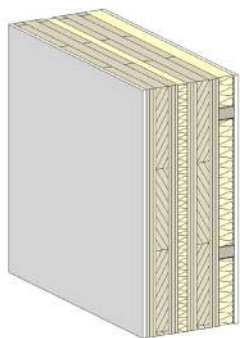


Woningscheidende wand / zonder montagevlak

| Opbouw van links naar rechts              | Dikte mm | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie                         |
|-------------------------------------------|----------|------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)          | 12,5     | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 56$ dB | U - waarde<br>0,398[W/<br>m <sup>2</sup> K] |
| CLT                                       | 100      |                  |                           |                                             |
| contactgeluidisolatieplaat MW-TMW-T       | 30       |                  |                           |                                             |
| CLT                                       | 100      |                  |                           |                                             |
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)          | 12,5     |                  |                           |                                             |
| Totale dikte                              | 255      |                  |                           |                                             |
| Constructie zonder brandwerende gipsplaat |          | REI 60*          | 48 dB                     | 0,39<br>[W/m <sup>2</sup> K]                |
| Totale dikte                              | 230      |                  |                           |                                             |

buitenzijde ↔ binnenzijde

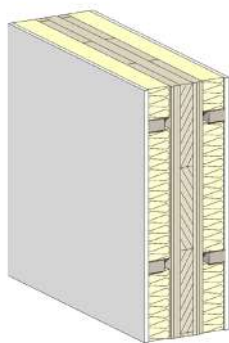
## WTW 03



Woningscheidende wand / zonder montagevlak

| Opbouw van links naar rechts                                             | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)                                         | 12,5       | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 62$ dB | U - waarde 0,27 [W/m²K] |
| CLT                                                                      | 100        |                  |                           |                         |
| contactgeluidisolatieplaat MW-TMW-T                                      | 30         |                  |                           |                         |
| CLT                                                                      | 100        |                  |                           |                         |
| vurenhouten tengels (40/50) op draaibeugel glaswol [0,040; R=16] D=50 mm | 50         |                  |                           |                         |
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)                                         | 12,5       |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>                                                      | <b>305</b> |                  |                           |                         |

## WTW 04



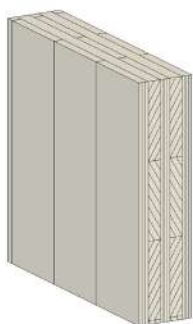
Woningscheidende wand / zonder montagevlak

| Opbouw van links naar rechts                                                      | Dikte mm | Brand-veiligheid | Geluids isolatie             | Thermische isolatie           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)                                                  | 12,5     | REI 90*          | luchtgeluid<br>$R_w > 58$ dB | U - waarde<br>0,25<br>[W/m²K] |
| steenwol [0,04; R = 27] D = 60 mm<br>vurenhouten tengels (40 / 50) op draaibeugel | 70       |                  |                              |                               |
| CLT                                                                               | 100      |                  |                              |                               |
| vurenhouten tengels (40 / 50) op draaibeugel<br>glaswol [0,04; R = 27] D = 60 mm  | 70       |                  |                              |                               |
| brandwerende gipsplaat (12,5 mm)                                                  | 12,5     |                  |                              |                               |
| Totale dikte                                                                      | 265      |                  |                              |                               |

\* volgens Classificatierapport van Hout Forschung Oostenrijk EN 13501-2 REI 30 - REI 120

binnenzijde ↔ binnenzijde

## BW 01



Binnenwand / zonder montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen | Dikte mm | Brand-veiligheid | Geluids isolatie             | Thermische isolatie       |
|-------------------------------|----------|------------------|------------------------------|---------------------------|
| CLT                           | 100      | REI 60*          | luchtgeluid<br>$R_w > 33$ dB | U - waarde<br>1.1 [W/m²K] |
| Totale dikte                  | 100      |                  |                              |                           |

## BW 01



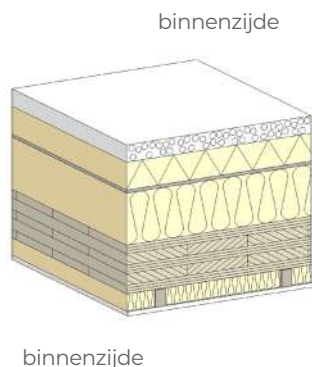
Binnenwand / zonder montagevlak

| Opbouw van buiten naar binnen | Dikte mm | Brand-veiligheid | Geluids isolatie             | Thermische isolatie           |
|-------------------------------|----------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| GFK 2 x 12,5 mm               | 25       | REI 60*          | luchtgeluid<br>$R_w > 38$ dB | U - waarde<br>0.97<br>[W/m²K] |
| CLT                           | 80       |                  |                              |                               |
| GFK 2 x 12,5 mm               | 25       |                  |                              |                               |
| Totale dikte                  | 130      |                  |                              |                               |

binnenzijde ↔ binnenzijde

## D 01

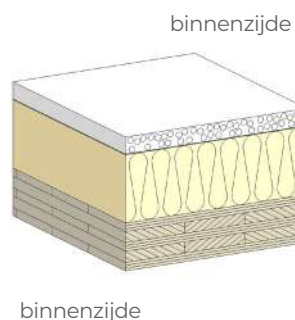
### Woningscheidende wand / zonder montagevlak



| Opbouw van buiten naar binnen                                             | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| gritlaag                                                                  | 50         | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 47$ dB | U - waarde 0.12 [W/m²K] |
| scheidingsvlies [SD < 0,2M]                                               | -          |                  |                           |                         |
| geëxtrudeerd polystyreen                                                  | 80         |                  |                           |                         |
| gebitumineerd dakvilt                                                     | 9          |                  |                           |                         |
| steenwol [0,040; R = 16]                                                  | 150        |                  |                           |                         |
| vochtwering SD > 1500M                                                    | -          |                  |                           |                         |
| <b>CLT of volgens statische eisen</b>                                     | 140        |                  |                           |                         |
| Vuren houten tengels (40/50) op draaibeugel glaswol [0,040; R=16] D=50 mm | 70         |                  |                           |                         |
| brandwerende gipsplaat                                                    |            |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>                                                       | <b>512</b> |                  |                           |                         |

## D 02

### Woningscheidende wand / zonder montagevlak

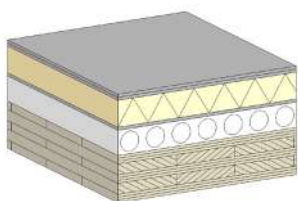


| Opbouw van buiten naar binnen        | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie          | Thermische isolatie     |
|--------------------------------------|------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| gritlaag 16 / 32                     | 50         | REI 60*          | luchtgeluid $R_w > 44$ dB | U - waarde 0.18 [W/m²K] |
| scheidingsvlies                      | -          |                  |                           |                         |
| dakvlies                             | 2          |                  |                           |                         |
| vezelcementplaat 2 x 100 mm          | 200        |                  |                           |                         |
| bitumen dampwerende laag (= nooddak) | -          |                  |                           |                         |
| <b>Totale dikte</b>                  | <b>512</b> |                  |                           |                         |

\* volgens Classificatierapport van Hout Forschung Oostenrijk EN 13501-2 REI 30 - REI 120

binnenzijde ↔ binnenzijde

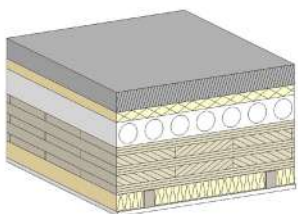
## TW 01



Verdiepingsvloer / droog / geen zwevend plafond

| Opbouw van buiten naar binnen              | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie                                            | Thermische isolatie     |
|--------------------------------------------|------------|------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|
| gipsvezelplaat                             | 10         | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 65$ dB<br>contact-geluid $L_{nTw} 50$ dB | U - waarde 0.38 [W/m²K] |
| Heraklith-vloer (gibsvezelplaat)           | 10         |                  |                                                             |                         |
| Heraklith-vloer (lichte plaat met houtwol) | 75         |                  |                                                             |                         |
| Heralan-TPS 15/13 contactgeluidisolatie    | 13         |                  |                                                             |                         |
| opvulling (split)                          | 50         |                  |                                                             |                         |
| waterkerende folie                         | -          |                  |                                                             |                         |
| <b>CLT</b> (resp. vlg. statische eisen)    | <b>160</b> |                  |                                                             |                         |
| <b>Totale dikte</b>                        | <b>318</b> |                  |                                                             |                         |

## TW 02



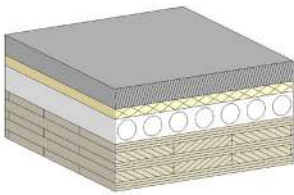
Verdiepingsvloer / nat / geen zwevend plafond

| Opbouw van buiten naar binnen               | Dikte mm     | Brand-veiligheid | Geluids isolatie                                            | Thermische isolatie     |
|---------------------------------------------|--------------|------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|
| cement- / anhydrietlaag                     | 60           | REI 90*          | luchtgeluid $R_w > 62$ dB<br>contact-geluid $L_{nTw} 46$ dB | U - waarde 0.25 [W/m²K] |
| scheidingslaag kunststoffolie               | -            |                  |                                                             |                         |
| contactgeluidsisolatie TDPS 30              | 30           |                  |                                                             |                         |
| opvulling (split) polystyreen (2 / 4)       | 30           |                  |                                                             |                         |
| waterkerende folie                          | -            |                  |                                                             |                         |
| <b>CLT</b>                                  | <b>≥ 140</b> |                  |                                                             |                         |
| Plafondregels 60x27; Lucht (10mm) MW (60mm) | 70           |                  |                                                             |                         |
| brandwerende gipsplaat                      | 12.5         |                  |                                                             |                         |
| <b>Totale dikte</b>                         | <b>373</b>   |                  |                                                             |                         |

binnenzijde ↔ binnenzijde

## TW 03

Verdiepingsvloer / nat / geen zwevend plafond

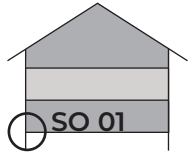


| Opbouw van buiten naar binnen            | Dikte mm   | Brand-veiligheid | Geluids isolatie                                                          | Thermische isolatie           |
|------------------------------------------|------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| cement- / anhydrietlaag                  | 60         | REI 60*          | luchtgeluid<br>$R_w > 60$ dB<br><br>contact-<br>geluid<br>$L_{nTw} 57$ dB | U - waarde<br>0.44<br>[W/m²K] |
| scheidingslaag kunststoffolie            | -          |                  |                                                                           |                               |
| contactgeluidsisolatie TDPS              | 30         |                  |                                                                           |                               |
| opvulling (split) polystyreen (xy 2 / 4) | 60         |                  |                                                                           |                               |
| waterkerende folie                       | -          |                  |                                                                           |                               |
| CLT                                      | ≥ 140      |                  |                                                                           |                               |
| <b>Totale dikte</b>                      | <b>290</b> |                  |                                                                           |                               |



\* volgens Classificatierapport van Hout Forschung Oostenrijk EN 13501-2 REI 30 - REI 120

## Aansluiting bouwonderdelen: aansluiting buitenwand-sokkel

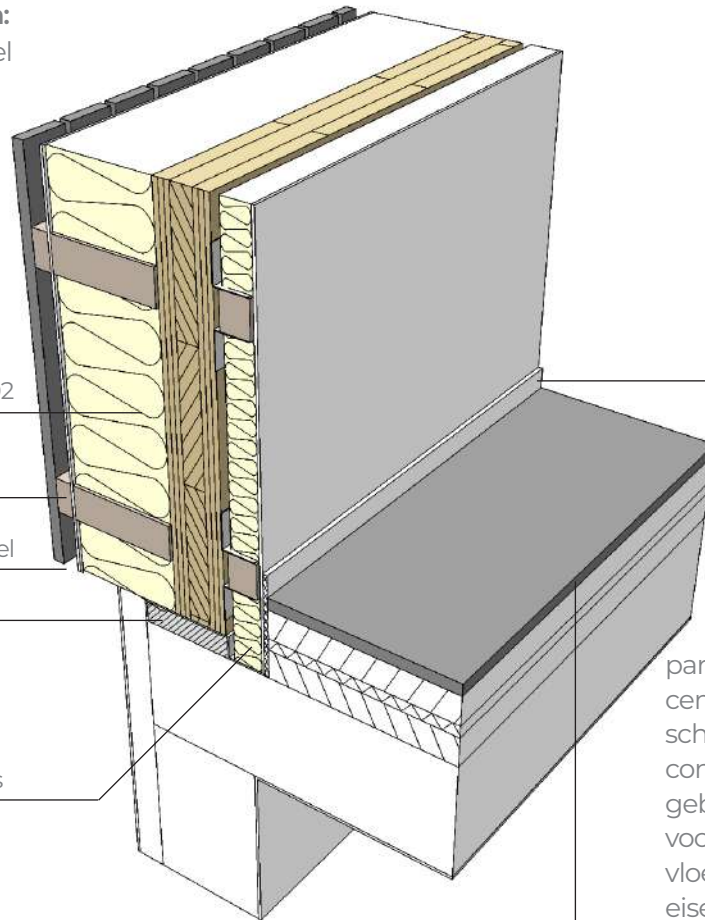


opbouw wand zie  
bouwonderdeel AW02

gevelbevestiging vlg.  
statistische eisen

egalisatie d.m.v. mortel  
vogelgaas

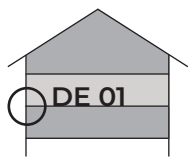
voegnaden afdichten  
tegen convectieverlies



afscheidingsstrook

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| parketvloer                      | 2.0 cm |
| cementlaag                       | 5.0 cm |
| scheidingslaag                   | -      |
| contactgeluidsisolatie           | 2.0 cm |
| gebonden opvulling               | 5.0 cm |
| vochtkering                      | -      |
| vloer gew. beton vlg stat. eisen | 20 cm  |
| binnenpleister                   | 0.5 cm |

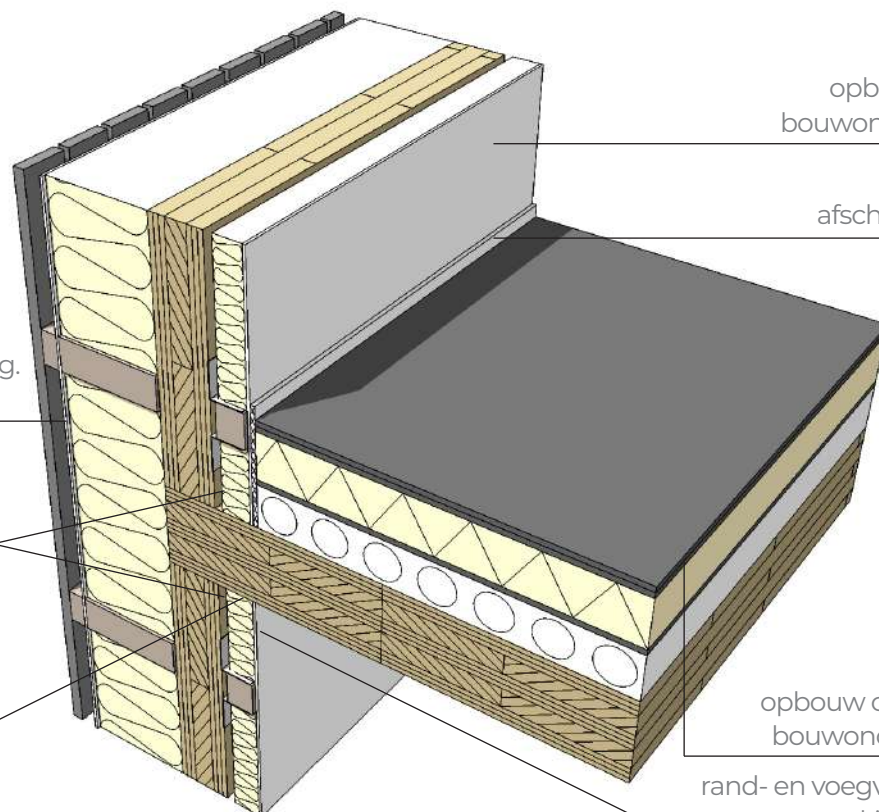
## Aansluiting bouwonderdelen: aansluiting buitenwand-scheidingsvloer



gevelbevestiging vlg.  
statistische eisen

vogelgaas

akoestische  
afscheiding



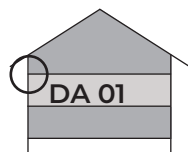
opbouw wand zie  
bouwonderdeel W 02

afscheidingsstrook

opbouw constructie zie  
bouwonderdeel TW 01

rand- en voegvorm conform  
verwerkingsrichtlijnen

## Aansluiting bouwonderdelen: aansluiting buitenwand-schuindak

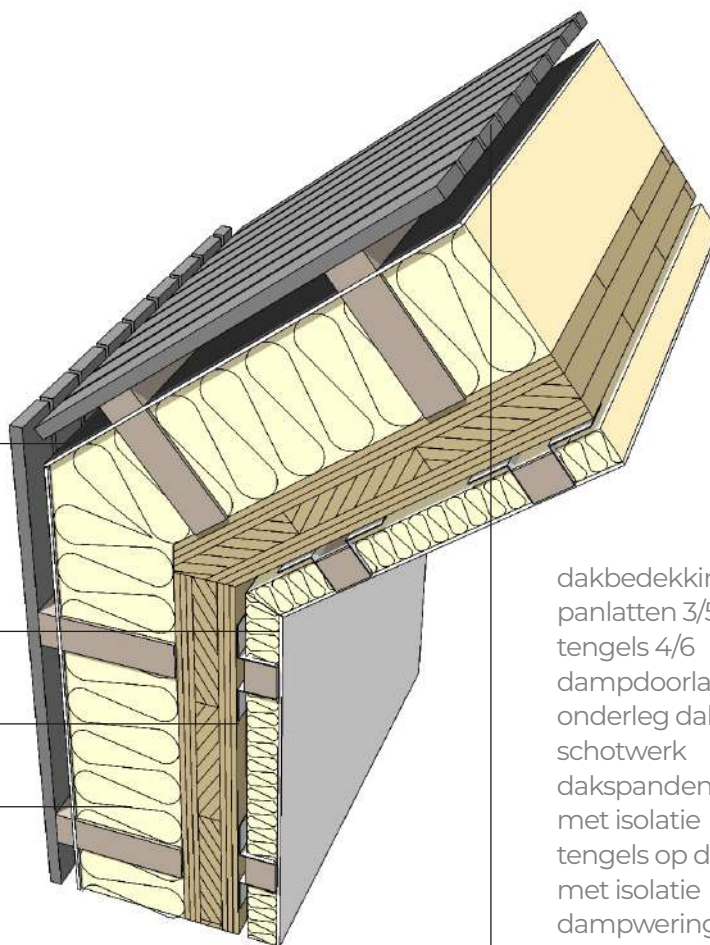


opbouw wand zie  
bouwonderdeel W 02

rand- en voegvorm conform  
verwerkingsrichtlijnen

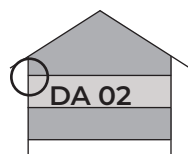
damperende laag aan plaat van  
verlijmd kruislaaghout vastlijmen

opbouw wand zie  
bouwonderdeel W02



|                                                  |        |
|--------------------------------------------------|--------|
| dakbedekking                                     | - cm   |
| panlatten 3/5                                    | 3.0 cm |
| tengels 4/6                                      | 4.0 cm |
| dampdoorlatende<br>onderleg dakfolie             | 20 cm  |
| schotwerk                                        | 2.5 cm |
| dakspanden vlg. stat. eisen<br>met isolatie      | 16 cm  |
| tengels op draaibeugel 4/55.0 cm<br>met isolatie | - cm   |
| dampwering                                       | - cm   |
| brandwerende gipsplaat                           | 1.25cm |

## Aansluiting bouwonderdelen: aansluiting buitenwand-plat dak

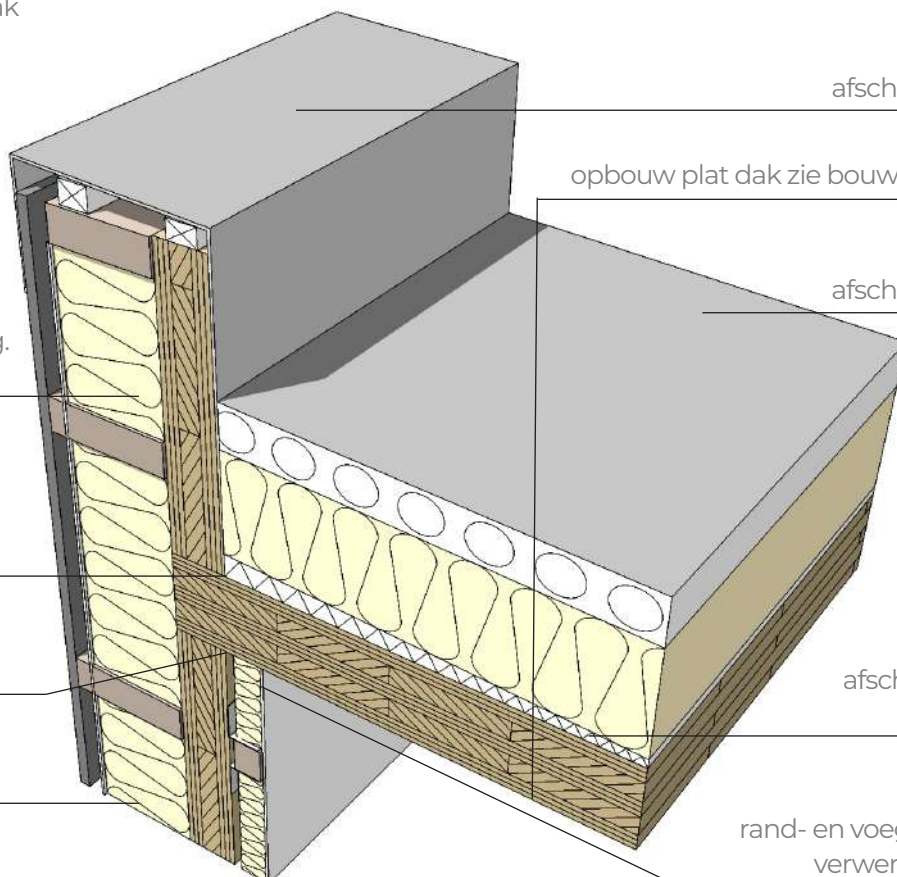


gevelbevestiging vlg.  
statische eisen

akoestische bevestiging  
vlg. statische eisen

voegnaden afdichten tegen  
convectieverlies

opbouw wand zie  
bouwonderdeel W02



afschot minimaal 2%

opbouw plat dak zie bouwonderdeel D 02

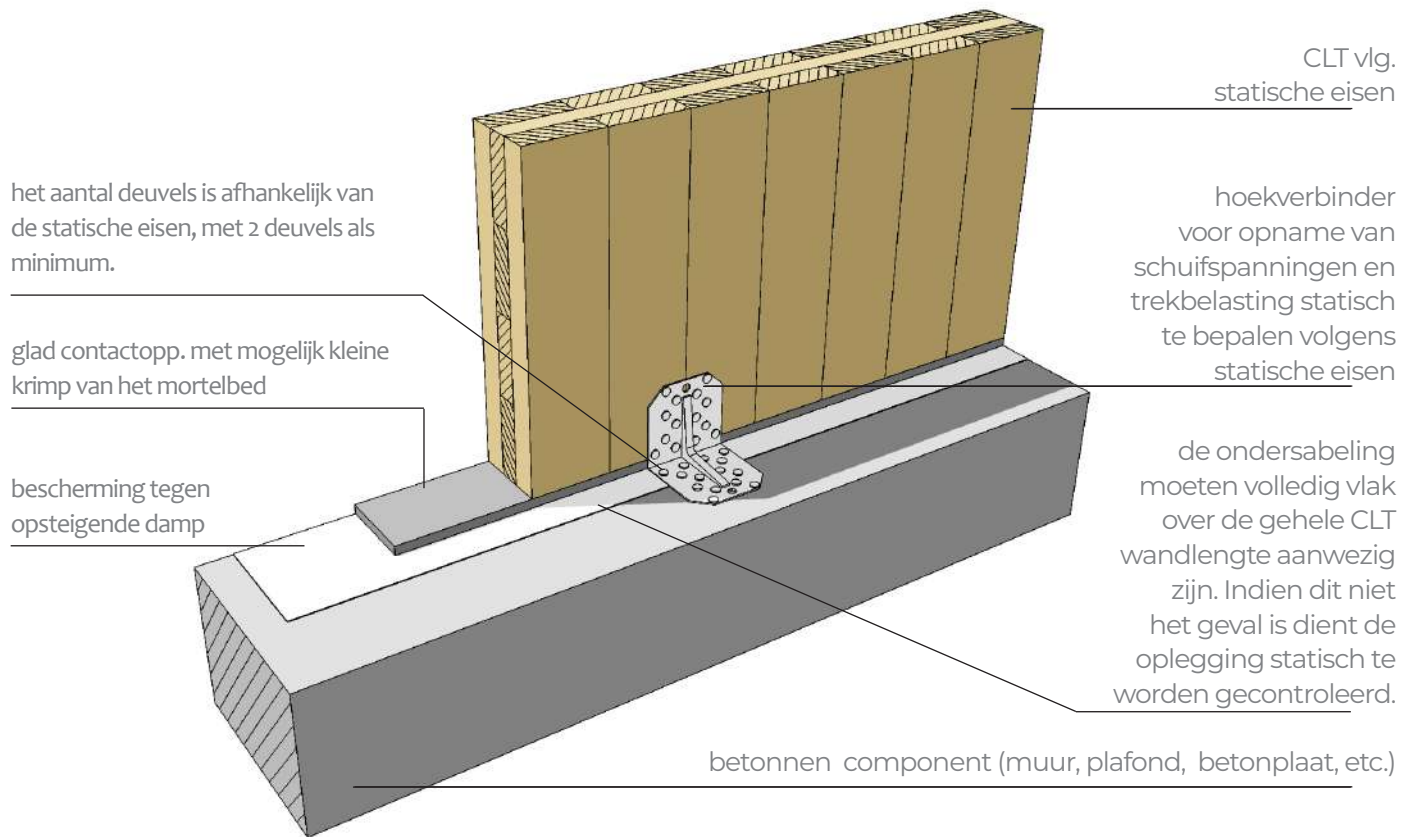
afschot minimaal 2%

afschot nivellerings-  
plaat EPS

rand- en voegvorm conform  
verwerkingsrichtlijnen

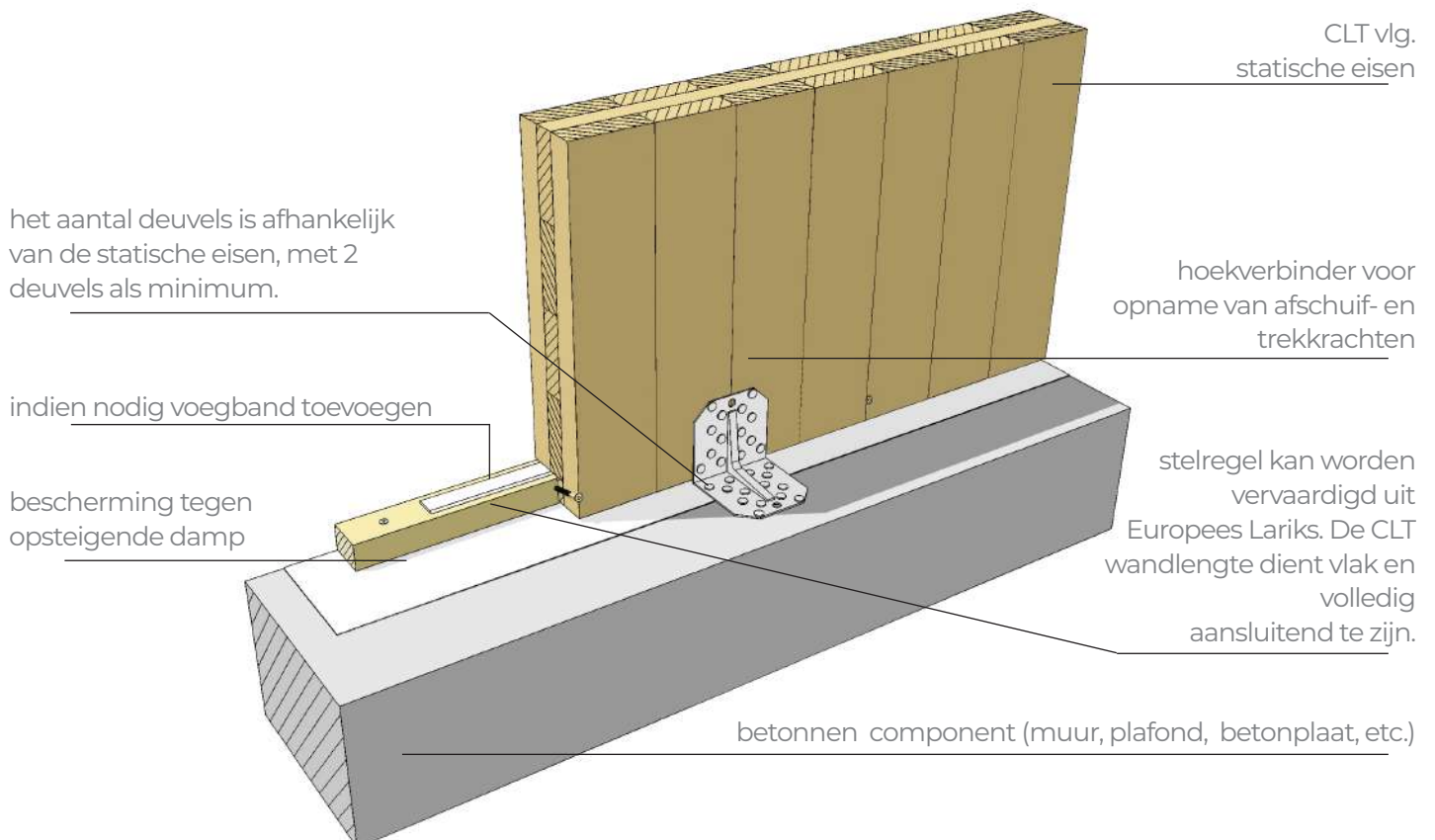
## Verbindingstechniek:

Zonder onderregel



## Verbindingstechniek:

Met onderregel

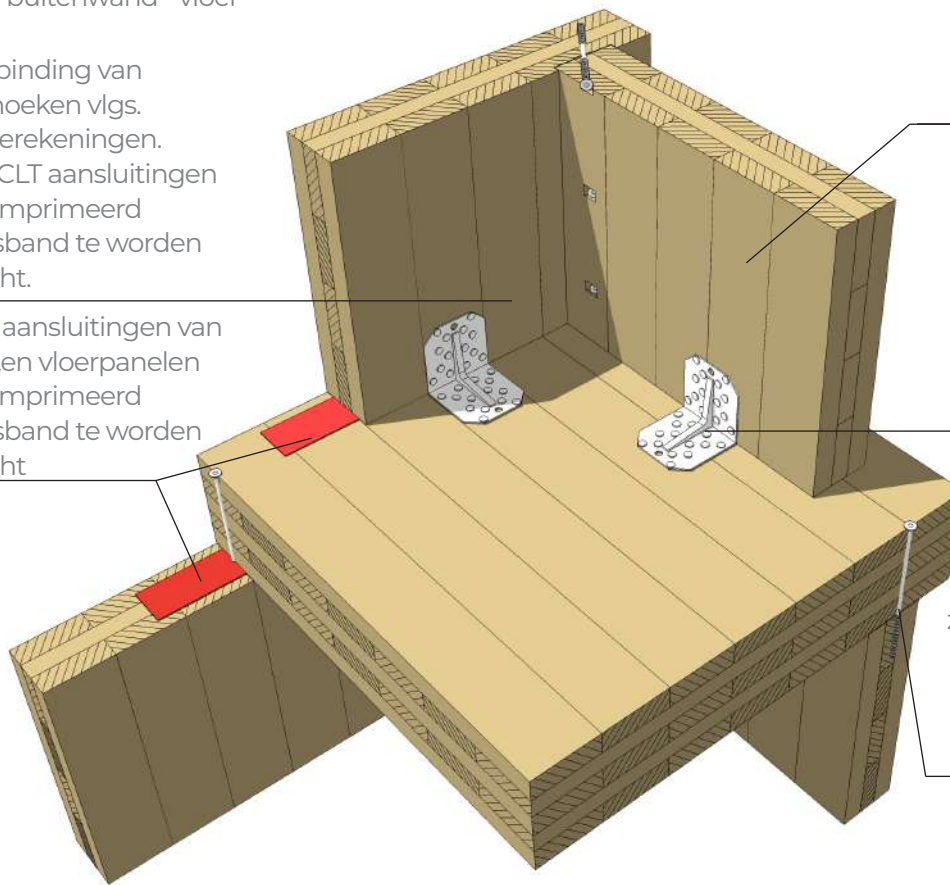


## Verbindingstechniek:

### Buitenwand - buitenwand - vloer

schroefverbinding van CLT wandhoeken vlg. statische berekeningen. Tussen de CLT aansluitingen dient gecompriemd afdichtingsband te worden aangebracht.

tussen alle aansluitingen van CLT wand- en vloerpanelen dient gecompriemd afdichtingsband te worden aangebracht



CLT volgens statische eisen

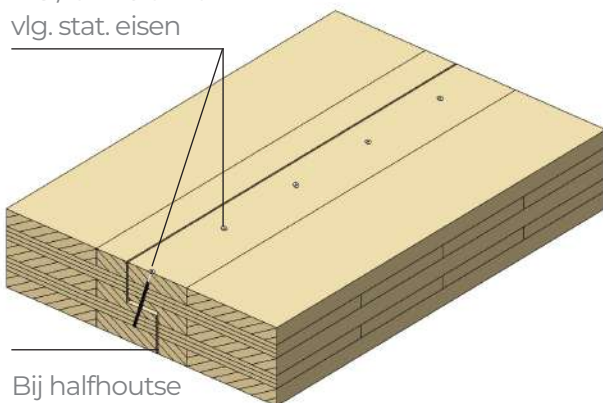
hoekverbinder is benodigd om een statisch effectieve aansluiting tussen CLT wand en vloer te kunnen realiseren voor opname van wind-, schuif- en trekbelastingen

Schroefverbinding tussen CLT vloer- en wandaansluiting kan worden uitgevoerd met zgn. zelfborende schroeven. Type schroef, diameter en h.o.h. afstand ( $e \leq 30\text{cm}$ ) volgens statische berekeningen

## Verbindingstechniek:

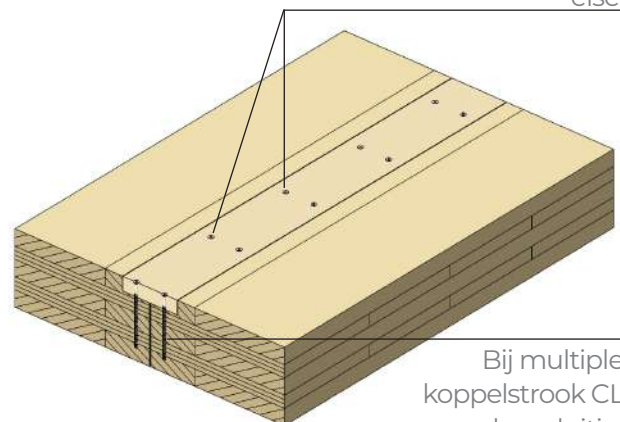
### CLT element aansluiting

zelftappende houten schroeven  
 $M8 / e = 25\text{ cm}$  of vlg. stat. eisen



Bij halfhoutse CLT paneelaansluiting een facet  $3 \times 3$  te voorzien t.b.v. een passende aansluiting

zelftappende houten schroeven  
 $M8 / e = 25\text{ cm}$  of vlg. stat. eisen



Bij multiplex koppelstrook CLT paneelaansluiting een speling van 2 mm te voorzien t.b.v. een passende strakke aansluiting.



**arcon**  
HOUTCONSTRUCTIES



HET HOUTBOUW COLLECTIEF

Arcon bv  
Collseweg 23  
5674 TR Nuenen  
T : 00 (31) 088 02 27 107  
E : [info@arconbv.nl](mailto:info@arconbv.nl)  
W : [www.arconhoutconstructies.nl](http://www.arconhoutconstructies.nl)

Arcon bv participeert  
in Het Houtbouw Collectief.

