



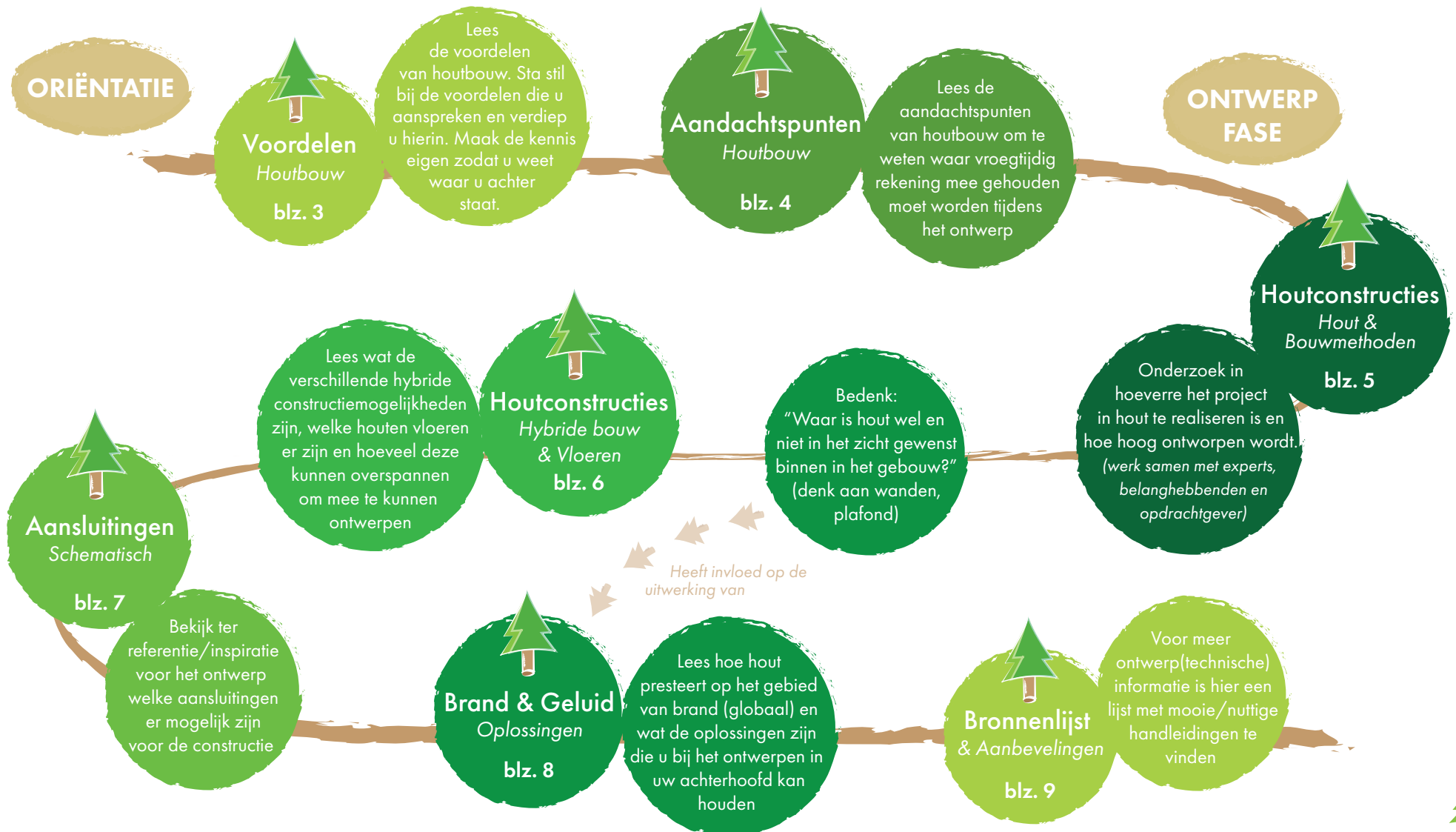
De AHBO-kit:

Architecten HoutBouw Overzicht

INLEIDEND BLAD GEBRUIKSHANDLEIDING & INHOUDSOPGAVE

Voor u ligt de Architecten HoutBouw Overzicht, het eindresultaat van Karina's afstudeeronderzoek. Dit overzicht is gericht op het **ontwerpen van (massief) houten hoofddragconstructies van appartementen**. De AHBO heeft als doel architecten en ontwerpers basis handvaten te geven om meer met hout te kunnen ontwerpen en realiseren. **Het streven: zoveel mogelijk hout toepassen waar dat kan!**

Bij elk project kan overwogen worden of een gebouw met houtbouw realiseerbaar is, of welke onderdelen wel in hout kunnen. In het **stappenplan hieronder** is te zien hoe de AHBO doorlopen kan worden (*dit is een richtlijn*). U kunt dit document zowel digitaal als geprint gebruiken. Op papier kunt u het als **boekje** naast zich houden of op kantoor als **poster** ophangen. Op blz. 9 zijn impressies te zien van hoe het als poster kan worden opgehangen.



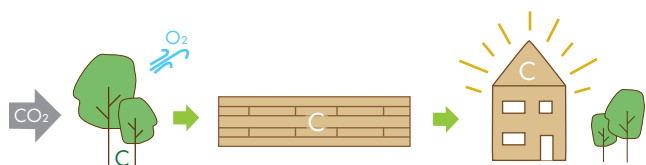
INFORMATIE BLAD VOORDELEN HOUTBOUW

← figurennummering voor bronvermelding, blz. 9

3A

CO₂ opslag

1 m³ hout = ca. 1 ton CO₂



3B

Positieve bijdrage klimaat

- Hout is een **natuurlijk** materiaal en **milieuvriendelijk**
- Meer vraag naar hout = meer bomen planten
- Draagt bij aan behalen van **klimaatdoelen** en *Sustainable Development Goals (SDG)*:



Circulair

Na gebruiksduur/sloop van een gebouw kunnen de houten elementen op verschillende manieren worden **hergebruikt**. Daarbij is het een **hernieuwbaar** materiaal: het groeit en is onderdeel van de natuur.

Licht in gewicht

Constructiehout heeft een licht gewicht van circa 450 tot 650 kg/m³, afhankelijk van de houtsoort. Hierdoor volstaat onder andere een lichtere fundering.

*projectafhankelijk

Prefabricage en kwaliteitsborging

Houtbouw elementen zijn geprefabriceerd in de fabriek en krijgen hierdoor een hoogwaardige kwaliteit. Hout is **makkelijk te bewerken**. In de fabriek kan ruimte voor leidingen en kabels gefreesd worden. **Bouwafval is minimaal** door de maatwerk en prefabricage.

Aardbevingsbestendig

Hout is licht en kan schokken en bevingen goed absorberen. Onder belasting zal hout verbuigen en minder snel breken. Hierom is het veelal aardbevingsbestendig.

Lange levensduur

Een gebouw in hout gaat net als met andere bouwmethoden lang mee; wel een paar honderd jaar (met goed onderhoud)

Minder stikstofuitstoot

Circulair bouwen = minder stikstofuitstoot
Het lichte gewicht van hout leidt tot:

- Lichtere/elektrische kraan voor het tillen van elementen in tegenstelling tot een zware dieselkranen met meer uitstoot
- Lichtere fundering = minder beton en minder zwaar graafwerk
- Op een vrachtwagen kan meer vervoerd worden waardoor vrachtverkeer/aantal verkeersbewegingen minder wordt

*projectafhankelijk

Goed isolerend vermogen

Hout is goed isolerend. Het heeft een lage warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) van circa 0,13 W/m · K, wat gunstig is bij koude bruggen of een energiezuinige woning.

Gezondheid en comfort

Door de warme, natuurlijke uitstraling en werking heeft hout invloed op zowel de lichamelijke als geestelijke gezondheid: het bevordert het welzijn. Kijken naar de houtstructuur kan productiviteit verhogen, werkt **stressverlagend** en helpt tegen depressieve gevoelens. Daarbij draagt hout bij aan comfort door de hoge contacttemperatuur en **vochtregulerende** karakter. Ook wekt het weinig allergische reacties op (hypoallergeen).

OVERZICHTS **BLAD** AANDACHTSPUNTEN HOUTBOUW

Sterkte en stabiliteit

De dragende eigenschappen van hout worden onder andere beïnvloed door de richting van de houtvezels en het vochtgehalte. Hout is in de richting van de vezels namelijk sterker dan loodrecht op de vezels. Dit vraagt vaak extra aandacht voor details.

Bij hoogbouw wordt vaak voor een hybride bouwwijze gekozen waarbij hout en beton (of staal) worden gecombineerd. Dit heeft met name te maken met de stevigheid en stabiliteit bij weersinvloeden (wind), door het lichte gewicht van hout.

Zie blad 5

Kosten

Massieve houtbouw leidt tot circa 10% hogere kosten dan bouwen met andere materialen, maar dit percentage hangt ook af van de manier waarop de kosten worden berekend. Vaak is geen rekening gehouden met kostenbesparingen in bijvoorbeeld de fundering (door licht gewicht hout) en kortere materieelhuur door snelle montagetijd (zoals steigers en kranen).

Gevelmateriaal

Materialen als baksteen, ClickBrick, hout, steenstrips, pleisterwerk en plaatbekleding zijn goed te combineren met houtbouw. Van baksteen zou onderzocht moeten worden tot hoeveel lagen het geschikt is door het gewicht. In het project Dalston Works is het tot tien lagen gelukt (CLT lagen met plint van beton).

Korte montagetijd

Houtbouw is een prefab bouwmethode waardoor de constructie op de bouwplaats snel (droog) kan worden opgebouwd. Dit hangt wel af van de projectgrootte.

Samenwerking met experts

Geadviseerd wordt om experts in houtbouw vroeg in het ontwerpproces te betrekken voor een goed projectverloop en advisering. Denk aan een houtleverancier, constructeur, bouwfysisch adviseur en installateur.

Kruip en vocht

Wees bij hout bewust van het optreden van kruip: de toenemende vervorming van een materiaal bij een aanhoudende belasting (ongewenst). Een constructeur kan hier het beste aan rekenen. Een grote vochtgehalte zorgt dat houtvezels verweken, waardoor de sterkte vermindert. Voor naaldhout wordt uitgegaan van een gemiddeld vochtgehalte van maximaal 12% (klimaatklasse 1).

4A

Uitkragingen

Als richtlijn kan genomen worden dat een uitkragende, doorgaande vloer **maximaal 2 meter kan uitsteken**, omdat de vloer niet voldoende stijf is bij grotere uitkragingen. Om (grotere) uitkragingen te realiseren kan er een **uitwendige constructie** gemaakt worden van kolommen en balken die de balkon- en of galerijplaten dragen (zoals ook bij andere bouwmethoden gedaan wordt).



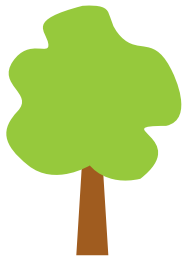
OVERZICHTS BLAD

HOUTCONSTRUCTIES

HOUT & BOUWMETHODEN

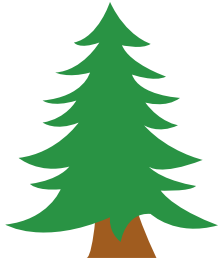
5A

HOUT KENMERKEN



Loofhout (hardhout)

- Bladeren vallen
- Groeit langzamer
- Groter gewicht (ca. 650-1100 kg/m³)
- Hogere druk- en treksterkte
- Bijv. eiken, beuken, azobé, mahonie
- O.a. gevel en kozijn

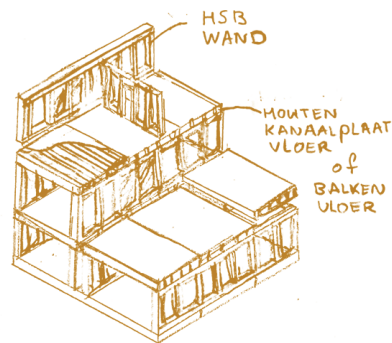


Naaldhout (zachthout)

- Bladeren vallen niet
- Groeit sneller
- Lager gewicht (ca. 450-650 kg/m³)
- Lagere druk- en treksterkte
- Bijv. vuren, grenen, lariks, oregon pine
- **Constructiehout**

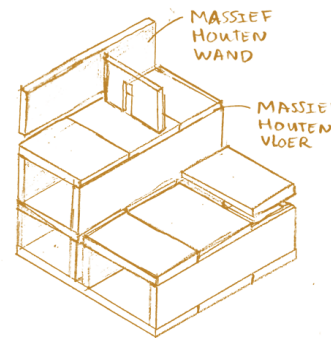
5B

HOUTBOUWMETHODEN



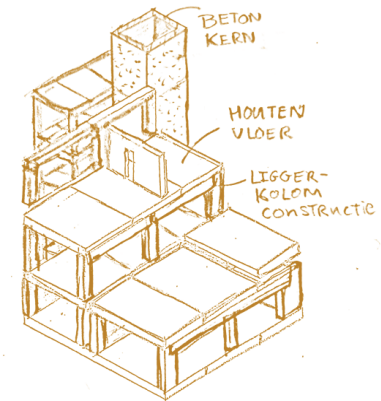
HOUTSKELETBOUW

HSB wand-vloerconstructies bestaande uit: wanden van stijl- en regelwerk, isolatie en afwerkplaten; houten kanaalplaat vloer of balkenvloeren (daartussen isolatie) met daarop plaatmateriaal. Stabiliteit ontleend aan totaal aan verbonden elementen.



MASIEVE HOUTBOUW

Wand-vloerconstructies van massief houten /CLT elementen (kruislaaghout cross-laminated timber). Stabieler dan HSB door de massieve draagstructuur en gekruiste, verlijmden lagen van de houten elementen.



HYBRIDE BOUW

Combineren van bouwmethoden om de hoofd-draagconstructie van een gebouw te realiseren. Als basis vaak een constructie van gelamineerde houten (glulam) liggers en kolommen en/of houten vloeren en wanden. Gecombineerd met bijvoorbeeld beton- of staalconstructies.

Zie ook 6A

MAATGEVENDE BELASTING



GEBOUWVORM

Kelder

Laagbouw

Verdiepingbouw

Hoogbouw

LAGEN

Ondergronds

1 of 2 lagen

3 of 4 lagen

+4 lagen

MAATGEVENDE BELASTING

Grond- en waterdruk

Regen- en sneeuwbelasting

Vloerbelasting

Windbelasting

RICHTLIJN AANTAL TE BOUWEN LAGEN

HOUTSKELETBOUW

MASIEVE HOUTBOUW

HYBRIDE BOUW

MAXIMAAL AANTAL LAGEN

Ca. 4 - 6 lagen

Ca. 10 lagen

Ca. 21 lagen

MAATGEVENDE BELASTING

Vloerbelasting

Windbelasting

Windbelasting



OVERZICHTS BLAD

HOUTCONSTRUCTIES

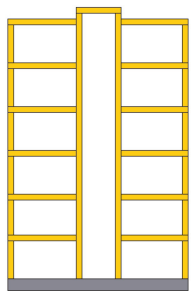
HYBRIDE BOUW & VLOEREN

6A

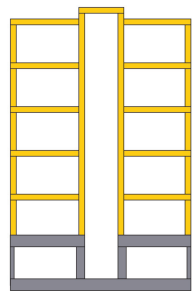
VARIANTEN HYBRIDE BOUW

Veelvoorkomende varianten van hybride houten constructies met beton:

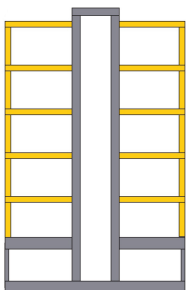
- o Betonnen plint; vaak voor commerciële ruimten, kantoren en/of parkeergarage. Scheiden van de appartementen/verschillende functies ook voor brand- en geluidseisen
- o Betonnen kern; vooral voor stabiliteit hoogbouw
- o Betonnen vloeren op bovenste verdiepingsvloeren; voor stabiliteit hoogbouw



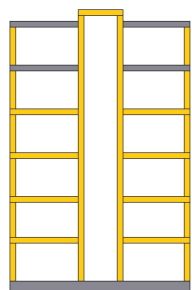
Volledig houten constructie



Houten constructie op betonnen basisplint



Houten constructie op betonnen basisplint, met betonnen kern



Houten constructie met betonnen vloeren op bovenste verdiepingen

6B

SOORTEN HOUTEN VLOEREN

CLT

Opgebouwd uit kruislings gelamineerde houten planken



KERTO-RIPA

Opgebouwd uit LVL platen (laminated veneer lumber)



LIGNATUR

Opgebouwd houten planken die met elkaar verlijmd zijn



HBV DECKEN

Holz-Beton-Verbund; Compleet prefab element van CLT en daarop beton



VERGELIJKING VAN VLOEREN



CLT



KERTO-RIPA T



KERTO-RIPA BOX



LIGNATUR



HBV

| | CLT | KERTO-RIPA T | KERTO-RIPA BOX | LIGNATUR | HBV |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Max. lengte [m] | 25 | 20 | 20 | 16 | 10,2 |
| Breedten [m] | max. 4,5 | 2,4 (0,6 - 2,5*) | 2,4 (0,6 - 2,5*) | 1,0 | 2,5 - 3,0 |
| Dikten/hoogten [mm] | 60 - 500 | 100 - 600 | 100 - 600 | 90 - 480 | max. 320 |
| Max. overspanning [m] | 7 | 8,8 | 10,2 | 10 | 7,90 |
| Dikte bij max. overspanning [mm] | 240 | 630 | 660 | 480 | 320 |
| Dikte bij overspanning van ca. 5 meter | 5 m: 170 mm | 5,6 m**: 330 mm | 5,8 m**: 260 mm | 5 m: 180 mm | 5,45 m**: 200 mm |
| Gunstig | Massa/geluid Vloerdikte Kleine leidingen | Overspanning Isolatie Leidingen | Overspanning Isolatie Leidingen | Overspanning Isolatie Akoestiek | Massa/geluid Vloerdikte |
| Minder gunstig | Lagere overspanning | Contactgeluid Vloerdikte | Contactgeluid Vloerdikte | Contactgeluid Vloerdikte | Installaties/ leidingen |
| Vergelijkingscore voor appartementen | + | - | - | +/- | + |

Conclusie: CLT en HBV-Decke zijn meest geschikt voor appartementen

*Optioneel naast standaardbreedte
**Tabel geeft dit als laagste waarde

REFERENTIE BLAD

AANSLUITINGEN

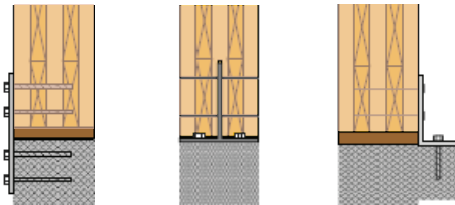
SCHEMATISCH

Om meer een beeld te krijgen van basisaansluitingen en mogelijkheden zijn op dit blad enkele opties weergegeven. Er zijn veel aansluitingen mogelijk en hiervoor bestaan mooie handleidingen (design manuals) met technische details. Zie blad 9 voor de aanbevolen manuals.

7A

WAND-BETON AANSLUITING

Staalprofielen



Plaat

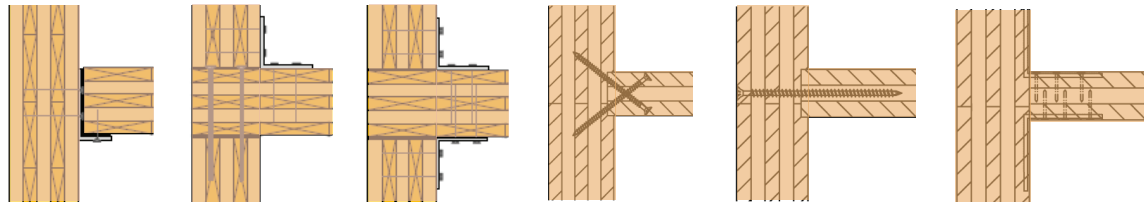
Schoen
(ook mogelijke met
houten verdiepingsvloer)

Beugel

7B

VLOER-WAND AANSLUITING

Schroeven en staalprofielen



Oplegging met
L-profiel

Wandoplegging
met schroeven en
hoekverbinder

Wandoplegging
met hoekverbinders

Stootverbinding
met uitgespaarde
hoekverbinders

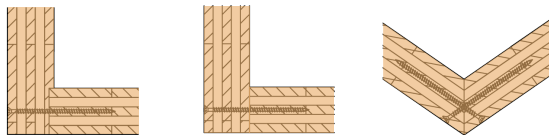
Uitgespaarde stoot-
verbinding met schroeven
onder een hoek

Uitgespaarde stoot-
verbinding met
schroeven loodrecht

7C

WAND-WAND AANSLUITING

Schroeven



Uitgespaarde
wandverbinding

Loodrechte
stootverbinding

Schuine
stootverbinding

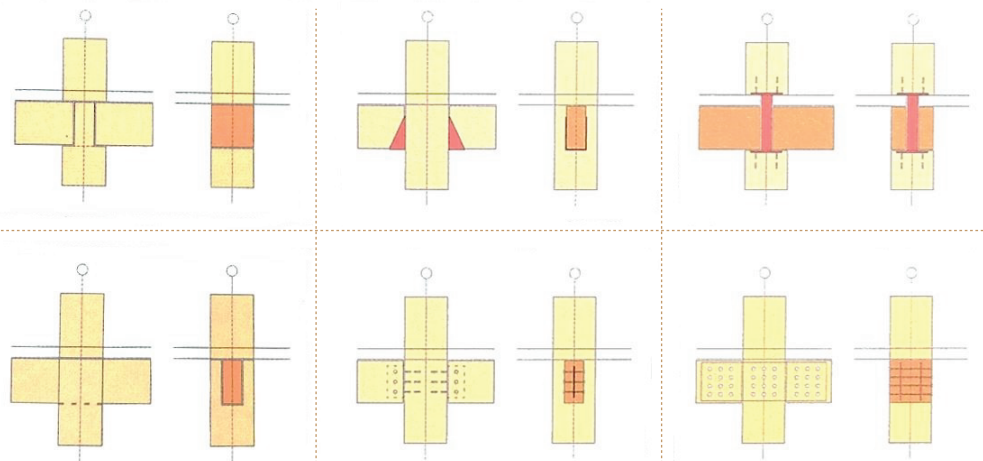
7E

LIGGER-KOLOM AANSLUITING

Opstapeling
Bepaalde capaciteit

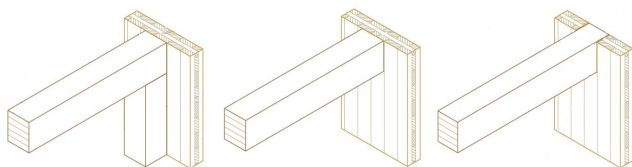
Simpele staalverbindingen
Middelmatige capaciteit

Verbeterde staalverbindingen
Hoge capaciteit



7D

LIGGER-WAND AANSLUITING



Liggend op een kolom

Hangend aan de wand

Op uitsparing in de wand

BOUWFYSISCH BLAD BRAND & GELUID OPLOSSINGEN

BRAND

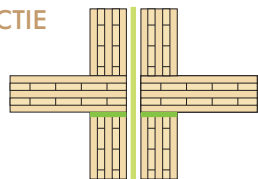
Het brandgedrag van hout is voorspelbaar; er treed namelijk carbonisatie op. De meeste houtsoorten hebben brandklasse D, en zwaardere houtsoorten klasse C. Bij een brandcompartiment wordt klasse D of hoger vereist, en bij trappenhuisen klasse B. Hierom moeten er maatregelen genomen worden (zie vlak 8C en 8D). CLT dat onafgewerkt/niet geïmpregneerd is heeft brandklasse D-s2-d0:

D = goed brandbaar
s2 = ondoorzichtige rook productie (smoke)
d0 = geen brandende of hete druppel vorming (droplet)

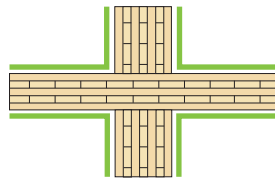


8B

CONSTRUCTIE



Of



Ontkoppelen van constructie, isoleren en dempend vilt tussen onderdelen

Doos-in-doos door alle zijden te isoleren en af te werken

8D

WAND OPLOSSINGEN

VLOER OPLOSSINGEN

✓ = oplossing voor [...]
+/- = afhankelijk van de uitvoering



Overdimensioneren



Impregneren of coaten

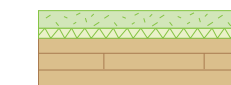


Isolatie, afwerkplaat of voorzetwand

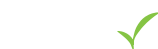
BRANDVEILIGHEID

AKOESTIEK

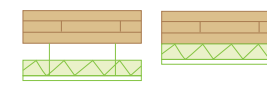
HOUT IN ZICHT



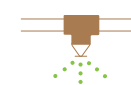
(Zwevende) Dekvloer



Plafond



Verlaagd plafond/isolatie



Sprinklers



Plafond +/-

8A

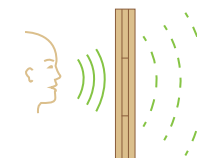
GELUID

Hout is licht, waardoor het sneller trilt. Bij appartementen is belangrijk dat de ene bewoner niet de ander voelt trillen als er op gelopen wordt. Om trillingen in de constructie te verminderen wordt ook geadviseerd om constructieonderdelen te ontkoppelen (zie 8B).

Voor vloeren wordt een met name een dekvloer geadviseerd omdat dit de meeste massa creëert. Daarbij leggen bewoners vaak nog een vloerafwerking. Met een dekvloer kan er nog wel naar een houten plafond gekeken worden.

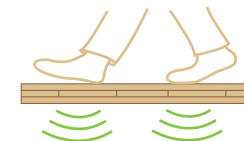
Een enkele CLT wand van 100 mm dik heeft een luchtgeluidsweerstand (Rw) van circa 34 dB. Dit voldoet niet aan het minimum van 52 dB en hiervoor zijn oplossingen als isolatie en gipskartonplaat geschikt (zie 8C en 8D).

Luchtgeluid



Eis: Rw/ isolatie min. 52 dB

Contactgeluid



Eis: Lw/ niveau max. 54 dB

8C

VERGELIJKING WANDPAKKETTEN

| CLT WANDEN (WONINGSCHIEDEND) | + MINERALE WOL | + MINERALE WOL + GIPSKARTONPLAAT | + MINERALE WOL + GIPSKARTONPLAAT + VOORZETWAND |
|------------------------------|----------------|----------------------------------|--|
| Pakketdikte [mm] | 230 | 255 | 305 |
| Brandweerstand | REI 60 | REI 90 | REI 90 |
| Geluidsisolatie/Rw | 48 dB | 56 dB | 62 dB |

AFSLUITEND BLAD BRONNENLIJST & AANBEVELINGEN

BRONNENLIJST VAN FIGUREN

Sommige figuren zijn direct overgenomen van de bron; of volledig ontworpen en geïllustreerd door K. Sultan; of zijn afgeleid/geïnspireerd vanuit een bron en puur voor de huisstijl van de AHBO anders geïllustreerd (door K. Sultan). De bronnen per blad- en figuurnummer:

BLAD 3 | Voordelen - Houtbouw

- 3A Geïllustreerd door K. Sultan o.b.v. "Lignatuur werkboek 2014-1"
- 3B SDG Nederland

BLAD 4 | Aandachtspunten - Houtbouw

- 4A "Balconies and CLT" - Urban

BLAD 5 | Houtconstructies - Hout & Bouwmethoden

- 5A Geïllustreerd door K. Sultan
- 5B Handgetekend door K. Sultan

BLAD 6 | Houtconstructies - Hybride bouw & Vloeren

- 6A "Bouwen met CLT – zes lessen uit de praktijk van Urban Climate Architects" - Architectenweb
- 6B V.l.n.r. "Cross Laminated Timber" - Technology in Architecture; MetsäWood; LIGNATUR; MMK Holz-Beton-Fertigteile

BLAD 7 | Aansluitingen - Schematisch









- 7A "Canadian CLT Handbook" - FPIInnovations (2019)
- 7B Zie bron 7A en 7C
- 7C "DERIX_X_Lam_Brosch_NL_2020_02_WEB" - Derix (2020)
- 7D "02 Technical Folder Stora Enso Building Solutions CLT" - Stora Enso (2015)
- 7E "Tomorrow's Timber" - Van der Lugt & Harsta (2020), illustratie door adviesbureau Lünig

BLAD 8 | Brand & Geluid - Oplossingen

- 8A Geïllustreerd door K. Sultan o.b.v. "Soundproofing for CLT by Stora Enso" - Stora Enso (2020)
- 8B Geïllustreerd door K. Sultan o.b.v. "Tomorrow's Timber" - Van der Lugt & Harsta (2020)
- 8C Geïllustreerd door K. Sultan o.b.v. "Ontwerpen met CLT - Technische handleiding 2019" - Laminated Timber Solutions (2019)
- 8D Geïllustreerd door K. Sultan

DE AHBO ALS POSTER









Op A4 prettig mee te nemen
Op A3 prettiger leesbaar
(met name als poster)

| | |
|---|---|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

8x A4 = A1
8x A3 = A0

8x A4 of A3



| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

AANBEVOLEN TECHNISCHE/DESIGN MANUALS

Stora Enso:

- *Building Systems by Stora Enso - Residential Multi-storey Buildings (2016)*
- *02 Technical Folder Stora Enso Building Solutions CLT (2012/2015)*
- *Building Systems by Stora Enso - 3 – 8 Storey Modular Element buildings (2016)*

KLH:

- *Component Catalogue for Multi-storey Residential Buildings (2012)*
- *Component Catalogue for Cross Laminated Timber Structures (2012)*

FPIInnovations: *Canadian CLT Handbook (2019)*

Laminated Timber Solutions: *Ontwerpen met CLT - Technische handleiding 2019*

Waugh Thistleton Architects: *100 Projects UK CLT (2018)*

Swan Housing Association & Waugh Thistleton Architects: *NU Build Modular Design Guide (2019)*

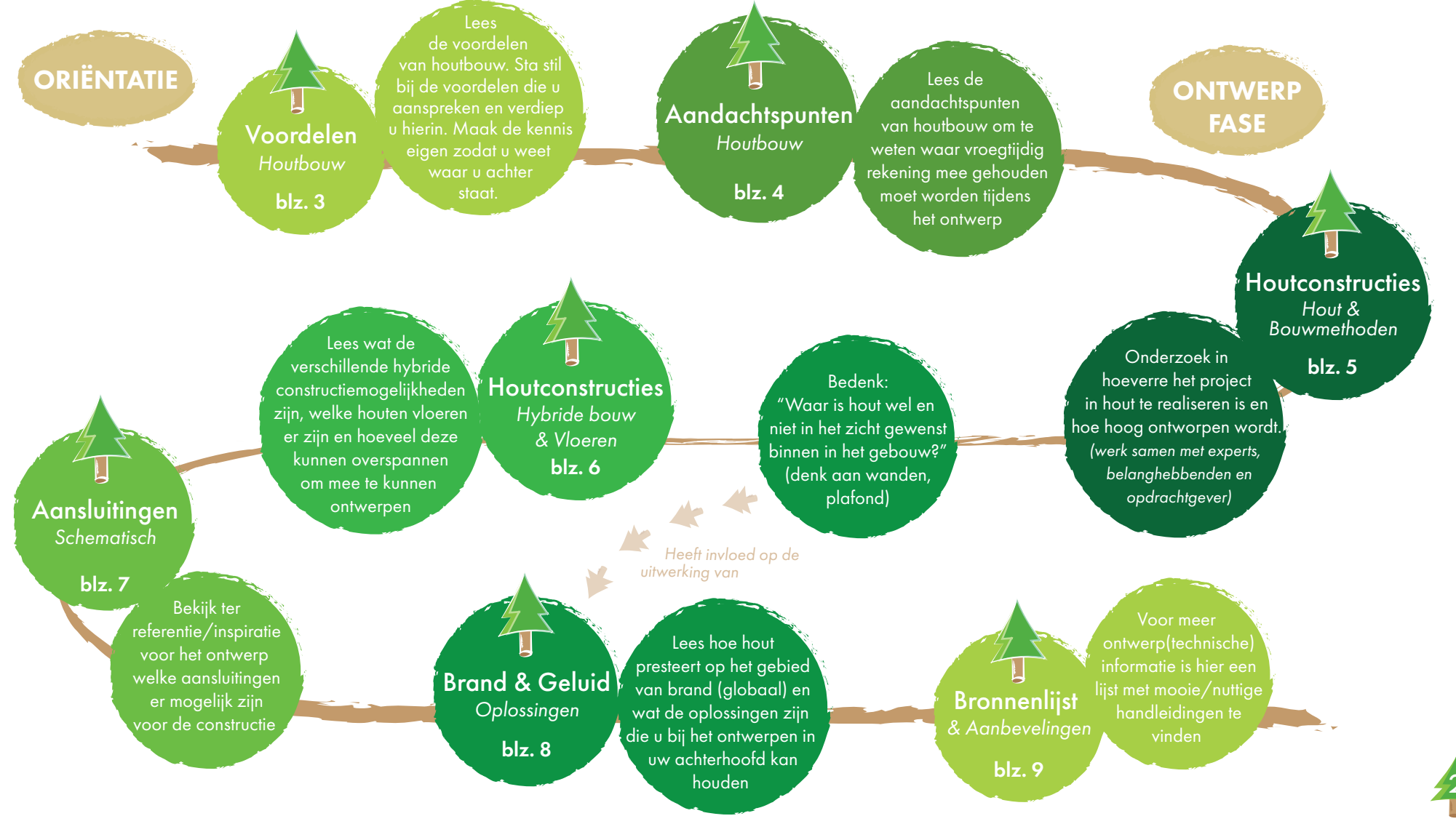


INLEIDEND BLAD
GEBRUIKSHANDLEIDING & INHOUDSOPGAVE

Voor u ligt de Architecten HoutBouw Overzicht, het eindresultaat van Karina's studieonderzoek. Dit overzicht is gericht op het ontwerpen van (massief) houten hoofddragestructures van appartementen. De AHBO heeft als doel architecten en ontwerpers basis handvaten te geven om meer met hout te kunnen ontwerpen en realiseren. **Het streven: zoveel mogelijk hout toepassen waar dat kan!**

Bij elk project kan overwogen worden of een gebouw met houtbouw realiseerbaar is, of welke onderdelen wel in hout kunnen. In het stappenplan hieronder is te zien hoe de AHBO doorlopen kan worden (zie ook 101p.101p). U kunt dit document zowel digitaal als geprint gebruiken. Op papier kunt u het als boekje naast zich houden of op kantoor als poster ophangen. Op blz. 9 zijn impressies te zien van hoe het als poster kan worden opgehangen.

De AHBO-kit:
Architecten HoutBouw Overzicht



INFORMATIE BLAD
VOORDELEN HOUTBOUW

CO₂ opslag
1 m³ hout = ca. 1 ton CO₂

Positieve bijdrage klimaat

- Hout is een natuurlijk materiaal en milieuvriendelijk
- Meer vraag naar hout = meer bomen planten
- Draagt bij aan behalen van klimaatdoelen en Sustainable Development Goals (SDG):

Circulair

Na gebruiksduur/sloop van een gebouw kunnen de houten elementen op verschillende manieren worden hergebruikt. Daarbij is het een hernieuwbaar materiaal: het groeit en is onderdeel van de natuur.

Licht in gewicht

Constructiehout heeft een licht gewicht van circa 450 tot 650 kg/m³, afhankelijk van de houtsoort. Hierdoor volstaat onder andere een lichtere fundering.

Prefabricage en kwaliteitsborging

Houtbouw elementen zijn geprefabriceerd in de fabriek en krijgen hierdoor een hoogwaardige kwaliteit. Hout is makkelijk te bewerken. In de fabriek kan ruimte voor leidingen en kabels gefreesd worden. Bouwfal is minimaal door de maatwerk en prefabricage.

Aardbevingsbestendig

Hout is licht en kan schokken en bevingen goed absorberen. Onder belasting zal hout verbuigen en minder snel breken. Hierom is het veelal aardbevingsbestendig.

Lange levensduur

Een gebouw in hout gaat net als met andere bouwmethoden lang mee; wel een paar honderd jaar (met goed onderhoud).

Minder stikstofuitstoot

Circulair bouwen = minder stikstofuitstoot. Het lichte gewicht van hout leidt tot:

- Lichtere/elektrische kraan voor het tillen van elementen in tegenstelling tot een zware dieselmotor met meer uitstoot
- Lichtere fundering = minder beton en minder zwaar graafwerk
- Op een vrachtwagen kan meer vervoerd worden waardoor vrachtverkeer/aantal verkeersbewegingen minder wordt

Goed isolerend vermogen

Hout is goed isolerend. Het heeft een lage warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) van circa 0,13 W/m·K, wat gunstig is bij koude bruggen of een energiezuinige woning.

Gezondheid en comfort

Door de warme, natuurlijke uitstraling en werking heeft hout invloed op zowel de lichamelijke als geestelijke gezondheid: het bevordert het welzijn. Kijken naar de houtstructuur kan productiviteit verhogen, werkt stressverlagend en helpt tegen depressieve gevoelens. Daarbij draagt hout bij aan comfort door de hoge contacttemperatuur en vochtregulerende karakter. Ook wekt het weinig allergische reacties op (hypoallergeen).

OVERZICHTS BLAD
AANDACHTSPUNTEN HOUTBOUW

Sterkte en stabiliteit

De dragende eigenschappen van hout worden onder andere beïnvloed door de richting van de houtvezels en het vochtgehalte. Hout is in de richting van de vezels namelijk sterker dan loodrecht op de vezels. Dit vraagt vaak extra aandacht voor details.

Gevelmateriaal

Materialen als baksteen, ClickBrick, hout, steenstrips, pleisterwerk en plaatbekleding zijn goed te combineren met houtbouw. Van baksteen zou onderzocht moeten worden tot hoeveel lagen het geschikt is door het gewicht. In het project Dalston Works is het tot tien lagen gelukt (CLT lagen met plint van beton).

Korte montagetijd

Houtbouw is een prefab bouwmethode waardoor de constructie op de bouwplaats snel (droog) kan worden opgevoerd. Dit hangt wel af van de projectgrootte.

Samenwerking met experts

Geadviseerd wordt om experts in houtbouw vroeg in het ontwerpproces te betrekken voor een goed projectverloop en advisering. Denk aan een houtleverancier, constructeur, bouwtechnisch adviseur en installateur.

Kruip en vocht

Wees bij hout bewust van het optreden van kruip: de toename van vervorming van een materiaal bij een aanhoudende belasting (ongewenst). Een constructeur kan hier het beste aan rekenen. Een grote vochtgehalte zorgt dat houtvezels verduken, waardoor de sterkte vermindert. Voor naalddhout wordt uitgegaan van een gemiddeld vochtgehalte van maximaal 12% (klimaatklasse 1).

Uitkragingen

Als richtlijn kan genomen worden dat een uitkragende, doorgaande vloer maximaal 2 meter kan uitsteken, omdat de vloer niet voldoende stijf is bij grotere uitkragingen. Om (grotere) uitkragingen te realiseren kan een uitwendige constructie gemaakt worden van kolommen en balken die de balkon- of galerijplaten dragen (zoals ook bij andere bouwmethoden gedaan wordt).

OVERZICHTS BLAD
HOUTCONSTRUCTIES HOUT & BOUWMETHODEN

HOUT KENMERKEN

Loofhout (hardhout)

- Bladeren vallen
- Groeit langzamer
- Groter gewicht (ca. 650-1100 kg/m³)
- Hogere druk- en treksterkte
- Bijv. eiken, beuken, azobé, mahonie
- O.a. gevel en kozijn

Naalddhout (zachthout)

- Bladeren vallen niet
- Groeit sneller
- Lager gewicht (ca. 450-650 kg/m³)
- Lagere druk- en treksterkte
- Bijv. vuren, grenen, lariks, Oregon pine
- Constructiehout

HOUTBOUWMETHODEN

HOUTSKELET BOUW
HSB wand-vloerconstructies bestaande uit wanden van stijl- en regelwerk, isolatie en afwerkplaten; houten kanaalplaat vloer of balkenvloeren (daartussen isolatie) met daarop plaatmateriaal. Stabiliteit ontleend aan totaal aan verbonden elementen.

MASSIEVE HOUTBOUW
Wand-vloerconstructies van massief houten / CLT elementen (kruislaaghout cross-laminated timber). Stabieler dan HSB door de massieve draagstructuur en gekruiste, vertijdige lagen van de houten elementen.

HYBRIDE BOUW
Combineren van bouwmethoden om de hoofd-draagconstructie van een gebouw te realiseren. Als basis vaak een constructie van gelamineerde houten (glulam) liggers en kolommen en/of houten vloeren en wanden. Gecombineerd met bijvoorbeeld beton- of staalconstructies.

MAATGEVENDE BELASTING

| GEBOUWVORM | Kelder | Laagbouw | Verdiepingbouw | Hoogbouw |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|----------------|---------------|
| LAGEN | Ondergronds | 1 of 2 lagen | 3 of 4 lagen | +4 lagen |
| MAATGEVENDE BELASTING | Grond- en waterdruk | Regen- en sneeuwbelasting | Vloerbelasting | Windbelasting |

RICHTLIJN AANTAL TE BOUWEN LAGEN

| | HOUTSKELETBOUW | MASSIEVE HOUTBOUW | HYBRIDE BOUW |
|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| MAXIMAAL AANTAL LAGEN | Ca. 4 - 6 lagen | Ca. 10 lagen | Ca. 21 lagen |
| MAATGEVENDE BELASTING | Vloerbelasting | Windbelasting | Windbelasting |

OVERZICHTS BLAD
HOUTCONSTRUCTIES HYBRIDE BOUW & VLOEREN

VARIANTEN HYBRIDE BOUW

Veelvoorkomende varianten van hybride houten constructies met beton:

- Betonnen plint; vaak voor commerciële ruimten, kantoren en/of parkeergarage. Scheiden van de appartementen/verschillende functies ook voor brand- en geluidseisen
- Betonnen kern; vooral voor stabiliteit hoogbouw
- Betonnen vloeren op bovenste verdiepingvloeren; voor stabiliteit hoogbouw

VERGELIJKING VAN VLOEREN

| | CLT | KERTO-RIPA T | KERTO-RIPA BOX | LIGNATUR | HBV |
|--|---|-----------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| Max. lengte [m] | 25 | 20 | 20 | 16 | 10,2 |
| Breedten [m] | max. 4,5 | 2,4 (0,6 - 2,5*) | 2,4 (0,6 - 2,5*) | 1,0 | 2,5 - 3,0 |
| Dikten/hoogten [mm] | 60 - 500 | 100 - 600 | 100 - 600 | 90 - 480 | max. 320 |
| Max. overspanning [m] | 7 | 8,8 | 10,2 | 10 | 7,90 |
| Dikte bij max. overspanning [mm] | 240 | 630 | 660 | 480 | 320 |
| Dikte bij overspanning van ca. 5 meter | 5 m: 170 mm | 5,6 m*: 330 mm | 5,8 m*: 260 mm | 5 m: 180 mm | 5,45 m*: 200 mm |
| Gunstig | Massie/geluid Vloerdikte Kleine leidingen | Isolatie Leidingen | Overspanning Isolatie Leidingen | Overspanning Isolatie Akoestiek Vloerdikte | Massie/geluid Vloerdikte |
| Minder gunstig | Lagere overspanning | Contactgeluid Vloerdikte | Contactgeluid Vloerdikte | Contactgeluid Vloerdikte | Installatie/leidingen |
| Vergelijkingscore voor appartementen | + | - | - | +/- | + |

Conclusie: CLT en HBV-Decke zijn meest geschikt voor appartementen

*Optioneel naar standaardbreedte
**Tabel geeft dikte als laagste waarde

REFERENTIE BLAD
AANSLUITINGEN SCHEMATISCH

Om meer een beeld te krijgen van basisaansluitingen en mogelijkheden zijn op dit blad enkele opties weergegeven. Er zijn veel aansluitingen mogelijk en hiervoor bestaan mooie handleidingen (design manuals) met technische details. Zie blad 9 voor de aanbevolen manuals.

7A WAND-BETON AANSluitING
Staalprofielen

7B VLOER-WAND AANSluitING
Schroeven en staalprofielen

7C WAND-WAND AANSluitING
Schroeven

7D LIGGER-WAND AANSluitING

7E LIGGER-KOLOM AANSluitING

Opstapeling: Bepaalde capaciteit
Simpel staalverbindingen: Middelmattige capaciteit
Verbeterde staalverbindingen: Hoge capaciteit

BOUWFYSISCH BLAD
BRAND & GELUID OPLOSSINGEN

BRAND

Het brandgedrag van hout is voorspelbaar; er treedt namelijk carbonisatie op. De meeste houtsoorten hebben brandklasse D, en zwaardere houtsoorten klasse C. Bij een brandcompartiment wordt klasse D of hoger vereist, en bij trappehuizen klasse B. Hierom moeten er maatregelen genomen worden (zie vlak 8C en 8D). CLT dat onafgewerkt/niet geprepareerd is heeft brandklasse D-s2-d0.

D = goed brandbaar
s2 = ondoorzichtige rook productie (smoke)
d0 = geen branddrade of hete druppel vorming (droplet)

Carbonisatie
Hout maakt bij brand een koolstof aan
Koolstof beschermt hout
Doordringen van brand door het materiaal heen vertraagt

8A GELUID

Hout is licht, waardoor het sneller trilt. Bij appartementen is belangrijk dat de ene bewoner niet de vloer van de ander voelt trillen als er op gelopen wordt. Om trillingen in de constructie te verminderen wordt ook geadviseerd om constructieonderdelen te ontkoppelen (zie 8B).

Voor vloeren wordt een met name een dekvlora geadviseerd omdat dit de meeste massa creëert. Daarbij leggen bewoners vaak nog een vloerwerk. Met een dekvlora kan er nog wel naar een houten platform gekken worden.

Een enkele CLT wand van 100 mm dik heeft een luchtgeluidswaarde (Rw) van circa 34 dB. Dit voldoet niet aan het minimum van 52 dB en hiervoor zijn oplossingen als isolatie en gipskartonplaat geschikt (zie 8C en 8D).

8B CONSTRUCTIE

Ontkoppelen van constructie, isoleren en dempend vilt tussen onderdelen
Of
Doos-in-doos door alle zijden te isoleren en af te werken

8C VERGELIJKING WANDPAKKETTEN

| Pakketdikte [mm] | 230 | 255 | 305 |
|--------------------|--------|--------|--------|
| Brandweerstand | REI 60 | REI 90 | REI 90 |
| Geluidsisolatie/Rw | 48 dB | 56 dB | 62 dB |

8D WAND OPLOSSINGEN

Overdimensioneren
Impregneren of coaten
Isolatie, afwerkplaat of voorzetwand

VLOER OPLOSSINGEN

(Zwevende) Dekvloer
Verlaagd plafond/isolatie
Sprinklers

BRANDVEILIGHEID
AKOESTIEK
HOUT IN ZICHT