

# Ontwikkelen van modelleringsstrategieën voor het ontwerp van houtbouwstructuren

VAN VUGT Glenn

master IW bouwkunde

MATTHEUS Koenraad

master IW bouwkunde

## 1. Probleemstelling

In de praktijk verloopt het ontwerp van houtbouwstructuren zoals kruislaaghout (CLT) en houtskeletbouw (HSB) doorgaans op een element-per-elementbasis. Een volledige driedimensionale berekening in commerciële analysesoftware is vaak niet mogelijk omwille van de beperkte ondersteuning van de rekennorm (Eurocode 5) of de complexiteit van het invoeren van de stijfheid van de structuur.

Aangezien CLT een relatief nieuw materiaal is, zijn er weinig concrete dimensioneringsmethodes beschikbaar. In het geval van HSB is de configuratie een heikel punt vanwege de complexe samenstelling door verscheidene houtmaterialen met elk hun specifieke eigenschappen. Door het geringe eigengewicht van HSB is de horizontale stabiliteit een cruciaal punt. Hiervoor wordt de schrankweerstand nagegaan.

## 2. Doelstellingen

Het schetsen van het structureel gedrag van CLT en HSB staat nog niet volledig op punt. De hoofddoelstelling van deze scriptie is om beide houtbouwstructuren in commerciële 3D-software te kunnen modelleren en een optimalisatie van een reeds bestaande schrankweerstandstool te realiseren.

## 5. Conclusie

De CLT-tool zorgt voor een snelle bepaling van de elementen van de stijfheidsmatrix.

De ratio beschrijft de verhouding van de  $E$ -moduli:

$$ratio = \frac{E_{diamonds}}{E_{matlab,A}}$$

De uiteenzetting van de ratio's toont een verband dat benaderd kan worden door:

$$E_{diamonds} = \left( -\frac{0,685}{n} + 1,0,685 \right) \cdot \frac{E_{matlab} \cdot \cos \alpha}{n}$$

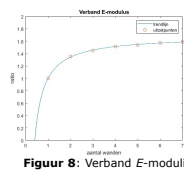
Het verband is afhankelijk van de opbouw van de wanden, met name van:

- dimensies elementen,
- type verbinding,
- materiaal,
- ...

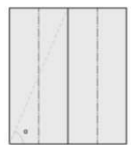
De afwijkende lengten van de wanden bij gebruik van de schrankweerstandstool zijn verwaarloosbaar. De schrankweerstandstool vormt een handig en snel hulpmiddel bij de bepaling van de schrankweerstand.

### Verder onderzoek

- Optimalisatie schrankweerstandstool
- Optimalisatie verband stijfheid HSB



Figuur 8: Verband E-moduli



Figuur 9: Geometrie tweewandig paneel

## 3. Methode

### Kruislaaghout

#### Oplossingsstrategie

- Stijfheidsmatrix opstellen

$$\begin{pmatrix} m_{11} \\ m_{12} \\ m_{21} \\ m_{22} \\ m_{31} \\ m_{32} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & 0 & - & - & - \\ D_{21} & D_{22} & 0 & - & - & - \\ 0 & 0 & D_{33} & - & - & - \\ - & - & - & D_{44} & D_{45} & 0 \\ - & - & - & D_{54} & D_{55} & 0 \\ - & - & - & 0 & 0 & D_{66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \epsilon_{11} \\ \epsilon_{12} \\ \gamma_{31} \\ \epsilon_{22} \\ \epsilon_{31} \\ \epsilon_{32} \end{pmatrix}$$

#### Output

- CLT-tool

#### Software

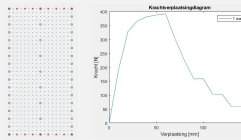


### Houtskeletwanden

#### Oplossingsstrategie

- Mesh genereren
- Krachtverplaatsingdiagram
- $E$ -modulus bepalen

$$E = \frac{F}{u}$$



Figuur 2: Mesh

Figuur 3: F-u diagram

#### Output

- $E$ -modulus: trial and error in Buildsoft Diamonds

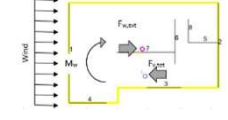
#### Software



### Schrankweerstand

#### Oplossingsstrategie

- Verdeling externe windbelasting
- Excentriciteit externe windbelasting

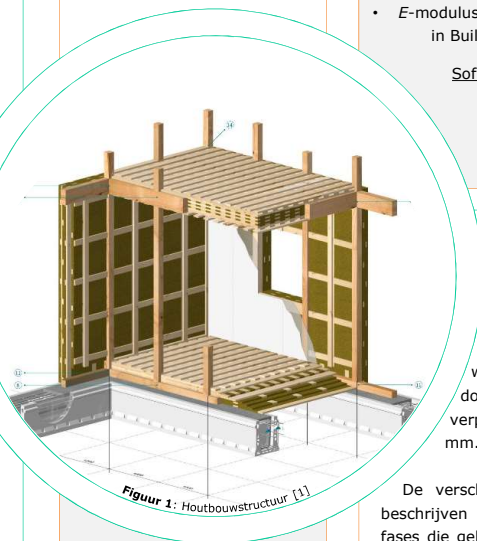


Figuur 4: Schrankweerstand

#### Output

- Schrankweerstandstool

#### Software



Figuur 1: Houtbouwstructuur [1]

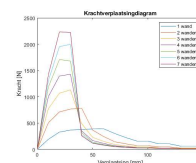
## 4. Resultaten

De kracht  $F$  wordt bekomen door een opgelegde verplaatsing van 10 mm.

De verschillende  $E$ -moduli beschrijven drie verschillende fases die gebruikt worden om een verband te vinden.

Tabel 1: Overzicht E-moduli

n	1	2	3
F [N]	191	505	774
$E_{matlab}$ [MPa]	19,14	50,53	77,37
$E_{matlab,A}$ [MPa]	8,56	11,30	11,53
$E_{diamonds}$ [MPa]	8,56	15,30	16,70

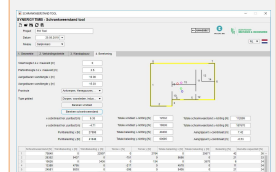


Figuur 6: F-u diagrammen

Een berekeningsvoorbeeld van een houtskeletbouw woning illustreert de werking van de schrankweerstandstool. Afwijkende waarden bij ingave van de wanden beïnvloeden de bepaling van de schrankweerstand.

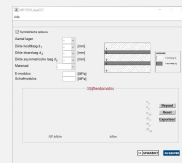
Tabel 2: Vergelijking wandlengtes

#	$L_{HSB}$ [cm]	$L_{tool}$ [cm]	$\Delta L$ [cm]
1	500	503	3
2	300	289	11
3	500	494	6
4	150	155	5



Figuur 7: Schrankweerstandstool

De CLT-tool berekent op basis van slechts vijf parameters (zes in het geval van een asymmetrische doorsnede) de bijhorende stijfheidsmatrix. Een schets in de tool verduidelijkt de nodige inputgegevens.



Figuur 5: CLT-tool