



Afstudeeronderzoek: Slanke houtkern voor midden- en hoogbouw

30 JUNE 2026

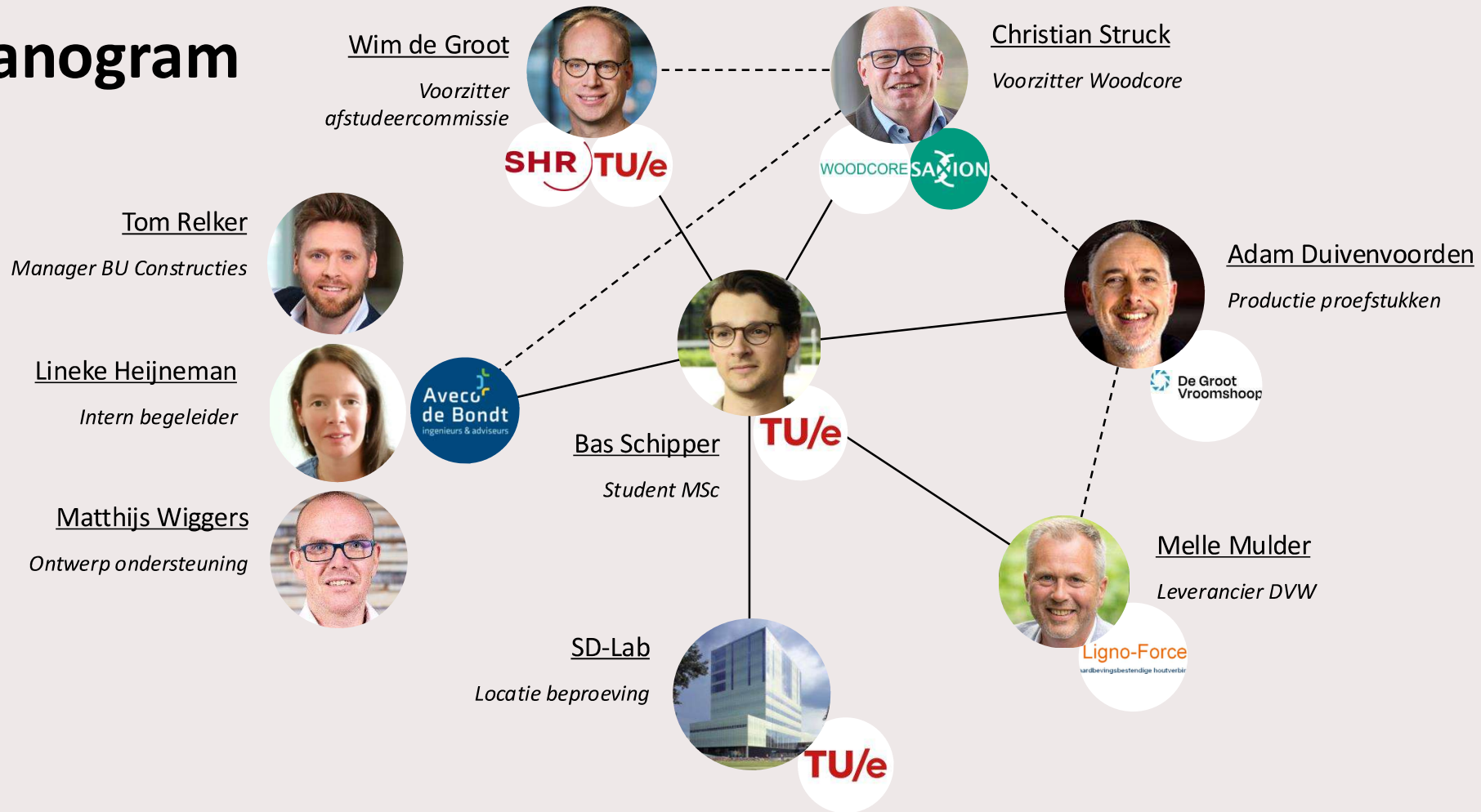
Bas Schipper 2066416

Department of the Built Environment

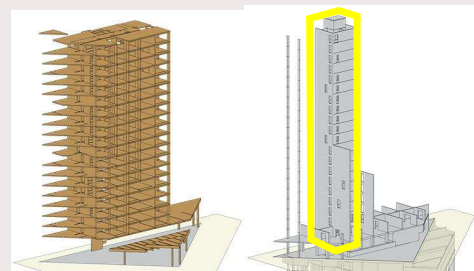
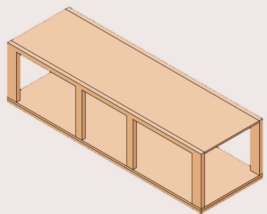
Inhoud

1. Organogram
2. Inleiding
 - *Probleemstelling*
 - *Onderzoeksvraag*
 - *Kader*
3. Vooronderzoek
 - *Eisen*
 - *Variantenstudie*
 - *Ontwerp*
 - *Praktijk*
4. Beproeving

1. Organogram



2. Inleiding *Probleemstelling*



$$E_{c, \text{gescheurd}} \approx E_{\text{hout}}$$

Waarom dan nog geen houtkern?

2. Inleiding

Probleemstelling

Vraag: Waarom wordt voor GB/prefab kern gekozen?

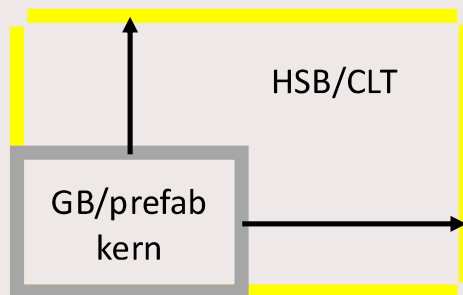
→ Bestaande oplossingen in hout niet concurrerend.

Waarom GB/prefab aantrekkelijk is voor midden/hoogbouw:

- Snel
- Slank, klein oppervlak
- Materiaalefficiënt
- Onopvallend

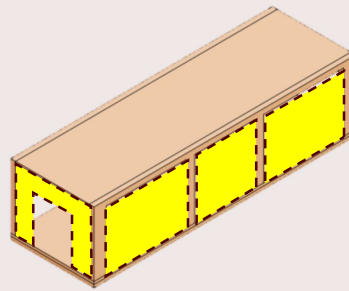
Dit kan blijkbaar nog niet met hout.

Kern, beperkte samenwerking



- HSB: veel tijd; beperkt hoogtebereik
- CLT: veel nodig
- Groot oppervlak

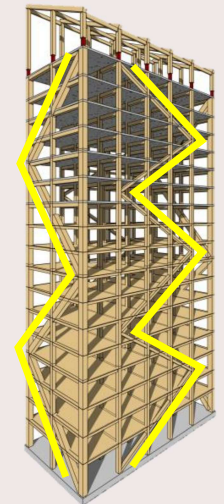
Modules



- Veel hout nodig, inefficiënt
- Kleinere ramen
- Onvoldoende stijf voor hoogbouw

Uitwendig vakwerk

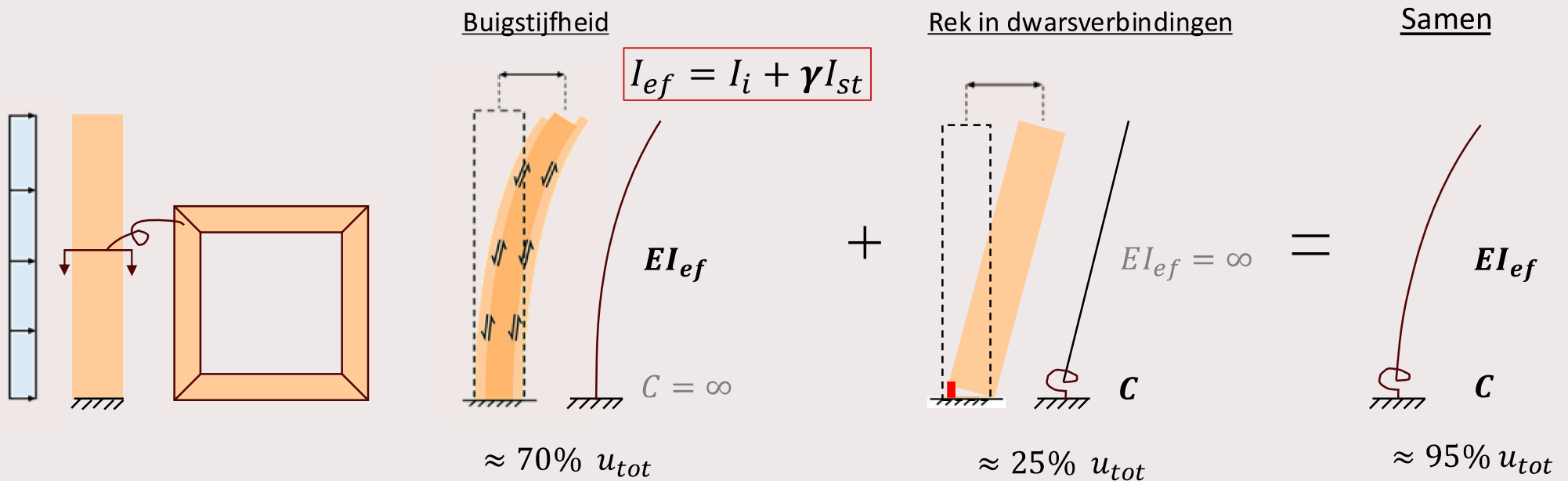
- Bewerkelijk, minder prefab-baar
- Zeer aanwezig in de façade



2. Inleiding *Probleemstelling*

Waarom zijn er nog geen slanke houten kernen in midden- en hoogbouw?

Analyse: componenten van de verplaatsing van een houten koker-kern:



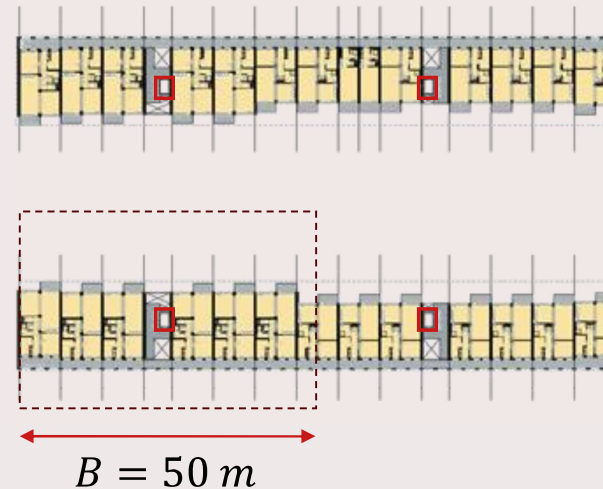
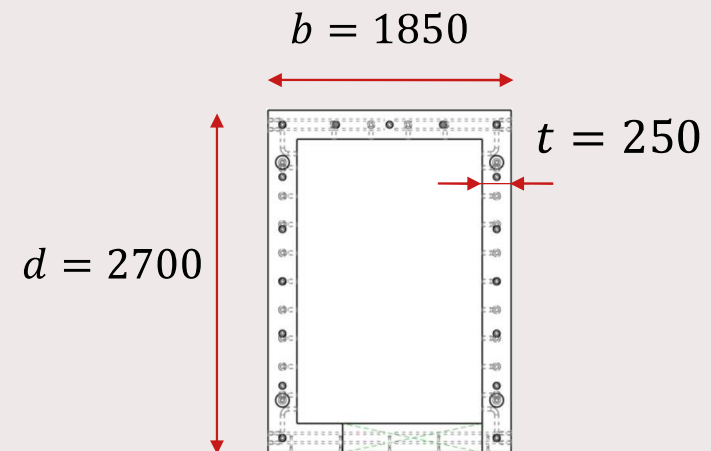
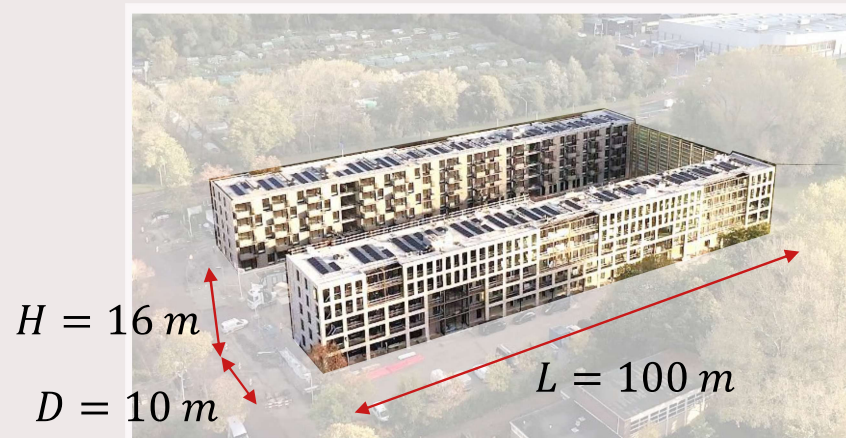
2. Inleiding

Onderzoeksvraag

Ontwerp een **slanke houten stabiliteitskern** als **realistische concurrent** van een **prefab-betonnen kern**.

2. Inleiding *Kader*

Koelmalaan



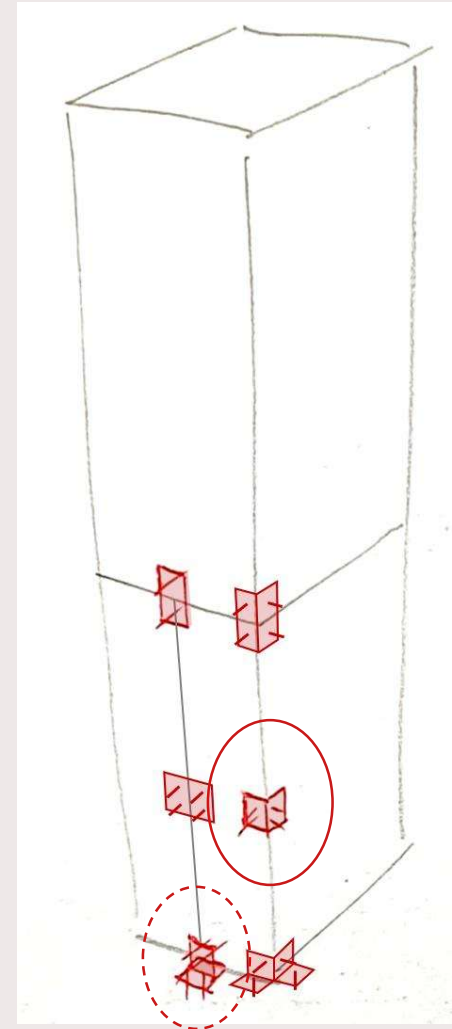
Kanttekening: niet het werkelijke windvlak

2. Inleiding *Kader*

CLT

Langsverbinding

Proef



3. Vooronderzoek *Eisen*

Stijf

- $\gamma \geq 0,6$
- $u \leq \frac{H}{500} = 32 \text{ mm}$

Sterk

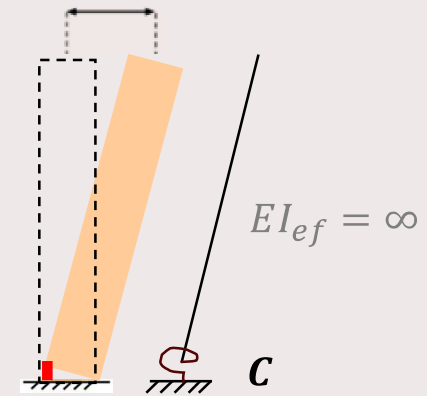
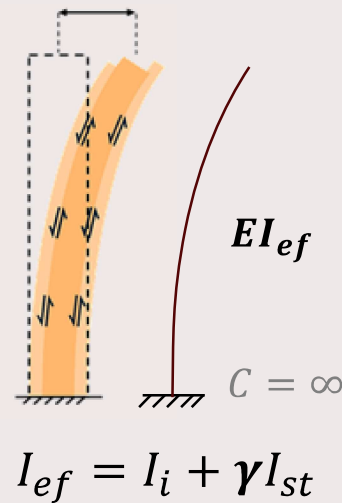
$$UC^{UGT} \leq 1,0$$

Ductiel

$$\frac{BROS}{DUCT} \leq 1,0$$

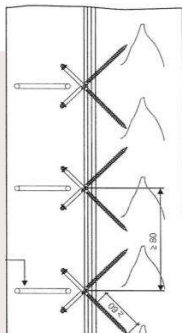
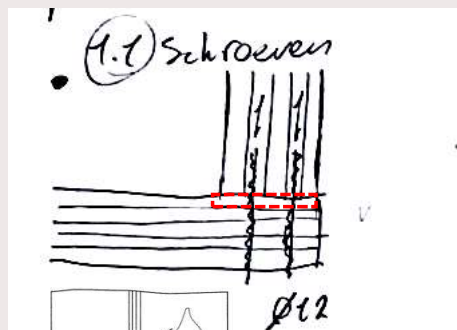
Realistisch

- Snel uitvoerbaar
- Betaalbaar
- Beschikbare materialen, gereedschappen, enz.

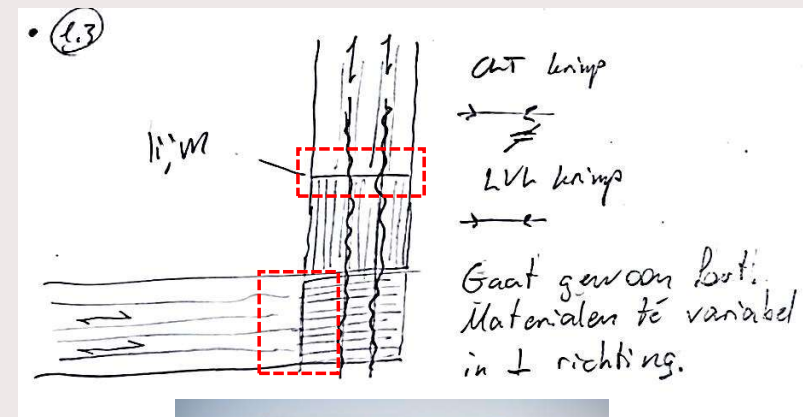
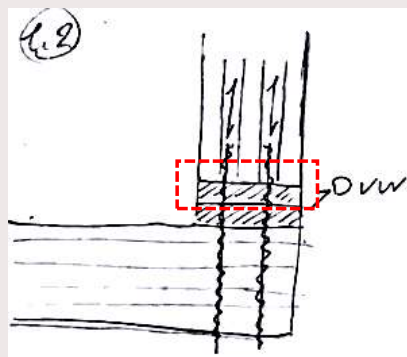


3. Vooronderzoek *Variantenstudie*

Stiftvormige verbindingsmiddelen (schroeven, deuvels, enz.)



Ductiliteit

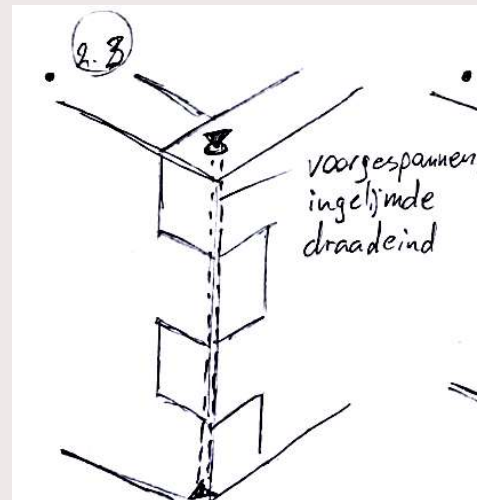
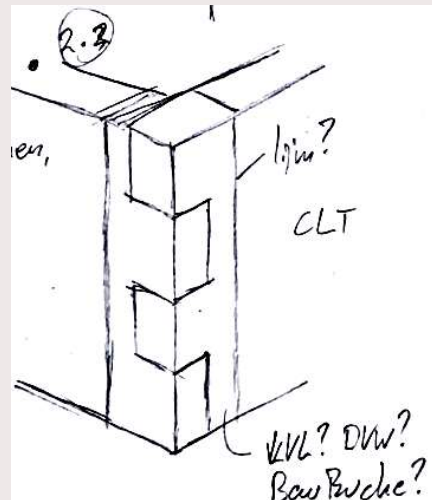
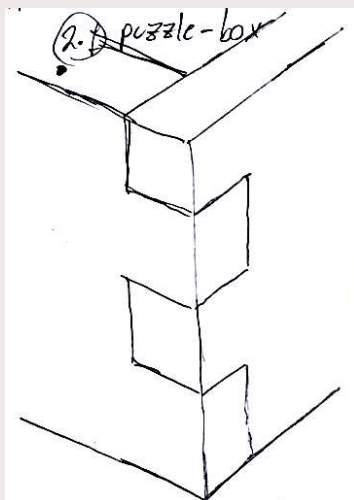


Krimpverschillen

3. Vooronderzoek

Variantenstudie

Tandverbindingen



Vingerlas

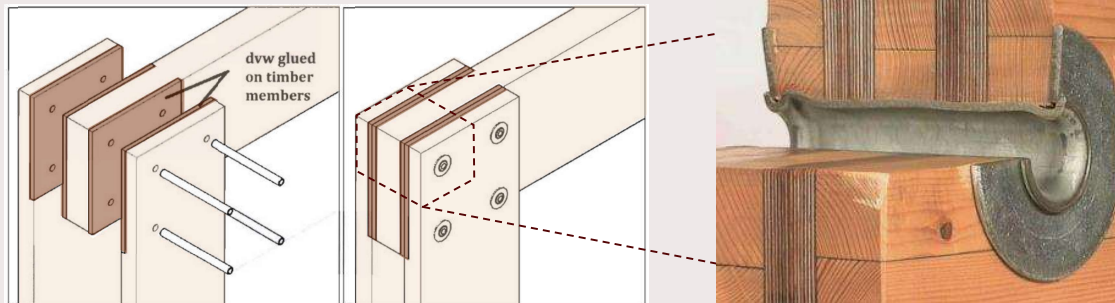


- Vijzel van 16m bestaat niet
- In-situ lijmen onvoorspelbare kwaliteit

Ductiliteit

3. Vooronderzoek *Variantenstudie*

DVW-versterkte buisverbinding



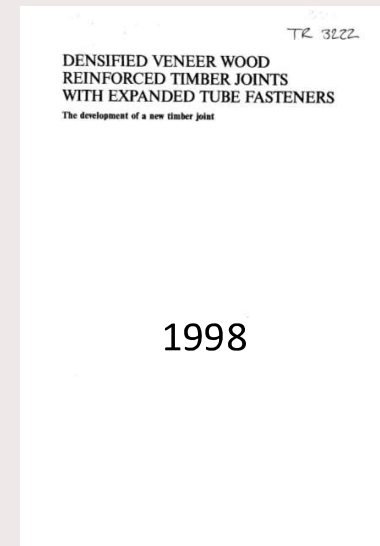
Tube diameter	Tube wall thickness	min.dvw thickness	ULS strength*	SLS stiffness**
[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN/mm]
17.2	2.35	12	35	30
21.3	2.65	14	55	53
26.9	2.65	16	69	
33.7	3.25	18	96	65

Eisen:

- Stijf 👍
- Sterk 👍
- Ductiel 👍



Adriaan J.M. Leijten

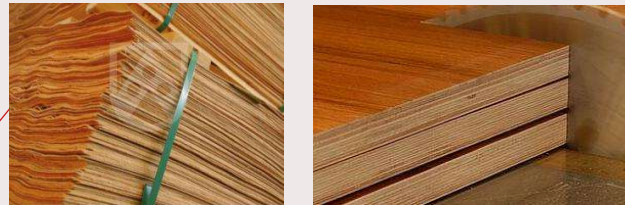


3. Vooronderzoek *Variantenstudie*

DVW-versterkte buisverbinding

Hoe kan deze verbinding zo sterk, stijf en ductiel zijn?

Densified veneer wood (DVW)



		DVW	CL24
ρ	kg/m^3	1200	420
E	GPa	10-15	1,1

Indrukking hout

Speling

Vervormen verbindmiddel

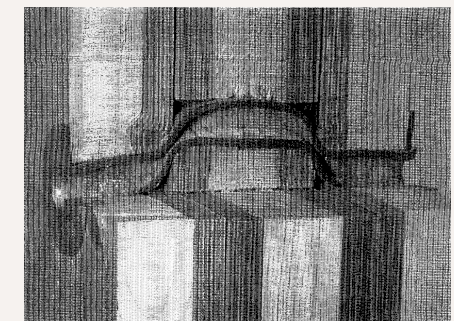
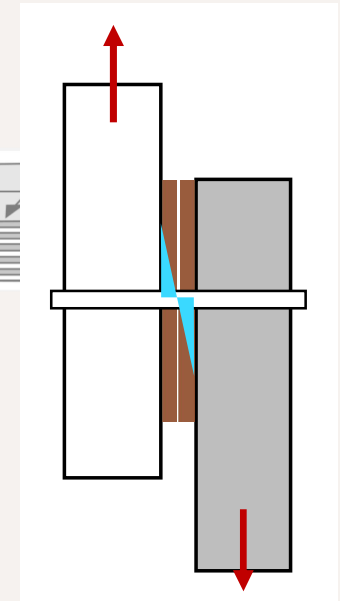


Expansiebuizen



Sterk en stijf:

- Staal
- Diameter
- **Voorspanning**

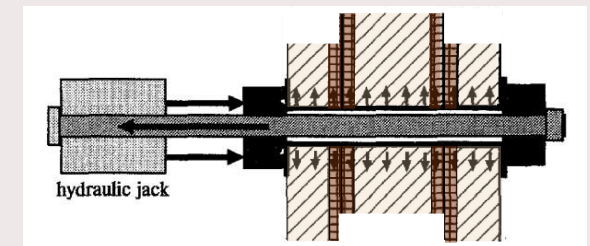
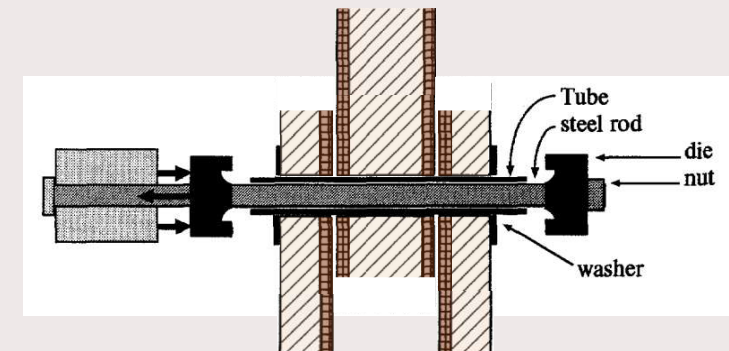
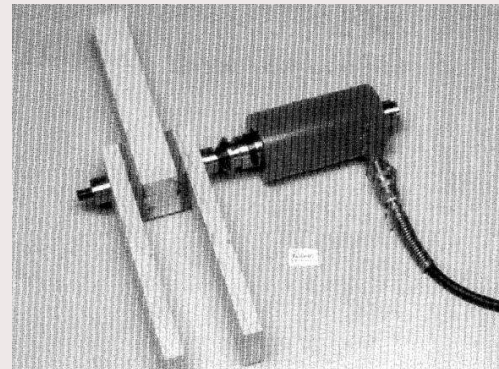
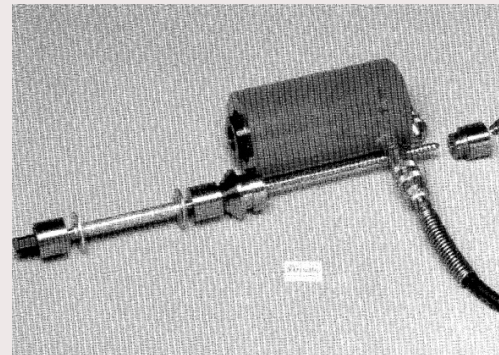
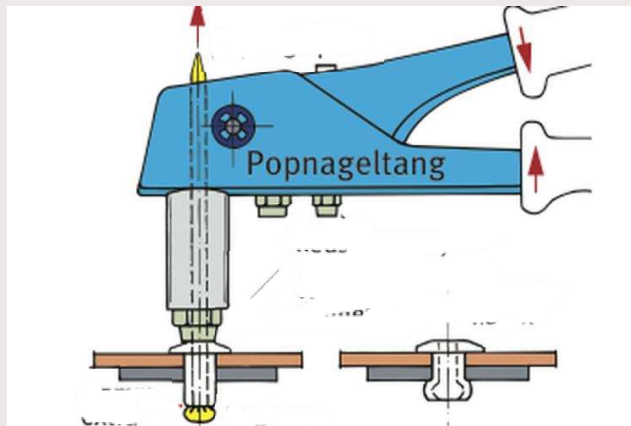


Ductiel:

- S235
- Koker

3. Vooronderzoek *Variantenstudie*

Expansiebuis



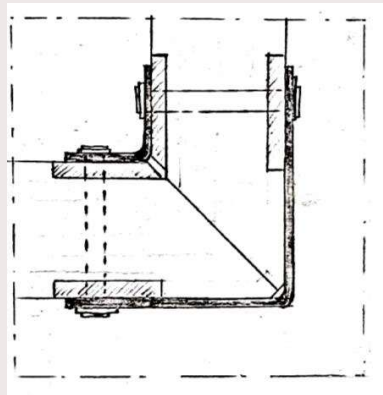
3. Vooronderzoek *Variantenstudie*

DVW-versterkte buisverbinding, varianten

Alléén DVW

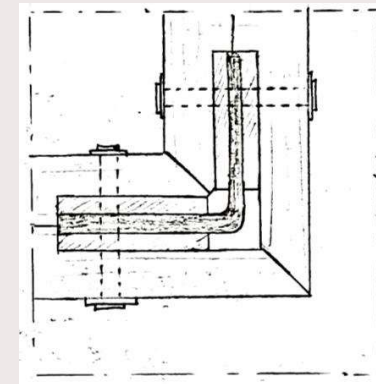
Niet mogelijk

Uitwendige staalplaat



- Brand
- Staalverbruik
- Excentrisch

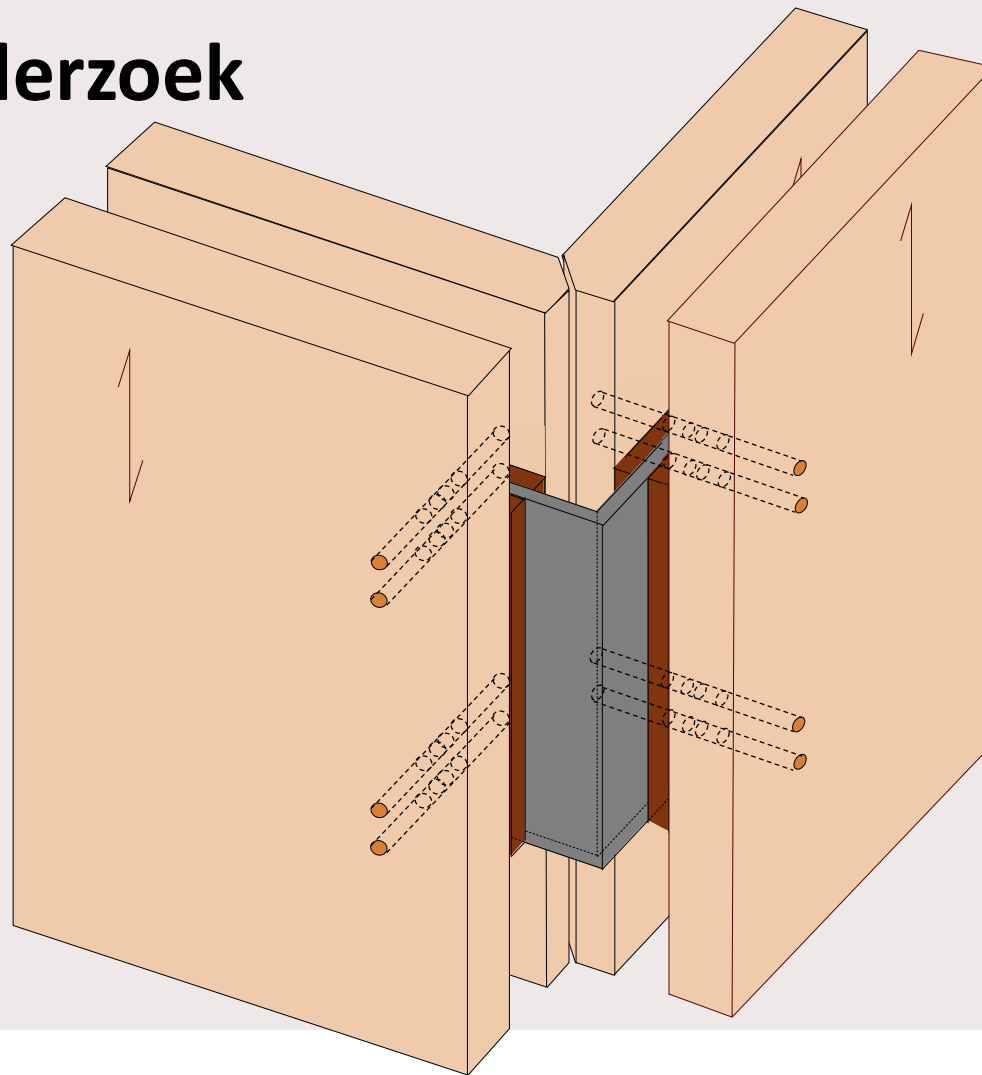
Inwendige staalplaat



- Brandveilig
- Centrisch

3. Vooronderzoek *Ontwerp*

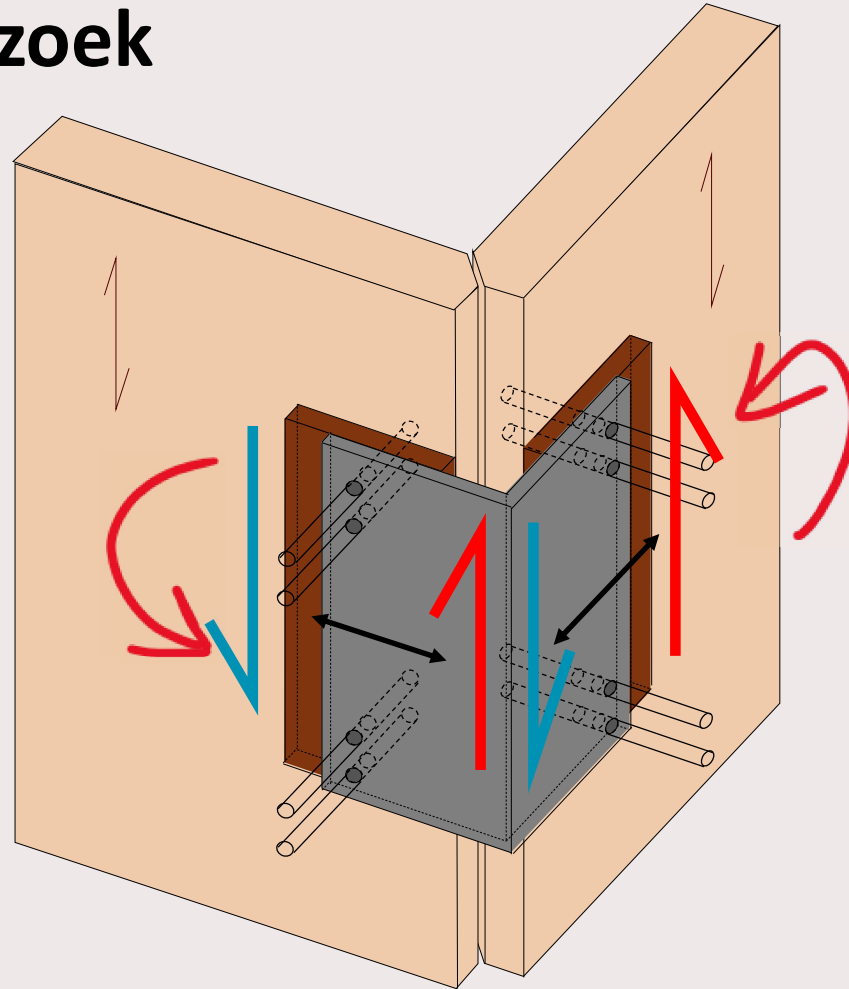
Opbouw



CLT binnenplaten
Lijm
DVG binnenplaten
Interne staalplaat
DVG buitenplaten
Lijm
CLT buitenplaten
Expansiebuizen

3. Vooronderzoek *Ontwerp*

Werking



3. Vooronderzoek Ontwerp

Dimensies

- $h_s = h_{DVW} = 180 \text{ cm}$
- $b_s = 45 \text{ cm}$
- $b_{DVW} = 50 \text{ cm}$
- $d_{buis} = 26,9 / 33,7 \text{ mm}$

Stijfheid

- $\gamma = 0,66$ 🍷
- $C = 110 \text{ kN/mm/m}$
- $u_{tot} = 31 \text{ mm} < 32$ 🍷

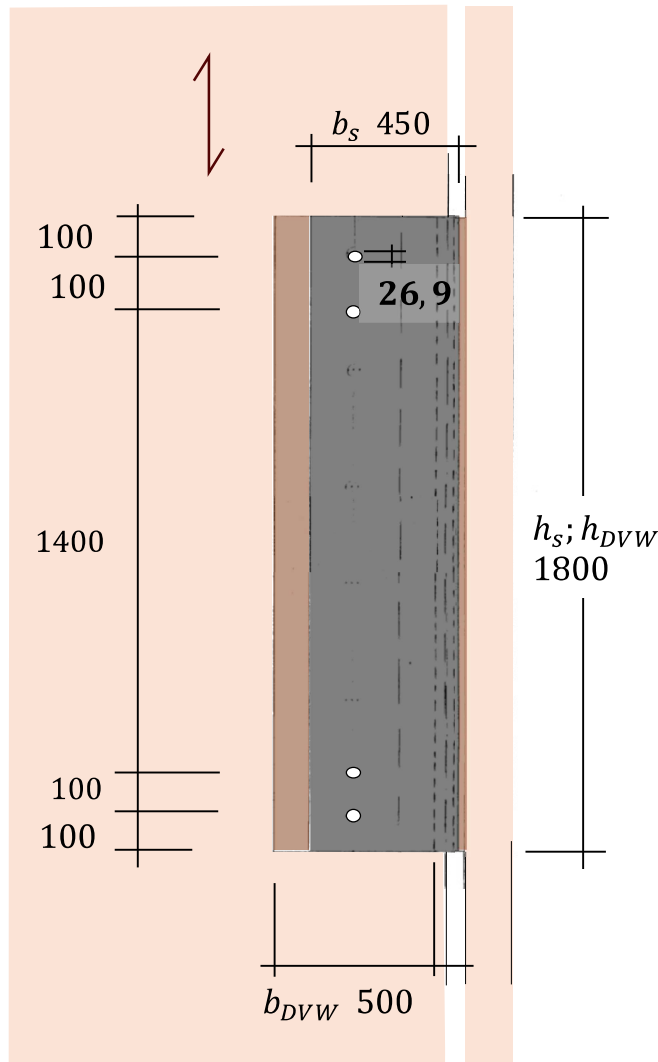
Sterkte

- $UC_{buisen} = 0,33$ 🍷
- $UC_{hout} = 0,32$ 🍷

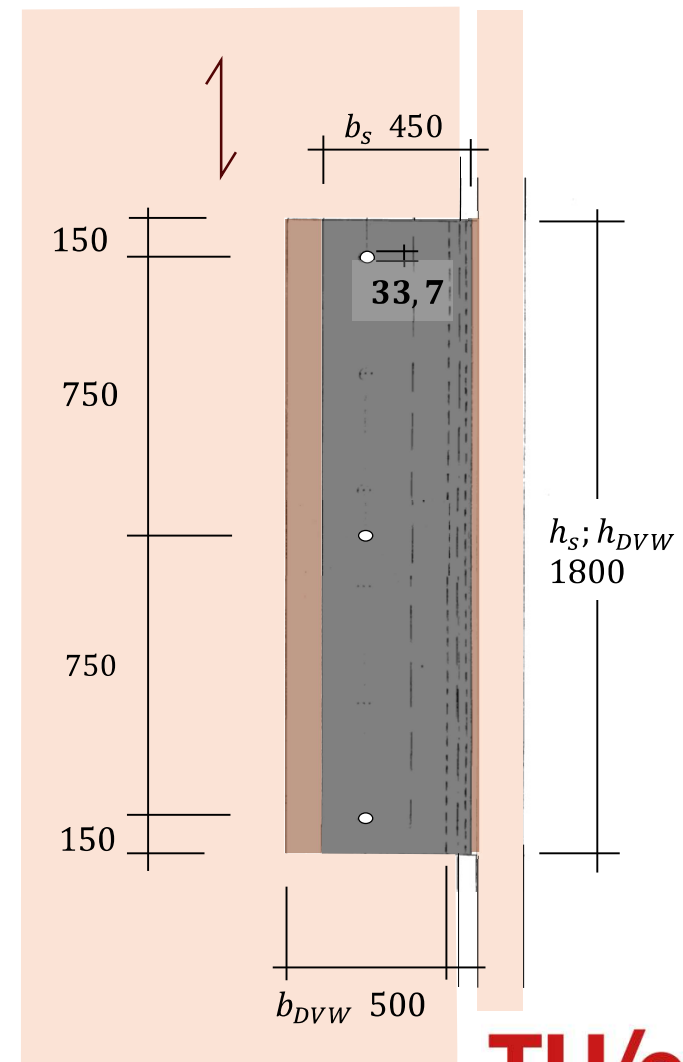
Ductiliteit

- $\frac{BROS}{DUCT} = \frac{0,32}{0,33} = 0,97$ 🍷

Buizen Ø26,9

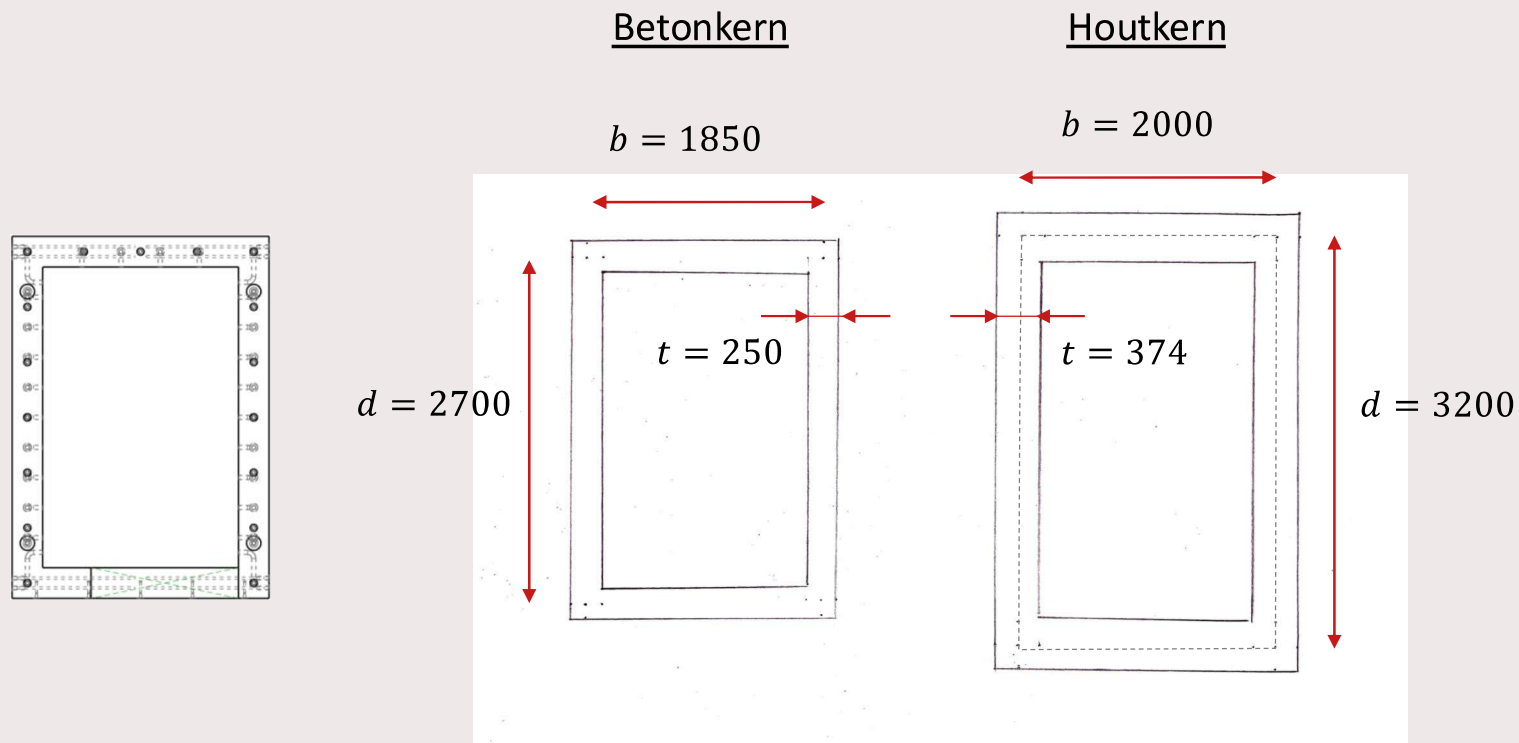


Buizen Ø33,7



3. Vooronderzoek

Resultaat



4. Beproeving

Proof of concept

Metten: (globaal)

- Tot 40% F_{Rk} : stijfheid
- Tot falen : ductiliteit en sterkte

- 10 st langsverbinding proefstukken
- 1:1 schaal
- Productie: De Groot Vroomshoop + LignoForce BV
- Testlocatie: SD-Lab, TU Eindhoven

SD-lab

$\geq 1MN$

Bedankt voor jullie aandacht

