

## Gelijmde deuvvelverbindingstypes in hout-beton composieten

Dries Detré

Glenn Ernens

Master IW bouwkunde

Master IW bouwkunde

### 1. Introductie

### 2. Materialen en methode

#### I. Achtergrond

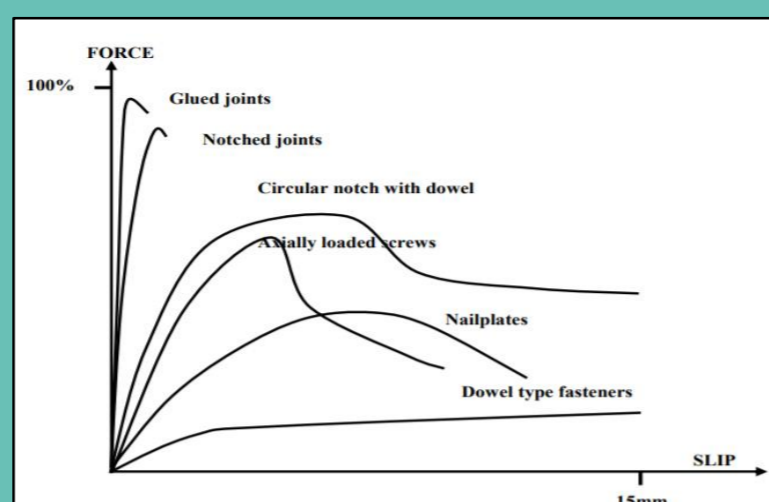
- Renovatie van oude houten vloeren met lichtgewicht beton en deuvvelverbindingstypes
- Hout-beton composit (HBC) structuren leiden tot stijvere en sterkere elementen
- Evaluatie van faalgedrag van HBC structuren verbonden met gelijmde deuvvelverbindingstypes



Figuur 1: Hout-beton composit vloersysteem [1, p.1]

#### II. Probleemstelling

- Treden er naast staal-op-hout bezwijkmechanismen ook hout-op-hout bezwijkmechanismen op bij HBC
- Welke mechanische eigenschappen kunnen via een analytische methode correct ingeschat worden



Figuur 2: Theoretische kracht-verplaatsingsgrafiek van verbindingstypes in HBC [2, p.26]

#### III. Doelstellingen

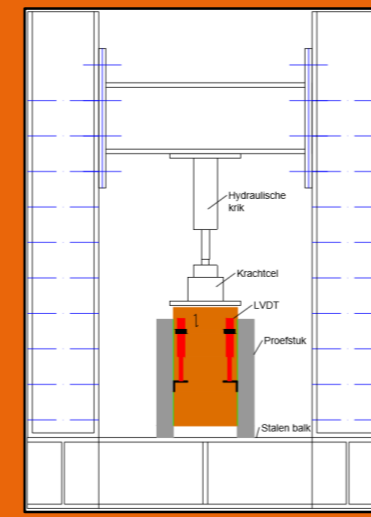
- Achterhalen welk bezwijkmechanisme optreedt
- Opstellen analytisch model ter bepaling bezwijkmechanisme, stijfheid en sterkte

#### I. Experimentele methode

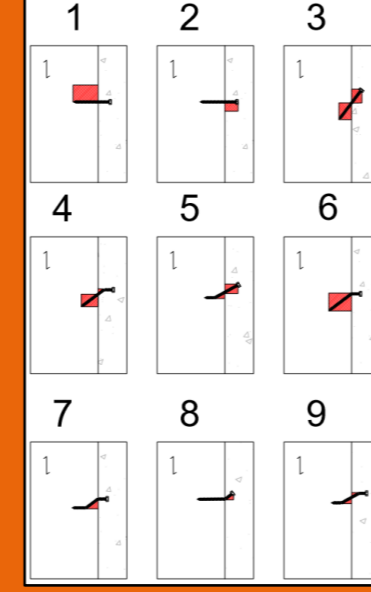
- 5 proefstukken met een verschil in:
  - ❖ verbindingmiddel: schroef of wapeningsstaaf,
  - ❖ soort verbinding: geschroefd of gelijmd,
  - ❖ gebruik van tussenlaag uit OSB 3.
- Betondrukproeven na 1, 7, 14 en 28 dagen
- Push-out testen ter bepaling faalwaarde en -modus

#### II. Analytische methode

- Sterkte per verbindingmiddel:
  - ❖ sterkteformule volgens EC5 en afhankelijk van bezwijkmechanisme,
  - ❖ staal-op-hout: 6, 7 en 8,
  - ❖ hout-op-hout: 1, 2, 3, 4, 5 en 9.
- Stijfheid per verbindingmiddel:
  - ❖ formule:  $K_{slip} = \rho_m^{1.5} * \frac{d}{23}$ ,
  - ❖ resultaat verdubbelen voor toepassing in HBC.



Figuur 3: Push-out testopstelling



Figuur 4: Bezwijkmechanismen

Tabel 1: Configuratie experimentele proefstukken

Nr.	ID-label	Beton		Verbindingmiddel			Hout	Lijm	Tussenlaag
		Type	Gewapend	Type	Diameter	Lengte	Type	Gelijmd	Aanwezig
1	S-8-110-NG-NI			Schroef				Nee	-
2	S-8-110-NG-I			Schroef	8 mm	160 mm	GL24h	Ja	Nee
3	S-8-110-G-I	LC 20/22	Ja	Wapeningsstaaf				Ja	OSB 3
4	R-8-110-G-NI							Nee	-
5	R-8-110-G-I							Ja	OSB 3

### 4. Conclusie

### 3. Resultaten en discussie

#### I. Experimentele methode

- Zowel staal-op-hout als hout-op-hout bezwijkmechanismen treden op
- Sterkte wordt groter naarmate:
  - ❖ aantal verbindingmiddelen toeneemt;
  - ❖ diameter verbindingmiddel en penetratielengte in hout stijgen;
  - ❖ betonsterkte groter wordt;
  - ❖ treksterkte verbindingmiddel toeneemt.
- Stijfheid wordt groter naarmate:
  - ❖ aantal verbindingmiddelen toeneemt;
  - ❖ dichtheid hout groter is;
  - ❖ diameter verbindingmiddelen groter is;
  - ❖ toepassing van gelijmde verbinding in plaats van geschroefde verbinding.

#### II. Analytische methode

- Correcte inschatting bezwijkmechanismen
- Correcte voorspelling faalwaardes mits in rekening brengen van afwijkingen ten gevolge van schattingen
- Overschatting stijfheden tot een factor 10

#### III. Extrapolatie

- Voorspelling van onuitgevoerde testresultaten aan de hand van opgestelde analytische methode

Tabel 5: Overzicht voorspelde waardes van de uit te voeren push-out testen

	Proefstuk 1 S-8-110-NG-NI	Proefstuk 2 S-8-110-NG-I	Proefstuk 3 S-8-110-G-I	Proefstuk 4 R-8-110-G-NI	Proefstuk 5 R-8-110-G-I
Bezwijkmechanisme	9	9	9	7	7
F <sub>max</sub> [kN]	4,2	4,2	4,2	6,3	6,3
F <sub>max,totaal</sub> [kN]	16,8	16,8	16,8	25,2	25,2
K <sub>slip</sub> [kN/mm]	6	6	6	6	6
K <sub>slip,totaal</sub> [kN/mm]	24	24	24	24	24

#### I. Experimentele methode

- Geen testen uitgevoerd omwille van COVID-19
  - Oplossing: testresultaten 5 vergelijkbare cases uit literatuur
- #### II. Analytische methode
- Sterkte en stijfheid afhankelijk van verschillende parameters:
    - ❖ eigenschappen verbindingmiddel: diameter en staalsoort,
    - ❖ penetratielengte verbindingmiddel in hout,
    - ❖ aantal verbindingmiddelen,
    - ❖ dichtheid hout,
    - ❖ betonsterkte.
  - Afwezigheid van parameters in literatuur → inschatting → afwijkingen van resultaten mogelijk

Tabel 2: Configuratie alternatieve proefstukken

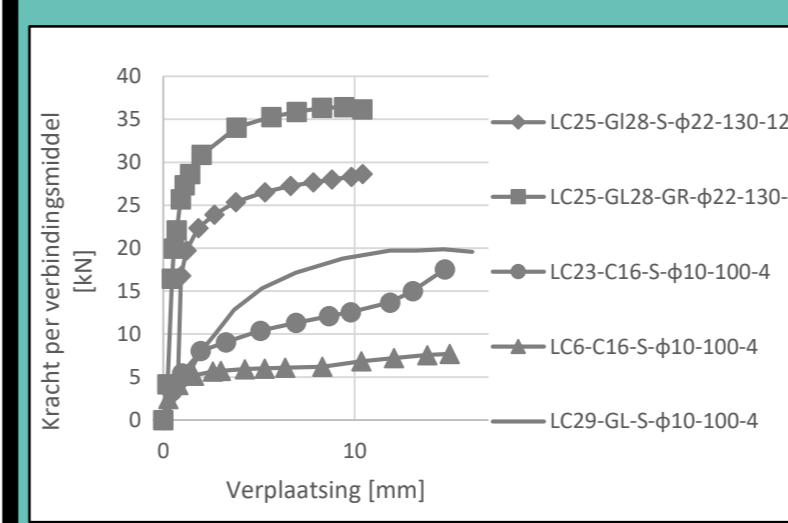
Case	ID-label	Betonsterkte	Verbindingmiddel			Penetratielengte hout	Hout	Lijm
			Type	Diameter	Aantal		Type	Gelijmd
1	LC25-GL28-S-φ22-130-12	LC 25	Schroef	22 mm	12	130 mm	GL28h	Nee
2	LC25-GL28-GR-φ22-130-12	LC 25	Wapeningsstaaf	22 mm	12	130 mm	GL28h	Ja
3	LC23-C16-S-φ10-100-4	LC 23	Schroef	10 mm	4	100 mm	C16	Nee
4	LC6-C16-S-φ10-100-4	LC 6	Schroef	10 mm	4	100 mm	C16	Nee
5	LC29-GL-S-φ10-100-4	LC 29	Schroef	10 mm	4	100 mm	GLULAM	Nee

Tabel 3: Samenvatting faalwaardes analytische benadering en praktijk

		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Analytisch	Bezwijkmechanisme	3	3	9	2	9
	F <sub>max</sub> [kN]	35,2	41	13	7,3	13,5
Praktisch	Bezwijkmechanisme	5	5	4/9	3	7
	F <sub>max</sub> [kN]	28,3	36,7	13,5	7,7	21,3
F <sub>max,analytisch</sub> / F <sub>max,praktisch</sub>		1,244	1,117	0,963	0,948	0,638

Tabel 4: Samenvatting slipmodulussen analytische benadering en praktijk

		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Analytisch	K <sub>slip</sub> [kN/mm]	16,5	16,5	6,5	6,5	10,8
	K <sub>slip,totaal</sub> [kN/mm]	2,2	3,5	0,9	1,3	1,1
K <sub>slip,analytisch</sub> / K <sub>slip,praktisch</sub>		7,5	4,714	7,222	5	9,818



Figuur 5: Kracht-verplaatsingsgrafiek

Promotoren / Copromotoren:

Prof. dr. ir. Jose Alexandre Gouveia Henriques

Phd student ir. Elif Tuba Appavuravther Sumichrast

[1] A. Dias, „Design of timber-concrete composite structures,” 2018.  
[2] A. Dias, „Mechanical behaviour of timber concrete joints,” 2005.