

Ontwerpgegevens

In de onderstaande tabellen worden karakteristieke waarden gegeven voor de Ligno-Force[®] verbinding. Het gebruik van deze gegevens geldt onder de volgende algemene voorwaarden:

1. Voor alle rand- en eindafstanden, zoals gedefinieerd in NEN 6760 TGB 1990 Houtconstructies geldt 3,5D, waarbij D de buitendiameter van de buis na het expanderen. Voor de tussenafstand geldt 5D.
2. De dikte van het Lignostone[®] dient overeen te komen met de waarden zoals gegeven in de tabel bij de betreffende buisdiameter.
3. De kwaliteit van de buis dient te voldoen aan DIN 2440/ISO 65.
4. Het Lignostone[®] DVW moet een volumieke massa hebben van ten minste 1300 kg/m³.

De gegeven waarden zijn onafhankelijk van de hoek die de kracht met de houtvezelrichting maakt. Dit betekent dat voor de in NEN 6760 gegeven modificatiefactor k_a geldt: $k_a = 1$.

Tabel 1: Enkele buis

Uitwendige diameter buis	Wanddikte buis	Boorgat diameter	Minimum dikte lignostone	Sluitring			Karakteristieke sterkte per snede	Stijfheid per snede
				diameter	dikte	gat		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN/mm
17,2	2,35	18,0	12	50	3	19,0	35	30
21,3	2,65	22,0	14	76	3	22,0	55	53
26,9	2,65	28,0	16	85	4	28,0	70	58
33,7	3,25	35,0	18	95	4	35,0	95	65

Tabel 2: Dubbele buis

Buisdiameters	Minimum dikte lignostone	Karakteristieke sterkte per snede	Stijfheid per snede
mm	mm	kN	kN/mm
17,2+13,5	12	42	55
21,3+17,2	14	66	71
26,9+21,3	16	85	75
33,7+26,9	18	115	80

De waarden voor de stijfheid per snede zijn gemiddelde waarden. Voor de bepaling van de rekenwaarden gelden de materiaal- en modificatiefactoren overeenkomstig NEN 6760 TGB 1990:1997 Houtconstructies.

Rekenvoorbeelden

Momentverbindingen

Naast de toetsing van de capaciteit van de buizen zelf (*zie ontwerpgegevens*), moet de krachtsoverdracht van het Lignostone[®] naar het hout worden getoetst. De krachtsoverdracht van Lignostone[®] DVW naar het hout geschiedt via de lijmvoeg tussen beide materialen. Het maximaal over te dragen buigend moment wordt als volgt bepaald:

$$M_d = f_{v,o,d} b h^2 / 8$$

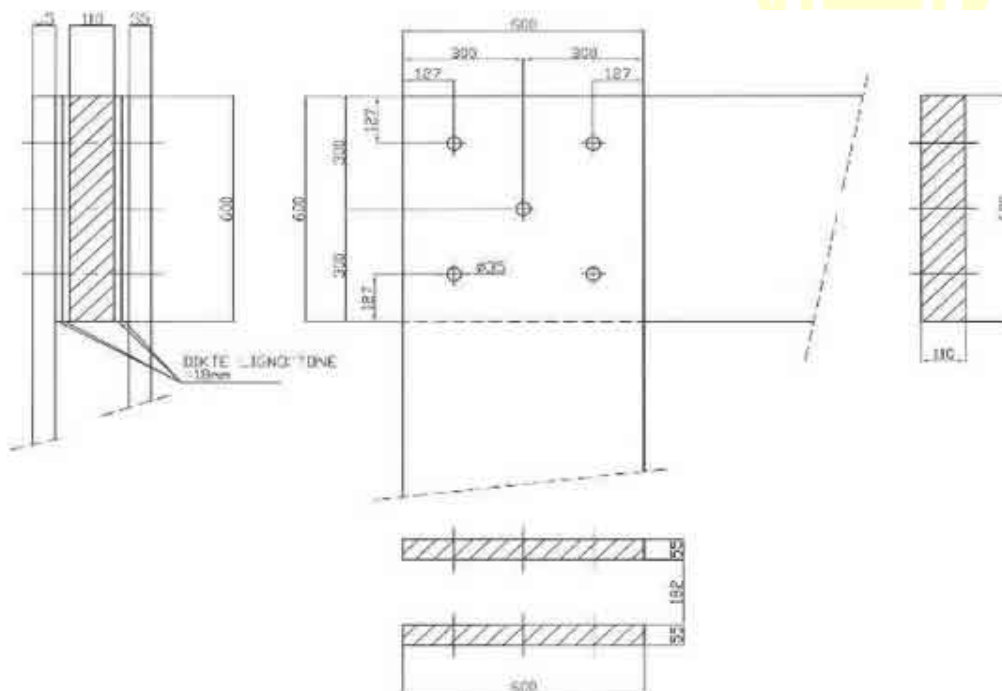
met:

b = de afmeting van de lijmvoeg evenwijdig aan de houtvezel

h = de afmeting van de lijmvoeg loodrecht op de houtvezel

$f_{v,o,d}$ = de rekenwaarde van de schuifsterkte evenwijdig aan de vezel van het hout

Een voorbeeld berekening van een momentverbinding wordt hieronder gegeven. Gegeven is een momentoverbrengende verbinding van figuur 1.



Figuur 1

Houtkwaliteit en geometrie

De onderdelen zijn van Gelamineerd hout GL 30 overeenkomstig NEN 6763.

De afmetingen zijn voor het middenhout (de regel): b x h = 110 x 600 mm en voor de twee zijhouten (de kolom): 2 x b x h = 2 x 55 x 600 mm.

De dikte van het Lignostone[®] bedraagt 18 mm en heeft afmetingen 600 x 600 mm.

De buisdiameter bedraagt 35 mm. Er zijn 5 buizen aangebracht.

De schuifsterkte $f_{v,rep}$ van het Lignostone[®] DVW met een volumieke massa van 1300 kg/m³ bedraagt: $f_{v,rep} = 30 \text{ N/mm}^2$.

Belastingen

Voor de rekenwaarden van de belastingen zijn de volgende waarden bepaald:

Buigend moment: $M_{u,d} = 135 \text{ kNm}$

Dwarskracht: $F_{u,d} = 120 \text{ kN}$

Toetsing van de verbinding

Gelamineerd hout :

Rekenwaarde van de buigsterkte:

$$f_{m;0;d} = f_{m;0;rep}k_{mod}/g_M = 30 \cdot 0,85/1,2 = 21 \text{ N/mm}^2.$$

Rekenwaarde voor de schuifsterkte:

$$f_{v;0;d} = f_{v;0;rep}k_{mod}/g_M = 3,9 \cdot 0,85/1,2 = 2,76 \text{ N/mm}^2.$$

Rekenwaarde maximaal opneembare moment in de staven:

$$M_{u;d} = f_{m;0;d}W = 21 \cdot 1/6 \cdot 110 \cdot 600^2 = 138,6 \text{ kNm} > 135 \text{ kNm, Voldoet!}$$

Rekenwaarde maximaal opneembare dwarskracht in de staven:

$$V_{u;d} = 2/3f_{v;0;d}bh = 2/3 \cdot 2,76 \cdot 110 \cdot 600 = 121,4 \text{ kN} > 120 \text{ kN, Voldoet!}$$

De buisverbinding :

Buizen: 35 mm diameter

DVW dikte $t = 18$ mm, zie tabel 1.

De buizen in de vier hoeken van de verbinding met straal:

$$R = (600/2 - 3,5 \times 35) \cdot 1,4 = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m (minimale eind- en randafstand bedraagt } 3,5D, \text{ (zie ontwerpgegevens))}$$

De rekenwaarde van de sterkte van een buis van 35 mm per snede bedraagt :

$$F_{m,d} = 95 \cdot 0,85/1,2 = 68 \text{ kN/snede. (zie ontwerpgegevens)}$$

Het maximaal overdraagbaar moment bedraagt nu (met het aantal buizen $n = 4$ en 2 snedes per buis): $nRF_{m,d} = 2 \cdot 4 \cdot 0,25 \cdot 68 = 136 \text{ kNm} > 135 \text{ kNm}$ Voldoet!

De lijmvoeg :

Controle van de twee lijmvoegen die het DVW verbinden aan het hout. Per lijmvoeg:

$$M_{lijm,d} = f_{v,o,d} \cdot bh^2/8 = 2,76 \cdot 600 \cdot 600^2/8 = 74,5 \text{ kNm}$$

Voor twee lijmvoegen: $2 \cdot 74,5 \text{ kNm} = 149 \text{ kNm} > 135 \text{ kNm}$ Voldoet!

Aangenomen wordt dat een bezwijkmechanisme kan ontstaan waarbij de buizen in de hoeken van de verbinding het moment overbrengen en een buis in het midden de dwarskracht.

Hiervoor moet wel voldoende rotatiecapaciteit zijn. De centrale buis kan met twee werkzame snedes een dwarskracht overbrengen van:

$$2F_{m,d} = 2 \cdot 68 = 136 \text{ kN} > 120 \text{ kN Voldoet!}$$

Controle van de dwarskracht door de snedekrachten van de buizen in de verbinding. De dwarskracht buiten de verbinding is 120 kN, maar in de verbinding komen daar de snedekrachten t.g.v. het buigend moment bij. De maximale totale dwarskracht bedraagt in dit geval: $F_{v,d} = 120 + 2 \cdot 68/1,4 = 217 \text{ kN}$.

Aangenomen wordt dat de gehele dwarskracht door het DVW wordt opgenomen. De schuifspanning per zijde bedraagt dan: $s_{v,d} = 1,5F_{v,d}/(2th)$ met t als de Lignostone[®] $s_{v,d} = 3/2 \times 226 \times 10^3 / (2 \times 18 \times 600) = 15,7 \text{ N/mm}^2 < 30 \text{ N/mm}^2$ Voldoet!

Conclusie : De verbinding met totaal vijf 35 mm buizen is in staat het buigend moment en dwarskracht over te brengen.

Rotatiestijfheid :

De rotatiestijfheid van de verbinding t.b.v. berekeningen in de gebruikstoestand wordt bepaald.

$k_{rot,ser,d}$ is de gemiddelde stijfheid per buis per snede = 65 kN/mm, (*zie ontwerpgegevens*)

$$K_{rot,ser,d} = 2nkR^2 = 2 \cdot 4 \cdot 65 \cdot 250^2 = 32500 \text{ kNm/rad.}$$

