

## SPOJOVACÍ DŘVOBETONOVÝ SYSTÉM

### HYBRIDNÍ KONSTRUKCE

Celozávitové spojovací prvky VGS, VGZ a RTR jsou nyní certifikovány pro všechny typy aplikací, kde dřevěný prvek (stěna, podlaha atd.) musí přenášet napětí na betonový prvek (výztužné jádro, základ atd.).

### PREFABRIKACE

Prefabrikace betonu je kombinována s přípravou dřevěné části: výztužné pruty zasazené do betonového odlitku se přizpůsobí plně závitovým spojovacím prvkům do dřeva; doplňkový odlitek provedený po položení dřevěných prvků dokončí spojení.

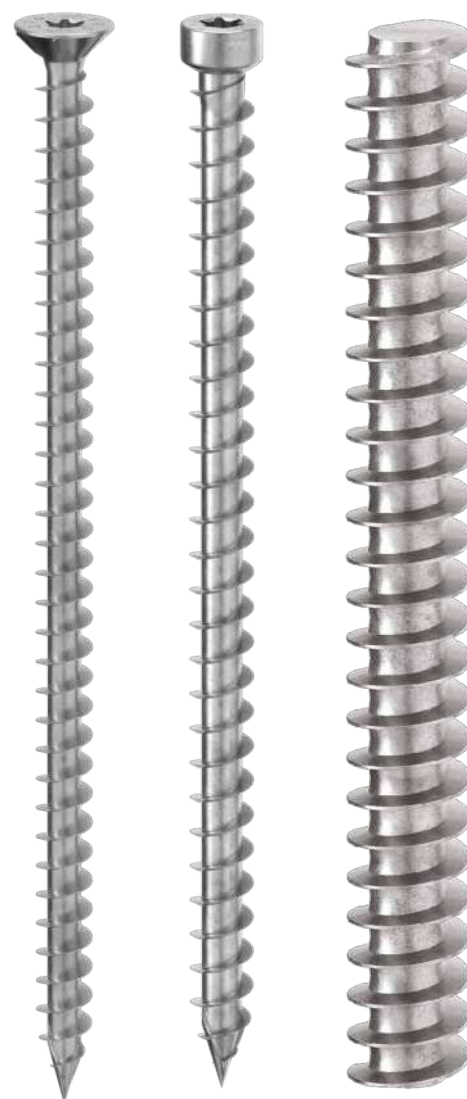
### SYSTÉMY POST AND SLAB

Umožňuje spojení mezi CLT panely s výjimečnou pevností a tuhostí ve střihu, ohybovém momentu a osovém namáhání. Je přirozeným doplňkem systémů SPIDER a PILLAR.



### VLASTNOSTI

|             |                                               |
|-------------|-----------------------------------------------|
| STŘED       | spoje dřevo-beton s pevností ve všech směrech |
| PRŮMĚR      | vruty Ø9 mm, Ø11 mm, Ø13 mm, Ø16 mm           |
| UPEVNĚNÍ    | VGS, VGZ a RTR                                |
| CERTIFIKACE | označení CE podle ETA-22/0806                 |



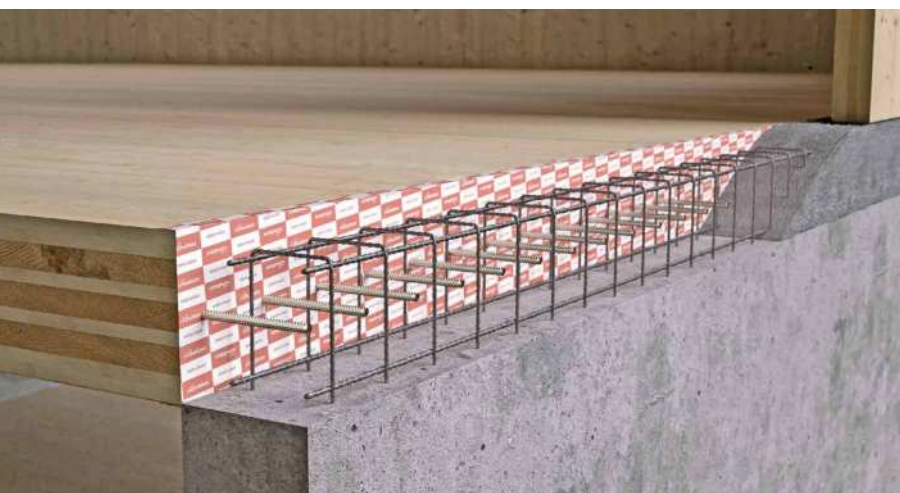
VGS

VGZ

RTR

### VIDEO

Načtěte kód QR a prohlédněte si video na našem kanálu YouTube

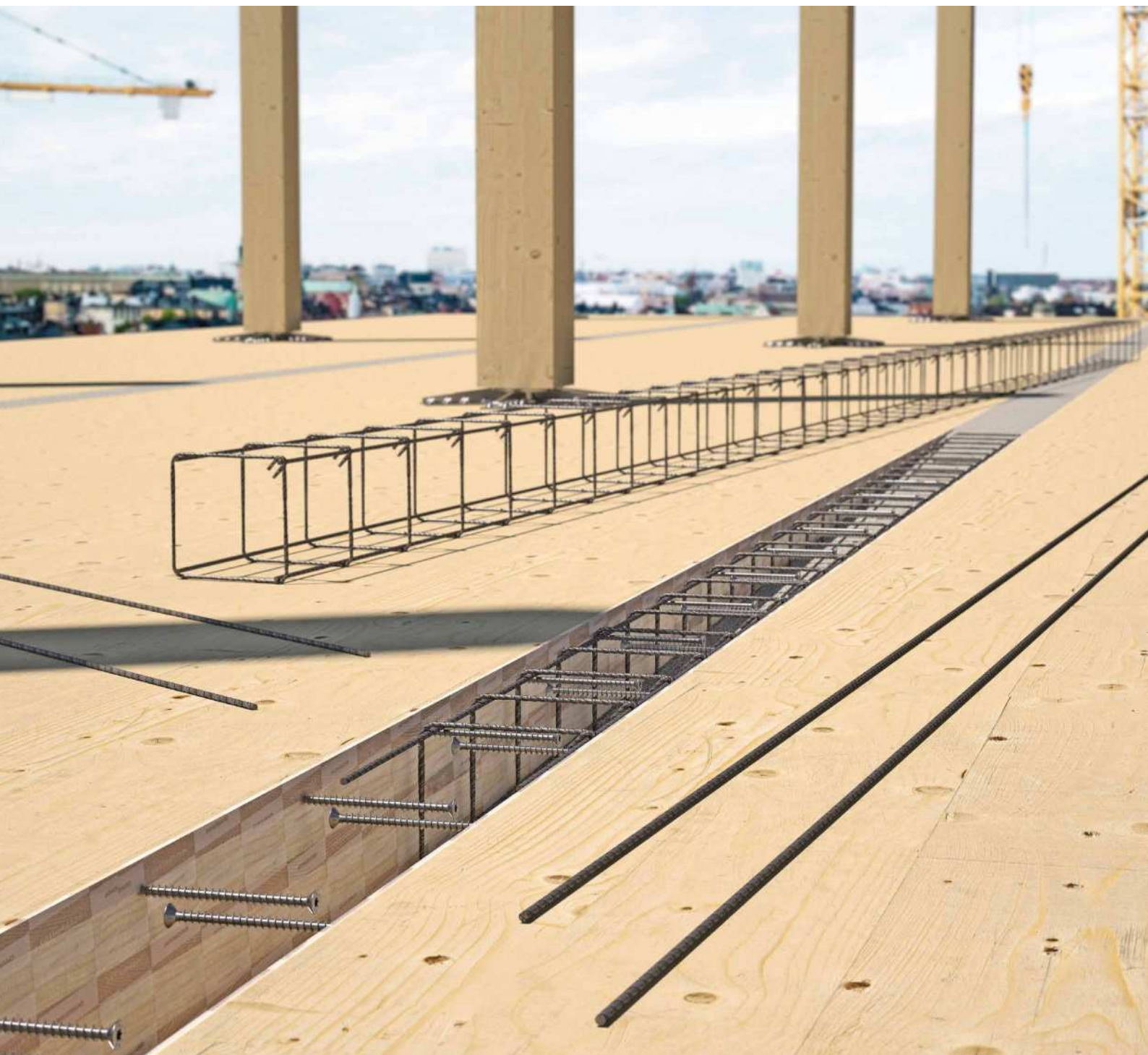


### OBLASTI POUŽITÍ

Spoje odolné proti momentovému, smykovému a axiálnímu namáhání pro desky CLT. Vysoká tuhost železobetonu umožňuje realizovat spoje odolné proti momentovému namáhání ve všech směrech s vysokou tuhostí.

Doporučené použití:

- stropy nebo stěny z panelů CLT nebo LVL



## SPIDER A PILLAR

Systém TC FUSION doplňuje systémy SPIDER a PILLAR a umožňuje momentové spojení mezi panely. Hydroizolační systémy Rothoblaas umožňují oddělení dřeva a betonu.

## BETONOVÉ VÝZTUHY

TC FUSION lze použít společně se systémy pro betonové výztuhy ke spojení prefabrikovaných betonových stropů a výztužným jádrem s malým doplňkovým odlitkem.

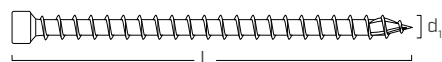
## KÓDY A ROZMĚRY

VGS - vrut spojovací celozávitový se zápuštnou nebo šestihrannou hlavou



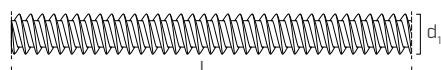
| d <sub>1</sub><br>[mm] | KÓD       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | ks. |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 9<br>TX 40             | VGS9200   | 200       | 190       | 25  |
|                        | VGS9220   | 220       | 210       | 25  |
|                        | VGS9240   | 240       | 230       | 25  |
|                        | VGS9260   | 260       | 250       | 25  |
|                        | VGS9280   | 280       | 270       | 25  |
|                        | VGS9300   | 300       | 290       | 25  |
|                        | VGS9320   | 320       | 310       | 25  |
|                        | VGS9340   | 340       | 330       | 25  |
|                        | VGS9360   | 360       | 350       | 25  |
|                        | VGS9380   | 380       | 370       | 25  |
|                        | VGS9400   | 400       | 390       | 25  |
|                        | VGS9440   | 440       | 430       | 25  |
|                        | VGS9480   | 480       | 470       | 25  |
|                        | VGS9520   | 520       | 510       | 25  |
|                        | VGS9560   | 560       | 550       | 25  |
|                        | VGS9600   | 600       | 590       | 25  |
| 11<br>TX 50            | VGS11200  | 200       | 190       | 25  |
|                        | VGS11225  | 225       | 215       | 25  |
|                        | VGS11250  | 250       | 240       | 25  |
|                        | VGS11275  | 275       | 265       | 25  |
|                        | VGS11300  | 300       | 290       | 25  |
|                        | VGS11325  | 325       | 315       | 25  |
|                        | VGS11350  | 350       | 340       | 25  |
|                        | VGS11375  | 375       | 365       | 25  |
|                        | VGS11400  | 400       | 390       | 25  |
|                        | VGS11425  | 425       | 415       | 25  |
|                        | VGS11450  | 450       | 440       | 25  |
|                        | VGS11475  | 475       | 465       | 25  |
|                        | VGS11500  | 500       | 490       | 25  |
|                        | VGS11525  | 525       | 515       | 25  |
|                        | VGS11550  | 550       | 540       | 25  |
|                        | VGS11575  | 575       | 565       | 25  |
| 11<br>SW 17<br>TX 50   | VGS11600  | 600       | 590       | 25  |
|                        | VGS11650  | 650       | 630       | 25  |
|                        | VGS11700  | 700       | 680       | 25  |
|                        | VGS11750  | 750       | 680       | 25  |
|                        | VGS11800  | 800       | 780       | 25  |
|                        | VGS11850  | 850       | 830       | 25  |
|                        | VGS11900  | 900       | 880       | 25  |
|                        | VGS11950  | 950       | 930       | 25  |
|                        | VGS111000 | 1000      | 980       | 25  |
|                        | VGS13200  | 200       | 190       | 25  |
| 13<br>TX 50            | VGS13250  | 250       | 240       | 25  |
|                        | VGS13300  | 300       | 280       | 25  |
|                        | VGS13350  | 350       | 330       | 25  |
|                        | VGS13400  | 400       | 380       | 25  |
|                        | VGS13450  | 450       | 430       | 25  |
|                        | VGS13500  | 500       | 480       | 25  |
|                        | VGS13550  | 550       | 530       | 25  |
|                        | VGS13600  | 600       | 580       | 25  |
| 13<br>SW 19<br>TX 50   | VGS13650  | 650       | 630       | 25  |
|                        | VGS13700  | 700       | 680       | 25  |
|                        | VGS13750  | 750       | 730       | 25  |
|                        | VGS13800  | 800       | 780       | 25  |
|                        | VGS13850  | 850       | 830       | 25  |
|                        | VGS13900  | 900       | 880       | 25  |
|                        | VGS13950  | 950       | 930       | 25  |
|                        | VGS131000 | 1000      | 980       | 25  |
|                        | VGS131100 | 1100      | 1080      | 25  |
|                        | VGS131200 | 1200      | 1180      | 25  |
|                        | VGS131300 | 1300      | 1280      | 25  |
|                        | VGS131400 | 1400      | 1380      | 25  |
|                        | VGS131500 | 1500      | 1480      | 25  |

VGZ - celozávitový mini spojovací vrut s válcovou hlavou



| d <sub>1</sub><br>[mm] | KÓD       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | ks. |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 9<br>TX 40             | VGZ9200   | 200       | 190       | 25  |
|                        | VGZ9220   | 220       | 210       | 25  |
|                        | VGZ9240   | 240       | 230       | 25  |
|                        | VGZ9260   | 260       | 250       | 25  |
|                        | VGZ9280   | 280       | 270       | 25  |
|                        | VGZ9300   | 300       | 290       | 25  |
|                        | VGZ9320   | 320       | 310       | 25  |
|                        | VGZ9340   | 340       | 330       | 25  |
|                        | VGZ9360   | 360       | 350       | 25  |
|                        | VGZ9380   | 380       | 370       | 25  |
|                        | VGZ9400   | 400       | 390       | 25  |
|                        | VGZ9440   | 440       | 430       | 25  |
|                        | VGZ9480   | 480       | 470       | 25  |
|                        | VGZ9520   | 520       | 510       | 25  |
|                        | VGZ9560   | 560       | 550       | 25  |
|                        | VGZ9600   | 600       | 590       | 25  |
| 11<br>TX 50            | VGZ11200  | 200       | 190       | 25  |
|                        | VGZ11250  | 250       | 240       | 25  |
|                        | VGZ11275  | 275       | 265       | 25  |
|                        | VGZ11300  | 300       | 290       | 25  |
|                        | VGZ11325  | 325       | 315       | 25  |
|                        | VGZ11350  | 350       | 340       | 25  |
|                        | VGZ11375  | 375       | 365       | 25  |
|                        | VGZ11400  | 400       | 390       | 25  |
|                        | VGZ11425  | 425       | 415       | 25  |
|                        | VGZ11450  | 450       | 440       | 25  |
|                        | VGZ11475  | 475       | 465       | 25  |
|                        | VGZ11500  | 500       | 490       | 25  |
|                        | VGZ11525  | 525       | 515       | 25  |
|                        | VGZ11550  | 550       | 540       | 25  |
|                        | VGZ11575  | 575       | 565       | 25  |
|                        | VGZ11600  | 600       | 590       | 25  |
| 11<br>TX 50            | VGZ11650  | 650       | 640       | 25  |
|                        | VGZ11700  | 700       | 690       | 25  |
|                        | VGZ11750  | 750       | 740       | 25  |
|                        | VGZ11800  | 800       | 790       | 25  |
|                        | VGZ11850  | 850       | 840       | 25  |
|                        | VGZ11900  | 900       | 890       | 25  |
|                        | VGZ11950  | 950       | 940       | 25  |
|                        | VGZ111000 | 1000      | 990       | 25  |

RTR - systém konstrukčního zesílení



| d <sub>1</sub><br>[mm] | KÓD       | L<br>[mm] | ks. |
|------------------------|-----------|-----------|-----|
| 16                     | RTR162200 | 2200      | 10  |

## ■ ROZMĚRY A MECHANICKÉ VLASTNOSTI

### VGS - VGZ

| Průměr vrutu                         | d <sub>1</sub>      | [mm]                 | VGS   |          |          |          |          | VGZ   |       |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|
|                                      |                     |                      | 9     | 11       | 11       | 13       | 13       | 9     | 11    |
| Délka                                | L                   | [mm]                 | -     | ≤ 600 mm | > 600 mm | ≤ 600 mm | > 600 mm | -     | -     |
| Průměr zápuštné hlavy                | d <sub>K</sub>      | [mm]                 | 16,00 | 19,30    | -        | 22,00    | -        | 11,50 | 13,50 |
| Tloušťka zápuštné hlavy              | t <sub>1</sub>      | [mm]                 | 6,50  | 8,20     | -        | 9,40     | -        | -     | -     |
| Velikost klíče                       | SW                  | -                    | -     | -        | SW 17    | -        | SW 19    | -     | -     |
| Tloušťka šestihranné hlavy           | t <sub>s</sub>      | [mm]                 | -     | -        | 6,40     | -        | 7,50     | -     | -     |
| Průměr jádra                         | d <sub>2</sub>      | [mm]                 | 5,90  | 6,60     | 6,60     | 8,00     | 8,00     | 5,90  | 6,60  |
| Průměr předvrtání <sup>(1)</sup>     | d <sub>V,S</sub>    | [mm]                 | 5,0   | 6,0      | 6,0      | 8,0      | 8,0      | 5,0   | 6,0   |
| Průměr předvrtání <sup>(2)</sup>     | d <sub>V,H</sub>    | [mm]                 | 6,0   | 7,0      | 7,0      | 9,0      | 9,0      | 6,0   | 7,0   |
| Charakteristická mez pevnosti v tahu | f <sub>tens,k</sub> | [kN]                 | 25,4  | 38,0     | 38,0     | 53,0     | 53,0     | 25,4  | 38,0  |
| Charakteristický moment kluzu        | M <sub>y,k</sub>    | [Nm]                 | 27,2  | 45,9     | 45,9     | 70,9     | 70,9     | 27,2  | 45,9  |
| Charakteristická pevnost v kluzu     | f <sub>y,k</sub>    | [N/mm <sup>2</sup> ] | 1000  | 1000     | 1000     | 1000     | 1000     | 1000  | 1000  |

<sup>(1)</sup>Předvrtání platí pro dřevo z jehličnanu (softwood).

<sup>(2)</sup>Předvrtání platí pro tvrdé dřevo (hardwood) a pro LVL z bukového dřeva.

### RTR

| Jmenovitý průměr                     | d <sub>1</sub>      | [mm]                 | 16    |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-------|
| Průměr jádra                         | d <sub>2</sub>      | [mm]                 | 12,00 |
| Průměr předvrtání <sup>(1)</sup>     | d <sub>V,S</sub>    | [mm]                 | 13,0  |
| Charakteristická mez pevnosti v tahu | f <sub>tens,k</sub> | [kN]                 | 100,0 |
| Charakteristický moment kluzu        | M <sub>y,k</sub>    | [Nm]                 | 200,0 |
| Charakteristická pevnost v kluzu     | f <sub>y,k</sub>    | [N/mm <sup>2</sup> ] | 640   |

<sup>(1)</sup>Předvrtání platí pro dřevo z jehličnanu (softwood).

## ■ MECHANICKÉ VLASTNOSTI SYSTÉMU TC FUSION

| Jmenovitý průměr                              | d <sub>1</sub>   | [mm]                 | VGS/VGZ |      |      | RTR |
|-----------------------------------------------|------------------|----------------------|---------|------|------|-----|
|                                               |                  |                      | 9       | 11   | 13   | 16  |
| Tangenciální adhezní pevnost pro beton C25/30 | f <sub>b,k</sub> | [N/mm <sup>2</sup> ] | 12,5    | 12,5 | 12,5 | 9,0 |

U použití s jinými materiály odkazujeme na ETA-22/0806.

## ■ SOUVISEJÍCÍ VÝROBKY



**D 38 RLE**  
4-RYCHLOSTNÍ VRTAČKA - ŠROUBOVÁK



**SPEEDY BAND**  
UNIVERZÁLNÍ JEDNOSTRANNÁ PÁSKA BEZ SEPARAČNÍ VRSTVY



**FLUID MEMBRANE**  
TĚSNIČÍ SYNTETICKÁ MEMBRÁNA  
APLIKOVATELNÁ ŠTĚTCEM NEBO NÁSTŘÍKEM



**INVISI BAND**  
PRŮHLEDNÁ JEDNOSTRANNÁ LEPICÍ PÁSKA  
BEZ LINERU, ODOLNÁ PROTI UV ZÁŘENÍ A TEPLU

Více informací naleznete na stránkách [www.rothoblaas.com](http://www.rothoblaas.com)

## OBLAST POUŽITÍ

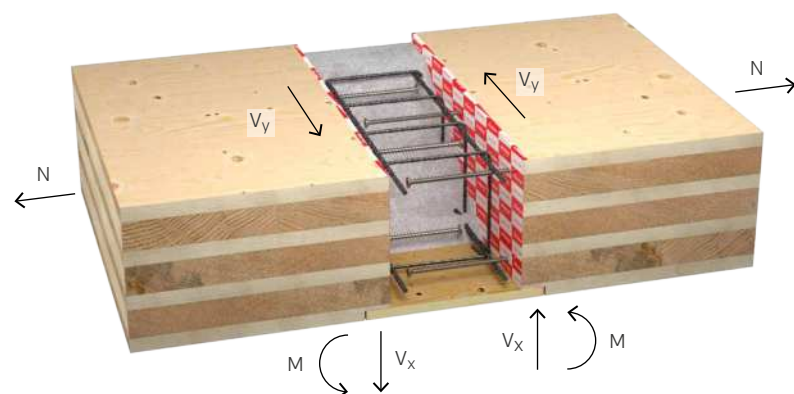
**ETA-22/0806** je speciálně určený pro dřevobetonové aplikace s celozávitovými spojovacími prvky VGS, VGZ a RTR.

Je vysvětlena metoda výpočtu pro posouzení pevnosti i tuhosti spoje.

Spojení umožňuje přenášet napětí ve střihu, tahu a ohybu mezi dřevěnými prvky (CLT, LVL, GL, C) a betonem, a to jak na úrovni podlahy, tak stěn.

Systém TC FUSION byl testován a certifikován v Arbeitsbereich für Holzbau univerzity v Innsbrucku v rámci výzkumného projektu spolufinancovaného Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

### NAMÁHÁNÍ



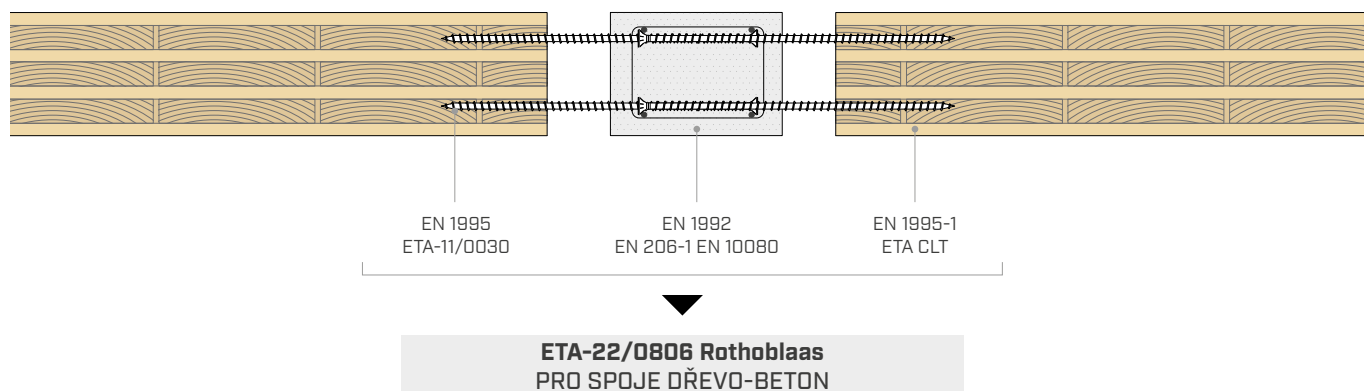
#### Pevný spoj:

- střih v rovině panelu ( $V_y$ )
- střih mimo rovinu ( $V_x$ )
- tah ( $N$ )
- ohybový moment ( $M$ )

#### Kloubový spoj:

- střih v rovině panelu ( $V_y$ )
- střih mimo rovinu ( $V_x$ )
- tah ( $N$ )

### PŘÍSLUŠNÉ NORMY A CERTIFIKACE



### POUŽITÍ PRO HYBRIDNÍ DŘEVOBETONOVÉ KONSTRUKCE



Použití systému TC FUSION s vruty a závitovými tyčemi nabízí výjimečnou míru univerzálnosti při stavbě dřevobetonových hybridních konstrukcí.

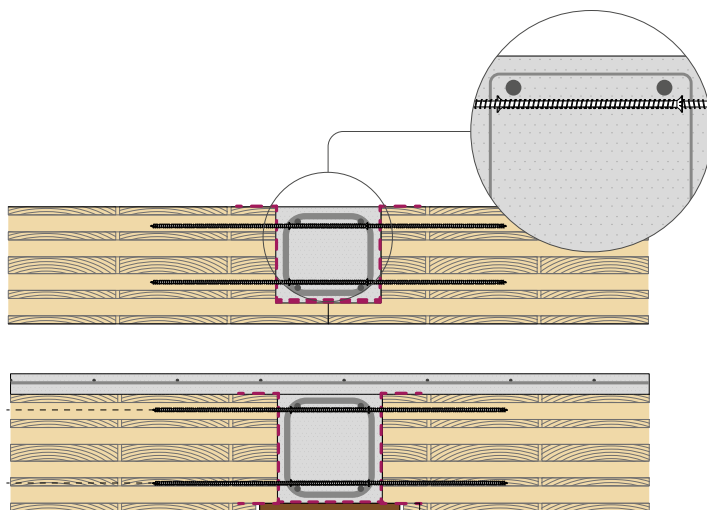
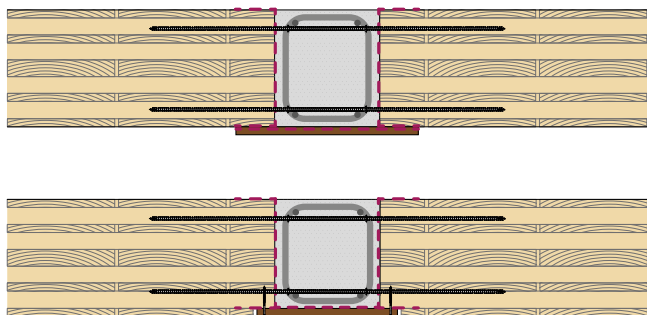
Tento typ spojení se dokonale hodí pro situace, kdy jsou vyžadovány kloubové nebo polo-tuhé vazby. Vruty a beton účinně přenášejí tah, smyk a ohybový moment.

Tuhost a odolnost se postupně zvyšují s tím, jak se zvětšuje rameno vnitřních sil mezi vruty a stlačeným betonem.

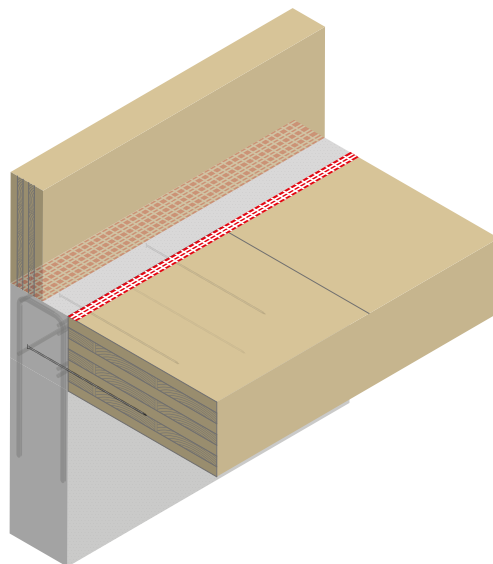
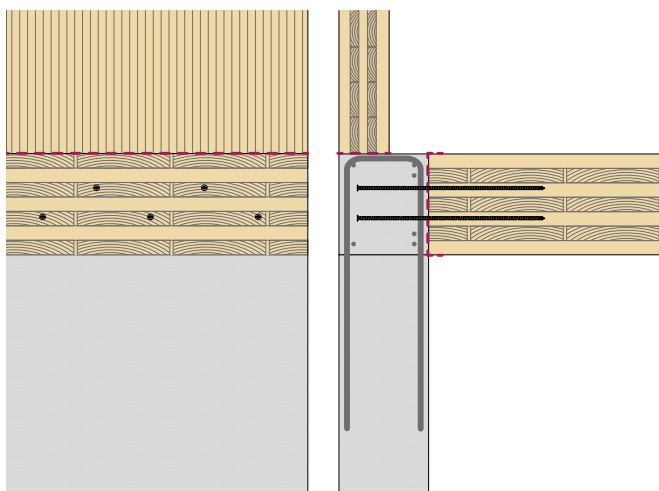
Kombinace obou materiálů výrazně zvyšuje tuhost a snižuje problémy spojené s tolerancí konstrukce.

## ■ INSTALACE

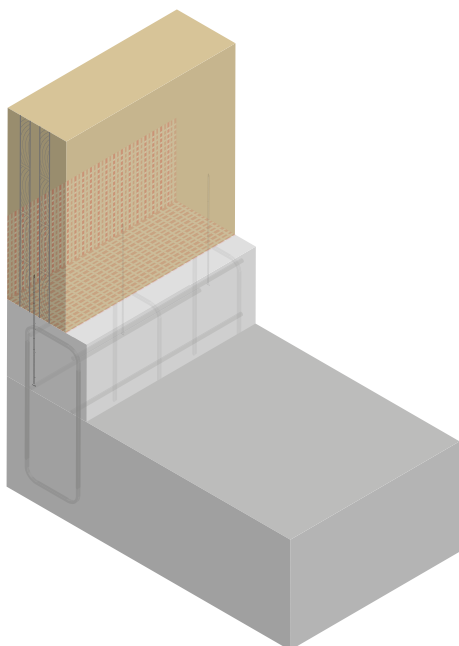
### SPOJENÍ PANEL-PANEL



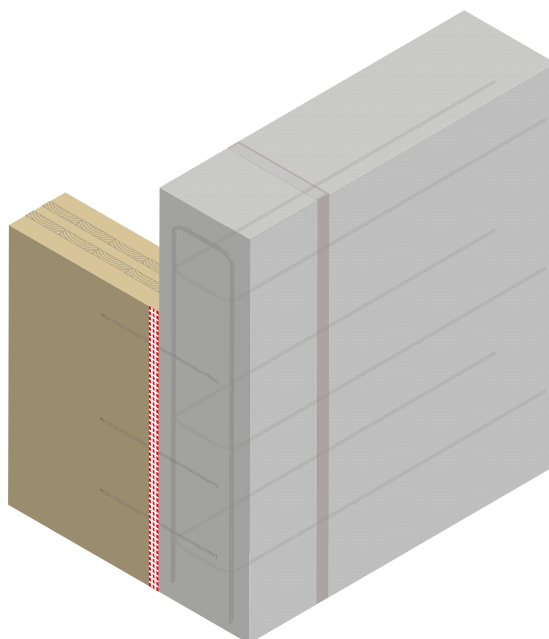
### SPOJENÍ STROP-STĚNA



### SPOJENÍ STĚNA-ZÁKLADY



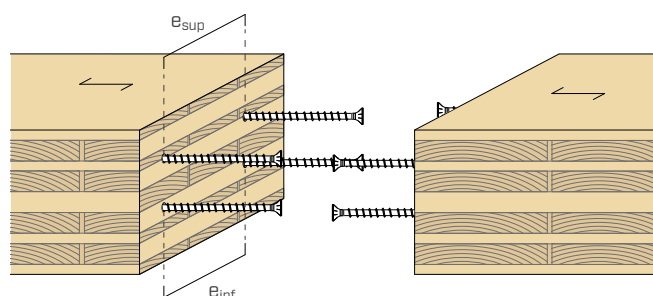
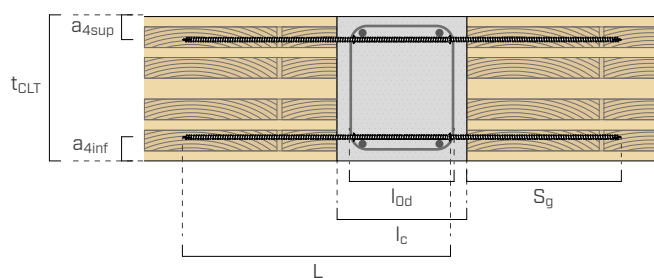
### SPOJENÍ STĚNA-STĚNA



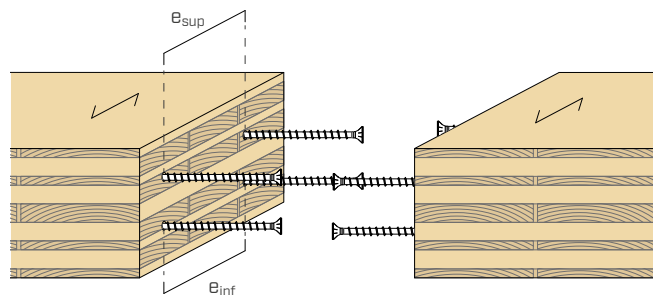
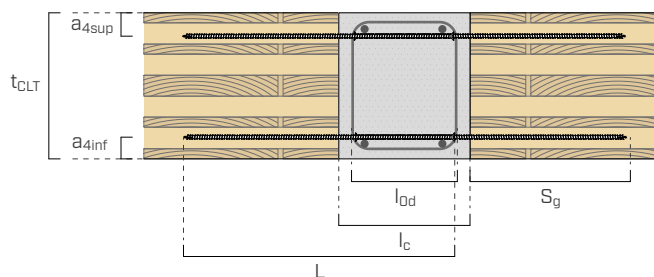
|         |      |       |                |       |                       |  | MOMENT                          |         |                                 |         |                                 |         |
|---------|------|-------|----------------|-------|-----------------------|--|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
|         |      |       |                |       |                       |  | $M^*_{Rd}$                      |         |                                 |         |                                 |         |
| rozměry |      |       |                |       |                       |  | 160                             |         | 180                             |         | 200                             |         |
|         |      |       |                |       |                       |  | (40-20-40-20-40) <sup>(1)</sup> |         | (40-30-40-30-40) <sup>(1)</sup> |         | (40-40-40-40-40) <sup>(1)</sup> |         |
| $d_1$   | L    | $l_c$ | $l_{0d}^{(2)}$ | $S_g$ | $e_{inf}$   $e_{sup}$ |  | (L)                             | (T)     | (L)                             | (T)     | (L)                             | (T)     |
| [mm]    | [mm] | [mm]  | [mm]           | [mm]  | [mm]                  |  | [kNm/m]                         | [kNm/m] | [kNm/m]                         | [kNm/m] | [kNm/m]                         | [kNm/m] |
| 9       | 300  | 200   | 160            | 120   | 200                   |  | 3,5                             | 2,3     | 4,1                             | 2,9     | 4,7                             | 3,5     |
|         | 320  | 200   | 160            | 140   | 200                   |  | 4,1                             | 2,6     | 4,8                             | 3,3     | 5,5                             | 4,1     |
|         | 340  | 200   | 160            | 160   | 200                   |  | 4,6                             | 3,0     | 5,4                             | 3,8     | 6,2                             | 4,6     |
|         | 360  | 200   | 160            | 180   | 200                   |  | 5,1                             | 3,3     | 6,1                             | 4,2     | 7,0                             | 5,1     |
|         | 380  | 200   | 160            | 200   | 200                   |  | 5,7                             | 3,7     | 6,7                             | 4,7     | 7,7                             | 5,7     |
|         | 400  | 200   | 160            | 220   | 200                   |  | 6,2                             | 4,0     | 7,3                             | 5,1     | 8,4                             | 6,2     |
|         | 440  | 200   | 160            | 260   | 200                   |  | 7,2                             | 4,7     | 8,5                             | 6,0     | 9,8                             | 7,2     |
|         | 480  | 200   | 160            | 300   | 200                   |  | 8,2                             | 5,3     | 9,7                             | 6,8     | 11,2                            | 8,2     |
| 11      | 520  | 200   | 160            | 340   | 200                   |  | 9,2                             | 5,9     | 10,9                            | 7,6     | 12,5                            | 9,2     |
|         | 325  | 200   | 160            | 145   | 200                   |  | 4,9                             | 3,2     | 5,8                             | 4,0     | 6,6                             | 4,9     |
|         | 350  | 200   | 160            | 170   | 200                   |  | 5,7                             | 3,7     | 6,7                             | 4,7     | 7,7                             | 5,7     |
|         | 375  | 200   | 160            | 195   | 200                   |  | 6,5                             | 4,2     | 7,6                             | 5,3     | 8,8                             | 6,5     |
|         | 400  | 200   | 160            | 220   | 200                   |  | 7,3                             | 4,7     | 8,6                             | 6,0     | 9,8                             | 7,3     |
|         | 450  | 200   | 160            | 270   | 200                   |  | 8,8                             | 5,6     | 10,3                            | 7,2     | 11,9                            | 8,8     |
|         | 500  | 200   | 160            | 320   | 200                   |  | 10,2                            | 6,6     | 12,1                            | 8,4     | 13,9                            | 10,2    |
|         | 550  | 200   | 160            | 370   | 200                   |  | 11,7                            | 7,5     | 13,7                            | 9,6     | 15,8                            | 11,7    |
| 13      | 600  | 200   | 160            | 420   | 200                   |  | 13,0                            | 8,3     | 15,4                            | 10,7    | 17,8                            | 13,0    |
|         | 400  | 230   | 190            | 190   | 200                   |  | 7,2                             | 4,7     | 8,5                             | 5,9     | 9,8                             | 7,2     |
|         | 450  | 230   | 190            | 240   | 200                   |  | 9,0                             | 5,8     | 10,6                            | 7,4     | 12,2                            | 9,0     |
|         | 500  | 230   | 190            | 290   | 200                   |  | 10,7                            | 6,8     | 12,6                            | 8,7     | 14,5                            | 10,7    |
|         | 600  | 230   | 190            | 390   | 200                   |  | 13,9                            | 8,9     | 16,4                            | 11,4    | 18,9                            | 13,9    |
|         | 700  | 230   | 190            | 490   | 200                   |  | 17,0                            | 10,8    | 20,1                            | 13,9    | 23,2                            | 17,0    |
|         | 800  | 230   | 190            | 590   | 200                   |  | 19,9                            | 12,6    | 23,6                            | 16,3    | 27,3                            | 19,9    |
|         | 900  | 250   | 210            | 670   | 200                   |  | 22,2                            | 14,0    | 26,4                            | 18,1    | 30,5                            | 22,2    |
| 16      | 545  | 270   | 230            | 295   | 200                   |  | 9,6                             | 6,2     | 11,3                            | 7,9     | 13,0                            | 9,6     |
|         | 650  | 270   | 230            | 400   | 200                   |  | 12,6                            | 8,1     | 14,9                            | 10,4    | 17,2                            | 12,6    |
|         | 730  | 270   | 230            | 480   | 200                   |  | 14,8                            | 9,5     | 17,5                            | 12,2    | 20,2                            | 14,8    |
|         | 900  | 270   | 230            | 650   | 200                   |  | 19,3                            | 12,2    | 22,9                            | 15,8    | 26,4                            | 19,3    |
|         | 1095 | 270   | 230            | 845   | 200                   |  | 24,2                            | 15,1    | 28,7                            | 19,7    | 33,2                            | 24,2    |

## INSTALACE DŘEVO-BETON-DŘEVO

### KONFIGURACE (L)



### KONFIGURACE (T)



#### LEGENDA

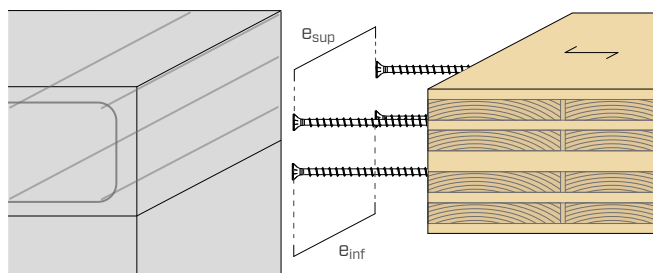
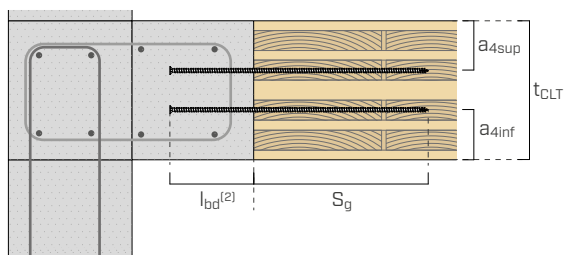
$t_{CLT}$  tloušťka spojeného CLT panelu  
 $S_g$  délka průchodu vrutu  
 $l_{0d}$  délka překrytí  
 $l_c$  šířka betonového prvku

$e_{inf}$  rozteč spodních vrutů  
 $e_{sup}$  rozteč horních vrutů  
 $a_{4inf}$  vzdálenost dolních vrutů od hrany  
 $a_{4sup}$  vzdálenost horních vrutů od hrany

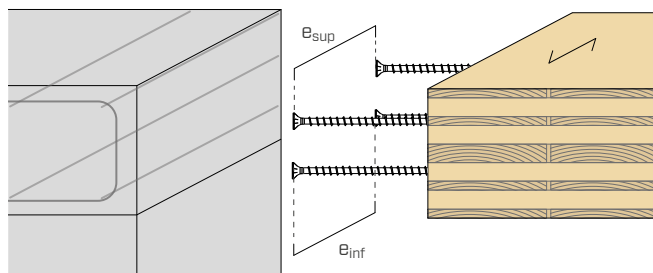
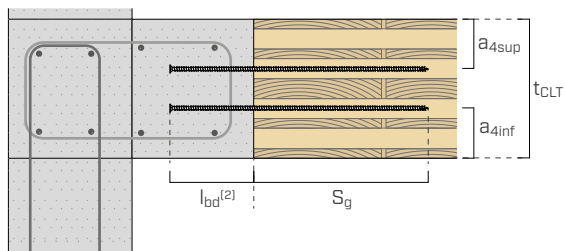
|  | MOMENT<br>M* <sub>Rd</sub>                   |         |                                              |         |                                              |         |                                              |         | STŘIH <sup>(3)</sup><br>V* <sub>Rd</sub> | TAH<br>N* <sub>Rd</sub> |
|--|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|------------------------------------------|-------------------------|
|  | 220<br>(40-40-20-20-20-40-40) <sup>(1)</sup> |         | 240<br>(40-40-20-40-20-40-40) <sup>(1)</sup> |         | 260<br>(40-40-30-40-30-40-40) <sup>(1)</sup> |         | 280<br>(40-40-40-40-40-40-40) <sup>(1)</sup> |         |                                          |                         |
|  | (L)                                          | (T)     | (L)                                          | (T)     | (L)                                          | (T)     | (L)                                          | (T)     |                                          |                         |
|  | [kNm/m]                                      | [kNm/m] | [kNm/m]                                      | [kNm/m] | [kNm/m]                                      | [kNm/m] | [kNm/m]                                      | [kNm/m] |                                          |                         |
|  | 5,3                                          | 4,1     | 5,9                                          | 4,7     | 6,6                                          | 5,3     | 7,2                                          | 5,9     | 3,8                                      | 6,1                     |
|  | 6,2                                          | 4,8     | 6,9                                          | 5,5     | 7,6                                          | 6,2     | 8,3                                          | 6,9     | 4,0                                      | 7,1                     |
|  | 7,0                                          | 5,4     | 7,8                                          | 6,2     | 8,7                                          | 7,0     | 9,5                                          | 7,8     | 4,3                                      | 8,1                     |
|  | 7,9                                          | 6,1     | 8,8                                          | 7,0     | 9,7                                          | 7,9     | 10,6                                         | 8,8     | 4,5                                      | 9,1                     |
|  | 8,7                                          | 6,7     | 9,7                                          | 7,7     | 10,7                                         | 8,7     | 11,7                                         | 9,7     | 4,5                                      | 10,0                    |
|  | 9,5                                          | 7,3     | 10,6                                         | 8,4     | 11,7                                         | 9,5     | 12,8                                         | 10,6    | 4,5                                      | 11,0                    |
|  | 11,1                                         | 8,5     | 12,4                                         | 9,8     | 13,7                                         | 11,1    | 14,9                                         | 12,4    | 4,5                                      | 12,8                    |
|  | 12,7                                         | 9,7     | 14,1                                         | 11,2    | 15,6                                         | 12,7    | 17,1                                         | 14,1    | 4,5                                      | 14,7                    |
|  | 14,2                                         | 10,9    | 15,8                                         | 12,5    | 17,5                                         | 14,2    | 19,1                                         | 15,8    | 4,5                                      | 16,5                    |
|  | 7,5                                          | 5,8     | 8,4                                          | 6,6     | 9,2                                          | 7,5     | 10,1                                         | 8,4     | 5,3                                      | 8,7                     |
|  | 8,7                                          | 6,7     | 9,7                                          | 7,7     | 10,8                                         | 8,7     | 11,8                                         | 9,7     | 5,6                                      | 10,1                    |
|  | 9,9                                          | 7,6     | 11,1                                         | 8,8     | 12,2                                         | 9,9     | 13,4                                         | 11,1    | 6,0                                      | 11,5                    |
|  | 11,1                                         | 8,6     | 12,4                                         | 9,8     | 13,7                                         | 11,1    | 15,0                                         | 12,4    | 6,2                                      | 12,9                    |
|  | 13,5                                         | 10,3    | 15,0                                         | 11,9    | 16,6                                         | 13,5    | 18,1                                         | 15,0    | 6,2                                      | 15,6                    |
|  | 15,7                                         | 12,1    | 17,5                                         | 13,9    | 19,4                                         | 15,7    | 21,2                                         | 17,5    | 6,2                                      | 18,3                    |
|  | 17,9                                         | 13,7    | 20,0                                         | 15,8    | 22,1                                         | 17,9    | 24,2                                         | 20,0    | 6,2                                      | 20,9                    |
|  | 20,1                                         | 15,4    | 22,5                                         | 17,8    | 24,8                                         | 20,1    | 27,2                                         | 22,5    | 6,2                                      | 23,5                    |
|  | 11,1                                         | 8,5     | 12,4                                         | 9,8     | 13,6                                         | 11,1    | 14,9                                         | 12,4    | 7,2                                      | 12,8                    |
|  | 13,8                                         | 10,6    | 15,4                                         | 12,2    | 17,0                                         | 13,8    | 18,6                                         | 15,4    | 8,0                                      | 16,0                    |
|  | 16,4                                         | 12,6    | 18,3                                         | 14,5    | 20,2                                         | 16,4    | 22,1                                         | 18,3    | 8,0                                      | 19,1                    |
|  | 21,4                                         | 16,4    | 23,9                                         | 18,9    | 26,4                                         | 21,4    | 29,0                                         | 23,9    | 8,0                                      | 25,1                    |
|  | 26,3                                         | 20,1    | 29,4                                         | 23,2    | 32,5                                         | 26,3    | 35,6                                         | 29,4    | 8,0                                      | 31,0                    |
|  | 31,0                                         | 23,6    | 34,6                                         | 27,3    | 38,3                                         | 31,0    | 42,0                                         | 34,6    | 8,0                                      | 36,8                    |
|  | 34,6                                         | 26,4    | 38,7                                         | 30,5    | 42,9                                         | 34,6    | 47,0                                         | 38,7    | 8,0                                      | 41,3                    |
|  | 14,8                                         | 11,3    | 16,5                                         | 13,0    | 18,2                                         | 14,8    | 19,9                                         | 16,5    | 11,4                                     | 17,2                    |
|  | 19,5                                         | 14,9    | 21,7                                         | 17,2    | 24,0                                         | 19,5    | 26,3                                         | 21,7    | 12,8                                     | 22,8                    |
|  | 22,9                                         | 17,5    | 25,6                                         | 20,2    | 28,3                                         | 22,9    | 31,0                                         | 25,6    | 13,8                                     | 26,9                    |
|  | 30,0                                         | 22,9    | 33,6                                         | 26,4    | 37,1                                         | 30,0    | 40,7                                         | 33,6    | 14,2                                     | 35,6                    |
|  | 37,7                                         | 28,7    | 42,3                                         | 33,2    | 46,8                                         | 37,7    | 51,3                                         | 42,3    | 14,2                                     | 45,2                    |

## INSTALACE DŘEVO-BETON

### KONFIGURACE (L)



### KONFIGURACE (T)



### POZNÁMKY

<sup>(1)</sup> Složení desek, tloušťka překrývajících se vrstev s uspořádáním vláken do kříže.

<sup>(2)</sup>  $l_{bd}$  představuje délku překrytí spojovacích prvků. V případě spoje dřevo-beton se touto veličinou rozumí kotevní délka  $l_{bd}$ .

<sup>(3)</sup> Pokud je vzdálenost od okraje panelu menší než předepsaná vzdálenost od okraje pro vruty (ETA-11/0030), musí být pevnost ve smyku snížena v souladu s kapitolou „Obecné zásady“. Musí však být ověřena geometrická podmínka, že vruty musí být našroubovány ve výztužných tyčích železobetonového prvku, a minimální vzdálenost.

|         |      |       |                |       |           |           | ROTAČNÍ TUHOST                         |             |                                        |             |                                        |             |  |
|---------|------|-------|----------------|-------|-----------|-----------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|--|
|         |      |       |                |       |           |           | $k^*_{\varphi}$                        |             |                                        |             |                                        |             |  |
| rozměry |      |       |                |       |           |           | 160<br>(40-20-40-20-40) <sup>(1)</sup> |             | 180<br>(40-30-40-30-40) <sup>(1)</sup> |             | 200<br>(40-40-40-40-40) <sup>(1)</sup> |             |  |
| $d_1$   | L    | $l_c$ | $l_{0d}^{(2)}$ | $S_g$ | $e_{inf}$ | $e_{sup}$ | (L)                                    | (T)         | (L)                                    | (T)         | (L)                                    | (T)         |  |
| [mm]    | [mm] | [mm]  | [mm]           | [mm]  | [mm]      | [mm]      | [kNm/rad/m]                            | [kNm/rad/m] | [kNm/rad/m]                            | [kNm/rad/m] | [kNm/rad/m]                            | [kNm/rad/m] |  |
| 9       | 300  | 200   | 160            | 120   | 200       |           | 632                                    | 307         | 913                                    | 600         | 1246                                   | 838         |  |
|         | 320  | 200   | 160            | 140   | 200       |           | 732                                    | 355         | 1057                                   | 695         | 1443                                   | 970         |  |
|         | 340  | 200   | 160            | 160   | 200       |           | 830                                    | 403         | 1199                                   | 789         | 1636                                   | 1101        |  |
|         | 360  | 200   | 160            | 180   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
|         | 380  | 200   | 160            | 200   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
|         | 400  | 200   | 160            | 220   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
|         | 440  | 200   | 160            | 260   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
|         | 480  | 200   | 160            | 300   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
|         | 520  | 200   | 160            | 340   | 200       |           | 927                                    | 450         | 1339                                   | 881         | 1828                                   | 1229        |  |
| 11      | 325  | 200   | 160            | 145   | 200       |           | 841                                    | 394         | 1233                                   | 798         | 1699                                   | 1128        |  |
|         | 350  | 200   | 160            | 170   | 200       |           | 975                                    | 457         | 1429                                   | 925         | 1970                                   | 1308        |  |
|         | 375  | 200   | 160            | 195   | 200       |           | 1107                                   | 518         | 1622                                   | 1049        | 2235                                   | 1484        |  |
|         | 400  | 200   | 160            | 220   | 200       |           | 1235                                   | 578         | 1810                                   | 1171        | 2494                                   | 1656        |  |
|         | 450  | 200   | 160            | 270   | 200       |           | 1235                                   | 578         | 1810                                   | 1171        | 2494                                   | 1656        |  |
|         | 500  | 200   | 160            | 320   | 200       |           | 1235                                   | 578         | 1810                                   | 1171        | 2494                                   | 1656        |  |
|         | 550  | 200   | 160            | 370   | 200       |           | 1235                                   | 578         | 1810                                   | 1171        | 2494                                   | 1656        |  |
|         | 600  | 200   | 160            | 420   | 200       |           | 1235                                   | 578         | 1810                                   | 1171        | 2494                                   | 1656        |  |
|         | 900  | 200   | 160            | 670   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
| 13      | 400  | 230   | 190            | 190   | 200       |           | 1258                                   | 589         | 1844                                   | 1193        | 2541                                   | 1687        |  |
|         | 450  | 230   | 190            | 240   | 200       |           | 1550                                   | 725         | 2271                                   | 1469        | 3129                                   | 2078        |  |
|         | 500  | 230   | 190            | 290   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
|         | 600  | 230   | 190            | 390   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
|         | 700  | 230   | 190            | 490   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
|         | 800  | 230   | 190            | 590   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
|         | 900  | 250   | 210            | 670   | 200       |           | 1662                                   | 778         | 2436                                   | 1576        | 3357                                   | 2229        |  |
|         | 1095 | 270   | 230            | 845   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |  |
|         | 1095 | 270   | 230            | 845   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |  |

(\*) Tabulka se vztahuje na spoje dřevo-beton-dřevo. V případě spoje dřevo-beton je třeba tuhost spoje zdvojnásobit.

## POZNÁMKY

<sup>(1)</sup> Složení panelu, tloušťka překrývajících se vrstev s orientací do kříže.

<sup>(2)</sup>  $l_{0d}$  představuje délku překrytí spojovacích prvků. V případě spoje dřevo-beton se touto veličinou rozumí kotvení délka  $l_{0d}$ .

## HLAVNÍ PRINCIPY

- Ve fázi výpočtu byl zvážen případ dřevěných prvků z materiálu CLT. Byla zvážena pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny  $f_{c0k} = 21$  Mpa a průměrný modul pružnosti rovnoběžný s vlákny  $E_{0m} = 11500$  Mpa. Při výpočtu pevnosti a tuhosti není zvážen dopad vrstev s vlákny kolmými k vyvíjené síle. Předpokládá se pevnostní třída betonu C25/30, nejlépe s nízkou smrštitelností. Při použití vyšších pevnostních tříd (max. C50) lze adhézní napětí zvýšit podle ETA-22/0806.
- Pro stanovení pevnosti v ohybu byla zvážena vzdálenost vrutů od napnuté hrany panelu  $a_{4inf}$  rovnající se 41 mm pro vruty s Ø9 mm a 45 mm pro vruty s Ø11, Ø13 a pro tyče RTR.
- Při použití systému s jinými materiály je třeba vypočítat axiální síly vrutů podle ETA-11/0030.
- Dimenzování a kontrola dřevěných a betonových prvků se provádí zvlášť. Minimální délky kotvení a překrytí, uspořádání minimálního počtu výztuží a geometrické požadavky jsou uvedeny v normě ETA-22/0806.
- V případě kombinovaného namáhání je třeba dodržet pokyny uvedené v normě ETA-22/0806.
- Bezpečnostní koeficienty  $\gamma_M$  musí být použit v souladu s platnými předpisy uplatněnými pro výpočet. Tabulky byly vytvořeny za předpokladu:

$k_{mod} = 1$  (okamžité/krátké trvání)

$\gamma_M = 1,3$  (spoje)

$\gamma_{M,concrete} = 1,5$  (beton)

$\alpha_{cc} = 0,85$  součinitel viskozity betonu při stlačování

## MOMENT ÚNOSNOSTI M

- Charakteristické hodnoty jsou vypočítány podle normy EN 1995-1-1 a v souladu s ETA-22/0806 a ETA-11/0030. Projektové pevnostní hodnoty se získají z hodnot uvedených v tabulce následujícím způsobem:

$$M_{Rd} = M^*_{Rd} \cdot \frac{200}{e} \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

kde:

$M_{Rd}$  moment únosnosti vztažený k návrhové rozteči  
 $M^*_{Rd}$  moment únosnosti vztažený ke standardní rozteči 200 mm  
 $e$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje ( $e_{inf}$  nebo  $e_{sup}$ )

## STŘIH $V_y$

- Pevnost systému se získá ze vzorce:

$$V_{Rd} = V^*_{Rd} \cdot \left( \frac{1000}{e_{inf}} + \frac{1000}{e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

kde:

$V_{Rd}$  smyková únosnost vztažená k návrhové rozteči  
 $V^*_{Rd}$  jednotná smyková únosnost (1 vrut na metr)  
 $e_{inf}$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje  
 $e_{sup}$  rozteč vrutů na stlačené hraně spoje

|  | ROTAČNÍ TUHOST<br>k* <sub>φ</sub>            |             |                                              |             |                                              |             |                                              |             | BOČNÍ<br>TUHOST<br>k* <sub>ser</sub> |
|--|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
|  | 220<br>(40-40-20-20-20-40-40) <sup>(1)</sup> |             | 240<br>(40-40-20-40-20-40-40) <sup>(1)</sup> |             | 260<br>(40-40-30-40-30-40-40) <sup>(1)</sup> |             | 280<br>(40-40-40-40-40-40-40) <sup>(1)</sup> |             |                                      |
|  | (L)                                          | (T)         | (L)                                          | (T)         | (L)                                          | (T)         | (L)                                          | (T)         |                                      |
|  | [kNm/rad/m]                                  | [kNm/rad/m] | [kNm/rad/m]                                  | [kNm/rad/m] | [kNm/rad/m]                                  | [kNm/rad/m] | [kNm/rad/m]                                  | [kNm/rad/m] |                                      |
|  | 1630                                         | 1115        | 2066                                         | 1431        | 2553                                         | 1787        | 3092                                         | 2183        | 1371                                 |
|  | 1887                                         | 1291        | 2392                                         | 1658        | 2957                                         | 2070        | 3581                                         | 2528        | 1371                                 |
|  | 2141                                         | 1465        | 2714                                         | 1880        | 3354                                         | 2348        | 4062                                         | 2868        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2391                                         | 1636        | 3031                                         | 2100        | 3746                                         | 2622        | 4537                                         | 3202        | 1371                                 |
|  | 2240                                         | 1515        | 2855                                         | 1960        | 3545                                         | 2462        | 4309                                         | 3020        | 1928                                 |
|  | 2597                                         | 1757        | 3310                                         | 2273        | 4110                                         | 2854        | 4996                                         | 3502        | 1928                                 |
|  | 2946                                         | 1993        | 3755                                         | 2578        | 4663                                         | 3238        | 5668                                         | 3973        | 1928                                 |
|  | 3288                                         | 2225        | 4191                                         | 2877        | 5204                                         | 3614        | 6326                                         | 4434        | 1928                                 |
|  | 3288                                         | 2225        | 4191                                         | 2877        | 5204                                         | 3614        | 6326                                         | 4434        | 1928                                 |
|  | 3288                                         | 2225        | 4191                                         | 2877        | 5204                                         | 3614        | 6326                                         | 4434        | 1928                                 |
|  | 3288                                         | 2225        | 4191                                         | 2877        | 5204                                         | 3614        | 6326                                         | 4434        | 1928                                 |
|  | 3288                                         | 2225        | 4191                                         | 2877        | 5204                                         | 3614        | 6326                                         | 4434        | 1928                                 |
|  | 3349                                         | 2266        | 4269                                         | 2931        | 5301                                         | 3681        | 6444                                         | 4517        | 2562                                 |
|  | 4125                                         | 2791        | 5259                                         | 3610        | 6529                                         | 4534        | 7937                                         | 5563        | 2562                                 |
|  | 4425                                         | 2994        | 5641                                         | 3872        | 7004                                         | 4864        | 8514                                         | 5968        | 2562                                 |
|  | 4425                                         | 2994        | 5641                                         | 3872        | 7004                                         | 4864        | 8514                                         | 5968        | 2562                                 |
|  | 4425                                         | 2994        | 5641                                         | 3872        | 7004                                         | 4864        | 8514                                         | 5968        | 2562                                 |
|  | 4425                                         | 2994        | 5641                                         | 3872        | 7004                                         | 4864        | 8514                                         | 5968        | 2562                                 |
|  | 4425                                         | 2994        | 5641                                         | 3872        | 7004                                         | 4864        | 8514                                         | 5968        | 2562                                 |
|  | 5881                                         | 3979        | 7496                                         | 5146        | 9307                                         | 6463        | 11314                                        | 7931        | 3646                                 |
|  | 6288                                         | 4255        | 8016                                         | 5503        | 9952                                         | 6911        | 12099                                        | 8480        | 3646                                 |
|  | 6288                                         | 4255        | 8016                                         | 5503        | 9952                                         | 6911        | 12099                                        | 8480        | 3646                                 |
|  | 6288                                         | 4255        | 8016                                         | 5503        | 9952                                         | 6911        | 12099                                        | 8480        | 3646                                 |
|  | 6288                                         | 4255        | 8016                                         | 5503        | 9952                                         | 6911        | 12099                                        | 8480        | 3646                                 |

#### SMYK $V_x$

- Pevnost systému se získá ze vzorce:

$$V_{Rd} = V^*_{Rd} \cdot \left( \frac{1000}{e_{inf}} + \frac{1000}{e_{sup}} \right) \cdot \beta \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

$$\beta = \min \left\{ \frac{a_{4,inf}}{a_{4,inf,min}}; \frac{a_{4,sup}}{a_{4,sup,min}}; 1 \right\}$$

kde:

$V_{Rd}$  smyková únosnost vztažená k návrhové rozteči  
 $V^*_{Rd}$  jednotná smyková únosnost (1 vrut na metr), se vzdáleností od větší hrany rovnající se minimální hodnotě dle ETA-11/0030  
 $e_{inf}$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje  
 $e_{sup}$  rozteč vrutů na stlačené hraně spoje  
 $\beta$  koeficient, který snižuje smykovou únosnost vrutů v případě odchylky od minimální vzdálenosti uvedené v ETA-11/0030  
 $a_{4,inf,min}$  a  $a_{4,sup,min}$  jsou minimální vzdálenosti od dolní a horní hrany panelu dle ETA-11/0030 (6 d)  
 $a_{4,inf}$  a  $a_{4,sup}$  jsou návrhové vzdálenosti od dolní a horní hrany panelu  
V předchozích vzorcích se vycházelo z předpokladu, že se pevnost všech vrutů sníží podle nejvíce penalizující vzdálenosti od hrany.

#### TAH $N$

- Pevnost systému se získá ze vzorce:

$$N_{Rd} = N^*_{Rd} \cdot \left( \frac{1000}{e_{inf}} + \frac{1000}{e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

kde:

$N_{Rd}$  tahová únosnost vztažená k návrhové rozteči  
 $N^*_{Rd}$  jednotná tahová únosnost (1 vrut na metr)  
 $e_{inf}$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje  
 $e_{sup}$  rozteč vrutů na stlačené hraně spoje

#### ROTAČNÍ TUHOST

- Ve výpočtu systému se použila efektivní délka omezená na hodnotu 20d, jak je uvedeno v ETA-22/0806. U spojení dřevo-beton-dřevo se rotační tuhost vypočítá podle následujícího vzorce, u spojení dřevo-beton se tato hodnota musí zdvojnásobit.

$$k_{\varphi} = k^*_{\varphi} \cdot \frac{200}{e}$$

kde:

$k_{\varphi}$  rotační tuhost vztažená k návrhové rozteči  
 $k^*_{\varphi}$  rotační tuhost vztažená ke standardní rozteči 200 mm  
 $e$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje

#### TUHOST V ROVINĚ/MIMO ROVINU

- U spojení dřevo-beton-dřevo se boční tuhost vypočítá podle následujícího vzorce, u spojení dřevo-beton se tato hodnota musí zdvojnásobit. Tuhost systému se získá ze vzorce.

$$k_{ser} = k^*_{ser} \cdot \left( \frac{1000}{e_{inf}} + \frac{1000}{e_{sup}} \right)$$

kde:

$k_{ser}$  pevnost spoje na běžný metr  
 $k^*_{ser}$  boční tuhost jednoho vrutu  
 $e_{inf}$  rozteč vrutů na napnuté hraně spoje  
 $e_{sup}$  rozteč vrutů na stlačené hraně spoje

#### AXIÁLNÍ TUHOST

- Vyhodnocení axiální tuhosti se provede podle ETA-22/0806.