

## SUSTAV SPOJEVA DRVO-BETON

### HIBRIDNE KONSTRUKCIJE

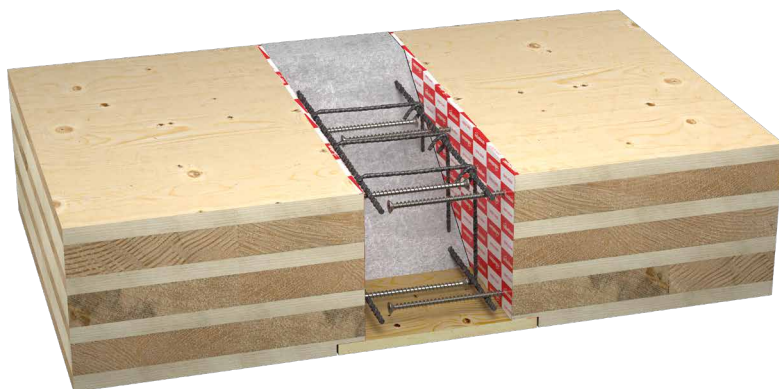
Spojnici s punim navojem VGS, VGZ i RTR sad su certificirani za svaku vrstu primjene u kojoj drveni element (zid, strop itd.) mora prenijeti opterećenja na betonski element (središte zaštite od vjetra, temelj itd.).

### PRETHODNA IZRADA

Predgotovljeni beton kombinira se s predgotovljenim drvom: armaturne šipke umetnute u betonski kalup drže spojnike za drvo s punim navojem; završno zalijevanje izvedeno nakon polaganja drvenih komponenti završava spoj.

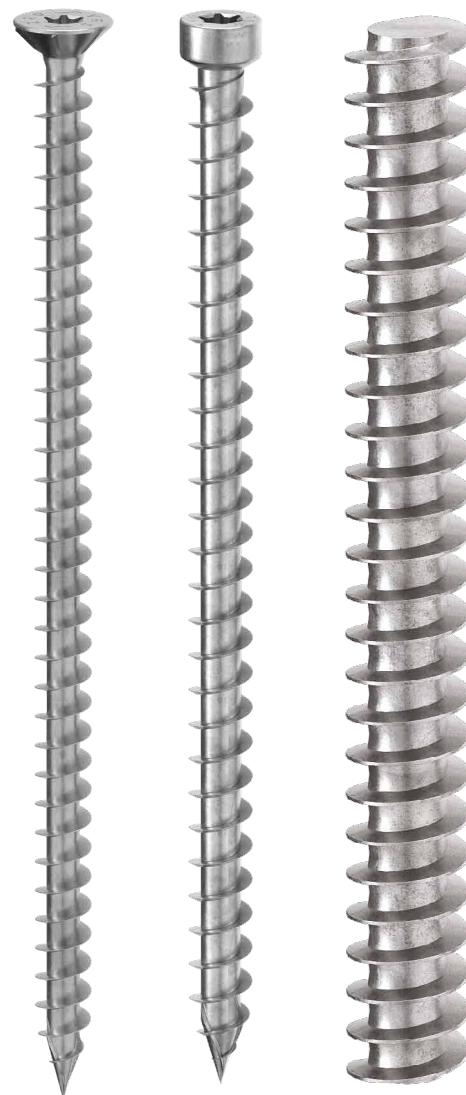
### SUSTAVI POST-AND-SLAB

Omogućava izvedbu spojeva među pločama CLT iznimne otpornosti i krutosti za smična naprezanja, moment savijanja i aksijalno opterećenje. Primjer je kombinirana upotreba uz SPIDER i PILLAR.



### KARAKTERISTIKE

|             |                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|
| FOKUS       | spojevi drvo-beton s otpornostima u svim smjerovima |
| PROMJER     | vijci od Ø9 mm, Ø11 mm, Ø13 mm, Ø16 mm              |
| PRIČVRSNICI | VGS, VGZ i RTR                                      |
| CERTIFIKAT  | oznaka CE prema odobrenju ETA-22/0806               |



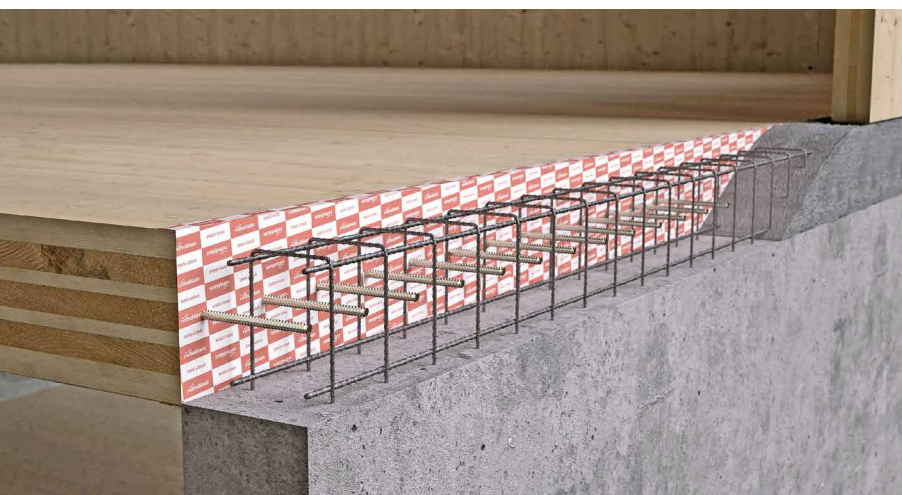
VGS

VGZ

RTR

### VIDEOZAPIS

Skenirajte kôd QR i pogledajte videozapis na našem kanalu usluge YouTube

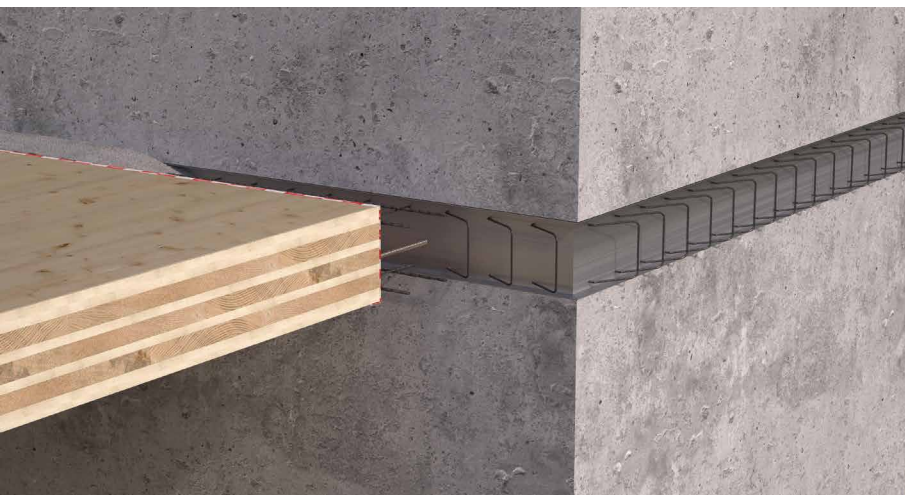
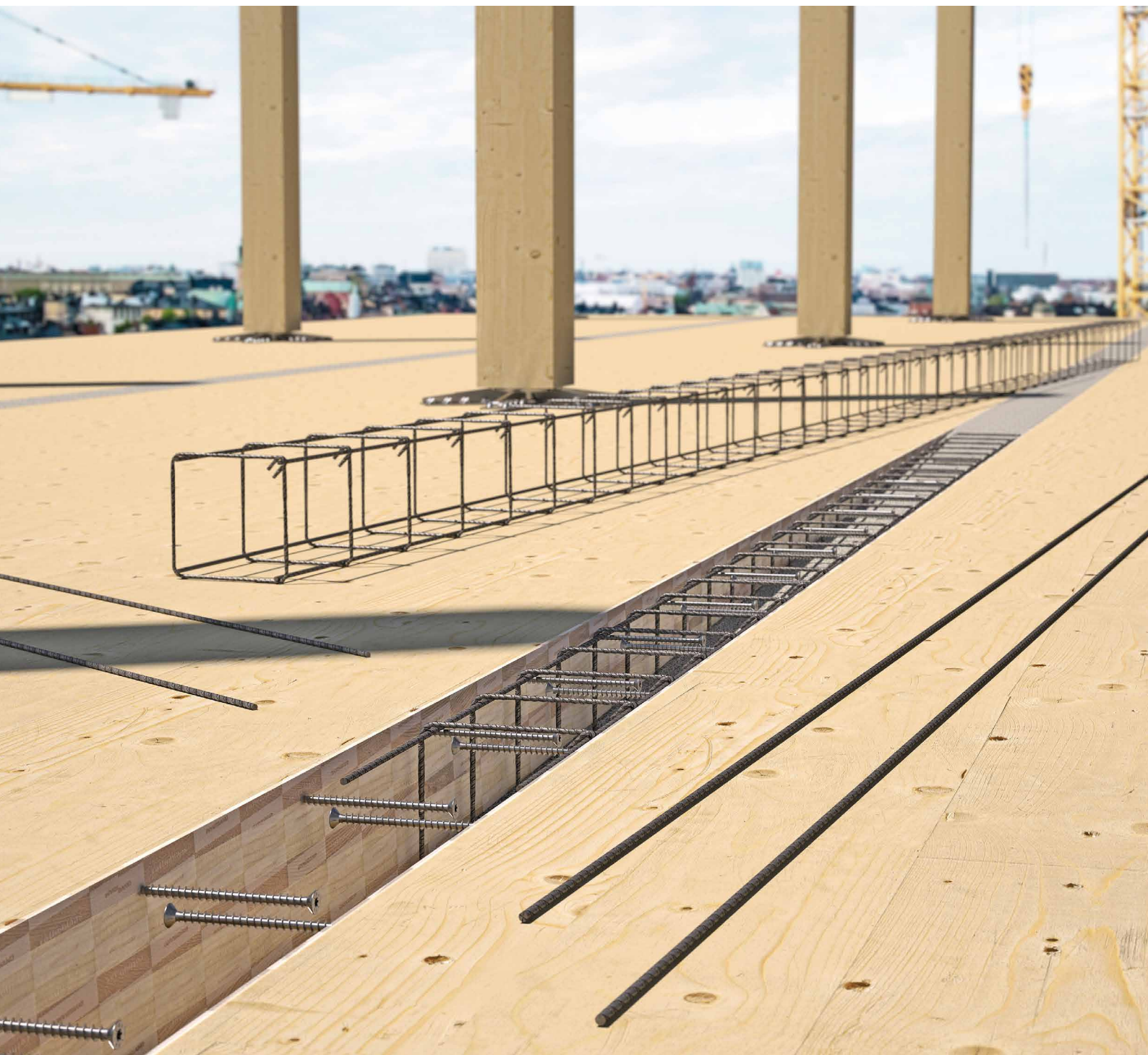


### PODRUČJA PRIMJENE

Spojevi s momentnom i smičnom otpornosti te otpornosti na aksijalnu silu za panel-ploče CLT. Povećanom čvrstoćom armiranog betona omogućava se izvođenje otpornih spojeva povećane čvrstoće u svim smjerovima.

Primjena:

- podovi ili zidovi od panel-ploča CLT ili LVL.



## SPIDER I PILLAR

TC FUSION dopunjuje sustave SPIDER i PILLAR jer omogućava izvođenje momentnih spojeva među panel-pločama. Sustavi Rothoblaas za nepropusnost omogućuju odvajanje drva i betona.

## IZRADA NOVOG BETONSKOG ELEMENTA

TC FUSION može se upotrebljavati sa sustavima za izradu novog betonskog elementa radi spajanja panel-stropova i središta zaštite od vjetra s malom integracijom kalupa.

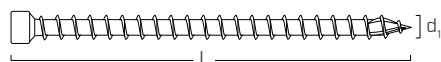
## KODOVI I DIMENZIJE

VGS – spojni vijak punog navoja s upuštenom ili šesterokutnom glavom



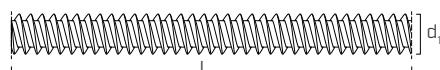
| d <sub>1</sub><br>[mm] | KOD       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | kom. |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|------|
| 9<br>TX 40             | VGS9200   | 200       | 190       | 25   |
|                        | VGS9220   | 220       | 210       | 25   |
|                        | 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 – spojni minivijak punog navoja s cilindričnom glavom



| d <sub>1</sub><br>[mm] | KOD       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | kom. |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|------|
| 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 – sustav za strukturno ojačanje



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

## GEOMETRIJA I MEHANIČKE KARAKTERISTIKE

### VGS - VGZ

| Nominalni promjer                              | d <sub>1</sub>      | [mm]                 | VGS   |          |          |          |          | VGZ   |       |
|------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|
|                                                |                     |                      | 9     | 11       | 11       | 13       | 13       | 9     | 11    |
| Duljina                                        | L                   | [mm]                 | -     | ≤ 600 mm | > 600 mm | ≤ 600 mm | > 600 mm | -     | -     |
| Promjer upuštene glave                         | d <sub>K</sub>      | [mm]                 | 16,00 | 19,30    | -        | 22,00    | -        | 11,50 | 13,50 |
| Debljina upuštene glave                        | t <sub>1</sub>      | [mm]                 | 6,50  | 8,20     | -        | 9,40     | -        | -     | -     |
| Veličina ključa                                | SW                  | -                    | -     | -        | SW 17    | -        | SW 19    | -     | -     |
| Debljina šesterokutne glave                    | t <sub>s</sub>      | [mm]                 | -     | -        | 6,40     | -        | 7,50     | -     | -     |
| Promjer jezgre                                 | d <sub>2</sub>      | [mm]                 | 5,90  | 6,60     | 6,60     | 8,00     | 8,00     | 5,90  | 6,60  |
| Promjer unaprijed izbušene rupe <sup>(1)</sup> | d <sub>V,S</sub>    | [mm]                 | 5,0   | 6,0      | 6,0      | 8,0      | 8,0      | 5,0   | 6,0   |
| Promjer unaprijed izbušene rupe <sup>(2)</sup> | d <sub>V,H</sub>    | [mm]                 | 6,0   | 7,0      | 7,0      | 9,0      | 9,0      | 6,0   | 7,0   |
| Karakteristična otpornost na vlak              | f <sub>tens,k</sub> | [kN]                 | 25,4  | 38,0     | 38,0     | 53,0     | 53,0     | 25,4  | 38,0  |
| Karakteristični moment popuštanja              | M <sub>y,k</sub>    | [Nm]                 | 27,2  | 45,9     | 45,9     | 70,9     | 70,9     | 27,2  | 45,9  |
| Karakteristična otpornost na popuštanje        | f <sub>y,k</sub>    | [N/mm <sup>2</sup> ] | 1000  | 1000     | 1000     | 1000     | 1000     | 1000  | 1000  |

<sup>(1)</sup>Valjana unaprijed izbušena rupa za drvo četinjača (softwood).

<sup>(2)</sup>Valjana unaprijed izbušena rupa za tvrda drva (hardwood) i LVL od drva bukve.

### RTR

| Nominalni promjer                              | d <sub>1</sub>      | [mm]                 | 16    |
|------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------|
| Promjer jezgre                                 | d <sub>2</sub>      | [mm]                 | 12,00 |
| Promjer unaprijed izbušene rupe <sup>(1)</sup> | d <sub>V,S</sub>    | [mm]                 | 13,0  |
| Karakteristična otpornost na vlak              | f <sub>tens,k</sub> | [kN]                 | 100,0 |
| Karakteristični moment popuštanja              | M <sub>y,k</sub>    | [Nm]                 | 200,0 |
| Karakteristična otpornost na popuštanje        | f <sub>y,k</sub>    | [N/mm <sup>2</sup> ] | 640   |

<sup>(1)</sup>Valjana unaprijed izbušena rupa za drvo četinjača (softwood).

## MEHANIČKE KARAKTERISTIKE SUSTAVA TC FUSION

| Nominalni promjer                                   | d <sub>1</sub>   | [mm]                 | VGS/VGZ |      |      | RTR |
|-----------------------------------------------------|------------------|----------------------|---------|------|------|-----|
|                                                     |                  |                      | 9       | 11   | 13   | 16  |
| Tangencijalna otpornost prijanjanja u betonu C25/30 | f <sub>b,k</sub> | [N/mm <sup>2</sup> ] | 12,5    | 12,5 | 12,5 | 9,0 |

Za primjene s drugačijim materijalima pogledajte odobrenje ETA-22/0806.

## POVEZANI PROIZVODI



**D 38 RLE**  
ODVIJAČ/BUŠILICA S 4 BRZINE



**SPEEDY BAND**  
UNIVERZALNA JEDNOSTRANA LJEPLJIVA TRAKA BEZ FILMA ZA DOVAJANJE



**FLUID MEMBRANE**  
SINTETIČKA MEMBRANA ZA BRTVLJENJE KOJA SE NANOSI KISTOM I PRSKANJEM



**INVISI BAND**  
PROZIRNA JEDNOSTRANA LJEPLJIVA TRAKA BEZ OBLIGE, OTPORNA NA ULTRALJUBIČASTO ZRAČENJE I VISOKE TEMPERATURE

Doznajte više na mrežnom mjestu [www.rothoblaas.com](http://www.rothoblaas.com)

## PODRUČJE PRIMJENE

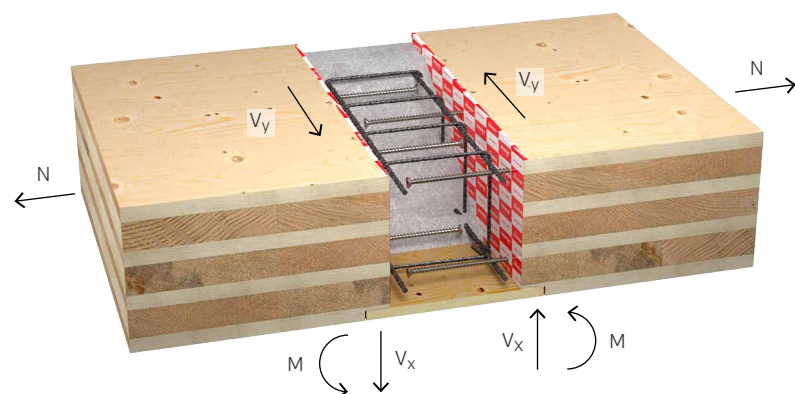
Odobrenje **ETA-22/0806** konkretno se odnosi na primjene drvo-beton izvedene spojnim elementima s punim navojem VGS, VGZ i RTR.

Objašnjen je način izračuna bilo za procjenu otpornosti spoja bilo za procjenu krutosti.

Spoj omogućuje prijenos smičnog i vlačnog opterećenja i momenta savijanja među drvenim (CLT, LVL, GL, C) i betonskim elementima, bilo na razini stropa bilo zida.

Sustav TC FUSION ispitan je i potvrđen pri ustanovi Arbeitsbereich für Holzbau Sveučilišta u Innsbrucku u sklopu istraživačkog projekta koji je sufinanciralo tijelo Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

### NAPREZANJA



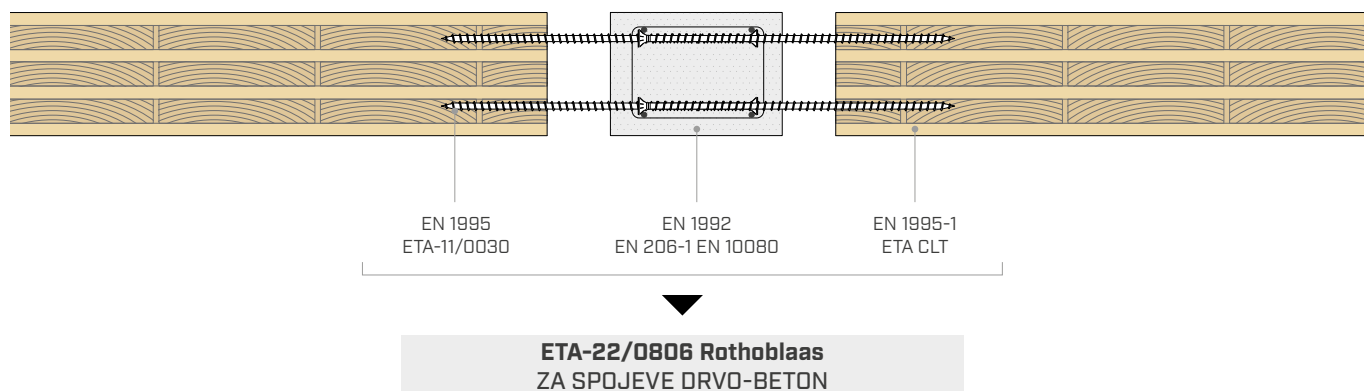
#### Kruti spoj:

- smicanje u ravni panel-ploče ( $V_y$ )
- smicanje izvan ravnine ( $V_x$ )
- vlak (N)
- moment savijanja (M)

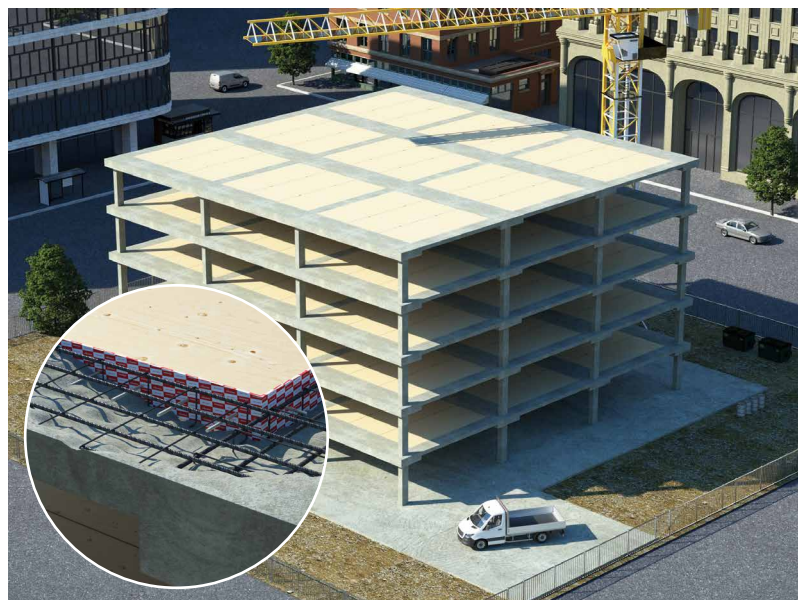
#### Smični spoj:

- smicanje u ravni panel-ploče ( $V_y$ )
- smicanje izvan ravnine ( $V_x$ )
- vlak (N)

### UKLJUČENE NORME I CERTIFIKACIJE



### UPOTREBA ZA HIBRIDNE KONSTRUKCIJE DRVO-BETON



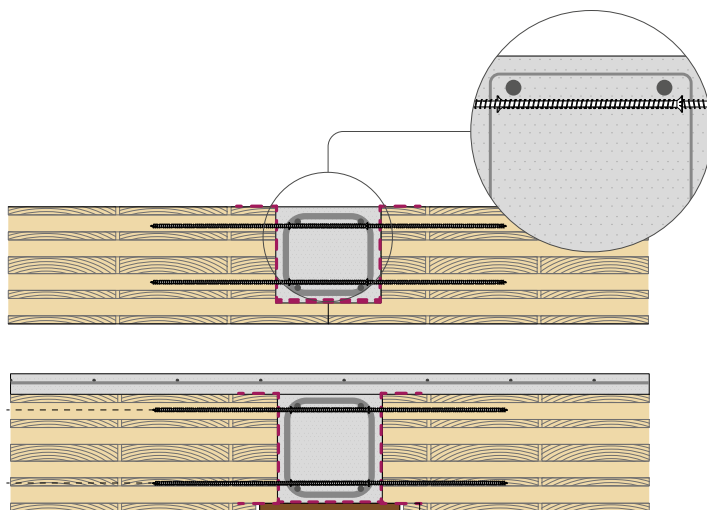
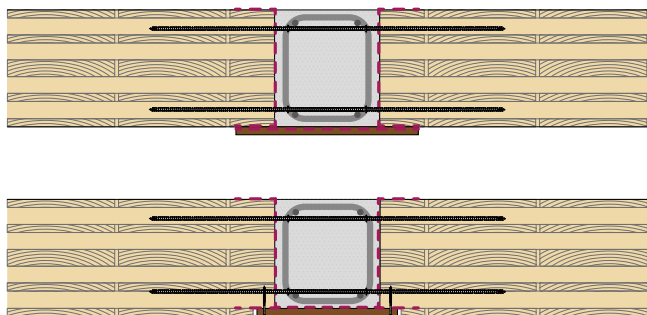
Upotrebom sustava TC FUSION s vijcima i navojnim šipkama pruža se iznimna razina raznovrsnosti za izgradnju hibridnih konstrukcija drvo-beton.

Spoj se savršeno prilagođava situacijama u kojima je potrebno izvođenje graničnikā sa šarkom ili polukrutih graničnika. Vijcima i betonom mogu se učinkovito prenositi smično i vlačno opterećenje te moment savijanja. Krutost i moment otpora progresivno se povećavaju s rastom udaljenosti unutarnjeg momenta među vijcima s rastegnutim rubovima i komprimiranim betonom.

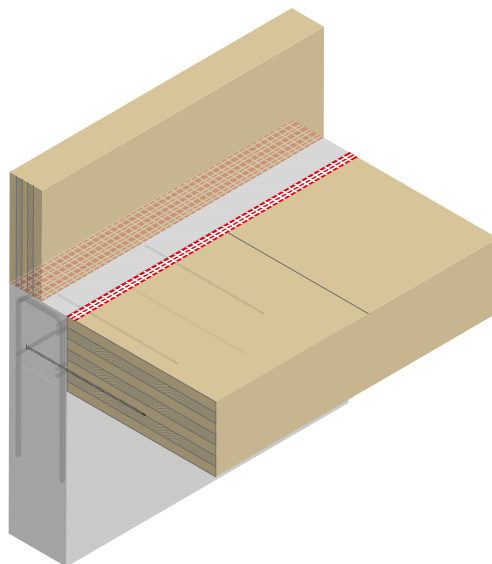
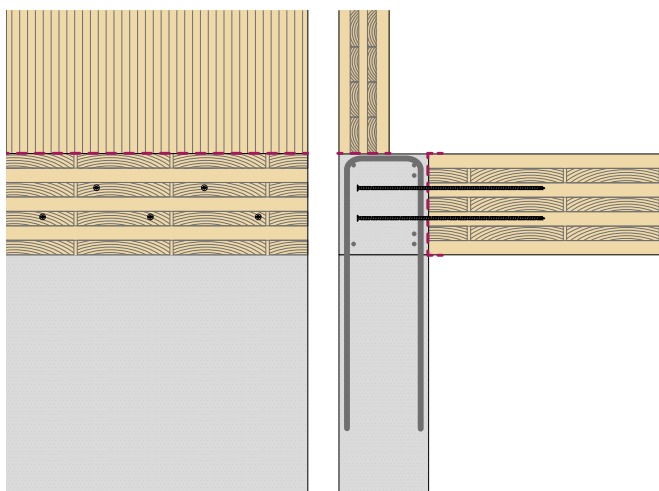
Spajanjem dvaju materijala stvara se znatno povećanje krutosti i smanjuju se poteškoće sa strukturalnim tolerancijama.

## MONTAŽA

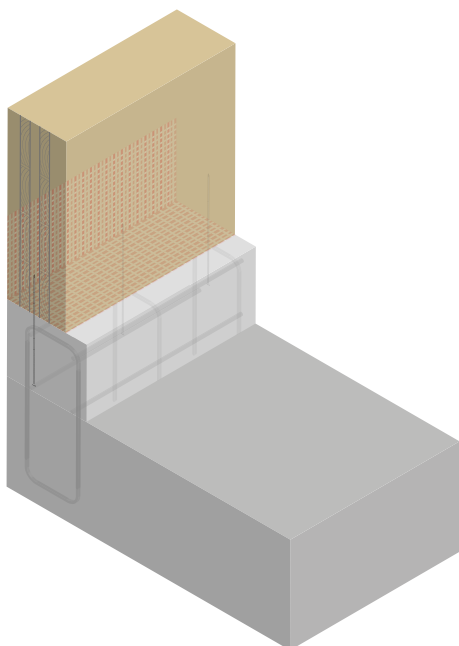
### SPOJ PLOČA-PLOČA



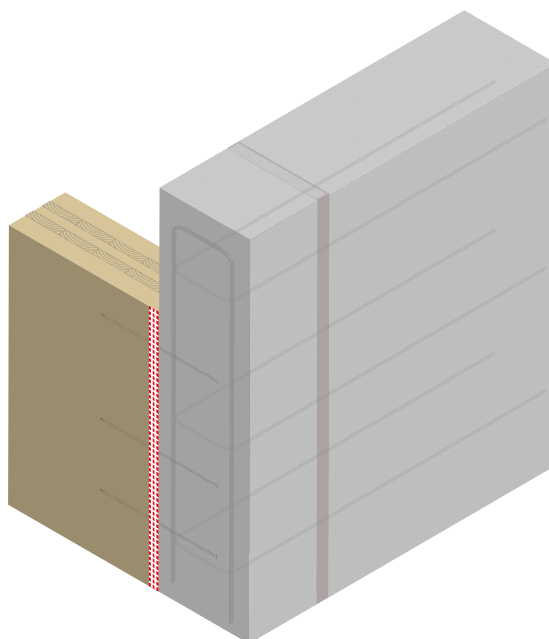
### SPOJ STROP-ZID



### SPOJ ZID-TEMELJ



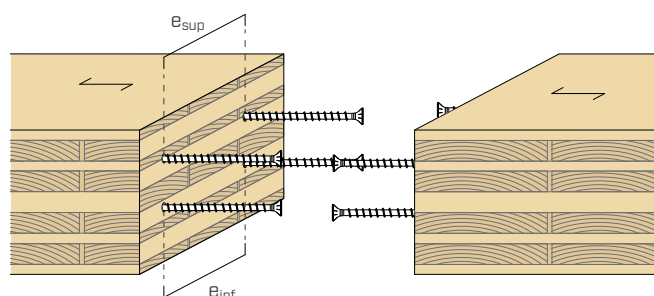
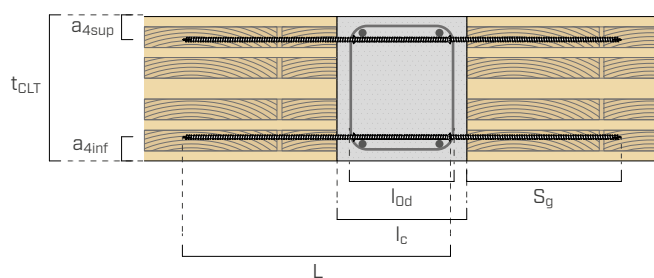
### SPOJ ZID-ZID



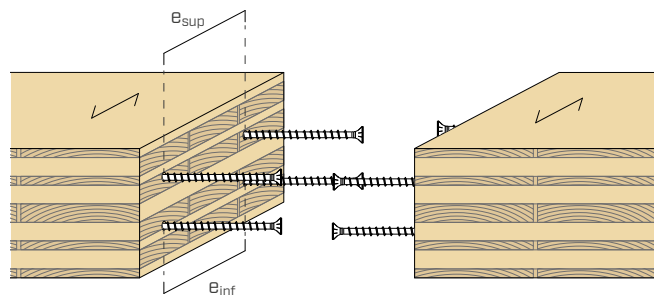
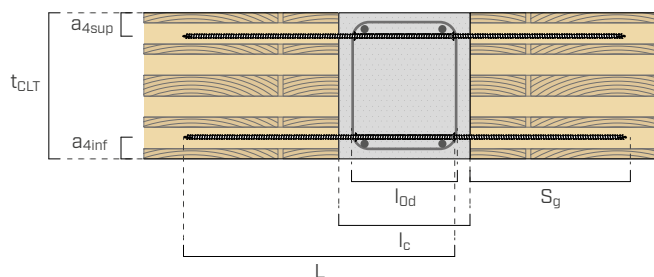
|            |      |       |                         |       |           |           | MOMENT                          |         |                                 |         |                                 |         |
|------------|------|-------|-------------------------|-------|-----------|-----------|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
|            |      |       |                         |       |           |           | $M^*_{Rd}$                      |         |                                 |         |                                 |         |
| geometrija |      |       |                         |       |           |           | 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    | $l_c$ | $l_{0d}$ <sup>(2)</sup> | $S_g$ | $e_{inf}$ | $e_{sup}$ | (L)                             | (T)     | (L)                             | (T)     | (L)                             | (T)     |
| [mm]       | [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    |

## UGRADNJA DRVO-BETON-DRVO

### KONFIGURACIJA (L)



### KONFIGURACIJA (T)



#### LEGENDA

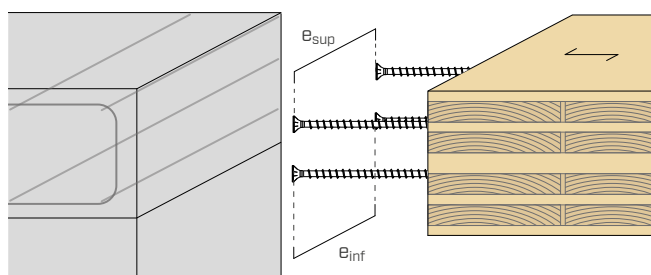
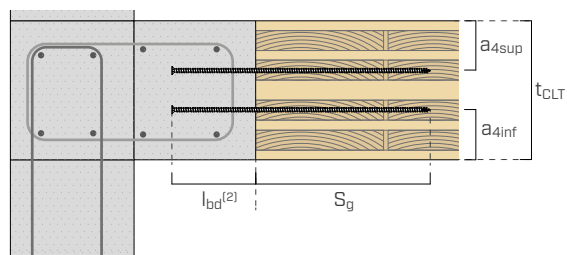
$t_{CLT}$  debljina spojene ploče CLT  
 $S_g$  dužina prodiranja vijaka  
 $l_{0d}$  dužina preklapanja  
 $l_c$  širina betonskog elementa

$e_{inf}$  međuosovinski razmak donjih vijaka  
 $e_{sup}$  međuosovinski razmak gornjih vijaka  
 $a_{4inf}$  udaljenost donjih vijaka u odnosu na rub  
 $a_{4sup}$  udaljenost gornjih vijaka u odnosu na rub

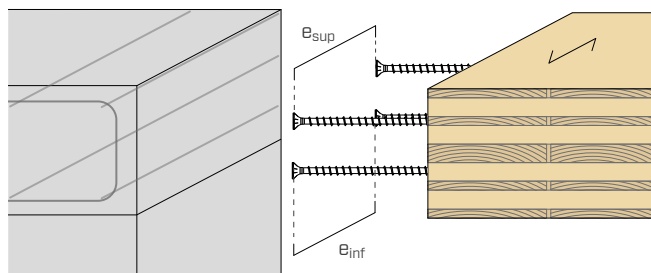
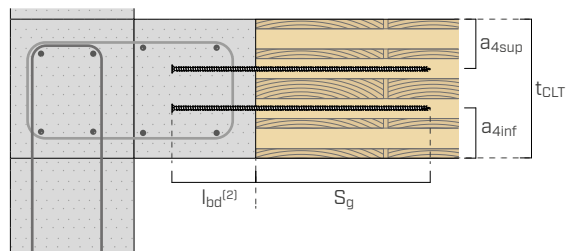
|  | MOMENT<br>M* <sub>Rd</sub>                |         |                                              |         |                                              |         |                                              |         | SMIK <sup>(3)</sup><br>V* <sub>Rd</sub> | VLAK<br>N* <sub>Rd</sub> |
|--|-------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------------------------|
|  | 220<br>(40-40-20-20-40-40) <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] | [kN/m]                                  | [kN/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                     |

## UGRADNJA DRVO-BETON

### KONFIGURACIJA (L)



### KONFIGURACIJA (T)



### NAPOMENE

<sup>(1)</sup> Sastav ploče, debljina preklapljenih slojeva s unakrsnim usmjerenjem vlakana.

<sup>(2)</sup>  $l_{bd}$  predstavlja dužinu preklapanja spojnikâ. Kada je riječ o spoju drvo-beton, ta se veličina tumači kao dužina sidrenja  $l_{bd}$ .

<sup>(3)</sup> Ako je udaljenost od ruba panel-ploče manja u odnosu na udaljenost od

ruba zadanu za vijke (ETA-11/0030), treba smanjiti otpornost na smik prema navedenome u odjeljku „opća načela“. U svakom slučaju treba provjeriti geometrijsko stanje za koje vijci trebaju biti unutar šipki za ojačanje komponente od armiranog betona i minimalne udaljenosti.

|            |      |       |                |       |           |           | OKRETNA KRUTOST                        |             |                                        |             |                                        |             |
|------------|------|-------|----------------|-------|-----------|-----------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|
|            |      |       |                |       |           |           | $k^*_{\varphi}$                        |             |                                        |             |                                        |             |
| geometrija |      |       |                |       |           |           | 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        |
|            | 400  | 230   | 190            | 190   | 200       |           | 1258                                   | 589         | 1844                                   | 1193        | 2541                                   | 1687        |
| 13         | 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        |
|            | 545  | 270   | 230            | 295   | 200       |           | 2209                                   | 1034        | 3237                                   | 2094        | 4461                                   | 2962        |
| 16         | 650  | 270   | 230            | 400   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |
|            | 730  | 270   | 230            | 480   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |
|            | 900  | 270   | 230            | 650   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |
|            | 1095 | 270   | 230            | 845   | 200       |           | 2362                                   | 1106        | 3461                                   | 2239        | 4770                                   | 3167        |

(\*) Tablica se odnosi na spojeve drvo-beton-drvo. Kada je riječ o spoju drvo-beton, krutost spoja treba udvostručiti.

NAPOMENE

- <sup>(1)</sup> Sastav ploče, debljina preklapljenih slojeva s unakrsnim usmjerenjem.
- <sup>(2)</sup>  $l_{0d}$  predstavlja dužinu preklapanja spojnika. Kada je riječ o spoju drvo-beton, ta se veličina tumači kao dužina sidrenja  $l_{0d}$ .

OPĆA NAČELA

- U fazi izračunavanja uzima se u obzir slučaj drvenih elemenata sustava CLT. Razmatra se otpor na kompresiju paralelan s vlaknima jednak  $f_{c0k} = 21$  Mpa i srednji elastični modul paralelan s vlaknima jednak  $E_{0m} = 11500$  Mpa. Pri izračunavanju otpora i krutosti zanemaruje se udio slojeva s vlaknima okomitim na silu. Pretpostavlja se razred C25/30 otpora betona, po mogućnosti s malim skupljanjem. Ako se upotrebljavaju veći razredi otpora (maks. C50), napetosti naprezanja mogu se povećati prema navedenom u odobrenju ETA-22/0806.
- Za utvrđivanje otpornosti na savijanje uzima se u obzir udaljenost među vijcima zategnutih rubova ploče  $a_{4inf}$  jednaka: 41 mm za vijke od Ø9 mm, 45 mm za vijke od Ø11, Ø13 i za šipke RTR.
- Kada je riječ o upotrebi sustava s drugim materijalima, aksijalni otpori vijaka izračunavaju se prema odobrenju ETA-11/0030.
- Dimenzioniranje i ispitivanje drvenih i betonskih elemenata moraju se provesti zasebno. Minimalne dužine sidrenja i preklapanje, raspored minimalne armature i geometrijski uvjeti navode se u odobrenju ETA-22/0806.
- Ako je riječ o kombiniranim naprezanjima, pridržavajte se indikacija odobrenja ETA-22/0806.
- Sigurnosni koeficijenti  $\gamma_M$  trebaju se primijeniti u funkciji norme upotrijebljene za izračun. Tablice su izrađene uzimajući u obzir sljedeće:  
 $k_{mod} = 1$  (kratko trajanje / trenutno)  
 $\gamma_M = 1,3$  (spojevi)  
 $\gamma_{M,concrete} = 1,5$  (beton)  
 $\alpha_{cc} = 0,85$  koeficijent viskoznosti betona pri kompresiji

MOMENT OTPORA M

- Karakteristične vrijednosti izračunavaju se prema normi EN 1995-1-1 i u skladu s odobrenjima ETA-22/0806 i ETA-11/0030. Projektne vrijednosti dobivaju se iz vrijednosti navedenih u tablici kako se navodi u nastavku:

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

- gdje:
- $M_{Rd}$  moment otpora koji se odnosi na projektni korak
  - $M^*_{Rd}$  moment otpora koji se odnosi na standardni korak od 200 mm
  - $e$  korak vijaka sa zategnutim rubovima spoja ( $e_{inf}$  ili  $e_{sup}$ )

SMIK  $V_y$

- Otpor sustava dobiva se na osnovi formule:

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

- gdje:
- $V_{Rd}$  smični otpor koji se odnosi na projektni korak
  - $V^*_{Rd}$  edinstveni smični otpor (1 vijak po metru)
  - $e_{inf}$  korak vijaka s rastegnutim rubovima spoja
  - $e_{sup}$  korak vijaka s komprimiranim rubovima spoja

|  | OKRETNOST<br>k*φ                             |             |                                              |             |                                              |             |                                              |             | BOČNA<br>KRUTOST<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                                  |
|  | 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                                  |

#### SMIK $V_x$

- Otpor sustava dobiva se na osnovi formule:

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

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

gdje:

$V_{Rd}$  smični otpor koji se odnosi na projektni korak  
 $V^*_{Rd}$  jedinstveni smični otpor (1 vijak po metru) s većom udaljenosti od ruba jednako minimumu predviđenom odobrenjem ETA-11/0030  
 $e_{inf}$  korak vijaka s rastegnutim rubovima spoja  
 $e_{sup}$  korak vijaka s komprimiranim rubovima spoja  
 $\beta$  koeficijent kojim se otpornost na smik vijaka svodi na smik ako se odstupa od minimalne udaljenosti navedene u odobrenju ETA-11/0030  
 $a_{4,inf,min}$  i  $a_{4,sup,min}$  minimalne su udaljenosti prema odobrenju ETA-11/0030 od donjeg i gornjeg ruba ploče (6 d)  
 $a_{4,inf}$  i  $a_{4,sup}$  projektne su udaljenosti od donjeg i gornjeg ruba ploče  
 U prethodnim formulama pretpostavka je da se smanjuje otpor svih vijaka prema udaljenosti od najzahvaćenijeg ruba.

#### VLAKN

- Otpor sustava dobiva se na osnovi formule:

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

gdje:

$N_{Rd}$  otpor trenja koji se odnosi na projektni korak  
 $N^*_{Rd}$  jedinstveni smični otpor (1 vijak po metru)  
 $e_{inf}$  korak vijaka s rastegnutim rubovima spoja  
 $e_{sup}$  korak vijaka s komprimiranim rubovima spoja

#### OKRETNOST

- U proračunu sustava primijenjena je učinkovita dužina ograničena na vrijednost od 20d prema odobrenju ETA-22/0806. Kada je riječ o spojevima drvo-beton-drvo, okretna krutost izračunava se na osnovi sljedeće formule (za spojeve drvo-beton ta se vrijednost udvostručava).

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

gdje:

$k_{\varphi}$  okretna krutost koja se odnosi na projektni korak  
 $k^*_{\varphi}$  okretna krutost koja se odnosi na standardni korak od 200 mm  
 $e$  korak vijaka s rastegnutim rubovima nagnutog spoja

#### KRUTOST NA RAVNINI / IZVAN RAVNINE

- Kada je riječ o spojevima drvo-beton-drvo, bočna krutost izračunava se na osnovi sljedeće formule (za spojeve drvo-beton ta se vrijednost udvostručava). Krutost sustava dobiva se na osnovi formule.

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

gdje:

$k_{ser}$  krutost spoja po dužnom metru  
 $k^*_{ser}$  bočna krutost po pojedinačnom vijku  
 $e_{inf}$  korak vijaka s rastegnutim rubovima spoja  
 $e_{sup}$  korak vijaka s komprimiranim rubovima spoja

#### AKSIJALNA KRUTOST

- Za ocjenjivanje aksijalne krutosti pogledajte odobrenje ETA-22/0806.