ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Authorised and notified according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011

MEMBER OF EOTA

Evaluation Technique Européenne ETA-19/0129 Du 12/04/2019

Traduction réalisée par SFS Group SAS - Version originale en langue allemande

I Partie Générale

Organisme d'Evaluation Technique délivrant l'Evaluation Technique Européenne et désigné comme tel suivant l'article 29 du règlement (EU) N° 305/2011 : ETA Danmark A/S

Dénomination commerciale du produit de construction (Trade name of the construction product)	Tige filetée SFS WB
Famille de produit (Product family)	Tige filetée pour élément bois
Titulaire (Manufacturer)	SFS intec AG, Division Construction Rosenbergsaustrasse 10 CH-9435 Heerbrugg Tel. +41 71 727 62 62
Usine de fabrication (Manufacturing plant)	SFS intec AG, Division Construction Usine 26
Cette Evaluation contient : (This Assessement contains)	15 pages incluant 4 annexes
Base de l'ETE (Basis of ETA)	Document d'Évaluation Européen (DEE) 130118-00-0603 "Vis pour la construction bois"

Cette Evaluation Technique Européenne est délivrée par un Bureau Technique d'appréciation dans une langue officielle. Les traductions de cette Évaluation Technique Européenne dans d'autres langues doivent correspondre pleinement au document original et être identifiées comme telles.

La communication de cette Evaluation Technique Européenne, y compris la transmission par voie électronique, doit être complète. Cependant, il est possible de diffuser une partie de cette Evaluation Technique Européenne sous réserve de l'accord de l'organisme. Toute reproduction partielle doit être identifiée en tant que telle.

II CONDITIONS SPECIFIQUES A L'EVALUATION TECHNIQUE EUROPEENNE

1. Définition technique du produit et usage prévu

Définition technique du produit

Les tiges filetées SFS WB sont utilisées telles des vis dans les constructions bois. Elles sont filetées sur toute leur longueur. Les tiges sont faites à partir d'acier au carbone pour un diamètre nominal de 16 ou 20 mm. Quand une protection à la corrosion est requise, la matière et le traitement de surfaces doivent être déclarés en fonction des exigences données par l'annexe A de la EN 14592.

Géométrie et matière

Le diamètre nominal (diamètre extérieur filet), d, des tiges SFS WB ne doit pas être inférieur à 16, ni supérieur à 20 mm. La longueur totale de la tige, l, ne doit pas être inférieure à 64 mm (d = 16 mm) ou 80 mm (d = 20 mm) et ne doit pas être supérieure à 3000 mm. Les autres dimensions sont données dans l'annexe A.

Le ratio entre le diamètre intérieur et le diamètre extérieur filet di/d est 0.75.

Le pas du filetage (distance entre 2 sommets de filetage adjacent) est compris entre 0.31 d et 0.41 d.

Aucune fissure n'est observée lors de la flexion de la tige à un angle, α, au moins de $(45/d^{0.7} + 20)$ degrés.

2. Utilisation prévue suivant l'EAD

Les tiges filetées sont utilisées dans une structure bois chargée pour l'assemblage entre éléments bois de type soit, bois massif (résineux), bois lamellé-collé (résineux), bois lamellé-croisé et lamibois LVL (résineux) ou élément recollé similaire. Les tiges filetées peuvent être utilisées pour le renforcement à la traction et compression perpendiculaire ou au cisaillement des éléments bois tendre.

Les tiges filetées sont prévues pour l'assemblage d'éléments bois, où les exigences de résistance mécanique, de stabilité et de sécurité d'utilisation au sens des exigences N 1 et N 4 de la Directive du Conseil 89/106/EEC sont remplies.

Le dimensionnement des assemblages doit se baser sur les capacités caractéristiques de résistance des barres. Les valeurs de calcul de résistance sont définies à partir des valeurs caractéristiques de résistance suivant la norme Eurocode 5 ou les codes de calculs nationaux appropriés.

Les tiges filetées sont utilisées pour des assemblages soumis à des charges statiques ou quasi-statiques.

Les tiges filetées zinguées sont utilisablez dans des structures en bois sec en intérieure correspondant à une utilisation en classe de service 1 et 2 selon l'EN 1995-1-1.

Les dispositions du présent Agrément Technique Européen sont basées sur une durée de vie présumée de 50 ans des tiges filetées.

Les indications sur la durée de vie ne peuvent pas être interprétées comme une garantie venant du fabricant ou de l'organisme de certification, mais doivent simplement être considérées comme une recommandation pour choisir les bons produits qui conviennent à la durée économiquement raisonnable de vie attendue des ouvrages.

3. Caractéristiques du produit et méthodes de validation pour cette évaluation

Caractéristique	Evaluation de la caractéristique
3.1. Résistance mécanique et stabilité *) (EE1)	
Résistance en traction Tige filetée en acier au carbone	Valeur caractéristique $f_{tens,k}$: d = 16.0 mm : 100 kN d = 20.0 mm 160 kN
Moment d'insertion	Ratio entre la résistance caractéristique en torsion et le couple de vissage : $f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1.5$
Résistance en torsion Tige filetée en acier au carbone	valeur caractéristique $f_{tor,k}$: d = 16.0 mm : 200 Nm d = 20.0 mm 600 Nm
3.2. Sécurité en cas d'incendie (EE2)	
Réaction au feu	Les tiges filetées sont faites d'acier classé Euroclasse A1 en accord avec la décision 96/603/EC de la Commission, amendée par la décision 2000/605/EC de la commission.
3.4. Sécurité à l'utilisation (EE4)	Voir les caractéristiques du point 1
3.7.Utilisation de ressources naturelle (EE7)	Critère non pertinent
3.8. Aspect général relatif aux performance du produit	Les tiges filetées sont évaluées comme ayant une durabilité et une fonctionnalité satisfaisantes lorsqu'elles sont utilisées dans des structures en bois utilisant les essences décrites dans l'Eurocode 5 et dans les conditions définies par les classes de service1 et 2.
Identification	voir annexe A

*) voir les informations additionnelles en paragraphe 3.9 - 3.12

3.9. Stabilité et résistance mécanique

Les capacités de charge pour les tiges filetées SFS WB-T sont applicables dans les éléments à base de bois décrit dans le paragraphe 1 même si le terme bois est utilisé dans la suite.

Les valeurs caractéristiques de la résistance à l'arrachement et les valeurs caractéristiques de la résistance en cisaillement des tiges SFS WB, peuvent êtres utilisées pour un dimensionnement suivant la norme EN 1995-1-1 (Eurocode 5) ou suivant un code de calcul national équivalent.

La longueur de pénétration doit être $l_{ef} \geq 4$ d. avec d le diamètre extérieur de la tige filetée.

L'Évaluation Technique Européenne s'applique pour les éléments de structure en bois et les panneaux à base de bois.

La réduction de section du aux tiges filetées SFS WB doit être prise en compte dans les éléments bois, que ce soit pour une vérification en traction ou compression. On considère le diamètre de perçage dans la vérification des efforts dans l'élément.

Valeurs résistance en chargement latéral
La valeur caractéristique de la résistance en chargement latéral des tiges filetées SFS WB doit être calculée suivant la norme EN 1995-1-1 (Eurocode 5) en utilisant le diamètre extérieure filet. La contribution due à l'effet de corde peut être considérée.

La valeur caractéristique du moment d'écoulement plastique des tiges filetées SFS WB est comme suit :

d = 16 mm $M_{y,k}$ = 220 Nm
d = 20 mm $M_{y,k}$ = 390 Nm

avec d diamètre extérieur filet

La valeur caractéristique de portance locale des tiges filetées SFS WB dans un trou pré-perçé suivant un angle entre l'axe de la tige et le fil du bois, 0° ≤ α ≤ 90° est :

$$f_{h,k} = \frac{0.082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0.01 \cdot d)}{(2.5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \cdot (k_{90} \cdot \sin^2 \epsilon + \cos^2 \epsilon)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

avec
ρ_k masse volumique caractéristique [kg/m^3] ;
d diamètre extérieur filet [mm] ;
α angle entre l'axe de la tige et le fil du bois ;
ε angle entre l'effort et le fil du bois ;
k_{90} suivant équation (8.33) de l'EN 1995-1-1.

La valeur caractéristique de portance locale des tiges filetées insérées parallèlement aux plis d'un panneau CLT, indépendamment de l'angle entre l'axe de la tige et le fil du bois, 0° ≤ α ≤ 90° est :

$$f_{h,k} = 20 \cdot d^{-0.5} \quad [\text{N/mm}^2]$$

sous réserve d'autres préconisations données dans les documentations techniques des panneaux CLT (ETA ou hEN)

avec
d diamètre extérieur filet [mm]

La valeur caractéristique de portance locale des tiges filetées insérées parallèlement aux plis dans un panneau CLT, est supposé comme dans un élément bois massif de masse volumique égale à celle du plis extérieur. L'angle entre l'effort et le fil du bois du plis extérieur du panneau CLT doit être pris en compte.

La direction de l'effort doit être perpendiculaire à l'axe de la tige et parallèle à la grande face du panneau CLT.

Pour un assemblage avec plusieurs tiges chargées latéralement, le nombre efficace n_{ef} du chapitre 8.5.1.1 (4) de l'EN 1995-1-1 s'applique.

Valeurs résistance en chargement axial
La valeur caractéristique de la capacité d'arrachement axial de la tige filetée à un angle 30° ≤ α ≤ 90° entre l'axe de la tige filetée et le fil du bois, dans un bois massif, ou un bois lamellé collé, ou un bois lamellé croisé ou un lamibois peut être calculé suivant l'EN 1995-1-1:2008 avec :

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} \cdot k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \quad [\text{N}]$$

avec :
$F_{ax,\alpha,Rk}$ Valeur caractéristique de la capacité en arrachement d'un groupe de tiges filetées à un angle α par rapport au bois [N]
n_{ef} nombre efficace de tiges suivant EN1995-1-1:2008
k_{ax} Facteur tenant compte de l'angle entre l'axe de la tige et le fil du bois
k_{ax} = 1.0 pour 45° ≤ α ≤ 90°
k_{ax} = 0.3 + 0.7α/45° pour 30° ≤ α ≤ 45°
$f_{ax,k}$ paramètre d'arrachement caractéristique
$f_{ax,k}$ = 9.0 N/mm²
d diamètre extérieur filet
l_{ef} longueur de pénétration du filetage suivant EN 1995-1-1 [mm]
α angle entre l'axe de la tige et le fil du bois (α ≥ 30°)
ρ_k masse volumique caractéristique du bois [kg/m^3]

Pour un ancrage dans plus d'un pli de panneau CLT, les différents plis doivent être pris en compte proportionnellement à leur participation.

La capacité en arrachement d'une tige parallèlement aux plis d'un panneau CLT, indépendamment de l'angle entre la tige et le fil du bois 0° ≤ α ≤ 90°, peut être calculé comme suit :

$$F_{ax,Rk} = 20 \cdot d^{0.8} \cdot l_{ef}^{0.9} \quad [N]$$

La capacité résistante axiale est limitée par la résistance en traction de la tige ou la capacité en compression flambement de la tige.

Pour un effort axial en traction sur la tige, les règles de l'EN 1995-1-1, 8.7.2 (8) s'appliquent.

Note : n_{ef} = n pour l'utilisation des tiges en renforcement en traction ou compression, dans les assemblages mécaniques entre poutres avec les tiges filetées posées inclinées, et dans le renforcement en cisaillement.

Résistance en traction de la tige
La valeur caractéristique de la capacité en traction $f_{tens,k}$ de la tige SFS WB-T en acier au carbone est :

d= 16 mm 100 kN
d = 20 mm 160 kN

Capacité en compression de la tige
La capacité caractéristique en compression $F_{ax,Rk}$ des tiges SFS WB en acier au carbone vissées dans un élément bois peut être calculé comme suit :

$$F_{ax,Rd} = min\left\{k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}; \frac{K_c \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}}\right\}$$
[N]

avec

$$K_c = f(x) = \begin{cases} 1, \ pour\ \overline{\lambda_k} < 0.2 \\ \frac{1}{k+\sqrt{k^2-\bar{\lambda}_k^2}}, \ pour\ \bar{\lambda}_k \geq 0.2 \end{cases}$$

$$k = 0.5 \cdot \left[1 + 0.49 \cdot \left(\bar{\lambda}_k - 0.2\right) + \bar{\lambda}_k^2\right]$$

le taux d'élancement peut être calculé avec :

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$$

avec

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} \quad [N]$$

qui est la valeur caractéristique de compression relatif à la section du filetage intérieur.

La limite d'élasticité caractéristique des tiges filetées acier est :
$f_{y,k}$ = 800 [N/mm²] pour d = 16 mm
$f_{y,k}$ = 700 [N/mm²] pour d = 20 mm

Charge caractéristique de flambement élastique :

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s} \quad [N]$$

Fondation élastique de la tige

$$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{\alpha}{180°} + 0.5\right) \quad [N/mm^2]$$

Pour une tige dans un CLT utiliser le coef c_h le plus défavorable en fonction de α et ρ_k ;

Module d'élasticité
E_s = 210000 [N/mm]
ρ_k = masse volumique caractéristique [kg/m³]
Moment d'inertie de la section

$$I_s = \frac{\pi}{64} \cdot d_1^4 \quad [mm^4]$$

d_1 = diamètre intérieur de la tige [mm]
α = angle entre l'axe de la tige et le fil du bois [°]

Note : Pour déterminer la valeur de calcul de la résistance en compression d'une tige filetée, on peut utiliser les k_{mod} et γ_M issue de l'EN 1995 pour avoir la $f_{ax,d}$ et le coef γ_{M1} issue de En 1993 pour le flambement métallique $N_{pl,d}$.

Combinaison de charges latérales et axiales sur les tiges filetées
Pour un assemblage soumis à une combinaison de charges axiales et latérales sur les tiges, l'expression suivante doit être vérifiée :

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{la,Ed}}{F_{la,Rd}}\right)^2 \leq 1$$

avec

$F_{ax,Ed}$	valeur de calcul de l'effort axial
$F_{ax,Rd}$	valeur de calcul de la capacité d'arrachement axial
$F_{la,Ed}$	valeur de calcul de l'effort tranchant
$F_{la,Rd}$	valeur de calcul de la capacité par plan de cisaillement

Module de glissement
Le module de glissement axial K_{ser} de chaque partie pour les états limites de service devra être pris indépendamment de l'angle α du fil, égal à
C = K_{ser} = 25 . l_{ef} . d en N/mm

Avec
d diamètre extérieur de filet [mm]
l_{ef} longueur de pénétration de la partie filetée de la tige dans l'élément bois [mm]

Renforcement en compression
Voir annexe B.

Renforcement en traction
Voir annexe C.

Renforcement en cisaillement
Voir annexe D.

3.10. Aspect relatif à la classe de service

3.10.1. Protection à la corrosion en classe de service 1 et 2

Les tiges SFS WB-T sont fabriquées à partir de fil en acier au carbone. Elles sont zinguées et passivées avec une épaisseur minimum de 5µm.

3.11. Mise en œuvre

La mise en œuvre doit être effectuée conformément à l'Eurocode 5 ou à un code national approprié, sauf indication contraire dans ce qui suit. Les instructions de SFS intec AG (Heerbrugg) doivent être prises en compte pour l'installation.

Les tiges filetées sont utilisées pour les connexions dans les éléments porteurs en bois massif (bois tendre), lamellé-collé bois (résineux), bois lamellé-croisé et lamibois (bois tendre) ou éléments collés similaires.

Les tiges filetées peuvent être utilisées pour des assemblages dans des structures bois avec des éléments structurels à base de bois répondant à une Evaluation Technique Européenne. Si cette Evaluation Technique Européenne associée aux l'élément structurel autorise l'utilisation de vis d'assemblage ayant aussi une Evaluation Technique Européenne.

Les tiges filetées SFS WB-T sont également utilisées comme renfort de traction ou de compression perpendiculaire au fil du bois ou comme renfort de cisaillement dans les éléments en bois tendre.

Un minimum de deux tiges filetées doit être utilisé pour les connexions dans les structures en bois porteurs. Une seule tige peut être utilisée dans les connexions structurelles si la longueur de pénétration de la tige est d'au moins 20 · d et que la tige n'est chargée que axialement. Si la tige est utilisée pour connecter des éléments à base de bois, la capacité de charge de la tige unique dans ce cas doit être réduite de 50%. Si la tige est utilisée comme renforcement en traction ou en compression de structures en bois perpendiculaires au grain, aucune réduction de la capacité de charge de la tige n'est appliquée. Cela s'applique également à d'autres situations spécifiées dans les annexes nationales de l'EN 1995-1-1.

La profondeur de pénétration minimale dans les éléments de structure en bois massif, collé ou lamellé-croisé est de 4 · d.

Pour les éléments de structure selon les Evaluations Techniques Européennes, les préconisations des évaluations techniques européennes doivent être pris en compte.

Les tiges doivent être enfoncées dans du bois tendre après le pré-perçage. Les diamètres des trous de perçage sont:

Diamètre extérieur de la tige	Diamètre de pré-perçage dans bois tendre
16.0 mm	13.0 mm
20.0 mm	16.0 mm

Seul l'équipement prescrit par SFS Group SAS (Valence) doit être utilisé pour la mise en œuvre des tiges.

4. Système d'Evaluation et de Vérification de la Constance des Performances (désigné ci-après par EVPC)

4.1. EVPC système

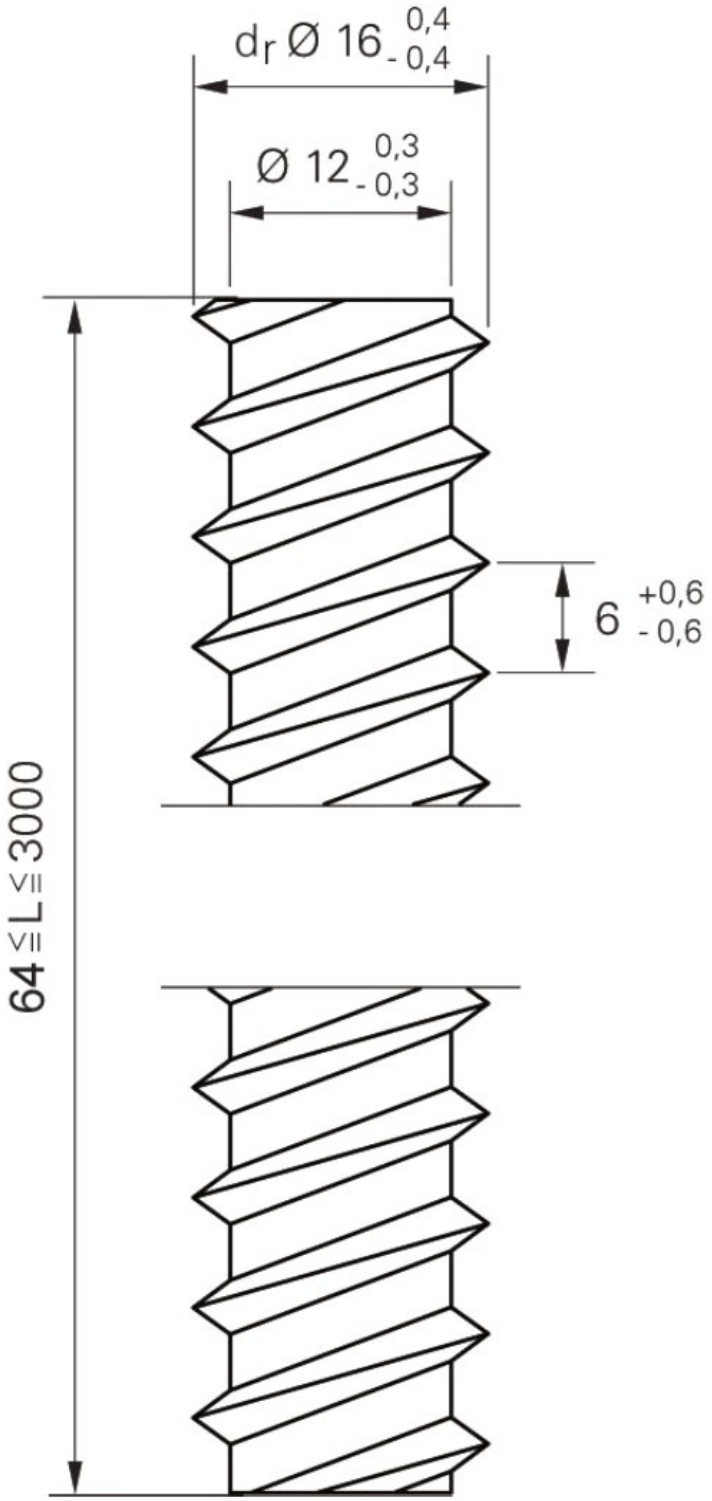
Selon la décision 97/176 / CE du Parlement européen Commission 1, tel que modifié, le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances (voir annexe V du règlement (UE) N° 305/2011) est de 3.

5. Détails techniques nécessaires à la mise en œuvre du système d'EVCP, tel que prévu dans le DÉE applicable

Les détails techniques nécessaires à la mise en œuvre du système d'EVCP sont précisés dans le plan de contrôle déposé ETA-Danemark département Marquage CE.

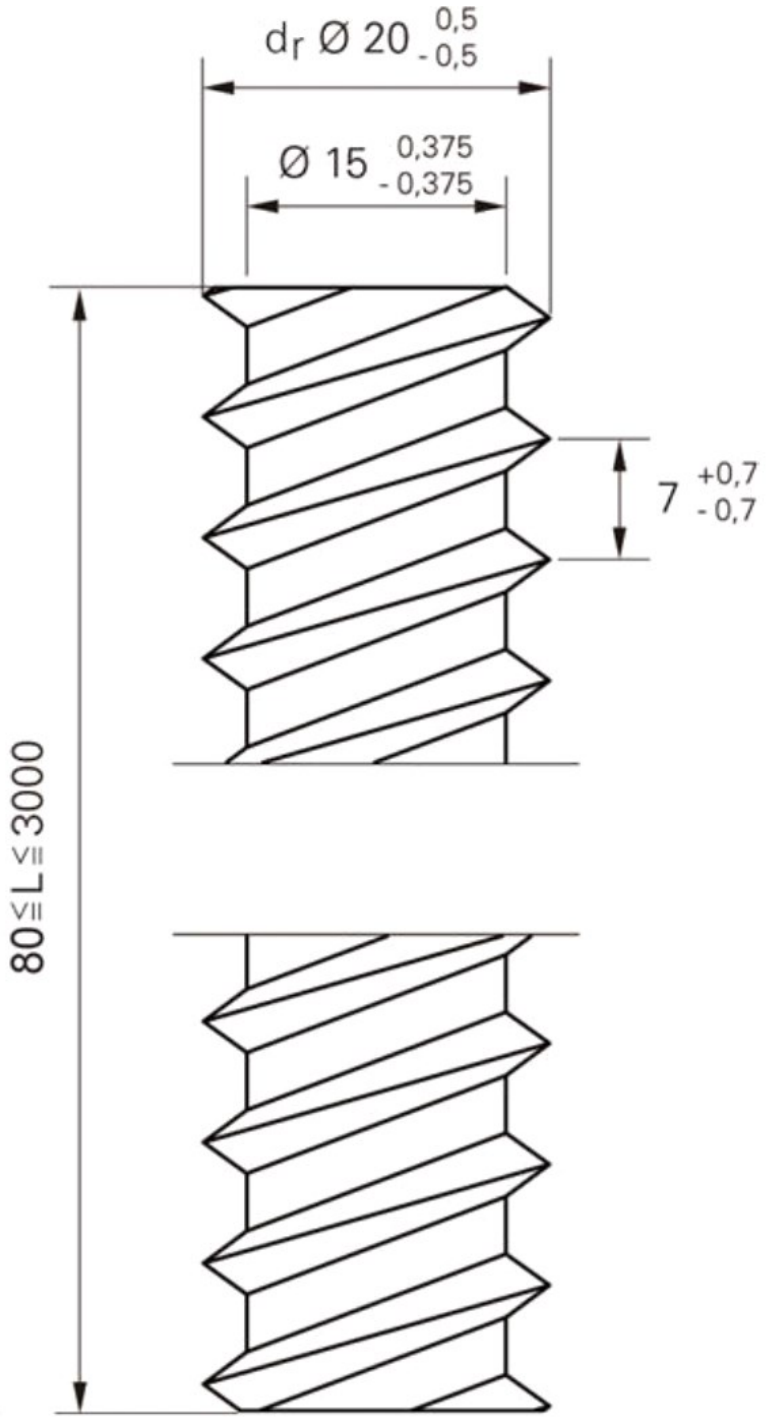
Annexe A

Dessin, désignation et spécification des tiges filetées SFS WB-T



La longueur peut être modifiée en coupant la tige

WB-T-16



La longueur peut être modifiée par découpe de la tige

WB-T-20

Annexe B

Renforcement en compression

Les tiges filetées WB-T, en filetage total, peuvent être utilisées pour le renforcement à la compression d'élément en bois, avec un angle α par rapport au fil du bois 45° ≤ α ≤ 90°. La force de compression doit être répartie régulièrement sur les tiges. Une platine métallique de répartition doit être positionnée entre l'élément bois et le support. Les vis sont implantées dans l'élément bois perpendiculairement à la surface de contact, l'extrémité des tiges doit être à fleur de la surface du bois pour garantir un contact avec la platine métallique de répartition, mais aussi un contact entre l'élément bois et la platine métallique.

Pour le dimensionnement des surfaces de contact renforcées, les conditions suivantes doivent être remplies

$$F_{90,Rd} = min\begin{cases} k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot F_{ax,Rd} \\ B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{cases} \quad \text{(B.1)}$$

avec

$F_{90,Rd}$	valeur de calcul de la capacité résistante en compression transversale [N]
$k_{c,90}$	facteur qui tient compte de la configuration donnée par EN1995-1-1
B	largeur de chargement [mm]
$l_{ef,1}$	longueur effective en contact avec l'appui suivant l'EN 1995-1-1 [mm]
$f_{c,90,k}$	valeur caractéristique de la résistance en compression perpendiculaire au fil [N/mm²]
n	nombre de tige de renfort, $n = n_0 \cdot n_{90}$
n_0	nombre de tige de renfort dans une file parallèle au fil
n_{90}	nombre de tige de renfort dans une file perpendiculaire au fil
$F_{ax,Rd}$	valeur de calcul de la capacité résistante [N], voir en page 4
$l_{ef,2}$	longueur effective dans le plan d'extrémité des tiges de renfort [mm]
	$l_{ef,2} = l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min(l_{ef}; a_{3,c})$ pour un renfort en extrémité de poutre [mm]
	$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1$ pour un renfort au centre de la poutre [mm]
l_{ef}	longueur de pénétration des tiges de renfort [mm]
a_1	entraxe parallèle au fil [mm]
$a_{3,c}$	distance d'extrémité [mm]

Si les tiges de renfort sont mise en œuvre depuis le dessus et depuis le dessous de la poutre et qu'elles se chevauchent sur au moins 10 d, c'est-à-dire $l_{ef,top} + l_{ef,bottom} \geq H + 10 \cdot d$, la seconde condition de l'équation (B.1) peut être ignorée.

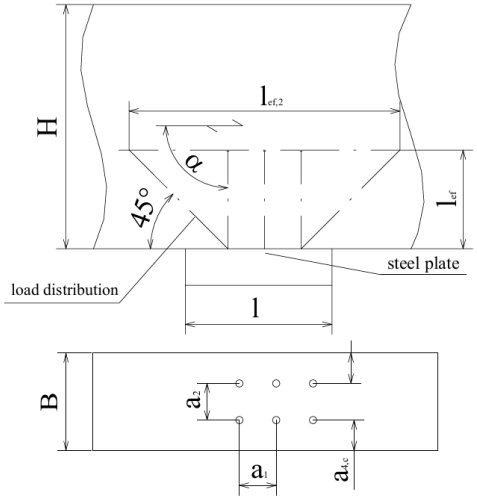
Si les tiges de renfort sont continues du dessous au dessus de la poutre, la valeur de calcul de la capacité résistance du renfort est comme suit :

$$F_{90,Rd} = n \cdot \kappa_c \cdot N_{pl,d} \quad \text{(B.2)}$$

Pour les renforts continus sur la hauteur de la poutre, la différence entre les valeurs de calcul des efforts sur le dessus et le dessous de la poutre doit remplir la condition suivante :

$$\Delta F_{90,Ed} \leq n \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef} \quad \text{(B.3)}$$

Renforcement au centre de la poutre



H hauteur de la poutre [mm]

B largeur de chargement [mm]

l_{ef} longueur de pénétration [mm]

$l_{ef,2}$ longueur effective dans le plan d'extrémité des tiges de renfort [mm]

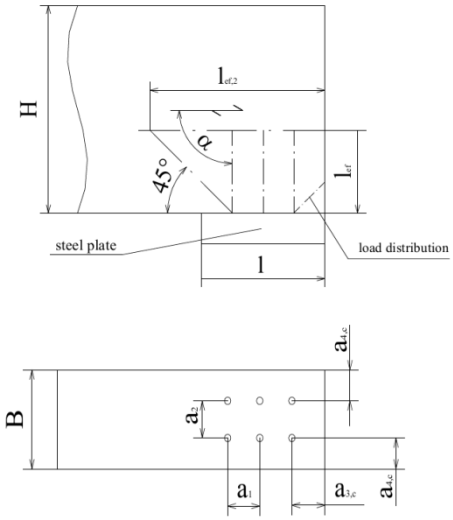
$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1$

fil du bois

axe de la tige

$45° \leq \alpha \leq 90°$

Renforcement en extrémité de poutre



H hauteur de la poutre [mm]

B largeur de chargement [mm]

l_{ef} longueur de pénétration [mm]

$l_{ef,2}$ longueur effective dans le plan d'extrémité des tiges de renfort [mm]

$l_{ef,2} = l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min(l_{ef}; a_{3,c})$

fil du bois

axe de la tige

$45° \leq \alpha \leq 90°$

$a_1 \geq 5 \cdot d$
$a_2 \geq 4 \cdot d$
$a_{3,c} \geq 7 \cdot d$
$a_{4,c} \geq 3 \cdot d$
$a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d^2$

Les tiges doivent être mise en œuvre à fleur avec la surface d'appui de la poutre renforcée.

Annexe C

Renforcement traction perpendiculaire au fil

Sauf indication contraire dans les normes nationales applicables sur le site d'installation, la capacité axiale d'un renforcement de poutre chargé par un assemblage perpendiculaire au fil doit remplir la condition suivante :

$$\frac{[1-3\cdot\alpha^2+2\cdot\alpha^3]\cdot F_{90,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

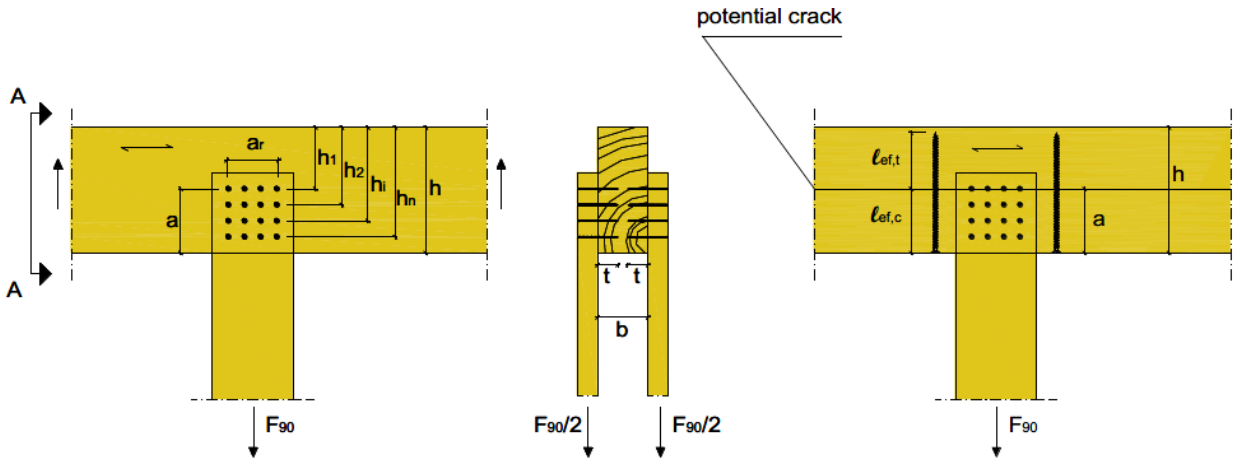
avec

$F_{90,d}$ valeur de calcul de l'effort perpendiculaire au fil [N]

$\alpha = {}^{a}/_{h}$

h = hauteur de l'élément [mm]

$F_{ax,Rd}$ valeur minimum de calcul de la capacité résistante en traction de la tige de renfort de chaque côté de la ligne de fissure potentielle avec l_{ef} la plus petite longueur de pénétration en dessus et en dessous de la ligne de fissure potentielle. [N]



Sauf indication contraire dans les normes nationales applicables sur le site d'installation, la capacité axiale d'un renforcement de poutre entaillé sur appui doit remplir la condition suivante :

$$\frac{1{,}3\cdot V_d\cdot[3(1-\alpha)^2-2\cdot(1-\alpha)^3]}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

avec

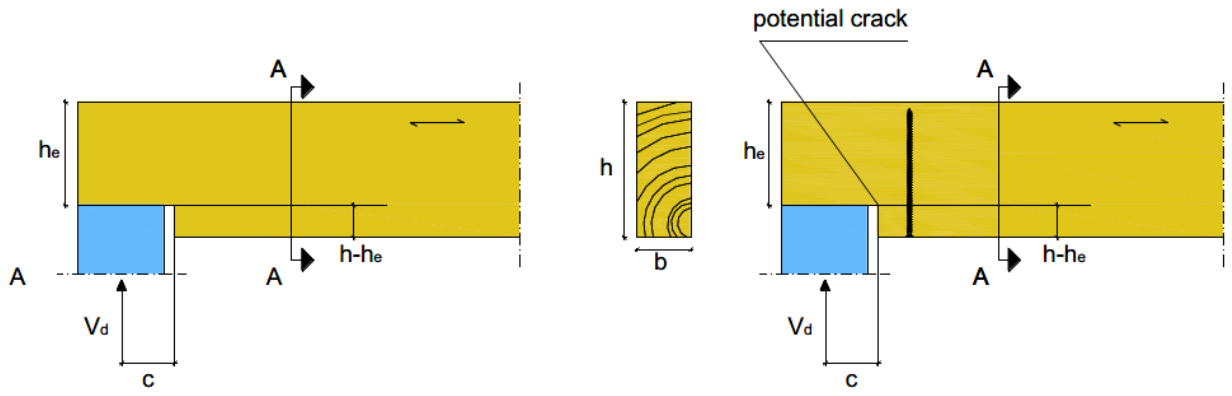
V_d valeur de calcul de l'effort de cisaillement [N]

$\alpha = {}^{h}/_{h_e}$

h = hauteur de l'élément [mm]

$F_{ax,Rd}$ valeur minimum de calcul de la capacité résistante en traction de la tige de renfort de chaque côté de la ligne de fissure potentielle avec l_{ef} la plus petite longueur de pénétration en dessus et en dessous de la ligne de fissure potentielle. [N]

L'entraxe minimum perpendiculaire au fil des tiges de renfort pour une entaille sur appui est $a_2 = 3 \cdot d$, les distances d'extrémité et au bord sont : $a_{3,c} = 2{,}5 \cdot d$ et $a_{4,c} = 3 \cdot d$



Sauf indication contraire dans les normes nationales applicables sur le site d'installation, la capacité axiale d'un renforcement de poutre évidé doit remplir la condition suivante :

$$\frac{F_{t,V,d}+F_{t,M,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

avec

$F_{t,V,d}$ valeur de calcul de l'effort perpendiculaire au fil due au cisaillement [N]

$F_{t,V,d} = \frac{V_d \cdot h_d}{4 \cdot h} \cdot \left[3 - \frac{h_d^2}{h^2}\right]$

V_d Valeur de calcul du cisaillement à la limite de l'évidement [N]

h = hauteur de l'élément [mm]

h_d = hauteur de l'évidement pour les perçages rectangulaires [mm]

h_d = 70% du diamètre du trou pour les perçages circulaires [mm]

$F_{t,M,d}$ valeur de calcul de l'effort perpendiculaire au fil due au moment de flexion [N]

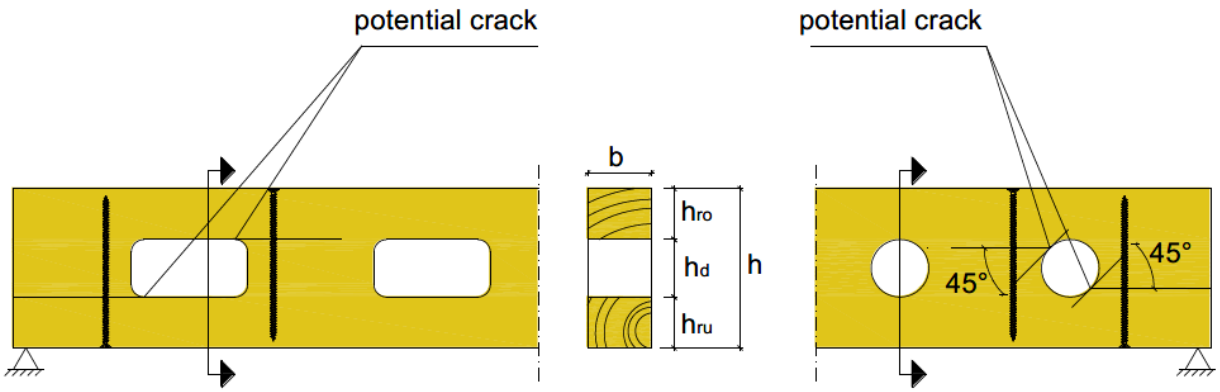
$F_{t,M,d} = 0.008 \cdot \frac{M_d}{h_r}$

M_d valeur de calcul du moment à la limite de l'évidement [Nmm],

h_r = min (h_{ro} ; h_{ru}) pour les perçages rectangulaires [mm]

h_r = min (h_{ro} ; h_{ru}) +0,15 h_d pour les perçages circulaires [mm]

$F_{ax,Rd}$ valeur minimum de calcul de la capacité résistante en traction de la tige de renfort de chaque côté de la ligne de fissure potentielle avec l_{ef} la plus petite longueur de pénétration en dessus et en dessous de la ligne de fissure potentielle. [N]



En dehors du renforcement avec les tiges filetées, il faut vérifier les contraintes de cisaillement dans les parties hautes et basses de la poutre aux environs des évidements.

Annexe D

Renforcement du cisaillement

Sauf indication contraire dans les normes nationales applicables sur le site d'installation, la contrainte de cisaillement dans les zones renforcées des éléments en bois, avec une composante de la contrainte parallèle au fil du bois, doit remplir la condition suivante:

$$\tau_d \leq \frac{f_{v,d} \cdot k_t}{\eta_H}$$

avec

τ_d valeur de calcul de la contrainte de cisaillement[N/mm²]

$f_{v,d}$ valeur de calcul de la résistance au cisaillement [N/mm²]

$k_\tau = 1 - 0{,}46 \cdot \sigma_{90,d} - 0{,}052 \cdot \sigma_{90,d}^2$

$\sigma_{90,d}$ contrainte de calcul perpendiculaire au fil (valeur négative pour la compression) [N/mm²]

$$\sigma_{90,d} = \frac{F_{ax,d}}{\sqrt{2} \cdot b \cdot a_1}$$

$$F_{ax,d} = \frac{\sqrt{2} \cdot (1 - \eta_H) \cdot V_d \cdot a_1}{h} \quad [N]$$

$$\eta_H = \frac{G \cdot b}{G \cdot b + \frac{1}{2 \cdot \sqrt{2} \left(\frac{6}{\pi \cdot d \cdot h \cdot k_{ax}} + \frac{a_1}{EA_s} \right)}}$$

V_d valeur de calcul de l'effort de cisaillement [N]

G Module de cisaillement de l'élément bois, G = 650 [N/mm²]

b largeur de l'élément bois [mm]

d diamètre extérieur de la tige [mm]

h hauteur de l'élément bois [mm]

k_{ax} rigidité de la connexion entre la tige et l'élément en bois par unité de surface en prenant le diamètre extérieur de la tige.

$k_{ax} = 5$ N/mm^3 pour les tiges WB

a_1 entraxe de tige parallèle au fil dans la même file [mm]

EA_s raideur axiale pour une tige [N]

$$EA_s = \frac{E \cdot \pi \cdot d_1^2}{4} = 165\,000\, d_1^2$$

d_1 diamètre intérieur de la tige filetée

d_1 = 12 mm pour les tiges WB-T-16, d_1 = 15 mm pour les tiges WB-T-20,

La capacité axiale de la tige filetée doit remplir la condition suivante :

$\frac{F_{ax,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$ avec

$F_{ax,Rd}$ valeur de calcul minimum de la capacité d'arrachement de la tige de renforcement [N]. La longueur effective de pénétration doit être prise pour 50% de la longueur filetée de la tige utilisée.

En dehors des zones renforcées (voir sur la figure D.1) la contrainte de cisaillement doit remplir les conditions pour les éléments non renforcés.

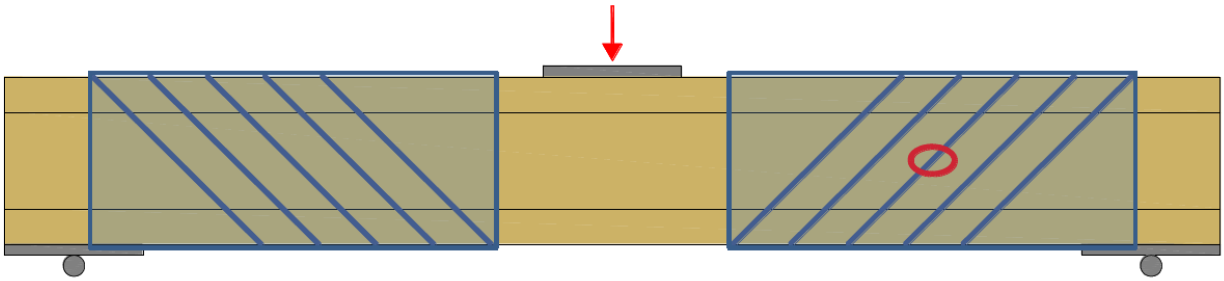


Figure D.1 : Elément bois avec un renfort au cisaillement ; zones ombragées : zones renforcées