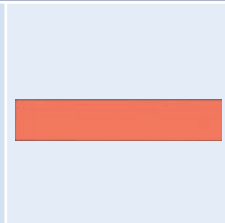
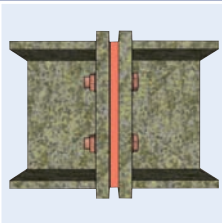
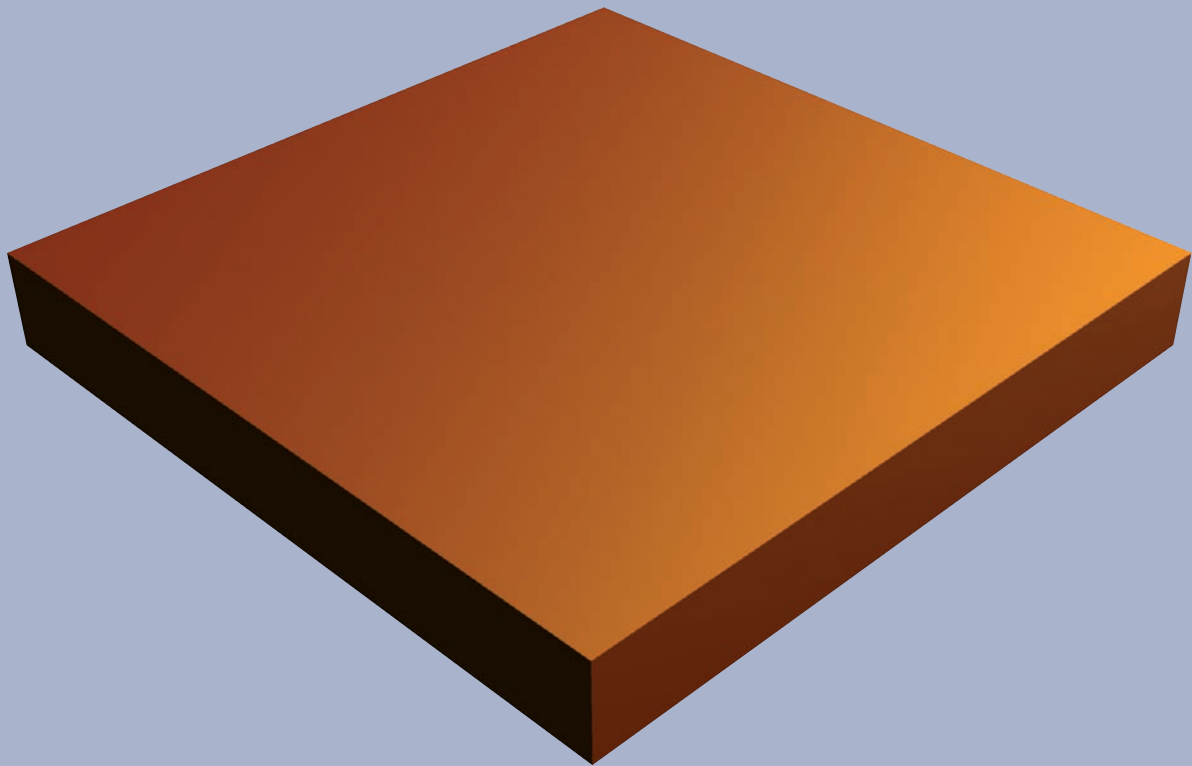


# NOYAU COMPACT



*Appui élastomère non armé à haute résistance*  
*Rupture thermique en construction métallique*

# Formule de calcul

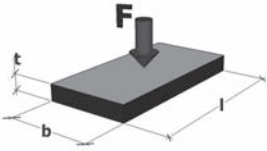

## Table des matières

	Page
Description du produit	2
Formule de calcul	2
Données matériau	2
Formulaire descriptif	3
Facteurs de forme	3
Tassement 1	4
Tassement 2	5
Table de calcul 1 (t = 5, 10 mm)	6
Table de calcul 2 (t = 15, 20 mm)	7
Dimensions joint de plaque frontale	8-10
Réactions au ressort	10
Propriétés	11
Application et domaines d'utilisation	11
Matériau	11
Dimensions, conditionnement	11
Homologations	12
Protection au feu	12
Découpes standard	12

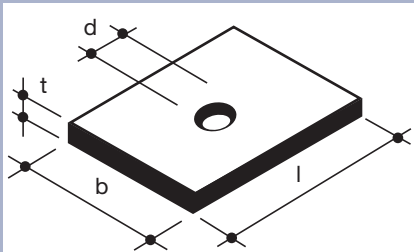
## Description du produit

Noyau compact de Calenberg est un appui élastomère non armé à haute résistance et à surface lisse.

La teinte rouge brunâtre du matériau distingue le produit.

Dimensionnement avec des charges non pondérées	
<b>Contrainte verticale admissible</b> 	$\text{adm. } \sigma_m = \frac{S^2 + S + 1}{0,70} \leq 30 \text{ N/mm}^2$ <p>voir aussi tableaux de calcul 1 et 2</p>
<b>Tassement</b> 	<p>Voir p. 4 et 5</p>

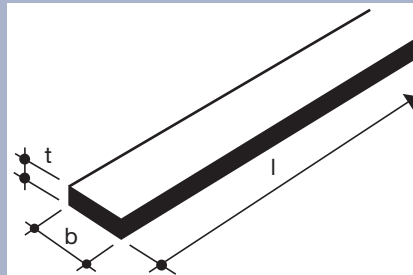
Données matériau	
<b>Dureté matériau</b>	40 ± 5 [Shore-D]; t = 5, 10, 15 mm 60 ± 5 [Shore-D]; t = 20 mm
<b>Conductivité thermique λ</b>	0,2 [W/m · K]
<b>Température de mise en œuvre</b>	-20 à +70°C
<b>Résistance superficielle selon DIN EN 20284</b>	7,5 · 10 <sup>10</sup> Ω
<b>Résistance thermique spécifique DIN IEC 93</b>	2,1 · 10 <sup>12</sup> Ω cm



sans trou:  $S = \frac{l \cdot b}{2 \cdot t \cdot (l + b)}$

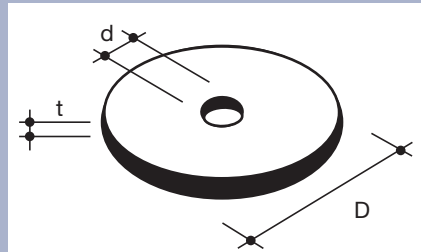
avec trou:  $S = \frac{4 \cdot l \cdot b - \pi \cdot d^2}{4 \cdot t \cdot (2 \cdot l + 2 \cdot b + \pi \cdot d)}$

Facteur de forme pour appui rectangulaire



$$S = \frac{b}{2 \cdot t}$$

Facteur de forme pour appui linéaire



sans trou:  $S = \frac{D}{4 \cdot t}$

avec trou:  $S = \frac{D - d}{4 \cdot t}$

Facteur de forme pour appui circulaire

### Formulaire descriptif

Appui Noyau Compact de Calenberg, appui élastomère non armé homogène conformément à la norme DIN 4141 partie 3, classe de stockage 2, entièrement teinté en rouge brunâtre avec surfaces lisses, résistant quelque soit, selon le format à une contrainte de compression moyenne de 30 N/mm<sup>2</sup>, certificat d'essai officiel n° P-852.0448.

### a) général

Longueur: ..... mm  
 Largeur: ..... mm  
 Epaisseur: ..... mm  
 Quantité: ..... pièces  
 Prix: ..... €/pièces

### b) encadrement en polystyrène ou Ciflamon

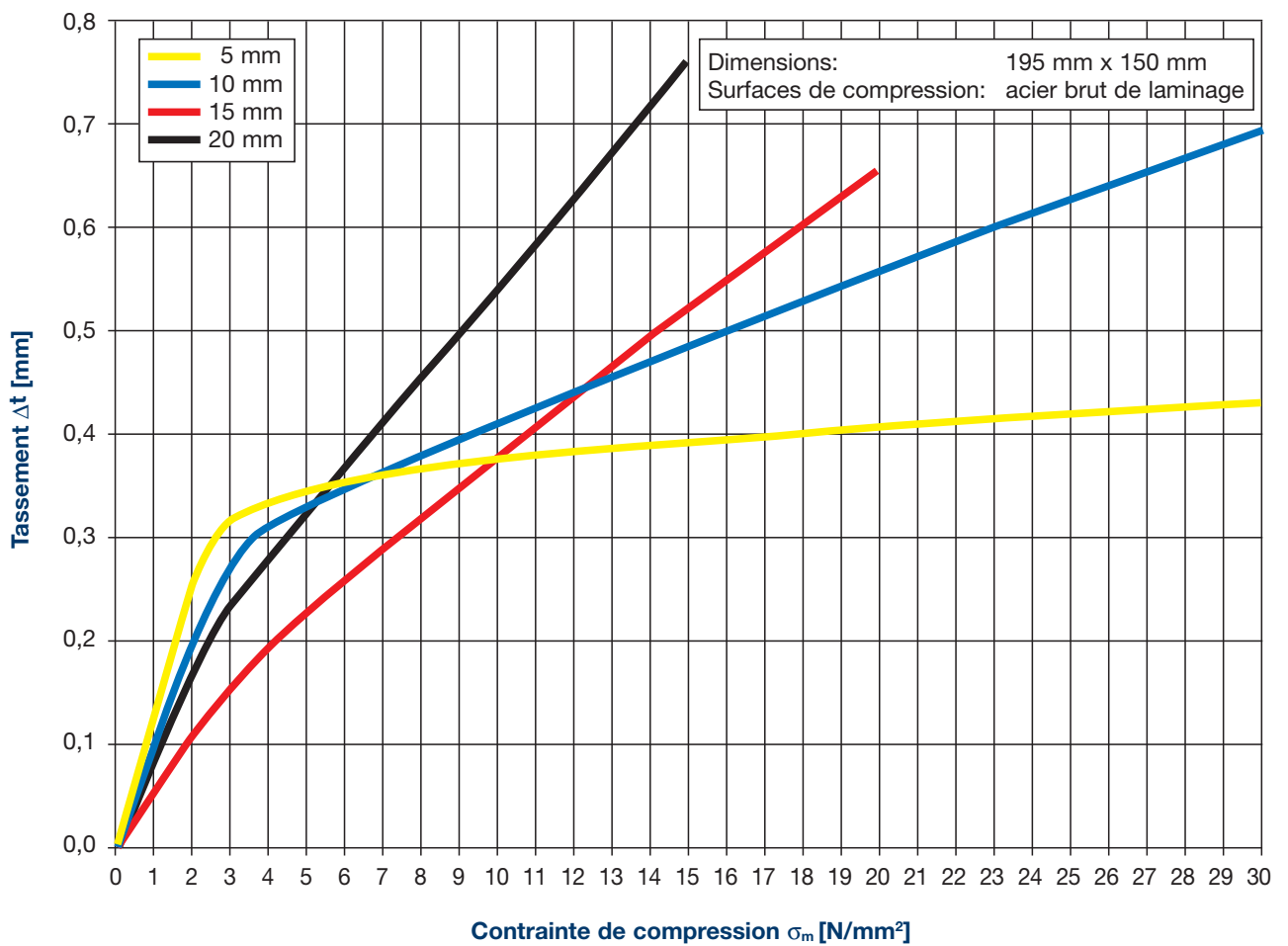
Largeur totale: ..... mm  
 Largeur élastomère: ..... mm  
 Epaisseur: ..... mm  
 Quantité: ..... m  
 Prix: ..... €/m

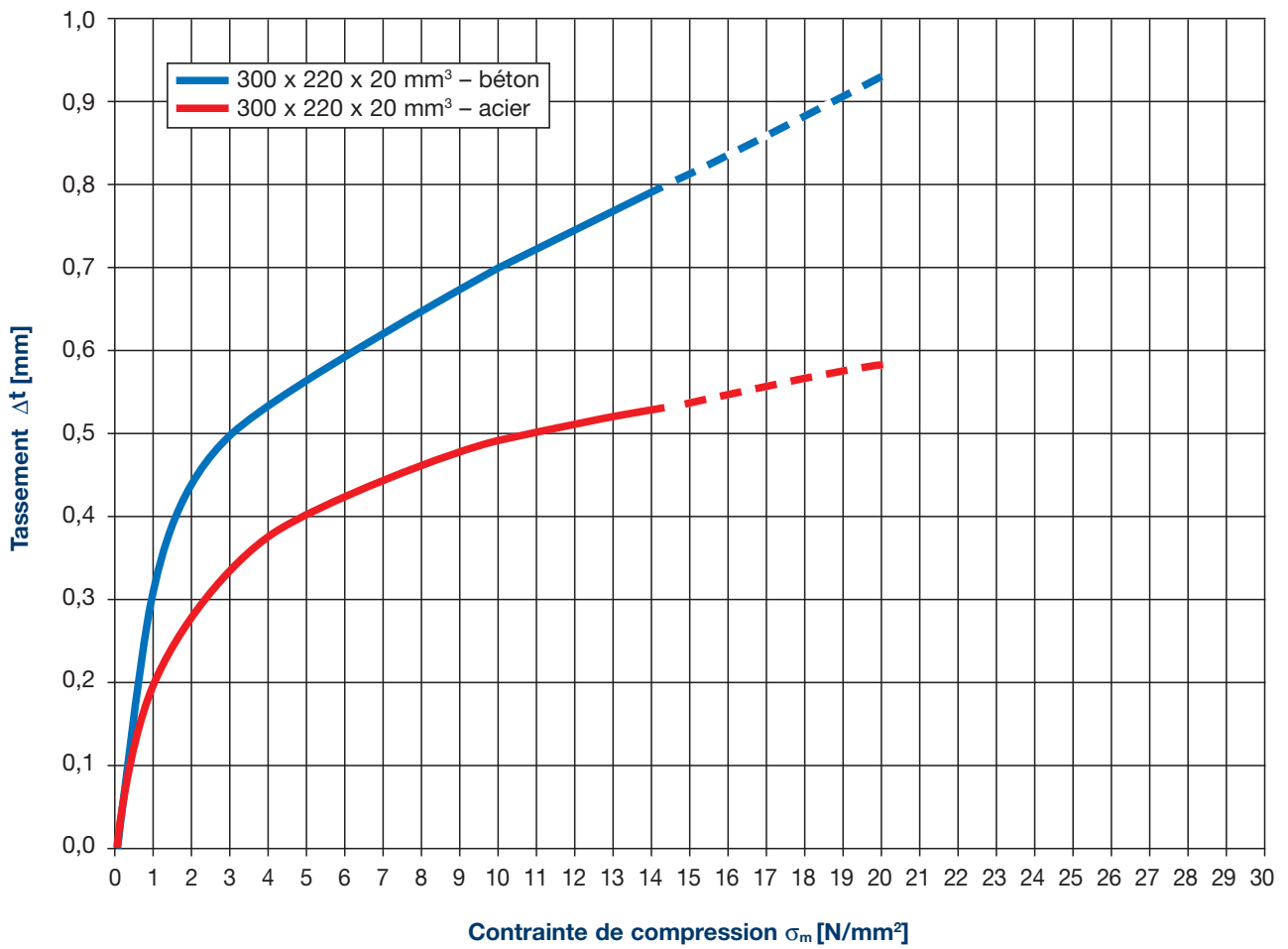
#### Fournisseur:

Calenberg Ingenieure GmbH  
 Am Knübel 2-4  
 D-31020 Salzhemmendorf  
 Tél. +49(0)5153/9400-0  
 Fax +49(0)5153/9400-49

# Facteur de forme

# Tassement 1





## Tassement 2



**Noyau Compact, épaisseur 15 et 20 mm**

Epaisseur appui t [mm]	Largeur appui b [mm]	Contrainte de compression, adm. $\sigma_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]																						
		Longueur appui l [mm]																						
		50	60	70	80	90	100	120	130	150	170	180	200	250	300	350	400	450	500					
<b>15</b>	100	4,8	5,4	6,1	6,7	7,2	7,8	8,7	9,2	10,0	10,7	11,0	11,7	12,9	13,9	14,7	15,4	16,0	16,4					
	110	4,9	5,7	6,4	7,0	7,7	8,3	9,4	9,9	10,8	11,7	12,1	12,8	14,3	15,5	16,5	17,4	18,0	18,6					
	120	5,1	5,9	6,6	7,4	8,1	8,7	10,0	10,6	11,7	12,6	13,1	13,9	15,7	17,2	18,4	19,3	20,2	20,9					
	130	5,2	6,1	6,9	7,7	8,5	9,2	10,6	11,2	12,4	13,6	14,1	15,0	17,1	18,8	20,2	21,4	22,4	23,2					
	140	5,3	6,2	7,1	8,0	8,8	9,6	11,1	11,9	13,2	14,4	15,0	16,1	18,5	20,4	22,1	23,4	24,6	25,6					
	150	5,4	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	11,7	12,4	13,9	15,3	16,0	17,2	19,8	22,1	23,9	25,5	26,9	28,1					
	200	5,9	7,0	8,2	9,3	10,5	11,7	13,9	15,0	17,2	19,2	20,2	22,1	26,3	<b>30,0</b>									
	250	6,2	7,4	8,8	10,1	11,5	12,9	15,7	17,1	19,8	22,5	23,8	26,3											
	300	6,4	7,8	9,2	10,8	12,3	13,9	17,2	18,8	22,1	25,3	26,9												
	350	6,6	8,0	9,6	11,3	13,0	14,7	18,4	20,2	23,9	27,7	29,5												
	400	6,7	8,2	9,9	11,7	13,5	15,4	19,3	21,4	25,5	29,7													
	450	6,8	8,4	10,1	12,0	13,9	16,0	20,2	22,4	26,9														
500	6,9	8,5	10,3	12,3	14,3	16,4	20,9	23,2	28,1															
550	6,9	8,7	10,5	12,5	14,6	16,8	21,5	24,0	29,1															
600	7,0	8,7	10,7	12,7	14,9	17,2	22,1	24,6																
<b>20</b>	100	3,6	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	6,0	6,3	6,8	7,2	7,4	7,8	8,5						9,1	9,6	10,0	10,3	10,6
	110	3,7	4,2	4,6	5,0	5,4	5,7	6,4	6,7	7,3	7,8	8,0	8,5	9,4						10,1	10,7	11,2	11,6	11,9
	120	3,8	4,3	4,8	5,2	5,6	6,0	6,8	7,1	7,8	8,4	8,6	9,1	10,2						11,0	11,7	12,3	12,8	13,2
	130	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,3	7,1	7,5	8,2	8,9	9,2	9,8	11,0	12,0	12,8	13,5	14,1	14,6					
	140	4,0	4,5	5,0	5,6	6,1	6,6	7,5	7,9	8,7	9,4	9,8	10,4	11,8	13,0	13,9	14,7	15,4	16,0					
	150	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,8	7,8	8,2	9,1	9,9	10,3	11,0	12,6	13,9	15,0	16,0	16,7	17,4					
	200	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	9,1	9,8	11,0	12,2	12,8	13,9	16,4	18,6	20,4	22,1	23,5	24,8					
	250	4,5	5,2	6,1	6,9	7,7	8,5	10,2	11,0	12,6	14,2	14,9	16,4	19,8	22,9	25,6	28,1							
	300	4,6	5,4	6,3	7,2	8,2	9,1	11,0	12,0	13,9	15,8	16,7	18,6	22,9	26,9									
	350	4,7	5,6	6,6	7,5	8,6	9,6	11,7	12,8	15,0	17,2	18,3	20,4	25,6										
	400	4,8	5,7	6,7	7,8	8,9	10,0	12,3	13,5	16,0	18,4	19,6	22,1	28,1										
	450	4,8	5,8	6,9	8,0	9,1	10,3	12,8	14,1	16,7	19,4	20,8	23,5											
500	4,9	5,9	7,0	8,1	9,3	10,6	13,2	14,6	17,4	20,3	21,8	24,8												
550	4,9	6,0	7,1	8,3	9,5	10,8	13,6	15,1	18,0	21,1	22,7	25,9												
600	5,0	6,0	7,2	8,4	9,7	11,0	13,9	15,4	18,6	21,8	23,5	26,9												

Table de calcul 2

# Exemple de dimensionnement

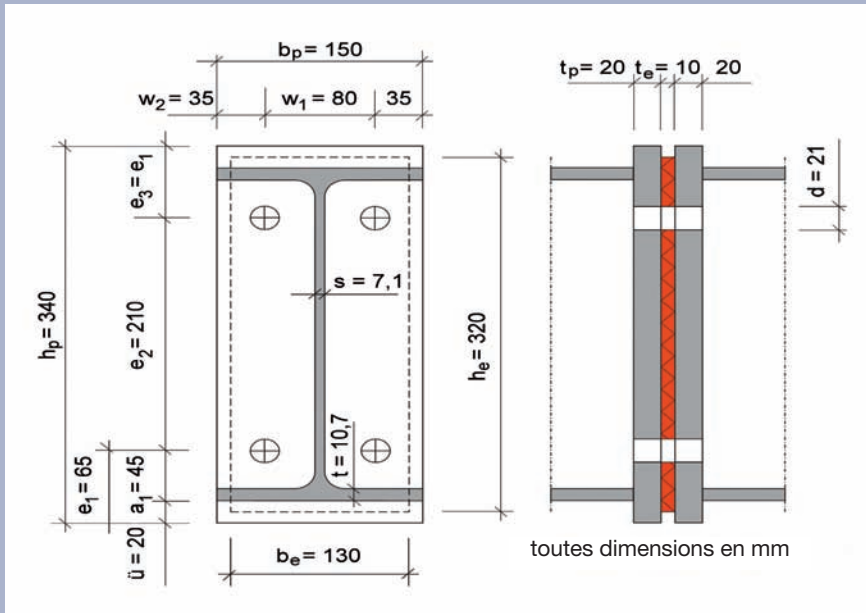


Fig. 1: dimensions de l'exemple de calcul de liaison entre plaques frontales

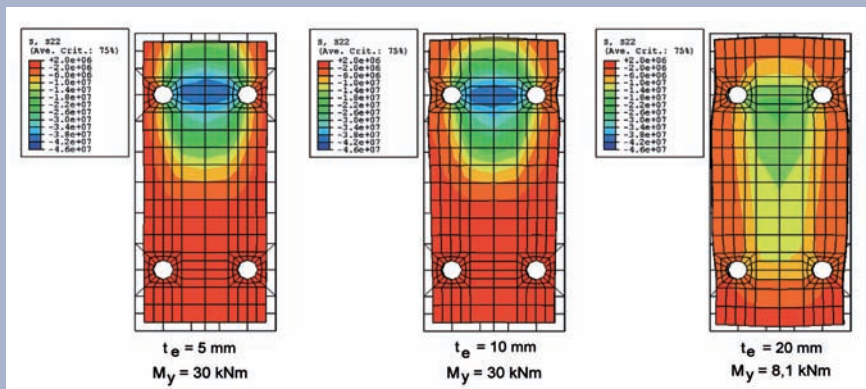


Fig. 2: influence de l'épaisseur d'élastomère sur le comportement structurel déterminé selon la méthode des éléments finis

## Dimensionnement des jonctions entre plaques frontales par des couches inter-médiaies élastomère

(D'après Dr.Ing. L. Nasdala;  
Dr. Ing. B. Hohn, R. Rühl  
Institut de statique et de dynamique  
Université d'Hanovre  
Faculté d'ingénierie de la construction et  
de géodésie dans „Der Bauingenieur“ –  
11/2005)

L'utilisation dans le bâtiment de poutres métalliques traversant l'enveloppe engendre des ponts thermiques.

Outre les déperditions occasionnées, on constate souvent la formation de moisissures liée à celle d'eau de condensation sur les surfaces intérieures des parois. La création d'une rupture thermique entre les constructions intérieure et extérieure devient indispensable dès lors que l'isolation thermique des parties extérieures de la construction métallique est exclue – par exemple pour des raisons architecturales. Une rupture thermique peut être réalisée au moyen d'un appui élastomère dont la conductibilité thermique  $\lambda \approx 0,2 \text{ W/(mK)}$  est certes cinq à dix fois supérieure à celle des isolants courants comme la laine de verre ou le polystyrène, mais plus de deux cents fois inférieure à celle de l'acier de construction. Le principal avantage vis-à-vis des matériaux isolants classiques réside dans la forte capacité portante. L'illustration 1 montre le joint classique entre plaques frontales avec les dimensions pour le calcul d'exemple dans les pages suivantes.



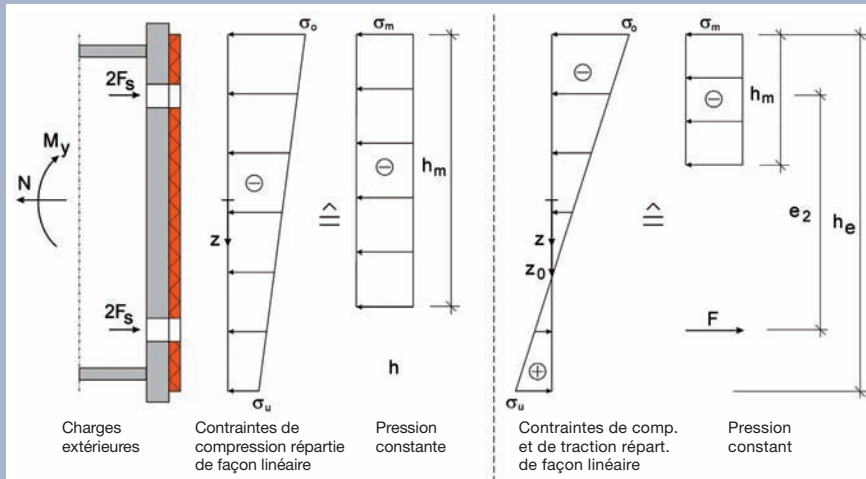


Fig. 3: calcul de la moyenne des contraintes de comp. dans l'élastomère

Des plaques frontales en S 235 ont été mises en œuvre au niveau du joint de la poutre IPE 300. Pour l'élastomère ont été retenues une hauteur  $h_e = 320$  mm, une largeur  $b_e = 130$  mm et une épaisseur  $t_e = 10$  mm.

Comme moyen d'assemblage en cas de jeu d'un millimètre au niveau du trou, sont prévues 4 vis M20 de la classe de résistance 10.9 sont prévues.

Nous n'aborderons pas ici plus en détails le dimensionnement sans couche intermédiaire élastomère selon EC 3

Etant donné que les élastomères sont presque incompressibles, ils gonflent en partie latérale sous la contrainte. C'est pourquoi – à propriétés de matériau égales – les plaques élastomère épaisses sont moins résistantes que les fines. Grâce au facteur de forme S, les contraintes moy-

ennes autorisées de compression peuvent être déterminées en fonction des dimensions de l'élastomère, du diamètre et du nombre de vis.

Il se définit par la relation entre la surface effective d'appui de construction  $A_m$  et la surface latérale correspondante  $A_s$ .

$$S = \frac{A_m}{A_s} \quad [1]$$

Etant donné que la répartition précise des contraintes de compression est inconnue, le dimensionnement s'appuie au début sur une répartition linéaire de la contrainte. Comme l'illustration 3 le montre, elle peut être convertie, en utilisant les bilans des forces normales et des moments, en une contrainte moyenne  $m$  et une hauteur efficace  $h_m$ . Le nombre de trous de vis à prendre en compte dépend de cette hauteur  $h_m$ .

Pour une plaque d'appui rectangulaire avec 2 ou 4 trous, le facteur de forme est

$$S = \frac{h_m \cdot b_e - \pi d^2 / 2}{2 \cdot t_e \cdot (h_m + b_e + \pi d)} \quad \text{lorsque } h_m \leq \frac{2}{3} h_e \quad [2]$$

$$S = \frac{h_m \cdot b_e - \pi d^2}{2 \cdot t_e \cdot (h_m + b_e + 2 \pi d)} \quad \text{lorsque } h_m > \frac{2}{3} h_e \quad [3]$$

La contrainte de compression moyenne autorisée de l'appui à noyau compact se calcule comme suit :

$$\text{adm. } \sigma_m = \frac{S^2 + S + 1}{0,70} \leq 30 \text{ N/mm}^2 \quad [4]$$

#### Répartition linéaire de la contrainte

En cas d'omission des trous et de prise en compte d'une répartition linéaire, les contraintes peuvent être calculées au moyen de la formule suivante:

$$\sigma(z) = \frac{N - 4 F_s}{b_e h_e} + \frac{12 M_y}{b_e h_e^3} z \quad [5]$$

avec les contraintes latérales  $\sigma_o = \sigma(-h_e/2)$  et  $\sigma_u = \sigma(+h_e/2)$

Des contraintes de traction apparaissant le cas échéant liées au calcul entraînent une force de traction de vissage F.

## Exemple de dimensionnement

# Exemple de dimensionnement

Au lieu de

$$z_0 = \frac{4 F_s - N}{12 M_y} h_e^2 \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \quad [6]$$

en cas de moment important  $M_y$ , il y a changement de signe,  $\sigma(z_0) = 0$ .

## Seulement contraintes de compression

Pour

$$z_0 \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \text{ et } 4 F_s > N \text{ s'applique:}$$

$$h_m = h_e + \frac{2 M_y}{N - 4 F_s} \text{ et} \quad [7]$$

$$\sigma_m = \frac{(N - 4 F_s)^2}{b_e [h_e (N - 4 F_s) + 2 M_y]} \quad [8]$$

## Contraintes de compression et de traction

Pour

$$z_0 \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \text{ et } M_y > 0 \text{ des forces}$$

de traction de vissage sont créées:

$$F = \frac{N - 4 F_s}{h_e} \left( \frac{h_e}{2} - z_0 \right) + \frac{6 M_y}{h_e^3} \left( \frac{h_e^2}{4} - z_0^2 \right) \quad [9]$$

De plus:

$$h_m = h_e + \frac{2 M_y - F e_2}{N - 4 F_s - F} \text{ et} \quad [10]$$

$$\sigma_m = \frac{(N - 4 F_s - F)^2}{b_e [h_e (N - 4 F_s - F) + 2 M_y - F \cdot e_2]} \quad [11]$$

## Calcul d'exemple :

Moment de flexion  $M_y = 30 \text{ kNm}$

Force normale  $N = -20 \text{ kN}$

Force de serrage des vis  $F_s = 80 \text{ kN/Schr.}$

$$z_0 = \frac{4 \cdot 80 - (-20)}{12 \cdot 30} \cdot 0,32^2 = 0,097 \text{ m d'après [6]}$$

Puisque  $M_y > 0$  des forces de serrage de vis apparaissent d'après [9]

$$F = \frac{(-20) - 4 \cdot 80}{0,32} \left( \frac{0,32}{2} - 0,097 \right) + \frac{6 \cdot 30}{0,32^3} \left( \frac{0,32^2}{4} - 0,097^2 \right)$$

$$F = 22 \text{ kN}$$

et une hauteur efficace  $h_m$  après [10]

$$h_m = 0,32 + \frac{2 \cdot 30 - 22 \cdot 0,21}{-20 - 4 \cdot 80 - 22} = 0,167 \text{ m}$$

La contrainte de compression moyenne d'après [11]

$$\sigma_m = \frac{(-20 - 4 \cdot 80 - 22)^2}{10^3 \cdot 0,13 [0,32 (-20 - 4 \cdot 80 - 22) + 2 \cdot 30 - 22 \cdot 0,21]}$$

$$\sigma_m = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

À partir de  $h_m = 0,167 \text{ m} < \frac{2}{3} 0,32 = 0,21 \text{ m}$

on obtient le facteur de forme d'après [2]

$$S = \frac{167 \cdot 130 - \pi \cdot 21/2}{2 \cdot 10 \cdot (167 + 130 + \pi \cdot 21)} = 2,9$$

La sollicitation d'appui autorisée d'après [4] est la suivante

$$\sigma_m \text{ adm.} = \frac{2,9^2 + 2,9 + 1}{0,70} = 17,58 \text{ N/mm}^2 \leq 30 \text{ N/mm}^2$$

D'où

$$\sigma_m \text{ res.} = 16,67 \text{ N/mm}^2 \leq \text{adm. } \sigma_m = 17,58 \text{ N/mm}^2$$

## Propriétés

Grâce à la dureté élevée du matériau, le Noyau Compact présente un meilleur comportement à la déformation que les appuis élastomère courants plus souples. Ce qui signifie dans la pratique:

- Grâce à son importante rigidité, l'appui est adapté à la reprise de déformations par cisaillement et de torsions angulaires.
- Grâce à sa stabilité formelle élevée, la déformation transversale est extrêmement réduite.
- Les moments sont transmis sans déformations importantes.
- Grâce à la faible déformation et à sa résistance thermique élevée, l'appui est particulièrement adapté pour la mise en œuvre, en tant que rupteur thermique, au niveau des joints entre plaques frontales en construction métallique

## Application et domaines d'utilisation

Afin d'éviter les ponts thermiques, les appuis Noyau Compact sont posés dans tous les domaines de la construction métallique en tant que rupteurs thermiques, comme par exemple en façade, lors du montage d'installations solaires en toiture ou bien au niveau des jonctions entre balcons et auvents avec la structure porteuse.

### Matériau

Matériau élastomère à base de caoutchouc acrylonitrile-butadiène, couleur rouge brunâtre (symbole chimique: NBR)

Les appuis Noyau Compact résistent aux huiles, graisses et carburants ; ils sont résistants à l'usure et à l'abrasion

## Conditionnement

Les appuis Noyau Compact de Calenberg sont livrés découpés en fonction du projet de construction.

(Illustration 4)

Les appuis peuvent être pourvus de trous, de découpes, de fentes, etc. afin de recevoir des boulons ou des tiges métalliques.

## Dimensions

- Épaisseurs appui: 5, 10, 15, 20 mm
- Dimensions de découpe maximales: 1200 mm x 1200 mm

# Propriétés

# Homologations

## Certificats d'essai, certificat de conformité

- Certificat n° P-852.0448, essais de compression, de poussée et de fluage sur plaque à ressort rigide d'appui de construction „NBR-Kernkompact-lager“ [appui à Noyau compact NBR]; Institut d'essai des matériaux pour les matières des machines et des plastiques institut des matériaux, université d'Hanovre, 2003
- Classification résistance au feu No. 3799/7357-AR, accréditation de appuis élastomère Calenberg pour classification à la classe de résistance au feu F 90 et F 120 selon DIN 4102 part 2 (Edition 9/1977); Laboratoire officiel de l'Institut des matériaux de Construction, béton armé construction, Université Technique Braunschweig; Mars 2005

## Protection feu

La classification «Brandschutztechnische Beurteilung No. 3799/7357 – AR –, TU Braunschweig» donne des mesures pour toutes les applications où des appuis doivent respecter une exigence a coupe feu. Tenir compte des mesures du document sur les règles de la DIN 4102-2 «Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1977-09» sont accomplies.

Le contenu de cette brochure est le résultat d'importants travaux de recherche et d'expériences d'application technique. Toutes les indications et instructions ont été fournies en connaissance de cause ; elles ne sont pas une garantie des propriétés indiquées et ne libèrent pas l'utilisateur de son obligation de vérification, en particulier en ce qui concerne les droits de propriété industrielle de tiers. Toute demande de dommages et intérêts, de quelque nature que ce soit et pour quelque motif juridique que ce soit, en vertu des conseils fournis dans cette brochure est exclue. Sous réserve de développements techniques ultérieurs dus à de nouveaux résultats de recherche.

### Calenberg Ingenieure GmbH

Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf  
Tél. +49 (0) 51 53/94 00-0  
Fax +49 (0) 51 53/94 00-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
www.calenberg-ingenieure.de

## Découpes standard

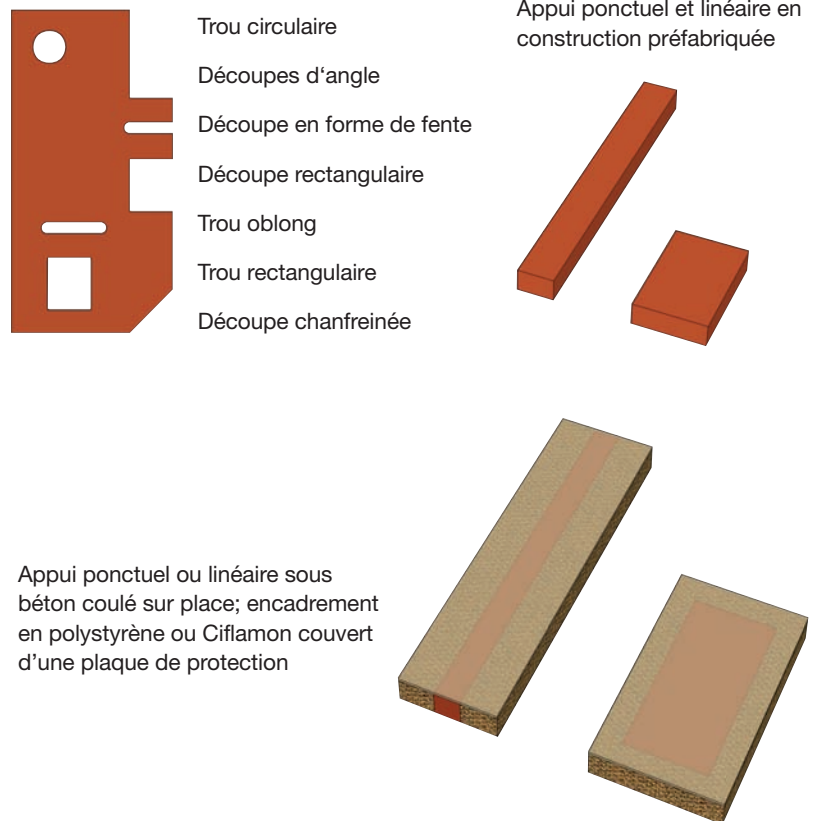


Fig. 4: Noyau Compact de Calenberg, découpes standard et formats disponibles