



WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

M  **M**
MAYR MELNHOF HOLZ



MMHBE

Élément de construction massive bois





WHERE IDEAS CAN GROW.

Mayr-Melnhof Holz Holding AG est l'une des industries de transformation du bois les plus conséquentes et importantes d'Europe, leader du marché dans le segment du bois lamellé-collé et moteur de l'essor du CLT, matériau pour la construction dans l'avenir. Seul les entreprises qui ont des racines solides peuvent s'épanouir, ceux du groupe de Mayr-Melnhof Holz remontant jusqu'en 1850. Le groupe s'appuie sur une expérience de plus de 170 ans dans la première et seconde transformation du matériau bois, qui provient exclusivement de forêts gérées de manière durable. Pour Mayr-Melnhof Holz, des sources d'approvisionnement sécurisées, une traçabilité complète de l'origine des matières premières, une transparence qualitative de nos produits ainsi qu'une optimisation continue des procédés de fabrications sont les fondements de notre fiabilité.





Les produits Mayr-Melnhof Holz



MM masterline
Bois lamellé-collé (BLC)



MM vistaline
Bois massif reconstitué
bilame/trilame



MM profideck
Éléments de plafond en BLC



MM blockdeck
Madriers en BLC



MMHBE
Élément de construction
massive bois



MM crosslam
Bois lamellé croisé (CLT)



K1 yellowplan
Panneaux de coffrage



HT 20plus
Poutrelles de coffrage



MM bois de sciage

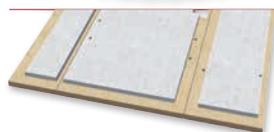


MM royalpellets

Éléments de structures spéciales et prestations de bureau d'étude.



MM complete
Bureau d'études et solutions complètes
by HÜTTEMANN



X-LAM CONCRETE
Élément composite bois-béton
by MMK

SOMMAIRE

Généralités

MMHBE	4
Le système	5
Caractéristiques techniques	6
Qualité	7
L'élément mural	8
Mur, plafond et toit	9
Tolérances dimensionnelles et remarques importantes	10

Montage des éléments de mur et de plafond 11

Accessoires 13

Tableaux de prédimensionnement

Murs extérieurs	14
Murs intérieurs, un côté feu	15
Murs intérieurs, deux côtés feu	16
Plafond poutre à travée simple	17
Plafond poutre à travée double	18
Toits poutre à travée simple	19
Toits poutre à travée double	22

Exemple de prédimensionnement 25

Représentation schématique Détails de raccordement 32

Physique du bâtiment 33

Références 39

Mayr-Melnhof Hüttemann Wismar GmbH
Am Torney 14 · 23970 Wismar · Allemagne
T +49 3841 221 0 · F +49 3841 221 221
wismar@mm-holz.com · www.huettemann-holz.de

Mayr-Melnhof Holz Holding AG
Turmgasse 67 · 8700 Leoben · Autriche
T +43 3842 300 0 · F +43 3842 300 1210
holding@mm-holz.com · www.mm-holz.com

MMHBE

Élément de construction massive bois

Avec le système **MMHBE**, Mayr-Melnhof propose une alternative attractive pour la construction de bâtiments en bois massif. Comparable au bois lamellé croisé **MMcrosslam**, produit de construction éprouvé en bois massif, le système **MMHBE** déploie tous ses atouts sur les projets de moindre envergure. C'est en particulier le cas lorsque les délais de livraison sont courts, que la flexibilité et les coûts des projets sont la préoccupation majeure, que les clients privilégient le système **MMHBE**.

Le système **MMHBE** s'inspire du principe des Lego et fonctionne avec des détails de mise en œuvre peu nombreux et simples. Un simple élément standardisé permet de réaliser murs, plafonds ou toitures en bois. Le vissage des éléments dans les lisses basses et hautes permettent de dévier les charges de façon linéaire sur la paroi. Les éléments standards **MMHBE** sont disponibles immédiatement et partout, vous pouvez ainsi lancer votre projet de grande ou moindre envergure dès demain!

Propriétés

- Construction massive & de grande qualité
- Excellente stabilité de forme et précision dimensionnelle
- Éléments préfabriqués
- Montage simple, peu bruyant, peu de poussière
- Temps de construction court grâce à la construction à sec
- Degré de standardisation élevé
- Application simple et systémique
- Peu de déchets
- Matière première naturelle, positif pour le climat
- Rapide et facile à installer
- Convient à la réalisation de contreventements statiques
- Climat de vie agréable

Domaines d'application

- Maisons individuelles et immeubles d'habitation
- Surélévations
- Bâtiments commerciaux, de bureaux et industriels
- Constructions modulaires et temporaires
- Bricolage
- Bâtiment hybride combiné à une construction à ossature pierre/ bois



Le système

De la production au chantier

Le système **MMHBE** est produit par Mayr-Melnhof Holz en partant du concept **MMmasterline** puis fabriqué avec double rainure et languette comme profil de raccordement. En option, une cavité peut être fraisée au milieu des deux côtés, pour ensuite être utilisée comme passage de gaine technique.

L'élément standardisé **MMHBE** est proposé en version standard ou dans une longueur sur mesure chez Mayr-Melnhof Holz. Outre le programme en stock de MMH, les panneaux standards sont également disponibles dans le commerce ou auprès d'utilisateurs du système dans le monde entier.

Ainsi, **MMHBE** est toujours disponible pour vous permettre de lancer votre nouveau projet à tout moment !



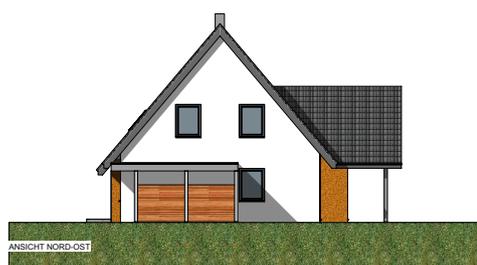
Certificat selon
Le règlement autrichien sur les
produits de construction
Wismar 769 - CPR - 6162
Gaishorn 1359 - CPR - 0637



Chain of Custody
PEFC/06-38-79

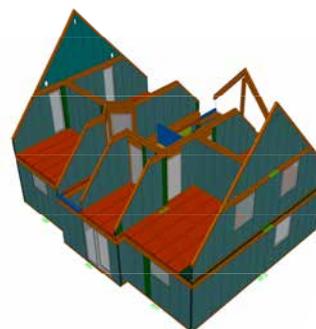
De la conception au chantier

Partant des travaux du bureau d'étude/maître d'ouvrage, les premiers plans et les projets du planificateur sont créés puis convertis en un plan d'exécution.

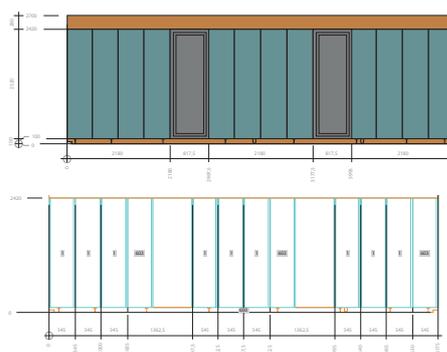


Plus le maître d'ouvrage se montre souple et plus le plan de conception **MMHBE** est élaboré, plus les avantages du système **MMHBE** sont faciles à exploiter.

En règle générale, il est possible d'éviter presque totalement les chutes car les fenêtres et les portes sont déjà incluses dans les plans et les ouvertures correspondantes découpées. Cela permet d'éviter les coûts d'usinage et les frais matériels superflus.



La dernière étape consiste à présent à achever les plans d'usinage et de montage, l'assemblage rapide des composants du système peut alors commencer.



Caractéristiques techniques

Essences

Epicéa du Nord

Surfaces

Qualité visuelle (SI)

Qualité industrielle (NSI)

Norme de produit

EN 14080:2013

Classes de résistance (selon EN 14080:2013)

GL 24h

Collage

Colle à base de résine de mélamine, (MUF) homologuée selon la norme EN 301 de type 1 pour le collage des éléments portants de construction en bois intérieur/extérieur.

Couleur du joint collé

Joints collés clairs (collage à la résine de mélamine)

Humidité du bois

env. 12% ± 2%

Masse volumique apparente (valeurs moyennes)

Epicéa env. 450 kg/m³

Conductivité thermique

$\lambda = 0,13 \text{ W/(mK)}$ parallèle aux joints de colle

Résistance à la diffusion

$\mu = 20 - 40$ (à 12% d'humidité de bois)

Emissions & COV

Formaldéhyde classe E1

Les valeurs limites de la classe d'émission E1 ($\leq 0,1 \text{ ppm HCHO}$) sont nettement inférieures pour le bois lamellé-collé.

Comportement au feu

Classification du bois lamellé-collé:

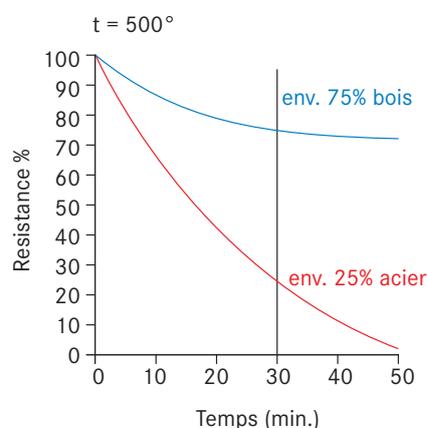
Classe de comportement au feu selon EN 14080, tableau 11

Masse volumique apparente minimale moyenne 380 kg/m³

Classe européenne D

Classe de fumée (smoke) s2

Classe d'égouttage (drop) d0



A une température d'environ 500°C, l'acier perd 75% de sa résistance au bout de 30 minutes, alors que le bois n'en perd que 25% sur la même période.

Résistance au feu

Vitesse massique de combustion calculée 0,7 mm/min selon EN 1995-1-2, tableau 3.1.

Retrait et gonflement

Le bois est un matériau naturel. Il peut absorber l'humidité, mais aussi la libérer en conséquence. La teneur en humidité d'équilibre de l'élément de construction dépend des conditions climatiques de l'environnement. Afin d'éviter de modifier les dimensions des éléments, la teneur en humidité du bois doit être adaptée au lieu d'installation prévu.

Le bois lamellé-collé est produit avec une humidité de bois d'environ 12% ± 2%. Cela correspond à l'humidité d'équilibre à une température ambiante de 20°C et à une humidité relative de 65%.

Le bois lamellé-collé présente un gonflement et un retrait moyens en hauteur et en largeur de $\alpha_u = 0,24\%$ pour chaque 1% de variation de l'humidité du bois (Δu). Dans la plupart des cas, les modifications de longueur avec $\alpha_{ul} = 0,01\%$ sont négligeables.

Qualité

Qualité visuelle

Le bois lamellé-collé est produit dans deux qualités de surface distinctes:

Qualité visible (SI): pour une utilisation apparente, par exemple dans les zones d'habitation, jardins d'enfants, écoles, installations sportives etc.

Qualité industrielle (NSI): pour une utilisation sans exigence optique comme les halls industriels, usines de compostage, écuries, plafonds couverts et poutres de charpente non apparentes

Surfaces

Rabotées sur 4 côtés et chanfreinées avec rainure d'assemblage



Qualité apparente

Qualité industrielle

Remarques importantes

- Les critères se rapportent à la qualité de la surface au moment de la livraison.
- Il incombe au client de veiller à ce qu'une fois livré, le bois lamellé collé soit bien stocké et installé de manière adaptée au matériau.
- Selon le climat ambiant, il est possible de déroger aux critères susmentionnés pour ce matériau de construction naturel.

Critères de qualité

Critères ^{*1}	Qualité industrielle	Qualité apparente
1 Nœuds adhérents ^{*2,3}	autorisé	autorisé
2 Nœuds tombés et lâches ^{*2,3}	autorisé	Ø < 20 mm sont autorisés ^{*4} Ø > 20 mm doivent être remplacés en usine ^{*4}
3 Poches de résine ^{*3,5}	autorisé	Les poches de résine jusqu'à 5 mm de large sont autorisées
4 Nœuds et anomalies réparés au bouchepore ou avec des bouchons de bois ^{*3}	non requis	autorisé
5 Poches de résine et nœuds réparés au mastic ^{*3}	non requis	autorisé
6 Infestation d'insectes ^{*3}	sont autorisés galeries jusqu'à 2 mm	sont autorisés les trous jusqu'à 2 mm
7 Tube de moelle	autorisé	autorisé
8 Largeur de fissures de retrait ^{*3,5,7}	sans restriction	jusqu'à 4 mm
9 Décoloration due au bleuissement ainsi que bandes rouges et bleues clouées ^{*5}	sans restriction	jusqu'à 10% de la surface visible de l'élément
10 Moisissure ^{*5}	non autorisé	non autorisé
11 Saletés ^{*5}	autorisé	non autorisé
12 Distance entre joints par enture	sans restriction	sans restriction
13 Traitement de surface	égalisé	raboté ou chanfreiné; coups de rabots autorisés jusqu'à 1 mm de profondeur

*1 Les écarts par rapport aux limites définies dans les cellules 2, 3, 6-9, 12 et 13 ci-dessous doivent être tolérés dans la mesure suivante: 3 écarts maximum/m² surface visible pour la qualité apparente.

*2 Taille de nœud autorisée selon DIN 4074

*3 Sans limite de nombre

*4 Mesure du diamètre des nœuds analogue à la mesure du diamètre des nœuds individuels de bois équarri selon DIN 4074-1: 2003-6, 5.1.2.1.

*5 Etat à la livraison

*6 Le cas échéant, demander impérativement des mastics pouvant être peints.

*7 La profondeur de fissure peut atteindre 1/6e de la largeur de l'élément pour les éléments sans contrainte de traction transversale prévue, et jusqu'à 1/8e de la largeur de l'élément de chaque côté pour les éléments avec une contrainte de traction transversale prévue, indépendamment de la qualité de la surface.

L'élément mural

L'élément MMHBE en longueur de stockage

Les longueurs de production sont de 13,5 m. En fonction de la hauteur de l'étage, on peut généralement découper sur place environ 5 éléments muraux dans une longueur standard. On gagne ainsi en rapidité et en flexibilité tout en réduisant au minimum les déchets produits.

- GL 24h, colle mélamine, surface en qualité industrielle (NSI), humidité de bois 12 +/- 2%
- Profil: double rainure de 15 mm - double languette avec rainure des deux côtés 20 x 30 mm conduit de câbles de 20 x 60 mm (passage de gaine technique)
- Epaisseur: 100 mm
- Largeurs: 360 + 560 mm (largeurs de couverture 345 + 545 mm)
- Longueur de production: 13,5 m



L'élément mural MMHBE fabriqué sur demande

Des éléments muraux personnalisés peuvent aussi être fabriqués selon un plan. Votre contact chez Mayr-Melnhof se fera un plaisir de vous renseigner sur les nombreuses possibilités !



L'élément MMHBE en longueur sur mesure

Les utilisateurs spécialisés du système **MMHBE** commandent et stockent la longueur sur mesure **MMHBE** la plus adaptée, évitant ainsi les découpes dans les éléments standards. La longueur sur mesure est également idéale pour le stockage et le transport. On peut ainsi facilement travailler à partir du paquet !

- GL 24h, colle mélamine, surface en qualité industrielle (NSI), humidité de bois 12 +/- 2%
- Profil: double rainure de 15 mm - double languette avec rainure des deux côtés 20 x 30 mm conduit de câbles 20 x 60 mm (passage de gaine technique)
- Epaisseur: 100 mm
- Largeurs: 360 + 560 mm (largeurs de couverture 345 + 545 mm)
- Longueur de stockage: 2,6 m par ex.



L'élément mural MMHBE à la découpe

Un kit **MMHBE** complet nécessite toutefois un équipement d'usage professionnel. Un traitement CNC précis permet de réduire le temps de travail précieux sur le chantier, d'éviter les erreurs et de diminuer les coûts de construction !

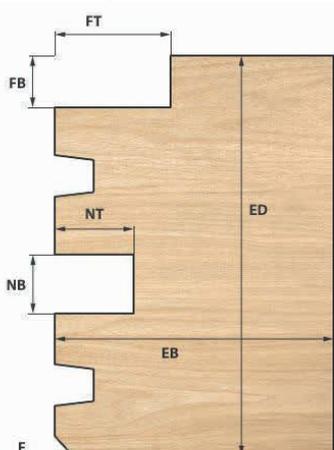


Mur, plafond et toiture

Les éléments de mur, plafond et toiture **MMHBE** peuvent être fabriqués de façon personnalisée, à la demande des clients, pour leur projet de construction dans les formes spéciales suivantes.

Terminologie et dimensions disponibles

- FT = profondeur de feuillure: 45 / 60 / 70 mm
- FB = largeur de feuillure: 1 - 25 mm (espacement 1 mm)
- NT = profondeur de rainure: 30 mm
- NB = largeur de rainure: 15 - 30 mm (espacement 1 mm)
- F = chanfrein: 5 mm (plus de dimensions sur demande)
- ED = épaisseur d'élément: selon profil: 60 - 260 mm (espacement 20 mm)
- EB = largeur d'élément 200 - 960 mm (espacement 40 mm)



Double rainure - double languette avec feuillure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 100 mm à 260 mm



Rainure simple - languette simple

Jusqu'à une épaisseur d'élément (ED) de 60 mm



Double rainure - double languette

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 80 mm à 260 mm



Rainure - rainure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 60 mm à 260 mm



Double rainure - double languette avec rainure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 100 mm à 260 mm



Feuillure - feuillure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 60 mm à 260 mm



Double rainure - double languette avec rainure et feuillure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 140 mm à 260 mm



Rainure - feuillure

A partir d'une épaisseur d'élément (ED) de 80 mm à 260 mm



Tolérances dimensionnelles et remarques importantes

Nos produits **MMHBE** sont toujours fabriqués aux dimensions exactes commandées. Toutefois, il peut arriver que les tolérances de fabrication et le retrait et le gonflement naturels du bois se traduisent par des écarts dimensionnels de section.

Les tolérances dimensionnelles pour les éléments **MMHBE** sont régies par la norme EN 14080:2013. L'humidité de référence de mesure est de 12%:

Largeur	60 mm ≤ b ≤ 300 mm		
Tolérance de largeur	± 2 mm		
Hauteur	100 mm ≤ h ≤ 400 mm	400 mm < h ≤ 2.500 mm	
	Tolérance de hauteur	+ 4 mm / - 2 mm	+ 1% / - 0,5%
Longueur	< 2,0 m	de 2,0 m à < 20 m	> 20 m
	Tolérance de longueur	± 2 mm	± 0,1%

Formation de fissures

En fonction des conditions ambiantes, le retrait et le gonflement naturels du bois peuvent entraîner l'apparition de fissures de retrait. En phase de construction en particulier, les zones extérieures de l'élément de construction sont susceptibles d'absorber l'humidité. Afin d'éviter les fissures de retrait, cette humidité de construction doit être progressivement ramenée à l'humidité d'équilibre en aérant suffisamment et en chauffant l'ouvrage avec précaution.

Des fissures de retrait peuvent apparaître sur les surfaces des éléments **MMHBE**, ainsi que le long du joint de colle. Concernant les éléments de construction sans contrainte de traction transversale liée au système, de telles fissures de retrait sont tolérées jusqu'à une profondeur de 1/6 de la largeur de l'élément (par côté).

Le risque de formation de fissures augmente en cas d'exposition directe aux intempéries ou de fortes variations des contraintes climatiques.

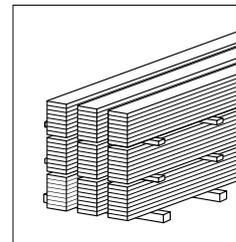
Emballage et stockage

Les règles de stockage du bois doivent être respectées pour les éléments:

- Placer des supports sous les éléments
- Pour l'empilage horizontal des éléments de construction, disposer le bois lamellé et bois de calage en couches successives
- Sécuriser le risque de basculement
- Retirer les films de protection afin d'éviter la condensation
- Protéger les éléments de construction de la pluie, des éclaboussures et des remontées d'humidité en prévoyant un espace avec le sol et des bâches suffisantes
- En cas de périodes de stockage prolongées, disposer des traverses supplémentaires afin d'éviter les déformations par fluage

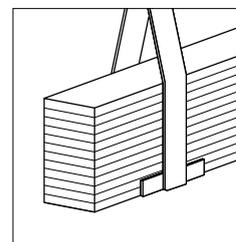
Empilage

Utiliser des supports et des lattes d'empilage. Sécuriser les éléments contre le basculement.



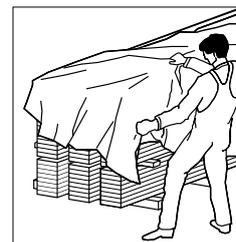
Dompage

Utiliser des bandes et des protections des arêtes en bas et, le cas échéant, en haut. Eviter tout dommage.



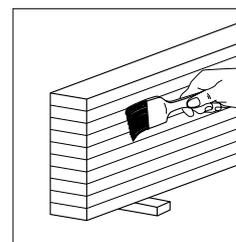
Humidité

Protéger de l'humidité au moyen de bâches après la livraison. Retirer immédiatement le film d'emballage, risque de condensation.



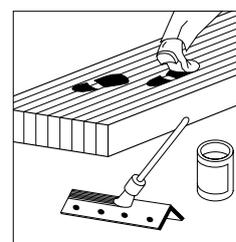
Protection contre les intempéries

Respecter les règles de protection du bois de construction ! En complément: revêtement de protection contre l'humidité pour les intempéries à court terme comme protection provisoire le temps du chantier.



Saleté

Prévenir les salissures en appliquant un enduit, une couverture ou autre. Eviter les taches, sels d'imprégnation et pièces d'acier rouillées (également dues aux projections lors de travaux de soudure ou de meulage).



Source: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Montage des éléments de mur et de plafond

Fixation de la lisse basse



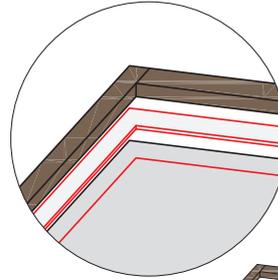
Double protection:

Empêche la remontée par capillarité de l'humidité dans le bois et assure une excellente étanchéité.



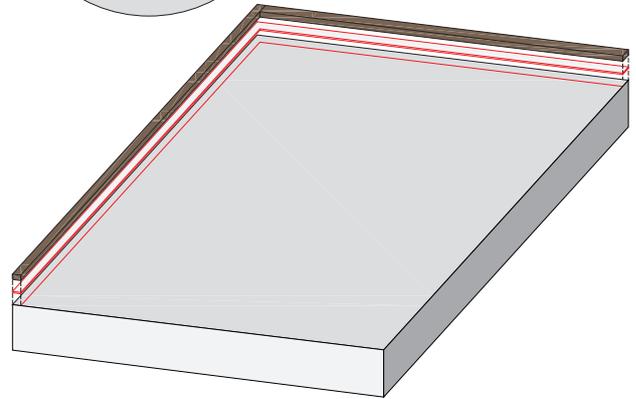
Adaptabilité:

Les profils adhésifs en mousse de PU permettent de compenser les éventuelles irrégularités du sol.

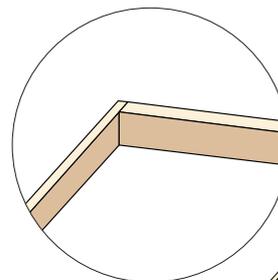


Remarque:

Il est recommandé d'installer une barrière plane pour empêcher l'humidité de remonter au-dessus de la dalle de béton.

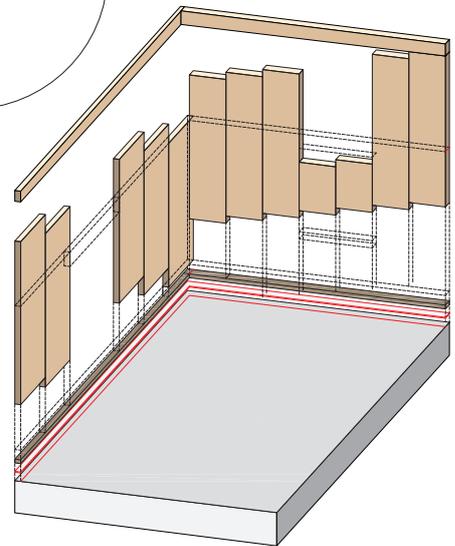


Fixation de la lisse basse et montage des éléments de mur au rez-de-chaussée et sablière haute

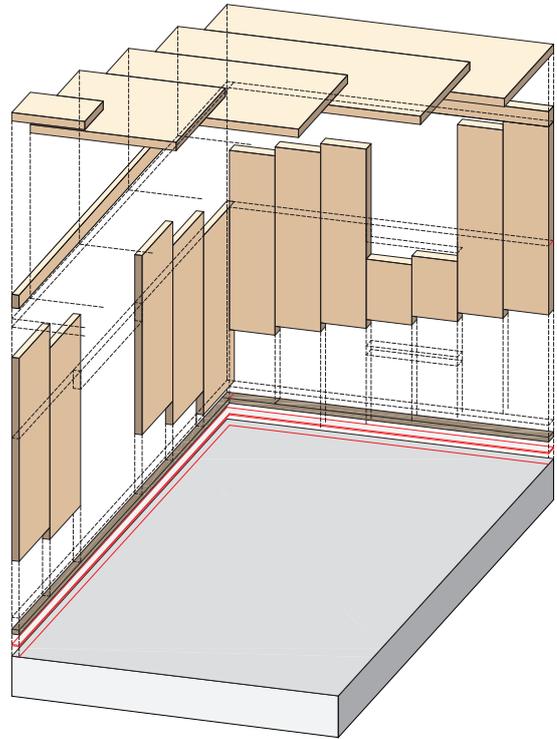
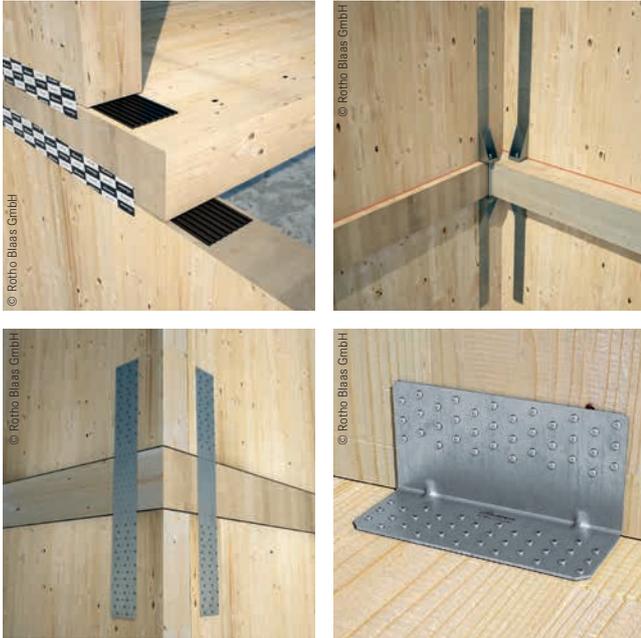


Remarque:

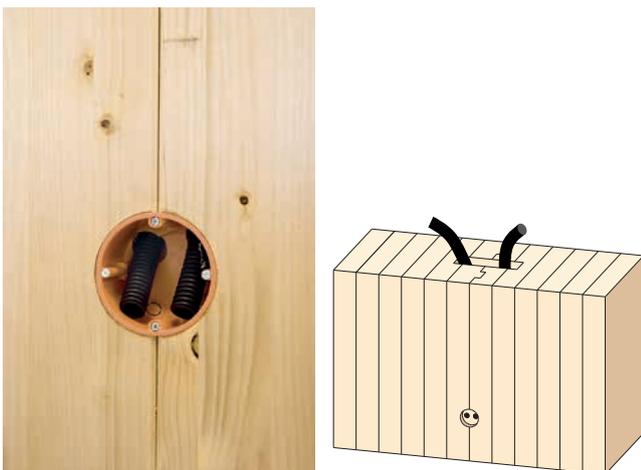
Imbrication de la lisse haute dans le sens inverse de la lisse basse.



Montage MMHBE de l'élément du mur à l'étage



Possibilité de passer les gaines techniques MMHBE entre chaque élément de mur



Représentation schématique Schéma de vissage

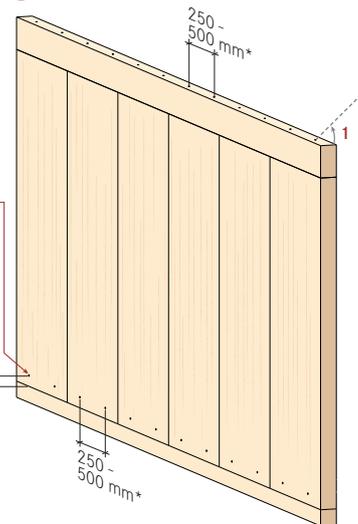
Vis VGZ 7x180

Angle de vissage recommandé



- 1 45° par rapport au sens de poussée
- 2 45° vers le haut

115 mm



* selon statique

Accessoires

Transport des éléments MMHBE

Éléments d'ancrage pour le transport de pièces préfabriquées / panneaux croisés. L'ancre pour le transport de pièces préfabriquées est en acier moulé galvanisé et, à ce titre, très résistante. Les ergots intégrés servent à maintenir la tête de la vis serrée dans l'élément de construction. L'ancre peut être utilisée pour les charges axiales comme transversales.



Support de montage

Le support de montage de type Giraffe de Rothoblaas est entièrement en acier galvanisé. La précision du réglage rend l'application simple et précise. Il peut être allongé jusqu'à 3 m et ne pèse que 9,8 kg. Le support de montage est également doté d'une poignée revolver des plus pratiques pour un réglage rapide. Autre avantage, les plaques de grandes dimensions à chaque extrémité du support. La plaque supérieure constitue un butoir large - applicable même sur deux murs simultanément. La plaque inférieure, en revanche, se fixe au sol en toute simplicité grâce aux trous placés des deux côtés.



Tire-plaque

Ce tire-plaque convient pour le montage de murs en bois massif, de plafonds à lames empilées, d'éléments de toiture, et bien plus encore.

Grâce aux plaques tournantes à 360°, ce tire-plaque peut également être utilisé dans des endroits difficiles d'accès, tels que les pentes de toit, les angles obtus ou aigus.



Gabarit de montage

Installation simplifiée des vis à bois sous 45° grâce au gabarit de montage en acier.



Tableaux de prédimensionnement

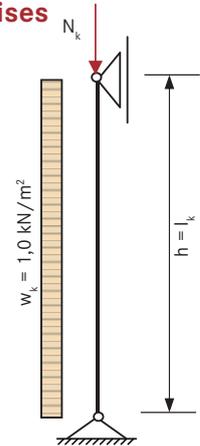


Murs extérieurs (y compris un côté vent | un côté feu): dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\int_{\text{mean}} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{\text{mod}} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{\text{sys}} = 1,0$
- Matériau: GL 24h

- Module $E_{0,\text{mean}} = 11.500 \text{ N/mm}^2$
- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{\text{def}} = 0,60$ pour plafond
- $k_{\text{def}} = 0,80$ pour toit



Murs extérieurs ▼		Hauteur de mur [m] (correspond à la longueur de flambage supposée l_k)															
ξ_{2k} [kN/m]	q_k [kN/m]	2,5				3,0				3,2				3,5			
		R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90
10	10	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	20	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	40	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120
	60	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
20	10	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	20	60	60	80	100	60	60	80	100	60	80	100	100	60	80	100	120
	40	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120
	60	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
40	10	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
	20	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120
	40	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
60	10	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	20	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	40	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
80	10	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	20	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	40	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	140
80	10	60	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	120	100	100	120	140
	20	60	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	120	100	100	120	140
	40	80	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	120	100	100	120	140
	60	80	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	120	100	100	120	140

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

 R30
 R60
 R90

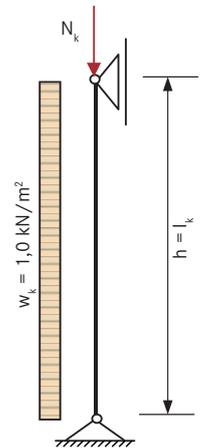


Murs intérieurs | un côté feu : dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\int_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h

- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$
- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Murs intérieur un côté feu ▼		Hauteur de mur [m] (correspond à la longueur de flambage supposée l_k)															
		2,5				3,0				3,2				3,5			
g_{2k} [kN/m]	q_k [kN/m]	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90
10	10	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	20	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	40	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
	60	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	80	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
20	10	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	20	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100	60	60	80	100
	40	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
	60	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	80	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
40	10	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
	20	60	60	80	100	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
	40	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	80	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
60	10	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120
	20	60	80	100	120	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	40	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	80	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	100	100	120	140
80	10	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	20	60	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	40	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120
	60	80	80	100	120	80	80	100	120	80	80	100	120	80	100	120	140
	80	80	80	100	120	80	80	100	120	80	100	120	120	100	100	120	140

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

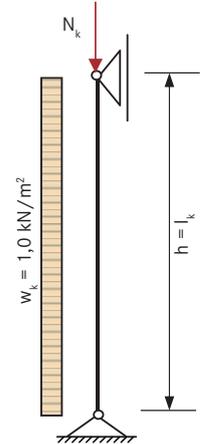


Murs intérieurs | deux côtés feu : dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{\text{mean}} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_{\text{M}} = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{\text{mod}} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{\text{sys}} = 1,0$
- Matériau: GL 24h

- Module $E_{0,\text{mean}} = 11.500 \text{ N/mm}^2$
- Résistance à la flexion $f_{\text{m},\text{k}} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{\text{v},\text{k}} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{\text{cr}} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{\text{c},\text{e},\text{k}} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{\text{def}} = 0,60$ pour plafond
- $k_{\text{def}} = 0,80$ pour toit



Murs intérieurs deux côtés feu ▼		Hauteur de mur [m] (correspond à la longueur de flambage supposée l_k)															
		2,5				3,0				3,2				3,5			
g_{2k} [kN/m]	q_k [kN/m]	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90	R0	R30	R60	R90
10	10	60	80	120	160	60	80	120	160	60	100	120	160	60	100	140	180
	20	60	80	120	160	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	40	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	60	60	100	140	180	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180
	80	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	160	180
20	10	60	80	120	160	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	20	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	40	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	80	100	140	180
	60	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180
	80	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	160	200
40	10	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	20	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180
	40	60	100	140	180	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180
	60	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	160	200
	80	80	100	140	180	80	120	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200
60	10	60	100	140	180	60	100	140	180	60	100	140	180	80	100	140	180
	20	60	100	140	180	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180
	40	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	160	200
	60	80	100	140	180	80	120	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200
	80	80	100	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200	100	120	160	200
80	10	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	140	180
	20	60	100	140	180	80	100	140	180	80	100	140	180	80	120	160	200
	40	80	100	140	180	80	120	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200
	60	80	100	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200	80	120	160	200
	80	80	100	140	180	80	120	160	200	80	120	160	200	100	120	160	200

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

R30
 R60
 R90

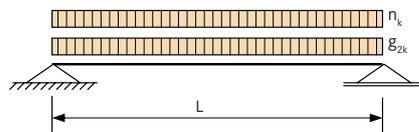


Plafonds – poutre à travée simple: dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Plafonds Poutre à travée simple ▼		Portée (m)																					
		3,0		3,5			4,0			4,5			5,0			6,0			7,0				
		Classe de plafond (I, II, III)																					
g_{2k} [kN/m ²]	Cat.	q_k [kN/m ²]	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III
1,0	A/B	1,5	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	180	120	-	220	140	-	-	160
		2,0	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	140	-	-	180
		3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	160	-	-	200
	C/D	3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	180	-	-	200
		4,0	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	140	240	180	160	-	220	180	-	-	220
		5,0	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	240	180	160	-	220	200	-	-	220
2,0	A/B	1,5	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	180	120	-	220	140	-	-	160
		2,0	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	160	-	-	180
		3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	160	-	-	200
	C/D	3,0	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	140	240	180	160	-	220	180	-	-	220
		4,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	140	240	180	160	-	220	200	-	-	220
		5,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	160	-	220	200	-	-	240
2,5	A/B	1,5	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	180	120	-	220	140	-	-	180
		2,0	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	160	-	-	180
		3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	160	-	-	200
	C/D	3,0	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	240	180	160	-	220	200	-	-	220
		4,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	160	-	220	200	-	-	240
		5,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	200	-	-	240
3,0	A/B	1,5	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	140	-	-	180
		2,0	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	160	-	-	180
		3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	160	-	-	200
	C/D	3,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	140	240	180	160	-	220	200	-	-	240
		4,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	200	-	-	240
		5,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	220	-	-	240
3,5	A/B	1,5	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	120	240	180	120	-	220	140	-	-	180
		2,0	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	180	140	-	220	160	-	-	180
		3,0	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	180	140	-	220	180	-	-	200
	C/D	3,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	200	-	-	240
		4,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	220	-	-	240
		5,0	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	160	240	180	180	-	220	220	-	-	-

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile
DK: Classe de plafond selon ÖNORM B 1995-1-1:2015

Catégories: A: Surface résidentielle ; B: Surface de bureau ;
C: Surfaces avec rassemblements de personnes ; D: Surfaces de vente

■ R60 ■ R90

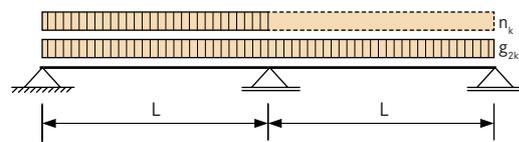


Plafonds – poutre à travée double de même portée: dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\int_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_M = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Plafonds Poutre à travée double ▼		Portée (m)																					
		3,0		3,5			4,0			4,5			5,0			6,0			7,0				
		Classe de plafond (I, II, III)																					
g_{2k} [kN/m ²]	Cat.	q_k [kN/m ²]	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III	DK I	DK II	DK III
1,0	A/B	1,5	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	80	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		2,0	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	200	140	-	220	160
	C/D	3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	200	140	-	220	160
		4,0	120	100	80	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	140	240	200	160	-	220	180
		5,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	240	200	160	-	220	200
2,0	A/B	1,5	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		2,0	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	200	140	-	220	160
	C/D	3,0	120	100	80	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	200	160	-	240	180
		4,0	120	100	80	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	140	240	200	160	-	240	180
		5,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	240	200	160	-	240	200
2,5	A/B	1,5	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		2,0	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	200	140	-	220	160
	C/D	3,0	120	100	80	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	120	240	200	160	-	240	180
		4,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	240	200	160	-	240	180
		5,0	120	100	100	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	140	240	200	180	-	240	200
3,0	A/B	1,5	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		2,0	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	160
		3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	200	140	-	220	160
	C/D	3,0	120	100	80	140	120	100	160	140	100	180	160	120	200	160	140	-	220	160	-	-	180
		4,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	160	140	-	220	160	-	-	200
		5,0	120	100	100	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	160	140	-	220	180	-	-	200
3,5	A/B	1,5	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	120	-	220	140
		2,0	120	100	60	140	120	80	160	140	80	180	160	100	200	160	100	240	200	140	-	220	160
		3,0	120	100	80	140	120	80	160	140	100	180	160	100	200	160	120	240	200	140	-	220	160
	C/D	3,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	180	140	-	220	160	-	-	180
		4,0	120	100	80	140	120	100	160	140	120	180	160	120	200	180	140	-	220	160	-	-	200
		5,0	120	100	100	140	120	100	160	140	120	180	160	140	200	180	140	-	220	180	-	-	200

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile
DK: Classe de plafond selon ÖNORM B 1995-1-1:2015

Catégories: A: Surface résidentielle ; B: Surface de bureau ;

C: Surfaces avec rassemblements de personnes ; D: Surfaces de vente

■ R30 ■ R60 ■ R90

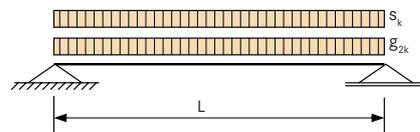


Toitures – poutre à travée simple – pente de toit $\alpha =$ de 0° à 5° : dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige $< 1.000 \text{ m}$)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à tra- vée simple ▼	Portée (m)	Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)															
		3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0			
g_{2k} [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m		
1,0	0,5	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	120	120	140	140		
	1,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	140	140	160	160		
	1,5	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160		
	2,0	80	80	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	180	180		
	3,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200		
	4,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200		
	5,0	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	7,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		
1,5	0,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140		
	1,0	60	60	80	80	80	80	100	100	120	120	140	140	160	160		
	1,5	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160		
	2,0	80	80	80	80	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180		
	3,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200		
	4,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200		
	5,0	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	7,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		
2,0	0,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	160		
	1,0	60	60	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160		
	1,5	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160		
	2,0	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180		
	3,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200		
	4,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200		
	5,0	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	7,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

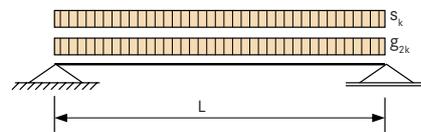


Toitures – poutre à travée simple – pente de toit $\alpha = 30^\circ$: dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{\text{mean}} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_M = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{\text{mod}} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige < 1.000 m)
- Coefficient de système $k_{\text{sys}} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,\text{mean}} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{\text{def}} = 0,60$ pour plafond
- $k_{\text{def}} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à travée simple ▼	Portée (m)	Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)															
		3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0			
g_{2k} [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m		
1,0	0,5	60	60	80	80	80	100	100	100	120	120	140	140	160	160		
	1,0	80	80	80	80	100	100	120	120	120	140	140	140	180	180		
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180		
	2,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200		
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220		
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180	220	220	-	-		
1,5	0,5	60	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	180	180		
	1,0	80	80	80	80	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180		
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180		
	2,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200		
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	240	240		
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	220	220	-	-		
2,0	0,5	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	160	180	180		
	1,0	80	80	80	80	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180		
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	200	200		
	2,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	180	180	200	200		
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	240	240		
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240		
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	220	220	-	-		

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

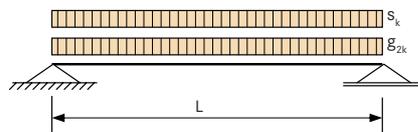


Toitures – poutre à travée simple – pente de toit $\alpha = 45^\circ$: dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige $< 1.000 \text{ m}$)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à tra- vée simple ▼	Portée (m)	Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)															
		3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0			
g_{2k} [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m	< 1.000 m	> 1.000 m		
1,0	0,5	80	80	100	100	100	120	120	120	140	140	180	180	220	220		
	1,0	80	80	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	220	220		
	1,5	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	2,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	240	240		
	3,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-		
	4,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	5,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	7,0	140	140	160	160	180	180	200	200	220	220	-	-	-	-		
1,5	0,5	80	80	100	100	120	120	120	140	140	140	180	180	220	220		
	1,0	80	80	100	100	120	120	140	140	140	160	180	180	220	220		
	1,5	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200	220	220		
	2,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	240	240		
	3,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-		
	4,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	5,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	7,0	140	140	160	160	180	180	200	200	220	220	-	-	-	-		
2,0	0,5	80	80	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220		
	1,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	200	220	240		
	1,5	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200	240	240		
	2,0	100	100	120	120	140	140	160	160	160	160	200	200	240	240		
	3,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-		
	4,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	5,0	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-		
	7,0	140	140	160	160	180	180	200	200	220	220	-	-	-	-		

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R60; ■ R90

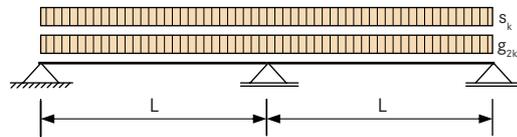


Toits – poutre à travée double de même portée – pente de toit $\alpha = 0^\circ$ à 5° : Dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\int_{\text{mean}} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_M = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{\text{mod}} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige $< 1.000 \text{ m}$)
- Coefficient de système $k_{\text{sys}} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,\text{mean}} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{\text{def}} = 0,60$ pour plafond
- $k_{\text{def}} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à travée double ▼	Portée (m)																
	3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0				
Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)																	
$g_{z,k}$ [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m	
		1,0	0,5	60	60	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100
	1,0	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120
	1,5	60	60	80	80	80	80	80	80	100	100	100	120	120	140	140	140
	2,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140
	3,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	160	160
	4,0	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180
	5,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180
	6,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	180	180	200	200	200	200
	7,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200	200	200
1,5	0,5	60	60	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120
	1,0	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120
	1,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	100	120	120	140	140	140
	2,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140
	3,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	160	160
	4,0	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180	180	180
	5,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180
	6,0	80	80	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200	200	200
	7,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	200	200
2,0	0,5	60	60	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120
	1,0	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120
	1,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	100	120	120	140	140	140
	2,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140
	3,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	160	160
	4,0	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180	180	180
	5,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180
	6,0	80	80	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200	200	200
	7,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	200	200

$g_{z,k}$: charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

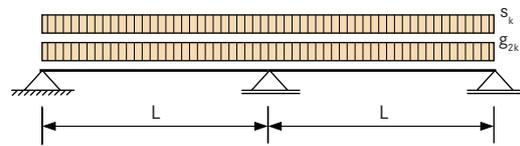


**Toits – poutre à travée double de même portée – pente de toit $\alpha = 30^\circ$:
Dimensions de section requises**

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\int_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_m = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{mod} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige $< 1.000 \text{ m}$)
- Coefficient de système $k_{sys} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,mean} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{cr} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{c,e,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{def} = 0,60$ pour plafond
- $k_{def} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à travée double ▼	Portée (m)														
	3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0		
Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)															
g_{2k} [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m	> 1.000 m												
1,0	0,5	60	60	60	60	80	80	80	80	80	80	100	100	120	120
	1,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140
	1,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	140	140	160	160
	2,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160
	3,0	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	4,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200
	5,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200
	7,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220
1,5	0,5	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120
	1,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140
	1,5	60	60	80	80	80	80	100	100	120	120	140	140	160	160
	2,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160
	3,0	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	4,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200
	5,0	100	100	100	100	120	120	140	140	140	140	180	180	200	200
	7,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220
2,0	0,5	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	120	120	120	140
	1,0	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140
	1,5	60	60	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160
	2,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160
	3,0	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	4,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200
	5,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200
	7,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220

g_{2k} : charge permanente (structure du plancher); q_k : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

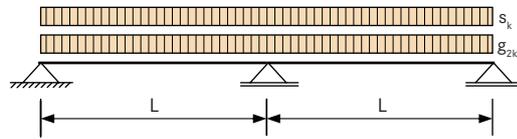


Toits – poutre à travée double de même portée – pente de toit $\alpha = 45^\circ$: Dimensions de section requises

Hypothèses

- Poutre à double ou simple travée de même portée
- $\rho_{\text{mean}} = 500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficient de sécurité partiel $\gamma_{\text{M}} = 1,25$
- Coefficient de modification $k_{\text{mod}} = 0,80$ ou $0,90$ (vent, neige $< 1.000 \text{ m}$)
- Coefficient de système $k_{\text{sys}} = 1,0$
- Matériau: GL 24h
- Module $E_{0,\text{mean}} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

- Résistance à la flexion $f_{\text{m,k}} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- Résistance au cisaillement $f_{\text{v,k}} = 2,5 \text{ N/mm}^2$ ($k_{\text{cr}} = 1,0$)
- Résistance à la pression $f_{\text{c,e,k}} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
- $k_{\text{def}} = 0,60$ pour plafond
- $k_{\text{def}} = 0,80$ pour toit



Toiture Poutre à travée double ▼	Portée (m)																
	3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		6,0		7,0				
Charges de neige (au-dessus de 1.000 m au-dessus du niveau de la mer ou sous les 1.000 m au-dessus du niveau de la mer)																	
g_{zk} [kN/m ²]	s [kN/m ²]	< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m		< 1.000 m		> 1.000 m	
		1,0	0,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140
	1,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180	200	200
	2,0	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	200	200	220	220
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	240	240
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220	-	-
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-
	6,0	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-	-	-
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180	220	220	-	-	-	-
1,5	0,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	140	140	160	160	160
	1,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	120	120	160	160	180	180	200	200
	2,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200	220	220
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	240	240
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220	-	-
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-
	6,0	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-	-	-
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180	220	220	-	-	-	-
2,0	0,5	60	60	80	80	80	80	100	100	100	100	120	140	140	160	160	160
	1,0	80	80	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180
	1,5	80	80	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200
	2,0	80	80	100	100	120	120	120	120	140	140	160	160	200	200	220	220
	3,0	100	100	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	240	240
	4,0	100	100	120	120	140	140	140	140	160	160	200	200	220	220	-	-
	5,0	100	100	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200	240	240	-	-
	6,0	120	120	120	120	140	140	160	160	180	180	220	220	-	-	-	-
	7,0	120	120	140	140	160	160	180	180	180	180	220	220	-	-	-	-

g_{zk} : charge permanente (structure du plancher); q_{z} : charge utile

■ R30 ■ R60 ■ R90

Exemple de prédimensionnement

Généralités

Pour le bâtiment de 3 étages présenté ici, les justificatifs nécessaires sont indiqués ci-dessous pour les différents éléments de construction. Dans un souci de clarté, les détails de la détermination des efforts internes de calcul et la vérification ont été simplifiés. L'exemple proposé ne prétend donc pas à l'exhaustivité. Les calculs sont effectués sur la base de « l'étage standard » spécifié par la norme EN 1995-1-1 et les règlements de l'annexe nationale valable pour l'Autriche.

Les conditions aux limites et hypothèses suivantes ont été prises en compte:

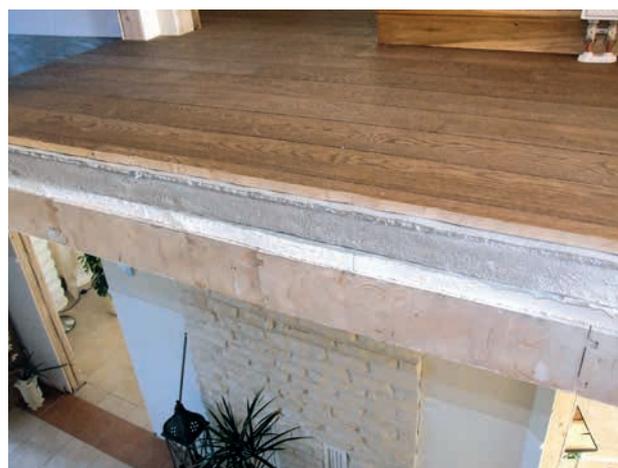
Les éléments **MMHBE** de construction massive en bois ont été considérés comme du bois lamellé-collé (BLC) de la classe de résistance GL 24h selon la norme EN 14080. Le coefficient de sécurité partiel côté matériau est de BSH $\gamma_M = 1,25$.

Nous sommes partis du principe que tous les éléments peuvent être affectés à la classe d'utilisation 1 selon la norme ÖNORM EN 1995-1-1. La classe de durée de charge a été supposée être « moyenne » pour la vérification des éléments de plafond et « courte / très courte » (vent) pour la vérification des éléments de mur. Il en résulte un facteur de modification k_{mod} de $k_{mod} = 0,8$ pour les éléments de plafond et de $k_{mod} = 1,05$ pour les éléments de mur.

Le coefficient de sécurité partiel du côté des actions est $\gamma_G = 1,35 \mid 0,90$ (défavorable | favorable) pour les actions permanentes et $\gamma_Q = 1,50 \mid 0$ pour les actions variables.

Le bâtiment est renforcé au moyen d'un parement généralement unilatéral en panneaux de plâtre armé de fibres de plâtre (selon l'agrément ETA-03/0050), dont le bord abouté est disposé en face des éléments en bois massif **MMHBE** à une moitié de la largeur des éléments. Les panneaux sont fixés aux éléments en bois massif au moyen d'agrafes.

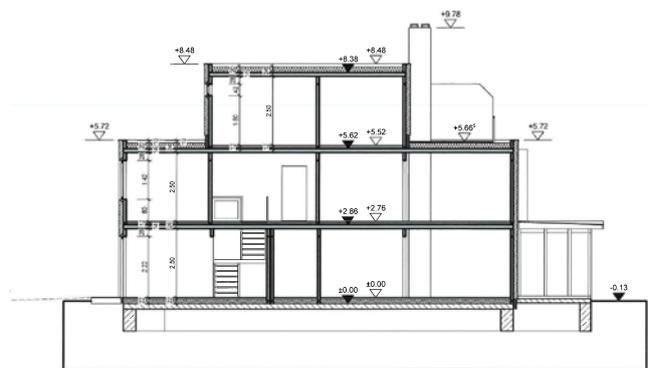
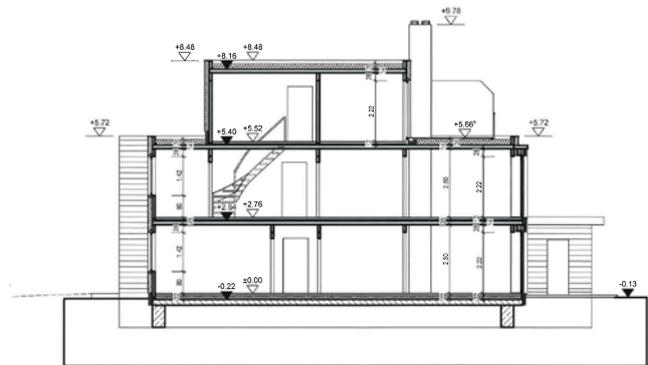
Lorsque les valeurs utilisées sont différentes, cela est explicitement indiqué à l'endroit approprié.



Exemple



Dans ce bâtiment de 3 étages de 400 m² de surface habitable pouvant accueillir jusqu'à quatre familles, les murs extérieurs et intérieurs mais aussi le plafond et la toiture sont en éléments **MMHBE**.



Actions

Les actions qui surviennent sont déterminées conformément aux dispositions de la série de normes EN 1991.

Actions permanentes

Mur extérieur avec système composite d'isolation thermique				
Couche N°	Désignation	Epaisseur [mm]	Poids spécifique [kN/m³]	Poids spécifique surface [kN/m²]
1	Système de crépi	7,0	20,0	0,140
2	Isolation en laine de roche	120,0	0,7	0,084
3	Élément MMHBE en bois massif	100,0	5,0	0,500
4	Panneau de plâtre armé de fibres	15,0	10,0	0,150
Total		242,0		0,870 ≈ 0,90

Mur intérieur				
Couche N°	Désignation	Epaisseur [mm]	Poids spécifique [kN/m³]	Poids spécifique surface [kN/m²]
1	Panneau de plâtre armé de fibres	15,0	10,0	0,150
2	Élément MMHBE en bois massif	100,0	5,0	0,500
3	Panneau de plâtre armé de fibres	15,0	10,0	0,150
Total		130,0		0,800



Plafond avec chape humide				
Couche N°	Désignation	Epaisseur [mm]	Poids spécifique [kN/m³]	Poids spécifique surface [kN/m²]
1	Revêtement de sol (parquet)	15,0	8,0	0,120
2	Couche de séparation	1,0	14,0	0,014
3	Chape de ciment	60,0	22,0	1,320
4	Couche de séparation film plastique	1,0	14,0	0,014
5	Isolation contre les bruits d'impact 35/30 mm	30,0	0,7	0,021
6	Mortier en granulés non lié	60,0	17,0	1,020
7	Film (protection contre l'humidité et le ruissellement)	1,0	14,0	0,014
8	Élément MMHBE en bois massif	140,0	5,0	0,700
9	Panneau de plâtre armé de fibres	15,0	10,0	0,150
Total		323,0		3,370 ≈ 3,40

Toit avec film d'étanchéité				
Couche N°	Désignation	Epaisseur [mm]	Poids spécifique [kN/m³]	Poids spécifique surface [kN/m²]
1	Lé d'étanchéité de toiture (EPDM)	2,0	14,0	0,028
2	Panneaux isolants	200,0	0,35	0,070
3	Lé d'étanchéité	5,0	14,0	0,070
4	Élément MMHBE en bois massif	140,0	5,0	0,700
5	Panneau de plâtre armé de fibres	15,0	10,0	0,150
Total		362,0		1,018 ≈ 1,00



Actions variables

- Neige selon EN 1991-1-3

Hypothèses:

Valeur caractéristique s_k $s'_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$
 Coefficient de forme μ $\mu = 0,8$
 Neige au so $s_k = \mu \cdot s'_k = 0,8 \cdot 2,50 = \mathbf{2,00 \text{ kN/m}^2}$

Pression du vent:

- Vent selon EN 1991-1-4

Hypothèses:

Vitesse de base du vent: $v_{b,0} = 27,0 \text{ m/s}$ (vitesse de base la plus élevée en AT)
 Pression de vitesse de base: $q_{b,0} = 0,456 \text{ kN/m}^2$
 Catégorie de terrain: III
 Hauteur minimale z_{\min} 10,0 m
 Hauteur bord supérieur attique 11,0 m
 Pression de vitesse de pointe:

$$q_p = q_{b,0} \cdot 1,75 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,29} = 0,45 \cdot \left(\frac{11,0}{10}\right)^{0,29} = 0,463 \text{ kN/m}^2$$

Coefficients de pression de vent, extérieur

- Vent en écoulement transversal (dans le sens y)

$b = 15,94 \text{ m}$
 $d = 13,32 \text{ m}$
 $h = 10,50 \text{ m}$

$$h/d = 10,5 / 13,32 = 0,79$$

Zone A: $c_{pe,10} = -1,2$
 Zone B: $c_{pe,10} = -0,8$
 Zone C: $c_{pe,10} = -0,5$
 Zone D: $c_{pe,10} = +0,71$
 Zone E: $c_{pe,10} = -0,32$

- Vent en écoulement longitudinal (dans le sens x)

$b = 13,32 \text{ m}$
 $d = 15,94 \text{ m}$
 $h = 10,50 \text{ m}$

$$h/d = 10,5 / 15,94 = 0,66$$

Zone A: $c_{pe,10} = -1,2$
 Zone B: $c_{pe,10} = -0,8$
 Zone C: $c_{pe,10} = -0,5$
 Zone D: $c_{pe,10} = +0,76$
 Zone E: $c_{pe,10} = -0,41$

Coefficients de pression de vent, intérieur

simplifié (valeur moins favorable): $c_{pi} = +0,2 / -0,3$

Pressions de vent résultantes

Il est renoncé à une division de surface selon la norme ÖNORM EN 1991-1-4 des murs disposés parallèlement à la prise au vent et la valeur de la zone B est considérée comme déterminante. Il est en outre supposé que la suppression des actions du vent se fait par le biais du système de renforcement ci-dessous pour l'étage standard. L'étage supérieur a été simplifié et pris en compte comme étage standard.

La pression du vent pour les zones respectives résulte de:

$$w = q_p \cdot (c_{pe} - w_{pi})$$

- pour un vent en écoulement transversal (dans le sens y)

$$\text{Zone D: } w_{D,k} = 0,462 \cdot (+0,71+0,2) = +0,420 \text{ kN/m}^2 \approx +0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone B: } w_{B,k} = 0,462 \cdot (-0,8-0,3) = -0,508 \text{ kN/m}^2 \approx -0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone E: } w_{E,k} = 0,462 \cdot (-0,32-0,3) = -0,286 \text{ kN/m}^2 \approx -0,30 \text{ kN/m}^2$$

- pour un vent en écoulement transversal (dans le sens x)

$$\text{Zone D: } w_{D,k} = 0,462 \cdot (+0,76+0,2) = +0,444 \text{ kN/m}^2 \approx +0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone B: } w_{B,k} = 0,462 \cdot (-0,8-0,3) = -0,508 \text{ kN/m}^2 \approx -0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone E: } w_{E,k} = 0,462 \cdot (-0,41-0,3) = -0,328 \text{ kN/m}^2 \approx -0,35 \text{ kN/m}^2$$

Forces de vent résultantes

- Pour simplifier, la pression de vent prise en compte ci-dessous est $w_k = \pm 0,50 \text{ kN/m}^2$.

Les valeurs de mesure des pressions de vent résultantes sont donc:

- dans le sens x:

$$w_d = \gamma_Q \cdot w_k \cdot h_1 \cdot b = 1,50 \cdot \pm 0,50 \cdot (2,5 \cdot 3,15 + 1,0) \cdot (13,32 + 1,03) = 95,5 \text{ kN}$$

- dans le sens y:

$$w_d = \gamma_Q \cdot w_D \cdot h_1 \cdot b = 1,50 \cdot \pm 0,50 \cdot (2,5 \cdot 3,15 + 1,0) \cdot (15,94 / 2) = 53,1 \text{ kN}$$

- Charge utile selon EN 1991-1-1

Hypothèses:

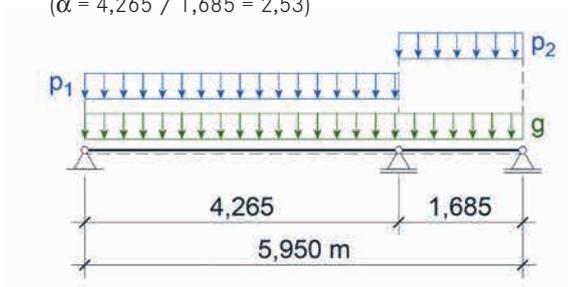
Surfaces résidentielles dans la catégorie A1 $q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
 Supplément pour cloison $q_{zW,k} = 1,00 \text{ kN/m}^2$
 Somme charge utile $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Efforts internes

Les efforts internes sont déterminés pour une section de plafond ou de mur de $b = 1$ m de largeur. Les facteurs préalables à la vérification de la bande de plafond à deux travées ont été tirés d'un livre de construction.

Plafond

$l_1 = 4,265$ m; $l_2 = 1,685$ m
 $(\alpha = 4,265 / 1,685 = 2,53)$



$$B_{-1,0^*} = „1,0“ \cdot (|-1,109| + 1,506) \cdot 1,685 = 4,406 \text{ kN/m}$$

$$M_{B-1,0^*} = „1,0“ \cdot (-0,609) \cdot 1,685^2 = -1,73 \text{ kNm/m}$$

Efforts internes de calcul:

$$\min M_d = (-1,73) \cdot [1,35 \cdot 3,40 + 1,50 \cdot 3,00] \approx -15,7 \text{ kNm/m}$$

(max M_d non déterminant !)

$$V_{B_{re},1,0^*} = (1,35 \cdot 1,506 \cdot 3,40 + 1,50 \cdot 1,491 \cdot 3,00) \cdot 1,685$$

$$= 23,0 \text{ kN/m}$$

Mur

Remarque: la vérification pour le mur porteur **MMHBE** en bois massif est effectuée à l'étage le plus bas avec des éléments en bois.

Efforts internes de calcul:

$$\max B_d = 1,35 \cdot (4,406 \cdot (1,00 + 2 \cdot 3,40) + 3 \cdot 3,00 \cdot 0,80)$$

$$+ 1,50 \cdot 4,406 \cdot (2,00 + 2 \cdot 3,00) = 109 \text{ kN/m}$$

$$\min B_d = 0,90 \cdot (4,406 \cdot (1,00 + 2 \cdot 3,40) + 3 \cdot 3,00 \cdot 0,80)$$

$$= 37,4 \text{ kN/m}$$

Vérifications

Vérification plafond

• à l'état limite de la capacité portante

Vérification de la flexion:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{15,7 \cdot 10^6}{\left(\frac{1.000 \cdot 140^2}{6}\right)} = 4,81 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{c,0k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{24,0}{1,25} \cdot 0,80 = 15,4 \text{ N/mm}^2$$

Vérification:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{4,81}{15,4} = 0,31 < 1,0$$

Vérification du cisaillement:

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A} = 1,5 \cdot \frac{23,0 \cdot 10^3}{1.000 \cdot 140} = 0,246 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{2,50}{1,25} \cdot 0,80 = 1,60 \text{ N/mm}^2$$

Vérification:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,246}{1,60} = 0,15 < 1,0$$

• à l'état limite de l'aptitude à l'utilisation

Flèche

Flèche dans le panneau de plafond 2 (au centre du panneau)

$$w_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,40 \cdot 4,265^4}{11.600 \cdot \left(\frac{1.000 \cdot 140^3}{12}\right)} = 5,52 \text{ mm}$$

(Vorbemessung Einfeldträger)

$$w_p = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,00 \cdot 4,265^4}{11.600 \cdot \left(\frac{1.000 \cdot 140^3}{12}\right)} = 4,87 \text{ mm}$$

Vérification de la combinaison caractéristique (rare) de cas de charge

$$w = w_g + w_p = 5,52 + 4,87 = 10,4 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{4,265}{300} = 14,2 \text{ mm}$$

Vérification de la combinaison de cas de charge quasi permanente

$$w = (w_g + \psi_2 \cdot w_p) \cdot (1 + k_{def}) - w_c =$$

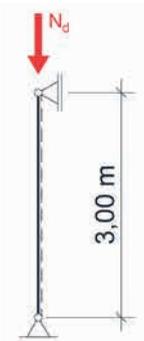
$$= (5,52 + 0,3 \cdot 4,87) \cdot (1 + 0,6) - 0 = 11,2 \text{ mm} < \frac{l}{250}$$

$$= \frac{4,265}{250} = 17,1 \text{ mm}$$

Vérification mur

Vérification du flambage

Longueur de flambage $l_k = 3,00$ m
 Elancement géométrique $\lambda = l_k / i = 3.000 / (0,289 \cdot 100) = 104$
 Coefficient de flambage k_c pour GL 24h: $k_c = 0,340$



$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{b \cdot h} = \frac{109 \cdot 10^3}{1.000 \cdot 100} = 1,09 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{21,0}{1,25} \cdot 0,80 = 13,4 \text{ N/mm}^2$$

Vérification

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{1,09}{0,340 \cdot 13,4} = 0,24 < 1,0$$

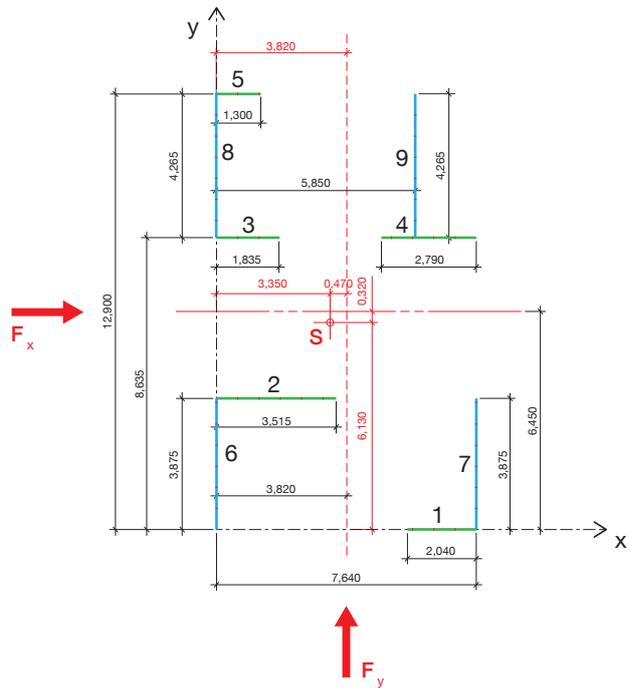
Vérification de la capacité portante des murs de contreventement pour les éléments MMHBE en bois massif – détermination des proportions par mur pour le renforcement contre le cisaillement

Coordonnées du centre de masse

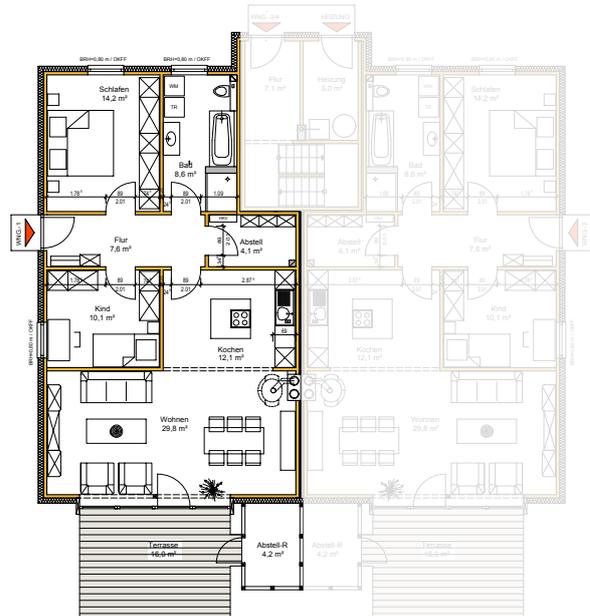
Mur N°	x	y	l_x	l_y	$x \cdot l_x$	$y \cdot l_y$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	-	0	-	2,040	-	0
2	-	3,875	-	3,515	-	13,62
3	-	8,635	-	1,835	-	15,85
4	-	8,635	-	2,790	-	24,09
5	-	12,9	-	1,300	-	16,77
6	0	-	3,875	-	0	-
7	7,64	-	3,875	-	29,61	-
8	0	-	4,265	-	0	-
9	5,85	-	4,265	-	24,95	-
Somme			11,480	16,280	54,560	70,33

$$x_M = \frac{\sum_{i=1}^n x \cdot l_x}{\sum_{i=1}^n l_x} = \frac{54,560}{16,280} = 3,35 \text{ m}$$

$$y_M = \frac{\sum_{i=1}^n y \cdot l_y}{\sum_{i=1}^n l_y} = \frac{70,330}{11,480} = 6,13 \text{ m}$$



Système de renforcement avec position et longueur des murs de contreventement.



Détermination des forces de cisaillement par mur et vérification selon la norme EN 1995-1-1

Détermination des forces de cisaillement par mur								
Mur N°	$F_{x,N,i}$	$F_{y,N,i}$	$I_x \cdot (x-x_u)^2$	$I_y \cdot (y-y_u)^2$	$F_{x,m,i}$	$F_{y,m,i}$	$F_{x,i}$	$F_{y,i}$
	[kN]	[kN]	[m³]	[m³]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	17,0	-	-	76,6	-	-1,86	-	15,1
2	29,2	-	-	17,8	-	-1,18	-	28,1
3	15,3	-	-	11,6	-	0,686	-	16,0
4	23,2	-	-	17,6	-	1,04	-	24,3
5	10,8	-	-	59,7	-	1,31	-	12,1
6	-	12,6	43,5	-	-1,94	-	10,7	-
7	-	12,6	71,3	-	2,48	-	15,1	-
8	-	13,9	47,9	-	-2,13	-	11,8	-
9	-	13,9	26,6	-	1,59	-	15,5	-
Somme	95,5	53,0	189	183				

Vérification selon la norme EN 1995-1-1

La vérification à l'état limite de la capacité portante est réalisée uniquement pour l'action horizontale du vent.

La vérification de la section 3 du mur de contreventement (longueur du mur $l_x = 1,835$ m) est présentée à titre d'exemple:

- Les actions horizontales sont supprimées par un panneau de plâtre armé de fibres ($t = 15$ mm) fixé sur un côté.
La valeur de calcul de la contrainte de cisaillement dans les panneaux est (hypothèses: classe d'utilisation 1, classe d'effet de charge (KLED): vent « court/très court, $k_{mod} = 0,95$, coefficient de sécurité partiel $\gamma_M = 1,30$)

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,95 \cdot \frac{3,50}{1,30} = 2,56 \text{ N/mn}$$

- Valeur de calcul de l'action horizontale: $F_{v,3,Ed} = 16,0$ kN
- Contrainte de cisaillement dans le parement

$$f_{v,0,d} = \frac{F_{v,3,Ed}}{l_x \cdot t} = \frac{16,0 \cdot 10^3}{1,835 \cdot 15} = 0,581 \text{ N/mm}^2$$

Vérification

$$\frac{\tau_{v,0,d}}{f_{v,0,d}} = \frac{0,581}{2,56} = 0,23 < 1,0$$

Vérification des moyens d'assemblage

Moyens d'assemblage utilisés: agrafes $\varnothing 2$ mm | $l = 60$ mm

- Résistance au matage

$$f_{h,k} = 7 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,9} = 7 \cdot 2,0^{-0,7} \cdot 15^{0,9} = 49,3 \text{ N/mm}^2$$

- Moment d'écoulement plastique

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 850 \cdot 2,0^{2,6} = 1.546 \text{ Nmm}$$

- Capacité portante par moyen d'assemblage

$$F_{v,Rk} = 0,7 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} = 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{2 \cdot 1.546 \cdot 49,3 \cdot 2,0} = 773 \text{ N}$$

$$R_{d,Na} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} \cdot \eta = 1,00 \cdot \frac{773}{1,10} = 703 \text{ N}$$

$$s = \frac{R_{d,Na}}{F_{v,d}} \cdot l = \frac{703}{16,0 \cdot 10^3} \cdot 1.835 = 80,6 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm}$$

Vérification pour mur 3

$F_{v,3,d} = 16,0$ kN | $N_d = 37,4$ kN

$$A_{v,d} = \frac{1}{1,835} \cdot \left(16,0 \cdot 3,0 - 37,4 \cdot \frac{1,835}{2} \right) = 7,46 \text{ kN}$$

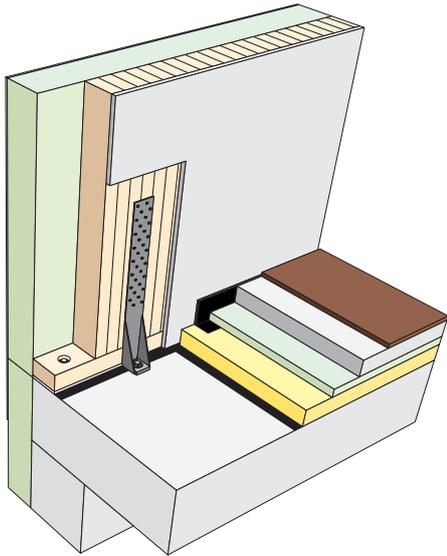
- Soulèvement du mur - tirant d'ancrage requis !



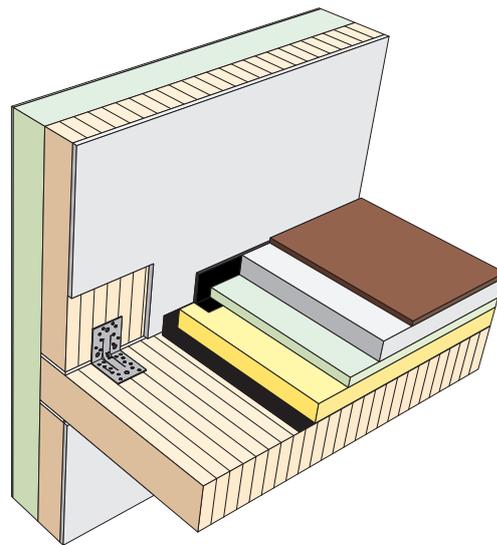
Représentation schématique Détails des raccords

Les graphiques suivants illustrent un exemple de raccord entre des éléments **MMHBE** en tant qu'élément de mur, de toit et de plafond.

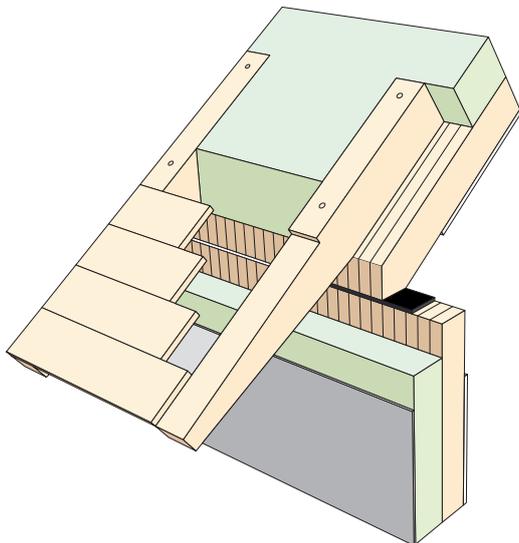
Base



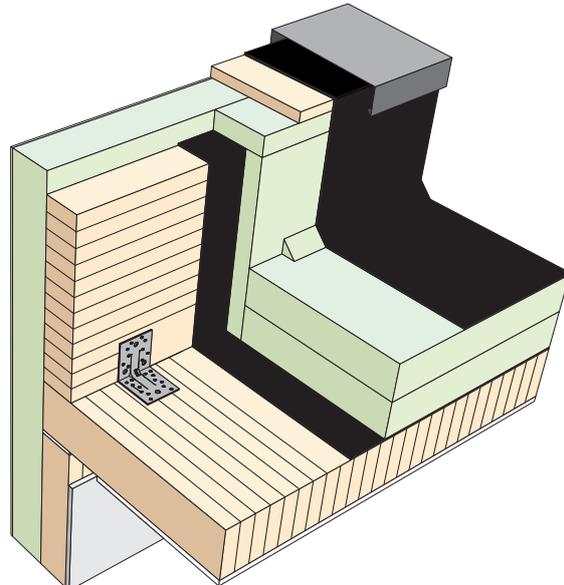
Raccord plafond d'étage



Raccord toiture



Raccord attique



Physique du bâtiment

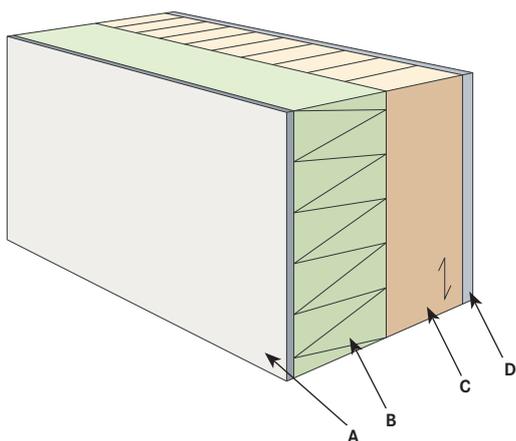
Les structures suivantes d'éléments de construction ne sont que de simples suggestions. Les grandeurs de physique du bâtiment

spécifiées sont fournies à titre indicatif et peuvent diverger en fonction du produit de construction utilisé.

Mur extérieur avec système composite d'isolation thermique

Structure des éléments de construction	
A Système de crépi	7 mm
B Laine de roche	120 mm
C Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
D Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	242 mm

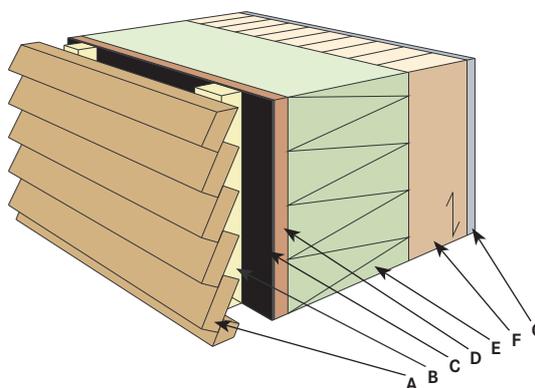
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,25 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_w)$	39 (-1; -6) dB
Protection incendie REI de l'intérieur REI de l'extérieur	90 min 60 min



Mur extérieur avec façade bois et ventilation arrière

Structure des éléments de construction	
A Revêtement bois mur extérieur	20 mm
B Lattage (30/50 mm)	30 mm
C Film respirant	-
D Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
E Panneau isolant en fibre de bois	200 mm
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
G Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	380 mm

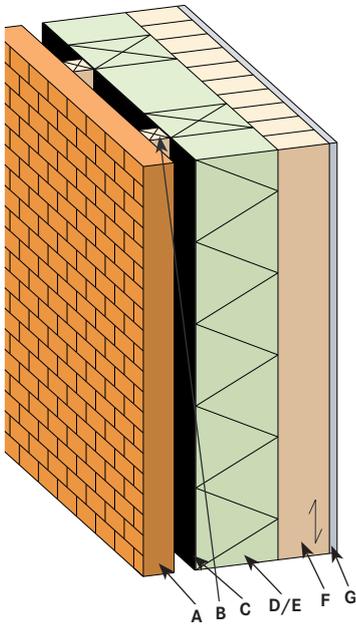
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,17 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_w)$	43 dB
Protection incendie REI de l'intérieur REI de l'extérieur	60 min 30 min



Façade clinker

Structure des éléments de construction	
A Clinker	60 mm
B Ventilation arrière	40 mm
C Film respirant	-
D Bois de construction	160 mm
E Laine minérale	160 mm
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
G Panneau en Rigips pour protection incendie	15 mm
Epaisseur totale des éléments	535 mm

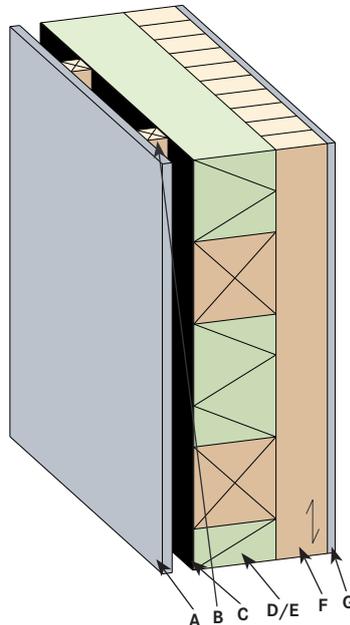
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,21 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$	45 dB
Protection incendie REI	60 min



Façade matériau bois

Structure des éléments de construction	
A Revêtement bois mur extérieur	19 mm
B Lattage (40 / 60 mm)	40 mm
C Film respirant	-
D Bois de construction	160 mm
E Laine minérale	160 mm
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
G Panneau en Rigips pour protection incendie	15 mm
Epaisseur totale des éléments	494 mm

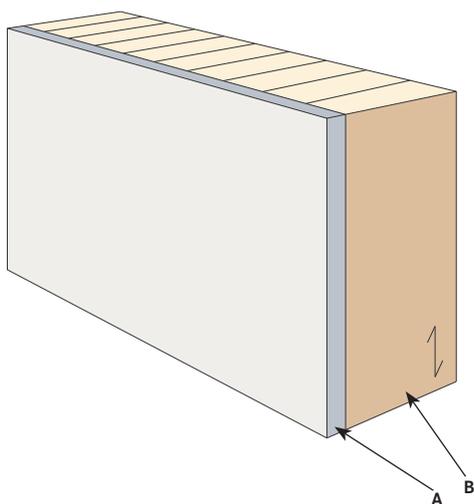
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,21 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$	45 dB
Protection incendie REI	60 min



Mur intérieur d'un côté en qualité apparente

Structure des éléments de construction	
A Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
B Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
Epaisseur totale des éléments	115 mm

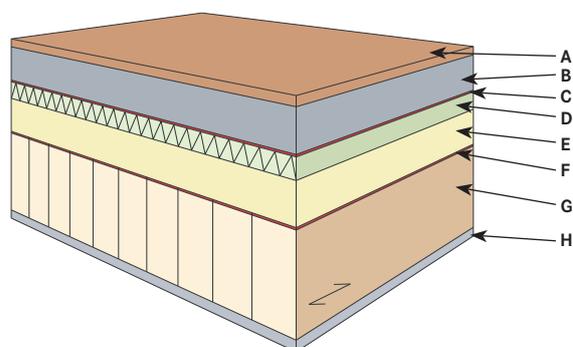
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	non spécifié
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$	non spécifié
Protection incendie REI	30 min



Plafond d'étage avec chape humide

Structure des éléments de construction	
A Revêtement de sol	15 mm
B Chape de ciment	60 mm
C Couche de séparation plastique	-
D Isolation contre les bruits d'impact 35/30	30 mm
E Mortier en granulés, lié	60 mm
F Film	-
G Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	140 mm
H Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	320 mm

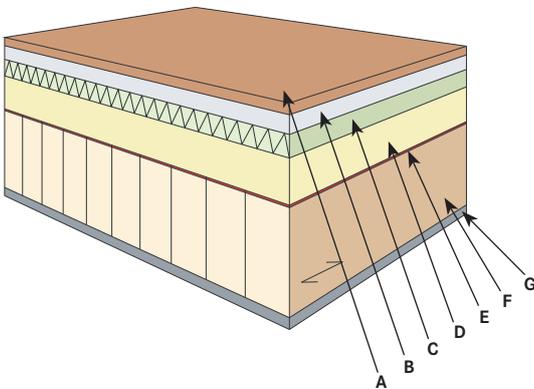
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,43 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$ $L_{n,w}(C)$	62 dB 52 dB
Protection incendie REI	60 min



Plafond de l'étage avec chape sèche

Structure des éléments de construction	
A Revêtement de sol	15 mm
B Chape sèche	25 mm
C Isolation contre les bruits d'impact 35/30	30 mm
D Mortier lié élastique	60 mm
E Film	-
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	140 mm
G Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	285 mm

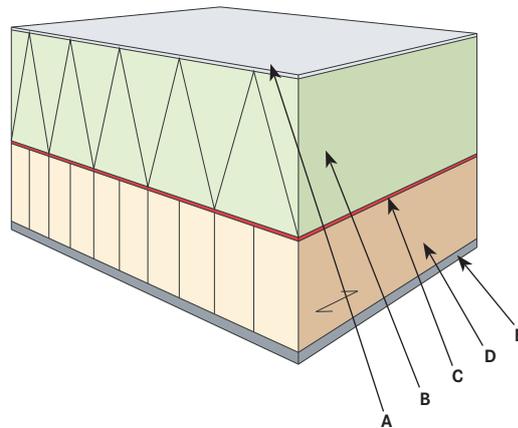
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	non spécifié
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_{w}(C; C_{tr})$ $L_{n,w}(C)$	62 (-5; -13) dB 50 (-1) dB
Protection incendie REI	60 min



Toit plat avec film d'étanchéité

Structure des éléments de construction	
A Lé d'étanchéité de toiture	7 mm
B Panneau isolant en fibre de bois	120 mm
C Lé d'étanchéité	-
D Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
E Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	242 mm

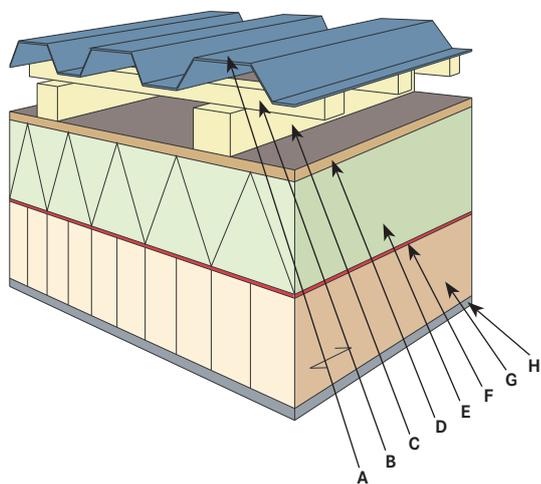
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,21 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_{w}(C; C_{tr})$	43 (-2; -7) dB
Protection incendie REI	30 min



Toit plat avec toiture en tôle

Structure des éléments de construction	
A Tôle trapèze	-
B Lattage de toiture (50/30 mm)	30 mm
C Contre-lattage (80/50 mm)	50 mm
D Lé de sous-couverture	-
E Isolation sur les chevrons	180 mm
F Lé d'étanchéité	-
G Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	100 mm
H Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	375 mm

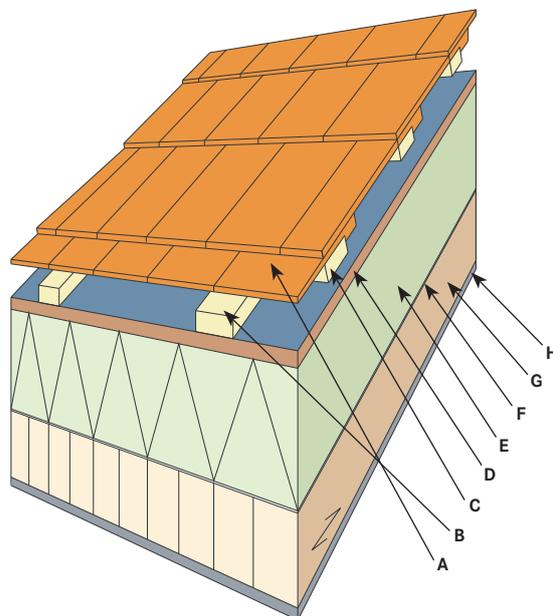
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,16 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$	45 dB
Protection incendie REI	30 min



Toit en pente avec couverture en tuiles

Structure des éléments de construction	
A Tuile de toiture	-
B Lattage de toiture (50/30 mm)	30 mm
C Contre-lattage (80/50 mm)	50 mm
D Panneau de sous-toiture	22 mm
E Panneau isolant en fibre de bois	180 mm
F Lé d'étanchéité	-
G Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	120 mm
H Panneau de plâtre armé de fibres	15 mm
Epaisseur totale des éléments	417 mm

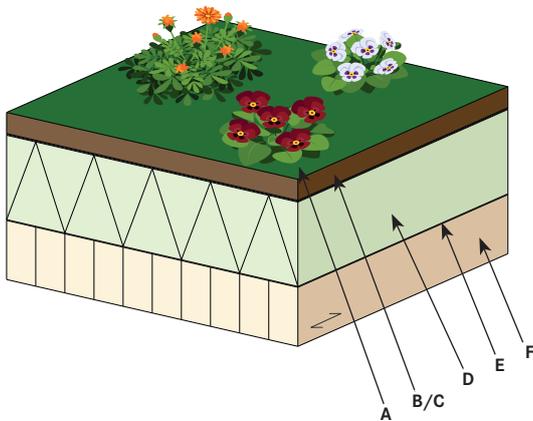
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,16 W / (m²K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique $R_w(C; C_{tr})$	45 (-1; -7) dB
Protection incendie REI	30 min



Toiture végétale, surface apparente intérieure

Structure des éléments de construction	
A Mortier	50 mm
B Non-tissé de séparation	-
C Lé d'étanchéité de toiture	-
D Panneau isolant en fibre de bois	200 mm
E Lé d'étanchéité	-
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	140 mm
Épaisseur totale des éléments	390 mm

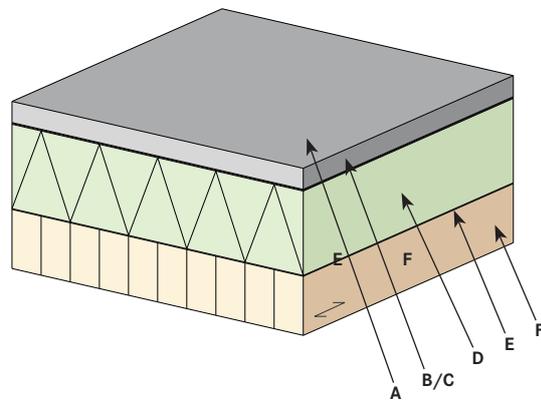
Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,21 W / (m ² K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique R _v (C; C _v)	50 dB
Protection incendie REI	30 min



Toiture, surface apparente intérieure

Structure des éléments de construction	
A Mortier	50 mm
B Non-tissé de séparation	-
C Lé d'étanchéité de toiture	-
D Panneau isolant en fibre de bois	200 mm
E Lé d'étanchéité	-
F Élément MMHBE en bois massif (selon statique)	140 mm
Épaisseur totale des éléments	390 mm

Caractéristiques de physique du bâtiment	
Isolation thermique Valeur U	0,21 W / (m ² K)
Comportement de diffusion	approprié
Isolation acoustique R _v (C; C _v)	50 dB
Protection incendie REI	30 min



Cher client, nous vous remercions de l'intérêt que vous portez à nos produits. Veuillez noter que ce document est une brochure commerciale et que les valeurs mentionnées ne sont fournies qu'à titre indicatif. Le risque de fautes de frappe et d'erreurs ne peut être exclu. Lors de l'élaboration de cette brochure commerciale, des recherches minutieuses ont été effectuées concernant toutes les informations fournies. Malgré le soin apporté, nous déclinons toute responsabilité quant à l'exactitude et l'exhaustivité des valeurs et données qui y figurent. Tout recours lié à l'utilisation de ces informations est par conséquent exclu. Le contenu de la prestation qui nous incombe est convenu sur la base d'un

devis que nous vous établissons par écrit et d'une confirmation de commande écrite. Cette brochure commerciale et nos autres documents commerciaux ne constituent pas une offre au sens juridique du terme. Pour la planification de vos projets, nous vous recommandons de vous adresser à nos collaborateurs qui vous aideront volontiers et sans engagement. Toute reproduction de cette brochure, même partielle, n'est autorisée qu'avec l'accord exprès du groupe Mayr-Melnhof Holz. L'ensemble des offres, livraisons et autres contrats sont soumis exclusivement à nos CGV disponibles sur www.mm-holz.com.



Sites

Suède



**Bergkvist Siljan
Insjön**
Scierie



**Bergkvist Siljan
Blyberg**
Scierie



**Bergkvist Siljan
Mora**
Scierie



**Mayr-Melnhof Holz
Wismar**
Usine de seconde transformation

**Bergkvist Siljan
Skog**
Achat de bois massif

Allemagne



**Mayr-Melnhof Holz
Olsberg**
Usine de seconde transformation

République
tchèque



**Mayr-Melnhof Holz
Paskov**
Scierie, Pellets

Autriche



**Mayr-Melnhof Holz
Reuthe**
Usine de seconde transformation

**KAUFMANN
BAUSYSTEME**



**Mayr-Melnhof Holz
Gaishorn am See**
Usine de seconde transformation



**Mayr-Melnhof Holz
Leoben**
Scierie, Pellets

Contacts sites de transformation :



Mayr-Melnhof Holz Gaishorn GmbH
Nr. 182 · 8783 Gaishorn am See · Autriche
T +43 3617 2151 0 · gaishorn@mm-holz.com

Mayr-Melnhof Holz Reuthe GmbH
Vorderreuthe 57 · 6870 Reuthe · Autriche
T +43 5574 804 0 · reuthe@mm-holz.com

Mayr-Melnhof Holz Wismar GmbH
Am Torney 14 · 23970 Wismar · Allemagne
T +49 3841 221 0 · wismar@mm-holz.com

Mayr-Melnhof Holz Olsberg GmbH
Industriestraße · 59939 Olsberg · Allemagne
T +49 2962 806 0 · olsberg@mm-holz.com

www.mm-holz.com



Follow us on

