

Zeszyt konstrukcyjny

# Fornir klejony warstwowo STEICO *LVL*

Konstrukcyjne elementy budowlane –  
naturalnie z drewna

Technika i detale

## Spis treści

Informacje ogólne .....	str. 02
Podwalina i oczep .....	str. 06
Słupki ścienne .....	str. 08
Nadproża okienne .....	str. 13
Belka czołowa .....	str. 16
Konstrukcje stropowe .....	str. 18
Poszycie dachów i stropów .....	str. 21
Dach wystający .....	str. 23
Elementy łukowe .....	str. 26
Właściwości mechaniczne .....	str. 27
Programy obliczeniowe .....	str. 29
Łączniki .....	str. 30
Dalsze właściwości .....	str. 31
Zalecenia ogólne .....	str. 32
Przykładowe realizacje .....	str. 33



**STEICO**  
naturalny system budowlany

**Grubość od  
21 - 90 mm**

**Długość do  
18,00 m**

**Szerokość  
do 2,50 m**

**STEICO GLVL z klejonych warstwowo  
lameli STEICO LVL**

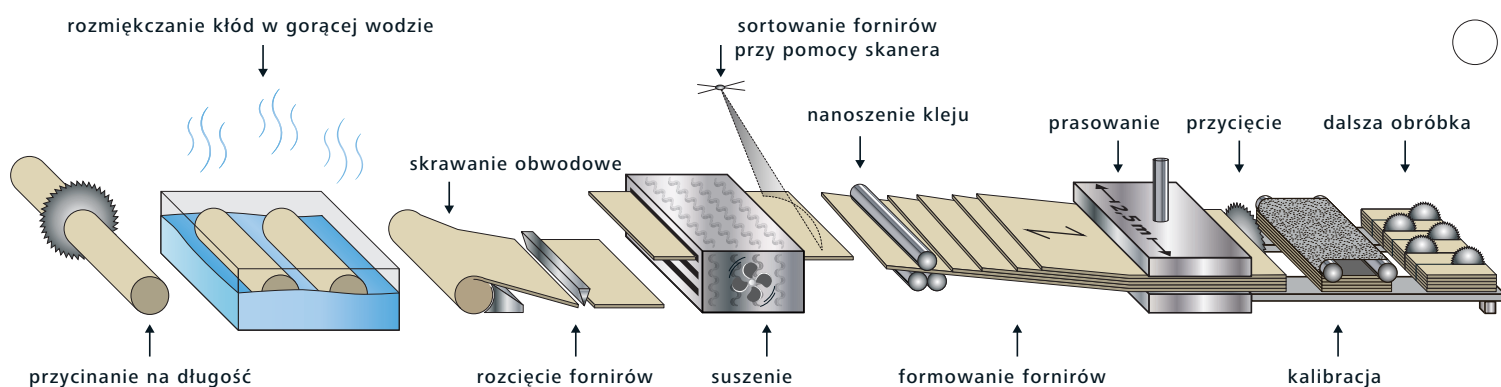
Więcej informacji na stronie [www.steico.com](http://www.steico.com)



# Fornir klejony warstwowo STEICO *LVL*

## Stabilność wymiarów, wytrzymałość i nośność.

STEICO *LVL* jest jednym z najstabilniejszych materiałów drewnopochodnych na świecie. Produkt składa się z wielu warstw sklejonych ze sobą fornirów sosnowych i świerkowych, o grubości ok. 3 mm. Podczas produkcji eliminowane są wady drewna, w rezultacie powstaje materiał o niemal jednorodnym przekroju. Taka budowa zapewnia STEICO *LVL* najwyższe parametry wytrzymałościowe.



### SUCHE

Brak skurczu w efekcie wysychania drewna – poziom wilgotności STEICO *LVL* wynosi jedynie ok. 9%, co odpowiada wilgotności użytkowej.

### SORTOWANE

Dzięki zautomatyzowanej kontroli oraz sortowaniu fornirów wg. wytrzymałości powstaje materiał o najwyższej jakości.

### JEDNOLITE

Wady jak np. sęki są eliminowane poprzez układ fornirów – jednolita nośność w całym przekroju.

### SKLEJONE

Największa stabilność wymiarów dzięki sklejeniu wodoodpornym spoiwem – brak skręcania, kurczenia.

### SKOMPRESOWANE

Większa wytrzymałość w porównaniu do drewna litego dzięki kompresji fornirów podczas produkcji.

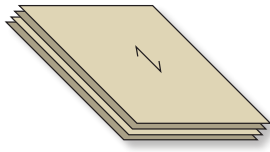
### RÓŻNORODNE

Linia produkcyjna oferuje szeroki zakres formatów: od całych płyt do pojedynczych belek.

## STEICO LVL R

fornir klejony warstwowo

W przypadku STEICO LVL R wszystkie forniry ułożone są równolegle – wzdłuż włókien. Wydajny materiał drewnopochodny do zastosowania jako podłużne elementy budowlane.



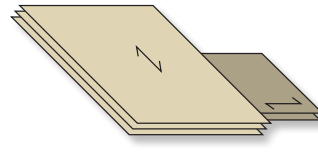
### OBSZARY ZASTOSOWANIA

- belki stropowe
  - krokwie
  - dźwigary główne, jak płatwie czy podciąg
  - podpory
  - podwalina i oczep
  - wzmocnienia belek
- i wiele więcej**

## STEICO LVL X

fornir klejony warstwowo

W przypadku elementów konstrukcyjnych STEICO LVL X ok. jedna piąta warstw fornirów klejona jest poprzecznie, co przy zastosowaniu jako płyta poprawia jej nośność i znacznie zwiększa stabilność formy i sztywność.



**20% fornirów poprzecznych**

### OBSZARY ZASTOSOWANIA

- belki czołowe
  - poszycie dachów, stropów i ścian
  - węzłówki
  - wąskie występy dachu
  - wygięte elementy konstrukcyjne
- i wiele więcej**



Niemiecka aproba techniczna  
Z-9.1-842



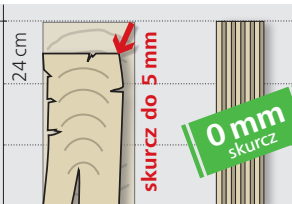
### Produkt spełniający najbardziej rygorystyczne wymagania w budownictwie drewnianym

Łatwe projektowanie, prosta obróbka



STEICO LVL składa się z fornirów drewna iglastego i jest łatwy w obróbce – wstępne nawiercenia pod łączniki nie są konieczne. Obliczenia statyczne są wykonywane zgodnie z EC5/Z-9.1-842. Dodatkowo dostępny jest program obliczeniowy XPress.

Wyjątkowa stabilność rozmiarów



STEICO LVL X wykazuje najniższy stopień pęcznienia i skurczu z dostępnych klas drewna nośnego. Dzięki niskiemu poziomowi wilgoci ok. 9% nie występuje skurcz drewna w efekcie wysychania.

Największa wytrzymałość

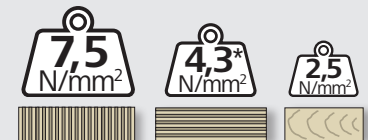


Drewno C24/GL24 (BSH) 120 mm  
 $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$

STEICO LVL R 63 mm  
 $f_{m,0,edge,k} = 44 \text{ N/mm}^2$

Bardzo duża wytrzymałość umożliwia uzyskanie smuklejszych przekrojów – lub znacznie bardziej wytrzymałych w porównaniu do drewna litego.

Ekstremalna nośność



STEICO GLVL R  
STEICO LVL R  
Drewno C24/GL 24 (BSH)

Ekstremalna nośność tam, gdzie jest potrzebna np. podwalina i oczep. W efekcie dochodzi nie tylko do redukcji przekroju i wagi, ale także odształceń.

### Wartości charakterystyczne dla STEICO LVL w N/mm<sup>2</sup> do wymiarowania zgodnie z Eurokod 5

Charakterystyczna gęstość objętościowa STEICO LVL R i STEICO LVL X wynosi 480 kg/m <sup>3</sup> .	STEICO LVL R		STEICO LVL X**	
	obciążenie w ułożeniu na płasko	obciążenie w ułożeniu na sztorc	obciążenie w ułożeniu na płasko	obciążenie w ułożeniu na sztorc
Zginanie II do włókien $f_{m,0,k} / \perp$ do włókien $f_{m,90,k}$	50,0/-	44,0/-	36,0/8,0	32,0/8,0
Rozciąganie II do włókien $f_{t,0,k}$	36,0	36,0	18,0	18,0
Ściskanie II do włókien $f_{c,0,k} / \perp$ do włókien $f_{c,90,k}$	40,0/3,6	40,0/7,5	30,0/4,0	30,0/9,0
Ścinanie $f_{v,k}$	2,6	4,6	1,1	4,6
E-Moduł II do włókien $E_{0,mean} / \perp$ do włókien $E_{90,mean}$	14.000/-	14.000/-	10.600/2.500	10.600/3.000

\* Można uwzględnić współczynnik korekcyjny 1,2 dla klasy użytkowania 1 zgodnie z niemiecką aprobatą Z-9.1-842; \*\* wartości dla 27 mm ≤ gr. ≤ 75 mm, pełny przegląd wartości charakterystycznych na stronie 26. Informacje o nowych europejskich klasach wytrzymałościowych dla LVL na str. 27.

## Oszczędność materiału aż do 67 %

Większa wytrzymałość oraz sztywność STEICO LVL R w porównaniu do innych klas drewna iglastego umożliwia – przy sensownym zastosowaniu – uzyskanie znacznych oszczędności materiału.

### Równorzędne grubości przekrojów drewna

- smuklejsze przekroje dzięki większej wytrzymałości mechanicznej
- lżejsze elementy budowlane dzięki redukcji ilości materiału
- łatwiejsza obróbka dzięki zredukowanym przekrojom (np. możliwość korzystania z mniejszej ręcznej piły tarczowej)

Poniższa tabela wskazuje jakie oszczędności rozmiarów/materiału można uzyskać zastępując tradycyjne klasy drewna materiałem STEICO LVL R. Punkt wyjścia dla porównania stanowi drewno lite klasy C24, zestawione z drewnem klejonym GL 24c oraz z STEICO LVL R. Wysokość przekroju pozostaje niezmienna – wynosi 240 mm. W zależności od przytoczonej klasy drewna można zaobserwować zmianę grubości przekroju, czyli oszczędność materiału.

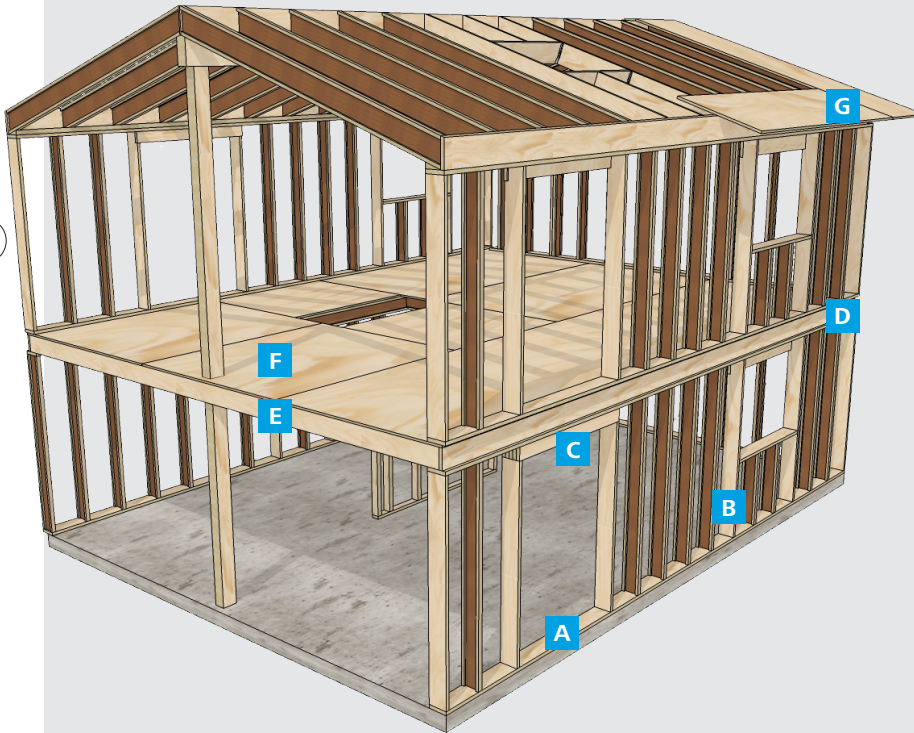
	drewno lite C24			drewno klejone BSH/GL 24c			STEICO LVL R		
	właściwość	grubość	oszczędność materiału	właściwość	grubość	oszczędność materiału	właściwość	grubość	oszczędność materiału
zginanie $f_{m,0,edge,k}$	24,0 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	24,0 N/mm <sup>2</sup>	128 mm*	9%	44,0 N/ mm <sup>2</sup>	74 mm*	47%
ściananie $f_{v,0,edge,k}$	4,0 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	3,5 N/mm <sup>2</sup>	112 mm*	20%	4,6 N/mm <sup>2</sup>	61 mm*	57%
ściskanie II $f_{c,0,k}$	21,0 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	21,5 N/mm <sup>2</sup>	137 mm	2%	40,0 N/mm <sup>2</sup>	74 mm	48%
ściskanie ⊥ $f_{c,90,edge,k}$	2,5 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	2,5 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	7,5 N/mm <sup>2</sup>	47 mm	67%
rozciąganie II $f_{t,0,k}$	14,0 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	17,0 N/mm <sup>2</sup>	105 mm*	25%	36,0 N/mm <sup>2</sup>	54 mm	61%
E-Moduł $E_{0,mean}$	11.000 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	11.000 N/mm <sup>2</sup>	140 mm	0%	14.000 N/mm <sup>2</sup>	110 mm	21%
gęstość objętościowa $\rho_k$	350 kg/m <sup>3</sup>	–	–	365 kg/m <sup>3</sup>	–	–	480 kg/m <sup>3</sup>	–	–

Warunki brzegowe

$k_{c,90} = 1,0$

\* uwzględnić współczynniki korekcyjne

## Obszary zastosowania



Fornir klejony warstwowo STEICO LVL jako materiał High-Tech posiada dużą nośność oraz różnorodny zakres zastosowań. W dalszej części przedstawiono wybrane obszary zastosowania STEICO LVL w budownictwie drewnianym, zalety rozwiązań oraz przykłady obliczeń statycznych.

- A** Oczep / podwalina ..... str. 06
- B** Słupki ścienne ..... str. 08
- C** Nadproże okienne..... str. 13
- D** Belka czołowa ..... str. 16
- E** Konstrukcje stropowe.. str. 18
- F** Poszycie dachów i stropów ..... str. 21
- G** Dach wystający ..... str. 23
- H** Elementy łukowe ..... str. 26

## Materiał nastawiony na przyszłość, jako element innowacyjnego systemu budowlanego

Im większe wymagania, tym lepszy produkt – STEICO LVL jest najbardziej wydajnym materiałem dla innowacyjnego budownictwa drewnianego. W połączeniu z innymi komponentami systemu budowlanego STEICO (belki dwuteowe i ekologiczne materiały termoizolacyjne) do dyspozycji branży budownictwa drewnianego oddajemy kompletny asortyment materiałów nośnych i termoizolacyjnych. Naturalny system budowlany STEICO to cały dom od jednego producenta.



STEICO LVL

belki dwuteowe  
STEICOjoist/STEICOwallstabilne i sprężyste  
materiały termoizolacyjne  
z włókien drzewnychtermoizolacja do  
wdmuchiwania z włókna  
drzewnego i z celulozyuszczelnienie  
budynku

# Podwalina i oczep: ekstremalna nośność, redukcja odkształceń



Zastosowanie STEICO LVL w postaci podwaliny i oczepu pozwala na szeroką optymalizację konstrukcji ściennych w budownictwie szkieletowym. Dzięki dużej wytrzymałości na ściskanie redukcji mogą ulec np. przekroje słupków, zarówno w ścianach zewnętrznych, jak i w wewnętrznych. Ponadto podwalina może zostać znacznie bardziej wysunięta poza płytę fundamentową.

## Przegląd zalet

### Wytrzymałość na ściskanie prostopadle do włókien w ułożeniu na płasko 1

- STEICO LVL R:  $f_{c,90,flat,k} = 3,6 \text{ N/mm}^2$  (4,32  $\text{N/mm}^2$ )\*
- STEICO LVL X:  $f_{c,90,flat,k} = 4,0 \text{ N/mm}^2$  (4,80  $\text{N/mm}^2$ )\*

### **NOWOŚĆ** Wytrzymałość na ściskanie prostopadle do włókien w ułożeniu na sztorc 2

- STEICO GLVL R:  $f_{c,90,edge,k} = 7,5 \text{ N/mm}^2$

### Optymalne zastosowanie drewna/redukcja zużycia drewna

- redukcja przekrojów mocno obciążonych słupków np. słupki przy otworach okiennych
- większa powierzchnia użytkowa dzięki zredukowanym przekrojom ścian działowych
- idealna optymalizacja w połączeniu z belkami dwuteowymi STEICOwall

### Zoptymalizowany detal cokołu 3

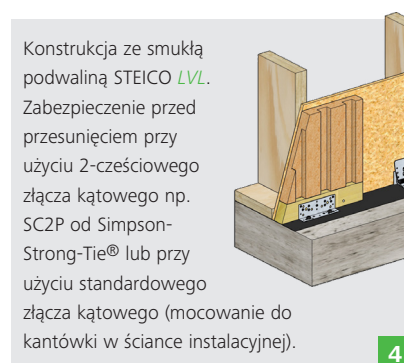
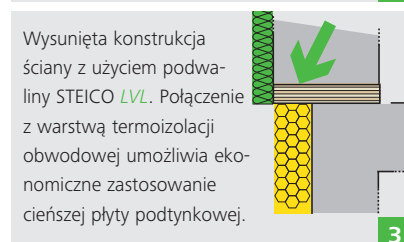
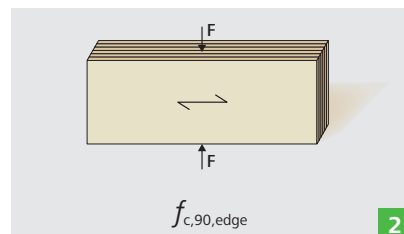
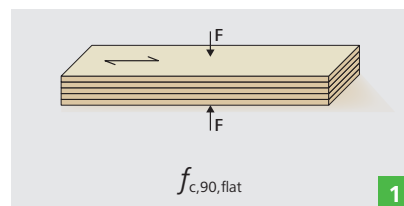
- możliwość wykonania konstrukcji ściennych wysuniętych poza płytę fundamentową
- różnorodne możliwości wykończenia cokołu
- ekonomiczniejszy układ z cieńszymi płytami podtylnkowymi

### Podwaliny ze STEICO LVL bez stosowania chemicznej ochrony drewna

- przyporządkowanie podwaliny do klasy użytkowania 0 zgodnie z DIN 68800-2
- obowiązują budowlane środki ochrony drewna zgodnie z DIN 68800-2
- w klasie użytkowania 0 nie występuje zagrożenie wilgocią ani insektami, stąd chemiczna ochrona drewna nie jest wymagana
- trwałość drewna STEICO LVL jako podwalina jest taka sama jak dla iglastego drewna litego

### Zmniejszenie grubości podwaliny z 60 mm do 45 mm 4

- oszczędność materiału i redukcja mostków termicznych
- redukcja udziału drewna wbudowanego w poziomie, a przez to mniejsze osiadanie całej konstrukcji
- dostępne 2-częściowe złącze kątowe do podwalin o gr. od 45 mm np. Simpson Strong-Tie®







\* wartości w nawiasach to wartości podwyższone o współczynnik korekcyjny 1,2 dla klasy użytkowania 1 – zgodnie z niemiecką normą Z-9:1-842.

## Obliczenia wstępne – STEICO LVL R i STEICO GLVL R jako podwalina i oczep

Tabela zawiera wartości docisku do podwaliny ze STEICO LVL R i STEICO GLVL R, przy spełnieniu następujących warunków brzegowych:

- podparcie: przy nośnych ścianach zewnętrznych konstrukcja podstawowa może wystawać poza obrys przejmującej obciążenie płyty fundamentowej (stropu) maksymalnie o połowę szerokości słupka. Do obliczeń statycznych uwzględnia się jedynie częściowy przekrój belki, leżący na podporze
- obliczenia dla słupków w obszarze krawędzi podwaliny/oczepu należy wykonać osobno
- alternatywnie zamiast STEICO LVL R można zastosować STEICO LVL X

typ	szerokość słupka	Charakterystyczne siły ściskające na słupek			
		pełne podparcie (ściana zewnętrzna i wewnętrzna) <sup>1</sup>		połowiczne podparcie (ściana zewnętrzna) <sup>2</sup>	
	h <sub>ST</sub>				
	[mm]	STEICO LVL R	STEICO GLVL R	STEICO LVL R	STEICO GLVL R
R <sub>k</sub> in [kN]					
STEICO LVL R grubość słupka b <sub>ST</sub> = 45 mm	100	56,7	78,8	-	-
	120	68,0	94,5	-	-
	160	90,7	126,0	45,4	63,0
	200	113,4	157,5	56,7	78,8
	220	124,7	173,3	62,4	86,6
	240	136,1	189,0	68,0	94,5
	280	158,8	220,5	79,4	110,3
	300	170,1	236,3	85,1	118,1
STEICO LVL R grubość słupka b <sub>ST</sub> = 57 mm	100	63,2	87,8	-	-
	120	75,8	105,3	-	-
	200	126,4	175,5	63,2	87,8
	220	139,0	193,1	69,5	96,5
	240	151,6	210,6	75,8	105,3
	280	176,9	245,7	88,5	122,9
STEICO LVL R grubość słupka b <sub>ST</sub> = 75 mm	100	72,9	101,3	-	-
	120	87,5	121,5	-	-
	200	145,8	202,5	72,9	101,3
	220	160,4	222,8	80,2	111,4
	240	175,0	243,0	87,5	121,5
	280	204,1	283,5	102,1	141,8
drewno lite grubość słupka b <sub>ST</sub> = 60 mm	100	64,8	90,0	-	-
	120	77,8	108,0	-	-
	160	103,7	144,0	51,8	72,0
	180	116,6	162,0	58,3	81,0
	200	129,6	180,0	64,8	90,0
	220	142,6	198,0	71,3	99,0
	240	155,5	216,0	77,8	108,0
drewno lite grubość słupka b <sub>ST</sub> = 80 mm	100	75,6	105,0	-	-
	120	90,7	126,0	-	-
	160	121,0	168,0	60,5	84,0
	180	136,1	189,0	68,0	94,5
	200	151,2	210,0	75,6	105,0
	220	166,3	231,0	83,2	115,5
	240	181,4	252,0	90,7	126,0

### Zalecenia ogólne

Tabela służy do wykonywania wstępnych kalkulacji i nie zastępuje obliczeń statycznych.

Wartość obliczeniową siły ściskającej oblicza się wg wzoru:  $N_d = \text{wartość z tabeli } (R_k) \cdot k_{mod} / \gamma_M$ .

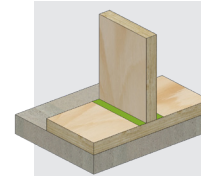
Do indywidualnego przeprowadzenia obliczeń statycznych służą wartości obliczeniowe podane na str. 26.

### Podwalina / oczep

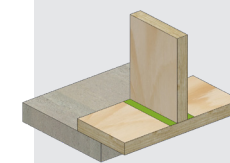
#### STEICO GLVL R -

#### forniry w ułożeniu na sztorc

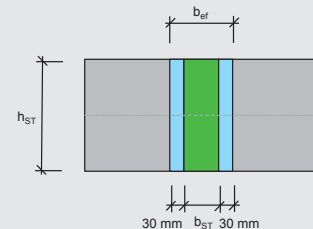
Bardzo duża wytrzymałość na ściskanie prostopadle do włókien  
 $f_{c,90,edge,k} = 7,5 \text{ N/mm}^2$



Pełne podparcie, w takim samym stopniu dla ścian zewnętrznych jak i wewnętrznych. <sup>1</sup>



Połowiczne podparcie. Zastosowanie przy ścianach zewnętrznych wystających poza obrys fundamentu / stropu. <sup>2</sup>



Obliczenia dopuszczalnego nacisku na podwalinę ze STEICO LVL R przeprowadza się z wykorzystaniem wartości  $k_{c,90}$  wynoszącej 1,25, czyli tak samo jak w przypadku drewna litego, natomiast ze STEICO GLVL R – wartość  $k_{c,90}$  wynosi 1,0. Dodatkowo dla klasy użytkowania 1 można przyjąć współczynnik korekcyjny 1,20 – zgodnie z aprobatą techniczną Z-9.1-842.

Alternatywnie do wskazanej metody obliczenia siły ściskającej prostopadle do włókien w ułożeniu na płasko, można skorzystać z nowego sposobu bazującego na stopniu odkształcenia. Możliwość przyjęcia do 25% większych obciążeń w porównaniu do metody opisanej powyżej. Więcej informacji na ten temat znajduje się w niemieckiej aprobacie Z-9.1-842, podpunkt 2.3.2.

## Słupki ścienne: duża nośność, smukłe przekroje



Dzięki dużej wytrzymałości oraz sztywności, STEICO *LVL R* umożliwia zredukowanie przekrojów słupków ściennych w konstrukcjach szkieletowych lub przenoszenie większych obciążeń. STEICO *LVL R* nadaje się doskonale do zastosowań jako słupki przenoszące wyjątkowo duże obciążenia, jak np. słupki przy otworach okiennych czy w przegrodach ścian wewnętrznych.

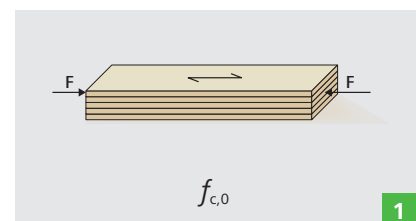
## Przegląd zalet

### Wytrzymałość na ściskanie równoległe do włókien **1**

- STEICO *LVL R*:  $f_{c,0,k} = 40,0 \text{ N/mm}^2$

### Przejmowanie większych obciążeń

- mocno obciążone słupki np. przy otworach okiennych
- duże obciążenia mogą być przenoszone nawet przez smukłe przekroje słupków
- produkt o stabilnych wymiarach, polepszony współczynnik prostoliniowości  $\beta_c = 0,1$  (miara odkształceń)



### Smuklejsze ściany wewnętrzne **2**

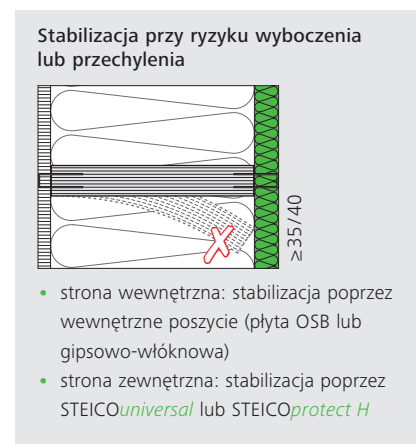
- zredukowana grubość ścian, zysk powierzchni użytkowej a przez to wzrost wartości nieruchomości

### Produkt uszlachetniony technologicznie

- niski poziom wilgotności, który minimalizuje pęknięcia w skutek skurczu
- duża stabilność rozmiarów umożliwia stosowanie nawet bardzo wysokich przekrojów
- długotrwałość, brak usterek w trakcie użytkowania

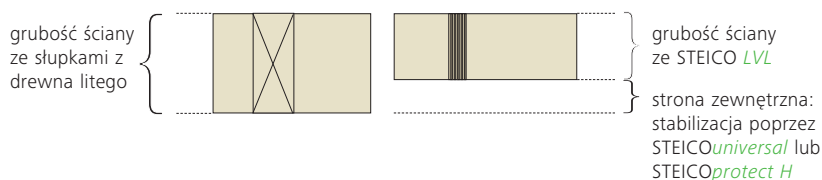
### Dalsze zalety STEICO *LVL R* w formie słupków ściennych

- zredukowane przekroje powodują minimalizację mostków termicznych
- pełna kompatybilność z rozmiarami belek dwuteowych STEICO



- strona wewnętrzna: stabilizacja poprzez wewnętrzne poszycie (plyta OSB lub gipsowo-włóknowa)
- strona zewnętrzna: stabilizacja poprzez STEICO*universal* lub STEICO*protect H*

### Smukłe ściany wewnętrzne ze STEICO *LVL* **2**





## STEICO LVL R jako słupki ścienne

## Obliczenia wstępne – STEICO LVL jako słupki ścienne

Tabela zawiera średnie wartości ściskania słupków ze STEICO LVL R, przy spełnieniu następujących warunków brzegowych:

- tabela odnosi się do pełnego podparcia słupków w ścianach zewnętrznych i wewnętrznych oraz do połowicznego podparcia w wysuniętych ścianach zewnętrznych
- wyboczenie: obciążone słupki ścienne są usztywnione w płaszczyźnie ściany, tzn. wartości podane w tabeli uwzględniają wyboczenie tylko w osi głównej belki (podstawienie Eulera II rodzaju 2 |  $\beta = 1,0$  |  $l_{ef} = h$ )
- obliczenia statyczne docisku do podwaliny mogą zostać wykonane z pomocą tabeli na str. 7

typ	szerokość słupka	Charakterystyczne siły ściskające na słupek			
		pełne podparcie (ściana zewnętrzna i wewnętrzna)		połowiczne podparcie (ściana zewnętrzna)	
		$H_{ściana=3,0m}$	$H_{ściana=4,0m}$	$H_{ściana=3,0m}$	$H_{ściana=4,0m}$
$h_{ST}$ [mm]	$R_k$ w [kN]		$R_k$ w [kN]		
STEICO LVL R grubość słupka $b_{ST}=45$ mm	80	24,2	13,8	–	–
	100	46,6	26,7	–	–
	120	78,9	45,6	–	–
	200	289,2	196,2	144,6	98,1
	220	340,9	251,5	170,4	125,7
	240	387,5	309,7	193,8	154,9
	280	472,0	421,0	236,0	210,5
STEICO LVL R grubość słupka $b_{ST}=57$ mm	80	30,7	17,5	–	–
	100	59,0	33,8	–	–
	120	100,0	57,8	–	–
	200	366,3	248,5	183,2	124,2
	220	431,8	318,5	215,9	159,3
	240	490,9	392,3	245,4	196,2
	280	597,9	533,3	299,0	266,6
STEICO LVL R grubość słupka $b_{ST}=75$ mm	80	40,3	23,0	–	–
	100	77,6	44,5	–	–
	120	131,6	76,0	–	–
	200	482,0	327,0	241,0	163,5
	220	568,1	419,1	284,1	209,6
	240	645,9	516,2	322,9	258,1
	280	786,7	701,7	393,4	350,8
300	853,3	784,3	426,7	392,2	

## Uwagi ogólne

Tabela służy do wykonywania wstępnych kalkulacji i nie zastępuje obliczeń statycznych. Wartość obliczeniową siły oblicza się wg wzoru:  $N_d = \text{wartość z tabeli } (R_k) * k_{mod} / \gamma_M$ . Tabela uwzględnia Podstawienie Eulera II rodzaju. Do indywidualnego przeprowadzenia obliczeń statycznych służą wartości charakterystyczne podane na str. 26.



Konstrukcja ze smukłymi słupkami ściennymi STEICO LVL R. Tabele obliczeniowe oraz zalecenia wykonawcze dla złączy kotwiących HTA i Vplus dostępne u producenta – firma Würth. Możliwość zastosowania 2-częściowych złączy kotwiących np. HD2P od Simpson-Strong-Tie®.

## Przykład obliczeniowy – słupek ścienny

## System

wysokość ściany  $H_{ściana} = \dots\dots\dots 3,00$  m  
 podparcie = ..... pełne podparcie  
 grubość słupka  $b = \dots\dots\dots 45$  mm  
 szerokość słupka  $h = \dots\dots\dots 200$  mm

## Oddziaływania

$F_{k, trwale} = \dots\dots\dots 40,0$  kN  
 $F_{k, średniotrwale} = \dots\dots\dots 20,0$  kN

## Oddziaływania na klasę projektowania

$N_{d, średniotrwale} = \gamma_G * N_{k, trwale} + \gamma_Q * N_{k, średniotrwale} =$   
 $1,35 * 40,0 + 1,5 * 20,0 = 84,0$  kN

$N_{d, trwale} = \gamma_G * N_{k, trwale} =$   
 $1,35 * 40,0 = 54,0$  kN

## Obliczenia

Wyboczenie w osi y (osi głównej),  
 $R_{k, y} = 289,2$  kN (patrz tabela na str. 9)

$$\eta_{średniotrwale} = \frac{N_{d, średniotrwale}}{R_{k, y} * k_{mod, średniotrwale}} = \frac{84,0}{289,2 * 0,8} = 0,47 \leq 1,0$$

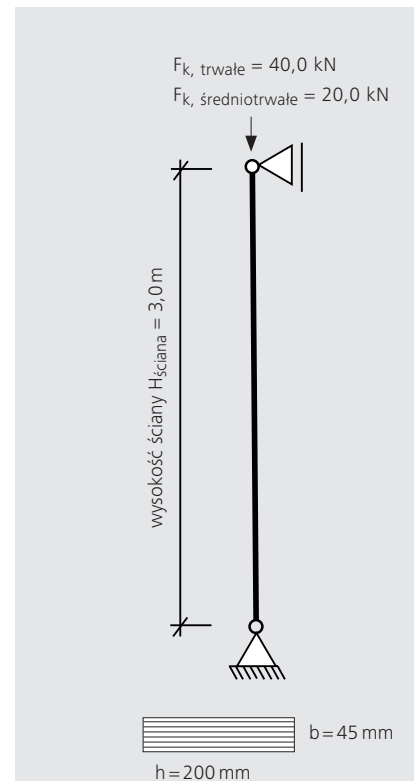
$$\eta_{trwale} = \frac{N_{d, trwale}}{R_{k, y} * k_{mod, trwale}} = \frac{54,0}{289,2 * 0,6} = 0,40 \leq 1,0$$

Obliczenie obciążenia ściany zewnętrznej wiatrem należy przeprowadzać zgodnie z PN EN 1995-1, ustęp 6.3.2 (obliczenia naprężeń zginających), równanie (6.23).

Współczynniki wyboczeniowe  $k_c$  dla STEICO LVL R

Dla ułatwienia obliczeń indywidualnych przekrojów słupków w poniższej tabeli przytoczono współczynniki wyboczeniowe  $k_c$  dla STEICO LVL R w zależności od smukłości  $\lambda$ . Obliczenia zostały wykonane zgodnie z PN EN 1955-1, ustęp 6.3.2.

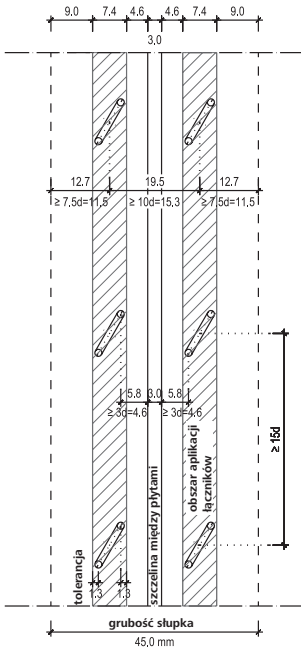
Współ. wyboczeniowe $k_c$ dla STEICO LVL R zgodnie z PN EN 1995-1-1 ustęp 6.3.2					
smukłość	współ. wyboczeniowy	smukłość	współ. wyboczeniowy	smukłość	współ. wyboczeniowy
$\lambda$	$k_c$	$\lambda$	$k_c$	$\lambda$	$k_c$
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
10	1,000	105	0,254	200	0,072
15	1,000	110	0,232	205	0,069
20	0,992	115	0,213	210	0,065
25	0,980	120	0,196	215	0,062
30	0,966	125	0,181	220	0,060
35	0,947	130	0,168	225	0,057
40	0,920	135	0,156	230	0,055
45	0,883	140	0,145	235	0,052
50	0,829	145	0,136	240	0,050
55	0,759	150	0,127	245	0,048
60	0,681	155	0,119	250	0,046
65	0,605	160	0,112	255	0,045
70	0,536	165	0,105	260	0,043
75	0,475	170	0,099	265	0,041
80	0,423	175	0,094	270	0,040
85	0,378	180	0,089	275	0,038
90	0,340	185	0,084	280	0,037
95	0,307	190	0,080	285	0,036
100	0,279	195	0,076	290	0,035



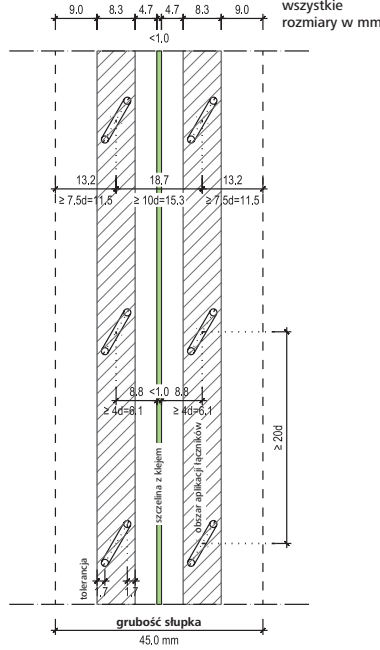
# STEICO LVL R jako słupki ścienne

## Nośne połączenie płyt na słupku ściennym STEICO LVL R o grubości 45 mm

Płyta drewnopochodna np. OSB



Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell® (poklejona na połączeniach)



Z uwagi na zoptymalizowany przekrój słupków aplikację zszywek należy wykonać precyzyjnie w zakładzie produkcyjnym (prefabrykacja).

### Minimalne odległości oraz obliczenia złączy na zszywki w STEICO LVL \*

odległości <sup>1</sup> (ilustracja 8.10 w EN 1995-1-1)	kąt	minimalne odległości
$a_1$ rozstaw wzdłuż włókien	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$\Theta \geq 30^\circ: (10+5 \cdot \cos \alpha) d$ $\Theta < 30^\circ: (15+5 \cdot \cos \alpha) d$
$a_2$ (w poprzek włókien)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$\Theta \geq 30^\circ: (5+10 \cdot \sin \Theta) d$ $\Theta < 30^\circ: 10d$
$a_{3,t}$ (koniec obciążony)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(15+5 \cdot \cos \alpha) d$
$a_{3,c}$ (koniec nieobciążony)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	15d
$a_{4,t}$ (bok obciążony)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$(10+5 \cdot \sin \alpha) d$
$a_{4,c}$ (bok nieobciążony)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(5+5 \cdot \sin \alpha) d$

$\alpha$  to kąt między kierunkiem działania siły a kierunkiem włókien natomiast  $\Theta$  to kąt między grzbietem zszywki a kierunkiem włókien

1) Wyjaśnienie minimalnych odległości na str. 29

37% większa wytrzymałość na docisk do drewna w porównaniu do drewna litego = do 10% mniej łączników

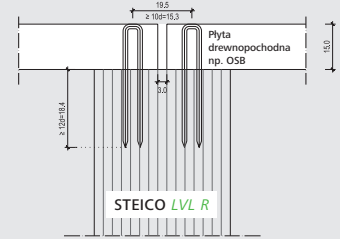
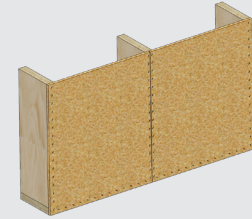
### Wytrzymałość zszywek na docisk do STEICO LVL

Obliczenie charakterystycznej wartości wytrzymałości zszywek na docisk do forniru klejonego warstwowo STEICO LVL według Eurokodu 5 można wykonać w następujący sposób (zszywki mocowane prostopadłe do włókien):\*

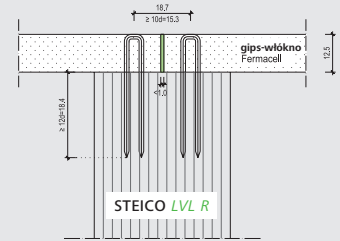
$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3}}{k_c \cdot \cos^2 \beta + \sin^2 \beta} \text{ w N/mm}^2$$

Objaśnienia:  $\rho_k$  charakterystyczna gęstość wg deklaracji właściwości użytkowych dla STEICO LVL R i STEICO LVL X  $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$  |  $d$  średnica zszywki w mm |  $\beta$  kąt między płaszczyzną zszywki a powierzchnią boczną |  $k_c=1$  dla STEICO LVL R,  $k_c=3$  dla STEICO LVL X (do  $d=3 \text{ mm}$ ) | głębokość osadzenia zszywki w wąskiej powierzchni STEICO LVL powinna wynosić minimalnie 12 d.

Płyta drewnopochodna np. OSB



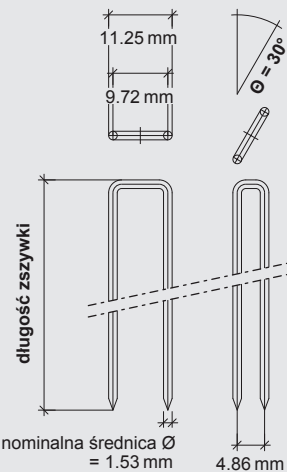
Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell® (poklejona na połączeniach)



Należy przestrzegać zaleceń wykonawczych Fermacell®.

fermacell®

Geometria zszywki np. Haubold KG 700



Smukłe słupki ścienne ze STEICO LVL R



szerokość / grubość słupka z drewna litego np. C24

szerokość / grubość słupka STEICO LVL R

\* zgodnie z niemiecką aprobatą techniczną Z-9.1-842

## Redukcja zużycia materiału oraz mostków cieplnych dzięki zastosowaniu smukłych słupków ściennych STEICO LVL R

Zastosowanie bardzo wytrzymałych słupków ściennych STEICO LVL R w połączeniu z podwaliną/oczepem STEICO LVL umożliwia znaczące zredukowanie zapotrzebowania materiałowego. Oszczędność jest możliwa dzięki dużej wytrzymałości na ściskanie oraz zginanie forniru klejonego warstwowo. Poniższa tabela wskazuje na potencjał oszczędności materiału przy zastosowaniu STEICO LVL R w porównaniu do konstrukcji ściennych z drewna litego C24.

		STEICO LVL R jako słupki ściennie oraz podwalina/oczep			
szerokość/ wysokość słupka od [mm]	drewno lite C24 jako słupki ściennie oraz podwalina/ oczep	słupek pośredni <b>1</b>		słupek skrajny <b>2</b>	
		grubość [mm]	oszczędność materiału C24 = punkt wyjścia	grubość [mm]	oszczędność materiału C24 = punkt wyjścia
120	60	45	25%	45	25%
	80	45	44%	45	44%
	100	45	55%	57	43%
	120	45	63%	57	53%
	140	57	59%	75	46%
	160	75	53%	45 + 45	44%
	180	45 + 45	50%	57 + 45	43%
	200	57 + 45	49%	57 + 57	43%

### Uwagi ogólne

Obliczenia docisku do podwaliny są miarodajne od szerokości słupka 120 mm (badana wysokość wybočenja 3,0 m, zawarta w płaszczyźnie ściany). Obliczenia docisku przeprowadza się z uwzględnieniem wartości  $k_{c,90}$  wynoszącej 1,25, tak samo jak w przypadku drewna litego. Dla klasy użytkowania 1 można przyjąć współczynnik korekcyjny 1,20 – zgodnie z niemiecką aprobatą techniczną Z-9.1-842. Zgodnie z EN 1995-1-1 należy uwzględnić zwiększenie pola powierzchni docisku o 30 mm po każdej stronie słupka pośredniego, 30 mm dla słupka skrajnego.

### Przykład obliczeniowy dla słupków ściennych

drewno lite C24: 120 mm \* 200 mm

Docisk do podwaliny (słupek pośredni):

$$\begin{aligned} R_{SWP,C24,k} &= f_{c,90,k} * A_{ef} * k_{c,90} \\ &= 2,5 * 200 * (30+120+30) * 1,25 \\ &= 112,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Wybočenje:

$$\begin{aligned} R_{Wybočenje:,C24,k} &= 388,9 \text{ kN} \geq 112,5 \text{ kN} \\ &\rightarrow \text{wybočenje nieistotne} \end{aligned}$$

STEICO LVL R 45 mm \* 200 mm

Docisk do podwaliny (słupek skrajny):

$$\begin{aligned} R_{SWP,LVLR,k} &= f_{c,90,flat,k} * A_{ef} * k_{c,90} * k \\ &= 3,6 * 200 * (30+45+30) * 1,25 * 1,20 \\ &= 113,4 \text{ kN} \geq 112,5 \text{ kN} \quad \checkmark \end{aligned}$$

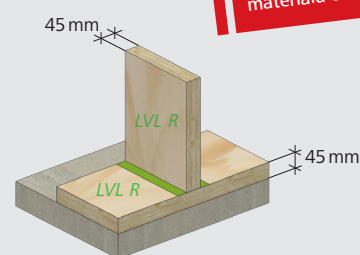
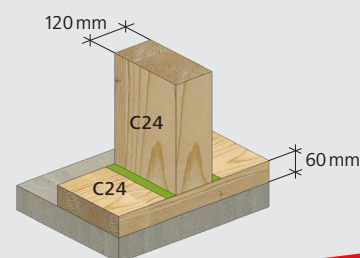
Wybočenje:

$$\begin{aligned} R_{Wybočenje:,LVLR,k} &= 289,2 \text{ kN} \geq 113,4 \text{ kN} \\ &\rightarrow \text{wybočenje nieistotne} \end{aligned}$$

### Zalety smukłych słupków ściennych STEICO LVL R

- nawet do 63 % zredukowane zużycie drewna
- minimalizacja mostków cieplnych dzięki smuklejszym przekrojom
- tylko jeden produkt na magazynie: słupki ściennie, podwaliny/oczepy z jednego materiału
- do 10 % oszczędności na łącznikach dzięki 37 % większej wytrzymałości na docisk
- suche, gotowe elementy konstrukcyjne
- redukcja odkształceń konstrukcji dzięki zmniejszonemu udziałowi drewna oraz niskiemu poziomowi wilgotności

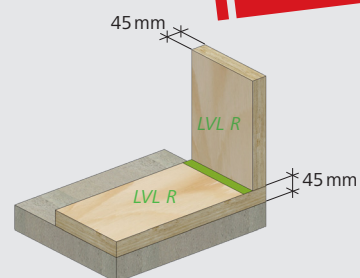
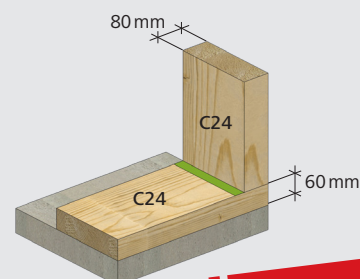
### słupek pośredni



oszczędność  
materiału do 63%

1

### słupek skrajny



oszczędność  
materiału do 44%

2

c STEICO *LVL R* jako nadproże okienneSTEICO *LVL R* jako nadproża okienne:  
nadproża przenoszące największe obciążenia

Zastosowanie STEICO *LVL R* jako nadproże okienne pozwala na optymalizację powszechnie znanych połączeń oraz detali w tym obszarze. Przemysłany układ nadproża okiennego umożliwia uzyskanie filigranowych konstrukcji o wielu zaletach.

## Przegląd zalet

**Wytrzymałość na zginanie oraz moduł sprężystości równoległe do włókien przy ułożeniu na sztorc 1**

- STEICO *LVL R*:  $f_{m,0,edge,k} = 44,0 \text{ N/mm}^2$
- STEICO *LVL R*:  $E_{0,mean} = 14.000 \text{ N/mm}^2$

**Wytrzymałość na ściskanie prostopadłe do włókien w ułożeniu na sztorc 2**

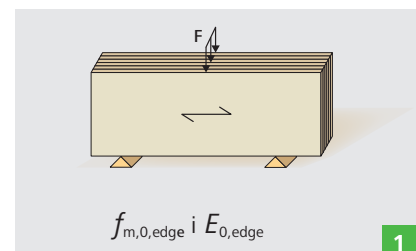
- STEICO *LVL R*:  $f_{c,90,edge,k} = 7,5 \text{ N/mm}^2$

**Układ nadproża okiennego dla ścian o dużej grubości a/b**

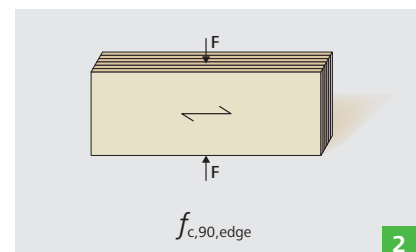
- nadproża okienne przy systemach zacielenia okien
- rezygnacja ze słupków ściennych
- smukłe nadproża, wysokość przekroju optymalnie wykorzystana
- układ z tragarzem jedno- lub wieloprzęstowym
- redukcja zużycia materiału
- detal ulepszony pod względem fizyki budowli

**Układ nadproża okiennego dla smukłych ścian c**

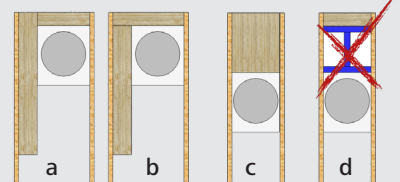
- zastąpienie tragarzy stalowych bez zmian konstrukcyjnych
- łatwiejsze połączenia niż w przypadku tragarzy stalowych
- zredukowana wysokość tragarza w porównaniu do drewna klejonego BSH/GL 24c
- zmniejszone długości podparcia w porównaniu do drewna klejonego (redukcja przekroju nadproża)
- układ z tragarzem jedno- lub wieloprzęstowym
- w razie konieczności możliwość zastosowania większych przekrojów poprzez sklejanie lub połączenie mechaniczne kilku elementów - STEICO *GLVL R*



1



2

**Układy nadproża okiennego**

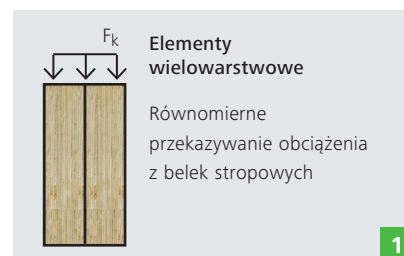
**a/b:** układy nadproża okiennego dla grubych ścian, jako belka jedno- lub wieloprzęstowa

**c:** układ nadproża okiennego dla smukłych ścian

**d:** nadproże okienne w postaci tragarza stalowego nie jest zalecane w budownictwie drewnianym

**Elementy wielowarstwowe, połączone mechanicznie 1**

- Pojedyncze elementy STEICO *LVL R* można połączyć konstrukcyjnie przy pomocy gwoździ, wkrętów czy bolców, pod warunkiem że obciążenie będzie przekazywane w sposób równomierny



1

**Przykłady konstrukcji****a Nadproże okienne STEICO *LVL R* wbudowane na sztorc jako belka jednoprzęsłowa**

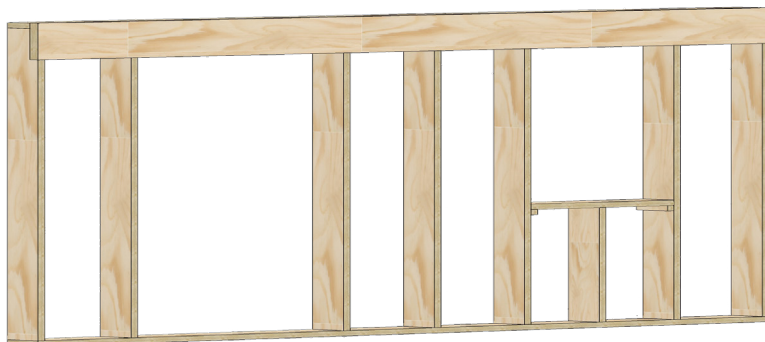
- nadproże okienne jako belka jednoprzęsłowa tylko nad otworami
- w obszarach bez otworów stosowane są słupki ścienne bez nacięć pod nadproże



Słupek ścienny STEICO *LVL R* nacięty tylko w miejscu montażu nadproża. Oczepek nachodzi na nadproże.

**b Nadproże okienne STEICO *LVL R* wbudowane na sztorc jako belka wieloprzęsłowa**

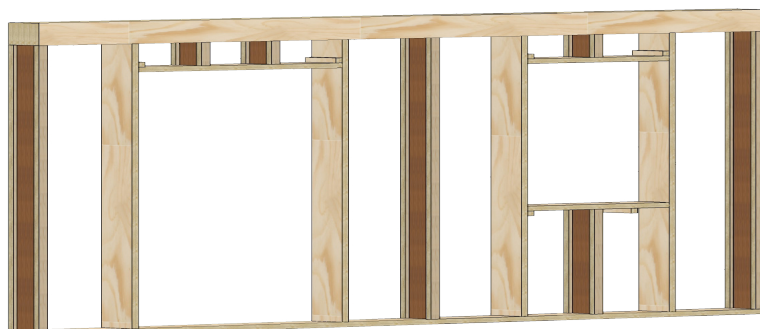
- nadproże okienne ciągle jako belka wieloprzęsłowa
- położenie belek stropowych niezależne od położenia słupków ściennych



Słupek ścienny STEICO *LVL R* nacięty tylko w miejscu montażu nadproża. Nadproże wystaje ponad wysokość słupka, nachodząc na oczepek.

**c Nadproże okienne ze sklejonych elementów STEICO *GLVL R* jako oczepek ciągły**

- nadproże okienne jako belka jednoprzęsłowa lub ciągła belka wieloprzęsłowa
- położenie belek stropowych niezależne od położenia słupków ściennych



Jeszcze bardziej wytrzymałe nadproże okienne STEICO *GLVL R* jako oczepek ciągły.

## STEICO LVL R jako nadproże okienne

## Obliczenia wstępne – STEICO LVL R jako nadproże okienne

Na podstawie przedstawionego budynku referencyjnego obliczono nadproże okienne ze STEICO LVL R dla wariantu **a** (nadproże STEICO LVL R na sztorc, jako belka jednoprzęsłowa). Tabela zawiera maksymalne szerokości otworów w świetle oraz wymagane długości podparcia (szerokość słupka ściennego w płaszczyźnie otworu).

grubość belki [mm]	wysokość belki hbelki [mm]	nadproże jako belka jednoprzęsłowa	
		szerokość otworu w świetle l [m]	min. długość podparcia l <sub>A</sub> [mm]
STEICO LVL R b = 1*45 mm	200	1,45	45
	240	1,75	57
	280	2,05	75
	300	2,20	80
STEICO LVL R b = 1*57 mm	200	1,60	45
	240	1,95	45
	280	2,30	60
	300	2,45	75
STEICO LVL R b = 1*75 mm	200	1,80	45
	240	2,15	45
	280	2,55	45
	300	2,70	57
STEICO LVL R b = 2*45 mm	200	1,95	45
	240	2,35	45
	280	2,75	45
	300	2,90	45
STEICO LVL R b = 2*57 mm	200	2,10	45
	240	2,55	45
	280	3,00	45
	300	3,20	45
STEICO LVL R b = 2*75 mm	200	2,35	45
	240	2,80	45
	280	3,30	45
	300	3,55	45

### Podparcie 1

Obliczenie podparcia nadproża okiennego na słupku ściennym wykonuje się z uwzględnieniem wartości  $k_{c,90}$  równej 1,00. Wyboczenie oraz nacisk słupków ściennych na podwalinę należy obliczyć osobno, przydatne są tu tabele na str. 7 i 9. Jeżeli nadproże okienne składa się z więcej niż jednego elementu, należy upewnić się, że obciążenie jest przekazywane równomiernie na każdy z elementów.

#### Warunki brzegowe / uwagi

Klasa użytkowania = 1

Obciążenie użytkowe =

Kategoria A (obciążenie średniotrwałe)

Śnieg: położenie budynku p.p.m. ≤ 1.000 m

(obciążenie krótkotrwałe)

#### Obliczenie stanu granicznego użyteczności

Obliczenia zostały wykonane zgodnie z

PN EN 1995-1-1, ustęp 7.2. Przyjęto

następujące, podwyższone ograniczenia

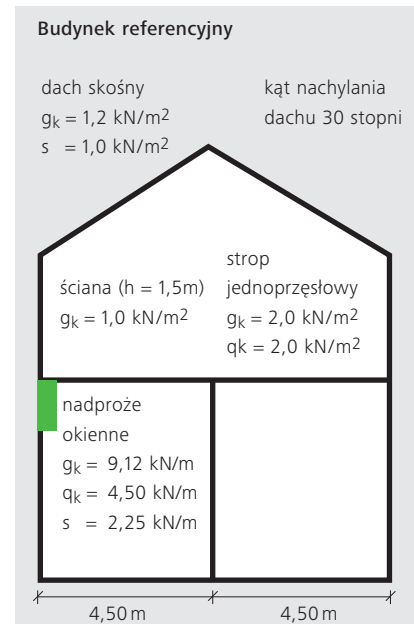
ugięcia:

$$w_{inst} \leq l/400$$

$$w_{net,fin} \leq l/400$$

$$w_{fin} \leq l/300$$

W określonych przypadkach może się okazać, że przytoczone wartości graniczne są zbyt wysokie. Zaleca się wówczas określenie indywidualnych preferencji z inwestorem.



#### Obliczenie stanu granicznego nośności

Uwzględniono obliczenia jednoosiowego ugięcia oraz ścinania wg PN EN 1995-1.1.

Przyjęto, że stopka ściskana jest zabezpieczona przed bocznym wychyleniem.

Tabela i jej zawartość nie zastępuje obliczeń statycznych.

## STEICO LVL X jako belka czołowa: zabezpieczenie przed osiadaniem w płaszczyźnie połączenia kondygnacji



W celu uniknięcia efektu pełzania w złożonym systemie izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynku, należy zredukować osiadanie konstrukcji w obszarze połączenia kondygnacji. Zastosowanie STEICO LVL X jako belka czołowa umożliwia minimalizację udziału drewna wbudowanego poprzecznie oraz dokładne przenoszenie obciążeń. W połączeniu ze smukłą podwaliną/oczepem ze STEICO LVL, powstaje wyjątkowo wytrzymałe połączenie kondygnacji o największej stabilności rozmiarów.

## Przegląd zalet

### Wytrzymałość na ściskanie prostopadle do włókien w ułożeniu na sztorc 1

- STEICO LVL X:  $f_{c,90,edge,k} = 9,0 \text{ N/mm}^2$

### Pęcznienie i skurcz

- wilgotność drewna przy dostawie = wilgotność równoważna podczas użytkowania – brak skurczu
- w STEICO LVL X ok. 20% fornirów jest ułożone prostopadle
- element budowlany o dużej stabilności rozmiarów

### Redukcja osiadania

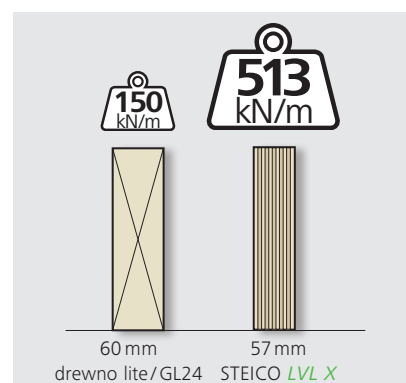
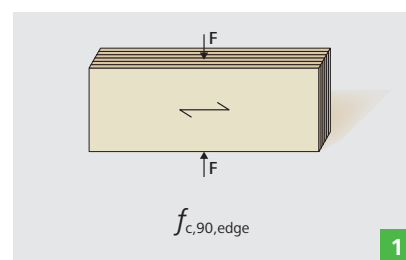
- duża wytrzymałość na ściskanie przy ułożeniu na sztorc
- bardzo małe odkształcenia w skutek ściskania (duży moduł sprężystości)
- pewniejsze przenoszenie obciążeń dzięki prostopadłym fornirów
- brak osiadania, czyli brak efektu pełzania w warstwie termoizolacyjnej fasady

### Redukcja przekroju 2

- dzięki dużej wytrzymałości na ściskanie możliwość zredukowania przekroju w porównaniu do drewna litego C24

### Dalsze zalety STEICO LVL X jako belka czołowa

- belka czołowa zabezpiecza belki stropowe przed przechyleniem
- możliwość mocowania łączników w wąskiej powierzchni
- brak konieczności łączenia belek na długości
- możliwość uzyskania ciągłej belki (długości do 18m redukują konieczność stosowania niekorzystnych połączeń na długości)
- pełna optymalizacja w połączeniu ze smukłą podwaliną/oczepem ze STEICO LVL (redukcja udziału drewna poprzecznego)



### 3,4 razy większa nośność

1 metr bieżący belki czołowej z drewna C24 lub GL24c (wszystkie klasy) o przekroju 60/240 mm osiąga charakterystyczną wytrzymałość na ściskanie 150 kN/m. Z uwagi na poprzeczny układ fornirów STEICO LVL X posiada znacznie większą nośność i sztywność. Belka czołowa ze STEICO LVL X o przekroju 57/240 mm uzyskuje 513 kN/m.



## STEICO LVL X jako belka czołowa

## STEICO LVL X: zalety konstrukcyjne (bezpośrednie podparcie stropu)

Porównanie konstrukcji balonowej (C24/GL24c) do konstrukcji platformowej (belka czołowa STEICO LVL X)		
	konstrukcja balonowa (C24/GL24c)	konstrukcja platformowa z belką czołową STEICO LVL X
łatwa i ekonomiczna technika mocowania	6	
izolacja akustyczna	6	
równe wysokości ścian zewnętrznych i wewnętrznych (takie same formaty płyt i wysokości słupków)	6	
oszczędność kosztów dzięki możliwości rezygnacji z płaszczyzny instalacyjnej	6	
bezpośrednia podpora przenosząca obciążenie	6	
szczelność powietrzna		
stabilność wymiarów		
<b>koszt</b>	<b>wysoki</b>	<b>niski</b>

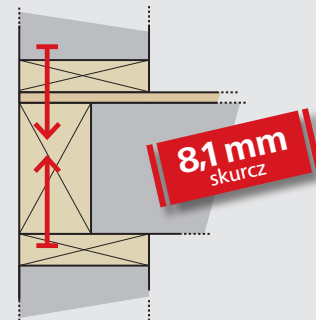
Konstrukcje platformowe umożliwiają firmom wykonawczym wyjątkowo ekonomiczny montaż. Mocowanie elementów stropu bezpośrednio na konstrukcji ściany jest znacznie prostsze w realizacji. Bezpośrednie podparcie umożliwia także łatwiejsze obliczenia statyczne. Przytoczona konstrukcja jest także efektywniejsza pod względem izolacyjności akustycznej.

## STEICO LVL X: największe bezpieczeństwo dla konstrukcji drewnianych

Porównanie różnych produktów przy zastosowaniu jako belka czołowa			
	drewno lite C24	drewno klejone warstwowo	fornir klejony warstwowo STEICO LVL X
wytrzymałość na ściskanie prostopadłe do włókien	2,5 N/mm <sup>2</sup> 100 %	2,5 N/mm <sup>2</sup> 100 %	9,0 N/mm <sup>2</sup> 360 %
wilgotność przy dostawie	do 18%	do 15%	ok. 9%
możliwy skurcz dla przekroju o wysokości 300 mm	do 7 mm	do 5 mm	0 mm
stopień pęcznienia i skurczu w % przy zmianie wilgotności drewna o 1% (mniej = lepiej)	0,25	0,25	0,03
obróbka bez wstępnego nawiercania	tak	tak	tak
ekspozycja na warunki pogodowe podczas budowy	tak	tak	tak
<b>zastosowanie jako belka czołowa</b>	<b>ograniczone</b>	<b>ograniczone</b>	<b>tak</b>

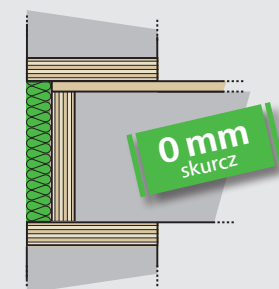
STEICO LVL jako belka czołowa to połączenie stabilności wymiarów, nośności i łatwej obróbki – dlatego STEICO LVL jest najlepszym wyborem dla nowoczesnych konstrukcji drewnianych o najwyższej precyzji.

## Drewno lite C24 – znaczny skurcz



wysokość belki czołowej (C24)	240 mm
grubość podwaliny/ocze pu przylegających elementów ściennych (C24)	60 mm
dopuszczalna wilgotność drewna przy dostawie	<b>do 18%</b>
stopień pęcznienia i skurczu w % przy zmianie wilgotności drewna o 1%	<b>0,25</b>
wilgotność równowagowa w trakcie użytkowania	ok. 9%
zmiana wilgotności	<b>-9%</b>
<b>skurcz</b>	<b>do 8,1 mm</b>

## STEICO LVL X – całkowite zachowanie wymiarów



wysokość belki czołowej (LVL X)	240 mm
grubość podwaliny/ocze pu przylegających elementów ściennych (C24)	45 mm
dopuszczalna wilgotność drewna przy dostawie	<b>ok. 9%</b>
stopień pęcznienia i skurczu w % przy zmianie wilgotności drewna o 1%	<b>0,03</b>
wilgotność równowagowa w trakcie użytkowania	ok. 9%
zmiana wilgotności	<b>0%</b>
<b>skurcz</b>	<b>0 mm</b>

## Konstrukcje stropowe ze STEICO LVL: ekonomiczne stropy o dużych rozpiętościach



STEICO LVL R umożliwia projektowanie oraz wykonywanie ekonomicznych konstrukcji stropowych o dużych rozpiętościach. Bardzo duża wytrzymałość oraz sztywność, jak również dostępność smukłych przekrojów sprawia, że STEICO LVL R nadaje się doskonale do zastosowania w nowoczesnych konstrukcjach stropowych.

### STEICO LVL jako belki stropowe: zalety

#### Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości równoległe do włókien w ułożeniu na sztorc 1

- STEICO LVL R:  $f_{m,0,edge,k} = 44,0 \text{ N/mm}^2$
- STEICO LVL R:  $E_{mean} = 14.000 \text{ N/mm}^2$

#### Konstrukcje stropowe o dużych rozpiętościach 2

- duża sztywność
- duża wytrzymałość

#### Produkt uszlachetniony technologicznie

- produkt prostoliniowy, brak odkształceń
- niski poziom wilgotności, który minimalizuje pęknięcia w skutek skurczu
- smukłe przekroje, a przez to niski ciężar własny

#### Małe długości podparcia

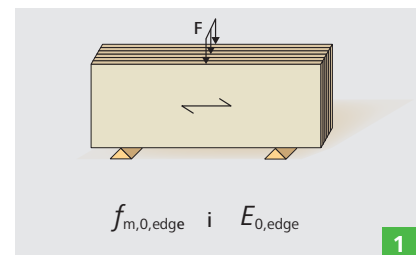
- duża wytrzymałość na ściskanie prostopadle do włókien w ułożeniu na sztorc
- możliwość podparcia stropu na ścianie instalacyjnej
- precyzyjne posadowienie bez konieczności stosowania wzmocnień ze stali
- nośne złącza płytowe zgodnie z niemiecką aprobatą techniczną Z - 9.1 - 649

#### Pewne projektowanie

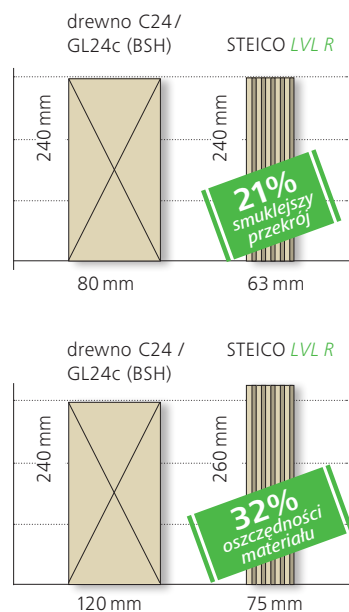
- belki stropowe STEICO LVL R są dostępne w szerokiej gamie wysokości – brak konieczności zamiany na inny materiał jak w przypadku drewna litego (np. zamiana na drewno klejone BSH)
- zalecana smukłość = 1/8  
- np.: STEICO LVL R 75 mm \* 600 mm lub 45 mm \* 360 mm

#### Belki stropowe dla szczególnie wymagających konstrukcji

- stropy mieszkalne o częstotliwości drgań  $\leq 8 \text{ Hz}$
- możliwość uzyskania jeszcze większych rozpiętości niż wskazane przy zachowaniu wymaganych warunków brzegowych



#### Przekroje o takiej samej wytrzymałości na zginanie



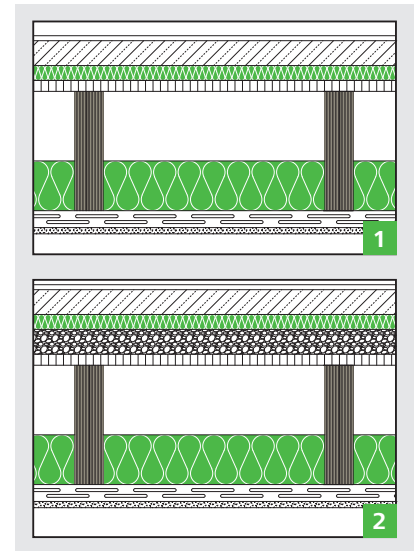
## STEICO LVL konstrukcje stropowe

## Układ warstwowy stropu międzypiętrowego z wylewką betonową 1

1 Podłoga	= 0,10 kN/m <sup>2</sup>
2 Wylewka betonowa 5 cm	= 1,20 kN/m <sup>2</sup>
3 Płyta izolacyjna z włókien drzewnych STEICO <sup>therm</sup> SD	= 0,05 kN/m <sup>2</sup>
4 Drewnopochodna płyta nośna	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>
5 Belki STEICO LVL R z matami STEICO <sup>flex</sup> 100 mm	= 0,30 kN/m <sup>2</sup>
6 Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm na profilach	= 0,20 kN/m <sup>2</sup>
<b>Sumaryczny ciężar własny g<sub>k</sub></b>	<b>= 2,0 kN/m<sup>2</sup></b>

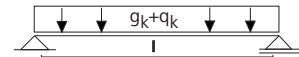
## Układ warstwowy stropu międzypiętrowego z wylewką betonową i podsypką 2

1 Podłoga	= 0,10 kN/m <sup>2</sup>
2 Wylewka betonowa 5 cm	= 1,20 kN/m <sup>2</sup>
3 Płyta izolacyjna z włókien drzewnych STEICO <sup>therm</sup> SD	= 0,05 kN/m <sup>2</sup>
4 Podsypka szybkoschnąca	= 0,75 kN/m <sup>2</sup>
5 Drewnopochodna płyta nośna	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>
6 Belki STEICO LVL R z matami STEICO <sup>flex</sup> 100 mm	= 0,30 kN/m <sup>2</sup>
7 Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm na profilach	= 0,20 kN/m <sup>2</sup>
<b>Sumaryczny ciężar własny g<sub>k</sub></b>	<b>= 2,75 kN/m<sup>2</sup></b>



## Maksymalne rozpiętości podpór w metrach [m] dla belek jednoprzęsłowych STEICO LVL R

uwzględniono drgania

obciążenie zmienne q<sub>k</sub> = 2,8 kN/m<sup>2</sup>

grubość [mm]	wysokość H [mm]	ciężar własny g <sub>k</sub> = 2,00 kN/m <sup>2</sup> rozstaw belek [cm]			ciężar własny g <sub>k</sub> = 2,75 kN/m <sup>2</sup> rozstaw belek [cm]		
		41,7	50,0	62,5	41,7	50,0	62,5
STEICO LVL R 45	200	3,75	3,55	3,25	3,50	3,30	3,05
	220	4,05	3,85	3,60	3,75	3,60	3,35
	240	4,30	4,15	3,90	4,00	3,80	3,60
	280	4,85	4,65	4,40	4,45	4,30	4,05
	300	5,10	4,85	4,60	4,70	4,50	4,25
	360	5,85	5,55	5,25	5,40	5,15	4,90
STEICO LVL R 57	200	4,00	3,80	3,55	3,70	3,55	3,35
	220	4,30	4,10	3,90	3,95	3,80	3,60
	240	4,60	4,40	4,15	4,25	4,05	3,85
	280	5,15	4,90	4,65	4,75	4,55	4,30
	300	5,40	5,15	4,90	5,00	4,75	4,50
	360	6,20	5,90	5,60	5,70	5,45	5,15
STEICO LVL R 75	200	4,30	4,10	3,85	3,95	3,80	3,60
	220	4,60	4,40	4,15	4,25	4,05	3,85
	240	4,90	4,70	4,45	4,55	4,35	4,10
	280	5,50	5,25	4,95	5,05	4,85	4,60
	300	5,80	5,50	5,25	5,35	5,10	4,85
	360	6,60	6,35	6,00	6,10	5,85	5,50
	400	7,15	6,85	6,45	6,60	6,30	6,00

## Warunki brzegowe / Uwagi

Ekspozycja: klasa użytkowania = 1

Kategoria obciążenia użytkowego = A

Klasa trwania obciążenia = średniotrwałe

Obliczenia wykonano przy pomocy programu STEICO<sup>xpress</sup>

Wskazówka: dostępne przekroje można sprawdzić w aktualnym cenniku STEICO.

## Obliczenie stanu granicznego użyteczności

Obliczenia przeprowadzone zgodnie z ustępami 7.2 i 7.3 normy EN 1955-1-1.

$$w_{inst} \leq l/300$$

$$w_{net,fin} \leq l/300$$

$$w_{fin} \leq l/200$$

## Częstotliwość graniczna do obliczenia drgań

$$f_1, \text{ graniczne} > 8,0 \text{ Hz}$$

## Obliczenie stanu granicznego nośności

Uwzględniono obliczenia jednoosiowego ugięcia oraz ścinania. Wartości w tabeli nie uwzględniają nacisku podpory, obciążeń punktowych oraz od wiatru. Tabela i jej zawartość nie zastępuje obliczeń statycznych.

## Systemy stropowe STEICO LVL: zalety

Opłacalną alternatywą dla konwencjonalnych konstrukcji stropowych są systemy stropowe z elementów STEICO LVL – zwłaszcza gdy wymagane są duże rozpiętości. Systemy stropowe STEICO LVL składają się z płyt poszyciowych STEICO LVL X, żeber STEICO LVL R lub z masywnych elementów klejonych ze STEICO GLVL R.

### Konstrukcje łączone

- obciążenia pionowe są przenoszone przez poszycie w formie płyt STEICO LVL X
- duże formaty płyt STEICO LVL X umożliwiają szybkie usztywnienie stropu
- duże rozpiętości umożliwiają swobodne projektowanie przestrzeni użytkowej
- manualne połączenia elementów przy użyciu zszywek, gwoździ lub wkrętów ciesielskich
- połączenia klejone poszczególnych elementów w certyfikowanych zakładach produkcyjnych

#### Konstrukcja łączona: strop żebrowy STEICO LVL 1

- poszycie górne: STEICO LVL X
- żebra: STEICO LVL R
- połączenie: łączniki mechaniczne lub sklejenie

#### Konstrukcja łączona: strop skrzynkowy STEICO LVL 2

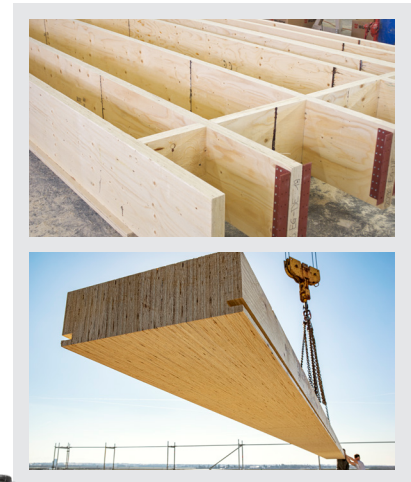
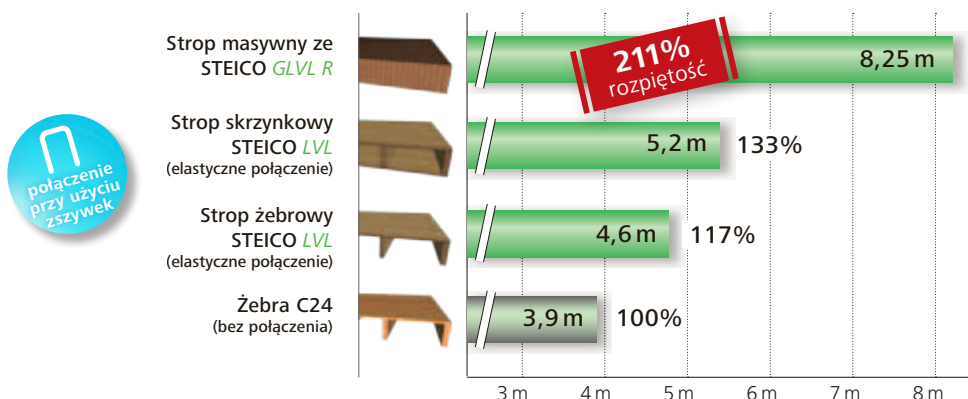
- poszycie górne i dolne: STEICO LVL X
- żebra: STEICO LVL R
- połączenie: łączniki mechaniczne lub sklejenie

### Elementy masywne

#### Strop masywny ze STEICO GLVL R 3

- wielowarstwowo sklejone lamele STEICO LVL R
- element o bardzo dużej wytrzymałości mechanicznej dla stropów o dużych rozpiętościach
- może być stosowany jako element widoczny

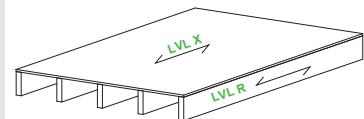
### Porównanie rozpiętości drewnianych systemów stropowych



#### Montaż manualny

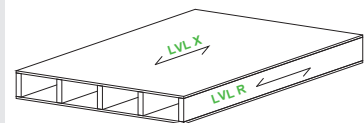
Elastyczne połączenia stropów żebrowych i skrzynkowych przy użyciu zszywek lub wkrętów (klejenie **nie** jest wymagane)

#### strop żebrowy STEICO LVL



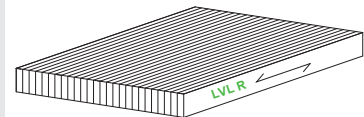
1

#### strop skrzynkowy STEICO LVL



2

#### strop masywny STEICO GLVL R



3

Dopuszczono do użytkowania w budownictwie zgodnie z niemiecką aprobatą techniczną Z-9.1-870

Ogólne warunki brzegowe: system statyczny belka jednoprzęsłowa | klasa użytkowania 1 | kategoria obciążenia użytkowego A | ciężar własny  $g_k = 2,20 \text{ kN/m}^2$  | obciążenie użytkowe  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$  | częstotliwość graniczna do obliczenia drgań  $> 8 \text{ Hz}$  | rozstaw żeber  $e = 625 \text{ mm}$  | wysokość żeber  $h_w = 240 \text{ mm}$  i  $h_{LVL \text{ massiv}} = 280 \text{ mm}$  | grubość żeber  $b_{w,C24} = 60 \text{ mm}$  i  $b_{w,LVL R} = 57 \text{ mm}$  | STEICO LVL X poszycie  $t = 27 \text{ mm}$  | łączniki: zszywki o średnicy:  $d = 2,0 \text{ mm}$ , długość zszywek  $l = 70 \text{ mm}$ , odległość pomiędzy zszywkami przy elastycznym połączeniu  $s_{VM} = 30 \text{ mm}$

## Poszycie dachów i stropów: wyjątkowo duża wytrzymałość i sztywność

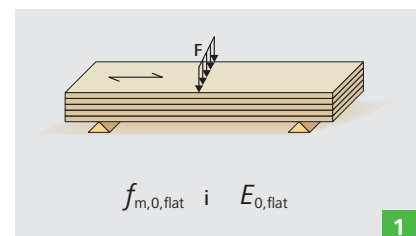


Z perspektywy statyki poszycie dachów i stropów przy pomocy płyt STEICO LVL X pełni funkcję deskowania oraz tarczy usztywniającej. Z uwagi na bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną, sztywność oraz bogatą gamę dostępnych formatów STEICO LVL X nadaje się doskonale do zastosowania w tym zakresie. Możliwe jest także wykorzystywanie produktu w specjalistycznych obszarach np. w postaci elementów giętych (zgodnie z niemiecką aprobatą techniczną Z-9.1-842).

## Przegląd zalet

### Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości równoległe do włókien w ułożeniu na płasko ( $t \geq 27$ mm) **1**

- STEICO LVL X:  $f_{m,0,flat,k} = 36,0$  N/mm<sup>2</sup>
- STEICO LVL X:  $E_{0,mean} = 10.600$  N/mm<sup>2</sup>



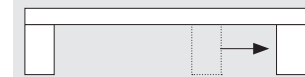
### Wytrzymałość na ścinanie w zastosowaniu jako poszycie

- STEICO LVL X:  $f_{v,edge,k} = 4,6$  N/mm<sup>2</sup>

### Duża wytrzymałość i sztywność **2**

- większe rozstawy osiowe belek lub płatwi
- poprzeczny układ fornirów wpływa pozytywnie na drganie stropów
- łatwa aplikacja łączników bez wstępnego nawiercania

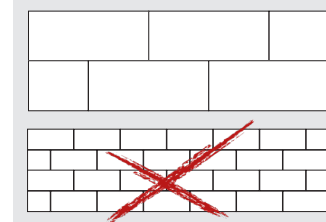
Większe rozstawy osiowe belek lub płatwi



### Dostępność płyt w dużych formatach **3**

- szerokość do 2,5 m i długość aż do 18 m
- grubości płyt do 63 mm
- możliwość posadowienia płyty na wielu punktach podparcia (układy wieloprzęsłowe)
- szybkie wykonawstwo, mniej etapów pracy
- redukcja ilości połączeń pomiędzy płytami

Szybszy postęp prac wykonawczych dzięki dużym formatom płyt



Duży format płyt STEICO LVL X z szerokością do 2,5 m i długością do 18 m redukuje ilość połączeń pomiędzy płytami oraz przyspiesza prace wykonawcze.

### Dalsze zalety STEICO LVL X jako poszycie dachów i stropów

- duża stabilność rozmiarów dzięki poprzecznym fornirów (ok. 20%)
- mniejsze pęcznienie w porównaniu do płyt OSB czy sklejki

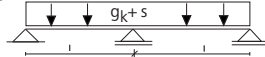
## Obliczenia wstępne – STEICO LVL X jako deskowanie dachu


### Maksymalne rozpiętości w układzie jednoprzęsłowym / płyta rozciągnięta wzdłuż osi głównej



		dach pokryty blachą 1			dach z warstwą żwiru 2		
pokrycie [kN/m <sup>2</sup> ]		0,35			2,0		
obciążenie śniegiem [kN/m <sup>2</sup> ]		0,52	0,68	0,88	0,52	0,68	0,88
grubości płyt [mm]		maksymalna rozpiętość l [m]					
 kierunek montażu	27	1,70	1,70	1,65	1,05	1,05	1,05
	30	1,90	1,90	1,85	1,20	1,20	1,20
	33	2,05	2,05	2,00	1,30	1,30	1,30
	39	2,35	2,35	2,35	1,50	1,50	1,50
	45	2,70	2,70	2,65	1,75	1,75	1,75
	51	3,00	3,00	3,00	1,95	1,95	1,95
	57	3,30	3,30	3,30	2,20	2,20	2,20
	63	3,55	3,55	3,55	2,40	2,40	2,40
69	3,85	3,85	3,85	2,60	2,60	2,60	

### Maksymalne rozpiętości w układzie dwuprzęsłowym / płyta rozciągnięta wzdłuż osi głównej



		dach pokryty blachą 1			dach z warstwą żwiru 2		
pokrycie [kN/m <sup>2</sup> ]		0,35			2,0		
obciążenie śniegiem [kN/m <sup>2</sup> ]		0,52	0,68	0,88	0,52	0,68	0,88
grubości płyt [mm]		maksymalna rozpiętość l [m]					
 kierunek montażu	27	2,20	2,10	1,95	1,40	1,40	1,40
	30	2,50	2,35	2,20	1,55	1,55	1,55
	33	2,70	2,55	2,40	1,70	1,70	1,70
	39	3,15	3,00	2,85	2,05	2,05	2,05
	45	3,60	3,45	3,25	2,35	2,35	2,35
	51	4,00	3,85	3,65	2,65	2,65	2,65
	57	4,40	4,25	4,10	2,95	2,95	2,95
	63	4,80	4,70	4,50	3,25	3,25	3,25
69	5,15	5,10	4,90	3,50	3,50	3,50	

#### Warunki brzegowe/uwagi

Klasa użytkowania = 2

Obciążenie śniegiem dachu:  $s = \mu * s_k$   
gdzie  $\mu = 0,8$

Klasa trwania obciążenia = krótkotrwała  
(położenie budynku p.p.m.  $\leq 1000$  m)

Kąt nachylenia dachu  $\alpha = 0$  stopni

Ciążar własny płyt STEICO LVL X został już uwzględniony i dlatego nie musi być przytaczany dodatkowo w obliczeniach.

#### Obliczenie stanu granicznego użyteczności

Obliczenia przeprowadzone zgodnie z ustępem 7.2 normy PN EN 1955-1-1. Przyjęto następujące wartości graniczne odkształcenia:

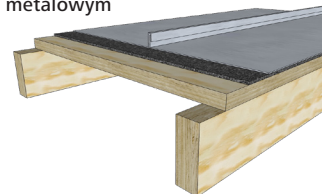
$$w_{inst} \leq l/200$$

$$w_{net,fin} \leq l/250$$

$$w_{fin} \leq l/150$$

W określonych przypadkach może się okazać, że przytoczone wartości graniczne są zbyt wysokie. Zaleca się wówczas określenie indywidualnych preferencji z inwestorem.

#### Przegroda dachu z pokryciem metalowym



- 1 Blacha = 0,34 kN/m<sup>2</sup>
- 2 Mata kubelkowa = 0,01 kN/m<sup>2</sup>
- 3 STEICO LVL X = automatycznie

$$g_{przegroda,k} = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

#### Przegroda dachu z warstwą żwiru



- 1 Warstwa żwiru (6cm) = 1,20 kN/m<sup>2</sup>
- 2 Uszczelnienie = 0,07 kN/m<sup>2</sup>
- 3 STEICOroof = 0,60 kN/m<sup>2</sup>
- 4 Paroizolacja = 0,07 kN/m<sup>2</sup>
- 5 STEICO LVL X = automatycznie

$$g_{przegroda,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

belki stropowe = STEICO LVL R  
deskowanie dachu = STEICO LVL X

#### Obliczenie stanu granicznego nośności

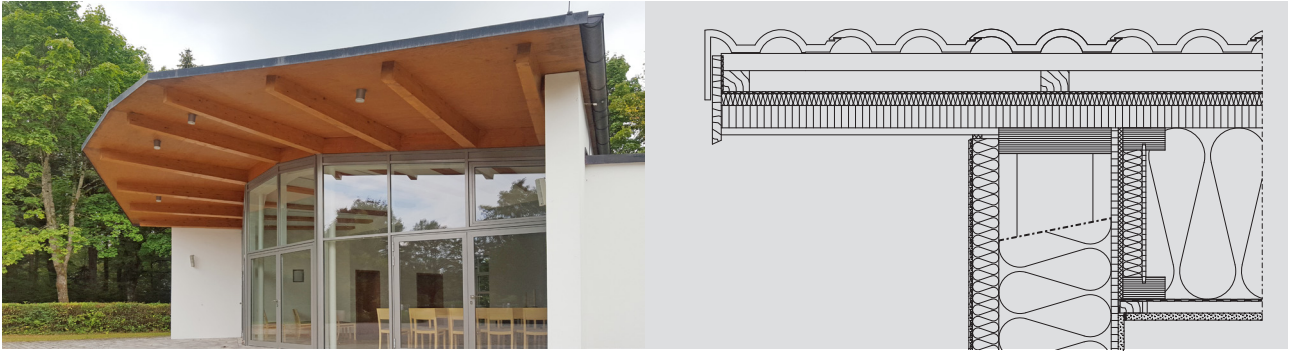
Uwzględniono obliczenia jednoosiowego ugięcia oraz ścinania wg PN EN 1995-1-1 jak także obciążenie zmienne (człowiek) wg PN EN 1991-1-1/ NA:2010 tabela 6.10.

Obciążenie śniegiem zostało zredukowane o współczynnik  $\mu$  dla kątów nachylenia dachu  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  i równomiernie rozłożone. Wartości w tabeli nie uwzględniają nacisku podpory, obciążeń punktowych oraz od wiatru. Tabela i jej zawartość nie zastępuje obliczeń statycznych.

Wskazówka: dostępne przekroje można sprawdzić w aktualnym cenniku STEICO.

## G STEICO LVL X jako dach wystający

# STEICO LVL X jako dach wystający: smukły, elegancki, nośny

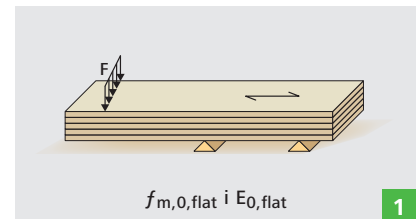


Płyty STEICO LVL X umożliwiają ekonomiczną i łatwą realizację smukłych konstrukcji dachów wystających – efekt: filigranowa linia dachu. Kierunek ułożenia oraz podział płyt zaleca się uwzględnić już podczas projektowania. Dla obszarów narożnych, w których to występują z reguły największe odkształcenia, utworzono osobne zalecenia wykonawcze.

## Przegląd zalet

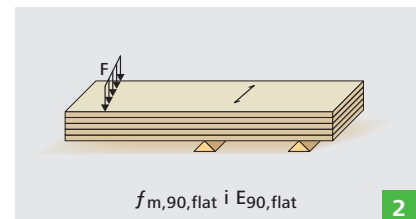
### Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości równoległe do włókien w ułożeniu na płasko (t ≥ 27 mm) 1

- STEICO LVL X:  $f_{m,0,flat,k} = 36,0 \text{ N/mm}^2$
- STEICO LVL X:  $E_{0,mean} = 10.600 \text{ N/mm}^2$



### Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości prostopadłe do włókien w ułożeniu na płasko (t ≥ 27 mm) 2

- STEICO LVL X:  $f_{m,90,flat,k} = 8,0 \text{ N/mm}^2$
- STEICO LVL X:  $E_{m,90,flat,mean} = 2.500 \text{ N/mm}^2$

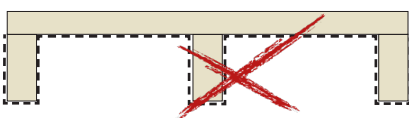


### Linia dachu odpowiadająca wymaganiom architektonicznym

- filigranowe, obiegające linie
- zastosowanie w dachach skośnych i płaskich
- duże formaty płyt, mniej połączeń pomiędzy płytami
- dachy wystające nawet do 2,0 m

### Połączenia

- łatwe połączenia z fasadą zarówno w obszarze okapu jak i szczytów
- brak konieczności stosowania desek zamykających i przepustnic
- łatwa prefabrykacja
- brak konieczności obróbki innych materiałów budowlanych jak w przypadku krokwi (np. membrany, płyty fasadowe)



kosztowne połączenia z krokwiami z drewna litego

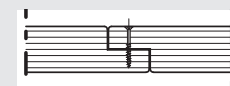


łatwe i szybkie połączenia ze STEICO LVL X

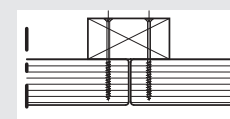
### Możliwości wykonania połączenia płyt



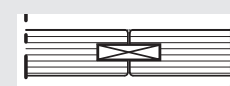
deska montażowa



zakład



deska montażowa

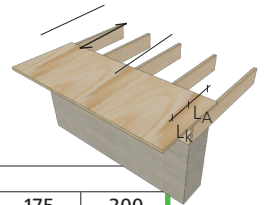


obce pióro

## Obliczenia wstępne – STEICO LVL X jako płyty na konstrukcje dachów wystających

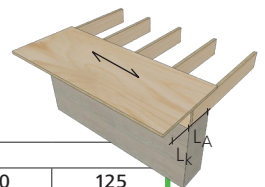
Minimalne grubości płyt STEICO LVL X w [mm] w obszarze regularnym  
płyta wysunięta **wzdłuż osi głównej**

obciążenia [kN/m <sup>2</sup> ]		długość występu $l_k$ [cm]											
przegroda	śnieg	40	50	60	70	80	90	100	110	125	150	175	200
$g_k = 0,15$	$s = 0,52$	27	27	27	27	27	27	33	33	39	45	51	57
	$s = 0,68$	27	27	27	27	27	27	33	33	39	45	51	60
	$s = 0,88$	27	27	27	27	27	33	33	39	39	45	51	63
$g_k = 0,65$	$s = 0,52$	27	27	27	27	27	33	33	39	45	51	57	63
	$s = 0,68$	27	27	27	27	27	33	39	39	45	51	63	69
	$s = 0,88$	27	27	27	27	33	33	39	39	45	57	63	69
$g_k = 1,5$	$s = 0,52$	27	27	27	33	33	39	39	45	51	63	69	–
	$s = 0,68$	27	27	27	33	33	39	45	45	51	63	69	–
	$s = 0,88$	27	27	27	33	33	39	45	45	51	63	–	–



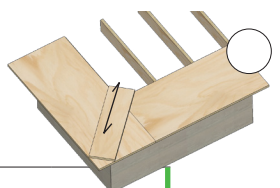
Minimalne grubości płyt STEICO LVL X w [mm] w obszarze regularnym  
płyta wysunięta **w poprzek osi głównej**

obciążenia [kN/m <sup>2</sup> ]		długość występu $l_k$ [cm]											
przegroda	śnieg	40	50	60	70	80	90	100	110	125	150	175	200
$g_k = 0,15$	$s = 0,52$	27	27	27	33	39	45	45	51	51	57	63	69
	$s = 0,68$	27	27	33	33	39	45	51	51	57	63	69	69
	$s = 0,88$	27	27	33	39	45	45	51	51	57	63	69	69
$g_k = 0,65$	$s = 0,52$	27	27	33	39	45	51	51	57	57	63	69	69
	$s = 0,68$	27	27	33	39	45	51	57	57	63	63	69	69
	$s = 0,88$	27	33	39	39	45	51	57	57	63	63	69	69
$g_k = 1,5$	$s = 0,52$	27	33	39	45	51	57	63	63	69	–	–	–
	$s = 0,68$	27	33	39	45	51	57	63	63	–	–	–	–
	$s = 0,88$	27	33	39	51	57	63	69	69	–	–	–	–



Minimalne grubości płyt STEICO LVL R w [mm] w obszarze narożnika  
wzmocnienie wysunięte **wzdłuż osi głównej**

obciążenia [kN/m <sup>2</sup> ]		długość występu $l_k$ [cm]											
przegroda	śnieg	40/40	50/50	60/60	70/70	80/80	90/90	100/100	110/110	125/125	150/150	175/175	200/200
$g_k = 0,15$	$s = 0,52$	27*215	27*275	27*340	33*300	33*530	39*520	45*520	51*530	57*670	63*720	69*720	75*870
	$s = 0,68$	27*215	27*275	27*340	33*340	39*350	39*580	45*580	51*590	57*720	63*720	69*720	75*870
	$s = 0,88$	27*215	27*275	27*380	33*385	39*400	45*420	45*660	51*670	57*820	63*820	69*820	75*870
$g_k = 0,65$	$s = 0,52$	27*220	27*290	33*275	39*315	39*565	45*600	51*640	57*680	63*885	69*885	75*885	81*885
	$s = 0,68$	27*220	27*290	33*275	39*315	39*565	45*600	51*640	57*680	63*885	69*885	75*885	81*885
	$s = 0,88$	27*220	27*290	33*275	39*315	39*565	45*600	51*640	57*680	63*885	69*885	75*885	81*885
$g_k = 1,5$	$s = 0,52$	27*235	33*230	39*295	45*360	51*430	57*500	60*670	69*645	75*870	81*870	87*870	93*870
	$s = 0,68$	27*235	33*230	39*295	45*360	51*430	57*500	60*670	69*645	75*870	81*870	87*870	93*870
	$s = 0,88$	27*235	33*230	39*295	45*360	51*430	57*500	60*670	69*645	75*870	81*870	87*870	93*870



### Przykład obliczeniowy

1. Określenie wartości własnych: np. ciężar własny przegrody ( $g_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$ ); obciążenie dachu śniegiem ( $s = 0,68 \text{ kN/m}^2$ ); długość występu ( $l_k = 60 \text{ cm}$ )

2. Grubości płyt STEICO LVL X (odczytane z tabeli)

Regularny obszar występu wzdłuż osi głównej  $t = 27 \text{ mm}$ , regularny obszar występu w poprzek osi głównej  $t = 33 \text{ mm}$ .

STEICO LVL R jako wzmocnienie narożnika (z tabeli)  $t = 33 \text{ mm}$  i  $b = 275 \text{ mm}$



## Wykonanie wzmocnienia narożnika

Obszar narożników należy rozpatrywać osobno, ponieważ występ mierzony tutaj przekątnie jest większy niż pozostały występ regularny. Najprostszym rozwiązaniem konstrukcyjnym w tym miejscu będzie zastosowanie wzmocnienia narożnika ze STEICO LVL R.

Taki wariant wzmocnienia ma następujące zalety:

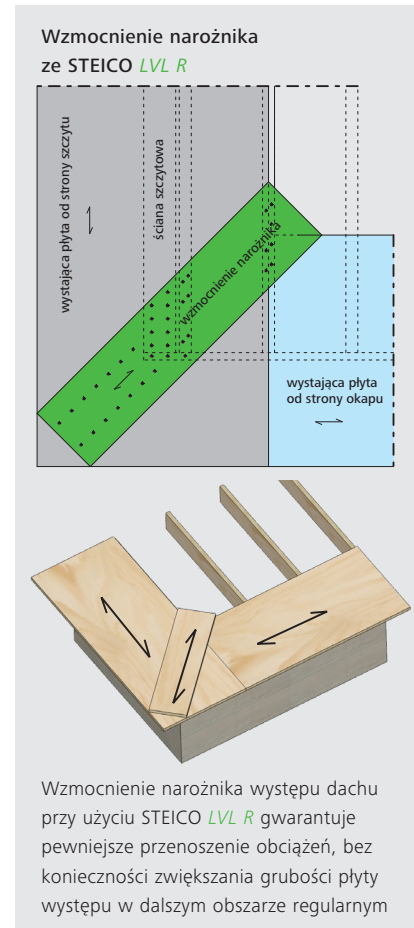
- dla występu można zastosować takie same obliczenia jak dla obszaru regularnego
- do kalkulacji można przyjąć system zastępczy o ujednoliconych rozmiarach (taka sama grubość, wszystko od jednego producenta)

### Zalecenia wykonawcze

Konstrukcje dachów wystających ulegają w nocy bardzo szybkiemu, obustronnemu wychłodzeniu. W związku z tym STEICO zaleca ocieplenie górnej powierzchni płyt STEICO LVL X, w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia wody kondensacyjnej na jej spodniej stronie. Doskonałym rozwiązaniem będzie tutaj płyta termoizolacyjna z włókien drzewnych STEICO *universal* lub STEICO *universal dry*.

STEICO LVL X jest materiałem typowo konstrukcyjnym. Wybór i układ fornirów (również tych widocznych, zewnętrznych) jest kierowany właściwościami mechanicznymi, a nie aspektami wizualnymi. W celu poprawienia jakości wizualnej zaleca się zatem zastosowanie dodatkowego pokrycia dekoracyjnego.

W przypadku rezygnacji z dodatkowego pokrycia dekoracyjnego niezbędne jest zastosowanie odpowiedniego systemu zabezpieczenia drewna (impregnacja). Szczegółowe informacje na temat zalecanych systemów impregacyjnych (np. pokostowanie) uzyskają Państwo kontaktując się np. z firmą Remmers.



### Warunki brzegowe / uwagi

Klasa użytkowania = 2

Obciążenie śniegiem dachu:  $s = \mu * s_k$   
gdzie  $\mu = 0,8$

Klasa trwania obciążenia = krótkotrwałe  
(położenie budynku p.p.m  $\leq 1000$  m)

Nachylenie dachu wystającego  $\alpha = 0$  stopni

Długość mocowania wystającej płyty do konstrukcji  $L_k \leq L_A$

Uwzględnione obciążenie wiatrem  
 $w_k = 0,325$  kN/m<sup>2</sup>

Uwzględnione obciążenie zmienne (człowiek)  
 $Q_k = 1,0$  kN

System statyczny: płyta wystająca przymocowana jednostronnie

Ciężar płyt został uwzględniony

### Obliczenie stanu granicznego użyteczności

Obliczenia zostały przeprowadzone zgodnie z ustępem 7.2 normy PN EN 1955-1-1. Przyjęto następujące wartości graniczne odkształcenia:

$$\begin{aligned} w_{inst} &\leq l/150 \\ w_{net,fin} &\leq l/150 \\ w_{fin} &\leq l/100 \end{aligned}$$

W określonych przypadkach może się okazać, że przytoczone wartości graniczne są zbyt wysokie. Zaleca się wówczas określenie indywidualnych preferencji z inwestorem.

### Obliczenie stanu granicznego nośności

Uwzględniono obliczenia jednoosiowego ugięcia oraz ścinania. Wartości w tabeli nie uwzględniają wartości związanych z podparciem, jak nacisk podpory czy rodzaj i nośność łączników. Wartości w tabeli dotyczą płyt ułożonych linearnie.

Tabela i jej zawartość nie zastępuje obliczeń statycznych.

Wskazówka: dostępne przekroje można sprawdzić w aktualnym cenniku STEICO.

## Elementy łukowe ze STEICO LVL X: indywidualne i ekonomiczne konstrukcje



Indywidualna obróbka w centrum CNC

Przykładowa realizacja

Elementy łukowe ze STEICO LVL X umożliwiają wykonanie ekonomicznych a zarazem indywidualnych konstrukcji. Płyty bazowe o szerokości 2,5 m oraz długości 18 m pozwalają na efektywną optymalizację odpadów. Dzięki strukturze ułożenia fornirów (ok. 20% fornirów poprzecznych) elementy przenoszą obciążenia w obu osiach. Określone wytrzymałości mechaniczne można obliczyć w zależności od kąta  $\alpha$  według niemieckiej aprobaty technicznej Z-9.1-842.

### Przegląd zalet

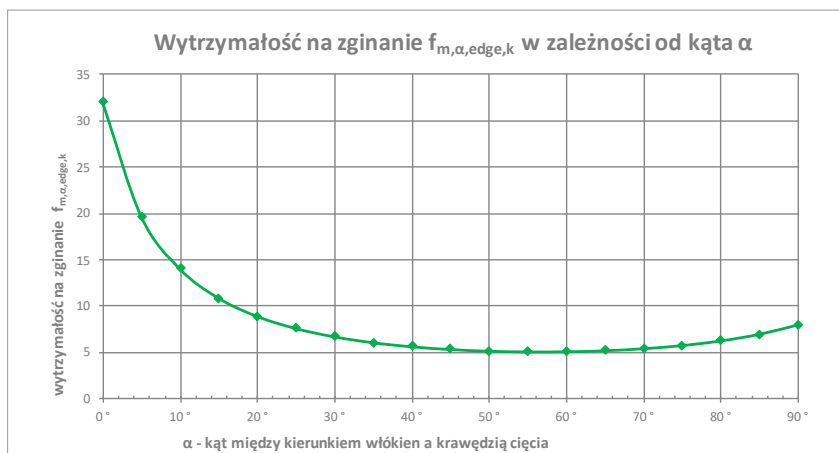
**Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości równoległe do włókien w ułożeniu na sztorc ( $t \geq 27$  mm) 1**

- STEICO LVL X:  $f_{m,0,edge,k} = 32,0$  N/mm<sup>2</sup>
- STEICO LVL X:  $E_{0,mean} = 10.600$  N/mm<sup>2</sup>

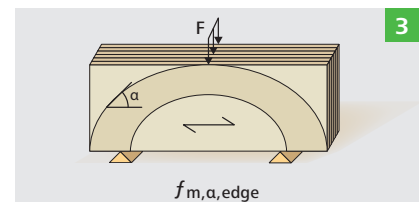
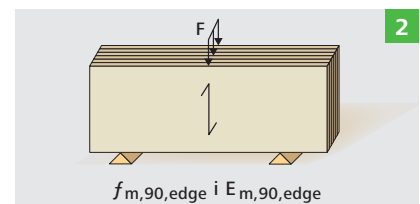
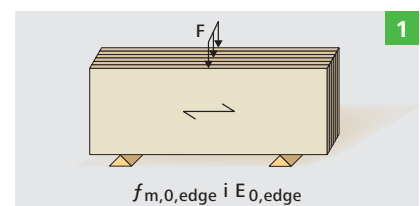
**Wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości prostopadłe do włókien w ułożeniu na sztorc ( $t \geq 27$  mm) 2**

- STEICO LVL X:  $f_{m,90,edge,k} = 8,0$  N/mm<sup>2</sup>
- STEICO LVL X:  $E_{m,90,edge,mean} = 3.000$  N/mm<sup>2</sup>

**Wytrzymałość na zginanie w zależności od kąta  $\alpha$  w ułożeniu na sztorc ( $t \geq 27$  mm) według niemieckiej aprobaty technicznej Z-9.1-842, wzór (9) 3**



Wartość minimalna:  $f_{m,57^\circ,edge,k} = 5,1$  N/mm<sup>2</sup>



kąt $\alpha$ [°]	$f_{m,\alpha,edge,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
0	32,0
10	14,0
20	8,9
30	6,7
40	5,6
50	5,2
60	5,1
70	5,4
80	6,3
90	8,0

## Właściwości mechaniczne STEICO LVL

## Właściwości mechaniczne STEICO LVL

Poniższa tabela zawiera wartości charakterystyczne w N/mm<sup>2</sup> dla STEICO LVL R oraz STEICO LVL X. Dodatkowo w tabeli wymienione zostały dalsze właściwości ujęte w deklaracji właściwości użytkowych. Na kolejnej stronie poszczególne właściwości zostały przedstawione w rozszerzonej formie graficznej.

właścicość	symbol	odnośnik	jednostka	STEICO LVL R	STEICO LVL X (t ≤ 24 mm)	STEICO LVL X (t ≥ 27 mm)
<b>wytrzymałość na zginanie</b>						
na sztorc, równolegle do włókien (wysokość 300 mm)	$f_{m,0,edge,k}$	<b>A</b>	N/mm <sup>2</sup>	44	30	32
wykładnik wpływu wymiarów	s	–		0,15	0,15	0,15
na sztorc, prostopadłe do włókien (wysokość 300 mm)	$f_{m,90,edge,k}$	<b>B</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	10	8
na płasko, równolegle do włókien	$f_{m,0,flat,k}$	<b>C</b>	N/mm <sup>2</sup>	50	32	36
na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{m,90,flat,k}$	<b>D</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	7	8
<b>wytrzymałość na rozciąganie</b>						
równolegle do włókien (długość 3000 mm)	$f_{t,0,k}$	<b>E</b>	N/mm <sup>2</sup>	36	21	22
na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{t,90,edge,k}$	<b>F</b>	N/mm <sup>2</sup>	0,9	7	5
<b>wytrzymałość na ściskanie</b>						
równolegle do włókien	$f_{c,0,k}$	<b>G</b>	N/mm <sup>2</sup>	40	26	30
na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{c,90,edge,k}$	<b>H</b>	N/mm <sup>2</sup>	7,5	9	9
na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{c,90,flat,k}$	<b>I</b>	N/mm <sup>2</sup>	3,6	4	4
<b>wytrzymałość na ścinanie</b>						
na sztorc, równolegle do włókien	$f_{v,0,edge,k}$	<b>J</b>	N/mm <sup>2</sup>	4,6	4,6	4,6
na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{v,90,edge,k}$	<b>K</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	4,6	4,6
na płasko, równolegle do włókien	$f_{v,0,flat,k}$	<b>L</b>	N/mm <sup>2</sup>	2,6	1,1	1,1
na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{v,90,flat,k}$	<b>M</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	1,1	1,1
<b>moduł sprężystości</b>						
równolegle do włókien	$E_{0,mean}$	<b>A C</b>	N/mm <sup>2</sup>	14.000	10.000	10.600
równolegle do włókien	$E_{0,k}$	<b>A C</b>	N/mm <sup>2</sup>	12.000	9.000	9.000
na sztorc, prostopadłe do włókien	$E_{90,edge,mean}^1$	<b>B</b>	N/mm <sup>2</sup>	430	3.500	3.000
na sztorc, prostopadłe do włókien	$E_{90,edge,k}^2$	<b>B</b>	N/mm <sup>2</sup>	350	2.700	2.300
na płasko, prostopadłe do włókien	$E_{m,90,flat,mean}$	<b>D</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	1.300	2.500
na płasko, prostopadłe do włókien	$E_{m,90,flat,k}$	<b>D</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	1.000	1.800
<b>moduł ścinania</b>						
na sztorc, równolegle do włókien	$G_{0,edge,mean}$	<b>J</b>	N/mm <sup>2</sup>	600	600	600
na sztorc, równolegle do włókien	$G_{0,edge,k}$	<b>J</b>	N/mm <sup>2</sup>	400	400	400
na płasko, równolegle do włókien	$G_{0,flat,mean}$	<b>L</b>	N/mm <sup>2</sup>	560	150	150
na płasko, równolegle do włókien	$G_{0,flat,k}$	<b>L</b>	N/mm <sup>2</sup>	400	130	130
na płasko, prostopadłe do włókien	$G_{90,flat,mean}$	<b>M</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	150	150
na płasko, prostopadłe do włókien	$G_{90,flat,k}$	<b>M</b>	N/mm <sup>2</sup>	NPD	130	130
<b>gęstość objętościowa</b>						
wartość średnia	$\rho_{mean}$	–	kg/m <sup>3</sup>	550	530	530
kwantyl 5 % gęstości objętościowej	$\rho_k$	–	kg/m <sup>3</sup>	480	480	480
<b>klasa reakcji na ogień</b>	–	–	–	D-s1, d0	D-s1, d0	D-s1, d0
<b>klasa emisji formaldehydu</b>	–	–	–	E1	E1	E1
<b>naturalna odporność na korozję biologiczną</b>	–	–	–	4	4	4

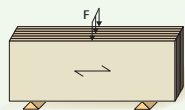
Legenda: NPD – właściwości użytkowe nieustalone (No Performance Determined)

1) STEICO LVL R:  $E_{c,90,edge,mean}$  | STEICO LVL X:  $E_{m,90,edge,mean}$

2) STEICO LVL R:  $E_{c,90,edge,k}$  | STEICO LVL X:  $E_{m,90,edge,k}$

## Objaśnienie właściwości mechanicznych

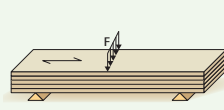
Poniższa tabela przedstawia związek pomiędzy sposobem ułożenia, obciążenia oraz oznaczenia. Przytoczone litery odnoszą się do tabeli "Właściwości mechaniczne STEICO LVL" z poprzedniej strony.

wytrzymałość na zginanie  $f_m$  i E-Moduł E

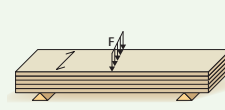
**A**  $f_{m,0,edge}$  i  $E_{0,edge}$   
na sztorc, równoległe ♦



**B**  $f_{m,90,edge}$  i  $E_{90,edge}$   
na sztorc, prostopadłe ♦♦



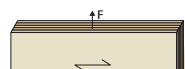
**C**  $f_{m,0,flat}$  i  $E_{0,flat}$   
na płasko, równoległe ♦



**D**  $f_{m,90,flat}$  i  $E_{90,flat}$   
na płasko, prostopadłe ♦♦

wytrzymałość na rozciąganie  $f_t$ 

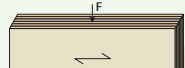
**E**  $f_{t,0}$  równoległe ♦



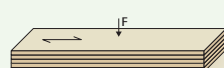
**F**  $f_{t,90,edge}$   
na sztorc, prostopadłe ♦♦

wytrzymałość na ściskanie  $f_c$ 

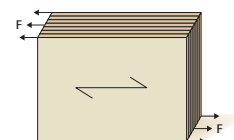
**G**  $f_{c,0}$  równoległe ♦



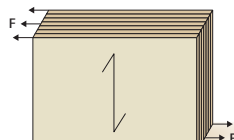
**H**  $f_{c,90,edge}$   
na sztorc, prostopadłe ♦♦



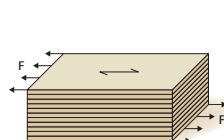
**I**  $f_{c,90,flat}$   
na płasko, prostopadłe ♦♦

wytrzymałość na ścinanie  $f_v$  i moduł ścinania G

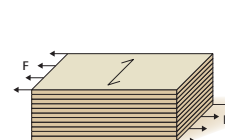
**J**  $f_{v,0,edge}$  i  $G_{0,edge}$   
na sztorc, równoległe ♦



**K**  $f_{v,90,edge}$   
na sztorc, prostopadłe ♦♦



**L**  $f_{v,0,flat}$  i  $G_{0,flat}$   
na płasko, równoległe ♦



**M**  $f_{v,90,flat}$  i  $G_{90,flat}$   
na płasko, prostopadłe ♦♦

♦ równoległe do włókien fornirów bocznych ♦♦ prostopadłe do włókien fornirów bocznych

## Przyporządkowanie STEICO LVL do nowych europejskich klas wytrzymałościowych dla forniru klejonego warstwowo - zgodnie z instrukcją (LVL) Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

klasy wytrzymałościowe wg instrukcji LVL	fornir klejony warstwowo STEICO LVL
klasy wytrzymałościowe dla LVL bez fornirów poprzecznych (LVL-P)	
LVL 32 P	STEICO LVL RL
LVL 35 P	STEICO LVL RL
LVL 48 P	STEICO LVL R
LVL 50 P	STEICO LVL RS*
klasy wytrzymałościowe dla LVL z fornirami poprzecznymi (LVL-C)	
LVL 22 C	STEICO LVL X (wszystkie grubości)
LVL 25 C	STEICO LVL X (wszystkie grubości)
LVL 32 C	STEICO LVL X (wszystkie grubości)
LVL 36 C	STEICO LVL X (t ≥ 27 mm)

\* produkt niedostępny na stanie magazynowym, realizacja na zapytanie



Więcej informacji o nowych europejskich klasach wytrzymałościowych dla forniru klejonego warstwowo oraz instrukcje uzupełniające (LVL) Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. znajdują Państwo na stronie internetowej: [www.studiengemeinschaft-holzleimbau.de](http://www.studiengemeinschaft-holzleimbau.de)

# Programy obliczeniowe dla forniru klejonego warstwowo STEICO *LVL* oraz belek dwuteowych STEICO*joist*

Do dyspozycji konstruktorów dostępne są liczne programy do wymiarowania statycznego konstrukcji budynku. Poniżej przedstawiono wybrane programy umożliwiające obliczenia z wykorzystaniem forniru klejonego warstwowo STEICO *LVL* oraz belek dwuteowych STEICO*joist*.

## STEICO*xpress*



STEICO*xpress* to bezpłatny software stworzony z myślą o konstruktorach, który umożliwia intuicyjne i wyjątkowo szybkie dobieranie przekrojów belek zginanych. Program służy do dobierania elementów STEICO *LVL* oraz belek dwuteowych STEICO*joist* w układach jedno lub

wieloprzęsłowych, zarówno w konstrukcjach dachowych jak i stropowych. Dodatkowo program uwzględnia wpływ otworów w belkach na ich nośność.

Do dyspozycji konstruktorów dostępne są również inne liczne programy obliczeniowe, które zawierają w bazach danych produkty konstrukcyjne STEICO.

### Narzędzia softwarowe do wymiarowania STEICO *LVL* oraz STEICO*joist*

Software		STEICO <i>LVL</i>	STEICO <i>joist</i>	więcej informacji
STEICO <i>xpress</i>		✓	✓	<a href="http://www.steico.com">www.steico.com</a>
<b>nowość</b> mb AEC Software GmbH		✓	–	<a href="http://www.mbaec.de">www.mbaec.de</a>
Frilo Software		✓	–	<a href="http://www.frilo.eu/de">www.frilo.eu/de</a>
Harzer Statik Software		✓ <sup>1</sup>	✓	<a href="http://www.harzerstatik.de">www.harzerstatik.de</a>
Dlupal Software		✓	✓	<a href="http://www.dlupal.com">www.dlupal.com</a>
SOFiSTiK		✓ <sup>1</sup>	–	<a href="http://www.sofistik.de">www.sofistik.de</a>
VC Master		✓ <sup>1, 2</sup>	✓ <sup>1</sup>	<a href="http://www.vcmaster.com">www.vcmaster.com</a>
PCAE		2	–	<a href="http://www.pcae.de">www.pcae.de</a>

- 1) wymagane manualne wprowadzanie danych materiałowych  
2) wprowadzenie STEICO *LVL* do bazy danych w trakcie realizacji



**BauStatik von  
mb AEC Software  
GmbH**

Program umożliwia wymiarowanie STEICO *LVL* w następujących modułach:

- S110.de/at Holz-Sparren
- S120.de/at Holz-Grat- und Kehlsparren
- S130.de/at Holz-Pfette in Dachneigung
- S172.de Holz-Pultdachbinder
- S201.de Holz-Beton-Verbunddecke (BepL.)
- S202.de Holz-Decke, Schwingungsnachweis
- S295.de Holz-Deckenwechsel
- S302.de/at Holz-Durchlaufträger, DIN EN 1995-1-1
- S322.de/at Holz-Durchlaufträger, Doppelbiegung
- S400.de/at Holz-Stütze
- S410.de Holz-Stützensystem, DIN EN 1995-1-1
- S602.de Holz-Bemessung, ebenes Stabwerk
- S715.de Holz-Schwalbenschwanzverbindung
- S852.de/at Holz-Bemessung, tabellarisch



**Frilo  
Software**

Program umożliwia wymiarowanie STEICO *LVL* w następujących modułach:

- H01+ Holzstütze (nowość)
- H011+ Holzbemessung (nowość)
- DLT+ Durchlaufträger (w planach)



**Harzer Statik  
Software**

Wymiarowanie belek dwuteowych STEICO*joist* możliwe w następujących modułach:

- Holzbalkendecke
- Holzträger

Poza tym użytkownik może definiować nowe dane materiałowe.



**RFEM oraz RSTAB  
von Dlupal**

Wymiarowanie belek dwuteowych STEICO*joist* możliwe w następujących modułach:

- RF-/LIMITS

Program umożliwia wymiarowanie STEICO *LVL* w następujących modułach:

- RF-/HOLZ Pro
- RF-/LIMITS

Poza tym użytkownik może definiować nowe dane materiałowe.

# Nawet o 37% większa wytrzymałość na docisk do drewna

Aplikację łączników w fornirze klejonym warstwowo STEICO LVL należy realizować w oparciu o niemiecką aprobatę techniczną Z-9.1-842, w połączeniu z wytycznymi normy PN-EN 1995-1-1 dla drewna litego (w przypadku STEICO LVL R) i dla sklejki (w przypadku STEICO LVL X). Dopuszczalne jest stosowanie następujących łączników: gwoździe gładkie, gwoździe pierścieniowe, wkręty ciesielskie, zszywki, śruby, sworznie, sworznie gwintowane, pręty gwintowane, pierścienie kolczaste, pierścienie gładkie.

**W przeciwieństwie do tradycyjnych klas drewna, STEICO LVL umożliwia aplikację podłużnych łączników także w powierzchni wąskiej.**

- STEICO LVL składa się z fornirów drewna iglastego i jest bardzo łatwe w obróbce
- aplikacja gwoździ, wkrętów i zszywek możliwa bez wstępnego nawiercania
- z uwagi na dużą wytrzymałość możliwość zastosowania mniejszej ilości łączników o mniejszej średnicy oraz w większym rozstawie
- dopuszczalna aplikacja łączników w powierzchni wąskiej

Poniższa tabela zawiera współczynniki korygujące dla wytrzymałości łączników na docisk, w zależności od płaszczyzny montażowej.

	łączniki	STEICO LVL R	STEICO LVL X
powierzchnia boczna	gwoździe, wkręty, zszywki; <b>bez nawierconych otworów</b>	137%	
	gwoździe, wkręty; <b>z nawierconymi otworami</b>		
	sworznie, sworznie gwintowane, śruby, pręty gwintowane		
powierzchnia wąska	gwoździe, zszywki; <b>bez nawierconych otworów</b>	137%	45%
	gwoździe; <b>z nawierconymi otworami</b>	137%	45%
	wkręty ( $6\text{ mm} \leq d \leq 12\text{ mm}$ ) <b>bez nawierconych otworów i z nawierconymi otworami</b>	137%	91%
	sworznie stalowe, sworznie stalowe gwintowane, śruby, pręty gwintowane ( $d \geq 8\text{ mm}$ )	103%	103%
powierzchnia czołowa	zgodnie z aprobatą techniczną danego łącznika		

Przy obliczaniu nośności łącznika w poszczególnych płaszczyznach, należy uwzględnić docelowy obszar zastosowania elementu nośnego oraz współczynniki korygujące wskazane w tabeli. Współczynniki korygujące dla łączników aplikowanych bez wstępnego nawiercania odnoszą się do wzoru 8.15 z normy PN-EN 1995-1-1, a przy wstępnym nawierceniu otworów do wzoru 8.16 oraz 8.31. Dalsze informacje dotyczące zasad obliczania nośności łączników w kompozycie STEICO LVL znajdują się w niemieckiej aprobacie technicznej Z-9.1-842.

Jeżeli aprobata techniczna stosowanego łącznika zawiera inne zalecenia wykonawcze i obliczeniowe dla forniru klejonego warstwowo – wówczas należy postępować zgodnie z nimi.

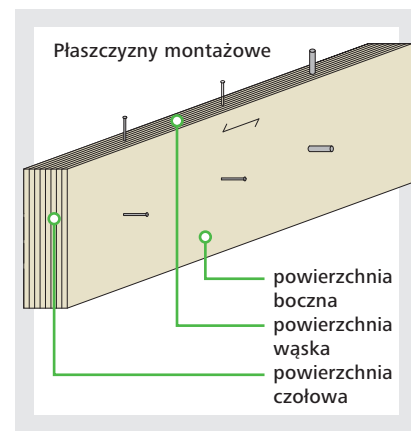
## Minimalne rozstawy i odległości łączników dla STEICO LVL 1

Na bocznym rysunku przedstawiono minimalne rozstawy i odległości dla łączników mocowanych w fornirze klejonym warstwowo STEICO, zdefiniowane w normie PN-EN 1995-1-1. Wartości wymaganych minimalnych rozstawów i odległości należy czerpać z niemieckiej aprobaty Z-9.1-842 w połączeniu z aprobatą techniczną określonego łącznika

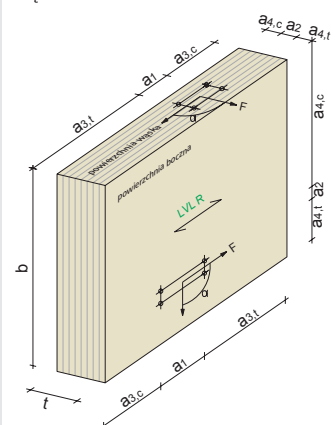


Łatwa obróbka. Wstępne nawiercanie nie jest konieczne.

STEICO LVL umożliwia aplikację gwoździ, wkrętów i zszywek bez wstępnego nawiercania. Efekt – szybszy postęp prac.



## Minimalne rozstawy i odległości łączników dla STEICO LVL



**a<sub>1</sub>** rozstaw łączników w szeregu wzdłuż włókien

**a<sub>2</sub>** rozstaw łączników w szeregu w poprzek włókien

**a<sub>3,t</sub>** odległość łącznika od końca obciążonego

**a<sub>3,c</sub>** odległość łącznika od końca nieobciążonego

**a<sub>4,t</sub>** odległość łącznika od boku obciążonego

**a<sub>4,c</sub>** odległość łącznika od boku nieobciążonego

**α** kąt między siłą i kierunkiem włókien

## Dalsze właściwości STEICO LVL

## Dalsze właściwości STEICO LVL

Poniższa tabela zawiera dalsze właściwości fizyczne oraz techniczne STEICO LVL R i STEICO LVL X.

rodzaj drewna	STEICO LVL R	sosna i/lub świerk	certyfi­kat FSC® (PEFC® na za­pyta­nie)	
	STEICO LVL X	sosna i/lub świerk	certyfi­kat FSC® (PEFC® na za­pyta­nie)	
wilgotność średnia drewna	u = ok. 9 %			
klasa użytkowania	1 i 2			
klejenie doczołowe fornirów zewnętrznych	klej na bazie żywicy melaminowej		jasne ślady kleju, klej wodoodporny	
klejenie powierzchniowe oraz doczołowe wszystkich pozostałych fornirów	klej na bazie żywicy fenylowej		ciemne ślady kleju na połączeniach, klej wodoodporny	
emisja formaldehydu	0,03 ppm			PN EN 717-1 i wg QDF ♦ – wytyczne A 01
jakość powierzchni	jakość przemysłowa		produkt konstrukcyjny	
przewodność cieplna	$\lambda_R = 0,13 \text{ W/mK}$			
opór dyfuzyjny, szczelność	$\mu_{\text{mokry}} = 75$ $\mu_{\text{suchy}} = 205$		dozwolone zastosowanie jako warstwa uszczelniająca	wg PN EN 4108-7 ustęp 6.1.3
masowa prędkość spalania	$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$ $\beta_n = 0,70 \text{ mm/min}$		dla elementów w ułożeniu na płasko dla elementów w ułożeniu na sztorc	wg PN EN 1995-1-2 tabela 3.1
tolerancje	długość l	$\pm 5 \text{ mm}$	dla wszystkich długości	wg PN EN 14374 :2005-02
	szerokość b	$\pm 2 \text{ mm}$	$b \leq 400 \text{ mm}$	
		$\pm 0,5 \%$	$b > 400 \text{ mm}$	
grubość t	$+(0,8+0,03t) \text{ mm}$ $-(0,4+0,03t) \text{ mm}$	dla wszystkich grubości		
pęcznienie i kurczenie	w % dla zmiany poziomu wilgotności o 1% poniżej punktu nasycenia włókien			wg PN EN 1995-1-1/NA tabela NA.7  * próby wewnętrzne
	STEICO LVL R	0,01	wzdłuż włókien fornirów (długość)	
		0,32	w poprzek włókien fornirów (szerokość/wysokość)	
		0,32*	prostopadle do warstwy kleju (grubość)	
	STEICO LVL X	0,01	wzdłuż włókien fornirów (długość)	
0,03		w poprzek włókien fornirów (szerokość/wysokość)		
izolacja akustyczna	250 Hz do 500 Hz	$\alpha = 0,1$		wg PN EN 13986 tabela 10
	1000 Hz do 2000 Hz	$\alpha = 0,3$		
naturalna odporność na korozję biologiczną	4		trwałość zgodnie z fornirami	PN EN 350-2
kod odpadów (EAK)	030105/170201		usuwanie jak dla drewna i materiałów drewnopochodnych	

♦ QDF = Stowarzyszenie Jakości Niemieckiego Budownictwa Prefabrykowanego

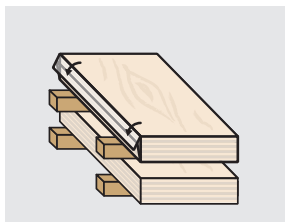
## Struktura forniru klejonego warstwowo STEICO LVL

Poniżej przedstawiono budowę warstwową STEICO LVL R i STEICO LVL X. W STEICO LVL R wszystkie forniry są sklejone równoległe względem siebie. W STEICO LVL X ok. 20 % fornirów przebiega poprzecznie w stosunku do reszty fornirów.

grubość [mm]	ilość fornirów	STEICO LVL R struktura fornirów	STEICO LVL X struktura fornirów	STEICO LVL X ilość fornirów poprzecznych
21	7		I-III-I lub II-I-II	2
24	8		II-II-II	2
27	9		II-III-II	2
30	10		II-III-II	2
33	11		II-III-II	2
39	13		II-III-III-II	3
45	15		II-III-III-II	3
51	17		II-III-III-II	3
57	19		II-III-III-III-II	4
63	21		II-III-III-III-II	5
69	23		II-III-III-III-II	5
75	25		II-III-III-III-II	5

Wskazówka: dostępne przekroje można sprawdzić w aktualnym cenniku STEICO.

### Magazynowanie i transport



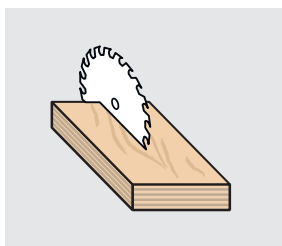
- Należy składować na płaskim, suchym i stabilnym podłożu.
- Podczas transportu, magazynowania oraz składowania STEICO LVL na placu budowy należy zabezpieczyć towar przed działaniem wilgoci i warunków atmosferycznych (składowanie pod dachem, odpowiednie zaplanowanie harmonogramu budowy, itp.).
- W przypadku ryzyka zawilgocenia materiału od gruntu (woda rozbryzgowa), składowanie towaru musi odbywać się na wysokości przynajmniej 30 cm ponad gruntem.
- Zmiany wilgotności materiału wynikające z warunków składowania są takie same jak w przypadku litego drewna iglastego.
- Istnieje możliwość poślizgu na folii ochronnej pakietów.
- Po otwarciu pakietu należy odpowiednio zabezpieczyć towar w kontekście dalszego magazynowania.
- Standardowe pakiety STEICO LVL mogą posiadać wagę do 3t; manipulacja towarem musi odbywać się przy pomocy odpowiednich urządzeń i transporterów.
- Uszkodzony towar nie powinien być wykorzystywany.

### Wpływ wilgoci



- STEICO LVL może być stosowany w 1, 2 i 3 klasie użytkowania. W przypadku wykorzystania w klasie 3 zaleca się dodatkowe, chemiczne zabezpieczenie materiału.
- STEICO LVL należy do materiałów drewnopochodnych o bardzo dużej stabilności rozmiarów. Wilgotność po produkcji wynosi ok. 9%, nie występuje zatem skurcz drewna w efekcie wysychania. Jednakże w przypadku niewłaściwego składowania może dojść do zwiększenia przekroju materiału (w skutek pęcznienia) a następnie w efekcie ponownego procesu wysychania do zjawiska skurczu przekroju.
- W przypadku narażania płyt STEICO LVL na miejscowe zawilgocenie istnieje ryzyko wystąpienia odkształceń w postaci pofalowań.

- Jeżeli planowane jest zastosowanie elementów LVL w postaci całych (dużych) płyt (np. jako poszycie stropu) to zaleca się stosowanie kompozytu STEICO LVL X.
- Zalegającą wodę oraz długotrwałe bezpośrednie działanie wody na materiał należy zlikwidować. Skutkiem w obu przypadkach mogą być miejscowe uszkodzenia zewnętrznych warstw fornirow w postaci rozwarstwienia, pojawienia się wypukłości czy lokalnych pęknięć. W wyniku tego, powierzchnia materiału może być nierówna oraz posiadać lokalne mikropęknięcia. Nie wpływa to jednak na wytrzymałość.
- Dostępne na rynku urządzenia pomiarowe, które określają wilgotność drewna na bazie oporu elektrycznego, nie sprawdzają się w przypadku drewna klejonego warstwowo z fornirow - nie są zatem zalecane. Wilgotność należy mierzyć metodą suszarkowo-wagową (EN 322).



- Obróbka materiału wygląda tak samo jak w przypadku litego drewna iglastego - przy użyciu standardowych maszyn i urządzeń do obróbki drewna.



- Towar nieszlifowany, sprzedawany jako produkt konstrukcyjny bez waloru wizualnego.
- Reakcja na działanie światła jak w przypadku naturalnego drewna - możliwa zmiana barwy powierzchni.
- W przypadku długotrwałego, nadmiernego zawilgocenia ryzyko pojawienia się oznak grzybów takie samo jak dla drewna litego czy sklejk.
- W przypadku nanoszenia powłok ochronnych należy stosować się do zaleceń producentów tych powłok (szlifowanie powierzchni, zaokrąglenie krawędzi, grubość, itp.).





## Dane projektu

Rok budowy: 2012/2013

Powierzchnia użytkowa: ok. 3.385 m<sup>2</sup>

Standard energetyczny:  
budynek plus energetyczny

### Konstrukcja ściany

- 1 Płyta gipsowa 2 x 12,5 mm
- 2 Ścianka instalacyjna z termoizolacją STEICOflex 50 mm
- 3 Płyta konstrukcyjna
- 4 STEICOWall 360 mm, wypełnione termoizolacją STEICOzell
- 5 STEICOprotect 60 mm z systemem tynkarskim

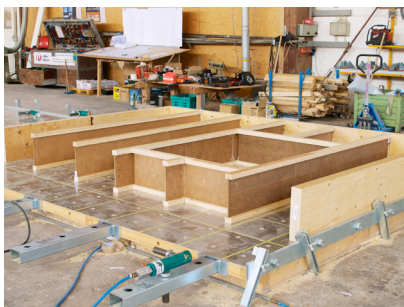
### Efektywność energetyczna

Wsp. przenikania ciepła U: 0,11 W/(m<sup>2</sup>K)

### Ochrona przed nagrzewaniem w lecie

Tłumienie amplitudy wahań temperatury:  
83 1/TAV

Przesunięcie fazowe: 18,6 godz.



Konstrukcja ścienna wykonana z belek dwuteowych STEICOWall oraz forniru klejonego warstwowo STEICO LVL R.



Strona zewnętrzna ściany poszta płytami fasadowymi STEICOprotect. Dla jeszcze lepszej ochrony przed warunkami atmosferycznymi płyty zostały pokryte warstwą zaprawy klejąco-zbrojącej.

### Konstrukcja dachu

- 1 Strop żebrowy ze STEICO LVL R 57/200 oraz STEICO LVL X 33 mm
- 2 Aktywna membrana paroizolacyjna STEICOMulti renova
- 3 Łaty spadkowe zaizolowane termicznie STEICOzell
- 4 Deskowanie
- 5 STEICORoof do termoizolacji dachów płaskich
- 6 System uszczelniający do dachów płaskich

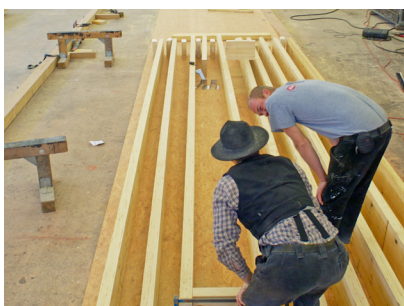
### Efektywność energetyczna

Wsp. przenikania ciepła U: 0,12 W/(m<sup>2</sup>K)

### Ochrona przed nagrzewaniem w lecie

Tłumienie amplitudy wahań temperatury:  
821 1/TAV

Przesunięcie fazowe: 24,9 godz.



Podstawa konstrukcji stropu: STEICO LVL. W układzie stropu żebrowego osiągnięto rozpiętość 12 m.



Montaż gotowych elementów ściennych i dachowych na placu budowy. Dzięki wysokiemu stopniowi prefabrykacji prace budowlane nie zostały przerwane nawet pomimo srogiego mrozu. W efekcie czas realizacji całej inwestycji wyniósł tylko 10 miesięcy.





## Dane projektu

Rok budowy: 2018/2019  
 Powierzchnia użytkowa: 2.120 m<sup>2</sup>  
 Zapotrzebowanie na energię pierwotną:  
 61,97 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Klasa budynku: 5

### Konstrukcja ściany

- 1 2x płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
- 2 Ścianka instalacyjna z termoizolacją STEICOflex 60 mm
- 3 Płyta gipsowo-włóknowa 15 mm
- 4 Membrana paroizolacyjna STEICOmultiplemembra 5
- 5 Słupki ściennie STEICOWall 60/360
- 6 Wypełnienie termoizolacją wdmuchiwaną STEICOzell
- 7 Płyta gipsowo-włóknowa 18 mm
- 8 Płyta fasadowa STEICOprotect H
- 9 System tynkarski STEICOsecure

### Efektywność energetyczna

Wsp. przenikania ciepła U: 0,09 W/(m<sup>2</sup>K)

### Ochrona przed nagrzewaniem w lecie

Tłumienie amplitudy wahań temperatury:  
 536 1/TAV  
 Przesunięcie fazowe: 24,7 godz.

### Konstrukcja dachu

- 1 Substrat
- 2 Powłoka ochronna
- 3 Uszczelnienie dachu
- 4 Płyty STEICORoofdry 280 mm, z zdefiniowanym spadkiem
- 5 Paroizolacja
- 6 Elementy stropowe STEICOGLVL R 200 mm

### Efektywność energetyczna

Wsp. przenikania ciepła U: 0,12 W/(m<sup>2</sup>K)

### Ochrona przed nagrzewaniem w lecie

Tłumienie amplitudy wahań temperatury:  
 3419 1/TAV  
 Przesunięcie fazowe: 31,8 godz.



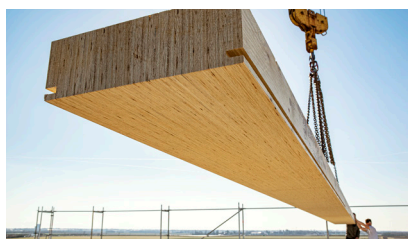
Okna zostały wbudowane już podczas prefabrykacji gotowych elementów ściennych. Również zaprawa klejąco-zbrojąca została naniesiona na ściany podczas prefabrykacji.



Konstrukcja ściany STEICO składa się ze słupków ściennych w formie belek dwuteowych STEICOWall oraz z forniru klejonego warstwowo STEICO LVL R, który tworzy ramę.



Elementy stropowe i dachowe STEICO GLVL R przekonują swoją unikatową strukturą Fineline-Optik oraz wyjątkowo dużą wytrzymałością mechaniczną. Widoczna struktura drewna innowacyjnych elementów stropowych w nowoczesnej interpretacji.



Elementy stropowe i dachowe z forniru klejonego warstwowo STEICO GLVL R



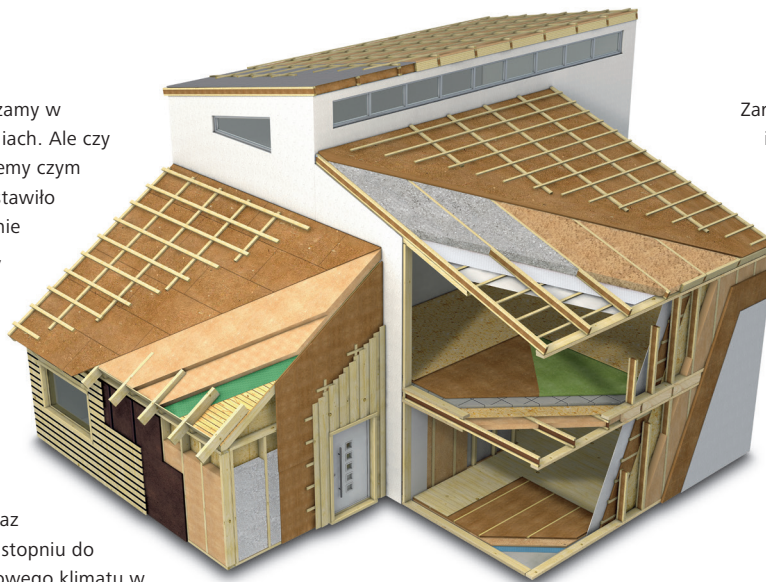
Konstrukcja główna - słupy i podciąg z STEICO GLVL R



Wstępnie otynkowane ściany z zamontowanymi oknami.



80 % swojego życia spędzamy w zamkniętych pomieszczeniach. Ale czy aby na pewno zawsze wiemy czym się otaczamy? STEICO postawiło sobie za zadanie stworzenie materiałów budowlanych, które godzą potrzeby ludzi i natury. W taki sposób powstały nasze produkty z surowców odnawialnych i bez szkodliwych dodatków. Produkty te pomagają obniżyć zużycie energii oraz przyczyniają się w dużym stopniu do powstania trwałego i zdrowego klimatu w mieszkaniu, który cenią sobie nie tylko alergicy.



Zarówno materiały konstrukcyjne jak i produkty termoizolacyjne zostały wyróżnione prestiżowymi symbolami jakości. Certyfikat PEFC® gwarantuje zachowanie gospodarki leśnej w stanie zbliżonym do naturalnego oraz proekologiczne wykorzystanie drewna. Produkty STEICO gwarantują zatem bezpieczeństwo i jakość dla wielu pokoleń.

## Naturalny system termoizolacyjny i konstrukcyjny do renowacji oraz dla nowych budynków – dach, strop, ściana i podłoga.

	odnawialny surowiec z drewna bez szkodliwych dodatków		doskonała ochrona przed chłodem w zimie		doskonała ochrona przed ciepłem w lecie		oszczędność energii i wzrost wartości budynku
	ochrona przed deszczem oraz otwartość dyfuzyjna		dobra ochrona przeciwpożarowa		znakomita ochrona przed hałasem		odnawialny surowiec z drewna przyjazny dla środowiska
	łatwa i przyjemna obróbka		wysoka stabilność wymiarów		duża nośność, duże rozpiętości		wzajemnie dostosowany system konstrukcyjny i termoizolacyjny

								
---	---	---	---	---	--	---	---	---



naturalny system budowlany

### Międzynarodowa zastosowalność

Uwaga: niniejsza broszura stanowi tłumaczenie niemieckiego katalogu. Mogą obowiązywać osobne regulacje krajowe, które należy przestrzegać.

Partner STEICO

[www.steico.com](http://www.steico.com)