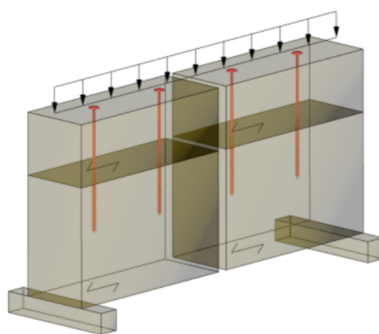


Weryfikacja nośności dla podwójnej belki

Specyfikacja projektu: DIN EN 1995-1-1:2010 + DIN EN 1995-1-1/NA:2013



Wymagane łączniki
32 x Hilti S-WWP-S 8,0x240/100 Z Łeb talerzowy (2363532)

Geometria i materiał

Długość el.konstrukcyjnego	L	=	5,70 m
Przekrój częściowy - Istniejący element			
Szerokość przekroju	b	=	13,5 cm
Wysokość przekroju	h	=	23,0 cm
Materiał			Drewno lite, miękkie
Klasa wytrzymałości			C22
Otwory wstępnie nawiercone	d ₀	=	5,4 mm
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	γ _M	=	1,30
Wytrzymałość charakterystyczna na zginanie	f _{m,k}	=	22,0 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie wzdłuż włókien	f _{c,0,k}	=	20,0 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie wzdłuż włókien	f _{t,0,k}	=	13,0 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie	f _{v,k}	=	3,80 N/mm ²
Gęstość charakterystyczna	ρ _k	=	340 kg/m ³

Nazwa projektu:
 Stanowisko:

 Data:
 Strona:

 06.02.2025
 2 od 6

Przekrój częściowy - Wzmocnienie

Szerokość przekroju	b	=	13,5 cm
Wysokość przekroju	h	=	12,0 cm
Materiał			Drewno lite, miękkie
Klasa wytrzymałości			C24
Otwory wstępnie nawiercone	d ₀	=	5,4 mm
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	γ _M	=	1,30
Wytrzymałość charakterystyczna na zginanie	f _{m,k}	=	24,0 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie wzdłuż włókien	f _{c,0,k}	=	21,0 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie wzdłuż włókien	f _{t,0,k}	=	14,5 N/mm ²
Wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²
Gęstość charakterystyczna	ρ _k	=	350 kg/m ³

Łącznik

Wybrane	Hilti S-WWP-S 8,0x240/100 Z łeb talerzowy		
Numer artykułu	2363532		
Specyfikacja projektu	ETA-22/0772		
Średnica	d	=	8,0 mm
Średnica łba	d _h	=	20,0 mm
Długość	l	=	240 mm
Wytrzymałość na rozciąganie	F ^{tens,k}	=	23,3 kN
Moment przy granicy plastyczności	M _{y,k}	=	22,6 Nm
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	γ _M	=	1,30

Nośność osiowa jednego łącznika

Element		1	2	
Efektywna długość gwintu	l _{ef,i}	0	100	mm
Kąt między osią łącznika i kierunkiem włókien	α _i	90,0	90,0	°
Współczynnik kąta	k _{ax,i}	---	1,00	-
Parametr przeciągania przez łeb	f _{head,k,i}	17,6	---	N/mm ²
...Gęstość - f _{head,k,i}	ρ _{k,i}	350	---	kg/m ³
...powiązana gęstość - f _{head,k,i}	ρ _{a,i}	350	---	kg/m ³
Parametry wyrywania	f _{ax,k,i}	---	10,9	N/mm ²
...Gęstość - f _{ax,k,i}	ρ _{k,i}	---	340	kg/m ³
...powiązana gęstość - f _{ax,k,i}	ρ _{a,i}	---	350	kg/m ³

Wytrzymałość charakterystyczna przeciągania przez łeb

$$F_{head,Rk} = f_{head,k,1} \cdot d_n^2 \cdot (\rho_{k,1} / \rho_{a,1})^{0,8} = 7,04 \text{ kN}$$

Charakterystyczna nośność gwintu

$$F_{ax,Rk,2} = k_{ax,2} \cdot f_{ax,k,2} \cdot d \cdot l_{ef,2} \cdot (\rho_{k,2} / \rho_{a,2})^{0,8} = 8,52 \text{ kN}$$

Charakterystyczna nośność osiowa

$$F_{ax,Rk} = \min\{F_{head,Rk}; F_{ax,Rk,2}; F_{tens,k}\} = 7,04 \text{ kN}$$

Wartość obliczeniowa nośności osiowej

$$F_{ax,Rd} = \min\{k_{mod,1} \cdot F_{head,Rk}; k_{mod,2} \cdot F_{ax,Rk,2}; F_{tens,k}\} / \gamma_M$$

Nośność ścinania na łącznik i płaszczynę ścinania

Element		1	2	
Głębokość łączenia	t _i	120	120	mm
Kąt między osią łącznika i kierunkiem włókien	α _i	90,0	90,0	°
Gęstość	ρ _{k,i}	350	340	kg/m ³
Wytrzymałość charakterystyczna ścianki otworu	f _{n,k,i}	26,4	25,6	N/mm ²

Wytrzymałość na ścinanie wg EN 1995-1-1, 8.2

F _{1,v,Rk}	=	25,3	=	25,3 kN	(8.6 a)
F _{2,v,Rk}	=	24,6	=	24,6 kN	(8.6 b)
F _{3,v,Rk}	=	10,3 + 1,76	=	12,1 kN	(8.6 c)
F _{4,v,Rk}	=	9,02 + 1,76	=	10,8 kN	(8.6 d)
F _{5,v,Rk}	=	8,86 + 1,76	=	10,6 kN	(8.6 e)
F _{6,v,Rk}	=	3,53 + 1,76	=	5,29 kN	(8.6 f)

Dopuszczalna proporcja efektu liny:

Nazwa projektu:
 Stanowisko:

 Data:
 Strona:

 06.02.2025
 3 od 6

$$\Delta F_{v,Rk} = \min\{F_{i,v,Rk}; 0,25 \cdot F_{ax,Rk}\}$$

$$F_{v,Rk} = \min F_{i,v,Rk} = 5,29 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = (k_{mod,1} \cdot k_{mod,2})^{0,5} / \gamma_M \cdot F_{v,Rk}$$

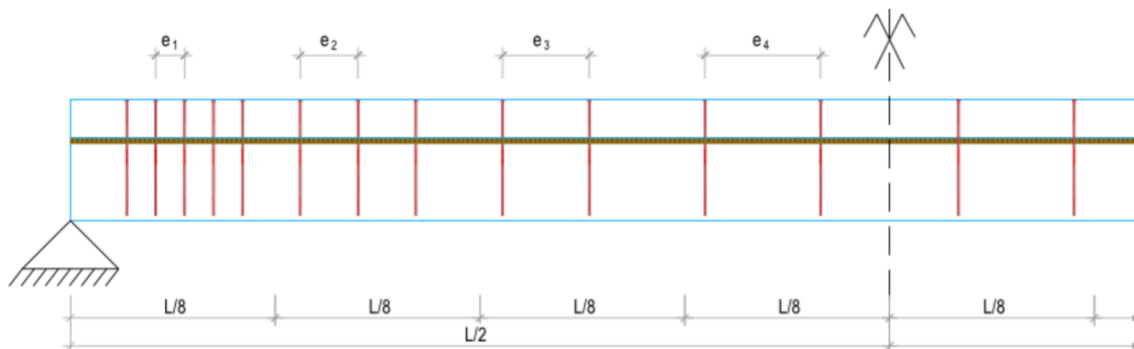
Rozstaw łączników

 Kąt wkręcania łącznika $\alpha_{Sr} = 90^\circ$

Połączenie z zachowaniem stałych odstępów pomiędzy wkrętami

 Odstępy pomiędzy wkrętami $e_{Sr} = 17,5 \text{ cm}$ 1-ilość rzędów
 Wymagana ilość łączników na jedną belkę $n_{Sr} = 32 \text{ szt.}$

Połączenia ze stopniowanymi odstępami pomiędzy wkrętami

 Odstępy pomiędzy wkrętami
 $e_{Sr,eff,Min} = 10,0 \text{ cm}$
 $e_{Sr,eff,Max} = 40,0 \text{ cm}$
 $e_1 = 10,0 \text{ cm}$ 7x1-ilość rzędów
 $e_2 = 20,0 \text{ cm}$ 3x1-ilość rzędów
 $e_3 = 30,0 \text{ cm}$ 2x1-ilość rzędów
 $e_4 = 40,0 \text{ cm}$ 2x1-ilość rzędów
 Wymagana ilość łączników na jedną belkę $n_{Sr} = 28 \text{ szt.}$


Parametry przekroju

Przekrój częściowy	Istniejący element	Wzmocnienie	
Powierzchnia przekroju A	310	162	cm ²
Moment bezwładności I _y	13700	1940	cm ⁴
Moduł sprężystości E _{0,mean}	10000	11000	N/mm ²
Efektywny odstęp pomiędzy łącznikami s _{ef}	17,5	17,5	cm

Nośność (t=0)

Moduł przemieszczenia K _{ser}	---	0,523	kN/mm
Odległość środka ciężkości a _s	0,6	-16,9	cm
Współczynnik redukcji γ	1,00	0,0669	

$$(EI)_{ef} = E_1 \cdot I_1 + \gamma_1 \cdot a_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot I_2 + a_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 = 1490 \text{ kNm}^2$$

Nośność (t=00)

Moduł przemieszczenia K _{ser}	---	0,238	kN/mm
Odległość środka ciężkości a _s	0,5	-17,0	cm
Współczynnik redukcji γ	1,00	0,0496	

$$(EI)_{ef} = E_1 \cdot I_1 + \gamma_1 \cdot a_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot I_2 + a_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 = 887 \text{ kNm}^2$$

Możliwość zastosowania (t=0)

Moduł przemieszczenia K _{ser}	---	1,02	kN/mm
Odległość środka ciężkości a _s	0,9	-16,6	cm
Współczynnik redukcji γ	1,00	0,0971	

$$(EI)_{ef} = E_1 \cdot I_1 + \gamma_1 \cdot a_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot I_2 + a_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 = 2080 \text{ kNm}^2$$

Możliwość zastosowania (t=00)

Moduł przemieszczenia K _{ser}	---	0,463	kN/mm
Odległość środka ciężkości a _s	0,7	-16,8	cm
Współczynnik redukcji γ	1,00	0,0726	

$$(EI)_{ef} = E_1 \cdot I_1 + \gamma_1 \cdot a_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot I_2 + a_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 = 1230 \text{ kNm}^2$$

Nazwa projektu:
 Stanowisko:

 Data:
 Strona:

 06.02.2025
 4 od 6

Oddziaływanie

LF0: Oddziaływanie stałe

LF1: Zmienne oddziaływanie 1 (średniotrwałe)

LF2: Zmienne oddziaływanie 2 (stałe)

Klasa użytkowania

 $g = 0,820 \text{ kN/m}$
 $p_1 = 2,02 \text{ kN/m}$
 $p_2 = 0,0 \text{ kN/m}$

1

Kombinacja obciążeń	Czas oddziaływania obciążenia	Kombinacja
0	stałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
1	stałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,35 \cdot \text{LF2}$
2	średniotrwałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,50 \cdot \text{LF1} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
3	średniotrwałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,50 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2}$
4	średniotrwałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,05 \cdot \text{LF1} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
5	średniotrwałe	$1,00 \cdot \text{LF0} + 1,05 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2}$
6	stałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
7	stałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,35 \cdot \text{LF2}$
8	średniotrwałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,50 \cdot \text{LF1} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
9	średniotrwałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,50 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2}$
10	średniotrwałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,05 \cdot \text{LF1} + 1,00 \cdot \text{LF2}$
11	średniotrwałe	$1,35 \cdot \text{LF0} + 1,05 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2}$

Weryfikacja nośności

Weryfikacja rozciągania częściowych przekrojów poprzecznych

Przekrój częściowy	Istniejący element	Wzmocnienie	
Wartość obliczeniowa sił skrawania			
$N_{i,d}$ (Numer kombinacji. 8, $t=0$)	17,5	-17,5	kN
$M_{i,d}$ (Numer kombinacji. 8, $t=0$)	12,5	1,95	kNm
$V_{i,d}$ (Numer kombinacji. 8, $t=0$)	9,50	0,452	kN
Napężenia środka ciężkości			
$\sigma_{i,c,t,d} = \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i \cdot M_d / (EI)_{ef}$	0,574	-1,08	N/mm ²
$\sigma_{i,c,t,d} / f_{i,c,t,0,d}$	0,07	0,08	
napężenie zginające krawędzi			
$\sigma_{i,m,d} = 0,5 \cdot h_i \cdot E_i \cdot M_{i,d} / (EI)_{ef}$	10,7	6,26	N/mm ²
$\sigma_{i,t,0,d} / f_{i,t,0,d} + \sigma_{i,m,d} / f_{i,m,d}$	0,85	---	
$(\sigma_{i,c,0,d} / f_{i,c,0,d})^2 + \sigma_{i,m,d} / f_{i,m,d}$	---	0,43	

Weryfikacja napężenia ścinającego

$$T_{2,max,d} = V_d \cdot 0,5 \cdot b_2 \cdot E_2 \cdot (0,5 \cdot h_2 + a_2)^2 / ((EI)_{ef} \cdot k_{cr} \cdot b_2) = 0,889 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{2,max,d} / f_{v,d} = 0,38$$

Weryfikacja złączy

$$F_{v,Rd} = K_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_M = 3,25 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = V_d \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s_{1,ef} / (EI)_{ef} = 2,14 \text{ kN}$$

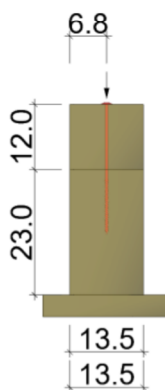
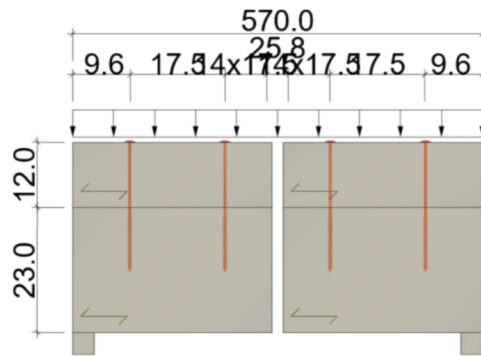
$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = 0,66$$

Weryfikacja możliwości zastosowania

$$W_{inst} = 1,87 \text{ cm} \leq 1,90 \text{ cm} = L / 300$$

$$W_{net,fin} = 1,60 \text{ cm} \leq 1,90 \text{ cm} = L / 300$$

$$W_{in} = 2,53 \text{ cm} \leq 2,85 \text{ cm} = L / 200$$





Nazwa projektu:
Stanowisko:

Data:
Strona:

06.02.2025
6 od 6

Uwagi

1. Podstawą projektową oprogramowania Hilti Timber Screw Connections jest ocena ETA-22/0772.
2. Wymiarowanie, zależnie od ustawień programu, następuje wg EN 1991-1-1/3/4 oraz EN 1995-1-1 (Normami Europejskimi wraz z odpowiednimi załącznikami krajowymi).
3. O ile nie zaznaczono inaczej, śruby można wkręcać bez wstępnego nawiercania elementów.
4. Projekt konstrukcyjny, rozmieszczenie, liczba wkrętów i inne treści dotyczą zastosowania wkrętów do drewna Hilti, które są obliczane w programie Hilti Timber Screw Connections
5. Wszystkie obliczenia muszą zostać sprawdzone i zatwierdzone przez odpowiedzialnego inżyniera budowlanego przed wykonaniem.

WAŻNE

Podane wymiary w pliku wyjściowym obliczonym za pomocą programu Hilti Timber Screws Connections należy sprawdzić pod kątem poprawności.

Zalecane wartości, typ i liczba śrub są traktowane jedynie jako pomoc w planowaniu. Prawdliwość musi być sprawdzona przez uprawnionego projektanta i/lub architekta.

Wszystkie warunki w umowie użytkownika, oświadczenie o ochronie prywatności oraz warunki handlowe stanowią podstawę i są akceptowane przez użytkownika przed uruchomieniem oprogramowania Hilti Timber Screw Connections.