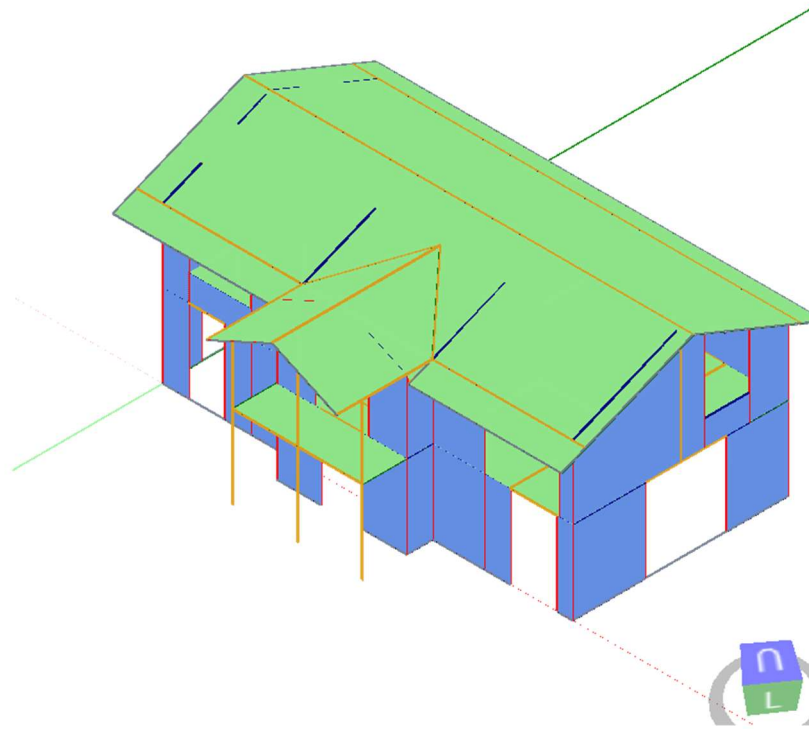


# RAPORT Z OBLICZEŃ PROJEKTU TECHNICZNEGO

## *Projektowanie konstrukcji drewnianych*



**Projekt: Budynek mieszkalny jednorodzinny z paneli CLT**

**ul. Przykładowa 2**

**Inwestor:**

**TimberTech s.r.l.**

**Biuro projektowe:**

**GammaCAD sp. z o.o.**

**Projektant konstrukcji:**

**GammaCAD sp. z o.o.**

**Data: czwartek, 2 lutego 2023**

# Normy projektowe i wytyczne

---

Obliczenia zostały wykonane zgodnie z: Eurocodes.

**1. EN 1990 – Eurokod 0**

Podstawy projektowania konstrukcji

**2. EN 1993-1-1 – Eurokod 3**

Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

**3. EN 1993-1-5 – Eurokod 3**

Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-5: Blachownice

**4. EN 1993-1-8 – Eurokod 3**

Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów

**5. EN 1995-1-1 – Eurokod 5**

Projektowanie konstrukcji drewnianych - Część 1-1: Postanowienia ogólne - Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków

**6. EN 1995-1-2 – Eurokod 5**

Projektowanie konstrukcji drewnianych - Część 1-2: Postanowienia ogólne – Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe

**7. EN 1998-1-1 – Eurokod 8**

Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym - Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków

**8. EN 338**

Drewno konstrukcyjne - Klasy wytrzymałości

**9. EN 14080**

Konstrukcje drewniane - Drewno klejone warstwowo i konstrukcyjne sklejone drewno lite - Wymagania

**10. EN 10025**

Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych



# Ogólny opis budynku

---

## Lokalizacja

Adres: ul. Przykładowa 2

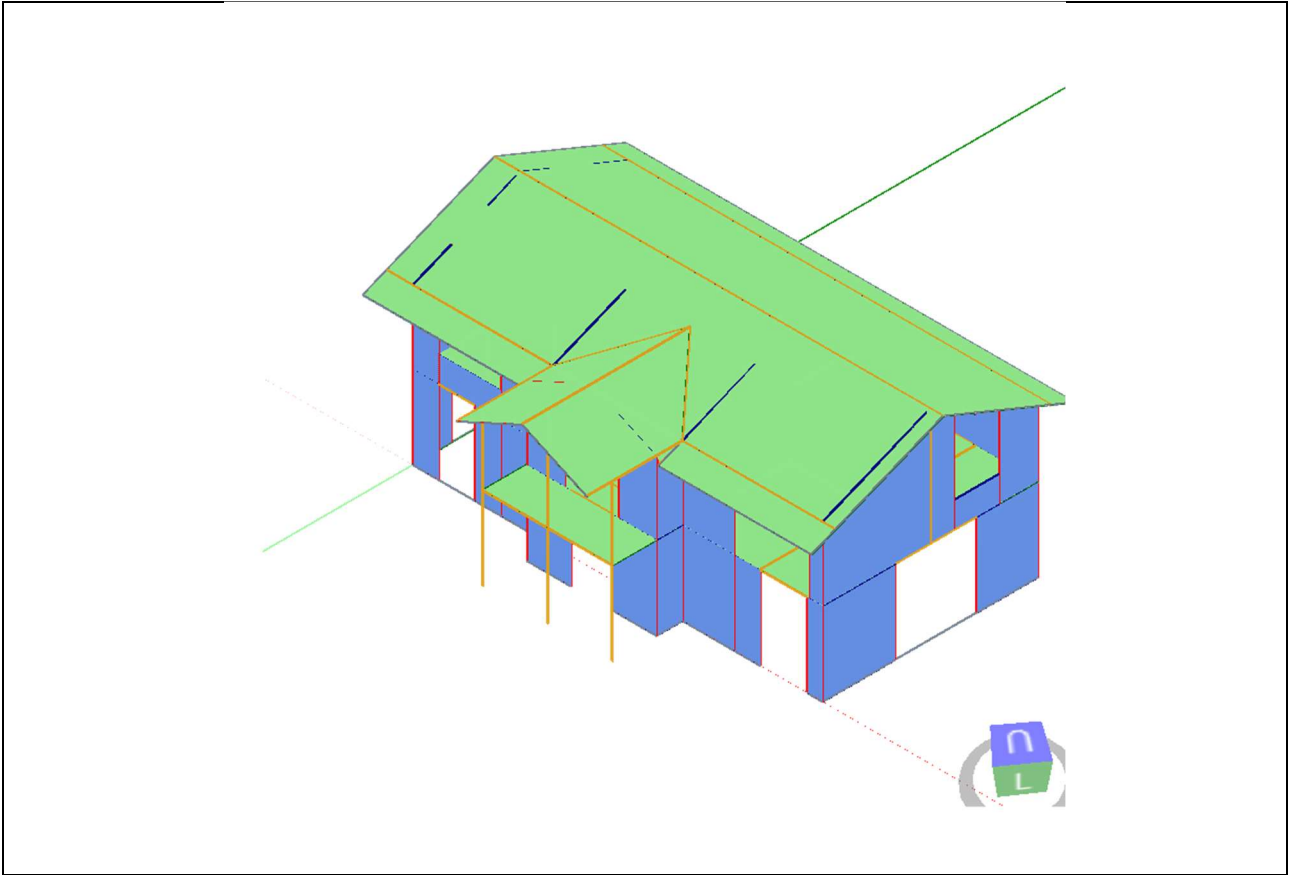
## Opis

Długość budynku: 12,92 m

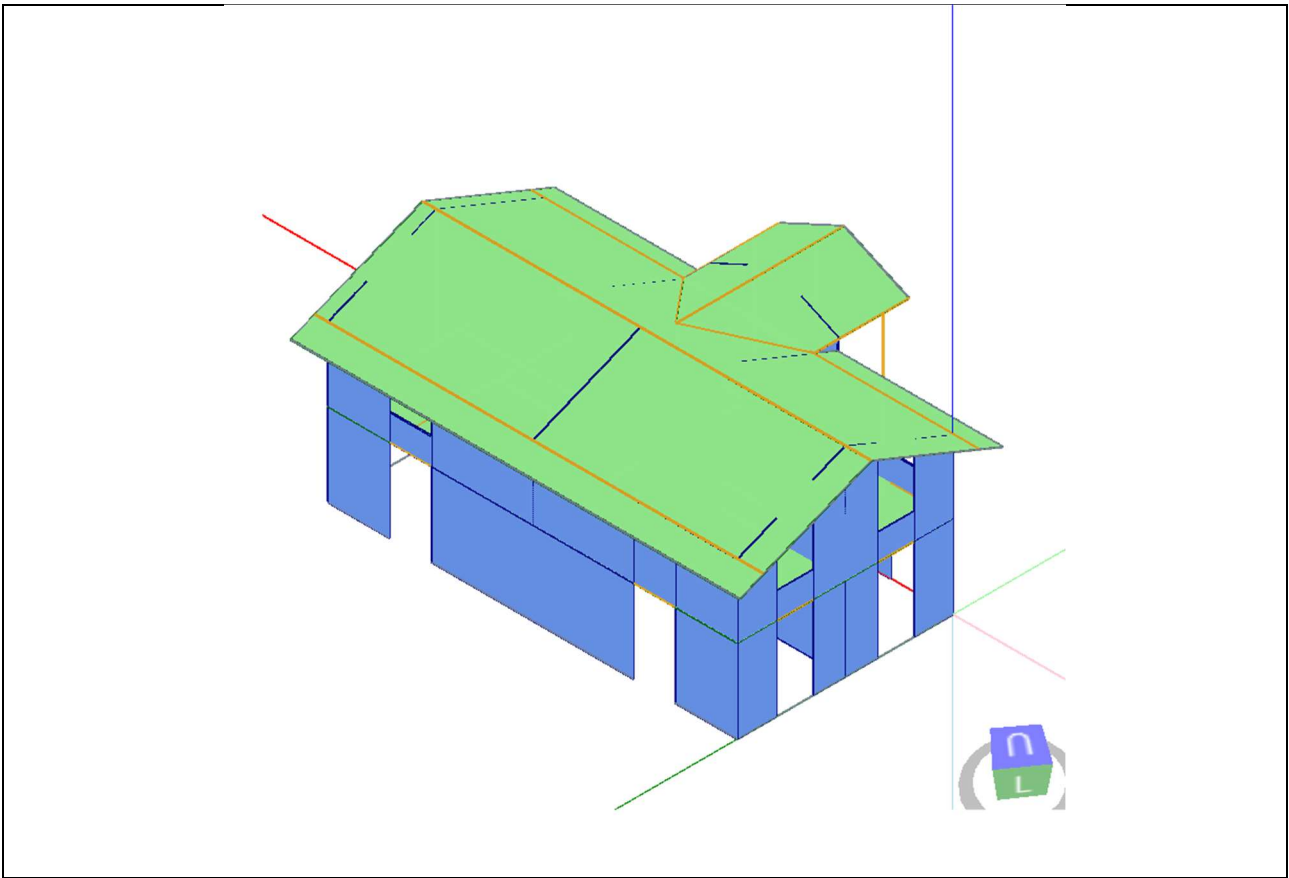
Szerokość budynku: 17,3 m

Wysokość budynku: 7,7 m

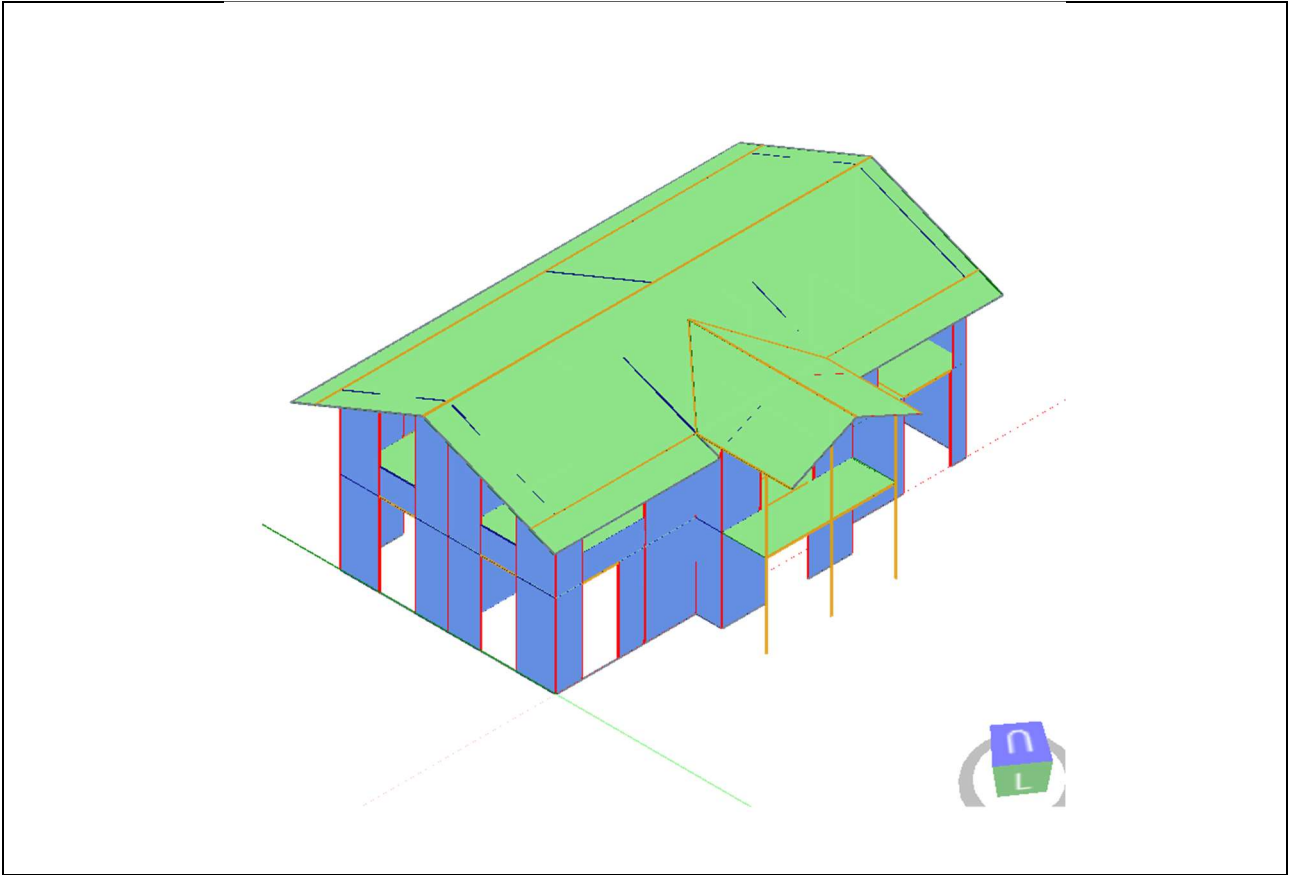
## Widok południowo-wschodni 3D



## Widok północno-zachodni 3D

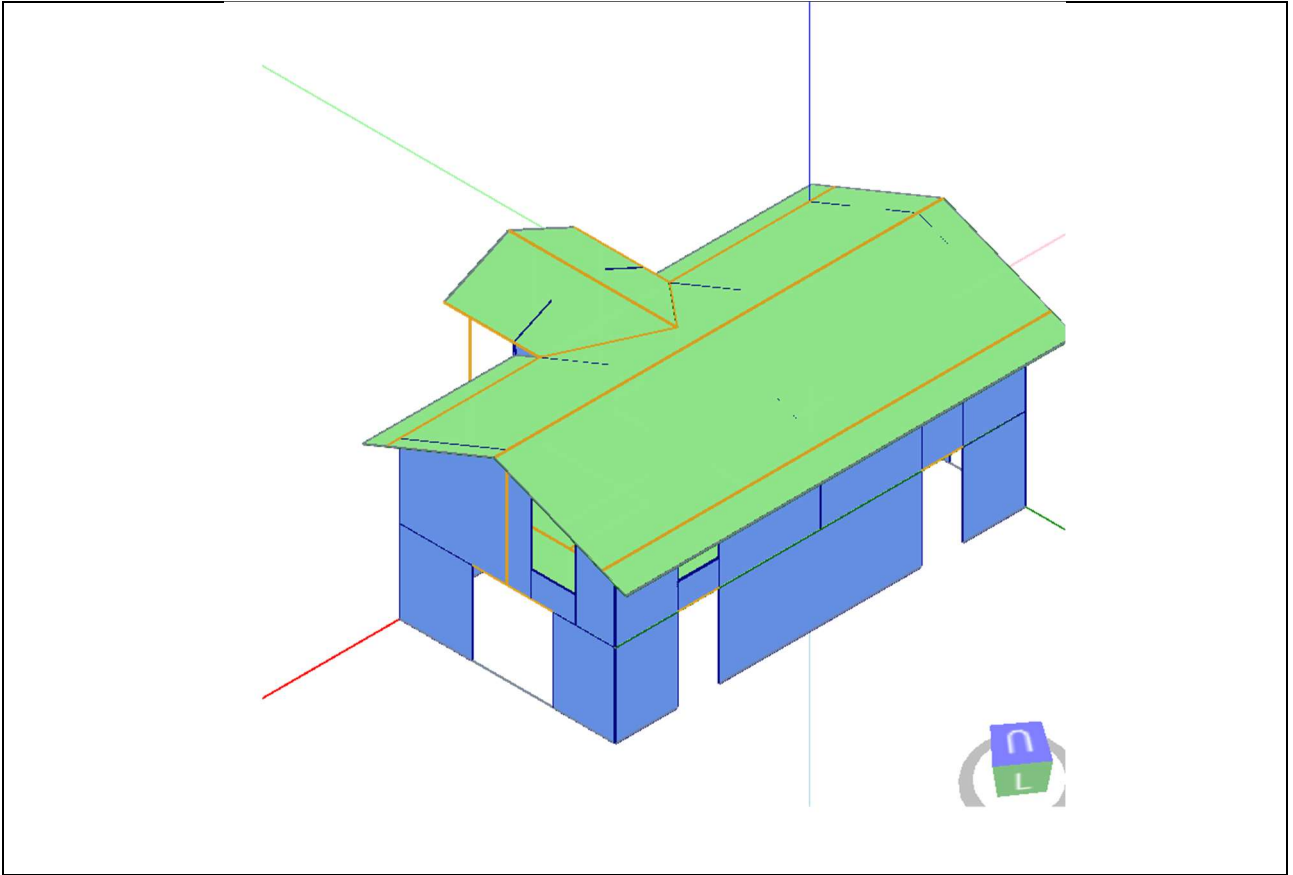


## Widok południowo-zachodni 3D





## Widok północno-wschodni 3D





# Zastosowany program obliczeniowy

---

## Opis programu obliczeniowego

Do obliczeń wykorzystany został program *Timber Tech Buildings*, opracowany przez Timber Tech srl, startup Uniwersytetu Trydenckiego (Włochy).

### **Specyfikacja techniczna**

Nazwa: Timber Tech Buildings

Wersja: 89

Producent oprogramowania: Timber Tech srl

Via della Villa, 22/A

I-38123 – Villazzano – Trento (TN) – Italy

[www.timbertech.it](http://www.timbertech.it)

Licencja zarejestrowana dla Pawel Ordziniak



# Materiały

## Materiały drewniane i drewnopochodne

Materiały wykorzystane w projekcie wymienione są w poniższych tabelach.

Nazwa	Nazwa materiału
$f_{m,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na zginanie
$f_{t,0,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie wzdłuż włókien
$f_{t,90,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie w poprzek włókien
$f_{c,0,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie wzdłuż włókien
$f_{c,90,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie w poprzek włókien
$f_{v,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie
$E_{0,mean}$	średni moduł sprężystości wzdłuż włókien
$E_{0,05}$	5% kwantyl modułu sprężystości
$E_{90,mean}$	średni moduł sprężystości w poprzek włókien
$G_{mean}$	średni moduł odkształcenia postaciowego
$\rho_k$	gęstość charakterystyczna
$f_{v,k,inplane}$	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie w płaszczyźnie płyty CLT (ścinanie równoległe do włókien)
$f_{R,k}$	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie tarczowe (ścinanie prostopadłe do włókien)
$f_{T,k}$	wytrzymałość charakterystyczna przy skręcaniu
$G_{R,mean}$	średni moduł odkształcenia postaciowego przy ścinaniu tarczowym

### Jednorodne drewno klejone warstwowo

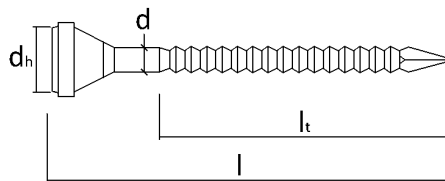
Nazwa	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	$E_{0,mean}$ [MPa]	$E_{0,05}$ [MPa]	$E_{90,mean}$ [MPa]	$G_{mean}$ [MPa]	$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]
GL 24h - EN 14080	24	19,2	0,5	24	2,5	3,5	11500	9600	300	650	385

**CLT**

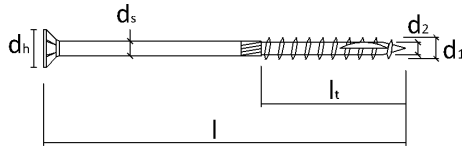
Nazwa	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k,plast}$ [MPa]	$f_{R,k}$ [MPa]	$f_{v,k,lastr}$ [MPa]	$f_{T,k}$ [MPa]	$E_{0,mean}$ [MPa]	$E_{0,05}$ [MPa]	$E_{90,mean}$ [MPa]	$G_{mean}$ [MPa]	$G_{R,mean}$ [MPa]	$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]
C 24 XLAM	24	14,5	0,4	21	2,5	4	0,8	4	2,5	11000	7400	370	690	50	350

**LVL (deska w ścianach segmentowych CLT)**

Nazwa	Standard	Utilization	$f_{v,k}$ [MPa]	$G_{mean}$ [MPa]	$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]
Kerto Q	EN 14374	Ambiente umido	4,5	600	480

**Gwoździe do płyt**

Producent	Kod	Nazwa	l [mm]	l <sub>t</sub> [mm]	d [mm]	d <sub>h</sub> [mm]	f <sub>uk</sub> [MPa]
Rotho Blaas	PF601460	Anker nail - LBA 4,0 X 60	60	50	4	8	0

**Wkręty**

Producent	Kod	Nazwa	Typ	l [mm]	l <sub>t</sub> [mm]	d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>2</sub> [mm]	d <sub>h</sub> [mm]	f <sub>uk</sub> [MPa]
Würth	0170 310 100	ASSY 3.0 TPS - 10 x 100	Łeb stożkowo- płaski	100	60	10	6,3	18,6	1000

**Kotwy do betonu**

Producent	Pręt gwintowany / Kod kotwy mechanicznej	Pręt gwintowany / Opis kotwy mechanicznej	Kod kotwy wklejanej	Opis kotwy wklejanej
Rotho Blaas	FE210118	Threaded rod INA - 5.8 - M16 x 190	FE400055	Vinylester chemical anchor ETA-09/0078
Rotho Blaas	FE210440	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		
Borga Italia	3015 05160235	Threaded rod - 5.8 - M16 x 235	3015 01010400	Epoxy chemical anchor ETA 11/0344





## Model obliczeniowy i numeryczny

### Opis modelu

#### Założenia przyjęte dla elementów

Ściany drewniane są zamocowane w podstawie za pomocą połączeń zdolnych do przeniesienia obciążeń zarówno w płaszczyźnie, jak i prostopadłych do płaszczyzny ściany.

W analizie, w przypadku wystąpienia obciążeń poziomych, niektóre elementy mogą być zdefiniowane jako elementy „drugorzędne”: oznacza to, że ich wytrzymałość i sztywność są pominięte w obliczeniach odpowiedzi budynku. W modelu elementy te są ujęte ze względu na ich ciężar i przyjęte są tylko do przenoszenia obciążeń pionowych.

#### Efekt kołysania ciała sztywnego – Siły w zakotwieniu i uciążeniu

Systemy kotwiące lub uciążające wykorzystywane są w celu zabezpieczenia przed obrotem ściany wywołanym momentem wywracającym od działania siły poziomej. Zakotwienie wzdłuż rozciąganej krawędzi ściany jest obciążone siłą określoną poniższym wzorem

$$T = \begin{cases} \left( \frac{M_{3-3}}{b} - \frac{N}{2} \right) \cdot \frac{1}{n_{anc}} & \text{dla aktywanego zakotwienia} \\ 0 & \text{dla nieaktywnego zakotwienia} \end{cases}$$

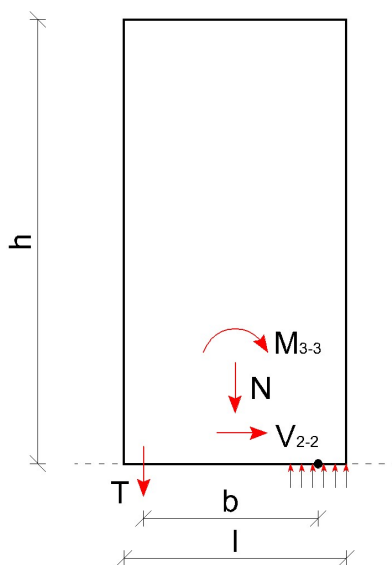
gdzie:

$b$  ramie sił wewnętrznych równe  $l$ , gdzie  $l$  jest długością ściany

$N$  pionowa siła osiowa działająca na ścianę

$M_{3-3}$  moment działający w płaszczyźnie ściany

$n_{anc}$  liczba złączy na początku i końcu ściany



Rysunek: Model obliczeniowy: siła rozciągając działająca w zakotwieniu

**Elementy konstrukcyjne**

Poniższa tabela przedstawia położenie poszczególnych ścian. Ostatnie cztery kolumny określają współrzędne początku i końca każdej ściany.

X1 i Y1 określają współrzędne punktu początkowego ściany

X2 i Y2 określają współrzędne punktu końcowego ściany

Nazwa ściany	Typ ściany	Element przenoszący obc. poziome	Wys. [m]	Długość [m]	Wysokość bezwzgl. [m]	X1 [m]	Y1 [m]	X2 [m]	Y2 [m]
Ściana 1	CLT	Tak	3,2	1	0	0	0	1	0
Ściana 11	CLT	Tak	3,2	2,5	0	0	2,9	0	5,4
Ściana 12	CLT	Tak	3,2	2,8	0	15,8	0	15,8	2,8
Ściana 13	CLT	Tak	3,2	1,5	0	0	6,8	0	8,3
Ściana 14 - 1	CLT	Tak	3,2	1,99	0	10,4	0	12,388	0
Ściana 14 - 2	CLT	Tak	3,2	1,01	0	13,4	0	12,388	0
Ściana 15	CLT	Tak	3,2	2,4	0	0	8,3	2,4	8,3
Ściana 18	CLT	Tak	3,2	3,14	0	0	4,15	3,142	4,15
Ściana 2	CLT	Nie	3,77	5,07	3,2	15,8	0	15,8	5,074
Ściana 20	CLT	Tak	3,2	7,8	0	11,8	8,3	4	8,3
Ściana 21	CLT	Tak	3,2	2,4	0	13,4	8,3	15,8	8,3
Ściana 22	CLT	Tak	2,8	1	3,2	0	0	1	0
Ściana 23	CLT	Tak	2,8	1,99	3,2	3,412	0	5,4	0
Ściana 25	CLT	Tak	3,14	1,47	3,2	5,4	-1	6,868	-1
Ściana 26	CLT	Tak	3,14	1,47	3,2	8,932	-1	10,4	-1
Ściana 27	CLT	Tak	4,5	3,14	3,2	0	4,15	3,142	4,15
Ściana 29	CLT	Tak	4,5	3,06	3,2	4,84	4,15	7,9	4,15
Ściana 3 - 1	CLT	Tak	3,2	1,99	0	3,412	0	5,4	0
Ściana 3 - 2	CLT	Tak	3,2	1,01	0	2,4	0	3,412	0
Ściana 30	CLT	Nie	3,65	4,15	3,2	7,9	4,15	7,9	8,3
Ściana 31	CLT	Tak	2,64	1	3,2	10,4	-1	10,4	0
Ściana 33	CLT	Tak	3,11	1,5	3,2	0	8,3	0	6,8
Ściana 34	CLT	Tak	4,24	2,5	3,2	0	5,4	0	2,9
Ściana 35	CLT	Tak	3,11	1,5	3,2	0	1,5	0	0
Ściana 36	CLT	Tak	4,5	2,5	3,2	7,9	4,15	10,4	4,15

Ściana 37	CLT	Nie	3,37	2,8	3,2	10,4	0	10,4	2,8
Ściana 38	CLT	Tak	2,8	1,99	3,2	10,4	0	12,388	0
Ściana 39	CLT	Nie	2,8	0,51	3,2	15,29	0	15,8	0
Ściana 4	CLT	Tak	3,2	1	0	5,4	0	5,4	-1
Ściana 42	CLT	Tak	2,8	7,8	3,2	4	8,3	11,8	8,3
Ściana 43	CLT	Tak	2,8	2,4	3,2	13,4	8,3	15,8	8,3
Ściana 46	CLT	Tak	3,11	1,5	3,2	15,8	6,8	15,8	8,3
Ściana 54	CLT	Tak	3,2	2,37	0	15,8	8,3	15,8	5,93
Ściana 6	CLT	Tak	3,2	1	0	10,4	0	10,4	-1
Ściana 61	CLT	Tak	3,2	2,8	0	5,4	0	5,4	2,8
Ściana 62	CLT	Tak	3,37	2,8	3,2	5,4	0	5,4	2,8
Ściana 63	CLT	Tak	2,8	2,4	3,2	0	8,3	2,4	8,3
Ściana 64	CLT	Nie	2,8	1,6	3,2	2,4	8,3	4	8,3
Ściana 66	CLT	Tak	3,2	1,7	0	5,4	-1	7,1	-1
Ściana 67	CLT	Tak	3,2	1,7	0	8,7	-1	10,4	-1
Ściana 71	CLT	Tak	3,2	2,5	0	7,9	4,15	10,4	4,15
Ściana 72	CLT	Tak	3,2	3,06	0	4,84	4,15	7,9	4,15
Ściana 73	CLT	Tak	2,64	1	3,2	5,4	0	5,4	-1
Ściana 74	CLT	Nie	1,0	2,41	3,2	1	0	3,412	0
Ściana 75	CLT	Nie	1,0	1,4	3,2	0	6,8	0	5,4
Ściana 76	CLT	Nie	1,0	1,4	3,2	0	2,9	0	1,5
Ściana 77	CLT	Nie	1,0	1,6	3,2	13,4	8,3	11,8	8,3
Ściana 78	CLT	Nie	1,0	1,73	3,2	15,8	6,8	15,8	5,074
Ściana 8	CLT	Nie	3,2	0,6	0	15,2	0	15,8	0
Ściana 9	CLT	Tak	3,2	1,5	0	0	0	0	1,5

Poniższa tabela pokazuje położenie poszczególnych słupów.

X i Y są współrzędnymi punktów położenia słupa

Nazwa słupa	Wys. [m]	Wysokość bezwzgl. [m]	X [m]	Y [m]
Słup 1	3,2	0	5,4	-2,7
Słup 10	3,95	3,2	7,9	-2,7
Słup 11	3,2	0	13,4	4,15
Słup 12	3,95	3,2	7,9	2,8
Słup 2	3,2	0	7,9	-2,7
Słup 3	3,2	0	10,4	-2,7
Słup 6	4,5	3,2	15,8	4,15
Słup 7	2,8	3,2	5,4	-2,7

Stup 9	2,8	3,2	10,4	-2,7
--------	-----	-----	------	------

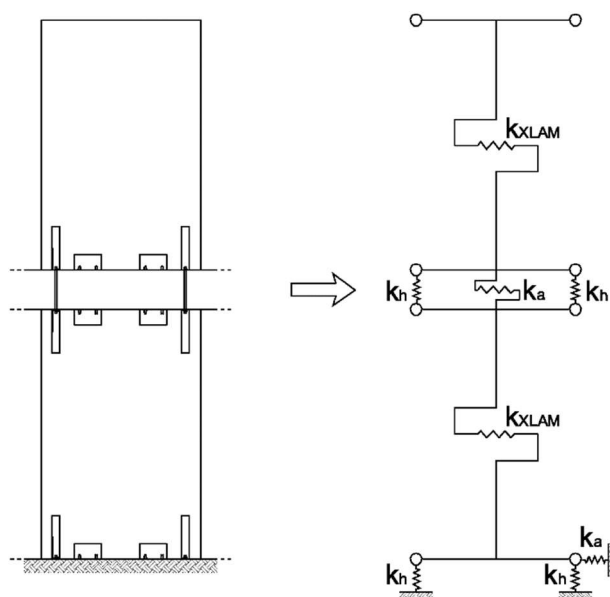
## Sztywność pozioma ściany

Sztywność ściany można oszacować, biorąc pod uwagę udział wszystkich elementów, jak pokazano poniżej.

Ściany CLT

Całkowita sztywność ścian CLT jest wyznaczana z uwzględnieniem wpływu następujących składowych:

- płyta CLT ( $k_{XLAM}$ )
- złącze ścinane – złącza kątowe ( $k_a$ )
- zakotwienie lub uciążlenie ( $k_h$ )



Rysunek: Model mechaniczny ścian CLT – sztywność ogólna

Poniższa tabela przedstawia ściany i ich równoważną sztywność przy ścinaniu.

Nazwa ściany	Typ ściany	Element przenoszący obc. poziome	Wysokość [m]	Długość [m]	Równoważna sztywność przy ścinaniu [kN/m]
Ściana 1	CLT	Tak	3,2	1	2055
Ściana 11	CLT	Tak	3,2	2,5	3732
Ściana 12	CLT	Tak	3,2	2,8	4595
Ściana 13	CLT	Tak	3,2	1,5	2101
Ściana 14 - 1	CLT	Tak	3,2	1,99	3498
Ściana 14 - 2	CLT	Tak	3,2	1,01	3943
Ściana 15	CLT	Tak	3,2	2,4	4854
Ściana 18	CLT	Tak	3,2	3,14	5369
Ściana 2	CLT	Nie	3,77	5,07	0
Ściana 20	CLT	Tak	3,2	7,8	13757
Ściana 21	CLT	Tak	3,2	2,4	4854
Ściana 22	CLT	Tak	2,8	1	1477
Ściana 23	CLT	Tak	2,8	1,99	2994

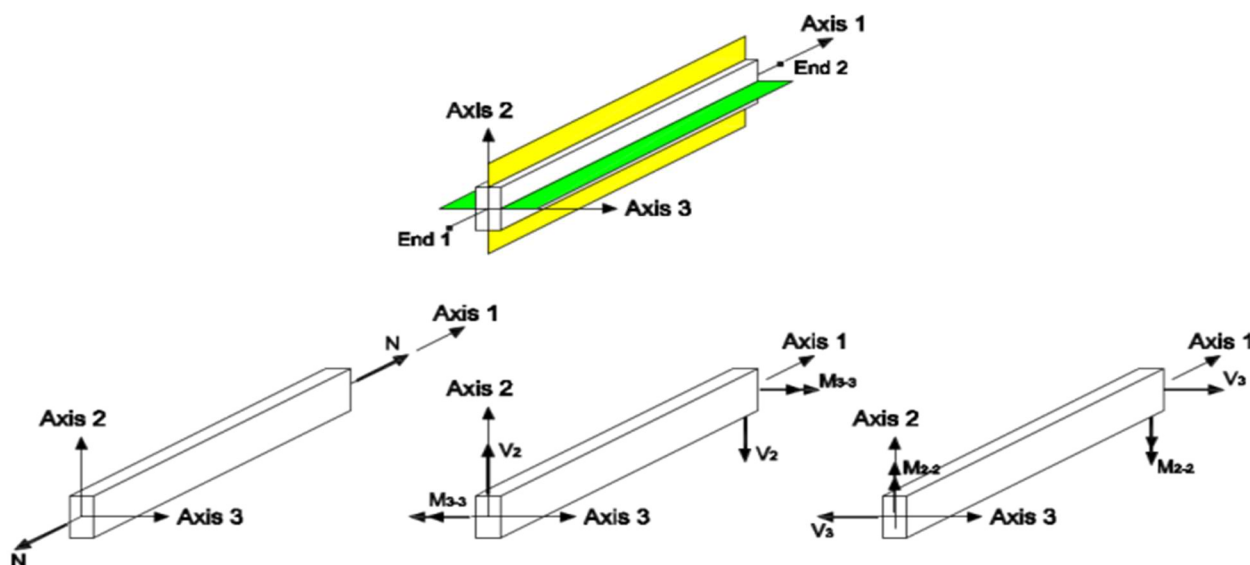
Ściana 25	CLT	Tak	3,14	1,47	2051
Ściana 26	CLT	Tak	3,14	1,47	2051
Ściana 27	CLT	Tak	4,5	3,14	3195
Ściana 29	CLT	Tak	4,5	3,06	3082
Ściana 3 - 1	CLT	Tak	3,2	1,99	3498
Ściana 3 - 2	CLT	Tak	3,2	1,01	3943
Ściana 30	CLT	Nie	3,65	4,15	0
Ściana 31	CLT	Tak	2,64	1	1598
Ściana 33	CLT	Tak	3,11	1,5	2122
Ściana 34	CLT	Tak	4,24	2,5	3473
Ściana 35	CLT	Tak	3,11	1,5	2122
Ściana 36	CLT	Tak	4,5	2,5	2303
Ściana 37	CLT	Nie	3,37	2,8	0
Ściana 38	CLT	Tak	2,8	1,99	2994
Ściana 39	CLT	Nie	2,8	0,51	0
Ściana 4	CLT	Tak	3,2	1	4016
Ściana 42	CLT	Tak	2,8	7,8	12435
Ściana 43	CLT	Tak	2,8	2,4	3382
Ściana 46	CLT	Tak	3,11	1,5	2693
Ściana 54	CLT	Tak	3,2	2,37	4978
Ściana 6	CLT	Tak	3,2	1	2096
Ściana 61	CLT	Tak	3,2	2,8	4595
Ściana 62	CLT	Tak	3,37	2,8	5213
Ściana 63	CLT	Tak	2,8	2,4	3382
Ściana 64	CLT	Nie	2,8	1,6	0
Ściana 66	CLT	Tak	3,2	1,7	2642
Ściana 67	CLT	Tak	3,2	1,7	2642
Ściana 71	CLT	Tak	3,2	2,5	5203
Ściana 72	CLT	Tak	3,2	3,06	5132
Ściana 73	CLT	Tak	2,64	1	1598
Ściana 74	CLT	Nie	1,0	2,41	0
Ściana 75	CLT	Nie	1,0	1,4	0
Ściana 76	CLT	Nie	1,0	1,4	0
Ściana 77	CLT	Nie	1,0	1,6	0
Ściana 78	CLT	Nie	1,0	1,73	0
Ściana 8	CLT	Nie	3,2	0,6	0
Ściana 9	CLT	Tak	3,2	1,5	2101

## Typy elementów konstrukcyjnych i konwencja znakowania

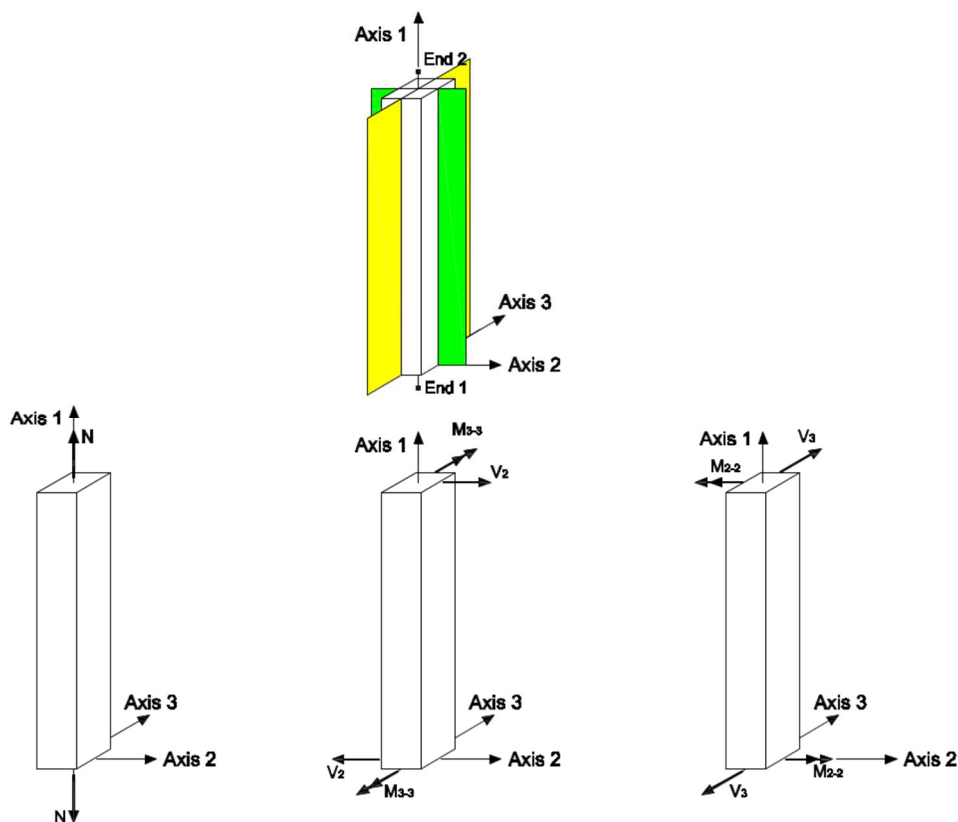
### Elementy liniowe

Elementy liniowe są wykorzystywane do modelowania belek i słupów. Charakteryzują się lokalnym układem odniesienia, względem którego przedstawiane są składowe sił wewnętrznych. Przyjętą konwencję znakowania przedstawiono na rysunku poniżej.

Siła	Opis	Jednostki
N	Siła osiowa	kN
$M_{3-3}$	Moment zginający względem lokalnej osi 3	kN m
$V_2$	Siła poprzeczna po kierunku lokalnej osi 2	kN
$M_{2-2}$	Moment zginający względem lokalnej osi 2	kN m
$V_3$	Siła poprzeczna po kierunku lokalnej osi 3	kN



Rysunek: Przyjęta konwencja znakowania dla belek



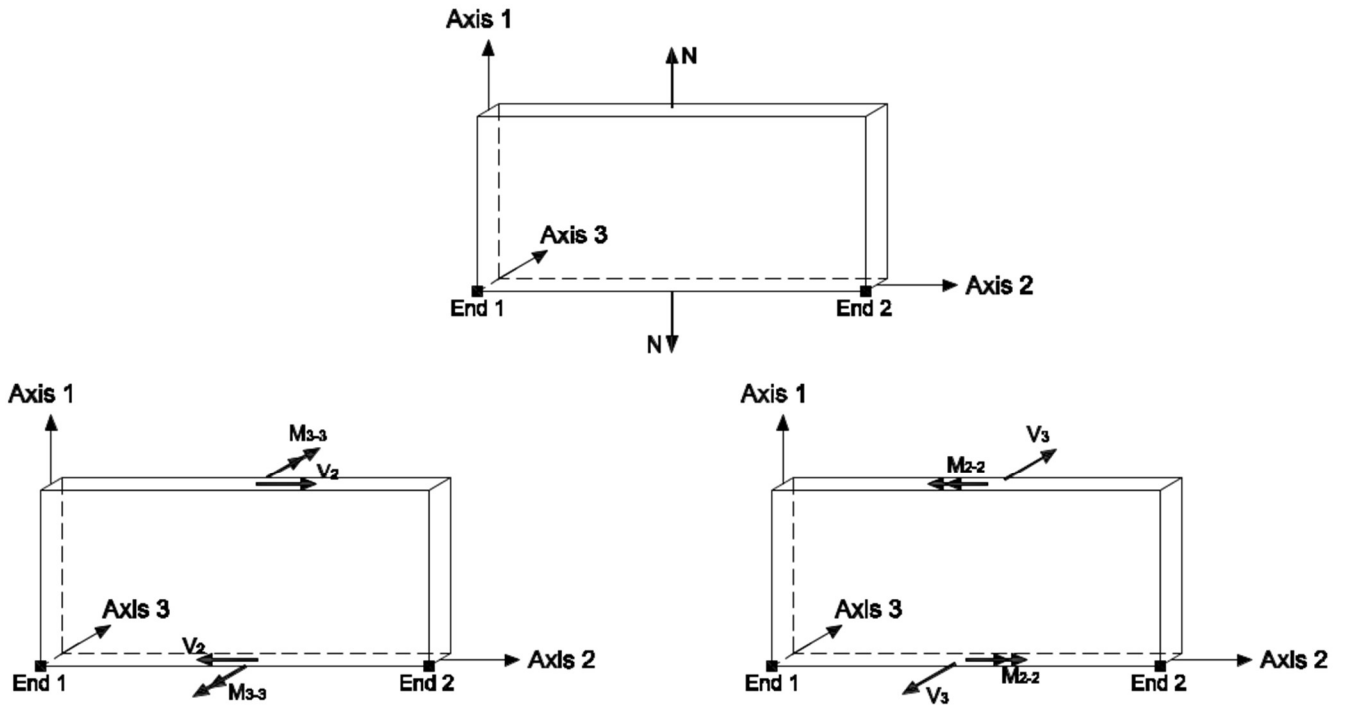
Rysunek: Przyjęta konwencja znakowania dla słupów

### Elementy ścienne

Ściany, niezależnie od typu, opisane są zgodnie z poniżej przyjętą konwencją znakowania.

	Siła na jednostkę długości	Opis	Jednostka
W płaszczyźnie elementu	$n$	Siła osiowa (na jednostkę długości)	kN/m
	$m_{3-3}$	Moment zginający względem lokalnej osi 3 (na jednostkę długości)	kNm/m
	$v_2$	Siła ścinająca wzdłuż lokalnej osi 2 (na jednostkę długości)	kN/m
Prostopadłe do płaszczyzny elementu	$m_{2-2}$	Moment zginający względem lokalnej osi 2 (na jednostkę długości)	kNm/m
	$v_3$	Siła ścinająca wzdłuż lokalnej osi 3 (na jednostkę długości)	kN/m

	Siła	Opis	Jednostka
W płaszczyźnie elementu	$N$	Siła osiowa	kN
	$M_{3-3}$	Moment zginający względem lokalnej osi 3	kNm
	$V_2$	Siła ścinająca wzdłuż lokalnej osi 2	kN
Prostopadłe do płaszczyzny elementu	$M_{2-2}$	Moment zginający względem lokalnej osi 2	kNm
	$V_3$	Siła ścinająca wzdłuż lokalnej osi 3	kN



Rysunek: Przyjęta konwencja znakowania dla ścian





# Oddziaływania i obciążenia

## Ciężar objętościowy elementów konstrukcyjnych

Ciężary elementów konstrukcyjnych [kN/m<sup>3</sup>] są zestawione w tabeli poniżej

Opis	Ciężar objętościowy $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
GL 24h - EN 14080	5
C 24 XLAM	5

## Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem jest wyznaczane w oparciu o Eurokod EN 1-1-4. Jest ono reprezentowane przez uproszczony układ sił, których oddziaływanie jest równoważne ekstremalnemu skutkowi wiatru turbulentnego.

### Dane projektu

Kategoria terenu:                      Kategoria terenu III

Bazowa prędkość wiatru:      27 m/s

### Średnia prędkość wiatru

Średnia prędkość wiatru  $v_m(z)$  na wysokości  $z$  nad poziomem terenu zależy od chropowatości terenu, jego rzeźby oraz od bazowej prędkości wiatru. Jest wyznaczana z równania poniżej:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

gdzie:

$c_r(z)$       jest współczynnikiem chropowatości, który zależy od kategorii terenu i wysokości  $z$  nad poziomem gruntu

$c_o(z)$       jest współczynnikiem rzeźby przyjmowanym 1

$v_b$       jest bazową prędkością wiatru

Zgodnie z punktem 4.3.2 normy EN 1991-1-4, współczynnik chropowatości można wyznaczyć z poniższego wyrażenia:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{dla} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max}$$
$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{dla} \quad z \leq z_{min}$$

gdzie:

$z_0$  i  $z_{min}$  są określane zgodnie z kategorią terenu:

Kategoria terenu		$z_0$	$z_{min}$
<b>0</b>	Obszary morskie i przybrzeżne wystawione na otwarte morze	0,003	1
<b>I</b>	Jezióra lub tereny płaskie, poziome, o nieznacznej roślinności i bez przeszkód terenowych	0,01	1
<b>II</b>	Tereny o niskiej roślinności, takiej jak trawa, i o pojedynczych przeszkodach (drzewa, budynki) oddalonych od siebie na odległość równą co najmniej ich 20 wysokościami	0,05	2
<b>III</b>	Tereny regularnie pokryte roślinnością lub budynkami albo o pojedynczych przeszkodach, oddalonych od siebie najwyżej na odległość równą ich 20 wysokościami (takie jak wsie, tereny podmiejskie, stałe lasy)	0,3	5
<b>IV</b>	Tereny, których przynajmniej 15% powierzchni jest pokryte budynkami o średniej wysokości przekraczającej 15 m	1,0	10

$k_r$  jest współczynnikiem terenu wyznaczanym z zależności:

$$k_r = 0,19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$

gdzie  $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

### **Turbulencje od wiatru**

Intensywność turbulencji  $I_v(z)$  na wysokości  $z$  jest zdefiniowana jako odchylenie standardowe składowych fluktuacyjnych prędkości wiatru podzielone przez średnią prędkość wiatru:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{1}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{dla } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \quad \text{dla } z \leq z_{min}$$

### **Wartość szczytowa ciśnienia prędkości**

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości  $q_p(z)$  na wysokości  $z$  można wyznaczyć z wyrażenia:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

gdzie:

$I_v(z)$  jest intensywnością turbulencji;

$\rho$  jest gęstością powietrza równą  $1,25 \text{ kg/m}^3$ ;

$v_m(z)$  jest średnią prędkością wiatru;

$c_e(z)$  jest współczynnikiem ekspozycji określanym jako  $c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b}$ ;

$q_b$  jest średnim (bazowym) ciśnieniem prędkości określonym jako  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$ .

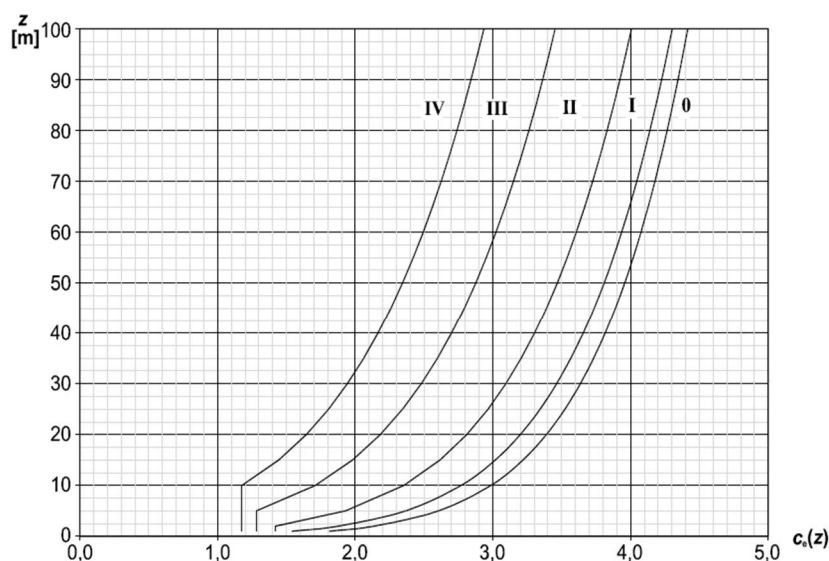


Figure 4.2 — Illustrations of the exposure factor  $c_e(z)$  for  $c_0=1,0$ ,  $k=1,0$

Średnie (bazowe) ciśnienie prędkości wiatru wynosi:

$$q_b = 455,63 \text{ N/m}^2$$

### **Ciśnienie wiatru na powierzchni**

Ciśnienie wiatru działające na powierzchni zewnętrzne konstrukcji należy wyznaczać z wyrażenia:

$$w_e(z_e) = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Ciśnienie wiatru działające na powierzchni wewnętrzne konstrukcji można wyznaczyć z wyrażenia:

$$w_i(z_i) = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$

gdzie:

$c_{pe}$  jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego budynków, które można wyznaczyć zgodnie z punktem 7.2 normy EN 1991-1-4 lub na podstawie danych popartych odpowiednią dokumentacją lub kampaniami eksperymentalnymi w tunelu aerodynamicznym;

$c_{pi}$  jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego

Wysokości odniesienia  $z_e$ , które należy wziąć pod uwagę przy obliczaniu szczytowego referencyjnego ciśnienia wiatru są zdefiniowane w następujący sposób:

- Nawierzne powierzchnie ścian: wysokość odniesienia zmienia się na wysokości budynku zgodnie z punktem 7.2.2 normy EN 1991-1-4;
- Zawietrzne powierzchnie ścian: wysokość odniesienia jest równa maksymalnej wysokości budynku;
- Ciśnienia wewnętrzne: wysokość odniesienia jest równa maksymalnej wysokości budynku.

### **Sily od oddziaływania wiatru**

Siły wywierane przez wiatr na całą konstrukcję lub element konstrukcyjny można wyznaczyć na podstawie ciśnienia na ich powierzchni z następujących wzorów.

Siły na zewnątrz:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot \sum_{\text{powierzchnie}} w_e(z_e) \cdot A_{ref}$$

Siły wewnątrz:

$$F_{w,i} = \sum_{\text{powierzchni}} w_i(z_i) \cdot A_{ref}$$

gdzie:

- $c_s$  jest współczynnikiem rozmiarów, który uwzględnia wpływ oddziaływania wiatru spowodowanego niejednoczesnym występowaniem szczytowej prędkości ciśnienia wiatru na powierzchni. Jest przyjmowany jako równy 1;
- $c_d$  jest współczynnikiem dynamicznym, który uwzględnia wpływ wibracji konstrukcji spowodowanych turbulencjami. Jest przyjmowany jako równy 1.

## Obciążenia oddziaływujące na ściany

Poniższa tabela przedstawia obciążenia działające na ściany.

Nazwa obc.: Opis obciążenia

Pozycja: Położenie ściany: wewnętrzna lub zewnętrzna

$g_{1,k}$ : Oddziaływanie stałe: ciężar własny

$g_{2,k}$ : Oddziaływanie stałe

$q_{wind,k}$ : Obciążenie zmienne: wiatr z nawietrznej, zawietrznej i na powierzchnie boczne

Nazwa ściany	Pozycja	Nazwa obciążenia	$g_{1,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_{2,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{wind,k}$ zawietrzna [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{wind,k}$ nawietrzna [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{wind,k}$ boczna [kN/m <sup>2</sup> ]
Ściana 1	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 3 - 1	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 4	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 6	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 8	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 9	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 11	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 13	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 14 - 1	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 15	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 20	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 21	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 22	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 23	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 25	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 26	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 27	Wewnętrzne	Ściana wewnętrzna	0,5	0,6	0	0	0
Ściana 29	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 30	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 31	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 33	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 34	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 35	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 36	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 37	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 38	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 39	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 42	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 43	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 46	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 54	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 61	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 62	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 63	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 64	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 66	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 67	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 71	Wewnętrzne	Ściana wewnętrzna	0,5	0,6	0	0	0
Ściana 72	Wewnętrzne	Ściana wewnętrzna	0,5	0,6	0	0	0
Ściana 18	Wewnętrzne	Ściana wewnętrzna	0,5	0,6	0	0	0
Ściana 73	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 74	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 75	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 76	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 77	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 78	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 2	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 12	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,39	0,72	-0,98
Ściana 3 - 2	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98
Ściana 14 - 2	Zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	0,5	0,6	-0,42	0,74	-0,98

## Obciążenia oddziaływujące na stropy

Poniższa tabela przedstawia wartości charakterystyczne obciążeń działających na stropy.

Nazwa obc.: Opis obciążenia

Pozycja: Położenie stropu: wewnętrzny lub zewnętrzny

Funkcja użyt.: Kategoria obciążenia

$\alpha$ : kąt nachylenia dachu

$g_{1,k}$ : Oddziaływania stałe: ciężar własny

$g_{2,k}$ : Oddziaływania stałe

$q_{k}$ : Oddziaływania zmienne

$q_{snow,k}$ : Oddziaływania zmienne: obciążenie śniegiem

$q_{wind,k}$ : Oddziaływania zmienne: obciążenie wiatrem

Nazwa stropu	Pozycja	$\alpha$ [°]	Nazwa obciążenia	Funkcja użytkowa	$g_{1,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_{2,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{snow,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{wind,k}$ ssanie [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{wind,k}$ parcie [kN/m <sup>2</sup> ]
Strop1	Strop wewnętrzny	0	Powierzchnie mieszkalne	Obc. użytkowe kat. A: stropy	0,7	2	2	0	0	0
Strop 12	Dach	25	Dachy	Obc. użytkowe kat. H	0,28	2	0,5	0	-0,96	0,35
Strop 13	Dach	25	Dachy	Obc. użytkowe kat. H	0,28	2	0,5	0	-0,96	0,35
Strop4	Strop wewnętrzny	0	Powierzchnie mieszkalne	Obc. użytkowe kat. A: stropy	0,7	2	2	0	0	0
Strop2	Strop wewnętrzny	22	Obciążenie na dachu 2	Obc. użytkowe kat. A: stropy	0,28	2	2	0	0	0
Strop3	Dach	22	Dachy	Obc. użytkowe kat. H	0,28	2	0,5	0	-0,98	0,35

## Obciążenia liniowe

Poniższa tabela przedstawia wartości charakterystyczne obciążeń liniowych działających na belki i stropy.

Nazwa obciążenia: Opis obciążenia

Pozycja: Położenie elementu: wewnątrz lub na zewnątrz

Funkcja użytkowa: Kategoria obciążenia

$G_{1,k}$ : Oddziaływania stałe: ciężar własny

$G_{2,k}$ : Oddziaływania stałe

$Q_{k}$ : Oddziaływania zmienne

$Q_{snow,k}$ : Oddziaływania zmienne: obciążenie śniegiem

$Q_{wind,k}$ : Oddziaływania zmienne: obciążenie wiatrem

Nazwa elementu	Pozycja	Nazwa obciążenia	Funkcja użytkowa	$G_{1,k}$ [kN/m]	$G_{2,k}$ [kN/m]	$Q_{k}$ [kN/m]	$Q_{snow,k}$ [kN/m]	$Q_{wind,k}$ ssanie [kN/m]	$Q_{wind,k}$ parcie [kN/m]
Belka 2	Obciążenie wewnętrzne	Stale	-	0,24	0	-	0	0	0

Belka 1	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 4	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 5	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 6	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,44	0	-	0	0	0
Belka 10	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,52	0	-	0	0	0
Belka 11	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 16	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 17	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 18	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,44	0	-	0	0	0
Belka 19	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 20	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 21	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 37	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 42	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 47	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,44	0	-	0	0	0
Belka 48	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 49	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 3	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 51	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,52	0	-	0	0	0
Belka 52	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0

Belka 53	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka 54	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,44	0	-	0	0	0
Belka 56	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,24	0	-	0	0	0
Belka43	Obciążenie wewnętrzne	Stałe	-	0,44	0	-	0	0	0





# Charakterystyka elementów konstrukcyjnych

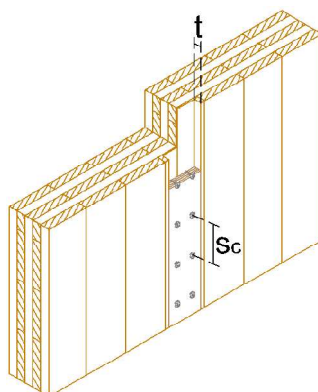
## Ściany CLT

Poniższa tabela przedstawia charakterystykę ścian CLT.

Nazwa elementu	Producent	Nazwa płyty	Materiał	Liczba warstw	Grubość [mm]	Warstwy	Orientacja warstw zewnętrznych
XLAM 120 mm - 5 warstw	User defined	100 5s T	C 24 XLAM	5	100	20 - 20 - 20 - 20 - 20	Pionowo
XLAM 100 mm - 3 warstwy	User defined	100 3s T	C 24 XLAM	3	100	30 - 40 - 30	Pionowo

Poniżej podsumowano charakterystykę ścian z połączeniami pionowymi pomiędzy panelami CLT.

Nazwa elementu	Typ połączenia między płytami	Długość pojedynczej płyty bp [mm]	Łącznik metalowy	Rozstaw łączników sc [mm]
XLAM 120 mm - 5 warstw	Deska zlicowana	1250	ASSY 3.0 TPS - 10 x 100	250

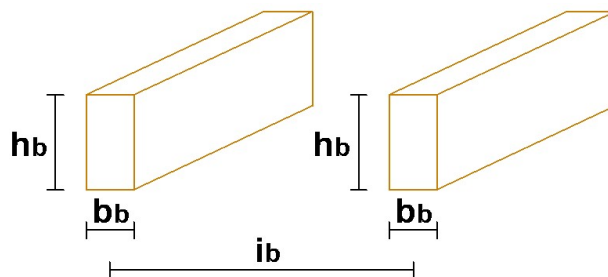


Rysunek: Pionowe połączenie płyt ściennych – połączenie z jedną drewnianą nakładką

## Drewniane stropy belkowe

### Charakterystyki geometryczne elementów

$h_b$ : wysokość przekroju poprzecznego  
 $b_b$ : szerokość przekroju poprzecznego  
 $i_b$ : rozstaw belek



Rysunek: Charakterystyki geometryczne stropu

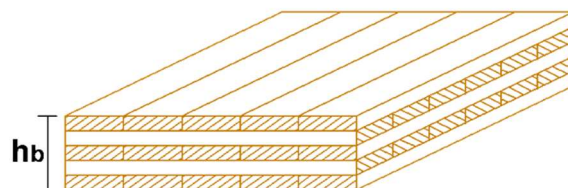
Poniższa tabela przedstawia szczegóły dotyczące stropu belkowego.

Nazwa elementu	Materiał	Wysokość przekroju $h_b$ [mm]	Szerokość przekroju $b_b$ [mm]	Rozstaw belek $i_b$ [mm]
Dach belkowy 140x240	GL 24h - EN 14080	240	140	600

## Stropy CLT

### Charakterystyki geometryczne stropu

$h_b$ : grubość płyty CLT



Rysunek: Charakterystyka geometryczna stropu CLT

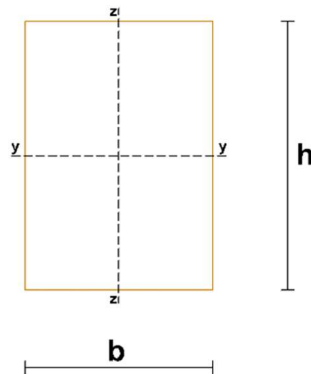
Poniższa tabela przedstawia szczegóły dotyczące stropów CLT.

Nazwa elementu	Producent	Nazwa płyty CLT	Materiał	Liczba warstw	Grubość $h_b$ [mm]	Warstwy	Kierunek warstw zewnętrznych
Strop XLAM	User defined	140 5s L	C 24 XLAM	5	140	40 - 20 - 20 - 20 - 40	Równoległe do kierunku obliczeń

## Przekroje poprzeczne drewnianych elementów liniowych

Poniższa tabela przedstawia szczegóły dotyczące przekroju poprzecznego każdego elementu liniowego.

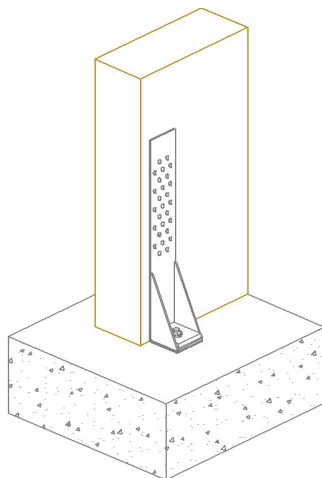
Nazwa elementu	Materiał	Szerokość b [mm]	Wysokość h [mm]	Pole pow. A [mm <sup>2</sup> ]	J <sub>y-y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	J <sub>z-z</sub> [mm <sup>4</sup> ]
200x240 GL 24h	GL 24h - EN 14080	200	240	48000	2,30E8	1,60E8
200x440 GL 24h	GL 24h - EN 14080	200	440	88000	1,42E9	2,93E8
200x520 GL 24h1	GL 24h - EN 14080	200	520	104000	2,34E9	3,47E8



Rysunek: Geometria drewnianego przekroju poprzecznego

## Złącza

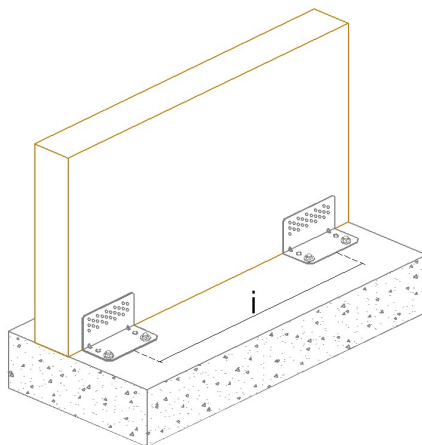
### Zakotwienie



Rysunek: Wizualizacja zakotwienia (połączenie ściana drewniana – fundament)

Nazwa złącza	Położenie złącza	Producent	Opis	Liczba łączników	Typ łącznika	Kotwa	Kotwa wklejana	Liczba zakotwień na każdym końcu ściany
Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	Złącze podstawy	Rotho Blaas	WHT 440	20	Anker nail - LBA 4,0 X 40	Threaded rod INA - 5.8 - M16 x 190	Vinylester chemical anchor ETA-09/0078	1
Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	Złącze podstawy	Borga Italia	HOLDOWN HDL 270 CE	82	Anker nail - CNA 4,0 x 130	Threaded rod - 5.8 - M16 x 235	Epoxy chemical anchor ETA 11/0344	1

### Połączenie drewno-żelbet

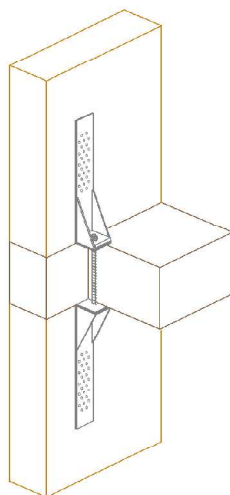


Rysunek: Wizualizacja połączenia ścinanego na złącza kątowe

Nazwa złącza	Położenie złącza	Producent	Opis	Liczba łączników na ścianie pionowej	Typ łącznika	Liczba kotew	Kotwa	Kotwa wklejana	Liczba boków	Rozstaw złączy kątowych i [mm]
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #5	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1000

Ścinane złącze podstawy - kotwy, #6	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1750
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #26	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #27	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #1	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #9	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #10	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1250
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #11	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #12	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1750
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #13	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #14	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #15	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #16	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #17	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1250
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #18	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #19	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1500
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #20	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #21	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #22	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	2000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #23	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1250
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #24	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1000
Ścinane złącze podstawy - kotwy, #25	Złącze podstawy	Rotho Blaas	Titan N - TCN 200	30	Anker nail - LBA 4,0 X 60	2	Anchor AB1 ETA-10/0076 - 12 x 103		1	1000

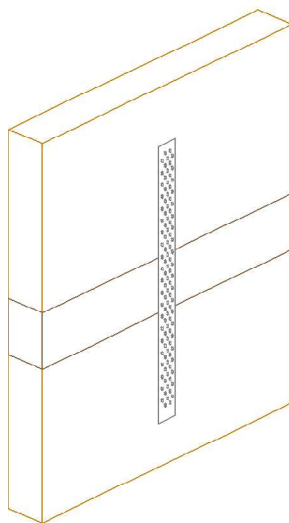
## Podwójne zakotwienie



Rysunek: Wizualizacja zakotwienia stropów pośrednich

Nazwa złącza	Położenie złącza	Producent	Opis	Liczba łączników	Typ łącznika	Śruba	Liczba zakotwień na każdym końcu ściany
Rozciągane złącze przystropowe, #1	Przystropowy	Rotho Blaas	WHT 540	45	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Threaded rod MGS - 4.8 - M20	1
Rozciągane złącze przystropowe, #3	Przystropowy	Rotho Blaas	WHT 540	45	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Threaded rod MGS - 4.8 - M16	1

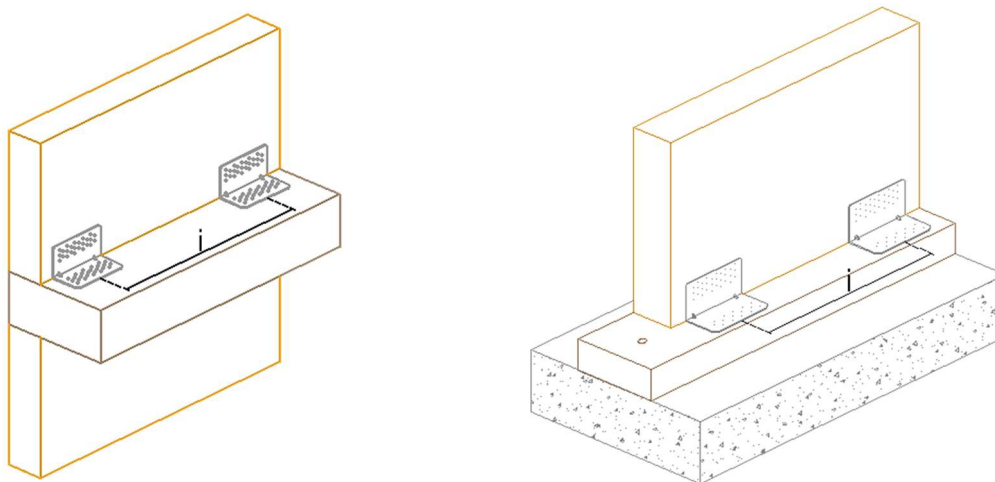
### ***Płytki perforowane/taśma perforowana do przenoszenia siły rozciągającej***



Rysunek: Wizualizacja rozciąganej taśmy perforowanej

Nazwa złącza	Położenie złącza	Producent	Opis	Szerokość [mm]	Długość [mm]	Grubość [mm]	Gatunek stali	Liczba łączników na każdym końcu	Typ łącznika	Liczba połączeń na każdym końcu
Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	Przystropowy	Rotho Blaas	Perforated plate 60x600 sp. 1,5 mm	60	600	1,5	S250	12	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1

### ***Złącza kątowe: połączenie drewno – drewno***



Rysunek: Wizualizacja połączenia ścinanego dla połączenia drewno – drewno z wykorzystaniem złączy kątowych

Nazwa złącza	Położenie złącza	Producent	Opis	Liczba łączników części pionowej	Liczba łączników części poziomej	Typ łącznika części pionowej	Typ łącznika części poziomej	Liczba boków	Rozstaw złączy kątowych i [mm]
Ścinane złącze przystropowe, #2	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1000
Ścinane złącze przystropowe, #4	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1750
Ścinane złącze przystropowe, #5	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1250
Ścinane złącze przystropowe, #6	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1250
Ścinane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)1	Przystropowy	Rotho Blaas	WBR 100	12	14	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1	2000
Ścinane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)2	Przystropowy	Rotho Blaas	WBR 100	12	14	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1	2000
Ścinane złącze przystropowe, #3	Przystropowy	Rotho Blaas	Titan TTN 240	36	36	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1	500
Ścinane złącze przystropowe, #7	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1000
Ścinane złącze przystropowe, #8	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1500
Ścinane złącze przystropowe, #9	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1250
Ścinane złącze przystropowe, #10	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1500
Ścinane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)3	Przystropowy	Rotho Blaas	WBR 100	12	14	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1	2000
Ścinane złącze przystropowe, #11	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1750
Ścinane złącze przystropowe, #1	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	500
Ścinane złącze przystropowe, #12	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	2000



Ścinane złącze przystropowe, #13	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	2000
Ścinane złącze przystropowe, #14	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	750
Ścinane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)4	Przystropowy	Rotho Blaas	WBR 100	12	14	Anker nail - LBA 4,0 X 60	Anker nail - LBA 4,0 X 60	1	750
Ścinane złącze przystropowe, #15	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	2000
Ścinane złącze przystropowe, #16	Przystropowy	User defined	Angle bracket TT1	1	1	Anker nail - 4,0 x 60	Anker nail - 4,0 x 60	1	1000



## Kombinacje obciążeń

Dla każdego przypadku obciążenia decydującego obliczeniowe wartości skutków oddziaływań, należy określić łącząc wartości oddziaływań, które uważa się za występujące jednocześnie.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} =$$

$$= \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

gdzie:

$G_1$  oddziaływania stałe: ciężar własny

$G_2$  oddziaływania stałe

$Q_1$  wartość charakterystyczna wiodącego oddziaływania zmiennego

$Q_{ki}$  wartość charakterystyczna i-tego oddziaływania zmiennego

$\gamma_{G1}$  współczynnik częściowy dla ciężaru własnego

$\gamma_{G2}$  współczynnik częściowy dla oddziaływań stałych

Gdy oddziaływania stałe, jak również ich część, są w pełni zdefiniowane w procesie projektowania, możliwe jest przyjęcie tego samego współczynnika częściowego jak dla oddziaływania od ciężaru własnego.

Poniżej podano wartości zastosowanych współczynników kombinacji obciążeń.

Nazwa oddziaływania	Opis	Czas trwania	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Q kat. A	Kategoria A: powierzchnie mieszkalne	Średniotrwałe	0,7	0,5	0,3
Q kat. B	Kategoria B: powierzchnie biurowe	Średniotrwałe	0,7	0,5	0,3
Q kat. C	Kategoria C: obszary zgromadzeń	Średniotrwałe	0,7	0,7	0,6
Q kat. D	Kategoria D: powierzchnie handlowe	Średniotrwałe	0,7	0,7	0,6
Q kat. E	Kategoria E: powierzchnie składowania	Długotrwałe	1	0,9	0,8
Q kat. F	Kategoria F: powierzchnie ruchu, ciężar pojazdu $\leq 30$ kN	Długotrwałe	0,7	0,7	0,6

Q kat. G	Kategoria G: powierzchnie ruchu, ciężar pojazdu $\leq 160$ kN	Długotrwałe	0,7	0,5	0,3
Q kat. H	Kategoria H: dachy	Średniotrwałe	0	0	0
Q kat. I-A	Kategoria I-A: powierzchnie dachów użytkowanych wg kategorii A	Średniotrwałe	0,7	0,5	0,3
Q kat. I-B	Kategoria I-B: powierzchnie dachów użytkowanych wg kategorii B	Średniotrwałe	0,7	0,5	0,3
Q kat. I-C	Kategoria I-C: powierzchnie dachów użytkowanych wg kategorii C	Średniotrwałe	0,7	0,7	0,6
Q kat. I-D	Kategoria I-D: powierzchnie dachów użytkowanych wg kategorii D+B535	Średniotrwałe	0,7	0,7	0,6
Q kat. I-E	Kategoria I-E: powierzchnie dachów użytkowanych wg kategorii E	Długotrwałe	1	0,9	0,8
Wiatr prostopadły	Obciążenie wiatrem	Chwilowe	0,6	0,2	0
Śnieg	Obciążenie śniegiem (wysokość $\leq 1000$ m n.p.m.)	Krótkotrwałe	0,5	0,2	0
Śnieg	Obciążenie śniegiem (wysokość $> 1000$ m n.p.m.)	Średniotrwałe	0,7	0,5	0,2

## Przyjęte kombinacje obciążeń

### Kombinacje SGN dla obciążeń pionowych

Poniższa tabela przedstawia kombinacje SGN istotne przy weryfikacjach od obciążeń pionowych. Zestawione wartości współczynników odpowiadają iloczynowi współczynnika częściowego  $\gamma_j$  i współczynnika kombinacyjnego  $\psi_{0j}$ .

Oddziaływanie wiatru zostało potraktowane schematycznie jako obciążenie równomiernie rozłożone i prostopadłe do każdej ściany zewnętrznej.

Nazwa	Czas trwania	G1	G2	Q kat. A	Q kat. H	Śnieg	Wiatr prostopadły	Wiatr X	Wiatr Y
SGN 1	Stale	1	1	0	0	0	0	0	0
SGN 2	Średniotrwałe	1	1	1,5	0	0	0	0	0
SGN 3	Krótkotrwałe	1	1	1,5	0	0,75	0	0	0
SGN 4	Chwilowe	1	1	1,5	0	0	0,9	0	0
SGN 5	Chwilowe	1	1	1,5	0	0,75	0,9	0	0
SGN 6	Średniotrwałe	1	1	0	1,5	0	0	0	0
SGN 7	Średniotrwałe	1	1	1,05	1,5	0	0	0	0
SGN 8	Krótkotrwałe	1	1	0	1,5	0,75	0	0	0
SGN 9	Krótkotrwałe	1	1	1,05	1,5	0,75	0	0	0
SGN 10	Chwilowe	1	1	0	1,5	0	0,9	0	0
SGN 11	Chwilowe	1	1	1,05	1,5	0	0,9	0	0
SGN 12	Chwilowe	1	1	0	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 13	Chwilowe	1	1	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 14	Krótkotrwałe	1	1	0	0	1,5	0	0	0
SGN 15	Krótkotrwałe	1	1	1,05	0	1,5	0	0	0
SGN 16	Chwilowe	1	1	0	0	1,5	0,9	0	0
SGN 17	Chwilowe	1	1	1,05	0	1,5	0,9	0	0
SGN 18	Chwilowe	1	1	0	0	0	1,5	0	0
SGN 19	Chwilowe	1	1	1,05	0	0	1,5	0	0
SGN 20	Chwilowe	1	1	0	0	0,75	1,5	0	0
SGN 21	Chwilowe	1	1	1,05	0	0,75	1,5	0	0
SGN 22	Stale	1	1,35	0	0	0	0	0	0
SGN 23	Średniotrwałe	1	1,35	1,5	0	0	0	0	0
SGN 24	Krótkotrwałe	1	1,35	1,5	0	0,75	0	0	0
SGN 25	Chwilowe	1	1,35	1,5	0	0	0,9	0	0
SGN 26	Chwilowe	1	1,35	1,5	0	0,75	0,9	0	0
SGN 27	Średniotrwałe	1	1,35	0	1,5	0	0	0	0
SGN 28	Średniotrwałe	1	1,35	1,05	1,5	0	0	0	0
SGN 29	Krótkotrwałe	1	1,35	0	1,5	0,75	0	0	0
SGN 30	Krótkotrwałe	1	1,35	1,05	1,5	0,75	0	0	0
SGN 31	Chwilowe	1	1,35	0	1,5	0	0,9	0	0
SGN 32	Chwilowe	1	1,35	1,05	1,5	0	0,9	0	0
SGN 33	Chwilowe	1	1,35	0	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 34	Chwilowe	1	1,35	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 35	Krótkotrwałe	1	1,35	0	0	1,5	0	0	0
SGN 36	Krótkotrwałe	1	1,35	1,05	0	1,5	0	0	0
SGN 37	Chwilowe	1	1,35	0	0	1,5	0,9	0	0
SGN 38	Chwilowe	1	1,35	1,05	0	1,5	0,9	0	0
SGN 39	Chwilowe	1	1,35	0	0	0	1,5	0	0
SGN 40	Chwilowe	1	1,35	1,05	0	0	1,5	0	0
SGN 41	Chwilowe	1	1,35	0	0	0,75	1,5	0	0
SGN 42	Chwilowe	1	1,35	1,05	0	0,75	1,5	0	0
SGN 43	Stale	1,35	1	0	0	0	0	0	0
SGN 44	Średniotrwałe	1,35	1	1,5	0	0	0	0	0
SGN 45	Krótkotrwałe	1,35	1	1,5	0	0,75	0	0	0
SGN 46	Chwilowe	1,35	1	1,5	0	0	0,9	0	0
SGN 47	Chwilowe	1,35	1	1,5	0	0,75	0,9	0	0
SGN 48	Średniotrwałe	1,35	1	0	1,5	0	0	0	0
SGN 49	Średniotrwałe	1,35	1	1,05	1,5	0	0	0	0
SGN 50	Krótkotrwałe	1,35	1	0	1,5	0,75	0	0	0
SGN 51	Krótkotrwałe	1,35	1	1,05	1,5	0,75	0	0	0
SGN 52	Chwilowe	1,35	1	0	1,5	0	0,9	0	0
SGN 53	Chwilowe	1,35	1	1,05	1,5	0	0,9	0	0
SGN 54	Chwilowe	1,35	1	0	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 55	Chwilowe	1,35	1	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 56	Krótkotrwałe	1,35	1	0	0	1,5	0	0	0
SGN 57	Krótkotrwałe	1,35	1	1,05	0	1,5	0	0	0
SGN 58	Chwilowe	1,35	1	0	0	1,5	0,9	0	0
SGN 59	Chwilowe	1,35	1	1,05	0	1,5	0,9	0	0
SGN 60	Chwilowe	1,35	1	0	0	0	1,5	0	0
SGN 61	Chwilowe	1,35	1	1,05	0	0	1,5	0	0
SGN 62	Chwilowe	1,35	1	0	0	0,75	1,5	0	0
SGN 63	Chwilowe	1,35	1	1,05	0	0,75	1,5	0	0
SGN 64	Stale	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0
SGN 65	Średniotrwałe	1,35	1,35	1,5	0	0	0	0	0
SGN 66	Krótkotrwałe	1,35	1,35	1,5	0	0,75	0	0	0
SGN 67	Chwilowe	1,35	1,35	1,5	0	0	0,9	0	0
SGN 68	Chwilowe	1,35	1,35	1,5	0	0,75	0,9	0	0
SGN 69	Średniotrwałe	1,35	1,35	0	1,5	0	0	0	0
SGN 70	Średniotrwałe	1,35	1,35	1,05	1,5	0	0	0	0
SGN 71	Krótkotrwałe	1,35	1,35	0	1,5	0,75	0	0	0
SGN 72	Krótkotrwałe	1,35	1,35	1,05	1,5	0,75	0	0	0
SGN 73	Chwilowe	1,35	1,35	0	1,5	0	0,9	0	0
SGN 74	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	1,5	0	0,9	0	0

SGN 75	Chwilowe	1,35	1,35	0	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 76	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0
SGN 77	Krótkotrwałe	1,35	1,35	0	0	1,5	0	0	0
SGN 78	Krótkotrwałe	1,35	1,35	1,05	0	1,5	0	0	0
SGN 79	Chwilowe	1,35	1,35	0	0	1,5	0,9	0	0
SGN 80	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	1,5	0,9	0	0
SGN 81	Chwilowe	1,35	1,35	0	0	0	1,5	0	0
SGN 82	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0	1,5	0	0
SGN 83	Chwilowe	1,35	1,35	0	0	0,75	1,5	0	0
SGN 84	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0,75	1,5	0	0

### Kombinacje SGN dla obciążeń poziomych

Poniższa tabela przedstawia kombinacje SGN istotne przy weryfikacjach od obciążeń poziomych. Zestawione wartości współczynników odpowiadają iloczynowi współczynnika częściowego  $\gamma_j$  i współczynnika kombinacyjnego  $\psi_{0j}$ .

Oddziaływanie wiatru zostało potraktowane schematycznie jako obciążenie równomiernie rozłożone i prostopadłe do każdej zewnętrznej ściany oraz oddziaływujące niezależnie po kierunku x, -x, y, -y.

Nazwa	Czas trwania	G1	G2	Q kat. A	Q kat. H	Śnieg	Wiatr prostopadły	Wiatr X	Wiatr Y
SGN poziomo 1	Chwilowe	1	1	0	0	0	0	1,5	0
SGN poziomo 2	Chwilowe	1	1	0	0	0	0	0	1,5
SGN poziomo 3	Chwilowe	1	1	0	0	0	0	-1,5	0
SGN poziomo 4	Chwilowe	1	1	0	0	0	0	0	-1,5
SGN poziomo 5	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0,75	0	1,5	0
SGN poziomo 6	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0,75	0	0	1,5
SGN poziomo 7	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0,75	0	-1,5	0
SGN poziomo 8	Chwilowe	1,35	1,35	1,05	0	0,75	0	0	-1,5

### Kombinacje obciążeń SGU (Charakterystyczne)

Nazwa	Czas trwania	G1	G2	Q kat. A	Q kat. H	Śnieg	Wiatr prostopadły	Wiatr X	Wiatr Y
Charakterystyczna SGU 1	Stale	1	1	0	0	0	0	0	0
Charakterystyczna SGU 2	Średniotrwałe	1	1	1	0	0	0	0	0
Charakterystyczna SGU 3	Krótkotrwałe	1	1	1	0	0,5	0	0	0
Charakterystyczna SGU 4	Chwilowe	1	1	1	0	0	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 5	Chwilowe	1	1	1	0	0,5	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 6	Średniotrwałe	1	1	0	1	0	0	0	0
Charakterystyczna SGU 7	Średniotrwałe	1	1	0,7	1	0	0	0	0
Charakterystyczna SGU 8	Krótkotrwałe	1	1	0	1	0,5	0	0	0
Charakterystyczna SGU 9	Krótkotrwałe	1	1	0,7	1	0,5	0	0	0
Charakterystyczna SGU 10	Chwilowe	1	1	0	1	0	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 11	Chwilowe	1	1	0,7	1	0	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 12	Chwilowe	1	1	0	1	0,5	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 13	Chwilowe	1	1	0,7	1	0,5	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 14	Krótkotrwałe	1	1	0	0	1	0	0	0
Charakterystyczna SGU 15	Krótkotrwałe	1	1	0,7	0	1	0	0	0
Charakterystyczna SGU 16	Chwilowe	1	1	0	0	1	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 17	Chwilowe	1	1	0,7	0	1	0,6	0	0
Charakterystyczna SGU 18	Chwilowe	1	1	0	0	0	1	0	0
Charakterystyczna SGU 19	Chwilowe	1	1	0,7	0	0	1	0	0
Charakterystyczna SGU 20	Chwilowe	1	1	0	0	0,5	1	0	0
Charakterystyczna SGU 21	Chwilowe	1	1	0,7	0	0,5	1	0	0

# Oddziaływania poziome

---

## Wiatr

Poniższa tabela przedstawia siły poziome działające na kondygnacje od oddziaływania wiatru oraz odpowiadające im współrzędne ich punktów przyłożenia.

Przepona	Wysokość względem płaszczyzny odniesienia [m]	xG, wiatr [m]	yG, wiatr [m]	Fx [kN]	Fy [kN]
1	3,20	7,90	2,80	25,27	38,32
2	6,69	7,65	2,76	16,00	22,62





## Wyniki

W tym rozdziale zestawiono siły w elementach konstrukcyjnych i ich połączeniach od poszczególnych obciążeń.

### Ściany

Nazwa ściany:	Numer ściany
N:	Całkowita siła osiowa
V2:	Siła ścinająca (w płaszczyźnie)
V3:	Siła ścinająca (prostopadła do płaszczyzny)
M2-2:	Moment zginający (prostopadły do płaszczyzny)
M3-3:	Moment zginający (w płaszczyźnie)
Va:	Siła ścinająca w pojedynczym połączeniu
Ta:	Siła rozciągająca w pojedynczej kotwie
dr:	Przesunięcie międzykondygnacyjne

Obciążenie	Nazwa ściany	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]	Va [kN]	Ta [kN]	dr [mm]
G1	Ściana 1	8,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 3 - 1	15,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 4	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 6	9,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 8	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 9	5,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 11	11,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 13	5,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 14 - 1	19,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 15	16,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 20	49,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 21	14,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 22	4,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 23	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 25	3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 26	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 27	14,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 29	12,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 31	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 33	2,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 34	6,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 35	2,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 36	14,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 37	5,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 38	8,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 39	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 42	21,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 43	7,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 46	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 54	15,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 61	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 62	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 63	6,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 64	4,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 66	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 67	6,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 71	41,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 72	37,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 18	34,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 73	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 74	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 75	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 76	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 77	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 78	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 2	9,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Ściana 12	20,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 3 - 2	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Ściana 14 - 2	5,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

G2	Ściana 1	27,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 3 - 1	44,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 4	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 6	17,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 8	16,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 9	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 11	16,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 13	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 14 - 1	52,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 15	45,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 20	124,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 21	38,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 22	19,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 23	28,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 25	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 26	4,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 27	46,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 29	38,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 30	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 31	4,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 33	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 34	10,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 35	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 36	53,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 37	7,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 38	31,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 39	15,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 42	70,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 43	27,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 46	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 54	31,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 61	18,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 62	7,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 63	23,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 64	13,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 66	12,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 67	11,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 71	110,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 72	93,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 18	93,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 73	3,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 74	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 75	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 76	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 77	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 78	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 2	13,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Ściana 12	39,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 3 - 2	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Ściana 14 - 2	8,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 1	23,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 3 - 1	35,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 4	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 6	8,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 8	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 9	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 11	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 14 - 1	40,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 15	10,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 20	28,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 21	6,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 22	18,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 23	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 25	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 26	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 27	19,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 29	13,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 31	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 34	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 35	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 36	21,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 37	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 38	26,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 39	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 54	14,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 61	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 62	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 66	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 67	3,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 71	64,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 72	55,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 18	60,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 73	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Ściana 74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q kat. A	Ściana 76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D





Wiatr X	Ściana 62	0,00	0,05	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,01
Wiatr X	Ściana 63	0,00	1,02	0,00	0,00	2,86	0,00	0,00	0,30
Wiatr X	Ściana 64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 66	0,00	2,16	0,00	0,00	10,67	0,00	0,00	0,82
Wiatr X	Ściana 67	0,00	2,16	0,00	0,00	10,67	0,00	0,00	0,82
Wiatr X	Ściana 71	0,00	3,50	0,00	0,00	15,62	0,00	0,00	0,67
Wiatr X	Ściana 72	0,00	3,45	0,00	0,00	16,97	0,00	0,00	0,67
Wiatr X	Ściana 18	0,00	3,61	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	0,67
Wiatr X	Ściana 73	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01
Wiatr X	Ściana 74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr X	Ściana 12	0,00	1,04	0,00	0,00	3,32	0,00	0,00	0,23
Wiatr X	Ściana 3 - 2	0,00	3,11	0,00	0,00	9,96	0,00	0,00	0,79
Wiatr X	Ściana 14 - 2	0,00	3,11	0,00	0,00	9,96	0,00	0,00	0,79
Wiatr Y	Ściana 1	0,00	0,01	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 3 - 1	0,00	0,01	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 4	0,00	8,67	0,00	0,00	32,86	0,00	0,00	2,16
Wiatr Y	Ściana 6	0,00	4,53	0,00	0,00	20,74	0,00	0,00	2,16
Wiatr Y	Ściana 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 9	0,00	4,53	0,00	0,00	20,65	0,00	0,00	2,15
Wiatr Y	Ściana 11	0,00	8,04	0,00	0,00	39,51	0,00	0,00	2,15
Wiatr Y	Ściana 13	0,00	4,53	0,00	0,00	20,65	0,00	0,00	2,15
Wiatr Y	Ściana 14 - 1	0,00	0,01	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 15	0,00	0,02	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 20	0,00	0,04	0,00	0,00	6,43	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 21	0,00	0,02	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 22	0,00	0,37	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,25
Wiatr Y	Ściana 23	0,00	0,76	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	0,25
Wiatr Y	Ściana 25	0,00	0,63	0,00	0,00	1,97	0,00	0,00	0,31
Wiatr Y	Ściana 26	0,00	0,63	0,00	0,00	1,97	0,00	0,00	0,31
Wiatr Y	Ściana 27	0,00	0,12	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,04
Wiatr Y	Ściana 29	0,00	0,11	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,04
Wiatr Y	Ściana 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 31	0,00	2,36	0,00	0,00	6,23	0,00	0,00	1,48
Wiatr Y	Ściana 33	0,00	1,98	0,00	0,00	6,17	0,00	0,00	0,94
Wiatr Y	Ściana 34	0,00	3,25	0,00	0,00	13,78	0,00	0,00	0,94
Wiatr Y	Ściana 35	0,00	1,98	0,00	0,00	6,17	0,00	0,00	0,94
Wiatr Y	Ściana 36	0,00	0,08	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,04
Wiatr Y	Ściana 37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 38	0,00	0,76	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	0,25
Wiatr Y	Ściana 39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 42	0,00	2,24	0,00	0,00	6,28	0,00	0,00	0,18
Wiatr Y	Ściana 43	0,00	0,61	0,00	0,00	1,71	0,00	0,00	0,18
Wiatr Y	Ściana 46	0,00	4,74	0,00	0,00	14,74	0,00	0,00	1,76
Wiatr Y	Ściana 54	0,00	10,78	0,00	0,00	49,25	0,00	0,00	2,17
Wiatr Y	Ściana 61	0,00	9,92	0,00	0,00	53,15	0,00	0,00	2,16
Wiatr Y	Ściana 62	0,00	6,35	0,00	0,00	21,42	0,00	0,00	1,22
Wiatr Y	Ściana 63	0,00	0,61	0,00	0,00	1,71	0,00	0,00	0,18
Wiatr Y	Ściana 64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 66	0,00	0,01	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 67	0,00	0,01	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 73	0,00	1,95	0,00	0,00	5,13	0,00	0,00	1,22
Wiatr Y	Ściana 74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Wiatr Y	Ściana 12	0,00	9,95	0,00	0,00	31,85	0,00	0,00	2,17
Wiatr Y	Ściana 3 - 2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Ściana 14 - 2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

## Śłupy

Nazwa słupa: Numer słupa

N: Całkowita siła osiowa

Obciążenie	Nazwa słupa	N [kN]
G1	Śłup 1	3,49
G1	Śłup 2	8,75
G1	Śłup 3	3,49
G1	Śłup 6	5,27
G1	Śłup 7	1,97
G1	Śłup 9	1,97
G1	Śłup 10	5,42
G1	Śłup 12	5,45
G1	Śłup 11	13,95
G2	Śłup 1	7,23

G2	Stup 2	25,03
G2	Stup 3	7,24
G2	Stup 6	21,87
G2	Stup 7	5,72
G2	Stup 9	5,74
G2	Stup 10	19,86
G2	Stup 12	17,08
G2	Stup 11	28,04
Q kat. A	Stup 1	1,53
Q kat. A	Stup 2	5,11
Q kat. A	Stup 3	1,53
Q kat. A	Stup 6	10,95
Q kat. A	Stup 7	0,00
Q kat. A	Stup 9	0,00
Q kat. A	Stup 10	0,00
Q kat. A	Stup 12	6,23
Q kat. A	Stup 11	28,04
Q kat. H	Stup 1	1,42
Q kat. H	Stup 2	4,98
Q kat. H	Stup 3	1,43
Q kat. H	Stup 6	2,73
Q kat. H	Stup 7	1,43
Q kat. H	Stup 9	1,44
Q kat. H	Stup 10	4,96
Q kat. H	Stup 12	2,71
Q kat. H	Stup 11	0,00
Śnieg	Stup 1	0,00
Śnieg	Stup 2	0,00
Śnieg	Stup 3	0,00
Śnieg	Stup 6	0,00
Śnieg	Stup 7	0,00
Śnieg	Stup 9	0,00
Śnieg	Stup 10	0,00
Śnieg	Stup 12	0,00
Śnieg	Stup 11	0,00
Wiatr prostopadły	Stup 1	-3,00
Wiatr prostopadły	Stup 2	-10,51
Wiatr prostopadły	Stup 3	-3,01
Wiatr prostopadły	Stup 6	-5,80
Wiatr prostopadły	Stup 7	-3,02
Wiatr prostopadły	Stup 9	-3,03
Wiatr prostopadły	Stup 10	-10,48
Wiatr prostopadły	Stup 12	-5,73
Wiatr prostopadły	Stup 11	0,00
Wiatr X	Stup 1	0,00
Wiatr X	Stup 2	0,00
Wiatr X	Stup 3	0,00
Wiatr X	Stup 6	0,00
Wiatr X	Stup 7	0,00
Wiatr X	Stup 9	0,00
Wiatr X	Stup 10	0,00
Wiatr X	Stup 12	0,00
Wiatr X	Stup 11	0,00
Wiatr Y	Stup 1	0,00
Wiatr Y	Stup 2	0,00
Wiatr Y	Stup 3	0,00
Wiatr Y	Stup 6	0,00
Wiatr Y	Stup 7	0,00
Wiatr Y	Stup 9	0,00
Wiatr Y	Stup 10	0,00
Wiatr Y	Stup 12	0,00
Wiatr Y	Stup 11	0,00

## Stropy

Nazwa stropu: Numer stropu

V2: Maksymalna siła tnąca wzdłuż lokalnej osi 2 dla najbardziej wyężonego elementu stropu

M3-3: Maksymalny moment zginający wokół lokalnej osi 3 dla najbardziej wyężonego elementu stropu

W<sub>ist</sub>: Największa deformacja najbardziej wyężonego elementu stropu

Obciążenie	Nazwa stropu	V2 [kN]	M3-3 [kNm]	W <sub>ist</sub> [mm]
G1	Strop1	1,81	1,51	0,62
G1	Strop 12	0,21	0,14	0,06
G1	Strop 13	0,21	0,14	0,06
G1	Strop4	0,83	0,51	0,17
G1	Strop2	0,37	0,36	0,28
G1	Strop3	0,36	0,35	0,00
G2	Strop1	5,17	4,31	1,76
G2	Strop 12	1,49	1,03	0,44
G2	Strop 13	1,49	1,03	0,44
G2	Strop4	2,38	1,44	0,48
G2	Strop2	2,61	2,54	2,00
G2	Strop3	2,60	2,52	0,00
Q kat. A	Strop1	5,17	4,31	1,76
Q kat. A	Strop 12	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Strop 13	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Strop4	2,38	1,44	0,48
Q kat. A	Strop2	2,61	2,54	2,00
Q kat. A	Strop3	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Strop1	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Strop 12	0,37	0,26	0,11
Q kat. H	Strop 13	0,37	0,26	0,11
Q kat. H	Strop4	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Strop2	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Strop3	0,65	0,63	0,00
Śnieg	Strop1	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Strop 12	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Strop 13	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Strop4	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Strop2	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Strop3	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Strop1	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Strop 12	0,79	0,55	0,00
Wiatr prostopadły	Strop 13	0,79	0,55	0,00
Wiatr prostopadły	Strop4	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Strop2	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Strop3	1,38	1,34	0,92
Wiatr X	Strop1	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Strop 12	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Strop 13	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Strop4	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Strop2	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Strop3	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop1	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop 12	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop 13	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop4	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop2	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Strop3	0,00	0,00	0,00

## Belki

Nazwa belki: Numer belki

V2: Maksymalna siła tnąca po kierunku lokalnej osi 2

M3-3: Maksymalny moment zginający wokół lokalnej osi 3

W<sub>ist</sub>: Największa deformacja najbardziej wyężonego elementu stropu

Obciążenie	Nazwa belki	V2 [kN]	M3-3 [kNm]	W <sub>ist</sub> [mm]
G1	Belka 2	0,51	0,18	0,01
G1	Belka 1	0,51	0,18	0,01
G1	Belka 4	3,44	1,32	0,13
G1	Belka 5	1,80	0,65	0,07
G1	Belka 6	6,06	4,53	0,24
G1	Belka 10	3,52	2,93	0,08
G1	Belka 11	4,14	3,66	2,40
G1	Belka 16	1,42	0,59	0,06
G1	Belka 17	1,71	0,83	0,08
G1	Belka 18	5,46	5,86	-0,16
G1	Belka 19	1,17	0,59	0,06
G1	Belka 20	0,67	0,31	0,06
G1	Belka 21	0,67	0,31	0,06

G1	Belka 37	0,60	0,75	0,74
G1	Belka 42	1,26	0,63	0,06
G1	Belka 47	3,25	3,77	-0,38
G1	Belka 48	1,34	1,19	0,72
G1	Belka 49	1,34	1,19	0,72
G1	Belka 3	1,20	0,41	0,03
G1	Belka 51	7,25	10,08	0,94
G1	Belka 52	0,21	0,10	0,01
G1	Belka 53	2,21	1,16	0,13
G1	Belka 54	6,07	4,58	0,26
G1	Belka 56	0,44	0,21	0,02
G1	Belka43	7,95	7,91	0,44
G2	Belka 2	0,41	0,15	0,01
G2	Belka 1	0,41	0,15	0,01
G2	Belka 4	10,08	3,87	0,39
G2	Belka 5	3,94	1,39	0,14
G2	Belka 6	13,33	10,48	0,82
G2	Belka 10	6,21	5,17	0,14
G2	Belka 11	5,65	4,05	2,66
G2	Belka 16	8,07	3,35	0,32
G2	Belka 17	9,71	4,72	0,46
G2	Belka 18	28,53	30,60	-0,81
G2	Belka 19	6,64	3,35	0,32
G2	Belka 20	2,94	1,38	0,25
G2	Belka 21	2,95	1,38	0,25
G2	Belka 37	0,00	0,00	0,00
G2	Belka 42	2,54	1,28	0,13
G2	Belka 47	14,28	15,86	-1,61
G2	Belka 48	6,37	5,40	3,23
G2	Belka 49	6,35	5,39	3,22
G2	Belka 3	2,38	0,79	0,06
G2	Belka 51	16,60	23,16	2,15
G2	Belka 52	0,00	0,00	0,00
G2	Belka 53	5,75	3,07	0,33
G2	Belka 54	15,47	11,68	0,67
G2	Belka 56	0,70	0,39	0,04
G2	Belka43	19,50	22,44	1,19
Q kat. A	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 4	3,47	1,20	0,12
Q kat. A	Belka 5	3,47	1,20	0,12
Q kat. A	Belka 6	4,65	4,39	0,35
Q kat. A	Belka 10	6,21	5,17	0,14
Q kat. A	Belka 11	0,97	0,31	0,15
Q kat. A	Belka 16	8,07	3,35	0,32
Q kat. A	Belka 17	9,71	4,72	0,46
Q kat. A	Belka 18	14,29	15,33	-0,41
Q kat. A	Belka 19	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 20	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 21	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 42	2,54	1,28	0,13
Q kat. A	Belka 47	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 48	3,71	3,50	2,10
Q kat. A	Belka 49	3,71	3,50	2,10
Q kat. A	Belka 3	1,97	0,64	0,05
Q kat. A	Belka 51	15,51	20,44	1,94
Q kat. A	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Q kat. A	Belka 53	5,75	3,07	0,33
Q kat. A	Belka 54	15,47	11,68	0,67
Q kat. A	Belka 56	0,70	0,39	0,04
Q kat. A	Belka43	9,57	11,29	0,60
Q kat. H	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 4	1,33	0,54	0,05
Q kat. H	Belka 5	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 6	2,03	1,91	0,15
Q kat. H	Belka 10	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 11	0,26	0,09	0,04
Q kat. H	Belka 16	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 17	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 18	3,56	3,82	-0,10
Q kat. H	Belka 19	1,66	0,84	0,08
Q kat. H	Belka 20	0,73	0,34	0,06
Q kat. H	Belka 21	0,74	0,35	0,06
Q kat. H	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 42	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 47	3,57	3,97	-0,40
Q kat. H	Belka 48	0,66	0,48	0,28
Q kat. H	Belka 49	0,66	0,48	0,28
Q kat. H	Belka 3	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 51	0,34	0,86	0,07
Q kat. H	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 53	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 54	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka 56	0,00	0,00	0,00
Q kat. H	Belka43	1,55	2,09	0,10
Śnieg	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 4	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 5	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 6	0,00	0,00	0,00



Śnieg	Belka 10	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 11	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 16	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 17	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 18	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 19	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 20	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 21	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 42	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 47	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 48	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 49	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 3	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 51	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 53	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 54	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka 56	0,00	0,00	0,00
Śnieg	Belka43	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 4	2,82	1,14	-0,11
Wiatr prostopadły	Belka 5	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 6	4,28	4,04	-0,33
Wiatr prostopadły	Belka 10	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 11	0,56	0,18	-0,09
Wiatr prostopadły	Belka 16	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 17	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 18	7,57	8,12	0,21
Wiatr prostopadły	Belka 19	3,53	1,78	-0,17
Wiatr prostopadły	Belka 20	1,55	0,73	-0,13
Wiatr prostopadły	Belka 21	1,56	0,73	-0,13
Wiatr prostopadły	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 42	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 47	7,54	8,37	0,85
Wiatr prostopadły	Belka 48	1,40	1,01	-0,60
Wiatr prostopadły	Belka 49	1,39	1,01	-0,59
Wiatr prostopadły	Belka 3	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 51	0,72	1,80	-0,14
Wiatr prostopadły	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 53	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 54	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka 56	0,00	0,00	0,00
Wiatr prostopadły	Belka43	3,30	4,44	-0,22
Wiatr X	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 4	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 5	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 6	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 10	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 11	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 16	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 17	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 18	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 19	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 20	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 21	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 42	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 47	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 48	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 49	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 3	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 51	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 53	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 54	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka 56	0,00	0,00	0,00
Wiatr X	Belka43	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 2	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 1	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 4	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 5	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 6	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 10	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 11	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 16	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 17	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 18	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 19	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 20	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 21	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 37	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 42	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 47	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 48	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 49	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 3	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 51	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 52	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 53	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka 54	0,00	0,00	0,00

Wiatr Y	Belka 56	0,00	0,00	0,00
Wiatr Y	Belka43	0,00	0,00	0,00

## Siły i momenty działające w podstawie konstrukcji

W tym rozdziale zestawiono wartości oddziaływań w podstawie ścian i słupów znajdujących się na najniższej kondygnacji. W odniesieniu do ścian, pierwszy wiersz tabeli przedstawia wartości oddziaływań odpowiadających kombinacji SGN, która prowadzi do największych sił osiowych. Drugi wiersz tabeli przedstawia wartości oddziaływań od kombinacji sejsmicznych lub kombinacji SGN poziomych czyli takich, które prowadzą do największych momentów działających w płaszczyźnie ściany M3-3 oraz największych sił poziomych V2 (również w płaszczyźnie ściany), a jednocześnie wywołują możliwie najmniejsze siły osiowe N.

Poniżej przedstawiono oddziaływania w podstawie ścian dla różnych obciążeń rozpatrywanych indywidualnie.

### Ściany

Nazwa ściany: Numer ściany

N: Całkowita siła osiowa

V2: Siła tnąca (w płaszczyźnie)

V3: Siła tnąca (prostopadła do płaszczyzny)

M2-2: Moment zginający (prostopadły do płaszczyzny)

M3-3: Moment zginający (w płaszczyźnie)

Nazwa ściany	Długość [m]	Obciążenie / Kombinacja	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]		
Ściana 1	1,00	SGN 67	84,34	0,00	1,42	0,00	0,00		
		SGN poziomo 1	36,25	2,43	0,00	0,00	11,22		
		G1	8,62	0,00	0,00	0,00	0,00		
		G2	27,63	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Q kat. A	23,61	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Q kat. H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Wiatr prostopadły	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00		
		Wiatr X	0,00	1,62	0,00	0,00	7,48		
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	1,07		
		Ściana 3 - 1	1,99	SGN 65	134,06	0,00	0,00	0,00	0,00
				SGN poziomo 1	59,96	4,14	0,00	0,00	20,21
G1	15,39			0,00	0,00	0,00	0,00		
G2	44,57			0,00	0,00	0,00	0,00		
Q kat. A	35,41			0,00	0,00	0,00	0,00		
Q kat. H	0,52			0,00	0,00	0,00	0,00		
Śnieg	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		
Wiatr prostopadły	-1,10			0,00	3,13	0,00	0,00		
Wiatr X	0,00			2,76	0,00	0,00	13,48		
Wiatr Y	0,00			0,01	0,00	0,00	2,16		
Ściana 4	1,00			SGN 65	31,65	0,00	0,00	0,00	0,00
				SGN poziomo 4	16,72	13,00	0,00	0,00	49,29
		G1	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00		
		G2	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Q kat. A	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Q kat. H	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Wiatr prostopadły	-0,71	0,00	1,57	0,00	0,00		
		Wiatr X	0,00	0,27	0,00	0,00	0,82		
		Wiatr Y	0,00	8,67	0,00	0,00	32,86		
		Ściana 6	1,00	SGN 65	48,88	0,00	0,00	0,00	0,00
				SGN poziomo 4	26,53	6,80	0,00	0,00	31,10
G1	9,38			0,00	0,00	0,00	0,00		
G2	17,14			0,00	0,00	0,00	0,00		
Q kat. A	8,72			0,00	0,00	0,00	0,00		
Q kat. H	0,81			0,00	0,00	0,00	0,00		
Śnieg	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		
Wiatr prostopadły	-1,71			0,00	1,57	0,00	0,00		

		Wiatr X	0,00	0,15	0,00	0,00	1,17
		Wiatr Y	0,00	4,53	0,00	0,00	20,74
Ściana 8	0,60	SGN 67	51,18	0,00	0,85	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	21,39	0,00	0,00	0,00	0,00
		G1	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	16,88	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ściana 9	1,50	SGN 67	25,67	0,00	2,13	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	15,29	6,79	0,00	0,00	30,97
		G1	5,84	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	0,00	0,00	2,36	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	0,46	0,00	0,00	2,49
		Wiatr Y	0,00	4,53	0,00	0,00	20,65
Ściana 11	2,50	SGN 65	40,24	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	27,43	12,06	0,00	0,00	59,26
		G1	11,16	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	16,28	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-1,13	0,00	3,94	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	0,82	0,00	0,00	4,90
		Wiatr Y	0,00	8,04	0,00	0,00	39,51
Ściana 13	1,50	SGN 71	21,89	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	15,28	6,79	0,00	0,00	30,97
		G1	5,84	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-1,78	0,00	2,36	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	0,46	0,00	0,00	2,49
		Wiatr Y	0,00	4,53	0,00	0,00	20,65
Ściana 14 - 1	1,99	SGN 65	157,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	71,93	4,14	0,00	0,00	20,21
		G1	19,17	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	52,76	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	40,58	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-1,76	0,00	3,13	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	2,76	0,00	0,00	13,48
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	2,16
Ściana 15	2,40	SGN 72	103,08	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	61,50	4,04	0,00	0,00	17,22
		G1	16,46	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	45,04	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	10,24	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-13,19	0,00	3,78	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	2,69	0,00	0,00	11,48
		Wiatr Y	0,00	0,02	0,00	0,00	1,76
Ściana 20	7,80	SGN 72	289,46	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	174,64	11,45	0,00	0,00	52,43
		G1	49,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	124,66	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	28,92	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	15,55	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-33,07	0,00	12,28	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	7,64	0,00	0,00	34,96
		Wiatr Y	0,00	0,04	0,00	0,00	6,43
Ściana 21	2,40	SGN 72	87,89	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	53,65	4,04	0,00	0,00	17,22
		G1	14,93	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	38,72	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	6,47	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	5,78	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-12,29	0,00	3,78	0,00	0,00

		Wiatr X	0,00	2,69	0,00	0,00	11,48
		Wiatr Y	0,00	0,02	0,00	0,00	1,76
Ściana 54	2,37	SGN 65	83,78	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	46,29	16,18	0,00	0,00	73,88
		G1	15,27	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	31,02	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	14,19	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-3,39	0,00	3,73	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	1,13	0,00	0,00	6,32
		Wiatr Y	0,00	10,78	0,00	0,00	49,25
Ściana 61	2,80	SGN 65	50,31	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	30,54	14,88	0,00	0,00	79,73
		G1	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	18,34	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-0,71	0,00	4,41	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	0,31	0,00	0,00	0,83
		Wiatr Y	0,00	9,92	0,00	0,00	53,15
Ściana 66	1,70	SGN 65	32,56	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	20,20	3,24	0,00	0,00	16,00
		G1	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	12,97	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-1,80	0,00	2,68	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	2,16	0,00	0,00	10,67
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	2,00
Ściana 67	1,70	SGN 65	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	18,11	3,24	0,00	0,00	16,00
		G1	6,84	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	11,27	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	3,52	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-0,90	0,00	2,68	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	2,16	0,00	0,00	10,67
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	2,00
Ściana 71	2,50	SGN 65	302,24	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	152,15	5,24	0,00	0,00	23,44
		G1	41,56	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	110,58	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	64,56	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	7,36	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-15,64	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	3,50	0,00	0,00	15,62
		Wiatr Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
Ściana 72	3,06	SGN 65	261,15	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	131,60	5,17	0,00	0,00	25,46
		G1	37,68	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	93,92	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	55,66	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	5,28	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-11,21	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	3,45	0,00	0,00	16,97
		Wiatr Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
Ściana 18	3,14	SGN 65	262,94	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	127,87	5,41	0,00	0,00	26,55
		G1	34,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	93,86	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	60,22	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	4,78	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-10,16	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	3,61	0,00	0,00	17,70
		Wiatr Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
Ściana 12	2,80	SGN 65	108,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 4	59,49	14,93	0,00	0,00	47,78
		G1	20,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	39,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	18,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	-3,30	0,00	4,41	0,00	0,00

		Wiatr X	0,00	1,04	0,00	0,00	3,32
		Wiatr Y	0,00	9,95	0,00	0,00	31,85
Ściana 3 - 2	1,01	SGN 67	24,60	0,00	1,43	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	12,54	4,67	0,00	0,00	14,94
		G1	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	5,11	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	3,11	0,00	0,00	9,96
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04
Ściana 14 - 2	1,01	SGN 65	29,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		SGN poziomo 1	13,87	4,67	0,00	0,00	14,94
		G1	5,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		G2	8,81	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. A	6,86	0,00	0,00	0,00	0,00
		Q kat. H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Śnieg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wiatr prostopadły	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00
		Wiatr X	0,00	3,11	0,00	0,00	9,96
		Wiatr Y	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04

## Śłupy

Nazwa słupa: Numer słupa

N: Całkowita siła osiowa

Nazwa słupa	Obciążenie / Kombinacja	N [kN]
Stup 1	SGN 72	18,22
	G1	3,49
	G2	7,23
	Q kat. A	1,53
	Q kat. H	1,42
	Śnieg	0,00
	Wiatr prostopadły	-3,00
	Wiatr X	0,00
	Wiatr Y	0,00
	Stup 2	SGN 72
G1		8,75
G2		25,03
Q kat. A		5,11
Q kat. H		4,98
Śnieg		0,00
Wiatr prostopadły		-10,51
Wiatr X		0,00
Wiatr Y		0,00
Stup 3		SGN 72
	G1	3,49
	G2	7,24
	Q kat. A	1,53
	Q kat. H	1,43
	Śnieg	0,00
	Wiatr prostopadły	-3,01
	Wiatr X	0,00
	Wiatr Y	0,00
	Stup 11	SGN 65
G1		13,95
G2		28,04
Q kat. A		28,04
Q kat. H		0,00
Śnieg		0,00
Wiatr prostopadły		0,00
Wiatr X		0,00
Wiatr Y		0,00

# Projektowanie elementów konstrukcyjnych

## Stropy CLT

### Model obliczeniowy

Model obliczeniowy przyjęty do projektowania stropów CLT poddanych zginaniu prostopadłym do płaszczyzny to model belki złożonej, która łączona jest podatnymi łącznikami mechanicznymi, zgodnie z Załącznikiem B normy EN 1995-1-1. Podatność na ścinanie warstw poprzecznych jest rozpatrywana przy użyciu metody  $\gamma$ , mianowicie teorii Möhlera dla płyty CLT posiadającej do 3 warstw ułożonych podłużnie względem analizowanego kierunku lub teorii Shellinga dla płyty CLT posiadającej więcej niż 3 warstwy ułożone podłużnie względem analizowanego kierunku.

Efektywna sztywność przy zginaniu wyznaczana jest ze wzoru:

$$EJ_{eff} = \sum_{i=1}^n (E_i J_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2)$$

$$\gamma_i = \left[ 1 + \frac{\pi^2 E_i A_i}{G_R \cdot \frac{b}{d} \cdot l_{ref}^2} \right]^{-1}$$

gdzie:

- $J_i$  moment bezwładności  $i$ -tej warstwy względem jej osi obojętnej
- $A_i$  pole przekroju poprzecznego  $i$ -tej warstwy
- $a_i$  odległość między środkiem ciężkości  $i$ -tej warstwy a środkiem ciężkości elementu CLT
- $l_{ref}$  długość referencyjna przęsła
- $G_R$  sztywność przy ścinaniu tarczowym (wartość średnia)

Długość referencyjna przęseł ( $l_{ref}$ ) przyjmowana jest w zależności od schematu statycznego, zgodnie z poniższą tabelą.

Schemat statyczny	Długość referencyjna przęsła
Swobodnie podparta belka	$l_{ref} = l$
Rozpiętość belki ciągłej	$l_{ref} = 0.8 l$
Wewnętrzna podpora belki ciągłej	$l_{ref} = 0.8 l_{min}$
Wspornik	$l_{ref} = 2 l$

Poniższa tabela, dla każdej  $i$ -tej kondygnacji oraz odpowiednio do danej rozpiętości, przedstawia wartości referencyjnych długości przęseł, efektywny moment bezwładności przekrojów stropu CLT oraz przyjęty schemat statyczny.

Nazwa stropu	Obliczeniowa szerokość pasma stropu [m]	Długość referencyjna $l_{ref}$ [m]	Jeff [mm <sup>4</sup> ]	Schemat statyczny
Strop1	1	3,32 3,32	1,841E8 1,841E8	
Strop4	1	2,40	1,651E8	

### Nośność na zginanie

Weryfikacje przeprowadzane są zgodnie z punktem § 6.1.6 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

gdzie:

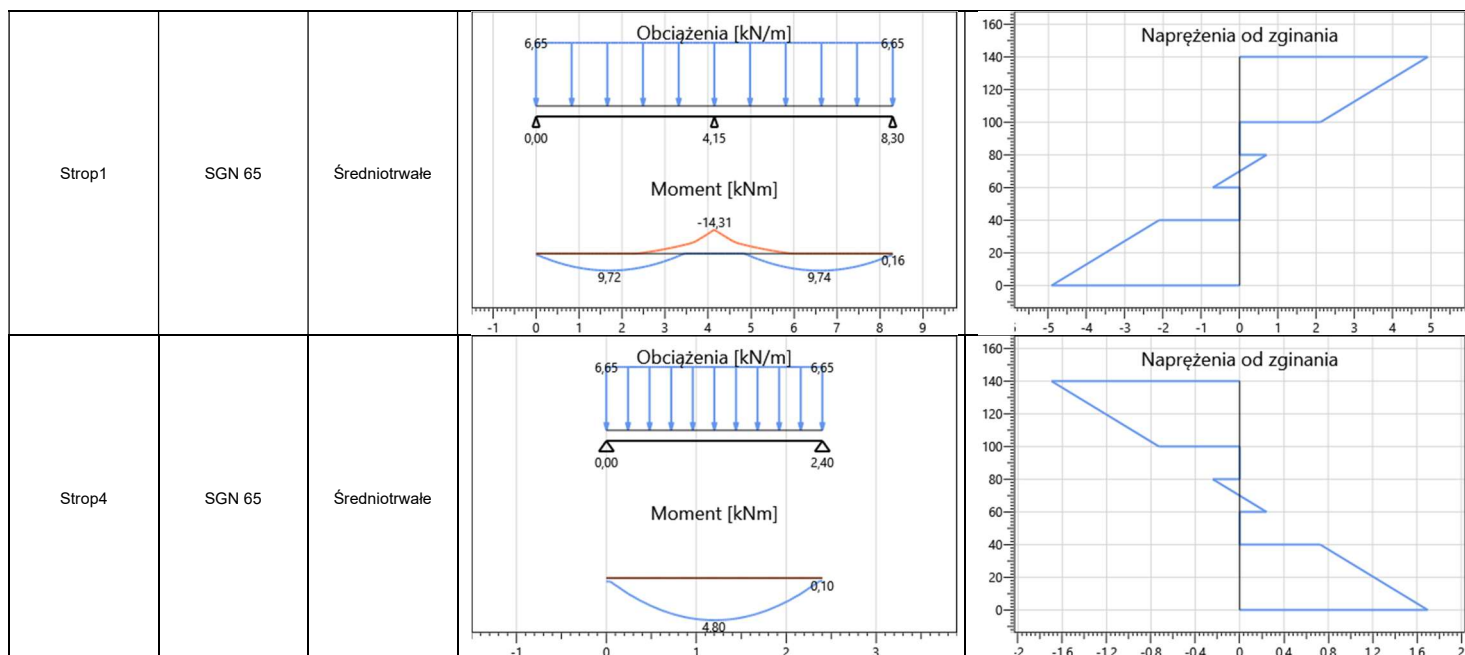
$\sigma_{m,d}$  obliczeniowe naprężenie zginające

$f_{m,d}$  wytrzymałość obliczeniowa na zginanie

Poniższa tabela przedstawia schematy statyczne i wykresy obwiedni momentu zginającego dla najbardziej wyczerpanej części każdego stropu.

Nazwa stropu	Kombinacja	Czas trwania	Wykres $M_{3-3}$	Naprężenia normalne przy zginaniu
--------------	------------	--------------	------------------	-----------------------------------





W poniższej tabeli podsumowano warunki wymiarujące. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa stropu	Przekrój	$M_{3-3}$ [kNm]	$J_{eff}$ [mm <sup>4</sup> ]	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{m,d}$ [MPa]	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	Sprawdzenie
Strop1	Strop XLAM	-14.33	184126376	SGN 65	1	0,8	1,25	15,36	4,92	32%
Strop4	Strop XLAM	4.80	165077567	SGN 65	1	0,8	1,25	15,36	1,70	11%

## Nośność na ścinanie

### Nośność na ścinanie równoległe do włókien (warstwy podłużne)

Sprawdzenia są przeprowadzane zgodnie z punktem § 6.1.7 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

gdzie:

$\tau_{v,d}$  obliczeniowe naprężenie ścinające

$f_{v,d}$  obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie równoległe do włókien

Maksymalne obliczeniowe naprężenie ścinające równoległe do włókien (w warstwach podłużnych) można wyznaczyć korzystając z poniższego wyrażenia:

$$\tau_{v,d} = \frac{V_d \cdot S_{max}}{J_{eff} \cdot b}$$

gdzie:

$V_d$  całkowita siła ścinająca w danym miejscu

$S_{max}$  moment statyczny przekroju

$J_{eff}$  efektywny moment bezwładności przekroju poprzecznego elementu CLT

$b$  szerokość przekroju poprzecznego elementu CLT ( $k_{cr} = 1$ )

**Nośność na ścinanie prostopadłe do włókien (ściananie tarczowe w warstwach prostopadłych)**

Sprawdzenia są przeprowadzane zgodnie z punktem § 6.1.7 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\tau_{R,d}}{f_{v,R,d}} \leq 1$$

gdzie:

$\tau_{R,d}$  obliczeniowe naprężenia ścinające prostopadłe do włókien

$f_{v,R,d}$  obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie prostopadłe do włókien

Maksymalne obliczeniowe naprężenie ścinające prostopadłe do włókien (w warstwach poprzecznych) można wyznaczyć korzystając z poniższego wyrażenia:

$$\tau_{R,d} = \frac{V_d \cdot S_{R,max}}{J_{eff} \cdot b}$$

gdzie:

$V_d$  całkowita siła ścinająca w danym miejscu

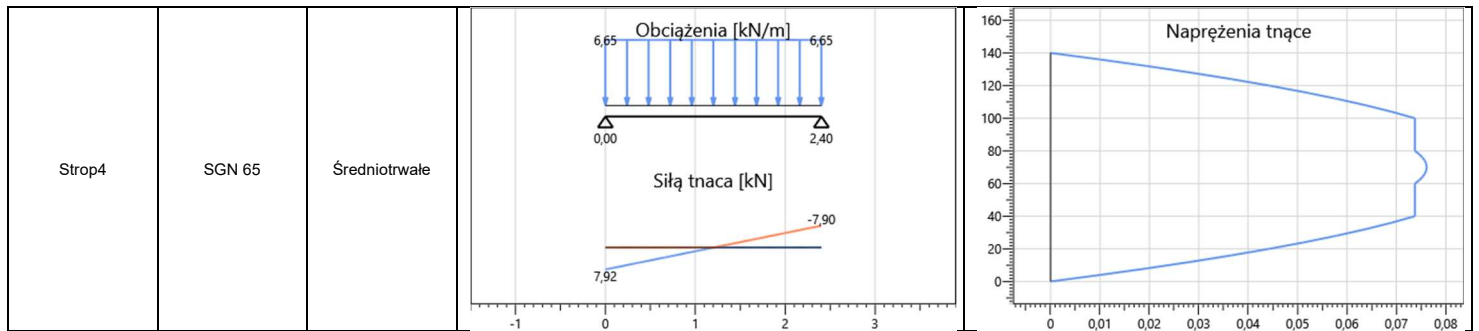
$S_{R,max}$  moment statyczny przekroju

$J_{eff}$  efektywny moment bezwładności przekroju poprzecznego elementu CLT

$b$  szerokość przekroju poprzecznego elementu ( $k_{cr} = 1$ )

Poniższa tabela przedstawia schematy statyczne i wykresy obwiedni momentu zginającego dla najbardziej wyczerpanej części każdego stropu.

Nazwa stropu	Kombinacja	Czas trwania	Wykres $V_2$	Naprężenia styczne
Strop1	SGN 65	Średniotrwałe		



W poniższej tabeli podsumowano warunki wymiarujące. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa stropu	Przekrój	$V_2$ [kN]	$J_{eff}$ [mm <sup>4</sup> ]	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{v,d}$ [MPa]	$\tau_{v,d}$ [MPa]	Sprawdzenie	$f_{R,d}$ [MPa]	$\tau_{R,d}$ [MPa]	Spr.
Strop1	Strop XLAM	17,19	1841263 76	SGN 65	1	0,8	1,25	2,56	0,17	6%	0,51	0,16	31%
Strop4	Strop XLAM	7,92	1650775 67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,56	0,08	3%	0,51	0,07	14%

## Stropy belkowe / stropy z drewna litego

### Wytrzymałość na zginanie

Sprawdzenia są przeprowadzane zgodnie z punktem § 6.3.2 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

gdzie:

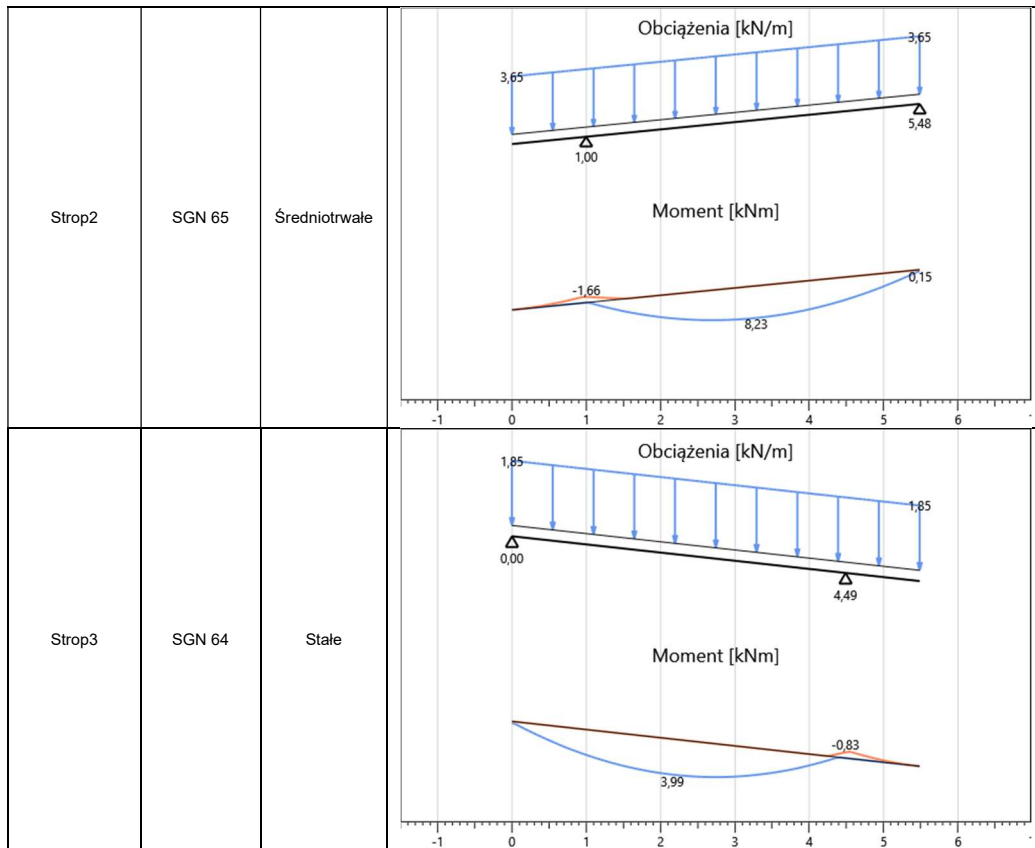
$\sigma_{m,d}$  obliczeniowe naprężenie przy zginaniu

$f_{m,d}$  wytrzymałość obliczeniowa przy zginaniu

$k_{crit}$  współczynnik stateczności giętno-skrętnej

$k_{crit}$  jest przyjmowany jako równy 1.0 dla belek zabezpieczonych przed zwichrzeniem wzdłuż ich długości oraz o ograniczonej możliwości obrotu na podporach.

Nazwa stropu	Kombinacja	Czas trwania	Wykres M <sub>3-3</sub>
Strop 12	SGN 64	Stałe	
Strop 13	SGN 64	Stałe	



W poniższej tabeli podsumowano warunki wymiarujące. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa stropu	Przekrój	$M_{3-3 \text{ max}}$ [kNm]	W [mm <sup>3</sup> ]	$k_{\text{crit}}$	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_h$	$k_{\text{mod}}$	$\gamma_M$	$f_{m,d}$ [MPa]	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	Spr.
Strop 12	Dach belkowy 140x240	1,59	1344000	1,00	SGN 64	1	1,00	0,6	1,25	11,52	1,18	10%
Strop 13	Dach belkowy 140x240	1,59	1344000	1,00	SGN 64	1	1,00	0,6	1,25	11,52	1,18	10%
Strop2	Dach belkowy 140x240	8,23	1344000	1,00	SGN 65	1	1,00	0,8	1,25	15,36	6,12	40%
Strop3	Dach belkowy 140x240	3,99	1344000	1,00	SGN 64	1	1,00	0,6	1,25	11,52	2,97	26%

## Wytrzymałość na ścinanie

Sprawdzenia są przeprowadzane zgodnie z punktem § 6.1.7 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

gdzie:

$\tau_d$  obliczeniowe naprężenie ścinające

$f_{v,d}$  wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie

Sprawdzenie na ścinanie elementu poddanego zginanego wymaga uwzględnienia wpływu pęknięć poprzez zastosowanie szerokości efektywnej, którą wyznacza się ze wzoru:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

gdzie b jest szerokością odpowiedniego przekroju poprzecznego elementu.

Należy przyjmować następujące wartości  $k_{cr}$

$k_{cr} = 0,67 (\leq 1)$  dla drewna litego

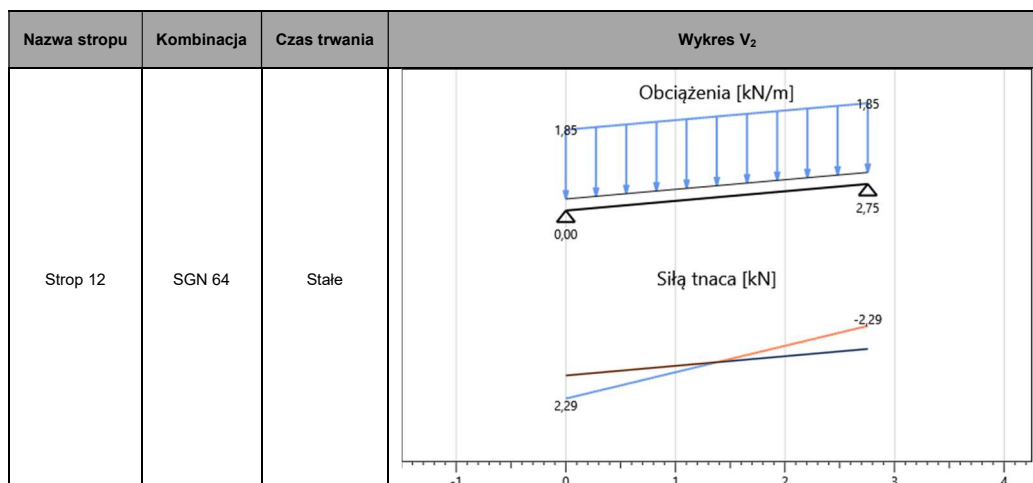
$k_{cr} = 0,67 (\leq 1)$  dla drewna klejonego warstwowo

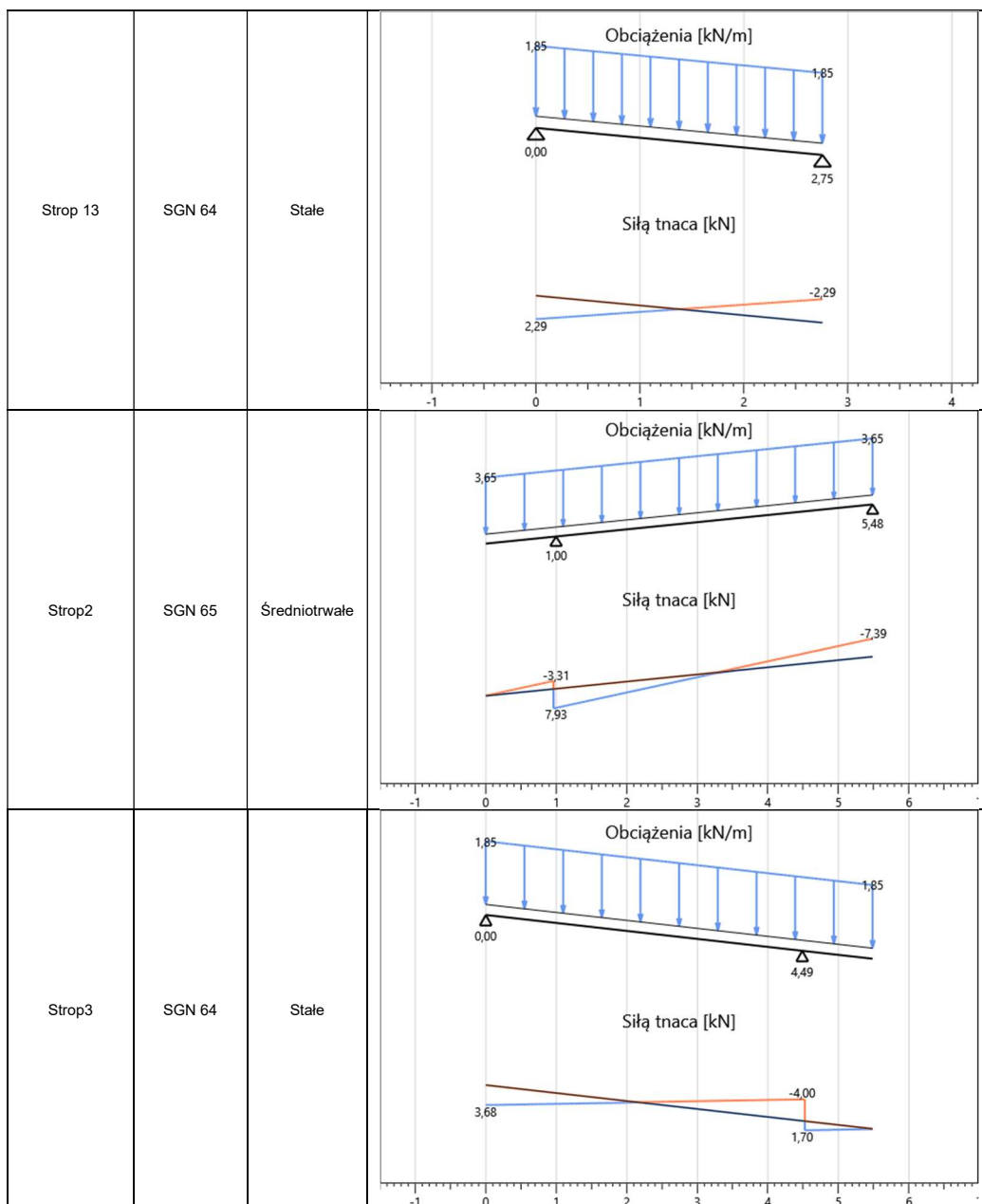
Maksymalne obliczeniowe naprężenie ścinające przekroju prostokątnego można wyznaczyć korzystając z następującego wyrażenia:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{k_{cr} \cdot A}$$

gdzie A jest polem przekroju poprzecznego belki.

Poniższa tabela przedstawia schematy konstrukcyjne i obwiednie wykresów sił tnących dla najbardziej wyťažonych belek w ramach każdego stropu.





Sprawdzenia zestawione są poniżej. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa	Przekrój	$V_{2, \max}$ [kN]	Pole powierzchni [mm <sup>2</sup> ]	$k_{cr}$	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{v,d}$ [MPa]	$\tau_{2,d}$ [MPa]	Sprawdzenie
Strop 12	Dach belkowy 140x240	2,29	33600	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,15	9%
Strop 13	Dach belkowy 140x240	2,29	33600	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,15	9%
Strop 2	Dach belkowy 140x240	7,93	33600	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,53	24%
Strop 3	Dach belkowy 140x240	4,00	33600	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,27	16%

### Ugięcia stropów (SGU)

Weryfikacja ugięć jest przeprowadzana zgodnie z punktem § 2.2.3 normy EN 1995-1-1.

Trwałe ugięcie końcowe (względem odcinka prostego między podporami),  $w_{net,fin}$ , wyznaczamy jako:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

gdzie:

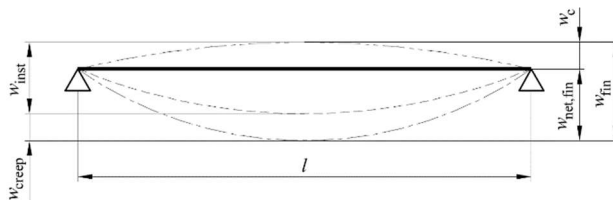
$w_{net,fin}$  trwałe ugięcie końcowe

$w_{inst}$  ugięcie chwilowe

$w_{creep}$  ugięcie wywołane pełzaniem

$w_c$  strzałka odwrotna (jeżeli występuje)

$w_{fin}$  ugięcie końcowe



Graniczne wartości ugięć stropów przedstawione są w poniższej tabeli.

Nazwa deformacji granicznej	$w_{inst}$ , przęsła	$w_{net,fin}$ , przęsła	$w_{inst}$ , wspornika	$w_{net,fin}$ , wspornika	Pomiń sprawdzenie ugięcia wspornika < 0
Strop drewniany	$l/300$	$l/250$	$l/150$	$l/125$	Nie

### Ugięcie chwilowe

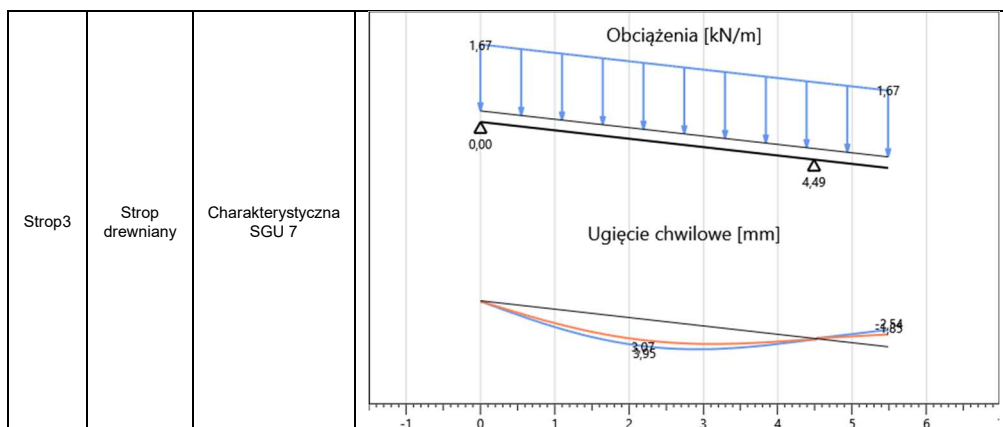
Ugięcie chwilowe  $w_{inst}$  obliczane jest na podstawie kombinacji SGU Charakterystycznych.

W tabeli poniżej zestawiono ugięcia każdego stropu (w odniesieniu do elementu, dla którego sprawdzenie ugięć jest najniekorzystniejsze).

Nazwa stropu	Graniczna wartość ugięcia	Kombinacja	Ugięcia chwilowe
Strop1	Strop drewniany	Charakterystyczna SGU 5	



<p>Strop 12</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Strop 13</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Strop4</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Strop2</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	



W tabeli poniżej zestawiono sprawdzenie ugięcia chwilowego elementów stropu.

Nazwa stropu	Przekrój	Kombinacja	Warunek krytyczny	$w_{inst}$ [mm]	$w_{inst}$ limit [mm]	Graniczne ugięcie	Sprawdzenie
Strop1	Strop XLAM	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	4,95	13,84	l/300	36%
Strop 12	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	Prześło wewn.	0,61	9,18	l/300	7%
Strop 13	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	Prześło wewn.	0,61	9,18	l/300	7%
Strop4	Strop XLAM	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	1,12	8,01	l/300	14%
Strop2	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 5	Belki wspornikowe	-4,22	6,65	l/150	64%
Strop3	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	Belki wspornikowe	-2,54	6,64	l/150	38%

### Ugięcie końcowe

W przypadku konstrukcji złożonych z elementów, składników i złączy o jednakowym przebiegu pełzania, a ponadto przy założeniu liniowej zależności między oddziaływaniami i odpowiednimi przemieszczeniami, przemieszczenie końcowe  $w_{fin}$  przyjmuje postać:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

gdzie:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) \quad \text{w przypadku oddziaływania stałego, G}$$

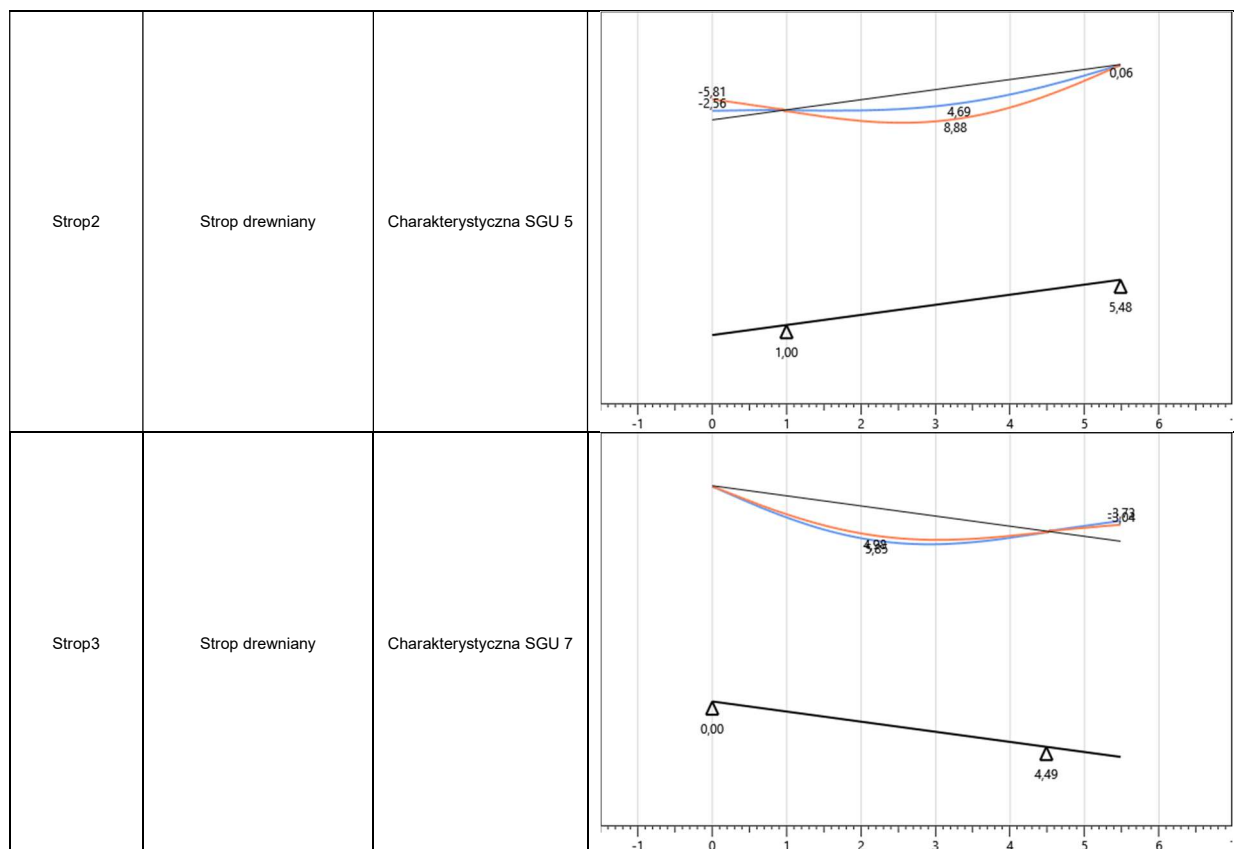
$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{w przypadku wiodącego oddziaływania zmiennego, Q<sub>1</sub>}$$

$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{w przypadku towarzyszących oddziaływań zmiennych, Q<sub>i</sub> (i>1)}$$

W tabeli poniżej zestawiono ugięcia każdego stropu (w odniesieniu do elementu, dla którego sprawdzenie ugięć jest najniekorzystniejsze).

Nazwa stropu	Graniczna wartość ugięcia	Kombinacja	Ugięcie końcowe
--------------	---------------------------	------------	-----------------

<p>Strop1</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Strop 12</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Strop 13</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Strop4</p>	<p>Strop drewniany</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	



W tabeli poniżej zestawiono sprawdzenie ugięcia końcowego elementów stropu.

Nazwa stropu	Przekrój	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_{def}$	Warunek krytyczny	$W_{fin}$ [mm]	$W_{fin}$ limit [mm]	Ugięcie graniczne	Sprawdzenie
Strop1	Strop XLAM	Charakterystyczna SGU 5	1	0,8	Przęsło wewn.	7,47	16,61	l/250	45%
Strop 12	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Przęsło wewn.	0,91	11,02	l/250	8%
Strop 13	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Przęsło wewn.	0,91	11,02	l/250	8%
Strop4	Strop XLAM	Charakterystyczna SGU 5	1	0,8	Przęsło wewn.	1,75	9,61	l/250	18%
Strop2	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Belki wspornikowe	-5,81	7,98	l/125	73%
Strop3	Dach belkowy 140x240	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Belki wspornikowe	-3,73	7,97	l/125	47%

## Belki drewniane

### Wytrzymałość na zginanie

Sprawdzenia są przeprowadzane zgodnie z punktem § 6.3.2 normy EN 1995-1-1. Należy spełnić następujący warunek:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

gdzie:

$\sigma_{m,d}$  to obliczeniowa naprężenia przy zginanie

$f_{m,d}$  to obliczeniowa nośność przy zginaniu

$k_{crit}$  to współczynnik stateczności giętno-skrętnej

Współczynnik  $k_{crit}$  przyjmuje się równy 1,0 w przypadku belek, których pas ściskany jest zabezpieczony translacyjnie wzdłuż całej długości oraz ma uniemożliwiony obrót na podporach (widełkowe podparcie). W przeciwnym przypadku, wartość współczynnika określaną jest jak poniżej:

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{dla } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{dla } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

gdzie smukłość względna przy zginaniu przyjmowana jest jako:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

gdzie  $\sigma_{m,crit}$ , jest naprężeniem krytycznym przy zginaniu wyznaczanym w oparciu o klasyczną teorię stateczności:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

gdzie:

$E_{0,05}$  5% kwantyl modułu sprężystości dla kierunku równoległego do włókien

$G_{0,05}$  5% kwantyl modułu odkształcenia postaciowego dla kierunku równoległego do włókien

$I_z$  moment bezwładności względem słabszej osi z

$I_{tor}$  moment bezwładności przy skręcaniu

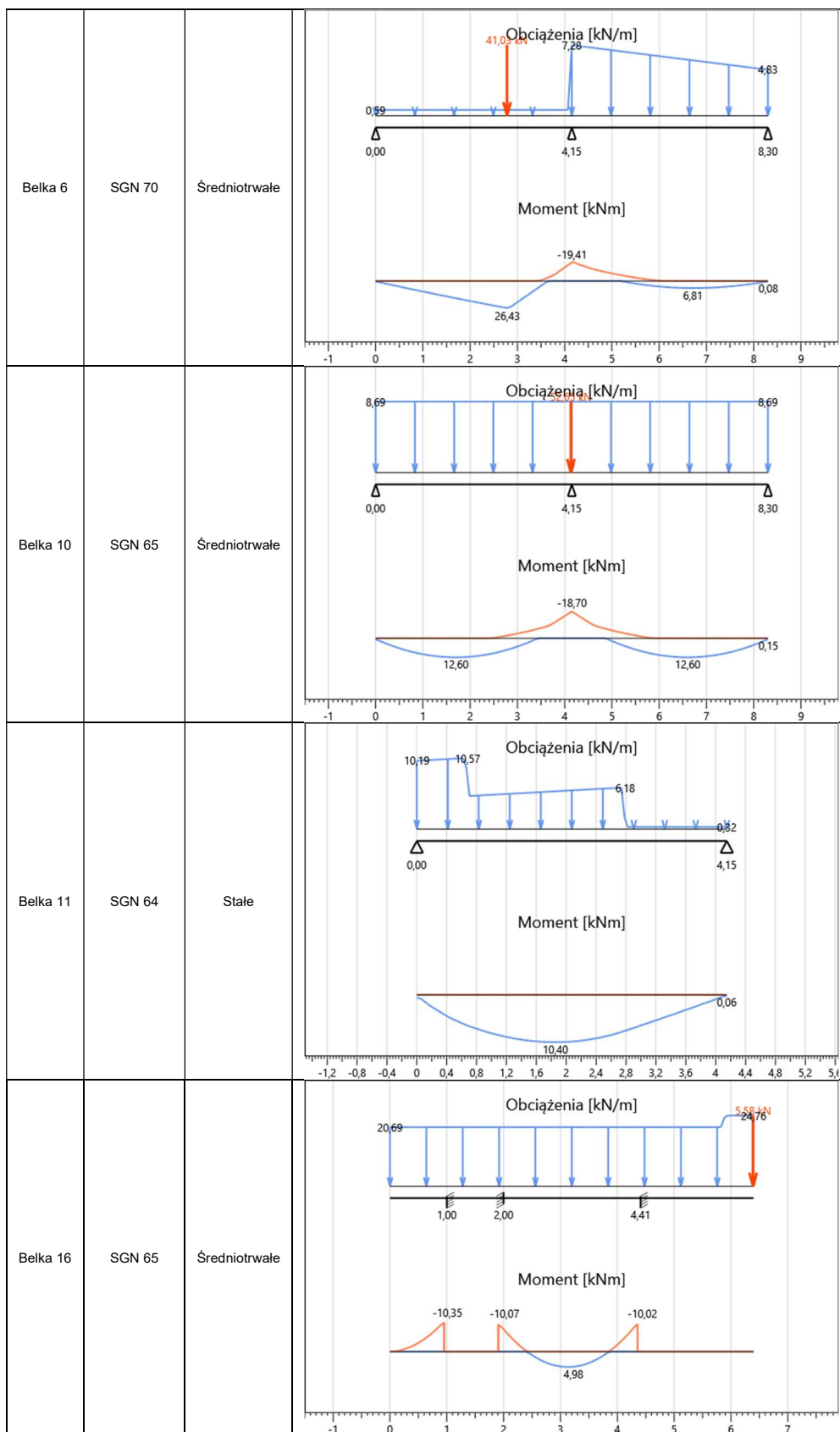
$l_{ef}$  efektywna rozpiętość belki, zależy od warunków podparcia i rodzaju obciążenia

$W_y$  wskaźnik wytrzymałości względem silniejszej osi y

Poniższa tabela przedstawia, dla każdej belki, moment zginający odnoszący się do najniekorzystniejszej kombinacji Stanu Granicznego Nośności.

Belka	Kombinacja	Czas trwania	Wykres M <sub>3-3</sub>
-------	------------	--------------	-------------------------

Belka 2	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 1	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 4	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 5	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>



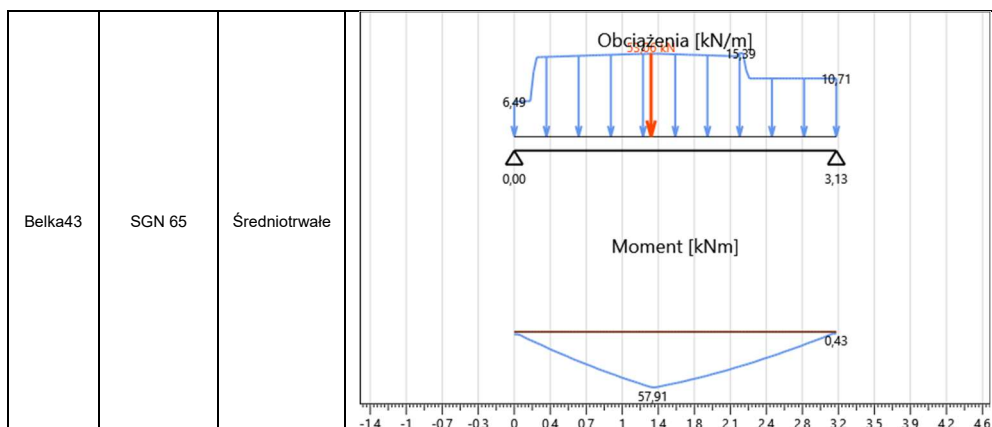
Belka 17	SGN 65	Średniotwale	
Belka 18	SGN 65	Średniotwale	
Belka 19	SGN 64	Stale	
Belka 20	SGN 64	Stale	



Belka 21	SGN 64	Stale	
Belka 37	SGN 64	Stale	
Belka 42	SGN 65	Średniotwale	
Belka 47	SGN 64	Stale	

Belka 48	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and moment distribution (Moment [kNm]) for beam 48. The load diagram shows a series of downward arrows with values: 3,70, 10,23, 8,18, 6,77, 6,13, 3,86. The moment diagram shows a curve with values: 0,00, 14,14, 0,18. The x-axis ranges from -1 to 5.</p>
Belka 49	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and moment distribution (Moment [kNm]) for beam 49. The load diagram shows a series of downward arrows with values: 3,86, 6,13, 6,78, 8,18, 10,24, 3,70. The moment diagram shows a curve with values: 0,00, 14,13, 0,25. The x-axis ranges from -1 to 5.</p>
Belka 3	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and moment distribution (Moment [kNm]) for beam 3. The load diagram shows a series of downward arrows with values: 1,81, 12,15, 12,15. The moment diagram shows a curve with values: 0,00, 2,58, 0,08. The x-axis ranges from -1,5 to 2,8.</p>
Belka 51	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and moment distribution (Moment [kNm]) for beam 51. The load diagram shows a series of downward arrows with values: 20,35, 20,35, 14,8, 20,35. The moment diagram shows a curve with values: 0,00, 75,55, 0,55. The x-axis ranges from -1 to 6.</p>

Belka 52	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 53	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 54	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>
Belka 56	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Moment [kNm]</p>



Sprawdzenia zestawione są poniżej. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa belki	Przekrój	M <sub>3-3 max</sub> [kNm]	W [mm <sup>3</sup> ]	Podparcia boczne	σ <sub>m,crit</sub> [MPa]	k <sub>crit</sub>	Kombinacja	k <sub>h</sub>	k <sub>mod</sub>	γ <sub>M</sub>	f <sub>m,d</sub> [MPa]	σ <sub>m,d</sub> [MPa]	Spr.
Belka 2	200x240 GL 24h	0,44	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	0,23	2%
Belka 1	200x240 GL 24h	0,44	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	0,23	2%
Belka 4	200x240 GL 24h	7,01	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	3,65	32%
Belka 5	200x240 GL 24h	4,55	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	2,37	15%
Belka 6	200x440 GL 24h	26,43	6453333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 70	1,00	0,8	1,25	15,36	4,10	27%
Belka 10	200x520 GL 24h1	18,70	9013333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	2,07	14%
Belka 11	200x240 GL 24h	10,40	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	5,41	47%
Belka 16	200x240 GL 24h	10,35	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	5,39	35%
Belka 17	200x240 GL 24h	14,56	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	7,59	49%
Belka 18	200x440 GL 24h	72,84	6453333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	11,29	73%
Belka 19	200x240 GL 24h	5,32	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	2,77	24%
Belka 20	200x240 GL 24h	2,28	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	1,19	10%
Belka 21	200x240 GL 24h	2,29	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	1,19	10%
Belka 37	200x240 GL 24h	1,01	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	0,53	5%
Belka 42	200x240 GL 24h	4,50	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	2,34	15%
Belka 47	200x440 GL 24h	27,12	6453333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	4,20	36%
Belka 48	200x240 GL 24h	14,14	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	7,36	48%
Belka 49	200x240 GL 24h	14,13	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	7,36	48%
Belka 3	200x240 GL 24h	2,58	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	1,34	9%
Belka 51	200x520 GL 24h1	75,55	9013333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	8,38	55%
Belka 52	200x240 GL 24h	0,13	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 64	1,00	0,6	1,25	11,52	0,07	1%
Belka 53	200x240 GL 24h	10,33	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	5,38	35%
Belka 54	200x440 GL 24h	39,47	6453333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	6,12	40%
Belka 56	200x240 GL 24h	1,39	1920000	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	0,72	5%
Belka43	200x440 GL 24h	57,91	6453333	Brak zwichrzenia	-	1,00	SGN 65	1,00	0,8	1,25	15,36	8,97	58%

## Wytrzymałość na ścinanie

Sprawdzenia przeprowadzane są zgodnie z punktem § 6.1.7 normy EN 1995-1-1. Następujące wyrażenie powinno być spełnione:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

gdzie:

$\tau_d$  obliczeniowe naprężenie ścinające

$f_{v,d}$  obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie w danym przypadku

W przypadku sprawdzania wytrzymałości na ścinanie elementów poddanych zginaniu, należy uwzględnić wpływ pęknięć przez wprowadzenie efektywnej szerokości elementu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

gdzie b jest szerokością odpowiedniego przekroju poprzecznego elementu.

Zaleca się stosować poniższe wartości współczynnika  $k_{cr}$

$k_{cr} = 0,67 (\leq 1)$  dla drewna litego

$k_{cr} = 0,67 (\leq 1)$  dla drewna klejonego warstwowo

Maksymalne obliczeniowe naprężenia styczne przekroju prostokątnego można określić korzystając z poniższego wyrażenia:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{k_{cr} \cdot A}$$

gdzie A jest pole powierzchni przekroju belki.

Poniższa tabela ilustruje schematy konstrukcyjne i obwiednie wykresu siły ścinającej dla każdej belki.

Nazwa belki	Kombinacja	Czas trwania	Wykres $V_2$
Belka 2	SGN 64	Stale	

Belka 1	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 4	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 5	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 6	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>

<p>Belka 10</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 10 shows a horizontal beam with three supports at 0.00, 4.15, and 8.30. The load distribution (Obciążenia [kN/m]) consists of a uniform load of 8.69 kN/m from 0.00 to 4.15, a point load of 27.63 kN at 4.15, and another uniform load of 8.69 kN/m from 4.15 to 8.30. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows a linear decrease from 14.71 kN at 0.00 to -22.44 kN at 4.15, a jump to 22.44 kN at 4.15, and a linear decrease to -14.71 kN at 8.30.</p>
<p>Belka 11</p>	<p>SGN 64</p>	<p>Stale</p>	<p>The diagram for beam 11 shows a horizontal beam with two supports at 0.00 and 4.15. The load distribution (Obciążenia [kN/m]) starts with a point load of 10.19 kN at 0.00, followed by a uniform load of 10.57 kN/m until 0.8, then a lower uniform load of 6.18 kN/m until 4.15, and a final point load of 0.82 kN at 4.15. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) starts at 13.22 kN at 0.00, decreases to -6.00 kN at 4.15, and then jumps to 6.00 kN at 4.15.</p>
<p>Belka 16</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 16 shows a horizontal beam with three supports at 1.00, 2.00, and 4.41. The load distribution (Obciążenia [kN/m]) is a uniform load of 20.69 kN/m from 0.00 to 6.41, with a point load of 5.57 kN at 6.41. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows a linear decrease from -0.21 kN at 0.00 to -20.70 kN at 1.00, a jump to 24.75 kN at 1.00, a linear decrease to -24.92 kN at 4.41, a jump to 24.92 kN at 4.41, and a final linear decrease to 5.57 kN at 6.41.</p>
<p>Belka 17</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 17 shows a horizontal beam with three supports at 1.99, 4.89, and 5.40. The load distribution (Obciążenia [kN/m]) starts with a point load of 5.57 kN at 0.00, followed by a uniform load of 20.69 kN/m from 0.00 to 5.40, and a final point load of 24.78 kN at 5.40. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows a linear decrease from 29.82 kN at 0.00 to -29.99 kN at 4.89, a jump to 29.99 kN at 4.89, a linear decrease to 10.14 kN at 5.40, and a final jump to -5.57 kN at 5.40.</p>

Belka 18	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and shear force (Siła tnąca [kN]) for beam 18. The load diagram shows a constant load of 20.16 kN/m from x=0 to x=5.90, a variable load peaking at 14.96 kN/m between x=5.90 and x=11.46, and a constant load of 20.16 kN/m from x=11.46 to x=16.30. The shear force diagram shows values of 41.32, -0.88, -67.68, 16.91, -16.95, and 19.96 kN at various points along the beam.</p>
Belka 19	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and shear force (Siła tnąca [kN]) for beam 19. The load diagram shows a constant load of 10.64 kN/m from x=0 to x=16.30. The shear force diagram shows values of -5.32, 8.40, -8.51, and 10.53 kN at various points along the beam.</p>
Belka 20	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and shear force (Siła tnąca [kN]) for beam 20. The load diagram shows a constant load of 3.64 kN/m from x=0 to x=2.70 and a constant load of 4.56 kN/m from x=2.70 to x=4.56. The shear force diagram shows values of 1.62, -2.92, -4.90, and 4.52 kN at various points along the beam.</p>
Belka 21	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p> <p>Diagram showing load distribution (Obciążenia [kN/m]) and shear force (Siła tnąca [kN]) for beam 21. The load diagram shows a constant load of 3.64 kN/m from x=0 to x=2.70 and a constant load of 4.58 kN/m from x=2.70 to x=4.58. The shear force diagram shows values of 1.63, -2.94, -4.92, and 4.53 kN at various points along the beam.</p>



Belka 37	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 42	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 47	SGN 64	Stale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>
Belka 48	SGN 65	Średniotwale	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siła tnąca [kN]</p>

<p>Belka 49</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 49 shows a load distribution (Obciążenia [kN/m]) with values: 3,86, 6,13, 6,78, 8,18, 10,24, and 3,70. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows values of 11,55 and -15,95. The x-axis ranges from -1 to 5.</p>
<p>Belka 3</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 3 shows a load distribution (Obciążenia [kN/m]) with values: 1,81, 12,15, and 12,15. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows values of 4,94 and -7,79. The x-axis ranges from -1,2 to 2,8.</p>
<p>Belka 51</p>	<p>SGN 65</p>	<p>Średniotrwałe</p>	<p>The diagram for beam 51 shows a load distribution (Obciążenia [kN/m]) with values: 20,35, 20,35, and 14,83. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows values of 55,46 and -55,46. The x-axis ranges from -1 to 6.</p>
<p>Belka 52</p>	<p>SGN 64</p>	<p>Stale</p>	<p>The diagram for beam 52 shows a load distribution (Obciążenia [kN/m]) with values: 0,32 and 0,32. The shear force diagram (Siła tnąca [kN]) shows values of 0,29 and -0,29. The x-axis ranges from -0,5 to 3.</p>

Belka 53	SGN 65	Średniotrwałe	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siłą tnacą [kN]</p>
Belka 54	SGN 65	Średniotrwałe	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siłą tnacą [kN]</p>
Belka 56	SGN 65	Średniotrwałe	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siłą tnacą [kN]</p>
Belka43	SGN 65	Średniotrwałe	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Siłą tnacą [kN]</p>

Sprawdzenia zestawione są poniżej. Wartości wynikowe dla każdej weryfikacji podane są w formie procentowej.

Nazwa belki	Przekrój	$V_{2, max}$ [kN]	Pole pow. [mm <sup>2</sup> ]	$k_{Cr}$	Kombinacja	Klasa użytkowani a	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{v,d}$ [MPa]	$\tau_{2,d}$ [MPa]	Spr.
Belka 2	200x240 GL 24h	1,25	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,06	3%
Belka 1	200x240 GL 24h	1,25	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,06	3%
Belka 4	200x240 GL 24h	18,25	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,85	51%
Belka 5	200x240 GL 24h	12,95	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,60	27%
Belka 6	200x440 GL 24h	25,66	88000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,65	39%
Belka 10	200x520 GL 24h1	22,44	104000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,48	22%
Belka 11	200x240 GL 24h	13,22	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,62	37%
Belka 16	200x240 GL 24h	24,92	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,16	52%
Belka 17	200x240 GL 24h	29,99	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,40	62%
Belka 18	200x440 GL 24h	67,68	88000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,72	77%
Belka 19	200x240 GL 24h	10,53	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,49	29%
Belka 20	200x240 GL 24h	4,90	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,23	14%
Belka 21	200x240 GL 24h	4,92	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,23	14%
Belka 37	200x240 GL 24h	0,81	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,04	2%
Belka 42	200x240 GL 24h	8,94	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,42	19%
Belka 47	200x440 GL 24h	23,66	88000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,60	36%
Belka 48	200x240 GL 24h	15,97	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,74	33%
Belka 49	200x240 GL 24h	15,95	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,74	33%
Belka 3	200x240 GL 24h	7,79	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,36	16%
Belka 51	200x520 GL 24h1	55,46	104000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,19	53%
Belka 52	200x240 GL 24h	0,29	48000	0,67	SGN 64	1	0,6	1,25	1,68	0,01	1%
Belka 53	200x240 GL 24h	19,36	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,90	40%
Belka 54	200x440 GL 24h	52,27	88000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,33	59%
Belka 56	200x240 GL 24h	2,59	48000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	0,12	5%
Belka43	200x440 GL 24h	51,40	88000	0,67	SGN 65	1	0,8	1,25	2,24	1,31	58%

## Ugięcie belek (SGU)

Sprawdzenie ugięć jest przeprowadzane zgodnie z punktem § 2.2.3 normy EN 1995-1-1.

Trwałe ugięcie końcowe (względem odcinka prostego między podporami)  $w_{net,fin}$  wyznaczane jest jako:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

gdzie:

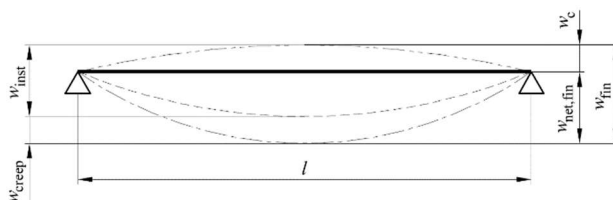
$w_{net,fin}$  trwałe ugięcie końcowe

$w_{inst}$  ugięcie chwilowe

$w_{creep}$  ugięcie wywołane pełzaniem

$w_c$  wygięcie konstrukcyjne (jeżeli zastosowano)

$w_{fin}$  ugięcie końcowe



Graniczne wartości ugięć belek przyjmuje się z tabeli poniżej.

Nazwa deformacji granicznej	$w_{inst, span}$	$w_{net, fin, span}$	$w_{inst, overhang}$	$w_{net, fin, overhang}$	Pomiń sprawdzenie ugięcia wspornika < 0
Belka drewniana	$l/300$	$l/250$	$l/150$	$l/125$	Nie

## Ugięcie chwilowe

Ugięcie chwilowe  $w_{inst}$  jest wyznaczane dla kombinacji SGU Charakterystycznej.

Poniższa tabela pokazuje ugięcie każdej belki.

Nazwa belki	Nazwa deformacji granicznej	Kombinacja	Ugięcie chwilowe
-------------	-----------------------------	------------	------------------

Belka 2	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 14	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 1	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 14	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 4	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 7	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 5	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>

Belka 6	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 7	
Belka 10	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	
Belka 11	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	
Belka 16	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	

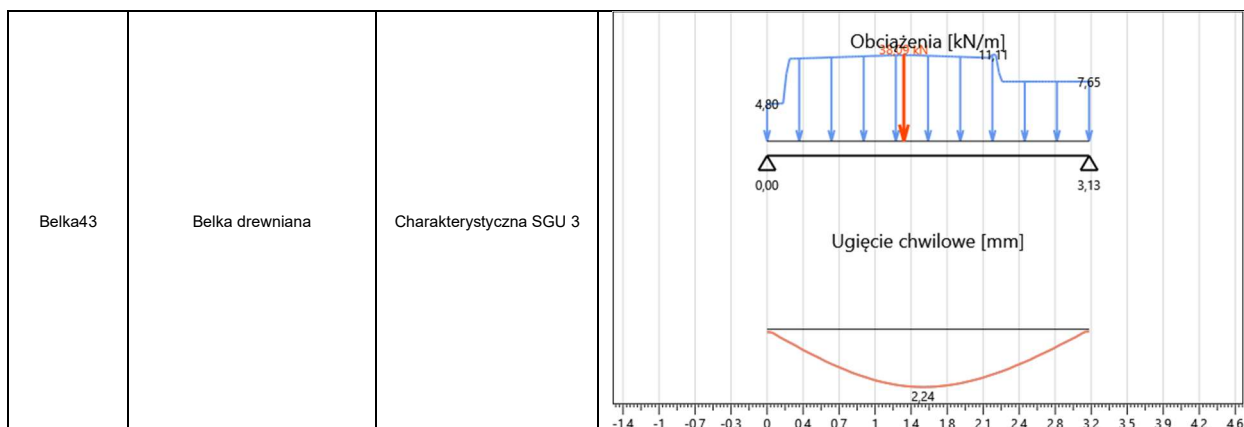
Belka 17	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	
Belka 18	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	
Belka 19	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 7	
Belka 20	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 7	



<p>Belka 21</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Belka 37</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 14</p>	
<p>Belka 42</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 47</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	

Belka 48	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 49	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 3	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 51	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>

Belka 52	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 14	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 53	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 54	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>
Belka 56	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	<p>Obciążenia [kN/m]</p> <p>Ugięcie chwilowe [mm]</p>



Poniższa tabela przedstawia sprawdzenia chwilowego ugięcia belek.

Nazwa belki	Przekrój	Kombinacja	Najniekorzystniejszy sprawdzienie	$w_{inst}$ [mm]	$w_{inst\ limit}$ [mm]	Ugięcie graniczne	Spr.
Belka 2	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	Prześło wewn.	0,03	4,67	l/300	1%
Belka 1	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	Prześło wewn.	0,02	4,67	l/300	1%
Belka 4	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Prześło wewn.	0,66	5,33	l/300	12%
Belka 5	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,32	5,33	l/300	6%
Belka 6	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Prześło wewn.	1,44	13,83	l/300	10%
Belka 10	200x520 GL 24h1	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,46	13,83	l/300	3%
Belka 11	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	Prześło wewn.	5,20	13,83	l/300	38%
Belka 16	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Belki wspornikowe	0,69	6,67	l/150	10%
Belka 17	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	1,02	9,67	l/300	11%
Belka 18	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	Belki wspornikowe	-1,37	3,33	l/150	41%
Belka 19	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Belki wspornikowe	0,45	6,67	l/150	7%
Belka 20	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Belki wspornikowe	0,40	6,67	l/150	6%
Belka 21	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Belki wspornikowe	0,40	6,67	l/150	6%
Belka 37	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	Prześło wewn.	0,74	16,67	l/300	4%
Belka 42	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,41	8,33	l/300	5%
Belka 47	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	Belki wspornikowe	-2,49	6,67	l/150	37%
Belka 48	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	Prześło wewn.	6,04	13,09	l/300	46%
Belka 49	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	Prześło wewn.	6,03	13,09	l/300	46%
Belka 3	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,14	4,67	l/300	3%
Belka 51	200x520 GL 24h1	Charakterystyczna SGU 3	Prześło wewn.	5,02	16,67	l/300	30%
Belka 52	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	Prześło wewn.	0,01	6,00	l/300	0%
Belka 53	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,79	5,66	l/300	14%
Belka 54	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	1,60	10,00	l/300	16%
Belka 56	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	Prześło wewn.	0,10	5,33	l/300	2%
Belka43	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	Prześło wewn.	2,24	10,43	l/300	21%

### Ugięcie końcowe

W przypadku konstrukcji złożonych z elementów, składników i złączy o jednakowym przebiegu pełzania, a ponadto przy założeniu liniowej zależności między oddziaływaniami i odpowiednimi przemieszczeniami, przemieszczenie końcowe,  $w_{fin}$ , można wyznaczyć jako:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

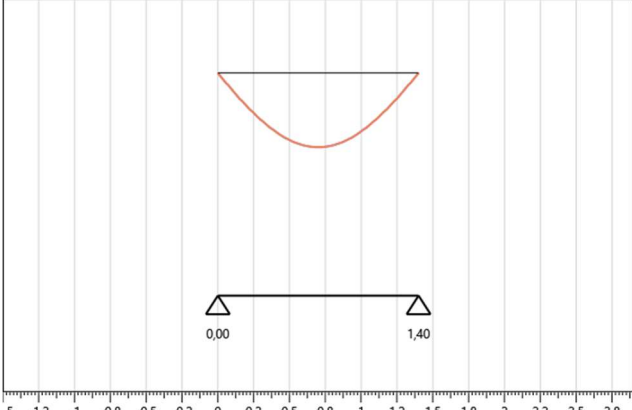
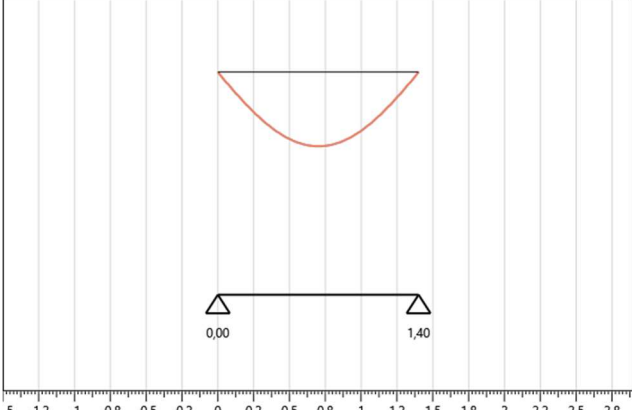
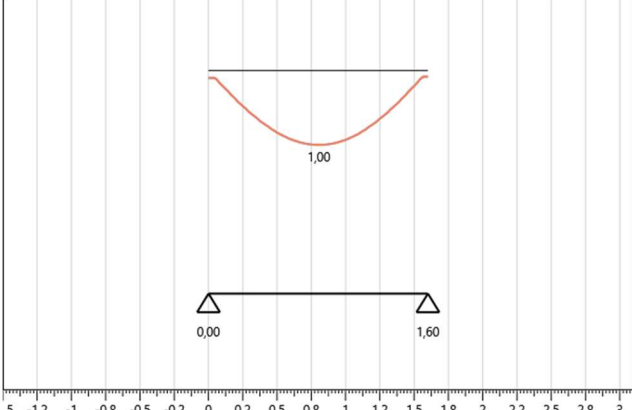
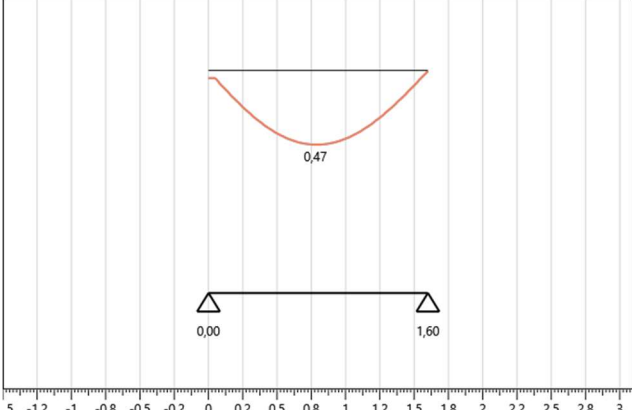
gdzie:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) \quad \text{dla oddziaływania stałego, G}$$

$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{dla wiodącego oddziaływania zmiennego, Q<sub>1</sub>}$$

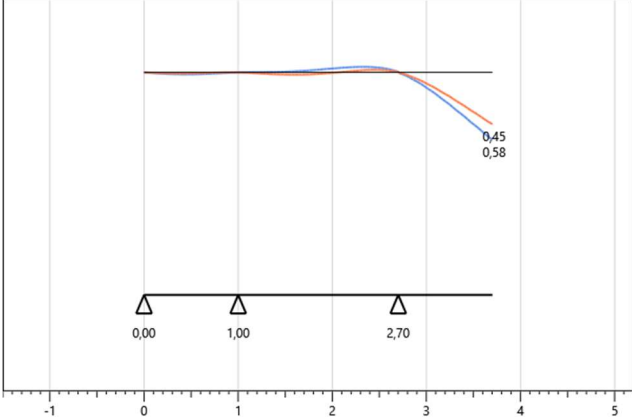
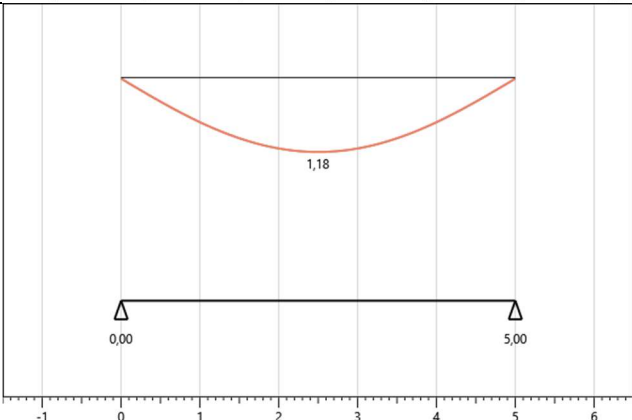
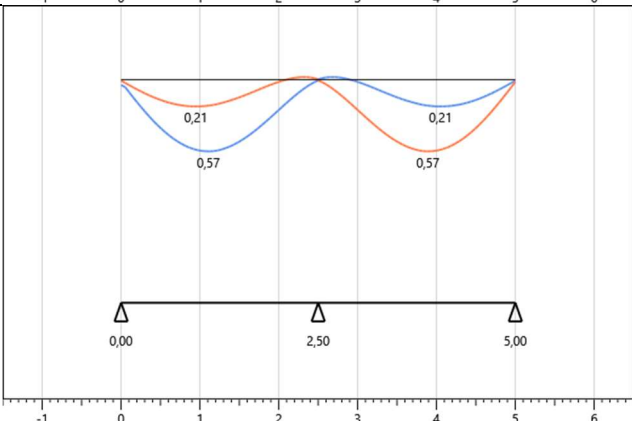
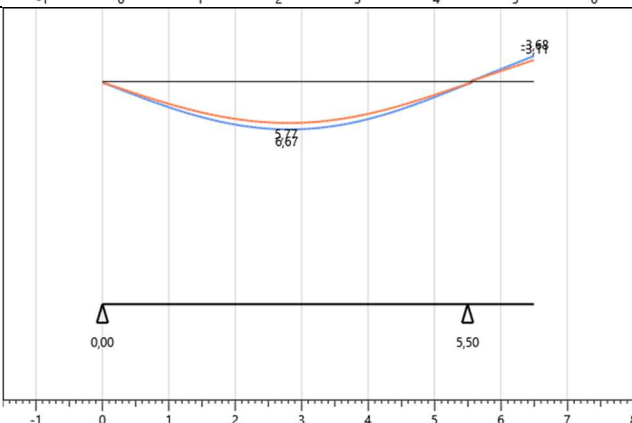
$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{dla towarzyszących oddziaływań zmiennych, Q<sub>i</sub> (i>1)}$$

W poniższej tabeli przedstawiono odkształcenia każdego stropu (w odniesieniu do elementu, w którym kontrole ugięcia są najbardziej niekorzystne).

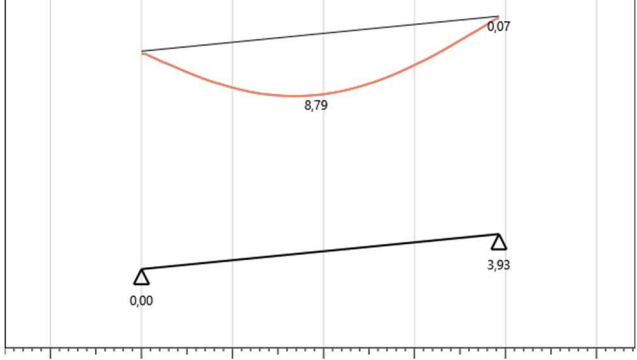
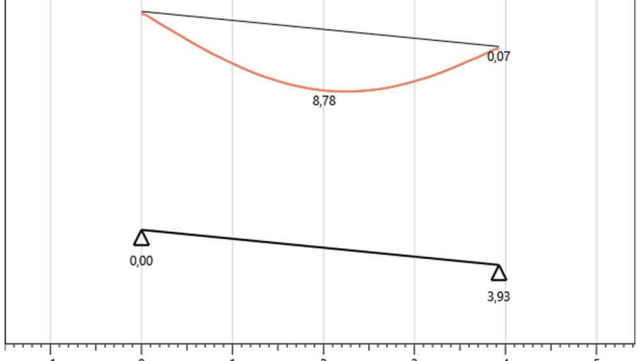
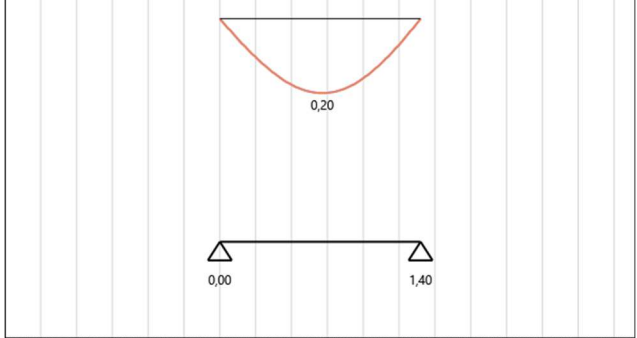
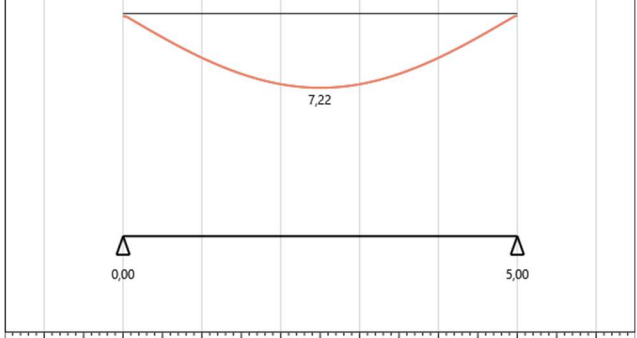
Nazwa belki	Nazwa deformacji granicznej	Kombinacja	Ugięcie końcowe
Belka 2	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 14	
Belka 1	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 14	
Belka 4	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 7	
Belka 5	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	

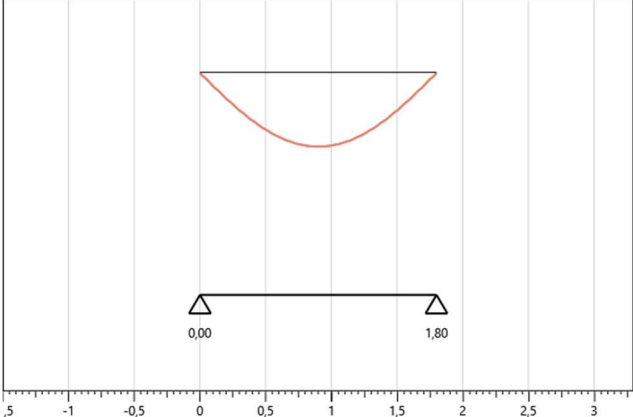
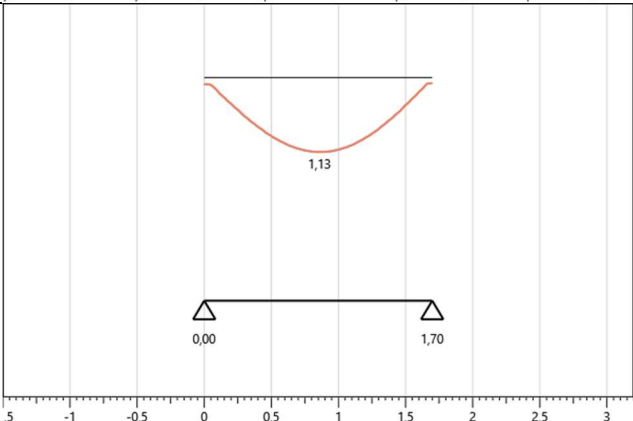
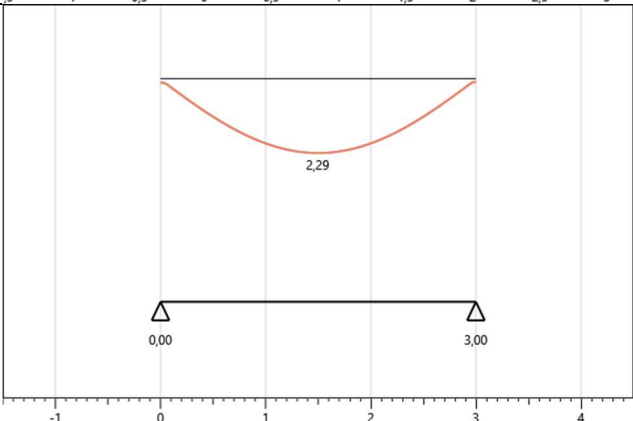
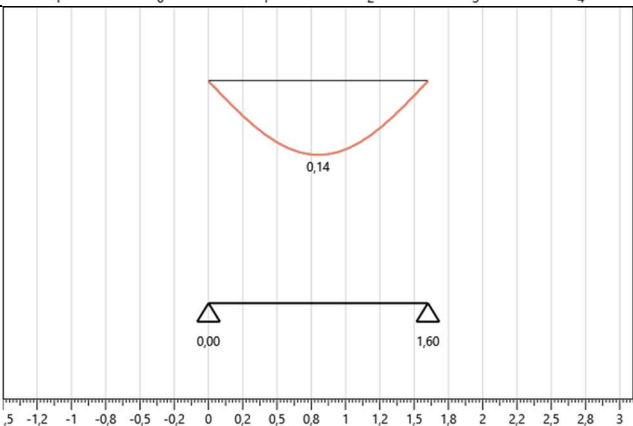
<p>Belka 6</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Belka 10</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 11</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 3</p>	
<p>Belka 16</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	

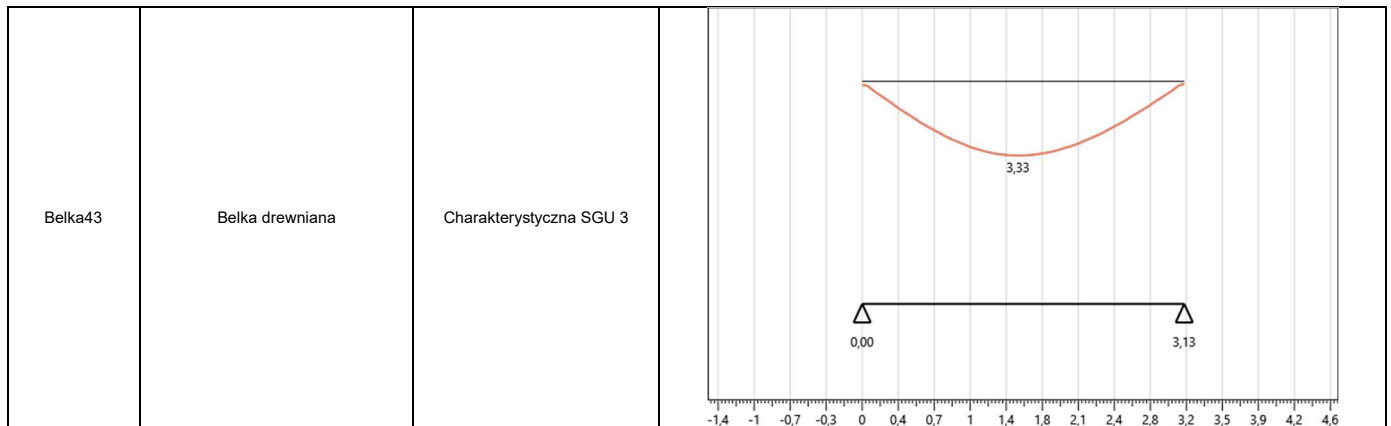
<p>Belka 17</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 18</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 3</p>	
<p>Belka 19</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Belka 20</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	

<p>Belka 21</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	
<p>Belka 37</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 14</p>	
<p>Belka 42</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 47</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 7</p>	



Belka 48	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	
Belka 49	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	
Belka 3	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 5	
Belka 51	Belka drewniana	Charakterystyczna SGU 3	

<p>Belka 52</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 14</p>	
<p>Belka 53</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 54</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	
<p>Belka 56</p>	<p>Belka drewniana</p>	<p>Charakterystyczna SGU 5</p>	



W poniższej tabeli przedstawiono sprawdzenie ugięć końcowych dla każdej belki.

Nazwa belki	Przekrój	Kombinacja	Klasa użytkowania	$k_{def}$	Najniekorzystniejszy warunek	$W_{fin}$ [mm]	$W_{inst}$ limit [mm]	Graniczne ugięcie	Spr.
Belka 2	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	1	0,6	Przesło wewn.	0,04	5,60	l/250	1%
Belka 1	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	1	0,6	Przesło wewn.	0,04	5,60	l/250	1%
Belka 4	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Przesło wewn.	1,00	6,40	l/250	16%
Belka 5	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	0,47	6,40	l/250	7%
Belka 6	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Przesło wewn.	2,13	16,60	l/250	13%
Belka 10	200x520 GL 24h1	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	0,64	16,60	l/250	4%
Belka 11	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Przesło wewn.	8,26	16,60	l/250	50%
Belka 16	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Belki wspornikowe	0,97	8,00	l/125	12%
Belka 17	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	1,43	11,61	l/250	12%
Belka 18	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Belki wspornikowe	-2,02	4,00	l/125	51%
Belka 19	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Belki wspornikowe	0,67	8,00	l/125	8%
Belka 20	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Belki wspornikowe	0,58	8,00	l/125	7%
Belka 21	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Belki wspornikowe	0,58	8,00	l/125	7%
Belka 37	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	1	0,6	Przesło wewn.	1,18	20,00	l/250	6%
Belka 42	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	0,57	10,00	l/250	6%
Belka 47	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 7	1	0,6	Belki wspornikowe	-3,68	8,00	l/125	46%
Belka 48	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Przesło wewn.	8,79	15,70	l/250	56%
Belka 49	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Przesło wewn.	8,78	15,70	l/250	56%
Belka 3	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	0,20	5,60	l/250	4%
Belka 51	200x520 GL 24h1	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Przesło wewn.	7,22	20,00	l/250	36%
Belka 52	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 14	1	0,6	Przesło wewn.	0,02	7,20	l/250	0%
Belka 53	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	1,13	6,79	l/250	17%
Belka 54	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	2,29	12,00	l/250	19%
Belka 56	200x240 GL 24h	Charakterystyczna SGU 5	1	0,6	Przesło wewn.	0,14	6,40	l/250	2%
Belka43	200x440 GL 24h	Charakterystyczna SGU 3	1	0,6	Przesło wewn.	3,33	12,52	l/250	27%

## Słupy drewniane

### Stateczność słupów

Stateczność słupów osiowo ściskanych jest sprawdzane zgodnie z punktem § 6.3.2 normy EN 1995-1-1.

Względne smukłości wyznaczane są z zależności:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_{y}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

i

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_{z}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

gdzie:

$\lambda_{y}$  i  $\lambda_{rel,y}$  są smukłościami odpowiadającymi wyboczeniu wokół osi  $y$

$\lambda_{z}$  i  $\lambda_{rel,z}$  są smukłościami odpowiadającymi wyboczeniu wokół osi  $z$

Naprężenia powinny spełniać wyrażenie (6.19) i (6.20) z punktu 6.2.4 normy EN 1995-1-1 w przypadku gdy  $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$  i  $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ .

W pozostałych przypadkach naprężenia powinny spełniać poniższe wyrażenia:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

gdzie:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$$

oraz:

$\beta_c$  jako współczynnik prostoliniowości, którego granice określono w rozdziale 10 normy EN 1995-1-1, przyjmuje następujące wartości:

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{dla drewna litego} \\ 0,1 & \text{dla drewna klejonego warstwowo i LVL} \end{cases}$$

Wartości oddziaływań dla każdego słupa przedstawiono w tabelach poniżej, gdzie wartości odnoszą się do najbardziej niekorzystnej ze względu na niestateczność kombinacji obciążeń Stanu Granicznego Nośności.

Kombinacja.: Decydująca kombinacja obciążeń

Czas trwania: Czas trwania obciążenia

N: Siła osiowa

V<sub>2</sub>: Siła tnąca po kierunku lokalnej osi 2

V<sub>3</sub>: Siła tnąca po kierunku lokalnej osi 3

M<sub>2-2</sub>: Moment zginający wokół lokalnej osi 2

M<sub>3-3</sub>: Moment zginający wokół lokalnej osi 3

Nazwa słupa	Kombinacja	Czas trwania	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]
Słup 1	SGN 64	Stałe	14,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 2	SGN 64	Stałe	45,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 3	SGN 64	Stałe	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 6	SGN 65	Średniotrwałe	53,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 7	SGN 64	Stałe	10,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 9	SGN 64	Stałe	10,41	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 10	SGN 64	Stałe	34,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 12	SGN 70	Średniotrwałe	41,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Słup 11	SGN 65	Średniotrwałe	98,74	0,00	0,00	0,00	0,00

Poniższa tabela podsumowuje sprawdzenie słupów ze względu na kryterium stateczności.

Przekrój: Przekrój poprzeczny słupa

h: Wysokość słupa

Pole pow.: Pole powierzchni przekroju słupa

J<sub>y</sub>: Moment bezwładności przekroju względem osi y

J<sub>z</sub>: Moment bezwładności przekroju względem osi z

Komb.: Najniekorzystniejsza kombinacja obciążeń

k<sub>mod</sub>: Współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

γ<sub>M</sub>: Częściowy współczynnik bezpieczeństwa właściwości materiału, uwzględniający także niedoskonałości modelowania i odchyłki wymiarowe

f<sub>c,0,d</sub>: Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien

σ<sub>c,0,d</sub>: Obliczeniowe naprężenie ściskające wzdłuż włókien

Nazwa słupa	Przekrój	h [m]	Pole pow. [mm <sup>2</sup> ]	J <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	J <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]	kc,y	kc,z	Komb.	Klasa użytkowania	k <sub>mod</sub>	γ <sub>M</sub>	f <sub>c,0,d</sub>	σ <sub>c,0,d</sub> [MPa]	Spr.
Słup 1	200x240 GL 24h	3,2	48000	2,30E8	1,60E8	0,92	0,85	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,30	3%
Słup 2	200x240 GL 24h	3,2	48000	2,30E8	1,60E8	0,92	0,85	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,95	10%
Słup 3	200x240 GL 24h	3,2	48000	2,30E8	1,60E8	0,92	0,85	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,30	3%
Słup 6	200x240 GL 24h	4,5	48000	2,30E8	1,60E8	0,74	0,57	SGN 65	1	0,8	1,25	15,36	1,11	13%
Słup 7	200x240 GL 24h	2,8	48000	2,30E8	1,60E8	0,95	0,91	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,22	2%
Słup 9	200x240 GL 24h	2,8	48000	2,30E8	1,60E8	0,95	0,91	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,22	2%
Słup 10	200x240 GL 24h	3,95	48000	2,30E8	1,60E8	0,84	0,69	SGN 64	1	0,6	1,25	11,52	0,71	9%
Słup 12	200x240 GL 24h	3,95	48000	2,30E8	1,60E8	0,84	0,69	SGN 70	1	0,8	1,25	15,36	0,85	8%
Słup 11	200x240 GL 24h	3,2	48000	2,30E8	1,60E8	0,92	0,85	SGN 65	1	0,8	1,25	15,36	2,06	16%

## Ściany CLT

### Wyboczenie ścian CLT

Weryfikacja stateczności ścian CLT jest przeprowadzana zgodnie z punktem 6.3.2 normy EN 1995-1-1.

Wartości oddziaływań dla każdej ściany przedstawiono w poniższej tabeli, gdzie wartości te odnoszą się do decydujących ze względu na stateczność kombinacji SGN.

Nazwa ściany	Długość [m]	Komb.	Czas trwania	N [kN]	M2-2 [kNm]
Ściana 1	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	84,34	0,00
Ściana 3 - 1	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	134,06	0,00
Ściana 4	1,00	SGN 82	Chwilowe	27,86	1,89
Ściana 6	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	48,88	0,00
Ściana 8	0,60	SGN 65	Średniotrwałe	51,18	0,00
Ściana 9	1,50	SGN 82	Chwilowe	24,16	2,83
Ściana 11	2,50	SGN 82	Chwilowe	37,58	4,72
Ściana 13	1,50	SGN 82	Chwilowe	17,96	2,83
Ściana 14 - 1	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	157,98	0,00
Ściana 15	2,40	SGN 64	Stale	83,02	0,00
Ściana 20	7,80	SGN 64	Stale	235,77	0,00
Ściana 21	2,40	SGN 64	Stale	72,42	0,00
Ściana 22	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	60,16	0,00
Ściana 23	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	85,36	0,00
Ściana 25	1,47	SGN 82	Chwilowe	9,84	2,67
Ściana 26	1,47	SGN 82	Chwilowe	8,36	2,67
Ściana 27	3,14	SGN 65	Średniotrwałe	111,62	0,00
Ściana 29	3,06	SGN 65	Średniotrwałe	89,37	0,00
Ściana 30	4,15	SGN 82	Chwilowe	22,51	10,20
Ściana 31	1,00	SGN 82	Chwilowe	7,11	1,28
Ściana 33	1,50	SGN 82	Chwilowe	9,56	2,67
Ściana 34	2,50	SGN 82	Chwilowe	23,17	8,30
Ściana 35	1,50	SGN 82	Chwilowe	15,77	2,67
Ściana 36	2,50	SGN 65	Średniotrwałe	124,53	0,00
Ściana 37	2,80	SGN 82	Chwilowe	18,18	5,88
Ściana 38	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	92,62	0,00
Ściana 39	0,51	SGN 65	Średniotrwałe	48,04	0,00
Ściana 42	7,80	SGN 64	Stale	123,93	0,00
Ściana 43	2,40	SGN 64	Stale	46,69	0,00
Ściana 46	1,50	SGN 82	Chwilowe	8,25	2,67
Ściana 54	2,37	SGN 65	Średniotrwałe	83,78	0,00
Ściana 61	2,80	SGN 82	Chwilowe	46,52	5,29
Ściana 62	2,80	SGN 82	Chwilowe	17,35	5,88
Ściana 63	2,40	SGN 64	Stale	40,83	0,00
Ściana 64	1,60	SGN 82	Chwilowe	15,12	2,31
Ściana 66	1,70	SGN 82	Chwilowe	28,27	3,21
Ściana 67	1,70	SGN 82	Chwilowe	26,79	3,21
Ściana 71	2,50	SGN 65	Średniotrwałe	302,24	0,00
Ściana 72	3,06	SGN 65	Średniotrwałe	261,15	0,00
Ściana 18	3,14	SGN 65	Średniotrwałe	262,94	0,00
Ściana 73	1,00	SGN 82	Chwilowe	7,25	1,28
Ściana 74	2,41	SGN 82	Chwilowe	3,59	0,44
Ściana 75	1,40	SGN 82	Chwilowe	2,08	0,26
Ściana 76	1,40	SGN 82	Chwilowe	2,08	0,26
Ściana 77	1,60	SGN 82	Chwilowe	2,38	0,30
Ściana 78	1,73	SGN 82	Chwilowe	2,57	0,32
Ściana 2	5,07	SGN 82	Chwilowe	32,85	13,30
Ściana 12	2,80	SGN 65	Średniotrwałe	108,06	0,00
Ściana 3 - 2	1,01	SGN 82	Chwilowe	22,30	1,91
Ściana 14 - 2	1,01	SGN 82	Chwilowe	25,93	1,91

Weryfikacja stateczności ścian CLT przeprowadzana jest rozpatrując jednostkową długość ściany.

Naprężenia powinny spełniać wyrażenia (6.19) i (6.20) z punktu 6.2.4 normy EN 1995-1-1 w przypadku gdy  $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$  i  $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ .

W pozostałych przypadkach wartości naprężeń (ulegające zwiększeniu ze względu na wygięcie) powinny spełniać warunek:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

### **Model mechaniczny dla rozkładu naprężeń wewnętrznych w elementach CLT**

Model obliczeniowy przyjęty do projektowania elementów CLT poddanych zginaniu prostopadle do płaszczyzny, odpowiada modelowi belek złożonych z zastosowaniem podatnych łączników mechanicznych, zgodnie z Załącznikiem B normy EN 1995-1-1. Podatność na ścinanie warstw poprzecznych jest rozpatrywana przy użyciu metody  $\gamma$  - teoria Möhlera dla płyt CLT składających się z maksymalnie 3 warstw ułożonych podłużnie względem analizowanego kierunku lub teoria Shellinga dla płyt CLT posiadających więcej niż 3 warstwy ułożone podłużnie względem analizowanego kierunku.

Sztywność zastępczą przy zginaniu należy wyznaczać ze wzoru:

$$EJ_{eff} = \sum_{i=1}^n (E_i J_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2)$$

$$\gamma_i = \left[ 1 + \frac{\pi^2 E_i A_i}{G_R \cdot \frac{b}{d} \cdot h^2} \right]^{-1}$$

gdzie:

$J_i$	moment bezwładności $i$ -tej warstwy względem osi obojętnej
$A_i$	pole powierzchni przekroju $i$ -tej warstwy
$a_i$	odległość pomiędzy środkiem ciężkości $i$ -tej warstwy a środkiem ciężkości elementu CLT
$h$	wysokość ściany
$G_R$	sztywność przy ścinaniu tarczowym (wartość średnia)

Wyniki weryfikacji stateczności przedstawione są w procentach poniżej.

$A_{net}$ :	pole powierzchni przekroju fragmentu ściany uwzględnianej w sprawdzeniach (metr bieżący)
$J_{eff}$ :	efektywny moment bezwładności rozpatrywanego fragmentu ściany
Komb.:	decydująca kombinacja obciążeń
$k_{mod}$ :	współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału
$\gamma_M$ :	współczynnik materiałowy ze względu na właściwości materiałowe



$f_{c,0,k}$ : obliczeniowa wytrzymałość na ściskanie równoległe do włókien

$f_{m,k}$ : obliczeniowa wytrzymałość na zginanie

$\sigma_{c,0,d}$ : obliczeniowe naprężenie ściskające równoległe do włókien

Nazwa ściany	Przekrój	h [m]	$A_{net}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$J_{eff}$ [mm <sup>4</sup> /m]	$k_c$	Komb.	Klasa użyt.	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{m,k}$ [MPa]	$\sigma_{c,0,d}$ [MPa]	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	Spr.
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,39	0,00	32%
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,15	0,00	27%
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,46	1,45	15%
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,81	0,00	19%
Ściana 8	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,39	0,00	32%
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,30	1,45	12%
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,26	1,45	11%
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,20	1,45	10%
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,47	0,00	34%
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,70	0,00	21%
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,68	0,00	21%
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,70	0,00	22%
Ściana 22	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,99	0,00	16%
Ściana 23	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528114	0,45	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,83	0,00	14%
Ściana 25	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,03	60000	69410246	0,40	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,12	1,20	7%
Ściana 26	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,03	60000	69410246	0,40	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,10	1,20	7%
Ściana 27	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,5	60000	73557192	0,20	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,73	0,00	27%
Ściana 29	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,5	60000	73557192	0,20	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,72	0,00	27%
Ściana 30	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,3	60000	71453156	0,21	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,11	1,61	10%
Ściana 31	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,6	60000	66397730	0,51	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,12	0,86	5%
Ściana 33	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,01	60000	69262293	0,41	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,12	1,18	7%
Ściana 34	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,4	60000	73039629	0,21	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,18	2,17	15%
Ściana 35	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,01	60000	69262293	0,41	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,22	1,18	8%
Ściana 36	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,5	60000	73557192	0,20	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,52	0,00	56%
Ściana 37	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,01	60000	70450857	0,41	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,14	1,38	8%
Ściana 38	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528110	0,45	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,91	0,00	15%
Ściana 39	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,54	0,00	25%
Ściana 42	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,38	0,00	8%
Ściana 43	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,39	0,00	8%
Ściana 46	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,01	60000	69262293	0,41	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,10	1,18	7%
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	0,94	0,00	22%
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,47	1,45	15%
Ściana 62	XLAM 100 mm - 3 warstwy	3,74	60000	70450857	0,27	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,09	1,38	8%
Ściana 63	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 64	1	0,6	1,25	21	24	0,33	0,00	7%
Ściana 64	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,8	60000	67528183	0,45	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,16	0,96	6%
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,27	1,45	11%
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,27	1,45	11%
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	3,10	0,00	72%
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,87	0,00	43%
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,85	0,00	43%
Ściana 73	XLAM 100 mm - 3 warstwy	2,6	60000	66397730	0,51	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,12	0,86	5%
Ściana 74	XLAM 100 mm - 3 warstwy	1,0	60000	36417835	0,93	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,02	0,15	1%
Ściana 75	XLAM 100 mm - 3 warstwy	1,0	60000	36417835	0,93	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,02	0,15	1%

Ściana 76	XLAM 100 mm - 3 warstwy	1,0	60000	36417835	0,93	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,02	0,15	1%
Ściana 77	XLAM 100 mm - 3 warstwy	1,0	60000	36417835	0,93	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,02	0,15	1%
Ściana 78	XLAM 100 mm - 3 warstwy	1,0	60000	36417835	0,93	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,02	0,15	1%
Ściana 2	XLAM 100 mm - 3 warstwy	4,44	60000	71827962	0,20	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,11	1,72	11%
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 65	1	0,8	1,25	21	24	1,17	0,00	27%
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,37	1,45	13%
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	3,2	60000	60996130	0,32	SGN 82	1	1,1	1,25	21	24	0,43	1,45	14%

## Ściskanie prostopadłe do włókien

W miejscu podparcia ściany występują duże naprężenia lokalne prostopadłe do włókien. Poniższe wyrażenie powinno być spełnione:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90,d} \cdot f_{c,90,d}$$

oraz

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{full}}$$

gdzie:

$\sigma_{c,90,d}$  obliczeniowe naprężenie ściskające prostopadłe do włókien w strefie kontaktu

$F_{c,90,d}$  obliczeniowe obciążenie ściskające prostopadłe do włókien

$A_{full}$  powierzchnia kontaktu, na którą oddziałuje obciążenie ściskające (prostopadłe do włókien)

$f_{c,90,d}$  obliczeniowa wytrzymałość na ściskanie prostopadłe do włókien

$k_{c,90,d}$  współczynnik uwzględniający rozkład obciążenia, możliwość powstania pęknięć oraz stopień odkształcenia przy ściskaniu

Wartości oddziaływań dla każdej ściany przedstawiono w poniższej tabeli, gdzie wartości te powiązane są z decydującymi kombinacjami obciążeń SGN.

Nazwa ściany	Długość [m]	Komb.	Czas trwania	N [kN]
Ściana 1	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	84,34
Ściana 3 - 1	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	134,06
Ściana 4	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	31,65
Ściana 6	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	48,88
Ściana 8	0,60	SGN 65	Średniotrwałe	51,18
Ściana 9	1,50	SGN 65	Średniotrwałe	25,67
Ściana 11	2,50	SGN 64	Stałe	37,03
Ściana 13	1,50	SGN 64	Stałe	20,63
Ściana 14 - 1	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	157,98
Ściana 15	2,40	SGN 64	Stałe	83,02
Ściana 20	7,80	SGN 64	Stałe	235,77
Ściana 21	2,40	SGN 64	Stałe	72,42
Ściana 22	1,00	SGN 65	Średniotrwałe	60,16
Ściana 23	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	85,36
Ściana 25	1,47	SGN 64	Stałe	12,52
Ściana 26	1,47	SGN 64	Stałe	9,70
Ściana 27	3,14	SGN 65	Średniotrwałe	111,62
Ściana 29	3,06	SGN 65	Średniotrwałe	89,37
Ściana 30	4,15	SGN 64	Stałe	22,51
Ściana 31	1,00	SGN 64	Stałe	8,25
Ściana 33	1,50	SGN 64	Stałe	12,24
Ściana 34	2,50	SGN 64	Stałe	22,62
Ściana 35	1,50	SGN 65	Średniotrwałe	17,27
Ściana 36	2,50	SGN 65	Średniotrwałe	124,53
Ściana 37	2,80	SGN 64	Stałe	17,99
Ściana 38	1,99	SGN 65	Średniotrwałe	92,62
Ściana 39	0,51	SGN 65	Średniotrwałe	48,04
Ściana 42	7,80	SGN 64	Stałe	123,93
Ściana 43	2,40	SGN 64	Stałe	46,69
Ściana 46	1,50	SGN 64	Stałe	9,59
Ściana 54	2,37	SGN 65	Średniotrwałe	83,78
Ściana 61	2,80	SGN 65	Średniotrwałe	50,31
Ściana 62	2,80	SGN 64	Stałe	17,15
Ściana 63	2,40	SGN 64	Stałe	40,83
Ściana 64	1,60	SGN 64	Stałe	23,68
Ściana 66	1,70	SGN 64	Stałe	27,26
Ściana 67	1,70	SGN 64	Stałe	24,44
Ściana 71	2,50	SGN 65	Średniotrwałe	302,24
Ściana 72	3,06	SGN 65	Średniotrwałe	261,15
Ściana 18	3,14	SGN 65	Średniotrwałe	262,94
Ściana 73	1,00	SGN 64	Stałe	7,05
Ściana 74	2,41	SGN 64	Stałe	3,59
Ściana 75	1,40	SGN 64	Stałe	2,08

Ściana 76	1,40	SGN 64	Stale	2,08
Ściana 77	1,60	SGN 64	Stale	2,38
Ściana 78	1,73	SGN 64	Stale	2,57
Ściana 2	5,07	SGN 65	Średniotrwałe	33,60
Ściana 12	2,80	SGN 65	Średniotrwałe	108,06
Ściana 3 - 2	1,01	SGN 65	Średniotrwałe	24,60
Ściana 14 - 2	1,01	SGN 65	Średniotrwałe	29,01

Sprawdzenia na ściskanie płyt CLT przeprowadzane są dla fragmentu ściany o jednostkowej długości.

Przekrój: przekrój elementu CLT

$A_{full}$ : powierzchnia kontaktu, w obrębie której oddziałuje obciążenie ściskające (prostopadłe do włókien)

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy właściwości materiałowych

$f_{c,90,k}$ : wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie w poprzek włókien

$\sigma_{c,90,d}$ : obliczeniowe naprężenia ściskające na powierzchni kontaktu prostopadłe do włókien

Nazwa ściany	Przekrój	$A_{full}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$k_{c,90}$	Komb.	Klasa użytkowania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$\sigma_{c,90,d}$ [MPa]	Spr.
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,83	35%
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,69	29%
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,32	13%
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,49	20%
Ściana 8	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,84	35%
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,20	8%
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,15	9%
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,15	8%
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,88	37%
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,42	23%
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,41	23%
Ściana 21	XLAM 120 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,42	23%
Ściana 22	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,59	25%
Ściana 23	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,50	21%
Ściana 25	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,10	6%
Ściana 26	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,07	4%
Ściana 27	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,44	18%
Ściana 29	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,43	18%
Ściana 30	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,06	4%
Ściana 31	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,08	5%
Ściana 33	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,10	5%
Ściana 34	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,10	6%
Ściana 35	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,15	6%
Ściana 36	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,91	38%
Ściana 37	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,08	5%
Ściana 38	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,54	23%
Ściana 39	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,92	38%
Ściana 42	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,23	13%
Ściana 43	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,23	13%
Ściana 46	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,07	4%
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,57	24%
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,32	13%
Ściana 62	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,08	4%
Ściana 63	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,20	11%
Ściana 64	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,15	8%
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,17	10%
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,15	8%
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	1,86	78%
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	1,12	47%
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	1,11	46%
Ściana 73	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,07	4%
Ściana 74	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,01	1%
Ściana 75	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,01	1%
Ściana 76	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,01	1%
Ściana 77	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,01	1%
Ściana 78	XLAM 100 mm - 3 warstw	100000	1,5	SGN 64	1	0,6	1,25	2,5	0,01	1%

Ściana 2	XLAM 100 mm - 3 warstwy	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,10	4%
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,70	29%
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,24	10%
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	100000	1,5	SGN 65	1	0,8	1,25	2,5	0,29	12%

## Ścinanie (obciążenie w płaszczyźnie)

Wewnętrzny rozkład naprężeń w elemencie CLT poddanego siłom ścinającym może spowodować powstanie dwóch różnych mechanizmów zniszczenia: przekroczenie wytrzymałości na ścinanie w jego elementach tworzących płytę CLT (mechanizm I) oraz mechanizm jak przy skręcaniu w płaszczyznach klejenia (mechanizm II).

Wartości oddziaływań dla każdej ściany przedstawiono w poniższej tabeli, gdzie wartości te odnoszą do decydujących przy ścinaniu kombinacji obciążeń SGN.

Nazwa ściany	Długość [m]	Komb.	Czas trwania	V2 [kN]
Ściana 1	1,00	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,43
Ściana 3 - 1	1,99	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14
Ściana 4	1,00	SGN poziomo 6	Chwilowe	13,00
Ściana 6	1,00	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,80
Ściana 9	1,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79
Ściana 11	2,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	12,06
Ściana 13	1,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79
Ściana 14 - 1	1,99	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14
Ściana 15	2,40	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04
Ściana 20	7,80	SGN poziomo 1	Chwilowe	11,45
Ściana 21	2,40	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04
Ściana 22	1,00	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,23
Ściana 23	1,99	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,49
Ściana 25	1,47	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,80
Ściana 26	1,47	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,80
Ściana 27	3,14	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,05
Ściana 29	3,06	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,98
Ściana 31	1,00	SGN poziomo 6	Chwilowe	3,55
Ściana 33	1,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,98
Ściana 34	2,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	4,87
Ściana 35	1,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,98
Ściana 36	2,50	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,48
Ściana 38	1,99	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,49
Ściana 42	7,80	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,63
Ściana 43	2,40	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,53
Ściana 46	1,50	SGN poziomo 6	Chwilowe	7,12
Ściana 54	2,37	SGN poziomo 6	Chwilowe	16,18
Ściana 61	2,80	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,88
Ściana 62	2,80	SGN poziomo 6	Chwilowe	9,52
Ściana 63	2,40	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,53
Ściana 66	1,70	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24
Ściana 67	1,70	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24
Ściana 71	2,50	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,24
Ściana 72	3,06	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,17
Ściana 18	3,14	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,41
Ściana 73	1,00	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,92
Ściana 12	2,80	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,93
Ściana 3 - 2	1,01	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67
Ściana 14 - 2	1,01	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67

### Mechanizm I – ścinanie

Wewnętrzne naprężenia ścinające można wyznaczyć z poniższych wzorów:

$$\tau_z = \frac{v_2}{\sum t_{i,ext}}$$

$$\tau_y = \frac{v_2}{\sum t_{i,int}}$$

gdzie:

$v_2$  siła ścinająca na metr długości elementu CLT

$t_{i,ext}$  grubość  $i$ -tej warstwy o zorientowaniu równoległym do warstwy zewnętrznej

$t_{i,int}$  grubość  $i$ -tej warstwy o zorientowaniu równoległym do warstwy wewnętrznej

$\tau_z$  naprężenie styczne działające na warstwy mające zorientowanie równoległe do warstwy zewnętrznej

$\tau_y$  naprężenie styczne działające na warstwy mające zorientowanie równoległe do warstwy wewnętrznej

Do sprawdzenia przyjmuje się wartość maksymalnego naprężenia:

$$\tau_d = \max(\tau_z; \tau_y)$$

Należy spełnić poniższy warunek

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

gdzie:

$f_{v,d}$  wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$$

### **Mechanizm II – skręcenie**

Wewnętrzne naprężenia od skręcania wyrażone są jako:

$$\tau_{T,d} = \frac{M_T}{W}$$

gdzie:

$M_T$  wewnętrzny moment skręcający

$W$  biegunowy wskaźnik wytrzymałości

Biegunowy wskaźnik wytrzymałości jest określony poniższym wyrażeniem

$$W = \frac{a_{ref}^3}{3}$$

gdzie  $a_{ref}$  jest średnią szerokości desek (elementów tworzących płytę) przyjętą jako równą 150 mm.

Maksymalna wartość wewnętrznego momentu skręcającego  $M_T$  na powierzchniach klejonych wyznacza się zgodnie z modelem zaproponowanym w pracy "Mauro Andreolli, Roberto Tomasi, Andrea Polastri, *Experimental investigation on in-plane behaviour of cross-laminated timber elements, CIB-W18 Meeting 2012*":

$$M_T = \tau_z \cdot a_{ref}^2 \cdot t_{ext}$$

Poniższe wyrażenie powinno zostać spełnione

$$\tau_{T,d} \leq f_{T,d}$$

gdzie

$f_{T,d}$  obliczeniowa wartość wytrzymałości przy skręcaniu dla płaszczyzny klejenia

$$f_{T,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{T,k}}{\gamma_M}$$

W poniższej tabeli zestawiono weryfikacje ścinania dla każdej ściany CLT. Sprawdzane są dwa różne mechanizmy (ścinięcie i skręcanie).

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy ze względu na właściwości materiałowe

$f_{v,k}$ : wytrzymałość charakterystyczna przy ścinaniu CLT (Mechanizm I)

$T_d$ : obliczeniowe naprężenie ścinające w warstwach

$M_T$ : moment skręcający w każdej warstwie klejowej

W: biegunowy wskaźnik wytrzymałości

$f_{T,k}$ : charakterystyczna wytrzymałość na ścinanie przy skręcaniu w warstwach kleju

$T_{T,d}$ : obliczeniowe naprężenie ścinające (wywołane skręcaniem) w warstwach zewnętrznych

Nazwa ściany	Przekrój	Komb.	Klasa użyt.	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$f_{v,k}$ [MPa]	$T_d$ [MPa]	Spr. ścinania	$M_T$ [Nmm]	W [mm <sup>3</sup> ]	$f_{T,k}$ [MPa]	$T_{T,d}$ [MPa]	Spr. skręcania
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,06	2%	18245	1125000	2,5	0,02	1%
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	15622	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,32	9%	97498	1125000	2,5	0,09	4%
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,17	5%	50993	1125000	2,5	0,05	2%
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,11	3%	33944	1125000	2,5	0,03	1%
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,12	3%	36171	1125000	2,5	0,03	1%
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,11	3%	33944	1125000	2,5	0,03	1%
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	15622	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,04	1%	12631	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,04	1%	11014	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,04	1%	12631	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 22	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,03	1%	13796	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 23	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,03	1%	14073	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 25	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,03	1%	13768	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 26	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,03	1%	13768	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 27	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,02	0%	7341	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 29	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,02	0%	7273	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 31	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,09	3%	39888	1125000	2,5	0,04	2%
Ściana 33	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	22324	1125000	2,5	0,02	1%
Ściana 34	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	21930	1125000	2,5	0,02	1%
Ściana 35	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	22324	1125000	2,5	0,02	1%
Ściana 36	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,01	0%	6652	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 38	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,03	1%	14073	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 42	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,02	1%	8127	1125000	2,5	0,01	0%



Ściana 43	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,02	0%	7183	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 46	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,12	3%	53378	1125000	2,5	0,05	2%
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,17	5%	51187	1125000	2,5	0,05	2%
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,13	4%	39844	1125000	2,5	0,04	2%
Ściana 62	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,09	2%	38262	1125000	2,5	0,03	2%
Ściana 63	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,02	0%	7183	1125000	2,5	0,01	0%
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	14290	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	14290	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,05	1%	15735	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,04	1%	12681	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,04	1%	12921	1125000	2,5	0,01	1%
Ściana 73	XLAM 100 mm - 3 warstwy	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,07	2%	32835	1125000	2,5	0,03	1%
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	1,1	1,25	4	0,13	4%	39995	1125000	2,5	0,04	2%
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,12	3%	34593	1125000	2,5	0,03	1%
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	1,1	1,25	4	0,12	3%	34593	1125000	2,5	0,03	1%

## Połączenia pionowe między płytami ścian CLT

Wartości oddziaływań na połączenia pionowe dla każdej ściany zestawiono w poniższej tabeli. Odpowiadają one decydującym przy ścinaniu kombinacjom obciążeń SGN.

Nazwa ściany	Wysokość ściany [m]	Komb.	Czas trwania	V2 [kN]	V <sub>joint,d</sub> [kN]
Ściana 1	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,43	Brak połączeń
Ściana 3 - 1	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14	6,67
Ściana 4	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	13	Brak połączeń
Ściana 6	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,8	Brak połączeń
Ściana 9	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79	14,48
Ściana 11	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	12,06	15,43
Ściana 13	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79	14,48
Ściana 14 - 1	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14	6,67
Ściana 15	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04	5,39
Ściana 20	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	11,45	4,7
Ściana 21	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04	5,39
Ściana 54	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	16,18	21,84
Ściana 61	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,88	17
Ściana 66	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24	6,1
Ściana 67	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24	6,1
Ściana 71	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,24	6,71
Ściana 72	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,17	5,41
Ściana 18	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,41	5,51
Ściana 12	3,2	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,93	17,06
Ściana 3 - 2	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67	Brak połączeń
Ściana 14 - 2	3,2	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67	Brak połączeń

## Połączenia pionowe w ścianach CLT – nośność łączników

Nośność połączeń pionowych w ścianach CLT jest obliczana zgodnie z normą EN 1995-1-1. Nośność połączeń ściany może zostać obliczona wg poniższego wyrażenia

$$R_{v,k} = \frac{F_{v,k} \cdot h}{s}$$

gdzie:

$R_{v,k}$  charakterystyczna wytrzymałość na ścinanie połączeń pionowych między płytami ściany CLT

$F_{v,k}$  nośność charakterystyczna pojedynczego łącznika

$h$  wysokość ściany w odniesieniu do złącza

$s$  rozstaw łączników złącza pionowego

Obliczeniowa nośność na ścinanie złącza pionowego wyraża się wzorem

$$R_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{v,k}}{\gamma_M}$$

gdzie

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$  współczynnik częściowy dla połączeń

## Nośność charakterystyczna łączników

Nośność łączników wyznaczana jest w oparciu o teorię Johansena (pkt. 8.2.2 EN 1995-1-1) dla jednoczętętego połączenia drewno-drewno.

Nośność charakterystyczna pojedynczego łącznika jednoczętętego, należy przyjmować jako minimalną z wartości otrzymanych z poniższych wyrażeń:

- dla łączników jednoczętętych

$$F_{v,Rk,a} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$$

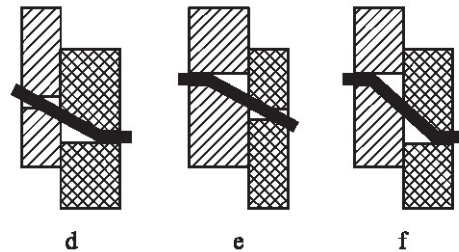
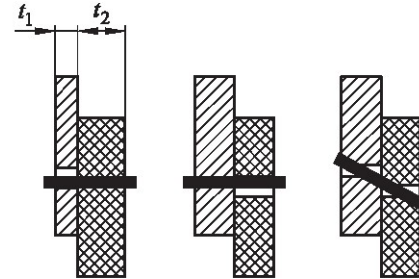
$$F_{v,Rk,b} = f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,c} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,d} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,e} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,f} = 1,15 \cdot \frac{2\beta}{1 + \beta} \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$



Rysunek: Mechanizmy zniszczenia dla połączenia drewno-płyta (jedna płaszczyzna ścinania).

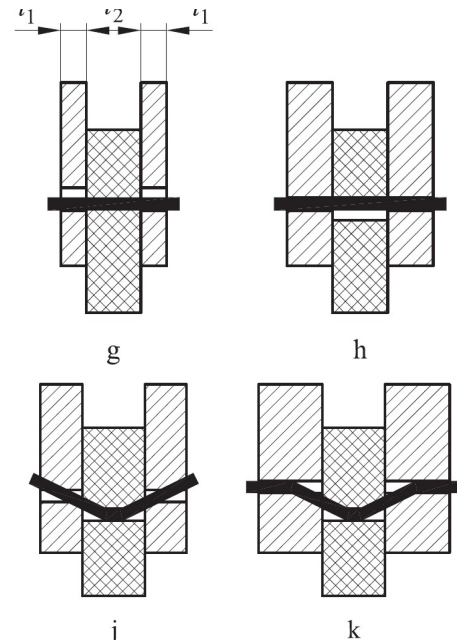
- dla łączników dwuczętętych

$$F_{v,Rk,g} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,h} = 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,j} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,k} = 1,15 \cdot \frac{2\beta}{1 + \beta} \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$



Rysunek: Mechanizmy zniszczenia dla połączenia drewno-płyta (dwie płaszczyzny ścinania).

W powyższych wzorach ich pierwszy człon odnosi się do nośności wynikającej z teorii Johansena, natomiast drugi człon ( $\frac{F_{ax,Rk}}{4}$ ) uwzględnia efekt liny.

### Nośność charakterystyczna na wyciąganie

Nośność charakterystyczna na wyciąganie gwoździ  $F_{ax,Rk}$  powinna być przyjęta jako mniejsza wartość z poniższych wyrażeń:

- Dla gwoździ gładkich:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,tip} d t_{pen,1} \\ f_{ax,k,head} d t_{pen,2} + f_{head,k} d_h^2 \end{cases}$$

- Dla gwoździ o poprawionej przyczepności:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,tip} d t_{pen,1} = f_{ax,k,350} \left(\frac{\rho_{k,tip}}{350}\right)^{0.8} d t_{pen,1} \\ f_{head,k} d_h^2 = f_{head,k,350} \left(\frac{\rho_{k,head}}{350}\right)^{0.8} d_h^2 \end{cases}$$

- Dla śrub

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,tip} d t_{pen,1} = f_{ax,k,350} \left(\frac{\rho_{k,tip}}{350}\right)^{0.8} d t_{pen,1} \\ f_{ax,k,head} d t_{pen,2} + f_{head,k} d_h^2 = [f_{ax,k,350} d t_{pen,2} + f_{head,k,350} d_h^2] \left(\frac{\rho_{k,head}}{350}\right)^{0.8} \end{cases}$$

gdzie:

$f_{ax,k,tip}$	wytrzymałość charakterystyczna na wyciąganie ostrza
$f_{ax,k,head}$	wytrzymałość charakterystyczna na wyciąganie główki
$f_{head,k}$	wytrzymałość charakterystyczna gwoździa na przeciągnięcie łba
$d$	średnica gwoździa
$d_h$	średnica główki gwoździa
$t_{pen,1}$	długość zakotwienia gwoździa lub długość od strony ostrza części profilowanej gwoździa, zagłębionej w elemencie
$t_{pen,2}$	grubość elementu od strony główki gwoździa gładkiego lub długość gwintowanej części od strony główki w przypadku śrub

Zgodnie z punktem 8.3.2 (7), dla gwoździ gładkich głębokość zakotwienia od strony ostrza powinna wynosić przynajmniej 8d. W przypadku gwoździ o głębokości zakotwienia od strony ostrza mniejszej od 12d, nośność na wyciąganie powinna być przemnożona przez  $(\frac{t_{pen}}{4d} - 2)$ .

W przypadku gwoździ profilowanych, głębokość zakotwienia powinna wynosić co najmniej 6d. W przypadku gwoździ, których głębokość zakotwienia jest mniejsza niż 8d, nośność na wyciąganie należy pomnożyć przez  $(\frac{t_{pen}}{2d} - 3)$ .

Poniższa tabela przedstawia wyznaczone nośności charakterystyczne na wyciąganie od strony ostrza ( $F_{ax,k,tip}$ ) i nośności charakterystyczne na przeciągnięcie główki gwoździa ( $F_{ax,k,head}$ ).

Przekrój	Łącznik	$\rho_{k,1}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$f_{ax,k,tip}$ [MPa]	d [mm]	$t_{pen,1}$ [mm]	$F_{ax,k,tip}$ [N]	$\rho_{k,2}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$f_{ax,k,head}$ [MPa]	$f_{head,k}$ [MPa]	$d_h$ [mm]	$t_{pen,2}$ [mm]	$F_{ax,k,head}$ [N]
XLAM 120 mm - 5 warstw	ASSY 3.0 TPS - 10 x 100	350	10,00	10,00	60,00	6000	480	12,87	16,74	18,60	0,00	5790

### Nośność poprzeczna

W tabeli poniżej zestawiono nośności łączników zastosowanych do mocowania płyt ściennych.

$F_{ax,Rk}$  nośność charakterystyczna na wyciąganie łącznika

Ogran. efekt liny ograniczenie efektu liny jako procentowej części z teorii Johansena

$F_{v,Rk}$  nośność charakterystyczna pojedynczego łącznika jednociętego

Przekrój	Łącznik	$K_{ser}$ [N/mm]	Mechanizm zniszczenia	$F_{ax,Rk}$ [N]	Ogran. efekt liny	$F_{v,Rk}$ [N]
XLAM 120 mm - 5 warstw	ASSY 3.0 TPS - 10 x 100	3000	d	5790	100%	5120

### Połączenia pionowe w ścianach CLT – Sprawdzenie nośności łączników

Tabela poniżej przedstawia charakterystyki geometryczne płyt każdej ściany oraz nośność na ścinanie połączeń pionowych  $R_{v,k}$ .

Nazwa ściany	Przekrój	Wys. połączenia [mm]	sc [mm]	$R_{v,k}$ [kN]
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53

Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	3200	250	65,53
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń

Weryfikacje nośności połączeń pionowych dla każdej ściany zestawiono w tabeli poniżej. Wartości te odpowiadają decydującej przy ścinaniu kombinacji obciążeń SGN.

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy właściwości materiałowych

$R_{v,d}$ : nośność obliczeniowa ściany CLT związana ze zniszczeniem połączeń pionowych

$V_{joint,d}$ : siła poprzeczna występująca w najbardziej wyężonym złączu

W przypadku gdy połączenie składa się z dwóch elementów drewnianych o różnych właściwościach reologicznych, wyznaczenie obliczeniowej nośności powinno być przeprowadzone z uwzględnieniem modyfikacji współczynnika  $k_{mod}$ :

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,CLT} \cdot k_{mod,board}}$$

Nazwa ściany	Przekrój	Komb.	Klasa użytkowania	Czas trwania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$R_{v,d}$ [kN]	$V_{joint,d}$ [kN]	Spr.
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	6,67	12%
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	14,48	26%
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	15,43	28%
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	14,48	26%
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	6,67	12%
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	5,39	10%
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	4,7	8%
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	5,39	10%
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	21,84	39%
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	17	31%
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	6,1	11%
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	6,1	11%
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	6,71	12%
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	5,41	10%
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	5,51	10%
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,3	55,45	17,06	31%
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,3	Brak połączeń	Brak połączeń	Brak połączeń

## Wytrzymałość na ścinanie deski w połączeniu pionowym

Nośność charakterystyczna na ścinanie desek wykorzystanych w połączeniach pomiędzy płytami tej samej ściany CLT, określa się według następującego wzoru

$$R_{v,board,k} = f_{v,k} \cdot h \cdot t$$

gdzie:

$f_{v,k}$  wytrzymałość na ścinanie materiału, z którego zbudowana jest płyta

$h$  wysokość ściany w miejscu styku

$t$  grubość deski w złączu

Nośność obliczeniowa na ścinanie deski wykorzystanej w złączu pionowym wyznacza ze wzoru

$$R_{v,board,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{v,board,k}}{\gamma_M}$$

gdzie

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$  współczynnik częściowy ze względu na właściwości materiałowe

Nośność na ścinanie desek wykorzystanych w połączeniach pionowych zestawiono w tabeli poniżej.

Nazwa ściany	Przekrój	Materiał płyty	h [mm]	t [mm]	$R_{v,board,k}$ [kN]
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	Kerto Q	3200	27	389

Weryfikacja nośności na ścinanie połączeń pionowych w ścianach CLT zestawiono w tabeli poniżej.

Nazwa ściany	Przekrój	Komb.	Klasa użytkowania	Czas trwania	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$R_{v,board,d}$ [kN]	$V_{joint,d}$ [kN]	Spr.
Ściana 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	8	NaN
Ściana 3 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	7	2%
Ściana 4	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	42	NaN
Ściana 6	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	22	NaN
Ściana 9	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	14	4%
Ściana 11	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	15	4%
Ściana 13	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	14	4%
Ściana 14 - 1	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	7	2%
Ściana 15	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	5	2%
Ściana 20	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	5	1%
Ściana 21	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	5	2%
Ściana 54	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	22	6%

Ściana 61	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	17	5%
Ściana 66	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	6	2%
Ściana 67	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	6	2%
Ściana 71	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	7	2%
Ściana 72	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	5	2%
Ściana 18	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	6	2%
Ściana 12	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 6	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	17	5%
Ściana 3 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	15	NaN
Ściana 14 - 2	XLAM 120 mm - 5 warstw	SGN poziomo 1	1	Chwilowe	1,1	1,2	356,4	15	NaN





# Złącza

## Połączenia w podstawie konstrukcji - Zakotwienie

Nośność obliczeniowa  $R_d$  zakotwienia jest określana jako wartość minimalna z nośności wynikających z następujących mechanizmów zniszczenia:

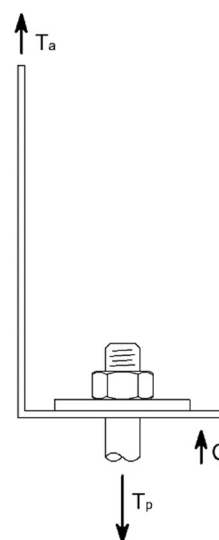
- zniszczenie połączenia na gwoździe;
- zniszczenie stalowego złącza kotwiącego;
- zniszczenie kotew do betonu.

### Siły działające w zakotwieniu

Siła rozciągająca działająca w zakotwieniu ( $T_a$ ) jest określona w sposób opisany w rozdziale „Opis modelu”.

Siła rozciągająca działająca na kotwy do betonu jest wyznaczana z uwzględnieniem dodatkowego momentu (wyrażonego przez współczynnik  $k_t$ ), wynikającego z braku współosiowości między zewnętrzną siłą działającą na ściankę pionową złącza kątownego a kotwą.

$$T_p = T_a \cdot k_t$$



Nazwa ściany	Długość [m]	Nazwa złącza	Liczba kotew na każdym końcu ściany	Komb.	Czas trwania	N [kN]	$M_{3,3}$ [kNm]	$T_a$ [kN]	$k_t$	$T_p$ [kN]
Ściana 1	1,00	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	36,25	11,22	0,00	1	0,00
Ściana 3 - 1	1,99	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	59,96	20,21	0,00	1	0,00
Ściana 4	1,00	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	16,72	49,29	40,93	1	40,93
Ściana 6	1,00	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	26,53	31,10	17,84	1	17,84
Ściana 9	1,50	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	15,29	30,97	13,00	1	13,00
Ściana 11	2,50	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	27,43	59,26	9,99	1	9,99
Ściana 13	1,50	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	15,28	30,97	13,01	1	13,01
Ściana 14 - 1	1,99	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	71,93	20,21	0,00	1	0,00
Ściana 15	2,40	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	61,50	17,22	0,00	1	0,00
Ściana 20	7,80	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	174,64	52,43	0,00	1	0,00
Ściana 21	2,40	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	53,65	17,22	0,00	1	0,00
Ściana 54	2,37	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	46,29	73,88	8,03	1	8,03
Ściana 61	2,80	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	30,54	79,73	13,20	1	13,20
Ściana 66	1,70	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	20,20	16,00	0,00	1	0,00
Ściana 67	1,70	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	18,11	16,00	0,36	1	0,36

Ściana 71	2,50	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	152,15	23,44	0,00	1	0,00
Ściana 72	3,06	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	131,60	25,46	0,00	1	0,00
Ściana 18	3,14	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	127,87	26,55	0,00	1	0,00
Ściana 12	2,80	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	59,49	4,99	0,00	1	0,00
Ściana 3 - 2	1,01	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	12,54	14,94	8,49	1	8,49
Ściana 14 - 2	1,01	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	13,87	14,94	7,82	1	7,82

### Nośność połączenia na gwoździe

Obliczeniowa nośność połączenia na gwoździe wyrażona jest poniższym równaniem

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k,dens}}{\gamma_M}$$

gdzie:

$R_{c,k,dens}$  nośność charakterystyczna połączenia na gwoździe. Wartość ta zredukowana jest za pomocą współczynnika  $k_{dens}$  wtedy, kiedy gęstość użytego materiału jest mniejsza od 350 kg/m<sup>3</sup>. Współczynnik  $k_{dens}$  można wyznaczyć z zależności  $R_{c,k,dens} = R_{c,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$ ;

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału;

$\gamma_M$  współczynnik częściowy dla połączeń.

### Nośność elementu stalowego złącza kąтового

Nośność na rozciąganie stalowego elementu złącza kąтового może być wyznaczona ze wzoru

$$R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_{M2}}$$

gdzie:

$R_{s,k}$  charakterystyczna nośność złącza kąтового;

$\gamma_{M2}$  współczynnik częściowy przy sprawdzaniu nośności przekroju na rozerwanie.

### Nośność na rozciąganie kotew do betonu

Nośność na rozciąganie kotew do betonu można wyznaczyć ze wzoru

$$R_{p,d} = \frac{R_{p,k}}{\gamma}$$

gdzie:

$R_{p,k}$  charakterystyczna nośność kotew do betonu;

$\gamma$  współczynnik bezpieczeństwa.

Podsumowanie weryfikacji z charakterystycznymi wartościami nośności związanych ze zniszczeniem poszczególnych komponentów zawarto w poniższej tabeli.

Nazwa: Nazwa złącza kotwiącego

Komb.: Decydująca kombinacja obciążeń

$T_{a,d}$ : Obliczeniowa wartość siły rozciągającej działającej na zakotwienie

$T_{p,d}$ : Obliczeniowa wartość siły rozciągającej działającej na kotwy do betonu

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy

$R_{a,d}$ : obliczeniowa wartość nośności złącza kotwiącego, przyjęta jako najmniejsza wartość z obliczeniowych nośności odpowiadających różnym mechanizmom jego zniszczenia

$R_{p,d}$ : obliczeniowa nośność kotew do betonu

$$T_{a,d} \leq R_{a,d} = \min(R_{c,d}; R_{s,d})$$

$$T_{p,d} \leq R_{p,d}$$

Nazwa ściany	Nazwa złącza	Komb.	Klasa użyt.	$T_{a,d}$ [kN]	$R_{c,k,dens}$ [kN]	$R_{s,k}$ [kN]	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$\gamma_{M2}$	$R_{a,d}$ [kN]	$T_{p,d}$ [kN]	$R_{p,k}$ [kN]	$\gamma$	$R_{p,d}$ [kN]	Mechanizm zniszczenia	Spr.
Ściana 1	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 3 - 1	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 4	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	SGN poziomo 4	1	40,93	148,34	169,875	1,1	1,3	1,25	125,52	40,93	120,48	1,5	80,32	Rozciąganie: kotwy	51%
Ściana 6	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	17,84	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	17,84	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	92%
Ściana 9	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	13,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	13,00	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	67%
Ściana 11	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	9,99	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	9,99	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	51%
Ściana 13	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	13,01	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	13,01	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	67%
Ściana 14 - 1	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 15	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 20	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 21	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%

Ściana 54	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	8,03	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	8,03	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	41%
Ściana 61	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 4	1	13,20	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	13,20	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	68%
Ściana 66	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 67	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,36	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	26,57	0,36	35,06	1,8	19,48	Rozciąganie: kotwy	2%
Ściana 71	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 72	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 18	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 12	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	31,40	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	35,06	1,8	-	-	0%
Ściana 3 - 2	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	SGN poziomo 1	1	8,49	148,34	169,875	1,1	1,3	1,25	125,52	8,49	120,48	1,5	80,32	Rozciąganie: kotwy	11%
Ściana 14 - 2	Rozciągane złącze podstawy - kotwy, #9	SGN poziomo 1	1	7,82	148,34	169,875	1,1	1,3	1,25	125,52	7,82	120,48	1,5	80,32	Rozciąganie: kotwy	10%

## Połączenia przystropowe - Zakotwienie/uciąglenie

Nośność obliczeniowa  $R_d$  uciąglenia jest określana jako wartość minimalna z nośności wynikających z następujących mechanizmów zniszczenia:

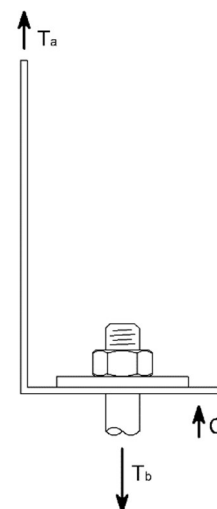
- zniszczenie połączenia na gwoździe;
- zniszczenie stalowego elementu złącza;
- zniszczenie śruby.

**Siły działające w uciągleniu**

Siła rozciągająca działająca w złączu ( $T_a$ ) jest określona w oparciu o rozdział "Opis modelu".

Siła rozciągająca działająca na pojedynczą śrubę jest wyznaczana z uwzględnieniem liczby śrub i dodatkowego momentu (wyrażonego przez współczynnik  $k_t$ ) wynikającego z braku współosiowości między zewnętrzną siłą działającą na ściankę pionową złącza a śrubą u.

$$T_b = \frac{T_a \cdot k_t}{n_b}$$



Nazwa ściany	Długość [m]	Nazwa złącza	Liczba kotew na każdym końcu ściany	Komb.	Czas trwania	N [kN]	M <sub>3-3</sub> [kNm]	T <sub>a</sub> [kN]	k <sub>t</sub>	n <sub>b</sub>	T <sub>b</sub> [kN]
Ściana 22	1,00	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	24,41	3,43	0,00	1	1	0,00
Ściana 23	1,99	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	36,57	6,96	0,00	1	1	0,00
Ściana 25	1,47	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	9,28	5,64	0,00	1	1	0,00
Ściana 26	1,47	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	7,19	5,64	0,25	1	1	0,25
Ściana 31	1,00	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	6,11	9,35	6,29	1	1	6,29
Ściana 33	1,50	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	9,06	9,25	1,63	1	1	1,63
Ściana 34	2,50	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	16,76	3,42	0,00	1	1	0,00
Ściana 35	1,50	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	9,07	9,25	1,63	1	1	1,63
Ściana 38	1,99	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	39,63	6,96	0,00	1	1	0,00
Ściana 42	7,80	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	91,80	15,78	0,00	1	1	0,00
Ściana 43	2,40	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	34,58	4,29	0,00	1	1	0,00
Ściana 46	1,50	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	7,10	22,12	11,19	1	1	11,19
Ściana 63	2,40	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	30,25	4,29	0,00	1	1	0,00
Ściana 73	1,00	Rozciągane złącze przystropowe, #1	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	5,22	7,69	5,08	1	1	5,08

**Nośność połączenia na gwoździe**

Obliczeniowa nośność połączenia na gwoździe wyrażona jest poniższym równaniem

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k,dens}}{\gamma_M}$$

gdzie:

$R_{c,k,dens}$  nośność charakterystyczna połączenia na gwoździe. Wartość ta zredukowana jest za pomocą współczynnika  $k_{dens}$  wtedy, kiedy gęstość użytego materiału jest mniejsza od 350 kg/m<sup>3</sup>. Współczynnik  $k_{dens}$  można wyznaczyć z zależności  $R_{c,k,dens} = R_{c,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$ ;

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału;

$\gamma_M$  współczynnik częściowy dla połączenia.

### **Nośność elementu stalowego zakotwienia/uciąglenia**

Nośność na rozciąganie stalowego elementu zakotwienia/uciąglenia można określić ze wzoru

$$R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_{M2}}$$

gdzie:

$R_{s,k}$  charakterystyczna nośność uciąglenia/uciąglenia;

$\gamma_{M2}$  współczynnik częściowy wytrzymałości przekrojów poddanych rozciąganiu.

### **Nośność na rozciąganie śrub**

Nośność na rozciąganie śruby jest określona w oparciu o wzór podany w tabeli 3.4 normy EN 1993-1-8

$$R_{b,d} = \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

gdzie:

$f_{ub}$  wytrzymałość na rozciąganie śruby;

$A_s$  pole przekroju czynnego śruby;

$\gamma_{M2}$  współczynnik częściowy przy sprawdzaniu nośności przekroju na rozerwanie.

Podsumowanie weryfikacji z charakterystycznymi wartościami nośności związanych ze zniszczeniem poszczególnych komponentów zawarto w poniższej tabeli.

Nazwa: nazwa złącza, w którym zastosowano zakotwienie

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$T_{a,d}$ : obliczeniowa wartość siły rozciągającej w zakotwieniu

$T_{b,d}$ : obliczeniowa siła rozciągająca działająca w śrubie

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy

$R_{a,d}$ : obliczeniowa wartość nośności złącza kotwiącego, przyjęta jako najmniejsza wartość z obliczeniowych nośności odpowiadających różnym mechanizmom jego zniszczenia

$R_{b,d}$ : obliczeniowa nośność śruby

$$T_{a,d} \leq R_{a,d} = \min(R_{c,d}; R_{s,d})$$

$$T_{b,d} \leq R_{b,d}$$

Nazwa ściany	Nazwa złącza	Komb.	Klasa użytkownika	$T_{a,d}$ [kN]	$R_{c,k,dens}$ [kN]	$R_{s,k}$ [kN]	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$\gamma_{M2}$	$R_{a,d}$ [kN]	$T_{b,d}$ [kN]	$R_{b,k}$ [kN]	$R_{b,d}$ [kN]	Mechanizm zniszczenia	Spr.
Ściana 22	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 23	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 25	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 26	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,25	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	0,25	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	0%
Ściana 31	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 4	1	6,29	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	6,29	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	12%
Ściana 33	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 4	1	1,63	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	1,63	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	3%
Ściana 34	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 35	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 4	1	1,63	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	1,63	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	3%
Ściana 38	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 42	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 43	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 46	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 4	1	11,19	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	11,19	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	22%
Ściana 63	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 1	1	0,00	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	-	0,00	88,2	-	-	0%
Ściana 73	Rozciągane złącze przystropowe, #1	SGN poziomo 4	1	5,08	86,85	63,4	1,1	1,3	1,25	50,72	5,08	88,2	70,56	Rozciąganie: stalowy element złączny	10%



## Połączenia na perforowane płytki/taśmy

Nośność obliczeniowa  $R_d$  elementu perforowanego określana jest jako wartość minimalna z nośności wynikających z następujących mechanizmów zniszczenia:

- zniszczenie połączenia na gwoździe;
- zniszczenie elementu perforowanego.

### Siły działające na złącza

Nazwa ściany	Długość [m]	Nazwa złącza	Liczba złączy na każdym końcu ściany	Komb.	Czas trwania	N [kN]	M <sub>3-3</sub> [kNm]	Ta [kN]
Ściana 27	3,14	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	61,33	9,23	0,00
Ściana 29	3,06	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	51,22	8,90	0,00
Ściana 36	2,50	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	68,10	6,65	0,00
Ściana 62	2,80	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	SGN poziomo 4	Chwilowe	12,71	32,13	5,12

### Nośność na rozciąganie elementu perforowanego

Nośność na rozciąganie elementu perforowanego określana jest na podstawie wytycznych z 6.2.3 normy EN 1993-1-1. Dla przekrojów z otworami obliczeniowa nośność na rozciąganie  $N_{t,Rd}$  powinna odpowiadać mniejszej z obliczeniowych nośności plastycznej przekroju brutto lub przekroju netto z uwzględnieniem otworów na łączniki.

Obliczeniowa nośność przekroju brutto określona jest wzorem

$$R_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

gdzie:

$A$  pole powierzchni brutto;

$f_y$  granica plastyczności stali;

$\gamma_{M0}$  współczynnik częściowy dla określania nośności przekroju.

Obliczeniowa wytrzymałość przekroju netto jest określona wzorem:

$$R_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

gdzie:

$A_{net}$  pole przekroju netto;

$f_u$  wytrzymałość na rozciąganie stali;

$\gamma_{M2}$  współczynnik częściowy przy sprawdzaniu nośności przekroju na rozerwanie.

### Nośność połączenia na gwoździe

Charakterystyczna nośność połączenia określona jest jako iloczyn efektywnej liczby łączników i wytrzymałości pojedynczego łącznika

$$R_{c,k} = n_{ef} \cdot R_{k,conn}$$

gdzie nośność pojedynczego łącznika  $R_{conn,k}$  określana jest w oparciu o teorię Johansena, a efektywna liczba łączników przyjmowana jest według punktu 8.3.1.1 (8) i 8.5.1.1 (4) normy EN 1995-1-1.

Nazwa ściany	Nazwa złącza	Liczba rzędów	Liczba łączników w rzędzie	Rozstaw łączników w rzędzie [mm]	Efektywna liczba łączników	$R_{conn,k}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]
Ściana 27	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	12	40	12	1,99	23,87
Ściana 29	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	12	40	12	1,99	23,87
Ściana 36	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	12	40	12	1,99	23,87
Ściana 62	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	1	12	40	12	1,99	23,87

Obliczeniowa nośność wyrażona jest wzorem

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k}}{\gamma_M}$$

gdzie:

$R_{c,k}$  charakterystyczna nośność łącznika;

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału;

$\gamma_M$  współczynnik częściowy dla połączeń.

Podsumowanie weryfikacji z charakterystycznymi wartościami nośności związanych ze zniszczeniem poszczególnych komponentów zawarto w poniższej tabeli.

Nazwa: nazwa złącza, w którym zastosowano taśmy perforowane

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$T_{a,d}$ : Obliczeniowa siła działająca na połączenia

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik częściowy

$R_d$ : obliczeniowa nośność, przyjęta jako minimalna z wytrzymałości uzyskanych dla różnych mechanizmów zniszczenia

$$T_{a,d} \leq \min(R_{pl,Rd}; R_{u,d}; R_{c,d})$$

Nazwa ściany	Nazwa złącza	Komb.	Klasa użytkowania	$T_{a,d}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]	$R_{pl,k}$ [kN]	$R_{u,k}$ [kN]	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M2}$	$R_d$ [kN]	Mechanizm zniszczenia	Spr.
Ściana 27	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	SGN poziomo 1	1	0,00	23,87	22,5	20,0475	1,1	1,3	1	1,25	-	-	0%
Ściana 29	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	SGN poziomo 1	1	0,00	23,87	22,5	20,0475	1,1	1,3	1	1,25	-	-	0%
Ściana 36	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	SGN poziomo 1	1	0,00	23,87	22,5	20,0475	1,1	1,3	1	1,25	-	-	0%
Ściana 62	Rozciągane złącze przystropowe, #2 (uciąglenie)	SGN poziomo 4	1	5,12	23,87	22,5	20,0475	1,1	1,3	1	1,25	16,04	Rozciąganie: stalowy przekrój netto	32%

## Złącza kątowe z kotwami – połączenia ścinane drewno-beton

Nośność obliczeniowa  $R_d$  złącza kąтового określana jest jako wartość minimalna z nośności wynikających z następujących mechanizmów zniszczenia:

- zniszczenie przy ścinaniu złącza kąтового i/lub grupy łączników złącza;
- zniszczenie przy ścinaniu kotew łączących z betonem.

### Siły poprzeczne

Siła poprzeczna działająca na pojedyncze złącze kątowe wyznaczana jest przez podzielenie całkowitej siły poprzecznej  $V_2$  przez liczbę złączy kątowych ściany (uwzględniając możliwość występowania złączy kątowych po obu stronach elementu konstrukcyjnego).

$$V_a = \frac{V_2}{n_{anc}}$$

gdzie:

$V_2$  obliczeniowa siła poprzeczna w rozpatrywanej ścianie;

$n_{anc}$  liczba ścinanych złączy w ścianie.

Siła poprzeczna działająca na kotwy w każdym złączu kątowym jest równa  $V_a$ .

Nazwa ściany	Długość [m]	Nazwa złącza	Liczba złączy	Komb.	Czas trwania	$V_2$ [kN]	$V_a$ [kN]
Ściana 1	1,00	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #5	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,43	2,43
Ściana 3 - 1	1,99	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #6	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14	4,14
Ściana 4	1,00	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #26	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	13,00	6,50
Ściana 6	1,00	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #27	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,80	3,40
Ściana 9	1,50	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #9	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79	6,79
Ściana 11	2,50	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #10	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	12,06	6,03
Ściana 13	1,50	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #11	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	6,79	6,79
Ściana 14 - 1	1,99	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #12	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,14	4,14
Ściana 15	2,40	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #13	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04	4,04
Ściana 20	7,80	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #14	3	SGN poziomo 1	Chwilowe	11,45	3,82
Ściana 21	2,40	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #15	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,04	4,04
Ściana 54	2,37	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #16	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	16,18	8,09
Ściana 61	2,80	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #17	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,88	7,44
Ściana 66	1,70	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #18	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24	3,24
Ściana 67	1,70	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #19	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	3,24	3,24
Ściana 71	2,50	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #20	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,24	5,24
Ściana 72	3,06	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #21	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,17	5,17
Ściana 18	3,14	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #22	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,41	5,41
Ściana 12	2,80	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #23	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	14,93	7,47
Ściana 3 - 2	1,01	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #24	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67	4,67
Ściana 14 - 2	1,01	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #25	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	4,67	4,67

### Nośność złącza kąтового

Obliczeniowa nośność na ścinanie złącza kąтового może być określona za pomocą poniższego wzoru

$$R_{a,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{a,k,dens}}{\gamma_M}$$

gdzie:

$R_{a,k,dens}$  nośność charakterystyczna połączenia na gwoździe. Wartość ta zredukowana jest za pomocą współczynnika  $k_{dens}$  wtedy, kiedy gęstość materiału jest mniejsza od 350 kg/m<sup>3</sup>.  
Współczynnik  $k_{dens}$  można wyznaczyć z zależności  $R_{a,k,dens} = R_{a,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$ .

### Nośność na ścinanie kotew do betonu

Nośność na ścinanie kotew do betonu określana jest wzorem

$$R_{p,d} = \frac{R_{p,k}}{\gamma}$$

gdzie:

$R_{p,k}$  charakterystyczna nośność na ścinanie kotew do betonu;

$\gamma$  współczynnik bezpieczeństwa.

Podsumowanie weryfikacji z charakterystycznymi wartościami nośności związanych ze zniszczeniem poszczególnych komponentów zawarto w poniższej tabeli.

Nazwa: nazwa złącza, w którym zastosowano złącze kątowe

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$V_{a,d}$ : siła poprzeczna działająca na złącze kątowe i kotwy do betonu

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik bezpieczeństwa

$R_{a,d}$ : obliczeniowa nośność złącza kąтового

$R_{p,d}$ : obliczeniowa nośność kotew do betonu

$$V_{a,d} \leq R_{a,d}$$

$$V_{a,d} \leq R_{p,d}$$

Nazwa ściany	Nazwa złącza	Komb.	Klasa użytkowania	$V_{a,d}$ [kN]	$R_{a,k,dens}$ [kN]	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$R_{a,d}$ [kN]	$R_{p,k}$ [kN]	$\gamma$	$R_{p,d}$ [kN]	Mechanizm zniszczenia	Spr.
Ściana 1	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #5	SGN poziomo 1	1	2,43	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	13%
Ściana 3 - 1	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #6	SGN poziomo 1	1	4,14	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	22%
Ściana 4	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #26	SGN poziomo 6	1	6,50	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	35%
Ściana 6	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #27	SGN poziomo 6	1	3,40	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	18%
Ściana 9	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #9	SGN poziomo 6	1	6,79	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	36%
Ściana 11	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #10	SGN poziomo 6	1	6,03	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	32%
Ściana 13	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #11	SGN poziomo 6	1	6,79	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	36%
Ściana 14 - 1	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #12	SGN poziomo 1	1	4,14	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	22%
Ściana 15	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #13	SGN poziomo 1	1	4,04	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	22%
Ściana 20	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #14	SGN poziomo 1	1	3,82	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	20%
Ściana 21	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #15	SGN poziomo 1	1	4,04	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	22%
Ściana 54	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #16	SGN poziomo 6	1	8,09	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	43%
Ściana 61	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #17	SGN poziomo 6	1	7,44	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	40%
Ściana 66	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #18	SGN poziomo 1	1	3,24	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	17%
Ściana 67	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #19	SGN poziomo 1	1	3,24	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	17%
Ściana 71	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #20	SGN poziomo 1	1	5,24	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	28%
Ściana 72	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #21	SGN poziomo 1	1	5,17	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	28%
Ściana 18	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #22	SGN poziomo 1	1	5,41	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	29%
Ściana 12	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #23	SGN poziomo 6	1	7,47	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	40%
Ściana 3 - 2	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #24	SGN poziomo 1	1	4,67	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	25%
Ściana 14 - 2	Ścinane złącze podstawy - kotwy, #25	SGN poziomo 1	1	4,67	22,10	1,1	1,3	18,7	44,25	1,25	35,4	Ścinanie : element złącza	25%

Złącza kątowe – połączenia ścinane drewno-drewno

Nośność obliczeniowa  $R_d$  złącza kąтового określona jest ze względu na poniższy mechanizm zniszczenia:

- zniszczenie przy ścinaniu złącza kąтового i/lub grupy łączników w połączeniu.

### Siły poprzeczne

Siła poprzeczna działająca na pojedynczą płytkę wyznaczana jest przez podzielenie całkowitej siły poprzecznej  $V_2$  przez liczbę złączy kątowych występujących w ścianie (uwzględniając możliwość występowania złączy kątowych po obu stronach elementu konstrukcyjnego).

$$V_a = \frac{V_2}{n_{anc}}$$

gdzie:

$V_2$  obliczeniowa siła poprzeczna działająca w ścianie;

$n_{anc}$  liczba połączeń występujących w ścianie.

Nazwa ściany	Długość [m]	Nazwa złącza	Liczba złączy	Komb.	Czas trwania	V2 [kN]	Va [kN]
Ściana 22	1,00	Ścinane złącze przystopowe, #2	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,23	1,23
Ściana 23	1,99	Ścinane złącze przystopowe, #4	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,49	2,49
Ściana 25	1,47	Ścinane złącze przystopowe, #5	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,80	1,80
Ściana 26	1,47	Ścinane złącze przystopowe, #6	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,80	1,80
Ściana 27	3,14	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)1	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,05	2,05
Ściana 29	3,06	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)2	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,98	1,98
Ściana 31	1,00	Ścinane złącze przystopowe, #7	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	3,55	3,55
Ściana 33	1,50	Ścinane złącze przystopowe, #8	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,98	2,98
Ściana 34	2,50	Ścinane złącze przystopowe, #9	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	4,87	2,44
Ściana 35	1,50	Ścinane złącze przystopowe, #10	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,98	2,98
Ściana 36	2,50	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)3	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,48	1,48
Ściana 38	1,99	Ścinane złącze przystopowe, #11	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	2,49	2,49
Ściana 42	7,80	Ścinane złącze przystopowe, #12	3	SGN poziomo 1	Chwilowe	5,63	1,88
Ściana 43	2,40	Ścinane złącze przystopowe, #13	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,53	1,53
Ściana 46	1,50	Ścinane złącze przystopowe, #14	2	SGN poziomo 6	Chwilowe	7,12	3,56
Ściana 62	2,80	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)4	3	SGN poziomo 6	Chwilowe	9,52	3,17
Ściana 63	2,40	Ścinane złącze przystopowe, #15	1	SGN poziomo 1	Chwilowe	1,53	1,53
Ściana 73	1,00	Ścinane złącze przystopowe, #16	1	SGN poziomo 6	Chwilowe	2,92	2,92

### Nośność złącza kąтового

Obliczeniowa nośność na ścinanie kotew jest określona

$$R_{a,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{a,k,dens}}{\gamma_M}$$

gdzie:

$R_{a,k,dens}$  nośność charakterystyczna połączenia na gwoździe. Wartość ta zredukowana jest za pomocą współczynnika  $k_{dens}$  wtedy, kiedy gęstość materiału jest mniejsza od 350 kg/m<sup>3</sup>. Współczynnik  $k_{dens}$  można wyznaczyć z zależności  $R_{a,k,dens} = R_{a,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$ ;

$k_{mod}$  współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału;

$\gamma_M$  współczynnik częściowy dla połączenia.

Podsumowanie weryfikacji z charakterystycznymi i obliczeniowymi wartościami nośności złączy kątowych zestawiono w poniższej tabeli.

Nazwa: nazwa złącza, w którym zastosowano złącze kątowe

Komb.: decydująca kombinacja obciążeń

$V_{a,d}$ : obliczeniowa wartość siły działającej na jedno złącze

$k_{mod}$ : współczynnik modyfikujący efekt czasu trwania obciążenia i zmiany wilgotności materiału

$\gamma_M$ : współczynnik bezpieczeństwa

$$V_{a,d} \leq R_{a,d}$$

Nazwa ściany	Nazwa złączy	Komb.	Klasa użytkowania	$V_{a,d}$ [kN]	$R_{a,k,dens}$ [kN]	$k_{mod}$	$\gamma_M$	$R_{a,d}$ [kN]	Spr.
Ściana 22	Ścinane złącze przystopowe, #2	SGN poziomo 1	1	1,23	10,00	1,1	1,3	8,46	14%
Ściana 23	Ścinane złącze przystopowe, #4	SGN poziomo 1	1	2,49	10,00	1,1	1,3	8,46	29%
Ściana 25	Ścinane złącze przystopowe, #5	SGN poziomo 1	1	1,80	10,00	1,1	1,3	8,46	21%
Ściana 26	Ścinane złącze przystopowe, #6	SGN poziomo 1	1	1,80	10,00	1,1	1,3	8,46	21%
Ściana 27	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)1	SGN poziomo 1	1	2,05	8,94	1,1	1,3	7,56	27%
Ściana 29	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)2	SGN poziomo 1	1	1,98	8,94	1,1	1,3	7,56	26%
Ściana 31	Ścinane złącze przystopowe, #7	SGN poziomo 6	1	3,55	10,00	1,1	1,3	8,46	42%
Ściana 33	Ścinane złącze przystopowe, #8	SGN poziomo 6	1	2,98	10,00	1,1	1,3	8,46	35%
Ściana 34	Ścinane złącze przystopowe, #9	SGN poziomo 6	1	2,44	10,00	1,1	1,3	8,46	29%
Ściana 35	Ścinane złącze przystopowe, #10	SGN poziomo 6	1	2,98	10,00	1,1	1,3	8,46	35%
Ściana 36	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)3	SGN poziomo 1	1	1,48	8,94	1,1	1,3	7,56	20%
Ściana 38	Ścinane złącze przystopowe, #11	SGN poziomo 1	1	2,49	10,00	1,1	1,3	8,46	29%
Ściana 42	Ścinane złącze przystopowe, #12	SGN poziomo 1	1	1,88	10,00	1,1	1,3	8,46	22%
Ściana 43	Ścinane złącze przystopowe, #13	SGN poziomo 1	1	1,53	10,00	1,1	1,3	8,46	18%
Ściana 46	Ścinane złącze przystopowe, #14	SGN poziomo 6	1	3,56	10,00	1,1	1,3	8,46	42%
Ściana 62	Ścinane złącze przystopowe, #2 (uciąglenie)4	SGN poziomo 6	1	3,17	8,94	1,1	1,3	7,56	42%
Ściana 63	Ścinane złącze przystopowe, #15	SGN poziomo 1	1	1,53	10,00	1,1	1,3	8,46	18%
Ściana 73	Ścinane złącze przystopowe, #16	SGN poziomo 6	1	2,92	10,00	1,1	1,3	8,46	34%







