



PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI DREWNIANYCH WEDŁUG PN-EN 1995-1-1 WYBRANE ZAGADNIENIA

dr inż. Wiesław Kubiszyn

<http://WiesKu.sd.prz.edu.pl/> WiesKu@interia.eu



- 1. Wprowadzenie do projektowania konstrukcji budowlanych według EUROKODÓW***
- 2. Materiał i podstawy analizy konstrukcji z drewna***
- 3. Stany graniczne nośności i użytkowości***
- 4. Projektowanie belek i słupów***
- 5. Projektowanie prętów kratownic***
- 6. Wybrane zagadnienia projektowania połączeń***
- 7. Konstrukcje z drewna klejonego warstwowo – dźwigary o dużych rozpiętościach***
- 8. Projektowanie wybranych typów tężników***
- 9. Przykłady obliczeniowe do ww. zagadnień***


ZAKRES TEMATYCZNY SZKOLENIA

UKD 624.011.1:624.04

 POLSKI KOMITET NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI	POLSKA NORMA Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych Obliczenia statyczne i projektowanie Materiały		PN-81 B-03150/01
			Zamiast PN-73/B-03150
			Grupa katalogowa 0732
Timber structures Design rules Materials	Construction en bois Calculs statiques et etude Matériaux	Деревянные конструкции Статический расчет и проектирование Материалы	

ZMIANA W ZAKŁADNIKU DO PN-EN 1995-1-1 10-11/83

UKD 624.011.01:624.04

 POLSKI KOMITET NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI	POLSKA NORMA Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych Obliczenia statyczne i projektowanie Konstrukcje		PN-81 B-03150.02
			Zamiast PN-73/B-03150
			Grupa katalogowa 0732
Timber structures Design rules Constructions	Constructions en bois calculs statiques et etude Constructions	Деревянные конструкции Статический расчет и проектирование Конструкции	

UKD 624.011.1:624.078:621.682

 POLSKI KOMITET NORMALIZACJI, MIAR I JAKOŚCI	POLSKA NORMA Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych Obliczenia statyczne i projektowanie Złącza		PN-81 B-03150.03
			Zamiast PN-73/B-03150
			Grupa katalogowa 0732
Timber structures Design rules Joints	Construction en bois Calculs statiques et etude Joints	Деревянные конструкции Статический расчет и проектирование Соединения	

WPROWADZENIE

„Moja” 25 letnia historia
 związana z
 projektowaniem
 konstrukcji drewnianych

Studia i początki
 działalności inżynierskiej



POLSKA NORMA

PN-B-03150

sierpień 2000

Konstrukcje drewniane

Obliczenia statyczne i projektowanie

Timber structures – Calculation and design rules

Hologram
PKN© Żadna część niniejszej normy nie może być przedrukowywana ani kopiowana
jakakolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego**WPROWADZENIE**

„Moja” 25 letnia historia
związana z
projektowaniem
konstrukcji drewnianych

Rok 2000

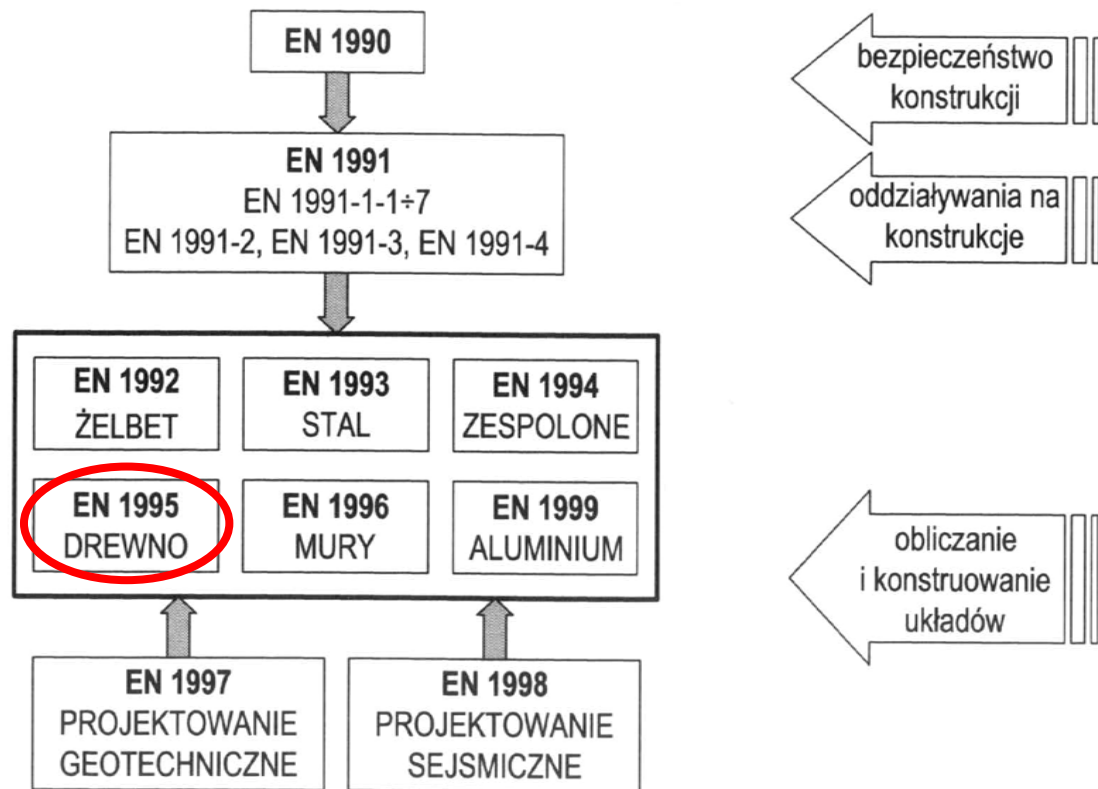
**Nowa norma – tzw.
pomostowa**

WPROWADZENIE

Schematyczne przedstawienie grupy Eurokodów budowlanych

MARZEC 2010 roku

Rewolucja?





POLSKA NORMA

ICS 91.010.30-91.080.20

PN-EN 1995-1-1

kwiecień 2010

Wprowadza
EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008, IDT

Zastępuje
PN-B-03154:1983
PN-B-03150:2000
PN-EN 1995-1-1:2005

Eurokod 5
Projektowanie konstrukcji drewnianych
Część 1-1: Postanowienia ogólne
Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków

Norma Europejska EN 1995-1-1:2004 z włączoną poprawką AC:2006 i zmianą A1:2008 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2010

nr ref. PN-EN 1995-1-1:2010

Hologram
PKN

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być wielokrotnie jakakolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego



POLSKA NORMA

PN-B-03150

sierpień 2000

Konstrukcje drewniane

Obliczenia statyczne i projektowanie

NORMA WYCOFANA

MARZEC 2010

Timber structures – Calculation and design rules

Hologram
PKN

Żadna część niniejszej normy nie może być przedrukowywana ani kopiowana jakakolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

1.1 Zakres normy

1.1.1 Zakres EN 1995

(1) P EN 1995 ma zastosowanie do projektowania budynków i obiektów inżynierskich z drewna (drewna litego, tarcicy, struganego lub drewna okrągłego, drewna klejonego warstwowo oraz wyrobów konstrukcyjnych na bazie drewna, np. LVL) lub płyt z materiałów drewnopochodnych łączonych za pomocą kleju lub łączników mechanicznych. Norma jest zgodna z zasadami i wymaganiami odnoszącymi się do bezpieczeństwa i użyteczności konstrukcji, jak również z zasadami obliczeń i weryfikacji podanymi w EN 1990:2002.

(2) P EN 1995 zawiera wymagania odnoszące się wyłącznie do wytrzymałości, użyteczności, trwałości i odporności ogniowej konstrukcji drewnianych. Nie uwzględniono innych wymagań, np. związanych z izolacyjnością termiczną lub akustyczną.

(3) EN 1995 jest przeznaczona do stosowania łącznie z następującymi normami:

EN 1990: 2002 Eurocode – Basis of design

EN 1991 „Actions on structures”

EN dotyczącymi wyrobów budowlanych związanych z konstrukcjami drewnianymi.

EN 1998 „Design of structures for earthquake resistance”, gdy konstrukcje drewniane są wznoszone na terenach sejsmicznych

(4) EN 1995 składa się z dwu części:

EN 1995-1 General

EN 1995-2 Bridges

(5) EN 1995-1 „General” zawiera:

EN 1995-1-1 General – Common rules and Rules for buildings

EN 1995-1-2 General rules – Structural fire design

(6) EN 1995-2 odpowiada ogólnym regułom zawartym w EN 1995-1-1. Rozdziały w EN 1995-2 uzupełniają rozdziały EN 1995-1.

1.1.2 Zakres EN 1995-1-1

(1) EN 1995-1-1 zawiera ogólne reguły projektowania konstrukcji drewnianych łącznie z regułami projektowania odnoszącymi się do budynków.

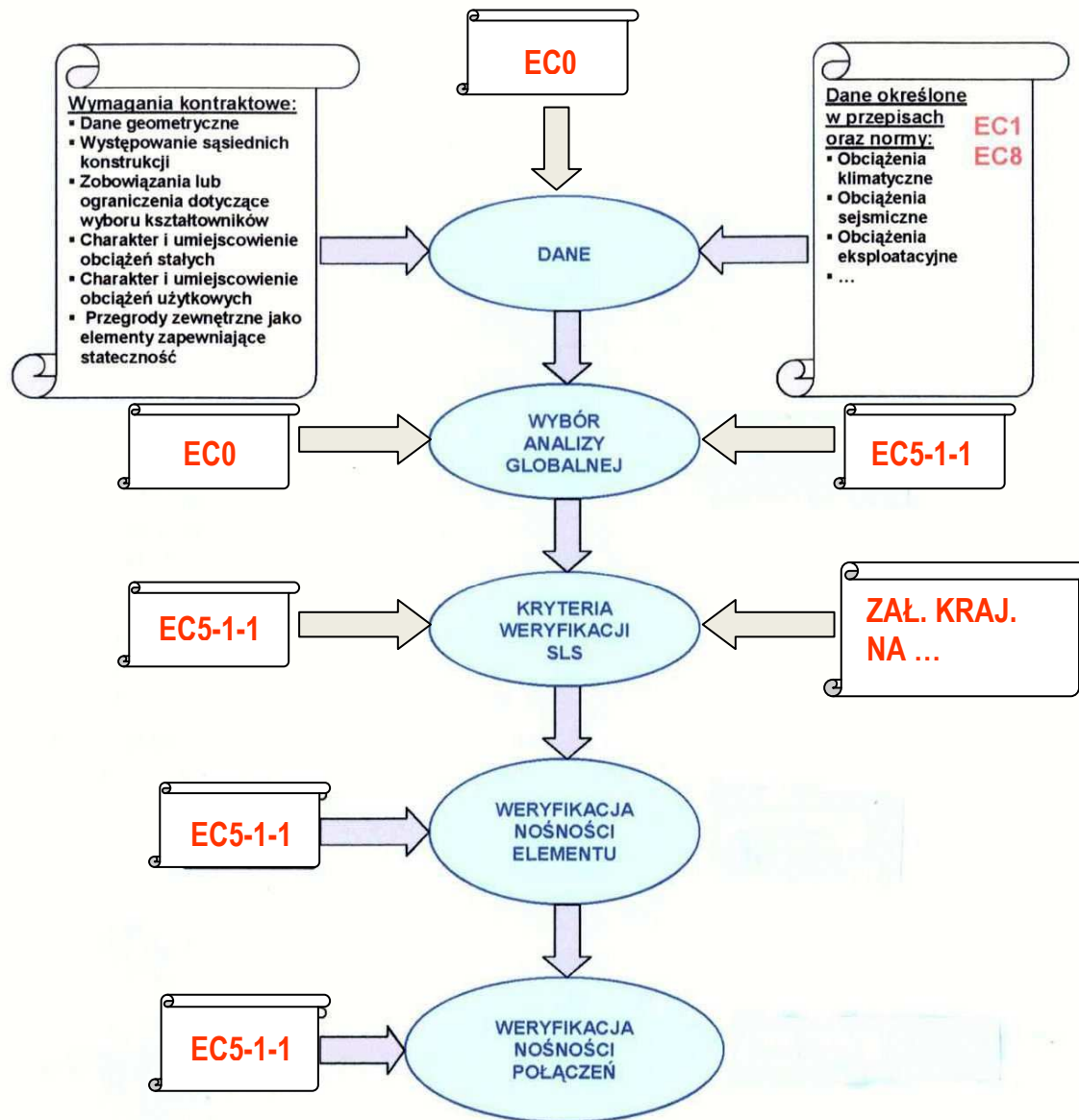
(2) EN 1995-1-1 składa się z następujących rozdziałów:

Rozdział 1:	Postanowienia ogólne
Rozdział 2:	Podstawy projektowania
Rozdział 3:	Właściwości materiałowe
Rozdział 4:	Trwałość
Rozdział 5:	Podstawy analizy konstrukcji
Rozdział 6:	Stany graniczne nośności
Rozdział 7:	Stan graniczny użytkowości
Rozdział 8:	Złącza z zastosowaniem łączników metalowych
Rozdział 9:	Elementy o przekroju złożonym i wybrane konstrukcje
Rozdział 10:	Szczegóły konstrukcji i kontrola

(3) P EN 1995-1-1 nie dotyczy konstrukcji pracujących w temperaturach trwale przekraczających 60 °C.

WPROWADZENIE

Algorytm projektowania elementów konstrukcyjnych z drewna



STANY GRANICZNE

Stany graniczne dotyczące:

- bezpieczeństwa ludzi i/lub
- bezpieczeństwa konstrukcji

należy uważać za stany graniczne nośności – ULS (SGU). 

•

Stany graniczne dotyczące:

- funkcji konstrukcji lub jego elementu w warunkach zwykłego użytkowania,
 - komfortu (drgania) użytkowników,
 - wyglądu (ugięcia, rysy) obiektu budowlanego
- są stanami granicznymi użytkowalności – SLS (SGU).

RODZAJE STANÓW GRANICZNYCH

STANY GRANICZNE NOŚNOŚCI – ULS (SGN)

Sprawdzając kryteria nośności należy rozróżnić następujące stany graniczne nośności (**ULS**) oraz formy zniszczenia:

- **ULS – EQU** – utrata równowagi konstrukcji lub jej części jako ciała sztywnego,
- **ULS – STR** – zniszczenie na skutek nadmiernego odkształcenia, przekształcenia się w mechanizm, zniszczenie materiałowe, utratę stateczności konstrukcji,
- **ULS – GEO** – zniszczenie lub nadmierne deformacje podłoża,
- **ULS – FAT** – zniszczenie zmęczeniowe.

RODZAJE STANÓW GRANICZNYCH NOŚNOŚCI – **ULS**

Sytuacje obliczeniowe (warunki) – kombinacje oddziaływań przy sprawdzaniu SGN

- trwała (użytkowanie obiektu zgodne z przeznaczeniem) – której miarodajny czas trwania jest tego samego rzędu co planowany okres eksploatacji ustroju,
- przejściowa (chwilowe warunki podczas budowy i naprawy) – o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia, której czas trwania jest znacznie krótszy niż przewidziany okres użytkowania konstrukcji,
- wyjątkowa (wyjątkowe warunki: pożar, uderzenie, wybuch) – odnosząca się do wyjątkowych warunków użytkowania konstrukcji lub jej eksploatacji,
- sejsmiczna – uwzględniająca trzęsienie ziemi

SYTUACJE OBLICZENIOWE SGN

Dla stanów granicznych **STR (zniszczenia konstrukcji)** i GEO (odkształcenia podłoża), podstawowe kombinacje oddziaływań należy uwzględnić w formie mniej korzystnego z dwóch poniższych wyrażień (zalecone przez Załącznik krajowy do PN-EN 1990):

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (a)$$

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \quad (b)$$

"+" – oznacza „należy uwzględnić w kombinacji z”.

Σ – oznacza łączny efekt.

Kombinacje te z reguły prowadzą do mniejszego zużycia materiałów

ZALECANE KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ w SGN

**ZAŁECANE
KOMBINACJE
OBCIĄŻEŃ w SGN**
**Tabelaryczne
zestawienie**

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Obciążenia stałe		Wiodące oddziały- wanie zmienne	Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeśli takie występują)	pozostałe
wzór a	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
wzór b	$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

sup \equiv supremum, *łac. kres górny*;
inf \equiv infimum, *łac. kres dolny*

Wartości współczynników:

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,5 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,5 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\xi = 0,85$$

STANY GRANICZNE NOŚNOŚCI (ULS)

Jako miarodajne należy sprawdzać następujące stany graniczne:

- **EQU** – Utrata równowagi statycznej konstrukcji lub jakiegokolwiek jej części, uważanej za ciało sztywne

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$$

- **STR** – Zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenie konstrukcji łącznie z fundamentami, w przypadku których decyduje wytrzymałość materiału

$$E_d \leq R_d$$

- **GEO** – Zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża, kiedy istotne dla nośności konstrukcji ma wytrzymałość podłoża

$$E_d \leq R_d$$

- **FAT** – Zniszczenie zmęczeniowe konstrukcji.

$E_{d,dst}$, $E_{d,stab}$, E_d , R_d - odpowiednio wartości obliczeniowe efektu oddziaływań destabilizujących, stabilizujących, efektu oddziaływań i nośności.

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH NOŚNOŚCI

STANY GRANICZNE UŻYTKOWALNOŚCI - SLS

Rozpatrując stany graniczne użytkowości (SLS) należy wykazać, że spełnione są odpowiednie kryteria sztywności konstrukcji dotyczące:

- ugięć, deformacji (wpływających na wygląd, komfort użytkowników lub funkcję konstrukcji – w tym funkcjonowanie urządzeń),
- drgań (powodujących dyskomfort ludzi i ograniczających przydatność użytkową konstrukcji),
- lokalnych uszkodzeń (wpływających negatywnie na wygląd, trwałość lub funkcjonowanie konstrukcji)

Rozróżnia się odwracalne i nieodwracalne stany graniczne użytkowości.

Nieodwracalne stany graniczne użytkowości – stany graniczne, w których pewne konsekwencje oddziaływań, przekraczające określone wymagania użytkowe, pozostają po ustąpieniu tych oddziaływań.

Odwracalne stany graniczne użytkowości – stany graniczne, w których nie pozostają konsekwencje oddziaływań, przekraczające określone wymagania użytkowe po ustąpieniu tych oddziaływań.

STANY GRANICZNE UŻYTKOWALNOŚCI

W stanach granicznych użyteczności stosuje się kombinacje obciążeń:

- **charakterystyczne**, stosowane zwykle w **nieodwracalnych** stanach granicznych,
- **częste** – w przypadku **odwracalnych** stanów granicznych,
- **quasi-stałe** – przy ocenie **skutków długotrwałych** i wyglądzie obiektu.

Te kombinacje są wyrażone następującymi wzorami:

– kombinacja charakterystyczna:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

– kombinacja częsta:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \psi_{1,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

– kombinacja quasi-stała:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

STANY GRANICZNE UŻYTEKOWALNOŚCI

KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Tabelaryczne zestawienie kombinacji oddziaływań w stanie granicznym użyteczności

Kombinacja	Oddziaływania stałe G_d		Oddziaływania zmienne Q_d	
	Niekorzystne	Korzystne	Wiodące	Pozostałe
Charakterystyczna	G_{kj}^{sup}	G_{kj}^{inf}	$Q_{k,1}$	$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$
Częsta	G_{kj}^{sup}	G_{kj}^{inf}	$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-stała	G_{kj}^{sup}	G_{kj}^{inf}	$\Psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$

**Najważniejsze wartości współczynników kombinacyjnych
podano w poniższej tabeli:**

oddziaływanie	ψ_0	ψ_1	ψ_2
obciążenia zmienne w budynkach, kategoria:			
A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
B: powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
D: powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
E: powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
F: powierzchnie ruchu pojazdów < 30kN,	0,7	0,7	0,6
G: powierzchnie ruchu pojazdów > 30kN,	0,7	0,5	0,3
H: dachy	0	0	0
obciążenie śniegiem:			
miejsowości położone na wys. > 1000 m npm	0,7	0,5	0,2
miejsowości położone na wys. < 1000 m npm	0,5	0,2	0
obciążenie wiatrem	0,6	0,2	0

**STANY GRANICZNE
KOMBINACJE
OBCIĄŻEŃ –
WSPÓŁCZYNNIKI
KOMBINACYJNE**

Zasady określania stanu granicznego użyteczności

Przemieszczenie doraźne (chwilowe) u_{inst} należy obliczać na podstawie kombinacji oddziaływań charakterystycznych, przyjmując średnie wartości modułów sprężystości, odkształcenia postaciowego oraz modułów podatności.

Przemieszczenie końcowe u_{fin} należy obliczać na podstawie kombinacji oddziaływań quasi-stałych.

Ugięcie końcowe (rys. poniżej) $w_{net,fin}$ należy określać według wzoru:

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

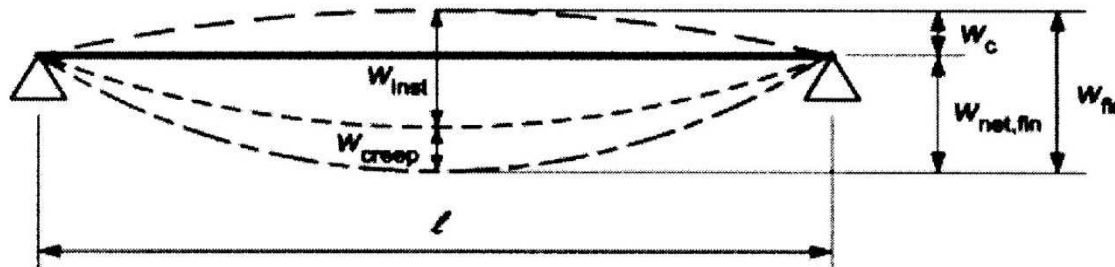
w_c – strzałka odwrotna;

w_{inst} – ugięcie chwilowe;

w_{creep} – ugięcie wywołane pełzaniem;

w_{fin} – ugięcie końcowe;

$w_{net,fin}$ – końcowe ugięcie wynikowe.



PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

Stan graniczny użyteczności

Przy sprawdzaniu SGU norma PN-EN 1995-1-1 zaleca stosować metodę uproszczoną według wzoru:

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

$$U_{fin,G} = U_{inst,G} (1 + k_{def}) \quad - \text{przemieszczenie końcowe od obciążenia stałego}$$

$$U_{fin,Q1} = U_{inst,Q1} (1 + \psi_{2,1} k_{def}) \quad - \text{przemieszczenie końcowe od obciążenia zmiennego wiodące } Q_1$$

$$U_{fin,Qi} = U_{inst,Qi} (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} k_{def}) \quad - \text{przemieszczenia od pozostałych obciążeń zmiennych}$$

$U_{inst,G}$; $U_{inst,Q1}$; $U_{inst,Qi}$ – odkształcenia chwilowe od obc. G ; Q_1 ; Q_i

$\psi_{2,1}$; $\psi_{2,i}$ – współczynniki dla quasi-stałej kombinacji wg PN-EN1990

$\psi_{0,i}$ – współczynnik kombinacyjny wg PN-EN1990

k_{def} – współczynnik modyfikujący odkształcenie, uwzględniający wpływ pelzania i zmiany wilgotności.

PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

Stan graniczny
użytkowości

Postanowienia normy
PN-EN1995-1-1

Zaleca się, aby ugięcia pionowe nie przekraczały poniższych wartości granicznych:

Zalecany zakres granicznych ugięć belek (wg PN-EN 1995-1)

	W_{inst}	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Belka na dwóch podporach	od $l/300$ do $l/500$	od $l/250$ do $l/350$	od $l/150$ do $l/300$
Wspornik	od $l/150$ do $l/250$	od $l/125$ do $l/175$	od $l/75$ do $l/150$

Wartości graniczne ugięć elementów konstrukcji (wg NA3 w PN-EN 1995-1)

Elementy konstrukcyjne	W_{fin}
Dźwigart kratowe: obliczenia przybliżone	$l/500$
obliczenia dokładne	$l/300$
Belki stropowe	$l/250$
Belki w stropach wrażliwych na ugięcia	$l/300$
Płyty dachowe	$l/150$
Elementy belkowe więźby dachowej	$l/200$
Wsporniki	$l/150$

W obiektach starych, remontowanych, dopuszcza się zwiększenie podanych wartości granicznych ugięć o 50%

UGIĘCIA GRANICZNE

NORMA PN-EN 1995-1-1

$$U_{inst} \leq W_{inst,lim}$$

$$U_{fin} \leq W_{fin,lim}$$

$$U_{net,fin} \leq W_{net,fin,lim}$$

ZAŁĄCZNIK KRAJOWY do normy PN-EN1995-1-1

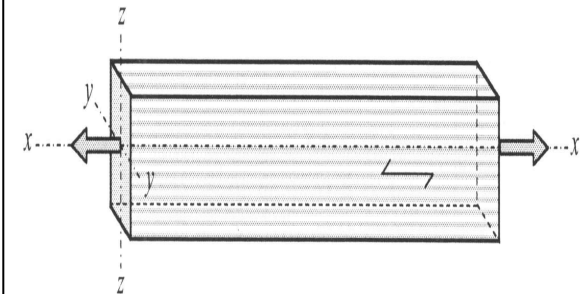
$$U_{fin} \leq W_{fin,lim}$$

Symbole ważniejszych cech wytrzymałościowych i sprężystych drewna

Oznaczenia	Właściwości mechaniczne drewna litego
f_{mk}	wytrzymałość charakterystyczna na zginanie
f_{m90k}	wytrzymałość charakterystyczna na zginanie prostopadłe do płaszczyzny płyty
f_{c0k}	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie wzdłuż włókien
f_{c90k}	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie w poprzek włókien
f_{t0k}	wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie wzdłuż włókien
f_{t90k}	wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie w poprzek włókien
f_{vk}	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie
f_{v90k}	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie prostopadłe do włókien środkiem lub płyty pasów przekroju złożonego
<p>Uwaga: Wartości obliczeniowe wymienionych cech wytrzymałościowych są oznaczone indeksem „d”, zamiast „k”, np. f_{md} — wytrzymałość obliczeniowa na zginanie</p>	
E_{0mean}	wartość średnia modułu sprężystości wzdłuż włókien
E_{90mean}	wartość średnia modułu sprężystości w poprzek włókien
G_{mean}	wartość średnia modułu odkształcenia postaciowego
<p>Indeksy „m”, „c”, „t” przy symbolu E mogą oznaczać (kolejno) moduł sprężystości przy zginaniu, ściskaniu, rozciąganiu wzdłuż włókien</p>	
<p>Symbole wytrzymałości charakterystycznych i obliczeniowych oraz modułów sprężystości drewna klejonego warstwowo są oznaczone dodatkowym indeksem „g”, np. f_{mgd} — wytrzymałość obliczeniowa na zginanie elementu z drewna klejonego.</p>	

**PODSTAWY
PROJEKTOWANIA
KONSTRUKCJI
DREWNIANYCH**

**Podstawowe symbole
i układ współrzędnych**



**Identyfikacja osi układu
współrzędnych pręta w stosunku
do włókien podłużnych**

Tablica 1 – Klasy wytrzymałości – Wartości charakterystyczne

		Topola i gatunki iglaste											Gatunki liściaste						
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Właściwości wytrzymałościowe (w N/mm ²)																			
Zginanie	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Rozciąganie wzdłuż włókien	$f_{l0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Rozciąganie w poprzek włókien	$f_{l90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ściskanie wzdłuż włókien	$f_{c0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Ściskanie w poprzek włókien	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Ścinanie	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Właściwości sprężyste (w kN/mm ²)																			
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
5 % kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Średni moduł sprężystości w poprzek włókien	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Średni moduł odkształcenia postaciowego	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Gęstość (w kg/m ³)																			
Gęstość charakt.	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900
Średnia gęstość	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1080
<p>UWAGA: a Podane wyżej wartości wytrzymałości na rozciąganie, ściskanie, ścinanie, 5 % kwantylu modułu sprężystości, średniego modułu sprężystości oraz średniego modułu odkształcenia postaciowego zostały obliczone z zastosowaniem wzorów podanych w załączniku A.</p> <p>b Właściwości zamieszczone w tablicy są określone dla wilgotności drewna odpowiadającej temperaturze 20 °C i wilgotności powietrza 65 %.</p> <p>c Zachodzi możliwość ograniczonej dostępności drewna klas C45 i C50.</p>																			

Podstawowe właściwości i klasy wytrzymałości litego drewna iglastego

Rodzaje właściwości	Oznaczenie	Klasy drewna konstrukcyjnego litego											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Wytrzymałość charakterystyczna w [MPa]													
Zginanie	f_{mk}	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Rozciąganie wzdłuż włókien	f_{t0k}	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Rozciąganie w poprzek włókien	f_{t90k}	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ściskanie wzdłuż włókien	f_{c0k}	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Ściskanie w poprzek włókien	f_{c90k}	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Ścinanie	f_{vk}	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
Sprężystość w [GPa]													
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	E_{0mean}	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
Gwarantowany moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10	10,7
Średni moduł sprężystości w poprzek włókien	E_{90mean}	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Średni moduł odkształcenia postaciowego	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Gęstość w [kg/m³]													
Wartość charakterystyczna	ρ_k	290	310	320	330	340	350	70	380	400	420	440	460
Wartość średnia	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	400	480	500	520	550

**DREWNO I JEGO
WŁŚCIWOŚCI
TECHNICZNE**

**Klasy
wytrzymałościowe
drewna
według PN-EN 338**

Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien: $f_{t,0,k} = 0,6 f_{m,k}$

Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien: $f_{c,0,k} = 5 (f_{m,k})^{0,45}$

Wytrzymałość na ściskanie: $f_{v,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3,8 \\ 0,2 (f_{m,k})^{0,8} \end{array} \right.$

Wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien: $f_{t,90,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,6 \\ 0,0015 \rho_k \end{array} \right.$

Wytrzymałość na ściskanie w poprzek włókien:

$$f_{c,90,k} = 0,007 \rho_k \text{ dla gatunków iglastych;}$$

$$f_{c,90,k} = 0,015 \rho_k \text{ dla gatunków liściastych.}$$

Moduł sprężystości wzdłuż włókien:

$$E_{0,05} = 0,67 E_{0,mean} \text{ dla gatunków iglastych;}$$

$$E_{0,05} = 0,84 E_{0,mean} \text{ dla gatunków liściastych.}$$

Średni moduł sprężystości w poprzek włókien:

$$E_{90,mean} = E_{0,mean}/30 \text{ dla gatunków iglastych;}$$

$$E_{90,mean} = E_{0,mean}/15 \text{ dla gatunków liściastych.}$$

Średni moduł odkształcenia postaciowego: $G_{mean} = E_{0,mean}/16.$

DREWNO I JEGO WŁŚCIWOŚCI TECHNICZNE

Klasy wytrzymałościowe drewna według PN-EN 338

Wzory dotyczące
wartości
charakterystycznych
podanych w
powyższej/poniższej
tablicy

Podstawową jest określenie klasy wytrzymałościowej drewna zgodnie z normą PN-EN 338:2011, która zawiera aktualną klasyfikację (C14, C16, C18, C22, C24, C27, C30, C35, C40, gdzie liczba po literze C oznacza charakterystyczną wytrzymałość na zginanie w N/mm²).

Bardzo ważne – należy pamiętać, że nie wolno posługiwać się klasami zarówno typu K27, K33i (konstrukcyjne, ale wycofane w 2000 roku), jak i klasami 1,2,3 (niekonstrukcyjne, nie do stosowania w odniesieniu do elementów konstrukcyjnych).

Określenie klasy wytrzymałościowej związane jest z sortowaniem wizualnym lub maszynowym. Sortowanie maszynowe dokonuje się przy pomocy maszyn, z uwagi jednak na wysoki ich koszt i znaczne rozdrobnienie polskiego tartacznictwa u nas większe zastosowanie będzie miało sortowanie wizualne.

Sortowanie wizualne odbywa się w oparciu o normę PN-82/D94021 (uaktualniana obecnie – jest już projekt nowej normy) przez uprawnionego brakarza, który ma zdany odpowiedni egzamin. Do jego zadań należy ocena elementów drewnianych pod kątem ilości sęków i innych występujących w drewnie wad oraz przypisanie do właściwej klasy sortowniczej wizualnej, a następnie klasy wytrzymałościowej.

Do czasu wprowadzenia naszych wartości do normy PN EN 1912 odbywa się to na podstawie Załącznika Krajowego do EC5.

DREWNO I JEGO WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE

Klasy wytrzymałościowe drewna według PN-EN 338

**Uwagi dotyczące
przyjmowania klas
drewna w projektach!!!**

NA.2.8.5 Klasyfikacja krajowego drewna konstrukcyjnego

Do chwili wpisania klasyfikacji krajowego drewna konstrukcyjnego do PN-EN 1912 zaleca się przyjmowanie klas sortowniczych klasyfikacji wizualnej oraz zależności między klasami sortowniczymi i wytrzymałościowymi według Tablicy NA.2.

Tablica NA.2 – Relacja klas sortowniczych krajowego drewna konstrukcyjnego wg PN-D-94021 w stosunku do klas wytrzymałościowych wg PN-EN 338

Gatunek drewna	Grubość [mm]	KW	KS	KG
Sosna zwyczajna	≥22	wg EN 1912		
Sosna zwyczajna zgodnie z EN 1912		C35	C24	C20
Świerk pospolity		C30	C24	C18
Jodła pospolita		C22	C18	C14
Modrzew europejski		C35	C30	C24

DREWNO I JEGO WŁŚCIWOŚCI TECHNICZNE

Klasy wytrzymałościowe drewna litego konstrukcyjnego

Podstawowe właściwości i klasy wytrzymałości litego drewna iglastego

Rodzaje właściwości	Oznaczenie	Klasy drewna konstrukcyjnego						
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27
Wytrzymałość charakterystyczna w [MPa]								
Zginanie	f_{mk}	14	16	18	20	22	24	27
Rozciąganie wzdłuż włókien	f_{t0k}	8	10	11	12	13	14	16
Rozciąganie w poprzek włókien	f_{t90k}	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
Ściskanie wzdłuż włókien	f_{c0k}	16	17	18	19	20	21	22
Ściskanie w poprzek włókien	f_{c90k}	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Ścinanie	f_{vk}	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8
Sprężystość w [GPa]								
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	E_{0mean}	7	8	9	9,5	10	11	11,5
Gwarantowany moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7
Średni moduł sprężystości w poprzek włókien	E_{90mean}	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38
Średni moduł odkształcenia postaciowego	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72
Gęstość w [kg/m³]								
Wartość charakterystyczna	ρ_k	290	310	320	330	340	350	70
Wartość średnia	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450

Klasy wytrzymałości drewna litego, konstrukcyjnego – wybrane charakterystyki

Zalecane stosowanie klas drewna litego konstrukcyjnego



SOSNA i ŚWIERK

Najwyższa klasa drewna litego świerkowego i sosnowego C24!



JODŁA

Najwyższa klasa drewna litego jodłowego C18!

• DREWNO KLEJONE WARSTWOWO



POLSKA NORMA

PN-EN 1194
listopad 2000

Konstrukcje drewniane

Drewno klejone warstwowo

Klasy wytrzymałości i określenie wartości charakterystycznych

Timber structures – Glued laminated timber – Strength classes and determination of characteristic values
Structure en bois – Bois lamellé-collé – Classes de résistance et détermination des valeurs caractéristiques
Holzbauwerke – Brettschichtholz – Festigkeitsklassen und Bestimmung charakteristischer Werte

Hologram
PKN

© Żadna część niniejszej normy nie może być przedrukowywana ani kopiowana
jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego



Klasy wytrzymałości drewna klejonego warstwowo – wybrane charakterystyki

Tablica 1: Charakterystyczne wartości wytrzymałości i sprężystości w N/mm² oraz gęstości w kg/m³
(dla jednorodnego drewna klejonego warstwowo)

Klasa wytrzymałości drewna klejonego		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Wytrzymałość na zginanie	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Wytrzymałość na ściskanie	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Wytrzymałość na ścinanie	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Moduł sprężystości	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Moduł odkształcenia postaciowego	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Gęstość	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Tablica 2: Charakterystyczne wartości wytrzymałości i sprężystości w N/mm² oraz gęstości w kg/m³
(dla kombinowanego drewna klejonego warstwowo)

Klasa wytrzymałości drewna klejonego		GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Wytrzymałość na zginanie	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{t,0,g,k}$	14	16,5	19,5	22,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,35	0,4	0,45	0,5
Wytrzymałość na ściskanie	$f_{c,0,g,k}$	21	24	26,5	29
	$f_{c,90,g,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
Wytrzymałość na ścinanie	$f_{v,g,k}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Moduł sprężystości	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	320	390	420	460
Moduł odkształcenia postaciowego	$G_{g,mean}$	590	720	780	850
Gęstość	$\rho_{g,k}$	350	380	410	430

**Tablica B.1: Przykłady formowania belek klejonych zgodnie tablicami 1 i 2;
Wymagane właściwości tarcicy są zgodne z p. 6.3.1.**

Klasa wytrzymałości drewna klejonego warstwowo	GL 24	GL 28	GL 32	GL 36
Jednorodne drewno klejone:				
Wytrzymałość na rozciąganie, w N/mm ²	14,5	18	22	26
Moduł sprężystości przy rozciąganiu, w N/mm ²	11 000	12 000	13 000	14 000
Gęstość, w kg/m ³ *)	350	370	390	410
Kombinowane drewno klejone: **)				
Wytrzymałość na rozciąganie, w N/mm ²	14,5/11	18/14,5	22/18	26/22
Moduł sprężystości przy rozciąganiu, w N/mm ²	11 000/9 000	12 000/11 000	13 000/12 000	14 000/13 000
Gęstość, w kg/m ³ *)	350/320	370/350	390/370	410/390

*) Podane gęstości są wartościami informacyjnymi.
**) Wymagane właściwości kombinowanego drewna klejonego podane są dla układu warstwy zewnętrzne/wewnętrzne.

**Tablica B.2: Przykłady formowania belek klejonych zgodnie z tablicami 1 i 2;
Klasy wytrzymałości tarcicy według EN 338**

Klasy wytrzymałości drewna klejonego warstwowo	GL 24	GL 28	GL 32
Jednorodne drewno klejone	C 24	C 30	C 40
Kombinowane drewno klejone: warstwy zewnętrzne/wewnętrzne	C24/C18	C30/C24	C40/C30

WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH

$$X_d = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M}$$

X_d WARTOŚĆ OBLICZENIOWA WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWEJ

X_k WARTOŚĆ CHARAKTERYSTYCZNA WŁAŚCIWOŚCI
WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ

γ_M CZĘŚCIOWY WSPÓŁCZYNNIK WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU

k_{mod} WSPÓŁCZYNNIK MODYFIKUJĄCY WYTRZYMAŁOŚĆ ZALEŻNY OD
CZASU TRWANIA OBCIĄŻENIA I WILGOTNOŚCI – KLASY
UŻYTKOWANIA KONSTRUKCJI, PRZYJMOWANY DLA OBCIĄŻENIA
O NAJKRÓTSZYM CZASIE DZIAŁANIA

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}; \quad f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M}$$

SPRAWDZANIE STANÓW GRANICZNYCH

Wartości obliczeniowe właściwości materiałowych

$f_{m,d}$ – wytrzymałość obliczeniowa
drewna litego na zginanie

$f_{t,0,d}$ – wytrzymałość obliczeniowa
drewna litego na rozciąganie
wzdłuż włókien

KLASA UŻYTKOWANIA PIERWSZA – WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA OTACZAJĄCEGO POWIETRZA MNIEJSZA OD 65%

KLASA UŻYTKOWANIA DRUGA – WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA OTACZAJĄCEGO POWIETRZA MNIEJSZA OD 85%

KLASA UŻYTKOWANIA TRZECIA – WILGOTNOŚĆ DREWNA WYŻSZA NIŻ ODPOWIADAJĄCA KLASIE UŻYTKOWANIA 2.

Klasy użytkowania konstrukcji

Klasa	Warunki wilgotnościowe	Przeciętna wilgotność drewna iglastego
1	odpowiadające temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza przekraczającej 65%, tylko przez kilka tygodni w roku	$\leq 12\%$
2	odpowiadające temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza przekraczającej 85%, tylko przez kilka tygodni w roku	$\leq 20\%$
3	odpowiadające warunkom powodującym wilgotność drewna wyższą niż w klasie użytkowania 2	przypadki wyjątkowe

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE

Klasy użytkowania konstrukcji

(1)P Klasy trwania obciążenia charakteryzuje oddziaływanie obciążenia stałego w ciągu określonego czasu w okresie użytkowania konstrukcji. W przypadku oddziaływań zmiennych, odpowiednia klasa powinna być określona na podstawie oszacowania typowej zmienności obciążenia w czasie.

(2)P W obliczeniach dotyczących wytrzymałości i sztywności konstrukcji oddziaływania powinny być zaliczone do jednej z klas trwania obciążenia wymienionych w tabelicy 2.1.

Tablica 2.1 – Klasy trwania obciążenia

Klasa trwania obciążenia	Rząd wielkości skumulowanego trwania obciążenia charakterystycznego
Stale	ponad 10 lat
Długotrwałe	6 miesięcy – 10 lat
Średniotrwałe	1 tydzień – 6 miesięcy
Krótkotrwałe	Mniej niż 1 tydzień
Chwilowe	

UWAGA: Przykłady obciążeń zaliczonych do odpowiednich klas trwania obciążenia podano w tabelicy 2.2. Ze względu na różnice obciążeń klimatycznych (śnieg, wiatr) w poszczególnych krajach, informacje dotyczące czasu ich trwania mogą być wyszczególnione w Załączniku Krajowym.

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE

Klasy trwania obciążenia

Tablica 2.2 – Przykłady zaliczania obciążeń do klas trwania obciążenia

Klasa trwania obciążenia	Rząd wielkości skumulowanego trwania obciążenia charakterystycznego
Stałe	ciężar własny
Długotrwałe	obciążenie magazynu (składowanie)
Średniotrwałe	obciążenie użytkowe, śnieg
Krótkotrwałe	śnieg , wiatr
Chwilowe	wiatr , obciążenie awaryjne

**WŁAŚCIWOŚCI
MATERIAŁOWE****Klasy trwania
obciążenia**

Tablica 2.3 – Zalecane wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa właściwości materiałów (γ_M)

Stany graniczne nośności	γ_M
Kombinacje podstawowe	
Drewno lite	1,3
Drewno klejone warstwowo	1,25
LVL, sklejka, płyty OSB	1,2
Płyty wiórowe	1,3
Płyty pilśniowe twarde	1,3
Płyty pilśniowe półtwarde	1,3
Płyty pilśniowe MDF	1,3
Płyty pilśniowe miękkie	1,3
Złącza	1,3
Płytki kolczaste	1,25
Kombinacje wyjątkowe	1,0

Według Zał. Krajowego NA.2: $\gamma_M = 1,30$

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE

Wartości częściowych
współczynników
bezpieczeństwa

Tablica 3.1 – Wartości współczynnika k_{mod}

Materiał	Norma	Klasa użytkowa	Klasa czasu trwania obciążenia				
			Działanie stałe	Działanie długo-terminowe	Działanie o średniej długości	Działanie krótko-terminowe	Działanie chwilowe
Drewno lite	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,60	0,55	0,65	0,70	0,90
Drewno klejone warstwowo	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Deska LVL	EN 14374, EN14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Sklejka	EN 636 Część 1, Część 2, Część 3 Część 2, Część 3 Część 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Płyta OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Płyta wiórowa	EN 312 Część 4, Część 5 Część 5 Część 6, Część 7 Część 7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Płyta pilśniowa, twarda	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA 1 i 2 HB.HLA1 i 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Płyta pilśniowa, półtwarda	EN 622-3 MBH.LA1 i 2 MBH.HLS1 i 2 MBH.HLS1 i 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80
Płyta pilśniowa, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80

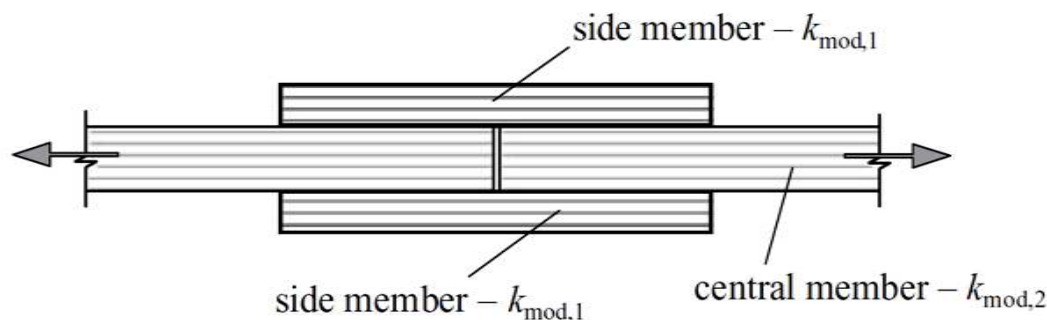
(4) Dla zamontowanego drewna o wilgotności równej punktowi nasycenia włókien lub w stanie zbliżonym do niego, a które może ulec wysuszeniu pod obciążeniem, wartości k_{def} podane w Tablicy 3.2, należy powiększyć o 1,0.

WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH

Wartości współczynnika
modyfikującego k_{mod}

Tablica 3.1 – Wartości współczynnika k_{mod}

Materiał	Norma	Klasa użytkowania	Klasa trwania obciążenia				
			Działanie stałe	Działanie długo-trwale	Działanie średnio-trwale	Działanie krótko-trwale	Działanie chwilowe
Drewno lite	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Drewno klejone warstwowo	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90



WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH

Wybrane wartości współczynnika k_{mod}

Wartość współczynnika modyfikującego dla dwóch różnych wartości $k_{mod,1}$ i $k_{mod,2}$ w połączeniach elementów oblicza się ze wzoru:

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}}$$

(3) Dla drewna litego o przekroju prostokątnym i gęstości charakterystycznej $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$, wartość odniesienia dla wysokości elementu zginanego lub szerokości elementu rozciąganego wynosi 150 mm. Dla wysokości przy zginaniu lub szerokości przy rozciąganiu drewna litego o wartości mniejszej niż 150 mm, wartości charakterystyczne $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$ należy pomnożyć przez współczynnik k_h obliczony ze wzoru:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}, 1,3 \right\} \quad (3.1)$$

gdzie h jest wysokością elementu zginanego lub szerokością elementu przy rozciąganiu, w mm.

(3) Dla elementów z drewna klejonego warstwowo o przekroju prostokątnym, wartość odniesienia wysokości przy zginaniu lub szerokości przy rozciąganiu wynosi 600 mm. Dla wysokości przy zginaniu lub szerokości przy rozciąganiu drewna klejonego warstwowo o wartości mniejszej niż 600 mm, wartości charakterystyczne $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$ należy pomnożyć przez współczynnik k_h obliczony ze wzoru:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1}, 1,1 \right\} \quad (3.2)$$

gdzie: h – wysokość elementów zginanych lub szerokość elementów rozciąganych, w mm.

WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH

Współczynnik wymiarów (skali) k_h

Zastosowanie współczynnika k_h

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

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{k_h \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M}$$

6.6 Wpływ rozwiązania konstrukcyjnego

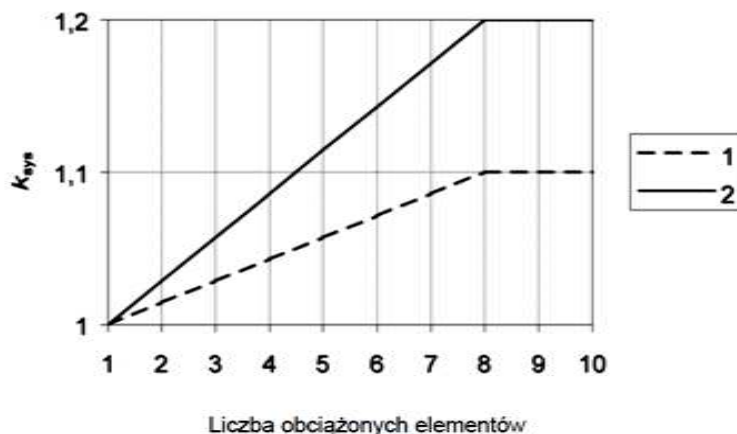
(1) Gdy elementy lub konstrukcje wieloelementowe, o jednakowych rozstawach, są wzajemnie połączone w sposób zapewniający redystrybucję obciążeń ciągłych, ich właściwości wytrzymałościowe można pomnożyć przez współczynnik k_{sys} , uwzględniający wpływ rozwiązania konstrukcyjnego.

(2) Jeżeli system redystrybucji obciążeń zapewnia przenoszenie obciążeń z danego elementu na elementy sąsiednie, można przyjąć współczynnik $k_{sys} = 1,1$.

(3) Nośność systemu redystrybucji obciążeń należy sprawdzać, przyjmując obciążenia krótkotrwałe.

UWAGA: W przypadku kratownicowych więźarów dachowych o rozstawie nie większym niż 1,2 m można założyć, że łąty, płatwie lub płyty mogą przekazywać obciążenie na więzary sąsiednie, pod warunkiem, że te elementy systemu dystrybucji obciążeń są ciągle, co najmniej w obrębie dwóch przęseł, a wszystkie złącza są usytuowane przemiennie.

(4) W przypadku poszyc dachowych lub stropowych z drewnianych płyt warstwowych, należy przyjmować wartości k_{sys} wg Rysunku 6.12.



Objaśnienia

- (1) Elementy redystrybucji obciążeń łączone na gwoździe lub wkręty
- (2) Elementy redystrybucji obciążeń sprężone lub klejone

Rysunek 6.12 – Współczynnik wpływu rozwiązania konstrukcyjnego k_{sys} w przypadku poszyc z drewnianych płyt warstwowych

WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH Współczynnik wpływu rozwiązania konstrukcyjnego k_{sys}

Zastosowanie współczynnika k_{sys}

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{k_{sys} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$$

$$k_{sys} = 1,0$$

$k_{sys} = 1,1$ – możliwość redystrybucji obciążeń

PRZYKŁAD OBLICZENIOWY. OKREŚLIĆ WARTOŚĆ WYTRZYMAŁOŚCI OBLICZENIOWEJ NA ROZCIĄGANIE WZDŁUŻ WŁÓK I NA ŚCISKANIE WZDŁUŻ WŁÓK IEN f_{c0d} ELEMENTÓW KRATOWEGO DREWNIANEGO DACHOWEGO Z DREWNA SOSNOWEGO KLASY C24 O WILGOTNOŚCI NIE PRZEKRACZAJĄCEJ 20%. WYMIARY (SZEROKOŚĆ) ELEMENTÓW ROZCIĄGANYCH $b = 120 \text{ mm}$.

WYTRZYMAŁOŚĆ CHARAKTERYSTYCZNA

- NA ROZCIĄGANIE WZDŁUŻ WŁÓK $f_{t0k} = 14 \text{ N/mm}^2$

- NA ŚCISKANIE WZDŁUŻ WŁÓK IEN $f_{c0k} = 21 \text{ N/mm}^2$

WSPÓŁCZYNNIK MATERIAŁOWY $\gamma_M = 1.3$

WSPÓŁCZYNNIK MODYFIKUJĄCY k_{mod}

- KLASA UŻYTKOWANIA - 2

- KLASA TRWANIA DEGRADACJA - ŚREDNIOTRWAŁE (WZGLĘDNIE DO OBC. ŚNIEGIEM, WIATRZEM I WILGOCIĄ W MIKROKLIMATYKACH KOLEJNYCH STANACH)

- WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA $k_{mod} = 0.8$

WSPÓŁCZYNNIK WYMIARÓW k_h - ROZCIĄGANIE

$b = 120 \text{ mm} < 150 \text{ mm} \rightarrow k_h > 1.0$

$$k_h = \min \left\{ \frac{(150)^{0.2}}{h}, 1.3 \right\}; \quad k_h = \min \left\{ \frac{(150)^{0.2}}{120}, 1.3 \right\} = 1.046$$

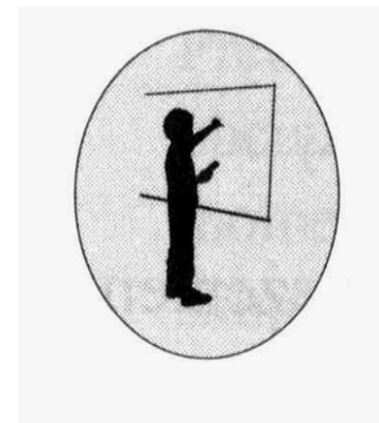
$$k_h = 1.046$$

WARTOŚĆ WYTRZYMAŁOŚCI OBLICZENIOWEJ DREWNA

$$f_{t0d} = k_{mod} \cdot \frac{k_h \cdot f_{t0k}}{\gamma_M} = 0.8 \times \frac{1.046 \times 14}{1.3} = 9.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_M} = 0.8 \times \frac{21}{1.3} = 12.92 \text{ N/mm}^2$$

WARTOŚCI OBLICZENIOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH



Przykład obliczeniowy

Tablica 3.2 – Wartości współczynnika k_{def} dla drewna i materiałów drewnopochodnych

Materiał	Norma	Klasa użytkowania		
		1	2	3
Drewno lite	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Drewno klejone warstwowo	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Sklejka	EN 636			
	wg EN 636-1	0,80	–	–
	wg EN 636-2	0,80	1,00	–
	wg EN 636-3	0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25	–	–
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	–
Płyta wiórowa	EN 312			
	P 4	2,25	–	–
	P 5	2,25	3,00	–
	P 6	1,50	–	–
	P 7	1,50	2,25	–
Płyta pilśniowa twarda	EN 622-2			
	HB.LA	2,25	–	–
	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	–
Płyta pilśniowa półtwarda	EN 622-3			
	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	–	–
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	–
Płyta pilśniowa MDF	EN 662-5			
	MDF.LA	2,25	–	–
	MDF.HLS	2,25	3,00	–

STANY GRANICZNE UŻYTKOWALNOŚCI

Wartości współczynnika k_{def}
(odzwierciedlenie wpływu
pełzania)

Materiał	Norma	Klasa użytkowania		
		1	2	3
Drewno lite	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Drewno klejone warstwowo	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00

(3) W przypadku połączeń elementów wykonanych z materiałów o jednakowym wpływie czasu na ich właściwości, wartość k_{def} należy podwoić.

(4) W przypadku połączeń dwóch elementów wykonanych z materiałów o różnym wpływie czasu na ich właściwości, przemieszczenie końcowe należy określać stosując współczynnik odkształcenia k_{def} wyznaczony ze wzoru:

$$k_{def} = 2,0 \sqrt{k_{def,1} k_{def,2}} \quad (2.13)$$

gdzie:

$k_{def,1}$ i $k_{def,2}$ – współczynniki odkształcenia obu elementów.

STANY GRANICZNE UŻYTKOWALNOŚCI

Wybrane wartości
współczynnika k_{def}

oraz

zasady określania jego
wartości w połączeniach
elementów