

Spis treści

Oznaczenia i symbole	11
Wprowadzenie	14
1 Materiał budowlany „drewno”	15
1.1 Budowa drewna	15
1.2 Anizotropia drewna	17
1.3 Gęstość drewna	18
1.4 Szerokość słoików rocznych	20
1.5 Wilgotność drewna.	20
1.5.1 Oznaczanie wilgotności drewna (metody pomiaru)	22
1.5.2 Rozkład i zmiany wilgotności drewna	23
1.5.3 Pęcznienie i skurcz	24
1.5.4 Parametry pęcznienia i skurczu	25
1.5.5 Zmiany kształtu drewna wskutek pęcznienia i skurczu	26
1.5.6 Powstawanie pęknięć wskutek zmian wilgotności powietrza.	28
1.5.7 Bezpieczne głębokości pęknięć schnięcia lub pęknięć skurczowych	29
1.5.8 Wilgotność w chwili montażu i suszenie drewna	31
1.6 Rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne i dyfuzja pary wodnej w drewnie	32
1.7 Trwałość i odporność na działanie chemikaliów	34
1.8 Sprężystość drewna	36
1.8.1 Zasady sprężystości (anizotropia, anizotropia rombowa, izotropia)	37
1.8.2 Moduły sprężystości, sprężystości poprzecznej i odkształcenia postaciowego przy skręcaniu dla drewna	39
1.9 Pełzanie drewna	43
1.10 Wytrzymałość drewna	45
1.10.1 Wpływ kąta α pomiędzy kierunkiem działania siły a kierunkiem włókien na wytrzymałość	47
1.10.2 Wpływ wilgotności, sękatości i gęstości drewna na wytrzymałość.	48
1.10.3 Wpływ czasu trwania obciążenia na wytrzymałość (wytrzymałość trwała).	50
1.10.4 Wpływ temperatury drewna i wielkości próbek na wytrzymałość	51
1.10.5 Ustalanie naprężeń dopuszczalnych, bezpieczeństwo	52
1.10.6 Długość zerwania	53
2 Materiały drewnopochodne.	55
2.1 Budowa i wytwarzanie materiałów drewnopochodnych	56
2.2 Anizotropia materiałów drewnopochodnych	59
2.3 Gęstość materiałów drewnopochodnych	60
2.4 Pęcznienie i skurcz, rozszerzalność cieplna, przewodność cieplna i przenikanie pary wodnej materiałów drewnopochodnych	61
2.5 Sprężystość materiałów drewnopochodnych	63
2.6 Pełzanie materiałów drewnopochodnych	66
2.7 Wytrzymałość materiałów drewnopochodnych	68
2.8 Klasy, zakres zastosowania i typy płyt z materiałów drewnopochodnych.	72
3 Drewno budowlane.	75

3.1	Drewno lite (VH)	75
3.2	Właściwości i klasyfikacja (klasy jakości) tarcicy z drewna iglastego	78
3.3	Drewno klejone warstwowo (BSH)	82
3.4	Dźwigary o ściankach pełnych i przekroju dwuteowym lub skrzynkowym	86
4	Charakterystyka drewna i materiałów drewnopochodnych w czasie spalania	89
4.1	Klasy palności (zapalności) drewna i materiałów drewnopochodnych	90
4.2	Klasy odporności ogniowej elementów budowlanych z drewna i materiałów drewnopochodnych	91
4.3	Elementy budowlane klas odporności ogniowej F30-B i F60-B	93
5	Ochrona drewna przed korozją biologiczną	98
5.1	Ochrona drewna metodami budowlanymi (konstrukcyjnie)	98
5.2	Chemiczna ochrona drewna	100
5.3	Działania powierzchniowe	104
5.4	Środki zwalczania	105
6	Połączenia klejone	106
6.1	Wykonywanie połączeń klejonych w budownictwie drewnianym	107
6.2	Złącza ukośne	109
6.3	Złącza klinowe	110
7	Połączenia mechaniczne	113
7.1	Rozmieszczenie łączników mechanicznych	114
7.2	Dopuszczalne podwyższenie i wymagane obniżenie nośności dopuszczalnych łączników mechanicznych	115
7.3	Połączenia na wkładki	116
7.3.1	Wkładki prostokątne (klocki)	118
7.3.2	Pierścienie (wkładki o specjalnej budowie)	120
7.3.3	Połączenia na pierścienie w przekroju czołowym elementu z drewna klejonego warstwowo	128
7.4	Połączenia na sworznie, śruby i śruby pasowane	130
7.5	Połączenia na gwoździe	136
7.5.1	Obciążenie prostopadłe do osi podłużnej gwoździa („na ścinanie”)	139
7.5.2	Nośność gwoździa na wyciąganie	147
7.5.3	Obciążenie złożone gwoździ	148
7.6	Połączenia na gwoździe elementów z drewna z elementami stalowymi i blachami stalowymi	149
7.7	Połączenia na płytki kolczaste	153
7.8	Połączenia na wkręty do drewna	157
7.9	Połączenia na zszywki	160
7.10	Połączenia na klamry ciesielskie	163
7.11	Złącza na wręby	165
7.12	Wklejane pręty gwintowane	170
7.13	Sprawdzanie rozciągania prostopadłego do włókien (poprzecznego) w połączeniach	176
7.14	Wartości przesunięć w połączeniach na łączniki mechaniczne do obliczeń ugięć	179
7.15	Współdziałanie różnych łączników	181
7.16	Ochrona antykorozyjna łączników mechanicznych	183

8	Naprężenia dopuszczalne oraz charakterystyki materiałowe dla drewna litego, klejonego warstwowo i materiałów drewnopochodnych	185
8.1	Naprężenia dopuszczalne	185
8.1.1	Naprężenia dopuszczalne dla drewna litego i klejonego warstwowo	185
8.1.2	Naprężenia dopuszczalne dla materiałów drewnopochodnych	190
8.1.3	Dopuszczalne naprężenia dla stali i aluminium	192
8.2	Charakterystyki materiałowe dla drewna litego, klejonego warstwowo oraz materiałów drewnopochodnych	194
8.2.1	Moduł sprężystości, odkształcenia postaciowego oraz sprężystości przy skręcaniu dla drewna litego oraz klejonego warstwowo	194
8.2.2	Moduł sprężystości oraz moduł odkształcenia postaciowego (sprężystości poprzecznej) materiałów drewnopochodnych	195
8.2.3	Wielkości pęcznienia i skurczu, wilgotność równowagowa	197
8.2.4	Współczynniki pełzania	200
8.2.5	Zmiany temperaturowe w konstrukcjach drewnianych	202
9	Ogólne zasady obliczeń	203
9.1	Obciążenia i kombinacje obciążeń	203
9.2	Ustalanie wartości obciążeń budowli drewnianych (obciążenie stałe)	204
9.3	Ustalanie obciążeń dla połaci dachowych	207
9.4	Sprawdzanie elementów dachu na odrywanie przy obciążeniach krawędziowych ssaniem wiatru	210
9.5	Najmniejsze dopuszczalne przekroje poprzeczne drewna litego i klejonego warstwowo oraz materiałów drewnopochodnych	210
9.6	Oslabienia przekroju poprzecznego	211
9.7	Elementy obciążone osiowo i mimośrodowo	213
9.8	Połączenia mimośrodowe	214
9.9	Elementy konstrukcyjne obciążone przemiennie	217
10	Zasady obliczania prętów rozciąganych	219
10.1	Rozciąganie osiowe	219
10.2	Rozciąganie mimośrodowe (rozciąganie i zginanie)	220
10.3	Węzły i złącza w prętach rozciąganych	221
11	Zasady obliczeń prętów ściskanych	224
11.1	Ściskanie osiowe	224
11.1.1	Sprawdzanie nośności prętów jednolitych z uwzględnieniem wyboczenia (ściskanie osiowe)	224
11.1.2	Sprawdzanie naprężeń w prętach ściskanych (ściskanie osiowe)	225
11.1.3	Sprawdzanie nośności z uwzględnieniem wyboczenia w prętach złożonych (ściskanie osiowe)	226
11.1.3.1	Nierozstawione pręty złożone (ściskanie osiowe)	226
11.1.3.2	Pręty rozstawione (ściskanie osiowe) (pręty „ramowe” i skratowane)	231
11.2	Ściskanie mimośrodowe (ściskanie i zginanie)	237
11.3	Połączenia i styki prętów ściskanych	240
11.4	Długości wyboczeniowe	242
11.5	Smukłości	249
11.6	Współczynniki wyboczeniowe	251
11.7	Szytywność (krótkie wprowadzenie do wyboczenia)	252

12	Sprawdzanie nośności według teorii II. rzędu	258
12.1	Teoria I. i II. rzędu (krótkie wprowadzenie)	258
12.2	Teoria II. rzędu dla drewnianych konstrukcji inżynierskich	260
13	Zasady obliczeń elementów zginanych	266
13.1	Zginanie w jednej płaszczyźnie (zginanie płaskie) elementów konstrukcyjnych z drewna litego i klejonego warstwowo	266
13.2	Zginanie dwukierunkowe (zginanie ukośne) elementów konstrukcyjnych z drewna litego i klejonego warstwowo	266
13.3	Rozpiętości	267
13.4	Reakcje podporowe i dociski na podporach	270
13.5	Ugięcia	270
13.5.1	Ugięcie dopuszczalne	270
13.5.2	Ugięcia obliczeniowe	272
13.6	Wygięcia wstępne (strzałka odwrotna)	278
13.7	Stateczność przy zginaniu (zwichrowanie)	279
13.7.1	Usztywnienia dźwigarów o prostokątnym przekroju poprzecznym	280
13.7.2	Usztywnienie dźwigarów pełnościennych o dwuteowym albo skrzynkowym przekroju poprzecznym	282
13.7.3	Obliczenia według teorii II. rzędu (dokładniejsze sprawdzanie zwichrowania)	284
13.8	Rozkład naprężeń	285
13.9	Podcięcia w dźwigarach i czopy	289
13.10	Otworki w zginanych belkach o prostokątnym przekroju poprzecznym z drewna klejonego warstwowo	294
13.11	Dźwigary zginane o prostoliniowych krawędziach i prostokątnym przekroju poprzecznym	296
13.12	Dźwigary zakrzywione i dźwigary dachowe dwuspadowe z drewna klejonego warstwowo, o prostokątnym przekroju poprzecznym	297
13.13	Dźwigar zginany o złożonym przekroju poprzecznym	303
13.14	Pełnościennie dźwigary o środnikach z płyt lub desek (dźwigary dwuteowe lub skrzynkowe)	312
13.15	Dźwigar zginany jako złożony przekrój poprzeczny drewniano-stalowy	315
13.16	Sztywne przy zginaniu połączenia i złącza narożne	316
13.16.1	Złącze sztywne na zginanie na łączniki mechaniczne	318
13.16.2	Złącza sztywne na zginanie z nakładkami na łączniki mechaniczne (w elementach konstrukcyjnych z drewna litego)	320
13.16.3	Złącza sztywne na zginanie w prostoliniowych elementach konstrukcyjnych z drewna klejonego warstwowo (złącza na łączniki mechaniczne)	322
13.16.4	Sztywne na zginanie, załamane pod kątem złącza i elementy konstrukcyjne	324
13.16.5	Złącza i węzły ram łączone na złącza klinowe	326
13.16.6	Węzły ram łączone za pomocą wkładek	328
13.16.7	Utwierdzenie słupów w fundamentach	330
13.16.8	Podatność łączników mechanicznych w złączach sztywnych na zginanie	331
14	Zasady obliczania na ścinanie	332
15	Zasady obliczania na skręcanie	335
16	Stężenia przestrzenne konstrukcji	339
16.1	Usztywnienie zginanych dźwigarów o prostokątnym przekroju poprzecznym	341

16.2	Usztywnienie ściskanych pasów dźwigarów kratowych	344
16.3	Obciążenia wiatrem i siłami poprzecznymi konstrukcji usztywniających . . .	344
16.4	Tarcze jako konstrukcje usztywniające	347
16.4.1	Tarcze usztywniające wykonywane bez sprawdzania obliczeniowego . . .	348
16.5	Pojedyncze tężniki i zastrzały	350
17	Belki jednoprzęsłowe i ciągłe	353
17.1	Belki jednoprzęsłowe	353
17.2	Belki ciągłe	353
17.2.1	Belki ciągłe bez przegubów	353
17.2.2	Belki ciągłe z przegubami (belki przegubowe)	354
17.2.3	Belki zespolone (płatwie zespolone <i>Koppela</i>)	358
18	Konstrukcje kratowe	361
18.1	Zasady konstruowania dźwigarów i ram kratowych	361
18.2	Obliczanie wiązarów i ram kratowych	367
18.3	Ugięcie i wygięcie wstępne dźwigarów i ram kratowych	368
19	Wieżby dachowe	370
19.1	Dachy krokwiowe i jętkowe	370
19.2	Wieżby z płatwiami	374
19.3	Dachy płaskie	377
20	Obliczenia odkształceń	378
20.1	Metody energetyczne	378
20.2	Sztywności złączy	378
20.3	Moduły podatności	381
21	Dźwigary powierzchniowe	384
21.1	Równanie tarczy dla materiału rombowo-anizotropowego (we współrzędnych kar- tezjańskich)	384
21.2	Parametry sprężystości	392
22	Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych	398
22.1	Oparcia belek i wiązarów	398
22.2	Oparcia słupów drewnianych, łuków i ram	400
22.3	Połączenia elementów usztywniających	402
22.4	Przeguby kalenicowe w łukach i ramach	405
22.5	Naroża ram	406
22.6	Połączenia poprzeczne belek	408
22.7	Konstrukcje połączeń w wiązarach dachowych	410
22.7.1	Dachy krokwiowe i jętkowe	411
22.7.2	Dachy z płatwiami	414
22.7.3	Wiatrownice	421
23	Przykłady obliczeń	423
23.1	Zmiany wymiarów bala elementu na skutek zmiany wilgotności (zmiany kształtu na skutek kurczenia się)	423
23.2	Zmiana długości podkładu deskowego na skutek zmiany wilgotności (zmiana kształtu na skutek pęcznienia), przypadek szczególny	424
23.3	Złącze rozciągane na gwoździe	424

23.4	Złącze rozciągane na wkładki pierścieniowe	426
23.5	Złącze skośne na śruby i sworznie.	429
23.6	Połączenie na wręb czołowy.	431
23.7	Słup osiowo ściskany z drewna klejonego warstwowo	434
23.8	Płatew ciągła zespolona	435
23.9	Dźwigar z drewna klejonego warstwowo o krawędziach równoległych	440
23.10	Oparcie belki podciętej na podporze	444
23.11	Dźwigar dachowy dwuspadowy o osi zakrzywionej i zmiennej wysokości przekroju	447
23.12	Belka złożona, trójelementowa, łączona na łączniki trzpieniowe – sworznie	454
23.13	Przegubowe zamocowanie dwugąździowego słupa z drewna iglastego w fundamencie	460
23.14	Wiązar kratowy z bali o pasach równoległych	467
23.15	Przegub w belce ciągłej z drewna klejonego warstwowo	476
23.16	Złącze rozciągane prostopadłe do włókien na pierścienie	482
24	Podstawowe zasady projektowania elementów konstrukcji drewnianych według PN-B-03150:2000 z przykładami.	486
24.1	Właściwości materiałów	486
24.2	Ogólne zasady sprawdzania stanów granicznych	489
24.3	Stany graniczne nośności	492
24.3.1	Elementy lite lub z drewna klejonego warstwowo	492
24.3.2	Elementy złożone z zastosowaniem łączników mechanicznych	498
24.3.3	Elementy klejone.	500
24.4	Złącza.	503
24.4.1	Połączenia tradycyjne (ciesielskie) – nie są objęte normą PN-B-03150:2000	503
24.4.2	Połączenia na klej	504
24.4.3	Złącza na łączniki trzpieniowe (gwoździe, śruby i sworznie)	505
24.4.4	Złącza na pierścienie zębate	513
24.5	Przykłady obliczeń	513
24.5.1	Złącze rozciągane na gwoździe.	514
24.5.2	Złącze rozciągane na pierścienie	516
24.5.3	Złącze skośne na śruby i sworznie.	518
24.5.4	Połączenie na wręb czołowy	521
24.5.5	Słup osiowo ściskany z drewna klejonego warstwowo	523
24.5.6	Płatew ciągła zespolona	525
24.5.7	Dźwigar z drewna klejonego warstwowo o krawędziach równoległych	531
24.5.8	Oparcie belki podciętej na podporze	536
24.5.9	Dźwigar dachowy dwuspadowy o osi zakrzywionej i zmiennej wysokości przekroju	539
24.5.10	Belka złożona, trójelementowa, łączona na sworznie	545
24.5.11	Przegubowe zamocowanie dwugąździowego słupa w fundamencie.	550
24.5.12	Wiązar kratowy z bali, o pasach równoległych	556
24.5.13	Przegub w belce ciągłej z drewna klejonego warstwowo.	568
24.5.14	Złącze rozciągane prostopadłe do włókien na pierścienie.	574
	Techniczne przepisy budowlane	581
	Spis powołanych Polskich Norm	583
	Literatura	584
	Skorowidz	599