

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	7
1.1. Niezawodność w problematyce konstrukcji drewnianych.....	7
1.1.1. Podstawowe terminy związane z tematyką niezawodności wg PN-EN 1990 i PN-ISO 2394	8
1.2. Układ pracy	9
1.3. Cele pracy	10
2. Drewno jako materiał konstrukcyjny	12
2.1. Drzewo.....	13
2.2. Drewno	14
2.2.1. Komórki, włókna, ultrastruktura drewna.....	14
2.2.2. Mikrostruktura drewna	15
2.2.3. Mezostruktura drewna	16
2.2.3.1. Słoje roczne	17
2.2.3.2. Biel i twardziel.....	17
2.2.3.3. Drewno młodociane.....	18
2.2.3.4. Sęki	18
2.2.3.5. Drewno reakcyjne.....	18
2.2.4. Wybrane charakterystyki drewna „czystego”	20
2.2.4.1. Wilgotność a właściwości wytrzymałościowe	20
2.2.4.2. Gęstość i wytrzymałość	21
2.2.4.3. Pęcznienie i skurcz	22
2.3. Wyznaczanie charakterystyk wytrzymałościowych drewna.....	25
2.3.1. Wytrzymałość na zginanie, moduł sprężystości przy zginaniu	25
2.3.2. Wytrzymałość na rozciąganie, moduł sprężystości przy rozciąganiu	26
2.3.3. Wytrzymałość, moduł sprężystości przy ściskaniu w kierunku równoległym.....	27
2.3.4. Wytrzymałość, moduł sprężystości przy rozciąganiu, ściskaniu w kierunku prostopadłym do przebiegu włókien	27
2.4. Parametry wytrzymałościowe drewna	29
2.4.1. Właściwości podstawowe	29
2.4.2. Rozkłady prawdopodobieństw parametrów wytrzymałościowych drewna oraz macierz kowariancji	31

3. Stany graniczne konstrukcji drewnianych	32
3.1. Stany graniczne nośności konstrukcji drewnianych	32
3.2. Stany graniczne użytkowalności konstrukcji drewnianych	35
3.3. Wytrzymałość obliczeniowa elementów drewnianych	36
4. Główne zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych	40
4.1. Podstawy metody stanów granicznych w konstrukcjach drewnianych ...	40
4.2. Niezawodność konstrukcji drewnianych – założenia	44
4.2.1. Rodzaje zmienności	44
4.2.2. Metody stosowane w analizie niezawodności konstrukcji	45
4.2.3. Metody pierwszego rzędu (FORM)	46
4.2.3.1. Liniowa funkcja stanu granicznego o zmiennych normalnych	46
4.2.3.2. Nieliniowa funkcja stanu granicznego o zmiennych normalnych	48
4.2.4. Metoda częściowych współczynników bezpieczeństwa	49
4.2.5. Rozkłady prawdopodobieństw wytrzymałości drewna oraz obciążeń	51
4.2.5.1. Zmienne wytrzymałościowe	51
4.2.5.2. Zmienne obciążeniowe	51
4.3. Probabilistyczne podstawy sortowania wytrzymałościowego	52
4.3.1. Sortowanie drewna	52
4.3.2. Sortowanie maszynowe	53
4.3.2.1. Kontrole maszyn sortujących	54
4.3.2.2. Współczynniki dotyczące sztuk błędnie zakwalifikowanych do klasy wyższej	56
4.3.2.3. Współczynniki dotyczące sztuk błędnie zakwalifikowanych do klasy niższej	57
4.3.3. Metoda Thomasa Bayesa w zastosowaniu do sortowania maszynowego	61
4.3.4. Optymalizacja sortowania	68
4.4. Efekt w skali w elementach drewnianych	71
4.4.1. Drewno jako kruchy materiał	71
4.4.2. Niejednorodność elementów drewnianych wzdłuż głównej osi bezwładności	73
4.4.2.1. Wytrzymałość na zginanie słabych sekcji	73
4.4.2.2. Wytrzymałość na zginanie mocnych sekcji	75
5. Wpływ historii obciążeń na niezawodność elementów konstrukcji drewnianych	77
5.1. Wpływ obciążeń na nośność elementów drewnianych	77
5.1.1. Modele zniszczenia elementów drewnianych	78

5.1.1.1. Model Gerharda.....	78
5.1.1.2. Model Barreta-Foschi	79
5.1.1.3. Model Foshi-Yao.....	80
5.2. Wpływ obciążeń na niezawodność elementów drewnianych dla polskich obszarów górskich.....	82
5.2.1. Obciążenia śniegiem.....	82
5.2.2. Obciążenia wiatrem	87
5.2.3. Obciążenia zmienne powierzchni użytkowych	89
5.2.4. Kalibracja częściowego współczynnika modyfikacji k_{mod}	90
5.2.5. Wyniki obliczeń.....	93
5.2.5.1. Współczynniki k_{mod} dla obciążeń śniegiem.....	93
5.2.5.2. Współczynniki k_{mod} dla obciążeń użytkowych	96
6. Niezawodność drewnianych połączeń trzpieniowych	97
6.1. Nośność drewnianych połączeń trzpieniowych	97
6.1.1. Model Johansena	97
6.1.2. Pękanie w połączeniach trzpieniowych.....	99
6.1.2.1. Pękanie drewna w połączeniach wg PN-EN 1995-1-1... ..	99
6.1.2.2. Pękanie drewna w połączeniach wg modelu Jorissena ..	99
6.1.3. Miejscowa wytrzymałość na docisk elementów złączy na łączniki trzpieniowe	100
6.1.3.1. Miejscowa wytrzymałość drewna na docisk wg PN-EN 1995-1-1.....	100
6.1.3.2. Miejscowa wytrzymałość drewna na docisk wg modelu Leijtena.....	101
6.1.3.3. Efektywna liczba łączników	104
6.2. Projektowanie drewnianych połączeń trzpieniowych.....	107
6.2.1. Warunki normowe wg EC 0, EC 5	107
6.2.2. Modele probabilistyczne bezpieczeństwa połączenia dwuciętego	108
6.2.2.1. Model FORM dla połączenia dwuciętego	108
6.2.2.2. Model probabilistyczny dla połączenia dwuciętego.....	111
7. Zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego elementów drewnianych.....	114
7.1. Probabilistyczna ocena nośności belki drewnianej w pożarze rozwinętym	114
7.1.1. Warunki bezpieczeństwa elementu drewnianego w temperaturach pożarowych.....	115
7.1.2. Probabilistyczne funkcje niestabilności w warunkach pożaru rozwinętego	117
7.2. Wpływ obciążeń na bezpieczeństwo pożarowe elementów drewnianych.....	120

8. Zakończenie	127
8.1. Podsumowanie	127
8.2. Wnioski i plany dalszych prac	127
Literatura	129
Streszczenia	142
Aneksy	146
Aneks 1. Podstawy teorii procesów stochastycznych i teorii przewyższeń Rice'a	146
A.1.1. Podstawy procesów stochastycznych	146
A.1.2. Zagadnienie przewyższeń wartości zmiennej stochastycznej	149
A.1.2.1. Metoda symulacyjna Monte Carlo	150
A.1.2.2. Zagadnienie przewyższeń Rice'a	150
A.1.2.3. Procesy Poissona w zagadnieniach przewyższeń	151
A.1.2.4. Wartość oczekiwana przewyższeń	152
A.1.2.5. Formuła Rice'a dla procesów gaussowskich	154
Aneks 2. Rozkłady prawdopodobieństw wytrzymałości, obciążeń – estymacja	155
A.2.1. Rozkłady prawdopodobieństw cech wytrzymałościowych	155
A.2.2. Rozkłady prawdopodobieństw obciążeń	156
A.2.3. Estymacja parametrów rozkładów prawdopodobieństw	157
A.2.3.1. Metoda momentów	157
A.2.3.2. Metoda największej wiarygodności	158
A.2.4. Warunkowa estymacja parametrów rozkładów prawdopodobieństw	159
A.2.4.1. Uaktualnianie wyników badań, metoda bayesowska	159
A.2.4.2. Przypadek I: rozkład normalny przy nieznanej wartości oczekiwanej i znanej wariancji	160
A.2.4.3. Przypadek II: rozkład normalny przy nieznanej wartości oczekiwanej i wariancji	160
A.2.5. Estymacja nieparametryczna	162
A.2.5.1. Statystyki pozycyjne	162
A.2.5.2. Nieparametryczna estymacja kwantyli	163
A.2.5.3. Nieparametryczna weryfikacja typu rozkładu prawdopodobieństwa – siatki probabilistyczne ..	164