

Dr inż. Tomasz Domański
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Wydział Inżynierii Lądowej
Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych
Katedra Konstrukcji Metalowych
doman@pk.edu.pl

Załącznik 2A

AUTOREFERAT

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:

1.1. Dyplom ukończenia studiów magisterskich na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Krakowskiej w Krakowie, na kierunku: *Podstawowe Problemy Techniki* i specjalności *Mechanika Stosowana*. Rok 1978

Tytuł pracy magisterskiej: *Zastosowanie metod statystyki matematycznej do estymacji wytrzymałości stali konstrukcyjnej*

Promotor: dr inż. Alfred Sowa

1.2. Dyplom uzyskania stopnia doktora nauk technicznych na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Krakowskiej w Krakowie w roku 1988.

Tytuł pracy doktorskiej: *Probabilistyczne metody oceny odporności ogniowej elementów konstrukcji stalowych*.

Promotor: doc. dr hab. inż. Alfred Sowa.

Recenzenci: Prof. zw. dr inż. Janusz Murzewski,
Prof. dr. hab. inż. Jerzy Pogorzelski.

2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych i zakresie prac badawczych

1978–1990 - Politechnika Krakowska, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Zakład Konstrukcji Metalowych, potem Katedra Konstrukcji Metalowych i Niezawodności, zatrudniony jak asystent, adiunkt.

1990–2001 – własna działalność gospodarcza, praca w budowlanych firmach wykonawczych i projektowych

„Energoprzem” Sp. z o.o, Kraków,

„Robin” s.c., Kraków”.

W okresie tym wykonywałem zlecenia budowlane oraz projekty budowlane (opis wybranych jest zawarty w załączniku 3.

2001-2009 - Politechnika Krakowska, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Katedra Konstrukcji Metalowych i Niezawodności, potem Katedra Konstrukcji Metalowych, zatrudniony jako starszy wykładowca.

2009 - Politechnika Krakowska, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Katedra Konstrukcji Metalowych i Niezawodności, potem Katedra Konstrukcji Metalowych, zatrudniony jako adiunkt.

Zakres prac badawczych:

1. Konstrukcje stalowe
2. Konstrukcje zespolone
 - 2.1. Stalowo-drewniane
 - 2.2. Stalowo-żelbetowe
3. Łączniki konstrukcji
 - 3.1. Stalowych
 - 3.2. Zespolonych
 - 3.3. Drewnianych
4. Konstrukcje drewniane
5. Bezpieczeństwo pożarowe konstrukcji
 - 5.1. Stalowych
 - 5.2. Drewnianych
 - 5.3. Zespolonych
6. Niezawodność konstrukcji
 - 6.1. Stalowych
 - 6.2. Drewnianych
 - 6.2. Zespolonych

3. Wskazanie osiągnięcia naukowego, stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.).

- a. Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Wybrane zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych”

- monografia opublikowana w 2016 roku przez Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej jako monografia nr 518 w serii Inżynieria Lądowa.

- b. Omówienie celu naukowego w/w pracy i osiągniętych wyników, wraz z omówieniem ich ewentualnego zastosowania.

Celem monografii pt. “Wybrane zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych” było przedstawienie probabilistycznych metod projektowania, kalibracji miar bezpieczeństwa, wyznaczenie częściowych współczynników bezpieczeństwa (współczynniki modyfikacji)

k_{mod} (PN-EN 1995-1-1) dla polskich obszarów górskich konstrukcji drewnianych w oparciu o dostępną literaturę z uwzględnieniem wyników prac własnych. Aby osiągnąć powyższe zadania wyznaczono cele częściowe w postaci:

- 3.1. Przedstawienie drewna, jako materiału konstrukcyjnego o dużej zmienności cech fizycznych drewna mających bezpośredni wpływ na niezawodność całych obiektów drewnianych
- 3.2. Opis metod wymiarowania konstrukcji zawartych w normach Eurokodu
- 3.3. Wyszczególnienie dopuszczalnych poziomów prawdopodobieństwa awarii konstrukcji drewnianych
- 3.4. Przedstawienie metod i poziomów analizy niezawodności konstrukcji drewnianych
- 3.5. Omówienie zasad sortowania mechanicznego tarcicy drewnianej z uwzględnieniem metod Statystycznej Kontroli Jakości oraz tzw. „podejścia bayesowskiego”
- 3.6. Przedstawienie metod uwzględniających „efekt skali” w elementach drewnianych
- 3.7. Opis podstawowych modeli zniszczenia elementów drewnianych stosowanych w analizie niezawodnościowej
- 3.8. Określenie procedur wyznaczania współczynnika modyfikacji k_{mod} metodami probabilistycznym
- 3.9. Omówienie zasad wyznaczanie charakterystyk stochastycznych „pakietów śnieżnych”, mających bezpośredni wpływ na wielkości współczynników modyfikacji k_{mod}
- 3.10. Estymacja parametrów statystycznych „pakietów śnieżnych” dla polskich obszarów górskich (Zakopane, Świeradów, Lesko)
- 3.11. Wyznaczenie współczynników modyfikacji k_{mod} dla polskich obszarów górskich
- 3.12. Przedstawienie wpływu różnych czynników na nośność połączeń w konstrukcjach drewnianych.
- 3.13. Estymacja nośności charakterystycznej, obliczeniowej połączenia dwuciętego metodami probabilistycznymi
- 3.14. Przedstawienie zasad określania bezpieczeństwa pożarowego elementów drewnianych
- 3.15. Opis metod projektowania metodami probabilistycznymi elementów drewnianych w warunkach pożarowych na przykładzie belki drewnianej

Powyższe cele zostały zrealizowane w rozdziałach monografii **“Wybrane zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych”** jak następuje:

(cytowania w nawiasach odnoszą się do monografii „Wybrane zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych”)

Ad. 3.1. W rozdziale 2 pt. „Drewno jako materiał konstrukcyjny” przedstawiono drewno jako złożony materiał budowlany. Charakterystyki mechaniczne drewna zależą od wielu czynników takich jak: gatunek drewna, lokalizacja geograficzna wzrostu, specyfika i lokalne warunki dorastania pnia. Właściwości mechaniczne drewna obniżają się w czasie pod wpływem działania obciążeń zewnętrznych stałych i zmiennych. W definiowaniu wartości obliczeniowej wytrzymałości drewna w chwili końcowej eksploatacji (wytrzymałość długotrwała) f wprowadza się parametr redukujący krótkotrwałą (początkową) wytrzymałość drewna f_0 w postaci współczynnika modyfikującego k_{mod} , opisanego w (PN-EN1995-1-1, 2010). Estymacja współczynnika k_{mod} dla polskich obszarów górskich będzie jednym z głównych zadań monografii.

Ad. 3.2. Zasady wymiarowania konstrukcji przedstawiono w rozdziale 3. pt. „Stany graniczne konstrukcji drewnianych”. Metody wymiarowania omówiono w oparciu o normy (PN-EN 1990, 2004) oraz (PN-EN1995-1-1, 2010). Zwrócono uwagę na wielość częściowych współczynników bezpieczeństwa przypisanych wymiarowaniu konstrukcji drewnianych. Przedstawiono przykład doboru odpowiedniej kombinacji obciążeń. W przypadku konstrukcji drewnianych przyjęcie odpowiedniej kombinacji obciążeń uzależnione jest od rodzaju występujących obciążeń zmiennych i stałych oraz ich wzajemnych proporcji. Istotnym w przyjęciu danej kombinacji jest zastosowanie odpowiedniej wartości współczynnika modyfikacji k_{mod} , która ma bezpośredni wpływ na relacje w nierówności definiującej stan graniczny konstrukcji.

Ad. 3.3, Ad. 3.4, Ad. 3.6. W rozdziale 4 omówiono podstawowe metody analizy niezawodności konstrukcji budowlanych ze szczególnym rozwinięciem zagadnień związanych konstrukcjami drewnianymi. Rozróznilo różne poziomy dopuszczalnych prawdopodobieństw awarii zależnych od klas konsekwencji zniszczenia (CC1-CC3). Przedstawiono podstawy teorii tzw. „efektu skali”, której wyniki zastosowano w normie PN-EN 1995-1-1 przy definiowaniu wytrzymałości charakterystycznej elementu drewnianego. Omówiono procedury estymacji częściowych współczynników bezpieczeństwa przy zadanym granicznym wskaźniku bezpieczeństwa.

Ad. 3.5. W podrozdziale 4.3 pt. „Probabilistyczne podstawy sortowania wytrzymałościowego” przedstawiono zasady sortowania maszynowego, oparte na wykorzystaniu zależności podstawowych parametrów wytrzymałościowych drewna z mierzalnymi parametrami otrzymywanymi w wyniku określonych badań nieniszczących takich jak: badanie sztywności na zginanie, badania rezonansowe, pomiar wymiarów i ciężaru własnego elementu, badanie falami gamma. Rozróżnia się dwa podejścia do tego tematu:

pierwsze – oparte o ogólnie pojętą teorię Statystycznej Kontroli Jakości (opracowana dla rozwiązywania problemów jakości oraz wykrywania zagrożeń i stanów alarmowych w przemysłowych procesach produkcyjnych) tzw. metoda *CUSUM* zastosowana w normie (PN-EN 14081-3, 2007).

drugie – oparte o podejście bayesowskie, gdzie przy założeniu, że istnieje duża próba wyników badań wytrzymałościowych X danego gatunku drewna na zadanym obszarze, można określić aprioryczną funkcję gęstości $f'_x(x)$, która reprezentuje populację tarcicy

przed procesem sortowania. Po sortowaniu, powstają sub-populacje (klasy) wyników badań wytrzymałościowych, opisywane funkcją aposterioryczną $f_x(x)$. Tego rodzaju podejście zostało rozwinięte w rozdziałach 4.3.3, 4.3.4.

Ad. 3.7. Matematyczny opis zniszczenia elementu drewnianego przedstawiono jako funkcję dwóch zmiennych podstawowych: poziomu wyężenia nośności elementu drewnianego oraz historii jego obciążenia. Zmienną niezależną jest stopień zniszczenia α w czasie t . Obciążenia stałe i zmienne oddziałujące na element drewniany powodują destrukcję jego włókien. Modele zniszczenia, opracowane zostały na podstawie badań laboratoryjnych i przedstawiono je w rozdziale 5.1. Stopień zniszczenia α jest zależny od historii obciążeń. W monografii „Wybrane zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych” historia obciążeń rozpatrywana była z uwagi na obciążenia śniegiem na polskich obszarach górskich takich jak: Tatry, Bieszczady, Karkonosze.

Ad. 3.8. Wartości współczynników modyfikacji k_{mod} wyznaczono wykorzystując metody niezawodności konstrukcji, ukierunkowane głównie na probabilistyczne modelowanie obciążeń oraz parametrów wytrzymałościowych drewna w czasie. Procedury symulacyjne oparte zostały o metody zalecane przez JCSS i przeprowadzono je w następujących etapach:

- Symulacja błędu modelu C .
- Symulacja odstępu pomiędzy występowaniem „pakietów” obciążeń.
- Symulacja maksymalnej wartości obciążeń P_m w „pakiecie” obciążeń.
- Symulacja czasu trwania T „pakietów” obciążeń.
- Określenie historii obciążeń „pakietami” $Q(t) = C \cdot P(t)$.
- Zastosowanie odpowiedniego modelu zniszczenia (Gerhard, Foschi, itp.).
- Obliczenie: czasu $T_{F,S}$ pierwszego przekroczenia wytrzymałości krótkotrwałej przez naprężenia, czasu $T_{F,L}$ pierwszego przekroczenia przez wartość współczynnika zniszczenia α jedności, czasu, $T_{F,R}$ pierwszego przekroczenia wytrzymałości długotrwałej przez naprężenia.

Powyższe założenia zostały sformułowane dla warunków stanów granicznych oraz warunków projektowania zgodnych z PN-EN 1990 oraz PN-EN 1995-1-1.

Ad. 3.9. Rozkłady prawdopodobieństw wartości obciążeń tzw. „pakietów” śnieżnych $S(t)$, częstotliwości ich występowania, czasów trwania T modelowano przy następujących założeniach:

- Występowanie „pakietów” śnieżnych w czasie X_1, X_2, \dots modeluje się rozkładem Poisson’a.
- Okresy pomiędzy „pakietami” śnieżnymi podlegają rozkładowi wykładniczemu z wartością oczekiwaną $1/\lambda$, gdzie λ jest oczekiwaną ilością „pakietów” w ciągu roku.
- Wartości maksymalnych obciążeń śniegiem w „pakiecie” P_m podlegają rozkładowi Gumbela lub Fréchéta z wartością oczekiwaną μ_p i odchyleniem standardowym σ_p .

- Czas długości trwania „pakietu” śnieżnego modelowany jest przez wartość iloczynu $X_T P_m$ proporcjonalnego do maksimum obciążeń P_m (o założonym expotencjalnym rozkładzie prawdopodobieństwa dla zmiennej losowej X_T) z wartością oczekiwaną μ_{X_T} .
- Kształt „pakietów śnieżnych” przyjmuje się jako prostokątny.

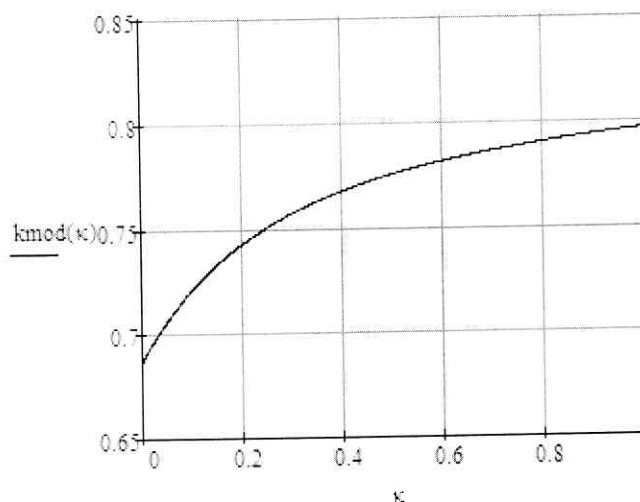
Ad. 3.10. Poniższa tabela przedstawia obliczone parametry probabilistyczne „pakietów” śnieżnych.

Probabilistyczne parametry „pakietów” śnieżnych

	Zakopane	Świeradów	Lesko
$\mu_p [kN/m^2]$	1,47	1,12	0,80
$\sigma_p [kN/m^2]$	0,49	0,65	0,37
$\mu_{X_T} [dni/(kN/m^2)]$	65,58	40,97	53,62
λ	1,43	1,85	1,64

Roczne, maksymalne, wartości obciążeń śniegiem „pakietów” śnieżnych na obszarach polskich obszarach górskich: Zakopane (Z), Świeradów (S), Lesko (L) przedstawione są na Rys. 5.5., Rys. 5.6., Rys. 5.7. monografii. Są to średnie wartości maksymalne dla długości obciążeń „pakietów” $X_T P_m$. Obliczone zastały one na podstawie danych meteorologicznych, uzyskanych z IMiGW w Krakowie i Wrocławiu.

Ad. 3.11. Obliczenia przeprowadzono w oparciu o dane meteorologiczne obciążeń śniegiem, uzyskane ze stacji w Zakopanem, Świeradowie Zdroju oraz Lesku. Wskaźniki niezawodności dla sytuacji początkowej (krótkotrwałej) β_s oraz końcowej (długotrwałej) β_L w funkcji κ (udział obciążeń zmiennych w stosunku do całkowitych), dla trzech stacji meteorologicznych osobno oraz łącznie przedstawiono na rysunkach w podrozdziale 5.2.5. Podobnie przedstawiono wyniki obliczeń dla częściowych współczynników bezpieczeństwa $\gamma_m^s(\beta_s)$, $\gamma_m^L(\beta_L)$. Na podstawie powyższych parametrów i procedur wyznaczono współczynniki modyfikacji k_{mod} , dla Zakopanego, Świeradowa, Leska osobno i łącznie. Wyniki obliczeń przedstawiono na poniższym rysunku



Współczynnik modyfikacji k_{mod} dla polskich obszarów górskich w zależności od udziału obciążeń zmiennych w obciążeniach całkowitych κ .

Ad. 3.12, Ad. 3.13. W podrozdziale 6.2.2.2. przedstawiono probabilistyczny model dla połączenia dwuciętego elementów drewnianych. W podejściu probabilistycznym charakterystyki wytrzymałościowe drewnianych elementów łączonych f_h oraz metalowych łączników f_u przyjmowane są za zmienne losowe, charakteryzowane przez odpowiednie rozkłady prawdopodobieństwa $P(\cdot)$ oraz wykalibrowane momenty probabilistyczne $Ex(\cdot)$, $Ex^2(\cdot)$, adekwatne do danych rozkładów. W praktyce i w literaturze przyjmuje się dla parametrów wytrzymałościowych drewna rozkłady logarytmnormalne z logarytmicznym współczynnikiem zmienności $v_{fn} = 0,25$. Wartości oczekiwane połączeń zależne są od klasy drewna oraz rodzaju stali. Losowość parametrów wytrzymałościowych powoduje, że nośności alternatywne złącza $F_{JH,i}$ również są zmiennymi losowymi. Definiuje się nową zmienną losową, F_{JH} będącą nośnością całego połączenia jako minimum z losowych nośności składowych $F_{JH,i}$. Wyznaczono rozkłady prawdopodobieństw nośności drewnianego połączenia dwuciętego jako rozkłady dla minimów.

Ad. 3.14, Ad. 3.15. Zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych w pożarze przedstawiono w rozdziale 7. Przedstawiono zasady estymacji miar bezpieczeństwa konstrukcji drewnianych w warunkach pożaru dla zadanych chwil pożaru t_{fi} . Obliczeniowe wartości nośności $R_{\beta,d}(t_{fi})$ badanych elementów drewnianych zredukowano na skutek oddziaływania na materiał nagrzanego do wysokiej temperatury $T(t_{fi})$ gazów spalinowych. Porównano je z określonymi dla tej samej chwili miarodajnymi obliczeniowymi efektami obciążenia $E_{\beta,d}(t_{fi})$, przy czym w analizie uwzględniono również dodatkowe siły wewnętrzne generowane w ustroju na skutek ograniczenia swobody odkształceń. Prawdopodobieństwo awarii rozważanego elementu drewnianego w warunkach pożaru $p_f(t_{fi})$ jest akceptowalnie małe jeżeli zachodzi nierówność $R_{\beta,d}(t_{fi}) \geq E_{\beta,d}(t_{fi})$. Do wyznaczenia obu wskazanych powyżej wartości obliczeniowych konieczne jest jednoznaczne wyspecyfikowanie częściowych współczynników bezpieczeństwa, odpowiednio $\gamma_{R,\beta}$ i $\gamma_{E,\beta}$. Zależą one nie tylko od przyjętej zgodnie z PN-EN 1990 klasy niezawodności RC, co przekłada się na graniczną,

możliwą do tolerowania wartość $P_{f,all}$ (a zatem i wymagany globalny wskaźnik niezawodności β_{req}) ale i od miar rozrzutu porównywanych wielkości (odchyłeń standardowych σ_R i σ_E lub współczynników zmienności v_R i v_E). Podstawy tego typu analizy dla sytuacji pożaru przedstawiono w pracy (Maślak i Domański, 2008) wg monografii. Należy podkreślić, że znaczący wpływ na uzyskany poziom bezpieczeństwa ma w takim podejściu oszacowanie niepewności modelu obliczeniowego. Rozważania oparte na definiowaniu wartości granicznych (obliczeniowych) $R_{f,d}(t_f)$ i $E_{f,d}(t_f)$ wiążą się pośrednio z ustaleniem dodatkowych wymagań bezpieczeństwa określonych dla losowych realizacji R_f i E_f , odpowiednio $R_f > R_{f,d}(t_f)$ oraz $E_f < E_{f,d}(t_f)$.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych wnioskodawcy, świadczących o istotnej aktywności naukowej habilitanta

Wnioskodawca poza zagadnieniami związanymi z konstrukcjami drewnianym rozwijał dwa inne tematy naukowe:

- 4.1. Probabilistyczna analiza łączników w konstrukcjach stalowych oraz zespolonych
- 4.2. Probabilistyczna analiza i ocena bezpieczeństwa elementów konstrukcji w warunkach pożaru.

Ad. 4.1 W tematyce probabilistycznej analizy łączników w konstrukcjach zespolonych i stalowych zajęto się estymacją rozkładów prawdopodobieństw nośności takich węzłów. W normach do projektowania konstrukcji stalowych i zespolonych obliczeniowa wartość nośności węzła, łącznika przyjmuje się jako najmniejszą z wartości alternatywnych nośności obliczeniowych. I tak np. w stalowym połączeniu zakładkowym za nośność przyjmuje się wartość mniejszą z obliczeniowych nośności na ścinanie lub docisk. W pracach własnych przyjęto założenie, że nośności alternatywne są zmiennymi losowymi. Badano i określano rozkłady prawdopodobieństw dla alternatywy ich wartości minimalnych. Za wartości obliczeniowe, charakterystyczne nośności połączeń przyjęto odpowiednie kwantyle dla tych rozkładów prawdopodobieństw dla minimów. Przeanalizowano rozkłady prawdopodobieństw dla różnych układów i wzajemnych proporcji nośności alternatywnych. Wyniki prac przedstawiono w 5 publikacjach (C2, C3, C4, C10, C11) oraz na 8 konferencjach krajowych i międzynarodowych (H4, H5, H7, H9, H11, H14, H18, H22)

Ad. 4.2. Tematem bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji stalowych w warunkach pożaru wnioskodawca zajmował się w czasie przed i po doktoracie. Praca doktorska pt. „Probabilistyczne metody oceny odporności ogniowej elementów konstrukcji stalowych,” poświęcona była zagadnieniom bezpieczeństwa pożarowego elementów konstrukcji stalowych. Na podstawie badań laboratoryjnych wykalibrowano w pracy wartości częściowych materiałowych współczynników bezpieczeństwa w temperaturach pożarowych. W późniejszych publikacjach wnioskodawca zajmował się tematyką bezpieczeństwa pożarowego całych konstrukcji oraz węzłów i łączników w konstrukcjach stalowych, zespolonych oraz drewnianych. Wyniki tych prac wnioskodawca przedstawił w 4 publikacjach (C1, C9, C11, C15) oraz na 12 konferencjach krajowych i międzynarodowych (H1, H2, H3, H6, H8, H10, H14, H17, H18, H19, H20, H21)

Tematyka niezawodności konstrukcji drewnianych tak w literaturze krajowej jak i zagranicznej jest obecnie nową i rozwijającą się dziedziną naukową i dlatego jest rzadko cytowaną w czasopiśmie

Kopie 5 prac przedstawiających przykładowe wyniki prac naukowych wnioskodawcy o tematyce innej niż „zagadnienia niezawodności konstrukcji drewnianych” zawarto w załączniku 6.

Tomasz Jurek

JK