

Spis treści

Przedmowa	12
1. Wstęp	15
2. Wymagania ogólne stawiane mostom dla pieszych	31
2.1. Wstęp	31
2.2. Wymagania zabezpieczenia ruchu oraz wymagania geometryczne i funkcjonalne stawiane mostom dla pieszych wg przepisów krajowych	31
2.3. Wytyczne projektowania mostów dla pieszych wg BD 29/03 (2003)	36
2.4. Obciążenia statyczne mostów dla pieszych spowodowane tłumem pieszych i innymi oddziaływaniami ruchomymi	42
3. Architektura i estetyka współczesnych mostów dla pieszych	46
3.1. Wstęp	46
3.2. Elementy architektury, estetyki i piękna w projektowaniu mostów dla pieszych	47
3.3. Integracja z otoczeniem	48
3.4. Oświetlenie i kolorystyka	50
3.5. Elegancja i czytelność formy	56
3.6. Proporcje i harmonia	57
3.7. Dodatkowe elementy architektoniczne wpływające na estetykę mostów dla pieszych	59
3.8. Uwagi dodatkowe	63
4. Nowoczesne materiały konstrukcyjne i rozwiązania elementów konstrukcyjnych	70
4.1. Uwagi wstępne	70
4.2. Betony nowej generacji	71
4.3. Kompozyty polimerowe	73

4.4.	Materiały metalowe.	.81
4.4.1.	Informacje wstępne.	.81
4.4.2.	Właściwości mechaniczne lin stalowych.	.86
4.4.3.	Cięgna stalowe we współczesnych, odpowiedzialnych mostach dla pieszych.	92
4.5.	Drewno i materiały drewnopodobne.	.100
5.	Przykłady współczesnych rozwiązań architektonicznych, materiałowych i konstrukcyjnych mostów dla pieszych.	105
5.1.	Uwagi wstępne.	.105
5.2.	Realizacje zagraniczne.	.105
5.3.	Realizacje krajowe.	.152
5.4.	Inne ciekawe rozwiązania architektoniczno-konstrukcyjne.	.175
6.	Mechanika mostów dla pieszych w ujęciu systemowym.	201
6.1.	Pojęcie systemu i modelu matematycznego systemu. Schemat statyczny/dynamiczny układu.	.201
6.2.	Podstawowe założenia i metody normalizacji wielkości (parametrów) występujących w blokach wejścia WE, układu U i wyjścia WY oraz wzajemnych relacji między nimi, przyjęte w eurokodach.	.204
6.2.1.	Informacje wstępne.	.204
6.2.2.	Przyjęta metoda oraz podstawowe założenia.	.206
6.3.	Blok wejścia WE - oddziaływań (obciążeń, wymuszeń) na obiekty (konstrukcje, ustroje) mostowe.	.207
6.3.1.	Uwagi wstępne.	.207
6.3.2.	Klasyfikacja ogólna (mechaniczna) oddziaływań na obiekty budowlane.	.208
6.3.3.	Obciążenia własne i użytkowe.	.212
6.3.4.	Oddziaływania stałe i zmienne.	.212
6.3.5.	Oddziaływania statyczne i dynamiczne.	.213
6.3.6.	Oddziaływania deterministyczne i losowe (przypadkowe).	.213
6.3.7.	Modele normowe oddziaływań na obiekty budowlane.	.215
6.3.8.	Podstawowe zasady ustalania wartości oddziaływań i ich rozmieszczenia na konstrukcji.	.215
6.4.	Blok układu U - obiektów (konstrukcji, ustrojów) mostowych.	.223
6.4.1.	Modele właściwości mechanicznych i fizycznych materiałów konstrukcyjnych - modele więzów wewnętrznych w materiałach konstrukcyjnych.	.223
6.5.	Blok wyjścia WY - odpowiedzi obiektów (konstrukcji, ustrojów) mostowych.	.241
6.5.1.	Charakterystyka ogólna bloku wyjścia.	.241
6.5.2.	Podstawowe przypadki statyki wybranych ustrojów płaskich.	.243
6.6.	Warunki (stany graniczne) nośności i użyteczności.	.258
6.6.1.	Według norm krajowych PN i prac związanych.	.258
6.6.2.	Według PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji (2004).	.260
7.	Charakterystyki dynamiczne.	.265
7.1.	Wprowadzenie.	.265
7.2.	Badania własne charakterystyk dynamicznych różnych mostów dla pieszych.	.274

7JL1.	Informacje wstępne.	274
7.2-2.	Rozwiązania konstrukcyjne badanych mostów dla pieszych.	275
~ 1.1	Częstotliwości i postaci drgań własnych.	275
"2.4.	Logarytmiczne dekrementy tłumienia drgań.	281
~J..5.	Wnioski z badań i obliczeń.	282
	Porównanie charakterystyk dynamicznych różnych mostów dla pieszych.	283
8.	Oddziaływania dynamiczne na mosty dla pieszych spowodowane przez pojedynczego człowieka.	294
8.1.	Geometria ruchu człowieka podczas chodu i biegu oraz ogólna analiza sił i momentów spowodowanych chodem lub biegiem.	294
8.1.1.	Przypadek nieruchomego podłoża lub zaniedbywanie małych drgań podłoża	294
8.1.2.	Przypadek ruchomego (drgającego) podłoża przy małych amplitudach drgań	299
8.2.	Oddziaływania dynamiczne generowane przez człowieka w różnych warunkach jego aktywności, wynikające z podstawowych zasad mechaniki.	300
8.2.1.	Podstawowe zasady i twierdzenia dynamiki (kinetyki) układu punktów materialnych.	300
8.2.2.	Przypadek podłoża nieruchomego lub zaniedbywanie małych drgań konstrukcji podtrzymującej.	302
8.2.3.	Przypadek znaczących drgań konstrukcji podtrzymującej.	304
8.3.	Przegląd wyników badań dynamicznych podstawowych modeli dotyczących oddziaływań dynamicznych generowanych przez jedną osobę, bez uwzględnienia wpływu sprzężenia zwrotnego drgający most - poruszający się człowiek.	305
8.3.1.	Urządzenia i stanowiska pomiarowe.	305
8.3.2.	Modele oddziaływania dynamicznego przyjmowane zwykle w badaniach.	310
8.3.3.	Chód i bieg.	312
8.3.4.	Rytmiczne podskoki (skoki w miejscu).	328
8.3.5.	Zestawienia porównawcze wartości współczynników a_g	337
8.3.6.	Rytmiczne przysiady.	339
8.3.7.	Rytmiczne kołysanie się.	344
8.4.	Wymuszenia intencjonalne, złośliwe.	345
8.5.	Metody wyznaczania odpowiedzi mostów dla pieszych przy różnych formach aktywności pojedynczego człowieka.	347
8.5.1.	Wyznaczanie odpowiedzi mostów dla pieszych z wykorzystaniem programów MES.	347
8.5.2.	Przybliżone metody szacowania maksymalnych wartości amplitud przyspieszeń drgań generowanych przez pojedynczego człowieka.	349
9.	Podstawowe przypadki oddziaływania zbiorowego ludzi na pomost bez uwzględnienia interakcji drgająca konstrukcja - poruszający się ludzie.	351
9.1.	Uwagi wstępne.	351
9.2.	Współczynnik zwiększający M uwzględniający efekt dynamicznego oddziaływania więcej niż jednej osoby.	355

10.	Oddziaływania dynamiczne generowane przez jedną lub więcej osób z uwzględnieniem interakcji drgająca konstrukcja - poruszający się człowiek lub interakcji ludzi między sobą	362
10.1.	Zjawisko synchronizacji (dostosowania się) poruszającego się człowieka po drgającej konstrukcji	362
10.2.	Wyniki badań i obserwacji zjawiska synchronizacji	364
10.2.1.	Badania laboratoryjne na ruchomych (drgających) platformach.	364
10.2.2.	Badania i obserwacje na obiektach zrealizowanych.	371
10.3.	Modele zjawiska synchronizacji (dostosowania się) opracowane przez różnych autorów.	376
10.3.1.	Model Grundmanna i in. uwzględniający prawdopodobieństwo zaistnienia danej sytuacji.	376
10.3.2.	Model Dallarda i in. dla mostu Millennium Bridge przy drganiach bocznych	378
10.3.3.	Model Nakamury dla mostu T-bridge przy drganiach bocznych	379
10.3.4.	Model liniowego sprzężenia zwrotnego Tadli (2004) - drgania boczne	383
10.3.5.	Model Newlanda - drgania boczne o małych amplitudach.	385
10.3.6.	Model Robertsa	388
10.3.7.	Liczba Scrutona zjawiska synchronizacji w warunkach interakcji drgający most - piesi	390
10.3.8.	Model Żółtowskiego - drgania pionowe.	392
10.3.9.	Modele własne zjawiska interakcji drgający most - poruszający się człowiek	397
11.	Oddziaływanie wiatru na mosty dla pieszych.	428
11.1.	Struktura wiatrów silnych w warstwie przyziemnej.	428
11.1.1.	Wstęp.	428
11.1.2.	Właściwości powietrza	428
11.1.3.	Prędkość wiatru	429
11.1.4.	Prędkość charakterystyczna wiatru - makrorejonizacja wiatrowa.	431
11.1.5.	Pionowy profil wiatru i kategorie chropowatości terenu.	432
11.1.6.	Ciśnienie prędkości wiatru i współczynnik ekspozycji.	437
11.1.7.	Parametry fluktuacji prędkości wiatru.	438
11.1.8.	Ustalenia Eurokodu PN-EN 1991-1-4 (2008) w zakresie struktury i parametrów charakteryzujących wiatr w warstwie przyziemnej.	441
11.1.9.	Funkcje korelacji.	447
11.1.10.	Funkcje gęstości widmowej mocy.	449
11.2.	Krótką charakterystyką oddziaływania wiatru na obiekty mostowe.	456
11.3.	Statyczne oddziaływania wiatru na smukłe elementy konstrukcyjne obiektów mostowych	457
11.4.	Buffeting i jego ujęcie obliczeniowe.	462
11.4.1.	Uwagi wstępne.	462
11.4.2.	Modelowanie oddziaływania wiatru wg teorii quasi-ustalonej	463
11.4.3.	Podstawowe modele ujęcia obliczeniowego oddziaływania wiatru spowodowanego turbulencją atmosferyczną spotykane najczęściej w normach i dokumentach normalizacyjnych.	475

	smukłych obiektów poziomych, przy ustalonym napływie powietrza atmosferycznego	488
ELI.	Model quasi-ustalony.	488
52.	Klasyczne zagadnienie flutteru giętego, skrętnego lub giętno-skrętnego przęsła mostu wiszącego lub podwieszonego w modelach Scanlana	492
i 1-5.3.	Wzory uproszczone na wyznaczenie prędkości krytycznej flutteru V_c	495
	Wzbudzenie wirowe obiektów smukłych i jego ujęcie obliczeniowe.	497
11.6.1.	Uwagi wstępne.	497
11.6-2.	Wybrane modele własne krytycznego wzbudzenia wirowego obiektów smukłych o przekrojach poprzecznych zwartych	506
11.6.3.	Odpowiedź konstrukcji prostej lub złożonej z konstrukcji prostych w warunkach krytycznego wzbudzenia wirowego.	511
11.7.	Inne zagadnienia związane z oddziaływaniem wiatru na obiekty mostowe	515
11.7.1.	Wzbudzenie wiatrowo-deszczowe.	515
11.7.2.	Interferencja aerodynamiczna	516
11.7.3.	Procedura postępowania w pracach studialnych, dotyczących wpływów wiatru na obiekty mostowe podatne na dynamiczne oddziaływanie wiatru.	516
12.	Kryteria komfortu użytkowania	517
12.1.	Wstęp.	517
12.2.	Problematyka oceny wpływu drgań na ludzi.	517
12.2.1.	Zakres częstotliwości drgań 1 -r 80 Hz	517
12.2.2.	Zakres częstotliwości drgań 0,063-1,0 Hz	523
12.3.	Specyfika oceny wpływu drgań na ludzi w przypadku mostów i mostów dla pieszych	524
12.4.	Kryteria komfortu wibracyjnego dla mostów.	526
12.5.	Kryteria komfortu wibracyjnego i statycznego w odniesieniu do mostów dla pieszych	528
12.5.1.	Przegląd kryteriów komfortu spotykanych w literaturze i dokumentach normalizacyjnych do 2005 roku.	528
12.5.2.	Kryteria komfortu wibracyjnego wg innych norm i dokumentów normalizacyjnych.	532
12.5.3.	Własne kryteria komfortu wibracyjnego dla pieszych na mostach z uwzględnieniem prawdopodobieństwa generowania drgań	541
12.5.4.	Przykłady oceny spełnienia kryteriów komfortu wibracyjnego różnych mostów dla pieszych przy wpływach wiatru.	557
12.6.	Wnioski i uwagi końcowe.	564
13.	Tłumiki drgań	566
13.1.	Mechaniczne i aerodynamiczne sposoby redukcji drgań budowli i konstrukcji	566
13.2.	Tłumiki wiskotyczne (hydrauliczne, lepkie) pasywne.	567
13.3.	Tłumiki wiskotyczne półaktywne.	570
13.4.	Strojone tłumiki masowe (STM).	574
13.4.1.	Podstawy teorii strojonego tłumika masowego.	574
13.4.2.	Model matematyczny układu ze strojonymi tłumikami masowymi.	577

13.4.3.	Podstawowe zależności dla pojedynczego STM przy jednej postaci drgań własnych.	582
13.4.4.	Wielokrotne strojone tłumiki masowe (WSTM).	584
13.5.	Strojone tłumiki wahadłowe.	591
13.6.	Tłumiki lepkosprężyste.	594
13.7.	Przykłady zrealizowanych mechanicznych tłumików drgań.	596
14.	Przykłady obliczeń dynamicznych i aerodynamicznych oraz badań modelowych mostów dla pieszych.	604
14.1.	Analiza komfortu wibracyjnego jednoprzęsłowych mostów dla pieszych o konstrukcji kratownicowej w funkcji rozpiętości przęsła.	604
14.1.1.	Uwagi wstępne.	604
14.1.2.	Opis techniczny i modele obliczeniowe analizowanych mostów.	605
14.1.3.	Charakterystyki dynamiczne przedmiotowych mostów dla pieszych.	607
14.1.4.	Wybrane wyniki odpowiedzi dynamicznych badanych konstrukcji wywołanych oddziaływaniem ludzi.	609
14.1.5.	Sprawdzenie kryteriów komfortu.	610
14.1.6.	Wnioski dla praktyki inżynierskiej.	611
14.2.	Analiza drgań mostu dla pieszych nad Drogową Trasą Średnicową w Katowicach, spowodowanych przez ludzi w różnych warunkach ich aktywności.	612
14.2.1.	Wstęp.	612
14.2.2.	Krótki opis techniczny i przyjęty model obliczeniowy mostu.	613
14.2.3.	Charakterystyki dynamiczne mostu.	614
14.2.4.	Drgania mostu spowodowane przez ludzi.	614
14.2.5.	Ocena skuteczności działania mechanicznego tłumika drgań.	619
14.2.6.	Wnioski.	622
14.3.	Ocena skuteczności działania wielokrotnych strojonych tłumików masowych zainstalowanych na różnych mostach dla pieszych.	623
14.3.1.	Wstęp.	623
14.3.2.	Projektowany most dla pieszych w Katowicach.	626
14.3.3.	Most dla pieszych o konstrukcji kratownicowej i długości przęsła 50 m.	637
14.3.4.	Wnioski końcowe.	644
14.4.	Badania modelowe i obliczenia aerodynamiczne projektowanego mostu dla pieszych w Katowicach.	645
14.4.1.	Wstęp.	645
14.4.2.	Badania aerodynamiczne modelu sekcyjnego mostu w tunelu aerodynamicznym.	646
14.4.3.	Obliczenia aerodynamiczne.	648
14.4.4.	Badania modelowe modelu aeroelastycznego mostu w tunelu aerodynamicznym.	654
14.5.	Analiza podatności aerodynamicznej różnych mostów dla pieszych.	661
14.5.1.	Wstęp.	661
14.5.2.	Opis konstrukcji analizowanych mostów dla pieszych.	663
14.5.3.	Charakterystyki dynamiczne analizowanych mostów.	665
14.5.4.	Wyniki obliczeń aerodynamicznych.	666
14.5.5.	Wnioski.	670
14.6.	Analiza wpływu sprzężeń aerodynamicznych na odpowiedź dynamiczną dwóch wiszących mostów dla pieszych.	672

	Wprowadzenie	672
- I	Wyniki analiz	673
- S	Wnioski	674
	Badania modelowe i obliczenia aerodynamiczne mostu pieszo-rowerowego Kazimierz-Podgórze przez Wisłę w Krakowie	676
U.	Wstęp	676
~ 2	Krótki opis techniczny mostu	676
»	17.3. Stanowisko pomiarowe, czujniki pomiarowe, aparatura pomiarowa, tory pomiarowe	679
14.7.4.	Opis modeli do badań aerodynamicznych	683
14.7.5.	Współczynniki aerodynamiczne segmentów przęsła nawietrznego i zawietrznego	686
1.7.6.	Współczynniki aerodynamiczne globalnego, sumarycznego oddziaływania wiatru na most	689
14.7.7.	Model MES mostu	690
»	14.7.8. Analiza modalna	693
14.7.9.	Modelowanie oddziaływania wiatru	694
14.7.10.	Obliczenia aerodynamiczne mostu	698
14.7.11.	Analiza wzbudzenia wirowego	700
14.7.12.	Komfort pieszych	701
14.8.	Badania modelowe i obliczenia aerodynamiczne mostu pieszo-rowerowego Kazimierz-Ludwinów przez rzekę Wisłę w Krakowie	706
14.8.1.	Wstęp	706
14.8.2.	Opis konstrukcji mostu	706
14.8.3.	Modele do badań	711
14.8.4.	Procedura badawcza	712
14.8.5.	Wyniki pomiarów	713
14.8.6.	Model MES konstrukcji	717
14.8.7.	Analiza modalna	718
14.8.8.	Modelowanie oddziaływania wiatru	722
14.8.9.	Obliczenia aerodynamiczne mostu	726
14.8.10.	Wnioski	727
	Literatura	729