

Spis treści

1. Określenie i zakres stosowania

systemów monitorowania obiektów mostowych	9
1.1. Rys historyczny	9
1.2. Określenia	14
1.3. Wielkości i zjawiska monitorowane w systemach pomiarowych ...	21
1.4. Przesłanki instalowania systemu pomiarowego	23
1.5. Schemat statyczny obiektu, rodzaj konstrukcji i materiału jako determinanty zastosowania systemu monitorowania	25
1.6. Klasyfikacje systemów monitorowania obiektów mostowych	29
1.7. Literatura dotycząca monitorowania budowli	30

2. Przykłady systemów monitorowania mostów 31

2.1. Uwagi wstępne	31
2.2. System monitorowania mostu Solidarności w Płocku	34
2.3. System monitorowania mostu im. Jana Pawła II w Puławach ..	36
2.4. System monitorowania mostu Rędzńskiego we Wrocławiu	39
2.5. System monitorowania mostu w ciągu S-7 w Krakowie	40
2.6. System monitorowania mostu w Kwidzynie	42
2.7. System monitorowania mostu Rion-Antirion	43
2.8. System monitorowania Wiaduktu Millau	46
2.9. Spostrzeżenia dotyczące przedstawionych przykładów.....	48

3. Zagadnienia techniczne pozyskiwania danych 49

3.1. Elementy systemu monitorowania	49
3.2. Pomiar zmian geometrii/przemieszczeń	49
3.3. Pomiar zmian odkształceń.....	54
3.4. Pomiar sił	58
3.5. Pomiar częstotliwości i amplitud drgań	62
3.6. Pomiar oddziaływań środowiskowych	64
3.7. Pomiar ciężaru i prędkości pojazdów	69
3.8. Mocowanie do obiektu elementów systemu pomiarowego	70
3.9. Bezprzewodowa transmisja sygnału	74
3.10. Gromadzenie danych	76

4. Projektowanie systemów monitoringu

na podstawie analizy ryzyka	79
4.1. Wstęp	79
4.2. Analiza ryzyka jako metoda oceny zagrożenia	79
4.3. Scenariusze zagrożeń i redukcja (weryfikacja) ryzyka przez obserwację obiektu	83
4.4. Analiza ryzyka a prawdopodobieństwo awarii	92
4.5. Przesłanki projektowania systemu monitorowania	93
4.6. Podejmowanie decyzji w sprawie potrzeby stosowania systemu monitorowania	95
4.6.1. Uwagi wstępne	95
4.6.2. Stosowanie systemu monitorowania w obiekcie nowym	95
4.6.3. Stosowanie systemu monitorowania w obiekcie nowym, ale ze stwierdzonymi zaburzeniami w jego zachowaniu	98
4.6.3.1. Uwagi ogólne	98
4.6.3.2. Monitorowanie mostu w Kędzierzynie-Koźlu	99
4.6.3.3. Monitorowanie wiaduktu w Wylezinie	101
4.6.3.4. Monitorowanie mostu przez Sund	106
4.6.4. Stosowanie systemu monitorowania w obiekcie po długoletniej eksploatacji	107
4.7. Ogólna analiza ryzyka – przykład	108
4.7.1. Obiekt	108
4.7.2. Sprezycowanie potrzeby instalowania systemu monitorowania	109
4.7.3. Scenariusze awarii	109
4.8. Prowadzenie badań przed rozpoczęciem i w trakcie budowy oraz monitorowanie nowego obiektu w toku eksploatacji	111
4.8.1. Przesłanki prowadzenia badań w związku z planowaniem budowy nowego obiektu	111
4.8.2. Badanie warunków środowiskowych	113
4.8.2.1. Wiatr	113
4.8.2.2. Opady	116
4.8.2.3. Warunki hydrologiczne	116
4.8.2.4. Temperatura	117

5. Eksploatacja systemów pomiarowych	119
5.1. Zagadnienia eksploatacji systemów	119
5.2. Utrzymanie systemu pomiarowego w stanie sprawności	121
5.3. Zakłócenia i dysfunkcje	128
6. Przetwarzanie i wykorzystanie danych	135
6.1. Wykrywanie zmian stanu obiektu mostowego na podstawie zapisów w systemie monitorowania.....	135
6.2. Porównywanie wyników obserwacji ze stanem teoretycznym	137
6.3. Wykrywanie niespodziewanego stanu budowli	138
6.4. Porównanie wyników obserwacji z wzorcami zachowań budowli	140
6.5. Określanie obciążeń użytkowych z wykorzystaniem systemów pomiarowych	143
7. Długotrwałe monitorowanie stalowego mostu podwieszonego w Płocku	147
7.1. Podstawowe przesłanki monitorowania obiektu	147
7.1.1. Informacje ogólne	147
7.1.2. Zastępcza analiza ryzyka	149
7.2. Zastosowane czujniki	150
7.3. Przyjęta metodyka prowadzenia pomiarów	152
7.4. Sposób analizy danych i podstawowe spostrzeżenia	157
7.4.1. Przeglądanie danych	157
7.4.2. Ocena wartości ekstremalnych i średnich mierzonych wielkości	162
7.4.3. Spostrzeżenia i wnioski	175
7.5. Sytuacje specyficzne	176
7.6. Dalsze przykłady wyników pomiarów	179
7.6.1. Uwagi ogólne	179
7.6.2. Zmiany sił wciągach w początkowym okresie prowadzenia pomiarów	180
7.6.3. Zmiany sił wciągach w późniejszym okresie prowadzenia pomiarów	181

7.6.4. Zmiany położenia wierzchołków pylonów	192
7.6.5. Incydentalne obciążenia wiatrem	199
7.7. Wnioski z przedstawionych wyników pomiarów	229
7.8. Wyniki pomiarów a założenia projektowe mostu	230
8. Wytyczne dotyczące projektowania i eksploatacji systemów monitorowania obiektów mostowych	233
8.1. Istniejące wytyczne w zakresie monitorowania mostów	233
8.2. Proponowana zawartość wytycznych	243
8.3. Propozycja wytycznych dotyczących monitorowania	244
8.3.1. Określanie potrzeby stosowania systemu monitorowania	244
8.3.2. Wymagania szczegółowe, które powinien spełniać system monitorowania	252
8.3.3. Procedura projektowania systemu monitorowania	255
9. Perspektywy rozwoju systemów monitorowania	257
9.1. Rozwój urządzeń pomiarowych	257
9.2. Automatyczna analiza danych	258
9.3. Podejmowanie decyzji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji	259
9.4. Zastosowanie ścisłych modeli cyfrowych obiektów w ich monitorowaniu	260
Bibliografia	261
Monografie, artykuły, referaty konferencyjne	261
Instrukcje, normy, wytyczne	273