

Na prawach rękopisu
Do użytku służbowego

INSTYTUT INŻYNIERII LĄDOWEJ
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Raport serii SPR nr 12/2008

**PROJEKT KONCEPCYJNY
MONITORINGU ELEKTRONICZNEGO**

Jan BILISZCZUK Wojciech BARCIK

Słowa kluczowe:

most łukowy, monitoring mostu

Wykonano na zlecenie
Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad Oddział Lublin
Umowa GDDKiA-O/LU-22/03/06 / 601395 z dnia 22 czerwca 2006

Wrocław, maj 2008

SPIS TREŚCI	str.
1.CZĘŚĆ OGÓLNA	3
1.1. Uwagi formalne	3
1.2. Podstawa opracowania	3
1.3. Przedmiot, cel i zakres opracowania	3
1.4. Obiekt	3
2. PROJEKT MONITORINGU MOSTU	4
2.1. Wprowadzenie	4
2.2. Struktura systemu monitoringu mostu	4
2.3. Podsystemy monitorujące i zarządzające	6
2.3.1. Monitoring pracy konstrukcji	6
2.3.2. Monitoring meteorologiczny mostu	8
2.3.3. Monitoring wizyjny mostu	9
2.3.4. Znaki zmiennej treści	9
2.4. Elementy składowe systemu monitoringu	10
3. PODSUMOWANIE	13
4. PIŚMIENNICTWO	14

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Uwagi formalne

Niniejsze opracowanie wykonano w ramach Nadzoru Naukowego prowadzonego przez Zakład Mostów Politechniki Wrocławskiej nad budowa mostu przez rzekę Wisłę w Puławach na zlecenie Lubelskiego Oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad z siedzibą w Lublinie, ul. Ogrodowa 21.

Podstawą prowadzenia nadzoru jest umowa z dnia 22 czerwca 2006 roku, dotycząca prowadzenia badań naukowych w trakcie realizacji Projektu SPOT/2.1.3/73/04 „Budowa I etapu obwodnicy m. Puławy dł. 12,71 km wraz z budową nowego mostu przez rz. Wisłę w Puławach”.

1.2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania niniejszego raportu była dokumentacja rysunkowa Projektu Wykonawczego mostu przez rzekę Wisłę w Puławach [1], Raport SPR nr 18/2007 pt.: Opracowanie programu monitoringu mostu przez Wisłę w Puławach, w fazie eksploatacji. Wstępny projekt monitoringu elektronicznego, a także pozostałe pozycje literaturowe zestawione na końcu opracowania.

1.3. Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem raportu jest projekt monitoringu elektronicznego nowego mostu przez rzekę Wisłę w Puławach w ciągu obwodnicy północnej miasta.

Niniejsze opracowanie ma charakter projektu koncepcyjnego, którego celem jest sprecyzowanie optymalnego, w sensie kształtu i zakresu, systemu monitoringu i diagnostyki mostu jako elementu wspomagającego zarządzanie mostem w zakresie zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania mostu oraz zapewnienia bezpiecznych warunków jazdy, szczególnie w trudnych warunkach pogodowych, w przypadku kolizji, awarii mostu itp.

Opracowanie to stanowi uściślenie i końcowe sprecyzowanie założeń do projektu wykonawczego monitoringu mostu przez Wisłę w Puławach.

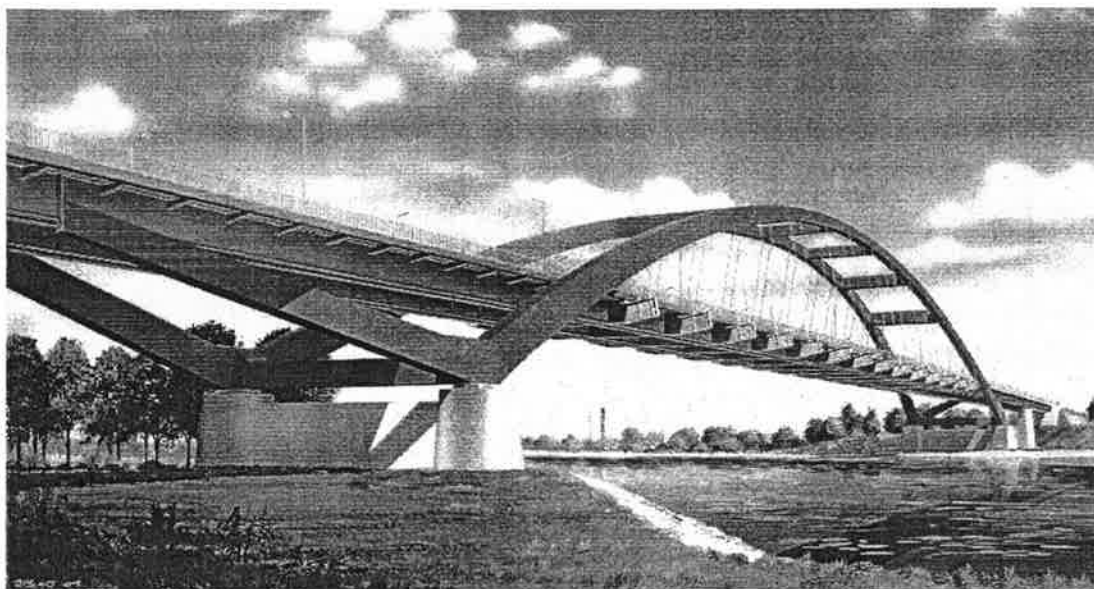
W dokumencie tym określono optymalny zakres monitoringu i wyszczególniono urządzenia niezbędne do spełnienia tego zakresu.

1.4. Obiekt

Most o długości całkowitej 1038,2m i rozpiętości głównego łukowego przęsła nurtowego 212,0m, jest konstrukcją ciągłą czternastoprzęsłowa, o rozpiętościach przęseł 44,0+3x56,0+6x64,0+80,0+212,0+80,0+44,0=1012,0m. Przęsło główne podwieszone jest do stalowych łuków nośnych o przekroju skrzynkowym, za pomocą 28 zespołów wieszaków prętowych. Dźwigary łukowe są podparte na filarach 12,0m poniżej poziomu jezdni, natomiast wzniesienie łuku w środku rozpiętości ponad jezdnią wynosi 24,0m. Dźwigary podłużne pomostu uformowano w postaci czterech blachownic o stałej wysokości wynoszącej 3,0m zgrupowanych w dwa tandemy po dwie blachownice w rozstawie 2,5m przy rozstawie osiowym tandemów 12,5m. Blachownice

wraz z układem poprzecznic tworzą ruszt płaski, zespolony z żelbetową płytą pomostową o grubości 0,27m i szerokości 21,6m.

Wieszaki w przęśle łukowym zaprojektowani z prętów typu Macalloy 460 o średnicy 82mm i nominalnej średnicy gwintu M85. Pręty na długości łączone są za pomocą nakrętek napinających oraz kotwione są za pomocą zakotwień widelcowych z otworami na sworznie. Każdy z wieszaków składa się z układu czterech cięgien, zamocowanych przegubowo do wsporników poprzecznic oraz środków dźwigarów skrzynkowych łuku. Rozstaw wieszaków na długości obiektu wynosi 12,0m.



Rys. 1. Widok przęsła głównego mostu – wizualizacja.

2. PROJEKT MONITORINGU MOSTU

2.1. Wprowadzenie

Zadaniem systemu monitoringu jest wspomaganie zarządzania mostem w zakresie zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania mostu oraz podniesienia bezpieczeństwa i komfortu jazdy, szczególnie w trudnych warunkach pogodowych, w przypadku kolizji, awarii mostu itp.

2.2. Struktura systemu monitoringu mostu

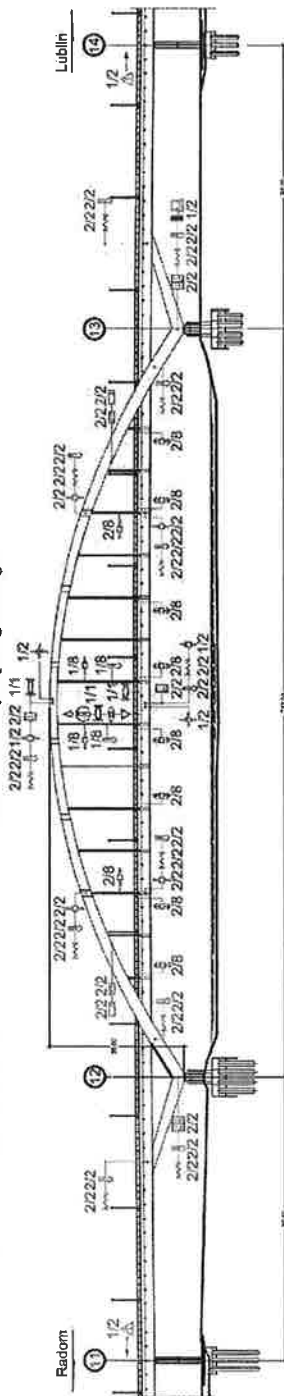
System monitoringu mostu składa się z trzech podsystemów pozyskiwania danych, Serwera Lokalnego, Centrum Gromadzenia Danych oraz elementów sterowania ruchem drogowym.

Podsystemy pozyskiwania informacji o stanie obiektu można podzielić na trzy elementy:

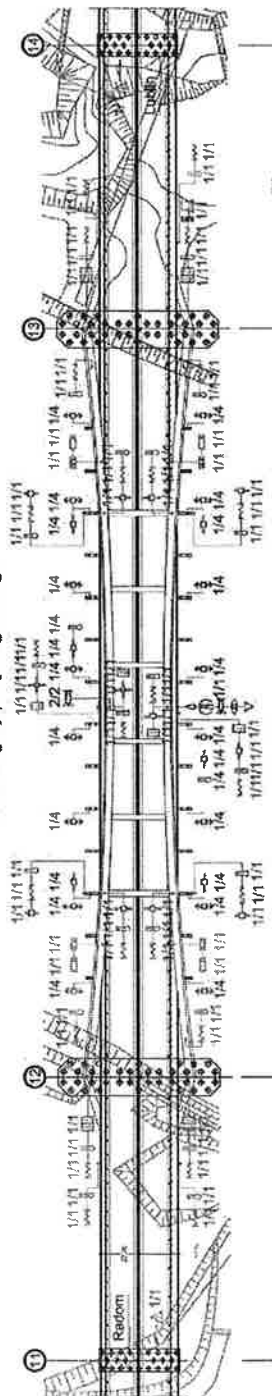
- system monitoringu pracy konstrukcji,
- system monitoringu meteorologicznego,
- system monitoringu wizyjnego.

LOKALIZACJA ELEMENTÓW SYSTEMU:

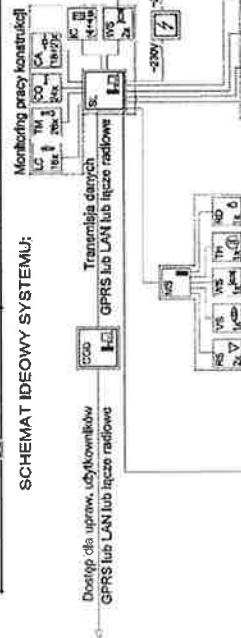
Widok z boku przęsła głównego



Widok z góry przęsła głównego



SCHEMAT IDEOWY SYSTEMU:



LEGENDA:

- LC - czujnik do pomiaru siły w węzłach (16 szt.)
- IC - czujnik do pomiaru przemieszczeń łukowych (4 szt. 1-dekret)
- IC - czujnik do pomiaru przemieszczeń łukowych (4 szt. 2-dekret)
- WS - czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru (2 szt.)
- VS - czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru (1 szt.)
- RS - czujnik drgający (2 szt.)
- MS - czujnik drgający (1 szt.)
- RD - czujnik do pomiaru opadu atmosferycznego (1 szt.)
- TH - termohigrometr (1 szt.)
- WS - czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru (1 szt.)
- VS - czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru (1 szt.)
- RS - czujnik drgający (2 szt.)
- MS - czujnik drgający (1 szt.)
- TH - termohigrometr (1 szt.)

Rys. 2. Koncepcja systemu monitoringu mostu.

Zaproponowany model systemu monitoringu mostu, ze wskazaniem lokalizacji i ilości punktów pozyskiwania informacji, pokazano na rys 2.

Wyodrębnione podsystemy są elementami pracującymi niezależnie, a informacje i dane przez nie pozyskane są zbierane, wstępnie analizowane i przetwarzane przez Serwer Lokalny zlokalizowany na moście. Procedury zaimplementowane w oprogramowaniu Serwera Lokalnego zarządzają wyświetlaniem obrazów i napisów na tablicach znaków zmiennej treści. Serwer Lokalny przesyła dane pomiarowe do Centrum Gromadzenia Danych, gdzie są one dalej analizowane i przetwarzane. CGD pełni funkcję serwera. W zależności od skonfigurowania obsługującego go oprogramowania, upoważnieni użytkownicy mogą poprzez sieć internet pozyskiwać dane pomiarowe. Oprogramowanie analizuje i przetwarza pozyskiwane dane oraz porównuje je ze zdefiniowanymi wartościami granicznymi. Raporty z tych analiz przesyłane są w formie e-maili lub/i SMS do osób odpowiedzialnych za utrzymanie obiektu.

2.3. Podesystemy monitorujące i zarządzające

2.3.1. Monitoring pracy konstrukcji

System stałego monitoringu elektronicznego konstrukcji mostu polega na stałej kontroli pracy konstrukcji, w sensie ciągłego elektronicznego pomiaru zmian (przyrostów) odkształceń, przechyłów i przyspieszeń oraz temperatury i prędkości (kierunku) wiatru w wybranych punktach konstrukcji. System wspomaga ekspertów w określaniu rzeczywistego stanu statyczno-wytrzymałościowego monitorowanych elementów np.: w trakcie normalnego użytkowania obiektu oraz przejazdów pojazdów ponadnormatywnych, skutków osiadań podpór, wpływu silnych porywów wiatru, w sytuacji awaryjnej po uszkodzeniu wieszaków w wyniku kolizji drogowej, a także ostrzega i alarmuje w przypadku wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji. Dla zaproponowanej konfiguracji system składa się z niżej wymienionych elementów:

- czujniki odkształceń do pomiaru zmian sił w wieszakach, zainstalowane przy zakotwieniach górnych (16 punktów pomiarowych – 32 czujniki) pozwalające kontrolować przyrosty sił w wieszakach podczas użytkowania konstrukcji,
- czujniki do pomiaru zmian odkształceń elementów konstrukcyjnych, umożliwiające monitorowanie elementów konstrukcji w trakcie użytkowania (24 punkty pomiarowe – 48 czujników odkształceń),
- czujniki temperatury konstrukcji (26 punktów pomiarowych). Dopuszcza się zastosowanie czujników temperatury zintegrowanych z czujnikami do pomiaru innych wielkości fizycznych,
- inklinometry do pomiaru przechyłów kątowych dźwigarów łukowych i dźwigarów pomostu na kierunku podłużnym i poprzecznym (4 jednokierunkowe i 4 dwukierunkowe punkty pomiarowe). Czujniki umożliwiające pomiar przechyłów w płaszczyźnie

równoległej i prostopadłej do osi podłużnej mostu zostaną zamontowane w sąsiedztwie wszystkich czterech podpór,

- czujniki prędkości i kierunku wiatru umieszczone w kluczu jednego z łuków i w środku rozpiętości przęsła nurtowego (2 punkty pomiarowe). Celem stosowania czujników jest późniejsza analiza zachowania się konstrukcji wywołana wpływami pogody,
- akcelerometry - czujniki przyspieszeń - umieszczone na wieszakach jako elementach najbardziej podatnych aerodynamicznie oraz w wybranych punktach dźwigarów pomostu i łuków (18 jednokierunkowych i 2 dwukierunkowe punkty pomiarowe). Akcelerometry dwukierunkowe umożliwiające pomiar przyspieszenia w kierunku równoległym i prostopadłym do osi podłużnej mostu zostaną zainstalowane w środku rozpiętości przęsła nurtowego na jednej z podłużnic oraz w kluczu jednego z łuków,
- Serwer Lokalny, wbudowany w nodze łuku, zawierający między innymi następujące komponenty:
 - pamięć dyskowa złożona z dwóch mechanicznie niezależnych dysków,
 - niezależne wentylatory chłodzące wnętrze komputera,
 - inne elementy stosownie do występujących w systemie czujników i ich położenia względem Serwera Lokalnego,
 - urządzenie podtrzymania zasilania działające co najmniej 30 minut po wyłączeniu zasilania zewnętrznego,
 - urządzenie klimatyzacji wnętrza szafy mieszczącej wszystkie elementy Serwera Lokalnego,
 - urządzenia do przewodowego lub bezprzewodowego przesyłania danych do Centrum Gromadzenia Danych oraz komunikacji z tablicami zmiennej treści,
- Centrum Gromadzenia Danych, zlokalizowane poza mostem, zawierające między innymi następujące komponenty:
 - pamięć dyskowa złożona z dwóch mechanicznie niezależnych dysków,
 - niezależne wentylatory chłodzące wnętrze komputera,
 - urządzenie podtrzymania zasilania działające co najmniej 30 minut po wyłączeniu zasilania zewnętrznego,
 - urządzenia do przewodowego lub bezprzewodowego przesyłania danych oraz komunikacji z Serwerem Lokalnym.

Gotowy system monitoringu konstrukcji mostu powinien zapewniać stały zapis mierzonych parametrów w interwałach od 10 sekund do 60 minut, w zestawieniach dziennych, tygodniowych, miesięcznych i rocznych.

Dane z czujników muszą być odczytywane jednocześnie w ustalonych odstępach czasu i przesyłane do Serwera Lokalnego, gdzie odpowiednie oprogramowanie powinno przetwarzać sygnał i sterować wyświetlaniem informacji na tablicach zmiennej treści. Serwer Lokalny przesyła dane do Centrum Gromadzenia Danych. Tam dane pomiarowe są obrabiane i przetwarzane w taki sposób, by w czasie rzeczywistym wizualizować wyniki pomiarów w sposób pozwalający na ich

interpretacje bez konieczności dodatkowej obróbki. Dowolna liczba użytkowników powinna posiadać uprawnienia do logowania się poprzez sieć internet w celu przeglądania danych, ich analiz oraz kopiowania danych. Administrator systemu będzie posiadał możliwość definiowania i likwidacji użytkowników, jak również ich uprawnień dostępu do Centrum Gromadzenia Danych.

Pozyskiwanie danych w celu prowadzenia dodatkowej, pełniejszej analizy teoretycznej powinno być możliwe również bezpośrednio z Serwera Lokalnego.

Przygotowane pliki muszą być konwertowane do postaci zgodnej ze standardem przygotowywania danych (np. format TXT) przeznaczonych do dalszej analizy.

Przyjęty poziom dostępności do komputera sterującego pozyskiwaniem danych nie może stwarzać zagrożenia dla systemu spowodowanego poczynaniami osób nieupoważnionych.

2.3.2. Monitoring meteorologiczny mostu

Zadaniem systemu monitoringu meteorologicznego jest zaopatrywanie Centrum Gromadzenia Danych w ostrzeżenia i alarmy meteorologiczne oraz dane pomiarowe, opisujące stan nawierzchni i jej otoczenia, ze szczególnym uwzględnieniem monitorowania obecności i stężenia chemikaliów odladzających oraz parametrów fizycznych sprzyjających gołoledzi, na podstawie których można podejmować decyzje związane z poprawą warunków drogowych lub ograniczeniem niebezpieczeństwa w ruchu. Dane powinny być pozyskiwane w miejscu najbardziej niekorzystnym pod względem pogodowym, tj. bezpośrednio nad korytem rzeki.

Elementami pomiarowymi są czujniki instalowane w nawierzchni oraz na maszcie pomiarowym. Proponowany system zawiera następujące elementy:

- czujnik do pomiaru temperatury i wilgotności powietrza (1 szt.),
- czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru (1 szt.),
- czujniki do pomiaru widoczności i opadu atmosferycznego ze zdolnością rozróżnienia rodzaju opadu (deszcz, śnieg, śnieg z deszczem) (1 zestaw),
- czujnik drogowy do zastosowań mostowych do pomiaru między innymi temperatury nawierzchni, stanu nawierzchni z możliwością rozróżnienia nawierzchni suchej, wilgotnej lub mokrej, pokrytej szronem, błotem pośniegowym lub lodem, ze zdolnością detekcji chemicznych substancji odladzających, (2 szt.),
- stacji meteorologicznej z modułem do przewodowego lub bezprzewodowego przesyłania danych (1 szt.).

Gotowy system powinien zapewniać stały pomiar mierzonych parametrów w interwałach od 1 min. do 30 min. oraz dawać możliwość zapisu danych w zestawieniach dziennych, tygodniowych, miesięcznych i rocznych.

Dane z czujników muszą być odczytywane jednocześnie w ustalonych odstępach czasu i przesyłane do Serwera Lokalnego.

2.3.3. Monitoring wizyjny mostu

Zadaniem zamontowanych kamer jest przesyłanie do Centrum Gromadzenia Danych obrazu wizyjnego mostu (pomostu). Kamery pozwalają na zwiększenie zakresu dozoru ruchu drogowego, obserwację warunków pogodowych oraz identyfikację kolizji i zatorów drogowych, a także czynników wandalistycznych itp.

Proponuje się zastosowanie dwóch wizyjnych kamer dualnych o wysokiej rozdzielczości i zmiennej ogniskowej, pozwalających na prowadzenie obserwacji jezdni w dzień i w nocy w prześle głównym mostu. Rozdzielczość obrazu winna wynosić minimum 320 x 240 pikseli. Centrum Gromadzenia Danych powinno pozwalać na ciągłą obserwację (w przypadku łączności GPRS w interwale 15 min obrazu w formacie jpeg) mostu.

2.3.4. Znaki zmiennej treści

Zadaniem tablic informacyjnych jest wyświetlanie komunikatów tekstowych i znaków drogowych w celu przekazywania kierowcom treści informacyjnych mających wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu jazdy.

Zestaw znaków zmiennej treści przeznaczony do instalacji nad światłem jezdni o dwóch pasach ruchu powinien być umieszczony na konstrukcji wsporczej wspornikowej i zawierać:

- moduły graficzne, przeznaczone do wyświetlania znaków drogowych ostrzegawczych z grupy znaków wielkich (trójkąt o podstawie 1500 mm) oraz tablic T1 informujących o odległości znaku od miejsca niebezpiecznego (wysokość symboli 200 mm), oraz znaków drogowych zakazu z grupy znaków wielkich (okrąg o średnicy zewnętrznej 1250 mm),
- moduły tekstowe przeznaczone do wyświetlania predefiniowanych komunikatów tekstowych (dwie linijki po 9 znaków w jednej linijce).

System wizualizacji drogowej powinien wyróżniać automatyczne i manualne tryby pracy znaków zmiennej treści. Decyzje o trybie pracy znaku zmiennej treści i aktualnie wyświetlanej treści podejmować będzie Serwer Lokalny na podstawie analizy stanu mostu, sytuacji meteorologicznej, bieżących parametrów ruchu oraz z uwzględnieniem preferencji operatora systemu.


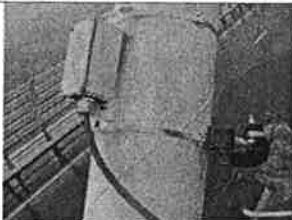

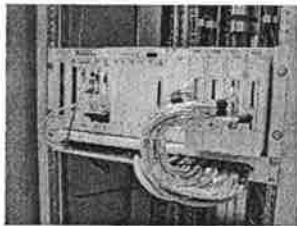
Tablice informacyjne winny być sterowane w dwóch podstawowych trybach:

- automatycznym, w którym decyzje o doborze wyświetlanych treści podejmowane są przez system zarządzający na podstawie analizy danych wejściowych, wprowadzanych do systemu automatycznie bądź manualnie oraz wcześniej skonfigurowanych procedur funkcjonowania w sytuacjach alarmowych, a także w sytuacjach braku podstaw do realizacji procedur alarmowych,
- manualnym, w którym wszystkie decyzje o wyświetlanej treści podejmowane są wyłącznie przez operatora systemu.

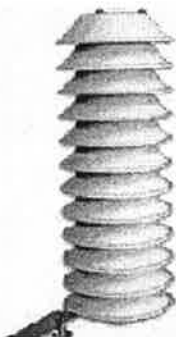
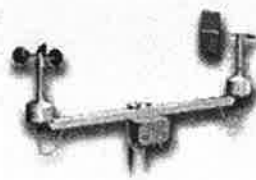


2.4. Elementy składowe systemu monitoringu




W tablicy 1 zestawiono elementy składowe systemu (zgodnie z rys. 2) z podaniem głównych charakterystyk.

Tablica 1. Charakterystyka składników systemu monitoringu

L.p.	Ilość	Czujnik lub składnik	Funkcja	Orientacyjny wygląd	Parametry
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Monitoring pracy konstrukcji					
1	32	Czujnik odkształceń do pomiaru przyrostu sił w wieszakach	Pomiar siły	Standardowy	Zakres standardowy: 10 000 $\mu\epsilon$ Dokładność: $\pm 0,1\%$ zakresu pomiarowego Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
2	48	Czujnik odkształceń do pomiaru odkształceń	Pomiar odkształceń	Standardowy	Zakres standardowy: 3000 $\mu\epsilon$ Dokładność: $\pm 0,1\%$ z.p. Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
3	26	Czujnik temperatury konstrukcji	Pomiar temperatury konstrukcji	Standardowy	Zakres standardowy: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$ Dokładność: $\pm 0,5\%$ z.p. Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
4	4+4	Czujnik do pomiaru przemieszczeń kątowych	Pomiar przemieszczeń kątowych	Standardowy	Zakres standardowy: $\pm 10^\circ$ Dokładność: $\pm 0,1\%$ z.p. Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
5	2	Czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru	Pomiar prędkości i kierunku wiatru		Zakres pomiaru: 0÷60 m/s porywy do 100 m/s Dokładność: $\pm 0,5$ m/s Zakres temperatur: $-30 \pm 60^\circ\text{C}$
6	8	Akcelerometry 1D- wieszaki	Pomiar przyspieszenia w jednym kierunku		Zakres pomiaru: $\pm 3g$ Zakres częstotliwości: 0÷100 Hz Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
7	10+2	Akcelerometry 1D i 2D - konstrukcja	Pomiar przyspieszenia w jednym- i dwóch- kierunkach		Zakres pomiaru: $\pm 3g$ Zakres częstotliwości: 0÷100 Hz Zakres temperatur: $-30 \pm 80^\circ\text{C}$
8	1+1	Serwer Lokalny i Centrum Gromadzenia Danych	Statyczne gromadzenie i przetwarzanie danych . Przetwarzanie sygnału.		Próbkowanie: 10 Hz Dokładność: 16 bits Zakres temperatur: $0 \pm 50^\circ\text{C}$

Monitoring meteorologiczny

9	1	Czujnik temperatury i wilgotności względnej powietrza	Pomiar temperatury i wilgotności względnej powietrza		<p>Zakres pomiaru temperatury: -40++60°C</p> <p>Dokładność pomiaru temperatury: Klasa B (PN-EN 60751)</p> <p>Zakres pomiaru wilgotności: 2+100% RH</p> <p>Dokładność pomiaru wilgotności: ±2%<90%RH ±3%>90%RH</p>
10	1	Czujnik prędkości i kierunku wiatru	Pomiar prędkości i kierunku wiatru		<p>Zakres pomiaru prędkości wiatru: 1+50m/s</p> <p>Dokładność pomiaru prędkości wiatru: <0,3m/s</p> <p>Zakres pomiaru kierunku wiatru: 0+360deg</p> <p>Dokładność pomiaru kierunku wiatru: <3deg</p> <p>Zakres temperatur: -50++55°C</p>
11	1	Czujniki widoczności i opadu atmosferycznego	Pomiar widoczności		<p>Zakres pomiaru widoczności: 20+2000m</p> <p>Dokładność pomiaru widoczności: <±3%</p> <p>Rozdzielczość pomiaru opadu: 0,1mm/h</p> <p>Dokładność pomiaru opadu: <±30%</p> <p>Moc elementu grzejnego: <±2,5W</p> <p>Czułość detekcji: <0,05cm² >7cm²</p> <p>Element czynny zakres temperatur: -40++55°C</p>
12	2	Czujnik drogowy	Pomiar temperatury nawierzchni, grub. warstwy wody lub lodu, stopnia zagrożenia gołoledzią, ilości i koncentracji chemicznych subst. odladzających		<p>Typ czujnika: analogowy</p> <p>Zakres pomiaru temperatury nawierzchni: -40++60°C</p> <p>Dokładność pomiaru: klasa B (PN-EN 60751)</p> <p>Zakres pomiaru grubości wody: 0+8mm</p> <p>Dokładność pomiaru: <0,1mm dla 0+1mm</p>

13	1	Stacja meteorologiczna	Rejestrowanie i przesyłanie danych		Temperatura: -40++55°C Wilgotność: 2+100% RH Wiatr: 0+60m/s Opad: 0+100mm Ciśnienie: 500+1100 hPa
Monitoring wizyjny					
14	2	Kamery wizyjne	Rejestrowanie obrazu		Czułość (min): 0,6 lx - kolor: 0,1 lx - mino: Rozdzielczość pozioma obrazu: >540 linii Zakres temperatur: -40++50°C
Znaki zmiennej treści					
16	2	Tablice informacyjne	Informowanie użytkowników drogi		Chromatyczność znaków: klasa C2 Luminacja: klasa L3 Kontrast: klasa R2 Kąt rozsyłu światła: klasa B3 Zakres temperatur: -40++60°C

3. PODSUMOWANIE

Podobne systemy monitoringu dużych obiektów mostowych stają się w chwili obecnej standardem pozwalającym na ciągłą diagnostykę, zarządzanie i utrzymanie mostu w sprawności.

Zaproponowany system monitoringu mostu może być dowolnie modyfikowany z redukcją jego elementów włącznie. Każdy z podsystemów pozyskiwania danych jest modułem niezależnym i może działać samodzielnie.

Każdy z podsystemów pozyskiwania danych można rozbudować (np. o stacje detekcji i pomiaru ruchu czy stacje ważenia pojazdów) lub zredukować w sensie liczebności jak i typów czujników. System jako całość można rozbudować do całościowego zarządzania drogą wraz obiektami inżynierskimi.

Niniejsze opracowanie jest uszczegółowieniem w zakresie liczby i cech czujników pomiarowych i ma charakter projektu koncepcyjnego. Wykonawca systemu monitoringu mostu zobowiązany jest wykonać projekt wykonawczy systemu i uzyskać akceptację Inwestora, Projektanta mostu oraz autorów niniejszej Koncepcji.

Opracowanie to może służyć do wykonania specyfikacji technicznych do przetargu na wykonanie systemu monitoringu mostu w Puławach.

4. PIŚMIENNICTWO

- [1] Gej K.: *Projekt wykonawczy mostu przez rz. Wisłę w m. Puławy, w ciągu drogi krajowej nr 12*, Projektowanie i Wykonawstwo Obiektów Mostowych „Pomost” Sp. z o.o., DHV Polska Sp. z o.o., marzec 2002.
- [2] Biliszczyk J.: *Mosty podwieszane. Projektowanie i realizacja*, Arkady, Warszawa 2005.

- [3] Biliszczyk J., Hildebrand M., Barcik W., Hawryszuk P.: *System obserwacji ciągłej mostu podwieszonego przez Wisłę w Płocku*. Inżynieria i Budownictwo, nr 7-8/2006.
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Z dnia 23 grudnia 2003r. Nr 220, poz. 2181. *Szczegółowe warunki techniczne dla znaków drogowych pionowych i warunki ich umieszczania na drogach*).
- [5] COST 323 *Weigh-in-Motion of Road Vehicles*. Final Report, Appendix 1 European WIM Specification Version 3.0, August 1999.
- [6] PN-EN 12966-1 – *Pionowe znaki drogowe. Znaki drogowe o zmiennej treści. Norma wyrobu*.
- [7] PN-EN 50132 – *Systemy alarmowe. Systemy dozoru CCTV stosowane w zabezpieczeniach. Wytyczne stosowania*.

Raport wpłynął do Redakcji I-14 w maju 2008

Raport otrzymują:

Zamawiający	3 egz.
Autorzy	2 egz.
Biblioteka i OINT	<u>1 egz.</u>
	6 egz.