POLITECHNIKA POZNAŃSKA
INSTYTUT INŻYNIERII LĄDOWEJ
ZAKŁAD BUDOWY MOSTÓW

Zlecenie nr: 12-179/11/JG/BR

Zleceniodawca:

Zarząd Dróg Miejskich

ul. Wilczak 16,

61-623 Poznań

EKSPERTYZA TECHNICZNA DWÓCH WIADUKTÓW W CIĄGU UL. BOLESŁAWA KRZYWOUSTEGO NAD UL. INFLANDZKĄ W POZNANIU

Opracowali:

dr hab. inż. Arkadiusz Madaj, prof. PP

dr inż. Iwona Jankowiak

Kierownik Zakładu Budowy Mostów

dr hab.inż. Arkadiusz Madaj, prof. PP

Poznań, marzec, 2011

1. Informacje wstępne.

Przedmiotem opracowania jest ocena stanu technicznego oceny stanu technicznego dwóch wiaduktów w ciągu ul. Bolesława Krzywoustego nad ul. Inflandzką w Poznaniu, wykonana na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich w Poznaniu (umowa nr UD-4407/1/2011)

W opracowaniu opinii wykorzystano:

- fragmenty dokumentacji: Projekt remontu chodników estakady katowickiej w ciągu ul. Krzywoustego w Poznaniu (droga krajowa nr 42) (Biuro Inżynieryjno-Techniczne KARO, Poznań, 1998),
- rysunki inwentaryzacyjne wiaduktu z roku 1980,
- opracowanie: Ocena stanu technicznego wiaduktów w ciągu ul. Bolesława Krzywoustego nad ul. Inflandzką w Poznaniu – Politechnika Poznańska, czerwiec 2009

Opinię wydano w oparciu o wymieniony dokumenty i badania obiektu przeprowadzone w lutym 2011 r.

2. Charakterystyka obiektu

Estakada znajduje w ciągu ul Krzywoustego w Poznaniu i przeprowadza ulicę nad terenami parowymi oraz ul. Inflandzką. Ulica jest dwujezdniowa i pod każda jezdnią zaprojektowano niezależną estakadę. Obiekt jest estakadą składającą się z 29 przęseł swobodnie podpartych o rozpiętości teoretycznej l_t = 18,0 m, wykonanych z belek prefabrykowanych typu WBS. Ponieważ estakada położona jest w łuku, rozstaw osiowy podpór jest zmienny: od 18,60 do 19,36 m. Całkowita długość estakady wynosi 557,06 m mierząc po łuku zewnętrznym i 542,32 mierząc po łuku wewnętrznym. Plan estakady pokazano na rys. 1.

W przekroju poprzecznym estakady pod jedną jezdnią występuje 9 dźwigarów, sprężonych, kablobetonowych typu WBS, zespolonych z płytą nadbetonu gr. 11 cm, ułożonej na prefabrykowanych płytach żelbetowych gr. 6 cm, stanowiących tracone deskowanie. Na obiekcie znajduje się dwie jezdnie (na każdym z dwóch równoległych obiektów jedna jezdnia) szerokości 10,50 m, chodnik szerokości 0,74 m i opaska szerokości 0,50 m. Całkowita szerokość jednej nitki wiaduktu wynosi 13,20 m. Przekrój poprzeczny wiaduktu pokazano na rys. 2

Podpory estakady są ramowe, w formie ram jednonawowych, dwusłupowych ze wspornikami. Wysokość podpór jest zmienna. Przyczółki są zatopione w nasypie.

Nawierzchnia na jezdniach i chodnikach jest bitumiczna. Brak jest urządzeń dylatacyjnych. Szczeliny dylatacyjne uszczelnione taśmą neoprenową przekryte są nawierzchnią bitumiczna. Na wiadukcie występuje oświetlenie umieszczone na masztach mocowanych do estakady.

Wiadukt został wybudowany w latach 70-tych ubiegłego wieku, przy czym w końcu lat dziewięćdziesiątych ubiegłego zostały przebudowane chodniki, a na obiekcie zamontowane bariery sprężyste. W roku 2003 wykonano naprawę podpór oraz niektórych dźwigarów. Kilka dźwigarów zostało wzmocnionych za pomocą taśm z włókna węglowego.

3. Opis stanu technicznego konstrukcji

3.1 Ogólna charakterystyka stanu technicznego

Ogólny stan techniczny wiaduktu jest zły, jakkolwiek stan poszczególnych elementów jest bardzo zróżnicowany. **Stan techniczny wiaduktu uległ wyraźnemu pogorszeniu od ostatniego przeglądu, przeprowadzonego w czerwcu 2009 roku**. Występują elementy, których stan jest dobry, obok elementów, których stan należy uznać za przedawaryjny i awaryjny. **Najpoważniejszej awarii uległy dwa dźwigary przęsła 6 w jezdni północnej (kierunku Poznania).** Zły jest również stan podpór. Praktycznie wszystkie podpory wykazują mniejsze lub większe uszkodzenia, a stan niektórych podpór można uznać za przedawaryjny (dotyczy to kilku wsporników belek oczepowych). W stanie awaryjnym są natomiast prawie wszystkie przekrycia dylatacyjne.

Jakkolwiek nie przeprowadzono pomiaru stopnia nasycenia betonu chlorkami, to na podstawie dotychczasowych doświadczeń można z całą pewnością przyjąć, że we wszystkich miejscach intensywnych przecieków wody przekroczona została graniczna zawartość chlorków, tj. w wypadku belek sprężonych 0.2% w stosunku do masy cementu i 0,4 % w wypadku elementów żelbetowych.

Miejsca wystąpienia uszkodzeń korozyjnych oraz miejsca innych uszkodzeń pokazano na rys. 3 i 4, a widok typowych uszkodzeń w załączonej dokumentacji fotograficznej.

3.2 Stan techniczny ustroju nośnego przęseł

Wszystkie uszkodzenia ustroju nośnego przęseł maja charakter korozyjny, a ich bezpośredni przyczyną jest przeciekając woda przez nieszczelną izolację, nieszczelne dylatacje oraz uszkodzony system odwodnienia mostu (źle osadzone wpusty, uszkodzone rury spustowe). Ponieważ przecieki wody przez płytę pomostową zlokalizowane są w zasadzie jedynie w pasmach przykrawężnikowych są one prawdopodobnie skutkiem uszkodzenia izolacji lub niestarannego jej wykonania w czasie przebudowy konstrukcji chodników i montażu barier sprężystych. Przecieki wody wzdłuż krawędzi wiaduktu i spowodowane tym uszkodzenia belek zlokalizowane są w różnych częściach poszczególnych przęseł. Trudno doszukać tu się jakiejś prawidłowości, co wskazuje na lokalne uszkodzenia izolacji a nie błędne rozwiązanie systemowe. Ciekawą obserwacją jest to, że przecieki występują zarówno przy dźwigarach zlokalizowanych w osi odwodnienia (co byłoby zrozumiałe), jak i po stronie przeciwnej. Liczba uszkodzonych korozyjnie belek spowodowana tą przyczyną jest natomiast zdecydowanie większa w wiadukcie północnym (wjazdowym do Poznania) niż w wiadukcie południowym (wyjazdowym Poznania). Należy podkreślić, że generalnie od ostatniego przeglądu nie zaobserwowano nowych miejsc przecieków wody, a istniejące uległy jedynie nasileniu. Wykonanie na jezdni północnej nowej nawierzchni (wjazdowej do Poznania) w zasadzie nie zmniejszyło liczby przecieków, co potwierdza hipotezą, że ich źródło znajduje się pod chodnikami i związane jest prawdopodobnie z uszkodzeniem izolacji w czasie przebudowy krawędzi przęseł i montażu barier sprężystych. W tym kontekście należy uznać za aktualne wszystkie wnioski dotyczące przecieków wody przez nieszczelna izolacją zawarte w ekspertyzie z 2009 roku.

Dźwigary sprężone (kablobetonowe) stanowiące podstawę ustroju nośnego przęseł są w zróżnicowanym stanie technicznym. W ogólności można przyjąć, że wszystkie dźwigary wewnętrzne są w dobrym stanie technicznym. Natomiast jeśli chodzi o dźwigary zewnętrzne (położone na skraju przęseł), to ich stan jest mocno zróżnicowany. Wzdłuż krawędzi estakady występują zarówno dźwigary, których stan można uznać za dobry, poprzez dźwigary w stanie przedawaryjnym do dźwigarów, które uległy awarii.

Stopień uszkodzenia niektórych dźwigarów jest bardzo duży. Wykonane w kilku miejscach odkrywki wskazują, że lokalnie doszło do korozji kabli sprężających (w tym do przerwania ich ciągłości i zmniejszeniem siły sprężającej), a w miejscach, w których korozja kabli jeszcze nie wystąpiła, skorodowana jest otulina oraz osłony kablowe. W związku z tym rozpoczęcie procesu korozji kabli jest tylko kwestią czasu. W kilku belkach stwierdzono

utratę ciągłości przynajmniej jednego kabla na skutek korozji. W dwóch dźwigarach doszło do utraty ciągłości więcej niż w jednym kablu, co doprowadziło do zarysowania, a właściwie pęknięcia dźwigarów. Ponieważ korozja spowodowana jest wodą z chlorkami stosowanymi do zimowego utrzymania dróg, stworzone zostały bardzo korzystne warunki do rozwoju korozji naprężeniowej, co może skutkować gwałtownym zerwaniem kolejnych kabli. Trudny, a praktycznie niemożliwy do oceny bez demontażu nawierzchni, jest stopień uszkodzenia głowic kabli w miejscu przecieków wody przez nieszczelne dylatacje. Jednak po intensywności przecieków można się liczyć, że również takie uszkodzenia występują. Nie można również wykluczyć, ze woda wniknęła w kanały kablowe i mogło dojść do korozji kabli, na razie bez widocznych wyraźnych oznak. **Lokalizację uszkodzonych korozyjnie belek pokazano na załączonym rysunkach 3 i 4 (oznaczenie jako stan awaryjny lub przedawaryjny).**

Poza korozją kabli występuje również korozja betonu i zbrojenia pomocniczego. Korozja kabli powoduje oczywiście zmniejszenie siły sprężającej, natomiast korozja betonu zmniejszenie efektywnego przekroju belek. Wykonane lokalne odkrywki betonu wskazują, że w wielu miejscach, po usunięciu otuliny betonu widoczne jest skorodowane zbrojenie pomocnicze. Zmniejszenie przekroju belek a także korozja zbrojenia pomocniczego są szczególnie groźne w strefach przypodporowych.

Największe uszkodzenia korozyjne belek, co spowodowało ich awarię w postaci zerwania kabli wystąpiły w przęsłach (numeracja od strony Franowa):

- wiadukt północy – przęsło: 6, 12, 18,23

- wiadukt południowy – przęsło17

Uszkodzenia o znacznym zakresie, grożące zerwaniem kabli i wystąpieniem awarii belek, stwierdzono w przęsłach:

- wiadukt północny – przęsło 1, 3, 4, 8, 9, 11, 13, 15, 21, 26, 27, 28

- wiadukt południowy – przęsło 7, 8, 12, 21,23.

Natomiast na skutek zerwania kabli, wystąpiły już poważne uszkodzenia (pęknięcia) w dwóch skrajnych belkach przęsła 6 (licząc od strony Kórnika) wiaduktu północnego (wjazdowego do Poznania). Charakter uszkodzeń wskazuje, ze skrajna belka (od strony chodnika) zastała całkowicie zniszczona i stanowi jedynie balast (brak zdolności przenoszenia obciążeń), natomiast belka przedskrajna ma rysy o znacznej rozwartości na prawie całej wysokości środnika. Zniszczenie belki przedskrajnej jest prawdopodobnie wynikiem osłabienia na skutek zerwania części kabli oraz przeciążenia wynikającego ze zmniejszenia nośności przęsła jako całości. Jakkolwiek zaobserwowano

dopiero zniszczenie dwóch dźwigarów, to należy liczyć się z tym, że jeśli nie zahamowane zostaną przecieki wody, to w krótkim okresie czasu, dojdzie do zniszczenia kilku następnych dźwigarów, oznaczonych na załączonych rysunkach jako znajdujących się w stanie przedawaryinym. Zmniejszenie prawdopodobieństwa zniszczenia kolejnych belek można uzyskać, poza ograniczeniem przecieków, dokonując ich odciążenia.

Niezmieniona w porównaniu z ekspertyzą z 2009 jest ocena wykonanych napraw uszkodzonych korozyjnie belek za pomocą taśm z włókien węglowych. Wykonana ponad 10 lat temu naprawa dała mocno ograniczony efekt. „Ponieważ nie zostały zahamowane zostały procesy korozji betonu, a taśmy zostały naklejone na skorodowany i nasączony chlorkami beton, w kilku miejscach widoczne są rdzawe wycieki wokół taśm, a co bardziej istotne same taśmy mają podłużne pęknięcia uszkodzenia taśm spowodowanych rozwijająca się korozją betonu stali. Ponadto, ponieważ korozja betonu i stali nie została zahamowana, to przyklejone do skorodowanej i odspajającej się otuliny taśmy wzmacniają belki tylko w ograniczonym zakresie. Zaobserwowano również nieefektywne wzmocnienia taśmami, polegające na ich przyklejeniu taśm tylko na ograniczonych odcinkach belek. W wypadu belek kablobetonowych, w których siła sprężająca przekazywana jest przede wszystkim przez zakotwienia na czole belki, przerwanie cięgna w dowolnym przekroju skutkuje w zmniejszenie siły sprężającej na całej długości belki, a nie tylko w miejscu zerwania kabla, więc wzmocnienie taśmami, żeby odniosło pożądany skutek musi być wykonane na całej długości belki." (Cytat z orzeczenia z 2009 roku.)

Jako skutek przecieków wody są również uszkodzenia płyty pomostowej w polach pomiędzy skrajna i przedskrajną belką oraz wsporników pochodnikowych. Największe uszkodzenia płyty pomostowej występują na wspornikach w pobliżu przerw dylatacyjnych, oraz wokół mocowania wpustów. W kilku miejscach wokół wpustów korozja doprowadziła do perforacji płyty. Uszkodzenia płyty pomostowej wokół wpustów przyczynia się do przyspieszonej korozji belek, jako efekt przecieków wody.

Generalnie można stwierdzić, że największe uszkodzenia korozyjne płyty pomostowej występują w tych samych miejscach, w których zaobserwowano uszkodzenia belek. Nie zaobserwowana natomiast uszkodzeń płyty pomostowej w innych miejscach przęseł, jak również nie zaobserwowano nowych przecieków w płycie pomostowej w porównaniu do wyników przeglądu wykonanego w 2009 roku. Można jedynie stwierdzić, że zaobserwowane w 2009 uszkodzenia uległy intensyfikacji.

Przykłady uszkodzenia przęseł zawarto w dołączona do ekspertyzy dokumentacji fotograficznej, a miejsca uszkodzeń pokazano na załączonych rysunkach.

3.3 Stan techniczny podpór

Stan techniczny podpór, podobnie jak stan techniczny przęseł, jest mocno zróżnicowany. Wnioski z poprzedniego przeglądu potwierdzone zostały obserwacjami dokonanymi w czasie aktualnego przeglądu. Podobnie jak w wypadku ustroju przęseł, również uszkodzenia podpór maja wyłącznie charakter korozyjny. Nałożyły się na to, co stwierdzono już w czasie poprzedniego przeglądu, że wiele uszkodzeń ma charakter wtórny – jest efektem złego przygotowania do naprawy podpór w czasie poprzedniego remontu estakady. Odsłonięte zbrojenie przed wykonaniem warstwy reprofilacyjnej zostało źle oczyszczone i nie zabezpieczone przed korozją, a warstwa reprofilacyjna została nałożona na podłoże niestarannie oczyszczone ze skorodowanego betonu. Ponadto nie została usunięta najistotniejsza przyczyna korozji podpór – przecieki przez nieszczelne urządzenia dylatacyjne i uszkodzone rynny pod dylatacjami.

Szczególnie niebezpieczne są uszkodzenia wsporniki oczepów filarów, które od poprzedniego przeglądu uległy wyraźnemu nasileniu. Na skutek korozji betonu pod skrajnymi belkami, w niektórych filarach doszło do wyłupania fragmentów belek lub występują zarysowania, które w wielu podporach już skutkują wyłupaniem fragmentów głowic. Skutkiem tego jest osłabienie mocowania łożysk i podparcia skrajnych belek. **Szczególnie groźne jest uszkodzenie wspornika podpory nr 10 jezdni południowej (wyjazdowej z Poznania - patrz rysunek 4).** Ocenia się, że sposób niszczenia betonu wsporników oczepów jest typowy do korozji spowodowanej działaniem soli Friedla, a więc niszczenia struktury betonu na skutek nasycenia chlorkami. Stan ten powoduje istotne obniżenie nośności wsporników .

Poza opisanymi uszkodzeniami, na skutek przecieków wody w większym lub mniejszym stopniu uszkodzone są głowice prawie wszystkich filarów i zablokowane na skutek korozji łożyska. Stopień uszkodzeń korozyjnych uległ wyraźnemu nasileniu od ostatniego przeglądu.

3.4 Stan techniczny wyposażenia

Izolacja na wiadukcie w strefach przykrawężnikowych jest uszkodzona praktycznie na całej długości obu jezdni obiektu. Jest to prawdopodobnie efektem źle wykonanych prac izolacyjnych w czasie przebudowy chodników i montażu barier sprężystych. Brak jest

natomiast przecieków w pozostałych fragmentach przęseł, co wskazuje, że izolacja w tych fragmentach przęseł nie jest uszkodzona.

Uszkodzone są również prawie wszystkie uszczelnienia przerw dylatacyjnych wykonane z taśm z tworzywa sztucznego. Przecieki koncentrują się przede wszystkim przy krawężniku – w linii odwodnienia. Zastosowane rozwiązanie, polegające na zamocowaniu w przerwach dylatacyjnych pod wspornikami chodnikowymi rynien, z krótkimi rurami spustowymi do przejęcia przeciekającej wody, nie zdało egzaminu. Ponadto wiele zamocowanych rynien jest uszkodzonych, a woda wyciekająca ze szczeliny rozlewa się po konstrukcji przęsła i ścieka na filary.

System odwodnienia wiaduktu jest uszkodzony. Uszkodzenia odwodnienia związane są przede wszystkim ze złym mocowaniem wpustów. Płyta pomostowa wokół wpustów jest uszkodzona i wielu miejscach wokół wpustów występują dziury, przez które woda spływa nie do kanalizacji deszczowej, a bezpośrednio pod konstrukcję. W niektórych wypadkach rury spustowe są ponadto zsunięte z wylotów wpustów lub mają dziury. Przecieki wody wokół wpustów, nawet gdy brak jest oznak ich złego osadzenia w płycie pomostowej, wskazują na nieprawidłowe połączenie izolacji z wpustem.

Nawierzchnia na wiadukcie jezdni PN (wjazdowej do Poznania) jest w ogólnie dobrym stanie. Ma to związek z faktem, że po poprzednim remoncie została wykonana nowa nawierzchnia. Nie mniej w kilku miejscach nad dylatacjami wystąpiły pęknięcia nawierzchni. W złym stanie jest natomiast nawierzchnia jezdni Pd (wyjazdowej z Poznania). Występują w niej liczne spękania i ubytki. Szczególnie w złym stanie jest nawierzchnia nad dylatacjami. Jest ona w tych miejscach bardzo silnie spękana, występują ubytki, a dodatkowo w pasie ruchu przy wewnętrznej krawędzi nawierzchnia nad dylatacjami jest uniesiona, czego objawem w czasie jazdy samochodem są wyraźne podskakiwania pojazdu. Należy w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że aktualne badania były wykonywane w czasie kilkustopniowego mrozu, przy czym silne mrozy poniżej -15^{o} utrzymywały się w nocy przez dłuższy okres. Ponieważ tego zjawiska nie obserwowano w czasie przeglądu wykonywanego latem można domniemywać, że jest to efektem wysadzin spowodowanych zamarzającą wodą. Wykonane nakładki spowodowały ponadto, że wpusty do odprowadzenia wody znajdują się aktualnie kilka centymetrów poniżej poziomu jezdni.

W stanie awaryjnym są praktycznie wszystkie dylatacje, a zwłaszcza końcowe ich odcinki. Beton płyty pomostowej w tych miejscach odpadł i odsłonięte są taśmy użyte do uszczelnienia szczelin dylatacyjnych. Również zniszczone są prawie wszystkie rynny zamocowane na krawędzi przęseł pod dylatacjami, których celem było przejęcie

przeciekające przez nieszczelna dylatacje wody i odprowadzenie jej w taki sposób, by nie kapała na filary. W konsekwencji woda wyciekająca z dylatacji zalewa wsporniki podpór.

Szczególnie groźnym zjawiskiem dla użytkowników przestrzeni podmostowej są odpadające fragmenty, i to znacznych rozmiarów, płyty pomostowej i belek podporęczowych.

4. Ocena stanu technicznego

4.1 Ogólna ocena stanu technicznego

Stan techniczny wiaduktu jako całości jest zły, a stan niektórych elementów konstrukcyjnych grozi awarią. Niektóre elementy uległy już awarii. Najpoważniejsza awaria wystąpiła w przęśle 6 wiaduktu północnego (wjazdowego do miasta). Potwierdziły się tym samym oceny zawarte w ekspertyzie z 2009 r. **Poza elementami, które już uległy awarii, zagrożone awarią jest w dalszym ciągu kilka dźwigarów, zwłaszcza w wiadukcie północnym (w kierunku centrum miasta) a także fragmenty płyt pomostowych wokół mocowania wpustów.** W porównaniu z poprzednim przeglądem pogorszył się stan podpór. Tym samym zwiększyło się zagrożenie niebezpieczeństwem utraty stateczności podparcia niektórych dźwigarów. **W znacznym stopniu uszkodzony jest system ochrony wiaduktu przed wodą. Uszkodzenia dotyczą przede wszystkim izolacji pomostu w obszarach pod chodnikami, odwodnienia dylatacji a także części wpustów (ich mocowania) oraz rur spustowych.** W dobrym stanie jest natomiast izolacja pod jezdnią.

Istotnym stwierdzeniem dotyczącym stanu technicznego wiaduktu jest to, że od ostatniego przeglądu w zasadzie nie pojawiły się nowe ogniska korozji, a jedynie nasiliły się już występujące uszkodzenia korozyjne. Potwierdziły się natomiast w całej rozciągłości diagnozy co do przyczyn powstałych uszkodzeń.

4.1 Elementy konstrukcyjne.

Generalnie nie zaobserwowano oznak, które by świadczyły o przeciążeniu konstrukcji, zarówno przęseł jak i podpór, **za wyjątkiem dwóch dźwigarów przęsła 6, jezdni północnej (wjazdowej do Poznania),.w których na skutek zmniejszenia siły sprężającej spowodowanych korozją kabli wystąpiły symptomy świadczące o ich przeciążeniu.** Jednak stan techniczny innych dźwigarów wskazuje, że korozja kabli sprężających (zerwanie

na skutek korozji) lub rozpoczęte procesy korozji mogą doprowadzić, lub już doprowadziły do istotnego zmniejszenia siły sprężającej, a to powoduje zmniejszenie nośności dźwigarów i grozi awarią kolejnych. **Wykonane odkrywki w miejscach, których wystąpiły objawy korozji wykazały, że cięgna uległy zerwaniu w wyniku lub, że procesy korozyjne są zaawansowane w takim stopniu, że zerwanie kabli może nastąpić w najbliższym czasie.** Stan taki grozi poważną awarią konstrukcji przęseł. Jest to o tyle istotne, że uszkodzone belki są zlokalizowane na skraju przęseł, a więc pod pasami ruchu, po którym odbywa się najczęściej ruch relatywnie wolnych i ciężkich pojazdów. **Trudne do oszacowania jest natomiast zagrożenie bezpieczeństwa na skutek korozji głowic i z tego powodu zerwania kabli. Zaobserwowane pęknięcia pionowane na niektórych belkach na styku belki i dobetonowanej części stanowiącej ochronę głowic, może świadczyć, że doszło do korozji głowic kotwiących kable.**

Zmniejszenie nośności przekroju jest skutkiem nie tylko zmniejszenia siły sprężającej, ale również skutkiem zmniejszenia w wyniku korozji wytrzymałości betonu oraz zmniejszeniem efektywnego pola przekroju belek. Szacuje się, że powstałe uszkodzenia niektórych belek mogły w aktualnym stanie zmniejszyć ich nośność o ponad 50% pierwotnej nośności. Wyraźny na razie brak oznak przeciążenia całych przęseł w wyniku uszkodzenia niektórych dźwigarów głównych jest efektem współpracy pozostałych, nieuszkodzonych belek, które pracując w układzie rusztowym przejmują obciążenie od uszkodzonych belek. **Jednak stan taki nie można traktować jako „normalny" ponieważ stwarza on trudny do przewidzenia zagrożenie bezpiecznej eksploatacji obiektu w dłuższej perspektywie czasowej.**

Istotnym z punktu widzenia bezpiecznej eksploatacji przęseł jest uszkodzenie krawędzi podparcia niektórych belek. Zaobserwowane w kilku miejscach spękania głowic filarów mogą zagrażać bezpiecznej eksploatacji. Należy ponadto podkreślić, że ciągłe zalewanie wodą oczepów i nie zahamowanie procesów korozji może doprowadzić do awarii.

Stan techniczny płyty pomostowej nie budzi na razie większych zastrzeżeń, poza strefami zlokalizowanymi bezpośrednio wokół wpustów. Uszkodzenia płyty pomostowej wokół wpustów grożą jej załamaniem w wypadku najechania pojazdu w ich pobliże. Można się ponadto również liczyć z tym, że jeśli nawet w chwili obecnej nie występuje korozja w stopniu powodującą perforację płyty wokół wpustów, to gdy nie zahamowane zostaną procesy korozji, perforacja płyty nastąpi również przy innych wpustach. Diagnoza ta jest potwierdzeniem diagnozy postawionej w czasie przeglądu przeprowadzonego w 2009 roku.

W ogólności stan techniczny podpór jest bardzo zróżnicowany. Generalnie można uznać, że środkowe części oczepów oraz słup filarów są stanie aktualnie nie zagrażającym bezpiecznej eksploatacji. Odmiennie jest w wypadku wsporników. W znacznej liczbie wsporników rozwijająca się korozja betonu powoduje trudne do oszacowania obniżenie nośności. Stan techniczny części wsporników oczepów może stanowić zagrożenie bezpiecznej eksploatacji. **Aktualnie największe zagrożenie stanowi wspornik podpory 10 jezdni południowej (wyjazdowej z Poznania), gdzie stopień korozji betonu jest znaczny i z tej przyczyny wyraźnie obniżona została nośność.**

Rozwijająca się korozja przeważającej liczby podpór powoduje ponadto wyraźne obniżenie ich trwałości i nie wykonania w najbliższej przyszłości remontu spowoduje obniżenie również nośności. Rozpoczynający się w wielu miejscach druga faza niszczenia żelbetu (odpadanie otuliny) spowoduje w krótki okresie zmniejszenie efektywnego przekroju zbrojenia. Skutki tego obserwowane były już w czasie poprzedniego przeglądu w postaci zawansowanej korozji zbrojenia (rdzawe wykwity) oraz odpadaniem otuliny zbrojenia. Również przeciekająca w dalszym ciągu woda przez nieszczelne dylatacje i uszkodzone wpusty powoduje nasycenie betonu chlorkami, co przyczynia się do zmniejszenia wytrzymałości betonu, zmniejszenie mrozoodporności a także ma korzystny wpływ na rozwój korozji zbrojenia.

W porównaniu z ostatnim przeglądem nastąpił wyraźny postęp w korozji belek podporęczowych. Stan ten jakkolwiek nie stanowi aktualnie bezpośredniego zagrożenia bezpiecznej eksploatacji wiaduktu, wpływa jednak na bezpieczeństwo użytkowników przestrzeni pod wiaduktem jako, że spadające fragmenty belek podporęczowych (niektóre o znacznych rozmiarach) stwarzają realne zagrożenie zdrowia a nawet życia.

4.2. Elementy wyposażenia

W aktualnym stanie technicznym uważa się, że izolacja, odwodnienie i urządzenia dylatacyjne są zniszczone i nie spełniają swojej funkcji. Przedstawiony opis stanu izolacji, urządzeń dylatacyjnych i systemu odwodnienia wskazuje, że w praktyce jako całość obiekt nie jest chroniony przed wodą. Stan tych urządzeń wskazuje, że zostały one źle zaprojektowane i wykonane, i po wielu latach eksploatacji nie wypełniają swojej funkcji.. Nałożył się na to prawdopodobnie nieprawidłowo przeprowadzony remont (przebudowa) związany z montażem barier sprężystych.

Aktualnie, po wykonanym remoncie, nawierzchnia na jezdni północnej (wyjazdowej z Poznania) nie stwarza zagrożenia bezpiecznej eksploatacji. Zagrożenie takie natomiast stanowi stan nawierzchni na wiadukcie południowym (wyjazdowym z miasta), a przede wszystkim stan nawierzchni w obszarze dylatacji. Należy ponadto się liczyć z tym, że po zimie stan ten ulegnie wyraźnemu pogorszeniu.

Istotne zagrożenie, ale bezpieczeństwa użytkowników przestrzeni pod estakadą stanowią zwisające fragmenty odwodnienia, które w każdej chwili mogą się urwać i spaść na użytkowników przestrzeni pod obiektem.

5. Wnioski.

Stan techniczny wiaduktu wymaga podjęcia pilnego remontu, a właściwie przebudowy. W tym względzie pozostają aktualne wszystkie zalecenia podane w ekspertyzie z roku 2009, a mianowicie: „Remont wiaduktu musi być połączony z przebudową wszystkich urządzeń dylatacyjnych, z zaleceniem przynajmniej częściowej ich likwidacji. Liczba możliwych do likwidacji urządzeń dylatacyjnych musi być poprzedzona stosowną analizą statyczno-wytrzymałościową, w połączeniu z koncepcją przebudowy wiaduktu np. zamianą istniejącego sytemu przęseł swobodnie podparte w ustrój ciągły (przynajmniej doprowadzenie do powstania segmentów składających się z kilku ustrojów ciągłych). Uważa się ponadto, że nie jest celowe doraźne wzmacnianie uszkodzonych belek, ze względu na stopień zawansowania korozji i nasycenia betonu chlorkami. Skuteczne wzmocnienie musiałoby być połączone z usunięciem skażonego środkami związkami korozyjnogennymi (chlorkami) betonu, co w związku ze stopniem skorodowania w praktyce sprowadzałoby się do rozebrania fragmentu belki, co w konsekwencji oznacza jej demontaż."

W porównaniu z poprzednim przeglądem, w którym we wnioskach stwierdzono, że zachodzi realne niebezpieczeństwo awarii przęseł, aktualnie stwierdzono wystąpienie poważnej awarii części przęsła 6 (licząc od strony Kórnika – jezdnia w kierunku miasta). Przeprowadzona analiza uszkodzeń ustroju nośnego i miejsc ich lokalizacji wskazuje, że w odniesieniu do kilku innych przęseł zachodzi również realne niebezpieczeństwo awarii. Dotyczy to tych przęseł, w których doszło do zawansowanej korozji, w tym początku korozji kabli sprężających lub zerwania pojedynczych kabli (patrz rysunek 3 i 4 – inwentaryzacja uszkodzeń). Również zagrożenie bezpiecznej eksploatacji stanowi stan płyty pomostowej w pobliżu niektórych wpustów, która może ulec załamaniu w wypadku bezpośredniego najechania koła ciężkiego pojazdu.

Stan techniczny elementów wyposażenia związany z odwodnieniem wiaduktu jest tak zły, że w praktyce, poza małymi wyjątkami, można uznać, że jest całkowicie zniszczony i nie spełnia swojej funkcji i musi być wymieniony. Podobna ocena dotyczy urządzeń dylatacyjnych. Stan tych elementów wyposażenia ma istotny wpływ na trwałość i nośność konstrukcji.

W oparciu o przeprowadzony przegląd i badania obiektu stwierdza się, że zalecany jest pilny remont, a właściwie przebudowa obiektu. Porównując aktualny stan obiektu ze stanem z roku 2009 stwierdza się, ze procesy korozyjne uległy wyraźnemu przyspieszeniu i tylko remont nie jest już wystarczający.

Zakres przebudowy musi być ustalony na podstawie rachunku ekonomicznego. Uważa się, że przebudowana (wzmocniona) musi być znaczna liczba podpór. Ocenia się, że w aktualnym stanie technicznym możliwe jest zachowanie ok. 50-60% podpór, dokonując ich stosownego wzmocnienia (oczepów i nóg). W pozostałej liczbie podpór konieczna będzie, przynajmniej częściowa rozbiórka oczepów i wykonanie nowych oraz wzmocnienie nóg. W odniesieniu do przęseł, to jeśli zostanie podjęta decyzja o ich naprawie, konieczna będzie wymiana znacznej liczby belek skrajnych oraz pewnej liczby belek przedskrajnych oraz naprawa płyty pomostowej. W wypadki podjęcia decyzji o remoncie przęseł zaleca się częściowe uciąglenie konstrukcji (zastąpienie ustroju składającego się z belek swobodnie podpartych, dwoma lub trzema ustrojami ciągłymi). Korzystną alternatywa może okazać się zastąpienie istniejącego ustroju betonowego całkowicie nową konstrukcją np. zespoloną stalowo-betonową, z pozostawieniem jedynie naprawionych i wzmocnionych nóg i zastąpienie oczepów filarów poprzecznicami przęseł.

Niezależnie od przyjętej strategii, remont, a właściwie przebudowa wiaduktu, musi odbyć się w możliwie krótkim okresie czasu, w przeciwnym razie istnieje realne niebezpieczeństwo całkowitego wyłączenia wiaduktu z eksploatacji w ciągu najbliższych kilku lat.

6. Warunki dalszej eksploatacji konstrukcji

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz, **dopuszcza się warunkowo dalszą eksploatację konstrukcji na okres roku tj. do marca 2012 roku, z możliwością przedłużenia o kolejny rok, pod warunkiem wykonania przed tym ponownego szczegółowego przeglądu.**

Warunkiem dopuszczenie do dalszej warunkowej eksploatacji w wymienionym okresie jest:

- **zmniejszenie szerokości użytkowej wiaduktu, do dwóch pasów ruchu (2 x 3,5 = 7,0 m), wyłączając z ruchu pasy przykrawężnikowe o szerokości 1,75 każdy (rys. 2a); zawężenie jezdni musi być wykonane w sposób trwały, przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń bezpieczeństwa ruchu uniemożliwiający wjazd pojazdów na wyłączone pasy jezdni,**

- wykonanie lokalnych napraw nawierzchni na wiadukcie południowym (wyjazdowym z miasta); dotyczy to przed wszystkim obszarów nad dylatacjami; zabieg ten powinien być połączony z tymczasowym uszczelnieniem dylatacji,

- **poddanie obiektu regularnej kontroli (minimum raz na 3 miesiące), przede wszystkim pod kątem oceny stanu technicznego skrajnych, korozyjnie uszkodzonych dźwigarów.**

- **wykonanie doraźnego wzmocnienia (ograniczonego do zabezpieczenia przed ewentualnym złamaniem) uszkodzonych belek w przęśle 6 wiaduktu północnego (wjazdowego do Poznania)**

Ponadto należy:

- uszczelnić doraźnie miejsca mocowania wpustów oraz naprawić uszkodzone rury spustowe,

- naprawić uszkodzone rynny odwadniające dylatacje,

- uszczelnić nawierzchnie nad dylatacjami (zabieg ten połączyć z naprawą nawierzchni w tych fragmentach jezdni)

- usunąć skorodowane fragmenty płyty pomostowej (przy dylatacjach) oraz fragmenty gzymsów (belek podporęczowych),

Powyższe zabiegi mają na celu poprawę bezpieczeństwa eksploatacji przestrzeni pod wiaduktem a także i zahamować destrukcję obiektu.

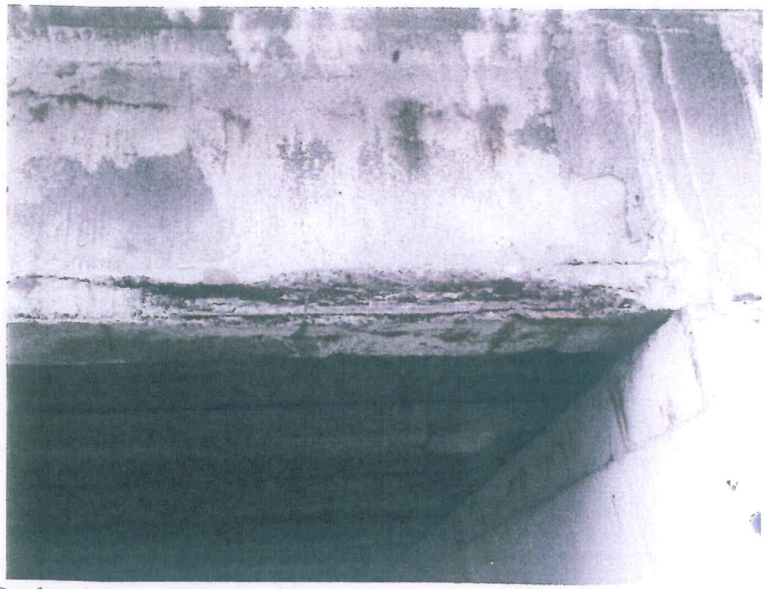
Opracowali:

dr hab. inż. Arkadiusz Madaj, prof. PP

(upr. nr 7121/133/P/2001)

dr inż. Iwona Jankowiak

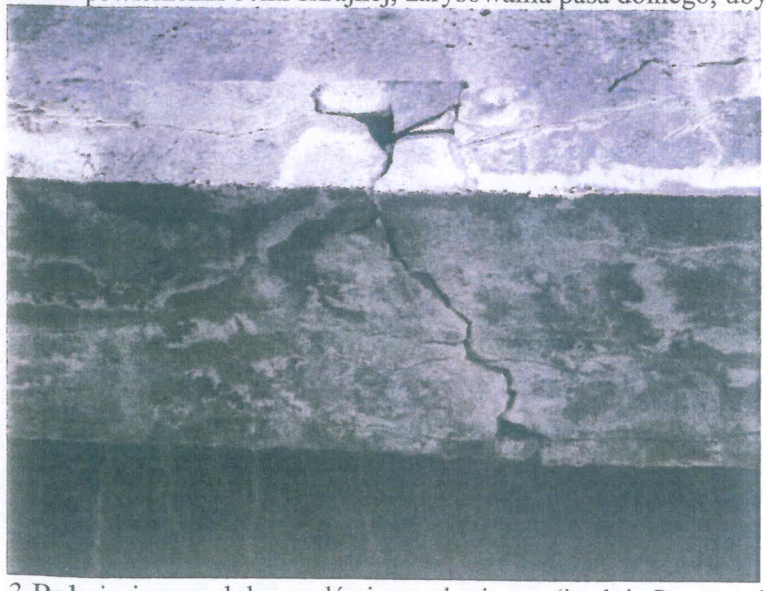
Dokumentacja fotograficzna



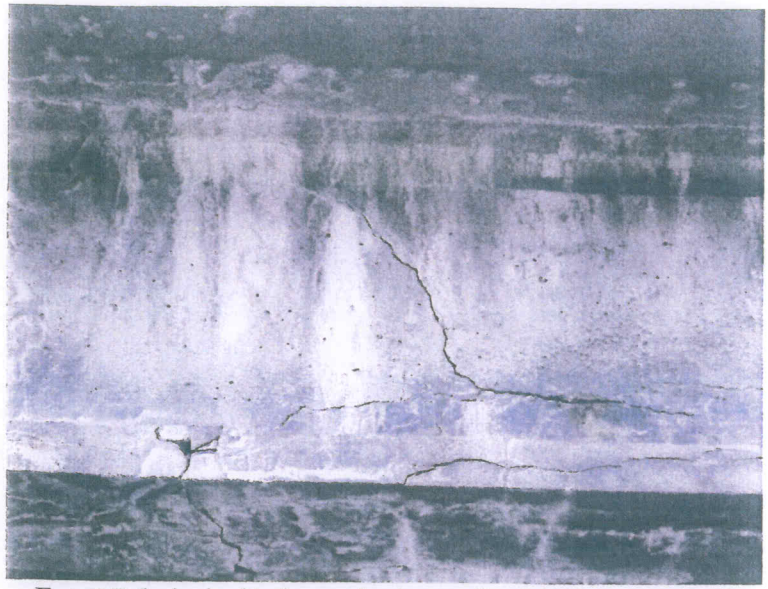
Fot. 1 Spękania pasa dolnego dźwigara- odsłonięte korodujące kable sprężające



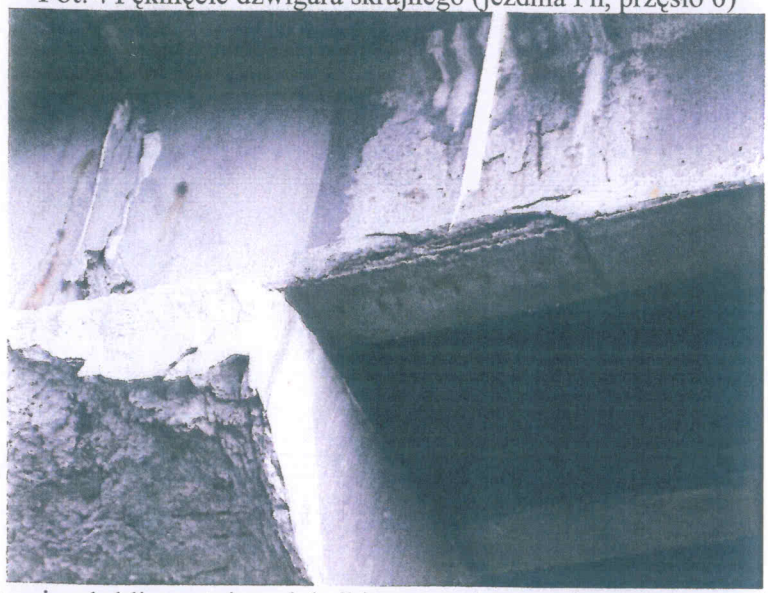
Fot. 2 Zacieki na powierzchni belki skrajnej, zarysowania pasa dolnego, ubytki gzymsu



Fot. 3 Pęknięcie pasa dolnego dźwigara skrajnego (jezdnia Pn, przęsło 6)



Fot. 4 Pęknięcie dźwigara skrajnego (jezdnia Pn, przęsło 6)



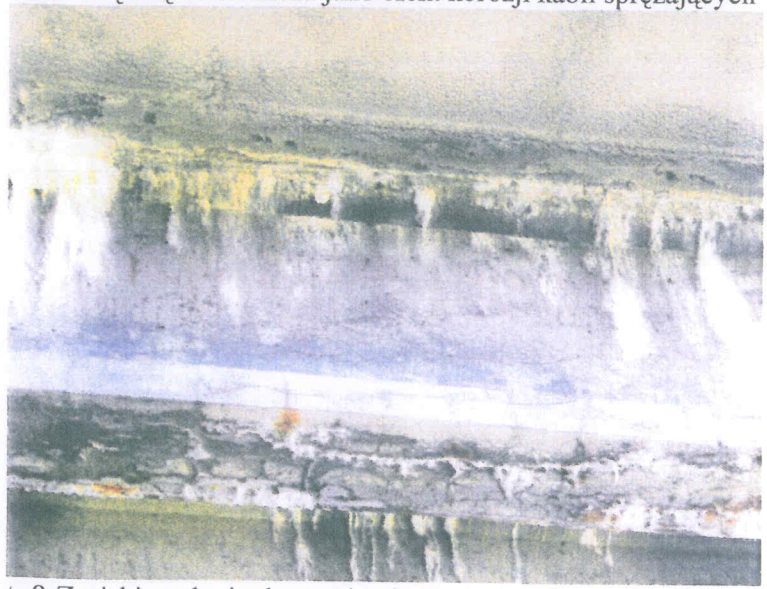
Fot. 5 Korozyjne kabli sprężających belki przy podporze – korozja wspornika podpory



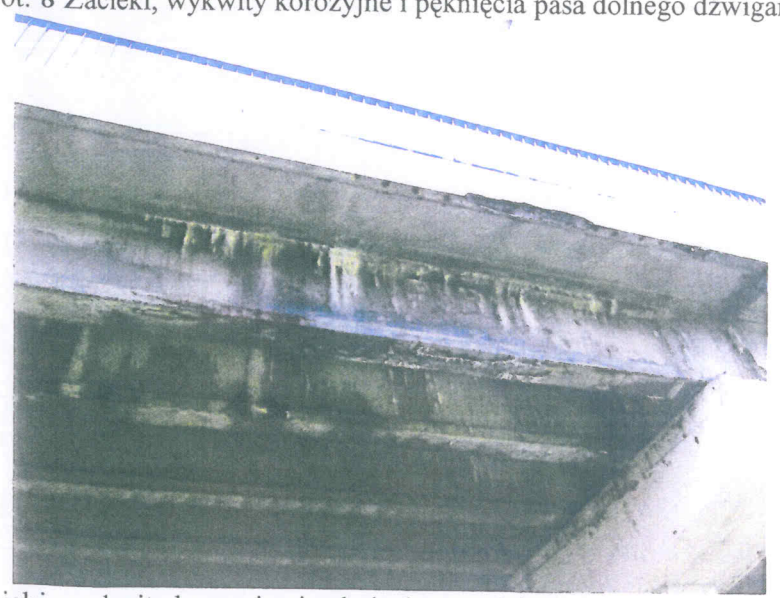
Fot. 6 Korozja kabli przy nieszczelnej rurze spustowej



Fot. 7 Pęknięcia środnika jako efekt korozji kabli sprężających



Fot. 8 Zacieki, wykwity korozyjne i pęknięcia pasa dolnego dźwigara



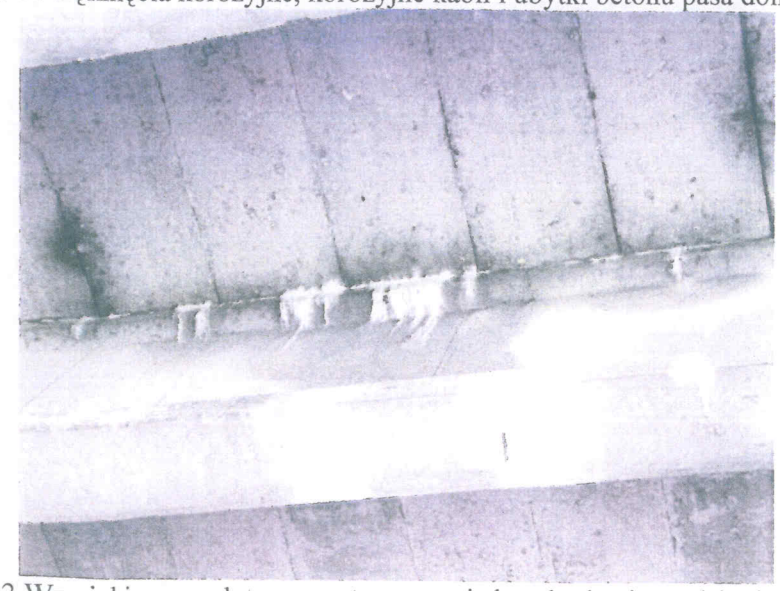
Fot. 9 Zacieki, wykwity korozyjne i pęknięcia pasa dolnego dźwigara, korozja gzymsu



Fot. 10 Uszkodzona rura spustowa, pęknięcie korozyjne pasa dolnego dźwigara



Fot. 11 Pęknięcia korozyjne, korozyjne kabli i ubytki betonu pasa dolnego



Fot. 12 Wycieki przez płytę pomostową pomiędzy skrajna i przedskrajną belką



Fot. 13 Wycieki z płyty pomostowej, korozja pasa dolnego



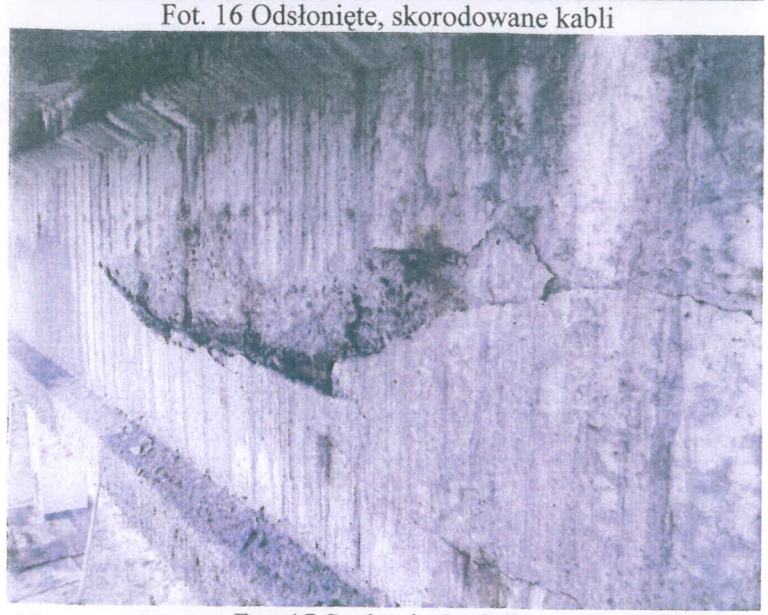
Fot. 14 Spękania pasa dolnego, korozja kabli



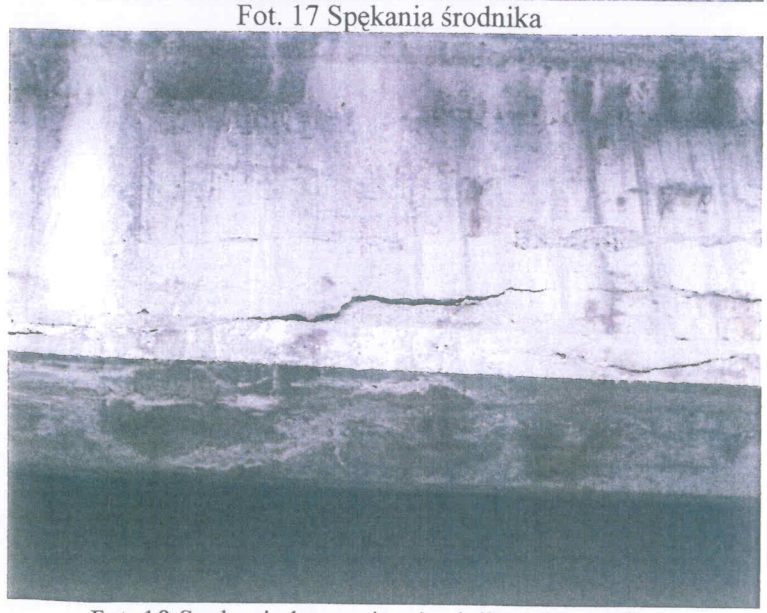
Fot. 15 Korozja kabli, odsłonięte i korodujące strzemiona



Fot. 16 Odsłonięte, skorodowane kabli



Fot. 17 Spękania środnika



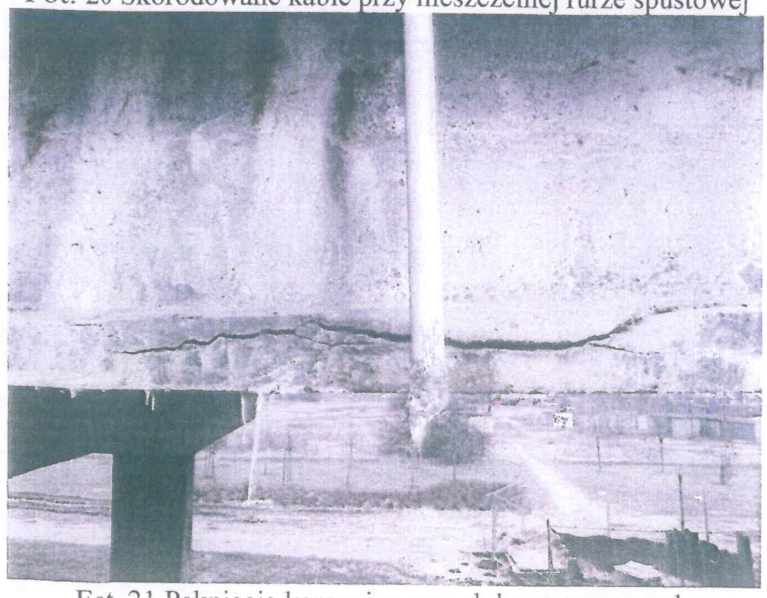
Fot. 18 Spękania korozyjne środnika i pasa dolnego



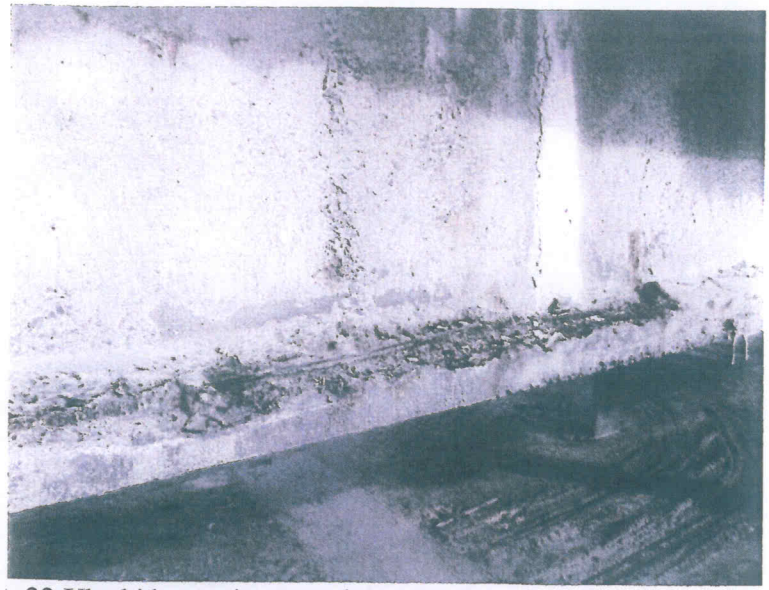
Fot. 19 Ubytki betonu pasa dolnego, odsłonięte i zerwane w wyniku korozji kable



Fot. 20 Skorodowane kable przy nieszczelnej rurze spustowej



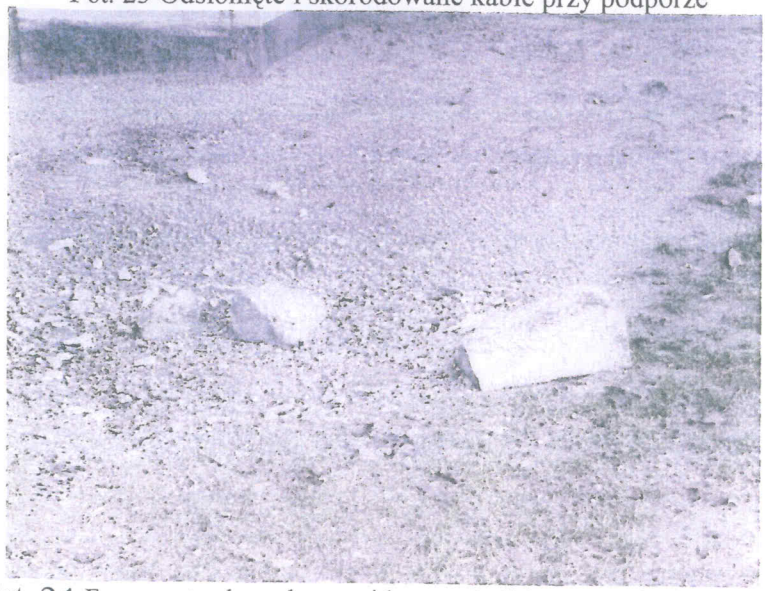
Fot. 21 Pęknięcia korozyjne pasa dolnego przy sączku



Fot. 22 Ubytki korozyjne pasa dolnego, odsłonięte skorodowane kable



Fot. 23 Odsłonięte i skorodowane kable przy podporze



Fot. 24 Fragmenty skorodowanej konstrukcji leżące pod wiaduktem



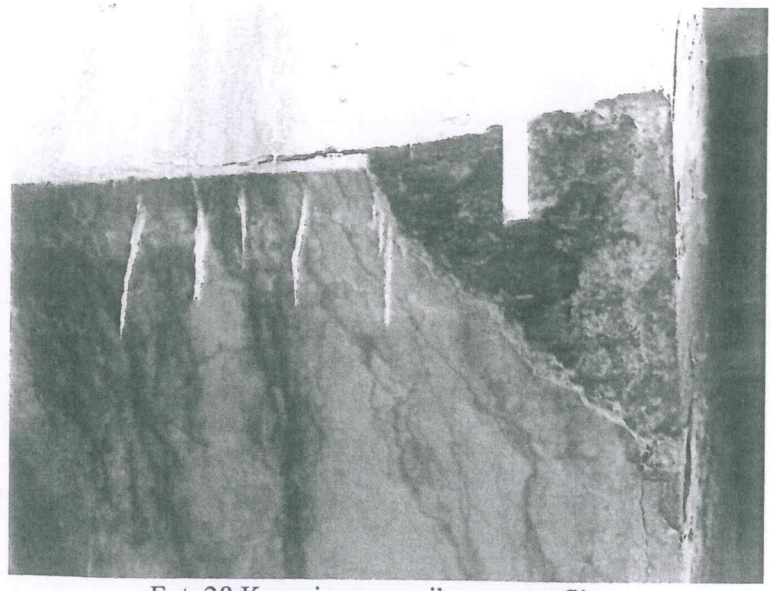
Fot. 25 Fragmenty skorodowanej konstrukcji leżące pod wiaduktem



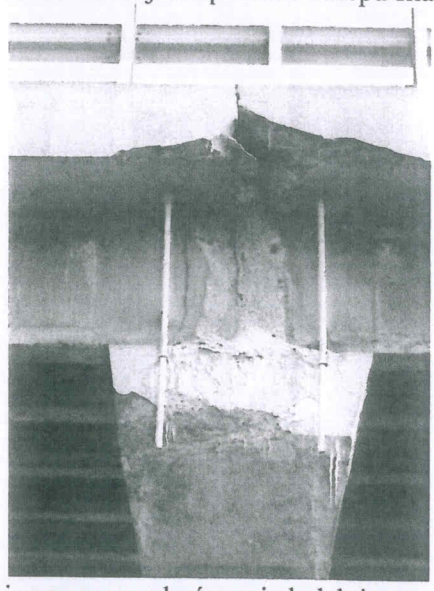
Fot. 26 Fragmenty skorodowanej konstrukcji leżące pod wiaduktem



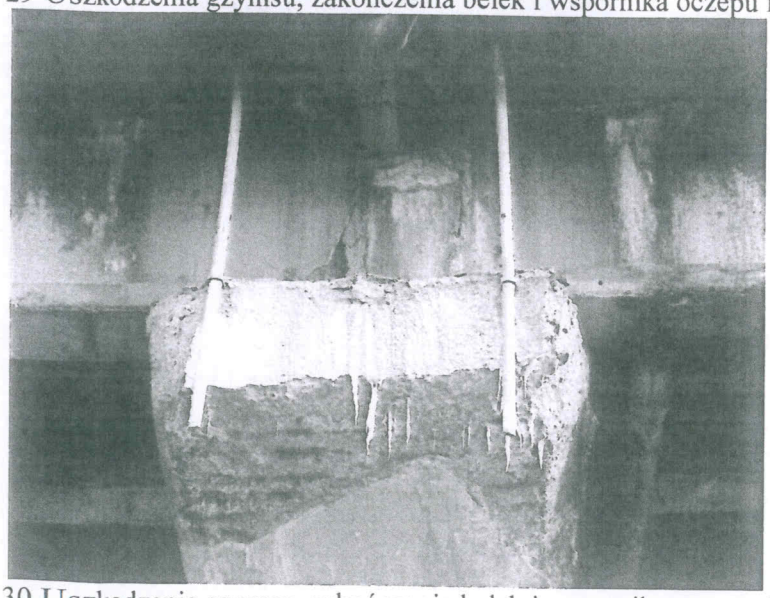
Fot. 27 Fragmenty skorodowanej konstrukcji leżące pod wiaduktem



Fot. 28 Korozja wspornika oczepu filara



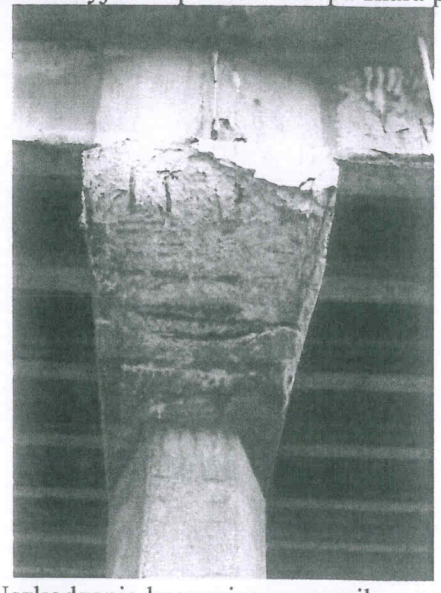
Fot. 29 Uszkodzenia gzymsu, zakończenia belek i wspornika oczepu filara



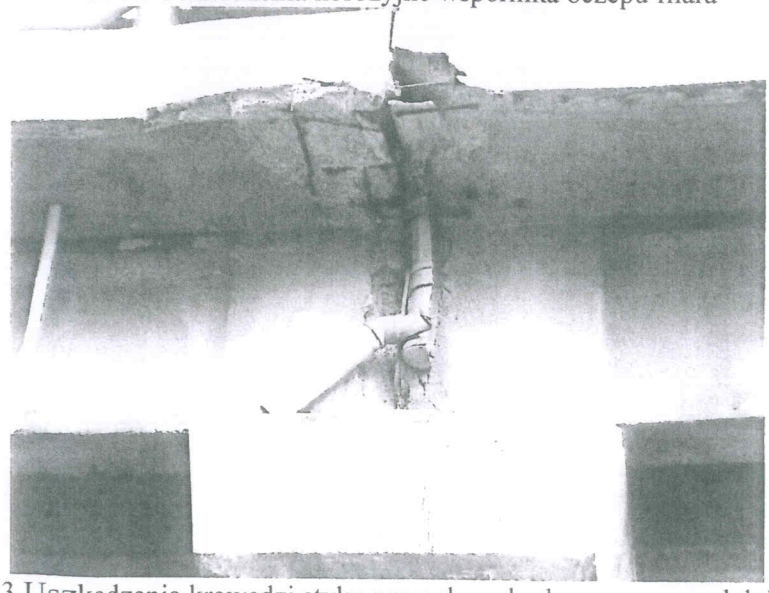
Fot. 30 Uszkodzenia gzymsu, zakończenia belek i wspornika oczepu filara



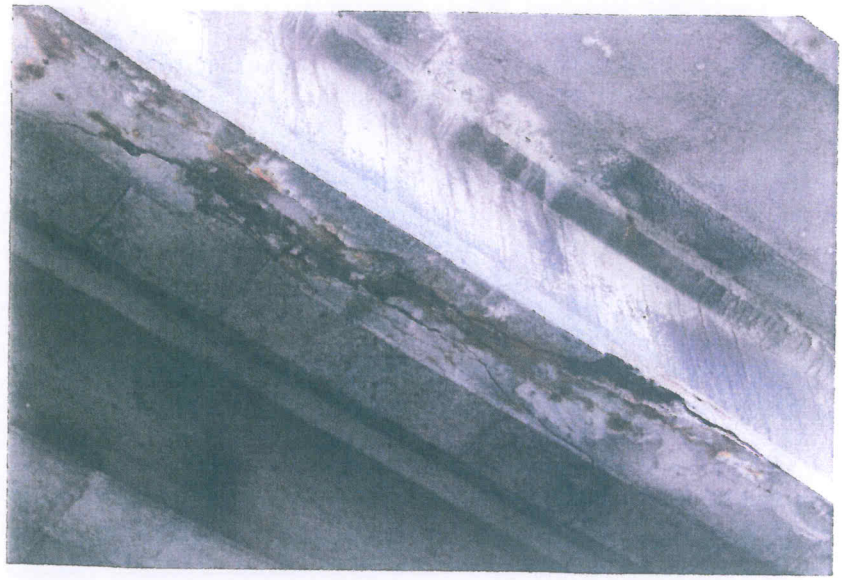
Fot. 31 Uszkodzenia korozyjne wspornika oczepu filara przy rurze spustowej



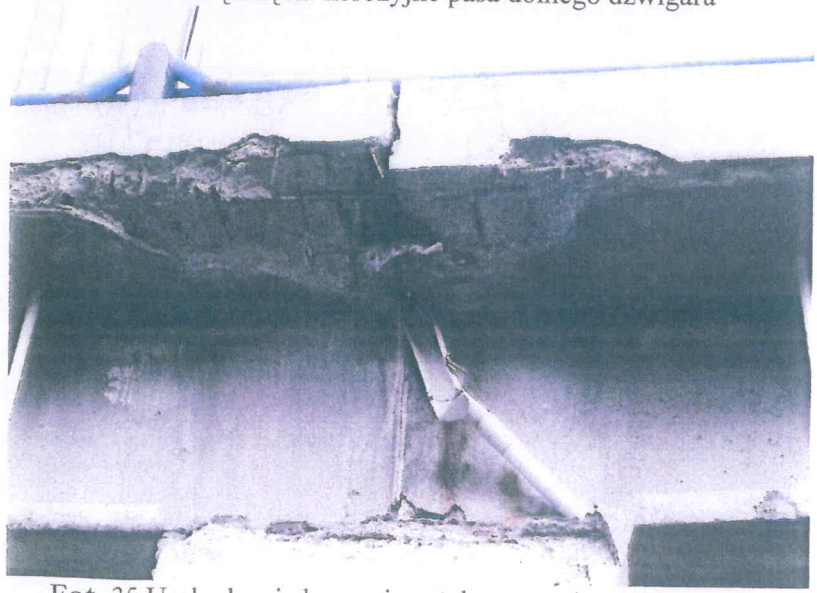
Fot. 32 Uszkodzenia korozyjne wspornika oczepu filara



Fot. 33 Uszkodzenia krawędzi styku przęseł; uszkodzona rynna pod dylatacją



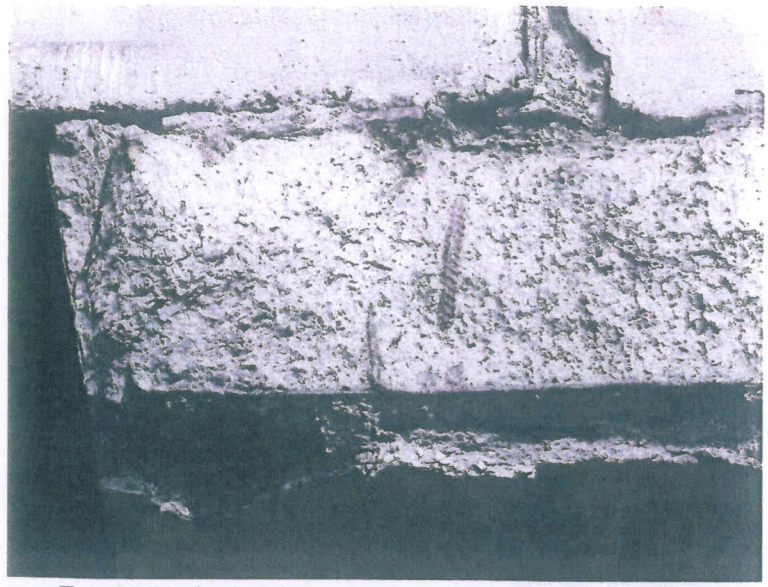
Fot. 34 Pęknięcia korozyjne pasa dolnego dźwigara



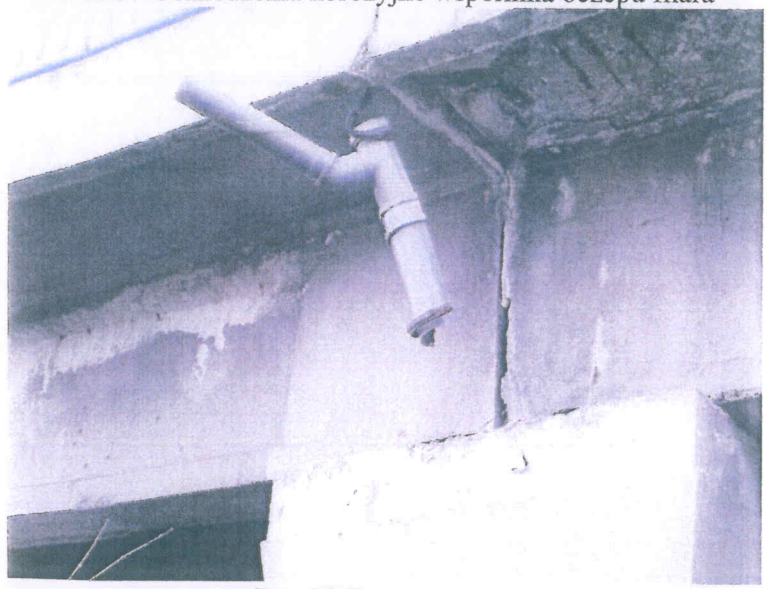
Fot. 35 Uszkodzenia korozyjne styku przęseł; zerwana rynna



Fot. 36 Uszkodzenia korozyjne styku przęseł; brak rynny



Fot. 37 Uszkodzenia korozyjne wspornika oczepu filara



Fot. 38 Zerwana rynna



Fot. 39 Pęknięcie pionowe dźwigara głównego w strefie podparcia



Fot. 40 Rysy i rdzawe (korozyjne) wykwity na słupie filara



Fot. 41 Korozja oczepu filara



Fot. 42 Rdzawe zacieki na głowicy filara



Fot. 43 Zacieki wspornika płyty pomostowej; zacieki na filarze



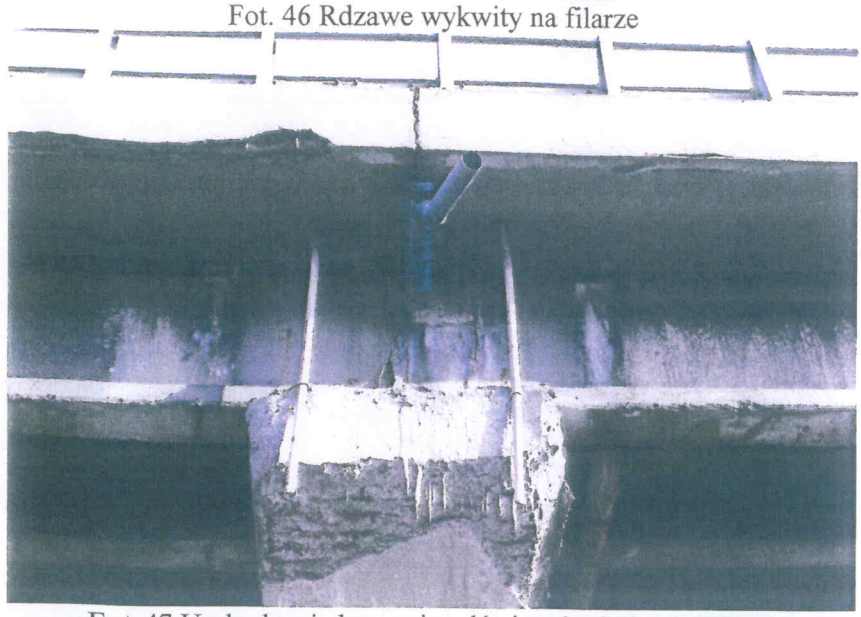
Fot. 44 Uszkodzenia korozyjne styku przęseł; brak rynny



Fot. 45 Uszkodzenia korozyjne dźwigarów i głowicy filara



Fot. 46 Rdzawe wykwity na filarze



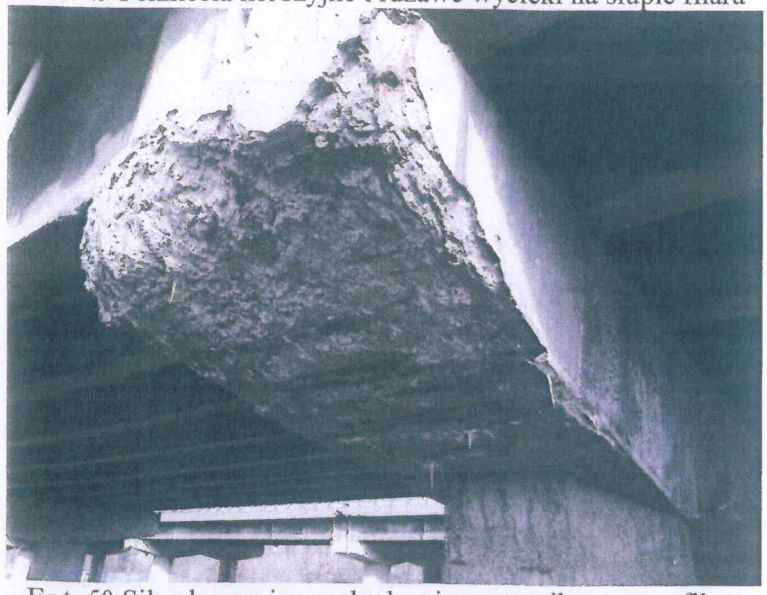
Fot. 47 Uszkodzenia korozyjne dźwigarów i głowicy filara



Fot. 48 Uszkodzenia korozyjne belki podporęczowej



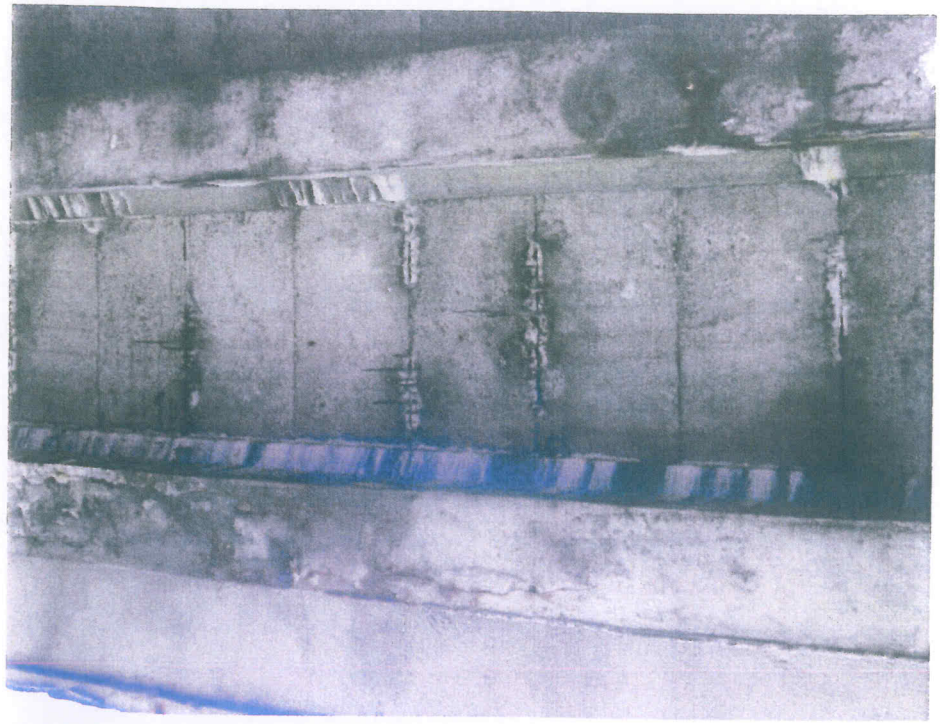
Fot. 49 Pekniecia korozyjne i rdzawe wycieki na słupie filara



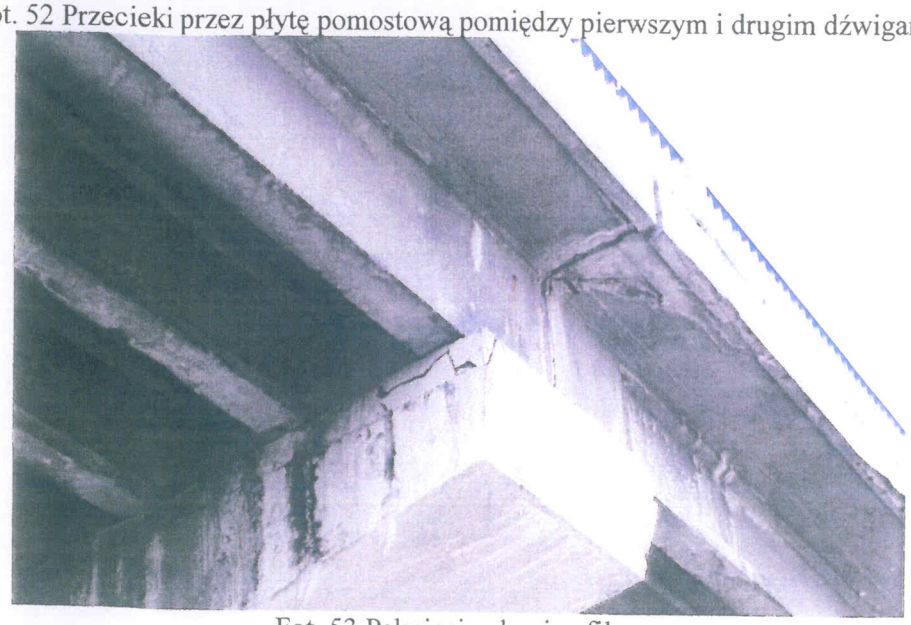
Fot. 50 Silne korozyjne uszkodzenie wspornika oczepu filara



Fot. 51 Wycieki na oczepie filara



Fot. 52 Przecieki przez płytę pomostową pomiędzy pierwszym i drugim dźwigarem



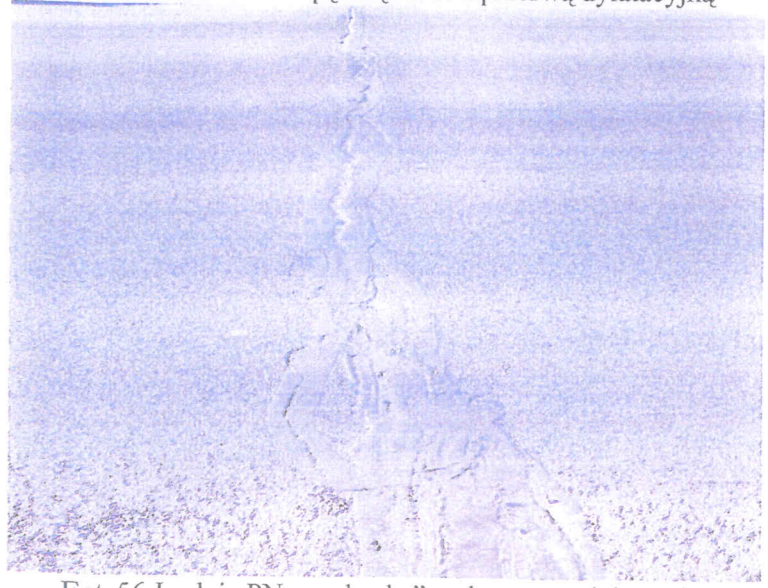
Fot. 53 Pęknięcia głowicy filara



Fot. 54 Jezdnia PN –„zalewka" nad przerwą dylatacyjną



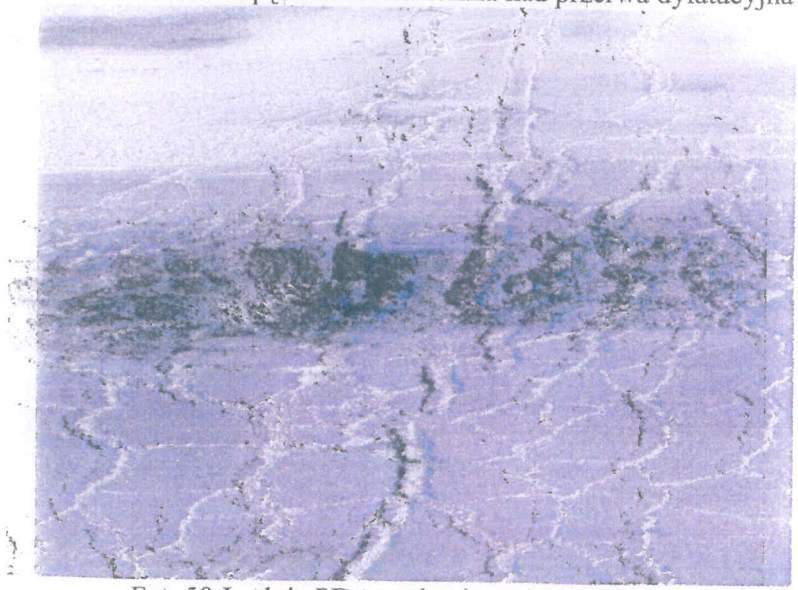
Fot. 55 Jezdnia PN –pęknięcia nad przerwą dylatacyjną



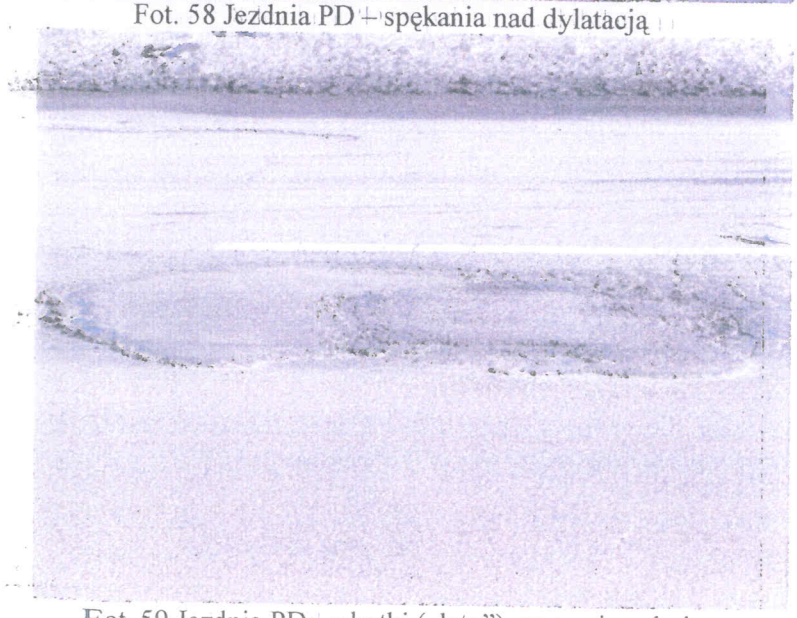
Fot. 56 Jezdnia PN –„zalewka" nad przerwą dylatacyjną



Fot. 57 Jezdnia PD + spękana nawierzchnia nad przerwa dylatacyjna



Fot. 58 Jezdnia PD + spękania nad dylatacją



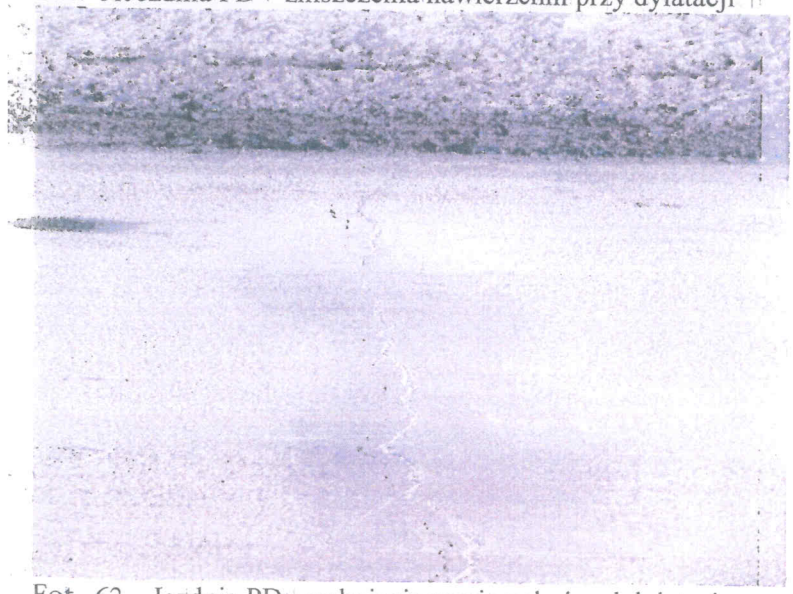
Fot. 59 Jezdnia PD – ubytki („łaty") w nawierzchni



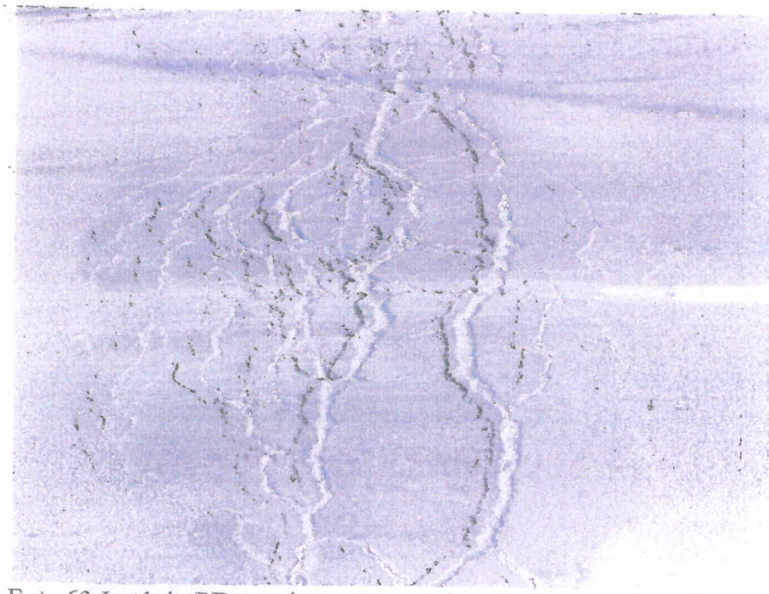
Fot. 60 Jezdnia PD +„spękana" i wyniesiona nawierzchnia nad dylatacją



Fot. 61Jezdnia PD +zniszczenia nawierzchni przy dylatacji



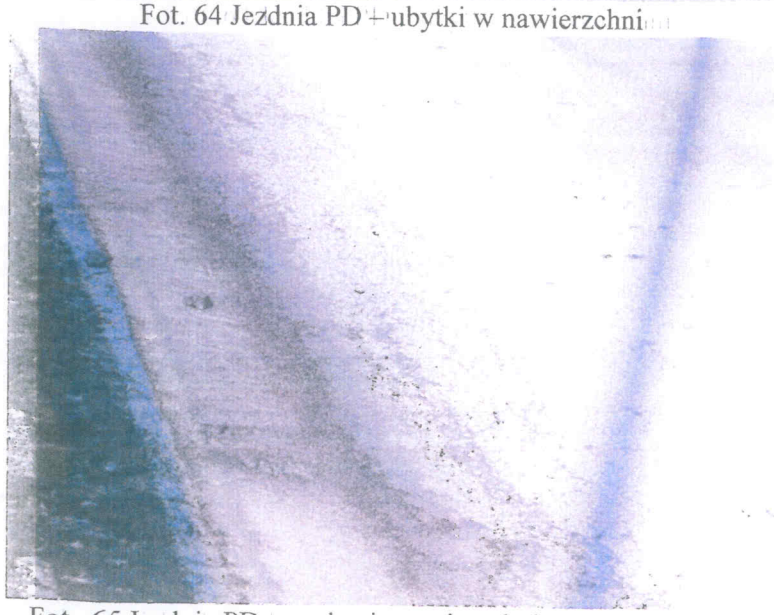
Fot. 62 – Jezdnia PD – pęknięcie nawierzchni nad dylatacją



Fot. 63 Jezdnia PD – zniszczona nawierzchnia nad dylatacja

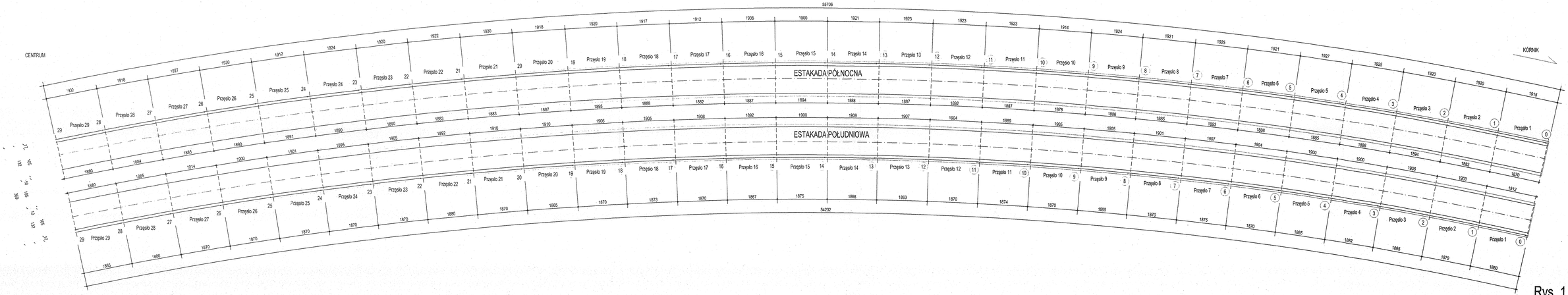


Fot. 64 Jezdnia PD – ubytki w nawierzchni



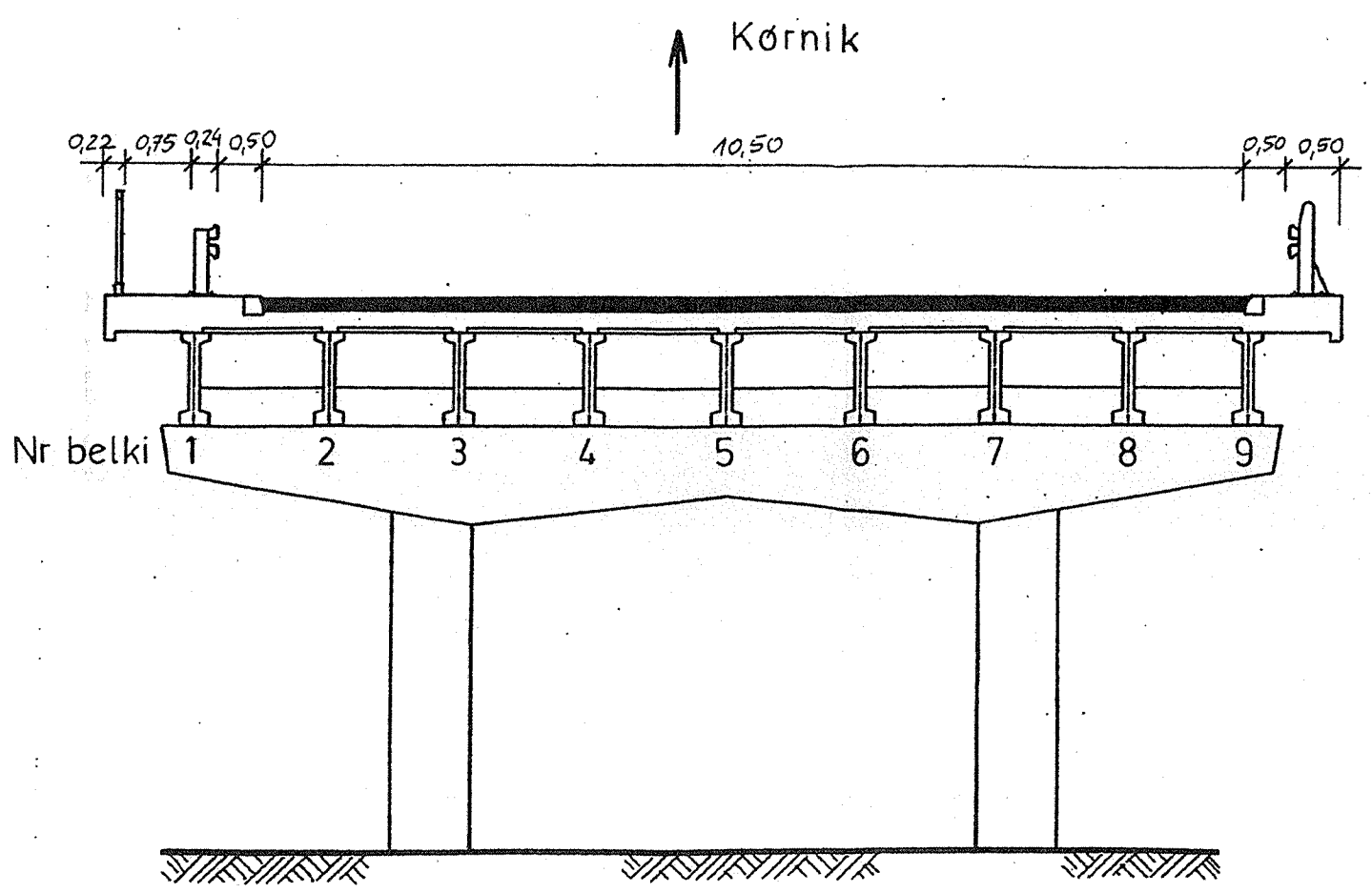
Fot. 65 Jezdnia PD – spękania nawierzchni przy krawężniku

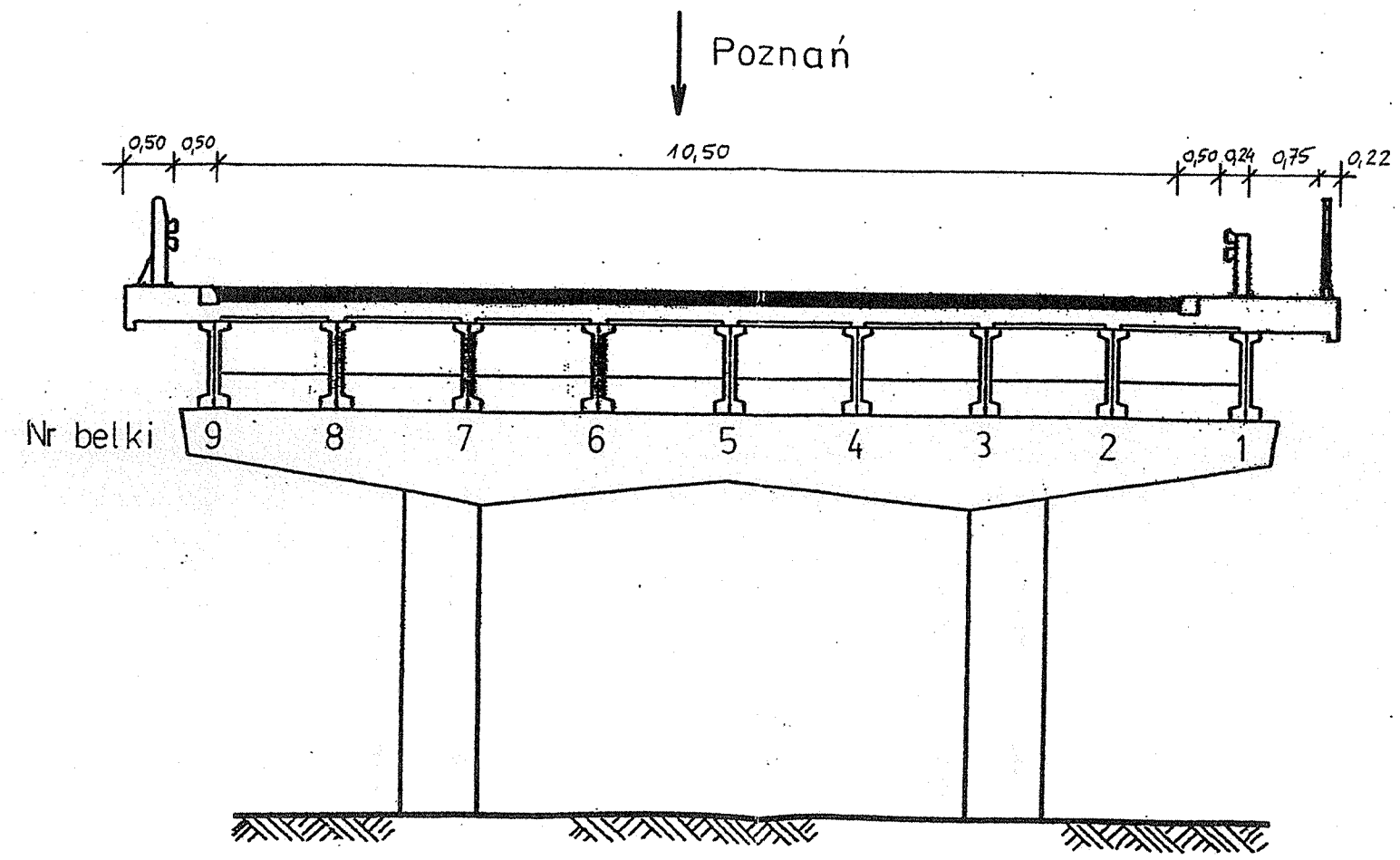
Widok z góry estakady w ciągu Trasy Katowickiej



Rys. 1

PRZEKRØJ POPRZECZNY PRZEZ ESTAKADĘ

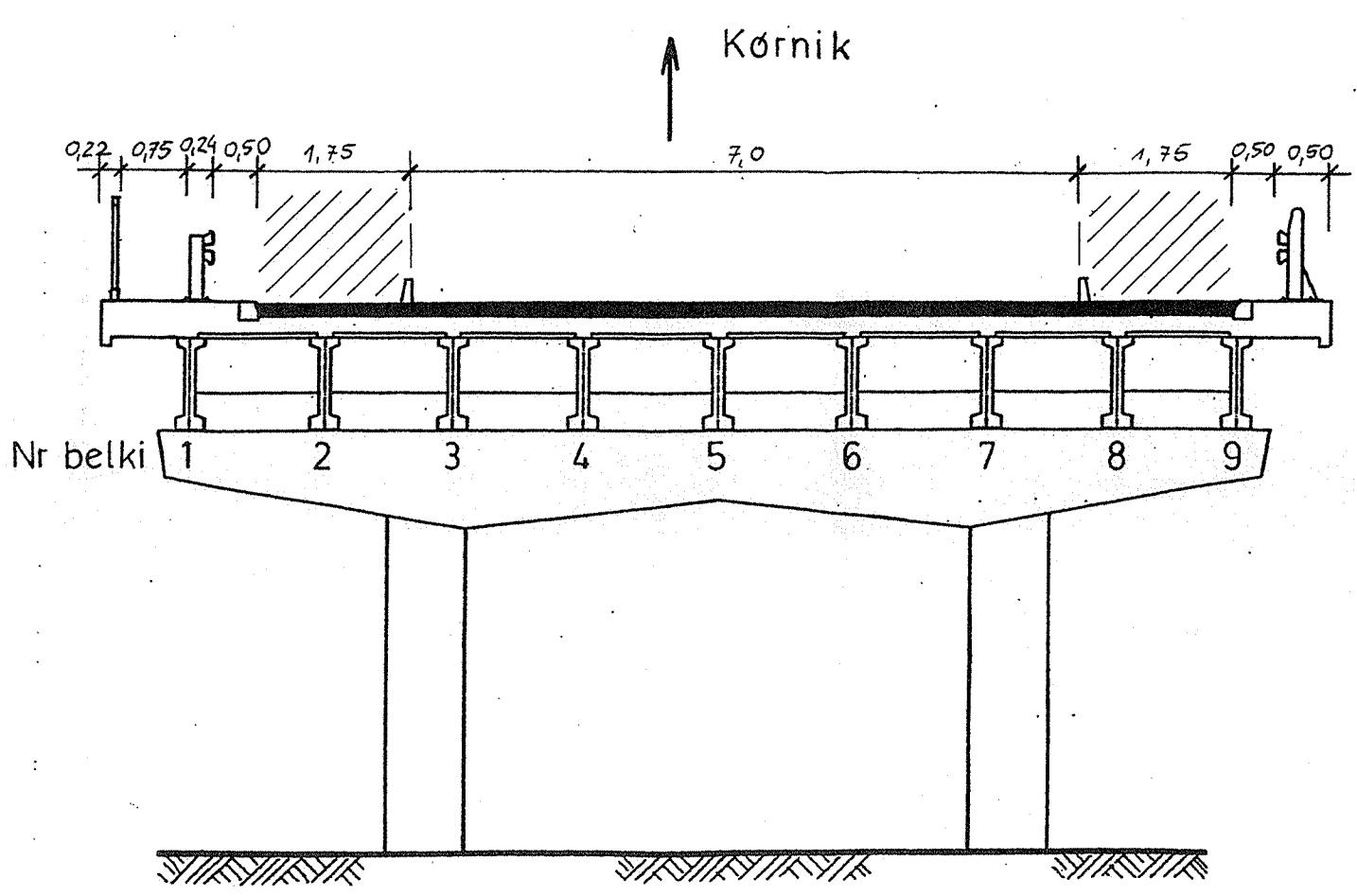


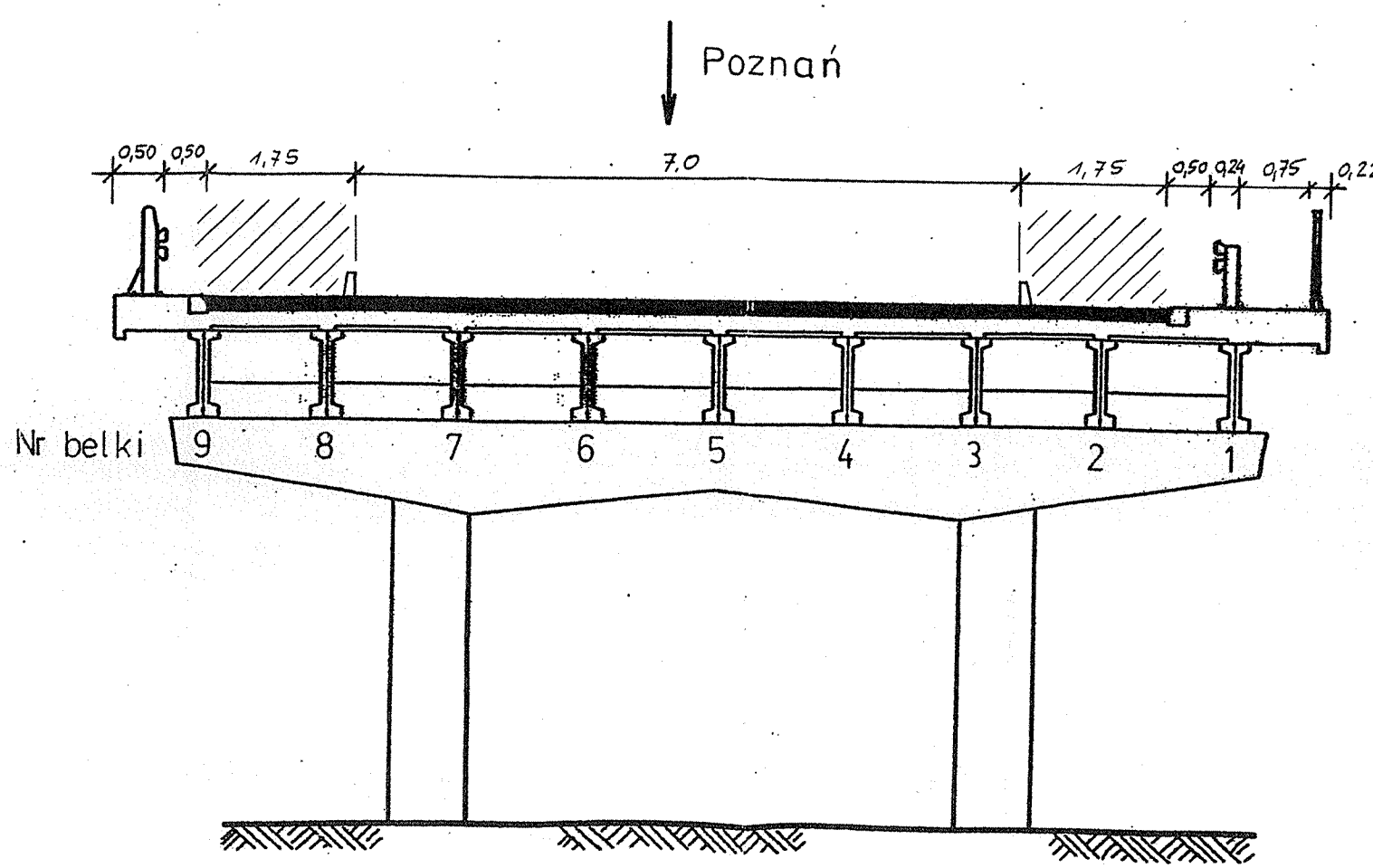


Rys. 2

PRZEKRØJ POPRZECZNY PRZEZ ESTAKADĘ

OGRANICZENIA W EKSPLOATACJI

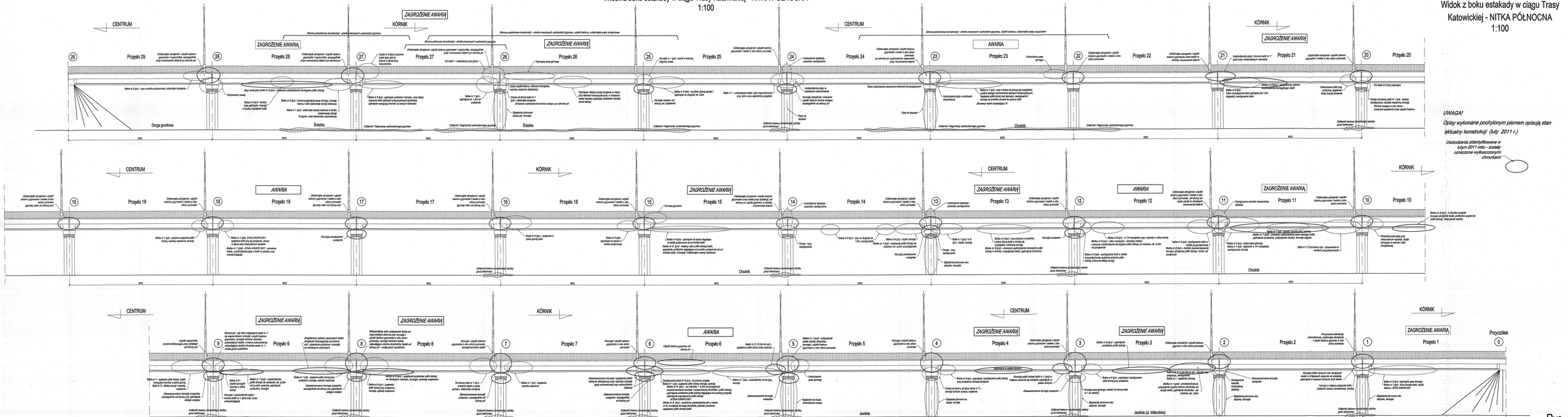




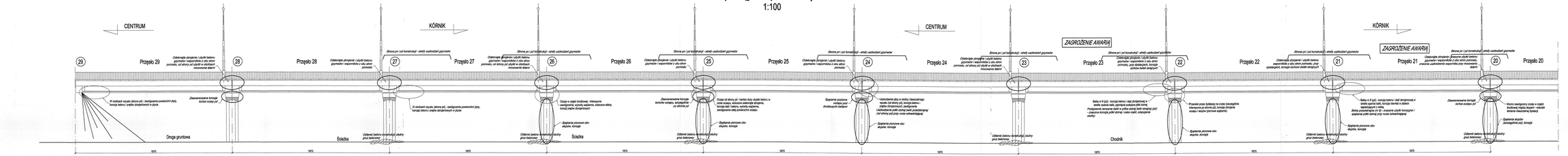
Legenda :

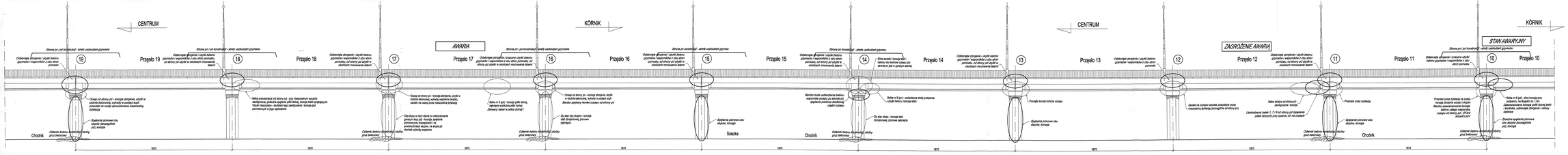
-pas jezdni wyłączony z eksploatacji

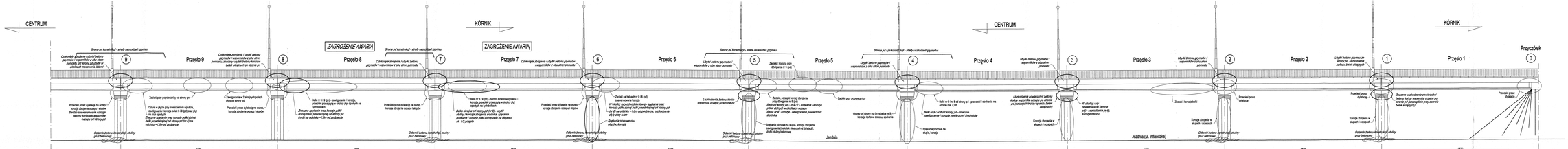
Rys. 2a


Widok z boku estakady w ciągu Trasy Katowickiej - NITKA PÓŁNOCNA
1:100
Widok z boku estakady w ciągu Trasy Katowickiej - NITKA PÓŁNOCNA
1:100
CENTRUM
KÓRNIK
ZAGROŻENIE AWARIĄ
AWARIA
Przęsło 29
Przęsło 28
Przęsło 27
Przęsło 26
Przęsło 25
Przęsło 24
Przęsło 23
Przęsło 22
Przęsło 21
Przęsło 20
Przęsło 19
Przęsło 18
Przęsło 17
Przęsło 16
Przęsło 15
Przęsło 14
Przęsło 13
Przęsło 12
Przęsło 11
Przęsło 10
Przęsło 9
Przęsło 8
Przęsło 7
Przęsło 6
Przęsło 5
Przęsło 4
Przęsło 3
Przęsło 2
Przęsło 1
Przyczółek 0
Droga gruntowa
Ścieżka
Chodnik
Jezdnia
Jezdnia (ul. Inflancka)
UWAGA!
Opisy wykonane pochyłonym pismem opisują stan aktualny konstrukcji (luty 2011 r.)
Uszkodzenia zlokalizowane w lutym 2011 roku - zostały oznaczone wyłuszczonymi obrysami
Rys. 3

Widok z boku estakady w ciągu Trasy Katowickiej - NITKA POŁUDNIOWA
1:100







Widok z boku estakady w ciągu Trasy Katowickiej - NITKA POŁUDNIOWA
1:100

UWAGA!

Opisy wykonane pochyłonym pismem opisują stan aktualny konstrukcji (luty 2011 r.)

Uszkodzenia zidentyfikowane w lutym 2011 roku - zostały oznaczone wyfluszczonymi chmurkami

Rys. 4