

tel.: 501-476-295
e-mail: ukleja2012@gmail.com

GEO-PRO-INŻ PROJEKT

Ukleja Janusz
52-215 Wrocław ul. Rubinowa 13
Nr konta PKO BP S.A. I O/Wrocław
79 1020 5226 0000 6202 0141 2139
REGON 020193970 NIP 899-114-41-05

Nr arch. 36

EKSPERTYZA MOSTU DROGOWEGO W MIEJSCOWI WŚCI PODBOLESŁAWIEC NAD RZEKĄ PROSNĄ - DROGA POWIATOWA NR 4510E

Zamawiający: Powiatowy Zarząd Dróg w Wieruszowie

Umowa nr.: 6/2018/PZD z dn. 28.02.2018r.

Autor

dr inż. Janusz Ukleja

(Uprawnienia Budowlane Nr 337/90/UW
w specjalności konstrukcyjno -inżynieryjnej w
zakresie projektowania mostów i kierowania
budową i robotami mostowymi)
(DOIIB Nr: DOŚ/BO/4416/01)

Rzeczoznawca budowlany w specjalności konstrukcyjno – inżynieryjnej zakres – mosty (decyzja Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej PIIB, Decyzja Nr RZE/X/0045/09)



Wrocław czerwiec 2018r

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
 - 1.1 Podstawa formalna badań i ekspertyzy
 - 1.2 Cel ekspertyzy
 - 1.3 Zakres badań i orzeczenia
 - 1.4 Opracowania związane
2. Charakterystyka ogólna mostu
3. Aktualny stan techniczny mostu
 - 3.1 Ogólny opis obiektu wraz z określeniem parametrów geometrycznych
 - 3.2 Ogólna ocena stanu technicznego konstrukcji mostu
 - 3.3 Ocena stanu technicznego wyposażenia mostu
 - 3.4 Ocena stanu technicznego podjazdów
 - 3.5 Ocena instalacji obcych na moście i w jego sąsiedztwie
4. Badania wytrzymałościowe elementów konstrukcyjnych mostu
 - 4.1 Określenie wytrzymałości betonu młotkiem Schmidta w konstrukcji nośnej
 - 4.2 Określenie zbrojenia w głównych przekrojach konstrukcji
5. Analiza statyczno - wytrzymałościowa głównych elementów konstrukcji
 - 5.1 Parametry geometryczne przęsła mostu
 - 5.2 Obciążenia stałe mostu (wg stanu istniejącego)
 - 5.3 Obciążenia użytkowe taborem i tłumem pieszych wg PN-85/S-10030
 - 5.4 Obciążenia użytkowe taborem i tłumem pieszych wg PN-EN 1991-2:2007, Eurokod 1
 - 5.5 Parametry wytrzymałościowe materiałów
 - 5.6 Wyniki obliczeń statycznych - siły wewnętrzne i naprężenia w istniejącej konstrukcji
 - 5.7 Wyniki dla przebudowanej i wzmocnionej konstrukcji
 - 5.8 Analiza wytrzymałościowa głównych elementów nośnych konstrukcji
 - 5.9 Zestawienie wyników dla wszystkich obciążeń użytkowych
 - 5.10 Podsumowanie wyników obliczeń
6. Orzeczenie o stopniu technicznej degradacji mostu
7. Warunki dalszej eksploatacji mostu
8. Wytyczne dla opracowania projektu rekonstrukcji mostu i podniesienia nośności do klasy B
9. Orientacyjny koszt przebudowy i rekonstrukcji mostu

SPIS RYSUNKÓW

- | | |
|---|---------|
| 1. Mapa sytuacyjna | Rys. 1 |
| 2. Sytuacja i widok z góry mostu (1:250) | Rys. 2 |
| 3. Widok z boku mostu od strony górnej wody (1:50) | Rys. 3 |
| 4. Przekroje poprzeczne mostu (1:50) | Rys. 4 |
| 5. Rysunek belki prefabrykowanej WBS18 (1:35) | Rys. 5 |
| 6. Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od strony górnej i dolnej wody. | Rys. 6 |
| 7. Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu z góry | Rys. 7 |
| 8. Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od spodu – przęsła N1 i N2 | Rys. 8 |
| 9. Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od spodu – przęsła N3 i N4 | Rys. 9 |
| 10. Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpory P1 i P5 (przyczółki) | Rys. 10 |
| 11. Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P2 (filar) | Rys. 11 |
| 12. Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P3 (filar) | Rys. 12 |
| 13. Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P4 (filar) | Rys. 13 |

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik 1 - Dokumentacja fotograficzna aktualnego stanu mostu.
Załącznik 2 - Wyniki badań wytrzymałości betonu metodą sklerometryczną i pomiarów geodezyjnych
Załącznik 3 - Raport z kontroli okresowej mostu drogowego w m. Podbolesławiec nad rzeką Prosną - droga powiatowa nr 4510E (marzec 2018).

1. WSTĘP

1.1. Podstawa formalna badań i ekspertyzy

Niniejszą ekspertyzę stanu technicznego żelbetowego mostu w miejscowości Podbolesławiec nad rzeką Prosną w ciągu drogi powiatowej nr 4510E, wykonano na podstawie umowy nr 6/2018/PZD z dn. 28.02.2018r, pomiędzy Powiatowym Zarządem Dróg w Wieruszowie, a firmą GEO-PRO-INŻ Projekt Ukleja Janusz we Wrocławiu.

1.2. Cel ekspertyzy

Celem niniejszej ekspertyzy jest wykonanie:

- Rozeznania aktualnego stanu technicznego mostu drogowego oraz podania przyczyn zinwentaryzowanych uszkodzeń,
- Oceny stanu technicznego całego obiektu mostowego, na podstawie niezbędnych, wykonanych przez Wykonawcę badań, pomiarów i obliczeń,
- Ustalenie przydatności mostu do użytkowania,
- Opracowanie ogólnej strategii dalszego postępowania,
- Określenie zakresu i sposobu napraw całego obiektu mostowego.

1.3. Zakres badań i orzeczenia

Wykonane prace w ramach ekspertyzy obejmują:

- a) Wizję terenową i analizę archiwalnych materiałów dokumentacyjnych,
- b) Wykonanie rozszerzonego przeglądu 5-cio letniego obiektu mostowego,
- c) Ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych istniejącego mostu i jego wyposażenia,
- d) Inwentaryzacja uszkodzeń wg aktualnego stanu mostu,
- e) Wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, sprawdzających nośność konstrukcji dla obciążeń normatywnych wg:
- f) PN-S-10030:1985,
- g) PN-EN 1991-2:2007 EUROKOD-1,
- h) Orzeczenie techniczne warunków użytkowania mostu w aktualnym jego stanie,
- i) Określenie możliwości remontu lub przebudowy mostu dla nośności wg klasy B,
- j) Wytyczne dla realizacji podwyższenia nośności do klasy B wraz z szacunkowym określeniem kosztów.

1.4. Opracowania związane

- 1.4.1. Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji, Ministerstwo Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1977r.
- 1.4.2. Modernizacja i naprawa mostów żelbetowych, Wydawnictwo komunikacji i Łączności Warszawa 1981. A. Maczko i E. Stefański.
- 1.4.3. Żelbetowe konstrukcje mostowe, A. Madaj, W. Wołowicki, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995.
- 1.4.4. Tablice inżynierskie Tom II Konstrukcje mostowe i fundamenty S. Bryl i Jan Bryl Poznań, Szczecin 1954r.
- 1.4.5. Mosty zespolone, K. Furtak, WN PWN Warszawa – Kraków 1999r.
- 1.4.6. Rozporządzenie M.S.W z dnia 3.11.1998(Dz.U. Nr 14poz.900).
- 1.4.7. Rozporządzenie MTiGW z dnia 02.03.1999 (Dz.U. Nr 43poz.430).
- 1.4.8. Rozporządzenie MTiGW z dnia 30.05.2000 (Dz.U. Nr 63poz. 735).
- 1.4.9. PN–58/B–03261. Betonowe i żelbetowe konstrukcje mostowe. Obliczenia statystyczne i projektowanie.
- 1.4.10. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2017r. póź. 1332 z późn. zm.),
- 1.4.11. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (t.j. Dz. U. z 2017r. poz. 2222 z późn. zm.).
- 1.4.12. Rozporządzenie MTiGW z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (t.j. Dz. U. z 2016r. póź. 124 z późn. zm.),
- 1.4.13. Rozporządzenie MTiGW z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (t.j. Dz. U. z 2000r. Nr 63 póź. 735 z późn. zm.).
- 1.4.14. PN – 85/S – 10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- 1.4.15. PN-EN 1991-2:2007, Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 2: Obciążenia ruchome mostów,
- 1.4.16. PN – 91/S – 10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje żelbetowe.
- 1.4.17. Instrukcja do określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych. Załącznik do Zarządzenia Nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1 czerwca 2004 roku, Warszawa 2004 r.
- 1.4.18. Wykonanie ekspertyzy stanu technicznego dwóch obiektów mostowych na terenie powiatu Wwierszowskiego. Obiekt: Ekspertyza stanu technicznego mostu drogowego nad rzeką Prosną w ciągu drogi powiatowej nr 4510E w miejscowości Podbolesławiec, opracowana przez: B. Kobylec, P. Skałka i M. Wazowski, w lipcu 2009r.
- 1.4.19. Album rozwiązań konstrukcyjnych, Mosty betonowe, wyd. II zmienione i uzupełnione, Praca zbiorowa pod red. Józefa Głomba, Politechnika Śląska, skrypty uczelniane, nr 1000, Gliwice 1981r,
- 1.4.20. Prefabrykowane belki mostowe z betonu sprężonego w Polsce – historia i stan obecny, J. Cięśla, A. Gałat, M. Skawiński, Przegląd Budowlany 4/2013.
- 1.4.21. Opracowanie pełnej dokumentacji projektowej na wykonanie remontu głównego wiaduktu drogowego nad Centralną Magistralą Kolejową w ciągu drogi gminnej Nr. 11300E w m. Narty”. GEO-PRO-INŻ. Projekt Janusz Ukleja, 52-215 Wrocław ul. Rubinowa 13, Autorzy: dr inż. Janusz Ukleja; prof. dr hab. inż. Kazimierz Ukleja. Wrocław, grudzień 2009r.

2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA MOSTU

Omawiany most zbudowany został w ciągu drogi powiatowej nr 4510E i stanowi przeprawę przez rzekę Prosną w miejscu zbiegu tej rzeki z jej prawobrzeżnym dopływem. Most znajduje się w miejscowości Podbolesławiec na kierunku do miasta Bolesławiec. Jest to most drogowy, czteroprzęsłowy, posadowiony na dwóch przyczółkach i trzech filarach pośrednich, które zlokalizowane są poza głównym nurtem rzeki w terenie zalewowym.

Konstrukcję nośną przęseł mostu stanowią dźwigary żelbetowe sprężone typu WBS o długości 19,0m. Razem z poprzecznicami podporowymi (wys. 1,0m) i poprzecznicą środkową (wys. 0,6m) stanowią one ruszt, na którym wykonana jest zespolona z nim płyta pomostowa o grubości 18,0cm. Na kapach chodnikowych i na skrzydłach przyczółków wykonane są bariery stalowe z płaskowników o poręczy z rur prostokątnych, podparte na słupkach stalowych wykonanych również z płaskowników stalowych rozstawionych co ok.1,0m. Podpory mostu stanowią dwa przyczółki masywne na jego końcach oraz trzy filary, które składają się z poziomych oczepów żelbetowych osadzonych w głowicach trzech słupów żelbetowych o przekroju poprzecznym w kształci sześciokąta. Słupy te połączone są na sztywno z masywną ławą fundamentową wykonaną w drewnianych ściankach szczelnych i posadowioną poniżej zwierciadła wody w rzece.

Szerokość jezdni wraz z poboczami jest tak sama na moście i na dojazdach za wyjątkiem chodników od strony górnej wody, które są szersze niż chodniki na moście. Oś konstrukcji jezdni przebiega w łuku o promieniu ok.300m, a odcinki osi poszczególnych przęseł są wpisane w ten łuk poziomy. Również osie filarów i przyczółków wpisane są w kierunki promieni tego łuku poziomego.

Konstrukcja drogi na moście obejmuje:

a) w jezdni mostu:

- nawierzchnia z asfaltobetonu - 11cm,
- izolacja bitumiczna - 1cm (asfalt lany zbrojony włóknem szklanym),
- warstwa wyrównawcza - 5cm (beton nie zbrojony),
- płyta konstrukcyjna mostu - 18cm (żelbet).

b) w chodnikach mostu:

- asfalt lany – 3cm,
- kapa betonowa 8cm,
- piasek na lepiszczu bitumicznym – 11cm,
- izolacja – 2cm (asfalt lany zbrojony włóknem szklanym),
- płyta konstrukcyjna mostu - 18cm (żelbet).

Nad każdą podporą wykonana została dylatacja w jezdni i chodnikach. Do belek WBS od strony dolnej wody podczepiony został za pośrednictwem stalowych wsporników rurociąg ocieplony i obudowany blachą cynkową.

3. AKTUALNY STAN TECHNICZNY MOSTU

Aktualny stan techniczny mostu opisany został szczegółowo w załączniku nr 3 niniejszej ekspertyzy. Ogólnie można stwierdzić, że stan obiektu jest niepokojący. Istnieją liczne oznaki procesu degradacji obiektu z których najważniejsze wymieniono poniżej:

- Chodniki uformowane wspornikowo w płycie pomostowej wykazują spękania i brak szczelności nawierzchni i izolacji oraz deformacje i nieszczelne połączenia z krawężnikami przy dylatacjach .

- Izolacja jest nieszczelna i znajduje się w stanie awaryjnym, na co wskazują liczne występujące od spodu konstrukcji wykwitły na płycie pomostowej i na wspornikach chodnikowych, na których po obu stronach mostu dodatkowo występują liczne stalaktyty (patrz zał.1, fot.7, 9,19).
- Dźwigary żelbetowe sprężone, kablobetonowe typu WBS18 w ogólnym stanie dobrym. Zaobserwowano jednak niewielkie i nieliczne odpryski przy strzemionach oraz pionowe spękania na końcach dźwigarów przy poprzecznicach skrajnych (patrz zał.1, fot.16-18).
- Płyta pod jezdnią nie wykazuje spękań i ubytków lecz posiada ona na znacznej powierzchni ślady zacieków i wykwitów (patrz zał.1, fot.10).
- Pod kapami chodnikowymi występują liczne pęknięcia na powierzchni wspornikowej płyty pomostowej i wyraźne ślady zawilgocenia, zaznaczone wykwitami i stalaktytami szczególnie w okolicach gzymsów i dylatacji (patrz zał.1, fot.19).
- Przyczółki są ogólnie w stanie dobrym. Zaobserwowano jedynie spękania w narożnikach oczepu (przy skrajnych łożyskach - patrz zał.1, fot.20).
- Filary mostu na oczepach i słupach wykazują stan przedawaryjny ze względu na liczne spękania i odłupania zwłaszcza słupów i oczepów. Występują również odsłonięcia miejscowe wykonanej wcześniej metoda natryskowa otuliny. Spękania i odłuszczenia na dużych powierzchniach otuliny występują szczególnie od strony górnej wody. Słupy filarów posiadają odsłonięte fragmenty zbrojenia na poziomie gruntu, gdzie również występują ubytki otuliny. Słupy osadzone są w masywnych fundamentach bezpośrednich, wykonanych w osłonie drewnianych ścianek szczelnych. Stan wystającej części fundamentów przy korycie rzeki jest dobry (patrz zał.1, fot.11-14).
- W przestrzeni pod mostem stwierdzono połamane konary występujące w terenie zalewowym rzeki oraz drzewa i samosiejki porośłe zwłaszcza od strony górnej wody. Ponadto zaobserwowano w terenie zalewowym pozostawione wystające fragmenty podpór z poprzedniego mostu drewnianego i wystające fragmenty ścianek szczelnych, które mogą zaburzać swobodny przepływ wody pod mostem.

Szczegółowy zakres zaobserwowanych usterek i wad został podany w złączniku nr 3 tab.4, natomiast zakres zaleceń odnośnie niezbędnych, bieżących napraw wyszczególniony został w złączniku nr 3 tab.5.

Najistotniejszym problemem wśród licznych usterek jest stan podpór, izolacji i ograniczenie nośności obiektu, które aktualnie zostało ograniczone do 20t. Ze względu na niepokojący stan obiektu wskazane jest aby w możliwie krótkim czasie przystąpić do realizacji nie tylko bieżącego utrzymania mostu lecz do jego gruntownej przebudowy.

3.1. Ogólny opis obiektu wraz z określeniem parametrów geometrycznych

Podstawowe parametry obiektu istniejącego:

- schemat statyczny – cztery przęsła w postaci wolnopodpartego rusztu żelbetowego z prefabrykowanych dźwigarów sprężonych typu WBS,
- rozpiętość pojedynczego przęsła 18,0m
- długość przęsła $19,0 + 2 \times 19,4 + 19,0 = 76,8\text{m}$,
- szerokość całkowita 8,92 m,
- kąt skosu obiektu zmienny, $R = \sim 304\text{m}$,
- światło poziome $18,0\text{m} + 2 \times 18,8\text{m} + 18,0\text{m}$,
- światło pionowe $\sim 3,30 \div 1,70\text{m}$,

Szczegółowe geometryczne parametry konstrukcji i podpór mostu przedstawiono na załączonych rysunkach nr 3, 4 i 5.

3.2. Ogólna ocena stanu technicznego konstrukcji mostu

Aktualny stan mostu został opisany szczegółowo w załączniku nr 3, zawierającym raport z kontroli okresowej mostu drogowego wykonany w dniu 5 marca 2018. Wyniki dodatkowej inwentaryzacji wizualnej zarysowań, spękań i uszkodzeń elementów konstrukcyjnych mostu pokazano ponadto wyczerpująco na załączonych fragmentach dokumentacji fotograficznej (zał. nr 1) oraz na rysunkach obejmujących inwentaryzację graficzną uszkodzeń elementów mostu (patrz. rys. 6÷13).

W wyniku w/w inwentaryzacji uszkodzeń nasuwają się następujące uwagi ogólne:

- najpoważniejsze uszkodzenia konstrukcji obejmują elementy nadziemne filarów mostu. Konieczne jest wykonanie niezwłocznych prac remontowych w których przewidziane będzie wzmocnienie słupów i oczepów, zwłaszcza na ich wspornikach, a w szczególności od strony górnej wody. Dotychczasowe zabezpieczenia w formie odbudowania otuliny metoda natryskowa nie spełniły zadania (patrz zał. 1, fot. 12, 13, 17).
- istotnym problemem jest brak zewnętrznej powłoki hydro-izolacyjnej, która zatrzymałaby proces karbonatyzacji otuliny zbrojenia na całej odpowietrznej powierzchni mostu. W przyszłych pracach renowacyjnych należy uwzględnić wykonanie tej warstwy, gdyż przedłuży to znacząco żywotność całego mostu. Już w 1.4.18 stwierdzone zostało zagrożenie dotyczące zasięgu karbonatyzacji na podstawie badań PH betonu, który stracił swoje pierwotne właściwości ochronne. Ponieważ upłynęło już ok. 8 lat od w/w badań należy spodziewać się, że stan ten uległ pogorszeniu i zagrożenie to się zwiększyło.
- Bardzo istotna dla żywotności obiektu jest izolacja pozioma na moście. Jej stan obecny może prowadzić do bardzo szybkiej degradacji całego pomostu. Zaleca się niezależnie od tego czy most będzie w przyszłości przebudowywany dla podwyższenia klasy nośności, czy też nie aby wykonać nową izolację wraz z nowym odwodnieniem powierzchniowym i sączkami odwadniającymi.
- Wszystkie pęknięcia i zarysowania konstrukcji wymagają iniekcji ciśnieniowej przez wykonaniem powłoki hydroizolacyjnej (patrz zał. 1, fot. 17, 18 i 20).

3.3. Ocena stanu technicznego wyposażenia mostu

- a) Izolacja - pod jezdnią występuje izolacja z asfaltu twardolanego zbrojonego w dolnej części matą z włókna szklanego o całkowitej grubości ok. 1-2cm. Ponieważ nie wykonano warstwy ochronnej z betonu nad izolacją i nawierzchnia spoczywa bezpośrednio na izolacji dlatego izolacja uległa rozszczelnieniu. Obecnie jest ona w stanie awaryjnym i nie spełnia swojej roli gdyż zaobserwowano liczne przecieki i wykwyty na przeważającej powierzchni płyty pomostowej. Niezwłoczne odbudowanie izolacji i przykrycie jej warstwą ochronną jest istotnym warunkiem zatrzymania dalszej intensywnej degradacji konstrukcji nośnej mostu.
- b) Nawierzchnia (patrz sch.2 i 3) – na jezdni znajduje się szczelna nawierzchnia składająca się z następujących warstw opisanych w pkt. 2.
 - Nawierzchnia na jezdni wykazuje miejscowe płytkie ubytki i spękania poprzeczne przy przyczółkach oraz deformację spadków poprzecznych przy krawężnikach

- (fałdy i kałuże), występują w niej również zanieczyszczenia wzdłuż krawężników (rynsztok wypełniony jest piaskiem) (patrz zał.1, fot.1,3).
- Nawierzchnia na dojazdach w stanie dobrym po wykonanym wcześniej remoncie. Aczkolwiek wcześniejsze spostrzeżenia opisane w 1.4.19 wskazują powstawanie wgłębień na końcach mostu co wskazuje na brak płyt przejściowych na moście.
- c) Barierki na moście są w stanie złym ze względu na ich deformację z wygięciem na zewnątrz po obu stronach (odkształcenia mierzone w poziomie dochodzące do około 15cm), stalowe poręcze wykazują ubytków zabezpieczeniach antykorozyjnych (patrz zał.1, fot.2,9). Konieczne jest wyprostowanie barierki lub wymiana ich na typowe bariero poręcze,
- d) Urządzenia odwadniające są niedrożne - zatkane są wpusty uliczne w rynsztokach od strony górnej wody we wszystkich pięciu przęsłach. Rury spustowe od spodu są skorodowane (patrz zał.1, fot.4). Brak jest sączków odwadniających izolację na moście, co powoduje niekontrolowane wycieki wody na gzymsach i na całej powierzchni płyty pomostowej. Konieczne jest wykonanie sączków przy najbliższym remoncie izolacji.
- e) Łożyska stalowe przesuwne i stałe nie wykazują widocznych śladów uszkodzeń poza powierzchnią korozją niezabezpieczonych antykorozyjnie ich fragmentów. Ociosy podłożyskowe są spękane i wymagają wzmocnienia lub gruntownej przebudowy przy przebudowie całego mostu (patrz zał.1, fot.16 i 17).
- f) Urządzenia dylatacyjne - wykazują brak szczelności i zacieki, szczególnie w części chodnikowej i wymagają wymiany na nowe dylatacje bitumiczne zarówno w jezdni jak i w chodnikach.

3.4. Ocena stanu technicznego podjazdów

Podjazdy do mostu wykonano na nasypach o wysokości ok. 3,0m nad otaczający teren. Na podjazdach wykonane są obustronne bariery stalowe, służące zwykle do ochrony ruchu na chodnikach, których stan techniczny jest zadawalający. Bariery te zamontowane w nietypowy sposób po zewnętrznych krawędziach chodników spełniają rolę barier energochłonnych, których brak jest na dojazdach do mostu. Ponadto wyjątek stanowi chodnik od strony Podbolesławca i górnej wody, gdzie nie ma żadnych zabezpieczeń nasypu. Chodniki wykonane z betonowej kostki brukowej od strony górnej wody i z nawierzchnią asfaltowa od strony dolnej wody są w dobrym stanie, ale wymagają nieznacznej reprofilacji. Jednia na dojazdach jest w dobrym stanie lecz brak jest płyt przejściowych, co mogło być przyczyną tworzących się w przeszłości deformacji nawierzchni na podjazdach.

3.5. Ocena instalacji obcych na moście i w jego sąsiedztwie.

W trakcie wizji terenowej stwierdzono pod mostem przebiegającą instalacją, która jest powieszona do konstrukcji belek WBS za pomocą stalowych wsporników od strony dolnej wody. Jest to rura stalowa zaizolowana wełną mineralna w osłonie z blachy stalowej. Ogólny stan tej sieci nie wskazuje na uszkodzenia mechaniczne ale na zawansowaną korozję wymagającą zabezpieczeń powierzchniowych (patrz zał.1, fot.8 i 16).

4. BADANIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH MOSTU

Ponieważ nie ma żadnej dokumentacji technicznej z okresu budowy mostu, która pozwalałaby określić parametry wytrzymałościowe betonu i stali niezbędne dla oszacowania warunków rekonstrukcji analizowanego mostu, niniejszą analizę oparto na wcześniejszych badaniach zawartych w 1.4.17, uzupełniając je dodatkowymi badaniami weryfikującymi wytrzymałość betonu metoda młotka Schmidta w celu skonfrontowania wielkości otrzymanych obecnie i tych które uzyskano 8 lat wcześniej. Natomiast w odniesieniu do belek nośnych (rozkładu zbrojenia i kabli sprężających i stosowane rodzaje stali i betonu przy ich produkcji) oparto się dodatkowo na opisie zawartym w 1.4.19 i 1.4.20.

4.1. Określenie wytrzymałości betonu młotkiem Schmidta w konstrukcji nośnej

Przeprowadzone w niniejszej ekspertyzie badania sklerometryczne młotkiem Schmidta wykonano dla kilku wytypowanych, reprezentatywnych punktach badawczych (parz zał.2 punkty nr 1÷6 tab.1-6) określających wytrzymałości betonu dla trzech różnych elementów konstrukcji z której wynika, że beton posiada klasę odpowiadającą B15÷B30, przy jednorodności od średniej do bardzo dobrej. Rodzaj betonu w poprzecznicach i w płycie nośnej jest analogiczny jak w 1.4.17 i wynosi w płycie B20 i w poprzecznicach B15. Można zatem stwierdzić, że wyniki uzyskane we wcześniejszych badaniach z 2010 roku odpowiadają wynikom uzyskanym obecnie, co potwierdza utrzymanie się klasy betonu określonej w 1.4.17. Natomiast z badań wykonanych w 1.4.17 wynikało, że wytrzymałości betonu belek nośnych WBS18 wynosi B50, co stanowi wartość większą niż stosowana przy produkcji tych prefabrykatów (patrz 1.4.20). Zatem w obecnych analizach przyjęto jako miarodajną wytrzymałość betonu ok. B30, która jest adekwatna do wyników uzyskanych w ramach badań niniejszej ekspertyzy.

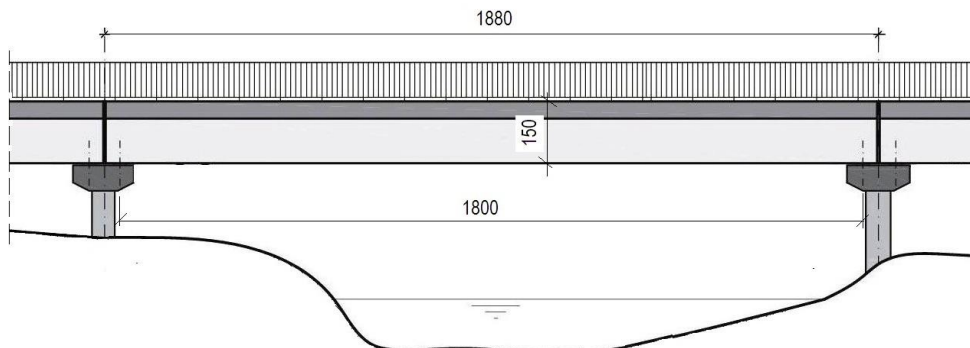
Zatem ostatecznie przyjęto do obliczeń statycznych następujące klasy betonu: (i) Belki nośne WBS18 : B30 – stan obecny; B35 - w chwili sprężania i R_w400 (B40) – w chwili scalania pomostu, (ii) Płyta pomostowa – B20, (iii) Poprzecznice – B15, (iv) Oczepy – B 15.

4.2. Określenie zbrojenia w głównych przekrojach konstrukcji

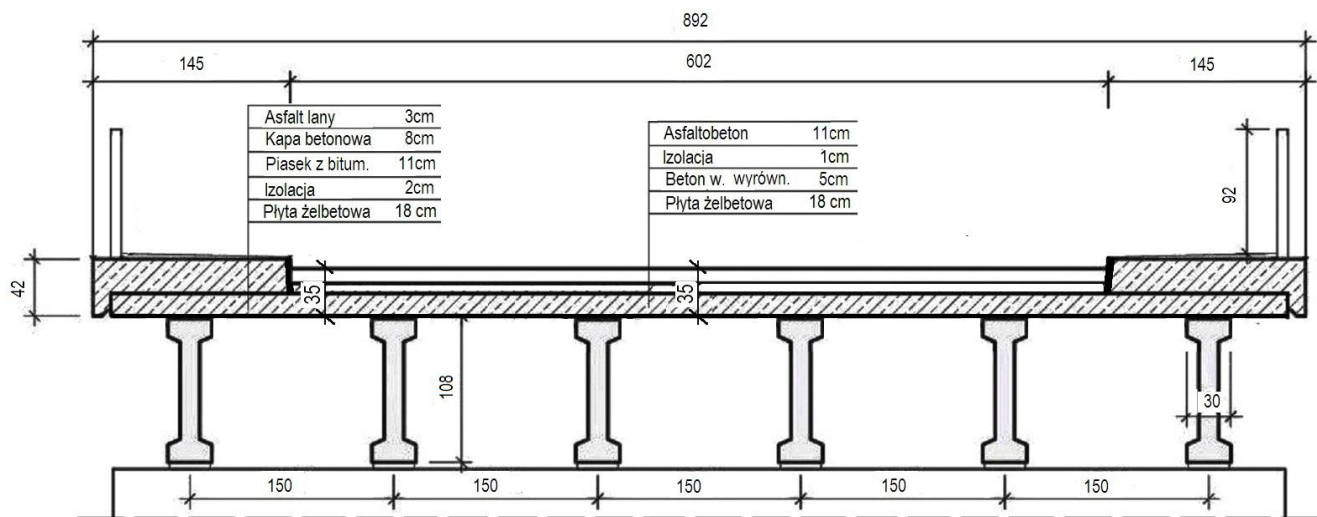
Wykonane badania składu chemicznego próbek zbrojenia w przęsłach wykazały (patrz 1.4.17), że zbrojenie podlega korozji ze względu na zawansowany proces karbonatyzacji i obecność chlorów w betonie. Zewnętrzne oględziny wykazały, że stal zbrojeniowa płyty pomostowej pod jezdnią na przeważającej powierzchni nie uległa widocznemu zewnętrznemu procesowi korozji w stopniu wskazującym na ubytki w przekroju nośnym zbrojenia. Do dalszych analiz wytrzymałościowych przyjęto zatem stal zbrojeniową odpowiadającą parametrom stali St3SX klasy A-I o wytrzymałości obliczeniowej $R_a = 200\text{MPa}$. Tego typu stal o najniższej wytrzymałości była powszechnie stosowana i zalecana w normie w latach 60tych i 70-tych XX w. jako stal zbrojeniowa obiektów mostowych. Wykonana w ramach niniejszej ekspertyzy odkrywka w nawierzchni jezdni i chodnika (patrz zał. nr1, fot. 21-30) wykazała, że płyta pomostowa jest zbrojona dwoma poziomymi siatkami, umieszczonymi w odległości ok 3cm oraz 9cm powyżej spodniej powierzchni płyty (patrz zał.1, fot.21-30). Siaki te tworzą: w kierunku prostopadłym do osi ostu - pręty $\phi 10$ co 10cm; w kierunku równoległym do osi mostu - pręty $\phi 6$ co 8cm. Zbrojenie płyty wykonane zostało z minimalną otuliną, która na podstawie przeprowadzonej odkrywki wynosi 2,5cm. Natomiast rodzaj stali, z której wykonano kable sprężające belki nośnej WBS18 przyjęto zgodnie z 1.4.20 jako splot18x $\phi 5$, Stal II o wytrzymałości na rozciąganie stali cięgien $f_{pk}=1470,0\text{MPa}$ wg 1.4.5.

5. ANALIZA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWA GŁÓWNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

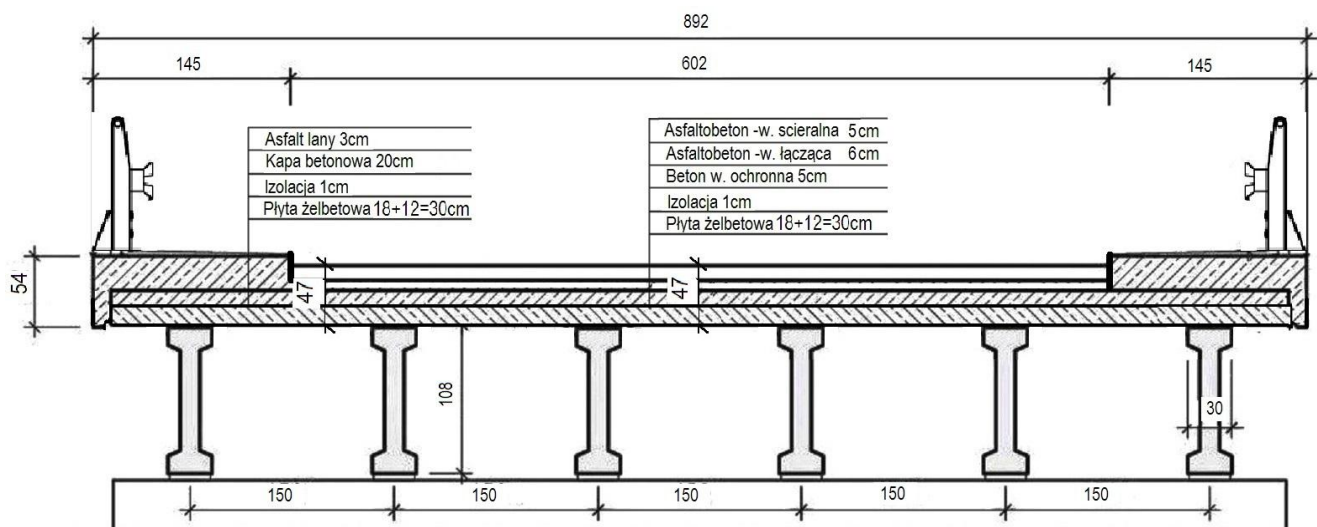
5.1 Parametry geometryczne przęsła mostu



Sch.1. Przekrój podłużny przez most istniejący



Sch.2. Przekrój poprzeczny przez most istniejący



Sch.3. Przekrój poprzeczny przez most wzmocniony płytą 12cm (dla klasy B)

5.2 Obciążenia stałe mostu (wg stanu istniejącego)

5.2.1 Obciążenia stałe dla klasy B wg PN-85/S-10030

Przyjęto klasę B obciążeń w układzie podstawowym:

- Ciężar własny konstrukcji żelbetowej wraz z nadlewką na chodniku i nad jezdnią $c_w = 25,0 \text{ kN/m}^3$, współczynnik obciążeń $\gamma_f = 1,20$ (0,9),
- Nawierzchnia na chodniku, $\gamma_f = 1,2$ (0,9)
 - asfalt lany 3 cm – 20,0 x 0,03 = 0,60 kN/m²;
 - kapa z betonu 8cm – 25,0 x 0,08 = 2,00 kN/m²;
 - piasek z lepiszczem bitum. 11cm – 23,0 x 0,11 = 2,53 kN/m²
 - izolacja 1cm – 14,0 x 0,01 = 0,14 kN/m²;

$$q_{ch} = 5,27 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{ch} = 5,27 \times 1,2 = 6,32 \text{ kN/m}^2$$

- Nawierzchnia na jezdni $\gamma_f = 1,2$ (0,9)
 - warstwa ścieralna asfaltobetonu 4 cm – 23,0 x 0,04 = 0,92 kN/m²
 - warstwa łącząca asfaltobetonu 6 cm – 23,0 x 0,06 = 1,38 kN/m²
 - izolacja bitumiczna 1 cm – 14,0 x 0,01 = 0,14 kN/m²
 - warstwa ochronna z betonu 5cm – 25,0 x 0,05 = 1,25 kN/m²;

$$q_j = 3,69 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_j = 3,69 \times 1,2 = 4,43 \text{ kN/m}^2$$

5.2.2 Obciążenia stałe dla klasy LM1 wg PN-EN 1991-2:2007, Eurokod 1 (wg stanu istniejącego)

Przyjęto klasę LM1 obciążeń jako wartości charakterystyczne:

- Ciężar własny konstrukcji żelbetowej wraz z nadlewką 42cm na chodniku i 24 cm nad jezdnią $C_w = 25,0 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{G.sup} = 1,35$ (1,0)
- Nawierzchnia na chodniku,
 - asfalt lany 3 cm – 20,0 x 0,03 = 0,60 kN/m²;
 - kapa z betonu 8cm – 25,0 x 0,08 = 2,00 kN/m²;
 - piasek z lepiszczem bitum. 11cm – 23,0 x 0,11 = 2,53 kN/m²
 - izolacja 1cm – 14,0 x 0,01 = 0,14 kN/m²

$$Q_{ch} = 5,27 \text{ kN/m}^2 ;$$

$$Q'_{ch} = 5,27 \times 1,35 = 7,12 \text{ kN/m}^2 ;$$

- Nawierzchnia na jezdni, $\gamma_f = 1,35$ (1,0)
 - warstwa ścieralna asfaltobetonu 4 cm – 23,0 x 0,04 = 0,92 kN/m²
 - warstwa łącząca asfaltobetonu 6 cm – 23,0 x 0,06 = 1,38 kN/m²
 - izolacja bitumiczna 1 cm – 14,0 x 0,01 = 0,14 kN/m²
 - warstwa ochronna z betonu 5cm – 25,0 x 0,05 = 1,25 kN/m²;

$$Q_j = 3,69 \text{ kN/m}^2 ;$$

$$Q'_j = 3,69 \times 1,35 = 4,98 \text{ kN/m}^2 ;$$

5.3 Obciążenia użytkowe taborem i tłumem pieszych wg PN- 85/S-10030 (1.4.14)

5.3.1 Obciążenia użytkowe (klasa B)

- a) Obciążenia tłumem pieszych q_t

$$\gamma_f = 1,3(0) \text{ – współczynnik obciążeń}$$

$$q_t = 2,5 \cdot 1,3 = 3,25 \text{ kN/m}$$

- b) Obciążenia taborem samochodowym q

$$\gamma_f = 1,5(0) \text{ – współczynnik obciążeń}$$

$$q = 3,0 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

- c) Obciążenie ciągnikiem K

$$K = 600 \text{ kN};$$

$$\gamma_f = 1,5(0) \text{ – współczynnik obciążeń}$$

$$\phi = 1,35 - 0,005 \cdot 18,0 = 1,26 \text{ – współczynnik dynamiczny}$$

$$K_\phi = 600 \cdot 1,5 \cdot 1,26 = 1134,0 \text{ kN} \text{ – całkowity ciężar pojazdu}$$

$$P_k = \frac{K_\phi}{8} = \frac{1134}{8} = 141,8 \text{ kN} \text{ – ciężar jednego koła}$$

5.3.2 Obciążenia użytkowe (klasa C D i E)

- a) Obciążenia tłumem pieszych q_t

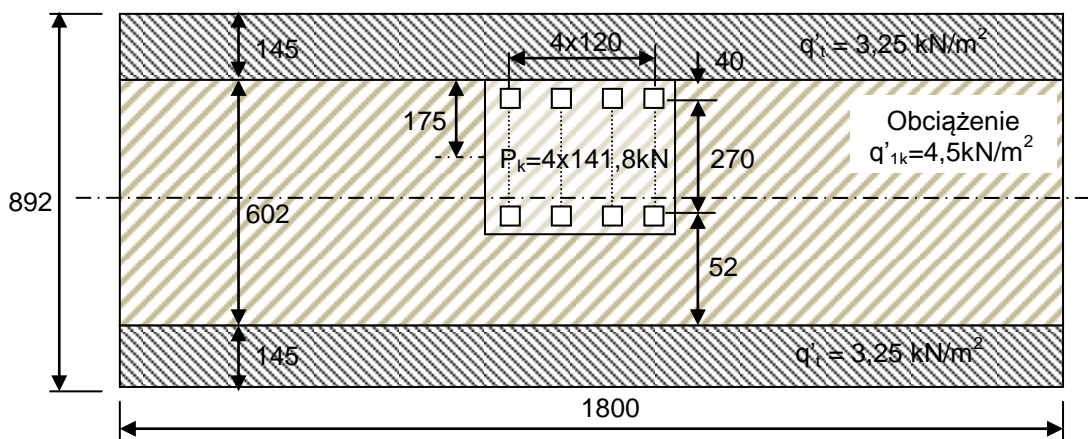
zastosowano do klasy B współczynniki: $m_B = m_D = m_E = 1,0$

- b) Obciążenia taborem samochodowym q

zastosowano do klasy B współczynniki: $m_C = 0,67; m_D = 0,53; m_E = 0,40$

- c) Obciążenie ciągnikiem K

zastosowano do klasy B współczynniki: $m_D = 0,67; m_D = 0,53; m_E = 0,40$



Sch.4. Przyjęty schemat statyczny obciążenia użytkowego dla klasy B, C, D i E

5.4 Obciążenia użytkowe taborem i tłumem pieszych wg PN-EN1991-2:2007, Eurokod 1- (1.4.15)

5.4.1 Obciążenia tłumem pieszych LM4

$$\gamma_A = 1,0;$$

$$q_t = 5,0 \cdot 1,0 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

5.4.2 Obciążenia taborem samochodowym LM1

- Obciążenie taborem samochodowym q_{1k} , q_{2k} i q_{3k}

$$\gamma_Q = 1,50 (0); ; \alpha_{q1} = \alpha_{q2} = \alpha_{q3} = 1$$

$$q_{1k} = 9,00 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ kN/m}^2;$$

$$q_{2k} = 2,50 \cdot 1,5 = 3,8 \text{ kN/m}^2;$$

$$q_{3k} = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie pojazdem na jezdni Q_{1k} i Q_{2k} i na płytach przejściowych P_k

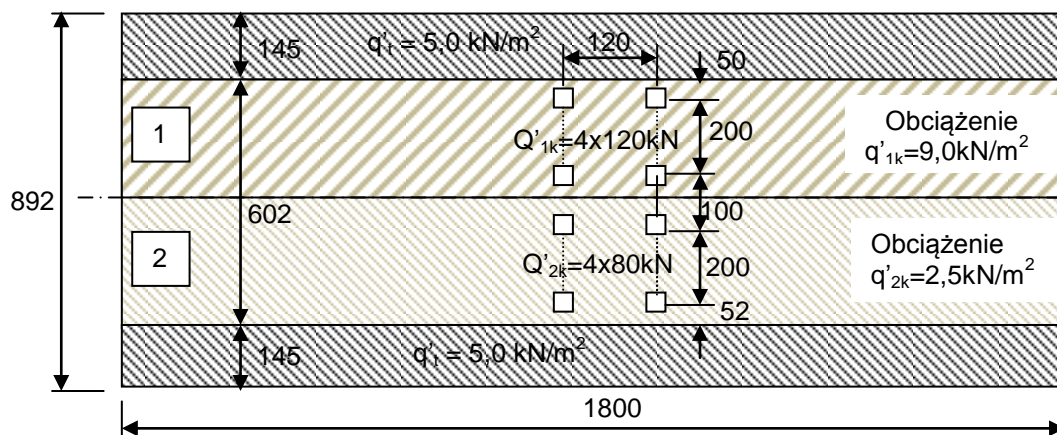
$$\gamma_Q = 1,50 (0), \alpha_{Q1} = 0,8$$

$$Q_{1k} = 2 \cdot (Q_1 \cdot \alpha_{Q1}) \cdot \gamma_Q = 2 \times (300 \cdot 0,8) \cdot 1,5 = 900 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = 2 \cdot (Q_2 \cdot \alpha_{Q1}) \cdot \gamma_Q = 2 \times (200 \cdot 0,8) \cdot 1,5 = 480 \text{ kN}$$

$$Q'_{1k} = 900 / 4 = 225,0 \text{ kN/m} - \text{ciężar jednego koła};$$

$$Q'_{2k} = 480 / 4 = 120,0 \text{ kN/m} - \text{ciężar jednego koła};$$



Sch.5. Przyjęty do obliczeń schemat statyczny obciążenia użytkowego wg LM1 i LM4

5.5 Parametry wytrzymałościowe materiałów

Dla wymiarowania konstrukcji nośnej mostu przyjęto następujące parametry wytrzymałościowe betonu i stali zbrojeniowej i kabli sprężających;

A. Dla materiałów istniejącej konstrukcji przyjęto:

TAB. 5.1 Parametry istniejącej konstrukcji

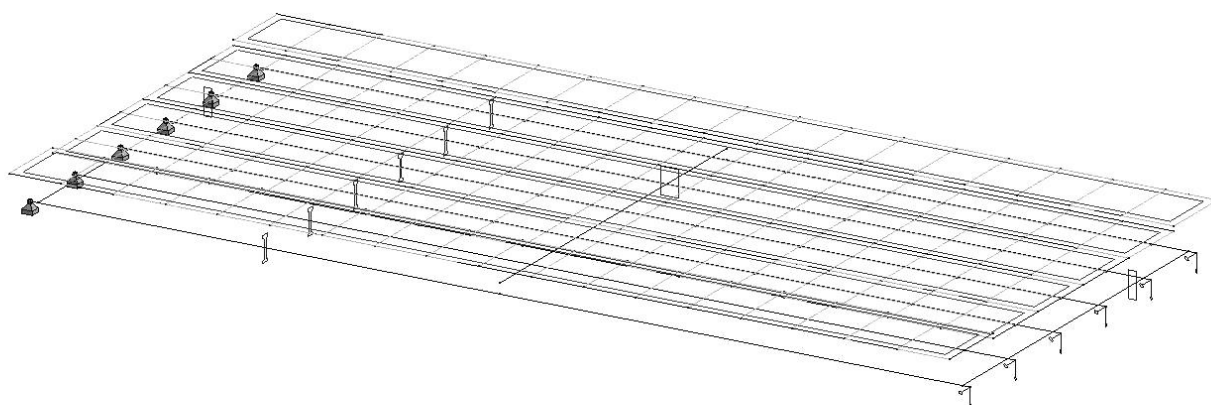
Prefabrykaty sprężone WBS18	Płyta pomostowa	Poprzecznice i ocypy filarów
a) Parametry betonu obecnie i w chwili sprężania: Beton B30 (C25/30): $R_b = f_{cd} = 17,9 \text{ MPa}$; $E_b = 26,2 \text{ GPa}$; $\gamma_{b2} = 25 \text{ kN/m}^3$ b) Parametry betonu przy zabudowie przęsła: Beton R_w 400 - B40 (C30/37): $R_b = f_{cd} = 21,4 \text{ MPa}$; $E_b = 27,4 \text{ GPa}$; $\gamma_{b2} = 25 \text{ kN/m}^3$	Beton B20 (C20/16): $R_b = f_{cd} = 11,4 \text{ MPa}$; $E_b = 23,8 \text{ GPa}$; $\gamma_{b2} = 25 \text{ kN/m}^3$	Beton B15 (C15/12): $R_b = f_{cd} = 8,6 \text{ MPa}$; $E_b = 22,6 \text{ GPa}$; $\gamma_{b2} = 25 \text{ kN/m}^3$
Stal zbroj. St3SX klasa A-I: $R_a = f_{yd} = 200,0 \text{ MPa}$; $E_a = 210,0 \text{ GPa}$, Stal kabli sprężających 18 ϕ 5: Stal II - $f_{pk} = 1470,0 \text{ MPa}$ – wytrzymałość na rozciąganie stali cięgien; $F_{pk} = 28,8 \text{ kN}$ – siła zrywająca dla $\phi 5 A_p = 19,6 \text{ mm}^2$, Stal I - $f_{pk} = 1670,0 \text{ MPa}$; – wytrzymałość na rozciąganie stali cięgien, – siła zrywająca, $F_{pk} = 32,7 \text{ kN}$ – siła zrywająca dla $\phi 5 A_p = 19,6 \text{ mm}^2$	Stal zbroj. St3SX kl. A-I: $R_a = f_{yd} = 200,0 \text{ MPa}$; $E_a = 210,0 \text{ GPa}$	Stal zbroj. St3SX kl. A-I: $R_a = f_{yd} = 200,0 \text{ MPa}$; $E_a = 210,0 \text{ GPa}$

Powyższe parametry przyjęto jako najbardziej wiarygodne spośród wyników badań niniejszej ekspertyzy oraz na podstawie wyników badań opisanych w 1.4.18.

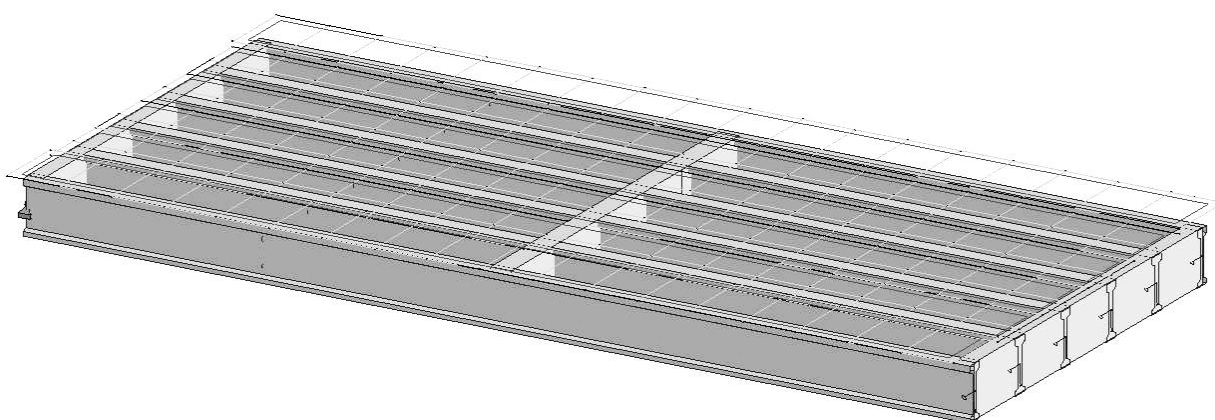
B. Dla materiałów zastosowanych przy przyszłej rekonstrukcji elementów istniejącego mostu (nadlewka płyty pomostowej) przewidziano następujące parametry materiałowe:

TAB. 5.2 Parametry elementów wzmacniających konstrukcję

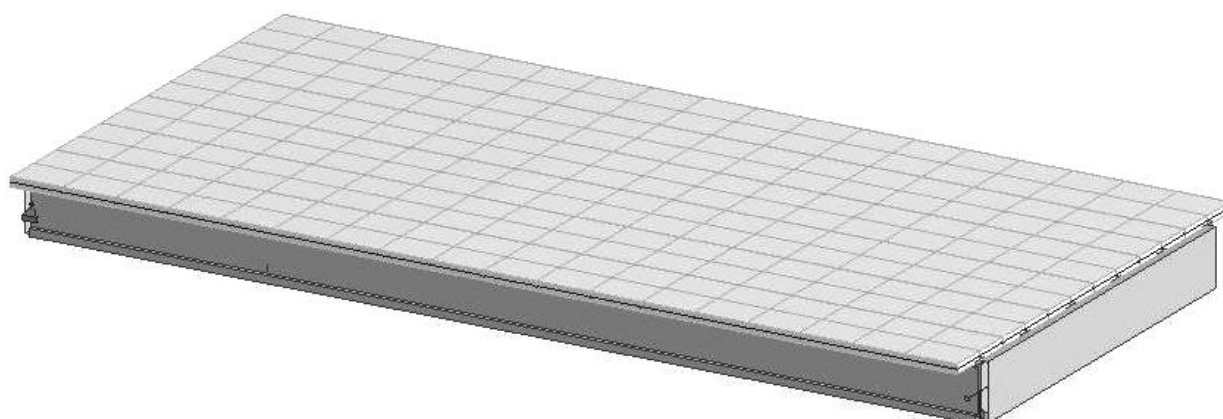
Beton B35:	Stal 18G2–b lub B500–SP – klasa AII:
$R_b = f_{cd} = 20,2 \text{ MPa}$; $E_b = 34,6 \text{ GPa}$; $\gamma_{b2} = 25 \text{ kN/m}^3$	$R_a = f_{yd} = 295 \text{ MPa}$; $E_a = 210,0 \text{ GPa}$



Sch.6. Dyskretyzacja konstrukcji przęsła



Sch.7. Ruszt żelbetowy pod płytą pomostową – podział na elementy



Sch.8. Płyta pomostowa – podział na elementy

5.6 Wyniki obliczeń statycznych - siły wewnętrzne i naprężenia w istniejącej konstrukcji dla belek WBS18 (B35) i płyty o grubości płyty 18cm (B20)

TAB. 5.3 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-85/S-10030 (KLASA E)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia U _z [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	6,24	90,94	19,52	225,09	2,59	-0,31	1,1	
Pręt	9	3	8	3	6	8	3	
Węzeł	6	5	13	1/2	12	14	5	
Przypadek	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	
MIN	-676,59	-90,39	-49,41	-53,24	0,30	-10,5	0,0	
Pręt	2	3	3	8	8	6	9	
Węzeł	1/2	6	5	1/2	14	1/2	6	
Przypadek	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 18cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	96,40	41,62	10,06	11,84	2,16	2,07	0,19	3,48
Panel	12	13	15	15	14	15	12	12
Węzeł	5	335	78	78	63	68	5	328
Przypadek	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)
MIN	-431,25	-88,45	-1,45	-2,50	-2,15	-0,14	-1,66	0,34
Panel	12	15	12	12	15	13	15	12
Węzeł	328	69	5	294	79	7	69	169
Przypadek	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)	16 (K)

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

TAB. 5.4 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-85/S-10030 (KLASA D)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia U _z [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	7,64	112,70	26,39	291,28	3,50	-0,46	1,4	
Pręt	9	3	8	3	6	8	3	
Węzeł	6	5	13	1/2	12	14	5	
Przypadek	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	
MIN	-867,81	-112,00	-61,70	-76,24	0,39	-13,62	0,0	
Pręt	8	3	3	8	8	6	9	
Węzeł	13	6	5	1/2	14	1/2	6	
Przypadek	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 18cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	125,12	56,48	13,24	16,07	2,85	2,78	0,25	4,54
Panel	12	13	15	15	14	15	12	12
Węzeł	5	335	78	78	63	68	5	328
Przypadek	-561,91	-126,76	-1,76	-3,13	-2,84	-0,19	-2,13	0,34
MIN	12	15	12	12	15	13	15	12
Panel	328	69	5	294	79	7	69	169
Węzeł	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)	15 (K)
Przypadek	-561,91	-126,76	-1,76	-3,13	-2,84	-0,19	-2,13	0,34

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

TAB. 5.5 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-85/S-10030 (KLASA C)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia U _z [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	9,15	136,13	33,79	362,56	4,49	-0,62	1,7	
Pręt	9	3	8	3	6	8	3	
Węzeł	6	5	13	1/2	12	14	5	
Przypadek	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	
MIN	-1073,74	-135,28	-74,93	-101,02	0,49	-16,99	0,0	
Pręt	2	3	3	8	8	6	9	
Węzeł	1/2	6	5	1/2	14	1/2	6	
Przypadek	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 18cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	156,05	72,49	16,67	20,64	3,60	3,55	0,32	5,67
Panel	12	13	15	15	14	15	12	12
Węzeł	5	335	78	78	63	68	5	328
Przypadek	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)
MIN	-702,62	-168,02	-2,09	-3,81	-3,59	-0,25	-2,63	0,38
Panel	12	15	12	12	15	13	15	12
Węzeł	328	69	5	294	79	7	69	169
Przypadek	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)	14 (K)

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

TAB. 5.6 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-85/S-10030 (KLASA B)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia U _z [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	12,71	191,36	51,24	530,58	6,90	-1,01	2,5	
Pręt	9	3	8	3	5	8	3	
Węzeł	6	5	13	1/2	10	14	5	
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	
MIN	-1559,16	-196,64	-106,12	-159,42	0,72	-24,92	0,0	
Pręt	2	8	3	8	8	3	9	
Węzeł	1/2	13	5	1/2	14	1/2	6	
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 18cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	228,96	110,22	24,76	31,39	5,36	5,37	0,57	8,35
Panel	12	13	15	15	14	15	15	12
Węzeł	5	335	78	78	63	68	78	328
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)
MIN	-1034,29	-265,28	-2,89	-5,40	-5,35	-0,37	-3,81	0,57
Panel	12	15	12	12	15	13	15	12
Węzeł	328	69	5	294	79	7	69	169
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

TAB. 5.7 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-EN 1991-2:2007 (KLASA LM1)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia Uz [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	10,57	248,51	56,32	611,74	7,81	-0,16	3,0	
Pręt	9	2	8	3	3	7	3	
Węzeł	6	3	13	1/2	12	5	5	
Przypadek	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	
MIN	-1792,81	-245,63	-110,24	-146,40	0,14	-28,68	0,0	
Pręt	1	2	2	8	7	6	9	
Węzeł	1/2	4	3	1/2	5	12	6	
Przypadek	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 18cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	97,69	104,94	23,60	25,10	5,87	3,95	0,31	9,95
Panel	12	13	14	14	10	14	12	12
Węzeł	5	335	78	78	3	78	5	328
Przypadek	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)
MIN	-1250,75	-321,28	-3,45	-6,17	-5,80	-0,55	-4,58	0,44
Panel	12	14	14	12	14	15	10	10
Węzeł	328	77	103	294	103	124	214	165
Przypadek	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)	12 (K)

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

5.7 Wyniki dla przebudowanej i wzmocnionej konstrukcji - dla belek WBS18 (B35) i wzmocnionej płyty pomostowej o grubości 18 + 12 = 30cm (B25)

TAB. 5.8 EKSTREMA DLA OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH - PN-85/S-10030 (KLASA B)

Wyniki dla belek sprężonych WBS18 (pręt nr 1 - 6) i poprzecznic (pręt nr 7 - 9)								
	Siły osiowe (kN)		Moment zginający (kNm)		Naprężenia (MN/m ²)		Strzałka ugięcia Uz [cm]	
	F _x	F _z	M _z	M _y	σ _{max}	σ _{min}		
MAX	14,52	183,64	44,67	389,12	5,48	-0,51	1,8	
Pręt	9	3	8	3	6	8	3	
Węzeł	6	5	13	1/2	12	14	5	
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	
MIN	-1472,29	-180,94	-91,44	-99,15	0,58	-19,79	0,0	
Pręt	3	3	3	8	8	3	9	
Węzeł	1/2	6	5	1/2	14	1/2	6	
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	
Wyniki dla płyty pomostowej o grubości 30cm (panel nr 10 -15)								
	N _{xx} (kN/m)	N _{yy} (kN/m)	M _{xx} (kNm/m)	M _{yy} (kNm/m)	Q _{xx} (kN/m)	σ ₁ (MN/m ²)	σ ₂ (MN/m ²)	σ _{zred} (MN/m ²)
MAX	202,29	93,36	49,30	44,89	17,93	2,93	0,91	6,15
Panel	12	13	15	15	12	15	14	12
Węzeł	5	335	78	78	5	68	68	328
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)
MIN	-940,91	-199,77	-10,74	-11,58	-17,67	-0,02	-1,26	0,67
Panel	12	15	12	12	12	12	13	12
Węzeł	328	69	5	6	6	312	223	332
Przypadek	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)	13 (K)

Dla sił osiowych i naprężeń „+” oznacza ściskanie, „-” oznacza rozciąganie; ugięcia „+” oznacza w dół.

5.8 Analiza wytrzymałościowa głównych elementów nośnych konstrukcji

W analizie wytrzymałościowej wzięto pod uwagę następujące fazy dla elementów nośnych konstrukcji:

- Faza I – wykonanie belek WBS-18 w wytwórni,
- Faza II – wykonanie na mokro płyty pomostowej obciążającej dźwigary WBS-18 (Faza IIa- bez uwzględnienia skurczu betonu płyty pomostowej; Faza IIb - z uwzględnieniem skurczu betonu płyty pomostowej)
- Faza III – konstrukcja zespolona po związaniu płyty pomostowej o gr. 18cm z rusztem składający się z dźwigarów głównych i poprzecznic,
- Faza IV – uwzględnienie obciążenia użytkowego w bilansie naprężeń i ugięć konstrukcji zespolonej (stan istniejący płyta gr.18cm)
- Faza V – przebudowana płyta pomostowa poprzez nadlanie i zespolenie dodatkowej żelbetowej płyty grubości 12cm.

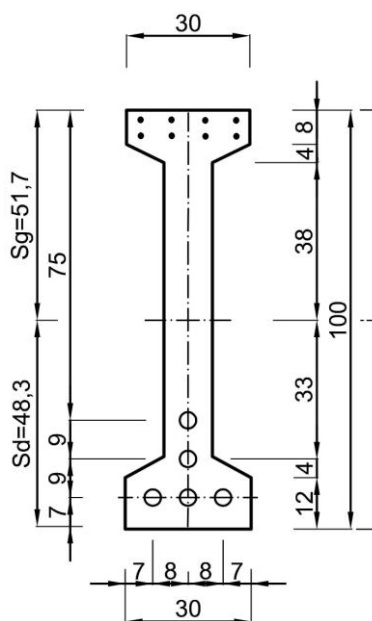
5.8.1 Faza I – wykonanie belek WBS-18 w wytwórni

5.8.1.1 Parametry wytrzymałościowe belki kablobetonowej WBS-18

Pole powierzchni przekroju prętów zbrojenia górnego (8 x $\phi 6$) :

$$F_z = 8 \times 0,28 = 2,26 \text{ cm}^2$$

$$F_{zd} = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2$$



Sch.9. Przekrój przez dźwigar WBS-18 z rozmieszczeniem kabli sprężających w środku rozpiętości dźwigara i rozkład naprężeń w strefie rozciąganej (przed zespoleniem)

$$F = 1632,0 \text{ cm}^2 = 0,163 \text{ m}^2 \quad - \text{powierzchnia przekroju};$$

$$S_g = 51,7 \text{ cm}; \quad S_d = 48,3 \text{ cm} \quad - \text{odległość od środka ciężkości};$$

$$q_1 = 4,08 \text{ kN/m} \quad - \text{ciężar własny belki};$$

$$G_1 = 4,08 \cdot 18 = 73,44 \text{ kN} \quad - \text{masa belki};$$

$I_1 = 1829653 \text{ cm}^4 = 0,0183 \text{ m}^4$ - moment bezwładności przekroju belki;

$W_{g1} = \frac{I_1}{S_g} = \frac{0,0183}{0,517} = 0,0357 \text{ m}^3$ - wskaźnik zginania przekroju;

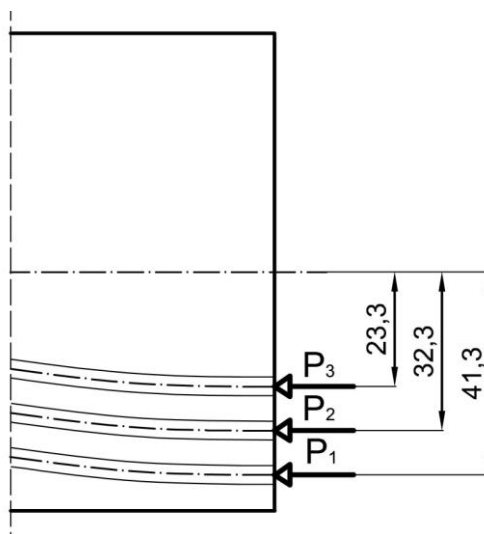
$W_{d1} = \frac{I_1}{S_d} = \frac{0,0183}{0,487} = 0,0379 \text{ m}^3$ - wskaźnik zginania przekroju;

$F_u = 0,5^{2\pi} \cdot 18 = 0,196 \cdot 18 = 3,533 \text{ cm}^2 = 0,000353 \text{ m}^2$ - powierzchnia przekroju pojedynczego kabla sprężającego;

$E_{b40} = 36,4 \text{ GPa} = 36400000 \text{ kPa}$ - moduł Younga betonu B40 (dla betonu w wytwórni w chwili sprężania).

5.8.1.2 Siły sprężające w kablu

Siły sprężające w kablu P_k przyjęto w oparciu o 1.4.5 (tab.28) dla wytrzymałości charakterystycznej R^I_{vk} i R^{II}_{vk} .



Sch.10. Rozkład sił sprężających w środku rozpiętości dźwigara dźwigar WBS-18

a) Wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie stali cięgien:

$$R^I_{vk} = 1667 \text{ MPa} = 1667000 \text{ kPa};$$

$$R^{II}_{vk} = 1471 \text{ MPa} = 1471000 \text{ kPa}.$$

b) Nośność charakterystyczna kabli wynosi odpowiednio:

$$P_K^I = 0,000353 \cdot 1667000 = 588,45 \text{ kN} \quad - \text{według 1.4.16};$$

$$P_K^{II} = 0,000353 \cdot 1471000 = 519,56 \text{ kN} \quad - \text{według 1.4.16};$$

$$P_K^0 = 344 \cdot \frac{5}{4} = 430,0 \text{ kN} \quad - \text{według 1.4.20}.$$

5.8.1.3 Siły i momenty wywołane sprężeniem belki

Siły w kablach sprężających wynoszą odpowiednio:

$$P_1^I = 3 \cdot 588,45 = 1765,35kN \quad - \text{według 1.4.16};$$

$$P_1^{II} = 3 \cdot 519,26 = 1557,78kN \quad - \text{według 1.4.16};$$

$$P_1^0 = 3 \cdot 430,0 = 1293,00kN \quad - \text{według 1.4.20}$$

$$P_1 = P_1^I \quad \text{lub} \quad P_1 = P_1^{II} \quad \text{lub} \quad P_1 = P_1^0.$$

Do dalszych obliczeń przyjęto $P_1 = P_1^{II}$ jako wywołującą najbardziej zbliżone do rzeczywistych wielkości ugięcia belki.

$$Z_1^I = 5 \cdot 588,45 = 2941,75kN$$

$$Z_2^{II} = 5 \cdot 519,26 = 2596,3kN$$

$$Z_3^0 = 5 \cdot 430,0 = 2158,0kN$$

Do dalszych obliczeń przyjęto $Z_\Sigma = Z_2^{II} = 2596,3kN$ jako sumę sił we wszystkich kablach w belce.

Dalsze obliczenia wykonano dla sił sprężających w kablach:

$$P_1 = 519,6kN; \quad P_2 = 519,6kN; \quad P_3 = 1558,8kN \quad \text{oraz} \quad Z_\Sigma = 2596,3kN$$

5.8.1.4 Momenty od kablów sprężających

$$M_{K1} = P_1 \cdot 0,413 = 1558,8 \cdot 0,413 = 643,8kNm$$

$$M_{K2} = P_2 \cdot 0,323 = 519,6 \cdot 0,323 = 167,8kNm$$

$$M_{K3} = P_3 \cdot 0,233 = 1558,8 \cdot 0,233 = 363,2kNm$$

$$M_{K1} + M_{K2} + M_{K3} = 932,7kNm \quad - \text{łączny moment od 5 kablów}$$

$$M_q = \frac{ql^2}{8} = \frac{4,08 \cdot 18^2}{8} = 165,6kNm \quad - \text{moment od ciężaru własnego belki}$$

$$M_p = M_K - M_q = 932,7 - 165,6 = 767,1kNm$$

5.8.1.5 Naprężenia w belce kablabetonowej

a) Naprężenia w belce WBS18 z uwzględnieniem ciężaru własnego belki.

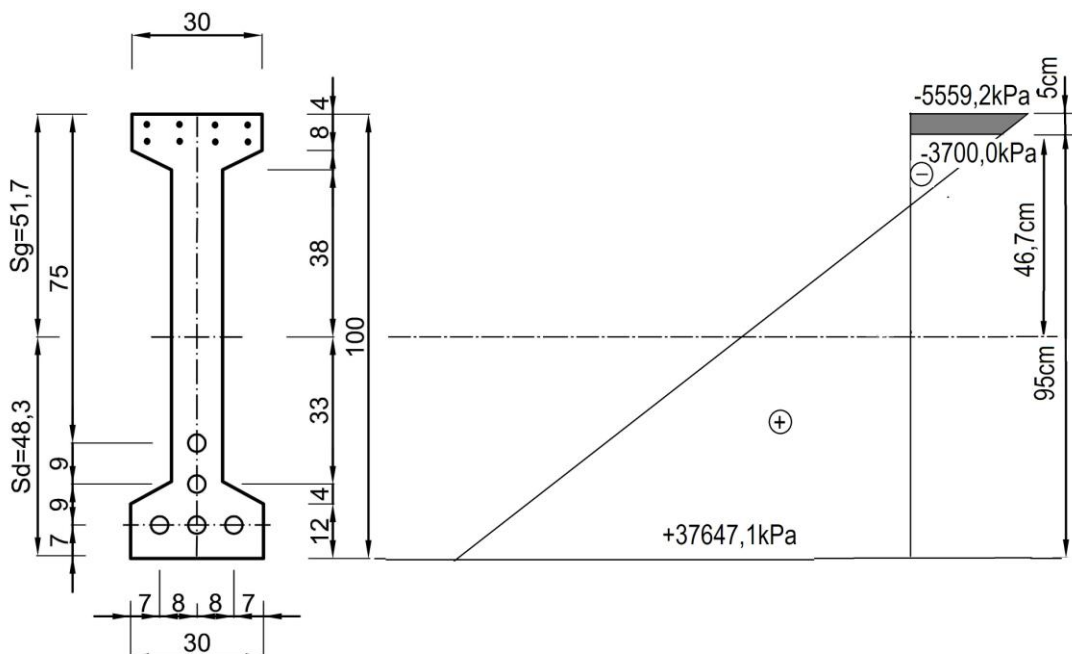
$$\sigma_g = \frac{Z_\Sigma}{F} + \frac{M_q}{W_g} - \frac{M_K}{W_g}; \quad \sigma_d = \frac{Z_\Sigma}{F} - \frac{M_q}{W_d} + \frac{M_K}{W_d};$$

$$\begin{aligned} \sigma_g &= \frac{2596,3}{0,163} + \frac{165,24}{0,0357} - \frac{932,7}{0,0357} = 15928,2 + 4628,6 - 26347,5 = \\ &= -5559,2kPa < R_{bt,0,95} = -3700,0kPa \end{aligned}$$

$$\sigma_d = \frac{2596,3}{0,163} - \frac{165,24}{0,0379} + \frac{932,7}{0,0379} = 13239,3 - 4358,84 + 20398,42 =$$

$$= 37647,1kPa < R_b^G = 40000kPa = f_{ck} = 40000kPa$$

b) Analiza naprężeń w strefie rozciąganej belki WBS18



Sch.11. Rozkład naprężeń w dźwigarze WBS 18 – strefa rozciągana (Faza I)

W strefie przekroczenia naprężeń znajdują się cztery pręty $\phi 6$ o powierzchni F_z .

$$F_z = 8 \times 0,28 = 2,26 \text{ cm}^2$$

$R_a = 210 \text{ MPa} = 200000 \text{ kPa}$ – wytrzymałość obliczeniowa stali.

Założono, że w strefie przekroczonego naprężeń stal zbrojeniowa przejmie siły rozciągające beton o wartości F_b .

$F_b = 0,3 \times 0,05 (5559,2 - 3700,0) / 2 = 0,015 \times 929,6 = 13,9 \text{ kN}$ – siła rozciągająca w betonie do przejścia przez stal zbrojeniową,

$$F_s = 0,000226 \times 200000 = 45,2 \text{ kN},$$

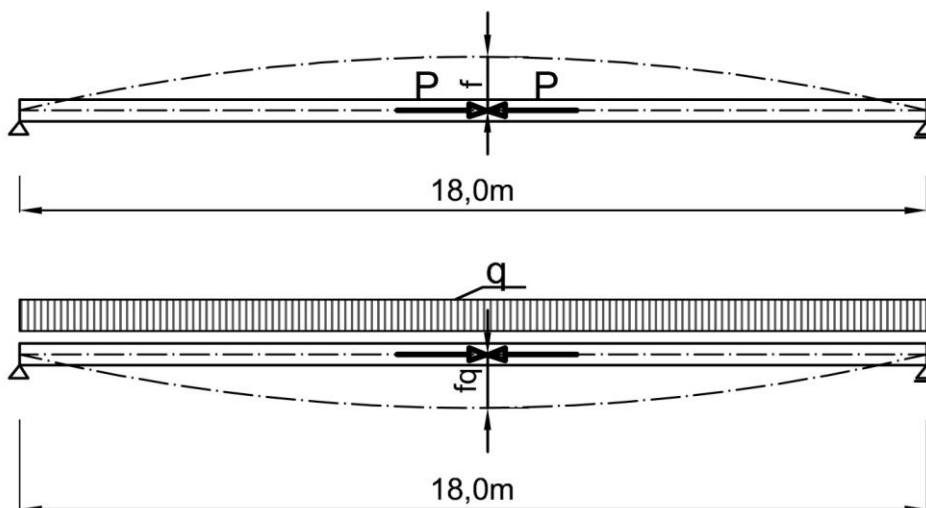
$$F_b = 45,2 \text{ kN} > F_b = 13,9 \text{ kN},$$

Zatem stal przejmie siłę rozciągającą beton.

5.8.1.6 Określenie odwrotnej strzałki ugięcia belki kablobetonowej

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{M \cdot l^2}{EI} = 0,1 \cdot \frac{Ml^2}{EI} \text{ - wzór ogólny}$$

$$M_p = 767,1 \text{ kNm}$$



Sch.12. Strzałki ugięcia: a - od sił sprężających; b - od ciężaru własnego dźwigara

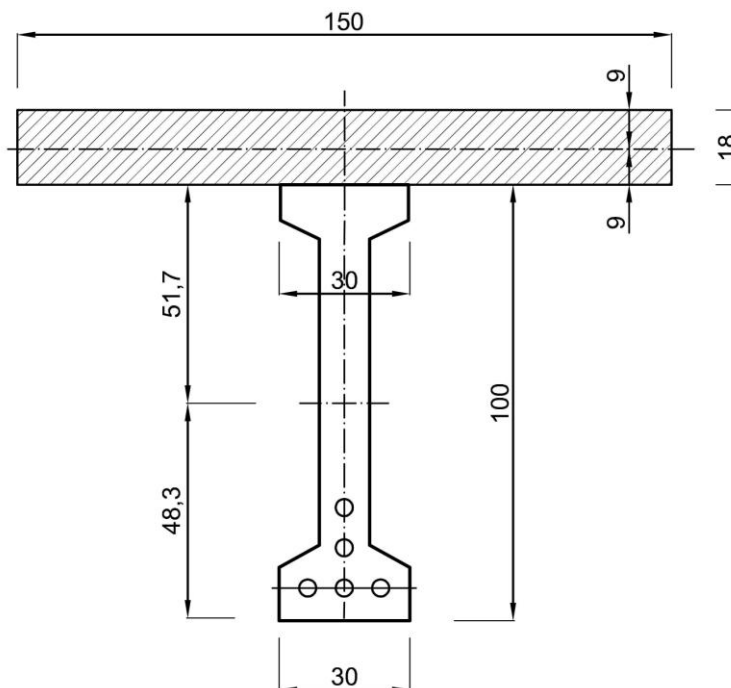
Wypadkowa strzałka ugięcia dla fazy I (wykonanie belek WBS-18 w wytwórni) od ciężaru własnego belki WBS i sił sprężających f_{F-I} wynosi:

$$f_{F-I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{767,1 \cdot 324}{666120} = -\frac{5}{48} \cdot \frac{248540,4}{666120} = 0,03886m = \underline{-3,89cm}$$

- od sił sprężenia kabla z uwzględnieniem ciężaru własnego belki żelbetowej.

5.8.2 Faza II – wykonanie na mokro żelbetowej płyty pomostowej gr. 18cm

5.8.2.1 Obciążenie belek płytą pomostową (Faza II - beton niezwiązany)



Sch.13. Przekrój przez istniejącą płytę żelbetową i dźwigar WBS-18

$$q_a = 1,5 \cdot 0,18 \cdot 25 = 6,75 \text{ kN/m} \quad - \text{ obciążenie belki płytą o grubości 18cm}$$

$$M_{qa} = \frac{6,75 \cdot 18^2}{8} = 273,4 \text{ kNm} \quad - \text{ moment od płyty 18cm}$$

5.8.2.2 Ugięcia belek po obciążeniu płytą pomostową grubości 18cm (Faza II)

a) Faza IIa - bez uwzględnienia skurczu – przed związaniem betonu

- strzałka ugięcia od obciążenia ciężarem własnym płyty 18cm

$$f_{F-IIa} = 0,1 \frac{273,4 \cdot 324}{666120} = \frac{8858,1}{666120} = 0,013 \text{ m} = \underline{+1,3 \text{ cm}}$$

b) Faza II - uwzględnienie skurczu po związaniu betonu (wg 1.4.16 pkt. 9.6.2.)

$$\Delta N = \frac{\Delta \varepsilon_s \cdot \left(1 + \frac{E_2 \cdot I_2}{E_1 \cdot I_1} \right)}{\frac{a^2}{E_1 \cdot I_1} \left(1 + \frac{E_2 \cdot I_2}{E_1 \cdot I_1} \right) \left(\frac{1}{E_1 \cdot A_1} + \frac{1}{E_2 \cdot A_2} \right)} \quad - \text{ przyrost siły w elemencie 1 lub 2,}$$

$\Delta M = \Delta N \cdot a$ - przyrost momentu w elemencie zespolonym wywołany skurczem betonu,

a - odległość środków ciężkości przekrojów elementów składowych elem. zesp.

ε_s - różnica odkształceń skurczu w części 1 i 2.

$A_1, A_2; L_1, L_2; E_1, E_2; I_1, I_2$ - parametry elementów: 1 - dźwigara; 2 - płyty.

$$\Delta \varepsilon_{sa} = 0,0019 \text{ m};$$

$$A_{1a} = 0,163 \text{ m}^2;$$

$$A_{2a} = 1,5 \cdot 0,18 = 0,27 \text{ m}^2$$

$$L_1 = L_2 = 18,0 \text{ m};$$

$$I_{1a} = 0,0183 \text{ m}^4;$$

$$I_{2a} = 0,00073 \text{ m}^4$$

$$E^{B40}_{1a} = 36400000 \text{ kPa}$$

$$E^{B30}_{2a} = 32600000 \text{ kPa}$$

$$\alpha = \frac{32600000}{36400000} = 0,896$$

$$a = 0,517 + 0,09 = 0,61 \text{ m}$$

$$\Delta N_1 = \frac{0,00019 \cdot \left(1 + \frac{32600000 \cdot 0,00073}{36400000 \cdot 0,0183}\right)}{\frac{0,61^2}{36400000 \cdot 0,0183} + \left(1 + \frac{32600000 \cdot 0,00073}{36400000 \cdot 0,0183}\right) \cdot \left(\frac{1}{36400000 \cdot 0,163} + \frac{1}{32600000 \cdot 0,27}\right)} =$$

$$= \frac{0,00019 \cdot \left(1 + \frac{23798,0}{669120}\right)}{0,00000059 + \left(1 + \frac{23798,0}{669120}\right) \cdot \left(\frac{1}{5933200} + \frac{1}{8802000}\right)} =$$

$$= \frac{0,00019 \cdot 1,036}{0,00000059 + 1,036 \cdot (0,000000168 + 0,000000114)} = \frac{0,000197}{0,000000882} = 223,3kN$$

$$\Delta M_1 = 223,3 \cdot 0,61 = 136,2kNm$$

$$f_{F-IIIb} = -\frac{5}{48} \cdot \frac{136,2 \cdot 324}{666120} = +0,69cm$$

$$f_{F-II} = f_{F-IIa} + f_{F-IIIb} = +1,30 + 0,69 = +1,99cm$$

5.8.3 Faza III – konstrukcja zespolona po związaniu płyty pomostowej gr 18cm obciążona ciężarem własnym elementów wyposażenia mostu

5.8.3.1 Obliczenie strzałki aktualnej po uwzględnieniu nawierzchni bitumicznej + izolacji i warstwy wyrównawczej (belki wewnętrzne i zewnętrzne wg. Sch. 2)

$$A_{1zes} = 0,163 + 1,5 \cdot 0,18 = 0,433m^2; \quad I_{1a} = 0,0183m^4; \quad I_{2a} = \frac{1,5 \cdot 0,18^3}{12} = 0,00073m^4$$

$$I_{1zesp} = 0,0183 + 0,00073 + 0,163 \cdot 0,377^2 + \frac{0,27 \cdot 0,23^2}{0,896} =$$

$$= 0,0183 + 0,00073 + 0,0232 + 0,016 = 0,0582m^4$$

$$S_{zesp} = 0,163 \cdot 0,483 + 0,27 \cdot 1,09 = 0,0787 + 0,294 = 0,373m^3$$

$$\Sigma A_{zesp} = 0,163 + 0,27 = 0,433m^2; \quad E_z = \frac{E_p \cdot A_p}{E_b \cdot A_b} = \frac{27,0 \cdot 0,27}{36,4 \cdot 0,16} = 1,25$$

$$S_d = \frac{0,373}{0,433} = 0,86m; \quad S_g = 1,18 - 0,86 = 0,32m$$

- wskaźniki zginania dla belek zespolonych

$$W_d = \frac{I_{zesp}}{S_d} = \frac{0,0582}{0,86} = 0,0677m^3; \quad W_g = \frac{I_{zesp}}{S_g} = \frac{0,0582}{0,32} = 0,182m^3;$$

- moment od c.w. nawierzchni + izolacji + warstwy wyrównawczej z betonu

$$M_{1nw} = \frac{1,5 \cdot (0,01 \cdot 14,0 + 0,11 \cdot 23,0 + 0,05 \cdot 24,0) \cdot 18^2}{8} = 235,1kNm - \text{dla belki pod jezdnią},$$

$$M_{1nz} = \frac{1,5 \cdot (0,02 \cdot 14,0 + 0,14 \cdot 18,0 + 0,08 \cdot 24,0) \cdot 18^2}{8} = 286,8kNm - \text{dla belki pod chodn.}$$

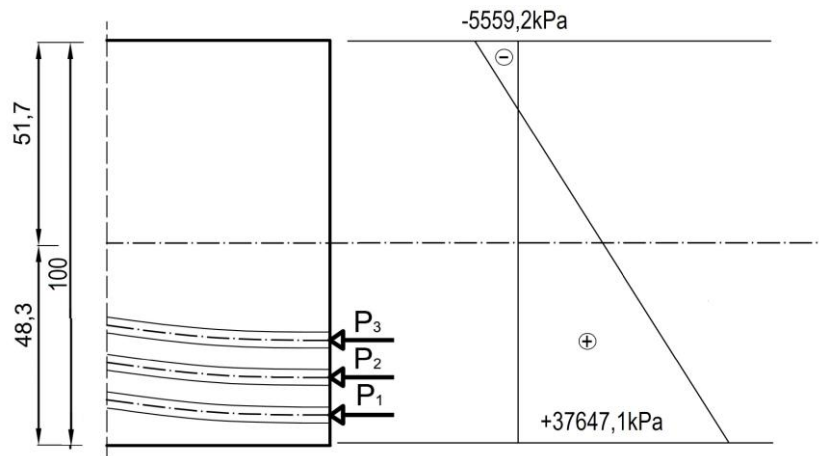
- ugięcie od c.w. nawierzchni + izolacji + warstwy wyrównawczej z betonu

$$f_{F-IIIw} = -\frac{5}{48} \cdot \frac{235,1 \cdot 18^2}{32600000 \cdot 1,25 \cdot 0,0582} = +0,34cm - \text{dla belki pod jezdnią},$$

$$f_{F-IIIz} = -\frac{5}{48} \cdot \frac{286,8 \cdot 18^2}{32600000 \cdot 1,25 \cdot 0,0582} = +0,41cm - \text{dla belki pod chodnikiem.}$$

5.8.4 Bilans naprężeń w belce WBS – 18 i w konstrukcji w różnych fazach obciążeń (Faza I-III).

a) Faza I - Naprężenia w belce WBS – 18 po wykonaniu w wytwórni (rozdz. 5.9.1)



Sch.15. Naprężenia od ciężaru własnego belki + jej sprężenia kablami.

$$W_g = 0,0357m^3; \quad W_d = 0,0379m^3$$

$q_l = 4,08 \text{ kN/m}$ - ciężar własny belki

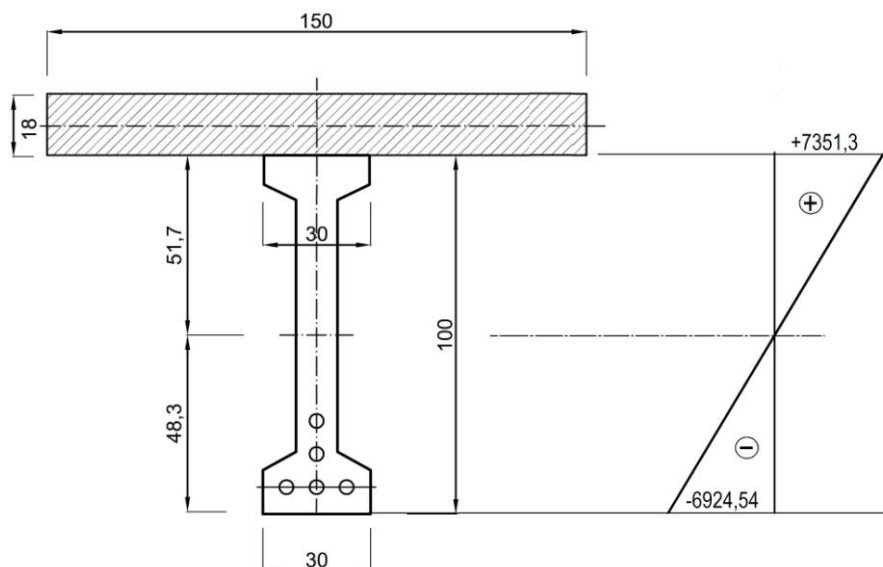
$M_q = 165,6 \text{ kNm}$ - moment od ciężaru własnego belki

$P_l = 519,6 \text{ kN}$; $Z_y = 2596,3 \text{ kN}$ – siła naciągu w pojedynczym i w 5 kablach,

$M_K = 932,7 \text{ kNm}$ – moment zginający od naciągu kabli,

$M_P = 767,1 \text{ kNm}$ – moment zginający od naciągu kabli + ciężar własny belki,

a) Faza II - Naprężenia w belce WBS-18 obciążonej ciężarem płyty grubości 18cm betonem niezwiązanym – bez skurczu betonu (belka wewnętrzna)



Sch.16. Naprężenia w belce od ciężaru własnego płyty grubości 18cm (niezwiązany beton)

$$q_2 = 0,18 \cdot 1,5 \cdot 24 = 6,48 \text{ kN/m} - \text{ciężar własny płyty}$$

$$M_{q_2} = \frac{q_2 \cdot 18,0^2}{8} = 262,44 \text{ kNm} - \text{moment od ciężaru płyty}$$

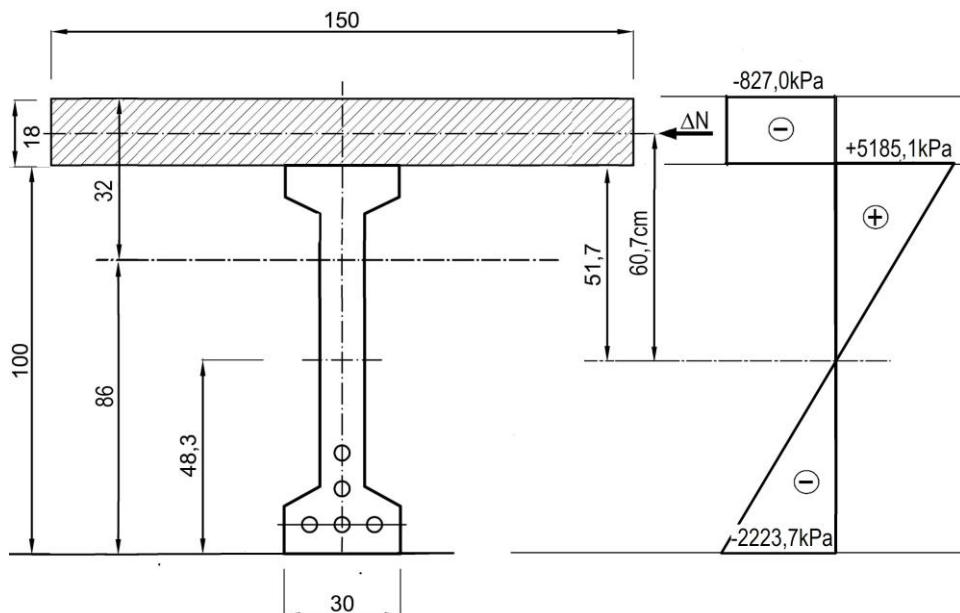
$$W_g = 0,0357 \text{ m}^3$$

$$W_d = 0,0379 \text{ m}^3$$

$$\sigma_g = + \frac{M_{g_2}}{W_g} = + \frac{262,44}{0,0357} = 7351,3 \text{ kPa}$$

$$\sigma_g = + \frac{M_{q_2}}{W_d} = - \frac{262,44}{0,0379} = 6924,54 \text{ kPa}$$

b) Faza II - Naprężenia w płycie i belce WBS – 18 po uwzględnieniu skurczu betonu w związanej płycie pomostowej



Sch.17. Naprężenia w płycie i belce z uwzględnieniem skurczu betonu

$$W_g = 0,0357 \text{ m}^3; W_d = 0,379 \text{ m}^3 - \text{wskaźniki zginania samej belki sprężonej}$$

$$W_g = 0,182 \text{ m}^3; W_d = 0,0677 \text{ m}^3 - \text{wskaźniki zginania całego przekroju zespolonego}$$

$$A = 0,433 \text{ m}^2 - \text{powierzchnia przekroju zespolonego}$$

$$A_1 = 0,163 \text{ m}^2 - \text{powierzchnia przekroju belki}$$

$$\Delta N = 223,3 \text{ kN} - \text{siła wywołana skurczem belki}$$

$$\Delta M_N = 223,3 \cdot 0,61 = 136,2 \text{ kNm} - \text{moment wywołany skurczem belki}$$

– Naprężenia w belce WBS – 18 od skurczu

$$\sigma_g = \frac{\Delta N}{A_1} + \frac{\Delta M}{W_g} = \frac{223,3}{0,163} + \frac{136,2}{0,0357} = 1370,0 + 3815,1 = 5185,1 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = \frac{\Delta N}{A_1} - \frac{\Delta M}{W_d} = \frac{223,3}{0,163} - \frac{136,2}{0,0379} = 1370,0 - 3593,7 = -2223,7 \text{ kPa}$$

- Naprężenia w płycie od skurczu:

$$\sigma = \frac{\Delta N}{A_2} = -\frac{223,3}{1,5 \cdot 0,18} = -827,0 \text{ kPa}$$

- c) Faza III - Naprężenia w konstrukcji zespolonej obciążonej nawierzchnią, izolacją i warstwą ochronną.

$$q_3 = 0,11 \cdot 1,5 \cdot 24 = 3,96 \text{ kN/m} \quad - \text{ asfaltobeton nawierzchni}$$

$$q_4 = 0,01 \cdot 1,5 \cdot 18 = 0,27 \text{ kN/m} \quad - \text{ izolacja}$$

$$q_5 = 0,05 \cdot 1,5 \cdot 24 = 1,8 \text{ kN/m} \quad - \text{ w. ochronna}$$

$$q_3 + q_4 + q_5 = 3,96 + 0,27 + 1,8 = 6,03 \text{ kN/m}$$

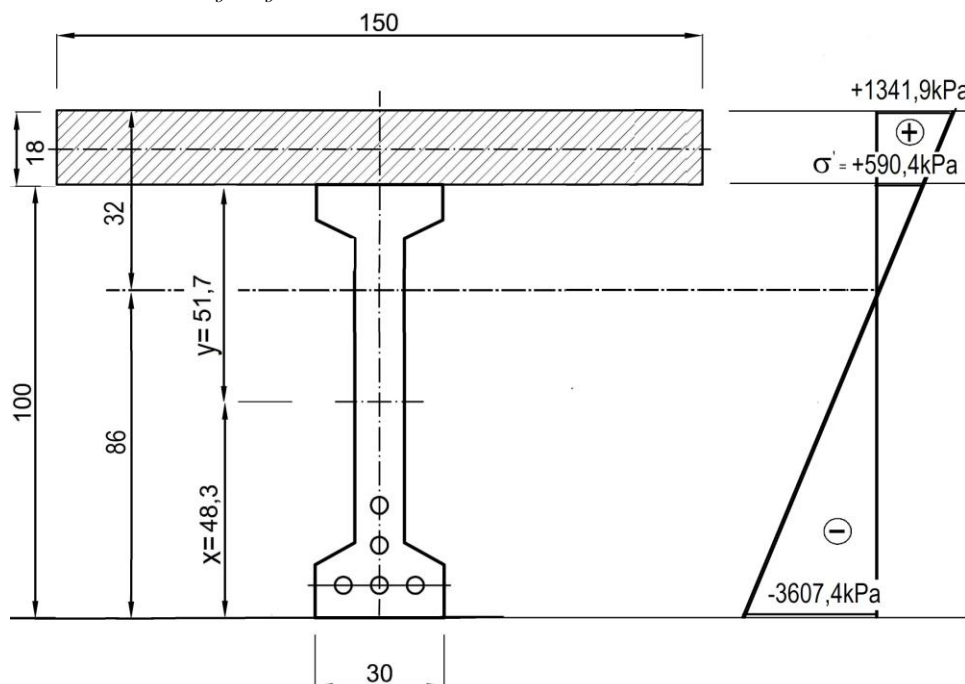
$$M_q = \frac{6,03 \cdot 18^2}{8} = 244,22 \text{ kNm}$$

$$W_g = 0,182 \text{ m}^3; W_d = 0,0677 \text{ m}^3 \quad - \text{ Wskaźniki zginania konstrukcji zespolonej}$$

$$\sigma_g = \frac{M_q}{W_g} = \frac{244,22}{0,182} = +1341,9 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = \frac{M_q}{W_d} = -\frac{244,22}{0,0677} = -3607,4 \text{ kPa}$$

$$E_z = \frac{E_p \cdot A_p}{E_b \cdot A_b} = \frac{27,0 \cdot 0,27}{36,4 \cdot 0,16} = 1,25$$



Sch.18. Naprężenia w płycie i belce od ciężaru nawierzchni izolacji i warstwy ochronnej

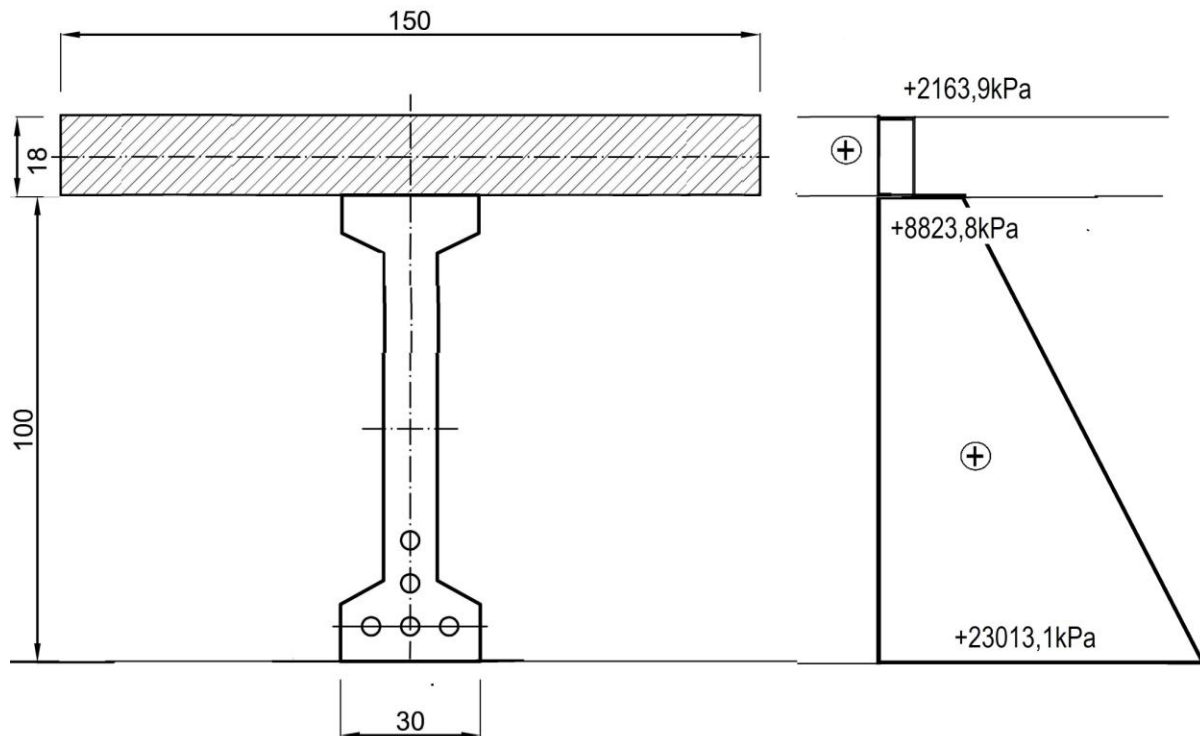
$$\frac{y}{x} = \frac{1341,9}{3607,4} = 0,37; \quad y + x = 1,18; \quad y = 0,37x$$

$$0,37x + x = 1,18; \quad 1,37x = 1,18$$

$$x = \frac{1,18}{1,37} = 0,86 \text{ m}; \quad y = 1,18 - 0,86 = 0,32 \text{ m}$$

$$\frac{\sigma'}{1341,9} = \frac{0,14}{0,32} = 0,44; \quad \sigma' = 1341,9 \cdot 0,44 = 590,4 \text{ kPa}$$

- Naprężenia sumaryczne w konstrukcji zespolonej od jej ciężaru własnego i nawierzchni



Sch.19. Przekrój zespolony - naprężenia sumaryczne uwzględniające ciężar własny nawierzchni

$$\Sigma \sigma'_g = -5559,2 + 7351,3 + 5185,1 + 590,4 = +8523,8 \text{ kPa}$$

$$\Sigma \sigma_g = +822,0 + 1341,9 = +2163,9 \text{ kPa}$$

$$\Sigma \sigma'_d = +3764,1 - 6924,54 - 2223,7 - 3607,4 = +23013,1 \text{ kPa}$$

5.8.5 Faza IV - uwzględnienie obciążenia użytkowego w bilansie naprężeń i ugięć konstrukcji zespolonej (stan istniejący płyta gr.18cm)

5.8.5.1 Zapas sprężenia dla obciążeń użytkowych

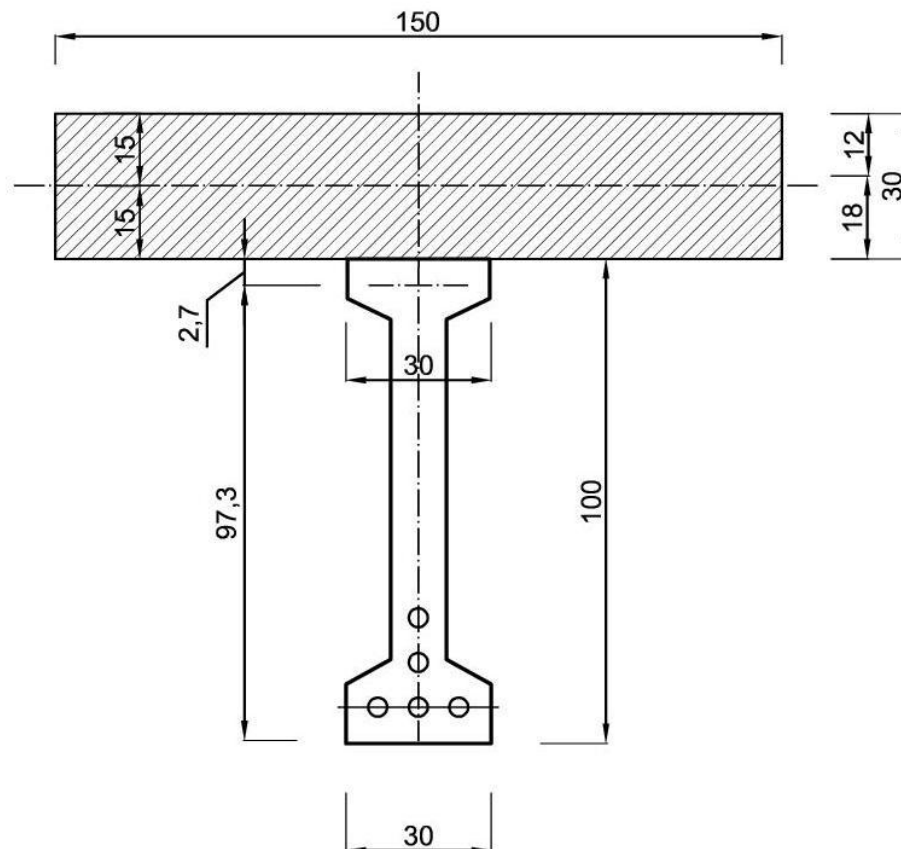
Obliczeniowa, sumaryczna strzałka ugięcia belek pośrednich od ciężaru własnego: belki WBS – 18, płyty, izolacji, warstwy ochronnej i nawierzchni bitumicznej.

Zapewnia strzałka ugięcia dla obciążeń użytkowych wynosi:

$$f_{F-(I+II+III)} = -3,89 + 1,99 + 0,41 = -1,49 \text{ cm}$$

5.8.6 Faza V - przebudowa płyty pomostowej poprzez dodanie i zespolenie żelbetowej płyty grubości 12cm (łączna grubość 18+12=30cm)

5.8.6.1 Uwzględnienie obciążenia od pogrubicionej płyty pomostowej w bilansie naprężeń i ugięć konstrukcji zespolonej (stan projektowany płyta gr.30cm)



Sch.20. Przekrój przez wzmocnioną (pogrubicioną o 12cm) płytę żelbetową i dźwigar WBS-18

$$A_{1zes} = 0,163 + 1,5 \cdot 0,30 = 0,613m^2$$

$$I_{1a} = 0,0183m^4;$$

$$I_{2a} = \frac{1,5 \cdot 0,30^3}{12} = 0,00338m^4;$$

$$I_{zesp} = 0,0770m^4;$$

$$W_g^{zesp} = \frac{0,077}{0,327} = 0,236m^3; \text{ - wskaźniki zginania konstrukcji zespolonej,}$$

$$W_d^{zesp} = \frac{0,077}{0,973} = 0,079m^3 \text{ - wskaźniki zginania konstrukcji zespolonej,}$$

$$E_z = \frac{E_p \cdot A_p}{E_b \cdot A_b} = \frac{30,0 \cdot 0,45}{36,4 \cdot 0,163} = 2,3$$

– Obciążenie belek płytą pomostową

$$q_b = 1,5 \cdot 0,12 \cdot 25 = 4,5 \text{ kN/m} - \text{obciążenie belki płytą o grubości 12cm}$$

$$M_{qb} = \frac{4,5 \cdot 18^2}{8} = 182,0 \text{ kNm} - \text{moment od płyty 12cm}$$

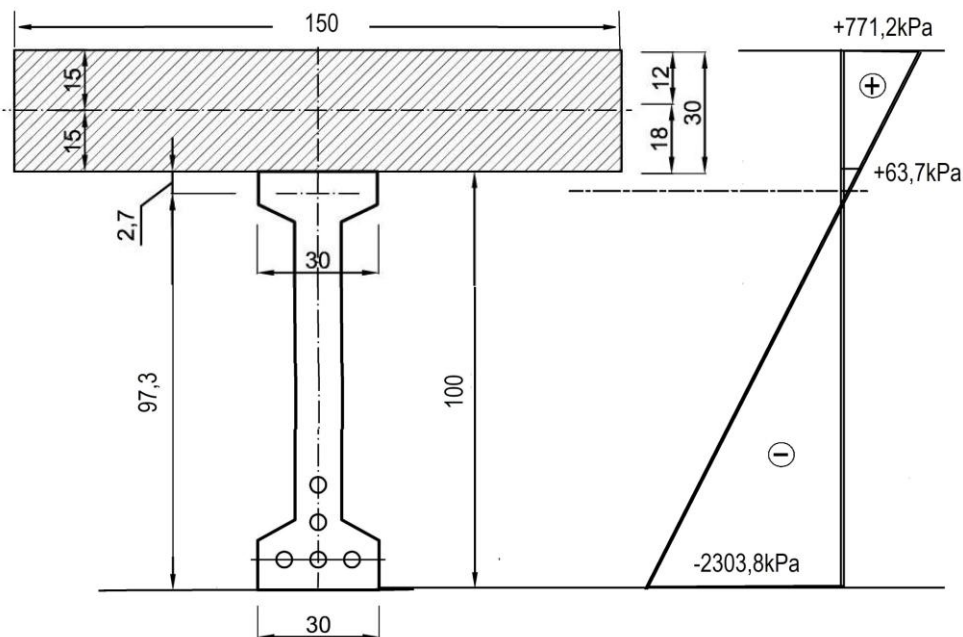
– Dodatkowa ugięcie spowodowane nadbudowaną płytą wzmacniającą o grubości 12cm.

$$f_{dod} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M \cdot l^2}{EI_{zes}} = 0,1 \cdot \frac{182 \cdot 18^2}{23800000 \cdot 2,3 \cdot 0,0770} = 0,22 \text{ cm}$$

5.8.6.2 Naprężenia w belkach konstrukcji zespolonej od dodatkowego obciążenia płytą żelbetową o grubości 12cm

$$\sigma_g = \frac{M_q}{W_g} = \frac{182,0}{0,236} = +771,2 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = \frac{M_q}{W_d} = -\frac{182,0}{0,079} = -2303,8 \text{ kPa}$$



Sch.21. Przekrój zespolony z pogrubioną płytą - naprężenia w płycie i belce od ciężaru nawierzchni izolacji i warstwy ochronnej

5.8.7 Zapas strzałki ugięcia dla obciążeń klasa B po wzmocnieniu płyty pomostowej

$$f_{F-(I+II+III+V)} = -3,89 + 1,99 + 0,42 + 0,22 = -1,27 \text{ cm}$$

5.9 Zestawienie wyników dla wszystkich obciążeń użytkowych

TAB.5.9. Zestawienie wyników obliczeń statyczno - wytrzymałościowych dla klas obciążeń: E, D, C, B i LM1 – dla istniejącej i wzmocnionej konstrukcji

L.p.	Klasa obciążeń	Warunek wytrzymałości				Przekroczenie procentowe naprężeń dopuszczalnych i ugięć
		Wytrzymałość betonu płyty pomostowej na ściskanie $\sigma_b^{max} \leq R_b$		Maksymalne dopuszczalne ugięcie konstrukcji od obciążenia użytkowego		
		Płyta istniejąca (grub. 18cm)	Płyta pogrubiona (grub. 30cm)	Płyta istniejąca (grub. 18cm)	Płyta pogrubiona (grub. 30cm)	
		a) dla B20 (stara płyta) $R_b = f_{cd} = 11,4 \text{ MPa}$ b) dla B30 (nowa płyta) $R_b = f_{cd} = 20,2 \text{ MPa}$		a) stan istniejący (płyta pomostowa o grubości 18cm) $u_{zmax} = -1,49 \text{ cm}$ b) po wzmocnieniu płyty pomostowej do grubości 30cm $u_{zmax} = -1,27 \text{ cm}$ c) rzeczywiste pomierzone wartości średnie (zakr. -0,3÷-3,6) $u_{zmax} > u_z^{sr} = -2,30 \text{ cm}$		
1.	E	$\sigma_b = 2,16 + 2,07 = 4,23 < 11,4 \text{ MPa}$	----	$u_z = 1,1 \text{ cm} < 1,49 \text{ cm}$	----	----
2.	D	$\sigma_b = 2,16 + 2,78 = 4,94 < 11,4 \text{ MPa}$	----	$u_z = 1,4 \text{ cm} < 1,49 \text{ cm}$	----	----
3.	C	$\sigma_b = 2,16 + 3,95 = 6,11 < 11,4 \text{ MPa}$	----	$u_z = 1,7 \text{ cm} > 1,49 \text{ cm}$	----	Przekroczone ugięcie o 14% (stan istniejący)
4.	B	$\sigma_b = 2,16 + 5,37 = 7,58 < 11,4 \text{ MPa}$	$\sigma_b = 2,93 + 2,93 = 5,86 < 20,2 \text{ MPa}$	$u_z = 2,5 \text{ cm} > 1,49 \text{ cm}$	$u_z = 1,8 \text{ cm} > 1,27 \text{ cm}$	Przekroczone ugięcie o • 78% (stan istn.) • 41% (stan proj.)
5.	LM1	$\sigma_b = 2,16 + 3,95 = 4,17 < 11,4 \text{ MPa}$	$\sigma_b = 2,93 + 2,48 = 5,41 < 20,2 \text{ MPa}$	$u_z = 3,0 \text{ cm} > 1,49 \text{ cm}$	$u_z = 2,2 \text{ cm} > 1,27 \text{ cm}$	Przekroczone ugięcie o • 101% (stan istn.) • 73% (stan proj.)

5.10 Posumowanie wyników obliczeń

Z przeprowadzonej analizy statyczno-wytrzymałościowej i jej wyników zawartych w tab.5.3-5.8 oraz zbiorczej tab. 5.9 wynika że:

- a) w obecnym stanie most nie spełnia wymogów żadnej z badanych klas obciążeń, ze względu na niektóre dźwigary, w których stwierdzono pomniejszoną wielkość odwrotnych strzałek ugięcia (rażąco odbiegająca od wartości średnich), co wskazuje na straty w naciągu lin sprężających w tych elementach. Pozostałe dźwigary wykazujące wielkości odwrotnych strzałek ugięcia w zakresie powyżej 15mm pozwałyby na dopuszczenie klasy E lub D bez wzmocnienia płyty pomostowej, ale tylko w przypadku wzmocnienia nielicznych osłabionych dźwigarów.
- b) po wzmocnieniu płyty pomostowej i chodnikowej dodatkową nadlewką o grubość 12,0 cm można dopuścić obciążenie klasy B pod warunkiem wykonania wzmocnienia wszystkich dźwigarów, a w szczególności dźwigarów, które wykazują mniejsze od wartości średnich odwrotne strzałki ugięcia. Nadlana płyta powinna być gęsto zbrojona prętami i zakotwiona w istniejącej płycie „jeżem” z kotew, a jej beton powinien być wykonany z domieszką niwelującą skurcz.
- c) Naprężenia ściskające w betonie mieszczą się w zakresie dopuszczalnych zarówno w stanie istniejącym, jaki i w przypadku wzmocnienia płyty. Proponowane pogrubienie płyty wynika jednak z analizy zmiany przekroju zespolonego, gdyż powoduje ono korzystniejszy rozkład naprężeń i zmniejszenie ugięć dźwigarów przy obciążeniu klasą B i LM1 (tab.5.9).

6. ORZECZENIE O STOPNIU TECHNICZNEJ DEGRADACJI MOSTU

Z przeprowadzonej, inwentaryzacji uszkodzeń elementów mostu, powstałych w czasie jego eksploatacji wynika, że omawiany obiekt doznał szeregu istotnych uszkodzeń konstrukcji:

- 1) Na jezdni stwierdzono miejscowe płytkie ubytki; spękania poprzeczne przy przyczółkach; deformacje spadków poprzecznych przy krawężnikach (fałdy i kałuże); zanieczyszczenia wzdłuż krawężników i rynsztok wypełniony piaskiem (patrz Zał.3a, tab.6, fot.1 i 2).
- 2) Chodniki uformowane wspornikowo w płycie pomostowej wykazują spękania i brak szczelności nawierzchni i izolacji oraz deformacje i nieszczelne połączenia z krawężnikami przy dylatacjach. Nawierzchnia na chodnikach jest w stanie złym (patrz Zał.3a i 3b, tab.6, fot. 2 i tab.9, fot 7 i 8).
- 3) Barierki na moście są mocno zdeformowane zwłaszcza w kierunku na zewnątrz po obu stronach (odkształcenia mierzone w poziomie dochodzące do około 15cm), stalowe poręcze są skorodowane w związku z ubytkami w zabezpieczeniach antykorozyjnych. Zaobserwowano ślady korozji na całej powierzchni barierki. Brak barier energochłonnych na moście i dojazdach powoduje możliwość dewastacji barierki przez pojazdy.(patrz Zał.3a, tab. 7, fot. 3).
- 4) Niedrożne i przytkane od góry są wpusty uliczne w rynsztokach, które umiejscowione są od strony górnej wody we wszystkich pięciu przęsłach. Rury spustowe są skorodowane.
- 5) Nieszczelność izolacji na całej powierzchni mostu przejawia się występującymi od spodu konstrukcji wykwitami na płycie pomostowej i na wspornikach chodnikowych, na których po obu stronach mostu dodatkowo występują liczne stalaktyty. Stan ocenia się jako awaryjny i wymagana jest możliwie szybka interwencja.
- 6) Stwierdzono pęknięcia nawierzchni nad dylatacjami i ich brak szczelności oraz zacieki występujące w miejscach dylatacji, szczególnie w części chodnikowej. (patrz Zał.3a, tab.6, fot.1 i 2).
- 7) Dźwigary żelbetowe sprężone, kablobetonowe typu WBS-18 są w ogólnym stanie dobrym. Zaobserwowano jednak niewielkie i nieliczne odpryski przy strzemionach oraz pionowe spękania na końcach dźwigarów przy poprzecznicach skrajnych (patrz Zał.3b,

- tab.8, fot.6). Ponadto stwierdzono pomiarami geodezyjnymi, że dwa (zewnętrzne) spośród przebadanych 12 dźwigarów wykazują zbyt małe odwrotne strzałki ugięcia (ok. 2,5-3,9mm – patrz zał.2 tab.7 i 8). Fakt ten świadczy o tym że w kilku dźwigarach nastąpiły straty w sprężeniu kabli. Pozostałe dźwigary posiadają wystarczającą strzałkę odwrotną (dla obciążeń użytkowych w zakresie klasy do C), a kilku przypadkach zaobserwowano w tym względzie znaczący zapas (odnotowano strzałki odwrotne w zakresie 30-36mm). W celu zabezpieczenia osłabionych kilku dźwigarów należy je wzmocnić poprzez podklejenie od spodu kompozytów z włókien węglowych o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie. Dotyczy to osłabionych dźwigarów i wszystkich dźwigarów zewnętrznych, które są najmocniej obciążonymi elementami konstrukcji. Dobór elementów wzmacniających należy dokonać indywidualnie dla każdego dźwigara, analizując jego aktualne i wywołane próbnym obciążeniem ugięcia.
- 8) Płyta pod jezdnią nie wykazuje widocznych spękań i ubytków lecz posiada ona na znacznej powierzchni ślady zacieków i wilgoci. Stan ten jest niepokojący gdyż powoduje niszczenie betonu i korozję zbrojenia płyty pomostowej. (patrz Zał.3b, tab. 8-9, fot.5, 7 i 8). Podczas odkrywki wykonanej w jezdni i chodniku (patrz Zał.1 fot. 21-30) stwierdzono, że płyta pomostowa o stałej grubości pod jezdnią i pod chodnikami stanowi od góry jednolitą płaszczyznę. Bezpośrednio pod izolacją znajduje się warstwa wyrównawcza o stałej grubości 5cm z gorszego betonu, a dopiero pod nią zasadnicza płyta z betonu B20 o grubości 18cm, która jest zbrojona siatką z prętów $\phi 6$. Brak jest saczków odwadniających izolację.
 - 9) Pod kapami chodnikowymi występują liczne pęknięcia na powierzchni wspornikowej płyty pomostowej i wyraźne ślady zawilgocenia zaznaczone wykwitami i stalaktytami szczególnie w okolicach gzymsów i dylatacji. Stan tej części pomostu jest najgorszy zwłaszcza od strony górnej wody. (patrz Zał.3b, tab. 9, fot.7 i 8). Na stylu kap i gzymsów wycieka woda spod kap chodnikowych tworząc stalaktyty.
 - 10) Zaobserwowano spękania w narożnikach ławy oczepowej (przy skrajnych łożyskach) w przyczółkach i zacieki w ich korpusach. Ponadto przyczółki wymagają jedynie drobnych prac naprawczych.
 - 11) Filary zbudowane i oparte są na żelbetowej ławie fundamentowej wykonanej w drewnianych ściankach szczelnych zagłębionych do poziomu posadowienia. Ze względu na masywny charakter tego fundamentu i brak oznak jego uszkodzeń stanowi on solidne oparcie dla podpór. Natomiast stan filarów w części ponad ławą fundamentową stanowi najpilniejszy problem do rozwiązania. Zaobserwowano na jego powierzchni liczne odspojenia miejscowe wykonane wcześniej metoda natryskowa otuliny (na oczepach i słupach). Spękania i odłuszczenia stwierdzono na dużych powierzchniach otuliny szczególnie od strony górnej wody. Słupy filarów posiadają odłuszczone fragmenty zbrojenia na poziomie gruntu, gdzie również występują ubytki otuliny. patrz Zał.3b, tab. 10-11, fot.9, 11 i 12). Najistotniejsze uszkodzenia dotyczą słupów i wsporników oczepów, na których opierają się zewnętrzne dźwigary WBS. Jak wykazują obliczenia statyczne wspornikowy fragment oczepu narażony jest na największe obciążenia od łożysk. Dodatkowo beton tych wsporników jest w złym stanie spowodowanym czynnikami atmosferycznymi. Dlatego najwłaściwszym rozwiązaniem wydają się być wzmocnienie zarówno słupów jak i wsporników oczepu poprzez wypełnienie żelbetem przestrzeni pomiędzy oczepem a ławą fundamentową tworząc filar ścianowy.
 - 12) Łożyska stalowe przesuwne i stałe nie wykazują widocznych śladów uszkodzeń poza powierzchnią korozją niezabezpieczanych antykorozyjnie ich fragmentów. Ociosy podłożyskowe są spękane. Stan ociosów jest niepokojący szczególnie dotyczy to łożysk zewnętrznych na wszystkich podporach a przede wszystkim na filarach.
 - 13) Nawierzchnia na dojazdach jest w stanie dobrym po wykonanym wcześniej remoncie. (patrz Zał.3b, tab.8, fot.6). Podczas przebudowy należy wykonać połączenie nasypu z mostem za pomocą płyt przejściowych aby zapobiec ponawianiu się powstawania nierówności nawierzchni w okolicy dylatacji wjazdowych.
 - 14) Zauważono połamane konary występujące w terenie zalewowym rzeki oraz drzewa i samosiejki porośnięte zwłaszcza od strony górnej wody. Ponadto zaobserwowano w terenie

zalewowym pozostawione wystające fragmenty podpór z poprzedniego mostu drewnianego, które mogą zaburzać swobodny przepływ wody pod mostem.

- 15) Urządzenia obce na moście to: rura stalowa $\phi 100$ (wodociąg) lekko skorodowana osłona stalowa izolacji termicznej; wodowskaz zmontowany na filarze przy nurtowym w stanie dobrym. Urządzenia te wymagają przeglądu okresowej regeneracji. (patrz Zał.3b, tab. 10, fot.10).

7. WARUNKI DALSZEJ EKSPLOATACJI MOSTU

Uzyskane wyniki z badań przeglądu okresowego (zał. nr 3) i badań wytrzymałościowych zawartych w zał. nr 2, jak również dokonana na ich podstawie analiza statyczna głównych elementów konstrukcyjnych zawarta w rozdz. 5 pozwalają sformułować następujące wnioski:

- 1) Opisane w pkt. 6 uszkodzenia i zaawansowane procesy nie przekreślają możliwości remontu mostu i doprowadzenia go do pełnej użyteczności, pod warunkiem niezwłocznej i fachowo wykonanej jego gruntownej przebudowy podwyższającej nośność mostu. **Przebudowa taka musi być wykonana w oparciu o profesjonalnie opracowany projekt przez rzeczoznawcę z dużym doświadczeniem w zakresie prowadzenia mostowych prac remontowych, z umiejętnościami w stosowaniu najnowszej generacji materiałów.**
- 2) Przeprowadzone w pkt. 5.8. i zestawione w pkt. 5.9 i 5.10 wyniki analizy statecznej dla klasy E, C, D i B wg 1.4.14 i LM1 wg 1.4.15, skłaniają do następujących wniosków:
 - w obecnej formie most nie spełnia wymogów żadnej z badanych klas obciążeń (E, C, D, B i LM1), z uwagi na osłabienie naciągu w kablach sprężających w kilku głównie zewnętrznych belkach WBS i osłabienie nadziemnej części filarów mostowych.
 - zachodzi konieczność wykonania oprócz doraźnych prac remontowych pilnego wzmocnienia filarów mostowych i wykonania szczelnej izolacji na całym moście niezależnie od przyszłych prac dotyczących przebudowy mostu. Konieczne jest również wzmocnienie wszystkich dźwigarów zewnętrznych i wykazujących osłabienie naciągu lin sprężenia np. poprzez zastosowanie przyklejanych lameli z włókien węglowych. Parce te umożliwią podniesienie klasy mostu do D i E.
 - istnieje możliwość podwyższenia nośności mostu do klasy B lub C poprzez wykonanie pogrubienia płyty pomostowej o min. 12cm (do całkowitej grubości 30cm) na jezdni i chodnikach (nadlewka żelbetowa płytą min. B35 z dodatkiem przeciwskurczowym i siatką zbrojeniową), przy równoczesnym zespoleniu obu warstw ze sobą oraz zastosowaniu wzmocnienia zbrojenia kompozytami z włókien węglowych przyklejanych do betonu. Wzmocnienia takie powinny zostać doklejone od spodu na stopkach wszystkich dźwigarów WBS, a dźwigary o osłabionym naciągu lin w kablach wymagają dodatkowego odpowiednio zwiększonego wzmocnienia.

Reasumując należy stwierdzić, że most może spełniać swoje zadanie w przyszłości lecz w każdym przypadku konieczne jest przeprowadzenie prac naprawczych lub przebudowujących niektóre jego elementy konstrukcyjne, nawet przy obniżonej jego nośności. Natomiast w przypadku podwyższenia jego nośności do klasy C lub B musi być dokonana jego generalna przebudowa według wytycznych opisanych w rozdz.8., która jest sugerowana jako rozwiązanie optymalne w świetle wyników z przeprowadzonych badań.

Warunki dla dalszego użytkowania mostu są następujące:

- 1) Należy niezwłocznie przebudować i wzmocnić wszystkie podpory mostu i dźwigary zewnętrzne oraz osłabione niezależnie od decyzji o wzmocnieniu lub czasowej renowacji przęsła mostu.
- 2) Należy niezwłocznie wykonać skuteczną izolację poziomą na całej powierzchni mostu z odprowadzeniem wody powierzchniowym i sączkami bezpośrednio z izolacji.

Dalsze przedłużanie istniejącego stanu braku szczelnej izolacji spowoduje przyspieszoną degradację mostu i w konsekwencji może doprowadzić do uniemożliwienia wykonania jego wzmocnienia.

- 3) Należy docelowo wykonać wzmocnienie konstrukcji mostu do wymaganej klasy B zgodnie z wytycznymi zawartymi w pkt.8, uwzględniając wszelkie zalecenia niniejszej ekspertyzy.
- 4) Do czasu wykonania wzmocnienia konstrukcji nośnej most może być użytkowany warunkowo na obecnych zasadach tj. 20t pod warunkiem wykonania terminowo niezbędnych prac utrzymaniowych zawartych w zał. nr 3. Nie wykonanie tych prac może skutkować nieodwracalnymi zmianami mogącymi całkowicie wyeliminować omawiany most z eksploatacji.

Ze względu na szybko postępujące procesy korozyjne występujące w obiekcie niniejsza ekspertyza jest ważna w przez okres jednego roku od daty jej wykonania.

8. WYTYCZNE DLA OPRACOWANIA PROJEKTU REKONSTRUKCJI MOSTU I PODNIESIENIA NOŚNOCI DO KLASY B

Przewidywany projekt prac remontowych wraz z przebudową i wzmocnieniem do klasy B powinien zawierać następujące opracowania:

- a) Operat geodezyjny określający ugięcia wszystkich dźwigarów WBS-18 przeprowadzony w dwóch fazach: (I) inwentaryzacja bez obciążenia użytkowego; (II) po obciążeniu przęśla pojazdem o masie min. 20t, w celu wytypowania dźwigarów dla których konieczne będzie wzmocnienie.
- b) Projekt budowlany i wykonawczy uwzględniający zalecenia niniejszej ekspertyzy, obejmujący udokumentowanie rysunkowe i obliczeniowe rozwiązań technicznych i materiałów budowlanych oraz wymogi techniczne zapewniające długoletnią trwałość wykonywanych prac renowacyjnych, sprawdzenie stopnia skorodowania betonu, atestacja materiałów, aprobaty techniczne oraz warunki techniczne odbioru prac.
- c) Projekt organizacji robót, obejmujący zapewnienie bezpieczeństwa prowadzenia prac, zapewniający minimalizację robót ziemnych, robót rozbiórkowych nawierzchni na moście i nasypach, robót ziemnych w rejonie przyczółków mostu oraz zakłóceń w użytkowaniu drogi.
- d) Projekt próbnego obciążenia mostu po wykonaniu prac remontowych, zgodnie z wymogami PN-S-10040, ze względu na długoletnie jego użytkowanie, brak dokumentacji technicznej, poważne podniesienie klasy nośności konstrukcji oraz możliwe ukryte procesy korozyjne stali i betonu.
- e) Projekt wykonania objazdów i organizacji ruchu na czas budowy.

W celu przeprowadzania przebudowy dla wzmocnienia mostu do stanu pozwalającego na użytkowanie go w zakresie zalecanych obciążeń klasy B wg.1.4.14 konieczne będzie opracowanie projektu przebudowy obejmującego:

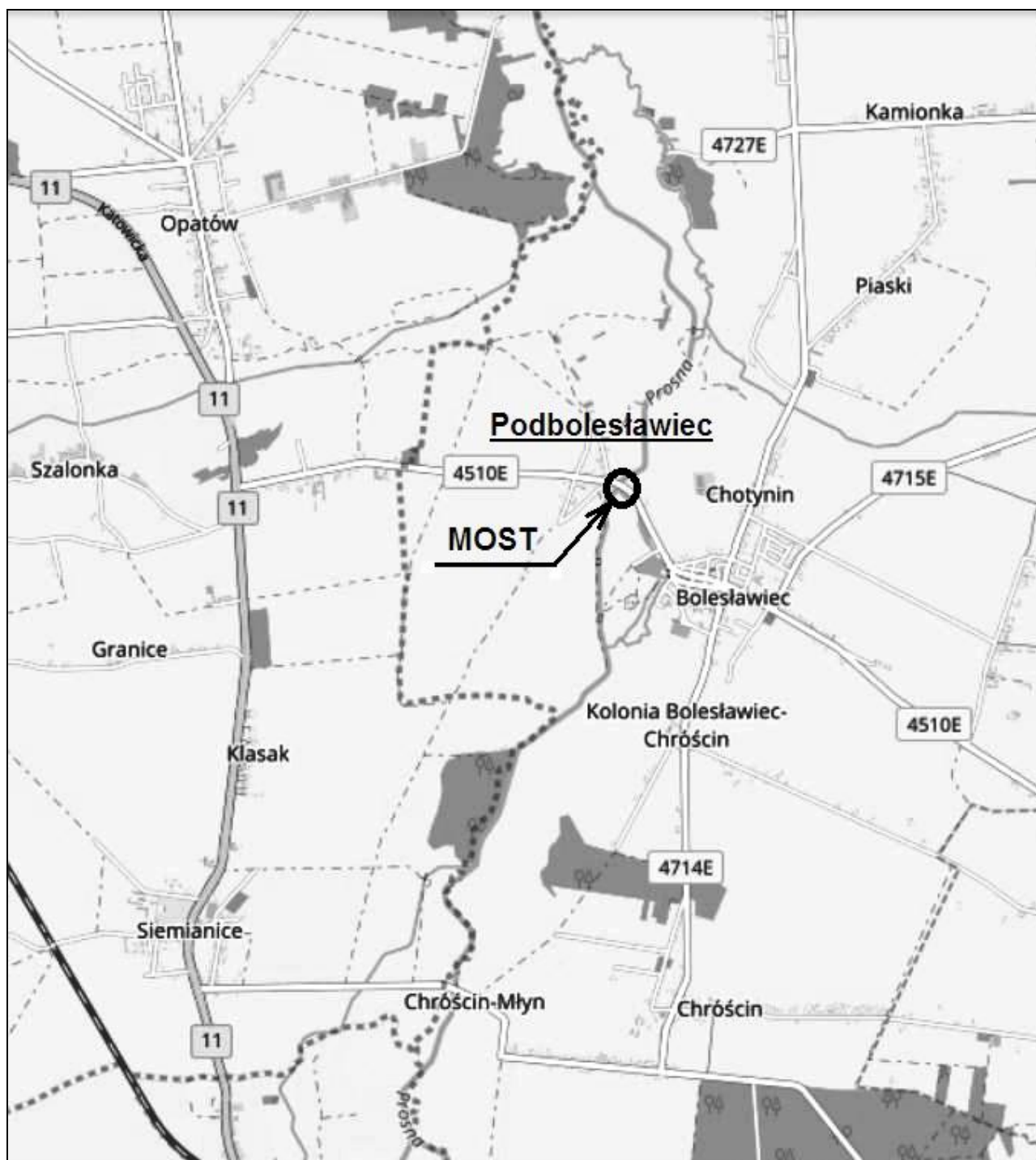
- 1) Rozebranie nawierzchni asfaltowej i izolacji na moście i chodnikach,
- 2) Demontaż istniejących barierek kap chodnikowych i krawężników i dylatacji,
- 3) Naprawa przyczółków z zastosowaniem iniekcji wysokociśnieniowej, obejmująca głównie zewnętrzne ociosy podłożyskowe. Odkucie filarów do zdrowego betonu zarówno starej jak i nowej otuliny wykonanej natryskiem i iniekcją szczelin oraz rys. Wykonanie wzmocnienia filarów zarówno słupów jak i wsporników oczepu poprzez wypełnienie żelbetem przestrzeni pomiędzy oczepem a ława fundamentową tworząc filar ścianowy.
- 4) Wykonanie wzmocnienia wytypowanych dźwigarów w których nastąpiły starty w naciągu sprężania, a następnie podklejenie od spodu również wszystkich pozostałych dźwigarów lamelami z włókien węglowych w celu ich wzmocnienia (dobranymi indywidualnie do strat w sprężeniu kabli), po uprzednim zbadaniu wytrzymałości powierzchniowej (potwierdzonej metodą „Pull off”), wynoszącej średnio w granicach 2,0 MPa lecz nie mniej niż 1,5 MPa,
- 5) Odstąpienie ścian żwirowych przyczółków i wykonanie płyt przejściowych,

- 6) Odkucie i wypiaskowanie górnej powierzchni płyty pomostowej z usunięciem warstwy wyrównawczej betonu o gr. ok. 5cm. Wykonanie na całej powierzchni „jeża” z prętów zespalających starą z nową płytą wzmacniającą. Następnie wykonanie na górnej powierzchni płyty zbrojonego pogrubienia żelbetowej płyty pomostowej o co najmniej 12cm z betonu z dodatkiem przeciwdziałającym skurczowi klasy B35,
- 7) Wykonanie w płycie saczków odwodniających powierzchnię izolacji,
- 8) Wykonanie prawidłowego powierzchniowego odprowadzenia wód opadowych z mostu z zastosowaniem separatorów substancji ropopochodnych,
- 9) Wykonanie nowej solidnej izolacji na całej powierzchni płyty zapewniającej niezawodną szczelność przez wiele lat użytkowania,
- 10) Wykonanie na jezdni warstwy ochronnej z betonu ok. 5m grubości, osadzenie krażeńników i wykonanie kap podchodnikowych z uformowanymi gzymsami,
- 11) Osadzenie zarówno w jezdni jak i w chodnikach nowych szczelnych dylatacji bitumicznych np. typu Tarco, oraz regeneracja łóżysk i ociosów podłożyskowych,
- 12) Wykonanie nowej możliwie szczelnej nawierzchni na jezdni i chodnikach oraz bariero poręczy osadzonych w kapach chodnikowych,
- 13) Odkucie, oczyszczenie i piaskowanie całej spodniej powierzchni płyty pomostowej. Następnie wykonanie warstwy gruntującej i utworzenie na całej odpowietrznej powierzchni metodą natryskową warstwy tworzącej nową nieskarbonatyzowaną otulinę, która zapewni przedłużenie żywotności zbrojenia i betonu na wiele lat.
- 14) Zabezpieczenie całej powierzchni odpowietrznej konstrukcji powłokami hydrofobowymi uniemożliwiającymi przenikanie wody,
- 15) Oczyszczenie koryta rzeki i terenów zalewowych z konarów drzew oraz usunięcie od strony górnej wody drzew utrudniających lub mogących utrudnić w przyszłości przepływ wody pod mostem.

Należy dodać, że proponowane prace podwyższające nośność użytkową mostu do klasy B, stanowią poważne i odpowiedzialne zadanie, które powinno być powierzone konstruktorom o sprawdzonych kwalifikacjach i o dużym doświadczeniu zawodowym. Dlatego projekt przebudowy i modernizacji musi być wykonany w przez zespół doświadczony w zakresie nowoczesnej technologii obejmującej np. wzmocnienia lamelami kompozytowymi itp. Zalecenia projektu weryfikowane muszą być po odstąpieniu elementów konstrukcji nośnej na bieżąco przez osobę z uprawnieniami rzeczoznawcy budowlanego w zakresie mostów.

9. ORIENTACYJNY KOSZT PRZEBUDOWY I REKONSTRUKCJI MOSTU

W przypadku czasowego odstąpienia od podniesienia klasy mostu i użytkowanie go na obecnych warunkach (tj. możliwość wjazdu na most pojazdów o łącznej masie nie przekraczającej 20t.) należy wykonać prace wyszczególnione w zał. nr 3 do niniejszej ekspertyzy („Wykaz potrzeb do planu bieżącego utrzymania i remontów” – tab.3). Wyszczególnione tam prace porządkowo-renowacyjne ocenione zostały orientacyjnie na ok. 899.327,-zł. Prace te należy wykonać wg podanego harmonogramu w okresie od ok. 12 miesięcy (pilne naprawy głównie izolacji, konstrukcji podpór) do 24 miesięcy (pozostałe prace porządkowe). Zaleca się jednak połączenie wykonania większości prac bieżącego utrzymania mostu z przebudową wzmacniającą konstrukcję nośną obiektu do wyższej klasy i niezwłoczne przystąpienie do tej przebudowy mostu. Docelowym krokiem będzie doprowadzenie mostu, poprzez przebudowę niektórych jego elementów do stanu zapewniającego nośność zgodnie z klasą B. W związku z tym przeprowadzona analiza kosztów przez analogię do podobnych remontów wzmacniających i podnoszących klasę mostu analogicznych konstrukcji mostowych wykonywanych przez autora wykazała że: koszty wykonania brutto wyniosą orientacyjnie dla klasy B ok. 2.310.000,- zł. i dla klasy C ok. 1.950.000,-. Ostateczny koszt tych prac zależy w dużej mierze od przyjętych w projekcie szczegółowych rozwiązań i zastosowanych materiałów budowlanych.

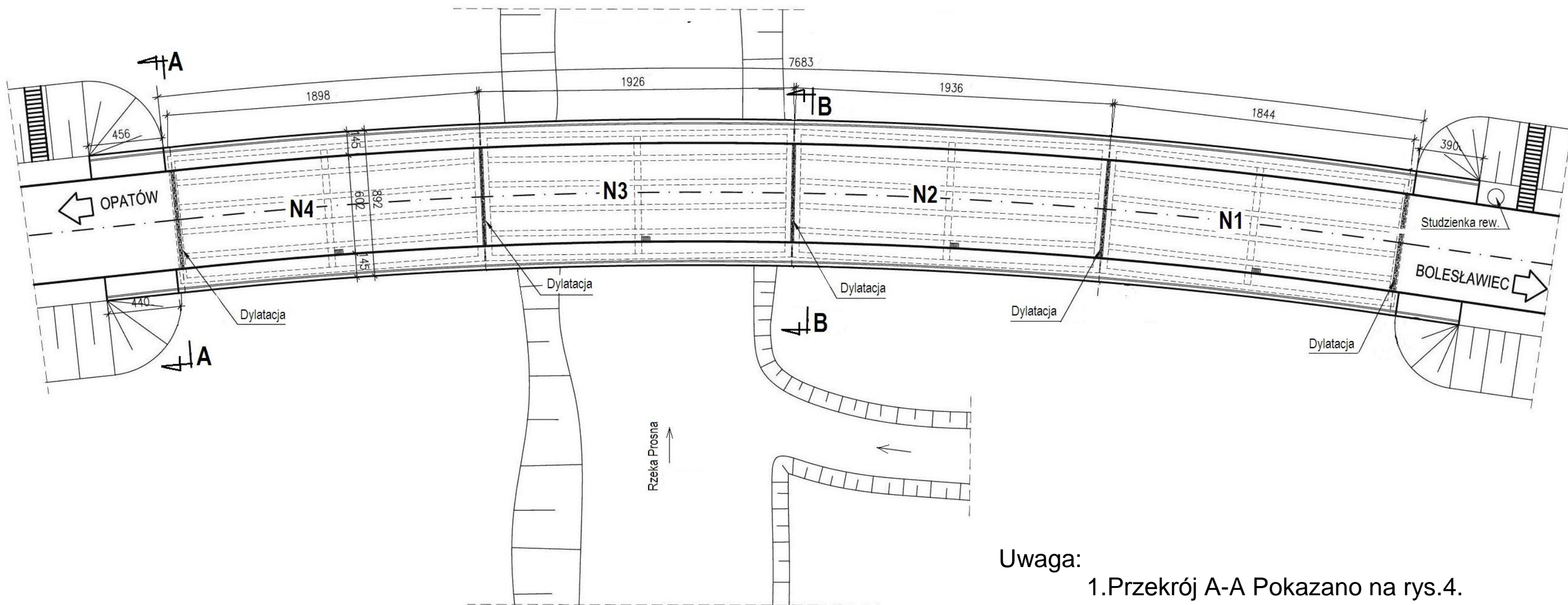


Współrzędne geograficzne mostu:
51.204553° N, 18.181898° E

Mapa sytuacyjna

Rys.1

WIDOK Z GÓRY

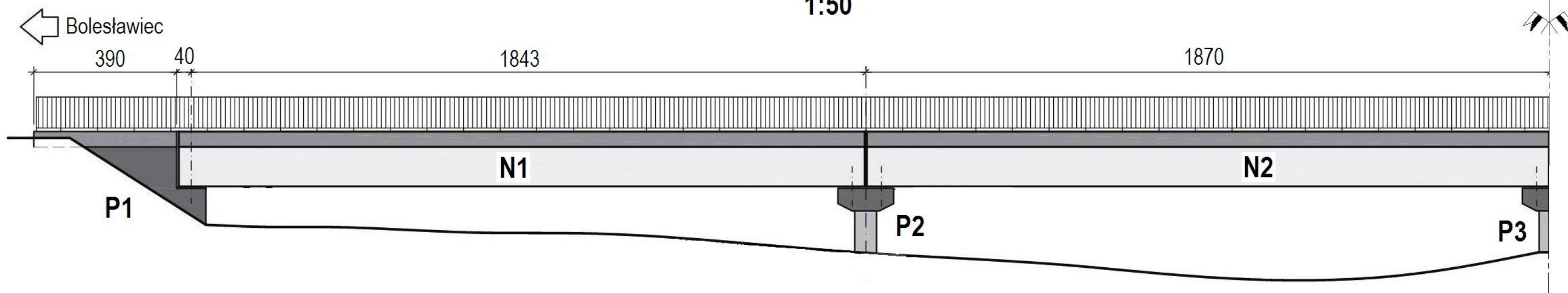


Uwaga:

- 1.Przekrój A-A Pokazano na rys.4.
- 2.Przekrój B-B Pokazano na rys.5.

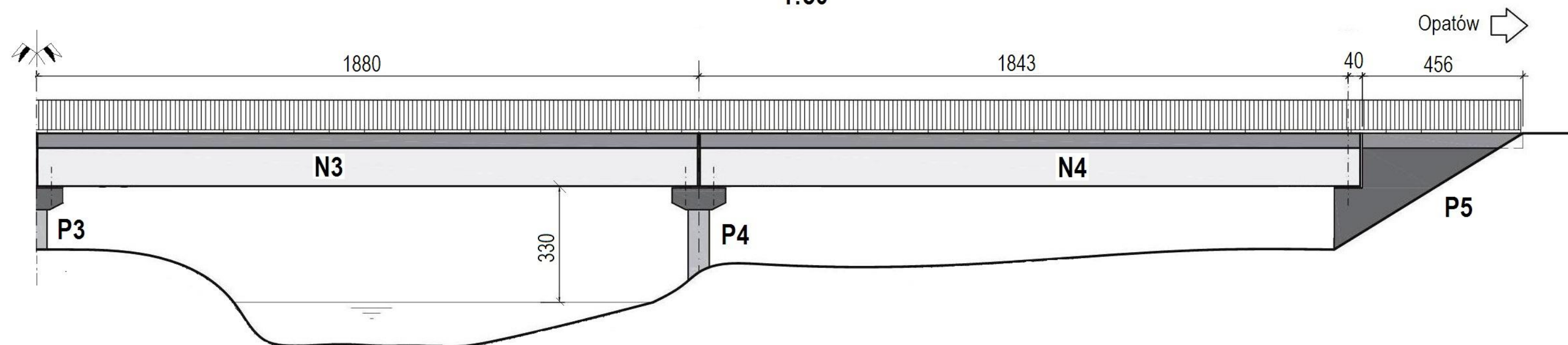
Widok z boku od strony dolnej wody

1:50



Widok z boku od strony dolnej wody

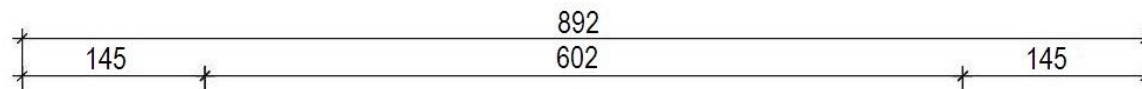
1:50



Widok z boku mostu od strony górnej wody (1:50) **Rys.3**

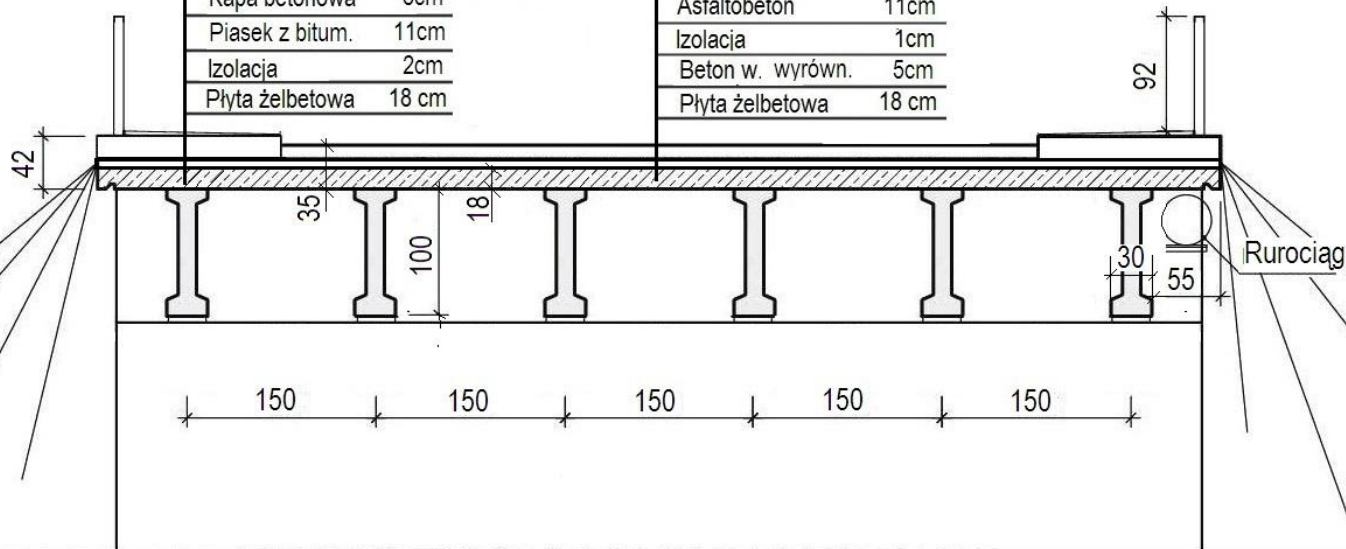
Przekrój A-A

1:50



Asfalt lany	3cm
Kapa betonowa	8cm
Piasek z bitum.	11cm
Izolacja	2cm
Płyta żelbetowa	18 cm

Asfaltobeton	11cm
Izolacja	1cm
Beton w. wyrówn.	5cm
Płyta żelbetowa	18 cm



Przekrój poprzeczny A-A mostu (1:50)

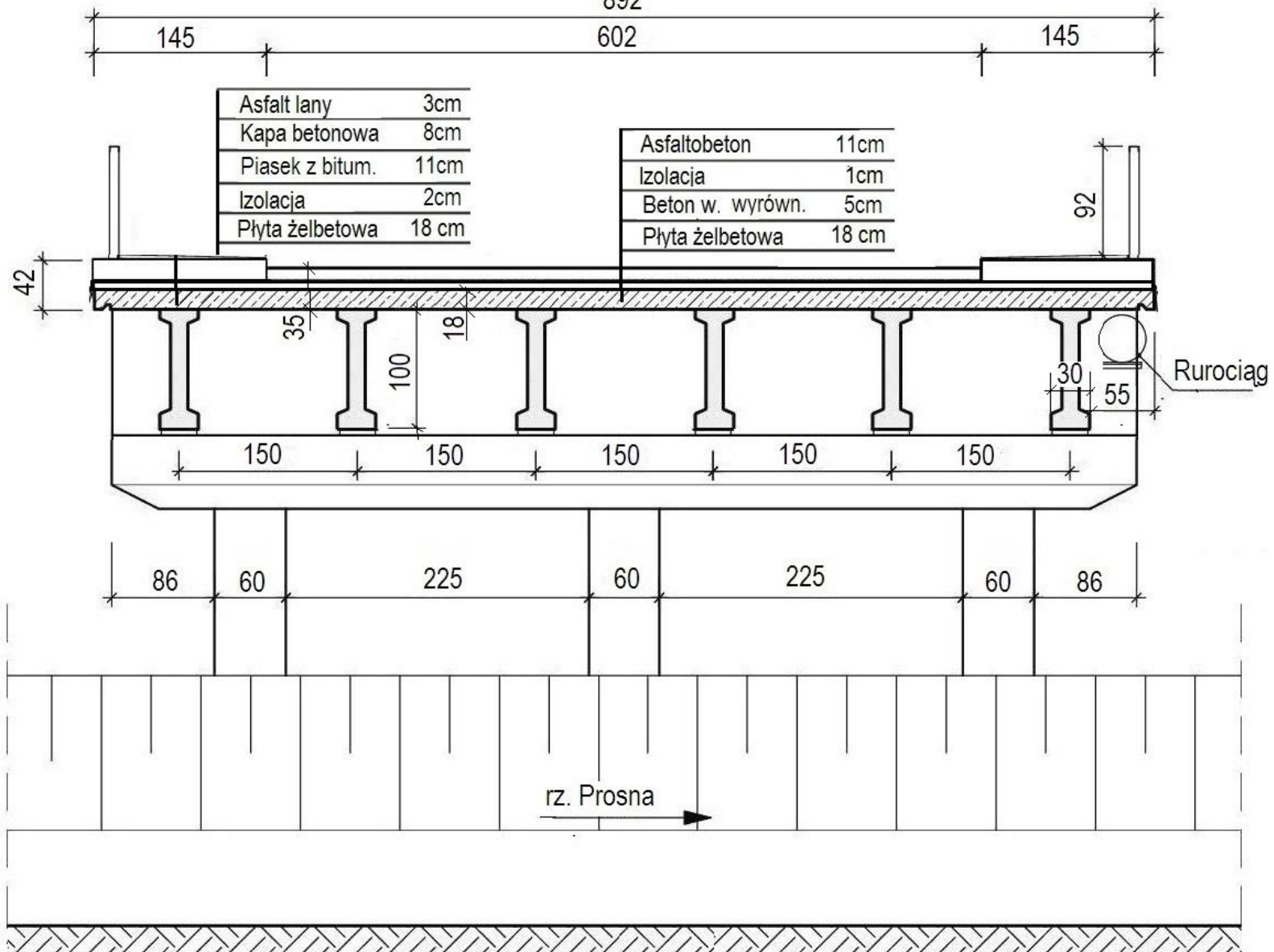
Rys.4

Przekrój B-B

1:50

892

602



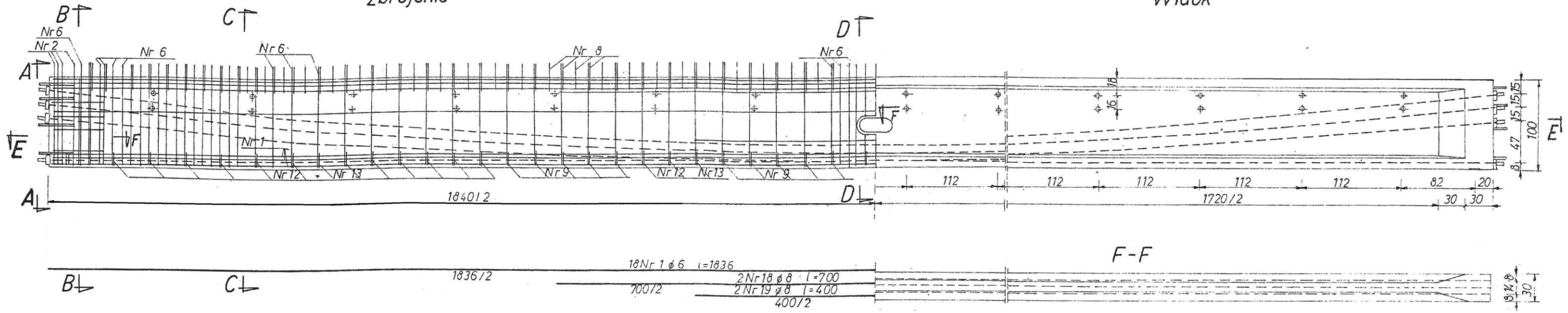
Przekrój poprzeczny B-B mostu (1:50)

Rys.5

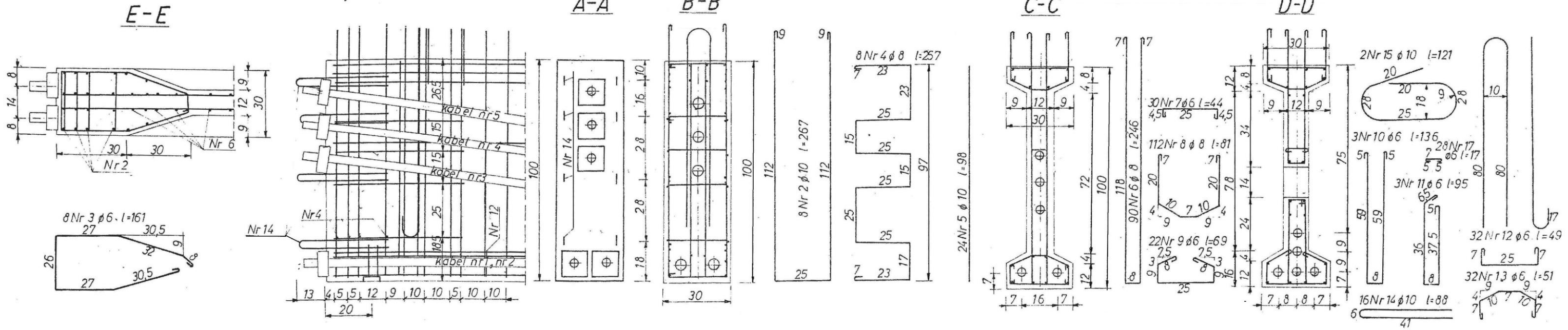
BELKA PREFABRYKOWANA

Zbrojenie

Widok

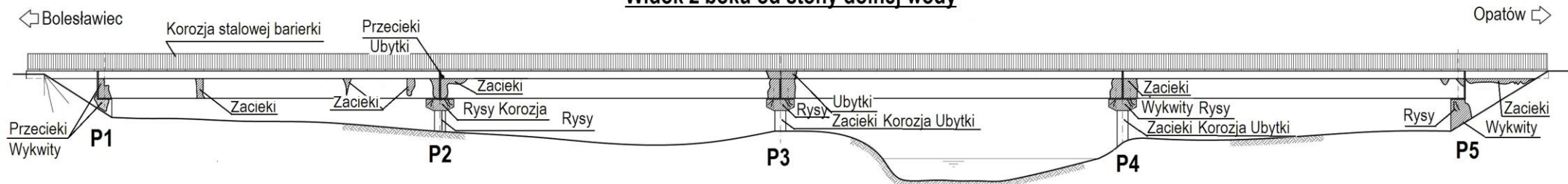


Zbrojenie końcówki belki

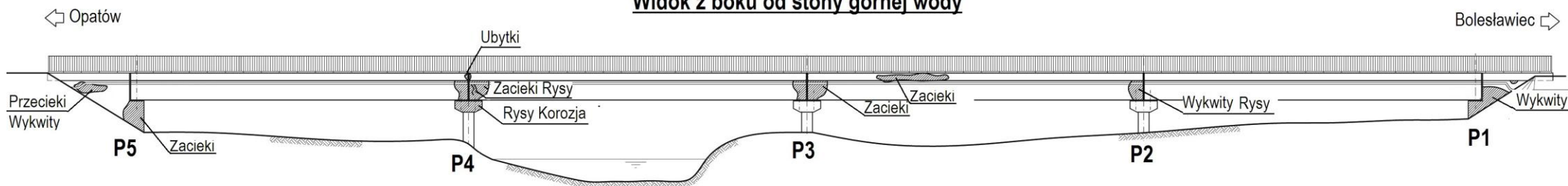


Rysunek belki prefabrykowanej WBS18 (1:35)

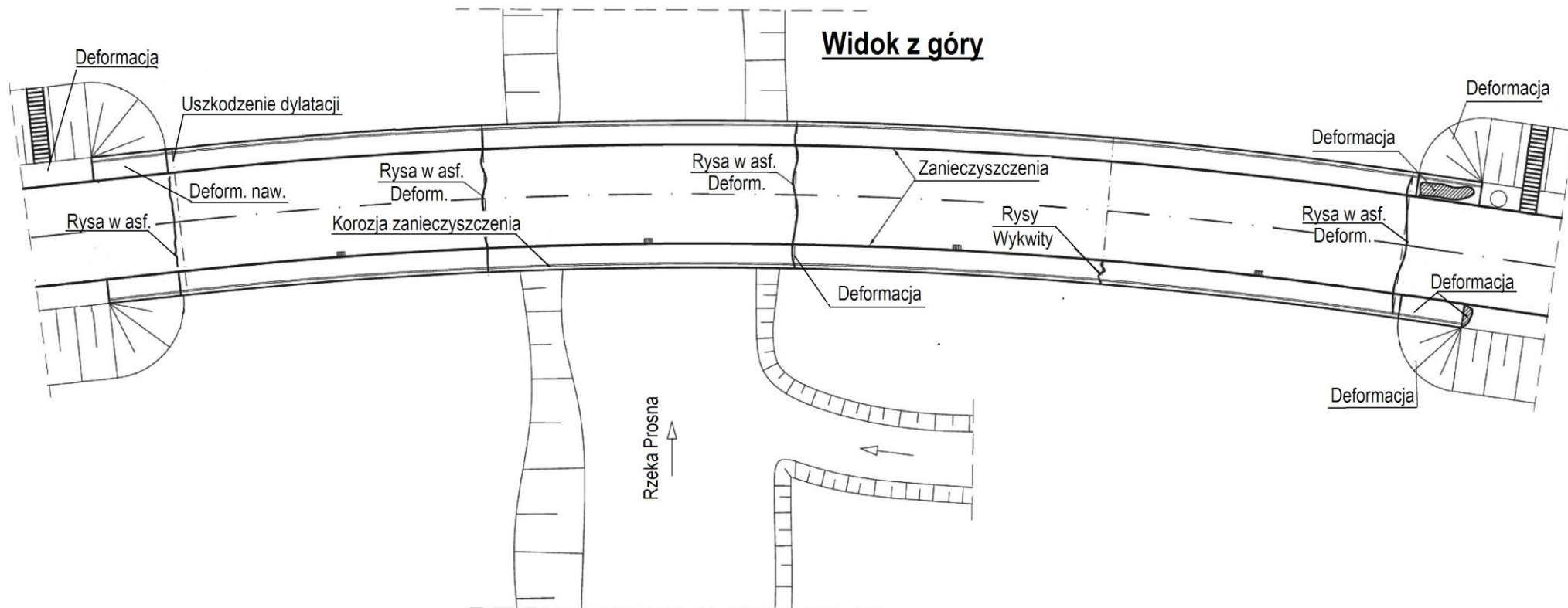
Widok z boku od strony dolnej wody



Widok z boku od strony górnej wody

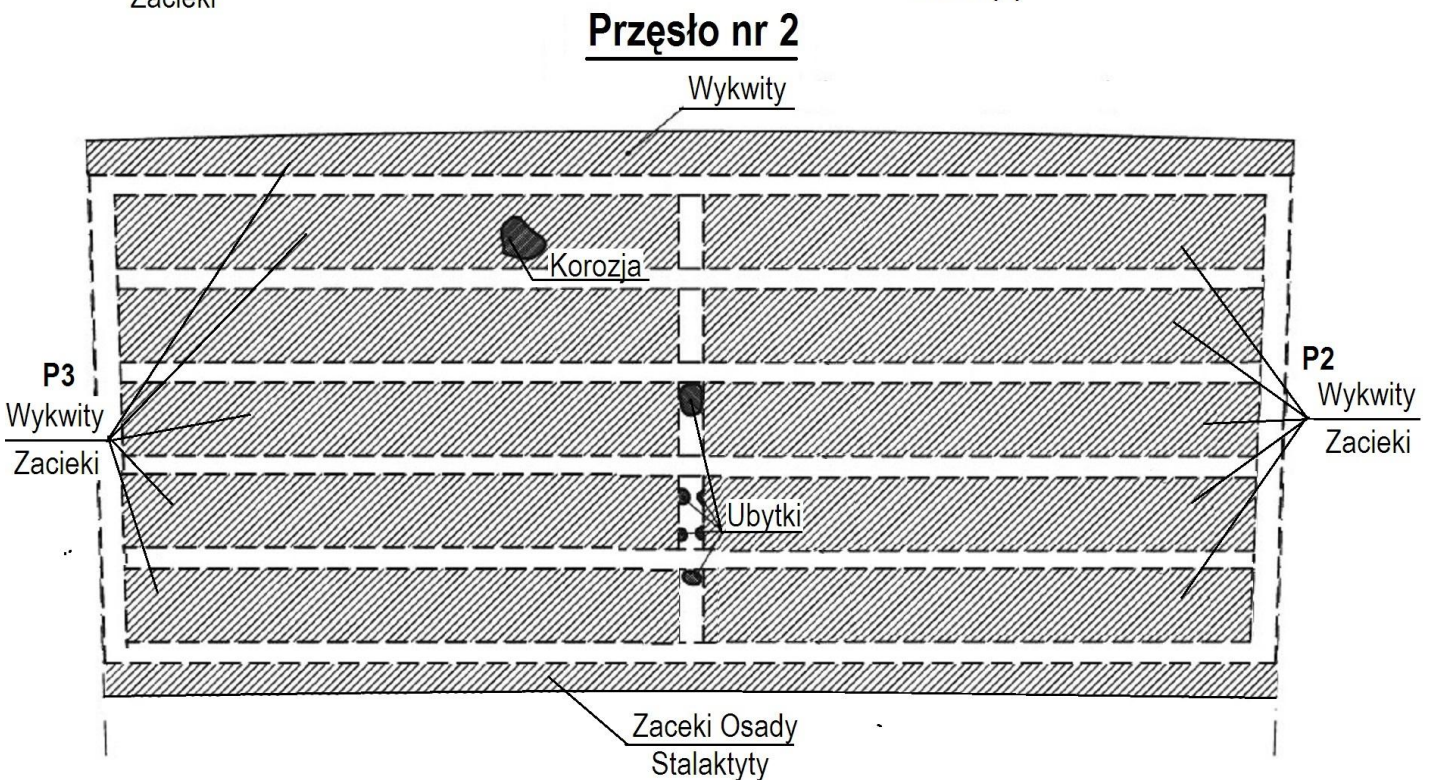
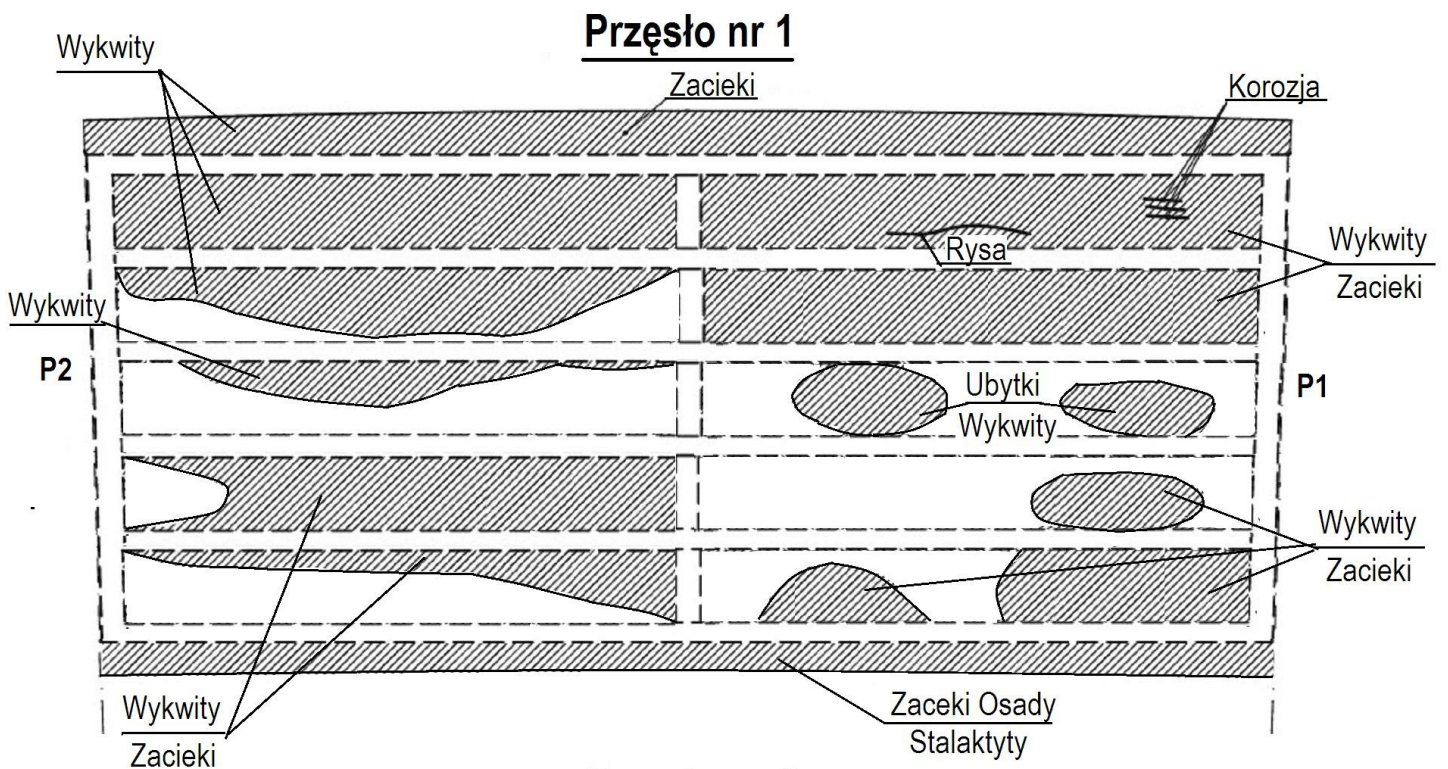


Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od strony górnej wody. **Rys.7**



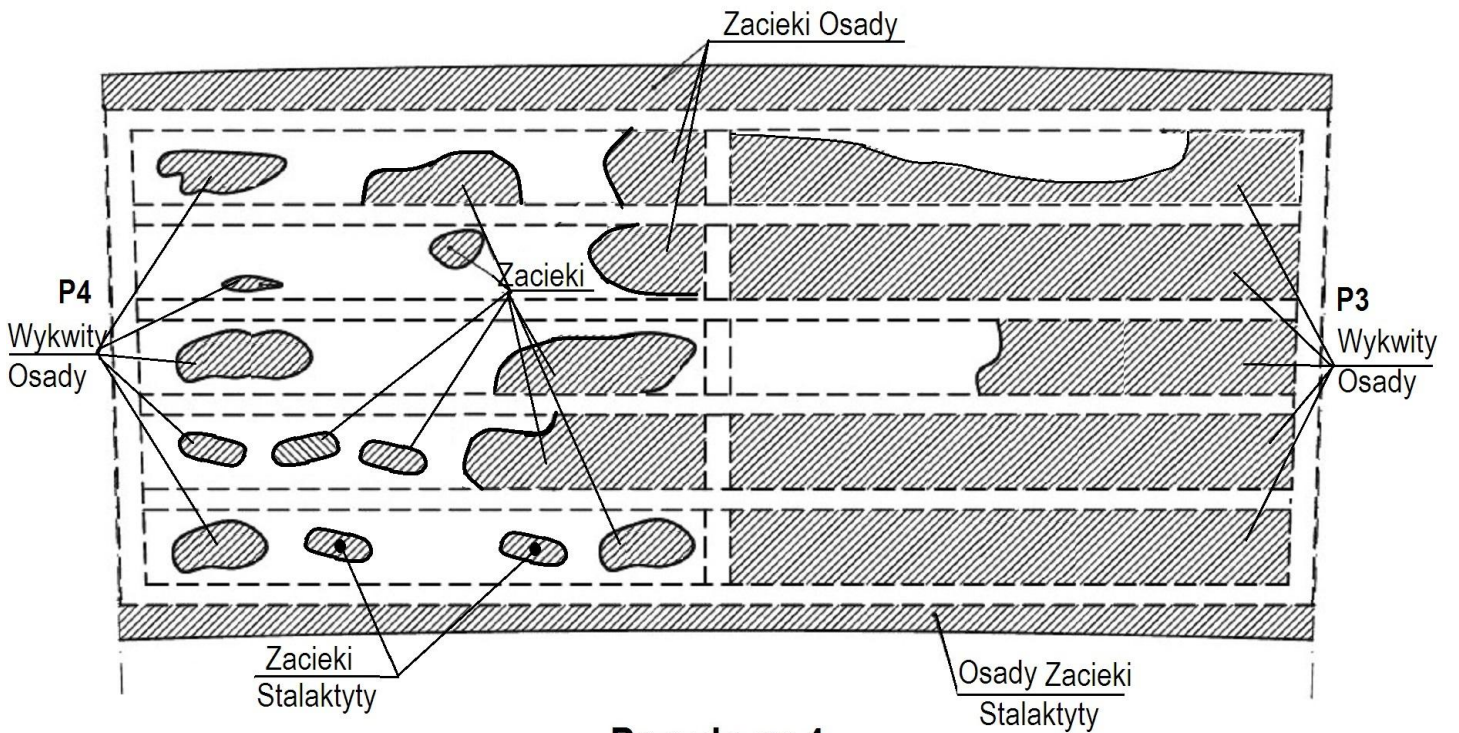
Inwentaryzacja uszkodzeń – Widoki mostu z góry .

Rys.8

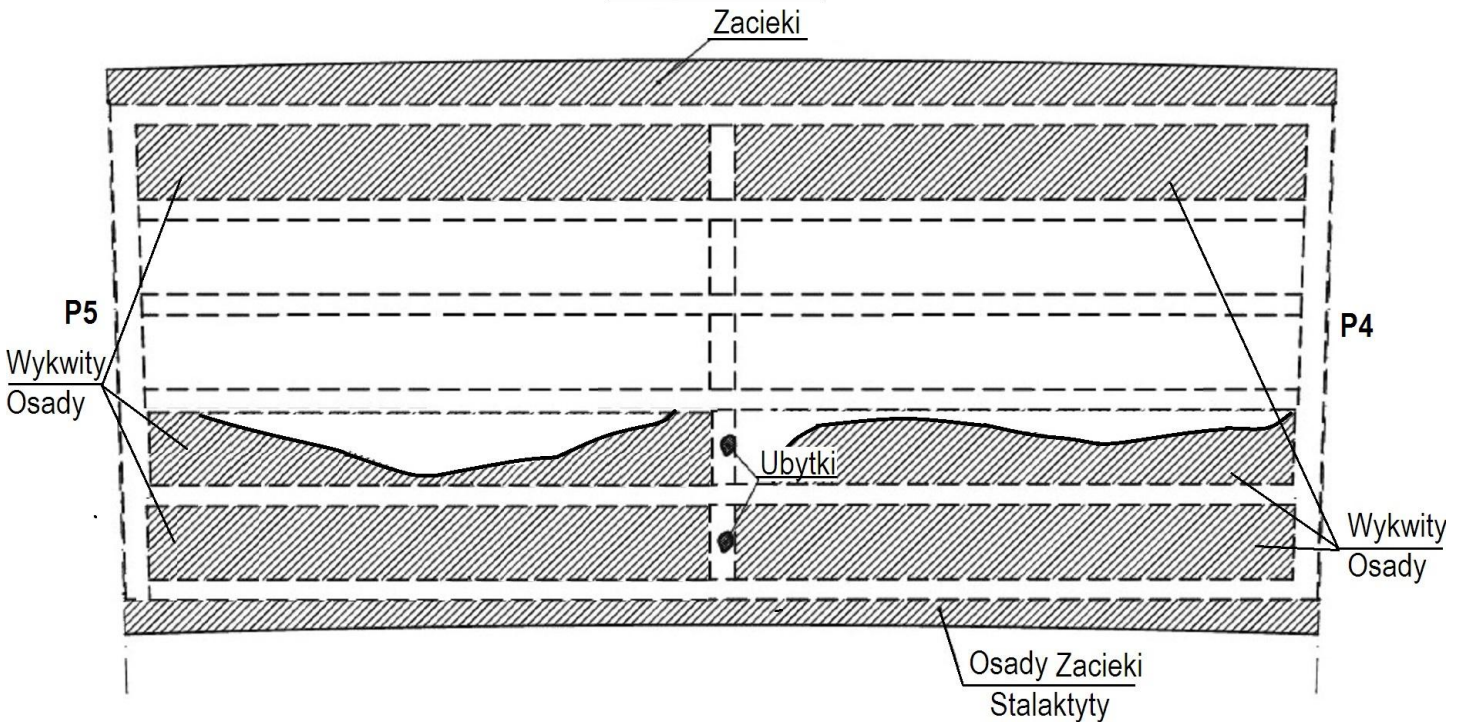


Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od spodu
– przęsła nr 1 i 2 **Rys.9**

Przęsło nr 3

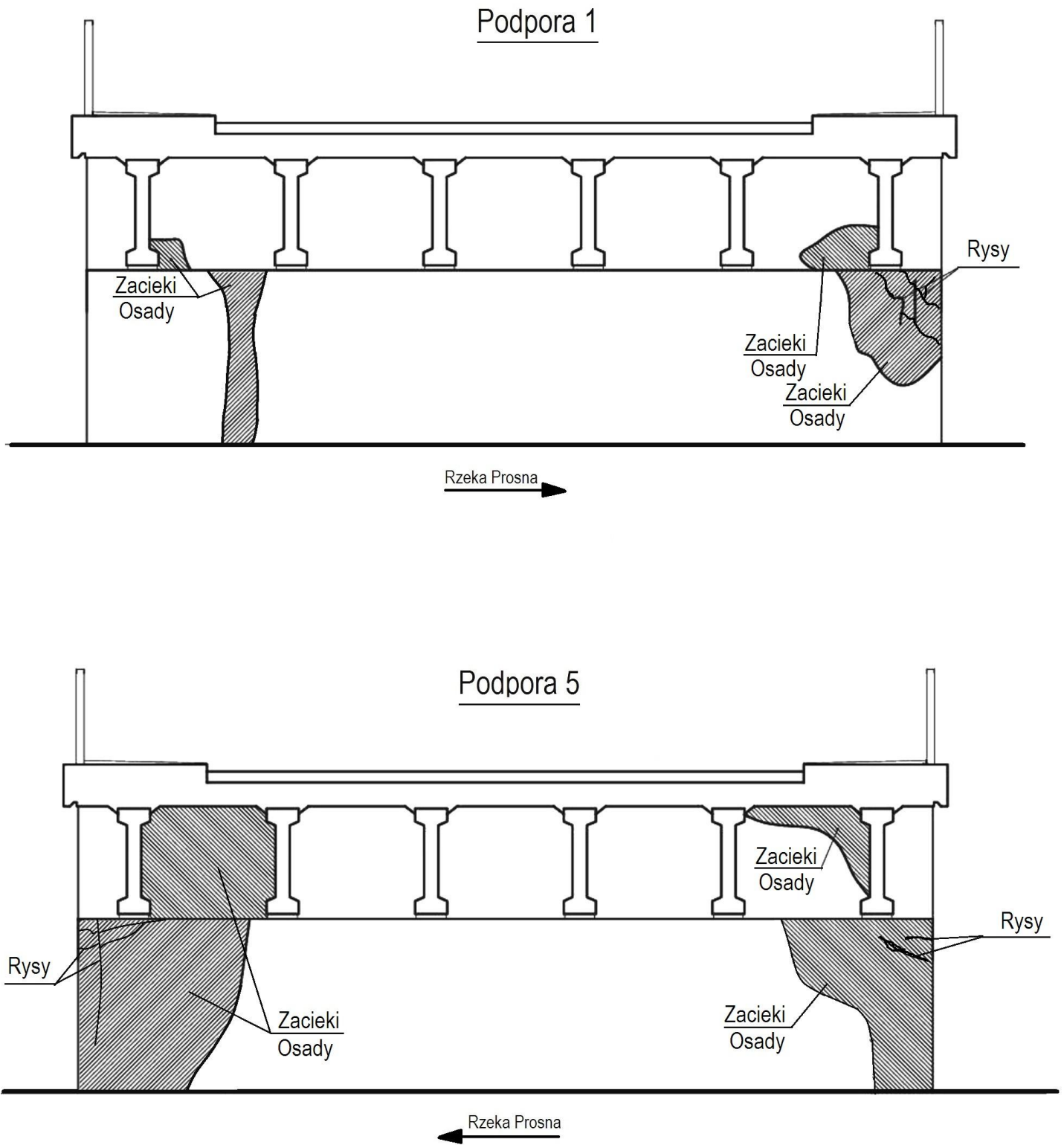


Przęsło nr 4

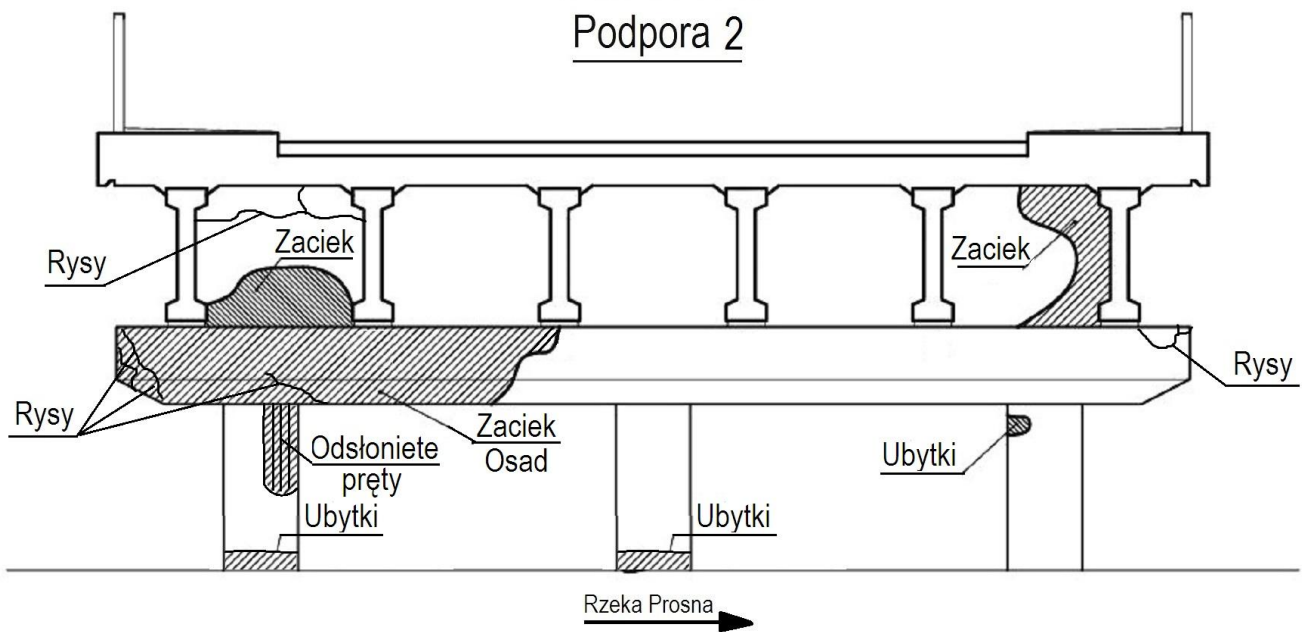
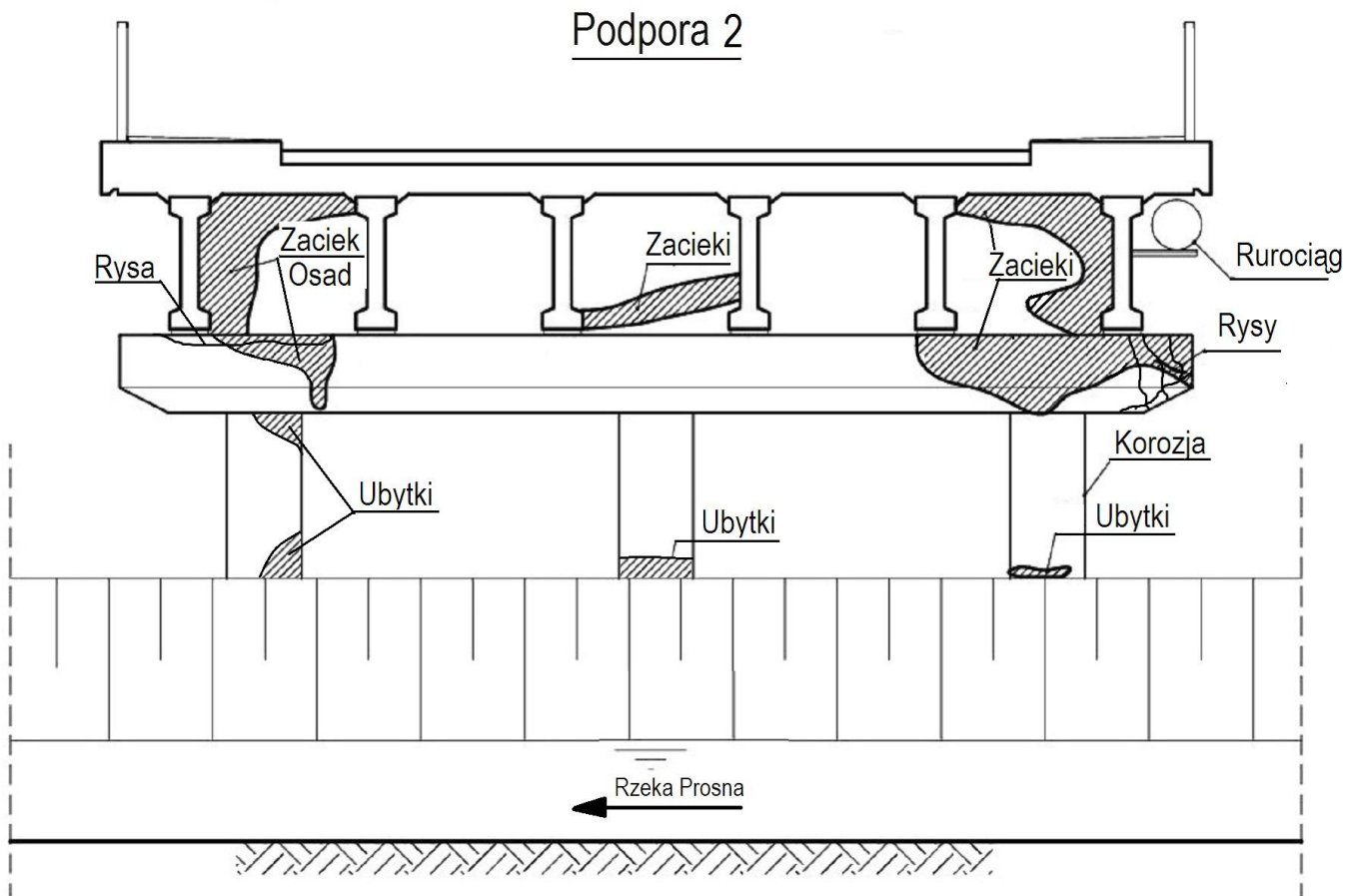


Inwentaryzacja uszkodzeń – Widok mostu od spodu
– przęsła nr 3 i 4

Rys.10

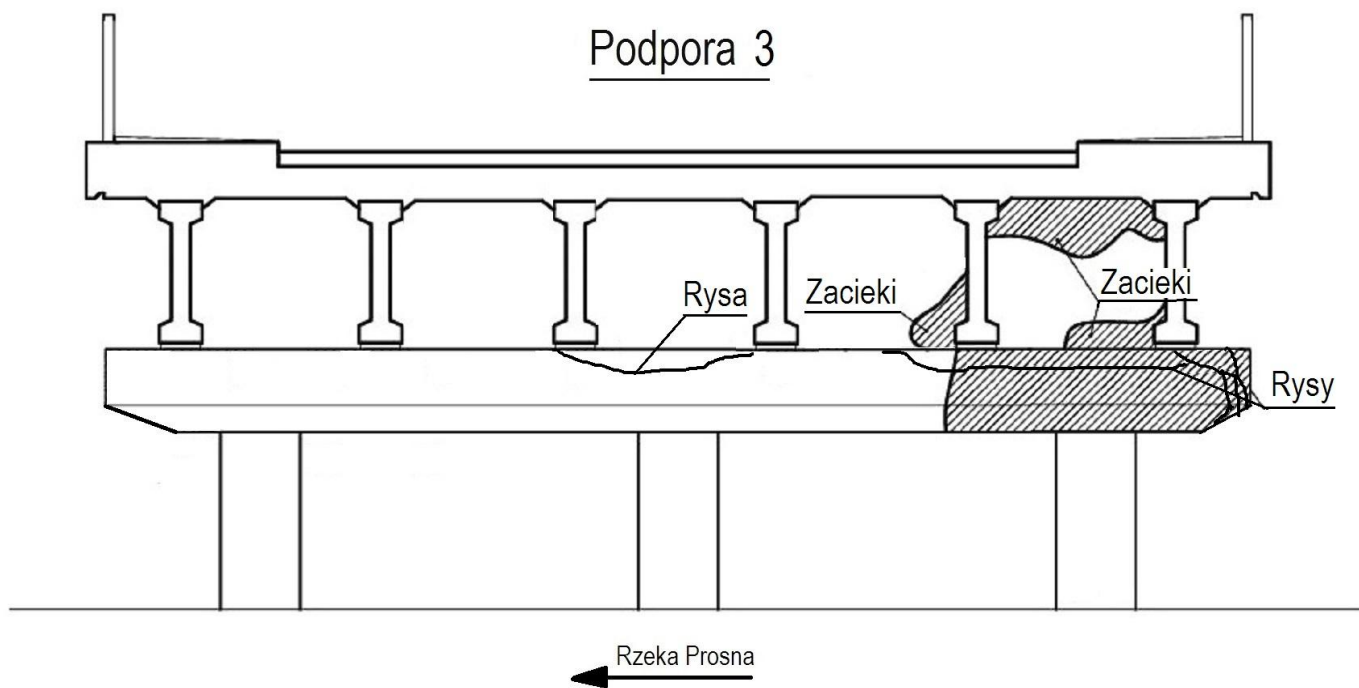
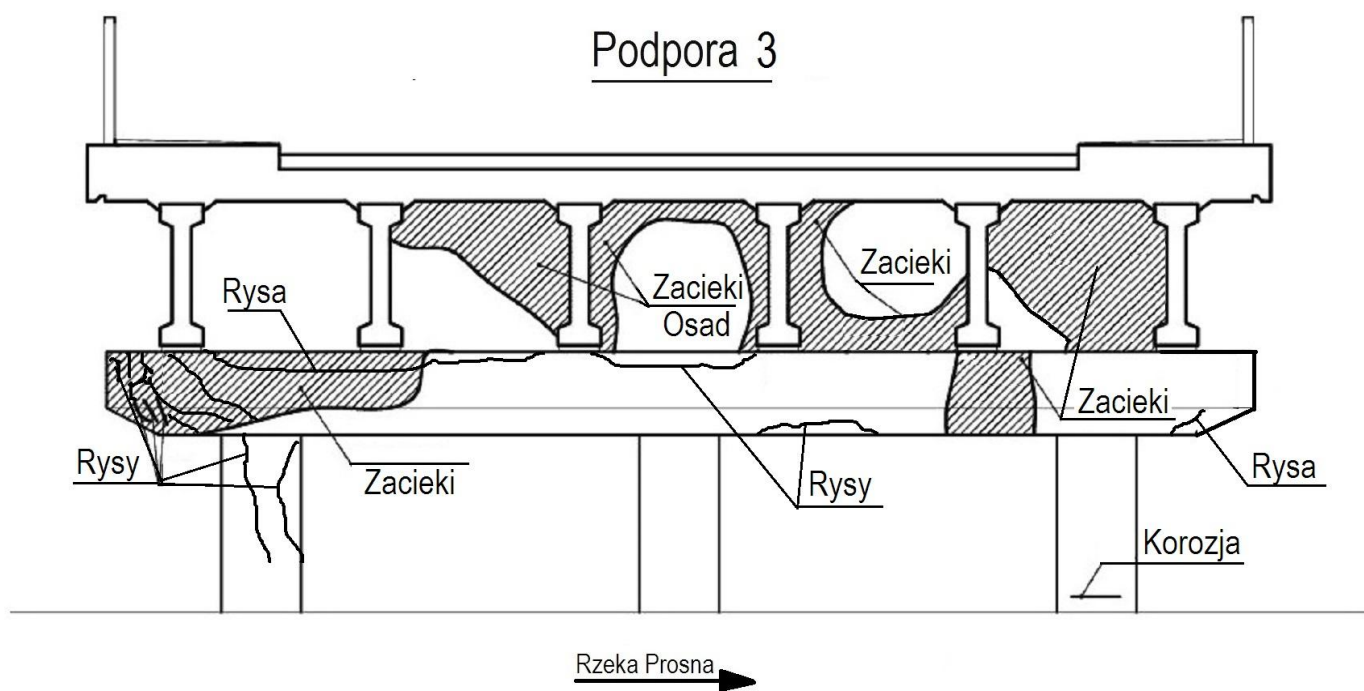


Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpory P1 i P5 (przyczółki) **Rys.11**

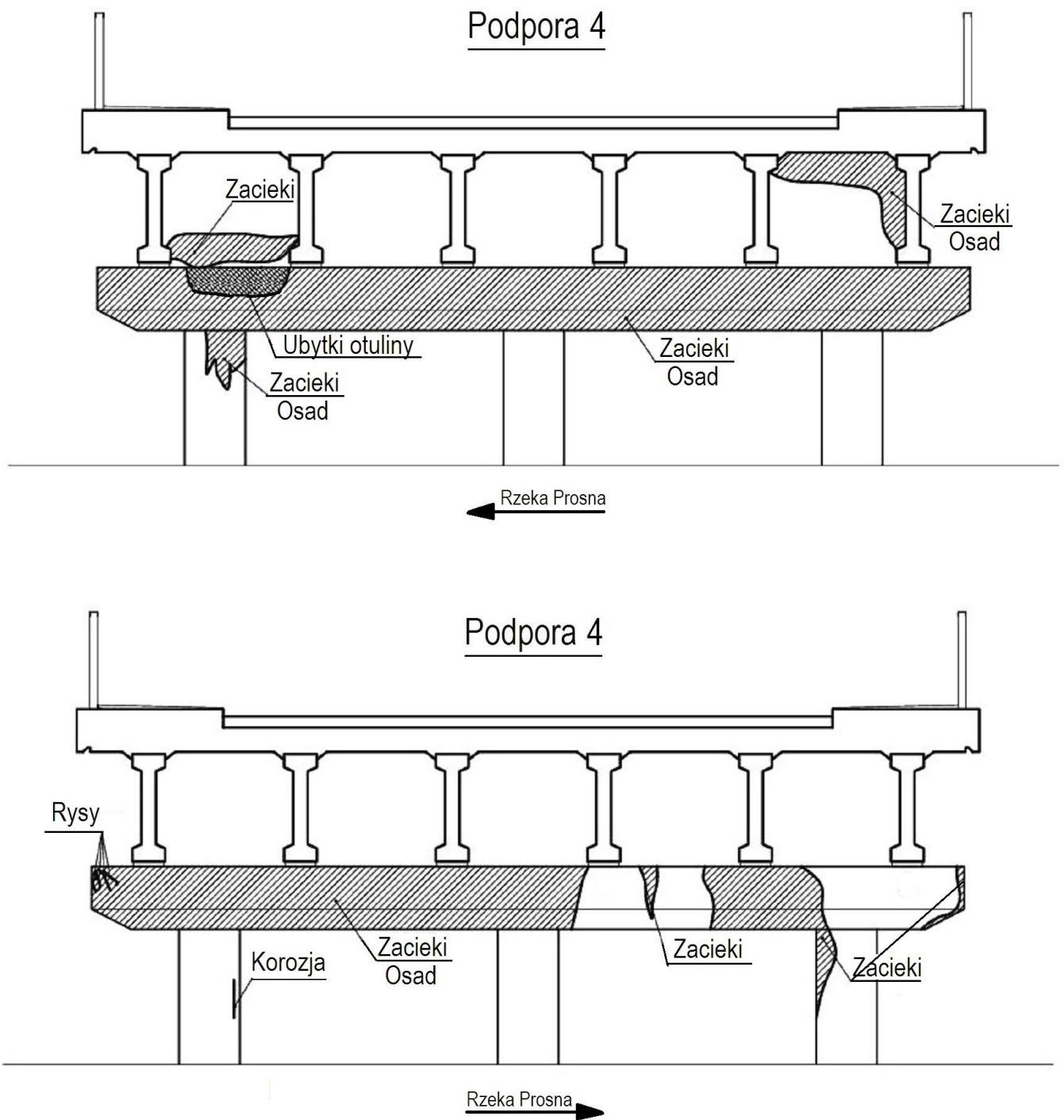


Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P2 (filar)

Rys.12



Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P3 (filar) **Rys.13**



Inwentaryzacja uszkodzeń – Podpora P4 (filar) **Rys. 14**

ZAŁĄCZNIK 1

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA AKTUALNEGO STANU MOSTU



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6



Fot. 7



Fot. 8



Fot. 9



Fot. 10



Fot. 11



Fot. 12



Fot. 13



Fot. 14



Fot. 15



Fot. 16



Fot. 17



Fot. 18



Fot. 19



Fot. 20



Fot. 21



Fot. 22



Fot. 23



Fot. 24



Fot. 25



Fot. 26



Fot. 27



Fot. 28



Fot. 29



Fot. 30

ZAŁĄCZNIK 2

**WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI BETONU METODĄ
SKLEROMETRYCZNA I POMIARÓW GEODEZYJNYCH**

PUNKT NR 1

tab. 1 - Belka prefabrykowana WBS – przęsło N1 dźwigar pierwszy od górnej wody

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony L _i (α=0)	L _i -L _{śr}	(L _i -L _{śr}) ²	R _i [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0°	47	51	46	49	45	47	49	46	51	48	47	45	47,8	47,8	0,10	0,01	47,0
2	0°	47	46	48	48	48	44	48	49	48	45	48	46	47,4	47,4	-0,34	0,11	46,0
3	0°	46	49	47	45	51	46	49	50	46	48	46	49	47,9	47,9	0,21	0,04	47,5
												Σ	143,1	-0,03	0,17	140,5		

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 47,7$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{śr})^2}{n-1}} = 0,29$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{śr}} \cdot 100 = 0,61\%$$

$$R_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 46,83 MPa$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{śr})^2}{n-1}} = 0,8 MPa$$

$$R_{min} = R_{śr} - t_{min} \cdot S_R = 45,6 MPa$$

$$t_{min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{śr}} \cdot 100 = 1,6\%$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{min}} \cdot 100 = 1,6\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{min}}{R_{śr}} = 0,97$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{śr} \cdot \chi = 0,6 \cdot 46,83 = 28,1 MPa$$

$$R_{min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 45,6 = 27,4 MPa$$

Ocena jednorodności betonu: **BARDZO DOBRA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B27 (C25/30).

PUNKT NR 2

tab. 2 - Belka prefabrykowana WBS – przęsto N4 dźwigar pierwszy od dolnej wody

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony $L_i(\alpha=0)$	$L_i-L_{\acute{s}r}$	$(L_i-L_{\acute{s}r})^2$	Ri [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0°	46	50	47	48	50	47	45	47	51	48	50	-	48,1	48,1	-0,33	0,11	47,0
2	0°	50	51	50	52	49	52	50	48	48	47	49	-	49,6	49,6	1,20	1,45	49,0
3	0°	42	45	45	52	52	50	47	47	-	47	44	53	47,6	47,6	-0,80	0,64	46,5
Σ														145,3	0,07	2,19	142,5	

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 48,4$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 1,05$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 2,16\%$$

$$R_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 48,4 \text{ MPa}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 1,3 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} = R_{\acute{s}r} - t_{\min} \cdot S_R = 45,37 \text{ MPa}$$

$$t_{\min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 2,8\%$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{\min}} \cdot 100 = 2,8\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{\min}}{R_{\acute{s}r}} = 0,95$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{\acute{s}r} \cdot \chi = 0,6 \cdot 48,4 = 29,0 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 45,4 = 27,4 \text{ MPa}$$

Ocena jednorodności betonu: **BARDZO DOBRA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B27 (C25/30).

PUNKT NR 3

tab. 3 - Oczep filara na trzech palach (pod otuliną) - podpora P2 od strony górnej wody

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony $L_i(\alpha=0)$	$L_i-L_{\acute{s}r}$	$(L_i-L_{\acute{s}r})^2$	Ri [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	+45°	28	28	25	50	45	52	38	29	30	30	37	26	35,4	32,8	-2,97	8,80	24,0
2	+45°	45	42	41	40	42	40	46	40	40	39	43	40	41,7	39,1	5,96	35,53	33,0
3	+45°	35	38	34	33	44	40	35	40	40	35	44	28	38,0	35,4	2,23	4,99	31,0
Σ														107,3	5,23	49,32	88,0	

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 35,8$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 4,97$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 13,9\%$$

$$R_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 29,33 \text{ MPa}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 4,7 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} = R_{\acute{s}r} - t_{\min} \cdot S_R = 21,6 \text{ MPa}$$

$$t_{\min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 16,1\%$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{\min}} \cdot 100 = 16,1\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{\min}}{R_{\acute{s}r}} = 0,74$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{\acute{s}r} \cdot \chi = 0,6 \cdot 29,3 = 17,6 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 21,6 = 13,0 \text{ MPa}$$

Ocena jednorodności betonu: **ŚREDNIA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B13 (C12/15).

PUNKT NR 4

tab. 4 - Oczip filara na trzech palach (na otulinie) - podpora P4 od strony dolnej wody

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony $L_i(\alpha=0)$	$L_i-L_{\dot{s}r}$	$(L_i-L_{\dot{s}r})^2$	Ri [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0°	28	36	35	36	30	33	25	36	34	36	41	35	34,3	34,3	0,47	0,22	27,0
2	0°	35	36	44	29	34	37	37	34	31	30	34	26	33,0	33	-0,83	0,69	25,0
3	0°	34	33	33	33	35	32	33	35	38	38	32	39	34,2	34,2	0,35	0,12	27,0
Σ														101,5	-0,02	1,03	79,0	

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{\dot{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 33,8$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\dot{s}r})^2}{n-1}} = 0,72$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{\dot{s}r}} \cdot 100 = 2,12\%$$

$$R_{\dot{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 26,33 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} = R_{\dot{s}r} - t_{\min} \cdot S_R = 24,4 \text{ MPa}$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{\dot{s}r}} \cdot 100 = 4,4\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{\min}}{R_{\dot{s}r}} = 0,93$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\dot{s}r})^2}{n-1}} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$t_{\min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{\min}} \cdot 100 = 4,4\%$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{\dot{s}r} \cdot \chi = 0,6 \cdot 26,3 = 15,8 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 24,4 = 14,6 \text{ MPa}$$

Ocena jednorodności betonu: **BARDZO DOBRA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B15 (C12/15).

PUNKT NR 5

tab. 5 - Płyta pomostowa od dołu przęsła N1 pomiędzy 1 i 2 dźwigarem od strony górnej wody

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony $L_i(\alpha=0)$	$L_i-L_{\acute{s}r}$	$(L_i-L_{\acute{s}r})^2$	Ri [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	+90°	42	41	41	43	40	38	37	43	44	35	44	40	41,2	37,3	0,10	0,01	31,0
2	+90°	39	43	41	43	39	40	42	43	37	38	50	42	40,6	36,6	3,44	11,81	30,0
3	+90°	43	44	41	41	44	42	33	42	36	40	45	40	41,6	37,7	4,44	19,68	32,0
Σ														111,6	7,97	31,50	93,0	

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 47,2$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 3,97$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 10,7\%$$

$$R_{\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 31,0 \text{ MPa}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\acute{s}r})^2}{n-1}} = 1,0 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} = R_{\acute{s}r} - t_{\min} \cdot S_R = 29,4 \text{ MPa}$$

$$t_{\min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{\acute{s}r}} \cdot 100 = 3,2\%$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{\min}} \cdot 100 = 3,2\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{\min}}{R_{\acute{s}r}} = 0,95$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{\acute{s}r} \cdot \chi = 0,6 \cdot 31,0 = 18,8 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 29,4 = 17,6 \text{ MPa}$$

Ocena jednorodności betonu: **BARDZO DOBRA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B18 (C16/20).

PUNKT NR 6

tab. 6 - Poprzecznicą środkową pomiędzy dźwigarem 1 i 2 od strony dolnej wody w prześle N4

Miejsce	Kąt α	Odczyty L Młotek Schmidta typu N/NR												Odczyt średni	Od- czyt średni sprowa- dzony $L_i(\alpha=0)$	$L_i-L_{\bar{s}r}$	$(L_i-L_{\bar{s}r})^2$	Ri [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0°	25	31	33	34	35	33	36	35	33	35	28	30	33,0	33	-1,03	1,07	25,0
2	0°	33	36	35	34	33	33	33	33	27	36	36	33	34,1	34,1	0,06	0,00	26,0
3	0°	38	28	39	37	32	39	30	35	32	34	35	34	35,0	35	0,97	0,93	28,0
Σ														102,1	-0,01	2,01	79,0	

Uwaga: Wielkości przekreślone odrzucono z obliczeń

- średnia liczba odbicia:
$$L_{\bar{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 34,0$$

- odchylenie standardowe:
$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\bar{s}r})^2}{n-1}} = 1,0$$

- współczynnik zmienności:
$$v_L = \frac{S_L}{L_{\bar{s}r}} \cdot 100 = 2,94\%$$

$$R_{\bar{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = 26,3 \text{ MPa}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\bar{s}r})^2}{n-1}} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} = R_{\bar{s}r} - t_{\min} \cdot S_R = 23,8 \text{ MPa}$$

$$t_{\min} = 1,64$$

$$v_R = \frac{S_R}{R_{\bar{s}r}} \cdot 100 = 5,8\%$$

$$v_R = \frac{1 - K_R}{t_{\min}} \cdot 100 = 5,8\%$$

- współczynnik jednorodności:

$$K_R = \frac{R_{\min}}{R_{\bar{s}r}} = 0,90$$

Stan wilgotności betonu: Powietrzno-suchy, wiek betonu - powyżej 1000 dni, $\chi = 0,6$.

$$R_{\bar{s}r} \cdot \chi = 0,6 \cdot 26,3 = 15,8 \text{ MPa}$$

$$R_{\min} \cdot \chi = 0,6 \cdot 23,3 = 14,0 \text{ MPa}$$

Ocena jednorodności betonu: **BARDZO DOBRA.**

Ostatecznie przyjęto klasę betonu B15 (C12/15).

Pomiary geodezyjne odwrotnych strzałek ugięcia dźwigarów głównych w wybranych przęsłach mostu

tab. 7 – Pomiary dla wszystkich dźwigarów przęsła nr N1

Strzałka ugięcia – stan istniejący, miejsce pomiaru	Numer belki licząc od strony górnej wody					
	1	2	3	4	5	6
strona Podbolesławca	1473	1535	1595	1646	1717	1763
środek belki	1444	1492	1554	1617	1658	1682
strona Bolesławca	1350	1400	1467	1518	1567	1595
f_i Ugięcie pojedynczego dźwigara	-32,5	-24,5	-23,0	-35,0	-16,0	-3,0
f_{sr} Średnie ugięcie dźwigarów w przęsle	22,3mm					

tab. 8 – Pomiary dla wszystkich dźwigarów przęsła nr N2

Strzałka ugięcia – stan istniejący, miejsce pomiaru	Numer belki licząc od strony górnej wody					
	1	2	3	4	5	6
strona Podbolesławca	1795	1856	1921	1972	2026	2071
środek belki	1766	1858	1921	1964	3036	2064
strona Bolesławca	1732	1788	1860	1915	1970	2019
f_i Ugięcie pojedynczego dźwigara	-2,5	-36,0	-30,5	-20,5	-33	-19,0
f_{sr} Średnie ugięcie dźwigarów w przęsle	23,6mm					

ZAŁĄCZNIK 3

RAPORT Z KONTROLI OKRESOWEJ MOSTU DROGOWEGO W M. PODBOLESŁAWIEC NAD RZEKĄ PROSNĄ - DROGA POWIATOWA NR 4510E

(PIĘCIOLETNI PRZEGLĄD ROZSZERZONY MOSTU)
(5 marca 2018)

Zamawiający: Powiatowy Zarząd Dróg w Wieruszowie
Umowa nr.: 6/2018/PZD z dn. 28.02.2018r.

Autor i inspektor



dr inż. Janusz Ukleja

(Uprawnienia Budowlane Nr 337/90/UW
w specjalności konstrukcyjno -inżynieryjnej w
zakresie projektowania mostów i kierowania
budową i robotami mostowymi)
(DOIIB Nr: DOŚ/BO/4416/01)

Rzeczoznawca budowlany w specjalności kon-
strukcyjno – inżynieryjnej zakres – mosty (decy-
zja Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej PIIB, Decy-
zja Nr RZE/X/0045/09)

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Opis stanu technicznego obiektu i inwentaryzacja uszkodzeń
 - 2.1 Ogólna charakterystyka obiektu
 - 2.2 Protokół z okresowej kontroli pięcioletniej
 - 2.3 Opis spostrzeżeń w trakcie kontroli okresowej
 - 2.4 Zalecenia wynikłe w trakcie kontroli okresowej
3. Podsumowanie i wnioski z przeglądu okresowego wraz z zaleceniami odnośnie prac renowacyjno-remontowych

SPIS TABEL

- | | |
|---|----------|
| 1. Protokół okresowej kontroli pięcioletniej - stan techniczny obiektu i przydatność obiektu do użytkowania | Tabela 1 |
| 2. Protokół okresowej kontroli pięcioletniej - wnioskowane zalecenia | Tabela 2 |
| 3. Wykaz potrzeb do planu bieżącego utrzymania i remontów | Tabela 3 |
| 4. Arkusz spostrzeżeń | Tabela 4 |

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- | | |
|---|--------------|
| 1. Dokumentacja fotograficzna obiektu (tab. 6-7) | Załącznik 3a |
| 2. Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń (tab. 8-11) | Załącznik 3b |
| 3. Wyciąg z instrukcji przeglądów GDDKiA | Załącznik 3c |

1. WSTĘP

Niniejszy raport z pięcioletniego przeglądu rozszerzonego został opracowany na podstawie umowy nr 6/2018/PZD z dn. 28.02.2018r, pomiędzy zamawiającym Powiatowym Zarządem Dróg w Wieruszowie, a firmą GEO-PRO-INŻ PROJEKT we Wrocławiu, ul. Rubinowa 13, będącej wykonawcą przeglądu.

2. Opis stanu technicznego obiektu i inwentaryzacja uszkodzeń

2.1. Ogólna charakterystyka obiektu

Podstawowe parametry obiektu istniejącego:

- schemat statyczny – wieloprzęsłowy ruszt żelbetowy z prefabrykowanymi dźwigarów sprężonych typu WBS,
- rozpiętość teoretyczna $19,0 + 2 \times 19,4 + 19,0 = 76,8\text{m}$,
- szerokość całkowita 8,92 m,
- kąt skosu obiektu zmienny, $R = \sim 304\text{m}$,
- światło poziome $18,0\text{m} + 2 \times 18,8\text{m} + 18,0\text{m}$,
- światło pionowe $\sim 3,30 \div 1,70\text{m}$,

Konstrukcję nośną mostu stanowią dźwigary żelbetowe sprężone typu WBS o długości 19,0m. Razem z poprzecznkami podporowymi (wys. 1,0) i poprzeczniką środkową (wys. 0,6m) stanowią ruszt, na którym wykonana jest płyta pomostowa o grubości 24cm. Na podniesionych chodnikach płyty przęsła oraz na skrzydłach przyczółków wykonane są barierki stalowe z płaskowników o poręczy z rur prostokątnych, podparte na słupkach stalowych wykonanych również z płaskowników stalowych rozstawionych co ok.1,0m. Podpory stanowią dwa przyczółki masywne oraz trzy filary w poziomych oczepów żelbetowych formie oczepów osadzonych w głowicach trzech pali żelbetowych o przekroju poprzecznym w kształci sześciokąta.

Szerokość jezdni wraz z poboczami jest tak sama na moście i na dojazdach. Oś konstrukcji jezdni przebiega w łuku o promieniu ok.300m, a odcinki osi poszczególnych przęseł są wpisane w ten łuk poziomy. Osie filarów i przyczółków wpisane są w kierunki promieni tego łuku poziomego.

Konstrukcja drogi na moście obejmuje:



- warstwę ścieralną $\sim 4\text{cm}$ (asfaltobeton)
- warstwę wiążącą $\sim 6\text{cm}$ (asfaltobeton)
- izolacja bitumiczna $\sim 1\text{cm}$ (1 x papa na lepiku)
- płyta konstrukcyjna mostu $\sim 18\text{cm}$ (żelbet)

2.2 Protokół z okresowej kontroli pięcioletniej

Tab.1. Protokół okresowej kontroli pięcioletniej przeglądu rozszerzonego obiektu mostowego

Dane identyfikacyjne obiektu													
1	Numer ewidencyjny: Most w Podbolesławcu nad rzeką Prosną - droga powiatowa nr 4510E				5	JAD: PZD w Wieruszowie							
2	Nr drogi: 4510E				6	Najbliższa miejscowość: Podbolesławiec							
3	Kilometraż: ----				7	Rodzaj i nazwa przeszkody: Most drogowy							
4	Materiał konstrukcji dźwigarów: żelbet				8	Długość obiektu: 76,8m							
STAN TECHNICZNY OBIEKTU										EKSPERTYZA			
Lp.	Element			Kod rodzaju uszkodzenia						Ocena stanu	Potrzeba wykonania**	Tryb wykonania	
1	Nasypy i skarpy			NB	WB	UB	---	---	---	---	4	nie	---
2	Dojazdy w obrębie skrzydeł			PT	---	---	---	---	---	---	3	nie	---
3	Nawierzchnia jezdni			RA	DA	---	---	---	---	---	3	nie	---
4	Nawierzchnia chodników, krawężniki			DB	NB	PB	RA	PT	---	---	2	nie	---
5	Balustrady, bariery ochr., osłony			DS	KS	---	---	---	---	---	1	nie	---
6	Belki podporęczowe, gzymsy			RB	OB	CB	WB	---	---	---	2	tak	1
7	Urządzenia odwadniające			KS	---	---	---	---	---	---	3	nie	---
8	Izolacja pomostu			AB	---	---	---	---	---	---	0	tak	1
9	Konstrukcja pomostu			RB	CB	OB	---	---	---	---	3	tak	1
10	Konstrukcja dźwigarów głównych			RB	CB	---	---	---	---	---	3	tak	1
11	Łożyska			AS	RB	---	---	---	---	---	3	nie	---
12	Urządzenia dylatacyjne			DA	DB	ZA	KS	PS	---	---	1	nie	---
13	Przyczółki			WB	RB	CB	OB	---	---	---	4	nie	---
14	Filary			RB	CB	OB	UB	KB	KS	---	1	tak	1
15	Koryto rzeki, przestrzeń podmostowa			WT	ND	---	---	---	---	---	2	nie	---
16	Przeguby			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	Konstrukcje oporowe, skrzydełka			---	---	---	---	---	---	---	4	nie	---
18	Urządzenia ochrony środowiska			---	---	---	---	---	---	---	---	nie	---
19	Zakotwienia cięgien			---	---	---	---	---	---	---	---	nie	---
20	Cięgna			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
21	Urządzenia obce			AS	---	---	---	---	---	---	3	nie	---
Stan pogody: <i>deszcz</i>				Ocena średnia obiektu:						2,5	Wg kryterium-skali Nadzoru Budowl.		
Temperatura: <i>+3°C</i>				OCENA CAŁEGO OBIEKTU:						3,0			
Uszkodzenia zagrażające bezpieczeństwu ruchu publicznego (opis uszkodzeń): Nie stwierdzono													
Uszkodzenia zagrażające katastrofą budowlaną (opis uszkodzeń): Nie stwierdzono													
PRZYDATNOŚĆ OBIEKTU DO UŻYTKOWANIA***													
Parametr				Ograniczenie**				Ocena					
1. Bezpieczeństwo ruchu publicznego				nie				5					
2. Aktualna nośność obiektu				nie				2					
3. Dopuszczalna prędkość ruchu pojazdów				nie				5					
4. Szerokość skrajni na obiekcie				nie				5					
5. Wysokość skrajni na obiekcie				nie				5					
6. Skrajnia / światło pod obiektem				nie				5					
OCENA CAŁEGO OBIEKTU (zgodnie z kryterium-skali Nadzoru Budowlanego)				STAN NIEZAGRAŻAJĄCY BEZPIECZEŃSTWU									
ESTETYKA OBIEKTU I JEGO OTOCZENIA (opis)***: Estetyka mostu niezadawalająca ze względu na występujące nacieki i wykwyty na gzymsach i od spodu pomostu oraz uszkodzenia gzymsów balustrad i chodników.													
WYKONANIE ZALECEŃ Z POPRZEDNIEGO PRZEGLĄDU: brak danych odnośnie poprzedn. przeglądu													

Tab. 2

WNIOSKOWANE ZALECENIA			
Rodzaj zalecenia	Potrzeba wykonania**	Tryb wykonania	
1. Zamknięcie obiektu dla ruchu	<i>nie</i>	---	
2. Ograniczenie nośności 20t od strony Bolesławca	<i>tak</i>	1	
3. Ograniczenie prędkości ruchu do [km/h]	<i>nie</i>	---	
4. Ograniczenie skrajni poziomej na obiekcie do [cm]	<i>nie</i>	---	
5. Ograniczenie skrajni pionowej na obiekcie do [cm]	<i>nie</i>	---	
6. Ograniczenie skrajni poziomej pod obiektem do [cm]	<i>nie</i>	---	
7. Ograniczenie skrajni pionowej pod obiektem do [cm]	<i>nie</i>	---	
8. Oznakowanie obiektu	<i>nie</i>	---	
9. Przeprowadzenie <i>przeгляdu rozszerzonego</i> poza planem przeglądów	<i>nie</i>	---	
10. Przeprowadzenie <i>przeгляdu szczegółowego</i> poza planem przeglądów	<i>nie</i>	---	
11. Wykonanie prac porządkowych	<i>tak</i>	1	
12. Użytkowanie obiektu na dotychczasowych warunkach**:	<i>tak</i>		
Obiekt mostowy może być bezpiecznie użytkowany przy ograniczeniu nośności do 20t (klasa D) do następnego przeglądu. Zalecane prace zabezpieczające należy wykonać w terminie 12-24 miesięcy. Zalecany remont oraz przebudowa z podniesieniem klasy mostu do C lub B.			
WYKONAWCA PRZEGLĄDU			
Tytuł, imię i nazwisko	Nr uprawnień budowlanych	Podpis	Data przeprowadzenia przeglądu:
1. <i>Dr inż. Janusz Ukleja</i>	<i>337/90/UW</i>		<i>05.03.2018r</i>
2.			
Data <i>05.03.2018r</i>		 pieczęć i podpis	

Strona 2/2

Przeгляд podstawowy spełnia wymagania okresowych kontroli, określone w art. 62 ust. 1 pkt 1 i ust. 1a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. -Prawo budowlane (Dz.U. z 2003 r. nr 207, póź. 2016 oraz z 2004 r. nr 6, póź. 41, nr 92, póź. 881, nr 93, póź. 888 i nr 96, póź. 959). Przeгляд rozszerzony spełnia wymagania okresowych kontroli, określone w art. 62 ust. 1 pkt 2 i ust. 1a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. — Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 r. nr 207, póź. 2016 oraz z 2004 r. nr 6, póź. 41, nr 92, póź. 881, nr 93, póź. 888 i nr 96, póź. 959).

Załączniki do protokołu przeglądu rozszerzonego:

1. Dokumentacja fotograficzna obiektu (załącznik nr1)
2. Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń (załącznik nr2)
3. ~~Protokół kontroli instalacji elektrycznej *~~
4. ~~Protokół kontroli instalacji odgromowej *~~
5. ~~Protokół kontroli instalacji wentylacyjnej *~~
6. ~~Protokoły kontroli urządzeń obcych: oświetleniowych / gazowych / telekomunikacyjnych / energetycznych / wodociągowych / ciepłowniczych / innych*~~


* -niepotrzebne skreślić, ** - wpisać „tak” lub „nie”, *** - wypełniać w czasie wykonywania *przeгляdu rozszerzonego*

Tab.3.

Wykaz potrzeb do planu bieżącego utrzymania i remontów - obiekt mostowy

Numer ewidencyjny (NI): **Most w Podbolesławcu nad rzeką Prosną - Nr drogi: 4510E**

Lp.	Element	Wyszczególnienie rodzaju prac	Tryb wykonania	Jednostka miary	Szacunkowa liczba jedn.	Cena jednostkowa [zł]	Szacunkowa wartość robót [zł]
1	Nasypy i skarpy	Prace porządkowe(wycinka drzew i wysokiej trawy usunięcie konarów drzew)	2	m ²	575	30,-	17.250,-
2	Dojazdy w obrębie skrzydeł	Nie wymagane	---	m ²	---	---	
3	Nawierzchnia jezdni	Wykonanie nowej nawierzchni na jezdni wraz z wykonaniem warstwy ochronnej z betonu	1	m ²	462	75,-	34.650,-
4	Nawierzchnia chodników, krawężniki	Wykonanie nowej nawierzchni na chodniku od strony dolnej i górnej wody	1	m ²	223	26,-	5.798,-
5	Balustrady, bariery ochronne, osłony	Wymiana barier z płaskowników na bariero-porcze stalowe	2	m	152	355,-	53.960,-
6	Belki podporęczowe, gzymsy	Remont cząstkowy kap i gzymsów wraz z iniekcją uszczelniającą powstałych zarysowań i szczelin	1	m	152	980,-	140.960,-
7	Urządzenia odwadniające	Wykonanie nowych saczków odwadniających z powierzchni izolacji i remont wpustów i rur spustowych odwodnienia powierzchniowego od strony górnej wody	1	szt	20	260,-	5.200,-
8	Izolacja pomostu	Wykonanie nowej szczelnej izolacji na płycie pomostowej pod jezdnią i chodnikami	1	m ²	686	220,-	150.920,-
9	Konstrukcja pomostu	Renowacja i zabezpieczenie całej spodniej powierzchni płyty pomostowej pod jezdnią (piaskowanie, likwidacja ubytków odbudowa otuliny metoda natryskową i zabezpieczenie pow. środkami hydrofobowymi)	1	m ²	693	30,-	20.790,-
10	Konstrukcja dźwigarów głównych i poprzecznic	Renowacja powierzchni i iniekcja rys powstałych na połączeniach z poprzecznicami skrajnymi oraz zabezpieczenie całej powierzchni powłokami hydrofobowymi i przyklejenie lameli w dźwigarach WBS o osłabiony naciągu kabli ok. 4szt.	1	m ²	1283	65,-	83.395,-
11	Łożyska	Oczyszczenie i zabezpieczenie antykorozyjne zewnętrznych powierzchni łożysk wraz z renowacją rys na żelbetowych ciosach podłożyskowych.	1	szt.	48	300,-	14.400,-
12	Urządzenia dylatacyjne	Wymiana istniejących dylatacji na dylatacje bitumiczne	1	m	45	1600,-	72.000,-
13	Przyczółki	Remont cząstkowy przyczółków, wymagają one odkucia odspojen i piaskowania oraz iniekcji rys i renowacji powierzchniowej z odbudową otuliny i zabezpieczeniem powłokami hydrofobowymi.	1	m ²	64	30,-	1.920,-
14	Filary	Filary wymagają gruntownej renowacji oraz wzmocnienia wsporników ocepów poprzez zmianę schematu statycznego ze wspornikowego na belkowy oraz obudowanie słupów betonem zbrojonym w formie ściany.	1	m ³	97,2	2886,-	280.480,-
15	Koryto rzeki, przestrzeń podmostowa	Prace porządkowe i ubezpieczenie koryta rzeki narzutem kamiennych 15m za i przed mostem	2	m ²	240	40,-	9.600,-
16	Przeguby	Nie dotyczy	---	szt.	---	---	---
17	Konstrukcje oporowe, skrzydełka	Nie wymagane	---	m ²	---	---	---
18	Urządzenia ochrony środowiska	Nie dotyczy	---	szt.	---	---	---
19	Zakotwienia cięgien	Nie dotyczy	---	m	---	---	---
20	Cięgna	Nie dotyczy	---	m	---	---	---
21	Urządzenia obce	Nie wymagane	---	m	---	---	---
Ogółem wartość robót brutto [zł] :							899.327,-

Wykonawca przeglądu			
Tytuł, imię i nazwisko	Data	Podpis	Uwagi
1. dr inż. Janusz Ukleja	05.03.2018r		

2.3 Opis spostrzeżeń w trakcie kontroli okresowej

Tabela 4.

NI: Most w Podbolesławcu nad rzeką Prosną - Nr drogi: 4510E	ARKUSZ SPOSTRZEŻEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 3.1 -3.3
1	Średni dobowy ruch (SDR) oraz procentowy udział w ruchu pojazdów ciężarowych i autobusów wg ostatniego GPR: <i>SDR= 153 poj./dobę</i> <i>Udział w ruchu pojazdów ciężarowych i autobusów: 30 %; Uwagi: brak</i>	
2	Stan nawierzchni jezdni: <i>Ogólnie stan niepokojący: miejscowe płytkie ubytki; spękania poprzeczne przy przyczółkach; deformacja spadków poprzecznych przy krawężnikach (fałdy i kałuże); zanieczyszczenia wzdłuż krawężników (rynsztek wypełniony piaskiem). Stan ocenia się jako niepokojący (patrz Zał.3a, tab.6, fot.1 i 2). (Ocena 3,0)</i>	
3	Stan chodników (nawierzchnia, gzymsy, krawężniki): <i>Chodniki uformowane wspornikowo w płycie pomostowej wykazują spękania i brak szczelności nawierzchni i izolacji oraz deformacje i nieszczelne połączenia z krawężnikami przy dylatacjach. Nawierzchnię na chodnikach ocenia się jako niedostateczną (patrz Zał.3a i 3b, tab.6, fot. 2 i tab.9, fot 7 i 8). (Ocena 2,0)</i>	
4	Stan balustrad, barier i oston: <i>Stan przedawaryjny – spowodowany deformacją barier z ich wygięciem na zewnątrz po obu stronach (odkształcenia mierzone w poziomie dochodzące do około 15cm), stalowe poręcze skorodowane w związku z ubytkami w zabezpieczeniach antykorozyjnych. Zaobserwowano ślady korozji na całej powierzchni barier. Brak barier energochłonnych na moście i dojazdach (patrz Zał.3a, tab. 7, fot. 3). (Ocena 1,0)</i>	
5	Stan urządzeń odwadniających: <i>Niedrożne, zatkane wpusty uliczne w rynsztokach od strony górnej wody we wszystkich pięciu przęsłach. Rury spustowe od sodu skorodowane. Stan ocenia się jako niepokojący. (Ocena 3,0)</i>	
6	Stan izolacji: <i>Izolacja nieszczelna, występujące od spodu konstrukcji wykwitły na płycie pomostowej i na wspornikach chodnikowych, na których po obu stronach mostu dodatkowo występują liczne stalaktyty. Stan ocenia się jako awaryjny (patrz Zał.3b, tab.8, fot.5). (Ocena 0)</i>	
7	Stan urządzeń dylatacyjnych: <i>Spękana nawierzchnia nad dylatacjami i brak szczelności i zacieki, szczególnie w części chodnikowej. (patrz Zał.3a, tab.6, fot.1 i 2). Stan ocenia się jako przedawaryjny. (Ocena 1)</i>	
8	Stan konstrukcji przęseł: niepokojący (Ocena 3,0)	
8.1	Stan dźwigarów głównych: <i>Dźwigary żelbetowe sprężone, kablobetonowe typu WBS18 w ogólnym stanie dobrym. Zaobserwowano jednak niewielkie i nieliczne odpryski przy strzemionach oraz pionowe spękania na końcach dźwigarów przy poprzecznicach skrajnych. Stan ocenia się jako niepokojący. (patrz Zał.3b, tab.8, fot.6). (Ocena 3,0)</i>	
8.2	Stan płyty pomostu: <i>Płyta pod jezdnią nie wykazuje spękań i ubytków lecz posiada ona na znacznej powierzchni ślady zacieków. Stan ocenia się jako niepokojący (patrz Zał.3b, tab. 8-9, fot.5, 7 i 8). (Ocena 3,0)</i>	
8.3	Stan wsporników podchodnikowych: <i>Pod kapami chodnikowymi występują liczne pęknięcia na powierzchni wspornikowej płyty pomostowej i wyraźne ślady zawilgocenia zaznaczone wykwitami i stalaktytami szczególnie w okolicach gzymsów i dylatacji. Stan ocenia się jako niedostateczny (patrz Zał.3b, tab. 9, fot.7 i 8). (Ocena 2,0)</i>	
9	Stan podpór: niedostateczny (Ocena 2,0)	
9.1	Stan przyczółków (fundamentów i korpusów): <i>Ogólny stan dobry. Zaobserwowano jedynie spękania w narożnikach oczepu (przy skrajnych łożyskach). Stan ocenia się jako zadawalający. (Ocena 4,0)</i>	
9.2	Stan filarów (fundamentów i korpusów): <i>Odspojenia miejscowe wykonanej wcześniej metoda natryskowa otuliny na oczepach i słupach. Spękania i odłuszczenia na dużych powierzchniach otuliny szczególnie od strony górnej wody. Słupy filarów posiadają odsłonięte fragmenty zbrojenia na poziomie gruntu, gdzie również występują ubytki otuliny. Stan ocenia się jako przedawaryjny. (patrz Zał.3b, tab. 10-11, fot.9, 11 i 12). (Ocena 1,0)</i>	
10	Stan łożysk: <i>Łożyska stalowe przesuwne i stałe nie wykazują widocznych śladów uszkodzeń poza powierzchniową korozją niezabezpieczonych antykorozyjnie ich fragmentów. Ociosy podłożyskowe spękane. Stan ocenia się jako niepokojący. (Ocena 3,0)</i>	
11	Stan dojazdów: <i>Nawierzchnia na dojazdach w stanie dobrym po wykonanym wcześniej remoncie. Stan ocenia się jako niepokojący (patrz Zał.3b, tab.8, fot.6). (Ocena 3,0)</i>	
12	Przestrzeń podmostowa i otoczenie obiektu: <i>Zauważono połamane konary występujące w terenie zalewowym rzeki oraz drzewa i samosiejki porosłe zwłaszcza od strony górnej wody. Ponadto zaobserwowano w terenie zalewowym pozostawione wystające fragmenty podpór z poprzedniego mostu drewnianego, które mogą zaburzać swobodny przepływ wody pod mostem. Stan ocenia się jako niedostateczny. (Ocena 2,0)</i>	
13	Administrator i stan urządzeń obcych: <i>Rura stalowa f100 (wodociąg) lekko skorodowana osłona stalowa izolacji termicznej. Wodowskaz zmontowany na filarze przy nurtowym w stanie dobrym. Stan ocenia się jako niepokojący. (patrz Zał.3b, tab. 10, fot.10). (Ocena 3,0)</i>	

2.4 Zalecenia wynikłe w trakcie kontroli okresowej

Tabela 5.

NI: Most w Podbolesławcu nad rzeką Prosną Nr drogi: 4510E	ARKUSZ ZALECEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 4.1 -4.2
I. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu uznaje się, że obiekt mostowy nie wymaga napraw, poza pracami porządkowymi i konserwacyjnymi, i może być użytkowany bez wprowadzenia dodatkowych ograniczeń ruchu*.		
II. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu stwierdzono konieczność wykonania następujących robót*:		
1.	W wyposażeniu: <i>Stan techniczny wyposażenia pogorszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r). Na podstawie przeglądu stwierdzono, że bariarka jest uszkodzona i wymaga prostowania. Ponadto system odwodnienia wymaga remontu, a izolacja na całej powierzchni jest w stanie awaryjnym i wymaga pilnej rekonstrukcji. (wykonać należy w ciągu 1 roku). Brak na moście barier energochłonnych i należy przewidzieć wykonanie bariero-poręczy. (wykonać należy w ciągu 2 lat).</i>	
2.	W dźwigarach głównych: <i>Stan techniczny płyty pomostowej i dźwigarów głównych nie pogorszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r), jednak ich stan w dalszym ciągu jest niepokojący. Na podstawie przeglądu stwierdzono, że stan konstrukcji nośnej wymaga dodatkowych prac naprawczych w postaci iniekcji i zabezpieczenia powłokami hydrofobowymi, po wcześniejszym oczyszczeniu powierzchni. (wykonać należy w ciągu 1 roku)</i>	
3.	W pomoście: <i>Stan techniczny pomostu nie pogorszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r). Na podstawie przeglądu stwierdzono, że należy wykonać następujące prace:</i> <ol style="list-style-type: none"> <i>a) Wsporniki chodnikowe i gzymsy wymagają iniekcji w miejscach spękań,</i> <i>b) Izolacja płyty pomostowej, nawierzchnia na chodnikach i na jezdni wymaga odtworzenia. Zalecane jest wykonanie na chodniku nawierzchni bitumicznej z asfaltu twardolanego (grub. 3cm) zbrojonej tkaninami z włókna szklanego, a na jezdni odtworzenie nawierzchni oraz wykonanie nowych dylatacji bitumicznych na jezdni i chodnikach. Należy wykonać również powłokę izolacyjną na pozostałej powierzchni gzymsu. (wykonać należy w ciągu 1 roku).</i> 	
4.	W podporach: <i>Stan techniczny podpór pogorszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r). Na podstawie przeglądu stwierdzono, że wykonane uzupełnienia ubytków w betonie filarów wymagają znaczących prac naprawczych. Dotyczy to zarówno oczepów jak i słupów filarów oraz fragmentów przyczółków (przy łożyskach skrajnych). (wykonać należy w ciągu 1 roku)</i>	
5.	Na dojazdach: <i>Stan techniczny dojazdów polepszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r). Na podstawie przeglądu stwierdzono spękania poręczne jezdni na całej szerokości w miejscach wszystkich dylatacji. Należy uszczelnić powstałe nieciągłości. (wykonać należy w ciągu 1 roku)</i>	
6.	Pod obiektem i w jego otoczeniu: <i>Stan techniczny przestrzeni pod mostem pogorszył się w porównaniu z obserwacjami z 1.4.18.(2009r), gdyż nie usunięto drzew i krzewów i pojawiły się luźno konary oparte o filar. Na podstawie przeglądu stwierdzono, że należy usunąć rośliny wokół mostu oraz porastające drzewa i krzewy samośiejki, a także uzupełnić ubytki brzegu rzeki w okolicy filarów i usunąć pozostawione resztki pali drewnianych w terenie zalewowym. (wykonać należy w ciągu 2 lat)</i>	
7.	W urządzeniach obcych: <i>Stan istniejącej w 2009 roku rury stalowej Ø100 nie uległ pogorszeniu lecz wymagany jest przegląd rurociągu i wymian fragmentów obudowy izolacji. (wykonać należy w ciągu 2 lat)</i>	

3. Podsumowanie i wnioski z przeglądu okresowego wraz z zaleceniami odnośnie prac renowacyjno-remontowych

Na podstawie przeglądu okresowego dokonanego w okresie marca 2018r oceniony został aktualny stan obiektu opisany szczegółowo w arkuszy spostrzeżeń (tab.4). Oceniono ponadto wykonanie zaleceń zawartych w ekspertyzie (patrz. 1.4.18). Porównanie stanu obecnego ze stanem z 2009r wskazuje na brak wykonania niektórych najważniejszych zaleceń dotyczących w szczególności wymiany elementów wyposażenia mostu i naprawy belek i płyty pomostowej. Biorąc zatem powyższe pod uwagę oraz nowe stwierdzone uszkodzenia (zawarte w arkuszu spostrzeżeń – tab.4) dla zapewnienia dalszej użyteczności mostu należy wykonać następujące najistotniejsze prace renowacyjno-remontowe:

A. W okresie 1 roku należy wykonać następujące prace:

1. Cały system odwodnienia wymaga remontu, a izolacja na całej powierzchni jest w stanie awaryjnym i wymaga pilnej rekonstrukcji. Zaleca się całkowite zerwanie nawietrzni na jezdni i chodnikach i wykonanie nowej izolacji oraz wykonanie sączków odwodnieniowych z powierzchni izolacji, a także udrożnienie rur spustowych i wpustów ulicznych, oczyszczenie ich i zabezpieczenie antykorozyjnie.
2. Dylatacje na moście należy całkowicie usunąć i zastąpić je dylatacjami bitumicznymi, zarówno na jezdni jak i na chodnikach.
3. Wykonać należy nową, szczelną, bitumiczną nawierzchnię na jezdni i na chodnikach. Nawierzchnia na chodnikach zaleca się wykonać z asfaltu twardolanego (grub. 3cm), zbrojonej tkaniną z włókna szklanego. Na jezdni należy wykonać nową nawierzchnię bitumiczną oddzielną od izolacji warstwą ochronną z betonu.
4. Płyta pomostowa wymaga piaskowania i zabezpieczenia przed korozją zbrojenia od spodu konstrukcji. Należy przewidzieć jej renowację oraz zabezpieczenie przez odtworzenie otuliny metoda natrysku i zabezpieczenie powłokami hydrofobowymi.
5. Dźwigary główne WBS18 wymagają renowacji oraz iniekcji rys powstałych na połączeniach z poprzecznikami skrajnymi oraz zabezpieczenia powłokami hydrofobowymi.
6. Filary wymagają gruntownej renowacji oraz wzmocnienia wsporników oczepów poprzez zmianę schematu statycznego ze wspornikowego na belkowy oraz obudowania słupów betonem zbrojonym. Przyczółki wymagają iniekcji rys i renowacji powierzchniowej.
7. Wsporniki chodnikowe płyty pomostowej wymagają iniekcji w miejscach spękań. Powstałe przecieki i wykwyty mogą powodować korozję betonu i pogarszać estetykę i stan techniczny mostu. Dlatego wymagane jest wykonanie iniekcji wszystkich powstałych szczelin, a następnie wykonanie izolacji zabezpieczającej powierzchnię odpowietrzają betonu.

B. W okresie 2 lat należy wykonać następujące prace:

1. Z przestrzeni pomostowej należy usunąć z koryta rzeki i terenów zalewowych konary drzew, wysokie trawy i samosiejki krzewów i drzewa w odległości do 15 m za i przed mostem. Ponadto należy usunąć wystające fragmenty pali drewnianych pochodzących z dawnego mostu na terenie zalewowym.
2. Umocnić dno koryta rzeki narzutem kamiennym w okolicy filarów przy nurcie (podpory nr 3 i 4), którym zagraża odsłonięcie przez wodę.
3. Należy wykonać nowe, typowe bariero-poręcze zmcowane do wsporników chodnikowych.

Zaleca się połączenie wykonania większości prac bieżącego utrzymania mostu z przebudową wzmacniająca konstrukcje nośna obiektu.

Załącznik 3a do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu **Tabela 6.**

Numer ewid. obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU z dnia 05.03.2018r	Karta nr I. I
--	---	---------------



Fot. 1 Nawierzchnia na jezdni i chodniku (chodnik od strony dolnej wody)



Fot. 2 Nawierzchnia na chodniku i dylatacja (chodnik od strony górnej wody)

Załącznik 3a do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu Tabela 7.

Numer ewid. obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU z dnia 05.03.2018r	Karta nr I. 2
--	---	---------------



Fot. 3 Barierki osadzone w belkach podporęczowych na przyczółku



Fot. 4 Widok wpustu ulicznego odwadniającego nawierzchnię od strony górnej wody

Załącznik 3b do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu Tabela 8.

Numer ewid.obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 2. 1
---	---	---------------



Fot.5 Widok od spodu płyty pomostowej i belek sprężonych połączonych z poprzecznicą



Fot. 6 Sposób podparcia belek nośnych na oczepie filara

Załącznik 3b do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu Tabela 9.

Numer ewid.obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 2. 2
---	---	---------------



Fot.7 Wykwity i zacieki pod chodnikowa płytą pomostową



Fot. 8 Nacieki i stalaktyty powstałe w miejscu rys pod uszkodzoną izolacją

Załącznik 3b do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu Tabela 10.

Numer ewid.obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 2. 3
---	---	---------------



Fot.9 Zakończenia wsporników oczepów filara z wyraźnymi spękaniem otuliny



Fot. 10 Nacieki i wykwyty w okolicy dylatacji chodnikowej od strony dolnej wody

Załącznik 3b do protokołu okresowej kontroli pięcioletniej mostu Tabela 11.

Numer ewid.obiektu: droga pow. nr 4510E w m. Podbolesławiec	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 05.03.2018r	Karta nr 2. 4
---	---	---------------



Fot.11 Erozja otuliny słupów filara o przekroju sześciokątnym na poziomie gruntu



Fot. 12 Konary drzew oparte o oczepek filara na terenie zalewowym

Załącznik 3c

WYCIĄG Z INSTRUKCJI GDDKIA DLA WYKONYWANIA PRZEGLĄDÓW DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH (KRYTERIA, SKALE I OZNACZENIA)

1. Katalog uszkodzeń

Do opisu uszkodzeń należy stosować oznaczenia kodowe przedstawione w katalogu uszkodzeń² - tablica I.

Tablica I. Katalog uszkodzeń

OZNACZENIE I RODZAJ USZKODZENIA		USZKODZONY MATERIAŁ										
		BETON	DREWNO	CEGLA	KAMIEŃ	STAL			GUMA	ASFALT	GRUNT	TWORZYWO SZTUCZNE
						KONSTRUKCYJNA	SPRĘŻAJĄCA	ZBROJENIOWA				
N	Zanieczyszczenia	NB	ND	NC	NK	NS	NP	-	NG	NA	NT	NM
W	Wegetacja roślin	WB	WD	WC	WK	WS	-	-	WG	WA	WT	WM
C	Przecieki wody	CB	CD	CC	CK	ES	CP	-	CG	CA	CT	CM
O	Osady lub wykwit	OB	OD	OC	OK	OS	OP	-	OG	-	-	OM
A	Zniszczenie zabezpieczeń antykorozyjnych	AB	AD	AC	AK	AS	AP	AŻ	-	-	-	-
K	Korozja, gnicie, starzenie	KB	KD	KC	KK	KS	KP	KZ	KG	KA	-	KM
R	Zarysowania i pęknięcia	RB	RD	RC	RK	RS	RP	RZ	RG	RA	-	RM
L	Uszkodzenia łączników	LB	LD	LC	LK	LS	LP	LZ	LG	-	-	LM
D	Deformacje	DB	DD	-	-	DS	DP	DZ	DG	DA	-	DM
P	Przemieszczenia, osiadanie	PB	PD	PC	PK	PS	PP	PZ	PG	PA	PT	PM
B	Zablokowanie, ograniczenie ruchu	BB	BD	-	-	BS	BP	-	BG	-	-	BM
U	Ubytki, braki lub erozja materiału	UB	UD	UC	UK	US	UP	UZ	UG	UA	UT	UM
Z	Zniszczenie struktury materiału	ZB	ZD	ZE	ZK	ZS	ZP	ZZ	ZG	ZA	-	ZM

2. Ocena stanu technicznego

W „Protokole okresowej kontroli” należy zanotować ocenę stanu technicznego elementów, stosując skalę i kryteria podane w tablicy 2.

Tablica 2. Skala i kryteria oceny elementów

Ocena	Stan	Opis stanu elementu
5	odpowiedni	bez uszkodzeń i zanieczyszczeń możliwych do stwierdzenia podczas przeglądu
4	zadowalający	wykazuje zanieczyszczenia lub pierwsze objawy uszkodzeń pogarszających wygląd estetyczny
3	niepokojący	wykazuje uszkodzenia, których nienaprawienie spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej eksploatacji
2	niedostateczny	wykazuje uszkodzenia obniżające przydatność użytkową, ale możliwe do naprawy
1	przedawaryjny	wykazuje nieodwracalne uszkodzenia dyskwalifikujące przydatność użytkową
0	awaryjny	uległ zniszczeniu lub przestał istnieć

Ocenę izolacji zaleca się przeprowadzać wg skali kryteriów przedstawionych w tablicy 3.

Tablica 3. Skala i kryteria oceny izolacji

Ocena	Stan	Opis stanu izolacji
5	odpowiedni	brak objawów wskazujących na nieszczelność izolacji
2	niedostateczny	występują nieliczne małe zaciekę; miejscowa naprawa może zatrzymać proces niszczenia elementu
0	awaryjny	wstępują rozległe przecieki powodujące zmniejszenie trwałości elementu

Przez „ocenę średnią obiektu” należy rozumieć średnią arytmetyczną ocenę wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu.

W przypadku obiektów mostowych przez „ocenę całego obiektu” należy rozumieć ocenę stanu technicznego, która jest najmniejszą:

- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
- z oceny konstrukcji pomostu,
- z oceny konstrukcji dźwigarów głównych,
- ze średniej arytmetycznej oceny przyczółków i filarów, tzn. połowa sumy najniższej oceny przyczółków i najniższej oceny filarów (w przypadku obiektu jednoprzęsłowego będzie to najniższa ocena przyczółków).

W przypadku tuneli i przejść podziemnych przez „ocenę całego obiektu” należy rozumieć ocenę stanu technicznego, która jest najmniejszą:

- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
- z oceny stanu technicznego sklepienia kalotowego,
- z oceny stanu technicznego ścian,
- z oceny stanu technicznego płyty dennej,
- z oceny stanu technicznego urządzeń zabezpieczających.

W przypadku tuneli o konstrukcji mostowej „ocenę całego obiektu” stanowi ocena najmniejsza:

- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
- z oceny stanu technicznego stropu,

- z oceny stanu technicznego ścian lub podpór,
- z oceny stanu technicznego płyty dennej,
- z oceny stanu technicznego urządzeń zabezpieczających.

W przypadku przejść podziemnych „oceną całego obiektu” jest najmniejsza :

- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
- z oceny stanu technicznego stropów,
- z oceny stanu technicznego ścian i / lub słupów,
- z oceny stanu technicznego płyty dennej,
- z oceny stanu technicznego urządzeń zabezpieczających (odwodnienie, wentylacja).

W przypadku przepustów „oceną całego obiektu” jest najmniejsza:

- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
 - z oceny stanu technicznego konstrukcji obudowy (tj.: minimalna ocena płyty górnej lub sklepienia, ścian, płyty dennej i fundamentów, elementów rurowych lub elementów ramowych),
 - z oceny stanu technicznego głowic.
- Dla konstrukcji oporowych „oceną całego obiektu” jest najmniejsza:
- ze średniej arytmetycznej oceny wszystkich elementów ocenianych w czasie przeglądu,
 - z oceny stanu technicznego korpusu,
 - z oceny urządzeń odwadniających.
- Ocenę średnią obiektu i ocenę całego obiektu należy podać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

3. Ocena przydatności do użytkowania

Ocenę przydatności obiektu do użytkowania należy przeprowadzić, analizując i oceniając następujące parametry:

- 1) w przypadku obiektów mostowych:
 - bezpieczeństwo ruchu publicznego,
 - aktualną nośność,
 - dopuszczalną prędkość ruchu pojazdów,
 - szerokość skrajni na obiekcie,
 - wysokość skrajni na obiekcie,
 - skrajnię / światło pod obiektem;
- 2) w przypadku tuneli i przejść podziemnych:
 - bezpieczeństwo ruchu publicznego,
 - aktualną nośność obiektu obciążonego ruchem drogowym lub kolejowym,
 - dopuszczalną prędkość ruchu pojazdów w obiekcie (dotyczy tuneli),
 - szerokość skrajni w obiekcie,
 - wysokość skrajni w obiekcie,
 - dopuszczalną prędkość ruchu pojazdów nad obiektem,
 - szerokość skrajni nad obiektem,
 - sprawność wentylacji;
- 3) w przypadku przepustów:
 - bezpieczeństwo ruchu publicznego,
 - aktualną nośność,
 - dopuszczalną prędkość pojazdów nad przepustem,
 - szerokość skrajni na przepuście,
 - światło / usytuowanie przepustu w odniesieniu do potrzeb;
- 4) w przypadku konstrukcji oporowych:
 - bezpieczeństwo ruchu publicznego,
 - stateczność konstrukcji,
 - nośność drogi powyżej konstrukcji lub przed konstrukcją,

- dopuszczalną prędkość ruchu na drodze powyżej konstrukcji lub przed konstrukcją,
- szerokość skrajni drogi powyżej konstrukcji lub przed konstrukcją.

Wyszczególnione parametry należy oceniać, stosując skalę i kryteria oceny podane w tablicy 4.

Tablica 4. Skala i kryteria oceny przydatności do użytkowania

Ocena	Przydatność do użytkowania	Kryterium oceny
5	odpowiednia	parametr spełnia lub przewyższa wymagania użytkowników
2	ograniczona	parametr nie spełnia uzasadnionych oczekiwań użytkowników lub spełnia je częściowo - nie wymaga się natychmiastowych prac remontowych lub przebudowy
0	niedostateczna	parametr nie spełnia uzasadnionych oczekiwań użytkowników - wymagane jest natychmiastowe przeprowadzenie prac interwencyjnych, pilne wykonanie remontu lub przebudowy obiektu

Inne uwagi dotyczące dokumentacji

W protokole okresowej kontroli należy:

- podać jego numer, stosując format: nr / rok,
- w kolumnie „Ocena stanu” wpisać ocenę poszczególnych elementów w skali sześciostopniowej (od 0 do 5); w przypadku izolacji w skali trzystopniowej (0, 2 lub 5); jeżeli element nie występuje, należy wstawić znak „-”,
- w kolumnie „Urządzenia obce” wpisać uszkodzenia zamocowań i osłon urządzeń obcych, celem wezwania właścicieli tych urządzeń do usunięcia uszkodzeń,
- w kolumnie „Tryb wykonania” stosować czterostopniową skalę pilności, określając, zależnie od potrzeb, tryb:
 - A - oznaczający prace awaryjne, które należy wykonać niezwłocznie, poza planem prac na rok bieżący,
 - I - oznaczający prace do wykonania w przyszłym roku,
 - 2, 3 - oznaczający prace do wykonania w drugiej i trzeciej kolejności w latach następujących,
- w wierszu „Stan pogody” wpisać jedno z następujących określeń: *sucho*, *mgła*, *mżawka*, *deszcz*, *śnieg*.

Jeśli zachodzi potrzeba, inspektor powinien uzupełnić protokół okresowej kontroli o dodatkowe elementy, które powinny podlegać ocenie, np.:

- dewiatory ciągien,
- wózki rewizyjne,
- mechanizmy ruchu przęseł,
- schody (schody dla obsługi usytuowane na skarpach nasypu należy oceniać w pozycji „nasypy i skarpy”),
- pochylnie,
- ekrany przeciwhałasowe,
- windy, szyby wentylacyjne.