

*Most kolejowy, powódź,
katastrofa budowlana,
odbudowa prowizoryczna,
odbudowa docelowa*

mgr inż. Sławomir Biegański
BPK MOSTY s.c. Wrocław

KATASTROFA BUDOWLANA MOSTU KOLEJOWEGO W CIĄGU LINII CE-30 WYWOŁANA POWODZIĄ W LIPCU 1997 R.

W trakcie powodzi w lipcu 1997r. katastrofie budowlanej uległ most kolejowy w km 81.192 linii 277 (CE-30) Opole Groszowice - Wrocław Brochów (nad rzeką Oławą). Obiekt posiadał konstrukcję jednoprzęsłową, o przęsła kratowym i żelbetowych przyczółkach posadowionych na studniach ceglanych. Zniszczony został system posadowienia obiektu oraz uszkodzona została konstrukcja nośna przęsła. W ramach awaryjnej odbudowy obiektu (jesień 1997r.) wbudowano dwie kolejowe konstrukcje odciążające KO30 i KO28, posadowione na palach z rur stalowych dużych średnic. W roku 1998 opracowano dokumentację techniczną docelowej odbudowy obiektu.

KATASTROFA BUDOWLANA MOSTU KOLEJOWEGO W CIĄGU LINII CE-30 WYWOŁANA POWODZIĄ W LIPCU 1997 R.

W trakcie powodzi w lipcu 1997r. katastrofie budowlanej uległ most kolejowy w km 81.192 linii 277 (CE-30) Opole Groszowice - Wrocław Brochów (nad rzeką Oławą). Obiekt posiadał konstrukcję jednoprzęsłową, o przęsła kratowym i żelbetowych przyczółkach posadowionych na studniach ceglanych. Zniszczony został system posadowienia obiektu oraz uszkodzona została konstrukcja nośna przęsła. W ramach awaryjnej odbudowy obiektu (jesień 1997r.) wbudowano dwie kolejowe konstrukcje odciążające KO30 i KO28, posadowione na palach z rur stalowych dużych średnic. W roku 1998 opracowano dokumentację techniczną docelowej odbudowy obiektu.

1. WSTĘP.

W lipcu 1997r. Dolny Śląsk objęty został powodzią określaną przez hydrologów jako nienotowaną od wieluset lat („powódź tysiąclecia”) i przewyższającą największe, znane powodzie historyczne. W nocy 11/12 lipca 1997r. nastąpiło przelanie szczytu fali kulminacyjnej rzeki Odry, ponad poziomem obwałowań na linii Siedlce - Kotowice, do doliny rzeki Oławy.

Przy jednoczesnym lokalnym zniszczeniu obwałowań, zwiększającym gwałtownie natężenie dopływu do doliny Oławy, do czasu przelania się nadmiaru wód ponad wałem chroniącym Siechnice i drogę Oława-Wrocław elementem dławiącym pozostał most kolejowy w km 81.192 linii 277 Opole Groszowice - Wrocław Brochów i nasyp kolejowy (zapora czołowa). W wyniku powyższego nastąpiła katastrofa budowlana opisywanego mostu oraz uszkodzenie konstrukcji nasypu kolejowego przed i za obiektem na znacznych odcinkach..

2. DANE OGÓLNE.

Linia kolejowa 277 (CE-30) łącząca Opole Groszowice z Wrocławiem Brochowem jest linią zelektryfikowaną, dwutorową (na odcinku Czernica - Kotowice - Siechnice jednotorową). Linia wybudowana została w pierwszej dekadzie XXw i należy do linii wybudowanych najpóźniej na terenie Dolnego Śląska. Na odcinku od km 76 do km 82 na linii usytuowane są cztery istotne, z punktu widzenia hydrologii, obiekty mostowe - km 76.200 (rzeka Odra), km 79.847 (teren zalewowy), km 80.585 (teren

zalewowy), km 81.192 (rzeka Oława, lewobrzeżny dopływ Odry). Ostatni z nich, most będący przedmiotem niniejszego referatu, przekracza rzekę Oławę w jej km 15+266.

W latach 1992-1994 zrealizowano inwestycję rozdziału wód Odry i Oławy. Do chwili realizacji tej inwestycji wody powodziowe po przekroczeniu poziomu wody brzegowej łączyły się na wysokości linii kolejowej 277. Przedmiotowy most był jednym z obiektów (patrz wyżej) odprowadzających wody powodziowe z doliny Oław, rozciągającej się od Kotowic po Marcinkowice i Siedlce.

W czasie powodzi 1997r. fala odrzańska przelewała się do doliny Oławy począwszy od km 221 rzeki Odry.

3. OPIS OBIEKTU (STAN ISTNIEJĄCY PRZED POWODZIĄ).

3.1. Nawierzchnia torowa.

Tor na obiekcie biegnie w prostej oraz spadku $i=0.42\%$. Na obiekcie szyny S-60 z odbojnicami z szyn S-42 na mostownicach drewnianych typu I. Obiekt przeznaczony dla dwóch torów z międzytorzem 3.50m. Tor czynny usytuowany po stronie lewej (tor nr2).

3.2. Przęsło.

Konstrukcja jednoprzęsłowa, swobodnie podparta o $L_t=32.000m$. Kratownica stalowa, nitowana o kształcie trapezowym, układ krzyżulowo-słupkowy. Jazda dołem. Jezdnia w formie rusztu podłużnicowo-poprzecznicowego z dźwigarów walcowanych. Tężnik wiatrowy w poziomie pasów dolnych kratownicy, tężnik przeciwwahaniowy w poziomie pasów górnych podłużnic. Tężnik hamowny w polu środkowym. Łożyska ruchome, wahaczowe usytuowano na przyczółku nr1, łożyska stałe na przyczółku nr2.

3.3. Podpory.

Posadowienie każdego z przyczółków wykonano na czterech ceglanych studniach fundamentowych. Studnie o kształcie owalnym poszerzają swój obrys w kierunku poziomy posadowienia. Według pomiarów dokonanych przez zespół płetwonurków poziomy posadowienia wynoszą od 112.70/113.70m npm (przyczółek nr2) do 114.95/115.25m npm (przyczółek nr1). Studnie nie posiadają wykształconej płyty dennej i są prawdopodobnie wypełnione gruntem. Zwieńczenie studni stanowią płyty betonowe zbrojone dźwigarami stalowymi w postaci dwuteowników. Korpusy, ławy podłożyskowe, ścianki żwirowe oraz skrzydła betonowe.

4. OPIS USZKODZEŃ SPOWODOWANYCH POWODZIĄ.

Zestawienie zniszczeń i uszkodzeń:

- rozmycie korpusu nasypu kolejowego przed obiektem (przed przyczółkiem nr1) na długości ca. 9.8m,
- rozmycie korpusu nasypu kolejowego za obiektem (za przyczółkiem nr2) na długości ca.17.6m,
- wymycie gruntu w poziomie posadowienia przyczółka nr1 i nr2,
- pęknięcie, osunięcie i zatopienie lewej części przyczółka nr1 (łącznie ze studniami fundamentowymi), linia przełamania przyczółka biegnie po linii międzytorza,
- pęknięcie przyczółka nr2 po linii opisanej wyżej oraz jego nierównomierne osiadanie (pęknięcia poziome o rozwartości kilkunastu cm, załamanie sklepień łączących studnie),
- przechylenie kratowej konstrukcji nośnej w kierunku utraconego punktu podparcia z jednoczesnym oparciem pasa poprzeczniczy skrajnej na pozostałym fragmencie ławy podłożyskowej (zaniwelowana różnica poziomów węzłów podporowych wynosi 1.57m - pomiar w osi podparcia na przyczółku nr1).

5. WYNIKI BADAŃ GEOLOGICZNYCH.

Na podstawie czterech odwiertów geologicznych o głębokości 20m i cyklu sądowań sondą udarową wykonanych od strony Opola i Wrocławia oraz badań laboratoryjnych ustalono:

- nasyp kolejowy o wysokości do 4.0m uformowany został z gruntów mineralnych, rodzimych, niespoistych w postaci piasków średnich, słabo zagęszczonych,
- podłoże w przedziale $h=5.0-8.5m$. stanowią piaski grube średnio zagęszczone i zagęszczone
- podłoże w przedziale $h=9.0-13.5/15.5m$. (otwory 0-1,0-2) oraz $h=8.0-10.0m$. (otwory 0-3, 0-4) stanowią piaski grube i pospółki w stanie zagęszczonym i bardzo zagęszczonym,
- poniżej zalegają gliny pleistoceny, zwałowe o konsystencji plastycznej i twar doplastycznej.

6. ZESTAWIENIE ANALIZOWANYCH WARIANTÓW AWARYJNEJ ODBUDOWY MOSTU.

6.1. Wariant I - podpory docelowe na palach żelbetowych pod dwa tory, istniejąca kratownica jako prowizoryczna konstrukcja nośna, roboty ziemne odtwarzające rozmyty nasyp kolejowy:

demontaż przęsła kratowego z fazowaniem jego położenia na barce z pontonów PP-64, naprawa przęsła kratowego, rozbiórka istniejących przyczółków, wykonanie nasypów na dojazdach do obiektu w osłonie ścianek szczelnych, wykonanie przyczółków pod konstrukcje przęseł docelowych, przystosowanych do oparcia przęsła kratowego jako konstrukcji tymczasowej (prowizorycznej), nasunięcie przęsła kratowego na wykonane przyczółki,

6.2. Wariant II - podpory prowizoryczne na palach stalowych dużych średnic, istniejąca kratownica jako prowizoryczna konstrukcja nośna oraz konstrukcja odciążająca KO30, minimalne roboty ziemne:

demontaż przęsła kratowego z fazowaniem jego położenia na barce z pontonów PP-64, naprawa przęsła kratowego, rozbiórka istniejących przyczółków, wykonanie mostu montażowego dla wbicia pali filara, wykonanie podpór prowizorycznych z rur stalowych dużych średnic (przyczółek nr1 w osłonie ścianki szczelnej), montaż konstrukcji odciążającej KO30 od strony Wrocławia Brochowa, nasunięcie przęsła kratowego jako przęsła prowizorycznego od strony Opola Groszowic.

6.3. Wariant III - podpory prowizoryczne na palach stalowych dużych średnic, konstrukcje odciążające KO30 oraz KO28, niezbędne roboty ziemne:

wykonanie mostu montażowego od strony dolnej wody, demontaż przęsła kratowego w elementach z przeznaczeniem do kasacji, rozbiórka istniejących przyczółków, wykonanie podpór prowizorycznych na palach z rur stalowych dużych średnic, montaż dwóch konstrukcji prowizorycznych (KO30 od strony Wrocławia Brochowa i KO28 od strony Opola Groszowic), niezbędne roboty ziemne.

7. WYBÓR WARIANTU AWARYJNEJ ODBUDOWY MOSTU.

7.1. Czynniki decydujące o wyborze rozwiązania technicznego awaryjnej odbudowy obiektu:

- a) wymagany przez Inwestora termin oddania mostu do eksploatacji i przywrócenia ruchu kolejowego,
- b) możliwość uzgodnienia dokumentacji technicznej w aspekcie Prawa Wodnego,
- c) potencjał wykonawczy przedsiębiorstw zainteresowanych realizacją odbudowy obiektu.

Ad a. Przywrócenie do eksploatacji po powodzi linii 132 Bytom-Wrocław w zakresie jednego toru oraz brak połączenia Opola z Wrocławiem po linii nr277 „prawobrzeżnej” spowodowały istotne ograniczenia możliwości prowadzenia składów pociągów towarowych na terenie DDOKP i wynikające z powyższego straty finansowe. Wymagany przez Inwestora termin przywrócenia obiektu do eksploatacji (przełom III/IV kwartału 1997r.), spowodował istotne ograniczenia w zakresie doboru rozwiązań technicznych. Rozwiązania te limitowane były: możliwościami wykonawczymi wytwórni konstrukcji stalowych (brak możliwości wykonania w krótkim terminie docelowych, stalowych, konstrukcji nośnych), możliwościami

mobilizacji mostowych przedsiębiorstw wykonawczych, możliwościami natychmiastowych dostaw określonych materiałów budowlanych, długościami procesów technologicznych.

Ad b. Zgodnie z przepisami „Ustawy z dnia 17 lipca 1997r. o szczególnych zasadach remontów i odbudowy obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych wskutek powodzi” dla przedmiotowego obiektu nie było wymagane pozwolenie na budowę a jedynie zgłoszenie właściwemu organowi nadzoru budowlanego. Ustawa ta jednocześnie nie zawiesiła egzekucji Prawa Wodnego, które wymaga uzgodnienia opracowania hydrologiczno-hydraulicznego z właściwym do wydawania pozwoleń wodnoprawnych organem administracji państwowej.

Stanowisko przedstawicieli organów administracji państwowej potwierdziło konieczność uzgodnienia dokumentacji hydrologiczno-hydraulicznej w wypadku przyjmowania rozwiązań docelowych dla przedmiotowego obiektu. Wobec braku możliwości opracowania pełnej dokumentacji hydrologiczno-hydraulicznej ze względu na:

- brak pełnych danych hydrologicznych uwzględniających warunki przepływu wód w trakcie powodzi w lipcu 1997r. (przewidywano ich udostępnione przez IMiGW jesienią/zimą 1997r.),
- konieczność uwzględnienia uwarunkowań wynikłych z „Generalnej strategii ochrony przed powodzią dorzecza Górnej i Środkowej Odry po Wielkiej Powodzi w lipcu 1997r.” (w realizacji),

uzyskano uzgodnienie jedynie dla wariantu prowizorycznego, nie zamykającego rozwiązań docelowych w zakresie światła obiektu.

Ad c. W trakcie sporządzania projektu Inwestor wyłonił przedsiębiorstwa zainteresowane realizacją awaryjnej odbudowy obiektu. Ze względu na zakres skomplikowania przedsięwzięcia oraz wysoki stopień specjalizacji przewidywanych prac w/g informacji przekazanych jednostce projektującej do negocjacji zakwalifikowane zostały:

- ZGF OGF (d. PRK-15) Warszawa i ZBM OBM-3 Wrocław oraz
- AARSLEFF - INPREVIB Polska, z którymi to przedsiębiorstwami konsultowane były na bieżąco rozwiązania techniczne przyjmowane w trakcie realizacji projektu.

7.2. Uzasadnienie wyboru wariantu III.

Decydujący wpływ na ostateczny wybór wariantu miało stanowisko przedstawicieli Wyższej Szkoły Oficerskiej im. T.Kościuszki we Wrocławiu oraz Śląskiego Okręgu Wojska Polskiego w sprawie wypożyczenia pontonów pływających (park pontonowy PP-64) niezbędnych do transportu uszkodzonej, kratowej konstrukcji nośnej (wariant I i II). Odmowa, uzasadniana stopniem skomplikowania przedsięwzięcia i wynikającym z powyższego ryzykiem powodzenia operacji, została podtrzymana mimo interwencji Dyrektora Naczelnego Dłś.DOKP.

Po szczegółowej analizie i uwzględnieniu stanu technicznego przyczółków w zakresie uszkodzeń systemu posadowienia na studniach uznano za zbyt ryzykowną próbę wykonania torów nasuwowych (niezbędnych do fazowania przemieszczeń uszkodzonego przęsła kratowego), posadowionych na rurach stalowych dużych średnic, pogrążanych wibracyjnie w bezpośrednim sąsiedztwie uszkodzonych przyczółków (wibracje przenoszone przez ośrodek gruntowy mogłyby spowodować niekontrolowane zatopienie przyczółków z opartą na nich kratownicą). Jednocześnie konieczność wyburzenia istniejących przyczółków metodą minerską, wymagała znacznego oddalenia konstrukcji kratowej i budowy długich torów nasuwowych o znacznej ilości podpór montażowych. Powyższe uwarunkowania zadecydowały o wyborze wariantu III awaryjnej odbudowy mostu. Powyższe rozwiązanie:

- pozwoliło na dotrzymanie wymaganego przez Inwestora terminu przywrócenia przejezdności linii,
- umożliwiło swobodę wyboru wariantu rozwiązania docelowego przebudowy obiektu po uzgodnieniu pełnej dokumentacji hydrologiczno-hydraulicznej,
- zapewniło brak ograniczeń wykonawczych w realizacji mostu docelowego.

8. ZAKRES AWARYJNEJ ODBUDOWY OBIEKTU.

Zakres awaryjnej odbudowy obiektu objął:

- wykonanie podpór prowizorycznych posadowionych na palach z rur stalowych dużych średnic zwieńczonych stalowymi oczepami.
- montaż typowych, kolejowych konstrukcji odciążających KO28 od strony Opola Groszowic i KO30 od strony Wrocławia Brochowa z nawierzchnią torową z szyn S-60.
- uzupełnienie nasypu kolejowego i ponowna układka nawierzchni torowej na dojazdach do obiektu.

9. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH AWARYJNEJ ODBUDOWY OBIEKTU.

9.1. Dane ogólne i torowe.

Awaryjna odbudowa mostu zrealizowana została w osi toru nr2 (tor czynny linii nr277 Opole Groszowice - Wrocław Brochów). Nawierzchnia torowa z szyn S-60 mocowana na konstrukcjach odciążających bezpośrednio: na KO28 - mocowanie na łapki sprężyste SB3, na KO30 - mocowanie klasyczne na łapki sztywne Łpa2.

9.2. Parametry przęseł.

Podstawowe parametry konstrukcji odciążającej KO28:

- rozpiętość teoretyczna przęsła - 27.500 m,
- długość całkowita - $27.500+2*0.2500=28.000\text{m}$,
- wysokość konstrukcji przęsła z szynami S60 - 1.002 m,
- masa przęsła - 63.1Mg.

Podstawowe parametry konstrukcji odciążającej KO30:

- rozpiętość teoretyczna przęsła - 30.000m,
- rozpiętość całkowita przęsła - 30.700m,
- długość przęsła wraz ze wspornikami - $30.700+2*0.450=31.600\text{m}$,
- wysokość konstrukcji przęsła z szynami S60 - 1.025m,
- masa całkowita przęsła zmontowanego wraz z chodnikami - 69.8Mg.

9.3. Podpory.

Zaprojektowano posadowienie na palach z rur stalowych dużych średnic:

- dla przyczółków z czterech rur otwartych $D_z=762\text{mm}$, $g=10\text{mm}$, pograżanych metodą wibracyjną, opartych w warstwie gruntów niespoistych zagęszczonych (w osłonie ścianek szczelnych),
- dla filara z czterech rur zamkniętych $D_z=1220\text{mm}$, $g=12.5\text{mm}$ wbijanych w warstwę gruntu spoistego.

Oczepy stalowe, spawane z profili walcowanych IHEB300 i IHEB450 w formie rusztu.

Bezpośrednie oparcie konstrukcji odciążających stanowią pary mostownic typu III.

10. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI NOŚNYCH.

Indywidualnego rozwiązania wymagało jednoczesne zastosowanie dwóch długich konstrukcji odciążających w aspekcie ich ugięć i trwałości nawierzchni torowej (możliwość pęknięć szyn na filarze). Rozwiązanie złącza szyn jako złącze „wiszące” z użyciem łubków ŁS60 (sześciootworowych) na podkładkach Pz60, podparte na klatce drewnianej z podkładów kolejowych przyjęto na podstawie poniższych obliczeń.

10.1. Obciążenia charakterystyczne konstrukcji:

- stałe: ciężar własny konstrukcji + nawierzchnia z szyn S60 zamocowanych bezpośrednio,
- ruchome: normowe przy $\alpha_k = 1.00$ oraz eksploatacyjne - wagony o nacisku 225 kN/oś (max prędkość jazdy taboru PKP - $v = 30$ km/h).

10.2. Wyniki obliczeń (ugięcie w L/2).

10.2.3. Ugięcia konstrukcji przęseł w układzie KO28 + KO30:

- Obciążenie normowe: KO28 51.99 mm (47.98 mm - wyrównanie reakcji podporowych),
KO30 70.95 mm (74.19 mm - wyrównanie reakcji podporowych),
- Obciążenie eksploatacyjne: KO28 46.67 mm (43.64 mm - wyrównanie reakcji podporowych),
KO30 47.49 mm (60.66 mm - wyrównanie reakcji podporowych).

10.2.4. Analiza obciążeń szyny S60, złącza wiszącego i łapek sprężystych:

- schemat statyczny: układ 2-przęsłowy KO28 i KO30 połączony stykiem wiszącym, na KO28 co 625 mm zamocowanie sprężyste szyny S60, podpory sprężyste (2 łapki SB3) - $K = 2940$ kN/m, obciążenia: normowe i eksploatacyjne wagonami „225 kN/oś”,
- wyniki obliczeń:
 - obciążenie normowe: ugięcie KO30 - 73.96mm, podniesienie styku S60 - 6.34mm, obciążenie styku S60 - 28.35kNm,
 - obciążenie eksploatacyjne: ugięcie KO30 - 50.69mm, podniesienie styku S60 - 4.41mm, obciążenie styku S60 -19.83kNm,

Powyższe wyniki otrzymano przy założeniu „sztywnego” połączenia szyny w złączu wiszącym oraz sztywnego zamocowania szyny na KO-30. Przy uwzględnieniu podatności złącza na obrót i przy uwzględnieniu podatności zamocowania na łapki sztywne (na KO30) wielkość obciążenia styku szyny S60 i reakcje w łapkach sprężystych (na KO28) były zdecydowanie mniejsze. Max odkształcenie łapki SB3 (dla schematu normowego j.w.) wyniesie: $f=18.63/(2 \times 1470) = 0.0063$ m.

11. REALIZACJA AWARYJNEJ ODBUDOWY OBIEKTU.

Generalne trudności realizacji odbudowy obiektu dotyczyły wykonania filara, gdzie posadowienie rur stalowych utrudniały fragmenty pierwotnej konstrukcji kratowej, zniszczonej w trakcie działań wojennych i zalegającej w nurcie rzeki, pod jej dnem. Wymagało to korekty położenia dwóch pali (od strony dolnej wody) oraz wykonania podciągu stalowego z dodatkowym palem pośrednim.

Oddanie obiektu do eksploatacji poprzedzone zostało próbnym obciążeniem zrealizowanym przez Zakład Mostów Politechniki Wrocławskiej. Szczegóły związane z realizacją awaryjnej odbudowy mostu, wykonywanej przez przedsiębiorstwo AARSLEFF-INPREVIB Polska Sp. z o.o, zostały przedstawione w osobnym referacie, prezentowanym na niniejszej konferencji.

12. PROJEKT ODBUDOWY DOCELOWEJ OBIEKTU - OPIS ZAŁOŻEŃ.

- zachowane zostają dla obiektu „Standardy Techniczne - szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji linii kolejowej E-20 Kunowice - Poznań - Warszawa - Terespol” opracowane przez Dyрекcję Generalną PKP dla linii dużych prędkości oraz warunki umowy międzynarodowej AGTC dla linii CE-30,
- przyjęto klasę obciążeń $k=+2$, współczynnik $\alpha_k=1.21$,
- obowiązuje skrajnia budowli 2SM oraz skrajnia pracy maszyn torowych,
- konstrukcja podpór obiektu, przewidziana dla dwóch konstrukcji nośnych, uwzględnia perspektywiczną możliwość budowy drugiego toru (projektowany tor nr1),

- koryto rzeki Oławy w strefie mostu kolejowego podlega regulacji i umocnieniu zgodnie z treścią pozwolenia wodnoprawnego.

13. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH.

13.1. Nawierzchnia torowa.

Na obiekcie tor bezстыkowy z szyn UIC60 na podkładach strunobetonowych PS94 i podsypce tłuczniowej o grubości pod podkładem 35-37cm. Odbojnice typowe z szyn S-49.

13.2. Opis ogólny konstrukcji.

Zaprojektowano obiekt w zakresie podpór dla dwóch torów (perspektywiczna możliwość budowy toru nr1) z konstrukcją nośną przęsła w torze istniejącym (nr2). Przyczółki posadowione na wielkośrednicowych palach żelbetowych, zwieńczonych żelbetowymi oczepami, uzbrojonymi w ścianki żwirowe i skrzydła. Oczepy, jako ławy podłożyskowe wspólne dla obu torów. Pale w rzędach czołowych (od strony ciek) przewidziano jako ukośne. Łożyska typowe stałe na przyczółku nr1 i ruchome, dwuwalkowe na przyczółku nr2 usytuowane zostały na wyniesionych ciosach podłożyskowych. Konstrukcja nośna przęsła, kratownica stalowa, spawana posiada schemat statyczny przęsła wolnopodpartego. Jazda dołem na podsypce. Kratownica o kształcie trapezowym, krzyżulcowa (bezwieszakowa - brak słupków), o dolnym pasie sztywnym, zamknięta górą tężnikiem wiatrowym. Pasy dolny i górny - skrzynkowe, uźebrowane. Krzyżulce podporowe - skrzynkowe, pozostałe o przekroju dwuteowym. Jezdnia w formie zamkniętego koryta balastowego, o podłużnicach ciągłych w formie korytek i poprzecznicach o pasach górnych połączonych w jednym poziomie z blachą jezdni. Przekrój podporowy kratownicy wzmocniony sztywną ramą portalową. Styki montażowe jezdni, pasów dźwigara głównego oraz krzyżulców podporowych - spawane, styki montażowe pozostałych krzyżulców i tężnika wiatrowego - na śruby sprężające. Styki podłużne jezdni spawane, zaprojektowane indywidualnie.

13.3. Parametry geometryczne konstrukcji.

Podstawowe parametry geometryczne obiektu:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • rozpiętość teoretyczna konstrukcji nośnej | $L_T=20*2.000=44.000\text{m}$ |
| • rozpiętość całkowita – dźwigar główny | $L_C=44.000+2*0.700=45.400\text{m}$ |
| • wysokość konstrukcyjna | $H_k=1.377-1.397\text{m}$ |
| • rozstaw dźwigarów głównych | $a=5.000\text{m}$ |
| • średnica pali | $\Phi=1.20\text{m}$ |
| • kąt nachylenia pali czołowych na przyczółku nr1 | $\delta=7^\circ$ |
| • kąt nachylenia pali czołowych na przyczółku nr2 | $\delta=10^\circ$ |
| • światło poziome | $H=40.20\text{m}$ |

13.4. Zabezpieczenia antykorozyjne, izolacja i odwodnienie.

Przewiduje się metalizację całości konstrukcji warstwą cynku oraz pokrycie konstrukcji za wyjątkiem koryta balastowego zestawem powłok malarskich posiadających aktualny atest IBDiM. Izolację koryta balastowego stanowić będzie żywica epoksydowo - poliuretanowa. Odwodnienie koryta balastowego spadkami poprzecznymi do osi jezdni i spustem podłużnym bezpośrednio do rzeki. Przykrycie spustu, zapobiegające przesypaniu podsypki, indywidualnie zaprojektowanym koszem.

14. PODSUMOWANIE.

