



MATEUSZ MARCINIUK

Politechnika Lubelska
Mateusz.marciniuk@pollub.
edu.pl



KRZYSZTOF ŚLEDZIWSKI

Politechnika Lubelska
k.sledziwski@pollub.pl
ORCID: 0000-0003-3022-8105

Koncepcja budowy mostu przez rzekę Bystrycę w Lublinie – kompendium analiz wykonanych w ramach pracy dyplomowej

Duże miasta mają wielką siłę przyciągania ludności wiejskiej. Łączy się to z migracjami zarobkowymi, w celach nauki czy biznesu. Postępująca urbanizacja to duża szansa i możliwość rozwoju miast, jednak stawia też wyzwania. Konieczność budowania nowych osiedli pociąga za sobą potrzebę skomunikowania ich ze sobą nowymi drogami, wiaduktami, mostami. Nie inaczej jest w Lublinie. Miasto stale się rozrasta, ludność napływa, powstają nowe budynki wielorodzinne. Rosnący ruch samochodowy coraz bardziej uprzykrza życie mieszkańcom, przekraczając maksymalną przepustowość dróg i skrzyżowań.

Rosnąca liczba mieszkańców potrzebuje większej liczby miejsc do rekreacji, dostępu do trenerów

zielonych, parków i placów zabaw. Także ich lepszego skomunikowania, dużej ilości chodników i ścieżek rowerowych.

Oczywiste staje się, że w przyszłości władze miasta będą postawione przed dużym problemem planistycznym. Należy zapewnić należyłą przejezdność ulic miasta ze stale zwiększającą się liczbą pojazdów na drogach. Już teraz warto zastanowić się nad dostępnymi możliwościami komunikacyjnymi w mieście. Ich wartościami turystycznymi, przyrodniczymi i społecznymi. Co ważniejsze, należy rozważyć dostosowanie rozwiązań technologicznych do występujących warunków i możliwości.

Analiza potrzeby budowy obiektu mostowego

Informacje ogólne

Ulica Mełgiewska w Lublinie to jedna z głównych ulic w mieście, łącząca Aleję Tysiąclecia ze wschodnią granicą miasta. Prowadzi do Świdnika i do Mełgwi. Stanowi główną drogę wjazdową do miasta ze wschodu. Jest częścią trasy wschód-zachód przechodzącej przez miasto. Stanowi uczęszczany szlak o dużym natężeniu ruchu samochodowego, czego następstwem są częste korki i utrudnienia w przejeździe. Należałoby wyznaczyć alternatywną trasę przejazdu. Takim szlakiem przejezdny, przez rzekę Bystrycę, może być ulica

Azaliowa. Łączy ona północny i południowy brzeg rzeki wraz z obiektem mostowym znajdującym się w poprzek rzeki.

Dużym problemem w Lublinie jest brak lub niewystarczająca liczba połączeń terenów rekreacyjnych między sobą i doliną rzeki Bystrzycy. Sama rzeka, jak i jej dolina, stanowią atrakcyjny teren pod względem przyrodniczym, rekreacyjnym i krajobrazowym. Stąd działania miasta, umożliwiające mieszkańcom spędzanie tam wolnego czasu i aktywnego wypoczynku. Koncepcja rewitalizacji i zagospodarowania doliny Bystrzycy zmierza do kompleksowego wykorzystania terenów nadrzecza. Zakłada utworzenie parków, punktów widokowych, plaż nadrzecznych, punktów dla wędkarzy i kajakarzy a przede wszystkim przebudowę układu komunikacyjnego pieszo-rowerowego wzdłuż rzeki Bystrzycy. W ten plan wpisuje się potrzeba przebudowy ulicy Azaliowej [1].

Park Zawilcowa to zielony teren położony w północno-wschodniej części miasta Lublin, w dolinie rzeki Bystrzycy przy ul. Zawilcowej. Jest zlokalizowany na granicy doliny rzeki Bystrzycy. Od północy graniczy z osiedlami zabudowy wielorodzinnej, zaś od wschodu i południa z rodzinnym ogródkiem działkowym „Kalina”. Stanowi jeden z największych parków w mieście, o łącznej powierzchni 16 hektarów.

Od czasu otwarcia park jest częstym miejscem wypoczynku mieszkańców. Stanowi atrakcyjny teren pod względem rekreacyjnym. Dlatego ważne jest jego skomunikowanie z otaczającymi go terenami mieszkalnymi i dalszymi częściami miasta. Odpowiednie ciągi komunikacyjne w postaci



Rys. 1. Plan orientacyjny obiektu wraz z otaczającymi go drogami (opracowanie własne)

chodników, ścieżek rowerowych czy dróg, po których mogłyby poruszać się samochody, to istotny element parku. Do parku należy doprowadzić ruch pieszo-rowerowy, umożliwiając mieszkańcom dotarcie do terenu i korzystanie z niego.

Przebudowa ulicy Azaliowej wraz z obiektem mostowym przyczyni się do większego zainteresowania parkiem Zawilcowa (rys. 1). Poprawi to dostęp do atrakcji parku. Pomoże lepiej wykorzystać rekreacyjny i turystyczny aspekt przyległych terenów. Odkorkuje sąsiednie skrzyżowania i mosty.

Rozpoznanie wcześniejszych obiektów na analizowanym odcinku ulicy

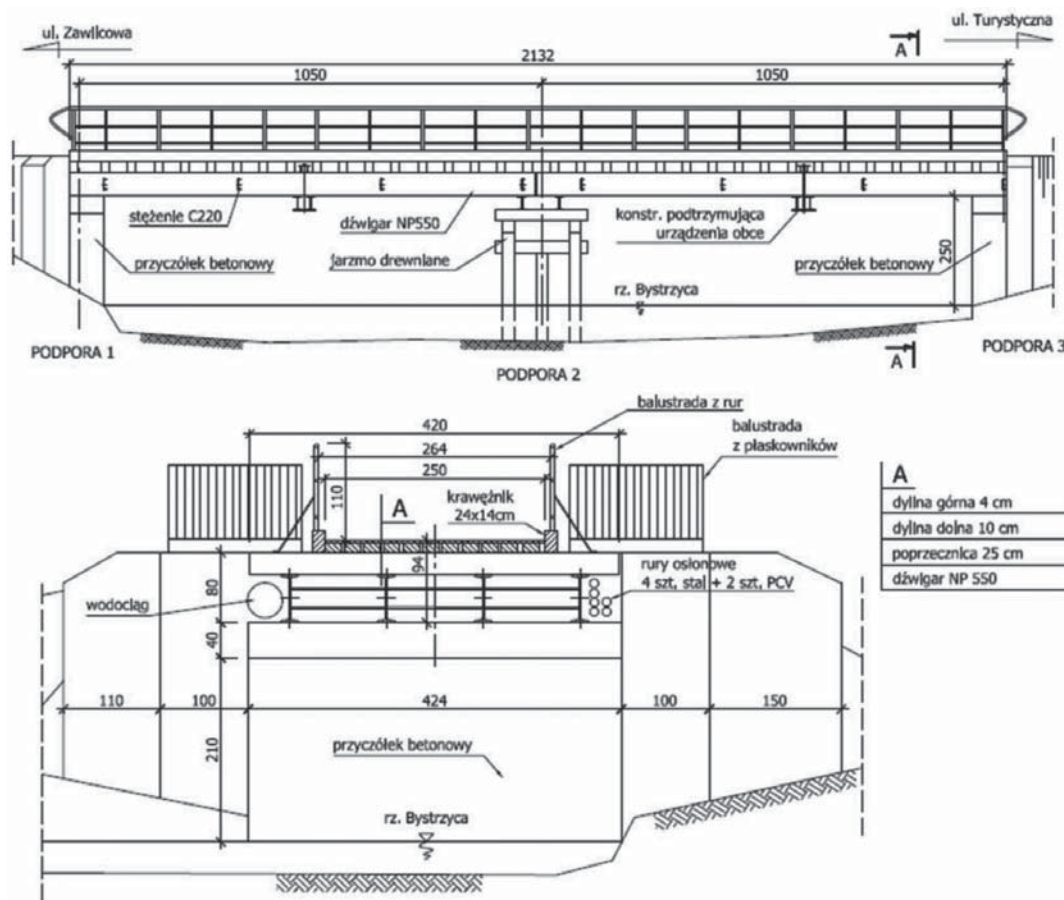
Dokładna data powstania mostu, w ciągu ulicy Azaliowej, nie jest znana. W archiwum Wydziału Dróg i Mostów Urzędu Miasta Lublin znajduje się inwentaryzacja i obliczenia mostu z roku 1968, orzeczenie techniczne z roku 1972, projekt remontu z roku 1990, a także protokół przeglądu szczegółowego obiektu mostowego z roku 2009. Z zawartych w dokumentacji informacji wynika, że podpory mostu powstały prawdopodobnie w latach 1927–1928.

W marcu 1974 roku została opracowana dokumentacja geologiczno-inżynierska dla projektu technicznego budowy mostu na rzece Bystrzycy w ciągu ulicy Azaliowej. Celem opracowania było przedstawienie warunków geologiczno-inżynierskich, hydrologicznych oraz wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zalegających w podłożu projektowanego mostu. Na podstawie przeprowadzonych prac i badań stwierdzono, że warunki panujące w podłożu projektowanego mostu umożliwiają bezpośrednie posadowienie przyczółków. Znajdują się tam miękkoplastyczne namuły organiczne, pylaste, średniozagęszczone piaski średnioziarniste i pospółki, wietrzelinowe gliny pylaste oraz kamieniste rumosze marglu. Stwierdzono jeden poziom wody gruntowej, którego zwierciadło ustalono na głębokości 2,84–3,6 m poniżej poziomu terenu. Autorzy opracowania zwracają uwagę na fakt, że wahania zwierciadła wody gruntowej są niezależne od stanu wody w rzece. Przeprowadzone badania pobranej wody wykazały, że woda jest słabo agresywna w stosunku do betonu. Zważywszy na to, że rzeka

Bystrzyca prowadziła okresowo ścieki przemysłowe i woda gruntowa może nabierać cech silnej agresji do betonu, należało zaprojektować izolację antykorozyjną, a do betonowania użyć cementu hutniczego.

W roku 1975 istniejący most półstały został wyremontowany według projektu opracowanego przez inż. Adama Chlebińskiego. Został on wtedy przystosowany do przejazdu samochodem typu Beret o masie 32 ton. Jako elementy konstrukcyjne mostu przyjęto trzy dźwigary stalowe walcowane 550 ułożone w rozstawie co 1,5 m. Na belkach ułożono płytę żelbetową grubości 12 cm. Belki stalowe usztywniono obustronnie żebrami co 5 m na całej długości średnika, celem zabezpieczenia przed utratą stateczności. Płytę zazbrojono górą i dołem prętami o średnicy 6 mm w rozstawie co 10 cm. Zastosowano pręty rozdzielcze o średnicy 6 mm w rozstawie co 25 cm. Podpory skrajne zaproponowano jako składające się z ocepów żelbetowych opartych i zakotwionych w studniach z kręgów żelbetowych wypełnionych betonem. Do wytworzenia betonu użyto cementu hutniczego. Na obiekcie zamontowano balustradę z płaskowników stalowych wysokości 1 m od powierzchni płyty. Umieszczono pręty wypełniające co 14 cm. Słupki wbetonowano w płytę w specjalnie przygotowanych gniazdach. Jako nawierzchnię mostu zastosowano warstwę z asfaltu lanego o grubości 3 cm, ułożoną z dwustronnym spadkiem poprzecznym 1% [2].

We wrześniu 1990 roku został opracowany uproszczony projekt remontu mostu. Zakładał on przebudowę mostu



Rys. 2. Widok z boku oraz przekrój poprzeczny mostu po przebudowie na kładkę pieszo-jezdną. Źródło: [4]

póstałego na kładkę pieszo-jezdną przez rzekę Bystrycę w ciągu ulicy Azaliowej. W opisie stanu istniejącego, występującego na chwilę opracowania projektu, stwierdzono brak prac konserwatorskich czy remontowych przez 15 lat. Odnotowano całkowite zniszczenie nawierzchni bitumicznej, górnego pomostu i poręczy, a także silne skorodowanie konstrukcji stalowej w postaci belki NP 550, podciągów i usztywnienia poprzecznego. Nowo projektowaną kładkę zaplanowano jako dwuprzęsłową o całkowitej długości 21,40 m i rozpiętości teoretycznej przęsła 9,93 m. Jako ustrój niosący zaplanowano belki walcowane NP550 z pomostem złożonym z poprzecznik drewnianych z drewna sosnowego (rys. 2). Ze względu na duże zbutwienie pali jarzma przewidziano usunięcie zbutwiałych części, po czym zakonserwowanie pali środkiem grzybobójczym w częściach nad wodą. Zaprojektowano nową poręcz, składającą się z pochwyty, słupków i zastrzałów wykonanych z krawędziaków 10 × 10 cm, a także z przeciągów z bali 4 × 10 cm. Ograniczono wjazd pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej ponad 2,5 tony. Nie wykonano regulacji ani umocnień rzeki [3].

We wrześniu 2009 roku został wykonany przegląd szczegółowy mostu (rys. 3), w wyniku którego stwierdzono szereg nieprawidłowości.



Rys. 3. Widok ogólny mostu, stan w 2009 roku. Źródło: [4]

Stan nawierzchni określono jako przedawaryjny i stanowiący bezpośrednie zagrożenie dla bezpieczeństwa jego użytkowników (rys. 4). Stwierdzono niebezpieczne ubytki w nawierzchni, mogące bezpośrednio zagrażać życiu i zdro-



Rys. 4. Widok nawierzchni, stan w 2009 roku. Źródło: [4]

wiu pieszych. Deski były obłuzowane i chwiejące się pod naciskiem stopy. Balustrady wykazywały niedostateczny stan techniczny. Były zbyt ażurowe i nie zapewniały bezpieczeństwa użytkowników. Zakotwienia części słupków umieszczone w poprzecznicach uległy obłuzowaniu na skutek uszkodzeń.

Podczas przeglądu dźwigarów głównych stwierdzono intensywną korozję powierzchniową stali, szczególnie w skrajnym dźwigarze (rys. 5). Stan techniczny przyczółków określono jako niedostateczny. Zauważono pęknięcia poziome, występujące na skrzydłach, na wysokości ławy podłożyskowej. Stan jednego skrzydła oceniono jako przedawaryjny. W miejscu pęknięcia stwierdzono rozwarstwienie i przemieszczenie poziome spowodowane przechyleniem doleń części w kierunku rzeki. Maksymalną wartość przemieszczenia określono na poziomie 12 cm. Występowały ubytki betonu w poziomie lustra wody.



Rys. 5. Widok spodu konstrukcji mostu, stan w 2009 roku. Źródło: [4]

W trakcie oględzin filara stwierdzono brak dwóch z pięciu pali, w środkowym rzędzie, od strony lewego brzegu (rys. 6). Większość pali na wysokości poziomu wody była przegniła. Filary określono jako przedawaryjne. Zwrócono uwagę, że stężenia poprzeczne i podłużne są przemieszczone i nie przenoszą obciążeń, a także na dużą ilość śmieci osadzonych na części dziobowej i w otoczeniu obiektu. Skarpy były pozbawione bieżącego utrzymania, porośnięte były wysoką trawą i krzewami.



Rys. 6. Widok filara wraz z zaznaczonymi brakami pali, stan w 2009 roku. Źródło: [4]

Rys. 7. Widok pozostałości mostu po rozbiórce. Źródło: [5, 6]



Rys. 8. Balustrady zabezpieczające przyczółki. Źródło: [6]



Rys. 9. Przykładowe uszkodzenia przyczółków. Źródło: [6]



Konstrukcja podtrzymująca urządzenia obce była uszkodzona. Dwuteowniki oparte na pasie górnym dźwigara były przechylone i zdeformowane. Rury osłonowe kabli energetycznych były skorodowane z lokalnymi ubytkami. W rurze osłonowej wodociągu na całej długości przęsa stwierdzono ubytki powłok zewnętrznych. Całość stanu technicznego urządzeń obcych określono jako niedostateczny. Stan nawierzchni bitumicznej dojazdów nie budził zastrzeżeń.

Ze względu na wykazany przedawaryjny stan techniczny elementów konstrukcji, przede wszystkim pomostu, przyczółków i filara, stwierdzono, że obiekt należy w trybie awaryjnym zamknąć dla ruchu i rozebrać. Nakazano zabezpieczenie do czasu rozbiórki przed możliwością korzystania z obiektu przez pieszych. Należało też powiadomić właścicieli urządzeń [2][3][4]. Obiekt został rozebrany, pozbawiony belek nośnych, poprzecznic, balustrad i filara. W aktualnym

stanie z obiektu pozostały dwa przyczółki i pale po filarze (rys. 7).

Dostęp do rzeki i do możliwości wejścia na przyczółek został ograniczony poprzez postawienie balustrad w poprzek ulicy Azaliowej. Ma to na celu zabezpieczenie pieszych przebywających w pobliżu przed upadkiem z wysokości (rys. 8).

Oba przyczółki pozostają w złym stanie technicznym. Stwierdzono liczne uszkodzenia wykluczające ich ponowne wykorzystanie (rys. 9). Na wszystkich skrzydłach występują poziome pęknięcia na wysokości ławy podłożyskowej. W miejscu pęknięcia znajdującego się na północnym przyczółku, po prawej stronie, doszło do rozwarstwienia i przemieszczenia poziomego spowodowanego przechyleniem dolnej części w kierunku rzeki. Maksymalne przemieszczenie określono na poziomie 22 cm. Na obu przyczółkach zauważono odspojenia pionowe skrzydeł od przyczółków, a także liczne odspojenia betonu czy akty wandalizmu w postaci graffiti.

Propozycje konstrukcji mostu

Coraz częściej, w przypadku obiektów mostowych znajdujących się na terenie dużych miast, istotną cechą jest zastosowanie zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych. Łączy się to ze stawianą koniecznością uzyskania dużej smukłości i jednocześnie zmniejszenia ciężaru konstrukcji. Dlatego w mostach coraz częściej stosuje się stal wysokojakościową, charakteryzującą się dużą wytrzymałością, a także materiały niekonwencjonalne takie jak stal nierdzewna, stopy aluminium, kompozyty FRP czy drewno klejone. Wykorzystanie tych materiałów i ich cech pozwala uzyskać lekkie konstrukcje przy jednoczesnym utrzymaniu wytrzymałości, trwałości i estetyki.

Jako optymalne rozwiązania, ze względu na lokalizację i przyjęte materiały, zaproponowano most o przekroju zespolonym stalowo-betonowym oraz most łukowy. Obie konstrukcje są identycznie wyposażone. Na obiekcie znajdują się dwa pasy ruchu po 2,50 m każdy. Po lewej stronie przewidziano kapę chodnikową o grubości 22,5 cm, pokrytą nawierzchnią żywiczną. Na niej znajdują się ma poręcz, bariera ochronna i chodnik o szerokości 1,5 m. Z prawej strony zaplanowano umieszczenie kapy chodnikowej grubości 22,5 cm, pokrytej nawierzchnią żywiczną. Na niej przewidziano, podobnie jak po lewej stronie, wyposażenie w postaci bariery ochronnej i poręczy, a także ścieżkę rowerową o szerokości 2,00 m. Celem obiektywizacji porównania dwóch konstrukcji przyjęto wspólny warunek konstrukcyjny maksymalnego ugięcia elementu, tj.:

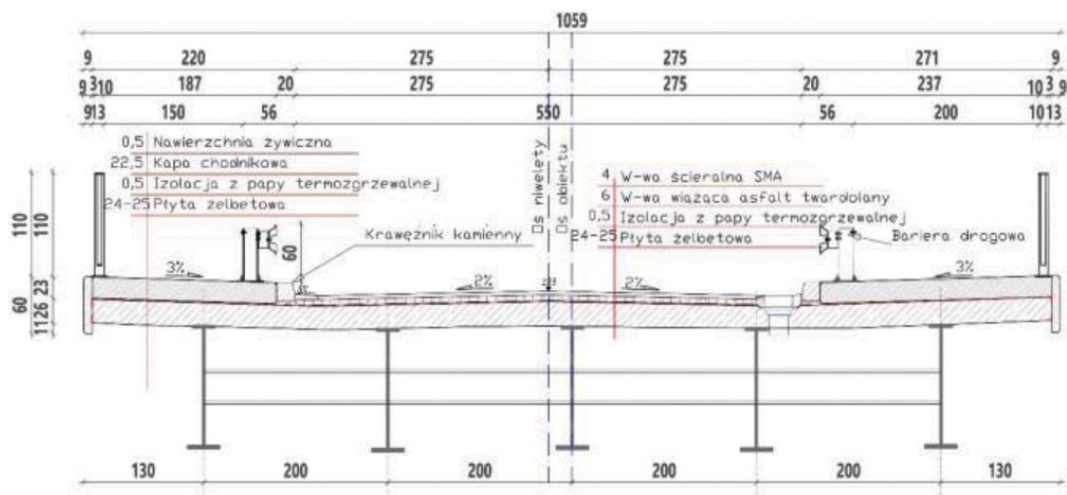
$$u = \frac{L_t}{300} \quad (1)$$

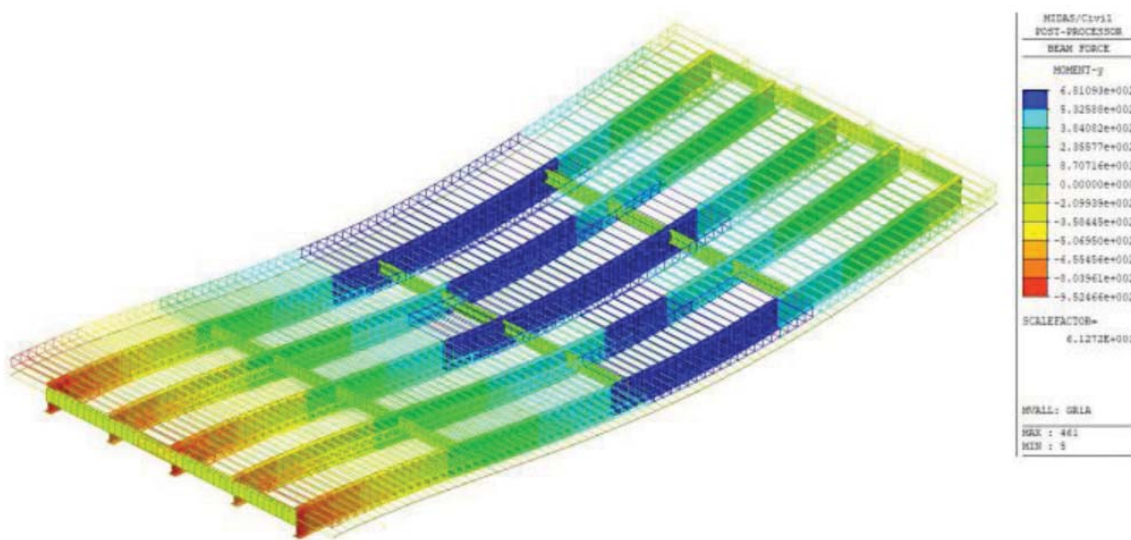
gdzie L_t to rozpiętość teoretyczna przęsła.

Koncepcja mostu o przekroju zespolonym stalowo-betonowym

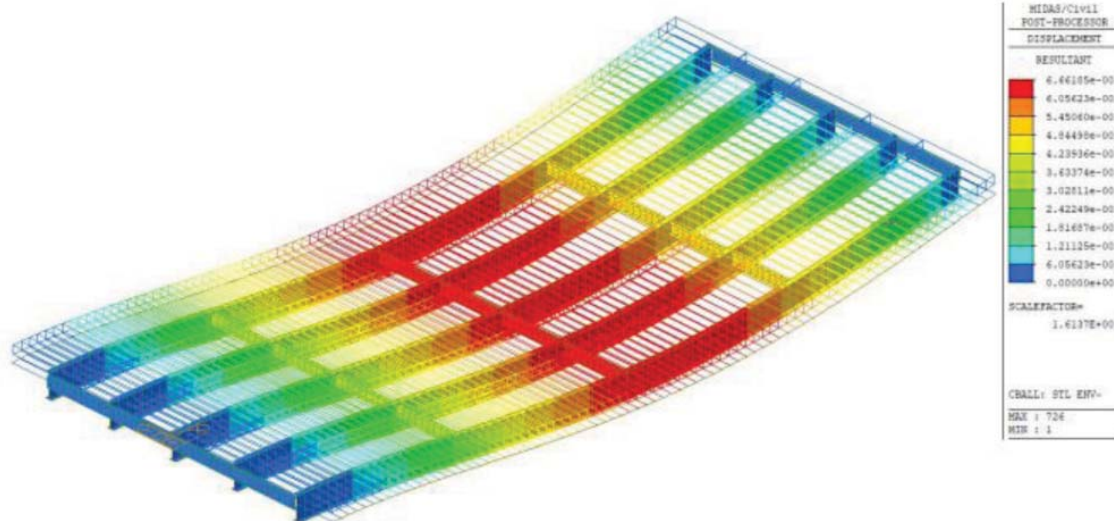
Pierwszą koncepcją poddaną analizie był most o przekroju zespolonym stalowo-betonowym. Założony przekrój obciążono obciążeniami ciągłymi i tandemami sił skupionych rozłożonych wg [8].

Na rysunku 10 przedstawiono przekrój mostu zespolonego. Zaprojektowano płytę o grubości wahającej się od 24 cm do 26 cm. Na obiekcie znajdują się dwa pasy ruchu po 2,50 m każdy. Po lewej stronie przewidziano kapę chodnikową o grubości 22,5 cm, pokrytą nawierzchnią żywiczną. Na niej znajdują się ma poręcz, bariera ochronna i chodnik o szerokości 1,5 m. Z prawej strony zaplanowano

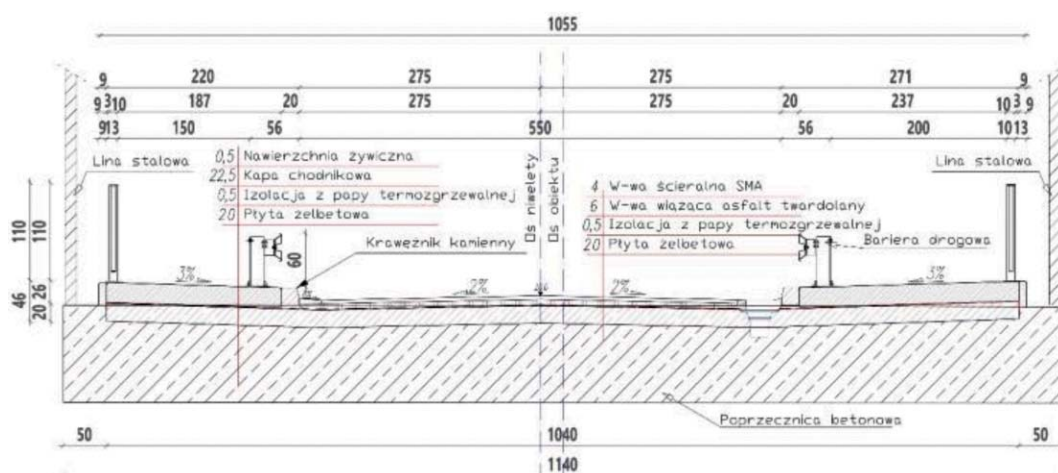




Rys. 12. Wykresy momentów zginających względem osi Y. Źródło: [6]



Rys. 13. Maksymalne ugięcia w modelu mostu zespolonego. Źródło: [6]



Rys. 14. Przekrój poprzeczny mostu łukowego. Źródło: [6]

w połowie rozpiętości środkowego dźwigara głównego ma wartość równą 952,46 kNm.

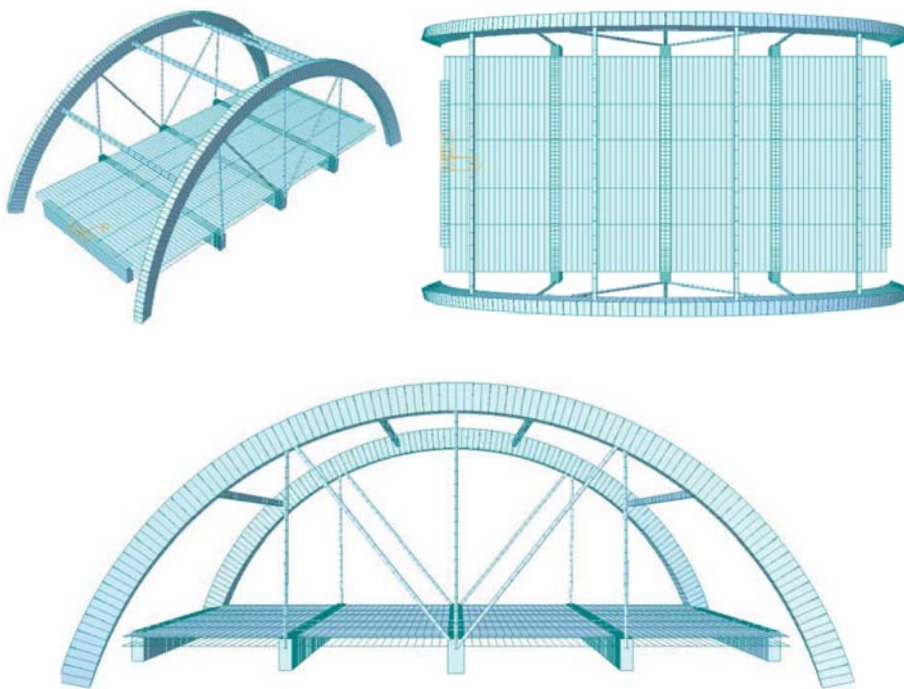
W tak przyjętym modelu mostu maksymalne ugięcia, wynikające z najmniej korzystnej kombinacji obciążeń, przypadają w połowie skrajnych dźwigarów głównych (rys. 13).

Wartość tego ugięcia wynosi 66,61 mm. Wartość graniczna ugięcia, obliczona na podstawie wzoru przywołanego na początku rozdziału, jest równa 71,33 mm. Do obliczeń przyjęto rozpiętość teoretyczną przęsła (L_t) równą 21,40 m. Założenie zostało spełnione.

Koncepcja mostu łukowego

Drugą z koncepcji poddanych analizie był most o konstrukcji nośnej łukowej z drewna klejonego. Na rysunku 14 pokazano przekrój płyty pomostu mostu łukowego.

Przyjęta płyta ma grubość 20 cm. Podobnie jak w przypadku mostu o przekroju zespolonym, na obiekcie będą znajdować się dwa pasy ruchu po 2,50 m każdy, lewostronna kapa chodnikowa grubości 22,50 cm i szerokości 1,50 m, a także ścieżka rowerowa szerokości 2,00 m. Obustronnie przewidziano barierę drogową i poręcz. Projektowana płyta pomostu będzie spoczywać na pięciu betonowych poprzecznicach. Trzy z nich

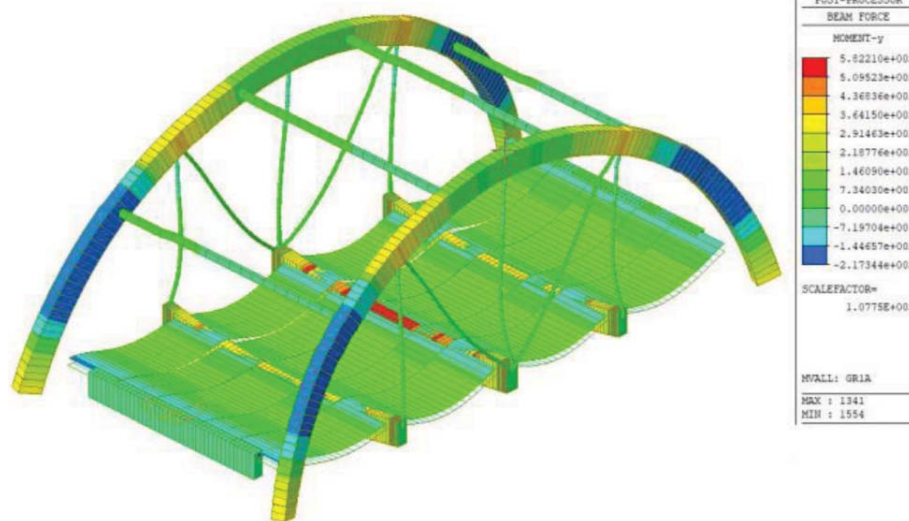


Rys. 15. Model numeryczny mostu łukowego. Źródło: [6]

zostaną zawieszane na stalowych linach do nośnego łuku z drewna klejonego. Dwa będą spoczywać na przedsiódkach.

Rozkład obciążania elementami wyposażenia obiektu przyjęto identyczny jak w przypadku mostu zespolonego, co wynika z przyjęcia takiego samego wyposażenia w obu modelach.

W projektowanym modelu przyjęto stal klasy S235, beton klasy C25/30 i drewno klejone klasy GL28c. Zaprojektowano płytę żelbetową grubości 20,00 cm. Środkowy, centralny dźwigar przewidziany jako żelbetowy ma wysokość 1,10 m i szerokość równą 0,50 m, pozostałe dźwigary poprzeczne mają wysokość 1,00 m i szerokość 0,40 m. Zostały zawieszane na okrągłych, stalowych linach o średnicy



Rys. 16. Wykres momentów zginających działających względem osi Y. Źródło: [6]

130 mm. Ich zakotwienie przewidziano w łukach z drewna klejonego o przekroju poprzecznym wysokości 90 cm i szerokości 50 cm. Łuki zostały połączone stężeniami mającymi na celu poprawę stateczności konstrukcji. Model poddano analizie również w programie Midas Civil 2020. Przyjęto identyczne współczynniki bezpieczeństwa jak w pierwszym modelu, zgodnie z [7]. Rysunek 15 przedstawia widoki modelu mostu łukowego.

Na rysunku 16 pokazano otrzymane z analiz wykresy momentów zginających względem osi Y. Największa wartość momentu, 582,21 kNm, wypada w połowie środkowej belki poprzecznej.

Na rysunku 17 przedstawiono wykres sił tnących występujących w przekrojach. Jej największa i najmniejsza wartość to 1008,04 kN i 782,46 kN.

Rysunek 18 ukazuje wykresy ugięć modelu, w kombinacji najmniej korzystnej.

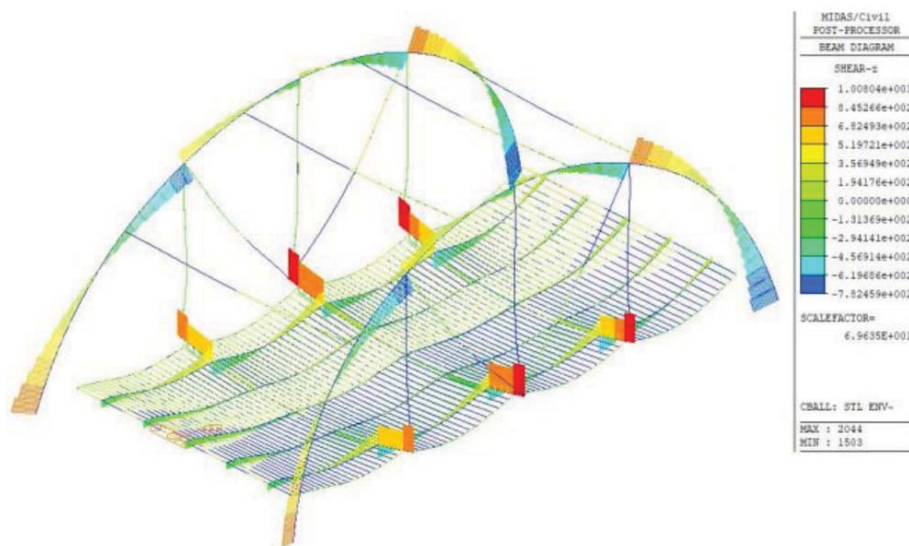
Maksymalne ugięcie występuje w płycie w połowie rozpiętości pomiędzy podtrzymującymi ją dźwigarami poprzecznymi. Odległość między nimi wynosi 5,70 m. Ugięcie wynosi 17,51 mm. Zgodnie z wzorem dopuszczalne ugięcie ma wartość 17,83 mm. Założenie maksymalnego ugięcia zostało spełnione.

Wnioski i stwierdzenia końcowe

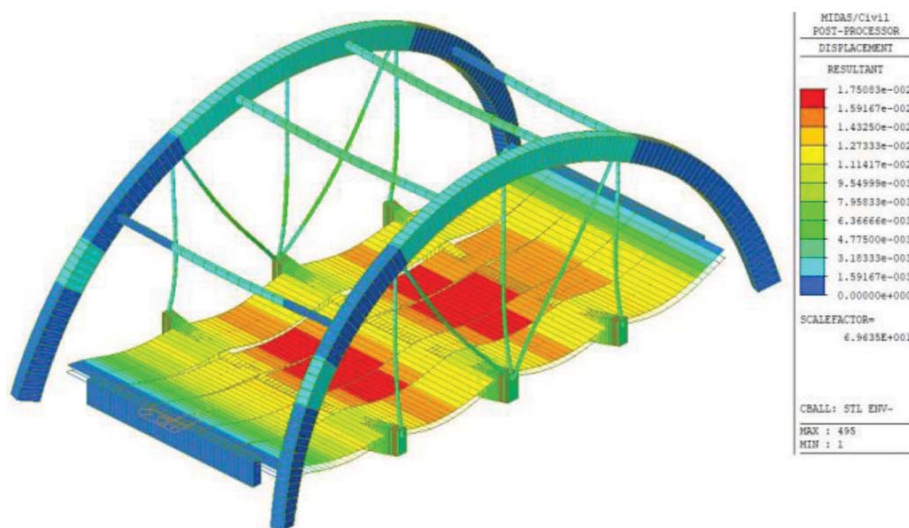
Analiza potrzeby budowy obiektu mostowego wykazała duże korzyści wynikające z planowych prac. Konieczność zapewnienia przejezdności, dostępu do miejsc rekreacji i terenów zielonych to cele, które zostaną zrealizowane poprzez budowę mostu przez rzekę Bystrycę, w ciągu ulicy Azaliowej.

Inwentaryzacja wraz z oceną stanu technicznego istniejących przyczółków mostowych wykazały ich zły stan. W celu realizacji postawionych zadań, konieczna staje się wymiana przyczółków. Nowe, zależnie od wybranego wariantu konstrukcji nośnej, powinny przenosić siły pionowe przekazywane na podpory. W przypadku mostu łukowego możemy zauważyć znaczną koncentrację sił pionowych przekazywanych przez łuki na przyczółki. Wiąże się to z koniecznością zapewnienia mocniejszego fundamentu o większej powierzchni, w celu przekazania obciążeń na grunt. Zwiększy to koszt budowy.

Wartości sił ścinających w modelu mostu łukowego są znacząco większe niż w modelu mostu o konstrukcji zespolo-



Rys. 17. Wykresy sił tnących występujących w przekrojach. Źródło: [6]



Rys. 18. Wykresy ugięcia modelu obiektu łukowego, Źródło: [6]

nej. Jej ekstremum jest prawie trzykrotnie większe. Występuje w miejscu łączenia poprzecznic z liniami przytrzymującymi pomost. Determinuje to konieczność rozpatrzenia połączeń tych elementów. Muszą one być w stanie przenieść siły pionowe pomiędzy tymi elementami.

Oba modele spełniają postawione przed nimi warunki maksymalnego ugięcia, wynikające z normy. Ich różne wartości wynikają z odmiennych rozpiętości pomiędzy podporami ugiętych elementów.

Analizy modeli wykonane w programie Midas Civil 2020 pozwalają zaoszczędzić na materiałach, poprawić estetykę, zwiększając smukłość konstrukcji. Daje to możliwość redukcji masy poprzez dobranie optymalnych przekroi porzecznycy elementów. Modelowanie w 3D pozwala lepiej przygotować

obiekt, aby sprostał w przyszłości obciążeniom, zarówno własnym ciężarem, obciążeniem od ruchu pojazdów oraz ludzi, jak i obciążeniom wynikającym z wpływu środowiska. Niewątpliwie zaletą zastosowania modeli 3D jest możliwość wykrycia ewentualnych błędów i miejsc, na które trzeba zwrócić szczególną uwagę. Takie projektowanie pozwala uzyskać bardziej skomplikowane formy przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa konstrukcji.

Most o konstrukcji łukowej stanowi niewątpliwie rozwiązanie ciekawsze estetycznie i bardziej efektowne. Niejednokrotnie w miejscach o znacznych walo-
rach estetycznych, przyrodniczych czy kulturowych poszukiwane są rozwiązania nietuzinkowe, odmienne, o unikalnym charakterze. Podobnie jest w przypadku przedmiotowego mostu na Bystrzycy. Charakter otaczających go terenów, jak i funkcja, determinują wybór rozwiązania o dogodnych cechach użytkowych, jednocześnie niekontrastującego z walorami przyrodniczymi.

Bibliografia

- [1] Zespół autorski: mgr inż. arch. Maria Bala-wejder-Kantor, mgr inż. arch. Stanisław Gromowski, mgr inż. arch. Andrzej Kasprzak, mgr inż. arch. Wojciech Kołodyński, mgr inż. arch. Elżbieta Pytlarz: *Koncepcja programu rewitalizacji i zagospodarowania doliny rzeki Bystrzycy w Lublinie*, część opisowa, Lublin 2016.
- [2] Przedsiębiorstwo geologiczno-fizjograficzne i geodezyjne budownictwa, mgr Andrzej Koba: *Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla projektu technicznego budowy mostu na rzece Bystrzycy w ciągu ulicy Azaliowej w Lublinie*, Lublin 1974.
- [3] Drogmost lubelski, inż. Andrzej Leniak: *Projekt techniczny (uproszczony) remontu mostu półstałego przez rzekę Bystrzycę*, Lublin 1990.
- [4] Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Zakład Dróg i Mostów, dr inż. Krzysztof Trojnar, mgr inż. Leszek Fołta: *Protokół z przeglądu szczegółowego obiektu mostowego*, Rzeszów 2009.
- [5] Powszedniak R., *Aspekt estetyczny kształtowania obiektów mostowych*, Praca dyplomowa, Lublin 2017.
- [6] Marciniuk M., *Koncepcja obiektu mostowego w ciągu ul. Azaliowej w miejscowości Lublin*, Praca dyplomowa, Lublin 2020.
- [7] *Rozporządzenie z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie*, Warszawa: Rada Ministrów, Dz.U. 2000 poz. 735.
- [8] PN-EN 1991-2-2007, *Oddziaływania na konstrukcje. Część 2: Obciążenia ruchome mostów*.