

ANDRZEJ NIEMIERKO

Instytut Badawczy
Dróg i Mostów
anierko@ibdim.edu.pl

Mosty na Kubie – refleksje z Wyprawy Mostowej

Na ogół słysząc o mostach na Kubie, wzduszamy ramionami dziwiąc się: *To są tam jakieś mosty?... Kuba to rumba, cygara i rum... oraz pozostałości po Hiszpanach*. I rzeczywiście jest w tym sporo racji, bo zarówno w historii, jak i współczesnym światowym budownictwie mostowym trudno doszukać się choćby wzmianek o kubańskich osiągnięciach w tej dziedzinie. Może tylko z jednym wyjątkiem. W 1952 r. nad rzeką Cañas powstał tam największy na półkuli zachodniej most kablobetonowy o rozpiętości 76,2 m. A w kilka lat później nad rzeką Cuyaguatęje w tej samej technologii – most z przęsłem 91 m rozpiętości. Mosty były projektu inżynierów kubańskich, ale sprzężenie zaprojektowane przez Amerykanów wykonywała firma John A. Roebling Sons Company (JARSCO) [5]. Ta sama, której założyciel był projektantem słynnego Mostu Brooklińskiego (1883 r.) nad East River w Nowym Jorku.

Tak więc przygotowując program merytoryczny II Światowej Wyprawy Mostowej Oddziału Warszawskiego ZMRP trzeba było cierpliwie szukać w internecie danych o jakichkolwiek obiektach. Wybierając się na Kubę zdawaliśmy sobie sprawę, że nie jedziemy tam po naukę i inspiracje techniczne, ale raczej po poznanie historii mostownictwa na tym fragmencie kontynentu amerykańskiego.

Najwięcej trudności sprawiało dotarcie do danych technicznych. Ponadto informacje internetowe odnoszą się prawie wyłącznie do obiektów sprzed rewolucji 1959 r. Dopiero w ostatnich latach, w związku z postawieniem na rozwój turystyki i koniecznością unowocześnienia infrastruktury drogowej, sięgnięto po nowoczesne rozwiązania: konstrukcje zespolone i sprzężone.

Kopalnią wiedzy o mostach na Kubie, a w szczególności o mostach prowincji Matanzas, okazał się profesor politechniki w tym mieście dr inż. Luis R. González Arestuche. Jest on współautorem książki „Mosty Matanzas” [1]. Pracuje też jako główny specjalista firmy EMPAI (*Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería* – Przedsiębiorstwo Projektów Architektonicznych i Inżynieryjnych) w Matanzas. Natrafiliśmy na jego ślad, szukając informacji internetowych o mostach kubańskich. Po nawiązaniu kontaktów mailowych, spotkaliśmy się z nim oraz drugim współautorem wspomnianej książki Ramónem Recondo Pérezem w Matanzas (fot. 1). Dzięki nim pogłęбилиśmy naszą wiedzę o mostach na Kubie, studiując m.in. otrzymane publikacje [2,3,7,8].

Matanzas nazywane jest „miastem mostów”, albo trochę pretensjonalnie „Wenecją Kuby”, albo „kubańskimi Atenami”. To prawda, że jest miastem mostów, ponieważ niektórzy naliczyli w nim ich nawet 28. Bierze się to stąd, że w mieście lub jego okolicach uchodzą do morza trzy rzeki: Yumurí, San Juan i Canimar. Jest też potok Buey Vaca. To tutaj spo-



Fot. 1. Grupa polskich mostowców z prof. Luisem Gonzálezem Arestuche i architektem Ramónem Recondo Pérezem na tle mostu Sancheza Figuerasa (15.12.2014 r.)

tkaliśmy najwięcej interesujących i różnorodnych obiektów mostowych: stalowych i betonowych, o konstrukcji kratowej, łukowej i belkowej.

Mosty Matanzas zmieniały swe nazwy, gdyż wpisywały się w historię wyspy. Na przykład w 1902 r. rząd nowej republiki zdecydował o zmianie wszystkich nazw hiszpańskich z czasów kolonialnych na rodzime. Stanowią one obecnie kolekcję XIX- i XX-wiecznych konstrukcji inżynieryjnych. W ciągu swego użytkowania zmieniano często ich konstrukcje dostosowując do nowych możliwości technologicznych i materiałowych. Początkowo budowano je z drewna i kamienia, a podpory wznoszono w nurcie rzek. Ale te zabytki architektury kolonialnej zniknęły z powodu częstych klęsk żywiołowych (cyklony i powodzie). Obecnie można je oglądać jedynie na starych rycinach. Matanzas jest jedynym miastem kubańskim mogącym się pochwalić 4 stuletnimi czynnymi nadal mostami: drogowymi La Concordia (1878) i Calixto García (1899) oraz kolejowymi Giraorio (1904) i Dubrocq (1904). Pierwszy most w tym założonym w 1693 r. mieście powstał nad rzeką San Juan w 1722 r. i był to most drewniany [6]. Przetrwał tylko 8 lat.

Jadąc z Hawany do Matanzas zatrzymaliśmy się przy moście Bacunayagua, uważanym za „7 cud kubańskiej inżynierii lądowej”¹ [4] (sic!). Drugim zaliczanym do tej grupy najwybitniejszych konstrukcji budowlanych jest wiadukt Farola we wschodniej górzystej części wyspy w prowincji Guantánamo.

¹ Wzorem amerykańskiego ASCE, Stowarzyszenie Inżynierii Lądowej Krajowego Związku Kubańskich Architektów i Inżynierów Budowlanych ogłosiło w 1997 r. listę 7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej, wśród których znalazły się dwa obiekty mostowe (Bacunayagua, Farola), droga Carretera Central, tunel pod zatoką w Hawanie oraz wiadukcie FOCSA, akwedukt Albear i podwodny syfon kanalizacyjny [4].

Projektantem wielu kubańskich mostów z betonu, m.in. kratowego łukowego nad rzeką Zaza, o rozpiętości ponad 91 m (sic!) był profesor z Hawany Mario G. Suarez (1926–2014). Po rewolucji wyjechał do Stanów Zjednoczonych i tam kontynuował karierę inżynierską. W czasie Wyprawy oglądaliśmy dwa jego mosty.

W mieście Sancti Spiritus widzieliśmy prawdopodobnie najstarszy obiekt na wyspie 5-łukowy sklepiony most ceglany z 1831 r. Miasto to było jednym z pierwszych założonych na wyspie i w 2014 r. obchodziło 500-lecie swego istnienia. Na trasie spotykaliśmy też wiele kratowych mostów stalowych zbudowanych w XIX w. Ze względu na ich tragiczny stan techniczny (rozległa korozja, zniszczenia wiatrownic i stężeń) nie powinny, według kryteriów europejskich, być dopuszczone do eksploatacji. Zdaniem ekspertów kubańskich [2,3] 90% mostów na wyspie wymaga naprawy. I ostatnio, staraniem takich firm jak m.in. EMPAI w Matanzas, czyni się wiele, aby je rewaloryzować i odnawiać.

Obecnie największą rozpiętością przęsła – 114 m – szczydzi się betonowy most łukowy z 1959 r. (Bacunayagua). Jest on też mostem najwyższym, wznoszącym się 110 m nad korytem rzeki. Do 1988 r. największym obiektem był blisko 70-letni most kolejowy Agabama, na linii Trinidad-Placetas, długości 250 m i wysokości 52 m, ale został zniesiony przez wysoką wodę.

Podczas Wyprawy prócz oglądania mostów mieliśmy oczywiście jeszcze atrakcje turystyczne przygotowane przez niezawodne biuro Franciszka „Franka” Brodzkiego i jego córki Anny – „ANITOUR” z Czechowic-Dziedzic. Do atrakcji tych należało m.in.: zwiedzanie starówki w Hawanie i miejsc związanych z Ernestem Hemingwayem, a w dolinie Vignales – groty Indian i naskalnych (niestety współczesnych) malowideł. Zwiedziliśmy też fabrykę słynnych kubańskich cygar, farmę tytoniową i muzeum rumu. Po zwiedzeniu farmy krokodyli udaliśmy się szybkimi motorówkami na wyspę z repliką wioski Indian Taina – pierwotnych jej mieszkańców. Podziwialiśmy zabytki kolonialnej architektury w Cienfuegos „Perle Południa” oraz w Sancti Spiritus i Trinidad – wpisanych na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Podróżowaliśmy starym składem wagonowym do Doliny Cukrowni (Valle de los Ingenios). W Camagüey oglądaliśmy, jadąc rykszami, stare miasto, a w Bayamo – kolebce niepodległości Kuby wysłuchaliśmy kubańskiego hymnu Bayamesa. W drugim co do wielkości mieście wyspy Santiago de Cuba widzieliśmy dom pierwszego gubernatora Diego Valásqueza oraz słynne koszary Mansada z muzeum Rewolucji. Przed Santiago de Cuba zatrzymaliśmy się w pięknie położonym wśród zalesionych wzgórz sanktuarium patronki Kuby – Virgen de la Caridad del Cobre. W Baracoa byliśmy w miejscu, gdzie w 1492 r. lądował Krzysztof Kolumb. Pod koniec Wyprawy był też czas na odpoczynek na plaży w Guardalavaca.

Przedstawiając mosty na Kubie warto powiedzieć dwa słowa o sieci drogowej i kolejowej. Sieć drogowa opiera się na dwóch głównych arteriach, obu biegnących wzdłuż wyspy z zachodu na wschód. Są to stara jednojezdniowa droga główna nazywana *Carretera Central* (CC) oraz będąca w budowie od 1970 r. dwujezdniowa droga ekspresowa (A-1 i A-4) nazywana też autostradą (*Autopista Nacional*). Natomiast sieć kolejowa jest wyjątkowo rozbudowana, choć w większości nie eksploatowana. Jest jedną z najstarszych w świecie.

Droga główna (*Carretera Central* (CC))

Główna arteria drogowa Kuby biegnie z zachodu na wschód wyspy, łącząc Hawanę z Pinar del Rio i z Santiago de Cuba (fot. 2). Budowę drogi liczącej 1139 km realizowano w latach 1927–1931. Wykonawcą była firma amerykańska Warren Brothers Company z Bostonu oraz Compañía Cubana de Contratistas. Miała nawierzchnię betonową, na której ułożono jedną tylko warstwę asfaltową o grubości 5 cm. Grubość płyty betonowej w przekroju poprzecznym była zmienna od 15 cm w osi do 22 cm przy krawężniach. Szerokość drogi w miejscowościach wynosiła 8,09 m, a poza nimi 6,30 m. Mosty rozpiętości do 30 m wykonywano z betonu, a większej – ze stali, na ogół jako kratownice z jazdą dołem. Krytykowano, że przebieg tej drogi centralnej jest równoległy do przebiegu linii kolejowej Ferrocarril Central. Obiekt zaliczany jest do grupy „7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej”. Obecnie wiele odcinków drogi jest po gruntownej przebudowie. W latach 60. drogę przedłużono w kierunku Baracoa i obecnie ma 1435 km długości. Sieć dróg o znaczeniu krajowym liczy 11 000 km, a sieć dróg gminnych wraz z drogami miejskimi 60 000 km. Ze wszystkich 6350 obiektów mostowych, 3150 znajduje się na sieci dróg o znaczeniu krajowym.



Fot. 2. Przebieg głównej drogi Kuby, zbudowanej w I połowie XX w. (http://es.wikipedia.org/wiki/Carretera_Central_de_Cuba)

Sieć kolejowa Kuby (*Ferrovionario de Cuba*)

Pierwszy odcinek linii kolejowej Hawana-Güines długości 27 km (z Hawany do osiedla Bejucal) powstał już w 1837 r. jako pierwszy w krajach Ameryki Łacińskiej, a 7. w świecie. Inauguracja nastąpiła w tym samym czasie co we Francji. Głównym inżynierem był Amerykanin Alfred Cruger. Sieć kolejową na wyspie zaczęto rozwijać w drugiej połowie XIX w. W 1902 r. powstała pierwsza skonsolidowana linia kolejowa,



Fot. 3. Główne szlaki kolejowe Kuby (https://grijalvo.com/America_Cuba/a1aa_Cuba.htm)

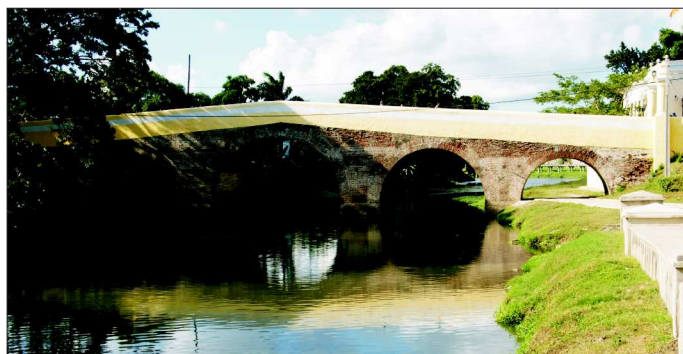
łącząc Santiago de Cuba na wschodzie wyspy z Santa Clara na zachodzie. Siedzibą dyrekcji było wówczas Camagüey. W 2010 r. sieć kolejowa liczyła 8193 km, przy czym tylko 5064 km było przeznaczone dla ruchu pasażerskiego. Jedynie 124 km były zelektryfikowane. Mosty kolejowe w większości są w opłakanym stanie, podobnie jest z nawierzchnią kolejową. Cechą charakterystyczną jest często brak balustrad.

Historia mostów na Kubie

Okres przed 1895 r.

Z tego czasu zostało się niewiele obiektów, gdyż w większości były budowane z drewna i kamienia. A szalejące na wyspie cyklony i groźne powodzie zmyły większość, nawet część tych solidnie wykonanych. Z najważniejszych pozostały most kamienny nad Yayabo w Sancti Spiritus oraz most La Concordia w Matanzas.

Most Yayabo (fot. 4) nad rzeką o tej samej nazwie uchodzi za najstarszy most kubański. Rzeka Yayabo jest największym dopływem rzeki Zaza. Sancti Spiritus – stolica prowincji – jest także jednym z najstarszych miast kubańskich. Nazwa miasta jest jedyną na wyspie pisaną w języku łaćnińskim. Projekt mostu w stylu romańskim powstał w końcu wieku XVIII, ale dopiero w 1825 r. lub jak twierdzą ostatnie badania w 1831 r. oddano go do użytku. Pierwszy kamień położono w 1817 r. Jest to most ceglany, z 5 sklepieniami o kształcie kołowym i wyniesieniem jezdni w środku 85 m długości mostu. Budową kierowali mistrzowie andaluzyjscy Domingo Valverde i Blas Cabrera. Legenda głosi, że w celu zwiększenia wytrzymałości zaprawy na bazie wapna i piasku dodawano do niej



Fot. 4. XIX-wieczny most Yayabo w Sancti Spiritus

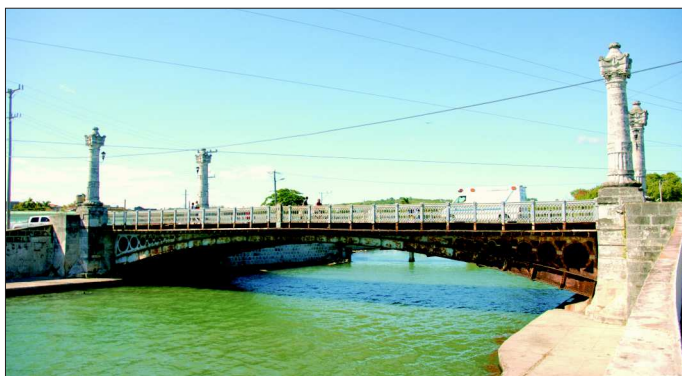
mleko krowie, a niektórzy twierdzą, że owcze. I że jest to jedyny w świecie obiekt zbudowany z takiej zaprawy. Most od 1995 r. jest pomnikiem narodowym. Jest symbolem miasta, które obchodziło rok temu swoje 500-lecie. Jest czwartym z 7 pierwszych miast założonych w 1514 r. na wyspie przez pierwszego gubernatora wyspy – Adelantado Diego Velázquez de Cuéllar. Niedawno most poddano rewaloryzacji, uzupełniając brakujące cegły, udrażniając odwodnienie oraz przy okazji ograniczając prędkość i obciążenie pojazdami.

Być może jeszcze starszym jest także 5-przęsłowy most ceglany w Camagüey (fot. 5). Niektóre źródła podają, że pochodzi z 1757 r. a w 1831 r. był poszerzany do 16 m. Jego długość wynosi 98 m.



Fot. 5. Most w Camagüey nad rzeką Hatibonico – jeden z najstarszych na wyspie

Most La Concordia (znany także pod nazwą Versailles) (fot. 6) nad rzeką Yumuri jest najstarszym z istniejących w Matanzas. Jest symbolem miasta. Zbudowany, choć w mniejszej skali, na wzór mostu Triana w Sewilli z 1852 r. – projektowanego przez Gustava Eiffela. Był pierwszym kubańskim mostem żelaznym. Nosił też kiedyś (w 1902 r.) nazwę José Lacret Morlota, kubańskiego generała, bohatera wojny 1868 r. Łączy dzielnicę Versailles z centrum miasta. Jest położony zaledwie 60 m od ujścia rzeki do zatoki oceanicznej i z tego powodu narażony na oddziaływanie mgły solnej. Jest mostem jednołukowym, nitowanym, rozpiętości 36 m z jazdą górą. Kamienne przyczółki posadowiono na 376 palach drewnianych długości 11 m i 16 m. Elementy żelazne sprowadzano z Nowego Jorku. Nawierzchnia na jezdni mostu była brukowa a na chodnikach z płyt kamiennych. Most projektował i nadzorował jego budowę naczelnny architekt miasta Pedro Celestino del Pandal. Robotami kierował Bernardo de la Granda. Po 3 latach budowy most poświęcono i uroczystie otwarto 4 listopada 1878 r. w święto Karola Boromeusza – patrona miasta. Nazwano go mostem La Concordia, dla



Fot. 6. Most La Concordia w Matanzas – pierwszy most z żelaza na wyspie

uczczenia paktu pokojowego Zanjòn (w 1878 r.). Otwierał go hiszpański generał Arsenio Martínez Campos.

Do 1906 r. most nie wymagał żadnych zabiegów. Dopiero wtedy naprawiono nawierzchnię i odmalowano elementy metalowe. W 1910 r. poszerzono chodniki kosztem jezdni. Natomiast w 1946 r. z powodu większego ruchu na moście podjęto decyzję o poszerzeniu pomostu przez niewielkie przemieszczenie skrajnych dźwigarów i dodanie 9. od strony zatoki. Konieczna była też likwidacja schodów oraz kandelabrow na środku mostu. W 2000 r. naprawiono skorodowane chodniki i zainiektowano pęknięcia w murach przyczółków. Most oczekuje na generalny remont. Kolumny na końcu i początku mostu pełnią rolę nie tylko zdobniczą, ale ograniczają drgania w środku przęsła. W 1993 r. z okazji 300-lecia miasta jedną z tych kolumn uznano za oficjalny symbol miasta.

Okres 1895–1925

Ten okres charakteryzuje wzmożona budowa mostów stalowych. Są to kratownice swobodnie podparte systemu Pratta lub blachownice z pomostem drewnianym, albo żelbetowym wylewanym na budowie. Rozpiętości kratownic to 40–80 m, a blachownic 10–20 m [2]. Budowane są także mosty żelbetowe: łukowe, belkowe i płytowe. Rozwój budownictwa mostowego wynikał przede wszystkim z realizacji wielkiego projektu budowy drogi panamerykańskiej, która na odcinku kubańskim nosiła nazwę Carretera Central (CC). Jako że projektowali ją i budowali głównie Amerykanie, więc i amerykańskie normy i technologie znalazły tam zastosowanie.

Most Calixto García (fot. 7) w Matanzas wzniesiono w 1899 r. na miejscu innej konstrukcji drewnianej mostu Bailén z 1722 r. zniszczonej w 1730 r. przez gwałtowne powodzie wywołane cyklonami. W tym miejscu był także kiedyś 3-przęsłowy łukowy most żelazny Carlosa Beniteza z 1849 r., który dotrwał do 1870 r. i został zniszczony z tej samej przyczyny. Nazywany też jest mostem Tirry. Łączył Pueblo Nuevo z Matanzas nad rzeką San Juan. Budowę rozpoczęto w 1896 r. Projektantem pierwotnej wersji mostu był Enrique Gadea. Kolejne poprawki, polegające m.in. na usunięciu górnych stężeń, wprowadził Pedro Celestino del Pandal. Ten sam architekt miejski, który projektował most La Concordia. On też nadzorował budowę aż do śmierci w 1898 r. Następnie kontynuował ją jego kuzyn Pedro Pandal. Konstrukcję mostu stanowi swobodnie podparta kratownica o pasach równole-

głych, z podwójnymi krzyżulcami w każdym polu o wymiarach $5,90 \times 5,90$ m. Rozpiętość przęsła wynosi 73 m, a szerokość 6,30 m. Przęsło oparto na łożyskach wahaczowych i wałkowych. Przyczółki posadowiono na palach z twardego drewna. Wykonawcą był inżynier Bernardo de Grandas y Callejas. W 1897 r. budowę przerwano ze względu na walki w wojnie o niepodległość, a także ze względu na zmiany w konstrukcji mostu. Most był projektowany na ruch kolejowy, ale w końcu używano go jako most drogowy i tramwajowy dwutorowy. Został otwarty do ruchu w 1899 r. Przetrwał nienaruszony aż do 1948 r., kiedy doznał pierwszych uszkodzeń. Na początku lat 50. ub. wieku wymieniono nawierzchnię na moście na stalową w postaci ażurowych kratak. Potem zmieniano ją na nawierzchnię z betonu asfaltowego na płytach stalowych, aby znów po 1988 r. powrócić do poprzedniego rozwiązania. Obecnie ze względu na stan obiektu ograniczono masę pojazdów do 30 t. W październiku 2013 r. ukończono remont kapitalny mostu.



Fot. 7. Ponad 100-letni most Calixto García w Matanzas

Most José Luis Dubrocq (fot. 8) w Matanzas jest mostem kolejowym położonym u ujścia rzeki Yumuri. Początkowo był nazywany Mostem Żelaznym (*Puente de Hierro*). Jest nitowanym jednoprzęsłowym mostem kratowym z kratą typu Warren'a i pasami równoległymi. Długość kraty wynosi 8×10 m = 80 m, a jej wysokość 8 m. Tor na moście położony jest w łuku o promieniu 112 m, a więc szerokość mostu jest większa od typowej. Pomost typu otwartego: ruszt z podłużnic i poprzecznic, przy czym podłużnice przesunięto względem siebie w celu dostosowania ich do położenia toru w łuku. Szyny ustawiono na drewnianych mostownicach. Most otwarto do ruchu 8 kwietnia 1904 r. – podobnie jak most ruchomy Giratorio nad San Juan. Tor na moście prowadził do portu Matanzas.

Obiekt stanowi bardzo ważne dla miasta i portu połączenie umożliwiające transport i eksport cukru. W 2011 r. rozpoczęto rekonstrukcję i wzmacnianie mostu wraz z odnową powłok malarskich. Większość uszkodzeń spowodowana była brakiem utrzymania lub fragmentarycznymi naprawami. Wiele szkód natury estetycznej spowodowali także skoczkowie do wody i rybacy. Inwentaryzację uszkodzeń, obliczenia i projekt naprawy przeprowadziła firma EMPAI [7]. Oceniono, że większość elementów ma ubytki korozyjne od 20% do 40%, a wiatrownice nie pracują i powinny być wymienione. Na wykonanie wszystkich robót przewidziano 18–24 miesięcy. Roz-

ważana była też inna opcja: zbudowania nowej konstrukcji o zwiększonej trwałości. Roboty prowadziła firma kubańska Empresa de Astilleros de Cabaña. Rozpoczęto od naprawy fożysk i te prace odbywały się pod ruchem. Nagłe pęknięcie dwóch elementów od strony Versailles spowodowało obniżenie konstrukcji o 18 cm i wymusiło zamknięcie mostu do końca remontu.



Fot. 8. Most kolejowy Dubrocq w Matanzas z 1904 r. po remoncie

Most Giratorio (fot. 9) w Matanzas jest kolejowym mostem ruchomym, obrotowym wokół osi pionowej usytuowanej na podporze w środku rzeki San Juan. Początkowo był nazywany Mostem Złotym (*Puente de Oro*), a potem Mostem Czarnym (*Puente Negro*) z racji koloru, na który go pomalowano. Długość całej konstrukcji kratowej wynosi 70 m. Konstrukcję sprowadzono w 1904 r. w częściach ze Stanów Zjednoczonych parowcem „Olinda” i zmontowano 50 m od ujścia rzeki. Budowę prowadził inżynier amerykański L.D. Mout. Most służył do transportu cukru nad zatokę do pirsu Dubrocq. Jest jednym z dwóch mostów w mieście, które mają podporę w nurcie rzeki. Początkowo była to podpora drewniana, ale w 1981 r. zmieniono ją na betonową. Podpora ta narażona jest na wyjątkowo duże przybory wody spowodowane cyklonami, częstymi w tej części Atlantyku. Konstrukcja kratownicy obracana była za pomocą kół zębatych poruszanych silnikiem spalinowym z Filadelfii, który po roku zmieniono na elektryczny. Obrót przęśla trwał 1 minutę i 40 sekund. To było kiedyś, obecnie już ta operacja nie jest wykonywana. W 1993 r. w 300-lecie powstania miasta przemalowano most z koloru czarnego na aluminiowy. W 2004 r. usunięto mechanizm do obrotu mostu, co spotkało się z dezaprobatą licznego



Fot. 9. Kolejowy most obrotowy Giratorio w Matanzas z 1904 r.

grona inżynierów kubańskich. Tak więc obecnie most stanowi jedynie atrakcję dla mieszkańców i turystów. Był jedynym tego rodzaju mostem na wyspie i jak podaje kronikarz tamtego czasu *podczas otwarcia 8 kwietnia 1904 r. przejechała po nim lokomotywa nr 117 z tablicą „Cukrownia Santa Catalina”*, bo wiozła do portu transport 100 worków cukru.

Mosty w Contramaestre (fot. 10) nad rzeką o tej samej nazwie mają podobną konstrukcję kratową z jazdą górą. Rzeka Contramaestre jest dopływem najdłuższej rzeki na wyspie rzeki Cauto. Miasto Contramaestre znajduje się w ciągu Carretera Central. Most kolejowy (*Puente Ferrocarril*) zbudowano w latach 1907–1908 dla Cuban Company (1900) i Cuban Railroad Company (1902) – firm z New Jersey, które do lat 20. XX w. były największymi przedsiębiorstwami na Kubie. Firmy zakładał amerykańsko-kanadyjski przedsiębiorca Sir William Cornelius Van Home, urodzony w Illinois, ale pochodzenia holenderskiego. Most jest obiektem 3-przęsłowym, długości 140 m z 2 przęsłami 42 m rozpiętości i jednym skrajnym 56 m rozpiętości. Układ kraty typu N z podwójnymi krzyżulcami w polu środkowym. Obok znajduje się most drogowy, także 3-przęsłowy i o takich samych rozpiętościach przęseł. Układ kraty typu Pratta, jednak o znacznie delikatniejszej konstrukcji prętów i węzłów. Oba obiekty znajdują się na wysokich, kilkunastometrowych podporach betonowych.



Fot. 10. Mosty w Contramaestre z początku XX w.: a) drogowy, b) kolejowy

Układ skratowania typu Pratta, popularny w tym czasie w Stanach Zjednoczonych, można spotkać także w większości mostów kratowych na Kubie (fot. 11).

Most Almendares (fot. 12) w Hawanie wznosi się nad rzeką o tej samej nazwie. Rzeka nosiła w przeszłości różne nazwy, inną pierwotnie, inną za Hiszpanów, a obecna pochodzi od biskupa Enrique Almandaris. Oficjalnie nosił też imię generała Ernesta Asberta, gubernatora Hawany, ale mieszkańcy nazywali go mostem 23 (od nazwy ulicy, na przedłużeniu której leżał). Obiekt powstał w styczniu 1911 r. po dwóch i pół



Fot. 11. Most kolejowy 5-przęsłowy na linii do Doliny Cukrowni (Valle de los Ingenios)



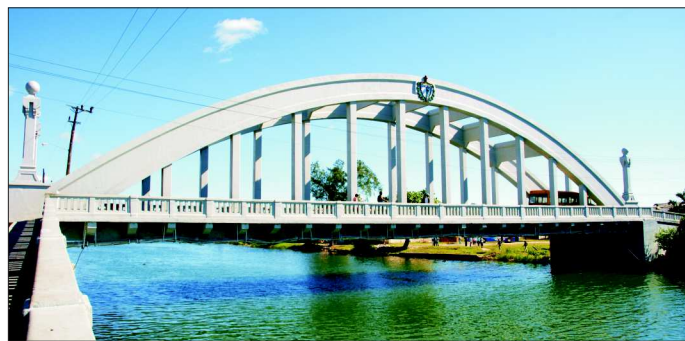
Fot. 12. Most Almendares w Hawanie z 1911 r. – pierwszy most żelbetowy na Kubie

roku budowy. Jest to most drogowy, betonowy, 4-przęsłowy ze sklepieniami łukowymi, z których największe ma 58 m rozpiętości. Całkowita długość mostu wynosi 214 m, a szerokość 13,5 m (między krawężnikami 10,37 m). Jest jednym z 6 mostów przekraczających rzekę w obszarze miasta. Początkowo planowano wykonać w tym miejscu most żelazny, ale sąsiedztwo oceanu sprawiło, że wybrano rozwiązanie w żelbecie, bardziej odporne na korozję. Korzystną okolicznością było także to, że około sto metrów dalej znajdowała się cementownia. Był pierwszym na Kubie mostem żelbetowym. Jego budowa była dużym wydarzeniem i wyzwaniem inżynierskim. Most projektowali inżynierowie amerykańscy E. Klapp i W. J. Douglas z firmy nowojorskiej inżyniera Williama Barclaya Parsonsa (1859–1932), twórcy jednej z największych firm budowlanych w Stanach Zjednoczonych – Parsons Brinckerhoff. Fundamenty wykonała w sierpniu 1908 r. firma amerykańsko-hiszpańska Champion & Pascual. Most był przeznaczony do ruchu pieszego, samochodowego i tramwajowego z dwutorową linią. Miała to być nawet trakcja elektryczna. Ruch tramwajowy na moście zlikwidowano w 1950 r. W 1940 r. most poddano kapitalnej przebudowie.

Most Sánchez Figueras (fot. 13) w Matanzas nad rzeką San Juan jest jednym z najstarszych, gdyż pochodzi z 1916 r.

Była to wówczas nowatorska konstrukcja żelbetowego mostu łukowego. Most nosi imię bohatera wojny o niepodległość generała Silverio Sánchez Figuerasa. Łączy dzielnicę Pueblo Nuevo z Matanzas. Kiedyś był nazywany także mostem San Luis, Plaza lub „Carnicería” („Rzeźnia”). Powstał w miejscu usuniętego obiektu z 1834 r. Przęsło łukowe rozpiętości 48 m i długości całkowitej 52,9 m ma pomost składający się z płyty żelbetowej grubości 18 cm, uźbrowanej 25 belkami poprzecznymi w rozstawie co 2 m i 2 głównymi. Podwieszony jest do każdego z łuków za pomocą 10 wieszaków żelbetowych w rozstawie co 4 m. Schemat statyczny mostu to łuk ze ściągiem. Na szczycie łuku umieszczono herb Kuby. Jest mostem legendarnym. Był pierwszym mostem żelbetowym w prowincji, a drugim w kraju. Postawiono go za czasów prezydenta Kuby Mario Garcíi Menocála zaledwie w ciągu 6 miesięcy od wykonania przyczółków na palach drewnianych o średnicy 30 cm. Przyczółki skrzyniowe były zbrojone kształtownikami. Chodniki w postaci płyty żelbetowej ułożonej na płycie stalowej i wspornikach stalowych w rozstawie co 2 m. Szerokość jezdni 6 m. Nawierzchnia z betonu asfaltowego. Most projektował Armando Macías López, a wykonywał Conrado Martínez z udziałem firmy Frederick Snare Corporation z Nowego Jorku. Przez lata nie poddawano go konserwacji, choć pod koniec lat 20. poszerzono jego chodniki i wymieniono balustrady ze stalowych na betonowe (tak jak na całej CC). W 2012 r. rozpoczęto remont kapitalny mostu. Przedtem nośność mostu była ograniczona do 100 kN. Zniszczenia korozyjne były typowe dla tego rodzaju konstrukcji: pęknięcia i odpryski betonu oraz korozja zbrojenia. Remont rozłożono na trzy etapy a zakończenie prac przewidywano po 9 miesiącach. Na czas remontu zamknięto ruch na tej ważnej dla miasta przeprawie. Chodniki rozebrano i zbudowano od nowa. Do naprawy betonu i zbrojenia zastosowano najwyższej jakości materiały importowane. Roboty wyceniono na 1,4 mln pesos. Most po kapitalnym remoncie oddano do ruchu w październiku 2013 r.

Należy także wspomnieć o kilku obiektach, których nie widzieliśmy na trasie Wyprawy bądź już nie istnieją, a są znaczące w historii mostów kubańskich. Jednym z nich jest **most Triunfo** z 1905 r. leżący nad drugą co do ważności na wyspie rzeką – Sagua la Grande, w prowincji Villa Clara. Jest mostem kratowym z jazdą dołem rozpiętości 45 m i szerokości aż 20 m. W latach 80. ub. wieku był w tak złym stanie, że postanowiono wymienić konstrukcję na nowocześniejszą, ale mieszkańcy nie pozwolili i obecnie służy za kładkę dla pieszych.



Fot. 13. Most Sánchez Figueras w Matanzas z 1916 r. po renowacji

Innym ważnym, ale już nieistniejącym, był most **Miramar** (lub most Pote) nad rzeką Almendares w Hawanie zbudowany w 1919 r. przez Frederick Snare Corporation. Był imponującą konstrukcją trójprzęsłową z ruchomym przęsłem środkowym. Przęsła skrajne miały konstrukcję kratową z jazdą dołem i górnym pasem parabolicznym zbieżnym. Przęsło środkowe miało konstrukcję kłapową podnoszoną, dwuwspornikową z 50 t przeciwwagami. W 1958 r. zaledwie w ciągu 25 dni most rozebrano w związku z oddaniem do użytku w 1959 r. drogowego tunelu podwodnego zbudowanego przez firmę francuską GTM. Z tego samego roku, co most Miramar pochodził most kolejowy **Agabama** na linii Trynidad – Placetas. Do 1988 r., kiedy to zniósł go wysoka woda, był największą na Kubie i jedną z największych konstrukcji tego rodzaju w Ameryce Łacińskiej. Miał 250 m długości. Na kratowych podporach wznosiła się na wysokości 52 m nad terenem blachownicowa konstrukcja pomostu.

Okres 1926–1945

Jak już wspomniano, pod koniec lat 20. ub. wieku powstawała główna droga Kuby *Carretera Central* (CC). Dzięki tej budowie rozwinęła się, co było logiczne i konieczne, typizacja obiektów mostowych. Dotyczyła ona czterech rodzajów konstrukcji mostowych: żelbetowych belkowo- płytowych, żelbetowych kratownic łukowych, żelbetowych estakad ramowych i dźwigarów stalowych.

Ustroje żelbetowe belkowo-płytowe wykonywane były *in situ*. W przekroju poprzecznym było na ogół 5 belek kształtu trapezowego w rozstawie co 1,7 m. Opierano je na przyczółkach skrzyniowych. Jezdnia z betonu asfaltowego miała szerokość 6 m oraz dwa krawężniki po 0,15 m i chodniki szerokości 1,0 m. Całkowita szerokość obiektu wynosiła 9,1 m.

Żelbetowe kratownice łukowe (fot. 14) miały rozpiętość od 30 m do 35 m i szerokość całkowitą 8,6 m. Wykonywano je także całkowicie na budowie. Ich schemat statyczny jest zbliżony raczej do ustroju ramowego, a nie kratowego. Jezdnia 6 m szerokości miała 2 chodniki po 0,75 m. Przyczółki były masywne skrzyniowe.



Fot. 14. Most na Carretera Central na dojeździe do Pinar del Rio

Żelbetowe estakady ramowe w przekroju poprzecznym miały po 4 belki ciągłe o zmiennym przekroju nad podporami. Rozstaw belek wynosił 2,2 m. Podpory 4-słupowe o zmiennym przekroju były połączone sztywno z belkami za pośrednictwem poprzecznic podporowych. Były to więc kon-

strukcje ramowe, wieloprzęsłowe. Rozpiętości przęseł wynosiły od 12,5 m do 20 m (średnio 15 m).

Konstrukcje stalowe to były najczęściej kratownice ze skratowaniem typu Pratta (przedział środkowy z podwójnymi krzyżulcami). Rozpiętości przęseł wynosiły od 40 m do 90 m. Żelbetowa płyta pomostu oparta była na ruszcie belek stalowych, a nawierzchnię wykonywano z kostki kamiennej. Jezdnia szerokości 6 m na dwa pasy ruchu. Elementy stalowe sprowadzano ze Stanów Zjednoczonych, bo na Kubie nie było hut.

Most nad rzeką Guamá (fot. 15) z 1931 r. na wjeździe do starej części miasta Pinar del Rio na *Carretera Central* jest obiektem 7-przęsłowym o konstrukcji belkowo-płytowej. W przekroju jest 5 belek opartych na solidnych podporach ścianowych. Poprzecznice tylko podporowe. Brak śladu łozysk oraz brak urządzeń dylatacyjnych. Do projektowania przyjmowano różnicę temperatury 20°C.



Fot. 15. Odnowione balustrady mostu nad rzeką Guamá w Pinar del Rio

Most Jatibonico (fot. 16) znajduje się na trasie *Carretera Central*, nad rzeką o nazwie Jatibonico del Sur. Jest mostem kratowym z jazdą dołem. Powstał w latach 1928–1929 i jest do tej pory eksploatowany. Kratownica stalowa z pasem górnym zakrzywionym rozpiętości 45 m. Rozstaw osi obu dźwigarów wynosi 8 m. Pomost w postaci rusztu belek stalowych, na których znajduje się płyta żelbetowa grubości 25 cm. Nawierzchnia z betonu asfaltowego szerokości 5,8 m. Po obu stronach jezdni chodniki szerokości 0,8 m.



Fot. 16. Przykład typowej kratownicy na CC

Posadowienie bezpośrednie na przyczółkach masywnych. Budowała go firma kubańska Compañía Cubana de Contratistas de la Habana. Jest przykładem solidnych mostów kratowych, których dużo zbudowano na wyspie w I połowie XX w. według projektów i przy pomocy firm amerykańskich. Brak utrzymania i konserwacji oraz uszkodzenia spowodowane ruchem pojazdów o przekroczonej skrajnie pionowej powodują, że stan tego rodzaju obiektów stanowi zagrożenie dla użytkowników.

Most Cauto Cristo (fot. 17) leży nad rzeką Cauto, najdłuższą rzeką na wyspie (370 km), w ciągu *Carretera Central*. Znajduje się na pierwszej na wyspie drodze królewskiej (*Camino Real de Cuba*) łączącej Holguin z Bayamo.



Fot. 17. Most w Cauto Cristo, kratowy trójprzęsłowy

W 1931 r. starą konstrukcję kratową zastąpiono nową 3-przęsłową z przęsłami (39,6 + 61 + 39,6) m. Przęsła skrajne mają pasy równoległe a środkowe górny pas paraboliczny. Jako płytę pomostu zastosowano nowinkę amerykańską – płytę betonową zbrojoną prętami stalowymi. Podczas budowy pierwsza podpora uległa pochyleń i trzeba było ją rozebrać. Podpory były na tyle wysokie, że umożliwiły wzniesienie konstrukcji stalowej mimo wysokiego poziomu wody. Był jednym z pięciu dużych mostów o podobnej konstrukcji zbudowanych w ciągu *Carretera Cenral*. Obecnie zaliczany do dziedzictwa narodowego.

Wiadukt Jovellanos (fot. 18) w ciągu *Carretera Central* pochodzi z 1934 r. Jest to konstrukcja ramowa żelbetowa wieloprzęsłowa. W przekroju 4 belki połączone monolitycznie ze słupami podpór o przekroju krzyżowym rozszerzającym się ku dołowi. Układ pomostu płytowo-żebrowy. Wiadukt przekracza linię kolejową. Jego długość wynosi 280 m, a światło między słupami 12 m przy rozpiętości przęseł 15 m. Na obustronnych wspornikach umieszczono solidne ażurowe żelbetowe balustrady. Mimo upływu lat konstrukcja, choć wykazuje ślady korozji betonu (zwłaszcza na wspornikach) jest podziwiana za swą solidność i niezawodność.

Mostem, którego nie widzieliśmy, a który warty jest odnotowania to most kolejowy **Zaza** przez rzekę o tej samej nazwie. Pochodzący z lat 30. ub. wieku wieloprzęsłowy obiekt poddawany jest obecnie wzmocnieniu i kapitalnemu remontowi. Jego konstrukcje stanowią blachownice oparte na wysokich, solidnych podporach.



Fot. 18. Estakada na CC w Jovellanos

Okres 1946–1958

Po II wojnie światowej nastąpił rozwój ekonomiczny i technologiczny kraju. Przejawiało się to w budowie nowych rodzajów konstrukcji: z betonu sprężonego o przekroju skrzynkowym, w układzie gerberowskim, płytowym lub prefabrykowanym belkowo-płytowym.

Konstrukcje sprężone to przede wszystkim konstrukcje kałobetonowe z kablami na zewnątrz przekroju (nazywane na Kubie typem Roeblinga), kotwionymi w blokach, stanowiących przeciwagę dla przęsła środkowego. Przebieg kabli był paraboliczny.

Konstrukcje gerberowskie to na ogół konstrukcje trójprzęsłowe z dwoma rodzajami przekrojów: skrzynkowe o zmiennej wysokości (masywne lub z otworem) oraz belkowe sprężone.

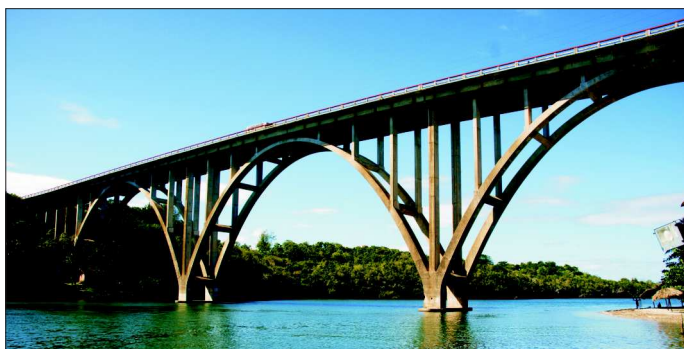
Konstrukcje płytowe miały rozpiętości od 2 m do 10 m, przy czym w latach 50. stosowano już konstrukcje ciągłe rozpiętości do 25 m.

Belkowo-płytowe prefabrykowane z użyciem belek o przekroju prostokątnym, długości 10, 12, 14, 16 i 20 m w rozstawie 1,5 m (przy pomoście szerokości 10 m). Stosowano także belki o przekroju teowym rozpiętości 25, 28 i 30 m. Płyta pomostu prefabrykowana lub wylewana na budowie. Przyczółki ażurowe lub skrzyniowe. Jezdnia szerokości 6,3 m z nawierzchnią asfaltową, krawężniki po 90 cm i chodniki po 95 cm.

Pierwszy most żelbetowy z prefabrykatów powstał w 1949 r. nad rzeką Guanabo w ciągu drogi Hawana-Matanzas (*Circuito Norte*).

Most Antonio Guiteras (fot. 19) leży nad rzeką Canimar na obrzeżach miasta Matanzas. Jest jednym z najważniejszych w prowincji, łącząc Matanzas z półwyspem Varadero. W latach 1924–1945 po wykonaniu badań geologicznych, zdecydowano o wielolukowej konstrukcji żelbetowej z jazdą górą. Projektowanie rozpoczęto w 1946 r. Autorami projektu byli inżynierowie José E. Menéndez Menéndez oraz Luis Sáenz Duplace. Konstrukcję tworzą 3 łuki rozpiętości po 66,3 m w rozstawie poprzecznym 7,95 m oraz części dojazdowe po 40,8 m i 57,3 m. Przekrój pomostu składa się z 5 belek i płyty. Most ma 297 m długości i wznosi się 35 m nad lustrem rzeki. Szerokość jezdni wynosi 12 m, a całkowita szerokość pomostu 15,9 m. Otwarto go 28 lipca 1951 r., ale do

ruchu dopuszczono dopiero w październiku po przeprowadzeniu próbnym obciążeniach. Podobnie jak inne mosty kubańskie wymaga zabiegów wzmacniających i naprawczych.



Fot. 19. Most Antonio Guiteras nad Canimar w Matanzas – jeden z najurodzivszych

Most Cañas (fot. 20) nad rzeką o tej samej nazwie, na drodze łączącej Cienfuegos z Trinidad leży w prowincji Villa Clara. Zbudowany w 1952 r. jako most z betonu sprężonego, wykonywany na miejscu w postaci belki o przekroju skrzynkowym. Sprężony dwoma grupami kabli typu Roeblinga (JARSCO). W sumie było 112 cięgien średnicy 25,4 mm. Druty były galwanizowane i dodatkowo zabezpieczone powłoką bitumiczną. Rozpiętość głównego przęsła wynosiła 250 stóp (76,2 m) i w tym czasie był to największy most z betonu sprężonego na zachodniej półkuli. Oba skrajne przęsła mają po 15,5 m długości. Obiekt oparto na wahaczowych łożyskach stalowych. Projektował go Mario G.Suarez (1926–2014), jeden z najwybitniejszych inżynierów kubańskich. Począwszy od 1977 r. obserwowano liczne pęknięcia drutów i cięgien. Kable wymieniono sprężając je według systemu francuskiego CCL. Mimo to podczas 5-letniego okresu obserwacji nadal stwierdzano pęknięcia cięgien. W 1999 r. w przekroju było 25 pracujących kabli.



Fot. 20. Most Cañas – pierwszy z betonu sprężonego

Mario Gonzalo Suarez y de Cardenas urodził się w Hawanie i tam ukończył studia na Uniwersytecie w 1948 r. W 1950 r. uzyskał tytuł Master of Science in Civil Engineering na Uniwersytecie Illinois (USA). W latach 1954–1958 był profesorem i kierownikiem Wydziału Konstrukcji w School of Science and Technology na Uniwersytecie św. Tomasza w Villanueva. Pracował też jako inżynier konstruktor w firmie „La Concretera Nacional”, jako kierownik robót publicznych i do

1960 r. miał prywatną praktykę, kiedy to po rewolucji kubańskiej opuścił kraj rodzinny przenosząc się z całą liczną rodziną do Stanów Zjednoczonych. Tam został kolejno: starszym konstruktorem w firmie nowojorskiej Ammann & Whitney, głównym inżynierem i wiceprezydentem Stressteel Corporation w Wilkes-Barre (PA) oraz szefem Schupack Suarez Engineers w Norwalk (CT). Podczas swej kariery zawodowej stał się jednym z pionierów przemysłu betonu sprężonego. Był autorem patentów w tej dziedzinie. Był jednym z założycieli Prestressed Concrete Institute and Post-Tensioning Institute. Jego największymi osiągnięciami mostowymi w okresie kubańskim były mosty Cañas i kratowy betonowy Zaza.

Most Arimao (fot. 21) jest mostem z betonu sprężonego zaprojektowanym przez Luisa Saenza. Jego środkowe przęsło liczy 75,5 m. Położony jest między Cienfuegos i Trinidad niedaleko od Zatoki Świń. Sprężony kablami amerykańskiego systemu Roeblinga. W owym czasie przepisy amerykańskie nie dopuszczały konstrukcji z betonu sprężonego i dlatego inżynierowie amerykańscy do prób z tą technologią wybierali np. Kubę.



Fot. 21. Most Arimao – jeden z pięciu pierwszych mostów sprężonych na wyspie

Most Agabama (fot. 22) z 1953 r. przez rzekę o tej samej nazwie ma długość 440,80 m. Leży w ciągu drogi łączącej Trinidad z Sancti Spiritus, jednym z pierwszych miast, w których osiedlili się Hiszpanie. Jest obiektem wieloprzęsłowym z prefabrykowanymi belek żelbetonowych rozpiętości po 14 m i z dwoma 30 m rozpiętości ustrojami ramowymi ze wspornikami po 10 m nad nurtem rzeki. Przęsło środkowe rozpiętości 40 m składa się z 20 m przęsła opartego przegubowo na wspornikach ustrojów ramowych, tworząc ustrój Gerbera. Ustrój ramowy sprężono kablami zewnętrznymi systemu



Fot. 22. Most Agabama z przęsłem gerberowskim i sprężonymi ramownicami

Roebinga. Dojazdy do ustrojów ramowych nad terenami zalewowymi wykonane z belek prefabrykowanych mają długości po 112 m i 224 m. Podpory prefabrykatów dwustułupowe z oczepem. Wykonawcą obiektu była firma Fernando Munilla Sr.

Niestety nie mogliśmy zobaczyć jednego z najciekawszych mostów na wyspie – **mostu nad rzeką Cuyaguatėje** (fot. 23). Most ten leży w prowincji Pinar del Rio, między stolicą prowincji a miastem Sandino. Prowadzi ruch na *Carretera Central* koło miejscowości Santa Teresa. Jest mostem kablobetonowym, o przekroju skrzynkowym. Rozpiętość przęsła 91 m, stawiała go na pierwszym miejscu wśród realizacji z betonu sprężonego na półkuli zachodniej. Był też trzeci w tej klasie obiektów w skali światowej. Rozpiętość przęsła wynikała z niekorzystnych warunków posadowienia podpór w nurcie rzeki. Most projektowali Luis Sáenz Duplace i Ignacio Martin Belmonte, a wykonawcą w latach 1956–1957 była firma Fernando Munilla Sr.², która w latach 1941–1960 zbudowała wiele obiektów betonowych na Kubie. Sprężenie wykonała firma Roebinga (JARSCO). Zastosowano technologię opracowaną przez Charlesa Cecila Sunderlanda (1880–1952)³, pioniera tych konstrukcji na kontynencie amerykańskim. Przekrój sprężono galwanizowanymi cięgnami średnicy 28–43 mm, zabezpieczonymi przed korozją powłoką bitumiczną. Kable umieszczono w dwóch komorach. Kable kotwiono w skałach, stanowiących posadowienie przyczółków. Na długość mostu składały się także dwa przęsła skrajne po 13,5 m, pracujące jako wsporniki. Przekrój skrzynkowy dwuotworowy miał 1,0 m wsporniki i całkowitą szerokość 9 m. Grubość płyty górnej i środków wynosiła po 0,20 m, a dolnej była zmienna 12–14 cm. W 2008 r. po przeszło 50 latach eksploatacji wymieniono w moście kable sprężające. Był jednym z 5 dużych mostów z betonu sprężonego, do których technologię opracował Sunderland. Cztery z nich są nadal w eksploatacji.



Fot. 23. Most Cuyaguatėje – największy z kablobetonowych w latach 50. [5]

Nie oglądaliśmy także innego ciekawego obiektu – **mostu Tuinucú**. Nowy, po zniszczeniach wojennych, jest mostem ramowym z odchylonymi podporami, rozpiętości 75 m. Przekrój przęsła skrzynkowy 3-otworowy. Projektowała go spółka Saenz-Cancio-Martin. Jest mostem z betonu sprężonego. Kable systemu Freyssineta. Został zrealizowany na przełomie lat 1956–1957, w ciągu zaledwie 72 dni.

² Po jej likwidacji przez Fidela Castro przeniosła się do Miami na Florydzie.

³ Sunderland był głównym inżynierem mostowym firmy. Pracował w niej w latach 1901–1952 aż do śmierci. Opracowywał olinowanie mostów wiszących Brooklyn i George Washington w Nowym Jorku oraz Golden Gate Bridge w San Francisco.

Okres 1959–1970

Po zwycięstwie rewolucji kubańskiej w 1959 r. przystąpiono do odbudowy zniszczonych obiektów. Sytuację utrudniała emigracja, głównie do Stanów Zjednoczonych najlepszych firm i specjalistów. Ponadto nowy rząd rewolucyjny miał inne priorytety takie jak uprzemysłowienie, opieka zdrowotna i edukacja.

Most Bacunayagua (fot. 24) wznosi się nad rzeką o tej samej nazwie. Znajduje się 18 km od Matanzas. Obiekt wyznacza granicę między prowincjami Mayabeque i Matanzas. Był ostatnim brakującym elementem ważnej trasy turystycznej Via Blanca. Projektował go zespół pod kierunkiem inżyniera Luisa Sáenza Duplace'a – kubańskiego twórcy wielu mostów na wyspie. Ale co ciekawe, podobno na podstawie koncepcji zaproponowanej przez studenta IV roku inżynierii lądowej José Pimpo Hernández (obecnie dr. inż.). Budowa trwała od 1956 r. do listopada 1959 r. Wykonawcą była firma kubańska „Sáenz, Cancio y Martín”. Podpory posadowiono na skale. Po raz pierwszy na Kubie zastosowano system łuków Melana, pozwalający na budowę łuku betonowego bez użycia krążyn, przez zastosowanie sztywnego zbrojenia. Most ukończono kilka miesięcy po zwycięstwie rewolucji. Jej przywódcy zdecydowali o kontynuacji budowy. 26 września most przekroczyli Fidel Castro Ruz, Celia Sánchez Manduley oraz Antonio Núñez Jiménez i tę datę uważa się za oficjalne otwarcie mostu, mimo że jeszcze nie był ukończony. Od 2009 r. data ta stała się celebrowanym Dniem Mostów Matanzas.

Budowa mostu była w owym czasie dużym wyzwaniem ze względu na skalę i kształt łuku. Długość mostu wynosi 313,5 m, a szerokość 16 m. Wznosi się 110 m nad łożyskiem rzeki, a rozpiętość samego łuku wynosi 114 m i sprawia, że jest to największy i najwyższy most na Kubie. Na długość mostu składa się 11 przęseł z belek struno- i kablobetonowych w rozstawie 2,8 m i długości po 28,5 m. Wysokość belek wynosi 1,6 m, a ich masa do 47 t. Z 10 podpór, 5 oparto poza łukiem. W 1997 r. most uznano za jeden z „7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej”, podkreślając elegancję podpór, technologię budowy i estetykę konstrukcji. Jest szczytowym osiągnięciem wśród współczesnych mostów kubańskich.

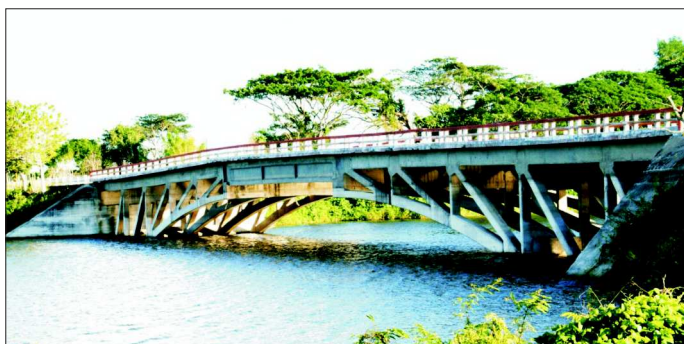
Do 1976 r. most nie wymagał naprawy i dopiero po tym terminie w ramach kapitalnego remontu wymieniono wszystkie



Fot. 24. Most Bacunayagua – „7 cud kubańskiej inżynierii lądowej”

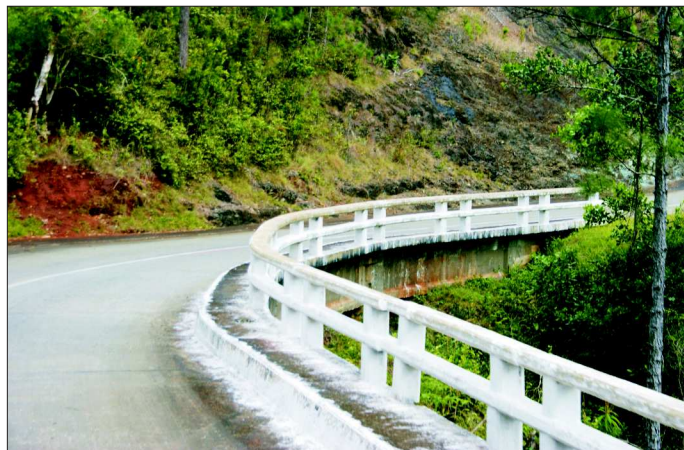
dźwigary z betonu sprężonego oraz pomost. Zastosowano jednak materiały złej jakości. Obecnie dwa główne czynniki zagrażają jego trwałości: korozja i agresywność środowiska. Zmiany patologiczne konstrukcji poddano ocenie przez firmy ENIA i EMPAI. Prace naprawcze polegające na uzupełnianiu ubytków betonu i iniekcji rys są na ukończeniu. Zastosowano najlepsze materiały w postaci specjalnych zapraw, farb, włókien węglowych oraz inhibitorów korozji.

Most Zaza (fot. 25) z 1959 r. na *Carretera Central* jest mostem kratowym rozpiętości 91,4 m z zawieszonym przęsłem środkowym długości 20 m. Most zastąpił inny zniszczony, prawdopodobnie w wyniku powodzi. Projektowali go Mario G. Suarez i Arango Y. Salas. Jest obiektem całkowicie prefabrykowanym. Prefabrykaty trójkątne wykonywano w poziomie terenu. Scalano je za pomocą cięgien American Stressteel. Budowę prowadzono z obu brzegów i zwierano środkowym segmentem. Wsporniki długości po 37,5 m są o zmiennej wysokości od 1,80 m w środku rozpiętości do 3,6 m nad podporami. Zwymiarowano je w ten sposób, że pozwalały na przemieszczanie po nich dźwigów, którymi dostarczano kolejne elementy kratownicy. Wsporniki zakotwiono w masywnych przyczółkach. Po napełnieniu pobliskiego zbiornika zapory wodnej, wezłowania łuku znalazły się pod wodą.



Fot. 25. Most Zaza – oryginalna konstrukcja kratowa z przęsłem zawieszonym

Wiadukt Farola (fot. 26) jest zaliczany do „7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej”. Leży na trasie z Guantánamo do Baracoa. Zbudowany w latach 1964–1965 jest uważany za obiekt o dużym znaczeniu i wartości. Prowadzi przez bardzo górzysty obszar do Baracoa, pierwszego miasta, które powstało na wyspie. W najwyższym punkcie osiąga 450 m n.p.m. Na odcinku 6 km stanowi część trasy Via Azul długości 154 km wiodącej z południa na północ wyspy. Budowę trasy rozpoczęto w końcu lat 40. Ze względu na duże trudności techniczne roboty przerwano. Jest to konstrukcja z betonu zbrojonego szerokości 6 m. Elementy prefabrykowane jak belki żelbetowe długości 7 m i 9 m, wykonywano na miejscu i podawano 30 t żurawiem na kołach. Na belkach wylewano zbrojoną płytę pomostu grubości 20 cm. Podpory słupowe 40 cm średnicy posadowiono w skale na głębokość 3–3,5 m. Ze względu na spękania skalne do drążenia skał nie można było stosować środków wybuchowych. Używano więc młotów pneumatycznych. Przy budowie pracowało 500 robotników. Kierował nimi prof. dr inż. Maximiliano Isoba Garcia.



Fot. 26. Wiadukt Farola – drugi z „7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej”

Okres po roku 1970

W 1970 r. rozpoczęto budowę drogi ekspresowej *Autopista Nacional* (A-1 i A-4). Okres ten charakteryzuje „typizacja kubańsko-sowiecka” [2]. Efektem współdziałania w tej dziedzinie jest intensywny rozwój prefabrykacji obiektów z betonu zbrojonego i sprężonego (fot. 27). Stosowano belki długości 10–25 m w rozstawie co 1,2 m, a także płyty pomostu, podpory i fundamenty (skąd my to znamy? – ten pęd do prefabrykacji). Powszechniejsze stały się też przyczółki ażurowe. W późniejszym okresie stosowano system „kubańsko-włoski”, charakteryzujący się rozpiętością przęseł do 35 m oraz większym rozstawem belek.



Fot. 27. Przykłady mostów z belek prefabrykowanych: a) drogowy na A-1, b) kolejowy



Fot. 28. Wieloprzęsłowy most przez zatokę Matanzas – most Guanima

W Pinar del Rio w 1992 r. zaprojektowano i wykonano bardzo nowoczesny jak na Kubę most składający się z dwóch bliźniaczych konstrukcji w odległości 1,11 m jedna od drugiej. Posadowienie wykonano na palach 1,2 m średnicy i długości od 7 m do 27 m. Belki swobodnie oparto na łożyskach elastomerowych. Długości belek wynosiły 30–35 m, a ich wysokość 1,9 m. Sprężono je 13 grupami cięgien Freyssineta składającymi się z 12 splotów \varnothing 7 mm. Obie konstrukcje położone są w łuku poziomym. Most projektowała Maria Teresa Dias. Obiekt jest 3-przęsłowy, ma długość 100 m i szerokość całkowitą 26 m. Na wykonanie tego obiektu przeznaczono 30 miesięcy, wykonawcą całości robót było przedsiębiorstwo Empresa Constructora de Obras de Ingeniería del Ministerio de la Construcción.

Most Guanima (fot. 28) powstał w 1994 r. w głębi zatoki Matanzas. Są to dwie nitki długości po 160 m i szerokości 12,4 m w jednym kierunku. Jest ciągłym obiektem zespółonym. Dźwigary dwuteowe 100B2 w rozstawie 9 m. Poprzecznice dwuteowe 80B2 w rozstawie co 6 m, tylko w strefach podporowych co 2 m. Dwie belki podłużne z dwuteowników 50B2 w rozstawie co 3 m. Pomost z prefabrykowanych płyt żelbetonowych grubości 18 cm. Łączniki stalowe co 2 m. Dźwigary oparto na łożyskach elastomerowych. Część mostu położona jest w łuku poziomym. Cyklon z 15.11.1994 r. spowodował zniszczenia polegające m.in. na przesunięciu pomostu o 25 cm.

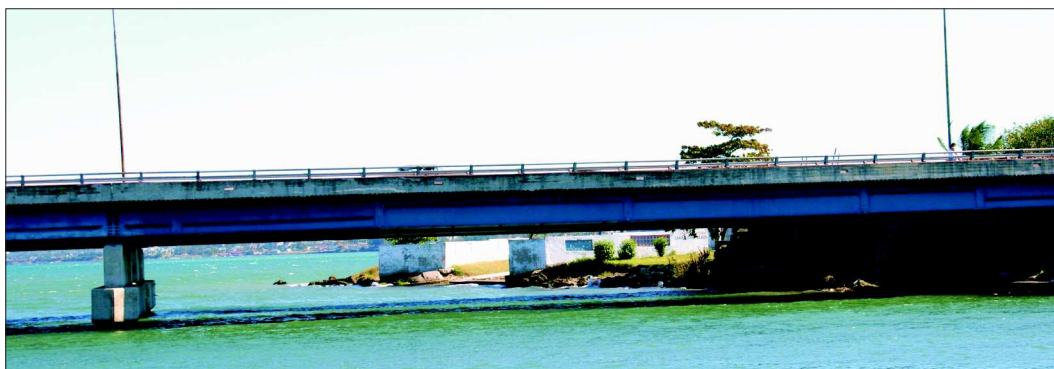
Most Viaducto (*Puente del Viaducto*) (fot. 29) jest jedną z ostatnich konstrukcji, zbudowaną w latach 1997–1999. Przewodzi dwujezdniową drogę nad rzeką San Juan w kierunku Varadero. Uważany jest za najnowocześniejszy most Matanzas. Konstrukcja zespółona: dźwigary stalowe – płyta pomostu betonowa. Projektowali go inżynierowie Maximiliano Ioba García, Augusto Clement Rodríguez i Laura R. Domínguez Bacallao. Jest mostem składającym się z dwóch po-

łożonych obok siebie konstrukcji, każda z nich dla jednego kierunku ruchu. Konstrukcje są typu belkowego, ciągłego, 2-przęsłowe zakrzywione w planie i z podporą w rzece. Podpory ścianowe na palach bez stopy fundamentowej. Długość przęsła 45 m. Zwracają uwagę nowoczesne bariery ochronne oraz poprzeczna belka między środkami obu konstrukcji, służąca do zamocowania masztu latarni. Przyczółki osłonięte betonowymi kaszycami.

Podsumowanie

Historia mostów na Kubie jest nierozzerwalnie związana z sięgającą XVI w. historią wyspy i jej rozwojem cywilizacyjnym. Pierwsze budowane mosty, wzorowane głównie na hiszpańskich projektach, nie wytrzymały próby czasu. Były to mosty drewniane i kamienne, głównie ceglane. Najstarsze zachowane obiekty pochodzą z końca XVIII w. i początku XIX w. (Camagüey, Sancti Spiritus). W II połowie XIX w. sięgnięto po czołowe rozwiązania europejskie i z tego okresu pochodzą ponad 100-letnie mosty żelazne i stalowe w Matanzas, o konstrukcji łukowej z jazdą górą (La Concordia, 1878) czy kratowej (Calixto García, 1899; Dubrocq, 1904), a nawet kratownicy ruchomej z pionową osią obrotu (Giratorio, 1904). Pierwsza połowa XX w. to duże zaangażowanie firm amerykańskich, które przy współpracy firm kubańskich zrealizowały plan rozbudowy oraz unowocześnienia sieci drogowej i kolejowej na wyspie. Główną arterią drogową stała się *Carretera Central*, droga biegnąca z zachodu na wschód wyspy i łącząca najważniejsze miasta. To na tej trasie znalazło się wiele nowoczesnych na owe czasy konstrukcji betonowych i stalowych, w postaci stypizowanych ustrojów łukowych, ramowych, belkowo-płytowych czy kratownic (rozpiętości od 30 m do 90 m). Wszystkie konstrukcje stalowe

były importowane, gdyż na wyspie nie było przemysłu hutniczego. Ustroje te są nadal eksploatowane, mimo ich na ogół złego stanu technicznego, spowodowanego brakiem utrzymania i napraw. W latach 50. ub. wieku powstało na Kubie kilka wyjątkowych obiektów mostowych w postaci betonowych ustrojów łukowych lub belkowych sprężonych o przekroju skrzynkowym. W tych os-



Fot. 29. Najnowszy – most Viaducto – o konstrukcji zespółonej

tatnich zastosowano nowatorski na kontynencie amerykańskim system sprężania kablami zewnętrznymi (Cañas, 1952; Cuyaguatete, 1957). Realizowała go firma Roeblinga (JARSCO), lecz projekty wykonywali inżynierowie kubańscy. W tym czasie powstał też słynny na Kubie łukowy most Bacunayagua (1959), zaliczony do „7 cudów kubańskiej inżynierii lądowej”. Po zwycięstwie rewolucji nastąpiła zmiana priorytetów i okres ten nie wyróżniał się niczym szczególnym. Wiele firm budowlanych i specjalistów wyjechało do Stanów Zjednoczonych. Zaczęto więc powszechnie stosować prefabrykowane ustroje belkowe, wzorując się na rozwiązaniach sowieckich. Dopiero w ostatnich 15–20 latach można zaobserwować rozwiązania nowocześniejsze jak konstrukcje zespolone i sprężone: struno- i kablobetonowe. Zintensyfikowano także prace utrzymaniowe i naprawy. Cechą charakterystyczną kubańskich obiektów mostowych małej i średniej rozpiętości jest brak łożysk i urządzeń dylatacyjnych. Wynika to z niewielkiej zmienności temperatury w ciągu roku (18–33°C). Inną cechą są zewnętrzne odbojnice na głowicach podpór, zabezpieczające przed zsunieniem przeseł w wypadku ataku cyklonów, powodzi lub trzęsienia ziemi.

Bibliografia

- [1] L. González Arestuche, R. Recondo Pérez, *Puentes de Matanzas*, Ediciones Matanzas, 2011
- [2] L. R. González Arestuche, *Experiencias y métodos para la conservación de puentes de carretera en la República de Cuba*, Tomo I 1998, Tomo II 1999, EMPAI, Matanzas
- [3] Y. C. Cepero, L.R. González Arestuche, *Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas*, Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2012, vol. 6, no. 2
- [4] J. de las Cuevas Toraya, *Las Siete Maravillas de la Ingeniería civil Cubana*, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 2011
- [5] D. A. Gasparini, *Charles C. Sunderland and the Diffusion of Prestressing Technologies in the Americas*, Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May 2009
- [6] I. J. López Hernández, *Carlos Benítez y los puentes de la ciudad cubana de Matanzas en 1849*, Laboratorio de Arte 26 (2014), pp. 301-313
- [7] H. Alfonso Pérez, P. A. Hernández Delgado, L. R. González Arestuche, *Reparación Puente de Ferrocarril Dubrocq*, Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2013, vol. 7, no. 2
- [8] R. F. Recondo Pérez, *Puentes de Matanzas, valioso testimonio a tener en cuenta en la Gestión Integral del Patrimonio-GIP*, Revista de Arquitectura e Ingeniería, 2011, vol. 5, no. 2

Z serwisu internetowego

Rada Naukowa przy Generalnym Dyrektorzem Dróg Krajowych i Autostrad powołana

15 stycznia 2015 roku odbyło się pierwsze posiedzenie Rady Naukowej w nowym, poszerzonym składzie przy Generalnym Dyrektorzem Dróg Krajowych i Autostrad.

Na podstawie Zarządzenia Nr 7 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 14 stycznia 2015 roku, ukonstytuowała się Rada Naukowa w składzie:

- dr hab. inż. Marek Iwański, prof. PŚ;
- prof. dr hab. inż. Józef Judycki;
- dr hab. inż. Piotr Olszewski, prof. PW;
- prof. dr hab. inż. Janusz Rymusza;
- prof. dr hab. inż. Tadeusz Sandecki;
- prof. dr hab. inż. Tomasz Siwowski;
- prof. dr hab. inż. Antoni Szydło;
- prof. dr hab. inż. Marian Tracz;
- prof. dr hab. inż. Henryk Zobel.

Spośród swojego grona Rada Naukowa wybrała Przewodniczącego, którym został prof. Antoni Szydło.

Rada Naukowa, jako zespół opiniodawczy Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad będzie doradzać m.in. w sprawach związanych z planowaniem rozwoju sieci dróg krajowych, ze zmianami przepisów i wymagań technicznych, instrukcji i innych dokumentów dotyczących działalności Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

Na pierwszym posiedzeniu Rady Naukowej, które odbyło się 15 stycznia 2015 roku poruszono następujące tematy:

- założenia wspólnego przedsięwzięcia Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w zakresie wsparcia badań naukowych i prac rozwojowych w obszarze drogownictwa,
- inżynieria wartości a trwałość projektu – od procesu projektowania przez realizację po użytkowanie,
- typizacja elementów środowiskowych – katalog rozwiązań do stosowania przez zarządców dróg,
- obszary stosowania innowacyjnych rozwiązań technicznych,
- nowoczesne środki inżynierii ruchu i ich wpływ na BRD.

Członkowie Rady Naukowej wyrazili gotowość wspierania Generalnego Dyrektora we wszystkich innowacyjnych i nowatorskich zagadnieniach do-

tyczących drogownictwa, w których opinia środowiska naukowego może być pomocna w podejmowaniu niejednokrotnie kluczowych decyzji.

15-01-2015

Wybrał i opracował: MR

Refundacje z funduszy unijnych – podsumowanie 2014 roku

W 2014 roku Komisja Europejska zrefundowała kwotę 7,710 mld zł z tytułu wydatków poniesionych przez GDDKiA w ramach projektów drogowych realizowanych z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013. Projekty realizowane przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad z POIiŚ przyniosły już Polsce refundację na poziomie blisko 41 mld złotych od początku realizacji tego Programu, tj. od 2007 roku. Dostępna alokacja środków unijnych dla projektów realizowanych przez GDDKiA w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 wynosi 10,37 mld euro.

30-01-2015

Wybrał: TS

źródło: <http://www.gddkia.gov.pl/pl/2659/Aktualnosci>

Umowa na budowę S51

Podpisano umowę na budowę drogi ekspresowej S51 na odcinku Olsztyn – Olsztynek. Wykonawcą zadania będzie firma EnerGOPOL-Szczecin SA, która wybuduje drogę za kwotę 394,8 mln zł. Termin realizacji to 20 miesięcy z wyłączeniem okresów zimowych. Firma zaoferowała 10-letni okres gwarancji. Po wybudowaniu tego odcinka dojazd z Olsztyna do drogi ekspresowej S7, która obsługuje ruch północ – południe w skali całego kraju, wraz z przejazdem obwodnicą Olsztyńska będzie zajmował ok. 10 minut. Już teraz dzięki obwodnicy Olsztyńska kierowcy omijają to miasto i nie czekają na wjazd na „siódemkę” z podporządkowanej drogi krajowej nr 51.

Investycja polegać będzie na budowie 13,3 km dwujezdniowej drogi ekspresowej S51 wraz z budową dróg serwisowych, remontem wybranych dróg lokalnych, budową obiektów inżynierskich oraz obiektów ochrony środowiska. Powstaną dwa węzły drogowe – „Stawiguda” i „Gryzliny”. Budowany odcinek drogi S51 dowiązany będzie do węzła Olsztyn Południe, zaprojektowanego w ciągu południowej obwodnicy Olsztyna. Koniec odcinka znajdzie się w okolicy miejscowości Ameryka, na styku z obwodnicą Olsztyńska w ciągu drogi S51.

06-02-2015

Wybrał: TS

źródło: <http://www.gddkia.gov.pl/pl/2659/Aktualnosci>