

# Rozbudowa miast

Naglące zapotrzebowanie  
na projekty budowy  
i konserwacji mostów



Mosty są istotną częścią globalnej infrastruktury, pozwalającej łączyć ludzi, towary i usługi.

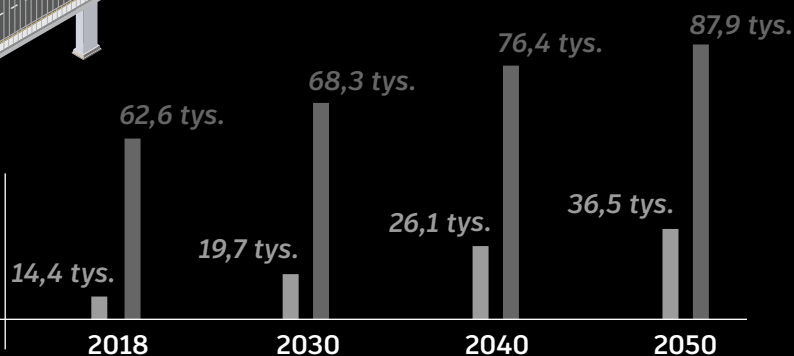
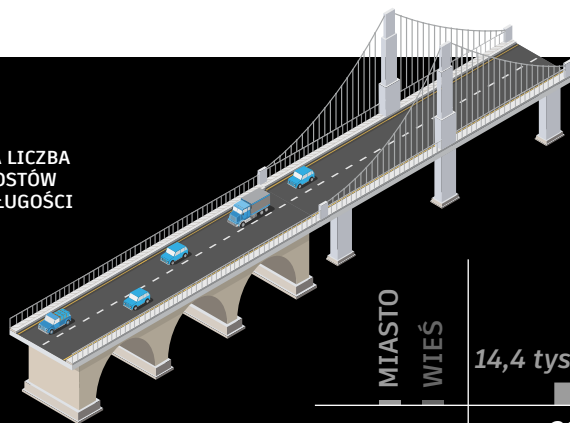
Na świecie są ponad 3 miliony mostów. Codziennie pojazdy przekraczają je 474 miliardy razy, przewożąc rocznie towary i usługi o wartości 9 bln USD.

Te podstawowe elementy sieci kolejowych i drogowych jednak się starzeją. Stan techniczny mostów na całym świecie jest opłakany.

**We Francji stwierdzono**, że jedna trzecia z 12 000 mostów drogowych wymaga naprawy, a ponad 800 stanowi zagrożenie, podczas gdy we Włoszech 300 mostów grozi zawaleniem.

**Najnowsze badania przeprowadzone w Japonii** wykazały, że 80 000 tuneli, mostów i innych istotnych elementów krajowej infrastruktury drogowej znajduje się w bardzo złym stanie.

ŚREDNIA ROCZNA LICZBA  
BUDOWANYCH MOSTÓW  
DROGOWYCH O DŁUGOŚCI  
PONAD 2 M<sup>3</sup>



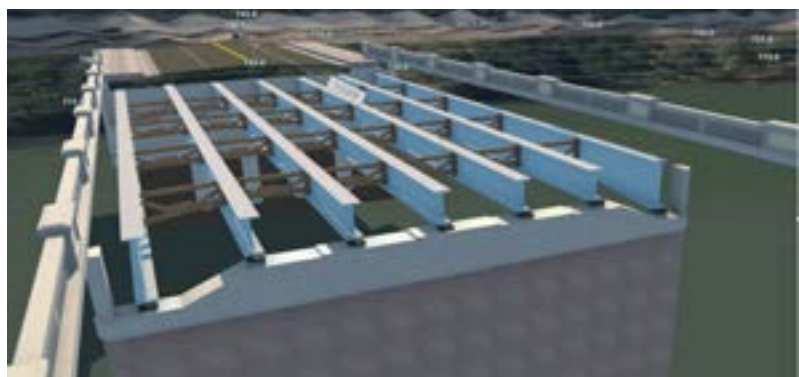
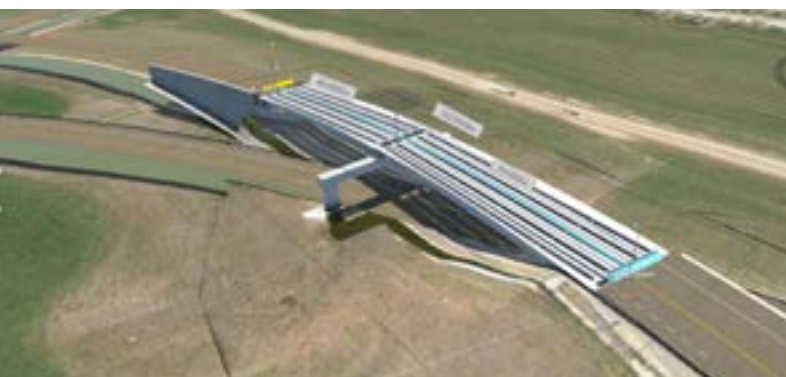
**Ostatnie badania przeprowadzone przez stowarzyszenie American Society of Civil Engineers (ASCE)** pokazują, że 42% amerykańskich mostów ma co najmniej 50 lat, a 7,5% z nich uważa się za „słabe konstrukcyjnie”. W całym kraju około 1,78 miliona przejazdów dziennie odbywa się przez 46 154 mosty, które wymagają naprawy. W raporcie ASCE szacuje się, że przy obecnym tempie naprawy przywrócenie dobrego stanu tych mostów potrwa do 2071 r., a w międzyczasie pogorszy się stan kolejnych mostów. W celu rozwiązania tego problemu zaleca się zwiększenie inwestycji w naprawę mostów o 58% do 22,7 mld USD rocznie.

W **amerykańskiej ustawie o infrastrukturze państwowej** ogłoszonej w styczniu 2022 r. przewidziano wydatek 40 mld USD na naprawę i odbudowę mostów zabytkowych lub zastąpienie ich nowymi obiektami, co stanowi jedyną

tak dużą inwestycję w odbudowę mostów od czasu powstania międzystanowego systemu autostrad w latach 50. Pokryje on naprawy we wszystkich stanach USA, jak również w Dystrykcie Kolumbii i Portoryko.

Z powodu tak dużej liczby mostów, które trzeba zbudować, zmodernizować, odnowić lub zastąpić nowymi obiektami, priorytetem dla wszystkich inżynierów lądowych jest zwiększenie wydajności i opłacalności procesu projektowania mostów i zapewnienie sprawnej współpracy.

Znalezienie odpowiedniego oprogramowania i stworzenie procesów zwiększających efektywność działania może pomóc zmniejszyć ryzyko i usprawnić realizację projektów, dzięki czemu łatwiej będzie zmierzyć się z ogólnokrajowym zadaniem naprawy mostów i osiągnąć założone cele.



**„...Zespoły mogą pracować na jednym, wspólnym rzeczywistym modelu projektu i wprowadzać w nim aktualizacje, które są widoczne i łatwo dostępne dla wszystkich”.**



### **Platforma dobrej współpracy**

Tradycyjnie proces projektowania mostów utrudniał brak rzeczywistych opcji współpracy dla kluczowych uczestników projektu – w tym projektantów dróg, projektantów mostów i zespołu dokumentacyjnego – którzy nie mogli łatwo udostępnić i poprawiać projektów na różnych platformach.

Pracę wykonywano w oddzielnych zespołach, a każdy zespół musiał ręcznie dostosowywać model do zmian wprowadzonych w innym miejscu. Oznaczało to, że projektowanie było bardziej narażone na błędy, zajmowało więcej czasu, a przekazywanie materiałów zespołom budowlanym się opóźniało.

Proces projektowania mostów oferowany przez Autodesk znacznie usprawnia współpracę, ponieważ umożliwia zespołom wspólną realizację przedsięwzięć przy użyciu oprogramowania obsługiwane przez **Autodesk AEC Collection**. Zespoły mogą pracować na jednym, wspólnym, rzeczywistym modelu projektu i wprowadzać w nim aktualizacje, które są widoczne i łatwo dostępne dla wszystkich.

Proces obejmuje typowe mosty na autostradach i mosty kolejowe, a rozszerzenie integracji o projekty drogowe i kolejowe w programie Civil 3D umożliwia opracowywanie szczegółowych modeli korytarzy z zastosowaniem praktycznie dowolnego typu podzespółów.

Zwiększono poziom szczegółowości elementów modeli mostów wymagających większej precyzji przy zachowaniu łatwości obsługi. Komponenty, takie jak złożone dźwigary 3D, szczegółowo opracowane ramy poprzeczne i diafragmy, można łatwo modelować.

Modele danych są również zgodne z **otwartym standardem IFC 4.3** stosowanym przy projektowaniu mostów.

Jak to działa?

## Proces projektowania mostów

Obejmujący trzy narzędzia projektowe – **Autodesk InfraWorks**, **Autodesk Civil 3D** i **Autodesk Revit** – proces projektowania mostów łączy zespoły zajmujące się projektami drogowymi i kolejowymi, projektami mostów i dokumentacją za pośrednictwem jednego modelu.

W jednym projekcie InfraWorks zespoły mogą pracować nad bardzo dużymi projektami infrastrukturalnymi, a nie tylko pojedynczym mostem. Dobrą ilustracją wspomnianych możliwości jest **projekt małej kolei automatycznej realizowany na międzynarodowym lotnisku w Los Angeles przez firmę HDR**.

Wspomniana współpraca dotyczy zespołów w ramach jednej organizacji, ale także organizacji partnerskich. Jeśli więc Twoja firma regularnie współdziała z zewnętrznymi podmiotami w celu realizacji projektów mostów, w takim przypadku również możesz wykorzystywać możliwości współpracy wynikające z opisywanego procesu projektowania mostów.

Gdy pracę nad projektem rozpoczyna na przykład zespół projektujący drogi, tworzy model w programie Civil 3D. Gdy zespół jest zadowolony z projektu, publikuje go w zasobach procesu, a zespół projektujący mosty może rozpocząć swoją część prac.

Zespół ten modeluje most na drodze lub linii kolejowej za pomocą programu InfraWorks, a po zakończeniu projektu wstępnie publikuje go. Wówczas współpracownicy z projektu drogowego uzyskują dostęp do najnowszej wersji modelu mostu.

Oczywiście można to zrobić także na odwrót, tzn. proces ten może rozpocząć zespół projektujący mosty. Zespół

zajmujący się dokumentacją może również uzyskać dostęp do projektu i wprowadzać do niego poprawki za pomocą programu Revit. Wbudowanie dodatku Dynamo zarówno w program Civil 3D, jak i Revit, pozwala użytkownikom jeszcze bardziej zwiększyć produktywność wieloosobowego procesu dzięki automatyzacji powtarzalnych aspektów tworzenia rysunków.

Proces w programie Revit obsługuje linie trasowania dróg lub torów w ramach opublikowanego modelu mostu z programu InfraWorks. Dzięki temu w przyszłych wersjach programu Revit możemy się spodziewać wielu ulepszeń związanych z procesami projektowania infrastruktury.

Ulepszone modelowanie zbrojenia w najnowszej wersji programu Revit pozwala teraz na obsługę bardziej złożonych geometrii, typowych dla mostów i tuneli.

Nowa funkcja adaptacyjnej propagacji zbrojenia umożliwia użytkownikom wycinanie złożonych układów zbrojenia z jednego komponentu, takiego jak filar mostu, i wklejanie do innego, nawet jeśli ich wymiary są różne. Zbrojenie jest automatycznie korygowane, aby odzwierciedlić różnice w wymiarach obiektu nadrzędnego, co zapewnia znaczne zwiększenie produktywności procesu.

Za każdym razem, gdy wprowadzana jest zmiana w modelu projektu drogi lub mostu, oprogramowanie może automatycznie dostosować wymiary z pozostałych etapów, a członkowie zespołu mogą opisywać wprowadzone zmiany w notatkach.

Ponadto projektanci mogą wybrać spośród wielu komponentów w katalogu, aby dopasować je jak najlepiej do warunków poszczególnych projektów. Ponieważ jest to otwarty proces, zespoły mogą również wykorzystać



program **Autodesk Inventor** w celu rozszerzenia bibliotek komponentów mostów o własne wymagania.

Proces projektowania zapewnia w pełni zintegrowane, udoskonalone funkcje analizy mostów, które pozwalają inżynierom na szybkie przeprowadzanie oceny obiektów na wczesnych etapach projektu, a nie, jak to się dzieje podczas realizacji konwencjonalnego procesu, znacznie później.

Użytkownicy mogą wykorzystać te funkcje do wyodrębniania w pełni skalibrowanych modeli analizy metodą elementów skończonych nadrzędnych konstrukcji stalowych na podstawie szczegółowej geometrii parametrycznej mostu.

Zintegrowana funkcja analityczna toruje również drogę dla wielu fascynujących możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego



Obejrzyj film wyjaśniający proces projektowania mostów. Zobacz też [te filmy](#), aby uzyskać więcej informacji.

w przyszłości oraz technik optymalizacji generatywnej, które pozwolą użytkownikom odkrywać niezmierzone pokłady rozwiązań.

## Wydajne i oparte na współpracy procesy projektowania infrastruktury

Proces projektowania mostów może pomóc Twojej firmie w wydajniejszej i efektywniejszej współpracy przy realizacji projektów infrastruktury komunalnej dowolnej wielkości. Ponieważ wszystkie zespoły mogą wprowadzać własne dane do tego samego modelu, stanowi to duży postęp w zarządzaniu procesami projektowania mostów.

Opracowanie dokumentacji projektowej i detalowanie można teraz rozpocząć znacznie wcześniej, gdyż łatwo je modyfikować. Projekt można zacząć tworzyć w programie Revit na wczesnym etapie. Także inżynierowie budownictwa lądowego mogą z dużym wyprzedzeniem zaplanować projekt mostu i wycenić jego koszty.

Opisywany proces umożliwia inżynierom łatwiejsze zarządzanie projektami mostów od koncepcji po projektowanie wstępne i szczegółowe, co skraca czas potrzebny na realizację tych etapów i zapewnia lepsze wyniki projektu.

Aby dowiedzieć się więcej, jak ten proces może pomóc Twojej firmie zwiększyć wydajność i usprawnić współpracę, [pobierz bezpłatne 30-dniowe wersje testowe](#) programów Civil 3D, Revit, InfraWorks i wielu innych niezbędnych narzędzi BIM zawartych w Autodesk AEC Collection.

Ara Ashikian jest kierownikiem produktów branżowych pracującym na potrzeby zespołów projektowych Autodesk ds. mostów i inżynierii lądowej. Przed dołączeniem do Autodesk w 2013 r. zdobył ponad 20-letnie doświadczenie jako inżynier budowy mostów i programista w dużej liczbie projektów mostów, w tym w zakresie projektowania wstępnego, konstrukcyjnego i detalowania różnorodnych typów mostów. Projekty te obejmowały szczegółowe opracowania inżynierskie mostu wiszącego EG LNG w Afryce, jak również mostu New Bay Bridge (samozakotwiczonego mostu wiszącego w Kalifornii), szczegółowe opracowania inżynierskie zwodowania mostu w kanionie Kicking Horse w kanadyjskich Górach Skalistych oraz mostu Coast Meridian w Vancouver.

© 2022 Autodesk Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone