

EFEKTYWNE METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ

Adam Wysokowski

prof. dr hab. inż. Kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska,
Uniwersytet Zielonogórski, e-mail: awysokowski@infra-kom.eu

Streszczenie. Referat stanowi résumé prezentacji wygłoszonej na konferencji NOVKOL 2020, w której przybliżono nowoczesne i efektywne metody wzmocnienia przepustów infrastruktury kolejowej.

Słowa kluczowe: przepust, wzmocnienie przepustów

Konstrukcje przepustów były budowane od czasu, gdy zaczęły powstawać pierwsze linie kolejowe i drogi kołowe. Budowane były w różnym okresie i z różnych materiałów, dlatego też mamy tutaj do czynienia z bardzo dużą różnorodnością konstrukcyjną tych obiektów. Ich forma architektoniczna jest również bardzo urozmaicona. Wiele z tych obiektów to obiekty zabytkowe, często o wyjątkowej wartości historycznej, technicznej i architektonicznej (mimo, że czasami ich walory nie są do końca należycie doceniane).

Mający miejsce obecnie intensywny rozwój infrastruktury transportowej w naszym kraju, a także rozwój nowych technologii i materiałów, spowodował wprowadzenie do powszechnej praktyki inżynierskiej w ostatnich latach przepustów nowego typu. Ich nowoczesność polega głównie na nowych rozwiązaniach materiałowych rur osłonowych (zarówno o przekroju kołowym, jak również innych kształtach) oraz współpracy z gruntem w przenoszeniu obciążeń eksploatacyjnych. Jest to ściśle związane z obecną budową nowych i modernizacją istniejących linii kolejowych.

Należy jednak brać pod uwagę, że w ciągu obecnie eksploatowanych linii kolejowych w naszym kraju znajduje się kilkadziesiąt tysięcy przedmiotowych obiektów inżynierskich. Ich stan techniczny niejednokrotnie pozostawia wiele do życzenia. W opinii autora referatu stan ten wynika z faktu niedoceniań tych obiektów z uwagi na ich małe gabaryty w porównaniu do mostów. Coraz powszechniej znane jest w środowisku inżynierskim powiedzenie autora sprzed kilkadziesiątu już lat, że „przepusty to mniejsi, a przez to słabsi bracia mostów”. Należy jednak zwrócić uwagę, że obiekty te pełnią takie same funkcje, a ich znaczenie w liniowej infrastrukturze komunikacyjnej jest tak samo ważne [1].

Z powyższego wynika, że z uwagi na wspomniany zły lub niezadowolający stan techniczny wielu przepustów i rosnące natężenie ruchu kolejowego oraz obciążenia

eksploatacyjne, istnieje duża potrzeba ich wzmocnienia i przebudowy. Ponadto niejednokrotnie projekty kolejowe dotyczą poszerzania istniejących nasypów kolejowych i jednocześnie dostosowania ich do obowiązujących normatywów, a co za tym idzie, często wiążą się z koniecznością wydłużania istniejących przepustów znajdujących się w ciągu tych modernizowanych linii.

Obecnie dopracowano się wielu nowych technologii wzmocnienia przepustów z użyciem nowoczesnych materiałów. Technologie te zapewniają zarówno trwałość konstrukcji wzmocnionej, jak również jej funkcjonalność użytkową. Polegają głównie na przywróceniu pierwotnej nośności lub jej zwiększeniu w zależności od potrzeb konstrukcyjnych. Technologie te przyczyniają się zarówno do przedłużenia trwałości eksploatacyjnej jak również poprawy walorów estetycznych i architektonicznych.

Autor referatu zajmuje się tą tematyką od kilkudziesięciu lat, tak w zakresie badań materiałowych, wdrażaniem technologii, a także wykonywaniem właściwych projektów technicznych uwzględniających opisywane metody renowacji.

Systemy tych prac obejmują zarówno wykorzystywanie dodatkowych struktur nośnych w postaci rur konstrukcyjnych lub rękawów kompozytowych, jak również stosowanie materiałów wysoko modyfikowanych z zakresu chemii budowlanej [2].

Poniżej zestawiono obecnie najczęściej stosowane metody wzmocnienia konstrukcji przepustów:

- metoda Reliningu (tzw. metoda „rura – w rurę”),
- nowoczesne kompozytowe rękawy wzmocniające – systemy z grupy CIPP,
- stosowanie nowoczesnej chemii budowlanej,
- metody mieszane z użyciem w/w wcześniej metod i innych technologii, np. kotew chemicznych.

Do najczęściej wykorzystywanych nowoczesnych technologii wzmocnienia omawianych konstrukcji należy metoda reliningu, czyli stosowanie dodatkowych konstrukcji nośnych. Idea omawianej metody polega zasadniczo na wprowadzaniu do wnętrza istniejącego, wzmocnianego przepustu, dodatkowej konstrukcji nośnej o przekroju kołowym lub innym, a następnie wypełnieniu przestrzeni pomiędzy obiektem a konstrukcją wzmocniającą dodatkowym materiałem [3]. W wyniku stosowania tej technologii powstaje konstrukcja „quasi” zespolona składająca się z obiektu wzmocnianego, materiału wypełniającego oraz konstrukcji wzmocniającej. Ważne jest przy tym odpowiednie przeliczenie światła obiektu tak, aby „nowy” przepust spełniał zakładane parametry użytkowe [4]. Metoda ta, charakteryzuje się tym, że umożliwia wzmocnienie przepustów bez konieczności rozbierania istniejącego obiektu oraz wstrzymania ruchu kolejowego (przy uwzględnieniu stanu technicznego istniejącej konstrukcji). Jeżeli jest taka konieczność, zawsze istnieje możliwość powiększenia światła poprzez dobudowanie równoległego dodatkowego przepustu, ale już o mniejszym świetle (w tym np. metodą bezwykopową HDD).

Do najnowszych metod wzmocnienia przepustów komunikacyjnych należy zaliczyć technologię wykorzystującą utwardzane rękawy kompozytowe.

Technologia ta określana mianem CIPP (Cured In Place Pipe) polega na umieszczeniu bez ingerencji w strukturę zewnętrzną konstrukcji przepustu, specjalistycznej wykładziny dopasowanej do kształtu przewodu w postaci rękawa nasączonego żywicą z tworzyw polimerowych, a następnie na jego utwardzeniu tak, aby spełniał wymagane parametry wytrzymałościowe dla danego obiektu [5]. W wyniku procesu utwardzania rękaw w pełni uszczelnia uszkodzony przewód, pokrywa rysy oraz pęknięcia. Według badań przeprowadzonych przez specjalistów, w tym autora, utwardzony rękaw zaczyna również tworzyć samodzielny ustrój nośny w postaci elementu konstrukcyjnego, dla którego istniejący obiekt stanowi formę „szalunku traconego”, umożliwiającego jedynie montaż rękawów. Należy stwierdzić, że dzięki wytrzymałości uzyskanej w wyniku innowacyjnego procesu utwardzania, rękaw może pełnić samodzielny nośny element konstrukcyjny współpracujący z istniejącą zasypką, która ulega przesklepieniu – w tym również w wyniku procesów reologicznych. Nowa konstrukcja wykonana jest wtedy na trasie istniejącego, wzmacnianego obiektu, którego nie trzeba poddawać rozbiórce, a istniejący obiekt stanowi formę szalunku traconego, umożliwiającego jedynie montaż rękawa. Następnie, co pokazuje praktyka, tak wzmacniany obiekt pracuje całościowo, jako zintegrowana konstrukcja zespolona (współpracująca powłoka z otaczającym ośrodkiem).

Przy obliczaniu konstrukcji wzmacniających (np. w metodzie reliningu), w przeciwieństwie do obiektów nowobudowanych, należy również brać pod uwagę – szczególnie przy zbieraniu obciążeń stałych – że istniejąca konstrukcja stanowi dodatkowe obciążenie w początkowej fazie eksploatacji przepustu komunikacyjnego. W późniejszej fazie eksploatacji, istniejący obiekt współpracując z konstrukcją poprzez jej stopniową degradację w czasie, tworzy w efekcie quasi-homogeniczny ośrodek gruntowy współpracujący z konstrukcją podatną. W tym przypadku istnieje pewna trudność w prawidłowym doborze metod obliczeniowych. Zasadniczym problemem napotkanym przy projektowaniu konstrukcji zagłębionych w tak „skomplikowanym” ośrodku jest wyznaczenie wielkości oraz rozkładu obciążeń działających na ich powierzchnię zewnętrzną. W dużej mierze trudności te wynikają z losowego i reologicznego charakteru czynników mających wpływ na pracę konstrukcji.

Używane obecnie metody obliczeniowe (głównie metody tradycyjne) różnią się od siebie, co może być przyczyną częstego przewymiarowania i utrudnia możliwość weryfikowania wyników. Faktem jest, że ośrodek gruntowy nie stanowi tylko obciążenia budowli, ale także stanowi element przenoszący obciążenia. Efektem współpracy konstrukcji z gruntem jest poprawa rozkładu obciążeń, a co za tym idzie obciążenie jest równomiernie rozłożone wokół przekroju, wynikiem czego momenty zginające mają mniejszą wartość [6], [7]. Badania takie w skali naturalnej przeprowadził również autor na wielu konstrukcjach, które potwierdziły w pełni to zjawisko.

Podsumowując, przy doborze metod wzmocnienia przepustu bardzo istotna jest jej trwałość. Dobór metody powinien być opracowany z uwzględnieniem zarówno inżynierii trwałości, jak również z zachowaniem zasad zrównoważonego

rozwoju [8]. Ponadto, nie bez znaczenia jest konieczność i przy tych technologiach również możliwość zapewnienia z powodzeniem ciągłości ruchu kolejowego, bądź też jego ograniczenie w minimalnym zakresie, co znacznie zmniejsza ponoszone koszty społeczne przy tego typu inwestycjach.

Więcej informacji dotyczących tematyki związanej z efektywnymi metodami wzmacniania przepustów Infrastruktury kolejowej znajdą Państwo w mojej prezentacji konferencyjnej.

Bibliografia

- [1] Wysokowski A., Durability of flexible corrugated steel shell structures - theory and practice. Archives of Institute of Civil Engineering .- 2017, nr 23, s. 347-- 361, ISSN: 1897-4007.
- [2] Dmowski P., Rehabilitacja infrastruktury podziemnej. Geoinżynieria Drogi Mosty Tunele 01/2009 (20), s. 66-69.
- [3] Janusz L., Madaj A., Gruntowo-powłokowe konstrukcje z blach falistych Projektowanie, wykonawstwo i utrzymanie, WKŁ, Wrocław 2019 r.
- [4] Kuliczkowski A, Dańczuk P., Redukcja przekroju nie zawsze oznacza zmniejszenie przepustowości. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, Maj – Czerwiec 2008 r. s. 93-96.
- [5] Madryas C., Kolonko A., Wysocki L., Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002 r.
- [6] Kunecki B., Zachowanie się ortotropowych powłok walcowych w ośrodku gruntowym pod statycznym i dynamicznym obciążeniem zewnętrznym. PWt Wrocław 2006 r.
- [7] Machelski Cz. „Modelowanie mostowych konstrukcji gruntowo-powłokowych” Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2008 r.
- [8] Wysokowski A., Howis J., Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 1 - 25. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne. 2007 – 2020 r.

**NOVKOL'20****Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania
w Transporcie Szynowym**

WEBINARIUM 2 GRUDNIA 2020 roku

EFEKTYWNE METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ

EFFECTIVE METHODS OF STRENGTHENING THE RAILWAY CULVERT STRUCTURES



prof. dr hab. inż. Adam Wysokowski
Kierownik Zakładu Dróg, Mostów i Kolei
Wydział Budownictwa, Architektury i Inż. Środowiska
Uniwersytet Zielonogórski



PLAN PREZENTACJI

1. WPROWADZENIE
2. TRWAŁOŚĆ EKSPLOATACYJNA PRZEPUSTÓW
3. TECHNOLOGIE WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW KOMUNIKACYJNYCH
4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

WPROWADZENIE

OBIEKT INŻYNIERSKI
POWINIEN SPEŁNIAĆ NASTĘPUJĄCE
WYMAGANIA:

- SPEŁNIAĆ WYMAGANIA UŻYTKOWNIKÓW.
- BYĆ BEZPIECZNY.
- BYĆ TRWAŁY.
- BYĆ PRZYJAZNY DLA ŚRODOWISKA.

WPROWADZENIE

MAJĄCY MIEJSCE OBECNIE INTENSYWNY
ROZWÓJ INFRASTRUKTURY
TRANSPORTOWEJ W NASZYM KRAJU,
A TAKŻE ROZWÓJ NOWYCH
MATERIAŁÓW I TECHNOLOGII, SPOWODOWAŁ
WPROWADZENIE DO PRAKTYKI
INŻYNIERSKIEJ W OSTATNICH LATACH,
PRZEPUSTÓW O NOWOCZESNEJ
KONSTRUKCJI.

WPROWADZENIE

NALEŻY JEDNAK BRAĆ POD UWAGĘ,
ŻE STAN TECHNICZNY
WIELU OBECNIE EKSPLOATOWANYCH
OBIEKTÓW NIEJEDNOKROTNIE
POZOSTAWIA WIELE DO ŻYCZENIA.

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

TRWAŁOŚĆ TYCH OBIEKTÓW JEST
BEZPOŚREDNIO ZWIĄZANA Z:

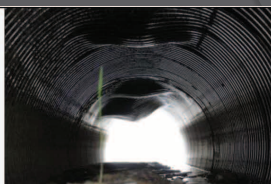
- TYPYM ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNEGO
- RODZAJEM ZASTOSOWANYCH MATERIAŁÓW
- JAKOŚCIĄ WYKONAWSTWA
- CZYNNIKAMI EKSPLOATACYJNYMI I ŚRODOWISKOWYMI
- JAKOŚCIĄ PRAC UTRZYMANIOWYCH

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

USZKODZENIA, UBYTKI SPOIN,
RYSY I SPEKANIA, OSIADANIA FUNDAMENTÓW
ORAZ USZKODZENIA SKARP,
NIECHYBNI PRZYCZYNIĄ SIĘ DO
INTENSYWNEJ DEGRADACJI TYCH OBIEKTÓW.

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

Uszkodzenia i awarie
na etapie wykonawstwa.



Ubytki spoin oraz cegieł.



Osiadania konstrukcji fundamentów.



TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

Pęknięcia, odspojenia i rysy zasadniczych elementów konstrukcyjnych.



Ubytki, wymywanie i deformacje skarp.



Czynniki środowiskowe – powódzie, ekstremalne wahania temperatur itp.



TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

W PRZYPADKU GRUNTOWO-POWŁOKOWYCH KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW I PRZEJŚĆ DLA ZWIERZĄT WYKONANYCH ZE STAŁOWYCH BLACH FALISTYCH WYSTĘPUJE RÓWNIEŻ TECHNICZNY PROBLEM PRAWIDŁOWEGO ODWADNIANIA TYCH KONSTRUKCJI.

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW



PRZYKŁAD WPŁYWU NIEWŁAŚCIWEGO ODWADNIANIA
KONSTRUKCJI GRUNTOWO-POWŁOKOWYCH
PRZEPUSTÓW ZE STALOWYCH BLACH FALISTYCH

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

DLA PODNIESIENIA TRWAŁOŚCI KONSTRUKCJI PODATNYCH Z BLACH FALISTYCH MOŻNA ZASTOSOWAĆ SYSTEM DUPLEX, CZYLI POKRYCIE POWŁOKI CYNKOWEJ DODATKOWĄ POWŁOKĄ MALARSKĄ.

TRWAŁOŚĆ TAKIEGO SYSTEMU JEST ZWYKLE WIĘKSZA NIŻ SUMA OKRESU OCHRONY OBU POWŁOK ZGODNIE Z PODANYM RÓWNANIEM:

$$S_D = 1,2 \div 2,5 (S_{Zn} + S_{Coat})$$

where:

S_D - protection period (durability) of combined Duplex system,

S_{Zn} - protection period (durability) of Zink coating,

S_{Coat} - protection period (durability) of paint coating.

TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW

DLA PODNIESIENIA TRWAŁOŚCI

STOSUJE SIĘ RÓWNIEŻ WDROŻONE W OSTATNIM
CZASIE NOWOCZESNE TECHNOLOGIE
BAZUJĄCE NA

WYKORZYSTANIU TWORZYW SZTUCZNYCH.

PRZYKŁAD PRZEPUSTU
ŻELBETOWEGO
Z WYKŁADZINĄ
WYKONANĄ Z PE



TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

OBECNIE DOPRACOWANO SIĘ WIELU
NOWYCH TECHNOLOGII WZMACNIANIA
PRZEPUSTÓW Z UŻYCIEM NOWOCZESNYCH
MATERIAŁÓW.

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW
SYSTEMY TYCH PRAC,
OBEJMUJĄ ZARÓWNO WYKORZYSTYWANIE
DODATKOWYCH STRUKTUR NOŚNYCH
(W POSTACI RUR KONSTRUKCYJNYCH LUB
RĘKAWÓW KOMPOZYTOWYCH),
JAK RÓWNIEŻ STOSOWANIE MATERIAŁÓW
WYSOKO MODYFIKOWANYCH
Z ZAKRESU CHEMII BUDOWLANEJ.

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

Metoda reliningu

(tak zwana metoda „rura w rurę”).

Metoda ta charakteryzuje się tym, że umożliwia wzmocnienie przepustów bez konieczności rozbiórki istniejącego obiektu i zatrzymania ruchu drogowego (z uwzględnieniem stanu technicznego istniejącej konstrukcji).



Nowoczesne materiały z zakresu chemii budowlanej.

Wzmocnienie tych konstrukcji polega na naprawie strukturalnej i wypełnieniu istniejących ubytków, rys i pęknięć nowoczesnymi, wysoko modyfikowanymi, materiałami niskoskurczowymi.

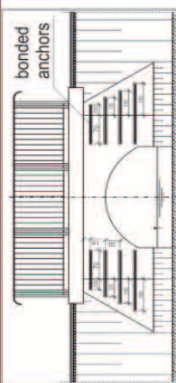


TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

Nowoczesne kompozytowe rękawy wzmacniające (CIPP).
Dzięki innowacyjnemu procesowi utwardzania rękaw kompozytowy może stanowić niezależną konstrukcję nośną.



Metody mieszane z wykorzystaniem wyżej wymienionych metod i innych technologii, np. Kotwy chemiczne.
Metody te łączą wymienione zalety innych metod naprawy oraz dodatkowych elementów wzmacniających, np. dodatkowych kotew lub cięgien wzmacniających.



TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

Poszerzanie istniejących konstrukcji przepustów
z wykorzystaniem dodatkowych elementów konstrukcyjnych



Zastosowanie geosyntetyków jako warstw wzmacniających
zasypek gruntową.

Jak wykazały badania (pod kierunkiem autora), już jedna warstwa geosyntetyków w przypadku przepustów o konstrukcji podatnej zmniejsza odkształcenie pionowe klucza konstrukcji nawet o 30%.



TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



PRZYKŁAD RENOWACJI OBIEKTU
Z WYKORZYSTANIEM WZMACNIAJĄCEJ KONSTRUKCJI
ZE STALOWYCH BLACH FALISTYCH
TYPU BOXCULVERT
(renowacja przepustu wykonana wg projektu technicznego autora)

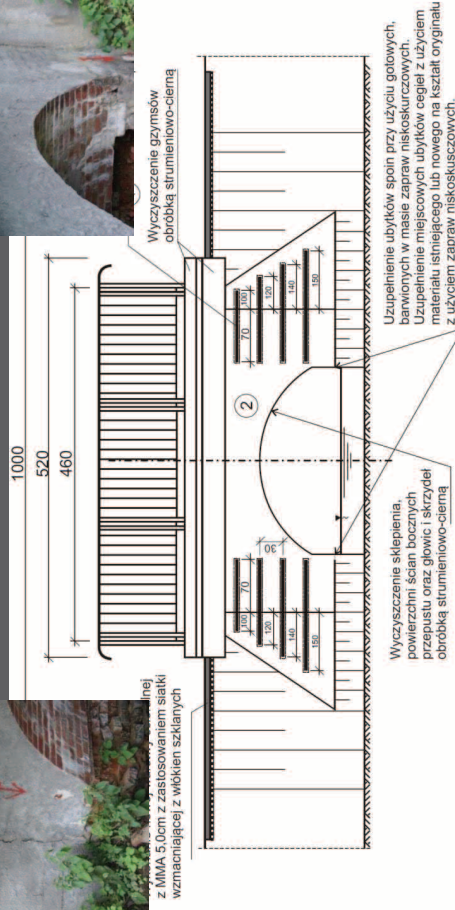
TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



Wycieszczenie gzymśców obróbką strumieniowo-ciełną z MMA 5,0cm z zastosowaniem siatki wzmacniającej z włókien szklanych



Wycieszczenie gzymśców obróbką strumieniowo-ciełną



PRZYKŁAD WZMOCNIENIA PRZEPUSTU DROGOWEGO Z WYKORZYSTANIEM

DODATKOWEGO ZBROJENIA WZMACNIAJĄCEGO

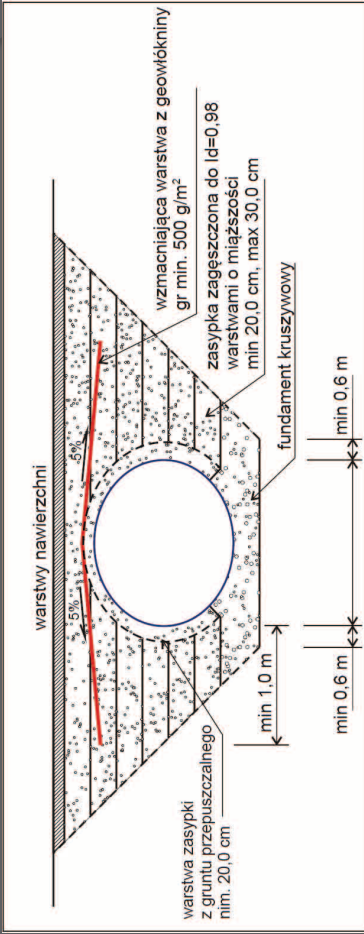
(renowacja przepustu wykonana wg projektu technicznego autora)

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



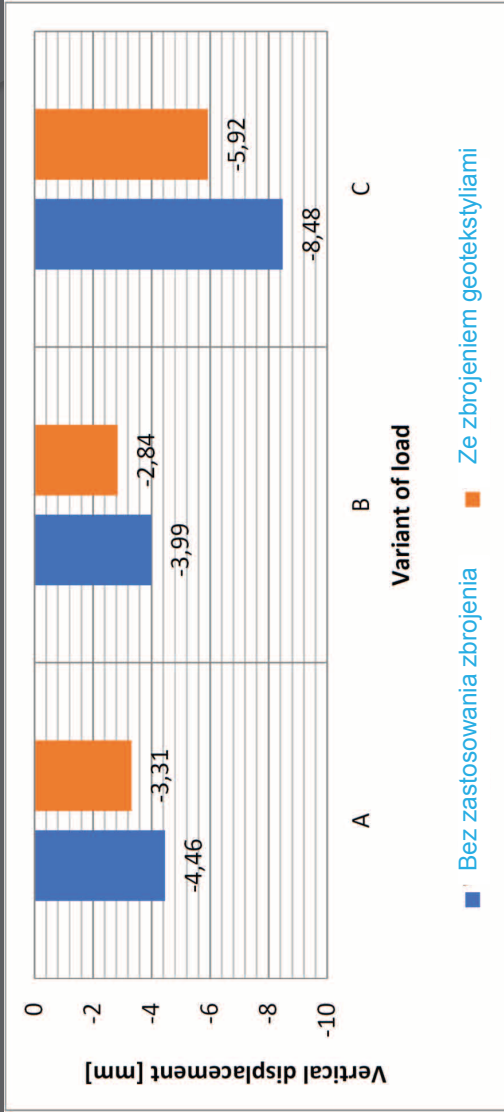
WIDOK ZREALIZOWANEGO
PRZEDŁUŻENIA OBIEKTU KOLEJOWEGO
Z WYKORZYSTANIEM ŻELBETOWYCH PREFABRYKATÓW
O PRZEKROJU SKRZYNKOWYM

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA WZMOCNIENIA GEOTEKSTYLAMI PRZEPUSTU O MAŁYM NAZIOMIE

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



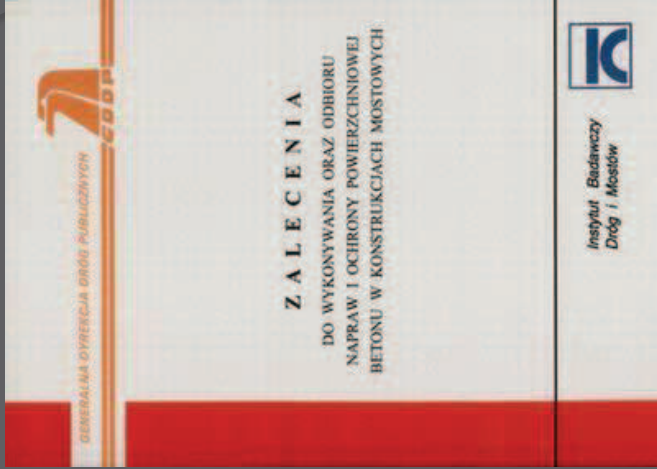
PRZYKŁAD WPŁYWU ZASTOSOWANIA JEDNEJ WARSTWY ZBROJENIA GEOSYNTETYKAMI NA NOŚNOŚĆ PRZEPUSTU TYPU BOXCULVERT NA PODSTAWIE BADAŃ AUTORA W SKALI NATURALNEJ

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



Zalecenia wykonano z udziałem autora.

TECHNOLOGIE I METODY WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW



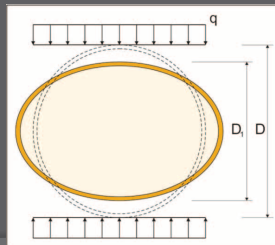
Zalecenia wykonane z udziałem autora.

METODY OBLICZENIOWE WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

PRZY DOBORZE METOD OBLICZENIOWYCH
NALEŻY MIEĆ NA UWADZE FAKT,
ŻE W OBECNYM STANIE WIEDZY TECHNICZNEJ
ISTNIEJĄCA KONSTRUKCJA PRZEPUSTU
MOŻE BYĆ TRAKTOWANA,
JAKO ELEMENT ZASYPKI WSPÓŁPRACUJĄCEJ
Z NOWĄ KONSTRUKCJĄ WZMACNIAJĄCĄ.

METODY OBLICZENIOWE WZMACNIANIA PRZEPUSTÓW

WSPÓŁPRACA POMIĘDZY KONSTRUKCJĄ
OBIEKTU, A OŚRODKIEM GRUNTOWYM
PRZYCZYNIĄ SIĘ
DO OPTYMALIZACJI PRZENOSZENIA
OBCIĄŻEŃ EKSPLOATACYJNYCH.



WNIOSKI

WNIOSKI

**ODPOWIEDNI DOBÓR TECHNOLOGII
WZMOCNIENIA, LUB RENOWACJI**

PRZY OBECNYM STANIE WIEDZY TECHNICZNEJ

**POZWALA NA UZYSKANIE ZAKŁADANEJ
TRWAŁOŚCI OBIEKTU
PRZY ZMINIMALIZOWANIU NAKŁADÓW
MATERIAŁOWYCH I EKONOMICZNYCH.**

WNIOSKI

**DOBÓR METODY
POWINIEN BYĆ OPRACOWANY
Z UWZGLĘDNIENIEM ZARÓWNO
INŻYNIERII TRWAŁOŚCI,
JAK RÓWNIEŻ Z ZACHOWANIEM
ZASAD ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU.**

WNIOSKI

**ZASTOSOWANIE OPTYMALNYCH,
ZRÓWNOWAŻONYCH
ROZWIĄZAŃ INŻYNIERSKICH
DO REMONTÓW I RENOWACJI
KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW
PRZYNOSI KORZYŚĆ ZARÓWNO
DLA UŻYTKOWNIKÓW CIĄGÓW KOMUNIKACYJNYCH,
JAK I ŚRODOWISKA NATURALNEGO.**

WNIOSKI

AUTOR STWIERDZA, ŻE PRZY OBECNYM:

- STANIE WIEDZY I METODACH OBLICZEŃ
- NOWOCZESNYCH MATERIAŁACH, TECHNOLOGIACH I SPRZĘCIE TECHNICZNYM

**WIELE EKSPLOATOWANYCH DZISIAJ
W ZŁYM STANIE TECHNICZNYM KONSTRUKCJI
PRZEPUSTÓW MOŻNA Z POWODZENIEM REWITALIZOWAĆ
LUB WZMOCNIĆ TYM SAMYM ZNACZNIE
PRZEDŁUŻYĆ ICH OKRES EKSPLOATACJI
NAWET PRZY ZWIĘKSZONYCH OBCIĄŻENIACH.**



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

