



TRWAŁOŚĆ EKSPLOATACYJNA STALOWYCH KONSTRUKCJI GRUNTOWO-POWŁOKOWYCH JAKO MOSTÓW EKOLOGICZNYCH

ADAM WYSOKOWSKI, *awysokowski@infra-kom.eu*
Zakład Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski

JERZY HOWIS
Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o. Żmigród

Streszczenie: Z uwagi na budowę i przebudowę infrastruktury komunikacyjnej w Polsce (drogi kołowe i kolejowe) zrealizowano i w dalszym ciągu buduje się wiele obiektów inżynierskich związanych z ochroną środowiska. Dotyczy to m.in. mostów ekologicznych dla zwierząt. Brak wcześniejszej tradycji, niekonwencjonalne przeznaczenie tych obiektów oraz brak odpowiednich zaleceń projektowania, budowy i utrzymania powoduje, że obiekty te budowane są według projektów indywidualnych. Jak uczy praktyka ostatnich lat, zdaniem autorów referatu, rozwiązania projektowe i sposób budowy często powodują uszkodzenia tych konstrukcji w trakcie eksploatacji. Wynika to często z niedopracowania, bądź także pominięcia istotnych dla eksploatacji elementów ich wyposażenia. Według wyników przeglądów tych obiektów, przeprowadzonych przez autorów referatu, można stwierdzić, że zjawisko to ma charakter powszechny. Powoduje to wymierne koszty utrzymaniowe. Celem referatu jest przedstawienie tych problemów (korozja, brak właściwego odwodnienia w tym drenażu, wadliwy sposób konstruowania, itp.), następnie ich analiza i podanie wskazówek odnośnie sposobu rozwiązania tych problemów. Ponadto na zakończenie referatu podany zostanie zakres zaleceń projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt w ciągu linii kolejowych i dróg kołowych, których wprowadzenie do praktyki inżynierskiej autor postuluje od wielu lat, a które mogłoby wyeliminować opisane wcześniej w referacie problemy eksploatacyjne.

Słowa kluczowe: mosty ekologiczne, konstrukcje gruntowo-powłokowe, eksploatacja, korozja, odwodnienie, awarie elementów.

1. Wprowadzenie

Przepusty budowane w technologii tradycyjnej, a coraz częściej nowoczesnej stanowią istotny element infrastruktury komunikacyjnej zarówno w ciągu dróg kołowych jak i linii kolejowych. Stosowane są do przeprowadzenia cieków wodnych, jako przejścia dla pieszych i rowerzystów, przejścia gospodarcze, przepusty techniczne a ostatnio coraz częściej, jako przejścia dla zwierząt (rys. 1). Bardzo ważnym aspektem jest ich trwałość szczególnie w przypadku stale rosnących potrzeb komunikacyjnych. W związku z tym ich stan techniczny i sposób utrzymania są niezwykle ważne. W przypadku konstrukcji gruntowo-powłokowych w ostatnich latach zanotowano, co cieszy bardzo duży postęp techniczny dotyczący tak sposobu ich wznoszenia, zastosowanych materiałów, ale również rozpiętości i gabarytów [3, 4]. W przypadku konstrukcji gruntowo-powłokowych z blach falistych Polska jest w czołówce światowej w tym zakresie. Odnosi się to również w dużej mierze do budowanych w Polsce mostów ekologicznych.

Jednak postęp techniczny wymaga szczegółowych analiz stosowanych rozwiązań oraz właściwego wyposażenia w tych nowych konstrukcjach. Dotyczy to również kompletności

w zakresie ich wdrożenia do praktyki inżynierskiej. Poniesione wcześniej nakłady skutkują w następstwie późniejszymi niższymi nakładami na utrzymanie i eksploatację.

Jednak według obserwacji autorów referatu na podstawie przeprowadzonych przeglądów tych konstrukcji, już dziś można stwierdzić, występujące różne problemy eksploatacyjne w tych konstrukcjach [14], co jest przedmiotem niniejszego referatu.



Rys. 1 Przykładowe konstrukcje gruntowo-powłokowe z blach falistych zrealizowane w ostatnich latach. Eko-most nad autostradą A2 (strona lewa). Tunel kolejowy na południu Polski (strona prawa)

2. Problemy eksploatacyjne konstrukcji mostów ekologicznych

Jak już wspomniano na wstępie postęp w budowie mostów ekologicznych budowanych, jako konstrukcje gruntowo-powłokowe jest znaczący.

Dotyczy to zarówno metod obliczeń tych konstrukcji, ich coraz większych rozpiętości, stosowanych materiałów, jak i liczby tych budowli realizowanych w praktyce. Pomimo niezaprzeczalnych zalet tego typu konstrukcji, o których autor pisał wielokrotnie np. [5, 10, 11, 12, 13] wykorzystujących zjawisko współpracy powłok stalowych z gruntem, to jednak z uwagi na tempo wdrażania tych rozwiązań do praktyki nie udało się uniknąć mankamentów związanych np. z właściwym odwodnieniem i drenażem. Mają one bezpośredni związek z trwałością i utrzymaniem tych obiektów. O takim stanie rzeczy świadczą wyniki przeglądów tych konstrukcji, eksploatowanych od początku ich wprowadzenia do praktyki inżynierskiej jak i tych zrealizowanych ostatnio.

Stan ten ilustrują przykładowe zdjęcia fotograficzne zamieszczone na rysunku 2. Dotyczy to obserwowanych zacieków w strefie przypodporowej i samych podpór zarówno zewnętrznych jak i środkowych.

Fotografie na rysunku 3 pokazują, że pomimo zastosowania rur odwadniających zbierających wodę znad podpór środkowych to mimo wszystko występują zacieki z „kieszeni” nadpodporowych poprzez ściany czołowe.

Przy eksploatacji mostów ekologicznych występują również problemy z erozją przyległych skarp i rowów w obrębie posadowienia tych budowli.

Zdjęcia fotograficzne zamieszczone na rysunku 4 ilustrują przykładowo ten problem.

Konieczność i wagę dobrze zaprojektowanego drenażu i wykonanego odwodnienia dobrze ilustrują zdjęcia fotograficzne zamieszczone na rysunku 5.

Pokazują one wielkość powierzchni niezbędnej do odwodnienia, a także newralgiczne miejsca. Ponadto należy brać pod uwagę, że w przypadku mostów ekologicznych mamy do czynienia z nawierzchnią nieutwardzoną, gdzie problem hydroizolacji jest rozwiązywany w zgoła odmienny sposób niż przy klasycznych obiektach mostowych.



Rys. 2. Przykłady zacieków konstrukcji z blach falistych w strefie podporowej

Problem z powierzchniowym odwodnieniem a także skalę powierzchni do odwodnienia pokazano na rysunku 6 – dla eko-mostu nad linią kolejową i jednocześnie nad drogą szybkiego ruchu.

Dla pokazania starań właściwego rozwiązania przedstawionych problemów dla kolejnych realizowanych obiektów tego typu autorzy na podstawie własnych analiz zestawili ewaluację sposobu odwodnienia. Zestawienie to wykonano dla strefy środkowej eko-mostów nad podporą pośrednią – tabela 1 (rozwiązanie „D” – najnowsze).

Trzeba pamiętać, że ujenolicenie sposobu odwadniania komplikują zróżnicowane konstrukcje ścian czołowych, ich kąty nachylenia i zastosowane technologie w tych obiektach.

3. Nośność stalowych konstrukcji gruntowo-powłokowych w świetle przeprowadzonych badań

W ramach wdrożeń opisywanej technologii w naszym kraju przeprowadzono badania tych konstrukcji w tym kilka typów w skali naturalnej na standzie badawczym. Badania te przeprowadzono tak pod obciążeniami statycznymi, dynamicznymi, ale także zmęczeniowymi. Obejmowały również one badania niszczące. Zostały one przeprowadzone pod kierunkiem autora w laboratorium IBDiM w Żmigrodzie. Część z tych wyników została opublikowana już wcześniej [16, 17], a pierwsze ich podsumowanie znalazło się w referacie generalnym I Europejskiej Konferencji Buried Flexible Steel Structures Rydzyna 2007 [9].



Rys. 3. Przykłady zacieków ścian czołowych w obrębie podpory środkowej mostów ekologicznych.
Zacieki występują pomimo zastosowania drenażu



Rys. 4. Przykłady erozji skarp i rowów w obrębie posadowienia

Otrzymane wartości odkształceń jednostkowych (naprężeń) i przemieszczeń dla obudów stalowych (schemat jednej z przykładowych przebadanych konstrukcji pokazano na rys. 7) przebadanych konstrukcji gruntowo – powłokowych są stosunkowo niewielkie, nawet przy obciążeniach znacznie przekraczających wartości obciążeń normowych. Podobnie niskie wyniki otrzymano w zakresie naporu gruntu.



Rys. 5 Most ekologiczny nad autostradą w trakcie realizacji. Widoczne miejsca stykających się w części środkowej dwóch „szczelnych” konstrukcji. Widoczne jest newralgiczne miejsce, którego właściwe odwodnienie powinno być „szczególną troską” projektanta i wykonawcy

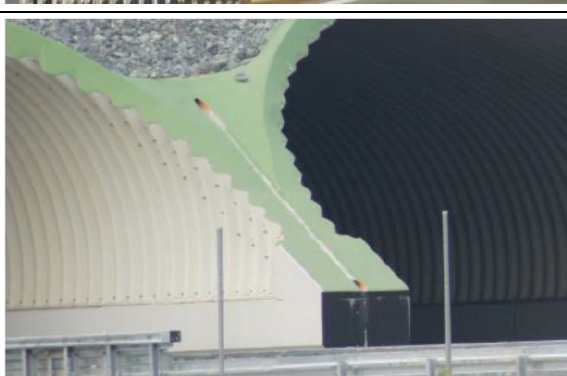


Rys. 6 Problem i skala właściwego odwodnienia powierzchniowego dla mostu ekologicznego nad magistralną linią kolejową i jednocześnie nad drogą szybkiego ruchu

Wszystkie przebadane konstrukcje okazały się nadzwyczaj sztywne. Głównym elementem nośnym tych konstrukcji jest grunt zasypki a obudowa ze stali okazuje się być tylko osłoną. Ilustrują to przykładowe wyniki zamieszczone na rysunku 8 dla konstrukcji o schemacie – rysunek 7.

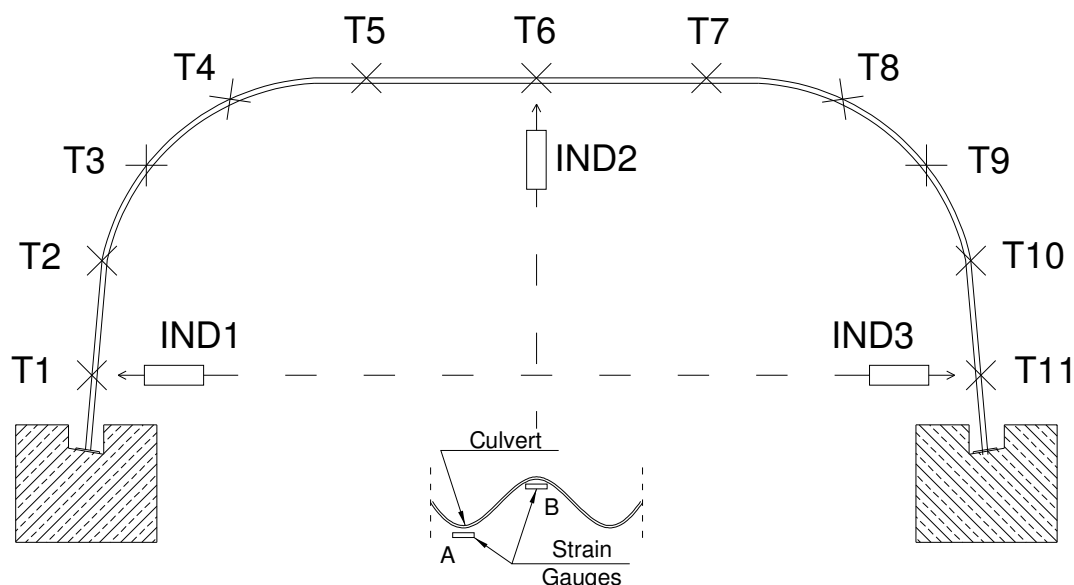
Przeprowadzone pomiary pod obciążeniami zmęczeniowymi (obciążenia jednostajnie cyklicznie zmienne) wykazały, że dla wszystkich zarejestrowanych parametrów ich wartości zmieniają się w czasie wraz z przyrostem liczby cykli i posiadają tendencję rosnącą (rys. 9) dla tej samej przebadanej konstrukcji skrzynkowej.

Tabela 1. Ewaluacja sposobu odwodnienia strefy środkowej mostów ekologicznych w obrębie podpory usytuowanej w pasie rozdziału autostrad lub dróg szybkiego ruchu

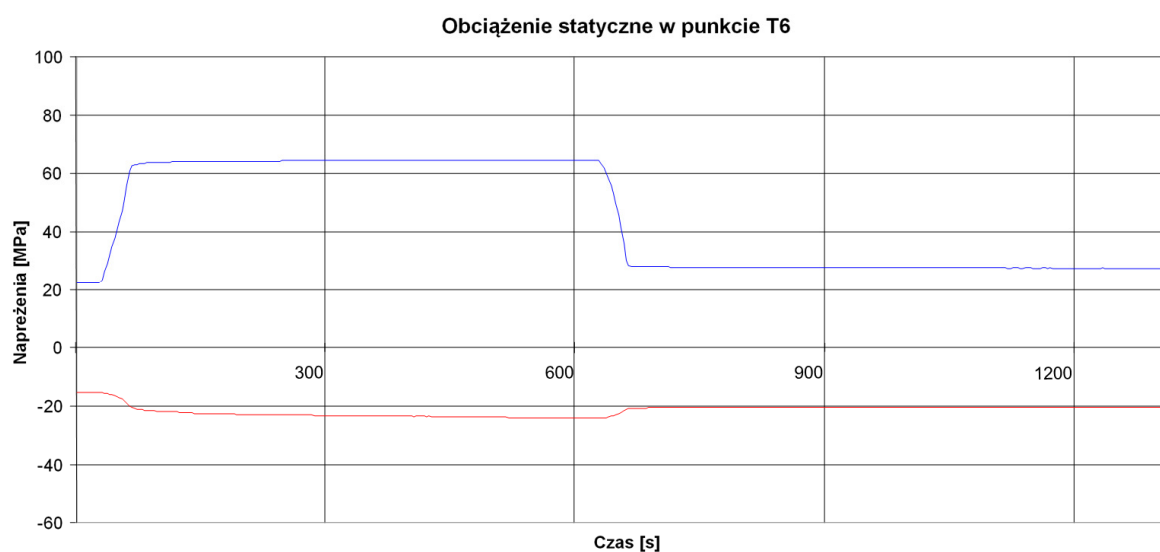
A		Brak wypuszczenia rury drenażowej na zewnątrz obiektu.
B		Wypuszczenie drenażu w licu zewnętrznym podpory środkowej. Dodatkowe wykonstruowanie koryta ściekowego o dużym spadku na zewnątrz podpory środkowej. Woda sprowadzona na poziom terenu (do odwodnienia powierzchniowego).
C		Odprowadzenie wody z drenażu poprzez rurę spustową usytuowaną pionowo wzdłuż lica podpory. Połączenie z odwodnieniem wgłębnym za pomocą kolektora zbiorczego.
D		Zastosowanie „podwójnego” drenażu na dwóch różnych poziomach podpory środkowej: Dół). Drenaż nad samym fundamentem Góra). Drenaż zbierający wodę z zasypki „kieszeni” środkowej.

Wstępna analiza tego zjawiska dowodzi, że w skutek obciążenia cyklicznego zmęczeni ulega grunt zasypki i tym samym góra sklepienia badanych przepustów przemieszcza się pionowo w dół. Zaobserwowany w trakcie badań konstrukcji zmniejszający się przyrost

deformacji trwałych przy kolejnym schemacie obciążania konstrukcji jest wynikiem zagęszczenia gruntu po każdym obciążeniu.

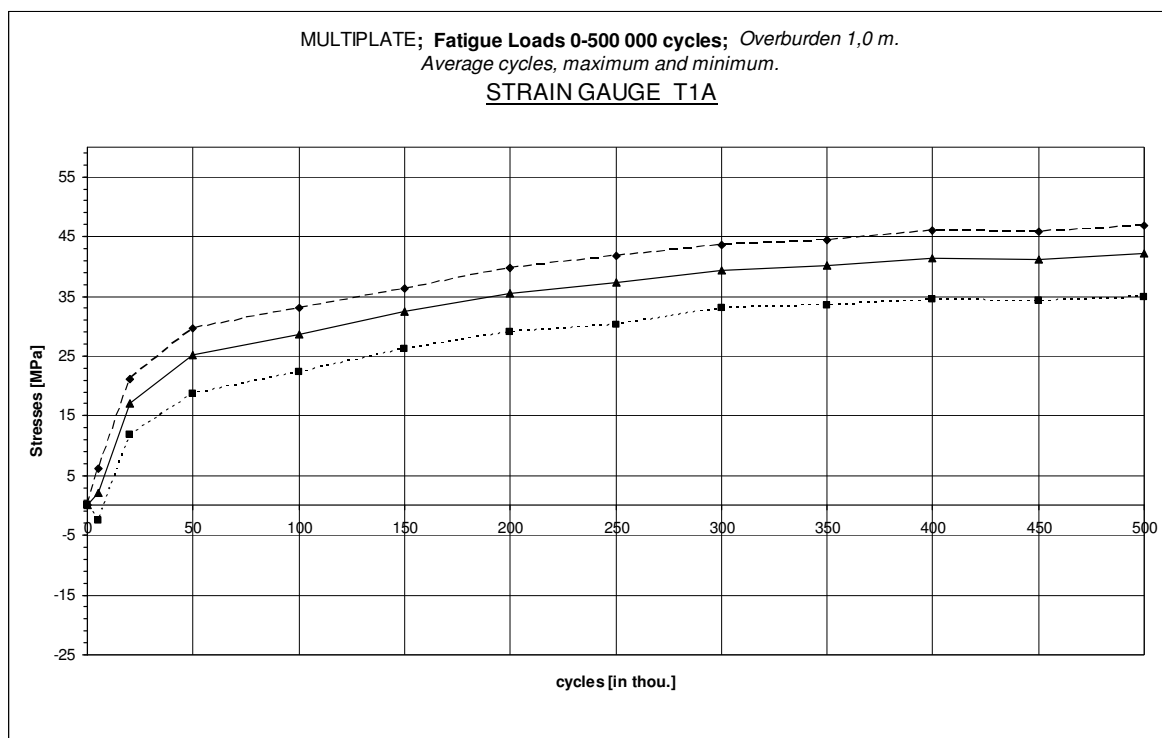


Rys. 7 Schemat rozmieszczenia czujników dla przykładowej przebadanej konstrukcji gruntowo-powłokowej w tym przypadku konstrukcji skrzynkowej opartej na fundamentach żelbetonowych

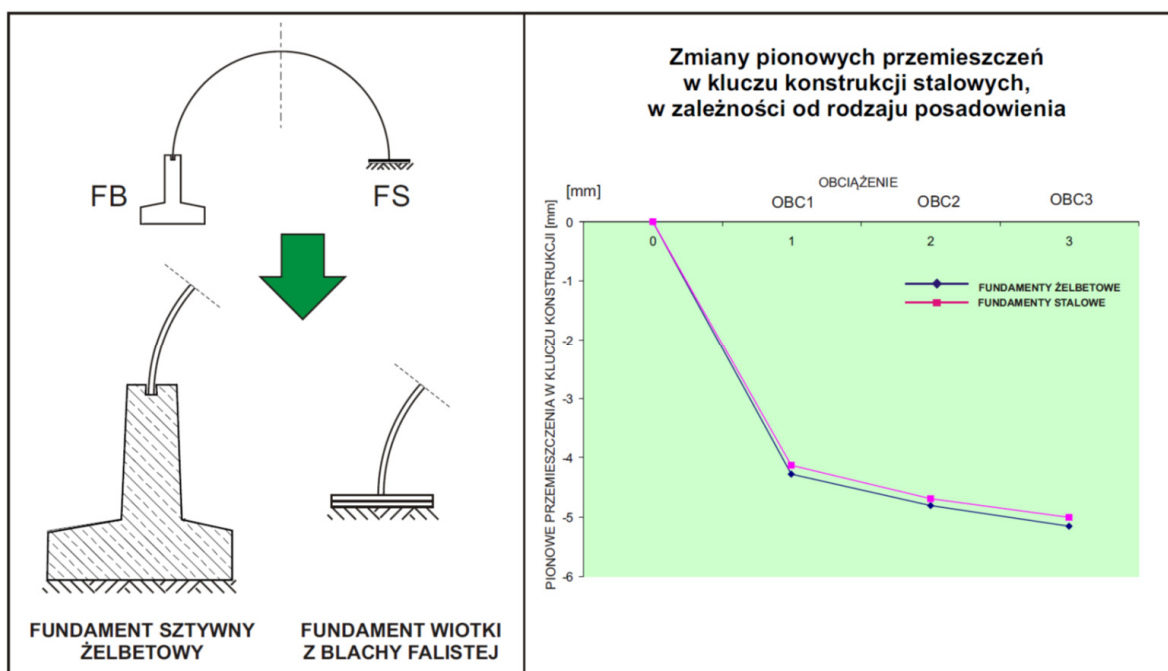


Rys. 8. Naprężenia na podstawie pomierzonych odkształceń jednostkowych w punkcie T6 znajdującym się w kluczu pod obciążeniem statycznym. Dolny wykres – przebieg dla czujnika tensometrycznego T6A, górny wykres – przebieg dla czujnika tensometrycznego T6B

Dla ilustracji dużych zapasów nośności tego typu konstrukcji współpracujących z gruntem, poniżej przytoczono wyniki kolejnych badań w skali naturalnej przeprowadzonych pod kierunkiem autora, przy oparcia tego typu powłoki stalowej na fundamentach żelbetonowych, lub też podatnych fundamentach z blach falistych [8].



Rys. 9. Wyniki badań zmęczeniowych dla przebadanej konstrukcji przedstawionej na rysunku 7 (od 0–500 000 cykli obciążeń)



Rys. 10 Schemat badanej konstrukcji gruntowo-powłokowej opartej na fundamentach sztywnych i na fundamentach podatnych, oraz wynik przeprowadzonych badań

Pomimo dużej różnicy sztywności oparcia na fundamencie żelbetowym w porównaniu do oparcia na fundamencie podatnym z blach falistych, zarejestrowano jedynie „pomijalną” różnicę przemieszczeń pionowych w kluczu dla obu badanych konstrukcji, dla wszystkich trzech schematów zastosowanych obciążeń (por. wykresy przemieszczeń na rysunku 10).

4. Analizy trwałości eksploatacyjnej konstrukcji gruntowo-powłokowych z blach falistych

Jak już wspomniano we wstępie trwałość konstrukcji inżynierskich przekłada się bezpośrednio na aspekty utrzymaniowe i ekonomiczne. Zagadnienie to poruszone zostało w sposób kompleksowy w referacie [1].

Przeprowadzone, omówione w poprzednim punkcie nr 3 badania wykazały również, że konstrukcje podatne z blach falistych odznaczają się dużą trwałością i tym samym przy odpowiednim ich zaprojektowaniu i wykonaniu mogą być bezpiecznie eksploatowane zarówno pod drogami kołowymi jak i liniami kolejowymi.

W przypadku przepustów gruntowo-powłokowych z blach falistych przy prawidłowym wykonaniu zasypki z odpowiedniego materiału mineralnego decydującym o trwałości jest ochrona antykorozyjna blachy stalowej. Z tego względu stosuje się zabezpieczenia cynkowe. Powłoki zanurzeniowe są najtrwalszym zabezpieczeniem powierzchni stalowej, głównie ze względu na wytworzenie podczas procesu cynkowania trwałego połączenia powłoki cynkowej z powierzchnią stalową, tworząc warstwę stopową. Inne metody ochrony polegają na wykorzystaniu związania się powłoki z podłożem przez fizyczny efekt adhezji. Powłoki cynkowe nanoszone metodą zanurzeniową stanowią skuteczną ochronę antykorozyjną dla tego typu konstrukcji. Trwałość powłok cynkowych z dodatkiem aluminium (ZnAl) w stanie nie malowanym jest ok. 50% wyższa od trwałości powłok cynkowych, z uwagi na wyższą odporność korozyjną w szerokim zakresie klimatycznym dla powłok o porównywalnej grubości.



Rys. 7. Przykłady początkowego stadium korozji konstrukcji z blach falistych wywołanej przenikaniem wody w strefie nadpodporowej (górne zdjęcia fotograficzne). Korozja na skutek przecieków w części górnej powłoki metalowej – w obrębie klucza (zdjęcie fotograficzne obok)

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 i wyraża się równaniem:

$$S_{Du} = 1,2 - 2,5 (S_{Zn} + S_{Powł.})$$

gdzie:

S_{Du} – okres ochrony (trwałości) systemu Duplex,

S_{Zn} – okres ochrony (trwałości) powłoki cynkowej lub alucynkowej,

$S_{Powł.}$ – okres ochrony (trwałości) powłoki malarskiej.

Jak już wspomniano w rozdziale 2 przeprowadzone przeglądy eksploatowanych obiektów wskazują na występowania przecieków dla niektórych konstrukcji w strefach głównie przy-podporowych ale też sporadycznie również w strefie klucza dla powłok typu multiplate. Ten stan rzeczy powoduje występowanie początków – bądź też nawet – korozji dla tych miejsc (rysunek 7).

Symulacja oszacowania trwałości konstrukcji stalowej eko-mostu pod względem zjawiska korozji i nośności.

Biorąc pod uwagę wcześniej opisane zjawisko nieprawidłowego odwodnienia konstrukcji gruntowo-powłokowych eko-mostów i związane z tym zjawisko korozji konstrukcji stalowych z blach falistych, autor podjął się skróconych analiz symulacyjnych tego zjawiska biorąc pod uwagę wyniki wcześniejszych badań przeprowadzonych pod jego kierunkiem tego typu konstrukcji w skali naturalnej (wykaz niektórych prac podano w literaturze). Wynikiem tych badań było m.in. określenie rzeczywistych naprężeń występujących w konstrukcjach stalowych blach pod zadaniem obciążeniem.

Ponadto w analizie tej posłużono się orientacyjnymi wskaźnikami tempa korozji w skali roku przedstawionymi w tabeli 2 i 3.

Przy typowej grubości blachy konstrukcyjnej w tych rozwiązaniach (5,0 – 7,5 mm) i przyjmując z zapasem, że przy odciążeniu normowym z „zapasem” naprężenia w blachach nie przekraczają 30,0% (patrz przykładowe wyniki badań zamieszczone w rozdziale 3 – rys. 8 i 9) grubość blachy w trakcie eksploatacji może ulec odpowiedniemu zmniejszeniu przy zachowaniu wymaganych współczynników bezpieczeństwa.

Przyjmując średni roczny ubytek korozyjny konstrukcji stalowej z blach falistych przy niekorzystnych warunkach środowiskowych i np. otoczeniu agresywnych nasypów (tabela 2 i 3), wynoszący 0,06 mm/rok zagrożenie nośności na skutek korozji dla przedmiotowych konstrukcji wystąpi nie wcześniej niż po ok. 80 latach użytkowania.

Tabela 2. Grubość umownej warstwy skorodowanej w [mm/rok] miarodajna dla każdej odsłoniętej powierzchni płyty stalowej [2]

Dostateczna dbałość o ochronę antykorozyjną		Niedostateczna dbałość o ochronę antykorozyjną	
Korzystne warunki środowiskowe ¹⁾ lub $n_p < 150$ 0,010	Niekorzystne warunki środowiskowe ²⁾ lub $150 < n_p < 450$ 0,030	Korzystne warunki środowiskowe ¹⁾ lub $150 < n_p < 300$ 0,020	Niekorzystne warunki środowiskowe ²⁾ lub $150 < n_p < 900$ 0,060
1 – skuteczne odwodnienie, dobra wentylacja, brak zanieczyszczeń, itp. 2 – przecieki w jezdni, zła wentylacja, zaleganie wilgoci i brudów, itp.			

Tabela 3. Ubytek grubości profili stalowych eksploatowanych w gruncie (mm/rok) [6]

Środowisko	Ubytek grubości profili stalowych [mm/rok]
Grunty rodzime w stanie nienaruszonym	0,012
Niezagęszczone agresywne nasypy	0,080

Jest to, zdaniem autora trwałość zadowalająca, biorąc pod uwagę wymagania dotyczących konstrukcji przepustów z blach falistych. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że w dalszym ciągu brak jest odpowiednich przepisów w zakresie konstrukcji przejść dla zwierząt.

Opracowane pod kierunkiem autora zalecenia projektowania, budowy i utrzymania [zalecenia blachy] wykonane w 2004 r. nie objęły w sposób właściwy omawianych zagadnień odwodnienia i drenażu. Wynikało z faktu innego poziomu wiedzy o tych konstrukcjach, a także, że traktują one zgodnie z przyjętym założeniem o przepustach – czyli dużo wcześniejszych gabarytach i obiektach głównie jednootworowych, a także z innego ówczesnego poziomu wiedzy. Rozwój konstrukcji gruntowo-powłokowych, w tym znaczne zwiększenie rozpiętości i stosowanie obiektów wielootworowych wymusza konieczność rozwiązania i uściślenia tych zagadnień. Wymaga to wydania nowych, uaktualnionych do dzisiejszych warunków wytycznych. Spowodowałoby to z pewnością upowszechnienie właściwych rozwiązań w tym zakresie z korzyścią dla projektantów i wykonawców, ale także dla trwałości i kosztów późniejszego utrzymania.

5. Wnioski

Pomimo faktu, że jak wykazano na podstawie wstępnych oszacowań przeprowadzonych w referacie, wykazane uszkodzenia dla eko-mostów mogą nie mieć znaczenia dla ich nośności – tym samym bezpieczeństwa użytkowania, to jednak poszczególne elementy wymagać będą kosztowych napraw i ciągłych problemów z utrzymaniem.

Nie bez znaczenia jest również wpływ na pogarszanie się estetyki tych obiektów podczas eksploatacji [15].

Zdaniem autorów należy szczegółowo rozwiązać problem właściwego odwodnienia i zabezpieczenia coraz bardziej rozbudowanych i o coraz większych gabarytach mostów ekologicznych, co jak wykazano w referacie jest niezwykle istotne, tak dla trwałości jak i utrzymania tego typu konstrukcji.

Jak uczy praktyka wskazanym było by dla podniesienia trwałości przedstawianych tutaj rozwiązań na ile to możliwe upowszechnienie stosowania technologii bezwykopowych. Przy rozwiązaniach tych istnieje możliwość zachowania pierwotnych parametrów ośrodka gruntowego.

Należy niezwłocznie opracować odpowiednie przepisy dotyczące konstruowania i utrzymania przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej. Ich brak powoduje „dowolność” stosowania nie zawsze sprawdzonych rozwiązań, a utrzymanie tego typu konstrukcji pozostawia wiele do życzenia. Jest to tym bardziej istotne, że mamy do czynienia z ogromnym majątkiem narodowym.

Autor przygotował szczegółowy zakres i program realizacji odpowiednich wytycznych, który został przedstawiony i przedyskutowany w ramach spotkań specjalistów [7].

Literatura

1. Brandt A. *O trwałości konstrukcji inżynierskich*. Międzynarodowa konferencja Eko-Most Trwałe obiekty mostowe w środowisku. Kielce 2006 r.
2. Cywiński Z. *W sprawie przydatności eksploatacyjnej mostów ze stali zgrzewnej*. Konferencja Naukowo-Techniczna „Metody Badań i Oceny Stanu Technicznego Mostów Stalowych”. Gdańsk 1984 r.

3. Janusz L., Madaj A. *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*, WKŁ, Wrocław 2007 r.
4. Machelski Cz. *Obliczanie mostów gruntowo-powłokowych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne Wrocławska Seria Wydawnicza Inżynierii Mostowej. Wrocław 2008 r.
5. Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A. *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*, GDDKiA- IBDiM Żmigród, 2004 r.
6. Rychlewski P: *Pale stalowe*. Inżynier Budownictwa 07/2012 r.
7. Wysokowski A. *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt - dokument ujednoliciający problematykę*. VI Międzynarodowa Konferencja Ochrony Środowiska i Estetyki W Budownictwie Komunikacyjnym. Kazimierz Dolny 2014 r.
8. Wysokowski A., Janusz L. *Mostowe konstrukcje gruntowo – powłokowe. Laboratoryjne badania niszczące. Awarie w czasie budowy i eksploatacji*. XXIII Konferencja naukowo-techniczna Awarie Budowlane 2007. Szczecin-Międzyzdroje 2007 r.
9. Wysokowski A., Janusz L. *General conclusions base on the testing various type of shell soil bridge structure in laboratory in natural scale*. I European Conference „Buried flexible steel structures Rydzyna 2007”, Archives of Institute of Civil Engineering, Publishing House of Poznań University of Technology, Poznań 2007 r.
10. Wysokowski, A. Howis, J. *Influence of results of testing on manner of constructing culverts and animals passage made as buried flexible steel structures*. Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej. Tom Nr 12 2012 r.
11. Wysokowski A., Howis J. *Trwałość przepustów komunikacyjnych dla różnych rozwiązań materiałowych*. Wrocławskie Dni Mostowe. Trwałość obiektów mostowych. Wrocław 2012 r.
12. Wysokowski A., Howis J. *Trwałość przepustów komunikacyjnych*. Materiały Budowlane nr 5/2013 r.
13. Wysokowski A., Pryga A. *Trwałość eksploatacyjna podatnych konstrukcji. Inżynierskich z blach falistych*. V Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna pt. Problemy Projektowania, Budowy oraz Utrzymania Mostów Małych i Średnich Rozpiętości. Wrocław 2004 r.
14. Wysokowski A., Rowińska W., Adesiyun A., Czerepak A. *Awaria przepustu wynikająca z braku zarządzania i utrzymania drogi*. Drogownictwo 7/2000 r.
15. Wysokowski A., Rowińska, Czerepak A Janusz L. *Estetyczne aspekty obiektów inżynierskich wykonywanych z zastosowaniem blach falistych*. Archivolta 4/2000 r.
16. Wysokowski A., Vaslestad J. *Full scale fatigue testing of large-diameter multi-plate corrugated steel culverts*. Archives of civil engineering XLVIII 1/2002 r.
17. Wysokowski A., Vaslestad J., Pryga A: *Odporność zmęczeniowa nowoczesnych przepustów ze stalowych blach falistych*. Konstrukcje Stalowe nr 5 (42) sierpień 2000 r.

OPERATIONAL DURABILITY OF STEEL SOIL-SHELL STRUCTURES AS ECOLOGICAL BRIDGES

Abstract: In view of the construction and reconstruction transport infrastructure in Poland (roads and railway wheel) realized and still build many engineering structures related to environmental protection. This includes ecological bridges for animals. No earlier tradition, unconventional purpose of these objects and the lack of appropriate recommendations for the design, construction and maintenance makes these objects are constructed according to individual projects. As teaches the practice in recent years, according to the authors of the paper, the design solution and way of building frequently cause damage of these structures during the exploitation. According to the results of inspections those objects conducted by the authors of the paper it can be concluded that this phenomenon is widespread. This causes quantifiable The maintenance costs. The purpose of paper is to present these issues (corrosion, lack of appropriate drainage, defective manner construction, etc.), Followed by the analysis and provide suggestions on how to solve these problems in structures existing installations. In addition, at the end of the paper will be given the scope of the recommendations of the design, construction and maintenance of animal crossings over the railway lines and vehicle roads, which the introduction to engineering practice could eliminate described earlier in this paper exploitation problems.

Keywords: ecological bridges, soil-shell structures, operation, corrosion, drainage, elements failure.