

GLINICKA Aniela<sup>1</sup>  
WASILEWSKA Katarzyna<sup>2</sup>

### NIEBEZPIECZEŃSTWO KOROZJI OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY MIEJSKIEJ

*W niniejszej pracy przedstawiono przykłady korozji obiektów infrastruktury miejskiej takich jak: bariera drogowa, ogrodzenie, fragmenty mostu i sieci wodociągowej. Zaprezentowano rodzaj korozji tych obiektów i etap jej rozwoju. W rezultacie przeprowadzono dyskusję nad zebranymi uszkodzeniami korozyjnymi obiektów.*

### DANGER OF THE CORROSION OF OBJECTS OF THE CITY INFRASTRUCTURE

*This work presents examples of the corrosions of objects of the city infrastructure like, road barrier, fence, elements of bridges and water- network. A kind of the corrosion of these objects and a level of her development were presented. Discussion on collected corrosion damage to objects was conducted.*

#### 1. WSTĘP

Korozja powoduje różnorodne defekty w elementach konstrukcyjnych, co wiąże się z ograniczeniem, głównie czasowym, możliwości ich stosowania. Problem ten ma istotne znaczenie w eksploatacji konstrukcji szczególnie takich, które znajdują się w warunkach narażonych na lokalne i globalne wpływy agresywnego środowiska.

W niniejszej pracy, o charakterze przeglądowym, przedstawiono niebezpieczeństwo korozji wybranych obiektów infrastruktury miejskiej.

#### 2. PRZYKŁADY ZAGROŻEŃ WYNIKAJĄCYCH Z NIEPRAWIDŁOWEJ OCHRONY PRZED KOROZJĄ OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

Nieprawidłowa ochrona przed korozją oraz brak odpowiednich napraw konserwatorskich prowadzi do uszkodzeń, które wpływają na nośność i użytkowanie konstrukcji

---

<sup>1</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, 00-637 Warszawa ; ul. Armii Ludowej 16, tel. +48(22) 234-65-14, e-mail : A.Glinicka@il.pw.edu.pl; Szkoła Wyższa im. Bogdana Jańskiego, Wydział Zarządzania w Warszawie, 03-219 Warszawa, ul. Elektronowa 2

<sup>2</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, 00-637 Warszawa, ul. Armii Ludowej 16, tel. +48 507-625-752, e-mail:kasia\_gw@tlen.pl

inżynierskich. Rozwój tych uszkodzeń narasta z upływem czasu. O powadze problemu przykładowo świadczy raport NIK z roku 2005, w którym przedstawiono stan techniczny obiektów mostowych w Polsce (tab.1).

Tab. 1. Stan techniczny obiektów mostowych na drogach poszczególnych kategorii [1]

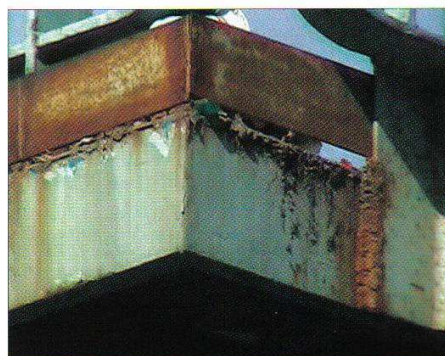
Rodzaj dróg	Stan techniczny obiektów mostowych wg zarządców dróg		Stan techniczny obiektów mostowych ustalony w trakcie kontroli				Liczba obiektów, których stan był przyczyną ograniczeń ruchu	Liczba obiektów nienormatycznych lub w inny sposób ograniczający przepustowość dróg
	Liczba obiektów objętych zarządaniem	Ocena stanu obiektów w skali 0-5 - średnio	Liczba obiektów poddanych badaniom	Średnia ocena stanu obiektów	Liczba obiektów z oceną nie wyższą od 2	Liczba obiektów stwarzających zagrożenie		
Krajowe	765	3,53	85	3,12	15	2	0	45
Wojewódzkie	3063	3,49	247	2,69	84	11	40	639
					w tym 11 obiektów z oceną =1 i 1 obiekt z oceną =1,5			
Powiatowe	1412	3,36	639	2,96	162	29	42	130
					w tym 14 obiektów z oceną =1 i 1 obiekt z oceną =1,5			
Gminne	697	3,40	383	3,01	73	31	13	16
					w tym 15 obiektów z oceną =1 oraz po 1 obiekcie z ocenami = 0; 0,5 i 1,5			
W miastach na prawach powiatu	1298	3,45	295	3,1	59	15	53	51
					w tym 10 obiektów z oceną =1 i 1 obiekt z oceną =0			

Skala ocen wg [1]: 5 – odpowiedni – bez uszkodzeń, bez zanieczyszczeń możliwych do stwierdzenia podczas przeglądu; 4 – zadowalający – wykazuje zanieczyszczenia lub pierwsze objawy uszkodzeń pogarszających wygląd estetyczny; 3 – niepokojący – wykazuje uszkodzenia, których nie naprawienie spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej eksploatacji; 2 – niedostateczny – wykazuje uszkodzenia obniżające przydatność użytkową ale możliwe do naprawy; 1 – przed awaryjny – wykazuje nieodwracalne uszkodzenia dyskwalifikujące przydatność użytkową; 0 – awaryjny – ulega zniszczeniu lub przestał istnieć.

W tabeli 1 zestawiono według skali ocen od 0 do 5 stan techniczny obiektów mostowych. W najgorszym stanie znajdowały się obiekty na drogach wojewódzkich (średnia ocena 2,69). Przykładowo na rys. 1 pokazano wiadukt na ul. Karowej w Warszawie, którego stan techniczny oceniono na 1, natomiast na rys. 2 i 3 przedstawiono fragment przystanku autobusowego na trasie AK oraz kładkę dla pieszych, w której były znaczne ubytki materiału w stopniach, przez co widoczne było zbrojenie. Skutki braku odpowiedniego zabezpieczenia przed korozją zilustrowano też na rys. 4; znajduje się na nim ogrodzenie parku im. St. Żeromskiego, które po roku użytkowania zaczęło korodować [1, 2].



Rys. 1. Wiadukt na ul. Karowej [1]



Rys. 2. Fragment przystanku autobusowego na trasie AK [2]



Rys. 3. Kładka dla pieszych [1]



Rys. 4. Fragment wykonanego w 2005 r. ogrodzenia parku im. Stefana Żeromskiego na Żoliborzu w Warszawie. Zdjęcie wykonano 06.06.2006 r. [2]

Na rys. 5. widoczne są zniszczenia spowodowane korozją na wiadukcie nad Aleją Stanów Zjednoczonych w Warszawie. Na obiekcie nie ma odpowiedniego systemu odprowadzającego wodę opadową. Największe zniszczenia powstały przy szczelinach dylatacyjnych po zewnętrznej stronie konstrukcji. Dostrzegalne są bardzo duże ubytki betonu, co skutkuje odkryciem zbrojenia. Pręty stalowe na skutek działania czynników zewnętrznych i braku odpowiedniego zabezpieczenia uległy korozji. Barierki na wiadukcie,

mimo zabezpieczenia powłoką zewnętrzną w postaci farby, uległy też temu procesowi. Ogólny stan techniczny obiektu jest niedostateczny.



Rys. 5. Zniszczenia spowodowane korozją na wiadukcie nad Aleją Stanów Zjednoczonych

Na rys. 6 widoczne są zniszczenia spowodowane korozją na mostku w ulicy Lucerny w Warszawie. Korozji uległy zarówno elementy betonowe jak i zbrojenie. Widoczne są znaczne ubytki betonu, co skutkuje odsłonięciem zbrojenia. Brak odpowiednich konserwacji spowodował również zniszczenie barierek.



Rys. 6. Zniszczenia spowodowane korozją na mostku w ulicy Lucerny

Lekceważenie korozji i jej skutków grozi możliwością wystąpienia katastrof budowlanych, nie dokonywane w terminie naprawy okresowe i remonty powodują dalsze pogorszenie stanu technicznego obiektów [4].

Korozja w znacznej mierze wpływa na infrastrukturę podziemną. W konstrukcji, którą jest rurociąg rozprowadzający wodę, korozja może wpływać na zmianę właściwości materiału rur, może zmieniać parametry stanu granicznego nośności i użyteczności konstrukcji oraz doprowadzić do zanieczyszczenia wody. A więc jej wpływ na sieć wodociągową jest szczególnie znaczący, gdyż medium przesyłane jest do mieszkańców na cele spożywcze. Na rys. 7a). widoczna jest część przewodu wodociągowego o średnicy DN100 wykonanego z żeliwa szarego. Narośla korozyjne spowodowały znaczne zmniejszenie przepustowości rury. Element został wycięty z sieci w celu wykonania przyłącza wodociągowego. Na rys. 7b). widoczne są narośla powstałe na magistrali wodociągowej, która była eksploatowana przez około 70 lat. Zdjęcia wykonano na terenie budowy po zdemontowaniu odcinka sieci.



Rys. 7. Skorodowany przewód wodociągowy wykonany z żeliwa o średnicy: a) DN100, b) DN 1200

Sieć wodociągowa najczęściej znajduje się pod ziemią poniżej warstwy przemarzania gruntu. Dlatego też jej awarie są kłopotliwe do usunięcia. Im starsza sieć, tym bardziej jest narażona na uszkodzenia. Z badań eksploatacyjnych wynika, że najczęstszymi rodzajami uszkodzeń sieci wodociągowej są [3]: wysadzenie szczeliwa ze złącza, złamanie rury następujące przeważnie w płaszczyźnie prostopadłej do jej osi, pęknięcie podłużne rury, wżery korozyjne, uszkodzenia armatury.

Podziemne przewody wodociągowe, oprócz niebezpieczeństwa korozji powodowanej bądź agresywnymi własnościami wody w rurociągach, bądź agresywnością gruntu, narażone są także na korozję elektrolityczną, powodowaną prądami błędzającymi. Przyczyną powstawania tych prądów jest niedostateczne izolowanie sieci i urządzeń elektrycznych od gruntu, co powoduje upływ prądu do gruntu. Głównym ich źródłem są tory tramwajowe i tory kolei elektrycznych prądu stałego [4].

Uszkodzenia mechaniczne oraz nieszczelności przewodów kanalizacyjnych również mają istotne znaczenie, zarówno ze względu na zagrożenia wynikające z uszkodzenia konstrukcji sieci jak i na zanieczyszczenia otaczającego środowiska spowodowane wyciekami zanieczyszczeń. Kolektory ściekowe podczas eksploatacji ulegają uszkodzeniom związanym głównie ze starzeniem się materiału, z jakiego są wykonane, błędami montażowymi, nieszczelnością połączeń, a także nadmiernym (w stosunku do założeń projektowych) statycznym lub dynamicznym obciążeniem gruntu nad przewodem. Część uszkodzeń powstaje już na etapie budowy kanalizacji, co jest związane z niewłaściwym składowaniem, transportem i układaniem przewodów w wykopie [5].

Wszystkie uszkodzenia przewodów kanalizacyjnych można podzielić na sześć grup [6]: nieszczelności, przeszkody przy przepływie, uszkodzenia korozyjne wewnątrz kanału, ścieralność ścian, odchylenia położenia i odkształcenia oraz uszkodzenia mechaniczne. Niektóre z uszkodzeń kanałów, głównie nieszczelności, odchylenia położenia oraz uszkodzenia mechaniczne mogą wywoływać infiltrację wód gruntowych do wnętrza kanału lub eksfiltrację ścieków do gruntu [7]. W obydwu przypadkach następuje osłabienie gruntu wokół kanału oraz powstawanie pustych przestrzeni, które z czasem mogą prowadzić do groźnych katastrof budowlanych [8].

### 3. PODSUMOWANIE

Korozja nie jest jedyną przyczyną zniszczeń obiektów infrastruktury miejskiej ale jest przyczyną bardzo ważną. Najbardziej niebezpiecznym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi korozji jest nieprawidłowa ochrona obiektu przed korozją lub jej brak. W efekcie następuje

uszkodzenie elementu, co w konsekwencji skutkuje niemożliwością eksploatacji danej konstrukcji. W Polsce bowiem w wielu dziedzinach budownictwa występuje problem związany z doбором odpowiedniego zabezpieczenia korozyjnego. Dotyczy to w szczególności obiektów powstałych w latach osiemdziesiątych i wcześniej.

Zniszczenia korozyjne obiektów należy rozpoznać, zlokalizować, ocenić ich rozmiary, ocenić możliwość ich rozwoju i oszacować ich wpływ na stany nośności i użyteczności konstrukcji, ponieważ w efekcie poważnych uszkodzeń powinno dojść do wyłączenia obiektu z eksploatacji. Ocenę ilościową przeprowadza się przy wykorzystaniu odpowiednich norm, przepisów branżowych i badań laboratoryjnych. Ponadto trzeba wziąć pod uwagę fakt, że bardzo często korozja wpływa na obiekty infrastruktury wieloaspektowo np.:

1. Wraz z obniżeniem nośności skorodowanej rury wodociągowej następuje zanieczyszczenie wody,
2. Wraz z obniżeniem poziomu parametrów stanu użyteczności kanałów kanalizacyjnych może nastąpić infiltracja wód gruntowych do wnętrza kanałów albo eksfiltracja ścieków do gruntu,
3. Wraz z obniżeniem poziomu parametrów stanu nośności i użyteczności elementów mostu następuje ograniczenie przepustowości dróg, ponadto wpływa to negatywnie na estetykę mostu.

W obiektach infrastruktury miejskiej obecnie stosuje się znacznie lepsze materiały i wyroby niż te, które były stosowane w latach osiemdziesiątych. Obiekty infrastruktury miejskiej projektuje się z betonu wyższej klasy, a powierzchnie betonowe są zabezpieczane powłokami ochronnymi. Ponadto wykonywane są systemy odprowadzania wody (rys. 8), w których ukierunkowanie spływu opadów deszczowych zapobiega podmywaniu powierzchni betonowych.



Rys. 8. Przykład sposobu odwodnienia wiaduktów

Magistrale wodociągowe są wykonywane z żeliwa sferoidalnego oraz od wewnątrz zabezpieczane przed korozją poprzez nałożenie warstwy zaprawy cementowej, a od zewnątrz poprzez nałożenie powłoki ochronnej.

Na sieci kanalizacyjne są stosowane coraz częściej rury odporne na korozję (między innymi rury z PCV, GRP – rys. 9, PP).



Rys. 9. Rury GRP do budowy kanalizacji

W ten sposób trwałość konstrukcji zostaje podwyższona, a także dodatkowe negatywne środowiskowe skutki korozji zostają uniemożliwione. Nie oznacza to jednak, że o efektach korozji można wówczas nie myśleć.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Raport NIK* nr 138/2005.
- [2] *Branżowy Informator Gospodarczy* 2006, Polska Izba Konstrukcji Stalowych, Szczecin - „Skutki braku prawidłowej ochrony przed korozją”.
- [3] Kwietniewski M., Roman M., Kloss-Trębakiewicz H.: *Niezawodność wodociągów i kanalizacji*, Warszawa, Arkady 1993r.
- [4] Piechurski F. G.: *Przyczyny i ocena awaryjności rozdzielczej sieci wodociągowej* Cz. II, *Wodociągi - Kanalizacja* Numer 2/2006 (21), 2006.
- [5] Kuliczkowski A., Zwierzchowski D.: *Uszkodzenia rur PVC badanych techniką wideo*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, „Budownictwo”* z. 42/2003, s. 217–224, 2003.
- [6] Kwietniewski M., Leśniewski M.: *Niezawodność przewodów kanalizacyjnych w świetle badań eksploatacyjnych*, materiały II Nauk.-Tech. Konferencji „Bezpieczeństwo, niezawodność, diagnostyka urządzeń i systemów gazowych, wodociągowych, kanalizacyjnych, grzewczych”, Zakopane-Kościelisko, 2001, s. 205–217, 2001.
- [7] Kaczor G., Przebinda A.: *Analiza uszkodzeń kanałów sanitarnych z różnych materiałów w aspekcie potencjalnego zanieczyszczenia wód gruntowych*, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 9/2009, s. 28–29, 2009.
- [8] Kuliczkowski A., Kuliczowska E.: *Katastrofy kanalizacyjne i ich przyczyny*, „Inżynieria Bezwykopowa” nr 1/2008 (21), s. 32–36, 2008.