

# PROBLEMATYKA OCHRONY ANTYKOROZYJNEJ KONSTRUKCJI STALOWYCH

dr inż. Agnieszka Królikowska  
Polskie Stowarzyszenie Korozyjne  
www.psk.org.pl

## Streszczenie:

Straty korozyjne stanowią dużą pozycję w budżecie każdego kraju, łączą się z nimi również wysokie koszty społeczne.

Dobre zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji wymaga właściwego umocowania w systemie prawnym, aby zapewnić profesjonalne podejście do zagadnienia inwestora, projektanta, wykonawcy, producenta materiałów i wszystkich inspektorów. W referacie porównano pozycję zabezpieczeń antykorozyjnych w Polsce i innych krajach rozwiniętych. Podano informacje o Polskim Stowarzyszeniu Korozyjnym, które jest forum kontaktów indywidualnych osób i firm w tej branży. Omówiono również wybrane nowości w dziedzinie materiałów antykorozyjnych.

**Słowa kluczowe:** systemy antykorozyjne, inspektor prac antykorozyjnych, powłoki malarskie

## 1.WSTĘP

Bezpośrednie koszty związane z korozją wynoszą w Stanach Zjednoczonych około \$276 bilionów rocznie, czyli 3,1% PKB. Łącznie z kosztami pośrednimi stanowi to około 7% PKB. W krajach słabiej rozwiniętych koszty te są wyższe [22]. W krajach rozwiniętych powstają specjalne programy poświęcone ograniczeniu korozji w poszczególnych dziedzinach przemysłu i infrastruktury. W 2009 roku powstała Światowa Organizacja Korozyjna (której Członkiem Generalnym jest Polskie Stowarzyszenie Korozyjne), której celem jest połączenie wysiłków i osiągnięć w walce z korozją i rozpowszechnianie wiedzy na ten temat.

Istnieje wiele metod ochrony przed korozją – ochrona strukturalna, materiałowa, elektrochemiczna, inhibitorowa, powłokowa. W ochronie konstrukcji stalowych najbardziej znaczący udział ma ochrona powłokowa.

Nowoczesne systemy antykorozyjne muszą charakteryzować się wysoką trwałością, spełnieniem wymagań ekologicznych, obniżeniem społecznych kosztów tych prac.

Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowych wiąże się z bardzo dużymi kosztami. Prace renowacyjne na Queensboro/59th St.Bridge łączącym Manhattan z Long Island kosztują 168 milionów dolarów, czyli 998zł wynosi koszt 1m<sup>2</sup>.

W Polsce koszt renowacji 1m<sup>2</sup> mostu o podobnej konstrukcji wynosi 100 zł.

Z czym związane są różnice poza kosztem robocizny. Głównie z dwoma problemami – różnym podejściem do wagi problemów antykorozyjnych i ekologii oraz innym sposobem traktowania obywatela. Podstawowe systemy malarskie stosuje się takie same.

## 2.WAGA ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH W PROCESIE BUDOWLANYM

Procesy budowlane dla wszystkich obiektów odbywają się zgodnie z Prawem Budowlanym (Dz.U. z 2003 r. Nr 207, poz.2016; Zmiany: Dz.U. z 2004 r. Nr 6, poz.41, Nr 92, poz.881, Nr 93, poz.888).

W Prawie Budowlanym uregulowane są sprawy: **projektowania, kierowania budową (zarówno w wytwórniach jak i na placu budowy), wykonywania**

***nadzoru autorskiego i inwestorskiego, sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektu i rzeczoznawstwa budowlanego.*** Wszystkie te prace mogą wykonywać jedynie osoby posiadające uprawnienia budowlane, których nie można uzyskać z wykształceniem chemicznym, które ma większość antykorozjonistów. Specjalność antykorozyjna nie mieści się również w specjalnościach dodatkowych zawartych w Prawie Budowlanym. Przy stosowaniu całej niezwykle trudnej chemii budowlanej nie jest wymagana wiedza w tej dziedzinie. Dotyczy to zarówno projektantów, jak i nadzoru. (Zastosowania bazują głównie na informacjach otrzymanych od Producentów materiałów, których dochody zależą od wielkości sprzedaży.)

Efektem tego są w najlepszym razie projekty niekompletne, w najgorszym – niewłaściwe.

W większości krajów rozwiniętych wymaga się, aby nadzór nad pracami antykorozyjnymi na dużych kontraktach sprawowali certyfikowani inspektorzy antykorozyjni. Muszą oni być certyfikowani przez specjalne organizacje jak FROSIO, AQPA, NACE itd. Aby uzyskać taką certyfikację należy mieć odpowiednie wykształcenie, staż, ukończyć odpowiednie szkolenia i zdać trudny egzamin (tak jak u nas na Uprawnienia Budowlane, tylko w dziedzinie antykorozji). Bez takiego inspektora na budowie towarzystwa ubezpieczeniowe również nie ubezpieczą kontraktu. Jego obecność stanowi zapewnienie jakości wykonania prac.

Równie dużej wiedzy wymaga właściwe ustawienie parametrów i metod odbiorowych i przeprowadzenie tych badań. Brak jednoznaczności wymagań powoduje konflikty w procesie budowlanym i złą jakość wykonanej pracy [1].

Niewiedza oraz brak jednoznacznego określenia technologii wykonywania prac w specyfikacjach i programie zapewnienia jakości (lub w ogóle brak tych dokumentów) pozwalają na żądania niemożliwego przyspieszania prac (nieprzestrzeganie czasu nakładania kolejnych warstw, transport z wytwórni elementów z nieutwardzonymi powłokami itd.), czy prowadzenia prac w warunkach, kiedy nie mogą utworzyć się pełnowartościowe powłoki (prace późną jesienią lub zimą).

Następną sprawą, która ma wpływ na trwałość zabezpieczeń antykorozyjnych jest właściwe utrzymanie obiektu, które powinno obejmować nie tylko zaplanowane systematyczne przeglądy ale również reakcję na wyniki tych przeglądów. To znowu wymaga wiedzy, aby ocenić co spowoduje nieproporcjonalne straty jeśli nie zostanie zrobione natychmiast i jak to zrobić, a co ewentualnie może poczekać. Rezultatem takiego postępowania są kosztowne remonty całkowite obiektów w przypadkach, gdy rzetelne prace utrzymaniowe umożliwiłyby przesunięcie tych remontów o wiele lat.

Brak właściwych uregulowań prawnych w procesie budowlanym uniemożliwia nowoczesne przeprowadzenie prac antykorozyjnych na konstrukcjach stalowych.

Drugim poważnym problemem jest brak ośrodków badawczych zajmujących się praktycznymi aspektami zabezpieczeń antykorozyjnych.

Po sprzedaży większości polskich fabryk farb i lakierów zlikwidowano pracujące w nich laboratoria badawcze. Wiele z istniejących jednostek badawczo-rozwojowych, chociaż z nazwy lub tradycji łączą się z tym zagadnieniem, nie prowadzą już w tym zakresie szerokich prac badawczych. Brak jest kompleksowych programów badawczych w tym zakresie.

Pomimo inwestycji UE na współpracę jednostek badawczych z małymi i średnimi przedsiębiorstwami, współpraca taka w zasadzie nie istnieje.

Polskie Stowarzyszenie Korozyjne stara się stworzyć forum dla kontaktów i współpracy pomiędzy osobami i firmami zajmującymi się szeroko rozumianą antykorozją.

### **3.POLSKIE STOWARZYSZENIE KOROZYJNE**

Polskie Stowarzyszenie Korozyjne (PSK), utworzone w 1989 r., jest organizacją zrzeszającą instytucje i członków indywidualnych, zajmujących się szeroko pojętą ochroną przed korozją, od badań i projektowania poprzez produkcję wyrobów antykorozyjnych aż do stosowania różnorodnych metod ochrony. Celem działania Stowarzyszenia jest tworzenie warunków sprzyjających postępowi technicznemu i ekonomicznemu w zakresie ochrony przed korozją, integracja środowiska korozjonistów, reprezentacja jego interesów na zewnątrz, wspólne rozwiązywanie istotnych problemów zawodowych. PSK jest członkiem Europejskiej Federacji Korozyjnej (EFC) a od 2009 r. także Członkiem Generalnym Światowej Organizacji Korozji (WCO), dzięki czemu należy do światowej społeczności zajmującej się problematyką korozji i jej wpływem na problemy cywilizacyjne.

Podstawowa działalność PSK obejmuje:

- upowszechnianie nowych materiałów i technologii zabezpieczeń antykorozyjnych poprzez organizację i czynny udział w konferencjach naukowo-technicznych oraz wystawach tematycznych;
- wpływanie na rozwój postępu techniczno-organizacyjnego w zakresie stosowanych metod i technik ochrony przed korozją poprzez działalność popularyzatorską, wydawniczą, opiniotwórczą;
- doskonalenie zawodowe pracowników i organizowanie przepływu wiedzy w zakresie stosowania i wdrażania nowych metod ochrony przed korozją poprzez szkolenia, certyfikację personelu, wymianę międzynarodową itp.;
- aktywne uczestnictwo w tworzeniu aktów prawnych i norm związanych z ochroną przed korozją;
- organizację i patronat nad konferencjami krajowymi i międzynarodowymi organizowanymi w Polsce;
- opracowywanie procedur i wzorów dokumentów związanych z zabezpieczeniem przed korozją;
- integrację wszystkich dziedzin związanych z ochroną przed korozją (zabezpieczanie stali, betonu, drewna).

W PSK działają Grupy Robocze, powoływane do wykonania określonych zadań. Obecnie istnieje 5 takich grup:

- ds. Normalizacji;
- ds. Procedur PSK;
- ds. Ekspertów PSK;
- ds. Kolejnictwa;
- ds. Wojskowości.

W ramach PSK działa również Komitet Naukowy, którego celem jest doradztwo w sprawach nauki, udzielanie pomocy w projektach europejskich, recenzowanie publikacji, referatów itp.

PSK w miarę możliwości uczestniczy w opracowywaniu aktów wykonawczych do ustaw związanych z ochroną antykorozyjną. Jednym z ważniejszych zadań zrealizowanych

w tym zakresie było wprowadzenie zmian w krajowych rozporządzeniach: w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym

i natryskiwaniu cieplnym oraz w dotyczących zabezpieczenia wewnętrznych i zewnętrznych powierzchni zbiorników podziemnych i naziemnych.

PSK organizuje coroczną Konferencję Naukowo-Techniczną „Współczesne Technologie Ochrony Przeciwkorozyjnej” (w bieżącym roku odbędzie się ona w dniach 21-23 kwietnia w ośrodku Magellan koło Piotrkowa Trybunalskiego).

Organizacja corocznych konferencji o szerokiej tematyce antykorozyjnej stanowi, obok organizacji seminariów, wkład PSK w integrację środowiska korozyjnego, ponieważ biorą w niej udział różne grupy zawodowe związane z ochroną przed korozją – producenci wyrobów lakierowych, wykonawcy prac antykorozyjnych, inwestorzy, projektanci zabezpieczeń antykorozyjnych, osoby zajmujące się badaniami powłok. W czasie konferencji prezentowane są nie tylko najnowsze rozwiązania w zakresie ochrony przed korozją, ale również odbywa się dyskusja nad konkretnymi problemami korozyjnymi i wymiana doświadczeń w zakresie różnych metod zabezpieczeń antykorozyjnych w czasie obrad okrągłego stołu. Co roku na konferencji odbywa się ceremonia wręczenia odznak „Wielkiego Korozjonisty” i dyplomów „Virtutti Anticorrosioni” osobom i firmom szczególnie zaangażowanym w prace PSK.

Działalność PSK obejmuje nie tylko organizację swojej corocznej konferencji, poświęconej współczesnym technologiom antykorozyjnym, ale również współuczestniczenie w organizacji seminariów i konferencji organizowanych przez inne instytucje.

PSK przyznaje co roku nagrody za najlepsze dyplomowe prace inżynierskie i magisterskie z dziedziny ochrony przed korozją, ze szczególnym uwzględnieniem prac o charakterze praktycznym, wykonywanych we współpracy z przemysłem. Wybierani co trzy lata członkowie Kapituły, w skład której wchodzi przedstawiciele nauki, przemysłu i Zarządu PSK, przyznając nagrody biorą pod uwagę oryginalność opracowania, przydatność w praktyce i możliwość wdrożenia.

Na stronie internetowej PSK, [www.psk.org.pl](http://www.psk.org.pl), regularnie pojawiają się uaktualnione spisy norm, nowości literaturowe, informacje o imprezach korozyjnych i bieżącej działalności Stowarzyszenia. Członkowie PSK mogą zamieszczać na stronie informacje o swoich firmach, bezpłatne ogłoszenia oraz dyskutować na forum. PSK to organizacja, której członkowie aktywnie włączają się w prace zmierzające do poprawy stanu zabezpieczeń antykorozyjnych w Polsce i nadają „kształt” każdej konferencji organizowanej przez Stowarzyszenie.

#### **4. NOWOCZESNOŚĆ SYSTEMÓW ANTYKOROZYJNYCH**

Nowoczesność systemów antykorozyjnych oznacza ich wysoką trwałość, sprostanie wymaganiom ekologicznym i społecznym.

Od procesu zabezpieczeń antykorozyjnych, aby odpowiadał określeniu „nowoczesny” wymagane jest:

- projekt uwzględniający ekologiczne technologie, materiały oraz plan robót zapewniający uzyskanie wysokiej jakości i ograniczenie utrudnień społecznych,
- wyspecjalizowana firma wykonawcza
- certyfikowany nadzór.

Te wszystkie elementy pozwalają wykonać zabezpieczenia wysokiej jakości, w krótkim czasie, bez zanieczyszczania środowiska.

Zastosowane materiały są tylko jednym z elementów nowoczesności całego procesu.

Wymagane jest również zaplanowanie i systematyczne wykonywanie prac utrzymaniowych.

Monitorowanie zachowania się systemów przy pomocy badań nieniszczących (w tym techniki spektroskopii impedancyjnej) pozwoli na ocenę prawidłowości wyboru i aplikacji systemu oraz ekonomiczne zaplanowanie renowacji. Wnioski z obserwacji systemów w czasie eksploatacji są bardzo cenną wskazówką dla projektowania następnych zabezpieczeń.

## **5. NOWOŚCI W MATERIAŁACH DO ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH**

Najczęściej stosowanymi systemami na dużych konstrukcjach salowych są w Europie systemy epoksydowo-poliuretanowe, a w Stanach Zjednoczonych czyste systemy poliuretanowe. Nowe systemy dążą do:

- zwiększenia trwałości systemu,
- zmniejszenia liczby powłok,
- skrócenia minimalnego czasu przemalowywania,
- większej tolerancji na przygotowanie podłoża,
- większej tolerancji na warunki zewnętrzne podczas aplikacji,
- krótszego czasu do uzyskania pełnych właściwości systemu,
- zmniejszenia ilości związków szkodliwych dla środowiska,
- wyeliminowania składników lub reakcji ubocznych wpływających negatywnie na jakość powłok.

Ze względu na spoiwa nowością są:

- farby hybrydowe polisiloksanowe, w których występują różnego typu części organiczne. Najszerzej stosowane są farby epoksydowo-siloksanowe i akrylowo-siloksanowe. Nowe prace uwzględniają wersje winylowe, uretanowe, fenolowe, fluoro-epoksydowe i fluoroakrylowe. Pod względem zastosowania są dwie podstawowe wersje tych farb – w systemach dwu- lub trzy powłokowych jako powłoki antykorozyjne (międzywarstwy) i powłoki nawierzchniowe lub jako cienko powłokowe powłoki nawierzchniowe (wersje epoksydowe występują w wersji chemoodpornej i odpornej na korozję atmosferyczną; akrylowe, głównie jako nawierzchniowe – jedno- i dwuskładnikowe). Ze względu na swój charakter organiczno- nieorganiczny powłoki te łączą zalety obu typów farb. Są łatwe w aplikacji, odporne na czynniki chemiczne, atmosferyczne i mechaniczne. Szczególnie podwyższona jest ich odporność na działanie promieniowania uV, co zapewnia stabilność koloru i połysku przez wiele lat. Najwcześniejszą referencją z dużej konstrukcji mostowej jest Peace Bridge na granicy Stanów Zjednoczonych i Kanady(1998). W wielu krajach i wielu branżach (np. na platformach norweskich, na konstrukcjach mostowych USA) powłoki polisilksanowe są stałym elementem specyfikacji [2-5].
- farby polimocznikowe różnego typu. Ich główne cechy to bardzo niski VOC, bardzo duża szybkość utwardzania, możliwość uzyskania wysokiej grubości w jednej powłoce, odporność chemiczna na wielorakie media, możliwość nanoszenia i utwardzania w temperaturach poniżej 0°C i w warunkach wysokiej wilgotności. W zależności od budowy żywicy i utwardzacza można otrzymać różne cechy aplikacyjne i użytkowe powłok.

Farby bazujące na czystych alifatycznych żywicach polimocznikowych dają powłoki o grubości 1500-3000 $\mu$ m, ich czas życia waha się od paru sekund do 30 minut; często muszą być nakładane specjalną technologią przy użyciu pistoletów dwudyszowych, w których składniki mieszają się w procesie aplikacji. Dlatego ich odmiana z użyciem kwasu poliasparginowego, jako składnika aminowego zyskała dużą popularność. Umożliwia ona przedłużenie czasu życia do 2 godzin oraz nakładania cienkich powłok (rzędu 50 $\mu$ m) bez podwyższania VOC, przy pomocy standardowej technologii natrysku bezpowietrznego pistoletem jednodyszowym.

Farby te znalazły szerokie zastosowanie zarówno na konstrukcjach stalowych jak i betonowych. Około 10 lat temu zostały nimi wymalowane duże konstrukcje na Alasce, czy Astoric Bridge w USA [2-4, .6-12]

— farby poliuretanowe modyfikowane pochodnymi kwasu poliasparginowego

Pochodne kwasu asparaginowego stosuje się w nowoczesnych poliuretanach jako aktywny rozpuszczalnik, który dzięki swojej szybkości reakcji z izocyjanianami (szybszej niż reakcja izocyjanianów z wodą) zapobiega pęcherzeniu poliuretanów w środowiskach o podwyższonej wilgotności oraz pozwala na obniżenie VOC i przyspieszenie schnięcia [7].

— farby fluoropolimerowe, jako farby nawierzchniowe. Ze względu na siłę wiązania węgla z fluorem (siła wiązania ok.25% wyższa niż w siloksanach wiązania krzemu z tlenem), wysoką energię jonizacji tego wiązania oraz małe rozmiary atomu fluoru, powłoki te charakteryzują się bardzo wysoką stabilnością połysku i koloru (wyższą nawet niż polisiloksany). Przy narażeniach w gorących azjatyckich morskich warunkach zaczyna ubywać po 8 latach eksploatacji około 0,38 $\mu$ m powłoki rocznie. Dla porównania - w tych samych warunkach od 2-go roku eksploatacji ubywa około 2 $\mu$ m rocznie alifatycznych powłok poliuretanowych. Powłoki fluoropolimerowe charakteryzują się również bardzo wysoką odpornością korozyjną bazującą na bardzo niskiej przepuszczalności jonów chlorkowych i, jak podaje literatura, również tlenu. Po 16 latach eksploatacji nie znaleziono pod powłoką eksploatowaną w warunkach morskich jonów chlorkowych. Powłoki są eksploatowane na różnych konstrukcjach, w tym na mostach. W Japonii w wielu regionach są obowiązkowe w specyfikacjach. Znakomitymi referencjami są mosty: Akashi (najdłuższy podwieszony most na świecie), Tokiva, Amadori, Katsushike w Japonii, czy Shelby w USA [13].

Ze względu na wypełniacze nowością są:

— Płatkowe wypełniacze cynkowe produkowane metodą moką i suchą poprawiające właściwości barierowe i protektorowe powłok [14]

— Nano- wypełniacze takie jak węgiel krzemu, węgiel wolframu, tlenek glinu, dwutlenek tytanu, krzemionka -. Prowadzone są badania związane z zastosowaniami niektórych z nich również do wybranych farb antykorozyjnych [15].

Nowe produkty są w bezwzględnych cenach droższe od dotychczas stosowanych. Stosując jednak rachunek opierający się na czasie życia systemu okazują się opłacalne i znalazły zastosowanie na wielu konstrukcjach. Ocena kosztów bazująca na czasie życia systemu jest również elementem nowoczesności systemów antykorozyjnych.

## **6. WYBRANE WYNIKI OCENY ZACHOWANIA SYSTEMÓW POWŁOKOWYCH PO 15-20 LATACH EKSPLOATACJI**

W Polsce nie prowadzi się badań zachowania systemów antykorozyjnych na dużych konstrukcjach po latach eksploatacji. Wygrany kontrakt oznacza na ogół koniec zainteresowania wyborem określonego systemu. Dlatego poniżej przytoczę jedne z wielu wyników takich badań na konstrukcjach mostowych w Stanach Zjednoczonych [16]. Może doświadczenia naszych sojuszników pomogą naszym Inwestorom oraz mającym wpływ firmom wykonawczym i projektowym uwzględnić w swoich wyborach ten ważny czynnik merytoryczny. A może zachęcą kogoś do sfinansowania takich badań lub choćby poszukania większej liczby wyników, by upewnić się, czy przytoczone przeze mnie wyniki, sprzeczne z polskimi obiegowymi opiniami potwierdzają się.

Korzystanie i analiza doświadczeń polowych jest cennym elementem nowoczesności w procesie zabezpieczeń antykorozyjnych.

W omawianych badaniach sprawdzano zachowanie systemów antykorozyjnych naniesionych na mostach po 2-20 latach eksploatacji w podobnych zagrożeniach korozyjnych. Grubości systemów powłokowych są zbliżone. Powłoki cynkowe mają grubość ok.200µm.

Wyniki pokazane są w tabeli 1.

Przegląd wykazał podstawową rolę dobrego wykonania pod specjalistycznym nadzorem.

Systemy wykazywały wyższą trwałość od przewidywanej. Znacząco najlepszy stan i najlepsze rokowania są dla obiektów, które można było zabezpieczyć powłokami cynkowymi ogniowymi. Jednak estetyka tych obiektów nie jest zadawalająca.

Bardzo dobrze wypadły systemy z gruntem wysokocynkowym nieorganicznym. Występują jednak duże różnice w zależności od staranności wykonania i nadzoru. Najwięcej błędów zaobserwowano na małych obiektach wykonanych bez specjalistycznego nadzoru. Obiekty duże są w najlepszym stanie.

Tabela 1 Ocena powłok eksploatowanych na mostach po wizji lokalnej

Most/lata eksploatacji	Przewidywany czas życia po przeglądzie [lata]	Przewidywany czas życia (projekt) [lata]	System Powłokowy: Grunt/Międzywarstwa/Powłoka nawierzchniowa	Uwagi
Shelton-Derby/15	20-25	9	Alkid – 3 powłoki Wypełniacze chromianowe i ołowiane	Powłoka nawierzchniowa (i częściowo międzywarstwa) łuszczy się; częściowa korozja szczelin
Windsor Lock/15	20-25	9	Alkid – 3 powłoki Wypełniacze chromianowe i ołowiane	Powłoka nawierzchniowa (i częściowo międzywarstwa) łuszczy się; częściowa korozja szczelin
Coram Road/15	20-25	21	IOZ&EP&PUR*	Mały most. Brak nadzoru. Źle przygotowana powierzchnia; niska grubość; miejscowe uszkodzenia
Prospect Street/15	15	21	IOZ&EP&PUR*	Mały most. Brak nadzoru. Źle przygotowana powierzchnia; niska grubość; miejscowe uszkodzenia
Brewer nad drogą/20	30+	21	IOZ* & Winył	Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych; kredowanie i zmiana koloru powłoki

					poliwynylowej
Brewer nad koleja/20	30+	21	IOZ* & Winył		Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych; kredowanie i zmiana koloru powłoki poliwynylowej
Harrington/20	30+	21	IOZ* & Winył		Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych;kredowanie i zmiana koloru powłoki poliwynylowej
Hartford EB/17	I-84 22-27	19.5	EPZn&EP&PUR		Ok.1% korozji. Korozja pod dylatacjami i w szczelinach
Hartford WB/17	I-84 22-27	19.5	EPZn&EP&PUR		Ok.1% korozji. Korozja pod dylatacjami i w szczelinach
WashingtonAv/15	20-25	19.5	EPZn&EP&PUR		Miejscowa korozja
Freight Street/15	17-22	19.5	EPZn&EP&PUR		Miejscowa korozja
Riverside Str./15	20-25	19.5	EPZn&EP&PUR		Miejscowa korozja
Bridge-port/8	30+	90+	cynk ogniowy/PUR*		Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Newtown/2	30+	90+	cynkowanie ogniowe*		Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Middle-town/6	30+	90+	cynkowanie ogniowe*		Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Norwich/36	30+	90+	cynkowanie ogniowe*		Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Lyme/9 mosty	- 4 10+	22+	Zn natryskiwany cieplnie/PUR		Miejscowa korozja poniżej 1%. Zniszczona powłoka nawierzchniowa ze względu na dużą chropowatość zatrzymującą zanieczyszczenia

\* Powłoka nakładana w wytwórni; EPZn – powłoka epoksydowa wysokocynkowa; PUR – powłoka alifatyczna poliuretanowa; IOZ – powłoka etylokrzemianowa wysokocynkowa

Systemy alkilowe z wypełniaczami chromianowymi i ołowianymi zachowują się dużo lepiej niż zakładano. Pigmentowane powłoki chronią dobrze przed korozją. Występuje jednak duże łuszczenie się powłok nawierzchniowych i częściowo międzywarstwy. Systemy te zostały wycofane ze względów ekologicznych.

Powłoki zabezpieczone powłoką cynkową natryskowaną cieplnie chronią bardzo dobrze z wyjątkiem miejsc, do których był trudny dostęp i miejsc na styku z betonem. Ze względu na wysoką chropowatość wykonania tych powłok powłoki nawierzchniowe uległy degradacji. Zaprzeszanie stosowania łatwych w użyciu farb alkilowych z zapewniającymi dobrą ochronę antykorozyjną wypełniaczami chromianowymi i ołowianymi powoduje ciągły rozwój nowych systemów antykorozyjnych, z którymi dopiero nabieramy doświadczeń z eksploatacji polowej. Dlatego monitoring ich zachowania jest tak ważny.

Ciekawa jest obserwacja stosowanych systemów w krajach rozwiniętych technologicznie i bogatszych od Polski. Nie widać zmonopolizowania zastosowań przez jedną technologię – ani na mostach nowych, ani przy renowacjach. Wszędzie wybierane są systemy o wysokiej trwałości ale są to głównie systemy z powłok organicznych z gruntem wysokocynowym organicznym nieorganicznym. Powłoki z powierzchnią pokrytą powłoką cynkową natryskowaną cieplnie są raczej rzadkie i ograniczone do mniejszych obiektów ze względu na koszty. Zwraca uwagę częste, w porównaniu z Polską, zastosowanie powłok cynkowych ogniowych (i to bez dodatkowych powłok nawierzchniowych) związanych z ich wyjątkowo wysoką trwałością i przez wiele lat brakiem konieczności konserwacji. Rozwiązanie to

znajduje zastosowanie na wielu obiektach, na których ta technologia ze względu na wymiary jest możliwa do zastosowania, nawet przy braku walorów estetycznych.

## **7.PODSUMOWANIE**

W procesach zabezpieczeń antykorozyjnych w Polsce, pomimo znaczącego rozwoju w ostatnich latach, występuje wciąż wiele niedoskonałości. Duża część z nich wynika z braku umocowania zabezpieczeń antykorozyjnych w Prawie Budowlanym. Wynika z tego brak zaangażowania specjalistów antykorozyjnych w projektowanie i nadzór nad wykonywaniem tych prac. Stąd pochodzą błędy w wyborze systemów, brak zwrócenia uwagi na różne ważne elementy technologii wykonawczych, rozplanowania robót, standardów wymagań, właściwego utrzymania itd. Efektem jest skrócona trwałość i niewłaściwie ocenione koszty.

Brak jest też uwzględnienia nowych materiałów i technologii w aktualnie prowadzonych zabezpieczeniach. Nowości „przebijają się” na nasz rynek dużo dłużej niż w innych krajach rozwiniętych. Związane jest to również z brakiem dużych programów badawczych oceniających dotychczas stosowane rozwiązania i pracujących nad nowymi.

Mimo to w ciągu ostatnich lat udało się osiągnąć pewien postęp - w dziedzinie mostów stalowych GDDKiA wydała „Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych” [17] określające wymagania w tej dziedzinie dotyczące mostów; rozpoczęto szkolenia certyfikowanych inspektorów antykorozyjnych, od lat prowadzone są szkolenia metalizatorów, rozpoczynają się kursy certyfikacyjne dla malarzy. Również miasta zainteresowały się uporządkowaniem spraw korozyjnych i planowane jest opracowywanie Zaleceń Antykorozyjnych dla Warszawy. Na wielu nowobudowanych i aktualnie remontowanych obiektach mostowych stosuje się już systemy zapewniające wysoką trwałość jak powłoki metalowe natryskiwane cieplnie uszczelnione systemem malarskim, grunty etylokrzemianowe wysokocynowe uszczelnione systemem malarskim, powłoki siloksanowe.

Oparcie oceny kosztów i wyboru rozwiązań na czasie życia zabezpieczeń jest najwłaściwszym podejściem w antykorozyj. Ważna wtedy okaże się znajomość i zastosowanie nowych materiałów jak powłoki siloksanowe, mocznikowe, czy fluoropolimerowe. Ocena systemów eksploatowanych w naszym klimacie, przy naszym zanieczyszczeniu środowiska i naszym sposobie konserwacji również wniesie wiele cennych wskazówek.

Aktywnie działa Polskie Stowarzyszenie Korozyjne, które rozpowszechnia wiedzę w dziedzinie antykorozyj.

Na nowoczesność procesów zabezpieczeń antykorozyjnych składa się wiele elementów.

Niezbędna jest specjalistyczna wiedza na każdym etapie projektowania inwestycji i wykonawstwa. Brak usytuowania antykorozyj we właściwym miejscu prawnym i decyzyjnym wiąże się z ogromnymi stratami materialnymi i społecznymi. Równie ważne są długofalowe inwestycje w procesy badawcze i procesy szkoleniowe kadry . Oparcie decyzji na popularnych opiniach, które dostosowują się do poziomu wiedzy osób je tworzących [18], nie jest właściwym sposobem postępowania w tej trudnej, specjalistycznej dziedzinie techniki. We wszystkich rozwiniętych krajach antykorozyja jest ważną dziedziną dyskutowaną na poziomie rządów i największych korporacji [19-21].

Szczegółowe rozwiązania techniczne powinny być w gestii odpowiedzialnych specjalistów.

## 8.LITERATURA

1. Królikowska A.,Konstrukcje Stalowe 2005
2. Doble O., "Coating selection in the Norwegian offshore industry - where, what and why" PACE 2006 Tampa, USA
3. Ault J.P.,"The Use of Coatings for Corrosion Control on Offshore Oil Structures" PACE 2006 Tampa, USA
4. Kline E.S.,Corbett W.D.,"Single coat paint system research" PACE 2006 Tampa, USA
5. Mowree N.R."Polysiloxane coatings innovations" PACE 2006 Tampa, USA
6. Angeloff C.,Squiller E.P.,Best K.E., JPCL 8(2002)42-47
7. Gardner G.W., JPCL 10(2006)38-47
8. Luthra S.,Wayt T.D.,Yeske E., "Application of polyaspartic esters in polyurea coatings" 21<sup>st</sup>. Higher Solids and Waterborne Coating Symposium, Feb.1994 New Orlean, USA
9. Squiller E.P.,Best K.E,"Polyaspartics for corrosion protection applications" PACE 2005 Las Vegas, USA
10. Squiller E.P., "Aliphatic polyurea coatings based on polyaspartic esters" - materiały firmy Bayer 2006
11. O'Malley C.,"Polyurea coatings. if you knew what could go wrong" PACE 2005 Las Vegas, USA
12. Masciale M.J."Aliphatic polyurea specification –The Development of SSPC Paint Specification 39" PACE 2005 Las Vegas, USA
13. Darden W.,"Advances in fluoropolymer resins for long-life coatings" PACE 2006 Tampa, USA
14. Artykuł redakcyjny "New Zinc Flake to Cut Costs, Expand Application" JPCL 10(2006)8
15. Bonora P.L. informacja prywatna 2006
16. Leyland D.S.,Castler L.B.,"Time tested performance of bridge coatings" PACE 2006 Tampa, USA
17. Królikowska A., "Zalecenia do wykonywania I odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych – nowelizacja w 2006 r." Zarządzenie nr 15 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 8 marca 2006 roku
18. Levitt S.D.,Dubner S.J.,"Freakonomics" Penguin Books 2005
19. Farschon C.,Hewins M.,Moran C.,"Repainting bridges during rehabilitation projects:sequencing options" PACE 2006 Tampa, USA
20. Duke S.,Houl L.,Toussaint E.,Reardon D.,"Steel bridge shop painting issues and answers: the FDOT experience" PACE 2006 Tampa, USA
21. Byram K.,"Raising the standard for bridge coatings in the state of Florida"PACE 2006 Tampa, USA
22. "Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United State" Raport Federalnej Administracji Autostrad 2001