

# CZEŚĆ TRZECIA



## Kazimierz Darowicki

ORCID ID: 0000-0002-5457-5008

## TECHNOLOGIA

### WAŻNIEJSZE BADANIA STOSOWANE I WDROŻENIA

#### INFORMACJE OSOBOWE



29 sierpnia 1955 r.



Gdańsk



Ul. Borówkowa 4C,  
Otomin, gmina Kolbudy,  
80-174 Gdańsk



Ul. Zator-Przytockiego  
2B/12, Wrzeszcz,  
80-245 Gdańsk



Politechnika Gdańska,  
ul. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk



Nauczyciel akademicki,  
inżynier chemik



Inspektor ochrony  
katodowej



+ 48 601 529 730



[kazdarow@pg.edu.pl](mailto:kazdarow@pg.edu.pl)



Kazimierz Darowicki –  
Wikipedia, wolna  
encyklopedia

Lp.

#### SPIS TREŚCI

Str.

1.	<b>OCHRONA KATODOWA</b>	2
1.1.	Ochrona katodowa wieży wydobywczej Baltic Beta	2
1.2.	Ochrona katodowa śluz i pochylni Kanału Elbląskiego	4
1.3.	Ochrona katodowa klasyfikatorów spiralnych	5
2.	<b>ANTYKOROZYJNA OCHRONA POWŁOKOWA</b>	7
2.1.	Ochrona instalacji odsiarczania spalin	7
2.2.	Ocena jakości prac konserwacyjnych Trasy Kwiatkowskiego	11
2.3.	Ocena powłok antykorozyjnych elektrowni Narwa w Estonii	12
3.	<b>MONITOROWANIE KOROZYJNE</b>	13
3.1.	Monitorowania instalacji wody miejskiej w Gdańsku	13
3.2.	Monitorowanie instalacji rafineryjnych	17
3.3.	System monitorowania korozji ogólnej i wodorowej	20
4.	<b>DIAGNOSTYKA KOROZYJNA</b>	27
4.1.	Diagnostyka korozji zbiorników balastowych „INNOVATION”	27
4.2.	Diagnostyka uszkodzenia korozyjnego pieca instalacji DRW	28
4.3.	Diagnostyka uszkodzeń wymienników ciepła	29
4.4.	Uszkodzenia rurociągów przez prądy błędzące	30
4.5.	Diagnostyka stanu korozyjnego obiektów obozu AUSCHWITZ	32
4.6.	Diagnostyka korozji tanków fermentacyjnych	34
4.7.	Diagnostyka korozyjna instalacji mycia aminowego	36
4.8.	Diagnostyka korozyjna obiektów portowych „NAFTOPORT”	37
4.9.	Diagnostyka uszkodzeń i ochrona przed korozją elektrofiltrów	39
4.10.	Wdrożenie programu RBI	40
4.11.	Algorytm sterowania i sterownik systemu ogni w paliwowych	44
4.12.	Uszkodzenia korozyjne kanałów kominowych	49
4.13.	Diagnostyka stanu rurociągów transportujących solankę	50
4.14.	Diagnostyka stanu systemów ochrony katodowej okrętów RP	51
4.15.	Diagnostyka i ochrona przed korozją komór fermentacyjnych	53
4.16.	Diagnostyka korozji stali nierdzewnej instalacji ozonowania	54
4.17.	Diagnostyka i ochrona przed korozją rurociągów zrzutowych	55
4.18.	Diagnostyka korozji zbiornika wody platformy Baltic Beta	56
4.19.	Diagnostyka i ochrona przed korozją baz i stacji paliwowych	59
4.20.	Diagnostyka zagrożenia korozyjnego przez linie wysokiego napięcia	61
5.	<b>MAPA WAŻNIEJSZYCH WDROŻEŃ I EKSPERTYZ</b>	63
6.	<b>PODSUMOWANIE PRAC BADAWCZYCH STOSOWANYCH</b>	84

Korozyja to naturalnie występujące zjawisko, powszechnie definiowane jako pogorszenie się stanu urządzeń, konstrukcji, obiektów, instalacji oraz różnego zwykle metalicznego oprzyrządowania. Ze względu na wiele form, przyczyn i powiązanych metod zapobiegania, nauka o korozyji jest bardzo złożona i wymaga rozległej wiedzy specjalistycznej oraz znacznych zasobów wiedzy. Wagę tym zagadnieniom nadały analizy kosztów z tytułu uszkodzeń korozyjnych zrealizowane w roku 2001 r. [i](#) [G.H Koch, M.P.H. Brongers, N.G. Thompson, Y. Virmani, J.H. Paul, J.H. Payer, „Corrosion Cost and Preventive Strategies in the United States” United States. Federal Highway Administration, CC Technologies, Inc.; NACE International, 2002.](#) Ustalono, że roczny bezpośredni koszt korozyji w Stanach Zjednoczonych wynosi oszałamiające 276 miliardów dolarów – lub 3,1% produktu krajowego brutto. Dane te opierały się na analizie kosztów bezpośrednich w poszczególnych sektorach gospodarki. Przeprowadzone analizy finansowe wskazywały, że można zaoszczędzić od 25 do 30% rocznych kosztów korozyji, gdyby zastosowano optymalne praktyki zarządzania korozyją. Przeprowadzone analizy i procentowe wartości kosztów korozyji można odnieść do gospodarki Polski. Inne analizy wskazują, że w skali globalnej korozyja niszczy rocznie nawet ok. 25 mln ton stali. Według danych z roku 2010 światowe roczne straty korozyjne, w przeliczeniu na jednego mieszkańca, wynosiły 1000 – 1500 \$ [i](#) [impact.nace.org/economic-impact.aspx](http://impact.nace.org/economic-impact.aspx).

W roku 2010 oszacowano, że bezpośrednie i pośrednie koszty korozyji stanowiły w Polsce około 8% PKB, co odpowiadało sumie 100 mld zł, 25 razy większej od krajowego budżetu na naukę [i](#) [Korozyja – Wikipedia, wolna encyklopedia](#)

Te podstawowe informacje dotyczące kosztów korozyji muszą robić wrażenie [i](#) <https://tcdfillinois.org/news/the-high-cost-of-corrosion/>. Dane te dowodzą, że ochrona przed korozyją to istotny z punktu widzenia gospodarki i finansów problem. Niestety, koszt ekonomiczny korozyji to tylko część historii. Koszt korozyji w kontekście bezpieczeństwa publicznego i zdrowia ekologicznego jest jeszcze wyższy. Gdy skorodowane konstrukcje zawodzą – gdy zawalają się mosty, pękają rury lub pękają zbiorniki magazynowe – skutki mogą być zarówno śmiertelne, jak i katastrofalne dla środowiska. Dlatego korozyję należy wiązać z ochroną środowiska i szeroko pojętą ekologią [i](#) <https://tcdfillinois.org/news/the-high-cost-of-corrosion/>

Korozyja wiąże się także z bezpieczeństwem technicznym i jakością życia. Tych konsekwencji procesów korozyjnych nie można ująć w ścisłe ramy finansowe. Skutki i koszty procesów korozyjnych są złożone i sprzężone wewnętrznie. Ze względu na powagę skutków korozyjnych wprowadza się obecnie systemy zarządzania korozyją [i](#) [impact.nace.org/corrosion-management-system-framework.aspx](http://impact.nace.org/corrosion-management-system-framework.aspx).

Pierwszym krokiem w skutecznej ochronie przed korozyją jest dogłębna znajomość różnych mechanizmów, sposobów ich wykrywania oraz przyczyn ich występowania. W ramach swojej działalności akademickiej stworzyłem na Politechnice Gdańskiej szeroką ofertę dydaktyczną z zakresu korozyji i ochrony przed korozyją. Obejmowała ona utworzone o profilu korozyjnym kierunki studiów <https://chem.pg.edu.pl/kekiim/referencje/referencje-dydaktyczne>, studia podyplomowe o profilu korozyjnym <https://pg.edu.pl/studia-podyplomowe/zabezpieczenia-przeciwkorozyjne> i certyfikowane kursy inspektorskie z zakresu powłok antykorozyjnych i ochrony katodowej <https://chem.pg.edu.pl/kekiim/kursy>.

Analizy kosztów korozyjnych dokumentują znaczenie korozyjnych badań stosowanych i wdrożeń, które stanowią poważną część mojej działalności akademickiej. W pracach tych rozwiązywałem problemy praktyczne we współpracy z różnymi przedsiębiorstwami i koncernami przemysłowymi, krajowymi i zagranicznymi. Zrealizowałem około 500 prac badawczych, ekspertyz naukowych i wdrożeń. Aby zobrazować charakter tych prac wybrałem w mojej opinii reprezentatywne dokonania, których ogólne opisy przedstawiłem w niniejszym rozdziale.

Główne obszary moich prac stosowanych to ochrona katodowa, ochrona powłokowa, monitorowanie korozyjne i diagnostyka korozyjna. Zlecane prace badawcze nie były standardowymi problemami technicznymi. Były to poważne problemy badawcze mające duży ładunek poznawczy, a ich rozwiązanie było zawsze istotne z punktu widzenia działalności produkcyjnej poszczególnych przedsiębiorstw i koncernów. Rozwiązując problemy praktyczne wykorzystywałem osiągnięcia podstawowe, takie jak metody analizy czasowo-częstotliwościowej lub pomiary impedancyjne. Wyniki stosowanych prac badawczych były często publikowane w czasopiśmie o wysokiej randze naukowej. Wdrożone rozwiązania były skuteczne i spełniały oczekiwania podmiotów zlecających prace badawcze. Odzwierciedleniem wartości zrealizowanych wdrożeń są listy rekomendujące przesłane przez poszczególnych Zleceniodawców.

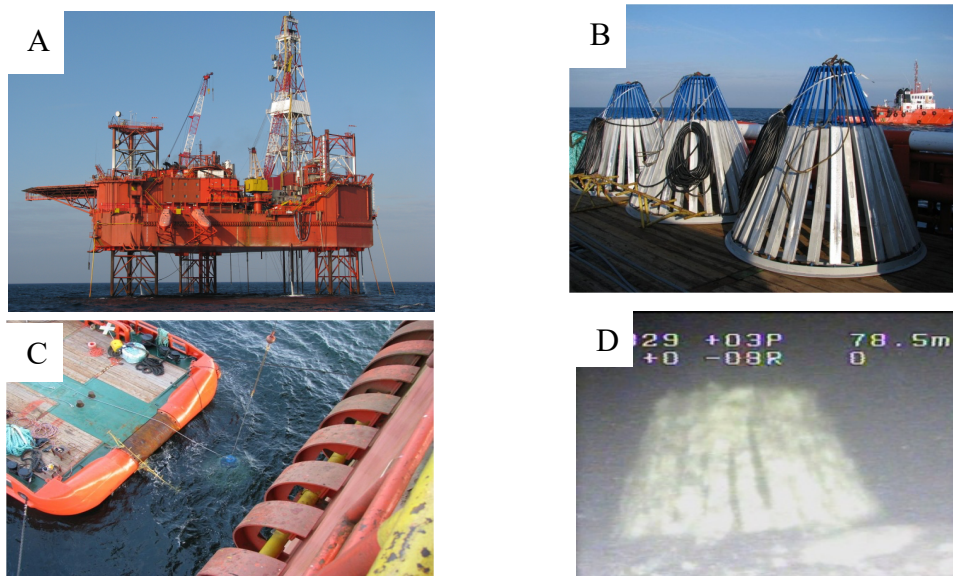
## 1. OCHRONA KATODOWA

Ochrona katodowa to jedna z głównych technologii ochrony przed korozją. Od lat była rozwijana przeze mnie i moich współpracowników. Poniżej zestawilem trzy główne prace z tego obszaru badawczego.

1.1	<b>Ochrona katodowa wieży wydobywczej Baltic Beta</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	PETROBALTIC S.A.

W lokalizacji wieży wydobywczej „Baltic Beta” (Fot. 1.1.-1A) ropa znajduje się na głębokości ok. 1 450 m pod dnem Morza Bałtyckiego. Konstrukcja wieży obejmuje trzy kratownicowe nogi. Ropa wydobywana jest dwunastoma otworami eksploatacyjnymi wyposażonymi w zagłowiczenia napowierzchniowe oraz głowice podwodne produkcji firmy Cooper-Cameron. W celu zwiększenia ciśnienia złożowego na platformie "Baltic Beta" zainstalowano system zatłaczania wody. Woda jest zatłaczana do złoża B-3 kierunkowymi otworami zatłaczającymi. W urządzeniach separacyjnych firmy Geoservices zainstalowanych na platformie "Baltic Beta" następuje oddzielenie wydobytej ropy od gazu. Instalacje i zbiorniki układu wodnego wyposażono w system monitorowania korozyjnego opracowany w mojej katedrze.

Wieża wydobywcza eksploatowana jest przez dziesiątki lat. Jej posadowienie na dnie morza, w środowisku wysoce korozyjnym o dużym poziomie falowania wymagało szczególnie efektywnej, niezawodnej technologii ochrony. W tym celu zaprojektowaliśmy oryginalny elektrochemiczny system ochrony katodowej. System ten składa się z sześciu wieńców anodowych (Fot. 1.1-1B). W pobliżu każdej z trzech nóg ulokowano po dwa wieńce. Na Fot. 1.1-1D widoczny jest jeden z wieńców anodowych po pięciu latach ochrony. Natomiast na Fot. 1.1-1C uwidoczniony jest moment posadowienia wieńców na dnie morza.



Fot. 1.1. A) Wieża wydobywcza Baltic Beta, B) Wieńce anodowe na pokładzie holownika, C) posadowienie wieńców na dnie, D) obraz wieńca anodowego na dnie morskim.

Wykonano laboratoryjne badania przedprojektowe i wyselekcjonowano optymalny stop anodowy. W ramach prac badawczych wykonano projekt wyliczając masę anod na założony 30 letni okres ochrony. Określono lokalizacje wieńców oraz konstrukcje przyłączy anodowych. Po uruchomieniu systemu ochrony katodowej przeprowadzono pomiary potencjału. W wyniku oddziaływania wieńców anodowych uzyskano przesunięcie potencjału korozyjnego nóg nośnych na całej wysokości o 170-190 mV w kierunku katodowym. System zasilania wodą poddany został ochronie inhibitorowej. Prace badawcze i wdrożenie uzyskały wysoką ocenę zleceniodawcy. Niektóre aspekty tego rozwiązania technologicznego zostały opublikowane:

- *K. Zakowski, K. Darowicki, Podstawowe procedury pomiarowe w ochronie katodowej - Wydawnictwo PG, 2023*

- *K. Zakowski, P. Iglinski, J. Orlikowski, K. Darowicki, K. Domańska, Modernized cathodic protection system for legs of the production rig – Evaluation during ten years of service, Ocean Engineering, Volume 21815 December 2020 Article number 108074*
- *J. Orlikowski, K. Zakowski, J. P. Iglirski, K. Darowicki, K. Domańska, Actual field corrosion rate of offshore structures in the Baltic Sea along depth profile from water surface to sea bed, Ocean Engineering, Volume 2651 December 2022 Article number 112545*
- *M. Narozny, K. Zakowski, K. Darowicki, Time evolution of Electrochemical Impedance spectra of cathodically protected steel in artificial seawater, Construction and Building Materials, Volume 154, Pages 88 - 9415 November 2017*



Gdańsk, 02.07.2021

**Współpraca LOTOS Petrobaltic z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej,  
Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej**

LOTOS Petrobaltic od wielu lat współpracuje z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej, Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej. Współpraca dotyczy obszarów o strategicznym znaczeniu dla firmy.

Katedra w sposób ciągły nadzoruje stan korozyjny instalacji wody zatłaczającej wodę złożową do złoża ropy oraz stan korozyjny i integralność nóg konstrukcji nośnej wież platformy wydobywczej Baltic Beta. Prace te mają zasadnicze znaczenie dla utrzymania możliwości eksploatacyjnych wież wydobywczych i bezpieczeństwa pracy. Zaprojektowany oraz wdrożony system ochrony katodowej nóg platformy Baltic Beta, uzyskał akceptację Polskiego Rejestru Statków. Jego efektywność i funkcjonalność są monitorowane.

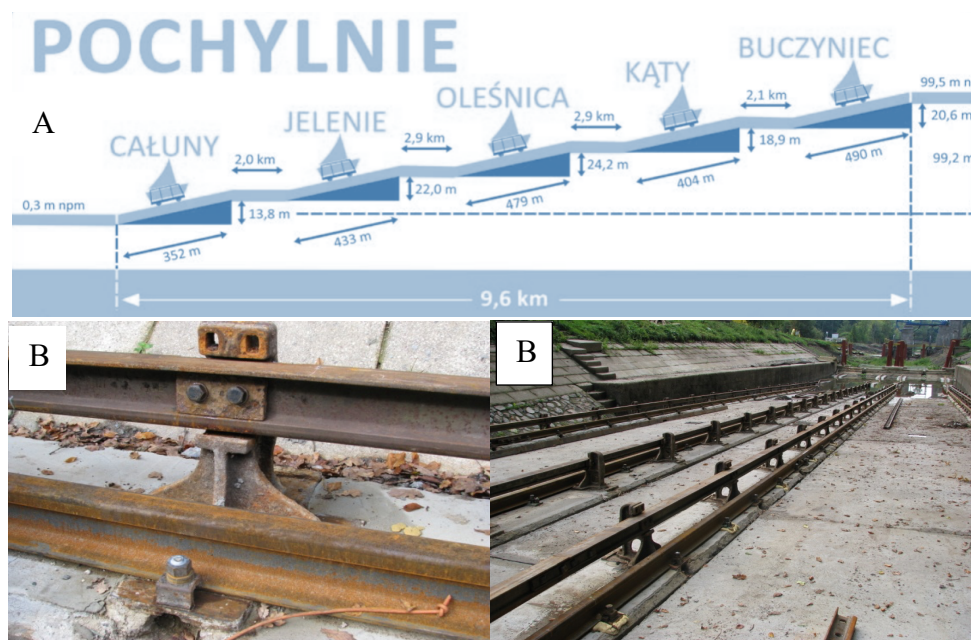
Podobnie zaprojektowano i wdrożono system monitorowania korozji zatłaczanej wody morskiej, który ze względu na strategiczne znaczenie, jest permanentnie nadzorowany przez pracowników katedry. Wdrożony monitoring pozwala wdrożyć środki zaradcze i tym samym utrzymać pożądaną jakość wody włączanej do złoża ropy, w celu zwiększenia jej wydobywania. To z kolei zapewnia ochronę złoża oraz niezmienną, wysoką jakość naszego produktu końcowego jakim jest ropa.

BIURO EKSPLOATACJI I INŻYNIERII  
ZŁOŻOWEJ  
WIODĄCY SPECJALISTA  
*Kinga Domańska*  
Kinga Domańska

DYREKTOR  
ds. WYDObYWCZy I WIERCEN  
*Krzysztof Kielas*  
Krzysztof Kielas

1.2	Ochrona katodowa szluz i pochylni Kanału Elbląskiego
Podmiot zlecający projekt badawczy	TOR-BUD Sp z o.o.

Na Kanale Elbląskim (Fot. 1.2A) zbudowanych jest pięć pochylni (Fot. 1.2B). Każda pochylnia składa się z dwu równoległe poprowadzonych torowisk, łączących stanowisko górne z dolnym. Na torowiskach poruszają się dwa wózki. Tory biorą swój początek na górnym stanowisku (jeszcze pod wodą) przechodzą przez grzbiet (szczyt) pochylni i schodzą do dolnego stanowiska, kończąc się pod wodą. Na każdym torze porusza się wózek przeciągany liną stalową pomiędzy górnym a dolnym stanowiskiem. Wózki połączone są ze sobą liną. Jeden koniec przyłączony jest do wózka od strony dolnej wody, potem lina biegnie do filaru kół linowych na stanowisku dolnym by następnie po przejściu przez koło zwrotne na filarze drugim końcem być podłączoną do drugiego wózka. Od strony wody górnej do wózków przymocowano liny stalowe, które doprowadzone są do bębna linowego umieszczonego w budynku maszynowni. Liny te nawinięte są na bęben przeciwbieżnie, dzięki czemu przy obrocie bębna — jedna lina nawija się na bęben a druga rozwija. Umożliwia to jednoczesny ruch wózków na pochylni w przeciwnych kierunkach. Przeciąganie jednego wózka ze stanowiska dolnego na górne odbywa się jednocześnie z przeciąganiem drugiego wózka ze stanowiska górnego na dolne. Zarówno liny, wózki oraz torowiska są okresowo zanurzane w wodzie ulegając procesom destrukcyjnym (Fot. 1.2C). W celu zwiększenia czasu eksploatacji między remontami zaprojektowano systemy ochrony elektrochemicznej przed korozją. Prace badawcze i projektowe zostały zrealizowane na zlecenie firmy TOR-BUD generalnego wykonawcy prac remontowych.



Fot. 1.2. A) Profil pochylni Kanału Elbląskiego w Buczyńcu, B) Widok skorodowanych szyn jezdnych w Buczyńcu

Przeprowadzono badanie przedprojektowe. Określono masę protektorów wymaganych na okres 30 letniej eksploatacji. Wyznaczono szybkości korozji stali w środowisku wody kanału Elbląskiego. W ramach projektu przeprowadzono selekcję stopu protektorowego, ustalono rozmiary protektorów oraz ich rozkład na elementach torów jezdnych. System ochrony katodowej składa się segmentów zbudowanych z elektrod cynkowych samoregulujących się umocowanych bezpośrednio na szynach torowisk.

- *M. Narożny, K. Żakowski, K. Darowicki. Method of sacrificial anode transistor-driving in cathodic protection system, Corrosion Science, Volume 88, Pages 275 – 279 November 2014*

Wdrożony system jest bezobsługowy. W dalszym etapie przeprowadzono badania eksploatacyjne. Zaprojektowany system ochrony zapewnił obniżenie potencjału korozyjnego chronionych torów i pozostałych elementów konstrukcyjnych o 180-200 mV w stronę katodową. Po wdrożeniu Katedra została wpisana do dziennika budowlanego jako jednostka projektująca i nadzorująca ochronę antykorozyjną.

1.3

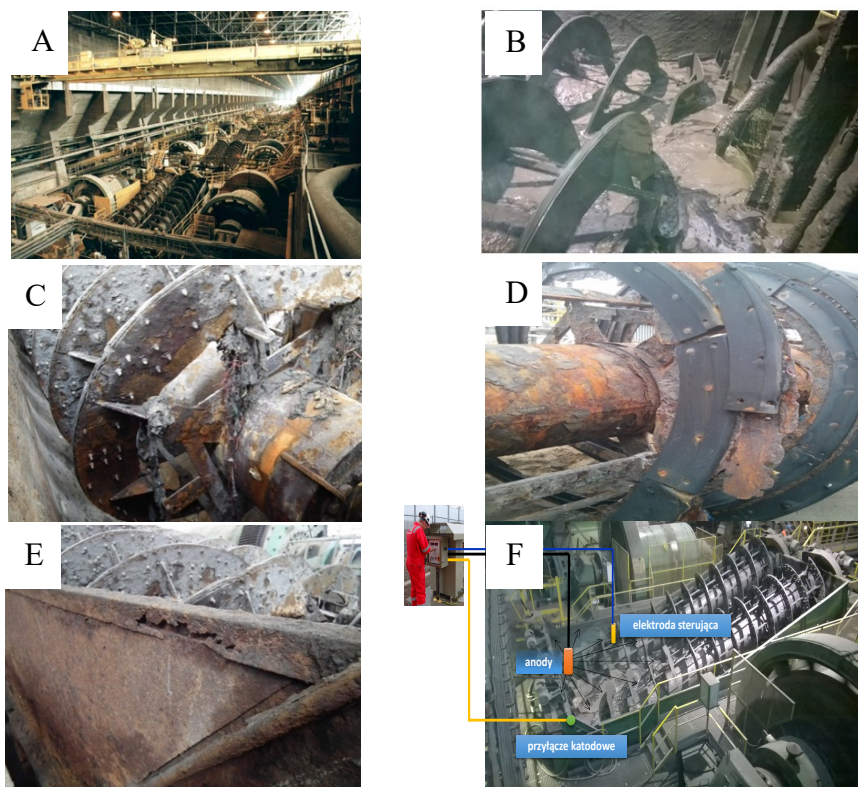
Ochrona katodowa klasyfikatorów spiralnych

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

KGHM Polska Miedź S.A.

Młyny prętowe rozdrabniają rudę do gradacji poniżej 3 mm. Klasyfikatory dwuzwojowe działające na zasadzie klasyfikacji grawimetrycznej rozdzielają nadawę na dwa strumienie (Fot. 1.3A). Pierwszy strumień to gruboziarnisty wlew o przeważającym udziale frakcji łupkowo-węglanowej. Drugi, drobnoziarnisty strumień charakteryzuje się dużym udziałem frakcji piaskowej. Widok pracującego klasyfikatora przedstawiony jest na Fot. 1.3B. Klasyfikatory pracują w trybie ciągłym przenosząc ogromne ilości materiału piaskowego oraz łupki węglanowe zawieszonych w wodzie. Dlatego spirale klasyfikatorów podlegają jednoczesnemu oddziaływaniu erozyjnemu i korozyjnemu. Te dwa procesy destrukcyjne oddziałują na siebie synergicznie (Fot. 1.3C-D). Objawia się to szybkimi procesami destrukcyjnymi i koniecznością częstych wymian spiral. W O/ZWR znajduje się 29 równoległych układów mieląco-klasyfikujących, w których skład wchodzi 5 typów młynów: pierwszego mielenia, drugiego mielenia i tzw. domielających oraz 3 typy klasyfikatorów spiralnych. Łącznie w O/ZWR pracuje 86 młynów i 29 klasyfikatorów, z których każdy wyposażony jest w dwie spirale, co daje liczbę 58 sztuk.

W ramach prac badawczych zaprojektowano system ochrony katodowej z zewnętrznym źródłem prądu (Fot. 1.3F). Anody polaryzujące ułożono na dnie wanny klasyfikatora. System zaopatrzony został w elektrody sterujące zapewniające uzyskanie założonego potencjału ochronnego. Polaryzację części pracującej spirali oraz wanny przeprowadzano przy pomocy zewnętrznego źródła prądu stałego.



Fot. 1-3. A) Klasyfikatory Zakładu Wzbogacanie Rudy, B) Widok pracującego klasyfikatora, C-D) Uszkodzenia korozyjno-erozyjne spirali, E) Uszkodzenia korozyjne wanny klasyfikatora, F) System ochrony katodowej z zewnętrznym źródłem prądu

Prace badawcze polegały na analizie materiałowej i konstrukcyjnej klasyfikatora. Zaprojektowano układ zasilający i system ochrony katodowej z profilem anod i sposobem ich ułożenia. Wykonano model klasyfikatora w skali laboratoryjnej i określono warunki prądowe wymagane do uzyskania założonego stopnia ochrony. W pierwszym etapie wdrożenie ochrony katodowej polegało na ochronie jednego klasyfikatora. Podpisano umowę KGHM-BZ-U-0088-2024 o współwłasności rozwiązania „Instalacja ochrony katodowej klasyfikatora spiralnego”. W roku 2025 rozpoczęto ochronę katodową dwóch dalszych klasyfikatorów o numerach technologicznych K-121 i K-122 w Oddziale Zakłady Wzbogacania Rud Rejon ZWR Polkowice. Zadanie to realizowane jest przez firmę należącą do Grupy Kapitałowej KGHM Polska Miedź tj. KGHM ZANAM S.A. Wszystkie nowe klasyfikatory na etapie montażu przystosowywane są do ułożenia anod polaryzujących. Niezależnie od ochrony katodowej klasyfikatorów dokonano analizy korozyjnej uszkodzeń pozostałych obiektów i instalacji Zakładu Wzbogacania Rudy Polkowice oraz Zakładu Hydrologicznego KGHM Polska Miedź wraz ze zbiornikiem Żelazny Most.



Polkowice, 20 listopada 2020 r.

**KGHM Polska Miedź**  
Spółka Akcyjna  
z siedzibą w Lubinie

Oddział  
Zakłady Wzbogacania Rud  
ul. Kapaliniana 1  
59-101 Polkowice

tel.: (48 76) 747 47 00  
fax: (48 76) 747 47 01

www.kghm.com

NIP 692-000-00-13  
REGON 390021764-00135  
BDO 000006528

Politechnika Gdańska,  
Wydział Chemiczny,  
Katedra Elektrochemii, Korozji  
i Inżynierii Materiałowej,  
80-233 Gdańsk  
ul. Narutowicza 11/12

Członkowie Zarządu  
KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.:

**Marcin Chłudziński**  
Przewodniczący Zarządu

**Adam Bugajczuk**  
Wiceprezes Zarządu  
ds. Rozwoju

**Paweł Gruza**  
Wiceprezes Zarządu  
ds. Aktywów Zagranicznych

**Katarzyna Kreczmańska-Gigol**  
Wiceprezes Zarządu  
ds. Finansowych

**Kadosław Stach**  
Wiceprezes Zarządu  
ds. Produkcji

Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej wykonała w latach 2014 – 2015 opracowanie dotyczące kompleksowej oceny zagrożeń korozyjnych pt. „Określenie możliwości zastosowania nowoczesnych metod ochrony antykorozyjnej obiektów technicznych i technologicznych w O/ZWR”.

Opracowanie poprzedzone zostało stworzeniem kompleksowego atlasu zniszczeń korozyjnych z jednoczesnym wskazaniem ich potencjalnych przyczyn.

Wyniki uzyskane w trakcie realizacji pracy pozwoliły na wprowadzanie nowych rozwiązań związanych z ochroną przed korozją maszyn, urządzeń i instalacji użytkowanych w KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Wzbogacania Rud.

Z wyrazami szacunku

  
**DYREKTOR**  
**DS. TECHNICZNYCH**  
Jerzy Członka

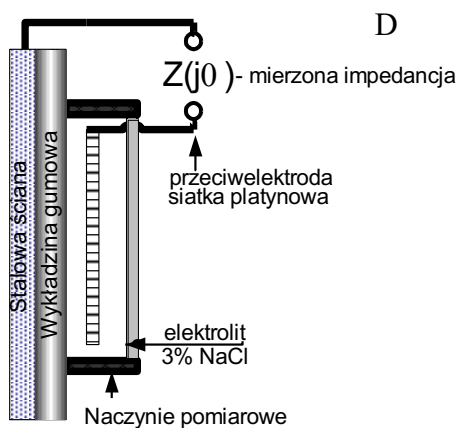
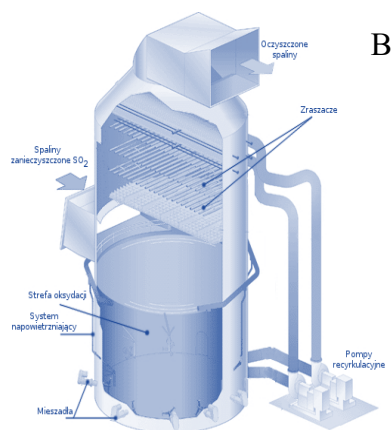
## 2. ANTYKOROZYJNA OCHRONA POWŁOKOWA

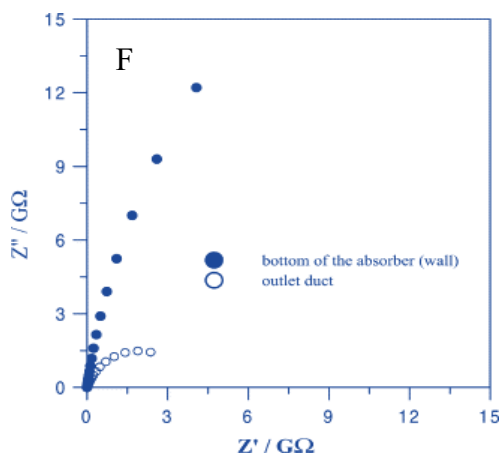
Ochrona powłokowa to najbardziej rozpowszechniona technologia ochrony przed korozją. Wydaje się, że ta technologia jest prosta w realizacji. Niestety popełniane błędy w przygotowaniu powierzchni, doborze powłok oraz wykonawstwie prac antykorozyjnych prowadzą często do kolosalnych strat finansowych. Poza powłokami polimerowymi do ochrony przed korozją stosowane są powłoki metalowe, konwersyjne oraz wykładziny antykorozyjne

<b>2.1.</b>	<b>Ochrona instalacji odsiarczania spalin</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Elektrownia Bełchatów, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

Odsiarczanie spalin w elektrowniach węglowych tradycyjnie realizowane jest metodą moką, wapienno-gipsową, a jej produktem końcowym jest gips o właściwościach umożliwiających jego dalsze wykorzystanie przemysłowe. Efektem ubocznym procesu technologicznego w absorberze Instalacji Odsiarczania Spalin (IOS) jest wytrącanie się trudnych do usunięcia osadów, czego konsekwencją z kolei jest obniżenie sprawności odsiarczania spalin i występowanie awarii. Co więcej, mechaniczna metoda usuwania tych twardych osadów znacznie wydłuża czas postoiu remontowego IOS i może powodować uszkodzenia oczyszczanych urządzeń i powłok ochronnych stosowanych na elementach jej układu i IOS.

Instalacje IOS chronione są przed korozją przy pomocy tapet ze stali 304 lub 316. Zbrojonych płatkami szklanymi wykładzin polimerowych lub przy pomocy wykładzin ze spełnionego szkła borano-krzemianowego. W przypadku Elektrowni Bełchatów instalacje IOS (Fot. 2.1A) chronione są przed korozją przez wykładziny gumowe. O tym wyborze zdecydował czynnik ekonomiczny, łatwość prowadzenia prac, łatwość prowadzenia napraw, ale przede wszystkim elastyczność systemów gumowych





Fot. 2.1. A) Widok absorbera, B) Schemat budowy adsorbera, C) pomiar twardości wykładziny gumowej, D) Schemat budowy celki pomiarowej, E) celka na badanej wykładzinie gumowej, F) Wyznaczone widma impedancyjne wykładziny spenetrowanej (strefa duktów) i wykładziny niespenetrowanej (dolna część absorbera)

Gazy odlotowe zanieczyszczone  $SO_2$  podawane są przez dukt do absorbera i zraszane są mleczkiem wapiennym (Fot. 2.1B) W strefie oksydacji absorbera wprowadzane jest powietrze i wydziela się gips. Ściany absorbera wyłożone są dwiema warstwami gumy ochronnej (Fot. 2.1C). Niestety po pewnym czasie wykładzina gumowa ulega destrukcji i traci cechy ochronne. Ze względu na różne zagrożenie w korozyjne w różnych strefach poziom destrukcji wykładziny jest różny.

W ramach prac ustalono przyczyny ograniczonej trwałości wykładzin gumowych. Opracowano nieniszcząca impedancyjną metodę oceny stanu wykładzin gumowych. Idea pomiaru impedancji powłoki gumowej przedstawiona jest na schemacie 2.1D. Na Fot. 2.1E. widoczna jest pracująca celka pomiarowa. Mierząc impedancję w wytypowanych lokalizacjach uzyskano profile nawodnienia powłok gumowych. Na Fot. 2.1F widoczne jest widmo impedancyjne wskazujące na dobre, barierowe cechy wykładziny oraz widmo impedancyjne wykładziny spenetrowanej. Stosując impedancyjną metodę oceny stanu wykładzin stworzono system racjonalnego projektowania czasów remontowych i zakresów remontów poszczególnych absorberów. Opisana metodyka badawcza była jednym z pierwszych na świecie zastosowań terenowych elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. Zaproponowane rozwiązanie zostało opublikowane i spotkało się z bardzo wysoką oceną Elektrowni Bełchatów oraz firmy realizującej prace antykorozyjne

- S. Krakowiak, K. Darowicki, *Inspection of rubber linings operating in flue gas desulphurisation units*, Progress in Organic Coatings, Volume 46, Issue 3 SPEC, Pages 211 – 215, May 2003
- A. Miszczyk, K. Darowicki, *Accelerated ageing of organic coating systems by thermal treatment*, Corrosion Science, Volume 43, Issue 7, July 2001, Pages 1337-1343
- S. Krakowiak, K. Darowicki, J. Orlikowski, R. Zuchowski, *Assessment of protective properties of rubber lining in absorbers of flue gas desulphurization systems*, Progress in Organic Coatings, Volume 78, Pages 220 - 2241 January 2015
- A. Miszczyk, K. Darowicki, *Inspection of protective linings using microwave spectroscopy combined with chemometric methods*, Corrosion Science, Volume 64, Pages 234 – 242 November 2012



PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.  
Oddział Elektrownia Bełchatów  
97-405 Bełchatów 5, Rogowiec, ul. Energetyczna 7  
tel. 44 632 51 32, 44 632 65 73, fax 44 735 22 11  
e-mail: kancelaria@elb.pl

## REKOMENDACJA

W Katedrze Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej opracowano metodykę diagnostyki stanu wykładzin antykorozyjnych wielkogabarytowych instalacji i urządzeń. Metoda ta polega na wykorzystaniu elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej i z powodzeniem jest wykorzystywana w ocenie stanu wykładzin gumowych instalacji odsiarczania spalin Elektrowni Bełchatów.

Inspekcje stanu systemów antykorozyjnych przeprowadzane są przez pracowników Katedry Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej od ponad dziesięciu lat. W wyniku pomiarów inspekcyjnych identyfikowane są obszary absorberów o największym zagrożeniu korozyjnym. Ocena zawartości wody w wykładzinach gumowych w funkcji czasu pozwala racjonalnie planować prace remontowe absorberów oraz przewidywać bezpieczny czas eksploatacji wykładzin.

Wysoko oceniamy współpracę z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej.

W szczególności wysoko oceniamy opracowaną i wdrożoną w PGE GiEK SA Oddział Elektrownia Bełchatów metodykę monitorowania stanu wykładzin gumowych stosowanych do ochrony przed korozją instalacji odsiarczania spalin.

Z poważaniem

PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.  
Oddział Elektrownia Bełchatów

Kierownik Zakładu Remontowego  
Rostan Szczęsny  
Pobymocnik

**Ochrona środowiska  
Kompleksowe zabezpieczenia  
antykorozyjne stali i betonu  
Wykładziny i powłoki chemoodporne**

**KORCHEM**

KORCHEM K & W Sp. z o.o., Bilgoraj k. Belchatowa, 97-427 Rogowiec, tel./fax 44 735-30-35, 735-30-36, e-mail: korchem@korchem.pl, www.korchem.pl, NIP 769-10-65-016

**REFERENCJE**

Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej opracowała metodykę diagnostyki i monitorowania wykładzin antykorozyjnych w instalacjach odsiarczania spalin. Metodyka ta pozwala ocenić czas eksploatacji oraz obszary lokalnych napraw.

Firma KORCHEM K&W Sp. z o.o. współpracując z Katedrą z powodzeniem wykorzystuje tę metodę na zabezpieczanych obiektach instalacji odsiarczania spalin.

Metoda ta jest bardzo przydatna firmie zarówno w trakcie jak i po realizacji prac chemoodpornych w kraju i za granicą.

Wysoko oceniamy współpracę z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej ze względu na terminową i profesjonalną obsługę.

**DYREKTOR**

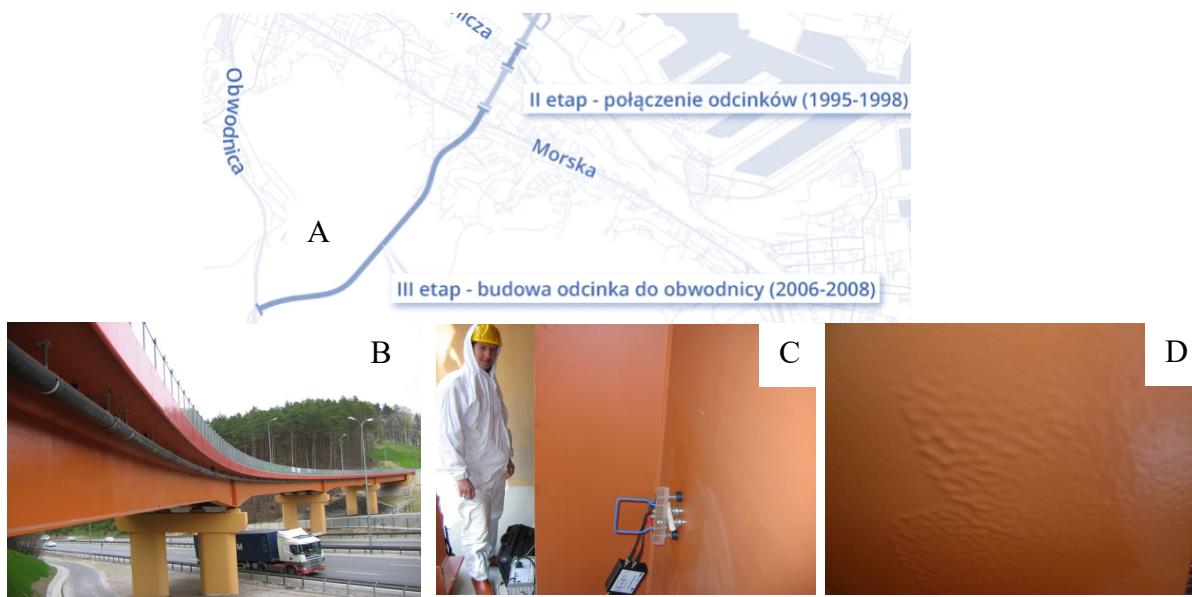
*Tadeusz Stachowicz*

**KORCHEM K&W Sp. z o.o.**  
Bilgoraj k. Belchatowa, 97-427 Rogowiec  
tel /fax (044) 735 30 35 735 30 36  
NIP 769-10-65-016 R 590422340

**my chronimy  
niezawodnie**

<b>2.2.</b>	<b>Ocena jakości prac konserwacyjnych Trasy Kwiatkowskiego</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	WARBUD S.A.

Realizacja projektu „Budowa Trasy Kwiatkowskiego w Gdyni – III etap”, w ramach którego utworzone zostało brakujące połączenie transportowe w skali ponadregionalnej w europejskim korytarzu transportowym zapewniającym ułatwienie i zabezpieczenie wymiany międzynarodowej, włączając tranzyt; – poprawę połączeń lądowo-morskich między ważnymi ośrodkami gospodarczymi krajów Europy Północnej i Środkowowschodniej, służących ich gospodarczej integracji; – likwidację „wąskich gardeł” europejskiej sieci dróg kołowych; – przyspieszenie tworzenia nowoczesnego, przyportowego węzła transportowego; – rozwój funkcji przemysłowo-składowych na terenach leżących w otoczeniu portu (Fot. 2.2A).



Fot. 2.2. A) Przebieg Trasy Kwiatkowskiego, B) Widok estakady nad obwodnicą, C) Pomiary impedancyjne stanu systemu malarskiego, D) Wady powłoki antykorozyjnej.

Budowa III etapu Trasy Kwiatkowskiego w Gdyni stanowiło jeden z podstawowych warunków pewnego wykorzystania autostrady A-1, głównego połączenia drogowego obsługującego strumień międzynarodowego ruchu pasażerskiego i towarowego w układzie północ-południe pomiędzy krajami skandynawskimi a Polską i innymi krajami Europy Środkowej i Południowej. Na Fot. 2.2A przedstawiono widok estakady Trasy Kwiatkowskiego nad obwodnicą. Względy konstrukcyjne oraz znaczenie tego rozwiązania drogowego wymagało szczególnego zabezpieczenia przez korozją.

Uczestniczyliśmy w wyselekcjonowaniu optymalnego systemu malarskiego. Konstrukcje mostowe i drogowe podlegają naprężeniami mechanicznymi i drganiami. Dlatego wytypowany system cechował się odpowiednią elastycznością. Przeprowadziliśmy oryginalne badania wpływu drgań mechanicznych i nawilżania na trwałość powłok organicznych. Nasz udział w projektowaniu zabezpieczeń implikował nasz udział w pracach odbiorowych. W tym celu wykorzystaliśmy opracowaną wcześniej metodę impedancyjną, która jest nieinwazyjna i obiektywnie pozwala określić właściwości barierowe zastosowanego systemu powłokowego w danym czasie i w danym miejscu (Fot. 2.2C). Nie wszystkie obszary zabezpieczeń spełniały standardy zabezpieczeń. Przykładowo na Fot. 2.2.D widoczna jest wyraźna wada powłokowego zabezpieczenia antykorozyjnego spowodowana zbyt małą lekkością materiału powłokowego.

- K. Darowicki, M. Szociński, P. Ślepski, *Application of the dynamic EIS to investigation of transport within organic coatings*, *Progress in Organic Coatings*, Volume 52, Issue 4, 1 April 2005, Pages 306-310
- M. Szociński, K. Darowicki, *Performance of organic coatings upon cyclic mechanical load*, *Progress in Organic Coatings*, Volume 146 September 2020 Article number 105718.
- Miszczyk, K. Darowicki, *Water uptake in protective organic coatings and its reflection in measured coating impedance*, *Progress in Organic Coatings*, 2021, 124, pp. 296–302

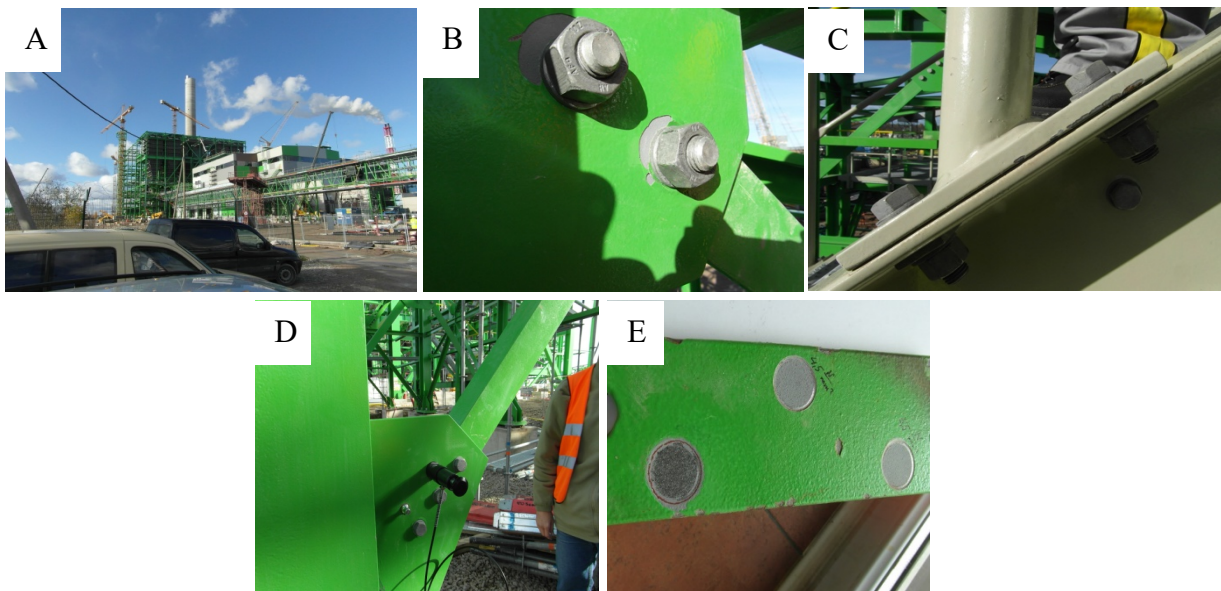
2.3.

Ocena powłok antykorozyjnych Elektrowni Narva Estonia

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Monta Sp. z o.o.

Elektrownia Narva (Fot. 2.3A) została zbudowana w latach 1969–1973. Znajduje się około 25 km na południowy zachód od miasta Narva. Dostępna moc wynosi 1610 MW energii elektrycznej i 77 MW ciepła. W latach 2010-2015 w elektrowni Narva przeprowadzano prace modernizacyjne.



Fot. 2.3. A) Ogólny widok Elektrowni Narva, B) Uszkodzenia systemu powłokowego wokół skręconych połączeń śrubowych, C) Uszkodzenia powłoki na krawędziach konstrukcji, D) Pomiar przyczepności metodą odrywową, stan w trakcie pomiaru (widoczna głowica przyrządu odrywowego), E) Widok po wykonaniu próby odrywowej.

W ramach prac konstrukcyjnych, wykorzystywano elementy malowane w Polsce przez firmę Konsbud z Tarnowa i przewożone na plac budowy, gdzie konstrukcję skręcano przy pomocy połączeń śrubowych. Do ochrony przeciwkorozyjnej zastosowano zestaw malarski produkcji firmy Fabryka Farb i Lakierów Malchem. Z przeprowadzonych prac badawczych i analizy sytuacji powstałej na konstrukcji elektrowni w Narwie wynika, że powierzchnie styku w połączeniach śrubowych w takich konstrukcjach wymagają specjalnego przygotowania, gwarantującego uzyskanie odpowiedniego współczynnika tarcia oraz spoiwości materiału styku (Fot. 2.3B), gwarantującego trwałość połączenia śrubowego i brak możliwości jego poluzowania. Analiza norm i wymogów europejskich i amerykańskich pozwala stwierdzić, że warunki te spełniają jedynie powierzchnie:

- a) stalowe po obróbce strumieniowo-ściernej,
  - b) stalowe metalizowane warstwą cynku lub aluminium (lub ich stopami),
  - c) powierzchnia stalowa po walcowaniu (obecność zgorzeliny na powierzchni),
  - d) powierzchnia stalowa oczyszczona płomieniowo i/lub szczotką drucianą,
  - e) malowanie farbą alkilokrzemianowo-cynkową o grubości od 50µm do 80µm.
- Innych sytuacji nie przewiduje się.

System malarski w miejscach ciernego styku nie spełnia tych wymagań (Fot. 2.3.B) Naprężenia powstające przy dokręcaniu śrub (i/lub nakrętek) powoduje mechaniczne uszkodzenie najsłabszej warstwy. Powstający w końcowym etapie dokręcania poślizg powoduje pęknięcie i odpajanie się warstw. Nie gwarantuje to trwałości połączenia i odpowiedniego współczynnika tarcia. Inną kwestią jest sprawa odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej warstwy gruntowej (Fot. 2.3C) W celu uniknięcia niejednoznacznej sytuacji bezpieczniej było wykluczyć stosowanie powłok w miejscach połączeń. Wynika to z faktu, że wytrzymałość mechaniczna warstw malarskich (Fot. 2.3D-E) może zależeć od wielu czynników nie zawsze możliwych do skontrolowania w warunkach przemysłowych i terenowych. W wielu przypadkach na powierzchni po oderwaniu stempla zauważono warstwę gruntową.

- *Andrzej Miszczyk, Michał Szociński, Kazimierz Darowicki, Powłoki malarskie w ochronie przeciwkorozyjnej Zasady stosowania i kontrola jakości, 2023, ISBN: 978-83-7348-880-9*

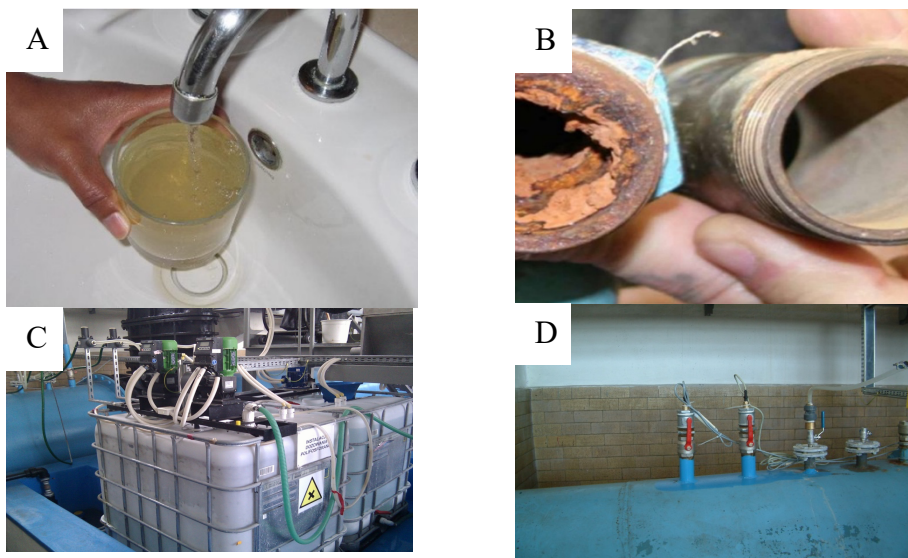
### 3. MONITOROWANIE KOROZYJNE

Monitorowanie korozji to proces, który ocenia i monitoruje komponenty sprzętu, konstrukcje, jednostki procesowe i obiekty pod kątem oznak korozji. Programy monitorowania mają na celu identyfikację pewnych warunków w celu wydłużenia żywotności i użyteczności aktywów, przy jednoczesnym zwiększeniu bezpieczeństwa i obniżeniu kosztów wymiany. Monitorowanie korozji obejmuje wszystkie rodzaje korozji i materiałów.

Główną zaletą wdrożenia monitorowania korozji jest wykrywanie wczesnych ostrzegawczych oznak korozji i określanie trendów i parametrów przetwarzania, które mogą powodować środowisko korozyjne. Parametry przetwarzania, które mogą wymagać zmiany, obejmują temperaturę, ciśnienie, pH itp. Ponadto monitorowanie korozji służy do pomiaru skuteczności metod zapobiegania korozji w celu ustalenia, czy należy zastosować różne techniki inspekcji i/lub monitorowania

<b>3.1.</b>	<b>Monitorowanie instalacji wody miejskiej w Gdańsku</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Saur-Neptun Gdańsk S.A. (obecnie Gdanskie Wodociągi S.A.)

Przed rokiem 2005 użytkownicy wody miejskiej z dolnego tarasu Gdańska zauważyli efekt „czerwonej wody” (Fot. 3.1A). Woda użytkowa pochodziła z ujęcia otwartego, jezioro Straszyn. Woda z tego zbiornika wykazywała niską zawartość magnezu i wapnia. W efekcie na wewnętrznych ścianach rurociągów nie odkładały się ochronne warstwy tlenków i węglanów wapnia i magnezu. Tworzący się tlenek żelaza (Fot. 3.1B) nie wykazywał własności ochronnych, rozpuszczał się w wodzie wodociągowej nadając specyficzną brunatno-czerwoną barwę



Fot. 3.1. A) Efekt czerwonej wody, B) Odłożone w rurze produkty korozji oraz pożądany stan rury, C) Zbiornik i pompa dozująca mleczko wapienne, D) Zamontowane sensory korozyjne bezobsługowego systemu monitorowania korozji.

Przyjęte rozwiązanie problemu opierało się na wprowadzeniu do wody tlenku wapnia w celu zwiększenia jej twardości (Fot. 3.1C). Opracowaliśmy na wniosek Urzędu Miasta Gdańska i Sour-Neptun Gdańsk system monitorowania korozji Fot. 23.1D). Głównym celem tego systemu była kontrola dozowanej ilości tlenku wapnia tak aby ograniczyć szybkość korozji z jednej strony, z drugiej strony, aby ograniczyć ilość dozowanego tlenku wapnia (Fot. 3.1C) do niezbędnego stężenia eliminującego efekt czerwonej wody. W ramach prac zaprojektowano i wdrożono bezobsługowy system monitorowania korozji w wodnych miejskich instalacjach. Automatyczny bezobsługowy system monitorowania korozji składał się z komputerów przemysłowych wykonujących pomiary wraz z systemem transferu danych i systemem sterowania i kondycjonowania danych. Każda głowica pomiarowa obejmowała czujnik temperatury, czujnik przepływu, korozyjny czujnik polaryzacyjny i korozyjny czujnik rezystometryczny. Multiplexer umożliwiał sterowanie czujnikami wewnątrz instalacji wodociągowej. Zarządzanie systemem monitorowania przeprowadzano w sposób cyfrowy. System cyfrowy obejmował moduł kondycjonowania danych oraz moduł

sterowania sekwencyjnego pomiarami z poszczególnych czujników. System kondycjonowania danych połączono bezpośrednio z komputerem pomiarowym.

W automatycznym trybie pomiaru szybkości korozji wykorzystano technikę rezystancji polaryzacyjnej (LPR). Elektrody czujników korozyjnych zostały wykonane ze stali konstrukcyjnej takiej samej jak materiał stosowany do budowy rur wodociągowych. Jednocześnie monitorowano zmiany temperatury i stężenia tlenu. Poza wymienionymi segmentami opracowany i wdrożony system monitorowania wyposażony był w moduł automatycznego raportowania. W ten sposób stan instalacji wody był kontrolowany przez Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Gdańska, Saur Neptun Gdańsk i Katedrę Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej.

W tabeli 3.1. przedstawiono maksymalne, rejestrowane w okresie letnim i minimalne, rejestrowane w okresie zimowym wartości szybkości korozji w różnych punktach pomiarowych po okresie 6 lat funkcjonowania systemu dozowania inhibitora korozji.

Tabela 3.1. Maksymalne i minimalne szybkości korozji stali w różnych punktach sieci wodociągowej po 6 latach realizacji ochrony inhibitorowej.

Lokalizacja punktu pomiaru	Maksymalne wartości szybkości korozji [mm/rok]	Minimalne wartości szybkości korozji [mm/rok]
strefa poboru wody z jeziora (stacja pomp)	0,078	0,027
za punktem dozowania inhibitora	0,021	0,010
5,9 km od punktu dozowania inhibitora	0,021	0,011
8,0 km od punktu dozowania inhibitora	0,023	0,011
12,5 km od punktu dozowania inhibitora	0,025	0,012
15,7 km od punktu dozowania inhibitora	0,029	0,012

Zestawione w tabeli 3.1. dane wskazują na skuteczność zastosowanego inhibitora korozji. Wyznaczona szybkość korozji nie przekraczała 0,030 mm/rok. W tych warunkach eksploatacja sieci wodociągowej była dużo bardziej bezpieczna pod względem korozyjnym. Usunięto efekt „czerwonej wody”.

Poza oceną szybkości korozji rejestrowano także zmiany pH wody. Nasze rozwiązanie było nowatorskie, zostało opublikowane i zaakceptowane przez Saur Neptun Gdańsk i Urząd Miasta Gdańska.

- *J. Orlikowski, K. Darowicki, Multi-sensor monitoring of the corrosion rate and the assessment of the efficiency of a corrosion inhibitor in utility water installations, Sensors and Actuators, B: Chemical, Volume 181, Pages 22 – 28 2013, 2014*
- *J. Orlikowski, K. Darowicki, Kazimierz, A. Jażdżewska, M. Jarzynka, The protection and monitoring of a distribution piping network for potable water supply, Anti-Corrosion Methods and Materials, Volume 62, Issue 6, Pages 400 - 406 2 November 2015*
- *J. Orlikowski, A. Zielinski, K. Darowicki, S. Krakowiak, K. Żakowski, P. Ślepski, Research on causes of corrosion in the municipal water supply system, Case Studies in Construction Materials, Open Access, Volume 4, Pages 108 - 115 June 01, 2016*
- *Jażdżewska K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Zielinski, S. Krakowiak, K. Żakowski, P. Ślepski, Critical analysis of laboratory measurements and monitoring system of water-pipe network corrosion-case study, Case Studies in Construction Materials, Open Access, Volume 4, Pages 102 - 107 June 01, 2016*

Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 3-1E.



Rys. 3-1E. Położenie punktów monitorowania korozji sieci wodociągowej wraz z zaznaczoną odległością od stacji pomp i stacji uzdatniania wody. Punkt ● miejsce poboru wody z jeziora STRASZYN, ● stacja pomp, ● lokalizacja sensorów korozyjnych



Gdańsk, 11 kwietnia 2006

List Referencyjny

Przedsiębiorstwo Saur Neptun Sp. z o.o wdrożyła System Monitorowania Korozji zaprojektowany przez Katedrę Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej kierowanej przez prof. dr hab inż. Kazimierza Darowickiego. Stosowane są dwa rozwiązania systemu: automatyczny, bezobsługowy system monitorowania na ujęciu wodnym oraz system monitoringu okresowego na sieci wodociągowej. Wyniki szybkości korozji dostępne są bezpośrednio poprzez łącza internetowe. Wdrożony system pozwala w sposób ciągły monitorować szybkość korozji wody w sieci wodociągowej oraz oceniać skuteczność technologii uzdatniania wody. Ponadto system ten pozwolił rozwiązać szereg problemów technicznych związanych z eksploatacją sieci wodociągowych. Biorąc pod uwagę uzyskane efekty oraz sposób realizacji zadania bardzo wysoko oceniamy system monitorowania korozji zaprojektowany i wdrożony przez Katedrę Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej.

DYREKTOR  
ds. technicznych  
Stanisław Mroczajski

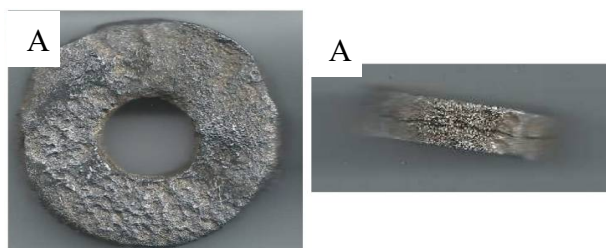
Saur Neptun Gdańsk S.A.

wpisane do rejestru przedsiębiorców pod numerem KRS: 000006553  
Zarząd: Prezes Zbigniew Makowski, Wiceprezes Jacek Kosiński, Członkowie Zarządu Philippe Toussaint  
Wysokość kapitału akcyjnego: 7.755.000,00 zł  
80-858 Gdańsk, ul. Wokowa 48, skrytka poczt. 375, tel. centrala (0 ... 58) 301 30 91, sekret. (0 ... 58) 301 20 18, fax (0 ... 58) 301 45 13  
www.sng.com.pl e-mail: info@sng.com.pl

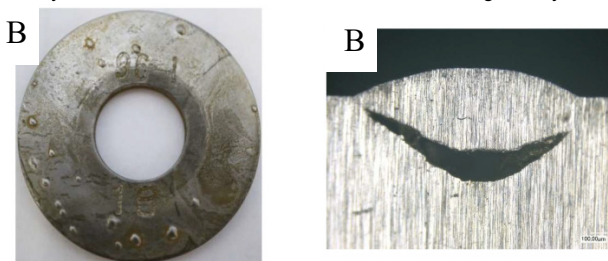
3.2.	<b>Monitorowanie instalacji rafineryjnych</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	ORLEN S.A., LOTOS S.A. i Rafineria Trzebinia S.A.

W wielu gałęziach przemysłu stosuje się szeroką gamę metod monitorowania korozji. W przemyśle naftowym i petrochemicznym liczba metod pomiarowych jest ograniczona. Ważnym czynnikiem jest obecność środowisk wybuchowych i łatwopalnych, co znacznie komplikuje budowę elektronicznych systemów pomiarowych. Drugą istotną trudnością jest dostęp do punktów monitorowania. Instalacje naftowe to wielkogabarytowe kolumny i zbiorniki, co zazwyczaj wymaga budowy całkowicie autonomicznych systemów monitorowania on-line. W praktyce na potrzeby rafinerii wykorzystuje się najczęściej systemy grawimetryczne. Korozja metali to proces utleniania, który obejmuje zmiany masy. Techniki wagowe oparte na pomiarach utraty masy lub przyrostu masy próbek testowych przy użyciu wag analitycznych o wysokiej precyzji czułości są skutecznymi sposobami oceny degradacji materiału w funkcji czasu ekspozycji lub temperatury w środowiskach korozyjnych.

Metoda kuponowa jest jedną z najtańszych i najstarszych technik monitorowania korozji. Metoda ta, w połączeniu z technikami mikroskopowymi i NDT, pozwala na określenie mechanizmu korozji. W ramach prac badawczych zostały zmodernizowane systemy grawimetrycznego monitorowania korozji. Poza masowymi zmianami kuponów opisane zostały typy korozji. Fot. 3.2A. ilustruje powierzchnię kuponu, który oprócz ubytków masowych dokumentuje również mechanizm pęknięcia (środowisko wodne  $H_2S$ ). Na Fot. 3.2B przedstawiono kupon korozyjny dokumentujący pęknięcie indukowane wodorem zorientowane przy współdziałaniu na naprężenia (HIC/SOHIC) i kondensacji wilgoci ze znaczną ilością  $H_2S$ .



Fot. 3.2A. Kupon po 420 dniach wystawienia na działanie środowiska wodnego nasyconego  $H_2S$



Fot. 3.2B. Kupon po 330 dniach narażenia na opary z reakcji hydroodsiarczania drugiego stopnia (HDS).

Inną formą pomiaru grawimetrycznego jest pomiar rezystancyjny. W tym przypadku pętla pomiarowa ekspozowana jest w środowisku korozyjnym. Ubytek masy związany jest ze zmniejszeniem przekroju poprzecznego pętli, a ten wpływa na wielkość rezystancji. Nasze doświadczenie wynikające z budowy i nadzoru nad systemami monitorowania kuponowego i rezystometrycznego w przemyśle rafineryjnym i petrochemicznym zostały opublikowane:

- *Jażdżewska, S. Krakowiak, K. Darowicki, J. Orlikowski, Complex Corrosion Monitoring System for Crude Distillation Unit in Form of Neutral Network, Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018, 7 December 2018 Article number 85701292018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018 Chelyabinsk13 November 2018 through 15 November 2018 Code 143565*
- *J. Orlikowski, A. Jażdżewska, I. Luksa, M. Szociński K. Darowicki, Corrosion Monitoring in Petroleum Installations- Practical Analysis of the Methods, Materials, Open Access, Volume 17, Issue 11 June 2024 Article number 2663*



**Piotr Chelmiński**

Członek Zorządu ds. Rozwoju i Energetyki

Warszawa, 2017.02.15.  
DR 23/2017/W

**Politechnika Gdańska  
Wydział Chemiczny  
Katedra Elektrochemii,  
Korozji i Inżynierii Materiałowej  
ul. Narutowicza 11/12  
80 - 233 Gdańsk**

**Dotyczy:** opinia na temat współpracy

*Szanowni Państwo,*

zespół Pana Profesora Kazimierza Darowickiego, Kierownika Katedry Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej, stanowi wsparcie laboratoryjno-badawcze dla PKN ORLEN S.A. przy realizacji prac naukowo-rozwojowych i naukowo-przemysłowych, w obszarze korozji i monitorowania korozyjnego instalacji i obiektów rafineryjnych. Nasza współpraca jest bardzo efektywna i długotrwała.

Pan Profesor wspiera nasze działania w utrzymaniu i modernizacji systemów monitorowania korozji, które są nieodzownymi ogniwami zapewniającym zwiększenie bezpieczeństwa technicznego, procesowego i doskonałości operacyjnych aktywów PKN ORLEN S.A. Bardzo wysoko oceniamy także prace badawcze wyjaśniające przyczyny uszkodzeń korozyjnych lub intensyfikację korozji wielu naszych instalacji. Wykonane dla nas prace charakteryzują się wysokim poziomem naukowym i biznesowym.

Mając na uwadze dotychczasową współpracę PKN ORLEN S.A. oraz Katedry Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej jednoznacznie i mocno wspieramy kandydaturę Pana prof. Kazimierza Darowickiego do Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za osiągnięcia badawcze na rzecz gospodarki, której PKN ORLEN S.A. jest istotnym ogniwem.

*z poważaniem*

*Piotr Chelmiński*



Płock, 18.11.2020r.  
(miejscowość i data)

Kazimierz Darowicki  
Politechnika Gdańska  
Katedra Elektrochemii, Korozji  
i Inżynierii Materiałowej  
ul. G. Narutowicza 11/12  
80-233 GDAŃSK

### LIST REFERENCYJNY Nr 2/2020

Informujemy, że Politechnika Gdańska - Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej z siedzibą w Gdańsku była Wykonawcą:

- a) Umów nr: 229/2015, 230/2015, 233/2015, których przedmiotem była kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji Olefiny II, FKK II, HOG i HONH, w latach 2015-2017;
- b) Umowy nr 1/213/2015, której przedmiotem było opracowanie systemu monitorowania korozji instalacji podstawowej Alkilacji HF w celu bieżącej oceny zagrożenia korozyjnego instalacji.

Wszystkie prace zostały zrealizowane zgodnie z Umowami, z zachowaniem należytej staranności i w uzgodnionym terminie.

Referencje wydaje się na wniosek Politechniki Gdańskiej - Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej, do przedłożenia w Grupie LOTOS S.A., ul. Elbląska 135, 80-718 Gdańsk, celem udokumentowania doświadczeń badawczych w obszarze monitorowania procesów korozyjnych.

*List referencyjny nie uprawnia do upublicznienia faktu współpracy lub wykorzystania elementów wizualizacji ORLEN w celu innym niż wskazany powyżej.*

*List referencyjny może zostać anulowany w przypadku zaistnienia następujących warunków: Wykonawca zostanie obciążony karami umownymi, wejdzie w spór sądowy ze Spółkami GK ORLEN, podejmie działania, które bezpośrednio lub pośrednio mogą wpłynąć negatywnie na wizerunek PKN ORLEN.*

Dyrektor Wykonawczy  
dla Rozwoju i Technologii  
  
Janusz Bogdański

(podpis osoby uprawnionej)

3.3.	System monitorowania korozji ogólnej i korozji wodorowej
Podmiot zlecający projekt badawczy	PKN ORLEN S.A.

Proces Fluidalnego Krakingu Katalitycznego II (FKK II) realizowany jest w reaktorze o specjalnej konstrukcji na katalizatorze zeolitowym utrzymywanym w tzw. warstwie fluidalnej w temp. 526–543°C, pod ciśnieniem 0.25-0.30 MPag. Proces polega na rozpadzie węglowodorów parafinowych, olefinowych i aromatycznych z bocznymi łańcuchami na węglowodory o niższej masie cząsteczkowej. W trakcie procesu następuje dezaktywacja katalizatora wskutek osadzania się koksu na jego powierzchni. W celu jego regeneracji oddziela się katalizator od produktów krakowania i kieruje do regeneracji. Regeneracja katalizatora polega na wypalaniu koksu z jego powierzchni w aparacie o specjalnej konstrukcji tzw. regeneratorze. Produkty reakcji są rozdzielane na drodze destylacji.

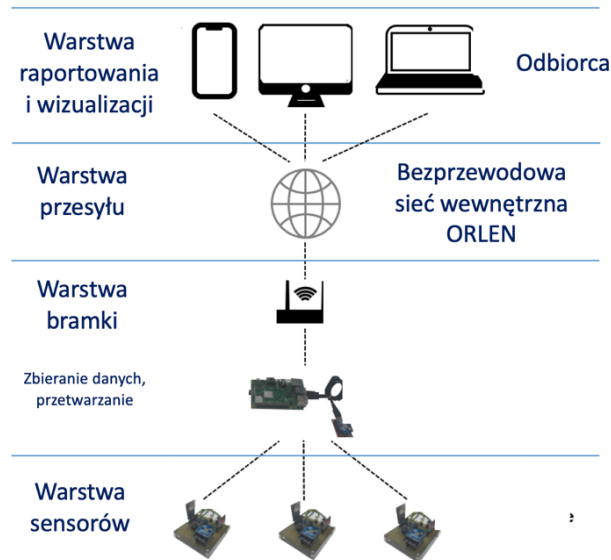
Główne produkty FKK to propylen; frakcja C4 lekka; frakcja C4 ciężka; benzyna krakingowa; olej napędowy oraz olej sklarowany. W procesie krakingu katalitycznego oprócz normalnego procesu krakowania węglowodorów następuje również rozpad obecnych w surowcu organicznych związków siarki i azotu, wskutek czego uwolnione zostają lekkie związki, takie jak: siarkowodór, amoniak, cyjanki czy dwutlenek węgla. W wyniku reakcji krakowania katalitycznego cząsteczki węglowodorów parafinowych zdolne są do rozpadu w kilku ogniwach łańcucha, a przeważającymi produktami rozkładu są węglowodory od C3 do C7. jedną z najbardziej wrażliwych sekcji instalacji Fluidalnego Krakingu Katalitycznego w aspekcie korozji jest sekcja kondensacyjna głównej kolumny destylacyjnej z uwagi na skondensowaną wodę, która otrzymywana jest z dostrzyku pary strippingowej do komory ewaporacyjnej kolumny. W obecności H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, i HCN środowisko to sprzyja przyspieszonemu procesowi korozji ogólnej spowodowanej dwusiarczkiem amonu i kruchością wodorową powodującą pęcherze wodorowe.

Wyniki badań instalacji Kraking Katalityczny II wskazywały na okresowo podwyższone zawartości wodoru w stali, przekraczające nawet poziom 6 ppm w skali miesiąca. Stwierdzono występowanie pęcherzy, które są efektem wnikania wodoru do wnętrza mikrokryształicznej stali.



Fot. 3.3-1. Obraz pęcherzy wodorowych

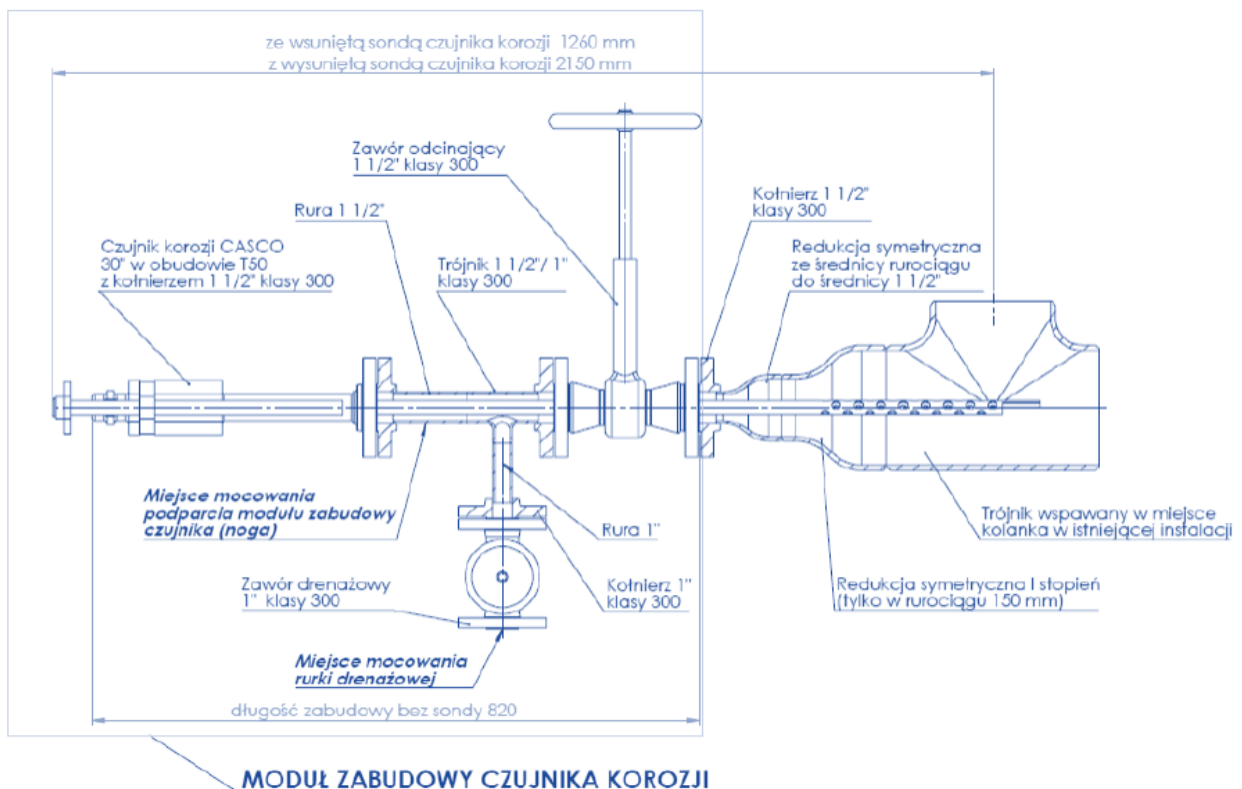
Aby zwiększyć bezpieczeństwo i ograniczyć liczbę awarii korozyjnych zdecydowano się na budowę systemu monitorowania korozji ogólnej i wodorowej. Oryginalnym elementem tego systemu były dualne sensory korozyjne zaopatrzone w pętle pomiarową wrażliwą na oddziaływanie wodoru oraz pętle pomiarową korozji ogólnej. Zbudowany system monitorowania ma strukturę warstwową przedstawioną na rys. 3.3-2



Rys. 3.3-2. Warstwowy schemat ideowy bezprzewodowego systemu monitorowania korozji wodorowej i ogólnej

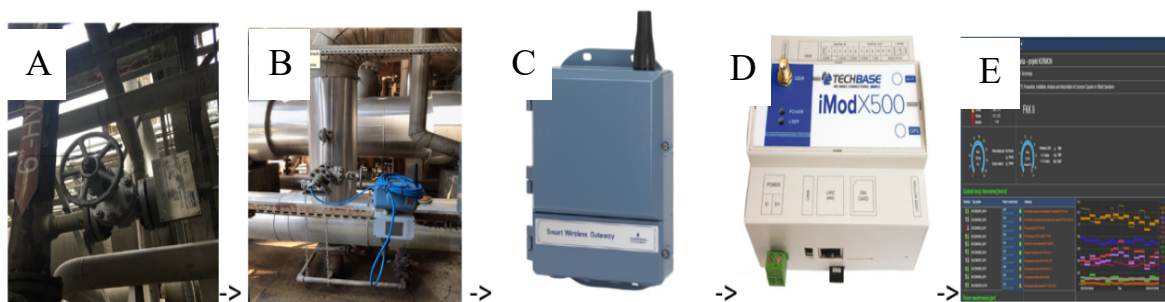
Zbudowany i wdrożony na instalacji Krakingu Katalitycznego system monitorowania korozji jest w pełni autonomiczny. Warstwa sensorów korozyjnych to oryginalne nasze rozwiązania. W warstwie bramki dane z sensorów są zbierane i przesyłane do wewnętrznej sieci ORLEN. W module raportowania, dane pomiarowe są przetwarzane, a raport jest kierowany do sterowni lub wskazanych indywidualnych odbiorców.

Osadzenie sensorów na lancach odbywa się w specjalnie zaprojektowanych śluzach. Schemat osadzenia przedstawiony jest na Rys. 3.3-3



Rys. 3.3-3. Rysunek obrazujący załadunek lancy sensora korozyjnego

Po przeprowadzeniu analizy korozyjnej instalacji Krakingu Katalitycznego II, sensory umieszczono w wytypowanych, nentralgicznych obszarach instalacji



Fot. 3.3-4. Schemat przesyłu sygnału od sensora korozyjnego do systemu PI. A) Sensor w strumieniu procesowym, B) Moduł pomiarowy mający na celu pomiar rezystancji, konwersję sygnału do napięcia elektrycznego oraz transmisję sygnału w sposób bezprzewodowy, C) Brama komunikacji bezprzewodowej (Gateway), D) Mikrokomputer przemysłowy, E) PKN ORLEN S.A. - sterownia

Monitoring korozji ogólnej i nawodorowania w czasie rzeczywistym może wykorzystywany jest do oceny bieżącej sytuacji korozyjnej. Działanie to, zapewnia natychmiastowe reagowanie w trakcie zakłóceń procesowych. System monitorowania wykorzystywany jest do optymalizacji parametrów procesowych, lepszej oceny skuteczności środków korozyjnych oraz optymalizacji ich dawek.

Dzięki możliwości monitorowania szybkości korozji w danej chwili (on-line), można obserwować dynamiczne zmiany zagrożenia korozyjnego w oparciu o dokonywane regulacje w procesie, co znacznie zwiększa bezpieczeństwo procesowe. Rozwiązanie zostało zgłoszone do patentowania

- *K. Darowicki, J. Orlikowski, G. Lentka, I. Łuksa, R. Gospoś, App. 18/282/234: „Corrosion rate measuring probe”, Zgłoszenie patentowe: PCT/PL2022/050015, US Patent*

Zbudowany system monitorowania uzyskał uznanie Zleceniodawcy, a opracowane sensory korozyjne uzyskały główne nagrody na targach innowacyjności.



# Certificate

15<sup>TH</sup> INTERNATIONAL INVENTION AND INNOVATION SHOW

## INTARG® 2022

### GRAND PRIX

AWARDED TO:

**POLSKI KONCERN NAFTOWY  
ORLEN S.A.**

FOR THE INVENTION:

**SONDA DO POMIARU SZYBKOŚCI KOROZJI**

The President  
of INTARG®

Barbara Haller de Hallenburg

Secretary  
of Jury

Marlena Owczuk Ph.D. Eng.

The President  
of International Jury

Prof. Krzysztof Biernat

The Main Honorary  
Patronage and Partner



Ministry of Economic Development  
and Technology

The Main Honorary  
International Patronage



POLAND 2022



# Certificate

15<sup>TH</sup> INTERNATIONAL INVENTION AND INNOVATION SHOW

## INTARG® 2022

### PLATINUM AWARD

AWARDED TO:

**POLSKI KONCERN NAFTOWY  
ORLEN S.A.**

FOR THE INVENTION:

**SONDA DO POMIARU SZYBKOŚCI KOROZJI**

The President  
of INTARG®

Barbara Haller de Hallenburg

Secretary  
of Jury

Marlena Owczuk Ph.D. Eng.

The President  
of International Jury

Prof. Krzysztof Biernat

The Main Honorary  
Patronage and Partner



Ministry of Economic Development  
and Technology

The Main Honorary  
International Patronage



POLAND 2022

# EHRENURKUNDE/ CERTIFICATE OF HONOUR



## iENA 2022

Internationale Fachmesse »Ideen-Erfindungen-Neuheiten« Nürnberg

International Trade Fair »Ideas-Inventions-New Products« Nuremberg

### **Erfindung Industrie / Invention Industry**

Kazimierz Darowicki , Juliusz Orlikowski, Grzegorz Lentka, Mateusz Cieslik, Andrzej Dul, Iwona Luksa, Radoslaw Gospos, PKN ORLEN Agency for Promotion INVENTOR Ltd

POLEN

wurde für hervorragende Leistungen eine /  
was awarded with

### **Silbermedaille**

verliehen. /  
for outstanding performances.

### **Erfindung / Neuheit – invention / new product**

Sonde zur Messung der Korrosionsrate  
Corrosion rate measuring probe

29 October 2022

International Jury of iENA 2022

Prof. Dr. Oliver Mayer  
Vorsitzender/Chairperson

International Jury of iENA 2022

Katrin Wagemann  
2. Vorsitzende/Vice Chairperson



Szanowny Pan Profesor Kazimierz Darowicki  
Politechnika Gdańska  
Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Warszawa, 2021-06-16 r.

### Stanowisko PKN ORLEN

PKN ORLEN S.A. wspólnie z Politechniką Gdańską, Wydział Chemiczny zrealizował projekt „Monitoring korozji ogólnej i nawodorowania z wykorzystaniem zintegrowanego systemu dualnych czujników korozji”. Celem projektu było opracowanie, budowa i wdrożenie nowatorskich czujników korozji będących elementem zintegrowanego systemu monitorowania korozji on-line, który zapewnia ocenę intensywności korozji równomiernej (ogólnej), podatności na pękanie korozyjne i kruchość wodorową poprzez ciągły pomiar stężenia wodoru (korozja wodorowa) jako pilotaż na instalacji przemysłowej PKN ORLEN.

Monitoring opracowanych sensorów korozji jest prototypem, który w pierwszej kolejności został zainstalowany na instalacji Kraking Katalityczny II w Zakładzie Produkcyjnym PKN ORLEN w Płocku. Obecnie nie istnieją komercyjne systemy dualnych czujników korozji, które łączyłyby funkcje monitoringu intensywności korozji równomiernej (ogólnej) oraz podatności na pękanie korozyjne i kruchość wodorową poprzez ciągły pomiar stężenia wodoru (korozja wodorowa). Projekt obejmował fazę laboratoryjną, zaprojektowanie i budowę prototypu oraz wdrożenie na instalacji przemysłowej. Wdrożenie projektu nastąpiło w maju 2021.

System dualnych czujników korozji umożliwia monitorowanie w trybie online korozję urządzeń, aparatów i systemów przesyłowych na instalacjach produkcyjnych, co w konsekwencji przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa procesowego, minimalizacji zdarzeń awaryjnych i wydłużenia żywotności instalacji przemysłowych.

Zastosowanie w praktyce niniejszej technologii przyczyni się również do optymalizacji ilości dozowanych środków antykorozyjnych i parametrów procesowych oraz lepszej oceny efektywności stosowanych inhibitorów korozji.

PKN ORLEN bardzo dobrze ocenia współpracę z Politechniką Gdańską. Przedstawiciele Uczelni są wybitnymi ekspertami w dziedzinie ochrony antykorozyjnej, co przełożyło się na wdrożenie z sukcesem rezultatów w/w projektu badawczego, który uznawany jest jako innowacyjne na skalę światową rozwiązanie technologiczne.

Z wyrazami szacunku,

p.n. Z-ca Dyrektora  
Cisior Serwisa i Innowacji  
oraz Relacji Inwestycyjnych  
*Patrycja Pionasik*  
Patrycja Pionasik

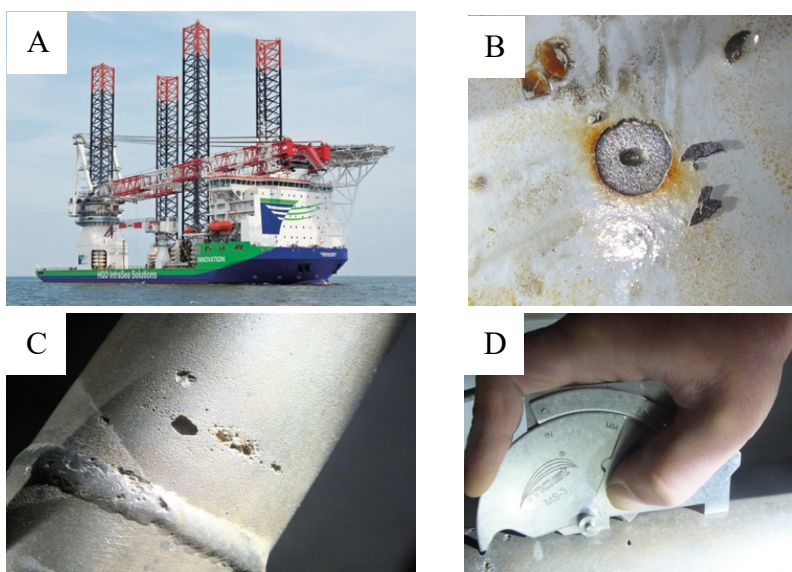
Polski Koncern Naftowy ORLEN Spółka Akcyjna z siedzibą w Płocku  
Biuro w Warszawie: 00-085 Warszawa, ul. Bielarska 12, tel. (+48 22) 778 00 00, fax (+48 22) 367 70 00

## 4. DIAGNOSTYKA KOROZYJNA

Procesy korozyjne mogą powodować poważne awarie, które prowadzą do dużych strat ekonomicznych, czasami w połączeniu z zanieczyszczeniem środowiska lub ryzykiem obrażeń personelu. Najważniejszymi krokami w celu eliminacji lub ograniczenia zakresu takich awarii jest odpowiednio wczesne wykrycie, właściwa diagnoza i skuteczne środki zapobiegawcze.

<b>4.1.</b>	<b>Diagnostyka korozji zbiorników balastowych „Innovation”</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Stocznia CRIST S.A.

INNOVATION DP2 to morska jednostka specjalistyczna zbudowana w Stoczni CRIST Gdynia (Fot. 4.1A). Podstawową funkcją tej jednostki jest układanie fundamentów pod turbiny morskich farm wiatrowych. Dzięki udźwigowi 1500 ton i ładowności 8000 ton INNOVATION DP2 jest w stanie przewieźć i instalować turbiny wiatrowe o mocy 6MW. Długość turbiny wiatrowej ograniczona jest do 120 m. Konstrukcja tej jednostki pozwala układać fundamenty na głębokości 65 m.



Fot. 4.1. A) Jednostka „Innovation” na Morzu Północnym, B) Otwarty pęcherz powłoki antykorozyjnej dna zbiornika balastowego wraz z głębokim kraterem wywołanym korozją podpowłokową, C) Korozja wżerowa wężownicy ze stali 304, D) Pomiar głębokości wżerów.

Jednostka „INNOVATION” posiada zbiorniki balastowe, które w celu stabilizacji napełniane są wodą. Posadowienie nóg wsporczych pozwala podnieść jednostkę ponad lustro wody. W tym przypadku INNOVATION funkcjonuje jak platforma produkcyjna. Operacja podnoszenia wymaga wyprowadzenia wody z zbiorników balastowych. W przypadku pracy poniżej temperatury 0° C woda w zbiornikach balastowych zamarza. Uniknięcie problemu zamarzania wody rozwiązano konstruując wewnątrz zbiorników balastowych wężownice grzejne. Po jednym sezonie pracy zaobserwowano poważne uszkodzenia wężownic wykonanych ze stali 304 jednocześnie zaobserwowano pęcherze powłoki malarskiej oraz krater korozyjny na dnie zbiorników, które wykonane zostały ze stali węglowej. Na Fot. 4.1A widoczne są głębokie uszkodzenia rur wężownicy. Pomiar wielkości kraterów korozyjnych wskazywał na uszkodzenia głębokości rzędu 3 mm (Fot. 4.1C). Analiza rentgenowska wskazała, że wężownica wykonana jest ze stali 304. Niezależnie od uszkodzeń wężownicy zaobserwowano uszkodzenia powłoki malarskiej na poszyciu statku w formie pęcherzy. Usunięcie pęcherzy ujawniło głębokie wykorodowania w poszyciu kadłuba wykonanego ze stali węglowej.

Analiza elektryczna badanej konstrukcji wykazała, że poszycie kadłuba zwarte jest z wężownicą. Utworzone ogniwo korozyjne zmienia potencjał stali 304 w kierunku katodowym. Działanie to niszczy stan pasywny na stali 304 powodując tworzenie wżerów. Z drugiej strony potencjał stali węglowej wzrasta powodując przypieczenie procesów korozyjnych w miejscach nieszczelności tejże powłoki, czyli powoduje przebieg korozji podpowłokowej. W ten sposób zmieszczeniu ulega stal węglowa i stal nierdzewna 304. Najprostszym rozwiązaniem tak zdiagnozowanego problemu korozyjnego było odizolowanie elektryczne wężownicy grzejnej od poszycia kadłuba.

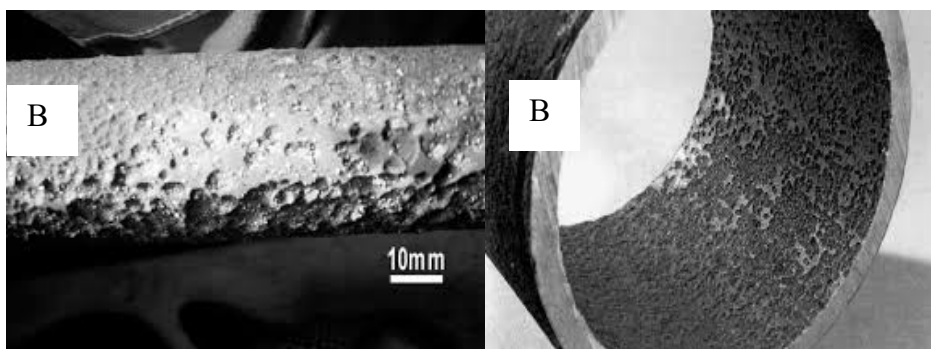
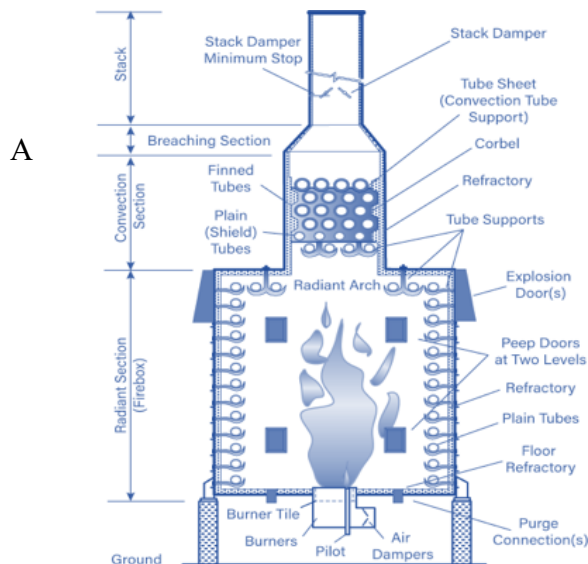
4.2.

Diagnostyka uszkodzenia korozyjnego pieca instalacji DRW

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

PKN ORLEN S.A.

W destylacji atmosferycznej odsolona ropa naftowa jest podgrzewana w piecu (Fot. 4.2A) do około 400°C, a następnie podawana do pionowej kolumny destylacyjnej.



Fot. 4.2. A) Schemat pieca, B) Forma uszkodzeń korozyjnych wywołanych pyleniem metalu.

Konstrukcja pieca ma zapewnić najbardziej efektywny proces podgrzewania, dlatego surowa ropa przepływa przez system rur, które są ogrzewane w palenisku pieca.

W temperaturze (300-850°C) obserwuje się zjawisko pylenia metalu, w środowiskach gazowych przesyconych węglem. Fe, Ni i Co, a także stopy na bazie tych metali są podatne na ten typ degradacji. Pylenie metalu objawia się w jego rozpadzie na proszek metalowy - stąd termin, pylenie metalu.

Przyczyną tego procesu jest tworzenie na powierzchni metastabilnego węgla żelaza, w wyniku przesylenia węglem. Kolejnym etapem jest dysocjacja węgla żelaza wyzwalana przez grafit międzyfazowy. Interkalacja i dyfuzja atomów żelaza w graficie to mechanizm wyjaśniający unoszenie cząsteczek żelaza z obszaru aktywnego korozyjnie. Forma uszkodzeń jest bardzo charakterystyczna i posiada kształt łusek i ubytków sferycznych. Identyfikacja tego procesu korozyjnego spowodowała ograniczenie temperatury pracy pieca do zakresu bezpiecznego. W przypadku Ni i Co, gdzie nie tworzą się metastabilne węgliki w całym zakresie temperatur, mechanizm pylenia tych metali polega na bezpośredniej interkalacji do grafitu.

- *J. Orlikowski, A. Jażdżewska, K. Darowicki, J. Dampc, Metal dusting phenomena of 501 AISI furnace tubes in refinery fractional distillation unit, Engineering Failure Analysis, Volume 91, Pages 108 – 114 September 2018*

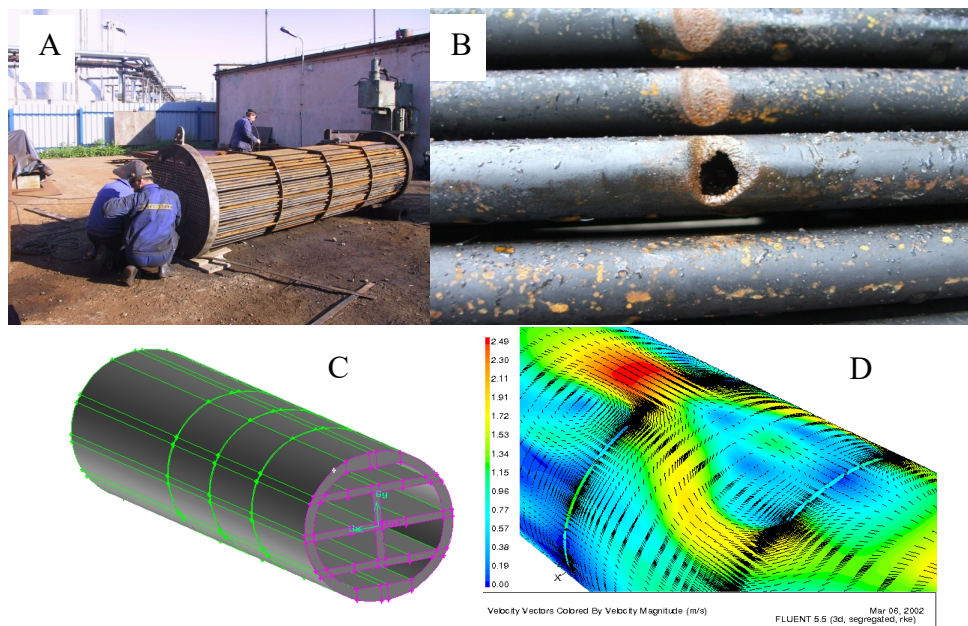
4.3.

Diagnostyka uszkodzeń wymienników ciepła

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

LOTOS S.A.

Wymienniki ciepła to systemy do wymiany ciepła, które wymieniają ciepło między dwoma lub większą liczbą płynów procesowych. Trudno sobie wyobrazić procesy rafinerijne bez wymienników ciepła, których konstrukcja zależy od warunków technologicznych. Wydajność zarówno produkcji, jak i bezpieczeństwo procesów zależą często od prawidłowego działania wymiennika rurowego ciepła. Na Fot. 4.3A przedstawiono wsad wymiennika płaszczowo-rurowego. Najczęstszą przyczyną uszkodzeń wymienników tego typu jest korozja galwaniczna i/lub korozja szczelinowa utworzona w szczelinie między zewnętrzną powierzchnią rury a płytą sitową, a następnie pęknięcia. Diagnostyka materiałowa oraz korozyjna przedstawionego na Fot. 4.3A wymiennika wykluczała możliwość zajścia tego typu korozji. Uszkodzenia korozyjne miały formę przedstawioną na Fot. 4.3B.



Fot. 4.3. A) wkład rurowy wymiennika ciepła, B) forma nietypowych uszkodzeń rurek, C) model cyfrowy wymiennika ciepła, D) Obraz zmian pola wektorowego przepływu medium w przestrzenie międzyrurkowej.

Rozwiązanie problemu przeprowadzono na drodze cyfrowej analizy pracy wymiennika. Stworzono cyfrowy jego model wymiennika płaszczowo-rurowego (Fot. 4.3C). Metodą elementów skończonych zasymulowano przepływ medium chłodzącego. Określono pole wektorowe  $\vec{W}$  przepływu medium a następnie określono wirowość  $rot(\vec{W})$  w każdym punkcie pola stanowiącą wektorową pochodną przestrzenną tego pola wziętą z przeciwnym znakiem (Fot. 4.3D) Wykazano zbieżność lokalizacji uszkodzeń korozyjnych rurek wymiennika ciepła z wektorowym polem a właściwie z rotacją tego pola.

W analizowanym przypadku uszkodzenia wymiennika ciepła nie miały standardowego charakteru. Uszkodzenia wywołane były czynnikiem erozyjno-korozyjnym.

Przeprowadzone analizy korozji-erozji wymienników ciepła zostały opublikowane:

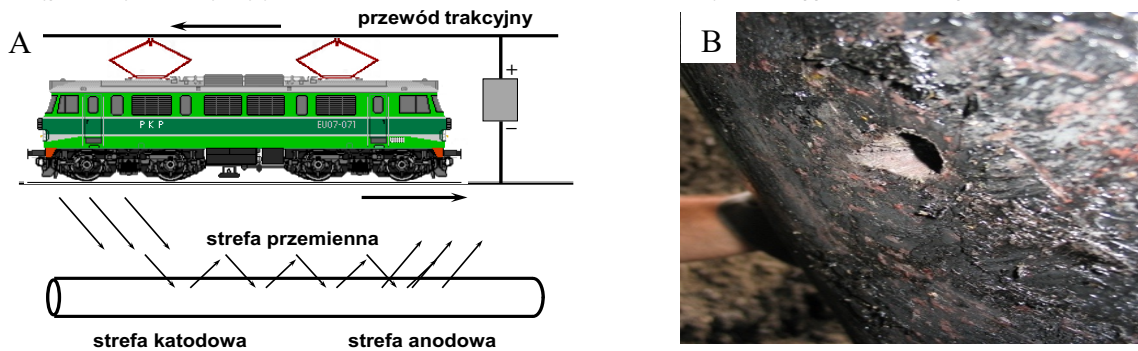
- Z. Klenowicz, K. Darowicki, S. Krakowiak, *Corrosion-erosion damage of heat exchanger tubes by desalted crude oil flowing at shell side*, *Materials and Corrosion*, Volume 54, Issue 3, Pages 181 – 187 March 2003
- Z. Klenowicz, K. Darowicki, *Waste incinerators: Corrosion problems and construction materials - A review*, *Corrosion Reviews*, Volume 19, Issue 5-6, Pages 467 - 491 2001

4.4.	<b>Uszkodzenia gazociągów przez prądy błądzące</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Mazowiecka Spółka Gazownicza Sp. z o.o.

Przyjmijmy, że źródłem prądów błądzących jest trakcja elektryczna kolejowa lub tramwajowa. Przyczyną upływności prądu może być wysoki opór elektryczny na szynach. Niewłaściwy montaż szyn od ziemi lub szeroko rozstawione podstacje, które powodują spadki napięcia na szynach. Schemat upływności prądów przedstawiony jest na Rys. 4.4A. Forma uszkodzeń zaprezentowana jest na Fot. 4.4B. Mazowiecka Spółka Gazownicza (województwo białostockie, warszawskie, łódzkie) podjęła akcję oceny zagrożenia prądami błądzącymi. Warto zauważyć, że interferencje mogą być wywołane nie tylko przez kolejowe trakcje elektryczne, ale także przez trakcje tramwajowe, galwanizernie, stacje ochrony katodowej lub sieci wysokiego napięcia. W celu identyfikacji prądów błądzących wykonaliśmy następujące badania w punktach pomiarowych:

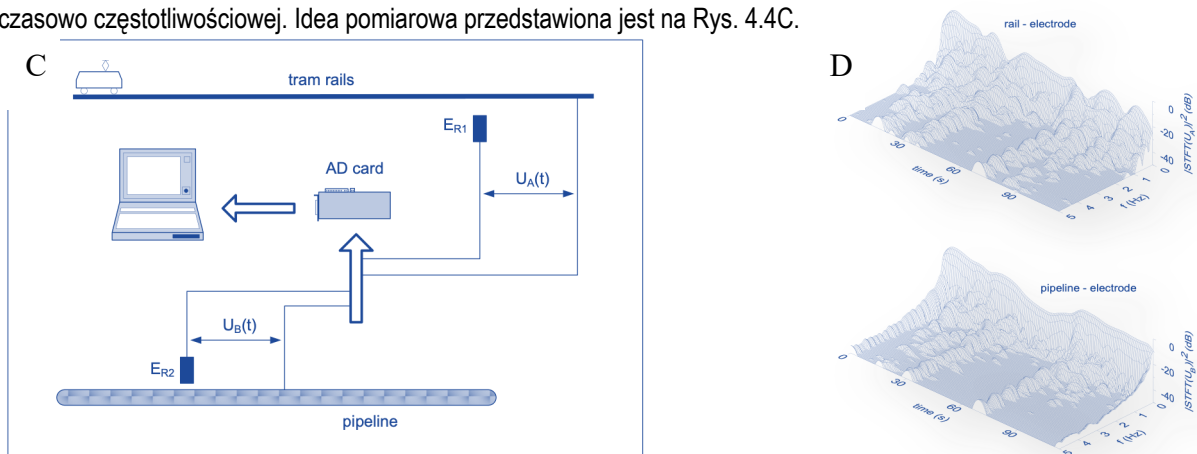
- Ustalenie kierunku prądów błądzących w terenie + lokalizacja badanego obszaru sieci gazowej względem punktów powrotnych trakcji.
- Statystyczna analiza rejestrów pomiarowych.
- Analiza korelacyjna zgodnie z NACE RP0169 i PN-EN-50162.

Niestety konwencjonalne metody detekcji i oceny nie zawsze dawały poprawne wyniki oceny zagrożenia korozyjnego gazociągów prądami błądzącymi. Zaistniała potrzeba opracowania metody bardziej jednoznacznej.



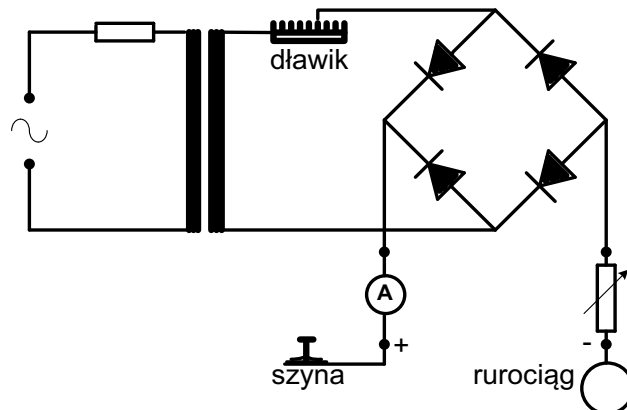
Rys. 4.4. A) Schemat upływności prądów błądzących z trakcji kolejowej, B) Typowe uszkodzenie korozyjne wywołane prądami błądzącymi.

Prądy błądzące można oceniać i rejestrować za pomocą zaawansowanej technologii metrologicznej. Interpretacja danych pomiarowych często jest jednak niejednoznaczna. W celu oceny zagrożenia prądami błądzącymi konieczne jest zidentyfikowanie źródła prądów i miejsca ich upływności. W tym celu została opracowana metoda cyfrowa oparta na analizie czasowo częstotliwościowej. Idea pomiarowa przedstawiona jest na Rys. 4.4C.



Rys. 4.4. C) Schemat jednoczesnej rejestracji oddziaływań prądowych, D) Spektrogramy STFT rejestru zmian potencjału szyn i rejestru zmian potencjału gazociągu.

Mierzone były zmiany potencjału generatora prądów błądzących (np. trakcja kolejowa) wraz ze zmianami potencjału konstrukcji zagrożonej. Dwa rejestry poddano transformacji STFT. Sytuacja ta przedstawiona jest na Rys. 4.4D. Korozję spowodowaną prądem błądzącym ogranicza się poprzez zastosowanie izolatora galwanicznego, zmniejszenie rezystancji elektrycznej obwodu powrotnego szyny. Zaproponowano najprostszą i skuteczną metodą walki z korozją galwaniczną wywołaną przez prądy błądzące jaką jest montaż drenaży. Drenaże zapewniają odprowadzanie prądów błądzących z zagrożonej konstrukcji do źródła za pomocą celowego połączenia metalicznego. Schemat elektryczny drenażu wzmocnionego jest zilustrowany na rys. 4-4D



Rys. 4-4D. Schemat elektryczny drenażu wzmocnionego

Drenaż zapewnia wypływ prądu z rurociągu do szyn. W kierunku przeciwnym przepływ prądu jest niemożliwy. W ten sposób eliminuje się wypływ prądu jonowego związanego z przebiegiem reakcji roztwarzania metalu. W efekcie przeprowadzonych prac badawczych ustalono lokalizacje drenaży i stacji kontrolno-pomiarowych w zagrożonych korozyjnie obszarach.

Tabela 4.1. Zaprojektowane i zainstalowane nowe stacje drenażowe oraz stacje kontrolno-pomiarowe

Okręgowy Zakład Gazownictwa	Stacje drenażu	Stacje kontrolno-pomiarowe
Białystok	-	1
Ciechanów	2	1
Łódź	10	-
Mińsk Maz.	2	-
Radom	5	2
Warszawa	11	8
Razem	30	12

Ten duży projekt badawczy obejmujący diagnostykę ponad 210 km rurociągów został wysoko oceniony przez Zleceniodawcę. Efektem tego projektu był montaż 30 nowych stacji drenażu i 12 punktów kontrolno-pomiarowych. W ramach projektu zdiagnozowano 52 stacje ochrony katodowej, wykonując regulacje i prace konserwacyjne. Zbadano stan anod i elektrod referencyjnych. Niewątpliwie zrealizowany projekt badawczy przyczynił się do wzrostu bezpieczeństwa eksploatacyjnego a oryginalna metodyka detekcji prądów błądzących została potwierdzona praktycznie i opublikowana:

- *K. Darowicki, K. Żakowski A., New time-frequency detection method of stray current field interference on metal structures, Corrosion Science, Volume 46, Issue 5, Pages 1061 – 1070 May 2004*
- *M. Narożny K. Darowicki, K. Żakowski, Method of sacrificial anode dual transistor-driving in stray current field, Corrosion Science, Volume 98, Pages 605 - 6091 September 2015*
- *K. Żakowski, K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Jazdzewska, S. Krakowiak, M. J. Gruszka, J. Banas, Electrolytic corrosion of water pipeline system in the remote distance from stray currents-Case study, Case Studies in Construction Materials, Open Access, Volume 4, Pages 116 - 124 June 01, 2016*

**4.5. Diagnostyka stanu korozyjnego obiektów obozu AUSCHWITZ**  
Podmiot zlecający: **Państwowe Muzeum Auschwitz-Birkenau**  
projekt badawczy

Obóz zagłady Auschwitz ulega ciągłemu niszczeniu w wyniku oddziaływania wód gruntowych, opadów atmosferycznych i zanieczyszczonej atmosfery. W celu przeciwdziałania tym procesom dyrekcja Muzeum Auschwitz zaproponowała wykonanie szczegółowej analizy uszkodzeń oraz opracowanie metod zapobiegawczych. Na poniższych fotografiach przedstawiono poziom uszkodzeń.



Fot. 4-5. A) Odsłonięte pręty zbrojeniowe ruin krematorium nr. 2 w Auschwitz II-Birkenau, B) Sufit komory gazowej tego krematorium, C) Typowe formy uszkodzeń konstrukcji betonowych, D) Tworzenie mapy potencjału elektrochemicznego na żelbetowej belce stropowej wewnątrz ruin krematorium nr 2 w Auschwitz II-Birkenau

Na podstawie wyników badań korozyjnych przeprowadzonych w byłym obozie zagłady Auschwitz sformułowano pięć głównych wniosków.

- Obecna korozyjność atmosfery, określona podczas rocznego narażenia próbek stali zgodnie z normą EN ISO 12944-2 (1998), została określona na granicy między niskim C2 i średnim C3.
- Szybkość korozji stali w tych warunkach mieściła się w zakresie 14–34  $\mu\text{m}/\text{rok}$  ze średnią szybkością 27  $\mu\text{m}/\text{rok}$ .
- Zbadano warstwę produktów korozji utworzoną na odsłoniętych prętach zbrojenia stalowego podczas ok. 70-letniego narażenia atmosferycznego pod kątem jej właściwości ochronnych. Oszacowano, że warstwa ta spowalnia szybkość korozji stali około pięciokrotnie. Odkrycie to pozwala na dokładniejsze określenie szybkości korozji konstrukcji stalowych byłego obozu Auschwitz i umożliwia nam dokładniejsze przewidywanie ich żywotności oraz identyfikację odpowiednich potencjalnych środków ochronnych.
- Można wnioskować, że szybkość korozji oryginalnych części stalowych pod warstwą produktów korozji nie powinna przekraczać 7  $\mu\text{m}/\text{rok}$ .
- Warstwa produktów korozji na prętach zbrojeniowych składa się głównie z magnetytu ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i lepidokrokitu ( $\gamma\text{-FeOOH}$ ) z niewielkim dodatkiem węgla wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) i tlenku wapnia ( $\text{CaO}$ ).

Przedstawione badania zostały wykorzystane do kontroli stanu elementów stalowych znajdujących się na terenie byłego obozu Auschwitz oraz do wyboru możliwych metod ich konserwacji i ochrony. Określenie korozyjności atmosfery było niezbędnym krokiem, ponieważ stanowiło punkt wyjścia do oceny ryzyka korozji.

Przeprowadzone badania i analizy konstrukcji betonowych i żelbetonowych na terenie byłego obozu Auschwitz I Auschwitz II-Birkenau pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- Zastosowanie metody pomiaru potencjału elektrochemicznego zbrojenia, zgodnie ze standardową procedurą opisaną w normie ASTM-C 876-91, umożliwia nieniszczącą ocenę stanu i ryzyka korozji prętów zbrojeniowych w wybranych konstrukcjach żelbetonowych;
- Wyniki pomiarów potencjału elektrochemicznego są zgodne z wynikami analiz laboratoryjnych artefaktów żelbetonowych, co dowodzi, że metoda ta jest wiarygodna i dobrze nadaje się do nieniszczącej oceny obiektów o dużej wartości historycznej;
- Głównym zagrożeniem jest proces karbonatyzacji, gdyż znaczna część elementów betonowych wykazuje całkowitą karbonatyzację; w przypadku konstrukcji żelbetonowych powoduje korozję zbrojenia, dając produkty korozji, których objętość jest większa od objętości stali, z której powstały, powodując pękanie i odpryskiwanie betonu;
- Elementy o większych wymiarach i grubszej otulinie betonowej, a także wyższej jakości wykonania wykazują lepsze właściwości mechaniczne i zapewniają lepszą ochronę zbrojenia;
- Obecność jonów chlorkowych i siarczanowych ma niewielki wpływ na trwałość betonu ze względu na ich stosunkowo niskie stężenie;
- Głębokość karbonatyzacji może sięgać nawet 5–10 cm w głąb otuliny betonowej.

Wyniki badań i zaproponowane metody konserwacji zostały opublikowane w czasopiśmie:

- *M. Szociński, A. Miszczyk, K. Darowicki, Corrosivity of environment and the current state of the steel elements at the former Auschwitz concentration camp, Studies in Conservation, Volume 62, Issue 8, Pages 456 – 464, 17 November 2016.*
- *M. Szociński, A. Miszczyk, K. Darowicki, Condition of Reinforced Concrete Structures and Their Degradation Mechanism at the Former Auschwitz Concentration and Extermination Camp, Studies in Conservation, Volume 64, Issue 3, Pages 174 - 1863 April 2019;*
- *M. Szociński, A. Miszczyk, K. Darowicki, Restoration and preservation of the reinforced concrete poles of fence at the former Auschwitz concentration and extermination camp, Case Studies in Construction Materials, Open Access, Volume 4, Pages 42 – 48 June 01, 2016*

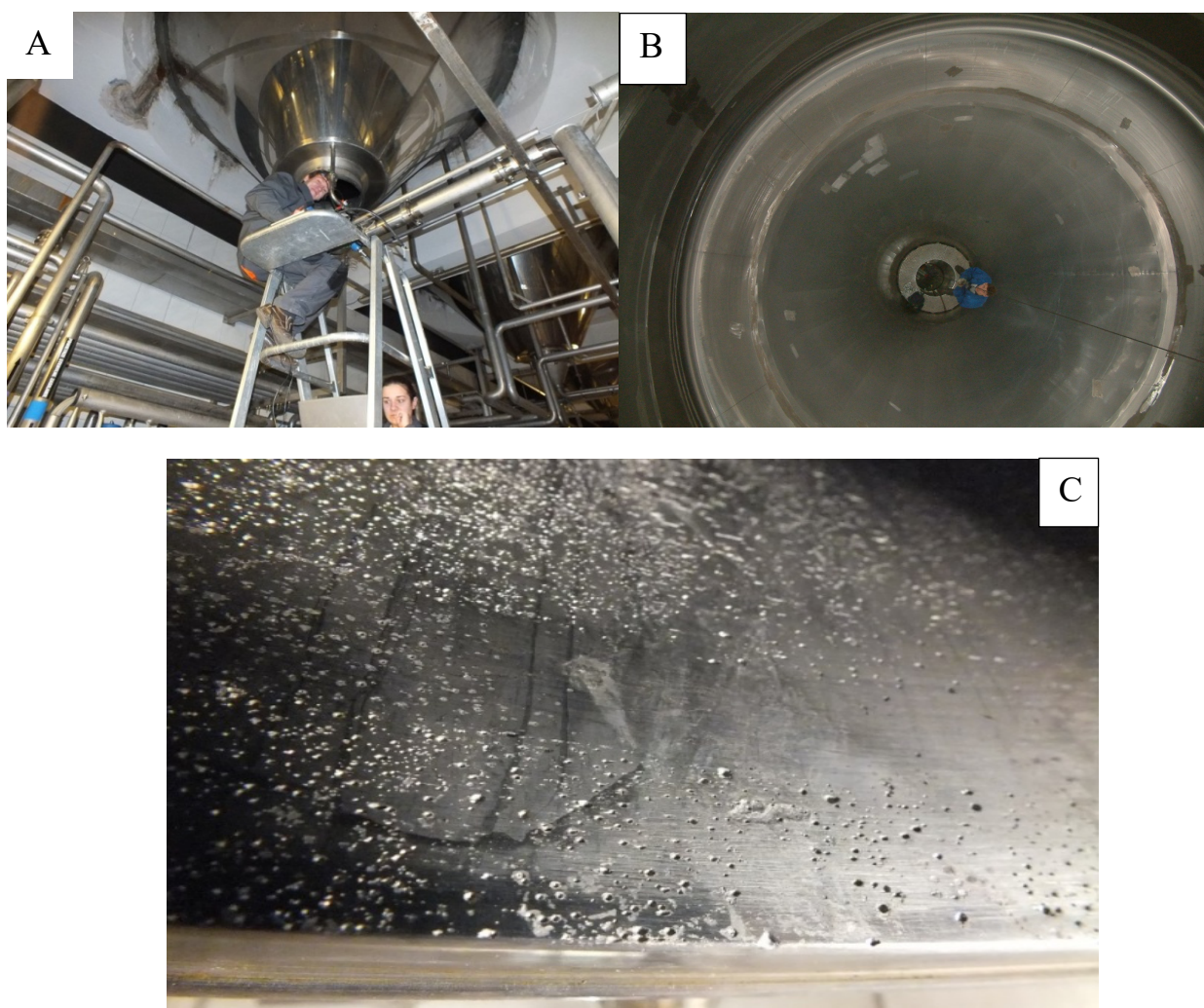
4.6.

## Diagnostyka korozji tanków fermentacyjnych

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Kompania Piwowarska S.A.

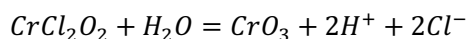
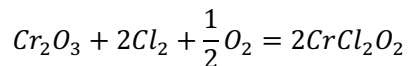
Tanki fermentacyjne wytwarzane są ze stali nierdzewnej austenitycznej 4307 (304L) i 4404 (316L), przy czym wybór gatunku zależy od poziomu chlorków i chloru w wodzie. Gatunki duplex LDX 2404® i 2205 sprawdzają się bardzo dobrze we wszystkich testowanych środowiskach chlorowanych i stanowią atrakcyjne alternatywy, o bardziej atrakcyjnej cenie i wyższym poziomie odporności korozyjnej. Niestety jest niewiele dostępnych danych dotyczących stosowania ich w browarnictwie. W procesie fermentacji wytwarzane są duże ilości białka, żywicy chmielowej, polisacharydów i drożdży. Powstają szczawiany wapnia i inne związki nieorganiczne. Tanki fermentacyjne pokryte są brunatnym osadem. Mycie tanków przeprowadza się przy pomocy roztworów sody kaustycznej, która usuwa materię organiczną. Po procesie przeprowadza się proces pasywacji przy pomocy rozcieńzonego kwasu azotowego. Czyszczenie i pasywacja prowadzona są w oparciu o roztwory wodne. Europejska dyrektywa w sprawie wody spożywczej ustala maksymalny limit 250 ppm (mg/l) chlorków w wodzie, ale nie zawiera wytycznych dotyczących chloru. Woda pitna jest zwykle uzdatniana w celu uzyskania resztkowego poziomu 0,2 do 0,5 ppm chloru w celu usunięcia bakterii, ale rzeczywiste dodawane stężenia są zwykle wyższe. Aby dezynfekcja była skuteczniejsza, resztkowa ilość wolnego chloru powinna przekraczać 0,5 ppm po co najmniej 30 minutach kontaktu przy wartości pH 8 lub niższej.



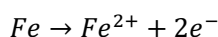
Fot. 4.6. A) Widok stożka tanku fermentacyjnego, B) Pracownik analizujący rozległość uszkodzeń korozyjnych, C) Wżerowa korozja tanków.

Tanki fermentacyjne wytwarzane są ze stali nierdzewnej austenitycznej 4307 (304L) i 4404 (316L), przy czym wybór gatunku zależy od poziomu chlorków i chloru w wodzie.

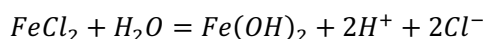
Z naszych badań wynikało, że stosowanie preparatów myjących zawierających chlor lub nawet chlor resztkowy ma znaczący wpływ na zachowanie korozyjne stali nierdzewnych. Chlor posiada działanie dezynfekcyjne z drugiej strony powoduje zagrożenie korozyjne. Ten utleniający efekt chloru ma szkodliwe konsekwencje, ponieważ stale nierdzewne ulegają korozji wżerowej (Fot. 4.6C). Własności antykorozyjne stali nierdzewnych wynikają z faktu tworzenia się na jej powierzchni warstwy tlenku chromu III. W warunkach mycia w podwyższonej temperaturze preparatami zawierającymi chlor, w warstwie pasowanej tworzą się lokalne ugrupowania tlenochloru chromu (VI)



Odziaływanie środowiska wodnego powoduje, że w miejscach wytworzenia  $2CrCl_2O_2$  następowało lokalne zakwaszenie i wytworzenie  $CrO_3$ , który inicjuje korozję wżerową. W powstałym wżerze następuje proces roztwarzania żelaza



W obecności jonów chlorkowych we wżerze powstaje dichlorek żelaza (II). W reakcji hydrolizy we wnętrzu wżeru wytwarzają się kationy wodorowe:



Wytworzone kationy wodorowe ulegają redukcji elektrochemicznej wewnątrz wżeru. W tym przypadku proces depolaryzacji jest około 3 rzędy wielkości szybszy niż w przypadku reakcji tlenowej. Proces korozji jest zintensyfikowany i uwidocznił licznymi i głębokimi wżerami. Opisany proces to pętla autokatalityczna. Wytworzenie nowej porcji  $Fe^{2+}$  skutkuje wytworzeniem równoważnej ilości kationów wodoru. W ten sposób kationy wodorowe nie ulegają wyczerpaniu. Zaproponowany autokatalityczny mechanizm korozji tłumaczy dramatyczny rozwój uszkodzeń korozyjnych tanków. Eliminacja chloru i/lub podtlenku chloru wyeliminowała przebieg korozji wżerowej stali nierdzewnych.

Prace badawcze wykonane były dla Browaru Poznań, Browaru Białystok i Browaru Tychy

- *J. Ryl, J. Wysocka, K. Darowicki, Determination of causes of accelerated local corrosion of austenitic steels, Construction and Building Materials, Volume 64, 14 August 2014, Pages 246-252*

4.7.

## Diagnostyka korozyjna instalacji mycia aminowego

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

LOTOS S.A

Instalacje mycia aminowego są permanentną częścią rafinerii i zakładów petrochemicznych na całym świecie. Głównym celem instalacji jest usuwanie kwaśnych gazów takich jak siarkowodor i ditlenek węgla z suchych gazów procesowych. Operacja ta umożliwia przetwarzanie siarkowodoru w jednostkach Clausa i wykorzystanie oczyszczonych gazów jako paliwa gazowego w piecach zakładów.

Instalacje aminowe zbudowane są z absorbera do usuwania CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S ze strumienia kwaśnego gazu oraz regeneratora do oczyszczania aminy. W związku z tym amina, działa w niemal zamkniętym obiegu, w którym jest stale poddawana recyklingowi i ponownemu wykorzystaniu. Uzupełniająca amina i woda kompensują straty z górnej części regeneratora. Częste przyczyny awarii w układach aminowych zawiązane są ze złożonością instalacji mycia aminowego. Instalacje te ulegają różnym typom zaatakowań. Na Fot. 4.7 przedstawiono obrazy uszkodzeń korozyjnych



Fot. 4.7. Formy uszkodzeń instalacji mycia aminowego

Na podstawie analizy literaturowej i na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że głównymi typami korozji są:

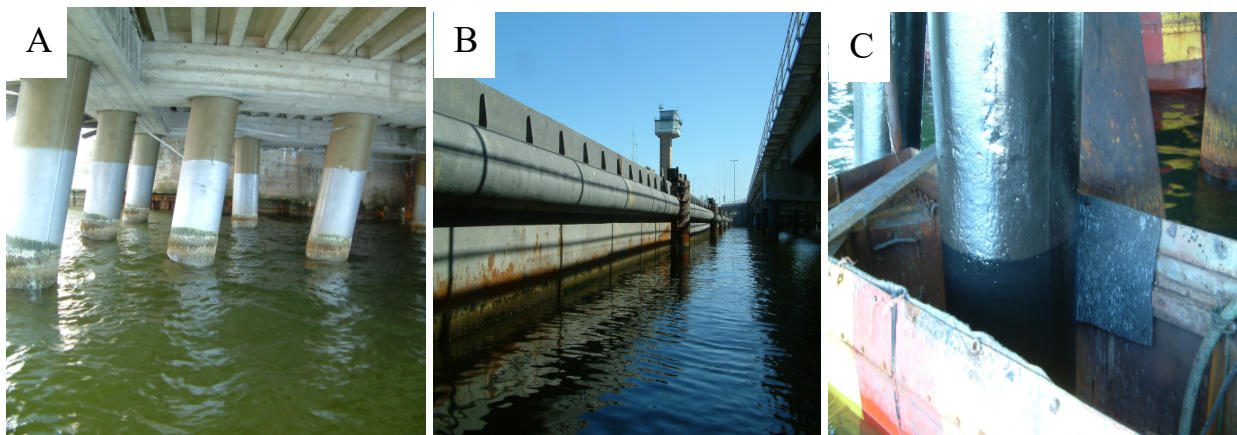
- A) Lokalna korozja na liniach aminy bogatej. Przyczyną tej korozji jest przedwczesne uwalnianie CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S przed dotarciem do desorbera
- B) Obserwowane jest pęknięcie korozyjne naprężeniowe w rurociągach ze stali węglowej, w których nie przeprowadzono obróbki cieplnej po spawaniu.
- C) Degradacja aminy. Uboga amina zawiera mniej niż 1% stabilnych cieplnie soli, które gromadzą się one z czasem w procesie recyklingu. Ilości stabilnych soli od 2 do 3% i wyższe mogą prowadzić do korozji w linii ubogiej aminy. Innymi przyczynami degradacji aminy są wysokie temperatury i wnikanie zanieczyszczeń.
- D) Wysokie prędkości przepływu fazy ciekłej lub turbulencje powodują erozję-korozję rurociągów i urządzeń. (Ten stan procesu może wystąpić za zaworem sterującym linią zasilającą lub w liniach powrotnych desorbera).
- E) Opuszczające kolumnę, gazy regeneracyjne zawierają znaczną ilość pary wodnej. W tych warunkach zachodzą intensywne procesy korozyjne zwane korozją w mokrym H<sub>2</sub>S. Korozja w mokrym H<sub>2</sub>S ujawnia się w różnych formach pęknięcia i pęcherzenie.

Zapobieganie korozji polega głównie na stosowaniu materiałów bardziej odpornych na korozję takich jak stale nierdzewne które wykazują znacznie wyższą odporność na korozję w środowiskach wodnych zawierających aminy, a także w kwaśnych gazach. Wyniki przeprowadzonych prac zostały opublikowane:

- *J. Orlikowski, M. Kalinowski, I. Lasota, P. Maruszewski, M. Szocinski, K. Darowicki, Wet H<sub>2</sub>S corrosion and degradation of pipeline in amine regeneration system, Materials and Corrosion, Volume 75, Issue 6, Pages 778 – 785 June 2024*
- *J. Orlikowski, A. Jazdzewska, U. Ilyas, R. Gospos, T. Olczak, K. Darowicki, Effect of wet Hydrogen Sulfide on Carbon Steels Degradation in Refinery Based on Case Study, Arabian Journal for Science and Engineering, Open Access, Volume 48, Issue 7, Pages 9171 - 9178 July 2023*

<b>4.8.</b>	<b>Diagnostyka korozyjna obiektów portowych NAFTOPORT</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	NAFTOPORT Sp. z o.o.

NAFTOPORT stanowi istotny element logistyki dostaw ropy naftowej dla krajowych rafinerii, eksportowego i importowego tranzytu tego surowca, a także lądowo-morskiego przeładunku produktów naftowych. Infrastruktura Terminalu obejmuje pięć stanowisk przeładunkowych umożliwiających przeładunek 36 mln ton ropy naftowej i 4 mln ton produktów naftowych rocznie.



Fot. 4.8. A) Widok uszkodzeń korozyjnych na linii wody na palach, B) Widok uszkodzeń korozyjnych zabudowy pirsu. C). Zabudowa kesonowa w celu prowadzenia prac antykorozyjnych

Korozja linii wodnej to rodzaj procesu utleniania, który może wystąpić w materiałach mających kontakt z wodą. Korozja linii wodnej występuje, gdy jedna część materiału bazowego jest zanurzona w wodzie, a druga ma kontakt z powietrzem. Powoduje to różnicę ilości tlenu w kontakcie z powierzchnią materiału powyżej i poniżej linii wodnej i prowadzi do reakcji korozyjnej.

Korozja linii wodnej występuje z powodu różnicy w stężeniu tlenu między atmosferą a wodą. Dzieje się tak, ponieważ część podłoża wystawiona na działanie większej ilości tlenu (obszar wystawiony na działanie powietrza) staje się katodą, podczas gdy część podłoża wystawiona na działanie mniejszej ilości tlenu (obszar mający kontakt z wodą) staje się anodą. Utworzenie anody i katody umożliwia utlenianie. Ostatecznie powoduje to utlenienie i korozję obszaru podłoża zanurzonego w wodzie.

Korozja linii wodnej jest problemem w kilku różnych gałęziach przemysłu. Zbiorniki, które służą do przechowywania cieczy, takich jak woda, są często podatne na korozję linii wodnej. Konstrukcje morskie również mogą paść ofiarą korozji linii wodnej, może to doprowadzić do całkowitej awarii konstrukcyjnej. Statki pozostawione w wodzie przez dłuższy czas również mogą być narażone na korozję linii wodnej.

Korozję linii wodnej można zwalczać na kilka różnych sposobów. Jednym ze sposobów jest powlekanie materiału umieszczonego w wodzie. Powłoka utrzymuje narażenie podłoża na tlen w równomiernej ilości i na minimalnym poziomie. Inną metodą jest stosowanie materiałów, które nie są tak podatne na utlenianie jak stal. Stale nierdzewne i aluminium mogą być lepszymi alternatywami w zapobieganiu korozji linii wodnej. Poprawne przeprowadzenie prac antykorozyjnych wymagało wykorzystania zabudowy kesonowej w celu osuszenia zabezpieczanych powierzchni (Rys. 4.1D)

- *K. Zakowski, M. Narozny, M. Szocinski, K. Darowicki, Influence of water salinity on corrosion risk - The case of the southern Baltic Sea coast. Environmental Monitoring and Assessment, Open Access, Volume 186, Issue 8, Pages 4871-4879 August 2014*

<b>Przedsiębiorstwo Przeladunku Paliw Płynnych</b>		
<b>NAFTOPORT</b> Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością		
ul. Kpt. ż.w. Witolda Poinca 1	skr. poczt. 725	80-958 Gdańsk 50
Prezes Zarządu – Tadeusz Zakrzewski Członek Zarządu - Andrzej Radzikowski Kapitał zakładowy: 45.942.000,00 PLN	Sąd Rejonowy w Gdańsku XII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego KRS 0000065348	
tel. 343-74-25 fax 343-76-06	BRE BANK S.A. O/Gdańsk 91 1140 1065 0000 2636 2400 1001	
Regon : 190009775	NIP: 583-000-68-62	e-mail : naftoport@naftoport.pl

NFP/853 /2006

Gdańsk, dn. 12 .11 .2006

LIST REFERENCYJNY

Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej wykonała badania i dokonała oceny zagrożeń niszczenia korozyjnego konstrukcji hydrotechnicznych oraz oceny stanu i efektywności istniejących zabezpieczeń przeciwkorozyjnych obiektów będących własnością Przedsiębiorstwa Przeladunku Paliw Płynnych NAFTOPORT Sp. z o.o. w bazie paliw w Porcie Północnym w Gdańsku.

Wysoko oceniamy prace wykonane przez Katedrę. Uzyskane wyniki będą wykorzystane w działaniach NAFTOPORTu mających na celu utrzymanie odpowiedniego stanu zabezpieczeń przeciwkorozyjnych konstrukcji hydrotechnicznych.

Na podstawie naszej współpracy możemy zarekomendować Katedrę Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej jako rzetelnego i fachowego partnera wywiązującego się z przyjętych terminów i umów.

CZŁONEK ZARZĄDU  
Z-ca DYREKTORA  
  
mgr inż. Andrzej Radzikowski

PREZES ZARZĄDU  
DYREKTOR  
  
mgr inż. Tadeusz Zakrzewski

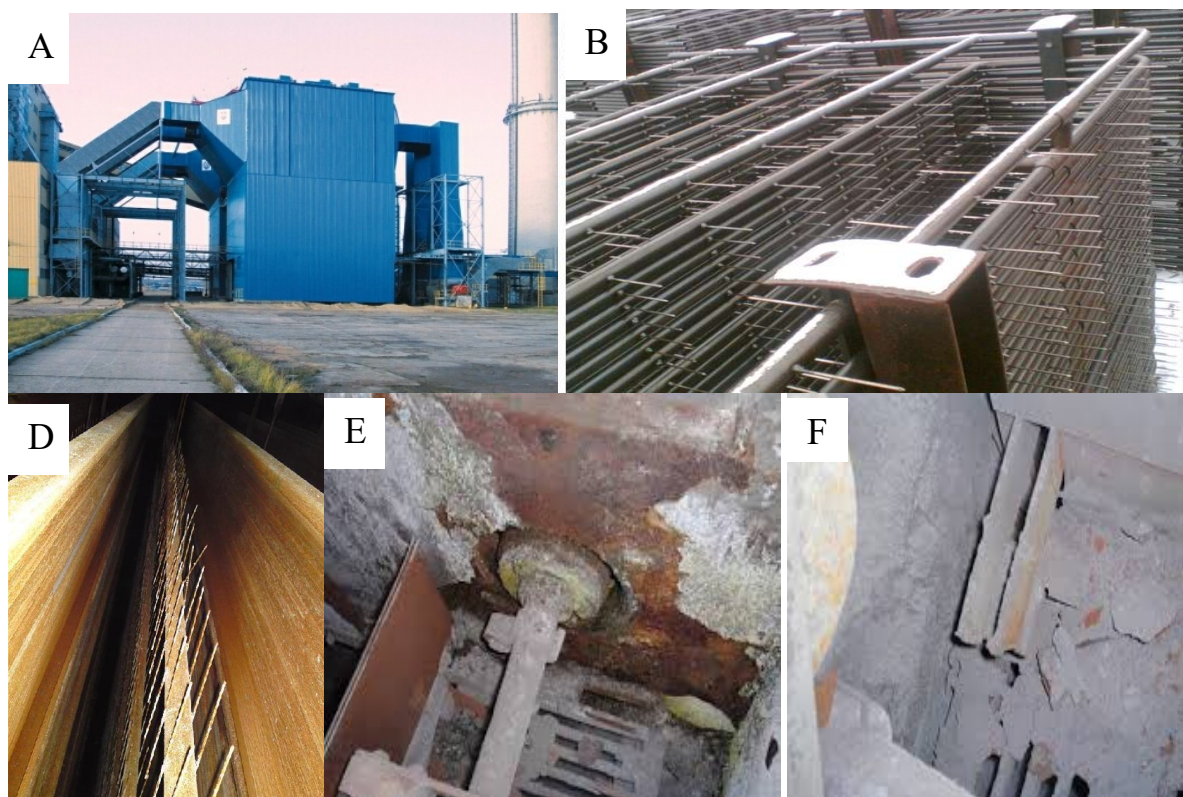
4.9.

Diagnostyka uszkodzeń i ochrona czasowa elektrofiltrów

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Elektrownia Kozienice, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

Elektrofiltry są obiektami sozotechnicznymi mającymi na celu ograniczenie zapylenia spowodowanego spalaniem w kotłach paliw stałych. Obciążony pyłem gaz odlotowy z kotła wchodzi do elektrofiltrów, w których znajdują się sekcje elektrod zbiorczych i ulotowych. Pomiedzy elektrodami ulotowymi umieszczonymi pomiedzy elektrodami zbiorczymi wytwarzane jest pole elektryczne o bardzo wysokim natężeniu. Częsteczki pyłu przechodząc w przestrzeni pomiedzy elektrodami są ładowane elektrycznie. Podczas drogi przez pole elektryczne, naładowane elektrycznie cząsteczki są transportowane do elektrod zgodnie z kierunkiem wytworzonego pola elektrycznego. Na elektrodach zbiorczych ulegają aglomeracji z już oddzielnymi cząsteczkami pyłu i są spuszczone przez młoty spadowe. Proces usuwania pyłów z elektrod zbiorczych intensyfikowany jest przez system wytrząsaczy. Spuszczona warstwa pyłu spada do leja filtra i jest odprowadzana na zewnątrz, natomiast oczyszczony gaz opuszcza elektrofiltr duktem połączonym z kominem. W warunkach eksploatacji elektrofiltry nie ulegają znaczącym procesom korozyjnym, ich funkcjonowanie przebiega bezawaryjnie. Sytuacja jest odmienna w okresach przestoju remontowych lub w okresach wyłączeń. W tych okresach elektrofiltry ulegają dramatycznymi procesom korozyjnym.



Rys. 4.9. A) Widok elektrofiltra, B) Sekcja elektrod ulotowych i zbiorczych, C) Sekcja elektrod ulotowych i zbiorczych po tygodniowym przestoju, D) Uszkodzenia otrząsaczy, E) Fragment leja zsykowego.

Procesy korozyjne wywołane są przez zalegające na elektrodach i w lejach pyły dymnicowe. Wskutek absorpcji wilgoci w elektrofiltrach wywarzone jest agresywne środowisko korozyjne. Obecność w pyłach tlenków siarki i azotu powoduje powstanie silnych kwasów a w konsekwencji wywołuje intensywne procesy korozyjne. W ramach prac badawczych zaproponowaliśmy technologię ochrony przed korozją elektrofiltrów. Polegała ona, w pierwszym etapie na usunięciu pyłów dymnicowych przez ich wymycie w strumieniu wody. W drugim etapie na elektrody zbiorcze, wytrząsacze, elektrody ulotowe nanoszona była antykorozyjna emulsja wodno-olejowa zawierająca pakiet inhibitorów korozji. W ten sposób przeprowadzono zabezpieczenie szeregu elektrofiltrów w Elektrociepłowni Kawęczyn, Elektrociepłowni Zabrze, Elektrociepłowni Siekierki, Elektrowni Kozienice i wiele innych. Ten typ ochrony czasowej zabezpieczał elektrofiltry nawet do 4 miesięcy.

Uzyskano patent dotyczący wytwarzania wodnej emulsji olejowej:

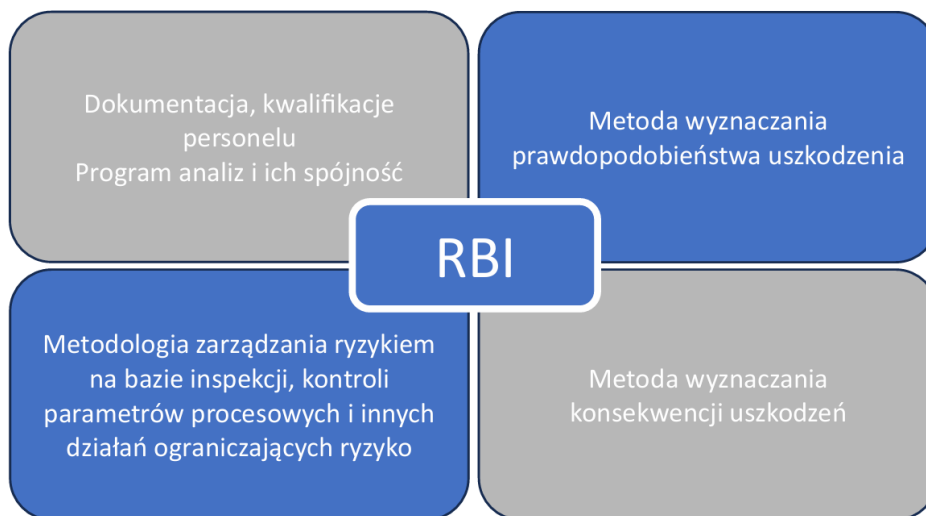
- J. Bordziłowski, K. Darowicki, Patent krajowy PL 163545 B1: „Antykorozyjna wodna emulsja węglowodorowa do ochrony maszyn i urządzeń”.

4.10.	<b>Wdrożenie programu RBI</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	<b>PKN ORLEN S.A., LOTOS S.A.</b>

Inspekcja oparta na ryzyku (RBI) została wprowadzona przez American Petroleum Institute (API) jako system zarządzania ryzykiem. Jest to obecnie powszechnie uznawany standard światowy obejmujący przemysł rafineryjno-petrochemiczny i nie tylko. W ramach systemu definiuje się poziom i przeprowadza się uszeregowanie ryzyka awarii osprzętu procesowego i instalacji. Dokonuje się przeglądu ryzyka związanego z bezpieczeństwem. Zmniejsza się prawdopodobieństwo awarii poprzez stworzenie systemu inspekcji w oparciu o rozporządzenia prawne:

- **Publ 941** Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants
- **Publ 942** Controlling Weld Hardness of Carbon Steel Refinery Equipment to Prevent Environmental Cracking
- **API 510** Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection, Rating, Repair, and Alteration
- **API 570** Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems
- **API RP 571** Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry
- **API RP 572** Inspection of Pressure Vessels
- **API RP 573** Inspection of Fired Boilers and Heaters
- **API RP 574** Inspection Practices for Piping System Components
- **API RP 575** Inspection of Atmospheric & Low-Pressure Storage Tanks
- **API RP 577** Welding Inspection and Metallurgy
- **API Std 579-1/ASME FFS-1** Fitness-For-Service
- **API RP 580** Risk-Based Inspection
- **API RP 581** Risk-Based Inspection Technology
- **API RP 582** Recommended Practice Welding Guidelines for the Chemical, Oil, and Gas Industries
- **API Std 653** Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

Wymienione standardy tworzą system zaprezentowany w formie diagramu:



Rys. 4-10. Diagram obrazujący zależności i relacje w utworzonym systemie RBI

System RBI w Polsce sukcesywnie jest wprowadzany przez PKN ORLEN. W uznaniu osiągnięć i bogatego doświadczenia pracownicy Katedry Elektrochemii Korozji i Inżynierii Materiałowej zostaliśmy zaproszeni do współpracy z inspektorami Urzędu Dozoru Technicznego z Gdańską i z Płocka oraz pracownikami zespołów korozyjnych z LOTOS i PKN ORLEN. Wdrożenie programu RBI poprzedzone było audytem RBI mającym na celu określenie stopnia przygotowania eksploatującego do wdrożenia programu w oparciu o standardy API RP 580 i API RP 581. Oceniliśmy istniejące systemy zarządzania oraz personel i jego kwalifikacje. Konstrukcja systemu RBI obejmowała współzależności pomiędzy dokumentacją i kwalifikacjami personelu, wiarygodną metodologią zarządzania ryzykiem, oceną prawdopodobieństwa ryzyka i określeniem konsekwencji uszkodzeń.

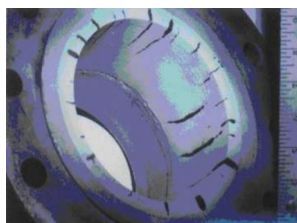
Ocena ryzyka na podstawie inspekcji (RBI) to metoda analizy i proces, który, w przeciwieństwie do kontroli stanu, wymaga jakościowej lub ilościowej oceny prawdopodobieństwa awarii (POF), a w konsekwencji uszkodzenia (COF), powiązanych z poszczególnymi elementami obiektów i instalacji.

- Prawidłowo wdrożony program RBI klasyfikuje poszczególne elementy wyposażenia pod względem prawdopodobieństwa awarii, ryzyka uszkodzeń i priorytetów kontrolnych opartych na tej klasyfikacji.
- System RBI wykorzystywany jest do identyfikacji i zrozumienia ryzyka oraz czynników ryzyka.
- System RBI pozwala ustalić, czy kontrola jest konieczna, czy nie. Decyzja ta wymaga jednak dodatkowych danych, które mają zmniejszyć niepewność związaną z aktualnymi zagrożeniami.
- System RBI nie powinien być wykorzystywany do zalecania kontroli, która nie zapewni podniesienia poziomu wiedzy na temat stanu uszkodzeń. W tych przypadkach, w których PoF determinuje ryzyko, system RBI powinien prowadzić do wymian krytycznych urządzeń, napraw lub innych czynności, które zmniejszają ryzyko.
- RBI może być wykorzystany do ustalenia priorytetów działań dotyczących inspekcji (zwykle za pomocą badań nieniszczących), w celu zmniejszenia niepewności dotyczącej prawdziwego stanu uszkodzenia sprzętu.
- Powstały plan kontroli powinien określić rodzaj i harmonogram kontroli w odniesieniu do danego obiektu. Innymi działaniami mogą być zmiany konstrukcyjne, zmiany materiałowe, aplikacje wykładzin antykorozyjnych, zmiany trybu pracy, wstrzykiwanie inhibitorów korozji itp.
- Spójność i powtarzalność analiz są niezbędne do wytwarzania skutecznego programu RBI. System RBI oparty jest na ryzyku względnym. W tworzeniu systemu należy oprzeć się na międzynarodowych standardach i praktykach inżynierskich: API RP 580 i 581, ASME PCC-3 i RIMAP. Standard API RP 580 określa podstawowe wytyczne dotyczące wdrożenia skutecznego i wiarygodnego programu RBI. Standard API RP 581 określa szczegóły dotyczące procedur i metodologii RBI.

W ramach systemu RBI ustalane były mechanizmy procesów korozji ich intensywność oraz środki zaradcze:



Pylenie metalu. Rura pieca ze stali 304



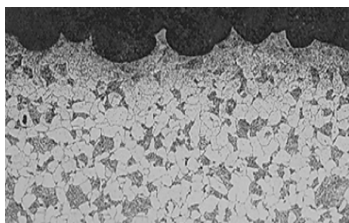
Penetrant, inspekcja króćca. Rura stal 304 odprowadzająca katalizator



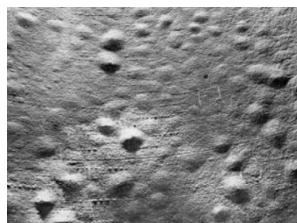
Pęknięcie węglanowe przyspoinowe



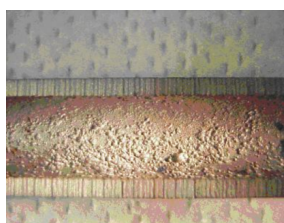
Kraterzy na dnie zbiornika surowej ropy



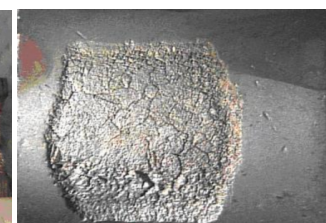
Klasyczny profil wywołany nawęglaniem. Stal węglowa, płyta separatora podgrzewacza



Rozległe pęcherze wodorowe na powierzchni stali



Rurka wymiennika ciepła od strony wody chłodzącej. Temperatura 30C



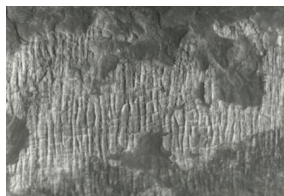
Odniklowanie monelu. Obecność tlenu w gorącym HF



Uszkodzenie erozyjno-korozyjne kolanka ze stopu 5Cr. Wylot podgrzewacza



Rurka tytanowa wymiennika ciepła. Pęknięcie wodorowe tytanu w wodzie



Morfologia skóry aligatora z ciekłym pyłem węglowym



Pęknięcie amoniakalne stopu 5Cr-0,5Mo

W ramach współpracy z Lotos S.A została przeprowadzona analiza RBI szeregu instalacji. Przeanalizowano od strony materiałowej poszczególne wytypowane obszary instalacji. Określono charakter medium, ilość faz, temperatury, ciśnienia i szybkości przepływu. Na tej podstawie ustalono typy korozji w poszczególnych węzłach instalacji i określono ich intensywność. Zaproponowano ilość i rodzaje inspekcji oraz ich częstotliwość.



TD / w / 124 / 20 / JD

Gdańsk, 19.11.2020

### Referencje

Grupa LOTOS S.A. udziela referencji Katedrze Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej za realizowane prace pt. „Analiza mechanizmów degradacji wraz z opracowaniem Kart Mechanizmów Degradacji dla urządzeń objętych Programem RBI na terenie Grupy LOTOS S.A. w Gdańsku”. Prace realizowane były w terminie od 21.03.2016 do 30.12.2016 roku oraz w dalszym ciągu realizowane od 01.10.2018 roku.

W zakres prac wchodziły:

- analiza zagrożenia korozyjnego,
- wytypowanie mechanizmów degradacji,
- oszacowanie szybkości korozji
- opracowanie szczególnie zagrożonych obszarów.

Zlecane prace wykonywane są terminowo oraz z należytą starannością. Jakościowo spełniają wskazane w zamówieniu wymagania. Zadowolone ze współpracy z firmą pozwala nam stwierdzić, że jest to rzetelny kontrahent.

DYREKTOR ds. TECHNIKI  
  
Tomasz Branicki



Grupa LOTOS S.A., ul. Eblejska 135, PL 80-718 Gdańsk  
tel. +48 58 308 71 11, +48 58 308 81 11; fax +48 58 301 88 38; e-mail: lotos@grupalotos.pl; www.lotos.pl  
Sąd Rejonowy Gdańsk Północ w Gdańsku, VII Wydział Gospodarczy KRS, Nr KRS: 0000106150; NIP 583-000-09-60; REGON 190541636; BDO 000019759  
Kapitał zakładowy 184.873.362 PLN wpłacony w całości



Pismo nr RT.1.0161/2021

Płock, 09.06.2021 r.

Szanowny Pan  
Prof. Kazimierz Darowicki  
Wydział Chemiczny  
Politechnika Gdańska

Szanowny Panie Profesorze,


Biuro Techniki jako obszar odpowiedzialny w PKN Orlen S.A. za stan i sprawność infrastruktury technicznej Zakładu, bardzo ceni współpracę z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej.

W ramach współpracy na podstawie dotychczas zawartych umów, realizowano m.in. analizy technologiczno-korozyjne. Uzyskane wyniki pozwalały identyfikować nieprawidłowości w procesach technologicznych oraz wyjaśniać przyczyny przyspieszonej degradacji korozyjnej w newralgicznych punktach analizowanych instalacji. Na wybranych obiektach realizujemy wspólnie analizę mechanizmów degradacji procesów korozyjnych w ramach wdrażanej w PKN Orlen S.A. analizy Risk Based Inspection na podstawie API RP 580 i 581. Współpraca ma na celu oszacowanie ryzyka występowania awarii wraz z planowaniem niezbędnych przeglądów technicznych i badań nieniszczących dla objętych nią urządzeń ciśnieniowych. Działania te przyczynią się do optymalizacji czasookresów prowadzenia remontów i przeglądów instalacji co przełoży się na zmniejszenie liczby postojów poszczególnych instalacji i znacząco wpłynie na bilans finansowy przedsiębiorstwa.

Zważywszy powyższe, wysoko oceniamy współpracę z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej - uwzględniając terminowość i poziom merytoryczny realizowanych prac.

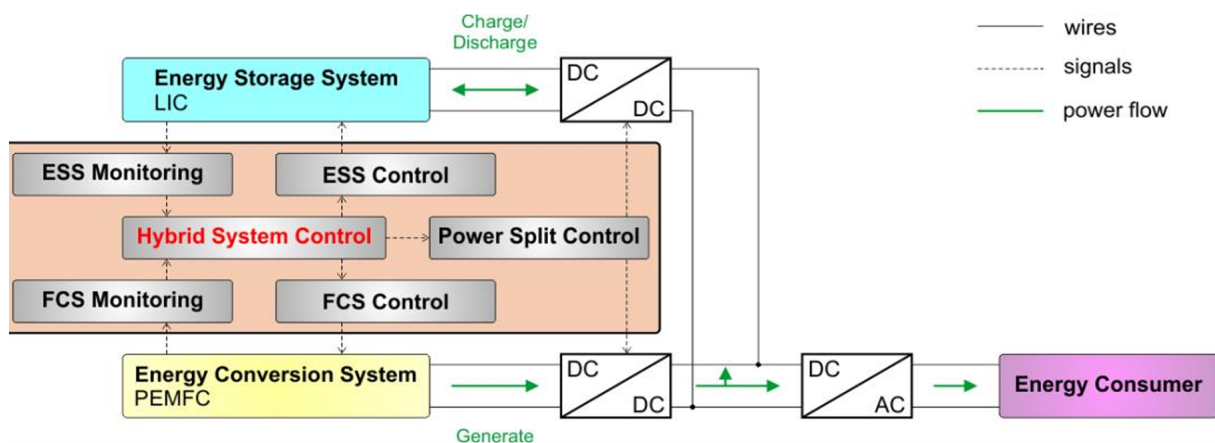
Z poważaniem

  
Albert Kołodziejki  
Dyrektor Wykonawczy ds. Techniki  
PKN ORLEN S.A.

  
Tomasz Dobrowolski  
Dyrektor Biura Techniki  
PKN ORLEN S.A.

<b>4.11.</b>	<b>Algorytm sterowania i sterownik systemu ogni w paliwowych</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Ministerswo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Federalne Ministerstwo Oświaty i Badań Naukowych (Bundesministerium für Bildung und Forschung, Germany)

W ramach prac badawczo-rozwojowych opracowano kontroler oraz algorytmy sterowania systemem hybrydowym obejmującym magazyn rezerwy mocy, którym był pakiet superkondensatorów oraz stos ogni wodorowych z membraną polimerową PEMFC wraz z całym systemem zarządzania przepływami i temperaturą pracy. Opracowane rozwiązanie zapewniło wzrost wydajności energetycznej o 3,7% przy jednoczesnym ograniczeniu wagi systemu. Prace te wykonano we współpracy z Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff Forschung Baden-Württemberg (ZSW) Niemcy, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V (DLR) Niemcy, PowerCell Germany GmbH. Stronę polską reprezentowała firma IMPACT Clean Technology i Wydział Chemiczny, który koordynował badania strony polskiej. W ostatniej dekadzie szeroko badano systemy energii odnawialnej w celu zmniejszenia dostaw energii opartej na paliwach kopalnych i redukcji emisji CO<sub>2</sub>. Badania koncentrowały się na poprawie wydajności, niezawodności i gęstości energetycznej tych systemów. Ogniwa paliwowe są szeroko promowane w systemie konwersji energii ze względu na ich wysoką wydajność, niską lub zerową emisję i dużą gęstość mocy. Jednym z czynników implikujących rozwój technologii ogni w paliwowych jest także ich sprawność, która osiąga wartość 60% gdy sprawność silników spalinowych z zapłonem iskrowym wynosi 30%. Niestety dynamika pracy stosu ogni w jest niezadawalająca. Ogniwa paliwowe (PEMFC) są najbardziej obiecującym kandydatem ze względu na dużą elastyczność i najwyższą dynamikę wśród ogni w paliwowych. Niemniej jednak przejściowa odpowiedź PEMFC jest ograniczona przez szybkość reakcji elektrochemicznej i dynamikę dostarczania reagentów. W praktycznych zastosowaniach systemy ogni w paliwowych PEMFC są wykorzystywane jako główne źródło konwersji energii, a szczytowe zapotrzebowanie na moc jest pokrywane przez dodatkowe systemy magazynowania energii, takie jak baterie lub kondensatory. Reakcja układu hybrydowego na stany przejściowe jest głównym wyzwaniem dla zastosowań motoryzacyjnych i mobilnych. System magazynowania energii oparty na kondensatorach oferuje szereg zalet, takich jak wyższa gęstość energii, gęstość mocy i dynamika w porównaniu z rozwiązaniami akumulatorowymi. Kondensator litowo-jonowy (LiC) to najnowocześniejszy superkondensator, który w porównaniu z innymi kondensatorami charakteryzuje się bardzo dużą gęstością energii i bardzo małym wyciekami. Użycie LiC umożliwia wykorzystanie PEMFC pokrywającego tylko średnie zapotrzebowanie na moc, a nie zapotrzebowanie szczytowe. Skutkuje to wyższą gęstością mocy układu hybrydowego. Działanie takiego układu hybrydowego opartego na ogni wach paliwowych wymaga skoordynowanego sterowania podsystemami generowania energii i magazynowania energii przez jednostkę sterującą. Jednostka ta zapewnia szybką reakcję na zmienne zapotrzebowanie na moc i pozwala uniknąć destrukcyjnych i nieoptymalnych warunków pracy. Opracowany i zaimplementowany algorytm sterowania zapewnił koordynację i współdziałanie poszczególnych podzespołów. Niezależnie, stworzono system monitorowania i kontroli pracy sterownika zgodnie ze schematem



Rys. 4.11A. System hybrydowy PEMFC-LiC i jego sterowanie

Podział mocy obciążenia i algorytmy zarządzania energią były kluczem do osiągnięcia wysokiej wydajności i niezawodności systemu hybrydowego. Skoncentrowano się także na innowacyjnych metodach optymalizacji pracy dla różnych trybów pracy oraz stanów naładowania takich jak Dynamiczna Elektrochemiczna Spektroskopia Impedancyjna. Opracowano również metodologię kontroli predykcyjnej. Kontroler systemu ogni w paliwowych był kluczowym osiągnięciem

międzynarodowego zespołu badawczego. Zaawansowane monitorowanie i sterowanie hybrydowymi systemami zasilania ogniwami paliwowymi to nowy obszar i bardzo niewiele rozwiązań jest w ogóle dostępnych. Jednym z przykładów jest rozwiązanie diagnostyczne dostępne w AVL LIST GmbH – THDA box23. W ramach wspólnych prac opracowano prototyp sterownika do hybrydowego systemu ogniw paliwowych. Autorski kontroler korzystał z przemysłowego protokołu motoryzacyjnego SAE J1939, który wykorzystuje fizyczną magistralę CAN. W ten sposób systemy ogniw paliwowych przeznaczone do określonego zastosowania mogą być transferowane do innych zastosowań. Stan stosu był monitorowany za pomocą DEIS. Szybka analiza złożonej odpowiedzi systemu pozwala na wyznaczenie impedancji systemu przy różnych częstotliwościach zaburzeń składających się na pakiet. Taka metoda oszczędza czas akwizycji widma impedancyjnego. Z tego względu ta oryginalna metoda pomiarowa dała świetne wyniki w monitorowaniu systemów podlegających dynamicznym zmianom. Ta nowatorska i autorska technika sprawdziła się w monitorowaniu stosów PEMFC podczas pracy w rzeczywistym systemie



Fot. 4.11B. Cyfrowy system pomiaru Dynamicznej Elektrochemicznej Spektroskopii Impedancyjnej zbudowany na bazie kart pomiarowych National Instruments sprzężony ze stacją testową wodorowych ogniw paliwowych.

Technika DEIS została zaimplementowana w sprzęcie i oprogramowaniu kontrolera. Dzięki zastosowaniu bardzo szybkiej, dynamicznej spektroskopii impedancyjnej oraz przestrzennie rozdzielczej, segmentowanej technologii pomiarowej, można było monitorować zachowanie wewnątrz ogniwa paliwowego i w razie potrzeby optymalizować warunki pracy za pomocą opracowanego algorytmu. Wykazano, że wydajność ogniwa paliwowego można zwiększyć nawet o 3,7%. Opracowana technologia monitorowania i różne algorytmy zostały zaimplementowane w specjalnie opracowanej jednostce sterującej. W dalszych pracach planuje się obecnie rozszerzenie tych osiągnięć na inne zastosowania, w szczególności na transport ciężki. Opracowana przez zespół z Politechniki Gdańskiej Dynamiczna Elektrochemiczna Spektroskopia Impedancyjna została zaimplementowana w stworzonym kontrolerze. Metoda DEIS okazała się skutecznym narzędziem w diagnostyce poszczególnych celek i całego stosu. Zastosowanie tej nowatorskiej techniki pozwala określić on-line optymalne warunki pracy w zależności od obciążenia. Zaimplementowana metoda DEIS pozwoliła wykazać odwracalny lub nieodwracalny charakter zmniejszenia efektywności elektrokatalitycznej, zapewnia także ocenę stopnia dezaktywacji. Zastosowanie metody DEIS do kontroli pozwala uniknąć pracy ogniw w krytycznych warunkach, co przekłada się na wydłużenie ich żywotności. Opracowany i wdrożony system DEIS nie ma odpowiedników światowych. Opracowanie i wdrożenie systemu DEIS jest przełomowe w dziedzinie diagnostyki i monitorowania ogniw paliwowych on-line.

Institute of Engineering Thermodynamics /  
Electrochemical Energy Technology



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt  
German Aerospace Center

DLR e. V. Institute of Engineering Thermodynamics  
Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart, Germany

To:  
Department of Electrochemistry, Corrosion and  
Materials Engineering  
Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology  
Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Your correspondent Dr. Mitzel

Telephone +49 711 6862-8063

Telefax +49 711 6862-747

E-mail Jens.Mitzel@dlr.de

14 July 2021

The German Aerospace Center (DLR) cooperates with the Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering in the field of fuel cells research.

As part of our collaboration, a research and development project entitled Control algorithm and controller for increasing the efficiency of hybrid PEMFC systems in different application (COALA) under the Polish-German sustainability research program STAIR funded by NCBR and BMBF was successfully realized. The Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Science took an important part in the project by implementing novel Dynamic Electrochemical Impedance Spectroscopy the main tool for monitoring and diagnostic module of the controller. Developed controller was implemented for a fuel cell system at DLR. The developed methodology is very promising for further development of the fuel cell testing area. Within the project it was proven that efficiency and lifetime of fuel cells can be extended with the proposed hybrid system controller.

We assess the importance of cooperation with Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering very highly, and we are seeking opportunities to continue our collaboration in future projects.

Sincerely

Dr. Jens Mitzel

Zentrum für  
Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg  
Gemeinnützige Stiftung



ZSW • Helmholtzstraße 8 • 89081 Ulm • Deutschland

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2008

Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering  
Faculty of Chemistry,  
c/o Prof. Dr. Kazimierz Darowicki  
Gdańsk University of Technology  
Narutowicza 11/12,

**Dr. Ludwig Jörissen**  
Fachgebiet Elektrochemische Grundlagen  
Tel.: +49 (0)731-95 30-605  
Mob. +49-162-291-5608  
Fax: +49 (0)731-95 30-666  
Email: ludwig.joerissen@zsw-bw.de

80-233 Gdańsk

[www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de)

Poland

Jör-210715-01  
KTr.

15. Juli 2021 16. Juli 2021

### Confirmation of cooperation

Dear Prof. Darowicki,

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) cooperates with the Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering in the field of fuel cells research.

As part of the cooperation, a research and development project entitled *Control algorithm and controller for increasing the efficiency of hybrid PEMFC systems in different application* under the Polish-German sustainability research program was realized. As part of the project, the Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Science implemented Dynamic Electrochemical Impedance Spectroscopy as a monitoring and diagnostic tool of a fuel cell and supercapacitors hybrid system. The proposed methodology has a high application character and further cooperation of ZSW and Gdańsk University of Technology in this field is planned in the next research projects, which are currently undergoing evaluation by funding agencies. Joint research activities initiated the invention of a new methodology for local dynamic impedance measurements, which is in the phase of further development.

We assess very highly the importance of cooperation with the Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Markus Hölzle  
(Member of the Board)

Dr. Ludwig Jörissen  
(Head of Department ECG)



Do:  
Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej  
Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska  
Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Pruszków, 25 czerwca 2021

### Oświadczenie o współpracy

---

Firma Impact Clean Power Technology współpracuje z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej w obszarze badań elektrochemicznych źródeł energii. W ramach współpracy zrealizowany został projekt badawczo – rozwojowy pt. *Algorytm sterowania i sterownik do podnoszenia sprawności hybrydowych systemów zasilania opartych na ogniwach paliwowych z elektrolitem polimerowym w różnych zastosowaniach* w ramach Polsko-Niemieckiego Programu na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju (STAIR). W ramach projektu Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej zaimplementowała Dynamiczną Elektrochemiczną Spektroskopię Impedancyjną do kontrolera systemu hybrydowego składającego się z ogniw paliwowych zasilanych wodorem oraz superkondensatorów litowo-jonowych. Metoda ta okazała się idealnym narzędziem do diagnostyki i monitorowania elektrochemicznych źródeł energii. Realizowana w ramach naszej współpracy tematyka jest kluczowa do dalszego rozwoju nowoczesnej energetyki w Polsce. Rezultaty badań zrealizowanych w ramach naszej współpracy mają wymiar praktyczny i są wykorzystywane w dalszej działalności Impact Clean Power Technology. Współpracę z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej oceniamy bardzo wysoko i zamierzamy kontynuować dalsze działania badawcze.

  
Bartłomiej Kras  
Prezes Zarządu

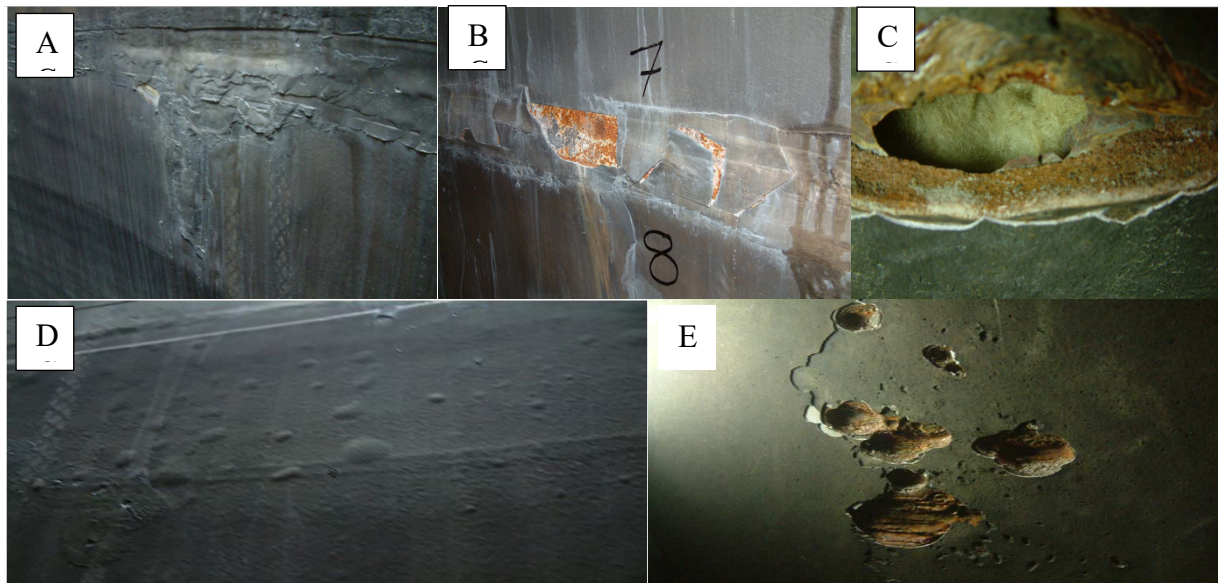
4.12.

Uszkodzenia korozyjne kanałów kominowych

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Elektrownia Rybnik, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

Kominy są nieodzownym elementem pejzażu przemysłowego i są ważnymi elementami procesów zachodzących w elektrowniach, stabilizującym system produkcyjny, uwalniającym spaliny na odpowiedniej wysokości do atmosfery. Komin może występować jako pojedynczy element w układzie prostoliniowym, jak również obsługiwać większą liczbę jednostek systemu jako element zbiorczy. Podstawowa rola kominu polega na transporcie możliwie największej ilości powietrza, aby stymulować proces spalania poprzez tworzenie ciągu i odprowadzenie spalin. Istnieje wiele konstrukcji kominów. Jednakże z punktu widzenia korozyjnego łączy je forma obserwowanych uszkodzeń i ich lokalizacja. Procesy korozyjne zaobserwowano po wybudowaniu instalacji oczyszczania spalin. Na fot. 4.12 przedstawiono formy uszkodzeń kominu Elektrowni Rybnik S.A.



Fot. 4-12. A) Powłoka ochrona na połączeniu dwóch segmentów kominu, B) Odszpajanie powłoki ochronnej na ścianach kominu, C) Perforacja wewnętrznej ściany kominu, D) Pęcherzenie powłoki na ścianach kanału kominowego, E) Uszkodzenie wymurówki kominu

Uszkodzenia powłok rozpoczynały się od utworzenia pęcherzy. Zaobserwowano odszpajanie powłok antykorozyjnych. Miejsca przewodów kominowych pozbawione ochrony ulegały dramatycznym uszkodzeniom korozyjnym. Znaczenie ochrony środowiska sprawiło, że konieczne było wprowadzanie nowych rozwiązań technologicznych, które ograniczyły emisję spalin do atmosfery przez sektor energetyczny. Aby ograniczyć emisję takich związków, jak SO<sub>2</sub>, HCl, HF, HBr czy tlenki azotu wprowadzono instalacje odsiarczania spalin, dzięki którym udało się obniżyć temperaturę gazów w kominie. Takie spaliny są bardziej agresywne dla konstrukcji niż gorące spaliny z węgla. Oprócz niższych temperatur, korozyjność tych spalin wynika z wyższej zawartości wilgoci, a w przypadku odsiarczonych spalin z węgla – z zawartości chlorków i fluorków w postaci jonów lub kwasów HCl i HF. W ramach prac badawczych wytypowaliśmy wykładziny polimerowe nowej generacji do ochrony kanałów i duktów. Szczególną uwagę zwróciliśmy na porównanie wartości współczynników rozszerzalności cieplnej materiału konstrukcyjnego kominu i duktów ora zastosowanej wykładziny. Decydującą rolę w doborze materiału malarskiego odegrała nie tylko odporność chemiczna żywicy, ale również geometria pigmentów i wypełniaczy. Płatki w powłoce były ułożone poziomo, zachodząc na siebie tak, że powstały warstwy niemal nieprzepuszczalne. Możliwość odprężenia naprężeń poprzez zastosowanie wypełniacza płatkowego, np. szkła lub hematytu, była ważną cechą wytypowanej wykładziny

- S. Krakowiak, K. Darowicki, *Degradation of protective coatings in steel chimneys of flue gas desulfurisation systems, Progress in Organic Coatings, Volume 117, Pages 141 – 145 April 2018;*
- J. Bordziłowski, K. Darowicki, *Anti-corrosion protection of chimneys and flue gas ducts, Anti-Corrosion Methods and Materials, Volume 45, Issue 6, Pages 388 – 396, 1998,*
- A. Miszczyk, K. Darowicki, *Reliability of Flue Gas Desulphurisation Installations - The Essential Condition of Efficient Air Pollution Control, Polish Journal of Environmental Studies, Volume 11, Issue 3, Pages 205 – 209 2002*

4.13.

Diagnostyka stanu rurociągów transportujących solankę

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Przedsiębiorstwo Badawczo-Rozwojowe „HYDROPOMP” Sp. z o.o.

Sól kamienna z podziemnego wyrobiska transportowana jest w postaci nasyconego roztworu wodnego rurociągami. W przeciwnym kierunku, do wyrobiska włączana jest woda. Łączna długość obu rurociągów wynosi około 30 kilometrów. Rurowe ciągi transportowe wyposażone są w system studzienek widocznych na zdjęciach oraz pompownie. Docelowo powstałe kawerny miały służyć jako podziemne magazyny dla strategicznych rezerw nośników energii. Badania wykazały, że przechowywanie nawet przez wiele lat ropy naftowej w środowisku solnym nie wpływa na jej właściwości, w szczególności zaś nie obniża jej jakości. Taki surowiec nadaje się równie dobrze do przerobu rafineryjnego, jak surowiec pochodzący wprost z odwiertu.



Fot. 4-13. A) Stan przykładowej studzienki, B) Stan korozyjny armatury (zasuwa), C) Widok powierzchniowych części rurociągów transportowych

Ze względu na przeznaczenie kawern przeprowadziliśmy kompleksową, pogłębioną ocenę stanu instalacji przesyłowych oraz armatury przeznaczonych do obsługi kawern solnych firmy SOLINO ORLEN. Zleceniodawcą była firma HYDRO-POMP. Oceniany był stan korozyjny i funkcjonalność badanych rurociągów i armatury

Przyczyną procesów korozyjnych były upływy solanki oraz wysoka wilgotność w studzienkach i niedostateczne zabezpieczenia korozyjne. W ramach prac badawczych opracowaliśmy cyfrową mapę stanu i postępu procesów korozyjnych. Został określony poziom ubytków korozyjnych. Określono odcinki rurociągów oraz studzienki szczególnie narażone na uszkodzenia korozyjne i wycieki solanki. W wytypowanych fragmentach instalacji określono wytrzymałość mechaniczną oraz przewidywany czas eksploatacji. Zaproponowano zmiany materiałowe oraz odpowiednie technologie ochrony przed korozją w formie drenaży wzmocnionych i ochrony protektorowej. Określono graniczne dopuszczalne szybkości przetłaczania.

<b>4.14.</b>	<b>Diagnostyka stanu systemów ochrony katodowej okrętów RP</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Centrum Morskich Technologii Militarnych Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Centrum Techniki Morskiej S.A.

Systemy ochrony katodowej realizowane są w oparciu o anody galwaniczne i/lub systemy z zewnętrznym źródłem prądu. System ochrony katodowej powinien zapewniać wystarczające i dobrze rozłożone prądy na powierzchniach stalowych kadłuba okrętu, tak aby powierzchnie mogły być spolaryzowane do potencjału w granicach określonych przez kryteria ochrony. Potencjał powinien być możliwie najbardziej równomierny, aby powstałe pole było jednorodne. W ten sposób minimalizuje się obraz elektromagnetyczny zanurzonej powierzchni. Cel ten można osiągnąć tylko poprzez odpowiednie rozłożenie prądu ochronnego na konstrukcji w normalnych warunkach eksploatacji. Należy wziąć pod uwagę szczególne kwestie dotyczące obszarów takich jak wloty wody czy pędniki.

Projekt systemów ochrony katodowej kadłuba powinien uwzględniać przewidywane warunki użytkowania i eksploatacji, takie jak charakterystyka wody morskiej (np. woda słonawa/słodka, temperatura), średnie i maksymalne przewidywane prędkości oraz żywotność związaną ze statycznymi (przy cumowaniu) i dynamicznymi (żeglowanie) warunkami. Na przykładowych fotografiach przedstawiono jednostki na suchym doku podczas oceny stanu systemów ochrony elektrochemicznej oraz jedną cumującą przy kei podczas próbnych polaryzacji. Ważną pracą był udział zespołu w projektowaniu systemu ochrony katodowej i systemu minimalizacji pola elektrycznego jednostki specjalnego przeznaczenia KORMORAN II. Kształtowanie pola składało się z układu elektrod wyrównujących potencjały elektrochemiczne. Jednocześnie elektrody te były anodami w systemie ochrony katodowej.



Fot. 4.14. A) Pędnik łodzi podwodnej, B) Okręt w suchym doku na burcie okrętu z widocznym ekranem, na którym widoczna jest anoda, C) Okręt wojny przy kei w czasie prób polaryzacyjnych.

Przeprowadzono inspekcję stanu korozyjnego szeregu jednostek Marynarki Wojennej na zlecenie Centrum Morskich Technologii Militarnych. Oceniano stan systemów ochrony elektrochemicznej. Przeprowadzono analizę skuteczności ochrony katodowej identyfikując uszkodzenia stacji polaryzujących, uszkodzenia anod oraz elektrod referencyjnych. Uszkodzenia stacji ochrony katodowej wynikały z niewłaściwej eksploatacji, uszkodzenia anod miały charakter eksploatacyjny. Opracowano technologie napraw ekranów, w których osadzone były anody. Oceniano rozkład pola elektrycznego na badanych jednostkach. Optymalizowano pole elektryczne zgodnie z wymaganiami i procedurami Marynarki Wojennej i Polskiego Rejestru Statków.

Szanowny Panie Profesorze

Serdecznie dziękuję za wspólną współpracę przy realizacji elementów systemu ochrony katodowej na pierwszą jednostkę okrętu Kormoran II. Pracownicy Katedry Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej pod kierownictwem Pana Profesora Kazimierza Darowickiego przeprowadzili i przygotowali analizę przyspieszonego zużycia anod pokrytych tlenkami mieszanymi tzw. MMO na podłożu tytanowym w celu określenia ich żywotności. Wysoko oceniam jakość przeprowadzonej analizy i jej wkład w prognozowanie żywotności elementów systemu ochrony katodowej oraz w badania jakościowe wyrobów OBR CTM S.A. Wieloletnia weryfikacja anod w warunkach rzeczywistych na okrętach potwierdziła poprawność i rzetelność wykonanej analizy przez Pana Profesora.

Łączę wyrazy szacunku,

Z poważaniem | Regards

**Rafał Namiotko**

Dyrektor produkcji i rozwoju

Pion Produkcji i Rozwoju

mobile: +48 735 999 501

e-mail: [rafal.namiotko@ctm.gdynia.pl](mailto:rafal.namiotko@ctm.gdynia.pl)



[ctm.gdynia.pl](http://ctm.gdynia.pl)



[grupapgz.pl](http://grupapgz.pl)

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy

Centrum Techniki Morskiej S.A.

ul. Dickmana 62

81-109 Gdynia

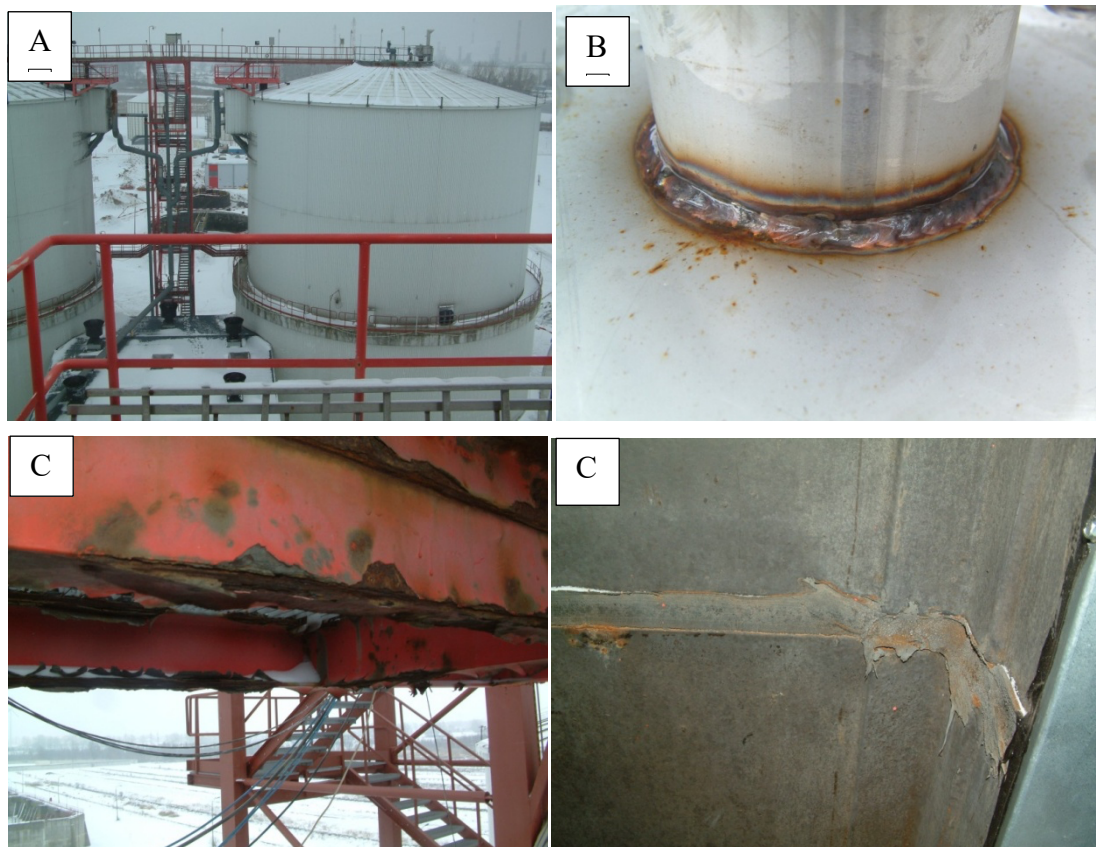
4.15.

Diagnostyka i ochrona przed korozją komór fermentacyjnych

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Gdańska Infrastruktura Wodno-Kanalizacyjna Sp. z o.o.

W oczyszczalni ścieków Gdańsk-Wschód w procesie oczyszczania ścieków powstają dwa rodzaje osadów ściekowych: osad wstępny i nadmierny. Osady poddawane są procesom przeróbki prowadzącym do zmniejszenia ich ilości, zmiany składu, w tym do redukcji zawartości substancji organicznych oraz stabilizacji biologicznych. Osad wstępny jest zagęszczany w lejach osadników do zawartości 4% suchej masy i kierowany okresowo do przepompowni, a następnie do zbiornika osadu mieszanego. Osady nadmierne kierowane są do zbiornika czerpalnego przepompowni osadu mieszanego. W zbiorniku następuje wymieszanie z osadem wstępnym. Osad mieszany podawany jest za pomocą pomp śrubowych do Zamkniętych Komór Fermentacyjnych, gdzie zachodzi proces fermentacji beztlenowej mezofilnej w temp. 37°C. Pozyskiwany biogaz wykorzystywany jest w instalacji kogeneracji (produkcji energii elektrycznej i ciepłej).



Fot. 4-15. A) Zbiornik fermentacyjny, B) Widok pęknięcia spoiny, C) Uszkodzenia korozyjne zewnętrznych fragmentów instalacji

Ustaliliśmy, że wyniku zachodzących procesów technologicznych wewnątrz zbiorników doszło do uszkodzenia powłok antykorozyjnych wykonanych ze szkła kobaltowego. Jednocześnie doszło do uszkodzeń dachów i rozszczelnienia zbiorników.

Brak doświadczeń z tego typu zabezpieczeniami spowodował potrzebę przeprowadzenia szczegółowych badań.

W ramach projektu badawczego „ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE I USUNIECIE NIESZCZELNOŚCI GAZOWEJ ZAMKNIĘTYCH KOMÓR FERMENTACYJNYCH OBIEKTÓW NR 15.2, 15.3 I 15.4 NA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW "WSCHÓD" W GDAŃSKU” zleconego przez Gdańską Infrastrukturę Wodno-Kanalizacyjną opracowaliśmy technologię napraw uszkodzeń mechanicznych. Opracowana została metoda ochrony przed korozją oraz technologie naprawy uszkodzeń wykładziny ze szkła kobaltowego. Prace naprawczo-remontowe wykonywane były pod nadzorem pracowników Katedry.

<b>4.16.</b>	<b>Diagnostyka korozji stali nierdzewnej instalacji ozonowania</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodno-Kanalizacyjne w WARSZAWIE Sp. z o.o.

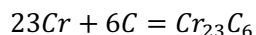
Budowa stacji ozonowania pośredniego przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodno-Kanalizacyjne w Warszawie polegało na rozbudowie istniejącego ciągu technologicznego o dwa nowe zespoły systemy to jest: system ozonowania pośredniego i system filtracji na węglach aktywnych. Woda po przejściu przez proces napowietrzania pośredniego, szybką filtrację oraz koagulację trafia do stacji ozonowania. Proces ozonowania powoduje utlenienie substancji organicznych, któremu towarzyszy ich fragmentacja. W ten sposób wyeliminowano całkowicie gazowy chlor polepszając walory smakowe wody. Do budowy stacji ozonowania wykorzystano stal 316L. Jest to stal o bardzo wysokich walorach antykorozyjnych, Szczególnie odporna na korozję wżerowa. Po półrocznej eksploatacji użytkownik stwierdził występowanie wielu ognisk korozyjnych na rurociągach wykonanych z tak wysoce odpornej korozyjnie stali. W efekcie MIEJSKE PRZEDSIĘBIORSTWO WODNO-KANALIZACYJNE w WARSZAWIE zleciło nam pracę badawczą mającą na celu „Określenie przyczyn korozji stali nierdzewnej 316L instalacji ozonowania”



Fot. 4-16. Przykładowe obrazy przyspoinowych uszkodzeń korozyjnych stali 316L w stacji ozonowania

Po przeprowadzeniu korozyjnych badań laboratoryjnych stali 316 w warunkach symulujących pracę instalacji ozonowania stwierdzono brak podatności na korozję. Oceniając profile stężeń chromu w projekcji prostopadłej do spawów stwierdzono obniżenie zawartości tego pierwiastka w rejonach przyległych do spoiny. Jednocześnie wykonano pomiary potencjału elektrochemicznego, które potwierdziły wcześniejsze spostrzeżenia. Tą obserwację potwierdziły badania metalograficzne i mikroskopowe. Badania wykazały obecność węgla chromu  $Cr_{23}C_6$  w strefach przyspoinowych.

Reakcja węgla z chromem z wytworzeniem węgla chromu



prowadzi do zubożenia strefy przyspoinowej w wolny chrom, poniżej 13%. W konsekwencji obszar ten jest zdepassywowany i podlega szybkim procesom korozyjnym w wyniku powstania ogniwa pasywno-aktywnego.

Udowodniliśmy, że uszkodzenia są wynikiem korozji międzykrystalicznej stali 316L. Wykazaliśmy, że procesy korozyjne wywołane zostały wskutek prac spawalniczych. Zaobserwowane i udokumentowane uszkodzenia wynikały z uczulenia stali 316L na korozję międzykrystaliczną. Bardzo wysoka ocena wykonanych prac badawczych przez Zleceniodawcę.

4.17.

**Diagnostyka i ochrona przed korozją rurociągów zrzutowych**Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Elektrownia Bełchatów, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

Rurociągi zrzutowe odprowadzają wodę i parę wodną z bloku energetycznego do chłodni kominowej. Z tego punktu widzenia jest to niewrażliwy element funkcjonowania elektrowni. Wcześniejsze badania oraz długoletni okres eksploatacji wskazywały na zagrożenie awariami rurociągu. Dyrekcja Elektrowni Bełchatów wychodząc naprzeciw potencjalnym zagrożeniom wyłączenia dwóch bloków energetycznych podjęła inicjatywę ustalenia stanu faktycznego i potencjalnego zagrożenia awariami. Z uwagi na potencjalne poważne zagrożenie praca badawcza wiązała się z ogromną odpowiedzialnością.



Rys. 4-17. Rurociąg zrzutowy Elektrowni Bełchatów i pracownicy Katedry podczas inspekcji korozyjnej

Wyłączenie z eksploatacji rurociągu zrzutowego na okres prac antykorozyjnych wiązałoby się z ogromnymi stratami

W ramach zleconego projektu przez BOT Elektrownia Bełchatów wykonaliśmy kompleksowe laboratoryjne badania korozyjne w wodzie pobranej z Elektrowni Bełchatów. Pomiary szybkości korozji przeprowadzono metodami polaryzacyjnymi. Dodatkowo przeprowadziliśmy analizę stanu spoin. Wykonaliśmy pomiary grubości ścian wzdłuż oraz po obwodzie rurociągu.

Uzyskaliśmy siatkę pomiarową grubości badanego rurociągu. Stwierdziliśmy równomierne ubytki korozyjne na całej wewnętrznej powierzchni rurociągu. Nie stwierdziliśmy obszarów szczególnie narażonych na korozję.

Jedną z koncepcji ochrony przed korozją było zainstalowanie systemu ochrony katodowej. To rozwiązanie wdrożone w Elektrowni Łaziska przez Katedrę zapewniło eliminację procesów korozyjnych. Przeprowadziliśmy wstępną analizę techniczną systemu ochrony katodowej, w ten sposób zweryfikowano zasadność ochrony katodowej wnętrza rurociągu w Elektrowni Bełchatów. Stan korozyjny rurociągu, ubytki masy globalne i lokalne, stan spoin wskazywały na możliwość odstępstw od konieczności montażu instalacji ochrony katodowej. Szybkość korozji ścian rurociągu limitowana jest szybkością procesu katodowego, a więc szybkością redukcji tlenu. Podwyższenie temperatury ograniczyło rozpuszczalność tlenu w wodzie. Stan korozyjny rurociągu oceniano za zadawalający. Ten przypadek był diametralnie inny od sytuacji zaistniałej w Elektrowni Łaziska. W tym drugim przypadku opracowano system ochrony katodowej oparty na anodach linowych. Projekt i wdrożenie uzyskało szereg nagród i medali

4.18.

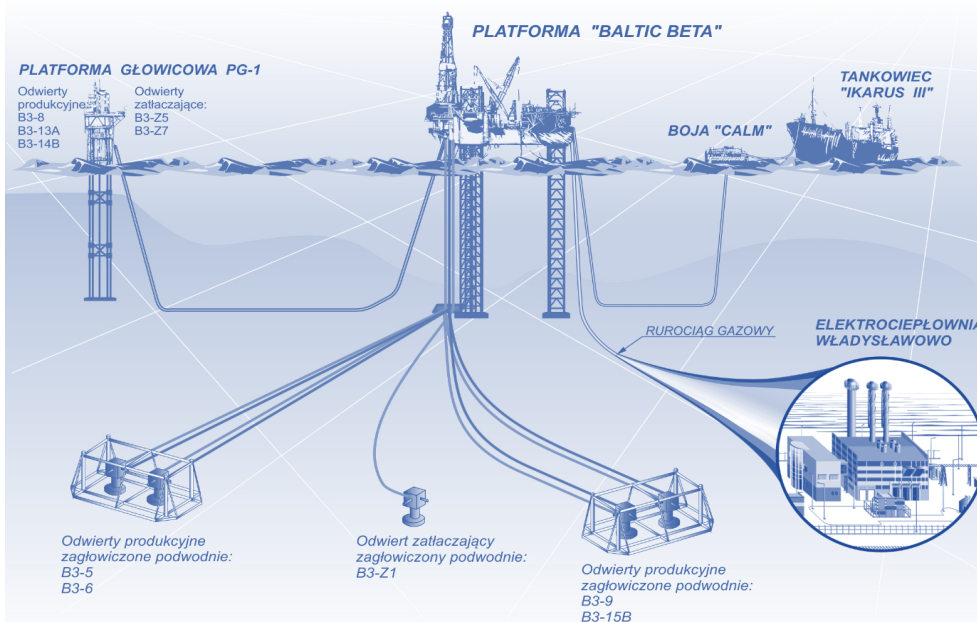
Diagnostyka korozji zbiornika wody platformy Baltic Beta

Podmiot zlecający  
projekt badawczy

Petrobaltic S.A.

Platforma Baltic Beta wydobywa spod dna Bałtyku ropę naftową, gaz ziemny i wodę pochodzącą z formacji. Na początkowym etapie wszystkie trzy płyny są separowane a każdy z nich kierowany do odrębnego procesu technologicznego. Instalacja odpowiedzialna za proces separacji nosi nazwę GEOSERVICE. Ropa naftowa jest przesyłana podwodnym rurociągiem do zbiornikowca zacumowanego w pobliżu platformy wiertniczej. Gaz ziemny oddzielony od ropy naftowej jest wykorzystywany na pokładzie Baltic Beta m.in. do produkcji energii elektrycznej, która zasila samą platformę. Pozostały gaz jest osuszany, filtrowany i sprężany, następnie przesyłany podwodnym rurociągiem do elektrowni we Władysławowie. Woda złożowa jest uzdatniana i oczyszczana w instalacji OIL PLUS, a następnie powtórnie włączana do złoża ropy.

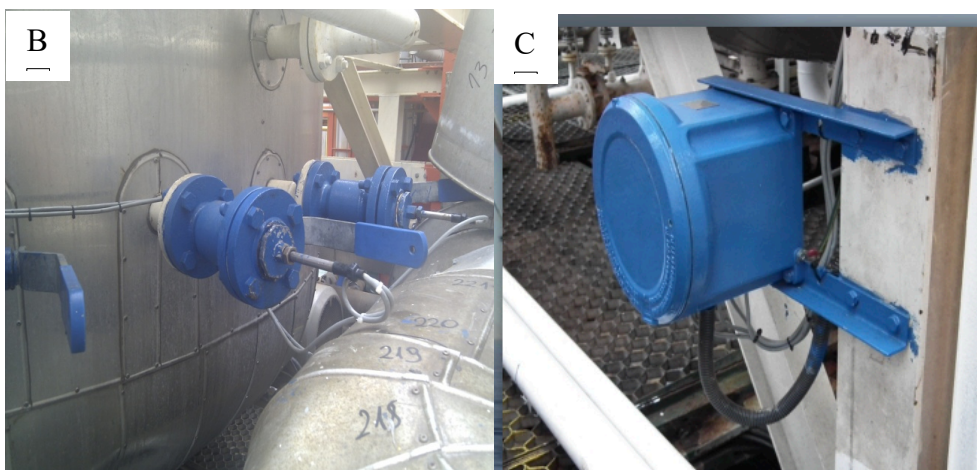
Na pokładzie platformy znajduje się również instalacja uzdatniająca i załłączająca wodę morską (BHPS), będąca przedmiotem badań i wdrożenia. Załłączanie wody do złoża to proces technologiczny stosowany w eksploatacji złóż ropy naftowej od lat. W czasie eksploatacji złoża w miarę ubywania ropy ciśnienie złożowe stopniowo spada. Efektem załłączania wody jest wzrost tego ciśnienia, dzięki czemu można wydobyć więcej ropy. Aby chronić środowisko Morza Bałtyckiego i spełnić zaostrzone wymogi środowiskowe dotyczące całkowitego zakazu zrzucania wód zaolejonych (w tym również oczyszczonych wód złożowych) bezpośrednio do morza, Lotos Petrobaltic postanowił włączać wydobytą wodę z powrotem do złoża po wcześniejszym odpowiednim przygotowaniu tej wody. Takie rozwiązanie nie narusza systemu środowiska morskiego oraz warstw złożowych, z których wydobywa się ropę. Wpływa natomiast na stan techniczny instalacji załłączania wody. Na rys. 4.18A widnieje schemat organizacji wydobycia i transportu ropy naftowej.



Rys. 4-18A. Poglądowy schemat produkcyjny wieży wydobywczej Baltic Beta.

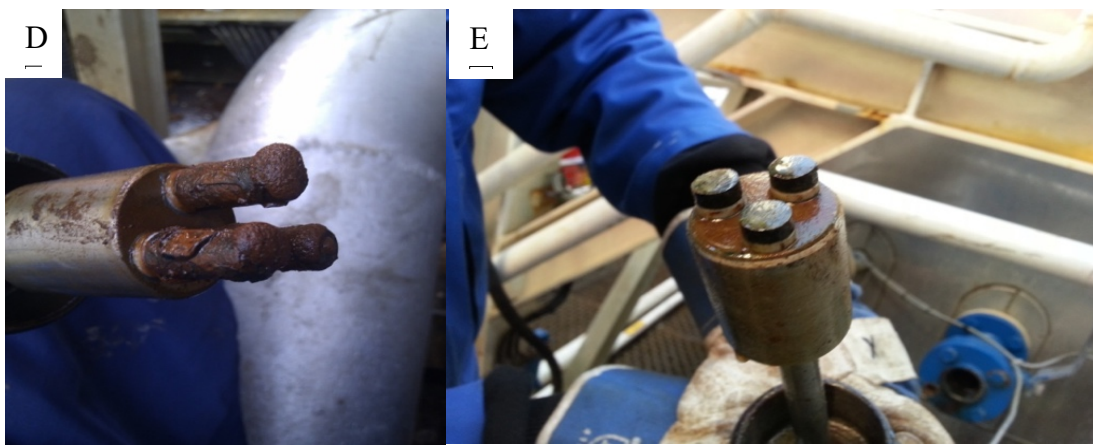
Instalacja załłączania wody jest jedną z neralgicznych instalacji. Niestety procesy korozyjne w instalacji załłączania wody powodują potrzebę częstej wymiany odcinków rurociągów, wysokie koszty napraw a nade wszystko pogorszenie jakości wody załłączanej do złoża. W ramach prac badawczych zamówionych przez Petrobaltic zaprojektowano i wdrożono system ochrony inhibitorowej oraz sprzężony system monitorowania korozji. Prace badawcze laboratoryjne pozwoliły opracować optymalne sensory korozyjne

Na fot. 4-18B widać zamontowany poprzez śluzę do zbiornika sensor korozyjny. Na fot. 4-18C przedstawiono zamontowany system przesyłu danych.



Fot. 4-18. B) Widok zamontowanego sensora korozyjnego, C) moduł pomiarowy

Skuteczność działania inhibitora dokumentują zdjęcia, fot. 4-18 D-E



Fot. 4-18. D) Sensor korozyjny po miesięcznej ekspozycji w zatlaczanej wodzie bez inhibitora, E) Sensor korozyjny po trzymiesięcznej ekspozycji w wodzie zatlaczanej z dodatkiem inhibitora

W ramach wdrożenia zaprojektowano i wykonano optymalne, oryginalne sensory korozyjne przeznaczone dla szczególnie agresywnych środowisk korozyjnych oraz przeprowadzono ich montaż. Opracowany system monitorowania jest systemem automatycznym pracującym w trybie ciągłym.

- System monitorowania pozwala oceniać szybkość korozji on-line
- Pomiary szybkości korozji zapewniają jednoznaczną ocenę skuteczności stosowanych inhibitorów korozji
- Pomiary szybkości korozji zapewniają optymalizację dawek inhibitora

Nadzór nad systemem monitorowania sprawują pracownicy Katedry

Oryginalność tego systemu monitorowania korozji sprzężonego z technologią inhibitorową ochrony przed korozją została udokumentowana publikacją

- *K. Domańska, P. Igliński, J. Orlikowski, K. Żakowski, K. Darowicki, Corrosion hazards and inhibitor protection in the seawater injection system on the Baltic sea rig, International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, Volume 9, 2020 Pages:941-952*

Zaproponowane rozwiązanie uzyskało wysoką ocenę Petrobaltic S.A.



Gdańsk, 02.07.2021

**Współpraca LOTOS Petrobaltic z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej,  
Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej**

LOTOS Petrobaltic od wielu lat współpracuje z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej, Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej. Współpraca dotyczy obszarów o strategicznym znaczeniu dla firmy.

Katedra w sposób ciągły nadzoruje stan korozyjny instalacji wody zatłaczającej wodę złożową do złoża ropy oraz stan korozyjny i integralność nóg konstrukcji nośnej wież platformy wydobywczej Baltic Beta. Prace te mają zasadnicze znaczenie dla utrzymania możliwości eksploatacyjnych wież wydobywczych i bezpieczeństwa pracy. Zaprojektowany oraz wdrożony system ochrony katodowej nóg platformy Baltic Beta, uzyskał akceptację Polskiego Rejestru Statków. Jego efektywność i funkcjonalność są monitorowane.

Podobnie zaprojektowano i wdrożono system monitorowania korozji zatłaczanej wody morskiej, który ze względu na strategiczne znaczenie, jest permanentnie nadzorowany przez pracowników katedry. Wdrożony monitoring pozwala wdrożyć środki zaradcze i tym samym utrzymać pożądaną jakość wody włączanej do złoża ropy, w celu zwiększenia jej wydobywania. To z kolei zapewnia ochronę złoża oraz niezmienną, wysoką jakość naszego produktu końcowego jakim jest ropa.

BIURO EKSPLOATACJI I INŻYNIERII  
ZŁOŻOWEJ  
WIODĄCY SPECJALISTA  
*Kinga Domariska*  
Kinga Domariska

DYREKTOR  
ds. WYDOBYWCTWA I WIEDCEN  
*Kielas*  
Krzysztof Kielas

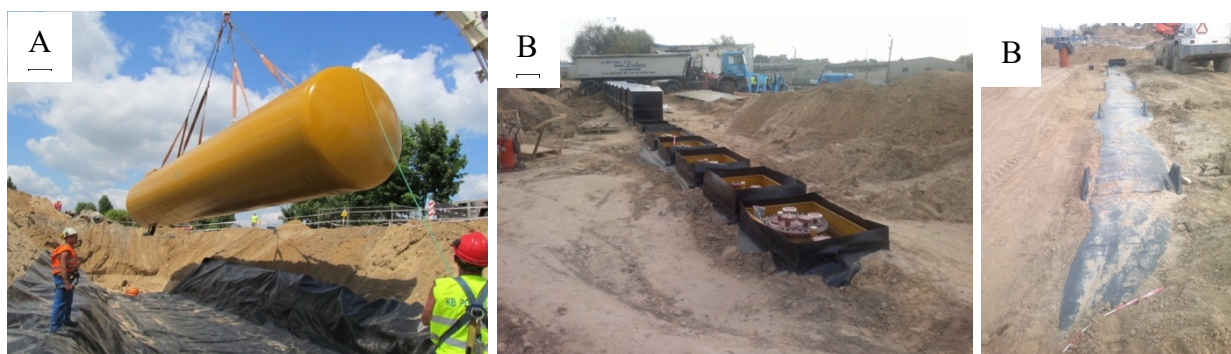
<b>4.19.</b>	<b>Diagnostyka i ochrona przed korozją baz i stacji paliwowych</b>
Podmiot zlecający projekt badawczy	KB Kompania budowlana Sp. z o.o. KOREKO Sp. z o.o., ORLEN Paliwa

Zabezpieczanie przed korozją i monitorowanie stacji paliw to nie tylko sprawa dbałości o środowisko, ale również kwestia bezpieczeństwa ludzi korzystających z tych obiektów. Zasady zabezpieczeń przed korozją regulowało rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe. Dz.U.2014.0.1853

DZIAŁ IV. Stacje paliw płynnych i stacje kontenerowe, Rozdział 4. Zbiorniki magazynowe, urządzenia i rurociągi technologiczne stacji paliw płynnych  
§ 113 Zabezpieczenie przed korozją zbiorników podziemnych i rurociągów technologicznych stacji paliw

1. Zewnętrzne powierzchnie zbiorników stalowych podziemnych i rurociągów technologicznych stacji paliw płynnych zabezpiecza się przed działaniem korozji, stosując odpowiednie powłoki ochronne.
2. Jeżeli zbiornik lub rurociąg, o których mowa w ust. 1, są narażone na zwiększone zagrożenie korozją ze względu na występowanie prądów błędzących lub obecność bakterii redukujących siarczany, należy zastosować odpowiednie systemy ochrony katodowej eliminujące ten rodzaj zagrożenia korozyjnego.
3. Wewnętrzne powierzchnie zbiornika stalowego mogą być zabezpieczone powłoką ochronną, która powinna spełniać wymagania określone w Polskich Normach w zakresie zdolności do odprowadzania ładunków elektrostatycznych.
4. Ochrona katodowa nie jest wymagana do zabezpieczenia podziemnego zbiornika stalowego lub rurociągu technologicznego, jeżeli zewnętrzna powierzchnia zbiornika stykająca się z ziemią posiada powłokę, której szczelność jest monitorowana w czasie ich użytkowania.
5. Rurociąg stalowy technologiczny, dla którego stosuje się ochronę katodową, powinien posiadać ciągłość elektryczną i być odizolowany elektrycznie od obiektów niewymagających ochrony oraz od wszelkich konstrukcji i elementów o małej rezystancji przejścia względem ziemi.

Skuteczne działanie ochrony katodowej stalowych powierzchni zbiorników podziemnych na stacjach paliw, gwarantujące wystarczająco długie i niezawodne zabezpieczenia przeciwkorozyjne stalowych ścianek zbiorników kontaktujących się z gruntem, zależy nie tylko od zagrożenia korozyjnego od strony ziemi (m.in. rezystywności gruntu, obecności bakterii redukujących siarczany czy działania prądów błędzących), ale również, a często przede wszystkim od właściwej zabudowy zbiorników i podłączonych do nich instalacji technologicznych.



Fot. 4.19. A) Zbiornik paliwowy układany na foli z tworzywa sztucznego, B) Widok posadowionych zbiorników paliwowych bazy paliwowej

Na zlecenie Kompani Budowlanej S.A. zostały opracowane projekty ochrony katodowej dwóch baz paliwowych LOTOS. W pierwszym etapie oceniono zagrożenie korozyjne zbiorników. Ustalono potrzebę wymiany gleby i posadowienie zbiorników na foli polimerowej. Przeprowadzono analizę oddziaływań pól elektromagnetycznych. Opracowano nowatorskie projekty ochrony katodowej. Przeprowadzono nadzory technologiczne nad właściwym wdrożeniem. Przeprowadzono ocenę przed eksploatacyjną, sprawdzając spełnienie kryterium ochrony katodowej. Dokonano konserwacji urządzeń i instalacji systemu ochrony katodowej tras podziemnych rurociągów produktowych oraz urządzeń i instalacji systemu OK Bazy Paliw nr 21 w Dębogórz

Ochrona katodowa jest zalecaną metodą ochrony przed korozją zbiorników paliwowych. Dotychczas opracowano ponad 30 projektów ochrony katodowej zbiorników stacji paliwowych głównie ORLEN i LOTOS. Ze względu na różne usytuowanie, warunki geologiczne i korozyjne, każdy z przypadków traktowany był indywidualnie. Jednakże nie zawsze instalowanie systemów ochrony katodowej było technicznie uzasadnione. Na fotografiach widoczne są zbiorniki paliwowe zabezpieczone systemem powłokowym 500  $\mu\text{m}$  posadowione na gruncie o niskiej agresywności korozyjnej w otulinie z tworzywa sztucznego. Decyzje o zasadności lub niezasadności instalacji ochrony katodowej podejmowaliśmy na podstawie badań agresywności korozyjnej gruntów i oraz na podstawie pomiarów zagrożenia prądami błędzącymi i zagrożenia biokorozyjnego. Dodatkowo dokonywaliśmy oceny odporności antykorozyjnej systemów powłokowych, którymi zabezpieczano zbiorniki. W przypadkach

uzasadnionych, ze względu na znikomo małe zagrożenie korozyjne rekomendowaliśmy odstawienie od instalowania systemów ochrony katodowej. Natomiast w przypadku bazy paliw zaprojektowano i wdrożono system ochrony katodowej.



**KB POMORZE** Sp. z o.o.

Adres: 80-711 Gdańsk, Polska

ul. Sztutowa 16G

Tel.: +48 58 343 23 21

e-mail: biuro@kbpomorze.pl

Gdańsk, 14.04.2025r.

### List referencyjny

KB Pomorze Sp. z o.o. potwierdza, że współpracowała z Katedrą Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej kierowaną przez prof. Kazimierza Darowickiego w zakresie ochrony przed korozją przy realizacji następujących projektów:

- Modernizacja i rozbudowa Bazy Paliw w Poznaniu - zadanie "pod klucz"
- Rozbudowa i modernizacja Terminala Paliw w Piotrkowie Trybunalskim – zadanie „pod klucz”.

W ramach współpracy opracowano projekty ochrony katodowej, które zostały ocenione bardzo wysoko i w pełni wdrożone. Prace budowlane związane z instalacją systemów ochrony katodowej były nadzorowane przez pracowników Katedry.

Współpracę z zespołem prof. Kazimierza Darowickiego cenimy na najwyższym poziomie, szczególnie pod względem nowatorstwa, profesjonalizmu oraz zaangażowania.

WICEPRZESZARZĄDU

*Artur Woronko*

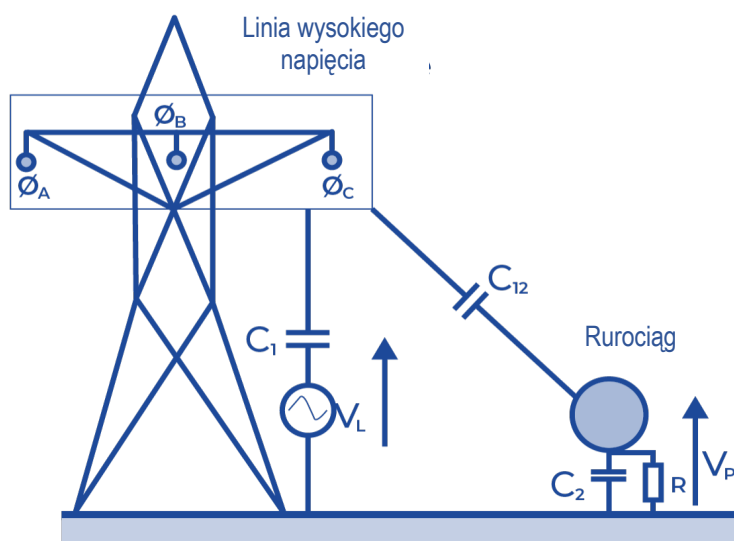
KB POMORZE Sp. z o.o.  
80-711 Gdańsk, ul. Sztutowa 16G  
tel. +48 58/343 23 20  
NIP 957-08-44-811 REGON 192799611

4.20.	Diagnostyka i ocena zagrożenia korozyjnego przez linie wysokiego napięcia
Podmiot zlecający projekt badawczy	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. ELTEL Networks Energetyka S.A.

Zakopane rurociągi metalowe są wykorzystywane do przesyłu gazu ziemnego i produktów naftowych do mieszkańców. Czasami rurociągi te są budowane na tej samej ścieżce co napowietrzne linie przesyłowe. Oddziaływania między rurociągami a liniami przesyłowymi wysokiego napięcia zależą od kilku czynników. Oddziaływanie to zależy od długości równoległych odcinków linii przesyłowej w stosunku do rurociągu. Zależy także od napięcia i prądu linii przesyłowej oraz od odległość między rurociągami a liniami przesyłowymi. Oddziaływania zależą od rodzaju powłoki pokrywającej rurociąg, jej stanu technicznego i charakterystyki dielektrycznej. Rodzaje oddziaływań linii przesyłowych wysokiego napięcia na konstrukcje podziemne dzieli się na trzy typy. Są to: sprzężenie przewodzące (podczas warunków awarii), sprzężenie pojemnościowe i sprzężenie indukcyjne.

**Sprzężenie przewodzące (rezystancyjne).** Sprzężenie przewodzące występuje, gdy występuje zwarcie. Gdy dochodzi do zwarcia, następuje upływność prądu z linii energetycznej do ziemi. Prąd zwarciovowy musi powrócić do źródła, korzystając z dostępnych ścieżek przepływu. Ten przepływ prądu zwiększa potencjał ziemi w pobliżu konstrukcji, często do tysięcy woltów w stosunku do potencjału odległej ziemi. Działanie wysokiego napięcia jest destrukcyjne w stosunku do powłok lub innych konstrukcji. To wysokie napięcie obciąża powłokę sąsiednich rurociągów i może powodować łuk elektryczny, który uszkadza powłokę lub samą konstrukcję. Ponadto ta duża różnica napięć może stanowić zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym.

**Sprzężenie elektrostatyczne (pojemnościowe).** Dowolne dwa przewodniki rozdzielone materiałem dielektrycznym można uznać za kondensator. W naszym przypadku sprzężenie pojemnościowe występuje z powodu obecności naziemnego rurociągu położonego na izolowanej podstawie pod napowietrzną linią przesyłową. Ten przypadek jest powszechny, gdy szereg nowo zbudowanych rur jest układanych w oczekiwaniu na spawanie. W tym przypadku mamy dwa kondensatory połączone szeregowo. Pierwszy znajduje się między napowietrznym przewodem zasilającym a rurociągiem, a powietrze działa jako materiał dielektryczny. Drugi kondensator znajduje się między samym rurociągiem a ziemią. Ten stan obrazuje rys. 4-20A.



Rys. 4.20A. Pojemnościowe sprzężenie pomiędzy linią wysokiego napięcia a powierzchniowym rurociągiem.

**Sprzężenie indukcyjne.** Stacjonarnym przewodnikiem elektrycznym jest zakopany rurociąg. Wirujące pole magnetyczne generowane jest przez linię energetyczną. Wirujące pole magnetyczne indukuje napięcie w rurociągu. Wielkość indukowanego napięcia zależy od kilku czynników. Najważniejsze z nich to: odległość między rurociągiem a linią energetyczną, długość ekspozycji (równoległość) między rurociągiem a linią energetyczną, wielkość prądu linii energetycznej, rezystancja powłoki zakopanego rurociągu, uziemienie rurociągu, rezystywność gleby. Należy zauważyć, że znaczna moc jest przenoszona do rurociągów z powodu sprzężenia indukcyjnego. Przesyłana moc może powodować przepływ prądu rzędu dziesiątek lub setek amperów w pobliskim obszarze rurociągu podczas szczytowych warunków pracy. Prąd może nawet osiągnąć tysiące amperów w warunkach awarii. Potencjalne szczyty występują w miejscach, w których następują nagłe zmiany parametrów, tak jest w obszarach, w których rurociągi i linie energetyczne odchylają się lub krzyżują wzajemnie.

Oddziaływanie indukcyjne jest najbardziej istotnym mechanizmem oddziaływania prądu przemiennego ze względu na ryzyko korozji rurociągu. Przepływ prądu przemiennego w przewodach zasilających wytwarza zmienne pole magnetyczne wokół tych przewodów, a te z kolei indukują zmienne pole elektryczne w sąsiadujących konstrukcjach. Zmiany natężenia pola elektrycznego stanowią prąd elektryczny. Jego wpływ z konstrukcji skutkuje charakterystyczną formą uszkodzenia



Fot 4.20B. Obraz uszkodzenia w wyniku oddziaływania indukcyjnego linii wysokiego napięcia

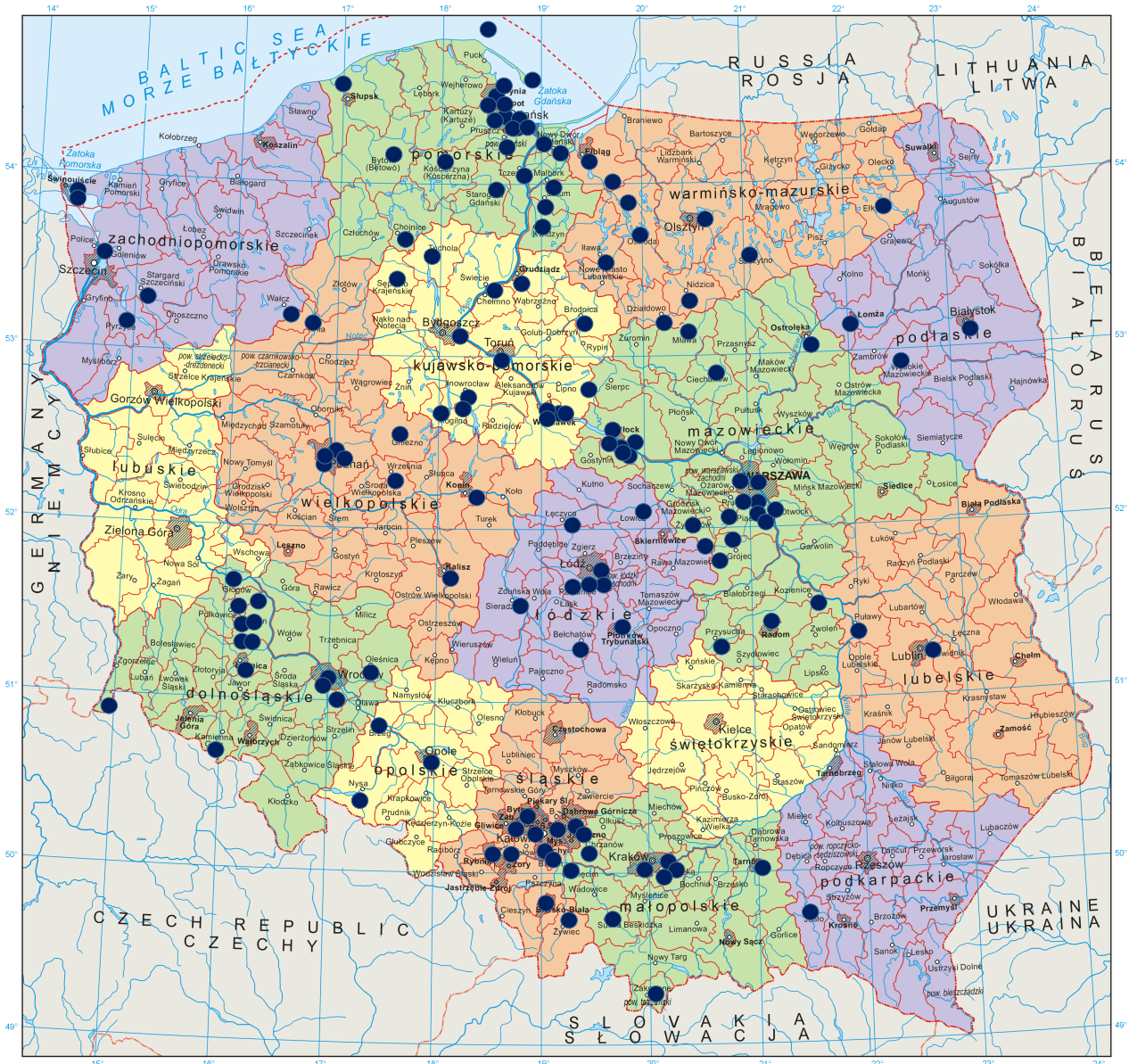
Firma ELTEL Networks Energetyka S.A. zleciła projekt badawczy polegający na przeprowadzeniu obliczeń, analizie i wykonaniu projektu zabezpieczeń w zakresie oddziaływania projektowanej linii WN 110 kV na gazociągi DN500, DN450 i DN125. Badania obejmowały analizę oddziaływań indukcyjnych o charakterze ciągłym i zwarciovym oraz oddziaływań galwanicznych, w zakresie zagrożenia korozyjnego i bezpieczeństwa przeciwporażeniowego. Obliczenia wykonano zgodnie z wytycznymi przedstawionymi przez Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A.

W latach 1996-1998 współpracowaliśmy z Polskimi Sieciami Elektroenergetycznymi S.A. Zlecono nam prace badawcze polegające na ocenie zagrożenia korozyjnego spowodowanego projektowaną podwodną linią kablową wysokiego napięcia (HVDC) Szwecja-Polska. Problematyka była złożona ze względu na istniejące układy urbanistyczne i istniejące lokalne sieci gazownicze oraz sieci wodno-kanalizacyjne. Dodatkowe informacje o kablu energetycznym i naszych badaniach, zamieszczone są na stronie domowej:

- <https://forumakademickie.pl/media/archiwum/98/1/artykuly/15-nauka.htm>

Analiza dotyczyła usytuowania trzech potencjalnych lokalizacji kabla energetycznego będącego katodą w systemie jedнопроводowym. Na podstawie między innymi, pomiarów terenowych zmian rezystancji gruntu, obliczeń symulujących stan kabla, analiz oddziaływań i potencjalnych zagrożeń wybrano lokalizację słupską. Podwodna linia kablowa wysokiego napięcia prądu stałego SwePol Link, łączy półwysep Stårnø w pobliżu Karlshamn w Szwecji a miejscowością Wierzbiczin w pobliżu Słupska w Polsce. Jej długość wynosi 254,05 km z czego 238 pod dnem morskim. Może przewodzić prąd o mocy 600 MW przy napięciu 450 kV.

5. Mapa i spis ważniejszych wdrożeń i ekspertyz



Prace badawcze i ekspertyzy realizowane były także poza granicami Polski, w takich krajach jak: Niemcy, Estonia, Irlandia, Kanada i Litwa

<b>Prace badawcze i ekspertyzy</b>	
1	Szauer T, Darowicki K, Bordziłowski J, Brandt A, Opracowanie nowych inhibitorów do bitumicznych, woskowych i naftowych preparatów czasowej ochrony, Etap I, Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1981
2	Szauer T, Darowicki K, Bordziłowski J, Brandt A, Opracowanie nowych inhibitorów do bitumicznych woskowych i naftowych preparatów czasowej ochrony, Etap II, Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1982
3	Szauer T, Darowicki K, Bordziłowski J, Brandt A, Opracowanie nowych inhibitorów do bitumicznych, woskowych i naftowych preparatów czasowej ochrony, Etap III Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1983
4	Szauer T, Darowicki K, Bordziłowski J, Brandt A, Opracowanie nowych inhibitorów do bitumicznych, woskowych i naftowych preparatów czasowej ochrony, Etap IV Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1984
5	Szauer T, Darowicki K, Bordziłowski J, Brandt A, Opracowanie nowych inhibitorów do bitumicznych, woskowych i naftowych preparatów czasowej ochrony, Etap V Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1985
6	Darowicki K, Szauer T, Opracowanie wodnej emulsji na bazie woskowo-olejowej lub żywicznej do zabezpieczeń maszyn i urządzeń, Etap I, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1985
7	Szauer T, Gwizdalewicz M, Darowicki K, Bordziłowski J, Opracowanie technologii przemysłowej produkcji inhibitorów do środków czasowej ochrony i wdrożenie inhibitorów do produkcji, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1984
8	Darowicki K, Szauer T, Opracowanie technologii, dobór aparatury urządzeń do produkcji środka olejowo - woskowego do zabezpieczeń maszyn i urządzeń rolniczych, Etap II, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1986
9	Darowicki K, Szauer T, Opracowanie i wdrożenie sucho-powłokowego środka czasowej ochrony do zabezpieczeń maszyn i urządzeń użytkowanych w przemyśle spożywczym, Etap I, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1986
10	Darowicki K, Szauer T, Opracowanie technologii, dobór aparatury urządzeń do produkcji środka olejowo-woskowego do zabezpieczeń maszyn i urządzeń rolniczych, Etap II, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1987
11	Darowicki K, Szauer T, Opracowanie i wdrożenie sucho powłokowego środka czasowej ochrony do zabezpieczeń maszyn i urządzeń użytkowanych w przemyśle spożywczym, Etap III, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1987
12	Darowicki K, Bordziłowski J, Opracowanie i wdrożenie sucho-powłokowego środka czasowej ochrony do zabezpieczeń maszyn i urządzeń użytkowanych w przemyśle spożywczym Badania eksploatacyjne Sprawozdanie końcowe z ramową technologią niezbędną dokumentacją techniczną, Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku 1988
13	Darowicki K, Szauer T, Badania nad zastosowaniem i modyfikacją nowo opracowanych krajowych środków antykorozyjnych do celów ochrony przeciwkorozyjnej budowli hydrotechnicznych, Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej 1988
14	Miszczyk A, Darowicki K, Bordziłowski J, Ocena zagrożenia korozyjnego, ustalenie przyczyn i typu korozji łopatek turbiny nr 4 w EC Gdynia oraz analiza mechanizmu powstawania i usuwania żużla, Elektrociepłownia Gdynia 1989
15	Darowicki K, Bordziłowski J, Opracowanie skutecznej metody czyszczenia i ochrony przed korozją rurek kotłów wodnych od strony zewnętrznej podczas postoju sezonowego, Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej 1990
16	Darowicki K, Badania elektrochemiczne inhibitora korozji "KORAZYNA", Okręgowe Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej 1994
17	Darowicki K, Bordziłowski J, Klenowicz Z, Miszczyk A, Materiały antykorozyjne i ochrona przed korozją instalacji energetycznych, Rafako Kluczbork 1995
18	Darowicki K, Klenowicz Z, Miszczyk A, Krakowiak S, Badania i wydanie opinii dotyczącej przydatności wybranych powłok ceramicznych produkowanych w USA, stosowanych w technologii kosmicznej, do zabezpieczania elementów w układach spalania w energetyce, Rafako Kluczbork 1995
19	Darowicki K, Ochrona inhibitorowa, stan technologii, Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1995
20	Darowicki K, Uszkodzenia korozyjne w przemyśle rafineryjnym i petrochemicznym, Instytut Mechaniki Precyzyjnej 1995
21	Darowicki K, Analiza składu materiału nieorganicznego, ocena przyczyn korozji elektrofiltra w EC Tychy, Przedsiębiorstwo Innowacyjno-Wdrożeniowe MERITUM, Gdańsk 1995

22	Bordziłowski J, Darowicki K, Haponiuk J, Przygotowanie i wygłoszenie opinii dotyczącej doboru materiału na rurociąg w Elektrowni Bełchatów, Elektrownia Bełchatów 1995
23	Klenowicz Z, Darowicki K, Krakowiak S, Ocena odporności korozyjnej stali SAF 2304 w wodzie chłodzącej i kwasie azotowym, Zakłady Azotowe "WŁOCLAWEK" 1996
24	Darowicki K, Krakowiak S, Orlikowski J, Wykonanie wersji demonstracyjnej programu komputerowego, Katalogu Wyrobów Polifarb OLIVA, Fabryka Farb i Lakierów Polifarb "OLIVA" 1996
25	Juchniewicz R, Darowicki K, Bordziłowski J, Walaszkowski J, Sokolski W, Jankowski J, Ocena porównawcza technologii zabezpieczeń antykorozyjnych absorberów instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni Bełchatów, Elektrownia Bełchatów 1996
26	Darowicki K, Opracowanie technologii ekologicznego mycia i malowania transformatorów energetycznych w miejscu ich zainstalowania, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej 1996
27	Darowicki K, Klenowicz Z, Miszczyk A, Performance evaluation of EG-071, EG-072, EG-073 rubber linings during one year of exposure in 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +02% Cl at 70C by means of EIS, separate evaluation of rubber lining materials and linings with joints, Part 1, Kieramchemie GmbH, Niemcy, Siershan 1996
28	Darowicki K, Klenowicz Z, Miszczyk A, Performance evaluation of Korroplast VE, Keraflake H, Korroplast VEL linings under 20C/160C/20C thermal shock cyclic effects by means of EIS measurements in 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +02% Cl", part 2 Kieramchemie GmbH, Niemcy, Siershan 1996
29	Darowicki K, Krakowiak S, Ocena odporności powłok malarskich w podwyższonych temperaturach, Fabryka Farb i Lakierów Polifarb "OLIVA" 1996
30	Darowicki K, Juchniewicz R, Walszkowski J, Sokolski W, Jankowski J, Bohdanowicz W, Studium oceny zagrożeń korozyjnych dla istniejących obiektów w obszarze oddziaływań planowanej linii elektroenergetycznej, Polskie Sieci Elektroenergetycznymi w Warszawie 1996
31	Darowicki K, Sokolski W, Badania porównawcze wymalowań kataforetycznych i natryskowych, Zakład Komunikacji Miejskiej w Gdańsku 1996
32	Darowicki K, Miszczyk A, Bordziłowski J, Badania odporności powłok malarskich Kujawskiej Fabryki Farb i Lakierów „NOBILES” we Włocławku na oddziaływanie czynników korozyjnych, Etap I, Kujawska Fabryka Farb i Lakierów „NOBILES” 1996
33	Darowicki K, Miszczyk A, Bordziłowski J, Badania odporności powłok malarskich Kujawskiej Fabryki Farb i Lakierów „NOBILES” we Włocławku na oddziaływanie czynników korozyjnych, Etap II, Kujawska Fabryka Farb i Lakierów „NOBILES” 1996
34	Darowicki K, Klenowicz Z, Miszczyk A, Opinia o przydatności nowego zestawu powłokowego do zabezpieczania elementów instalacji odsiarczania spalin, Centrum Specjalistycznych Usług Technicznych SPETECH Bielsko Biała, 1996
35	Darowicki K, Żakowski K, Juchniewicz J, Sokolski W, Ochrona katodowa Mostu Siennickiego przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błądzących, wytyczne do projektu instalacji ochrony katodowej, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 1996
36	Juchniewicz J, Darowicki K, Rozwadowski J, Bohdanowicz W, Sokolski W, Walaszkowski J, Krakowiak S, Orlikowski J, Stankiewicz E, Badania zagrożenia korozyjnego filtrów bielarskich przy zwiększonej produkcji celulozy, Etap II, International Paper Kwidzyn SA 1997
37	Juchniewicz J, Darowicki K, Sokolski W, Jankowski J, Stankiewicz E, Krakowiak S, Orlikowski J, Żakowski K, Kempa B, Studium oceny zagrożeń korozyjnych dla istniejących obiektów w obszarze oddziaływania planowanej linii przesyłowej 450 kV prądu stałego Szwecja - Polska, Etap I, Polskie Sieci Elektroenergetyczne w Warszawie 1997
38	Juchniewicz J, Darowicki K, Sokolski W, Żakowski K, Kempa B, Raport z wykonania pracy pt., "Studium oceny zagrożeń korozyjnych dla istniejących obiektów w obszarze oddziaływania planowanej linii 450 kV Szwecja - Polska Wariant słupski", Polskie Sieci Elektroenergetycznymi w Warszawie 1997
39	Darowicki K, Juchniewicz R, Walaszkowski J, Sokolski W, Żakowski K, Rozwadowski J, Stankiewicz E, Kempa B, Ocena zagrożenia korozyjnego podziemnych rurociągów ropy naftowej i produktów naftowych oraz den zbiorników surowcowych, Rafineria Gdańska SA 1997
40	Darowicki K, Bohdanowicz W, Walaszkowski J, Krakowiak S, Orlikowski J, Rozwadowski J, Kempa B, Wizja lokalna instalacji rafineryjnych w okresie przeglądu technicznego, w tym ocena zagrożenia korozyjnego oraz opracowanie koncepcji ochrony przed korozją rurociągów zrzutowych, Rafineria Gdańska S.A. 1997
41	Darowicki K, Klenowicz Z, Krakowiak S, Orlikowski J, Miszczyk A, Opracowanie nowej technologii ochrony przed korozją instalacji odparafinowania olejów, Rafineria Gdańska S.A. 1997

42	Bordziłowski J, Darowicki K, Krakowiak S, Orlikowski J, Ochrona przed korozją duktów spalinowych i komina, Rafineria Gdańska S.A. 1997
43	Klenowicz Z, Miszczyk A, Darowicki K, Pomiary impedancyjne wytypowanych powłok malarskich i olejowych w roztworze symulującym środowisko obiektów inwentarskich Instytut Badawczy IMBER w Gdańsku, 1998
44	Darowicki K, Krakowiak S, Badania normowe emalii poliwinylowej ogólnego stosowania pomarańczowej komunikacyjnej LOWIMAL Urząd Miasta Gdynia 1998
45	Darowicki K, Klenowicz Z, Ocena farb stosowanych do znakowania jezdni na terenie miasta Gdyni pod względem zgodności z warunkami normowymi, Urząd Miasta w Gdyni 1997
46	Darowicki K, Krakowiak S, Krakowiak A, Badania impedancyjne powłok farby Epinox 77 w wersji letniej w podwyższonych temperaturach, Fabryka Farb i Lakierów POLIFARB - OLIVA w Gdańsku 1997
47	Klenowicz Z, Darowicki K, Raport na temat ekstraktów wodnych z powierzchni stali składowanej na placach basenu górniczego, Przedsiębiorstwo Usług Portowych w Gdyni 1997
48	Darowicki K, Krakowiak S, Badania fizykochemiczne farby emulsyjnej firmy APLAUSE", Komenda Policji w Pruszczu Gdańskim 1997
49	Darowicki K, Klenowicz Z, Krakowiak S, Orlikowski J, Technologia ekologicznego mycia i transformatorów w miejscu ich zainstalowania, Etap II, część pierwsza, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej 1997
50	Darowicki K, Klenowicz Z, Krakowiak S, Orlikowski J, Technologia ekologicznego mycia i transformatorów w miejscu ich zainstalowania, Etap II, część druga, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej 1997
51	Darowicki K, Juchniewicz R, Żakowski K, Studium oceny zagrożeń korozyjnych dla istniejących obiektów na obszarze oddziaływania planowej linii 450 kV Polska-Szwecja, Wariant słupski, Etap NB, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. 1998
52	Bordziłowski J, Darowicki K, Ocena próbek ścierniw piaskowych, PPH Universum 1997
53	Bordziłowski J, Darowicki K, Ocena systemów zabezpieczeń przeciwkorozyjnych dla zewnętrznych powierzchni IOS 5 i 6, Elektrownia Bełchatów 1998
54	Juchniewicz R, Darowicki K, Żakowski K, Dul A, Kempa B, Badania ochrony elektrochemicznej Mostu Siennickiego przed prądami błędzącymi, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 1999
55	Darowicki K, Miszczyk A. Stan osłon termokurczliwych na złącza kabli telekomunikacyjnych pod kątem przenikalności wilgoci, Firma KONSTEL w Sopocie 1999
56	Darowicki K, Krakowiak S, Identyfikacja spoiw powłok malarskich, Gdańska Stocznia Remontowa w Gdańsku 1999
57	Darowicki K, Bordziłowski J, Krakowiak S, Badania ekspozycyjne powłok malarskich, Fabryka Farb i Lakierów „POLIFARB OLIVA” w Gdyni 1999
58	Darowicki K, Bordziłowski J, Krakowiak S, Ocena stanu zabezpieczenia korozyjnego wytypowanych blach, SOFREL ELECTRONICS w Kwidzynie 1999
59	Darowicki K, Sonneck T, Ocena próbek ścierniw piaskowych, PPH UNIVERSUM w Gdańsku 1999
60	Darowicki K, Walaszowski J, Bohdanowicz W, Wykonanie badań metalograficznych powłok cynkowych oraz fragmentu korpusu zaworu pompy, Gdańska Stocznia Remontowa w Gdańsku 1999
61	Darowicki K, Bordziłowski J, Badania stanu zabezpieczeń antykorozyjnych IOS, Elektrownia Bełchatów S.A., Bełchatów 1999
62	Darowicki K, Krakowiak S, Cebulski S, Badania odporności powłok malarskich na działanie ochrony katodowej oraz badania ekspozycyjne w agresywnych mediach, Fabryka Farb i Lakierów „POLIFARB OLIVA” 1999
63	Darowicki K, Krakowiak S, Selekcja stali kwasoodpornych w środowisku kwasów, POLPHARMA S.A., Starogard Gdański 1999
64	Darowicki K, Bordziłowski J, Sonneck T, Analiza ścierniwa z żużla pomiedziowego i zbadanie jego zgodności z normami ISO 11126-3, Gdańska Stocznia Remontowa SA 1999
65	Darowicki K, Bordziłowski J, Badania niszczące wykładzin gumowych absorberów IOS bloku nr 8 i 10, Elektrownia Bełchatów 1999
66	Darowicki K, Stankiewicz E, Sonneck T, Wykonanie preparatu do konserwacji pomp wodnych przed korozją Zakłady Wytwórcze Urządzeń Wodociągowych oraz BEL-SYSTEMEM w Mławie 1999
67	K Darowicki, K Żakowski, A Dul, B Kempa, Badania ochrony elektrochemicznej Mostu Siennickiego przed prądami błędzącymi, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 2000

68	K Darowicki, J Rozwadowski, S Krakowiak, J Orlikowski, A Dul, Badania nad ustaleniem przyczyn przyspieszonej korozji oraz właściwego doboru materiałów konstrukcyjnych dla urządzeń i zbiorników o numerach technologicznych 32-001, 32-008 i 32-715, International Paper Kwidzyn S.A. 2000
69	K Darowicki, Z Klenowicz, Ocena działania korozyjnego wody morskiej na spawy stali 316L przed pasywacją na jednostce 8189, Stocznia Gdynia S.A., Gdynia 2000
70	K Darowicki, Badania wpływu pasz inwentarskich na trwałość powłok malarskich – badania impedancyjne w warunkach symulowanych, Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa Oddział w Gdańsku, Gdańsk 2000
71	K Darowicki, J Bordziłowski, Badanie zwężki kominowej w kominie żelbetowym w elektrociepłowni Miejskiej w Łomży, Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Łomży 2000
72	K Darowicki, J Bordziłowski, Badanie dwóch próbek śrutu stalowego, SAFE Sp. z o.o. w Gdyni 2000
73	K Darowicki, W Bohdanowicz, J Walaszkowski, J Rozwadowski, Ocena stanu korozyjnego kadzi zaciernej i wskazanie sposobu zabezpieczenia przed korozją, Elbrewery Company Ltd., Elbląg 2000
74	K Darowicki, Z Klenowicz, Ochrona przeciwkorozyjna linii 110 kV relacji Międzyrzeczka – Zbąszynek metodą inhibitorową, Zielonogórskie Zakłady Energetyczne SA w Zielonej Górze 2000
75	K Darowicki, J Walaszkowski, W Bohdanowicz, J Rozwadowski, E Stankiewicz, Opracowanie zabezpieczenia przeciwkorozyjnego doków ALDOK I i ALDOK II, Stocznia CENAL Sp. z o.o. w Gdańsku 2000
76	K Darowicki, J Bordziłowski, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, B Kempa, Wykonanie pomiarów sprawdzających parametry gwarantowane wykładziny gumowej absorbera R1/6 oraz zabezpieczenia kanałów spalin, Elektrownia Bełchatów S.A. 2000
77	K Darowicki, J Bordziłowski, S Krakowiak, J Orlikowski, B Kempa, T Sonneck, Wykonanie pomiarów gwarancyjnych /startowych wykładziny Wikaline SL zabezpieczającej dna absorberów R1/10 i R1/11 w celu budowy bazy danych i prognozowania stopnia zużycia, Elektrownia Bełchatów S.A. 2000
78	K Darowicki, J Bordziłowski, Badania powłok lakierowych metodą spektroskopii impedancyjnej, Instytut Przemysłu Tworzyw i Farb w Gliwicach 2000
79	K Darowicki, K Żakowski, J Jankowski, A Dul, Ustalenie przyczyn wzrostu zawartości żelaza w wodzie przesyłanej magistralą Szopy – Elbląg oraz wytypowanie metod zapobiegawczych, Elbłaskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Elblągu 2000
89	K Darowicki, J Rozwadowski, J Walaszkowski, W Bohdanowicz, T Sonneck, A Dul, Ocena zagrożenia korozyjnego spowodowanego oddziaływaniem środowiska pracy w ciągach technologicznych w IP Kwidzyn, International Paper Kwidzyn SA w Kwidzynie 2000
81	K Darowicki, Z Klenowicz, J Rozwadowski, S Krakowiak, T Sonneck, Umowa o badaniach między ALCAN INTERNATIONAL LIMITED i Politechniką Gdańską Selekcja laboratoryjna inhibitorów korozji dla stopów aluminium, ALCAN INTERNATIONAL LIMITED, Kanada Ontario 2000
82	K Darowicki, J Bordziłowski S Krakowiak, Badania przydatności i trwałości zestawów malarskich przeznaczonych do zastosowań w przemyśle energetycznym, Fabryka Farb i Lakierów „POLIFARB OLIVA” w Gdyni 2000
83	K Darowicki, K Żakowski, A Dul, B Kempa, Badania ochrony elektrochemicznej Mostu Siennickiego przed prądami błędzącymi, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 2001
84	K Darowicki, J Bordziłowski, S Krakowiak, J Orlikowski, A Krakowiak, B Kempa, T Sonneck, Wykonanie pomiarów sprawdzających parametry gwarantowane wykładziny gumowej 4 absorberów na obiektach ISO – R1/8, R1/10, R1/11, R1/12, Elektrownia Bełchatów S.A. 2001
85	K Darowicki, J Bordziłowski, Badania powłok lakierowych metodą spektroskopii impedancyjnej, Instytut Przemysłu Tworzyw i Farb w Gliwicach 2001
86	K Darowicki, Z Klenowicz, J Rozwadowski, S Krakowiak, T Sonneck, B Kempa, Selekcja laboratoryjna inhibitorów korozji dla stopów aluminium, II etap, ALCAN INTERNATIONAL LIMITED w Kanadzie 2001
87	K Darowicki, S Krakowiak, Badania przydatności i trwałości zestawów malarskich przeznaczonych do zastosowań w przemyśle energetycznym, Fabryka Farb i Lakierów „POLIFARB OLIVA” w Gdyni 2001
88	K Darowicki, A Miszczyk, Badania zestawu poliwinylowego przeznaczonego do zabezpieczenia konstrukcji mostowych, Fabryka Farb i Lakierów MALCHEM w Sułkowicach 2001
89	K Darowicki, T Sonneck, Badanie dwóch próbek ścierniwi piaskowych, Gdańska Stocznia Remontowa w Gdańsku 2001

90	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Badania wykładziny WIKALINE SL dna absorbera nr 12 w Elektrowni Bełchatów S.A., KORCHEM K&W Sp. z o.o. w Biłgoraju k/ Bełchatowa 2001
91	K Darowicki, T Sonneck, Badanie dwóch próbek żużla granulowanego do obróbki strumieniowo – ścierniej zgodnie z normą ISO 11126-3, Gdańska Stocznia Remontowa w Gdańsku 2001
92	K Darowicki, Z Klenowicz, Badania jakości farb stosowanych w oznakowaniu poziomym jezdni na terenie Gdyni oraz wykonanie analizy zgodności rozłożonej farby z odpowiednimi normami, Gmina Miasta Gdyni 2001
93	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Wykonanie analizy porównawczej systemów malarskich dla IOS bloku 7 i 9, Elektrownia Bełchatów SA 2001,
94	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Wykonanie oceny stanu technicznego rurociągów wody chłodzącej pomiędzy chłodnią kominową nr 1 a skraplaczami turbin na bloku nr 1 i 2, Elektrownia Bełchatów SA 2001
95	K Darowicki, A Miszczyk, Z Klenowicz, J Orlikowski, A Krakowiak, A Zieliński, Ustalenie przyczyn korozji od strony wody wymiennika ciepła 100E 14, Etap I, Rafineria Gdańska S.A 2001
96	K Darowicki, S Krakowiak, Z. Klenowicz, A Krakowiak, A Zieliński, Diagnostyka i ustalenie przyczyn uszkodzeń korozyjnych wymienników ciepła 100E 54 i 100E 55 Etap I, Rafineria Gdańska S.A 2001
97	K Darowicki, K Żakowski, A Dul, B Kempa, Badania ochrony elektrochemicznej Mostu Siennickiego przed prądami błędzającymi, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 2002
98	K Darowicki, A Miszczyk, Z Klenowicz, J Orlikowski, A Krakowiak, A Zieliński A Dul, Ustalenie przyczyn korozji od strony wody wymiennika ciepła 100E 14 Etap II, Rafineria Gdańska S.A. 2002
99	K Darowicki, S Krakowiak, Z Klenowicz, A Krakowiak, A Zieliński, Diagnostyka i ustalenie przyczyn uszkodzeń korozyjnych wymienników ciepła 100E 54 i 100E 55 Etap II, Rafineria Gdańska S.A 2002
100	K Darowicki, S Krakowiak, Z Klenowicz, Analiza przyczyn powstania korozji wymiennika 650E01 – Instalacja mycia aminowego 650/RGSA, Rafineria Gdańska S.A. 2002
101	K Darowicki, T Sonneck, Badania elektrochemiczne preparatów Radiner Fs i Radiner Fi, Przedsiębiorstwo MARCOR w Gdyni 2002
102	K Darowicki, J Jankowski, A Dul, Badania stanu powłoki cynkowej oraz osadów z wybranych odcinków rur stalowych ocynkowanych, Spółdzielnia Mieszkaniowa Zakonczyn w Gdańsku 2002
106	K Darowicki, Z Klenowicz, Określenie przyczyn występowania korozji w zbiorniku wody słodkiej oraz wskazanie sposobów zabezpieczenia, Stocznia Północna w Gdańsku 2002
107	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Badania wykładziny WIKABUTYL NR 16 absorberów nr 9 i 7 ISO w Elektrowni Bełchatów SA oraz badania próbek kontrolnych, KORCHEM – K & W Sp. z o.o. k/Bełchatowa 2002
108	K Darowicki, S Krakowiak, T Sonneck, Określenie przyczyn przyśpieszonej destrukcji filtra mechanicznego SAUR Neptun Gdańsk w Gdańsku 2002
109	K Darowicki, Badania środków ochrony czasowej PFINDER AP 345, FEDERAL – MOGUL BIMET SA 2003
110	K Darowicki, Wykonanie pomiarów I oceny korozyjności gruntu w miejscu posadowienia zbiorników paliwowych, Zakład Usług Antykorozyjnych KOREKO Gdańsk 2003
111	K Darowicki, K. Żakowski, Zasadności zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji paliw Czarnków PKN ORLEN S.A. Płock 2003
112	K Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie badań w celu ustalenia przyczyn korozji stali użytej do wykonania zbiorników fermentacyjnych wyprodukowanych przez firmę ZIEMAMM, Kompania Piwowarska S.A. Poznań 2003
113	K Darowicki, J Orlikowski, S. Krakowiak, Wykonanie inwentaryzacji stanu korozyjnego instalacji wody w trzech Spółdzielniach Mieszkaniowych, SAUR Neptun Gdańsk 2003
114	K. Darowicki, K. Zakowski, Wykonanie oceny skuteczności ochrony katodowej stacji paliw w Koszalinie, Miejski Zakład Komunikacji Sp. z o.o. 2003
115	K Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Wykonanie oceny stanu technicznego zabezpieczeń chemooodpornych i antykorozyjnych zabezpieczające wewnętrzne powierzchnie absorberów, Elektrownia Bełchatów S.A. 2003
116	K Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Wykonanie oceny wykładziny gumowej KERABYTUL RB w absorberze nr 8 instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni Bełchatów SA, Elektrownia Bełchatów S.A. 2003
117	K Darowicki, K. Zakowski, Koncepcja systemu ochrony antykorozyjnej magistrali wodociągowej Szopy-Elbląg, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Elblągu 2003
118	K Darowicki, S. Krakowiak, Żywotność głębinowych studni odwadniających o konstrukcji stalowej w warunkach wzrastającego zasolenia pompowanych wód, POLTEGOR – Projekt Sp. z o.o. Wrocław 2003

119	K Darowicki, K Zakowski, Opracowanie dokumentacji ochrony katodowej dla projektowanego gazociągu Redzikowo – Słupsk Biuro Obsługi Inwestora AOBOL Sc. 2003
120	K Darowicki, S Krakowiak, Wykonanie badań porównawczych próbek inhibitorów korozji, Rafineria Gdańska S.A. 2003
121	K Darowicki, S Krakowiak, Analiza przyczyn występowania oraz możliwe sposoby zapobiegania korozji instalacji mocznika, w szczególności w warunkach pracy w integracji z instalacją melaminy, Zakłady Azotowe PUŁAWY S.A. 2003
122	K Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Opracowanie metody pasywacji zbiorników i kontrola efektywności pasywacji, Kompania Piwowarska Poznań 2004
123	K Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Kompleksowe badania stanu zaaplikowanej w rejonie absorbera nr 10 wykładziny gumowej Wikabutyl nr 16 oraz przeprowadzenie badań laboratoryjnych na zaaplikowanej podczas realizacji prac na płytach próbnych, KORCHEM K& W Sp. z o.o. 2004
124	K Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Analiza składu chemicznego, analiza przyczyn korozji, dobór materiałów dla zbiorników filtratów, zbiorników wody ciepłej i gorącej i zbiorników ługu, International Paper Kwidzyn S.A. 2004
125	K Darowicki S Krakowiak, Wykonanie badań atestacyjnych środka konserwującego SAFECOAT 652, FEDERAL MOGUL BIMET Gdańsk 2004
126	K Darowicki T Sonneck, Wykonanie badań twardości wg Shore'a na następujących materiałach polimerowych, PUR 2K, PUR 3UV, MEGACHEMIE Kraków 2004
127	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych stacji paliw we Władysławowie, PKN ORLEN S.A. 2004
128	K Darowicki K. Zakowski, Wykonanie pomiarów wielkości prądów błędzących i analiza ich wpływu na konstrukcję wiaduktu nad torami PKP w ciągu ul Stryjskiej w Gdyni, Płockie Przedsiębiorstwo Robót Mostowych 2004
129	K Darowicki, Przyczyny uszkodzeń korozyjnych elektrofiltrów i filtrów, Fabryka Elektrofiltrów ELWO S.A. Pszczyna 2004
130	K Darowicki, Ocena wpływu elastycznego uszczelnacza Terostat-998R na elementy PP i PE stosowane przy produkcji stolarki budowlanej, PPUH Produkcja Okuć Bytów 2004
131	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność wykonania ochrony katodowej zbiorników paliwowych Pradowo, STACON Sp. J., 2004
132	K Darowicki, Ocena właściwości podłoża gruntowego w zakresie stosowania ochrony katodowej na Stacji Paliw w Koszalinie ul Bohaterów Warszawy 2, Zakład Produkcyjno-Handlowy Correct Sp. J., 2004
133	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji palie nr 76 w Gdańsku ul Grunwaldzka 258, PKN ORLEN S.A. 2004
134	K Darowicki, A Miszczyk, M Szociński, Dobór metod pomiarowych systemów monitorowania korozji na instalacjach Bloku Olejowego, Grupa LOTOS 2004
135	K Darowicki, J Orlikowski, System monitorowania korozyjności w instalacjach zimnej i ciepłej wody zasilanych ze zbiornika w Straszynie, Urząd Miasta Gdańsk 2004
136	K Darowicki, K Zakowski, Konserwacja urządzeń i instalacji systemu ochrony katodowej tras podziemnych rurociągów produktowych oraz urządzeń i instalacji systemu OK Bazy Paliw nr 21 w Dębogórz, Zakład Usług Antykorozyjnych KOREKO 2004
137	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji paliw nr 4052 w Gdyni ul Kcyńska, PKN ORLEN S.A. 2004
138	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji paliw nr 63 w Gdańsku ul Dąbrowskiego 4, PKN ORLEN S.A. 2004
139	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji paliw nr 548 w Brusach, PKN ORLEN S.A. 2004
140	K Darowicki, Badanie korozji na SHIELDACH, Kimball Electronics Poland Poznań 2004
141	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji palie nr 4063 w Wiągu, PKN ORLEN S.A. Płock 2004
142	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji palie nr 4051 w Człuchowie, PKN ORLEN S.A. Płock 2004

142	K Darowicki, E Stankiewicz, T Sonneck, Receptura i wykonanie preparatu przeciwkorozyjnego, Techmasz Mława 2004
143	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na stacji paliw w Kaliszu, PKN ORLEN S.A. 2004
144	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Wykonanie oceny stanu technicznego zabezpieczeń chemooodpornych i antykorozyjnych zabezpieczających wewnętrzne powierzchnie absorberów nr 5,6,8,10,11 i 12 Instalacji Odsiarczania Spalin, Elektrownia Bełchatów S.A. 2005
145	K Darowicki, S. Krakowiak, Badania stopnia zabezpieczenia antykorozyjnego dostarczonych wyrobów (tulejki cynowane) oraz porównanie stopnia zabezpieczenia antykorozyjnego, pomiędzy wyrobami pocynowanymi a dodatkowo wyrobami zakonserwowanymi w środku Shell Brevis 6200, FEDERAL-MOGUL BIMET 2005
146	K Darowicki, Ocena warstw złota osadzonego bezprądowo na laminatach, DELPHI POLAND SA Oddział Gdańsk 2005
147	K Darowicki, Analiza chemiczna 5326, DELPHI POLAND SA Oddział Gdańsk 2005
148	K Darowicki, Analiza korozyjna przelączników 8810, DELPHI POLAND SA Oddział Gdańsk 2005
149	K Darowicki, Badanie odporności na korozję Covera, Kinball Electronics Poland Poznań 2005
150	K Darowicki, K Zakowski, Konserwacja urządzeń i instalacji systemu ochrony katodowej tras podziemnych rurociągów produktowych oraz urządzeń i instalacji systemu OK Bazy Paliw nr 21 W Dębogórze, Zakład Usług Antykorozyjnych KOREKO, Gdańsk 2005
151	K Darowicki, S. Krakowiak, Badanie korozyjności U3, International Paper Kwidzyn S.A., Kwidzyn2005
152	K Darowicki, A Miszczyk, Wykonanie pomiaru korozji w kolumnie 350 C2 (instalacja 350), GRUPA LOTOS, Gdańsk 2005
153	K Darowicki, S Krakowiak, Wykonanie badań korozyjnych na sieci gazu opałowego (instalacja 3700), GRUPA LOTOS, Gdańsk 2005
154	K Darowicki, Z Klenowicz, Ekspertyza stanu korozyjnego trzech cystern kolejowych służących do przewozu nitrozy Zakłady Chemiczne NITROCHEM, Bydgoszcz 2005
155	K Darowicki, S. Krakowiak, Badania przyczyn powstania korozji w instalacji solanki w OSM Łowicz, OBRAM Sp. z o.o., Olsztyn 2005
156	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw Nr 623 w Złotowie przy ul Szpitalna/Staszica, PKN ORLEN S.A., Płock 2005
157	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Opalenicy, PKN ORLEN S.A., Płock 2005
158	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Kłodawie, PKN ORLEN S.A., Płock 2005
159	K Darowicki, Wykonanie badań przyczepności i szczelności powłok malarskich wg podanych norm, PROTEX HARMS 2005
160	K Darowicki, J Orlikowski, Monitorowanie szybkości korozji instalacji wodociągowych i sporządzenie Raportu końcowe, SAUR NAPLUN Gdańsk S.A. 2005
161	K Darowicki, Z Klenowicz, Wykonanie badań jakości farb używanych do oznakowania poziomego przez wykonawców prowadzących roboty związane z utrzymaniem dróg, ulic i obiektów inżynierskich na terenie Gdyni, Urząd Miasta Gdyni 2005
162	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Skórczu ul Pomorska, PKN ORLEN S.A., Płock 2005
163	K Darowicki, S Krakowiak, Analiza zagrożenia konstrukcji stalowych w hali zbiorników piwa klarownego Browaru w Elblągu, Grupa Żywiec SA Browar w Elblągu 2006
164	K Darowicki, Określenie grubości nałożonych powłok na elementach elektronicznych dostarczonych przez zleceniodawcę oraz przyczyn ich uszkodzeń. Określenie grubości powłok na detalach 42436 z partii 0604000666 i 0603100900, DELPHI POLAND SA Oddział Gdańsk 2006
165	K Darowicki, S Krakowiak, Analiza szybkości korozji stali konstrukcyjnych za pomocą kuponów korozyjnych International Paper Kwidzyn S.A. 2006
166	K Darowicki, Określenie przyczyn korozji zbiornika ekspansyjnego w ELCHO, FOSTER WHEELER ENERGIA POLSKA Sp. z o.o., 2006

167	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Gdańsku-Rębiechowie przy ul Słowackiego, PETROLOT Gdańsk 2006
168	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Badania laboratoryjne płyt próbnych dla zabezpieczonych powierzchni obiektów instalacji Odsiarczania Spalin bloków 3 i 4, przewodów kominowych nr 3 i 4 oraz absorbera bloku nr 8 w BOT Elektrowni Bełchatów, Korchem K&W, Biłgoraj 2006
169	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Ocena wymalowania pokładu głównego i pokładu urządzeń cumowniczych na promie fiordowym B601/1 Badania powłok „Everdek”, PAINT-INVESTREM w Gdańsku 2006
170	K Darowicki, K. Żakowski, Antykorozyjne zabezpieczenie konstrukcji Stalowej Mostu Siennickiego w Gdańsku przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błędzących, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku, Gdańsk 2006
171	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Badanie pasywowanej stali 304 na działanie brzezki i piwa zielonego, BROWAR BIAŁYSTOK, Kompania Piwowarska, Poznań 2006
172	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, K. Żakowski, A Miszczyk, T Sonneck, M Szociński, Ocena zagrożeń i uszkodzeń korozyjnych konstrukcji stalowych, oraz stanu efektywności istniejących zabezpieczeń przeciwkorozyjnych, NAFTOPORT, Gdańsk 2006
173	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Gdańsku przy ul Świętokrzyskiej, PKN ORLEN S.A., Płock 2006
174	K Darowicki, B. Kempa, T. Sonneck Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw w Kołczygłowach, PKN ORLEN S.A., Płock 2006
175	K Darowicki, A. Arutunow, Wykonanie badań rur ze szwem wykonanych wg normy EN 10217-7, Oznaczenie odporności na korozję międzykrystaliczną wg normy ISO 3651-2, część I, SeCeS-Pol Sp. z o.o. Nowy Dwór Gdański 2006
176	K Darowicki K Żakowski, Ocena stanu technicznego konstrukcji stalowych w stacji 220/110 kV Żydowo -ocena stanu istniejących konstrukcji, - ocena trwałości istniejących konstrukcji bez ryzyka awarii mechanicznej, - proponowany sposób renowacji istniejących konstrukcji, Polskie Sieci Energetyczne-Północ, Gdańsk 2006
177	K Darowicki, Wykonanie badań rur ze szwem wykonanych wg normy EN 10217-7, Oznaczenie odporności na korozję międzykrystaliczną wg normy ISO 3651-2, część II, SeCeS-Pol Sp. z o.o. Nowy Dwór Gdański 2006
178	K Darowicki, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych na nowobudowanej stacji paliw Nr SP 1185 w Wejherowie, PKN ORLEN S.A., Płock 2006
179	K Darowicki, R Bogdanowicz, J Ryl, Ocena fizykochemiczna warstwy tlenku itru osadzonego na szkle, Philips Lighting Poland SA, Piła 2006
180	K Darowicki, Z Klenowicz, Badania aktualnego stanu trzech cystem ze stali 316 Ti stosowanych do przewozu nitrozy, Zakłady Chemiczne NitroChem, Bydgoszcz 2006
181	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Analiza zagrożenia korozyjnego konstrukcji stalowych w hali zbiorników piwa klarownego Browaru w Elblągu, Grupa Żywiec SA Browar w Elblągu, Elbląg 2006
182	K. Darowicki, K Żakowski, Ocena stopnia skorodowania (wpływ prądów błędzących) rur osłonowych, rury przewodowej wodociągowej oraz rur ciepłowniczych w rejonie przejścia pod torami linii kolejowej Opole – Wrocław w miejscowości Brzezcie, Elkom Sp. z o.o. Brzezcie, 2006
183	K. Darowicki, A. Miszczyk, M. Szociński, Wykonanie badań korozyjnych na sieci gazu opałowego instalacja 3700, Raport końcowy, Grupa LOTOS S.A. Gdańsk 2007
184	K Darowicki, T Sonneck, B Kempa, Zasadność zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiorników paliwowych w nowobudowanych trzech stacjach paliw, PKN ORLEN S.A. Płock 2007
185	K Darowicki, K Żakowski, A Dul, B Kempa, Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej Mostu Siennickiego w Gdańsku przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błędzących, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku, Gdańsk 2007
186	K Darowicki, J Orlikowski, A Dul, B Kempa, Monitorowanie szybkości korozji instalacji wodociagowych, Saur Neptun Gdańsk S.A., Gdańsk 2007
187	K Darowicki, T Sonneck, Badania laboratoryjne płyt próbnych dla zabezpieczanych powierzchni obiektów Instalacji Odsiarczania Spalin Elektrowni Ostrołęka B., Elektrowni Pątnów bloki 1-4 oraz absorberów Bloków 10, 11, 12 W BOT Elektrownia Bełchatów S.A., Korchem K&W Biłgoraj 2007
188	K Darowicki, A Miszczyk, Ustalenia przyczyn degradacji powłoki malarskiej na blasze trapezowej na hali w Gościnnie, VACUM Sp. z o.o. 2008

189	K Darowicki, M Szociński, Analiza. rozwiązań materiałowych elementów instalacji wentylacji na pływalni w Rumi. MOSiR Rumia 2008
190	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, T Sonneck, Stan wykładziny gumowej w rejonie króćca wylotowego absorbera bloku nr 10 w BOT, Korchem K&W Biłgoraj 2008
191	K Darowicki, T Sonneck, Badania laboratoryjne płyt próbných Instalacji Odsiarczania Spalin bloków 1-4 oraz absorberów nr 10,11.12 w BOT Bełchatów, Korchem K&W Biłgoraj 2008
192	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Opracowanie systemu monitorowania szybkości korozji. Dobór oprogramowania komputerowego, Akademia Górniczo Hutnicza - Wydział Odlewnictwa, Kraków 2008
193	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Wykonanie badań stanu technicznego zabezpieczeń wykładzin chemoodpornych absorberów instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni Bełchatów, BOT Bełchatów 2008
194	K Darowicki, T Sonneck, Badanie piasku do produkcji betonu komórkowego, WAZKO Sp. z o.o. Gdańsk 2008
195	K Darowicki, A Miszczyk, M. Szociński, Biuro Budowy Trasy Kwiatkowskiego w Gdyni, Jakość powłok zabezpieczenia przeciwkorozyjnego obiektów mostowych WD1 i WD2 i WD3 na trasie Kwiatkowskiego w Gdyni WARBUD, Gdynia 2008
196	K Darowicki, K Żakowski, J Orlikowski, Projekt ochrony katodowej platformy Balic Beta Petrobaltic S.A. w Gdańsku 2008
197	K Darowicki, K Żakowski, J Orlikowski, Projekt i system ochrony katodowej ropociągu, Energobaltic Gdańsk 2008
198	K Darowicki K Żakowski, Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej Mostu Siennickiego w Gdańsku przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błędzących, Zarząd Dróg i Zieleni, Gdańsk 2008
199	K Darowicki, S Krakowiak, J Orlikowski, Korozja i pasywacja wewnętrznych powierzchni tanków fermentacyjnych w Browarach Tychy, HOLVRIEKA IDO b.V Holandia, Amsterdam 2008
200	K Darowicki, P Ślepski, T Sonneck, Ocena korozyjna stanu wycinków rur żeliwnych i stalowych cz. I, Saur Neptun Gdańsk 2008
201	K Darowicki, P Ślepski, T Sonneck, Ocena korozyjna stanu wycinków rur żeliwnych i stalowych cz. II, Saur Neptun Gdańsk 2008
202	K Darowicki, J Orlikowski, Monitorowanie szybkości korozji instalacji wodociągowych, Saur Neptun Gdańsk 2008
203	K Darowicki, J Orlikowski, Analiza uszkodzeń warstwy lakierowej, badania w warunkach ekspozycji UV, MetPro Group Ltd, Ireland, Dublin 2008
204	K Darowicki, S Krakowiak, Przyczyny korozji drzwi wejściowych i drzwi do zsympów w Spółdzielni Mieszkaniowej Pojezierze w Olsztynie, Spółdzielnia Mieszkaniowa Pojezierze w Olsztynie, Olsztyn 2008
205	K Darowicki, A Miszczyk, Przyczyny odspojenia wykładziny winyloestrowej w zbiorniku, REMECH Grupa Remontowo- Inwestycyjna, Police 2008
206	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ekspertyza jakości zabezpieczenia stalowych elementów balustrad na osiedlu Focha w Gdańsku, Invest Komfort w Gdańsku, 2009
207	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, S. Krakowiak, Wykonanie badań i ocena zagrożenia korozyjnego rurociągu kanalizacyjnego w kanale Raduni, MPWiK sp. z o.o. w Pruszczu Gdańskim, 2009
208	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ekspertyza dot. wskazania sposobu zabezpieczenia antykorozyjnego zbiornika kulistego 2000 S46 używanego do przechowywania gazu płynnego, Grupa LOTOS S.A., 2009
209	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Ocena stanu korozji LT49, Kompania Piwowarska S.A. w Poznaniu, 2009
210	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Stan powłok Belzona 5811 w dwóch zbiornikach wody zdeminiaralizowanej na terenie Elektrowni Rybnik S.A., Belse Sp. z o.o. w Bielsku Białej, 2009
212	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Ocena stanu technicznego konstrukcji stalowych w stacji 220/110kV Żydowo, Polskie Sieci Elektroenergetyczne –Północ w Bydgoszczy, 2009
213	K. Darowicki, S. Krakowiak, Kontrola wykładziny z włókna szklanego na statku metodą iskrową, Gdańska Stocznia Remontowa S.A., 2009
214	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Wykonanie ekspertyzy stanu powłok zabezpieczających wewnętrzne powierzchnie dwóch przewodów kominowych odprowadzających spaliny z instalacji odsiarczania spalin Elektrowni Rybnik S.A., PPH NOVIX sp. z o.o. w Gliwicach, 2009

215	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, T. Sonneck, Wykonanie badań i ocena stanu technicznego wykładziny gumowej i powłok organicznych winyloestrowych w absorberze nr 6, Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów, 2009
216	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Badania przyczyn korozji dennic ze stali nierdzewnej, Franke Food service Systems Poland, 2009
217	K. Darowicki, K. Żakowski, Badanie przyczyn korozji rurociągu wody złożowej w kopalni gazu ziemnego w Tarnowie, PGNiG oddział Sanok, 2009
218	K. Darowicki, J. Orlikowski, Inspekcja stanu korozji zbiorników magazynowych w Browarze w Białymstoku, Kompania Piwowarska S.A. w Poznaniu, 2009
219	K. Darowicki, K. Żakowski, Diagnostyka stalowej sieci gazowej pod kątem zagrożenia korozyjnego spowodowanego prądami błędzającymi generowanymi z zelektryfikowanej trakcji tramwajowej i kolejowej na terenie MSG sp. z o.o., Mazowiecka Spółka Gazownicza w Warszawie, 2009
220	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wydanie opinii dot. przyczyn pęknięcia stali gat. 7CrMoVTib 1010, RAFAKO S.A. Racibórz, 2010
221	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie obliczeń oddziaływania linii 400 kV na gazociąg, Energoprojekt Kraków 2010
222	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wyjaśnienie przyczyn korozji instalacji wodnej w budynkach osiedla ARKOŃSKA, INPRO S.A. Gdańsk 2010
223	K. Darowicki, Weryfikacja założeń techniczno-technologicznych stacji uzdatniania wód odwarowych (SUWO) z wyparek soku, UNITEX Sp. z o.o. Gdańsk 2010
224	K. Darowicki, A. Zieliński, A. Andrearczyk, Badanie korozji rurociągów kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej, SAUR NEPTUN Gdańsk 2010
225	K. Darowicki, Badania szybkości i przyczyn korozji śrub zamocowanych w morskiej instalacji zrzutowej ścieków oczyszczonych, SAUR NEPTUN Gdańsk S.A., Gdańsk 2010
226	K. Darowicki, J. Orlikowski, Monitorowanie szybkości korozji instalacji wodociągowych. SAUR NEPTUN Gdańsk S.A., Gdańsk 2010
227	K. Darowicki, S. Krakowiak, Zabezpieczenie antykorozyjne i usunięcie nieszczelności gazowej zamkniętych komór fermentacyjnych obiektów nr 15.2, 15.3 i 15.4 na oczyszczalni ścieków "Wschód" w Gdańsku, Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna Sp. z o.o. w Gdańsku. 2010
228	K. Darowicki, J. Ryl, Wykonanie badań szybkości korozji i oceny materiałowej pięciu typów stali pod kątem odporności na działanie związków zawartych w oparach asfaltu, LOTOS Asfalt sp. z o.o., Gdańsk 2010
229	K. Darowicki, J. Orlikowski, Badania przyczyn korozji konstrukcji regałów przejezdnych i szyn w magazynie w Piotrkowie Kujawskim, SSI Schafer Sp. z o.o. w Gdyni. 2010
230	K. Darowicki, K. Żakowski, Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej Mostu Siennickiego w Gdańsku, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku. 2010
231	K. Darowicki, J. Orlikowski, Ustalenie przyczyn występowania korozji przewodów instalacji ciepłej wody w Andersja Tawern w Poznaniu, TKT Engineering sp. z o.o. w Warszawie, 2010
232	K. Darowicki, J. Orlikowski, P. Ślepski, A. Dul, Wykonanie kompleksowego systemu monitorowania korozji w sposób ciągły, PETROBALTIC S.A. w Gdańsku, 2010
233	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badania odporności korozyjnej stali gat. 7CrMoVTiB 1010, RAFAKO S.A., 2010
234	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, E. Janicka, M. Tobiszewski, A. Dul, T. Sonneck, P. Ślepski, K. Żakowski, Ocena stanu technicznego rurociągów kolektorów pomp wody chłodzącej w Elektrowni Konin, PBW "HYDRO- POMP" w Łodzi, 2010
245	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie projektu ochrony katodowej gazociągu przesyłowego z KGZ Słupnice do SRP Zbłudza, Górnicze Biuro Projektów "PANGAZ" sp. z o.o. w Krakowie, Nr PG 019072
236	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie badania ciągłości powłoki ochronnej 3LPP na rurach stalowych, Hydrobudowa Gdańsk S.A., 2010
237	K. Darowicki, A. Arutunow, Badania podatności na korozję międzykrystaliczną SeCesPol Sp. z o.o. w Nowym Dworze, 2010
238	K. Darowicki, T. Sonneck, Badania szlaki pomiedziowej, Gdańska Stocznia Remontowa w Gdańsku, 2010
239	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie ekspertyzy o konieczności wykonania ochrony katodowej dla zbiorników paliwowych stacja paliw SP 332 Rypin, LOTOS PALIWA sp. z o.o., 2010

240	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Wykonanie ekspertyzy dot. przyczyn powstawania plam na oczyszczonej strumieniowo-ciernie powierzchni poszycia kanału spalin oraz technologii jej usuwania, ELMEN sp. z o.o Rogowiec 2011
241	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, T. Sonneck, Badanie podatności na korozję wżerową dennic wykonanych ze stali 316L i 316Ti, Franke Food service Systems Poland 2011
242	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie opinii dot. trwałości powłoki cementowej na rurach stalowych DN 800 wbudowanych w magistralę wodociągową na ulicy Łódzkiej, PBM SATURN sp. z o.o. w Gdańsku 2011
243	K. Darowicki, K. Żakowski, T. Sonneck, Orzeczenie dot. zasadności zastosowania lub odstąpienia od ochrony katodowej zbiornika paliwowego o poj. 60m <sup>3</sup> na terenie modernizowanej stacji paliw w Pelplinie, PKN ORLEN Płock 2011
244	K. Darowicki, A. Miszczyk, Ocena prawidłowości wykonania przez wykonawcę zabezpieczeń przeciwkorozyjnych pali moła w Gdyni Orłowie, Gmina Miasta Gdyni 2011
245	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badania impedancyjne i badanie szczelności próbek z przewodów kominowych w Elektrowni Koziencice, Chesterton International 2011
246	K. Darowicki, J. Ryl, Wykonanie opracowania dotyczącego szybkości korozji stali w środowisku bezwodnego kwasu polifosforowego, LOTOS ASFALT Gdańsk 2011
247	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, S. Krakowiak, J. Ryl, Badanie skuteczności ochrony katodowej zapory stałej przeciw zlewowej w Porcie Północnym, Naftoport Gdańsk 2011
248	K. Darowicki, A. Miszczyk, Badanie przyczepności i grubości powłok nałożonych na gotowe elementy zgodnie z obowiązującymi normami, DROTEST Chwaszczyno 2011
249	K. Darowicki, S. Krakowiak, K. Jurak, M. Tobiszewski, Ocena stanu wykładziny antykorozyjnej kanału spalin za układem odsiarczania dla instalacji ISO1 i ISO2, ALSTOM Warszawa 2011
250	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ocena przyczepności międzywarstwowej farby Tankguard Dw produkcji firmy JOTUN, Stocznia Gdańska S.A., 2011
251	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Opracowanie ochrony przeciwkorozyjnej rurociągów systemu SPUT-CAN-JETTING na jednostkę N 142, STOCZNIA CRIST S.A., 2011
252	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Wykonanie pomiarów szybkości korozji wewnętrznej powierzchni rurociągu w warunkach laboratoryjnych, PGNiG Oddział w Sanoku 2011
253	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opinia na temat żywotności nowych zbiorników do wody gorącej na warzelni Browaru w Białymstoku, SCHWARTE - MILFOR sp. z o.o. w Olsztynie 2011
254	K. Darowicki, K. Żakowski, A. Dul, Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej Mostu Siennickiego w Gdańsku, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku 2012
255	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Kontrola skuteczności ochrony antykorozyjnej i antyosadowej na wybranych instalacjach Grupy LOTOS S.A., Grupa LOTOS S.A. w Gdańsku 2012
256	K. Darowicki, S. Krakowiak, K. Jurak, Ocena właściwości ochronnych preparatu TECTYL 477 i TEKTYT 859B oraz preparatu STEELRED, FL Smidth MAAG Gear Sp. zo.o. w Elblągu 2012
257	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie badań panewek i tulei w warunkach podwyższonej wilgotności oraz w warunkach oddziaływania mgły solnej, Federal-Mogul BIMET S.A. w Gdańsku 2012
258	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Nadzór nad systemem monitorowania korozji w systemie wody produkcyjnej na platformie Balic Beta”, LOTOS Petrobaltic S.A. w Gdańsku 2012
259	K. Darowicki, J. Ryl, S. Krakowiak, Wykonanie badań szybkości korozji i oceny materiałowej pięciu typów stali pod kątem odporności na działanie związków zawartych w oparach asfaltu, LOTOS Asphalt Sp. z o.o. w Gdańsku 2012
260	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, K. Żakowski, Badanie i analiza stanu technicznego rurociągów, Przedsiębiorstwo Badawczo-Wdrożeniowe „HYDRO-POMP” sp. z o.o. w Łodzi 2012
261	K. Darowicki, J. Orlikowski, Ustalenie przyczyn występowania korozji przewodów instalacji ciepłej wody, COSMAR POLSKA Sp. z o.o. w Warszawie 2012
262	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Badanie przyczyn korozji elementów instalacji wodociągowej w budynku filtrów węglowych zakładu wodociągu centralnego, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawa S.A. w Warszawie 2012
263	K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Dul, T. Sonneck, Kontrola skuteczności ochrony antykorozyjnej i antyosadowej na wybranych instalacjach Grupy LOTOS S.A., Grupa LOTOS S.A., Gdańsk 2013

264	K. Darowicki, P. Ślepski, E. Janicka, Kompleksowa charakterystyka kinetyki procesów elektrodowych w etanolowym ogniwie paliwowym za pomocą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej w układzie dynamicznym, Etap I., Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, 2013
265	K. Darowicki, S. Krakowiak, Przyczyny korozji jednostki „INNOVATION”, Stocznia CRIST Gdynia
266	K. Darowicki, P. Ślepski, E. Janicka, Kompleksowa charakterystyka kinetyki procesów elektrodowych w etanolowym ogniwie paliwowym za pomocą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej w układzie dynamicznym, Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, 2013
267	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Wykonanie badań przyczyn korozji aluminiowych skraplaczy, CNT Centrum Napraw Technicznych s.c. Gdańsk 2013
268	K. Darowicki, K. Żakowski, T. Sonneck, A. Dul, Wykonanie badań gruntu na terenie Bazy Paliw Grupy LOTOS S.A. w Poznaniu, Grupa LOTOS S.A., Gdańsk 2013
269	K. Darowicki, J. Ryl, Badanie rur ze stali 1.4301, TEWES-BIS sp. z o.o., Gdańsk 2013
270	K. Darowicki, A. Miszczyk, M. Szociński, Badania nad konserwacją i zabezpieczeniem żelbetu występującego w obiektach na terenie Państwowego Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu, Państwowe Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu, 2013
271	K. Darowicki, J. Orlikowski, P. Ślepski, Nadzór nad systemem monitorowania korozji w systemie wody produkcyjnej na platformie Baltic Beta, Lotos Petrobaltic w Gdańsku 2013
272	K. Darowicki, J. Orlikowski, P. Ślepski, Projekt, wykonanie i wyznaczenie charakterystyk 2 czujników monitorowania korozji na platformie Baltic Beta, Lotos Petrobaltic w Gdańsku 2013
273	K. Darowicki, K. Żakowski, Ochrona katodowa pięciu pochylni Kanału Elbląskiego, WPP „BUD-TOR”, 2013
274	K. Darowicki, J. Ryl, Badania zanieczyszczenia powłoki malarskiej, Gdańska Stocznia Remontowa, 2013
275	K. Darowicki, S. Krakowiak, Reaktywności korozyjna czynnika organicznego w stosunku do elementów silnika, PWST „POSTEOR” 2013
276	K. Darowicki, A. Miszczyk, M. Szociński, Badania wymalowań konstrukcji w Narvi (ESTONIA) i ustalenie przyczyn niskiej przyczepności, MONTA sp. z o.o., 2013
277	K. Darowicki, T. Sonneck, Opinia dot. przyczyn korozji elementów ocynkowanych, MERCOR 2013
278	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, Wyjaśnienie przyczyn korozji dna zbiornika paliwowego, CGH POLSKA 2013
279	K. Darowicki, A. Arutunow, Badanie składu oraz ocena doboru stali nierdzewnej kanałów wentylacyjnych, Kaszubskie Centrum SR sp. z o.o., 2013
280	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak. Opracowanie metody monitorowania korozji metodą liniowej polaryzacji w systemach geotermalnych, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Odlewnictwa 2013
281	K. Darowicki, K. Żakowski, Projekt i dokumentacja projektowa ochrony katodowej zbiorników w budowanej bazie paliw GRUPY LOTOS w Poznaniu, Kompania Budowlana 2014
282	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Orlikowski, P. Ślepski, T. Sonneck, Badania i analiza stanu technicznego rur, PERN „Przyjaźń” 2014
283	K. Darowicki, J. Ryl, M. Tobiszewski, Badania szybkości korozji i ocena materiałowa pięciu typów stali pod kątem odporności na działanie związków zawartych w oparach asfaltu, LOTOS-ASFALT 2014
284	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, P. Ślepski, Nadzór nad systemem monitorowania korozji w systemie wody produkcyjnej na platformie Baltic Beta, Petrobaltic S.A., 2014
285	K. Darowicki, S. Krakowiak, Diagnostyka wykładziny organicznej w reaktorze instalacji biopaliw w rafinerii Czechowice Dziedzice, Belse sp z o.o., 2014
286	K. Darowicki, A. Miszczyk, Opracowanie standardu dla zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji stalowych i fundamentów betonowych oraz stworzenie zasad kwalifikacji zestawów malarskich do stosowania w Tauron, TAURON DYSTRYBUCJA S.A., 2014
287	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, S. Krakowiak, P. Ślepski, Opracowanie zintegrowanego systemu zarządzania ryzykiem i monitorowania korozji w instalacjach wodociągowych instalacji miejskich, Miejskie Przedsiębiorstwo Wody i Kanalizacji w Krakowie, 2014
288	K. Darowicki, J. Orlikowski, Kontrola skuteczności ochrony antykorozyjnej i antyosadowej na wybranych instalacjach Grupy LOTOS, Grupa LOTOS S.A., 2014
289	K. Darowicki, K. Żakowski, Opracowanie metody i pomiary skuteczności ochrony katodowej nóg platformy Baltic Beta, LOTOS Petrobaltic, 2014

290	K. Darowicki, J. Orlikowski, Ł. Burczyk, M. Jarzynka, Weryfikacja poprawności istniejącego układu ochrony przed korozją i osadami na instalacji DRW 4, PKN ORLEN S.A., 2014
291	K. Darowicki, J. Orlikowski, J. Wysocka, Ł. Gaweł, Ustalenie przyczyn korozji tanków, Kompania Piwowarska, Browar Tychy, 2014
292	K. Darowicki, S. Krakowiak, Diagnostyka korozyjna płyty chłodnicy silnika jednostki PONT AVEN, Ship Building, Gdańska Stocznia Remontowa, 2014
293	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badania określające rozszerzenie korozji na przykładzie zbiorników balastowych NB 142, Stocznia CRIST, 2014
294	K. Darowicki, K. Żakowski, T. Sonneck, M. Narożny, Wykonanie pomiarów skuteczności działania instalacji ochrony katodowej stanowiska T1 w Naftoportcie, Hydrobudowa Gdańsk, S.A., 2014
295	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Monitorowanie instalacji destylacji atmosferycznej DRW 4, Rafineria Trzebinia S.A., 2014
296	K. Darowicki, J. Orlikowski, Oprogramowanie sterujące monitorowania korozyjnego instalacji geotermalnej, Geotermia Mazowiecka S.A., 2014
297	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Monitorowanie instalacji 120 LOTOS, GRUPA LOTOS S.A., 2014
298	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Monitorowanie instalacji 100 LOTOS, GRUPA LOTOS S.A., 2014
299	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Monitorowanie instalacji 200 LOTOS, GRUPA LOTOS S.A., 2014
300	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Krakowiak, Ł. Burczyk, Stan korozyjny obiektów KGHM w Polkowicach, Rudnej i Lubinie. KGHM Polska Miedź, 2014
301	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, Ochrona katodowa wybranych jednostek Marynarki Wojennej, Centrum Morskich Technologii Militarnych, 2014
302	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji HOG i HONH w latach 2015-2017” PKN Orlen S.A. w Płocku, 2015
303	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji Olefiny II w latach 2015-2017” PKN Orlen S.A. w Płocku, 2015
304	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji FKK II w latach 2015-2017” PKN Orlen S.A. w Płocku, 2015
305	K. Darowicki, J. Orlikowski, J. Ryl, Kontrola skuteczności działania ochrony antykorozyjnej i antyosadowej na instalacji 100” Grupa LOTOS S.A. w Gdańsku, 2015
306	K. Darowicki, J. Orlikowski, J. Ryl, Kontrola skuteczności działania ochrony antykorozyjnej i antyosadowej na instalacji 200” Grupa LOTOS S.A. w Gdańsku, 2015
307	K. Darowicki, S. Krakowiak, Określenie mechanizmu korozji stali austenitycznej, Schwarte - Milfor w Olsztynie, 2015
308	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badanie korozji rurociągów CuNiFer na jednostkach budowanych w Remontowa Shipbuilding S.A., 2015
309	K. Darowicki, J. Orlikowski, J. Ryl, Wykonanie audytu monitorowania korozji na instalacjach: 520 i 1300, Grupa LOTOS S.A., 2015
310	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie oceny technicznej określającej stan i efektywność zabezpieczenia antykorozyjnego w postaci ochrony katodowej, Naftoport Gdańsk, 2015
311	K. Darowicki, K. Żakowski, Weryfikacja dokumentacji technicznej systemu ochrony katodowej rurociągu paliwowego, ZBIKO Konstrukcje– Serwis, 2015
312	K. Darowicki, S. Krakowiak, Określenie przyczyn korozji stali nierdzewnej w oczyszczalni ścieków w Rudzie Bugaj, Urząd Miasta w Aleksandrowie Łódzkim, 2015
313	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Konserwacja i przegląd serwisowy okrętowych systemów kształtowania i minimalizacji pola elektrycznego na okrętach o nb. 265, 266, 436, 437, 630 i 644, Komenda Portu Wojennego Gdynia, 2010
314	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Przeglądy serwisowe stacji ochrony katodowej na okrętach 3.FO (o nb. 240, Z-1, 621 – typ TB; 646 – typ MPOK-01), Komenda Portu Wojennego Gdynia, 2013
315	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Wykonać przeglądy serwisowe (PS) stacji ochrony katodowej na okrętach nb. 253, 266, 630, 644, 824, 825 i H34, Jednostka Wojskowa nr 4224 w Wałczu, 2014
316	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Wykonać naprawę panelu sterowania stacji SOK na okręcie 623, Jednostka Wojskowa nr 4224 w Wałczu, 2014

317	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Przegląd serwisowy stacji ochrony katodowej na okręcie nb. 511, Jednostka Wojskowa nr 4224 w Wałczu, 2015
318	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Przegląd serwisowy stacji ochrony katodowej na okręcie nb. 621, NET Marine - Marine Power Service Sp. z o.o. Szczecin, 2015
319	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Modyfikacja stacji ochrony katodowej wraz z elementami wchodzącymi w skład systemu z wykorzystaniem zunifikowanych do stacji t. Cathelco podzespołów na okręcie nb. 253, NET Marine - Marine Power Service Sp. z o.o. Szczecin, 2015
320	K. Darowicki, J. Ryl, Badanie składu chemicznego trzech próbek przy użyciu mikroskopu SEM/EDX, Federal-Mogul BIMET S.A. w Gdańsku, 2016
321	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji HOG i HONH w latach 2015-2017 Zlec.: PKN Orlen S.A. w Płocku, 2016
322	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji Olefiny II w latach 2015-2017, PKN Orlen S.A. w Płocku, 2016
323	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji FKK II w latach 2015-2017, PKN Orlen S.A. w Płocku, 2016
324	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza oraz określenie przyczyn pocenia rur w piecu technologicznym PC-1 na instalacji DRW II wraz ze wskazaniem rozwiązań (badań) mających na celu szybką ocenę zagrożenia korozyjnego oraz ograniczenie procesów korozyjnych, PKN ORLEN S.A. w Płocku, 2016
325	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie systemu monitorowania korozji instalacji podstawowej ALKILACJI HF w celu bieżącej oceny zagrożenia korozyjnego instalacji, PKN ORLEN S.A. w Płocku, 2016
326	K. Darowicki, J. Orlikowski, S. Krakowiak, Badanie przyczyn korozji zbiornika wysłodzin w Browarze w Elblągu, Grupa Żywiec S.A., 2016
327	K. Darowicki, J. Ryl, Analiza powierzchni próbek stali SEM/EDS, DAMEN Shipyards Gdynia S.A., 2016
328	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badania przyczyn korozji rurociągów wody morskiej, Gdańska Stocznia „Remontowa” im. J. Piłsudskiego S.A., 2016
329	K. Darowicki, J. Orlikowski, Badanie przyczyn procesu korozji tanku, Kompania Piwowarska S.A. w Poznaniu, 2016
330	K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Jazdzewska, J. Ryl, A. Zieliński, P. Ślepski, L. Gawęł, L. E. Janicka, Burczyk. J. Wysocka, Współpraca przy realizacji Projektu RBI (Risk-Based Inspection) na wybranych instalacjach rafinerijnych Grupy LOTOS S.A. Grupa LOTOS S.A. w Gdańsku, 2016
331	K. Darowicki, L. Burczyk, Jakościowa i ilościowa analiza składu chemicznego osadu, PKN ORLEN w Płocku, 2016
332	K. Darowicki, L. Burczyk, Badanie składu chemicznego powierzchni osadu z wymiennika 04E102 z instalacji KK II, PKN ORLEN w Płocku, 2016
333	K. Darowicki, S. Krakowiak, Badanie korozji systemu gazów wydechowych na ORP GNIEZNO, Shiprepair Yard NAUTA S.A. w Gdyni, 2016
334	K. Darowicki, A. Miszczyk, Metody oczyszczania i zabezpieczania antykorozyjnego ocynkowanych elementów balustrad i konstrukcji balkonów w budynkach mieszkalnych GTBS, Gdańskie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gdańsku, 2016
335	K. Darowicki, A. Miszczyk, Badania antyelektrostatyczne powłok zbiornikowych, International Paint Sp. z o.o. w Gdańsku, 2016
336	K. Darowicki, E. Janicka, Oznaczenie zawartości wodoru zaadsorbowanego w próbkach metalu, PGNIG S.A. oddział w Sanoku, 2016
337	K. Darowicki, J. Wysocka, Ekspertyza dot. powstawania korozji ram aluminiowych okien uchylnych, RFWW „Rawag” S.A. w Rawiczu, 2016
338	K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Jazdzewska, Wykonanie przeglądu serwisowego systemów monitorowania korozji w systemach zatłaczania wody morskiej i wody złożowej LOTOS Petrobaltic S.A., 2016
339	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ocena wpływu pynu niskokrzepnącego na instalacje rurowe oraz inne urządzenia, TKT Engineering Sp. z o.o. w Warszawie oddział w Poznaniu, 2016
340	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego osadu z dna rur kotła EA 1114 A/B/C instalacji Olefiny II, PKN ORLEN w Płocku
341	K. Darowicki, J. Ryl, Badanie składu chemicznego trzech próbek przy użyciu mikroskopu SEM/EDX” Federal-Mogul BIMET S.A. w Gdańsku, 2017

342	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji HOG i HONH w latach 2015-2017, Etap III, PKN Orlen S.A. w Płocku, 2017
343	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji Olefiny II w latach 2015-2017, Etap. III. PKN Orlen S.A. w Płocku 2017
344	K. Darowicki, E. Janicka, L. Burczyk, Kontrola zagrożenia korozyjno-osadowego instalacji FKK II w latach 2015-2017, Etap. III, PKN Orlen S.A. w Płocku, 2017
345	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ocena wpływu pynu niskokrzepnącego na instalacje rurowe oraz inne urządzenia, Etap. II, TKT Engineering Sp. z o.o. w Warszawie oddział w Poznaniu, 2017
346	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego powierzchni osadu z pompy P-201 instalacji Depentanizacji Gazów Reformingowych, PKN ORLEN w Płocku, 2017
347	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza próbki osadu pobranego z kompresora C-100, PKN ORLEN w Płocku, 2017
348	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego powierzchni osadu z pompy P-207 instalacji Depentanizacji Gazów Reformingowych, PKN ORLEN w Płocku, 2017
349	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego osadu z chłodnicy EA-810 instalacji PGH 1, PKN ORLEN w Płocku, 2017
350	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu z pompy P-201B instalacji Depentanizacji Gazów Reformingowych, PKN ORLEN w Płocku, 2017
351	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu z pompy P-201A instalacji DGR", PKN ORLEN w Płocku, 2017
352	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego powierzchni osadu ze szczytowej części kolumny C-201 instalacji Ekstrakcji Aromatów, PKN ORLEN w Płocku, 2017
353	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu (opary z kolumny 2-C01 przed 2-A01/5) z instalacji DRW 6, PKN ORLEN w Płocku, 2017
354	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni sit molekularnych osuszek R-102 instalacji Osuszania Wodoru, PKN ORLEN w Płocku, 2017
355	K. Darowicki, L. Burczyk Określenie składu chemicznego powierzchni osadu pochodzącego z desorbera instalacji Odsiarczania Gazów Suchych, PKN ORLEN w Płocku, 2017
356	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni absorbentów chloru Absorbera R-101 instalacji Odzysku Wodoru, PKN ORLEN w Płocku, 2017
357	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu pochodzącego z filtra na ssaniu kompresora C-102 B instalacji Odzysku Wodoru, PKN ORLEN w Płocku, 2017
358	K. Darowicki, L. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu pobranego ze ścianki rury wody powrotnej, PKN ORLEN w Płocku, 2017
359	K. Darowicki, J. Orlikowski, E. Janicka, L. Burczyk, Analiza eksploatowanego wycinka materiału konstrukcyjnego oraz medium roboczego w aspekcie korozyjności środowiska, PKN ORLEN w Płocku, 2017
360	K. Darowicki, L. Burczyk, Analiza składu chemicznego powierzchni osadu z kotłów EA -1110 Instalacji OLEFINY II, PKN ORLEN w Płocku, 2017
361	K. Darowicki, A. Miszczyk, Porównanie właściwości barierowych i mechanicznych dwóch systemów poliuretanowych na stali S235JR eksponowanych w warunkach symulujących narażenie występujące w glebie, Polska Sp CGH. z o.o., Bydgoszcz, 2017
362	K. Darowicki, S. Krakowiak, M. Szociński, Wykonanie analizy pt." Ocena stanu wykładziny chemoodpornej wieży absorpcyjnej T102 SOLINOX" KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Huta Miedzi Legnica, 2017
363	K. Darowicki, J. Orlikowski, A. Jażdżewska, Inspekcja zbiornika magazynowego MCAA, PCC MCAA Sp. z o.o. w Brzegu Dolnym, 2017
364	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ocena korozji próbek przewodu kolejowego i próbek metali i stopów stosowanych w kolejnictwie oraz analiza mikroskopowa stanu powierzchni poddanych procesom degradacji, Chemical Advisory Sp. z o.o., Warszawa, 2017
365	K. Darowicki, A. Miszczyk, Przebadanie i wybranie optymalnych polimerowych aktywnych pigmentów antykorozyjnych bazujących na hybrydowych pochodnych polianiliny (PAni) pod kątem ochrony antykorozyjnej w różnych typach powłok organicznych, NANOPURE Sp. z o.o. w Warszawie, 2017
366	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie ekspertyzy określającej czy dla budowanych zbiorników istnieje konieczność wykonania ochrony katodowej, KB Pomorze Sp. z o.o. w Gdańsku, 2017

367	K. Darowicki, T. Sonneck, Badanie zawartości chlorków w 4 próbkach ścierniwa, Remontowa Coatings & Equipment Sp. z o.o. Gdańsku, 2017
368	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie analizy osadów na czterech próbkach z czujników, VOESTALPINE SIGNALING Sopot Sp. z o.o, Sopot, 2017
369	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie badań korozji metali i złączy spawanych, WNS Pomorze Gdańsk, 2017
370	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Modyfikacja stacji ochrony katodowej wraz z elementami wchodzącymi w skład systemu z wykorzystaniem zunifikowanych do stacji t. Cathelco podzespołów na okręcie nb. 253, Centrum Morskich Technologii Militarnych - NET Marine - Marine Power Service Sp. z o.o. Szczecin, 2018
371	K. Darowicki, Ł. Burczyk, Badanie składu chemicznego trzech próbek przy użyciu mikroskopu SEM/EDX, Federal-Mogul BIMET S.A. w Gdańsku, 2018
372	K. Darowicki, J. Orlikowski, T. Sonneck, Opracowanie systemu monitorowania korozji instalacji podstawowej ALKILACJI HF w celu bieżącej oceny zagrożenia korozyjnego instalacji. PKN ORLEN S.A. w Płocku, 2018
373	K. Darowicki, A. Miszczyk, Przebadanie i wybranie optymalnych polimerowych aktywnych pigmentów antykorozyjnych bazujących na hybrydowych pochodnych polianiliny (PAni) pod kątem ochrony antykorozyjnej w różnych typach powłok organicznych, NANOPURE sp. z o.o. w Warszawie, 2018
374	K. Darowicki, A. Jażdżewska, J. Orlikowski, Kompleksowe pomiary skuteczności działania ochrony katodowej nóg platformy BALTIC BETA i PG-1, LOTOS Petrobaltic S.A. Gdańsk, 2018
375	K. Darowicki, J. Orlikowski, J. Majcherczak, Monitoring korozji ogólnej i nawodorowania z wykorzystaniem zintegrowanego systemu dualnych czujników korozji, PKN Orlen w Płocku, 2018
376	K. Darowicki, K. Żakowski, Opracowanie i wdrożenie do produkcji anod galwanicznych do ochrony katodowej przed korozją, EZAL sp. z o.o. w Zaczernie, 2018
378	K. Darowicki, J. Orlikowski, T., Nadzór nad systemem monitorowania korozji w systemie wody produkcyjnej na platformie Baltic Beta, LOTOS Petrobaltic S.A., 2018
379	K. Darowicki, Badania mikroskopowe blach z powłoką poliestrową, JMT Consulting Project Gdynia, 2018
380	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, A. Jażdżewska, Kompleksowy projekt technologii zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji nóg platformy BALTIC BETA”, LOTOS Petrobaltic S.A., 2018
381	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie ekspertyzy uszkodzeń powłoki w zbiorniku 1300T2, Grupa LOTOS S.A., 2018
382	K. Darowicki, Ł. Burczyk, Określenie składu chemicznego powierzchni osadu pobranego z chłodnicy wodnej CH-1 instalacji eteru. PKN ORLEN S.A. w Płocku, 2018
383	K. Darowicki, A. Jażdżewska, Kwalifikacja kategorii korozyjności środowiska dla podkonstrukcji wykonanej z aluminium przy ul. Węglowej w Gdyni, Invest Komfort S.A. w Gdyni, 2018
384	K. Darowicki, S. Krakowiak, J. Wysocka, T. Sonneck, Ustalenie przyczyn korozji felg aluminiowych, RONAL Polska Sp. z o.o. w Jelczu, 2018
385	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, Kompleksowe pomiary skuteczności działania ochrony katodowej nóg platformy BALTIC BETA i PG-1, LOTOS Petrobaltic S.A. Gdańsk 2019
386	K. Darowicki, J. Orlikowski, Monitoring korozji ogólnej i nawodorowania z wykorzystaniem zintegrowanego systemu dualnych czujników korozji. PKN ORLEN, 2019
387	K. Darowicki, K. Żakowski, Opracowanie i wdrożenie do produkcji anod galwanicznych do ochrony katodowej przed korozją, EZAL Sp. z o.o. w Zaczernie 2019
388	K. Darowicki, S. Krakowiak, M. Cieślak, Wykonanie analizy degradacji wraz z opracowaniem kart mechanizmów degradacyjnych dla urządzeń objętych programem RBI na terenie Grupy LOTOS S.A. w Gdańsku, Grupa LOTOS S.A. 2019
389	K. Darowicki, J. Orlikowski, M. Szociński, Analiza czynników/źródeł korozyjnych i erozyjnych w Zakładzie PTA we Włocławku. PKN Orlen S.A. 2019
390	K. Darowicki, J. Orlikowski, M. Szociński, Analiza czynników/źródeł korozyjnych i erozyjnych w Zakładzie PTA we Włocławku. PKN Orlen S.A. 2019
391	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie Kompleksowego Systemu Zarządzania Korozją (KSZK) w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku – program pilotażowy na instalacjach DRW 2,3,4,6 wchodzących w skład Bloku Przerobu Ropy, EMERSON Proces Management Sp. z o.o. w Warszawie (2019)
392	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie kompleksowej ekspertyzy suszarni nawozów. Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” S.A. 2019

393	K. Darowicki, J. Orlikowski, K. Żakowski, Kompleksowe badania skuteczności działania ochrony katodowej nóg platform wiertniczych i wydobywczych, LOTOS Petrobaltic S.A. 2019
394	K. Darowicki, J. Orlikowski, Monitoring korozji ogólnej i nawodorowania z wykorzystaniem zintegrowanego systemu dualnych czujników korozji. PKN ORLEN 2020
395	K. Darowicki, J. Orlikowski, Nadzór nad systemem monitorowania korozji w systemie wody produkcyjnej na platformie Baltic Beta, LOTOS Petrobaltic S.A. 2020
396	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie analizy degradacji wraz z opracowaniem kart mechanizmów degradacyjnych dla urządzeń objętych programem RBI na terenie Grupy LOTOS S.A. w Gdańsku 2020
397	K. Darowicki, J. Orlikowski, Badanie korozji i ochrona przed korozją instalacji, PKN Orlen S.A. 2020
398	K. Darowicki, K. Żakowski, J. Orlikowski, Kompleksowe zaprojektowanie systemu ochrony przeciwkorozyjnej riserów Platformy LOTOS Petrobaltic, LOTOS Petrobaltic S.A w Gdańsku 2020
399	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie mechanizmów degradacji oraz Kart Mechanizmów Degradacji PKN ORLEN S.A. Płock 2020
400	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie ekspertyzy dot. korozji instalacji zimnej wody w budynku przy ul Obrońców Wybrzeża 11 w Gdańsku, Wspólnota Mieszkaniowa Ocean Indyjski w Gdańsku 2020
401	K. Darowicki, J. Orlikowski, M. Cieślik, Analiza ryzyka oparta o wymagania standardów API RP 580 i API RP 581 mająca na celu opracowanie i zarządzanie Programem Badań Eksploatacyjnych dla urządzeń pracujących na terenie Zakładu Produkcyjnego PKN Orlen S.A. w Płocku. PKN Orlen w Płocku 2020
402	K. Darowicki, S. Żakowski, Wykonanie ekspertyzy dot. korozji pędników ORP Drużno, Stocznia Remontowa Nauta S.A. w Gdyni 2020
403	M. Narożny, K. Darowicki, Opracowanie analiz oddziaływania linii wysokiego napięcia 110 kV (LWN) na gazociąg, ELTEL Networks Energetyka S.A. Olsztyn 2020
404	K. Darowicki, A. Miszczyk, Badanie rezystywności farby Tankguard CV Pro, JOTUN Polska 2020
405	K. Darowicki, K. Żakowski, Badania zagrożenia korozyjnego 40 próbek ziemi Baz Paliw PERN. RADSTAT Sp. z o.o. w Radomiu
406	K. Darowicki, M. Cieślik, Wykonanie ekspertyzy dotyczącej przyczyn pęknięcia rurociągu 8" - 096-P1059, Grupa LOTOS S.A. 2020
407	K. Darowicki, A. Miszczyk, Ustalenie przyczyn powstania defektów powłoki polimocznikowej, Borga Sp. z o.o. w Gdańsku, 2020
408	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie dwóch czujników monitorowania korozji na platformie BALTIC BETA, LOTOS Petrobaltic S.A. 2020
409	K. Darowicki, K. Żakowski, Analiza i pomiary, sporządzenie oceny zagrożenia korozyjnego oraz projektu wykonawczego ochrony katodowej – zbiorniki w budowanej bazie paliw LOTOS Terminale S.A. KB Pomorze Sp. z o.o. w Gdańsku 2020
410	K. Darowicki, K. Jurak, Wykonanie pomiarów XPS materiałów stosowanych jako elektrody w sensorach, SensSX S.A w Warszawie 2020
411	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie kart mechanizmów degradacji, Blok Aromatów, Instalacji Ekstrakcji Aromatów, Orlen S.A, 2020
412	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie kart mechanizmów degradacji Blok Aromatów – Instalacja Paraksylenu, Orlen S.A, 2020
413	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna Instalacji Paraksylenu i opracowanie kart mechanizmów degradacji, Blok Aromatów, Instalacja Paraksylenu, 2023
414	K. Darowicki, J. Orlikowski, Systemy zarządzania ryzykiem RBI Grupy LOTOS. Analiza korozyjna instalacji: 100, 1100, 250, 520 i 920, Grupa LOTOS S.A.
415	K. Darowicki, J. Orlikowski, Umowa ramowa PKN ORLEN S.A. „Systemy zarządzania ryzykiem RBI PKN ORLEN, 2020
416	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna instalacji Reformingu, ORLEN S.A., 2022
417	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna instalacji FKK, ORLEN S.A., 2022
418	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna instalacji HON VII, ORLEN S.A., 2022
419	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna instalacji Reforming VI, ORLEN S.A., 2022
420	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza korozyjna instalacji HON VI, ORLEN S.A., 2022

421	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykaz mechanizmów degradacji rurociągów zgodnie z normą API 571, Instalacja Visbreakingu w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku, projekt 7324, Orlen Project S.A. 2021
422	K. Darowicki, J. Orlikowski, Przepięcie rurociągu gazu recyklowego do sieci GOP HP - E+PC, projekt 7816, Orlen Project S.A. 2021
423	K. Darowicki, J. Orlikowski, Maksymalizacja uzysku frakcji oleju napędowego (P60) kosztem uzysku frakcji HVGO (P61) na instalacji DRW VI, projekt 7724, Orlen Project S.A. 2021
424	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie rurociągów gazu wodorowego łączących instalacje HON VI/VII z instalacją REFORMINGU VI na potrzeby prowadzenia procesu współwodornienia, projekt 7743, analiza korozyjna, Orlen Project S.A. 2021
425	K. Darowicki, J. Orlikowski, Realizacja zaleceń HAZOP – zbiornik FA-1632 na Olefinach, projekt 7823, Orlen Project S.A. 2021
426	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza RBI zadania inwestycyjnego wykonania rurociągów gazu wodorowego łączących instalacje HON VI/VII z instalacją REFORMINGU VI na potrzeby prowadzenia procesu współwodornienia, projekt 7742, Orlen Project S.A. 2021
427	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie przepinki pomiędzy rurociągami BA-573 i BA-1 w celu skierowania izomeryzatu do wsadu na instalację WW I, projekt 7828, analiza korozyjna, Orlen Project S.A. 2021
428	K. Darowicki, J. Orlikowski, Modernizacja kolumny C-502 i smoczków próżniowych na TE, projekt 7383, Orlen Project S.A. 2022
429	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza RBI urządzeń ciśnieniowych instalacji TGTU III, Orlen Project S.A. 2022
430	K. Darowicki, J. Orlikowski, Intensyfikacja instalacji HON VI, w tym węzła DEWAXINGU w celu zwiększenia marży na gotowym oleju napędowym -projekt 7124, Orlen Project S.A. 2022
431	K. Darowicki, J. Orlikowski, Dostosowanie parku zbiorników Zakładu Rafineryjnego w Płocku do RMG, projekt 7377 Orlen Project S.A. 2022
432	K. Darowicki, S. Krakowiak, M. Szociński, Ł. Gawel, T. Sonneck, Ekspertyza z oceny przyczyn powstania korozji oraz oceną ryzyka obniżenia trwałości kabli sprężenia zewnętrznego konstrukcji nośnej mostu M-4 w ciągu drogi krajowej nr 90 przez rzekę Wisłę koło Kwidzyna, Zlec: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, 2021
433	K. Darowicki, J. Orlikowski, Umowa ramowa PKN ORLEN S.A. „Badanie korozyjne instalacji i obiektów” - bieżąca analiza korozyjna uszkodzeń i stanu technicznego instalacji i obiektów, 2020
434	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wyjaśnienie przyczyn pocienienia rur w piecu technologicznym PC-1 na instalacji DRW II, PRLN S.A. 2020
435	K. Darowicki, J. Orlikowski, Ocena stopnia nawodorowania stali węglowej w instalacji Alkilacji HF w ORLEN S.A., 2020
436	K. Darowicki, J. Orlikowski, Opracowanie procesu kompleksowego remontowania jednostek pływających z wykorzystaniem innowacyjnego mobilnego doku pływającego o obniżonej masie własnej w Stoczni Szczecińskiej. Opracowanie systemu oceny stanu korozyjnego jednostek pływających, Astillero Sp. z o.o, 2021
437	K. Darowicki, S. Krakowiak, Kompleksowa ekspertyza suszarni nawozów, Police GRUPA AZOTY S.A. 2022
438	K. Darowicki, K. Żakowski, Projekt i wdrożenie systemu ochrony katodowej ujęcia wody i rurociągu Dn1400 osadnika czerniakowskiego w Warszawie, HUZAR Budownictwo Inżynieryjne S.A.
439	Ocena stanu i opracowanie technologii konserwacji i zabezpieczenie obiektów obozu koncentracyjnego „Auschwitz”, Państwowe Muzeum AUSCHWITZ-BIRKENAU, 2022
440	Ocena stanu korozyjnego i atlas korozyjny obiektów i instalacji Zakładu Wzbogacania Rudy, KGHM Polska Miedź S.A. 2022
441	Diagnostyka i ocena stanu technicznego rurociągów solanki, Kopalnia Soli MOGILNO - Zakład Produkcyjny JANIKOSODA w Janikowie, SOLINO Grupa ORLEN, 2021
442	Ocena korozyjności i oddziaływania na kolumnę destylacji rurowo-wieżowej w PKN ORLEN różnych gatunków ropy, EMERSON Process Management Ltd., 2022
443	Modernizacja systemów ochrony katodowej jednostek Marynarki Wojennej RP, DOWÓDZTWO MARYNARKI WOJENNEJ RP, 2022
444	Algorytm sterowania i sterownik do podnoszenia sprawności hybrydowych systemów zasilania opartych o ogniwa paliwowe. Akronim COALA w ramach inicjatywy STAIR, polsko-niemieckiego programu zrównoważonego rozwoju

445	K. Darowicki, S. Krakowiak, Określenie szybkości postępowania korozji oraz żywotności łączników do mocowania kamiennych płyt elewacyjnych typu TIKO zastosowanych w budynku przy ul. Powstańców 43 w Katowicach, mBank, 2022
446	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ł. Gawęł, Sprawozdanie z określenia przyczyn korozji pomp ciepła w suszarni osadów komunalnych w Oświęcimiu, TechFinn sp. z o.o., Gdańsk, 2021
447	K. Darowicki, S. Krakowiak, T. Sonneck, Przyczyny postępującej korozji armatury ze stali nierdzewnej zainstalowanej w nowej stacji uzdatniania wody w Ząbrowie, pow. Nowy Dwór Gdański, B&W Usługi Ogólnobudowlane, Bożena Dzikowska, 2023
448	K. Darowicki, S. Krakowiak, Opracowanie ekspertyzy przyczyn i stanu zaawansowania korozji konstrukcji podmorskiego kolektora ścieków oczyszczonych z oczyszczalni ścieków Gdańsk – Wschód dla firmy Gdańskie Wodociągi S.A., 80-858 Gdańsk, ul. Wałowa 46, 2024
449	K. Darowicki, J. Orlikowski, Analiza ryzyka, oparta o wymagania standardów API RP 580 I API RP 584, ORLEN S.A. 2020
450	K. Darowicki, K. Żakowski, Analiza i pomiary, sporządzenie oceny zagrożenia korozyjnego - Baza Paliw LOTOS TERMINALE S.A., KB POMORZE Sp. z o.o. 2021
451	Badanie stanu i składu chemicznego kabla, Profesjonalne Biuro Usług Inżynierskich Bud-EI Sp. z o.o.
452	K. Darowicki, A. Miszczyk, M. Szociński, Wyjaśnienie przyczyn porostania powierzchni ścian hali przemysłowej wykonanej z blachy trapezowej i wskazanie kierunków rozwiązania tego problemu, LA RIVE S.A. 2021
453	K. Darowicki, L. Gawęł, Analiza osadów z powierzchni wewnętrznej rurociągu na ssaniu pompy instalacji opóźnionego koksowania, Grupa LOTOS S.A., 2021
454	K. Darowicki, J. Orlikowski, Nadzór serwisowy nad systemem monitorowania korozji w instalacjach wody zatłaczanej na platformie "BALTIC BETA", Orlen Petrobaltic S.A., 2021
455	K. Darowicki, K. Żakowski, Wykonanie badań skuteczności ochrony katodowej, Korporacja Budowlana DORACO sp. z o.o. 2021
456	K. Darowicki, A. Miszczyk, Wykonanie badania pomiaru grubości malowania na 10 dostarczonych próbkach, NorthVolt Poland 2021
457	Badań skuteczności ochrony katodowej dla II etapu budowy nabrzeża zachodniego wraz z pirsami a i c, Korporacja Budowlana DORACO Sp. z o.o. 2021
458	Opracowanie projektu wykonawczego konstrukcji wsporczych pod montaż anod ochrony wewn. katodowej, HUSAR Budownictwo Inżynieryjne S.A., 2021
459	Opracowanie projektu wykonawczego ochrony katodowej wraz z pełnieniem nadzoru autorskiego, HUSAR Budownictwo Inżynieryjne S.A., 2021
460	K. Darowicki, M. Mielniczek, L. Gawęł, Wykonanie ekspertyzy dotyczącej oceny skutków korozji z powodu wycieku 5m roztworu HCl, Exy Central Europe Sp. z o.o. oddział w Polsce, 2021
461	K. Darowicki, S. Krakowiak, Wykonanie badań i raportu w sprawie korozji materiałów w suszarni zlokalizowanej w Oświęcimiu, 2021
462	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie inspekcji i zlokalizowanie ewentualnych ogniw korozyjnych w instalacji zatłaczającej wodę morską na platformie Petrobaltic, Orlen Petrobaltic S.A., 2022
463	K. Darowicki, Ł. Gawęł, P. Ślepski, Wykonanie badań korozyjnych (elektrochemicznych) i kawitacyjnych próbek brązów aluminiowych, Sieć Badawcza Łukasiewicz- Instytut Metali Nieżelaznych, 2022
464	Wykonanie wykazu mechanizmów degradacji rurociągów, Orlen projekt S.A. 2022
465	K. Darowicki, J. Orlikowski, Nadzór serwisowy nad systemem monitorowania korozji na platformie "Baltic Beta", Orlen Petrobaltic S.A. 2022
466	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie pomiarów skuteczności działania ochrony katodowej nóg platform, ORLEN Petrobaltic S.A. 2022
467	K. Darowicki, S. Krakowiak, Ocena stanu łączników elewacji systemowej Tiko Katowice ul. Powstańców 43, mBank S.A. 2022
468	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie wykazu mechanizmów degradacji rurociągów zgodnie z normą API 571, Orlen projekt S.A., 2022
469	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wskazanie przyczyn wzmożonej korozji konstrukcji kolumny pomp głębinowych na platformie Baltic Beta, Petrobaltic S.A.
470	Wykonanie badań skuteczności polaryzacji katodowej zbiornika CWU, Kospel Sp. z o.o.

471	K. Darowicki, Ł. Gawęł, J. Orlikowski, Monitoring korozji instalacji 100,200,1300, Rafineria Gdańska Sp. z o.o., 2022
472	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie robót dla zakresu PC dla zadania inwestycyjnego pn "modernizacja kolumny c-502 i smoczków próżniowych na te - projekt 7383, Orlen Projekt S.A. 2023
473	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie wykazu mechanizmów degradacji rurociągów zgodnie z normą API 571 projekt 7377, Orlen projekt S.A., 2023.
474	K. Darowicki, J. Orlikowski, Wykonanie wykazu mechanizmów degradacji rurociągów zgodnie z normą API 571, dla nowo zbudowanych oraz modernizowanych urządzeń ciśnieniowych na stacji hydroodsiarczania olejów napędowych, Orlen projekt S.A. 2023
475	K. Darowicki, System monitoringu korozji ogólnej i kruchości wodorowej instalacji Hydrokalking, ORLEN S.A. 2023
476	K. Darowicki, Implementacja zintegrowanego systemu monitoringu korozji ogólnej i wodorowej na Instalacji Hydroodsiarczania Gudronu, ORLEN S.A. 2024
477	K. Darowicki, Ł.Gawęł, Analiza próbki ze złącza zrywnego TSA-6 pobranej z urządzenia UNO w celu określenia rodzaju korozji oraz analiza z pyłu z filtra wodoru z Panelu 3.06A oraz Panelu 3.06B, ORLEN S.A. 2025.

## 6. PODSUMOWANIE PRAC BADAWCZYCH STOSOWANYCH I DALSZE PERSPEKTYWY

Najskuteczniejszą formą walki z destrukcyjnym oddziaływaniem procesów korozyjnych jest profilaktyka. To działanie musi być wsparte rozwojem świadomości i wiedzy o procesach korozyjnych. W celu realizacji tego kierunku zaradczego powołałem nowoczesną, jedną z najważniejszych w Europie, Katedrę Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej. W ramach katedry zorganizowałem korozyjne kierunki studiów, studia podyplomowe i certyfikowane kursy korozyjne.

W oparciu o wyspecjalizowaną kadrę badawczą podejmowałem się coraz bardziej znaczących i złożonych wyzwań badawczych o charakterze stosowanym. To działanie, skoncentrowane na współpracy z przemysłem było kontynuacją polityki zarysowanej przez mojego poprzednika na stanowisku kierownika katedry prof. Romualda Juchniewicza. Rozwiązywane przez nas problemy korozyjne w wielu przypadkach miały ogromne znaczenie w utrzymaniu reżimu produkcyjnego i ograniczeniu przerw remontowych. Te kwestie były i są niesłychanie ważne w sektorze rafinerijno-petrochemicznym. Monitorowanie korozji w tym sektorze to również ograniczenie awarii i wypadków niesłychanie groźnych z punktu widzenia bezpieczeństwa i ochrony środowiska i oczywiście pociągających za sobą straty finansowe. Podobne znaczenie ma zabezpieczenie przed korozją baz i stacji paliwowych. Sprawny, bezawaryjny przesył gazu i ropy ma kluczowe znaczenie dla rozwoju firm oraz gospodarstw domowych. Ocena zagrożenia korozyjnego wywołanego przez trakcje kolejowe, sieci wysokiego napięcia, kable energetyczne to zagadnienia rozwijane przeze mnie.

Rozwiązaliśmy problemy korozyjne w przemyśle wydobywczym. Zabezpieczenie katodowe wież wydobywczych i instalacji zatłaczania wody miało strategiczne znaczenie dla procesu wydobycia ropy. Ocena stanu korozyjnego w Zakładach Wzbogacania Rudy KGHM zaowocowała zabezpieczeniami przed korozją klasyfikatorów, hydrocyklonów, młynów kulowych, kruszarek, odstożników i innych obiektów przetwarzania nadawy. Kluczowe było monitorowanie korozji rurociągów zrzutowych prowadzących do zbiornika Żelazny Most. Stworzenie atlasu zagrożeń korozyjnych jest obecnie wykładnią w wyborze materiałów konstrukcyjnych stosowanych w KGHM Polska Miedź S.A. Również w sektorze energetycznym, utrzymanie i ochrona przed korozją instalacji sozotechnicznych ma fundamentalne znaczenie. Sprawne, ciągłe działanie instalacji odsiarczania spalin, elektrofiltrów czy oczyszczalni ścieków ma ogromne znaczenie proekologiczne. Tak jak utrzymanie i zabezpieczenie przed korozją rurociągów zrzutowych i kominów. Opracowane przez nas zasady zabezpieczeń powłokowych przesyłowych linii energetycznych stały się podstawą Normy Zakładowej TAURON S.A.

Od zawsze funkcjonowaliśmy w obszarze gospodarki morskiej. W przemyśle morskim, zajmowaliśmy się ochroną przed korozją instalacji i obiektów portowych i zabezpieczeniami nabrzeży przeladunkowych. Badaniami i selekcją systemów powłokowych do zabezpieczeń jednostek morskich. Oddzielną kwestią było unowocześnienie i modernizacja systemów ochrony katodowej i minimalizacji pola elektromagnetycznego okrętów wojennych.

Ogromne znaczenie dla rozwoju miast mają sieci wody użytkowej. W tym obszarze też mamy swój istotny wkład, projektując i wdrażając systemy monitorowania korozji instalacji wody miejskiej w aglomeracji gdańskiej i krakowskiej. Rozwiązaliśmy problemy korozyjne stacji ozonowania wody w Warszawie. Dokonaliśmy skutecznego zabezpieczenia przed korozją czerniakowskiego ujęcia wody w Warszawie. Duże znaczenie miały nasze badania korozyjne instalacji wody geotermalnej. Mamy udokumentowane dokonania antykorozyjne w przemyśle przetwórstwa warzyw i owoców, w browarnictwie i w branży mleczarskiej dokonując diagnostyki uszkodzeń korozyjnych i określając środki zaradcze.

Wykonywane prace były złożonymi przedsięwzięciami badawczymi. W wielu przypadkach, opracowane rozwiązania technologiczne były nowatorskie i zostały opublikowane w czasopismach naukowych o zasięgu światowym.

Podejmowane przeze mnie badania stosowane i zrealizowane wdrożenia zdefiniowały moją pozycję naukową w różnych obszarach gospodarki. W uznaniu tych osiągnięć organizacja „Pracodawcy Pomorza” uhonorowała moją osobę nagrodą „Primum Cooperatio” („Nade wszystko współpraca”). Nagroda przyznana została za wybitne osiągnięcia naukowe połączone z udokumentowaną działalnością w zakresie wdrożeń swojego dorobku naukowego w gospodarce. Uzyskałem Nagrodę Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Nagrodę Ministra Edukacji i Nauki. Natomiast Zarząd Polskiego Towarzystwa Chemicznego uhonorował mnie Medalem im. Ignacego Mościckiego za dokonania technologiczne o wymiarze światowym. Za całokształt dokonań wdrożeniowych zostałem odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski. Zgodnie z bazą SCOPUS i bazą Web of Science pod względem publikacyjnym w obrębie monitorowania korozyjnego, ochrony katodowej i powłok organicznych należę do ścisłej czołówki światowej.

Dalsza działalność dotyczyć będzie oceny stanu impedancyjnego hydrorafinatów i paliwa lotniczego JEAT A1, impedancyjnego monitorowania zawartości środka antyelektrostatycznego i biokomponentów w paliwie JEAT A1 oraz monitorowania zawartości wody w benzynach kawernowych.

- *A.Majoch, K. Darowicki, J. Orlikowski, R. Pisarski, Ocena zawartości biokomponentów w paliwie lotniczym JET A1 metodą analizy impedancyjnej, Przemysł Chemiczny, Volume 103, Pages: 956–962, 2024*

Tematyka ta ma strategiczny charakter dla ORLEN S.A. czego wyrazem jest poniższe oświadczenie



## OŚWIADCZENIE

### **Dotyczy: Kontynuacji współpracy w ramach wdrożenia rozwiązań opracowanych przez doktorantów wdrożeniowych**

W związku z realizowanymi przez pracowników ORLEN S.A. w ramach Szkoły Doktorskiej Wdrożeniowej Politechniki Gdańskiej doktoratami w zakresie wykorzystania techniki Elektrochemicznej Spektroskopii Impedancyjnej (EIS) do oceny jakości paliw ciekłych i uzyskanymi wynikami wskazującymi na wysoki potencjał wdrożeniowy opracowywanych rozwiązań informujemy, że na rok 2026 i lata kolejne planowana jest realizacja pracy/projektu mającego na celu kontynuację opracowywania i praktycznego wdrażania zaproponowanych w doktoratach Łukasza Plisa oraz Radosława Pisarskiego rozwiązań. Innowacyjne czujniki EIS on-line, których koncepcję wdrożenia zarówno przy produkcji benzyny silnikowej, jak i paliwa do turbinowych silników lotniczych, przedstawiono w rozprawach, mogą przyczynić się do zwiększenia skuteczności systemu monitoringu jakości produkowanych i dystrybuowanych przez ORLEN S.A. paliw, wpisując się w trend zwiększania obecności nowoczesnych rozwiązań cyfrowych w procesach produkcyjnych.

Dyrektor  
Biuro Technologii Efektywności

*Tomasz Olczak*  
Tomasz Olczak

.....  
Tomasz Olczak  
Dyrektor Biura Technologii i Efektywności

Koniec części trzeciej