

IX Krajowa Konferencja
POMIARY KOROZYJNE W OCHRONIE ELEKTROCHEMICZNEJ
9-th National Conference
CORROSION MEASUREMENTS IN ELECTROCHEMICAL PROTECTION
7-9. 06. 2006 Zakopane, Poland



**SYSTEM „CORRPOL-ER” – INTERNETOWA BAZA DANYCH
REZYSTOMETRYCZNYCH WRAZ Z KALKULATOREM UBYTKÓW
KOROZYJNYCH**

**THE „CORRPOL-ER” SYSTEM – ELECTRICAL RESISTANCE INTERNET
DATABASE WITH CORROSION LOSS CALCULATOR**

Jezmar Jankowski, Wojciech Sokólski

SPZP CORRPOL Sp. z o.o., 80-718 Gdańsk, ul. Elbląska 133A

Słowa kluczowe: korozymetria rezystancyjna, internetowa baza danych, ochrona katodowa
Keywords: electrical resistance corrosimetry, Internet database, cathodic protection

Streszczenie

Zaprezentowano opracowany w SPZP CORRPOL i udostępniony poprzez Internet system „CORRPOL-ER” przeznaczony do gromadzenia i przetwarzania danych z pomiarów rezystancyjnych szybkości korozji. Może on zainteresować w szczególności wszystkich użytkowników ochrony katodowej pragnących dokładniej monitorować skuteczność ochrony poprzez bezpośrednią kontrolę postępu korozji. System pozwala w sposób przejrzyste zorganizowany korzystać ze swoich bogatych możliwości począwszy od pierwszego logowania użytkownika i rejestracji nowych czujników korozyjnych, poprzez wprowadzanie sukcesywnie pozyskiwanych wyników do bazy internetowej, ich automatyczne przeliczanie na ubytki metalu i szybkości korozji, a kończąc na graficznej prezentacji wyników obliczeń i wydruku raportu. System działa z dowolnego komputera podłączonego do sieci i zaopatrzonego w przeglądarkę internetową.

Summary

The „CORRPOL-ER” system developed in SPZP CORRPOL has been presented. This Internet accessible system is designed for gathering and processing the electric resistance measurements data for corrosion rate measurements. It may arouse a special interest among all cathodic protection users who want to monitor more accurately the effectiveness of protection by a direct control of corrosion progress. The system allows to enjoy its wide possibilities in a clearly organized manner starting with the first user log-in and new corrosion probes registration, throughout entering the consecutively obtained data to Internet base, their automatic processing into metal corrosion losses and corrosion rates, and ending with the graphical presentation of calculation results as well as the report printout. The system works on any computer connected to a web network and equipped with an Internet browser.

1. Wprowadzenie

Technika rezystometryczna, która od kilkudziesięciu lat stosowana jest do monitorowania procesów korozyjnych w różnego typu instalacjach przemysłowych [1-3] nabiera ostatnio coraz większego znaczenia w dziedzinie ochrony katodowej [4-5]. Jest ona coraz częściej wykorzystywana do ilościowej oceny jej skuteczności uzupełniając w ten sposób tradycyjne techniki pomiaru potencjału. Technika rezystometryczna jako jedna z nielicznych umożliwia dokładne i precyzyjne wyznaczanie bardzo niskich szybkości korozji, z jakimi korodują zabezpieczane elektrochemicznie konstrukcje metalowe.

Czujniki rezystancyjne, w przeciwieństwie do pomiarów potencjału, pozwalają w sposób jednoznaczny stwierdzić, czy konstrukcja stalowa chroniona katodowo jest zabezpieczona prawidłowo i koroduje z dopuszczalną szybkością - poniżej 0,01 mm/rok. Wartość ta stanowi aktualnie według normy PN-EN 12954:2004 [6] podstawowe kryterium ochrony przed korozją. Korzystanie z tego kryterium zapewnia w dogodny sposób właśnie korozymetrię rezystancyjną, która umożliwia zdalne wyznaczanie ubytków korozyjnych bez konieczności fizycznego dostępu do czujników. Technika ta doskonale nadaje się do wykorzystania w systemach monitorowania korozji wspomaganych komputerowo i wiele takich systemów funkcjonuje już w instalacjach przemysłowych, np. [7]

SPZP CORRPOL stosuje z powodzeniem technikę rezystometryczną w kraju do monitorowania skuteczności ochrony katodowej konstrukcji stalowych w ziemi i w wodzie już od 1995 r., korzystając początkowo z czujników produkcji zagranicznej, a od 2000 r. rozpoczynając produkcję własnych czujników rezystancyjnych [8-9]. Do realizacji pomiarów terenowych stosowane są dotychczas przenośne korozymetry rezystancyjne.

Wdrażany obecnie i udostępniany przez Internet system „CORRPOL-ER” stanowi kolejny etap rozwoju techniki rezystometrycznej. Ma on na celu ułatwienie i usprawnienie korzystania z niej szerszej rzeszy użytkowników eliminując wszelkie niedogodności związane z kłopotliwym przeliczaniem i interpretacją wyników pomiarów rezystancyjnych. Ręczne przetwarzanie tego typu wyników jest na ogół uciążliwe dla służb serwisowych ochrony katodowej, bowiem wymaga dokonywania obliczeń ubytków korozyjnych na podstawie dostarczanych przez producentów korozymetrów wzorów, tablic, wykresów lub nomogramów. Jedynie niektóre mierniki cyfrowe nowej generacji wyposażone w mikroprocesory dokonują automatycznie przeliczeń przyrostów rezystancji na liniowe ubytki korozyjne lub szybkości korozji. Przeliczenia takie są jednak możliwe tylko dla czujników firmowych, których charakterystyki pomiarowe zostały uprzednio zapisane w pamięci korozymetrów. Dla czujników nietypowych lub wytwarzanych przez innych producentów, a takimi są czujniki produkowane w SPZP CORRPOL, funkcje automatycznego przeliczania nie są dostępne. Pewnym utrudnieniem w upowszechnianiu techniki rezystometrycznej jest także fakt, że w kraju nie są obecnie produkowane żadne korozymetry rezystancyjne, a będące w użytkowaniu korozymetry zagraniczne lub polskie z przed 2000 r. nie są przystosowane do pełnej obsługi czujników nowo opracowanych.

Wychodząc naprzeciw potrzebom użytkowników, przy łatwym dziś dostępie do Internetu, postanowiono opracować w SPZP CORRPOL system komputerowy w postaci bazy danych wraz z kalkulatorem ubytków korozyjnych, który będzie pomocny w obsłudze pomiarów rezystancyjnych niezależnie od posiadanego typu korozymetru i czujników. Za przyjęciem takiego rozwiązania, zamiast opracowania specjalizowanego, ale za to kosztownego miernika z archiwizacją i przetwarzaniem danych, przemawiają jego niezaprzeczalne zalety: powszechna dostępność, uniwersalność, wielofunkcyjność i otwartość tworzonego systemu, który po niewielkich modyfikacjach może obsługiwać dowolne typy czujników i korozymetrów, w tym również te produkowane w przyszłości.

2. Opis Systemu "CORRPOL-ER"

System „CORRPOL-ER” [10] jest w swojej pierwszej wersji autoryzowanym programem internetowym do obsługi rezystancyjnych czujników korozymetrycznych produkowanych przez Specjalistyczne Przedsiębiorstwo Zabezpieczeń Przeciwkorozyjnych CORRPOL Sp. z o.o. i przeznaczonych do analizy zagrożeń w różnych środowiskach korozyjnych oraz oceny skuteczności działania systemów ochrony katodowej metalowych konstrukcji podziemnych, podwodnych, jak również żelbetowych. Możliwe jest rozszerzenie systemu o obsługę czujników innych producentów, jeśli znane są ich charakterystyki pomiarowe.

Po wejściu do systemu „CORRPOL-ER” użytkownik musi się zarejestrować (zalogować), co zapewnia indywidualny dostęp poszczególnych użytkowników wyłącznie do swoich danych pomiarowych. Po pomyślnym logowaniu użytkownik może wybrać dowolne z własnych czujników oraz:

- wyświetlić na ekranie historię pomiarów oraz obliczonych parametrów dla dowolnego czujnika w formie tabelarycznej,
- wyświetlać na ekranie dane w formie graficznej (po odpowiedniej obróbce danych, które je uwiarygodniają statystycznie),
- wprowadzić do bazy danych kolejny pomiar,
- wydrukować raporty odzwierciedlające w określonym dniu stan zapisów w systemie dla dowolnego czujnika rezystancyjnego (w formie tabelarycznej i graficznej).

2.1. Logowanie

Zapewnia dostęp do serwisu tylko uprawnionym użytkownikom. Należy wprowadzić login, a następnie hasło, które dostarczane są użytkownikowi po udostępnieniu serwisu.

Celem umożliwienia przetestowania programu wprowadzono wersję demo (login: **guest**, hasło: **demo**). Pozwala ona na wykonanie wszystkich czynności związanych z obsługą czujników, łącznie z zapisem nowych danych (lokalizacja: **demonstracja**). Po wyjściu z programu poprzez opcję "Koniec" - wprowadzone dane są kasowane.

2.2. Identyfikacja czujnika

Czujniki oznaczane są kolejnym numerem w postaci – **XXX/XX** (w układzie pięciu cyfr – trzy pierwsze oznaczają kolejny numer, dwie ostatnie – rok produkcji), np. **030/05**.

Dane identyfikacyjne czujników gromadzone są w bazie komputerowej. Są to:

- numer czujnika, np. 030/05
- typ czujnika, np. ER-1/1,0-FR
- data produkcji, np. 12.05.2003

a ponadto:

- użytkownik czujnika, np. ROP Gdańsk
- lokalizacja czujnika, np. punkt 34
- data instalacji czujnika, np. 3.02.2004

Razem z danymi identyfikacyjnymi czujnika zapamiętane są charakterystyczne dla każdego czujnika parametry produkcyjne, które umożliwiają prawidłowe przeliczenie wyników pomiarów na ubytki korozyjne i szybkość korozji. Lokalizację czujnika i datę jego instalacji podaje użytkownik podczas pierwszego wprowadzania danych.

Informacja o rodzaju czujnika jest ukryta w oznaczeniu jego typu (łańcuch literowo-cyfrowy).

Przyjęto następujący klucz:

- FR – pierścieniowy płaski (Flush Ring)
- FS – taśmowy płaski (Flush Strip)
- WL – pętlowy drutowy (Wire Loop)

- TL – pętlowy rurkowy (Tube Loop)
- TS – taśmowy rurkowy (Tube Strip)
- EO – z elektrodą odniesienia.

2.3. Wprowadzanie danych

2.3.1. Pierwszy pomiar

Jeżeli użytkownik loguje się po raz pierwszy i zamierza wprowadzać dane dla nowego czujnika, powinien podać datę jego instalacji, wynik pierwszego pomiaru oraz lokalizację czujnika. Do tego czasu w bazie w miejscu lokalizacji figuruje tymczasowo numer produkcyjny czujnika. Pierwszy pomiar należy wykonać szczególnie starannie, ponieważ będzie stanowił poziom odniesienia dla kolejnych odczytów i będzie podstawą obliczania ubytków korozyjnych.

Dane z pierwszego pomiaru - po przesłaniu ich do producenta czujnika (operacja automatyczna) - wprowadzane są następnie do systemu. Dane te porównywane są z danymi produkcyjnymi czujnika i w razie potrzeby odpowiednio korygowane, a następnie zapisane w bazie danych. Od tego momentu kolejne wyniki pomiarów oraz ich analizę wykonuje sam użytkownik czujnika.

2.3.2. Postać danych

Wyników pomiarów rezystancyjnych (w zależności od posiadanego miernika) mogą być wprowadzane do bazy w następujący sposób:

- a) jako stosunek rezystancji S , np. w przypadku korozymetru IN-8500 prod. Cortest Instruments Ltd., lub Metal Samples Inc. (USA). Stosunek ten określany jest jako:

$$S = \frac{R_0}{R_K} \quad (1)$$

gdzie:

R_0 – rezystancja elementu odniesienia

R_K – rezystancja elementu korodującego,

- b) jako przyrost rezystancji P w promilach w przypadku większości dostępnych korozymetrów, np. PMK-D1 prod. ZTCS MIKRON w Warszawie oraz wyżej podanych mierników amerykańskich. Przyrost ten określany jest jako:

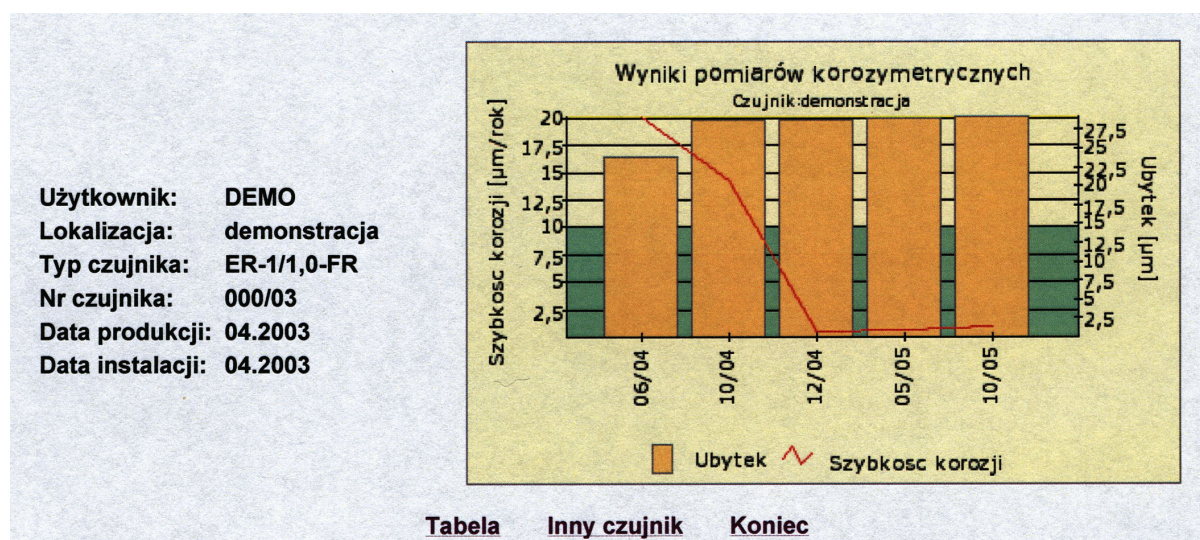
$$P = 1000 \left(\frac{R_K}{R_0} - 1 \right) \quad [\%] \quad (2)$$

- c) jako bezwzględne wartości rezystancji R_0 i R_K , np. w przypadku korozymetru MultiCorr MKII prod. CorrOcean (Norwegia).

Użytkownik wybiera jedną z wyżej podanych opcji i wprowadza wyniki pomiarów (poprzez zaznaczenie na ekranie sposobu podawania danych z miernika)

2.3.3. Wprowadzanie wyniku pomiaru

Po wybraniu daty pomiaru należy zaznaczyć rodzaj wprowadzanych danych, a następnie w odpowiednie miejsca w rubryce wpisać wynik pomiaru. Przed naciśnięciem przycisku „WPROWADŹ DANE DO BAZY” należy uważnie sprawdzić, czy wpisane dane nie zawierają błędów, ponieważ następująca operacja powoduje trwały zapis wprowadzanych danych na dysku serwera. Usunięcie błędnego zapisu lub jego korekta możliwa jest wyłącznie za pośrednictwem operatora.



Rys. 1. Forma graficzna prezentacji wyników obliczeń

Wykres generowany jest dla co najmniej dwóch pomiarów umożliwiających wyliczenie szybkości korozji, tj. począwszy od 3 odczytu ubytku korozyjnego na czujniku (co najmniej dwa wiersze w tabeli). Ponieważ wykres tworzony jest z danych na bieżąco w pamięci serwera, jego wygenerowanie i przesłanie do użytkownika może zająć nieco czasu, który w głównej mierze uzależniony jest od szybkości łącza internetowego.

Na wykresie przedstawione są w formie słupków wyliczone ubytki korozyjne metalu, zaś w postaci linii – szybkość korozji. Oś czasu nie jest równomierna, a podane daty odpowiadają kolejno wykonanym pomiarom. Dokładność prezentacji czasu ograniczona została do 1 miesiąca. Wyniki uzyskane w jednym miesiącu są uśredniane.

Zaprezentowane wyniki są rezultatem uśredniania danych zawartych w tabeli za pomocą odpowiedniego algorytmu. W wyniku tej obróbki usuwane są anomalie będące skutkiem błędów wynikających z czułości metody i dokładności pomiarów (głównie w początkowym okresie użytkowania czujnika).

2.6. Wydruk raportu

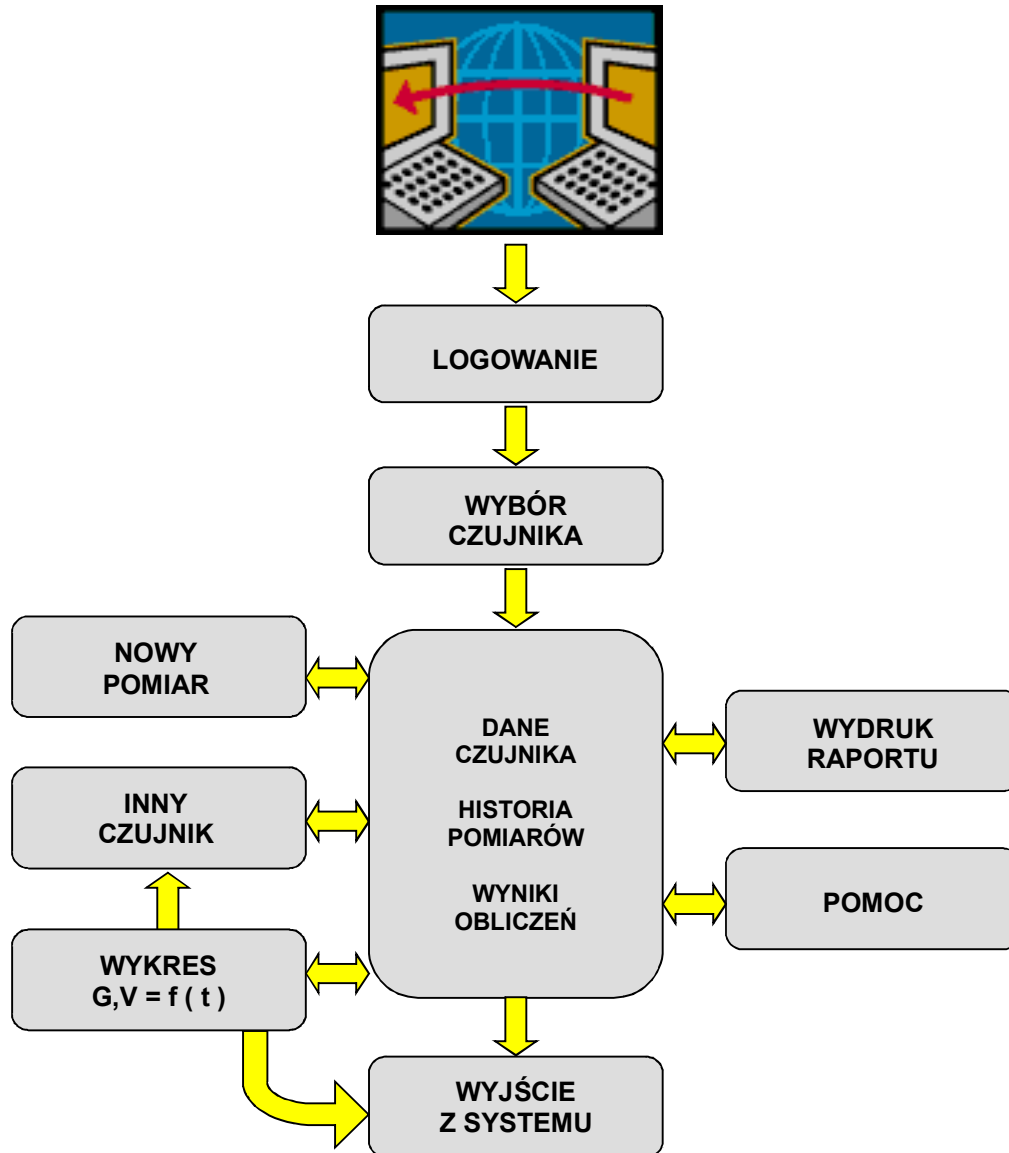
Wszystkie informacje o danym czujniku korozymetrycznym, wykonane pomiary oraz graficzna postać wyników składane są na stronę przeznaczoną do wydruku raportu przez użytkownika systemu. Po dokonaniu akceptacji w okienku drukarki następuje wydruk raportu.

2.7. Nawigacja w systemie „CORRPOL-ER”

W systemie wykorzystywane są przez użytkownika następujące strony WWW:

1. Strona logowania
2. Strona wyboru czujnika
3. Główna strona czujnika
 - 3.1. Prezentacja tabelaryczna (strona podstawowa)
 - 3.2. Prezentacja graficzna
 - 3.3. Wczytywanie danych pomiarowych
 - 3.4. Drukowanie raportu
 - 3.5. Wyjście z systemu
4. Instrukcja (pomoc)

Strony powiązane są w sposób pokazany na rys. 2.



Rys. 2. Schemat nawigacji w systemie „CORRPOL-ER”

Literatura

- [1] Cooper G.L.: *Proper Electrical Resistance Corrosion Probe Span Selection*, in: *Electrochemical Techniques for Corrosion Engineering*, R. Baboian (Ed.), NACE, Houston 1986, pp. 327-332
- [2] *Corrosion Monitoring Primer*, Rohrback Cosasco Systems, Santa Fe Springs, CA, 1990
- [3] Roberts, J.J.: *The development of an electrical-resistance technique for assessing the durability of reinforcing steel in reinforced concrete blockwork*, *International Journal of Masonry Construction*, Vol. 1, No.3, 1981, pp. 82-88
- [4] Khan N.A.: *Using Electrical Resistance Soil Corrosion Probes to Determine Cathodic Protection Effectiveness in High-Resistivity Soils*, *Materials Performance*, Vol. 43, No. 6, 2004, pp. 20-25

- [5] Jankowski J., Szukalski J.: *Zastosowanie korozymetrii rezystancyjnej do pomiarów skuteczności ochrony katodowej konstrukcji podziemnych*, Materiały IV Krajowej Konferencji „Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej”, Jurata 1996, s. 51-58
- [6] PN-EN 12954:2004 *Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach - Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów*.
- [7] Welsh R.A., Benefield J.: *Environmental Protection Through Automated Remote Monitoring of Fuel Storage Tank Bottoms Using Electrical Resistance Probes*, Materials Performance, Vol. 45, No. 3, 2006, pp. 38-40
- [8] Jankowski J., Sokólski W.: *Monitorowanie skuteczności ochrony katodowej techniką rezystometryczną*, Ochrona przed Korozją, Vol. 46, Nr.8, 2003, s. 218-221
- [9] Jankowski J.: *Korozymetria jako wiarygodna technika pomiaru skuteczności ochrony katodowej*, Materiały VIII Krajowej Konferencji „Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej”, Jurata 2004, s. 29-39
- [10] <http://www.corrpol.pl/czujniki/index.php>