

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

---



**NOWA METODYKA KOSZTORYSOWANIA PRAC PROJEKTOWYCH  
OCHRONY KATODOWEJ**

**A NEW METHOD FOR COST ACCOUNTING OF CATHODIC PROTECTION  
DESIGN WORKS**

Wojciech Sokółski

Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją SEP

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, projektowanie, kosztorysowanie prac projektowych  
Keywords: cathodic protection, designing, costing of design works

**Streszczenie**

W Polsce od lat 80-tych w pracowniach projektowych jako wzorzec do oceny wartości kosztorysowej projektów wykorzystuje się „Środowiskowe zasady wycen prac projektowych” wydawane przez Izbę Projektowania Budowlanego – Radę Koordynacyjną Biur Projektów. Po modyfikacji „Zasad” w roku 2003, która w dość krzywdzący i nieuzasadniony sposób obniżyła szacowanie nakładów na prace projektowe systemów ochrony katodowej, Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją, przyjmując jako bazę świeżo wprowadzone normy europejskie z branży ochrony katodowej, przygotował szereg uwag i propozycji, które w rezultacie ujęte zostały w nowym VII wydaniu „Zasad” w I kwartale 2006 roku. Referat omawia charakter wprowadzonych zmian oraz prezentuje nową metodykę kosztorysowania prac projektowych ochrony katodowej.

**Summary**

In Poland from the 80-ties the "Environmental principles of assessment of design works" issued by the Chamber of Construction Designing – Coordination Council of Design Offices have been used as a standard for cost accounting valuation in design offices. After modification of the "Principles" in 2003, which in an unfair and unjustified manner decreased outlays for cathodic protection system design works, the Polish Committee for Electrochemical Protection, adopting as the basis the new European cathodic protection standards, prepared a number of remarks and proposals which have been taken into account in the new issue of "Principles" in the 1<sup>st</sup> quarter of 2006. The paper describes the character of introduced changes and presents the new methodology of cost accounting of cathodic protection design works.

## **Wprowadzenie**

Koszt projektu ochrony katodowej jest elementem składowym całego przedsięwzięcia, którym jest zabezpieczenie przeciwkorozyjne konstrukcji metalowej eksploatowanej w wodzie lub w ziemi, ma więc istotny wpływ na podejmowane w tym zakresie decyzje ekonomiczne. Od szeregu lat w Polsce przy szacowaniu niezbędnych nakładów na projektowanie wykorzystuje się „Środowiskowe zasady wycen prac projektowych” (ŚZWPP) wydawane przez Izbę Projektowania Budowlanego – Radę Koordynacyjną Biur Projektów. To wielotomowe wydanie podaje metody wycen oraz sposób wyliczania nakładu na wykonanie danej pracy projektowej lub związanej z projektowaniem w tzw. jednostkach nakładu pracy (j.n.p.). Stawkę za 1 j.n.p. określa na dany rok kalendarzowy Zarząd Rady Koordynacyjnej Biur Projektów.

Dotychczasowa metodyka ustalania kosztów projektów z zakresu ochrony katodowej jako główny parametr obliczeniowy przyjmowała powierzchnię konstrukcji objętą ochroną. Po modyfikacji „Zasad” w roku 2003, która w dość krzywdzący i nieuzasadniony sposób obniżyła nakłady na prace projektowe systemów ochrony katodowej, Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją, przyjmując jako bazę świeżo wprowadzone normy europejskie z branży ochrony katodowej, przygotował szereg uwag i propozycji, które w rezultacie ujęte zostały w nowym wydaniu „Zasad” w I kwartale 2006 roku.

Poniżej omówiono charakter wprowadzonych zmian oraz prezentuje zaproponowaną nową metodykę kosztorysowania prac projektowych ochrony katodowej.

## **Przyczyny zmiany zasad wyliczania kosztów projektowania w roku 2003**

Zmiany wprowadzone do ŚZWPP/2003 spowodowane zostały przede wszystkim skokową zmianą jakości powłok izolacyjnych stosowanych na nowych rurociągach, co radykalnie zmniejszyło zapotrzebowanie prądu ochrony katodowej i w znaczący sposób zwiększyło zasięg działania systemów ochronnych. Ponieważ koszt projektu w pierwszym rzędzie zależny był od chronionej powierzchni konstrukcji, w sposób oczywisty wynagrodzenie za prace projektowe znacząco wzrosło przy jednoczesnym zmniejszeniu nakładu pracy. Te dysproporcje zaważyły o tym, że już w 2001 roku Rada Koordynacyjna Biur Projektów dokonała odpowiedniej korekty - przy zachowaniu takich samych zasad ustalania kosztów obniżono w sposób proporcjonalny nakłady na wykonywanie poszczególnych czynności projektowych. Podstawą takiej decyzji było przekonanie, że generalnie nakłady na prace projektowe systemów ochrony katodowej relatywnie zmalały, podczas gdy:

- a) oprócz projektowania ochrony katodowej nowych obiektów nadal wprowadza się ochronę katodową do obiektów istniejących, a więc posiadających nie tylko starego typu izolacje ochronne, ale ponadto zlokalizowane w istniejącej infrastrukturze konstrukcji podziemnych, upatrując w takim działaniu jedyny sposób na przedłużenie żywotności znajdującego się pod ziemią majątku trwałego (działania takie powinny być w szczególności sposób preferowane),
- b) zasadniczo różne jest utrudnienie w projektowaniu ochrony nowego obiektu w infrastrukturze miejskiej lub przemysłowej, którego jeszcze nie ma, niż ochrona katodowa takiego samego obiektu już istniejącego, ale który eksploatowany był od jakiegoś czasu bez ochrony katodowej – w tym drugim przypadku występuje kolejne utrudnienie zależne od rodzaju powłoki izolacyjnej na tym obiekcie,
- c) znaczący wzrost rezystancji przejścia rurociągu do ziemi nowych konstrukcji podziemnych, wskutek zastosowania powłok epoksydowo-polietylenowych (3LPE), spowodował wystąpienie nowych zjawisk, które poprzednio nie wymagały uwzględniania na etapie projektowania systemów ochrony katodowej, takich jak: intensywne

oddziaływania elektroenergetycznych linii napowietrznych wysokiego napięcia na rurociągi, efekty korozji wywoływane przez indukowany prąd przemienny na chronionych katodowo obiektach, rozdzielania sieci rurociągów za pomocą przekładek izolujących (monobloków), stosowania zabezpieczeń odgromowych i przeciwprzepięciowych na rurociągach, konieczność stosowania elektrod symulujących oraz korozymetrii rezystancyjnej do określenia skuteczności ochrony, stosowania zdalnych systemów monitorujących skuteczność funkcjonowania systemu ochrony katodowej, i innych, które wymagają projektowania lokalizacji i rodzaju nowych podzespołów w instalacjach ochrony katodowej oraz środków do kontroli ich działania,

- d) wytyczne rozruchu i eksploatacji, a także nadzór nad uruchomieniem systemu ochrony katodowej, obejmują obecnie w praktyce nie tylko obwody elektryczne instalacji, ale także ocenę jakości powłoki izolacyjnej, ponieważ przy jej wyższej jakości każda wada ma istotne znaczenia dla poboru prądu ochrony katodowej.

### **Potrzeba wprowadzenia zmian metodyki obliczeniowej kosztów projektowania**

Zapowiedź kolejnego wydania „Zasad”, oprócz próby przywrócenia poziomu wynagrodzenia za prace projektowe na obiektach posiadających stary rodzaj izolacji ochronnej, zainicjowała także analizę całej dotychczasowej metodyki obliczania kosztów. Uzasadniając potrzebę zmiany metodyki obliczeniowej zwrócono uwagę na następujące kwestie:

1. Po wprowadzeniu norm europejskich z zakresu ochrony katodowej, a przede wszystkim normy PN-EN 12954:2004 „Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach - Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów” określone zostały czynności związane z projektowaniem systemów ochrony katodowej. Jak łatwo się domyślić są one znacznie bardziej rozbudowane niż zawarte we wcześniejszych normach polskich z serii PN-77/E-05030. Stąd też za nieodzowne należy uznać zweryfikowanie dotychczasowego podejścia w ŚZWPP/2003 do wyceny prac projektowych ochrony katodowej.
2. Zmiany zakresu zastosowań ochrony katodowej powodują, że nie projektuje się obecnie systemów ochrony katodowej do kabli teletechnicznych (są w powłokach z tworzyw sztucznych, stosuje się światłowody), natomiast coraz częściej tego rodzaju zabezpieczenie przeciwkorozyjne jest wymagane dla podziemnych instalacji zbiornikowych (np. na stacjach paliwowych), konstrukcji o znacznie mniejszych powierzchniach niż rurociągi przesyłowe, natomiast równie kłopotliwe w fazie projektowej jak duże instalacje. Do tej kategorii należy zaliczyć także ochronę katodową infrastruktury – instalacje przemysłowe i w zabudowie miejskiej.
3. Ani wcześniejsze, ani ŚZWPP/2003 nie uwzględniają szczególnych zagrożeń korozyjnych na jakie narażone są konstrukcje podziemne, np. prądy błędzące. Wyeliminowanie tego oddziaływania np. za pomocą drenażu elektrycznego na odcinku 500 m rurociągu jest z punktu widzenia projektowania jednakowo trudne jak zaprojektowanie instalacji ochrony katodowej obejmującej swoim zasięgiem np. 20 km odcinek rurociągu. Prądy błędzące (pochodzące ze źródeł prądu stałego i przemiennego) nie są tylko czynnikiem zagrożenia korozyjnego w miastach, ale także w terenie otwartym.
4. Niektóre elementy projektowania ochrony katodowej na rurociągach są proporcjonalne do długości konstrukcji, a nie jego powierzchni – np. ilość stacji kontrolno-pomiarowych definiowana jest w aktualnych normach w zależności od sytuacji terenowej, jednak w odstępach nie mniejszych niż np. 1 km w obszarze zabudowanym lub 3 km poza nim, niezależnie od średnicy rurociągu. Zatem projektowanie obiektu o niewielkiej średnicy i tym samym niewielkiej powierzchni, jest tak samo trudne i pracochłonne jak dla obiektu

o znacznie większej powierzchni. Normy wymagają stosowania odpowiednich urządzeń kontrolnych w różnych sytuacjach terenowych, np. skrzyżowaniach, przeszkodach wodnych, rurach ochronnych pod torowiskami i drogami, itp. Od powierzchni rurociągu zależy powinienny prąd ochrony katodowej i ilość instalacji ochrony katodowej, jednak w znaczący sposób zależy on w obecnej chwili od jakości izolacji. I tak np. pierwszy odcinek o długości 100 km gazociągu Jamał – Europa Zachodnia o średnicy rur 1400 mm chroniony był za pomocą jednej instalacji ochrony katodowej – ok. 440 tys. m<sup>2</sup>, zaprojektowano na nim około 120 stacji kontrolno-pomiarowych i tylko jedną stację ochrony katodowej i 1 układ anodowy. Inny przykład: wg ŚZWPP/2003 jednakowo pracochłonny jest projekt odcinka ok. 4,5 km rurociągu o średnicy 1400 mm w izolacji polietylenowej (1 instalacja, 2 punkty pomiarowe, 1 układ anodowy) jak ok. 63 km rurociągu o średnicy 100 mm w izolacji bitumicznej (6 instalacji, 63 punkty pomiarowe, 6 układów anodowych). Oznacza to, że przyjęty sposób określania ilości j.n.p. na podstawie powierzchni poddawanej ochronie nie odzwierciedla wymagań technicznych ujętych w normach i w rzeczywistości stosowanej praktyki projektowej w stosunku do konstrukcji liniowych sytuowanych samodzielnie w terenie.

5. Nakłady początkowe na wykonanie projektu ochrony katodowej uzależnione są od aktualnych przepisów (wymagania Prawa budowlanego) oraz ogólnie uznanych norm technicznych. Mimo tego, że w ostatnim okresie nastąpiło wyraźne rozszerzenie w tym zakresie obowiązków, pracochłonność „początkowa” (najmniejsza w tabeli), tzn. stała i niezależna od wielkości projektu, w ŚZWPP/2003 została zmniejszona z 675 j.n.p. do 500 j.n.p. Nowa norma europejska PN-EN 12954 stawia w tym obszarze także nowe wymagania. Zgłaszane postulaty sugerują przypisanie takiej wartości początkowej „nakładów” do każdej instalacji ochrony katodowej, przy czym pojęcie „instalacja ochrony katodowej” dotyczy obiektu chronionego z pojedynczego źródła prądu ochronnego i obejmuje wydzielony obszar konstrukcji stalowej wraz z wszystkimi elementami kontroli skuteczności ochrony przeciwkorozyjnej oraz oddziaływania instalacji na otoczenie. Na przykład ochrona katodowa 200 km rurociągu może składać się z 6 instalacji, a do każdej z nich przypisane zostanie odpowiednie „uzbrojenie techniczne”. Najnowsze trendy w tym zakresie wręcz narzucają potrzebę elektrycznej separacji poszczególnych odcinków rurociągów i indywidualną ochronę katodową każdego z nich.
6. Niezależnie od wielkości instalacji, a nawet dla rodzaju lokalnego obiektu, np. instalacji zbiorników podziemnych (jednego lub nawet kilku objętych jedną instalacją ochrony katodowej), któremu nie można przypisać określonej długości, początkowe nakłady na projekt ochrony katodowej są analogiczne jak dla obiektu o charakterze liniowym – powiedzmy o długości 0, obejmują bowiem zaprojektowanie źródła ochrony katodowej, rozkładu układów anodowych oraz systemu kontrolno-pomiarowego. Oznacza to, że w kalkulacjach nakładów można przyjmować określone nakłady początkowe w przeliczeniu na jedną instalację ochrony katodowej z najprostszym systemem kontrolno-pomiarowym.

### **Pracochłonność wykonania projektu ochrony katodowej**

Analizując powyższe argumenty można generalnie przyjąć, że pracochłonność wykonania projektu ochrony katodowej instalacji podziemnych jest:

- a. wprost proporcjonalna do ilości instalacji ochrony katodowej dla całego objętego projektem obiektu (magistrali rurociągów, instalacji rurociągów i zbiorników w infrastrukturze podziemnej itp.),

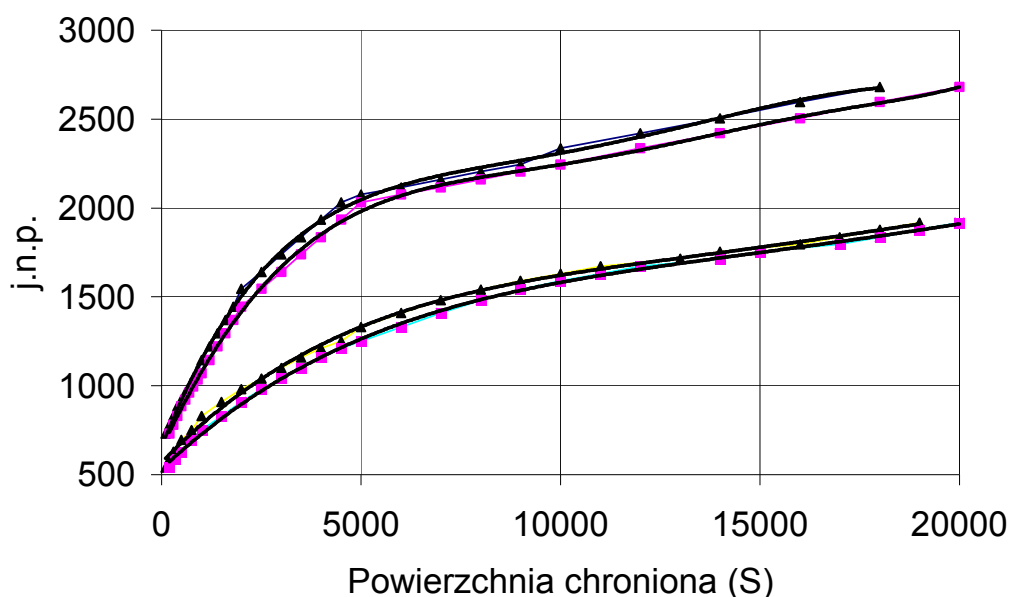
- b. wprost proporcjonalna do długości chronionego obiektu, jeśli ma charakter liniowy (rurociągi),
- c. odwrotnie proporcjonalna do jakości powłoki izolacyjnej, tj.:
  - dla powłoki starej, złej jakości na istniejącym, od lat eksploatowanym obiekcie jest proporcjonalna do chronionej powierzchni,
  - dla powłoki nowej generacji nie zależy praktycznie od wielkości powierzchni chronionej, a ponadto może być jeszcze znacząco zmniejszona, jeśli wybrana zostanie technologia ochrony katodowej za pomocą anod galwanicznych,
- d. wprost proporcjonalna do zagęszczenia instalacji (długości i ilości obiektów przypadających na jednostkę powierzchni terenu, ilości skrzyżowań i kolizji – aglomeracje miejskie i przemysłowe),
- e. znacząco większa dla obiektów istniejących w stosunku do obiektów nowoprojektowanych (obowiązek wykonania pomiarów terenowych),
- f. znacząco większa w rejonach rzeczywistego lub przewidywanego oddziaływania prądów błędnych (w pobliżu zelektryfikowanych linii kolejowych, w pobliżu trakcji tramwajowych, w rejonie oddziaływania linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia), w stopniu proporcjonalnym do długości zbliżeń obiektów do źródła prądów błędnych (nie skrzyżowania a równoległy przebieg decyduje o wielkości oddziaływania i utrudnieniach projektowych),
- g. znacząco większa, proporcjonalna do chronionej powierzchni, jeśli chroniony obiekt znajduje się w otoczeniu innych obiektów nie poddawanych ochronie (np. w aglomeracji miejskiej) – w stopniu dodatkowo zależnym od jakości powłoki izolacyjnej na chronionym obiekcie (im jest gorsza tym stopień utrudnienia większy),
- h. znacząco większa, proporcjonalnie do długości chronionego obiektu, jeśli zbudowany jest on z segmentów nie gwarantujących ciągłości elektrycznej (np. połączenia kielichowe wodociągów lub kompensatory rurociągów budowanych w rejonie szkód górniczych),
- i. znacząco większa, jeśli chroniony obiekt lub instalacja ze względów bezpieczeństwa nie mogą być odseparowane elektrycznie od innych metalowych obiektów podziemnych, np. uziemień, zbrojenia konstrukcji żelbetowych itp.

### **Baza odniesienia przy zmianie metodyki obliczeń kosztów projektowania**

Dochodząc na podstawie wyżej podanych zależności związanych z pracochłonnością prac projektowych do określenia jednostkowych nakładów projektowych należy odwołać się do wskaźników ujętych w dotychczasowych „Zasadach...” – (ŚZWPP/2003) w odniesieniu do obiektów posiadających cechy współczesne (np. fabryczne powłoki izolacyjne z tworzyw sztucznych) oraz „Zasadach...” – poprzednich (wydanych przed 2003 r.) w odniesieniu do obiektów starych (np. z powłokami bitumicznymi). Nieodzowne wydaje się tutaj zachowanie analogicznego poziomu do istniejącego, jednak z wyraźną korektą wynikającą z różnego rodzaju utrudnień i stopnia komplikacji projektowanych rozwiązań technicznych.

W zależności od powierzchni chronionej (S) bazę odniesienia pracochłonności prac projektowych dla rurociągów przedstawić można w postaci wykresu, który zamieszczony został na rys. 1. Na wykresie linią połączone są punkty określone z tabel zamieszczonych w „Zasadach...” (górna – „stare”, dolna – „nowe”) z uwzględnieniem przedziałów (pary krzywych odnoszą się do górnego i dolnego przedziału wartości w tabeli) ujętych w kolumnie 2 tych tabel (dla kabli wartości te są większe o współczynnik rosnący w przedziale od ok. 1,3 do 1,5 - ale przyjęto w rozważaniach, że odnosić się one będą obecnie wyłącznie do ochrony katodowej instalacji stalowych).

Wg ŚZWPP - tabela 60.4 przed 2003 r.  
i tabela 55.4 - 2003 r.



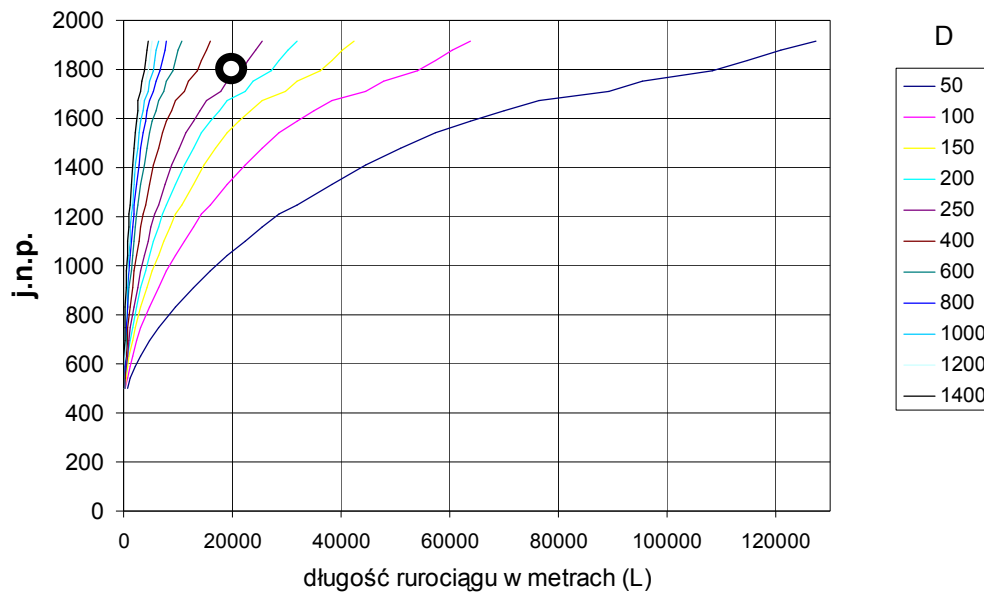
Analizując przebieg wykresu można przyjąć, że średni współczynnik obniżenia pracochłonności przyjęty w „nowych” „Zasadach...” wynosi średnio 0,7, a jeśli przyjąć, że obecne wskaźniki dotyczą nowobudowanych obiektów w powłoce izolacyjnej nowej generacji, to w stosunku do obiektów w powłokach tradycyjnych należałoby przyjmować co najmniej współczynnik zwiększający równy 1,3.

Najmniejszą stawką za projekt instalacji ochrony katodowej wg ŚZWPP/2003 jest 500 j.n.p. + 245 j.n.p. na „wytyczne rozruchu”. We wcześniejszych „Zasadach...” przed 2003 r. było 675 j.n.p. + 325 j.n.p.).

Przeliczając powierzchnię rurowciągów na ich długość w funkcji średnicy zewnętrznej i łącząc te dane z zawartością tabeli przeliczających dla rurowciągów w ŚZWPP/2003 można uzyskać zależność nakładów na prace projektowe w zależności od długości rurowciągu oraz jego średnicy. Otrzymane w ten sposób zależności przedstawione zostały na rys. 2. Uzyskany pęk krzywych wyraźnie wskazuje na dysproporcje w nakładach projektowych w zależności od średnicy rurowciągu, co jak już wcześniej wspomniano, nie ma pokrycia w rzeczywistości.

Najwięcej projektuje się systemów ochrony katodowej dla obiektów magistralnych, a więc o średnicach zazwyczaj większych niż 250 mm. Jednak ostatnie tendencje wskazują na potrzebę uwzględnienia wzrostu zainteresowania ochroną katodową sieci rozdzielczych o średnicach od  $D=50$  do  $D=200$  mm. Przyjmując więc średnicę  $D=250$  jako średnią wielkość rurowciągu i przyjmując odcinek 20 km jako dający się objąć jedną instalacją ochrony katodowej (średnio), dla której przyjęto nakład początkowy równy 600 j.n.p., a także zakładając, że istniejąca aktualnie tabela nie uwzględniała wymagań normy europejskiej (formalnie uznanej niedawno), można ustalić średnią dotychczasową pracochłonność przypadającą na jedną stację kontrolno-pomiarową (norma zakładała co najmniej jedną stację pomiarową na 1 km trasy rurowciągu). Tak wybrana wartość średnia zaznaczona jest kółkiem na rys. 2.

Wg ŚZWPP - 2003 w zależności od długości rurociągu (L) i jego średnicy (D)



Rys. 2. Pracochłonność prac projektowych w zależności od długości rurociągu oraz jego średnicy

Z wykresu wynika, że dla 20 km odcinka rurociągu  $D=250$  mm nakład na projektowanie wynosi 1800 j.n.p. Przyjmując nakład na zaprojektowanie stacji ochrony katodowej 600 j.n.p. można wyliczyć nakład przypadający na jedną stację (punkt) kontrolno-pomiarową:

$$(1800 - 600)/20 = 60 \text{ j.n.p./km} = 60 \text{ j.n.p./stację kontrolno-pomiarową} \quad (1)$$

W ten sposób można odnieść dotychczasowy sposób obliczania kosztów projektów ochrony katodowej na podstawie wielkości powierzchni chronionej do nowego sposobu – obliczania pracochłonności na podstawie długości chronionego obiektu, a ściślej ilości projektowanych elementów systemu ochrony katodowej (źródło zasilania w energię elektryczną, ilości miejsc służących do kontroli funkcjonowania i oceny skuteczności działania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego).

### Nowy sposób obliczania pracochłonności prac projektowych ochrony katodowej

Posługując się wyżej sformułowanymi założeniami można skonstruować następujący ogólny sposób obliczenia pracochłonności wykonania projektu instalacji ochrony katodowej:

$$(\text{nakład na instalację}) \times (W1) + (\text{nakład na stację pomiarową}) \times (W2) \times L[\text{km}] \quad (2)$$

gdzie  $W1$  i  $W2$  są współczynnikami korygującymi w zależności od stopnia złożoności konstrukcji chronionej oraz zastosowanych technologii, zaś  $L$  – długość w kilometrach konstrukcji liniowej lub wartość  $L=1$  dla obiektu skupionego.

Jeśli więc przyjąć zaproponowane wyżej wielkości i uwzględnić jeszcze inne czynniki, to dla pojedynczej instalacji ochrony katodowej nakłady na projektowanie można obliczyć wg ogólnego wzoru (zaakceptowanego przez Radę Koordynacyjną Biur Projektów):

$$\text{j.n.p.} = (600 \cdot W1 + 60 \cdot L \cdot W2 \cdot W3) \cdot W4 + 245 \quad (3)$$

Dla całego obiektu globalne nakłady będą sumą dla poszczególnych instalacji ochrony katodowej (np. jeśli na rurociągu o długości 60 km będą 4 instalacje ochrony katodowej – obliczenia trzeba będzie wykonać indywidualnie dla każdej instalacji, bo mogą się różnić, a następnie zsumować nakłady).

Współczynniki określa się w następujący sposób:

$W1$  – współczynnik zależny przede wszystkim od przyjętej technologii ochrony katodowej (koszt wykonania podstawowych czynności projektowych dla pojedynczej instalacji):

$W1 = 1,0$  dla instalacji z zewnętrznym źródłem prądu z pojedynczą anodą oraz elektrycznych drenaży wzmocnionych, powiększony o dodatek

$D1 = 0,05$  dla każdej dodatkowej anody w układzie anodowym,

$W1 = 0,85$  dla instalacji za pomocą anod galwanicznych (analogicznie jak w dotychczasowych „Zasadach...”),

$W1 = 0,85$  dla instalacji z elektrycznym drenażem polaryzowanym lub innym tego rodzaju urządzeniem nie wymagającym zasilania w energię elektryczną,

Współczynnik  $W1$  należy zwiększyć o dodatek

$D2 = 0,2$  dla każdej instalacji zaopatrzonej w system zdalnego monitorowania pracy instalacji (np. drogą radiową).

$L$  – długość konstrukcji w km, równa 1 dla obiektów skupionych

$W2$  – współczynnik równy średniej ilości stacji kontrolno-pomiarowych przypadających na 1 km trasy konstrukcji (dla szacunków, przed zapoznaniem się z przebiegiem konstrukcji w terenie, można przyjąć wartość równą 1), wg wzoru

$$W2 = n_{pom}/L \quad (4)$$

gdzie  $n_{pom}$  – ilość stacji kontrolno-pomiarowych dla danej instalacji

$W3$  – współczynnik równy jedności powiększony o udział odcinków zagrożonych oddziaływaniem zewnętrznych prądów i interferencji w stosunku do całej długości konstrukcji, wg wzoru

$$W3 = 1 + 0,3 \cdot (L_{zag}/L) \quad (5)$$

gdzie  $L_{zag}$  – długość konstrukcji podlegającej szkodliwym oddziaływaniom prądów błędzących lub prądów indukowanych z linii elektroenergetycznych WN,

gdy cała konstrukcja jest zagrożona szkodliwym oddziaływaniem

$W3 = 1,3$

$W4$  – współczynniki związane z utrudnieniami:

$W4 = 1,25$  dla obiektów segmentowanych (np. połączeń kielichowych)

$W4 = 1,3$  dla obiektów w tradycyjnej powłoce bitumicznej

$W4 = 1,4$  dla istniejących eksploatowanych obiektów

$W4 = 1,5$  dla obiektów złożonych, w terenie miejskim i uziemionych (analogicznie jak w dotychczasowych „Zasadach...”).

Jeżeli zabezpieczany obiekt, dla którego projektowana jest ochrona katodowa odpowiada więcej niż jednemu powyższemu przypadkowi utrudnień projektowych, to do obliczeń przyjmuje się tylko współczynnik o największej wartości.

## Literatura

[1] „Środowiskowe zasady wycen prac projektowych –2006”. Izba Projektowania Budowlanego – Rada Koordynacyjna Biur Projektowych, Warszawa 2006, BISPROL – Zakład Wydawnictw.