

**PRZEGLĄD TERMINOLOGII W OCHRONIE KATODOWEJ
NORMY I PRAKTYKA**

**REVIEW OF TERMS APPLIED TO CATHODIC PROTECTION
STANDARDS AND COMMON PRACTICE**

Maciej Malicki

Atagor Sp. z o.o.

Słowa kluczowe: korozja, ochrona elektrochemiczna, ochrona katodowa, terminologia, nazewnictwo

Keywords: corrosion, electrochemical protection, cathodic protection, terminology, naming

Streszczenie

W artykule podjęto tematykę terminologii w zakresie ochrony katodowej konstrukcji podziemnych w normach polskich, europejskich oraz ISO. Przedstawiono wyniki przeglądu wybranych norm pod kątem zgodności zdefiniowanych w nich terminów. Przedstawiono przykłady rozbieżności w definicji wybranych terminów w różnych normach oraz zasygnalizowano potrzebę usystematyzowania i ujednoczenia terminologii. Omówiono także przykłady obecnych w żargonie technicznym terminów, które stosowane są niezgodnie z definicjami zawartymi w normach.

Abstract

The article takes on the subject of terminology in the field of cathodic protection of underground structures in Polish, European and ISO standards. It presents the results of terminology review of selected standards and their compliance. The examples of differences in definition of some terms in various standards are presented. Results of the review show the need to systematize and standardize terminology. The last part contains a discussion on the examples of current technical jargon terms that are used not in accordance with standard definitions.

Podziękowania

Autor artykułu pragnie podziękować za konsultacje i udostępnione materiały dr inż. Wojciechowi Sokólskiemu, którego spostrzeżenia i sugestie stanowiły przyczynek do powstania niniejszego artykułu.

Wprowadzenie

Podstawą każdej dziedziny wiedzy jest odpowiednio usystematyzowana terminologia. Stanowi ona płaszczyznę wymiany informacji pomiędzy specjalistami zarówno w formie pisanej jak i ustnej. Brak jednolitej terminologii może prowadzić do nieporozumień, być powodem sporów i dyskusji, a niekiedy wręcz być przyczyną poważnych błędów, jeżeli np. Projektant systemu ochrony katodowej i jego Wykonawca posługują się terminami rozumianymi w sposób odrębny.

Obecnie w Polsce dostępnych jest szereg norm dotyczących ochrony katodowej konstrukcji podziemnych, które powstawały na przestrzeni lat, ponadto część z nich była tworzona przez różne komitety normalizacyjne. Wśród nich można wyróżnić normy terminologiczne: Polską Normę PN-E-05030-10 *Ochrona przed korozją – Elektrochemiczna ochrona katodowa i anodowa – Terminologia* oraz normę Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej PN-EN ISO 8044 *Korozja metali i stopów - Podstawowe terminy i definicje*. Definicje wprowadzane są także w normach ogólnych: PN-EN 12954 *Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach - Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów* oraz PN-EN 13509 *Metody pomiarowe w ochronie katodowej*, a także normach szczegółowych: PN-EN 13636 *Ochrona katodowa metalowych zbiorników podziemnych i związanych z nimi rurociągów*, PN-EN 14505 *Ochrona katodowa konstrukcji złożonych*, PN-EN 50162 *Ochrona przed korozją powodowaną przez prądy błądzące z układów prądu stałego*, PN-EN 15280 *Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia na zakopanych rurociągach korozji wywołanej prądem przemiennym stosowana do rurociągów chronionych katodowo* oraz PN-EN 12068:2002 *Ochrona katodowa - Zewnętrzne powłoki organiczne stosowane łącznie z ochroną katodową do ochrony przed korozją podziemnych lub podwodnych rurociągów stalowych - Taśmy i materiały kurczliwe*.

Niestety istnieją pewne rozbieżności w definicji terminów w różnych normach. Część z nich stanowią drobne niuanse, zdarzają się jednak także istotne różnice. Przy dokonywaniu przeglądu terminologii jako punkt odniesienia przyjęto Polską Normę PN-E-05030-10. W toku prac dla każdego terminu zamieszczonego w normie zestawiono i porównano definicje z pozostałych wymienionych wyżej norm (jeżeli zawierały one dany termin). Wyniki przeglądu omówiono poniżej.

Przykłady rozbieżności definicji terminów w różnych normach

Środowisko elektrolityczne; elektrolit – zdefiniowano w normie PN-E-05030-10 jako *Środowisko przewodzące prąd elektryczny za pośrednictwem jonów, np. ziemia, woda*. Norma PN-EN ISO 8044 definiuje elektrolit jako *Medium, w którym prąd elektryczny przenoszony jest przez jony*, natomiast norma PN-EN 12954 jako *Ciecz lub ciekły składnik w medium, np. w ziemi, w którym przepływ prądu elektrycznego ma charakter ruchu jonów*. O ile dwie pierwsze definicje można uznać za zbieżne, to norma PN-EN 12954 ogranicza definicję elektrolitu do cieczy lub też tylko ciekłego składnika medium. Wyklucza to z definicji ciała stałe i gazy, w których może także występować przewodnictwo jonowe, jednak wystąpienie tych przypadków w praktyce ochrony katodowej jest mało prawdopodobne. Bardziej istotną konsekwencją jest fakt, że według tej definicji ziemia nie jest elektrolitem, tylko zawarta w niej woda, co stoi w sprzeczności z pierwszą definicją, w której ziemia (rozumiana jako gleba) podana jest jako przykład elektrolitu.

Potencjał korozyjny E_n ; potencjał spoczynkowy – według normy PN-E-05030-10 te dwa terminy są ze sobą tożsame i oznaczają *Potencjał metalowej konstrukcji ustalający się samoistnie w warunkach naturalnych bez polaryzacji prądem zewnętrznym*. Norma PN-EN ISO 8044 wprowadza odrębne definicje dla tych terminów: Potencjał korozyjny - Potencjał elektrodowy metalu w danym układzie korozyjnym. *UWAGA Termin ten jest używany bez względu na to czy brany jest pod uwagę sumaryczny (zewnętrzny) przepływ prądu do lub od powierzchni metalu, czy też nie*; Swobodny potencjał korozyjny, spoczynkowy potencjał korozyjny – *Potencjał korozyjny, występujący przy braku sumarycznego (zewnętrznego) prądu płynącego do lub od powierzchni metalu*. Przykładem zastosowania tych definicji może być określenie potencjału na rurociągu przed uruchomieniem systemu ochrony katodowej, jednak przy obecności prądów błądzących. Według pierwszej definicji nie jest to ani potencjał korozyjny ani potencjał spoczynkowy, ponieważ mamy do czynienia z polaryzacją wywołaną prądem zewnętrznym. Według definicji normy ISO zmierzona wielkość możemy nazwać potencjałem korozyjnym, lecz już nie swobodnym ani spoczynkowym potencjałem korozyjnym.

Potencjał ochrony – zdefiniowano w normie PN-E-05030-10 jako *Wartość potencjału konstrukcji, przy której szybkość korozji metalu jest możliwa do przyjęcia (zaakceptowania)*. Podobnie w PN-EN 12954 jest to *Potencjał konstrukcji, przy którym postęp korozji metalu można zaakceptować*. Natomiast PN-EN ISO 8044 mówi o *Wartości progowej potencjału korozyjnego, którą należy uzyskać, aby osiągnąć zakres potencjałów ochronnych*. Zarówno Polska Norma jak i europejska mówią o pewnym zakresie (zbiorze) potencjałów, który może być indywidualnie ustalony w zależności od akceptowalnej szybkości korozji (oczywiście w treści normy ta szybkość jest ściśle określona, ale tu rozpatrywana jest sama definicja). Norma ISO jest w tym przypadku bardziej precyzyjna i definiuje potencjał ochronny jako konkretną, ściśle określoną wartość, a nie zbiór wartości. Podobnie wygląda sytuacja w przypadku definicji potencjału pasywacji.

Gradient potencjału – według norm PN-EN 12954 i PN-EN 13509 jest to *Różnica potencjałów pomiędzy dwoma różnymi punktami w tym samym polu elektrycznym*. Natomiast definicja w normie PN-E-05030-10 mówi o *Różnicy potencjałów w polu elektrycznym między dwoma różnymi punktami np. na powierzchni ziemi, mierzona względem jednakowych elektrod odniesienia*. Definicje posiadają dwie subtelne różnice. Po pierwsze normy europejskie mówią o *tym samym polu elektrycznym*, natomiast w praktyce mamy najczęściej do czynienia z superpozycją dwóch lub więcej pól, których źródłem są sąsiednie defekty, prądy błądzące, telluryczne itp. Druga różnica wynika z ograniczenia w Polskiej Normie do stosowania *jednakowych elektrod odniesienia*. O ile jest to rzadko stosowane w praktyce, to teoretycznie możliwe jest wykonanie pomiaru gradientu względem różnych elektrod odniesienia, jeżeli tylko znamy różnicę potencjałów pomiędzy nimi.

Potencjał wyłączeniowy E_{off} - zdefiniowano w normie PN-E-05030-10 jako *Potencjał konstrukcji mierzony bezpośrednio po wyłączeniu prądu polaryzującego*. Na podstawie tej definicji niedoświadczony adept ochrony katodowej mógłby przykładowo wykonać pomiar potencjału wyłączeniowego na rurociągu w punkcie дренаżu, wyłączając najbliższą stację ochrony katodowej, nie zważając na działanie ew. sąsiednich stacji. Normy PN-EN 12954 i PN-EN 13509 są w tym przypadku bardziej precyzyjne, wprowadzając definicję: *Potencjał konstrukcji zmierzony natychmiast po synchronicznym wyłączeniu wszystkich źródeł prądu*

ochrony katodowej, zwracając uwagę na konieczność rozpatrywania całego systemu ochrony katodowej.

Pokrycie (powłoka, osłona) – zgodnie z normą PN-EN ISO 8044 jest to *Warstwa(wy) materiału naniesiona(e) na powierzchnię metalu w celu zapewnienia ochrony przed korozją*. W tej definicji zawierają się zarówno powłoki izolujące elektrycznie jak i nie posiadające właściwości izolacyjnych, a nakładane w celu zapewnienia ochrony przed korozją, np. powłoki cynkowe. Norma PN-E-05030-10 wyklucza ten typ powłok z definicji, która mówi o *Warstwie elektrycznie izolującej na powierzchni metalowej konstrukcji, przewidzianej do ochrony biernej przed korozją*. Dodatkową wymaganą cechą powłoki, jaką jest bezpośredni kontakt z powierzchnią chronioną wprowadza norma PN-EN 50162, w definicji: *Izolujące elektrycznie i przylegające do powierzchni metalu pokrycie mające na celu ochronę przed korozją przez usunięcie styczności między elektrolitem a powierzchnią metalu*.

Rezystancja przejścia – według normy PN-E-05030-10 jest to *Rezystancja między konstrukcją a środowiskiem elektrolitycznym odniesiona do jednostki powierzchni lub jednostki długości tej konstrukcji*. Natomiast w normie PN-EN 12954 ta wartość określana jest mianem jednostkowej rezystancji powłoki, jednostkowej rezystancji konstrukcja-ziemia (r_{co}) i zdefiniowana jako *Wartość obliczona ze stosunku różnicy między potencjałem załączeniowym i wyłączeniowym do prądu ochrony i powierzchni konstrukcji*. Zwykle wyrażona w omach razy metr kwadratowy ($\Omega \cdot m^2$). Termin rezystancja przejścia jest często stosowany zamiennie z terminem rezystancja rozplwywu, o czym więcej w ostatniej części artykułu.

Obca konstrukcja, sąsiadująca – jest zdefiniowana w normie PN-E-05030-10 jako *Każda dowolna, sąsiednia metalowa konstrukcja nie włączona w system ochrony katodowej*. Natomiast norma PN-EN 12954 definiuje obcą konstrukcję jako *Każdą konstrukcję sąsiadującą z konstrukcją rozważaną*. Wynika z tego, że według Polskiej Normy obca konstrukcja po włączeniu w system ochrony katodowej (np. poprzez łączniki z rezystorami) nie jest już obcą konstrukcją, natomiast według normy europejskiej nadal nią pozostaje.

Gęstość prądu ochrony – według normy PN-E-05030-10 jest to *Wartość natężenia prądu ochrony elektrochemicznej odniesiona do jednostki chronionej powierzchni metalowej konstrukcji wyrażana zwykle w mA/m²*. Natomiast zgodnie z normą PN-EN ISO 8044 (gęstość prądu ochronnego) jest to *Gęstość prądu, która jest wymagana, aby potencjał korozyjny, znajdował się w zakresie potencjałów ochronnych*. Pierwsza definicja mówi o samej gęstości prądu, nie narzucając dodatkowych warunków na jej wartość, natomiast druga definicja odnosi się do terminu gęstości prądu i określa dodatkowe warunki, jakie musi spełnić jej wartość aby podlegać pod definicję terminu.

Łącznik zabezpieczający (ang. continuity bond) – zdefiniowano w normie PN-E-05030-10 jako *Połączenie instalowane między konstrukcją chronioną katodowo i drugą nie chronioną, w celu zabezpieczenia tej ostatniej przed szkodliwym oddziaływaniem*. Odpowiadający termin angielski, jednak przetłumaczony jako łącznik równoległy (łącznik bocznikujący) jest zdefiniowany w normie PN-EN 12954 jako *Łącznik specjalnie przewidziany i zainstalowany w celu zapewnienia ciągłości elektrycznej konstrukcji*. Oznacza to, że np. łączniki zamontowane na rurociągu z kompensatorami w celu zapewnienia ciągłości galwanicznej nie

podlegają pod definicję zawartą w Polskiej Normie, natomiast przeciwnie w przypadku normy europejskiej.

Anoda galwaniczna – zgodnie z normą PN-E-05030-10 jest to *Stosowana w układach ochrony katodowej anoda dostarczająca prąd ochrony katodowej w działaniu galwanicznym*, natomiast zgodnie z PN-EN 12954 jest to *Elektroda, która dostarcza prąd ochrony katodowej wskutek reakcji galwanicznej*. Obie definicje zawierają niefortunne sformułowania: *działanie galwaniczne* lepiej byłoby zastąpić działaniem ogniwa galwanicznego, natomiast *reakcję galwaniczną* – reakcją chemiczną.

Stacja ochrony katodowej – w normie PN-E-05030-10 oznacza *Urządzenie elektryczne wraz z niezbędnym wyposażeniem stanowiące zewnętrzne źródło zasilające instalację ochrony katodowej*, natomiast w normie PN-EN 12954 *Stację z zewnętrznym źródłem prądu lub układ anod galwanicznych*. Definicja zawarta w Polskiej Normie dotyczy wyłącznie ochrony prądem z zewnętrznego źródła, natomiast definicja z normy europejskiej dotyczy zarówno ochrony prądem z zewnętrznego źródła jak i za pomocą anod galwanicznych. Różnica jest istotna i została też uwypuklona w odsyłaczu krajowym do polskiej wersji normy europejskiej.

Drenaż wzmocniony – jest zdefiniowany w normie PN-E-05030-10 jako *Drenaż elektryczny, w którym między konstrukcją chronioną a źródło prądów błędzących włączone jest dodatkowe źródło prądu stałego*. Z kolei według normy PN-EN 12954 oznacza *Rodzaj drenażu, w którym połączenie między konstrukcją chronioną, a systemem trakcji zawiera niezależne źródło prądu stałego*. Polska Norma nie precyzuje źródła prądów błędzących – może nim być np. trakcja kolejowa, tramwajowa, systemy spawalnicze lub obce systemy ochrony katodowej. Natomiast norma europejska definicyjnie zawęża zastosowanie drenażu wzmocnionego do przeciwdziałania negatywnym skutkom działania prądów błędzących pochodzących z systemu trakcji.

Separacja elektryczna – zgodnie z normą PN-EN 12954 ma ona miejsce, gdy *między konstrukcjami lub ich częściami nie może płynąć prąd*. Natomiast według normy PN-EN 13636 separacja elektryczna jest to *Oddzielenie dwóch różnych konstrukcji metalowych celem uniemożliwienia pomiędzy nimi przepływu elektronów*. Ponieważ nośnikami ładunku elektrycznego mogą być elektrony albo jony, prąd może mieć charakter odpowiednio elektronowy lub jonowy. Przewodnictwo elektronowe występuje w metalach, a jonowe w elektrolitach. Zatem zgodnie z definicją zawartą w normie PN-EN 12954 dwa odcinki rurociągu ułożone w gruncie i oddzielone monoblokiem izolującym nie są odseparowane elektrycznie od siebie, ponieważ może pomiędzy nimi płynąć prąd o charakterze jonowym. Stosując definicję z normy PN-EN 13636 w tej samej sytuacji możemy mówić o separacji elektrycznej, ponieważ nie istnieje droga bezpośredniego przepływu elektronów.

Przykłady powszechnego stosowania terminów niezgodnie z definicją normatywną

Jednym z najbardziej powszechnych przykładów stosowania terminu niezgodnie z definicją normatywną jest sonda. Zgodnie z normą PN-EN 12954 sonda pomiarowa to *układ złożony z elektrody symulującej i związanej z nią elektrody odniesienia, wykorzystywany do pomiarów potencjału konstrukcji w celu uniknięcia błędów pomiarowych powodowanych omowym spadkiem napięcia (składowa IR)*. Tymczasem termin ten jest bardzo często stosowany w odniesieniu do elektrody odniesienia zarówno stałej jak i przenośnej.

Kolejnym przykładem są powszechnie stosowane zamiennie terminy do określenia elektrody symulującej. Zgodnie z normą PN-EN 12954 elektroda symulująca to *reprezentatywna próbka metalu, stosowana do ilościowej oceny postępu korozji lub skuteczności zastosowanej ochrony katodowej*. Niestety bardzo często zamiast określenia elektroda symulująca można usłyszeć lub nawet spotkać w projektach określenia: plytka symulująca lub co gorsza plytka symulacyjna.

Termin rezystancja przejścia z Polskiej Normy odpowiada jednostkowej rezystancji powłoki, czy też jednostkowej rezystancji konstrukcja-ziemia (PN-EN 12954), jak opisano w pierwszej części artykułu. Odnosi się zatem do rezystancji między konstrukcją, a środowiskiem elektrolitycznym, odniesionej do jednostki powierzchni tej konstrukcji i typowo jest stosowany do określenia stanu powłoki izolacyjnej. Tymczasem bardzo często można spotkać zastosowanie terminu rezystancja przejścia w odniesieniu do stałych elektrod odniesienia, elektrod symulujących lub czujników korozymetrycznych, podczas gdy terminem charakteryzującym kontakt wymienionych elementów ze środowiskiem elektrolitycznym jest rezystancja rozplywu, czyli zgodnie z PN-EN 15280 (tłumaczenie z PKN-CEN/TS 15280) *Miejscowa rezystancja względem ziemi metalu eksponowanego w środowisku*.

Warto też pamiętać, że zgodnie z PN-EN 12954 stacja pomiarowa, czy też słupek kontrolno-pomiarowy jest to *Instalacja umożliwiająca pomiary i badania konstrukcji w gruncie*. *UWAGA: Taka instalacja obejmuje kable i podłączenia do konstrukcji*. Natomiast punkt pomiarowy jest to *Miejsce lokalizacji stacji pomiarowej*. Nie można zatem wybudować, czy też wyremontować punktu pomiarowego, jak to często jest określane np. w specyfikacjach przetargowych. Można natomiast wybudować stację pomiarową w punkcie pomiarowym.

Ostatnio w specyfikacjach przetargowych, a także i w projektach często spotkać można określenie uziom anodowy półgłęboki, w odniesieniu do uziołów pionowych zamontowanych w odwiertach o głębokości ok. 30 m. Termin ten nie jest zdefiniowany w normach, natomiast w PN-E-05030-10 jest zdefiniowany uziom anodowy głęboki, jako *Pionowy uziom anodowy, którego górna część umieszczona jest w ziemi na głębokości większej niż 15 m*. Pozostaje zatem zastanawiać się nad pochodzeniem oraz zasadnością stosowania tego terminu i ew. parametrami, które powinny charakteryzować taki rodzaj uziołu.

Warto także zwrócić uwagę na fakt, iż często zamiennie stosowane terminy: defekt powłoki i uszkodzenie powłoki, posiadają odrębne definicje w PN-EN 13509. Defekt powłoki zdefiniowany jest jako *miejscowy ubytek powłoki ochronnej (np. dziury, porowatość)*, natomiast uszkodzenie – jako *nieszczelność powłoki ochronnej, w której odsłonięty metal styka się ze środowiskiem*. Różnica pomiędzy tymi terminami jest na pierwszy rzut oka trudna do uchwycenia. Wydaje się, że defekt oznacza ubytek powłoki, ale taki w którym metal nie jest odsłonięty, w przeciwieństwie do uszkodzenia. Niestety definicja defektu nie wyklucza występowania odkrytej powierzchni metalu kontaktującej się z elektrolitem, zatem wyjaśnienia przynajmniej częściowo pokrywają się znaczeniowo. Bardziej sensownym wydaje się rozróżnienie, które mogłoby polegać na założeniu, że defekty są wynikiem błędów w procesie produkcyjnym powłoki, natomiast uszkodzenia powstają podczas transportu, składowania, montażu czy eksploatacji.

Podsumowanie

Zaprezentowane przykłady pokazują, że istnieją niejasności i nieścisłości w definicjach terminów zawartych w obowiązujących normach z zakresu ochrony katodowej konstrukcji podziemnych. Ponadto definicje niektórych terminów zawarte w normach różnią się pomiędzy sobą niekiedy nawet w znaczący sposób. Wskazuje to na konieczność dokonania przeglądu, ujednolicenia i uporządkowania terminologii.

Swoisty bałagan terminologiczny panuje także w języku, którym posługują się na co dzień specjaliści i projektanci. Po części może on wynikać z pewnych zaszłości i zmian w terminologii, które były efektem integracji europejskiej i harmonizacji standardów. Przedstawiony stan terminologii w normach dodatkowo pogarsza sytuację. Niemniej jednak każdy powinien dbać o jakość języka technicznego, którym się posługuje, ponieważ świadczy to o jego profesjonalizmie i szacunku do osób, z którymi współpracuje.