Uziom CBM odporny na korozję

CBM TECHNOLOGY



Układy uziemiające

Układy uziemiające

zgodne z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury oraz z polskimi normami pod względem odporności na korozję galwaniczną

Uziemienie jest jednym z najważniejszych elementów obiektów budowlanych zapewniającym bezpieczeństwo istot żywych przed porażeniem prądem zwarciowym lub piorunowym, dlatego też zostało one objęte Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 i 2022 poz. 1225) [N1].

Rozporządzenie zawiera w § 184 informację, że wszystkie elementy metalowe (np. pręty zbrojeniowe lub przewody uziemiające) umieszczone w betonie powinny być połączone i wykorzystane jako uziom fundamentowy.

§ 184

...Jako uziom instalacji elektrycznej należy wykorzystać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach stanowiące sztuczny uziom fundamentowy...

W takim układzie istotną informacją jest fakt, że stal umieszczona w betonie zmienia swój potencjał na potencjał miedzi. Powoduje to, że fundament po połączeniu galwanicznym z metalem umieszczonym w gruncie, który ma niższy potencjał niż miedź, staje się katodą w stosunku do tego metalu (np. bednarki stalowej ocynkowanej) i powoduje jego korozję galwaniczną, co możemy zobaczyć na rysunku 1.

Poniżej zostały przedstawione fragmenty norm polskich, które powyższe zjawisko opisują i, co istotne, zostały one przywołane w w/w Rozporządzeniu **nadając im status obligatoryjny.**

PN-HD 60364-5-54 [N2]:

C.4 Możliwe problemy korozji dla innych instalacji uziemiających poza naturalnym uziomem fundamentowym

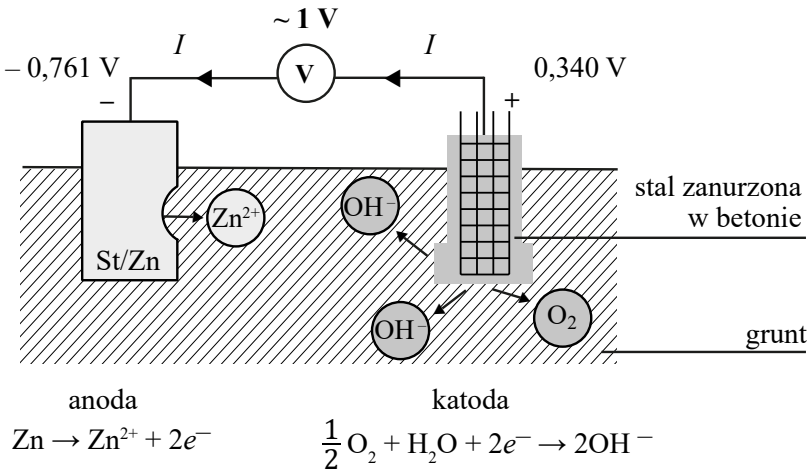
...Jakakolwiek stalowa elektroda uziomowa nie może być instalowana bezpośrednio w połączeniu ze zbrojonym fundamentem w ziemi z wyjątkiem elektrody wykonanej ze stali nierdzewnej lub innej dobrze zabezpieczonej przy pomocy odpowiednich prefabrykowanych powłok chroniących przed wilgocią. Powłoka cynku nakładana poprzez zanurzenie w ciekłym cynku lub powłoka malarska lub inna z materiałów podobnych nie jest wystarczająca do tych celów. Dodatkowe systemy uziemiające naokoło lub przy budynku powinny być wykonane z innych metali niż stal ocynkowana ogniowo tak, aby zapewnić wystarczającą żywotność tych części uziemienia...

PN-EN 62305-3 [N3]:

E.5.4.3.2 Uziomy fundamentowe

…Dalszy problem wiąże się z korozją elektrochemiczną pod wpływem prądów galwanicznych. Stal w betonie ma w przybliżeniu taki sam

potencjał galwaniczny szeregu elektrochemicznego, co miedź w gruncie. A zatem gdy stal w betonie jest połączona ze stalą w ziemi, to czynne napięcie galwaniczne, równe w przybliżeniu 1 V, powoduje przepływ prądu korozji w gruncie oraz mokrym betonie i rozpuszcza stal w gruncie. Gdy umieszczone w gruncie uziomy mają połączenie ze stalą w betonie, to powinny być wykonane z miedzi, stali pomiedziowanej lub ze stali nierdzewnej...



Rysunek 1. Przykład korozji galwanicznej uziomu stalowego z powłoką cynkową (St/Zn) w wyniku połączenia ze stalą zbrojenia betonu [N4]

Na zdjęciu 1 możemy zobaczyć pomiar różnicy potencjałów w warunkach naturalnych pomiędzy zbrojeniem fundamentu słupa oświetleniowego a uziomem ocynkowanym – wynik pomiaru 0,6 V prądu stałego (DC).

Szybkość korozji uziomu ocynkowanego przedstawionego na rysunku 1 będzie również zależała od właściwości gruntu w którym znajduje się układ uziemiający. Są to pH gruntu, skład chemiczny gruntu, rezystywność gruntu oraz wilgotność gruntu. Im niższe pH, więcej rozpuszczonych soli lub chlorków, niższa rezystywność gruntu oraz większa wilgotność gruntu, tym szybsza korozja uziomu ocynkowanego.

Na dalszych stronach broszury zostały omówione, pod względem występowania korozji galwanicznej, układy uziemień w obiektach sektora budowlanego, infrastruktury (oświetlenie uliczne) oraz energetyki zawodowej.



Zdj. 1. Pomiar różnicy potencjału

Sektor budowlany

W fundamentach obiektów budowlanych różnego przeznaczenia, takich jak fundamenty słupów konstrukcyjnych, ławy fundamentowe czy też płyty fundamentowe są umieszczane pręty zbrojeniowe, które zgodnie z zapisem w/w Rozporządzenia są połączone i wykorzystywane jako uziom fundamentowy. W przypadku konieczności budowy uziemień sztucznych wokoło obiektu (uziomów pionowych lub poziomych otoków) zgodnie z przytoczonymi wcześniej normami należy stosować materiały na uziemienia z litej miedzi, stali nierdzewnej lub stali pomiedziowanej. Na rysunku 2 przedstawiono układ uziemień wykonanych ze stali pomiedziowanej.

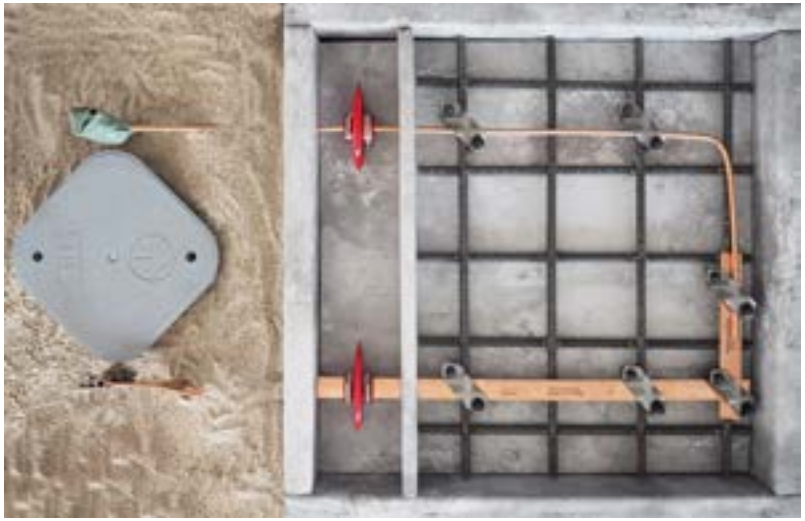
W przypadku gdyby jednak zainstalowano uziomy z materiału stalowego z powłoką cynkową a nie pomiedziowane, dojdzie do korozji galwanicznej stali ocynkowanej jak przedstawiono na **rysunku 1** i opisano w normach **PN-HD 60364-5-54, PN-EN 62305-3**.

Poza informacją, że pręty zbrojeniowe umieszczane w betonie zmieniają swój potencjał na potencjał miedzi, dodatkowo pojawia się nowa właściwość stali w betonie, wynikająca z jego odczynu pH 11, powodująca na powierzchni stali powstanie warstwy pasywnej tlenku żelaza chroniącej stal przed korozją. Dzięki nowym właściwościom stali w betonie jest możliwe łączenie prętów zbrojeniowych z drutami i bednarkami pomiedziowanymi za pomocą uchwytów ze stali czarnej bez powłok ochronnych oraz bez potrzeby zabezpieczania połączenia taśmami izolacyjnymi. Na zdjęciu 2 przedstawiono układ uziomów połączony z prętami zbrojeniowymi fundamentu. Dla uniemożliwienia dostania się wody gruntowej wzdłuż drutu lub bednarki, do prętów zbrojeniowych został zastosowany wodoszczelny przepust uszczelniający do drutów fi 8 i przewodów płaskich 30 x 4 mm. Przepust testowany pod ciśnieniem 5 barów zgodnie z normą PN- EN 62561-5.



Rys. 2. Uziom sztuczny połączony z fundamentem

W układach uziemiających sztucznych występuje połączenie uziomu pionowego z bednarką lub drutem za pomocą uchwytu skośnego (zdjęcie 2 – połączenie bednarka/uziom), który może ulec korozji naprężeniowej powstającej na metalowych płytkach uchwytu w wyniku ciągłego ściskania płytek śrubami. Typ korozji naprężeniowej pojawia się w momencie, gdy występuje synergia dwóch czynników, takich jak ciągłe naprężenie metalu i środowisko korozyjne. Aby uniknąć synergii dwóch czynników konieczne jest zabezpieczenie połączenia za pomocą taśmy izolującej (zdjęcie 2 – połączenie drut/uziom) w celu odseparowania płytek uchwytu od gruntu. Działanie to eliminuje środowisko korozyjne, a samo ściskanie płytek uchwytu nie powoduje korozji naprężeniowej [N4].



Zdj. 2. Zbrojenie fundamentu połączone ze sztucznymi uziomami St/Cu

Produkty CBM dedykowane dla sektora budowlanego

- Uziom kuty 14 mm 1 metrowy z powłoką Cu 100 µm (Nr kat. C0000171C100) o konstrukcji umożliwiającej przedłużanie pręta i wbijanie na głębokość 3 do 4 m za pomocą młotowiertarki o sile do 8 J. Grubość powłoki zgodna z normą PN-HD 60364-5-54 [N2] tabela 54.1 z zastrzeżeniem, że należy zastosować grot zwiększający otwór w gruncie aby uniknąć uszkodzenia 100 µm powłoki.
- Grot stalowy umożliwiający wbijanie pręta uziemiającego bez zagrożenia uszkodzenia 100 µm powłoki Cu (Nr kat. C1060302).
- Trzpień (Nr kat. C1080375) oraz stabilizator (Nr kat. C1070375) do wbijania uziomu za pomocą młotowiertarki elektrycznej.
- Drut stalowy pomiedziowany fi 8 z powłoką Cu 70 µm zgodny z normą PN-HD 60364-5-54 [N2] tabela 54.1 (Nr kat. C1110249).
- Bednarka stalowa pomiedziowana 30 x 4 mm z powłoką Cu 70 µm zgodny z normą PN-HD 60364-5-54 [N2] tabela 54.1 (Nr kat. C1100275).
- Uchwyt skośny ze stali nierdzewnej do łączenia uziomu pomiedziowanego z drutem pomiedziowanym lub bednarką pomiedziowaną w gruncie (Nr kat. C1030428N).
- Uchwyt skośny ze stali czarnej bez powłoki ochronnej do łączenia drutu pomiedziowanego lub bednarki pomiedziowanej z prętami zbrojeniowymi w fundamencie (Nr kat. C1030475S).
- Studzienka kontrolno-pomiarowa uziemienia (Nr kat. C1140302).
- Wodoszczelny przepust uszczelniający do drutów fi 8 (Nr kat. C1140324).
- Wodoszczelny przepust uszczelniający do przewodów płaskich 30 x 4 mm (Nr kat. C1140325).
- Taśma zabezpieczająca do połączeń podziemnych (Nr kat. C1030355).

Sektor infrastruktury (oświetlenie uliczne)



Rys. 3. Lampy uliczne



Rys. 4. Fundament lamp ulicznych połączonych przewodem uziemiającym St/Cu/Sn fi 8 mm



Rys. 5. Lampy parkowe



Rys. 6. Fundament lamp parkowych połączonych przewodem uziemiającym St/Cu/Sn fi 8 mm

W związku z faktem, że lampy uliczne są narażone na wyładowania atmosferyczne oraz są obiektami budowlanymi, podlegają wytycznym dotyczącym zastosowania rodzaju materiałów dla układów uziemiających zgodnych z **Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury** oraz normy **PN-EN 62305-3** (patrz str. 2).

Słupy stalowe lub aluminiowe lamp ulicznych są osadzone na betonowych stopach fundamentowych, w których znajduje się stalowe zbrojenie połączone galwanicznie ze słupem do którego przymocowane jest uziemienie. Zgodnie z przytoczonymi wcześniej normami należy stosować materiały na uziemienia z litej miedzi, stali nierdzewnej lub stali pomiedziowanej. Na rysunku 8 przedstawiono układ uziemień wykonanych ze stali pomiedziowanej z dodatkową powłoką cyny. Powłoka cyny zwiększy odporność korozyjną drutu uziemiającego, a dzięki jasnej barwie zniechęci zainteresowanie osób niepożądanych – rysunek 9.

W przypadku gdyby jednak zainstalowano uziomy z materiału stalowego z powłoką cynkową a nie pomiedziowane, dojdzie do korozji galwanicznej stali ocynkowanej jak przedstawiono na **rysunku 1** i opisano w normach **PN-HD 60364-5-54, PN-EN 62305-3**.

Słupy lamp ulicznych są zasilane kablami ułożonymi pod ziemią (rysunek 4 i 6) nad którymi ułożony jest stalowy pomiedziowany i dodatkowo cynowany (St/Cu/Sn) drut fi 8. Drut zakończony jest końcówką kablową Cu/Sn i przytwierdzony do stopy słupa. Końcówka kablowa Cu/Sn przedstawiona na zdjęciu 3 może być przykręcana zarówno do słupa aluminiowego jak również do stalowego ocynkowanego. Podłączenie dwóch uziemień jak na rysunku 8 spełnia warunek n+1 co oznacza, że w przypadku przerwania ciągłości jednego z uziomów słup nadal będzie uziemiony i zabezpieczony przed porażeniem dotykowym.



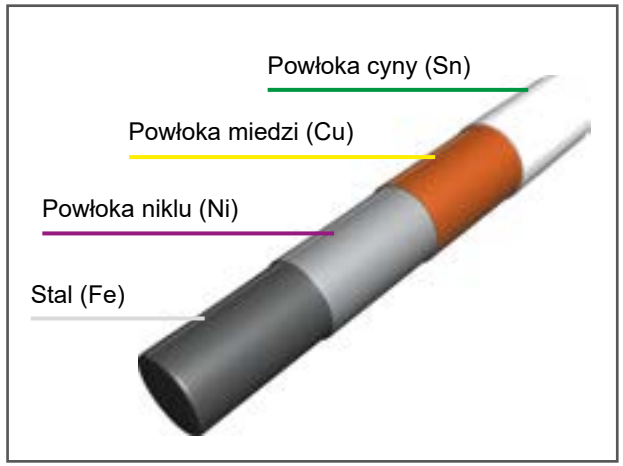
Rys. 7. Przewód uziemiający St/Cu/Sn fi 8 mm



Zdj. 3. Końcówka kablowa Cu/Sn



Rys. 8. Przewód uziemienia St/Cu/Sn fi 8 mm podłączony do słupa



Rys. 9. Rodzaje powłok ochronnych na przewodzie stalowym

Sektor energetyki zawodowej

W skład sieci elektroenergetycznych wchodzą obiekty takie jak linie wysokiego napięcia, stacje wysokiego napięcia, sieci średniego i niskiego napięcia oraz stacje średniego i niskiego napięcia. W broszurze są omówione obiekty w których występuje zagrożenie pojawienia się korozji galwanicznej w układach uziemiających w przypadku zastosowania niewłaściwych materiałów. W związku z faktem, że wszystkie w/w obiekty są narażone na wyładowania atmosferyczne oraz są obiektami budowlanymi, podlegają wytycznym dotyczącym zastosowania rodzaju materiałów dla układów uziemiających zgodnych z **Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury** oraz normy **PN-EN 62305-3** (patrz str. 2).



Rys. 10. Stacja WN



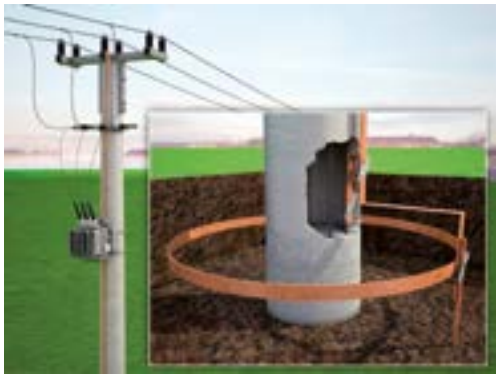
Rys. 11. Słup WN



Rys. 12. Linia NN



Rys. 13. Stacja NN



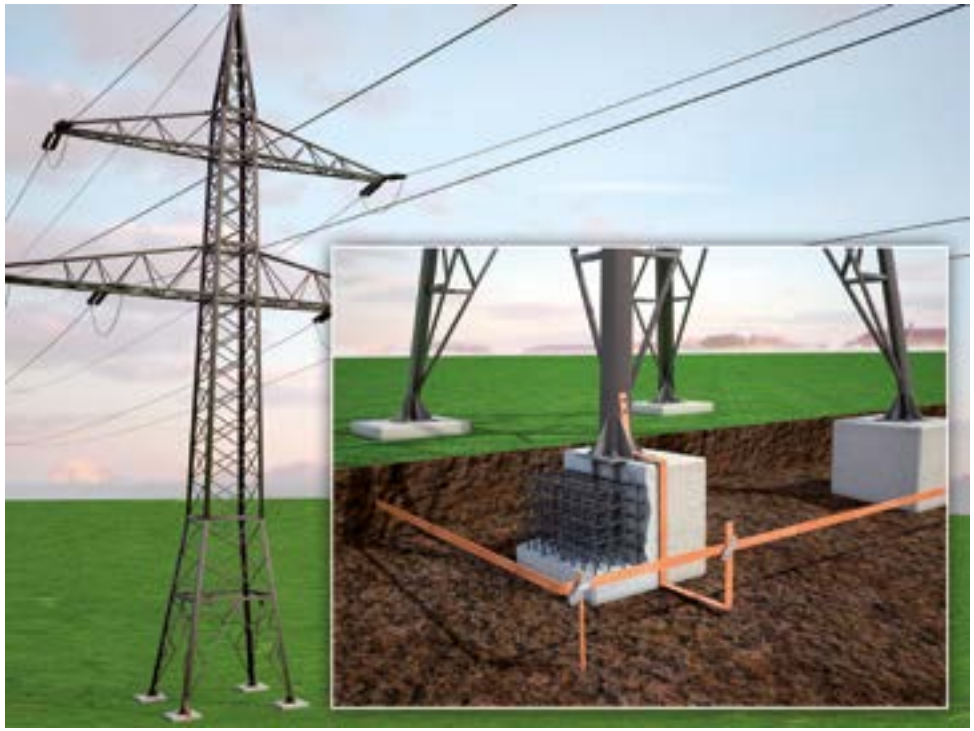
Rys. 14. Słup SN

Linie wysokiego napięcia

Konstrukcja linii wysokiego napięcia jest osadzona na betonowych stopach fundamentowych, w których znajduje się stalowe zbrojenie połączone galwanicznie ze stalową konstrukcją słupa. Aby uniknąć porażenia prądem wokoło słupa jest konieczne wykonanie układu uziemiającego, który jest połączony z konstrukcją słupa wysokiego napięcia. Zgodnie z przytoczonymi wcześniej normami wokoło słupa należy stosować materiały na uziemienia z litej miedzi, stali nierdzewnej lub stali pomiedziowanej. Na rysunku 15 przedstawiono układ uziemień wykonanych ze stali pomiedziowanej.

W przypadku gdyby jednak zainstalowano uziomy z materiału stalowego z powłoką cynkową a nie pomiedziowane, dojdzie do korozji galwanicznej stali ocynkowanej jak przedstawiono na **rysunku 1** i opisano w normach **PN-HD 60364-5-54, PN-EN 62305-3**.

W układach uziemiających występuje połączenie uziomu pionowego z bednarką za pomocą uchwytu krzyżowego, który może ulec korozji naprężeniowej powstającej na metalowych płytkach uchwytu w wyniku stałego ściskania płytek śrubami. Typ korozji naprężeniowej pojawia się w momencie, gdy występuje synergia dwóch czynników, takich jak naprężenie metalu i środowisko korozyjne. Aby uniknąć synergii dwóch czynników konieczne jest zabezpieczenie połączenia za pomocą taśmy izolującej w celu odseparowania płytek uchwytu od gruntu. Działanie to eliminuje środowisko korozyjne, a samo ściskanie płytek uchwytu nie powoduje korozji naprężeniowej. W przypadku połączeń wykonanych metodą egzotermiczną nie ma konieczności zabezpieczania połączenia taśmami izolującymi, ponieważ nie występują tutaj naprężenia, a tylko środowisko korozyjne. Nie ma synergii dwóch czynników i dlatego nie występuje korozja naprężeniowa [N4].



Rys. 15. Układ uziomowy połączony galwanicznie ze słupem WN

Linie średniego i niskiego napięcia

Słupy linii napowietrznych są wykonane z betonu, w którym umieszczone są pręty stalowe na całej długości słupa. Część podziemna słupa jest osadzana w gruncie, co powoduje że staje się ona uziomem fundamentowym. Niektóre rodzaje słupów posiadają zaciski kontrolne, które są połączone galwanicznie ze zbrojeniem słupa. Pozostałe słupy mają połączenie galwaniczne zbrojenia słupa poprzez poprzecznik z bednarką ułożoną na powierzchni słupa, która natomiast jest połączona z uziomem sztucznym. W przypadku słupów stalowych są one osadzane na stopie fundamentowej zbrojonej stalą, która jest galwanicznie połączona ze śrubami mocującymi słup, co powoduje że stopa pełni rolę uziomu fundamentowego. Zgodnie z przytoczonymi wcześniej normami, wokoło słupa należy stosować materiały na uziemienia z litej miedzi, stali nierdzewnej lub stali pomiedziowanej. Na rysunkach 16 i 17 przedstawiono układ uziemień wykonanych ze stali pomiedziowanej.

W przypadku gdyby jednak zainstalowano uziomy z materiału stalowego z powłoką cynkową a nie pomiedziowane, dojdzie do korozji galwanicznej stali ocynkowanej jak przedstawiono na **rysunku 1** i opisano w normach **PN-HD 60364-5-54, PN-EN 62305-3**.

W układach uziemiających występuje połączenie uziomu pionowego z bednarką za pomocą uchwytu krzyżowego, który może ulec korozji naprężeniowej powstającej na metalowych płytkach uchwytu w wyniku stałego ściskania płytek śrubami. Typ korozji naprężeniowej pojawia się w momencie, gdy występuje synergia dwóch czynników, takich jak naprężenie metalu i środowisko korozyjne.

Aby uniknąć synergii dwóch czynników konieczne jest zabezpieczenie połączenia za pomocą taśmy izolującej w celu odseparowania płytek uchwytu od gruntu. Działanie to eliminuje środowisko korozyjne, a samo ściskanie płytek uchwytu nie powoduje korozji naprężeniowej. W przypadku połączeń wykonanych metodą egzotermiczną nie ma konieczności zabezpieczania połączenia taśmami izolującymi, ponieważ nie występują tutaj naprężenia, a tylko środowisko korozyjne. Nie ma synergii dwóch czynników i dlatego nie występuje korozja naprężeniowa [N4].



Rys. 16. Układ uziomowy połączony galwanicznie ze słupem NN



Rys. 17. Układ uziomowy połączony galwanicznie ze słupem SN

Stacje wysokiego, średniego i niskiego napięcia

W stacjach wysokiego napięcia wszystkie podpory urządzeń energetycznych oraz zwody odgromowe są osadzone na fundamentach zbrojonych stalą, co powoduje że fundament jest uziomem fundamentowym. Stal zbrojeniowa w fundamencie jest połączona galwanicznie poprzez śruby kotwiące z podporami i zwodami, a następnie poprzez bednarki z uziomem kratowym. Natomiast w stacjach niskiego napięcia zbrojony fundament stacji jest połączony poprzez bednarki z układem uziomów. Zgodnie z przytoczonymi wcześniej normami dla uziomu kratowego, uziomu kratowego rozbudowanego o uziomy pionowe oraz układu uziomów dla budynków stacji, należy stosować materiały na uziemienia z litej miedzi, stali nierdzewnej lub stali pomiedziowanej. Na rysunkach 18 i 19 przedstawiono układ uziemień wykonanych ze stali pomiedziowanej.

W przypadku gdyby jednak zainstalowano uziomy z materiału stalowego z powłoką cynkową a nie pomiedziowane, dojdzie do korozji galwanicznej stali ocynkowanej jak przedstawiono na **rysunku 1** i opisano w normach **PN-HD 60364-5-54, PN-EN 62305-3**.



Rys. 18. Układ uziomowy połączony galwanicznie z podporami stacji WN

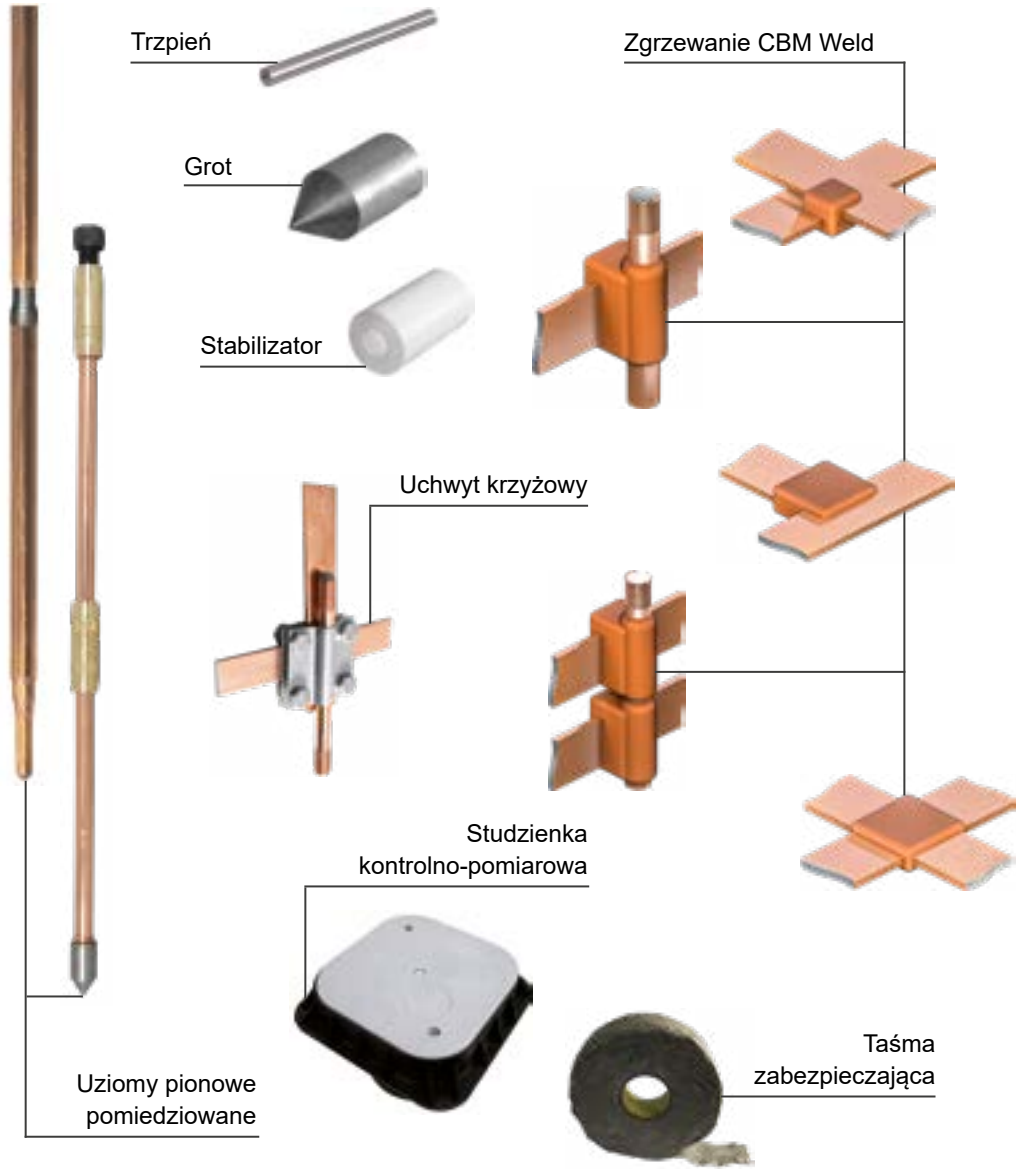
W układach uziemiających występuje połączenie uziomu pionowego z bednarką za pomocą uchwytu krzyżowego, który może ulec korozji naprężeniowej powstającej na metalowych płytkach uchwytu w wyniku stałego ściskania płytek śrubami. Typ korozji naprężeniowej pojawia się w momencie, gdy występuje synergia dwóch czynników, takich jak naprężenie metalu i środowisko korozyjne. Aby uniknąć synergii dwóch czynników konieczne jest zabezpieczenie połączenia za pomocą taśmy izolującej w celu odseparowania płytek uchwytu od gruntu. Działanie to eliminuje środowisko korozyjne, a samo ściskanie płytek uchwytu nie powoduje korozji naprężeniowej. W przypadku połączeń wykonanych metodą egzotermiczną nie ma konieczności zabezpieczania połączenia taśmami izolującymi, ponieważ nie występują tutaj naprężenia, a tylko środowisko korozyjne. Nie ma synergii dwóch czynników i dlatego nie występuje korozja naprężeniowa [N4].



Rys. 19. Układ uziomowy połączony galwanicznie z fundamentem stacji NN

Produkty CBM dedykowane dla sektora energetyki zawodowej

- Uziom kuty 14 mm 1,5 metrowy z powłoką Cu 250 µm (Nr kat. C0000175) o konstrukcji umożliwiającej przedłużanie pręta i wbijanie na głębokość do 12 m za pomocą młota udarowego o sile do 23 J.
- Trzpień (Nr kat. C1080375) oraz stabilizator (Nr kat. C1070375) do wbijania uziomu za pomocą młota udarowego o sile 23 J.
- Uziom gwintowany 5/8” 1,5 metrowy z powłoką Cu 250 µm (Nr kat. C1000112) o konstrukcji umożliwiającej przedłużanie pręta i wbijanie na głębokość do 25 m za pomocą młota udarowego o sile do 23 J.
- Złączka mosiężna (Nr kat. C1040302/60).
- Grot stalowy umożliwiający wbijanie pręta uziemiającego (Nr kat. C1060302).
- Bednarka stalowa pomiedziowana 30 x 4 mm z powłoką Cu 70 µm (Nr kat. C1100275).
- Bednarka stalowa pomiedziowana 30 x 4 mm z dodatkową powłoką cynową; powłoka Cu 70 µm, powłoka Sn 4 µm (Nr kat. C1100295).
- Uchwyt krzyżowy ze stali nierdzewnej do łączenia w gruncie uziomu pomiedziowanego z bednarką pomiedziowaną lub z drutem pomiedziowanym (Nr kat. C1030432N).
- Studzienka kontrolno-pomiarowa do uziomu pionowego (Nr kat. C1140302).
- Połączenie egzotermiczne – grupy połączeń: C-PP-F; C-PP-J; C-PP-K i C-UP-D.



Skutki korozji galwanicznej po 10 latach

Zdjęcia przedstawiają porównanie stanu poziomu korozji bednarki pomiedziowanej oraz ocynkowanej zamontowanych przy fundamentach słupów. Bednarka stalowa pomiedziowana jest połączona galwanicznie ze zbrojeniem fundamentu poprzez stopę słupa (zdjęcie 4) przymocowanego za pomocą śrub do fundamentu. Natomiast bednarka stalowa ocynkowana jest ułożona wzdłuż podpory na stacji 110 kV, której zbrojenie jest galwanicznie połączone z bednarką (zdjęcie 6). W każdym przypadku zdjęcia zostały wykonane po 10 latach eksploatacji.



Zdj. 4. Bednarka St/Cu połączona galwanicznie ze słupem po 10 latach eksploatacji



Zdj. 5. Pomiar powłoki na bednarce St/Cu po 10 latach eksploatacji

Ponieważ potencjał zbrojenia fundamentu ma taki sam potencjał jak bednarka stalowa pomiedziowana, w tym przypadku nie występuje korozja galwaniczna, natomiast na powierzchni miedzianej powłoki powstają tlenki miedzi, które zabezpieczają powłokę przed korozją równomierną. Na wyświetlaczu miernika (zdjęcie 5) widać grubość powłoki 75,7 µm po 10 latach eksploatacji. Bednarki produkowane przez CBM po procesie miedziowania mają grubość powłoki od 70 do 80 µm.



Zdj. 6. Korozja galwaniczna bednarki St/Zn po 10 latach eksploatacji



Zdj. 7. Pomiar grubości bednarki 10 latach eksploatacji



Zdj. 8. Przerwana bednarka St/Zn po 10 latach eksploatacji

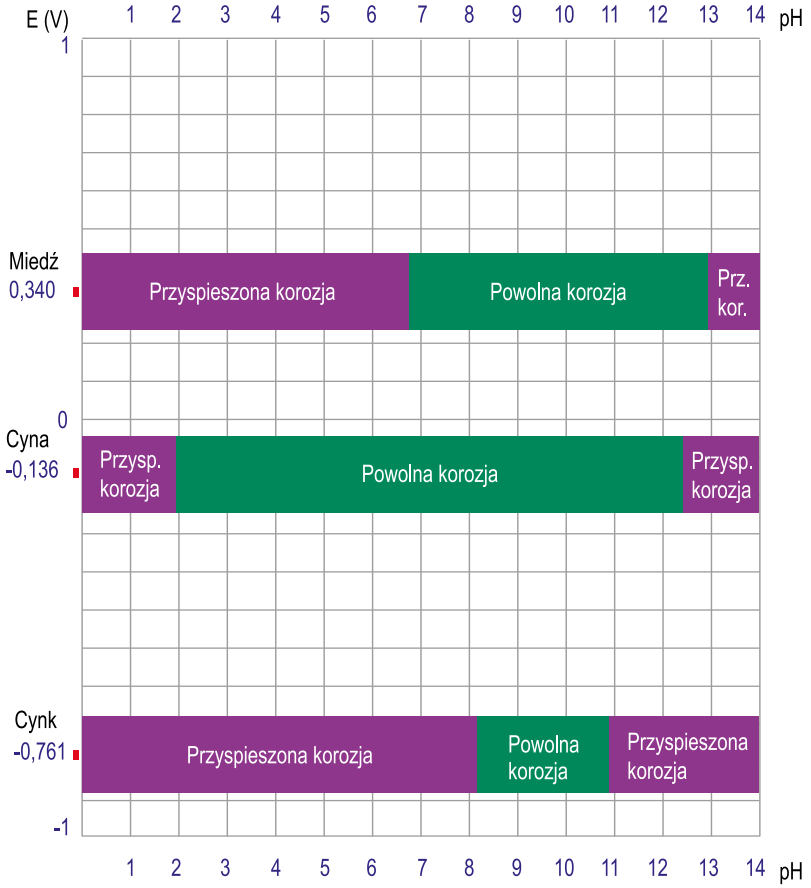
W przypadku bednarki stalowej ocynkowanej występuje różnica potencjałów pomiędzy zbrojeniem podpory a bednarką o wartości około 1 V (DC), jak widać na rysunku 1 (strona 3), która powoduje korozję galwaniczną powłoki i podłoża stalowego. Na zdjęciu 6 widać zaawansowaną korozję podłoża stalowego, a na skali suwmiarki na zdjęciu 7, suwak wskazuje 1 mm grubości bednarki. Zdjęcie 8 przedstawia brak ciągłości bednarki w wyniku korozji galwanicznej.

Kilkudziesięcioletnia odporność na korozję ziemną

Aby uzyskać kilkudziesięcioletnią odporność na korozję ziemną układu uziemiającego należy przy projektowaniu i montowaniu układu uziemiającego przyjąć poniższe założenia.

1. 80% gruntów w Polsce to grunty lekko kwaśne i kwaśne o odczynie pH 5,5 do 6, dlatego aby bednarki miały co najmniej kilkudziesięcioletnią odporność na korozję ziemną, należy zastosować poniższe przekroje bednarek:
   a) bednarki stalowe pomiedziowane/cynowane 25 x 4 mm z powłoką Cu 70 µm i powłoką Sn 3 µm,
   b) bednarki stalowe pomiedziowane 30 x 4 mm z powłoką Cu o grubości minimum 70 µm,
   c) bednarki stalowe cynkowane ogniowo 50 x 8 mm.

2. Nie należy dopuszczać do sytuacji, w których występuje korozja galwaniczna przyspieszająca co najmniej jednokrotnie szybkość korozji metalu o niższym potencjale w gruncie:
   a) nie zakopywać i nie łączyć metali w gruncie o różnicy potencjału wyższym niż 0,6 V,
   b) nie zakopywać i nie łączyć bednarki ocynkowanej z uziomem fundamentowym.



Literatura

[N1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 i 2022 poz. 1225) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

[N2] PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacja elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.

[N3] PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.

[N4] Hoppel W., Marciniak R., Uziemienia w sieciach elektroenergetycznych, WNT/Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2020.







CBM Technology Sp. z o.o.
ul. Kasztanowa 2, 64-320 Niepruszewo, Polska
tel. +48/61 650 30 40
e-mail: office@cbm-technology.eu; www.cbm-technology.eu

CBM
TECHNOLOGY