



POLSKA NORMA

ICS 29.020; 91.140.50

PN-HD 60364-5-54

Wprowadza

HD 60364-5-54:2011, IDT

IEC 60364-5-54:2011, IDT

Zastępuje

PN-HD 60364-5-54:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia

Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego

Układy uziemiające i przewody ochronne

Dokument Harmonizacyjny HD 60364-5-54:2011 *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors* ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2017

nr ref. PN-HD 60364-5-54:2011

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

PN-HD 60364-5-54:2011

Przedmowa krajowa

Niniejsza norma jest identycznym tłumaczeniem angielskiej wersji Dokumentu Harmonizacyjnego HD 60364-5-54:2011, stanowiącego wprowadzenie – bez żadnych modyfikacji – Normy Międzynarodowej IEC 60364-5-54:2011.

Została zatwierdzona przez Prezesa PKN 19 sierpnia 2011 r.

Komitetem krajowym odpowiedzialnym za normę i jej tłumaczenie jest KT nr 55, ds. Instalacji Elektrycznych i Ochrony Odgromowej Obiektów Budowlanych.

Niniejsza norma zastępuje PN-HD 60364-5-54:2010.

Odpowiedniki krajowe norm i innych dokumentów powołanych w niniejszej normie można znaleźć w katalogu Polskich Norm. Oryginały norm i innych dokumentów powołanych są dostępne w PKN.

W sprawach merytorycznych dotyczących treści normy można zwracać się do właściwego Komitetu Technicznego lub właściwej Rady Sektorowej PKN, kontakt: www.pkn.pl.

DOKUMENT HARMONIZACYJNY
HARMONIZATION DOCUMENT
DOCUMENT D'HARMONISATION
HARMONISIERUNGSDOKUMENT

HD 60364-5-54

lipiec 2011

ICS 29.020; 91.140.50

Zastępuje HD 364-5-54:2007

Wersja polska

Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne
(IEC 60364-5-54:2011)

Low-voltage electrical installations
– Part 5-54: Selection and erection
of electrical equipment – Earthing
arrangements and protective
conductors
(IEC 60364-5-54:2011)

Installations électriques basse-
tension – Partie 5-54: Choix et mise
en oeuvre des matériels électriques
– Installations de mise à la terre et
conducteurs de protection
(CEI 60364-5-54:2011)

Errichten von
Niederspannungsanlagen – Teil 5-54:
Auswahl und Errichtung
elektrischer Betriebsmittel –
Erdungsanlagen, Schutzleiter und
Schutzpotentialausgleichsleiter
(IEC 60364-5-54:2011)

Niniejsza norma jest polską wersją Dokumentu Harmonizacyjnego HD 60364-5-54:2011. Została ona przetłumaczona przez Polski Komitet Normalizacyjny i ma ten sam status co wersje oficjalne.

Niniejszy Dokument Harmonizacyjny został przyjęty przez CENELEC 2011-04-27. Zgodnie z Przepisami wewnętrznymi CEN/CENELEC członkowie CENELEC są zobowiązani do nadania Dokumentowi Harmonizacyjnemu statusu normy krajowej bez wprowadzania jakichkolwiek zmian.

Aktualne wykazy norm krajowych, łącznie z ich danymi bibliograficznymi, można otrzymać na zamówienie w Sekretariacie Centralnym lub w krajowych jednostkach normalizacyjnych będących członkami CENELEC.

Niniejszy Dokument Harmonizacyjny istnieje w trzech oficjalnych wersjach (angielskiej, francuskiej i niemieckiej).

Członkami CENELEC są krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Bułgarii, Chorwacji, Cypru, Danii, Estonii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Litwy, Luksemburga, Łotwy, Malty, Niemiec, Norwegii, Polski, Portugalii, Rumunii, Republiki Czeskiej, Słowacji, Słowenii, Szwajcarii, Szwecji, Węgier, Włoch i Zjednoczonego Królestwa.

CENELEC

Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Centrum Zarządzania: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

HD 60364-5-54:2011

Przedmowa

Tekst dokumentu 64/1755/FDIS, przyszłe 3 wydanie IEC 60364-5-54, przygotowany przez IEC TC 64, Instalacje elektryczne i ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym, poddano pod głosowanie jednocześnie w IEC i CENELEC.

Projekt zmian, przygotowany przez Komitet Techniczny CENELEC TC 64, Instalacje elektryczne i ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym, został poddany pod głosowanie formalne.

Połączone teksty 2011-04-27 zostały przyjęte przez CENELEC jako HD 60364-5-54.

Niniejsza Norma Europejska zastępuje HD 60364-5-54:2007.

Główne zmiany w stosunku do HD 60364-5-54:2007 podano niżej:

- doprecyzowanie definicji przewodu ochronnego;
- poprawienie opisu mechanicznych charakterystyk uziomu;
- wprowadzenie uziomu do ochrony przed porażeniem elektrycznym i do ochrony odgromowej;
- załączniki opisujące uziomy fundamentowe umieszczone w betonie i uziom pograżony w ziemi.

Ustalono następujące daty:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – ostateczny termin ogłoszenia na szczeblu krajowym, że niniejszy HD został opracowany | (doa) | 2011-10-27 |
| – ostateczny termin wprowadzenia HD na szczeblu krajowym przez opublikowanie identycznej normy krajowej lub uznanie | (dop) | 2012-04-27 |
| – ostateczny termin wycofania norm krajowych sprzecznych z niniejszym HD | (dow) | 2014-04-27 |

Załączniki ZA, ZB oraz ZC zostały dodane przez CENELEC.

Nota uznaniowa

Tekst Normy Międzynarodowej IEC 60364-5-54:2011 został przyjęty przez CENELEC jako Dokument Harmonizacyjny bez żadnych modyfikacji.

W oficjalnej wersji do bibliografii dodaje się następujące uwagi dotyczące podanych norm:

IEC 60079-0	UWAGA	Zharmonizowana jako EN 60079-0.
IEC 60079-14	UWAGA	Zharmonizowana jako EN 60079-14.
IEC 60364-4-43	UWAGA	Zharmonizowana jako HD 60364-4-43.
IEC 60364-5-52	UWAGA	Zharmonizowana jako HD 60364-5-52.
IEC 60364-6	UWAGA	Zharmonizowana jako HD 60364-6.
IEC 60364-7-701:2006	UWAGA	Zharmonizowana jako HD 60364-7-701:2007 (zmodyfikowana).
IEC 60702-1	UWAGA	Zharmonizowana jako EN 60702-1.
IEC 61643-12	UWAGA	Zharmonizowana jako CLC/TS 61643-12.

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	5
541 Postanowienia ogólne	6
541.1 Zakres normy	6
541.2 Powołania normatywne	6
541.3 Terminy i definicje	7
542 Układy uziemiające	8
542.1 Wymagania ogólne	8
542.2 Uziomy	9
542.3 Przewody uziemiające	11
542.4 Główny zacisk uziemiający	12
543 Przewody ochronne	12
543.1 Minimalne powierzchnie przekrojów poprzecznych	12
543.2 Rodzaje przewodów ochronnych	14
543.3 Ciągłość elektryczna przewodów ochronnych	15
543.4 Przewody PEN, PEL lub PEM	15
543.5 Wspólne przewody uziemiające, ochronne i funkcjonalne	17
543.6 Prądy w przewodach ochronnych uziemiających	17
543.7 Wzmocnione przewody ochronne uziemiające dostosowane do prądów większych niż 10 mA ...	17
543.8 Układ przewodów ochronnych	18
544 Przewody ochronne wyrównawcze	18
544.1 Przewody ochronne wyrównawcze do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym	18
544.2 Przewody ochronne wyrównawcze do połączeń dodatkowych	18
Załącznik A (normatywny) Metoda wyznaczania współczynnika k wg 543.1.2 (patrz także IEC 60724 oraz IEC 60949)	19
Załącznik B (informacyjny) Przykład układów uziemiających i przewodów ochronnych	23
Załącznik C (informacyjny) Montaż uziomów fundamentowych zabetonowanych	25
Załącznik D (informacyjny) Montaż uziomów umieszczanych w gruncie	28
Załącznik E (informacyjny) Lista uwag dotyczących niektórych krajów	32
Bibliografia	38
Załącznik ZA (normatywny) Powołania normatywne na publikacje międzynarodowe i odpowiadające im publikacje europejskie	39
Załącznik ZB (normatywny) Szczególne warunki krajowe	41
Załącznik ZC (informacyjny) Odchylenia typu A	45
Rysunek 54.1 – Przykłady połączenia przewodu PEN.....	17
Rysunek B.54.1 – Przykłady układów uziemiających dotyczących uziomu fundamentowego, przewodów ochronnych i przewodów ochronnych wyrównawczych	24
Tablica 54.1 – Minimalne wymiary, pozwalające zapobiec korozji i zapewnić niezbędną wytrzymałość mechaniczną, powszechnie stosowanych uziomów, osadzanych w gruncie lub betonie	10
Tablica 54.2 – Minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów ochronnych (nie obliczona zgodnie z 543.1.2)	13

HD 60364-5-54:2011

Tablica A.54.1 – Wartości parametrów dla różnych materiałów	19
Tablica A.54.2 – Wartości k dla izolowanych przewodów ochronnych, nie będących częścią żył kablowych i nie tworzących wiązki z innymi przewodami	20
Tablica A.54.3 – Wartości k odnoszące się do gołych przewodów ochronnych, nie należących do wiązki innych przewodów, ale stykających się z ich powłoką.....	20
Tablica A.54.4 – Wartości k dla przewodów ochronnych będących rdzeniem kabla lub tworzących wiązki z innymi kablami lub izolowanymi przewodami	21
Tablica A.54.5 – Wartości k dla przewodów ochronnych, tworzących warstwę w kablu, np. zbrojenie, metalową osłonę, koncentryczny przewód itp.	21
Tablica A.54.6 – Wartości k dla gołych przewodów, gdzie nie ma ryzyka uszkodzenia sąsiedniego materiału pod wpływem podanej temperatury	22
Tablica D.54.1 – Rezystywność różnych rodzajów gruntu.....	29
Tablica D.54.2 – Zmiana rezystywności w zależności od rodzaju gruntu	29
Tablica ZB.54.1 – Minimalny wymiar uziomów stalowych w gruncie o rezystywności większej niż 50 Ωm	44

WPROWADZENIE

Numeracja rozdziałów jest sekwencyjna, poprzedzona numerem niniejszej części. W numeracji rysunków i tablic podano numer niniejszej części wraz z numerem porządkowym, tj. Tablica 54.1, 54.2 itd. W numeracji rysunków i tablic w załącznikach uwzględniono literę załącznika wraz z numerem części, a następnie numer porządkowy, np. A.54.1, A.54.2 itd.

HD 60364-5-54:2011

INSTALACJE ELEKTRYCZNE NISKIEGO NAPIĘCIA –

Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne

541 Postanowienia ogólne

541.1 Zakres normy

Niniejsza część HD 60364 dotyczy układów uziemiających i przewodów ochronnych, łącznie z przewodami ochronnymi wyrównawczymi, i ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa instalacji elektrycznych.

541.2 Powołania normatywne

Do stosowania niniejszego dokumentu są niezbędne podane niżej dokumenty powołane. W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego (łącznie ze zmianami).

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*

IEC 60724, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 60949, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61534-1, *Powertrack systems – Part 1: General requirements*

IEC 62305 (wszystkie części) *Protection against lightning*

IEC 62305-3:2006, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

541.3 Terminy i definicje

Do celów niniejszego dokumentu mają zastosowanie terminy i definicje podane w IEN 61140 oraz poniżej.

Definicje odnoszące się do układów uziemiających, przewodów ochronnych i przewodów ochronnych wyrównawczych zilustrowano w Załączniku B i wymieniono niżej.

541.3.1

część przewodząca dostępna

część przewodząca urządzenia, którą można dotknąć, niebędąca normalnie pod napięciem, i która może znaleźć się pod napięciem w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej

[IEC 60050-826:2004, 826-12-10]

541.3.2

część przewodząca obca

część przewodząca, niebędąca częścią instalacji elektrycznej i mogąca znaleźć się pod potencjałem elektrycznym, zwykle potencjałem ziemi lokalnej

[IEC 60050-825:2004, IEC 826-12-11]

541.3.3

uziom

część przewodząca, którą można umieścić w gruncie lub w określonym ośrodku przewodzącym, np. w betonie, pozostającym w kontakcie elektrycznym z Ziemią

[IEC 60050-826:2004, 826-13-05, zmodyfikowany]

541.3.4

uziom fundamentowy zabetonowany

uziom zabetonowany w fundamencie budynku, na ogół w formie zamkniętej pętli

[IEC 60050-826:2004, 826-13-08, zmodyfikowany]

541.3.5

uziom fundamentowy zagruntowany

uziom umieszczony w gruncie pod fundamentem budynku, na ogół w formie zamkniętej pętli

[IEC 60050-826:2004, 826-13-08, zmodyfikowany]

541.3.6

przewód ochronny

przewód przeznaczony do zapewnienia bezpieczeństwa, na przykład do ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym

[IEC 60050-826:2004, 826-13-22]

UWAGA Przykłady przewodu ochronnego obejmują: przewód ochronny wyrównawczy, przewód ochronny uziemiający i przewód uziemiający, gdy są stosowane do ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

541.3.7

przewód ochronny wyrównawczy

przewód przewidziany do ochronno-wyrównawczego połączenia

[IEC 60050-826:2004, 826-13-24]

HD 60364-5-54:2011

541.3.8

przewód uziemiający

przewód tworzący drogę przewodzącą, lub jej część, między danym punktem – w sieci, w instalacji lub w urządzeniu – a układem uziomów

[IEC 60050-826:2004, 826-13-12]

UWAGA W kontekście postanowień niniejszej części HD 60364, przewód uziemiający jest przewodem, który łączy uziom z punktem w układzie połączeń wyrównawczych, zwykle z głównym zaciskiem uziemiającym.

541.3.9

zacisk uziemiający główny

szyna uziemiająca główna

zacisk lub szyna, która jest częścią układu uziemiającego instalacji i umożliwia łączenie elektryczne wielu przewodów w celu ich uziemienia

[IEC 60050-826:2004, 826-13-15]

541.3.10

przewód ochronny uziemiający

przewód ochronny przewidziany do uziemienia ochronnego

[IEC 60050-826:2004, 826-13-23]

541.3.11

uziemienie funkcjonalne

uziemienie punktu lub punktów w sieci lub w instalacji, lub w urządzeniu, do celów innych niż bezpieczeństwo elektryczne

[IEC 60050-826:2004, IEC 826-13-10]

541.3.12

układ uziemiający

wszystkie elektryczne połączenia i urządzenia występujące w układzie uziemiającym sieci, instalacji lub urządzeń

[IEC 60050-195:2004, 195-02-20]

542 Układy uziemiające

542.1 Wymagania ogólne

542.1.1 Układy uziemiające mogą być stosowane razem lub oddzielnie do celów ochronnych i funkcjonalnych, zgodnie z wymaganiami instalacji elektrycznej. Pierwszeństwo powinny mieć zawsze wymagania dotyczące ochrony.

542.1.2 Jeżeli w instalacji przewidziane są uziomy, to należy je połączyć z główną szyną wyrównawczą za pomocą przewodu uziemiającego.

UWAGA Nie jest wymagane, aby instalacja miała własny uziom.

542.1.3 Jeżeli instalacja niskiego napięcia jest zasilana z instalacji wysokiego napięcia, to wymagania dotyczące układów uziemiających obydwu tych instalacji powinny być zgodne również z EN 60364-4-44:2007, Rozdział 442.

542.1.4 Wymagania dotyczące układów uziemiających są przeznaczone do zapewnienia takiego połączenia z ziemią, które:

- jest niezawodne i spełnia wymagania ochronne instalacji;

HD 60364-5-54:2011

- może przewodzić do ziemi prądy zwarciove i prądy z przewodu ochronnego bez niebezpieczeństwa wystąpienia naprężeń cieplnych, ciepłno-mechanicznych i elektromechanicznych oraz porażeń elektrycznych powodowanych przez te prądy;
- spełnia również, w razie potrzeby, wymagania funkcjonalne;
- jest odporne na przewidywalne wpływy zewnętrzne (patrz HD 60364-5-51), np. naprężenia mechaniczne i korozję.

542.1.5 Należy zwrócić uwagę na układy uziemiające tam, gdzie spodziewany jest przepływ prądów o dużych częstotliwościach (patrz EN 60364-4-44:2007, Rozdział 444).

542.1.6 Na ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, jak stwierdzono w HD 60364-4-41, nie powinna negatywnie wpływać żadna dająca się przewidzieć zmiana rezystancji uziemienia (np. pod wpływem korozji, suszy lub mrozu).

542.2 Uziomy

542.2.1 Typ, materiały i wymiary uziomów należy wybrać tak, aby były one odporne na korozję i miały odpowiednią wytrzymałość mechaniczną przez zadany czas życia.

UWAGA 1 W przypadku korozji można rozpatrywać następujące parametry: pH gruntu w tym miejscu, jego rezystywność i wilgotność oraz prądy błędzące i upływu a.c. i d.c., a także chemiczne zanieczyszczenie i bliskość odmiennych materiałów.

W Tablicy 54.1. podano minimalne – z uwagi na korozję i wytrzymałość mechaniczną – wymiary materiałów powszechnie stosowanych na uziomy, gdy są one osadzone w ziemi lub w betonie.

UWAGA 2 Minimalna grubość powłoki ochronnej uziomów pionowych jest większa niż uziomów poziomych, gdyż uziomy pionowe – podczas ich pograżania – są bardziej narażone na naprężenia mechaniczne.

Jeśli wymagane jest urządzenie piorunochronne, zastosowanie ma EN 62305-3:2006, 5.4.

HD 60364-5-54:2011

Tablica 54.1 – Minimalne wymiary, pozwalające zapobiec korozji i zapewnić niezbędną wytrzymałość mechaniczną, powszechnie stosowanych uzimów, osadzanych w gruncie lub betonie

Materiał i jego powierzchnia	Kształt	Średnica mm	Przekrój mm²	Grubość mm	Ciężar powłoki g/m²	Grubość powłoki/osłony μm
Stal zatopiona w betonie (goła, ocynkowana lub nierdzewna)	Drut okrągły	10				
	Lita taśma lub listwa		75	3		
Stal ocynkowana ^c	Taśma ^b lub ukształtowana taśma/płyta – Płyta lita – Płyta kratowa		90	3	500	63
	Pręt okrągły instalowany pionowo	16			350	45
	Drut okrągły instalowany poziomo	10			350	45
	Rura	25		2	350	45
	Linka (pogrążona w betonie)		70			
	Profil krzyżowy instalowany pionowo		(290)	3		
Stal pokryta miedzią	Pręt okrągły instalowany pionowo	(15)				2 000
Stal z miedzianą powłoką galwaniczną	Pręt okrągły instalowany pionowo	14				250 ^e
	Drut okrągły instalowany poziomo	(8)				70
	Taśma instalowana poziomo		90	3		70
Stal nierdzewna ^a	Taśma ^b lub ukształtowana taśma/płyta		90	3		
	Pręt okrągły instalowany pionowo	16				
	Drut okrągły instalowany poziomo	10				
	Rura	25		2		
Miedź	Taśma		50	2		
	Drut okrągły instalowany poziomo		(25) ^d 50			
	Lity pręt okrągły instalowany pionowo	(12) 15				
	Linka	1,7 pojedyncze druty	(25) ^d 50			
	Rura	20		2		
	Płyta lita			(1,5) 2		
	Płyta kratowa			2		

UWAGA Wartości w nawiasach są stosowane tylko do ochrony przed porażeniem prądem, a wartości bez nawiasów do ochrony odgromowej i ochrony przed porażeniem elektrycznym.

^a Chrom ≥ 16 %, nikiel ≥ 5 %, molibden ≥ 2 %, węgiel ≤ 0,08 %.

^b Jako taśma walcowana lub taśma cięta z zaokrąglonymi krawędziami.

^c Powłoka powinna być gładka, ciągła i wolna od napływu zanieczyszczeń.

^d Tam, gdzie doświadczenie pokazuje, że ryzyko korozji i uszkodzenia mechanicznego jest bardzo małe, można zastosować 16 mm².

^e Grubość ta ma zapewnić miedzianej powłoce odporność na mechaniczne narażenia podczas procesu instalacji. Można ją zredukować do 100 μm, ale nie więcej, tam gdzie – zgodnie z instrukcjami producenta – są podejmowane specjalne środki ostrożności, w celu uniknięcia uszkodzeń mechanicznych miedzi podczas procesu instalacji (np. nawiercane otwory lub specjalne końcówki ochronne).

542.2.2 Skuteczność każdego uziomu zależy od jego konfiguracji i od lokalnych warunków gruntowych. Należy wybrać co najmniej jeden uziom odpowiadający warunkom gruntowym i zapewniający wymaganą wartość rezystancji uziemienia.

W Załączniku D podano metody szacowania rezystancji uziemienia.

542.2.3 Poniżej podano przykłady uziomów, które mogą być stosowane:

- uziom fundamentowy zabetonowany;
UWAGA Więcej informacji, patrz Załącznik C.
- uziom fundamentowy zagruntowany;
- metalowe elektrody umieszczone bezpośrednio w ziemi, pionowo lub poziomo (np. pręty, druty, taśmy, rury lub płyty);
- metalowe osłony i inne metalowe pokrycia kabli według lokalnych warunków lub wymagań;
- inne odpowiednie podziemne struktury metalowe (np. rury) zgodne z lokalnymi warunkami lub wymaganiami;
- umieszczone w ziemi spawane metalowe zbrojenie betonu (z wyjątkiem betonu sprężonego).

542.2.4 Dobierając rodzaj i głębokość umieszczenia uziomu należy zwrócić uwagę na ewentualne uszkodzenia mechaniczne i warunki lokalne, aby zminimalizować efekt wysuszenia i zamarzania gruntu.

542.2.5 Należy zwrócić uwagę na możliwość występowania korozji elektrolitycznej, jeżeli są stosowane różne materiały do budowy układu uziemiającego. Zewnętrzne przewody (np. przewód uziemiający) łączone z uziomem fundamentowym zabetonowanym, wykonane ze stali ocynkowanej, nie powinny być umieszczane w gruncie.

542.2.6 Układ uziemiający nie powinien bazować na metalowej rurze do cieczy lub gazów palnych, jako na uziomie, a zakopanego w ziemi odcinka takiej rury nie należy brać pod uwagę przy doborze uziomu.

UWAGA Wymaganie to nie wyklucza ochronnego połączenia wyrównawczego takich rur poprzez główny zacisk uziemiający (541.3.9) zgodnie z HD 60364-4-41.

Jeżeli jest stosowana ochrona katodowa, a część przewodząca dostępna urządzenia elektrycznego, zasilanego z układu TT, jest podłączona bezpośrednio do rury, to metalowa rura z palnymi cieczami lub gazami może służyć jako jedyny uziom tego konkretnego urządzenia.

542.2.7 Uziomów nie należy zanurzać bezpośrednio w wodzie strumienia, rzeki, stawu, jeziora itp. (patrz również 542.1.6).

542.2.8 Jeżeli uziom składa się z części, które powinny być łączone ze sobą, to połączenie takie należy wykonać, stosując spawanie egzotermiczne, złącza dociskowe, zaciski lub inne odpowiednie łączniki mechaniczne.

UWAGA Połączenia wykonane jedynie za pomocą owiniętego drutu stalowego nie nadają się do celów ochronnych.

542.3 Przewody uziemiające

542.3.1 Przewody uziemiające powinny być zgodne z 543.1.1 lub 543.1.2. Powierzchnia ich przekroju poprzecznego nie może być mniejsza niż 6 mm^2 w przypadku miedzi lub 50 mm^2 w przypadku stali. Jeżeli goły przewód uziemiający jest umieszczony w ziemi, to jego wymiary i właściwości powinny być również zgodne z Tablicą 54.1.

Jeżeli nie przewiduje się przepływu znaczącego prądu zwarciovego przez uziom (na przykład w sieci TN lub w sieci informatycznej), przewód uziemiający można zwymiarować zgodnie z 544.1.

Przewody aluminiowe nie powinny być stosowane jako przewody uziemiające.

UWAGA Jeżeli do uziomu jest podłączone urządzenie piorunochronne, zaleca się aby powierzchnia przekroju przewodu uziemiającego wynosiła co najmniej 16 mm^2 w przypadku miedzi (Cu) lub 50 mm^2 w przypadku żelaza (Fe), (patrz seria EN 62305).

HD 60364-5-54:2011

542.3.2 Połączenie przewodu uziemiającego z uziomem powinno być wykonane poprawnie i zadowalająco pod względem elektrycznym. Połączenie należy wykonać stosując spawanie egzotermiczne, złącza dociskowe, zaciski lub inne odpowiednie łączniki mechaniczne. Łączniki mechaniczne powinny być instalowane zgodnie z instrukcjami wytwórcy. Jeżeli jest stosowany zacisk, to nie powinien on powodować uszkodzenia uziomu lub przewodu uziemiającego.

Urządzenia połączeniowe lub złączki, które zależą wyłącznie od lutu, nie powinny być używane oddzielnie, gdyż nie zapewniają w sposób wiarygodny właściwej wytrzymałości mechanicznej.

UWAGA Jeżeli zainstalowano uziomy pionowe, można zapewnić środki umożliwiające kontrolę połączenia i wymianę pręta pionowego.

542.4 Główny zacisk uziemiający

542.4.1 W każdej instalacji, w której jest stosowane ochronne połączenie wyrównawcze, należy przewidzieć główny zacisk uziemiający, do którego należy przyłączyć:

- przewody ochronne wyrównawcze;
- przewody uziemiające;
- przewody ochronne;
- przewody uziemiające funkcjonalne, w stosownych przypadkach.

UWAGA 1 Nie jest celowe łączenie każdego indywidualnego przewodu ochronnego bezpośrednio z głównym zaciskiem uziemiającym, gdzie są one połączone z tym zaciskiem poprzez inne przewody ochronne.

UWAGA 2 Na ogół główna szyna wyrównawcza budynku może być użyta do realizacji uziemienia funkcjonalnego. Wówczas w przypadku technik informatycznych jest ona traktowana, jako punkt połączenia z ziemią.

Jeżeli jest więcej zacisków uziemiających niż jeden, powinny one być ze sobą połączone.

542.4.2 Połączenie każdego przewodu z głównym zaciskiem uziemiającym powinno umożliwiać jego indywidualne odłączenie. Połączenie to powinno być pewne i takie, żeby można je było rozłączyć tylko z użyciem narzędzi.

UWAGA Sposoby służące rozłączaniu można dogodnie powiązać z głównym zaciskiem uziemiającym, aby umożliwić pomiar rezystancji uziemienia.

543 Przewody ochronne

UWAGA Zaleca się uwzględnienie wymagań podanych w EN 60364-5-51:2005, Rozdział 516.

543.1 Minimalne powierzchnie przekrojów poprzecznych

543.1.1 Powierzchnia przekroju poprzecznego każdego przewodu ochronnego powinna spełniać warunki samoczynnego wyłączenia zasilania wg HD 60364-4-41:2005, 411.3.2 i być w stanie wytrzymać mechaniczne i cieplne naprężenia powodowane spodziewanym prądem zwarciovym w trakcie jego wyłączania przez urządzenie zabezpieczające. Powierzchnię przekroju poprzecznego przewodu ochronnego należy obliczyć zgodnie z 543.1.2 albo dobrać zgodnie z Tablicą 54.2. W każdym przypadku należy wziąć pod uwagę wymagania podane w 543.1.3.

Zaciski przeznaczone dla przewodów ochronnych powinny umożliwiać przyłączanie przewodów o wymiarach wymaganych w niniejszym podrozdziale.

W sieciach TT, gdzie uziomy układu zasilania i dostępnych części przewodzących są elektrycznie niezależne (patrz 312.2.2), dopuszcza się by powierzchnie przekroju poprzecznego przewodów ochronnych nie przekroczyły:

- 25 mm² w przypadku miedzi,
- 35 mm² w przypadku aluminium.

Tablica 54.2 – Minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów ochronnych (nie obliczona zgodnie z 543.1.2)

Powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu linii, S $\text{mm}^2 \text{ Cu}$	Minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego odpowiedniego przewodu ochronnego $\text{mm}^2 \text{ Cu}$	
	Jeśli przewód ochronny jest z tego samego materiału co przewód liniowy	Jeśli przewód ochronny nie jest z tego samego materiału co przewód liniowy
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
przy czym:		
k_1 jest wartością k dotyczącą przewodu liniowego, wynikającą z wzoru określonego w Załączniku A lub wybraną z tablic zamieszczonych w HD 60364-4-43, stosownie do materiałów przewodu i izolacji;		
k_2 jest wartością k dotyczącą przewodu ochronnego, wybraną z Tablic od A.54.2 do A.54.6.		
^a W przypadku przewodu PEN, zmniejszenie powierzchni jego przekroju poprzecznego jest możliwe jedynie zgodnie z przepisami wymiarowania przewodu neutralnego (patrz HD 60364-5-52).		

543.1.2 Powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów ochronnych nie powinna być mniejsza niż wartość wyznaczona:

- zgodnie z IEC 60949 lub
- z następującego wzoru, stosowanego tylko w przedziale czasów wyłączeniowych nie przekraczających 5 s:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

w którym:

- S jest powierzchnią przekroju poprzecznego, w mm^2 ;
- I jest – wyrażoną w amperach – skuteczną wartością spodziewanego prądu zwarciovego, który – przy pomijalnej impedancji zwarciovowej – może płynąć przez urządzenie zabezpieczające (patrz EN 60909-0);
- t jest wyrażonym w sekundach czasem zadziałania urządzenia ochronnego przy samoczynnym wyłączeniu;
- k jest współczynnikiem, zależnym od materiału przewodu ochronnego, izolacji i innych części oraz od początkowej i końcowej temperatury (obliczenie wartości k , patrz Załącznik A).

Jeżeli w wyniku zastosowania omówionego wzoru uzyska się niestandardowy rozmiar, należy zastosować przewód mający co najmniej najbliższą większą standardową powierzchnię przekroju poprzecznego.

UWAGA 1 Zaleca się wzięcie pod uwagę efektu ograniczenia prądu przez impedancje obwodów i ograniczenie wartości $I^2 t$ urządzenia zabezpieczającego.

UWAGA 2 Ograniczenia temperatur instalacji w potencjalnie wybuchowych atmosferach, patrz EN 60079-0.

UWAGA 3 Ponieważ metalowe powłoki kabli o izolacji mineralnej, zgodnie z EN 60702-1, mają obciążalność przy zwarciu doziemnym większą niż przewody liniowe, nie jest wymagane obliczenie powierzchni przekroju poprzecznego powłok metalowych, jeżeli są one wykorzystywane jako przewody ochronne.

543.1.3 Powierzchnia przekroju poprzecznego każdego przewodu ochronnego, który nie jest częścią kabla lub nie jest we wspólnej osłonie z przewodem liniowym, nie powinna być mniejsza niż:

HD 60364-5-54:2011

- 2,5 mm² Cu lub 16 mm² Al, jeżeli jest zapewniona ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym.
- 4 mm² Cu lub 16 mm² Al, jeżeli nie jest zapewniona ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym.

UWAGA Zastosowanie stalowego przewodu ochronnego nie jest wykluczone (patrz 543.1.2).

Przewód ochronny nie będący częścią kabla jest uznany za odporny mechanicznie, jeżeli jest on zainstalowany w kanale lub w korytku, albo jest chroniony w podobny sposób.

543.1.4 Jeżeli przewód ochronny jest wspólny dla co najmniej dwóch obwodów, powierzchnię jego przekroju poprzecznego należy wyznaczyć w następujący sposób:

- obliczyć zgodnie z 543.1.2 dla największego spodziewanego prądu zwarciovego i czasu jego przepływu w tych obwodach lub
- dobrać zgodnie z Tablicą 54.2 tak, aby odpowiadał największej powierzchni przekroju poprzecznego przewodu liniowego obwodów.

543.2 Rodzaje przewodów ochronnych

543.2.1 Przewody ochronne mogą składać się co najmniej z jednego z następujących elementów:

- żył kablowych;
- izolowanych lub gołych przewodów we wspólnej obudowie z czynnymi przewodami;
- gołych lub izolowanych przewodów zainstalowanych na stałe;
- metalowej powłoki kabla, ekranu kablowego, zbrojenia kablowego, oplotu wykonanego z drutów, przewodu koncentrycznego, kanału metalowego, z zastrzeżeniem warunków ustalonych w 543.2.2. a) i b).

UWAGA Ich rozmieszczenie, patrz 543.8.

543.2.2 Jeżeli w skład instalacji wchodzi urządzenia z metalowymi obudowami takie, jak zespoły aparatury rozdzielczej i sterowniczej niskiego napięcia (patrz EN 61439-1 i EN 61439-2) lub układy szyn zbiorczych (patrz EN 60439-2), to te metalowe obudowy lub konstrukcje mogą być wykorzystane jako przewody ochronne, jeżeli jednocześnie spełniają trzy następujące wymagania:

- a) zapewniają ciągłość elektryczną przez konstrukcję lub przez odpowiednie połączenie w taki sposób, że gwarantowana jest również ochrona przed degradacją mechaniczną, chemiczną i elektrochemiczną;
- b) są zgodne z wymaganiami wg 543.1;
- c) umożliwiają podłączenie innych przewodów ochronnych w każdym wcześniej ustalonym dostępnym punkcie.

543.2.3 Nie dopuszcza się stosowania następujących części metalowych ani jako przewodów ochronnych, ani jako przewodów ochronnych wyrównawczych:

- metalowych rur wodociągowych;
- metalowych rur, zawierających materiały potencjalnie łatwopalne, takie jak gazy, ciecze, proszek;

UWAGA 1 Ochrona katodowa, patrz 542.2.6.

- części konstrukcyjnych narażonych na naprężenia mechaniczne podczas normalnej eksploatacji;
- giętkich lub sprężystych metalowych kanałów, chyba że są do tego przeznaczone;
- giętkich części metalowych;
- drutów nośnych; korytek i drabinek instalacyjnych.

UWAGA 2 Przykładowe przewody ochronne to: przewód ochronny wyrównawczy, przewód ochronny uziemiający i przewód uziemiający, gdy jest stosowany do ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

543.3 Ciągłość elektryczna przewodów ochronnych

543.3.1 Przewody ochronne powinny być odpowiednio chronione przed uszkodzeniem mechanicznym, degradacją chemiczną lub elektrochemiczną, oddziaływaniem sił elektrodynamicznych i sił termodynamicznych.

Każde połączenie (np. połączenia skręcane, złącza zaciskowe) między przewodami ochronnymi lub pomiędzy przewodem ochronnym i innymi urządzeniami powinno zapewnić trwałą ciągłość elektryczną oraz odpowiednią wytrzymałość i ochronę mechaniczną. Śruby do łączenia przewodów ochronnych nie powinny służyć żadnemu innemu celowi.

Złącza nie powinny być lutowane.

UWAGA Zaleca się, aby wszystkie połączenia elektryczne miały zadowalającą pojemność cieplną i odporność mechaniczną umożliwiającą wytrzymanie każdej kombinacji prądowo/czasowej, która może pojawić się w przewodzie lub w kablu/obudowie o największej powierzchni przekroju poprzecznego.

543.3.2 Złącza przewodów ochronnych powinny być dostępne do kontroli i badań, z wyjątkiem:

- złączy napełnionych związkiem chemicznym,
- złączy obudowanych,
- złączy w metalowych kanałach, korytkach i układach szynoprzewodów,
- złączy stanowiących część urządzeń i spełniających ich standardy,
- złączy spawanych lub lutowanych,
- złączy wykonanych narzędziem sprężającym.

543.3.3 Żadne urządzenie łączeniowe nie powinno występować w przewodzie ochronnym, jednak z wyjątkiem złączy, które w celu przeprowadzenia pomiarów dają się – przy użyciu narzędzi – rozłączyć.

543.3.4 Jeżeli jest stosowany elektryczny monitoring uziemienia, to dedykowane urządzenia (np. czujniki operacyjne, cewki, przekładniki prądowe) nie mogą być łączone szeregowo w przewodach ochronnych.

543.3.5 W przypadku urządzeń elektrycznych nie należy stosować części przewodzących dostępnych do tworzenia części przewodu ochronnego innych urządzeń, z wyjątkiem przypadków podanych w 543.2.2.

543.4 Przewody PEN, PEL lub PEM

UWAGA Ponieważ przewody te pełnią dwie funkcje, funkcję przewodu PE i/lub przewodów N, L lub M, zaleca się wzięcie pod uwagę wszystkich obowiązujących wymagań dotyczących właściwych funkcji.

543.4.1 Przewód PEN, PEL lub PEM może być stosowany tylko w stałych instalacjach elektrycznych, a z przyczyn mechanicznych powinien mieć powierzchnię przekroju poprzecznego nie mniejszą niż 10 mm² w przypadku miedzi lub 16 mm² w przypadku aluminium.

UWAGA 1 Ze względu na EMC zaleca się, aby przewód PEN nie był zainstalowany za złączem instalacji od strony odbiorów (patrz HD 60364-4-44:2007, 444.4.3.2).

UWAGA 2 Zgodnie z EN 60079-14 nie jest dozwolone korzystanie z przewodu PEN, PEL lub PEM w atmosferze zagrożonej wybuchem.

543.4.2 Przewód PEN, PEL lub PEM powinien mieć izolację na napięcie znamionowe przewodu liniowego.

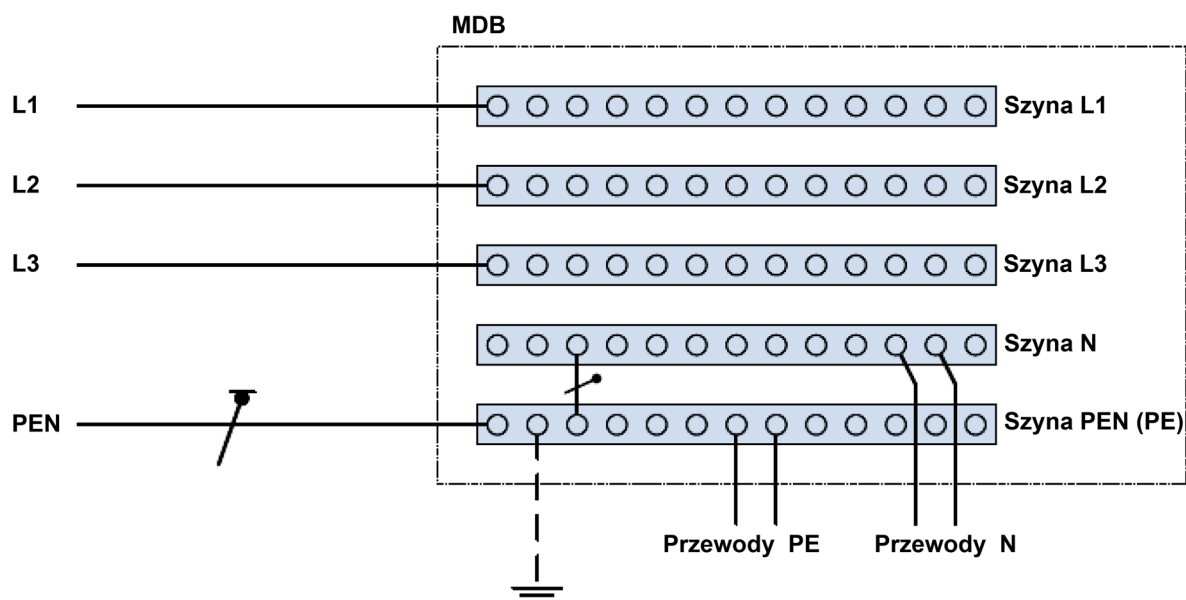
Metalowe obudowy układów oprzewodowania nie powinny być stosowane jako przewody PEN, PEL lub PEM, z wyjątkiem układów szynoprzewodów wg EN 60439-2 i układów zasilania szynoprzewodów wg EN 61534-1.

UWAGA Zaleca się, aby komitety odpowiedzialne za wyroby brały pod uwagę potencjalny wpływ EMI w urządzeniach z przewodem PEN, PEL lub PEM.

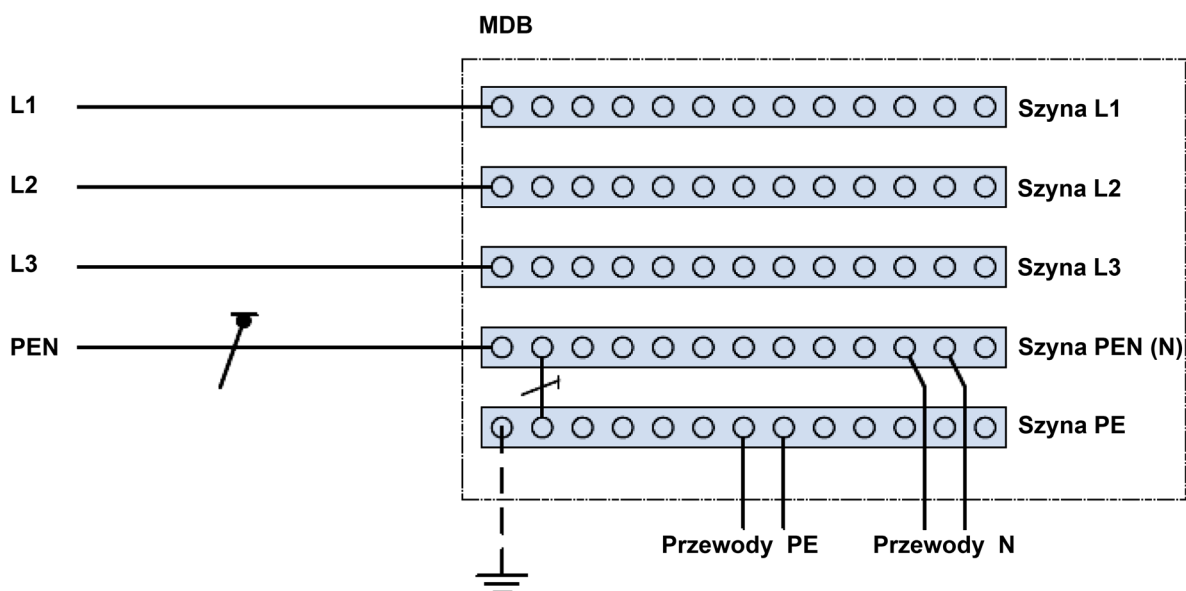
HD 60364-5-54:2011

543.4.3 Jeśli z jakiegokolwiek punktu instalacji funkcje: neutralna/punktu środkowego/liniowa i ochronna są realizowane za pomocą oddzielnych przewodów, niedozwolone jest podłączanie przewodu neutralnego/środkowego/liniowego do innych uziemionych części instalacji. Jednak dopuszcza się możliwość prowadzenia większej liczby przewodów neutralnych/środkowych/liniowych i większej liczby przewodów ochronnych odpowiednio z PEN, PEL lub PEM.

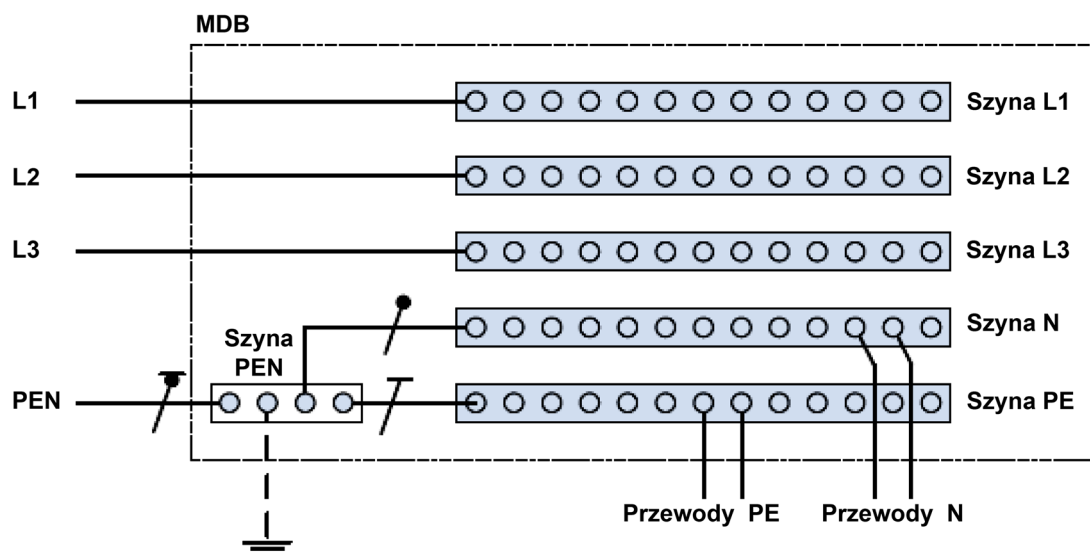
Przewód PEN, PEL lub PEM należy podłączyć do zacisku lub szyny przeznaczonej dla przewodów ochronnych (patrz Rysunek 54.1a), chyba że nie ma konkretnego zacisku lub konkretnej szyny, które byłyby przeznaczone do połączenia z przewodem PEN, PEL lub PEM (przykłady podano na Rysunkach 54.1b i 54.1c).



Rysunek 54.1.a – Przykład 1



Rysunek 54.1b – Przykład 2



Rysunek 54.1c – Przykład 3

Objaśnienia

MDB – główna tablica rozdzielcza

Rysunek 54.1 – Przykłady połączenia przewodu PEN

UWAGA W układach zasilanych prądem stałym SELV, np. systemy telekomunikacyjne, nie istnieje przewód PEL lub PEM.

543.4.4 Nie należy stosować części przewodzących obcych jako przewodów PEN, PEL lub PEM

543.5 Wspólne przewody uziemiające, ochronne i funkcjonalne

Jeżeli jest stosowany wspólny przewód uziemiający, ochronny i funkcjonalny, powinien on spełniać wymagania stawiane przewodowi ochronnemu. Powinien również spełniać stosowne wymagania z zakresu funkcjonalności (patrz EN 60364-4-44:2007, Rozdział 444).

Przewód powrotny PEL lub PEM prądu stałego do zasilania układów techniki informacyjnej może także służyć jako wspólny przewód uziemiający funkcjonalny i ochronny.

UWAGA Więcej informacji, patrz EN 61140:2001, 7.5.3.1.

543.6 Prądy w przewodach ochronnych uziemiających

W normalnych warunkach pracy nie zaleca się stosowania przewodu ochronnego uziemiającego jako ścieżki przewodzącej prąd (np. w celu łączenia filtrów EMC), patrz również EN 61140. Jeżeli w normalnych warunkach eksploatacji prąd przekracza 10 mA, należy stosować wzmocniony przewód ochronny (patrz 543.7).

UWAGA Zaleca się zredukowanie pojemnościowych prądów upływu, np. przez przewody lub silniki, poprzez odpowiednie zaprojektowanie instalacji i urządzeń.

543.7 Wzmocnione przewody ochronne uziemiające dostosowane do prądów większych niż 10 mA

W przypadku odbiorników przeznaczonych do przyłączenia na stałe, gdy prąd w ich przewodzie ochronnym uziemiającym przekracza 10 mA, postępuje się następująco:

- jeżeli odbiornik ma tylko jeden ochronny zacisk uziemiający, to przewód ochronny uziemiający powinien mieć na całej długości powierzchnię przekroju poprzecznego co najmniej 10 mm² Cu lub 16 mm² Al;

UWAGA 1 Przewód PEN, PEL lub PEM wg 543.4 spełnia to wymaganie.

HD 60364-5-54:2011

- jeżeli odbiornik ma oddzielny zacisk do przyłączenia drugiego przewodu ochronnego uziemiającego, to drugi przewód ochronny uziemiający, o co najmniej takiej samej powierzchni przekroju poprzecznego, jak wymagana do zabezpieczenia przeciwzwarcowego, powinien przebiegać od punktu, w którym przewód ochronny uziemiający ma powierzchnię przekroju poprzecznego nie mniejszą niż $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ lub $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$.

UWAGA 2 W sieciach TN-C, w których pojedynczy przewód (przewód PEN) stanowi wspólny przewód ochronny i neutralny aż do zacisków urządzeń, prąd w przewodzie ochronnym może być uznawany za prąd obciążenia.

UWAGA 3 Urządzenia odbiorcze, na ogół charakteryzujące się dużym prądem przewodu ochronnego, mogą nie być kompatybilne z instalacjami wyposażonymi w urządzenia różnicowoprądowe.

543.8 Układ przewodów ochronnych

Jeżeli ochrona przed porażeniem elektrycznym jest realizowana za pomocą nadprądowych urządzeń zabezpieczających, to przewód ochronny powinien znaleźć się w tym samym układzie oprzewodowania co przewody czynne lub powinien być umieszczony w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

544 Przewody ochronne wyrównawcze

544.1 Przewody ochronne wyrównawcze do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym

Przewody ochronne wyrównawcze, przeznaczone do łączenia z głównym zaciskiem uziemiającym, powinny mieć powierzchnie przekroju poprzecznego nie mniejsze niż połowa największej powierzchni przekroju poprzecznego przewodu ochronnego uziemiającego instalacji i nie mniejsze niż:

- 6 mm^2 w przypadku miedzi; lub
- 16 mm^2 w przypadku aluminium; lub
- 50 mm^2 w przypadku stali.

Powierzchnia poprzecznego przekroju przewodu ochronnego wyrównawczego, przeznaczonego do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym, nie powinna przekraczać $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ lub równoważnej powierzchni przekroju poprzecznego innych materiałów.

544.2 Przewody ochronne wyrównawcze do połączeń dodatkowych

544.2.1 Przewód ochronny wyrównawczy, łączący dwie części przewodzące dostępne, powinien mieć przewodność nie mniejszą niż mniejszego przewodu ochronnego, przyłączonego do części przewodzących dostępnych.

544.2.2 Przewód ochronny wyrównawczy, łączący części przewodzące dostępne z obcymi częściami przewodzącymi, powinien wykazywać przewodność nie mniejszą niż występująca przy połowie powierzchni przekroju poprzecznego odpowiedniego przewodu ochronnego.

544.2.3 Minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów ochronnych wyrównawczych, jako połączeń dodatkowych, i przewodów wyrównawczych pomiędzy dwiema częściami przewodzącymi obcymi powinna być zgodna z 543.1.3.

Załącznik A (normatywny)

Metoda wyznaczania współczynnika k wg 543.1.2 (patrz także IEC 60724 oraz IEC 60949)

Współczynnik k jest wyznaczony z następującego wzoru:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)}$$

w którym:

Q_c jest pojemnością cieplną objętościową materiału przewodu (J/K mm³) w temperaturze 20 °C;

β jest odwrotnością współczynnika temperaturowego rezystywności, w temperaturze 0°C, dla przewodu (°C);

ρ_{20} rezystywność materiału przewodu w 20 °C (Ω mm);

θ_i temperatura początkowa przewodu (°C);

θ_f temperatura końcowa przewodu (°C).

Tablica A.54.1 – Wartości parametrów dla różnych materiałów

Materiał	β^a °C	Q_c^a J/°Cmm ³	ρ_{20}^a Ωmm	$\sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}}$ A√s/mm ²
Miedź	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Aluminium	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Stal	202	$3,8 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78
^a Wartości wzięto z EN 60949.				

HD 60364-5-54:2011

Tablica A.54.2 – Wartości k dla izolowanych przewodów ochronnych, nie będących częścią żył kablowych i nie tworzących wiązki z innymi przewodami

Izolacja przewodu	Temperatura °C ^b		Materiał przewodu		
	Początkowa	Końcowa	Miedź	Aluminium	Stal
			Wartości k ^c		
70 °C termoplastyczna (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C termoplastyczna (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C termoutwardzalna (np. XLPE i EPR)	30	250	176	116	64
60 °C termoutwardzalna (EPR guma)	30	200	159	105	58
85 °C termoutwardzalna (EPR guma)	30	220	166	110	60
185 °C termoutwardzalna (guma silikonowa)	30	350	201	133	73

^a Mniejsza wartość ma zastosowanie w przypadku przewodów z izolacją termoplastyczną (np. PVC) i powierzchnią przekroju poprzecznego większą niż 300 mm².

^b Dopuszczalne temperatury dla różnych typów izolacji podano w EN 60724.

^c Metoda obliczania k , patrz wzór na początku niniejszego załącznika.

Tablica A.54.3 – Wartości k odnoszące się do gołych przewodów ochronnych, nie należących do wiązki innych przewodów, ale stykających się z ich powłoką

Powłoka przewodu	Temperatura °C ^a		Materiał przewodu		
	Początkowa	Końcowa	Miedź	Aluminium	Stal
			Wartości k ^b		
Termoplastyczna	30	200	159	105	58
(PVC) polietylen	30	150	138	91	50
CSP ^c	30	220	166	110	60

^a Dopuszczalne temperatury dla różnych typów izolacji podano w EN 60724.

^b Metody obliczania k , patrz wzór na początku niniejszego załącznika.

^c CSP = Chlorosulfonowany polietylen

Tablica A.54.4 – Wartości k dla przewodów ochronnych będących rdzeniem kabla lub tworzących wiązki z innymi kablami lub izolowanymi przewodami

Izolacja przewodu	Temperatura °C ^b		Materiał przewodu		
			Miedź	Aluminium	Stal
	Początkowa	Końcowa	Wartości k ^c		
70 °C termoplastyczna (PVC)	70	160/140 ^a	115/103 ^a	76/68 ^a	42/37 ^a
90 °C termoplastyczna (PVC)	90	160/140 ^a	100/86 ^a	66/57 ^a	36/31 ^a
90 °C termoutwardzalna (np. XLPE i EPR)	90	250	143	94	52
60 °C termoutwardzalna (guma)	60	200	141	93	51
85 °C termoutwardzalna (guma)	85	220	134	89	48
185 °C termoutwardzalna (guma silikonowa)	180	350	132	87	47
^a Mniejsza wartość ma zastosowanie w przypadku przewodów z izolacją termoplastyczną (np. PVC) i powierzchnią przekroju poprzecznego większą niż 300 mm ² . ^b Dopuszczalne temperatury dla różnych typów izolacji podano w EN 60724. ^c Metody obliczania k , patrz wzór na początku niniejszego załącznika					

Tablica A.54.5 – Wartości k dla przewodów ochronnych, tworzących warstwę w kablu, np. zbrojenie, metalową osłonę, koncentryczny przewód itp.

Izolacja przewodu	Temperatura °C ^a		Materiał przewodu		
			Miedź	Aluminium	Stal
	Początkowa	Końcowa	Wartości k ^c		
70 °C termoplastyczna (PVC)	60	200	141	93	51
90 °C termoplastyczna (PVC)	80	200	128	85	46
90 °C termoutwardzalna (np. XLPE i EPR)	80	200	128	85	46
60 °C termoutwardzalna (guma)	55	200	144	95	52
85 °C termoutwardzalna (guma)	75	220	140	93	51
Minerał termoplastyczny (PVC) pokryty ^b	70	200	135	—	—
Goła osłona mineralna	105	250	135	—	—
^a Dopuszczalne temperatury dla różnych rodzajów izolacji podano w EN 60724. ^b Wartość taką należy także stosować do gołych przewodów narażonych na dotknięcie i zetknięcie z materiałem palnym. ^c Metody obliczania k , patrz wzór na początku niniejszego załącznika.					

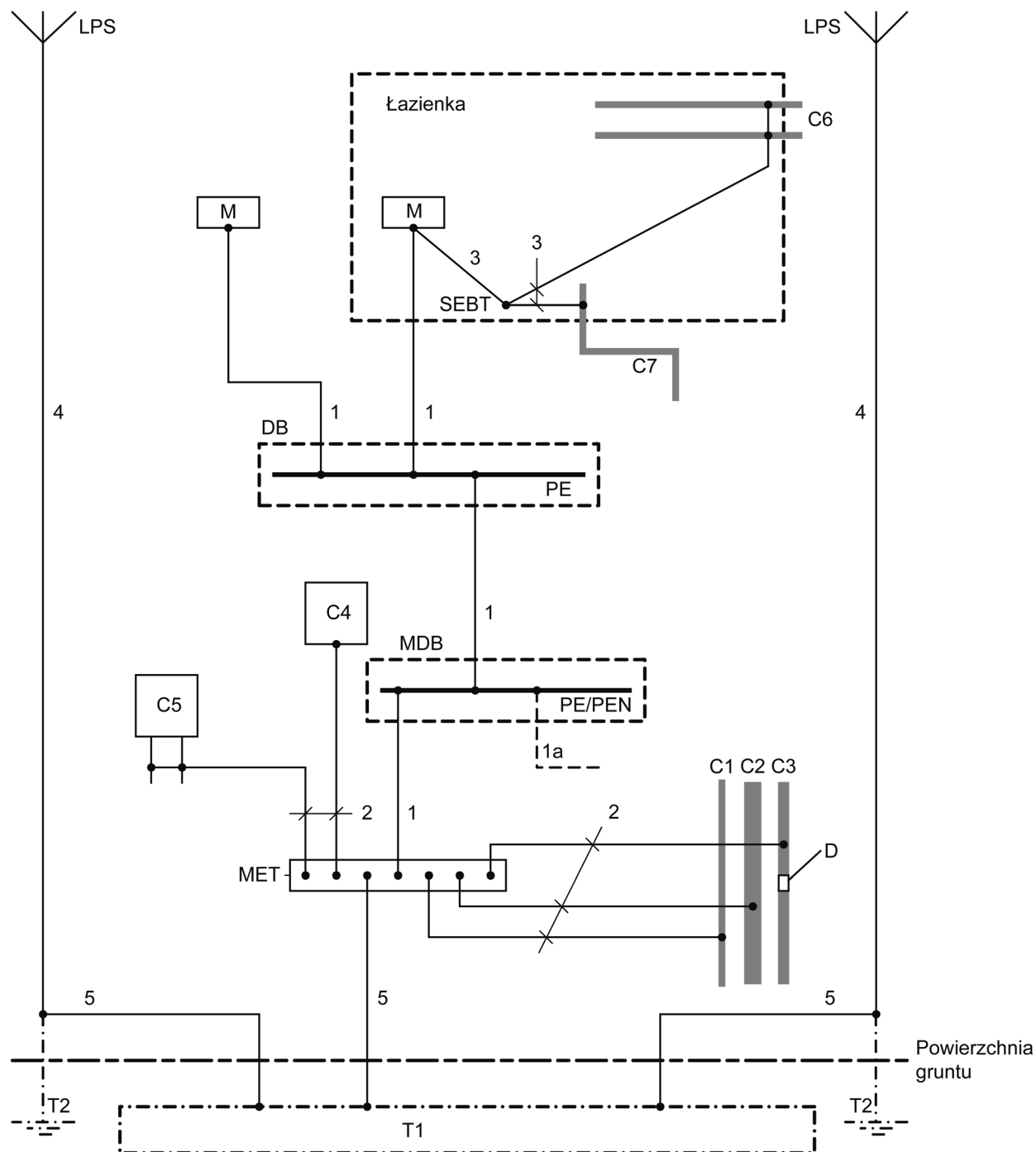
HD 60364-5-54:2011

Tablica A.54.6 – Wartości k dla gołych przewodów, gdzie nie ma ryzyka uszkodzenia sąsiedniego materiału pod wpływem podanej temperatury

Warunki	Temperatura początkowa °C	Materiał przewodu					
		Miedź		Aluminium		Stal	
		Temperatura maksymalna (temperatura końcowa) °C	Wartość k	Temperatura maksymalna (temperatura końcowa) °C	Wartość k	Temperatura maksymalna (temperatura końcowa) °C	Wartość k
Widoczne i w ograniczonym obszarze	30	500	228	300	125	500	82
Warunki normalne	30	200	159	200	105	200	58
Niebezpieczeństwo pożaru	30	150	138	150	91	150	50

Załącznik B (informacyjny)

Przykład układów uziemiających i przewodów ochronnych



HD 60364-5-54:2011**Objaśnienia**

Symbol	Nazwa	Uwagi
C	Część przewodząca obca	
C1	Rura wodociągowa, metal od zewnątrz	lub rura centralnego ogrzewania
C2	Rura ściekowa, metal od zewnątrz	
C3	Rura gazowa z wstawką izolacyjną, metal od zewnątrz	
C4	Klimatyzacja	
C5	System ogrzewania	
C6	Rura wodociągowa, metalowa, np. w łazience	Patrz EN 60364-7-701 701.415.2:2006
C7	Rura ściekowa, metalowa, np. w łazience	Patrz EN 60364-7-701 701.415.2 datowana 2006
D	Wstawka izolacyjna	
MDB	Główna tablica rozdzielcza	
DB	Tablica rozdzielcza	Zasilana z głównej tablicy rozdzielczej
MET	Główny zacisk uziemiający	Patrz 542.4
SEBT	Dodatkowy zacisk połączenia wyrównawczego	
T1	Uziom fundamentowy zabetonowany i uziom fundamentowy zagruntowany	Patrz 542.2
T2	Uziom LPS, jeżeli konieczny	Patrz 542.2
LPS	Urządzenie piorunochronne (jeżeli istnieje)	
PE	Zacisk(-i) PE na tablicy rozdzielczej	
PE/PEN	Zacisk(-i) PE/PEN na głównej tablicy rozdzielczej	
M	Część przewodząca dostępna	
1	Przewód ochronny uziemiający (PE)	Patrz Rozdział 543 Powierzchnia przekroju poprzecznego, patrz 543.1 Rodzaj przewodu ochronnego, patrz 543.2 Ciągłość elektryczna, patrz 543.3
1a	Przewód ochronny lub przewód PEN, jeżeli istnieje, z sieci zasilającej	
2	Przewód ochronny wyrównawczy do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym	Patrz 544.1
3	Przewód ochronny wyrównawczy do dodatkowego połączenia	Patrz 544.2
4	Przewód odprowadzający urządzenia piorunochronnego (LPS), jeżeli istnieje	
5	Przewód uziemiający	Patrz 542.3

Jeżeli jest zainstalowane urządzenie piorunochronne, to należy zastosować dodatkowe wymagania, podane w EN 62305-3:2006, Rozdział 6, a zwłaszcza te podane w 6.1 i 6.2.

UWAGA Przewodów uziemiających funkcjonalnych nie przedstawiono na Rysunku B.54.1.

Rysunek B.54.1 – Przykłady układów uziemiających dotyczących uziomu fundamentowego, przewodów ochronnych i przewodów ochronnych wyrównawczych

Załącznik C (informacyjny)

Montaż uziomów fundamentowych zabetonowanych

C.1 Postanowienia ogólne

Beton stosowany na fundamenty budynków ma określoną przewodność i na ogół dużą powierzchnię styku z ziemią. Dlatego gołe pręty metalowe, całkowicie osadzone w betonie, można wykorzystywać do celów uziemienia, pod warunkiem że beton nie jest izolowany od ziemi specjalną izolacją cieplną lub innymi środkami. Ze względu na skutki chemiczne i fizyczne, goła lub ocynkowana ogniowo stal i inne metale osadzone w betonie, na głębokości większej niż 5 cm, są dobrze chronione przed korozją i to na ogół przez cały czas życia budynku. W miarę możliwości zaleca się również wykorzystywanie przewodzącego działania zbrojenia budynku.

Kreowanie uziomu fundamentowego zabetonowanego podczas wznoszenia budynku może być rozwiązaniem ekonomicznym, pozwalającym uzyskać na wiele lat dobry uziom, ponieważ:

- nie wymaga on dodatkowych prac ziemnych,
- jest wprowadzony na głębokość, która na ogół nie podlega negatywnym wpływom sezonowych warunków atmosferycznych,
- zapewnia dobry kontakt z gruntem,
- rozciąga się niemal na całą powierzchnię posadowienia budynku i skutkuje minimalną impedancją uziemienia, jaką można uzyskać na takiej powierzchni,
- zapewnia optymalny układ uziemiający do stosowania również w ochronie odgromowej, oraz
- może być wykorzystany – od początku wznoszenia budynku – jako uziom instalacji elektrycznych budynku.

Oprócz działania uziemiającego, uziom fundamentowy zabetonowany zapewnia dobrą podstawę dla głównego łączenia ochronnego.

Mają zastosowanie podane niżej wymagania i zalecenia, odnoszące się do wykonania uziomu fundamentowego zabetonowanego.

C.2 Inne kwestie dotyczące stosowania uziomów zabetonowanych

Jeżeli fundament budynku ma być całkowicie zabezpieczony przed utratą energii cieplnej poprzez izolowanie go za pomocą nieprzewodzących materiałów lub poddany działaniu środków izolujących go od wody, np. przegród z tworzyw sztucznych o grubości większej niż 0,5 mm, to użycie betonu na uziemienie nie jest opłacalne. W takich przypadkach pozytywny efekt może przynieść zastosowanie metalowego zbrojenia do łączenia ochronnego, a w celu uziemienia zaleca się zastosowanie innego układu uziemiającego, np. dodatkowego uziomu fundamentowego zabetonowanego pod izolowanym fundamentem, lub układ uziemiający wokół budynku, lub uziom fundamentowy umieszczony w gruncie.

C.3 Konstrukcja uziomów fundamentowych zabetonowanych

C.3.1 W przypadku fundamentów betonowych bez metalowego zbrojenia, uziomy fundamentowe zabetonowane należy skoordynować z rodzajem i wymiarami fundamentu. Preferuje się zastosowanie co najmniej jednego zamkniętego pierścienia lub prostokąta o wymiarach do 20 m i wzajemnie połączonych.

C.3.2 Aby uniknąć osadzania elektrody w betonie na głębokości mniejszej niż 5 cm, zaleca się zastosowanie odpowiednich środków do zapewnienia odpowiedniej odległości oprzewodowania uziomowego nad gruntem. Jeśli jako uziomy są wykorzystywane taśmy, to – żeby nie robić otworów w betonie – zaleca się umieszczenie ich na krawędziach. Jeżeli istnieje zbrojenie, zaleca się aby oprzewodowanie było do niego przytwierdzone

HD 60364-5-54:2011

w odstępach nie większych niż 2 m. Zaleca się, aby połączenia były wykonane zgodnie z 542.3.2. Zaleca się unikania złączy mocowanych.

C.3.3 Zaleca się, aby przewodowanie uziomu fundamentowego zabetonowanego miało co najmniej jedną końcówkę zacisku do połączenia z układem elektrycznym budynku. W związku z czym zaleca się pozostawienie betonu wewnątrz budynku w celu przyłączenia do odpowiedniego punktu przyłączenia (np. głównego zacisku uziemiającego) lub zakończenie go w specjalnym zacisku przyłączeniowym zabetonowanym w ścianie, przy jej powierzchni. W miejscu połączenia końcówka zacisku powinna być dostępna w celu umożliwienia konserwacji i w celach pomiarowych.

W przypadku ochrony odgromowej i budynków ze szczególnymi wymaganiami dotyczącymi technologii informatycznych, może być wymagany więcej niż jeden zacisk uziomu fundamentowego, np. dla przewodów odprowadzających urządzenia piorunochronnego.

W przypadku niezbędnych łączy umieszczonych poza betonem fundamentu i przechodzących przez grunt, należy uwzględnić problemy związane z korozją drutów stalowych (patrz Rozdział C.4). W przypadku takich połączeń zaleca się, aby wchodziły do betonu wewnątrz budynku lub na zewnątrz ale na odpowiednim poziomie nad powierzchnią gruntu.

C.3.4 W przypadku minimalnej powierzchni przekroju poprzecznego uziomu i końcówek zacisku mają zastosowanie wartości wymienione w Tablicy 54.1. Połączenia powinny być solidnie wykonane i odpowiednie pod względem elektrycznym (patrz 542.3.2).

C.3.5 Metalowe zbrojenie fundamentów budynku można wykorzystać jako uziom, pod warunkiem że jest ono połączone solidnie i zgodnie z 542.3.2. W przypadku połączeń spawanych wymagana jest zgoda osoby odpowiedzialnej za strukturalne projektowanie i analizę konstrukcji budynku. Połączenia wykonane jedynie przy użyciu żelaznego drutu wiązałkowego nie są przydatne do ochrony, ale mogą być wystarczające w zastosowaniach EMC i technologii informatycznej. Zbrojenie w betonie sprężonym nie powinno być stosowane jako uziom.

Jeżeli w zbrojeniu są stosowane spawane siatki z drutów o mniejszej średnicy, można uznać je za uziomy, pod warunkiem że są one solidnie połączone, w więcej niż jednym punkcie, z końcówką zacisku lub innymi elementami uziomu w celu zapewnienia przynajmniej takiej samej powierzchni przekroju poprzecznego, jak wymagana w Tablicy 54.1. Średnica pojedynczych drutów takich siatek nie powinna być mniejsza niż 5 mm, a siatka powinna mieć w różnych punktach co najmniej cztery połączenia z końcówką zacisku.

C.3.6 Zaleca się, aby przewodowanie uziomów nie przechodziło przez złącza między różnymi częściami większych fundamentów. Aby w takich miejscach, na zewnątrz betonu, zapewnić niezbędne połączenia elektryczne, zaleca się zainstalowanie tam odpowiednio podatnych łączników.

C.3.7 Zaleca się, aby uziomy fundamentowe zabetonowane w pojedynczych fundamentach (np. konstrukcji dużych hal) były podłączone, za pomocą odpowiednich przewodów uziemiających, do innych części zabetonowanego uziomu. Usytuowanie takich połączeń w gruncie, patrz Rozdział C.4.

C.4 Możliwe problemy korozyjne innych instalacji uziemionych umieszczonych poza uziomami fundamentowymi zabetonowanymi

Zwraca się uwagę na fakt, że stal zwykła (goła lub ocynkowana ogniowo), ale zabetonowana, wywołuje taki sam potencjał elektrochemiczny, jak w przypadku miedzi umieszczonej w ziemi. W rezultacie, istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia korozji elektrochemicznej w innych układach uziemiających wykonanych ze stali zagruntowanej blisko fundamentu i połączonych z uziomem fundamentowym zabetonowanym. Efekt taki może wystąpić również w zbrojonych fundamentach rozległych budynków.

Dowolny uziom stalowy, z wyjątkiem uziomów wykonanych ze stali nierdzewnej lub w inny sposób dobrze chronionych przez odpowiednio wykonane zabezpieczenie przed wilgocią, nie może być instalowany bezpośrednio z betonu fundamentu do gruntu. Ocynkowanie ogniowe lub malowanie, lub użycie innych podobnych materiałów okazuje się potem niewystarczające do takich celów. Zaleca się, aby dodatkowe układy uziemiające, przebiegające wokół i w pobliżu takich budynków, były wykonane z materiału innego niż stal ocynkowana ogniowo, by w ten sposób zapewnić wystarczający czas życia dla tej części układu uziemiającego.

C.5 Prace końcowe przy betonowaniu uziomów fundamentowych

C.5.1 Po przygotowaniu uziomów i/lub łączonego zbrojenia, ale przed wylaniem betonu, zaleca się aby profesjonalista sprawdził układ i udokumentował zapis. Zaleca się, aby dokumentacja zawierała opis, plany i zdjęcia oraz stanowiła część całej dokumentacji instalacji elektrycznej (patrz EN 60364-6).

C.5.2 Zaleca się, aby beton przeznaczony na fundament zawierał co najmniej 240 kg cementu na m³ przygotowanej masy. Masa powinna mieć odpowiednio płynną konsystencję, aby wypełniła wszystkie otwory poniżej uziomów.

HD 60364-5-54:2011

Załącznik D (informacyjny)

Montaż uziomów umieszczanych w gruncie

D.1 Postanowienia ogólne

Rezystancja uziemienia zależy od wymiarów uziomu, jego kształtu i od rezystywności gruntu, w którym uziom jest umieszczony. Rezystywność ta często jest różna w różnych miejscach i na różnych głębokościach.

Rezystywność gruntu jest wyrażona w Ωm : fizycznie jest to wyrażona w Ω rezystancja cylindra gruntu o powierzchni przekroju poprzecznego 1 m^2 i o długości 1 m .

Przy realizacji uziomu aspekt dotyczący powierzchni i roślinności może dawać pewną wskazówkę, o bardziej lub mniej korzystnych cechach gruntu. Jeżeli są dostępne wyniki pomiarów, odnoszących się do uziomów zainstalowanych w podobnym gruncie, to zapewniają one lepszą informację.

Rezystywność gruntu zależy od jego wilgotności i temperatury, a każda z tych wielkości zmienia się znacznie w ciągu roku. Na samą wilgoć wpływa granulacja gruntu i jego porowatość. W praktyce, rezystywność gruntu rośnie, gdy wilgotność maleje.

Warstwy ziemi, gdzie strumienie wody mogą przebiegać w poprzek, jak to ma miejsce w pobliżu rzek, są rzadko przydatne do realizacji uziomów. W rzeczywistości, warstwy te składają się z gruntu kamienistego, są bardzo przepuszczalne i łatwo nasiakają wodą oczyszczaną w wyniku naturalnej filtracji i wykazują dużą rezystywność. Zaleca się, aby pręty sięgały większych głębokości, gdyż znajdujące się tam warstwy gruntu mogą mieć również większą przewodność.

Mróz znacznie zwiększa rezystywność gruntu, który w zamrożonej warstwie może osiągnąć kilka tysięcy Ωm . Na niektórych obszarach warstwa zamrożona może mieć grubość 1 m lub więcej.

Także suchość zwiększa rezystywność gruntu. Na niektórych obszarach efekt suszy można stwierdzić do głębokości 2 m . Wartości rezystywności w takich okolicznościach mogą być tego samego rzędu co podczas mrozów.

D.2 Rezystywność gruntu

W Tablicy D.54.1 podano wartości rezystywności niektórych rodzajów gruntu.

Z Tablicy D.54.2 wynika, że rezystywność tego samego rodzaju gruntu może ulegać zmianom w dużym zakresie.

Tablica D.54.1 – Rezystywność różnych rodzajów gruntu

Rodzaj gruntu	Rezystywność Ωm
Grunt bagnisty	Od kilku do 30
Grunt aluwialny	20 do 100
Humus	10 do 150
Torf wilgotny	5 do 100
Gлина plastyczna	50
Margiel i zwarta glina	100 do 200
Jurajski margiel	30 do 40
Piasek gliniasty	50 do 500
Piasek krzemionkowy	200 do 3 000
Grunt kamienisty nagi	1 500 do 3 000
Grunt kamienisty pokryty trawnikiem	300 do 500
Wapień miękki	100 do 300
Wapień zwarty	1 000 do 5 000
Wapień popękany	500 do 1 000
Łupek	50 do 300
Łupek mikowy	800
Granit i piaskowiec w zależności od warunków atmosferycznych	1 500 do 10 000
Granit i bardzo zmieniony piaskowiec	100 do 600

Aby umożliwić wstępną aproksymację rezystancji uziemienia, można wykonać obliczenia, korzystając ze średnich wartości podanych w Tablicy D.54.2.

Jest oczywiste, że obliczenia wykonane z zastosowaniem tylko tych wartości dają bardzo przybliżone wartości rezystancji uziemienia. Po zastosowaniu wzoru podanego w Rozdziale D.3, pomiar tej rezystancji może pozwolić na oszacowanie średniej wartości rezystywności gruntu. Taka wiedza może być przydatna do dalszych prac wykonanych w podobnych warunkach.

Tablica D.54.2 – Zmiana rezystywności w zależności od rodzaju gruntu

Rodzaj gruntu	Średnia wartość rezystywności Ωm
Gleba mulista, zwarte wilgotne nabrzeże	50
Ubogi grunt uprawny, żwir, twarde nabrzeże	500
Grunt kamienisty goły, suchy piasek, nieprzepuszczalne skały	3 000

D.3 Uziomy umieszczone w ziemi

D.3.1 Części składowe

Uziomy mogą składać się z umieszczonych w ziemi elementów, wykonanych:

- ze stali ocynkowanej na gorąco,
- ze stali powleczonej miedzią,
- ze stali powleczonej galwanicznie miedzią,
- ze stali nierdzewnej,
- z miedzi gołej.

HD 60364-5-54:2011

Złącza między różnego rodzaju metalami nie powinny stykać się z ziemią. Na ogół nie zaleca się stosowania innych metali i stopów.

Minimalna grubość i średnica następujących części uwzględnia zwykle ryzyko chemicznej i mechanicznej degradacji. Niemniej jednak wymiary te nie mogą być wystarczające w sytuacjach, w których występuje znaczne ryzyko korozji. Na takie ryzyko można trafić w gruncie, gdzie krążą prądy błędzące, na przykład prądy powrotne d.c. traktacji elektrycznej lub prądy w pobliżu instalacji ochrony katodowej. W takim przypadku należy przedsięwziąć specjalne środki ostrożności.

Zaleca się umieszczanie uziomów w najbardziej wilgotnych częściach dostępnego gruntu. Należy trzymać je z dala od wysypisk śmieci, gdzie np. przesiąkanie nawozu, gnojowicy, koksu, produktów chemicznych itp. może spowodować ich korozję, oraz jak najdalej od miejsc ruchliwych.

D.3.2 Szacowanie rezystancji uziemienia**a) Przewód zakopany poziomo**

Rezystancję uziemienia (R) realizowanego za pomocą przewodu zakopanego poziomo (patrz 542.2.3 i Tablica 54.1) można obliczyć z wzoru:

$$R = 2 \frac{\rho}{L}$$

w którym ρ jest rezystywnością gruntu (w Ωm), a L jest długością wykopu zajmowanego przez przewody (w m).

Należy zauważyć, że wężykowate układanie przewodu w wykopie nie poprawi znacznie rezystancji uziemienia.

W praktyce, przewody te są układane w dwa różne sposoby:

- uziom fundamentowy budynku: te uziomy są wykonane w postaci pętli wokół całego obwodu budynku. Długość, jaką należy uwzględnić, jest równa temu obwodowi;
- wykopy poziome: przewody są umieszczane na głębokości około 1 m w wykonanych w tym celu wykopach.

Nie zaleca się zasypywania wykopów kamieniami, popiołem lub podobnymi materiałami, lecz ziemią, pozwalającą podtrzymywać wilgoć.

b) Płyty zakopane

W celu zapewnienia dobrego styku obu powierzchni z gruntem, zaleca się pionowe ustawianie całych płyt.

Zaleca się, aby umieszczane w ziemi płyty miały górną krawędź na głębokości około 1 m.

Rezystancja uziemienia (R) w postaci uziomu płytowego umieszczonego na wystarczającej głębokości jest w przybliżeniu równa:

$$R = 0,8 \frac{\rho}{L}$$

przy czym: ρ jest rezystywnością gruntu (w Ωm), a L jest obwodem płyty (w m).

c) Uziomy pograżane pionowo

Rezystancję uziemienia (R), w przypadku uziomu umieszczonego pionowo (patrz 542.2.3 i Tablica 54.1) można w przybliżeniu obliczyć z wzoru:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

w którym: ρ jest rezystywnością gruntu (w Ωm), a L jest długością pręta lub rury (w m).

Jeżeli istnieje ryzyko zamarzania lub wysychania gruntu, zaleca się zwiększenie długości prętów o 1 m lub o 2 m.

Istnieje możliwość zmniejszenia wartości rezystancji uziemienia przez pograżenie kilku pionowych prętów połączonych równolegle i odsuniętych od siebie na odległość równą długości pręta, w przypadku dwóch prętów i na większą odległość, w przypadku większej (niż dwa) liczby prętów.

Zwraca się uwagę na fakt, że tam, gdzie mogą być pograżane długie pręty, pręty takie – ze względu, na rzadko jednorodne grunty – mogą osiągnąć warstwy gruntu o niskiej lub pomijalnej rezystywności.

D.4 Metalowe słupy jako uziomy

Metalowe słupy, łączone ze sobą przez konstrukcję metalową i zakopane do pewnej głębokości w gruncie, mogą być wykorzystywane jako uziomy.

Rezystancję uziemienia (R) metalowego słupa można w przybliżeniu obliczyć z wzoru:

$$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log_{10} \frac{3L}{d}$$

w którym:

L jest długością zakopanej części słupa (w m);

d jest średnicą – opisującego słup – cylindra (w m);

ρ jest rezystywnością gruntu (w Ωm).

Zestaw wzajemnie połączonych słupów, usytuowanych wokół budynku, ma rezystancję porównywalną z tą, jaką otrzymuje się w przypadku uziomu fundamentowego.

Ewentualne wbudowanie betonu nie wyklucza użycia słupów jako uziomów i niezbyt odczuwalnie modyfikuje rezystancję uziemienia.

Załącznik E
(informacyjny)

Lista uwag dotyczących niektórych krajów

HD 60364-5-54:2011

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie																							
BE	541.3.3, 541.3.4, 542	Zasady oprzewodowania (art. 69) nie pozwalają na zastosowanie uziomu zgodnie z definicjami IEV 826-13-05 lub IEV 826-13-08 (zmodyfikowanymi w 541.3.4 i 541.3.5). Definicja podana w kolumnie „Sformułowanie” jest zgodna z definicją IEV 826-04-02:2004 lub 604-04-03:1987	W Belgii uziom powinien odpowiadać następującej definicji: przewodząca część lub grupa połączonych ze sobą części przewodzących, które są umieszczone w ziemi i zapewniają elektryczne połączenie z ziemią.																							
DE	542.1.1		W Niemczech istnieje obowiązek zainstalowania w każdym nowym budynku uziomu fundamentowego zgodnie z Normą Krajową DIN 18014.																							
IE	542.2.1		Uwaga ta nie ma zastosowania w Irlandii																							
SI	542.2.1 542.3.1		W Słowenii poprzeczny przekrój litej taśmy stalowej lub taśmy, jako uziomu lub przewodu uziemiającego, ma minimalną powierzchnię równą 100 mm ² .																							
CZ	542.2.1		W Republice Czeskiej, oprócz uziomów stalowych, które są zgodne z Tablicą 54.1, minimalny rozmiar uziomów stalowych, których korozja i wytrzymałość mechaniczna, gdy znajdują się w gruncie o rezystywności większej niż 50 Ωm, jest taki, jak podano w następującej tabelicy: Minimalny wymiar uziomów stalowych w gruncie o rezystywności większej niż 50 Ωm																							
			<table><tr><th rowspan="2">Rodzaj uziomu</th><th rowspan="2">Kształt</th><th colspan="2">Minimalne wymiary</th></tr><tr><th>Stal ocynkowana</th><th>Stal gładka (bez powłoki)</th></tr><tr><td rowspan="2">Uziom z taśmy lub z okrągłego drutu</td><td>Taśma</td><td>Zgodnie z Tablicą 54.1</td><td>Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm², grubość 4 mm</td></tr><tr><td>Drut stalowy</td><td>Ø 8 mm</td><td>Ø 10 mm</td></tr><tr><td rowspan="3">Pręt z wydłużeniem w pionie</td><td>Pręt okrągły</td><td>Ø 8 mm</td><td>Ø 10 mm</td></tr><tr><td>Rura</td><td>Ø 15 mm, grubość ścianki rury 3 mm</td><td>Ø 15 mm, grubość ścianki rury 4 mm</td></tr><tr><td>Kątownik stalowy, itp.</td><td>Powierzchnia przekroju poprzecznego 100 mm² grubość ścianki kątownika 3 mm</td><td>Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm² grubość ścianki kątownika 4 mm</td></tr></table>	Rodzaj uziomu	Kształt	Minimalne wymiary		Stal ocynkowana	Stal gładka (bez powłoki)	Uziom z taśmy lub z okrągłego drutu	Taśma	Zgodnie z Tablicą 54.1	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² , grubość 4 mm	Drut stalowy	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Pręt z wydłużeniem w pionie	Pręt okrągły	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Rura	Ø 15 mm, grubość ścianki rury 3 mm	Ø 15 mm, grubość ścianki rury 4 mm	Kątownik stalowy, itp.	Powierzchnia przekroju poprzecznego 100 mm ² grubość ścianki kątownika 3 mm	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² grubość ścianki kątownika 4 mm
Rodzaj uziomu	Kształt	Minimalne wymiary																								
		Stal ocynkowana	Stal gładka (bez powłoki)																							
Uziom z taśmy lub z okrągłego drutu	Taśma	Zgodnie z Tablicą 54.1	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² , grubość 4 mm																							
	Drut stalowy	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
Pręt z wydłużeniem w pionie	Pręt okrągły	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
	Rura	Ø 15 mm, grubość ścianki rury 3 mm	Ø 15 mm, grubość ścianki rury 4 mm																							
	Kątownik stalowy, itp.	Powierzchnia przekroju poprzecznego 100 mm ² grubość ścianki kątownika 3 mm	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² grubość ścianki kątownika 4 mm																							

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie
CZ	542.2.1		W Republice Czeskiej płyty metalowe są używane jako uzioły tylko w niektórych przypadkach.
US	542.2.1	W Stanach Zjednoczonych wymagania dotyczące minimalnych wymiarów prętów na uzioły są inne niż podane w Tablicy 54.1	W Stanach Zjednoczonych minimalna średnica uziołów z żelaza lub stali wynosi 15,87 mm (= 0,625 cala), niezależnie od pokrycia lub powłoki. Jeśli są certyfikowane do użytku, pręty stalowe nierdzewne lub nieżelazne nie mogą być cieńsze niż 13 mm (0,519 cala).
NL	542.2.2		W Holandii pojedyncza przerwa w układzie uziemienia nie powinna prowadzić do napięcia dotykowego w instalacji (podłączonej do tego układu uziemienia), która nie jest zgodna z Rozdziałem 411.
NL	542.2.2		W Holandii uzioły i związane z nimi przewody powinny być zainstalowane co najmniej na głębokości 60 cm. Przewody układu uziemniającego, wyznaczające pętle lub mające okrągły kształt, powinny być instalowane w odległości między nimi nie mniejszej niż 1 m.
AT	542.2.3		W Austrii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
BE	542.2.3		W Belgii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
CH	542.2.3		W Szwajcarii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
DE	542.2.3		W Niemczech nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
FI	542.2.3		W Finlandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
IE	542.2.3		W Irlandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
IS	542.2.3		W Islandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
FR	542.2.3		We Francji nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
SE	542.2.3		W Szwecji nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
UK	542.2.3		W UK metalowa rura, stanowiąca część urządzenia wodociągowego, nie może być zastosowana jako uzioł.
IT	542.2.3		We Włoszech jest dozwolone wykorzystywanie rur systemu wodociągowego, ale tylko za zgodą dystrybutora wody.
PL	542.2.3		W Polsce jest dozwolone wykorzystywanie rur systemu wodociągowego jako uziołów, ale tylko za zgodą dystrybutora wody.
KR	542.2.3		W Korei Południowej jest dozwolone wykorzystywanie rur systemu wodociągowego, ale tylko za zgodą dystrybutora wody.
NL	542.2.3		W Holandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
SI	542.2.3		W Słowenii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziołów.
NO	542.2.3		W Norwegii metalowe rurociągi nie są dozwolone jako uzioły.

HD 60364-5-54:2011

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie
DK	542.2.3		W Danii nie można wykorzystywać rur wodociagowych jako uziomów.
DE	542.2.5		W Niemczech, w przypadku zewnętrznych przewodów (np. przewodów odprowadzających LPS), które są przyłączone do uziomu fundamentowego, połączenia te – wykonane ze stali ocynkowanej na gorąco – nie mogą być umieszczone w gruncie, z wyjątkiem złączy z pokryciem plastikowym lub ze stali nierdzewnej, zgodnie z No: 1.4571 są używane do trwałej izolacji (zgodnie z certyfikowanym wzorcem europejskim CRM 248-2 EN 10020).
CH	542.3.1		W Szwajcarii przekrój przewodu uziemiającego nie powinien być mniejszy niż 16 mm ² .
IE	542.3.1		W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego wynosi 10 mm ² .
DK	542.3.1		W Danii przewody uziemiające powinny być umieszczone w gruncie na głębokości co najmniej 0,35 m.
NL	542.3.1		W Holandii pojedyncza przerwa w przewodzie ochronnym zastosowanym w więcej niż jednej instalacji nie powinna powodować napięcia dotykowego, które nie jest zgodne z Rozdziałem 411.
NO	542.3.1		W Norwegii przewody uziemiające prowadzone w gruncie powinny mieć przekrój co najmniej 25 mm ² Cu lub 50 mm ² Fe chronione przed korozją. Złącza lub połączenia należy chronić przed korozją.
CN	542.3.2		W Chinach złącza w kanałach nie są dozwolone.
SI	542.3.2		W Słowenii połączenie przewodu uziemiającego z uziolem powinno być wykonane solidnie, również za pomocą śrub nie mniejszych niż M10.
NL	542.3.2		W Holandii przewody uziemiające umieszczone w gruncie powinny być zainstalowane na głębokości co najmniej 60 cm.
DK	542.2.4		W Danii uziom powinien być instalowany na głębokości co najmniej 2 m.
CZ	542.2.5 (po 1. akapicie)		W Republice Czeskiej uziomy miedziane i pokryte miedzią w gęsto zamieszkanych regionach są dozwolone, pod warunkiem że wpływ korozyjny miedzi na stal i stal pokrytą cynkiem itd. jest kontrolowany i że jest stosowana rzetelna ochrona w celu wyeliminowania makrokomórek.
CZ	542.2.5 (na końcu podrozdziału)		W Republice Czeskiej połączenia uziołów stalowych z przewodami uziemiającymi i skrzyżowania uziołów stalowych z przewodami uziemiającymi między dwoma różnymi mediami są chronione bez względu na to, czy są one chronione w sposób ogólny (np. warstwą cynku), czy nie. Skrzyżowania są chronione środkiem pasywnym (np. asfaltową masą uszczelniającą, laną żywicą, opaską antykorozyjną itd.) aż do tych odległości: – przewody uziemiające przy wejściu do gruntu przynajmniej 30 cm pod powierzchnią i 20 cm nad powierzchnią; – przewody uziemiające od uziołów fundamentowych; – na przejściu z betonu do gruntu przynajmniej 30 cm w betonie i 100 cm w gruncie; – na przejściu z betonu do powierzchni przynajmniej 10 cm w betonie i 20 cm nad powierzchnią; – przy przejściu nad złączami dylatacyjnymi – łukowaty pas w złączu i przynajmniej 20 cm w betonie po obu stronach złącza.

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie
ES	542.2.6	Hiszpańskie zasady oprowadowania, uznane przez R.D. 842/2002 za obligatoryjne, zawierają różne wymagania.	W Hiszpanii, ze względu bezpieczeństwa, rury metalowe z palnymi cieczami lub gazami nie powinny być stosowane w układzie uziemiającym.
IE	542.3.1		W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego obwodów oświetleniowych wynosi 1,5 mm ² .
FI	542.3.1		W Finlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów uziemiających, niechronionych przed korozją, wynosi 16 mm ² w przypadku miedzi lub 50 mm ² w przypadku stali.
USA	543.1		W USA minimalny przekrój przewodów ochronnych jest określony w dokumencie NFPA 70, National Electrical Code, Rozdział 250.
AT	543.1.1		W Austrii zastąpić pierwszy i drugi akapit następująco: Powierzchnia przekroju poprzecznego każdego przewodu ochronnego powinna wytrzymywać naprężenia mechaniczne i termiczne wywołane przez spodziewany prąd zwarcia w przewidywanym czasie trwania. Jeżeli jest stosowane samoczynne odłączanie zasilania wg 411.3.2, powierzchnię przekroju poprzecznego przewodu ochronnego należy: – albo obliczyć zgodnie z 543.1.2, – albo dobrać zgodnie z Tablicą 54.2. W przypadku przewodów ochronnych, chroniących dostępne części przewodzące źródeł (np. generatorów lub transformatorów), powierzchnia przekroju poprzecznego o połowie wartości przewodów liniowych nie może być wystarczająca. W takich specjalnych przypadkach należy zapewnić, by wymagania pierwszego akapitu zostały spełnione. W obu przypadkach powinny być spełnione wymagania wg 543.1.3.
AT	543.1.1 Tablica 54.2 Wiersz piąty	Długoletnie doświadczenia	W Austrii, na czas do odpowiedniej zmiany norm dotyczących kabli, zezwala się na stosowanie kabli standardowych o powierzchni przekroju poprzecznego 150/70 mm ² i 400/185 mm ² bez wykonywania obliczeń wg 543.1.2, niemniej jednak powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu ochronnego jest trochę mniejsza niż 0,5 raza powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu liniowego, wymagana wg Tablicy 54.2.
DK	543.1.1		W Danii, w przypadku obwodów wyposażonych w RCD, zwykle zezwala się na stosowanie miedzianych przewodów ochronnych o powierzchni przekroju poprzecznego co najmniej 2,5 mm ² , niezależnie od powierzchni przekroju poprzecznego przewodu liniowego i bez obliczania. Ale jeżeli RCD są stosowane w układzie TN, a przewód ochrony jest przyłączony do przewodu PEN przed RCD od strony zasilania, przewodem o mniejszej powierzchni przekroju poprzecznego niż przewód liniowy i o długości mniejszej niż 10 m, wymagane jest obliczenie powierzchni przekroju poprzecznego przewodu ochronnego z zastosowaniem wzoru.
NL	543.1.4		W Holandii, gdzie układ uziemiający jest stosowany w więcej niż jednej instalacji, przewód uziemiający powinien być zainstalowany w taki sposób, aby pojedyncze przeniesienie przewodu nie naruszało funkcji ochronnej układu.

HD 60364-5-54:2011

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie
CN	543.2.1		W Chinach stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone, zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
ES	543.2.1	Hiszpańskie zasady oprowadowania, uznane przez R.D. 842/2002 za obligatoryjne, zawierają różne wymagania.	W Hiszpanii wykorzystanie kanałów jako przewodów ochronnych jest zabronione.
ES	543.2.1	Hiszpańskie zasady oprowadowania, obligatoryjne wg R.D. 842/2002, podają różne wymagania.	W Hiszpanii, ze względów bezpieczeństwa, rury metalowe z palnymi cieczami lub gazami nie powinny być stosowane w układzie uziemiającym.
IT	543.2.1		We Włoszech stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone, zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
UK	543.2.1		W UK stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone, zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
UK	543.2.1	W UK metalowy kanał można również wykorzystywać jako przewód ochronny	W UK części przewodzące obce mogą być wykorzystywane jako przewody ochronne.
US	543.2.1		W Stanach Zjednoczonych stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone, zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
UK	543.2.3		W UK stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone, zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
CH	543.2.3		W Szwajcarii metalowe rury wodociągowe mogą być stosowane jako przewody połączeń wyrównawczych.
UK	543.4	W UK, w postanowieniu 8 (4) „Przepisów Bezpieczeństwa, Jakości i Ciągłości Energoelektrycznej 2002” stwierdza się, że konsument nie powinien łączyć, w pojedynczym przewodzie swojej instalacji, jego funkcji neutralnych i ochronnych.	W UK konsument nie powinien łączyć – w pojedynczym przewodzie swojej instalacji – jego funkcji neutralnej i ochronnej.
DE	544.1		W Niemczech zastąpić pierwszy akapit następująco: Ochronny przewód wyrównawczy, podłączany do głównego zacisku uziemiającego, powinien mieć powierzchnię przekroju poprzecznego nie mniejszą niż:
UK	544.1		W UK istnieją szczególne wymagania dotyczące minimalnych powierzchni przekroju poprzecznego ochronnych przewodów wyrównawczych, do których stosują się warunki wielokrotnych uziemień ochronnych (PME).

Kraj	Numer rozdziału	Uzasadnienie (szczegółowe uzasadnienie odnoszące się do sformułowań krajowych)	Sformułowanie
CZ	543.4.1		W Republice Czeskiej stosowanie przewodów PEN w częściach instalacji, które nie są opomiarowane, jest dozwolone, pod warunkiem że: – powierzchnie przekroju poprzecznego wszystkich odgałęzień do mierników elektrycznych i od nich do punktu rozgałęzienia są identyczne i nie mniejsze niż 6 mm² Cu lub 10 mm² Al; – rozdzielanie przewodu PEN na przewód neutralny N i przewód ochrony PE jest przeprowadzane w najbliższym punkcie w układzie oprzewodowania odpowiednio za miernikiem elektrycznym (np. w rozdzielniczy mieszkania) i zgodnie z resztą wymagań niniejszego podrozdziału.
SE	543.4.3 b)		W Szwecji przykład podany w punkcie b) nie jest dozwolony.
DE	544.1		W Niemczech zastąpić pierwszy akapit następująco: Ochronny przewód wyrównawczy, podłączany do głównego zacisku uziemniającego, powinien mieć powierzchnie przekroju poprzecznego nie mniejsze niż:
CH	544.1.1	Szwajcarskie prawo wymaga, aby powierzchnia przekroju poprzecznego, w budynkach wyposażonych w ochronę odgromową, miała co najmniej 10 mm ² .	W Szwajcarii, jeśli główny łączący przewód ochrony jest stosowany w powiązaniu z instalacją ochrony odgromowej, minimalna powierzchnia jego przekroju poprzecznego powinna wynosić 10 mm ² .
IE	544.1 1. pozycja wylizczenia		W Irlandii minimalna wartość wynosi 10 mm ² . Ponadto etykieta ze stałym napisem „Elektryczne Połączenie Bezpieczeństwa – nie usuwać” powinna być trwale umieszczona na każdym głównym połączeniu wyrównawczym.
IE	544.1 2. akapit		W Irlandii nie wymaga się aby wartość ta, w odniesieniu do głównych przewodów wyrównawczych, przekraczała 70 mm ² .
IE	544.2.3		W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego dodatkowych przewodów wyrównawczych wynosi 2,5 mm ² , jeżeli zapewniona jest ich ochrona mechaniczna i 4 mm ² , jeżeli takiej ochrony nie ma. Dodatkowo, przy połączeniu z rurą powinna być na stałe umieszczona etykieta z napisem „Elektryczne Połączenie Bezpieczeństwa – nie usuwać”.

HD 60364-5-54:2011

Bibliografia

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

UWAGA Zharmonizowana jako EN 60079-0.

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

UWAGA Zharmonizowana jako EN 60079-14.

IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

UWAGA Zharmonizowana jako HD 60364-4-43.

IEC 60364-5-52, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

UWAGA Zharmonizowana jako HD 60364-5-52.

IEC 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

UWAGA Zharmonizowana jako HD 60364-6.

IEC 60364-7-701:2006, *Low-voltage electrical installations – Part 7-701: Requirements for special installations or locations – Locations containing a bath or shower*

UWAGA Zharmonizowana jako HD 60364-7-701:2007 (modified).

IEC 60702-1, *Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables*

UWAGA Zharmonizowana jako EN 60702-1.

IEC 61643-12, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

UWAGA Zharmonizowana jako CLC/TS 61643-12.

National Standard DIN 18014:1994, *Fundamenterder (“Foundation earth electrode” in English)*

Załącznik ZA (normatywny)

Powołania normatywne na publikacje międzynarodowe i odpowiadające im publikacje europejskie

Do stosowania niniejszego dokumentu są niezbędne podane niżej dokumenty powołane. W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego (łącznie ze zmianami).

UWAGA Jeżeli publikację międzynarodową zmodyfikowano, wprowadzając wspólne modyfikacje oznaczone (mod), stosuje się odpowiednio EN/HD.

<u>Publikacja</u>	<u>Rok</u>	<u>Tytuł</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 60364-4-41 (mod)	2005	Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock	HD 60364-4-41 + poprawka z lipca	2007 2007
IEC 60364-4-44 (mod) + poprawka z maja	2007 2010	Low voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances	FprHD 60364-4-442	201X ¹⁾
IEC 60364-5-51 (mod)	2005	Electrical installations of building – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules	HD 60364-5-51	2009
IEC 60439-2	–	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)	EN 60439-2	–
IEC 60724	–	Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)	–	–
IEC 60909-0	–	Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents	EN 60909-0	–
IEC 60949	–	Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects	–	–
IEC 61140	2001	Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment	EN 61140	2002
IEC 61439-1	–	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules	EN 61439-1	–
IEC 61439-2	–	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies	EN 61439-2	–
IEC 61534-1	–	Powertrack systems – Part 1: General requirements	EN 61534-1	–

¹⁾ Na etapie projektu.

HD 60364-5-54:2011

<u>Publikacja</u>	<u>Rok</u>	<u>Tytuł</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 62305	Norma wielo- częściowa	Protection against lightning	EN 62305	Norma wielo- częściowa
IEC 62305-3 (mod)	2006	Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard	EN 62305-3 ²⁾ + poprawka z listopada + poprawka z września + A11	2006 2006 2008 2009

²⁾ EN 62305-3 jest zastąpiona przez EN 62305-3:2011, która jest oparta na IEC 62305-3:2010.

Załącznik ZB (normatywny)

Szczególne warunki krajowe

Szczególny warunek krajowy: Właściwość krajowa lub praktyka, których nie można zmienić nawet przez długi okres, np. warunki klimatyczne, warunki uziemienia elektrycznego.

UWAGA Jeśli szczególny warunek krajowy ma wpływ na harmonizację, to staje się częścią Dokumentu Harmonizacyjnego.

Dla krajów, do których odnoszą się określone szczególne warunki krajowe, postanowienia te mają charakter normatywny, dla pozostałych krajów – informacyjny.

Kraj	Numer rozdziału	Sformułowanie
DE	542.1.1	Dodać następujący tekst na końcu 542.1.1: W Niemczech istnieje obowiązek wykonania w każdym nowym budynku uziomu fundamentowego zgodnie z Normą Krajową DIN 18014.
IE	542.2.1	Uwaga ta nie ma zastosowania w Irlandii
SI	542.2.1 542.3.1	W Słowenii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego uziomu lub przewodu uziemiającego ze stalowego płaskownika lub taśmy wynosi 100 mm ² .
CZ	542.2.1	W Republice Czeskiej, oprócz elektrod stalowych, zgodnych z Tablicą ZB.54.1, stalowe uziomy o minimalnym wymiarze oraz o odporności korozyjnej i mechanicznej, gdy są pograżone w gruncie o rezystywności większej niż 50 Ωm, są takie, jak w Tablicy E.1.
CZ	542.2.1	W Republice Czeskiej tylko w niektórych przypadkach są stosowane metalowe płyty jako uziomy.
NL	542.2.2	W Holandii pojedyncza przerwa w układzie uziemiającym nie powinna prowadzić do napięcia dotykowego w instalacji (przyłączonej do tego układu uziemiającego), która nie spełnia wymagań Rozdziału 411.
NL	542.2.2	W Holandii uziomy i stowarzyszone przewody powinny być instalowane na głębokości co najmniej 60 cm. Przewody układu uziemiającego prowadzone w pętli lub mające okrągły kształt powinny być instalowane z odstępem między nimi co najmniej 1 m.
AT	542.2.3	W Austrii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
BE	542.2.3	W Belgii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
CH	542.2.3	W Szwajcarii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
DE	542.2.3	W Niemczech nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
FI	542.2.3	W Finlandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
HR	542.2.3	W Chorwacji nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
FI	542.2.3	W Islandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
IE	542.2.3	W Irlandii systemów rur metalowych stosowanych do innych usług, takich jak: zasilanie wody, gazu, paliwa lub systemy centralnego ogrzewania, nie można wykorzystywać jako uziomów.
FR	542.2.3	We Francji nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
SE	542.2.3	W Szwecji nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
UK	542.2.3	W UK metalowa rura, stanowiąca część urządzenia wodociągowego, nie może być stosowana jako uziom.
IT	542.2.3	We Włoszech jest dozwolone wykorzystywanie rur systemu wodociągowego, ale tylko za zgodą dystrybutora wody.
IS	542.2.3	W Islandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów

HD 60364-5-54:2011

Kraj	Numer rozdziału	Sformułowanie
PL	542.2.3	W Polsce jest dozwolone wykorzystywanie rur systemu wodociągowego jako uziomów, ale tylko za zgodą dystrybutora wody.
NL	542.2.3	W Holandii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
SL	542.2.3	W Słowenii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
NO	542.2.3	W Norwegii metalowe rurociągi nie są dozwolone jako uziomy.
DK	542.2.3	W Danii nie można wykorzystywać rur wodociągowych jako uziomów.
DE	542.2.3	W Niemczech usunięto pierwszą pozycję wyliczenia wraz z uwagą i zastąpiono zapisem: uziom fundamentowy pogrążony w betonie zgodnie z Krajową Normą DIN 18014;
DK	542.2.4	W Danii, tam gdzie jest to możliwe, uziom powinien być instalowany na głębokości co najmniej 2 m.
DE	542.2.5	W Niemczech, zewnętrzne przewody (np. przewody odprowadzające LPS) przyłączone do uziomu fundamentowego – połączenia te, wykonane ze stali ocynkowanej na gorąco, nie powinny być umieszczone w gruncie, z wyjątkiem złączy z pokryciem plastikowym lub ze stali nierdzewnej, zgodnie z No: 1.4571 – są stosowane do trwałej izolacji (zgodnie z certyfikowanym wzorcem europejskim CRM 248-2 EN 10020)
CH	542.3.1	W Szwajcarii przekrój przewodu uziemiającego nie może być mniejszy niż 16 mm ² .
IE	542.3.1	W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego wynosi 10 mm ²
DK	542.3.1	W Danii przewody uziemiające umieszczone w gruncie powinny znajdować się na głębokości co najmniej 0,35 m.
NL	542.3.1	W Holandii pojedyncza przerwa w przewodzie ochronnym zastosowanym w więcej niż jednej instalacji nie powinna powodować napięcia dotykowego, które nie jest zgodne z Rozdziałem 411.
NO	542.3.1	W Norwegii przewody uziemiające prowadzone w gruncie powinny mieć przekrój co najmniej 25 mm ² Cu lub 50 mm ² Fe chronionego przed korozją. Złącza lub połączenia powinny być chronione przed korozją.
SL	542.3.2	W Słowenii połączenie przewodu uziemiającego z uziomem powinno być wykonane solidnie, również za pomocą śrub, nie mniejszych niż M10.
NL	542.3.2	W Holandii przewody uziemiające umieszczone w gruncie powinny znajdować się na głębokości co najmniej 60 cm.
CZ	542.2.5 (po 1. akapicie)	W Republice Czeskiej uziomy miedziane i pokryte miedzią w gęsto zamieszkałych regionach są dozwolone, pod warunkiem że wpływ korozyjny miedzi na stal i stal pokrytą cynkiem itd. jest kontrolowany i że jest stosowana rzetelna ochrona w celu wyeliminowania makrokomórek.
CZ	542.2.5 (na końcu podrozdziału)	W Republice Czeskiej połączenia uziomów stalowych z przewodami uziemiającymi i skrzyżowania uziomów stalowych z przewodami uziemiającymi między dwoma różnymi mediami są chronione bez względu na to, czy są one chronione w sposób ogólny (np. warstwą cynku), czy nie. Skrzyżowania są chronione środkiem pasywnym (np. asfaltową masą uszczelniającą, laną żywicą, opaską antykorozyjną itd.) aż do tych odległości: – przewody uziemiające przy wkraczaniu do gruntu przynajmniej 30 cm pod powierzchnią i 20 cm nad powierzchnią; – przewody uziemiające od uziomów fundamentowych; – na przejściu z betonu do gruntu przynajmniej 30 cm w betonie i 100 cm w gruncie; – na przejściu z betonu do powierzchni przynajmniej 10 cm w betonie i 20 cm nad powierzchnią; – przy przejściu nad złączami dylatacyjnymi – łukowaty pas w złączu i przynajmniej 20 cm w betonie po obu stronach złącza.
IE	542.3.1	W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego obwodów oświetleniowych wynosi 1,5 mm ² .
FI	542.3.1	W Finlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego przewodów uziemiających, niechronionych przed korozją, wynosi 16 mm ² w przypadku miedzi lub 50 mm ² w przypadku stali.

Kraj	Numer rozdziału	Sformułowanie
AT	543.1.1	W Austrii zastąpić pierwszy i drugi akapit następująco: Powierzchnia przekroju poprzecznego każdego przewodu ochronnego powinna wytrzymywać naprężenia mechaniczne i termiczne wywoływane przez spodziewany prąd zwarcia w przewidywanym czasie trwania. Jeżeli jest stosowane samoczynne odłączanie zasilania wg 411.3.2, powierzchnię przekroju poprzecznego przewodu ochronnego należy: – albo obliczyć zgodnie z 543.1.2, – albo dobrać zgodnie z Tablicą 54.2. Do przewodów ochronnych, chroniących dostępne części przewodzące źródeł (np. generatorów lub transformatorów), powierzchnia przekroju poprzecznego o połowie wartości przewodów liniowych nie może być wystarczająca. W takich specjalnych przypadkach należy zapewnić, by wymagania pierwszego akapitu zostały spełnione. W obu przypadkach powinny być spełnione wymagania wg 543.1.3.
AT	543.1.1, Tablica 54.2, wiersz piąty	W Austrii, na czas do odpowiedniej zmiany norm dotyczących kabli, zezwala się na stosowanie kabli standardowych o powierzchni przekroju poprzecznego 150/70 mm ² i 400/185 mm ² bez wykonywania obliczeń wg 543.1.2, niemniej jednak powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu ochronnego jest trochę mniejsza niż 0,5 raza powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu liniowego, wymagana wg Tablicy 54.2.
DK	543.1.1	W Danii, w przypadku obwodów wyposażonych w RCD, zwykle zezwala się na stosowanie miedzianych przewodów ochronnych o powierzchni przekroju poprzecznego co najmniej 2,5 mm², niezależnej od powierzchni przekroju poprzecznego przewodu liniowego i bez wykonywania obliczeń. Ale jeżeli RCD są stosowane w układzie TN, a przewód ochronny jest przyłączony do przewodu PEN przed RCD od strony zasilania, przewodem o mniejszej powierzchni przekroju poprzecznego niż przewód liniowy i o długości mniejszej niż 10 m, jest konieczne obliczenie powierzchni przekroju poprzecznego przewodu ochronnego z zastosowaniem wzoru.
IE	543.1.3	W Irlandii, w obwodach oświetleniowych minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego wynosi 1,5 mm ² .
NL	543.1.4	W Holandii, gdzie układ uziemiający jest stosowany w więcej niż jednej instalacji, przewód uziemiający powinien być zainstalowany w taki sposób, aby pojedyncze przerwanie przewodu nie naruszało funkcji ochronnej układu.
IT	543.2.1	We Włoszech stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
UK	543.2.1	W UK stosowanie korytek i drabinek kablowych jako przewodów ochronnych jest dozwolone zgodnie z lokalnymi lub krajowymi przepisami lub normami.
UK	543.2.3	W UK metalowa rura, stanowiąca część urządzenia wodociągowego, nie może być zastosowana jako uziom.
CH	543.2.3	W Szwajcarii metalowe rury wodociągowe mogą być stosowane jako przewody połączeń wyrównawczych.
UK	544.1	W UK istnieją szczególne wymagania dotyczące minimalnych powierzchni przekroju poprzecznego ochronnych przewodów wyrównawczych, do których stosują się warunki wielokrotnych uziemień ochronnych (PME).
CZ	543.4.1	W Republice Czeskiej stosowanie przewodów PEN w częściach instalacji, które nie są opomiarowane, jest dozwolone, pod warunkiem że: – powierzchnie przekroju poprzecznego wszystkich odgałęzień do mierników elektrycznych i od nich do punktu rozgałęzienia są identyczne i nie mniejsze niż 6 mm² Cu lub 10 mm² Al; – rozdzielenie przewodu PEN na przewód neutralny N i przewód ochronny PE jest przeprowadzane w najbliższym punkcie w układzie oprzewodowania odpowiednio za miernikiem elektrycznym (np. w rozdzielni mieszkaniowej) i zgodnie z resztą wymagań niniejszego podrozdziału.
SE	543.4.3 b)	W Szwecji przykład z punktu b) nie jest dozwolony.
DE	544.1	W Niemczech pierwszy akapit zmienić następująco: Ochronny przewód łączący do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym powinien mieć powierzchnię przekroju poprzecznego nie mniejszą niż:

HD 60364-5-54:2011

Kraj	Numer rozdziału	Sformułowanie
IE	544.1 1. pozycja wyliczenia	W Irlandii minimalna wartość wynosi 10 mm ² . Ponadto etykieta z trwałym napisem „Elektryczne Połączenie Bezpieczeństwa – nie usuwać” powinna być na stałe umieszczona przy każdym połączeniu głównym
IE	544.1 2. pozycja wyliczenia	W Irlandii nie wymaga się, aby wartość dotycząca głównych przewodów łączących przekraczała 70 mm ²
IE	544.2.3	W Irlandii minimalna powierzchnia przekroju poprzecznego dodatkowych przewodów wyrównawczych wynosi 2,5 mm ² , jeżeli zapewniona jest ich ochrona mechaniczna i 4 mm ² , jeżeli takiej ochrony nie ma. Dodatkowo, przy połączeniu z rurą powinna być na stałe umieszczona etykieta z napisem „Elektryczne Połączenie Bezpieczeństwa – nie usuwać”.

Tablica ZB.54.1 – Minimalny wymiar uziomów stalowych w gruncie o rezystywności większej niż 50 Ωm

Typ uziomu	Kształt	Minimalne wymiary	
		Stal ocynkowana	Stal goła (bez pokrycia)
Uziom z taśmy lub z okrągłego drutu	Taśma	Zgodnie z tablicą 54.1	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² , grubość 4 mm
	Drut stalowy	Ø 8 mm	Ø 10 mm
Pręt z wydłużeniem w pionie	Pręt okrągły	Ø 8 mm	Ø 10 mm
	Rura	Ø 15 mm, grubość ścianki 3 mm	Ø 15 mm, grubość ścianki 4 mm
	Kątownik stalowy itd.	Powierzchnia przekroju poprzecznego 100 mm ² , grubość ścianki kątownika 3 mm	Powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm ² , grubość ścianki kątownika 4 mm

Załącznik ZC (informacyjny)

Odchylenia typu A

Odchylenie typu A: Odchylenie krajowe spowodowane przepisami, których zmiana jest w danym czasie poza kompetencjami członka krajowego CENELEC.

Niniejszy Dokument Harmonizacyjny nie jest związany z żadną dyrektywą WE.

W odpowiednich krajach CENELEC wymienione odchylenia typu A, do czasu ich usunięcia, zastępują odpowiednie postanowienia Dokumentu Harmonizacyjnego.

Kraj	Numer rozdziału	Odniesienie do Przepisów Krajowych	Sformułowanie
BE	541.3.3, 541.3.4, 542	Zasady oprzewodowania (art.69) nie pozwalają stosować uziomu zgodnie z definicjami IEV 826-13-05 lub IEV 826-13-08 (zmodyfikowanymi w 541.3.4 lub 541.3.5). Definicja podana w kolumnie „Sformułowanie” jest zgodna z definicją IEV 826-04-02:2004 lub 604-04-03:1987	W Belgii uziom powinien być zgodny z następującą definicją: przewodząca część lub grupa połączonych ze sobą części przewodzących umieszczonych w gruncie i zapewniających z nim połączenie elektryczne.
ES	542.2.6	Hiszpańskie zasady oprzewodowania, uznane przez R.D. 842/2002 za obligatoryjne, zawierają różne wymagania.	W Hiszpanii, ze względów bezpieczeństwa, rury metalowe z palnymi cieczami lub gazami nie powinny być stosowane w układzie uziemiającym.
ES	543.2.1	W Hiszpanii Hiszpańskie Zasady Oprzewodowania (R.D. 2413/1973 i R.D. 2295/1985) są obligatoryjne i zawierają pewne ograniczenia.	W Hiszpanii wykorzystanie kanałów jako przewodów ochronnych jest zabronione.
ES	543.2.1	Hiszpańskie zasady oprzewodowania, uznane przez R.D. 842/2002 za obligatoryjne, zawierają różne wymagania.	W Hiszpanii, ze względów bezpieczeństwa, rury metalowe z palnymi cieczami lub gazami nie powinny być stosowane w układzie uziemiającym.
UK	543.2.1	W UK metalowy kanał można również wykorzystywać jako przewód ochronny	W UK obce części przewodzące można wykorzystywać jako przewody ochronne.
UK	543.4	W UK, w postanowieniu 8 (4) „Przepisów Bezpieczeństwa, Jakości i Ciągłości Energoelektrycznej 2002” stwierdza się, że konsument nie powinien łączyć, w pojedynczym przewodzie swojej instalacji, jego funkcji neutralnych i ochronnych.	W UK konsument nie powinien łączyć – w pojedynczym przewodzie swojej instalacji – jego funkcji neutralnej i ochronnej.
CH	544.1.1	Szwajcarskie prawo wymaga, aby powierzchnia przekroju poprzecznego, w budynkach wyposażonych w ochronę odgromową, miała co najmniej 10 mm ² .	W Szwajcarii, jeśli główny łączący przewód ochronny jest stosowany w powiązaniu z instalacją ochrony odgromowej, minimalna powierzchnia jego przekroju poprzecznego powinna wynosić 10 mm ² .



ISBN 978-83-275-7173-1

Polski Komitet Normalizacyjny
ul. Świętokrzyska 14, 00-050 Warszawa
<http://www.pkn.pl>
