

## **NIEKTÓRE USTALENIA NORM I PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH ORAZ ICH NIEZGODNOŚCI**

### **1. Wyjaśnienia ogólne**

Prawo budowlane wymaga, aby każdy obiekt budowlany, w tym budynki wraz z różnorodnymi instalacjami i urządzeniami, były zaprojektowane, zbudowane i utrzymane zgodnie z odpowiednimi:

- przepisami techniczno-budowlanymi,
- zasadami wiedzy technicznej, w tym także Polskimi Normami<sup>1</sup> zapewniającymi między innymi:
  - bezpieczeństwo ludzi i mienia,
  - warunki użytkowe zgodne z przeznaczeniem obiektu,
  - racjonalne wykorzystanie energii,
  - warunki zdrowotne,
  - ochronę środowiska.

Spośród wielu przepisów techniczno-budowlanych oraz różnorodnych norm najbardziej istotnymi aktualnie aktami dotyczącymi instalacji elektrycznych w budynkach o różnorodnym przeznaczeniu są:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12.IV.2002 r. wraz z późniejszymi uzupełnieniami w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- wieloarkuszowa norma PN-EN 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych,
- norma N-SEP-E-002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych. Podstawy planowania.

Zgodnie z postanowieniami „Ustawy o normalizacji” (Dz. U. nr 55 z 1993 r., poz. 251) stosowanie polskich norm jest dobrowolne, chyba że znajdują się one lub ich części w obowiązujących ustawach lub rozporządzeniach. Równie nie obligatoryjne jest również stosowanie norm SEP.

Należy się więc zgodzić, że może być zasadne istnienie nadrzędnych w stosunku do norm, aktów prawnych do obowiązkowego stosowania, wyznaczających niektóre szczegółowe warunki i wymagania, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne. Ustalenia te mogłyby się znaleźć w osobnych dokumentach normatywnych.

---

<sup>1</sup> Normy są kategorią zasad wiedzy technicznej o najwyższej wartości merytorycznej (przypis redakcyjny)

Takim dokumentem jest, a w zasadzie powinno być, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury „W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” w części dotyczącej instalacji elektrycznych, odnoszące się do wszystkich budynków.

Ze względu na istnienie budynków o bardzo różnym przeznaczeniu, takich jak budynki mieszkalne jedno- i wielorodzinne, przemysłowe, użyteczności publicznej, specjalnego przeznaczenia i inne, ustalenia przepisów nie mogą być bardzo szczegółowe, bowiem to co jest istotne i wymagane w odniesieniu do instalacji w jednym obiekcie, może być niezasadne i zbędne w budynku o innym przeznaczeniu.

Respektowanie wymogów zawartych w odpowiednich przepisach, w tym w rozporządzeniu, jest obowiązkowe. Sprawa jest o tyle trudna, że nie wszystkie zawarte tam ustalenia mają racjonalne uzasadnienie, a niektóre z nich są nawet sprzeczne z tzw. „wiedzą techniczną”.

Ponadto niektóre mało precyzyjne sformułowania, traktowane dosłownie, mogą być źle interpretowane. Inne z kolei, dotyczące głównie ustaleń zawartych również w normie PN-60364, nie są w pełni zgodne z tą normą. Dotyczy to niektórych rozwiązań technicznych, odnośnie do których norma podaje, że można ich w pewnych warunkach nie stosować, podczas gdy sformułowania zawarte w rozporządzeniu można odczytywać jako nakaz ich stosowania w każdych warunkach. Dotyczy to na przykład wymogów stosowania ochrony przeciwprzepięciowej, wyłączników i in.

## 2. Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych

Najbardziej istotne ustalenia dotyczące instalacji elektrycznych zawarte są w rozdziale 8 rozporządzenia. W § 180 podaje się: Instalacja i urządzenia elektryczne powinny zapewniać:

- 1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników, stosownie do potrzeb użytkowych,
- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami,
- 3) ochronę przed emisją drgań i hałasu powyżej dopuszczalnego poziomu oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

Budynek, w którym zanik napięcia w elektrycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasilac co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej oraz wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (bezpieczeństwa i ewakuacyjne). W budynku wysokościowym jednym ze źródeł zasilania powinien być zespół prądowców (§ 181 pkt 1).

Punkt 1. paragrafu 183. mówi, że w instalacjach elektrycznych należy stosować:

- 1) złącza instalacji elektrycznej budynku, umożliwiające odłączenie od sieci zasilającej i usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją osób niepowołanych,

- 2) oddzielny przewód ochronny i neutralny, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych,
- 3) urządzenia ochronne różnicowoprądowe lub odpowiednie do rodzaju i przeznaczenia budynku bądź jego części, inne środki ochrony przeciwporażeniowej,
- 4) wyłączniki nadprądowe w obwodach odbiorczych,
- 5) zasadę selektywności (wybiórczości) zabezpieczeń,
- 6) przeciwpożarowe wyłączniki prądu,
- 7) połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące **przewody ochronne z częściami przewodzącymi** innych instalacji i konstrukcji budynku,
- 8) zasadę prowadzenia tras przewodów elektrycznych w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów,
- 9) przewody elektryczne z żyłami wykonanymi wyłącznie z miedzi, jeżeli ich przekrój nie przekracza  $10 \text{ mm}^2$ ,
- 10) urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej.

Jako uziomy instalacji elektrycznej należy wykorzystywać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach stanowiące sztuczny uziom fundamentowy (§ 184 pkt 1).

Dopuszcza się wykorzystywanie jako uziomy instalacji elektrycznej metalowych przewodów sieci wodociągowej, pod warunkiem zachowania wymagań Polskiej Normy dotyczącej uziemień i przewodów ochronnych oraz uzyskania zgody jednostki eksploatującej tę sieć (§ 184 pkt 2).

Budynek z pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi nie może być wzniesiony na obszarach stref, w których występuje przekroczenie dopuszczalnego poziomu oddziaływania pola elektromagnetycznego... (§ 314).

Pomieszczenia techniczne, w których są zainstalowane urządzenia emitujące hałasy lub drgania, mogą być usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi, pod warunkiem zastosowania rozwiązań zapewniających ochronę przed uciążliwym oddziaływaniem tych urządzeń (§ 96 pkt 1).

Ponadto w różnych innych miejscach rozporządzenia podano dodatkowe wymagania związane głównie z bezpieczeństwem, w sposób raczej pośredni dotyczące instalacji i urządzeń elektrycznych. Są one następujące:

- Metalowe urządzenia instalacji wodociągowej wykonanej z zastosowaniem przewodów (rur) z materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego należy objąć połączeniami wyrównawczymi (§ 113 pkt 8).
- Instalację grzewczą wodną wykonaną z zastosowaniem przewodów metalowych, a także metalową armaturę oraz grzejniki i inne urządzenia instalacji grzewczej wykonanej z zastosowaniem przewodów (rur) z materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego należy objąć połączeniami wyrównawczymi (§ 135 pkt 6).

W kolejnych ustaleniach przepisów wymienione powyżej dwa paragrafy (nieracjonalne, a nawet błędne) zostały usunięte.

O ile bez istotnych zastrzeżeń można się zgodzić z większością wymagań w odniesieniu do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, to w odniesieniu na

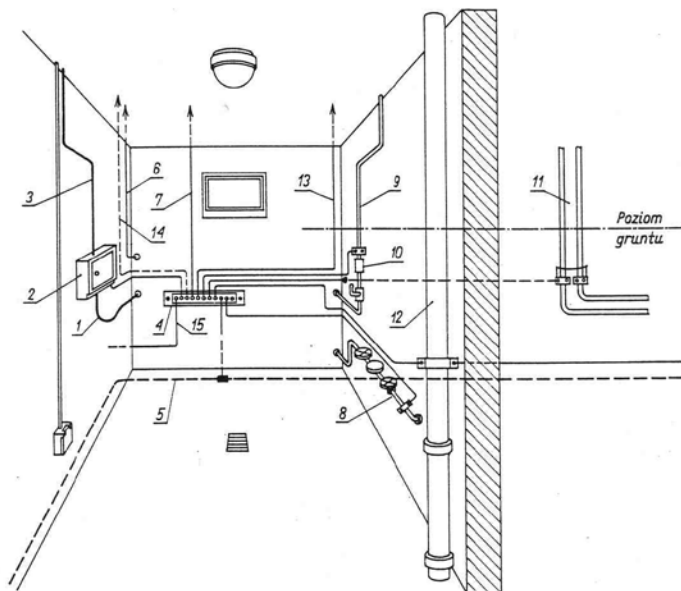
przykład do budynków o przeznaczeniu przemysłowym mogą wystąpić wątpliwości, co do zasadności ich stosowania i poprawnej interpretacji.

Wymagania zawarte w rozporządzeniu dotyczące instalacji i urządzeń elektrycznych w budynkach mają charakter nakazu („należy stosować”), co w pewnych przypadkach może być bezzasadne, kosztowne, a nawet szkodliwe i przez to wymagają one odpowiedniego komentarza.

### 3. Analiza i krytyczna ocena wymagań zawartych w rozporządzeniu

#### 3.1. Złącza instalacji elektrycznych

W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych i innych dużych złącze powinno być zainstalowane w specjalnym pomieszczeniu przyłączowym, do którego powinny być doprowadzone również wszystkie inne instalacje (wodociągowe, kanalizacyjne, centralnego ogrzewania, gazowe, przewód przyłączeniowy uziomu i inne). Wszystkie one, razem z konstrukcją budynku oraz przewodem ochronnym (PE lub PEN), powinny być przyłączone do głównej szyny wyrównawczej (rys. 1).



**Rys. 1.** Przykład wykonania doprowadzeń różnych instalacji do budynku mieszkalnego oraz połączenia wyrównawczego głównego. 1 – kabel zasilający, 2 – złącze z bezpiecznikami, 3 – wewnętrzna linia zasilająca, 4 – szyna wyrównawcza główna, 5 – uziom fundamentowy, 6 – instalacja teletechniczna, 7 – połączenie z urządzeniami teletechnicznymi, 8 – instalacja wodociągowa, 9 – instalacja gazowa, 10 – wstawka izolacyjna, 11 – instalacja centralnego ogrzewania, 12 – kanalizacja (wykonać połączenie wyrównawcze, jeżeli rury są z materiału przewodzącego), 13 – połączenie z anteną TV, 14 – połączenie z przewodem ochronnym PE, jeżeli sieć jest o układzie TT, 15 – połączenie z uziomem instalacji odgromowej

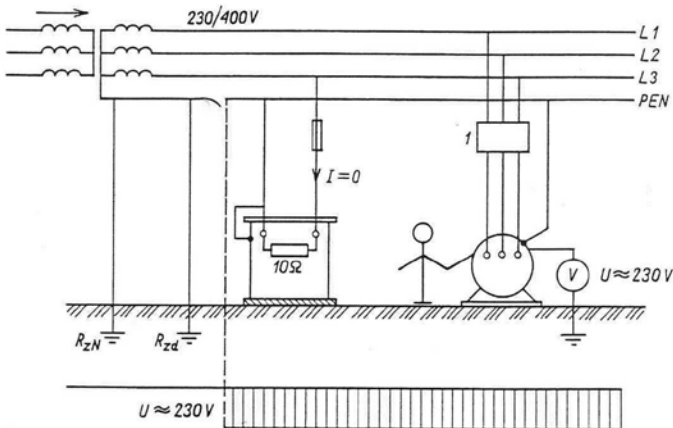
Takie rozwiązanie pozwala na zastosowanie krótkich połączeń wyrównawczych, przez co unika się m.in. tworzenia dużych pętli przewodzących, w których przy wyładowaniach atmosferycznych w instalację piorunochronną budynku lub w pobliżu mogą indukować się przepięcia o znacznych wartościach zagrażających zniszczeniem sprzętu elektronicznego i będących źródłem zakłóceń elektromagnetycznych. Zwiększa się przez to również skuteczność i niezawodność działania połączeń wyrównawczych.

W budynkach małych, przy braku odpowiedniego pomieszczenia, złącza i główna szyna wyrównawcza mogą być zainstalowane w specjalnej szafie przyłączeniowej o odpowiednim stopniu ochrony IP w budynku lub nawet na jednej ze ścian zewnętrznych budynku.

Obserwuje się obecnie tendencję umieszczania złączy w specjalnych szafkach na terenie lub nawet na granicy posesji, niekiedy z dala od zasilanego budynku. Jest to ułatwienie dla dostawcy energii elektrycznej, lecz trudne jest wtedy wykonanie skutecznych połączeń wyrównawczych głównych.

### 3.2. Oddzielny przewód ochronny i neutralny w obwodach rozdzielczych i odbiorczych

W większości krajów europejskich i nie tylko przez dziesięciolecia stosowano sieci rozdzielcze niskiego napięcia oraz instalacje odbiorcze w budynkach o różnorodnym przeznaczeniu o układzie połączeń określanych dzisiaj jako układ TN-C, tj. ze wspólnym przewodem ochronno-neutralnym PEN. Sieci rozdzielcze i instalacje o takim układzie są czteroprzewodowe w części trójfazowej i dwuprzewodowe w części jednofazowej. W Polsce takie instalacje wykonywano do połowy lat dziewięćdziesiątych.



**Rys. 2.** Napięcie części przewodzących w pełni sprawnych technicznie urządzeń względem ziemi przy uszkodzeniu przewodu PEN w sieci TN-C.  $R_{zd}$  – uzziemienie dodatkowe przed miejscem uszkodzenia, 1 – zabezpieczenie przetężeniowe (wtycznik lub bezpieczniki)

W latach 50. XX wieku stwierdzono jednak, że instalacje o takim układzie połączeń, w przypadkach pewnych uszkodzeń mogą stanowić dla użytkowników bardzo duże zagrożenie porażeniowe. Takim uszkodzeniem jest przerwanie ciągłości przewodu PEN (rys. 2), co jest szczególnie prawdopodobne w instalacjach wykonanych przewodami aluminiowymi o niewielkich przekrojach przewodów 2,5 mm<sup>2</sup>, a nawet 1,5 mm<sup>2</sup>, jakie były powszechnie stosowane w instalacjach elektrycznych w Polsce.

W warunkach technicznych w § 183 pkt 2 zapisano – w sposób nakazowy – „należy stosować”, oddzielny przewód ochronny i neutralny w obwodach rozdzielczych i odbiorczych, niezależnie od tego czy są to obwody o przeznaczeniu nieprzemysłowym, czy przemysłowym, zasilające odbiory siłowe, jakimi przewodami i o jakim przekroju obwody te wykonano i gdzie jest umieszczone złącze.

Treść zapisu § 183 pkt 2 należy w zasadzie interpretować, że zawsze, każdą i całą instalację należy wykonywać w układzie TN-S lub TN-C-S. Jest to istotne zastrzeżenie wymagań sformułowanych w normie PN-IEC 60364, w której wymóg rozdzielania przewodów PE i N dotyczy obwodów, w których przewód PEN jest mniejszy niż 10 mm<sup>2</sup> miedziany lub 16 mm<sup>2</sup> aluminiowy lub gdy przewidywane jest stosowanie wyłączników różnicowoprądowych.

W arkuszu 4.444 normy 60-364 podano natomiast, że w obiektach budowlanych, w których zainstalowano lub przewiduje się zainstalowanie ważnych i wrażliwych na zakłócenia urządzeń informatycznych należy rozpatrzyć celowość zastosowania za złączem oddzielnych przewodów ochronnych i neutralnych, co pozwala na zminimalizowanie tych zakłóceń.

W instalacjach elektrycznych o przeznaczeniu przemysłowym zasilających odbiorniki o dużych mocach znamionowych, mało wrażliwych na zakłócenia elektromagnetyczne (silniki, piece i nagrzewnice rezystancyjne itp.) wykonanych przewodami o dużych przekrojach, rozdzielanie przewodu PEN na PE oraz N to kosztowna i zbędna realizacja nieuzasadnionego rozwiązania technicznego.

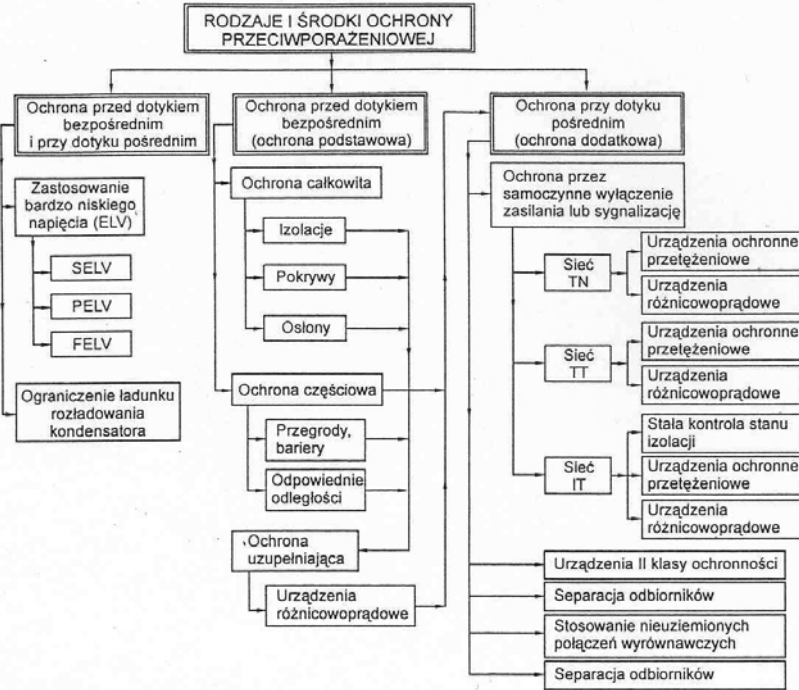
Przy zachowanej ciągłości przewodu PEN w sieci TN-C warunki bezpieczeństwa porażeniowego, w przypadkach jednofazowych zwarć do chronionych urządzeń są takie same jak w sieci TN-S, o takich samych przekrojach przewodów PEN i PE.

### 3.3. Ochrona przeciwporażeniowa. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe

W wersji rozporządzenia z 1999 roku w § 183 pkt 3 był zapis nakazujący stosowanie („należy stosować”) w instalacjach elektrycznych wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych, co nosiło cechy promocji tych urządzeń. W wersji rozporządzenia z 2002 r. zapis ten złagodowano do postaci „urządzenia ochronne różnicowoprądowe lub inne odpowiednie do rodzaju i przeznaczenia budynku lub jego części, inne środki ochrony przeciwporażeniowej”. W kolejnej wersji tego rozporządzenia powrócono do wersji z 1999 roku, że wyłączniki różnicowoprądowe „należy stosować” wszędzie bez alternatywy innego rozwiązania.

Zgodnie z PN-IEC 60-364 obowiązek stosowania wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych dotyczy obwodów gniazd wtyczkowych w łazienkach i po-

dobnych pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym. Ale i w tych przypadkach dopuszcza się zastosowanie innych rozwiązań zapewniających jednak wymagany poziom ochrony.



Rys. 3. Rodzaje i środki ochrony przeciwporażeniowej w sieciach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

Tym bardziej nie ma uzasadnienia sugerowanie stosowania wyłączników różnicowoprądowych w każdym obwodach i warunkach, również w instalacjach przemysłowych zasilających odbiorniki o znacznych mocach i prądach znamionowych.

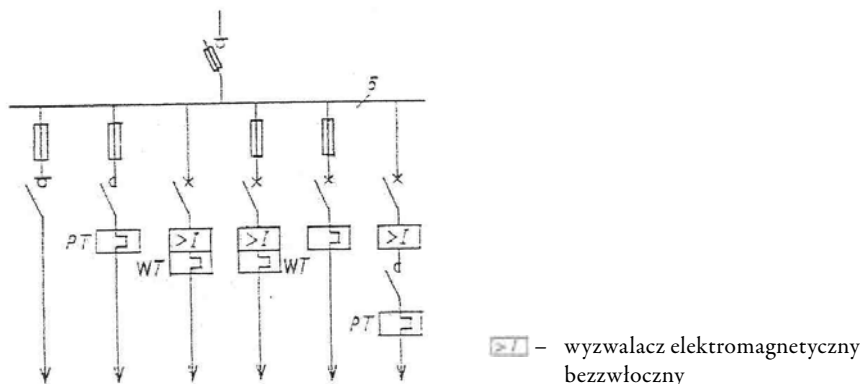
W pełni zasadny byłby natomiast wymóg stosowania wyłączników różnicowoprądowych w instalacjach o układzie połączenia typu TT, w których inne środki ochrony z reguły mogą nie zapewnić właściwej ochrony przeciwporażeniowej.

### 3.4. Wyłączniki nadprądowe w obwodach odbiorczych

Obwody odbiorcze instalacji elektrycznych powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń. Może to być zrealizowane w różnorodny sposób. Obwody z odbiornikami przyłączonymi na stałe powinny być ponadto wyposażone w łączniki umożliwiające ich załączenie i wyłączenie (rys. 3).

Wymóg stosowania wyłączników w obwodach odbiorczych jest uzasadniony w instalacjach elektrycznych w budynkach mieszkalnych, użyteczności publicznej

i innych podobnych, lecz głównie w obwodach gniazd wtyczkowych i oświetleniowych. Jest wątpliwy, a niekiedy wręcz bezzasadny w obwodach siłowych.



Rys. 4. Różne sposoby wykonania zabezpieczeń przed skutkami przetężeń (zwarcie i przeciążenie) przewodów i urządzeń elektroenergetycznych

Zastosowanie w takich obwodach dodatkowo wyłączników, aby tylko spełnić wymagania rozporządzenia, jest bezzasadne, a w instalacjach o dużych wartościach prądów znamionowych i zwarciovych również nadmiernie drogie.

W obwodach zasilających odbiorniki, które z zasady działania nie mogą być przeciążone racjonalnym rozwiązaniem jest zastosowanie rozłącznika bezpiecznikowego lub przy wymaganym zdalnym sterowaniu odbiorników – bezpieczników i stycznika.

Zastosowanie z kolei samych wyłączników w obwodach odbiorników siłowych zamiast styczników i bezpieczników nie zawsze jest możliwe ze względu na ograniczone możliwości zdalnego sterowania i z kilku miejsc oraz niewielką trwałość łączeniową i znamionową częstość łączeń wyłączników w porównaniu ze stycznikami.

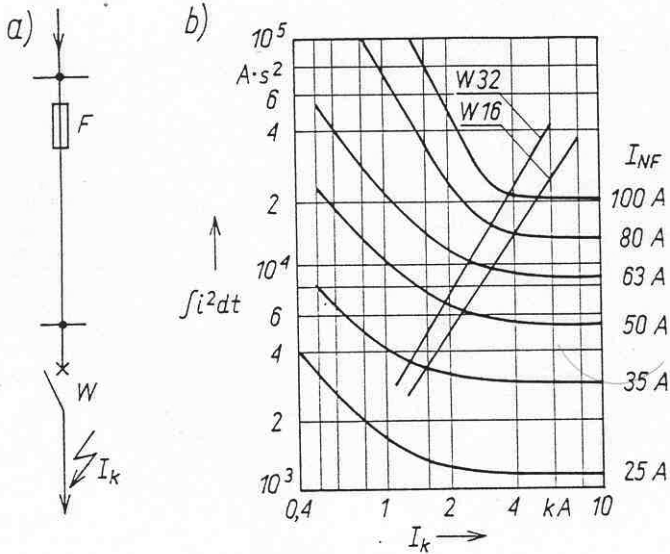
Dłuższy jest czas działania wyłączników niż bezpieczników przy przerywaniu prądów zwarciovych, a przez to większa jest wartość całki Joule'a wyłączenia, przez co trudniejsze i bardziej kosztowne może być wykonanie instalacji spełniającej warunki selektywnego działania zabezpieczeń przetężeńiowych.

### 3.5. Selektowność działania zabezpieczeń przetężeńiowych

Wymóg selektywnego działania zabezpieczeń przetężeńiowych w instalacjach elektrycznych („należy stosować zasadę selektywności zabezpieczeń”) pojawił się w rozporządzeniu po raz pierwszy w wersji z 2002 r. We wcześniejszych wydaniach rozporządzenia, z lat 1994 i 1999, wymogu tego nie było. Mogłoby go nie być i teraz, bowiem dla wszystkich elektryków jest on oczywisty, gdyby nie monopolistyczne działanie polskich Zakładów Energetycznych, narzucających w warunkach dostawy energii elektrycznej z reguły bardzo małe wartości prądów znamionowych bezpiecz-



ników stanowiących zabezpieczenie przedlicznikowe ( $I_{NF} = 20 \text{ A}$  lub  $I_{NF} = 25 \text{ A}$ ). Bezpieczniki w zabezpieczeniu przedlicznikowym traktuje się jako swoistą kryzę ograniczającą i wyznaczającą moc szczytową pobieraną przez odbiorcę, od której nalicza się odpowiednie opłaty. O selektywności, w warunkach dostawy, nie ma mowy, a nie jest ona, przy takich zabezpieczeniach przedlicznikowych, z reguły spełniona, jeżeli w obwodach odbiorczych, zgodnie z wymogiem § 183.1.4, są zainstalowane wyłączniki nadprądowe zmniejszające w istotny sposób warunki selektywności w stosunku do rozwiązań z bezpiecznikami.



Rys. 5. Sprawdzenie selektywności działania zabezpieczeń przetężeniowych: a) układ połączeń; b) charakterystyki  $\int i^2 dt = f(I_k)$  przedłukowe bezpieczników typu gL oraz charakterystyki wyłączania wyłączników instalacyjnych 16 A i 32 A

Selektywność działania zabezpieczeń przeciążeniowych wykonanych za pomocą przekaźników i wyzwalaczy przeciążeniowych, termobimetalowych lub innych, jest względnie łatwa do realizacji, gdyż charakterystyki pasmowe tych urządzeń są stosunkowo wąskie. Wystarczającym warunkiem jest, aby prądy nastawień zabezpieczeń były dostatecznie różne.

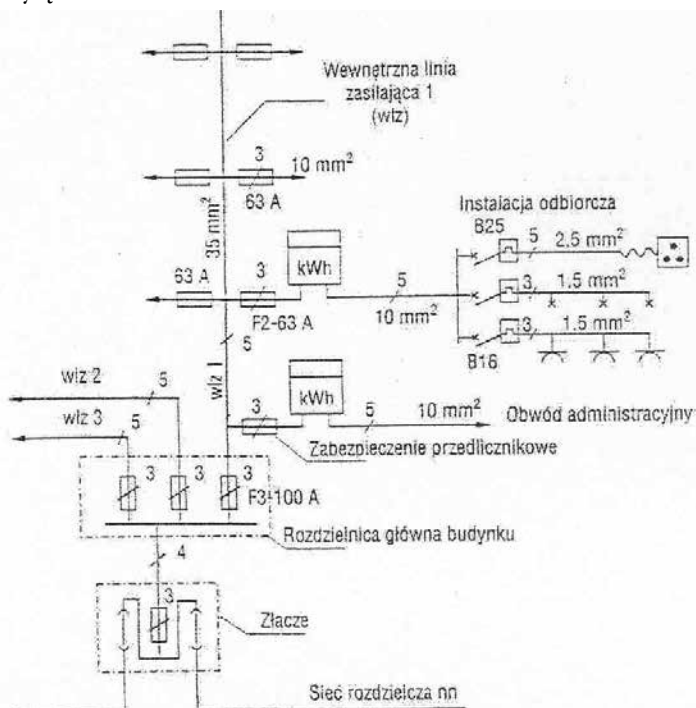
Jeżeli jednak prądy zwarciove  $I_k$  są bardzo duże, kilkunastokrotnie i więcej razy większe niż prądy znamionowe zabezpieczeń zwarciowych, to ustalenie selektywności działania powinno się dokonać przez porównanie wartości całek Joule'a przedłukowych i wyłączania zabezpieczeń przetężeniowych. Wartości całek przedłukowych zabezpieczeń bliższych źródła zasilania powinny być większe od odpowiednich całek wyłączania urządzeń zabezpieczających bliższych miejscu uszkodzenia (rys. 5 i 6). Całki  $\int i^2 dt$  wyłączania wyłączników są wielokrotnie większe aniżeli bezpieczników

o tych samych wartościach prądów znamionowych (rys. 5). Punkty przecięcia się charakterystyk wyłączników i bezpieczników wyznaczają największe wartości prądów zwarciovych  $I_{km}$ , przy których jest zachowana selektywność działania zabezpieczeń w układzie bezpiecznik F i wyłącznik W.

Wykres przedstawiony na rysunku 5 pomaga w wyznaczeniu (przy znanej wartości prądu zwarciovego  $I_k$ ) najmniejszej wartości prądu znamionowego bezpiecznika, przy której jest już zachowana selektywność działania układu wyłącznik-bezpiecznik.

W celu sprawdzenia warunków selektywnego działania zabezpieczeń można też korzystać z danych firmowych podających największe wartości prądów zwarciovych, przy których urządzenia zabezpieczające skompletowane w odpowiednich zestawach działają selektywnie.

W obwodach, w których są zainstalowane dwa wyłączniki lub więcej, warunkiem selektywności działania tych aparatów w przypadkach zwarć jest, aby wszystkie wyłączniki, z wyjątkiem ostatniego w obwodzie, były wyposażone w wyzwalacze elektromagnetyczne dwuczłonowe (bezwłoczne i z krótką zwłoką czasową) lub tylko zwłoczne, o krótkiej nastawialnej zwłoce czasowej. Mogą być stosowane również wyłączniki tzw. selektywne, na przykład S90. Są one niestety znacznie droższe od zwykłych wyłączników.



Rys. 6. Charakterystyczne elementy instalacji elektrycznej w wielorodzinnym budynku mieszkalnym

Z dokonanej prezentacji wynika, że przy przeciętnych wartościach prądów zwarciowych, rzędu 2,2 kA – 3,1 kA, aby była zachowana selektywność działania układu wyłącznik 16 A w obwodzie odbiorczym i bezpieczniki w zabezpieczeniu przedlicznikowym, to prąd znamionowy bezpieczników powinien wynosić 63 A. Zabezpieczenie wewnętrznej linii zasilającej powinno być dokonane z kolei bezpiecznikami 100 A. Wpływa to na wymagane obciążalności i przekroje przewodów.

Jeżeli wymóg selektywności działania ograniczy się do zwarć jednofazowych, to prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej w zabezpieczeniu przedlicznikowym może wynosić 50 A czy nawet 32 A.

### **3.6. Połączenia wyrównawcze**

Możliwość poprawy warunków bezpieczeństwa porażeniowego przez zastosowanie połączeń wyrównawczych łączących uziemione przewody ochronne z częściami przewodzącymi obcymi była znana elektrykom od dawna. Wyrazem tego były m.in. wymogi stosowania połączeń wyrównawczych zawarte w punkcie 16.3 normy PN-66 E-05009 „Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu znamionowym do 1000 V”, która niestety nie weszła w życie. W Przepisach budowy urządzeń elektroenergetycznych, które zastąpiły tę normę, wymogu stosowania połączeń wyrównawczych nie podano.

Ponowne „odkrycie” pozytywnych skutków stosowania połączeń wyrównawczych dokonało się u części osób po kilkudziesięciu latach, po wprowadzeniu na początku lat 90. normy PN-E-05009, a zatem o tej samej numeracji co norma z 1966 r., następnie przenumerowanej na PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

Komentarz o zasadności stosowania połączeń wyrównawczych przewodów ochronnych i części przewodzących obcych mógłby być ograniczony do krótkiego stwierdzenia, że tak należy robić, gdyby w „warunkach technicznych...” z roku 2002 nie znalazło się „przedobrzeń” polegające na wymogu objęcia połączeniami wyrównawczymi metalowych elementów instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych wykonanych przewodami (rurami) izolacyjnymi, nie przewodzącymi prądu elektrycznego. Wymóg taki podano kilkakrotnie. Można przypuszczać, że do takich wniosków doszli twórcy tych fragmentów warunków, przypisując wodzie nadmierne dobre własności przewodzenia prądu elektrycznego. Przeczą temu stosunkowo proste przeliczenia.

Dla powszechnie stosowanych rurek rezystancję taką zapewniają odcinki instalacji o długości 0,75 m dla wody zimnej i 1,2 m dla wody gorącej.

Z ustaleń tych wynika, że metalowa armatura zainstalowana w instalacjach wodociągowych wykonanych rurami z tworzyw sztucznych nie jest uziemiona i nie ma cech pozwalających zaliczyć je do części przewodzących obcych i jako taka nie wymaga obejmowania jej połączeniami wyrównawczymi. Równie dobrze można było sformułować wymóg obejmowania połączeniami wyrównawczymi metalowych czy metalizowanych ram luster czy obrazów zawieszonych na ścianach pokoi.

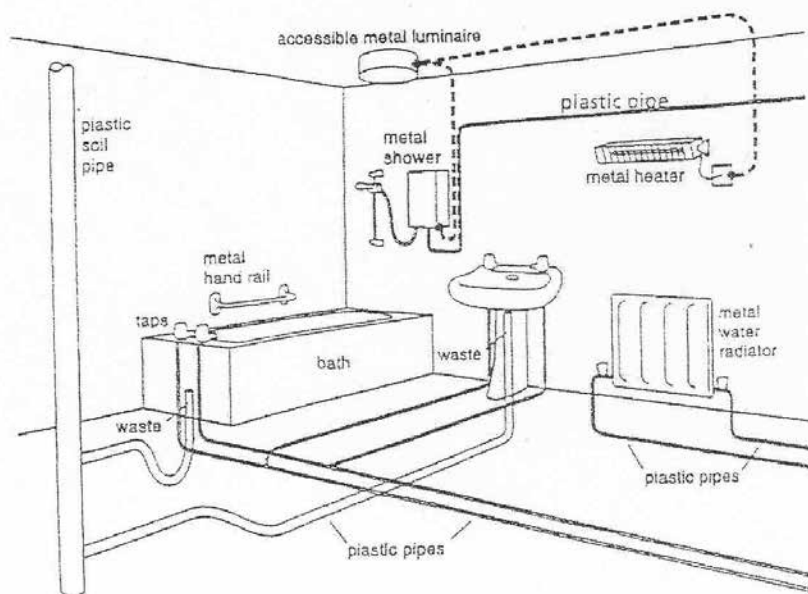
Metalową armaturę instalacji wodociągowych wykonanych rurami metalowymi obejmuje się połączeniami wyrównawczymi głównie dlatego, że to rury są przewodzące i mogą one w pewnych przypadkach przywlec napięcie do tej armatury na skutek różnorodnych uszkodzeń instalacji i urządzeń elektrycznych na trasie rurociągu, co nie może mieć miejsca w instalacjach wykonanych z rur z tworzyw sztucznych.

W przepisach niemieckich, angielskich i innych krajów nie ma wymogu obejmowania połączeniami wyrównawczymi metalowych elementów instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych wykonanych rurami z tworzyw sztucznych. Nie wymaga się stosowania połączeń wyrównawczych nawet w odniesieniu do metalowych wanien w takich instalacjach.

Trwałe nadanie potencjału ziemi różnym drobnym elementom metalowym przez przyłączenie ich do przewodu wyrównawczego z reguły zwiększa, a nie zmniejsza zagrożenie, gdyż człowiek dotykający uszkodzonego sprzętu elektrycznego i uziemionego kranu lub innego elementu metalowego zostaje narażony na przepływ prądu rażeniowego wielokrotnie większego niż gdyby nie było takiego połączenia.

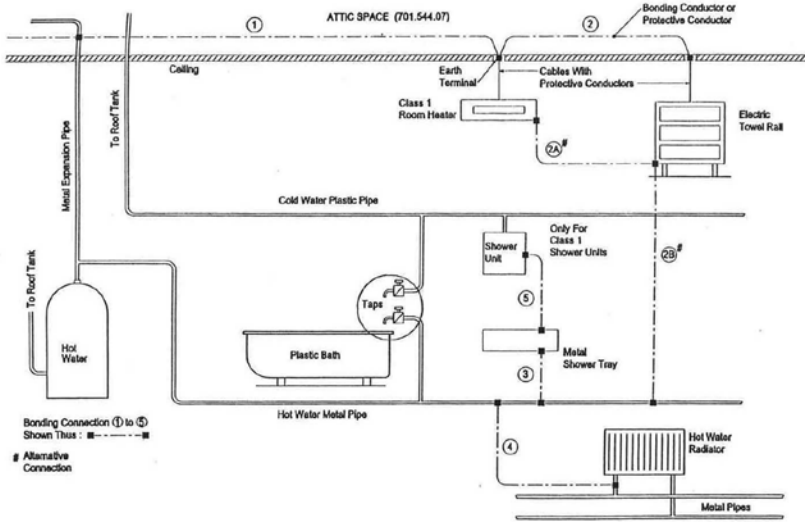
Na szczęście wymóg stosowania takich połączeń wyrównawczych zniknął w kolejnych wersjach „Warunków...”

Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono sposoby dokonywania połączeń wyrównawczych miejscowych w łazienkach z instalacjami wodociągowymi i kanalizacyjnymi wykonanymi rurami z tworzyw sztucznych według przepisów brytyjskich oraz irlandzkich.



**Rys. 7.** Miejscowe połączenia wyrównawcze w pomieszczeniu kąpielowym z rurociągami z tworzywa sztucznego wg normy brytyjskiej [5]

Ze względu na fakt, że metalowe instalacje wodociągowe i kanalizacyjne są często już naprawione lub zmodernizowane, lub będzie to wykonane w przyszłości, przy zastosowaniu odcinków rur z tworzyw sztucznych, przez co tracą one właściwości uziomów naturalnych.



Rys. 8. Miejscowe połączenia wyrównawcze w pomieszczeniu kąpielowym z rurociągami metalowymi i z tworzywa sztucznego wg normy irlandzkiej [8]

Z tych względów w Niemczech już od 1970 r. obowiązuje zakaz wykorzystywania metalowych rur wodociągowych i kanalizacyjnych jako uziomów, a w budynkach jako zastępczych przewodów ochronnych i wyrównawczych (DIN VDE 10.70). Nie oznacza to, że nie należy takich instalacji obejmować połączeniami wyrównawczymi. W Polsce takiego zakazu nie ma, a § 184 w pkt 2 rozporządzenia dopuszcza, pod pewnymi warunkami, wykorzystanie instalacji wodociągowych jako uziomów.

### 3.7. Ochrona przeciwprzepięciowa

Rozporządzenie w § 180 pkt 1 ppkt 10 w sposób kategoryczny nakazuje stosowanie w instalacjach elektrycznych ochrony przeciwprzepięciowej („w instalacjach elektrycznych należy stosować urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej”).

Wymóg bezwzględnego stosowania ochrony przeciwprzepięciowej w każdej instalacji elektrycznej jest nadmiernie rygorystyczny i sprzeczny z normą PN-IEC 60364 arkusz 4-443 Ochrona przed przepięciami.

Norma PN-IEC 60364 w p. 443.3.1. nie wymaga stosowania urządzeń ochrony przed przepięciami atmosferycznymi, jeżeli instalacja jest zasilana z sieci kablowej lub z linii napowietrznej, lecz poprzez kabel ułożony w ziemi o długości nie mniejszej niż 150 m. Nie wymaga się też stosowania takiej ochrony przy zasilaniu instalacji

cji z linii napowietrznej, lecz w warunkach odpowiadających niskiemu poziomowi keraunicznemu (AQ1), tj. o liczbie dni burzowych nie przekraczającej 25 w roku. Oczywiście pozostaje problem przepięć powodowanych czynnościami łączeniowymi i elektrycznością statyczną, lecz te raczej wyjątkowo mogą stanowić zagrożenie dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych, przy czym te ostatnie, szczególnie wrażliwe na przepięcia, mają z reguły wbudowane, własne ograniczniki przepięć.

Stosowanie urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej w instalacjach elektrycznych jest rzeczywiście potrzebne w warunkach, gdy przepięcia o niebezpiecznych wartościach mogą wystąpić i gdzie zainstalowane drogie takie i mało odporne urządzenia, szczególnie informatyczne. W innych przypadkach jest to nieuzasadnione.

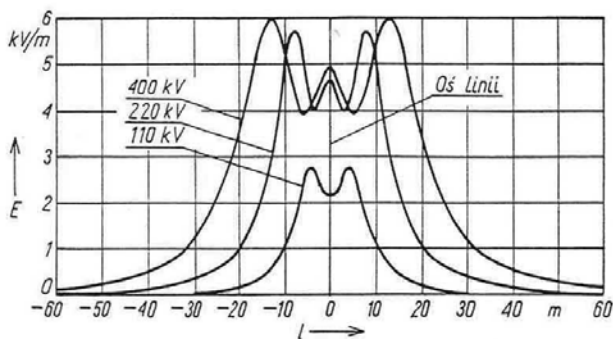
### 3.8. Uziomy fundamentowe

Zapis paragrafu 184 pkt 1 rozporządzenia dotyczący uziomów fundamentowych jest zbyt lakoniczny: „należy wykorzystać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy...”. Zapis ten powinien być sformułowany w sposób nakazujący wykonywanie uziomów fundamentowych w każdym nowo wznoszonym budynku. Są one bowiem znaczącą częścią systemów ochrony przeciwporażeniowej i przeciwprzepięciowej warunkującą w dużym stopniu skuteczność ich działania. Wykorzystywanie jako uziomów konstrukcji budynków oraz innych elementów metalowych nie pozostających w ziemi jest co najmniej mało zasadne.

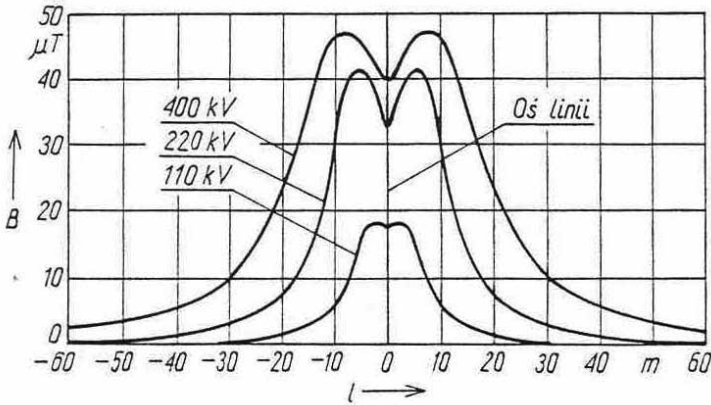
Projekt uziomu fundamentowego powinien być dokonany przez elektryka projektującego instalację elektryczną, a jakość jego wykonania sprawdzona przez kompetentne osoby przed zalaniem betonem.

W Niemczech norma DIN 18014 Fundamenterder, istniejąca od lat, określa dokładnie sposób wykonywania uziomów fundamentowych. Podobna norma powinna być również w Polsce. Mogłaby to być norma „SEP-owska”. W tym przypadku nie należy zresztą niczego odkrywać od nowa.

### 3.9. Oddziaływania elektromagnetyczne



Rys. 9. Rozkład pola elektrycznego pod liniami wysokiego napięcia w środku przęsła na wysokości 1,8 m nad ziemią.  $l$  – odległość od osi linii



Rys. 10. Rozkład pola magnetycznego pod liniami wysokiego napięcia w środku przęsła na wysokości 1,8 m nad ziemią.  $l$  – odległość od osi linii

#### 4. Podsumowanie

Z przedstawionych informacji wynika, że niektóre wymagania w zakresie elektryki zawarte w rozporządzeniu są wątpliwe, a nawet nieuzasadnione czy wręcz błędne merytorycznie i nie zawsze jednoznacznie sformułowane, przez co mogą być przez różne osoby w różny sposób interpretowane i egzekwowane.

Świadectwem mądrości polskich elektryków jest fakt, że pomimo występujących często niezgodności wymagań przepisów, norm i wiedzy technicznej realizują poprawne technicznie rozwiązania, omijając nie zawsze w pełni skutecznie, nieracjonalne wymogi rozporządzenia.

Jest niezrozumiałe, dlaczego w kolejnych wersjach rozporządzenia powiela się nieracjonalne, a nawet błędne wymagania wykazywane w czasopiśmie i na spotkaniach kompetentnych osób i osób, których te rozporządzenia bezpośrednio dotyczą.

Tym różnimy się w tym zakresie na przykład od Niemiec, że tam projekty norm i przepisów są wcześniej publikowane, dyskutowane i poprawiane zanim staną się aktami prawnymi, a ich twórcy nie uważają uwag krytycznych za obrazę. Również i po opublikowaniu śledzone są losy różnych rozporządzeń, a w przypadku uzasadnionych wątpliwości są one korygowane w sposób nie tylko kosmetyczny.

#### 5. Literatura

1. Jabłoński W.: O nowelizacji rozporządzenia MGPIB w sprawie warunków technicznych. *INPE Biuletyn SEP* nr 40/2001 r.

2. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne. Wyd. 6, WNT, Warszawa 2005 r.
3. Markiewicz H.: Bezpieczeństwo w elektroenergetyce. WNT, Warszawa, 2002 r.
4. Musiał E.: Miejscowe połączenia wyrównawcze w pomieszczeniach kąpielowych w budynkach z rurami wodociągowymi z tworzyw sztucznych. *INPE*, Biuletyn SEP, nr 33/2000 r.
5. Musiał E.: Jeszcze raz o miejscowych połączeniach wyrównawczych w pomieszczeniach kąpielowych o rurach wodociągowych z tworzyw sztucznych. *INPE*, Biuletyn SEP, nr 37/2001 r.
6. Musiał E.: Prądy zwarciovowe w niskonapięciowych instalacjach prądu przemiennego. *INPE*, Biuletyn SEP, nr 40/2001 r.
7. Musiał E.: Znowelizowane warunki techniczne dla instalacji elektrycznych w budynkach. *INPE*, Biuletyn SEP, nr 48/2002 r.
8. National Rules: For Electrical Installation – Third Edition, ET 101/2000, Electro-Technical Council of Ireland.
9. PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
10. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych (Z.1 – Z.20). WEMA, Warszawa, 1987 (obecnie nieobowiązująca).
11. Requirements for Electrical Installations, BSI Standards. XVI Edition.
12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12.IV.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U nr 75 z 15.06.2002 r., poz. 690).
13. Wystąpienie Oddziału Gdańskiego SEP do Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Ochrona przed zakłóceniami w instalacjach i sieciach elektroenergetycznych. Gdańskie Dni Elektryki 2002.
14. Wysocki J.: Ignorowanie krytycznych opinii i recenzji szkodzi. *INPE*, Biuletyn SEP, nr 80-81/2006.