

Pytanie

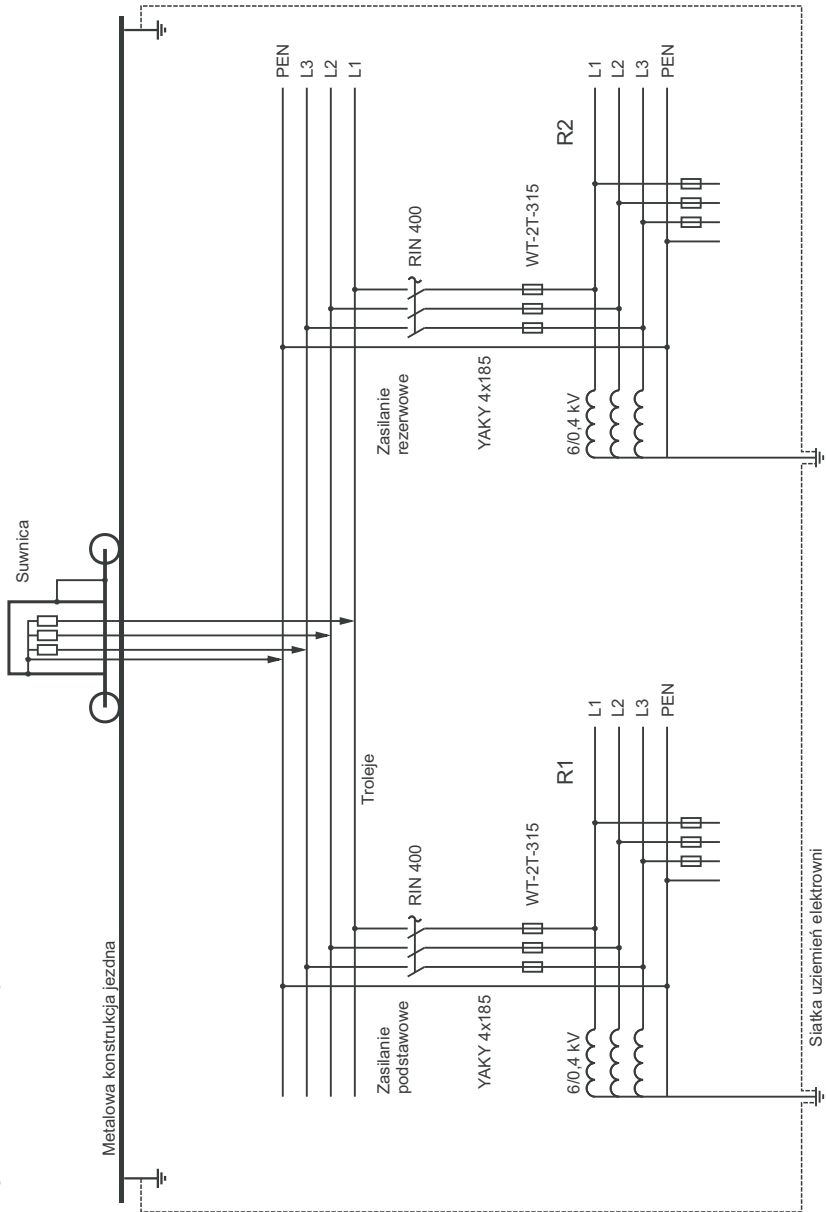
Uprzejmie prosimy o opinię w sprawie możliwości dostosowania zasilania suwnicy 140 t w Elektrowni Bełchatów do wymogów aktualnie obowiązujących przepisów.

Obecnie suwnica jest zasilana w układzie TN-C poprzez cztery izolowane troleje (L1, L2, L3, PEN). Konstrukcja układu jezdnego suwnicy jest uziemiona. Uziemienia tworzą siatkę uziemień Elektrowni Bełchatów, wszystkie są ze sobą połączone. Obecny układ zasilania został przedstawiony na rys. 1. Układ ten nie spełnia warunków ochrony przed dotykiem pośrednim według normy PN-IEC 60364, bo zbyt duża jest wartość impedancji pętli zwarciowej w stosunku do zastosowanych bezpieczników.

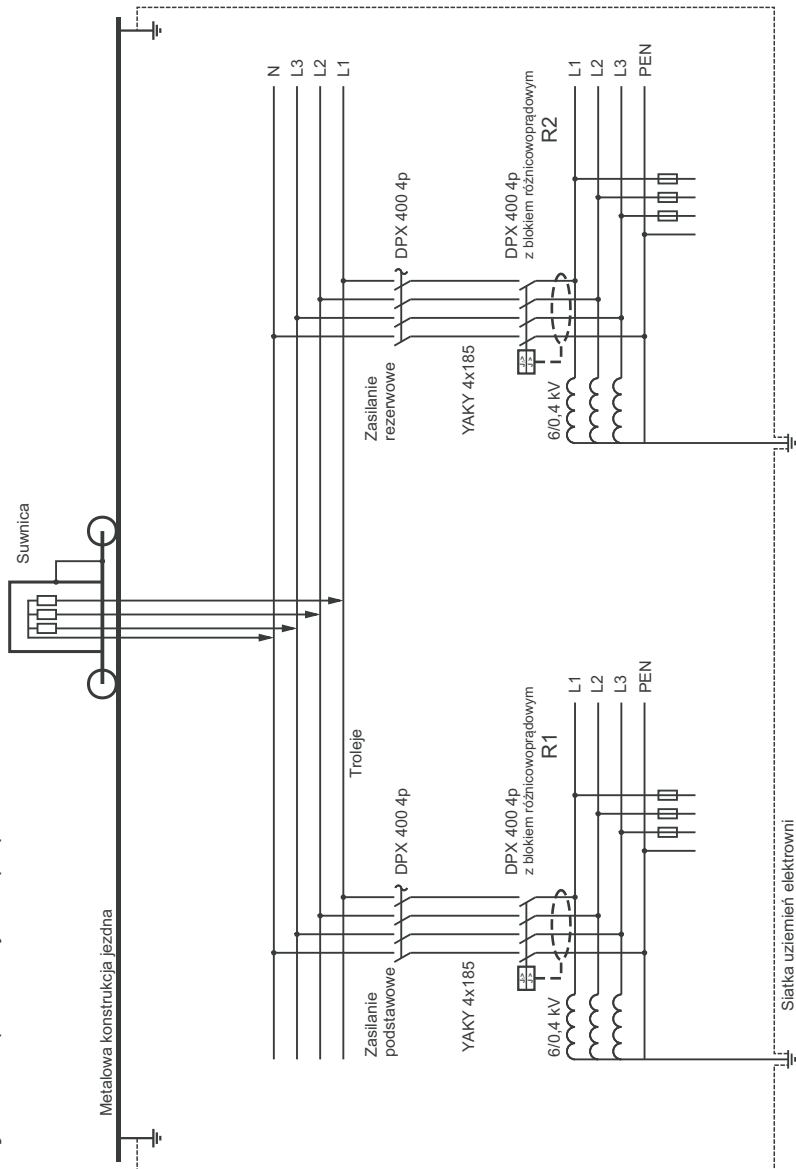
Czy prawidłowe byłoby zasilanie suwnicy w układzie TN-C-S pokazanym na rys. 2? W układzie tym bezpieczniki w polach odpływowych rozdzielni, z których jest zasilana suwnica, zostałyby zastąpione przez wyłączniki z członami różnicowoprądowymi. Zasilanie poprzez cztery troleje (L1, L2, L3, N) pozostałoby bez zmian, a ciągłość połączeń przewodów ochronnych PE suwnicy z uziemieniem byłaby zapewniona przez docisk kół jezdnych suwnicy o masie kilkudziesięciu ton do metalowej konstrukcji jezdnej. Pozostałe odbiory w rozdzielniach R1 i R2 pozostałyby zasilane w układzie TN-C.

Z poważaniem
mgr inż. Grzegorz Kucharski
„Elbox” Sp. z o.o. - Bełchatów

Rys. 1 - Stan obecny



Rys. 2 - Proponowany stan po przebudowie układu zasilania



Odpowiedź

Dodatkowe informacje przesłane w ślad za pytaniem wskazują, że chodzi o zasilanie trzech suwnic Q-140/32 t w budynku głównym elektrowni. Podczas okresowych badań stanu ochrony przeciwporażeniowej niepokój wzbudziły wyniki pomiarów w czterech spośród jedenastu punktów pomiarowych:

- przy zasilaniu z obwodu zabezpieczonego bezpiecznikiem stacyjnym 200 A w jednym miejscu zmierzono impedancję pętli 0,167 Ω , co odpowiada prądowi zwarciovemu 1317 A, a prąd wyłączający bezpiecznika (w czasie 5 s) oceniono na 1440 A (krotność 7,2),
- przy zasilaniu z obwodu zabezpieczonego bezpiecznikiem stacyjnym 315 A w trzech miejscach uzyskano wyniki za duże, od 0,117 do 0,165 Ω , co odpowiada prądowi zwarciovemu od 1880 do 1333 A, a prąd wyłączający bezpiecznika (w czasie 5 s) oceniono na 2431 A (krotność 7,7).

Pomiar tak małych wartości impedancji pętli zwarcioviej wymaga użycia specjalnego miernika i wymaga szczególnej rozwagi, bo jest podatny na różne czynniki zakłócające. Słusznie wybrano m.in. miernik MR-1 pomysłu R. Roskosza.

Poprawnie wykonywany pomiar impedancji pętli w najlepszym razie odbywa się z błędem $\pm 10\%$; co najmniej z podobnym błędem określa się prąd wyłączający bezpieczników. Niestosowne jest zatem zapisywanie w protokole wartości prądów zwarciovych i prądów wyłączających w postaci czterech cyfr znaczących, co sugeruje dokładność rzędu 0,1%. Nie jest pewna już trzecia z podawanych cyfr, a w niektórych przypadkach nawet druga.

Zasilanie 140-tonowej suwnicy przez układ ochronny różnicowoprądowy nie jest pomysłem szczęśliwym. Podobne pomysły wprowadzania wyłączników różnicowoprądowych w miejscach najmniej odpowiednich, również w obwodach suwnic, były już wcześniej rozpowszechniane (np. w zeszycie 11/1996 Wiadomości Elektrotechnicznych). Po wdrożeniu okazuje się na ogół, że częste zbędne wyłączenia przez człon różnicowoprądowy są nie do zniesienia w eksploatacji i z pomysłu trzeba się wycofać, ale o tym już nigdzie się nie pisze.

Suwnice, o które chodzi, zbudowane i oddane do użytku dawno temu, są zasilane z sieci elektroenergetycznej typu przemysłowego o układzie TN-C i zostały objęte ochroną przeciwporażeniową dodatkową przez **zerowanie**. Jeżeli te suwnice nie były poddawane przebudowie lub modernizacji po roku 1992, to nie dotyczą ich wymagania normy PN-92/E-05009/41 z roku 1992 i tym bardziej normy PN-IEC 60364-4-41 z roku 2000. Obowiązuje zasada „ochrony zastanej” (niem. *Bestandschutz*) i podczas okresowych badań ochrony przeciwporażeniowej wolno stosować przepisy z okresu instalowania suwnic i przekazania ich do eksploatacji. Jeżeli ochrona uprzednio została uznana za zadowalającą i nie wystąpiły rażące zaniedbania bądź uszkodzenia, czego przecież nie stwierdzono, to nadal może być uważana za ochronę wystarczającą.

Jeżeli natomiast po roku 1992 nastąpiła przebudowa bądź modernizacja którejkolwiek suwnicy, to podlega ona wymaganiom nowych przepisów. Wprowadzony podczas projektowania i budowy suwnicy sposób ochrony **zerowanie** występuje w nowych przepisach i nadal jest stosowany, ale obecnie nazywa się następująco:

ochrona przed dotykiem pośrednim poprzez (wg 413.1.3.3) samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN przez zabezpieczenie nadprądowe i/lub (wg 413.1.3.6) poprzez ograniczenie napięcia dotykowego do wartości dopuszczalnej - za pomocą dodatkowych połączeń wyrównawczych - w obwodach, w których zapewnienie samoczynnego wyłączenia zasilania nie jest możliwe (por. Biuletyn INPE nr 19 - czerwiec 1998 r., s. 27).

Bezmyślne forsowanie mało logicznego skrótu myślowego *ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania* i maniackalne, kłamliwe, uporczywe wmawianie na

różnych szkoleniach, że wyłączenie zasilania powinno zawsze następować w określonym, krótkim czasie, kolejny raz doprowadziło do nieporozumień, do konkluzji w protokóle sprawdzenia ochrony przeciwporażeniowej, że „ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim nie jest skuteczna ...” i do pomysłu wprowadzenia wyłączników z członem różnicowoprądowym.

Tymczasem *samoczynne wyłączenie zasilania* nie jest wymagane, jeżeli napięcia dotykowe występujące długotrwale w następstwie zwarcia doziemnego L-PE (L-PEN) nie przekraczają największej dopuszczalnej długotrwałej wartości. Kto tego nie rozumie, nie powinien być dopuszczony do wykonywania pomiarów i do wydawania orzeczeń o stanie ochrony.

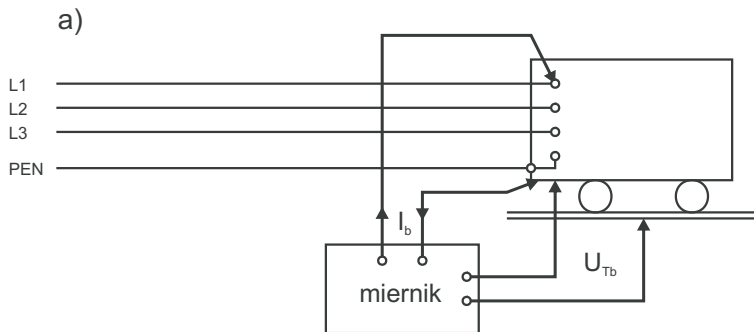
Z treści pytania wynika, że w przypadku metalowej konstrukcji suwnicy poruszającej się po metalowych szynach w obiekcie objętym „siatką ziemiem elektrowni” wspomniany warunek zapewne jest spełniony, a w każdym razie łatwo go spełnić wykonując ewentualne brakujące połączenia wyrównawcze. Pamiętać jednak trzeba, że miejscowe połączenia wyrównawcze to nie tylko miedziany drucik 4 mm² od wanny do rury wodociągowej.

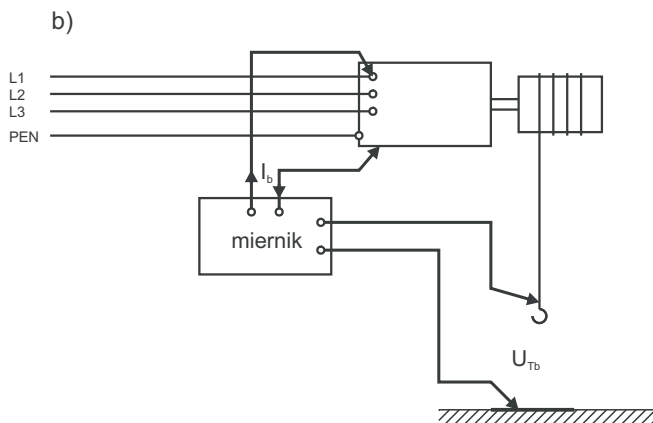
W razie wątpliwości można przeprowadzić pomiary napięć dotykowych (rys. 3). Wymuszając przepływ prądu probierczego I_b , jak przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej, należy zmierzyć napięcia dotykowe U_{Tb} między punktami, gdzie mogą być one szczególnie duże. Mierzy się przykładowo napięcie między korpusem silnika a metalową konstrukcją suwnicy lub dźwigarem hali oraz co bardzo ważne napięcie między opuszczonym hakiem wciągarki bądź zawiesiem, a zbrojeniem podłogi.

Zważać trzeba, aby wynik pomiaru napięcia U_{Tb} , które może mieć bardzo małą wartość (rzędu miliwoltów) nie był obarczony błędem z powodu występowania napięć zakłócających. Należy upewnić się, że podczas przerw w przepływie prądu probierczego ($I_b = 0$), na przykład przed i po pomiarze napięcia dotykowego, między punktami pomiarowymi napięcie dotykowe jest równe zero. Przy największym spodziewanym prądzie zwarcia doziemnego, który może płynąć długotrwale, tzn. przy prądzie wyłączającym zabezpieczenia nadprądowego I_n , napięcie dotykowe U_T wyniesie:

$$U_T = U_{Tb} \frac{I_a}{I_b}$$

Jeżeli ta wartość nie jest większa niż napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale, tzn. 50 V w rozważanym przypadku, to samoczynne wyłączenie zasilania dla celów ochrony przeciwporażeniowej nie jest wymagane, co wynika z treści punktów 413.1.2.2 oraz 413.1.3.6 normy PN-92/E-05009/41 (PN-IEC 60364-4-41).





Rys. 3. Pomiar napięcia dotykowego U_{Tb} pojawiającego się między częściami jednocześnie dostępnymi podczas przepływu prądu probiezowego I_b : a) między częścią przewodzącą dostępną urządzenia elektrycznego a konstrukcją suwnicy; b) między hakiem lub zawieszem na linie stalowej a podłogą hali (metalowym zbrojeniem podłogi, a w jego braku - elektrodą odwzorowującą styczność stóp ze stanowiskiem)

Po stwierdzeniu powyższego można uznać, że również w myśl aktualnych przepisów ochrona jest w pełni skuteczna, proponowana przebudowa zasilania suwnicy nie jest potrzebna, a konkluzja w protokole pomiarów, iż „ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim nie jest skuteczna” jest niesłuszna.

Wspomniane napięcia dotykowe należy mierzyć, a nie obliczać. Publikowane procedury obliczeniowe (np. w zeszycie 11/1996 Wiadomości Elektrotechnicznych) oparte na dziwacznych założeniach, z których w zbrojonym budynku hali przemysłowej wynikają napięcia dotykowe na poziomie 85% napięcia fazowego sieci, są niedorzeczne.

Edward Musiał

Post Scriptum

1. PN-92/E-05009/41: Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciwporażeniowa. Ustanowiona przez Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości dnia 19 marca 1992 r. jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1993 r.
2. PN-IEC 60364-4-41 (luty 2000): Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.

413.1.2.2. Połączenia wyrównawcze dodatkowe. Jeżeli w instalacji lub jej części nie mogą być spełnione warunki samoczynnego wyłączenia określone w 413.1.1.1, to powinny być wykonane miejscowe połączenia wyrównawcze...

413.1.3. Układy TN

413.1.3.6. Jeżeli spełnienie wymagań 413.1.3.3, 413.1.3.4 i 413.1.3.5 w wyniku zastosowania urządzeń ochronnych przetężeniowych jest niemożliwe, należy wykonać połączenia wyrównawcze dodatkowe zgodnie z 413.1.2.2. Alternatywnie, ochrona powinna być zapewniona za pomocą urządzenia ochronnego różnicowoprądowego.

E. M.