

Wiatr J.: **Projekt słupowej stacji transformatorowej 15/0,4 kV**. *elektro.info*, 2002, nr 6, s. 52-54.

Opracowanie graficzne projektu

W części graficznej projektu zastosowano od dawna nieaktualne symbole graficzne. Dotyczy to w szczególności symboli bezpieczników i ograniczników przepięć (odgromników), które już w normach PN-70/E-01208, PN-70/E-01218 i PN-69/E-01221 miały inne symbole. Rysunki w czasopiśmie edukacyjnym powinny uwzględniać aktualne symbole i oznaczenia. Schemat i plan narysowano bez dbałości o szczegóły, bez szacunku dla wzorca, na przykład:

- 3-przewodową linię zasilającą 15 kV oznaczono jako 4- przewodową.
- Rozłącznik po stronie nn transformatora ma napęd tylko dla jednego bieguna.
- Szynę PEN oznaczono jako N, a przecież w układzie TN-C nie ma bieguna N.
- Oznaczenia L1/1, L1/2 i L1/3 nie są poprawne; jeżeli trzeba wyróżnić oznaczenia rozdzielonych szyn zbiorczych, to powinno być: L1/1, L2/1, L3/1 i L1/2, L2/2, L3/2. Oznaczenie cyfrowe bieguna występuje zawsze po literze L, a w dalszej kolejności mogą występować dodatkowe oznaczenia.
- Przewód PEN linii oświetleniowej nie jest przyłączony do szyny PEN, a powinien być.
- Przewód PEN grzejników jest przyłączony do napędu stycznika?
- Według opisu uzwojenia wtórne transformatora są połączone w zygzak, a na schemacie pokazano gwiazdę. Grupa połączeń powinna być podawana w zestawieniu materiałów, bo jest to jeden z podstawowych parametrów charakteryzujących transformator.
- Według opisu zasilanie stacji należy wykonać przewodem samonośnym AALXSn 3×35, a na planie jest przewód goły 3AFL 6-35.
- Nie podano napięcia znamionowego kabli i przewodów.

Napięcia znamionowe

Projekt publikowany w roku 2002 powinien uwzględniać postanowienia PN-IEC 60038:1999 „Napięcia znormalizowane IEC”. Norma zaleca doprowadzenie napięcia znamionowego do wartości 230/400 V do końca 2003 r. i Zakłady Energetyczne czynią to sukcesywnie już od 2001 r. Błędem projektowym jest stosowanie, w projekcie opublikowanym w 2002 r. napięcia znamionowego 220/380 V i w konsekwencji dobór transformatora z napięciem dolnym o wartości 400 V, zamiast wymaganej wartości 420 V.

Obciążalność transformatora

Przy doborze transformatora, autor powołał się na normę PN-71/E-06040, której nigdy nie było. Była norma PN-69/E-06040 i późniejsza PN-83/E-06040 „Transformatory. Wymagania ogólne” (zastąpiona przez PN-EN 60076-3:2002), ale one nie mają związku z doбором mocy transformatora. Dopuszczalną obciążalność transformatora ustalało się wcześniej na podstawie PN-71/E-81000 „Transformatory. Obciążalność transformatorów o naturalnym obiegu oleju”, i tą normą zapewne posłużył się autor projektu. Posłużenie się tą normą jest błędem projektowym w odniesieniu do projektu wydanego w 2002 r. Tu autor powinien się posłużyć normą PN-IEC 60954:1999 „Przewodnik obciążenia transformatorów olejowych” (zastępującą PN-71/E-8100). W normie tej przedstawiono nową, zupełnie inną procedurę ustalania obciążalności transformatorów.

Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami

Pan J. Wiatr w opisie technicznym pod p. 3 zaleca „Punkt neutralny transformatora strony niskiego napięcia należy uziemić.....” i dalej „Połączenie punktu neutralnego transformatora z uziomem należy wykonać taśmą 30×5, pomalowaną na kolor niebieski”.

Taśma połączona z uziomem jest *przewodem uziemiającym*, należącym do grupy przewodów ochronnych i powinna być oznaczona kombinacją dwubarwną zielono-żółtą. Barwa jasnoniebieska (tak powinno być poprawnie) jest zastrzeżona dla przewodu neutralnego. Skąd wzięła się pomyłka? Prawdopodobnie autor projektu posłużył się starszym wydaniem normy (PN-81/E-05023), według którego przewód uziemienia roboczego oznaczało się barwą jasnoniebieską.

Zastosowany w projekcie kabel YAKY 4×120 po stronie wtórnej transformatora powinien być wymieniony na YAKYżo 4×120. Żyłą ochronno-neutralną PEN powinna być oznaczona barwą zielono-żółtą zgodnie z wymaganiami wówczas obowiązującej PN-90/E-05023. Dziś oznaczenia barwami przewodów regulują postanowienia PN-EN 60446:2002.

Oznaczenia parametrów zwarciovych

Już od wielu lat w literaturze technicznej, w dokumentacji aparatów i urządzeń oraz w projektach stosuje się nowe oznaczenia wielkości zwarciovych, pochodzące z normy IEC 909. Dzisiaj wydany projekt, a zwłaszcza projekt wzorcowy, który ma uczyć, tym bardziej powinien stosować te oznaczenia. W przeciwnym razie projekt może być źle odczytany, mogą wystąpić trudności przy jego realizacji, w odniesieniu do aparatów, których parametry są podawane według nowych oznaczeń. Autor w całości zastosował dawne oznaczenia według PN-74/E-05002. Jest to o tyle dziwne, że ten sam autor już wcześniej zastosował nowe oznaczenia (aczkolwiek nie do końca poprawnie) w artykule „Obliczenia zwarciovych” (*elektro.info* 3/2002). Te oznaczenia nie są takie „nowe”, bo pojawiły się już ponad 10 lat temu w normie PN-90/E-05025 „Obliczanie skutków prądów zwarciovych”.

Ochrona przeciwporażeniowa

Projekt obejmuje dwa stanowiska wymagające zastosowania uziemień: stację transformatorową 15/0,4 kV i poprzedzający ją słup z odłącznikiem 15 kV. Na obu stanowiskach obowiązują kryteria wymiarowania uziemień ze względu na dodatkową ochronę przeciwporażeniową oraz ochronę przeciwprzebiegową, a w stacji – dodatkowo ze względu na uziemienie punktu neutralnego sieci odbiorczej nn. Tymczasem dla słupa z odłącznikiem 15 kV, którego napęd jest łatwo dostępny, projekt zawiera tylko informację o wymaganej rezystancji uziemienia ograniczników przepięć i żadnej wzmianki o uziemieniu ochronnym napędu. Dla stacji transformatorowej autor ograniczył się do przedstawienia wymagań dla uziemienia punktu neutralnego sieci nn.

Obliczenia wykonano w oparciu o zdezaktualizowane przepisy, interpretując je niezbyt poprawnie. Do obliczeń przyjęto prąd znamionowy wkładki bezpiecznika zabezpieczającego transformator. Wkładka ta nie jest w stanie wyłączyć prądu zwarcia doziemnego, ponieważ w sieci skompensowanej wartość tego prądu jest zbyt mała. Do obliczeń należało przyjąć prąd nastawczy zabezpieczenia ziemnozwarciowego zainstalowanego na początku linii 15 kV.

We wszystkich przepisach i normach jednym z podstawowych parametrów, decydujących o doborze i wymiarowaniu urządzeń uziemiających, jest czas trwania zwarcia doziemnego. Omawiany projekt o tym parametrze nie wspomina i nie uwzględnia przy projektowaniu uziemień dla urządzeń 15 kV.

Pomontażowe badania odbiorcze

Autor przedstawił zestawienie pomiarów eksploatacyjnych, jakie należy wykonać przed przyłączeniem stacji. Przecież pomiary eksploatacyjne wykonuje się w urządzeniach już eksploatowanych. Po ukończeniu budowy projektowanej stacji powinny być wykonane pomontażowe badania odbiorcze według wytycznych przedstawionych w PN-E-04700:1998 „Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”. Wynikająca z tej normy lista

koniecznych pomiarów i badań jest znacznie dłuższa niż przedstawiona w projekcie.

Budowa uziomów

W zestawieniu materiałów pod p. 15 podano: „pręty zbrojeniowe **żebrowane** do wykonania uziemienia – 30 m”. Dwadzieścia lat temu byłoby to może do przyjęcia, pod warunkiem podania w projekcie wymaganej średnicy prętów i sposobu zabezpieczenia przed korozją (tego projekt nie podaje). Pozostałby jednak problem, jak wbić w ziemię nieprzystosowany do tego pręt żebrowany o długości 4 m. Żebrowanie znacznie utrudni lub uniemożliwi pograżenie pręta w ziemi na głębokość 5 m. W roku 2002 był już na rynku spory asortyment tanich prętów przystosowanych fabrycznie do łączenia odcinków, z głowicą do pograżania w ziemi i spełniających wymagania odpowiednich norm. Dziś stosowanie prętów zbrojonych żebrowanych do budowy uziomów należy uznać za błąd projektowy.

Jako podsumowanie uwag krytycznych należy zauważyć, że opublikowany projekt słupowej stacji transformatorowej, a właściwie adaptacja projektu typowego, byłby aktualny w latach 80. ubiegłego wieku. Prezentowanie takiego projektu w połowie roku 2002 nie jest dobrą reklamą dla miesięcznika, który z założenia powinien prezentować aktualną wiedzę. Byłoby wszystko w porządku, gdyby publikacja została poprzedzona adnotacją „Rys historyczny”.

Wrocław, dn. 27.02.2003 r.

J. Wysocki