

PROPAGACJA PRZEPIĘĆ W STACJI ELEKTROENERGETYCZNEJ SN/NN NA TERENIE TVP KATOWICE

Tomasz BARTUCHOWSKI *, Jarosław WIATER**,
*tomasz.bartuchowski@gze.pl, **jaroslawwiater@vela.pb.bialystok.pl
* Górnośląski Zakład Elektroenergetyczny; ** Politechnika Białostocka

Streszczenie

W tym referacie zostaną przedstawione wyniki pomiarów przenoszenia się przepięć w rzeczywistej stacji elektroenergetycznej usytuowanej na terenie katowickiego oddziału TVP. W czasie prowadzonych badań analizowany obiekt był w pełni wyposażony. Jako źródło zakłóceń wykorzystano generator udarów napięciowo – prądowych wytwarzający na wyjściu otwartym napięcia udarowe o wartościach szczytowych dochodzących do $U_{max}=6\text{ kV}$ i kształcie $1,2/50\mu\text{s}$ oraz prądy udarowe dochodzące do $I_{max}=3\text{ kA}$, $8/20\mu\text{s}$ w stanie zwarcia

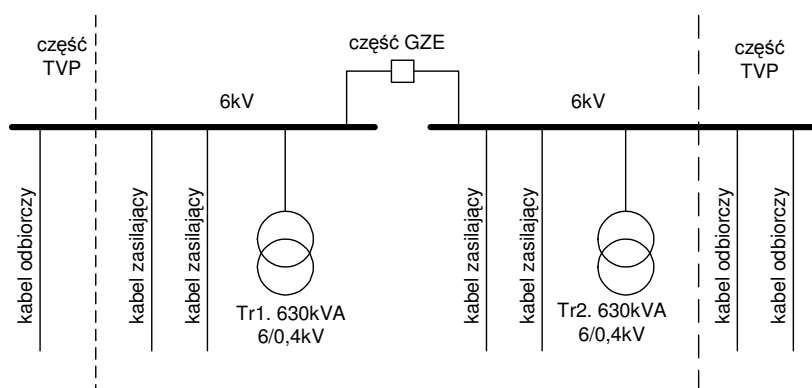
1. Wstęp

Stacje elektroenergetyczne SN/nn pełnią ważną rolę w systemie przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej. Stworzenie warunków do pewnego i niezawodnego przesyłania energii elektrycznej wymaga oceny propagacji zakłóceń impulsowych w niewrażliwych punktach systemu elektroenergetycznego. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku rosnącej ilości stacji, wyposażonych w układy telemechaniki. Powstające zakłócenia są szczególnie niebezpieczne dla stosowanych w ich wyposażeniu systemów sygnalizacji i sterowania. Zakłócenia mogą powodować błędną pracę tych systemów lub uszkodzenie poszczególnych ich elementów. W ekstremalnych przypadkach może dojść do przerw w dostawie energii elektrycznej, co może spowodować znaczne straty finansowe. W niniejszym referacie zostaną przedstawione wyniki pomiarów przenoszenia się przepięć poprzez rzeczywistą stację elektroenergetyczną usytuowaną na terenie katowickiego oddziału TVP.

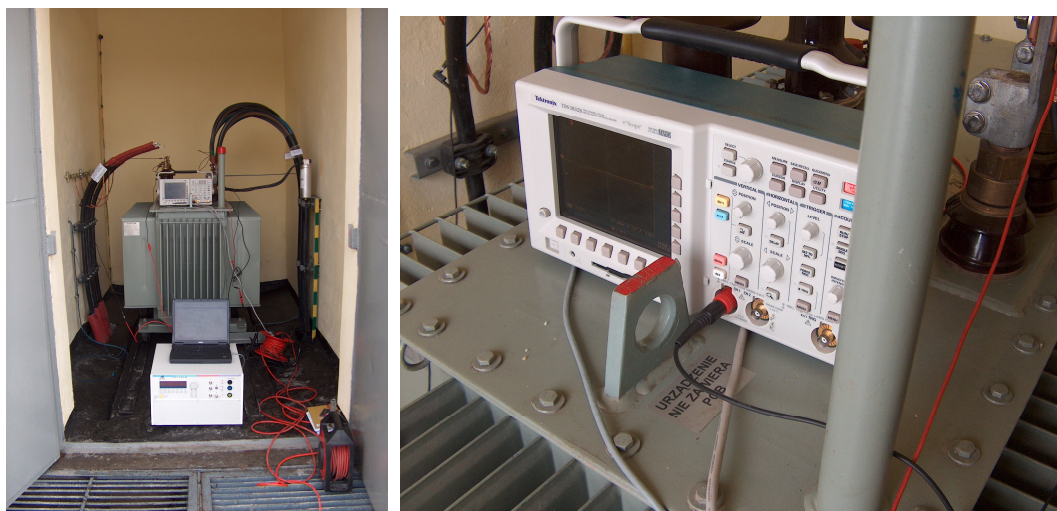
2. Charakterystyka badanego obiektu i metody pomiarowej

Badana stacja transformatorowo-rozdzielcza znajduje się na terenie TVP Katowice i zasiląca znajdujące się na tym terenie odbiory: napięciem 6kV - obiekty telewizji, napięciem 0,4kV- pozostałe obiekty należące m.in. do Telekomunikacji Polskiej (rys.1). Na terenie tym znajduje się też wieża nadawczo-odbiorcza. Wszystkie obiekty połączone są wspólnym systemem uziomowym i rozległą siecią teleinformatyczną. W stacji zainstalowany jest transformator 630kVA, 6/0.4kV, Dyn5 z ustawionym w pozycji środkowej przełącznikiem zaczepów (poz. nr 4).. Stacja podczas normalnych warunków pracy zasilana jest linią kablową 6kV i nie jest chroniona ogranicznikami przepięć. Podczas pomiarów stacja była wyłączona spod napięcia. Zasilająca linia kablowa 6kV została odłączona od transformatora SN/nn. Strona górnego napięcia transformatora była obciążona opornością falową linii kablowej - 620Ω. Szyny zbiorcze rozdzielnic niskiego napięcia zostały odłączone od obiorów. Na stronie niskiego napięcia w stacji zainstalowana jest bateria kondensatorów połączona w trójkąt 3x39,30μF, 7.5kVar. W celu pełnego odzwierciedlenia zjawisk zachodzących podczas rzeczywistych warunków pracy nie dokonano żadnych zmian w zastanej konfiguracji na terenie stacji, oraz w jej wyposażeniu.

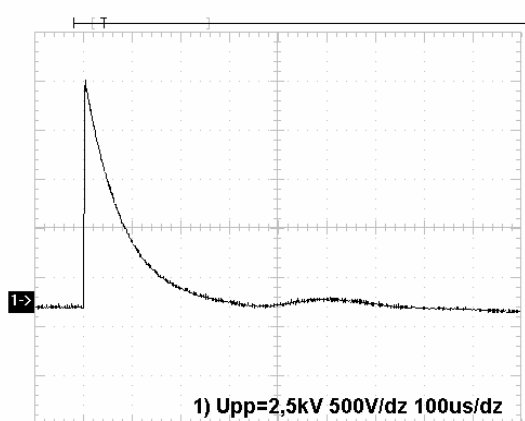
Jako źródło zakłóceń wykorzystano wysokonapięciowy generator udarów impulsowych wytwarzający napięcia udarowe $1,2/50\mu\text{s}$ $U_{max}=6\text{ kV}$ (na wyjściu otwartym) i prądy udarowe $8/20\mu\text{s}$ $I_{max}=3\text{ kA}$ (w stanie zwarcia).. Udar wprowadzano w różnych konfiguracjach: faza-faza, faza-kadź po stronie SN transformatora. Obserwowano przebiegi napięć na szynach nn w stanie jałowym, pod obciążeniem symetrycznym i niesymetrycznym oraz przy zmianie wartości szczytowej generowanego udaru. W celu uniknięcia sprzężeń generatora, oscyloskopu i badanej stacji poprzez system uziomowy, całą aparaturę pomiarową zasilono z odrębnego źródła - agregatu prądotwórczego. Rejestracji przebiegów dokonywano przy pomocy oscyloskopu Tektronix TDS-3032B współpracującego z laptopem. Zarejestrowano ponad 160 przebiegów napięciowych.



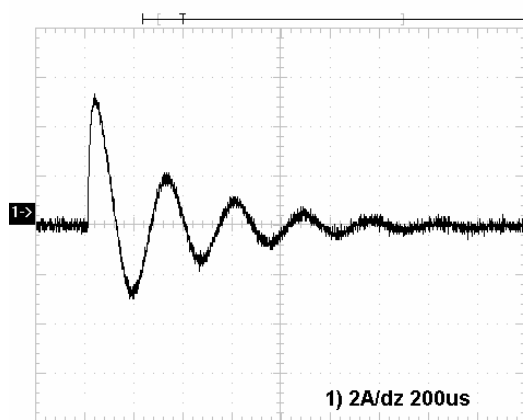
Rys. 1 Uproszczony schemat badanego obiektu.



Rys. 2 Komora transformatorowa stacji SN/nN podczas pomiarów.



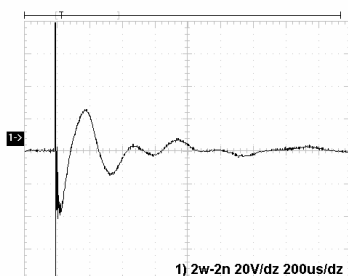
Rys. 3 Przebieg napięcia na wyjściu generatora (przy $U_{pp}=2,5kV$).



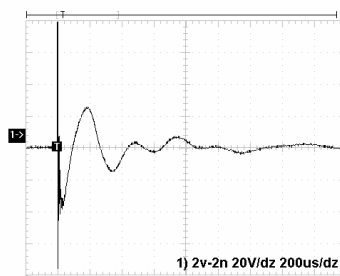
Rys. 4 Przebieg prąd wyjściowego generatora (przy $U_{pp}=2,5kV$).

3. Wyniki pomiarów

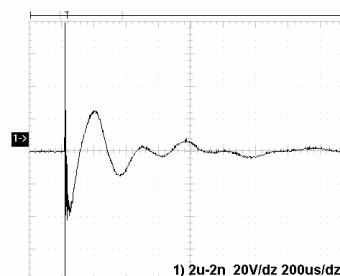
W referacie ograniczyliśmy się do przedstawienia wyników pomiarów stacji obciążonej symetrycznie. Na rysunkach 5,6,7 przedstawione są wyniki pomiarów napięć na szynach nN przy wymuszeniu podanym między fazę 1A po stronie górnego napięcia transformatora i uziemioną każdą. Obserwowane przebiegi napięć fazowych na poszczególnych szynach nN są niemal identyczne. Rejestracja przebiegów międzyfazowych - przy tym samym wymuszeniu - pokazuje nieznaczne różnice kształtu przebiegów (rys. 8,9,10). Na rysunkach 11,12,13 przedstawione są wyniki pomiarów napięć fazowych na szynach nN, przy wymuszeniu podanym tym razem między fazę 1B i 1C po stronie górnego napięcia transformatora. Tutaj różnice kształtu i amplitudy przebiegów są wyraźne - w szczególności w fazie 2C. Nie zarejestrowano przebiegu międzyfazowego 2A-2B (rys.14). Świadczy to o tym, że napięcia na fazie 2A i 2B względem N są identyczne. Zarejestrowane przebiegi napięć międzyfazowych 2A-2C, 2B-2C różnią się kształtem i wartością od napięć fazowych - patrz rysunek 15 i 16. Wpływ wartości szczytowej uderu na propagację przepięć zaprezentowano na rysunkach 17,18,19 - odpowiednio dla $U_{pp}=6\text{kV}$, $U_{pp}=3\text{kV}$, $U_{pp}=1\text{kV}$. Na podstawie pomiarów wyznaczono charakterystykę częstotliwościową badanej stacji SN/nN w zakresie wysokich częstotliwości - rys. 20.



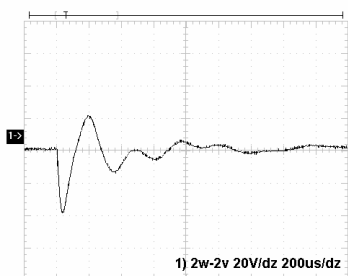
Rys.5 Napięcie między szynami 2A-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



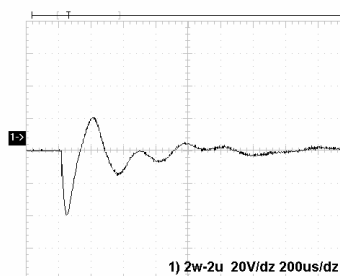
Rys.6 Napięcie między szynami 2B-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



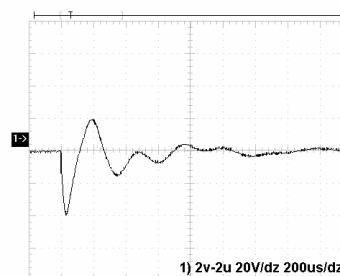
Rys.7 Napięcie między szynami 2C-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



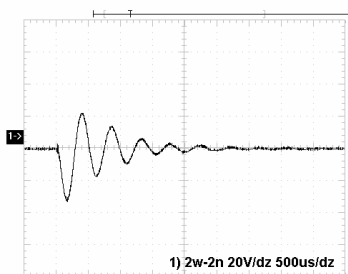
Rys.8 Napięcie między szynami 2A-2B (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



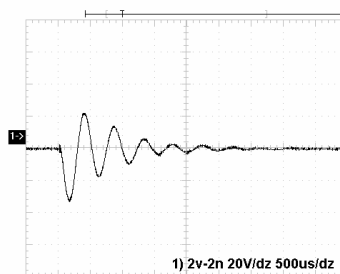
Rys.9 Napięcie między szynami 2A-2C (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



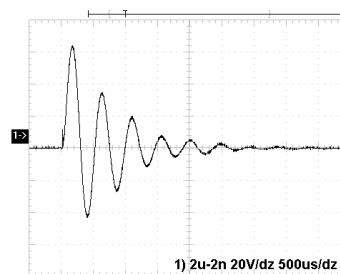
Rys.10 Napięcie między szynami 2B-2C (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



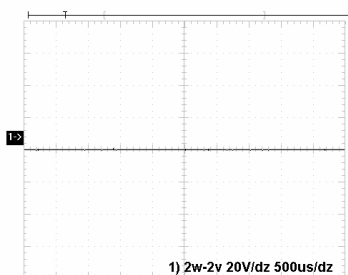
Rys.11 Napięcie między szynami 2A-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



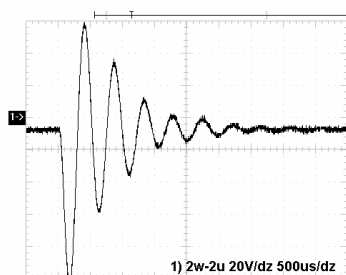
Rys.12 Napięcie między szynami 2B-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



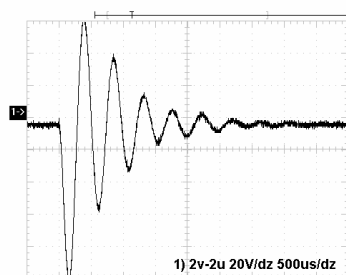
Rys.13 Napięcie między szynami 2C-2N (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5\text{kV}$).



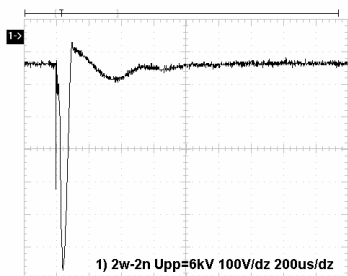
Rys.14 Napięcie między szynami 2A-2B (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5kV$).



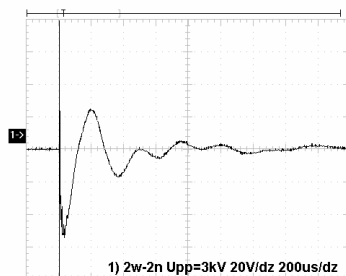
Rys.15 Napięcie między szynami 2A-2C (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5kV$).



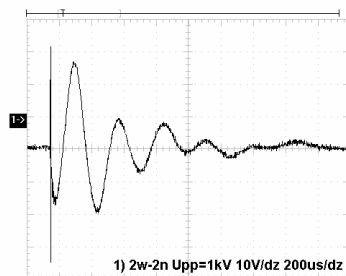
Rys.16 Napięcie między szynami 2B-2C (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1B i fazę 1C na stronie SN przy $U_{pp}=2,5kV$).



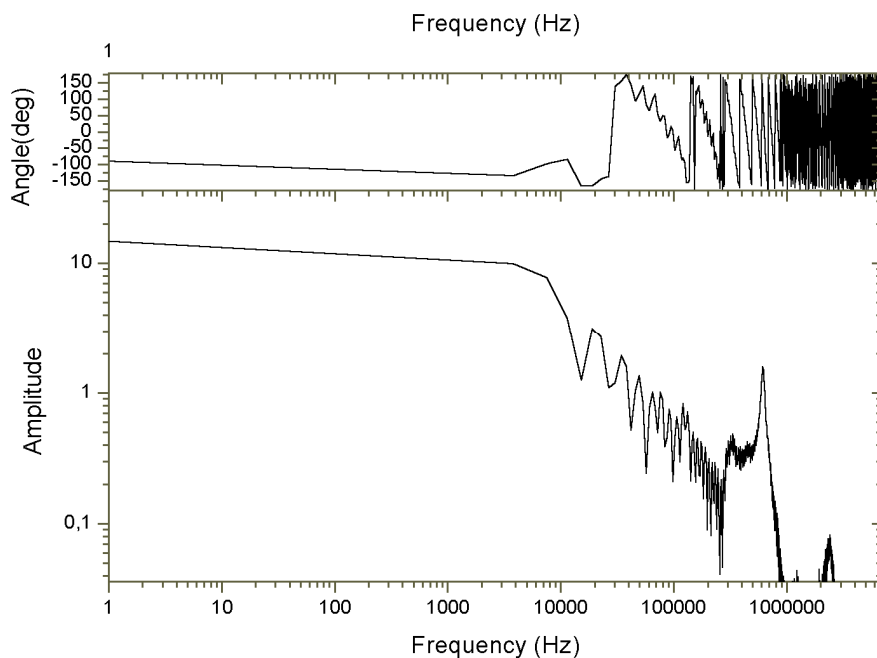
Rys.17 Napięcie między szynami 2A-2B (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=6kV$).



Rys.18 Napięcie między szynami 2A-2B (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=3kV$).



Rys.19 Napięcie między szynami 2A-2B (przy udarze przyłożonym pomiędzy fazę 1A i uziom na stronie SN przy $U_{pp}=1kV$).



Rys. 20 Charakterystyka częstotliwościowa stacji Sn/nN wyznaczona na podstawie pomiarów.

3. Podsumowanie

Zaprezentowane wyniki badań były rejestrowane na rzeczywistym obiekcie, w pełni wyposażonym i gotowym w każdej chwili do pracy, dlatego stanowią cenny i rzadki materiał do planowanej przez autorów referatu analizy. Uzyskane wyniki pomiarów są dopiero we wstępnej fazie obróbki - wysuwanie na tym etapie prawidłowych wniosków jest niemożliwe. Prowadzone obecnie są dalsze prace mające na celu wyznaczenie różnicy w propagacji przepięć przez stację i przez nieziemiony transformator usytuowany w laboratorium. Analizowany będzie wpływ uziomu na pracę układu. Zebrane wyniki pomiarów posłużą m.in. do opracowania modelu matematycznego całej stacji SN/nN w zakresie wysokich częstotliwości.

4. Literatura

- 1.**P.Zeller, B.Richter**; Protection of medium voltage transformers against overvoltages-calculation of transferred voltages; ICLP 2002 Kraków
- 2.**A.Piantini, A.G.Kanashiro**; A distribution transformer model for calculating transferred voltages; ICLP 2002 Kraków
- 3.**M.J.Manyahi, R.Thottappillil**; Transfer of lightning transients through distribution transformer circuits; ICLP 2002 Kraków
- 4.**W.Hribernik, B.Richter**; Simulation of the transfer characteristic of medium voltage power transformers for the estimation of transferred lightning overvoltages; ICLP 2000, Rhodes-Grecja
- 5.**M.Agudo,B.Hermoso,V.Senosiain,P.Martinez Cid**; A.simplified distribution transformer model for calculating transferred surges; ICLP 2002 Kraków