

SYSTEMY GIS I AMI JAKO ŹRÓDŁA DANYCH DO POPRAWY EFEKTYWNOŚCI PRACY SIECI – WYNIKI BADAŃ W OBSZARZE PILOTAŻOWYM

Sławomir NOSKE¹, Dominik FALKOWSKI²

ENERGA-OPERATOR SA ul. Marynarki Polskiej 130, 80-557 Gdańsk

1. tel.: +48 587788058; e-mail: slawomir.noske@energa.pl

2. tel.: +48 587788059; e-mail: dominik.falkowski@energa.pl

Streszczenie: Nowe technologie z obszaru Smart Grid umożliwiają zwiększenie obserwowalności sieci i wykorzystanie danych do wdrożenia nowych narzędzi analitycznych. Integrując dostępne dane możliwa jest zmiana sposobu zarządzania pracą sieci i podniesienie jej efektywności. W artykule przedstawiono wyniki z przeprowadzonych w 2014 r. badań w zakresie możliwości ograniczenia strat technicznych w sieci nN poprzez rekonfigurację i optymalizację układu pracy sieci. Dzięki wykorzystaniu danych z systemów monitorujących pracę sieci nN oraz nowoczesnych metod obliczeniowych możliwe jest ograniczenie w znacznym stopniu strat technicznych w sieci nN w sposób bezinwestycyjny (bez dodatkowych nakładów w rozbudowę sieci).

Słowa kluczowe: sieci inteligentne, smart grid, sieć nN, redukcja strat.

1. PROJEKT PILOTAŻOWY NA PÓLWYPIE HELSKIM

W roku 2011, ENERGA-OPERATOR SA rozpoczęła pracę nad pierwszym projektem pilotażowym wdrożenia sieci Smart Grid w Polsce. Celem projektu było zbadanie jaki wpływ na pracę sieci będzie miało wprowadzenie do „tradycyjnej” sieci elektroenergetycznej elementów Smart Grid. Projektem swoim obszarem objął cała sieć SN i nN

na obszarze Półwyspu Helskiego oraz jedna linia napowietrzna SN Piaśnica zasilana z GPZ Władysławowo wraz z siecią nN zasilaną z tego ciągu. Projektem zostało objętych ponad 200 km linii SN, 150 stacji SN/nN oraz 150 km linii nN. Z sieci na obszarze pilotażu zasilanych jest blisko 10 tys. odbiorców. W projekcie prowadzone były badania w obszarze: poprawy niezawodności i efektywności pracy sieci, ograniczenie kosztów prowadzenia ruchu sieci dystrybucyjnej oraz optymalizacji wykorzystania istniejącej infrastruktury sieciowej i telekomunikacyjnej [4, 5]. Jedną z przeprowadzonych analiz było zbadanie możliwości ograniczenia strat technicznych w sieci poprzez optymalizację konfiguracji i układu pracy sieci.

2. BADANIA REDUKCJI STRAT NA POZIOMIE nn

Prace badawcze prowadzone były w okresie letnim, w czasie szczytu obciążenia w badanym obszarze. Badania prowadzone były w dwóch etapach:

- badania modelowe wraz obliczeniami optymalizacyjnymi dla sieci SN i nN w obszarze Półwyspu Helskiego (przy ograniczanych danych z systemu AMI),



Rys. 1. Obszar sieci objęty badaniami na poziomie nN – miasto Jastarnia

- szczegółowe obliczenia techniczne dla wybranego obszaru sieci nN w oparciu o dane pomiarowe z układów bilansujących stacji transformatorowych SN/nN i liczników AMI zainstalowanych u odbiorców.

W ramach pierwszego etapu badań zostały wykonane obliczenia na całym modelu sieci SN i nN na Półwyspie Helskim. W związku z niepełnymi danymi z liczników AMI (system AMI był w trakcie wdrażania) w badaniach posłużono się danymi pomiarowymi z uruchomionych liczników AMI oraz z systemu billingowego (odczyty inkasenckie). W wyniku przeprowadzonych badań obliczono możliwość redukcji strat w sieci SN i nN na poziomie 9% w okresie szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną w ciągu roku. W celu osiągnięcia takiego efektu konieczne byłoby wykonaniu 213 przełączeń w sieci 66].

Po zakończeniu badań w ramach pierwszego etapu przystąpiono do etapu drugiego, który zakładał przeprowadzenie analiz optymalizacji układu pracy w zakresie tylko sieci nN dla zamkniętego obszaru od strony topologii sieci (wyspa z brakiem możliwości zasilenia odbiorców ze stacji SN/nN z poza obszaru badań). Jako obszar badań wybrano miejscowość Jastarnia, na terenie której znajduje się blisko 1500 odbiorców. Analizy były prowadzone w okresie od 1 lipca do 31 sierpnia 2014 r.

Tablica 1. Wyniki obliczeń z I etapu optymalizacji układu pracy sieci SN i nN dla całego Półwyspu Helskiego

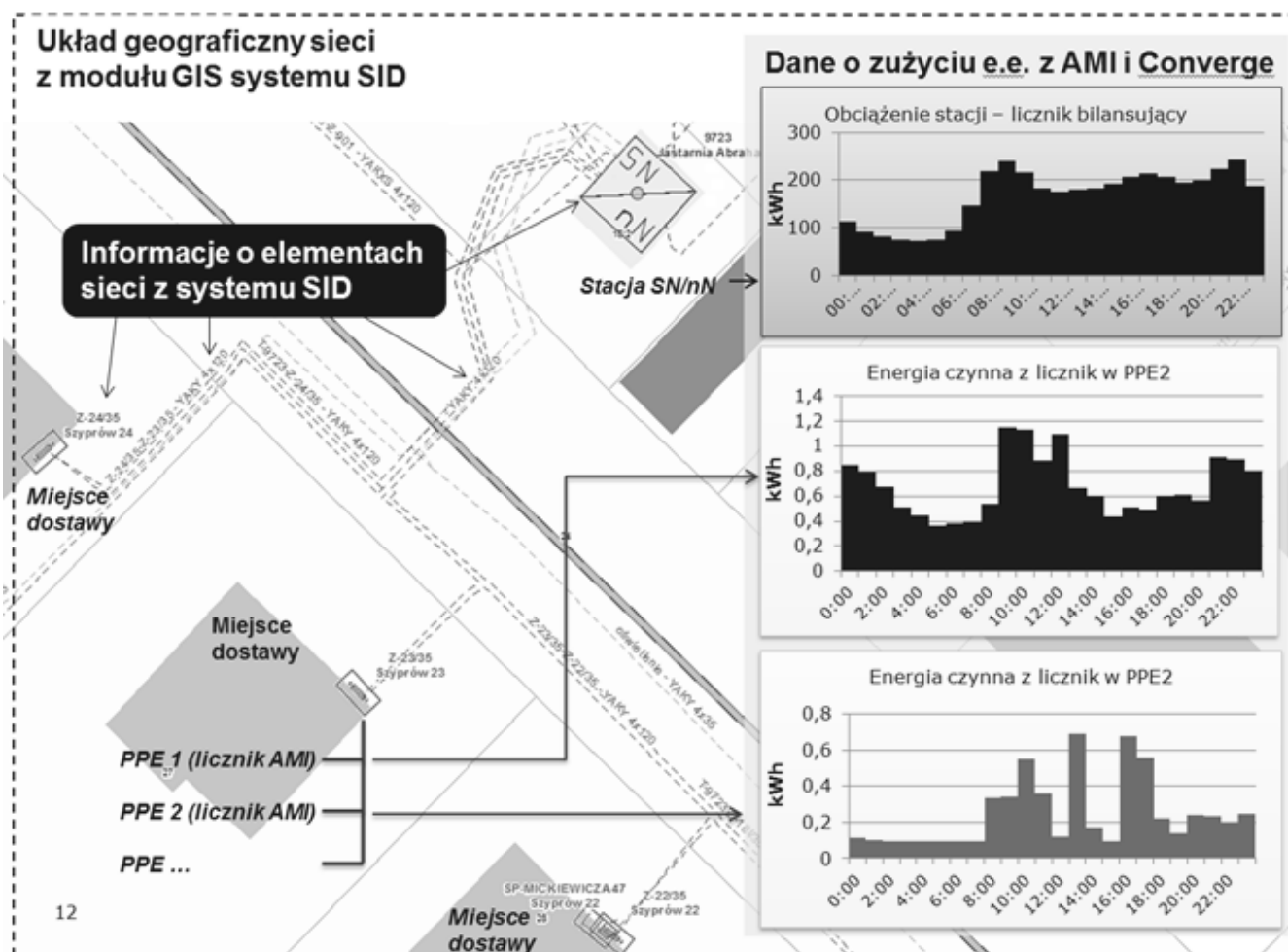
Wyniki obliczeń za okres 1 czerwca – 31 lipca 2013r.	
Początkowe straty energii w układzie normalnym	280 276 kWh
Optymalizacja układu wymagająca 213 przełączeń	
Straty energii po zoptymalizowaniu układu	254 616 kWh
Zmniejszenie strat energii	25 660 kWh
Obliczona redukcja strat w sieci SN i nN	9,2%

3. MODEL MATEMATYCZNY SIECI nn

Na bazie modelu z etapu pierwszego został opracowany bardzo szczegółowy model matematyczny sieci nN dla miejscowości Jastarnia. Zawierał on:

- dane na temat sieci w obszarze miejscowości Jastarnia
- informacje o topologii sieci wraz z informacją o punktach podziałowych
- dane o przypisaniu odbiorcy do punktu poboru energii elektrycznej (PPE)
- rzeczywiste dane o zużyciu energii
- rzeczywiste dane o energii przepływającej przez stację SN/nN

Podstawowym źródłem informacji na temat sieci były dane zawarte w System Informacji o Dystrybucji (SID).



Rys. 2. Opracowany model sieci dla miasta Jastarnia. Prezentacja powiązań między geograficznym modelem sieci a punktami poboru energii (PPE) elektrycznej wraz z rzeczywistymi danymi o zużyciu energii w poszczególnych godzinach

W systemie zawarte są wszelkie informacje na temat majątku sieciowego tj. przekroje, długości i typy przewodów, schematy połączeń i złącz kablowych, przypisanie odbiorców do punktów zasilania w sieci, informacje o punktach podziałowych. System posiada również model sieci w odwzorowaniu geoprzestrzennym. Dane o zużyciu energii elektrycznej odbiorców pochodziły z aplikacji AMI (taryfa G) oraz z systemu CONVERGE (taryfy C i B). Dane o zużyciu energii czynnej w systemie AMI jest pozyskiwane w interwałach 15 minutowych. System AMI jest przygotowany również do dostarczania informacji o zużyciu energii biernej. W związku z bardzo ograniczonym zastosowaniem takowych danych są one obecnie odczytywane raz na dobę. System CONVERGE dostarcza dane o zużyciu energii czynnej i biernej z gradacją godzinową. W związku z kurortowym charakterem Jastarni, w okresie letnim pojawiają się odbiorcy sezonowi prowadzący działalność jedynie przez okres sezonu. Odbiorcy ci nie są wyposażeni w liczniki z możliwością zdalnego odczytu. Na potrzeby analiz dla tych odbiorców zostały estymowane krzywe obciążenia w oparciu o miesięczne odczyty bilingowe. Dodatkowo model został uzupełniony o dane z liczników bilansujących znajdujących się w stacjach SN/nN oraz odczytami z systemu SCADA dla stacji posiadających system opomiarowania odpływów.

4. BADANIA I WYNIKI

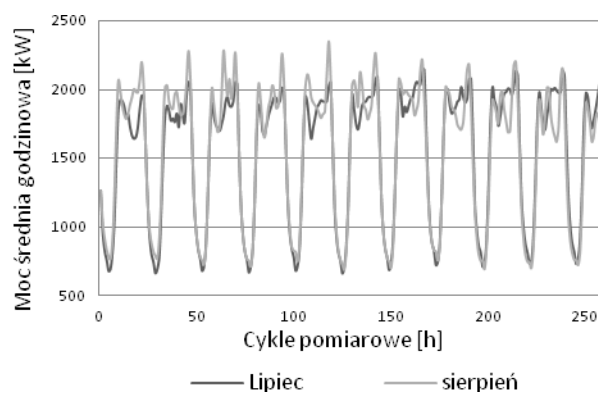
Do wykonania obliczeń posłużono się system ELGrid firmy GLOBEMA. Program umożliwia wykonanie różnych analiz pracy sieci, między innymi analiz optymalizacji układu pracy sieci pod kątem minimalizacji strat sieciowych [77]. W badaniach wykorzystano zaimplementowaną metodę optymalizacji konfiguracji sieci SN oraz nN, opartą o algorytm genetyczny wykorzystujący jako funkcję kryterialną prosty okres zwrotu poniesionych nakładów. Algorytm uwzględnia podstawowe ograniczenia techniczne tj.: zachowanie otwartej konfiguracji sieci, brak przeciążeń długotrwałych elementów sieciowych oraz utrzymanie poziomu napięcia w dopuszczalnym zakresie [66]. Optymalna konfiguracja sieci jest obliczana poprzez manipulowanie układem połączeń sieci w złączach kablowych, dla których określono koszt i łatwość wykonywania przełączeń. W analizie nie brano pod uwagę możliwości rozbudowy sieci w celu poprawy efektywności pracy (wariant bezinwestycyjny). Badania zostały wykonane dla okresu szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną - sezonie letni. W pierwszej kolejności w oparciu o dane pomiarowe z miesiąca lipca

wyliczono poziom strat dla układu normalnego oraz optymalny układ pracy sieci. Na przełomie miesięcy lipca i sierpnia zostały wykonane przełączenia w sieci zgodnie z wyliczonym układem optymalnym i ponownie wykonano obliczenia poziomu strat, tym razem dla sierpnia. Badania modelowe wykazywały potencjalną redukcję poziomu strat energii w sieci nN na poziomie 16%. Wymagało to wykonanie 17 przełączeń w sieci nN.

Tablica 2. Wyniki obliczeń z II etapu optymalizacji układu pracy sieci nN w miejscowości Jastarnia

	Lipiec	Sierpień
Początkowe straty energii w układzie normalnym	20 375 kWh	18 487 kWh
Optymalizacja układu wymagająca 17 przełączeń		
Starty energii dla zoptymalizowanego układu	17 075 kWh	14 798 kWh
Zmniejszenie strat energii	3 300 kWh	3 689 kWh
Procentowa redukcja strat w sieci nN	16,2%	19,95%

W celu potwierdzenia wyników analiz i potencjału redukcji strat energii przeprowadzono dodatkowo szczegółową analizę. Dla wybranych 10 dni z miesiąca lipca i sierpnia wykonano bilansowanie energii.



Rys. 3. Dobowa zmienność obciążenia dla wybranego okresu 10 dni w miesiącu lipcu i sierpniu

Podczas wyboru okresu referencyjnego kierowano się kryterium zbliżonego poziomu zużycia energii w obu miesiącach oraz zbliżonym kształtem krzywych obciążenia. Analiza została przeprowadzona dla okresów doby



Rys. 4. Wpływ optymalizacji na obciążenie ciągów zasilających: lipiec układ normalny (lewa), sierpień układ optymalny (prawa)

w których występują największe straty energii oraz zużycie energii w sieci jest największe (godzina 9–15). Wyniki bilansowania potwierdziły obliczony redukcję strat sieciowych w sieci. Przeprowadzona analiza przy użyciu systemu EL-Grid pozwoliła również zbadać w jaki sposób zmienia się obciążalność elementów sieci.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Przeprowadzone badania wykazały, że istnieje duży potencjał podniesienia efektywności pracy sieci wykorzystując bezkosztowe sposoby związane z analizą sposobu pracy sieci i optymalizacją układu pracy sieci. Szczególnie duży potencjał istnieje w sieciach niskiego napięcia dla których opracowane przed latami metody układy normalne nie są obecnie układami optymalnymi. Wraz z rozwojem sposobów zarządzania majątkiem sieciowym przedsiębiorstwa sieciowe budują informacje o sieci w systemach informacji przestrzennej (systemy klasy GIS). Mogą one stać się bardzo dobrym źródłem danych do budowy modelu matematycznego sieci w systemach obliczeniowych. Nowe rozwiązania i technologie z obszaru Smart Grid takie jak np. AMI czy systemy monitorowania i pomiarów w głębi sieci dostarczają niezbędnych danych do określenia rozpyłów mocy w sieci. Te nowe rozwiązania zapewniają niespotykaną jakość danych obliczeniowych i wprowadzają nową jakość do obliczeń. Aby skutecznie je wykorzystywać niezbędne jest zapewnienie wysokiej jakości danych i bieżąca aktualizacja. Przeprowadzone badania potwierdzają, że:

- już dzisiaj istnieją techniczne możliwości do budowy systemów obliczeniowych opartych na rzeczywistych modelach sieci i rozpyłach mocy obliczonych w oparciu o rzeczywiste dobowe charakterystyki obciążeń każdego indywidualnego odbiorcy,

- w obszarach miejskich w których sieci nie jest bardzo rozbudowana z wieloma możliwościami przełączeń układu pracy istnieje duży potencjał w zakresie optymalizacji pracy sieci i ograniczenia strat technicznych
- nowoczesne systemy obliczeniowe mogą być wykorzystywane znacznie szerzej (nie tylko do ograniczania strat technicznych). Mogą posłużyć do zwiększania mocy przyłączeniowej, ograniczenia inwestycji związanych z rozbudową sieci.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Wizja wdrożenia sieci inteligentnej w ENERGA-OPERATOR SA w perspektywie do 2020 roku, Gdańsk 2011 r.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.
3. Polityka energetyczna Polski do 2030 r.
4. Noske S., Wawrzyniak M.: Półwysep Helski – pilotażowy projekt sieci inteligentnych, Acta Energetica 21 (4/2014), ISSN 2300-3022.
5. Falkowski D.: Noske S., Helt P., Monitorowanie, pomiary w sieciach inteligentnych – projekt pilotażowy Smart Grid na Półwyspie Helskim, materiały konferencyjne VI konferencja naukowo – techniczna straty energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych, Rawa Mazowiecka 2014.
6. Noske S., Helt P.: Możliwości redukcji strat sieciowych dzięki optymalizacji układu pracy sieci, materiały konferencyjne VI konferencja naukowo – techniczna straty energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych, Rawa Mazowiecka 2014.
7. Falkowski D., Helt P., Kołodziejczyk K., Zduńczyk P.: Doświadczenia z wdrażania modułu obliczeń technicznych dla sieci SN i nN, materiały konferencyjne VI konferencja naukowo – techniczna straty energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych, Rawa Mazowiecka 2014.

TITLE OF PAPER

GIS AND AMI SYSTEMS AS A SOURCE OF DATA TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE NETWORK – THE RESULTS OF THE PILOT PROJECT

Following the major challenges in ensuring high quality of the electricity supply, improving the power system efficiency, and enabling the offering of new service levels to energy consumers, ENERGA-OPERATOR SA (DSO) is launching a pilot project of Smart Grid solutions. The Hel Peninsula has been selected as the pilot project area. The paper focuses on the analysis and results of the Smart Grid project, especially on the new possibilities of reduce technical losses in MV and LV network. Research on the model of MV and LV networks were designed to evaluate the possibility of increasing the efficiency of the network through the use of technical calculations based on actual data obtained from GIS, SCADA and AMI. Calculation system (ELFGird) was used to perform optimization calculations for network reconfiguration, based on genetic algorithms. This is a system to support development, planning and management of electric grid including distributed generation, energy storages and controllable receivers and network configuration optimization.

The level of total reduction of energy losses in the Hel Peninsula was over 10%. Basing on the carried research work and analysis it has been found that there is a big possibility to reduce technical losses in LV network. That is possible by using integrated information from AMI, GIS, SCADA LV.

Keywords: Smart Grid, LV Network, technical losses reduction