

Ways of Improving the Reliability of Supply of Selected Important Municipal Customers in Municipalities

Authors

Bogdan Mól
Paweł Sowa
Joachim Bargiel

Keywords

distributed generation, energy mini centre, renewable energy sources

Abstract

This paper reviews the most important ways to improve the reliability of supply of consumers, i.e. the increase in the number of directions of supply, use of grid and system automatic controls, and installation of distributed generation sources. The order of priority of municipal loads in terms of electricity and heat supply continuity is then analysed. The concept of so-called energy mini centres containing important loads and distributed generation sources for the supply of these loads connected to medium and low voltage grids is presented in detail. Practical examples of the distributed generation solutions applied in a Silesian municipality are also given. The reliability of selected objects was evaluated using the NIEZ method developed at the Institute of Power Engineering and Control Systems of the Silesian University of Technology in Gliwice.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2016108

1. Introduction

At the level of local energy systems, implemented by local government, municipalities have been obligated - through assumptions of the state energy policy – to prepare local plans for heat, electricity, and gas supply by 2030. This issue is closely associated with capital expenditure planning in the distributed energy sub sector. Therefore, local governments' awareness of the need to undertake capital expenditure projects in distributed generation is increasing, and there is a debate on the directions of the technical solution to this problem, as well as the formal and legal environment associated with the preparation and execution of business plans.

At the same time the municipal investment projects already started or completed elicit discussion on the future tasks and problems of a technical and legal nature which municipalities will have to deal with using the experience of other local government agencies.

Local governments at various levels are particularly interested in the development of distributed generation and RES in their areas. Planned capital expenditures, based primarily in EU programs and the state's energy policy, are a chance for the multifaceted development of municipalities and cities in Poland. This is an impulse that sets the pace of further development of this energy sector.

Municipalities, along with the growing awareness of their energy potential, will be forced to more actively participate in the

development of "prosumer" solutions appropriate to their social, economic and technical environment. Municipalities increasingly set up generation structures in their areas, thus changing their nature from consumers to consumers-and-producers, while also improving the reliability of supply of the major municipal infrastructure. These are the new issues that local self-governments face in Poland. One such example is the Silesian municipality.

2. Solutions to improve consumer supply reliability in the municipality of Gierałtów

The municipality, as a local government unit, is obliged to ensure continuity and reliability of the operation of its facilities considered to be significant in helping the people of the municipality during emergencies, for example crises related to acts of war or natural disasters.

Critical infrastructure requires investment to improve the reliability of the power supply of facilities (municipal loads) recognized as important. Therefore, municipalities first and foremost define which facilities in their territory can fulfil the task of supplying the residents in a post-crisis situation, both long-term and short-term. The next step is to determine the hierarchy of importance of the facilities in the critical infrastructure group. In the Gierałtów municipality the following facilities were recognised as important:

1. School complex in Chudów
2. Health care centre and fire station in Chudów
3. Municipal Office in Gierałtowiec
4. School and pre-school complex in Gierałtowiec
5. Health care centre in Gierałtowiec
6. School and pre-school complex in Paniówki
7. "Wodnik Paniówki" swimming pool
8. Sewage treatment plant in Przyszowice
9. The Palace and Park in Przyszowice.

After this analysis the capital expenditure projects may be identified, which are needed to improve the power supply reliability of the selected facilities.

This improvement in reliability will entail strengthening the supply of important municipal facilities (municipal offices, crisis management centres, health care centres and hospitals, schools with gyms, kitchens and canteens, sport facilities, fire brigade buildings, indoor swimming pools, etc.). Power supply will be strengthened through the procurement of mostly gas, co-generation units in these buildings or in their vicinity, allowing both main and emergency power supply alike. Such projects are devised, developed, and implemented in the country as so-called municipal energy mini centres. Such centres are made up of generation units and facilities relevant for various reasons, whose operation must be maintained, even in blackout situations. Then they operate autonomously as so-called energy mini-islands.

2.1. Examples of energy capex project

In the village of Paniówki (in the Gierałtowiec municipality) the "Wodnik" indoor swimming pool was built for schools and residents. The pool is supplied with electricity from TAURON Dystrybucja SA's power grid and has no backup power source. The pool is supplied with heat from a gas boiler room in the school and pre-school complex via the heat grid. In addition the heat for domestic hot water is supplied from 18 Viessman solar panels installed on the swimming pool roof.



Photo 1. Boiler room and 55 kW co-generation unit in the Paniówki mini centre

In the school and pre-school complex in Paniówki, a 1,380 kW gas boiler room was procured, with three Viessmann condensing boilers. Heat is supplied through a pre-insulated underground grid to a substation located in the basement of the swimming pools building. The boiler room's advanced process design can accommodate additional waste heat from the co-generation

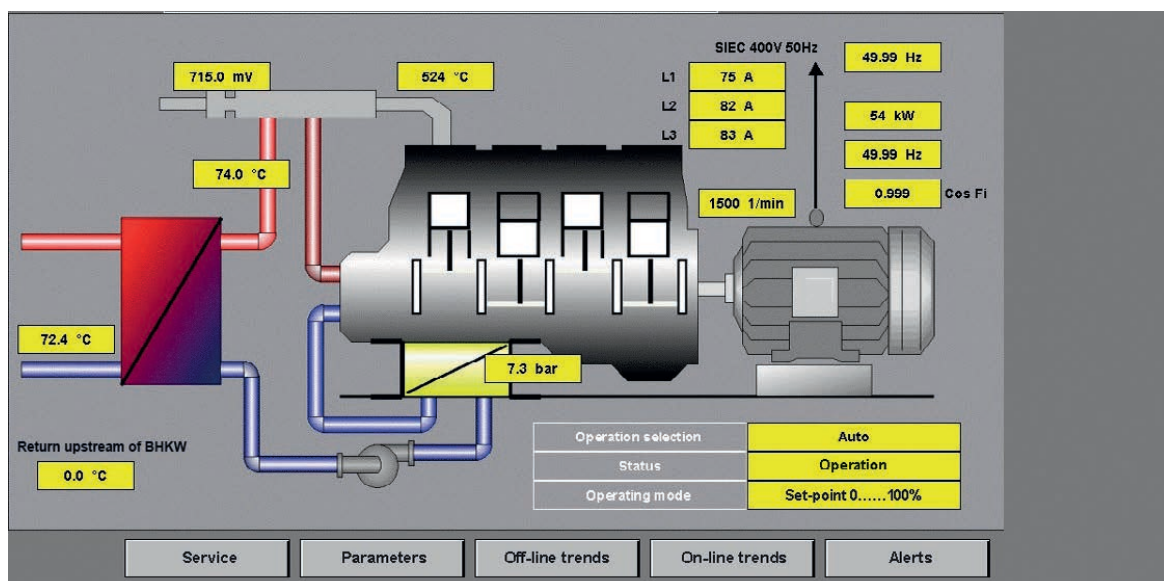


Fig. 1. Example operating parameters of the unit in the Paniówki mini centre



Photo 2. School and pre-school complex located in the Paniówki mini centre



Photo 3. „Wodnik Paniówki” swimming pool in the Paniówki mini centre

unit. With the swimming pool's year-round heat and electricity needs the unit can operate without unnecessary downtimes. The boiler house, where the unit is installed, is supplied with natural gas and bio-gas supply ready. The school and pre-school complex in Paniówki is powered by an underground cable line from the upgraded Paniówki-Szkoła transformer station in Gliwicka Street, where the transformer was replaced with a 250 kVA unit.

2.2. Paniówki mini centre power supply reliability in 2013–2014

The municipality of Gierałtowiec administers its own statistics of power outages in the buildings it owns. The Paniówki mini centre underwent a statistical and reliability analysis in 2013–2014 and the results are shown below. The Paniówki mini centre reliability indices in 2013–2014

2013

SAIDI – 725 [minutes/year*consumer]

SAIFI – 9 [events/year*consumer]

CAIDI – 80 [minutes/event]

2014

SAIDI – 409 [minutes/year*consumer]

SAIFI – 5 [events/year*consumer]

CAIDI – 82 [minutes/event]

The reliability indices are characteristic of grids located in rural areas and are average for Polish MV and LV grids. Below are the average reliability indices for MV and LV grids in the majority of the country.

SAIDI – 329 [minutes/year*consumer]

SAIFI – 3.5 [events/year*consumer]

CAIDI – 90 [minutes/event]

In 2014 a decrease in SAIDI and SAIFI was noted. CAIDI, however, remained at the previous year's level.

3. Challenges and new tasks set for the municipality of Gierałtowiec in the area of distributed energy

The municipality plans to set up a Municipal Energy Centre (made up of four mini centres), which will bring together power generating facilities (including co-generation), and facilities producing and consuming heat, as well as those providing maintenance and reconstruction of the critical infrastructure, and operation in the insular mode of a dedicated grid.

- In Paniówki it is a 55 kW gas unit and, ultimately, 70 kW wind turbine.
- In Przyszowice it is a 265 kW biogas unit at the sewage treatment plant, and, ultimately, a 1.5 MW wind turbine in the Kłodnica River area.
- In Gierałtowiec it will be a 600 kW agricultural biogas unit.
- In Chudów it will be a 1.5 MW mine methane fired unit.

4. NIEZ ver. 2 software characteristics and example calculation results

NIEZ is an application designed to perform calculations related to the reliability of power system components for various voltage levels, mainly 400 kV, 220 kV and 110 kV.

In its original version all data was entered by keyboard and saved in the appropriate columns of specially prepared tables. The tables were populated with parameters associated with the calculation settings, component details, and the topology of interconnections between power system components. Each power system component was represented by one line in the data and topology tables. After entering data the program allowed one to write the data to a file and then perform calculations. The program produced the component's reliability indices – disturbance frequency D and failure rate Q .

The original NIEZ version was capable of calculations for a system consisting of several dozen components. Unfortunately, in addition to many advantages the program also had several disadvantages, which included:

- the need to define the number of system components as of the program's launch, which resulted in complications, especially during attempts to modify the components

- the need to introduce all the components at once without a partial data saving option
- the need to memorise and remember dozens of component codes and parameters
- no data verification at entry
- outdated environment.

Therefore, it was decided to upgrade the NIEZ software. The second version was developed in the Borland's Delphi® program and runs in the Windows environment.

Compared with the old version, a greater emphasis was placed on verification of user input data, and the ease of program use was increased through the application of features offered by Windows. The idea of the program algorithm remains the same, i.e. the program still processes data stored in tables. However, access to data is easier and can be accomplished using a mouse or keyboard. Users no longer need to remember the code identifying a component in NIEZ, since a selection list has been introduced from which the user may select the relevant component. Additionally, a component selection entails automatic supplementing of the component's parameters with standard values.

If the user decides to change a component's parameters, the program automatically provides only the parameters appropriate for the component's type, e.g. different parameters describe a double circuit line and a transformer. With entries from the keyboard NIEZ validates the data and, if any irregularity is detected, reports to the user the relevant error message, e.g. negative value of component parameter, no defined component interconnections, or an attempt to set an illegitimate connection between the system components.

Moreover, at any time data can be saved to disk, and component parameters modified.

The second version's grid search and index determination algorithms were developed from scratch. Also, a user can identify the system components to be selected for calculations, which in some applications allowed speeding up the results.

Another modification implemented in the second version was the calculations' statistical analysis, which allows the user to read partial results for individual power system components.

The method employed in NIEZ produces reliability calculation results similar to those obtained on the basis of actual statistics. Below the Paniówki mini centre's reliability indices calculated by NIEZ are compared to those based on actual statistical data as follows:

NIEZ calculation results (for a node with distributed generation):

SAIDI – 8.4 [minutes/year*consumer]

SAIFI – 4 [events/year*consumer]

CAIDI – 120 [minutes/event].

Statistical data based results for Paniówki mini centre:

SAIDI – 6.8 [minutes/year*consumer]

SAIFI – 5 [events/year*consumer]

CAIDI – 80 [minutes/event].

The comparison shows that the results calculated by NIEZ are similar to those based on actual statistics for the Paniówki mini centre.

Currently work is underway to extend NIEZ functionality options. It aims at:

1. Easier data entry by development of a graphical version, with which user will be able to define a power system by drawing up its diagram. This solution will greatly simplify the software's user interface.
2. The software's split into two sub-programs for performing calculations separately for HV and LV grids, and MV grids.
3. Providing the HV and LV grid sub-program with the capability to analyse the power system reliability in the event of transmission lines' congestion.
4. Providing "power flow" analysis option in HV and LV grids.

5. Summary

The results of the statistical analyses performed by the municipality of Gierałtowice verify the NIEZ programme's capability to calculate the reliability indices of the power supply of loads connected to an MV grid. They also verify the feasibility of improving the reliability indices of power supply of important municipal facilities by way of investment in RES-based distributed generation. Setting up distributed generation sources in municipal buildings has translated directly into a shorter yearly power outage per customer, and fewer events due to the lack of power supply of important consumers in the municipality.

Therefore, the municipality of Gierałtowice plans to continue the development of local distributed generation sources of various types that exploit the energy potential available in the municipality, based on agricultural and forestry biomass, and solar and wind energy. The target installed capacity that ensures safe operation of important municipal facilities is approx. 4 MW. The Gierałtowice municipality intends to reach that level in the next 4–5 years. The municipal generation capacity extension has to overcome the problem of ensuring adequate technical and organizational support from the municipality. In this regard, the municipality is facing the greatest difficulties, and will have to cope with such problems when implementing further capex projects in distributed generation.

At the same time the municipality is looking to partner with the distribution system operator (DSO) for the provision of regulation services based on distributed generation clusters (energy mini centres). This task relates to the answer to the question of the feasibility of providing such services, and the assurance of adequate communication between the DSO operation services and their counterparts in the municipality. The problem articulated in this way could form the basis for a discussion on the possible inclusion of municipal energy mini centres to the national grid.

These tasks and problems, new for the municipalities, require in-depth analysis on the part of local self-governments in Poland.

REFERENCES

1. Ministry of Economy, Polityka energetyczna Polski do 2030 roku [Polish Energy Policy until 2030].
2. J. Bargiel et al., "Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego" [Security of supply in rural communities and security of the National Power System], *Energetyka*, thematic issue No. XXIII, 2012, pp. 23–28.
3. J. Bargiel et al., "Ocena i sposoby poprawy niezawodności zasilania gmin z sieci średnich napięć" [Evaluation of and ways to improve the reliability of power supply in municipalities from MV grids], Grid Conference, Wrocław, 2012.
4. URE Energy Regulatory Office [online], <http://www.ure.gov.pl/>.
5. J. Bargiel et al., "Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego" [Security of supply in rural communities and security of the National Power System], "Blackout" Conference, Poznań, 2012.
6. J. Bargiel et al., "Ocena możliwości współpracy jednostek samorządu terytorialnego (JST) z operatorami sieci dystrybucyjnej (OSD) w zakresie poprawy niezawodności zasilania ważnych odbiorców komunalnych na terenie gmin, traktowanych jako prosumenci" [Evaluation of the possibility of cooperation of local government units (LGUs) with distribution system operators (DSOs) to improve the reliability of power supply of important municipal customers in municipalities, treated as prosumers], "Electricity Market" Conference, Kazimierz Dolny, 2014.
7. J. Bargiel, P. Sowa, B. Mól, "Rola generacji rozproszonej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym na przykładzie gminy Gierałtów" [The role of distributed generation in the National Power System using the example of the municipality of Gierałtów], APE '13 conference proceedings, Jurata, 2013.

Bogdan Mól

TAURON Polska Energia SA

e-mail: Bogdan.Mol@tauron-pe.pl

M.Sc. Eng. Professionally involved in the commercial power sector. Works at TAURON Polska Energia SA. His main research interests included distribution system operation, consumer supply continuity, and development of local power generation by local government units in Poland.

Paweł Sowa

Silesian University of Technology

e-mail: Pawel.Sowa@polsl.pl

Prof. Dr. Hab. Eng. Graduated from the Silesian University of Technology in Gliwice. Dean of the Faculty of Electrical Engineering and Director of the Institute of Power Engineering and Systems Control at the Silesian University of Technology. Specialist in power engineering, power system modelling, and electromagnetic transient phenomena. Author of over 200 scientific publications.

Joachim Bargiel

Silesian University of Technology | Vogt of the Gierałtów Municipality

e-mail: wojt@gieraltowice.pl

Dr. Eng. Graduated from the Silesian University of Technology in Gliwice. Assistant Professor at the Institute of Electrical Power and Systems Control of the Silesian University of Technology, Vogt of the Gierałtów Municipality, promoter of e-municipality and distributed power generation. Author of numerous papers and articles on power system reliability.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 93–97. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Sposoby poprawy niezawodności zasilania wybranych ważnych odbiorców komunalnych na terenie gmin

Autorzy

Bogdan Mól
Paweł Sowa
Joachim Bargiel

Słowa kluczowe

generacja rozproszona, minicentrum energetyczne, odnawialne źródła energii

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu najważniejszych sposobów poprawy niezawodności zasilania odbiorców, tj.: zwiększenia liczby kierunków zasilania, zastosowania układów automatyki sieciowej i systemowej oraz instalowania źródeł generacji rozproszonej. Następnie przeanalizowano hierarchię ważności gminnych odbiorów komunalnych ze względu na ciągłość zasilania w energię elektryczną i ciepłą. Szczegółowo przedstawiono koncepcję tzw. minicentrow energetycznych, zawierających ważne odbiory oraz źródła generacji rozproszonej dla zasilania tych odbiorów, usytuowanych w sieci średniego i niskiego napięcia. Podano również praktyczne przykłady rozwiązań w obszarze generacji rozproszonej, zastosowanych w jednej ze śląskich gmin. Ocenę niezawodności wybranych obiektów przeprowadzono metodą NIEZ opracowaną w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

1. Wprowadzenie

Na poziomie lokalnej energetyki, wdrażanej w obszarze samorządowym, gminy zostały zobligowane – poprzez założenia polityki energetycznej państwa – do przygotowania do 2030 roku miejscowych planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną, paliwa gazowe. Jest to zagadnienie, które ściśle wiąże się z planami inwestycyjnymi w obszarze energetyki rozproszonej. W związku z tym rośnie na szczeblu samorządowym świadomość konieczności podjęcia zadań inwestycyjnych w generację rozproszoną (GR) i podjęcia dyskusji nad kierunkami technicznego rozwiązania tego problemu oraz otoczeniem formalnoprawnym, związanym z przygotowaniem i realizacją zamierzeń biznesowych.

Jednocześnie już rozpoczęte lub zrealizowane zadania inwestycyjne gmin wywołują dyskusję nad przyszłymi zadaniami i problemami natury technicznej i prawnej, z którymi gminy będą musiały sobie poradzić, wykorzystując doświadczenia innych podmiotów samorządowych w tym zakresie. Samorządy lokalne różnego szczebla są podmiotami szczególnie zainteresowanymi rozwojem generacji rozproszonej (GR) i OZE na ich terenie. Planowane inwestycje, znajdujące oparcie przede wszystkim w programach unijnych i polityce energetycznej kraju, są szansą na wielopłaszczyznowy rozwój gmin, miast w Polsce. Jest to impuls, który nadaje tempo dalszemu rozwojowi tego obszaru energetyki.

Gminy, wraz z rosnącą świadomością swojego potencjału energetycznego, będą zmuszone do coraz aktywniejszego udziału w tworzeniu rozwiązań prosumenckich, odpowiednich dla ich otoczenia społecznego, ekonomicznego i technicznego. Gminy stają się coraz częściej podmiotami, które tworzą struktury wytwórcze na swoim obszarze, zmieniając swój charakter z konsumenta również na wytwórcę i poprawiając jednocześnie wskaźniki niezawodności zasilania najważniejszych obiektów infrastruktury gminnej. To są nowe zagadnienia, które stają przed środowiskiem samorządowym

w Polsce. Takim przykładem jest jedna ze śląskich gmin.

2. Rozwiązania poprawiające niezawodność zasilania odbiorców stosowane przez gminę Gierałtowice

Gmina jako jednostka samorządu terytorialnego jest zobligowana do zapewnienia ciągłości i niezawodności funkcjonowania swoich obiektów, które są uważane za znaczące w zakresie pomocy mieszkańcom gminy podczas sytuacji kryzysowych, np. kryzysów związanych z działaniami wojennymi, klęskami żywiołowymi.

Infrastruktura krytyczna wymaga inwestycji poprawiających niezawodność zasilania obiektów (odbiorów gminnych) uznanych jako ważne w tym zakresie. Dlatego gminy przede wszystkim definiują, jakie obiekty na ich terenie mogą spełniać zadania zaopatrzenia mieszkańców w okresie długo- i krótkoterminowym po wystąpieniu sytuacji kryzysowej. Następnym krokiem jest określenie hierarchii ważności poszczególnych obiektów w grupie obiektów infrastruktury krytycznej.

W gminie Gierałtowice określono następujące ważne obiekty:

1. kompleks szkolny w Chudowie
2. ośrodek zdrowia wraz z remizą strażacką w Chudowie
3. Urząd Gminy w Gierałtowicach
4. Zespół Szkolno-Przedszkolny w Gierałtowicach
5. ośrodek zdrowia w Gierałtowicach
6. Zespół Szkolno-Przedszkolny w Paniówkach
7. Basen „Wodnik Paniówki”
8. oczyszczalnia ścieków w Przyszowicach
9. Zespół Pałacowo-Parkowy w Przyszowicach.

Po takiej analizie można przystąpić do określenia potrzebnych inwestycji poprawiających niezawodność zasilania wyznaczonych obiektów.

Poprawa niezawodności będzie polegać na wzmocnieniu zasilania ważnych obiektów komunalnych (urzędy gmin,

centrale zarządzania kryzysowego, ośrodki zdrowia i szpitale, szkoły z salami gimnastycznymi, kuchniami i stołówkami, obiekty sportowe, budynki straży pożarnych, kryte pływalnie itp.). Wzmocnienie zasilania nastąpi poprzez budowę przeważnie gazowych agregatów kogeneracyjnych w tych budynkach lub w ich pobliżu, umożliwiających zarówno zasilanie podstawowe, jak i awaryjne. Powstają w kraju koncepcje i konkretne realizacje takich przedsięwzięć, tzw. minicentra energetyczne gmin. W skład takich centrów wchodzi agregaty i obiekty ważne z różnych względów, których utrzymanie w działaniu jest konieczne, również w sytuacji *blackoutu*. Pracują one wtedy autonomicznie, tworząc tzw. miniwyspy energetyczne.

2.1. Przykłady inwestycji energetycznych

W miejscowości Paniówki (należącej do gminy Gierałtowice) została wybudowana na potrzeby szkół i mieszkańców kryta pływalnia Wodnik Paniówki. Basen jest zasilany w energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej firmy TAURON Dystrybucja SA i nie posiada rezerwowego źródła zasilania. Zasilanie pływalni w energię ciepłą odbywa się z kotłowni gazowej w Zespole Szkolno-Przedszkolnym przez sieć ciepłowniczą. Dodatkowo ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej jest dostarczane z 18 kolektorów słonecznych Viessmana zainstalowanych na dachu pływalni.

W Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Paniówkach, wykorzystując trzy kotły kondensacyjne Viessmann, wykonano kotłownię gazową o mocy 1380 kW. Ciepło jest dostarczane podziemną siecią preizolowaną do węzła ciepłego zlokalizowanego w piwnicach budynku pływalni. Zastosowany schemat technologiczny kotłowni umożliwi przyjęcie dodatkowego ciepła odpadowego z agregatu kogeneracyjnego. Wielkość całorocznych potrzeb ciepłych i elektrycznych pływalni umożliwi pracę agregatu bez zbędnych postojów. Do budynku kotłowni, w którym zainstalowano agregat, doprowadzono gaz ziemny oraz

przewidziano możliwość doprowadzenia biogazu. Zespół Szkolno-Przedszkolny w Paniówkach jest zasilany podziemną linią kablową ze zmodernizowanej stacji transformatorowej Paniówki-Szkoła przy ul. Gliwickiej, gdzie wymieniono transformator na jednostkę o mocy 250 kVA.

2.2. Niezawodność pracy układu zasilania minicentrum w Paniówkach w latach 2013–2014

Gmina Gierałtowice prowadzi własną statystykę wyłączeń obejmujących obiekty, których jest właścicielem. Dla minicentrum Paniówki przeprowadzono analizę statystyczną i niezawodnościową w latach 2013–2014, której wyniki przedstawiono poniżej.

Wskaźniki niezawodnościowe dla minicentrum Paniówki w latach 2013–2014

2013 rok

SAIDI – 725 [min/rok*odb]

SAIFI – 9 [liczba zdarzeń/rok*odb]

CAIDI – 80 [min/zdarzenie]

2014 rok

SAIDI – 409 [min/rok*odb]

SAIFI – 5 [liczba zdarzeń/rok*odb]

CAIDI – 82 [min/zdarzenie]

Przedstawione wskaźniki niezawodnościowe są charakterystyczne dla sieci leżących na obszarach wiejskich i mieszczą się w wartościach średnich wskaźników obliczanych dla sieci SN i nN w kraju. Poniżej przedstawiono średnie wskaźniki niezawodnościowe dla sieci SN i nN na przeważającym obszarze kraju.

SAIDI – 329 [min/rok*odb]

SAIFI – 3,5 [liczba zdarzeń/rok*odb]

CAIDI – 90 [min/zdarzenie]

W 2014 roku stwierdzono zmniejszenie wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI. W przypadku wskaźnika CAIDI można zauważyć utrzymanie się wartości na tym samym poziomie jak w poprzednim roku.

3. Wyzwania i nowe zadania stawiane przed gminą Gierałtowice w zakresie energetyki rozproszonej

Według projektów gminnych zakłada się powstanie Gminnego Centrum Energetycznego (składającego się z czterech minicentrow), które skupi obiekty wytwarzające energię elektryczną (w tym w skojarzeniu) oraz obiekty wytwarzające i użytkujące ciepło, a także zapewniające utrzymanie i odbudowę tzw. infrastruktury krytycznej i pracę w tzw. sieci wydzielonej – wyspowej.

- W Paniówkach jest to agregat gazowy 55 kW oraz docelowo agregat wiatrowy 70 kW
- W Przyszowicach jest to agregat biogazowy przy oczyszczalni ścieków o mocy 265 kW oraz docelowo agregat wiatrowy w rejonie rzeki Kłodnicy o mocy 1,5 MW
- W Gierałtowicach będzie to agregat biogazowni rolniczej o mocy 600 kW
- W Chudowie będzie to agregat zasilany metanem kopalnianym o mocy 1,5 MW.

4. Charakterystyka programu NIEZ

wersja 2 – przykładowe wyniki obliczeń
Program NIEZ jest aplikacją przeznaczoną do wykonywania obliczeń związanych z niezawodnością elementów

systemu elektroenergetycznego dla różnych poziomów napięcia, głównie 400 kV, 220 kV i 110 kV.

W pierwotnej wersji wszystkie dane wprowadzane były z klawiatury i zapisywane w odpowiednich kolumnach w specjalnie przygotowanych tablicach. W tablicach zapisywano wartości parametrów związanych z ustawieniami obliczeń, danymi elementu oraz topologią sieci połączeń elementów tworzących system elektroenergetyczny. Każdemu elementowi systemu elektroenergetycznego odpowiadał jeden wiersz w tablicach danych i topologii.

Po wprowadzeniu danych program umożliwiał zapis danych do pliku i następnie wykonanie obliczeń. W efekcie działania programu użytkownik uzyskiwał wartości współczynników niezawodności elementów – częstości zakłóceń elementu D oraz wskaźnika zawadności Q .

Pierwotna wersja programu NIEZ umożliwiała przeprowadzenie obliczeń dla systemu składającego się z kilkudziesięciu elementów. Niestety, obok wielu zalet program posiadał również kilka wad, wśród których należy wymienić:

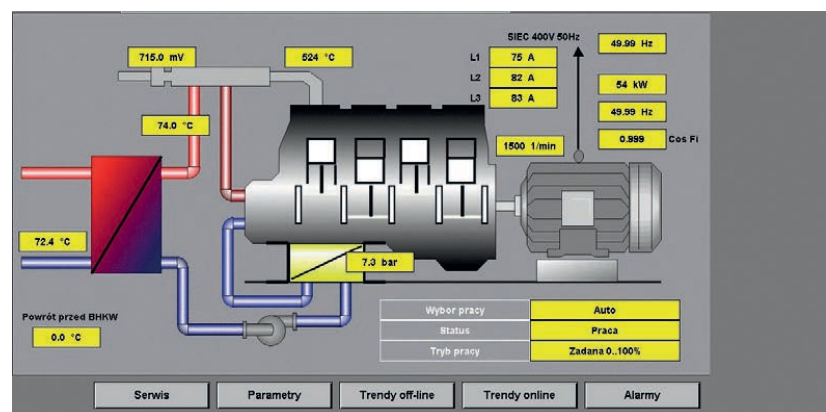
- konieczność określenia liczby elementów, z których system będzie się składał w momencie uruchamiania programu, co powodowało komplikacje, zwłaszcza przy próbie modyfikacji elementów
- konieczność wprowadzenia wszystkich elementów za jednym razem bez możliwości zapisu częściowych danych
- konieczność zapamiętania przez użytkownika kilkudziesięciu kodów elementu i jego parametrów
- brak weryfikacji poprawności wprowadzanych danych
- przestarzałe środowisko.

W związku z powyższym zdecydowano się na unowocześnienie programu NIEZ. Druga wersja oprogramowania została stworzona w programie Delphi® firmy Borland i pracuje w środowisku Windows. W porównaniu ze starą wersją większy nacisk położono na weryfikowanie danych wprowadzanych przez użytkownika oraz udogodnienie pracy z programem poprzez wykorzystanie właściwości oferowanych przez system Windows. Sama idea działania programu pozostała taka sama, tzn. program nadal działa na podstawie danych przechowywanych w tablicach. Jednakże



Fot. 1. Widok kotłowni i agregatu kogeneracyjnego 55 kW w minicentrum w Paniówkach

dostęp do danych został ułatwiony i może odbywać się z wykorzystaniem myszki lub klawiatury. Użytkownik nie musi już pamiętać kodu identyfikującego element w programie NIEZ, gdyż wprowadzono listy wyboru, z których osoba obsługująca program może wybrać niezbędny element. Ponadto wybór elementu pociąga za sobą automatyczne uzupełnienie parametrów tego elementu o standardowe wartości. Jeżeli użytkownik zdecyduje się na zmianę wartości parametrów elementu, program automatycznie udostępni tylko parametry właściwe dla danego typu elementu, np.: różne parametry charakteryzują linię dwutorową i transformator. Przy wprowadzaniu wartości z klawiatury program NIEZ sprawdza poprawność danych i w przypadku wykrycia nieprawidłowości zgłasza użytkownikowi odpowiedni komunikat błęd, np.: wpisanie wartości ujemnych w parametrach elementu, brak zdefiniowania połączeń dla elementu występującego w systemie lub próba utworzenia niedozwolonego połączenia pomiędzy dwoma elementami systemu. Ponadto udostępniono możliwość zapisu danych w dowolnym momencie na dysk oraz modyfikacji wartości parametrów elementu w dowolnym momencie.



Rys. 1. Przykładowe parametry pracy agregatu w minicentrum Paniówki

W trakcie prac nad drugą wersją, w części dotyczącej obliczeń wskaźników, stworzono od początku algorytmy przeszukiwania sieci i wyznaczania wskaźników. Ponadto udostępniono użytkownikowi możliwość wskazania elementów systemu, dla których należy przeprowadzić obliczenia, co w niektórych zastosowaniach pozwoliło na znaczne skrócenie czasu oczekiwania na wyniki.

Dodatkową zmianą wdrożoną w wersji drugiej było stworzenie statystyki obliczeń umożliwiającej użytkownikowi zapoznanie się z cząstkowymi wynikami dla poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego.

Metoda zastosowana w programie NIEZ pozwala na uzyskanie wyników dla obliczeń niezawodnościowych, zbliżonych do wyników uzyskiwanych na podstawie rzeczywistych danych statystycznych. Dla minicentrum Paniówki porównanie wskaźników niezawodnościowych obliczonych z wykorzystaniem programu NIEZ i na podstawie rzeczywistych danych statystycznych przedstawia się następująco:

Wyniki programu NIEZ (dla węzła z generacją rozproszoną):

SAIDI – 8,4 [min/rok*odb]

SAIFI – 4 [liczba zdarzeń/rok*odb]

CAIDI – 120 [min/zdarzenie].

Wyniki na podstawie rzeczywistych danych statystycznych dla minicentrum Paniówki:

SAIDI – 6,8 [min/rok*odb]

SAIFI – 5 [liczba zdarzeń/rok*odb]

CAIDI – 80 [min/zdarzenie].

Przedstawione wyniki wskazują, że wyniki uzyskane z zastosowania metody obliczeniowej programu NIEZ są zbliżone do wyników uzyskanych na podstawie rzeczywistych danych statystycznych dla minicentrum Paniówki.

Obecnie prowadzone są prace związane z rozszerzeniem możliwości oferowanych przez program NIEZ. Mają one na celu:

1. Większe usprawnienie wprowadzania danych poprzez stworzenie wersji graficznej – dzięki czemu użytkownik będzie mógł definiować system elektroenergetyczny przez stworzenie jego schematu. Rozwiązanie to w znacznym stopniu uprości obsługę programu
2. Podział programu na dwa podprogramy umożliwiające wykonywanie obliczeń osobno dla sieci elektroenergetycznych WN i NN oraz sieci elektroenergetycznych SN
3. Umożliwienie w podprogramie dotyczącym sieci WN i NN dokonania analizy niezawodności działania systemu elektroenergetycznego na wypadek wystąpienia przeciążeń na liniach przesyłowych
4. Udostępnienie opcji analizy „rozplywu mocy” w sieciach elektroenergetycznych WN i NN.

5. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań statystycznych prowadzonych przez gminę Gierałtowiec potwierdzają możliwości programu NIEZ obliczania wskaźników niezawodności zasilania odbiorców przyłączonych do sieci SN. Potwierdzają one również możliwości poprawy wskaźników zasilania ważnych obiektów gminnych poprzez inwestycje w zakresie źródeł generacji rozproszonej, opartych na odnawialnych źródłach energii.



Fot. 2. Widok na Zespół Szkolno-Przedszkolny usytuowany w minicentrum Paniówki



Fot. 3. Widok na wnętrze Basenu „Wodnik Paniówki” usytuowanego w minicentrum Paniówki

Zainstalowanie źródeł generacji rozproszonej w obiektach gminnych przełożyło się bezpośrednio na skrócenie czasu przerwy w zasilaniu w roku, w odniesieniu do liczby odbiorców, oraz zmniejszenie liczby zdarzeń związanych z brakiem zasilania ważnych odbiorców na terenie gminy.

W związku z tym gmina Gierałtowiec planuje dalszy rozwój lokalnych źródeł generacji rozproszonej różnego typu, z wykorzystaniem dostępnego w gminie potencjału energetycznego, opartego na biomasie rolniczej i leśnej, energii słonecznej i wiatrowej. Docelowym poziomem mocy zainstalowanej, zapewniającym bezpieczną pracę ważnych obiektów gminnych, jest poziom ok. 4 MW. Do takiego poziomu mocy zainstalowanej gmina Gierałtowiec chce dojść na przestrzeni najbliższych 4–5 lat.

Rozbudowa gminnego potencjału wytwórczego spotyka się z problemem zapewnienia odpowiedniej obsługi technicznej i organizacyjnej ze strony gminy. W tym aspekcie

gmina napotyka na największe utrudnienia, będzie musiała zmierzyć się z takimi problemami w czasie wdrożenia kolejnych inwestycji w zakresie generacji rozproszonej.

Jednocześnie gmina poszukuje możliwości nawiązania współpracy z operatorem sieci dystrybucyjnej (OSD) w zakresie świadczenia usług regulacyjnych, opartych na zgrupowanych źródłach generacji rozproszonej (minicentra energetyczne). Jest to zadanie związane z odpowiedzialnością na pytanie o możliwość świadczenia takich usług i zapewnienie odpowiedniej komunikacji pomiędzy służbami ruchowymi OSD i służbami techniczno-ruchowymi po stronie gminy. Tak przedstawiony problem może stanowić podstawę do dyskusji nad możliwością włączenia gminnych minicentrow energetycznych do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.

Zadania te i problemy, nowe dla środowiska gminnego, wymagają dogłębnej analizy ze strony samorządów lokalnych w Polsce.

Bibliografia

1. Ministerstwo Gospodarki, Polityka energetyczna Polski do 2030 roku.
2. Bargiel J. i in., Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, *Energetyka* 2012, zeszyt tematyczny nr XXIII, s. 23–28.
3. Bargiel J. i in., Ocena i sposoby poprawy niezawodności zasilania gmin z sieci średnich napięć, Konferencja Sieci, Wrocław 2012.
4. Urząd Regulacji Energetyki [online], <http://www.ure.gov.pl/>.
5. Bargiel J. i in., Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, Konferencja „Blackout”, Poznań 2012.
6. Bargiel J., Mól B., Sierociński T., Sowa P., Ocena możliwości współpracy jednostek samorządu terytorialnego (JST) z operatorami sieci dystrybucyjnej (OSD) w zakresie poprawy niezawodności zasilania ważnych odbiorców komunalnych na terenie gmin, traktowanych jako prosumenci, Konferencja „Rynek energii elektrycznej”, Kazimierz Dolny 2014.
7. Bargiel J., Sowa P., Mól B., Rola generacji rozproszonej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym na przykładzie gminy Gierałtówice, materiały konferencyjne APE '13, Jurata 2013.

Bogdan Mól

mgr inż.

TAURON Polska Energia SA

e-mail: Bogdan.Mol@tauron-pe.pl

Związany zawodowo z elektroenergetyką zawodową. Pracuje w TAURON Polska Energia SA. Jego główne zainteresowania naukowe to praca systemu dystrybucyjnego, ciągłość zasilania odbiorców oraz rozwój lokalnej energetyki w zakresie jednostek samorządu terytorialnego w Polsce.

Paweł Sowa

prof. dr hab. inż.

Politechnika Śląska

e-mail: Pawel.Sowa@polsl.pl

Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Dziekan Wydziału Elektrycznego, dyrektor Instytutu Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej. Specjalista w dziedzinie elektroenergetyki, modelowania układu elektroenergetycznego, elektromagnetycznych zjawisk przejściowych. Autor ponad 200 publikacji naukowych.

Joachim Bargiel

dr inż.

Politechnika Śląska | wójt gminy Gierałtówice

e-mail: wojt@gieraltowice.pl

Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Adiunkt w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej, wójt gminy Gierałtówice, propagator e-gminy i rozproszonych źródeł energii. Autor wielu referatów i artykułów z dziedziny niezawodności układów elektroenergetycznych.