

# Importance of Distributed Generation in the National Power System Based on the Example of Gierałtowice Commune

## Authors

Joachim Bargiel  
 Bogdan Mol  
 Katarzyna Łuszcz  
 Paweł Sowa

## Keywords

distributed generation, mini centres energy, renewable energy sources

## Abstract

This paper presents an analysis of the location capabilities of non-renewable energy sources (natural gas) as well as renewable energy (biogas, methane, solar and water) in a selected community. An assessment of energy supply end user – large load municipal communities are presented. Implementation plans of the energy mini centres in the Gierałtowice commune are shown, which using biogas, methane from agricultural and wind, as well as the practical tests of working these mini centres. Problems that Gierałtowice commune encountered while working on the implementation of energy investments, the directions of the solutions and the prospect of further investment were discussed.

**DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2014403**

## 1. Introduction

One of the premises of The Polish Energy Policy until 2030 provides for the responsibility of local government authorities for drawing up assumptions for local plans of heat, electricity and gas fuels supply.

This task is reflected in many aspects of the energy policy development and implementation in municipalities. Municipalities must first of all define the economic and technical hazards that the energy security issue imposes on it. At the same time local communities have to respond to many specific energy related issues including the place and opportunities of their business plans development (business environment analysis), investment cost-effectiveness and purpose, project location, rated output, power supply range and technical constraints, generation technology, fuel availability and type, environmental impact, operation mode, generation assets ownership type, and necessary changes in the municipality governance structure.

The Gierałtowice Commune, a rural community situated at the junction of the A4 and A1 highways, in the centre of the Silesian Voivodeship, populated by 11050 residents, has been recently implementing prosumer solutions, transforming itself into a conscious consumer of electricity, and sees an opportunity for investment in projects in the group of distributed generation (DG) and renewable energy sources (RES).

This paper is a concise account of the problems the Gierałtowice Commune has coped with in implementing capital expenditure

projects in the energy sector, its energy policy guidelines and prospects for future projects.

## 2. Analysis of DR technical and economic environment in the NPS as the basis for GR and RES development

### 2.1. Issues of the current technical and economic situation in the NPS

To the National Power System (NPS) local sources, mainly gas, wind and water are connected. Recent years have seen the following (Tab. 2):

- 696 wind turbine sets with installed capacity 2,497 MW
  - 199 biogas plants with installed capacity 131 MW
  - 770 small hydro power plants with installed capacity 966 MW.
- New sources are developed mainly in local administrative units, i.e. municipalities. Their role in the local communities is as follows:
- to increase local energy security, and improve the reliability of power supply of important municipal consumers, including hospitals, schools, sport centres, especially in emergencies when they are supplied by stand-alone sources,
  - to increase local capacities to develop distributed generation utilising locally available fuels.
  - to cooperate with distribution grid operators in mitigating the effects of failure or power deficit in the NPS (Fig. 1), which may be due to the decreasing level of spinning reserve

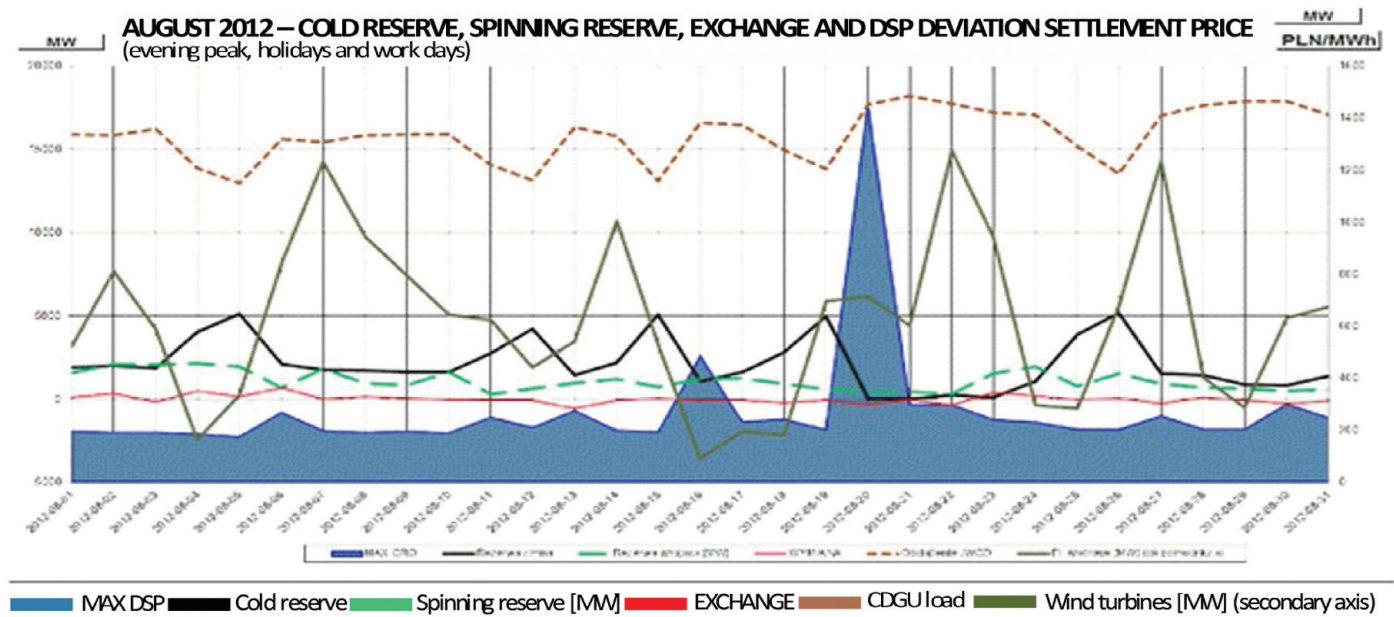


Fig. 1. NPS balance and IDSP prices, August 2012

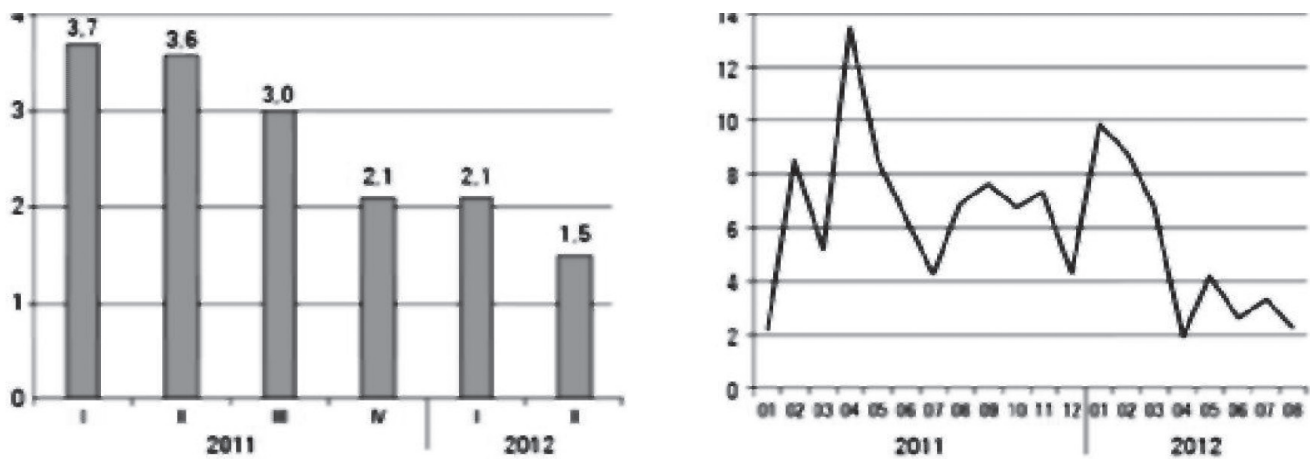


Fig. 2. Household consumption and retail sales growth (in% year to previous year), source: Report of the Institute of Economics of the Polish Academy of Sciences, November 2012

- to reduce grid losses
- to mitigate the environmental impact by reducing CO<sub>2</sub> emissions
- additionally, to implement several laws important for local administrative units, such as:
  - Local Self-Government Law
  - Energy Law
  - Crisis Management Law
  - Environmental Protection Law
  - Energy Efficiency Law.

The new local energy sources pose new challenges to the NPS relative to interconnection, operation, and dispatching. As regards connection, the new sources are connected mostly to 110 kV grids (wind farms) and to MV and LV grids (biogas, small hydro, single wind plants). Problems arise related to changed power flows, short-circuit conditions, and voltages.

The trends observed in Fig. 1–3 allow for general characterization of the local generation environment in 2013. The following factors are evident:

- temporary lack of cold reserve and virtually depleted spinning reserve margins in the NPS, resulting in severe price spikes in the balancing market and increased cost of balancing this generation in the NPS uncontrollable or difficult to predict and estimate significant changes in the RES output, resulting in serious technical (operational) problems in the NPS
- trends of economic slowdown as a result of economic crisis phenomena, i.e. reduced consumption and sales, possibly increased pressure to reduce, negotiating lower prices in bilateral and exchange market contracts in consecutive years.

RES plants in Poland (2010)			
Plant type		No. of plants	Power [MW]
<b>BG</b>	biogas plants	144	82.884
<b>BM</b>	biomass plants	18	356.190
<b>PV</b>	solar plants	3	0.033
<b>WI</b>	wind farms	413	1180.272
<b>WO</b>	hydro plants	727	937.044
<b>WS</b>	co-fired plants	41	No data
<b>TOTAL</b>		<b>1346</b>	<b>2556.423</b>

Tab. 1. RES plants in Poland in 2010, aggregated data, source: ERO (31 Dec 2010)

RES plants in Poland (2012)			
Plant type		No. of plants	Power [MW]
<b>BG</b>	biogas plants	199	131.247
	<b>BGO</b> sewage treatment biogas fired	76	41.167
	<b>BAK</b> agricultural biogas fired	29	31.782
	<b>BGS</b> landfill biogas fired	94	58.298
<b>BM</b>	biomass plants	27	820.700
	mixed biomass fired	13	660.150
	forest, agriculture, and garden waste biomass fired	9	14.950
	wood-derivative and cellulose and paper waste biomass fired	5	145.600
<b>PV</b>	solar plants	9	1.290
	solar plants	9	1.290
<b>WI</b>	wind farms	696	2496.748
	onshore wind farms	696	2496.748
<b>WO</b>	hydroelectric power stations	770	966.103
	flow plant up to 0.3 MW	604	44.725
	flow plant up to 1 MW	90	54.923
	flow plant up to 5 MW	61	138.695
	flow plant up to 10 MW	6	49.280
	flow hydro plant over 10 MW	6	295.800
	pumped – storage or flow w. pump element hydro plant	3	382.680
<b>WS</b>	co-fired plants	43	0.000
	co-fired (fossil fuels + biomass)	42	0.000
	co-fired (fossil fuels + biogas)	1	0.000
<b>TOTAL</b>		<b>1744</b>	<b>4416.088</b>

Tab. 2. RES plants in Poland in 2012, detailed data, source: ERO (31 Dec 2012)

## 2.2. Distributed sources in the NPS as reported by the Energy Regulatory Office

Based on the data in Tab. 1–3 rapid development of renewable energy sources can be observed in recent years, and the RES development direction clearly articulated. The RES capacity installed in 2012 doubled compared to 2010. This is particularly evident in biogas (increase of 60%), solar (40-fold increase), wind

RES plants in the Silesian Voivodeship (2012)			
Plant type		No. of plants	Power [MW]
	sewage treatment biogas fired	13	6.200
	agricultural biogas fired	1	0.526
	landfill biogas fired	15	11.738
	forest, agriculture, and garden waste biomass fired	2	1.650
	mixed biomass fired	1	10.000
	solar plants	3	0.093
	onshore wind farms	13	5.750
	flow plant up to 0.3 MW	28	2.567
	flow plant up to 1 MW	2	0.890
	flow hydro plant over 10 MW	2	33.600
	co-fired (fossil fuels and biomass) plants	11	No data
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>	<b>73.014</b>

Tab. 3. RES plants in the Silesian Voivodeship in 2012, source: ERO (31 Dec 2012)

plants (increase of 100%). The weakest growth was recorded in the hydropower sector.

## 2.3. The main RES related objectives of The Polish Energy Policy Until 2030

- Increased share of renewables in the final energy consumption to at least 15% in 2020, and further increase in subsequent years in 2020 10% share of biofuels in the transportation fuel market in 2020 and increased use of the second-generation biofuels.
- Protection of forests against excessive exploitation for biomass harvesting, and sustainable use of agricultural land for RES purposes including biofuels, in order to avoid competition between RES generation and agriculture, and to preserve biodiversity.
- Use of existing State Treasury owned damming facilities for electricity generation.
- Increased diversification of locally available fuel supplies, and provision of optimal conditions for the development of distributed generation thereon based.

There are provisions in the same document that specifically relate to RES and distributed generation. This confirms the special role and place of RES and DG in Poland’s strategic plans, and guarantees that investment in this area will be particularly protected and profitable for investors. At the same time it is a very powerful incentive for further growth of investment in this area.

## 3. DG and RES local development opportunities

Distributed generation (DG) means low capacity (up to 50 MW) plants, not centrally dispatched, connected to a distribution grid (110 kV, MV, LV) or directly supplying consumers, the development of which is not centrally planned and mainly conditioned by the awareness of business objectives that can be achieved by

local governments or private investors. DG typically consists of units that generate electricity from renewable or non-conventional sources (RES), as well as in cogeneration with heat, the output of which is difficult to predict and is not subject to central control. The DG and/or RES area so defined is a domain of extremely diversified interests and goals, represented by the so-called commercial and the local power industries.

The need to ensure the country's energy and power security is confronted with the unconstrained with power grid's technical considerations desire to accomplish business and social objectives of local governments and/or private investors.

Local governments at various levels are particularly interested in the development of DG and RES in their areas [1]. Planned capital expenditure projects, primarily supported by EU programs and the national energy policy, amount to an opportunity for the multifaceted development of municipalities and cities in Poland. This is the impulse that sets the pace for further dynamic development of this energy sector.

Therefore, it becomes important to define the threats and possible areas of cooperation between the commercial and local power industries.

From the point of view of transmission and distribution grid operators, the development of this type of generation will cause the following major problems and issues:

- forecasting the DG and RES level in the short – and long-term perspective
- mastering high variability of the DG and RES output by integration thereof into the central (centralized) power control system in the NPS
- using the DG and RES output to provide ancillary services.

The issues identified allow potential investors in DG and RES to provide ancillary services (one-second and operational power reserves, reactive power and voltage control level, auto-start, dedicated system supply), and to improve local reliability of local (e.g. shorter breaks in consumers supply). Local governments recognize related issues and problems.

First and foremost it is necessary to procure integrated systems of control and operational and measurement information exchange between grid operators and DG and RES (development of information systems).

Another issue is centralisation (combination) of individual DG sources in larger groups, and provision of so called mini power centres, optimised in technical, economic and organizational terms. In practice, the solutions should be sought in grouping large numbers of small generation units, which are located close to the end consumer. Control of such areas could help in emergency management of hazards and/or failures in the NPS. Individual low capacity sources are not attractive as a solution of transmission or distribution grid operator tasks. A problem that has arisen in this area is the rule of grouping many small generation sources, taking into account potential benefits for grid operators and investors (Tab. 3, data from the Silesian Voivodeship).

In view of the potential collaboration of local and commercial power industries a prospect also arises of possible setup and development of local dispatch and operation services in the

framework of existing municipal governance structures. For local governments this is a new problem, and requires recognition and determination of personal, financial, and organizational municipal resources, and the effect on reliability indices in the municipal area and NPS.

At the same time municipalities must answer the question about the acceptable degree of availability of their own generation units to control of higher rank dispatch services (including control by way of planned or emergency reconfiguration of the power grid in the municipal areas).

#### **4. DG solutions at local government level based on the example of Gierałtowice Commune**

The plan provides for setting up a Municipal Energy Centre in the Commune consisting of four mini-centres. It would include SCADA controlled plants and a Smart Grid, generating electricity (inclusive of cogeneration), as well as heat generating and consuming facilities, which ensure maintenance and restoration of the so-called critical infrastructure and operation in the so-called separate, insular grid.

The critical infrastructure consists of systems and their component interrelated functional facilities, including building structures, equipment, installations, services crucial to the security of the state and its citizens, and used to ensure efficient functioning of public administration bodies, as well as institutions and businesses.

The critical infrastructure includes systems that ensure continuity of public administration performance in the following areas:

- energy and fuel supply
- ICT communications and networks
- financial
- water and food supply
- healthcare
- roads and transportation
- rescue.

In Paniówki village in the Gierałtowice Commune "Wodnik" indoor swimming pool was built for the use of local schools and residents. The swimming pool is supplied with electricity from the Tauron Distribution SA power grid company and has no backup power supply source. It is supplied with heat through heating network from a gas boiler plant at the School and Pre-school Complex. In addition, heat for domestic hot water is supplied from 18 Viessman solar collectors on the swimming pool roof.

The Paniówki region suffers power supply outages, during which the pool's users have to evacuate it.

At the local School and Pre-school Complex a 1380 kW gas boiler plant was established with three Viessmann condensing boilers. Heat is supplied through pre-insulated underground network to heat centre located in the swimming pool's basement. The flow diagram implemented in the boiler plant allows receiving surplus waste heat from the cogeneration unit. The swimming pool's year-round demand for heat and electricity will allow the unit to operate without unnecessary outages. Next to the boiler

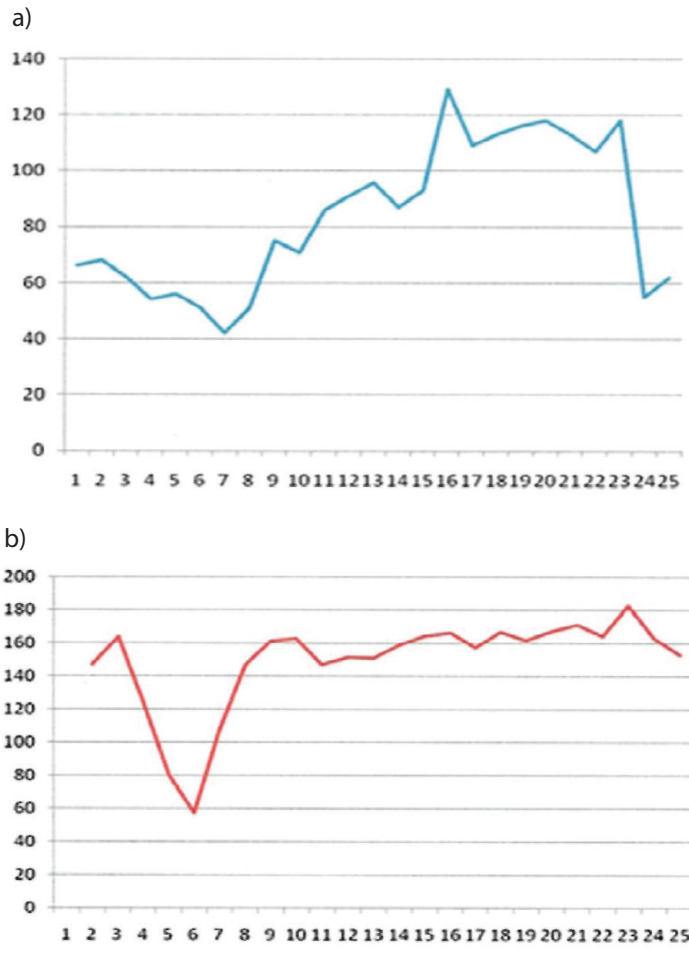


Fig. 3. Daily demand for electricity and heat of “Woodnik” swimming pool in Gierałtowiec  
 a) “Wodnik” swimming pool’s daily demand for electricity (kWe) option II  
 b) “Wodnik” swimming pool’s daily demand for heat (kWt)

room premises are provided for the unit, as well natural gas supply service line, and provisions are made for biogas supply. The School and Pre-school Complex in Paniówki is supplied through an underground cable line from the upgraded transformer station Paniówki – School in Gliwicka Street, where the original transformer has been replaced with a 250 kVA unit. Based on analysis of the curves of the indoor swimming pool “Wodnik” building’s demand for electricity and heat, a 55 kW<sub>e</sub> and 88 kW<sub>t</sub> cogeneration module was proposed for the installation at the school’s boiler plant.

For this purpose a building permit design was drawn up, as well as a request for co-funding from the European Union in the “Clean Air” programme. The co-funding was granted in 2012 (1.5 million PLN). The project implementation was scheduled for Q2 2013. The choice of the Viessmann unit with precisely matched rated output will allow for its continuous operation and increase its operational efficiency. It will also allow for communication with the already installed automatic controls of the boiler plants and swimming pool’s heat centre of the same make.

Another advantage of the VITOBLOC 200 BM-55/88 MN-60 unit is that it can be fired with biogas from the municipal biogas plant. Biogas will be the primary fuel, and natural gas will be secondary

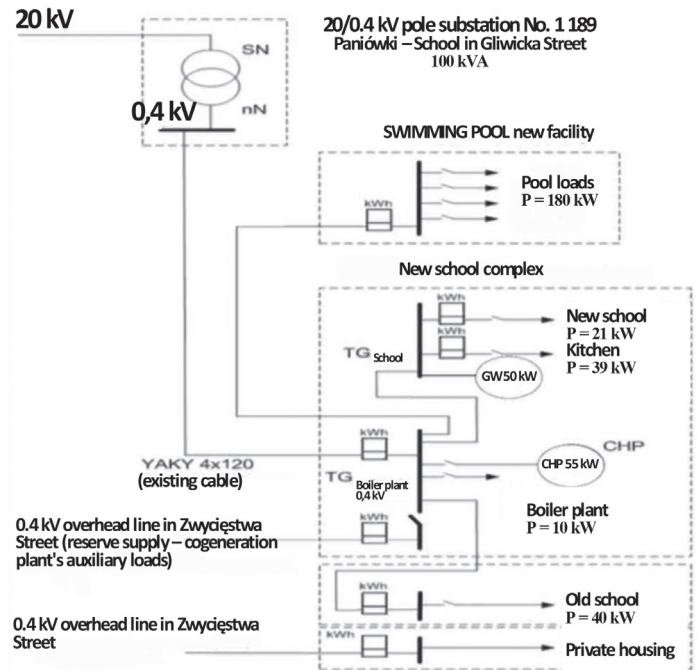


Fig. 4. Power supply diagram of mini power centre in Paniówki

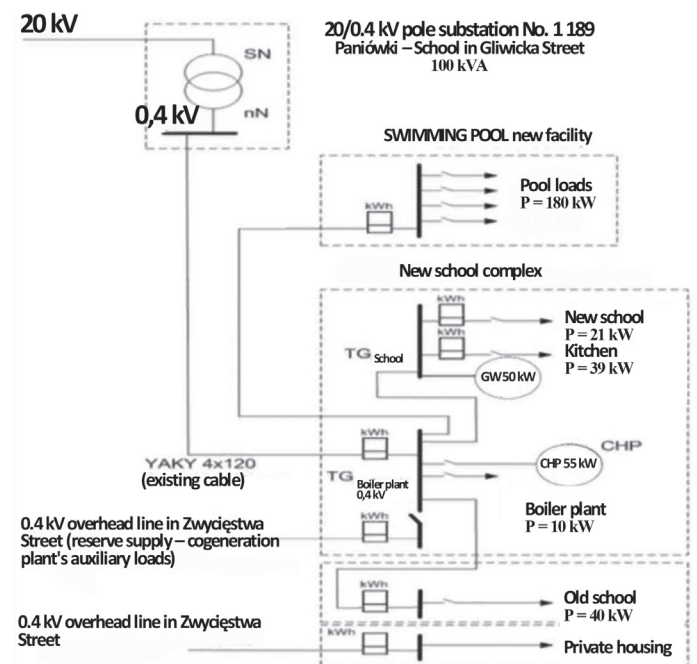


Fig. 5. Target operating scheme of four mini power centres in the Gierałtowiec Commune

fuel for biogas shortage periods. Accordingly, the unit will be fitted by its manufacturer for switching the fuel over from natural gas to biogas mixed with air.

It is assumed that the unit will operate work 8000 hrs/year with average load 75%. A MAN internal gas combustion engine with spark ignition will drive an 80 kVA, 115.5 A Stamford generator with 93.7% efficiency.

The Gierałtowie Commune faces decisions not only of a technical nature. Also discussed will be:

- rules of the facilities' dispatch and operations management (e.g. isolation for stand-alone operation)
- rules of dispatch and operational cooperation between the commune and operation management (technical and commercial) services of TAURON Dystrybucja SA or TAURON Polska Energia SA
- required changes in the commune's organizational structure with a view to ensuring the proper technical – economic (commercial) services for the mini power centres (operational, dispatch, financial, measurement, billing services, mobility, financial, measuring, billing).

## 5. Summary

Despite symptoms of an economic slowdown, DG related capital expenditure projects will be attractive for the Gierałtowie municipality, among other investors, in several years to come. Municipal capex projects are consistent with the nationwide trends of DG and RES development (Tab. 1–3), which is reflected in the biogas plant construction, and planned construction of wind generators and photovoltaic cells. The target capacity installed in this type of sources in the Gierałtowie Commune is 2–3 MW.

The technical (depletion of operational reserve, difficulties in predicting DG and RES output) and economic (balancing DG and RES costs borne by the power industry) problems noticeable in the NPS are the basis for discussion about the DG and RES role and place in the NPS in subsequent years. The discussion should develop bi-directionally with consideration of the power industry's interests and the DG (RES) area.

Therefore, it seems necessary to address the issue of DG units' inclusion to the centralized control system by way of:

- setting up a national system of so-called mini power centres that would gather larger numbers of GD and RES micro- or mini-generation units
- setting up a few or several areas including several mini power centres, for example in a voivodeship, that could provide ancillary services for grid operators (TSOs or DSOs)
- development of principles of operational cooperation between grid operators' dispatch services and dispatch and operation services of the (municipal) mini power centres
- Smart Grid development in the areas of measurements, telemechanics, and remote control centralized in one place at the level of a power centre connected with academic centres, serving the area of a powiat (district) and voivodeship (region)
- continued cooperation of the power industry and DG (RES) in the framework of joint projects to accomplish DG and RES sustainable development, taking into account the energy security at the national (NPS) and local levels.

## REFERENCES

1. The Ministry of Economy, *Polityka energetyczna Polski do 2030 [Polish Energy Policy until 2030]*, 10 November 2009 Monitor Polski issue 2 of 2010.
2. Bargiel J. et al., *Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego [Security of rural communes' and security of the National Power System]*, *Energetyka*, May 2012, special issue No XXIII, pp. 23–28.
3. Bargiel J. et al., *Ocena i sposoby poprawy niezawodności zasilania gmin z sieci średnich napięć [Evaluation and improvement of the reliability of municipalities' power supply from medium voltage grids]*, Conference "Sieci" [Grids], Wrocław, 2012.
4. The Energy Regulatory Office [online], <http://www.ure.gov.pl/uremapoze/mapa/html>.
5. Report of the Institute of Economics of the Polish Academy of Sciences [online], <http://www.inepan.waw.pl/pliki/raport/Raport.gospodarka.listopad.2012.pdf>.
6. Bargiel J. et al., *Components reliability parameters by mid-term deficit of electric energy*, AFRICON, 2009.

### **Joachim Bargiel**

Silesian University of Technology | Voit of the Gierałtowiec Commune

e-mail: [wojt@gieraltowice.pl](mailto:wojt@gieraltowice.pl)

Graduated from the Silesian University of Technology in Gliwice. An assistant professor at the Institute of Electrical Power and Systems Control of the Silesian University of Technology, Voit of the Gierałtowiec Commune. Author of numerous papers and articles on the reliability of power systems, a promoter of e-municipality and distributed energy generation.

### **Bogdan Mol**

TAURON Polska Energia SA

e-mail: [Bogdan.Mol@tauron-pe.pl](mailto:Bogdan.Mol@tauron-pe.pl)

Professionally involved in the power industry. An employee of TAURON Polska Energia SA. His main research interests include distribution system operation and customer supply continuity.

### **Katarzyna Łuszcz**

Silesian University of Technology

e-mail: [Katarzyna.Luszcz@polsl.pl](mailto:Katarzyna.Luszcz@polsl.pl)

Graduated from the Department of Electrical Engineering, Silesian University of Technology (2010). Since October 2010 a PhD student in electrical engineering at the Department. Research interests: computer modelling of power system.

### **Paweł Sowa**

Silesian University of Technology

e-mail: [pawel.sowa@polsl.pl](mailto:pawel.sowa@polsl.pl)

Graduated from Silesian University of Technology in Gliwice, Dean of the Faculty of Electrical Engineering, Director of the Institute of Power Systems and Control, Silesian University of Technology.

Specialist in power engineering, power system modelling, and transient electromagnetic phenomena. Author of nearly 200 scientific publications.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 31–37. When referring to the article please refer to the original text.

PL

## Rola generacji rozproszonej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym na przykładzie gminy Gierałtów

### Autorzy

Joachim Bargiel  
Bogdan Mol  
Katarzyna Łuszcz  
Paweł Sowa

### Słowa kluczowe

generacja rozproszona, minicentrum energetyczne, odnawialne źródła energii

### Streszczenie

W artykule przeprowadzono analizę możliwości lokalizacji źródeł energii nieodnawialnej (gaz ziemny), jak również odnawialnej (biogazowe, metanowe, słoneczne i wodne) w wybranej gminie. Dokonano oceny zasilania odbiorców końcowych energii, dużych odbiorów komunalnych gmin. Przedstawiono plany wdrożenia minicentrow energetycznych w gminie Gierałtów z wykorzystaniem biogazu, metanu pochodzenia rolniczego i wiatru oraz praktyczne testy pracy minicentrow. Przedyskutowano problemy, z którymi gmina Gierałtów spotkała się w czasie prac nad wdrożeniem inwestycji energetycznych, kierunkami przyjętych rozwiązań oraz perspektywą kolejnych inwestycji.

### 1. Wstęp

W założeniach „Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku” znalazł się zapis o odpowiedzialności organów samorządowych za przygotowanie lokalnych założeń do planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Tak postawione zadanie znajduje odbicie w wielu aspektach kształtowania i realizowania polityki energetycznej wewnątrz gminy. Gminy muszą przede wszystkim zdefiniować zagrożenia ekonomiczne i techniczne, które problem bezpieczeństwa energetycznego na nie nakładają. Jednocześnie lokalne społeczności muszą odpowiedzieć na wiele specjalistycznych zagadnień z dziedziny energetyki, dotyczących m.in.: miejsca i szans rozwoju swoich planów biznesowych (analiza otoczenia biznesowego), opłacalności i przeznaczenia inwestycji, lokalizacji, mocy znamionowej, obszaru dostaw mocy i jego ograniczeń technicznych, technologii wytwarzania, dostępności i rodzaju paliwa, oddziaływania na środowisko, trybu pracy, rodzaju własności jednostek wytwórczych energii, koniecznych zmian w strukturze zarządzania gminy.

Gmina Gierałtów – gmina wiejska, leżąca na skrzyżowaniu autostrad A4 i A1 w centrum województwa śląskiego, licząca 11050 mieszkańców – na przestrzeni ostatnich lat wdraża rozwiązania prosumenckie, przekształcając się w świadomego odbiorcę energii elektrycznej i dostrzega szansę w inwestycjach należących do grupy tzw. generacji rozproszonej (GR) i odnawialnych źródeł energii elektrycznej (OZE). Poniższy artykuł przedstawia krótką dyskusję nad problemami, z którymi gmina Gierałtów spotkała się w czasie prac nad wdrożeniem inwestycji energetycznych, kierunkami przyjętych rozwiązań oraz perspektywą kolejnych inwestycji.

### 2. Analiza otoczenia technicznego i ekonomicznego GR w KSE jako podstawa rozwoju GR i OZE

#### 2.1. Zagadnienia aktualnej sytuacji techniczno-ekonomicznej w KSE

Do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) przyłączają się lokalne źródła głównie gazowe, wiatrowe, wodne i gazowe. W ostatnich latach wybudowano m.in. (tab. 2):

- 696 elektrowni wiatrowych o mocy zainstalowanej 2497 MW
- 199 biogazowni o mocy zainstalowanej 131 MW
- 770 małych elektrowni wodnych o mocy zainstalowanej 966 MW.

Nowe źródła powstają głównie w jednostkach samorządu terytorialnego, tj. gminach. Ich rola w obszarach gminnych jest następująca:

- zwiększenie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego
- poprawa niezawodności zasilania ważnych odbiorów komunalnych, m.in. szpitali, szkół, ośrodków sportowych, szczególnie w okresie awaryjnym umożliwiając pracę wyspowa z tymi odbiorami
- zwiększenie potencjału gmin w zakresie rozwoju energetyki rozproszonej z wykorzystaniem lokalnych zasobów energetycznych
- współpraca z operatorami sieci rozdzielczej w łagodzeniu skutków awarii bądź też deficytu mocy w KSE (rys. 1), który może wynikać ze zmniejszającego się poziomu rezerwy wirującej
- ograniczenie strat przesyłowych
- uzyskanie efektu ekologicznego poprzez ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>
- dodatkowo realizacja kilku ważnych ustaw dla jednostek samorządu terytorialnego, m.in.:
  - ustawy o samorządzie terytorialnym
  - ustawy prawo energetyczne
  - ustawy o zarządzaniu kryzysowym
  - ustawy o ochronie środowiska
  - ustawy o efektywności energetycznej.

Powstające lokalne źródła energii stawiają przed KSE nowe wyzwania: przyłączeniowe,

eksploatacyjne i dyspozytorskie. Jeśli chodzi o przyłącze, to nowe źródła pojawiają się głównie w sieciach 110 kV (farmy wiatrowe) oraz w sieciach średnich i niskich napięć (biogazownie, małe elektrownie wodne, pojedyncze źródła wiatrowe). Rodzą się problemy związane ze zmianą rozprężności prądów, zmianą warunków zwarciowych oraz napięciowych.

Tendencje zaobserwowane na rys. 1–3 pozwalają na ogólne scharakteryzowanie otoczenia energetyki lokalnej w 2013 roku.

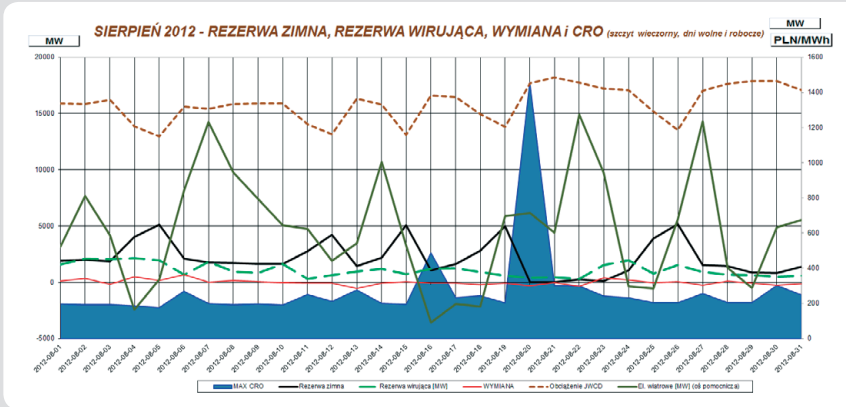
Widoczne są:

- momenty braku rezerwy zimnej i praktycznie wyczerpane zapasy rezerwy wirującej w KSE, co skutkuje poważnymi skokami cen rynku bilansującego oraz zwiększeniem kosztów bilansowania tej generacji w KSE
- niekontrolowane lub trudne do prognozowania i oszacowania znaczące zmiany poziomu mocy generowanej w OZE, co skutkuje poważnymi problemami technicznymi (operacyjnymi) w KSE
- tendencje spowolnienia gospodarczego w wyniku zjawiska kryzysu ekonomicznego, tj. obniżona konsumpcja i sprzedaż, możliwa zwiększona presja na obniżanie, negocjowanie niższych cen w kontraktach dwustronnych i giełdowych w kolejnych latach.

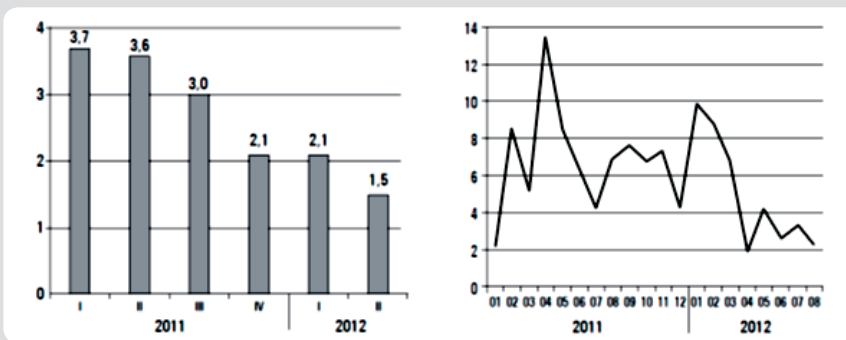
#### 2.2. Źródła generacji rozproszonej w KSE na podstawie danych Urzędu Regulacji Energetyki

Na podstawie danych w tab. 1–3 można zaobserwować na przestrzeni ostatnich lat dynamiczny rozwój źródeł odnawialnych oraz wyraźnie ukształtowany kierunek rozwoju OZE. W porównaniu z 2010 rokiem można odnotować dwukrotny wzrost mocy zainstalowanej OZE w 2012 roku. Szczególnie widoczne jest to zjawisko w elektrowniach biogazowych (wzrost mocy o 60%), słonecznych (40-krotny wzrost mocy!), wiatrowych (wzrost mocy o 100%). Najsłabszy wzrost zanotowano w segmencie elektrowni wodnych.





Rys. 1. Bilans KSE na tle ceny CRO, sierpień 2012



Rys. 2. Dynamika konsumpcji gospodarstw domowych i dynamika sprzedaży detalicznej (w % rok do poprzedniego roku), źródło: Raport Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, listopad 2012

### 2.3. Główne cele „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku” w obszarze OZE

- Wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w latach następnych
- Osiągnięcie w 2020 roku 10-proc. udziału biopaliw w rynku paliw transportowych oraz zwiększenie wykorzystania biopaliw II generacji
- Ochrona lasów przed nadmiernym eksploatacjom w celu pozyskiwania biomasy oraz zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem oraz zachować różnorodność biologiczną
- Wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej istniejących urządzeń piętrzących, stanowiących własność Skarbu Państwa
- Zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie optymalnych warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach.

W tym samym dokumencie znalazły się zapisy, które szczególnie dotyczą obszaru OZE i generacji rozproszonej. To potwierdzenie szczególnej roli i miejsca OZE i GR w planach strategicznych Polski oraz gwarancja, że inwestycje w tym obszarze będą szczególnie chronione i opłacalne dla inwestorów. Jednocześnie jest to bardzo

mocny impuls do dalszego rozwoju inwestycji w tym obszarze.

### 3. Możliwości rozwoju GR i OZE w ramach działań lokalnych

Pod pojęciem generacji rozproszonej (GR) rozumie się obiekty o małej mocy osiągalnej (do 50 MW), niepodlegające centralnej dyspozycji mocy, współpracujące z siecią dystrybucyjną (110 kV, SN, nN) lub bezpośrednio zasilające odbiorcę, których rozwój nie jest planowany centralnie, a uwarunkowany przede wszystkim świadomością celów biznesowych, możliwych do osiągnięcia przez jednostki samorządowe lub inwestorów prywatnych. GR stanowią najczęściej jednostki produkujące energię elektryczną ze źródeł odnawialnych

lub niekonwencjonalnych (OZE), jak również w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła, których wielkość generacji jest trudna do prognozowania i nie podlega centralnemu sterowaniu. Tak przedstawiony obszar GR lub OZE jest płaszczyzną diametralnie różnych interesów i celów, reprezentowanych przez tzw. energetykę zawodową i lokalną.

Z jednej strony znajdujemy konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i elektroenergetycznego kraju, a z drugiej chęć rozwoju sieci elektroenergetycznej nieograniczonej względami technicznymi, niezbędnej samorządom lokalnym lub inwestorom prywatnym do realizacji celów biznesowych i społecznych. Samorządy lokalne różnego szczebla są podmiotami szczególnie zainteresowanymi na ich terenie rozwojem GR i OZE [1]. Planowane inwestycje, znajdujące oparcie przede wszystkim w programach unijnych i polityce energetycznej kraju, są szansą na wielopłaszczyznowy rozwój gmin i miast w Polsce. Jest to impuls, który nadaje tempo dalszemu dynamicznemu rozwojowi tego obszaru energetyki.

W związku z tym ważne staje się zdefiniowanie zagrożeń oraz obszarów możliwej współpracy pomiędzy energetyką zawodową i lokalną.

Z punktu widzenia operatorów sieci przesyłowej i dystrybucyjnej rozwój tego rodzaju generacji będzie powodował następujące, najważniejsze problemy i zagadnienia:

- prognozowanie poziomu GR i OZE w perspektywie krótko- i długoterminowej
- opanowanie dużej zmienności mocy generowanej przez GR i OZE, poprzez włączenie mocy generowanej przez GR i OZE do centralnego (scentralizowanego) układu regulacji mocy w KSE
- pozyskanie mocy generowanych w GR i OZE do realizacji regulacyjnych usług systemowych.

Tak postawione zagadnienia stawiają przed potencjalnymi inwestorami po stronie GR i OZE możliwości świadczenia usług systemowych (rezerwa mocy – sekundowa i operacyjna, regulacja mocy biernej i poziomu napięć, samostart, praca na układ wydzielony) oraz poprawy lokalnych wskaźników niezawodnościowych (np. skrócenie czasu przerwy wyłączenia awaryjnego odbiorcy). Środowiska samorządowe dostrzegają wiążące się z tym zagadnieniem problemy.

Instalacje OZE w Polsce (2010)			
Typ instalacji	Liczba instalacji	Moc [MW]	
BG	elektrownie biogazowe	144	82,884
BM	elektrownie biomasowe	18	356,190
PV	wytwarzające z promieniowania słonecznego	3	0,033
WI	elektrownie wiatrowe	413	1180,272
WD	elektrownie wodne	727	937,044
WS	elektrownie realizujące technologię współspalania	41	brak danych
<b>RAZEM</b>		<b>1346</b>	<b>2556,423</b>

Tab. 1. Instalacje OZE w Polsce w 2010 roku, dane ogólne, źródło: URE (31.12.2010)

Instalacje OZE w Polsce (2012)			Liczba instalacji	Moc [MW]
Typ instalacji				
BG	elektrownie biogazowe		199	131,247
BGO	wytwarzające z biogazu z oczyszczalni ścieków		76	41,167
BGR	wytwarzające z biogazu rolniczego		29	31,782
BGS	wytwarzające z biogazu składowiskowego		94	58,298
BM	elektrownie biomasowe		27	820,700
BMM	wytwarzające z biomasy mieszanej		13	660,150
BMG	wytwarzające z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych		9	14,950
BMP	wytwarzające z biomasy z odpadów przemysłowych drewnopochodnych i celulozowo-papierniczych		5	145,600
PV	wytwarzające z promieniowania słonecznego		9	1,290
PVA	wytwarzające z promieniowania słonecznego		9	1,290
WI	elektrownie wiatrowe		696	2496,748
WIL	elektrownia wiatrowa na lądzie		696	2496,748
WO	elektrownie wodne		770	966,103
WOA	elektrownia wodna przepływowa do 0,3 MW		604	44,725
WOB	elektrownia wodna przepływowa do 1 MW		90	54,923
WOC	elektrownia wodna przepływowa do 5 MW		61	138,695
WOD	elektrownia wodna przepływowa do 10 MW		6	49,280
WOE	elektrownia wodna przepływowa powyżej 10 MW		6	295,800
WOF	elektrownia wodna szczytowo-pompowa lub przepływowa z członem pompowym		3	382,680
WS	elektrownie realizujące technologię współspalania		43	0,000
WSB	realizujące technologię współspalania (paliwa kopalne i biomasa)		42	0,000
WSG	realizujące technologię współspalania (paliwa kopalne i biogaz)		1	0,000
<b>RAZEM</b>			<b>1744</b>	<b>4416,088</b>

Tab. 2. Instalacje OZE w Polsce w 2012 roku, dane szczegółowe, źródło: URE (31.12.2012)

Instalacje w województwie śląskim (2012)			Liczba instalacji	Moc [MW]
Typ instalacji				
BGO	wytwarzające z biogazu z oczyszczalni ścieków		13	6,200
BGR	wytwarzające z biogazu rolniczego		1	0,526
BGS	wytwarzające z biogazu składowiskowego		15	11,738
BMG	wytwarzające z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych		2	1,650
BMM	wytwarzające z biomasy mieszanej		1	10,000
PVA	wytwarzające z promieniowania słonecznego		3	0,093
WIL	elektrownia wiatrowa na lądzie		13	5,750
WOA	elektrownia wodna przepływowa do 0,3 MW		28	2,567
WOB	elektrownia wodna przepływowa do 1 MW		2	0,890
WOE	elektrownia wodna przepływowa powyżej 10 MW		2	33,600
WSB	realizujące technologię współspalania (paliwa kopalne i biomasa)		11	Brak danych
<b>Suma</b>			<b>91</b>	<b>73,014</b>

Tab. 3. Instalacje w województwie śląskim w 2012 roku, źródło: URE (31.12.2012)

Konieczne jest przede wszystkim stworzenie zintegrowanych systemów sterowania i wymiany informacji ruchowych i pomiarowych pomiędzy operatorami sieci i źródłami GR i OZE (rozwój systemów informatycznych).

Kolejnym zagadnieniem jest scentralizowanie (połączenie) w większe grupy poszczególnych źródeł GR i stworzenie zoptymalizowanych pod względem technicznym, ekonomicznym i organizacyjnym tzw. minicentrow energetycznych. W praktyce rozwiązań należy szukać w grupowaniu dużej liczby małych jednostek wytwórczych, które znajdują się blisko odbiorcy końcowego. Sterowanie takimi obszarami może pomóc w opanowaniu sytuacji zagrożenia lub awarii w KSE. Pojedyncze źródło o małej mocy nie stanowi atrakcyjnego rozwiązania z punktu widzenia zadań operatorów sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej. Problemem, który powstaje w tym obszarze, jest stworzenie zasad grupowania wielu małych źródeł wytwórczych z uwzględnieniem potencjalnych korzyści dla operatorów sieci i inwestorów (tab. 3, dane dla województwa śląskiego).

W perspektywie potencjalnej współpracy energetyki samorządowej i zawodowej pojawia się również perspektywa ewentualnego stworzenia i rozwoju, w ramach istniejących struktur gminnych, lokalnych służb dyspozytorskich i eksploatacyjnych. Dla samorządów problem ten jest zagadnieniem nowym, wymaga rozpoznania i określenia potencjału osobowego (kadrowego), finansowego, organizacyjnego gminy oraz wpływu na wskaźniki niezawodnościowe obszaru gminnego i KSE.

Jednocześnie gmina musi odpowiedzieć sobie na pytanie o poziom akceptowanego przez nią zakresu dysponowania jednostkami wytwórczymi, należącymi do gminy przez służby dyspozytorskie wyższego szczebla (w tym również poprzez kształtowanie planowe lub awaryjne układu sieciowego obszaru gminy).

#### 4. Rozwiązania w obszarze GR na poziomie samorządowym na przykładzie gminy Gierałtowiec

Według projektów zakłada się powstanie w gminie, składającego się z czterech minicentrow, Gminnego Centrum Energetycznego. W jego skład weszłyby obiekty pracujące w systemie SCADA oraz sieć Smart Grid, wytwarzające energię elektryczną (w tym w skojarzeniu), a także obiekty wytwarzające i użytkujące ciepło, zapewniające utrzymanie i odbudowę tzw. infrastruktury krytycznej i pracę w tzw. sieci wydzielonej, wyspowej.

Infrastrukturę krytyczną stanowią systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalne obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców.

Infrastruktura krytyczna obejmuje systemy zapewniające ciągłość działania administracji publicznej:

- zaopatrzenia w energię i paliwa
- łączności i sieci teleinformatycznych
- finansowe
- zaopatrzenia w żywność i wodę

- ochrony zdrowia
- transportowe i komunikacyjne
- ratownicze.

W miejscowości Paniówki, leżącej na terenie gminy Gierałtowiec, została wybudowana na potrzeby szkół i mieszkańców kryta pływalnia „Wodnik”. Pływalnia jest zasilana w energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej firmy Tauron Dystrybucja SA i nie dysponuje rezerwowym źródłem zasilania. Zasilanie pływalni w energię cieplną odbywa się przez sieć ciepłowniczą z kotłowni gazowej w Zespole Szkolno-Przedszkolnym. Dodatkowo ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej jest dostarczane z 18 kolektorów słonecznych Viessmana, zainstalowanych na dachu pływalni.

W rejonie Paniówek zdarzają się przerwy w dostawie energii elektrycznej, co oznacza konieczność ewakuacji osób korzystających z pływalni.

W Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Paniówkach, z wykorzystaniem trzech kotłów kondensacyjnych Viessmann, wykonano kotłownię gazową o mocy 1380 kW. Ciepło jest dostarczane podziemną siecią preizolowaną do węzła cieplnego, 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. Obok kotłowni przygotowano pomieszczenie na agregat, doprowadzono również gaz ziemny oraz przewidziano również doprowadzenie 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.

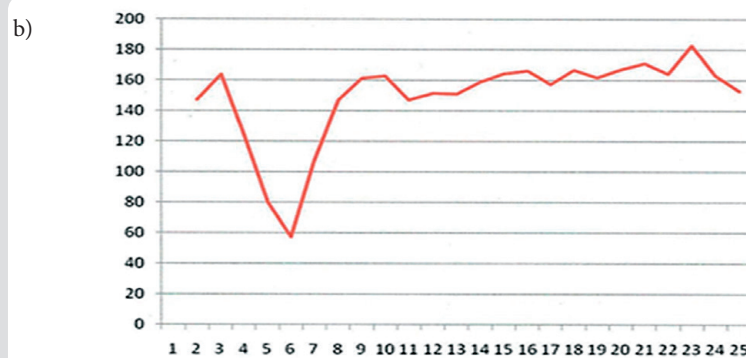
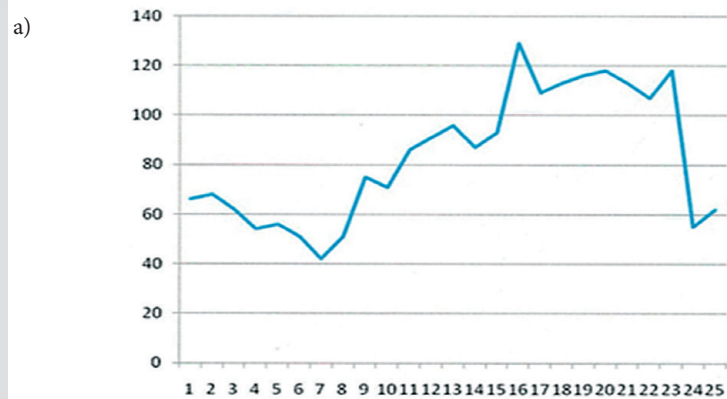
Na podstawie analizy krzywych zapotrzebowania na moc elektryczną i ciepłą budynku krytej pływalni „Wodnik” zaproponowano zainstalowanie w kotłowni szkoły modułu kogeneracyjnego 55 kW<sub>e</sub> oraz 88 kW<sub>t</sub>.

W tym celu opracowano projekt budowlany oraz wnioski do dofinansowania ze środków Unii Europejskiej w zadaniu „Czyste powietrze”. Uzyskano dofinansowanie w 2012 roku (1,5 mln zł). Realizacja projektu zaplanowana została w II kwartale 2013 roku.

Zastosowanie agregatu firmy Viessmann z precyzyjnie dobraną mocą własną pozwoli na pracę ciągle agregatu i zwiększy wskaźnik efektywności działania. Pozwoli też na komunikację z automatyką kotłowni i węzła cieplnego basenu tego samego producenta, która już jest zamontowana.

Dodatkowym atutem agregatu VITOBLOC 200 BM-55/88 MN-60 jest możliwość zasilania go biogazem z biogazowni gminnej. Biogaz będzie paliwem podstawowym, a gaz ziemny paliwem pomocniczym w okresie braku biogazu. W związku z tym agregat będzie fabrycznie przystosowany do przełączania ścieżki gazowej z gazu ziemnego na biogaz w układzie zmieszania gazu z powietrzem.

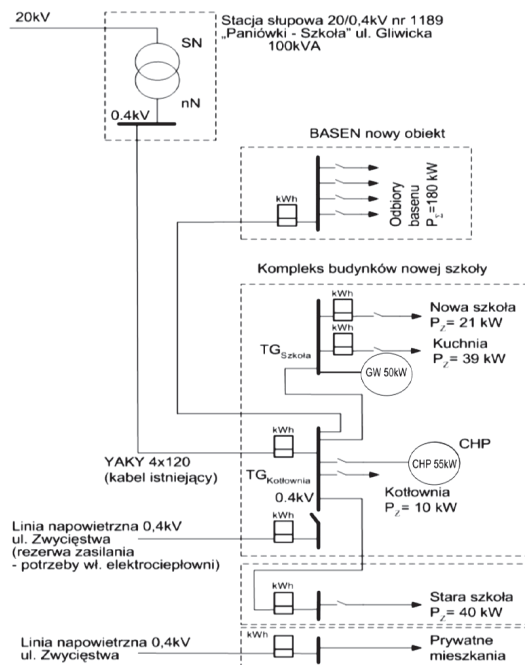
Zakłada się, że agregat będzie pracował 8000 godz./rok ze średnim obciążeniem 75%. Silnik spalinowy MAN, gazowy z zapłonem iskrowym, będzie napędzać generator



Rys. 3. Krzywe dobowego zapotrzebowania na moc elektryczną i ciepłą krytej pływalni „Wodnik” w Gierałtowicach

a) Krzywa dobowego zapotrzebowania na moc elektryczną pływalni „Wodnik” (kW)

b) Krzywa dobowego zapotrzebowania na moc ciepłą pływalni „Wodnik” (kW)



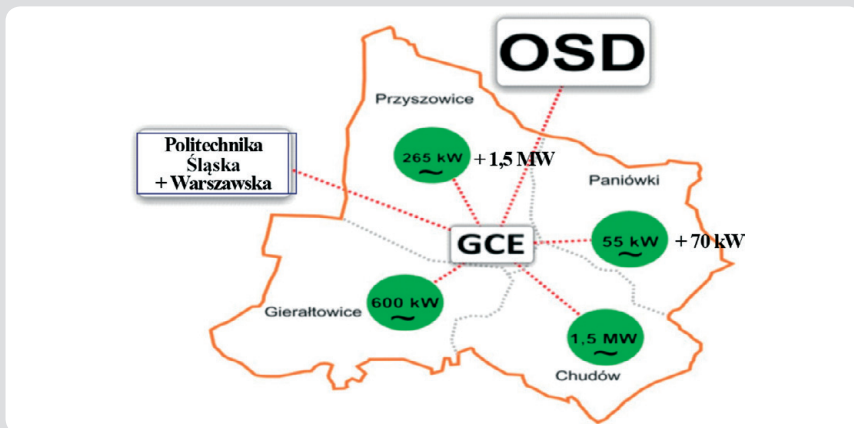
Rys. 4. Schemat zasilania minicentrum energetycznego w Paniówkach

Stamford o mocy 80 kVA, 115,5 A i sprawności 93,7%.

Gmina Gierałtowiec staje przed rozstrzygnięciami nie tylko natury technicznej.

Dyskusji poddane zostaną również:

- zasady prowadzenia ruchu (np. w zakresie wydzielania do pracy wyspowej) i eksploatacji oddanych urządzeń



Rys. 5. Docelowy układ pracy czterech minicentrow energetycznych w gminie Gierałtów

- zasady współpracy ruchowej i eksploatacyjnej pomiędzy gminą i służbami ruchowymi (techniczno-handlowymi) TAURON Dystrybucja SA lub TAURON Polska Energia SA
- wymagane zmiany organizacyjne struktury gminy pod kątem zapewnienia prawidłowej obsługi techniczno-ekonomicznej (handlowej) minicentrow energetycznych (służby eksploatacyjne, ruchowe, finansowe, pomiarowe, rozliczeniowe).

### 5. Podsumowanie

Mimo oznak spowolnienia gospodarczego inwestycje związane z GR będą atrakcyjne m.in. dla gminy Gierałtów w perspektywie kilkunastu następnych lat. Inwestycje gminne są zgodne z ogólnokrajowymi tendencjami rozwoju GR i OZE (tab. 1–3), co znajduje odzwierciedlenie w budowie biogazowni oraz planach budowy generatorów wiatrowych i ogniw fotowoltaicznych. Docelowym poziomem mocy zainstalowanej w tego typu źródłach na terenie gminy Gierałtów jest 2–3 MW.

Zauważalne na poziomie KSE problemy techniczne (wyczerpywanie się rezerwy operacyjnej, trudności w prognozowaniu poziomu generacji z GR i OZE) oraz ekonomiczne (koszty bilansowania GR i OZE ponoszone przez energię zawodową) stanowią podstawę do dyskusji o roli i miejscu GR i OZE w kolejnych latach. Dyskusja powinna przebiegać dwukierunkowo z uwzględnieniem interesów energetyki zawodowej i obszaru GR (OZE).

W związku z tym wydaje się konieczne zajęcie się problematyką włączenia jednostek GR do scentralizowanego układu regulacji poprzez:

- stworzenie ogólnokrajowego systemu tzw. minicentrow energetycznych, które grupowałyby większą liczbę mikro- lub minijednostek wytwórczych GR i OZE
- stworzenie kilku, kilkunastu obszarów obejmujących kilka minicentrow energetycznych, np. na obszarze województwa, które mogłyby świadczyć usługi regulacyjne, pozyskiwane przez operatorów sieci (OSP lub OSD)

- wypracowanie zasad współpracy operatywnej pomiędzy służbami dyspozytorskimi operatorów sieci a służbami dyspozytorskimi i eksploatacyjnymi minicentrow energetycznych (gminnych)
- rozwój sieci Smart Grid w zakresie pomiarów, telemechaniki, teletesterowania, scentralizowanych w jednym miejscu na poziomie centrum energetycznego skomunikowanego z centrami naukowymi, obsługującego obszar powiatu i województwa
- stałą współpracę obszarów energetyki zawodowej i GR (OZE) w ramach wspólnych projektów w celu wypracowywania zrównoważonego rozwoju GR i OZE, uwzględniającego bezpieczeństwo energetyczne Polski (KSE) oraz na poziomie lokalnym.

### Bibliografia

1. Ministerstwo Gospodarki, Polityka energetyczna Polski do 2030, 10.XI.2009 *Monitor Polski* 2010, nr 2.
2. Bargiel J. i in., Bezpieczeństwo zasilania gmin wiejskich a bezpieczeństwo Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, *Energetyka*, maj 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/uremapoze/mapa/html>
5. Raport Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk [online], <http://www.inepan.waw.pl/pliki/raport/Raport.gospodarka.listopad.2012.pdf>
6. Bargiel J. i in., Components reliability parameters by mid-term deficit of electric energy, AFRICON, 2009.

### Joachim Bargiel

dr inż.

Politechnika Śląska | wójt gminy Gierałtów

e-mail: [wajt@gieraltowice.pl](mailto:wajt@gieraltowice.pl)

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

### Bogdan Mol

mgr inż.

TAURON Polska Energia SA

e-mail: [Bogdan.Mol@tauron-pe.pl](mailto:Bogdan.Mol@tauron-pe.pl)

Związany zawodowo z elektroenergetyką przemysłową. Pracuje w TAURON Polska Energia SA. Jego główne zainteresowania naukowe to praca systemu dystrybucyjnego oraz ciągłość zasilania odbiorców.

### Katarzyna Łuszcz

mgr inż.

Politechnika Śląska

e-mail: [Katarzyna.Luszcz@polsl.pl](mailto:Katarzyna.Luszcz@polsl.pl)

Absolwentka Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach (2010). Od października 2010 roku jest doktorantką kierunku elektrotechnika na swoim macierzystym wydziale. Zainteresowania naukowe: komputerowe metody modelowania układu elektroenergetycznego.

### Paweł Sowa

prof. dr hab. inż.

Politechnika Śląska

e-mail: [pawel.sowa@polsl.pl](mailto: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 blisko 200 publikacji naukowych.