

## PORSUMENCKIE UKŁADY ZASILANIA – ŹRÓDŁA KOGENERACYJNE W BUDYNKOWEJ ENERGETYCE PROSUMENCKIEJ

Wojciech Kwoczak<sup>1</sup>

**Komentarz profesora-opiekuna.** Raport jest częścią Projektu dydaktycznego, który został zrealizowany w ramach przedmiotu Energetyka prowadzonego przez niżej podpisanego na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej na Kierunku Studiów Energetyka, specjalność Energetyka prosumencka. Jest to przedmiot realizowany na III semestrze, i jest pierwszym przedmiotem na Kierunku w obszarze całej, szeroko rozumianej energetyki (tematyka wykładu patrz: BŻEP, Dział 1.1.06). W programie przedmiotu formalnie jest tylko 30-godzinny wykład (nie ma ćwiczeń, laboratoriów, seminarium). Stąd wynikają bardzo silne uwarunkowania, które trzeba brać pod uwagę w budowaniu koncepcji wykładu.

W ramach tej koncepcji prowadzący postawił sobie główny cel polegający na zainteresowaniu studentów rolą energetyki prosumenckiej w przebudowie energetyki. Uznał, że zainteresowanie to najefektywniej można pobudzić poprzez wciągnięcie każdego studenta w realizację wybranego zadania „energetycznego” (modernizacyjnego/rozwojowego) z jego najbliższego otoczenia. Stąd tytuł Projektu dydaktycznego: „Zidentyfikuj w swoim otoczeniu problem i zaproponuj jego rozwiązanie, stosując technologie i podejście charakterystyczne dla energetyki EP”. Raporty wykonane w ramach Projektu dydaktycznego, zaprezentowanego przez studentów w ramach Konwersatorium Inteligentna Energetyka, stanowią podstawę zaliczenia przedmiotu.

Projekt dydaktyczny, o którym jest tu (w komentarzu) mowa, uwzględnia dwie bardzo istotne przesłanki. Po pierwsze, nawiązuje on do istoty energetyki EP, którą jest: integracja (chodzi o prosumenckie łańcuchy wartości), nowe technologie (mało- i mikroskalowe, fabryczne), rozwiązania referencyjne (dedykowane poszczególnym segmentom energetyki EP), „chmura” (chodzi o aplikacje internetowe dla inteligentnej infrastruktury), partycypacja prosumencka. Po drugie, Projekt nawiązuje do nowej roli głównych interesariuszy w procesie kształcenia, którymi oprócz studentów i profesorów nauczycieli akademickich) są obecnie także przedsiębiorcy (przede wszystkim na rynku usług właściwych dla energetyki EP, ale także w obszarze produkcji urządzeń dla energetyki EP w fabrykach).

Nowa rola profesorów, to rola twórców rozwiązań referencyjnych dla energetyki EP, rola przewodników (mentorów) dla studentów. Jest to zdecydowanie inna rola niż w kształceniu dla potrzeb energetyki WEK. (Zasadnicza różnica wynika z faktu, że w energetyce EP wykorzystuje się bardzo zaawansowane technologicznie urządzenia, stale udoskonalane, masowo produkowane w fabrykach, a zadaniem inżyniera specjalizującego się w energetyce prosumenckiej jest „tylko” – i aż – ich integrowanie poprzez właściwy dobór i następnie instalowanie w masowo powtarzającej się indywidualnej infrastrukturze prosumenckiej. Obiekty energetyki WEK – elektrownie, sieci – potrzebują natomiast indywidualnego wieloletniego projektowania, a ich jeszcze znacznie dłuższa realizacja odbywa się na placach budowy, pełnych „zasadzek”). Nowa rola przedsiębiorców, to rola partnerów profesorów w zakresie inicjowania projektów badawczo-dydaktycznych, rola weryfikatorów efektów

---

<sup>1</sup> Wojciech Kwoczak student na kierunku studiów Energetyka, specjalność Energetyka Prosumencka, Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska. Raport został wykonany na sem. III studiów stacjonarnych pierwszego stopnia (studia inżynierskie).

kształcenia, ale także przewodników studentów w czasie praktyk odbywanych w ramach rzeczywistych zadań realizowanych przez przedsiębiorców. Nowa rola studentów, to duży udział samokształcenia, uczestnictwo w tworzeniu rozwiązań referencyjnych (i zarazem w projektach badawczo-dydaktycznych).

Prezentowana tu koncepcja przedmiotu Energetyka jest odpowiedzią na fakt, że dokonująca się przebudowa energetyki ma generalnie charakter innowacji przełomowej. Zatem „ugruntowana” w przeszłości wiedza profesorów staje się w energetyce coraz mniej przydatna, kluczowe znaczenie ma natomiast wskazanie studentom przez profesorów nowych zadań, wymagających rozwiązania (ważniejsze jest w przypadku profesorów wiedzieć, co trzeba zrobić, niż uczyć tego, co będzie coraz mniej przydatne). Z drugiej strony umiejętności studentów (pokolenia Internetu) dają im możliwość samokształcenia (pod uważną opieką profesora): istota energetyki EP (scharakteryzowana powyżej), zwłaszcza takie jej „składowe” jak „chmura” i partycypacja prosumencka, czyni samokształcenie efektywnym rozwiązaniem dydaktycznym.

[RAPORT] Wojciecha Kwoczaka (BŻEP, Dział 1.3.15), a także [RAPORTY] Anny Musialik (BŻEP, Dział 1.3.03) oraz Justyny Mostowskiej (BŻEP, Dział 1.3.14), razem wzięte, stanowią materiał do licznych analiz, zarówno z punktu widzenia poznawczego w obszarze energetyki EP, jak również (i to przede wszystkim) z punktu widzenia weryfikacji przedstawionej koncepcji nauczania w ramach przedmiotu Energetyka. W tym drugim aspekcie każdy z [RAPORTÓW] obrazuje potencjał koncepcji, a z drugiej strony stanowi weryfikację oczekiwań interesariuszy procesu kształcenia w dziedzinie energetyki EP: profesorów (przede wszystkim), przedsiębiorców, studentów; w tym miejscu nie wyciąga się jednak żadnych wniosków z weryfikacji (uznaje się, że na obecnym etapie interesariusze sami muszą sformułować wnioski na własny użytek, do dalszych poszukiwań w zakresie ulepszania samej koncepcji, jak również – i to przede wszystkim – w zakresie poprawy realizacji koncepcji).

Z punktu widzenia poznawczego (w obszarze energetyki EP) trzy [RAPORTY] obrazują zróżnicowane możliwości przebudowy energetyki. Do najważniejszej realnej możliwości o dużym znaczeniu (wykorzystywanej już w Polsce, chociaż w zdecydowanie niewystarczającym stopniu), wskazanej w [RAPORCIE] W. Kwoczaka, należą elektrownie biogazowe (potencjalnie z zasobnikami biogazu) w wielkotowarowych gospodarstwach rolnych; natomiast kogeneracja gazowa w kościele (rozpatrywanym łącznie z domem parafialnym), a także w małej restauracji – chociaż rozpatrywana w [RAPORCIE] – nie może być rekomendowana jako dobre rozwiązanie prosumenckie. Modernizacja oświetlenia hali sportowej zaprezentowana w [RAPORCIE] Anny Musialik jest rozwiązaniem, którego celowości nie można podważyć; rozwiązanie to powinno być niezwłocznie wykorzystane wszędzie tam, gdzie dotychczas nie zostało jeszcze zastosowane (podkreśla się to w tym miejscu, chociaż brakuje w [RAPORCIE] oszacowania okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych dla proponowanej modernizacji, co jest niewątpliwie jego usterką). Car sharing w małym mieście, przedstawiony w [RAPORCIE] Justyny Mostowskiej, musi być na razie rozpatrywany w Polsce jako przyszłość energetyki EP, zwłaszcza car sharing zintegrowany z carportami. Z drugiej strony, uwzględniając trendy – w Europie i w USA, w Japonii i w Chinach – dotyczące dynamicznego rozwoju rynku samochodów elektrycznych, nie ma wątpliwości, że penetracją tematu powinni zająć się przede wszystkim profesorowie i przedsiębiorcy. Zaprezentowana w [RAPORCIE] próba rozpoznania tematu potwierdza jednak, że studenci mogą mieć swoje propozycje adresowane do swoich lokalnych społeczności.

Z punktu widzenia poznawczego znaczenie (trzech) [RAPORTÓW] polega również na tym, że potwierdzają one pilną potrzebę prac dotyczących ukształtowania dojrzałego modelu operatora OHT wyspy WW (Wirtualna Wyspa). Operator taki musi podjąć zadanie integracji

*zróżnicowanych zasobów energetyki EP. Bez operatora OHT wyspy WW zasoby te nie będą (na obecnym etapie rozwoju inteligentnej infrastruktury) efektywnie wykorzystane. W dalszej przyszłości potrzebę integrowania zasobów energetyki EP przez operatorów OHT wysp WW należy traktować jako sprawę otwartą.*

*Jan Popczyk*

## **Wprowadzenie**

Poniższy raport ma na celu przybliżenie możliwości wykorzystania modułów kogeneracyjnych w charakterystycznych budynkach/obiektach z najbliższego autorowi otoczenia. Sama idea kogeneracji, czyli skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła, jest ideą prosumencką. Agregaty kogeneracyjne instaluje się w budynku lub jego najbliższym otoczeniu. Zarządca budynku decyduje, kiedy produkuje energię i jakiego paliwa do tej produkcji użyje.

Popularnym wykorzystaniem agregatów kogeneracyjnych jest już ich bezpośrednia integracja z biogazownią na obszarach rolniczych lub instalacjami ochrony środowiska takimi jak oczyszczalnie ścieków czy instalacje odgazowania składowisk śmieci. W poniższym raporcie dwa rozpatrywane budynki nie mają bezpośredniego dostępu do biogazu, więc paliwem wykorzystanym do zasilania jest gaz ziemny, a może być także LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Trzeci rozpatrywany obiekt – gospodarstwo rolne – jest działającą (rzeczywistą), złożoną infrastrukturą prosumencką, obejmującą długi prosumencki łańcuch wartości, mianowicie: hodowlę bydła, produkcję rolną (zróżnicowane uprawy rolne), biogazownię rolniczo-tylizacyjną zintegrowaną z agregatem kogeneracyjnym, a także gorzelnię umożliwiającą wykorzystanie ciepła produkowanego w kogeneracji.

Aby model prosumencki mógł stać się modelem przełomowym społeczeństwo musi zobaczyć, że jest on opłacalny, wygodny i sprzyjający poprawie warunków życiowych. W poniższym raporcie dokonano szacunkowej analizy finansowej dającej obraz czasu zwrotu kosztów inwestycji, które trzeba ponieść na początek oraz ewentualnych zysków, które może przynieść inwestycja.

## **1. Modele referencyjne**

### **1.1. Studium przypadku – Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach**

Pierwszym analizowanym w raporcie przypadkiem jest kościół. Świątynia ta jest zlokalizowana na obszarze jednego z osiedli w Gliwicach, położonego na obrzeżach miasta. Na terenie parafii mieszka około 5,5 do 6 tysięcy ludzi. Wedle badań statystycznych 90% polskiego społeczeństwa to katolicy a 50% tej liczby chodzi regularnie do kościoła na nabożeństwa. Wynika z tego, że około 2500 ludzi mieszkających na terenie parafii chodzi regularnie do kościoła parafialnego. W świątyni znajdują się około 400 miejsc siedzących i 250 stojących. Kościół był budowany przez około 5 lat i został oddany do użytku pod koniec 2008 roku.

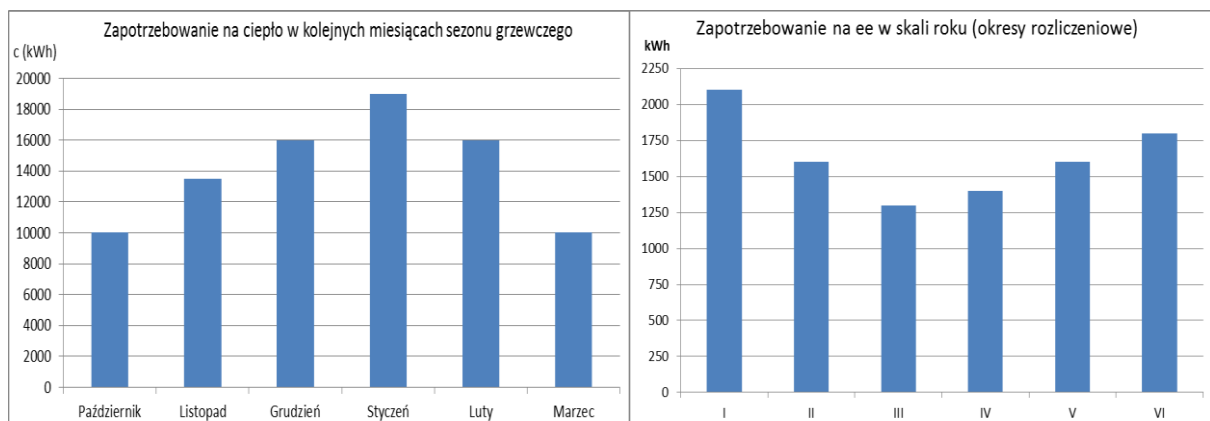
W trakcie budowy zostały zastosowane w miarę nowoczesne technologie budynkowe (ocieplenie, zaawansowane technologicznie okna, system rekuperacji). Dzięki temu zapotrzebowanie na ciepło wynosi 130 kWh/m<sup>2</sup>. Powierzchnia budynku wynosi około 660 m<sup>2</sup>, a jego kubatura przekracza 3800m<sup>3</sup>. Budynek ma przyłącze grzewcze do sieci PEC (Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej). Okres grzewczy ściśle zależy od decyzji administratora obiektu i trwa zazwyczaj od końca października / początku listopada do końca lutego / początku marca, czyli około 5 i pół miesiąca. Zapotrzebowanie na ciepło w okresie grzewczym wynosi około 85000 kWh.

Głównym odbiornikiem generującym zapotrzebowanie na energię elektryczną jest oświetlenie. W prezbiterium świątyni znajduje się 15 reflektorów dużej mocy. Poza tym

w głównej nawie kościoła znajduje się około 350 żarówek energooszczędnych (jarzeniówki) oraz około 50 żarówek różnego typu w innych częściach kościoła. Oświetlenie, ale również ogrzewanie elektryczne, system wyświetlania tekstu pieśni i system nagłaśniający generuje zużycie prądu na poziomie około 10000 kWh rocznie. Na rys. 2 pokazano zużycie ciepła oraz energii elektrycznej.



Rys. 1. Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach wraz z domem parafialnym



Rys. 2. Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym oraz energię elektryczną w skali roku, studium przypadku – Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach

Tab. 1. Model zapotrzebowania – studium przypadku - Kościół

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w 2014 roku	
Kwartaly	Zapotrzebowanie [kWh]
I	3250
II	2500
III	1800
IV	2250
<b>Rocznie</b>	<b>9800</b>
Zapotrzebowanie na ciepło	
Współczynnik zapotrzebowania [kWh/m <sup>2</sup> ]	130
Powierzchnia – [m <sup>2</sup> ]	660
Całościowe zapotrzebowanie w okresie grzewczym w [kWh]	84500

W ciągu roku kalendarzowego są 52 niedziele i około 13 dni świątecznych, kiedy liczba nabożeństw jest zbliżona do liczby nabożeństw niedzielnych. W ciągu tygodnia w kościele

odbywa się nabożeństwo poranne i nabożeństwo wieczorne. Przyjęto, że każde nabożeństwo trwa około 3h (w tym czasie następuje przygotowanie kościoła, włączenie ogrzewania w czasie zimowym). Tak, więc w ciągu niedziel i świąt obrzędy trwają 12 godzin a w dzień powszedni 6 godzin. Daje to 2580 godzin w skali roku, w których rejestruje się zużycie energii elektrycznej oraz około 1290 godzin, gdzie zużywana jest również energia cieplna. Daje to około 4,45 kW jednostkowego zapotrzebowania na moc elektryczną oraz około 65 kW jednostkowego zapotrzebowania na ciepło. Zapotrzebowanie na elektryczną moc jednostkową zostało wyznaczone dla sezonu grzewczego.

**Tab. 2. Model zapotrzebowania – studium przypadku – Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach – wartości jednostkowe**

Wykorzystanie budynku w ciągu roku		
	Niedziele i święta	Dni powszednie
Liczba dni	65	300
Godziny w ciągu jednego dnia [h]	12	6
Ogółem [h]	780	1800
Zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło		
Ogólne zapotrzebowanie na energię elektryczną [kWh]	9800	
Moc szczytowa [kW]	4,5	
Ogólne zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	73920	
Moc szczytowa [kW]	66	

Z powyższych rozważań i obliczeń wynika, że w tym budynku występuje bardzo duża różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię elektryczną a ciepłem. W późniejszym etapie raportu rozważona zostanie możliwość pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną oraz możliwość pokrycia zapotrzebowania na ciepło w sezonie grzewczym. Przy tak dużej rozbieżności nie jest możliwe znalezienie takiego modułu, który byłby w stanie wypełnić zapotrzebowanie energetyczne budynku.

## 1.2. Studium przypadku – Restauracja

Drugim budynkiem poddanym analizie jest budynek restauracji „Siedlisko” położony w dzielnicy Gliwic - Łabędy. Jest to niewielka restauracja, której działalność bardziej nastawiona jest na organizację imprez i spotkań okolicznościowych niż duży ruch pojedynczych osób. W restauracji istnieje możliwość organizacji spotkania na około 60 osób.

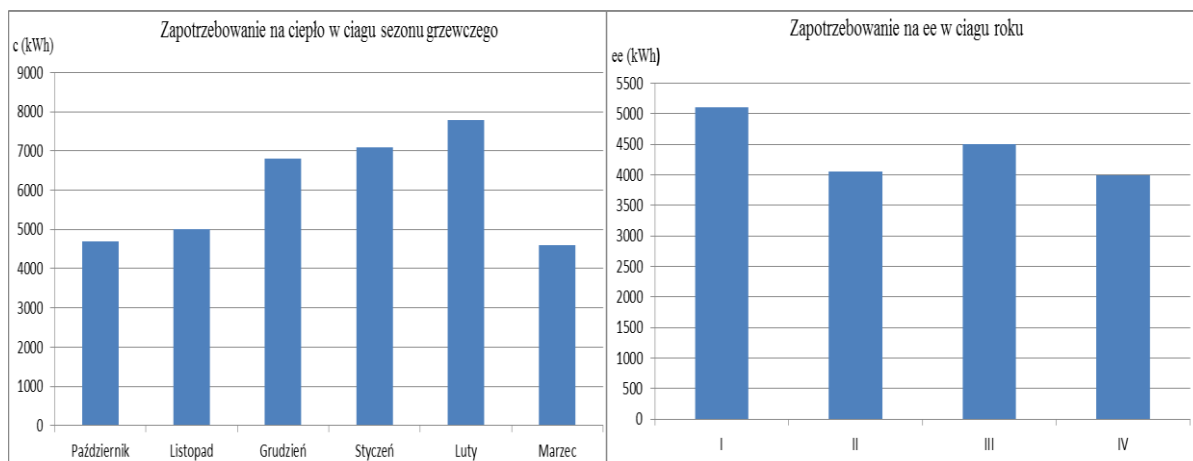


**Rys. 3. Restauracja „Siedlisko”**

W obiekcie zastosowano nowoczesne technologie – termomodernizację, plastikowe okna. W budynku znajduje się kominek opalany drewnem, który stanowi główne źródło ciepła dla

sali restauracyjnej. W trakcie okresu grzewczego do ogrzania restauracji potrzeba nie więcej niż 15 m<sup>3</sup> drewna. Kuchnia nie wymaga ogrzewania ze względu na ciepło wytwarzane w trakcie procesów kulinarnych, w szczególności w trakcie używania pieca kuchennego opalanego drewnem.

Procesy kulinarne (przygotowanie jedzenia) oraz czas „eksploatacji” budynku (utrzymanie gotowości restauracji, spotkania, sprząatanie) generuje wysokie zużycie energii elektrycznej. Szacuje się je na około 17 – 18 tysięcy kWh rocznie. Najwięcej energii jest zużywane pod koniec każdego roku. Ma to związek z organizacją tradycyjnych spotkań oplatkowych. Na rys. 4 pokazano zużycie energii elektrycznej i ciepła.



**Rys. 4. Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym i energię elektryczną w skali roku - studium przypadku – Restauracja „Siedlisko”**

Tak jak to zostało zrobione w przypadku kościoła, należy określić grafiki zapotrzebowania budynku na energię elektryczną oraz ciepło. Aby to wykonać, podsumowano godziny, w których restauracja jest czynna. W ciągu roku w restauracji odbywa się 120 imprez okolicznościowych, kiedy cały lokal jest wynajęty dla zorganizowanej grupy. Przyjęto, że jedna taka impreza trwa około 13 godzin. Zwykły dzień pracy restauracji w ciągu tygodnia trwa 10 godzin. Do tych założeń należy dodać 200 godzin pracy nieplanowanej lub niedającej się w sposób jednoznaczny określić w obliczeniach.

**Tab.3. Model zapotrzebowania – studium przypadku – Restauracja „Siedlisko”**

<b>Zapotrzebowanie na energię elektryczną w 2014 roku</b>	
<b>Kwartały</b>	<b>Zużycie energii elektrycznej [kWh]</b>
<b>I</b>	5100
<b>II</b>	4050
<b>III</b>	4500
<b>IV</b>	4000
<b>Rok</b>	17650
<b>Zapotrzebowanie na ciepło</b>	
<b>Drewno w [m<sup>3</sup>]</b>	15
<b>Średnia waga m<sup>3</sup> drewna [kg]</b>	600
<b>Drewno w tonach</b>	9
<b>Uzysk energetyczny z tony drewna w [MWh]</b>	3-5 (do obliczeń przyjęto 4)
<b>Wartość ciepła uzyskanego z danej wagi drewna [kWh]</b>	36000

Z powyższych założeń wynika, że restauracja jest czynna łącznie przez około 4200 godzin w roku. Połowa tego czasu, czyli 2100 godzin jest okresem, w którym występuje

zapotrzebowanie na ciepło. Zapotrzebowanie to jest zaspokajane przez kominek opalany drewnem.

Wyliczone wartości w stosunku do zużyć energetycznych dają moc szczytową elektryczną na poziomie 4,5 kW oraz 17 kW, jeśli chodzi o ciepło. Zapotrzebowanie na elektryczną moc szczytową zostało wyznaczone dla sezonu grzewczego.

**Tab. 4. Model zapotrzebowania studium przypadku - Restauracja „Siedlisko” – Wartości jednostkowe**

Wykorzystanie budynku w ciągu roku		
	Imprezy	Dni powszednie
Liczba dni	120	245
Godziny w ciągu jednego dnia [h]	13	10
Ogółem [h]	1560	2450
Zapotrzebowanie na ciepło		
Ogólne zapotrzebowanie na energię elektryczną [kWh]	17650	
Moc szczytowa [kW]	4,5	
Ogólne zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	36000	
Moc szczytowa [kW]	17	

Z powyższych obliczeń wynika, że chwilowe zapotrzebowania są do siebie zbliżone, jeśli patrzeć na zbieżności mocy znamionowych modułów kogeneracyjnych. Dopasowanie odpowiedniej jednostki do takiego zapotrzebowania nie powinno stanowić dużego problemu.

### 1.3. Studium przypadku - Gospodarstwo rolne „Butor” w Łanach Wielkich

Rozpatrywane gospodarstwo jest położone około 15 km od centrum Gliwic, jednak z racji ogromnej powierzchni pól uprawnych (1800 ha) gospodarstwo rozciąga się do 40 km między swoimi brzegami.



**Rys. 5. Gospodarstwo- widok z lotu ptaka**

W tym przypadku nie zostanie określony model referencyjny gospodarstwa, ponieważ nie ma możliwości otrzymania tak szerokich danych liczbowych, ale głównym powodem odstąpienia o tego jest rzeczywiste wykorzystanie modułu kogeneracyjnego w tym miejscu. Aby jednak zrozumieć ideę tego rozwiązania należy rozpatrzyć całościowy proces pozyskania paliwa dla modułu ( biogaz) i wykorzystania generowanej energii w gorzelni zbudowanej na terenie

gospodarstwa. Opis ten będzie w dużej części jakościowy, spowodowane jest to brakiem możliwości uzyskania dokładnych danych ilościowych.

Na znacznej części gruntów ornych hodowana jest kukurydza, mająca dwojaki przeznaczenie. W zależności od pory zbiorów jest przeznaczana na ziarno - sprzedaż bądź na karmę dla krów mlecznych lub wykorzystywana do produkcji kiszonki umieszczanej w biogazowni. W gospodarstwie hodowane są krowy mleczne w liczbie około tysiąca sztuk. Takie stado produkuje dobowo 40 ton obornika, będącego kolejnym elementem wsadu do zbiornika biogazowni. Gorzelnia pracująca na terenie gospodarstwa produkuje 4500 litrów spirytusu dziennie. Dobowo do zbiornika biogazowni trafia od 50 do 60 tysięcy litrów wywaru pofermentacyjnego. Substancja ma główny udział w zasilaniu zbiornika biogazowni. Okazuje się, że zużyty wkład z biogazowni może zostać użyty jako nawóz. Tak też się dzieje, a co za tym idzie zamyka się koło produkcyjne, ponieważ z każdym rokiem na obszarach uprawnych tego gospodarstwa używane jest mniej nawozów sztucznych.

Kogenerator posiada moc znamionowa 526 kW energii elektrycznej oraz 526 kW energii cieplnej. Z wartości produkowanej energii elektrycznej 300 kW jest zużywanych na procesy związane z obsługą gorzelnii. Nadwyżka jest sprzedawana do sieci Tauron. Energia cieplna jest wykorzystywana w dwojaki sposób, do produkcji pary wodnej używanej w gorzelnii (600kg/h) oraz do podgrzewania fermentującego wkładu w biogazowni (proces wymaga temperatury na poziomie 38°C).

Przykładowo w grudniu roku 2014 kogenerator wyprodukował 387875,15 MWh. Z tej wartości 198507,35 MWh zużyto w gorzelnii a resztę – 189367,80 MWh sprzedano do sieci.

## **2. Dobór jednostek kogeneracyjnych dla modeli referencyjnych**

Należy wyjaśnić kryteria doboru modułów dla rozpatrywanych budynków. W powyższych rozważaniach została wyznaczona wartość mocy szczytowej zarówno elektrycznej jak i cieplnej. Wartość ta została wyprowadzona z powodu nie możliwości poznania szerokiej perspektywy zapotrzebowania na moc danego budynku. Brak ten stanowił dużą przeszkodę w odpowiednim doborze modułu. Wyznaczenie mocy szczytowej jest próbą nadrobienia tego braku. Na podstawie tej wartości zostały dobrane moduły.

Za czas pracy modułu został przyjęty przybliżony czas trwania okresu grzewczego. Czas ten został określony na podstawie godzin użytkowania budynku w okresie sześciu miesięcy (październik- marzec). Powodem przyjęcia takiej logiki doboru jest zapotrzebowanie na ciepło, które w obu modelowych przypadkach występuje tylko w okresie IV i I kwartału roku. Jeżeli jednostka kogeneracyjna pracuje cały rok to pojawia się problem zagospodarowania ciepła wyprodukowanego. W opisie poszczególnych przypadków zaproponuję teoretyczne możliwości zagospodarowania nadmiaru ciepła w okresie II i III kwartału.

W trakcie analizy przyjęto cenę jednej kWh energii elektrycznej na poziomie 60 gr. Natomiast bazując na ustawie o OZE, przyjęto, że za jedną kWh oddaną do sieci prosument otrzyma 48 gr, czyli 80% ceny kupna.

### **2.1. Studium przypadku – Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach**

W tabeli 5 zamieszczono zapotrzebowanie energetyczne budynku w okresie grzewczym (kwartał I, IV). Korzystając z tabeli 6 można dokonać przeglądu dostępnych na rynku jednostek kogeneracyjnych. Zostały w niej zamieszczone specyfikacje jednostek wybranych po przeglądzie rynku dostępnych modułów. W przypadku tego budynku została dokonana dwutorowa analiza modułów - ze względu na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepło.

Potrzeba takiej analizy wynika z dużej rozbieżności zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło.



W tabeli 7 została przeprowadzona analiza finansowa kosztów użycia modułu oraz kosztów zakupu paliwa (gazu). Analiza ta pokazuje również oszczędności (lub ich brak) płynące z wykorzystania jednostki w tym budynku. Tabele 7,8,9 zawierające analizy pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepło. Pierwsza z nich odnosi się do energii elektrycznej a dwie kolejne do ciepła.

**Tab. 5. Zapotrzebowanie w okresie grzewczym studium przypadku – Kościół pw. św. Gerarda w Gliwicach**

<b>Zapotrzebowanie energetyczne - sezon grzewczy</b>	
<b>Ciepło</b>	
<b>Sezon grzewczy [h]</b>	1290
<b>Miesiące</b>	<b>Ciepło [kWh]</b>
<b>Październik</b>	10000
<b>Listopad</b>	13500
<b>Grudzień</b>	16000
<b>Styczeń</b>	19000
<b>Luty</b>	16000
<b>Marzec</b>	10000
<b>Suma</b>	84500
<b>Moc szczytowa [kW]</b>	65,50
<b>Energia elektryczne</b>	
<b>Kwartał I</b>	3250
<b>Kwartał IV</b>	2500
<b>Suma</b>	5750
<b>Moc szczytowa [kW]</b>	4,46

**Tab. 6. Dane katalogowe modułów, porównanie zużycia energii do energii produkowanej**

<b>Moduły dla pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną</b>						
<b>Moduły kogeneracyjne</b>	<b>Paliwo</b>	<b>Moc elektryczna [kW]</b>	<b>Moc cieplna [kW]</b>	<b>Wartość opałowa [kW]</b>	<b>Wyprodukowana energia elektryczna [kWh]</b>	<b>Wyprodukowane ciepło [kWh]</b>
<i>SENER TEC Dachs</i>	<i>LPG, GZ</i>	5,5	12,5	20,5	7095	26445
GHP XRGI 6	LPG, GZ	4,25	11	21,4	5482,5	14190
VISSMANN EM 5/13	GZ	5,5	13,5	20,2	7095	26058
<b>Moduły dla pokrycia zapotrzebowania na ciepło</b>						
VISSMANN EM 20/39	GZ	20	39	62	25800	50310
TEDOM T30	GZ	30	61,2	96,2	38700	78948
<i>SENER TEC Dachs 2x</i>	<i>LPG, GZ</i>	11	25	41	14190	52890

Tab. 7. Analiza finansowa – pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną

Przed instalacją		
Zużycie ciepła [kWh]	84500	
Koszt ciepła z PEC [PLN]	36012	
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	3450	
Koszt energii elektrycznej z sieci [PLN]	2070	
Suma kosztów za energię [PLN]	38082	
Po instalacji		
Wyprodukowana energia elektryczna [kWh]	7095	
Wyprodukowane ciepło [kWh]	26445	
Pozostałe zapotrzebowanie na energia elektryczna [kWh]	-3645	
Pozostałe zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	58055	
Koszt energii elektrycznej i ciepła z sieci [PLN]	22990	
	<b>LPG</b>	<b>GZ</b>
Wartość opałowa [kWh/m <sup>3</sup> ]	26	10
Cena za m3 [PLN]	10	2,05
Objętość paliwa [m <sup>3</sup> ]	1017	2518
Koszt paliwa [PLN]	10171	5163
Podsumowanie ekonomiczne		
Roczny koszt energii elektrycznej i ciepła – kogenerator [PLN]	33163	28155
Różnica [PLN]	4918	9926

Tab. 8. Analiza finansowa – pokrycie zapotrzebowania na ciepło – wariant 1

Przed instalacją	
Zużycie ciepła [kWh]	84500
Koszt ciepła z PEC [PLN]	36012
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	3450
Koszt energii elektrycznej z sieci [PLN]	2070
Suma kosztów za energię [PLN]	38082
Po instalacji	
Wyprodukowana energia elektryczna [kWh]	38700
Wyprodukowane ciepło [kWh]	78948
Pozostałe zapotrzebowanie na energia elektryczna [kWh]	-35250
Pozostałe zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	5552
Koszt energii elektrycznej i ciepła z sieci [PLN]	-14553
	<b>GZ</b>
Wartość opałowa [kWh/m <sup>3</sup> ]	10
Cena za m3 [PLN]	2,05
Objętość paliwa [m <sup>3</sup> ]	11818
Koszt paliwa [PLN]	24228
Podsumowanie ekonomiczne	
Roczny koszt energii elektrycznej i ciepła – kogenerator [PLN]	9674
Różnica [PLN]	28407

W sytuacji, gdy inwestycja jest ukierunkowana na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną należy przyjąć, że koszt zakupu modułu oraz montażu i przystosowania obecnej instalacji kreuje się na poziomie 50000 – 60000 PLN. Wybierając gaz ziemny jako paliwo zasilające, jednostka generuje około 10000 PLN zysku w okresie grzewczym.

Wynika z tego, że w okresie 5 lub 6 lat inwestycja powinna się zwrócić, a następnie generować zysk, ponieważ tego typu moduły są wysoce niezawodne i mogą pracować do 30 lat bez żadnych usterek i napraw.

**Tab. 9. Analiza finansowa – pokrycie zapotrzebowania na ciepło – wariant 2**

<b>Przed instalacją</b>		
Zużycie ciepła [kWh]	84500	
Koszt ciepła z PEC [PLN]	36012	
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	3450	
Koszt energii elektrycznej z sieci [PLN]	2070	
Suma kosztów za energię [PLN]	38082	
<b>Po instalacji</b>		
Wyprodukowana energia elektryczna [kWh]	14190	
Wyprodukowane ciepło [kWh]	52890	
Pozostałe zapotrzebowanie na energię elektryczną [kWh]	-10740	
Pozostałe zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	31610	
Koszt energii elektrycznej i ciepła z sieci [PLN]	8316	
	<b>LPG</b>	<b>GZ</b>
Wartość opałowa [kWh/m <sup>3</sup> ]	26	10
Cena za m <sup>3</sup> [PLN]	10	2,05
Objętość paliwa [m <sup>3</sup> ]	2034	5037
Koszt paliwa [PLN]	20342	10326
<b>Podsumowanie ekonomiczne</b>		
Roczny koszt energii elektrycznej i ciepła – kogenerator [PLN]	20342	18642
Różnica [PLN]	17739	19439

W przypadku pokrycia zapotrzebowania na ciepło zostały rozpatrzone dwa warianty. Pierwszym wariantem jest użycie jednostki kogeneracyjnej TEDOM T 30 czeskiego producenta – TEDOM. Instalacja takiej jednostki jest nastawiona bezpośrednio na pokrycie zapotrzebowania na ciepło. Koszt takiego modułu i wszystkie koszty wynikające z montażu i modyfikacji instalacji nie powinny przekroczyć 170 000 PLN. Według przeprowadzonej analizy jednostka powinna przynosić rocznie 28 000 PLN zysku. Przy utrzymaniu takiej prognozy inwestycja zwróci się po 6 latach. Przypadek ten jest najbardziej rzeczywistym ze wszystkich trzech możliwości użycia jednostki kogeneracyjnej.

Drugi z nich, czyli użycia dwóch modułów SENER TEC Dachs, jest propozycją użycia modułu kogeneracyjnego, jako elementu obniżającego koszty energii, ale niedającego niezależności energetycznej. Koszt instalacji takiego rozwiązania kształtuje się na poziomie 100000 PLN. W jednym sezonie grzewczym moduł zasilany gazem ziemnym generuje zysk na poziomie 19500 PLN, co daje zwrot inwestycji po 5 latach użytkowania modułu.

Jest to przypadek czysto teoretyczny, ponieważ trudno byłoby wykonać odpowiednią instalację, która dawałby możliwość przełączania źródeł lub nawet używania ich symultanicznie. Jeśli nawet taka instalacja by powstała, to automatyka sterująca procesem generuje kolejne koszty i jest bardziej zawodna niż sam kogenerator.

## 2.2. Studium przypadku – Restauracja „Siedlisko”

W tabeli 10 zamieszczono zapotrzebowanie energetyczne budynku w okresie grzewczym (kwartał I, IV). Korzystając z tabeli 11 można dokonać przeglądu jednostek kogeneracyjnych. Zostały zamieszczone w niej specyfikacje trzech jednostek wybranych po przeglądzie rynku.

Tab.10. Zapotrzebowanie w okresie grzewczym studium przypadku – Restauracja „Siedlisko”

Zapotrzebowanie energetyczne - sezon grzewczy	
Ciepło	
Czas pracy [h]	2110
Miesiące	<b>Ciepło [kWh]</b>
Październik	4700
Listopad	5000
Grudzień	6800
Styczeń	7100
Luty	7800
Marzec	4600
Suma	36000
Moc szczytowa [kW]	17
Energia elektryczne	
Kwartały	<b>Energia elektryczna [kWh]</b>
I	5100
IV	4000
Suma	9100
Moc szczytowa [kW]	4,5

Tab.11. Dane katalogowe modułów, porównanie zużycia energii do energii produkowanej

Moduły kogeneracyjne	Paliwo	Moc elektryczna [kW]	Moc cieplna [kW]	Wartość opałowa [kW]	Wyprodukowana energię elektryczną [kWh]	Wyprodukowane ciepło [kWh]
SENER TEC Dachs	LPG, GZ	5,5	12,5	20,5	11550	26250
GHP XRGI 6	LPG, GZ	4,25	11	21,4	8925	23100
GHP XRGI 9	LPG, GZ	6,5	17	31	13650	35700
VISSMANN EM 5/13	GZ	5,5	13,5	20,2	11550	28350

Wybór jednostki GHP POLAND XRGI 6 jest spowodowany tym, że prawie w całości wypełnia zapotrzebowanie na energię elektryczną. Wyprodukowana energia cieplna pokrywa około 65% całkowitego zapotrzebowania. W budynku znajduje się kominek będący głównym źródłem ciepła. Po instalacji modułu będzie on spełniał bardziej funkcję estetyczną, produkując jednak około 35% potrzebnego ciepła.

Poniżej została przeprowadzona analiza finansowa kosztów użycia modułu oraz kosztów zakupu paliwa (gazu). Analiza ta pokazuje również oszczędności (lub ich brak) płynące z wykorzystania jednostki w tym budynku.

**Tab.12. Analiza finansowa – eksploatacja modułu**

<b>Przed instalacją</b>		
Zużycie ciepła [kWh]	36000	
Koszt 15 m <sup>3</sup> drewna [PLN]	2850	
Zużycie energii elektryczną [kWh]	9800	
Koszt energii elektrycznej z sieci [PLN]	5880	
Suma kosztów za energię [PLN]	8730	
<b>Po instalacji</b>		
Wyprodukowana energia elektryczna [kWh]	8925	
Wyprodukowane ciepło [kWh]	23100	
Pozostałe zapotrzebowanie na energia elektryczna [kWh]	875	
Pozostałe zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	12900	
Koszt energii elektrycznej i ciepła z sieci [PLN]	1546,25	
	LPG	GZ 50
Wartość opalowa [kWh/m <sup>3</sup> ]	26	10,5
Cena za m <sup>3</sup> [PLN]	10	2,05
Objętość paliwa [m <sup>3</sup> ]	1728	4280
Koszt paliwa [PLN]	17284	8774
<b>Podsumowanie ekonomiczne</b>		
Roczny koszt energii elektrycznej i ciepła – kogenerator [PLN]	18830	10320
Różnica [PLN]	-10100	-1590

Z powyższych obliczeń wynika, że użycie takiego modułu jest nieopłacalne, zarówno jeśli rozpatrzmy użycie gazu ziemnego jak i LPG. Z obliczeń wynika, że głównym czynnikiem generującym koszty jest zakup paliwa. Do otrzymanych wyników należy jeszcze dodać koszt jednostki kogeneracyjnej – 25 000 PLN oraz koszty montażu, modyfikacji istniejącej instalacji grzewczej i elektrycznej – 10 000 PLN. Jeśli rozpatrzyć prace takiego modułu przez cały rok to generowana kwota, która trzeba by dopłacić wzrośnie dwukrotnie (LPG – 20000 PLN, GZ- 4000 PLN) oraz zostanie wyprodukowane około 10000 kWh ciepła, które nie ma realnego wykorzystania.

Szansy użycia takiego modułu można doszukiwać się w module na biogaz, który mógłby być produkowany z gnojowicy generowanej przez pobliska stadninę koni. Jest to jednak wizja dość odległa i niekonkretna. Budowa instalacji biogazowniczej generuje kolejne dość wysokie koszty, a gaz powstający z samej tylko gnojowicy nie jest tak kaloryczny jak GZ czy LPG.

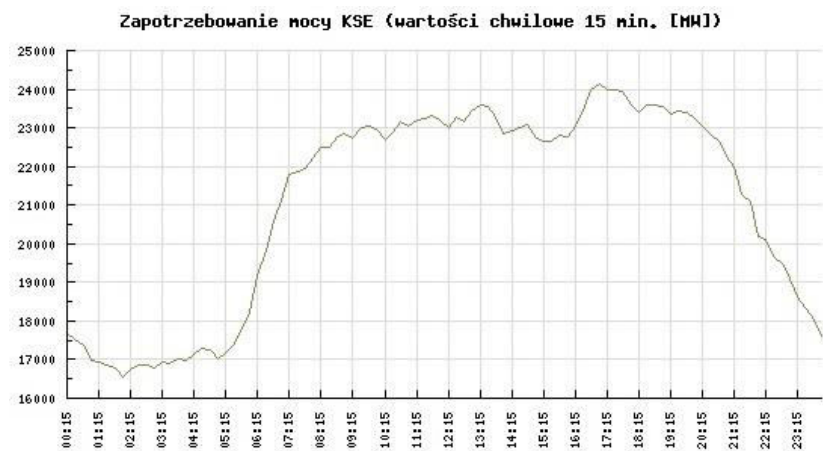
### **3. Potencjał projektu w zakresie oddziaływanie na profil KSE**

W trakcie doby (22.01.2015) zapotrzebowanie na moc KSE kształtowało się tak, jak pokazuje poniższy wykres. Z powyższej analizy możliwości wykorzystania modułów kogeneracyjnych można wyliczyć możliwość zmniejszenia zapotrzebowania na moc szczególnie w jego szczytowej części.

W Polsce jest około 17 tysięcy restauracji i punktów gastronomicznych. 75%. Tej liczby to budynki wolnostojące, które mają większy potencjał użytkowania generacji skojarzonej. Przypadek przez mnie rozpatrzony jest specyficzny i trudno odnieść do ogółu, ponieważ restauracje są zazwyczaj większe powierzchniowo i generują dużo wyższe zapotrzebowanie energetyczne. Przyjmując ogólne założenie, że w 12 000 restauracji instalacja modułu kogeneracyjnego 5 kW znamionowej mocy elektrycznej jest uzasadniona i rentowna, można wyliczyć, że daje to około 60 MW mocy znamionowej w skali całego kraju.

W naszym kraju można znaleźć około 15 000 kościołów zbliżonych do modelu referencyjnego wyprowadzonego powyżej. Rozpatrzony kościół jest budynkiem zbudowanym

w nowoczesnej technologii termicznej, co widać w zapotrzebowaniu na ciepło. W dużej części tego typu budowli współczynnik zapotrzebowania kW/m<sup>2</sup> jest dużo wyższy, a co z tym idzie użyta jednostka kogeneracyjna musiałaby być większa.



**Rys. 6. Zapotrzebowanie moc KSE – 22.01.2015**

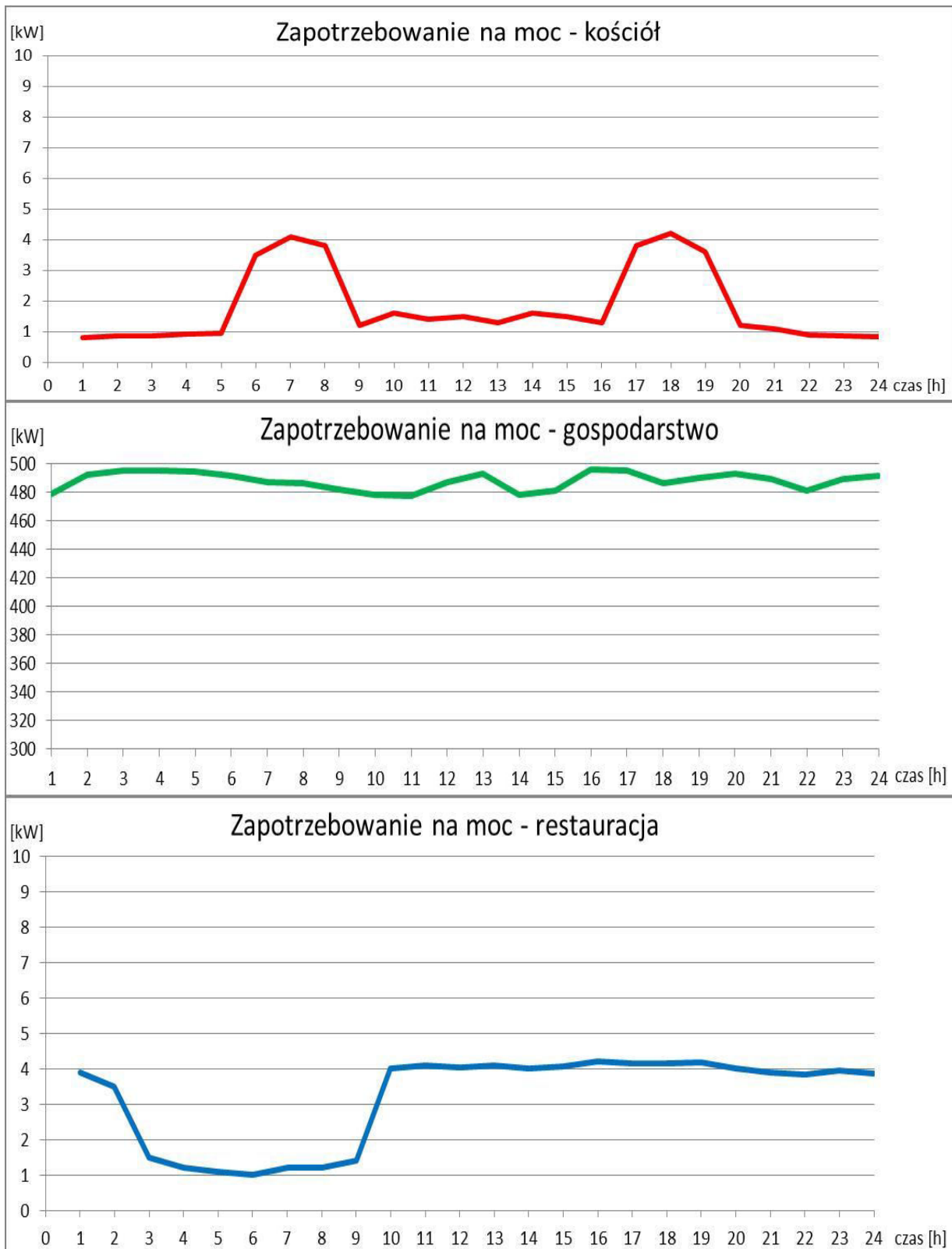
Aby przedstawić możliwość oddziaływania takiej modyfikacji na KSE przyjęto, że 15000 kościołów ma potencjał instalacji kogeneratorów o elektrycznej mocy znamionowej równej 30 kW. Dają to 450 MW mocy znamionowej w skali Polski.

Obszary rolnicze w Polsce zajmują 18 milionów hektarów. Gospodarstwo rolne, które zostało rozpatrzone i użyte, jako model referencyjny zajmuje powierzchnię 1800 ha. Przy założeniu, że na rolnictwo energetyczne zostaje przeznaczony 1 milion ha, to takich gospodarstw byłoby 550. Budowa przy każdym gospodarstwie biogazowni i montaż kogeneratora o mocy 0,5 MW daje moc znamionową w skali kraju na poziomie 275 MW.

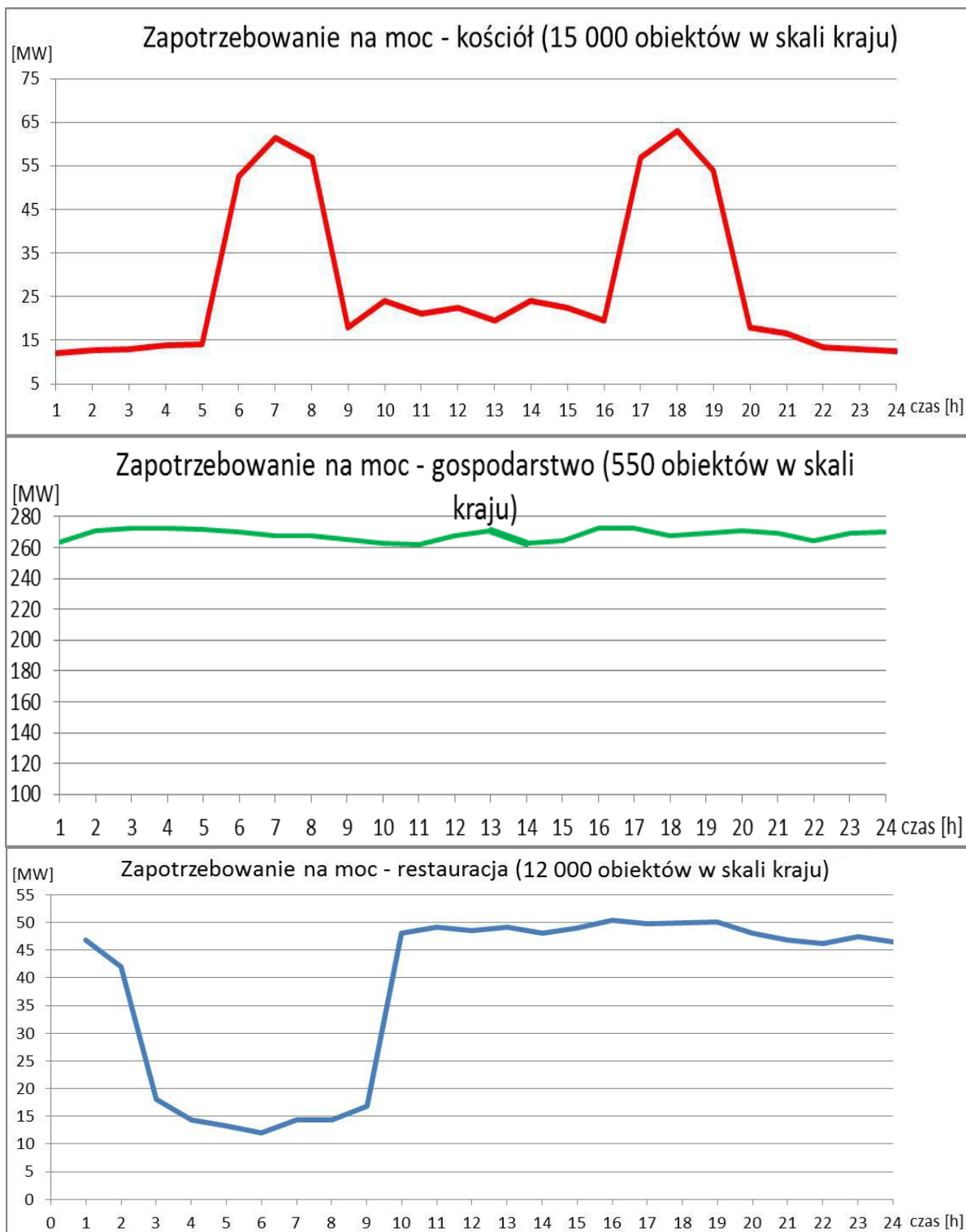
**Tab. 13. Wartość mocy znamionowych**

	<b>Moc znamionowa kogeneratora [kW]</b>	<b>Liczba budynków w skali kraju</b>	<b>Moc znamionowa w skali kraju [MW]</b>
Restauracja	5	12000	60
Kościół	30	15000	450
Gospodarstwo	500	550	275
		<b>Wartość sumaryczna</b>	<b>785</b>

Z przeprowadzonych danych szacunkowych wynika, że instalacja takiej liczby modułów obniża zapotrzebowanie na moc KSE, o 3,27% ,co daje realną różnicę w zapotrzebowaniu w tak zwanym szczycie wieczornym. Poniżej prezentuję teoretyczne wykresy zapotrzebowania w ciągu doby (21.01.2015) na moc elektryczną dla trzech modeli referencyjnych.

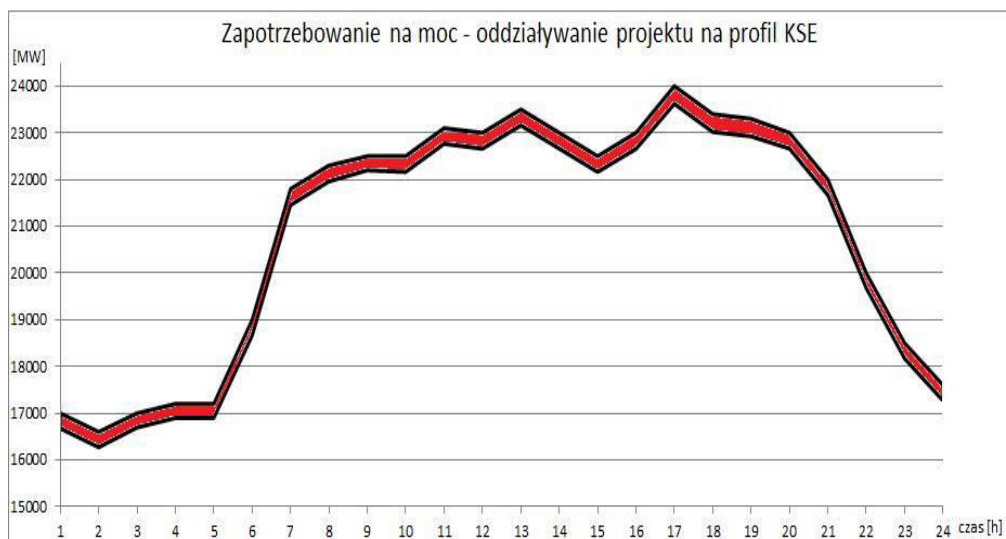


Rys. 7. Zapotrzebowanie na moc studium przypadku – Kościół pw. Św. Gerarda, Restauracja „Siedlisko”, Gospodarstwo „Butor”



**Rys. 8. Zapotrzebowanie na moc w skali kraju- Kościoły, Restauracje, Gospodarstwa Rolne**





**Rys. 9. Oddziaływanie projektu na profil KSE**

Powyższy wykres obrazuje możliwości zmiany profilu KSE. Nie jest to wyraźne, najbardziej pożądane obniżenie szczytu wieczornego. Tego typu modernizacje dają całościowe obniżenie profilu.

#### 4. Fotowoltaika i pompa ciepła studium przypadku - Kościół

Aby sprostać wymaganiom stawianym przez specyficzny bilans energetyczny, w tym punkcie zostanie rozpatrzone wykorzystanie w obiekcie paneli fotowoltaicznych jako źródła energii elektrycznej oraz pompy ciepła jako źródła ciepła.

Główna nawa świątyni jest nakryta dwuspadowym dachem, którego jeden spad skierowany jest w kierunku wschodnim, co pozwala na montaż paneli. Połacie dachu, która jest brana pod uwagę, ma powierzchnię około 200 m<sup>2</sup>. Jest to obszar wystarczający dla montażu ogniw. Zaproponowane ogniwa będą to ogniwa cienkowarstwowe wykonane w technologii CIGS.

**Tab. 14. Wartość mocy znamionowych**

<b>Instalacja fotowoltaiczna</b>	
<b>Ilość paneli</b>	30
<b>Moc znamionowa jednego [Wp]</b>	150
<b>Moc instalacji [Wp]</b>	4500
<b>Powierzchnia instalacji [m2]</b>	30
<b>Koszt instalacji [PLN]</b>	
<b>Koszt paneli</b>	15600
<b>Koszt baterii akumulatorów</b>	20000
<b>Inne elementy instalacji</b>	15000
<b>Montaż</b>	5000
<b>Suma</b>	55600

Zapotrzebowanie na moc szczytową w rozpatrywanym wypadku kształtuje się na poziomie 4,5 [kW]. Jeden wymieniony powyżej panel ma powierzchnię około 1 m<sup>2</sup> i generuje moc 150 [Wp]. Aby wypełnić zapotrzebowanie należy zainstalować od 30 do 35 paneli. Szczyty zapotrzebowania na energię cieplną występują rano i wieczorem, w ciągu reszty dnia w dużej mierze odbiorcą energii elektrycznej jest plebania. Aby zapewnić instalacji odpowiednią pracę należy zainstalować baterię akumulatorów, które pozwolą na zmagazynowanie energii

i użycie jej w trakcie zapotrzebowania. Powyższa tabela zawiera informacje liczbowe oraz przypuszczalny kosztorys całości.

Instalacja pompy ciepła ma dwojaki sens. Jednak należy pamiętać o systemie rozprzewadzenia ciepła po budynku. Najlepszym rozwiązaniem współpracy z pompą jest ogrzewanie podłogowe. W ciągu sezonu grzewczego, ogrzewanie podłogowe pozwala na równomierne rozejście się ciepła po budynku. W miesiącach cieplejszych, kiedy w kościele jest gorąco, pompa ciepła może produkować chłód, co znacznie podnosi komfort osób znajdujących się w kościele.

Do pokrycia zapotrzebowania na ciepło zostanie wykorzystana pompa ciepła z dolnym źródłem. Należały rozpatrzyć dwa rodzaje kolektorów umieszczonych w ziemi. Wykonanie odwiertów czy poziome zagospodarowanie terenu pod kolektor charakteryzuje się podobną ceną. Jednak w wypadku kolektora poziomego zachodzi ograniczenie możliwości sadzenia drzew lub krzewów ozdobnych. W tej analizie zostanie przyjęta pompa ciepła z pionowym kolektorem.

Zapotrzebowanie na ciepłą moc szczytową wynosi 65 [kW]. Wynika z tego, że moc znamionowa pompy powinna znajdować się w przedziale od 40 do 50 [kW]. Da to również odpowiednią możliwość generowania chłodu w miesiącach gorących.

Koszt instalacji pompy ciepła wraz z odwiertami i instalacją ogrzewania podłogowego nie powinna przekroczyć wartości 150 000 PLN. Należy tutaj zaznaczyć, że pompy ciepła są maszynami mogącymi pracować do 30 lat bezawaryjnie. Jedynym elementem wymagającym uzupełniania jest czynnik roboczy.

W ciągu roku za energię elektryczną oraz ciepło trzeba zapłacić około 40 000 PLN. Sumaryczny koszt inwestycji: pompa ciepła plus ogniwo PV wynosi 170 000 PLN. Czas zwrotu inwestycji wynosi 5 lat.

## **5. Raport w kontekście Modelu Interaktywnego Rynku Energii Elektrycznej**

Jednostki kogeneracyjne są źródłami regulowanymi. Z punktu widzenia MIREE taka cecha jest bardzo potrzebna i użyteczna. Źródła opisane w raporcie są przewymiarowane i właściciele budynków zmuszeni są do sprzedaży nadwyżki uzyskanej energii elektrycznej do sieci. Z drugiej strony elektrownie wiatrowe charakteryzują się generacją wymuszoną z niestabilnością wytwarzania spowodowaną warunkami atmosferycznymi. Połączenie tych źródeł w Wirtualna Wyspę pozwoli na stabilizację generacji wymuszonej w elektrowniach wiatrowych i sprzedaż nadmiaru energii elektrycznej.

W raporcie omówiono trzy różne jednostki kogeneracyjne. Duże źródło (0,5 MW) umieszczone w gospodarstwie rolnym z punktu widzenia energii elektrycznej jest przewymiarowane. Kogeneracja daje możliwość wyprodukowania odpowiedniej ilości ciepła a równorzędna produkcja energii elektrycznej jest w dużej mierze nastawiona na sprzedaż nadmiaru do sieci. Moc niemająca pokrycia w gospodarstwie kształtuje się na poziomie 250 kW. Układ kogeneracyjny w tym przypadku pracuje przez większość roku, ponieważ procesy technologiczne w gorzelnii wymagają stałych warunków termicznych. Duża nadwyżka pochodząca z gospodarstwa rolnego pozwoli na znaczną stabilizację generacji elektrowni wiatrowej.

Mikroźródła kogeneracyjne w przypadku kościoła i restauracji również są za duże. Dysproporcja w zapotrzebowaniu energetycznym kościoła oraz niewielkie zapotrzebowanie energetyczne restauracji stanowią największy problem, jeśli chodzi o dobór odpowiednich jednostek. W kościele występuje wysokie zapotrzebowanie na ciepło w okresie zimowym (85 000 kWh) i nie współmiernie niskie zapotrzebowanie na energię elektryczną (10 000 kWh w skali roku). W raporcie zostały rozpatrzone dwa warianty doboru jednostek kogeneracyjnych. Obydwa rozwiązania są przewymiarowane i właściciel musi odprowadzać nadwyżkę energii elektrycznej do sieci. Jednostka zaproponowana w restauracji jest

mikroźródłem pokrywającym zapotrzebowanie na energię elektryczną w 90%. W przypadku porównanie kosztów za energię sprzed inwestycji, instalacja generuje straty nawet w przypadku, gdy część generowanej energii elektrycznej jest sprzedawana do sieci.

Taka sytuacja powoduje, że do właścicieli budynków można zastosować określenie Prosument – Inwestor, czyli osoba nastawiona nie tylko na zaspokojenie własnych potrzeb energetycznych, ale również mogąca sprzedawać nadwyżki energii elektrycznej. Wszystkie trzy źródła posiadają przyłącze do KSE. Inwestor dysponujący elektrownią wiatrową jest zainteresowany współpracą z Prosumentami – Inwestorami posiadającymi regulowane i stabilne jednostki kogeneracyjne. Rolą Operatora Techniczno-Handlowego jest skonsolidowanie dążeń tych dwóch podmiotów. Musi on płynnie wyprowadzać nadwyżkę mocy pochodzącą z kogeneracji do sieci a w momencie, gdy w warunki atmosferyczne nie sprzyjają generacji wiatrowej, stabilizować elektrownię wiatrową. Daje to możliwość występowania właścicieli mikroźródeł kogeneracyjnych pod postacią jednego zbiorczego podmiotu handlowego. Zapewnia to również poważniejszą pozycję na rynku energii elektrycznej.

## **6. Podsumowanie**

Powyższy raport ma na celu przybliżenie możliwości użycia jednostek kogeneracyjnych, jako pełnoprawnych źródeł energii elektrycznych i ciepła. Użycie tego typu rozwiązań gwarantuje niezawodność i długowieczność jednostki oraz małe nakłady na serwisowanie i ewentualne awarie.

Głównym wnioskiem płynącym z analizy przypadków jest to, że jednostki kogeneracyjne nie są rozwiązaniem uniwersalnym. W przypadku gospodarstwa rolnego, gdzie znajduje się stabilny odbiór generowanego ciepła kogeneracja jest rozwiązaniem najlepszym z możliwych. Pozwala na produkcję biogazu, czyli paliwa zasilającego jednostkę, wykonywanie odpowiednich procesów gorzelniczych oraz zasila obiekt w energię elektryczną. Daje również właścicielowi możliwość wejścia na rynek energii elektrycznej.

Niestety w dwóch kolejnych przypadkach kogeneracja nie daje już tak dobrych efektów. W kościele odbiór ciepła występuje tylko w okresie grzewczym. Jest to wartość znacznie przewyższająca zapotrzebowanie na energię elektryczną, co skutkuje przewymiarowaniem jednostki. W okresie gdy obiektu nie trzeba ogrzewać kogeneracja jest bezzasadna. Znacznie lepszym rozwiązaniem dla tego typu obiektów jest połączenie pompy ciepła i paneli fotowoltaicznych. W przypadku restauracji zapotrzebowanie na ciepło jest mniejsze od zapotrzebowania na energię elektryczną. Dobór mikroźródła kogeneracyjnego pokrywa zapotrzebowanie na energię, w dużej mierze jednak w momencie porównania kosztów ponoszonych przez właściciela przed instalacją i po niej, okazuje się że jednostka generowałaby duże straty.

Kolejnym wnioskiem płynącym z raportu powinna być obserwacja czasu zwrotu kosztów inwestycyjnych. Można zauważyć na przykładzie modelu referencyjnego kościoła, że im większy kogenerator tym czas zwrotu inwestycji jest krótszy i bardziej realny (operujący rzeczywistymi kwotami). Niestety, im większa jednostka tym również wyższe koszty zakupu, montażu i modernizacji instalacji. Jednak zwrot poniesionych kosztów jest w dużym stopniu gwarantowany. Jest to spowodowane w miarę stabilnymi cenami na rynku gazów użytkowych oraz prognozowanymi wzrostami wartości energii elektrycznej pochodzenia prosumenckiego oddawanej do sieci.

## Literatura

[Euro Centrum] [Rynek pomp ciepła w Polsce i Województwie Śląskim](http://www.klaster3x20.pl). BŻEP Dział 1.3.06, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

Kiciński J i Lampert P.: Kogeneracja w dużej i malej skali. Instytut Maszyn Przepływowych PAN 2008.

Krupa F.: Biogazowania w gminie Kietrz w kontekście pakietu 3x20 i mapy drogowej 2050. Gliwice, 2013, [Repozytorium ILab EPRO](#) (sem. zimowy 2013).

Oczadły K.: Mikrobiogazownia o mocy elektrycznej 10-50kW widziana w kontekście dyrektywy 2009/28. Gliwice, 2013, [Repozytorium ILab EPRO](#) (sem. zimowy 2013).

[Popczyk J, Walek T, Juszczak J, Skrzypek A] [Referencyjne zastosowanie gazowej mikrogeneracji MCHP XRGI w posuwanckiej energetyce budynkowej](#). BŻEP Dział 1.3.15, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

[Popczyk J] [Model interaktywnego rynku energii elektrycznej. Od modelu WEK-NI-EP do modelu EP-NI-WEK](#). BŻEP Dział 1.1.06, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

[Popczyk J] [Słownictwo i inne \(encyklopedyczne\) podstawy z obszaru przebudowy energetyki](#). BŻEP Dział 1.1.06, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

[Port PC] [Wpływ zastosowania pomp ciepła na środowisko, korzyści wynikające z ich zastosowania oraz znaczenie w Polsce do 2020 r.](#) BŻEP Dział 1.3.06, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

Skorek J, Kalina J.: Gazowe układy kogeneracyjne. WNT 2004.

*Datowanie RAPORTU (wersja oryginalna) – 21.06.2015 r.*