

Leszek PAJĄK
Wiesław BUJAKOWSKI
Zakład Energii Odnawialnej i Badań Środowiskowych
Pracownia Energii Odnawialnej
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
ul. Wybickiego 7, 30-950 Kraków 65

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2013

PORÓWNANIE CEN ENERGII CIEPLNEJ POCHODZĄCEJ Z INSTALACJI GEOTERMALNYCH Z CENAMI KONWENCJONALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PODSTAWIE TARYF ROZLICZENIOWYCH OBOWIĄZUJĄCYCH W 2013 ROKU

STRESZCZENIE

W artykule dokonano porównania cen jednostkowych netto energii cieplnej (w zł/GJ) pochodzących ze źródeł wykorzystujących energię geotermalną i konwencjonalną. Porównania dokonano opierając się na taryfach rozliczeniowych obowiązujących w wybranych przedsiębiorstwach, zajmujących się dostawą energii cieplnej do odbiorców – są to zatem ceny energii dla odbiorcy finalnego; ujmują one zarówno koszty wytwarzania jak i dystrybucji energii cieplnej. Prezentowane wyniki są kontynuacją wcześniejszych artykułów autorów publikowanych w latach 2007 i 2011. Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że w 2013 roku cena energii cieplnej pochodzącej z instalacji geotermalnych odpowiadała mniej więcej cenom energii pochodzącej z węgla lub sieciowego gazu ziemnego i była niższa od ceny zakupu energii pochodzącej z oleju opałowego. Porównanie cen historycznych z danymi obecnymi pozwoliło określić dynamikę rocznego wzrostu cen jednostkowych energii cieplnej; dla instalacji wykorzystującej geotermię w przedziale czasu 2007–2013 wynosiła ona 1,4%/rok. Dla instalacji wykorzystujących paliwa konwencjonalne była ona znacząco wyższa i wynosiła: 2,4%/rok dla węgla kamiennego, 3,7%/rok dla gazu ziemnego i 4,9%/rok dla oleju opałowego. Cena jednostkowa energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych zmieniała się od 42 (dla węgla) do 116 zł/GJ (dla oleju opałowego), natomiast dla instalacji geotermalnych zawierała się w przedziale od 46 do 83 zł/GJ.

Wbrew potocznym opiniom cena zakupu energii geotermalnej nie jest zatem wyższa od energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych, co więcej, charakteryzowała się mniejszą dynamiką wzrostu cen w czasie.

SŁOWA KLUCZOWE

Ceny energii cieplnej, geotermia, ciepłownictwo, zmiany cen energii

* * *

WPROWADZENIE

Ceny energii cieplnej pochodzącej z systemów scentralizowanych uzależnione są od kosztów jej pozyskania oraz kosztów dystrybucji. Potoczne opinie dotyczące cen zakupu energii cieplnej pochodzącej z instalacji wykorzystujących energię geotermalną wyrażają zazwyczaj opinie o rzekomej „drogiej energii”, pochodzącej z tego typu instalacji. Celem publikacji jest obiektywna ocena porównawcza, zestawiająca ceny zakupu energii pochodzącej z instalacji geotermalnych z cenami energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych. Ze względu na to, że jest to już trzecie z kolei zestawienie cen zakupu netto energii obowiązujących dla końcowego odbiorcy (Pająk, Bujakowski 2011, 2007) autorzy przedstawili zmiany cen jednostkowych energii cieplnej w czasie – od roku 2007 do roku 2013.

1. OPIS METODYKI

W rozważaniach wykorzystano metodykę szerzej opisaną w poprzednich pracach autorów (Pająk, Bujakowski 2011), uaktualniając taryfy rozliczeniowe do stanu obowiązującego w czerwcu 2013 – dane źródłowe zestawiono w tabeli 1. Tabela 1 została sporządzona na podstawie danych źródłowych: (Dalkia Warszawa S.A. 2012 i 2013), (Dziennik Urzędowy Województwa Zachodniopomorskiego 2012, poz. 1848 i z roku 2013, poz. 725), (Dziennik Urzędowy Województwa Małopolskiego 2013, poz. 1535), (Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A. 2012), (Geotermia Mazowiecka S.A. 2013).

Graniczne wartości jednostkowych cen zakupu energii cieplnej oszacowano zakładając dwie wartości jednostkowego maksymalnego zapotrzebowania na moc grzewczą potencjalnego odbiorcy energii p , wynosiły one 50 i 100 W/m². Zapotrzebowanie na energię cieplną q zostało przyjęte na poziomie 0,43 GJ/(m² rok), dla odbiorcy cechującego się zapotrzebowaniem na moc jednostkową 50 W/m² i 0,57 GJ/(m² rok) w przypadku odbiorcy cechującego się jednostkowym zapotrzebowaniem na moc zamówioną 100 W/m². Przyjęte parametry definiujące odbiorcę są charakterystyczne dla obiektów kubaturowych o charakterze mieszkalno-usługowym. Całkowitą jednostkową cenę zakupu energii cieplnej ustalono na podstawie zależności:

$$c_c = \frac{(c_{mz} + c_{sop})p10^{-6}}{q} + c_{ec} + c_{zop} \quad (1)$$

gdzie:

- c_c – całkowita cena jednostkowa zakupu energii cieplnej [zł/GJ],
- $c_{mz}, c_{ec}, c_{sop}, c_{zop}$ – składniki taryfy rozliczeniowej, oznaczenia i jednostki miar zgodnie z tabelą 1,
- p – jednostkowa moc zamówiona [W/m²],

q – jednostkowe roczne zapotrzebowanie na energię cieplną [GJ/(m² rok)].

Tabela 1

Zestawienie taryf rozliczeniowych, dla wybranych przedsiębiorstw ciepłowniczych, stan aktualny na czerwiec 2013 roku, wartości netto obowiązujące odbiorcę końcowego

Table 1

Statement considered billing tariffs for selected heating companies, current status in June 2013, the net value of the applicable end user

Rodzaj opłaty Nazwa (grupa taryfowa)	Cena za moc zamówioną c_{mz} [zł/MW/rok]	Cena za energię cieplną c_{ec} [zł/GJ]	Cena nośnika ciepła [zł/m ³]	Stala stawka opłaty przesyłowej c_{sop} [zł/MW/rok]	Zmienna stawka opł. przesyłowej c_{zop} [zł/GJ]
Geotermia Pyrzyce (A pojedynczy odbiorca)	133 832,28	39,48	22,00	37 410,06	13,50
Geotermia Pyrzyce (B grupowy odbiorca)	133 832,28	39,48	22,00	28 002,60	10,17
Geotermia Pyrzyce (C układ pomiarowy)	133 832,28	39,48	22,00	34 063,92	14,10
Geotermia Mazowiecka (M1 geotermia i gaz)	111 923,49	41,77	10,66	26 811,02	10,76
Geotermia Podhalańska (M1)	75 010,48	23,96	17,01	38 391,28	11,09
Geotermia Podhalańska (M2)	75 010,48	23,96	17,01	43 980,86	15,84
Geotermia Podhalańska (M3)	75 010,48	23,96	17,01	55 856,46	20,50
Geotermia Podhalańska (G)	53 161,31	16,38	2,93	0,00	0,00
PEC Stargard (B1 PEC Stargard Szczeciński) źródła węglowe i geotermia	62 554,80	28,40	48,23	14 838,88	8,86
Stargard (B2/1 PEC Stargard Szczeciński) źródła węglowe i geotermia	62 554,80	28,40	48,23	29 469,97	14,40
PEC Stargard (B2/2 PEC Stargard Szczeciński) źródła węglowe i geotermia	62 554,80	28,40	48,23	23 887,03	12,57
0148 PEC Stargard (B3 PEC Stargard Szczeciński) źródła węglowe i geotermia	62 554,80	28,40	48,23	31 208,90	15,26
Dalkia W-wa S.A. (A22/B1 olej opałowy)	130 739,40	72,67	0,00	0,00	0,00
MPEC Kraków (KO-w z oleju opałowego)	127 358,52	93,07	0,00	0,00	0,00
MPEC Kraków (KG-w z gazu ziemnego)	118 003,56	63,23	0,00	0,00	0,00
Dalkia W-wa S.A. (A12/B1/C3 gaz ziemny)	100 095,36	58,64	11,95	18 255,60	5,80
Geotermia Mazowiecka (S1 miał węglowy i biomasa)	117 457,49	32,36	8,87	32 762,18	9,59
Dalkia W-wa S.A. (A15/B1/C1 węgiel)	67 462,32	31,41	4,29	7 855,56	3,80
Dalkia W-wa S.A. (A3/B1/C211 sieć ciepłownicza)	51 722,64	19,75	5,71	35 416,44	11,79

Całkowita cena jednostkowa zakupu energii cieplnej (przedstawiona na rysunku 1) ujmowała zarówno składniki stałe jak i zmienne taryf rozliczeniowych analizowanych dostawców energii cieplnej.

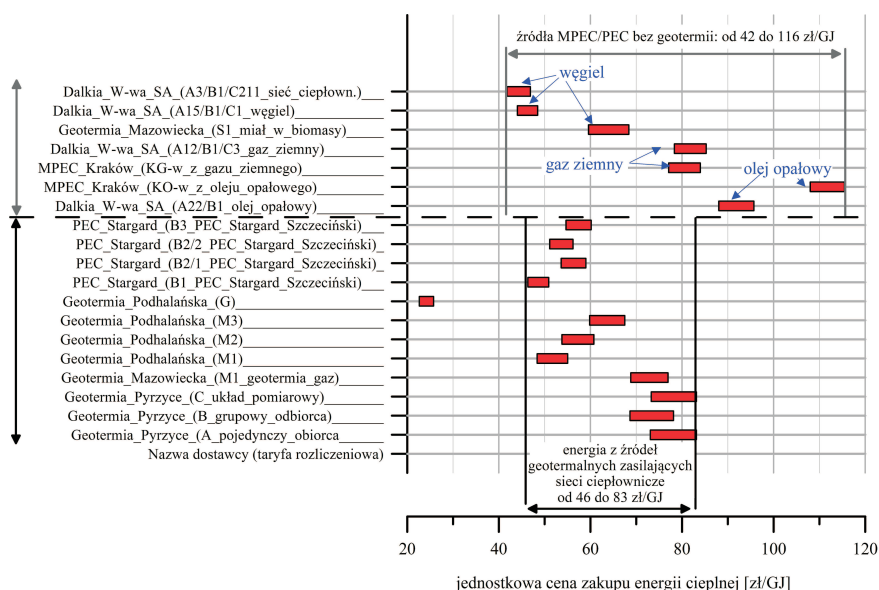
Wybór przedsiębiorstw zajmujących się dostawą energii cieplnej do odbiorców nie był przypadkowy. W przypadku instalacji geotermalnych autorzy starali się ująć wszystkie instalacje dostarczające odbiorcom energię pochodzącą z geotermii, prowadzące rozliczenia oparte na zatwierdzanych przez URE (Urząd Regulacji Energetyki) taryfach. W stosunku do poprzednich publikacji, o których była mowa powyżej, wyłączono z rozważań instalację geotermalną w Uniejowie, dla której mimo starań autorów nie udało się pozyskać obecnych taryf rozliczeniowych. W przypadku konwencjonalnych źródeł energii starano się wykorzystać taryfy dużych – rynkowych dostawców energii. Cenniki (taryfy), według których prowadzone jest rozliczanie sprzedaży energii dla dużych dostawców dają, zdaniem autorów, większą pewność ujęcia w taryfach realnych kosztów wytwarzania i dystrybucji energii. W ramach wybranych dostawców energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych wybrano taryfy, dla których energia pochodziła z podstawowych wykorzystywanych w gospodarce paliw, tj: węgla, gazu ziemnego i oleju opałowego. W ten sposób autorzy starali się określić minimalne i maksymalne koszty wytwarzania i dystrybucji energii pochodzącej z nośników konwencjonalnych, określając pewną ich rozpiętość.

2. PREZENTACJA WYNIKÓW

Na rysunku 1 zaprezentowano prognozowane jednostkowe ceny całkowite netto zakupu energii cieplnej pochodzącej od dostawców zestawionych w tabeli 1, określone według opisanych powyżej założeń. W celach porównawczych zamieszczono zaczerpnięte z literatury (Pająk, Bujakowski 2011) ceny jednostkowe zakupu energii cieplnej netto określone według identycznej metodyki i dla tych samych dostawców energii cieplnej (rys. 2). Dzięki porównaniu wartości cen jednostkowych możliwa jest analiza porównawcza zmian cen jednostkowych zakupu energii w czasie od roku 2011 do roku 2013.

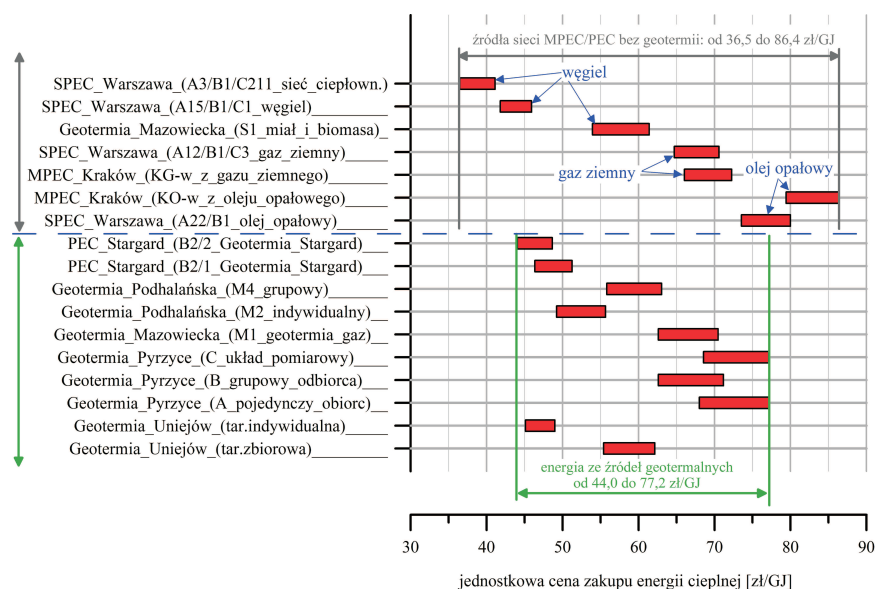
Na rysunku 1 przedstawiono cenę jednostkową energii cieplnej pochodzącej z instalacji obsługiwanej przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska dla odbiorców zlokalizowanych bezpośrednio w strefie ujęcia geotermalnego (Geotermia Podhalańska grupa taryfowa G), jest to zatem cena zakupu pozbawiona opłat związanych z dystrybucją energii. Cena ta jest bardzo atrakcyjna i wynosi netto około 24–26 zł/GJ. Potwierdza to słuszność wykorzystywania lokalnych zasobów energii geotermalnej.

Z porównania danych zestawionych na rysunkach 1 i 2 wynika znaczące poszerzenie z czasem przedziału zmian ceny jednostkowej netto dla energii cieplnej dla konwencjonalnych źródeł energii. Jest to spowodowane głównie znaczącym wzrostem cen oleju opałowego w przedziale czasu od roku 2011 do roku 2013. W tabeli 2 zestawiono wyliczone na podstawie danych źródłowych przedstawionych na rysunkach 1 i 2 zmiany: maksymalnych, minimalnych i średnich cen jednostkowych netto zakupu energii cieplnej pochodzącej z analizowanych



Rys. 1. Graficzne zestawienie prognozowanych jednostkowych cen zakupu energii cieplnej netto przez odbiorcę finalnego dla analizowanych dostawców energii cieplnej – stan aktualny na czerwiec 2013 roku (na podstawie tabeli 1)

Fig. 1. Graphical comparison of the projected unitary price of thermal energy by the recipient of the final net for the analyzed thermal energy suppliers – current status in June 2013 (from Table 1)



Rys. 2. Zestawienie jednostkowych cen zakupu energii cieplnej netto przez odbiorcę finalnego dla analizowanych dostawców energii, stan aktualny w roku 2011 (Pająk, Bujakowski 2011)

Fig. 2. Summary of unitary price of thermal energy by the recipient of the final net for the analyzed energy suppliers, current status in 2011 (Pająk, Bujakowski 2011)

Tabela 2

Minimalne, maksymalne i średnie ceny zakupu energii cieplnej netto [zł/GJ] dla odbiorców końcowych, opracowane na podstawie tabeli 1 i danych literaturowych (Pająk, Bujakowski 2011, 2007)

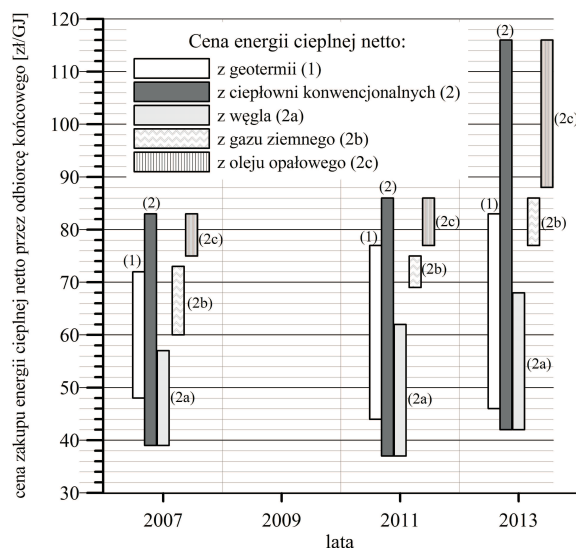
Table 2

Minimum, maximum and average purchase prices of the net heat [zł/GJ] for end users, developed on the basis of Table 1 and the data (Pająk, Bujakowski 2011, 2007)

Rok	2007			2011			2013		
	min.	max	śred.	min.	max	śred.	min.	max	śred.
Ciepłownie wykorzystujące energię geotermalną	48	72	60	44	77	61	46	83	65
Ciepłownie na paliwa konwencjonalne w tym:	39	83	56	37	86	62	42	116	79
ciepłownie na węgiel	39	57	48	37	62	50	42	68	55
ciepłownie na gaz ziemny	60	73	67	69	75	72	77	86	82
ciepłownie na olej opałowy	*75	*83	*79	77	86	82	88	116	102

* Wartości szacowane na podstawie cen oleju opałowego w roku 2007 po dodaniu kosztów dystrybucji energii cieplnej.

źródeł. Dodatkowo analizowane dane uzupełniono o wcześniejsze informacje dotyczące jednostkowych cen całkowitych zakupu energii cieplnej netto (Pająk, Bujakowski 2007). Wzrost cen całkowitych zakupu energii cieplnej przedstawiono graficznie na rysunku 3.



Rys. 3. Zmiany jednostkowych cen zakupu energii cieplnej netto obowiązujących odbiorcę końcowego, opracowane na podstawie danych z taryf rozliczeniowych dla lat 2007, 2011 i 2013

Fig. 3. Changes in unit purchase net price of the heat applicable for end user, developed based on data from billing rates for the years 2007, 2011 and 2013

W celach porównawczych obliczone zostały względne zmiany cen energii ciepłej pochodzącej od analizowanych dostawców energii ciepłej w przedziałach czasu od roku 2007 do roku 2013 i od roku 2011 do roku 2013. Wartości zmian względnych podano dla analizowanych przedziałów czasu oraz w przeliczeniu na rok; wartości te zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zmiany procentowe średnich cen zakupu energii ciepłej netto przez odbiorcę końcowego dla wybranych pierwotnych nośników energii (na podstawie tabeli 2)

Table 3

Percentage changes in average purchase net prices of the heat, values applicable for a final customer and selected primary energy carriers (from Table 2)

Parametr	Wzrost ceny średniej energii w latach 2011–2013		Wzrost ceny średniej energii w latach 2007–2013	
	[% odniesione do 2011]	[%/rok]	[% odniesione do 2007]	[%/rok]
Ciepłownie wykorzystujące energię geotermalną	6,6	3,3	8,3	1,4
Ciepłownie na paliwa konwencjonalne	27,4	13,7	41,1	6,9
ciepłownie na węgiel	10,0	5,0	14,6	2,4
ciepłownie na gaz ziemny	13,9	6,9	22,4	3,7
ciepłownie na olej opałowy	24,4	12,2	29,1	4,9

PODSUMOWANIE

Obserwowane zmiany cen całkowitych zakupu energii ciepłej pochodzących od analizowanych dostawców energii ciepłej (tab. 1) pozwalają stwierdzić większą stabilność w czasie cen energii ciepłej pochodzącej z energii geotermalnej. Cena średnia netto energii ciepłej pochodzącej z ciepłowni wykorzystujących energię geotermalną w latach 2007–2013 rosła o około 1,4%/rok (tab. 3). W tym samym czasie średnia cena energii ciepłej u odbiorców wzrastała o: 2,4%/rok dla ciepłowni bazujących na węglu, 3,7%/rok dla ciepłowni bazujących na gazie ziemnym i aż 4,9%/rok, dla ciepłowni dla których podstawowym źródłem energii był olej opałowy. Warto zwrócić uwagę na fakt, że dynamika wzrostu cen całkowitych energii pochodzącej z ciepłowni wykorzystujących geotermię jest o 1%/rok niższa od dynamiki wzrostu cen energii pochodzącej z węgla kamiennego (tab. 3) i o 2,3%/rok niższa od dynamiki wzrostu cen energii pochodzącej z gazu ziemnego.

Cena jednostkowa netto zakupu energii ciepłej obowiązująca odbiorcę końcowego wynosiła w roku 2013: dla instalacji bazujących na nośnikach konwencjonalnych od 42 do 116 zł/GJ (tab. 2 i rys. 1 i 3 – od 42 do 68 zł/GJ dla węgla, od 77 do 86 zł/GJ dla sieciowego gazu ziemnego i od 88 do 116 zł/GJ dla oleju opałowego). Dla instalacji wykorzystujących

energię geotermalną zawierała się natomiast w przedziale od 46 do 83 zł/GJ. Energia pochodząca z instalacji geotermalnych nie odznacza się zatem wyższą ceną jednostkową zakupu niż energia pochodząca ze źródeł konwencjonalnych. Cena jej zakupu może być porównywalna z ceną energii pochodzącej z gazu ziemnego, a w niektórych przypadkach z ceną energii pochodzącej z węgla.

O ile w roku 2011 cena całkowita netto energii cieplnej pochodzącej z ciepłowni wykorzystującej energię geotermalną plasowała się mniej więcej w przedziale niższych cen energii pochodzącej z oleju opałowego i średnich pochodzących z ciepłowni węglowych (rys. 2), o tyle w roku 2013 (rys. 1) obserwuje się występowanie cen jednostkowych energii pochodzącej z geotermii znacząco poniżej cen energii pochodzącej z oleju opałowego. Powodem tego stanu rzeczy jest wzrost rynkowych cen oleju opałowego notowany w ostatnim czasie. Na uwagę zasługuje również fakt występowania jednostkowych cen energii cieplnej pochodzącej z gazu ziemnego poza maksymalne ceny jednostkowe energii pochodzącej z ciepłowni wykorzystujących energię geotermalną (o wartość 3 zł/GJ – rys. 1 lub tab. 2) – w roku 2011 maksymalne ceny jednostkowe energii cieplnej z instalacji wykorzystujących geotermię były wyższe od cen jednostkowych obserwowanych dla gazu ziemnego o około 2 zł/GJ (rys. 2 i tab. 2).

Ponadto należy stwierdzić, że w analizowanym przedziale czasu obserwuje się mniejsze zmiany cen energii cieplnej pochodzącej z instalacji wykorzystujących geotermię w porównaniu do cen konwencjonalnych nośników energii.

Niezależnie od powyższych ocen warto podkreślić, że spośród trzech zakładów geotermalnych objętych regulacjami URE dwa notują dodatnie wyniki finansowe. Dodatnie wartości rentowności netto spółka Geotermia Mazowiecka S.A. osiąga od 2004 roku z wartością ponad 7% w 2010 r. Podobne wyniki osiąga PEC Geotermia Podhalańska S.A. od 2008 roku z maksimum bliskim 8% w 2011 r. Wyniki tej ostatniej spółki zaowocowały szeregiem nagród i wyróżnień, z których najważniejszą jest Nagroda Gospodarcza Prezydenta RP w kategorii „Zielona Gospodarka” przyznana 5.06.2013 roku oraz przyznane w 2012 roku VI miejsce w Ogólnopolskim Rankingu Najlepszych Przedsiębiorstw Energetyki Ciepłej.

LITERATURA

Dziennik Urzędowy Województwa Małopolskiego z dnia 19 lutego 2013 roku, poz. 1535. DECYZJA NR OKR-4210-7(6)/2013/215/XIA/TK PREZESA URZĘDU REGULACJI ENERGETYKI z dnia 13 lutego 2013 roku w sprawie zatwierdzenia zmiany taryfy dla ciepła Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. z siedzibą w Krakowie.

Dziennik Urzędowy Województwa Zachodniopomorskiego z dnia 7 lutego 2013 roku, poz. 725. DECYZJA NR OSZ-4210-6(6)/2013/420/X/BK PREZESA URZĘDU REGULACJI ENERGETYKI z dnia 5 lutego 2013 r. ZMIANA TARYFY DLA CIEPŁA „GEOTERMIA PYRZYCE” Sp. z o.o., 74-200 Pyrzyce, ul. Ciepłownicza 27 Pyrzyce, 2013 r.

Dziennik Urzędowy Województwa Zachodniopomorskiego z dnia 6 sierpnia 2012 roku, poz. 1848. DECYZJA NR OSZ-4210-29(9)/2012/244/XIII/JG PREZESA URZĘDU REGULACJI ENERGETYKI z dnia 3 sierpnia

- 2012 r. Taryfa dla ciepła Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Stargard Sp. z o.o. w Stargardzie Szczecińskim Stargard Szczeciński, 2012 r.
- Dalkia Warszawa S.A., 2013. Wyciąg z Taryfy dla ciepła – ceny i stawki opłat (bez VAT) – stosowane przez Dalkia Warszawa S.A. od dnia 20.02.2013 do 30.06.2013.
- Geotermia Mazowiecka S.A., Zmiana Taryfy dla ciepła – aneks nr 1. Mszczonów, styczeń 2013.
- PAJAŁ L., BUJAKOWSKI W., 2011 — Porównanie cen zakupu energii pochodzącej z polskich ciepłowni geotermalnych z energią innych dostawców w świetle obowiązujących taryf rozliczeniowych. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1–2, s. 237–244.
- PAJAŁ L., BUJAKOWSKI W., 2007 — Analiza cen energii cieplnej pochodzącej z działających w Polsce ciepłowni geotermalnych. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1, s. 9–15.
- Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A. Taryfa dla ciepła. Załącznik do decyzji Prezesa URE z dnia 22 czerwca 2012 roku.
- Dalkia Warszawa S.A. Taryfa dla ciepła Dalkia Warszawa S.A. Warszawa październik 2012.

COMPARISON OF THERMAL ENERGY PRICES DERIVED FROM GEOTHERMAL AND CONVENTIONAL INSTALLATIONS BASED ON BILLING RATES FOR THE YEAR 2013

ABSTRACT

The article compares the net unit price of thermal energy (in zł/GJ, 1 USD \approx 3,2 zł and 1 EURO \approx 4,2 zł) derived from using geothermal and conventional energy sources. The comparison was made on the basis of billing rates in force in selected companies engaged in supplying heat to the public – the energy prices are valid for the final consumer and includes both the cost of production and distribution of heat. The presented results are a continuation of the previous article the authors define the above parameters between 2007 and 2011. Based on the analyzes it can be stated that in 2013, the price of heat energy derived from geothermal installations corresponded more or less energy prices derived from coal or natural gas network (Fig. 1) and was lower than the purchase price of energy from oil. Price comparison archival data helped determine the dynamics of the current annual increase in unit prices of thermal energy – for installations using geothermal energy in the time period 2007–2013 amounted to 1.4% / year (Table 3). For systems that use conventional fuels but was significantly higher at 2.4% / year for coal, 3.7% / year for natural gas and 4.9% / year for heating oil. The unit price of energy from conventional sources varied from about 42 (for coal) to 116 zł/GJ (for fuel oil) (Fig. 1 and 3), and for geothermal installations from 46 to 83 zł/GJ. Contrary to popular opinion, the purchase price of geothermal energy is therefore higher than energy from conventional sources – indeed characterized by a lower growth rate of prices over time.

KEY WORDS

Rates of thermal energy, geothermal energy, heating, changes of energy prices

