

KOMITET PROBLEMÓW ENERGETYKI
PRZY PREZYDIUM POLSKIEJ AKADEMII NAUK

CENTRUM PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW GOSPODARKI
SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIA POLSKIEJ AKADEMII NAUK

KATEDRA ENERGETYKI ROLNICZEJ, WYDZIAŁ TECHNIKI
I ENERGETYKI ROLNICTWA AKADEMII ROLNICZEJ W KRAKOWIE

Seminarium naukowe

PROBLEMY WYKORZYSTANIA ENERGII
GEOTERMALNEJ I WIATROWEJ W POLSCE

KRAKÓW—ZAKOPANE, 26—27 maj 1997

Skojarzona gospodarka energetyczna systemu grzewczego: ciepłownia geotermalna + sprężarkowe pompy ciepła + elektrownie wiatrowe — wspomagane gazem

Wprowadzenie

Jednym z kilku istotnych źródeł energii odnawialnych na Ziemi są zasoby wód geotermalnych. Do nich zaliczane są zarówno źródła podziemne wody cieplej o różnej temperaturze i zasoleniu, jak i naturalne ciepło kumulowane w powierzchniowych wodach gruntowych, wodach zrzutowych (ciepło odpadowe) oraz gruncie. Przykładem może być Szwecja, gdzie tylko jedna z firm ABB (Asean Brown Boveri) wykonała kilka tysięcy instalacji z pompami ciepła, z których jedna z największych o mocy 13 MW pracuje z ogrzewaniem miasta Västerås [1].

Źródła geotermalne w Polsce, zasoby i ich wykorzystanie

Według opracowanej w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, Departament Geologii, mapy zasobów wód geotermalnych w Polsce ich wielkość szacuje się na przeszło 100 mld t p.u.

Średnia głębokość zalegania złóż cieplej wody wynosi 2500 m, o temperaturze 40—120°C i zasoleniu 0—120 g soli/litr. Zalecane do wykorzystania zasoby wód geotermalnych znajdują się na terenie synkliny szczecińsko-łódzko-miechowskiej, zapadlisk górnośląskich i przedkarpackich. Według ostatnich danych Komisji ds. Energetyki Wspólnoty Europejskiej [2] Polska ma szczególnie korzystne warunki dla rozwoju energetyki geotermalnej, na obszarze 3/4 kraju można efektywnie wykorzystywać ciepło wód geotermalnych nisko- i wysokotemperaturowych.

W 1992 r. Zakład Geotermalny Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk doprowadził ciepłą wodę do pierwszych

[◇] Dr hab. inż., prof. AR, Katedra Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza, Kraków.

budynków we wsi Bańska Niżna. Jest to pierwsza tego typu instalacja w Europie Centralnej i Wschodniej. W latach 1994—1996 firma Geotermia Podhalańska S.A. doprowadziła ciepło do przeszło 300 budynków wsi Bańska Niżna i Biały Dunajec, a obecnie realizowany jest program uciepłownienia miasta Zakopane.

W roku 1995 oddano do użytku ciepłownię geotermalną w Pyrzycach na potrzeby tego miasta i gminy, zrealizowaną przez firmę Geotermia Pyrzyce sp. z o.o. według projektu firmy Houe & Olsen z Danii (absorpcyjna pompa ciepła).

Obecnie w Polsce projektowane lub realizowane są m.in. następujące zamierzenia z zakresu energetyki geotermalnej:

- Mszczonów, moc 8 MW, temp. wody 42°C, bez soli,
- Skierniewice, moc 8 MW, temp. wody 69°C, zasolenie 117 g/l,
- Żyrardów, moc 10 MW, temp. wody 70°C, zasolenie 110 g/l.

Przedsięwzięcia te przygotowuje firma Geotermia Mazowiecka S.A.

We wszystkich wymienionych wyżej zamierzeniach ciepło gorących źródeł ma być wykorzystane do ogrzewania budynków (c.o.) i do dostarczania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). Ten ekologiczny rodzaj ogrzewania ma zastąpić istniejące już źródła ciepła oparte na spalaniu lub ma być źródłem ciepła dla nowych osiedli (Zakopane, Nowy Targ, Nowy Sącz, Szczecin, Tarnów).

Rozwój zastosowań energetyki geotermalnej w istotny sposób wpływa na ochronę środowiska naturalnego człowieka. Przykładem może być budowa instalacji geotermalnej na Podhalu, która ograniczy rocznie emisję: CO_x o 450 tys. t, SO_x o 420 tys. t, oraz NO_x o 60 tys. t [3].

Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji:

- skojarzonej gospodarki energetycznej alternatywnego systemu grzewczego miasta Mszczonów z wykorzystaniem energii wód geotermalnych, pomp ciepła i elektrowni wiatrowych w stosunku do stosowanego obecnie, tradycyjnego, opartego na spalaniu węgla,
- geotermalnego systemu grzewczego dla miasta Mszczonów, alternatywnego w stosunku do projektu duńskiego, przedstawionego firmie Geotermia Mazowiecka, przez firmę Houe & Olsen.

Dane ogólne o mieście

Miasto Mszczonów, województwo skierniewickie, 60 km od Warszawy na trasie Warszawa—Katowice, 6000 mieszkańców, z gminą 12000 mieszkańców, w zamierzeniach miasto ekologicznie czyste, „zielone płuca dla Warszawy”.

Opis istniejącego systemu grzewczego

Budownictwo wielorodzinne skupione jest w osiedlach: Dworcowa I, II, III — zasilanie ciepłe: 3 kotłownie osiedlowe opalane miałem węglowym. Istniejące kotłownie ogrzewają 20% zasobów mieszkaniowych miasta, reszta ogrzewania indywidualnie, tradycyjne spalanie

węгля. Sieci ciepłownicze tradycyjne, w kanałach łupinowych, częściowo Osiedle Dworcowa III w rurach preizolowanych.

- średnie spalanie roczne węgla/miała 4 500 t,
- roczne zapotrzebowanie ciepła średnio 66 000 GJ,

w tym:

- potrzeby cieplne odbiorców 60 000 GJ,
- straty cieplne w sieci 6 000 GJ (10%).

— koszt jednostkowy energii cieplnej:

cena 1 GJ (wg kosztów ze stycznia 1996) ze spalania węgla 9,1 USD/GJ

Charakterystyka i założenia projektu duńskiego firmy Houe & Olsen

Projekt 1 zakłada wykorzystanie energii wód geotermalnych do celów grzewczych miasta, z zastosowaniem absorpcyjnych pomp ciepła. Rozwiązanie techniczne projektu przedstawia rysunek 1.

Podstawowe założenia projektu:

Łączna wymagana moc grzewcza dla miasta (c.o + c.w.u.) 8,0 MW.

Proponowane rozwiązanie:

— podstawowe źródło ciepła: absorpcyjna pompa ciepła (AHP) produkcji japońskiej o mocy 6,32 MW,

— współczynnik efektywności cieplnej pompy ciepła COP = 1,72,

— zasilanie: wysokotemperaturowa kotłownia gazowa o mocy 4,0 MW,

— temperatura wody „na wyjściu” z pompy ciepła 55°C,

— pobór ciepłej wody z istniejącego otworu eksploatacyjnego geotermalnego IG-1 o następujących parametrach:

- głębokość otworu 1300 m,

- temperatura wody 42°C — woda pitna (bez zasolenia),

- wydajność (pobór wody) max. 110 m³/godz.,

- układ obiegu wody geotermalnej otwarty, roczny zrzut wody: ok. 800 tys. m³ do kanalizacji lub picia,

- zasilanie pomocnicze (szczytowe): 2 kotłownie gazowe, niskotemperaturowe po 4 MW każdy, dogrzewające ciepłą wodę z układu podstawowego 55°C do temperatury 85—90°C.

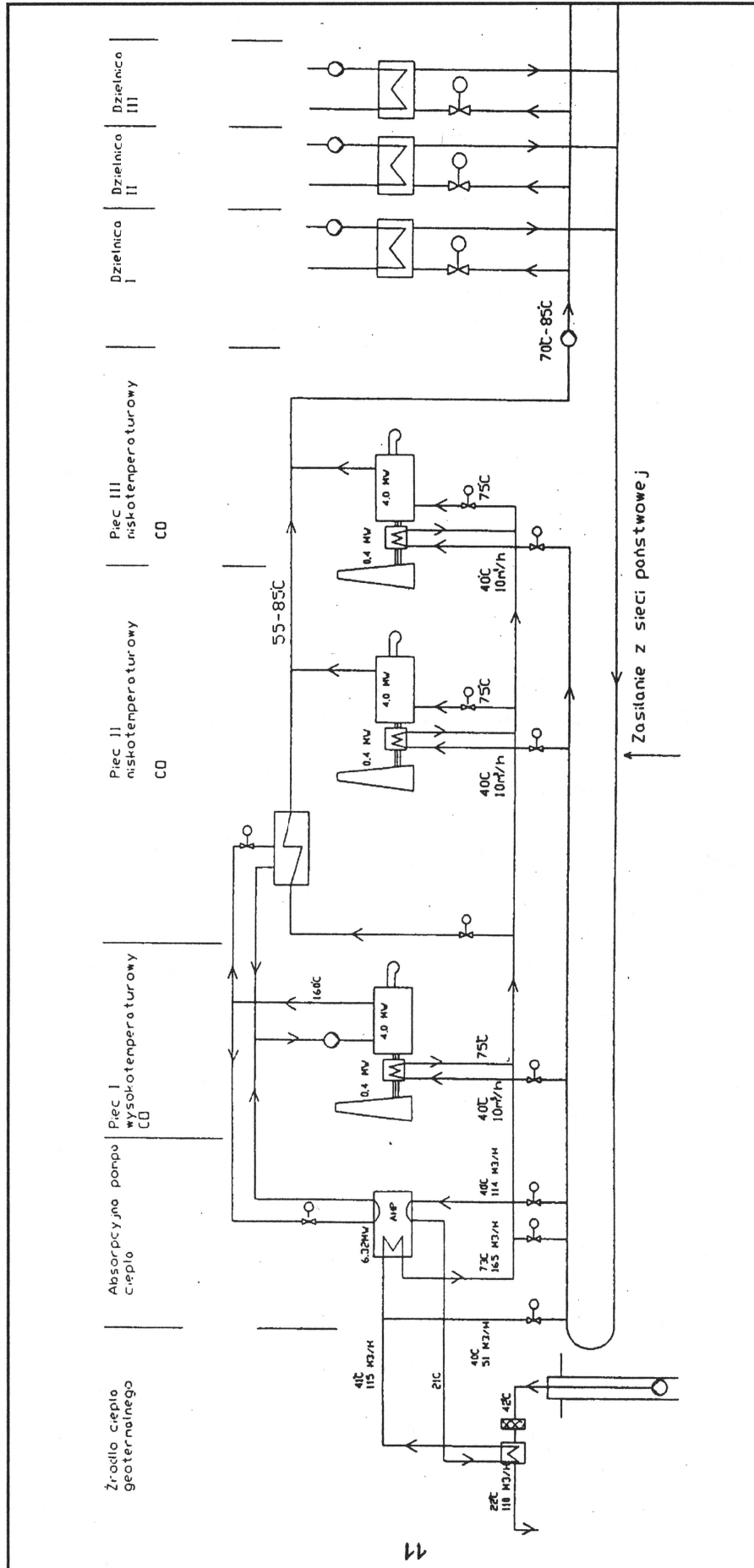
Wymagane zatrudnienie: 9 osób.

Podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne projektu dla przyjętego zapotrzebowania mocy grzewczej miasta:

— średnie roczne zużycie gazu (spalanie) 1,4 mln m³,

— koszt jednostkowy energii cieplnej: cena 1 GJ z absorpcyjnej pompy ciepła 4,74 USD/GJ,

— koszt inwestycyjny projektu 4,3 mln USD.



Rys. 1. Koncepcja systemu grzewczego miasta Mszczonów z wykorzystaniem energii wód geotermalnych i absorpcyjnej pompy ciepła (AHP) według firmy Houe & Olsen (Dania).

Podstawowe zastrzeżenia do rozwiązania duńskiego:

- jeden otwór geotermalny wydobywczy (nie dublet);
- układ obiegu wody geotermalnej otwarty, zrzut do kanalizacji, 900 000 m³/rok;
- maksymalny pobór ciepłej wody z otworu (110 m³/h) nie wykorzystany;
- schładzanie wody na wymiennikach z 42 do 21 °C;
- zastosowanie absorpcyjnej pompy ciepła produkcji japońskiej, przestarzałej technologicznie, COP = 1,72;
- konieczność spalania gazu w piecu wysokotemperaturowym 4 MW (ryc. 1) warunkującym pracę absorpcyjnej pompy ciepła (AHP);
- wysoki koszt jednostkowy otrzymywanej energii cieplnej (4,74 USD/GJ);
- wysoki koszt inwestycyjny projektu (4,3 mln USD).

Charakterystyka projektu polskiego (alternatywnego do duńskiego)

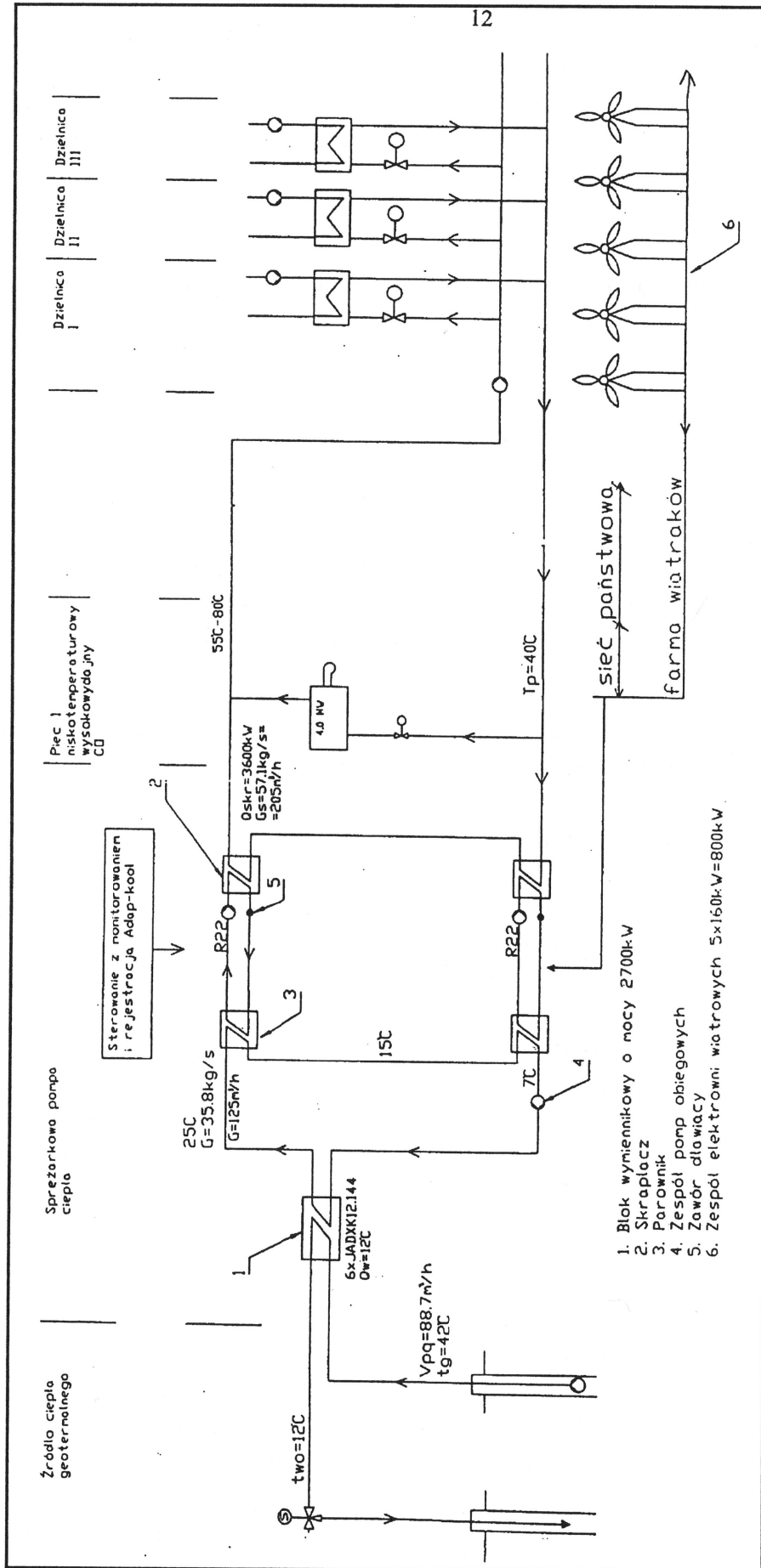
Celem jest opracowanie zgodnego z obecnymi światowymi tendencjami i wymaganiami dla obiektów energetyki geotermalnej projektu rozwiązania modelowego do stosowania w Polsce. Rozwiązanie techniczne projektu przedstawiono na rysunku 2.

Założenia podstawowe:

- projekt winien uwzględniać współczesne tendencje rozwojowe energetyki geotermalnej w świecie w zakresie technologii, techniki i ekologii, eliminując wadliwe elementy rozwiązania duńskiego;
- koszt inwestycji i eksploatacji ciepłowni geotermalnej Mszczonów nie może przekroczyć kosztów projektu duńskiego;
- rozwiązanie ma zapewnić minimalizację kosztów inwestycji i eksploatacji systemu grzewczego ciepłowni geotermalnej Mszczonów;
- projekt ma być maksymalnie czysty ekologicznie (eliminacja absorpcyjnych pomp ciepła, minimalizacja spalania w procesie technologicznym dogrzewania szczytowego), woda geotermalna w obiegu zamkniętym — 2 otwory geotermalne, dublet);
- koszt jednostkowy uzyskanej energii cieplnej ma być niższy od projektu duńskiego;
- konieczne zatrudnienie pracowników niższe jak w wersji duńskiej;
- w projekcie zostaną wykorzystane urządzenia i wyposażenie wyłącznie polskie oraz dostępne w kraju;
- proponowane rozwiązanie winno stanowić alternatywę przy podejmowaniu decyzji o wyborze projektu technicznego wdrażanego w Mszczonowie i innych miastach Polski (Skierniewice, Żyrardów, Tarnów).

Podstawowy opis i charakterystyka projektu:

- możliwość wykonania rekonstrukcji istniejącego otworu geotermalnego IG-1 w Mszczonowie (zwiększenie poboru ciepłej wody z Ziemi do 200 m³/h);
- wykonanie drugiego otworu, zrzutowego IG-2 (obieg wody geotermalnej zamknięty) lub inne rozwiązania;
- maksymalny dopuszczalny odbiór ciepłej wody z otworu w wersji bez rekonstrukcji otworu 100 m³/h, w wersji po rekonstrukcji: 200 m³/h — poprzez wysokowydajne wymienniki ciepła;



Rys. 2. Koncepcja systemu grzewczego miasta Mszczonów z wykorzystaniem energii wód geotermalnych, sprężarkowych pomp ciepła i elektrowni wiatrowych według autora (Polska).

- schładzanie wody na wymiennikach z 42 do 12°C;
- zastosowanie najnowszej generacji sprężarkowych pomp ciepła (SPC), produkcji polskiej SeCeS-Pol Gdańsk, tańszych w cenie zakupu, czystych ekologicznie (bez spalania, zasilanych energią elektryczną), współczynnik COP = 4,0;
- zapewnienie samowystarczalności energetycznej układu zasilania ciepłowni geotermalnej przez zastosowanie polskich elektrowni wiatrowych o mocy 160 kW każda, produkcji NOWOMAG S.A., jako podstawowego, własnego źródła energii elektrycznej, pracującego cały rok (możliwość sprzedaży nadmiaru energii w okresie wiosna-lato-jesień), współpracującego z siecią państwową;
- przyjęcie podstawowej zasady działania systemu grzewczego, iż ciepło wody geotermalnej jest odbierane w maksymalnej wydajności przez wymienniki ciepła typu JAD (SeCes-Pol), które stanowią tzw. źródło dolne sprężarkowej pompy ciepła (parownik). Ciepło to następnie jest przekazywane do tzw. źródła górnego (skraplacz) z wykorzystaniem czystej energii elektrycznej pobieranej z sieci państwowej, lub uzyskanej z własnych elektrowni wiatrowych (rys. 2). Tak otrzymane ciepło stanowi podstawowe źródło zasilania energetycznego miasta Mszczonów, dostarczającego przez cały rok ciepłą wodę o temperaturze 55—60°C. W okresie większych mrozów (temperatura powietrza poniżej -10°C) przewiduje się wspomaganie szczytowe podstawowego układu grzewczego za pomocą wysokowydajnego niskotemperaturowego 90/60 °C pieca gazowego o mocy 4 MW;
- zmniejszenie wymaganego zatrudnienia pracowników w Zakładzie Geotermalnym Mszczonów do max. 4 osób, z uwagi na zastosowanie pełnej automatyki, kontroli i sterowania komputerowego całością systemu grzewczego;
- zmniejszenie mocy grzewczej źródła biwalentnego (spalanie) do 4 MW, zamiast 8 MW (wersja duńska) kosztem zwiększenia mocy grzewczej źródła dolnego ciepłowni geotermalnej.

Podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne proponowanego projektu:

- zapotrzebowanie mocy grzewczej (jak wyżej) ok. 8,5 MW;
- otwór geotermalny rekonstruowany + ewentualnie drugi otwór (dublet), pobór max. 90 m³/h lub woda do wykorzystania wtórnego;
- temperatura wody geotermalnej 42/12°C;
- blok wymiennikowy: 6 wymienników (źródło dolne SPC, parownik) JADIXK 12.144, moc 2,7 MW;
- skraplacz (źródło górne), moc 3,6 MW;
- ośrodek chłodniczy R22, freon ekologiczny, z możliwością wymiany po roku 2000 na freon R134a lub inny zalecony przepisami;
- sprężarkowa pompa ciepła o mocy grzewczej 3,6 MW, COP = 4,0, zasilanie elektryczne o wymaganej mocy max. 0,9 MW, pobór mocy z sieci państwowej albo ze źródła własnego (farma wiatraków prądotwórczych, typ EW 160 kW NOWOMAG, 5 sztuk × 160 kW = 0,8 MW);
- moc grzewcza ciepłowni geotermalnej Mszczonów z zastosowaniem sprężarkowych pomp ciepła wynosi 3,6 MW. Tak dobrany system grzewczy zaspokaja potrzeby miasta przez cały rok w c.w.u., w sezonie grzewczym zimowym natomiast pracuje dodatkowo szczytowo kotłownia gazowa (c.o.) o mocy 4 MW, co stanowi łącznie około 8 MW energii cieplnej potrzebnej miastu;

— w miarę rozwoju potrzeb ciepłych miasta należy zrekonstruować otwór geotermalny do wydajności odbioru max. 100—200 m³/h, powiększyć stację wymiennikową ciepłowni (parownik), zwiększyć proporcjonalnie moc skraplacza sprężarkowej pompy ciepła oraz moc zasilania elektrycznego (nowe elektrownie wiatrowe) — bez konieczności rozbudowy istniejącej ciepłowni gazowej (spalanie);

— koszt jednostkowy uzyskania energii cieplnej:

- cena 1 GJ energii (zasilanie sprężarkowej pompy ciepła energią elektryczną z sieci państwowej) — 3,47 USD/GJ,
- cena 1 GJ energii (zasilanie sprężarkowej pompy ciepła energią elektryczną z elektrowni wiatrowych własnych) — 2,74 USD/GJ;

— koszty inwestycyjne projektu, przeprowadzone symulacyjnie dla obu wersji rozwiązania z zachowaniem danych liczbowych duńskich, wykazują oszczędność w kosztach od 20% (z zakupem elektrowni wiatrowych) do 40% (bez zakupu elektrowni wiatrowych, energia elektryczna z sieci państwowej).

Wnioski

Analiza porównawcza przedstawionych rozwiązań techniczno-technologicznych obu projektów, ich czystości ekologicznej, kosztów uzyskania jednostkowej energii cieplnej oraz kosztów inwestycyjnych — zdecydowanie przemawia na korzyść proponowanego rozwiązania polskiego.

Proponowany system skojarzonej gospodarki energetycznej ciepłownia geotermalna + sprężarkowe pompy ciepła + elektrownie wiatrowe jest samowystarczalny energetycznie.

-
- [1] LISS G.: Energia odnawialna geotermiczna — zasoby i wykorzystanie w Polsce. EkoBałtyk, Gdańsk, styczeń 1995, wydanie specjalne, s. 24—25.
 - [2] KOMISJA WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ ds. ENERGII: Wykorzystanie niskotemperaturowych geotermalnych źródeł energii do ogrzewania miejskiego na przykładzie Polski i Czechosłowacji. Rzym, 1995, s. 6.
 - [3] GEOTERMIA PODHALAŃSKA: Energia geotermalna Podhala. Zakopane 1996, s. 6.
 - [4] HOUE and OLSEN: Mszczonów — Feasibility studies and environmental studies concerning domestic heating with geothermal energy and natural gas in a part the town of Mszczonów. Dania, 1992, s. 68.
 - [5] ZIMNY J.: Koncepcja systemu grzewczego oraz studium wykonalności projektu inwestycyjnego Zakład Geotermalny w Mszczonowie. Katedra Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza, Kraków 1996, s. 32, (zastrzeżone).
 - [6] ZIMNY J.: Propozycje systemu grzewczego miasta Mszczonów z wykorzystaniem energii wód geotermalnych i pomp ciepła. Materiały Seminarium „Plany realizacji instalacji geotermalnych w województwie skierniewickim”, Sympozja i Konferencje, 1996, nr 22, Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, s. 55—62.

