

NOGA Bogdan¹
KARNKOWSKI Krzysztof²
BIERNAT Henryk³

MOŻLIWOŚCI POZYSKANIA I WYKORZYSTANIA ENERGII GEOTERMALNEJ I TRÓJGENERACJI W PLANOWANEJ HYDROCIEPŁOWNI W PIASECZNI

W artykule przedstawione zostały oszacowane parametry wody termalnej spodziewanej w okolicach Piaseczna. Parametry, takie jak temperatura i wydajność, oszacowane zostały na podstawie analizy otworów archiwalnych znajdujących się w okolicy prowadzonych badań. Na tej podstawie opracowano również wstępną koncepcję wykorzystania wody termalnej występującej w rejonie Piaseczna. Wstępna koncepcja zakłada budowę instalacji geotermalnej oraz instalacji skojarzonej produkcji prądu, ciepła i chłodu. Wszystkie założone parametry zostaną zweryfikowane badaniami geologicznymi na otworze geotermalnym Piaseczno GT-1. Planowane badania geologiczne zostaną rozpoczęte w połowie października 2011 r., a ich zakończenie przewidziane jest na początek 2012 r. Uruchomienie ciepłowni geotermalnej w Piasecznie przewidziane jest na koniec 2013 r.

POSSIBILITY OF PROCUREMENT AND USE OF GEOTHERMAL ENERGY AND TRIGENERATION IN THE PLANNED GEOTHERMAL PLANT IN PIASECZNO

The article presents the expected parameters of the thermal water in Piaseczno. Parameters such as temperature and productivity have been estimated by analyzing archival wells located in the area of research. Based on the analysis there was created the initial conception of utilization of the thermal water in Piaseczno. This concept includes the construction and installation assumption for the geothermal plant which is expected to produce electricity, heat and cold. All parameters will be verified by geological surveys made on the geothermal well called Piaseczno GT-1. Geological surveys will be launched in mid-October 2011, and their completion is scheduled for the beginning of 2012. The start of geothermal heat in Piaseczno is scheduled for the end of 2013.

¹ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki; 26-600 Radom; ul. Krasickiego 54. Tel: 48 361-71-23. E-mail: b.noga@pr.radom.pl

² TERMO-GLOB Sp. z o.o. 05-800 Piaseczno; ul. Puławska 45A/172. Tel.: 22 701 44 55. Fax.: 22 701 44 59. E-mail: k.karnkowski@termoglob.com

³ Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. 03-908 Warszawa; ul. Berezynska 39. Tel.: 22 617 42 21. E-mail: henryk.biernat@polgeol.pl

1. WSTĘP

Rejon Piaseczna leży w obrębie struktury zwanej niecką warszawską. Obszar niecki warszawskiej zaburzony tektonicznie został głównie w erze paleozoicznej i charakteryzuje się występowaniem zredukowanych utworów dewońskich i karbońskich. Niecka warszawska jest strukturą asymetryczną, o skrzydle zachodnim stromym i wschodnim łagodniejszym, przechodzącym stopniowo w prawie poziomo ułożone warstwy platformy. Powoduje to, że posuwając się z kierunku zachodniego na wschód mamy do czynienia coraz to z mniejszymi miąższościami osadów mezozoiku, które są dobrymi kolektorami dla wód termalnych. W rejonie Piaseczna korzystne warunki hydrogeologiczne dla występowania wód termalnych związane są z utworami kredy dolnej, jury dolnej, środkowej i górnej.

Badania możliwości pozyskiwania wód termalnych w okolicach Piaseczna rozpoczną się 17 października 2011 r. Będą one w całości realizowane przez firmę TERMO-GLOB Sp. z o.o. przy częściowym współudziale finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, gdzie analizowany projekt badań w konkursie edycji z 2010 r. znalazł się na pierwszym miejscu listy rankingowej. Badania związane z badaniami geologicznymi będą realizowane przy współudziale Przedsiębiorstwa Geologicznego POLGEOL z Warszawy, które będzie odpowiedzialne za prawidłowo wykonane badania geologiczne oraz firmy PNiG Jasło sp. z o.o. odz. „Naftgaz „ w Wołominie, która będzie wykonywała wiercenie otworu geotermalnego Piaseczno GT-1. Zakończenie badań geologicznych w otworze Piaseczno GT-1 przewidziano na początek 2012 r. Wykonane badania geologiczne, w przypadku uzyskania pozytywnych wyników, będą pierwszym etapem kolejnych planowanych badań związanych z chłonnością nawierconej warstwy wodonośnej. Badania te zostaną przeprowadzone za pomocą kolejnego otworu Piaseczno GT-2, który zostanie przeznaczony jako otwór chłonny. Całe przedsięwzięcie związane z pozyskiwaniem i wykorzystaniem wód termalnych w okolicach Piaseczna będzie realizowane w czterech etapach:

- ETAP I - wykonanie badań geologicznych otworem Piaseczno GT-1. Badania te pozwolą na określenie podstawowych rzeczywistych parametrów wody termalnej tj.: temperatura, wydajność i mineralizacja. Dopiero znajomość tych parametrów pozwoli na określenie rzeczywistych możliwości wykorzystania wody termalnej. Badaniami zostały objęte dwa horyzonty wodonośne: kredy dolnej i jury dolnej.
- ETAP II - pozytywne wyniki z pierwszego etapu badań pozwolą na podjęcie decyzji który z badanych horyzontów zostanie zakwalifikowany do eksploatacji i w jakim systemie: jednootworowym czy dwuotworowym (dublet geotermalny). W tym etapie najprawdopodobniej wykonany zostanie otwór chłonny Piaseczno GT-2 za pomocą którego wykonane zostaną badania chłonności wybranej warstwy wodonośnej.
- ETAP III - to uruchomienie instalacji geotermalnej. Instalacja ta będzie wspomagana systemem skojarzonej produkcji prądu, ciepła i chłodu. Uruchomienie hydrociepłowni opartej o odnawialne źródła energii planowane jest na koniec 2013r.
- ETAP IV - przewiduje budowę kompleksu, w którym wydobywana woda termalna będzie dodatkowo wykorzystywana do celów balneologicznych i rekreacyjnych.

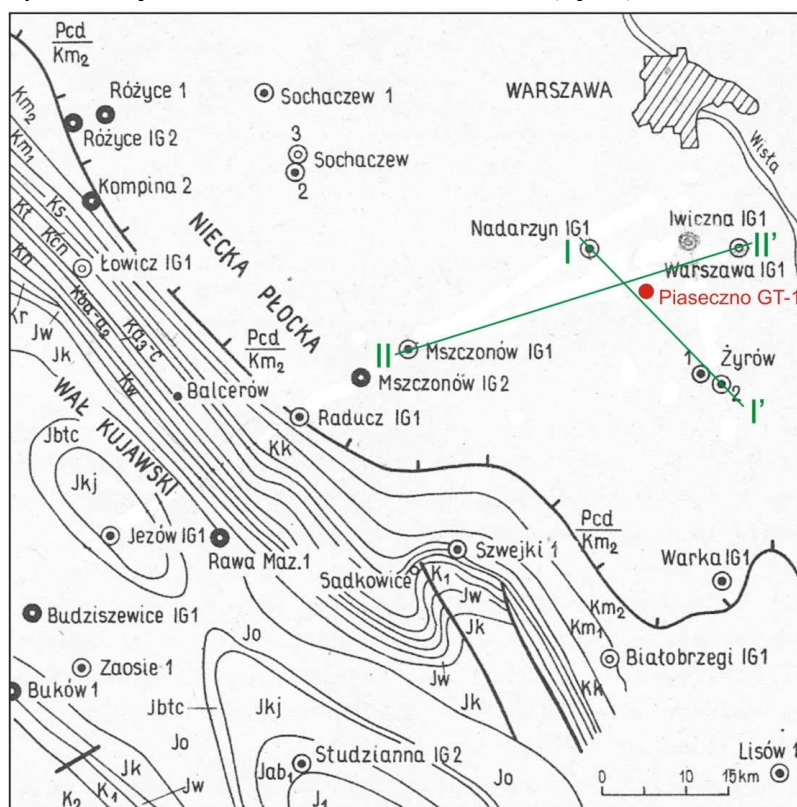
Analizowany projekt znalazł dodatkowo uznanie w Ministerstwie Ochrony Środowiska, Ministerstwie Gospodarki oraz w Urzędzie marszałkowskim Województwa

Mazowieckiego. Władze lokalne (Burmistrz Piaseczna) przedsięwzięcie objęły patronatem honorowym i widzą w nim możliwość bliższej współpracy w zakresie zagospodarowania ścieków do produkcji biogazu oraz podłączenia miejskiej sieci ciepłowniczej do odbioru produkowanego ciepła.

2. ANALIZA ARCHIWALNYCH OTWORÓW WIERTNICZYCH

Podczas projektowania badań geologicznych źródłem wiedzy na temat spodziewanych warunków występowania wód termalnych są dane geologiczne pochodzące głównie z głębokich otworów wiertniczych wykonanych wcześniej w analizowanym rejonie jak również wyniki powierzchniowych geofizycznych metod pomiarowych - w tym przede wszystkim wyniki badań metodą sejsmiki refleksyjnej. W analizie parametrów wody termalnej w okolicy Piaseczna uwzględniono otwory archiwalne zlokalizowane:

- na północ i północny wschód od miasta: Iwiczna IG-1, Warszawa IG-1,
- na północny zachód od miasta: Nadarzyn IG-1,
- na południe od miasta: Żyrów 1, Żyrów 2,
- na południowy zachód od miasta: Mszczonów IG-1 (Rys. 1).



Rys. 1. Mapa geologiczna odkryta bez utworów kenozoiku z zaznaczeniem otworów archiwalnych [3]

2.1 Archiwalny otwór Warszawa IG-1

Otwór Warszawa IG-1 wykonany został w latach 1963 - 1964, a zlokalizowany jest w obecnym parku zdrojowym w Konstancinie. Głębienie otworu zakończono na głębokości 2610 m [1]. Utworu kredy dolnej przewiercono zostały w interwale 1089 - 1111 m dającym miąższość warstwy równą 22 m. Niestety dla poziomu kredy dolnej nie wykonano badań określających porowatość i przepuszczalność oraz nie opróbowano horyzontu wodonośnego. Za pomocą otworu Warszawa IG-1 od blisko 20 lat eksploatowane są z głębokości około 1520 metrów wody zmineralizowane z jury środkowej o mineralizacji około 70 g/l, zasilające miejscową tężnię solankową. Warstwy wodonośne jury dolnej przewiercono w interwale 1638,7 - 1738 m co pozwala na uzyskanie 99,6 m miąższości. Występujące w tym interwale wody jurajskie są pod dużym ciśnieniem hydrostatycznym wynoszącym około 150 at. Uzyskana w czasie opróbowania wydajność wyniosła 7,8 m³/h. Wydajność tą osiągnięto za pomocą łyżkowania przy poziomie dynamicznym zwierciadła utrzymującym się na głębokości około 30 m. Poziom hydrostatyczny ustalił się na głębokości 37,0 m poniżej powierzchni terenu. Temperatura wody w trakcie opróbowania na powierzchni terenu wynosiła 27 - 30°C. Wykonany pomiar geofizyczny temperatury w strefie występowania solanek wskazuje od 40 do 44°C. Pod względem chemicznym występująca na tym poziomie woda jest 7% wodą chlorkowo-sodowo-jodkowo-bromkową i żelazistą o sumie składników stałych 70 g/l.

2.2 Archiwalny otwór Nadarzyn IG-1

W roku 1974 w odległości około 11 km od Piaseczna wykonany został otwór Nadarzyn IG-1 o końcowej głębokości 4500 m [3]. Warstwy wodonośne kredy dolnej przewiercono w interwale 1183 - 1257 m, co daje miąższość 74 m. Kreda dolna opróbowana została w interwale 1209 - 124 m i są to warstwy piaskowca albu środkowego. Z poziomu tego uzyskano przyływ wody złożowej w ilości 8 m³/h i depresji około 0,5 - 1,0 m. Poziom hydrostatyczny ustalił się na głębokości 9,15 m poniżej powierzchni terenu. Temperatura wody w trakcie opróbowania wynosiła 13 - 15°C i nie została ustabilizowana. Zbadany w tym otworze poziom piaskowcowy kredy dolnej zawiera wody chlorkowo-wapniowe klasy II o mineralizacji 10,4 g/l i gęstości 1,008 g/l. W jurze środkowej wykonano pomiar w interwale 1825 - 1850 m w piaskowcach batonu i bajosu. Po wykonanej perforacji rur wiertniczych zaobserwowano samoczynny wypływ wody z otworu w ilości 0,4 - 0,8 m³/h. Ze względów technicznych nie określono prawidłowo wartości przyływu, którą oszacowano na około 4,0 m³/h przy nieznanej depresji. Zwierciadło wody z tego poziomu ostatecznie ustabilizowało się na głębokości 42,0 m od powierzchni terenu. Są to solanki typu chlorkowo-wapniowego klasy II, o mineralizacji 77,0 g/l i gęstości 1,055 g/l. Za pomocą otworu Nadarzyn IG-1 nie opróbowano poziomu wodonośnego jury dolnej.

2.3 Archiwalne otwory Żyrów 1 i Żyrów 2

W latach 1972 - 1973 około 13 km od Piaseczna wykonane zostały dwa otwory poszukiwawcze: Żyrów 1 i Żyrów 2. Otwór Żyrów 1 wykonano do głębokości 3163,5 m, a utwory kredy dolnej przewiercono w interwale 1208 - 1220 m. Z utworów tych uzyskano przyływ o wydajności około 24 m³/h solanki o mineralizacji 27,55 g/l. Za pomocą otworu

Żyrów 2 o całkowitej głębokości 3100,5 m utwory kredy dolnej przewiercono w interwale 1267,5 - 1341 m [2]. W otworze tym miąższość kredy dolnej wynosi 73 m. Niestety w otworze Żyrów 2 nie wykonano badań określających właściwości udostępnionego horyzontu kredy dolnej. W utworach jury środkowej w interwale 1733 - 1786 m udostępniono solankę o mineralizacji około 34,85 g/dm³ (wynik może być zaniżony ze względu na wpływ filtratu płuczki). Utwory jury dolnej przewiercono w interwale 1802,5 - 1919 m ale nie wykonano opróbowania horyzontu wodonośnego.

2.4 Archiwalny otwór Mszczonów IG-1

W otworze Mszczonów IG-1 utwory kredy dolnej zostały przewiercone w interwale 1602,5 - 1735 m [3]. Wykonane badania hydrogeologiczne wykazały obecność wód o mineralizacji 1,21 g/l. Eksploatowane są one tu z głębokości 1600 - 1700 m z wydajnością 60 m³/h, przy depresji 24,6 m i temperaturze 41,5°C na wypływie (temperatura w złożu 46 - 47°C). Są to wody typu HCO₃-Cl-Na-Ca, mineralizacji 490 mg/l i statycznym zwierciadłem na głębokości 49 m. Utwory jury dolnej znajdują się w interwale 2443 - 2782 co daje bardzo dużą miąższość na poziomie 339 m.

3. PRZEWIDYWANE WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONU BADAŃ

W rejonie Piaseczna korzystne warunki hydrogeologiczne dla występowania wód termalnych związane są z utworami kredy dolnej, jury dolnej, środkowej i górnej. Zbiorniki wód termalnych z osadów paleozoicznych występują na znacznych głębokościach. Wody z poziomów tych są mocno zmineralizowane i nie mają znaczenia praktycznego ze względu na duży koszt ich zagospodarowania.

3.1 Zbiorniki kredowej warstwy wodonośnej

Zbiornik dolnokredowy w rejonie Piaseczna występuje na głębokości około 1170 - 1220 m. Spodziewana temperatura wody termalnej z tej głębokości wynosi około 33°C - 35°C. Osady zbiornika dolnokredowego reprezentowane są przez piaskowce drobnoziarniste i mułowce o miąższości około 50 m. Porowatość piaskowców wynosi około 20%, maksymalna przepuszczalność osiąga 8500 mD. Gradient ciśnienia wynosi 1,00 x 10 Pa/10 m. W zbiorniku tym występują wody subartezyjskie. Spodziewana mineralizacja wody jest niewielka, i nie powinna przekroczyć 10 g/l. Są to wody chlorkowo-wapniowe, świadczące o tym, że zbiornik dolnokredowy znajduje się w strefie intensywnej wymiany wody. Zakłada się, że wydajność z piaskowców kredy dolnej z jednego otworu geotermalnego może wynieść około 50 - 75 m³/h.

3.2 Zbiorniki jurajskich warstw wodonośnych

Zbiornik górnourajski - malmski - szczelinowy lub szczelinowo-porowy spodziewany jest w strefie głębokości 1220 - 1700 m. Zbiornik zbudowany jest z osadów węglanowych, wapieni i margli. Porowatość margli dochodzi do 16%, przepuszczalność do 15 mD, spodziewana temperatura wynosi około 35°C - 40°C. Utwory węglanowe

wypełniać będą najprawdopodobniej wody chlorkowo-wapniowe o mineralizacji około 50g/l.

Zbiornik środkowojurajski - doggerski - porowy występować powinien w głębokości 1700-1840 m. Spodziewana temperatura wody wynosi około 40 - 45°C. Utwory zbiornikowe reprezentowane są przez piaskowce o porowatości średniej 15%, zlepione, podrzędnie wapienie. Piaskowce charakteryzują się wysoką porowatością i przepuszczalnością.

Zbiornik dolnojurajski - liasowy - przewidywane występowanie w interwale 1840 - 1960 m. Charakteryzuje się najlepszymi właściwościami zbiornikowymi. Posiada największe zasoby wód termalnych spośród wszystkich perspektywicznych ogniw stratygraficznych. Zbiornik liasowy zbudowany jest głównie z piaskowców o bardzo wysokiej porowatości często przekraczającej 20% i bardzo wysokiej przepuszczalności dochodzącej do 8500 mD. Miąższość piaskowców zbiornikowych wynosi około 120 m, spodziewana temperatura wody termalnej powinna wynosić około 45 - 50°C. Zwierciadło statyczne powinno stabilizować się na głębokości od kilkunastu do kilkudziesięciu m p.p.t. Mineralizacja wód dolnojurajskich powinna wynosić od 70 do 80 g/l. Są to wody chlorkowo-sodowo-jodkowo-bromkowe. Spodziewana wydajność z piaskowców jury dolnej z jednego otworu geotermalnego może wynosić 100 - 150 m³/h [4].

3.3 Warstwy wodonośne objęte badaniami

W ramach rozpoczynanych badań geologicznych założono wykonanie otworu geotermalnego Piaseczno GT-1 do głębokości 1970 m (+/-10%) tj. do nawiercenia 20 m utworów retyku. Badania te będą przeprowadzone w dwóch etapach:

- ETAP I - założono odwiercenie otworu Piaseczno Gt-1 do stropu dolnej kredy i zarurowanie otworu rurami $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Po zacementowaniu rur $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ", nastąpi odwiercenie otworu do spągu kredy dolnej i wykonanie badań hydrogeologicznych w wyznaczonym interwale.
- ETAP II -po wykonanych badaniach etapu I zakłada się przegłębienie otworu do stropu jury dolnej i zarurowanie otworu rurami $\varnothing 7$ ". Po zacementowaniu od dołu na odcinku 300 m rur $\varnothing 7$ ", nastąpi odwiercenie otworu do spągu liasu i wykonanie założonych badań hydrogeologicznych.

Porównanie wyników badań uzyskanych z utworów kredy dolnej i jury dolnej, pozwoli na wybór horyzontu wodonośnego do przyszłej eksploatacji. Na podstawie przeanalizowanych materiałów archiwalnych założono uzyskanie z otworu Piaseczno GT-1 następujących parametrów:

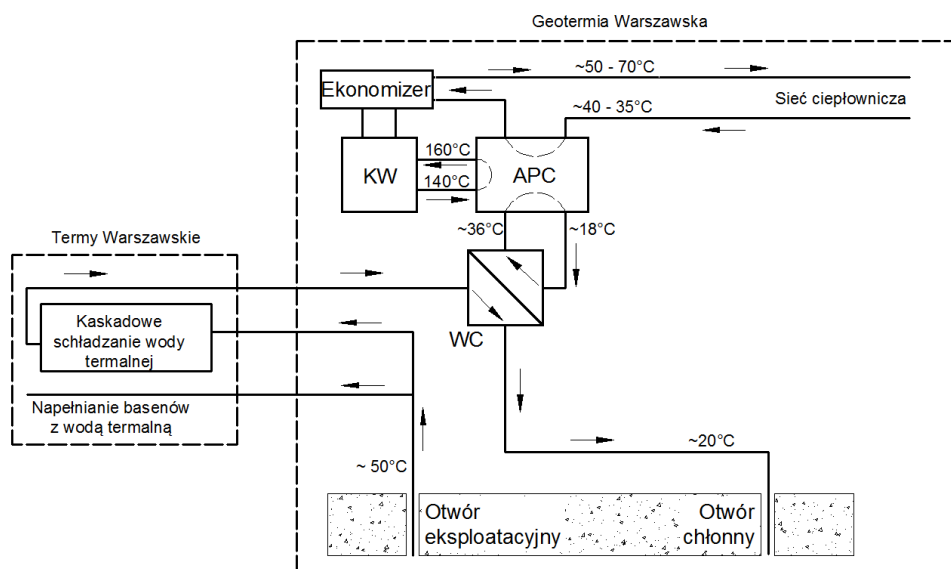
- **Kreda dolna** - wydajności około 50-75 m³/h wody złożowej o temperaturze około 35°C i mineralizacji 5 g/l, głębokość zalegania warstwy wodonośnej 1170 - 1220 m.
- **Jura dolna** - piaszczyste utwory liasu - wydajności 100-150 m³/h wody złożowej o temperaturze 45-50°C i mineralizacji 70-80 g/l, głębokość zalegania warstwy wodonośnej 1840 - 1960 m.

Powyższe parametry wskazują, że preferowanym poziomem wodonośnym do wykorzystania wód termalnych jest poziom piaskowcowy jury dolnej. Wykazuje on większą wydajność i wyższą temperaturę wód termalnych i stwarza lepsze możliwości wykorzystania wód zarówno w ciepłownictwie, jak i w balneologii i rekreacji.

Jeżeli okaże się, że uzyskane wyniki z jury dolnej są korzystniejsze, na tym zostaną zakończone prace geologiczne. Jeżeli wyniki uzyskane z opróbowania kredy dolnej okażą się korzystniejsze, otwór do stropu jury dolnej zostanie zlikwidowany i do przyszłej eksploatacji ujęty zostanie horyzont dolnokredowy.

4. WSTĘPNA KONCEPCJA WYKORZYSTANIA WÓD TERMALNYCH

Preferowanym poziomem wykorzystania wód termalnych do celów ciepłowniczych będzie horyzont jury dolnej. Z otworu eksploatacyjnego Piaseczno GT-1 będzie można wydobywać wodę termalną o temperaturze około 50°C, która będzie mogła być bezpośrednio wykorzystana zarówno do ogrzewania wody w basenach kąpielowych wewnętrznych oraz zewnętrznych znajdujących się w kompleksie basenowym „Termy Warszawskie” (Rys. 2). W tym przypadku ze względu na baseny o różnej temperaturze wody basenowej bardzo efektywne będzie zastosowanie kaskadowego schładzania wody termalnej [6].



Rys. 2. Wstępna koncepcja wykorzystania wody termalnej w Geotermii Warszawskiej

Schłodzona wstępnie w kompleksie basenowym „Termy Warszawskie” woda termalna będzie następnie przetłoczona do Zakładu Geotermalnego gdzie na wymienniku WC będzie oddawała swoje ciepło wodzie sieciowej krążącej w obiegu zamkniętym. Ogrzana woda sieciowa będzie następnie stanowiła dolne źródło ciepła dla absorpcyjnej pompy ciepła (APC), która jest napędzana gorącą wodą o temperaturze około 160°C, przy czym całe ciepło napędowe przechodzi do wody sieciowej. Aby uzyskać ciepło napędowe można zastosować wysokotemperaturowy kocioł (KW) opalany gazem ziemnym. Dodatkowo kocioł wysokotemperaturowy wyposażony jest w ekonomizer, który dodatkowo odzyskuje ciepło od spalin i przekazuje go do wody sieciowej. Woda sieciowa po przejściu przez

ekonomizer ogrzeje się do temperatury 50 - 70°C i zostanie skierowania do sieci centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Przy pomocy absorpcyjnej pompy ciepła woda termalna zostanie schłodzona do temperatury około 20°C po czym skierowana zostanie do otworu zatłaczającego Piaseczno GT-2.

W przypadku ujęcia wód termalnych z poziomu wodonośnego kredy dolnej zaletą będzie ich niska mineralizacja która, że może być ona nawet poniżej 3 g/l [7]. Sytuacja taka pozwoli na eksploatację wód za pomocą systemu jednootworowego ze zrzutem schłodzonych wód do cieków powierzchniowych [5].

Proponowane rozwiązanie zapewnia zapewnia około 13,1 MW strumienia ciepła do zagospodarowania przy czym 5,1 MW można będzie uzyskać w wyniku schłodzenia wody termalnej (Tab. 1). Założono, że woda termalna będzie eksploatowana z poziomu jury dolnej z wydajnością około 150 m³/h. W hydrociepłowni zainstalowany zostanie również wydokotemperaturowy kocioł gazowy o mocy 6 MW, który będzie służył do napędu absorpcyjnej pompy ciepła. Kocioł ten wyposażony będzie dodatkowo w 2 MW ekonomizer odzyskujący ciepło w wyniku dodatkowego schłodzenia spalin.

Tab. 1. Instalacja geotermalna - zainstalowana moc cieplna

Lp.	Wyszczególnienie	Moc [MW]
1.	Całkowita zainstalowana moc cieplna, w tym:	13,1
1.1.	bezpośrednio z członu geotermalnego	5,1
1.2.	wysokotemperaturowy kocioł gazowy	6,0
1.3.	ekonomizer kotła wysokotemperaturowego	2,0

5. WSTĘPNA KONCEPCJA SKOJARZONEGO WYTWARZANIA PRĄDU, CIEPŁA I CHŁODU

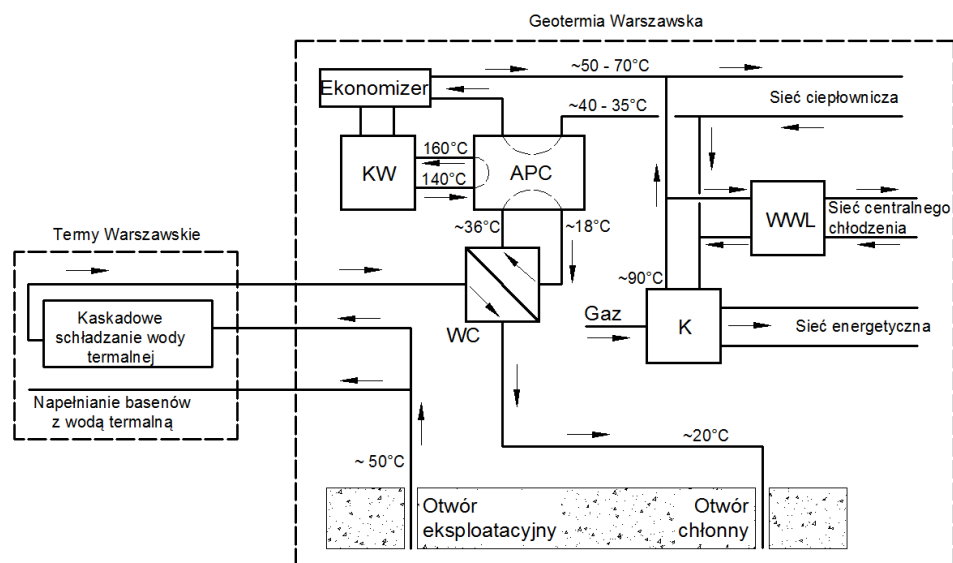
W rozważanym rozwiązaniu zdecydowano się zastosować własne źródło energii elektrycznej w postaci modułów prądowo-ciepłych K (Rys. 3). Moduły prądowo-ciepłe (kogeneratory) są urządzeniami konwertującymi energię chemiczną paliwa na prąd elektryczny i energię cieplną pracując w tzw. układzie skojarzonym - zapewniającym maksymalne wykorzystanie energii zawartej w paliwach pierwotnych przy jej zamianie na energię elektryczną. Energia mechaniczna, służąca do napędu wirnika generatora prądu elektrycznego powstaje w silniku spalinowym bądź turbinie gazowej. Energia cieplna pochodzi z chłodzenia elementów roboczych urządzenia oraz odprowadzanych spalin i będzie przekazywana bezpośrednio do sieci centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Wytworzona w modułach prądowo - ciepłych energia elektryczna wykorzystana będzie na potrzeby „Geotermii Warszawskiej” i „Term Warszawskich”. Pozostała część wyprodukowanej energii elektrycznej przekazana zostanie do niskonapięciowej miejskiej sieci elektrycznej.

W celu zintegrowania gospodarki ciepło-chłodniczej zastosowano w prezentowanej instalacji absorpcyjną wytwornicę wody lodowej (WWL) zasilaną ciepłem z silnika kogeneracyjnego (Rys. 3). Pozwoli to na wykorzystanie w lecie ciepła wytwarzanego w

skojarzeniu z energią elektryczną dla produkcji energii chłodniczej niezbędnej dla zasilania chłodnic central wentylacyjnych.

Skojarzenie wytwarzania chłodu przy użyciu ciepła pozyskiwanego latem od silników kogeneracyjnych bardzo korzystnie wpłynie na poprawę efektywności planowanych rozwiązań w „Geotermii Warszawskiej”.



Rys. 3. Wstępna koncepcja skojarzonego wytwarzania prądu, ciepła i chłodu

Kolejne 2,8 MW zainstalowanej mocy cieplnej zostanie uzyskane w wyniku chłodzenia silnika kogeneracyjnego, który będzie napędzany poprzez spalanie gazu ziemnego. Dalsze zwiększenie mocy cieplnej będzie możliwe po zainstalowaniu kolejnych silników kogeneracyjnych.

Zastosowanie silnika kogeneracyjnego wykorzystującego gaz ziemny można będzie wyprodukować około 2,1 MW energii elektrycznej (Tab. 2). Moc ta będzie mogła być zwiększona po zainstalowaniu kolejnych silników. Liczba wstawionych silników kogeneracyjnych będzie ograniczona możliwościami przesyłowymi gazociągu dostarczającego gaz do hydrociepłowni.

Łączna moc chłodnicza zainstalowana w hydrociepłowni będzie wynosiła około 1,8 MW. Uzyskana moc chłodnicza rozwiązania będzie sumą mocy absorpcyjnej wytwornicy wody lodowej oraz mocy zewnętrznej wieży chłodniczej.

Tab. 2. Planowana hydrociepłownia w Piasecznie - zainstalowana moc

Lp.	Wyszczególnienie	Moc [MW]
1.	Całkowita zainstalowana moc cieplna, w tym:	15,9
1.1.	bezpośrednio z członu geotermalnego	5,1
1.2.	wysokotemperaturowy kocioł gazowy	6,0
1.3.	ekonomizer kotła wysokotemperaturowego	2,0
1.4.	Moduł prądowo-ciepłny	2,8
2.	Moc elektryczna	2,1
3.	Moc chłodnicza	1,8

6. PODSUMOWANIE

Realizowane obecnie prace badawcze polegają na wykonaniu otworu badawczo - eksploatacyjnego Piaseczno GT-1, którego późniejszym celem będzie eksploatacja zasobów wód termalnych w okolicach Piaseczna. Jest to pierwszy etap większego projektu, który ma na celu pozyskanie wód termalnych dla potrzeb ciepłownictwa, balneologii i rekreacji. Kolejne etapy będą polegały na budowie hydrociepłowni, która będzie dodatkowa umożliwiała skojarzoną produkcję energii elektrycznej, ciepła i chłodu.

Uzyskana wiedza i doświadczenie przy realizacji projektu wykorzystania wód termalnych oraz trójgeneracji w hydrociepłowni w Piasecznie, będzie niewątpliwie ważnym doświadczeniem dla przyszłych tego typu przedsięwzięć w Polsce. Pionierski charakter inwestycji dostarczy praktycznych wzorców (modeli lokalnych) dla realizacji podobnego typu projektów związanych z OZE i kogeneracją gazową.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Areń B.: Dokumentacja wynikowa wiercenia oporowego Warszawa IG-1. Instytut Geologiczny, Warszawa 1966.
- [2] Bojarski M., Tomaszewski M.: Dokumentacja wynikowa otworu Żyrów -2. CAG, Warszawa 1973.
- [3] Dembowska J., Marek S., Profile głębokich otworów wiertniczych. Zeszyt 65, Mszczonów IG-1, Nadarzyn IG-1. WG, Warszawa 1988.
- [4] Gryzkiewicz I., Kapuściński J. Mianowska S.: Projekt prac geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z utworów kredy dolnej lub jury dolnej w miejscowości Wólka Kozodawska w gminie Piaseczno. Arch. PG POLGEOL S.A. Warszawa 2009.
- [5] Noga B., Biernat H., Karnkowski K., Owczarczak P.: Studium możliwości pozyskiwania i zagospodarowania wód termalnych na potrzeby Geotermii Warszawskiej, Materiały VI Ogólnopolskiego Seminarium - Odnawialne źródła energii (pod red. J. Kalotki). Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - Państwowego Instytutu Badawczego, Radom 2010, s. 138 - 147.
- [6] Noga B., Bujakowska K., Biernat H., Gryzkiewicz I., Karnkowski K., Owczarczak P.: Zagospodarowanie zasobów wód termalnych ujmowanych w gminie Piaseczno dla

trwałego rozwoju społeczno - gospodarczego oraz ochrony środowiska naturalnego. Arch. PG POLGEOL S.A. Warszawa 2009.

- [7] Szewczyk J.: Możliwości pozyskiwania wód termalnych o niskiej mineralizacji na obszarze na południe od Piaseczna. Państwowy Instytut Geologiczny. Arch. TERMO-GLOB Góra Kalwaria 2009.
- [8] Tauble J.: Karta otworu wiertniczego Iwiczna IG-1. PG Warszawa 1958 r.