

**Tomasz Śliwa\*, Andrzej Gonet\***

**KONCEPCJA WYKORZYSTANIA  
LIKWIDOWANYCH ODWIERTÓW ZŁOŻA TURASZÓWKA  
DO POZYSKIWANIA CIEPŁA  
NA OGRZEWANIE KRYTEJ PŁYWAŁNI\*\***

**1. WPROWADZENIE**

W złożu ropy naftowej Turaszówka (rys. 1), położonym w granicach miasta Krosna, zasoby ropy są już na ukończeniu.



**Rys. 1.** Odwierty złoża ropy naftowej Turaszówka w rejonie krytej pływalni w Krośnie

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

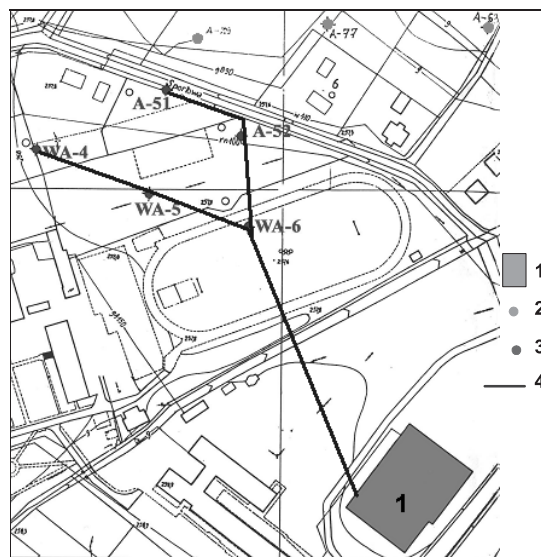
\*\* Artykuł zrealizowany w ramach badań statutowych ZWiG WWNiG AGH, nr 11.11.190.01

Zgodnie z dotychczasowymi procedurami po zakończeniu eksploatacji ropy naftowej konieczna jest likwidacja odwiertów. W celu wykonania otworowego wymiennika ciepła na bazie istniejącego odwiertu niezbędna jest częściowa jego likwidacja polegająca na odizolowaniu interwału produktywnego. Odwiert nie mający hydraulicznej łączności z górotworem wyposażony w kolumnę rur wewnętrznych, umożliwi uruchomienie cyrkulacji czynnika grzewczego odbierającego ciepło od skał.

Część odwiertów złoża Turaszówka została już zlikwidowana. Ze względu na lokalizację odwiertów, które położone są wśród obiektów budowlanych, zaproponowano, że zostaną one wykorzystane do pozyskiwania energii geotermalnej.

Ciepło górotworu można pozyskać poprzez eksploatację wód głębszych lub za pośrednictwem wymienników otworowych. Obecnie na złożu Turaszówka eksploatowanych jest osiem zawodnionych odwiertów. Ich sumaryczna dzienna eksploatacja wynosi 1300 kg wody złożowej towarzyszącej ropie. Pierwszym czynnikiem, który trzeba wziąć pod uwagę, gdy rozważa się uzyskiwanie ciepła za pośrednictwem wydobywanej wody geotermalnej jest odpowiedni strumień masy tej wody. Obecnie jest zbyt niski, aby celowy był odzysk ciepła z wydobywanych wód złożowych [5].

Na złożu Turaszówka sumaryczna głębokość będących w eksploatacji odwiertów wynosi ponad 5,3 km. Po ich ewentualnej adaptacji na otworowe wymienniki ciepła głębokość ta wyniesie 4355 m. Na podstawie analizy średnich wydajności wszystkich odwiertów potencjalnie funkcjonujących jako otworowe wymienniki ciepła, ich efektywność energetyczna określona została na około 220 kW. Przy założeniu pełnego obciążenia tej mocy, co możliwe jest przy odpowiedniej modernizacji instalacji grzewczej u odbiorców ciepła, można w ciągu roku uzyskać 6938 GJ energii cieplnej.



**Rys. 2.** Schemat połączenia odwiertów z budynkiem krytej pływalni, 1 – kryta pływalnia, 2 – istniejące odwierty, 3 – zlikwidowane odwierty proponowane do wykorzystania jako otworowe wymienniki ciepła, 4 – przebieg rur transportujących nośnik ciepła

Po przywróceniu odwiertów zlikwidowanych i wyłączonych z eksploatacji można uzyskać wzrost dostępnej mocy grzewczej i energii. Wymaga to jednak dodatkowych nakładów finansowych.

System cyrkulacyjny w wymiennikach otworowych stanowi układ zamknięty. Do każdego wymiennika otworowego muszą być podłączone dwie rury – doprowadzająca i odbierająca nośnik ciepła. Odpowiednie ułożenie rurek, w których do odwiertów płynie oziębiony nośnik ciepła, umożliwi wstępne dogrzewanie od otaczającego gruntu. Jednocześnie ograny już płyn powinien być izolowany termicznie. Wykonywanie prac ziemnych związanych z siecią łączącą odwierty z odbiorcą lub odbiorcami ciepła pociągnie za sobą dodatkowe koszty, które przy niewielkiej odległości nie powinny być znaczne. Można w tym celu częściowo wykorzystać istniejące rury służące do transportu eksploatowanej ropy. Na rysunku 2 przedstawiono schemat połączenia analizowanych odwiertów z krytą pływalnią w Krośnie.

## 2. ADAPTACJA ODWIERTÓW NA OTWOROWE WYMIENNIKI CIEPŁA

Dla przedstawienia istoty adaptacji odwiertów na otworowe wymienniki ciepła wybrano dwa zlikwidowane odwierty WA-4 i A-51. Ich konstrukcje podano w tabelach 1 i 2. Zamieszczono również konstrukcje po proponowanej adaptacji na otworowe wymienniki ciepła.

**Tabela 1**

Stan odwiertu WA-4 przed oraz po likwidacji i po proponowanej adaptacji na wymiennik ciepła

Kolumna	Stan przed likwidacją	Stan po likwidacji	Stan po adaptacji
9 5/8"	0÷31,4 m (cementowane do wierzchu)	0÷31,4 m	0÷31,4 m
6"	0÷259,6 m (cementowane do wierzchu)	0÷259,6 m	0÷259,6 m
5"	246÷275 m (niecementowane)	246÷275 m	246÷275 m
Perforacje	246÷275 m (w rurach 5")		
Korki cementowe	275÷297 m	275÷297 240÷275 m 40÷0 m	275÷297 240÷275 m

**Tabela 2**

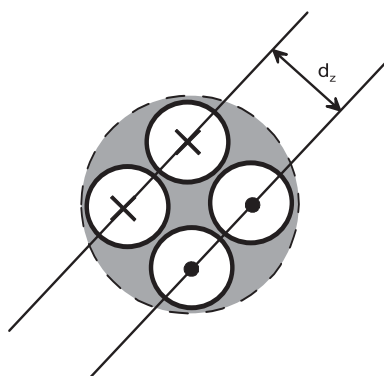
Stan odwiertu Amelia 51 przed oraz po likwidacji i po proponowanej adaptacji na wymiennik otworowy

Kolumna	Stan przed likwidacją	Stan po likwidacji	Stan po adaptacji
12"	0÷19,1 m (niecementowane)	0÷24,3 m	0÷24,3 m
10"	0÷114,4 m (niecementowane)	0÷107 m	0÷107 m
9"	0÷207,3 m (niecementowane)	116,9÷207,3 m	116,9÷207,3 m
7"	0÷217 m (niecementowane)	117,8÷217 m	117,8÷217 m
Korki cementowe	brak	180÷229 m 0÷30 m	180÷229 m

Aby przywrócić do eksploatacji odwierty WA-4, WA-5 i WA-6, należy zwiercić korki powierzchniowe, zapuścić przewód i oczyścić odwiert mechanicznie oraz poprzez płukanie. Następnie zapuścić kolumnę wewnętrzną. Przyjęto, z uwzględnieniem zapasu, średnicę wewnętrzną odwiertów równą 14 cm. Na kolumnę wewnętrzną należy zastosować rury o średnicy zewnętrznej 90 mm i grubości ścianki 25 mm wykonane z polipropylenu. W odwiercie WA-4 i WA-5 należy zapuścić je do głębokości 230 m, a w odwiercie WA-6 do głębokości 225 m. Po wykonaniu wymienionych czynności uzbroić wylot odwiertu w głowicę cyrkulacyjną.

Odwierty WA-5 i WA-6 powinny być dodatkowo doszczelnione. W odwiercie WA-5 należy wykonać korek cementowy w interwale 264÷240 m, a w odwiercie WA-6 korek cementowy w interwale 255÷230 m.

W przypadku odwiertów A-51 i A-52 korzystniej będzie zastosować jako wyposażenie pojedynczą lub podwójną U-rurkę zamiast centrycznej kolumny wewnętrznej. Wynika to z możliwości wystąpienia nieszczelności (tab. 2). Maksymalną zewnętrzną średnicę rurek zapuszczanych do odwiertu określić można analizując wewnętrzną średnicę odwiertu (rys. 3).



**Rys. 3.** Schematyczny przekrój przez otworowy wymiennik ciepła o konstrukcji podwójnej U-rurki,  $d_z$  – maksymalna zewnętrzna średnica pojedynczej rurki

Zależność pomiędzy średnicą wewnętrzną odwiertu a średnicą zewnętrzną rurki określa formuła

$$d_z < \frac{D_w}{2 + \sqrt{2}},$$

gdzie:

$D_w$  – średnica wewnętrzna odwiertu [m],

$d_z$  – średnica zewnętrzna rurki [m].

W odwiercie A-51 należy rury zapuścić do głębokości 170 m, a w odwiercie A-52 do głębokości 150 m. Przyjmując podwójną U-rurkę jako element cyrkulacyjny wymienników otworowych (o średnicy 7"), należy ustalić średnicę zewnętrzną pojedynczej rurki. Powinna ona wynosić 40 mm. U-rurki wykonane być powinny z polietylenu.

### 3. AKTUALNY STAN GOSPODARKI ENERGETYCZNEJ I WODNEJ W KRYTEJ PŁYWALNI W UJĘCIU EKONOMICZNYM

Kryta pływalnia (rys. 4) zasilana jest w ciepło z kotłowni znajdującej się w pobliskiej bursie szkolnej. Kotłownia dostarcza nośnik ciepła w postaci pary wodnej, która zasila węzły ciepła: c.o., c.w.u. i c.t. (woda w niecce basenu, wymiennik – rys. 5). Ciepło jest także produkowane na potrzeby wentylacji. Rozliczanie kosztów za dostarczone ciepło jest realizowane na zasadzie umownej. Wynika z niej, iż kryta pływalnia ponosi 67% opłat związanych z dostarczeniem mediów. I tak w przypadku gazu ziemnego, stanowi to średnio 286 tys. zł na rok. Roczny koszt energii elektrycznej dla krytej pływalni stanowi także 67% kosztu całkowitego (razem z bursą), co stanowi 7300 zł; podobnie roczny koszt wody na potrzeby kotłowni wynosi 2000 zł (67%).



Rys. 4. Niecka basenowa na krytej pływalni w Krośnie



Rys. 5. Wymiennik ciepła na technologiczne potrzeby ogrzewania wody w niecce basenu

#### **4. ELEMENTY ANALIZY EKONOMICZNEJ OTWOROWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA**

Ciepło dla krytej pływalni (7035 GJ/rok) kosztuje obecnie 277 tys. zł/rok. Z tego 106,3 tys. zł/rok (2700 GJ/rok) kosztuje ogrzewanie celem utrzymania temperatury wody w niecce basenu.

Około 2000 GJ rocznie można pozyskać z górotworu za pośrednictwem pięciu analizowanych odwiertów, przy jednostkowym koszcie około 25 zł/GJ. Rocznie uzyskuje się kwotę pozyskania ciepła równą 50 tys. zł.

Pozostała ilość energii (700 GJ) może być uzupełniona:

- obecną, droższą technologią jej pozyskiwania ( $700 \text{ GJ} \times 39,42 \text{ zł/GJ} = 27\,590 \text{ zł/rok}$ ),
- dzięki odbiorowi ciepła z gruntu poprzez rury doprowadzające nośnik ciepła do odwiertów; tą drogą pozyskać można ponad 500 GJ rocznie w cenie identycznej lub niewiele wyższej od kosztu energii z otworowych wymienników ciepła (12 500 zł/rok);
- ciepłem od wody ściekowej, która wpływa do kanalizacji; prowadząc rury z nośnikiem ciepła przez kanał lub w jego otoczeniu można odbierać ciepło zawarte w wodzie odpadowej z basenu, która posiada temperaturę ponad 25°C; przy dobowym strumieniu jej objętości 10÷15 m<sup>3</sup> daje to możliwość odzysku około 350 GJ energii rocznie o koszcie niższym od kosztu energii z otworowych wymienników ciepła.

Całkowity koszt ogrzewania wody basenowej (2700 GJ/rok) może wynosić 67,5 tys. zł rocznie. W porównaniu z aktualną technologią daje to możliwość rocznych oszczędności w wysokości 38,8 tys. zł.

#### **5. WNIOSKI**

1. Złoże ropy naftowej Turaszówka jest w końcowym stadium eksploatacji. Odwierty mogą i powinny zostać zaadoptowane na otworowe wymienniki ciepła, w celu pozyskiwania czystej energii cieplnej.
2. Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 5 oraz kryta pływalnia mogą być odbiorcami energii geotermalnej ze względu na sprzyjającą charakterystykę zapotrzebowania na ciepło i położenie w bezpośrednim sąsiedztwie odwiertów złoża Turaszówka.
3. Układ gwarantujący zapewnienie wystarczającej ilości energii do ogrzewania wody w basenie krytej pływalni w Krośnie za pośrednictwem pompy ciepła składa się z 5 odwiertów oraz odpowiednio dobranych rur ułożonych w gruncie i częściowo w kanalizacji odprowadzającej wodę ściekową z basenu.
4. Ciepło uzyskane z wymienników otworowych powinno być wykorzystane w pierwszej kolejności do ogrzewania wody w niecce basenu. W następnej kolejności do ogrzewania ciepłej wody użytkowej.
5. Przed podjęciem decyzji o likwidacji w okolicy kolejnych odwiertów niezbędna jest analiza celowości wykorzystania ich jako otworowych wymienników ciepła. Ogrzewanie wody użytkowej stanowi element znacznego obciążenia system grzewczy w krytej pływalni. Przy pojemnościowym ogrzewaniu można ogrzewać wodę za pośrednictwem pompy ciepła energią z odwiertów przy zredukowanym rocznym koszcie.

6. Koszty ponoszone na nieodwracalną likwidację odwiertów powinny w uzasadnionych przypadkach zostać przenoszone na adaptację odwiertów na wymienniki otworowe.
7. Na realizację opisanej koncepcji należy wykorzystać środki finansowe na inwestycje proekologiczne z kraju i/lub z zagranicy. Opisana koncepcja posłużyć może również w celu pozyskania funduszy na prace termomodernizacyjne krytej pływalni i jej renowację.
8. Instalacja powierzchniowa w gruncie powinna być wykonana w sposób umożliwiający połączenie z systemem nowych odwiertów przeznaczonych do likwidacji. Należy instalację powierzchniową wykonać z uwzględnieniem istniejących przewodów kanalizacyjnych tak, aby odbierać również ciepło odpadowe ze ścieków.

## LITERATURA

- [1] *Dokumentacje geologiczne likwidacji otworów wiertniczych Turaszówka WA-4, WA-5, WA-6, A-51, A-52*. Sanok, PGNiG S.A. w Warszawie Oddział Sanocki Zakład Górnictwa Nafty i Gazu 2004
- [2] Gonet A., Śliwa T.: *The utilisation of boreholes for geothermal heat exploitation*. Nové poznatky v oblasti vrtania, tazby, dopravy a uskladnovania uhl'ovodíkov, Zborník prednások XI. Medzinárodná Vedecko-technická Konferencia, Technická Univerzita v Kosiciach. Fakulta Baníctva, Ekológie, Riadenia a Geotechnológií. Katedra Ropného Inžinierstva, Podbanské, Slovensko, 2002
- [3] Materiały archiwalne Urzędu Miasta Krosna
- [4] Materiały archiwalne ZRG Krosno
- [5] Śliwa T., Gonet A.: *The closing wells as heat source*. Acta Montanistica Slovaca, 9, vol. 3, 2004
- [6] Śliwa T., Gonet A.: *The idea of utilising old production wells for borehole heat exchangers in the near depleted oil field in Iwonicz Zdrój*. International Geothermal Conference "Multiple Integrated Uses of Geothermal Resources", Reykjavik, 2003