

**Tadeusz Solecki\***

## **ANALIZA I OCENA MOŻLIWOŚCI RENOWACJI ODWIERTU W UZDROWISKU POŁCZYN\*\***

### **1. WPROWADZENIE**

W Połczynie-Zdroju znajduje się odwiert ujmujący wodę leczniczą dla celów balneologicznych uzdrowiska Połczyn. Odwiert P-IG1 wykonany został w latach 1962-1963 w ramach zadań realizowanych przez Państwowy Instytut Geologiczny. Głębokość, jaką osiągnął odwiert P-IG1, wynosiła początkowo 2705 m, a po jego częściowej likwidacji dno odwiertu pozostawiono na głębokości 1248 m [8].

Konstrukcyjnie odwiert P-IG1 został przygotowany do korzystania z wód podziemnych, dlatego w rozumieniu ustawy „Prawo geologiczne i górnicze” stanowi ujęcie wód podziemnych o znaczeniu leczniczym. Odwiert „P-IG1” przystosowano do eksploatacji solanki z utworów kajpru górnego w interwale 1235,0–1175,0 m, a następnie przekazano Uzdrowisku Połczyn. Uzdrowisko uzyskało koncesję [9] na prowadzenie działalności regulowanej ustawą „Prawo geologiczne i górnicze” [7].

Odwiert P-IG1 ujmował solankę wykorzystywaną do celów balneologicznych. Eksploatację rozpoczęto w 1965 roku, a w jej trakcie stwierdzono obniżanie się wydajności i poziomu zwierciadła dynamicznego [10]. Mimo wykonanych kilku zabiegów renowacyjnych w odwiercie P-IG1 w latach 1974–1976, 1981, 1986 a także zabiegu rekonstrukcji w 1989/90, nie przywrócono wymaganych przez Uzdrowisko Połczyn parametrów eksploatacyjnych ujęcia. W związku z aktualnym stanem, w dalszej części artykułu przeprowadzono analizę możliwości przywrócenia zdolności eksploatacyjnej ujęcia wody leczniczej.

### **2. STAN TECHNICZNEGO UJĘCIA WODY LECZNICZEJ**

Konstrukcja odwiertu P-IG1 po adaptacji dla eksploatacji solanki do celów balneologicznych jest następująca: 0,0–3,9 m rury  $\phi$  32" cementowane do powierzchni terenu; 0,0–66,5 m rury  $\phi$  18 5/8" cementowane do powierzchni terenu; 0,0–459,0 m rury  $\phi$  9 5/8"

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* Artykuł opracowano w ramach badań statutowych

cementowane do powierzchni terenu; 0,0–1248,0 m rury  $\phi$  9 5/8" cementowane do powierzchni terenu. Niżej, w interwale 1248,0–1280,0 m znajduje się korek cementowy, a dalej do głębokości 2705,0 m otwór jest zlikwidowany zatłoczoną pastą ilowo-cementową. W interwale 1235,0–1175,0 m wykonano perforację rur okładzinowych 9 5/8". Przez perforację rur okładzinowych udostępniono poziom wodonośny z utworów kajpru górnego (piaskowiec trzciny) o następujących parametrach eksploatacyjnych: wydajność 7,0 m<sup>3</sup>/h, depresja 78,8 m. W wyniku eksploatacji solanki do celów balneologicznych, rozpoczętej w 1965 roku, zaobserwowano, od początku 1974 roku, spadek wydajności ujęcia, a także obniżenie się poziomu dynamicznego zwierciadła wody w odwiercie P-IG1 [10].

W latach 1974–1976 wykonano prace renowacyjne, które polegały na mechanicznym oczyszczeniu rur eksploatacyjnych 9 5/8" z narostów siarczanowych. Podczas tej renowacji osiągnięto głębokość 1248 m, czyli głębokość korka cementowego likwidującego dolną część otworu. Bezpośrednio po zakończeniu wyżej opisanych prac renowacyjnych wykonano zabieg kwasowania strefy przyodwiertowej.

Skuteczność wykonanych prac renowacyjnych oceniono na podstawie próbnego pompowania, którego wyniki wykazały, że parametry eksploatacyjne i jakość wody są zbliżone do parametrów z początkowej fazy eksploatacji ujęcia, tj. z roku 1965 [10].

Po renowacji, po upływie ok. jednego miesiąca, zaobserwowano spadki dynamicznego zwierciadła wody i spadki wydajności. W latach 1976–1981 odwiert P-IG1 był eksploatowany w warunkach częstych awarii pomp i intensywnego wytrącania się osadów siarczanowych na rurach eksploatacyjnych.

W roku 1981 wykonano ponowne usuwanie osadów w górnej części rur 9 5/8", aby zapobiec przychwyceniu pompy głębinowej. Podobny zabieg wykonano w 1986 roku.

W 1987 roku zawieszono pompę na głębokości 127 m, uzyskując maksymalną wydajność 2,0 m<sup>3</sup>/h. Dalsze próby obniżania położenia pompy skończyły się niepowodzeniem, ponieważ nie pozwalał na to osad znajdujący się na ścianie rur eksploatacyjnych 9 5/8", powodujący zmniejszenie ich średnicy.

W październiku 1988 r. zaniechano eksploatacji ujęcia, a w latach 1989/90 ponownie wykonano renowację otworu wiertniczego P-IG1, osiągając ostatecznie głębokość 1193 m, czyli o 55 m mniej, niż miał ten otwór po adaptacji do eksploatacji solanki w roku 1965 i po renowacji w roku 1976. W 1990 roku wykonano dodatkową perforację rur eksploatacyjnych, ale tylko w interwale 1193,0–1175,0 m. Ustalone wtedy zasoby eksploatacyjne wynosiły 2,8 m<sup>3</sup>/h przy depresji 50,0 m. Po roku 1990 nie prowadzono żadnych robót związanych z odwiertem P-IG1. W latach 1990 oraz 1994 przeprowadzono próbne pompowania odwiertu, a na ich podstawie opracowano aneks do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód leczniczych [10]. Na podstawie tego aneksu Uzdrowisko Połczyn otrzymało aktualnie ważną koncesję na eksploatację ujęcia wód leczniczych ujętych odwiertem P-IG1 [11].

Z archiwalnych materiałów geologicznych wynika, że po adaptacji odwiertu P-IG1 do eksploatacji wody leczniczej, wykonano w ramach badań geofizycznych tylko profilowanie średnicy w rurach eksploatacyjnych 9 5/8". Z wykresu archiwalnego [12] wynika, że maksymalne zmniejszenie średnicy (110 mm) otworu stwierdzono na głębokości 160 m,

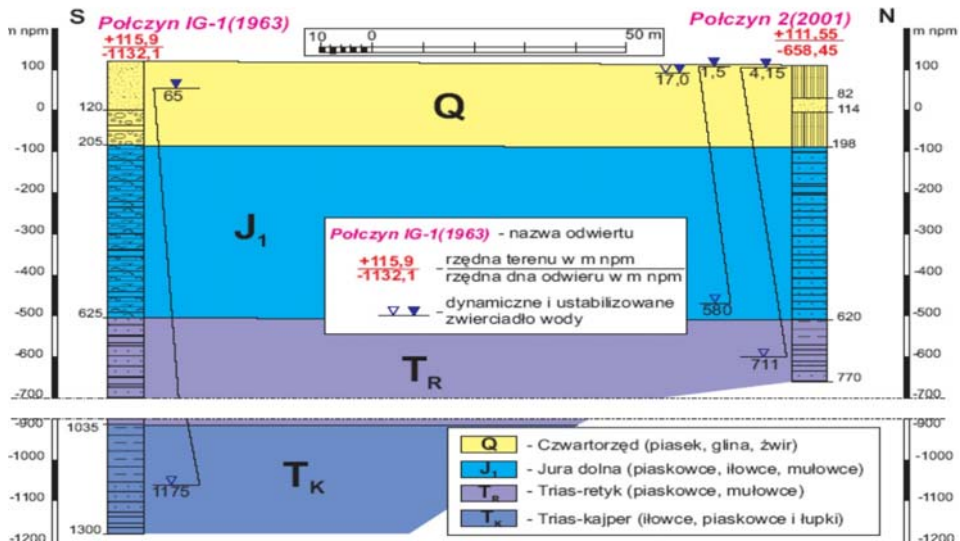
oraz na głębokości 1150 m (125 mm), przy średnicy czystych rur eksploatacyjnych 9 5/8", wobec średnicy 225 mm bez osadu.

### 3. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE UJĘCIA WODY LECZNICZEJ

W utworach czwartorzędowych występują dwa poziomy wodonośne, gromadzące wody zwykle o ogólnej mineralizacji ok. 600 mg/dm<sup>3</sup>. Wody te stanowią źródło zaopatrzenia w wodę do celów pitnych i na potrzeby gospodarcze. Jakość ujmowanych wód czwartorzędowych jest dobra. Poziom położony niżej jest lepiej izolowany od wpływów antropogenicznych z powierzchni terenu.

Poziom liasowy nie został przebadany w związku z wykonywaniem odwiertu P-IG1 [8]. Badania hydrogeologiczne tego poziomu, przy użyciu próbnika złożowego, wykonano dopiero w odwiercie „Połczyn 2” (P-2) [12]. Na podstawie analizy fizykochemicznej próbek wody, pobranych z odwiertu P-2, laboratorium „Balneoprojekt” wydało orzeczenie stwierdzające, że jest to „0,07% woda średnio zmineralizowana z przewagą wodorowęglanu sodu i pH=7,77” [12]. Stwierdzona niewielka mineralizacja prawdopodobnie jest skutkiem intensywnej wymiany wód infiltrujących w strefie wyniesień Pojezierza Drawskiego.

W utworach triasowych przebadano łącznie 6 poziomów wodonośnych, występujących w dolnym i środkowym pstrym piaskowcu oraz w dolnym i górnym kajprze, przewierconych podczas wykonywania odwiertu P-IG1. Do eksploatacji dla celów balneologicznych wytypowano (1965 r.) poziom wodonośny występujący w piaskowcu trciniowym (górnym kajper), położony w interwale 1280,0–1180,0 m, ujęty odwiertem P-IG1 w strefie perforacji 1235,0–1175,0 m. W warunkach próbnego pompowania uzyskano wydajność 7,0 m<sup>3</sup>/h przy depresji 78,8 m, a temperatura wody na wypływie wynosiła 19°C.



Rys. 1. Przekrój hydrogeologiczny przez odwierty P-IG1 i P-2

Na uwagę zasługuje podwyższona zawartość jonu siarczanowego ( $3171 \text{ mg/dm}^3$ ); wynika to z usytuowania piaskowca trzciniowego, stanowiącego warstwę wodonośną, pomiędzy seriami gipsowymi [8].

Określenie dróg wymiany wody i parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej, w której występuje ujęty odwiertem P-IG1 poziom wodonośny znajdujący się w piaskowcu trzciniowym (górnym kajper), jest zagadnieniem trudnym. Można przypuszczać, że około 100-metrowa warstwa wodonośna charakteryzuje się małymi zdolnościami filtracyjnymi, ze względu na drobnoziarnistość piaskowców budujących ośrodek porowaty, mający zdolność gromadzenia wody. Na podstawie analizy chemicznej wody eksploatowanej odwiertem P-IG1 oraz w związku ze stwierdzonym permanentnym zwiężaniem się prześwitu rur okładzinowych tego odwiertu, a także zaobserwowanym tworzeniem się gipsu krystalicznego w zbiorniku przeznaczonym do gromadzenia wody leczniczej, eksploatowanej z tego odwiertu, można wnioskować, że woda z poziomu wodonośnego występującego w piaskowcu trzciniowym, ma kontakt hydrauliczny z ilowcami dolomitycznymi i anhydrytem serii gipsowej dolnej oraz serii gipsowej górnej. Kontakt ten ma zasadniczy wpływ na charakter i mineralizację wody. Nie stwierdzono kontaktu hydraulicznego między odwiertami P-IG1 i P-2 – rysunek 1.

#### **4. SPOSÓB PRZYWRÓCENIA ZDOLNOŚCI WYDOBYWCZEJ ODWIERTU P-IG1 BEZ ZMIANY JEGO KONSTRUKCJI**

Aby przywrócić zdolność wydobywczą ujęcia wody leczniczej bez zmiany jego konstrukcji, należy wykonać niezbędne prace w odwiercie P-IG1. Wymagane prace to usunięcie (zeskrobanie) osadu z wnętrza rur eksploatacyjnych  $9 \frac{5}{8}$ ", wykonanie ponownej perforacji rur eksploatacyjnych  $9 \frac{5}{8}$ ", przeprowadzenie zabiegów usprawniających strefę przyodwiertową w interwale perforacji.

Rury okładzinowe  $9 \frac{5}{8}$ " pełniły w odwiercie P-IG1 funkcję rur eksploatacyjnych dla wydobywania solanki, z poziomu piaskowca trzciniowego, udostępnionego przez perforację odcinka tych rur, w interwale 1235,0–1175,0 m. W wyniku wydobywania solanki tworzyły się osady chemiczne na wewnętrznej ścianie rur eksploatacyjnych  $9 \frac{5}{8}$ ". Osady chemiczne zmniejszyły prześwit rur eksploatacyjnych oraz spowodowały znaczące obniżenie dopływu solanki do odwiertu. Stan taki uniemożliwił poprawne funkcjonowanie ujęcia wody leczniczej, dlatego zaprzestano wydobywania solanki z tego ujęcia. Usunięcie osadów chemicznych z wnętrza rur eksploatacyjnych  $9 \frac{5}{8}$ " umożliwi wykonanie dalszych działań, koniecznych dla przywrócenia dopływu solanki do ujęcia.

Roboty, polegające na usunięciu osadów chemicznych, zalegających w kolumnie rur okładzinowych  $9 \frac{5}{8}$ ", prawdopodobnie w postaci krystalicznej, należy przeprowadzić zwiercając i zeskrubując osady z wewnętrznej ściany rur przy użyciu narzędzi wiertniczych: świder  $\phi 216 \text{ mm}$ , frez  $\phi 216 \text{ mm}$  i skrobak  $\phi 9 \frac{5}{8}$ ". Czynności usuwania osadu w odwiercie P-IG1, należy przeprowadzić w interwale od głębokości położenia statycznego zwierciadła wody (65,0 m), do głębokości położenia górnej części korka cementowego w odwiercie (1248,0 m). Powstający urobek z osadu należy usuwać z odwiertu na bieżąco, przez intensywne płukanie narzędzia usuwającego osad. Zalecanym jest stosowanie ogół-

nej zasady, aby parametry hydrauliczne obiegu płuczki użytej do wynoszenia zwiercin z odwiertu (ciśnienie tłoczenia, natężenie przepływu) i jej właściwości reologiczne (lepkość, wytrzymałość strukturalna) zapewniły skuteczne usuwanie urobku.

#### **4.1. Reperforacja rur w strefie warstwy wodonośnej odwiertu P-IG1**

Z analizy materiałów archiwalnych wynika, że główną przyczyną spadku wydajności ujęcia wody leczniczej jest pogorszenie się kontaktu hydraulicznego między warstwą wodonośną a wnętrzem odwiertu P-IG1. Kontakt ten można poprawić, wykonując ponowną perforację (reperforację) rur eksploatacyjnych 9 5/8", ponieważ, jak się przypuszcza, wcześniej wykonane kanały perforacyjne, łączące warstwę wodonośną z odwiertem, uległy wypełnieniu osadami siarczanowymi.

Zabieg reperforacji rur eksploatacyjnych 9 5/8" w odwiercie P-IG1 można przeprowadzić z zastosowaniem perforatora rurowego [2], np. DYNAenergetics, na rurach płuczkowych 3 1/2", połączonych z dwiema znormalizowanymi rurami 2 7/8" TDS, za pomocą łącznika redukcyjnego: czop 2 7/8" × mufa 3 1/2" IF oraz mechanicznej lub ciśnieniowej głowicy odpalającej ładunki kumulacyjne typu GAN System 114 mm 32g DP2 Zn RDX. Wylot odwiertu wyposażyć w odpowiednią więźbę rurową i niezbędną armaturę umożliwiającą bezpieczne wykonanie zabiegu perforacji. Za celowe uznaje się wytypować strefę perforacji w interwale 1240,0–1180,0 m. Liczba otworów perforacyjnych na 1 m – 16 szt., co daje łączną liczbę otworów perforacyjnych – 960 szt., czyli ponad dwukrotnie więcej w porównaniu do 425 szt. otworów perforacyjnych uzyskanych podczas perforacji poprzedniej.

Większa liczba kanałów perforacyjnych, stanowiących drogę przepływu solanki z warstwy wodonośnej do odwiertu, w porównaniu z poprzednio uzyskaną liczbą kanałów perforacyjnych, spowoduje zmniejszenie prędkości z jaką przepływa solanka przez strefę perforacji, co powinno skutkować spowolnieniem procesu powstawania osadów w tej strefie oraz wydłużeniem czasu pracy ujęcia wody leczniczej.

Spodziewanym efektem perforacji jest poprawienie produktywności odwiertu przez utworzenie nowych drożnych kanałów do złoża solanki. Nastąpi to poprzez wydrążenie ładunkami kumulacyjnymi jednorodnych otworów wlotowych przebijających rury okładzinowe, warstwę cementu, część skały zbiornikowej (uszkodzonej wcześniej płuczka wiertniczą w trakcie procesu wiercenia), a także w osady siarczanowe powstałe w czasie eksploatacji ujęcia.

#### **4.2. Kwasowanie w strefie warstwy wodonośnej odwiertu P-IG1**

Do zabiegów, które mogą usprawnić strefę przyodwiertową w interwale perforacji, zaliczyć można kwasowanie oraz usuwanie cieczy poreakcyjnej i uwolnionych przez kwasowanie drobnych cząstek skalnych z tej strefy.

W geologicznych materiałach archiwalnych dotyczących odwiertu P-IG1 brak jest informacji na temat składu chemicznego osadów zalegających w strefie perforacji. Osady siarczanowe pobrane jako próbka ze zbiornika magazynującego solankę (wodę leczniczą) z ujęcia to gips krystaliczny. Z literatury wiadomo, że gips krystaliczny jest trudno rozpuszczalny. Omawiana próbka osadu również charakteryzuje się słabą rozpuszczalnością.



Autor przeprowadził wstępne badania laboratoryjne na tej próbce, które wykazały, że osad rozpuszcza się w 10% HCl, wtedy gdy osiągnie temperaturę kilkudziesięciu °C.

W analizowanych materiałach archiwalnych brak jest jednoznacznych informacji o temperaturze solanki w warstwie wodonośnej ujętej do eksploatacji. Mając jednak na uwadze wykonany w 1976 r. zabieg kwasowania w odwiercie P-IG1 i uzyskane pozytywne końcowe rezultaty po tym zabiegu ( $Q = 6,52 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $S = 68,7 \text{ m}$ ), zaleca się przeprowadzenie zabiegu kwasowania w postaci wanny kwasowej, stosując recepturę cieczy kwasującej taką jak w poprzednim zabiegu.

Ze względu na brak informacji o stanie technicznym odwiertu P-IG1 nie zaleca się przeprowadzenia zabiegu szczelinowania, ponieważ wymagane ciśnienia szczelinowania szacuje się na około 25 MPa, a zastosowanie ciśnienia tego rzędu wielkości przy braku rozoznania odnośnie do stanu technicznego odwiertu (po 45 latach jego użytkowania), może prowadzić do powstania poważnych komplikacji, zagrażających zmianą jakości wód wyżej położonego poziomu wodonośnego.

### 4.3. Instalacja do zabiegów usprawniających odwiert P-IG1

Autor proponuje, aby do zabiegów usprawniających odwiert P-IG1 zastosować instalację przedstawioną schematycznie na rysunku 2. Do wykonania zabiegu kwasowania stan technologiczny instalacji przygotować następująco: zawory 2, 3, 4, 8, 10 – zamknięte, zawory 1, 5, 14 – otwarte. Ciecz kwasującą, o temperaturze nie niższej niż 20°C, w ilości 7,5 m<sup>3</sup> (trzykrotna pojemność rur 9 5/8" w strefie perforacji), zgromadzoną w odpowiednim do tego celu zbiorniku na powierzchni terenu, wprowadzić do odwiertu w strefę perforacji, przez rury  $\phi 3 \frac{1}{2}$ ". Po zatłoczeniu całej ilości cieczy kwasującej, wtłoczyć tą samą drogą przybitkę (np. solankę pochodzącą z odwiertu P-IG1). Następnie zamknąć zawór 5 i pozostawić w takim stanie instalację co najmniej przez 12 godzin, aby ciecz kwasująca zareagowała z osadami chemicznymi zalegającymi na drodze migracji solanki do odwiertu.

Bezpośrednio po wykonaniu zabiegu kwasowania należy usunąć ze strefy perforacji ciecz poreakcyjną oraz rozluźnione przez kwas drobne cząstki skalne, wykorzystując do tego celu również instalację przedstawioną na rysunku 2. Stan technologiczny instalacji przygotować do tego zabiegu następująco: zamknięte zawory 1, 4, 10, 14; otwarte zawory 2, 3, 5. Sprężone powietrze wtłaczać przez zawór 3 i odbierać mieszaninę powietrza z cieczą wydobywaną z odwiertu. Proponowana instalacja tworzy klasyczny podnośnik powietrzny używany do wydobywania wody i innych cieczy z odwiertów [4,6].

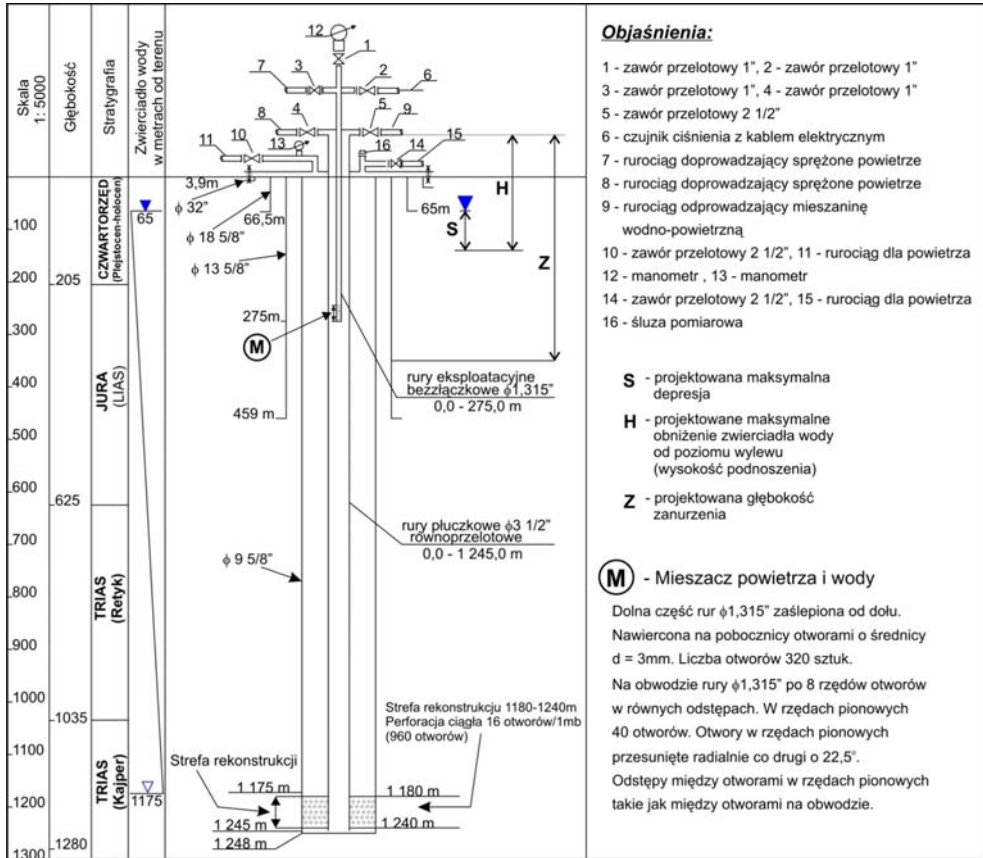
Parametry pracy podnośnika powietrznego obliczono wykorzystując następujące zależności [3].

Maksymalna wysokość podnoszenia solanki:

$$H = H_s + S \text{ [m]} \quad (1)$$

Maksymalna głębokość zanurzenia rur powietrznych od poziomu wylewu solanki:

$$Z = k \cdot H \text{ [m]} \quad (2)$$



Rys. 2. Proponowany schemat instalacji do usprawnienia odwiertu P-IG1

Jednostkowe zapotrzebowanie powietrza dla wydobycia 1 m<sup>3</sup> solanki:

$$V_p = \frac{H}{23 \cdot \eta \cdot \log(0,1 \cdot H) \cdot (k-1) + 1} [\text{m}^3 \text{ powietrza/m}^3 \text{ wody}] \quad (3)$$

Całkowite zapotrzebowanie powietrza dla założonego wydobycia solanki:

$$Q_p = \frac{V_p \cdot Q_s}{60} [\text{m}^3/\text{min}] \quad (4)$$

Oznaczenia we wzorach (1) do (4) oraz w tabelach 1 i 2 i na rysunku 3:

$H$  – maksymalna wysokość podnoszenia wody, m

$H_s$  – głębokość statycznego zwierciadła wody liczona od poziomu wylewu solanki, m

- $S$  – maksymalna depresja, m  
 $Z$  – maksymalna głębokość zanurzenia rurociągu powietrza od poziomu wylewu solanki, m  
 $V_p$  – jednostkowe zapotrzebowanie powietrza dla wydobycia  $1 \text{ m}^3$  solanki,  
 $Q_s$  – całkowite zapotrzebowanie solanki,  
 $Q_p$  – całkowite zapotrzebowanie powietrza,  
 $k$  – współczynnik zanurzenia rurociągu powietrza,  
 $\eta$  – sprawność podnośnika powietrznego.

Na podstawie zależności (1) i (2) dokonano obliczeń wymaganych głębokości zanurzenia rurociągu. Wyniki tych obliczeń zestawiono tabeli 1.

**Tabela 1**  
Wymagane głębokości zanurzenia rurociągu powietrza

H [m]	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$
80,0	120,00	160,00	200,00	240,00	280,00
85,0	127,50	170,00	212,50	255,00	297,50
90,0	135,00	180,00	225,00	270,00	315,00
95,0	142,50	190,00	237,50	285,00	332,50
100,0	150,00	200,00	250,00	300,00	350,00
105,0	157,50	210,00	262,50	315,00	367,50
<b>110,0</b>	165,00	220,00	<b>275,00</b>	330,00	385,00
115,0	172,50	230,00	287,50	345,00	402,50
120,0	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00
k	1,5	2,0	<b>2,5</b>	3,0	3,5

Na podstawie zależności (3) dokonano obliczeń jednostkowego zapotrzebowania powietrza koniecznego do wydobycia  $1 \text{ m}^3$  solanki, a wyniki tych obliczeń zestawiono w tabeli 2.

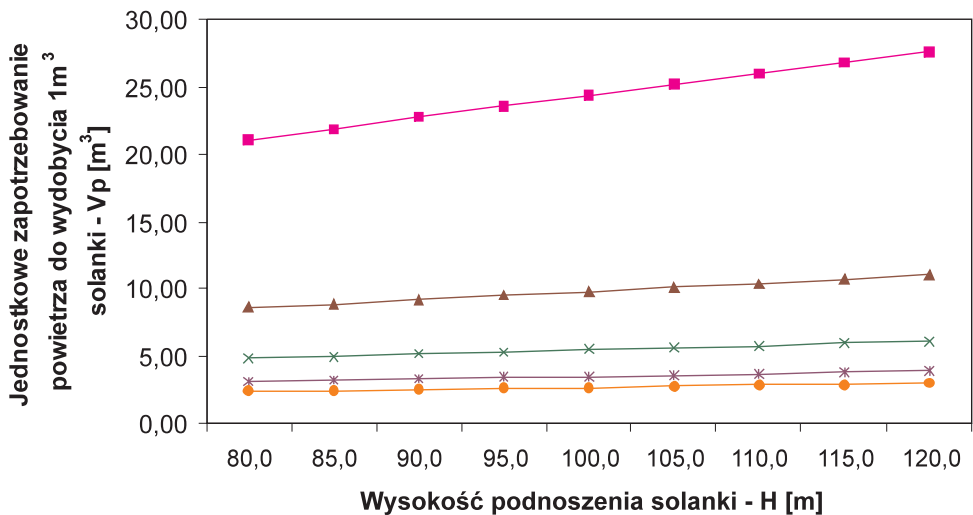
Na rysunku 3 przedstawiono jednostkowe zapotrzebowanie powietrza dla wydobycia  $1 \text{ m}^3$  solanki w zależności od depresji w odwiercie P-IG1, przy uwzględnieniu współczynnika zanurzenia rur powietrznych oraz sprawności podnośnika powietrznego.

Z analizy tabeli 2 i wykresu na rysunku 2 wynika, że instalacja do usunięcia ze strefy perforacji cieczy poreakcyjnej oraz rozluźnionych przez kwas drobnych cząstek skalnych powinna być wykonana z uwzględnieniem współczynnika zanurzenia rurociągu powietrznego o wartości nie mniejszej niż 2,5. Ustalenie głębokości zanurzenia rurociągu powietrznego przy zastosowaniu współczynnika zanurzenia  $k < 2,5$  prowadzi do konieczności stosowania sprężarek o dużej wydajności powietrza. W omawianym przypadku zaleca się przyjęcie współczynnika zanurzenia  $k = 2,5$ , co prowadzi do uzyskania sprawności podnośnika powietrznego  $\eta = 0,5$ , przy wymaganym zapotrzebowaniu jednostkowym powietrza  $V=5,8 \text{ m}^3$  na  $1 \text{ m}^3$  wydobywanej solanki.



**Tabela 2**Jednostkowe zapotrzebowanie powietrza do wydobycia 1 m<sup>3</sup> solanki

H [m]	V <sub>p1</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>p2</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>p3</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>p4</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>p5</sub> [m <sup>3</sup> ]
80,0	21,03	8,59	4,83	3,09	2,37
85,0	21,87	8,90	4,99	3,19	2,45
90,0	22,71	9,20	5,15	3,29	2,53
95,0	23,54	9,50	5,32	3,39	2,61
100,0	24,36	9,80	5,48	3,50	2,69
105,0	25,18	10,10	5,64	3,60	2,76
110,0	25,98	10,40	5,80	3,70	2,84
115,0	26,78	10,69	5,96	3,80	2,92
120,0	27,58	10,98	6,12	3,90	2,99
k	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
η	0,27	0,4	0,5	0,6	0,63



■ k=1,5 η=0,27  
▲ k=2,0 η=0,4  
× k=2,5 η=0,5  
\* k=3,0 η=0,6  
● k=3,5 η=0,63

**Rys. 3.** Jednostkowe zapotrzebowanie powietrza V<sub>p</sub> w zależności od depresji S

## 5. SPOSÓB PRZYWRÓCENIA ZDOLNOŚCI WYDOBYWCZEJ ODWIERTU P-IG1 ZE ZMIANĄ JEGO KONSTRUKCJI

Alternatywnym sposobem przywrócenia zdolności wydobywczej odwiertu P-IG1 jest ponowne przewiercenie warstwy wodonośnej, z zastosowaniem klina odchylającego nad jej stropem i zainstalowanie dodatkowego filtra. Odchylenie i ponowne przewiercanie wybranego odcinka otworu wiertniczego jest sposobem znanym i stosowanym w praktyce wiertniczej [5]. Odwiert P-IG1 na odcinku warstwy wodonośnej uzyskałby nową trajektorię przebiegającą z niewielkim odchyleniem od aktualnie istniejącej osi.

W takim przypadku warstwa wodonośna piaskowca trzciniowego zostanie ponownie przewiercona na odcinku 1175,0–1280,0 m, w celu zainstalowania filtra. Kąt odchylenia odwiertu należy dobrać, mając na uwadze konieczność wprowadzenia na przewierconym odcinku, kolumny filtrowej traconej o średnicy 7". Do wykonanego nowego otworu na odcinku 1150,0–1280,0 m wprowadzić filtr tracony, wykonany jako perforowana rura wiertnicza 7". Perforacja rury w postaci otworów okrągłych o średnicy 15 mm, rozstawionych w szachownicę. Stopień perforacji rury filtrowej – 5% powierzchni czynnej w stosunku do powierzchni całkowitej rury. Ze względu na rodzaj skał warstwy wodonośnej (zwięzłe piaskowce) nie przewiduje się wykonywania obsypki filtra, zgodnie z praktyką wiertniczą i poglądami zawartymi w literaturze [1].

Proponowane alternatywne rozwiązanie skutecznie umożliwiłoby ujęcie wody z całej warstwy wodonośnej. Filtr obejmując przedział całej warstwy wodonośnej, bez obecności cementu w strefie przyodwiertowej warstwy wodonośnej, jak to ma miejsce w aktualnej konstrukcji odwiertu P-IG1, zapewni lepsze warunki dopływu solanki do odwiertu, w porównaniu z dopływem przez perforację. Umożliwi to wydobywanie solanki w ilości wymaganej dla pokrycia zapotrzebowania do celów leczniczych, przy mniejszej depresji, co spowolni proces tworzenia się osadów blokujących dopływ solanki do odwiertu.

Sposób rekonstrukcji z ponownym przewierceniem warstwy wodonośnej nie będzie dalej szczegółowo rozważany ze względu na rozmiar zagadnień technicznych, przekraczających ramy niniejszego artykułu. Sposób ten jest możliwy do realizacji, lecz wymaga zastosowania odpowiedniego urządzenia wiertniczego, o lepszych parametrach technicznych, w porównaniu do urządzenia niezbędnego do przeprowadzenia usprawnienia analizowanego odwiertu bez ponownego przewiercania warstwy wodonośnej.

## 6. WNIOSKI

1. Analiza archiwalnych materiałów geologicznych i konstrukcji odwiertu P-IG1, wykorzystywanego wcześniej jako ujęcie wody leczniczej w Uzdrowisku Połczyn oraz przeprowadzone obliczenia, prowadzą do wniosku, że istnieje możliwość przywrócenia zdolności wydobywczej tego ujęcia i uzyskania wymaganych wydajności do pokrycia zapotrzebowania na wodę leczniczą.
2. Przywrócenie zdolności wydobywczej ujęcia wody leczniczej może być dokonane dwoma sposobami: przez usprawnienie lub przez rekonstrukcję odwiertu P-IG1.

3. Przywrócenie zdolności wydobywczej ujęcia wody leczniczej przez usprawnienie odwiertu P-IG1 nie wymaga zmiany jego konstrukcji i polega na wykonaniu: reperforacji rur wydobywczych w strefie warstwy wodonośnej, przeprowadzeniu kwasowania strefy perforacji, usunięciu za pomocą podnośnika powietrznego, ze strefy przyodwiertowej oraz z odwiertu, cieczy poreakcyjnej i luźnych cząstek stałych.
4. Alternatywny sposób przywrócenia zdolności wydobywczej ujęcia wody leczniczej w uzdrowisku przez rekonstrukcję odwiertu P-IG1 polega na ponownym przewierceniu warstwy wodonośnej z zastosowaniem klina odchylającego oraz instalację filtra z perforacją wykonaną na powierzchni.
5. Sposób alternatywny nie wymaga zabiegów reperforacji i kwasowania, ale wymaga zastosowania urządzenia wiertniczego o lepszych parametrach technicznych oraz instalacji nowego filtra, dlatego ostateczny wybór sposobu przywrócenia zdolności wydobywczej odwiertu P-IG1 powinien być dokonany po przeprowadzeniu ekonomicznej analizy porównawczej.

## LITERATURA

- [1] Driscoll F.G.: *Groundwater and Wells*, Johson Screens. St. Paul 1995.
- [2] Frodyma A., Wilk Z.: *Metody perforacji kumulacyjnej w udostępnianiu złóż węglowodorów*, *Wiertnictwo Nafta Gaz*, t. 24, . z. 2. s. 733–755, Kraków 2007.
- [3] Łaciak S, . Solecki T., Świątek R.: *Eksploatacja i obsługa ujęć wód podziemnych*, AGH Skrypty Uczelniane nr 592, część II, Kraków 1977.
- [4] Nenes A., Assimacopoulos, Markatos N. and Karydakis G.: *Simulation of Air Lift Pumps for Moderate Deep Water Wells*, *Technika Chronika*, 14, pp. 1–20, 1996.
- [5] Szostak L.: *Wiertnictwo*, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1989.
- [6] Wurts W.A., McNeill S. G. and Overhults D.G.: *Performance and Design Characteristics of Air Lift Pumps for Field Applications*, *World Aquaculture* 25(4), 1994.
- [7] Ustawa Prawo geologiczne i górnicze (z póź. zm.), Dz. U, Nr 27, poz. 96, Warszawa 1994.
- [8] Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych – Polczyn. Rosińska G. – Ministerstwo Środowiska – Archiwum Geologiczne, Warszawa 1965.
- [9] Koncesja na eksploatację wód leczniczych, nr 43/92 wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa – Ministerstwo Środowiska – Archiwum Geologiczne, Warszawa 1992.
- [10] Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód leczniczych ujętych odwiertem „Polczyn IG-1”. Rosińska-Wilczek G. – Ministerstwo Środowiska – Archiwum Geologiczne, Warszawa 1994.
- [11] Decyzja: znak DG/hg/JW/487-887a/99 Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, zmieniająca koncesję nr 43/92 – Ministerstwo Środowiska – Archiwum Geologiczne, Warszawa 1999.
- [12] Dokumentacja hydrogeologiczna wód podziemnych z utworów retyku – góry trias – ujętych odwiertem „Polczyn 2” – Ministerstwo Środowiska – Archiwum Geologiczne, Warszawa 2001.