

**Andrzej Gonet\*, Stanisław Stryczek\*, Krzysztof Brudnik\*\***

**OGRANICZENIE MIGRACJI  
WÓD POWIERZCHNIOWYCH I CZWARTORZĘDOWYCH  
WOKÓŁ OTWORU PODSADZKOWEGO TP-17  
W KOPALNI SOLI „WIELICZKA”\*\*\***

**1. WPROWADZENIE**

Dopływ wody z zewnątrz do każdej kopalni soli stanowi poważne zagrożenie, dlatego dąży się do jego zminimalizowania [3]. Są różnorodne przyczyny [1, 4], które w pewnym momencie doprowadzają do wycieków w kopalniach. Dla ukazania przedmiotowego problemu i sposobu ograniczania dopływu wody z powierzchni wybrano otwór podsadzkowy TP-17 w Kopalni Soli „Wieliczka” [2]. Został on wykonany ponad 30 lat temu i służył do podsadzania części wyrobisk kopalni. Od dłuższego czasu prawdopodobnie otworem tym do wnętrza kopalni soli dostaje się woda. Dla ograniczenia tego niekorzystnego oddziaływania wody na złożę wcześniej przeprowadzono z powierzchni terenu likwidację jego górnej części. Jednakże czas pokazał, że nie osiągnięto założonego celu i w dalszym ciągu w rejonie komory Lebzeltern występowały dopływy wody (rys. 1).



**Rys. 1.** Sole wtórnej krystalizacji w rejonie wylotu otworu TP-17

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* Kopalnia Soli „Wieliczka”

\*\*\* Praca wykonana w ramach badań statutowych nr 11.11.190.01

Dla zabezpieczenia kopalni przed dopływem wody w tym rejonie zaprojektowano ponowną likwidację otworu podszadkowego TP-17 połączoną z uszczelnieniem otaczającego go górotworu czwartorzędowego metodą iniekcji otworowej realizowaną z powierzchni terenu.

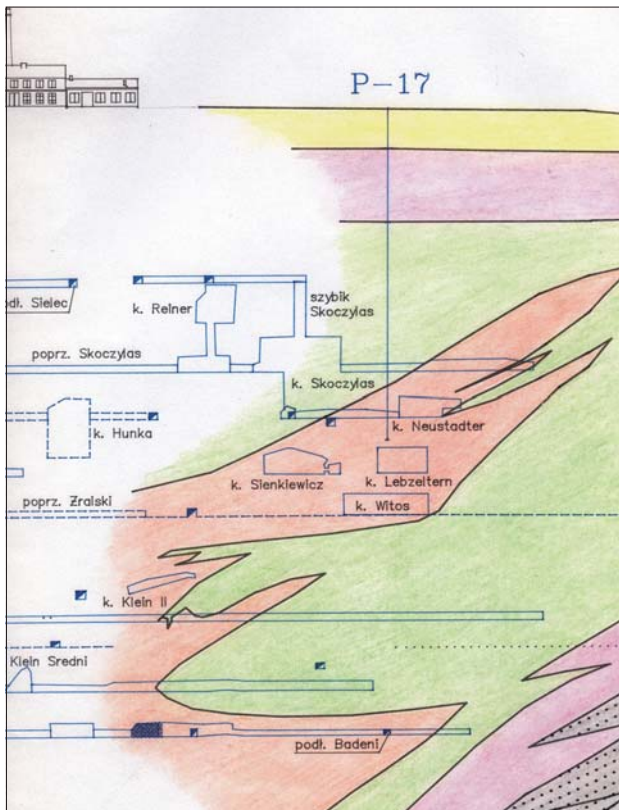
## 2. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE GÓROTWORU W OTOCZENIU OTWORU TP-17

W profilu geologicznym otworu stwierdzono:

- 0,0÷1,0 m – nasyp (miał węglowy),
- 1,0÷3,0 m – glina pylasta popielatoszara,
- 3,0÷13,0 m – pospółka.

Utwory czwartorzędowe w analizowanym rejonie mają miąższość około 13 metrów. Poniżej zalegają utwory trzeciorzędowe wykształcone w postaci otuliny iłowo-gipsowej o miąższości około 24 metrów, a następnie utwory złoża soli kamiennej – górnego złoża bryłowego (około 50 metrów) oraz dolnego złoża pokładowego.

Wycinek przekroju geologicznego pionowego [4] w otoczeniu otworu TP-17 przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Fragment przekroju geologicznego

Zwierciadło czwartorzędowego poziomu wodonośnego kształtuje się na głębokości około 9 m w utworach stanowiących mieszaninę piasku i żwiru, a więc o dobrych właściwościach filtracyjnych. Poniżej 13 m zalegają utwory trzeciorzędowe, wykształcone w postaci otuliny iłowo-gipsowej stanowiącej izolację strefy złożowej.

Zarurowanie otworu TP-17 przedstawiało się następująco:

- rury  $\varnothing$  620/600 mm – do głębokości 24 m posadowione wodoszczelnie (wykonano 8-metrowy korek iłowy w przedziale 16÷24 m),
- rury  $\varnothing$  457 mm (18") – do głębokości 98,0 m posadowione wodoszczelnie (wykonano korek iłowy od 88 m do 98 m, tj. o długości 10 m).

Przeźrenie poza ww. rurami zacementowano do powierzchni. Szczelność korka iłowego sprawdzono przez podwiercenie 0,5 m poniżej buta rur, zcerpanie płuczki i obserwacje jej poziomu w ciągu 24 godzin.

W 1995 roku zdemontowano lej zsykowy, zadeklowano rury  $\varnothing$  18" na głębokości 1,5 m deklek z blachy o grubości 15 mm oraz docementowano rury okładzinowe i dekiel, a na całości wykonano korek iłowy.

### 3. SPOSÓB LIKWIDACJI OTWORU PODSADZKOWEGO TP-17

Za potencjalne źródło dopływu wody do kopalni przez otwór TP-17 uznano utwory czwartorzędowe. Dodatkowym utrudnieniem w precyzyjnym zaprojektowaniu sposobu likwidacji otworu był brak oceny stanu technicznego kolumn rur okładzinowych, a zwłaszcza skuteczność wykonania likwidacji wylotu otworu w strefie przypowierzchniowej.

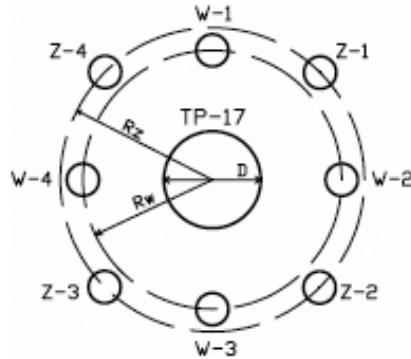
Przed wykonaniem likwidacji otworu TP-17 wykonano wdzierkę na poziomie II w z poprzeczni Skoczylas i odsłonięto kolumnę rur  $\varnothing$  457 mm (18"). Następnie wycięto rury  $\varnothing$  18" w przedziale głębokości 79÷81 m i zadeklowano ich wylot ku powierzchni. Dolną część zabezpieczono przed ewentualnym opadnięciem w dół.

Po wykonaniu tych robót przystąpiono do likwidacji otworu z powierzchni. Likwidację objęto otwór TP-17 na długości od stropu poprzeczni Skoczylas na poziomie II w do powierzchni terenu. Likwidację otworu TP-17 wykonano w dniach od 05.12. do 29.12.2006 r.

W tym celu:

- Wykonano przedłużenie otworu z głębokości 1,5 m ponad powierzchnię terenu w celu zamontowania głowicy. Następnie wykonano badanie szczelności kolumny rur  $\varnothing$  18" poprzez zatłaczanie przez głowicę powietrza do uzyskania ciśnienia 0,20 MPa w pierwszym cyklu pomiarowym i 0,40 MPa w drugim cyklu pomiarowym. Badaniami stwierdzono brak szczelności kolumny rur  $\varnothing$  18", tj. spadek ciśnienia w ciągu 30 minut do 0,13 MPa w pierwszym cyklu pomiarowym i do 0,31 MPa w drugim cyklu pomiarowym.
- Wykonano likwidację otworu TP-17 w rurach  $\varnothing$  18" przez zatłoczenie zaczynu cementowego o gęstości 1830 kg/m<sup>3</sup>. Zatłoczenie prowadzono przez przewód zapuszczany do dna otworu lub głębokości zalegania korka powstałego w poprzednim cyklu zatłaczania. Wykonano cztery cykle zatłaczania zaczynu do rur  $\varnothing$  18", utrzymując w czwartym cyklu ciśnienie na głowicy w wysokości 0,4 MPa. Po stójce, po czwartym cyklu stwierdzono strop korka na głębokości 10,0 m i wykonano dopełnienie otworu do wierzchu. Łącznie w rury  $\varnothing$  18" zatłoczono 12,40 m<sup>3</sup> zaczynu cementowego.

W celu osiągnięcia szczelności układu górotwór – otwór podsadzkowy TP-17 konieczne było wykonanie otworowego ekranu przeciwfiltracyjnego, który ograniczyć miał dopływ wody w rejon górnej części zlikwidowanego otworu. Został zaprojektowany dwurzędowy ekran uszczelniający, obejmujący wykonanie ośmiu otworów iniekcyjnych o głębokości 15 m i 16,5 m. Rozmieszczenie tych otworów w poszczególnych okręgach oraz ich oddalenie od osi otworu podsadzkowego TP-17 przedstawiono na rysunku 3.



**Rys. 3.** Rozmieszczenie otworów iniekcyjnych względem otworu TP-17. Skala 1:20. W-1, 2, 3, 4 – otwory iniekcyjne okręgu wewnętrznego, Z-1, 2, 3, 4 – otwory iniekcyjne okręgu zewnętrznego, D – średnica zewnętrzna rur 457 mm (18") – otwór TP-17,  $R_w$  – promień okręgu wewnętrznego = 600 mm,  $R_z$  – promień okręgu zewnętrznego = 700 mm

Zlokalizowano cztery otwory na okręgach o promieniu 0,6 i 0,7 m od osi otworu TP-17. Do każdego otworu włączano zaczyn cementowy o gęstości 1830 kg/m<sup>3</sup>.

Zestawienie wywierconych otworów W1, W2, W3, W4 o głębokości 15,0 m i otworów Z1, Z2, Z3 i Z4 o głębokości 16,5 m oraz wykonanych zabiegów zatłaczania w celu doszczelnienia górotworu wokół otworu TP-17 przedstawiono w tabeli 1 (na wklejce).

Łącznie w celu doszczelnienia górotworu wokół otworu TP-17 i wykonania ekranu przeciwfiltracyjnego zatłoczono 46,35 m<sup>3</sup> zaczynu cementowego, w tym 12,40 m<sup>3</sup> przez przewód zapuszczony do dna wyżej wymienionych otworów i 33,95 m<sup>3</sup> przez głowicę cementacyjną.

W końcowym etapie prac przeprowadzono przypowierzchniową likwidację otworu TP-17 obejmującą:

1. wykonanie wykopu o głębokości ok. 4,5 m;
2. obcięcie kolumny rur  $\varnothing$  18" i  $\varnothing$  620/600 mm na głębokości 4,2 m p.p.t., tj. na rzędnej 236,8 m n.p.m.;
3. deklowanie rur  $\varnothing$  620/600 deklek z blachy o grubości 15 mm;
4. wykonanie płytki betonowej nad otworem  $0,8 \times 0,8 \times 0,2$  m;
5. zasypanie wykopu nad zlikwidowanym otworem i rekultywację terenu wokół otworu.

W wyniku zrealizowanych prac stwierdzono znaczne ograniczenie dopływu wody w komorze III/130. Pojawiające się pojedyncze wykroplenia, z tendencją spadkową, obserwowane w stropie komory w otoczeniu otworu podsadzkowego TP-17 można tłumaczyć osuszaniem się górotworu.

Tabela 1

Parametry technologii doszczelniania górotworu otworami iniekcyjnymi

		W-1	Z-1	W-2	Z-2	W-3	Z-3	W-4	Z-4								
0	tłoczenie przez głowicę	V1=1,2 m <sup>3</sup> p1=0,07 MPa przebiecie na pow.	V=0,8 m <sup>3</sup> p=0,15÷0,20 MPa przebiecie na otwory	V1=0,1 m <sup>3</sup> p1=0 MPa przebiecie na pow.	V=4,2 m <sup>3</sup> p=0,02 MPa przebiecie na pow.	V=4,0 m <sup>3</sup> p=0,07 MPa przebiecie na pow.	V=3,25 m <sup>3</sup> p=0,06 MPa przebiecie na otwory	V=6,0 m <sup>3</sup> p=0,05 MPa	V=3,6 m <sup>3</sup> p=0,025 MPa przebiecie na otwory								
		V2=6,0 m <sup>3</sup> p2=0,12 MPa przebiecie na otwory W-3 i W-4 p=0,05 MPa	W-1, W-2, W-3 i W-4 p=0,05 MPa przebiecie na pow.	V2=4,8 m <sup>3</sup> p2=0,14÷0,15 MPa wypływ z otw. W-1 i W-3, przebiecie na pow.			W-1, W-2, W-3, W-4 i Z-5 p=0,05 MPa przebiecie na pow.		V=0,05÷0,07 MPa przebiecie na pow.								
1	skala głębokości [m]	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu	tłoczenie przez przewód Ø 50 mm zapuszczony do dna otworu								
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14												V2=0,8 m <sup>3</sup> p2=0,7 MPa					
15										V1=1,1 m <sup>3</sup> p1=0,6 MPa		V1=0,9 m <sup>3</sup> p1=0,4÷0,6 MPa		V=0,65 m <sup>3</sup> p=0,6÷0,7 MPa		V=0,65 m <sup>3</sup> p=0,3÷0,5 MPa	
16											V=1,2 m <sup>3</sup> p=0,8÷0,1 MPa		V=3,3 m <sup>3</sup> p=0,6÷0,8 MPa		V=1,3 m <sup>3</sup> p=0,5÷0,7 MPa		V=2,5 m <sup>3</sup> p=0,8÷0,1 MPa
17																	

#### 4. WNIOSKI

- 1) Wielowiekowa działalność górnicza w Kopalni Soli „Wieliczka” doprowadziła do powstania wielu miejsc dopływu wody stwarzających zagrożenie dla kopalni. Jednym z nich są stare otwory podsadzkowe.
- 2) Ponad 30-letnie wykorzystywanie otworu TP-17 do podsadzania kopalni piaskiem doprowadziło do jego rozszczelnienia i do wprowadzenia wody w jego otoczenie, a w szczególności do komory III/130.
- 3) Likwidacja otworu podsadzkowego TP-17 polegająca na jego etapowym wypełnieniu odpowiednio dobranym zaczynem cementowym uzupełniona o osiem otworów iniekcyjnych położonych w bezpośrednim otoczeniu o długości 15 i 16,5 m pozwoliła zlikwidować dopływ wód powierzchniowych do Kopalni Soli „Wieliczka” w tym rejonie.

#### LITERATURA

- [1] Garlicki A. *et al.*: *Studium możliwości likwidacji zagrożenia wodnego dla zabytkowej Kopalni Soli Wieliczka za pomocą bariery drenażowej lub ekranu izolującego*. Projekt Badaw. Zam. KBN nr PBZ 066-01, Kraków 1994–95
- [2] Gonet A., Stryczek S., Winid B.: *Opracowanie sposobu likwidacji otworu podsadzkowego TP-17, na odcinku od powierzchni terenu do stropu komory Lebzeltern w Kopalni Soli „Wieliczka”*. Kraków 2005 (materiały niepublikowane)
- [3] Gonet A. *et al.*: *Aktualizacja „Kompleksowej koncepcji zabezpieczenia zabytkowej Kopalni Soli „Wieliczka” przed zagrożeniem wodnym” w zakresie likwidacji wycieków W VII-16, W VI-32 i W VI-6*. Kraków 2006 (materiały niepublikowane)
- [4] Materiały Kopalni Soli „Wieliczka”