

*Tadeusz Rembielak**, *Lech Mielniczuk***, *Janusz Rosikowski***,
*Józef Rusinek***, *Franciszek Wala****

INIEKCYJNE WZMACNIANIE GÓROTWORU PODCZAS PRZEBUDÓW WYROBISK KORYTARZOWYCH JAKO SPOSÓB ZAPOBIEGANIA OBWAŁOM SKAŁ I SKUTKOM TYCH OBWAŁÓW

1. Wprowadzenie

W kopalniach podziemnych często występuje potrzeba przebudowy wyrobisk korytarzowych z powodu między innymi korozji jej elementów itd. [2].

W przypadku skorodowanej obudowy może to skutkować jej zniszczeniem podczas prowadzenia przebudowy i wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń z udziałem ludzi w postaci obwałów i zawałów skał stropowych.

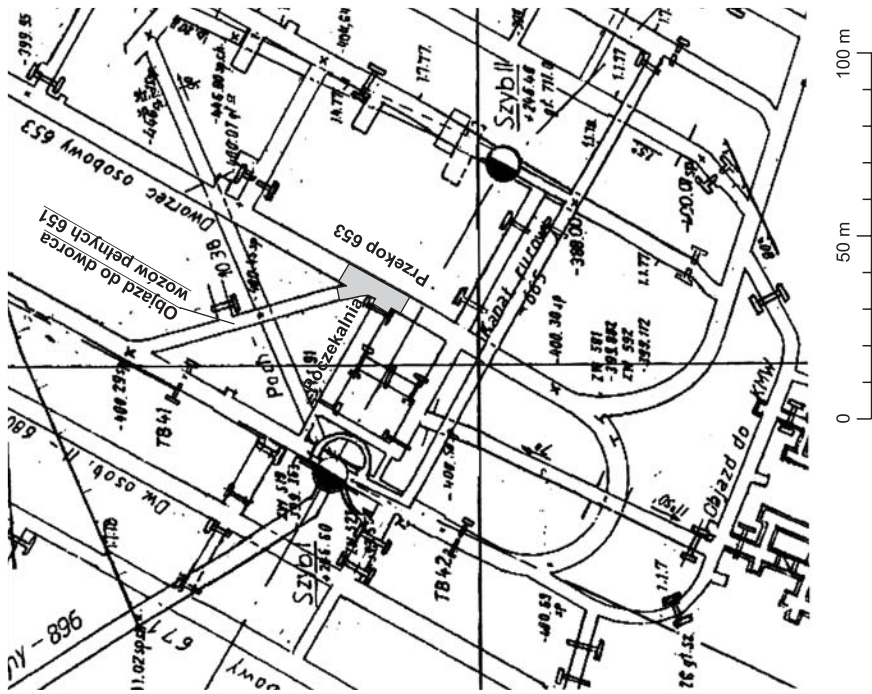
Z tego powodu podczas wykonywania przebudowy skrzyżowań wyrobisk korytarzowych niezbędne jest prowadzenie odpowiednich zabiegów geotechnicznych zapobiegających wystąpieniu niebezpiecznych zdarzeń z udziałem ludzi. Iniekcyjne uszczelnianie i wzmocnienie górotworu poprzedzające przebudowę skrzyżowań jest skutecznym sposobem zapobiegania obwałom skał i skutkom tych obwałów [2].

W KWK „Piaś” była realizowana przez Nadwiślański Węgiel S.A. Pion Górniczy przebudowa skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz z wyjściem z poczekalni na poziomie 650 m, poprzedzona iniekcyjnym wzmocnieniem górotworu w jego otoczeniu (rys. 1). Przed przystąpieniem do przebudowy, przeprowadzono badania szczelinowatości górotworu w 18 otworach odwierconych w otoczeniu tego skrzyżowania, a następnie w oparciu o uzyskane wyniki opracowano przestrzenne rozmieszczenie otworów iniekcyjnych, ustalono niezbędną ich długość oraz opracowano recepturę środka wzmocniającego.

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Kompania Węglowa S.A., KWK „Piaś”, Bieruń

*** Gliwicki Zakład Usług Górniczych Sp. z o.o., Gliwice



521,10	1,30	tupek
522,40	0,32	węgiel
522,72	0,05	tupek
522,77	0,60	węgiel
523,37	1,90	tupek
525,27		

0,97 POKŁ. 206/3

10,13 piaskowiec średnioziarnisty

535,40	0,45	węgiel
535,85	0,05	tupek
535,90	0,30	węgiel
536,20	1,20	tupek
537,40		

0,80 POKŁ. 206/4

67,40 piaskowiec średnioziarnisty

604,80	3,00	węgiel
607,80	0,50	tupek
608,30		

POKŁ. 206/4

70,90 piaskowiec średnioziarnisty

679,20	2,40	tupek
681,60	1,60	węgiel
683,20	0,10	tupek
683,30		

POKŁ. 208

27,70 piaskowiec średnioziarnisty

Profil szybu I, poziom 650 m, KWK "Piast"

Rys. 1. Mapa wyrobisk górniczych oraz profil szybu I na poziomie 650 m, KWK „Piast” Ruch I

W ramach opracowanej technologii odwiercono w 13 przekrojach 97 otworów iniekcyjnych o długości 2 m i średnicy 42 mm. Przez wymienione otwory oraz przez 18 otworów do badania szczelinowatości zatłoczono do górotworu środek uszczelniająco-wzmacniający, do którego sporządzenia zużyto 2090 kg cementu portlandzkiego oraz niewielkie ilości gipsu górniczego, wapna hydratyzowanego i dodatków modyfikujących własności iniektu.

Po zatłoczeniu wszystkich otworów, odwiercono pomiędzy otworami iniekcyjnymi 18 otworów kontrolnych, w których wykonano badania szczelinowatości.

W oparciu o wyniki z wymienionych badań stwierdzono, że prace iniekcyjne zostały wykonane prawidłowo. Po wykonaniu prac iniekcyjnych zrealizowano bezpiecznie przebudowę przedmiotowego skrzyżowania.

2. Charakterystyka geologiczno-górnicza w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m

Rozpatrywany rejon skrzyżowania przekopu 653 z przekopem wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poziomie 650 m zlokalizowany jest w rejonie szybów I i II w centralnej części obszaru górniczego KWK „Piast” [1]. Na rysunku 1 przedstawiono mapę wyrobisk górnich oraz profil szybu I na poz. 650 m w KWK „Piast” Ruch I.

3. Badania szczelinowatości górotworu w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m

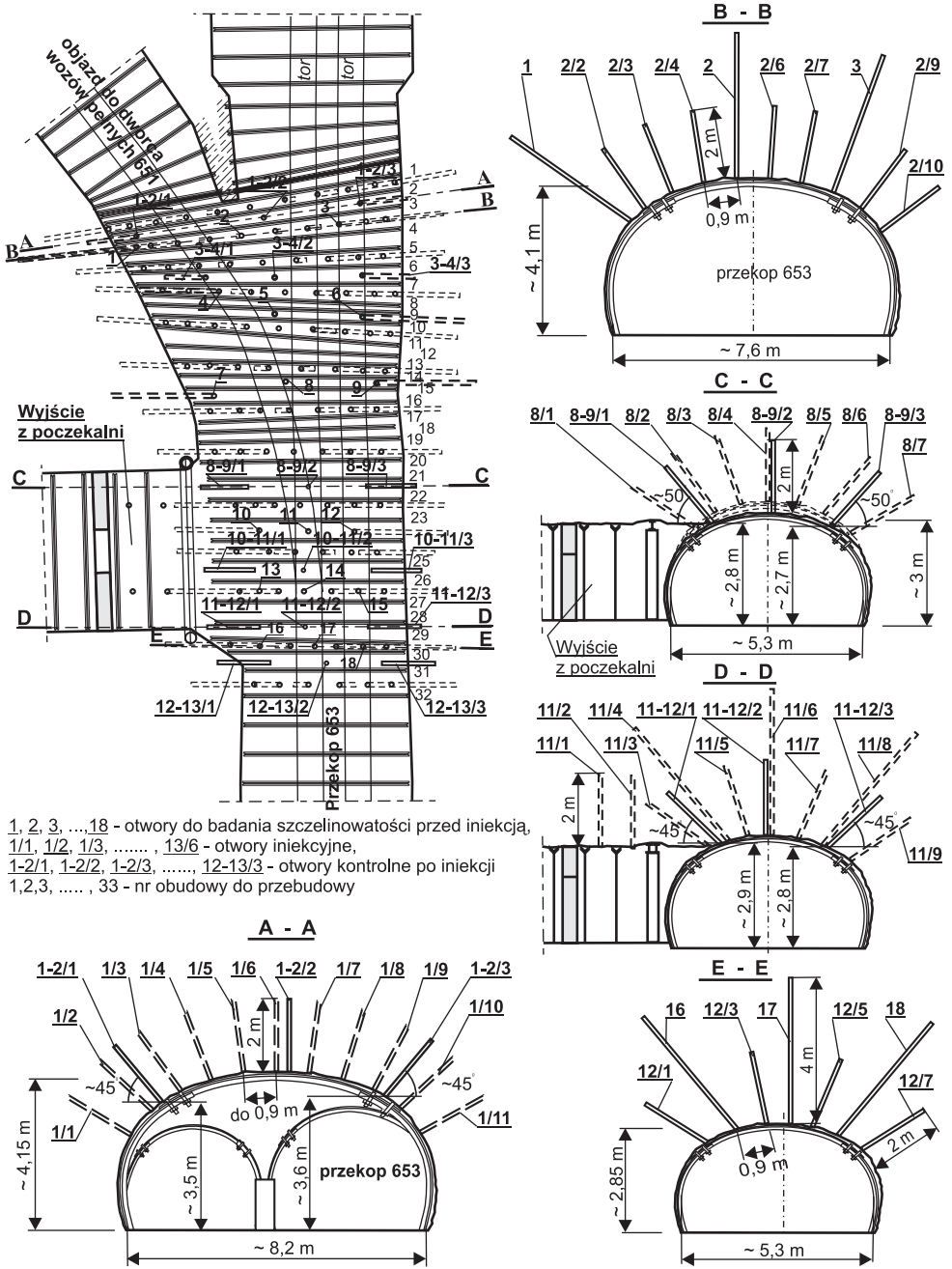
Dla przeprowadzenia badań szczelinowatości w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz w rejonie skrzyżowania z wyjściem z poczekalni odwiercono 18 otworów badawczych o długości 4,0 m i średnicy 42 mm.

Schemat rozmieszczenia otworów do badania szczelinowatości górotworu oraz otworów iniekcyjnych w otoczeniu wymienionych skrzyżowań przedstawiono na rysunku 2. Badania szczelinowatości przeprowadzono za pomocą optycznego wziernika otworowego.

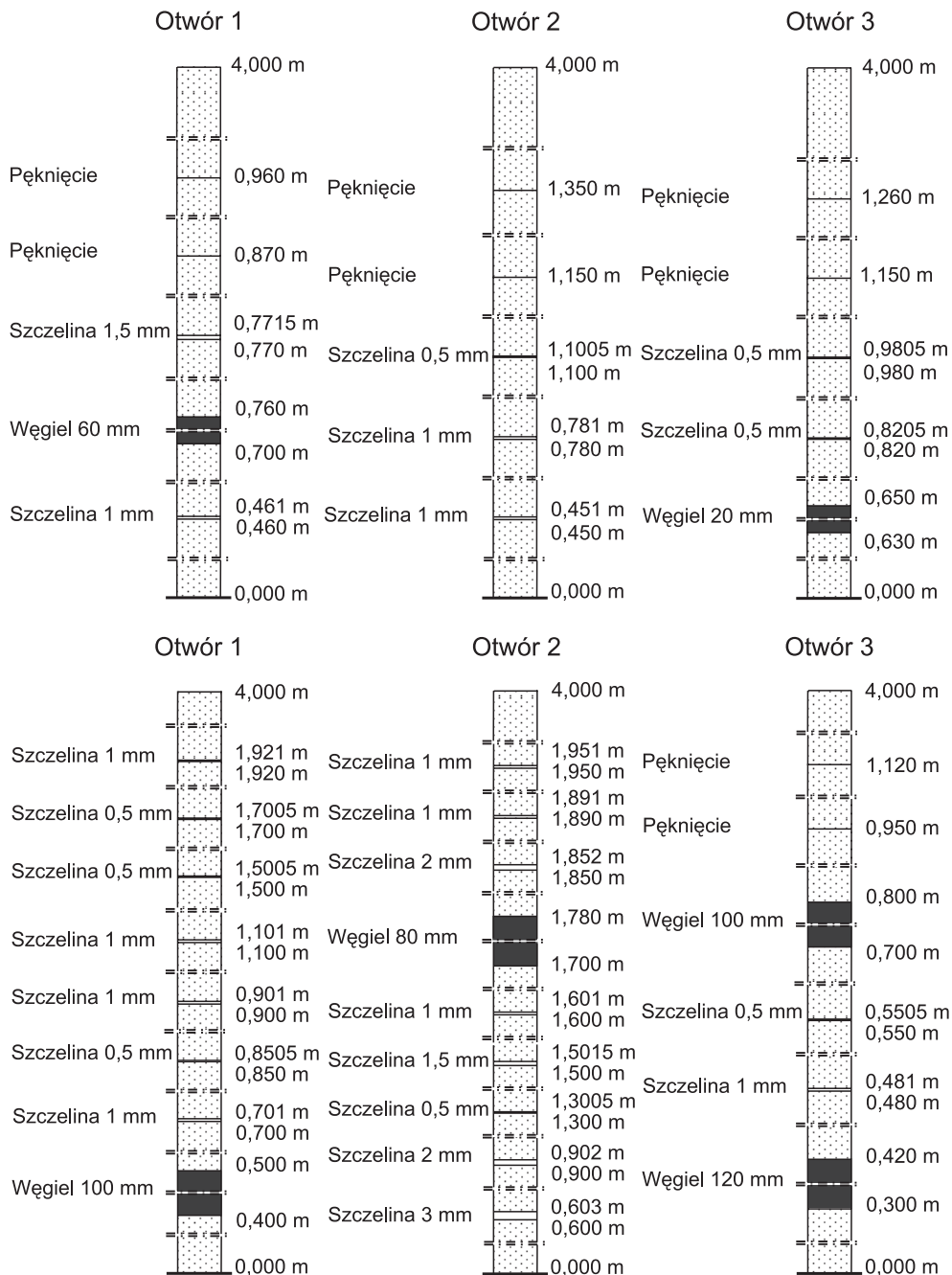
Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe profile otworów badawczych, sporządzone na podstawie wyników badań uzyskanych za pomocą wziernika optycznego.

4. Technologia wzmocnienia górotworu w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m

Dla wzmocnienia górotworu w otoczeniu skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz w rejonie skrzyżowania z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m zaprojektowano odwiercenie 97 otworów iniekcyjnych, w 13 przekrojach usytuowanych pomiędzy odrzwiami obudowy ww. skrzyżowań (rys. 2).



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia otworów do badania szczelinowości oraz otworów iniekcyjnych w otoczeniu skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poziomie 650 m



Rys. 3. Przykładowe profile otworów, sporządzone na podstawie wyników badań uzyskanych za pomocą wziernika optycznego przed iniekcją

Otworki zostały zaprojektowane w szachownicę o długości 2 m, a wloty otworów iniekcyjnych na obrysie wyrobiska były usytuowane w odległości do 0,9 m.

Przez 97 otworów iniekcyjnych oraz przez 18 otworów odwierconych do badania szczelinowatości zaprojektowano zatłoczenie środka uszczelniająco-wzmacniającego pod ciśnieniem do 0,4 MPa.

Do wzmocnienia górotworu w otoczeniu skrzyżowań zaprojektowano zastosowanie środka uszczelniająco-wzmacniającego, sporządzanego na bazie cementu portlandzkiego CEM I 32,5, wapna hydratyzowanego i gipsu górniczego.

Schemat rozmieszczenia otworów do wzmocnienia górotworu w otoczeniu wymienionych skrzyżowań przedstawiono na rysunku 2.

5. Realizacja technologii wzmocnienia górotworu w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m

Podczas realizacji prac iniekcyjnych w rejonie skrzyżowania przekopu 653 z przekopem wozów pełnych 651 i z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m w KWK „Piast” odwiercono w 13 przekrojach 97 otworów iniekcyjnych o długości 2 m i średnicy 42 mm (rys. 2). Przez wymienione otworki iniekcyjne oraz przez 18 otworów o długości 4 m, odwiercone do badania szczelinowatości, zatłoczono do górotworu środek uszczelniająco-wzmacniający o konsystencji gęstej śmietany, do którego sporządzenia zużyto 2090 kg cementu portlandzkiego CEM 32,5 oraz niewielkie ilości gipsu górniczego, wapna hydratyzowanego i dodatków modyfikujących własności iniektu.

W realizowanej technologii zastosowano instalację iniekcyjną do zatłaczania środka uszczelniająco-wzmacniającego, w której skład wchodzi między innymi agregat pompowy typu Pdk firmy Fosroc Poland Sp. z o.o., głowice uszczelniające rozprężane mechanicznie oraz typowe stosowane w kopalniach podziemnych węże wysokociśnieniowe i zawory.

Pompa typu Pdk firmy Fosroc Poland Sp. z o.o., o wydajności około 30 dm³/min, była napędzana wiertarką kopalnianą. Zatłaczanie środka wzmacniającego było realizowane z wykorzystaniem pojedynczej głowicy uszczelniającej rozprężanej mechanicznie.

W sąsiedztwie iniekowanego otworu w innych otworach iniekcyjnych były rozparte kolejne głowice uszczelniające, do których kolejno był przepinany wąż tłoczny.

Dla wyeliminowania powrotnego wypływu zatłaczanego medium z otworów iniekcyjnych w instalacji do zatłaczania środków uszczelniająco-wzmacniających przy głowicach uszczelniających zastosowano zawory odcinające.

W tabeli 1 zestawiono ilości środka uszczelniająco-wzmacniającego zatłoczonego do górotworu w otoczeniu wzmacnianych skrzyżowań przez poszczególne otworki iniekcyjne.

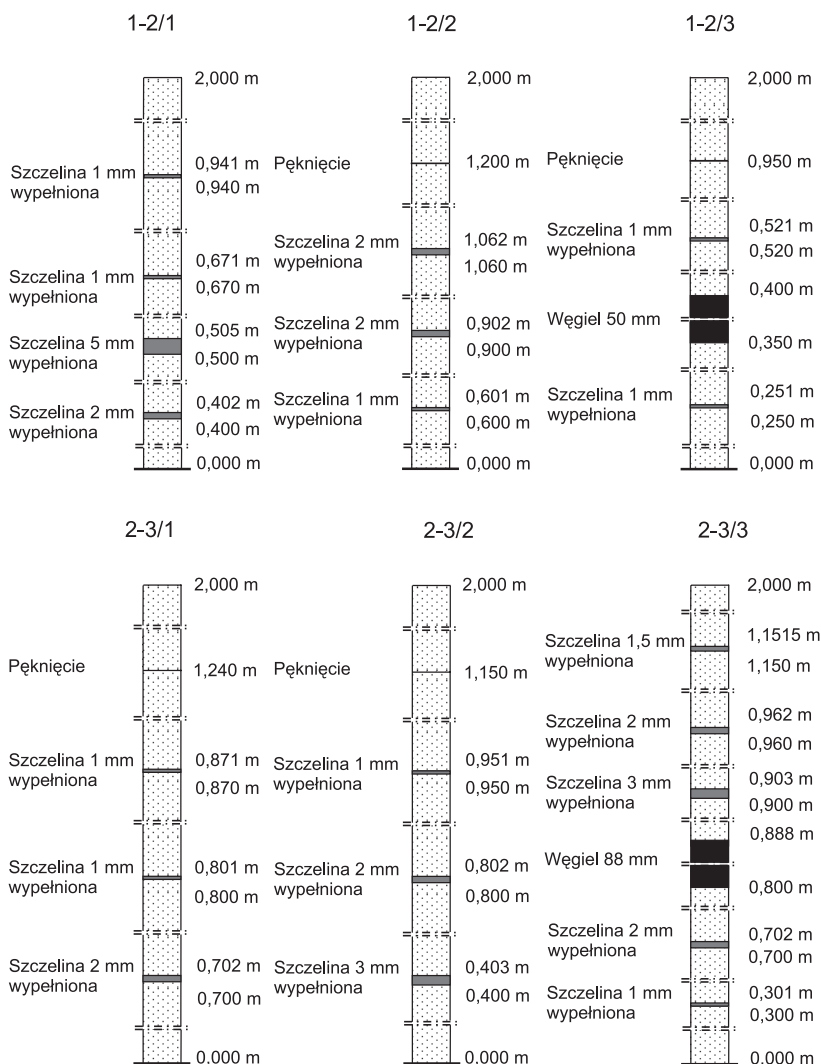
TABELA 1

Lp.	Lokalizacja otworu – nr obudowy	Nr otworu	Ilość zatłoczonego środka uszczelniająco-wzmacniającego przez kolejne otwory, dm ³	Ilość zatłoczonego iniektu, dm ³
1	1 – 2	<u>1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10, 1/11</u>	18, 18, 18, 24, 24, 18, 18, 24, 18, 18, 12	210
2	3 – 4	<u>1, 2/2, 2/3, 2/4, 2, 2/6, 2/7, 3, 2/9, 2/10</u>	18, 18, 12, 18, 12, 18, 12, 18, 18, 12	156
3	5 – 6	<u>3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 3/5, 3/6, 3/7, 3/8, 3/9</u>	12, 12, 18, 18, 12, 12, 18, 18, 12	132
4	7 – 8	<u>4/1, 4/2, 4, 4/4, 4/5, 4/6, 4/7, 4/8, 4/9</u>	12, 24, 18, 12, 12, 12, 18, 12, 12	132
5	9 – 10	<u>5, 6</u>	12, 12	24
6	10 – 11	<u>5/1, 5/2, 5/3, 5/4, 5/5, 5/6, 5/7, 5/8, 5/9</u>	12, 24, 18, 18, 18, 12, 12, 18, 12	144
7	13 – 14	<u>6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 6/5, 6/6, 6/7, 6/8</u>	42, 18, 36, 18, 18, 18, 18, 18	186
8	14 – 15	<u>7, 8, 9</u>	12, 12, 12	36
9	16 – 17	<u>7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 7/5, 7/6, 7/7</u>	12, 12, 12, 12, 12, 18, 12	90
10	19 – 20	<u>8/1, 8/2, 8/3, 8/4, 8/5, 8/6, 8/7</u>	24, 12, 18, 18, 12, 18, 24	126
11	22 – 23	<u>9/1, 9/2, 9/3, 9/4, 9/5, 9/6, 9/7, 9/8, 9/9</u>	48, 36, 12, 30, 36, 24, 18, 48, 48	300
12	23 – 24	<u>10, 11, 12</u>	18, 12, 18	48
13	24 – 25	<u>10/1, 10/2, 10/3, 10/4, 10/5, 10/6</u>	54, 42, 30, 24, 48, 36, 24, 18, 12	288
14	26 – 27	<u>11/1, 11/2, 11/3, 13, 11/5, 14, 11/7, 15, 11/8</u>	30, 42, 36, 48, 30, 42, 18, 42, 42	330
15	29 – 30	<u>12/1, 16, 12/3, 17, 12/5, 18, 12/6</u>	18, 36, 18, 42, 24, 36, 18	192
16	31 – 32	<u>13/1, 13/2, 13/3, 13/4, 13/5, 13/6</u>	18, 18, 18, 24, 18, 18	114
Razem:				2508

6. Badania szczelinowości górotworu w otoczeniu skrzyżowań po przeprowadzonej iniekcji

Dla przeprowadzenia badań szczelinowości, w celu dokonania oceny realizacji iniekcyjnego wzmacniania skał stropowych w otoczeniu skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz w rejonie skrzyżowania z wyjściem z poczekalni, odwiercono 18 otworów badawczych o długości 2,0 m i średnicy 42 mm. Otwory zostały odwiercone pomiędzy zainiekowanymi otworami (rys. 2). W oparciu o wyniki z wymienionych badań dokonano oceny prawidłowości zrealizowania prac iniekcyjnych.

Na rysunku 4 przedstawiono przykładowe profile otworów kontrolnych po iniekcji, sporządzone na podstawie wyników badań uzyskanych za pomocą wziernika optycznego. Analizując profile otworów kontrolnych, stwierdzono, że prace iniekcyjne w otoczeniu skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz w rejonie skrzyżowania z wyjściem z poczekalni na poziomie 650 m w KWK „Piaś” zostały wykonywane prawidłowo. Można zatem było przystąpić do realizacji przebudowy przedmiotowych skrzyżowań. Wymienione przebudowy zostały zrealizowane bezproblemowo.



Rys. 4. Przykładowe profile otworów kontrolnych, sporządzone na podstawie wyników badań uzyskanych za pomocą wziernika optycznego po iniekcji

7. Wnioski i uwagi końcowe

Podczas wykonywania przebudów skrzyżowań wyrobisk korytarzowych niezbędne jest prowadzenie odpowiednich zabiegów geotechnicznych, poprzedzających przebudowę danego wyrobiska, zapobiegających wystąpieniu niebezpiecznych zdarzeń z udziałem ludzi. Zaniechanie lub znaczne ograniczenie zakresu prac profilaktycznych, często prowadzi do wystąpienia obwałowań i zawałów skał stropowych oraz niebezpiecznych zdarzeń z udziałem ludzi.

Iniekcyjne uszczelnianie i wzmacnianie górotworu poprzedzające przebudowę skrzyżowań jest skutecznym sposobem zapobiegania obwałom skał i skutkom tych obwałowań.

Zrealizowanie technologii iniekcyjnego wzmacniania skał stropowych w otoczeniu skrzyżowania przekopu 653 z objazdem do dworca wozów pełnych 651 oraz w rejonie skrzyżowania z wyjściem z poczekalni na poz. 650 m w KWK „Piast” umożliwiło wykonanie ich bezpiecznej przebudowy, a zatem postawiony cel pracy został osiągnięty.

Uzyskany pozytywny rezultat wzmacniania górotworu w rejonie skrzyżowań przed ich przebudową, przy małym zaangażowaniu sił i środków do realizacji tego przedsięwzięcia, a zwłaszcza obniżenie ryzyka przy realizacji prac do małego — dopuszczalnego, w pełni uzasadnia celowość stosowanie iniekcyjnego klejenia skał jako skutecznego sposobu rozwiązywania problemów techniczno-ruchowych oraz zwiększających bezpieczeństwo w kopalni.

LITERATURA

- [1] Plan Ruchu KWK „Piast” na lata 2001–2003
- [2] *Rembielak T.*: Zvyšovanie bezpečnosti práce v baníctve pri používaní injektovania hornín. Miedzynarodowa Konferencja „Nerastné suroviny Slovenskej Republiky”, Slovenská, Banická Spoločnosť. Zborník Prednášok, Demänovska Dolina, Slovak Republic, 17–18 October 2002, 71–78