

Doświadczenia w ograniczeniu skutków wpływu eksploatacji na wyrobiska górnicze

Experience in reducing effects of influence of exploitation on mining excavations



*Mgr inż. Adam Ratajczak**



*Mgr inż. Tomasz Śledź**



*Mgr inż. Roland Bobek**



*Dr inż. Piotr Gluch**)*

Treść: Prowadzenie wieloletniej i wielowarstwowej eksploatacji pokładów węgla objawia się występowaniem dużej ilości zaszczości eksploatacyjnych, które znacząco wpływają na pogorszenie stateczności wyrobisk górniczych. Zapewnienie przekroju wyrobisk górniczych wymaganego stosownymi przepisami górnictwa w aspekcie zachowania skrajni ruchowych dla pracujących maszyn i urządzeń, a zwłaszcza w aspekcie zapewnienia odpowiedniego przepływu powietrza, często stanowi konieczność wykonania dodatkowego wzmocnienia obudowy lub wykonania przebudowy tychże wyrobisk. W artykule przedstawiono doświadczenia kopalni „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów w zakresie ograniczenia skutków wpływu czynnych frontów eksploatacyjnych i zaszczości eksploatacyjnych na obudowę wyrobisk górniczych oraz wlotu szybowego, ochrony konstrukcji obudowy wyrobisk, a także przedstawiono kierunek projektowania nowych rodzajów obudów podporowych w trudnych warunkach geologiczno-górnictwa w nawiązaniu do stale wzrastającej głębokości eksploatacji pokładów węgla.

Abstract: Long-term and multi-layered coal seams exploitation manifest by the appearance of number of abandoned workings which significantly affect the stability of the mining excavations. Maintenance of the cross-section of mine workings is required by mining regulations in terms of dimensional gauge for working machines and equipment, especially in the aspect of ensuring adequate air flow, and often it is a necessity of additional reinforcement of support or reconstruction of the excavation. This paper presents the experience of the mine „Knurów-Szczygłowice” Knurów division in reducing the effects of the impact of active longwall faces and abandoned workings on the support of mining excavation, lining of shaft inlet and protection of construction of excavation support, as well as shows the design direction of new types of support in difficult geological and mining conditions in relation to the ever-increasing depth of mining coal.

Słowa kluczowe:

górnictwo, eksploatacja, zaszczości eksploatacyjne, obudowa górnicza, stateczność wyrobisk

Key words:

mining, exploitation, abandoned workings, mining support, excavation stability

*) JSW S.A. KWK „Krzyszów-Szczygłowice” **) Politechnika Śląska

1. Wprowadzenie

Eksploatacja złoża węgla kamiennego w kopalni „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów sięga początku XX wieku poczynając od poziomu 250 m, aż do obecnej eksploatacji prowadzonej już niekiedy blisko poziomu 1050 m. Wieloletnia i wielopokładowa eksploatacja pokładów węgla w warunkach kopalni „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów nader często objawia się występowaniem nakładających się krawędzi pokładów wyżej i niżej leżących. Prowadzenie eksploatacji w tak niekorzystnych warunkach geologiczno-górnictwowych wpływa destrukcyjnie na zachowanie stateczności wyrobisk górniczych, a tym samym wpływa ujemnie na zapewnienie właściwego procesu technologicznego [4, 9]. Kopalnia napotkała wiele trudności na etapie utrzymywania wyrobisk przyścianowych za frontem ściany prowadzonych wzdłuż krawędzi eksploatacyjnych [2], jak również nowo drażonych wyrobisk [1, 14], jednak pomimo niekorzystnych doświadczeń w aspekcie wpływu krawędzi pokładów usytuowanych równoległe do wyrobisk górniczych, racjonalna gospodarka złożem niejednokrotnie nie pozwala uniknąć takich przypadków. W praktyce górniczej wynikiem prowadzenia eksploatacji pokładów węgla jest pojawienie się koncentracji naprężeń w górotworze, która to koncentracja może mieć niejednokrotnie niekorzystny wpływ na podstawowe wyrobiska górnicze do których zalicza się przede wszystkim szyby górnicze [13]. Wpływ taki może skutkować uszkodzeniem obudowy szybowej, a co najgorsze wystąpieniem katastrofy górniczej (budowlanej), czego dobitnym przykładem jest katastrofa związana z zawaleniem się szybu „V” w ówczesnej kopalni „Szczygłowice” [6].

W artykule zostały przybliżone problemy związane z wpływem eksploatacji górniczej na infrastrukturę podziemną oraz sposoby ich ograniczenia w nawiązaniu do doświadczeń kopalni „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów. Wpływ prowadzonej eksploatacji górniczej na wyrobiska górnicze w aspekcie czasu ich istnienia (wyrobiska długo i krótkotrwałe) oparto na poniższych przykładach:

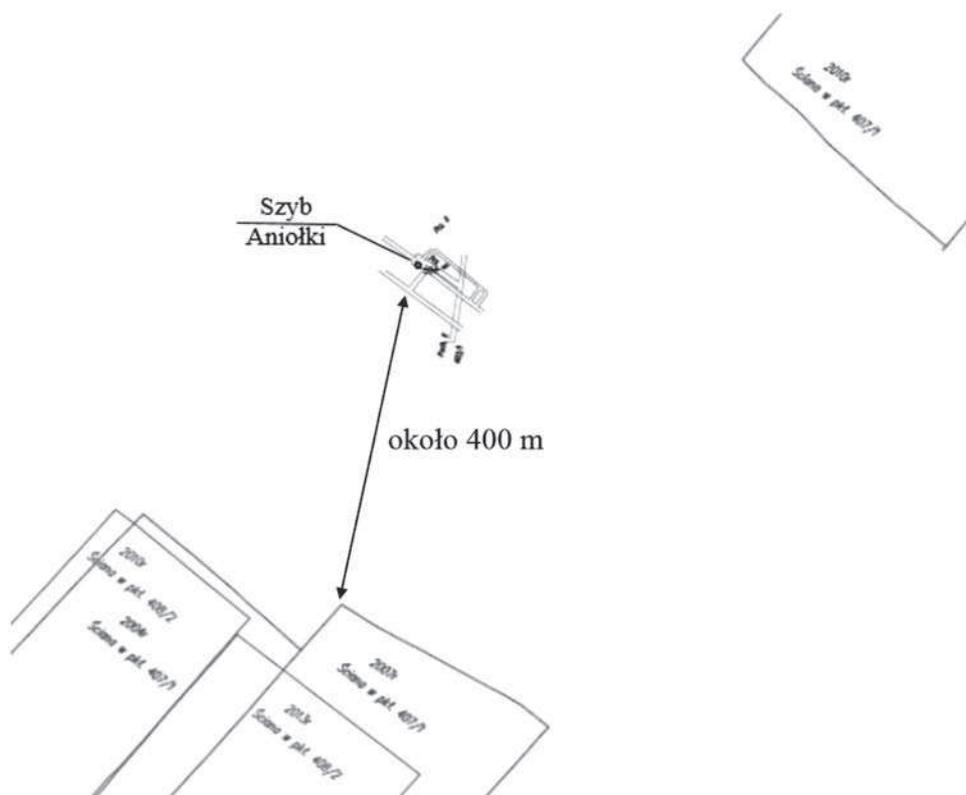
- Wlot szybu Aniołki na poziomie 450 m,
- Skrzyżowanie wytycznej W63S z przekopem Ab6E na poziomie 650 m,
- Rozdzielnia 6kV na poziomie 850 m,
- Przecinka ścianowa nr 6 w pokładzie 405/3.

2. Wlot szybu Aniołki na poziomie 450 m

Szyb Aniołki w kopalni „Knurów-Szczygłowice” pełni funkcję szybu materiałowo-podszadzkowego, a wentylacyjnie pełni funkcję szybu wydechowego. Głębokość szybu wynosi 474 m, a jego średnica 6 m. Głębienie szybu rozpoczęto w październiku 1959 roku, a zakończono w lutym 1961 roku. Dla wykonania swoich zadań wykonano wloty na poziomach 250 m, 350 m i 450 m. Obudowę szybu wykonano w obudowie murowej z cegły oraz z betonitów. Poszczególne wloty szybowe wykonano w obudowie murowej z cegły.

W latach 1956÷2013 w rejonie wyznaczonego filara ochronnego dla szybu Aniołki prowadzona była eksploatacja kilkunastu pokładów węgla systemem ścianowym z zawalaniem stropu zalegających na głębokości od 230 m do 850 m, natomiast w ostatnich dziesięciu latach prowadzono eksploatację pokładów węgla pomiędzy poziomem 650 m a poziomem 850 m w odległości poziomej około 400 m (rys. 1). Eksploatacja ujawniła się w 2012 roku w postaci pęknięć i jednocześnie nieznacznego wybrzuszenia obudowy murowej wlotu szybowego na poziomie 450 m. Pęknięcia wystąpiły po stronie południowo-zachodniej w kierunku wspomnianej wyżej eksploatacji górniczej. Monitoring przedmiotowych pęknięć prowadzono poprzez zabudowę, a następnie obserwację założonych plomb (rys. 2).

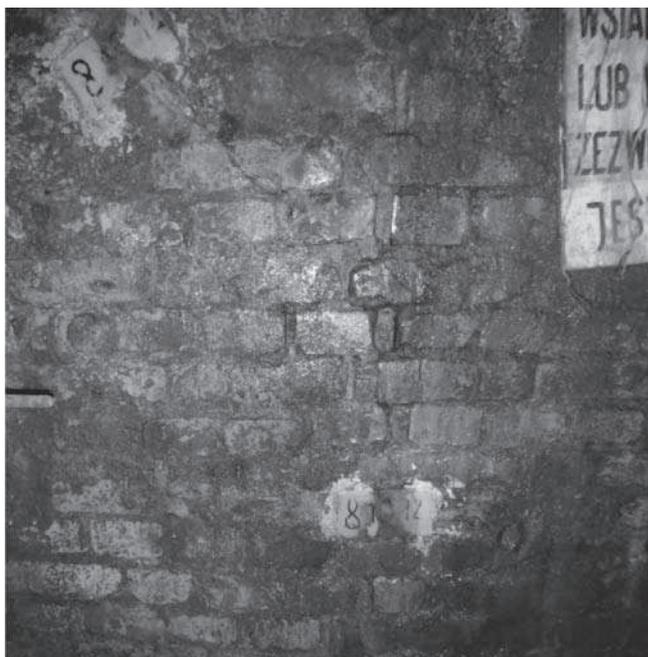
Kopalnia przystąpiła do naprawy uszkodzonego fragmentu przedmiotowego wlotu szybowego na bazie opracowanego projektu technicznego, którego zakres obejmuje wstępne zabezpieczenie uszkodzonego fragmentu kotwiami stalowymi osadzonymi w górotworze na ładunkach klejowych, które to kotwy poddano następnie zabiegom iniekcyjnym za pomocą



Rys. 1. Przebieg eksploatacji górniczej w rejonie filara ochronnego dla szybu Aniołki prowadzonej w latach 2007÷2013

Fig. 1. Course of mining in the area of protection pillar for „Aniolki” shaft conducted in the

spoiwa cementowo-mineralnego. Kotwy osadzono w górotworze przez ceowniki z otworami, a uszkodzony fragment wlotu dodatkowo zabezpieczono siatkami stalowymi (rys. 3). Kolejny etap naprawy oparto na iniekcji górotworu wokół uszkodzonego wlotu spoiwem mineralnym na bazie cementu przez otwory o długości 7 m. Końcowy etap realizacji przedmiotowego projektu naprawy oparto na zabudowie kotew linowych iniekcyjnych o długości 6 m. Uproszczony schemat naprawy uszkodzonego fragmentu wlotu szybowego przedstawiono na rysunku 4. Na obecnym etapie realizacji projektu kopalnia prowadzi iniekcję górotworu otworami długości 7 m.



Rys. 2. Widok fragmentu pęknięcia wlotu szybowego szybu Aniolki na poziomie 450 m z założonymi plombami

Fig. 2. View of the part of crack in the Aniolki shaft inlet at the level of 450 m with seals



Rys. 3. Widok wstępnego zabezpieczenia uszkodzonego fragmentu wlotu szybowego szybu Aniolki na poziomie 450 m

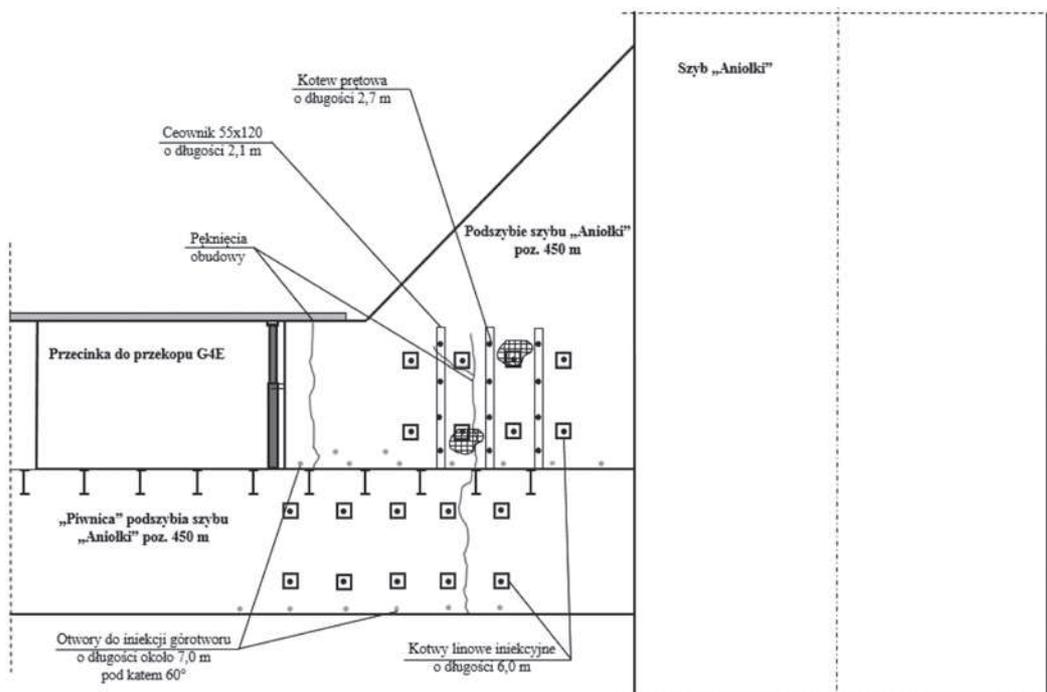
Fig. 3. View of initial protection of the damage in the Aniolki shaft inlet at the level of 450 m

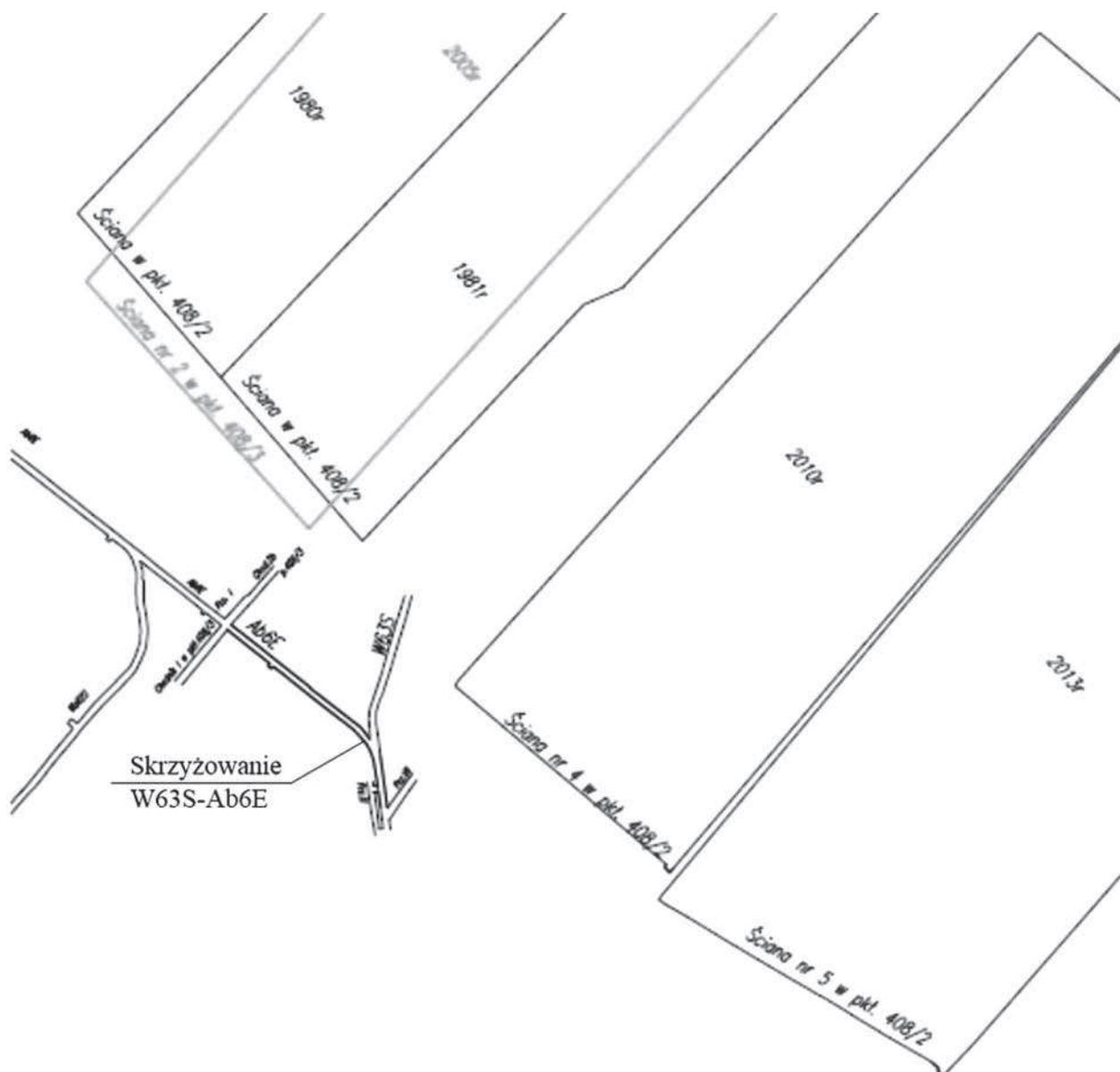
3. Skrzyżowanie wytycznej W63S z przekopem Ab6E na poziomie 650 m

Skrzyżowanie wielkogabarytowe wytycznej W63S z przekopem Ab6E na poziomie 650 m wykonano w 1976 r w obudowie łukowej z kształtowników KS/KO-21 w rozstawie odrzwi od 0,3÷0,75 m z konstrukcją ściany czołowej

Rys. 4. Docelowy schemat naprawy uszkodzonego fragmentu wlotu szybowego szybu Aniolki na poziomie 450 m

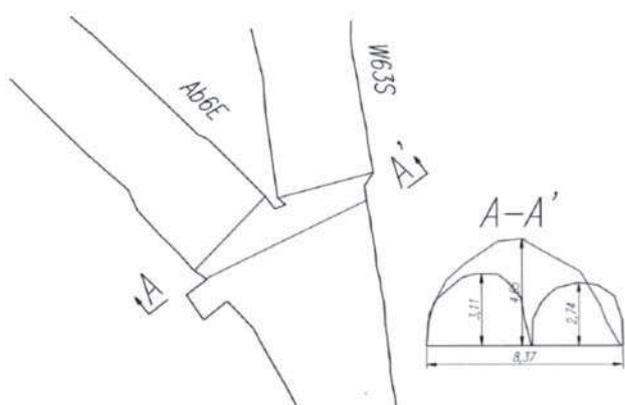
Fig. 4. Final scheme of repair of the damage in the Aniolki shaft inlet at the level of 450 m





Rys. 5. Przebieg eksploatacji górniczej w rejonie skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E na poziomie 650 m prowadzonej w latach 1980÷2013

Fig. 5. Course of mining exploitation in the region of junction of main gallery W63S with cross heading Ab6E at the level of 650 m carried out in the years 1980-2013



Rys. 6. Zdjęcie sytuacyjne skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E

Fig. 6. Situation in the region of junction



Rys. 7. Widok skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E

Fig. 7. View of junction of main gallery W63S with cross heading Ab6E

w postaci „palmy”. W rejonie tym prowadzony jest obecnie transport kołowy przy wykorzystaniu lokomotyw spalinyowych, a w wcześniejszych latach za pomocą lokomotyw elektrycznych. Prowadzona w ostatnich dziesięciu latach eksploatacja pokładów węgla 408/2 i 408/3 objawiła się w postaci zaciskania poziomego wyrobiska oraz deformacji łuków ściany czołowej konstrukcji „palmy”. Eksploatowana część pokładu 408/2 ścianami nr 4 i 5 zalegała poniżej skrzyżowania w najbliższej odległości pionowej wynoszącej około 20 m i w odległości poziomej około 60 m, natomiast ściana w pokładzie 408/3 prowadzona była wyżej w odniesieniu do skrzyżowania około 20 m, a odległość pozioma wynosiła około 70 m (rys. 5). Zdjęcie sytuacyjne przedmiotowego skrzyżowania przedstawiono na rysunku 6, a jego widok na rysunku 7.

Kopalnia w celu zapewnienia skrajnie ruchomych wymagań stosownymi przepisami górnictwa dla prowadzonego transportu kołowego, przystąpiła do przebudowy skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E. Z uwagi na usytuowanie skrzyżowania pomiędzy stwierdzonymi uskokami, a dodatkowo z uwagi na wpływ eksploatacji górnictwa, przyjęto założenie, że struktura skał wokół wyrobiska będzie silnie spękana i niestabilna. Opracowano dwuwariantowy projekt przebudowy tego skrzyżowania.

Wariant pierwszy obejmował przebudowę skrzyżowania w obudowie łukowej podatnej w typoszeregu OŁW z kształtownika typu V36 jako skrzyżowanie łukowo-palmowe. Szerokość konstrukcji skrzyżowania zaprojektowano w przedziale od 5,7÷10,8 m, natomiast wysokość od 3,8÷5,8 m. Rozstaw odrzwi obudowy zawierał się w przedziale od 0,35÷0,45 m. Takie rozwiązanie konstrukcji skrzyżowania pozwoliło uzyskać liniowe położenie odrzwi obudowy w stropie i ociosach wyrobiska, a tym samym pozwoliło uzyskać prostą możliwość jego wzmocnienia (dodatkowej stabilizacji) za pomocą podciągów stalowych.

Wariant drugi rozwiązania konstrukcji skrzyżowania stanowiła koncepcja skrzyżowania portalowego szeroko stosowanego w polskim górnictwie węgla kamiennego [11, 12]. Gabaryty portalu w świetle obudowy określiła jego szerokość, która wyniosła 6,8 m oraz jego wysokość wynosząca 3,8 m. Natomiast wspornik charakteryzował się wysokością na poziomie 3,8 m i długością równą 6,8 m. Obydwa elementy konstrukcji skrzyżowania zaprojektowano z odcinków HEB500 do których zamocowano uchwyty przegubowe do łączenia łuków uzupełniających. Łuki uzupełniające stanowiły łuki podatne z kształtownika typu V36 w rozstawie co 0,45 m.



Rys. 8. Widok przebudowanego skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E

Fig. 8. View of the reconstructed junction of main gallery W63S with heading Ab6E

Analizując koszty zakupu konstrukcji poszczególnych typów rozwiązań skrzyżowania wytycznej W63S z przekopem Ab6E, konieczność i koszt wykonania obudowy wstępnej dla skrzyżowania portalowego, a co najważniejsze zapewnienie bezpiecznych warunków pracy w trudnych warunkach geologiczno-górnictwa w jakich znajdowało się przedmiotowe skrzyżowanie, kopalnia przystąpiła do wykonania przebudowy skrzyżowania w wariantcie łukowo-palmowym. Widok przebudowanego skrzyżowania w wariantcie łukowo-palmowym przedstawia rysunek 8.

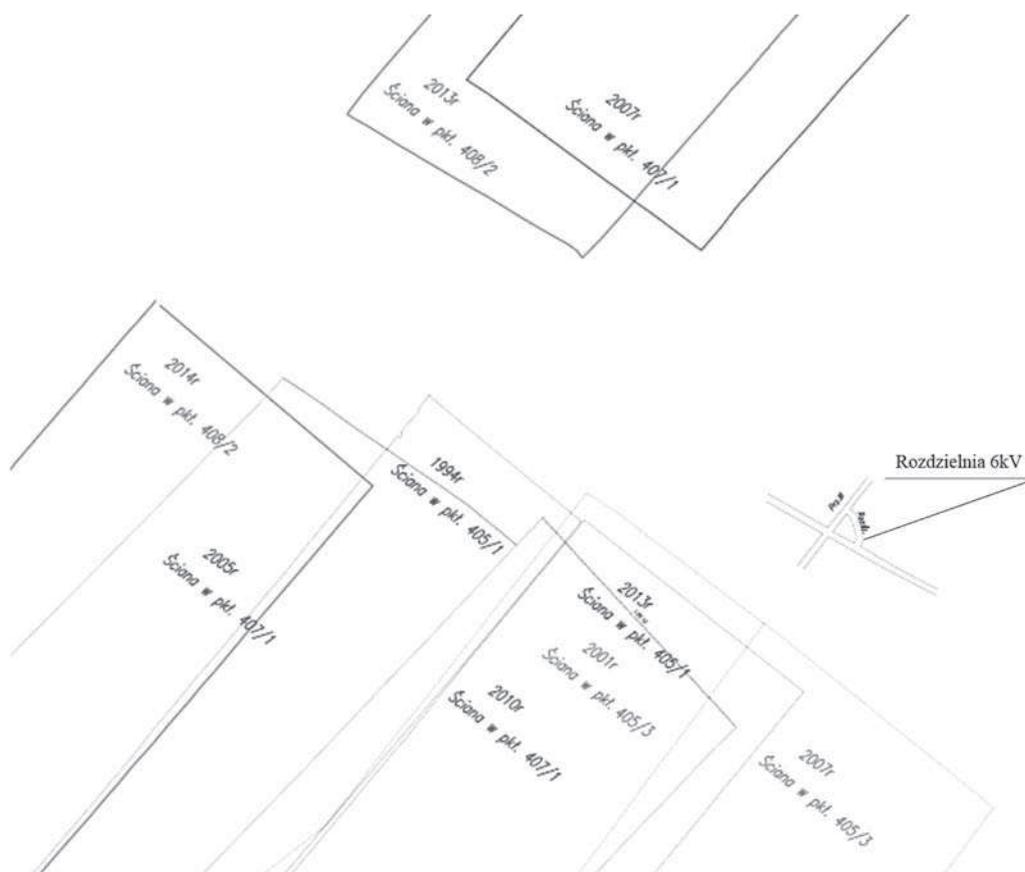
4. Rozdzielnia 6kV na poziomie 850 m

Do wyrobisk długotrwałych stanowiących ważne ogniwo w procesie technologicznym kopalni zalicza się podziemne rozdzielnie wysokiego napięcia. W wyrobiskach tego typu istotnym elementem jest ochrona konstrukcji obudowy i zapewnienie przekroju poprzecznego w celu utrzymania wymaganych odległości określonych stosownymi przepisami górnictwa. Prowadzenie eksploatacji w rejonie rozdzielni dołowych może mieć niekorzystny wpływ na konstrukcję obudowy wyrobiska i jego gabaryty. Przykładem takiego negatywnego wpływu jest rozdzielnia 6kV na poziomie 850 m, gdzie w przeciągu kilkunastu lat prowadzono intensywną eksploatację pokładów węgla systemami ścianowymi, a zwłaszcza ścianą w pokładzie 405/3 prowadzoną w 2007 r na poziomie rozdzielni w odległości poziomej wynoszącej około 100 m oraz ścianą w pokładzie 405/1 prowadzoną w 2013 r powyżej przedmiotowej rozdzielni w najbliższej odległości pionowej około 30 m i w odległości poziomej około 110 m (rys. 9). Przedstawiona eksploatacja ujawniła się przede wszystkim w postaci zaciskania poziomego wyrobiska. Deformacja obudowy w stropie rozdzielni była przyczyną nieprawidłowo wykonanej wykładki za obudową na etapie drażnienia wyrobiska, które zostało wykonane w 2006 r. w obudowie ŁP10/V29/3 w rozstawie odrzwi co 0,75 m. Kopalnia docelowo przystąpi do przelocalizowania przedmiotowej rozdzielni, jednakże na obecnym etapie obudowę podporową rozdzielni wzmocniono za pomocą stojaków stalowych, co przedstawia rysunek 10. Widoczna na rys. 10 deformacja łuków stropnicowych związana z niedokładnie wykonaną wykładką ręczną powinna skłaniać kopalnię do stosowania w szerszym zakresie wykładki mechanicznej [7, 10], zwłaszcza w wyrobiskach długotrwałych z zabudowanymi w nich urządzeniami, gdzie stosowanie dodatkowych wzmocnień w późniejszym etapie ich funkcjonowania stanowi znaczne utrudnienie.

5. Przecinka ścianowa nr 6 w pokładzie 405/3

Dużym utrudnieniem na etapie przygotowania rejonu do projektowanej eksploatacji pokładów węgla systemami ścianowymi jest zapewnienie stateczności wyrobisk korytarzowych stanowiących rozcięcie ściany, a zwłaszcza tych odcinków wyrobisk w zasięgu wpływu zaszłości eksploatacyjnych. Występowanie krawędzi pokładów wyżej i niżej leżących jest przyczyną dodatkowych obciążeń obudowy wynikających z dodatkowej koncentracji naprężeń [3], a przede wszystkim w rejonach występowania kilku nakładających się krawędzi eksploatacyjnych [5].

Kopalnia prowadząc roboty przygotowawcze w pokładzie 405/3 w rejonie przygranicznym z sąsiednią kopalnią wykonała przecinkę zbrojeniową w trudnych warunkach geologiczno-górnictwa, a mianowicie w zasięgu wpływu krawędzi pokładów wyżej i niżej leżących, resztki pokładu oraz w warunkach prognozowanych wstrząsów górotworu o energii



Rys. 9. Przebieg eksploatacji górniczej w rejonie rozdzielni 6 kV na poziomie 850 m prowadzonej w latach 1994÷2013

Fig. 9. Course of mining exploitation in the region of switching station 6 kV at the level of 850 m carried out in the years 1994÷2013



Rys. 10. Widok wzmocnienia obudowy podporowej rozdzielni 6 kV

Fig. 10. View of the reinforcement of support in switching station 6 kV

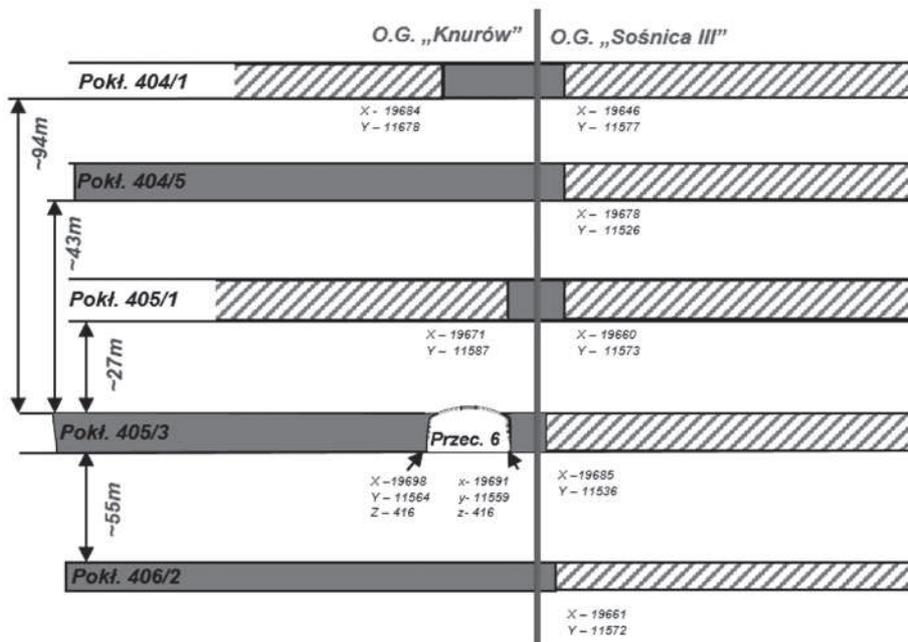
10^4 J. Usytuowanie przebiegu zasłochi eksploatacyjnych względem przecinki ścianowej nr 6 w pokładzie 405/3 przedstawiono na rysunku 11 i 12.

Kopalnia przystąpiła do drażenia przecinki zbrojeniowej w 2012 roku, której długość wynosiła około 250 m. Średnią grubość pokładu 405/3 oszacowano na 3,7 m, a jego nachylenie podłużne wynosiło od 10° do 18° , co pozwoliło drażyć

przecinkę za pomocą kombajnu chodnikowego. Przecinka zalegała na maksymalnej głębokości około 730 m. Warstwy stropowe stanowiły naprzemianległe warstwy iłowca i mułowca, których średnia wytrzymałość na ściskanie uzyskana z badań penetrometrycznych wyniosła około 36,0 MPa. Natomiast wytrzymałość na ściskanie warstw spągowych w postaci iłowca oszacowano na poziomie około 31,0 MPa. Wytrzymałość pokładu węgla kształtowała się na poziomie 13,8 MPa.

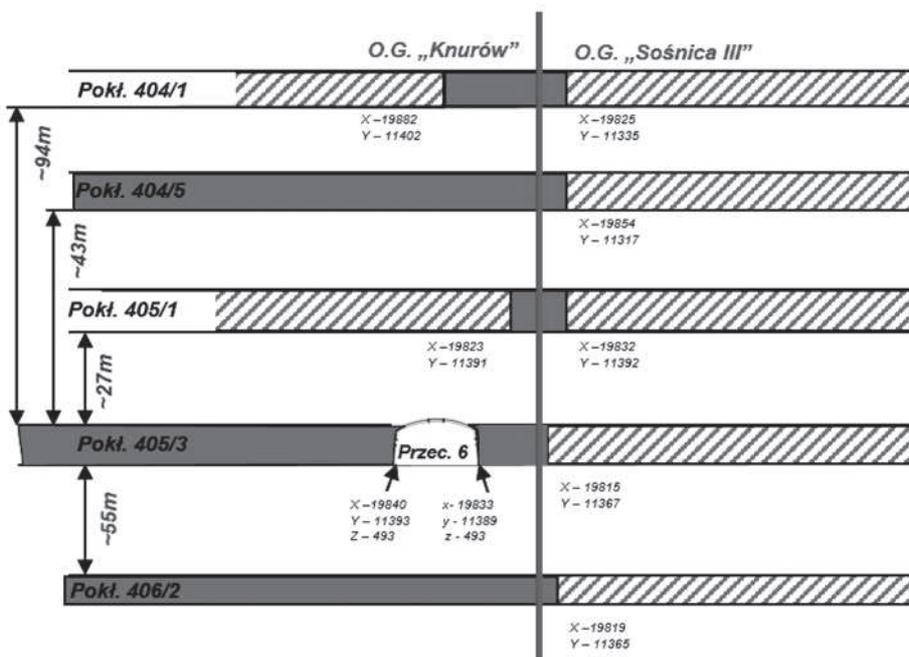
Dla powyższych niekorzystnych warunków geologiczno-górnicych zastosowano obudowę podporową łukową typoszeręgu ŁPKO/10/10 z kształtownika V32 za stali o podwyższonych parametrach mechanicznych S480W przy rozstawie odrzwi co 0,75 m. Konstrukcję obudowy stabilizowano dodatkowo dwoma podciągami stalowymi, a pod każde odrzwi obudowy budowano stojak cierny typu SV29t, a niekiedy z uwagi na zróżnicowane warunki geologiczno-górnicych budowano po dwa stojaki cierne. Ogólny schemat wzmocnienia odrzwi obudowy dla przecinki zbrojeniowej przedstawia rysunek 13.

Określone niekorzystne warunki geologiczno-górnicych ujawniły się w przecince zaciskaniem poziomym i pionowym wyrobiska, deformacją łuków stropnicowych (rys. 14), deformacją podciągów stalowych, znacznymi zsuwami w złączach obudowy, a także wypiętrzeniem spągu, co było przyczyną konieczności wykonanie pobierki spągu na całej długości przecinki po zakończeniu jej drażenia. Widok przecinki przygotowanej do rozpoczęcia etapu zbrojenia ściany przedstawia rysunek 15.



Rys. 11. Zaszłości eksploatacyjne w przecince ścianowej nr 6 w rejonie chodnika nadścianowego

Fig. 11. Abandoned workings in longwall entry no. 6 in the region of upper gallery



Rys. 12. Zaszłości eksploatacyjne w przecince ścianowej nr 6 w rejonie chodnika podścianowego

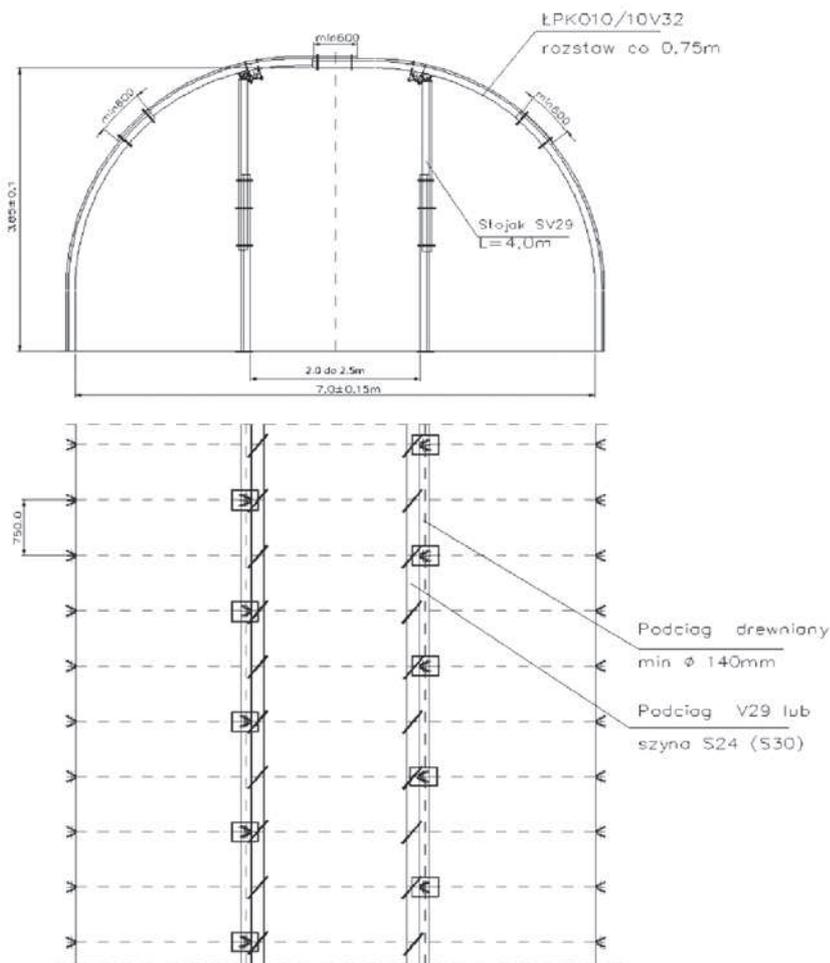
Fig. 12. Abandoned workings in longwall entry no. 6 in the region of bottom gallery

Mimo trudności w trakcie ustawiania zestawów sekcji obudowy zmechanizowanej do szeregu (konieczność prowadzenia przybierki ociosów przecinki) kopalnia wprowadzała na każdej zmianie roboczej jeden zestaw obudowy zmechanizowanej.

6. Podsumowanie

Wyrobniska górnicze w warunkach polskich kopalń węgla kamiennego niejednokrotnie poddawane są wpływom

wieloletniej i wielopokładowej eksploatacji górniczej. Wpływ ten najczęściej objawia się zmniejszeniem przekroju poprzecznego wyrobiska poprzez jego zaciskanie poziome i pionowe, a także poprzez wypiętrzenie warstw spagowych. Zapewnienie odpowiednich gabarytów wyrobisk dla utrzymania stosownych odległości do maszyn i urządzeń wymaganych przepisami górnictwymi wiąże się czasami z wykonaniem przebudowy ich obudowy lub jej wzmocnieniem. Wykonanie przebudowy takich wyrobisk powinno oprócz aspektu ekonomicznego doboru konstrukcji obudowy uwzględnić również przede wszystkim aspekt bezpieczeństwa



Rys. 13. Ogólny schemat odrzwi obudowy dla przecinki zbrojeniowej nr 6 w pokładzie 405/3

Fig. 13. General scheme of support for longwall entry no. 6 in the seam 405/3



Rys. 14. Przykład deformacji obudowy podporowej przecinki zbrojeniowej nr 6 w pokładzie 405/3

Fig. 14. Example of deformation of support in longwall entry no. 6 in the seam 405/3

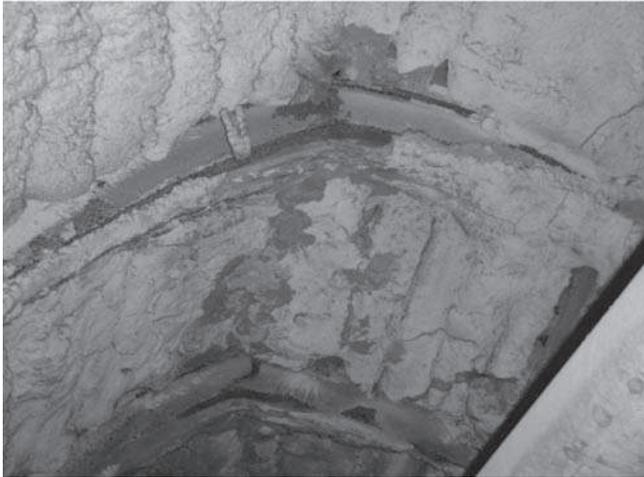
dla wykonujących roboty górnicze – zapewnić prostą i szybką zabudowę odrzwi obudowy. Projektowanie zatem obudowy dla wyrobisk mających kluczowe znaczenie dla utrzymania ciągu technologicznego kopalni takich jak rozdzielnie, komory pomp głównego odwadniania, zajezdnie lokomotyw spalinowych bądź elektrycznych, odgałęzienia wyrobisk na drogach transportowych powinno uwzględnić zmienność warunków geologiczno-górnictwowych w czasie ich użytkowania, jak i możliwość wpływu eksploatacji górniczej. Konstrukcja obudowy tychże wyrobisk powinna na etapie jej budowy



Rys. 15. Widok przecinki zbrojeniowej nr 6 w pokładzie 405/3 po wykonanej pobierce spągu

Fig. 15. View of longwall entry no. 6 in the seam 405/3 after floor cutting out

współpracować z górotworem w sposób aktywny poprzez zastosowanie wykładki mechanicznej lub obudowy kotwiowej. Stosowanie w takich warunkach betonu natryskowego może również stanowić wzmocnienie obudowy podporowej jak i jej zabezpieczenie przed wpływem atmosfery kopalnianej, jednakże wykonanie betonu natryskowego na odrzwiach obudowy z nieuszczelną wykładką może ujawnić się niekiedy jego pękaniem lub odpadaniem (rys. 16).



Rys. 16. Widok pękniętych luków stropnicowych uprzednio pokrytych betonem natryskowym

Fig. 16. View of the cracked support arch previously coated with shotcrete

Utrzymanie stateczności wyrobisk korytarzowych (chodniki przyścianowe, przecinki ścianowe) zapewniając tym samym ciągłość produkcji ścian wydobywczych oraz ich szybki i bezawaryjny rozruch wykonanych w rejonach wpływu zaszości eksploatacyjnych, powinno opierać się przede wszystkim na właściwym doborze konstrukcji obudowy uwzględniającym koncentrację dodatkowych naprężeń. Stosowanie obudowy podporowej dla przecinek ścianowych w zróżnicowanych warunkach geologiczno-górnich wymaga zabudowy dodatkowych podpór stalowych, które stanowią ograniczenie na etapie transportu sekcji obudowy zmechanizowanej do projektowanej ściany, jak również stanowią utrudnienie w razie konieczności wykonania pobierki spągu, gdyż wymaga to ich wybudowy, a następnie ich ponownej zabudowy. Rozwiązanie konstrukcji obudowy dla przecinek ścianowych o dużych gabarytach oprócz zapewnienia jak największego rozstawu odrzwi obudowy, powinno dążyć do ograniczenia liczby stosowania podpór stalowych. Zastosowanie w kilku polskich kopalniach węgla kamiennego typoszeru obudów spłaszczonych ŁPSP w trudnych warunkach geologiczno-górnich, potwierdziło swą przydatność poprzez unikanie nadmiernego zagęszczenie rozstawu odrzwi obudowy oraz znaczne ograniczenie ilości dodatkowych podpór stalowych (rys. 17) [15].

Projektowanie eksploatacji pokładów węgla w rejonach filarów ochronnych szybów powinno być przedmiotem analizy i monitoringu jej wpływu na obudowę szybów, a zwłaszcza oddziaływania wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu – zabudowa czujników powierzchniowych do rejestracji przyspieszeń drgań gruntu.

Literatura

1. Bobek R., Śledź T., Ratajczak A., Gluch P.: Porównanie obudowy ŁPKO i ŁPSP w rozcinie ściany nr 8 w pokładzie 408/2 w trudnych warunkach geologiczno-górnich w kopalni „Knurów-Szczygłowice”. „Budownictwo Górnicze i Tunelowe” 2013, nr 4, s. 1-9.
2. Bobek R., Śledź T., Ratajczak A., Gluch P.: Problemy utrzymania chodników przyścianowych w warunkach zagrożeń naturalnych w KWK „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN nr 86, Kraków 2014, s. 123-149.
3. Cala M., Piechota S., Tajduś A.: Stan naprężenia w górotworze w otoczeniu pół ścianowych w kopalni „Bogdanka”. „Wiadomości Górnicze” 2004, nr 2, s. 46-53.



Rys. 17. Widok obudowy rozcinu 15c ŁPSP3R-V32/4/8,2x3,8 wzmocniona stojakiem podporowym w rozstawie co 1,5 m

Fig. 17. View of longwall entry no. 15c supported by ŁPSP3R-V32/4/8,2x3,8 and reinforced by prop with spacing of 1,5 m

4. Chudek M., Duży S.: Geotechniczne problemy utrzymania wyrobisk korytarzowych w złożonych warunkach geologiczno-górnich. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2005, rok 29, zeszyt 3/1, s. 157-164.
5. Kammer W.: Die Ausbauplanung durch Vorausberechnung der Endkonvergenz in Abbaustrecken. Gluckauf 113/1977 nr 8, s. 746-748.
6. Kleta H.: Zasady oceny bezpieczeństwa szybów i ich odporność na oddziaływanie górnice. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
7. Małkowski P., Rak Z.: Wpływ wykładki mechanicznej na stan naprężenia i wyężenia górotworu w otoczeniu chodnika przyścianowego wykonanego w słabych skałach karbońskich. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Górnictwo i Środowisko. Kwartalnik 1/1, Katowice 2011, s. 251-262.
8. Pilecki Z.: Modelowanie numeryczne pola naprężenia w górotworze naruszonym wielopokładową eksploatacją węgla kamiennego w warunkach silnego zagrożenia sejsmicznego. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN nr 80, Kraków 2011, s. 93-102.
9. Prusek S.: Metody prognozowania deformacji chodników przyścianowych w strefach wpływu eksploatacji z zawalem stropu. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa 874, Katowice 2008.
10. Rak Z., Małkowski P., Stasica J.: Elementy technologii wykonywania wykładki mechanicznej w świetle dotychczasowych doświadczeń. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Górnictwo i Środowisko. Kwartalnik 1/1, Katowice 2011, s. 16-326.
11. Rotkegel M.: Typowe rozwiązania konstrukcyjne portalowej obudowy połączeń wyrobisk korytarzowych. „Przeгляд Górniczy” 2013, nr 6, s. 7-16.
12. Rotkegel M.: Wybrane przykłady nietypowych konstrukcji portalowej obudowy odgałęzień i skrzyżowań. „Przeгляд Górniczy” 2015, nr 5, s. 86-95.
13. Tajduś A., Cala M., Flisiak J., Lubryka M.: Ocena możliwości częściowego naruszenia filarów ochronnych szybów na podstawie obliczeń numerycznych stanu naprężenia w otoczeniu rury szybowej. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2003, rok 27, zeszyt 3-4, s. 601-613.
14. Wardas A., Bobek R., Śledź T., Ratajczak A., Gluch P.: Geologiczno-górnice uwarunkowania doboru obudowy w warunkach KWK „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów. XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej, CD-ROM, Kraków 2013.
15. Wardas A., Bobek R., Gabriel D., Ferdyan M., Sobik J., Gluch P.: Wariantowy dobór obudowy rozcinu ścianowej 15c w pokładzie 405/1. XXIV Szkoła Eksploatacji Podziemnej, CD-ROM, Kraków 2015.