



Wybrane przykłady nietypowych konstrukcji portalowej obudowy odgałęzień i skrzyżowań

Selected examples of unusual structures of portal support of branches and junctions

Dr inż. Marek Rotkegel^{*)}

Treść: Artykuł ten jest kontynuacją tematyki prezentowanej w Przeglądzie Górnicy w numerze 6 z 2013 roku. Prezentowane wówczas rozwiązania konstrukcyjne szkieletowej (portalowej) obudowy połączeń wyrobisk korytarzowych obejmowały rozwiązania typowe, w przypadku odgałęzień oparte na portalu i wsporniku, a w przypadku skrzyżowań – na portalu i dwóch wspornikach lub dwóch wspornikach i belce głównej [1]. W niniejszym artykule przedstawiono wybrane przykłady rozwiązań obudów połączeń wyrobisk korytarzowych odmienne od prezentowanych wcześniej, charakteryzujące się nietypową, często skomplikowaną postacią geometryczną konstrukcji. Najczęściej wynika ona ze znacznych gabarytów wyrobisk, parametrów ich połączenia lub ze specyficznych warunków geologiczno-górnicych. Często też jest podyktowana przez przyjętą technologię drążenia i zabezpieczania wyrobisk.

Abstract: This paper is a continuation of the subject matter presented in Przegląd Górnicy no. 6 of 2013. The design solutions presented at that time concerning a frame (portal) support of roadway connection included typical solutions: for the branches based on a portal and abutment and in case of junctions - on a portal and two abutments or two abutments and the main beam [1]. This paper presents the selected examples of solutions for supports of roadway connections which are different from those presented previously and which are characterized with a unique and usually complicated geometric form of the structure. Most often, it results from significant dimensions of excavations, parameters of their connection or specific geological and mining conditions. It is also frequently determined by the adopted technology of drilling and securing method of the excavations.

Słowa kluczowe:

portalowa obudowa wyrobisk korytarzowych, odgałęzienie, skrzyżowanie, projektowanie

Key words:

portal support of roadways, branch, junction, design

1. Wprowadzenie

Portalowa obudowa odgałęzień i skrzyżowań wyrobisk korytarzowych jest stosowana w polskim górnictwie węgla kamiennego od dwudziestu lat. Jednak znaczny wzrost liczby zabudowanych kompletów przypada na ostatnią dekadę. Szacuje się, że od początku zostało wykonanych i zastosowanych blisko pół tysiąca takich konstrukcji, z czego około 300 zaprojektowano w Głównym Instytucie Górnictwa. Wzrost zainteresowania tego typu obudowami wynika z szerokiej możliwości jej dostosowania do geometrii połączenia oraz warunków geologiczno-górnicych i związanych z nimi często znacznymi obciążeniami obudowy. Wymusza to indywidualne podejście do każdej projektowanej konstrukcji, przez co każda jest rozwiązaniem oryginalnym [3, 4].

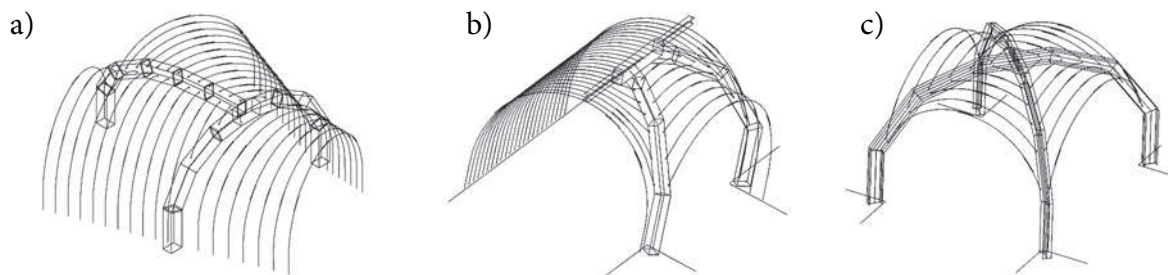
W początkowym okresie projektowane były przede wszystkim konstrukcje, które z perspektywy czasu można określić jako typowe – bazujące na portalu rozpiętym ponad strefą połączenia wyrobisk oraz wspornikiem (jednym lub dwoma) stanowiącym stabilizację portalu i jednostron-

ne podparcie dla odrzwi uzupełniających [1]. Natomiast w przypadku skrzyżowań trójstronnych typowa konstrukcja składała się z dwóch wsporników zwieńczonych belką główną, stabilizowaną przez specjalne odrzwia. Na rysunku 1 przedstawiono typowe rozwiązania obudowy odgałęzień i skrzyżowań.

Konstrukcja zasadnicza – jeden lub dwa wsporniki, portal lub belka wieńcząca wykonywane są z belek o przekroju dwuteowym lub skrzynkowym, skręcanych doczołowo. O wielkości zastosowanego na belki profilu decydują gabaryty odgałęzienia lub skrzyżowania oraz wartości obciążeń działających na obudowę. Nie bez znaczenia jest także gatunek zastosowanego materiału [2] i jego rzeczywiste parametry materiałowe potwierdzone atestami materiałowymi.

W początkowym okresie rozwiązania odmienne od prezentowanych wyżej typowych układów wykonywane były sporadycznie i w nieznacznym stopniu odbiegały od idei portalu i wspornika. Przykłady takich konstrukcji zebrano w pracach [5,6]. Natomiast w ostatnich latach wraz ze wzrostem liczby projektowanych obudów coraz częściej zachodziła konieczność dalej idących zmian konstrukcji, dostosowując ją do geometrii połączenia wyrobisk.

^{*)} Główny Instytut Górnictwa w Katowicach



Rys. 1. Typowe rozwiązania portalowej obudowy połączeń wyrobisk korytarzowych a) obudowa odgałęzienia b) obudowa skrzyżowania trójstronnego c) obudowa odgałęzienia czterostronnego

Fig. 1. Typical solutions for a portal support of roadway connections a) support of a branch b) support of a trilateral junction c) support of a four-sides branch

2. Przykłady nietypowych rozwiązań konstrukcyjnych

Szkieletowe obudowy odgałęzień i skrzyżowań odbiegające od wspomnianych wyżej i prezentowanych wcześniej [1,6] rozwiązań typowych, można podzielić na kilka grup, obejmujących podobne, specyficzne wymagania stawiane obudowie. Grupy te związane są z:

- nietypowym układem i geometrią łączących się wyrobisk lub zmianą kierunku wyrobiska,
- znacznym nachyleniem wyrobisk,
- zwiększonym oddziaływaniem górotworu,
- znacznymi gabarytami wyrobisk,
- innymi uwarunkowaniami – technologicznymi, ekonomicznymi itp.

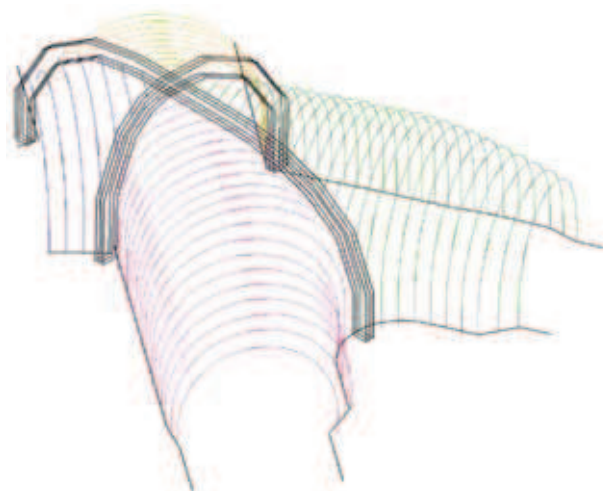
Zdarzają się sytuacje, kiedy projektowaną konstrukcję trudno zaliczyć do jednej z wyżej wymienionych grup.

2.1. Konstrukcje obudów wynikające z nietypowej geometrii połączenia wyrobisk

Skomplikowana geometria połączenia wyrobisk jest najczęstszą przyczyną stosowania obudów o nietypowej konstrukcji szkieletowej. W wielu przypadkach są to konstrukcje o wyższym stopniu skomplikowania. Skomplikowana geometria połączenia może wynikać z różnych wielkości i zarysów łączących się wyrobisk, przecinania się osi wyrobisk w kilku punktach lub zróżnicowanych kątów pomiędzy wyrobiskami.

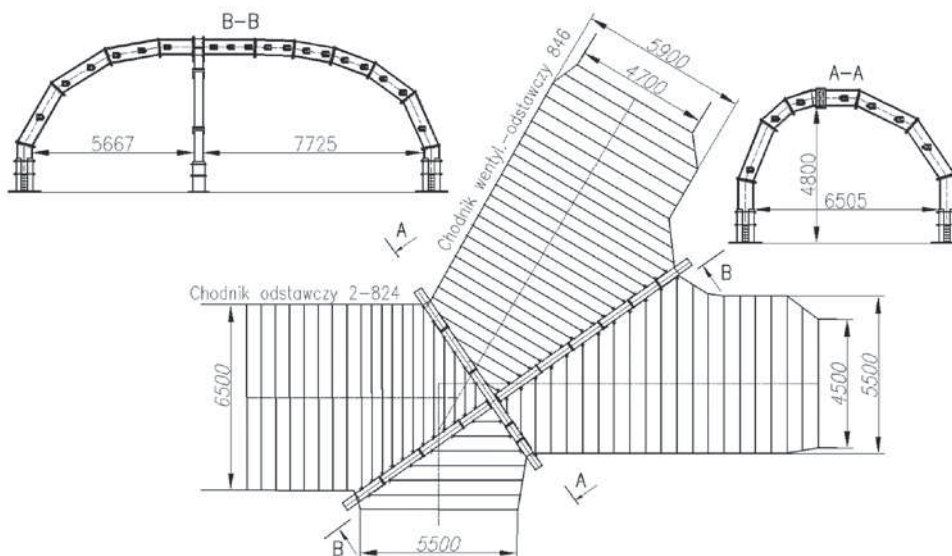
Przykładem takiej konstrukcji może być obudowa skrzyżowania czterostronnego chodnika odstawczego 2-824 z chodnikiem wentylacyjno-odstawczym 846 w KWK „Wieczorek”, której schemat przedstawiono na rysunku 2.

W prezentowanej obudowie, z uwagi na różne kąty sąsiadujących wyrobisk i ich różne wielkości, konstrukcja zasadnicza jest oparta na niesymetrycznym portalu oraz dwóch wspornikach o różnej rozpiętości i liczbie belek, co pokazano na rysunku 3. Usytuowanie odrzwi nawiązuje do obudowy w dalszych odcinkach wyrobisk.



Rys. 2. Schemat obudowy portalowej skrzyżowania chodnika odstawczego 2-824 z chodnikiem wentylacyjno-odstawczym 846 w KWK „Wieczorek”

Fig. 2. Scheme of the portal support of the junction of the side road 2-824 with the ventilation side road 846 in the coal mine KWK “Wieczorek”



Rys. 3. Konstrukcja obudowy skrzyżowania chodnika odstawczego 2-824 z chodnikiem wentylacyjno-odstawczym 846 w KWK „Wieczorek”

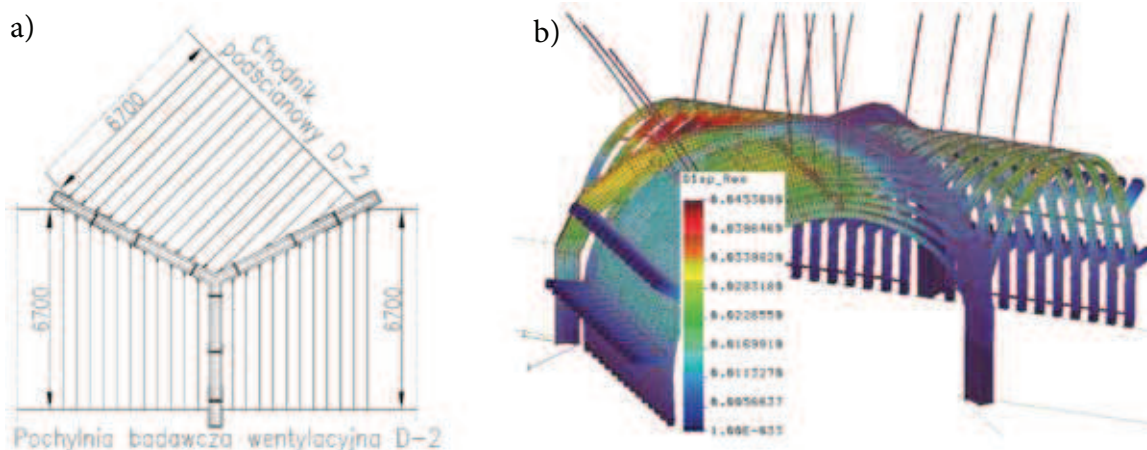
Fig. 3. Structure of the support of the junction of the side road 2-824 with the ventilation side road 846 in the coal mine KWK “Wieczorek”

Znacznie mniej skomplikowanymi konstrukcjami są obudowy skrzyżowań na bazie trzech wsporników połączonych w pułapie wyrobiska. Konstrukcje takie, której przykład przedstawiono na rysunku 4, charakteryzują się korzystnym rozkładem naprężeń, zwłaszcza w przypadku zastosowania dodatkowego przykotwienia łuków odrzwi, co skutkuje wysoką nośnością w stosunku do ciężaru konstrukcji. Wymagają one jednak bardzo dokładnego wykonania łącznika wsporników (rysunek 5b) z zachowaniem kątów pomiędzy ramionami obudowy.

Pewną formą portalowej obudowy są konstrukcje zabezpieczające zmiany kierunku biegu wyrobisk. Stosowane są w trudnych warunkach geologiczno-górnictwowych, gdzie obciążenia działające na obudowę są znaczne i typowa obudowa odrzwiowa może nie być skuteczna. Na rysunku 6 przedstawiono schemat takiej obudowy, zastosowanej w kopalni „Zofiówka” do zabezpieczenia połączenia upadowej równoległej do poziomu 1110 z wytyczną główną poziom 1110. Obudowa składa się z portalu usytuowanego w płaszczyźnie zmiany kierunku wyrobiska oraz odrzwi uzupełniających, połączonych przegubowo z portalem.

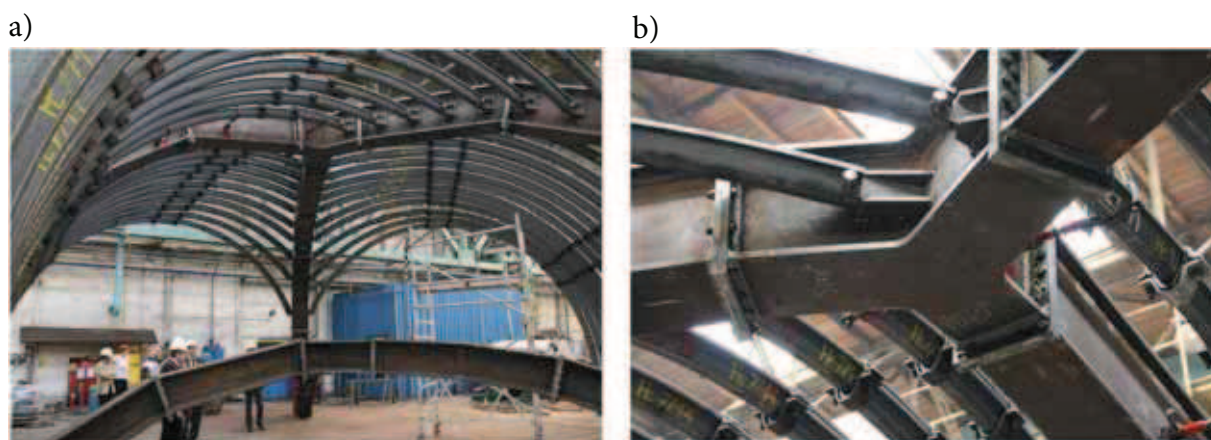
2.2. Konstrukcje obudów zabezpieczające wyrobiska nachylone

Obudowy odgałęzień i skrzyżowań wyrobisk nachylnych stanowią specyficzną grupę połączeń, wymagającą w procesie projektowania użycia technik 3D. W przypadkach niewielkich nachyleń często możliwe jest doprowadzenie spągu w strefie połączenia do poziomego. Upraszcza to projektowanie, wykonywanie oraz montaż konstrukcji. Natomiast przy znacznych nachyleniach konieczne jest wyznaczenie optymalnego ukształtowania spodka wyrobisk z uwzględnieniem wymaganych gabarytów wyrobisk, ich wzajemnego usytuowania, a często także późniejszego wyposażenia. W przypadkach tych konieczne jest dokładne określenie wspólnego punktu wysokościowego wyrobisk i na tej podstawie, z uwzględnieniem nachylenia wyrobisk ustalenie poziomów posadowienia konstrukcji zasadniczej oraz poszczególnych odrzwi, jak to pokazano na rysunku 7, na przykładzie obudowy odgałęzienia w KWK „Krupiński”. Prezentowana obudowa została zaprojektowana do połączenia wyrobisk pochylni N-6 z chodnikiem N-11 w pokładzie 330/1.



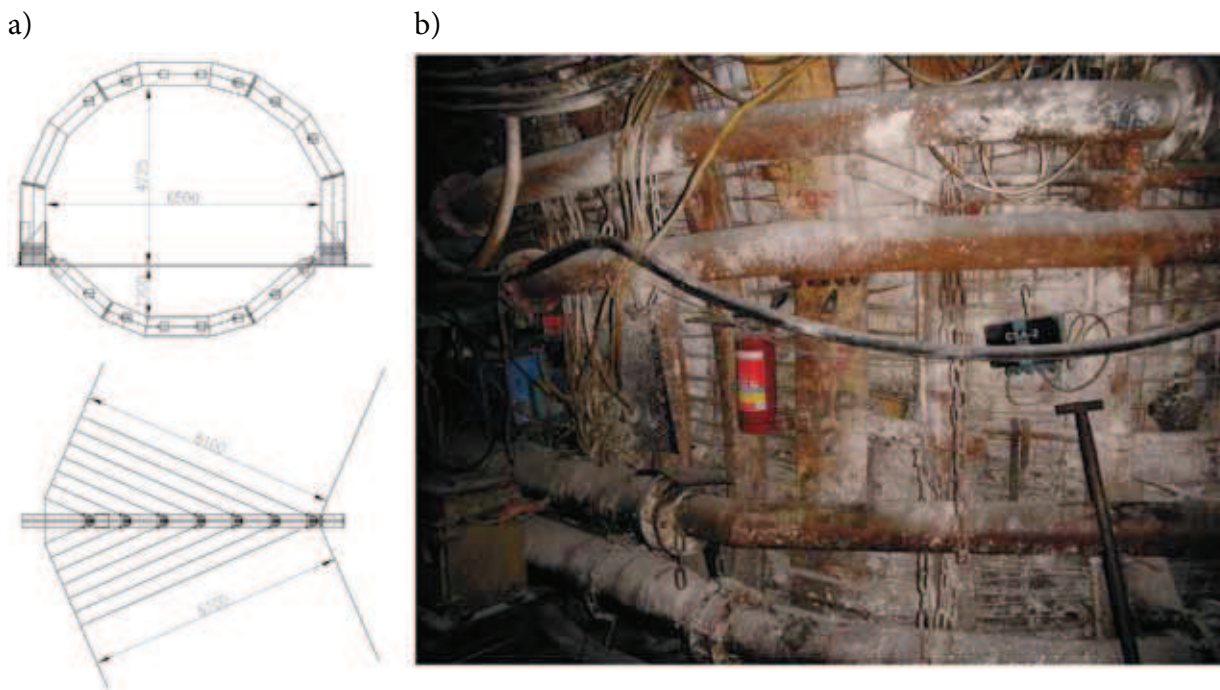
Rys. 4. Obudowa skrzyżowania trójstronnego z trzema wspornikami – połączenie pochylni badawczej wentylacyjnej D-2 z chodnikiem podścianowym D-2 w kopalni „Zofiówka” a) schemat obudowy; b) ugięcia modelu ($\delta_{\max}=45\text{mm}$)

Fig. 4. Support of a trilateral junction with three abutments - connection of the ventilation research ramp D-2 with the bottom road D-2 in the mine “Zofiówka” a) support scheme; b) model deflection ($\delta_{\max}=45\text{mm}$)



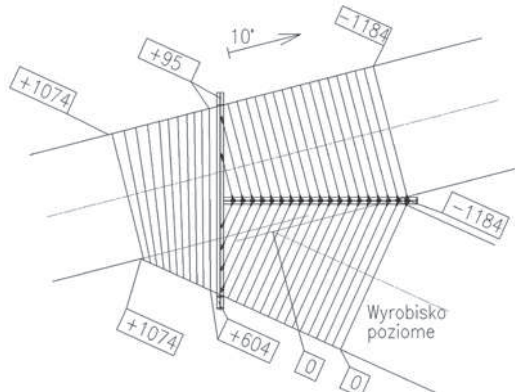
Rys. 5. Obudowa skrzyżowania trójstronnego z trzema wspornikami – połączenie pochylni badawczej wentylacyjnej D-2 z chodnikiem podścianowym D-2 w kopalni „Zofiówka” a) konstrukcja w trakcie montażu wstępnego; b) łącznik wsporników

Fig. 5. Support of a trilateral junction with three abutments - connection of the ventilation research ramp D-2 with the bottom road D-2 in the mine “Zofiówka” a) structure during the pre-assembly; b) connector of abutments



Rys. 6. Obudowa zmiany kierunku wyrobiska w kopalni „Zofiówka” a) schemat obudowy, b) widok narożnika wyrobisk
Fig. 6. Support of the change to the direction of the excavation in the mine “Zofiówka” a) support scheme b) view of the corner of excavations

Obudowy takie powodują także pewne utrudnienia w trakcie próbnego montażu. Na rysunku 8 przedstawiono opisywaną konstrukcję w trakcie montażu u producenta. Dla pionowego usytuowania obudowy zastosowano protezowanie odrzwi oraz podstawki pod konstrukcję zasadniczą. Na rysunku liniami zaznaczono docelową linię spodka wyrobisk – poziomy posadowienia odbudowy.



Rys. 7. Zarys obudowy odgałęzienia pochylni N-6 z chodnikiem N-11 z zaznaczonymi poziomami posadowienia charakterystycznych elementów
Fig. 7. Outline of the N-6 ramp branch support with the sidewalk N-11 with marked foundation levels of characteristic elements

Ciekawym rozwiązaniem obudowy odgałęzienia wyrobisk nachylonych jest konstrukcja zaprojektowana dla zabezpieczenia upadowej odstawczej z przekopem marklowickim w KWK „Marcel”. Konstrukcję zasadniczą obudowy przedstawiono na rysunku 9. Natomiast na rysunku 10 przedstawiono fragment wspornika. Wyrobiska łączą się ze sobą pod kątem poziomym 15°, przy czym upadowa nachylona jest do poziomu 14,5°. W związku z tym wyrobiska w geometrycznym narożniku odgałęzienia nie są ze sobą połączone. Dodatkowo z uwagi

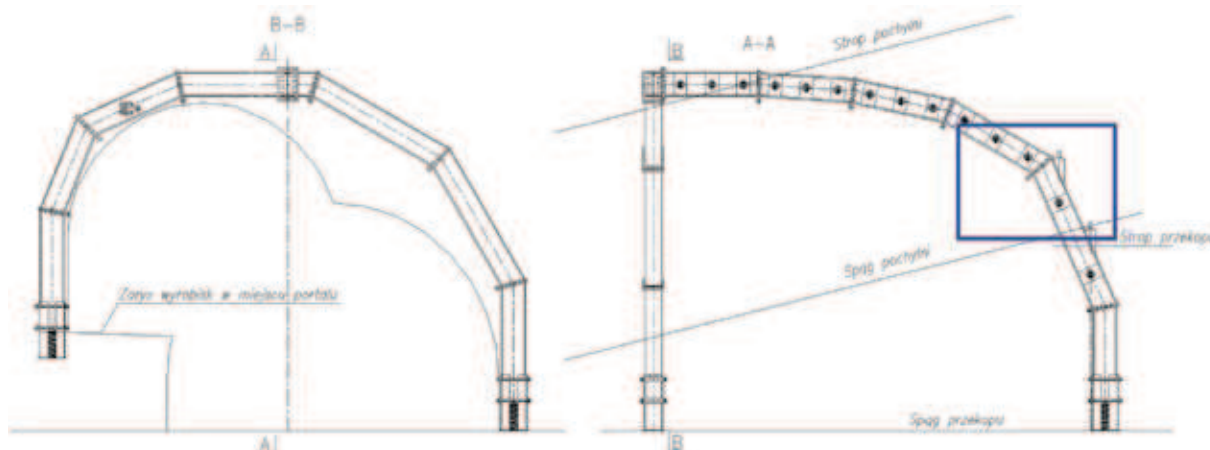


Rys. 8. Obudowa w trakcie montażu próbnego. (Liniami zaznaczono poziomy posadowienia odrzwi)
Fig. 8. Support during the test assembly (the foundation levels of timbers are marked with lines)

na znaczne różnice w poziomach spodków obu wyrobisk konieczne było wykonanie muru oporowego zabezpieczającego skarpe. Jego krawędź widoczna jest na rysunku 10. Takie usytuowanie względem siebie wyrobisk wymagało zastosowania portalu o konstrukcji niesymetrycznej oraz opracowania specjalnych rozwiązań posadawiania odrzwi uzupełniających na ostatniej belce wspornikowej.

2.3. Konstrukcje obudów dla warunków znacznych obciążeń górotworem

Schodzenie z robotami górniczymi na coraz większe głębokości, występowanie zaszłości eksploatacyjnych skutkują zwiększonymi obciążeniami działającymi na obudowę. Obciążenia te są dodatkowo powiększane w rejonie połączeń wyrobisk na skutek znacznych gabarytów. W sytuacjach takich konieczne jest stosowanie ciężkich kształtowników, np. dwuteowników szerokostopowych HEM, czy przekro-



Rys. 9. Obudowa odgałęzienia upadowej odstawczej z przekopem marklowickim w KWK „Marcel” (Prostokątem zaznaczono obszar pokazany na następnym rysunku)

Fig. 9. Branch support of a haulage dip-heading with the Marklowice drift in the coal mine KWK “Marcel” (the area shown in the next figure is marked with a rectangle)



Rys. 10. Widok belek wspornika ze strony pochylni odstawczej. Widoczne wsporniki do posadawiania odrzwi uzupełniających.

Fig. 10. View of the abutment beams from the haulage ramp. Visible abutments for the foundation of supplementary timbers

jów zamkniętych skrzynkowych. Dodatkowo w warunkach występowania wszechstronnych obciążeń, tj. działających ze strony ociosów czy spągu konieczne jest stosowanie zamknięcia spągnicami. Najlepszym przykładem takich konstrukcji są obudowy połączeń wyrobisk wykonywane dla LW „Bogdanka” [10]. Na rysunkach 11 i 12 przedstawiono przykładową konstrukcję – schemat obudowy odgałęzienia chodnika dojazdowego 2fS od objazdu E w LW „Bogdanka”, oznaczonego R52 oraz widok zmontowanej konstrukcji.

Natomiast doskonałym przykładem obudów skrzyżowań trójstronnych o zwiększonej nośności mogą być konstrukcje, w których oprócz odrzwi wspierających belkę główną (rys. 1b) zastosowano jeden lub dwa wsporniki z belek dwuteowych. Obudowy takie charakteryzują się mniejszym wyężeniem konstrukcji oraz większą stabilnością wynikającą ze zmniejszenia roli odrzwi łączonych z belką główną. Na rysunkach 13 i 14 przedstawiono modele takich konstrukcji poddane analizie wytrzymałościowej.

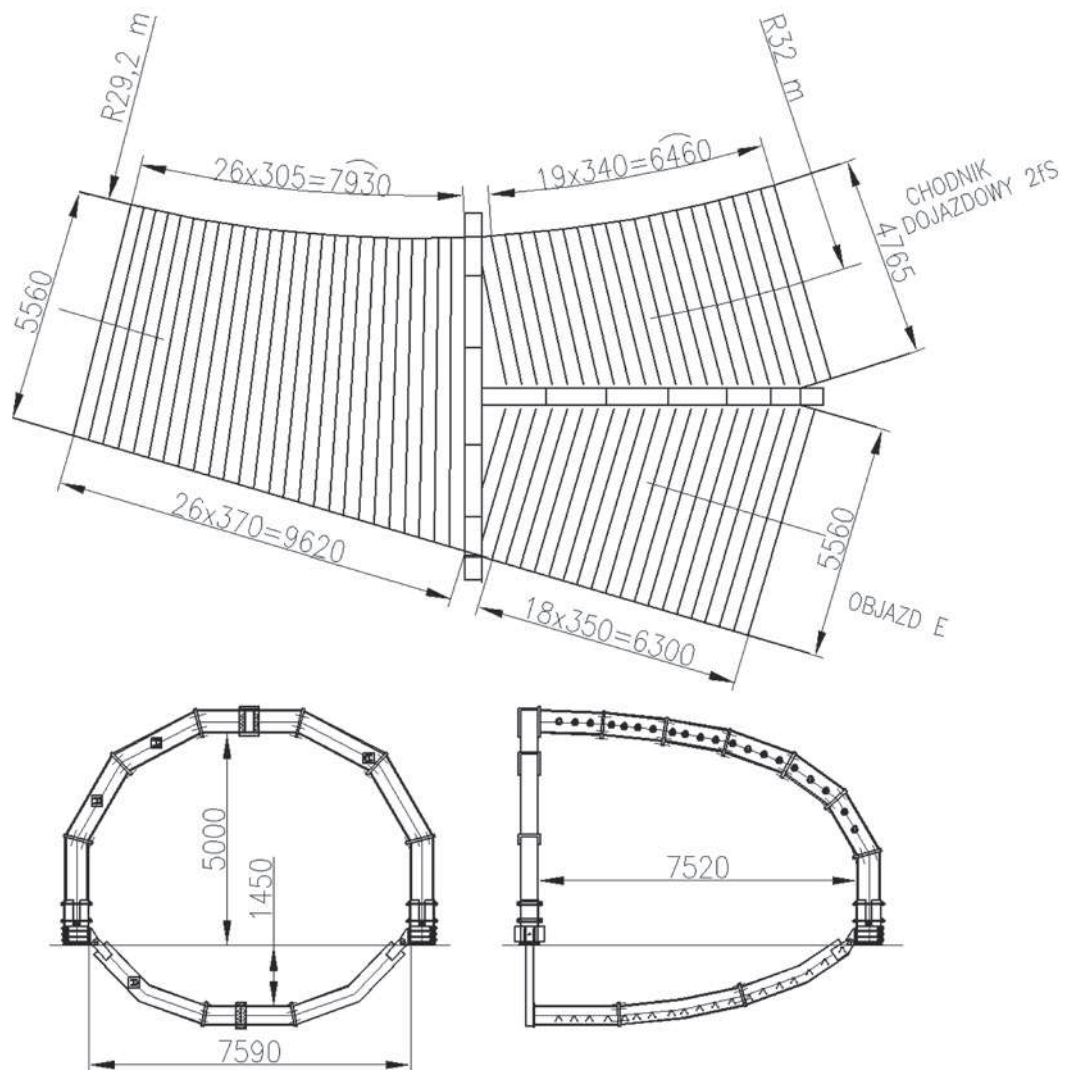
Natomiast w przypadkach obudów odgałęzień opartych na portalu i wsporniku (rysunek 1a), narażonych na duże obciążenia ze strony górotworu stosowane jest kotwienie stabilizacyjne konstrukcji zasadniczej tak, żeby nie dopuścić do niekontrolowanego przemieszczenia się portalu z płaszczyny zabudowy [8, 9].

2.4. Konstrukcje obudów zabezpieczające połączenia wyrobisk o znacznych gabarytach

Wraz z postępowaniem mechanizacji robót górniczych i technologii eksploatacji zachodzi potrzeba wykonywania wyrobisk kapitalnych o znacznych przekrojach poprzecznych. Formaty obudowy podyktowane są między innymi stosowanymi maszynami i urządzeniami czy względami wentylacyjnymi. Połączenie wyrobisk o dużych przekrojach w świetle obudowy, odpowiadających rozmiarowi ŁP12 lub większemu, skutkuje jeszcze większymi przestrzeniami w strefie połączenia. Efekt ten jest dodatkowo potęgowany w przypadkach odgałęzień pod ostrym kątem, mniejszym niż 20° . Co gorsze, wraz ze wzrostem rozmiaru przekroju połączenia zmniejsza się nośność obudowy, a obciążenia wraz ze zwiększeniem szerokości wyrobiska znacznie wzrastają. Wymaga to zapewnienia odpowiedniej, wysokiej wytrzymałości poszczególnych elementów, realizowanej przez zastosowanie ciężkich profili o wysokiej wytrzymałości, w wielu przypadkach dodatkowo wzmacnianych.

Przykładami takich konstrukcji zabezpieczających odgałęzienia i skrzyżowania wyrobisk o znacznych formatach mogą być prezentowane już wcześniej obudowy połączenia przekopu kierunkowego pod pokładem 510 poz. 774 m z przekopem odstawczym 774/585 w KWK „Bobrek-Centrum” [1], czy odgałęzienie pochylni Glinna Góra z przecinką odstawczą nr 2 w ówczesnym Zakładzie Górniczo-Energetycznym „Sobieski-Jaworzno III” [5], a obecnie ZG „Sobieski”. Konstrukcje te przedstawiono na rysunkach 15 i 16.

Podobną konstrukcję zastosowano także do zabezpieczenia odgałęzienia pochylni kamiennej taśmowej z upadową D-633 w ZG „Janina”. Obudowa zabezpiecza połączenie pod stosunkowo ostrym kątem (18°) wyrobisk dodatkowo nachylonych do poziomu w przeciwnych kierunkach 6° i 9° . Wynika z tego znaczna długość obudowy, przekraczająca 21 m oraz różne poziomy posadowienia elementów składowych. Konstrukcja zasadnicza składa się z dwóch portali spiętych belką łączącą oraz wspornika, a uzupełniają ją 93 komplety odrzwi (uzupełniających i przejściowych). Na rysunku 17 przedstawiono konstrukcję prezentowanej obudowy.

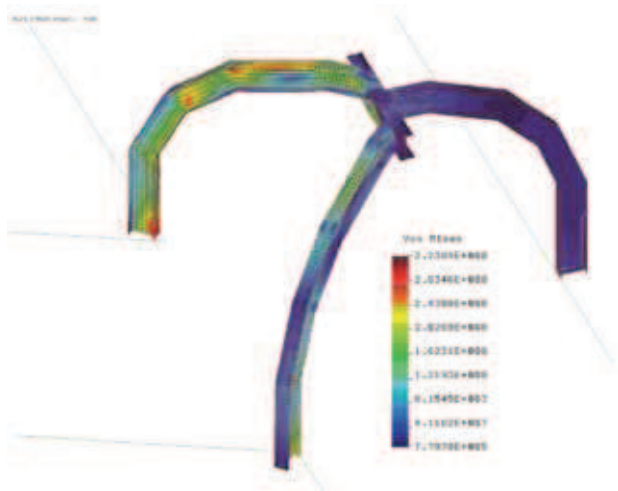


Rys. 11. Schemat obudowy odgałęzienia R52 zamkniętego spągnicami
 Fig. 11. Scheme of the support of the branch R52 closed with a sill piece



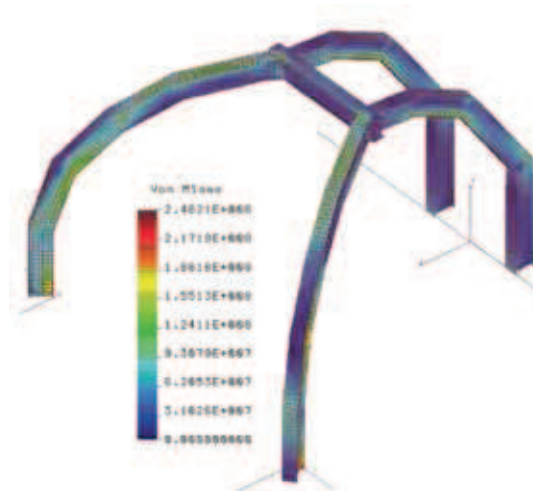
Rys. 12. Obudowa odgałęzienia R52 w trakcie montażu próbnego. Spągnice podniesione w stosunku do planowanego usytuowania w wyrobisku dla umożliwienia montażu próbnego.

Fig. 12. Support of the branch R52 during the test assembly. Sill pieces raised in relation to the planned location in the excavation to enable the test assembly



Rys. 13. Konstrukcja zasadnicza obudowy skrzyżowania pochylni B-1 badawczej z chodnikiem B-3 badawczym w pokładzie 401 w KWK „Budryk”

Fig. 13. Basic structure of the junction support of the research ramp B-1 with the research sidewalk B-3 in the seam 401 of the coal mine KWK “Budryk”



Rys. 14. Konstrukcja zasadnicza obudowy skrzyżowania przekopu taśmowego II wschodniego poz. 950 m z przekopem łączącym w kopalni „Borynia”

Fig. 14. Basic structure of the junction support of the eastern conveyor ditch II, at 950m with a connecting ditch in the mine “Borynia”



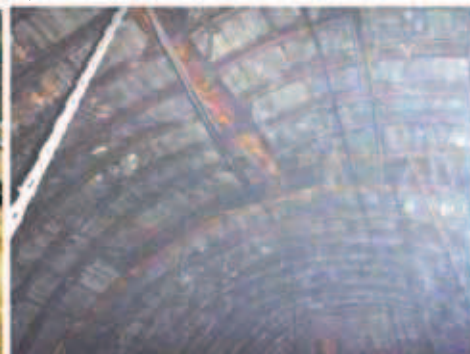
Rys. 15. Obudowa odgałęzienia przekopu kierunkowego pod pokładem 510 poz. 774 m z przekopem odstawczym 774/585 w końcowym etapie zabudowy w wyrobisku [1]

Fig. 15. Branch support of the directional ditch under the seam 510 at 774 m with the haulage ditch 774/585 at the final stage of the excavation installation [1]

a)

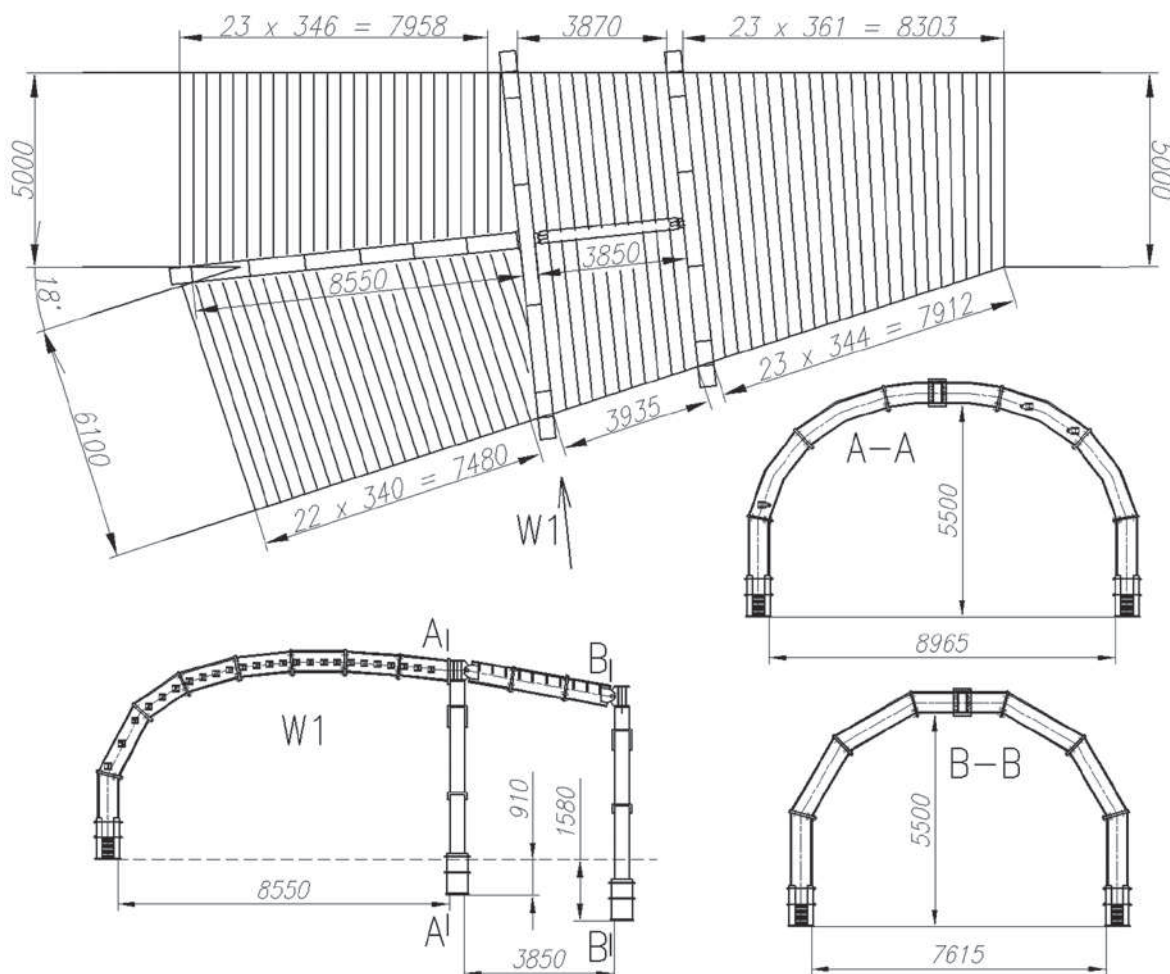


b)



Rys. 16. Obudowa odgałęzienia pochylni Glinna Góra z przecinką odstawczą nr 2 w ZG „Sobieski” a) konstrukcja w trakcie próbnego montażu u producenta [5] b) widok belki stropowej łączącej portale oraz portal pomocniczy

Fig. 16. Branch support of the ramp Glinna Góra with the haulage cross-cut no. 2 in the coal mine ZG “Sobieski” a) structure during a test assembly at the manufacturer’s site [5], b) view of the ceiling joist connecting the portals and the auxiliary portal



Rys. 17. Konstrukcja dwuportalowej obudowy odgałęzienia pochylni kamiennej taśmowej z upadową N-633 w ZG „Janina”

Fig. 17. Structure of the double-portal support of branch of the conveyor stone ramp with the dip-heading N-633 in the coal mine ZG “Janina”

Ciekawą obudową skrzyżowania z uwagi na znaczne gabaryty połączenia może być wykonana w ostatnim czasie portalowa obudowa skrzyżowania przekopu południowo-równoległego poziom 1000 m z objazdem wschodnim w KWK „Bielszowice”. Z uwagi na znaczne gabaryty łączących się wyrobisk, odpowiadające ŁP12 i ŁP13, niezbyt duży kąt między nimi (41°) zasięg skrzyżowania objął strefę 18,1 m, przy szerokości portalu 7,2 m i rozpiętości każdego ze wsporników 9,1 m. Na rysunku 18 przedstawiono przedmiotową obudowę,

natomiast na rysunku 19 – rozkład naprężeń zredukowanych w prezentowanej konstrukcji.

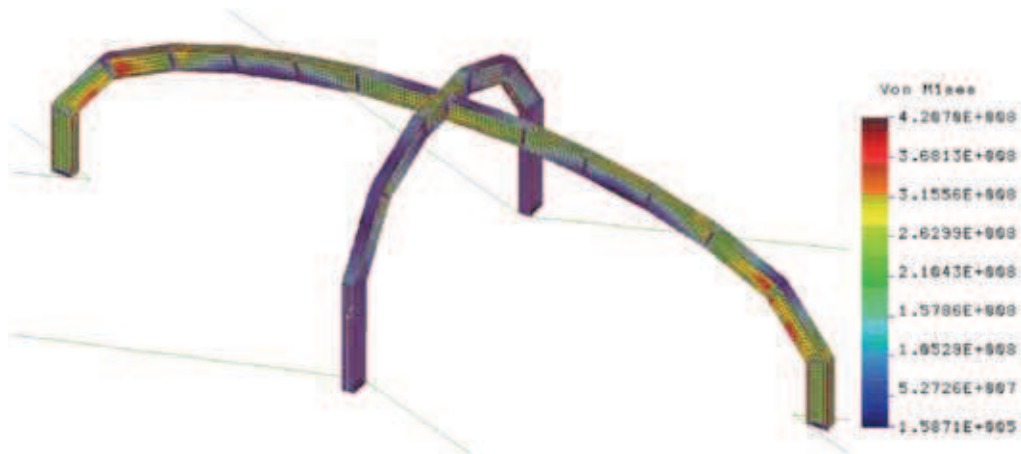
2.5. Konstrukcje wynikające z innych uwarunkowań

Wiele postaci konstrukcyjnej obudowy odgałęzień i skrzyżowań wynika z innych niż wcześniej wymienione uwarunkowania. Najczęściej na kształt konstrukcji wpływają względy ekonomiczne lub technologiczne. Przykładem stosunkowo prostej obudowy odgałęzienia o niewielkim koszcie wykonania może być obudowa odgałęzienia upadowej kamiennej I i przekopu północnego II na poziomie 300 m w kopalni „Janina” [7], której schemat i konstrukcję przedstawiono na rysunkach 20 i 21. Konstrukcja składa się z portalu oraz drzwi uzupełniających z nim połączonych przegubowo. Ważną rolę pełnią tu kotwie spinające górotwór.

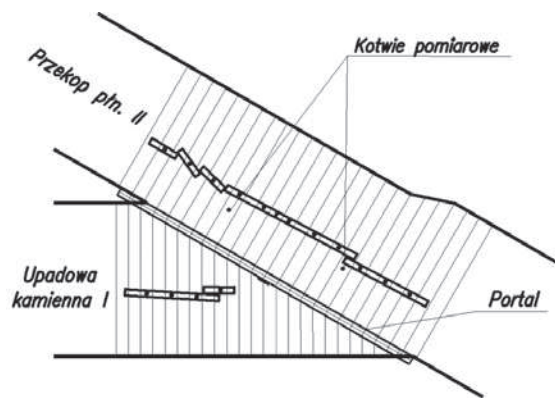
Pewną modyfikacją powyższej konstrukcji może być portal usytuowany, jak poprzednio, ponad wlotem do wyrobiska odgałęzającego się, dodatkowo stabilizowany wspornikiem tworząc w ten sposób układ litery „T”. Obudowa taka często wymaga dodatkowych zabiegów dla zapewnienia odpowiedniej stabilności portalu, np. przykotwienia go do otaczającego górotworu. Konstrukcje tego typu projektowane były najczęściej z uwagi na przyjętą przez kopalnię technologię zabudowy. Obudowy takie zostały zaprojektowane między innymi dla kopalń „Zofiówka” (rysunek 22), „Pniówek” i NWR „Karbonia” (niezabudowane).



Rys. 18. Obudowa skrzyżowania o różnych gabarytach
Fig. 18. Support of junctions with various dimensions

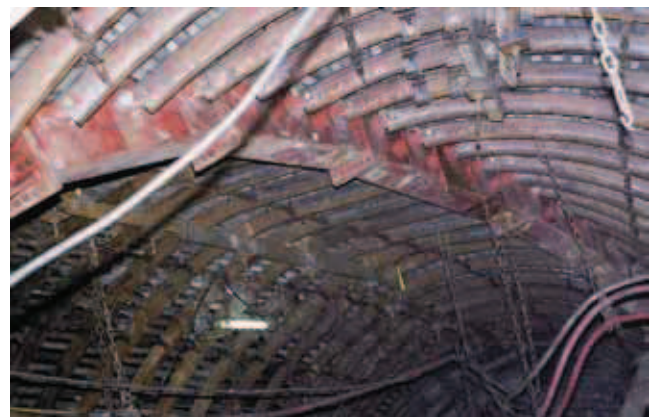


Rys. 19. Wyniki analizy wytrzymałościowej konstrukcji zasadniczej – rozkład naprężeń zredukowanych
 Fig. 19. Results of the strength analysis of the basic structure - distribution of reduced stress

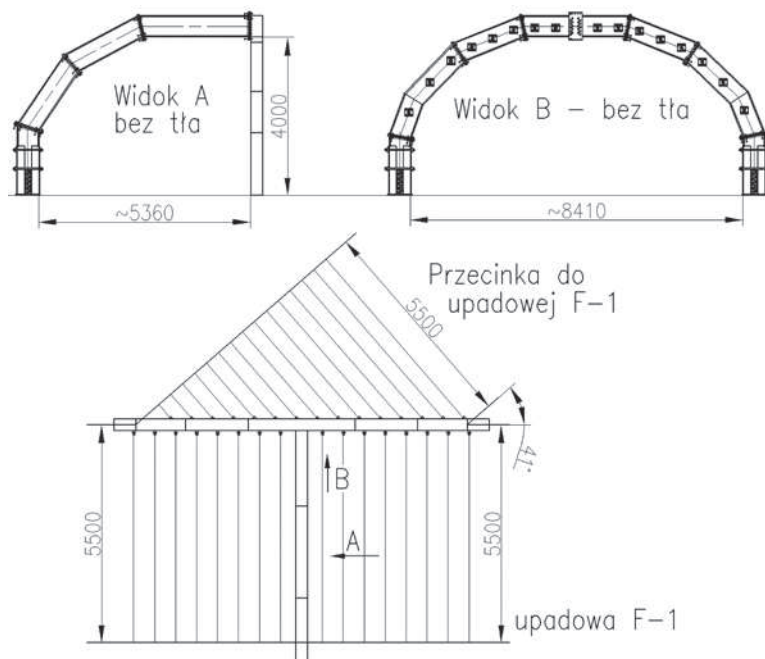


Rys. 20. Schemat obudowy odgałężenia upadowej kamiennej I i przekopu północnego II na poziomie 300 m w kopalni „Janina” [7]

Fig. 20. Scheme of the branch support of the stone dip-heading I and northern ditch II at 300m in the mine “Janina” [7]



Rys. 21. Obudowa odgałężenia zabudowana na dole kopalni
 Fig. 21. Branch support built-up at the bottom of the mine



Rys. 22. Obudowa odgałężenia upadowej F-1 z przecinką do upadowej F-1 w kopalni „Zofiówka”

Fig. 22. Branch support of the dip-heading F-1 with the cross-cut F-1 in the mine “Zofiówka”

3. Podsumowanie

Idea zabezpieczenia odgałęzień i skrzyżowań wyrobisk korytarzowych oparta na konstrukcjach szkieletowych pozwala na uzyskanie obudowy o wysokich parametrach podpornościowych, dopasowanej do gabarytów i wzajemnego usytuowania łączących się wyrobisk. Obudowy takie charakteryzują się zwartym, logicznym i przejrzystym układem odrzwi uzupełniających, nawiązującym do dalszych odcinków wyrobisk. Pozwalają także na zminimalizowanie wielkości wykonywanego wyłomu, co skraca proces urabiania skały płonnej oraz eliminuje znaczne, wolne przestrzenie w pułapie wyrobiska, jak to ma miejsce w przypadku odgałęzień tzw. palmowych.

Zaprezentowane przykłady rozwiązań konstrukcyjnych mogą być dowodem możliwości praktycznie dowolnego kształtowania postaci konstrukcyjnej szkieletu takich obudów, dla uzyskania konstrukcji optymalnej z uwagi na koszt wykonania oraz uzyskanie maksymalnych nośności.

W związku z występującymi coraz trudniejszymi warunkami geologiczno-górnictwymi należy spodziewać się dalszego wzrostu popularności portalowych obudów odgałęzień i skrzyżowań oraz rozwoju ich konstrukcji.

Literatura

1. *Rotkegel M.*: Typowe rozwiązania konstrukcyjne portalowej obudowy połączeń wyrobisk korytarzowych. *Przeгляд Górnicy* 6/2013. Katowice 2013.
2. *Rotkegel M.*: Wpływ wielkości kształtowników i gatunku materiału na stan wyłączenia konstrukcji obudowy odgałęzień wyrobisk korytarzowych. *Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa* 1/2005. Katowice 2005.
3. *Rotkegel M.*: Obudowa odgałęzień i skrzyżowań wyrobisk korytarzowych. Od założeń do gotowego wyrobu. *Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje* Nr 45, Katowice 2003.
4. *Rotkegel M.*: Przykładowy przebieg wytwarzania obudowy połączeń wyrobisk korytarzowych. *Prace Naukowe GIG* nr 4/2003, Katowice 2003.
5. *Stalega S.*: Podstawy teoretyczno-badawcze projektowania szkieletowych konstrukcji obudowy skrzyżowań i odgałęzień wyrobisk udostępniających. *Prace Naukowe GIG. Nr. 845.* Katowice 2001.
6. *Stalega S.*: Przegląd ciekawszych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych obudowy skrzyżowań i odgałęzień opartych na szkielecie żebrowym. *Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje* nr 31. Katowice 1999.
7. *Daniłowicz R., Rotkegel M., Fraś A., Najman W.*: Obudowa szkieletowa odgałęzień chodników. *Przeгляд Górnicy* nr 6/2004. Katowice, 2004.
8. *Rotkegel M., Daniłowicz R.*: Zastosowanie kotwi do stabilizacji obudowy odgałęzienia. *Kwartalnik Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa* nr 2/2006. Katowice, 2006.
9. *Rotkegel M., Daniłowicz R.*: Wybrane sposoby zapewnienia właściwej stabilizacji szkieletowej obudowy odgałęzienia wyrobisk. *Budownictwo Górnicze i Tunelowe* 1/2007, Katowice, 2007.
10. *Daniłowicz R., Rotkegel M.*: Sposób zabezpieczania krzyżujących się wyrobisk w warunkach wypiętrzania spagu. *Górnictwo i Inżynieria. Kwartalnik Akademii Górniczo-Hutniczej, Rok 27, Zeszyt 3-4.* Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne. Kraków, 2003.