

## **Hydrauliczny agregat do zasilania hamulca awaryjno-postojowego lokomotywy akumulatorowej**

### *Streszczenie*

W artykule przedstawiono charakterystykę techniczną, budowę i zasadę działania hydraulicznego agregatu hamulcowego HAH 1, przeznaczonego do zasilania układu hamulca awaryjno-postojowego elektrycznej lokomotywy akumulatorowej. Opracowane rozwiązanie może stanowić samodzielne urządzenie zasilające. Jego budowa umożliwia zastosowanie go w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych, w pomieszczeniach o stopniu „a”, „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu oraz klasy A i B zagrożenia wybuchu pyłu węglowego.

**Słowa kluczowe:** górnictwo, lokomotywa, hydraulika, agregat hydrauliczny  
**Keywords:** mining industry, locomotive, hydraulics, hydraulic unit

### *Summary*

Technical characteristics, design and principle of operation of HAH 1 hydraulic braking unit, designed to feed emergency-and-parking brake of electric battery locomotive, are presented. The developed device is an independent feeding device. Its design enables to use it in underground workings of mining plants, in rooms of "a", "b" and "c" degree of methane explosion hazard and of A and B class of coal dust explosion hazard.

## **1. Wprowadzenie**

Transport kopalniany jest jednym z głównych ogniw procesu wydobywczego każdego zakładu górniczego. Jego efektywność przekłada się zarówno na rachunek ekonomiczny, jak i bezpieczeństwo pracy, a także na komfort pracy górników. W procesie transportu stosowane są koleje podwieszane i spągowe, głównie z napędem spalinowym. Ich wadą są emitowane do otaczającej atmosfery kopalnianej spaliny oraz ciepło.

W celu ograniczenia tego niekorzystnego zjawiska podjęto w ITG KOMAG prace rozwojowe nad ciągnikami i lokomotywami zasilanymi akumulatorowo, w których przeniesienie napędu, sterowanie oraz hamowanie manewrowe odbywałyby się na drodze elektrycznej. Jedynie hamowanie awaryjne oraz postojowe realizowane byłoby na drodze hydraulicznej, co wynika z bezpieczeństwa pracy, jakie powinien zapewniać hamulec awaryjno-postojowy. Bezawaryjne działanie hamulca związane jest z agregatem hydraulicznym. Ze względu na specyfikę jego działania oraz warunki pracy nie jest możliwe zastosowanie typowych agregatów dostępnych w handlu.

Stąd w ITG KOMAG skonstruowano i wdrożono agregat hydrauliczny dedykowanego do układów hamulcowych.

## **2. Podstawowe parametry techniczne i budowa agregatu HAH 1**

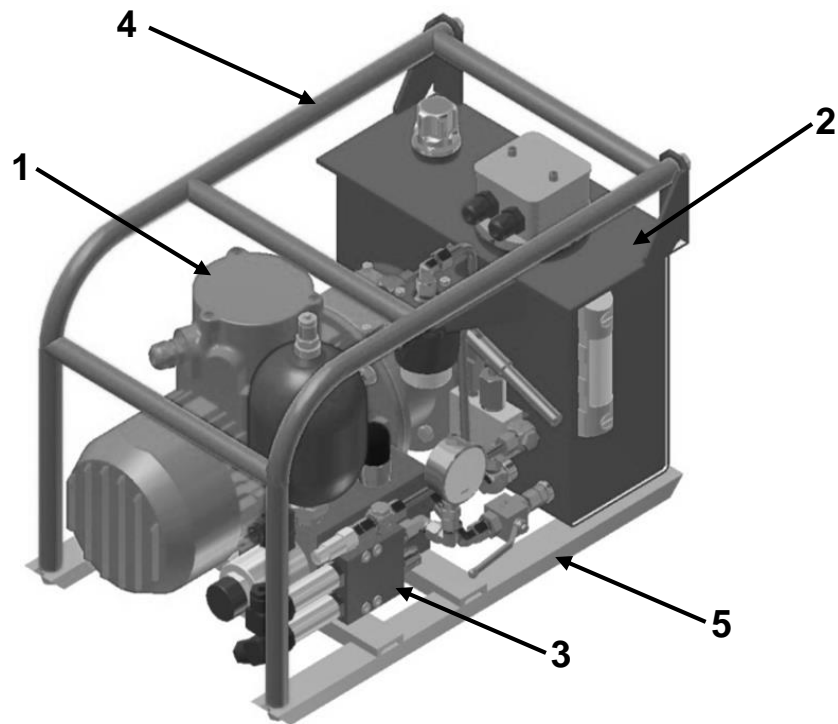
Agregat przeznaczony jest do zasilania hamulca postojowo-awaryjnego lokomotywy akumulatorowej i charakteryzuje się następującymi parametrami:

- moc silnika elektrycznego 1,1 kW,
- prędkość obrotowa silnika elektrycznego 1405 min<sup>-1</sup>,
- wymiary gabarytowe agregatu ok. 675x400x400mm,
- nominalne ciśnienie hamulca 11 MPa,
- minimalne ciśnienie hamulca 9 MPa,
- maksymalne ciśnienie hamulca 23 MPa.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pracy, zawarte w rozporządzeniach i właściwych normach [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], uwzględniono w procesie projektowania.

Hydrauliczny agregat hamulcowy (rys. 1) jest konstrukcją zwartą, w której można wyróżnić następujące podzespoły:

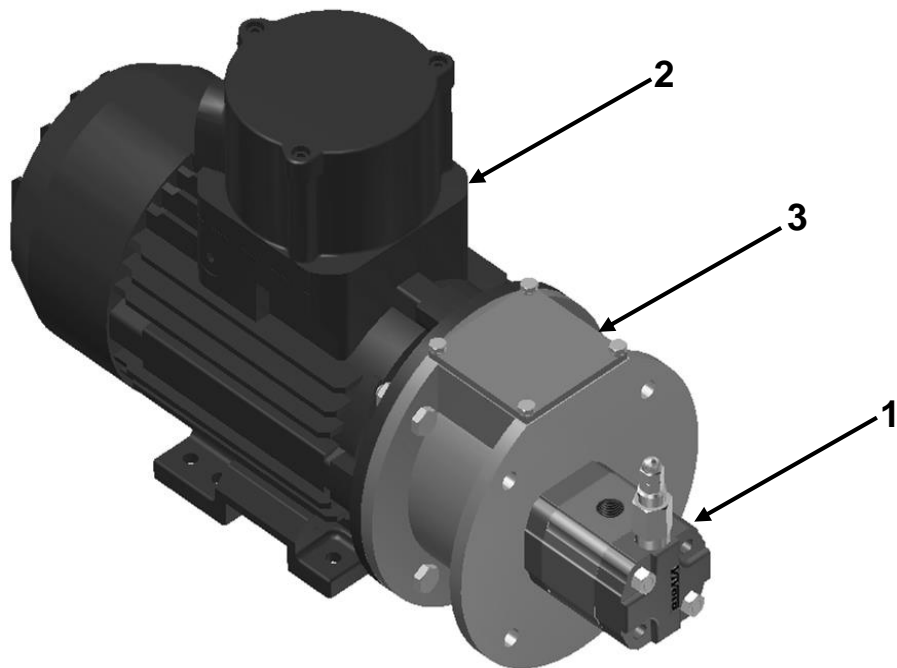
- zespół pompowy (poz. 1),
- zespół zbiornika (poz. 2),
- blok zaworowy z akumulatorem (poz. 3),
- rama (poz. 4),
- sanie (poz. 5).



Rys. 1. Hydrauliczny agregat hamulcowy HAH 1 [1]

Zespół pompowy (rys. 2) składa się z silnika elektrycznego o mocy 1,1 kW i pompy zębatej o geometrycznej objętości roboczej 2,08 cm<sup>3</sup>/obr., połączonych ze sobą sprzęgłem. Pompę wyposażono w zawór przelewowy, zabezpieczający ją przed

nadmiernym wzrostem ciśnienia. Zespół zbudowano w sposób umożliwiający zatopienie pompy na stałe w zbiorniku oleju, co znacznie zmniejszyło gabaryty całego agregatu.

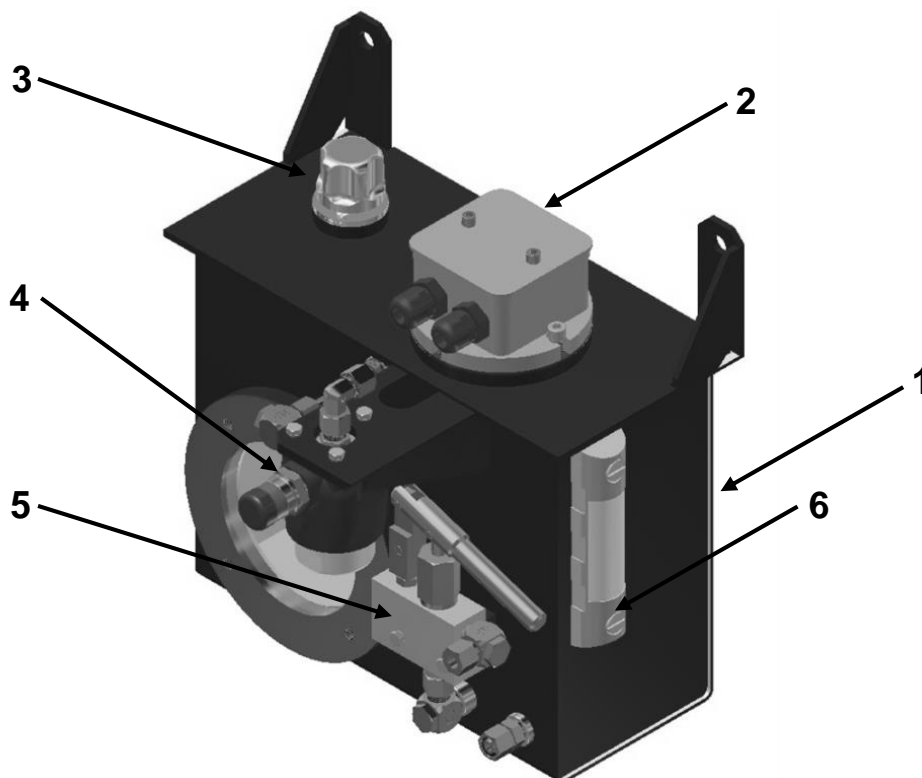


Rys. 2. Zespół pompowy [1]

1 - pompa zębata, 2 - silnik elektryczny, 3 - sprzęgło

Zbiornik hydrauliczny (rys. 3) stanowi gięto-spawaną konstrukcję, do której zamontowano kołnierz mocujący zespół pompowy oraz wsporniki: filtra, pompy ręcznej,

a także ramy. Pojemność zbiornika wynosi około 13 dm<sup>3</sup>, w tym pojemność części olejowej około 10 dm<sup>3</sup>.

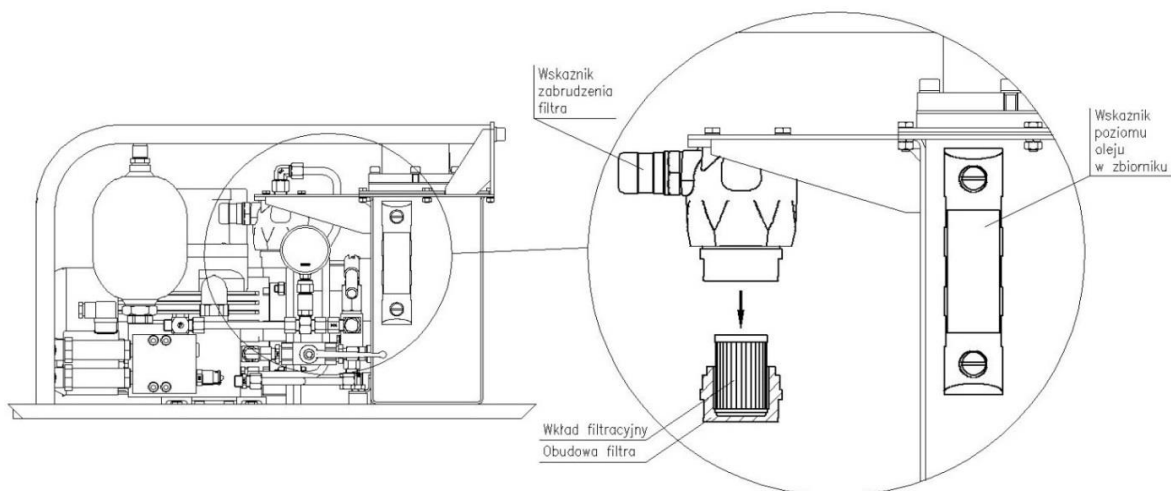


Rys. 3. Zbiornik oleju hydraulicznego - uzbrojony [1]

1 - zbiornik, 2 - czujnik poziomu i temperatury oleju, 3 - filtr zalewowo-oddechowy, 4 - filtr ciśnieniowy, 5 - pompa ręczna, 6 - wskaźnik poziomu oleju

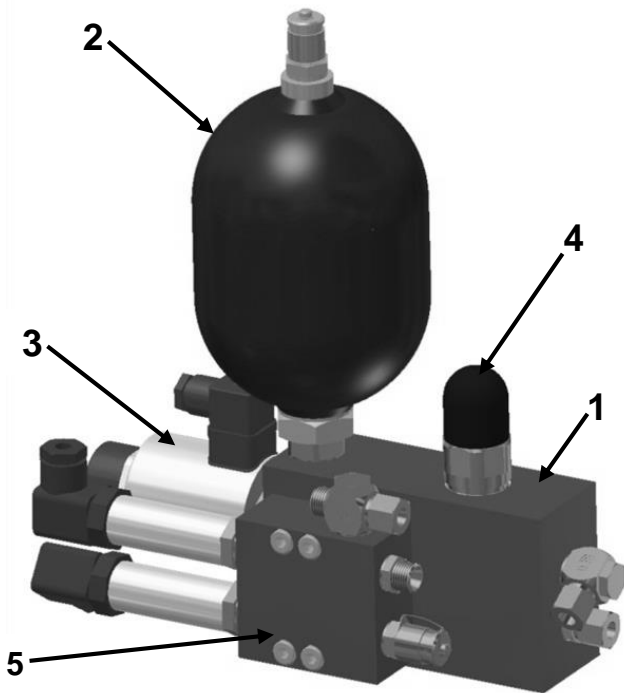
Zbiornik, uzbrojony w filtr i pompę ręczną, zamontowany jest do agregatu. Na pokrywie zbiornika zabudowano filtr zalewowo-oddechowy oraz czujnik

poziomu i temperatury oleju. Dodatkowo zbiornik wyposażono we wskaźnik poziomu oleju (rys. 4).



Rys. 4. Umieszczenie wskaźnika poziomu oleju na zbiorniku oraz wskaźnika zabrudzenia filtra

Źródło: opracowanie własne



Rys. 5. Blok zaworowy z zabudowanym blokiem pomiarowym [1]  
 1 - płyta montażowa, 2 - akumulator hydrauliczny,  
 3 - rozdzielacz iskrobezpieczny,  
 4 - zawór przelewowy, 5 - blok pomiarowy z czujnikami ciśnienia

Agregat wyposażono w blok zaworowy (rys. 5), który odpowiedzialny jest za napełnianie oraz opróżnianie cylindrów hamulcowych z oleju.

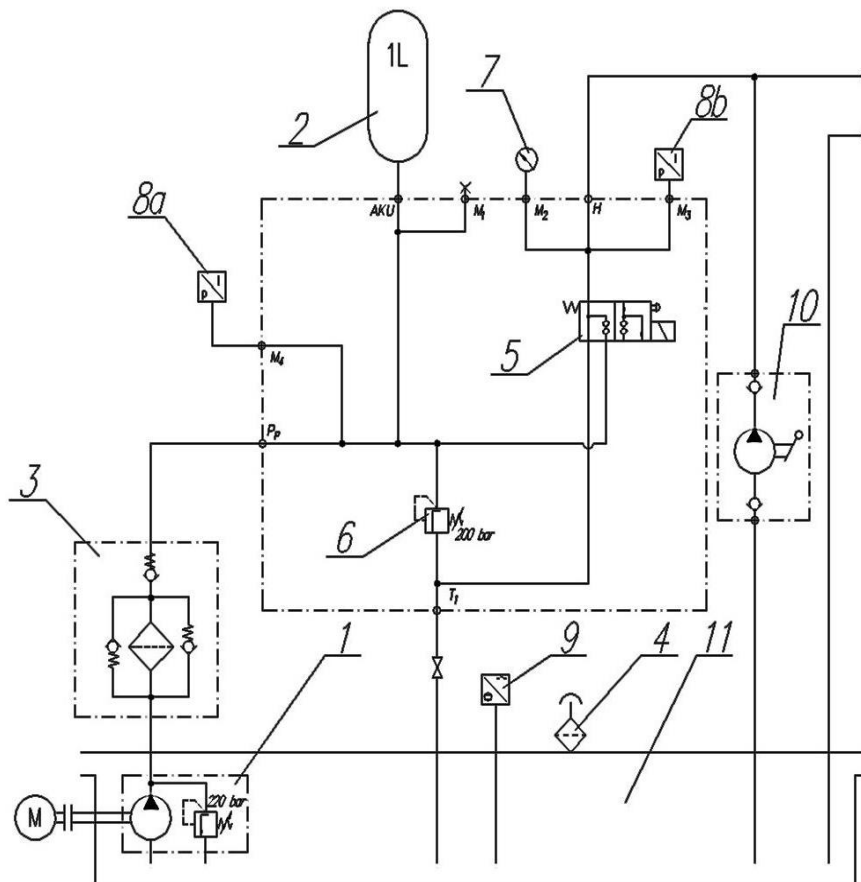
Elementami bloku zaworowego są: rozdzielacz iskrobezpieczny, zawór przelewowy oraz hydroakumulator membranowy.

Blok zbudowano w taki sposób, aby w pozycji beznapięciowej połączyć hydraulicznie cylindry hamulcowe ze splywem. Podanie napięcia na cewkę rozdzielacza, łączy cylindry hamulca z zasilaniem, co skutkuje jego odhamowaniem.

Blok zaworowy doposażono w blok pomiarowy, wyposażony w dwa czujniki ciśnienia współpracujące ze sterownikiem. Pierwszy z nich informuje o stanie naładowania hydroakumulatora (ciśnienie hydroakumulatora), a drugi o ciśnieniu oleju w hamulcach.

### 3. Zasada działania agregatu HAH 1

Zasadę działania hydraulicznego agregatu hamulcowego przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Schemat ideowy agregatu hamulcowego HAH 1 [1]

Pompa (poz. 1), napędzana silnikiem elektrycznym, tłoczy olej do filtra ciśnieniowego (poz. 3). W korpusie pompy zabudowano zawór przelewowy, którego zadaniem jest zabezpieczenie jej przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w układzie hydraulicznym. Filtr ciśnieniowy posiada trzy zawory zwrotne. Jeden z nich stanowi zabezpieczenie filtra (tzw. „by pass”), pozostałe dwa służą do ukierunkowania przepływu cieczy. Z filtra olej kierowany jest do akumulatora hydraulicznego (poz. 2) i rozdzielacza iskrobezpiecznego (poz. 5), które umiejscowiono w jednym bloku zaworowym. Podczas normalnej pracy maszyny, na cewkę rozdzielacza podawane jest napięcie. Powoduje to jego przesterowanie, a tym samym, skierowanie strugi oleju pod ciśnieniem do króćca wyjściowego agregatu. Powoduje to zasilenie hamulca i odhamowanie maszyny. Zanik napięcia na rozdzielaczu rozumiany jest jako stan awaryjny lub stan postoju maszyny, którego wynikiem jest zadziałanie (zahamowanie) hamulca. Blok wyposażono dodatkowo w zawór przelewowy (poz. 6), zabezpieczający akumulator hydrauliczny przed nadmiernym wzrostem ciśnienia oleju. Akumulator służy także do uzupełniania wycieków oleju z układu hamulcowego, mogących powstać podczas pracy maszyny.

Blok zaworowy wyposażono w układ pomiarowy, składający się z dwóch czujników ciśnienia.

Pierwszy z nich, zabudowany za filtrem, przekazuje informację o wartości ciśnienia w akumulatorze hydraulicznym do sterownika lokomotywy. Pozwala to na określenie czasu włączenia i wyłączenia silnika elektrycznego, celem doładowania układu.

Drugi umiejscowiono bezpośrednio przed cylindrami hamulcowymi, co pozwala na określenie stanu pracy hamulca (zahamowany lub odhamowany).

Agregat jest bezobsługowy (funkcje wykonuje sterownik lokomotywy), z wyłączeniem odhamowania maszyny w przypadku potrzeby holowania w wyniku awarii.

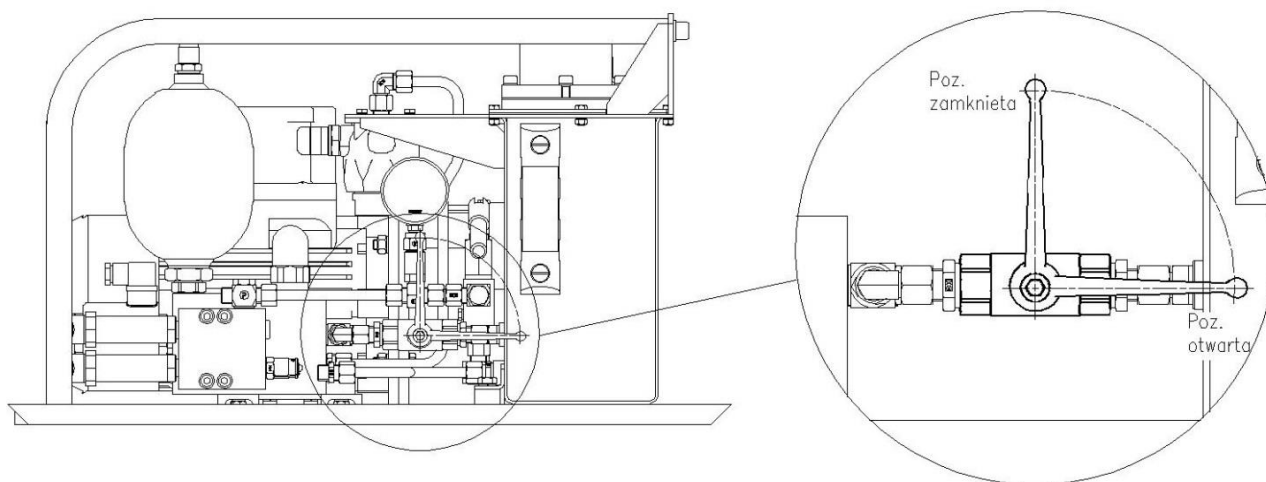
W tym celu agregat wyposażono w pompę ręczną i zawór kulowy. Odhamowanie hamulca następuje po przesterowaniu zaworu kulowego w pozycję zamkniętą (rys. 7) i włożeniu oleju hydraulicznego do hamulców z wykorzystaniem pompy ręcznej.

#### 4. Podsumowanie

Opracowany w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG agregat hydrauliczny przystosowany jest do zastosowania w układzie hamulca awaryjno-postojowego elektrycznej lokomotywy akumulatorowej. Innowacyjność rozwiązania polega na możliwości współpracy ze sterownikiem, co stwarza możliwość bezobsługowej i dorywczej pracy, a tym samym oszczędność energii elektrycznej.

Agregat może być stosowany w środowisku zagrożonym wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego. Prosta budowa oraz łatwość montażu i demontażu podzespołów ułatwia jego serwisowanie.

Agregat hydrauliczny może być stosowany jako niezależne urządzenie, przeznaczone do zasilania maszyn i urządzeń hydraulicznych, pracujących w strefach zagrożenia wybuchem metanu i pyłu węglowego.



Rys. 7. Miejsce zabudowy zaworu kulowego w agregacie i pozycje jego pracy.

Źródło: opracowanie własne

---

## Literatura

1. Rojek P. i in.: Hydrauliczny agregat hamulcowy HAH 1. Opracowanie projektu wstępnego hydraulicznego układu zasilania hamulca. ITG KOMAG Gliwice 2014 (materiały nie publikowane).
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dziennik Ustaw Nr 199 poz. 1228).
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dziennik Ustaw Nr 139 poz. 1169).
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dziennik Ustaw Nr 263 poz. 2203).
5. PN-EN 1037+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn - Zapobieganie niespodziewanemu uruchomieniu.
6. PN-EN 13463-1:2010 Urządzenia nielektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Część 1: Podstawowe założenia i wymagania.
7. PN-EN ISO 12100:2012 Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszenie ryzyka.
8. PN-EN ISO 4413:2011 Napędy i sterowanie hydrauliczne - Ogólne zasady i wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów i ich elementów.
9. PN-EN ISO 4414:2011 Napędy i sterowanie pneumatyczne - Ogólne zasady i wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów i ich elementów.
10. PN-G 50000:2002 Ochrona pracy w górnictwie – Maszyny górnicze – Ogólne wymagania bezpieczeństwa i ergonomii.

*Artykuł wpłynął do redakcji w listopadzie 2015 r.*