

Przedawaryjny stan galerii transportowej



dr inż.
WOJCIECH KOCOT
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
ODCID: 0000-0002-9408-1985

W każdym zakładzie przemysłowym istnieją obiekty, których bezawaryjna eksploatacja ma szczególne znaczenie dla funkcjonowania całego przedsiębiorstwa. Należą do nich galerie transportowe, zwłaszcza gdy stanowią jedyny środek wewnętrznego transportu materiałów sypkich. Obiekty te powinny być przedmiotem szczególnej troski między innymi w zakresie dokonywanych przeglądów i zabiegów konserwacyjnych. W artykule przedstawiono przykład galerii, której unieruchomienie w wyniku stwierdzonych nieprawidłowości mogło stanowić zagrożenie ciągłości funkcjonowania zakładu. Podjęta w porę interwencja budowlana pozwoliła na uniknięcie takiego zagrożenia.

Zasady konstruowania galerii transportowych

Transport materiałów sypkich wewnątrz zakładów przemysłowych realizowany jest często przy pomocy przenośników taśmowych biegnących wewnątrz galerii transportowych, które pełnią jednocześnie rolę konstrukcji nośnej i obudowy przenośników. Podobnie jak inne obiekty mostowe, galerie transportowe składają się z przęseł, których liczba wynosi zwykle od jednego do kilku, choć w niektórych przypadkach może być znacznie większa.

W praktyce najczęściej spotyka się stalowe galerie transportowe. Dominują przęsła o konstrukcji kratownicowej, których ustrój nośny złożony jest z dwóch równoległych kratownic płaskich połączonych górą i dołem poprzecznicami oraz stężeniami wiatrowymi. Rzadziej spotyka się obecnie tzw. galerie powłokowe, wzorowane na konstrukcji kadłubów samolotów. Ich poszycie stanowi blacha grubości od 3 do 5 mm, wzmocniona poprzecznymi wręgami i podłużnymi żebrami [1].

Galerie jednoprzęsłowe realizują z reguły schemat statyczny belki wolnopodpartej, opartej z jednej strony na łożyskach „stałych” (przegubowych nieprzesuwnych), a z drugiej na łożyskach „ruchomych” (przegubowo-przesuwnych). W pierwszym przypadku są to najczęściej dwa zastabilizowane łożyska styczne, w drugim łożyska wałkowe [2]. Niezbędne możliwości poziomego przesuwu s na łożyskach ruchomych, wynikające z termicznych odkształceń przęsła, oblicza się ze wzoru:

$$s = l \cdot \Delta t \cdot \alpha \quad (1)$$

gdzie: l – rozpiętość teoretyczna przęsła (dla galerii ukośnych w rzucie)

Δt – różnica temperatur,

α – współczynnik rozszerzalności termicznej.

Warto dodać, że w przypadku usytuowania galerii na terenach górniczych potrzebne możliwości przesuwu należy zwiększyć o wartości wynikające z deformacji podłoża górniczego obliczone zgodnie z [3].

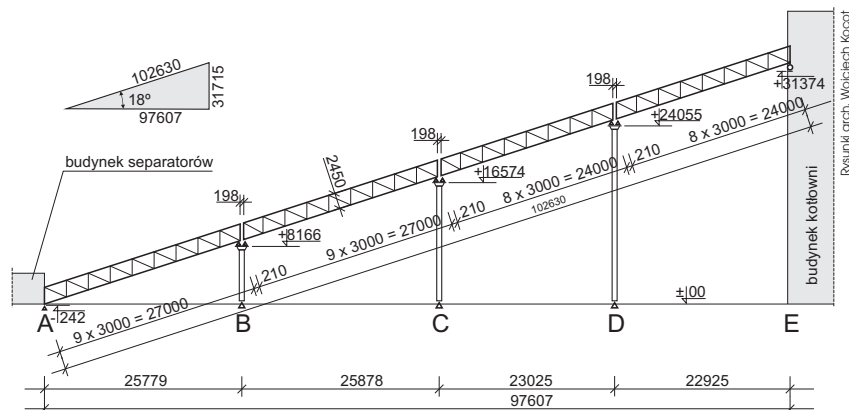
Galerie wieloprzęsłowe są przeważnie złożone z przęseł o schemacie belki wolnopodpartej. Jako ich oparcia z reguły stosowane są podpory wahaczowe, dzięki którym realizowane jest jednocześnie podparcie przegubowe oraz możliwość przemieszczeń w kierunku podłużnym. W takim przypadku łożysko stałe jest zlokalizowane na jednym z końców galerii. Ustawione na drugim końcu łożysko ruchome musi zapewnić możliwości przesuwu obliczone jak uprzednio, lecz zebrane z całej długości galerii.

Spotyka się również kilkuprzęsłowe galerie o schemacie belki ciągłej. Taki schemat statyczny jest często stosowany w przypadku galerii powłokowych. Z uwagi na możliwość wystąpienia krzywizny terenu jest on niewskazany w przypadku usytuowania galerii na terenach górniczych.

Pośród galerii transportowych szczególne miejsce zajmują galerie ukośne (tak zwane mosty skośne), stosowane wtedy, gdy miejsce załadunku i miejsce docelowe znajdują się na różnych poziomach. Do takich właśnie zalicza się galeria będąca przedmiotem niniejszej pracy.

Opis konstrukcji galerii transportowej

Wybudowana w początkiem lat sześćdziesiątych XX wieku galeria transportowa stanowi konstrukcję nośną i obudowę dwóch przenośników taśmowych. Składa się z czterech przęseł o schemacie belki wolnopodpartej każde (rys. 1). Łączna długość galerii w rzucie poziomym wynosi 97,607 m, a kąt nachylenia osi podłużnej 18° . Przęsła wykonano jako stalowe, spawane, każde złożone z dwóch kratownic typu „N”. Na końcach każdego przęsła kratownice są połączone sztywnymi ramami poprzecznymi (przeponami poprzecznymi), a na długości górą i dołem poprzecz-



Rys. 1. Schemat przedmiotowej galerii transportowej

nicami. W poziomie pasa górnego i dolnego wykonano stężenia wiatrowe. Pomost wykonano z prefabrykowanych płyt żelbetonowych o rozpiętości 3 m, opartych na poprzecznicach dolnych. Środkową część obudowy ściennej z blachy trapezowej stanowi ciągły pas stalowych okien. Pomiędzy przęsłami pozostawiono dylatacje o rozwartości w rzucie 198 mm (osiowo) i 68 mm (w świetle elementów konstrukcyjnych). Obudowa galerii nie została zdylatowana.

Galeria posiada pięć punktów podparcia, których osie oznaczono literami: A, B, C, D, E (rys. 1.). Podpora w osi A, zintegrowana z fundamentem budynku separatorów, pełni rolę stałej, tym samym przejmuje wszystkie obciążenia poziome w kierunku podłużnym. Podpory w osiach B, C, D wykonano jako kratownicowe płaskie, typu wahaczowego. Na każdej z nich ustawiono dwa łożyska styczne (po jednym dla każdego przęsła) z ogranicznikami blokującymi możliwość przesuwu. Podpora w osi E to łożysko przegubowo-przesuwne, zlokalizowane na stalowej belce konstrukcyjnej nośnej budynku kotłowni. Jest to łożysko dwuwalkowe, o średnicy wałków 120 mm (rys. 2. i fot. 2.). Na płytach łożyskowych przyspawano ograniczniki przemieszczeń z pozostawieniem dystansu 400 mm, co przy założeniu poprawnej pracy łożyska umożliwi przesunięcie przęsła D-E względem budynku kotłowni o ± 160 mm. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że wartość ta jest wystarczającą z dużym zapasem.

Uszkodzenia galerii

Przeprowadzona wizja lokalna wykazała oprócz uszkodzeń korozyjnych przęsła oraz zarysowań i pęknięć prefabrykowanych płyt pomostu także nieprawidłowości związane z pracą łożysk galerii. Najbardziej niepokojące okazały się uszkodzenia zaobserwowane w okolicach styków poszczególnych przęsła. W miejscu ich oparcia na podporach pośrednich doszło do deformacji blach łożyskowych i śrub mocujących (np. fot. 1.). Dodatkowo w miejscach styków przęsła stwierdzono deformację pasa stalowych okien, a według relacji użytkownika systematycznie dochodziło tam do pęknięcia i wypadania szyb. Przyczyn opisanego stanu rzeczy należało szukać w nieprawidłowej pracy łożyska w osi E.

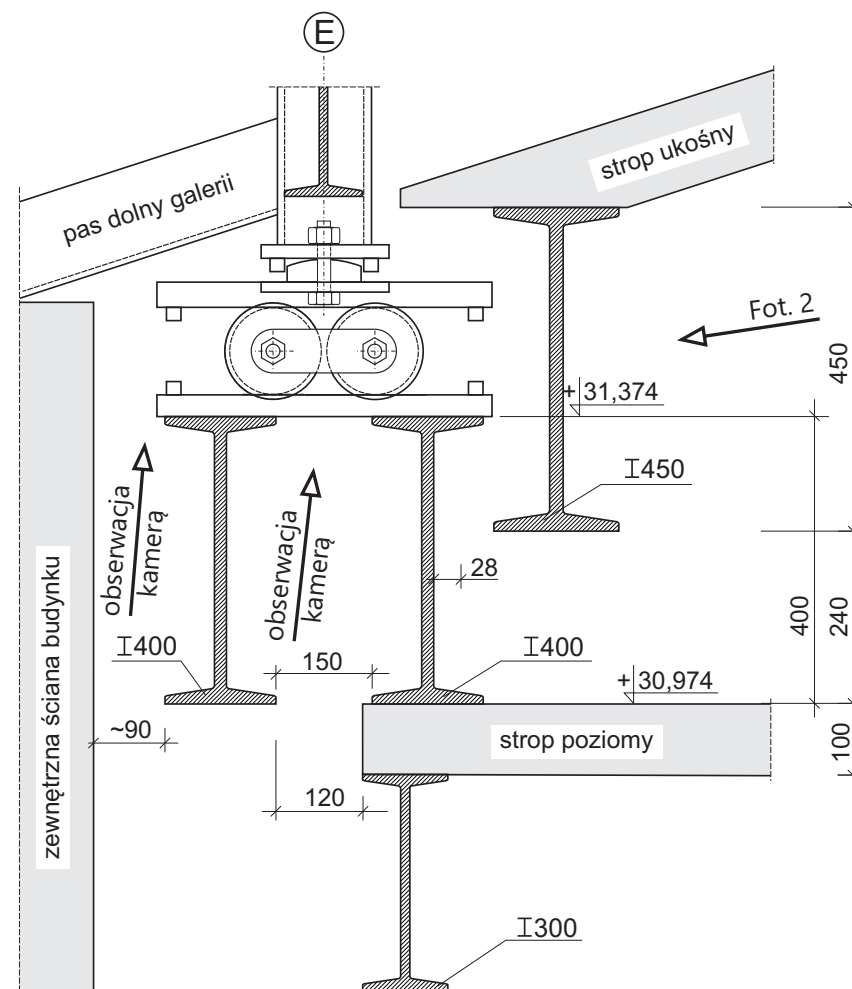
Przyczyny powstania najistotniejszych uszkodzeń

Kontrolę dwuwalkowych łożysk ruchomych w osi E poważnie utrudnił prawie całkowity brak dostępu do nich (por. rys 2.). Informacje o ich stanie uzyskano, przeciskając od spodu pomiędzy belkami niewielką kamerę. Przekazany przez nią obraz ukazał łożyska znacznie skorodowane oraz zanieczyszczone betonem (najbardziej prawdopodobnie jeszcze z czasów budowy) i gromadzącymi się przez lata produktami korozji. Zanieczyszczenia te prawie całkowicie unie-



Fot. arch. Wojciech Kocot

Fot. 1. Łożyska na podporze B po stronie południowej, widok od zewnątrz

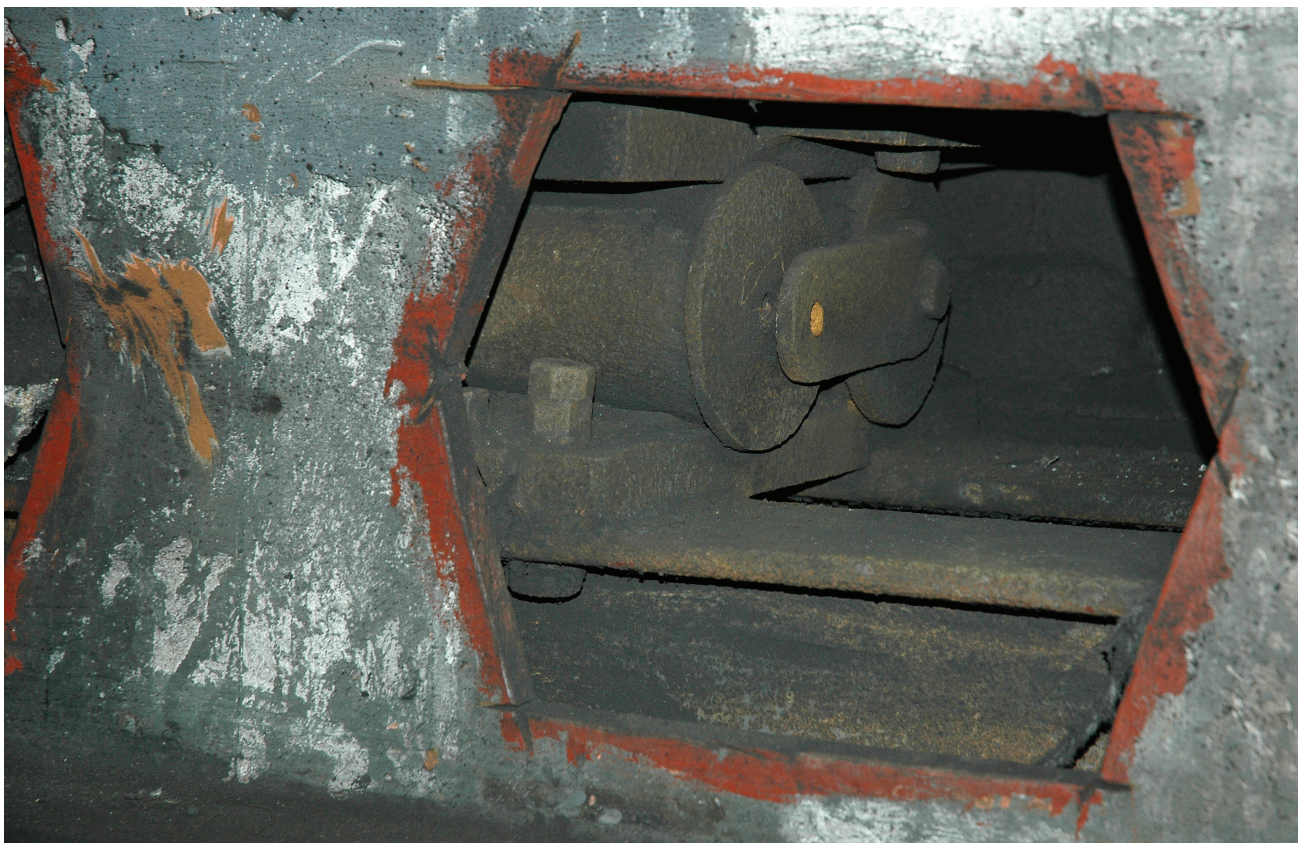


Rys. 2. Zabudowane elementami budynku kotłowni dwuwalkowe łożysko w osi E

możliwiły przesuw końca przęsła D-E względem budynku kotłowni. Swoboda przemieszczeń została dodatkowo ograniczona przez brak odpowiedniej dylatacji na styku stalowych elementów przęsła D-E z widocznym na rys. 2. żelbetowym stropem skośnym. W tej sytuacji łożysko ruchome w osi E praktycznie nie mogło pełnić swej funkcji. Stan ten powodował, że

odkształcenia termiczne zebrane z całej długości galerii, zamiast wywoływać przemieszczenia na łożyskach ruchomych w osi E, powodowały powstawanie naprężeni sił ściskających i rozciągających galerię. Siły te przekładały się bezpośrednio na dodatkowe naprężenia w ustroju nośnym przęsła oraz w konstrukcji nośnej budynku kotłowni w miejscu oparcia





Fot. 2. Oczyszczone łożysko dwuwalkowe widoczne przez otwór-okno wycięty w dwuteowniku I450 podpierającym strop ukośny

galerii. Naprężenia te skutkowały zaciskaniem i rozszerzaniem się dylatacji pomiędzy przęsłami na podporach pośrednich, co wiązało się z deformacjami stalowego pasa okien. Na samych łożyskach w osi B, C i D w pierwszej kolejności dochodziło do kasowania niewielkich luzów pozostawionych na ogranicznikach łożysk stalych. Po wyczerpaniu luzów powstające w łożyskach siły dążyły do ścięcia ograniczników, co w jednym przypadku częściowo wystąpiło. Efektem tego zjawiska było także deformowanie blach łożyskowych oraz wyginanie śrub mocujących, co opisano w poprzednim punkcie. Odmienne od założeń projektowych

funkcjonowanie galerii mogło doprowadzić do jej poważnej awarii.

Podjęte działania naprawcze

W zakresie uszkodzeń związanych z zablokowaniem przesuwu łożysk działania naprawcze należało zacząć od usunięcia przyczyny, czyli od odblokowania łożysk ruchomych w osi E. Sprawę komplikował brak dostępu do łożysk (por. przyczyny powstania najistotniejszych uszkodzeń). Dostęp do łożysk oferowało pomieszczenie w budynku kotłowni na poziomie +30,974, bezpośrednio pod zaznaczonym na rys. 2. stropem ukośnym. Ponieważ łożyska są tam zasłonięte podpierającym strop

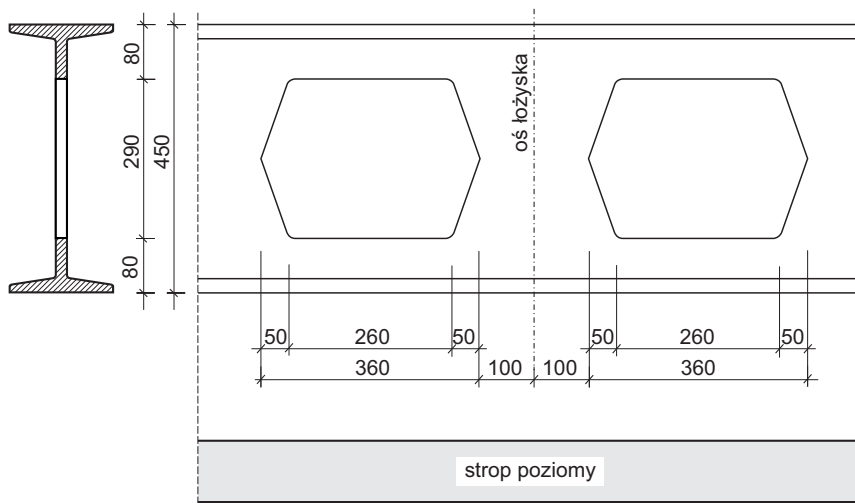
ukośnym dwuteownikiem I450, konieczne było wycięcie w nim odpowiednich otworów-okien. Obliczono, że wycięcie otworów o wielkości i kształcie podanym na rys. 3. spowoduje osłabienie przekroju belki na zginanie o niecałe 8%, co z uwagi na usytuowanie otworów nie ma większego znaczenia dla nośności całego elementu.

Po uzyskaniu dostępu do łożysk usunięto blokujący ruch wałków beton i nagromadzone produkty korozji (fot. 2.), a same łożyska zakonserwowano. Jednocześnie udrożniono dylatację między stalową konstrukcją przeszła a ukośnym stropem budynku kotłowni. Także pozostałe łożyska naprawiono i zakonserwowano.

Wizja lokalna przeprowadzona przez autora w listopadzie 2019 pozwoliła na stwierdzenie, że podjęte działania naprawcze okazały się skuteczne. Wszystkie łożyska działają prawidłowo, a użytkownik nie zgłasza problemów w funkcjonowaniu obiektu.

Podsumowanie i wnioski

Dla bezpiecznej i bezawaryjnej pracy galerii transportowych kluczowe znaczenie ma dobór odpowiedniego schematu statycznego i sposobu łożyskowania (zostało to opisane w akapicie Zasady konstruowania galerii transportowych). Istotny wpływ na bezpieczeństwo galerii transportowych ma dobry stan i poprawna praca ich łożysk [4]. Dotyczy to zwłaszcza tzw. łożysk ruchomych, na których



Rys. 3. Wymiary i lokalizacja otworów-okien koniecznych do przeprowadzenia konserwacji łożysk

realizują się przemieszczenia w kierunku dłuższym. Problem nabiera szczególnego znaczenia w przypadku usytuowania zakładu na terenie górniczym, choć w opisanym przypadku do wywołania stanu przedawaryjnego wystarczyły przemieszczenia spowodowane już samymi odkształceniami termicznymi.

Łożyska galerii transportowych muszą być nie tylko poprawnie zaprojektowane i wykonane, ale także systematycznie dozorowane oraz konserwowane, a w razie potrzeby rektyfikowane. Nieodczynność prowadzenia powyższych działań pociąga za sobą konieczność zapewnienia na etapie projektowania obiektu dogodnego dostępu do łożysk. W sytuacji gdy łożyska pozostają niedostępne, brak kontroli jest „usprawiedliwiany” niemożliwością jej przeprowadzenia, co może w efekcie doprowadzić do powstania zagrożeń awaryjnych. W opisanym przypadku brak dostępu do łożysk skutkowało dodatkowo pozostawieniem pomiędzy ich elementami zanieczyszczeń pochodzących z czasów budowy, które nie zostały zauważone podczas odbioru technicznego.

Przedstawione w podsumowaniu spostrzeżenia nabierają szczególnego znaczenia w sytuacji, gdy nie przewidziano alternatywnego środka transportu, a bezzakłóceniowa eksploatacja galerii transportowej ma dla funkcjonowania zakładu znaczenie kluczowe.

Bibliografia:

1. Szulc J., Stalowe galerie transportowe o konstrukcji powłokowej, Konstrukcje stalowe w budownictwie i mostownictwie. Pierwsza Konferencja Naukowo-Techniczna, Warszawa 6-9 lutego 1958 r. Arkady, Warszawa 1960.
2. Szelański F., Mosty metalowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1966.
3. Rosikoń A., Ułożyskowanie mostów na terenach eksploatacji górniczej. „Ochrona Terenów Górniczych”, nr 47, Katowice 1978.
4. Barycz S., Kocot W., Wodyński A., Potencjalne przyczyny awarii galerii transportowych zlokalizowanych na terenach górniczych. „Przegląd Górniczy”, nr 9/96, str. 11–13.

Pracę wykonano w ramach subwencji badawczo-rozwojowej 16.16.150.545

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8802

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Kocot Wojciech, 2020, Przedawaryjny stan galerii transportowej, „Builder” 04 (273). DOI: 10.5604/01.3001.0013.8802

Streszczenie: W artykule opisano przypadek ukośnej galerii transportowej podającej węgiel do elektrownianego budynku kotłowni. Przed kilku laty stwierdzono, że galeria ta znalazła się w stanie przedawaryjnym.

W pierwszej części artykułu podano zasady, jakim powinny odpowiadać tego typu obiekty. W drugiej części przedstawiono opis konstrukcji przedmiotowej galerii, przeanalizowano przyczyny powstania uszkodzeń oraz przedstawiono koncepcję naprawy. Skutecz-

ność podjętych działań naprawczych potwierdziła kilkuletnia bezawaryjna eksploatacja. W końcowej części pracy sformułowano wnioski i zalecenia, które powinny być uwzględniane na etapie projektowania i budowy oraz podczas eksploatacji galerii transportowych w zakładach przemysłowych.

Słowa kluczowe: galerie transportowe, stan przedawaryjny, konstrukcja stalowa

Abstract: The article describes a case of an oblique transport gallery feeding coal to a power plant boiler house. A few years ago, it was found that the gallery was in an pre-failure condition.

In the first part of the article, the rules which such objects should comply with are given. The second part presents a description of the structure of the subjected gallery, analyzes the causes of damage and presents the concept of repair. The effectiveness of the undertaken repair actions was confirmed by several years of failure-free operation. In the final part of the work, conclusions and recommendations were formulated, which should be taken into account at the stage of design and construction and during the operation of transport galleries in industrial plants.

Keywords: transport gallery, pre-failure condition, steel structures

REKLAMA

Przedsiębiorstwo Budowlano Usługowe

REBUS

59-900 Zgorzelec, ul. Łużycka 87, NIP 615 100 35 02
tel/fax (075) 77 52 824, e-mail; rebus999@wp.pl

Zakres naszej działalności obejmuje:

- Wykonywanie robót ogólnobudowlanych związanych ze wznoszeniem budynków.
- Prace związane z wykonaniem fundamentów, reprofiliacji, iniekcje i naprawy betonów
- Wykonywanie konstrukcji dachowych – montaż więźby wraz z pokryciem. Pokrycia dachów papami termozgrzewalnymi.
- Termomodernizacje budynków – ocieplenia styropianem/ wełną mineralną.
- Usługi ocieplenia oraz hydroizolacji dachów metodą natryskową pianą PUR, oraz membraną poliuretanową
- Prace termomodernizacyjne przy obmurzach pieców przemysłowych, okładziny żaro i ognioodporne.
- Wyburzenia obiektów budowlanych.
- Wykonywanie robót budowlanych w zakresie wznoszenia konstrukcji stalowych
- Wynajem maszyn, i sprzętu budowlanego

Firma PBU REBUS posiada własne zaplecze sprzętu budowlanego do wszystkich prac. Szalunki, rusztowania, maszyny do aplikacji betonów ciężkich, podnośnik koszowy, dźwig, koparki oraz auta ciężarowe.