

Problematyka rusztowań w aspekcie bezpieczeństwa pracy na wysokości

dr inż. Michał Pieńko, Politechnika Lubelska

1. Wprowadzenie

Tymczasowe konstrukcje w postaci rusztowań budowlanych są niezbędnym elementem procesu wznoszenia, a także przeprowadzania remontów obiektów kubaturowych. Rozwój technologii stosowanych w budownictwie umożliwia wznoszenie obiektów o skomplikowanej geometrii i znacznych wysokościach. W celu umożliwienia wykonania prac elewacyjnych rusztowania dostosowane do geometrii budynku są rozbudowanymi konstrukcjami, w których poszczególne elementy są w znacznym stopniu wyteżone. Rusztowania są również stosowane jako tymczasowe trybuny, amfiteatry czy też konstrukcje umożliwiające remonty obiektów przemysłowych. Konstrukcje rusztowań, stosowane w takich przypadkach, wymagają szczegółowego i indywidualnego podejścia ze względu na możliwość wystąpienia nietypowych obciążeń, jak miało to miejsce w przypadku tymczasowego amfiteatru w Opolu, opisanego w artykule [1], czy też obiektów przemysłowych opisanych w artykule [2]. Producenci rusztowań chcąc zaspokoić potrzeby rynku, produkują dodatkowe elementy umożliwiające ustawianie bezpiecznych rusztowań, spełniających poszczególne wymogi stawiane rusztowaniom. Podstawowe wymogi możemy odnaleźć w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych [3] oraz licznych normach wymienionych w artykule [4]. Pomimo dość jednoznacznych regulacji, w wielu przypadkach rzeczywiste konstrukcje rusztowań nie spełniają podstawowych założeń. W artykule zostaną przedstawione sytuacje zaobserwowane w trakcie praktyki inżynierskiej autora, jak również w ramach realizacji projektu PBS3/A2/19/2015 „Model oceny ryzyka wystąpienia katastrof budowlanych, wypadków i zdarzeń niebezpiecznych na stanowiskach pracy z wykorzystaniem rusztowań budowlanych”, finansowanego przez NCBiR. W ramach projektu przeanalizowano 120 rusztowań zlokalizowanych w różnych rejonach Polski. Jednym z elementów była szczegółowa inwentaryzacja rusztowań obejmująca geometrię, posadowienie, kotwienie, uszkodzenia oraz sposób użytkowania. Wyniki analiz ryzyka wystąpienia sytuacji niebezpiecznej, uwzględniających czynniki prawno-społeczno-ekonomiczne, środowiskowe,

techniczne, organizacyjne, ludzkie, szczegółowo przedstawiono w artykule [5]. Tego typu badania były również przeprowadzane w innych krajach, takich jak Hiszpania [6], Japonia [7] czy Stany Zjednoczone [8]. Z wymienionych prac wynika, że prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji potencjalnie wypadkowej jest wysokie. Dlatego w poniższym artykule wskazano elementy, na które należy zwrócić szczególną uwagę podczas odbioru czy też kontroli typowych rusztowań stosowanych w trakcie prac elewacyjnych.

2. Błędy w trakcie montażu rusztowania

Zgodnie z rozporządzeniem [3] montaż rusztowań, ich eksploatacja i demontaż powinny być wykonywane zgodnie z instrukcją producenta albo projektem indywidualnym. Osoby zatrudnione przy montażu i demontażu rusztowań powinny posiadać wymagane uprawnienia a użytkowanie rusztowania jest dopuszczalne po dokonaniu jego odbioru przez kierownika budowy lub uprawnioną osobę. Przedstawione dalej sytuacje zaobserwowano na rusztowaniach, które zostały dopuszczone do użytkowania, tak więc założono, że zostały one zmontowane przez osoby posiadające stosowne uprawnienia.

2.1. Posadowienie

Do błędów dochodzi już na samym początku montażu, jeszcze przed ustawieniem pierwszej ramy rusztowania. Określenie wymaganej nośności podłoża gruntowego bardzo często ogranicza się do wizji lokalnej i próby, polegającej na sprawdzeniu, czy nie dochodzi do osiadania pod wpływem ciężaru osoby wykonującej montaż. Zakładając, że podłoże gruntowe posiada wymaganą nośność, rusztowania są ustawiane na podłożu, które nie zostało wyprofilowane ze spadkiem umożliwiającym odpływ wód opadowych (rys. 1a). Kolejnym błędem jest ustawianie rusztowania na podkładach drewnianych nieobejmujących obu podstawek jednej ramy rusztowania (rys. 1b). Zarówno w jednym, jak i drugim przypadku może dojść do nierównomiernego osiadania, skutkującego znacznym wzrostem sił wewnętrznych w poszczególnych elementach rusztowania. W pracy [9] przeanalizowano wpływ różnic zagęszczenia gruntu na rozkład sił wewnętrznych. Z analiz wynika, że znaczna różnica w poziomie zagęszczenia gruntu w kierunku równoległym do elewacji (pomiędzy poszczególnymi ramami) może skutkować nawet 10-krotnym wzrostem sił w kotwach. Znaczne różnice zagęszczenia gruntu w kierunku prostopadłym (w obrębie jednej ramy) mogą doprowadzić do wzrostu naprężeń normalnych w stojakach ram nawet o 60%. Niestety w wyniku tego typu błędów w Gdańsku w 2001 roku zginęły 2 osoby, a kilka innych zostało rannych. Jako wstępne przyczyny katastrofy wskazano błędnie wykonany montaż, a w szczególności ustawienie rusztowania na podmokłym gruncie bez odwodnienia. Kolejnym problemem jest ustawianie rusztowania na wielopoziomowych podkładach (rys. 1c) w celu zniwelowania różnic w poziomie posadowienia lub uzyskania założonego

Rys. 1. Niewłaściwe posadowienie rusztowania: a) niewyprofilowane podłoże, b) niezależne podkłady pod każdą podstawką, c) wielopoziomowe podkłady



poziomu pomostu roboczego. Producenci rusztowań posiadają w swoim asortymencie ramy o różnych wysokościach, umożliwiające zniwelowanie znacznych różnic w poziomie posadowienia. Jest to jednak element, który nie znajdzie zastosowania we wszystkich przypadkach, dlatego też dostawcy rusztowań ich nie posiadają lub posiadają ich niewielką liczbę. Podstawki regulowane umożliwiają precyzyjne wypoziomowanie rusztowania, należy jednak pamiętać, że dopuszczalne obciążenie podstawki regulowanej jest zależne od długości wykręcenia jej trzpienia i należy pozostawić zakład o długości minimum 150 mm wewnątrz stojaka ramy.

2.2. Zabezpieczenia przed upadkiem z wysokości

Monterzy powinni być wyposażeni w środki ochrony osobistej przed upadkiem z wysokości. Najczęściej stosowanym zabezpieczeniem są szelki bezpieczeństwa oraz amortyzator z linką bezpieczeństwa wyposażoną w zatrzaski. Należy jednak pamiętać, że punkty przypinania (kotwiczenia) są wskazane w instrukcji montażu danego systemu rusztowania i nie są to dowolne miejsca. Alternatywnym i stanowiącym zabezpieczenie monterów podczas montażu rusztowania już od pierwszego poziomu pomostów jest rozwiązanie w postaci poręczy wyprzedzających montowanych z niższego poziomu rusztowania. Niestety rozwiązanie to jest rzadko spotykane, ponieważ wydłuża czas montażu, który oprócz kosztów jest jednym z najważniejszych parametrów branych pod uwagę w trakcie wyboru firmy odpowiedzialnej za montaż rusztowania. Zgodnie z rozporządzeniem [3] w przypadku odsunięcia rusztowania od ściany ponad 0,2 m należy stosować balustrady od strony ściany. Należy pamiętać o tym, że odległość ta powinna być mierzona pomiędzy ścianą a krawędzią pomostu, a w skład zabezpieczenia bocznego wchodzi poręcz główna, pośrednia oraz krawężnik. Przy obecnych grubościach warstw izolacji termicznej odległość ta jest praktycznie zawsze przekroczona, dlatego też na rynku dostępne są dodatkowe złącza umożliwiające montaż zarówno poręczy jak i krawężników

Rys. 2. Brak zabezpieczeń bocznych: a) w obrębie wnęk, b) w polu poza obrysem budynku, c) rama skrajna



od strony wewnętrznej. Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie konsol, umożliwiających montaż dodatkowych pomostów od strony wewnętrznej. Niewypełnienie zaleceń rozporządzenia [3] występuje najczęściej:

- w przypadku obiektów posiadających balkony lub wnęki, w obrębie których dopuszczalna odległość jest znacznie przekroczona (rys. 2a);
- w rusztowaniach wystających poza obrys budynku, w których brakuje poręczy od strony wewnętrznej (rys. 2b);
- w polach skrajnych, gdzie poręcze czołowe stanowiące zabezpieczenie są pomijane (rys. 2c) lub montowane w niewłaściwy sposób, umożliwiającą ich obrót.

W ocenie autora najbardziej niebezpieczną sytuacją jest zapewnienie pozornego zabezpieczenia bocznego. Użytkownicy, zwłaszcza z mniejszym doświadczeniem w pracy na wysokości, widząc zamontowaną poręcz instynktownie się o nią opierają w trakcie przemieszczania się po rusztowaniu. Użytkownik jest przekonany, że w razie sytuacji niebezpiecznej może się pewnie chwycić poręczy i będzie ona stanowić punkt podparcia. W sytuacjach błędnego montażu poręczy, przedstawionych na rysunku 3, w momencie gwałtownego chwycenia poręczy może dojść do jej całkowitego wypięcia, czego konsekwencją może być upadek z rusztowania.

2.3. Kotwienie

Elementem bezpośrednio wpływającym na stabilność całej konstrukcji rusztowania, szczególnie w przypadku rusztowań, na których zawieszane są siatki ochronne, jest kotwienie. Producenci rusztowań w dokumentacji danego systemu jednoznacznie wskazują wymagane rozmieszczenie poszczególnych kotw. Oprócz ich lokalizacji ważny jest

Rys. 3. Niewłaściwy montaż poręczy: a) poręcz niezabezpieczona, b) poręcz „na drut”, c) zniszczona blokada poręczy



również rodzaj stosowanego typu kotwy.

Zadaniem typowego zakotwienia w postaci kotwy montowanej w elementach konstrukcyjnych obiektu oraz łącznika kotwiącego montowanego do stojaka rusztowania jest przeniesienie obciążeń poziomych, wynikających z działania wiatru. Zarówno kotwa jak i łącznik kotwiący powinny być skierowane prostopadle do elewacji. W przypadku niewłaściwego kotwienia, np. takiego jak przedstawiono na rysunku 4a, w którym łącznik kotwiący jest równoległy do elewacji, w wyniku działania wiatru może dojść do obrotu złącza a tym samym utraty punktu podparcia. W przypadku kotwy równoległej do elewacji (rys. 4b) może dojść do nadmiernego zginania kotwy lub zruszenia kotwienia poprzez zmiżdżenie materiału, z którego jest wykonana ściana. Jeżeli kotwienie zostanie zrealizowane w połowie wysokości stojaka (rys. 4c), w wyniku działania wiatru wewnętrzny stojak ramy będzie nadmiernie zginany. Jeżeli nie ma możliwości wykonania kotwienia prostopadłego bezpośrednio w obrębie blachy węzłowej ramy, należy wykonać dodatkowe obliczenia sprawdzające dane rozwiązanie konstrukcyjne.

Praktycznie w każdym systemie rusztowania wymagane jest stosowanie kotew typu „V”, składających się z układu dwóch zestawów kotew i łączników kotwiących, usytuowanych pod kątem do elewacji. Ich zadaniem jest przeniesienie działania wiatru w kierunku równoległym do elewacji. Rozwiązanie jest praktycznie niespotykane w rzeczywistych konstrukcjach rusztowań. Fakt ten wynika z braku świadomości istoty tego typu kotwienia lub jest podyktowane uzyskaniem jak największego frontu robót. Jest to szczególnie istotne w przypadku stosowania kotew o długościach przekraczających grubość izolacji termicznych. Długie kotwy nie zapewniają stabilności rusztowania w kierunku równoległym, ponieważ uginają się pod wpływem działania wiatru.

Rys. 4. Niewłaściwe kotwienie: a) łącznik kotwiący równoległy do elewacji, b) kotwa równoległa do elewacji, c) kotwienie w połowie wysokości ramy



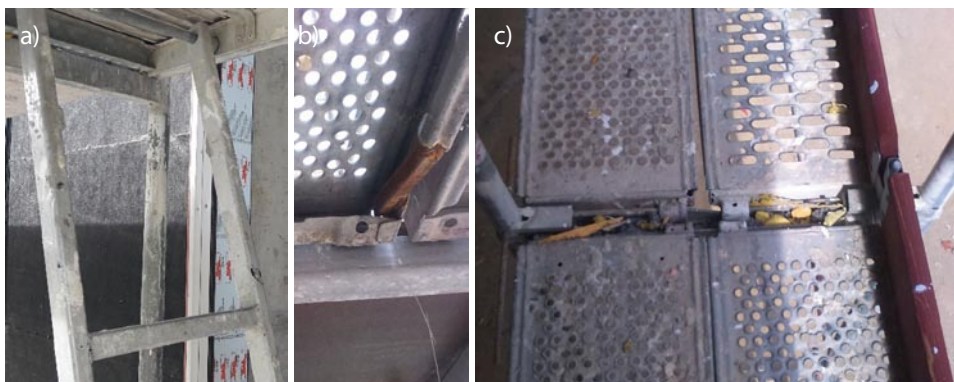
Stosując wysięgniki do transportu materiałów, należy pamiętać o konieczności wykonania dodatkowego kotwienia ramy, na której jest montowany wysięgnik. Jeżeli rama nie jest zakotwiona, w trakcie transportu jest narażona na znaczne zginanie. Ponieważ w pozycji wysięgnika równoległej do elewacji („załadunek”) rama jest zginana w kierunku równoległym należy pamiętać o konieczności stosowania stężenia pionowego. Niestety zarówno dodatkowe kotwienie jak i stężenia są nagminnie pomijane.

Nieprzemysłane rozmieszczenie kotwienia i brak analizy ewentualnych kolizji np. z podkonstrukcjami elewacji wentylowanych skutkują częściowym demontażem kotew w trakcie eksploatacji. Demontażu dokonują użytkownicy rusztowań, którzy nie są świadomi ich znaczenia. Na budowach wielokrotnie spotykano zdemontowane łączniki kotwiące, pozostawione na pomostach.

2.4. Montaż elementów mających wyraźne uszkodzenia

W instrukcjach montażu poszczególnych producentów rusztowań możemy odnaleźć zapisy jednoznacznie zabraniające montażu elementów z widocznymi śladami uszkodzeń. Zabrania się również naprawy elementów nośnych konstrukcji. Niestety w rzeczywistych konstrukcjach możemy odnaleźć liczne uszkodzenia elementów, które występowały jeszcze przed montażem. Przykładowe uszkodzenia wpływające bezpośrednio na bezpieczeństwo użytkowników, zaobserwowane w trakcie inwentaryzacji, przedstawiono na rysunku 5. Jednym z przykładów jest wyłamany stopień drabiny. W trakcie schodzenia z rusztowania użytkownik nie widzi braku stopnia i instynktownie umieszcza nogę na jego poziomie. Pomimo tego, że autor artykułu miał

Rys. 5. Elementy uszkodzone:
 a) wyłamany stopień drabiny,
 b) przyspawane wzmocnienie pomostu,
 c) wycięta dolna poprzeczka ramy



świadomość braku stopnia boleśnie się o tym przekonał podczas schodzenia z rusztowania. Pomosty są elementami w najgorszym stanie technicznym.

W trakcie badań stwierdzono, że większość pomostów posiada uszkodzenia. Pomosty stalowe posiadały uszkodzenia w postaci odgiętych zaczepów, pomosty drewniane w postaci pęknięć, natomiast pomosty przejściowe posiadały ubytki poszycia. Niestety właściciele rusztowań próbują sami naprawiać pomosty tak, jak ma to miejsce w przypadku pomostu stalowego przedstawionego na rysunku 5b, w którym możemy zaobserwować dodatkowy element wzmocniający, przyspawany w obrębie oparcia pomostu.

Ponieważ te same elementy rusztowań są wykorzystywane wielokrotnie, po pewnym czasie użytkowania wzajemne łączenie elementów jest utrudnione. Dotyczy to między innymi połączeń czopowych występujących pomiędzy poszczególnymi ramami rusztowania. W trakcie montażu konieczne jest jednoczesne umieszczenie obu stojaków ramy na dwóch trzpieniach ramy niższego poziomu. Nawet niewielka zmiana geometrii ramy w znacznym stopniu utrudnia montaż i wtedy w celu ułatwienia montażu dolna poprzeczka ramy jest wycinana (Rys. 5c). Należy jednak pamiętać, że zadaniem dolnej poprzeczki ramy, oprócz zachowania stałej odległości między rurami pionowymi, jest zabezpieczenie pomostu przed niezamierzonym wypiętrzeniem (uniesieniem), które może nastąpić w wyniku działania wiatru lub pod wpływem obciążeń dynamicznych.

Ponieważ ramy są głównymi elementami nośnymi rusztowań fasadowych, w artykule [10] możemy znaleźć szczegółowe informacje na temat wpływu uszkodzeń rur pionowych ram na ich nośność.

3. Błędy w trakcie użytkowania rusztowania

Przepisem zawartym w rozporządzeniu, nagminnie łamanym w trakcie użytkowania rusztowania, jest wykonywanie robót w jednym pionie rusztowania bez pozostawiania jednego niewykorzystywanego szczelnego pomostu (rys. 6a). Jeżeli rusztowanie ma poręczę wewnętrzne, pracownicy stają na nich powodując ich nadmierne ugięcie. Poręczę nie są przystosowane do tego typu obciążeń, zwłaszcza jeśli na pojedynczej poręczy znajduje się dwóch pracowników (rys. 6b).

Kolejne błędy użytkowników rusztowań związane są z transportem pionowym materiałów. Stosowane są prowizoryczne

zblacza montowane w pojedynczym złączu bez jakichkolwiek zakosów. W takich rozwiązaniach nie ma możliwości obrotu wysięgnika co wymusza, w trakcie odbierania materiału, znaczne wychylenie się pracownika poza rusztowanie. Szczególnie niebezpieczna sytuacja została przedstawiona na rysunku 7a, w której prowizoryczny wysięgnik został zamontowany w obrębie słupka poręczy najwyższego pomostu. Takie rozwiązanie zagraża zarówno osobom znajdującym się na rusztowaniu, jak i osobom pracującym na poziomie terenu. W przypadku przeciążenia może dojść to wyłamania trzpienia ramy. Dodatkowo w obrębie pionów, na których montowane są prowizoryczne wysięgniki, demontowane są poręczę pośrednie (rys. 7b). Producenci rusztowań posiadają w swoim asortymencie poręczę rozsuwane, umożliwiające transport i zapewniające bezpieczeństwo użytkownikom, ale ze względu na koszty nie są one stosowane.

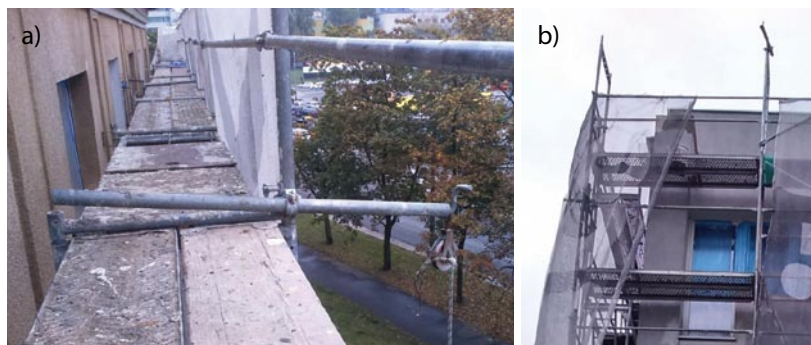
4. Błędy w trakcie demontażu rusztowania

Jednym z podstawowych błędów obserwowanych w trakcie demontażu rusztowań jest brak stosowania zabezpieczeń przed upadkiem z wysokości przez osoby dokonujące demontażu. Monterzy poruszają się po najwyższym poziomie rusztowania bez jakichkolwiek zabezpieczeń (Rys. 8).



Rys. 6. Niewłaściwe użytkowanie rusztowań: a) wykonywanie robót w jednym pionie rusztowania na wszystkich poziomach jednocześnie, b) stawanie na poręczach wewnętrznych

Rys. 7. Transport pionowy: a) prowizoryczny wysięgnik, b) częściowy demontaż poręczy



Dodatkowo wraz z nimi na niezabezpieczonym rusztowaniu znajdują się osoby wykonujące zaprawki w elewacji w miejscach występowania kotwienia. Oprócz braku zabezpieczeń przed upadkiem z wysokości zaobserwowano niewłaściwe korzystanie z wysięgników do transportu materiałów.

Wysięgniki były montowane na pojedynczej ramie bez zastosowania wymaganego kotwienia. W pracy [11] opisano przypadek katastrofy z 2007 roku, w wyniku której śmierć poniosła jedna osoba, a do zdarzenia doszło w trakcie demontażu rusztowania. Uszkodzeniu uległa rama, na której zamontowano obrotowy wysięgnik wciągarki. Nieusztyniona i niezakotwiona rama doznała przeciążenia w wyniku czego doszło do zerwania trzpieni ramy. Niestety zerwana rama pociągnęła za sobą pracownika obsługującego wciągarkę, powodując upadek z 10 piętra i śmierć na miejscu. Skrajnym i jednoznacznie zabronionym przypadkiem jest zrzucanie elementów demontowanego rusztowania. Tego typu sytuacje nie zostały zaobserwowane na analizowanych rusztowaniach, ale informacje zbierane na podstawie rozmów z pracownikami potwierdzają występowanie także takich praktyk.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono zaobserwowane błędy występujące w trakcie montażu, użytkowania oraz demontażu typowych rusztowań, stosowanych w przypadku obiektów kubaturowych. W celu zwiększenia świadomości użytkowników, jak również osób odpowiedzialnych za kontrolę rusztowań, wskazano najczęściej występujące nieprawidłowości wpływające na bezpieczeństwo użytkowników rusztowań. W praktyce dopiero wtedy, gdy dojdzie do wypadku, osoby zdają sobie sprawę, jak niebezpieczne jest użytkowanie rusztowań niekompletnych. Pomimo rozbudowanego asortymentu



Rys. 8. Demontaż rusztowania prowadzony bez jakichkolwiek zabezpieczeń przed upadkiem z wysokości

elementów umożliwiających spełnienie wymagań stawianych rusztowaniom w rzeczywistych konstrukcjach stosowane są tylko podstawowe elementy składowe o standardowych wymiarach. Problemy związane z możliwością zakotwienia rusztowania powinny być analizowane już na etapie projektowania obiektu, zwłaszcza w przypadku skomplikowanych geometrii lub elewacji szklanych. Konieczne jest również prześledzenie procesu technologicznego w celu wyeliminowania możliwych kolizji rusztowania z innymi pracami. Rusztowania są nieodzownym elementem procesu wznoszenia obiektów kubaturowych. Ponieważ rusztowania stosowane w Polsce w wielu przypadkach nie spełniają najistotniejszego wymogu zapewnienia bezpiecznego miejsca pracy, konieczne jest propagowanie wiedzy na ten temat. Rusztowania mają być bezpiecznym narzędziem, a nie śmiertelnym zagrożeniem [12].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rawska-Skotniczny A., O problemach przy budowie tymczasowego amfiteatru w Opolu, *Przegląd Budowlany* 7–8/2017
- [2] Pieńko M., Błazik-Borowa E., Wykorzystanie rusztowań budowlanych do prac na wysokości podczas remontów obiektów przemysłowych, *Materiały Budowlane* 10/2012
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. Nr 47, poz. 401)
- [4] Gawęcka D., Kmiecik P., Normy techniczne dotyczące rusztowań – stan obecny i bieżące działania, *Przegląd Budowlany* 7–8/2013
- [5] Błazik-Borowa E., Czarnocki K., Czarnigowska A., Szer I., Szer J., Hoła B., Metoda oceny ryzyka wystąpienia sytuacji potencjalnie wypadkowej na rusztowaniu, *Przegląd Budowlany* 7–8/2022
- [6] Rubio-Romero J. C., Carmen Rubio Gámez M., Carrillo-Castrillo J. A., Analysis of the safety conditions of scaffolding on construction sites, *Safety Science* 55/2013
- [7] Quadri A. I., Olaolu George Fadugba O. G., Risk assessment and safety precautions for construction site scaffolding, *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering* 10/2022
- [8] Halperin K. M., McCann M., An evaluation of scaffold safety at construction sites, *Journal of Safety Research* 35/2004
- [9] Błazik-Borowa E., Jamińska-Gadomska P., Pieńko M., Influence of Foundation Quality on the Stress in the Elements of Steel Façade Scaffolding, *Buildings* 10/2020
- [10] Robak A., Wpływ uszkodzeń mechanicznych na nośność głównych elementów konstrukcyjnych systemu fasadowego rusztowań budowlanych, *Przegląd Budowlany* 7–8/2022
- [11] Paczkowska T., Wróblewski T., Okoliczności i przyczyny katastrofy rusztowania Bosta 70, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, *Awarie Budowlane* 2011
- [12] Ignatowski P., Wrzosek M., Rusztowania – bezpieczne narzędzie czy śmiertelne zagrożenie – przepisy i praktyka, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, *Awarie Budowlane* 2011