

Naprawa posadzki betonowej w hali produkcyjnej

Concrete floor repair in a production building

[mgr inż. Tomasz Majewski](#) , [dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. uczelni](#) | [IZOLACJE 6/2016](#) | 2016-07-

20

ABSTRAKT

W artykule opisano naprawę oraz szczegóły rozwiązań technicznych zastosowanych podczas remontu silnie zaolejonej posadzki znajdującej się w hali produkcyjnej. Przedstawiono uszkodzenia posadzki eksploatowanej w trudnych warunkach środowiskowych oraz sposób naprawy poprzez wymianę.

Concrete floor repair in a production building

The article describes the repair and specific technical solutions applied during renovation of a production building floor that had been strongly contaminated with oil. Floor damage is presented, caused by heavy duty usage, along with the method of repair through replacement.

Zaolejony beton zmienia własności fizyko-mechaniczne w czasie [1-3]. W literaturze definiuje się cztery podstawowe mechanizmy **niszczenia betonu**: biologiczny, chemiczny, fizyczny oraz fizykochemiczny. Najczęściej mechanizmy te występują jednocześnie, jednak ich ilościowy udział w procesie destrukcji betonu jest zróżnicowany [2-3].

Posadzki znajdujące się w zakładach przemysłowych narażone są na eksploatację w trudnych warunkach środowiskowych. Widoczne na **powierzchni betonu** plamy i przebarwienia często utrudniają eksploatację ze względów estetycznych.

W **halach przemysłowych** przebarwienia nie mają z reguły istotnego znaczenia, natomiast w przypadku głębokich ubytków żywicy i betonu w ciągach komunikacyjnych poważnie utrudniają eksploatację obiektu i mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo ludzi w nim pracujących.

Najczęściej biologiczny i chemiczny mechanizm niszczenia betonu opisuje się razem ze względu na wspólne oddziaływanie bakterii oraz wytworzonych przez nie związków na beton. Mechanizm ten polega na zmianie właściwości cieczy (olej – woda), w której rozwijają się bakterie tlenowe (ropa naftowa) i beztlenowe (woda).

Produktami przemian są kwasy organiczne (głównie kwas octowy CH_3COOH) oraz nieorganiczne (kwas siarkowy H_2SO_4), przy równoczesnym zmniejszeniu odczynu pH cieczy. Beton w środowisku kwasów ulega rozpuszczeniu w obecności kwasów nieorganicznych oraz rozmięknieniu w obecności kwasów organicznych. Z reguły zwiększa się również jego porowatość oraz zmniejsza masa. W strefie kontaktu ziarna kruszywa ulegają odsłonięciu, a z czasem rozluźnieniu.

Fizyczny i fizykochemiczny mechanizm niszczenia betonu polega na spadku jego wytrzymałości w wyniku procesu hydrofobizacji i zatrzymania procesu hydratacji cementu. Spadek wytrzymałości następuje w wyniku rozpuszczenia spoiwa (kamienia cementowego), rozmięknienia betonu (zmydlenia) oraz zarysowania.

Charakterystyka analizowanej posadzki

Posadzka zlokalizowana była w hali konfekcjonowania olejów i produktów ropopochodnych, w której poruszały się ciężkie wózki widłowe. Była intensywnie eksploatowana w zaolejonym środowisku. Z uwagi na ciągły proces produkcji na przestrzeni lat nie remontowano jej, a jedynie przeprowadzano doraźne naprawy.

Zakres uszkodzeń był zróżnicowany i zależał od intensywności eksploatacji poszczególnych fragmentów: rozległe i głębokie uszkodzenia w traktach komunikacyjnych, mniejsze uszkodzenia poza nimi.

W ciągach produkcyjnych powierzchnia betonu była głęboko zniszczona, stwierdzono tam ubytki żywicznej powłoki chemoodpornej, ubytki betonu oraz uszkodzone dylatacje.

W pozostałych miejscach widoczne były niewielkie uszkodzenia powłoki chemoodpornej, rysy i pęknięcia.

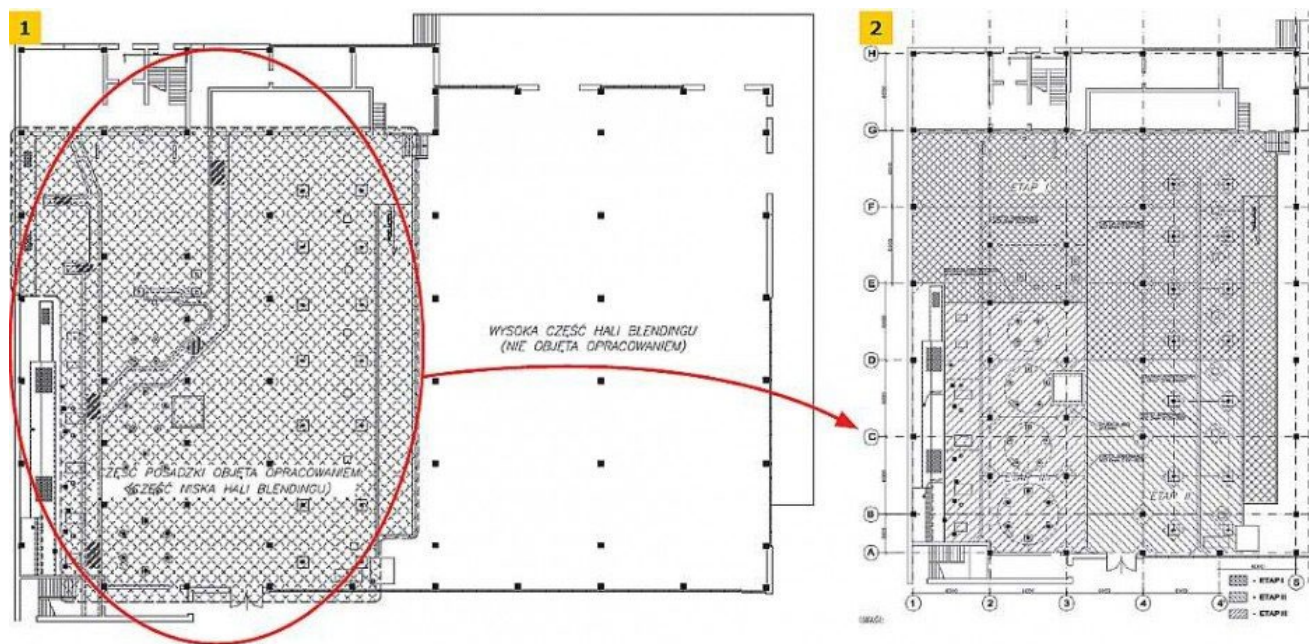
Na odkrytej powierzchni betonu widoczne były plamy oleju oraz odkryte ziarna kruszywa.

Ze względu na liczbę oraz zakres występujących uszkodzeń oraz brak skuteczności wcześniej wykonanych napraw właściciel podjął decyzję o kapitalnym remoncie przedmiotowej posadzki.

Hala funkcjonalnie podzielona jest na dwie części:

- (lewą) produkcyjną z linią technologiczną, zbiornikami, urządzeniami do rozlewania, pakowania i wagą oraz
- (prawą) magazynową (**RYS. 1–2**).

Z powodu różnych wysokości posadzki nad poziomem terenu komunikacja między częściami zapewniona była przez wewnętrzną rampę oraz schody. W hali poruszały się ciężkie wózki widłowe (na kołach pełnych z gumy).



RYS. 1-2. Rzut hali z częścią posadzki przeznaczoną do naprawy: część produkcyjna z widocznymi fundamentami i kanałami przeznaczonymi do rozbiórki i część magazynowa nieobjęta opracowaniem; rys. archiwum autorów.

Uszkodzenia posadzki

Najbardziej intensywne uszkodzenia występowały w części produkcyjnej hali. Stwierdzono:

- odspojenia, złuszczenia i ubytki wierzchniej warstwy żywicy,
- ubytki **betonu** w miejscach wcześniej wykonanych napraw,
- spękania i zarysowania nawierzchni,
- beton w warstwie przypowierzchniowej uległ rozmięknieniu,
- w miejscach rys i pęknięć stwierdzono wysięki oleju świadczące o wysokim nasyceniu betonu płyty olejem,

- w wykonanych odkrywkach stwierdzono brak sprawnej izolacji poziomej (przeciwolejowej oraz przeciwwodnej) pod płytą posadzki,
- pod posadzką betonową o średniej gr. 25 cm wbudowana została czarna folia PE gr. 0,2 mm ułożona w dwóch warstwach; między warstwami foli oraz pod nimi stwierdzono olej
- płyta żelbetowa posadowiona była na 50 cm warstwie piasków średnich (Ps). Po wykonaniu badań chemicznych stwierdzono w piasku oraz gruncie poniżej warstwy piasku obecność produktów ropopochodnych [4],
- w pobranych odwiertach rdzeniowych maksymalna głębokość zaolejenia wynosiła 8 cm (przy grubości płyty równej 25 cm),

Stwierdzono brak przyczepności prętów zbrojenia górnego do betonu.

Wykonano badania wytrzymałości betonu na ściskanie z pobranych rdzeni oraz odczynu pH:

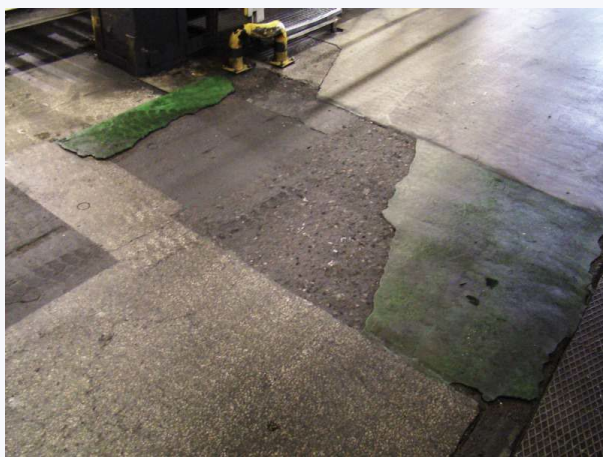
- górna część posadzki (zaolejona): średnia wytrzymałość na ściskanie $f_{cm} = 18,0$ MPa, minimalna $f_{ci,lowest} = 12,1$ MPa, odczyn pH przy powierzchni (na głębokości 1,0 cm) – 8,8,
- dolna część posadzki (niezaolejona): średnia wytrzymałość na ściskanie $f_{cm} = 24,2$ MPa, wytrzymałość minimalna $f_{ci,lowest} = 18,7$ MPa, odczyn pH w głębi (na głębokości 24 cm) – 12,6.

Posadzka podzielona była dylatacjami w polach 6×6 m oraz 6×9 m.

Rozstaw dylatacji dopasowany był do lokalizacji urządzeń zlokalizowanych w hali.

Pod posadzką znajdowały się pozostałości fundamentów po wyłączonych i zdemontowanych urządzeniach (wadze oraz podporach stalowych słupów zdemontowanych instalacji). W sąsiedztwie tych fundamentów beton posadzki był zarysowany i spękany.

Na podstawie wykonanych odkrywek, badań materiałowych i gruntowych oraz po analizie stanu istniejącego oraz wykonanych obliczeniach sprawdzających zarekomendowano wymianę całej posadzki w części produkcyjnej hali. Przygotowana szczegółowa dokumentacja projektowa uwzględniała zakres planowanych do wykonania prac remontowych oraz prowadzenie ich bez wyłączenia hali z produkcji.



FOT. 2-3. Uszkodzenia posadzki betonowej w hali konfekcjonowania olejów i produktów ropopochodnych, w której poruszały się ciężkie wózki widłowe; fot. arch. autorów

Zakres i sposób prowadzenia prac naprawczych

W projekcie wymiany posadzki założono całkowite usunięcie istniejących warstw posadzki do poziomu piasku średniego (Ps), wykonanie mikroniwelacji gruntu pod posadzką wraz z jego mechanicznym zagęszczeniem i odtworzenie posadzki ze zmienionym w stosunku do pierwotnego układzie warstw [5–11].

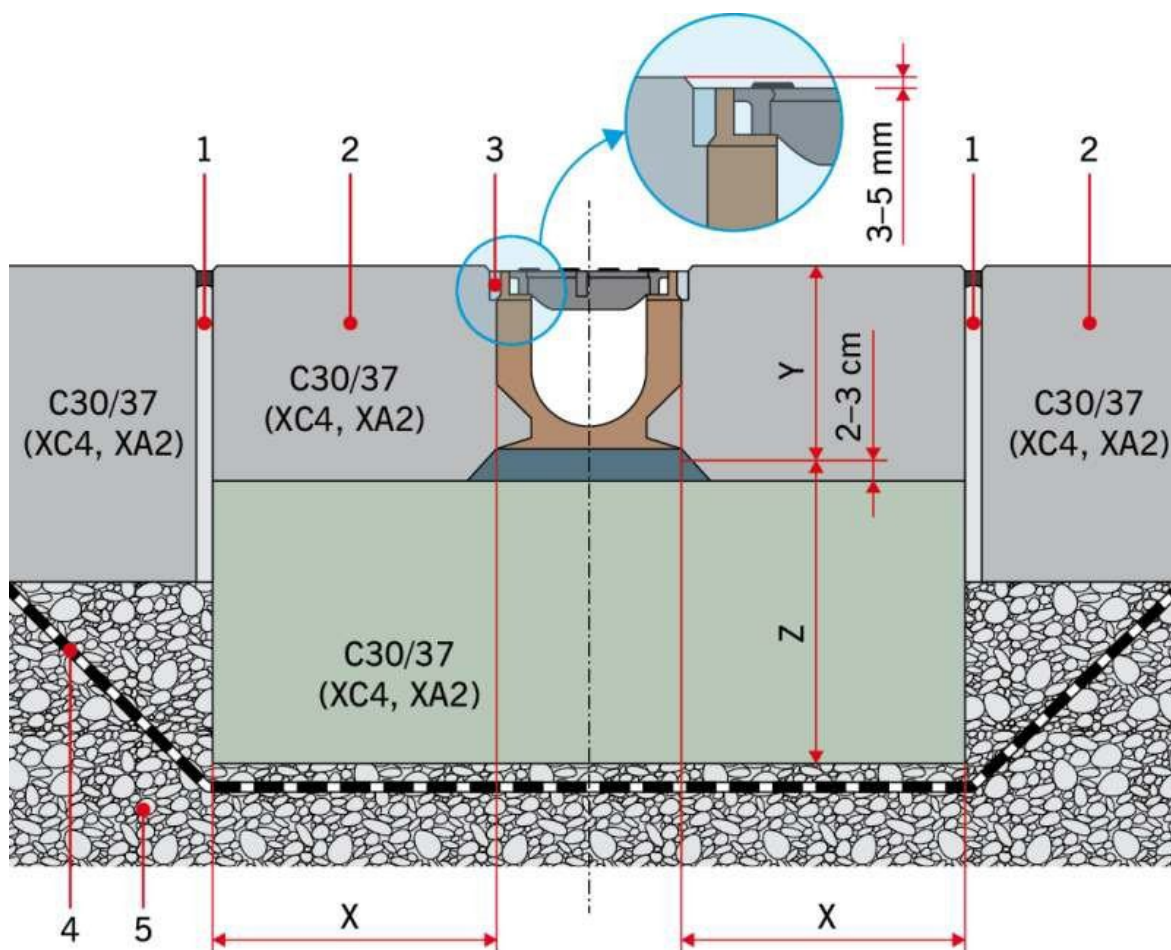
Część skażonego gruntu wymieniono i zutylizowano [4]. Zakres prac naprawczych obejmował również przebudowę nawierzchni wewnętrznego podjazdu. Na powierzchni betonowej posadzki oraz podjazdu wykonano warstwę żywicy odpornej na działanie środków chemicznych (nafto- i olejoodporną) o zwiększonej szorstkości oraz odporności na ścieranie [5-7].

Z uwagi na konieczność zachowania ciągłości produkcji oraz zakres planowanych prac posadzka hali podzielona została dylatacjami na działki robocze odpowiadające etapom prac naprawczych.

Dylatacje między polami roboczymi były dyblowane, natomiast pozostałe dylatacje (w polach) były dylatacjami skurczowymi [8].

W posadzce osadzono koryta liniowe odprowadzające wodę oraz ścieki poprodukcyjne do rur instalacji ścieków zaolejonych. Posadzka wykonana została w spadkach. Przyjęto następujący układ warstw posadzki:

- beton podkładowy C8/10 gr. 10 cm,
- izolacja przeciwwilgociowa i przeciwolejowa wykonana z dwóch warstw folii odpornej na działanie środków ropopochodnych (PVC gr. 0,6 mm i PVC gr. 1,0 mm). Arkusze każdej warstwy folii łączone były na zakład przez zgrzewanie. Przestrzeń między foliami pozostała wolna w celu kompensacji odkształceń płyty (zapewnienie poślizgu),
- warstwa konstrukcyjna betonu spełniająca następujące wymagania: klasa wytrzymałości: C30/37, zawartość chlorków CL 0,2, klasy ekspozycji: XC4, XA2, XM2, nasiąkliwość: < 5%, minimalna wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu $f_{ctm} = 4,5$ MPa, odporność na tzw. szok termiczny tzn. nagłą zmianę temperatury przy nierównomiernym ogrzaniu: $\Delta t = \pm 55^{\circ}\text{C}$, równość powierzchni SR3,
- warstwa posadzki chemoodpornej spełniająca następujące wymagania: całkowita szczelność na działanie płynów, odporność na działanie produktów ropopochodnych i bitumicznych (nafta, benzyna, olej, benzen itp.), odporność na ścieranie: klasa AR0,5 odporność na tzw. szok termiczny tzn. nagłą zmianę temperatury: $\Delta t = \pm 60^{\circ}\text{C}$, szorstkość powierzchni (antypoślizgowość): posypka z piasku kwarcowego, odporna na uderzenia, odporna na działanie produktów ropopochodnych i bitumicznych, odporna na działanie środków czyszczących przeznaczonych do zaolejonych powierzchni.



RYS. 3. Przekrój poprzeczny detalu nowo projektowanego odwodnienia liniowego: 1 – dylatacja, 2 – warstwa konstrukcyjna, 3 – fuga uszczelniająca, 4 – 2×folia PVC, 5 – C8/10 (chudy beton); rys. arch. autorów

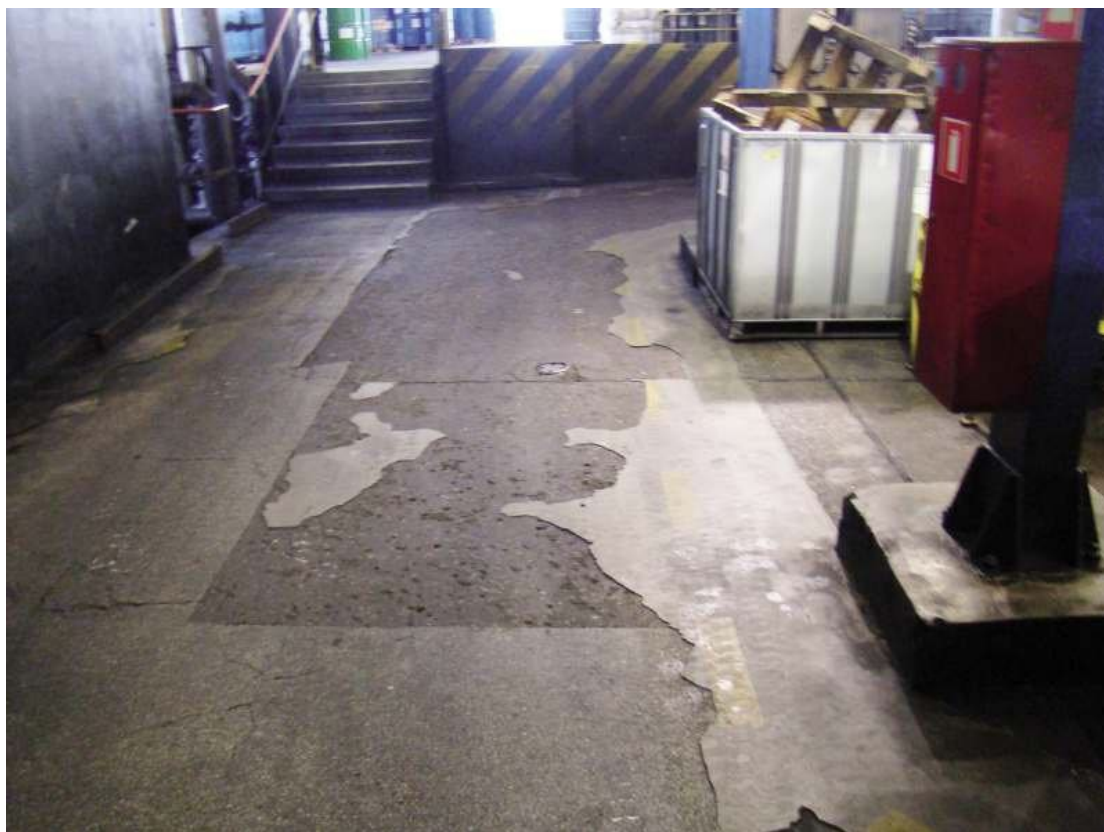
Dylatacje konstrukcyjne (dyblowane) wykonane zostały na całej grubości betonowej płyty posadzki. W trakcie wykonywania posadzki, w strefach krawędziowych, osadzono w środku grubości płyty pręty 20 mm ze stali żebrowanej klasy AIII-N znaku B500SP w rozstawie co 500 mm. Szerokość dylatacji wynosiła 15 mm.

Dylatacje pozorne (przeciwskurczowe) wykonane zostały przez nacięcie tzw. młodego betonu (po jego stwardnieniu w zależności od temperatury i składu ok. 12–48 godz. od ułożenia). Nacięcie wykonano piłą diamentową na głębokości 80 mm i szerokości 5 mm.

Po nacięciu dylatacji pozornych wszystkie dylatacje wypełniono materiałem elastycznym odpornym na działanie olejów i środków ropopochodnych.

Ze względu na zaproponowany podział posadzki na etapy oraz lokalizację urządzeń produkcyjnych spadki poszczególnych pól dylatacyjnych były zróżnicowane. Odwodnienie liniowe wykonano z prefabrykowanych kształtek odpornych na działanie produktów ropopochodnych oraz benzyn ([RYS. 3](#)). Szczeliny na styku prefabrykatu z betonem posadzki wypełnione zostały analogicznie jak szczeliny dylatacyjne.

Podsumowanie



FOT. 4. Uszkodzenia posadzki betonowej w hali konfekcjonowania olejów i produktów ropopochodnych, w której poruszały się ciężkie wózki widłowe; fot. arch. autorów

Wielokrotnie **naprawy posadzki** w formie uzupełnienia ubytków zaprawami PCC oraz wykonywania nowych wierzchnich warstw chemoodpornych okazały się nieskuteczne.

Na podstawie analizy badań chemicznych i wytrzymałościowych remont posadzki okazał się nieopłacalny ze względów ekonomicznych.

Prowadzenie prac budowlanych związanych z wymianą posadzki było utrudnione ze względu na konieczność zachowania ciągłości produkcji zakładu przemysłowego.

Krótkie okresy przerw w pracy linii technologicznej wykorzystane zostały do ułożenia i pielęgnacji warstwy powłoki chemoodpornej.

W okresie użytkowania wykonanej posadzki (okres 2 lat) nie stwierdzono widocznych uszkodzeń i usterek.

Literatura

1. T. Pużak, "Beton odporny na oddziaływanie paliw ropopochodnych oraz cieczy lekkich", "Budownictwo, Technologie, Architektura", nr 3/2007, s. 60–62.
2. P. Suchorab, "Wpływ produktów pochodzenia naftowego na cechy fizyczno-mechaniczne betonu", monografia pt. „Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów”, Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2012, s. 37–44.

3. T. Błaszczyński, "Destrukcja betonu pod wpływem produktów ropopochodnych", Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995.
4. J. Rakowska, "Wpływ środowiska na zachowanie się substancji ropopochodnych w gruncie", monografia pt. "Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów", Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2012, s. 20–22.
5. J. Ślusarek, "Wybrane rozwiązania strukturalno-materiałowe betonowych nawierzchni przemysłowych", materiały konferencyjne XIX Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Ustroń 2004, s. 129–154.
6. B. Chmielewska, L. Czarnecki, "Materiały i wymagania dotyczące posadzek", materiały konferencyjne "XXVI Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji", Szczyrk 2011, s. 239–280.
7. M. Rokieli, "Wykończenie podłogi przemysłowej", "Inżynier Budownictwa", nr 11/2009, s. 50–54.
8. W. Mierzwa, "Kształtowanie i obliczanie posadzek przemysłowych na gruncie", materiały konferencyjne XXIII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 2008, s. 295–326.
9. J. Tejchman, A. Małasiewicz, "Posadzki przemysłowe", Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2006.
10. P. Hajduk, "Projektowanie podłóg przemysłowych", PWN, Warszawa 2013.
11. Technical Report Nr 34 "Concrete industrial ground floors. A guide to design and construction", ConcreteSociety, Third edition 2003.