

Prace remontowe betonowych posadzek przemysłowych. Część II

Renovation works of concrete industrial floors. Part II

mgr inż. Sylwia Świątek-Żołyńska (ORCID: 0000-0002-8448-0229), Szkoła Doktorska Wdrożeniowa Politechniki Gdańskiej, dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. PG (ORCID: 0000-0002-6451-6220), Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

DOI:

Streszczenie: Posadzki betonowe należą do elementów w obiektach budowlanych, których projektowanie wymaga doświadczenia inżynierskiego, wykonawstwo – zachowania reżimu technologicznego, natomiast podczas ich eksploatacji niezbędne jest prowadzenie remontów okresowych. Najczęściej wykorzystywane są jako przestrzeń robocza i komunikacyjna w obiektach przemysłowych. Niezależnie od miejsca wbudowania posadzki betonowe wymagają prowadzenia okresowych prac zabezpieczających, których zakres każdorazowo powinien być indywidualnie dostosowany do aktualnego bądź też planowanego do zmiany sposobu użytkowania obiektu. Niewłaściwy dobór technologii prac konserwacyjnych oraz niepoprawne stosowanie rozwiązań technologicznych związanych z renowacją posadzek mogą spowodować pogorszenie ich stanu technicznego, co może doprowadzić do konieczności ich wyłączenia z użytkowania, a to z kolei może skutkować koniecznością przerwy w użytkowaniu obiektu budowlanego, w tym obiektów produkcyjnych obiektów przemysłowych. W pracy przedstawiono zbiór praktycznych informacji związanych z prowadzeniem prac naprawczych betonowych posadzek przemysłowych. Artykuł ma charakter studium przypadku i odnosi się do konkretnych sytuacji związanych z utratą sprawności technicznej przez betonowe posadzki przemysłowe.

Słowa kluczowe: betonowe posadzki przemysłowe, remont, uszkodzenia, reprofilacja, dylatacje, zarysowanie, skurcz, pęknięcia, utwardzenie powierzchniowe, żywica syntetyczna.

Abstract: Concrete floors are among the elements in construction facilities whose design requires engineering experience, execution requires maintaining the technological regime, while during their use, periodic repairs are necessary. They are most often used as work and communication spaces in industrial facilities. Regardless of the place of installation, concrete floors require periodic protective works, the scope of which should be individually adjusted to the current or planned change of use of the facility. Incorrect selection of maintenance technology and incorrect use of technological solutions related to the renovation of floors may result in deterioration of their technical condition, which may lead to the need to exclude them from use, which in turn may result in the need to interrupt the use of the construction facility, including production facilities of industrial facilities. The paper presents a set of practical information related to the conduct of repair works on concrete industrial floors. The paper is a case study and refers to specific situations related to the loss of technical efficiency of concrete industrial floors.

Keywords: concrete industrial floors, renovation, damage, reprofiling, expansion joints, scratches, shrinkage, cracks, surface hardening, synthetic resin.

1. Wprowadzenie

Poprawnie zaplanowane prace remontowe betonowych posadzek przemysłowych obejmują szczegółową analizę przyczyn powstania ich dysfunkcji technicznych oraz opracowanie, jak również późniejsze wdrożenie programu naprawczego. Pierwsze z zagadnień zostało omówione w części I artykułu, który ukazał się w 7/2024 „Przeglądu Budowlanego”, niniejsza publikacja stanowi jego kontynuację (jest jego częścią II).

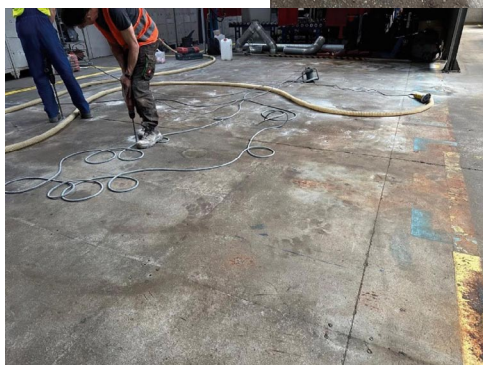
2. Przykłady doboru rozwiązań techniczno-technologicznych dla renowacji betonowych posadzek przemysłowych

Poniżej zamieszczono opisy przypadków betonowych posadzek przemysłowych które w okresie wieloletniej eksploatacji nie poddawane były okresowej konserwacji i zabezpieczeniu. Przedstawiono różne sposoby renowacji posadzek betonowych, dostosowane do zakresu ich uszkodzeń oraz docelowego sposobu użytkowania obiektów, w których je wbudowano.

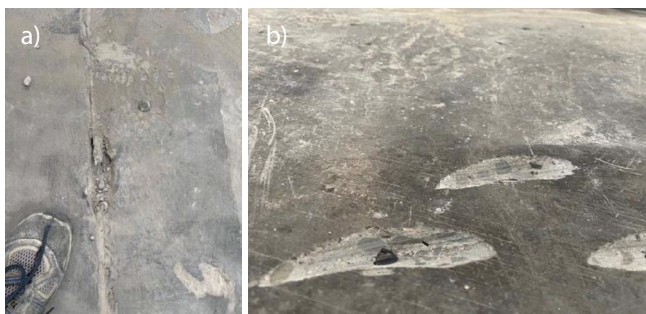
Przykład 1

Przykład 1 stanowi posadzka po okresie kilkunastoletniej eksploatacji, zlokalizowana w zakładzie produkcyjnym w części przeznaczonyj do spawania elementów stalowych (rys. 1 i 2).

Rys. 1. Zdegradowana betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1): widoczne zużycie warstwy wierzchniej, kotwy montażowe pozostałe po demontażu urządzeń oraz uszkodzenia dylatacji skurczowej

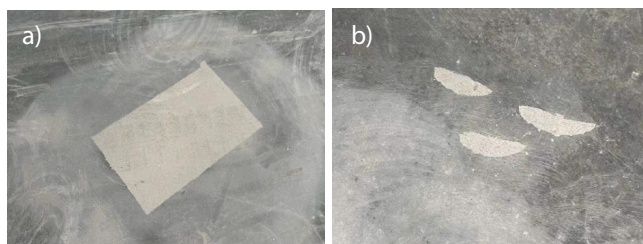


Rys. 2. Zdegradowana betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) podczas naprawy: inwentaryzacja uszkodzeń, usuwanie kotw montażowych



Rys. 3. Zdegradowana betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) podczas naprawy: a) usuwanie luźnych fragmentów posadzki, b) usuwanie kotw montażowych

Przedmiotowa posadzka została gruntownie oczyszczona, a luźne fragmenty betonu usunięte (rys. 3a). Następnie z posadzki usunięto kotwy pozostałe po demontażu maszyn i urządzeń wykorzystywanych w hali (rys. 3b). W kolejnym etapie wykonano naprawę ubytków w nawierzchni (rys. 4).



Rys. 4. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) podczas wykonywania uzupełnień: a) uszkodzone obszary doprowadzone do kształtów foremnych, b) ubytki punktowe

Większe obszary z nieregularnym kształtem zostały uformowane do kształtów foremnych poprzez nacięcie na głębokość ~2 cm oraz wykucie zbędnych fragmentów za pomocą młotowiertarki (rys. 4a). Powierzchnie przeznaczone do uzupełnienia zostały odpylone oraz zwilżone wodą i wyprawione szybkowiążącą masą naprawczą na bazie mineralnej (rys. 4b).

Rys. 5. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) podczas naprawy: wykonanie uzupełnienia niecki powstałej po demontażu kanału technologicznego



Wypełnienie ubytków odbyło się z nadatkiem materiału, który następnie był usuwany w procesie szlifowania (rys. 5).

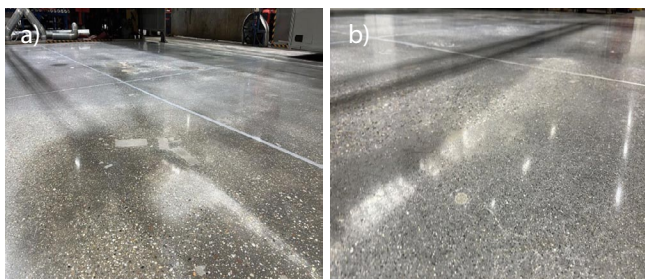
Rys. 6. Zestaw narzędzi do szlifowania posadzek betonowych (przykład 1):

a) maszyna szlifująca, b) planetario maszyny z widocznymi segmentami metalowymi



Po sezonowaniu i wyschnięciu materiału naprawczego, które w zależności od wilgotności powietrza i temperatury otoczenia trwa 2–4 h, przystąpiono do szlifowania zgrubnego całości powierzchni segmentami metalowymi gradacji kolejno: 30–40 przeznaczonymi do twardego betonu; następnie segmentami metalowymi gradacji 60–80 w celu wygładzenia rys oraz w trzecim kroku segmentami metalowymi gradacji 120–140 (rys. 6). Na tym etapie zakończono proces szlifowania mający na celu usunięcie najbardziej zdegradowanej warstwy.

Kolejnym etapem było tzw. „miodowanie” mające na celu zatarcie rys powierzchniowych, powstałych w procesie szlifowania zgrubnego. Do tego celu wykorzystywane są pady diamentowe plastikowe o gradacji 50. Następnie posadzkę dokładnie odkurzono i umyto z zastosowaniem profesjonalnych szorowarek, wodą bez środków myjących. Na tak przygotowane podłoże nałożono preparat na bazie kompozytów krzemianowych. Po wyschnięciu produktu tj. ok. 1–2h przystąpiono do dalszych prac polerskich z użyciem padów diamentowych gradacji kolejno: 100, 200, po czym zastosowano dwukrotne profesjonalne mycie posadzki. Po jej wysuszeniu nałożono preparat zamykający i doszczelniający posadzkę na bazie krzemianowej.



Rys. 7. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) po naprawie: a) widoczne miejsca napraw ubytków b) widoczne miejsca napraw po kotwach



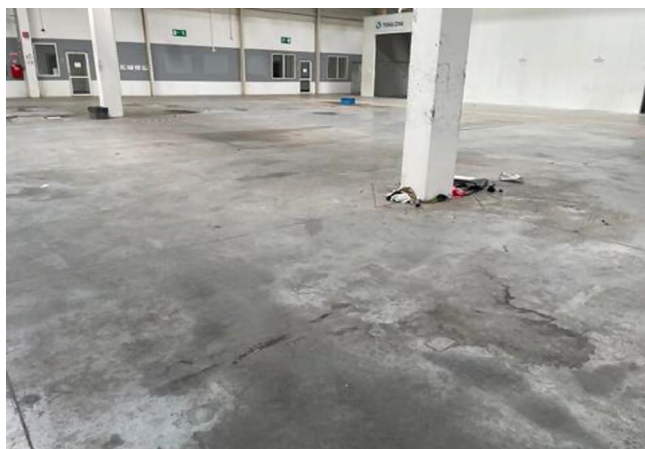
Rys. 8. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 1) po naprawie: widok ogólny oraz widoczne odtworzone i uzupełnione dylatacje skurczowe

Po jego wyschnięciu przystąpiono do polerowania przy użyciu białego pada polerskiego z użyciem wysokoobrotowej polerki (rys. 7). Dopełnieniem całości było odtworzenie krawędzi dylatacji oraz wypełnienie szczelin dylatacyjnych masami poliuretanowymi (rys. 8).

Dzięki kompleksowej obróbce posadzka odzyskała swoją funkcjonalność i estetykę, stanowiąc trwałe i atrakcyjne rozwiązanie dla przestrzeni przemysłowej.

Przykład 2

Kolejnym przypadkiem – przykładem 2, jest renowacja posadzki wynikająca ze zmiany funkcji obiektu z produkcyjnego na magazynowy po ~15 latach eksploatacji.



Rys. 9. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) przed renowacją: uszkodzona górna powierzchnia posadzki na skutek nieprawidłowego zastosowania środków czyszczących

W obiekcie o powierzchni ~6800 m² prowadzona była wcześniej produkcja sucha, jednak odcieki z maszyn i urządzeń w postaci środków chemicznych, olejów i smarów trwale wniknęły w strukturę posadzki (rys. 9). Posadzka wymagała gruntownego mycia i czyszczenia z zastosowaniem specjalistycznych środków chemicznych. Miejscowo zdegradowane części wymagały szlifowania zgrubnego, co miało miejsce na ~5% powierzchni hali. Z posadzki usunięto ponad 6000 szt. kotew wraz z naprawą miejsc po ich usunięciu. Podczas prac renowacyjnych stwierdzono, że wszystkie dylatacje robocze ulegają przesunięciom krawędziowym i występuje tzw. „klawiszowanie” płyt związane z deformacją i osiadaniami podbudowy.

W toku prac podjęto decyzję o naprawie podbudowy i podparciu krawędzi dylatacji metodą iniekcji ciśnieniowej, którą wykonano w ilości ~1200 mb.



Rys. 10. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) podczas naprawy: plan nawierconych otworów do podawania iniekcji

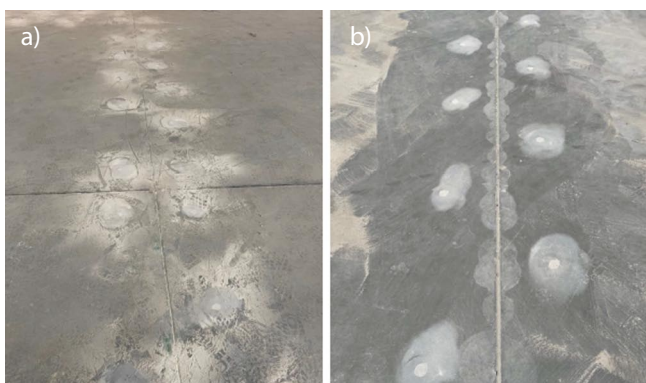
Naprawa za pomocą iniekcji polegała na nawierceniu otworów średnicy 14 mm w posadzce wzdłuż dylatacji roboczych (rys. 10). Otwory były wywiercone na pełną grubość posadzki naprzemiennie po obu stronach dylatacji. Odległość otworów od krawędzi płyty wynosiła ~30 cm, a rozstaw pomiędzy sąsiednimi otworami nie przekraczał 50 cm. W narożnikach płyt zmniejszono rozstaw otworów o połowę w celu maksymalnego zastabilizowania najbardziej newralgicznych miejsc.

Rys. 11. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) podczas naprawy: montaż pakerów i podawanie iniektu cementowego za pomocą pompy



W centralnej części płyty wykonano pakery kontrolne w celu monitorowania zużycia iniektu (rys. 11). Następnie poprzez nawiercone otwory zabezpieczone pakerami aplikowano mineralną, cementową płynną masę za pomocą pompy iniekcyjnej.

Płynna masa cementowa wypełnia przestrzeń pomiędzy dolną krawędzią posadzki a górną powierzchnią podbudowy. Ręczna kontrola ciśnienia oraz zużycia materiału podczas aplikacji pozwala na równomierne wypełnienie wolnych przestrzeni w dolnych warstwach podłoża i podbudowy pod posadzką.



Rys. 12. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) podczas naprawy na etapie wypełnienia otworów po iniekcji: a) nałożenie preparatu z meniskiem wypukłym, b) punkty iniekcyjne po przeszlifowaniu wyrównującym powierzchnię posadzki

Kolejny etap stanowiło wypełnienie otworów widocznych na powierzchni posadzki za pomocą masy iniekcyjnej (rys. 12). Zaletą zastosowanej technologii była możliwość pełnego obciążenia posadzki po 24 godzinach od zakończenia iniekcji.



Rys. 13. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) podczas naprawy: a) usuwanie zdegradowanego, b) ułożenie nowego wypełnienia dylatacji skurczowych



Rys. 14. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) podczas naprawy: a) widoczny ubytek krawędzi dylatacji, b) naprawa punktowa krawędzi dylatacji wraz z odtworzeniem wypełnienia

W obiekcie wykonano również wymianę wypełnienia dylatacji (rys. 13) wraz z punktową naprawą wykruszonych krawędzi (rys. 14).

Po wykonaniu napraw posadzkę poddano procesowi szlifowania padami plastikowymi w celu zatarcia rys powierzchniowych i mikroyś widocznych w licu posadzki po wytarciu wierzchniej warstwy wykończeniowej. Szlifowanie wykonano przy użyciu padów plastikowych o gradacji 50. Następnie posadzkę dokładnie odkurzone i umyte z zastosowaniem szorowarek, wodą bez środków myjących.



Rys. 15. Betonowa posadzka przemysłowa (przykład 2) po naprawie: a) widoczne miejsca wypraw po wycięciu kotew, b) widok ogólny posadzki po naprawie

Na tak przygotowane podłoże nałożono preparat na bazie kompozytów krzemianowych, który wniknął w pory betonu, wzmacniając i doszczelniając jego strukturę. Impregnat nałożono za pomocą wałków oraz rozpylaczy. Prace szlifierskie kontynuowano z użyciem padów diamentowych gradacji kolejno: 100, 200, po czym zastosowano dwukrotne mycie posadzki. Po jej wysuszeniu nałożono preparat zamkający i doszczelniający posadzkę na bazie krzemianowej oraz ją wypolerowano z zastosowaniem miękkich padów polerskich gradacji 800 (rys. 15). Zastosowana metoda pozwoliła na wzmocnienie powierzchni betonu, zwiększenie odporności na ścieranie a także zapewniła dodatkową ochronę przed zabrudzeniami i zniszczeniami według PN-EN 13892-3, PN-EN 13892-4:2004.

3. Podsumowanie

Na podstawie informacji zamieszczonych w literaturze naukowo-technicznej, technicznej oraz uwzględniając doświadczenia własne można sformułować następujące spostrzeżenia:

- każdą posadzkę należy rozpatrywać indywidualnie, ponieważ nie ma jednej skutecznej metody naprawy i renowacji, a dobór technologii renowacji, w tym środków chemicznych i narzędzi powinien być zawsze poprzedzony szczegółową inwentaryzacją i analizą stanu istniejącego posadzki;
- bardzo dobre wyniki w zakresie prac renowacyjnych posadzek przemysłowych, w szczególności posadzek z warstwą wierzchnią z posypki DST, uzyskuje się dzięki zastosowaniu technologii szlifowania i polerowania segmentami oraz padami;
- w przypadku stosowania technologii szlifowania i polerowania betonu, kluczowym zagadnieniem jest dobór odpowiednich narzędzi tzn. maszyn służących do czyszczenia, jak również segmentów oraz padów. Narzędzia należy dobrać na podstawie poletka doświadczalnego.

Renowacja i wtórna konserwacja betonowych posadzek przemysłowych jest kluczowa dla zachowania ich funkcjonalności i przedłużenia trwałości. Regularne przeglądy i systematyczne naprawy pozwalają na wczesne wykrywanie i usuwanie drobnych uszkodzeń, zanim przekształcą się one w poważne problemy, które mogą prowadzić do kosztownych przestojów i wyłączenia z eksploatacji. Konserwacja, w tym czyszczenie i impregnacja, zwiększając ochronę lica posadzki betonowej przed szkodliwymi czynnikami eksploatacyjnymi, takimi jak intensywne ścieranie oraz obciążenia mechaniczne wywołane ruchem urządzeń transportowych.

Renowacja betonowych posadzek przemysłowych z zastosowaniem technologii szlifowania betonu poprawia ich wygląd, co ma znaczenie nie tylko estetyczne, ale i funkcjonalne, ponieważ czyste i posadzki odbijają światło i rozświetlają wnętrza, a także zmniejszają ryzyko poślizgnięcia się i upadku. Utrzymanie posadzek betonowych w stanie wysokiej sprawności technicznej przekłada się na mniejsze koszty eksploatacyjne, ponieważ unika się kosztownych remontów.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Baranowski W., Zużycie obiektów budowlanych, Wydawnictwo Warszawskiego Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa, Ośrodek Szkolenia WACETOB sp. z o.o., Warszawa, 2000
- [2] Baryłka A., Baryłka J., Diagnostyka techniczna obiektu budowlanego, Budownictwo i Prawo, Warszawa, 4/2015, str.19–22
- [3] Bajno D., Małasiewicz A., Rodzaje i skutki zewnętrznych oddziaływań na posadzki, Czasopismo Techniczne Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, z1-B/2007, str. 3–11
- [4] Bukowski B., Morfologia rys w konstrukcjach betonowych i żelbetonowych, Archiwum Inżynierii Łądowej, Warszawa, 3, 4, 1957
- [5] Chmielewska B., Czarnecki L., Materiały i wymagania dotyczące posadzek, XXVI Ogólnopolska Konferencja WPPK-2011, Szczyrk, 2011, str. 239–280
- [6] Czarnecki L., Emmons P. H., Naprawa i Ochrona Konstrukcji Betonowych, Wydawca: Polski Cement Sp. z o.o., Kraków, 2002
- [7] Drobiec Ł., Jasiński R., Diagnostyka konstrukcji żelbetonowych, tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010
- [8] Drobiec Ł., Politechnika Śląska w Gliwicach, Posadzki w garażach (zasady, kształtowanie, dobór posadzki, typowe uszkodzenia, naprawy posadzek, naprawy dylatacji), materiały konferencyjne, 2013
- [9] Fegerlund G., Trwałość konstrukcji betonowych, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1997
- [10] Fiertak M., Ochrona materiałowo-strukturalna betonu, XXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji WPPK-2010, I, Szczyrk, 2010, str. 201–236
- [11] Halicka A., Ocena istniejących konstrukcji budowlanych według normy ISO 13822-2010, V Ogólnopolska Konferencja Problemy techniczno-prawne utrzymania obiektów budowlanych, Warszawa, 2019
- [12] Horszczaruk E., Odporność na ścieranie betonowych posadzek przemysłowych, Materiały Budowlane 9/2014, str. 4–6
- [13] Kucharska-Stasiak E., Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych, Materiały Budowlane 2/1995, str. 29–38
- [14] Kwiecień S., Awaria posadzki obiektu magazynowego spowodowana osiadaniem podłoża gruntowego, 29th International Conference on Structural Failures ICSF-2019, 391-395, Międzyzdroje, 2019
- [15] Małasiewicz A., Boukerou I., Typowe uszkodzenia posadzek przemysłowych, II Konferencja Techniczna Technologie i Materiały Budowlane XXI wieku, Gdańsk, 1999
- [16] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Wpływ błędów projektowych, wykonawczych oraz sposobu eksploatacji na trwałość podłóg przemysłowych, XXXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji WPPK-2020, Szczyrk, 2020
- [17] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Uwarunkowania użytkowania podłóg przemysłowych-błędy projektowe, Inżynier Budownictwa 183, 2020, str. 46–50
- [18] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Uwarunkowania użytkowania podłóg przemysłowych-błędy wykonawcze, Inżynier Budownictwa 186, 2020, str. 62–65
- [19] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Wpływ błędów projektowych, wykonawczych oraz sposobu eksploatacji na trwałość podłóg przemysłowych, Izolacje 3/2020, str. 2–7,
- [20] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Ocena techniczna podłóg przemysłowych-błędy wykonawcze i eksploatacyjne, Izolacje 6/2020, str. 2–6
- [21] Pająk Z., Drobiec Ł., Uszkodzenia i naprawy betonowych podkładów posadzek przemysłowych, XXIII Ogólnopolskie Warsztaty Projektanta Konstrukcji WPPK-2008, Szczyrk, 2008
- [22] Praca zbiorowa: Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2007
- [23] Starosolski W., Konstrukcje Żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych. Tom III, rozdz. 16 Posadzki przemysłowe, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012
- [24] Substyk M., Utrzymanie i kontrola okresowa obiektów budowlanych, Wydawnictwo ODDK, Warszawa, 2012
- [25] Świątek-Żołyńska S., Majewski T., Niedostatkiewicz M., Wybrane zagadnienia projektowania, wykonawstwa oraz użytkowania betonowych posadzek przemysłowych w aspekcie ich ścieralności, Przegląd Budowlany 6/2020, str. 24–31
- [26] Świątek-Żołyńska S., Niedostatkiewicz M., Ryżyński W., Charakterystyka materiałowo-technologiczna oraz proces degradacji posadzek betonowych typu lastrico, Izolacje, Warszawa, 2021
- [27] Świątek-Żołyńska S., Garażowe i Parkingowe systemy posadzkowe Bautech, IV Seminarium Naukowo-Techniczne Podłogi Przemysłowe, Warszawa, 2013
- [28] Świątek-Żołyńska S., X-Floor®, Nowoczesne metody regeneracji wzmocnienia nawierzchni oraz betonowych posadzek przemysłowych, XXIX Ogólnopolska Konferencja WPPK-2014, IV, Szczyrk, 2014
- [29] Świątek-Żołyńska S., Niedostatkiewicz M., Kasprzak S., Diagnostyka i naprawy dylatacji konstrukcyjnych w płytach posadzkowych. Część I, Przegląd Budowlany 3–4/2023, str. 2–5
- [30] Świątek-Żołyńska S., Niedostatkiewicz M., Kasprzak S., Diagnostyka i naprawy dylatacji konstrukcyjnych w płytach posadzkowych. Część II, Przegląd Budowlany 11–12/2022, str. 24–29
- [31] Świątek-Żołyńska S., Niedostatkiewicz M., Technological considerations of periodic repair works of concrete industrial floors. Civil and Environmental Engineering Reports (in print)
- [32] Szer J., Jeruzal J., Szer I., Filipowicz P., Kontrole okresowe budynków – zalecenia, wymagania i problem, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2020
- [33] Zalewski S. i in., Remonty budynków mieszkalnych. Poradnik. Wydanie II, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1997
- [34] Techniczne materiały informacyjne firmy FAMAR Fabian Rudziak, www.centrum-famar.com.pl
- [35] Techniczne materiały informacyjne firmy Bautech sp, z o.o. www.bautech.pl
- [36] Techniczne materiały informacyjne firmy Sika Poland sp. z o.o., www.sika.pl
- [37] Techniczne materiały informacyjne firmy Klindex Polska, www.kindex.pl