

Diagnostyka i naprawy dylatacji konstrukcyjnych w płytach posadzkowych. Część I

mgr inż. Sylwia Świątek-Żołyńska, Szkoła Doktorska Wdrożeniowa – Politechnika Gdańska (ORCID: 0000-0002-8448-0229), dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. PG (ORCID: 0000-0002-6451-6220), Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, mgr inż. Sebastian Kasprzak, Conecto Profiles, Sp. z o.o.

1. Wprowadzenie

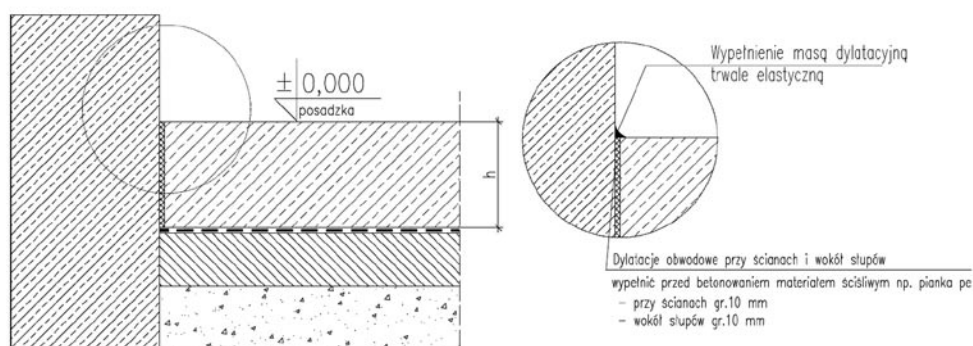
Roboty posadzkowe zaliczane są do grupy najbardziej odpowiedzialnych i trudnych pod względem wykonawczym prac budowlanych, od jakości których niejednokrotnie zależy wartość techniczna, użytkowa i estetyczna całego obiektu [1, 2]. Nieodzownym elementem towarzyszącym robotom posadzkarskim jest konieczność wykonania dylatacji w płycie posadzkowej, które w trakcie długoletniej eksploatacji ulegają naturalnemu zużyciu lub uszkodzeniom mechanicznym [3–5]. Niniejszy artykuł podejmuje problematykę nowoczesnych metod napraw i regeneracji dylatacji konstrukcyjnych w płytach posadzkowych na gruncie wraz z omówieniem sposobów naprawy. W artykule zamieszczono informacje o charakterze praktycznym.

2. Rodzaje i typy dylatacji

Wytyczne do projektowania posadzek przemysłowych narzucają konieczność uwzględniania przy ich projektowaniu, obok obciążeń statycznych i dynamicznych, wpływu oddziaływań pośrednich, takich jak: nierównomierne osiadanie podłoża/podbudowy, skurcz, pęcznienie, których bezpośrednim następstwem jest konieczność zaprojektowania przerw dylatacyjnych wyznaczających miejsca całkowitego lub częściowego podziału konstrukcji płyty posadzkowej [6–10]. Właściwy dobór konstrukcji oraz przerw dylatacyjnych w posadzkach przemysłowych związany jest z ich przeznaczeniem oraz rodzajem i wielkością występujących obciążeń. Rozmieszczenie dylatacji zależy od wielu czynników, takich jak:

- konstrukcja i ugięcie (osiadanie) podbudowy (warunki gruntowe, warunki podparcia),
- grubość płyty, klasa betonu oraz wymiary posadzki,
- ilość i rozmieszczenie zbrojenia,

Rys. 1. Przykład dylatacji obwodowej (opracowanie S. Świątek-Żołyńska)



- organizacja prac betoniarskich,
- naprężenia i odkształcenia związane z wiązaniem betonu (skurcz, temperatura),
- ekspozycja na zmienne warunki termiczne w czasie eksploatacji,
- zakres przemieszczeń poszczególnych sekcji betonowych.

Przemysłowe posadzki betonowe, ze względu na odkształcenia skurczowe i termiczne, wymagają dylataowania, a wykonanie dylatacji jest konieczne ze względu na:

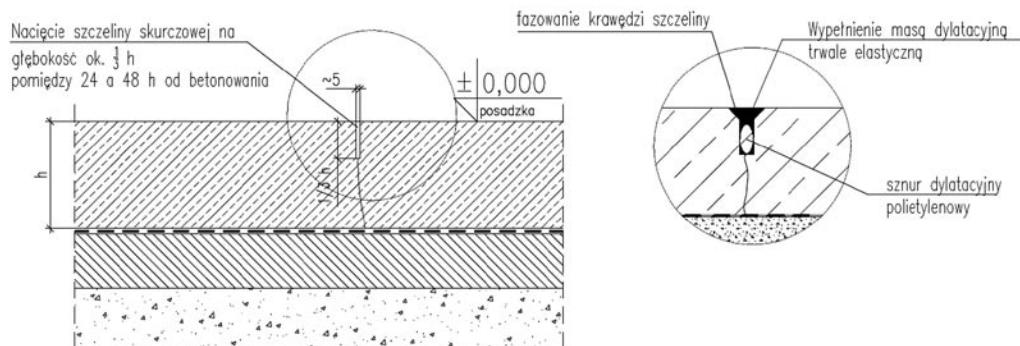
- rozszerzanie się, kurczenie i wypaczanie płyt betonowych wynikające ze zmian temperatury i wilgotności,
- ułatwienie wykonania przerw technologicznych w budowie,
- układanie nawierzchni w pasach i polach dostosowanych do możliwości i parku maszynowego wykonawcy.

Ze względu na funkcję rozróżnia się następujące typy dylatacji w posadzkach przemysłowych:

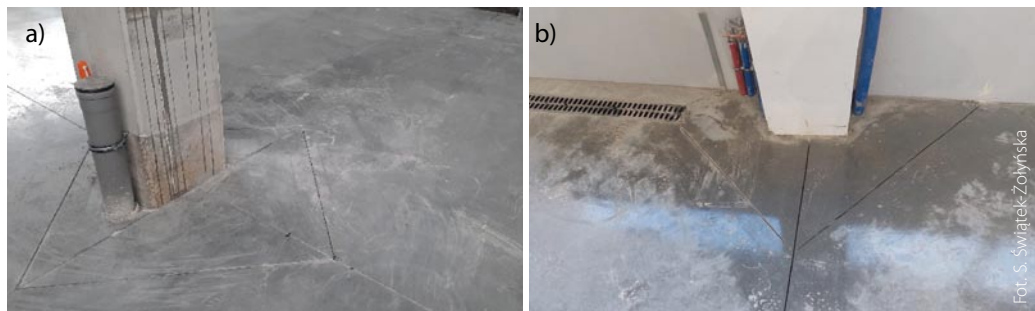
- dylatacje obwodowe,
- dylatacje nacinane, przeciwskurczowe,
- dylatacje konstrukcyjne,
- dylatacje robocze.

Dylatacje obwodowe (rys. 1) nazywane są również dylatacjami oddzielenia lub izolacyjnymi. Stosowane są w celu oddzielenia posadzki od innych elementów konstrukcyjnych, takich jak ściany, fundamenty, słupy. Szczeliny wokół fundamentów oraz wzdłuż ścian i słupów wypełnia się przed betonowaniem pasem półsztywnej pianki o grubości 10 mm i wysokości o 20 mm większej od grubości płyty nawierzchni. Wystająca ponad poziom posadzki część winna być po zalaniu płyty obcięta równo z poziomem wykonywanej płyty,

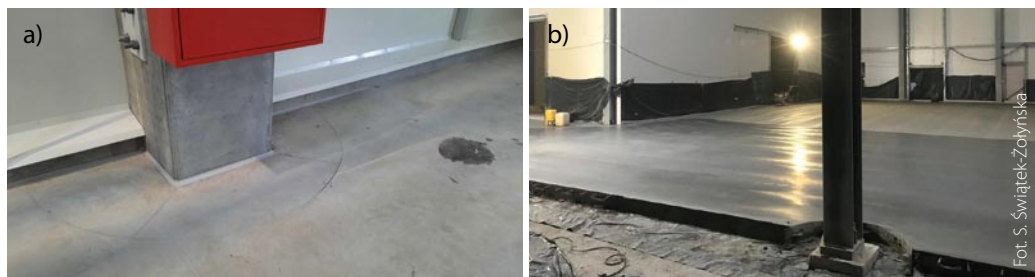
Rys. 2. Przykład dylatacji skurczowej (opracowanie S. Świątek-Żołyńska)



Rys. 3. Schemat nacięć przeciwskurczowych wokół słupów
a) głównych – wzór karo,
b) przy ścianie – wzór półkaro



Rys. 4. Prefabrykowane obejmy stalowe wokół słupów. a) przy ścianie, b) w środku hali



a powstała szczelina wypełniona analogicznie jak szczeliny skurczowe – masami dylatacyjnymi.

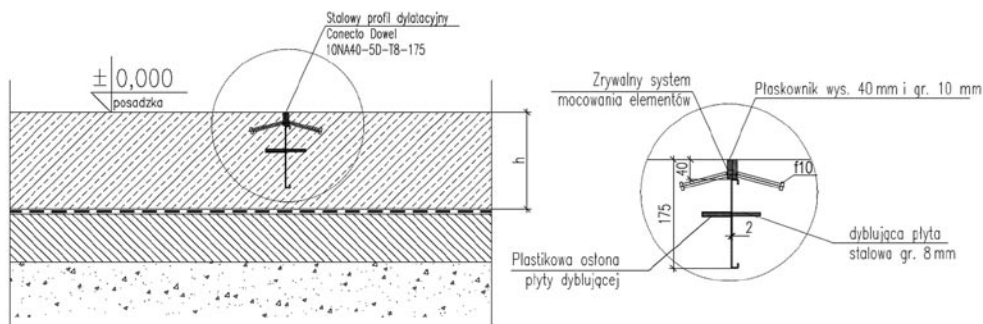
Dylatacje nacinane, przeciwskurczowe (rys. 2) nacinane są do głębokości $\sim 1/3$ grubości płyty posadzki i o szerokości ~ 3 mm, najwcześniej w momencie, gdy piła już nie wyrwa ziaren kruszywa, tj. między 24 a 48 godziną po wykonaniu posadzki. Zadaniem dylatacji przeciwskurczowej jest wymuszenie kontrolowanego pęknięcia kompensującego skurcz fizykochemiczny w nawierzchni.

Szczeliny skurczowe wokół słupów nacinane są we wzór karo lub półkaro, jeżeli słup jest umieszczony przy ścianach (rys. 3). Powszechnie znajdują również zastosowanie rozwiązania w oparciu o prefabrykowane obejmy stalowe (rys. 4).

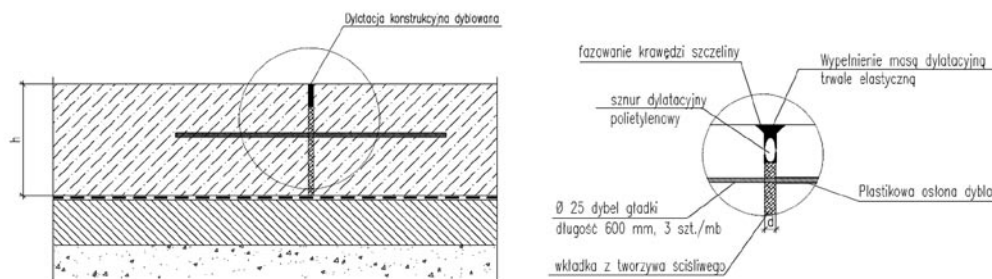
Dylatacje konstrukcyjne (rys. 5), zwane również termicznymi lub szczelinami rozszerzania, są wykonywane pomiędzy polami betonowej posadzki, pozwalające

na akomodację ich odkształceń i wzajemnych ruchów. Są stosowane w miejscach dylatacji konstrukcji budynku oraz w miejscach wymagających wyeliminowania szkodliwego wpływu oddziaływań termiczno-wilgotnościowych. W przypadku dużych powierzchni w halach maksymalna odległość pomiędzy dylatacjami konstrukcyjnymi nie powinna przekraczać 90 m. Dla nawierzchni zewnętrznych zaleca się, by rozstaw dylatacji nie przekraczał 30 m. Obliczeniową szerokość dylatacji konstrukcyjnych przyjmuje się zazwyczaj równą 20 mm. Dylatacje konstrukcyjne przechodzą przez całą grubość płyty posadzkowej. Ponadto pomiędzy poszczególnymi polami posadzki powinny one być dyblowane. Dylatacje podkładów i posadzek na stropach wykonuje się bezpośrednio nad dylatacjami konstrukcji stropu. W zależności od przeznaczenia

Rys. 5. Przykład rozwiązania dylatacji konstrukcyjnej (opracowanie S. Świątek-Żołyńska)



Rys. 6. Przykład rozwiązania dylatacji roboczej dyblowanej (opracowanie S. Świątek-Zołyńska)



rozzróżniamy dylatacje konstrukcyjne szczelne wyposażone w specjalne

wkładki i membrany zabezpieczające szczelinę przed przeciekaniem lub rozwiązania typowe pełniące funkcję dylatacji konstrukcyjnych (nieszczelne).

Dylatacje robocze (rys. 6) określane również jako szczeliny stykowe, dzieńne lub szwy robocze występują w miejscach przerw technologicznych związanych z etapowaniem prac na budowie. Dylatacje robocze wykonywane są jako dyblowane w nawierzchniach zewnętrznych i jako kotwione w posadzkach wykonywanych wewnątrz obiektów. Do ich wykonania stosowane są pręty gładkie o zmiennych średnicach uwarunkowanych grubością płyty posadzkowej, najczęściej $\varnothing 12-25$ mm, długości $\sim 40 \pm 60$ cm, ze stali A0 lub A1, umieszczone w środkowej części przekroju posadzki w odstępach co ok. 30 cm. Szwy robocze poszerzane są na odpowiednią głębokość po ~ 30 dniach od momentu wykonania, a następnie zostają wypełnione masą dylatacyjną analogicznie jak szczeliny skurczowe. Innym sposobem wykonania dylatacji roboczych jest montaż dylatacji systemowych analogicznie jak w przypadku dylatacji konstrukcyjnych.

Współcześnie zarówno w projektach, jak i realizacji posadzek przemysłowych dąży się do wykonywania dylatacji roboczych (przerw technologicznych) w miejscach występowania dylatacji konstrukcyjnych. Zdarzają się jednak przerwy w betonowaniach na skutek nieprzewidzianych zdarzeń losowych, które uniemożliwiają wykonanie pełnego pola roboczego pomiędzy dylatacjami konstrukcyjnymi. W takim wypadku stosujemy szwy robocze, które umożliwiają kontynuację prac bez konieczności zmiany położenia dylatacji konstrukcyjnych zaprojektowanych w płycie.

3. Proces degradacji nawierzchni i przerw dylatacyjnych – analiza przyczynowo-skutkowa

Z perspektywy ostatnich kilkudziesięciu lat większość posadzek w halach produkcyjnych, magazynowych, centrach

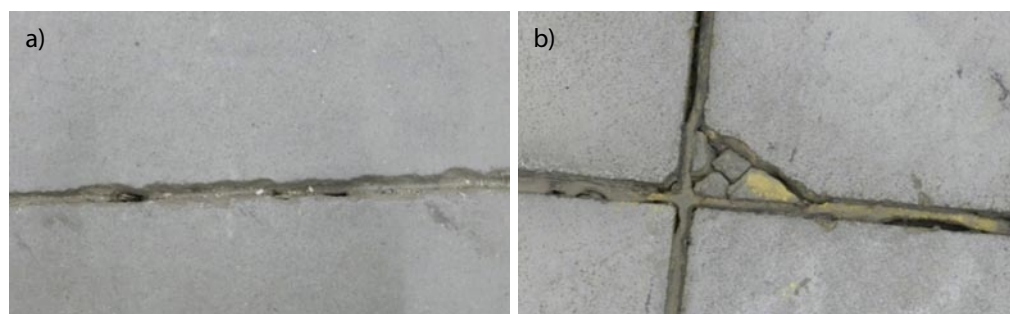
logistycznych i handlowych była i jest wykonywana jako betonowa posadzka monolityczna utwardzona powierzchniowo (DST) (z ang. Dry Shake Topping) lub betonowa posadzka wykończona w systemie żywicznym. Niezależnie od wykończenia z upływem czasu, w warunkach intensywnej eksploatacji, wierzchnia warstwa każdej posadzki ulega zużyciu [11].

Procesy zniszczenia i degradacji nawierzchni zaobserwujemy w pierwszej kolejności w miejscach intensywnie eksploatowanych, np. w ciągach komunikacyjnych. Występujące w obiektach przerwy dylatacyjne, podobnie jak posadzka, również ulegają zużyciu i stopniowej degradacji. Najszybszemu zużyciu i uszkodzeniom ulegają dylatacje nacinane (przeciwskurczowe) (rys. 7), a w drugiej kolejności dylatacje konstrukcyjne i szwy robocze, a także okucia z kątowników i dylatacje w wewnętrznych przejazdach bramowych wykonywanych jako połączenia pomiędzy sąsiadującymi budynkami. Dylatacje obwodowe zlokalizowane przy ścianach i słupach konstrukcyjnych z racji ich usytuowania nie są poddawane czynnikom użytkowym, zatem problem zużycia takich dylatacji dotyczy wyłącznie wypełnienia szczelin, które z czasem ulega naturalnemu procesowi starzenia.

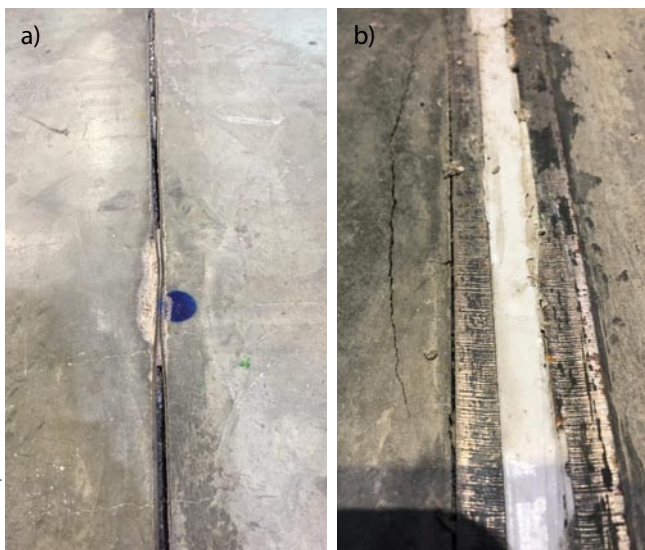
Z uwagi na charakter możemy rozróżnić dwa zasadnicze schematy uszkodzenia [12–19]. Pierwszy – wynikający z naturalnego starzenia i zużycia elementu na skutek wieloletniego oddziaływania obciążeń użytkowych, głównie dynamicznych od kół przemieszczających się po posadzce pojazdów: kół wózków widłowych, nacisków kół ręcznych wózków paletowych (rys. 8).

Drugi – wynikający z błędów na etapie projektowym, wykonawczym lub eksploatacyjnym, a także kombinacji tych przyczyn (rys. 9). W zakresie projektowym typowe uszkodzenia dotyczą przyjęcia niewłaściwych, w szczególności braku lub niedoszacowaniu występujących obciążeń [20–23]. W zakresie wykonawczym uszkodzenia są następstwem

Rys. 7. Uszkodzenie dylatacji skurczowej: a) brak fazowania krawędzi szczeliny i ubytek masy, b) wykruszenia krawędzi betonu w miejscu skrzyżowania szczelin skurczowych oraz odspojenie masy dylatacyjnej

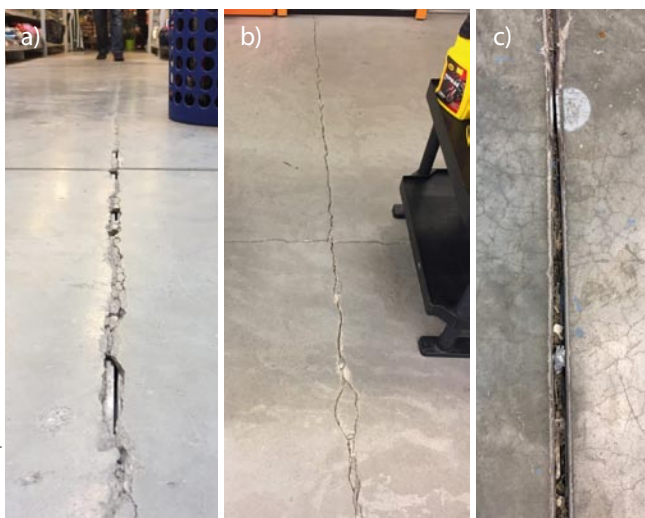


Fot. S. Świątek-Zołyńska



Fot. S. Kasprzak

Rys. 8. Uszkodzenie eksploatacyjne krawędzi posadzki przy dylatacji konstrukcyjnej: a) wygięcie profilu, b) wykruszenie krawędzi i wytarcie płaskowników



Fot. S. Kasprzak

Rys. 9. Uszkodzenie posadzki i dylatacji konstrukcyjnej w wyniku błędów: a) wykonawczych, b) projektowych – brak nacięć, c) eksploatacyjnych – brak zabezpieczenia przed zamuleniem

niewłaściwego rozmieszczenia szczelin i dylatacji konstrukcyjnych, a także wadliwego ich wykonania i montażu. Na etapie eksploatacji uszkodzenia powstają najczęściej w wyniku zmiany warunków użytkowania obiektu.

Uszkodzenia i usterki przerw dylatacyjnych w płytach posadzkowych są zazwyczaj trudne do usunięcia. Podane powyżej przyczyny ich występowania wskazują, że przed przystąpieniem do napraw należy wykonać wnikliwą analizę i kwalifikację do dwóch wspomnianych powyżej grup, a w przypadku stwierdzenia błędów projektowych i zmiany warunków użytkowych, dokonać ponownych obliczeń stateczno-wytrzymałościowych oraz rewizji przyjętych rozwiązań [24].

Dalsza część artykułu będzie opublikowana w następnym numerze „Przeglądu Budowlanego”.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Wpływ błędów projektowych, wykonawczych oraz sposobu eksploatacji na trwałość podłóg przemysłowych, Materiały konferencyjne XXXV Ogólnopolska Konferencja WPPK-2020, Wisła, 2020
- [2] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Uwarunkowania użytkowania podłóg przemysłowych – błędy projektowe, Inżynier Budownictwa, 5/2020, str. 67-72
- [3] Świątek-Zołyńska 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
- [4] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Wpływ błędów projektowych, wykonawczych oraz sposobu eksploatacji na trwałość podłóg przemysłowych, Izolacje 3/2020, str. 2–7
- [5] Niedostatkiewicz M., Majewski T., Ocena techniczna podłóg przemysłowych – błędy wykonawcze i eksploatacyjne, Izolacje 6/2020, str. 2–6
- [6] Kiernożycki W., Przerwy dylatacyjne konstrukcji żelbetonowych – Uwarunkowania, Kształtowanie, Naprawy, Materiały XXIX Ogólnopolskiej Konferencji WPPK, Szczyrk, 2014
- [7] Kiernożycki W., Lipski M., Naprawa i uszczelnianie przerw dylatacyjnych konstrukcji żelbetonowych, Materiały XXI Ogólnopolskiej Konferencji WPPK, tom I, str. 99–114, Ustroń, 1998
- [8] Kiernożycki W., Betonowe budowle masywne. Teoria, Wymiarowanie, Realizacja, Polski Cement, Kraków, 2003
- [9] Świątek-Zołyńska S., Niedostatkiewicz M., Ryżyński W., Charakterystyka materiałowo-technologiczna oraz proces degradacji posadzek betonowych typu lastrico, Izolacje 2–6/2021
- [10] Świątek-Zołyńska S., Niedostatkiewicz M., Ryżyński W., Błędy projektowe i wykonawcze przyczyną uszkodzeń posadzki antyelektrostatycznej, XXX International Conference on Structural Failures, 23–27 May 2022, Międzyzdroje, str. 599–610
- [11] Świątek-Zołyńska S., X-Floor® – Nowoczesne metody regeneracji i wzmacniania nawierzchni oraz betonowych posadzek przemysłowych, XXIX Ogólnopolska Konferencja WPPK-2014, IV, Szczyrk, 2014
- [12] Czarnecki L., Emmos P. H., Naprawa i ochrona konstrukcji żelbetonowych, Polski Cement, Kraków, 2002
- [13] Baranowski W., Zużycie obiektów budowlanych. Wydawnictwo Warszawskiego Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa, Ośrodek Szkolenia WACETOB, Warszawa, 2000
- [14] Bajno D., Małasiewicz A., Rodzaje i skutki zewnętrznych oddziaływań na posadzki, Czasopismo Techniczne Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, z1-B/2007, str. 3–11, Kraków, 2007
- [15] Drobiec Ł., Jasiński R., Diagnostyka konstrukcji żelbetonowych, tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010
- [16] Chmielewska B., Czarnecki L., Materiały i wymagania dotyczące posadzek, Materiały konferencyjne XXVI Ogólnopolska Konferencja WPPK-2011, str. 239–280, Szczyrk, 2011
- [17] Halicka A., Ocena istniejących konstrukcji budowlanych według normy ISO 13822-2010, V Ogólnopolska Konferencja Problemy techniczno-prawne utrzymania obiektów budowlanych, Warszawa, 2019
- [18] Horszczaruk E., Odporność na ścieranie betonowych posadzek przemysłowych, Materiały budowlane, 9/2014, str. 4–6
- [19] Kucharska-Stasiak E., Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych, Materiały budowlane 2/1995, str. 29–38
- [20] Kwiecień S., Awaria posadzki obiektu magazynowego spowodowana osiadaniami podłoża gruntowego, 29th International Conference on Structural Failures ICSF-2019, str. 391–395, Międzyzdroje, 2019
- [21] Substyk M., Utrzymanie i kontrola okresowa obiektów budowlanych, Wydawnictwo ODDK, Warszawa, 2012
- [22] Bukowski B., Morfologia rys w konstrukcjach betonowych i żelbetonowych, Archiwum Inżynierii Łądowej, 3, 4, Warszawa, 1957
- [23] Pająk Z., Drobiec Ł., Uszkodzenia i naprawy betonowych podkładów posadzek przemysłowych, XXIII Ogólnopolskie Warsztaty Projektanta Konstrukcji WPPK-2008, Szczyrk, 2008
- [24] Praca zbiorowa, Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2007
- [25] Materiały informacyjne i karty techniczne produktów Conecto Profiles Sp. z o.o. <https://www.profiledylatacyjne.com.pl/>
- [26] Materiały informacyjne i karty techniczne produktów FUH Nowak Obróbka Betonu <https://www.obrobka-betonu.pl/>