

USZKODZENIE POSADZKI BEZSPOINOWEJ JAKO EFEKT ODDZIAŁYWAŃ EKSPLOATACYJNYCH

SŁAWOMIR SŁONINA, *e-mail: sslonina@prz.edu.pl*

GRZEGORZ BAJOREK

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechnika Rzeszowska

Streszczenie: W pracy zaprezentowano przypadek powstania uszkodzeń nowo wykonanej betonowej posadzki bezspoinowej w obiekcie przemysłowym spowodowanych oddziaływaniami od suwnicy. Opisano rodzaje występujących uszkodzeń i wskazano przyczyny ich powstania. Analizie poddano wyniki przeprowadzonych oględzin posadzki oraz wykonanych badań terenowych i laboratoryjnych. Na ich podstawie sporządzono wnioski z analizy, które stanowią cenną wskazówkę dotyczącą prawidłowego wykonawstwa betonowych posadzek przemysłowych.

Słowa kluczowe: posadzki bezspoinowe, przyczyny uszkodzeń, betonowe posadzki przemysłowe, suwnica, uszkodzenie

1. Wstęp

Doświadczenia użytkowników betonowych posadzek przemysłowych wskazują, że głównym powodem problemów związanych z ich bezawaryjną eksploatacją są dylatacje [1–2]. Stanowią one „najsłabsze ogniwo” posadzek, na którym to skupia się wpływ zarówno oddziaływań eksploatacyjnych (np. wykruszanie krawędzi przez koła pojazdów), jak i zjawisk mających związek z właściwościami betonu (np. skurcz, paczzenie), czy też podłoża pod posadzką (np. „klawiszowanie” płyt posadzki). Jednym z najczęściej spotykanych sposobów ograniczenia wpływu awaryjności dylatacji na eksploatację posadzki jest minimalizowanie długości szczelin dylatacyjnych, czyli po prostu zwiększanie wielkości płyt. W konsekwencji czego coraz częściej wykonuje się posadzki bezspoinowe, które są zupełnie pozbawione nacinanych dylatacji skurczowych. Z tego też powodu są określane mianem beznacięciowych. W posadzkach tego typu odległości pomiędzy dylatacjami roboczymi niejednokrotnie przekraczają 40 m [1–3]. W ostatnich latach coraz większa liczba inwestorów docenia zalety posadzek bezspoinowych i coraz częściej podejmuje decyzję o ich wykonaniu, akceptując przy tym nieco większe koszty ich wykonania w porównaniu do posadzek tradycyjnych. Rosnące zapotrzebowanie rynku powoduje, że wielu wykonawców specjalizujących się do tej pory w wykonywaniu posadzek z nacinanymi szczelinami skurczowymi coraz częściej „przestawia się” na wykonywanie „bezspoinówek”. Niektórzy z nich, zwłaszcza ci dysponujący niewielkim doświadczeniem, nie do końca zdają sobie sprawę, jak trudnym wyzwaniem jest prawidłowe wykonanie posadzki bezspoinowej. W pracy opisano przypadek powstania uszkodzeń posadzki beznacięciowej, które pojawiły się mimo wykonania robót z należytą starannością przez doświadczonego wykonawcę.

2. Opis uszkodzeń posadzki

Oględziny beznacięciowej posadzki wykonanej w części produkcyjnej obiektu produkcyjno-magazynowego zostały przeprowadzone po około półtorarocznym okresie jej użytkowania. Zrealizowano je w ramach opracowania [4], którego zadaniem było m.in. wyjaśnienie

przyczyn powstania jej zarysowań. Najistotniejsze założenia projektowe dotyczące technologii wykonania posadzki przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Założenia projektowe posadzki bezspoinowej

Element posadzki	Charakterystyka
pole robocze	ok. 23×24 m
płyta betonowa	beton C25/30, grubość 30 cm
zbrojenie	stalowe zbrojenie rozproszone 50/1 w ilości 35 kg/m ³
warstwa poślizgowa	dwie warstwy folii PE, ułożone na ok. 50 cm zakład
warstwa wierzchnia	utwardzona za pomocą ok. 3,5–5 kg/m ² posypki utwardzającej, zaimpregnowana żywicą akrylową w ilości ok. 0,08–0,1 l/m ²
dylatacja obwodowa	wykonana z pianki polietylenowej gr. 20 mm
warstwy podłoża	– podłoże z betonu C16/20 grubości 15 cm – podbudowa z tłucznia kamiennego (niesort frakcja 0–63 mm) grubości 30 cm – grunt stabilizowany grubości 40 cm – grunt rodzimy

Całość posadzki o wymiarach ok. 23×72 m została wykonana w trzech etapach, w rezultacie czego podzielono ją na pola o wymiarach ok. 23×24 m. Pierwsze spękania posadzki, takie jak widoczne na rys. 1, niemal równoległe do osi układów poprzecznych nawy, pojawiały się stopniowo w rejonie słupów umiejscowionych przy zewnętrznych osiach podłużnych nawy, już w początkowych miesiącach użytkowania posadzki. Podczas oględzin nie zaobserwowano ich jedynie przy słupach skrajnych układów poprzecznych. Stwierdzono ponadto zróżnicowaną szerokość rys wynoszącą 0,2–1,4 mm oraz ścisłą zależność pomiędzy intensywnością użytkowania posadzki a szerokością ich rozwarcia. Większe stwierdzono na drodze transportowej (rozwarcie 0,4–1,4 mm, rys. 2–3), niż w miejscu narażonym wyłącznie na ruch pieszy (rozwarcie 0,2–0,6 mm). Zauważono również, że w niektórych przypadkach rysy przy słupach inicjują dalsze pęknięcia posadzki „płynnie przechodząc” w bardziej nieregularny układ zarysowań swoim charakterem przypominający „sieć pajęczą” (rys. 4) lub w pojedyncze rysy o przypadkowym kierunku. Wszystkie wymienione rodzaje spękań miały tendencję do dalszego propagowania pod wpływem eksploatacji posadzki.



Rys. 1. Przykładowe pęknięcie przy słupie



Rys. 2. Rozwarcie rysy na drodze transportowej



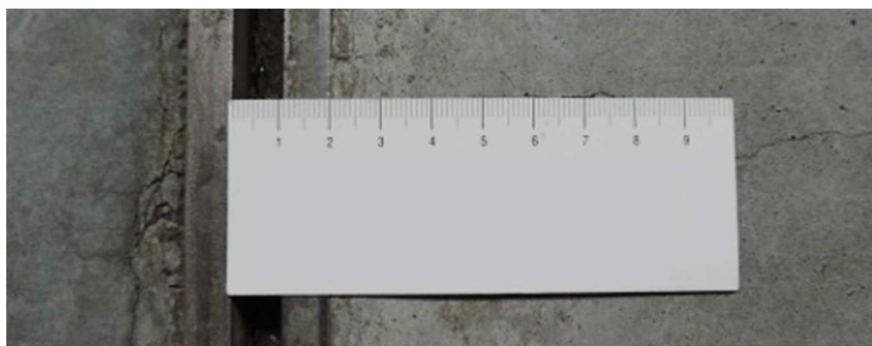
Rys. 3. Próbką pobrana w miejscu zarysowania (droga transportowa)



Rys. 4. Nieregularne pęknięcia w centralnej części posadzki

3. Badania terenowe i laboratoryjne

Podczas oględzin posadzki dokonano pomiaru szczeliny pomiędzy profilami dylatacyjnymi oddzielającymi od siebie poszczególne pola robocze (rys. 5). Z posadzki pobrano także odwierty rdzeniowe, dzięki którym ustalono rzeczywistą jej grubość i przygotowano próbki do badania wytrzymałości na ściskanie i określenia ilości stalowego zbrojenia rozproszonego. Wykonanie części odwiertów w zarysowanych miejscach pozwoliło na ustalenie zasięgu rys w głąb posadzki (tablica 2).



Rys. 5. Pomiar rozwarcia dylatacji roboczych

Tablica 2. Zasięg rys w głąb posadzki

Oznaczenie rysy	Szerokość rozwarcia[mm]	Głębokość [mm]
1G	0,9	240
3G	0,3	90

Ze wszystkich otworów badawczych wydobyto fragmenty podwójnej warstwy folii PE, dzięki czemu potwierdzono prawidłowe wykonanie warstwy poślizgowej. Za pomocą sondy

lekkiej dynamicznej wyznaczono stopnie zagęszczenia warstw podłoża znajdujących się poniżej płyty z betonu C16/20.

Tablica 3. Wyniki wykonanych pomiarów i badań

Właściwość	Wyniki	
	min–max	średnia
grubość posadzki [cm]	29,1–33,0	30,7
skurcz [mm/mb]	0,35–0,46	0,41
wytrzymałość na ściskanie [MPa]	66,5–79,7	71,9
zawartość zbrojenia rozproszonego [kg/m ³]	22,2–42,0	31,9

Przeprowadzone badania potwierdziły wykonanie podłoża pod posadzką zgodnie z projektem wykonawczym, zaś w przypadku płyty posadzki wykazały jedynie dużą różnicę pomiędzy minimalną a maksymalną zawartością zbrojenia rozproszonego oraz nieznacznie niższą niż w projekcie średnią zawartość włókien (tablica 3). Pomiary rozwarcia złączy w szczelinach dylatacyjnych wykazały, że skurcz posadzki nie przekracza wartości zalecanych m.in. w [3, 5].

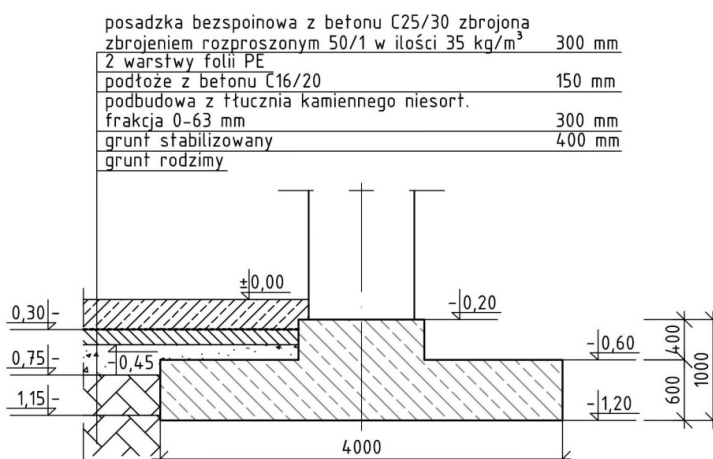
4. Przyczyny powstania uszkodzeń

Liczne spękania w rejonie słupów początkowo tłumaczono niedostosowaniem zbrojenia w tych newralgicznych miejscach do sił występujących w płycie posadzki lub nawet jego całkowitym brakiem. Wprawdzie w dokumentacji powykonawczej znalazły się świadectwa odbioru stalowych siatek oraz świadectwa zgodności prętów stalowych, ale z kolei w projekcie wykonawczym posadzki nie zawarto żadnej wzmianki o konieczności zastosowania zbrojenia przysłupowego, ani nie zamieszczono rysunków detali konstrukcji posadzki. Jak wynika z publikacji [2, 6] zbrojenie w rejonie słupów w posadzkach bezspoinowych ma kluczowe znaczenie w powstrzymywaniu zjawiska powstawania niekontrolowanych pęknięć. Ponadto bardzo istotne, zwłaszcza w przypadku „bezspoinówek”, jest oddzielenie płyty posadzki od elementów konstrukcyjnych za pośrednictwem odpowiednio grubej warstwy materiału ściśliwego. Jakikolwiek połączenie posadzki z konstrukcją budynku generuje w niej niepożądane naprężenia [7]. Ewentualny brak zbrojenia w rejonie słupów nie uzasadniał jednak propagowania nieregularnych spękań.

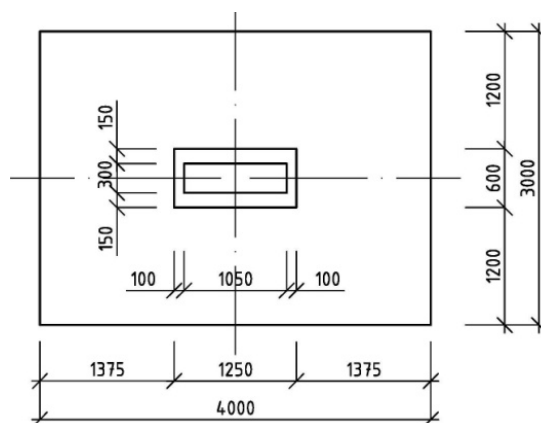
Kluczowe dla wyjaśnienia przyczyn spękań okazało się ustalenie, że na płytę posadzki pośrednio oddziałuje używana w procesie produkcyjnym suwnica o udźwigu 20 Mg (rys. 6). Zwrócono ponadto uwagę na fakt, że pęknięcia posadzki powstały w pierwszej kolejności w rejonie słupów podsuwnicowych, które zamocowano (utwierdzono) w sposób sztywny w stopach fundamentowych o dość nietypowej geometrii (rys. 7–9). Powyższe informacje pozwoliły ustalić najbardziej prawdopodobny scenariusz wykonywania warstw podłoża pod posadzkę nad stopami fundamentowymi. Zaprojektowano je z betonu i tłucznia, każda o grubości 15 cm. Najprawdopodobniej, 15-centymetrową warstwę betonu klasy C16/20 wylano na ułożony na stopie, ale niedogęszczony tłuczeń. W efekcie, zaprawa zawarta w mieszance betonowej po wnikięciu w wolne przestrzenie między ziarnami kruszywa stworzyła bardzo sztywną 30-centymetrową warstwę „tłuczniobetonu”. Użytkowanie suwnicy powodowało systematyczne przemieszczanie się poszczególnych układów „słup-stop”, w wyniku których podbudowa z betonu oparta na stopach uległa spękaniu. Uniemożliwiła tym samym swobodne przemieszczanie się płyty posadzki po warstwie poślizgowej, co w konsekwencji doprowadziło do licznych jej spękań. Nierównomierne wymieszanie stalowych włókien uznano zaś za czynnik dodatkowo zwiększający propagowanie owych spękań (losowo rozlokowane miejsca o obniżonej nośności) [8].



Rys. 6. Suwnica o udźwigu 20 Mg używana w procesie technologicznym



Rys. 7. Stopa fundamentowa wraz z warstwami podłoża i posadzką



Rys. 8. Rzut pojedynczej stopy fundamentowej



Rys. 9. Stopy fundamentowe w czasie wykonywania podłoża pod posadzkę

5. Wnioski

Opisany przypadek potwierdza tezę mówiącą, że jedną z głównych przyczyn powstawania uszkodzeń posadzek, oprócz błędów wykonawczych, jest niedostosowanie założeń projektowych do rzeczywistych warunków eksploatacyjnych, charakteryzowanych m.in. przez wielkość obciążenia technologicznego. W praktyce wykonywania posadzek przemysłowych coraz częściej pojawiają się przykłady realizacji, w których na ostatecznie przyjęte rozwiązanie posadzki decydujący wpływ może mieć obciążenie technologiczne – np. posadzka z systemem regałów przesuwanych, hala wyposażona w suwnicę itp. Jak zatem podchodzić do takich nietypowych przypadków?

Przede wszystkim należy sobie uświadomić, że ciągle w środowisku budowlanym istnieje potrzeba popularyzacji zagadnień związanych z posadzkami przemysłowymi. Długoletnie zaniedbania związane z marginalizowaniem tej tematyki, zarówno w procesie kształcenia kadry inżynierskiej, jak i w literaturze fachowej, przyczyniły się do powstania stereotypowego przekonania, że uszkodzenie posadzki to tak naprawdę nic groźnego, ponieważ nie powoduje bezpośredniego zagrożenia życia jej użytkowników. Utwierdzenie tego przekonania zaowocowało dość lekkomyślnym podejściem do projektowania posadzek przemysłowych.

Dopiero w ostatnich latach (dokładnie w roku 2013) na rynku fachowej literatury została wypełniona długoletnia luka dotycząca wydawnictwa omawiającego sposób projektowania podłóg przemysłowych. W publikacji tej [9] autor zwraca uwagę na problem obciążeń technologicznych posadzek, m.in. zaleca uwzględnianie wpływu na płytę posadzki różnego rodzaju maszyn i urządzeń oddziałujących dynamicznie, np. pras, młotów itp., czyli takich, które najczęściej są posadowione na oddzielnych fundamentach. Najczęściej stosowane w tych przypadkach rozwiązania to np.:

- oddylatowanie fundamentów pod maszyny od posadzki,
- zastosowanie izolacji, wibroizolacji,
- zastosowanie dodatkowego zbrojenia w płycie posadzki.

W omawianym w referacie przypadku, fundament pod słup podsuknicowy jest dość specyficznym przykładem fundamentu pod maszynę. Dlatego też jego wpływ nie może zostać pominięty w procesie projektowania posadzki. Przypadek ten powinien być traktowany jako

inspiracja do zwiększenia czujności wszystkich stron zaangażowanych w powstanie nowej posadzki [10]. Przecież lepiej, żeby twórcza „burza mózgów” miała miejsce przed wykonaniem posadzki, a nie w okolicznościach powstania usterki i towarzyszącej jej zwykle groźby wyłączenia z użytkowania części lub nawet całości obiektu. Należy podkreślić, że w opisanym przypadku zabrakło owego przepływu informacji – wykonawca posadzki najprawdopodobniej nie miał żadnej wiedzy na temat wymiarów i kształtu stóp fundamentowych, a one przecież zostały zaprojektowane z uwzględnieniem obciążenia technologicznego od suwnicy.

Warto dodać, że w niektórych przypadkach do procesu ustalania parametrów nowej posadzki warto zaangażować dostawcę technologii produkcji lub/i magazynowania. Wiedza Inwestora na temat obciążeń technologicznych posadzki zwykle jest zbyt skromna i wymaga fachowej konsultacji i doprecyzowania.

Opisany przykład dowodzi także, że na końcową jakość posadzki (nie tylko bezspoinowej) niejednokrotnie może mieć wpływ pozornie nieistotny, wręcz bagatelizowany szczegół. Dotyczyć on może zarówno etapu projektowania, jak i samego wykonawstwa. Mamy nadzieję, że przedstawiony przykład stanie się przyczynkiem do zwrócenia uwagi na ten problem i zaowocuje bardziej wnikliwym rozpoznawaniem warunków eksploatacyjnych każdej nowo realizowanej posadzki przemysłowej, a w efekcie zmniejszy ryzyko ich uszkodzeń i awarii.

Literatura

1. Dymidziuk B., Fibrobetonowe posadzki bezspoinowe – cz. I. Nowoczesne Hale, nr 1/2010.
2. Glinicki M.A., Chibowski T.: Fibrobetonowe posadzki bezspoinowe – obliczanie i przykłady realizacji, II Seminarium Naukowo-Techniczne „Podłogi Przemysłowe”, Warszawa, 2009.
3. Chibowski T., Dylatacje w betonowych posadzkach bezspoinowych. Materiały Budowlane, nr 11/2015.
4. Bajorek G., Słonina S., Ekspertyza techniczna posadzki przemysłowej w hali produkcyjno-magazynowej z zapleczem biurowo-socjalnym, Rzeszów, 2015.
5. Starosolski W., Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013.
6. Dymidziuk B., Fibrobetonowe posadzki bezspoinowe – cz. II. Nowoczesne Hale, nr 2/2010.
7. Dymidziuk B., Posadzki przemysłowe z fibrobetonu. Inżynier Budownictwa, nr 7–8/2006.
8. Dymidziuk B., Konstruowanie bezspoinowych, betonowych posadzek przemysłowych, zbrojonych włóknami stalowymi Dramix. Inżynier Budownictwa, nr 4/2007.
9. Hajduk P., Projektowanie podłóg przemysłowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013.
10. Słonina S., Bajorek G., Uszkodzenia betonowej posadzki bezspoinowej w obiekcie przemysłowym z suwnicą. Materiały Budowlane, nr 10/2016.

DAMAGE OF A JOINTLESS FLOOR BECAUSE OF TECHNOLOGICAL IMPACTS

Abstract: This paper discusses the damages appearing on a newly constructed concrete jointless floor in an industrial facility, which was caused by the crane operation. Types of the damages and reasons for their occurrence were described. Results from a floor inspection, field studies and laboratory research were analyzed and allowed to draw conclusions on the proper construction of concrete industrial floors.

Keywords: jointless floors, damages reasons, concrete industrial floors, crane, damage