

PRZYCZYNY POWSTAWANIA USZKODZEŃ W PODŁOGACH BETONOWYCH MAGAZYNÓW WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

Marek Dohojda

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W artykule przedstawiono podłogi betonowe jako część składową magazynów wysokiego składowania. Zaprezentowano poszczególne etapy projektowania podłóg betonowych ze szczególnym uwzględnieniem życzeń przyszłego użytkownika. Następnie przedstawiono typowe błędy na etapie projektowania, wykonawstwa i późniejszej eksploatacji. Zwrócono także uwagę na możliwość wystąpienia uszkodzeń zarówno w trakcie eksploatacji, jak i późniejszej ich naprawy z zastosowaniem odpowiedniej technologii i materiałów posiadających aktualne świadectwa jakości.

Słowa kluczowe: beton, podłoga betonowa, posadzka, uszkodzenia podłóg

WSTĘP

Podłogi betonowe w magazynach wysokiego składowania (nazywane często posadzkami) stanowią jeden z ważniejszych elementów magazynu. Po ich powierzchni odbywa się cały transport kołowy i na nich są zlokalizowane i zamocowane regały wysokiego składowania, często dochodzące do wysokości około 9 m. Transport odbywa się za pomocą wózków widłowych na twardych kołach, przy prędkościach przejazdów dochodzących do $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, ciężar zaś podnoszony jest na wysokość 12 m i często przekracza 800 kg. Wszystkie te aspekty świadczą o tym, że wykonanie dobrej jakości podłóg jest sprawą kluczową i stanowi podstawę do właściwego i bezpiecznego eksploataowania tego typu magazynów.

ETAP PROJEKTOWANIA

Na etapie projektowania powinno się brać pod uwagę: charakter magazynu (rodzaj materiałów przechowywanych), maksymalny ciężar palet, typ wózków, schemat organizacyjny zarządzania (obciążenie dróg przejazdami), długość przewidzianych regałów i sam charakter usytuowania półek na regałach.

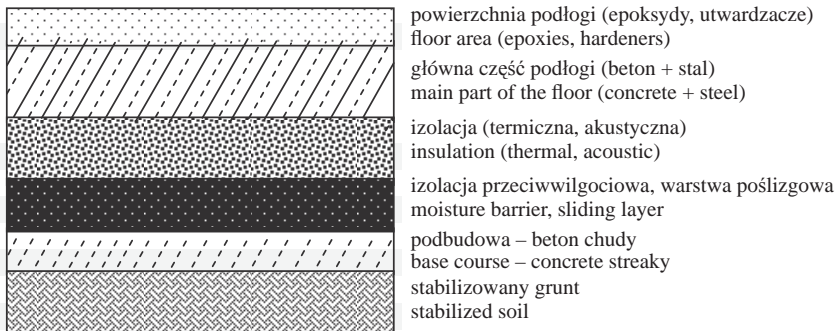
Adres do korespondencji – Corresponding author: Marek Dohojda, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa, e-mail: marek_dohojda@sggw.pl

Po opracowaniu studium projektowego uzasadnione jest przeprowadzenie konsultacji z użytkownikiem przyszłego magazynu (o ile to możliwe). Brak takich konsultacji należy uważać za błąd, gdyż użytkownik zgłasza swoje problemy dopiero wtedy, gdy magazyn jest już wykonany.

Przy projektowaniu podłóg betonowych powinno się uwzględnić współpracę podłogi z podłożem. W najprostszym przypadku płytę podłogi betonowej traktuje się jako izotropowy materiał liniowo-sprężysty, spoczywający na sprężystym podłożu (Winklera) z pominięciem naprężeń stycznych [Posadzki przemysłowe 2001]. Można również przyjąć inne założenie, zaproponowane przez Westergaarda w 1926 roku, opierające się na liniowo-sprężystej pracy izotropowej płyty. Reakcja podłoża ma wtedy jedynie składową pionową proporcjonalną do wielkości ugięcia płyty, podłoże zaś stanowi ośrodek sprężysty o znanym współczynniku sprężystości k [Tejchman i Małasiewicz 2006]. Inne podejście stanowi z kolei teoria analizy plastycznej (plastycznych załomów), przy założeniu powstania promienistych i obwodowych przegubów plastycznych. Kryterium wyczerpania nośności występuje w momencie pojawienia się kolistej rysy na górnej powierzchni podłogi. Istnieje ponadto możliwość obliczenia nośności podłóg betonowych według normogramów zaproponowanych w amerykańskiej normie ACI 302.

TYPOWY SCHEMAT PODŁOGI BETONOWEJ

W większości przypadków podłogi w tego typu magazynach wykonane są z betonu co najmniej klasy C20/25 (o grubości od 20 do 80 cm), izolacji przeciwwodnej (warstwa poślizgowa) i na podłożu ze stabilizacją z chudego betonu (rys. 1). Ich powierzchnia jest wyprawiana piaskiem kwarcowym lub specjalnym powierzchniowym utwardzaczem, malowana farbami epoksydowymi lub wykładana powierzchniowymi okładzinami epoksydowymi.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia poszczególnych warstw w podłodze betonowej
Fig. 1. Scheme of distribution of every layers in a concrete floor

Po wykonaniu podłóg w terminie 8–48 godzin wykonuje się nacięcia dylatacyjne (pożorne) na głębokość $1/4$ – $1/3$ grubości podłogi, szerokości 3–4 mm, poszczególnych pól magazynu o długości boku maksymalnie do 6 m.

Prawidłowa realizacja tych wszystkich zaleceń jest podstawą właściwego wykonania podłogi betonowej i gwarantuje jej długą otwartą eksploatację przy zachowaniu pełnych warunków bezpieczeństwa. W rzeczywistości jest jednak inaczej, a wiąże się to z błędami popełnionymi na etapie projektowania, wykonawstwa i późniejszych napraw podłóg uszkodzonych w trakcie eksploatacji.

BŁĘDY POPEŁNIANE NA ETAPIE PROJEKTOWANIA I WYKONAWSTWA

Błędy projektowe

W przypadku projektowania podłóg w magazynach wysokiego składowania bardzo często nie wykonuje się szczegółowych obliczeń statycznych dotyczących współpracy podłogi z warstwami podścielającymi. Ponadto popełnia się też inne błędy, do których można zaliczyć:

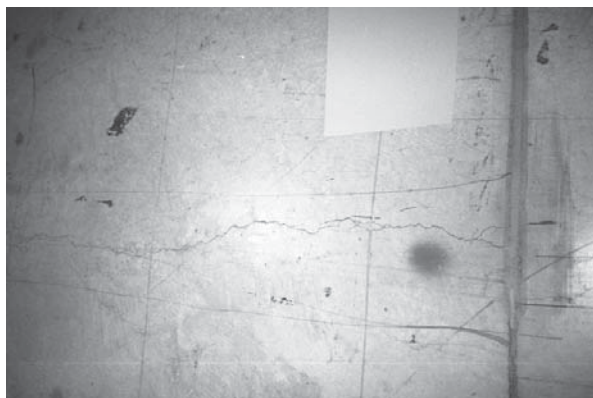
- złe przeanalizowanie potrzeb klienta (powoduje to nieuwzględnienie przewidywanych obciążeń i charakteru przechowywanych towarów),
- zbyt małą grubość warstwy nośnej podłogi (nie można zmienić charakteru magazynu),
- złe określenie warunków wodno-gruntowych (zmiany sezonowe zwierciadła wody gruntowej),
- lekceważenie charakteru zbrojenia, zastosowanie tylko zbrojenia rozproszonego,
- brak dwóch siatek zbrojenia prętami, umieszczonych w dolnej i górnej warstwie betonu,
- brak analizy termiczno-skurczowej (wyznaczenie w fazie projektowania odkształceń wywołanych skurczem betonu).

Błędy wykonawcze

Na etapie budowy firmy wykonujące podłogi betonowe często nie posiadają dostatecznego doświadczenia potrzebnego przy wykonywaniu tego typu konstrukcji, co jest przyczyną popełniania licznych błędów [Sokalska i in. 2004]. Przykłady uszkodzeń podłóg powstałych w wyniku błędów popełnionych na etapie realizacji przedstawiono na rysunkach 2–5.

Do najczęstszych błędów wykonawczych należy zaliczyć:

- niedostateczne wykonanie stabilizacji podłoża (rys. 2),
- brak odprowadzenia wód gruntowych, opadowych (drenaż opaskowy),
- złą jakość betonu (zaniżona klasa betonu),
- nieodpowiednie zagęszczenie warstwy nośnej betonu (rys. 3),
- niedokładne wymieszanie i rozłożenie zbrojenia rozproszonego,
- brak izolacji poziomej (między chudym betonem a betonem konstrukcyjnym),
- brak warstwy poślizgowej (zastosowanie pojedynczej folii PCV, papy),
- zbyt późne i zbyt płytkie nacięcie dylatacji podłogi (po 7 dniach i na głębokość 5 cm),
- za duże pola niezdylatowane (o powierzchni $> 36 \text{ m}^2$),
- niewypełnienie dylatacji po nacięciu, wysychanie szczelin (rys. 4),
- brak pielęgnacji powierzchniowej, zbyt szybkie odparowanie wody z zatartej powierzchni podłogi (rys. 5),



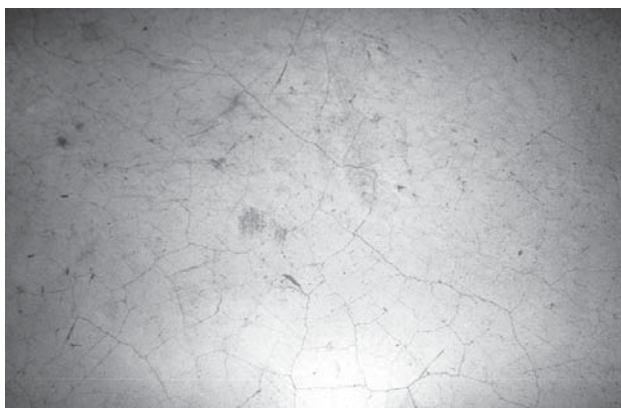
Rys. 2. Przełamanie płyty podłogowej w środku rozpiętości – zła stabilność podłoża
Fig. 2. Floor plate fracture in the middle of the plate width – bad stability of subsoil



Rys. 3. Rozwarstwienie betonu w warstwie podłogi – złe zagęszczenie
Fig. 3. Concrete fracture in the floor layer – bad concrete consolidation



Rys. 4. Zbyt późne wypełnienie szczelin dylatacyjnych – wywijanie krawędzi płyt
Fig. 4. The expansion gap was filled too late – the plate edges turn up



Rys. 5. Spękanie warstwy ścieralnej posadzki – tzw. pajęczyny
Fig. 5. Fracturing of wearing layer of floor – so-called spiderwebs

- niewłaściwe utwardzenie (wyprawienie) powierzchni podłogi, łuszczenie się warstwy utwardzonej,
- przecięcie obu siatek zbrojenia, utrata stabilności całej powierzchni (wydzielanie się poszczególnych zdylatowanych pól).

PODSUMOWANIE

W Polsce brak jest szczegółowych wytycznych dotyczących projektowania i wykonawstwa podłóg betonowych w magazynach wysokiego składowania. Dowodem tego są późniejsze reklamacje inwestorów na etapie już eksploatacji magazynów.

W ramach gwarancji (rękojmi) wykonawcy podłóg betonowych starają się usunąć wynikłe wady i uszkodzenia. Obszar obejmujący uszkodzenia jest często duży i obejmuje niekiedy cały magazyn. Naprawy jednak wykonuje się, stosując tanie i niesprawdzone materiały (brak aprobaty technicznej), co przynosi efekt odwrotny – następuje dalsza degradacja podłogi, a koszty naprawy zaczynają przewyższać koszt wykonania nowej podłogi.

Przed wykonaniem naprawy podłogi należy wykonać ekspertyzę techniczną popartą szczegółową inwentaryzacją uszkodzeń, która wskaże przyczyny ich występowania i poda wytyczne dokonania późniejszej naprawy.

Wszystkie te błędy, popełnione zarówno w fazie projektowania podłóg betonowych i ich wykonawstwa, jak i późniejszych napraw, w końcowym efekcie wpływają na możliwość eksploatacji magazynu. Wykonanie tych prac przy braku należytej staranności skutkuje ograniczeniem powierzchni magazynowej, utrudniając przejazd wózków widłowych oraz wpływając na bezpieczeństwo ludzi obsługujących taki magazyn.

PIŚMIENNICTWO

- PN-62/B-10144 Posadzki z betonu i zaprawy cementowej. Wymagania i badania techniczne przy odbiorze.
- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- Posadzki przemysłowe. Materiały, technologie, projektowanie, naprawa, 2001. Red. J. Jasiczak. Addiment-Polska, Poznań.
- Sokalska A., Ściślewski Z., Suchan M., 2004. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Cz. B. Roboty wykończeniowe 3, Posadzki mineralne i żywiczne. ITB, Warszawa.
- Tejchman J., Małasiewicz A., 2006. Posadzki przemysłowe. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, 1990. T. I. Cz. 1. ARKADY, Warszawa.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych „Posadzki mineralne i żywiczne”, 2004. Wytyczne nr 398. ITB, Warszawa.

REASONS OF DAMAGES IN CONCRETE FLOORS OF HIGH STORAGE STOREHOUSES

Abstract. The paper presents concrete floors as a component of high storage storehouses. There have been presented the consecutive stages of designing, with the special consideration of demands of a future user. Then, the typical errors have been presented, which arise during design, execution and later exploitation. The special attention has been paid at the possibilities of arising damages during the exploitation as well as these of a later repair – with the use of an appropriate technology and materials having the current quality certificates. Reasons of damages in concrete floors of high magazines storage.

Key words: concrete, concrete floor, floor damages

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.07.2011