

dr inż. Władysław Rzyżyński\*

# Naprawa posadzek betonowych za pomocą powłok żywicznych

**W** Polsce betonowe posadzki przemysłowe wykonywane są od ponad 25 lat, a na świecie znacznie dłużej. Zebrane doświadczenia pozwoliły na opracowanie odpowiedniej technologii wykonania, osprzętu i metod projektowania [6, 9, 10]. Dostrzeżono również pewne cechy zużycia związanego z eksploatacją oraz koniecznością podjęcia decyzji o naprawie i odtworzeniu parametrów użytkowych oraz estetycznych posadzki betonowej [2, 3].

**Ocena posadzek betonowych powinna uwzględnić trwałość płyty konstrukcyjnej, warstwy utwardzonej, dyfuzji skurczowych oraz konstrukcyjnych.** Użytkownik musi być świadomy, że posadzka betonowa utwardzona powierzchniowo jest rozwiązaniem stanowiącym kompromis pomiędzy trwałością, estetyką a kosztem wykonania. W przypadku właściwej konserwacji i bieżącego utrzymania trwałość wypełnień dyfuzji skurczowych wynosi 5 ÷ 6 lat, natomiast trwałość prawidłowo zaprojektowanej i wykonanej betonowej płyty konstrukcyjnej równa jest trwałości obiektu, przy czym w okresie użytkowania może dojść do uszkodzenia i degradacji typu zarysowania skurczowe zwykle powstałe w początkowym okresie użytkowania, pęknięcia, a nawet defragmentacja posadzki pod wpływem jej przeciążenia lub zróżnicowanego osiadania podłoża słabonośnego. Powierzchnia posadzki ulega zużyciu również przez wytarcie, zanieczyszczenie olejem, smarami technicznymi i innymi substancjami. Podczas eksploatacji mogą pojawić się też wady, takie jak miejscowe złuszczenia warstwy utwardzonej, rozległa delaminacja warstw przypowierzchniowych, pylenie wynikające ze słabej przyczepności utwardzacza do podłoża lub odpryski kruszywa alkalicznego w formie kraterów [3]. Równie istotnym kryterium oceny jest estetyka posadzki, która wpływa na wygląd hali lub parkingu, stanowiąc istotny element globalnej oceny przez użytkowników [4].

Użytkownik posadzki betonowej powinien liczyć się z koniecznością okresowych napraw w ramach utrzymania bieżącego i napraw strukturalnych odtwarzających ciągłość posadzki i jej nośność, jak i z tym, że po okresie kilkunastu lat eksploatacji utwardzona warstwa wierzchnia może ulec zużyciu i będzie konieczne np. wykonanie nowej powłoki żywicznej w linii ciągów komunikacyjnych i na zakrętach, ewentualnie na całej powierzchni lub wzmocnienie istniejącej.

Posadzki betonowe podlegają naprawom i renowacji wynikającym z naturalnego zużycia oraz naprawom o charakterze konstrukcyjnym i zabezpieczającym przed dalszą degradacją. W artykule przedstawię metodykę i wybrane sposoby na-

prawy i renowacji posadzek betonowych po dłuższym okresie eksploatacji z wykorzystaniem powłok żywicznych podnoszących walory użytkowe i estetyczne naprawianej posadzki. Alternatywne metody renowacji nawierzchni posadzki przez jej powierzchniowe utwardzanie i krystalizację, np. płynami na bazie litu i krzemu, również prowadzą do zadowalających rezultatów, ale nie podnoszą walorów estetycznych. Ma to znaczenie np. w przypadku przebarwień posadzki, śladów korozyjnych odsłoniętego zbrojenia rozproszonego i punktowych śladów po alkalicznym kruszywie.

Duży wpływ na estetykę posadzki ma odpowiednie utrzymanie nawierzchni w stanie czystości. Zabrudzenia typu plamy oleju z układów silnikowych lub hamulcowych, związki ropopochodne, farby, rozlane płyny magazynowane lub stosowane w procesie produkcyjnym, usuwa się za pomocą preparatów o odczynie zasadowym (pH > 9), alternatywnie środków do usuwania graffiti. Nie wolno używać środków o odczynie kwaśnym, gdyż wpływają niekorzystnie na beton. Istotnym etapem czyszczenia posadzki jest usunięcie środka czyszczącego przez wielokrotne jego zmycie. W wielu przypadkach gruntowne czyszczenie posadzki i zabiegi konserwacyjne dają zadowalający efekt estetyczny [7] i wydłużają trwałość posadzki oraz okres eksploatacji. **Zalecane jest pokrycie posadzki warstwą lakieru akrylowego**, która nadaje wysoki połysk, jest odporna na ścieranie, umożliwia usuwanie z powierzchni zarysowań i zapewnia właściwości antypoślizgowe.

Posadzki betonowe wykonywane są jako posadzki na gruncie lub na elemencie konstrukcyjnym obiektu, jakim jest zwykle płyta fundamentowa lub stropowa. W zależności od założeń projektowych posadzka, poza funkcją użytkową nawierzchni o wymaganych parametrach nośności i eksploatacyjnych, może stanowić również ochronę płyty konstrukcyjnej. W przypadku posadzki parkingu, gdy nie jest uwzględniana rola ochronna, zgodnie z PN-EN 1992-1-1 wymagane jest zachowanie minimalnej grubości otuliny 5 cm ze względu na klasę ekspozycji XD3. Zaprojektowanie płyty posadzki w układzie zespolonym lub monolitycznym z płytą stropową lub fundamentową pozwala na redukcję jej grubości do 3 lub 2,5 cm. Jednocześnie uszkodzenie warstwy posadzki i jej nieszczelność oznacza zagrożenie korozyjne zbrojenia płyty stropowej i wymusza podjęcie kroków naprawczych, obejmujących nie tylko uciąglenie płyty posadzki przez iniekcję i uszczelnienie, ale również często wzmocnienie zbrojeniem naklejanym w postaci mat lub taśm. W związku z tym istotnym elementem zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcji jest utrzymanie posadzki betonowej w stanie dobrym i odtworzenie funkcji ochronnej w stosunku do niżej położonej konstrukcji nośnej obiektu.

\* Biuro Usług Inżynierskich, Białystok

## Diagnostyka

Podstawą poprawnej i zakończonej sukcesem naprawy posadzki stanowiącej ochronę nośnej konstrukcji żelbetowej jest dokładne rozpoznanie problemu i przyjęcie właściwego programu naprawczego. Zarówno diagnostyka, jak i sposób naprawy powinny być opracowane zgodnie z aktualnym stanem prawnym i normami [5, 1]. Podstawę metodologiczną określa PN-EN 1504 *Naprawa i ochrona konstrukcji żelbetowych*. Dokonanie oceny jakości betonu w posadzce i konstrukcji żelbetowej, podanie zaleceń dotyczących naprawy ubytków i spękań posadzki betonowej oraz poprawnego ułożenia powłoki żywicznej powinno uwzględniać odpowiednie normy i instrukcje [1, 2, 3, 4].

**Zgodnie z PN-EN 1504 program naprawczy konstrukcji żelbetowej, w tym posadzki betonowej, obejmuje następujące podstawowe fazy diagnostyki i wykonania:**

- zebranie informacji o konstrukcji nośnej i posadzce (PN-EN 1504-9 rozdział 4);

- ocena wizualna i zapoznanie się z opracowaniami technicznymi dotyczącymi wykonanych posadzek betonowych na parkingu zgodnie z normą PN-EN 1504-9 rozdział 4;

- analiza przyczyn uszkodzeń w górnej warstwie powierzchni betonowej i żywicznej oraz określenie sposobu naprawy wg PN-EN 1504-9 rozdz. 5 – 6;

- wykonanie projektu naprawy posadzki uwzględniającego *Zasady ochrony i naprawy oraz kryteria użytkowe* wg PN-EN 1504-2 do 7; przy doborze właściwego sposobu i metody naprawy należy uwzględnić powstałe podstawowe uszkodzenia łącznie z oczekiwaniami i wymaganiami użytkownika;

- wykonanie i odbiór prac naprawczych oraz wzmocnień wg norm PN-EN 1504-9 rozdział 6, 7, 9 i 10 oraz PN-EN 1504-10.

**Podstawowe zasady naprawy i ochrony konstrukcji żelbetowych wg PN-EN 1504 mające zastosowanie w rozpatrywanym przypadku:**

■ **zasady opisujące wady betonu:**

- 1 (PI) – *ochrona przed wnikaniem* – zmniejszenie lub zapobieganie wnikaniu szkodliwych czynników, tj. wody lub innych cieczy, par, gazów, czynników chemicznych i biologicznych;

- 3 (CR) – *odbudowa elementu betonowego do pierwotnego kształtu i przywrócenie pierwotnej funkcji*. Odbudowa konstrukcji z betonu przez wymianę jej części;

- 5 (PR) – *odporność na czynniki fizyczne*. Zwiększanie odporności na oddziaływanie fizyczne lub mechaniczne;

- 6 (RC) – *odporność na oddziaływania chemiczne*. Zwiększenie odporności powierzchni betonowych na uszkodzenia pochodzące od oddziaływań chemicznych;

- **zasady i metody związane z korozją zbrojenia w betonie:**

- 7 (RP) – utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej. Stworzenie warunków, w których powierzchnia zbrojenia będzie utrzymywana w stanie pasywnym lub zostanie przywrócona do takiego stanu; konieczne jest wykonanie naprawy betonu i zapobieżenie wnikaniu szkodliwych czynników.

Stosując się do wymienionych zasad, w przypadku przystąpienia do naprawy lub renowacji posadzki betonowej niezbędne jest **wykonanie pełnego zakresu diagnostyki** posadzki, konstrukcji stanowiącej podłoże oraz warstwy wierzchniej [4], obejmującej:

- ocenę wizualną i badania makroskopowe posadzki, określenie miejsc uszkodzonych, w tym powierzchniowych przebarwień oraz złuszczeń;

- inwentaryzację rys (w tym pomiar ich szerokości), pomiar równości i spadków posadzki oraz kanałów odwodnienia liniowego; rozwartość rys powinna być pomierzona statycznie oraz dynamicznie pod obciążeniem zmiennym, zaś zmienność rozwarcia rys pod obciążeniem użytkowym;

- badania wytrzymałościowe betonu, tj. wycięcie z posadzki rdzeni do badań laboratoryjnych oraz wyznaczenie ilości zbrojenia rozproszonego w jednostce betonu; badania wytrzymałościowe zaleca się rozdzielić na warstwę górną i dolną posadzki;

- wyznaczenie układu, ilości, rodzaju i głębokości położenia zbrojenia sztywnego w przypadku posadzki połączonej monolitycznie z płytą konstrukcji nośnej;

- oznaczenie wilgotności powierzchniowej i wgłębnej betonu posadzki;

- badanie betonu na zawartość chlorków i innych związków chemicznych;

- badanie wytrzymałości betonu na odrywanie w teście *pull-off*;

- badanie posadzki na ścieralność.

Wykonanie badań posadzki w przedstawionym zakresie wraz z analizą dostępnej dokumentacji wykonawczej posadzki i konstrukcji, na której jest ułożona, pozwala na ustalenie przyczyn uszkodzeń i degradacji posadzki oraz konstrukcji, ocenę stopnia zagrożenia konstrukcji nośnej obiektu oraz przyjęcie optymalnego sposobu naprawy.

## Przykład naprawy

Przykładem ilustrującym przedstawioną metodykę jest naprawa posadzki o powierzchni 17 tys. m<sup>2</sup> w zespole pięciu budynków mieszkalnych o zróżnicowanej wysokości (od 6 do 14 kondygnacji) i wymiarach w planie, posadowionych na wspólnej płycie fundamentowej. Dwie kondygnacje podziemne (poziom –2 na płycie fundamentowej i poziom –1 na płycie stropowej) stanowią garaż podziemny pod całością zabudowy. Posadzki betonowe wykonano jako monolitycznie połączone z płytami konstrukcyjnymi, betonując w sposób ciągły najpierw płytę konstrukcyjną z betonu C30/37 grubości 25 cm, a następnie posadzkę z betonu C20/25 grubości 6 ÷ 15 cm. Betonowanie odbywało się na ułożonym zbrojeniu konstrukcyjnym płyty nośnej: prętach średnicy 12 mm w rozstawie co 12,5 cm ze stali A-IIIIN i prętach średnicy 8 mm w rozstawie co 10 cm zbrojących przeciwskurczowo posadzkę. Wskutek obciążenia prętów zbrojenia posadzki doszło do ich przemieszczenia w głąb płyty, przez co warstwa otuliny zbrojenia posadzki zwiększyła się średnio z 3 do 8 cm, co zostało potwierdzone diagnostyką doświadczoną laboratorium budowlanego. Podczas badań kontrolnych stwierdzono klasę betonu C40/50, a więc znacznie wyższą od projektowanej.

Po przekazaniu obiektu do eksploatacji stwierdzono zarysowania na górnej powierzchni posadzki mogące wskazywać na zagrożenie nośności płyty stropowej poziomu –1. Miały one charakter regularnych linii odpowiadających trajektoriom naprężeń głównych pomiędzy słupami i w połączeniu z liniowymi rysami w środku rozpiętości powierzchni dolnej mogły wskazywać na stan granicznego wyężenia konstrukcji. Przeprowadzona kompleksowa diagnostyka pozwoliła na ustalenie rozkładu zarysowań oraz ustalenie przyczyny po-

wstałych zarysowań. Rozwartość większości rys przekraczała wartość dopuszczalną 0,2 mm dla klasy ekspozycji XD3 (wg PN-EN 1992-1-1). Przecieki wody, chlorków i innych substancji przez strop w miejscach rys i spękań spowodowały uszkodzenie betonu i korozję zbrojenia, co potwierdziły badania. Stan taki może wywołać korozję wżerową prowadzącą w czasie eksploatacji do utraty nośności konstrukcji stropu, utratę warunków użytkowych obiektu przez przeciek wodorotlenku wapnia na samochody i uszkodzenia powłoki lakierniczej samochodów. Po kilku latach użytkowania zarysowania posadzki obniżyły jej walory estetyczne i mogły rodzić podświadome wrażenie zagrożenia u użytkowników.

**Analiza statyczno-wytrzymałościowa** wykazała, że nośność płyty stropowej była zapewniona, ale wskutek obniżenia położenia zbrojenia górnego, tzw. przeciwskurczowego (konstrukcyjne nie uległo obniżeniu) nie był spełniony warunek dopuszczalnej szerokości zarysowań na powierzchni górnej, co negatywnie wpłynęło na trwałość i niezawodność konstrukcji. W efekcie konieczne było podjęcie działań zabezpieczających polegających na zamknięciu rys powierzchni zarysowanej za pomocą powłok żywicznych. Podobna sytuacja wystąpiła na posadzce poziomu –2.

Wykorzystując pozytywne doświadczenia z innych obiektów, podjęto decyzję o naprawie posadzki z zastosowaniem rozwiązań systemowych firmy Sika. **Naprawa posadzki na poziomie –1** (na płycie stropowej) polega na:

- frezowaniu i śrutowaniu całej powierzchni istniejącej posadzki żywicznej;
- mechanicznym odkurzeniu powierzchni betonu;
- nacięciu istniejących rys liniowych za pomocą piły diamentowej na głębokość ok. 10 mm i szerokość 4 mm;
- wykonaniu iniekcji ciśnieniowej uszczelniająco-sklejającej za pomocą żywicy poliuretanowej Sika Injection 203 lub 306;
- wykonaniu elastycznej antypoślizgowej powłoki ochronnej z dodatkową warstwą membrany (jako warstwa izolacyjno-nawierzchniowa) na bazie żywic poliuretanowych Sikafloor 350/378.

Efektywnym sposobem naprawy zarysowań w miejscach postojowych i ciągach komunikacyjnych jest zastosowanie powłoki żywicznej w układzie:

- gruntowanie żywicą Sikafloor 161 z piaskiem kwarcowym 0,4 – 0,8 mm;
- membrana elastyczna z żywicy Sikafloor 350N;
- warstwa zasadnicza z elastycznej żywicy Sikafloor 375 z piaskiem kwarcowym 0,1 – 0,3 mm;
- warstwa buforowo-fakturowa z zasypką z piasku kwarcowego 0,4 ÷ 0,7 mm;
- warstwa zamykająca z żywicy Sikafloor 378 (w uzgodnionym kolorze).

**Technologia systemu posadzkowego Sikafloor 350/378** spełnia wymagania PN-EN 1504, PN-EN 1062-7 i niemieckich wytycznych ZTV-SIB OS-F/RiLi DafStb określających zdolność przenoszenia zarysowań od obciążeń statycznych i dynamicznych. Wykonanie posadzki na bazie żywic poliuretanowych z dodatkową warstwą membrany typu Sikafloor 350 oraz warstwą nośną Sikafloor 375/378 o łącznej grubości powłoki ok. 4,0 mm i fakturze chropowatej zapewnia zdolność przenoszenia zarysowań, przy czym membrana stanowi element zapewniający szczelność systemu. Ponadto powłoka jest wodo-

odporna, odporna na ścieranie oraz na środki ropopochodne, sole i inne występujące na parkingu podziemnym.

**Właściwości mechaniczne Sikafloor 350N:**

- wytrzymałość na rozciąganie ~5,0 N/mm<sup>2</sup> (DIN 53 504);
- twardość Shore A 60 (DIN 53 505);
- wydłużenie przy zerwaniu ~500% (DIN 53 504);
- zdolność przenoszenia zarysowań ~0,35 mm w temperaturze -20°C (statyczne i dynamiczne).

**Naprawa posadzki na poziomie –2** została również zaprojektowana na sprawdzonych rozwiązaniach firmy Sika. Naprawa pęknięć liniowych zostanie wykonana za pomocą iniekcji ciśnieniowej przy użyciu żywic poliuretanowych Sika Injection 201 i 203. Powłokę ochronną w miejscach naprawianych będzie stanowiła warstwa izolacyjno-nawierzchniowa na bazie żywic epoksydowych Sikafloor 263/264 grubości ok. 2,0 mm. W miejscach pęknięć niezbędne jest ułożenie laminatu szklanego zatopionego w żywicy epoksydowej.

Istotnym ograniczeniem wykonawczym, silnie rzutującym na jakość i niezawodność stosowanych rozwiązań technologiczno-materiałowych, jest temperatura otoczenia i podkładu betonowego w czasie wykonywania posadzek Sikafloor, która nie powinna być mniejsza od +10 °C i większa od +30 °C. Ponadto wilgotność względna powietrza nie powinna przekraczać 75%, a wilgotność podłoża betonowego 4%.

**Podsumowanie**

Naprawa posadzek betonowych przy użyciu powłok żywicznych jest efektywnym i często stosowanym sposobem odtworzenia właściwości użytkowych posadzek uszkodzonych i renowacji posadzek o dużym zużyciu nawierzchni. Podstawą powodzenia prac i trwałości naprawy jest właściwe i wiarygodne rozpoznanie podłoża oraz, w zależności od rezultatów diagnostyki, odpowiedni dobór rozwiązania materiałowo-technologicznego. Najistotniejszymi cechami podłoża betonowego w miejscu naprawy jest jego wytrzymałość na ściskanie i na odrywanie w teście *pull-off* oraz wilgotność.

**Literatura**

[1] Czarniecki L., Łukowski P., Naprawa i ochrona betonu zgodnie z PN-EN 1504, Materiały Budowlane, 2009 nr 2, 2 – 4, 22.  
 [2] Czarniecki L., Uszkodzenia i naprawy posadzek przemysłowych, Materiały Budowlane, 9, 2008, s. 20 – 24.  
 [3] Czarniecki L., Chmielewska B., Uszkodzenia i naprawy posadzek przemysłowych, XXIII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 2008, T. I, s. 215 – 254.  
 [4] Głowacka J.; Odpowiedzialność za wady fizyczne świadczenia w umowie o roboty budowlane, Materiały konferencyjne III Seminarium naukowo-technicznego Podłogi Przemysłowe 2011, s. 5 – 10.  
 [5] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A.; Diagnostyka konstrukcji żelbetowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011, 2013.  
 [6] Hajduk P.; Projektowanie podłóg przemysłowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.  
 [7] Parkingi piętrowe i podziemne, Kompleksowe rozwiązania powierzchni parkingowych, materiał informacyjny ze strony www.sikapoland.com.  
 [8] Starosolski Wł.; Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych, tom III, rozdział 6 Posadzki przemysłowe, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.  
 [9] Technical Report No. 34 of Concrete Society, Concrete industrial ground floors. A guide to design and construction, Third Edition.  
 [10] Tejchman J., Małasiewicz A.; Posadzki przemysłowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2006.