

WŁADYSŁAW RYŻYŃSKI

Biuro Usług Inżynierskich, Białystok

BENEDYKT KARCZEWSKI

ASTRA Technologie Betonu, Straszyn k. Gdańska

# Nawierzchnie betonowe zewnętrznych parkingów, placów składowych i manewrowych – cz. II

W specyfikacji zamówienia betonu na nawierzchnie parkingów zewnętrznych najczęściej podawana jest mrozoodporność F150, ale doświadczenia praktyczne wskazują na konieczność zwiększenia tego parametru do wartości F200 i wodoszczelności W10, tak jak dla nawierzchni lotniskowych.

Istotnym wymaganiem jest stosowanie kruszywa spełniającego wymagania odpowiedniej mrozoodporności zgodnie z normą PN-EN-12620:2004.

Klasa ekspozycji betonu ze względów środowiskowych XF4 (zagrożenie korozją w środowisku silnie zasyconym wodą ze środkami odładzającymi) wymaga ponadto, aby konstrukcja nośna płyty parkingu projektowana była z otuliną zbrojenia minimum 4 cm i płyta posadzki zbrojona była włóknami syntetycznymi. Wymagane jest stosowanie kruszywa łamanego, którego granulacja zależy od grubości płyty. W przypadku nawierzchni parkingów lub placów manewrowych wykonywanych bezpośrednio na gruncie grubość betonowej płyty konstrukcyjnej wynosi od 20 cm do 30 cm – w zależności od rodzaju obciążeń i podbudowy.

Jako zasadę przyjmować należy, aby grubość płyty nawierzchni była większa od 3-krotnej maksymalnej średnicy kruszywa mieszanki betonowej. Ważne dla dobrej eksploatacji nawierzchni parkingu (ścieralność i szorstkość) jest zastosowanie do mieszanki betonowej kruszywa o uziarnieniu do 8 mm (piasek i żwir, pospółka) oraz kruszywa łamanego o uziarnieniu 11/22 mm. Wykonanie dobrej mieszanki betonowej na nawierzchnię zewnętrzną parkingu tylko na bazie kruszywa naturalnego (piasek i pospółka) bez kruszywa łamanego jest praktycznie niemożliwe.

Zbrojenie betonowych nawierzchni parkingów zewnętrznych stanowi najczęściej zbrojenie rozproszone włóknami syntetycznymi, a w przypadkach, gdy poziom naprężeń rozciągających w betonie wynosi powyżej 4 MPa, wymagane są siatki

zbrojeniowe. Najczęściej są to prefabrykowane siatki zgrzewane ze stali A IIIIN o stosunkowo niewielkich średnicach – od 6 mm do 12 mm. Należy pamiętać, że otulina zbrojenia grubości 4 cm znacznie zmniejsza efektywność zbrojenia siatkami. Włókna stalowe (np. 50/1 mm lub 60/0,8 mm dozowane w ilości od 20 kg/m<sup>3</sup> do 30 kg/m<sup>3</sup>) praktycznie nie są już stosowane ze względu na niską odporność korozyjną w środowisku klasy XF4. Istotne kryteria oceny efektywności użytkowej włókien stalowych to korozja włókien przypowierzchniowych oraz działanie tnące na opony włókien odsłoniętych w trakcie eksploatacji.

Najczęściej jako podstawowe zbrojenie rozproszone (konstrukcyjne) stosowane są włókna polimerowe o średnicy 0,03 mm i długości 19 mm, 38 mm lub 54 mm (np. włókna *XRF*, *Forta Ferro* lub inne). Ich dozowanie jest wyznaczane w drodze obliczeń i zwykle wynosi od 1,5 kg/m<sup>3</sup> do 2,5 kg/m<sup>3</sup> betonu.

Jako uzupełniające zbrojenie przeciwskurczowe, przejmujące naprężenia w młodym betonie (w fazie skurczu plastycznego), stosowane są drobniejsze włókna kopolimerowe o średnicy około 0,001 mm i długości włókien do 2 mm (np. włókna *Fibermesh*) w ilości około 0,6 kg/m<sup>3</sup>. Powoduje to redukcję pękania plastycznego betonu, wzrost odporności na czynniki pogodowe i wzrost mrozoodporności. Część dostawców syntetycznego zbrojenia rozproszonego konfekcjonuje włókna konstrukcyjne wraz z włóknami przeciwskurczowymi w jednym opakowaniu, co zapobiega przypadkom zaniechania dodawania włókien przeciwskurczowych i powstawania mikrorys (tzw. cętki) w młodym betonie.

Praktyka pokazała, że niezbędne są również dodatkowe siatki zgrzewane zbrojenia ze stali żebrowanej o średnicy od 4 mm do 6 mm o oczkach od 10 cm do 15 cm. Siatki te, układane na dolnej strefie nawierzchni, zapobiegają zwiększonej dla tego rodzaju posadzek zewnętrznych tendencji do podnoszenia się naroży płyt. Ma to znaczenie szczególnie w przypadku płyty nawierzchni o grubości mniejszej od 10 cm i przy wykonywaniu nawierzchni w warunkach intensywnego nasłonecznienia.

Beton mrozoodporny i odpowiednio napowietrzony powinien być ze względu na wymaganą szorstkość zacierany na ostro, np. przez tzw. **szcztokowanie** lub **ryflowanie**. Posadzki betonowe na parkingach zewnętrznych projektowane są na użytkowanie przez pojazdy o ogumieniu pneumatycznym, co jest klasyfikowane jako oddziaływanie środowiskowe w zakresie ścieralności XM1 wg PN-EN-206-1:2003. Ścieralność według normy DIN 52108 powinna być mniejsza od  $12 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ .

Nawierzchnie parkingów zewnętrznych stanowią specyficzną grupę konstrukcji pod kątem oddziaływań zewnętrznych. Poza obciążeniami zewnętrznymi i skurczem betonu na etapie obliczeń spodziewać się należy innych rodzajów oddziaływań, powodujących znaczny wzrost naprężeń rozciągających w betonie nawierzchni. Są to oddziaływania środowiskowe związane z nasłonecznieniem płyty (zróżnicowanym ze względu na różne zacienienie pojazdami) i oddziaływania termiczne wynikające z warunków zimowych zarówno na etapie wykonywania robót, jak i w trakcie eksploatacji.

Największym niebezpieczeństwem i zagrożeniem dla wykonywanych nawierzchni parkingowych w warunkach zimowych i obniżonych temperatur jest ich przemrożenie. Może to być spowodowane zarówno wbudowywaniem betonu schłodzonego, w którym ciepło wiązania jest niewystarczające dla poprawnego wiązania mieszanki betonowej, jak i ochłodzeniem plastycznego, wiążącego betonu w źle zabezpieczonym miejscu wbudowania. Sytuacje takie zdarzają się w okresach: jesiennym i wiosennym, podczas realizacji robót prowadzonych w późnych godzinach wieczornych i przy pozostawieniu mieszanki betonowej bez należytej pielęgnacji (często niemożliwej do uzyskania w warunkach polowych oraz w sytuacji nagłego spadku temperatury). Efektem ubocznym wyżej opisanych warunków jest degradacja powierzchni parkingu, przejawiająca się pyleniem, kruszeniem i łatwym odspajaniem kruszywa z nawierzchni, co pokazano na fotografiach dołączonych do artykułu.

Wykonywanie nawierzchni polegające na układaniu mieszanki betonowej i jej pielęgnacji wraz z fazą zatarcia i utwardzenia związane jest z wieloma zagrożeniami wynikającymi z wykonywania robót na otwartej przestrzeni. Nasłonecznienie i przewiewy wiatru mogą spowodować przesuszanie nawierzchni, co skutkuje łuszczeniem się górnej warstwy. Ma to wpływ nie tylko na wytrzymałość betonu na górnej powierzchni, ale zwiększa też odkształcenia i paczenie się płyt nawierzchni. Zagrożeniem jest również opad deszczu w ciągu niewrażliwych 6 godzin od ułożenia mieszanki betonowej do jej zatarcia i utwardzenia. Dlatego też wykonanie nawierzchni parkingów zewnętrznych prowadzi się w warunkach atmosferycznych zapewniających stabilne i pewne prowadzenie robót. Najlepszy ►



Fot. 1. Uszkodzenia powierzchniowe nawierzchni, spowodowane niedostateczną mrozoodpornością betonu. Odślonięte zbrojenie stalowe powoduje zwiększone zużycie opon samochodów dostawczych i wózków widłowych



Fot. 2. Zdegradowana nawierzchnia placu manewrowego. Widoczne uszkodzenia nawierzchni betonowej, spowodowane oddziaływaniem rozsypanych resztek z uszkodzonych opakowań magazynowanej chemii budowlanej



Fot. 3. Nawierzchnia betonowa zdegradowana w warunkach zimowych z powodu zastosowania kruszywa ze zbyt dużą zawartością margli

▷ efekt można uzyskać, prowadząc je wieczorem pod namiotem zabezpieczającym z folii o wysokości pozwalającej na ich realizację lub przykrywając nawierzchnię folią lub fizeliną. Dodatkowo stosowany jest natrysk impregnatem powierzchniowym zapobiegającym odparowywaniu wody z betonu, co znacznie redukuje skurcz betonu w fazie plastycznej. Przerwy robocze i dylatacyjne ze względu na ścinanie zbroi się za pomocą prętów

lub blach dyblowych z pozostawieniem możliwości ruchów płyt prostopadłych do przerwy dylatacyjnej, analogicznie jak w posadzkach wewnętrznych. Zwrócenia uwagi wymaga problem napraw nawierzchni parkingów zewnętrznych. Naprawy te zwykle prowadzone są po kilkuletniej eksploatacji, gdy beton jest zdegradowany i zanieczyszczony chemicznie. Utrudnia to znacznie stosowanie standardowych mas naprawczych,

wymaga przygotowania powierzchni przez hydromonitoring lub piaskowanie bądź frezowanie z groszkowaniem. Nakładanie mas cienkowarstwowych nie zdaje egzaminu, zaleca się stosowanie wstawek w nawierzchnię o grubości około 4-5 cm bądź wycinanie całych uszkodzonych fragmentów nawierzchni i zastępowanie nowymi. Dużym ograniczeniem w wykonywaniu napraw często jest krótki termin usunięcia usterek, narzucony przez użytkownika parkingu. Zwykle jest to kilka lub kilkanaście godzin, połączone z niesprzyjającymi warunkami pogodowymi (deszcz, mróz, godziny wieczorne i nocne oraz znaczne dobowe wahania temperatury, np. w miesiącach wiosennych lub jesiennych).

### Uwagi końcowe

Betonowe nawierzchnie parkingów zewnętrznych należy projektować przy zachowaniu wymagań stawianych dla nawierzchni lotniskowych i mostowych w aspekcie oddziaływań środowiskowych. Kluczowym elementem jest poprawne wykonanie nawierzchni z betonu klasy C30/37 lub C35/45 o mrozoodporności F200, wodoszczelności W10, z napowietrzaniem na poziomie 5-6 proc. i zatarciem na ostro. Warunkiem koniecznym powodzenia robót jest rzetelna kontrola jakości betonu (jego produkcji, wbudowania i pielęgnacji), prowadzona przez niezależne od dostawcy betonu laboratorium posiadające niezbędny sprzęt do wykonania badań w zakresie mrozoodporności i napowietrzania. Pomiar napowietrzania powinien być wykonywany na odcinku wbudowania w płytę konstrukcyjną nawierzchni, gdyż pomiar dokonywany w betoniarni nie jest miarodajny.

Ważnym elementem prowadzenia robót jest plan zapewnienia jakości, przyjęty przez strony biorące udział w wykonaniu nawierzchni, pomocny w ewentualnym postępowaniu ustalającym winnych wystąpienia wady nawierzchni. Wynikające z planu zapewnienia jakości karty technologiczne przekazywane przez kierownika budowy wszystkim uczestnikom wykonania nawierzchni są coraz częściej spotykanym elementem praktyki i doświadczenie wskazuje na efektywność takiego działania. □