

Technologie układania betonowych kostek i płyt brukowych

TEORIA A PRAKTYKA

Aktualnymi w Polsce normami, podczas produkcji oraz wprowadzania do obrotu wyrobami budowlanymi prefabrykatów betonowej galanterii drogowej, są PN-EN 1338:2005/AC:2007 „Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań” oraz PN-EN 1339:2005/AC:2007 „Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań”. Normatywy te zawierają szereg wymogów techniczno-użytkowych, których obowiązek spełnienia spoczywa na Producencie. Pomimo tego, nadal przez wielu Wykonawców na budowach podważane są obowiązujące tolerancje wymiarowe gotowych wyrobów

dr inż. Grzegorz Śmierka

*Dyrektor ds. produkcji
ZPB Kaczmarek*

Wykorzystywana obecnie technologia produkcji wibroprasowanych kostek oraz płyt brukowych bazuje na formach stalowych, służących formowaniu prefabrykatu z wilgotnej mieszanki betonowej. Stosowany stos okruszowy powoduje, iż w momencie wibrowania, a następnie rozszalowania powstają znaczne siły tarcia kruszywa o ściany form, skracające ich żywotność. Przyjęło się, iż średnia trwałość form do produkcji kostek lub płyt brukowych wynosi około 50 000-60 000 cykli produkcyjnych.

Dla zobrazowania trwałości tego elementu składowego linii produkcyjnej, można przedstawić proste wyliczenie pokazujące jak często konieczna jest jego wymiana. Zakładając wydajność maszyny wibroprasującej na poziomie 1 500 cykli na zmianę i przemnażając to przez trzy zmiany oraz dwa tygodnie pracy maszyny po sześć dni w tygodniu (w szczycie sezonu), eksploatacja formy wynosi 54 000 cykli produkcyjnych, co oznacza niemalże jej pełne zużycie. Co jednak najważniejsze, produkty wytworzone na jednej formie w początkowym i końcowym okresie jej eksploatacji będą różniły się między sobą nawet o kilka milimetrów.

DOPUSZCZALNE TOLERANCJE WYMIARÓW RZUTU PREFABRYKATÓW A WYKONAWSTWO

W tablicy 1 normy PN-EN 1338, autorzy podali dopuszczalne odchyłki w długości, szerokości oraz wysokości niższych od 100 mm. Wyno-

szą one odpowiednio +/- 2 mm, +/- 2 mm oraz +/- 3 mm. W normatywie dotyczącym płyt brukowych do 600 mm, tj. PN-EN 1339, w tablicy 1 dla klasy 2, zapisano analogiczne wartości dopuszczalnych odchyłek. Można więc na przykładzie najpopularniejszego kształtu betonowej kostki brukowej typu Holland stwierdzić, iż przy deklarowanych przez Producenta wymiarach 98 mm x 198 mm x 80 mm, dopuszczalne są prefabrykaty o wymiarach 96 mm x 196 mm x 77 mm, jak i 100 mm x 200 mm x 83 mm. Wydawałoby się, iż są to rozbieżności nie do zaakceptowania podczas prac brukarskich, a jednak przy właściwym podejściu Wykonawcy do technologii układania dające się pogodzić.

Najważniejsze podczas prowadzenia prac brukarskich jest dopilnowanie, aby na teren inwestycji dostarczano towar z jednej partii produkcyjnej lub partii następujących bezpośrednio po sobie, z tej samej formy. Zabieg taki gwarantuje bezproblemowe w rzucie ułożenie kostek, gdyż przyjmuje się, iż zużycie formy poniżej 50% powoduje zmianę wymiarów w planie o maksymalnie 1 mm. Jak wcześniej udowodniono, takie zużycie form może spowodować jednotygodniową ich eksploatację. Wszystkie te odchyłki wymiarowe, dzięki wyposażeniu powierzchni bocznych w tzw. dystanse, można niwelować poprzez tzw. „prostowanie” linii od np.: sznurka. Odpowiednie rozsuwanie kostek, specjalnie przygotowanym do tego celu przyrządem, umożliwia w zależności od konieczności, dzięki rozsuwaniu

bądź zbliżaniu do siebie kolejnych prefabrykatów, ułożyć place o znacznych powierzchniach. Dodatkowo należy zauważyć, iż dopuszczalne odchyłki zawierają w sobie również tzw. efekt beczki, pojawiający się czasami przy nadmiernej wilgotności mieszanki betonowej.

Podnoszone często uwagi dotyczące mniejszych tolerancji wymiarowych wyrobów ceramicznych, takich jak kafli, są bezzasadne, gdyż w większości podlegają one innym procesom technologiczno-produkcyjnym oraz niejednokrotnie dodatkowej obróbce mechanicznej (szlifowanie), zapewniającej tym samym gotowym wyrobom wyższe dokładności wykonania.

DOPUSZCZALNE TOLERANCJE WYSOKOŚCI PREFABRYKATÓW A WYKONAWSTWO

Wszystkie powyższe rozważania dotyczyły wymiarów prefabrykatów w rzucie, natomiast kwestia dopuszczalnych odchyłek wysokości wygląda zupełnie inaczej. Końcowa wysokość betonowych kostek i płyt brukowych zależy od wielu czynników:

- rodzaju mieszanki betonowej, a dokładnie jej niejednorodności;
- prędkości zasypywania nią formy metalowej;
- ustawienia maszyny wibroprasującej, tj. długości i częstotliwości wibracji, co ma bezpośredni wpływ na jej moc;
- losowości zależnej między innymi od hydrauliki i automatyki stosowanej w procesie wibroprasowania.

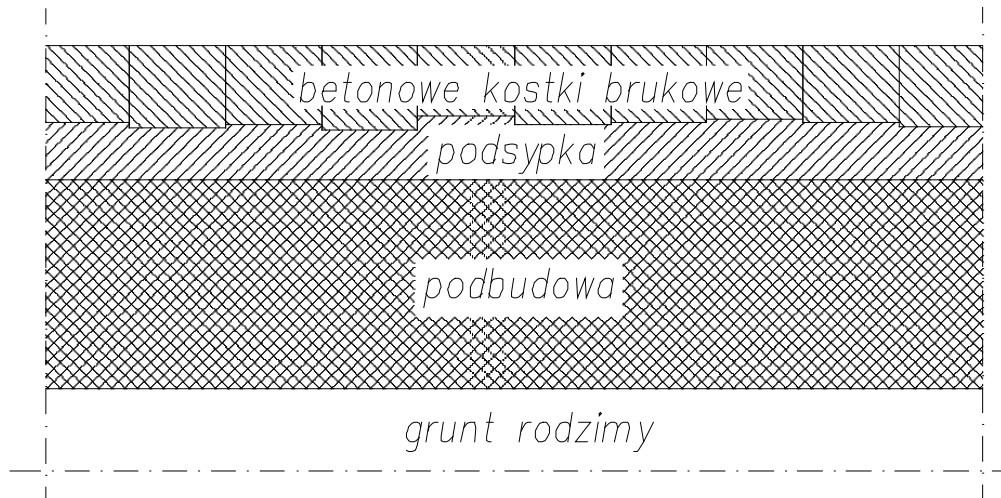
Wszystkie te czynniki wpływają na potencjalne rozbieżności w końcowej wysokości wytwarzanych prefabrykatów. Przyjęcie w normatywach wymiarowych wysokości tolerancji ± 3 mm, wymusza na Wykonawcach stosowanie odpowiedniej technologii układania, umożliwiającej ułożenie płaskiej i równej nawierzchni z wyrobów z różnych partii produkcyjnych.

Zgodnie z definicją PN-EN1338 oraz PN-EN 1339 „betonowa kostka (lub płyta) brukowa, jako materiał nawierzchni, przeznaczona jest dla ruchu pieszego i kołowego oraz na pokrycia dachowe, np.: drogi dla ruchu pieszego, strefy dla pieszych, ścieżki rowerowe, parkingi samochodowe, drogi, autostrady, obszary przemysłowe (łącznie z dokami i portami), nawierzchnie brukowe na lotniskach, przystankach autobusowych, stacjach paliw”. W każdym z tych przypadków, za szeroko pojętą trwałość, czyli między innymi nośność ciągów komuni-

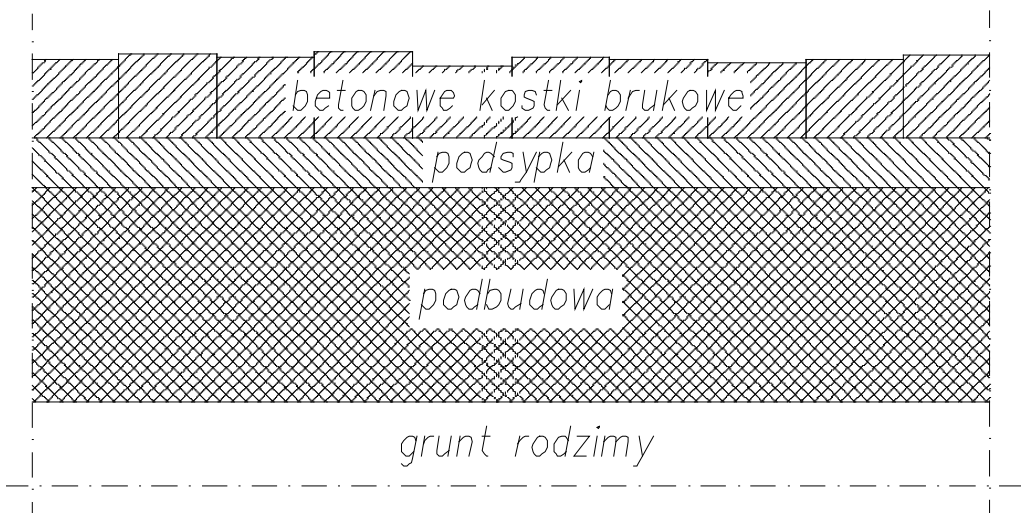


Fot. 1. Strukturalne zniszczenie betonu – wykruszenie zaczynu

Rys. 1. Właściwe wykonanie podsypki w konstrukcji ciągu komunikacyjnego



Rys. 2. Niewłaściwe wykonanie podsypki w konstrukcji ciągu komunikacyjnego



kacyjnych, odpowiada budowa ich konstrukcji nośnych – podbudów. Betonowe prefabrykаты drogowе, ułożone na warstwie podsypki, pełnią jedynie funkcję nawierzchni. Chcąc więc zapewnić wymaganą nośność ciągu komunikacyjnego, należy właściwie przygotować podbudowę, na której następnie rozściela się dywanik luźno rozsypanego piasku. Jego podstawową funkcją jest przejście, podczas wibrowania ułożonych kostek lub płyt betonowych, dopuszczalnych odchylek w tolerancji wykonania ich wysokości, zgodnie z rys. 1.

Luźna podsypka daje Wykonawcy szansę wykonania równej nawierzchni, podczas gdy jej wstępne zawibrowanie bądź też rozłożenie listwą wibracyjną, całkowicie uniemożliwia właściwe wykonanie nawierzchni. Zagęszczona podsypka nie poddaje się wibracjom przenoszonym przez

kostkę betonową, co wielokrotnie doprowadza do strukturalnego zniszczenia betonu – wykruszenia zaczynu, zgodnie z rys. 2 oraz fot. 1.

JAKOŚĆ A TEMPO ROBÓT

Przytoczone powyżej przykłady niewłaściwej technologii układania betonowych bruków, spowodowane są chęcią przyspieszenia robót budowlanych przez Wykonawców, co niejednokrotnie daje złudny efekt. Jest to szczególnie widoczne podczas prac wykonywanych mechanicznie. Wózek z automatycznym chwytakiem waży około 800 kg, co z warstwą kostek lub płyt betonowych oraz operatorem generuje w momencie postoju maszyny równomierny nacisk na jedno koło (zwykle 4 szt.) około 250 kg, a w momencie pracy i występowania mimośrodków obciążenia (z powodu wysuniętego



Fot. 2-3. Efekty przedłożenia robót nad jakość końcowej nawierzchni - zawibrowana podsypka

chwytaka) niemalże 500 kg. Betonowe kostki brukowe, ułożone na luźnym piasku, nie mogą być miejscowo obciążane taką siłą, więc podsypka jest zagęszczana do tego stopnia, aż nie pozostaje na niej odcisk stopy pracownika. Umożliwia to mechaniczne układanie w ciągły zmiany nawet kilkuset metrów kwadratowych

nawierzchni, odkładając zagęszczanie ułożonej nawierzchni na koniec dnia (co de facto jest już niepotrzebne). Jest to typowe przedłożenie tempa robót nad jakość ich wykonania – fot. 2 i 3. Postępując zgodnie z zasadami ogólnie zwanej sztuki budowlanej oraz technologii prowadzenia robót brukarskich, dzięki sukcesywnemu

układaniu prefabrykatów na długości wysięgu chwytaka, tj. dwóch cykli produkcyjnych, a następnie zagęszczaniu ułożonych wyrobów płytą wibracyjną z zabezpieczeniem z przekładką, z tworzywa sztucznego lub elastomeru, można pogodzić wysokie tempo prac oraz właściwy stan nawierzchni.

Dzięki zagęszczaniu podsypki po ułożeniu prefabrykatów, kostki niższe osiadają mniej, natomiast wyższe więcej, zgodnie z rys. 1. Dodatkowe wypełnienie szczelin pomiędzy kostkami materiałem sytkim – piaskiem, wprowadza pomiędzy układane elementy siły tarcia, dodatkowo wspomagające nawierzchnię w przenoszeniu obciążeń zewnętrznych.

Wielokrotnie w celu dodatkowego zwiększenia nośności nawierzchni, Wykonawcy stosują zamiast podsypki piaskowej mieszaninę piasku z cementem. Jest to dopuszczalne rozwiązanie pod warunkiem przestrzegania podstawowych zasad z technologii betonu, tj. podsypkę należy rozłożyć i zawibrować, poprzez ułożone kostki lub płyty, przed czasem określającym początek czasu wiązania cementu. Mechaniczna obróbka nawierzchni po około 2-3 godzinach zaburza proces wiązania cementu, natomiast po około 5-6 godzinach nieodwracalnie niszczy strukturę świeżego betonu (jastrychu).

W wielu przypadkach, szczególnie w okresach letnich, tj. wysokich temperatur powietrza, można zauważyć w godzinach porannych, na budowach, tzw. samochody-wanny z mieszaną cementu i piasku, która układana i „wyrabiana” jest do późnych godzin wieczornych. Co gorsza, autor niniejszego artykułu, wielokrotnie był świadkiem sytuacji, w których nadmiar zaplanowanych robót, uniemożliwił zagęszczenie ułożonego towaru w ten sam dzień. Efektem tego typu zabiegów są charakterystyczne ślady przetarć po obwodzie prefabrykatów, powstałe na elementach wystających ponad sąsiednie, delikatnie obniżone (sytuacja, którą można stwierdzić po ułożeniu łąty lub poziomnicy), gdyż użycie zagęszczarki następnego dnia dało mizerny efekt.

Odpowiedzialne stosowanie „wzmocnienia” podsypki piaskowej cementem, w przypadkach dużych obciążeń komunikacyjnych, zabezpiecza nawierzchnię przed ewentualnym kilkumilimetrowym osiadaniami niedowibrowanej podsypki.

Należy jednakże zauważyć, iż „wzbogacenie” podsypki piaskowej o spoiwo może generować dwa dodatkowe problemy, a mianowicie:

BETONOWE PREFABRYKATY DROGOWE, UŁOŻONE NA WARSTWIE PODSYPKI, PEŁNIĄ JEDYNIĘ FUNKCJĘ NAWIERZCHNI

- nieodwracalne zanieczyszczenie układanej nawierzchni cementem, szczególnie bolesne dla Inwestora w przypadku, tzw. wyrobów szlachetnych;
- znaczne utrudnienie wymiany pojedynczych kostek, uszkodzonych np.: mechanicznie bądź w wyniku zanieczyszczenia.

WPŁYW WYMAGAŃ NORMOWYCH NA RZECZYWISTOŚĆ

Ostatnim aspektem dopuszczania przez dokumenty odniesienia tolerancji wymiarowych w rzucie +/- 2 mm są rozbieżności w rzeczywistej powierzchni pokrywanej układanym towarem. W przypadku dwóch skrajnych tolerancji wymiarowych różnica w powierzchniach krycia dla kostek Holland, wyprodukowanych w odpowiednio podwymiarze i nadwymiarze, wynosi:

$$(96 \text{ mm} \times 196 \text{ mm}) / (100 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}) = 0,9408$$

Oznacza to niemalże 6% różnicę w wypełnieniu układanej powierzchni. Zamówienie składane jednakże w oparciu o deklarowane wymiary modularne, tj. 98 mm x 198 mm, może różnić się od końcowego efektu o maksymalnie 3% krytej powierzchni. Należy również zauważyć, iż wpływ tolerancji wymiarowych na produkowane wyroby jest tym większy, im mniejszy wymiar boku posiadają prefabrykaty.

PODSUMOWANIE

Pojawiające się ostatnimi laty głosy w prasie branżowej, tj. środowisk bezpośrednio stykających się z tego rodzaju wyrobami budowlanymi, jak np.: stowarzyszenia cyklistów, niemających jakiegokolwiek wiedzy merytorycznej na temat technologii produkcji i montażu betonowych kostek czy płyt brukowych, podsycane są niestety nieświadomością przez Projektantów i Wykonawców tego rodzaju robót budowlanych. Ci pierwsi, projektując ścieżki rowerowe z kostek fazowanych, automatycznie zniechęcają przyszłych użytkowników do korzystania z ich nawierzchni, gdyż idealnym do tego celu produktem są jedynie wyroby niefazowane bądź pojawiające się ostatnio mikrofazowane. Drugi, częściowo poprzez swoje doświadczenie, zapisy dokumentacji budowlanych bądź SST, nieświadomie zaniżają końcową jakość nawierzchni poprzez przyjęcie złej technologii układania, niegwarantującej uzyskania na końcu zamierzonego efektu. Można by rzec – sami jesteście sobie winni.

WPŁYW TOLERANCJI WYMIAROWYCH NA PRODUKOWANE WYROBY JEST TYM WIĘKSZY, IM MNIJSZY WYMIAR BOKU POSIADAJĄ PREFABRYKATY