

Współczesne posadzki przemysłowe

Dr inż. Wojciech Drozd, mgr inż. Marcin Kowalik, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych elementów budynku jest podłoga i jej warstwa wierzchnia, czyli posadzka. Podłoga jest głównym elementem wykończenia umożliwiającym swobodne, bezpieczne poruszanie się ludzi, środków transportu i zwierząt, właściwe składowanie materiałów, prawidłową eksploatację wyposażenia technologicznego oraz dającym możliwość kształtowania estetycznego wnętrza.

Posadzki są nieodzowną częścią każdej inwestycji budowlanej. Począwszy od małych inwestycji, tj. domy jednorodzinne, mieszkania, garaże osiedlowe, małe punkty handlowo-usługowe itp., a skończywszy na wielkomiarowych inwestycjach, takich jak galerie handlowe, hale produkcyjne, obiekty sportowe, hurtownie czy też hale logistyczne.

Posadzki muszą być funkcjonalnie i ekonomicznie, dostosowane do warunków eksploatacji budownictwa mieszkaniowego, ogólnego oraz zakładów przemysłowych.

Przewidywane obciążenia, trwałość i indywidualne względy estetyczne wyznaczają drogę poszukiwania właściwego rozwiązania. Jedynie wzajemnie dopasowane materiały wraz z dokładnie opracowaną technologią wykonywania robót mogą spełnić wysokie wymagania inwestorów i użytkowników.

2. Ogólne informacje o posadzkach przemysłowych

Posadzka to wierzchnia, użytkowa warstwa podłogi, układana na konstrukcyjnym elemencie lub trwale z nim połączona za pomocą warstwy szepnej i ewentualnie zamocowania mechanicznego.

Posadzki przemysłowe (inaczej nawierzchnie przemysłowe) definiuje się jako te nawierzchnie, które nie służą celom mieszkalnym i nie są wykorzystywane jako nawierzchnie dróg i ulic. W nomenklaturze międzynarodowej występują pod nazwą industrial floors.

Podstawową funkcją posadzki jest przenoszenie obciążeń mechanicznych, przy zachowaniu jej przydatności użytkowej przez określony przedział czasu w warunkach oddziaływania określonych czynników. Posadzki przemysłowe zyskują w ostatnich latach na znaczeniu, ponieważ szereg nowych inwestycji budowlanych to hale przeznaczone na działalność magazynową, produkcyjną i usługową. Jednym z ważniejszych elementów konstrukcyjnych takich hal jest właśnie posadzka.

3. Konstrukcja posadzki

Posadzka przemysłowa jest konstrukcją warstwową, opierającą się na podłożu gruntowym lub na stropie. Każda warstwa odgrywa określoną rolę w przenoszeniu obciążeń na podłoże lub w zabezpieczeniu jej przed czynnikami zewnętrznymi. Trzy podstawowe warstwy posadzki to: podkład, podbudowa i podłoże gruntowe.

Podkład stanowi podstawową warstwę nośną posadzki. Jest równocześnie warstwą, na którą zwykle bezpośrednio działają obciążenia oraz większość czynników destrukcyjnych. Warstwie tej stawia się też najwięcej wymagań. Podkłady wykonywane są zwykle z betonu klasy C20/25-C35/45 i z betonu modyfikowanego żywicami, natomiast w sporadycznych przypadkach jako elementy żelbetowe, a niekiedy strunobetonowe. Od kilkunastu lat, w naszym kraju, podkłady najczęściej są wykonywane z fibrobetonu, zbrojonego włóknem rozproszonym. Podkłady dzielone są na płyty o wymiarach wynikających z analizy ich odkształceń termicznych i skurczowych. Zawierają różnego rodzaju szczeliny: pozorne (przeciwi-skurczowe), robocze i dylatacyjne.

Podbudowa stanowi warstwę wyrównawczą pod podkład i ewentualnie ocieplenie oraz przenosi obciążenia z podkładu na podłoże gruntowe. Podbudowa wykonywana jest jako warstwa dobrze zagęszczonego żwiru lub tłucznia, z dodatkiem niewielkiej ilości cementu. W Polsce podbudowę najczęściej stanowi warstwa betonu klasy co najmniej C8/10.

Podłoże gruntowe powinno mieć odpowiednią nośność, równomierne zagęszczenie pod całą powierzchnią posadzki oraz uregulowane stosunki wodne.

Oprócz tych trzech podstawowych warstw, w zależności od rodzaju posadzki i jej warunków eksploatacji w posadzce mogą wystąpić inne warstwy:

- ocieplenie posadzki, które wymagane jest w pomieszczeniach z przebywającymi ludźmi;
- warstwa poślizgowa, która ma za zadanie umożliwić płytom podkładu niezależne odkształcenia na podbudowie. Jako warstwę poślizgową stosuje się zwykle jedną lub dwie warstwy folii polietylenowej, położonej równo bez fałd, z zakładami nie mniej niż 500 mm. Dwie warstwy folii zmniejszają współczynnik tarcia o około 40%. Głównym zadaniem warstwy poślizgowej jest: zmniejszenie tarcia między podbudową a podkładem, zmniejszenie wielkości naprężeń rozciągających, wywołanych skurczem i zmianami temperatury, zapobieganie przemieszczaniu się wilgoci i pary z podbudowy do podkładu oraz zapobieganie wnikaniu materiału z podbudowy

- do betonu podkładu podczas jego formowania;
- warstwa izolacji przeciwwilgociowej, którą stanowi jedna lub dwie warstwy folii polietylenowej (rzadziej warstwy papy). W przypadku wysokich i zmiennych poziomów wody gruntowej izolacja ta wykonywana jest z folii termozgrzewalnych;
 - warstwa wyrównawcza (zaprawa lub zaprawa modyfikowana żywicą syntetyczną) stosowana zwykle pod warstwą ocieplającą układaną na starej nierównej posadzce;
 - warstwa nawierzchniowa, którą najczęściej stanowi utwardzona powierzchnia betonowa ewentualnie powłoka lub warstwa jastrychu, wykonana na bazie żywic syntetycznych, ułożona na podkładzie.

4. Klasyfikacja posadzek przemysłowych

Posadzki przemysłowe można sklasyfikować przyjmując różne kryteria podziału. Ze względu na **materiał podkładu** rozróżnia się posadzki betonowe i coraz częściej stosowane mieszanki betonowe modyfikowane z dodatkiem mikrokrzemionki, żywic syntetycznych, a przede wszystkim włókien rozproszonych:

- betonowe ze zbrojeniem rozproszonym, które są najczęściej stosowane w wykonawstwie posadzek przemysłowych;
- żelbetowe, które wykonywane są sporadycznie w przypadku dużych, nietypowych obciążeń lub specjalnych wymagań. Najczęściej są to podkłady zbrojone siatkami o wymiarach oczek 150 x 150 mm² [8]. Niekiedy zbrojenie płyt podkładów wykonuje się w celu ograniczenia propagacji rys skurczowych. Nie zawsze jednak spełnia ono swoje zadanie, zwłaszcza w przypadku skurczu plastycznego, tj. skurczu występującego po kilku godzinach od momentu wykonania podkładu;
- gipsowe, które wykonywane są z gipsu budowlanego półwodnego, anhydrytu lub estrichgipsu. Ze względu na niską wytrzymałość tych spoiw oraz ich małą odporność na działanie wody wykonywane są z nich posadzki drugorzędne, pracujące w suchych pomieszczeniach;
- magnezjowe, które są skuteczne przy dużych obciążeniach mechanicznych w pomieszczeniach suchych i są odporne na benzyny i oleje, ale nie na kwasy i zasady;
- asfaltobetonowe, które są mało odporne na działanie rozpuszczalników (benzyna, oleje) oraz kwasy organiczne. Ograniczone są także możliwości nadawania im różnych barw.

Ze względu na **usytuowanie w obiekcie**, rozróżnia się posadzki:

- leżące na gruncie, które wymagają izolacji termicznej i przeciwwilgociowej,
- leżące na stropach nad piwnicami i pomieszczeniami nieogrzewanymi, posadzki te powinny uzupełnić izolacyjność cieplną stropów oraz zapobiegać przenikaniu pary wodnej,

– leżące na stropach międzypiętrowych, posadzki te powinny poprawić akustyczność przegród oraz izolacyjność cieplną,

– leżące w pomieszczeniach mokrych, posadzki te wymagają izolacji wodoszczelnej w postaci papy asfaltowej lub folii izolacyjnej z tworzyw sztucznych.

W zależności od **sposobu połączenia podkładu z podbudową**:

– niezwiązane z podbudową (tzw. pływające), są to posadzki o grubościach 120–260 mm, w których podkład oddzielony jest od podbudowy jedną lub dwiema warstwami folii polietylenowej o grubości rzędu 0,2 mm. Folia stanowi warstwę poślizgu dla podkładu, umożliwiając mu niezależne od podbudowy odkształcenia spowodowane skurczem lub naprężeniami termicznymi. Folia powinna być ułożona równo, bez fałd, na zakład minimum 50 cm. Ze względu na trwałość oraz stosunkowo niewielki koszt wykonania, jest to w chwili obecnej najczęściej stosowany rodzaj posadzki w supermarketach, magazynach, halach produkcyjnych;

– związane z podbudową o grubości zwykle 50–70 mm, a niekiedy do 120 mm, z betonu klasy nie niższej niż C20/25, układane metodą „mokre na mokre” lub w przypadku starych elementów betonowych, spełniających rolę podbudowy – za pośrednictwem warstwy szczerwnej.

W zależności od **podstawowych wymagań użytkowych** posadzki można podzielić na dwie grupy:

– posadzki odporne na ścieranie. Posadzki te stanowią około 80% wszystkich wykonywanych posadzek w Polsce. Obejmują one wszystkie nawierzchnie magazynowe oraz większość nawierzchni supermarketów i zakładów produkcyjnych. Posadzki takie muszą sprostać znacznym obciążeniom eksploatacyjnym, mieć wysoką odporność na ścieranie i obciążenia udarowe. Powinny być równe, szczelne i łatwe w czyszczeniu. Trwałość powinna zapewnić jej nieprzerwaną pracę bez napraw przez okres kilku dziesięcioleci. Przy szczególnie intensywnym ruchu, zalecane jest polepszenie właściwości wierzchniej warstwy betonu przez jej utwardzenie metodą suchej posypki. Wykonuje się ją poprzez rozsypanie i wtarcie posypki w świeżą, ale częściowo już stwardniałą mieszankę betonową podkładu;

– posadzki chemoodporne – są to zwykle posadzki z betonu modyfikowanego włóknem rozproszonym stalowym, impregnowane żywicami lub z żywiczną warstwą nawierzchniową. Impregnaty lub warstwy żywiczne stosowane przede wszystkim jako ochrona przed agresywnym działaniem środków chemicznych doszczelniają górną powierzchnię betonu, ograniczając wnikiwanie w podkład różnego rodzaju mediów agresywnych, smarów, olejów i wody. Warstwy te w doskonalym sposobie zapobiegają efektowi pylenia się betonu. Posadzki te stosowane są w zakładach produkcyjnych, a przede wszystkim w zakładach przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, laboratoriach chemicznych, a także w magazynach o niezbyt intensywnym ruchu pieszym lub kołowym. Żywiczne warstwy nawierzchniowe stosowane są od 40 lat.

W zależności od **specjalnych wymagań użytkowych** wyróżniamy posadzki:

- ognioodporne, są to podkłady z betonu klasy co najmniej C25/30, modyfikowane włóknami stalowymi lub innymi ze stali szlachetnej. Odporność betonu na wysokie temperatury można zwiększyć, stosując mikrowypełniacze – zmielone, co najmniej do miąższości cementu takie materiały, jak np. szamot, wypalone gliny ogniotrwałe, popiół lotny, żużel wielkopieczowy, ceramika, korund i inne materiały bogate w krzemionkę;
- antyelektrostatyczne (nieiskrzące). W celu umożliwienia odprowadzenia ładunków elektrostatycznych z powłok żywiczych do żywicy wprowadza się materiały przewodzące takie jak grafit, sadza czy włókna węglowe;
- woskoodporne na udarność. Zalecany skład betonów odpornych na uderzenia; klasa nie mniejsza niż C25/30, kruszywo naturalne łamane (bazalt, diabaz, dioryt, gabro). Betony te zwykle modyfikowane są dodatkiem włókien stalowych w ilości co najmniej 30 kg/m³;
- wodoszczelne i odporne na benzynę, oleje i tłuszcze. Szczelność betonu zwiększa się, stosując dodatki obniżające przesiąkliwość betonu przez zamknięcie otwartych porów kapilarnych. Środki te to popioły lotne, wapno hydratyzowane, bentonit, mączki kamienne i inne materiały o wysokim stopniu rozdrobnienia. Stosowanie tych dodatków ze względu na ich wysoką wodożądność wymaga równoległego stosowania plastyfikatorów lub superplastyfikatorów;
- mrozooodporne, są wykonane z betonu klasy nie mniejszej niż C25/30 z domieszkami napowietrzającymi, wprowadzającymi do betonu bardzo drobne, zamknięte pęcherzyki powietrza. Pęcherzyki te zamykają kapilary i stanowią wolne przestrzenie, do których może się przemieszczać woda zwiększająca swoją objętość przy przechodzeniu w lód.

5. Rodzaje posadzek stosowanych w budownictwie i ich zastosowanie

Posadzki betonowe

Najczęściej znajdują zastosowanie jako podkłady posadzek. Powstają z mieszanki betonowej i po wyschnięciu tworzą płytę monolityczną, mogą być zbrojone różnymi rodzajami zbrojenia, uzależnione to jest od przyszłych obciążeń posadzki. Mogą tworzyć ostatecznie posadzki jedynie wtedy, gdy do mieszanki betonu dodane zostaną chemiczne materiały zwiększające ścieralność.

Posadzki betonowe utwardzone powierzchniowo

Potocznie metoda ta nosi nazwę „suche na mokro”. Mieszanka betonowa powinna mieć klasę betonu minimum C25/30, a następnie zostanie utwardzona utwardzaczem proszkowym i zatarta na gładko zacieraczkami mechanicznymi. Znajdują zastosowanie w halach produkcyjnych, magazynowych, parkingach, supermarketach i w wielu innych tym podobnych obiektach.

Posadzki betonowe impregnowane

Posadzki tego typu wykonuje się jednocześnie z płytą nośną betonową. Mają one zastosowanie wszędzie tam, gdzie zależy nam na bardzo mocnej, niepylącej i łatwej do utrzymania w czystości posadzce przemysłowej. Są one każdorazowo projektowane tak, aby spełniać indywidualne wymogi każdego klienta. Odpowiednio dobrane receptury mieszanki betonowej, indywidualnie zaprojektowana ilość zbrojenia rozproszonego oraz najwyższa jakość wykonania stwarzają nową jakość wśród posadzek przemysłowych. Posadzki te mają grubość co najmniej 12 cm. Wykonywane są na już istniejących posadzkach traktowanych jako podbudowa lub w przypadku nowych inwestycji na podbudowie z betonu. Posadzki tego typu są odporniejsze na ścieranie. Po wtarceniu i utwardzeniu się warstwy powierzchniowej posadzki mogą zostać pokryte impregnatem żywiczym w celu uszczelnienia posadzki, podniesienia jej odporności chemicznej oraz ujednolicenia barwy. Impregnacja zabezpiecza beton przeciwko pyleniu i wykruszaniu się na skutek obciążeń tocznych i ruchu pieszych. Zapobiega wnikaniu w beton wody, olejów, paliw i innych mediów powodujących korozję betonu. Zaimpregnowaną posadzkę można bardzo łatwo czyścić.

Posadzki samopoziomujące

Posiadają zdolność samopoziomowania – pozwala to uzyskać poziomą i gładką powierzchnię nawet w dużych pomieszczeniach, bez konieczności stosowania listew prowadzących i ściągania masy łatami.

Powłoki żywiczne

Występuje w budownictwie kilka rodzajów żywic, mają one szerokie zastosowanie i dobierane są odpowiednio do przeznaczenia obiektów, a najczęściej znajdują zastosowanie tam, gdzie wymagają tego przepisy. Na pewno zwiększają żywotność i estetykę posadzek, dlatego stosowanie powłok żywicznych w dużej mierze zależy od portfela inwestora.

Posadzki epoksydowe

Na szczególną uwagę zasługuje możliwość wykorzystania kompozycji epoksydowych do posadzek przemysłowych. Zarówno tych najprostszych i najtańszych, stosowanych na przykład w garażach, warsztatach, magazynach, jak i posadzek o wysokich opornościach mechanicznych i chemicznych, z zastosowaniem w magazynach i halach produkcyjnych. Posadzki epoksydowe stanowią bardzo często stosowany wariant wykończenia podłoża betonowego. Ze względu na rosnące wymagania dla wielu sektorów działalności produkcyjnej np. przemysł spożywczy, przetwórczy, farmaceutyczny coraz powszechniej stosuje się tego typu rozwiązania w obiektach, gdzie zachodzi potrzeba zwiększonej odporności chemicznej, wysokiej estetyki i łatwości w utrzymaniu czystości posadzek.

Ich powierzchnia może być gładka lub mieć charakter przeciwpoślizgowy. Pozbawiona jest spoin i dylatacji, co zwiększa ich trwałość. W celu nadania indywidualnego charakteru, stosuje się dodatek barwnego wypełniacza lub kruszywa kwarcowego, barwionego lub naturalnego.

Posadzki poliuretanowe

Zawierają żywice poliuretanowe o gładkiej lub przeciwpoślizgowej powierzchni, zaprojektowane są do pracy w warunkach stale narażonych na działanie chemikaliów. Posadzki poliuretanowe charakteryzują się wysoką odpornością mechaniczną oraz wytrzymałością na obciążenia termiczne. Przeznaczone są do pomieszczeń, gdzie posadzki poddawane są ekstremalnemu obciążeniu mechanicznemu i chemicznemu, np. w przemyśle spożywczym (warzywnie, wędzarnie).

Posadzki do zakładów mięsnych i przemysłu spożywczego wytwarzane są z materiałów mineralnych z domieszką polimoczników, charakteryzują się odpornością na moczniki.

Posadzki antyelektrostatyczne

Ładunki elektryczności statycznej gromadzące się w elementach budowlanych, urządzeniach, materiałach stosowanych w procesie produkcji oraz na odzieży osób mogą powodować niebezpieczeństwo wybuchu, zakłócenia w pracy urządzeń elektronicznych oraz powodować uczucie dyskomfortu u ludzi. Istnieje obowiązek wykonania nawierzchni antyelektrostatycznych (umożliwiających odprowadzenie ładunków elektrostatycznych) w następujących miejscach:

- pomieszczenia produkcji materiałów wybuchowych,
- magazyny rozpuszczalników,
- magazyny gazów technicznych i acetylenownie,
- malarnie,
- stacje redukcyjno-pomiarowe gazu.

Jako posadzki antyelektrostatyczne stosowane są głównie nawierzchnie na bazie epoksydów i poliuretanów.

Posadzki chemoodporne

Mogą być wykonane z żywic epoksydowych, poliuretanowych, metakrylowych, winyloestrowych jak również z płytek chemoodpornych. Najczęściej znajdują zastosowanie w akumulatorowniach, pracowniach chemicznych, laboratoriach i wszędzie tam, gdzie podłogi narażone są na działanie agresywnych środków.

Posadzki metakrylowe

Zaletą tej technologii jest bardzo szybka sprawność posadzki do użytkowania, lecz wykonanie jest bardzo trudne i kosztowne. Posadzki te odznaczają się doskonałym wypoziomowaniem, szczególnie nawierzchni obciążonych średnim i dużym ruchem transportowym. Mogą być wykorzystywane we wnętrzach oraz na zewnątrz obiektów, między innymi w fabrykach, magazynach, halach produkcyjnych oraz na rampach.

Posadzki elastyczne

Odznaczają się dużą sprężystością i stosowane są w budownictwie sportowym. Powinny charakteryzować się następującymi własnościami:

- odpornością na uderzenia i obciążenia toczne,
- trwałością,
- łatwością pielęgnacji,
- antyelektrostatycznością,
- niealergiczną,
- odpowiednim współczynnikiem tarcia i odbicia światła.

Posadzki dekoracyjne

Posadzki dekoracyjne są ekskluzywną technologią dla osób ceniących sobie przede wszystkim oryginalność swojej podłogi, od podłóg spotykanych w pomieszczeniach o standardowym wyposażeniu. Ze względu na nieograniczone w praktyce wzornictwo, przewyższają możliwościami kompozycji technologiczne posadzek wykonywanych z kamienia, płyt, mozaiki. Odzwierciedlają niepowtarzalny charakter pomieszczenia, podnoszą jego atrakcyjność i świadczą o jego wyjątkowości.

Posadzki jastrychowe

Jest to mieszanka cementowo-piaskowa z domieszką plastyfikatorów uszlachetniających. Posadzki te znajdują zastosowanie jako podkłady pod nawierzchnię z płytek ceramicznych, wykładzin itp.

Wykładziny z PCV

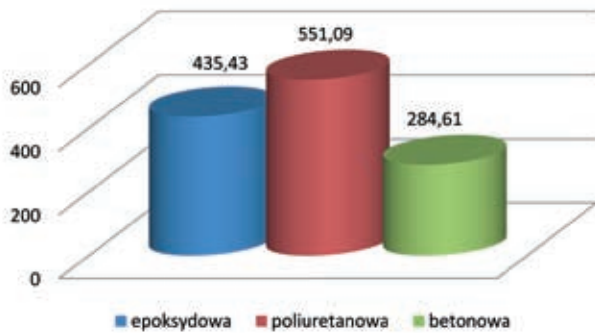
Wykładziny te produkowane są od lat na całym świecie, stanowią bardzo rozbudowaną grupę produktów. Wśród nich znajdziemy wykładziny obiektowe, domowe, przemysłowe, prądotrzymujące, antypoślizgowe, antyelektrostatyczne, ścienne czy sportowe. Tak duża gama produktów pozwala na swobodny wybór wykładziny oraz dobranie jej do miejsca użytkowania.

Posadzki ogrzewane

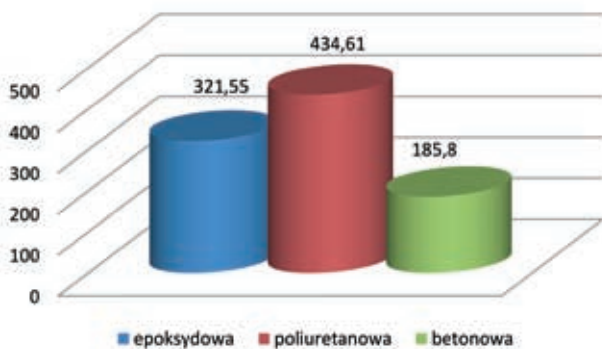
Systemy elektrycznego ogrzewania podłogowego można stosować praktycznie we wszystkich rodzajach pomieszczeń i pod każdą posadzką. Do ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych stosuje się maty grzewcze lub kable grzewcze. Pomieszczenie jest ogrzewane równomiernie w każdym miejscu, co jest dużą zaletą.

6. Porównanie kosztów wykonania wybranych posadzek przemysłowych

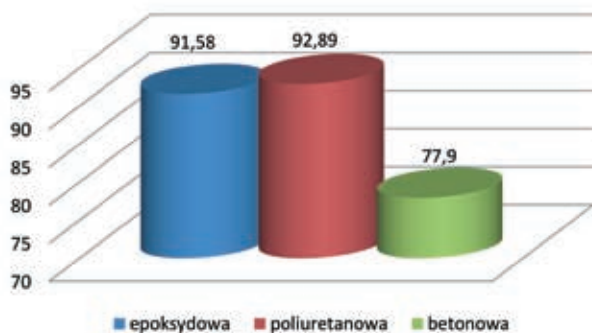
Kalkulacja kosztorysowa została opracowana dla wybranych posadzek przemysłowych: posadzki betonowej – utwardzonej posadzki z żywicy epoksydowej oraz posadzki z żywicy poliuretanowej. Porównaniu poddano koszty czynników bezpośrednich: robocizny, materiałów i pracy sprzętu, przy wykonaniu 1 m² posadzki.



Rys. 1. Koszt wykonania 1m² poszczególnych posadzek przemysłowych wraz konstrukcją (źródło: opracowanie własne)



Rys. 2. Koszty materiałów do wykonania posadzki przemysłowej (źródło: opracowanie własne)



Rys. 3. Koszt robocizny (źródło: opracowanie własne)

Na rysunku 1 przedstawiono koszty wykonania 1m² każdej z wybranych posadzek przemysłowych. Wynika z niego, iż najniższy koszt wykonania stanowi posadzka betonowa – utwardzona, tj. 284,61 zł, a najwyższy posadzka z żywicy poliuretanowej, tj. 551,09 zł. Różnica pomiędzy tymi kosztami wynosi 266,48 zł. Rysunek 2 przedstawia koszty materiałów przy wykonaniu 1 m² poszczególnych posadzek przemysłowych. Najwyższa cena dotyczy posadzki poliuretanowej, tj. 434,61zł, natomiast najtańsze materiały mamy do wyko-

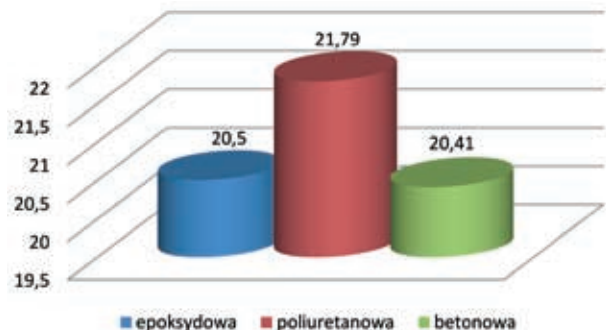
niania posadzki betonowej – utwardzonej. Koszt ten wynosi 185,80 zł. Różnica między nimi wynosi: 248,81 zł. Koszty robocizny przedstawione na rysunku 3 pokazują, że różnica, która dzieli dwie skrajne posadzki pod względem kosztów robocizny, wynosi: 13,68 zł. Na rysunku 4 mamy przedstawiony koszt pracy sprzętu. Dla posadzki betonowej wynosi on 20,41 zł, dla epoksydowej 20,50 zł, a dla poliuretanowej 21,79 zł. Z zestawienia tego wyniku, iż koszty pracy sprzętu są na podobnym poziomie.

Rysunek 5 przedstawia łączną wartość kosztów bezpośrednich, przy wykonaniu 1 m² danego typu posadzki przemysłowej. Koszt ten przedstawia się następująco: dla posadzki poliuretanowej: 497,73 zł, dla epoksydowej: 383,28 zł, a dla posadzki betonowej – utwardzonej: 238,86 zł. Różnica kosztów pomiędzy najtańszą, a najdroższą posadzką wynosi: 258,87 zł.

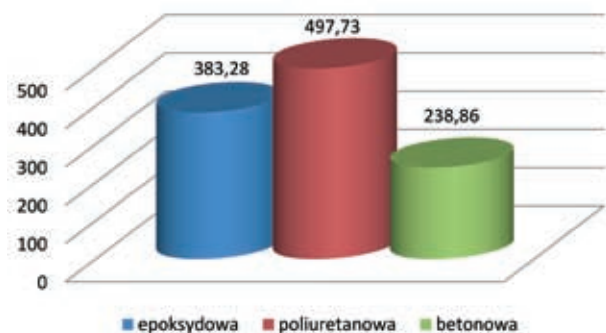
7. Podsumowanie

Posadzki przemysłowe są ważnymi elementami współczesnego budownictwa, a z uwagi na różnorodność obciążeń i warunków eksploatacji są elementami dość trudnymi w zaprojektowaniu i wykonaniu.

W przypadku dużych obciążeń najbardziej skuteczne są posadzki utwardzane powierzchniowo, w przypadku zaś obciążeń chemicznych posadzki żywiczne. Po-



Rys. 4. Koszty pracy sprzętu wykorzystanego do wykonania posadzki (źródło: opracowanie własne)



Rys. 5. Wartość poniesionych kosztów bezpośrednich przy wykonaniu posadzki (źródło: opracowanie własne)

sadzki betonowe utwardzane powierzchniowo są trzy razy częściej stosowane niż posadzki żywiczne, z uwagi na niższą cenę, krótszy czas wykonania i rozpoczęcia eksploatacji. Użytkowanie posadzki utwardzanej można rozpocząć już czwartego dnia po jej wykonaniu, natomiast jeśli chodzi o posadzkę żywiczną, spełnienie warunku wilgotności podkładu wymaga długiego okresu oczekiwania.

Szczególnie istotne jest też dla wykonania posadzek właściwe przygotowanie zagęszczonego podkładu gruntowego w zakresie nośności. Ważną rolę spełniają również przerwy dylatacyjne, które powinny być dyblowane przy dużych obciążeniach, mieć odpowiednie wymiary i być wypełnione odpowiednim materiałem.

Przy wykonywaniu posadzek żywicznych należy ściśle przestrzegać wytycznych w instrukcjach technicznych odnośnie sposobu nakładania poszczególnych warstw oraz warunków wykonania. Ważne też, by pamiętać, iż przy wykonywaniu posadzek powinno korzystać się ze sprawdzonych rozwiązań systemowych.

W artykule porównane zostały koszty wykonania trzech wybranych posadzek przemysłowych: betonowej – utwardzonej, z żywicy epoksydowej oraz z żywicy poliuretanowej. Najdroższa okazała się posadzka poliuretanowa. Koszt jej wykonania wynosi 551,09 zł za 1 m².

Najtańsza natomiast jest posadzka betonowa – utwardzana, koszt wykonania to 284,61 zł za 1 m². Pośrodku zakwalifikowała się posadzka z żywicy epoksydowej, jest ona nieco tańsza od posadzki z żywicy poliuretanowej, natomiast zdecydowanie droższa od betonowej. Jej koszt wynosi 435,43 zł za 1 m².

Można zdecydowanie powiedzieć, iż wszystkie przeanalizowane posadzki charakteryzują się dobrymi właściwościami technicznymi i znajdują szerokie zastosowanie w budownictwie przemysłowym. O wyborze konkretnej posadzki decydują zalecenia odnośnie użytkowania, przeznaczenia oraz niejednokrotnie zasobności portfela inwestora.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Lenkiewicz W., Urban L., Roboty tynkowe. Poradnik, ARKADY, Warszawa 1970
- [2] Teichman J., Małasiewicz A., Posadzki przemysłowe, Wydawnictwo Politechnika Gdańska 2006
- [3] Czarniecki L., Rydz Z., Posadzki przemysłowe betonowe i z żywicy syntetycznych, Wydawnictwo SIGMA-NOT 1998
- [4] Bajno D., Małasiewicz A., Obliczenia ciepłno-wilgotnościowe i wytrzymałościowe posadzek przemysłowych, Wydawnictwo Politechnika Gdańska 2006
- [5] Jaroszewicz M., Najnowsze technologie stosowane w posadzkach przemysłowych, Wydawnictwo Politechnika Gdańska 2006
- [6] Ogólnopolski informator posadzkarski, Wydawnictwo eVandor 2010

Nawierzchnie z betonowej kostki brukowej – zagadnienia materiałowe i eksploatacyjne

Dr inż. Paweł Kossakowski, Katedra Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Betonowych,
dr hab. inż. Marek Iwański, Katedra Inżynierii Komunikacyjnej,
Politechnika Świętokrzyska

1. Wprowadzenie

Kamienne nawierzchnie brukowe cechuje powszechne zastosowanie i długa historia. W wielu miastach zachowane fragmenty bruku pozwalają wspomnieć i poczuć ducha dwudziesto- i dziewiętnastowiecznych aglomeracji, a szereg wybrukowanych ulic zostało wpisanych do rejestrów zabytków. Nawierzchnie tego typu wykonuje się również obecnie, przede wszystkim w zabytkowych centrach miast (rys. 1).

Bruk kamienny przez długi czas był również stosowany poza miastami do budowy traktów komunikacyjnych, jak również innych dróg, czego przykładem może być leśna rampa kolejowa pokazana na rysunku 2.

Niejako następcą bruku kamiennego jest bruk betonowy, wykonywany najczęściej z kostki z betonu wibroprasowanego (rys. 3).

W okresie ostatnich kilkadziesiąt lat kostka betonowa niejako opanowała nasz kraj, stając się podstawowym materiałem na nawierzchnie dróg, ścieżek rowerowych, ciągów pieszo-jezdnymi, chodników dla pieszych, jak również zatok autobusowych, miejsc postojowych czy placów (rys. 4).

Z uwagi na relatywnie niski koszt betonowa kostka brukowa skutecznie konkuruje z kostką kamienną i dlatego w wielu sytuacjach znajduje tak powszechne zastosowanie. To, czy nawierzchnie z kostki betonowej są atrakcyjne, to rzecz gustu i preferencji zarówno ich użytkow-