

Betonowe nawierzchnie przepuszczalne – w obliczu systemów wielokryterialnych oceny

PERMEABLE CONCRETE PAVEMENTS – IN THE FACE OF MULTI-CRITERIA EVALUATION SYSTEMS

Streszczenie

Coraz bardziej rosnącym zainteresowaniem cieszą się obecnie nawierzchnie betonowe, które dobrze współgrają, a zarazem kontrastują się z dostępnymi na rynku technologiami takimi jak asfalt, płyty chodnikowe, kostka brukowa itp. Wciąż ulepsza się, zmienia i poszukuje nowych, niestandardowych rozwiązań i zastosowań dla nawierzchni betonowych. Obecnie nie liczy się jedynie pomysł, ale również w jaki sposób określony element będzie oddziaływał na człowieka i środowisko. Z tego właśnie prostego względu szukamy zrównoważonej alternatywy dla standardowych nawierzchni betonowych stosując beton z wyeksponowanym kruszywem, beton wałowany, a również nowy na polskim rynku beton przepuszczalny. Jak zatem zainteresować i zainspirować odbiorcę, by zobaczył drugą twarz betonu? Coraz częściej odbiorca zwraca uwagę na estetykę stosując beton z wyeksponowanym kruszywem, beton stemplowany, beton kolorowy. Jak teraz wykorzystać chęć zastosowania nowych wizualnie materiałów i połączyć to z możliwością stosowania materiałów będących bardziej przyjaznymi dla środowiska, by służyły jak najdłużej i jak najefektywniej? Co sprawi, że inwestorzy, architekci, wykonawcy sięgną po dostępne produkty by ożywić swoje projekty? Czy jesteśmy w stanie przebić się przez ekonomię by zachwycić i zadbać o zrównoważony rozwój?

Referat jest próbą przedstawienia betonu przepuszczalnego i stawianych mu wymagań w odniesieniu do jego funkcjonalności, trwałości oraz oczekiwań płynących z systemów wielokryterialnej oceny takich jak Leed, Bream czy też Greem Roads. Jest również próbą odpowiedzi na pytanie: co należy zrobić, aby środowisko budowlane, inwestorzy, architekci i projektanci byli gotowi zainwestować więcej czasu w celu poznania nowego rozwiązania jakim jest betonowa nawierzchnia przepuszczalna, jeśli profitem nie będzie tylko ekonomia.

Abstract

The increasingly growing interest is now paid to concrete pavements that work well and also contrast with commercially available technologies such as asphalt, paving, paving stones, etc. New, custom solutions and applications for concrete pavements are still improved, modified and looked for. A present, not only the idea is important, but also how a particular element will impact the humans and the environment. For this simple reason we are looking for a sustainable alternative to standard concrete pavements using concrete with exposed aggregate, concrete shafts, and also new to the Polish market, permeable concrete. How then, interest and inspire the customer to see the other face of the concrete? Increasingly, the customer draws attention to the aesthetics of using exposed aggregate concrete, stamped concrete, colored concrete. And now, how to use the desire of application of visually new materials and combine that desire with the possibility to use materials which are more environmentally friendly, to serve as long as possible and most efficiently? What will make the investors, architects, contractors reach for available products to revitalize their projects? Are we able to break through the economy to impress and ensure sustainable development?

This paper is an attempt to present permeable concrete and the requirements against it in relation to its functionality, durability and expectations arising from multi-criteria evaluation systems such as Leed, Bream or Greem Roads. It is also an attempt to answer the question: what should be done to the built environment, investors, architects and designers to make them willing to invest more time in order to learn the new solution which is permeable concrete pavement, if the economics is not the only benefit.

1. Wstęp

Zgodnie z Inicjatywą Rynków Pionierskich dla Europy (LMI) podstawowym wyzwaniem dla wzrostu tempa rozwoju gospodarczego jest zacieśnienie współpracy między światem nauki a przemysłem. Ma to na celu szybsze wprowadzanie innowacyjnych produktów i technologii na rynek. W ostatnim kwartale 2007 roku Unia Europejska zdecydowała, iż jedną z gałęzi mogących wchłonąć innowację, nowe technologie odpowiadające na potrzeby społeczne, przyjazne dla środowiska i efektywne ekonomicznie będzie zrównoważone budownictwo.

Budownictwo ma wpływ na trzy priorytetowe dziedziny dla zrównoważonego rozwoju:

- ŚRODOWISKO – budowa oraz eksploatacja budynków przyczynia się do zużycia końcowej energii w UE w 42%, emisji 35% gazów cieplarnianych, zużyciu wody i surowców mineralnych, oraz degradacji środowiska przez pozostałości porozbiórkowe.
- SPOŁECZEŃSTWO – bardzo ważne znaczenie ma komfort użytkowania mieszkań i biur, które wpływają na jakość życia ludzi, gdyż blisko 80% czasu spędza się we wnętrzu budynków.
- EKONOMIA – w Unii Europejskiej samo budownictwo generuje około 10% Produktu Krajowego Brutto oraz zatrudnia 7% siły roboczej.

Rozwój budownictwa, polegający na wprowadzaniu innowacyjnych technologii i nowoczesnych rozwiązań, które będą łączyły korzystne efekty ekonomiczne z dbałością o zdrowie i komfort użytkowników, zmniejszając jednocześnie negatywny wpływ budynków na środowisko naturalne oraz klimat, jest niezbędną składową do wprowadzenia gospodarki tak europejskiej, jak i światowej, na drogę zrównoważonego rozwoju. Jedną z technologii nad którą trwają od kilku lat badania związane z wykorzystaniem betonu w zrównoważonym budownictwie jest technologia betonów przepuszczalnych.

2. Zrównoważony rozwój w Polsce

Na rynku polskim wciąż pojawia się wiele betonowych innowacji implementowanych z rynków europejskich i amerykańskich. Do niedawna beton był materiałem kojarzonym z erą budownictwa wielkopłytkowego i komunizmem, który przyniósł ze sobą tzw. „lastryko” czy też elewacje z „betonu” eksponującego szkło. Ten obraz na długo wykluczył beton jako materiał dekoracyjny z polskiej mentalności.

Dopiero w ostatnich latach na polski rynek pojawiły się firmy wykonawcze, które w sprawny sposób rozpoczęły implementacje technologii nawierzchni z betonu dotychczas sporadycznie stosowanych w Polsce. Coraz częściej możemy obserwować pojawienie się nawierzchni z wyeksponowanym kruszywem czy też nawierzchni „stemplowanych”.

Ogólnoświatowa tendencja sprawiło, że również w Polsce zaczęto zwracać większą uwagę na aspekty ekologiczne. Definicja *zrównoważony rozwój* łącząca w sobie aspekty proekologiczne i prorozwojowe związane z podnoszeniem komfortu życia, oraz aspekty związane z wpływem człowieka na środowisko naturalne, stała się częścią polityki każdej większej firmy działającej na naszym rynku.

Wraz z wdrożeniem budownictwa zrównoważonego wprowadzono na polski rynek systemów wielokryterialnej oceny budynków (np.: Leed, Bream), które wymuszają na inwestorze implementację założeń pro-ekologicznych, pro-środowiskowych.

Początkowo systemy wielokryterialne były dla wykonawców/inwestorów tylko drogą do uzyskania wyższych dochodów przy sprzedaży obiektów, a wraz ze wzrostem wiedzy i świadomości stały się niezbędnym narzędziem do sprzedaży produktów będących zgodnymi z polityką zrównoważonego rozwoju.

Jedną z podstaw uzyskania odpowiedniej punktacji w systemach wielokryterialnych jest implementacja innowacyjnych rozwiązań, produktów i technologii, które będą jednocześnie poprawiały komfort użytkowników oraz zmniejszały wpływ człowieka na środowisko.

Poszukiwanie tego typu rozwiązań doprowadziło do opracowania m.in. betonów przepuszczalnych, które to betonu łączą w sobie oba wymienione wcześniej aspekty.

3. Charakterystyka betonów przepuszczalnych

Mimo, że beton przepuszczalny nie wydaje się być rozwiązaniem skomplikowanym to jednak prawidłowe zaprojektowanie tego typu mieszanki betonowej wymaga dużej ilości testów w celu prawidłowego dobrania odpowiedniej kombinacji materiałów. Konieczność uzyskania bardzo porowatej struktury sprawia, że połączenia powstają jedynie na styku ziarna kruszywa z drugim kruszywem. Porowatość takiego betonu wynosi między 15% a 25% przy wymaganej przepuszczalności 0,34 cm/s. Niestety mała zawartość zaprawy i duża zawartość wolnych przestrzeni powoduje znaczną utratę wytrzymałości na ściskanie w stosunku do betonu standardowego, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę w trakcie wykonywania takich nawierzchni na dozowanie składników i pielęgnację gotowej powierzchni aby dodatkowo nie zmniejszyć wytrzymałości.

Wykonanie nawierzchni betonowych przepuszczalnych wymaga prawidłowego zaprojektowania warstwy podbudowy, która powinna być wykonana z materiału drenażowej, który wraz z nawierzchnią tworzą system odprowadzający wodę opadową. Dzięki temu nawierzchnie przepuszczalne mogą spełniać dwie funkcje: utwardzonej, suchej powierzchni do jazdy, parkowania, spacerowania, oraz warstwy pozwalającej na akumulację nadmiaru wody deszczowej i filtrowanie zanieczyszczeń w niej zawartych.

4. Beton przepuszczalny a systemy wielokryterialnej oceny

W Polsce jednym ze sposobów na implementację zrównoważonego rozwoju w budownictwie stało się wznoszenie budynków podlegających ocenie systemów wielokryterialnych. Jeden z powszechnie stosowanych systemów LEED określa ramy dla oceny wydajności budynków i realizacji celów zrównoważonego rozwoju w pięciu kategoriach: zrównoważony rozwój na budowie, oszczędność wody, efektywność energetyczna, dobór materiałów oraz jakość środowiska wewnątrz budynku. Należy zauważyć, iż w systemie tym nie można zdobyć punktów bezpośrednio przez użycie konkretnego produktu, ale przez jego dostosowanie do wymagań zrównoważonego rozwoju.

Beton przepuszczalny dzięki swoim właściwościom może przyczynić się do zdobycia punktów w kilku kategoriach LEED, a między innymi: zrównoważone place budowy (Sustainable Sites), racjonalne zużycie wody (Water Efficiency), materiały i zasoby (Materials and Resources), innowacje w projektowaniu (Innovation in Design).

Kategorie jakie mogą zostać zdobyte w ramach systemu LEED przez wykorzystanie betonu przepuszczalnego to między innymi:

- LEED SS-C6.1 – Projekt zagospodarowania wód opadowych – kontrola ilości (Kategoria ta ma na celu ograniczenie zaburzania i zanieczyszczania naturalnych przepływów wód przez zarządzanie wodami opadowymi, zwiększenie infiltracji na wyspecyfikowanym terenie oraz wyeliminowanie jej zabrudzenia. Beton przepuszczalny umożliwia filtrację wody w głąb terenu, a przez to gromadzenie nadmiaru wody w zbiornikach retencyjnych. Może również zmniejszyć niesione przez wody opadowe substancjami szkodliwymi przez jej filtrowanie. Na budowach gdzie powierzchnie nieprzepuszczalne stanowią ponad 50% całej powierzchni działki, kategoria SS-C6.1 wymusza zmniejszenie szybkości i ilości odpływającej wody opadowej o 25% w ciągu 2 lat oraz zaprojektowanie instalacji burzowej na ulewę trwającą 24 godziny. W przypadku placów budowy, gdzie powierzchnie nieprzepuszczalne stanowią mniej niż 50% powierzchni terenu, wymogiem jest aby użytkowa szczytowa ilość przepływającej wody nie była większa niż zakładana. Na ogół zastosowanie systemu nawierzchni, gdzie górna warstwa jest warstwą przepuszczającą powoduje, że możliwe jest zdobycie dodatkowe punktu w tej kategorii.



Fot. 1. Beton przepuszczalny wypolerowany



Fot. 2. Beton przepuszczalny jako drenaż

- LEED SS-C7.1 Efekt wysp ciepłych – Bez dachu (Założeniem tej kategorii jest zmniejszenie efektu wysp ciepła (duża różnica w gradiencie temperatur między obszarami przeobrażonymi a naturalnymi), w celu zminimalizowania negatywnego wpływu na otaczającą przyrodę i mikroklimat. Aby uzyskać zaliczenie tej kategorii wystarczy w przypadku powierzchni utwardzonej zajmującej do 50% terenu (chodniki, parkingi, drogi dojazdowe) zadbać o zacienienie powierzchni w ciągu 5 lat od rozpoczęcia użytkowania, zastosować materiał którego współczynnik odbicia światła wynosi co najmniej 29 (tabela 1), lub zastosować sieć nawierzchni otwartych – przepuszczalnych. Drugą metodą jest zapewnienie do 50% zadaszonych miejsc parkingowych. W przypadku tej kategorii zastosowanie betonu przepuszczalnego może zredukować powstawanie wysp ciepła przez absorpcję mniejszej ilości promieniowania słonecznego w stosunku do powierzchni ciemniejszych. Stosunkowo otwarta struktura porów i jaśniejszy kolor pochłaniają mniej ciepła, a co za tym idzie oddają mniejszy ładunek ciepła do atmosfery. Nawierzchnie z betonu przepuszczalnego dają również możliwość dobrego nawodnienia korzeni drzew, a co za tym idzie zwiększenia ilości drzew i powiększenia strefy zacienionej.



Fot. 3. Beton barwiony w masie czarny



Fot. 4. Beton barwiony w masie brązowy



Fot. 5. Beton barwiony w masie żółty



Fot. 6. Beton barwiony w masie czerwony

Tabela 1. Współczynnik odbicia światła dla nawierzchni betonowych

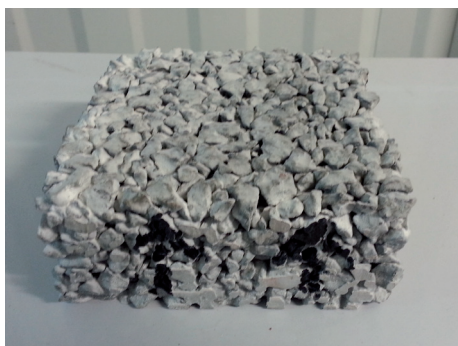
Nr.	Materiał	Emisja ASTM C 1371-04a	Odbicie ASTM C 1549-09	SRI ASTM E 1980	Uwagi
1	Beton barwiony w masie czarny	0,90	18,4%	17	Góra
2	Beton barwiony w masie brązowy	0,90	30,6%	33	Góra
3	Beton barwiony w masie żółty	0,90	47,6%	55	Góra
4	Beton barwiony w masie czerwony	0,91	42,1%	48	Góra
5	Beton barwiony w masie biały	0,91	59,4%	71	Góra
6	Beton standardowy szary	0,90	62,4%	75	Góra
7	Beton przepuszczalny 2–8 mm	0,97	39,2%	47	Góra
9	Beton dezaktywowany	0,87	34,6%	37	Góra



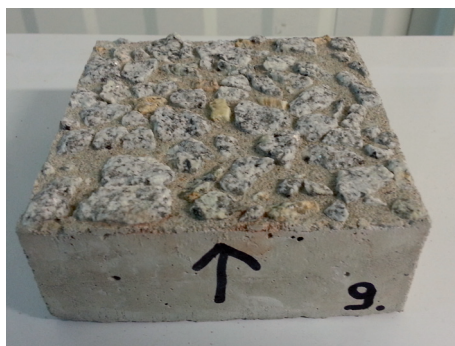
Fot. 7. Beton barwiony w masie biały



Fot. 8. Beton standardowy szary



Fot. 9. Beton przepuszczalny 2–8 mm



Fot. 10. Beton dezaktywowany

- LEED WE C1.1 Efektywne wykorzystanie wody (Założeniem tej kategorii jest ograniczenie lub wyeliminowanie zużycia wody pitnej lub innych zasobów wód naturalnych znajdujących się w sąsiedztwie realizowanej inwestycji, do celów nawadniających. Chcąc uzyskać punkty w tej kategorii należy wykazać, iż nastąpiło ograniczenie wykorzystania wody wodociągowej o 50% w stosunku do średniego letniego zużycia, do

celów irygacyjnych. Rozwiązanie może stanowić warstwa betonu przepuszczalnego na drenażu żwirowym, która umożliwiałaby akumulowanie wód opadowych i powtórne ich wykorzystanie. W przypadku całkowitego wyeliminowania ze zużycia wody wodociągowej można w danej kategorii uzyskać aż dwa punkty.

- LEED MR-C4.1 oraz MR-C4.2 Zawartość porecyklingowa (Założeniem tej kategorii jest zwiększenie popytu na produkty wtórnie przetworzone, lub będące odpadem użytym w innym produkcie. Zmniejsza to zużycie energii na pozyskanie surowca podstawowego. W tym przypadku chodzi o wykorzystanie dodatków jako zamiennika cementu, oraz kruszywa recyklingowego. Wymogiem jest, by ilość materiałów post-consumer oraz połowa z zastosowanej ilości materiałów pre-consumer stanowiła 10–20% kosztów w stosunku do wartości materiałów użytych w projekcie. Do większości mieszanek betonowych używane są produkty wtórnie przetworzone, a dodatkowym benefitem jest użycie materiałów rozbiórkowych takich jak kruszywo z recyklingu. Uzyskanie punktacji wiąże się z udokumentowaniem ilości i wartości części przetworzonych w zastosowanej ilości mieszanki betonowej. W tym przypadku na uzyskanie punktacji pozwala zastosowanie na wierzchnią warstwę dachów betonu przepuszczalnej na bazie kruszywa lekkiego popiołoporytowego. Powstającego z przetworzenia odpadu produkcyjnego czyli będącego produktem pre-consumer.
- LEED MR-C5.1 oraz MR-C5.2 Materiały regionalne (Jednym z aspektów tej kategorii jest zwiększenie popytu na produkty, które są wydobywane i produkowane lokalnie w celu zmniejszenia negatywnych oddziaływań na środowisko podczas ich transportu, oraz wspierania lokalnej gospodarki. Aby sprostać tym wymaganiom 10% (bazując na kosztach materiałów) materiałów musi być wydobytą, dostarczona z miejsca oddalono-



Fot. 11. Przykład betonu przepuszczalnego

nego o nie więcej niż 500 km od terenu inwestycji. Dodatkowy punkt można uzyskać za stosowanie 20% materiałów regionalnych. Użycie w betonie przepuszczalnym lokalnych produktów pozwala na uzyskanie punktacji w tej kategorii.

- PT-2 Beton Przepuszczalny (Kategoria ta wymusza użycie przepuszczalnych powierzchni, które pochłoną od 50 do 90% opadów.

5. Podsumowanie

Odpowiednie zastosowanie betonowych nawierzchni przepuszczalnych w obiektach poddanych ocenie systemów wielokryterialnych takich jak np. Leed, Bream, Green Roads pozwala na zdobycie dodatkowych punktu za zastosowanie materiału drenującego. Coraz częściej pojawiające się obostrzenia dotyczące instalacji przeciwburzowej oraz szybkiego odfiltrowania wody opadowej, prowadzą do zwiększenia kosztów budowy, a przez to zastosowanie betonów przepuszczalnych staje się opłacalne również z finansowego punktu widzenia. Powierzchnie przepuszczalne pozwalają na zmniejszenie ilości wód spływających do systemów odwadniających dzięki czemu istnieje możliwość redukcji ilości studni retencyjnych i pojemności kanałów burzowych co pozwala to na bardziej efektywne zagospodarowanie powierzchni. Równie ważne znaczenie ma zdolność betonu przepuszczalnego do naturalnej filtracji wód deszczowych, prowadząc do zmniejszenia zanieczyszczenia wód gruntowych. Istotnym aspektem zastosowania betonu przepuszczalnego jest jego wpływ na wyrównanie nawodnienia całej powierzchni i nie dopuszczenie do gromadzenia się wody tylko w jednym miejscu. Redukuje to negatywny wpływ powierzchni utwardzonych na rozwój roślinności. Dzięki otwartej strukturze woda i powietrze dostarczane jest bezpośrednio do korzeni dzięki czemu mogą one się rozwijać nawet w bardzo zabudowanym terenie..

Możliwość wykonania jasnego betonu przepuszczalnego pozwala na zmniejszenie nakładów na oświetlenie, co stanowi dodatkowe uzupełnienie korzyści osiągniętych w wyniku jego użycia przy certyfikacji Leed, Bream, Green Roads. Biorąc pod uwagę również zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa użytkowników nawierzchni, na której nie gromadzi się woda sprawia, że beton przepuszczalny wydaje się być produktem idealnie wpisującym się w założenia zrównoważonego rozwoju.

Literatura

- [1] „Stormwater Management with Pervious Concrete Pavement” ACPA 2006
- [2] „Pervious Concrete” TechBrief FHA 2012
- [3] „Development of High Quality Pervious Concrete Specification For Maryland Conditions”, A. M. MADE, S. ROGGE, SHA 2013
- [4] „Handbook for Pervious Concrete Certification in Greater Kansas City” CPG
- [5] „Using Pervious Concrete to Earn LEED Points” Erin Ashley, NRMCA 2008
- [6] „An Engineer’s Guide to: Building Green with Concrete” PCA 2005
- [7] „Mix Design Development for Pervious Concrete in Cold Weather Climates”, National Concrete Pavement Technology Center, Final Report, February 2006,