

# **Nawierzchniowe betony dekoracyjne dla kształtowania nowych trendów w architekturze miejskiej**

DECORATIVE PAVEMENT CONCRETES TO CREATE NEW ARCHITECTONICAL TRENDS IN URBAN AREAS

## **Streszczenie**

Beton jest obecnie jednym z najpowszechniej stosowanych materiałów we współczesnym budownictwie. Tempo zmian w dzisiejszym świecie, szczególnie pod względem rozwoju techniki i technologii, stawia wysokie wymagania temu popularnemu kompozytowi, wobec tego staje się on coraz częściej nowoczesnym materiałem do trudnych i innowacyjnych zastosowań.

Wzorem standardów przyjętych w krajach wysoko rozwiniętych również w Polsce inwestorzy, projektanci i architekci coraz chętniej wybierają alternatywne rozwiązania nawierzchniowe w celu kształtowania architektury miejskiej. Znaczenie ma nie tylko cena, ale także parametry trwałościowe czy aspekt ekologiczny. Możliwość kształtowania dowolnej formy i wzorów przy użyciu betonu, wymiennie podnosi odbiór estetyczny i użytkowy przestrzeni miejskich.

Rozwój tego trendu pokrywa się z wizją firmy CEMEX Polska, która jest dostawcą rozwiązań materiałowych na specjalistyczne dekoracyjne betony nawierzchniowe DECO tj. barwione w masie (DECO Collore) oraz z eksponowanym kruszywem (DECO Stone).

W niniejszym artykule przedstawiono opis kilku wybranych realizacji z zastosowaniem betonów z serii DECO: Miasteczko Ruchu Drogowego w Trzebini, Szkoła Filmowa w Gdyni, Zakład Ubezpieczeń Społecznych w Szczecinie, Bulwar Xawerego Dunikowskiego we Wrocławiu, Teatr Nowy w Warszawie. Inwestycje te są przykładem uzyskania bardzo wysokich walorów estetycznych przy zachowaniu parametrów wytrzymałościowo-trwałościowych betonu. Pokazują również jak dużo obecnie od betonu wymaga inwestor, projektant, a także wykonawca. We wszystkich opisanych przypadkach z powodzeniem

wdrożono model współpracy wielostronnej, który jest warunkiem koniecznym udanej finalizacji każdej inwestycji z zastosowaniem betonów dekoracyjnych.

## **Abstract**

Nowadays, concrete is one of the most commonly used building material in the world. Development in technology creates new capabilities for this popular composite. Concrete is increasingly used as a special material for difficult and innovative applications.

Following the example of Western Europe countries, recently Polish investors, architects and designers are choosing alternative solutions for concrete pavements in order to create modern urban spaces. Not only price but also durability and ecological impact of concrete is taken into consideration when making a choice. Moreover, by using concrete we can create almost every shape and pattern that we can imagine. That makes our urban areas not only functional but also aesthetically pleasing.

CEMEX Poland has a huge impact in growth of this positive trend, giving solutions for alternative decorative pavements named DECO concretes: coloured concrete (DECO Collore) and exposed aggregates concrete (DECO Stone).

In this article selected few constructions are presented, where decorative concretes has been used. These are: Safety Town in Trzebinia, Boulevard of Xawery Dunikowski in Wrocław, New Headquarters of Gdynia Film School, The Social Insurance Institution in Szczecin and Nowy Teatr in Warszawa. Constructions of high aesthetics and high concrete performance were achieved due to a perfect co-operation of investor, designer, contractor and all of subcontractors. Decorative concretes give many possibilities but require much attention. Multilateral collaboration is the only way to obtain the final success, but definitely it worths it.

## 1. Wstęp

Zmieniający się w zawrotnym tempie świat wymaga coraz więcej od tak popularnego materiału jak beton. Rozwój betonu nie dotyczy już tylko uzyskania coraz lepszych właściwości materiałowych, ale coraz częściej wymagany jest od niego aspekt estetyczny. Właśnie dlatego w obecnej nomenklaturze betonu używa się często takich określeń jak „architektoniczny” czy „dekoracyjny”.

Elastyczność kształtowania właściwości oraz formy, przy stosunkowo niskich kosztach, świadczy o uniwersalności betonu. Dzięki możliwości modyfikowania go w dowolny niemal sposób, każdej inwestycji można nadać indywidualny charakter oraz spełnić oczekiwania nawet bardzo wymagających i śmiałych wizji. Nowocześni architekci dostrzegają te cechy i w efekcie coraz chętniej sięgają po beton dekoracyjny.

Wymierny udział w kształtowaniu tego trendu ma firma CEMEX przy pomocy linii betonów dekoracyjnych DECO. Cechą charakterystyczną nawierzchni DECO jest różnorodność barw i faktur (np. możliwość wyeksponowania kruszywa), które doskonale komponują się z otoczeniem.

Dzięki wielu przeprowadzonym realizacjom, w których CEMEX występował nie tylko jako dostawca betonu, ale głównie jako wsparcie dla pozostałych uczestników procesu budowlanego: architekta, projektanta, inwestora i wykonawcy, możemy już dziś mówić o dużym doświadczeniu w realizacji betonów dekoracyjnych dla specjalistycznych zastosowań. Przykładami są powstałe w ostatnim czasie obiekty:

- Miasteczko Ruchu Drogowego w Trzebini
- Szkoła Filmowa w Gdyni
- Bulwar Xawerego Dunikowskiego we Wrocławiu
- Zakład Ubezpieczeń Społecznych w Szczecinie
- Teatr Nowy w Warszawie

## 2. Miasteczko Ruchu Drogowego w Trzebini

Dzięki dofinansowaniu z funduszy Unii Europejskiej powstał program budowy Miasteczek Ruchu Drogowego w całej Polsce, który zakłada realizację obiektów użyteczności publicznej dla edukacji młodych kierowców. Miejsca te powinny cechować się funkcjonalnością, przyjaznym wyglądem oraz wysoką trwałością.

W 2015 r. na potrzeby gminy Trzebinia w woj. małopolskim podjęto prace nad zaprojektowaniem miejsca dla bezpiecznej edukacji przyszłych użytkowników dróg. Prace technologiczne nad rozwiązaniem dla Urzędu Miasta Trzebinia rozpoczęto już podczas wczesnego etapu projektowania inwestycji, prawie 6 miesięcy przed wyborem generalnego wykonawcy. Przeprowadzono szereg testów receptor z wykorzystaniem różnych cementów i dodatków mineralnych, kruszyw oraz układów domieszek chemicznych. Efektem tych prac było wytypowanie kilku rozwiązań do kolejnego etapu czyli prób przemysłowych z wykonawcą nawierzchni, gdzie główny nacisk położono na łatwość układania mieszanki betonowej oraz możliwości zapewnienia odpowiedniej pielęgnacji.

Niezwykle istotną fazą przygotowań do inwestycji było wykonanie elementów referencyjnych (tzw. „mock-up”), które posłużyły jako wizualizacja końcowego efektu prac nad obiektem. Rozpoczęcie testów z dużym wyprzedzeniem, zapewniło odpowiednią ilość czasu na dokładną analizę wszystkich pozostałych czynników mogących mieć wpływ na produkcję, dostawę, wbudowanie i pielęgnację betonu. Z uwagi na to, że w projekcie

przewidziano cztery wersje kolorystyczne niezwykle ważną była logistyka betonowa oraz odpowiednie zabezpieczenie nawierzchni już wykonanych przed trwałym zabrudzeniem barwioną mieszanką betonową. Ponadto wyzwania, z którymi należało się zmierzyć to: daleki transport (60 km od miejsca produkcji), bardzo wysokie temperatury w środku lata oraz zapewnienie długiej urabialności mieszanki, w tym brak wysychania powierzchniowego min. 3 godz., nawet w czasie wietrznej i upalnej pogody. Szczegółowo zaplanowana i realizowana na każdym etapie, harmonijna współpraca była możliwa dzięki dużej otwartości wszystkich podmiotów zaangażowanych w proces projektowy.



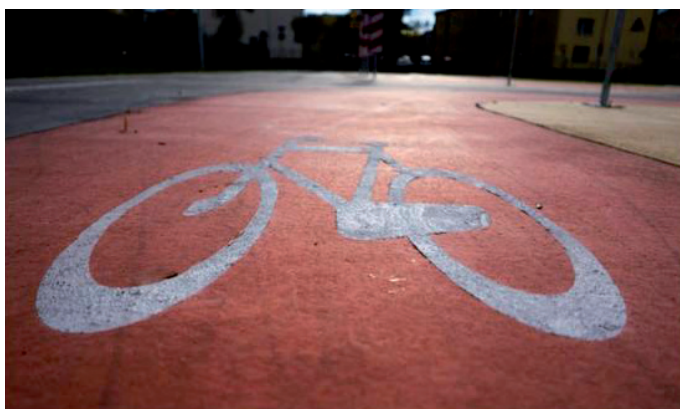
Fot. 1–2. MRD w Trzebini w trakcie betonowania

Nowe nawierzchnie z betonu DECO Collore (matryca biała, żółta, czerwona oraz czarna) dla inwestycji w Trzebini zostały zaprojektowane częściowo na istniejących już starych nawierzchniach z asfaltu lanego oraz na nowej podbudowie z tłucznia. Stare podłoże asfaltowe zostało sfrezowane oraz wyrównane warstwą kruszywa 0–31,5 mm stabilizowanego mechanicznie. Nowa część terenu otrzymała podbudowę grubości 20 cm również z tłucznia 0–31,5 mm. Przewidziana grubość nawierzchni w każdym miejscu wyniosła 12 cm.

Wymagania dla betonu wg SST:

- wytrzymałość na ściskanie C30/37
- klasy ekspozycji XC4, XF3, XA1
- klasa zawartości chlorków Cl 0,2
- wodoszczelność W8
- mrozoodporność F150
- uziarnienie  $D_{max}=16\text{mm}$
- minimalny czas utrzymania niezmięionej urabialności mieszanki 180 minut.

Dodatkowo spełnione zostały inne parametry trwałościowe (nie ujęte specyfikacją, ale zdaniem autorów zasadne w tym przypadku), tj. odporność na działanie mrozu w obecności soli odładzających (uzyskano parametr FT2 wg PKN-CEN/TS 12390-9), czy odporność na ścieranie (klasa ścieralności 4 wg PN-EN 1340).



Fot. 3-4. MRD w Trzebini po zakończeniu prac

### 3. Inne realizacje z zastosowaniem nawierzchni DECO

W każdym projekcie z użyciem betonowych technologii innowacyjnych niezwykle ważny jest etap planowania, w tym powołanie zespołu roboczego ds. betonu dekoracyjnego. W skład takiego zespołu powinni wchodzić m.in. kierownik kontraktu i/lub kierownik zespołów wykonawczych (lub podwykonawczych), przedstawiciel inwestora, architekt, projektant, technolog systemów szalunkowych oraz technolog betonu. Podstawowym zadaniem powołanej grupy specjalistów jest kontrola przebiegu prac na każdym etapie realizacji, co pozwala na osiągnięcie zamierzonych efektów końcowych, zgodnych z projektem.

Kolejnym niezbędnym aspektem przed rozpoczęciem inwestycji jest wykonanie pól referencyjnych tzw. mock-upów, celem ustalenia technologii wykonawczej, oczekiwanej faktury nawierzchni, a także stopnia jej wybarwienia (lub stopnia wyeksponowania kruszywa). Każdorazowo powinny zostać przeanalizowane wszystkie zmienne jakie mogą pojawić się podczas realizacji np.: zmieniające się warunki atmosferyczne, odległość wytwórni od budowy, wybór alternatywnej trasy dojazdu, niespodziewane sytuacje na budowie i sposób reagowania na nie, ustalenie parametrów granicznych (konsystencja, napowietrzenie) do

podjęcia decyzji o przyjęciu mieszanki do wbudowania, procedura ewentualnej korekty mieszanki na budowie itp. Harmonogramy betonowań powinny powstać z minimum tygodniowym wyprzedzeniem. Na dzień przed dostawą należy sprawdzić takie czynniki jak: opady atmosferyczne, temperatura, nasłonecznienie, prędkość wiatru, ewentualne zmiany organizacji ruchu, planowane do wykonania odcinki nawierzchni i stan przygotowania szalunków, ilość robotników oraz przydzielone im konkretne zadania.

Wszystkie te zabiegi są konieczne aby ograniczyć do minimum możliwość wystąpienia niespodziewanych sytuacji już w trakcie betonowania. Tylko właściwa organizacja prac, udział w projekcie osób z dużym doświadczeniem wykonawczym, wzorowa współpraca i szybka wymiana informacji, dają szansę na całkowite powodzenie inwestycji oraz uzyskanie zamierzonego rezultatu.

### 3.1. Gdyńska Szkoła Filmowa

Zdobyte doświadczenie na dużych inwestycjach z wykorzystaniem betonów dekoracyjnych na przestrzeni ostatnich lat pozwala lepiej zrozumieć, a nawet czasem wyprzedzić potrzeby oraz oczekiwania klientów. Dobrym przykładem takiej wielowymiarowej



Fot. 5-6. Gdyńska Szkoła Filmowa w trakcie oraz po zakończeniu realizacji

współpracy z udziałem wszystkich stron procesu budowlanego jest powstała w Gdyni Szkoła Filmowa, gdzie zostały zastosowane nawierzchnie z dekoracyjnego betonu barwionego w masie ( $D_{max}=16\text{mm}$ , matryca w kolorze grafitowym). Konstrukcja nawierzchni w przypadku tej inwestycji zakładała podbudowę z kruszywa lekkiego keramzytowego grubości 0,5-1,2 m, warstwę wyrównawczą z betonu chudego grubości 10 cm, warstwę pośrednią z folii budowlanej oraz betonową nawierzchnię grubości 12-15 cm.

### 3.2. Bulwar Xawerego Dunikowskiego we Wrocławiu

Umiejętne wkomponowanie betonu dekoracyjnego w istniejące lub planowane inne obiekty architektoniczne może wydatnie podnieść walory estetyczne całego obiektu. Przykładem takiego podejścia jest inwestycja pn. „Rewitalizacja Bulwaru Xawerego Dunikowskiego we Wrocławiu”. Wykonanie nawierzchni dekoracyjnych z wyeksponowanym kruszywem ( $D_{max}=8\text{mm}$ , matryca biała oraz czarna) zostało dla amfiteatru Bulwaru Dunikowskiego ujęte w dokumentacji technicznej. Co więcej, w specyfikacji świadomie zaznaczono, że przed wyborem ostatecznego wzoru, należy wykonać elementy (próbki) referencyjne oraz odnieść je do już istniejących bądź planowanych innych obiektów, np. prefabrykowanych z betonu architektonicznego (powierzchnie szlifowane/piaskowane). Ostateczny wzór nawierzchni został zatwierdzony przez architekta dopiero po wykonaniu kilkunastu próbek (uwzględniających m.in. różne odcienie barwy betonu, dostosowanie do kolorystyki prefabrykatów, różny rodzaj, gradacja i nawet odcień kruszywa, stopień jego odsłonięcia itp.). Następnym etapem było wykonanie na budowie płaszczyzn wzorcowych o powierzchni min. 1 pola dylatacyjnego, które zostały przedstawione do kolejnego pisemnego zatwierdzenia. Powierzchnie wzorcowe wraz z opracowanym przez zespół roboczy Planem Zapewnienia Jakości, stanowiły podstawę do późniejszego nadzoru i oceny wizualnej wykonywanych prac.

Dzięki tak drobiazgowemu podejściu powstał obiekt użyteczności publicznej, który nie tylko jest funkcjonalny, ale również architektonicznie piękny, co powoduje, że przyciąga tłumy mieszkańców i turystów.



Fot. 7. Bulwar Dunikowskiego w trakcie oraz po zakończeniu realizacji



Fot. 8–10. Bulwar Dunikowski w trakcie oraz po zakończeniu realizacji



### 3.3. ZUS w Szczecinie

Od momentu powstania biurowiec siedziby ZUS w Szczecinie posiadał stary wielopiętrowy parking. W 2015 roku zapadła decyzja o modernizacji przestarzałej konstrukcji. Uwzględniając zasady projektowania uniwersalnego postanowiono m.in. o wydzieleniu miejsc parkingowych dostosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych, za pomocą kolorowych betonów DECO. Stara płyta poziomu „+1” miała konstrukcję odwróconą z żebrami nośnymi nad płytą, co utrudniało wykonanie pól w całości. Wymagało to zastosowania wielu przerw technologicznych oraz dużej ilości dylatacji, aby umożliwić całej konstrukcji przenoszenie obciążeń równomiernie, bez ryzyka pojawienia się zarysowań.

Starą konstrukcję płyty trzeba było również odciążyć, zatem układ warstw wyglądał następująco:

- Istniejąca płyta betonowa
- Warstwa podbudowy/izolacji XPS
- Warstwa izolująco-wyrównująca (INSULARIS EPS CEMEX)
- Membrana (hydroizolacja) EPDM
- Nawierzchnia DECO Stone (D<sub>max</sub>=8mm, matryca w kolorze czerwonym, żółtym oraz szarym).



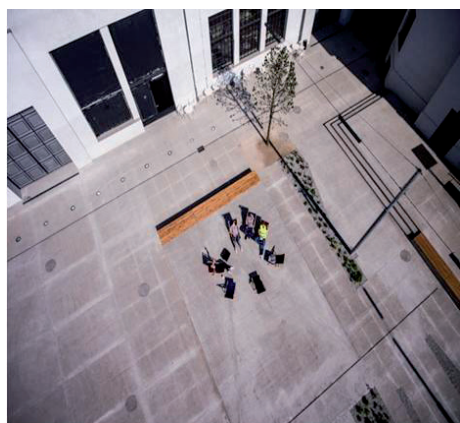
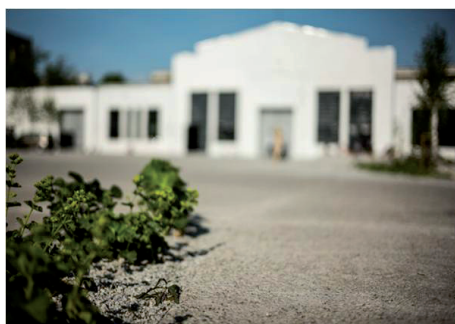
Fot. 11–14. Szczeciński ZUS w trakcie oraz po zakończeniu realizacji

### 3.4. Teatr Nowy w Warszawie

Budowa „Teatru Nowego” w Warszawie to kolejny ważny krok dla możliwości zastosowań dekoracyjnych betonów nawierzchniowych. Nawierzchnie placów parkingowych oraz chodników przed budynkiem Teatru wykonane zostały z DECO Stone na mrozoodpornym kruszywie żwirowym (D<sub>max</sub>=8mm, matryca szara). Dużym wyzwaniem w tym przypadku okazały się niesprzyjające warunki atmosferyczne. Znaczna część betonowań odbywała się w warunkach obniżonych temperatur otoczenia. Oprócz konieczności zapewnienia ochrony młodego betonu przed przemrożeniem, należało dobrać odpowiedni dezaktywator wią-

zania powierzchni betonu, którego działanie nie zostałyby zaburzone w obniżonych temperaturach. Kolejnym wyzwaniem okazała się konieczność każdorazowego dobierania czasu rozpoczęcia eksponowania kruszywa, w zależności od zmiennych warunków temperatury i wilgotności otoczenia, tak aby uzyskany efekt końcowy nawierzchni był powtarzalny.

Kolejne inwestycje z wykorzystaniem betonu dekoracyjnego pokazują, że beton nie musi być już tylko kojarzony jako szary i nudny, ale posiada wiele ciekawych odsłon i może pełnić ważną rolę w kształtowaniu „designu” naszego otoczenia. Okazuje się, że nawet bardzo krótki czas realizacji, w połączeniu z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi dla betonowań, nie jest przeszkodą, której nie da się przezwyciężyć. Jednak jest to możliwe tylko przy odpowiednim zaangażowaniu wszystkich uczestników procesu budowlanego.



Fot. 15–18. Teatr Nowy w trakcie oraz po zakończeniu realizacji

## 4. Technologia produktu

### 4.1. Konsystencja mieszanki betonowej, a jej urabialność

Konsystencja mieszanki betonowej w przypadku betonów dekoracyjnych DECO określana jest tradycyjnie za pomocą metody opadu stożka (najczęściej klasa S3). Metoda ta jest praktyczna i pozwala w warunkach budowy na wykonanie szybkich pomiarów

kontrolnych. Metoda opadu stożka nie jest jednak wystarczająca do oceny konsystencji betonów dekoracyjnych, gdzie szczególnego znaczenia nabiera pojęcie urabialności. Urabialność mieszanki betonowej nie jest synonimem jej konsystencji, gdyż wyraża ilość pracy potrzebnej do uzyskania całkowitego zagęszczenia mieszanki. Innymi słowy urabialność określa łatwość z jaką mieszanka może być podana do miejsca wbudowania, ułożona, zagęszczona i wykończona, bez utraty jednorodności. Dobranie urabialności mieszanki do konkretnego zastosowania, z uwzględnieniem specyficznych uwarunkowań danej budowy, nie jest łatwe i zależy od wielu czynników. Warunkiem koniecznym jest przygotowanie odpowiedniej receptury betonu spełniającej wymagania specyfikacji, należy jednakże uwzględnić też metodę wbudowania i warunki realizacji (charakter konstrukcji, technologia wykonania, dostępny sprzęt wykonawczy, warunki atmosferyczne). Dlatego przed rozpoczęciem każdej inwestycji powinny odbyć się testy receptury w warunkach budowy, z koniecznością wykonania elementów referencyjnych.

Urabialność mieszanki powinna być niezmienną od momentu jej wyprodukowania do momentu ułożenia i zagęszczenia. Mieszanki DECO przeznaczone na nawierzchnie, w zależności od wymagań, zachowują założoną urabialność przez 3–5 godzin od momentu załadunku na wytwórni.

## 4.2. Projektowanie nawierzchni DECO

Betony dekoracyjne należą do grupy tzw. nawierzchni sztywnych i należy je projektować z uwzględnieniem dotychczasowych doświadczeń i dobrych praktyk związanych z tego typu nawierzchniami. W pierwszym etapie projektowania szczególnie istotne jest przewidzenie obciążenia ruchem projektowanych nawierzchni tj. określenie kategorii ruchu pojazdów oraz dobór warstw konstrukcyjnych nawierzchni (w skład warstw konstrukcyjnych wchodzi podbudowa np. z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie oraz warstwa betonu DECO). Następnie należy rozpoznać i ustalić rodzaj gruntu, jego wysadzinowość oraz warunki wodne, po czym należy określić grupę nośności podłoża gruntowego. Zaleca się posadowienie konstrukcji nawierzchni DECO na podłożu o nośności G1 (podłoże ponadto musi spełniać warunek nośności i mrozoodporności oraz powinno być zapewnione odwodnienie).

Ma to szczególnie istotne znaczenie w klimacie Polski, gdzie w przypadku nieodpowiedniego podłoża może dochodzić do wysadzin i w konsekwencji do przełomów wykonanych nawierzchni, szczególnie w okresie obniżonych temperatur. Ponadto niezwykle ważne jest prawidłowe zaprojektowanie dylatacji (odpowiednie rozmieszczenia szwów poprzecznych skurczowych oraz rozszerzania). Dylatacje nawierzchni można również wykonać stosując np. kostkę brukową posadowioną na podsypce z chudego betonu. Takie dylatowanie nawierzchni podnosi dodatkowo jej walory estetyczne.

## 5. Podsumowanie

Założeniem nadrzędnym dla Inwestorów we wszystkich opisanych realizacjach było uzyskanie nowoczesnych i oryginalnych nawierzchni, o wysokiej trwałości i odporności na czynniki atmosferyczne, a jednocześnie łatwych w układaniu i tanich w utrzymaniu. Betony dekoracyjne DECO świetnie komponują się z wieloma innymi materiałami (np. z kostką brukową czy elementami prefabrykowanymi, drewnem, szkłem itp.).

Wszystkie nowoczesne miasta chcą zaspokoić nie tylko bieżące potrzeby swoich mieszkańców, ale w myśl budownictwa zrównoważonego, poszukują rozwiązań trwałych. Bardzo ważne jest, aby nawierzchnie dróg, chodników, placów lub alejek nie wymagały drobnych lub generalnych remontów co kilka lat. Każda naprawa oraz zamknięty czasowo odcinek ruchu to w konsekwencji potencjalny zator w komunikacji miejskiej oraz utrudnienia dla mieszkańców i przyszłych inwestorów, dla których zakorkowane miasta mogą okazać się mniej atrakcyjne pod kątem nowych inwestycji.

Aktualnie obserwowany jest wzrost sprzedaży betonu w gminach oraz powiatach na potrzeby tworzenia przestrzeni miejskich. Odpowiedzialną rolą branży betonowej jest wspieranie wszystkich lokalnych inicjatyw miast oraz służenie jak najbardziej profesjonalną obsługą inwestycji. Stosowanie przytaczanych w artykule „dobrych praktyk” pozwoli na podtrzymanie i rozwój pozytywnego trendu. Według autorów tylko takie profesjonalne podejście do każdej, nawet najmniejszej, inwestycji będzie kluczowym elementem utrzymania efektywności naszych przedsiębiorstw w kolejnych latach, kiedy skończą się unijne środki finansowe dla Polski.



Fot. 19–20. Młodzi przyszli użytkownicy dróg

## Literatura

- [1] „Poradnik projektowania, wykonawstwa i odbioru betonowych nawierzchni dekoracyjnych DECO, materiały własne CEMEX
- [2] A. Szydło, P. Mackiewicz „Nawierzchnie betonowe na drogach gminnych”
- [3] A. Szydło „Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego”
- [4] Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych, GDDKiA
- [5] PN-EN 206:2013 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [6] PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [7] PN-88/B-06250 Beton zwykły