

Technologia betonu wałowanego na drogach publicznych

tekst: **MICHAŁ HEBDAŚ**, CEMEX Infrastruktura Sp. z o.o., zdjęcia: **CEMEX Infrastruktura Sp. z o.o.**

Jak bardzo Polska zmieniła się w ostatnich latach, widać gołym okiem i chyba nikogo nie trzeba do tego specjalnie przekonywać. Zmiany w wielu aspektach naszego życia są nie tylko bardzo znaczące, ale również ich tempo jest imponujące. Jednym z przykładów rozwoju naszego kraju są drogi.

Beton wałowany w trakcie zacierania nawierzchni



W latach 90. XX w., przekraczając zachodnie granice, było to aż nadto widoczne. Kupując wtedy samochód, dużą większą uwagę zwracało się na zawieszenie niż na inne potencjalne zalety pojazdu. Liczba pojazdów na naszych drogach wzrosła od 1991 r. ponad trzykrotnie. Za rosnącym w tak dynamiczny sposób ruchem na drogach nadążać musiała nie tylko liczba nowych i remontowanych odcinków, ale również technologia ich budowy.

W dotychczasowej monokulturze praktycznie wszystkie trasy, jakimi się poruszaliśmy, były nawierzchniami bitumicznymi. Porównując z naszymi sąsiadami, takimi jak Niemcy lub Czechy, wyraźnie było widać, że te kraje dostosowują dobór technologii do istniejącego oraz prognozowanego ruchu, a udział nawierzchni betonowych – jako tych bardziej trwałych – jest znaczący. Dzięki naszej obecności w Unii Europejskiej pozyskaliśmy ogromne środki, m.in. z Funduszu Spójności, dzięki którym mogliśmy zrealizować programy budowy dróg, takie jak plan budowy dróg na lata 2011–2015 oraz 2014–2020. W tym ostatnim kluczowym elementem było oparcie się na wielokryterialnej analizie, która zakładała budowę dróg betonowych na dużo większą skalę, oczywiście na tych odcinkach, na których spodziewano się największych wzrostów DRP. Obecnie, korzystając z doświadczeń innych

krajów, rozpoczęliśmy kolejny etap modernizowania sieci drogowej, polegający nie tylko na jej rozbudowie, ale również przełomowej zmianie, polegającej na wprowadzeniu na dużą skalę drugiej technologii – nawierzchni betonowych. Za wprowadzeniem takiego rozwiązania stała nie tylko większa trwałość i wytrzymałość, ale również korzyści z niższych kosztów przyszłych remontów, a także fakt pojawienia się zjawiska konkurencyjności. Większa konkurencja na rynku generuje większe nakłady producentów na programy badawczo-rozwojowe, wzrost innowacyjności, co w kolejnym kroku prowadzi do lepszego produktu, a także w wielu przypadkach do obniżenia ceny.

W dalszym ciągu jednak drogi betonowe zarezerwowane były w większości dla dróg krajowych. Nieliczne przykłady lokalnych dróg betonowych, powstałych np. w ramach zamajskiego programu budowy dróg, udowodniły jednak, że ich trwałość jest niepodważalna. Ograniczeniem wpływającym na niewielką liczbę powstających „betonówek” jest dłuższy okres wyłączenia nowo budowanej drogi. Czas, jaki potrzebny jest na wiązanie mieszanki, oznaczał, że mieszkańcy nieruchomości położonych przy budowie musieli liczyć się z dłuższym czasem oczekiwania na możliwość korzystania z nowej drogi. Dlatego też od kilku lat na popularności zyskuje metoda RCC (*roller compacted concrete*). Powstało już wiele opracowań opisujących ten sposób układania betonu, który w Polsce przyjęto się nazywać betonem wałowanym. W kilku słowach – jest to mieszanka półsucha, przystosowana do zagęszczenia metodą wałowania. Udział kruszyw w mieszance wynosi od 75 do 85%, a zawartość cementu mieści się w przedziale od 270 do 300 kg/m³. Do ułożenia mieszanki i jej poprawnego zagęszczenia potrzebny jest rozścielacz z ciężkim stołem oraz walce gumowe i stalowe. Powstałych w tej technologii dróg w Polsce jest wiele, począwszy od dróg gminnych, powiatowych, a na wojewódzkich kończąc. Technologia zawitała również do Lasów Państwowych, inwestorów prywatnych, jednostek wojskowych, a realizowane są w ten sposób nie tylko drogi, ale także place składowe, parkingi, a nawet ścieżki rowerowe.

W 2019 r. CEMEX Infrastruktura, jedna z firm, które najwcześniej rozpoczęły realizację projektów w technologii betonu wałowanego, przystąpiła do programu badawczego prowadzonego wspólnie z firmą Budimex. Generalny wykonawca na budowie drogi S51 Olsztyn – Olsztynek, na odcinku Olsztyn Wschód – Olsztyn Południe, zgłosił do GDDKiA zamiar wykonania odcinka doświadczalnego w technologii betonu wałowanego.

Warstwa jezdna była wykonywana w sierpniu i wrześniu 2019 r. Przed przystąpieniem do ułożenia odcinka doświadczalnego 7 maja 2019 r. w km 0 + 023–0 + 210 oraz 9 maja 2019 r. w km 0 + 210–0 + 492,75 przeprowadzono badanie nośności podłoża gruntowego płytą VSS na warstwie kruszywa łamanego, stabilizowanego mechanicznie. Otrzymane wyniki badań spełniły wymagania *Szczegółowej specyfikacji technicznej D.04.04.02*. Ponieważ wyniki badań podłoża gruntowego były prawidłowe, wykonawca przystąpił do realizacji odcinka doświadczalnego z betonu wałowanego RCC. Do układania warstwy jezdnej użyto rozścielacza Volvo ABG7820B, grubość warstwy wynosiła 15 cm.



Podczas produkcji mieszanki pobrano próbki dla sprawdzenia następujących parametrów:

- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu klasy C30/37,
- wytrzymałość na zginanie po 28 dniach dojrzewania betonu – deklarowana,
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach dojrzewania betonu $\geq 3,5$ MPa,
- nasiąkliwość betonu – deklarowana.

Wszystkie wyniki potwierdziły deklarowane dla mieszanki wartości i wyglądały następująco:

Data produkcji betonu	Wartość średnia [MPa]	Wartość minimalna [MPa]	Wymagania
8 maja 2019	72,4	72,1	C30/37
9 maja 2019	66,5	62,3	C30/37

Data produkcji betonu	Wytrzymałość na zginanie [MPa]	Wymagania
8 maja 2019	7,9	deklarowane
	8,0	
	7,4	
	8,1	
9 maja 2019	6,9	deklarowane
	7,4	
	7,1	
	8,0	

Data produkcji betonu	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu [MPa]	Wymagania [MPa]
8 maja 2019	6,1	$\geq 3,5$
	5,8	
	6,0	
	5,9	

Data produkcji betonu	Wynik nasiąkliwości [W _a]	Wymagania [%]
8 maja 2019	3,1	deklarowane
	3,3	

Dla potwierdzenia parametrów, a także sprawdzenia stopnia zagęszczenia oraz właściwości użytkowych dodatkowo wykonano odwierty w nawierzchni w trzech miejscach. Co ważne, sama nawierzchnia została podzielona na cztery odcinki, które różniły się pomiędzy sobą strukturą. I tak, do zbadania dostarczono typowy beton wałowany, a więc powierzchnię, którą otrzymano po ułożeniu rozściełaczem i zawałowaniu, ale również trzy odcinki z nadaną strukturą. W jednym przypadku mieszanka została zatarta na gładko, w dwóch kolejnych po zatarcu uzyskano uszorstnienie przez zastosowanie tkaniny jutowej lub szczotek. Każdorazowo,

aby umożliwić zacieranie, zastosowano środek, który to umożliwił, w tym przypadku RCC Surface Pro. Różniące się pomiędzy sobą odcinki przebadano w kierunku sprawdzenia i porównania właściwości jezdnych. Wyniki odwiertów potwierdziły wysokie parametry wbudowanej mieszanki – średnia wartość wyników badań wytrzymałości na ściskanie wyniosła 51,1 Mpa.

Tak wysokie parametry nie byłyby możliwe bez dwóch kluczowych czynników, czyli odpowiedniego zaprojektowania receptury z kruszywami dobranymi pod kątem możliwości ich prawidłowego zagęszczenia oraz użycia odpowiedniego sprzętu, a także odpowiedniego zaplanowania procesu układania nawierzchni. Beton wałowany z uwagi na niski stosunek W/C jest materiałem, dla którego czas wbudowania jest ściśle określony, a każdy przestój może skutkować przesuszeniem mieszanki. Dlatego tak ważne są pola próbne i stałe kontrolowanie wilgotności produktu. Wyniki z odwiertów udowodniły, że zagęszczenie osiągnięte po rozściełaczu oraz po dowalowaniu walcami 6,5 t oraz 11 t było poprawne.

Po pozytywnym zweryfikowaniu mieszanki betonowej przyszedł czas na skontrolowanie równości nawierzchni, a także jej właściwości antypoślizgowych. Badanie równości na całym odcinku nie wykazało odchyień, tj. zachowana została równość < 10 mm. Badania antypoślizgowe przeprowadzono na odcinkach, na których zastosowano różne sposoby uszorstnienia nawierzchni, co widać w tabeli.

Lokalizacja	Współczynnik tarcia	Rodzaj tekstury
km 0 + 030–0 + 080	0,59	metoda klasyczna
km 0 + 080–0 + 130	0,70	metoda klasyczna / miotełkowanie
km 0 + 130–0 + 180	0,62	miotełkowanie
km 0 + 180–0 + 200	0,44	miotełkowanie
km 0 + 280–0 + 330	0,66	miotełkowanie
km 0 + 330–0 + 380	0,61	miotełkowanie
km 0 + 380–0 + 430	0,62	metoda klasyczna
km 0 + 430–0 + 480	0,57	metoda klasyczna / miotełkowanie
km 0 + 480–0 + 500	0,75	miotełkowanie

Na wspomnianym odcinku przeprowadzono badania, które jak do tej pory prowadzone były raczej na mniejszą skalę – odcinek testowy dał możliwość wykonania wielu testów. Ich wyniki potwierdziły, że beton wałowany jest bardzo atrakcyjnym rozwiązaniem m.in. dla samorządów, które odpowiadają za budowę i utrzymanie największej liczby dróg w Polsce.

Budowa ciągów pieszo-rowerowych i ścieżek rowerowych na ternie miasta Skawina

Powierzchnia: 25 000 m²
Wartość kontraktu: 1 267 200 zł
Konstrukcja: nawierzchnia z betonu wałowanego RCC C30/37



Nawierzchnia wykonana w technologii betonu wałowanego RCC

Przebudowa drogi – ul. Poręby w Gilowicach w km 0 + 008 do km 0 + 313

Powierzchnia: 1024,3 m²
Wartość kontraktu: 227 032,18 zł
Konstrukcja: nawierzchnia z betonu wałowanego RCC C30/37
Generalny wykonawca: CEMEX Infrastruktura



Nawierzchnia wykonana w technologii betonu wałowanego RCC

Przebudowa i rozbudowa dróg na terenie gminy Troszyn w ramach Funduszu Dróg Samorządowych

Powierzchnia: 30 679,56 m²
Nawierzchnia betonowa: 27 429,56 m²
Wartość kontraktu: 4 597 575,08 zł
Konstrukcja: nawierzchnia z betonu wałowanego RCC C30/37
Generalny wykonawca: CEMEX Infrastruktura



Układanie nawierzchni

Przebudowa drogi leśnej nr 220/197 stanowiącej dojazd do leśniczówki we Wroniu od drogi powiatowej nr 1420C Radzyn Chełmiński – Wąbrzeźno – przetarg II

Powierzchnia: 1438 m²
Wartość kontraktu: 288 974,97 zł
Konstrukcja: nawierzchnia z betonu wałowanego RCC C30/37
Generalny wykonawca: CEMEX Infrastruktura



Wygląd nawierzchni po nałożeniu środka hydrofobowego



Układanie warstwy stabilizacji C5/6 MPa



Uszarstnianie nawierzchni (szczotkowanie)

Potwierdzają to również przykłady wcześniejszych realizacji dróg z betonu wałowanego, takie jak droga powiatowa relacji Chruślanki Józefowskie – Mikołajówka, zbudowana w 2014 r. o długości 3,2 km. To jeden z pierwszych, relatywnie dużych projektów, biorąc pod uwagę segment dróg lokalnych. Aktualnie realizowany jest również projekt budowy dróg lokalnych w gminie Troszyn, gdzie całkowita długość dróg z RCC wynosi ponad 5,8 km. W technologii betonu wałowanego powstają też krótsze odcinki. W 2019 r. CEMEX Infrastruktura zrealizował m.in. drogę w Gilowicach. Środki pochodzące z budżetu państwa na usuwanie skutków klęsk żywiołowych pozwoliły na wybudowanie 305 m.b. drogi o konstrukcji 12 cm RCC na podbudowie z KŁSM o grubości 15 cm. Na części drogi wykonano również stabilizację gruntu, a dodatkowo mijanki oraz pobocza. Również Lasy

Państwowe mają doświadczenie z „betonówkami”, w kilku projektach partycypowały w kosztach budowy dróg gminnych, natomiast nadleśnictwo Golub Dobrzyń w zeszłym roku wybudowało drogę w nadleśnictwie Wronie. W tym przypadku zastosowano 20 cm warstwy betonu na podbudowie z kruszywa. Bardzo dobrym przykładem doboru technologii do wymagań pod względem rodzaju i natężenia ruchu jest Warszawa. Od kilku lat spółka miejska ZRIKD wykonuje nowe drogi już nie tylko w technologii asfaltowej, ale również betonu wałowanego. Dzięki wprowadzeniu kolejnej technologii miasto może selekcjonować odcinki narażone na większy oraz cięższy ruch i decydować o zastosowaniu na nich nawierzchni z betonu wałowanego. **Co przemawia na ich korzyść poza trwałością, niższymi kosztami w całym cyklu życia drogi?** Jasna nawierzchnia lepiej odbija światło, dzięki czemu poprawia się bezpieczeństwo, zwłaszcza na niedostatecznie oświetlonych drogach. Brak kolein to następny element, który przemawia za drogami z betonu. Jeszcze inną zaletą jest mniejsze nagrzewanie tego typu nawierzchni, co m.in. zapobiega tworzeniu się w centrach miejskich tzw. wysp ciepła. W ostatnich latach nowym zastosowaniem dla betonu wałowanego stała się budowa ścieżek rowerowych. Tego typu realizacje miały miejsce np. w Żmigrodzie oraz Skawinie.

W Polsce jest ponad 990 wytwórni betonu, z czego znakomita większość mogłaby produkować beton wałowany, co w połączeniu z faktem, że firmy drogowe dysponują sprzętem, który pozwala go ułożyć, daje nadzieję na szybki rozwój tej technologii w Polsce.

Prezentowane badania mieszanki betonowej, a także badania nawierzchni drogi zostały przeprowadzone przez laboratoria GDDiKA oraz Budimex SA.

Więcej na www.cemex.pl

