

# Nawierzchnie dróg lokalnych i placów z betonu wałowanego

dr inż. Władysław Ryżyński  
Biuro Usług Inżynierskich Białystok

Nawierzchnie betonowe od kilkunastu lat cieszą się coraz większą popularnością, w tym jako posadzki betonowe, parkingi zewnętrzne i place manewrowe. Pozytywne doświadczenia w aspekcie trwałości, łatwości wykonywania i napraw oraz stosunkowo niskie koszty wykonania i utrzymania nawierzchni betonowej w porównaniu z innymi rodzajami nawierzchni [1] skłaniają inwestorów do wyboru tego rodzaju nawierzchni na drogi, w tym na drogi lokalne [2,3,4]. Dodatkowymi argumentami przemawiającymi za wyborem tej technologii jest posiadanie przez drogową firmę wykonawczą sprzętu do układania i zagęszczania betonu, zaplecza laboratoryjnego oraz doświadczonej kadry inżynierskiej i operatorów sprzętu.

Nawierzchnie dróg lokalnych z betonu asfaltowego projektowane i wykonywane są najczęściej jako drogi o nawierzchni sztywnej kategorii ruchu KR1 i KR2. Największym problemem związanym z użytkowaniem tych dróg jest ich stosunkowo niska trwałość, co przejawia się koniecznością częstych napraw, a przez to stałych i znacznych nakładów na utrzymanie sprawności technicznej. Alternatywnym rozwiązaniem są drogi lokalne z nawierzchnią betonową, w tym z betonu wałowanego [4].

Beton wałowany (ang. RCC - *Roller Compacted Concrete*) jest coraz częściej stosowany jako alternatywa betonu wylewanego do wykonywania placów składowych i manewrowych oraz nawierzchni drogowych. Do wykonania nawierzchni z betonu wałowanego stosuje się mieszankę w której ilość cementu wynosi od 240 kg/m<sup>3</sup> do 270 kg/m<sup>3</sup>, zaś zawartość wody zarobowej jest tak dobrana, aby uzyskać optymalną mieszankę o konsystencji wilgotnej i wskaźniku wodno-cementowym od 0,30 do 0,45. Wartość wskaźnika w/c nie ma tak bezpośredniego wpływu na wytrzymałość jak w przypadku zwykłych betonów. W porównaniu z tradycyjnym betonem beton wałowany ma wyższy punkt piaskowy i mniejszą zawartość cementu przy porównywalnych klasach wytrzymałości. Do produkcji betonu wałowanego stosuje się głównie cementy z dodatkiem popiołów lotnych. Ilość dozowanej wody do mieszanki betonu wałowanego ma ścisły związek z wilgotnością optymalną, przy której beton najłatwiej się zagęszcza i osiąga największą gęstość objętościową (najmniejszą porowatość). Wilgotność optymalną mieszanki betonu wałowanego określa się za pomocą zmodyfikowanej metody Proctora.

Ponieważ zagęszczanie mieszanki betonowej odbywa się poprzez wałowanie walcami drogowymi to zachowanie optymalnej wilgotności podczas dostawy i układania mieszanki ma ogromne znaczenie dla jakości wykonania nawierzchni. Mieszanka betonowa powinna być transportowana pojazdami z oplandekowaniem, a podczas układania i zagęszczania nie powinny występować opady lub wysoka wilgotność powietrza. Wałowanie mieszanki betonowej o zbyt wysokiej wilgotności może powodować powstawanie nierówności (pofalowanie) nawierzchni i trudności z zagęszczeniem i utrzymaniem niwelety nawierzchni w pasmach skrajnych

(wypieranie boczne zagęszczanej mieszanki). Zbyt niska wilgotność mieszanki betonowej, spowodowana na przykład przesuszeniem przy układaniu podczas intensywnego nasłonecznienia, może prowadzić do tego, że mieszanka nie zostanie dostatecznie zagęszczona i nie uzyska założonych parametrów wytrzymałościowych oraz trwałości.

Technologia betonu wałowanego łączy zalety nawierzchni dróg betonowych (trwałość, odporność na koleinowanie, niskie koszty eksploatacyjne) z szybkością układania i krótkim czasem oddania do użytkowania nawierzchni asfaltowych. Doświadczenia zagraniczne, głównie z rynku amerykańskiego [5,6,7,8], oraz pierwsze doświadczenia krajowe przy wykonywaniu placów składowych, dróg technologicznych i lokalnych (realizacja odcinka drogi gminnej przez firmę Harat [3] w roku 2009) wskazują na możliwości znacznego obniżenia ceny jednostkowej nawierzchni przy spełnieniu wymagań technicznych i technologicznych.

Zaletami nawierzchni z betonu wałowanego są wysoka trwałość i niskie nakłady na utrzymanie oraz wysoka odporność mechaniczna i możliwość użytkowania w znacznie krótszym czasie niż w przypadku betonu wylewanego. Spowodowało to zainteresowanie lokalnych wykonawców tym rodzajem nawierzchni również w odniesieniu do dróg lokalnych kategorii ruchu KR1 i K2, gdzie wykonanie drogi może odbywać się na całej szerokości (bez konieczności stosowania szwu podłużnego z kotwieniem) i bez dybli w poprzecznych szczelinach dylatacji przeciwskurczowych. Kalkulacja porównawcza kosztów wykonania i utrzymania drogi lokalnej z betonu wałowanego i drogi z nawierzchnią z betonu asfaltowego wykazuje, że o ile koszty wykonania drogi z betonu wałowanego są zbliżone (KR1) lub nieco niższe (KR2), to koszty utrzymania nawierzchni z betonu wałowanego są znacząco niższe. Drogi lokalne z betonu wałowanego są przez to atrakcyjne finansowo dla gminnych i powiatowych zarządów dróg dysponujących ograniczonymi, często bardzo skromnymi funduszami na budowę i utrzymanie infrastruktury drogowej. Trwałość drogi lokalnej z nawierzchnią z betonu wałowanego może być szacowana na poziomie 40-50 lat, przy niewielkich nakładach na utrzymanie bieżące.

Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych KRUSZBET S.A. działa na rynku do 40 lat. Od dwóch lat jest jedną ze spółek grupy ZPK Rupińscy. Spółka zajmuje się produkcją kruszyw drogowych, do produkcji betonu, kruszyw łamanych, prefabrykatów, kostki brukowej i obrzeży. Kruszywa pozyskiwane są z własnych złóż z zakładów w Suwałkach i okolicy: w Trzcianem, Sianożęciu i w Stożnem.

Prace związane z wykonywaniem nawierzchni z betonu wałowanego firma rozpoczęła od badań laboratoryjnych i od wykonania odcinków próbnych na własnym terenie wytwórni betonu. Pozytywne rezultaty tych prób oraz dopracowana i powtarzalna receptura betonu wałowanego klasy C30/37 bazująca na kruszywie z własnych złóż pozwoliły na podjęcie się wykonania wiosną 2016 r. placu manewrowego i załadunkowego kruszyw przy boczniczy kolejowej –firmy TRAK TREC w Suwałkach. Potraktowano to zadanie jako pole do doświadczeń z betonem wałowanym o zróżnicowanej recepturze pod względem zastosowanego kruszywa. W części placu zastosowano trzy różne mieszanki betonu wałowanego: jedną bazującą na grysach łamanych dwie bazujące na żwirach kruszonych i sortowanych. Powierzchnia placu została podzielona nacięciami dylatacji przeciwskurczowych o zróżnicowanym rozstawie tworzącym pola o wymiarach od 6m do 50m. Pozwoliło to oszacować wpływ rozstawu szczelin dylatacji przeciwskurczowych na stan nawierzchni w warunkach niskich i wysokich temperatur oraz stan krawędzi szczelin dylatacyjnych przy intensywnym obciążeniu mechanicznym ruchem ładowarek z

pobieraniem i przemieszczaniem urobku bezpośrednio po powierzchni. Stan nawierzchni po okresie letnim i zimowym podczas intensywnego użytkowania (przeładunek kruszywa łamanego za pomocą ładowarek Volvo o pojemności łyżki ok. 5,5 m<sup>3</sup>) pokazano na Fot. 1.



Fot. 1. Widok nawierzchni betonowej placu manewrowego z betonu wałowanego z rozstawem dylatacji przeciwskurczowych 50m.

Doświadczenie zdobyte przy realizacji placu manewrowego oraz potrzeba weryfikacji prowadzonych badań laboratoryjnych nad optymalnym składem mieszanki betonu wałowanego w zastosowaniach drogowych były powodem przystąpienia w lipcu 2016 r. do wykonania drogi gminnej na odcinku łączącym zakład wydobywczy w Trzcianem z drogą wojewódzką Suwałki – Olecko. Istniejąca droga szutrowa o długości 900 m i szerokości 6,6 m o kategorii ruchu KR2 na większym odcinku służyła za drogę transportową dla pojazdów ciężarowych z kruszywem, o nacisku na oś do 100 kN. Stan drogi był średni (miejscowo zły) i wymagany był jej remont bądź modernizacja przez zmianę nawierzchni z podatnej na sztywną lub półsztywną z nawierzchnią asfaltową. W porozumieniu z właścicielem drogi, gminą Suwałki, zdecydowano się na wykonanie nawierzchni z betonu wałowanego, po uprzednim wykonaniu podbudowy z kruszywa łamanego. Grubość nawierzchni z betonu wałowanego klasy C30/37 wynosiła 20 cm. Przy budowie drogi zastosowano w celach porównawczych zróżnicowanie składu mieszanki betonu wałowanego: mniejszą część wykonano na bazie grysów łamanych D16mm, a większą część na bazie żwirów kruszonych D8 mm z własnej lokalnej kopalni kruszywa. Zastosowany cement to cement portlandzki CEM I w ilości 270 kg/m<sup>3</sup>. Ponieważ ze względu na konieczność zapewnienia ciągłości przejezdności drogi roboty prowadzono w dwóch etapach, dzieląc drogę na pasy ruchu wykonywane w różnych, oddalonych od siebie o 3 miesiące terminach: w lipcu i wrześniu 2016 r. Ze względu na prowadzenie robót w okresie podwyższonych temperatur (lipiec) i konieczność zapewnienia stabilności i powtarzalności wilgotności mieszanki betonu wałowanego dostawy mieszanki betonowej były realizowane samochodami samowyładowczymi z plandekami i konieczna była stała kontrola wilgotności wbudowywanej mieszanki. Warstwa betonu o grubości nasypowej około 25 cm układana rozścielaczem stosowanym do nawierzchni asfaltowych o szerokości roboczej 5 metrów zagęszczana był wstępnie stołem wibracyjnym do 84-85%, a potem walcami z kołami gumowymi i stalowymi, aż

do osiągnięcia grubości 20 cm po zawałowaniu. Świeżo zawałowana nawierzchnia betonowa była na bieżąco pokrywana preparatem hamującym parowanie wody.

Nawierzchnię z betonu wałowanego wykonano przy użyciu typowego sprzętu do układania mieszanek bitumicznych i walców drogowych stalowych i ogumionych. W mieszance betonowej użyto grysów i żwirów kruszone pochodzące z zakładu wydobywczego firmy KRUSZBET S.A. w Suwałkach. Przed przystąpieniem do robót dokonano wielu zarobów próbnych w celu optymalizacji składu mieszanki oraz przeprowadzono badania materiałów, mieszanki betonowej i stwardniałego betonu. Badania te, jak i badania próbek stwardniałego betonu pobranych z wykonanej drogi przeprowadzono we własnym laboratorium badawczym zlokalizowanym w Suwalskim Parku Naukowo-Technicznym.

Droga została wykonana ze środków własnych firmy KRUSZBET S.A. w celach poznawczych i testowania różnych technologii wykonania, receptur mieszanki betonowej i wypracowania doświadczeń w uzyskiwaniu założonej tekstury nawierzchni. Nawierzchnię betonową o grubości 20 cm wykonano jako półsztywną na podbudowie z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie. Na etapie wykonania drogi dokonano podziału na dwa pasma ruchu wykonywane z przesunięciem w czasie. W szwie podłużnym nie zastosowano kotwienia, wykonując betonowanie na styk do wykonanego uprzednio pasa nawierzchni. Lepsze parametry użytkowe nawierzchni tj. równość i równomierną teksturę nawierzchni uzyskano dla części wykonanej z betonu wałowanego na bazie grysów, Fot.2.



Fot. 2. Widok drogi ze zróżnicowaniem nawierzchni pasów: pas lewy z kruszyw łamanymi, pas prawy z grysów.

Warstwa mieszanki betonowej o grubości 25 cm była układana przy zastosowaniu rozścielacza drogowego z ciężkim stołem i wałowana walcami ciężkimi o masie 8 ton oraz walcami z ogumieniem. Stopniowe prasowanie warstwy mieszanki betonowej podczas wałowania do osiągnięcia grubości warstwy 20 cm pokazano na Fot. 3 i 4.



Fot. 3. Układanie nawierzchni rozścielaczem drogowym.



Fot. 4. Wałowanie nawierzchni walcami.

Analogicznie do rozwiązań stosowanych w Stanach Zjednoczonych pozostawiono całą długość drogi do samodylatacji. Celem takiego rozwiązania było uzyskanie doświadczeń praktycznych dotyczących samodylatacji nawierzchni i ustalenie optymalnego rozstawu szczelin skurczowych wykonywanych podczas układania nawierzchni. Po zimie 2016/2017 r podczas oględzin i badań stanu nawierzchni ustalono optymalny rozstaw dylatacji przeciwskurczowych na 15m - 16m. Pęknięcia skurczowe o szerokości rozwarcia do 0,7 mm miały charakter prostopadły do osi drogi i w większości przebiegały przez obydwa pasy nawierzchni. Badania wytrzymałościowe odwiertów nawierzchni wykazały osiągnięcie wytrzymałości na ściskanie odpowiadające klasie C30/37, wyższej od projektowanej C25/30 i wytrzymałości na rozciąganie przez rozłupanie na poziomie 5 MPa.

Doświadczenia z realizacji placu manewrowego oraz drogi lokalnej z betonu wałowanego pozwoliły firmie KRUSZBET S.A. podjąć się dostawy mieszanki betonowej i udziału w wykonaniu nawierzchni placów składowych i manewrowych oraz dróg technologicznych na budowie zakładu przemysłowego o łącznej powierzchni 12 tys m<sup>2</sup>. Instalacja w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca wbudowania mieszanki betonowej mobilnego węzła betoniarskiego (wytwórni betonu) o wydajności 120 m<sup>3</sup>/h pozwoliła na skrócenie czasu dostawy mieszanki i zachowanie

optymalnej wilgotności mieszanki betonowej. Utworzony potencjał wykonawczy w połączeniu z posiadanym zapleczem laboratoryjnym i zdobytym doświadczeniem wykonawczym pozwala firmie KRUSZBET S.A. na podjęcie się wykonania dróg lokalnych, placów składowych i manewrowych oraz parkingów z nawierzchnią w technologii betonu wałowanego.

Technologia betonu wałowanego daje ogromne możliwości zastosowania. Rozwój tej technologii i szybki przyrost realizacji krajowych pokazuje jej zalety i duży potencjał.

**Bibliografia:**

1. A. Szydło, *Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004.
2. A. Szydło, P. Mackiewicz, *Nawierzchnie betonowe na drogach gminnych*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2005.
3. P. Wojciechowski, K. Harat; *Nawierzchnia drogowa z betonu wałowanego*, Inżynier budownictwa, Nr 2/3 2012, str. 36-40.
4. M. Gruszczyński; *Beton wałowany – szansą na tanie i trwałe drogi lokalne*, Przegląd Budowlany nr 1/2016, str. 24-28.
5. *Beton według normy PN-EN 206-1 – komentarz, praca zbiorowa pod kier. prof. L. Czarneckiego*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004.
6. *Report on Roller-Compacted Concrete Pavements*, ACI Committee 325, American Concrete Institute, 1995.
7. *Guide to Roller-Compacted Concrete Pavements*. Reported by ACI Committee 327. Raport ACI 327R-14, 2014.
8. N. Delate; *Concrete Pavement Design, Construction and Performance*, CRC Press, 2014.