

Szkolenie dla projektantów i technologów drogowych

Beton wałowany

Autor: Michał Hebdaś

Firma: CEMEX Polska Sp. z o.o.

Warszawa, 28 marca 2023

ORGANIZATOR



Stowarzyszenie Producentów Cementu
Polish Cement Association

PARTNERZY



Stowarzyszenie Producentów
Betonu Towarowego w Polsce



© fot. A Dątałak



Czym jest RCC?



Nawierzchnia Betonowa (RCC – Roller - Compacted Concrete)

Półsucha mieszanka betonowa
(o wilgotności zbliżonej
do wilgotności gruntu)
układana i zagęszczana przy
użyciu maszyn do budowy
nawierzchni.

Składa się z kruszyw
mineralnych, spoiw
hydraulicznych oraz dodatków
do betonu.



1. Zaprojektowanie mieszanki

- Cement o właściwościach wg normy PN-EN 197-1
- Kruszywo naturalne - jak żwir i piasek naturalny lub łamane jak grys - i/lub sztuczne – z recyklingu - kruszywa mineralne, kruszywa muszą być zgodne z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 12620
- Woda zarobowa – powinna być zgodna z normą PN-EN 1008
- Domieszki – powinny być zgodne z normą PN-EN 934-2

Dodatki – typu I lub II, uzupełniają one frakcje drobne $< 0,25$ mm.

Można stosować następujące dodatki:

- popiół lotny krzemionkowy – wg normy PN-EN 450-1
- pył krzemionkowy – wg normy PN-EN 13263-1
- mielony granulowany żużel wielkopiecowy - wg normy PN-EN 15167-1



Mieszanka betonowa wyprodukowana zgodnie z PN-EN 206



Wytrzymałość na ściskanie

według normy
PN-EN 12390-3:
klasa wytrzymałości
minimum **C25/30**



Wytrzymałość na rozciąganie

przy rozłupywaniu według
normy PN-EN 12390 – 6:

- Minimum **2,5 MPa**
KR1 i KR2
- Minimum **3,5 MPa** –
podbudowa dla KR3 –
KR7



Odporność na zamrażanie/rozmrażanie z udziałem soli odladzającej:

Kategoria mrozoodporności
według normy PN-EN
138770-2, nie niższa niż **FT1**

Oraz:

- klasa konsystencji dla betonu wałowanego **S1**, zgodnie z PN-EN 206
- stosunek $w/c < 0,45$

2. Przygotowanie podłoża / podbudowy

- zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie, które należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu $E2$ do pierwotnego modułu odkształcenia $E1$ jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy (warunek ten nie dotyczy przypadku gdy $E2$ jest większy bądź równy 160 MPa),
- Powierzchnia podłoża powinna być równa, ustabilizowana, nośna, bez kolein i ubytków oraz nie powinna posiadać luźnych materiałów takich jak: piasek, ziemia oraz rozluźnione kruszywo.
- w przypadku istniejących nawierzchni wykorzystanych jako podbudowy należy uwzględnić uzupełnienie ubytków w nawierzchni oraz wykonanie ewentualnych poszerzeń krawędzi o pełnej konstrukcji,
- Należy zwrócić uwagę by podłożę, na którym będzie układana nawierzchnia betonowa, nie absorbowało wody z mieszanki betonowej. W razie potrzeby należy je zwilżyć wodą.



3. Transport mieszanki

Mieszankę betonową należy transportować środkami nie powodującymi:

- naruszenia jednorodności masy,
- zmian w składzie w stosunku do stanu początkowego (bezpośrednio po wymieszaniu).

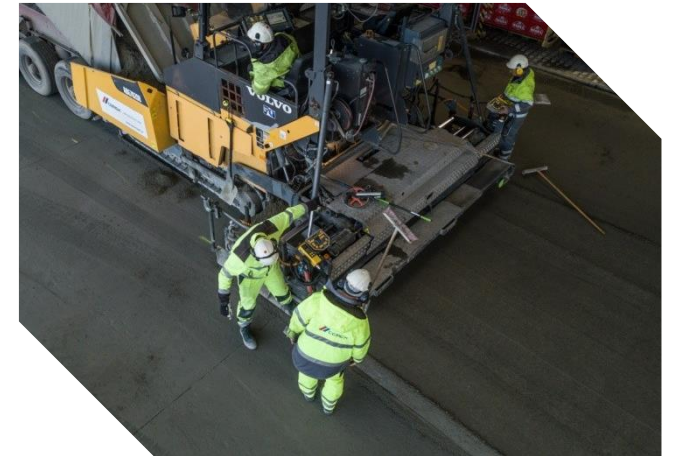
→ W przypadku mieszanek betonowych układanych w technologii **betonu wałowanego**, mieszankę betonową należy transportować samochodami samowyładowczymi wyposażonymi w plandeki przekrywające.

Ilość środków transportowych należy tak dobrać, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu wiązania betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii.



4. Ułożenie mieszanki

- wbudowywanie mieszanki betonowej w technologii betonu wałowanego może odbywać się z użyciem rozkładarki do budowy nawierzchni bitumicznych wyposażonej w układ z automatycznym sterowaniem grubości warstwy i utrzymywaniem niwelety zgodnie z przyjętymi założeniami. Układarka powinna być wyposażona w ciężki stół oraz podwójny rząd ubijaków.
- dopuszcza się ręczne wbudowywanie mieszanki betonowej, przy układaniu małych powierzchni o nieregularnych kształtach,
- ruch układarki powinien być płynny, bez zatrzymań, co zabezpiecza przed powstawaniem nierówności; w przypadku nieplanowanej przerwy w betonowaniu, należy na nawierzchni wykonać szczelinę roboczą,
- fakturowanie nawierzchni jest dopuszczalne pod warunkiem użycia odpowiednich środków chemicznych oraz zacieraczek przemysłowych.



Nawierzchnia betonowa nie powinna być wykonywana w temperaturach niższych niż 5 stopni Celsjusza i nie wyższych niż 25 stopni.

Przestrzeganie tych przedziałów temperatur zapewnia prawidłowy przebieg hydratacji cementu i twardnienia betonu, co gwarantuje uzyskanie wymaganej wytrzymałości i trwałości nawierzchni.

4. Zagęszczanie mieszanki - wałowanie

- zespół wibratorów układarki powinien być wyregulowany w ten sposób, by zagęszczenie wstępne masy betonowej było równomierne na całej szerokości i grubości wbudowywanego betonu,
- zagęszczanie zasadnicze mieszanki powinno odbywać się bezzwłocznie po wbudowaniu mieszanki za pomocą walca stalowego lub stalowo – gumowego,
- zagęszczanie należy rozpocząć od krawędzi nawierzchni ku osi,
- wskaźnik zagęszczenia ułożonej warstwy nie powinien być mniejszy niż 98,0%,
- krawędzie powinny być zagęszczone i równo obcięte nożem walca lub piłą mechaniczną.



5. Pielęgnacja nawierzchni i wykonanie dylatacji

- dla zabezpieczenia świeżego betonu nawierzchni przed skutkami szybkiego odparowania wody, jako metodę najbardziej skuteczną jest pielęgnacja powłokowa,
- preparat powłokowy należy natryskiwać możliwie szybko po zakończeniu wbudowywania i zagęszczenia betonu, lecz nie później niż 60 minut od zakończenia zagęszczania; preparatem powłokowym należy również pokryć boczne powierzchnie płyt,
- w przypadkach słonecznej, wietrznej i suchej pogody (wilgotność powietrza poniżej 60%) powierzchnia betonu powinna być - mimo naniesienia preparatu powłokowego - dodatkowo skrapiana wodą,
- dopuszcza się stosowanie innych środków do pielęgnacji nawierzchni np. przykrywanie folią, wilgotnymi tkaninami technicznymi itp.



5. Pielęgnacja nawierzchni i wykonanie dylatacji

Wykonanie szczelin dylatacyjnych na stwardniałym betonie z użyciem masy zalewowej na gorąco.

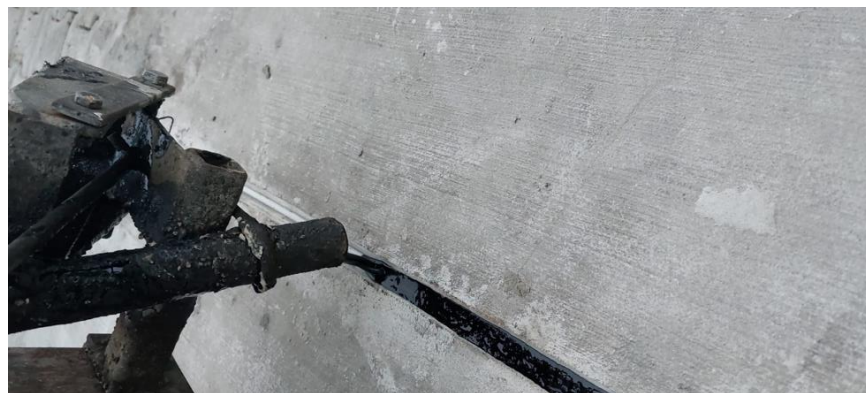
- po wbudowaniu mieszanki betonowej w pierwszym okresie dojrzewania betonu powinny zostać wykonane nacięcia odprężające za pomocą spalinowych przecinarek do świeżego betonu; nacięcia odprężające powinny być wykonane na głębokość ok. 1/3 grubości płyty o szerokość min. 3 mm,
- wykonanie gniazd dylatacyjnych wraz z wypełnieniem szczelin masą zalewową powinno nastąpić po min. 14 dniach od wbudowania betonu,
- przed wykonaniem zalewania masą powinno nastąpić dokładne oczyszczenie wraz z odpyleniem gniazd i zagruntowanie,
- w przypadku rezygnacji z montowania kordu masa zalewowa powinna być uzupełniona do głębokości min. 20 mm,
- wypełnianie masą na gorąco może nastąpić w sprzyjających warunkach pogodowych tj. bez opadów atmosferycznych i temperaturze powietrza powyżej +5 stopni Celsjusza; gdy beton jest naturalnie suchy bez jego dosuszania,
- nacięcia odprężające oraz gniazda dylatacyjne wykonywane będą z użyciem przecinarek spalinowych o prowadzeniu ręcznym lub kierowanym.

Dopuszcza się - po uzyskaniu zgody Inwestora - wykonywanie szczelin innymi metodami, jak np. z użyciem masy zalewowej na zimno.

Wypełnienie szczelin dylatacyjnych

Przed przystąpieniem do wypełniania szczelin, muszą być one dokładnie oczyszczone z zanieczyszczeń obcych, pozostałości po ciecieniu betonu itp. Pionowe ściany szczelin muszą być suche, czyste, nie wykazywać pozostałości pylastych.

Szczeliny można wypełniać na gorąco lub zimo masami trwale plastycznymi z użyciem preparatu gruntującego oraz kordu. Wypełnianie szczelin wolno wykonywać przy bezdeszczowej, możliwie bezwietrznej pogodzie.



Zastosowanie betonu wałowanego RCC

W technologii RCC można wykonywać :

- nawierzchnie nienarażone na działanie opadów atmosferycznych oraz soli odladzających - umiarkowanie eksploatowane – z betonu klasy minimum C20/25,
- nawierzchnie dróg kategorii ruchu KR1-KR2 – z betonu klasy minimum C25/30,
- nawierzchnie dróg technologicznych o obciążeniu odpowiadającemu kategoriom ruchu KR3-KR4 na drogach krajowych – z betonu klasy minimum C30/37,
- podbudowy dróg kategorii ruchu KR1-KR7.

Beton wałowany znalazł swoje zastosowanie przy budowie:

- dróg lokalnych,
- dróg dojazdowych dla ruchu lekkiego i ciężkiego,
- placów rozładunkowych dla ruchu ciężkiego,
- parkingów,
- chodników,
- zatok autobusowych,
- ścieżek rowerowych.

Oraz przy realizacji m.in.:

dróg gminnych, leśnych, lotnisk, ścieżek rowerowych, obiektów wojskowych oraz w wielu obiektach przemysłowych.



Beton wałowany może być stosowany zarówno jako **warstwa ścieralna**, jak i **dolne warstwy podbudowy** w konstrukcjach drogowych.



Trwałość



Recykling



Brak kolein



Lokalne surowce

Zalety nawierzchni betonowej



Stabilne ceny
surowców



Niskie koszty
eksploatacji



Duża
wytrzymałość



Jasna
nawierzchnia

Lokalizacje projektów CEMEX Polska od 2012 r.



RCC

- 📍 Olsztyn
- 📍 Kraków
- 📍 Częstochowa
- 📍 Bartniki
- 📍 Wronie
- 📍 Hajnówka
- 📍 Białystok
- 📍 Żagań
- 📍 Świdnik
- 📍 Chełm
- 📍 Rudniki
- 📍 Świecie
- 📍 Słubice
- 📍 Klucze
- 📍 Wysokie Mazowieckie
- 📍 Bierawa
- 📍 Żywiec
- 📍 Wieruszów
- 📍 Piława Górna
- 📍 Hrubieszów
- 📍 Kąty Wrocławskie
- 📍 Gądk
- 📍 Troszyn
- 📍 Bytom
- 📍 Chruślanki Józefowskie
- 📍 Dąbrowa Górnicza
- 📍 Jaworzno
- 📍 Mysłowice
- 📍 Skawina
- 📍 Czarnobór
- 📍 Parsęcko
- 📍 Gilowice
- 📍 Sławków
- 📍 Trzebinia
- 📍 Ruda Śląska
- 📍 Garwolin
- 📍 Gończyce
- 📍 Bielsko-Biała

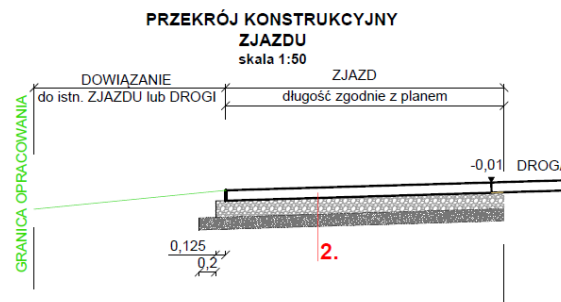
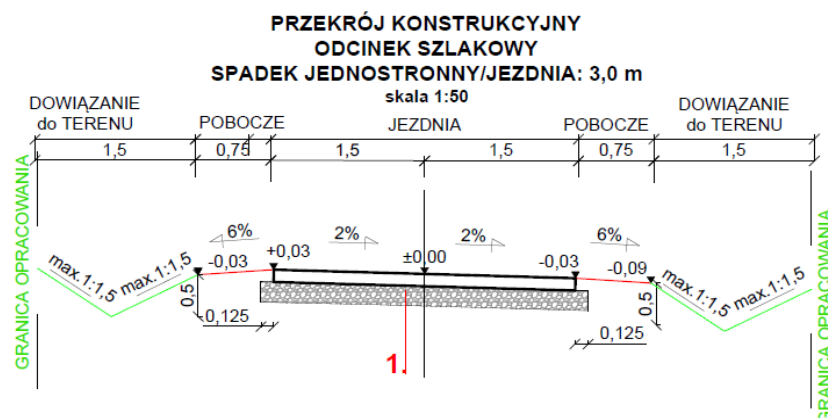
Przykładowe projekty w RCC

Przebudowa drogi leśnej – Nadleśnictwo Czarnobór

Nazwa zadania	Przebudowa drogi leśnej Krągi - Płytnica
Grubość nawierzchni	16 cm, RCC C30/37
Podbudowa	10 cm, C5/6
Długość drogi	km 0+000,00 do km 2+171,00
Powierzchnia	~ 11 000 m ²
Wartość projektu	1 666 446,59 zł brutto

Do zaprojektowanego przez CEMEX Polska betonu użytego w przebudowie drogi, wykorzystano niskoemisyjny **Cement VERTUA® Plus**.

Wykorzystanie niskoemisyjnych produktów dostępnych w ofercie CEMEX, to kolejny krok ku realizacji strategii **"Future in Action"**, której celem jest przeciwdziałanie zmianom klimatu.



1. NAWIERZCHNIA z RCC na ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI
 - warstwa ścieralna z RCC30/37 gr.16 cm
 - podbudowa z LC2/5 gr. 10 cm
 - w-wa wyrównawcza kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 0/31,5 gr. zmienna
2. NAWIERZCHNIA z RCC na POSZERZENIU
 - warstwa ścieralna z RCC30/37 gr.16 cm
 - podbudowa z LC2/5 gr. 10 cm
 - podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego, stabilizowanego mechanicznie

Przykładowe projekty w RCC

Przebudowa drogi leśnej – Nadleśnictwo Czarnobór

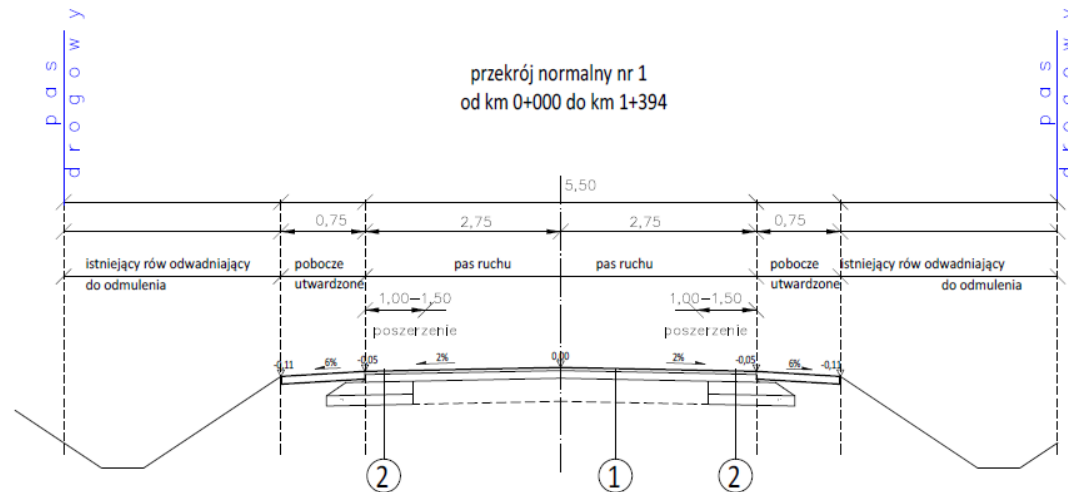


2 w 1 = droga leśna i ścieżka rowerowa
dla Nadleśnictwa Czarnobór

Przykładowe projekty w RCC

Przebudowa drogi gminnej – Gmina Hrubieszów

Nazwa zadania	Przebudowa drogi gminnej nr 111099L Czerniczyn – Kozodawy
Grubość nawierzchni	12cm, RCC C25/30
Podbudowa	10 cm warstwa profilująca z kruszywa
Długość drogi	km 0+000,00 do km 1+394,05
Powierzchnia	7 700 m ²
Wartość projektu	1 979 520,86 zł brutto



Proj. konstrukcja nawierzchni	
beton wałowany C 25/30	12 cm
podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego 0/31,5 mm C90/3	15 cm
podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego 0/31,5 mm C90/3	10 cm
stabilizowanego cementem o Rm=5,0MPa	15 cm
warstwa odcinająca z piasku	10 cm
istniejące podłoże gruntowe	

Przykładowe projekty w RCC

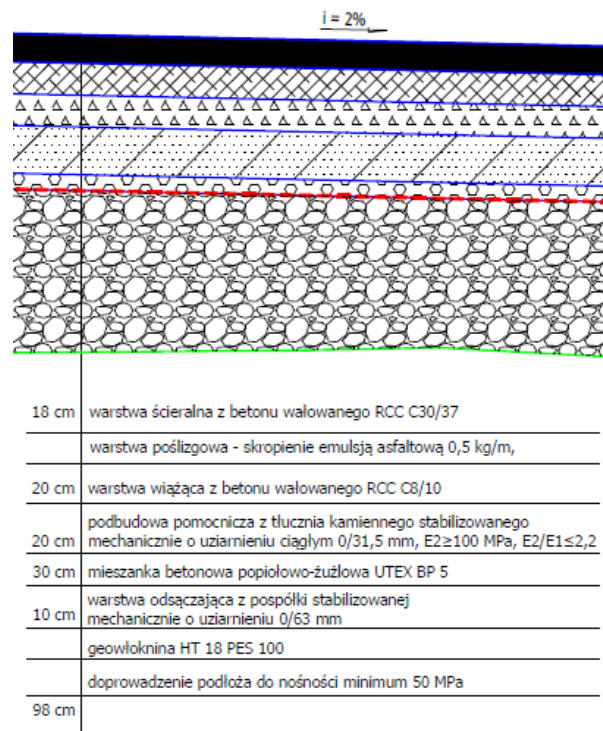
Przebudowa drogi gminnej – Gmina Hrubieszów



Przykładowe projekty w RCC

Plac manewrowy oraz droga dojazdowa – Browary Żywiec

Nazwa zadania	Modernizacja placu manewrowo-załadunkowego oraz drogi dojazdowej na terenie Browaru w Żywcu
Grubość nawierzchni	18 cm, RCC C30/37
Podbudowa	20 cm, RCC C8/10
Powierzchnia	1 620 m2



Przykładowe projekty w RCC

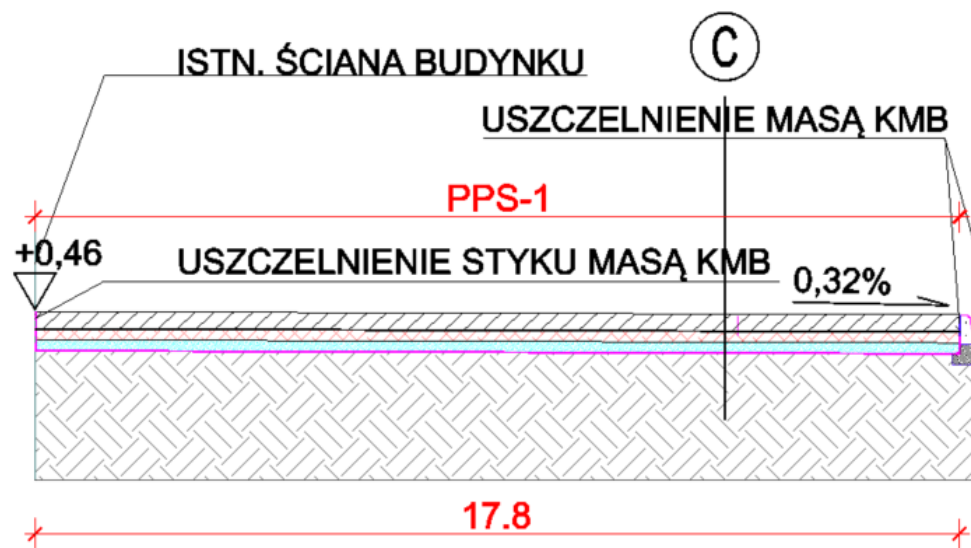
Plac manewrowy oraz droga dojazdowa – Browary Żywiec



Przykładowe projekty w RCC

Płyta lotniskowa - Krywlany

Nazwa zadania	Wykonanie robót budowlanych na lotnisku Białystok Krywlany
Grubość nawierzchni	30 cm, RCC C30/37 (dwuwarstwowo)
Podbudowa	18 cm, RCC C12/15
Powierzchnia	13 400 m ²



C
1 - Warstwa jezdna z betonu cementowego (napowietrzonego) kl. min. C-30/37, gr. 30 cm,
2 - Warstwa podbudowy zasadniczej z betonu cementowego klasy C12/15, grubość 18cm,
3 - Warstwa mrozochronna / odsączająca z kruszywa łamanego, grubość 25cm,
4 - Geowłóknina,
5 - Grunt rodzimy

Przykładowe projekty w RCC

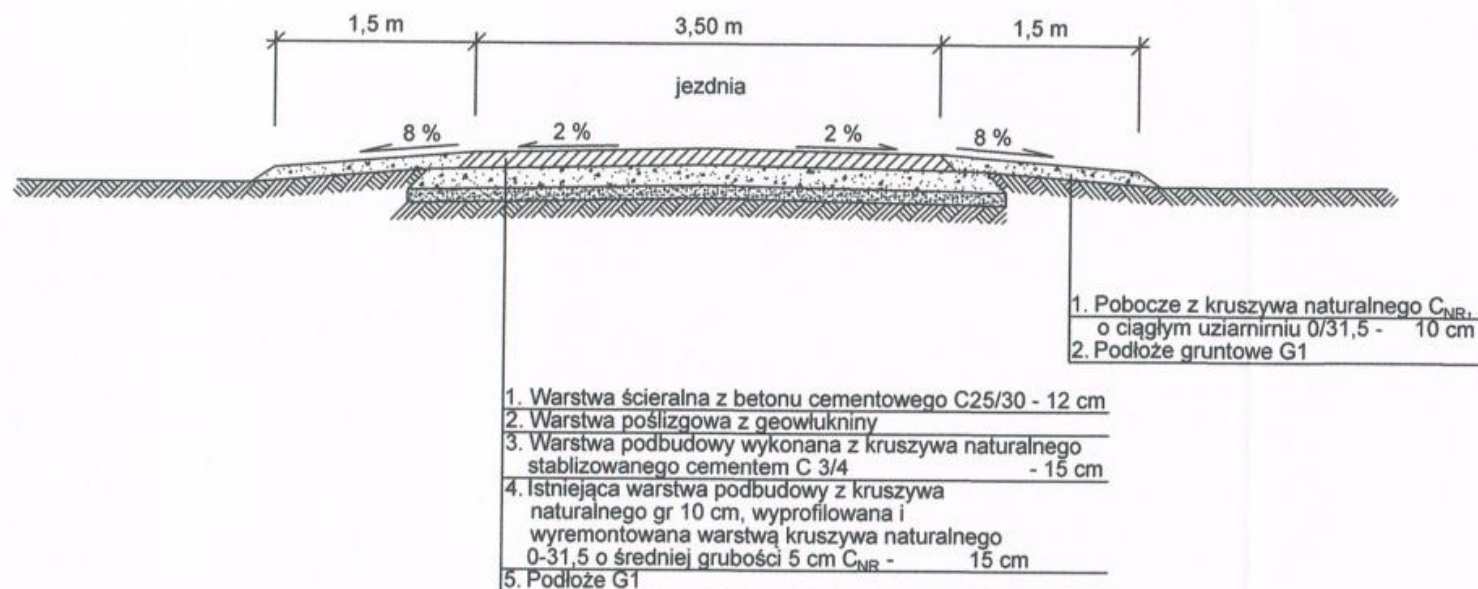
Płyta lotniskowa - Krywlany



Przykładowe projekty w RCC

Drogi z betonu wałowanego w Gminie Troszyn

Nazwa zadania	Przebudowa i rozbudowa dróg na terenie gminy Troszyn
Grubość nawierzchni	12 cm, RCC C25/30
Podbudowa	15cm, stabilizacja C3/4
Długość drogi	~ 6 000 m
Powierzchnia	30 000 m ²
Wartość projektu	4 597 575,08 zł brutto



Przykładowe projekty w RCC

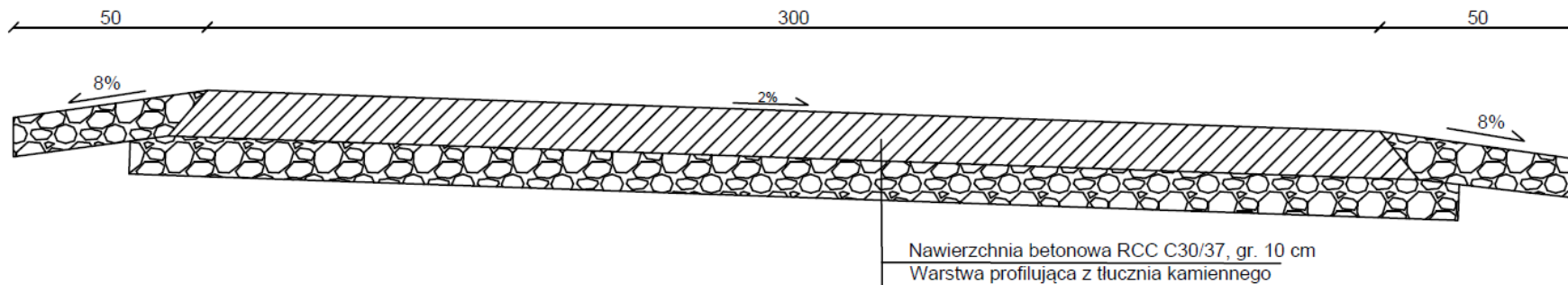
Drogi z betonu wałowanego w Gminie Troszyn



Przykładowe projekty w RCC

Droga z betonu wałowanego w Bartnikach

Nazwa zadania	Budowa drogi lokalnej w miejscowości Bartniki gm. Puszcza Mariańska
Grubość nawierzchni	10 cm, RCC C30/37
Podbudowa	istniejąca nawierzchnia tłuczniowa
Długość drogi	~ 2 200 m
Powierzchnia	6 600 m ²
Wartość projektu	392 000 zł brutto



Przykładowe projekty w RCC

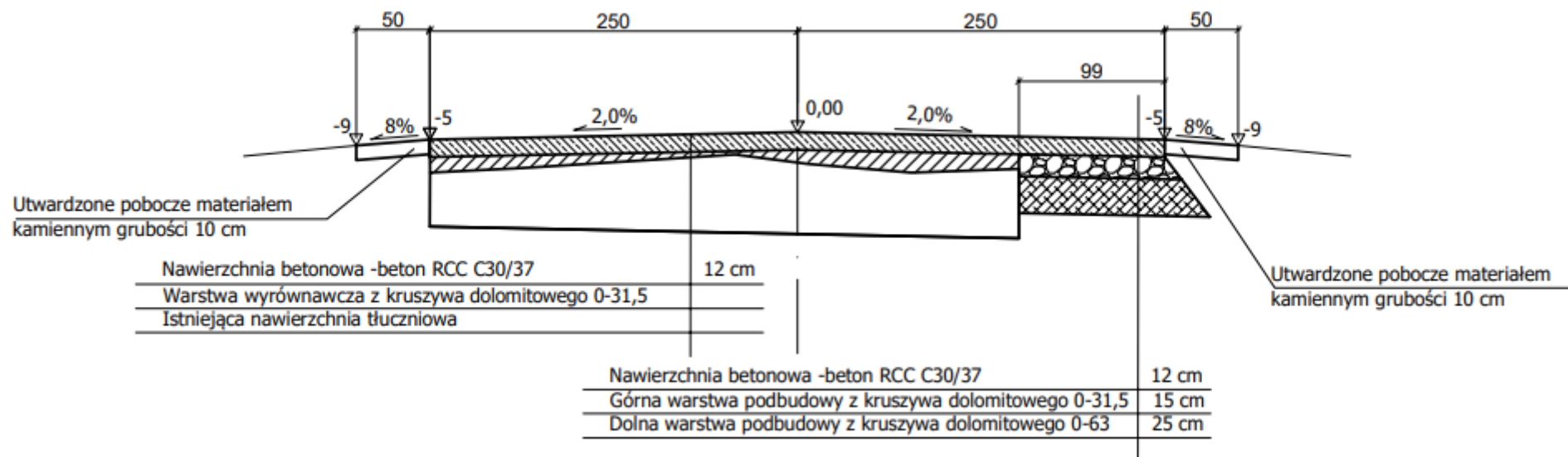
Droga z betonu wałowanego w Bartnikach



Przykładowe projekty w RCC

Droga dojazdowa – Gmina Klucze

Nazwa zadania	Budowa drogi dojazdowej do Róży Wiatrów
Grubość nawierzchni	12 cm, RCC C30/37
Powierzchnia	5 019,50 m ²
Wartość projektu	599 649,21 zł brutto



Przykładowe projekty w RCC

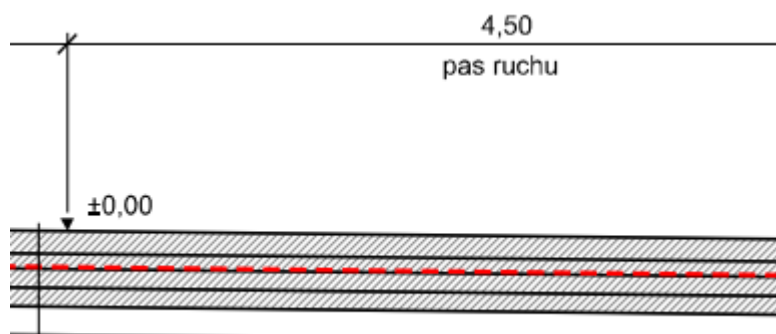
Droga dojazdowa – Gmina Klucze



Przykładowe projekty w RCC

Infrastruktura towarzysząca – Mondi Świecie

Nazwa zadania	Budowa infrastruktury towarzyszącej – Mondi Świecie
Grubość nawierzchni	20 cm, RCC C35/45
Powierzchnia	30 000 m ²



Beton wałowany klasy C35/45 układany mechanicznie (wsp. w/c ≤ 0.45), gr. 12cm
Beton wałowany klasy C35/45 układany mechanicznie (wsp. w/c ≤ 0.45), gr. 8cm
Warstwa poślizgowa z dwóch warstw foli PE, gr. 0,02mm lub natrysk emulsją asfaltową w ilości 0,5 kg/m ²
Beton wałowany klasy C35/45 układany mechanicznie (wsp. w/c ≤ 0.45), gr. 13cm
Beton wałowany klasy C35/45 układany mechanicznie (wsp. w/c ≤ 0.45), gr. 12cm
Warstwa odsączająca z piasku, gr. 15cm ($I_s \geq 1,00$)
Podłoże gruntowe zagęszczone do $I_s \geq 1,00$



RCC dla ruchu ciężkiego



Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Nazwa zadania	Budowa S51 Olsztyn - Olsztynek
Zamawiający	GDDKiA
Technologia wykonania	beton wałowany
Grubość nawierzchni	15 cm, RCC C30/37
Długość drogi	km 0+000,00 do km 0+509,66
Powierzchnia	~ 1 700 m ²

Cele:

- wprowadzenie alternatywnego rozwiązania dla dróg kruszywowych czy asfaltowych,
- wykonanie nawierzchni z betonu wałowanego z nadaniem tekstury,
- sprawdzenie i porównanie parametrów nawierzchni w oparciu o wytyczne dla dróg powiatowych i gminnych.

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Założona konstrukcja pierwotna

- Kruszywo naturalne 0/22 grubość 10 cm
- Kruszywo łamane 0/31,5 grubość 20 cm
- Stabilizacja C 1,5/2 grubość 20 cm

Konstrukcja przy układaniu betonu wałowanego

- RCC C30/37 grubość 15 cm
- Podbudowa z kruszywa łamanego 0/31,5 o grubości 15 cm
- Stabilizacja C1,5/2

Teksturowanie:

1. Odcinek klasyczne RCC
2. Odcinek RCC teksturowanie „miotłkowanie”
3. RCC na gładko
4. RCC teksturowane matą jutową

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

NAZWA USŁUGI/MATERIAŁU	J.M.	ILOŚĆ
Wykonanie nawierzchni z betonu C30/37 gr. 15 cm wraz z pielęgnacją, wykonaniem dylatacji oraz wałowaniem /DD52	m2	800
Wykonanie nawierzchni z betonu C30/37 gr.15 cm wraz z pielęgnacją, wykonaniem dylatacji oraz szczotkowaniem /DD52	m2	450
Wykonanie nawierzchni z betonu C30/37 gr.15 cm wraz z pielęgnacją, wykonaniem dylatacji oraz wykończeniem tkaniną jutową /DD52	m2	450

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Wyniki badań wytrzymałości na zginanie po 28 dniach dojrzewania betonu

Data produkcji betonu	Wytrzymałość na zginanie [MPa]	Wymagania
08.05.2019	7,9	Deklarowane
	8,0	
	7,4	
	8,1	
09.05.2019	6,9	Deklarowane
	7,4	
	7,1	
	8,0	

Wyniki badań wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach dojrzewania betonu

Data produkcji betonu	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu [MPa]	Wymagania [MPa]
08.05.2019	6,1	≥3,5
	5,8	
	6,0	
	5,9	

Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu

Data produkcji betonu	Wartość średnia [MPa]	Wartość minimalna [MPa]	Wymagania
08.05.2019	72,4	72,1	C30/37
09.05.2019	66,5	62,3	C30/37

Wyniki badań nasiąkliwości betonu

Data produkcji betonu	Wynik nasiąkliwości [%]	Wymagania [%]
08.05.2019	3,1	Deklarowane
	3,3	
	3,1	

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Wyniki badań grubości warstwy

Lokalizacja	Średnia grubość warstwy [cm]	Wymagania [cm]
0+077	17,2	12,5÷17,5
0+120	16,1	12,5÷17,5
0+225	15,4	12,5÷17,5
0+360	15,6	12,5÷17,5

Wyniki badań nasiąkliwości betonu z odwiertu

Lokalizacja	Wynik nasiąkliwości [%]	Wymagania [%]
km 0+225	3,5	Deklarowane
km 0+360		

Wyniki badań gęstości mieszanki betonowej

Data produkcji betonu	Wynik gęstości [kg/m ³]
08.05.2019	2 380

Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie próbek z nawierzchni.

Lokalizacja	Wartość średnia [MPa]	Wartość minimalna [MPa]	Wymagania
km 0+120	51,3	51,2	C30/37

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Mrozoodporność w solach odladzających

Data badania:	09.10-04.12.2019	
Nazwa i lokalizacja miejsca pochodzenia próbki:	Pobrano na drodze dojazdowej DD52	
Opis badanego materiału:	Beton Wałowany	Klasa betonu: C30/37
	Producent betonu: Cemex	Nr recepty: RCC/C-037-5-H-28-02-2-B-R0
Metoda badania:	PKN-CEN/TS 12390-9:2007pkt. 5 - Slab test	
Metoda przygotowania próbki:	Skład medium zamrażającego:	Roztwór 3 % NaCl, 97 % woda pitna (masowo)
	Zgodnie z PKN-CEN/TS 12390-9:2007 pkt. 5 - Slab test	



L.p.	Oznaczany parametr	j.m.	Średnia	Wyniki dla poszczególnych próbek			
				30/08/07/19/B	31/08/07/19/B	32/08/07/19/B	33/08/07/19/B
1	S ₇	[kg/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	S ₁₄	[kg/m ²]	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
3	S ₂₈	[kg/m ²]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
4	S ₄₂	[kg/m ²]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
5	S ₅₆	[kg/m ²]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ocena wizualna: S7-brak spękań, odparowania lub osuszenia powierzchni badanej, złuszczenia ziarn kruszywa, przecieku wody lub roztworu soli ; S14brak spękań, odparowania lub osuszenia powierzchni badanej, złuszczenia ziarn kruszywa, przecieku wody lub roztworu soli, S28- brak spękań, odparowania lub osuszenia powierzchni badanej, złuszczenia ziarn kruszywa, przecieku wody lub roztworu soli. S42- brak spękań, odparowania lub osuszenia powierzchni badanej, złuszczenia ziarn kruszywa, przecieku wody lub roztworu soli. S56-brak spękań, odparowania lub osuszenia powierzchni badanej, złuszczenia ziarn kruszywa, przecieku							
Określenie kategorii mrozoodporności zgodnie z PN-EN 13877-2:2007 Badany beton należy do kategorii:							FT1

Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA



Projekt badawczy – Budimex / GDDKiA

Wnioski:



- nawierzchnie z betonu wałowanego RCC są trwałe oraz bezpieczne,
- uzyskane wartości antypoślizgowe pozwalają zastosować takie rozwiązania dla dróg gminnych i powiatowych dla kategorii ruchu KR-3,
- wysokie parametry trwałościowe nawierzchni z betonu wałowanego powodują, iż takie rozwiązanie idealnie nadaje się na place postojowe czy też składowe, gdzie występują duże naciski zarówno statyczne jak i dynamiczne,
- różnorodność wykończenia nawierzchni z betonu wałowanego daje możliwość wykonania powierzchni jezdnej o estetycznym wyglądzie przy zachowaniu wysokich właściwości nośnych, trwałościowych i antypoślizgowych,
- specyfika betonu RCC pozwala na udostępnienie nawierzchni do użytku w stosunkowo krótkim czasie.

Projekt indywidualny - opracowanie

Opracowanie w zakresie projektu indywidualnego nawierzchni w ramach realizacji zadania inwestycyjnego „Zaprojektowanie i budowa drogi wewnętrznej dojazdowej przez teren nr 30 w Porcie Gdańsk wraz z budową systemu kanalizacji deszczowej i uzbrojeniem terenu”

Opracowano na zlecenie:

CEMEX Infrastruktura Sp. z o.o.
ul. Krakowiaków 46
02-255 Warszawa

Założenia projektowe

		warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego wałowanego, klasa wytrzymałości na ściskanie C35/45, wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu $R_{zg} \geq 6,5 \text{ MPa}$
22 cm		
		warstwa poślizgowa
24 cm		warstwa podbudowy zasadniczej z betonu cementowego, klasa wytrzymałości na ściskanie C12/15
15 cm		Warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C5/6
		$\nabla E_2 \geq 80 \text{ MPa}$
		Podłoże gruntowe, grunty niewysadzinowe grupy nośności podłoża G1

Rysunek 1. Zaprojektowana konstrukcja nawierzchni sztywnej

- okres projektowy wynosi 30 lat,
- w okresie projektowym projektowana konstrukcja nawierzchni przeniesie ruch projektowy kategorii ruchu KR7 (co najmniej 38 mln osi 115 kN na pas obliczeniowy).

Metoda projektowania konstrukcji nawierzchni

→ Wymiarowanie konstrukcji nawierzchni analizowanego odcinka drogi wewnętrznej dojazdowej wykonano według metody mechanistycznej. Trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni obliczono przy wykorzystaniu kryteriów zmęczeniowych zastosowanych również w obliczeniach nawierzchni do Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych i opisana w książce prof. Szydły „Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego. Teoria. Wymiarowanie. Realizacja.”

Procedura postępowania podczas obliczeń projektu indywidualnego była następująca:

- a) określenie stałych materiałowych warstw, modułów sprężystości E i współczynników Poissona,
- b) przyjęcie wstępnych grubości warstw konstrukcji nawierzchni,
- c) obliczenie modułu zastępczego oraz współczynnika reakcji pod projektowaną płytą betonową,
- d) obliczenie naprężeń od ruchu pojazdów oraz od temperatury w kluczowych punktach płyty betonowej,
- e) dla naprężenia krytycznego obliczenie trwałości zmęczeniowej nawierzchni (ilości obciążeń do osiągnięcia stanu krytycznego),
- f) w przypadku rozbieżności pomiędzy wynikami obliczeń i wymaganym ruchem projektowym wprowadzono korektę grubości,
- g) prowadzono kolejne obliczenia,
- h) obliczenia kończono w przypadku uzyskania dla danej grubości nawierzchni trwałości zmęczeniowej spełniającej wymagane obciążenie ruchem wynikające z założonego ruchu projektowego.

WNIOSKI:

Zaprojektowana konstrukcja nawierzchni ma trwałość zmęczeniową wynoszącą 49,24 miliony osi 115 kN/pas. Spełnia wymagania dla ruchu projektowego dla kategorii ruchu KR7, którego wymagana wartość wynosi 38 mln osi 115 kN/pas obliczeniowy.

Projekt indywidualny - opracowanie

Wykonanie obliczeń sprawdzających do projektu nawierzchni w technologii betonu wałowanego RCC w terminalu kontenerowych DCT w Gdańsku

Opracowano na zlecenie:

CEMEX Infrastruktura Sp. z o.o.
ul. Krakowiaków 46
02-255 Warszawa

Założenia projektowe

**Płyta z betonu cementowego o klasie wytrzymałości na ściskanie
C35/45**

(układana w technologii betonu wałowanego RCC)

gr. 32 cm

Podbudowa zasadnicza

z kruszywa związanego cementem C8/10

gr. 20 cm

Podbudowa pomocnicza

z kruszywa łamanego 0/31,5 mm

gr. 30 cm

Podłoże wzmocnione warstwą geosiatki

$E_0=60$ MPa

**Zaprojektowana konstrukcja nawierzchni betonowej w terminalu kontenerowym DCT
w Gdańsku**

Założenia projektowe

Rodzaj obciążenia

- Do sprawdzenia obliczeniowego przedstawionego przez zamawiającego rozwiązania projektowego konstrukcji nawierzchni w terminalu kontenerowym DCT w Gdańsku, jako decydujące przyjęto obciążenie od kontenerowego żurawia jezdnego (ang. Reach Stacker).
- Maksymalne obciążenie przekazywane na przednią oś podczas podnoszenia kontenera wynosi 1200 kN. Obciążenie to przenoszone jest na każde z 4 kół przedniej osi, czyli $1200 \text{ kN} / 4 = 300 \text{ kN}$. Obciążenie to wynika z masy własnej pojazdu Reach Stacker oraz obciążenia kontenera podnoszonego do góry i wysuniętego przed oś kół na odległość do 4,75 m. Ciśnienie kontaktowe wywierane przez przednią oponę pojazdu Reach Stacker na nawierzchnię wynosi 1000 kPa. Dla porównania zgodnie z opracowaniem [1] główne obciążenie od załadowanej suwnicy eRTG wynosi 172 kN/koło, natomiast od kontenerów około 270 kN/stopkę.

WNIOSKI:

Przeprowadzone obliczenia sprawdzające wykazały, że zaprojektowana konstrukcja nawierzchni, której schemat przedstawiono spełnia wymagania związane w projektowanym obciążeniem użytkowym.

Beton wałowany - podsumowanie

WAŻNE:

- współczynnik w/c < 0,45
- brak zbrojenia, kotew, dybli
- szybszy dostęp do ruchu

ZALECANE:

- unikanie spadków kopertowych
- unikanie „małych spadków”
- logistyka dostaw
- beton „lany” w trudno dostępnych miejscach

PROJEKTOWANIE:

- projektowanie odwodnienia liniowego
- minimalna zalecana grubość warstwy RCC – 12 cm
- brak jednolitej faktury – ewentualnie w opcji zatarcia





Dziękuję za uwagę!

www.betonowki.pl
www.cemex.pl

Michał Hebdaś
t. 693-210-114