

INSTAL

(323)

12

2011

TEORIA I PRAKTYKA W INSTALACJACH MIESIĘCZNIK CENA 20 ZŁ + 5% VAT ISSN 1640-8160

*Wesołych Świąt
i szczęśliwego Nowego Roku
życzy
Redakcja*

W NUMERZE:

SYSTEM CIEPŁOWNICZY OSIEDLA
ENERGOOSZCZĘDNEGO

TERMOGRAFIA SIECI CIEPŁOWNICZYCH
Z POWIETRZA

SYSTEMY ALARMOWE S.C. - CIĄG DALSZY

PRACA KOTŁÓW MAŁEJ MOCY

BADANIA AERODYNAMICZNE WYWIETRZAKÓW

ODZYSK CIEPŁA W WENTYLACJI

STOSOWANIE ZABEZPIECZEŃ WODY DO PICIA
PRZED WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM

WODY DESZCZOWE CZ. 2

BEZWYKOPOWA BUDOWA
PRZEWODÓW PODZIEMNYCH

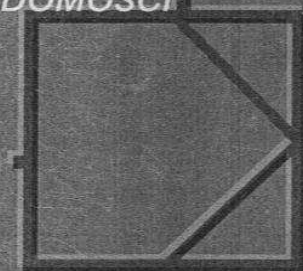
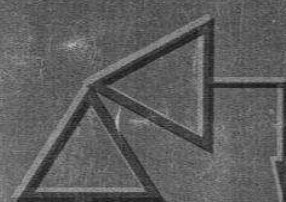
KOSZTY ROBÓT NAWIERZCHNI DROGÓWYCH
W BUDOWIE I REMONTACH SIECI WOD-KAN

TECHNOLOGIA I PRZESYLANIE WODY DO PICIA

RUBRYKI STAŁE:

TAM BYLIŚMY

WIADOMOŚCI



Struktura kosztów robót rozbiórkowych i budowy nowych nawierzchni drogowych w wykonawstwie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

The structure cost of demolition and construction of new roads in performance of water supply and sewerage networks

JERZY BYKOWSKI, ARKADIUSZ WASZKIEWICZ

W pracy przedstawiono ogólną charakterystykę oraz analizę kosztów robót rozbiórkowych i budowy nowych nawierzchni drogowych, jakie mogą wystąpić w związku z inwestycyjnymi lub remontowymi robotami sieciowymi na terenach zurbanizowanych. Analizowano nawierzchnie: żwirową, z betonu kostki brukowej, z betonu cementowego, z betonu asfaltowego oraz nawierzchnie stosowane w ciągach pieszych. Podstawą pracy były wzorcowe kosztorysy ofertowe robót, opracowane na poziomie średnich cen i stawek z 2010 roku.

The paper discusses a general description and analysis of the costs of demolition and construction of new roads that may occur in connection with the investment or repair networking works in urban areas. The surfaces with gravel, concrete paving stones, concrete cement, concrete asphalt and other surfaces used in pedestrian passageways were analyzed. The basis of the work were model pre-tenders of the works developed at the level of average prices and rates of 2010.

dr hab. inż. Jerzy Bykowski,
mgr inż. Arkadiusz Waszkiewicz
– Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu –
Katedra Melioracji, Kształtowania
Środowiska i Geodezji, Zakład
Gospodarowania Wodą i Ekonomiki
Inżynierii Środowiska.

Wstęp

Według danych statystycznych GUS, w 2009 roku w Polsce eksploatowano 267,2 tys. km sieci wodociągowych oraz 100,2 tys. km sieci kanalizacyjnych, a stopień dostępności do tych urządzeń oszacowano odpowiednio na 95,2 % i 85,8 % ludności miast ogółem [13]. Na obszarach wiejskich zaległości, szczególnie w dziedzinie odprowadzania ścieków, są jednak nadal duże, choć w ostatnich latach nastąpiła znaczna poprawa w tym zakresie [4]. Szacuje się, że dostęp do sieci kanalizacyjnej miało w Polsce w 2009 roku 23,5 % ludności wsi, przy 12 % w 2000 roku. Ta widoczna poprawa jest wynikiem realizacji przez Polskę Dyrektywy 91/271/EWG zobowiązującej państwa członkowskie Unii Europejskiej do wyposażenia w określonych terminach wszystkich aglomeracji o równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 2 tys., w systemy kanalizacyjne oraz wodociągowe [24]. Krajowy Program Oczyszczania Ścieków przewiduje, że do 2015 roku obsługą systemów kanalizacji zbiorczej w wyznaczonych aglomeracjach zostanie objęte minimum 75-85 % ludności, nie korzystających z takich usług jeszcze w 2004 roku. Realizacja tak ambitnych zamierzeń, oraz konieczność wykonywania robót remontowych lub modernizacyjnych na istniejących, często już zdekapitalizowanych urządzeniach, wymaga poniesienia dużych nakładów inwestycyjnych. I właśnie określenie tych nakładów, szczególnie w gospodarce rynkowej, to działanie niezbędne do podejmowania decyzji przez dysponentów środków finansowych, inwestorów, projektantów oraz wykonawców [35].

W inwestycyjnych lub remontowych projektach z zakresu gospodarki wodno-ściekowej, szczególnie na terenach już zurbanizowanych, nieodzownym i jednocześnie kosztownym elementem są często roboty nawierzchniowe, polegające na rozbiórce a następnie odtworzeniu nawierzchni ulicy czy drogi. Znajomość wielkości tych kosztów oraz struktury czynników cenotwórczych ma więc istotne znaczenie, tym bardziej, że w Polsce infrastruktura transportu samochodowego nie spełnia podstawowych wymagań ilościowych i jakościowych, a w skali od 1 do 7 jest oceniana na 2,6 punktu, przy średnim poziomie dla krajów UE-27 – 4,6 punktu [26]. Opracowania kosztowe powinny być przy tym wykonywane w każdym stadium procesu inwestycyjnego t.j. przygotowania inwestycji, wykonywania projektów oraz realizacji robót budowlanych [21].

Cel, zakres i metodyka badań

Celem pracy była analiza struktury czynników cenotwórczych robót rozbiórkowych i budowy nowych nawierzchni drogowych, jakie mogą wystąpić w związku z inwestycyjnymi lub remontowymi (realizowanymi metodami wykopowymi) robotami sieciowymi. Podstawą pracy były wzorcowe kosztorysy ofertowe robót opracowane metodą szczegółową [22, 29, 31, 32], na poziomie średnich cen i stawek z I kwartału 2010 roku, bez podatku od towarów i usług (VAT). Obliczenia wykonano programem do kosztorysowania NORMA Standard (ATHENASOFT sp. z o.o. w Warszawie), przy założeniu wskaźnika kosztów pośrednich (K_p) w wysokości 50 % od sumy kosztów bezpośrednich robocizny (R) i kosztów bezpośrednich pracy maszyn i sprzętu (S) oraz wskaźnika zysku kalkulacyjnego, w wysokości 10 % od ($R+S+K_p$). Bazę normatywną do obliczeń stanowiły Katalogi Nakładów Rzeczowych: KNR 2-31 Nawierzchnie na drogach i ulicach [17], KNR AT – 03 Nawierzchnie na drogach i ulicach wykonywane

mechanicznie [18] oraz KNR 2-01 Budowle i roboty ziemne [19].

Analizowane roboty rozbiórkowe obejmują mechaniczne rozebranie nawierzchni (wylamanie nawierzchni lub rozbiórka ich elementów, z odrzuceniem materiału na pobocze i ułożeniem w przyzmy), bez uwzględnienia transportu z miejsca rozbiórki na plac składowy.

Ułożenie nowych nawierzchni obejmuje z kolei wykonanie nawierzchni wraz z pracami pielęgnacyjnymi, przy układaniu nawierzchni na całej jej szerokości, z uwzględnieniem kosztów zakupu materiałów.

Zgodnie z definicją ogólnych specyfikacji technicznych [7], nawierzchnia drogowa jest to warstwa lub zespół warstw służących do przyjmowania i rozkładania obciążeń od ruchu na podłoże gruntowe i zapewniających dogodnie warunki dla ruchu. Do analizy wytypowano konstrukcje nawierzchni, zróżnicowane pod względem rodzaju materiału użytego w warstwie ścieralnej, a są to:

- nawierzchnia żwirowa,
- nawierzchnia z betonowych kostek brukowych,
- nawierzchnia z betonu asfaltowego,
- nawierzchnia z betonu cementowego,
- nawierzchnie stosowane w ciągach pieszych.

Charakterystyka analizowanych nawierzchni drogowych

Nawierzchnia żwirowa zaliczana jest do grupy nawierzchni twardych nieulepszonych, której warstwa ścieralna jest wykonana z mieszanki żwirowej, bez użycia lepiszcza czy spoiwa. Nawierzchnia taka jest stosunkowo tania, szybka do wykonania lecz nieodpowiednia w przypadku intensywnego ruchu samochodowego, z powodu łatwo tworzących się kolein i zagłębień. Aby taka nawierzchnia odpowiadała wymogom stawianym nawierzchniom użytkowym musi posiadać odpowiednio przygotowaną podbudowę, na której wykonuje się warstwę jezdnią z kruszywa określonej frakcji. Wszystkie warstwy odrębnie walcuje się i ubija [8].

Nawierzchnie żwirowe mogą być:

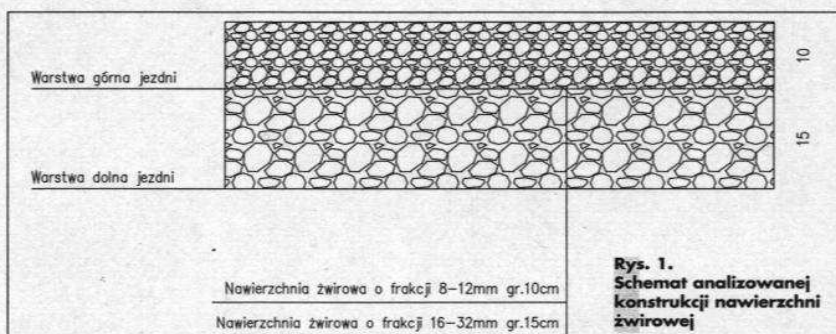
- jednowarstwowe, układane na podłożu gruntowym ulepszonym,
- dwuwarstwowe, układane w gruntach nieprzepuszczalnych - na warstwie odsączającej, a w gruntach przepuszczalnych, bez warstwy odsączającej.

Grubość rozłożonej warstwy mieszanki powinna być taka, aby po jej zagęszczeniu osiągnięto grubość projektowaną, tj.:

- a) dla nawierzchni jednowarstwowej (na podłożu ulepszonym) od 8 do 12 cm,
- b) dla każdej warstwy nawierzchni dwuwarstwowej (na podłożu gruntowym lub warstwie odsączającej) od 10 do 16 cm.

Nawierzchnie tego typu powinny być regularnie konserwowane, tzn. w miarę potrzeb należy dosypywać nowego kruszywa i raz w roku wyrównywać walcem drogowym lub ubijać [2, 15].

Do analizy kosztów rozebrania i budowy nowej nawierzchni żwirowej, wytypowano konstrukcję złożoną z warstwy dolnej o miąższości 15 cm oraz warstwy ścieralnej o miąższości 10 cm, której schemat przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat analizowanej konstrukcji nawierzchni żwirowej

W końcu lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku wprowadzono w Polsce technologię produkcji wibroprasowanych betonowych elementów drobnowymiarowych, której najbardziej rozpowszechnionym produktem jest kostka brukowa betonowa [3]. Technologia wytwarzania dała początek generacji nawierzchni z kolorowych kształtek betonowych oraz zastąpiła tradycyjną metodę produkcji takich elementów jak krawężniki, obrzeża, płytki chodnikowe czy też elementy małej architektury. Betonowa kostka brukowa definiowana to kształtka wytwarzana z betonu metodą wibroprasowania i może być produkowana jako kształtka jednowarstwowa lub w dwóch warstwach, połączonych ze sobą trwale w fazie produkcji [12].

Materiał może być stosowany do układania nawierzchni m.in.:

- dróg i ulic lokalnego znaczenia,
- parkingów, placów, wjazdów do bram i garaży,
- chodników, placów zabaw, ścieżek ogrodowych i rowerowych.

W kraju produkowane są kostki o dwóch standardowych wymiarach grubości [16]:

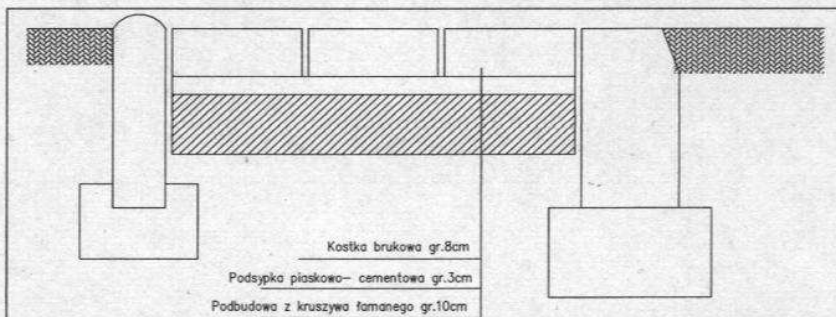
- 60 mm, z zastosowaniem do nawierzchni nie przeznaczonych do ruchu samochodowego,
- 80 mm, do nawierzchni dla ruchu samochodowego.

Kostkę układa się na podsypce lub podłożu piaszczystym w taki sposób, aby

szczeliny między kostkami wynosiły od 2 do 3 mm. Kostkę należy układać ok. 1,5 cm wyżej od projektowanej niwelety nawierzchni, gdyż w czasie wibrowania (ubijania) podsypka ulega zagęszczeniu

Po ułożeniu kostki, szczeliny należy wypełnić piaskiem, a następnie zamieść powierzchnię ułożonych kostek przy użyciu szczotek ręcznych lub mechanicznych i przystąpić do ubijania nawierzchni. Do ubijania ułożonej nawierzchni z kostek brukowych stosuje się wibratory płytowe z osłoną z tworzywa sztucznego dla ochrony kostek przed uszkodzeniem i zabrudzeniem.

Do analizy kosztów rozebrania i budowy nowej, wytypowano nawierzchnię z betonowych kostek brukowych o schemacie konstrukcji przedstawionym na rys. 2.



Rys. 2. Schemat analizowanej konstrukcji nawierzchni z betonowych kostek brukowych

Nawierzchnie z betonu asfaltowego, należące do grupy nawierzchni podatnych, są obecnie najczęściej stosowanym rodzajem nawierzchni na polskich drogach i ulicach [28]. Zgodnie z ogólnymi specyfikacjami technicznymi [11], beton asfaltowy to mieszanka mineralno-asfaltowa ułożona i poddana zagęszczeniu. Mieszanka mineralno-asfaltowa to z kolei mieszanka mineralna (kruszywa i wypełniacza mineralnego o określonym składzie i uziarnieniu) z odpowiednią ilością asfaltu lub polimeroasfaltu, wytworzona na gorąco, w określony sposób i spełniająca określone wymagania. Mieszanka mineralno-asfaltowa składa się w ok. 95% z mieszanki mineralnej i ok. 5% z asfaltu, mającego „skleić” ziarna kruszywa. Asfalt, czyli lepiszcze, jest produktem przerobu ropy naftowej w rafinerii (asfalt ponaftowy) albo kopaliny występującej w stanie naturalnym (asfalt skalny, asfalt jeziorny) [1]. Szczegółowe informacje dotyczące materiałów oraz zasad projektowania i utrzymania nawierzchni z betonu asfaltowego można znaleźć w opracowaniach [6, 23, 33]. W pracy, do analizy kosztów rozebrania i budowy nowej nawierzchni z betonu asfaltowego, wytypowano konstrukcję, której schemat przedstawiono na rys. 3.

Nawierzchnie z betonu cementowego (nawierzchnie sztywne) mogą być wykonywane na drogach obciążonych ruchem lekkim [9], ale również od lekkośredniego do bardzo ciężkiego [10].

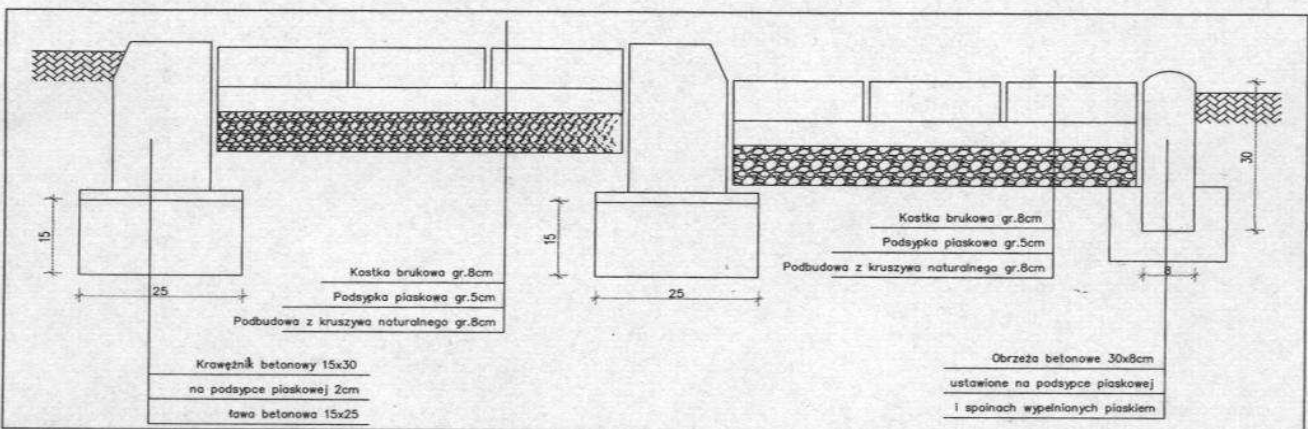
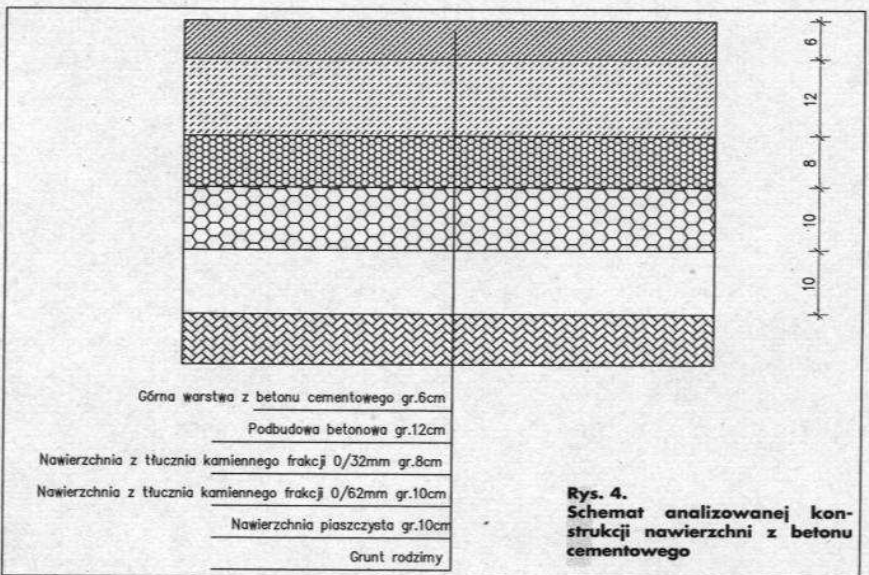
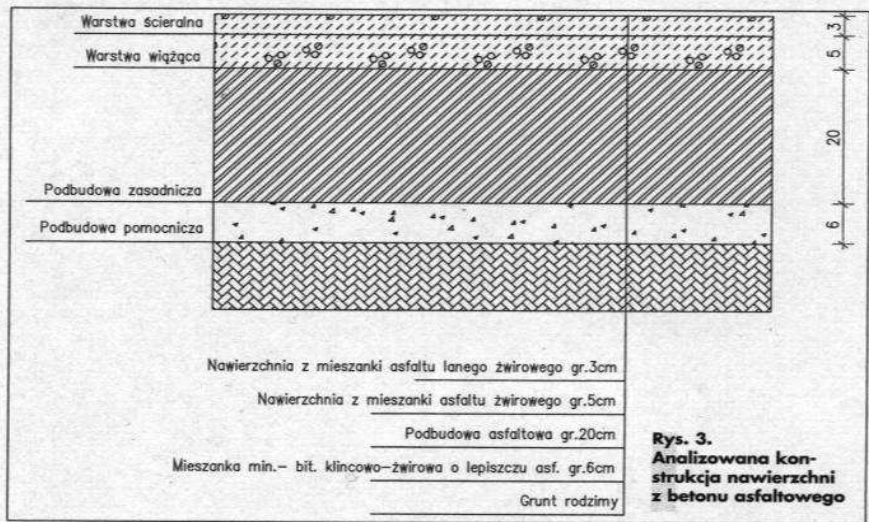
Zależnie od przewidywanego obciążenia, nawierzchnie betonowe wykonuje się z:

- betonu nawierzchniowego klasy 40, dla dróg o ruchu od średniego do bardzo ciężkiego,
- betonu nawierzchniowego klasy 25, dla dróg o ruchu lekkośrednim.

W nawierzchni z betonu cementowego można wyróżnić warstwę górną, tj. płytę

betonową (także zbrojoną), podbudowę, ulepszone podłoże (warstwa mrozoochronna, wzmacniająca podłoże) oraz podłoże

naturalne. Płyta betonowa bezpośrednio przejmuje działanie ruchu i wpływy atmosferyczne, pełni więc funkcję warstwy ście-



ralnej i częściowo nośnej (podbudowy). Podbudowa może składać się z jednej warstwy lub zespołu warstw, których głównym zadaniem jest podparcie płyty betonowej, jak również rozłożenie na podłoże nacisków pochodzących od kół pojazdów. Rozróżnia się dwa zasadnicze sposoby wbudowania mieszanek betonowych. Pierwszy – w deskowaniu stałym – polegający na wbudowaniu mieszanki betonowej między stałymi deskowaniami za pomocą maszyn, które poruszają się po prowadnicach. Drugi – w deskowaniu ślizgowym, który polega na wbudowaniu mieszanki za pomocą maszyny formującej nawierzchnię, ograniczając ją z boków za pomocą deskowań ślizgowych, które są częścią składową maszyny [34].

Analizę kosztów rozebrania i budowy nowej nawierzchni z betonu cementowego, przeprowadzono na przykładzie konstrukcji zilustrowanej na rys. 4.

Ciągi piesze to wyodrębnione elementy komunikacyjne przeznaczone wyłącznie dla ruchu pieszych. Typowe ciągi piesze składają się z krawężnika – prefabrykatu oddzielającego jezdnię od chodnika, obrzeża – prefabrykatu oddzielającego nawierzchnię ciągów pieszych od terenów nie przeznaczonych do komunikacji oraz elementów, po których odbywa się ruch, o różnych wymiarach oraz strukturze nawierzchni i kolorystyce. Krawężniki i obrzeża zaleca się ustawiać przed przystąpieniem do układania nawierzchni. W Polsce, do budowy chodników, ścieżek rowerowych i parkingów znalazła uznanie betonowa kostka brukowa [20]. Technologia ich wykonywania jest w zasadzie taka sama jak w przypadku nawierzchni drogowej z betonowych kostek brukowych. Analizę czynników cenotwórczych rozbiórki i budowy nowego ciągu pieszego przeprowadzono dla schematu przedstawionego na rys. 5.

Cena i czynniki cenotwórcze kosztów robót rozbiórkowych i budowy nowych nawierzchni drogowych

Roboty nawierzchniowe, w połączeniu z inwestycyjnymi lub remontowymi robotami sieciowymi na terenach zurbanizowanych lub suburbanizowanych, mogą polegać na rozbiórce nawierzchni i następnie budowie (odtworzeniu) nawierzchni nowej, o tej samej lub innej konstrukcji.

Jak wynika z tabeli 1, najniższą jednostkową cenę robót rozbiórkowych analizowanych konstrukcji nawierzchni, przy podanych w metodyce założeniach kosztorysowych, oszacowano dla nawierzchni

żwirowej (944 zł/100m²). Cena rozbiórki nawierzchni z betonowych kostek może być już dwukrotnie, a w przypadku nawierzchni z betonu asfaltowego i cementowego nawet 3,5 krotnie wyższa, w porównaniu z nawierzchnią żwirową. Jednostkową cenę robót rozbiórkowych analizowanej konstrukcji ciągu pieszego oszacowano na kwotę około 3500 zł/100m², co również stanowi 3,5 krotność ceny rozbiórki nawierzchni żwirowej.

Z przeprowadzonych kalkulacji jednostkowych cen budowy analizowanych konstrukcji nowych nawierzchni wynika (tab. 1), że najdroższa okazała się nawierzchnia z betonu cementowego (18,6 tys. zł/100 m²), a dalej nawierzchnia z betonu asfaltowego (13,8 tys. zł/100m²), nawierzchnia z betonowej kostki brukowej (1,9 tys. zł/100m²) i nawierzchnia żwirowa (0,9 tys. zł/100m²). Jednostkowy koszt budowy ciągu pieszego, dla przyjętych w pracy parametrów konstrukcji nawierzchni, oszacowano na kwotę 12,7 tys. zł/100m².

W przypadku wariantu technologicznego robót polegającego na rozebraniu a następnie odtworzeniu tego samego rodzaju nawierzchni (koszty razem w tabeli 1), cena robót rozbiórkowych może stanowić od 15 % (nawierzchnia z betonu cementowego i betonowej kostki brukowej) do około 20 % (nawierzchnia z betonu asfaltowego i nawierzchnia żwirowa, nawierzchnia w ciągach pieszych) łącznych kosztów tych robót.

Analizy wykazały (tab. 2), że w robo-

tach rozbiórkowych rozpatrywanych nawierzchni drogowych, głównym składnikiem cenotwórczym są koszty pracy maszyn budowlanych i sprzętu (S), których udział oszacowano na 40 do 47% całkowitej ceny kosztorysowej. Wyjątkiem jest nawierzchnia żwirowa, której koszt rozbiórki kształtuje głównie koszt bezpośredni robocizny (R) – 34%, jednak i w tym przypadku, koszty pracy maszyn budowlanych były wysokie i stanowiły około 27% całkowitej ceny kosztorysowej robót. Oszacowane jednostkowe koszty bezpośrednie robocizny (R) w robotach rozbiórkowych nawierzchni z betonu asfaltowego i betonu cementowego były bardzo zbliżone i wynosiły około 500 zł/100m², co stanowi w przybliżeniu 15% ceny kosztorysowej. Jest też rzeczą oczywistą, że koszty bezpośrednie materiałów (M) i związanych z nimi kosztów zakupu, w przypadku robót rozbiórkowych nie występowały.

Jak wynika z dalszych analiz (tab.3), przy przyjętych parametrach konstrukcji, kosztorysową cenę ofertową budowy nowych nawierzchni, aż w 70-80% stanowiły koszty bezpośrednie materiałów (M), a po uwzględnieniu kosztów zakupu nawet 84%, jak w przypadku nawierzchni z betonu cementowego. W układanych obecnie głównie technologią maszynową nawierzchniach z betonu asfaltowego i cementowego, udział kosztów bezpośrednich robocizny (R) w oszacowanej cenie stanowił zaledwie 4,5%, a w zbliżonych technologicznie nawierzchniach z betonowej kostki brukowej i w ciągach

Tabela 1. Jednostkowe ceny robót rozbiórkowych i budowy nowych nawierzchni drogowych

Element	Nawierzchnia żwirowa		Nawierzchnia z betonowej kostki brukowej		Nawierzchnia z betonu asfaltowego		Nawierzchnia z betonu cementowego		Nawierzchnia w ciągach pieszych	
	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%
Roboty rozbiórkowe	944	19,7	1987	15,6	3410	19,8	3320	15,1	3480	21,4
Budowa nowej nawierzchni	3836	80,3	10772	84,4	13855	80,2	18631	84,9	12760	78,6
Razem	4780	100,0	12759	100,0	17265	100,0	21951	100,0	16240	100,0

Tabela 2. Struktura składników cenotwórczych robót rozbiórkowych nawierzchni drogowych

Składnik ceny	Nawierzchnia żwirowa		Nawierzchnia z betonowej kostki brukowej		Nawierzchnia z betonu asfaltowego		Nawierzchnia z betonu cementowego		Nawierzchnia w ciągach pieszych	
	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%
Robocizna	319	33,8	417	21,0	477	14,0	516	15,5	550	15,8
Materiały	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maszyny i sprzęt	253	26,8	788	39,7	1589	46,6	1496	45,1	1559	44,8
Koszty pośrednie	286	30,3	602	30,3	1034	30,3	1006	30,3	1055	30,3
Koszty zakupu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zysk kalkulacyjny	86	9,1	180	9,0	310	9,1	302	9,1	316	9,1
Razem	944	100,0	1987	100,0	3410	100,0	3320	100,0	3480	100,0

pieszych – 10,5 i 13,5 %. Udział kosztów bezpośrednich pracy maszyn i sprzętu budowlanego (S) w cenach kosztorysowych był zróżnicowany i wynosił od 9,6 % dla nawierzchni żwirowej, do około 1-2 % dla nawierzchni z kostki betonowej i ciągów pieszych, wykonywanych technologią ręczną. Udział tego składnika (R) w kształtowaniu ceny nawierzchni z betonu asfaltowego i betonu cementowego oszacowano odpowiednio na 7,3 % i 5,4 %.

W literaturze, nie tylko krajowej, od wielu lat trwa dyskusja nad zaletami i wadami, w tym również kosztami, wykonania dwóch obecnie najczęściej stosowanych nawierzchni drogowych – z betonu asfaltowego i betonu cementowego [27]. Jak zestawiono z tabeli 3, przy założonych parametrach konstrukcyjnych (na poziomie cen i stawek z 2010 roku), oszacowana dla potrzeb pracy cena kosztorysowa wykonania nawierzchni z betonu asfaltowego wynosiła 13855 zł/100m², i była niższa w porównaniu z nawierzchnią z betonu cementowego (18631 zł/100m²).

Tabela 3. Struktura składników cenotwórczych budowy nowych nawierzchni drogowych

Składnik ceny	Nawierzchnia żwirowa		Nawierzchnia z betonowej kostki brukowej		Nawierzchnia z betonu asfaltowego		Nawierzchnia z betonu cementowego		Nawierzchnia w ciągach pieszych	
	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%	zł/100m ²	%
Robocizna	64	1,7	1131	10,5	608	4,4	850	4,5	1719	13,5
Materiały	2767	72,1	8156	75,7	10659	76,9	14840	79,6	9183	72,0
Maszyny i sprzęt	367	9,6	208	1,9	1006	7,3	998	5,4	172	1,3
Koszty pośrednie	345	9,0	669	6,2	806	5,8	924	5,0	945	7,4
Koszty zakupu	138	3,6	407	3,8	533	3,8	742	4,0	283	2,2
Zysk kalkulacyjny	155	4,0	201	1,9	243	1,8	277	1,5	458	3,6
Razem	3836	100,0	10772	100,0	13855	100,0	18631	100,0	12760	100,0

Również na poziomie cen i stawek z 2010 roku, Stowarzyszenie Producentów Cementu przeprowadziło analizę kosztów budowy nawierzchni drogowych podatnych (asfaltowych) i sztywnych (betonowych). Obliczenia wykonano dla kategorii ruchu od KR1 (ruch lekki) do KR6 (ruch ciężki) wraz z uwzględnieniem różnych rozwiązań konstrukcyjnych [25]. Dla nawierzchni podatnych i półsztywnych przyjęto oznaczenia typów A, B, C i D, a dla nawierzchni sztywnych typy: I, II, III i IV, które są najczęściej wykorzystywane w drogownictwie. Dla nawierzchni asfaltowych rozwiązania konstrukcyjne przyjęto z Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, wydane przez Generalną Dyрекcję Dróg Publicznych w 1999 roku i Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiada-

ć drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 1999 nr 43, poz. 430). W przypadku nawierzchni betonowych wykorzystano rozwiązania konstrukcyjne z Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych, zatwierdzonego przez Generalną Dyрекcję Dróg Publicznych w 2001 roku [25]. Nakłady rzeczowe przyjęto na podstawie Katalogów Nakładów Rzeczowych KNR 2-31 oraz KNNR 6.

Jak wynika z prezentowanych szacunków (tab. 4), w zależności od kategorii

w przypadku nawierzchni asfaltowych. Trzeba tu jednak przyznać, że przy zastosowaniu nowoczesnych technologii możliwe jest uzyskanie nawierzchni z betonu asfaltowego, o przewidywanym okresie eksploatacji 50 lat [14, 30].

Na obszarach wiejskich i małych miast, na których są obecnie skoncentrowane nakłady inwestycyjne związane z gospodarką wodno-ściekową, w przypadku możliwości kompleksowego podejścia i łącznej realizacji inwestycji drogowych,

Tabela 4. Koszty wykonania nawierzchni podatnych (z betonu asfaltowego) i nawierzchni sztywnych (z betonu cementowego) wg kalkulacji Stowarzyszenia Producentów Cementu, na poziomie cen i stawek z 2010 roku [25]

Kategoria ruchu	Koszt wykonania nawierzchni podatnych (zł/100m ²)				Koszt wykonania nawierzchni sztywnych (zł/100m ²)			
	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV
KR1	9566	8100	10479	12327	10887	10014	10745	12353
KR2	12197	12697	11358	13488	11569	10740	11426	14016
KR3	16453	15364	16227	17603	13220	12119	15020	16026
KR4	19835	20226	20704	18062	13830	12793	15800	17696
KR5	22501	22894	23367	22066	15012	13809	16482	18377
KR6	25169	24918	24404	23246	16720	15875	19018	22106

warto też zwrócić uwagę na oszczędne technologie budowy dróg dla niewielkiego natężenia ruchu. Jednym z takich rozwiązań jest technologia tanich dróg gminnych o nawierzchni z betonu cementowego [5]. Zakłada ona wykonanie nawierzchni na bazie materiałów miejscowych w dwóch etapach. Etap pierwszy polega na wykonaniu odwodnienia, ulepszenia podłoża i wykonaniu podbudowy. Etap drugi obejmuje wykonanie nawierzchni z betonu cementowego o grubości 15-20 cm. Drogi takie są zdolne przenieść maksymalne obciążenie występujące okresowo a ponadto wykazują odporność na wody opadowe w stanach zagrożenia powodziowego. Przy małym nasileniu ruchu trwałość takiej drogi jest szacowana na 15-20 lat, a koszty jej budowy wyniosły:

- w regionie nowosądeckim (materiały odpadowe) – 8 do 9 tys. zł/100m²,
- w regionie lubuskim (materiały miejscowe) – 10 do 12 tys. zł/100m²,
- w regionie zamojskim (materiały miejscowe) – 12 do 13 tys. zł/100m².

LITERATURA

[1] Błażejowski K., Styk S.: Technologia warstw asfaltowych. WKŁ, Warszawa, 2009: 406.
 [2] Cyunel B.: Technologia i organizacja budownictwa drogowego. PWN, Warszawa, 1986: 468.
 [3] Cieślakowski Z.: Nawierzchnie z kostki betonowej. Poradnik dla zarządców domów mieszkalnych. COiB, Warszawa, 2003: 100.
 [4] Dolata M.: System odprowadzania i oczyszczania ścieków na obszarach wiejskich – postęp i potrzeby. Journal of Agribusiness and Rural Development. 3(9) 2008: 53-62.

- [5] Faleńska M., Gajger W.: Technologia tanich dróg gminnych o nawierzchni z betonu cementowego. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa. Wirtualna Biblioteka Inżyniera: 11. http://www.wbi.budmedia.pl/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=25&limit=30&limitstart=90&order=hits&dir=ASC
- [6] Gawel I., Kalabińska M., Piłat J.: Asfalty drogowe. WKŁ, Warszawa, 2001: 256.
- [7] Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - M 00.00.00. Wymagania ogólne. Warszawa, 2002.
- [8] Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - 05.01.03. Nawierzchnia żwirowa. Warszawa, 1998:11.
- [9] Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - 05.03.14. Nawierzchnia z betonu cementowego dla dróg o ruchu lekkim. Warszawa, 1998:14.
- [10] Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - 05.03.04. Nawierzchnia betonowa. Warszawa, 1998/2003:19.
- [11] Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - 05.03.05. Nawierzchnia z betonu asfaltowego. Warszawa, 2001/2003:19; D-05.03.05 a. Nawierzchnia z betonu asfaltowego. Warstwa ścieralna wg WT-1 i WT-2 z 2010 r., 2011; D-05.03.05 b. Nawierzchnia z betonu asfaltowego. Warstwa wiążąca i wyrównawcza wg WT-1 i WT-2 z 2010 r., 2011; D-05.03.05 c. Nawierzchnia z betonu asfaltowego o wysokim module sztywności (warstwa wiążąca i podbudowa) wg WT-1 i WT-2 z 2010 r., 2011.
- [12] Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych: Ogólne Specyfikacje Techniczne. D - 05.03.23. Nawierzchnia z kostki brukowej betonowej. Warszawa, 1998:11; D-05.03.23a. Nawierzchnia z betonowej kostki brukowej dla dróg i ulic oraz placów i chodników (Wydanie IV, zmienione i uzupełnione), 2008.
- [13] GUS: Rocznik Statystyczny. Ochrona Środowiska 2010. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa, 2010.
- [14] Judycki J., Jaskuła P.: Nowe tendencje w nawierzchniach asfaltowych. Drogownictwo nr 2, 2005: 40-47.
- [15] Kalabińska M., Piłat J., Radziszewski P.: Technologia materiałów i nawierzchni drogowych. Ofic. Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa, 2008: 292.
- [16] Karpiński F.: Nawierzchnie z betonowej kostki brukowej. Materiały Budowlane nr 11, 2002: 44-46.
- [17] KNR 2-31. Nawierzchnie na drogach i ulicach. (Min. Gosp. Przestrz. i Bud. po weryfikacji Instytutu Gospodarki Materiałowej). Wyd. Instytut Rozwoju Miast, Warszawa, 2004.
- [18] KNR AT - 03 Nawierzchnie na drogach i ulicach wykonywane mechanicznie. AthenaSoft, Warszawa, 2000.
- [19] KNR 2-01. Budowle i roboty ziemne. Wacetob, Warszawa, 1997.
- [20] Kossakowski M.: Nawierzchnia z betonowej kostki brukowej. Drogownictwo nr 4, 2006: 133-139.
- [21] Krupa A. Systematyka opracowań projektowych i wpływ stopnia ich szczegółowości na dokładność kosztów. Mat. Konferencji Szkoleniowej p.t. Przygotowanie inwestycji budowlanej w zamówieniach publicznych. Współdziałanie uczestników procesu inwestycyjnego. Stowarzyszenie Kosztorysantów Budowlanych. Słok, 18-19.03.2010: 94.
- [22] Orłowski H. J., Sobolewski R., Wójcicki R.: Regulamin kosztorysowania. POLCEN Sp. z o.o. Warszawa, 2002.
- [23] Piłat J., Radziszewski P.: Nawierzchnie asfaltowe. WKŁ, Warszawa, 2007: 520.
- [24] Portal Funduszy Europejskich. Program Infrastruktura i Środowisko. Gospodarka wodno-ściekowa. <http://www.pois.gov.pl/WstepDoFunduszyEuropejskich/Strony/1.aspx>
- [25] Portal Stowarzyszenia Producentów Cementu. <http://www.drogibetonowe.pl/page/koszty/>
- [26] Rolbiecki R.: Stan infrastruktury w Polsce jako czynnik ograniczający rozwój społeczno-gospodarczy. Infrastruktura Transportu nr 5/2008: 32-35.
- [27] Rolla S.: Stronnicze porównania nawierzchni betonowych i asfaltowych. Drogownictwo nr 1, 2000: 22-26.
- [28] Sieniawska-Kuras A.: Budownictwo drogowe w zarysie. KABE, Warszawa, 2010: 500.
- [29] Smokunowicz E. i in.: Kosztorysowanie obiektów i robót budowlanych. POLCEN Sp. z o.o., Warszawa, 2001: 457.
- [30] Słowiński D.: Nowe koncepcje konstrukcji nawierzchni asfaltowych. Drogownictwo nr 7-8, 2002.
- [31] Stowarzyszenie Kosztorysantów Budowlanych - Zrzeszenie Biur Kosztorysowania Budowlanego: Środowiskowe metody kosztorysowania robót budowlanych. Warszawa, 2001.
- [32] Stowarzyszenie Kosztorysantów Budowlanych: Polskie standardy kosztorysowania robót budowlanych. WACETOB, Warszawa, 2005.
- [33] Sybilski D. i in. (praca zbiorowa): Wymagania techniczne. Nawierzchnie asfaltowe drogowe i lotniskowe. WT Nawierzchnie asfaltowe DiL. Warszawa 2007: 123.
- [34] Szydło A.: Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego. Teoria, Wymiarowanie, Realizacja. Polski Cement, 2004: 286.
- [35] Traczyk J.: Szacowanie nakładów inwestycyjnych w fazie przygotowania przedsięwzięcia budowlanego. Mat. XIII Konferencji Częstochowskiej p.t. Zarządzanie kosztami przedsięwzięcia budowlanego. Wacetob sp. z o.o., Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa, Zarząd Główny Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa. Częstochowa, 2-3 X 2008: 39-53.

BUDOWNICTWO i PRAWO

DWUMIESIĘCZNIK ISSN 1401-0099

w 2012 roku
ukazą się 4 numery czasopisma!

„Budownictwo i Prawo” ukazuje się piętnasty rok i ma już ustaloną grupę odbiorców wśród: firm budowlanych, wydziałów budownictwa urzędów miejskich i starostw, biur projektowych, firm kosztorysowych i innych. Obecnie nakład czasopisma wynosi ok. 5000 egz. (w zależności od uczestnictwa w targach lub sym-

pozjach i konferencjach podczas których prowadzone są akcje promocyjne).

Współpracujemy z Ministerstwem Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministerstwem Środowiska, Głównym Urzędem Nadzoru Budowlanego, Urzędem Zamówień Publicznych oraz licznymi stowarzyszeniami z sektora budownictwa.

Czasopismo jest wydawane przez Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” oraz Oficynę Wydawniczą POLCEN i rozpowszechniane na terenie całego kraju w prenumeracie oraz w sieci sprzedaży ww. wydawców.

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14,
tel./fax: 22/843-77-71, tel. 22/847-59-07
www.informacjainstal.com.pl
e-mail: redakcja@informacjainstal.com.pl
wydawnictwo@informacjainstal.com.pl