

Politechnika Lubelska  
Wydział Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej

**BUDOWNICTWO  
I ARCHITEKTURA**

Vol. 13(4) 2014

## **Prognozowanie rozwoju technologii drogowych na podstawie metody delfickiej – wybrane zagadnienia**

**Piotr Radziszewski<sup>1</sup>, Joanicjusz Nazarko<sup>2</sup>, Jan Król<sup>3</sup>,  
Karol J. Kowalski<sup>4</sup>, Michał Sarnowski<sup>5</sup>**

<sup>1,3,4,5</sup> *Instytut Dróg i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska,  
e-mail: <sup>1</sup>p.radziszewski@il.pw.edu.pl, <sup>3</sup>j.krol@il.pw.edu.pl,  
<sup>4</sup>k.kowalski@il.pw.edu.pl, <sup>5</sup>m.sarnowski@il.pw.edu.pl*

<sup>2</sup> *Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki, Wydziału Zarządzania, Politechnika Białostocka,  
e-mail: joanicjusz.nazarko@gmail.com*

**Streszczenie:** Celem realizowanego projektu badawczego jest analiza kierunków rozwoju nowych materiałów, technologii i konstrukcji nawierzchni stosowanych w budownictwie drogowym z uwzględnieniem szczególnych uwarunkowań środowiskowych i zasad zrównoważonego rozwoju. W artykule przedstawiono wyniki pierwszej rundy badania eksperckiego w którym wykorzystano metodę foresightu. Badania studialne przydatne są w informowaniu decydentów politycznych oraz środowisk opiniotwórczych o pożądanych kierunkach długoterminowego rozwoju i zmian.

W niniejszym artykule przedstawiono wybrane wyniki badań i analiz w zakresie identyfikacji głównych obszarów i tez badawczych związanych z prognozowanymi kierunkami rozwoju budownictwa drogowego. Omówiono zidentyfikowany obszar badawczy dotyczący technologii budowy trwałych nawierzchni drogowych w Polsce. Wykazano, że najważniejszym obecnie zadaniem w zakresie budowy nawierzchni drogowych jest prowadzenie prac nad rozwojem technologii asfaltowych i z betonu cementowego, które zapewnią co najmniej 30-letnią trwałość nowo budowanym nawierzchniom. Stwierdzono, że budowa trwałych nawierzchni drogowych jest możliwa tylko w przypadku zapewnienia wysokiej jakości wykonawstwa robót oraz rozwoju badań w ramach współpracy jednostek naukowych z szeroko pojętą gospodarką.

**Słowa kluczowe:** nawierzchnia drogowa, metoda delficka, foresight, technologia nawierzchni

### **1. Wstęp**

Budownictwo drogowe podlega dynamicznym i ciągłym zmianom. W Polsce realizowany jest ambitny program budowy sieci nowych dróg szybkiego ruchu i przebudowy wielu istniejących dróg stosując nowoczesne rozwiązania materiałowo-technologiczne. Głównie dotyczy to technologii budowy nawierzchni drogowych.

Rozwój budownictwa drogowego w dużym stopniu zależy od polityki władz oraz rozwoju nauki, przede wszystkim technologii materiałowej. Posiadanie przez decydentów politycznych oraz środowiska opiniotwórcze wiedzy o pożądanych kierunkach długoterminowego rozwoju i prognozowanych zmianach w zakresie szeroko pojętej technologii nawierzchni drogowych jest niezmiernie ważne i pozwala na prowadzenie właściwej polityki przy realizacji przedsięwzięć drogowych. Podejmowanie właściwych decyzji zapewnia w przyszłości prawidłowe stymulowanie procesów rozwoju konkretnych technologii.

W niniejszym artykule przedstawiono wybrane wyniki badań i analiz w zakresie identyfikacji głównych obszarów i tez badawczych związanych z prognozowanymi kierunkami rozwoju nowych materiałów, technologii i konstrukcji nawierzchni stosowanych w budownictwie drogowym. W procesie badawczym wykorzystano metodykę foresightu stosując metodę Delphi. Metoda ta stanowi odmianę badania eksperckiego, w którym intuicyjne sądy ekspertów traktowane są jako prawomocny wkład w formułowanie wizji przyszłości.

## 2. Założenia metody delfickiej

W klasycznym ujęciu metoda delficka jest metodą umożliwiającą efektywną komunikację grupy ekspertów, którzy pozostają wobec siebie anonimowi, w celu rozwiązania skomplikowanego problemu. Do grona ekspertów zapraszane są osoby, do których kompetencji w określonej dziedzinie ma się zaufanie. Oczekuje się, że będą one zwrócone ku przyszłości i będą prezentowały szerokie horyzonty myślenia [3].

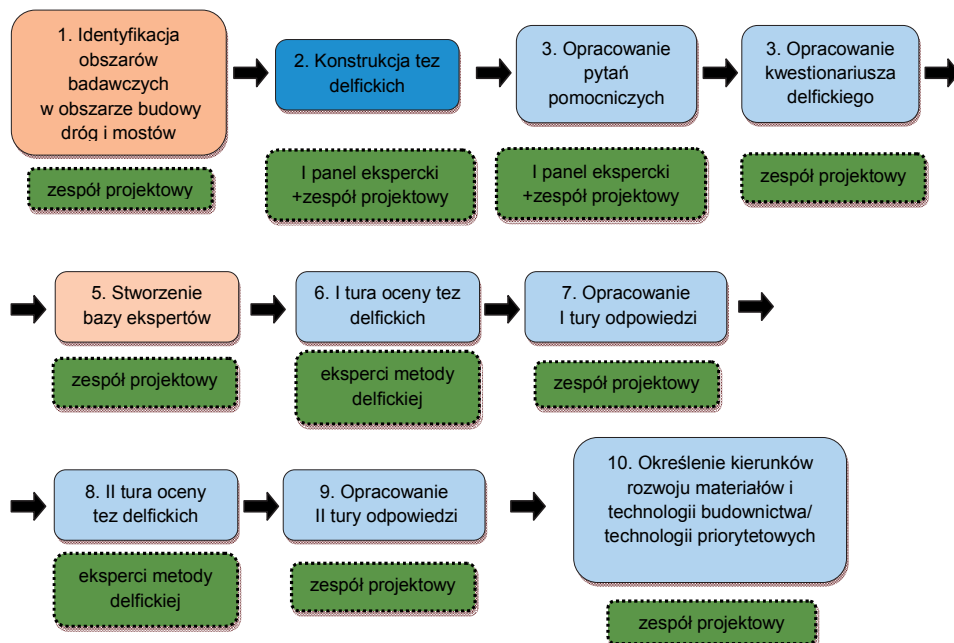
Metoda delficka polega na co najmniej dwukrotnym badaniu ankietowym tej samej grupy ekspertów [6]. Komitet sterujący/zespół projektowy powołuje panel ekspercki, którego celem jest konstrukcja kwestionariusza delfickiego. Zazwyczaj do panelu eksperckiego zapraszani są wybitni specjaliści w danej dziedzinie. W kolejnym etapie opracowany kwestionariusz delficki jest przesyłany do szerokiego grona ekspertów – ekspertów metody delfickiej. Zadaniem tej grupy ekspertów jest uzupełnienie kwestionariusza, w którym formułują oni sądy/prognozy na temat rozwoju wydarzeń w danym obszarze badawczym w dłuższej perspektywie czasowej. W kolejnej rundzie ankietowania respondenci wypełniają ten sam kwestionariusz, przy czym mają możliwość zapoznania się ze zbiorczymi wynikami z pierwszej rundy badania. Pod wpływem opinii ogółu ankietowanych, respondenci mają więc szansę podtrzymać bądź zmienić swoją opinię na temat kształtowania się zjawisk w danym obszarze badawczym. Taki tok postępowania pozwala na uzyskanie bardziej jednoznacznych sądów. Tym samym, wieloetapowość postępowania badawczego pozwala uczestnikom badania na zrewidowanie własnych poglądów w trakcie całego procesu badawczego. Metodyka realizacji badania delfickiego została zaprezentowana na Rys. 1.

Metoda delficka w projekcie prowadzonym przez Politechnikę Warszawską wspiera realizację następujących zadań:

- sformułowanie przewidywanych potrzeb i wymagań oraz określenie kierunków rozwoju materiałów i technologii do stosowania w perspektywie około 30 lat w budownictwie drogowym,
- określenia wymagań materiałowo-technologicznych do budowy dróg na obszarach szczególnie chronionych w Polsce (np. obszary Natura 2000).

Uwzględniając wyjściowe założenia projektowe, celem metody delfickiej była konsultacja ze środowiskami eksperckimi – zasięgnięcie opinii na temat zakresu merytorycznego powyższych zadań, które w efekcie mają doprowadzić do osiągnięcia konsensusu co do obrazu przyszłości budownictwa drogowego.

Pierwszy etap postępowania badawczego dotyczył identyfikacji obszarów badawczych w zakresie budowy dróg i mostów. Celem kolejnych etapów badania było opracowanie kwestionariusza delfickiego, który został następnie rozesłany szerszej grupie ekspertów.



Rys. 1 Metodyka realizacja badania delfickiego w projekcie Politechniki Warszawskiej

Celem kolejnych zadań badawczych była realizacja właściwego badania delfickiego na większej liczbie ekspertów, tj. przeprowadzenie pierwszej rundy badania i opracowanie wyników. Zadania te zostały już zrealizowane.

Ważnym krokiem postępowania badawczego było stworzenie bazy ekspertów metody delfickiej. W pierwszej rundzie badania wzięło udział 103 ekspertów z zachowaniem 30% parytetu udziału kobiet w badaniu eksperckim. Ekspertsi reprezentowali następujące grupy zawodowe:

- przedstawiciele biznesu (przedsiębiorstwa budowlane i produkcyjne) – 34,0%,
- przedstawiciele nauki – 29,1%,
- przedstawiciele administracji publicznej – 20,4%,
- przedstawiciele biznesu (badania i rozwój) – 9,7%,
- pozostali – 6,8%,

Etap następnny związany z realizacją drugiej rundy badania wraz z opracowaniem wyników drugiej rundy jest w trakcie wykonywania.

### 3. Identyfikacja obszarów i tez badawczych

Zespół projektowy na podstawie przeglądu literatury z zakresu budownictwa drogowego oraz prac warsztatowych wspartych techniką burzy mózgów opracował następujące obszary badawcze [10, 11,14]:

- OB1: Technologie budowy trwałych nawierzchni drogowych w Polsce.
- OB2: Rozwiązania materiałowo-technologiczne i projektowe budowy dróg w aspekcie zasad ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.
- OB3: Rozwiązania materiałowo-technologiczne utrzymania i eksploatacji dróg w aspekcie zasad ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.

- OB4: Konstrukcje nawierzchni drogowych i obiektów inżynierskich przyjazne dla środowiska i charakteryzujące się długim okresem eksploatacji.
- OB5: Ekonomiczne i nowoczesne systemy budowy oraz organizacji inwestycji w budowie dróg i obiektów inżynierskich.
- OB6: Rozwiązania materiałowo-technologiczne na obszarach szczególnej ochrony.
- OB7: Nauka, szkolnictwo, badania i rozwój.

W ramach realizacji projektu zespół projektowy powołał panel ekspercki, którego zadaniem była konstrukcja tez delfickich. Do panelu zaproszono siedemnastu ekspertów, przedstawicieli m.in. nauki, biznesu, administracji i mediów.

W ramach pierwszego panelu ekspertów, który odbył się dnia 17 listopada 2012 r. opracowano propozycję tez delfickich dla pierwszych czterech obszarów. Celem kolejnego panelu ekspertów, który odbył się w dniu 7 listopada 2012 r. było zgłoszenie propozycji tez do trzech pozostałych obszarów badawczych oraz zgłoszenie krytycznych uwag na temat opracowanego przez zespół projektowy możliwego zestawu pytań pomocniczych.

Ostatecznie w wyniku prac panelu ekspertów wypracowano 39 tez badawczych. Wykaz tez z pierwszego obszaru badawczego zaprezentowano w Tabeli 1.

Tabela 1 Tezy pierwszego obszaru badawczego

OBI: Technologie budowy trwałych nawierzchni drogowych w Polsce	
1	Rozwój technologii asfaltowej i betonu cementowego zapewni co najmniej trzydziestoletnią trwałość nawierzchni drogowych budowanych w Polsce
2	Nawierzchnie autostrad i dróg ekspresowych będą charakteryzowały się co najmniej pięćdziesięcioletnią trwałością
3	Do budowy większości dróg wszystkich kategorii stosowane będą nawierzchnie asfaltowe
4	Nawierzchnie z betonu cementowego będą stosowane głównie do budowy dróg autostradowych i ekspresowych
5	Nawierzchnie betonowe budowane będą w technologii minimalizującej spękania skurczowe i termiczne
6	Nawierzchnie drogowe wykonywane będą jako bezdylatacyjne z cienkich warstw kompozytowych o dużej trwałości
7	Do pokrywania nawierzchni drogowych stosowane będą niekonwencjonalne materiały (np. grafen) zapewniające wysokie walory użytkowe i kilkudziesięcioletnią trwałość nawierzchni
8	Obszary wolnego ruchu (parkingi, skrzyżowania) będą wykorzystywały technologie nawierzchni złożonych

W celu określenia hierarchii ważności tez dokonano oceny tez w obrębie poszczególnych obszarów badawczych. Zastosowano w tym celu metodę wskazań. Każdy z ekspertów dysponował w każdym z siedmiu obszarów badawczych trzema wskazaniami (szpilkami), które mógł dowolnie przypisać poszczególnym tezom w obszarze, wskazując i określając w ten sposób ich ważność. Uzyskane wyniki pozwoliły w każdym obszarze uporządkować tezy według ich ważności mierzonej liczbą wskazań. W tabeli 1, kolorem szary oznaczono tezy, które uzyskały najwyższą liczbę wskazań w pierwszym obszarze badawczym.

#### 4. Ocena wybranych tez delfickich w pierwszym obszarze badawczym

W obszarze pierwszym dotyczącym trwałości budowanych w przyszłości nawierzchni drogowych w Polsce panel ekspertów wybrał do dalszej analizy trzy tezy badawcze, które wskazują, że w perspektywie najbliższych trzydziestu lat będą stosowane zarówno technologie asfaltowe jak i technologie z betonu cementowego. Zapewnienie wydłużonej

trwałości, sięgającej do 50 lat w przypadku nawierzchni autostrad i dróg ekspresowych, będzie możliwe przez stosowanie zmodyfikowanej technologii betonu cementowego i technologii asfaltowych, wysokiej jakości materiałów nowej generacji oraz konstrukcji nawierzchni typu „perpetual”. Nawierzchnie z betonu cementowego będą wykonywane w dużej ilości przede wszystkim na drogach szybkiego ruchu, jednak należy przewidywać, że podstawową technologią w przyszłości pozostaną nawierzchnie asfaltowe.

Przeprowadzono badania Delphi w I rundzie, która miała na celu, z jednej strony poznanie opinii respondentów na temat wybranych tez, z drugiej umożliwiła pozyskanie cennych informacji, w postaci komentarzy, wykorzystanych w II rundzie badania Delphi. Analizę porównawczą tez w ramach obszaru przeprowadzono wykorzystując wskaźniki: istotności ( $W_I$ ), znaczenia ( $W_Z$ ), czynników ( $W_C$ ), barier ( $W_B$ ) oraz działań ( $W_D$ ).

Aby określić istotność poszczególnych tez w obszarze wyznaczono **wskaźniki istotności ( $W_I$ )** według wzoru:

$$W_I = \frac{n_{BI} \cdot 100 + n_I \cdot 75 + n_{RI} \cdot 25 + n_N \cdot 0}{n - n_{NZ}} \quad (1)$$

gdzie:

- $n_{BI}$  – liczba odpowiedzi „bardzo istotna”
- $n_I$  – liczba odpowiedzi „istotna”
- $n_{RI}$  – liczba odpowiedzi „raczej istotna”
- $n_N$  – liczba odpowiedzi „nieistotna”
- $n_{NZ}$  – liczba odpowiedzi „nie mam zdanie”
- $n$  – liczba wszystkich odpowiedzi

W celu określenia znaczenia strategicznego poszczególnych tez w poszczególnych obszarach wyznaczono **wskaźniki znaczenia ( $W_Z$ )** według wzoru:

$$W_Z = \frac{n_T \cdot 100 + n_{RT} \cdot 75 + n_{RN} \cdot 25 + n_N \cdot 0}{n - n_{NZ}} \quad (2)$$

gdzie:

- $n_T$  – liczba odpowiedzi „tak”
- $n_{RT}$  – liczba odpowiedzi „raczej tak”
- $n_{RN}$  – liczba odpowiedzi „raczej nie”
- $n_N$  – liczba odpowiedzi „nie”
- $n_{NZ}$  – liczba odpowiedzi „nie mam zdania”
- $n$  – liczba wszystkich odpowiedzi

Ponadto wyznaczono wskaźniki odnoszące się do czynników, barier i działań, które wpływają na realizację tez.

**Wskaźnik czynników ( $W_C$ ):**

$$W_C = \frac{n_{BD} \cdot 100 + n_D \cdot 75 + n_S \cdot 50 + n_N \cdot 25 + n_{BN} \cdot 0}{n - (n_{NZ} + n_{NZW})} \quad (3)$$

gdzie:

- $n_{BD}$  – liczba odpowiedzi „w bardzo dużym stopniu”
- $n_D$  – liczba odpowiedzi „w dużym stopniu”

- $n_{\zeta}$  – liczba odpowiedzi „w średnim stopniu”  
 $n_N$  – liczba odpowiedzi „w niskim stopniu”  
 $n_{BN}$  – liczba odpowiedzi „w bardzo niskim stopniu”  
 $n_{NZ}$  – liczba odpowiedzi „nie mam zdania”  
 $n_{NZW}$  – liczba odpowiedzi „czynnik nie ma związku z tezą”  
 $n$  – liczba wszystkich odpowiedzi

**Wskaźnik barier ( $W_B$ ):**

$$W_B = \frac{n_{BD} \cdot 100 + n_D \cdot 75 + n_{\zeta} \cdot 50 + n_N \cdot 25 + n_{BN} \cdot 0}{n - (n_{NZ} + n_{NZW})} \quad (4)$$

gdzie oznaczenia jak wyżej.

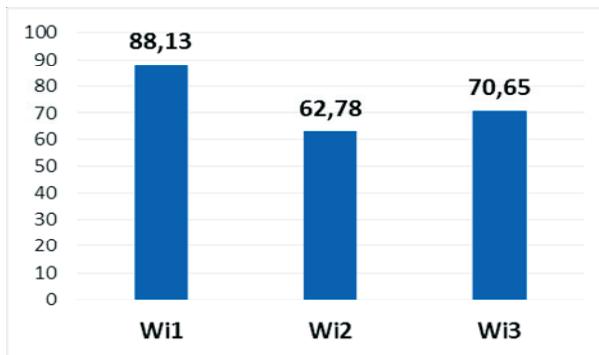
**Wskaźnik działań ( $W_D$ ):**

$$W_D = \frac{n_{BD} \cdot 100 + n_D \cdot 75 + n_{\zeta} \cdot 50 + n_N \cdot 25 + n_{BN} \cdot 0}{n - (n_{NZ} + n_{NZW})} \quad (5)$$

gdzie oznaczenia jak wyżej.

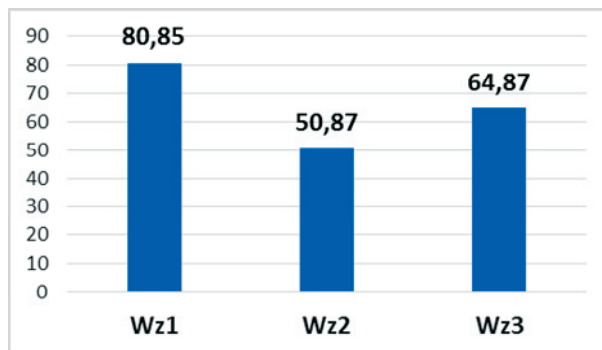
Wskaźniki przyjmują wartości z zakresu od 0 do 100. Poziom liczbowy wskaźnika powyżej 50 świadczy o wysokim stopniu wpływu działania na realizację tezy; im wartość wskaźnika bliższa 100 tym stopień wpływu działania jest wyższy.

Wyliczone wskaźniki istotności wskazują, że w obszarze OB1 pt. „Technologie budowy trwałych nawierzchni drogowych w Polsce”, najbardziej istotna jest teza pierwsza T1, następnie teza 3 i teza 2 (rys. 2). Świadczy to o tym, że najważniejszym obecnie zadaniem w zakresie budowy nawierzchni drogowych jest prowadzenie prac nad rozwojem technologii asfaltowych i z betonu cementowego, aby nowe nawierzchnie drogowe były bardziej trwałe od obecnych. Uwzględniając wartości uzyskanych wskaźników istotności powyżej 50 można uznać wszystkie tezy za istotne w analizowanym obszarze.



Rys. 4. Porównanie wskaźników istotności tez ( $W_i$ )

Wyliczone wskaźniki znaczenia wskazują, że w obszarze OB1 strategiczne znaczenie ma również teza pierwsza T1, następnie teza T3 i teza T2 (rys. 3).

Rys. 3. Porównanie wskaźników znaczenia ( $W_z$ )

Analizując uzyskane wyniki badań w zakresie wskaźników znaczenia należy stwierdzić, że budowa trwałych nawierzchni drogowych w Polsce może być zrealizowana tylko wtedy, gdy zastosujemy nowoczesne technologie mieszanek mineralno-asfaltowych i betonu cementowego charakteryzujące się stałymi właściwościami funkcjonalnymi w okresie co najmniej 30 lat eksploatacji nawierzchni. Ponadto eksperci wskazali na nawierzchnie asfaltowe, które zastosowane na większości dróg w Polsce będą zdolne spełnić zwiększone wymagania w stosunku do budowy trwałych nawierzchni drogowych.

Obliczone wskaźniki czynników wpływających na realizację tez oraz barier utrudniających ich realizację przedstawiono w tabeli 2 i 3.

Tabela 4. Wskaźniki czynników ( $W_c$ ) analizowanych tez

Czynnik	Stopień wpływu		
	Teza 1	Teza 2	Teza 3
zwiększenie nakładów na badania	84,80	72,35	75,28
rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką	81,62	69,41	75,00
wprowadzenie odpowiednich mechanizmów prawno-ekonomicznych	76,73	67,65	70,69
zwiększenie akceptacji społecznej (np. poprzez odpowiednie kampanie informacyjne)	56,25	49,70	58,82
wysoka jakość wykonawstwa prac drogowych	91,83	79,49	84,55

Tabela 3. Wskaźniki barier ( $W_b$ ) analizowanych tez

Czynnik	Stopień wpływu		
	Teza 1	Teza 2	Teza 3
niedostateczny rozwój zaplecza technicznego	69,90	61,90	73,10
niewystarczające uregulowania prawne	71,75	62,04	67,35
wysokie koszty wdrożeń technologii budownictwa	79,25	67,47	76,14
słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania nowoczesnych (zaawansowanych) technologii	68,00	62,50	75,55
niska jakość wykonawstwa prac drogowych	80,00	75,87	83,61

Z tabeli 2 wynika, że najistotniejszym czynnikiem wpływającym na realizację omawianych tez w zakresie budowy trwałych nawierzchni drogowych jest zapewnienie wysokiej jakości wykonawstwa robót oraz rozwój badań w ramach współpracy jednostek naukowych z szeroko pojętą gospodarką. Bariery z punktu widzenia realizacji analizowanych tez jest niska w ocenie ekspertów jakość wykonawstwa prac drogowych (tabela 3).



W tabeli 4 przedstawiono czynniki, które w największym stopniu warunkują realizację trzech analizowanych tez. Do działań tych eksperci zaliczyli podniesienie jakości wykonawstwa prac drogowych oraz zwiększenie nakładów na badania naukowe.

Tabela 4. Wskaźniki działań ( $W_D$ ) dla analizowanych tez

Czynnik	Stopień wpływu		
	Teza 1	Teza 2	Teza 3
zwiększenie nakładów na badania naukowe	81,80	70,06	75,56
wprowadzenie odpowiednich mechanizmów prawno-administracyjnych i ekonomicznych	76,25	65,70	70,64
dostosowanie (ukierunkowanie) systemu kształcenia	71,53	63,25	70,83
działania na rzecz zwiększenia akceptacji społecznej	54,21	50,00	59,41
podniesienie jakości wykonawstwa prac drogowych	87,75	78,93	87,91

## 5. Zakończenie

Przeprowadzone dotychczas badania i analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków ogólnych:

- Badanie foresight metodą Delphi jest doskonałym narzędziem pomocniczym do informowania decydentów politycznych oraz środowisk opiniotwórczych o pożądanym kierunkach długoterminowego rozwoju i zmian w budownictwie drogowym.
- W zakresie budownictwa drogowego wyodrębniono 7 obszarów badawczych z których jednym z ważniejszych jest pierwszy obszar dotyczący technologii budowy trwałych nawierzchni drogowych w Polsce.
- Badania eksperckie udowodniły, że najważniejszym obecnie zadaniem w zakresie budowy nawierzchni drogowych jest prowadzenie prac nad rozwojem technologii asfaltowych i z betonu cementowego, aby budowane nowe nawierzchnie drogowe miały zapewnioną trwałość co najmniej 30-letnią.
- Budowa trwałych nawierzchni drogowych jest możliwa tylko w przypadku zapewnienia wysokiej jakości wykonawstwa robót oraz rozwoju badań w ramach współpracy jednostek naukowych z szeroko pojętą gospodarką.

## Literatura

- 1 Bojarski W., Koncepcja badań nad zharmonizowanym rozwojem społeczno-gospodarczym z poszanowaniem dóbr przyrody, Biuletyn Komitetu Ochrony Środowiska PAN, Wrocław-Warszawa 1988.
- 2 Borys T. (red.), Wskaźniki ekorozwoju, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok, 1999
- 3 Cieślak M., Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- 4 Dokumenty końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i rozwój”, Rio de Janeiro, 2-14.06.1992 r., Szczyt Ziemi, IOŚ, Warszawa 1993.
- 5 Hopper A., Funkcje obszarów wiejskich z perspektywy ekorozwoju, Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 401, Warszawa 1992.
- 6 Kowalewska A., Głuszyński J., Zastosowanie metody Delphi w Narodowym Programie Foresight „Polska 2020”, publikacja Pentor Research International, Warszawa 2009.
- 7 Kozłowski S., Droga do ekorozwoju, Warszawa 1994.

- 8 Ochrona środowiska człowieka – humanistyczne widzenie świata, Prace Naukowe Polskiego Klubu Ekologicznego, vol. 1, Kraków 1984.
- 9 Popper R., How are foresight methods selected?, *Foresight*, 10/6, (2008) 62-89.
- 10 Piłat J., Radziszewski P., Nawierzchnie asfaltowe, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.
- 11 Polymer modified bitumen. Properties and characterization, Woodhead Publishing Limited 2011.
- 12 Report of the United Nations Conference on the Human Environment, 48/14/Rev. 1, (1973) .
- 13 Rada Ministrów RP, Strategia Rozwoju Kraju na lata 2007-2015, Warszawa 2006.
- 14 Szydło A., Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego, Polski cement Sp. z o. o., Kraków 2004.
- 15 Zrównoważona Europa dla Lepszego Świata: Strategia Zrównoważonego Rozwoju Unii Europejskiej COM, 2001.

## Forecasting development of road technology based on the Delphi method – selected issues

Piotr Radziszewski<sup>1</sup>, Joanicjusz Nazarko<sup>2</sup>, Jan Król<sup>3</sup>,  
Karol J. Kowalski<sup>4</sup>, Michał Sarnowski<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup> *Instytut Dróg i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska,  
e-mail: <sup>1</sup>p.radziszewski@il.pw.edu.pl, <sup>3</sup>j.krol@il.pw.edu.pl,  
<sup>4</sup>k.kowalski@il.pw.edu.pl, <sup>5</sup>m.sarnowski@il.pw.edu.pl*

<sup>2</sup> *Business Informatics and Logistics Department, Faculty of Management,  
Białystok Technical University, e-mail: joanicjusz.nazarko@gmail.com*

**Abstract:** An objective of this research project is an analysis of development directions of new materials, technologies and pavement structures used in road industry, taking into account special environmental conditions and sustainable development rules. Results of the first round of conducted study based on the foresight method are described in this paper. Such results are helpful to provide support for making a long term strategy decisions by the government.

Selected results and analysis in the scope of identification of the main research areas and hypothesis connected with developments of road technology are shown in this paper with a special focus on the construction of the durable pavements. It was found that the most important task is related to developments of the asphalt and cement pavements technology providing at least 30 years durability period. The construction of such pavements is possible only when high quality of work is provided and there is further road technology development as a result of the science and industry cooperation.

**Keywords:** road pavement, Delphi method, foresight, pavement technology

