

# Systematyka betonów cementowych (II)

## Kryterium: zastosowanie

Kryterium „zastosowanie” można traktować jako najbliższe pojęciu „bezwzględnej użyteczności betonu”, łączącej w sobie zarówno wymagania materiałowe jak i wymagane właściwości, co prowadzi do określenia betonu zoptymalizowanego do pełnienia w sposób trwały i niezawodny określonej funkcji technicznej.

Systematyka odmian betonów ze względu na ich zastosowanie (rys. 5) wymaga zatem określenia podstawowej funkcji, jaką beton pełni w budownictwie: konstrukcyjna, izolacyjna, izolacyjno-konstrukcyjna bądź inna (stabilizująca, naprawcza, estetyzująca). Znaczną większość betonów pełni funkcję konstrukcyjną bądź konstrukcyjno-izolacyjną. Z punktu widzenia przeznaczenia można wyróżnić „typowy” beton konstrukcyjny, dawniej często nazywany też „zwykłym” (obecnie termin ten PN EN 206-1 rezerwuje dla betonu w określonym przedziale gęstości) i rozmaite betony do konstrukcji specjalnych. Do odmian betonów konstrukcyjno-izolacyjnych można zaliczyć betony konstrukcyjne o podwyższonych parametrach izolacyjności cieplnej, ale także betony do osłon przed promieniowaniem jonizującym (elektrownie atomowe, obudowy reaktorów, obudowy pracowni rentgenowskich itp.). W grupie betonów izolacyjnych można umieścić piany i gazobetony najlżejszych odmian, które nie pełnią funkcji nośnych, ale ze względu na niską wartość współczynnika  $\lambda$  mogą być traktowane jako warstwa izolacji cieplnej. W grupie „innych” (rys. 5) może budzić wątpliwości beton architektoniczny, który często obok funkcji estetycznej pełni także rolę konstrukcyjną. Ponieważ jednak dążenie do efektu estetycznego dominuje nad zagadnieniami konstrukcyjnymi w technologii tego

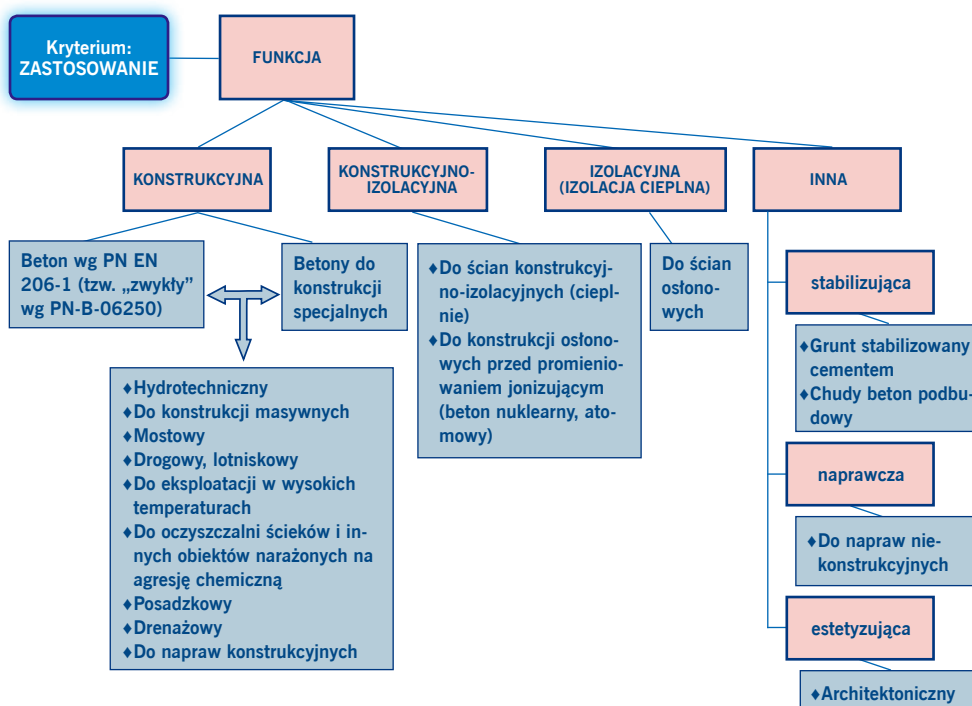
betonu, zdecydowano się nie umieszczać go w grupie betonów konstrukcyjnych.

## Odmiany betonów. Kryteria technologiczne

Kryteria technologiczne (wytwarzanie i transport oraz wbudowywanie) stanowią rozszerzenie klasyfikacji ze względu na przeznaczenie, uwzględniające fazę przedeksploatacyjną „życia” betonu.

Biorąc pod uwagę kryterium wytwarzania i transportu odmiany betonu cementowego można rozpatrywać w trzech grupach, zróżnicowanych przez: miejsce wytwarzania betonu, warunki jakościowe wytwarzania i sposób transportu mieszanki na budowę (rys. 6). Miejsce wytwarzania betonu, rozumiane jako miejsce powstawania konstrukcji (elementu, wyrobu) z betonu stanowi podstawę różniczenia „betonu prefabrykowanego” i „betonu monolitycznego”. Terminy te należy traktować jako skrót myślowy, oznaczający obiekt z betonu wykonany w technologii monolitycznej lub jako prefabrykowany. Znacznie poprawniejsze leksykalnie są zwroty „konstrukcja monolityczna” i „wyrób prefabrykowany”. Formy skróto-we są jednak powszechnie używane (po kilka tysięcy odpowiedzi w wyszukiwarce Google) i zrozumiałe, tak więc można je uznać za normę technicznego języka polskiego. Obiekt betonowy może być wykonywany z mieszanki betonowej towarowej lub wytwarzanej na budowie, przy czym podstawową różnicą pomiędzy nimi nie jest miejsce wyprodukowania, a jedynie handlowe przekazanie mieszanki towarowej pomiędzy jej wytwórcą a wykonawcą robót, które nie występuje w przypadku mieszanki wytworzonej na budowie [14]. Terminy te są zdefiniowane w PN EN 206-1, ale w wersji „beton towarowy”, „beton wytworzony na budowie”. Wynika to z używa-

Rys. 5. Odmiany betonu cementowego klasyfikowane wg kryterium: przeznaczenie



nia słowa beton zarówno w znaczeniu ogólnym – rodzaj materiału (tak jak w przypadku ww. terminów), jak i w znaczeniu szczegółowym – materiał stwardniały [14]. Uproszczenie to jest uzasadnione tym bardziej, że utrwalone w potocznym języku polskim rozróżnienie terminów beton i mieszanka betonowa nie jest tak klarowne w językach zachodnich, w których słowa beton używa się powszechnie zarówno w odniesieniu do stwardniałego tworzywa jak i mieszanki betonowej. Określenia mieszanki betonowej są używane relatywnie rzadziej (ilość odpowiedzi w Google w każdym języku o dwa rzędy wielkości mniejsza – tab. 1). W sensie technicznym rozróżnienie mieszanki i betonu jest zdefiniowane w PN EN 206-1, ale znaczenie wynika także z kontekstu. Przykładowo, zdaniem autora, można w języku potocznym zaakceptować „pompowanie betonu” czy „beton samozaęszczalny”, ale już „konsystencja betonu” razi jako opis odnoszący się do cech ciekłości, a „zawartość powietrza w mieszance betonowej” i „zawartość powietrza w betonie” są to dwie całkowicie różne charakterystyki materiału.

Z punktu widzenia jakości wytwarzania mieszanki betonowej można klasyfikować beton z wykorzystaniem ogólnie przyjętych miar statystycznej zmienności produkcji. Podstawowy parametrem klasyfikacyjnym jest tu odchylenie standardowe wytrzymałości na ściskanie, określane w odniesieniu do próbek pobieranych w ramach kontroli produkcji. Użyteczną charakterystyką może być także wskaźnik zmienności (stosunek procentowy odchylenia standardowego i wartości średniej). Wielkość ta była w przeszłości miarą jakości wytwórni betonu, a nawet, wg PN B06250:1963, podstawą klasyfikowania warunków wytwarzania betonu, w skali od rzemieślniczych aż do bardzo dobrych. Sposób transportu mieszanki betonowej na budowę może stanowić podstawę do wyróżnienia trzech odmian betonu: transportowanego „gruszką” (betoniarką samochodową), transportowanego wywrotką i transportowanego „na sucho” w betoniarce (dodanie wody na budowie).

Kryterium wbudowywanie jest podstawą wyróżnienia trzech grup odmian betonów ze względu na sposób betonowania (układania), sposób zagęszczania

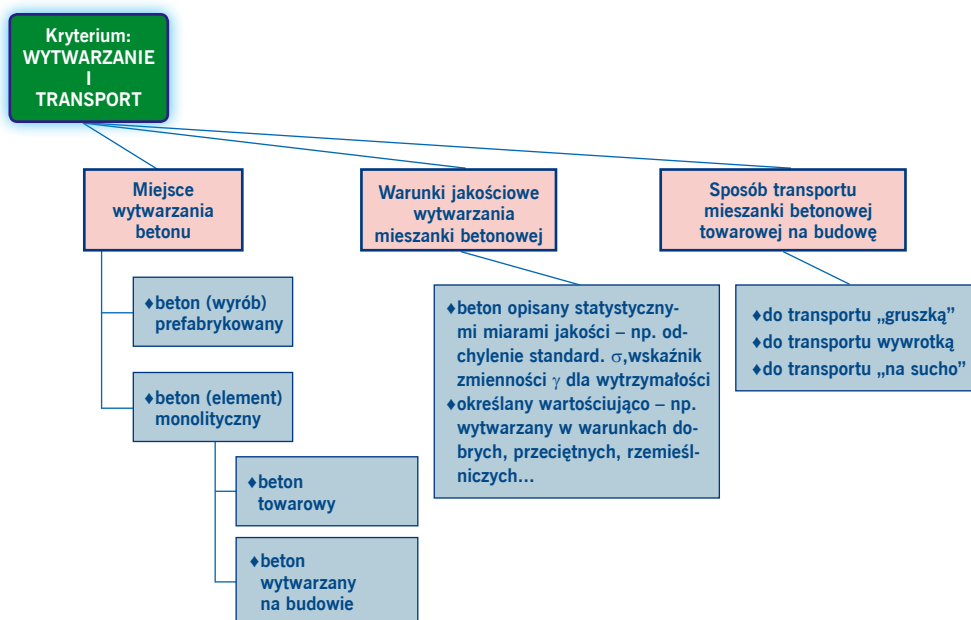
Tabela 1. Częstość stosowania terminów „beton” i „mieszanka betonowa” w wybranych językach

Język odpowiedzi	Liczba odpowiedzi w wyszukiwarce Google		
	Terminy określające mieszankę betonową	Terminy określające beton stwardniały	Porównanie częstości użycia terminów
polski	Mieszanka betonowa 0,2 mln	Beton 0,8 mln	~1:4
angielski	Concrete mix 0,7 mln	Concrete 75 mln	~1:100
francuski	Melange du béton 0,014 mln	Béton 6 mln	~1:400
niemiecki	Betonmischung 0,025 mln	Beton 6 mln	~1:250

i warunki betonowania (rys. 7). Sposoby betonowania i zagęszczania są najczęściej wykorzystywanymi w literaturze kryteriami wyróżniania tzw. betonów specjalnych. Warunki betonowania i początkowego dojrzewania stanowią podstawę wyróżniania betonów odpowiednich do ekstremalnych warunków wykonywania (zima, lato, obróbka cieplna).

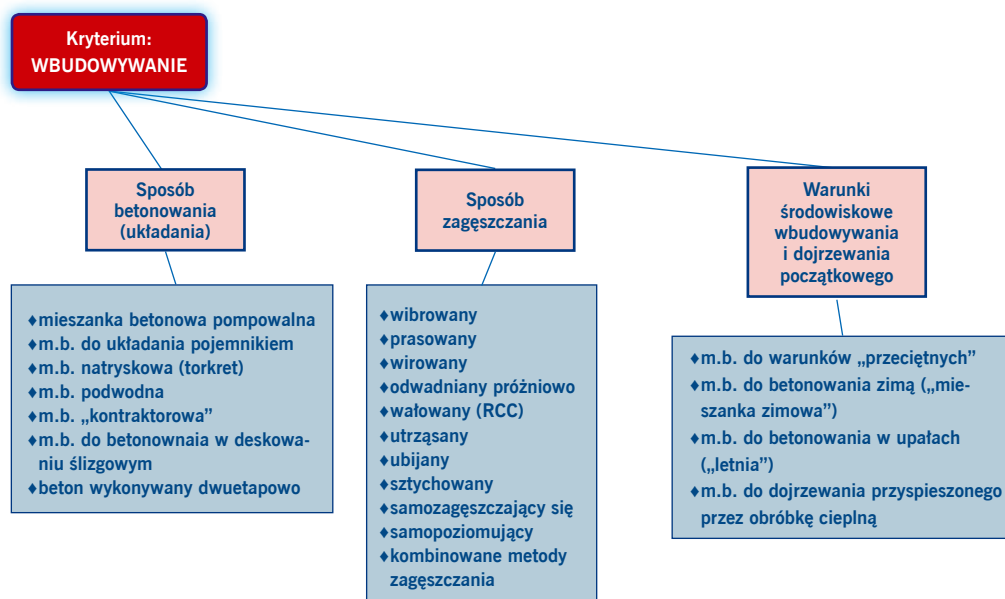
### Kryterium: specyfikowanie

Klasyfikacja betonu z uwzględnieniem podstaw specyfikowania (rys. 8) ma zawsze charakter lokalny, ograniczony do obszaru obowiązywania określonych dokumentów odniesienia, stanowiących jej podstawę. W realiach polskich można mówić o uwarunkowaniach europejskich, krajowych i branżowych. Podstawowym dokumentem odniesienia dla specyfikowania betonu jest norma europejska PN EN 206-1, wg której wyróżnia się beton projektowany i recepturowy, różniące się kompetencjami i zakresem odpowiedzialności podmiotów związanych z wytworzeniem i wbudowaniem betonu [14]. Oprócz tego istnieje także obszerny zbiór norm, zawierających wymagania dla szczególnych odmian betonów. Normy te (europejskie PN EN oraz krajowe PN B i inne), można rozpatrywać w pięciu grupach. Grupa dokumentów dotyczących prefabrykatów z betonu jest najobszerniejsza i zawiera normy dla elementów wielkometrytowych (np. rury, schody, przepusty) oraz drobnometrytowych (np. kostka brukowa, dachówka). Osobną grupę stanowią normy na elementy mury, w tym także z betonu komórkowego. Trzecia



Rys. 6. Odmiany betonu cementowego klasyfikowane wg kryterium: wytwarzanie i transport

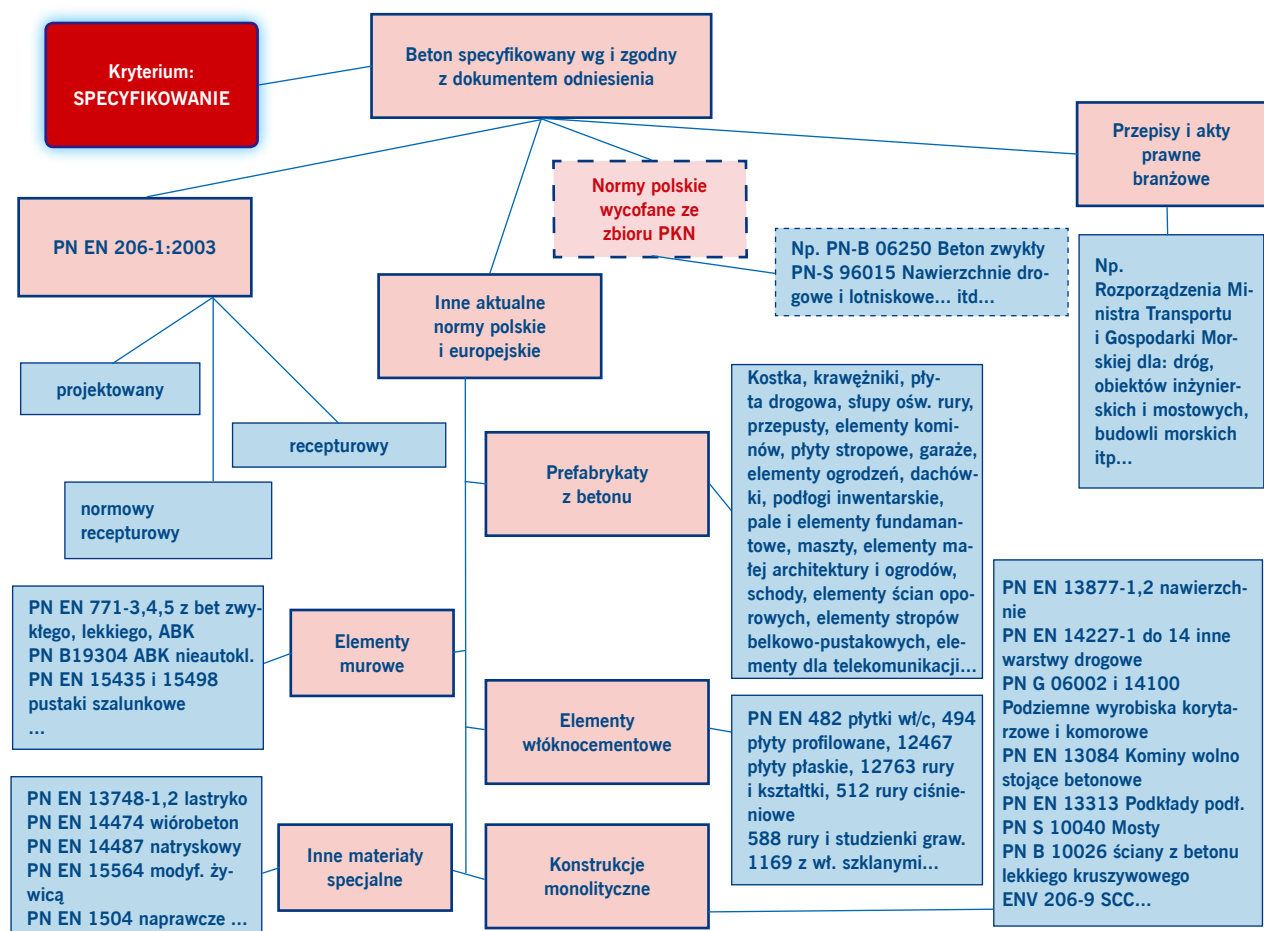
Rys. 7. Odmiany betonu cementowego klasyfikowane wg kryterium: wbudowywanie



grupa, zawierająca wyłącznie normy europejskie, dotyczy elementów włókno-cementowych. Grupa czwarta obejmuje normy polskie z różnych branż (budowlane B, ale także m.in. górnicze G, mostowo-drogowe S, lotniskowe V) i normy europejskie, zawierające wymagania dla betonów do różnych specjalnych konstrukcji monolitycznych. Grupa piąta zawiera normy europejskie z wymaganiami materiałowymi dla specjalnych rodzajów betonów. Oprócz wymienionych 5 grup norm należy wyróżnić jeszcze jedną grupę – krajowych norm wycofanych ze stosowania (nieobjętych nadzorem normalizacyjnym PKN). Istnieje szereg norm, które wyco-

fano np. jako sprzeczne z wprowadzanymi normami PN EN, ale które są nadal stosowane w praktyce w specyfikacjach technicznych. Przykład takiego postępowania z normą PN B 06250 omówiono wcześniej przy okazji rozważań o cechach trwałości betonu. Użycie tego typu norm często wiąże się z koniecznością stosowania branżowych dokumentów odniesienia, takich jak rozporządzenia ministra czy też zarządzenia krajowe (np. GDDKiA). Dokumenty te nie są aktualizowane dostatecznie często i w efekcie odwołują się do zdezaktualizowanych norm, zmuszając do ich stosowania w danej branży.

Rys. 8. Odmiany betonu cementowego klasyfikowane wg kryterium: specyfikowanie



## Podsumowanie

Przedstawiona systematyka betonów cementowych stanowi próbę uporządkowania i ujednoczenia terminologicznego. Przedstawiona idea klasyfikacji ma charakter otwarty i może być łatwo uzupełniona o nowe odmiany betonów lub takie, które pominięto dla czytelności schematów. Każda z wymienionych w klasyfikacji odmian betonów jest przedmiotem licznych publikacji, natomiast często wątpliwości budzą wzajemne relacje poszczególnych terminów względem siebie. Przedstawiona systematyka wyjaśnia ogólne podstawy tych związków.

Zaproponowane uporządkowanie może służyć zarówno praktycznym celom inżynierskim (np. przy formułowaniu specyfikacji technicznych) jak i celem dydaktycznym w procesie nauczania technologii betonu.

**dr inż. Piotr Woyciechowski**

**Katedra Inżynierii Materiałów Budowlanych**

Artykuł został opracowany w ramach realizacji prac statutowych w Katedrze Inżynierii Materiałów Budowlanych Politechniki Warszawskiej

## Literatura

- 1 Dictionnaire de la langue française „Littré”, Émile Littré (1863-1876)
- 2 Vocabolario etimologico della lingua italiana, Ottorino Pianigiani (1907)
- 3 Diccionario de la Lengua Española LA 22.ª EDICIÓN, Real Academia Española (2001)
- 4 A Comprehensive Etymological Dictionary of the English Language, Ernest Klein, Elsevier Scientific Publishing Co., (1971)
- 5 Online Etymology Dictionary, Douglas Harper, 2001
- 6 Dictionnaire de l'Académie française, 9e édition, ATILF & Académie Française, (1992-2008)
- 7 Trésor de la Langue Française, Paris Centre National de la Recherche Scientifique & Centre de Recherche pour un Trésor de la Langue Française, (1971-1994)
- 8 L. Mitchell, Ceramics: Stone Age to Space Age, Scholastic Book Services, NY, 1963
- 9 L. Czarnecki, Polymers in Concrete. Personal reflections on the edge of the new century, Concrete International, 8(2005), 55-61
- 10 J. Piłat, Radziszewski P., Nawierzchnie asfaltowe, Wyd. Komunikacji i Łączności 2007
- 11 Witruwiusz, O architekturze ksiąg X
- 12 Dictionnaire etymologique de la langue grecque, Pierre Chantraine, Édition Klincksieck (1968)
- 13 Chinese etymology, Richard Sears, 2008
- 14 L. Czarnecki i in., Beton wg normy PN EN 206-1 – komentarz, Polski Cement/PKN, Kraków 2004
- 15 Język dobrem narodowym Islandczyków, Islandia 3/99, Biuletyn Towarzystwa Przyjaźni Polsko-Islandzkiej
- 16 Słownik etymologiczny języka polskiego, Wiesław Boryś, Wyd. Literackie 2008
- 17 Słownik etymologiczny języka polskiego, Krystyna Długosz-Kurczabowa, PWN 2009
- 18 Słownik języka polskiego, Erazm Rykaczewski, 1866
- 19 Słownik języka polskiego („słownik warszawski”), Karłowicz, Kryński, Niedźwiecki, 1900
- 20 Słownik języka polskiego, Samuel Linde, 1807-1814
- 21 Słownik języka polskiego, Witold Doroszewski, PWN 1958-1969

- 22 Uniwersalny słownik języka polskiego, Stanisław Dubisz, PWN 2006
- 23 Praktyczny słownik języka polskiego, Halina Zgótkowa, Wyd. Kurpisz, 1994-2005
- 24 Słownik języka polskiego, Mieczysław Szymczak, PWN 1978-1981
- 25 Słownik wyrazów obcych, Jan Tokarski, Elżbieta Sobol, PWN 1995
- 26 W. Kurdowski, Chemia cementu, PWN 1991
- 27 Budownictwo betonowe, red. B. Bukowskiego, t.1, Arkady 1971
- 28 A. Neville, Właściwości betonu, Polski cement 2002
- 29 A.M. Brandt, Cement-Based Composites: Materials, Mechanical Properties and Performance, Routledge, UK 2009
- 30 Z. Jamróży, Beton i jego technologie, PWN 2005
- 31 J. Śliwiński, Beton zwykły, Polski Cement 1999
- 32 Z. Rusin, Technologia betonów mrozoodpornych, Polski Cement 2003
- 33 J. Małolepszy i inni – Technologia betonu – metody badań, Wydawnictwo AGH Kraków 2000
- 34 E. Osiecka, Wybrane zagadnienia z technologii mineralnych kompozytów budowlanych, Oficyna wydawnicza PW 2000
- 35 J. Jasiczak i inni, Betony ultrawysokowartościowe – właściwości, technologie, zastosowania, Polski Cement 2008
- 36 Z. Pietras, A. Kukielka, Przyczynek do oceny wartości betonu, III Konf. nt. Zagadnienia materiałowe w inżynierii lądowej MATBUD 2000, str. 265-272
- 37 L. Czarnecki, M. Kaproń, Zrównoważone budownictwo jako zadanie badawcze. Problemy naukowo-badawcze budownictwa, t. VI, Zrównoważony rozwój w budownictwie, Wyd. Politechniki Białostockiej 2008



foto. Zbigniew Plich