

**INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW  
ZAKŁAD BETONU**

**03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 80  
tel. sekr.: (0 22) 811 14 40, fax: (0 22) 811 17 92  
www.ibdim.edu.pl, e-mail:betony@ibdim.edu.pl**



**Analiza wybranych właściwości mieszanki betonowej i betonu  
stosowanego do budowy betonowych nawierzchni drogowych  
wykonanych w kraju w latach 2001-2004. Badania i analiza  
trwałości betonu stosowanego do nawierzchni drogowych pod  
kątem oceny cech użytkowych i trwałościowych**

**Etap II**

Opracowali:

mgr inż. Danuta Bełtacz

mgr inż. Przemysław Kamiński

mgr inż. Zbigniew Młynarczyk

DYREKTOR

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

Warszawa, listopad 2005

## KARTA TEMATU TB-8

**Nazwa tematu /Zadania/:** Analiza wybranych właściwości mieszanki betonowej i betonu stosowanego do budowy betonowych nawierzchni drogowych wykonanych w kraju w latach 2001 – 2004. Badania i analiza trwałości betonu stosowanego do nawierzchni drogowych pod kątem oceny cech użytkowych i trwałościowych.

**1. Wykonawca:** Instytut Badawczy Dróg i Mostów

**Zakład:** Zakład Betonu

**Kierownik tematu:** mgr inż. Danuta Bebłacz

**2. Zamawiający:** Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa

**3. Cel podjęcia tematu:** Określenie optymalnego składu i właściwości mieszanek betonowych oraz betonu stosowanego do budowy nawierzchni drogowych celem weryfikacji ogólnych specyfikacji technicznych.

### 4. Dane o pracy:

termin rozpoczęcia: marzec 2004 r.

termin zakończenia: 30 listopada 2005 r.

### 5. Program prac

#### Etap I

1. Zebranie materiałów na temat zastosowanych składników mieszanki betonowej, jej właściwości oraz cech betonu stwardniałego wykorzystanego do budowy nawierzchni betonowych w kraju w latach 2001 – 2004.
2. Studium w zakresie doboru składu mieszanek betonowych pod kątem właściwości betonu dla stosowanych w kraju technologii układania nawierzchni betonowych.

#### Etap II

3. Opracowanie programu badań betonu „in situ” i ich przeprowadzenie na wybranych odcinkach nawierzchni betonowej oraz pobranie odwiertów do badań trwałościowych (odporność na działanie mrozu, odporność na działanie środków odladzających).
4. Analiza wyników badań i wybór optymalnego składu betonu.
5. Opracowanie projektu aktualizacji ogólnych specyfikacji technicznych dotyczących wykonywania nawierzchni z betonu cementowego.

## Spis treści

<b><u>1. PROGRAM BADAŃ BETONÓW NAWIERZCHNIOWYCH, UZYSKANE WYNIKI BADAŃ.....</u></b>	<b>4</b>
<b>1.1. MODERNIZACJA DROGI KRAJOWEJ NR 8, ODCINEK WOLBÓRZ – POLICHNO.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. PROGRAM BADAŃ.....	4
1.1.2. UZYSKANE WYNIKI BADAŃ.....	4
1.1.2.1. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE.....	4
1.1.2.2. NASIĄKLIWOŚĆ.....	5
1.1.2.3. ODPORNOŚĆ NA DZIAŁANIE MROZU.....	5
1.1.2.4. ODPORNOŚĆ NA ZAMRAŻANIE/ODMRAŻANIE Z UDZIAŁEM SOLI ODLADZAJĄCYCH WG PN-EN 1338:2005.....	5
1.1.2.5. ODPORNOŚĆ NA DZIAŁANIE ŚRODKÓW ODLADZAJĄCYCH WG PROCEDURY BADAWCZEJ IBDiM NR PB-TB-01/2001.....	6
1.1.2.6. WYTRZYMAŁOŚĆ BETONU W KONSTRUKCJI METODĄ SKLEROMETRYCZNĄ WG PN-74/B-06262.....	6
<b>1.2. REMONT AUTOSTRADY A4 ODCINEK WĄDROŻE WIELKIE – BIELANY WROCŁAWSKIE – JEZDNIĄ POŁUDNIOWĄ.....</b>	<b>6</b>
1.2.1. PROGRAM BADAŃ.....	6
1.2.2. UZYSKANE WYNIKI BADAŃ.....	7
1.2.2.1. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE.....	7
1.2.2.2. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ROZCIĄGANIE PRZY ZGINANIU.....	7
1.2.2.3. NASIĄKLIWOŚĆ.....	7
1.2.2.4. ODPORNOŚĆ NA DZIAŁANIE MROZU.....	8
1.2.2.5. ODPORNOŚĆ NA ZAMRAŻANIE/ODMRAŻANIE Z UDZIAŁEM SOLI ODLADZAJĄCYCH WG PN-EN 1338:2005.....	8
1.2.2.6. ODPORNOŚĆ NA DZIAŁANIE ŚRODKÓW ODLADZAJĄCYCH WG PROCEDURY BADAWCZEJ IBDiM NR PB-TB-01/2001.....	8
1.2.2.7. WYTRZYMAŁOŚĆ BETONU W KONSTRUKCJI METODĄ SKLEROMETRYCZNĄ WG PN-74/B-06262.....	9
<b><u>2. ANALIZA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ BETONÓW NAWIERZCHNIOWYCH... 9</u></b>	<b>9</b>
<b>2.1. NAWIERZCHNIA WBUDOWANA W DROGĘ KRAJOWĄ NR 8, ODCINEK WOLBÓRZ – POLICHNO (JEZDNIĘ PÓŁNOCNĄ I POŁUDNIOWĄ).....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. NAWIERZCHNIA WBUDOWANA W AUTOSTRADĘ A4, ODCINEK WĄDROŻE WIELKIE – BIELANY WROCŁAWSKIE – JEZDNIĄ POŁUDNIOWĄ.....</b>	<b>9</b>
<b><u>3. WYBÓR OPTIMALNEGO SKŁADU BETONU DO WYKONYWANIA NAWIERZCHNI DRÓG O KATEGORII OBCIĄŻENIA RUCHEM KR5 I KR6.....</u></b>	<b>10</b>
3.1. CEMENT.....	10
3.2. KRUSZYWA.....	10
3.3. WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI BETONOWEJ.....	10
<b><u>4. PROJEKT AKTUALIZACJI OGÓLNYCH SPECYFIKACJI TECHNICZNYCH D – 05.03.04 „NAWIERZCHNIA BETONOWA”.....</u></b>	<b>11</b>
<b><u>5. WYKAZ NORM POWOŁANYCH.....</u></b>	<b>14</b>

# 1. PROGRAM BADAŃ BETONÓW NAWIERZCHNIOWYCH, UZYSKANE WYNIKI BADAŃ

## 1.1. Modernizacja drogi krajowej nr 8, odcinek Wolbórz – Polichno

### 1.1.1. Program badań

Dla nawierzchni drogi krajowej nr 8, odcinek Wolbórz – Polichno opracowano następujący program badań:

- wytrzymałości betonu na ściskanie wg PN-88/B-06250 na odwiertach pobranych w km 101+010, 106+100 i 113 +180 dla jezdni południowej i północnej, po 6 odwiertów dla jednego miejsca badawczego,
- nasiąkliwości wg PN-88/B-06250 na próbkach pobranych po jednej dla każdego miejsca badawczego tj. w km 101+010, 106+100 i 113 +180 dla jezdni południowej i północnej,
- odporności na działanie mrozu wg PN-88/B-06250 na próbkach pobranych z obu jezdni po 4 dla każdego miejsca badawczego tj. w km 101+010, 106+100 i 113 +180,
- odporności na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających wg PN-EN 1338:2005 na próbkach pobranych z obu jezdni po 1 dla każdego miejsca badawczego tj. w km 101+010, 106+100 i 113 +180,
- odporność na działanie środków odladzających wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB-TB-01/2001 na próbkach pobranych z obu jezdni po 1 dla każdego miejsca badawczego tj. w km 101+010, 106+100 i 113 +180 ,
- wytrzymałości betonu w konstrukcji metodą sklerometryczną wg PN-74/B-06262 dla każdego miejsca badawczego tj. w km 101+010, 106+100 i 113 +180 dla jezdni południowej i północnej.

Wyniki badań wykonanych zgodnie z programem badań przedstawiono w załącznikach nr 3 i nr 4.

### 1.1.2. Uzyskane wyniki badań

#### 1.1.2.1. Wytrzymałość na ściskanie

Uzyskane wyniki badań wytrzymałości betonu na ściskanie przedstawiono w tablicy nr 1.

**Tablica nr 1**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Dla jezdni północnej uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 59,5 MPa do 68,2 MPa przy średniej 64,7 MPa. Dla jezdni południowej uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 47,6 MPa do 70,5 MPa przy średniej 61,4 MPa.	Dla jezdni północnej uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 47,0 do 48,4 MPa przy średniej 47,6 MPa. Dla jezdni południowej uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 45,0 MPa do 52,7 MPa przy średniej 45,4 MPa.

**1.1.2.2. Nasiąkliwość**

Uzyskane wyniki badań nasiąkliwości betonu przedstawiono w tablicy nr 2.

**Tablica nr 2**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Dla betonu pobranego z jezdni północnej uzyskano średnią nasiąkliwość 4,9 %. Dla betonu pobranego z jezdni południowej uzyskano średnią nasiąkliwość 5,0 %.	Dla betonu pobranego z jezdni północnej uzyskano średnią nasiąkliwość 5,3 %. Dla betonu pobranego z jezdni południowej uzyskano średnią nasiąkliwość 5,7 %.

**1.1.2.3. Odporność na działanie mrozu**

Uzyskane wyniki badań mrozoodporności betonu przedstawiono w tablicy nr 3.

**Tablica nr 3**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej uzyskały stopień mrozoodporności F150 (spadek wytrzymałości na ściskanie - 1,8 % dla jezdni północnej i brak spadku dla jezdni południowej).	Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej uzyskały stopień mrozoodporności F150. Betony wbudowane w jezdnię północną wykazały się spadkiem wytrzymałości w przedziale od 4,0 do 11,9% i średnim ubytkiem masy od 0,01 do 0,32%. Betony wbudowane w jezdnię południową wykazały się spadkiem wytrzymałości w przedziale od 6,8 do 10,9 % i średnim ubytkiem masy od 0,10 do 0,20%.

**1.1.2.4. Odporność na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających wg PN-EN 1338:2005**

Uzyskane wyniki badań odporności betonu na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem środków odladzających przedstawiono w tablicy nr 4.

**Tablica nr 4**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej wykazały wysoką odporność na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających (średni ubytek masy na jednostkę powierzchni – 0,02 kg/m <sup>2</sup> ).	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.

### 1.1.2.5. Odporność na działanie środków odladzających wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB-TB-01/2001

Uzyskane wyniki badań odporności betonu na działanie środków odladzających przedstawiono w tablicy nr 5.

**Tablica nr 5**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej charakteryzują się wysoką odpornością na działanie środków odladzających (badane powierzchnie nie uległy złuszczeniu).	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.

### 1.1.2.6. Wytrzymałość betonu w konstrukcji metodą sklerometryczną wg PN-74/B-06262

Uzyskane wyniki badań wytrzymałości betonu metodą sklerometryczną przedstawiono w tablicy nr 6.

**Tablica nr 6**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Beton wbudowany w płytę nawierzchnię jezdni północnej i południowej spełnia wymagania dla klasy B50 wg PN-88/B-06250.	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.

## 1.2. Remont autostrady A4 odcinek Wądroże Wielkie – Bielany Wrocławskie – jezdnia południowa

### 1.2.1. Program badań

Dla nawierzchni autostrady A4 odcinek Wądroże Wielkie – Bielany Wrocławskie opracowano następujący program badań:

- wytrzymałości betonu na ściskanie wg PN-88/B-06250 na odwiertach pobranych od km 30+400 do km 33+282,
- wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu wg PN-75/S-75015 na próbkach pobranych w km 30+600,
- nasiąkliwości wg PN-88/B-06250 na próbkach pobranych w km 30+600,
- odporności na działanie mrozu wg PN-88/B-06250 na próbkach pobranych z km 30+600,
- odporności na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających wg PN-EN 1338:2005 na próbkach pobranych w km 30+600,
- odporność na działanie środków odladzających wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB-TB-01/2001 na próbkach pobranych w km 30+600,

- wytrzymałości betonu w konstrukcji metodą sklerometryczną wg PN-74/B-06262 co 100 m od km 30+400 do km 33+600.

Wyniki badań wykonanych zgodnie z programem badań przedstawiono w załącznikach nr 1 i nr 2.

### 1.2.2. Uzyskane wyniki badań

#### 1.2.2.1. Wytrzymałość na ściskanie

Wyniki badania wytrzymałości betonu na ściskanie przedstawiono w tablicy nr 7.

Tablica nr 7

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 300 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 41,1 MPa do 80,4 MPa przy średniej 64,1 MPa.	Uzyskano wytrzymałości na ściskanie od 36,6 MPa do 45,1 MPa przy średniej 40,4 MPa.

#### 1.2.2.2. Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu

Wyniki badania wytrzymałości betonu na rozciąganie przy zginaniu przedstawiono w tablicy nr 8.

Tablica nr 8

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 300 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Uzyskano wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu od 4,1 MPa do 5,1 MPa przy średniej 4,6 MPa.	Uzyskano wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu od 4,1 MPa do 5,0 MPa przy średniej 4,5 MPa.

#### 1.2.2.3. Nasiąkliwość

Wyniki badania nasiąkliwości betonu przedstawiono w tablicy nr 9.

Tablica nr 9

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 300 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Badanie nasiąkliwości wykonano dla 3 warstw nawierzchni: warstwy górnej 0÷9 cm, warstwy środkowej 10÷18 cm i warstwy dolnej 10÷27 cm. Dla warstwy górnej uzyskano średnią nasiąkliwość 5,3 %, dla warstwy środkowej 4,9 % a dla warstwy dolnej 4,5 %. Średnia nasiąkliwość zbadana w 3 przekrojach wyniosła 4,9 %.	Uzyskano nasiąkliwości od 4,1% do 5,1 % przy średniej 4,6 %.

**1.2.2.4. Odporność na działanie mrozu**

Uzyskane wyniki badań mrozoodporności betonu przedstawiono w tablicy nr 10.

**Tablica nr 10**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Beton pobrany z nawierzchni uzyskał stopień mrozoodporności F150: - średni spadek wytrzymałości na ściskanie wyniósł 4,9 %, - nie stwierdzono ubytku masy.	Beton pobrany z nawierzchni uzyskał stopień mrozoodporności F150: - średni spadek wytrzymałości na ściskanie wyniósł od 10,7 % do 13,0 %, - średni ubytek masy wyniósł od 2,2 do 2,6 %.

**1.2.2.5. Odporność na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających wg PN-EN 1338:2005**

Uzyskane wyniki badań odporności betonu na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem środków odladzających przedstawiono w tablicy nr 11.

**Tablica nr 11**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej wykazały wysoką odporność na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odladzających (średni ubytek masy na jednostkę powierzchni – 0,02 kg/m <sup>2</sup> ).	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.

**1.2.2.6. Odporność na działanie środków odladzających wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB-TB-01/2001**

Uzyskane wyniki badań odporności betonu na działanie środków odladzających przedstawiono w tablicy nr 12.

**Tablica nr 12**

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Betony pobrane zarówno z jezdni północnej jak i południowej charakteryzują się wysoką odpornością na działanie środków odladzających (badane powierzchnie nie uległy złuszczeniu).	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.



**1.2.2.7. Wytrzymałość betonu w konstrukcji metodą sklerometryczną wg PN-74/B-06262**

Uzyskane wyniki badań wytrzymałości betonu metoda sklerometryczną przedstawiono w tablicy nr 13.

Tablica nr 13

<b>Badania „in-situ” wykonane po ponad 700 dniach twardnienia betonu</b>	<b>Badania betonu wykonane po 28 dniach twardnienia betonu</b>
Beton wbudowany w płytę nawierzchnię jezdni północnej i południowej spełnia wymagania dla klasy B40 wg PN-88/B-06250.	Nie wykonano badań po 28 dniach twardnienia na odcinkach badawczych IBDiM.

**2. ANALIZA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ BETONÓW NAWIERZCHNIOWYCH****2.1. Nawierzchnia wbudowana w Drogę Krajową nr 8, odcinek Wolbórz – Polichno (jezdnie północna i południowa)**

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że wytrzymałość betonu „in situ” na ściskanie w stosunku do wytrzymałości 28 - dniowej zwiększyła się średnio o 43% i beton spełnia wymagania dla klasy B50.

Poprawie uległy wszystkie parametry techniczne betonu: uzyskano średnią nasiąkliwość poniżej 5%, poprawie uległa mrozoodporność oraz odporności na działanie mrozu w obecności środków odładzających.

Poprawa wszystkich cech technicznych betonu wbudowanego w konstrukcję nawierzchni jest związana z kontynuacją procesów twardnienia betonu w czasie powyżej 28 dni. Wszystkie wyniki badań betonu „in situ” pobranego z konstrukcji powyżej 700 dni od wykonania spełniają wymagania specyfikacji technicznej.

**2.2. Nawierzchnia wbudowana w Autostradę A4, odcinek Wądroże Wielkie –Bielany Wrocławskie – jezdnia południowa**

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że wytrzymałość betonu „in situ” na ściskanie w stosunku do wytrzymałości 28 - dniowej zwiększyła się średnio o 52% i beton spełnia wymagania dla klasy B40. Jednocześnie stwierdzono duży rozrzut wyników wytrzymałości.

Nie uległa zmianie wytrzymałość betonu na rozciąganie przy zginaniu i w dalszym ciągu nie spełnia wymagań specyfikacji technicznych

Poprawie nie uległa również nasiąkliwość betonu.

Poprawie uległy natomiast parametry odpornościowe betonu – mrozoodporność oraz odporność na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odładzających.

### 3. WYBÓR OPTIMALNEGO SKŁADU BETONU DO WYKONYWANIA NAWIERZCHNI DRÓG O KATEGORII OBCIĄŻENIA RUCHEM KR5 I KR6

#### 3.1. Cement

Analizując składy mieszanek użytych do wykonania nawierzchni betonowych na dwóch analizowanych odcinkach należy zwrócić uwagę, że wyniki wytrzymałościowe betonów wykonanych na bazie cementu CEM I 32,5 R są różne na obu realizowanych odcinkach.

Na odcinku Wolbórz - Polichno, gdzie stosowano tylko cement CEM I 32,5 R beton uzyskał założoną klasę B40 oraz wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu wymaganą w specyfikacji technicznej ( $\geq 5,5$  MPa).

Na odcinku Wądroże Wielkie – Bielany Wrocławskie, w przypadku stosowania cementu CEM I 32,5 R w większości przypadków beton uzyskiwał wytrzymałość na ściskanie wymaganą dla betonu klasy B40, natomiast wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu stawiana w ST min. 5,8 MPa nie została osiągnięta. Zmiana rodzaju cementu na CEM I 42,5 wpłynęła na podwyższenie zarówno wytrzymałości na ściskanie jak i wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu, co pozwoliło w większości przypadków na spełnienie wymagań ST. Przy zastosowaniu cementu CEM I 42,5 nasuwa się wniosek, że lepsze rezultaty uzyskano stosując cement CEM I 42,5 N, zamiast cementu CEM I 42,5 R.

Przyjmowana w analizowanych receptach zawartość cementu w  $1\text{m}^3$  betonu – 360 kg wydaje się wartością optymalną.

Do wykonywania betonów nawierzchniowych klasy min. C35/45 (B40) zaleca się stosowanie cementu portlandzkiego CEM I 42,5 N w ilości  $360\text{ kg/m}^3$ .

#### 3.2. Kruszywa

Analizując składy mieszanek użytych do wykonania nawierzchni betonowych na dwóch analizowanych odcinkach należy zwrócić uwagę, że wyższe parametry wytrzymałościowe a zwłaszcza parametr wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu osiągnięto stosując kruszywa o uziarnieniu do 31,5 mm (odcinek Wolbórz – Polichno) pomimo stosowania cementu niższej klasy; na odcinku Wądroże Wielkie – Bielany Wrocławskie stosowano kruszywo o uziarnieniu do 22 mm.

Do wykonywania betonów nawierzchniowych klasy min. C30/37 (B40) zaleca się stosowanie kruszyw łamanych o uziarnieniu do 31,5 mm.

#### 3.3. Właściwości mieszanki betonowej

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu oraz warunków technologicznych układania i zagęszczania.

Stosunek w/c powinien być mniejszy niż 0,45, zaleca się stosowanie współczynnika w/c na poziomie 0,4.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej przy stosowaniu kruszywa o średnicy ziaren do 31,5 mm oraz domieszek uplastyczniających powinna wynosić średnio 5,0 %.

#### 4. PROJEKT AKTUALIZACJI OGÓLNYCH SPECYFIKACJI TECHNICZNYCH D – 05.03.04 „NAWIERZCHNIA BETONOWA”

W 2003 roku ukazały się Ogólne Specyfikacje Techniczne D – 05.03.04 „Nawierzchnia betonowa”. Wymagania odnośnie nawierzchni betonowych są zgodne z wymaganiami zawartymi w „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych” opracowanych w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów w 2001 roku.

W latach 2004 i 2005 zostały ustanowione następujące polskie normy uznaniowe:

- PN-EN 13877-1:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 1: Materiały
- PN-EN 13877-2:2005(U) Nawierzchnie betonowe. Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni
- PN-EN 13877-3:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych
- PN-EN 13863-1:2004 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 1: Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej metodą pomiarową
- PN-EN 13863-2:2004 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 2: Metoda określania związania pomiędzy dwiema warstwami
- PN-EN 13863-3:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 3: Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej na podstawie wydrążonego rdzenia
- PN-EN 13863-4:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 4: Metody badania z użyciem okołkowanych opon określających odporność na zużycie nawierzchni betonowych

Wymagania dla betonu podane w Specyfikacjach oraz w normie PN-EN 13877-2:2005 (U) znacznie różnią się między sobą.

W specyfikacjach D-05.03.04 w p.5.3. Właściwości betonu w Tablica 8 podano następujące wymagania dla betonu:

**Tablica nr 14 - Wymagania dla betonu klasy od B30 do B50**

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badanie według
1	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż, MPa	dla B30 dla B50	PN-88/B-06250 PN-EN 12390-3:2002
2	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu, po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż, MPa	od 4,0 do 6,5	PN-75/S-96015 PN-EN 12390-6:2001
3	Nasiąkliwość po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż, %	5,0	PN-88/B-06250
4	Mrozoodporność po 150 cyklach, przy badaniu bezpośrednim, ubytek masy, nie więcej niż, % Spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %	5,0 20	PN-88/B-06250
5	Odporność na działanie soli odladzających po 50 cyklach w 3 % Na Cl	Zgodnie z procedurą IBDiM nr PB-TB-01/2001	
6	Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, nie więcej niż, mm	0,200	PN-EN 480-11:1999

Na etapie wykonywania, zgodnie z normą PN-EN 13877-1:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 1: Materiały, beton powinien być poddawany następującym badaniom:

- Konsystencji wg PN-EN 12350-2:2001, PN-EN 12350-3:2001, PN-EN 12350-4:2001
- Gęstości wg PN-EN 12350-6:2001
- Zawartości powietrza wg PN-EN 12350-7:2001
- Zawartości cementu w mieszance
- Zawartości cząstek poniżej 0,25 mm
- Zawartości chlorków
- Odporności na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odładzających wg pr EN 12390-9
- Wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 12390-3:2002
- Wytrzymałości na zginanie wg PN-EN 12390-5:2002
- Wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN 12390-6:2002

W normie PN-EN 13877-2:2005(U) Nawierzchnie betonowe. Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni przewidziano badanie następujących parametrów betonu i nawierzchni:

- Wytrzymałość na ściskanie odwiertów wg PN-EN 12504-1:2001
- Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN 12390-6:2001
- Grubość nawierzchni wg PN-EN 13863-3:2005 (U) lub wg PN-EN 13863-1:2004 (U)
- Gęstość betonu wg PN-EN 12390-7:2001
- Mrozoodporność wg pr EN 12390-9 (metoda zgodna z metodą wg PN-EN 1338:2005 z tym, że badanie obejmuje 56 cykli badawczych)
- Odporność na zużycie nawierzchni przez opony okołkowane wg PN-EN 13863-4:2005 (U)
- Związanie pomiędzy dwiema warstwami betonu wg PN-EN 13863-2:2004 (U)
- Rozmieszczenie dybli i kotew, wymagania dla dybli i kotew zgodne z PN-EN 13877-3:2005 (U)
- Odporność na przenikanie paliwa i oleju wg PN-EN 13877-2:2005(U) załącznik B.

W związku z wchodzeniem polskich norm dotyczących nawierzchni betonowych proponuje się w okresie przejściowym obowiązywania norm wprowadzenie następujących zmian w Specyfikacjach:

**Tablica nr 15 - Wymagania dla betonu nawierzchniowego do dróg o kategorii obciążenia ruchem KR5 i KR6**

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badanie według
1	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż	C40/50	PN-EN 12390-3:2002
2	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu, po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż, MPa	5,5 pojedynczy wynik nie mniej niż 5,0	PN-75/S-96015
3	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, nie mniejsza niż, MPa	3,3	PN-EN 12390-6:2001
4	Mrozoodporność po 200 cyklach, przy badaniu bezpośrednim, ubytek masy, nie więcej niż, % Spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %	5,0  20	Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TB-1/24 wg PN-88/B-06250
5	Odporność na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odładzających, - ubytek masy po 28 cyklach ( $m_{28}$ ), $\text{kg/m}^2$ - ubytek masy po 56 cyklach ( $m_{56}$ ), $\text{kg/m}^2$  - stopień ubytku $m_{56}/m_{28}$	0,5 1,0 bez żadnego wyniku > 1,5 2	PN-EN 1338:2005
6	Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, nie więcej niż, mm	0,200	PN-EN 480-11:1999

W propozycji zmian wymagań dla betonu wprowadzono klasę betonu w oparciu o normę PN-EN 206-1:2003 jednocześnie podnosząc wymaganie odnośnie wytrzymałości na ściskanie. W dotychczasowych specyfikacjach dla betonu przeznaczonego do dróg o kategorii obciążenia ruchem KR5 i KR6 stawiane było wymaganie B40 co odpowiada klasie wytrzymałości C35/45. Jednak wymaganie takie było niespójne z wymaganiem stawianym dla parametru wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu ( $\geq 5,5$  MPa lub  $\geq 5,8$  MPa). Wymaganie klasy wytrzymałości C40/50 odpowiadające dawnej klasie betonu B50 zostało postawione ze względu na problemy z uzyskaniem wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu na poziomie  $5,5 \div 5,8$  MPa projektując beton dla klasy B40. Wprowadzenia także konieczność wykonywania badania wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu w celu określenia zależności tego parametru, nie określanego dotychczas w Polsce, od parametru wytrzymałości betonu na ściskanie i wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu. Zrezygnowano z określania parametru nasiąkliwości dla betonów nawierzchniowych, podwyższając jednocześnie wymaganie dla odporności betonu na działanie mrozu (F200 w miejsce F150) Wprowadzono nową metodę określania odporności betonu na środki odładzające zgodnej z PN-EN 13877-2:2005(U) w miejsce metody wg Procedury Badawczej IBDiM.

Propozycja zmian ma charakter przejściowy ze względu na wchodzenie w życie norm europejskich na nawierzchnie betonowe. Zmiany pozwolą na łagodniejsze dostosowanie się do nowych wymagań i nowych metod badawczych.

## 5. WYKAZ NORM POWOŁANYCH

PN-88/B-06250 Beton zwykły

PN-74/B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna

PN-75/S-96015 Drogowe i lotniskowe nawierzchnie z betonu cementowego

PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

PN-EN 480-11:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie

PN-EN 1338:2005 Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań

PN-EN 12350-2:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka

PN-EN 12350-3:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 3: Badanie konsystencji metodą Ve-Be

PN-EN 12350-4:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności

PN-EN 12350-6:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 6: Gęstość

PN-EN 12350-7:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe

PN-EN 12390-3:2002 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ścislenie próbek do badania

PN-EN 12390-5:2002 Badania betonu. Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania

PN-EN 12390-6:2002 Badania betonu. Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania

PN-EN 12390-7:2001 Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu

pr EN 12390-9 Badania betonu. Część 9: Badanie odporności na zamrażanie/odmrażanie z udziałem soli odładzających

PN-EN12504-1:2001 Badanie betonu w konstrukcji. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ścislenie

PN-EN 13863-1:2004 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 1: Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej metodą pomiarową

PN-EN 13863-2:2004 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 2: Metoda określania związania pomiędzy dwiema warstwami

PN-EN 13863-3:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 3: Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej na podstawie wydrążonego rdzenia

PN-EN 13863-4:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 4: Metody badania z użyciem okółkowanych opon określających odporność na zużycie nawierzchni betonowych

PN-EN 13877-1:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 1: Materiały

PN-EN 13877-2:2005(U) Nawierzchnie betonowe. Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni

PN-EN 13877-3:2005 (U) Nawierzchnie betonowe. Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych