

Nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne dla nawierzchni betonowych

Jan DEJA

Stowarzyszenie Producentów Cementu
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Piotr KIJOWSKI

Stowarzyszenie Producentów Cementu

Lublin, 28 listopada 2018r.

NAWIERZCHNIE BETONOWE W POLSCE

❖ **Autostrady i drogi ekspresowe ~ 650 km**

❖ **Drogi lokalne ~ 900km**



Plan budowy dróg do roku 2023



Przewiduje się, że do 2023 roku powstanie ok. 750km nawierzchni betonowych na autostradach i drogach ekspresowych

Nawierzchnie betonowe na drogach samorządowych km ?

Pierwsze wydanie Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych 2001r.



Zespoły powołane przez GDDKiA

- ZESPÓŁ DO SPRAW ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA I OCHRONY ŚRODOWISKA
- ZESPÓŁ DO SPRAW DIAGNOSTYKI NAWIERZCHNI
- ZESPÓŁ DO SPRAW ROBÓT MOSTOWYCH I OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH
- ZESPÓŁ DO SPRAW PODBUDÓW ZWIĄZANYCH I NIEZWIĄZANYCH
- **ZESPÓŁ DO SPRAW BETONU I NAWIERZCHNI BETONOWYCH**
- ZESPÓŁ DO SPRAW PODŁOŻA GRUNTOWEGO I ROBÓT ZIEMNYCH
- ZESPÓŁ DO SPRAW PRZEBUDÓW, RENOWACJI I REHABILITACJI DRÓG
- ZESPÓŁ DO SPRAW ROBÓT PRZYGOTOWAWCZYCH, GEODEZYJNYCH I ODWODNIENIOWYCH
- ZESPÓŁ DO SPRAW UTRZYMANIA DRÓG
- ZESPÓŁ DO SPRAW NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH
- ZESPÓŁ DO SPRAW URZĄDZEŃ BEZPIECZEŃSTWA RUCHU

ZESPÓŁ DO SPRAW BETONU I NAWIERZCHNI BETONOWYCH

Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej,

Instytut Badawczy Dróg i Mostów,

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad,

Stowarzyszenie Producentów Cementu,

Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego,

Stowarzyszenie Producentów Chemii Budowlanej,

Stowarzyszenie Producentów Betonów,

Polski Związek Producentów Kruszyw

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,

Instytut TPA

Dokumenty techniczne opracowywane równolegle

Ogólne Specyfikacje Techniczne

Katalog Typowych Konstrukcji Sztywnych

NAWIERZCHNIA Z BETONU CEMENTOWEGO

ROZDZIAŁ III PRACE KONSTRUKCYJNE

Dział 06 Nawierzchnie betonowe

06.01 Nawierzchnia z betonu cementowego

Spis treści

Tytuł	Strona
06.01.1 WSTĘP	2
06.01.2 MATERIAŁY	5
06.01.3 SPRZĘT	18
06.01.4 TRANSPORT	20
06.01.5 WYKONANIE ROBÓT	21
06.01.6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	40
06.01.7 OBMIAR ROBÓT	51
06.01.8 ODBIÓR ROBÓT	51
06.01.9 PODSTAWA PŁATNOŚCI	55
06.01.10 PRZEPISY ZWIĄZANE	55

Ogólne Specyfikacje Techniczne



ZARZĄDZENIE NR 23

GENERALNEGO DYREKTORA DRÓG KRAJOWYCH
I AUTOSTRAD

z dnia 07.06.2018 r.

w sprawie stosowania Ogólnych Specyfikacji Technicznych w Generalnej Dyrekcji Dróg
Krajowych i Autostrad

Na podstawie § 4 ust. 2 pkt 1 załącznika Nr 1 do zarządzenia Nr 7 Generalnego Dyrektora
Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1 marca 2017 r. w sprawie ustalenia regulaminu
organizacyjnego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad zarządza się, co następuje:

§ 1. W Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad wprowadza się do stosowania:

- 1) „Ogólną Specyfikację Techniczną - Nawierzchnia z betonu cementowego,
D - 05.03.04”, stanowiącą Załącznik Nr 1 do Zarządzenia;
- 2) „Ogólną Specyfikację Techniczną - Znaki drogowe pionowe, D - 07.02.01”, stanowiącą
Załącznik Nr 2 do Zarządzenia;
- 3) „Ogólną Specyfikację Techniczną - Krawężniki betonowe, D - 08.01.01”, stanowiącą
Załącznik Nr 3 do Zarządzenia.

§ 2. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.



GENERALNY DYREKTOR
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

p.o. GENERALNY DYREKTOR
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

mgr inż. Jacek Gryga

Załącznik Nr 1 do Zarządzenia Nr 23
Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad
z dnia 7 czerwca 2018 r.

TOWEGO

..... 3
..... 6
..... 25
..... 28
..... 29
..... 49
..... 59
..... 59
..... 60
..... 60

GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

OGÓLNA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

D - 05.03.04

NAWIERZCHNIA Z BETONU CEMENTOWEGO

Warszawa 2018

8
Użytkowych
betonu. Każdy
dodatkových
specjalnych
7.
4.
trzymałości
y stosować

KRS do

9
ch ruchu od KRI do

Kategorie	Kategorie
5	5
nia wg	
≥ 120	
wg	
niów ¹	KRI+KR4
9%	
wg	
9 mi-	
wg	
6	
	KRI+KR4
	KRI+KR3
	KRI+KR3
	KRI+KR4
	KRI+KR3
	KRI+KR4
	KRI+KR4

29
line" pkt.5.

etoda badania
4

-EN 12390-7

EN 12390-3

EN 12390-5

12390-6

NTS EN
10-9

80-11
3 dla
ów
-2 Zal. B

265

tu wg

okreju

Nawierzchnia betonowa

Wymagania dla CEMENTU

Wymagania dotyczące składników

OST D-05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
<p>Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z różnych mieszank, a górna warstwa jest z kruszywem odkrytym.</p> <p>Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.</p> <p>Nawierzchnia jednowarstwowa</p>	<p>Cement portlandzki:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CEM I 32,5 N ▪ CEM I 32,5 R 	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Początek wiązania ≥ 120 min (wg PN-EN 196-3) ▪ Stopień zmielenia ≤ 3500 cm²/g (wg PN-EN 196-6) ▪ Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	KR5+KR7
	<p>Cement portlandzki:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CEM I 42,5 N ▪ CEM I 42,5 R 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Początek wiązania ≥ 90 minut (wg PN-EN 196-3) ▪ Stopień zmielenia ≤ 3800 cm²/g (wg PN-EN 196-6) ▪ Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	
	<p>Cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Początek wiązania ≥ 120 minut (wg PN-EN 196-3) ▪ Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	
	<p>Cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S</p>			

Wymagania dotyczące składników

OST D-05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
<p>Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.</p> <p>Nawierzchnia jednowarstwowa</p>	<p>Cement portlandzki:</p> <ul style="list-style-type: none"> CEM I 32,5 N CEM I 32,5 R 	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> Początek wiązania ≥ 120 minut (wg PN-EN 196-3) Stopień zmielenia ≤ 3500 cm²/g (wg PN-EN 196-6) Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	KR1÷KR4
	<p>Cement portlandzki:</p> <ul style="list-style-type: none"> CEM I 42,5 N CEM I 42,5 R 		<ul style="list-style-type: none"> Początek wiązania ≥ 90 minut (wg PN-EN 196-3) Stopień zmielenia ≤ 3800 cm²/g (wg PN-EN 196-6) Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	
	<p>Cement portlandzki żuźłowy CEM II/A-S</p>		<ul style="list-style-type: none"> Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2) 	

Wymagania dotyczące składników

OST D-05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.	Cement portlandzki wapienny CEM II/A-LL	PN-EN 197-1	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2)	KR1÷KR3
	Cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V ¹⁾		Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20$ % (wg PN-EN 196-2)	
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V) ¹⁾		Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20$ % (wg PN-EN 196-2)	
Nawierzchnia jednowarstwowa	Cement portlandzki żuźłowy CEM II/B-S		Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,90$ % (wg PN-EN 196-2)	KR1÷ KR4
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL)		Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80$ % (wg PN-EN 196-2)	
	Cement hutniczy CEM III/A ²⁾		Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,05$ % (wg PN-EN 196-2)	

1) jeśli nawierzchnia nie będzie poddawana działaniu środków odladzających; strata prażenia popiołu lotnego użytego do produkcji cementu $\leq 5\%$ (kategoria A wg PN-EN 450-1)

2) min. klasa wytrzymałości cementu 42,5

Wymagania dotyczące składników

OST D-05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego

Należy stosować cementy klasy wytrzymałości 32,5 lub 42,5 o normalnej wczesnej wytrzymałości N lub wysokiej wczesnej wytrzymałości R, przy czym do betonu w dolnej i górnej warstwie należy stosować ten sam rodzaj i klasę cementu.

Nowa Ogólna Specyfikacja dla nawierzchni betonowych podaje zasady stosowania cementów o właściwościach specjalnych, tj.:

- **cementów niskoalkalicznych NA** wg normy PN-B-19707, które należy stosować jeżeli wyniki badania reaktywności kruszywa będą niejednoznaczne (wyniki na górnej granicy kategorii R0 – kruszywo niereaktywne lub w kategorii R1 – kruszywo umiarkowanie reaktywne),
- **cementów odpornych na siarczany SR** wg normy PN-EN 197-1 lub **cementów odpornych na siarczany HSR** wg normy PN-B 19707, które należy stosować, jeżeli w trakcie użytkowania nawierzchni betonowej może zaistnieć ryzyko wystąpienia agresji siarczanowej –
– **klasy ekspozycji XA2 i XA3 wg PN-EN 206.**

Nawierzchnia betonowa

Wymagania dla KRUSZYWA

Kategorie środowiskowe - klasyfikacja (E1-E3) środowiska w odniesieniu do możliwości wystąpienia w betonie zagrożenia destrukcyjną reakcją alkalia-kruszywa AAR

Kategoria środowiskowa	Opis	Ekspozycja betonu ^{a,b,c)}
E1	Środowisko suche osłonięte przed wilgocią z zewnątrz	Beton wewnątrz budynku w suchych ^{a)} warunkach eksploatacyjnych
E2	Narażone na działanie wilgoci z zewnątrz ^{b)}	Beton wewnątrz budynku, w których wilgotność jest wysoka np. pralnie, zbiorniki, baseny Beton wystawiony na działanie wilgoci z zewnątrz, na nieagresywnym gruncie lub zanurzony w czystej wodzie lub trwale zanurzony w wodzie morskiej ^{c)} .
E3	Narażone na działanie wilgoci z zewnątrz plus dodatkowe czynniki obciążające	Beton narażony na działanie soli odladzających, Beton narażony na zwilżanie i suszenie przez wodę morską ^{c)} lub rozpylonych soli, Beton narażony na zamarzanie i rozmrażanie w warunkach wilgotnych, Beton poddany długotrwałym podwyższonym temperaturom w warunkach wilgotnych Betonowe drogi podlegające zmiennym obciążeniom dynamicznym o charakterze zmęczeniowym

a) Środowisko suche odpowiada warunkom średniej względnej wilgotności otoczenia niższej niż 75% (zwykle spotykana tylko w środku budynków) i braku narażenia na zewnętrzne źródła wilgoci.

b) Niebezpieczeństwo powstania szkodliwej reakcji ASR może wystąpić w przypadku betonu, który prawdopodobnie nie wyschnie w znacznym stopniu w trakcie jego użytkowania, nawet w środowisku suchym. Odpowiednie betonowe elementy konstrukcyjne należy zaliczyć do kategorii E, a ich wymiary powinny być określone w specyfikacjach krajowych.

c) Beton stale zanurzony w wodzie morskiej nie podlega większemu ryzyku ASR niż podobny element narażony na wilgotne powietrze, zakopany w ziemi lub zanurzony w czystej wodzie, ponieważ stężenie alkaliów w wodzie morskiej jest niższe niż stężenie alkaliów w cieczy porowej większości betonów.

Przy wyborze materiałów do wbudowania, należy uwzględnić zapisy w odniesieniu do danej klasy obiektu S1-S4 oraz kategorii środowiska E1-E3.

Klasyfikacja konstrukcji budowlanych i inżynierskich w odniesieniu do wagi konsekwencji wystąpienia reakcji alkalia kruszywa AAR w betonie zgodnie z AASHTO R 80-17 *.

Klasa obiektu	Konsekwencje AAR	Możliwość akceptacji AAR	Wybrane przykłady obiektów budowlanych
S1	Pomijalne konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu	Pewne uszkodzenia wskutek AAR można tolerować	- nienośne elementy konstrukcji wewnątrz budynków, - konstrukcje tymczasowe, np. na mniej niż 5 lat
S2	Nieznaczne konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu w przypadku znacznych uszkodzeń	Akceptowalne umiarkowane ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- chodniki, krawężniki, ścieki - okres eksploatacji konstrukcji mniej niż 40 lat
S3	Znaczące konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu nawet w przypadku niewielkich uszkodzeń	Akceptowalne niewielkie ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- nawierzchnie dróg - ściany oporowe, fundamenty - bariery autostradowe - małe mosty na drogach lokalnych - okres eksploatacji konstrukcji zazwyczaj od 40 do 75 lat
S4	Bardzo poważne konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu nawet w przypadku niewielkich uszkodzeń	Nietolerowane żadne ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- główne mosty, tunele - nawierzchnie dróg wysokiej jakości*) - obiekty energetyki jądrowej - zapory wodne - newralgiczne elementy konstrukcji bardzo trudne do wymiany lub naprawy - okres eksploatacji konstrukcji zazwyczaj powyżej 75 lat

*) nawierzchnie dróg na strategicznie ważnych odcinkach sieci transportowej, zwłaszcza transeuropejskiej sieci transportowej zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej (UE) Nr 1315/2013/UE z dnia 11 grudnia 2013.

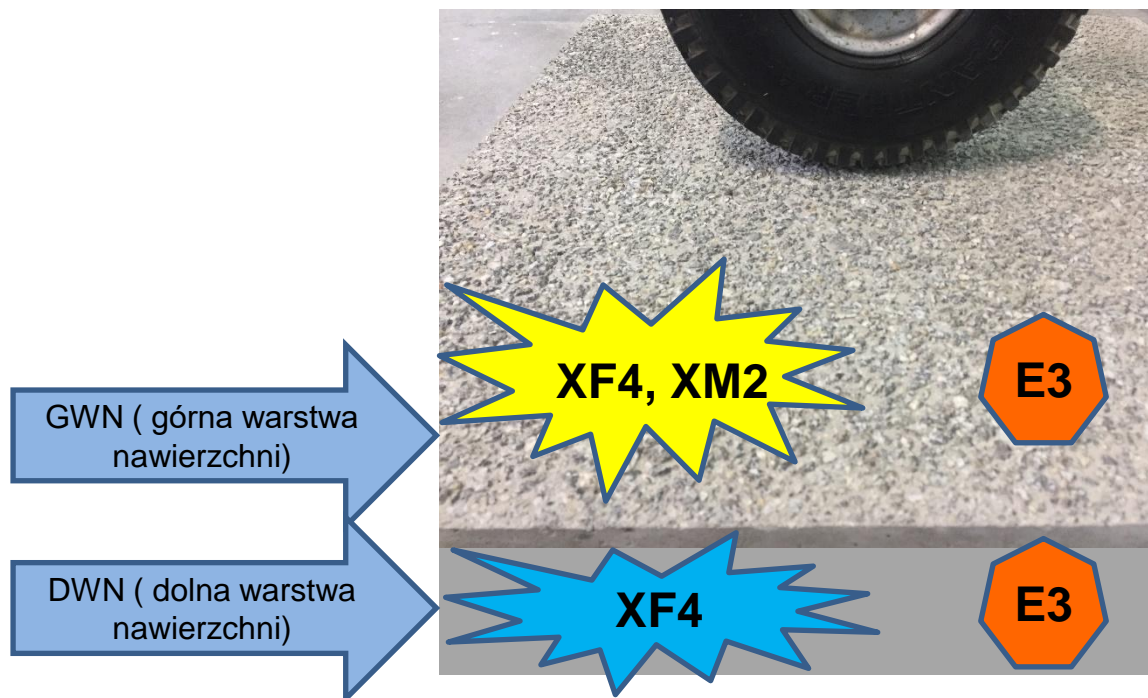
Ogólna Specyfikacja
Techniczna

D – 05.03.04

**NAWIERZCHNIA Z
BETONU
CEMENTOWEGO**

Generalna Dyrekcja Dróg
Krajowych i Autostrad

Załącznik Nr 1 do
Zarządzenia Nr 23
Generalnego Dyrektora
Dróg Krajowych i
Autostrad z dnia 7
czerwca 2018 r.



E3 – Kategoria środowiskowa wg CEN/TR 16349

Należy stosować kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce.

Do betonowych nawierzchni drogowych należy stosować ocenę stałości właściwości użytkowych kruszyw wg systemu 2+.

Kruszywa powinny odpowiadać wymiarom jak niżej, gdzie D/d nie jest mniejsze niż 1,4 o uziarnieniu:

- dla nawierzchni dla KR1÷KR4 (jednowarstwowych oraz dwuwarstwowych z tej samej mieszanki) uziarnienie mieszanki mineralnej (stosu okrucowego) 0/22 mm lub 0/31,5 mm,
- dla nawierzchni dla KR5÷KR7 (nawierzchnia dyblowana i kotwiona, w przypadku KR7 również ze zbrojeniem ciągłym):
 - dla górnej nawierzchni z odkrytym kruszywem frakcje kruszyw o uziarnieniu 0/2, 2/5, 5/8 mm lub 0/2, 4/8 mm lub 0/2, 5/8 mm,
 - dla dolnej warstwy nawierzchni uziarnienie mieszanki mineralnej w mieszance betonowej 0/16, 0/22 mm lub 0/31,5 mm,
 - dla górnej warstwy nawierzchni dwuwarstwowej NGCS uziarnienie mieszanki mineralnej w mieszance betonowej 0/16 mm lub 0/22 mm,
 - dla nawierzchni jednowarstwowej NGCS uziarnienie mieszanki mineralnej w mieszance betonowej 0/22 mm lub 0/31,5 mm.

W przypadku mieszanki z odkrytym kruszywem zaleca się, aby w stosie okrucowym udział frakcji kruszywa większego od 4 mm stanowił minimum 68% mieszanki mineralnej

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa nie może być większy niż:

- 1/4 grubości warstwy
- dla nawierzchni betonowych dylatowanych zbrojonych i dla nawierzchni z zbrojeniu ciągłym maksymalny wymiar kruszywa nie powinien przekraczać 1/3 długości przestrzeni pomiędzy podłużnymi prętami zbrojeniowymi

Informacyjne graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej

Sito #, [mm]	Przechodzi przez sito, [%]				
	0/8 mm	0/16mm	0/22,4mm	0/31,5mm	0/8mm o uziarnieniu ciągłym
31,5	-	-	-	100	-
22,4	-	-	100	74 do 88	-
16,0	-	100	62 do 85	62 do 80	-
8,0	100	60 do 76	38 do 68	38 do 62	100
4,0	61 do 74	36 do 56	22 do 52	23 do 47	30 do 74
2,0	36 do 57	21 do 42	14 do 40	14 do 37	30 do 57
1,0	21 do 42	12 do 32	8 do 30	8 do 28	21 do 42
0,5	14 do 26	8 do 20	5 do 19	5 do 18	14 do 26
0,25	5 do 11	3 do 8	2 do 8	2 do 8	5 do 11

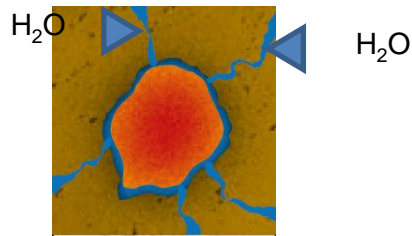
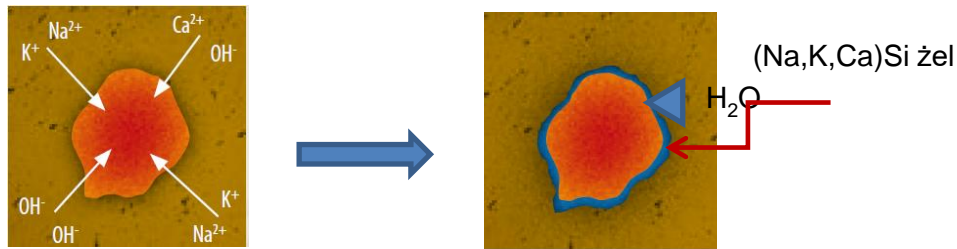
Wymagane właściwości i kategorie kruszywa drobnego do nawierzchni drogowych

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
1	Uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta			
2	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 lub 9	Deklarowana przez producenta			
3	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta			
4	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria:	G _f 85			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa drobnego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
5	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1, kategoria nie wyższa niż	f_3			
6	Reaktywność kruszywa – metoda przyspieszona w 1N roztworze NaOH w temperaturze 80°C	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4)wymaga się stosowania kruszywa niereaktywnego R0			
7	Reaktywność alkaliczna – metoda długoterminowa na podstawie ASTM C 1293 i RILEM AAR-3	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4)wymaga się stosowania kruszywa niereaktywnego R0			

Korozja alkalia kruszywa wywołana jest reakcją alkaliów pochodzących z cementu, domieszek, dodatków, kruszyw lub wody zarobowej z reaktywnymi formami krzemionki (opal, chalcedon, trydymit) zawartymi w kruszywie (ASR) lub kruszywami węglanowymi (ACR) (zdolomityzowane wapienie).



Podstawowymi metodami zapobiegania reakcji alkalia – kruszywo jest ograniczenie zawartości alkaliów w betonie oraz stosowanie, w środowisku o zmiennej wilgotności oraz stale wilgotnym, kruszyw wyłącznie niereaktywnych.

Kategorie reaktywności:

- R0 kategoria 0 reaktywności kruszywa (kruszywo niereaktywne),
- R1 kategoria 1 reaktywności kruszywa (kruszywo umiarkowanie reaktywne),
- R2 kategoria 2 reaktywności kruszywa (kruszywo silnie reaktywne),
- R3 kategoria 3 reaktywności kruszywa (kruszywo bardzo silnie reaktywne).

Metoda badawcza	Jednostki	Klasyfikacja kruszywa naturalnego w stosunku do jego podatności na ryzyko reakcji AAR (wartości wyznaczone eksperymentalnie)			
		Niereaktywne R0	Umiarkowanie reaktywne R1	Silnie reaktywne R2	Bardzo silnie reaktywne R3
Dylatometryczna przyspieszona metoda pomiaru ekspansji zaprawy wg ASTM C1260-14 i RILEM AAR-2	% długości	$\leq 0,100$	$> 0,100$ $\leq 0,300$	$> 0,300$ $\leq 0,450$	$> 0,450^{1)}$
Dylatometryczna długoterminowa metoda pomiaru ekspansji betonu wg ASTM C1293 i RILEM AAR-3	% długości	$\leq 0,040$	$> 0,040 \leq 0,120$	$> 0,120 \leq 0,240$	$> 0,240^{2)}$
Analiza petrograficzna wg ASTM C295	-	Dokładny opis petrograficzny wszystkich pobranych próbek ³⁾			

Objaśnienia:

1) W przypadku ekspansji próbek zaprawy o ponad 0,300 % długości, bez względu na wyniki innych metod ryzyko uważa się za "ekstremalne" i w tym przypadku nie zaleca się używać kruszywa o tym poziomie reaktywności.

2) Dylatometryczna długoterminowa metoda pomiaru ekspansji betonu wg ASTM C1293. W przypadku intensywnego wzrostu przebiegu krzywej rozszerzania się próbki (bez tendencji spadkowej) z materiałów o określonym ryzyku, podczas badania wg ASTM C1293, można przeprowadzić badanie w okresie 2 lat z przyjętym kryterium 0,120 % długości dla kruszywa przekruszonego, odpowiednio 0,100 % dla kruszywa wydobywanego. W przypadku przekroczenia tej wartości, bez względu na wyniki innych metod ryzyko uważa się za "ekstremalne" i w tym przypadku nie zaleca się użycia kruszywa.

3) W przypadku rozpuszczenia bądź dezintegracji mikrobeczek podczas badania dylatometrycznego kruszywa węglanowego zgodnie z ASTM C295 wynik jest uznawany za niezadowalający.

Warunki zastosowania naturalnego kruszywa do betonu w zależności od klasy środowiska E (poziomu ryzyka), reaktywności kruszywa R i zawartości alkaliów ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$) w betonie

Poziom ryzyka w przypadku kruszywa		Niereaktywne	Umiarkowanie reaktywne	Silnie reaktywne	Bardzo silnie reaktywne
		R0	R1	R2	R3
		Maksymalna zawartość $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ w 1m^3 betonu			
Klasa	E2	3,0 kg/m^3	2,4 kg/m^3	nie ma zastosowania	
środowiska	E3	3,0 kg/m^3	1,8 kg/m^3 + SCM	nie ma zastosowania	

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa drobnego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
8	Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2; wartość nie wyższa niż w %	0,5			
9	Zanieczyszczenia organiczne wg PN-EN 1744-1 p.15	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej			
10	Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1 p.11;	1%			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa drobnego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
11	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, nie wyższa niż kategoria :	$AS_{0,8}$			
12	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1, wartość nie wyższa niż w %	0,02			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
1	Uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta			
2	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 lub 9	Deklarowana przez producenta			
3	Gęstość nasykowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta			
4	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: gdzie: $D/d > 2$, $D > 11,2$	$G_C 90/15$			
	jw. gdzie: $D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2$	$G_C 85/20$			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
5	Tolerancje uziarnienia na sitach pośrednich, nie większe niż, wg kategorii. gdzie: $D/d < 4$; $D/1,4$	$G_T 15$			
	jw. lecz: $D/d \geq 4$; $D/2$	$G_T 17,5$			
6	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$			$f_{1,0}^{1)}$ wartość deklarowana

1) wg PN-EN 13043 *Kruszywa do mieszanek asfaltowych bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń, stosowanych na drogach krajowych, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.*

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona		
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
7	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż:	SI ₃₀ lub FI ₃₀		SI ₂₀ lub FI ₂₀	SI ₁₅ lub FI ₁₅ dla odkrytego kruszywa; SI ₂₀ lub FI ₂₀ dla NGCS
8	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	Brak wymagań	C _{90/1}	C _{100/0} ¹⁾	C _{100/0}

¹⁾ w przypadku kruszywa z przekruszenia surowca skalnego ze złoża polodowcowego, dopuszcza się kategorię nie niższą niż C95/1

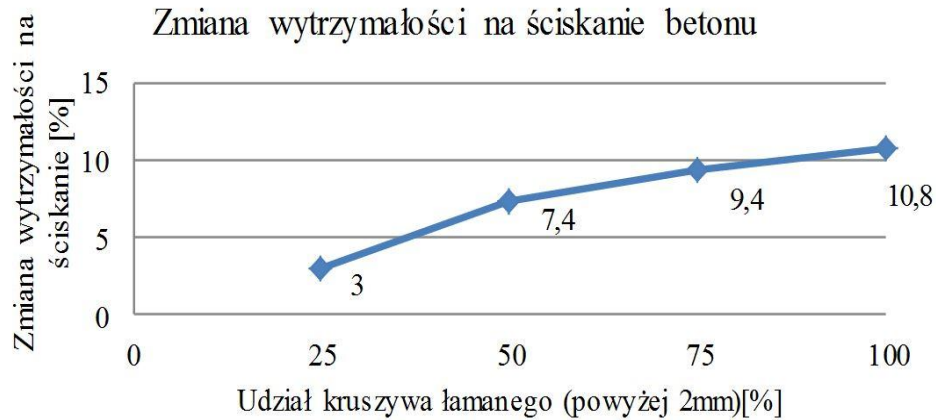
Kruszywo grube, którego długość jest 3 razy większa od grubości może mieć niekorzystny wpływ na urabialności mieszanki betonowej, wytrzymałość na zginanie oraz trwałości.



W trakcie układania mieszanki betonowej oraz jej zagęszczania ziarna nieforemne mają tendencję do układania się poziomo, prowadząc do tworzenia się soczewek wodnych, obniżających wytrzymałość oraz trwałość betonu.

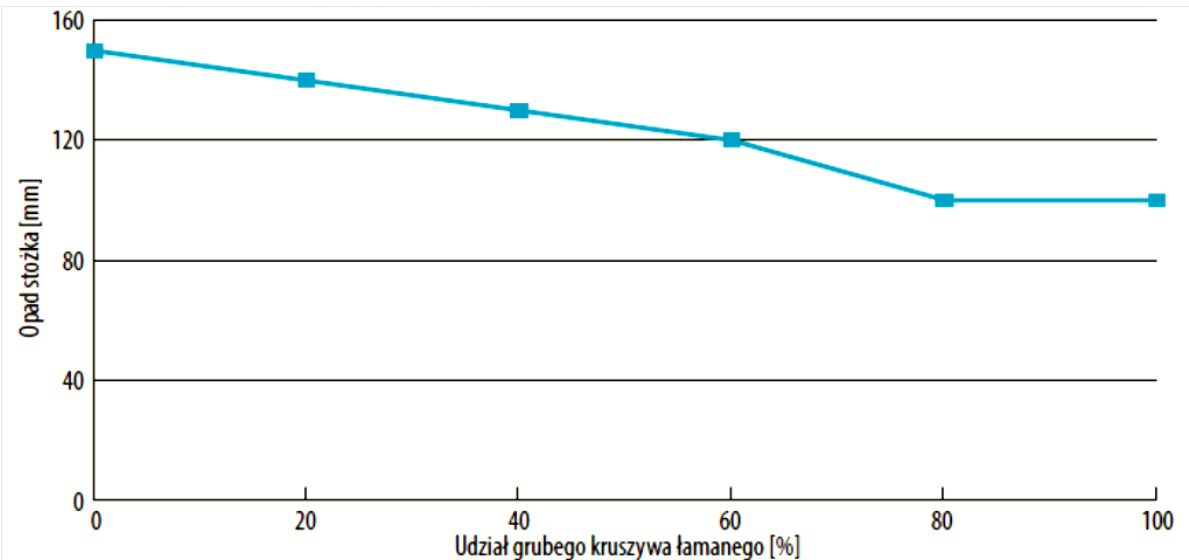
Zastosowanie	Wskaźnik kształtu (SI)	Wskaźnik płaskości (FI)
Beton konstrukcyjny klas wytrzymałości na ściskanie od C8/10 do C20/25	SI ₄₀	FI ₃₅
Beton konstrukcyjny klas wytrzymałości na ściskanie powyżej C30/37	SI ₂₀	SI ₂₀
Beton konstrukcyjny w obiekcie mostowym	SI ₂₀	FI ₂₀

Kształt ziaren



Zmiana wytrzymałości na ściskanie betonu przy zwiększeniu udziału kruszywa łamanego

Wpływ zwiększenia udziału kruszywa łamanego (frakcji powyżej 2mm) na konsystencję mieszanki betonowej



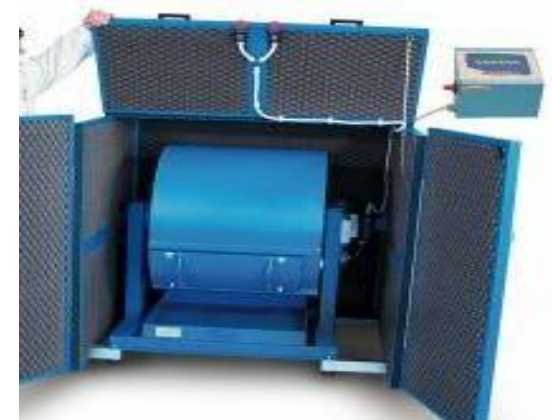
Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
9	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, rozdział 5; badanie na kruszywie 10/14; Kategoria nie wyższa niż:	LA ₄₀	LA ₃₅	LA ₃₅	LA ₂₅ ¹⁾
10	Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	PSV deklarowana (nie mniej niż 48)	PSV deklarowana (nie mniej niż 48 dla GWN i JWN)	-	PSV ₅₀ (nie mniej niż 48 dla NGCS))

¹⁾ dopuszcza się zastosowanie kruszyw o kategorii odporności na rozdrabnianie o LA 35 w górnej warstwie dla nawierzchni dwuwarstwowych (z kruszywem odkrytym), gdy ubytek masy kruszywa w badaniu mrozoodporności w 1% NaCl przeprowadzonego na frakcji 5/8 wg PN-EN 1367-6, jest nie większy niż 2%.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na wytrzymałość betonu jest **wytrzymałość mechaniczna kruszywa**.

Przykładowe kategorie wskaźnika Los Angeles w zależności od projektowanej klasy wytrzymałości na ściskanie betonu



Klasa wytrzymałości na ściskanie betonu	Kategoria LA
$\geq C50/60$	$\leq LA_{30}$
$\leq C50/60$	$\leq LA_{35}$
$\leq C30/37$	$\leq LA_{40}$
$\leq C20/25$	$\leq LA_{50}$

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona		
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
11	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1; badanie na kruszywie 8/16; kategoria nie wyższa niż:	F ₂	F ₁ (dla DWN)	F ₁	-
12	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 badana w 1 % NaCl, badanie na kruszywie 8/16, wartość nie wyższa niż w %:	-	6 (dla GWN i JWN)	-	6

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
13	„Zgorzel słoneczna” bazaltu wg PN-EN 1367-3; badanie na kruszywie 10/14; kategoria:	SB _{LA}			
14	Reaktywność kruszywa – metoda przyspieszona w 1N roztworze NaOH w temperaturze 80°C	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4)wymaga się stosowania kruszywa niereaktywnego R0			
15	Reaktywność alkaliczna – metoda długoterminowa na podstawie ASTM C 1293 i RILEM AAR-3	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4)wymaga się stosowania kruszywa niereaktywnego R0			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
16	Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2; wartość nie wyższa niż w %	0,1			
17	Zanieczyszczenia organiczne wg PN-EN 1744-1 p.15.1	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej			
18	Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1 p.11;	1%			

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do nawierzchni drogowych cd.

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona	Dyblowana i kotwiona	
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem KR5÷KR7	
1	2	3	4	5	6
19	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie , nie wyższa niż kategoria :	$AS_{0,8}$			
20	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1, wartość nie wyższa niż w %	0,02			

Nawierzchnia betonowa

Wymagania dla BETONU

Nawierzchnie Betonowe – **BETON**

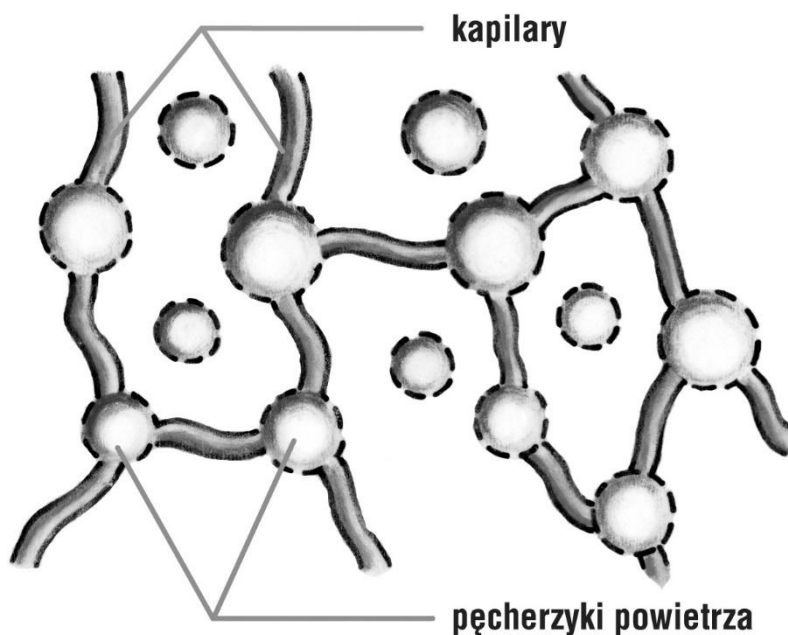
Właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	± 3,0 %	PN-EN 12390-7
Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1, nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	C30/37 C35/45	PN-EN 12390-3
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	4,5 5,5	PN-EN 12390-5
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych) , nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	3,0 3,5	PN-EN 12390-6
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu wg PN-EN 13877-2 (dla GWN oraz JWN), nie niższa niż: - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż kruszywo odkryte - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach)	FT2 Tabela 22	PKN-CEN/TS EN 12390-9

Nawierzchnie Betonowe – BETON

Właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A_{300}), % - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie \bar{L} , mm	$\geq 1,5$ $\leq 0,200$	PN-EN 480-11
Odporność na wnikanie benzyny i oleju	≤ 30 mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
Mrozoodporność F150, przy badaniu metodą bezpośrednią (dla DWN) - ubytek masy próbki, nie więcej niż, % - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %	5 20	PN-B-06250

Nawierzchnie Betonowe – **BETON**

Prawidłowe napowietrzenie = mrozoodporność



$$A_{300} \geq 1,5\%$$

$$L \leq 0,200\text{mm}$$

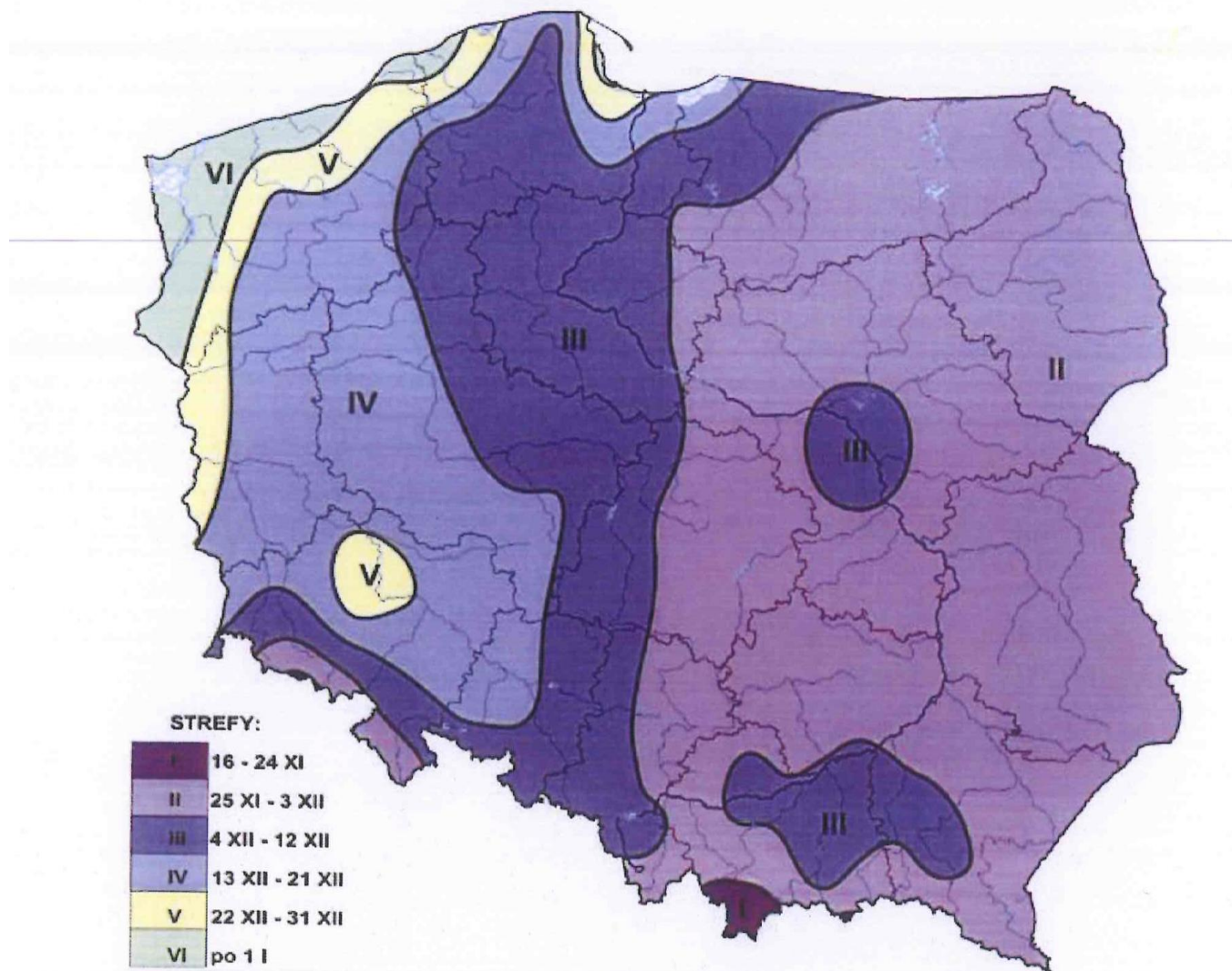
Nawierzchnie Betonowe – BETON

Tabela 22. Charakterystyka stref rozpoczęcia sezonu zimowego w Polsce w okresie 1981-2013

Strefa	Średnia data początku sezonu zimowego	Średnia data końca sezonu zimowego	Średnia długość sezonu zimowego	Data pierwszego dnia z $T_{\text{śr.}} < 0^{\circ}\text{C}$	Data ostatniego dnia z $T_{\text{śr.}} < 0^{\circ}\text{C}$
I	16.11	22.03	127	4.10	30.04
II	25.11	15.03	94	1.10	30.04
III	4.12	03.03	77	15.10	24.04
IV	13.12	04.03	70	14.10	16.04
V	22.12	23.02	55	18.10	13.04
VI	01.01	22.02	32	1.11	13.04

Nawierzchnie Betonowe – **BETON**

Mapa stref rozpoczęcia sezonu zimowego w Polsce według Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej



Nawierzchnie Betonowe – **BETON**

Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa	Etap wykonywania badań	
	Projektowanie składu mieszanki betonowej	Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót
mm	% objętości	% objętości
8,0;	5,0 ÷ 6,5	Wartości z projektowania składu mieszanki (kol. 2) z uwzględnieniem tolerancji pomiarowej: -0,5; +1,0
16,0; 22,4;	4,5 ÷ 6,0	
31,5;	4,0 ÷ 5,5	



dziękuję za uwagę ...