



Beton
w drogownictwie



POLSKI KONGRES
DROGOWY



Cement i beton według Ogólnych Specyfikacji Technicznych (OST) dla nawierzchni betonowych

Zbigniew Giergiczny
Stowarzyszenie Producentów Cementu
Politechnika Śląska w Gliwicach



Ogólna Specyfikacja Techniczna (OST)

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.*

Zakres stosowania OST

OST stanowi podstawę opracowania szczegółowej specyfikacji, stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach krajowych.

Środowisko betonu nawierzchniowego

Ogólna Specyfikacja
Techniczna

D – 05.03.04

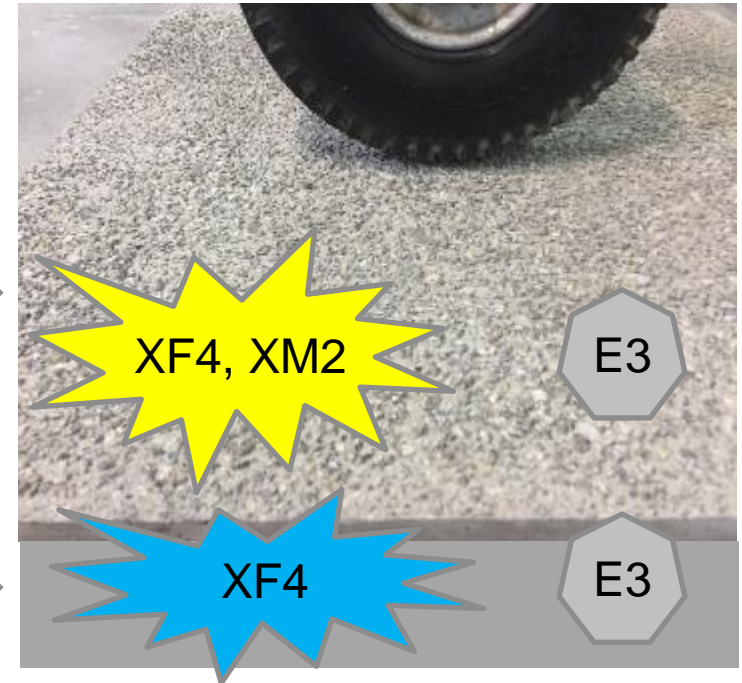
NAWIERZCHNIA Z
BETONU
CEMENTOWEGO

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.**

GWN
(górną warstwą
nawierzchni)

DWN
(dolną warstwą
nawierzchni)



E3 – Kategoria środowiskowa
wg CEN/TR 16349

Wymagania dotyczące betonu wg PN-B-06265:2018

Zalecane wartości graniczne dotyczące składu i właściwości betonu

	Klasy ekspozycji																					
	Brak zardzewienia	Korozja spowodowana karbonatyzacją					Korozja spowodowana chlorkami						Agresja spowodowana zamrażaniem / rozmrażaniem				Środowiska agresywne chemicznie			Agresja wywołana ścieraniem		
							woda morska			chlorki nie pochodzące z wody morskiej												
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
maks. w/c	–	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
min. klasa wytrzymałości	C 8/10	C 16/20	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	
min. zawartość cementu (kg/m ³)	–	260	280	280	300	300	320	340	300	320	320	300	300	320	340	300	320	360	300	300	320	
min. zawartość CEM I / CEM II/A przy stosowaniu dodatku (kg/m ³)	–	250	260	260	280	280	300	310	280	300	300	280	–	–	–	280	300	330	280	280	300	
Minimalna zawartość powietrza (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	d) kruszywo: do 8 mm ≥ 5,5 %; do 16 mm ≥ 4,5 %; do 32 mm ≥ 4,0 %; do 64 mm ≥ 3,5 %			–	–	–	–	–	–	
Inne wymagania	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	F ₂ ^{f)}	F ₁ ^{f)}	F ₁ ^{f)}	F _{NaCl 6} ⁱ⁾	–	Cement odporny na siarczan (SR/HSR ^{e)}			M _{DE} wart. dekl. ^{g)}	2/8 M _{DE} ≤ 25 8/16 M _{DE} ≤ 20	2/8 M _{DE} ≤ 20 8/16 M _{DE} ≤ 15

d) Beton o konsystencji V0 (≥ 31 s) oznaczonej wg PN-EN 12350-3 i w/c ≤ 0,4 może być produkowany bez dodatkowego napowietrzenia.

f) Kruszywo o mrozoodporności odpowiadającej kategorii (F) wg EN 12620.

g) Kruszywo o współczynniku ścieralności micro-Deval'a odpowiadającej kategorii (M_{DE}) wg EN 12620.

i) Kruszywo o mrozoodporności w roztworze NaCl (F_{NaCl}) odpowiadającej wartości deklarowanej, określonej na podstawie badania wg EN 1367-6

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 nieagresywny 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**.

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 różnych mieszanek, a górna warstwa jest z kruszywem odkrytym.	Cement portlandzki: <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
	Cement portlandzki: <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) 	
	Cement portlandzki żużłowy CEM II/A-S		<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) 	
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.				
Nawierzchnia jednowarstwowa	Cement portlandzki żużłowy CEM II/B-S			

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. Nawierzchnia jednowarstwowa	Cement portlandzki: <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
	Cement portlandzki: <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)	
	Cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S		<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.**

Skład i wymagania dla cementu NA wg PN-B-19707 oraz zawartość alkaliów aktywnych w cemencie

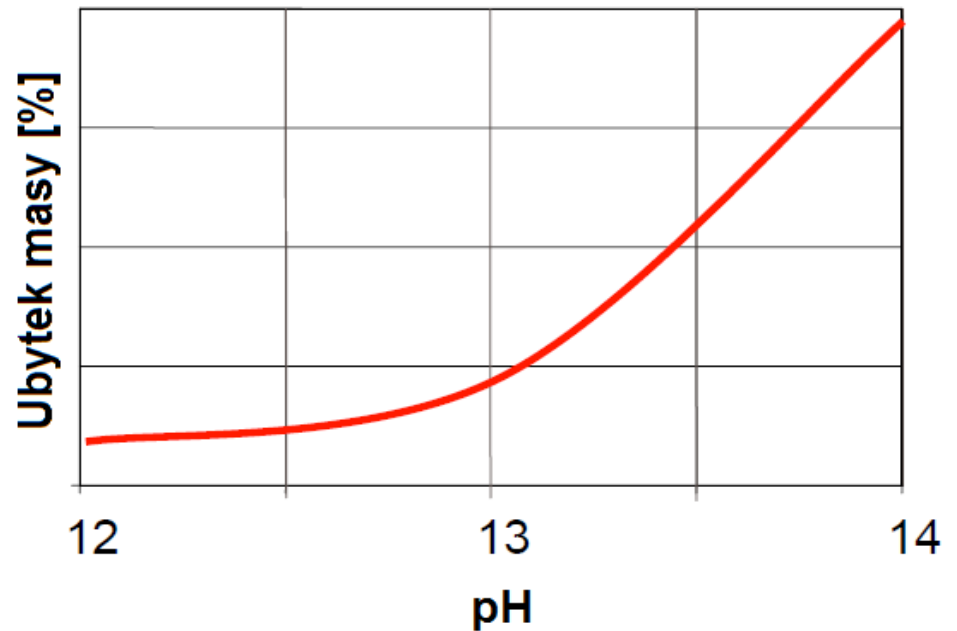
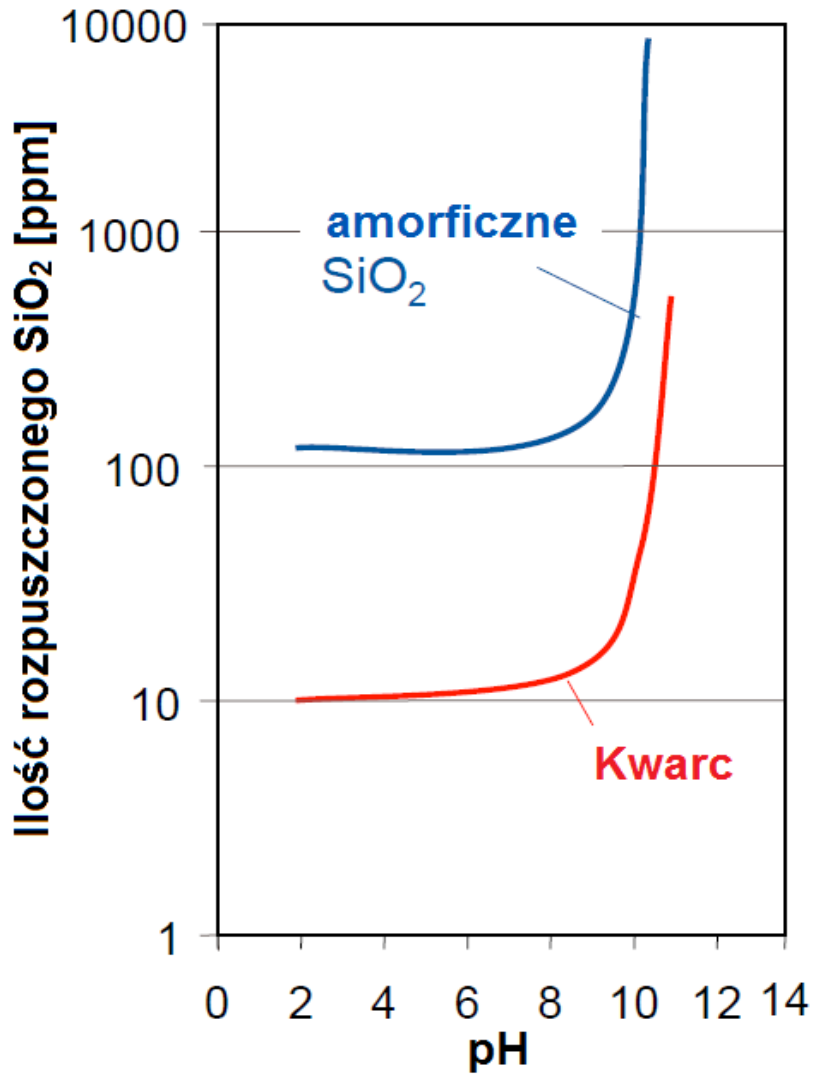
Rodzaj cementu NA	Skład cementu specjalnego	Całkowita zaw. alkaliów Na ₂ O _{eq}	Alkalia aktywne Na ₂ O _{eq}
	Wymagania dodatkowe	Wymaganie [%]	Zawartość [%]
CEM I CEM II/A-LL	Brak wymagań	≤0,60	0,30÷0,47
CEM II/A-V	Udział żużla wielkopieczowego S, udział popiołu lotnego krzemionkowego V udział sumy żużla i popiołu S+V ≥14%	≤1,20	0,51
CEM II/A-S		≤0,70	0,48
CEM II/A-M (S-V)		≤1,20	0,47
CEM II/B-V	Udział popiołu lotnego krzemionkowego V≥25%	≤1,50	0,52
CEM II/B-S	PN-EN 197-1	≤0,80	0,48
CEM II/B-M (S-V)	Udział popiołu lotnego krzemionkowego V≥20%	≤1,30	0,51
CEM III/A	Udział żużla wielkopieczowego S ≤49%	≤0,95	0,28
	Udział żużla wielkopieczowego S ≥50%	≤1,10	0,34
CEM III/B-C	PN-EN 197-1	≤2,00	0,18÷0,25
CEM IV/A (V)	Udział popiołu lotnego krzemionkowego V≥25 %	≤1,50	0,48
CEM IV/B (V)	PN-EN 197-1	≤2,00	0,36
CEM V/A (S-V)	Udział sumy popiołu lotnego krzemionkowego i granulowanego żużla wielkopieczowego (S+V)≤49%	≤1,60	0,28
	Udział sumy popiołu lotnego krzemionkowego i granulowanego żużla wielkopieczowego (S+V)≥50%	≤2,00	0,16
CEM V/B (S-V)	PN-EN 197-1	≤2,00	0,16÷0,21

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

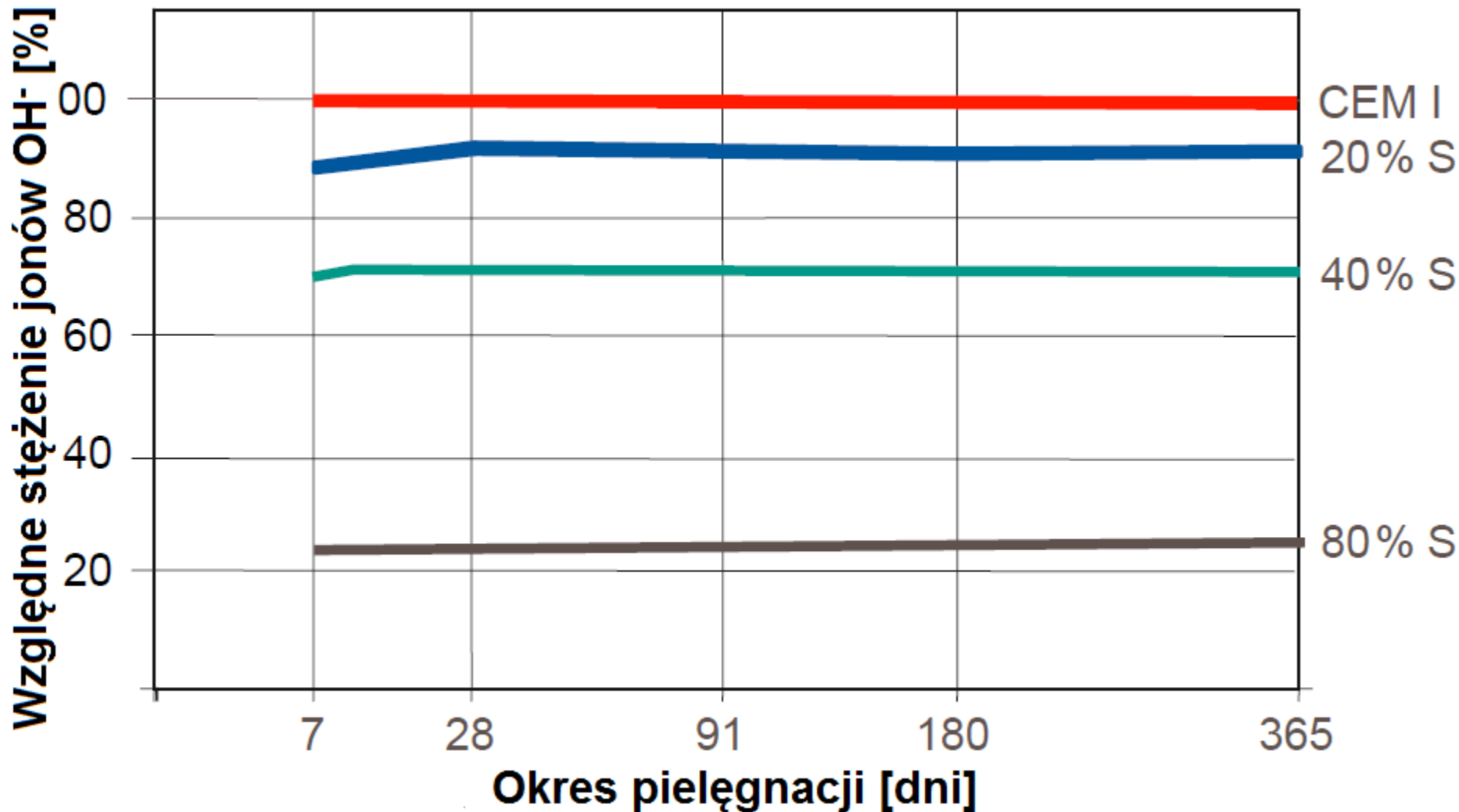
$$\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} = \text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} [\% \text{ masy cementu}]$$

Rozpuszczalność krzemionki – wpływ odczynu pH



Ryzyko wystąpienia reakcji alkalia-kruszywo może zostać ograniczone poprzez zmniejszenie alkaliczności roztworu porowego

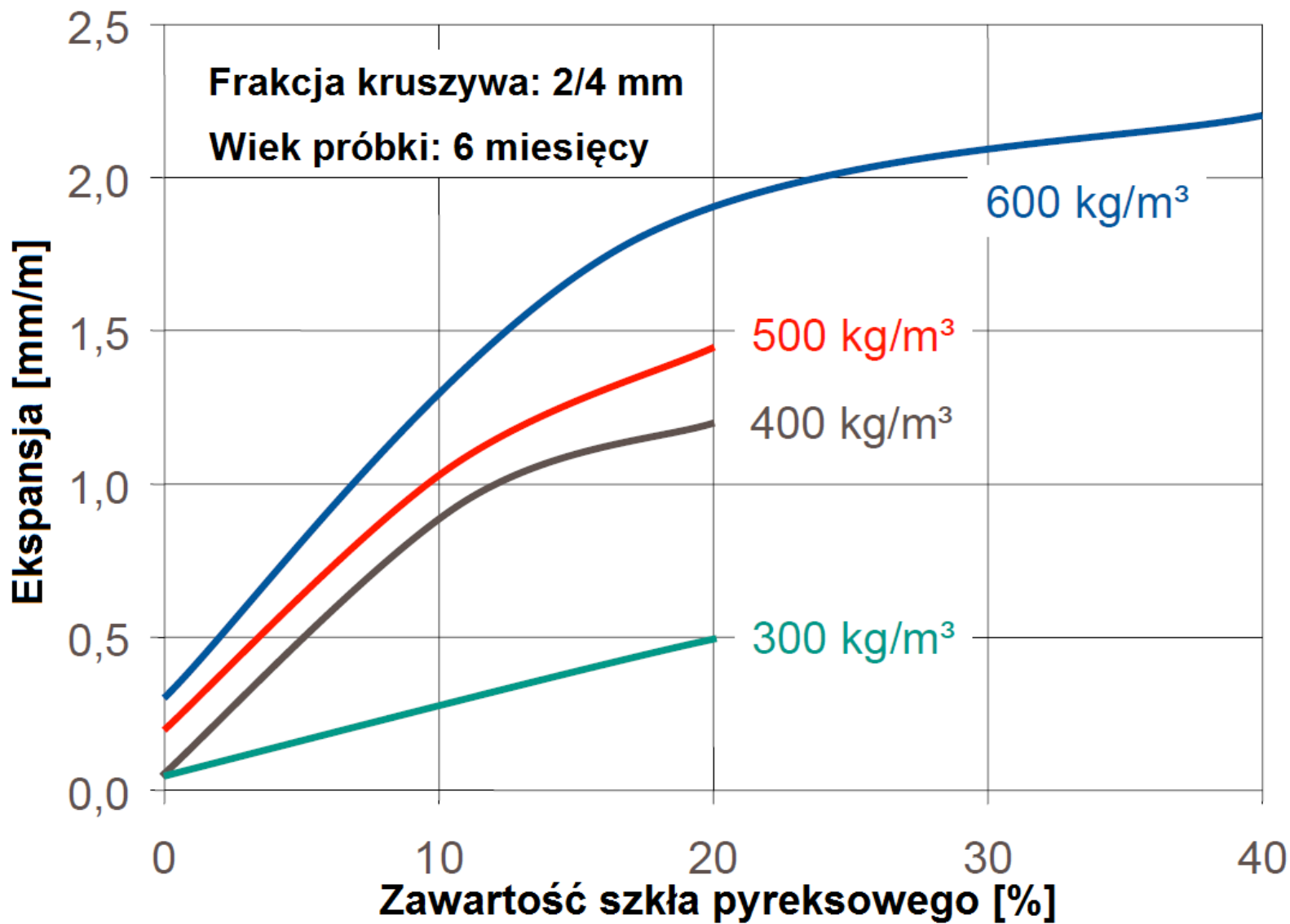
Wpływ dodatku granulowanego żużla wielkopieczowego (S) na alkaliczność roztworu porowego



Zawartość $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ w 1 m³ betonu

Zawartość cementu [kg]	Zawartość alkaliów w cemencie $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ [%]							
	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30
	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ (pochodzących z cementu) w betonie [kg/m ³]							
250	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
275	1,65	1,93	2,20	2,48	2,75	3,03	3,30	3,58
300	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90
325	1,95	2,28	2,60	2,93	3,25	3,58	3,90	4,23
350	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	4,20	4,55
375	2,25	2,63	3,00	3,38	3,75	4,13	4,50	4,88
400	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	5,20
425	2,55	2,98	3,40	3,83	4,25	4,68	5,10	5,53
450	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,40	5,85
475	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75	5,23	5,70	6,18
500	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
600	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80

Reakcja ASR – wpływ ilości cementu



Skład betonu nawierzchniowego

Ograniczenia OST w zakresie doboru jakościowego i ilościowego składu betonu:

- zawartość cementu w betonie dla nawierzchni w kategorii ruchu KR5÷KR7 nie może być mniejsza niż 360 kg/m^3
- zawartość cementu w betonie, w górnej warstwie nawierzchni z odkrytym kruszywem nie może być mniejsza niż 420 kg/m^3
- sumaryczna zawartość cementu i ziaren frakcji do $0,25 \text{ mm}$ powinna się mieścić w przedziale $450\div 520 \text{ kg/m}^3$
- stosunek woda/cement (w/c) nie może przekroczyć wartości $0,45$

Skład betonu nawierzchniowego – c.d.

- niedopuszczalne jest doliczanie dodatków mineralnych (typu II wg PN-EN 206:2016 do zawartości cementu i stosunku woda/cement, za wyjątkiem kategorii ruchu KR1÷KR4, gdzie dopuszcza się stosowanie dodatków typu II wg zasad zawartych w normie PN-EN 206,
- domieszki do betonu muszą spełniać wymagania norm PN-EN 934-1 i PN-EN 934-2, być kompatybilne z cementem, a w przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki – kompatybilne z sobą,
- nie dopuszcza się stosowania równocześnie więcej niż trzech rodzajów domieszek, przy czym wymaga się, aby pochodziły od jednego producenta,
- woda stosowana do produkcji i pielęgnacji betonowej nawierzchni drogowej musi spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN 1008, przy czym nie dopuszcza się stosowania wody pochodzącej z recyklingu.

Właściwości mieszanki betonowej

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

- **S1÷S2 wg PN-EN 12350-2 (metoda opadu stożka),**
- **V2÷V4 wg PN-EN 12350-3 (metoda Vebe),**
- **C1÷C2 wg PN-EN 12350-4 (metoda stopnia zagęszczalności).**

Zawartości powietrza w mieszance betonowej oznaczanej zgodnie z PN-EN 12350-7, wzorem krajowego uzupełnienia PN-B-06265 do normy PN-EN 206, uzależniono od maksymalnego wymiaru ziaren kruszywa:

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	

Badania mrozoodporności betonu

Metodykę badania mrozoodporności betonu uzależniono od rodzaju nawierzchni:

- **dla nawierzchni jednowarstwowej (JWN) określa się odporność betonu na działanie mrozu** wg PN-B-06265 i odporność na zamrażanie/rozmrężanie w obecności soli odładzających wg PKN-CEN/TS EN 12390-9,
- **dla nawierzchni dwuwarstwowej określa się:**
 - dla górnej warstwy nawierzchni (GWN) tylko odporności na zamrażanie/rozmrężanie w obecności soli odładzających wg PKN-CEN/TS EN 12390-9,
 - dla dolnej warstwy nawierzchni (DWN) odporność betonu na działanie mrozu wg PN-B-06265.

Wymagania dla betonu nawierzchniowego

Właściwości betonu nawierzchniowego	Wymagania
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-7	± 3,0 %
Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu ¹⁾ wg PN-EN 206 [9] oznaczana wg PN-EN 12390-3: <ul style="list-style-type: none"> dla kategorii ruchu KR1÷KR4 dla kategorii ruchu KR5÷KR7 	≥ C30/37 ≥ C35/45
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek) oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-5: <ul style="list-style-type: none"> dla kategorii ruchu KR1÷KR4 dla kategorii ruchu KR5÷KR7 	≥ 4,5 MPa ≥ 5,5 MPa
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych) oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-6: <ul style="list-style-type: none"> dla kategorii ruchu KR1÷KR4 dla kategorii ruchu KR5÷KR7 	≥ 3,0 MPa ≥ 3,5 MPa
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu ¹⁾ wg PN-EN 13877-2 (dla GWN oraz JWN) oznaczana zgodnie z PKN-CEN/TS EN 12390-9, nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż kruszywo odkryte (Tabela – kolejny slajd) dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach) 	FT2 Tabele na kolejnych slajd.
Charakterystyka porów powietrznych zgodnie z PN-EN 480-11: <ul style="list-style-type: none"> zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), wskaźnik rozmieszczenia porów wbetonie (L). 	≥ 1,5 % ≤ 0,200 mm
Odporność na wnikanie benzyny i oleju ²⁾ oznaczana wg PN-EN 13877-2 zał. B	≤ 30mm
Mrozoodporność F150, przy badaniu odporności betonu na działanie mrozu w 28 dniu ¹⁾ (dla DWN i JWN w kategoriach ruchu KR4÷KR7) oznaczana zgodnie z PN-B-06265: <ul style="list-style-type: none"> ubytek masy próbki, spadek wytrzymałości na ściskanie. 	≤ 5 % ≤ 20 %

¹⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu,

²⁾ wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawienia się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróży.

JWN – nawierzchnia jednowarstwowa

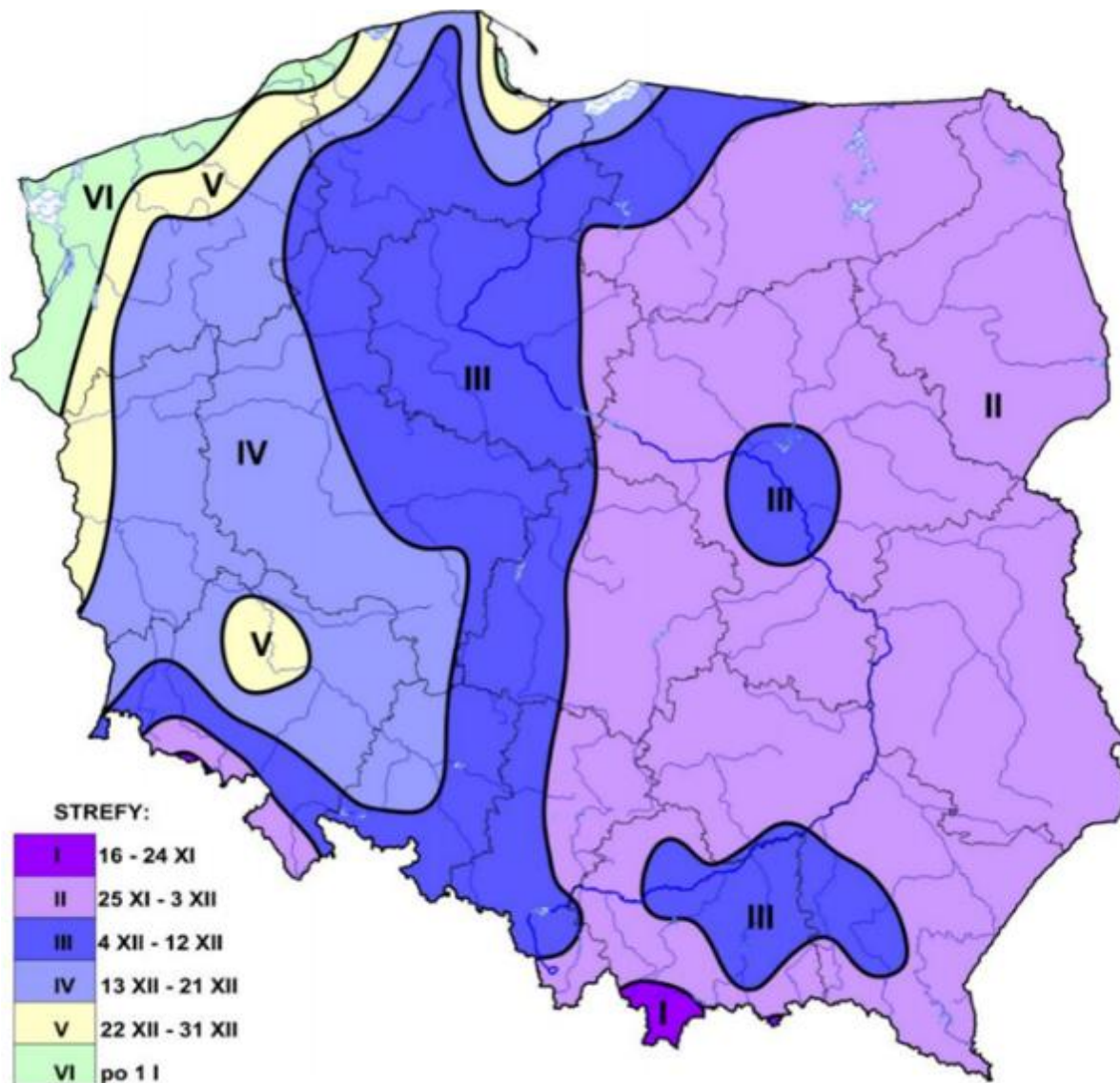
GWN – górna warstwa nawierzchni

DWN – dolna warstwa nawierzchni

Kategorie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej według PN-EN 13877-2 oznaczana zgodnie z PKN-CEN/TS EN 12390-9

Kategoria	Ubytek masy po 28 cyklach (m_{28})	Ubytek masy po 56 cyklach (m_{56})	Stopień ubytku m_{56}/m_{28}
FT1	Wartość średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $>1,5 \text{ kg/m}^2$	Brak wymagań	Brak wymagań
FT2	Średnia $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$	Wartość średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $>1,5 \text{ kg/m}^2$	≤ 2

Strefy rozpoczęcia sezonu zimowego w Polsce



GWN z odkrytym kruszywem - kategorie odporności na zamrażanie/rozdmrażanie z udziałem soli odladzającej

Lokalizacja nawierzchni betonowej z „odkrytym kruszywem”	Ubytek masy po 28 cyklach (m_{28})	Ubytek masy po 56 cyklach (m_{56})	Stopień ubytku m_{56}/m_{28}
nawierzchnia betonowa w strefie I÷II	wartość średnia $\leq 0,2 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,4 \text{ kg/m}^2$	wartość średnia $\leq 0,4 \text{ kg/m}^2$ przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,8 \text{ kg/m}^2$	brak wymagań
nawierzchnia betonowa w strefie III÷VI	wartość średnia $\leq 0,250 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,5 \text{ kg/m}^2$	wartość średnia $\leq 0,50 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $> 1,0 \text{ kg/m}^2$	≤ 2

Czas wykonywania badań w zależności od zastosowanego cementu wg OST

Rodzaj cementu	Czas równoważny [dni]
CEM I (R), CEM II/A-S (R)	28 dni
CEM I (N), CEM II/A-S (N), CEM II/B-S (N,R), CEM II/A-LL, CEM II/A-V, CEM II/A-M (S-V), CEM II/A-M (S-LL)	56 dni
CEM III/A	90 dni

Dziękujemy za uwagę!

