

SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D – 04.05.01

Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem

1. Wstęp

1.1 Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem na zadaniu odnowa nawierzchni jezdni drogi wojewódzkiej nr 270 Brześć Kujawski - Koło na odcinku Czołowo – Koło w ramach bieżącej konserwacji.

1.2. Zakres stosowania ST

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia SST dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem i obejmują:

- wzmocnienie podłoża gruntem stabilizowanym cementem o $R_m=2,5$ MPa, gr. warstwy po zagęszczeniu 10 cm wraz z pielęgnacją piaskiem i wodą (chodniki)

1.4. Określenia podstawowe :

1.4.1. Stabilizacja gruntów cementem – proces technologiczny polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody oraz zagęszczeniu takiej mieszanki, której wytrzymałość, po 7 i 28 dniach twardnienia, mieści się w określonych granicach

1.4.2. Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

1.4.3. Mieszanka cementowo-gruntowa - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach.

1.4.4. Grunt stabilizowany cementem - mieszanka cementowo-gruntowa zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.5. Kruszywo stabilizowane cementem - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.6. Podłoże gruntowe ulepszone cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.

1.4.7. Pozostałe określenia podane w niniejszej SST są zgodne z ich obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w SST D-00.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót :

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.5.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania , oraz za zgodność z SST "Wymagania ogólne" i poleceniami Inżyniera.

2. Materiały :

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskania i składowania podano w SST D-00.00.00.00 pkt. 2.

2.2. Cement

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-EN-197-1 , portlandzki z dodatkami wg PN-EN-197-1 lub hutniczy wg PN-EN-197-1.

Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1..

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN-EN197-1: 2002

Lp	Właściwości	Klasa cementu
		32,5
1	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż :	
	- cement portlandzki bez dodatków	16
	- cement hutniczy	16

	- cement portlandzki z dodatkami	16
2	Wytrzymałość na ściskanie (MPa) po 28 dniach, nie mniej niż :	32,5
3	Czas wiązania :	
	- początek wiązania, najwcześniej po upływie, min.	60
	- koniec wiązania , najpóźniej po upływie , h	12
4	Stołość objętości , mm nie więcej niż :	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN-196-1 [1].

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [19].

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

2.3. Kruszywa

Należy stosować kruszywa naturalne lub doziarniane wg następujących norm:

- PN-86/B-02480 "Grunty budowlane. Określenia, symbole i opis gruntów",
- PN-88/B-04481 "Grunty budowlane. Badania próbek gruntu",
- PN-66/B-06714 "Kruszywa mineralne. Kruszywo kamienne budowlane. Badania techniczne",
- PN-76/B-06714 "Kruszywa mineralne. Badania. Postanowienia ogólne",
- PN-EN 933-8 "Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego".

Decydującym sprawdzianem przydatności kruszywa do stabilizacji są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego cementem.

Skład mieszanek projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D=1. Wytrzymałość na ściskanie R_c określonej mieszanki oznaczona jest zgodnie z PN-EN 13286-41.

Tablica 2. Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy i podłoża z mieszanek związanych cementem

Rozdz. w PN-EN 13242: 2004	Właściwość	Deklarowane kategorie lub wartości w odniesieniu do zastosowania kruszywa do związanej warstwy podłoża ulepszanego	Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242:2004
		KR4	
4.1	Zestaw sit #	16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)	Tabl. 1
		Wszystkie frakcje	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	$G_{c80/20}$, G_{F80} , G_{A75}	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT_{cNR}	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GT_{FNR} , GT_{ANR}	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego) maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-1*)	$FI_{Deklarowana}$	Tabl. 5
	lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 *)	$SI_{Deklarowana}$	Tabl. 6
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	CNR	Tabl. 7
4.6	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1 a) w kruszywie grubym **)	$f_{Deklarowana}$	Tabl. 8
	b) w kruszywie drobnym *)	$f_{Deklarowana}$	Tabl. 8

4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA ₆₀	Tabl. 9
5.3	Odporność naścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	M _{DE} NR	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kamienne AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopiecowy:	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kamienne SNR - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S2	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	Deklarowana	
6.4.2.1	Stołość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998. rozdział 19.3	V ₅	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2	Brak rozpadu	
6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SB _{LA}	
7.3.2	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku WA ₂₄₂ , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p. 7.3.3. tablicy 1)	WA ₂₄₂	Tabl. 16
7.3.3	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA ₂₄₂)	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)	Tabl. 18
Załącznik C, punkt C.3.4.	Skład mineralogiczny	deklarowany	
Załącznik C, podrozdział C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów	

*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

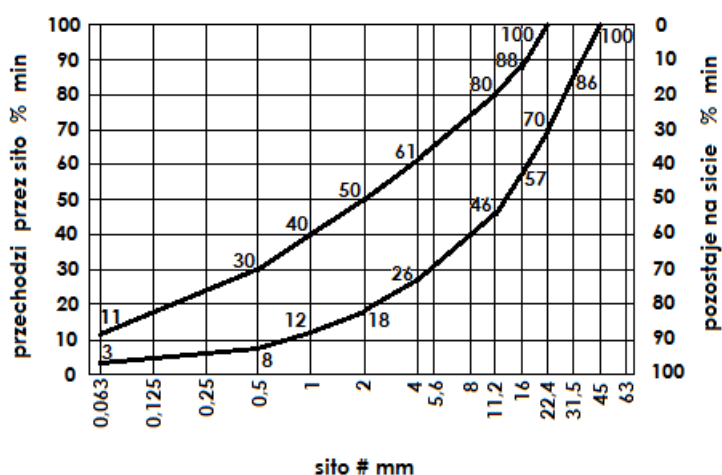
**) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 1.2.3.1.

***) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

Uziarnienie mieszanki mineralnej

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą wg PN-EN 933-1.

Krzywa uziarnienia mieszanki dla warstwy wzmacniającej podłoże powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionymi na poniższym rysunku.



Rys. 1. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5

2.4. Woda

Do podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem w betoniarce należy stosować wodę odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonów. Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej. Stosowanie jej nie wymaga przeprowadzania badań. W przypadku poboru wody z innego źródła należy przeprowadzić bieżącą kontrolę zgodnie z PN-EN 1008.

Zawartość wody w mieszance ustala się na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora.

Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2.

2.5. Mieszanka do warstwy ulepszonego podłoża

Tablica 3. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy ulepszonego podłoża

Lp.	Właściwości	Wymagania	Uwagi
		KR4	
1.0	Składniki		
1.1	Cement	Wg PN-EN 197-1	
1.2	Kruszywo	Tablica 1.1 WT-5 (tablica 1 n/n SST)	
1.3	Woda zarobowa	p. 1.1.3 WT-5	
1.4	Dodatki	p. 1.1.4 WT-5	
2.0	Mieszanka		
2.1	Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia:	
	- mieszanka CBGM 0/8 mm	-	
	- mieszanka CBGM 0/11,2 mm	rys. 1.4 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/16 mm	rys. 1.4 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/22,4 mm	rys. 1.4 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/31,5 mm	rys. 1.4 WT-5	
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 1.3	
2.3	Zawartość wody	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
2.4	Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości R_c wg tablicy 1.2.	klasa C 1,5/2,0	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji

Do pielęgnacji podbudowy z betonu cementowego może być stosowana folia z tworzyw sztucznych.

3. Sprzęt :

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-00.00.00.00 pkt.3.

3.2. Wytwórnia betonów

Betoniarnia nie może zakłócać warunków ochrony środowiska tj. powodować zapylenia terenu, zanieczyszczać wód i wywoływać hałas powyżej dopuszczalnych norm. Wydajność betoniarni musi zapewnić zapotrzebowanie dla danej budowy. Betoniarnia musi posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytworzonej mieszanki. Minimalna pojemność zasypowa betoniarki - 1000 l (dm³). Dozowanie wagowe kruszywa i cementu z dokładnością +3%. Dozowanie wody objętościowe przy pomocy objętościomierza przepływowego. Zabrania się stosowania betoniarek wolnospadowych.

3.3. Układanie warstwy podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem wykonywane będzie ręcznie.

3.4. Sprzęt do zagęszczania podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem:

- płyta wibracyjna lekka lub ciężka.

4. Transport :

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D-00.00.00.00 pkt. 4.

4.2. Transport materiałów :

a/ Cement

Cement luzem należy przewozić cementowozami, natomiast cement workowany można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zawilgoceniem.

b/ Kruszywo

Kruszywo należy przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem.

c/ Woda

Woda może być dostarczana wodociągiem lub przewożnymi zbiornikami wody.

d/ Mieszanka

Transport mieszanki odbywać się musi samochodami samowyladowczymi.

Czas transportu mieszanki nie może przekraczać jednej godziny przy temp. poniżej +15°C i 20 minut przy temp. otoczenia od 15 - 30°C.

Środki transportu powinny umożliwiać przewóz mieszanki betonowej do miejsca jej wbudowania bez zmiany konsystencji i bez rozsegregowania przed rozpoczęciem twardnienia. Mieszanka betonowa w czasie transportu powinna być chroniona od wpływów atmosferycznych takich jak: opady, nasłonecznienie, wiatry. Przy braku osłon w konstrukcji środków transportowych należy stosować przykrycia (folia, brezent).

5. Wykonanie robót :

5.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w SST D-00.00.00.00 pkt.5.

5.2. Warunki przystąpienia do robót :

Stabilizacja gruntu cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 2°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu.

5.3. Wytwarzanie mieszanki betonowej :

Mieszankę betonu do stabilizacji gruntu cementem o ściśle określonym uziarnieniu, zawartości cementu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach stacjonarnych, gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki.

5.4. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki betonowej :

Wyprodukowaną mieszankę betonową, o wilgotności optymalnej, należy dostarczać na budowę w warunkach zabezpieczających przed wpływami atmosferycznymi.

Grunt stabilizowany cementem należy układać na wilgotnym podłożu.

Podbudowę wykonać należy w jednej warstwie. Natychmiast po rozłożeniu i wyprofilowaniu mieszanki należy rozpocząć jej zagęszczanie.

Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż 1,00 określonego według normalnej metody Proctora.

Zagęszczenie powinno być zakończone przed rozpoczęciem czasu wiązania cementu.

Wilgotność mieszanki podczas zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej z tolerancją + 10 % i – 20 % jej wartości.

5.5. Pielęgnacja podbudowy :

Podbudowę z gruntu stabilizowanego cementem natychmiast po zagęszczeniu należy poddać pielęgnacji. Pielęgnacja powinna być przeprowadzona poprzez przykrycie na okres siedmiu dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie siedmiu dni pielęgnacji.

6. Kontrola jakości robót :

6.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące kontroli robót podano w SST D-00.00.00.00 pkt.6.

6.2. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania cementu oraz kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi, w celu akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. *Wilgotność mieszanki betonowej* powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki z tolerancją + 10 % i – 20 % jej wartości.

Częstotliwość pomiaru powinna wynosić - 2 pomiary na dziennej działce roboczej.

6.3.2. *Zagęszczenie podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem* powinno być prowadzone do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż 1,00 określonego według normalnej metody Proctora.

Częstotliwość pomiaru powinna wynosić - 2 pomiary na dziennej działce roboczej.

6.3.3. *Grubość warstwy podbudowy* należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu. Grubość warstwy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż $\pm 10\%$.

Częstotliwość pomiaru powinna wynosić - 2 pomiary na dziennej działce roboczej.

6.3.4. *Wytrzymałość na ściskanie* określa się na próbkach walcowatych o średnicy i wysokości 16 cm.

Próbki do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w świeżo rozłożonej warstwie.

Trzy próbki należy badać po 7 dniach i trzy po 28 dniach przechowywania.

Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt. 2.6.

Częstotliwość pomiaru powinna wynosić - 6 próbek na działce roboczej równej 400m².

6.3.6. *Cech geometrycznych podbudowy :*

a/*równość podbudowy* – nierówności nie mogą przekraczać 9 mm mierzone łąką 4 metrową.

b/*spadki poprzeczne podbudowy* – powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

c/*różnice wysokościowe podbudowy* – różnice pomiędzy rzędnymi podbudowy pomierzonymi, a projektowanymi nie powinna przekraczać + 1 cm, - 2 cm.

d/ *grubość podbudowy* - nie może się różnić od grubości projektowanej o więcej niż $\pm 10\%$.

7. Obmiar robót :

7.1. Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w SST D-00.00.00.00 pkt. 7.

7.2. Jednostką obmiaru wykonanej w-wy jest **m². (metr kwadratowy)**

8. Odbiór robót :

8.1. Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w SST D-00.00.00.00 pkt. 2.

8.2. Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie wyniki badań z bieżącej kontroli materiałów i robót. Odbioru dokonuje Inżynier na podstawie wyników badań Wykonawcy z bieżącej kontroli jakości materiałów i robót oraz oględzin warstwy . W przypadku stwierdzenia usterek Inżynier ustali zakres wykonania robót poprawkowych. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt w terminie ustalonym przez Inżyniera.

9. Podstawa płatności :

9.1. Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w SST D-00.00.00.00 pkt. 9.

9.1. Cena wykonania 1 m² podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem obejmuje :

- ▶ prace pomiarowe,
- ▶ oznakowanie robót,
- ▶ dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- ▶ rozłożenie i zagęszczenie mieszanki betonowej,
- ▶ pielęgnacja wykonanej warstwy,
- ▶ przeprowadzenie badań i pomiarów,
- ▶ utrzymanie podbudowy w czasie robót,

Obmiar w m² ułożonej nawierzchni.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-EN 196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości
2. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
3. PN-B-06714-12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych
4. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego.
5. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw
6. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw
7. PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego
8. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw
9. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw
10. PN-B-06714-42 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles
11. PN-EN-197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
12. PN-B-30020 Wapno budowlane
13. PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw
14. PN-C-84038 Wodorotlenek sodowy techniczny
15. PN-C-84127 Chlorek wapniowy techniczny
16. PN-S-96011 Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych
17. PN-S-96012 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
18. PN-S-96035 Drogi samochodowe. Popioły lotne
19. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
20. PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego.
21. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata
22. BN-70/8931-05 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika nośności gruntu jako podłoża nawierzchni podatnych
23. BN-73/8931-10 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego
24. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
25. BN-71/8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi.