**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**D-04.05.01**

**PODBUDOWA I ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU LUB KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM**

**1. WSTĘP**

**1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem na zadaniu: Przebudowa ulicy Jagiełły.

**1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej**

Specyfikacja Techniczna jest stosowane jako Dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w p.1.1, zgodnie z Specyfikacją D-M-00.00.00 – „Wymagania Ogólne”.

**1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem:

* ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem gr. 10cm o RM=2,5 MPa
* ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem gr. 15cm o RM=2,5 MPa
* **ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem gr. 20 cm o RM=1,5 MPa**
  1. **Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi polskimi normami podanymi w Specyfikacji D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne” punkt 1.4.

**1.4.1.** **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.

**1.4.2.** **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.

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

**1.4.4. 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.

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

**1.4.6.** **Pozostałe określenia podstawowe** **są zgodne** z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 1.4.

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" punkt 1.5.

**2. MATERIAŁY**

**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 2.

**2.2. Cement**

Należy stosować cement portlandzki CEM I klasy 32,5N, portlandzki z dodatkami CEM II klasy 32,5N lub hutniczy CEM III klasy 32,5N wg PN-EN-197-1 [11]. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

**Tablica 1.** Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN- EN-197-1 [11].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Klasa cementu |
| 32.5N |
| 1. | Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:  - cement portlandzki bez dodatków  - cement hutniczy  - cement portlandzki z dodatkami | 16  16  16 |
| 2. | Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż: | 32.5 |
| 3. | Czas wiązania:  - początek wiązania, najwcześniej po upływie, min. | 75 |
| 4. | Stałość objętości, mm, nie więcej niż: | 10 |

Cement używany do stabilizacji powinien być sypki, bez zawartości grudek. W normalnych warunkach czas przechowywania cementu nie powinien przekraczać trzech miesięcy. Cement zawierający grudki lub przechowywany na budowie dłużej niż 3 miesiące może być użyty za zgodą Kierownika Projektu, gdy zaroby próbne wykażą zadowalającą wytrzymałość na ściskanie i zadowalającą mrozoodporność. Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN-196-1, 3, 6, 7. Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [19].

**2.3. Grunty**

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych, wykonanych według metod podanych w PN-S-96012 [17]. Do wykonania ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem należy stosować grunty spełniające wymagania podane w tablicy 2. Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami określonymi w tab. 4.

**Tablica 2.** Wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem wg PN-S-96012 [17].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wymagania | Badania według |
| 1. | Uziarnienie  a) ziaren przechodzących przez sito # 50mm, % (mm), nie mniej niż:  b) ziaren przechodzących przez sito # 25mm, % (mm), powyżej  c) ziaren przechodzących przez sito # 4mm, % (mm), powyżej  d) cząstek mniejszych od 0,002mm, % (mm), poniżej | 100  85  50  20 | PN-B-04481 [2] |
| 2. | Granica płynności, % (mm), nie więcej niż: | 40 | PN-B-04481 [2] |
| 3. | Wskaźnik plastyczności, % (mm), nie więcej niż: | 15 | PN-B-04481 [2] |
| 4. | Odczyn pH | od 5 do 8 | PN-B-04481 [2] |
| 5. | Zawartość części organicznych, % (mm), nie więcej niż: | 2 | PN-B-04481 [2] |
| 6. | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO3, % (mm), nie więcej niż: | 1 | PN-B-06714-28 [6] |

Grunty niespełniające wymagań określonych w tablicy 2, mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem, popiołami lotnymi. Grunty o granicy płynności 40 - 60% i wskaźniku plastyczności 15 - 30% mogą być stabilizowane cementem dla ulepszonego podłoża pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem.

Zaleca się użycie gruntów o:

- wskaźniku piaskowym 20 - 50, wg BN-64/8931-01 [20]

- zawartości ziaren pozostających na sicie # 2mm - co najmniej 30%

- zawartości ziaren przechodzących przez sito 0,075mm - nie więcej niż 15%

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

**2.4. Kruszywa**

Do stabilizacji cementem należy stosować kruszywa naturalne: piaski, pospółki i żwiry albo mieszankę tych kruszyw, spełniające wymagania podane w tablicy 3.

**Tablica 3.** Wymagania dla **kruszyw** przeznaczonych do stabilizacji cementem.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wymagania | Badania według |
| 1. | Uziarnienie:  a) ziaren pozostających na sicie # 2mm, %, nie mniej niż: b) ziaren przechodzących przez sito 0,075mm, %, nie więcej niż: | 30  15 | PN-B-06714-15 [4] |
| 2. | Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż: | barwa wzorcowa | PN-B-06714-26 [5] |
| 3. | Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż: | 0.5 | PN-B-06714-12 [3] |
| 4. | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO3, %, poniżej: | 1 | PN-B-06714-28 [6] |

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w punkcie 6.2. niniejszej Specyfikacji.

Wszystkie kruszywa powinny pochodzić tylko ze źródeł uzgodnionych i zatwierdzonych przez Kierownika Projektu. Kruszywa, które nie spełnią wymagań określonych w punkcie 2.4. niniejszej Specyfikacji zostaną odrzucone.

Jeżeli kruszywo przeznaczone do wykonania warstwy nie jest wbudowane bezpośrednio po dostarczeniu na budowę i zachodzi potrzeba jego okresowego składowania na terenie budowy, to powinno być ono składowane w pryzmach, na utwardzonym i dobrze odwodnionym placu, w warunkach zabezpieczających przed zanieczyszczeniem i przed wymieszaniem różnych rodzajów kruszyw.

**2.5. Woda**

Woda stosowana do stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-32250 [13]. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podaną normą lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem.

* 1. **Dodatki ulepszające**

Przy stabilizacji gruntów cementem, w przypadkach uzasadnionych, stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- wapno wg PN-B-30020 [12]

- popioły lotne wg PN-S-96035 [18]

- chlorek wapniowy wg PN-C-84127 [15]

Za zgodą Kierownika Projektu mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę.

**2.7. Grunt lub kruszywo stabilizowane cementem**

W zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, wytrzymałość gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem wg PN-S-96012 [17], powinna spełniać wymagania określone w tablicy 4.

**Tablica 4.** Wymagania dla gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp | Właściwości | Wymagania |
| Dla stabilizacji Rm = 2,5 MPa | | |
| 1 | Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach, MPa | 1,0 – 1,6 |
| 2 | Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa | 1,5 – 2,5 |
| 3 | Wskaźnik mrozoodporności, %, | 0,6 |
| Dla stabilizacji Rm = 1,5 MPa | | |
| 4 | Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach, MPa | - |
| 5 | Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa | 0,5 – 1,5 |
| 6 | Wskaźnik mrozoodporności, %, | 0,6 |
| Podbudowa pomocnicza dla KR4 | | |
| 7 | Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach, MPa | 1,6 – 2,2 |
| 8 | Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa | 2,5 – 5,0 |
| 9 | Wskaźnik mrozoodporności, %, | 0,7 |

**2.8. Preparaty do pielęgnacji warstwy**

W przypadku stosowania do pielęgnacji warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM i atest producenta.

**3. SPRZĘT**

**3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 3.

**3.2. Sprzęt do wykonania robót**

Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem, należy stosować:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami

- spycharek, równiarek do spulchniania gruntu

- ciężkich szablonów do wyprofilowania warstwy

- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw

- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody

- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania

- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

Do wykonania warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem, należy stosować:

* wytwórnie stacjonarne wyposażone w dozatory wagowe dla kruszywa i cementu oraz objętościowe dla wody,
* układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki
* walce gładkie, wibracyjne lub ogumione do zagęszczania,
* zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

**4. TRANSPORT**

**4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 4.

**4.2. Transport materiałów**

Kruszywo może być przewożone dowolnymi środkami transportowymi, gwarantującymi zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi kruszywami.

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [19] z zastosowaniem cementowozów. W czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu.

Woda może być dostarczana do wytwórni wodociągiem lub cysternami.

Transport mieszanki z wytwórni do miejsca wbudowania powinien odbywać się w sposób zapobiegający rozsegregowaniu mieszanki oraz utarcie wilgotności lub przewilgoceniu.

Do transportu mieszanki należy stosować samochody samowyładowcze o konstrukcji i ładowności dostosowanej do bezpośredniego wyładunku mieszanki do układarki oraz samochody o mniejszej ładowności w przypadku wykonywania poszerzeń.

**5. WYKONANIE ROBÓT**

**5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 5.

**5.2. Warunki atmosferyczne**

Podbudowa z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 20C w czasie najbliższych 7 dni.

**5.3. Przygotowanie podłoża**

Podłoże powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w Specyfikacji D-02.00.00 "Roboty ziemne". Podłoże (grunt nasypowy lub warstwa mrozoochronna) należy oczyścić ze wszelkich zanieczyszczeń oraz sprawdzić jego cechy geometryczne i zagęszczenie. Jeżeli warstwa mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu podbudowy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według Dokumentacji Projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

* 1. **Projektowanie składu mieszanki gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem**

Na co najmniej 30 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien dostarczyć Kierownikowi Projektu do akceptacji projekt składu mieszanki oraz próbki kruszywa i cementu pobrane w obecności Kierownika Projektu.

Projekt składu mieszanki powinien być opracowany w oparciu o:

1. wyniki badań kruszyw i gruntu,
2. wyniki badań cementu według metod określonych w PN‑ EN-196-1,3,6,7,
3. wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności gruntu stabilizowanego cementem według metod podanych w PN-S-96012/1977 [8] oraz wymagań niniejszej Specyfikacji,
4. w przypadkach wątpliwych, wyniki badania jakości wody wg PN‑88/B‑32250.

Projekt składu mieszanki powinien zawierać:

1. skład mieszanki (proporcje wagowe różnych składników),
2. wymaganą zawartość cementu w mieszance,
3. wymaganą zawartość wody w mieszance, odpowiadającą wilgotności optymalnej gruntu z cementem,
4. wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności kruszywa stabilizowanego cementem według metod podanych w PN-S-96012/1977 oraz wymagań niniejszej Specyfikacji
5. w przypadkach wątpliwych, wyniki badania jakości wody wg PN‑EN 1008:2004 [6].

## Skład mieszanki cementowo-gruntowej i cementowo-kruszywowej

Zawartość cementu w mieszance nie może przekraczać wartości podanych w tablicy 5. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w tablicy 4, przy jak najmniejszej zawartości cementu.

**Tablica 5.** Maksymalna zawartość cementu w mieszance cementowo-gruntowej lub w mieszance kruszywa stabilizowanego cementem dla poszczególnych warstw ulepszonego podłoża i podbudowy

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Kategoria | Maksymalna zawartość cementu, % w stosunku do masy suchego gruntu | |
|  | ruchu | Ulepszone podłoże | Podbudowa pomocnicza |
| 1 | KR 2 - KR 6 | 8 | - |
| 2 | KR 4 | - | 6 |

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [2], z tolerancją +10%, -20% jej wartości. Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 4.

**5.5 Wykonanie warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem**

* + 1. **Stabilizacja metodą mieszania na miejscu**

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek wieloprzejściowych lub jednoprzejściowych albo maszyn rolniczych. Grunt przewidziany do stabilizacji powinien być spulchniony i rozdrobniony.

Po spulchnieniu gruntu należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowozów zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie.

Wraz z wodą można dodawać do gruntu dodatki ulepszające rozpuszczalne w wodzie, np. chlorek wapniowy. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10% jej wartości, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Po spulchnieniu i rozdrobnieniu gruntu należy dodać i przemieszać z gruntem dodatki ulepszające, np. wapno lub popioły lotne, w ilości określonej w recepcie laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane w tejże recepcie.

Cement należy dodawać do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszonego gruntu w ilości ustalonej w recepcie laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez Kierownika Projektu.

Grunt powinien być wymieszany z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególną uwagę należy zwrócić na jednorodność wymieszania gruntu w obrębie skrajnych pasów o szerokości 30 - 40cm, przyległych do prowadnic.

Po wymieszaniu gruntu z cementem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Jeżeli jej wilgotność jest mniejsza od optymalnej o więcej niż 20%, należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż +10%, -20% jej wartości.

Czas od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do wymaganych w Dokumentacji Projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych. Do tego celu należy użyć równiarek i wykorzystać prowadnice podłużne, układane każdorazowo na odcinku roboczym. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu specjalistycznych mieszarek i technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Kierownika Projektu. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy. Zagęszczenie należy przeprowadzić w sposób określony w p. 5.8.

* + 1. **Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych**

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w recepcie laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Kierownika Projektu po wstępnych próbach. W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +10% i -20% jej wartości. Przed ułożeniem mieszanki należy ustawić prowadnice i podłoże zwilżyć wodą.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek. Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Kierownika Projektu. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

* 1. **Wykonanie warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem**

Podbudowę z kruszywa stabilizowanego cementem należy wykonać zgodnie z Dokumentacją Projektową

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek, a na poszerzeniach przy pomocy układarek przystosowanych do układania bocznego. W przypadku wykonywania wąskich poszerzeń dopuszcza się układanie ręczne wzdłuż linek prowadzących. Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice lub linki prowadzące. Jeśli podłoże jest suche to przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

**5.7. Grubość warstwy**

Grubość poszczególnych warstw podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu zgodnie z Dokumentacją Projektową.

**5.8. Zagęszczanie**

Zagęszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie uzgodnionym z Kierownikiem Projektu. Zagęszczanie podbudowy oraz ulepszonego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi.

Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

W przypadku technologii mieszania na miejscu, operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone nie później niż w ciągu 2 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem. Po tym czasie niedopuszczalny jest żaden ruch budowlany na powierzchni ułożonej warstwy aż do 7 dni od ułożenia.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego wg BN-77/8931-12 [25] nie mniejszego od podanego w PN-S-96012 [17] i Specyfikacji.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczeniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urządzeń obcych. Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękane podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, muszą być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne zagęszczenie. Roboty te są wykonywane na koszt Wykonawcy.

**5.9. Pielęgnacja warstwy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem**

Warstwa z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem powinna być poddana pielęgnacji polegającej na zabezpieczeniu jej powierzchni przed utratą wilgotności.

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

a) skropienie warstwy emulsją asfaltową, albo asfaltem D200 lub D300 w ilości 0,5 - 1,0 kg/m2

b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Kierownika Projektu

c) utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni

d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, i ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr

e) przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały przeznaczone do pielęgnacji mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Kierownika Projektu. Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni po wykonaniu.

Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Kierownika Projektu.

**5.10. Odcinek próbny**

Co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do spulchnienia, mieszania, rozkładania i zagęszczania jest właściwy

- określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu

- określenia potrzebnej liczby przejść walców do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia warstwy

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania podbudowy lub ulepszonego podłoża. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić 400 - 800m2. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Kierownika Projektu. Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy lub ulepszonego podłoża po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Kierownika Projektu.

**5.11. Utrzymanie podbudowy i ulepszonego podłoża**

Podbudowa i ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Kierownika Projektu, gotową podbudowę lub ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch.

Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy lub ulepszonego podłoża obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw podbudowy lub ulepszonego podłoża uszkodzonych wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz. Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia podbudowy lub ulepszonego podłoża. Warstwa stabilizowana cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Kierownika Projektu.

**6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

**6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 6.

**6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót należy sprawdzić właściwości materiałów i sporządzić receptę zgodnie z wymaganiami punktu 2. i przedstawić Kierownikowi Projektu w celu akceptacji.

**6.3. Badania w czasie robót**

**6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów**

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania podbudowy lub ulepszonego podłoża stabilizowanych cementem podano w tablicy 6.

**Tablica 6.** Częstotliwość badań i pomiarów.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Wyszczególnienie badań | Częstotliwość badań | |
| Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej | Maksymalna powierzchnia pdbudowy i ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie |
| 1. | Uziarnienie mieszanki gruntu lub kruszywa | 2 | 600m2 |
| 2. | Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem |
| 3. | Rozdrobnienie gruntu 1) |
| 4. | Jednorodność i głębokość wymieszania 2) |
| 5. | Zagęszczenie warstwy |
| 6. | Grubość podbudowy lub ulepszonego podłoża | 3 | 400m2 |
| 7. | Wytrzymałość na ściskanie  - 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem | 6 próbek | 400m2 |
| 8. | Mrozoodporność 3) | przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych | |
| 9. | Badanie cementu | przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie | |
| 10. | Badanie wody | dla każdego wątpliwego źródła | |
| 11. | Badanie właściwości gruntu lub kruszywa | dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa | |

1) Badanie wykonuje się dla gruntów spoistych

2) Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu

3) Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu lub kruszyw cementem

**6.3.2. Uziarnienie gruntu lub kruszywa**

Próbki do badań należy pobierać z mieszarek lub z podłoża przed podaniem cementu. Uziarnienie kruszywa lub gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w niniejszej Specyfikacji pkt. 2.3. i 2.4.

**6.3.3. Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem**

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

**6.3.4.** **Rozdrobnienie gruntu**

Grunt powinien być spulchniony i rozdrobniony tak, aby wskaźnik rozdrobnienia był co najmniej równy 80% (przez sito o boku 4 mm powinno przejść 80% gruntu).

**6.3.5.** **Jednorodność i głębokość wymieszania**

Jednorodność wymieszania gruntu z cementem polega na ocenie wizualnej jednolitego zabarwienia mieszanki. Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5m od krawędzi podbudowy czy ulepszonego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

**6.3.6.** **Zagęszczenie warstwy**

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 oznaczonego zgodnie z BN-77/8931-12 [25].

**6.3.7.** **Grubość podbudowy lub ulepszonego podłoża**

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odl., co najmniej 0,5m od krawędzi. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż ±1cm.

**6.3.8.** **Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8cm. Próbki do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem.

Próbki w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normą PN-S-96012 [17]. Trzy próbki należy badać po 7 lub 14 dniach oraz po 28 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w niniejszej Specyfikacji.

**6.3.9.** **Mrozoodporność**

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek poddawanych cyklom zamrażania i odmrażania powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w niniejszej Specyfikacji tablicy 4.

**6.3.10**. **Badanie cementu**

Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien określić właściwości podane w Specyfikacji dotyczących poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonego podłoża.

**6.3.11.** **Badanie wody**

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-B-32250 [13].

**6.3.12.** **Badanie właściwości gruntu lub kruszywa**

Właściwości gruntu lub kruszywa należy badać przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Specyfikacji dotyczących poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonego podłoża.

**6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy i ulepszonego podłoża**

**6.4.1.** **Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów**

**Tablica 7.** Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy i ulepszonego podłoża stabilizowanego cementem.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Badania | Częstotliwość badań |
| 1. | Szerokość ulepszonego podłoża1) 2) | częstotliwość zgodna z przekrojami poprzecznymi wg Dokumentacji Projektowej |
| 2. | Spadki poprzeczne1) 2) | częstotliwość zgodna z przekrojami poprzecznymi wg Dokumentacji Projektowej |
| 3. | Rzędne wysokościowe | niwelacja 3 punktów (w osi i na brzegach warstwy) z częstotliwością wg Dokumentacji Projektowej |
| 4. | Ukształtowanie osi w planie1) 2) | współrzędne osi ze skokiem wg Dokumentacji Projektowej |
| 5. | Grubość) 2) | niwelacja 3 punktów (w osi i na brzegach warstwy) z częstotliwością wg Dokumentacji Projektowej |
| 6 | Równość podłużna | w sposób ciągły albo co 20 m łatą na każdym pasie ruchu |
| 7 | Równość poprzeczna | 10 razy na 1 km |

1) Wyniki pomiarów geodezyjnych należy przekazać w formie numerycznej zaakceptowanej przez Kierownika Projektu

2) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

**6.4.2.** **Szerokość podbudowy i ulepszonego podłoża**

Szerokość podbudowy i ulepszonego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10cm, -5cm. Na jezdniach bez krawężników szerokość podbudowy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o wartość wskazaną w Dokumentacji Projektowej.

**6.4.3. Równość podbudowy i ulepszonego podłoża**

Nierówności podłużne wzmacnianego podłoża należy mierzyć 4‑metrową łatą w osi każdego pasa ruchu zgodnie z BN‑68/8931‑04 z częstotliwością podaną w tablicy 7.Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4‑metrową łatą z częstotliwością podaną w tablicy 7. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm. W przypadku wąskich poszerzeń długość łaty należy dostosować do ich szerokości.

**6.4.4.** **Spadki poprzeczne podbudowy i ulepszonego podłoża**

Spadki poprzeczne podbudowy i ulepszonego podłoża powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją ±0,5%.

**6.4.5.** **Rzędne wysokościowe podbudowy i ulepszonego podłoża**

Różnice pomiędzy rzędnymi podbudowy i ulepszonego podłoża a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1cm, -2cm.

**6.4.6.** **Ukształtowanie osi ulepszonego podłoża**

Oś ulepszonego podłoża w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ±5cm.

**6.4.7.** **Grubość podbudowy i ulepszonego podłoża**

Grubość warstwy należy mierzyć, przez wykonanie otworów na całą jej głębokość, w odległości, co najmniej 0,5 m od krawędzi, po zagęszczeniu warstwy. Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości ulepszonego podłoża nie powinny przekraczać ±1cm.

**6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy i ulepszonego**

**podłoża**

**6.5.1.** **Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy i ulepszonego podłoża**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej podbudowie lub ulepszonym podłożu stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Kierownika Projektu.

Jeżeli szerokość podbudowy lub ulepszonego podłoża jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę lub ulepszone podłoże przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki. Nie dopuszcza się mieszania składników mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

**6.5.2.** **Niewłaściwa grubość podbudowy i ulepszonego podłoża**

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę podbudowy i ulepszonego podłoża przez zerwanie wykonanej warstwy, usunięcie zerwanego materiału i ponowne wykonanie warstwy o odpowiednich właściwościach i o wymaganej grubości. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, na koszt Wykonawcy.

**6.5.3.** **Niewłaściwa wytrzymałość podbudowy i ulepszonego podłoża**

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w Specyfikacji, to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

**7. OBMIAR ROBÓT**

**7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 7.

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiaru jest:

* 1m2 (metr kwadratowy) ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem
* 1m2 (metr kwadratowy) podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

**8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 8. Roboty uznaje się za zgodne z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją i wymaganiami Kierownika Projektu, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

**9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

**9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 9.

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Płatność należy przyjmować na podstawie jednostek obmiarowych wg punktu 7, zgodnie z obmiarem, po odbiorze Robót.

Cena wykonania 1m2 **ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem** **w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-cementowych na miejscu** obejmuje:

* prace pomiarowe i roboty przygotowawcze
* oznakowanie robót
* spulchnienie gruntu
* zakup i dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów

i urządzeń pomocniczych

* dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną
* wymieszanie gruntu wykonanej górnej warstwy nasypu ulepszonej kruszywem z cementem
* ew. wykonanie odcinak próbnego
* zagęszczenie warstwy
* pielęgnacja wykonanej warstwy
* przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w Specyfikacji.

Cena wykonania 1m2 **ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem** **w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-cementowych w mieszarkach** obejmuje:

* prace pomiarowe i roboty przygotowawcze
* oznakowanie robót
* zakup i dostarczenie materiałów
* wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania
* dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych
* ew. wykonanie odcinak próbnego
* rozłożenie i zagęszczenie mieszanki
* pielęgnacja wykonanej warstwy
* przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w Specyfikacji.

Cena wykonania 1m2 **podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem** obejmuje:

* prace pomiarowe i roboty przygotowawcze
* oznakowanie robót
* zakup i dostarczenie materiałów
* wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania
* dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych
* ew. wykonanie odcinak próbnego
* rozłożenie, wyprofilowanie i zagęszczenie mieszanki
* pielęgnację wykonanej warstwy
* przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w Specyfikacji.

**10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

* 1. **Normy**

1. PN-EN-196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.

PN-EN-196-3 Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.

PN-EN-196-6 Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.

PN-EN-196-7 Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek

cementu.

2. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.

3. PN-76/B-06714-12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń

obcych.

4. PN-91/B-06714-15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego.

5. PN-78/B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń

organicznych.

6. PN-78/B-06714-28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą

bromową.

7. PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego.

8. PN-B-06714-38 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu wapniowego.

9. PN-B-06714-39 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu żelazawego.

10. PN-B-06714-42 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles.

11. PN-EN-197-1 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteri zgodności dot. cementów powszechnego uzytku.

12. PN-B-30020 Wapno.

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. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego.

21. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.

22. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.

23. PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

24. BN-73/8931-10 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego.

25. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

26. BN-71/8931-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi.

**10.2. Inne dokumenty**

27. Instrukcja CZDP 1980 "Badanie wskaźnika aktywności żużla granulowanego".

28. Wytyczne MK CZDP "Stabilizacja kruszyw i gruntów żużlem wielkopiecowym granulowanym

Warszawa 1979r.

29. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, IBDiM – 1997r.