

D-04.02.02**WARSTWA MROZOOCHRONNA****1. WSTĘP****1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszych Szczegółowych Specyfikacji Technicznych (dalej SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy mrozoochronnej, w ramach: „Rozbudowy skrzyżowania drogi powiatowej nr 1412G z ulicą Wczasową na skrzyżowanie typu rondo w miejscowości Koleczkowo”.

1.2. Zakres stosowania SST

Niniejsza SST stosowana jest jako dokument wiążący przy wykonywaniu warstwy mrozoochronnej.

1.3. Zakres robót objętych SST

Wymagania zawarte w niniejszych warunkach dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy mrozoochronnej zgodnie z Dokumentacją Projektową. W Dokumentacji Projektowej założono wykonanie warstwy mrozoochronnej:

dla dróg kategorii ruchu KR3 z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym, gdy nie jest wymagana warstwa odsączająca:

- grubości 22 cm (G2-G4)

dla kategorii ruchu KR2, z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym:

- grubości 33 cm (G4)

dla kategorii ruchu KR1, z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym:

- grubości 31 cm (G4)

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Konstrukcja nawierzchni lub nawierzchnia – zespół odpowiednio dobranych warstw, których celem jest rozłożenie naprężeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe oraz zapewnienie komfortu i bezpieczeństwa jazdy pojazdów.

1.4.2. Warstwa mrozoochronna – warstwa, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu i zwiększenie nośności warstw dolnych konstrukcji nawierzchni. W określonych warunkach, jeśli jest wykonana z gruntu niewysadzinowego lub z mieszanki niezwiązanej, może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

1.4.3. Podłoże gruntowe nawierzchni – strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni, której właściwości mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację nawierzchni.

1.4.4. Mieszanka niezwiązana (MN) – ziarnisty materiał, o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), który jest stosowany do wykonania ulepszanego podłoża oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg.

1.4.5. Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym – mieszanka, która twardnieje na skutek reakcji hydraulicznej, pucolanowej, siarczanowej lub węglanowej, o urabialności odpowiedniej do zagęszczenia za pomocą wałowania.

1.4.6. Grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym lub wapnem – grunt, który twardnieje na skutek reakcji hydraulicznej, pucolanowej, siarczanowej, węglanowej lub reakcji z wapnem, o urabialności odpowiedniej do zagęszczenia za pomocą wałowania.

1.4.7. Stabilizacja (związanie) – proces mający na celu związanie cząstek gruntu lub kruszywa w celu uzyskania wytrzymałości i mrozoodporności, a co za tym idzie zwiększenia nośności wykonanej warstwy.

1.4.8. Parametry warstwy – cechy jakościowe i geometryczne warstwy zgodne z Dokumentacją Projektową uzyskane w wyniku wbudowania określonego materiału, przyjętą technologią.

1.4.9. Kruszywo naturalne – kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce.

1.4.10. Kruszywo sztuczne – kruszywo mineralne, uzyskane w wyniku procesu przemysłowego obejmującego termiczną lub inną modyfikację właściwości materiału.

1.4.11. Kruszywo z recyklingu – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego poprzednio w budownictwie.

1.4.12. Grunty niewysadzinowe (GN) – grunty o zawartości frakcji pyłowej poniżej 15%, wskaźniku piaskowym powyżej 35, nie tworzące soczewek lodowych i wysadzin w okresie mrozów.

1.4.13. Grunty (materiały) antropogeniczne – materiał ziarnisty powstały na skutek działalności gospodarczej i bytowej człowieka.

1.4.14. Wymiar kruszywa – określenie dolnego (d) i górnego (D) wymiaru sita. Dopuszcza się pewne ilości ziarn mniejszych od d (podziarna) i większych od D (nadziarna).

1.4.15. Uziarnienie - rozkład wymiarów ziarn, wyrażony jako procent masy przechodzącej przez określony zestaw sit.

1.4.16. Kategoria – poziom właściwości kruszywa wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczne.

1.4.17. Kategoria uziarnienia S_{Dv} – obszar uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia (S)

deklarowana przez dostawcę/producenta.

1.4.18. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z określeniami podanymi w Specyfikacjach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (SST) D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 1.5. Za jakość stosowanych materiałów i wykonanych robót, ich zgodność z Dokumentacją Projektową i wymaganiami SST odpowiedzialny jest Wykonawca robót.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 2.

2.2. Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi do wykonania warstwy mrozoochronnej mogą być:

- mieszanki niezwiązane,
- grunty niewysadzinowe,
- grunty rodzime w wykopie lub grunty w nasypie stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem,
- mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi.

Doboru materiału na warstwę mrozoochronną należy dokonać zgodnie z Katalogami [1] i [2] w zależności od kategorii ruchu.

2.3. Mieszanki niezwiązane

Do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do warstwy mrozoochronnej należy stosować kruszywa sklasyfikowane według normy PN-EN 12620 i spełniające wymagania WT-4 i Tablicy 1. Wymagania te powinny spełniać wszystkie stosowane kruszywa.

Tablica 1. Wymagania wobec kruszyw do warstwy mrozoochronnej

Rozdział w PN-EN 12620:2004	Właściwość	Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do zastosowania w warstwie:	Odniesienie do tablicy w PN-EN 12620:2004
		mrozoochronnej	
		KR1-KR6	
4.1-4.2	Zestaw sit #	0, 063; 0, 5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1) Wszystkie frakcje dozwolone	Tabl. 1
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G ₈₅ /15, G _{F85} , G _{A85}	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _C NR	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GT _F NR, GT _A NR	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- wg PN-EN 933-4 a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu	Fl _{NR} Sl _{NR}	Tabl.5.
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	C _{NR}	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	Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach wg wymagań p. 2.2 - 2.4	
5.2	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA _{NR}	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	M _{DE} Deklarowana	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 (w zależności od frakcji)	W _{cm} NR W ₂₄₂ ***	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS _{NR}	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S _{NR}	Tabl. 13
6.4.2.1	Stalność 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-	Brak rozpadu	

	1:1998, p.19.2		
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 jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	Deklarowana	
7.3.3	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skaty osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)	Tabl. 18
Załącznik C	Skład materiałowy	deklarowany	
Załącznik C, podrozdział C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuję 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	

*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 22.4; 2.2.5; 2.4.5; 2.5.4

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

***) w przypadku gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność

W przypadku stosowania kruszyw sztucznych i kruszyw z recyklingu należy wziąć pod uwagę ograniczenia związane z możliwościami zastosowania i stosowaną technologią w budowania. Należy także sprawdzić zawartości substancji niebezpiecznych mogących niekorzystnie wpływać na środowisko – według odrębnych przepisów.

Do warstwy mrozoochronnej należy stosować mieszanki niezwiązane sklasyfikowane na podstawie normy PN-EN 13285 i spełniające wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do warstwy mrozoochronnej

Lp.	Właściwość mieszanki	Jednostka	Norma badania	Wymaganie	
				KR 1÷2	KR 3-7
1	2	3	4	5	6
1	Uziarnienie mieszanki		PN-EN 933-1	od 0/8 do 0/63	
2	Zawartość ziarn przekruszonych lub łamanych	%	PN-EN 933-5	C _{NR}	
3	Zawartość pyłów, nie więcej niż: - w typowych zastosowaniach: - gdy pełni rolę warstwy odsączającej	%	PN-EN 933-1	UF ₁₅ UF ₆	
4	Odporność na rozdrabnianie	%	PN-EN 1097-2	L _{ANR}	
5	Wskaźnik piaskowy	%	PN-EN 933-8	40	
6	Mrozoodporność	%	PN-EN 13671	F ₁₀	
7	Wskaźnik CBR, co najmniej	%	PN-EN 13286-47	25	35
8	Współczynnik filtracji k ₁₀ : - w typowych zastosowaniach: - gdy pełni rolę warstwy odsączającej	cm/s (m/dobę)	PN-B-04492 lub inna metoda laboratoryjna	0,0058 (5) 0,0093 (8)	0,0058 (5) 0,0093 (8)

Uziarnienie mieszanki należy dobierać w zależności od grubości w budowywanej warstwy i sprzętu zagęszczającego.

Do zraszania kruszywa należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na kruszywo, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie.

Mieszanek należy składować w pryzmach na wyrównanym i odwodnionym podłożu.

W przypadku układania warstwy mrozoochronnej na podłożu z gruntu lub mieszanki niezwiązanej należy sprawdzić warunek szczelności określony zależnością:

$$D_{15}/d_{85} \leq 5$$

gdzie:

D₁₅ - wymiar sita, przez które przechodzi 15% ziaren warstwy mrozoochronnej

d₈₅ - wymiar sita, przez które przechodzi 85% ziaren gruntu podłoża.

W przypadku nie spełnienia powyższego warunku pomiędzy warstwą mrozoochronną i podłożem należy wykonać warstwę odcinającą zgodnie z D-04.02.01. Warstwa odcinająca.

2.4. Grunty niewysadzinowe

Grunty niewysadzinowe powinny spełniać wymagania podane w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania wobec gruntów niewysadzinowych do warstwy mrozoochronnej

Lp.	Właściwość gruntu	Jednostka	Norma badania	Wymaganie	
				KR 1÷2	KR 3-7
1	2	3	4	5	6
1	Zawartość ziarn większych od 5,6 mm, co najmniej	%	PN-88/B-04481	-	10
2	Zawartość ziarn większych od 2 mm, co najmniej	%	PN-88/B-04481	10	20
3	Zawartość cząstek przechodzących przez sito, nie więcej niż, 0,063 mm - w typowych zastosowaniach: - gdy pełni rolę warstwy odsączającej	%	PN-88/B-04481	15 6	15 6
4	Wskaźnik CBR, co najmniej	%	PN-S-02205:1998 Załącznik B	25	35
5	Współczynnik filtracji k_{10} : - w typowych zastosowaniach: - gdy pełni rolę warstwy odsączającej	cm/s (m/dobę)	PN-B-04492 lub inna metoda laboratoryjna	0,0058 (5) 0,0093 (8)	0,0058 (5) 0,0093 (8)

Uwaga: dodatkowe wymagania występują w przypadku pełnienia przez warstwę mrozoochronną funkcji odsączającej.

Do zraszania gruntu należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na grunt, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie.

Grunt niewysadzinowy należy składować w pryzmach na wyrównanym i odwodnionym podłożu.

W przypadku układania warstwy mrozoochronnej na podłożu z gruntu lub mieszanki niezwiązanej należy sprawdzić warunek szczelności opisany w punkcie 2.3.

2.5. Grunty stabilizowane spoiwem

Grunty stabilizowane spoiwami powinny spełniać poniższe wymagania.

Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi mogą być stosowane dla kategorii ruchu od KR1 do KR4 a grunty stabilizowane wapnem dla kategorii KR1 i KR2.

Grunty

Do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi należy stosować grunty spełniające wymagania według tablicy 4.

Tablica 4. Wymagania wobec gruntów do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi lub wapnem do warstwy mrozoochronnej

Lp.	Właściwość	Jednostka	Norma badania	Wymaganie
1	2	3	4	5
1	Odczyn PH	-	dowolna	Wg Producenta spoiwa hydraulicznego
2	Zawartość części organicznych	%	PN-88/B-04481	Wg Producenta spoiwa hydraulicznego
3	Zawartość siarczanów, przeliczonych na SO_3	%	PN-ISO 11048	Wg Producenta spoiwa hydraulicznego
4	Kategoria uziarnienia	-	PN-EN 933-1	S_{DV}

Spoiva

Jako spoiwa można stosować:

- cementy wg PN-EN 197-1,
- spoiwa drogowe wg PN-EN 13282-1, PN-EN 13282-2 lub wg Aprobata Technicznych,
- wapno wg PN-EN 459-1

Decydującym badaniem o możliwości zastosowania spoiwa jest badanie wytrzymałości na ściskanie.

Woda

Do uzyskania właściwej wilgotności i zraszania warstwy z gruntu stabilizowanego spoiwem należy stosować wodę wg PN-EN 1008, w ilości zapewniającej właściwe zagęszczenie kruszywa. Dopuszcza się stosowanie wody pitnej bez sprawdzanie jej właściwości oraz innej (ze zbiorników wodnych po sprawdzeniu braku negatywnego oddziaływania).

Grunty stabilizowane spoiwem do warstwy mrozoochronnej

Grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym powinny spełniać wymagania podane w tablicy 5.

Tablica 5. Wymagania dla świeżych mieszanek oraz gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym do warstwy mrozochronnej

Lp.	Właściwość	Jednostka	Norma badania	Klasa lub wartość
1	2	3	4	5
<i>Wymagania dla świeżych mieszanek (gruntu, spoiwa hydraulicznego, ewentualnie wody)</i>				
1	Doprowadzenie do wilgotności optymalnej	%	PN-EN 13286-50	$W_{0,9} \div W_{1,0}$
2	Pęcznienie liniowe po 28 dniach	%	PN-EN 13286-47	LS_1
3	Urabialność	-	PN-EN 13286-45	deklarowana
<i>Wymagania dla gruntu związanego spoiwem hydraulicznym</i>				
4	Wytrzymałość na ściskanie ⁽¹⁾ - dla cementu i spoiwa drogowego - dla wapna	MPa	PN-EN 13286-41	$C_{1,5/2}$ ≤ 4 MPa $R_c 1,0$

(1) Próby do badania należy przygotować zgodnie z normą PN-EN 13286-50 przy H/D=1 a badać po czasie odpowiednim do stosowanego spoiwa, zgodnie z zaleceniami Producenta.

Na podstawie danych technicznych Producenta spoiwa należy także określić sposób pielęgnacji oraz minimalne wartości wytrzymałości na ściskanie dla zastosowanego spoiwa i związany z tym czas, po których można rozpocząć zagęszczanie kolejnej warstwy nawierzchni, przy zachowaniu warunków wymaganych w projekcie konstrukcji nawierzchni.

Wcześniejsze rozpoczęcie prac nie może powodować zmniejszenia trwałości nawierzchni.

Dla cementu czas pielęgnacji próbek powinien wynosić 7 i 28 dni. Dla pozostałych spoiw należy kierować się zaleceniami producentów.

2.6. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym

Do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym przeznaczonych do warstwy mrozochronnej należy stosować kruszywa sklasyfikowane według normy PN-EN 12620 i spełniające wymagania WT-5 jak dla kruszyw do podbudowy pomocniczej (tablica 1.1. dla mieszanek związanych cementem i tablica 4.1 dla mieszanek związanych spoiwem drogowym). Wymagania te powinny spełniać wszystkie stosowane kruszywa. Kruszywa naturalne powinny podlegać systemowej oceny zgodności 4.

Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym powinny spełniać wymagania podane w WT-5 2010, dla podbudowy pomocniczej. Należy stosować mieszanki związane spoiwem o parametrach podanych w tablicy 6.

Tablica 6. Wymagania dla mieszanek związanych spoiwami do warstwy mrozochronnej

Lp.	Właściwości	Wymagania	
		Cement	Spoivo drogowe
1	2	3	4
1	Wytrzymałość na ściskanie, zgodnie z PN-EN 13286-41	$C_{1,5/2}$ ≤ 4 MPa	Typ 1 i 2 $C_{1,5/2}$ ≤ 4 MPa Typ 4 $R_c \geq 0,5$ MPa
2	Wskaźnik nośności natychmiastowej IPI wg PN-EN 13286-47	zgodne z ustalonym na etapie opracowania recepty	
3	Mrozoodporność	$\geq 0,6$	

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Użyty sprzęt powinien zapewnić uzyskanie wymaganych parametrów warstwy określonych w Dokumentacji Projektowej.

Na etapie wykonania odcinka próbnego Wykonawca określi jaki rodzaju sprzęt zostanie użyty do wykonania warstwy mrozochronnej w zależności od zastosowanego materiału i przyjętej technologii.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 4.

4.2. Transport materiałów

Na etapie wykonania odcinka próbnego Wykonawca określi warunki transportu materiałów wykorzystywanych do wykonania warstwy mrozoochronnej w zależności od zastosowanego materiału i przyjętej technologii.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 5.

5.2 Wykonanie Badań Typu

Badania Typu mieszanek należy wykonać zgodnie z procedurami projektowania opisanymi w odpowiednich normach, Wymaganiach Technicznych dla odpowiednich mieszanek.

W Badaniach Typu należy określić wszystkie cechy mieszanek opisanych w Wymaganiach Technicznych lub Aprobatach Technicznych.

5.2.1. Mieszanki niezwiązane

Badanie Typu dla mieszanek niezwiązanych powinno zawierać: właściwości wszystkich składników mieszanki, skład mieszanki mineralnej oraz wilgotność optymalną, zgodnie z WT-4.

5.2.2. Grunty niewysadzinowe

Dla gruntów niewysadzinowych należy zbadać wszystkie cechy podane w tablicy 2. Należy zwrócić szczególną uwagę na jednorodność pozyskiwanego gruntu.

5.2.3. Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem

Badanie Typu dla gruntów stabilizowanych spoiwami powinno zawierać: właściwości wszystkich składników, skład mieszanki mineralnej, wilgotność optymalną oraz zawartość i rodzaj spoiwa. W przypadku zastosowania metody mieszania na miejscu gruntu rodzimego technologię robót należy dostosować do zmieniających się gruntów podłoża. Należy zwrócić szczególną uwagę na jednorodność gruntu podłoża.

5.2.4. Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi

Badanie Typu dla mieszanek związanych spoiwami powinno zawierać: właściwości wszystkich składników, skład mieszanki mineralnej, wilgotność optymalną oraz zawartość i rodzaj spoiwa, zgodnie z WT-5 2010.

5.3. Wykonanie warstwy mrozoochronnej

Warstwę mrozoochronną należy wykonać na przygotowanym nasypie drogowym lub w wykopie, na naturalnym lub ulepszonym podłożu gruntowym, przygotowanym zgodnie z odpowiednim SST.

Warstwa mrozoochronna stabilizowana spoiwami nie powinna być wykonywana, gdy temperatura powietrza jest niższa od zaleceń producenta spoiwa oraz gdy materiały lub podłoże jest zamarznięte. Warstwa mrozoochronna z gruntów lub kruszyw niezwiązanych nie będzie wykonywana, gdy materiały lub podłoże jest zamarznięte i nie jest możliwe osiągnięcie właściwego zagęszczenia.

Warstwę mrozoochronną należy wykonać według jednej z następujących technologii:

- ułożenie warstwy z mieszanki niezwiązanej przygotowanej w wytwórni,
- ułożenie warstwy z gruntu niewysadzinowego pozyskanego z kopalni,
- wykonanie stabilizacji gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu nawiezonego w nasypie metodą na miejscu – tylko w przypadku braku ulepszanego podłoża,
- ułożenie warstwy z mieszanki stabilizowanej spoiwami hydraulicznymi przygotowanej w wytwórni.

Wykonanie warstwy mrozoochronnej powinno być zgodne z Dokumentacją Projektową w zakresie cech geometrycznych, fizyko-mechanicznych. Warstwę należy układać na całej szerokości drogi.

Grubość warstwy mrozoochronnej powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową, pamiętając o ułożeniu luźnej warstwy grubiej o wielkość wynikającą z zagęszczenia materiału.

Uziarnienie mieszanek/gruntów powinno być określone i dobrane w zależności od grubości warstwy. Decydującym parametrem o wyborze uziarnienia są uzyskane parametry warstwy nie mniejsze niż wymagane w Dokumentacji Projektowej.

Minimalna grubość układanej jednorazowej warstwy nie powinna być mniejsza niż 12 cm, a maksymalna grubość warstwy nie powinna przekraczać 25 cm.

Układanie w grubszych warstwach tj. ponad 25 cm możliwe jest po uzyskaniu wymaganych parametrów warstwy na odcinku próbnym i przedstawieniu wyników Inżynierowi.

Warstwę mrozoochronną wytwarzaną w technologii mieszania na miejscu dopuszcza się wykonywać do grubości 40 cm, a po pozytywnych próbach na odcinku próbnym do głębokości na jaką pozwala sprzęt mieszający.

Warstwę mrozoochronną należy wyprofilować i zagęścić do wymagań podanych w punkcie 6.

5.4. Odcinek próbny

Należy określić warunki wykonania odcinka próbnego warstwy mrozoochronnej w celu:

- stwierdzenia, czy stosowany sprzęt jest właściwy do osiągnięcia parametrów warstwy mrozoochronnej

- zgodnych z Dokumentacją Projektową,
- w przypadku wykonania warstwy mrozoochronnej z mieszanki niezwiązanej, gruntu niewysadzinowego lub mieszanki związanej dowożonej z wytwórni, określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy mrozoochronnej po zagęszczeniu,
- w przypadku stabilizacji spoiwami hydraulicznymi lub wapnem metodą na miejscu, określenia skuteczności i głębokości wymieszania gruntu ze spoiwem,
- ustalenia liczby przejazdów sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia i nośności zgodnych z Dokumentacją Projektową,
- określenia czy zastosowany sprzęt pozwoli na uzyskanie cech geometrycznych, zgodnych z Dokumentacją Projektową.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy.

Odcinek próbny powinien mieć co najmniej 100 m długości w przypadku stosowania technologii mieszania na miejscu oraz 50 m długości w przypadku dowożenia materiałów z wytwórni. Szerokość odcinka należy dobrać do stosowanego sprzętu, jednak nie może być ona mniejsza niż 2 m. W przypadku stosowania różnych ilości przejazdów walców dla każdego odcinka wymiary powinny odpowiadać co najmniej minimalnym.

W przypadku wadliwego wykonania odcinka próbnego warstwy mrozoochronnej Wykonawca rozbierze odcinek i zutylizuje materiał lub przedstawi program naprawczy w celu poprawienia wadliwie wykonanych parametrów warstwy.

Na odcinku próbnym należy przeprowadzić co najmniej następujące badania:

- uziarnienie mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego – 1 badanie,
- wytrzymałość na ścislenie mieszanki związanej spoiwem lub gruntu stabilizowanego lub ulepszanego spoiwem – 1 badanie,
- grubość ułożonej warstwy lub głębokość wymieszania – 2 badania,
- zagęszczenie – 2 badania

5.5. Pielęgnacja i utrzymanie ułożonej warstwy

Warstwa mrozoochronna z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym powinna być natychmiast po zagęszczeniu poddana pielęgnacji według metody zaproponowanej przez Wykonawcę. Za zgodą Inżyniera dopuszcza się bezzwłoczne przykrycie warstwy stabilizacji kolejną warstwą bez zagęszczania warstwy zabezpieczającej. Nie dopuszcza się ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie do 7 dni.

Warstwa mrozoochronna z gruntu niewysadzinowego i mieszanki niezwiązanej nie wymaga pielęgnacji.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia napraw warstwy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych takich jak opady deszczu, śniegu i mróz oraz uszkodzeń mechanicznych np. od poruszających się pojazdów.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 6.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przekaze Inżynierowi do akceptacji.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca musi przygotować Badania Typu dla wszystkich stosowanych mieszanek lub wykonać kompleksowe badania gruntu niewysadzinowego. Uzyskane wyniki zostaną przedstawione do Inżyniera.

Produkcja wszystkich rodzajów mieszanek powinna zostać objęta ZKP zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem ministra w sprawie materiałów budowlanych. Mieszanki powinny być produkowane z kruszyw i spoiw podlegających ZKP.

6.3. Badania w czasie robót

W tablicach 7 i 8 przedstawiono minimalne zakresy i częstotliwości badań. W przypadku wykonywania badań opisanych w tablicy 6 w ramach systemu ZKP nie muszą być one powtarzane.

Tablica 7. Minimalna częstotliwość i zakres badań gruntów lub mieszanek na warstwę mrozoochronną

Lp.	Zakres	Rodzaj badań	Częstotliwość
1	2	3	4
1	Mieszanki niezwiązane	1. Uziarnienie 2. Zawartość pyłów ²⁾ 3. Wskaźnik piaskowy 4. CBR 5. Wskaźnik wodoprzepuszczalności	1. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² 2. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² 3. 1 raz na 4000 m ² 4. 1 raz na 20000 m ² 5. 1 raz na 4000 m ²
2	Grunty niewysadzinowe	1. Uziarnienie 2. Zawartość pyłów ¹⁾ 3. Kapilarność bierna, Wskaźnik piaskowy ¹⁾ 4. CBR 5. Wskaźnik wodoprzepuszczalności	1. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² 2. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² 3. 1 raz na 4000 m ² 4. 1 raz na 20000 m ² 5. 1 raz na 4000 m ²
3	Grunty stabilizowane spoiwem	1. Wytrzymałość na ściskanie 2. Natychmiastowy wskaźnik nośności IPI 3. Wilgotność gruntu do stabilizacji 4. Wilgotność optymalna	1. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 4000 m ² 2. Badanie wskaźnikowe, nie mniej niż 1 raz na 20000 m ² i w przypadkach wątpliwych 3. Badanie wskaźnikowe, minimum raz dziennie oraz na żądanie Inżyniera 4. Badanie wskaźnikowe, zgodnie z norma PN-EN 13286-2 i przy każdej zmianie rodzaju gruntu oraz na żądanie Inżyniera
4	Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi	1. Uziarnienie 2. Wytrzymałość na ściskanie 3. Wskaźnik nośności natychmiastowej IPI	1. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² 2. 1 raz na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 4000 m ² 3. Badanie wskaźnikowe, nie mniej niż 1 raz na 20000 m ² i w przypadkach wątpliwych

1) określenie niewysadzinowości gruntów można wykonywać jedną z podanych metod (należy wybrać najbardziej niekorzystną)

2) dla kruszyw słabych zawartość pyłów należy określać po 5-krotnym ubijaniu w aparacie Proctora

Tablica 8. Częstotliwość, zakres badań, pomiarów i tolerancje wykonania warstwy mrozoochronnej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Metodyka pomiaru	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Wymagania i tolerancje wykonania
1	2	3	4	5
1	Szerokość warstwy	Geodezyjnie	10 razy na 1 km	+10 cm, -5 cm
2	Równość podłużna	BN-68/8931-04	10 razy na 1 km	± 2 cm
3	Równość poprzeczna	BN-68/8931-04	10 razy na 1 km	± 2 cm
4	Spadki poprzeczne ¹⁾	Geodezyjnie	10 razy na 1 km	± 0,5%
5	Rzędne wysokościowe	Geodezyjnie	co 10 m w osi jezdni i na jej krawędziach dla dróg ekspresowych, co 20 m dla pozostałych dróg	+ 1 cm, - 2 cm
6	Ukształtowanie osi jezdni w planie ¹⁾	Geodezyjnie	co 10 m w osi jezdni i na jej krawędziach dla dróg ekspresowych, co 20 m dla pozostałych dróg	± 5 cm
7	Grubość warstwy	pomiary in situ	W 3 punktach na dziennej działce roboczej, raz na 1000 m ²	± 10%
8	Zagęszczenie wykonanej warstwy ^{2) 3)}	BN-77/8931-12 PN-S-02205	W 2 punktach na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 1200 m ²	$I_s \geq 1,0$
9	Nośność ⁴⁾	E ₁ , E ₂ wg wzoru B.1 wg PN-S-02205 zał. B	W 2 punktach na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 1200 m ²	KR 1 i 2 - E ₂ ≥ 80 MPa KR 3 - 6 - E ₂ ≥ 70 MPa ⁵⁾ KR 3 i 4 - E ₂ ≥ 100 MPa ⁶⁾

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

2) Oznaczenie wskaźnika I₀ dla warstw stabilizacji należy wykonać dla świeżo ułożonych mieszanek bezpośrednio po wbudowaniu i zagęszczeniu.

3) Dopuszcza się określanie zagęszczenia innymi metodami, takimi jak na przykład VSS i lekka płyta dynamiczna, po ich

skalibrowaniu.

- 4) Badanie nośności można wykonać za pomocą ugięciomierza belkowego Benkelmana, lekkiej płyty dynamicznej lub innego podobnego urządzenia po ich skalibrowaniu. Obciążenie wg pkt.B.4.2 PN-S-02205 jak dla ulepszonego podłoża.
- 5) Przy wykonaniu warstwy z mieszanki niezwiązanej wg pkt. 2.3.
- 6) Przy wykonaniu warstwy z mieszanki związanej wg pkt. 2.6. lub z gruntu stabilizowanego wg pkt. 2.5.

6.4. Zasady postępowania z odcinkami wadliwie wykonanymi

W przypadku nie spełnienia wymagań Wykonawca powinien określić program naprawczy dla takich robót.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej warstwy mrozochronnej.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 8.

Roboty uznaje się za zgodne z Dokumentacją Projektową i „SST Warstwa mrozochronna”, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w Specyfikacji D-U-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² warstwy mrozochronnej w zależności od grubości obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- sprawdzenie i ewentualna naprawa podłoża,
- zakup, dostarczenie i przygotowanie materiałów,
- wykonanie odcinka próbnego,
- wykonanie warstwy mrozochronnej,
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w Specyfikacji Technicznej,
- utrzymanie warstwy w czasie robót.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

1. PN-EN 197-1. Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
2. PN-EN 933-1. Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
3. PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości.
4. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu.
5. PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych.
6. PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badania wskaźnika piaskowego.
7. PN-EN 1008. Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
8. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.
9. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Część 1: Oznaczanie mrozoodporności.
10. PN-ISO 11048. Jakość gleby. Oznaczanie siarczanów (VI) rozpuszczalnych w wodzie i rozpuszczalnych w kwasie.
11. PN-EN 13242+A1. Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
12. PN-EN 13282-1. Hydrauliczne spoiwa drogowe. Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe szybkowiążące. Skład, wymagania i kryteria zgodności

13. PN-EN 13282-2. Hydrauliczne spoiwa drogowe. Część 2: Hydrauliczne spoiwa drogowe normalnie wiążące. Skład, wymagania i kryteria zgodności
14. PN-EN 13285. Mieszanki niezwiązane – Specyfikacja.
15. PN-EN 13286-41. Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
16. PN-EN 13286-45. Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 45: Metoda badania mająca na celu określenie okresu urabialności.
17. PN-EN 13286-47. Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego.
18. PN-EN 13286-50. Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym.
19. PN-EN 14227-15. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie.
20. PN-S-02205. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
21. PN-88/B-04481. Grunty budowlane – Badania próbek gruntu.
22. PN-B-04492. Grunty budowlane – Badania własności fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
23. PN-60/B-04493. Grunty budowlane – Oznaczanie kapilarności biernej.
24. BN-64/8931-01. Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego.
25. BN-68/8931-04. Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
26. BN-70/8931-06. Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym.
27. BN-77/8931-12. Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
28. WT-4 2010. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. Wymagania Techniczne. GDDKiA Warszawa 2010.
29. WT-5 2010. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Wymagania Techniczne. GDDKiA Warszawa 2010.
30. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. GDDKiA. Politechnika Gdańska 2014.