

D-05.03.05C

LUMINESCENCYJNA NAWIERZCHNIAZ BETONU ASFALTOWEGO

1. WSTĘP

1.1 Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (SSTWiORB)

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są szczegółowe wymagania dotyczące wykonania i odbioru luminescencyjnej nawierzchni z betonu asfaltowego AC 5 lub AC 8:

- dla ścieżek rowerowych
- ciągów pieszo-rowerowych
- chodników z mieszank mineralno-asfaltowych

przy realizacji zadania „Rozbudowa drogi powiatowej nr 2359W Radzanów Drzazga wraz z mostem o JNI 01005659przez rzekę Wkra.”

1.2 Zakres stosowania SSTWiORB

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1 na drogach publicznych.

1.3 Zakres robót objętych SSTWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej SSTWiORB mają zastosowanie przy wykonywaniu nawierzchni warstwy ścieralnej o grubości 2,0 – 3,5 cm z mieszanki AC 5 lub AC 8 z posypką, z kruszyw luminescencyjnych.

1.4 Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej SSTWiORB są zgodne z obowiązującymi normami przepisami zawartymi w pkt.10 niniejszej SSTWiORB.

- 1.4.1 Droga publiczna** – droga zaliczona do jednej z kategorii dróg na podstawie ustawy o drogach publicznych (Dz.U. 14 z dnia 21 marca 1985 roku), z której może skorzystać każdy, zgodnie z jej przeznaczeniem, z ograniczeniami i wyjątkami określonymi w ustawie w/w ustawie.
- 1.4.2 Ścieżka rowerowa** – pas terenu w koronie drogi (ulicy) lub poza nią, przystosowany i przeznaczony wyłącznie dla ruchu rowerowego. Ze względu na lokalizację rozróżnia się samodzielne ścieżki rowerowe i ścieżki rowerowe towarzyszące jezdni.
- 1.4.3 Samodzielna ścieżka rowerowa** – ścieżka przeznaczona wyłącznie dla ruchu rowerowego, najczęściej dwukierunkowa oddalona od jezdni dla ruchu kołowego o minimum 9,0 m.
- 1.4.4 Ścieżka rowerowa towarzysząca jezdni** – ścieżka przeznaczona wyłącznie dla ruchu rowerowego, jednokierunkowa po obu stronach jezdni lub dwukierunkowa, położona na koronie drogi (ulicy) w odległości nie mniej niż 1,50 m od krawędzi jezdni.
- 1.4.5 Ciąg pieszo-rowerowy** – część drogi (ulicy), składająca się z chodnika i ścieżki rowerowej położonych obok siebie w pasie drogi (ulicy) lub poza nim.
- 1.4.6 Chodnik z mieszanki mineralno-asfaltowej** – wydzielona powierzchnia przeznaczona do ruchu pieszego wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej ułożonej na odpowiedniej podbudowie.
- 1.4.7 Kruszywo luminescencyjne KL (dalej: "KL")** – kruszywo sztuczne o uziarnieniu 2/4mm, 4/8mm, 8/16mm lub ich mieszaniny, zawierające w swoim składzie luminofor wykazujący zjawisko fosforescencji, emitujące światło o barwie Sky Blue lub Yellow Green lub Blue Green (nazewnictwo oryginalne Producentów).

- 1.4.8 Kruszywo naturalne** – kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce (suszenie nie jest obróbką).
- 1.4.9 Karta techniczna** – jest to dokument wydany przez Producenta materiału opisujący wyrób, jego właściwości i zawierający instrukcje stosowania.
- 1.4.10 Karta charakterystyki** – dokument zawierający opis zagrożeń, które może spowodować określona substancja lub mieszanina chemiczna, a także zawierająca podstawowe dane fizykochemiczne na jej temat. Informuje o potencjalnych zagrożeniach związanych z substancją (mieszaniną), metodach ich zapobiegania i procedurach jakie należy wykonać w razie wystąpienia skażenia opisywaną substancją (mieszaniną).
- 1.4.11 Warstwa ścieralna** – górna warstwa nawierzchni będąca w bezpośrednim kontakcie z kołami pojazdów.
- 1.4.12 Mieszanka mineralno-asfaltowa (dalej: „mma”)** – mieszanka kruszyw i lepiszcza asfaltowego.
- 1.4.13 Beton asfaltowy (dalej: „AC”)** – mieszanka mineralno-asfaltowa ułożona i zagęszczona.
- 1.4.14 Kategoria ruchu (dalej: „KR”)** – obciążenie drogi ruchem samochodowym. Wyrażone w osiach obliczeniowych (100kN) na obliczeniowy pas ruchu na dobę.
- 1.4.15 Wymiar mieszanki mineralno-asfaltowej** – określenie mieszanki mineralno-asfaltowej, ze względu na największy wymiar kruszywa D, np. wymiar 5 mm lub 8 mm.
- 1.4.16** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.1.5.

1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z projektem. Wymagania dotyczące robót zgodne są z punktem 1.5 OST D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

2 Materiały

2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w OST D-M-00.00.00. „Wymagania Ogólne” pkt 2.

Wszystkie zastosowane materiały budowlane powinny być dopuszczone do obrotu i stosowania oraz posiadać deklarację właściwości użytkowych (DWU) oraz certyfikat CE. Za jakość stosowanych materiałów odpowiada Wykonawca.

Producenci wszystkich materiałów powinni mieć wdrożoną Zakładową Kontrolę Produkcji (ZKP) wyrobu, w systemie 4 zgodnie z normami.

2.2 Materiały do wykonania robót

2.2.1 Materiały mieszanki mineralno-asfaltowej (mma)

2.2.1.1 Asfalt 50/70

Do mma warstwy ścieralnej należy stosować asfalt 50/70 o parametrach podanych w Tabelcy 1.

Tablica 1 Wymagania wobec asfaltu 50/70

Lp.	Właściwości	Metoda badania	Jednostka	Asfalt drogowy 50/70
1.	Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	50-70
2.	Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	46-54
3.	Pozostała penetracja	PN-EN 12607-1	%	≥ 50
4.	Wzrost temperatury mięknięcia		°C	≤ 9
5.	Zmiana masy		%	≤ 0,5
6.	Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 230
7.	Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99,0
8.	Temperatura łamliwości	PN-EN 12593	°C	≤ -8

Asfalt drogowy powinien być magazynowany w zbiorniku wyposażonym w system grzewczy pośredni ztermostatem kontrolującym temperaturę z dokładnością $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

2.2.1.2 Kruszywo do mieszanki AC

Kruszywo do mma warstwy ścieralnej dróg obciążonych ruchem KR1-KR2 powinno mieć wdrożony SystemOceny Zgodności 4 zgodnie z PN-EN 13043.

Do mieszanki AC należy stosować kruszywo zgodnie z Tablicami: 2, 3, 4, 5.

Tablica 2 Wymagane właściwości kruszywa grubego do warstwy ścieralnej z mieszanki AC

Właściwości kruszywa grubego	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
	KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż:	$G_{e\ 85/20}$
Tolerancje uziarnienia; kategorie:	$G_{25/15}$, $G_{20/15}$ $G_{20/17,5}$
Zawartość pyłów według PN-EN 933-1, kategoria nie wyższa niż:	f_2
Kształt kruszywa według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż:	FI_{25} lub SI_{25}
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	$C_{\text{Deklarowana}}$
Odporność kruszywa na rozdrabnianie według normy PN-EN1097-2, badana na kruszywie o wymiarze 10/14 , rozdział 5; kategoria nie wyższa niż:	LA_{30}
Odporność na polerowanie kruszywa (badana na normowejfrakcji kruszywa do mieszanki mineralno-asfaltowej) według PN-EN 1097-8, kategoria nie niższa niż:	PSV_{44}
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 lub 9:	deklarowana przez producenta
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 w 1% NaCl, wartość nie wyższa niż w %:	10

„Zgorzel słoneczna” bazaltu według PN-EN 1367-3, wymagana kategoria:	SB _{LA}
Skład chemiczny - uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3:	deklarowany przez producenta
Grube zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1744-1 p. 14.2, kategoria nie wyższa niż:	m _{LPC} 0,1

Tablica 3 Wymagane właściwości kruszywa łamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu do D≤8 mm do warstwy ścieralnej z mieszanki AC

Właściwości kruszywa łamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
	KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1, wymagana kategoria:	G _{A85} lub G _{F85}
Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż według kategorii:	G _{TcNR}
Zawartość pyłów według PN-EN 933-1, kategoria nie wyższa niż:	f ₁₆
Jakość pyłów według PN-EN 933-9; kategoria nie wyższa niż:	MB _{F10}
Kanciastość kruszywa drobnego według PN-EN 933-6, rozdz. 8, kategoria nie niższa niż:	E _{cs} Deklarowana
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
Grube zanieczyszczenia lekkie, według PN-EN 1744-1, p. 14.2, kategoria nie wyższa niż:	m _{LPC} 0,1

Tablica 4 Wymagane właściwości kruszywa nielamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu do D≤8 mm do warstwy ścieralnej z mieszanki AC

Właściwości kruszywa nielamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
	KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1, wymagana kategoria:	G _{A85} lub G _{F85}
Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż według kategorii:	G _{TcNR}
Zawartość pyłów według PN-EN 933-1, kategoria nie wyższa niż:	f ₃
Jakość pyłów według PN-EN 933-9; kategoria nie wyższa niż:	MB _{F10}
Kanciastość kruszywa drobnego według PN-EN 933-6, rozdz. 8, kategoria nie niższa niż:	E _{cs} deklarowana
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
Grube zanieczyszczenia lekkie, według PN-EN 1744-1, p. 14.2, kategoria nie wyższa niż:	m _{LPC} 0,1

Tablica 5 Wymagane właściwości wypełniacza do warstwy ścieralnej z mieszanki AC

Właściwości wypełniacza	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
	KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-10:	zgodne z tablicą 24 w PN-EN 13043
Jakość pyłów według PN-EN 933-9, kategoria nie wyższa niż:	MB _F 10
Zawartość wody według PN-EN 1097-5, nie wyższa niż:	1 %(m/m)
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-7	deklarowana przez producenta
Wolne przestrzenie w suchym zagęszczonym wypełniaczu według PN-EN 1097-4, wymagana kategoria:	V _{28/45}
Przyrost temperatury mięknięcia według PN-EN 13179-1, wymagana kategoria:	Δ _{R&B8/25}
Rozpuszczalność w wodzie według PN-EN 1744-1, kategoria nie wyższa niż:	WS ₁₀
Zawartość CaCO ₃ w wypełniaczu wapiennym według PN-EN 196-2, kategoria nie niższa niż:	CC ₇₀
Zawartość wodorotlenku wapnia w wypełniaczu mieszanym, wymagana kategoria	Ka 20
„Liczba asfaltowa” według PN-EN 13179-2, wymagana kategoria:	BN _{Deklarowana}

2.2.1.3 Środek adhezyjny

Zastosowane kruszywo mineralne i lepiszcze asfaltowe powinny wykazywać powinowactwo fizykochemiczne, zapewniające odpowiednią przyczepność (adhezję) lepiszcza do kruszywa i odporność mma na działanie wody. W celu poprawy powinowactwa lepiszcza asfaltowego do kruszywa należy stosować środki poprawiające adhezję. Środek adhezyjny i jego ilość powinny być dostosowane do konkretnego kruszywa i lepiszcza. Ocenę przyczepności należy określić na podstawie badania według PN-EN 12697-11, metoda A po 6h obracania, stosując kruszywo 8/11 jako podstawowe (dopuszcza się inne wymiary w wypadku braku wymiaru podstawowego do tego badania). Wymagana przyczepność wynosi nie mniej niż 80%. Rodzaj i ilość użytego środka adhezyjnego powinna być udokumentowana w sprawozdaniu z badania przyczepności i załączona do badania typu.

2.2.1.4 Materiały do uszczelnienia połączeń i krawędzi

Do uszczelnienia połączeń technologicznych (tj. złączy podłużnych i poprzecznych z tego samego materiału wykonywanego w różnym czasie oraz spoin stanowiących połączenia różnych materiałów lub połączenie warstwy asfaltowej z urządzeniami obcymi w nawierzchni lub ją ograniczającymi, należy stosować:

- materiały termoplastyczne, jak taśmy asfaltowe, pasty itp. Wg norm lub aprobat technicznych,
- emulsję asfaltową wg PN-EN 13808 lub inne lepiszcza wg norm lub aprobat technicznych. Grubość materiału termoplastycznego od spoiny powinna wynosić:
 - nie mniej niż 10 mm przy grubości warstwy technologicznej do 2,5cm
 - nie mniej niż 15 mm przy grubości warstwy technologicznej większej niż 2,5 cm.

Do uszczelnienia krawędzi należy stosować asfalt drogowy wg PN-EN 12591, asfalt modyfikowany polimerami wg PN-EN 14023 „metodą na gorąco”. Dopuszcza się inne rodzaje lepiszcza wg normi aprobat technicznych.

2.2.1.5 Materiały do złączenia warstw konstrukcji

Do złączenia warstw konstrukcji nawierzchni (np. warstwa wiążąca z warstwą ścierną) należy stosować kationowe emulsje asfaltowe lub kationowe emulsje modyfikowane polimerami wg PN-EN 13808.

2.2.2 Materiały na posypkę luminescencyjną

2.2.2.1 Kruszywo luminescencyjne (KL)

Producent KL powinien mieć wdrożoną Zakładową Kontrolę Produkcji w systemie 4 zgodnie z normą PN-EN 13055. Posypkę luminescencyjną może stanowić KL emitujące światło o barwie: Sky Blue lub Yellow Green lub BlueGreen, lakierowane żywicą poliasparginową o uziarnieniu:

- 2/8 stanowiące mieszankę KL 2/4 i 4/8 w proporcji 1:1 wagowo lub
- 4/16 stanowiące mieszankę KL 4/8 i 8/16 w proporcji 1:1 wagowo lub
- 4/8 lub
- 8/16.

Uziarnienie, barwę oraz ilość w kg/m^2 posypki luminescencyjnej należy określić w przetargowej dokumentacji projektowej. Do KL Wykonawca powinien dostarczyć:

- atest higieniczny PZH informujący o przydatności do stosowania tego wyrobu w budownictwie infrastrukturalnym oraz kubaturowym,
- karta charakterystyki Producenta.

KL powinno spełniać wymagania podane w Tabelicy 6, 7, 8, 8a, 8b.

Tablica 6 Wymagania wobec uziarnienia KL 2/4mm, 4/8mm oraz 8/16mm

Wymiar	Procent przechodzącej masy, %	Norma badawcza
2 D	100	PN-EN 933-1 met. Na sucho
1,4 D	98 – 100	
D	85 – 99	
d	0 – 35	
d/2	0 – 5	
f	$f_{0,5}$	

Tablica 7 Minimalne wymagania wobec KL 2/4mm, 4/8mm oraz 8/16mm

Badana właściwość	Kategoria lub zakres	Norma badawcza	
Zawartość pyłów, %	$\leq 0,5$	PN-EN 933-1 met. „na sucho”	
Nadziarno, %	1 – 15	PN-EN 933-1 met. „na sucho”	
Podziarno	0 – 35	PN-EN 933-1 met. „na sucho”	
Rozpuszczalność w wodzie, %	< 1	PN-EN 1744-1 pkt. 16.1	
Gęstość kruszywa*, Mg/m^3 (dla fr. $\leq 4\text{mm}$)	ρ_a	Deklarowana (nie więcej niż 2,0)	PN-EN 1097-6
	ρ_{ssd}		
	ρ_{rd}		
Gęstość kruszywa*, Mg/m^3 (dla fr. $\geq 4\text{mm}$)	ρ_{La}	Deklarowana (nie więcej niż 2,0)	
	ρ_{Lssd}		
	ρ_{Lrd}		
Gęstość kruszywa*, Mg/m^3	ρ_b	Deklarowana (nie więcej niż 1,2)	PN-EN 1097-3
Nasiąkliwość kruszywa W_{A24} , % (dla fr. $\leq 4\text{mm}$)	$\leq 2,0$	PN-EN 1097-6	
Nasiąkliwość kruszywa W_{A124} , % (dla fr. $\geq 4\text{mm}$)	$\leq 2,0$		
Zawartości ziaren o powierzchni całkowitej przekruszonej, % (dla fr. $\geq 4\text{mm}$)	100	PN-EN 933-5	

Zawartość ziaren nieforemnych – Wskaźnik kształtu, % (dla fr. $\geq 4\text{mm}$)	≤ 15	PN-EN 933-4
Zawartość wody, %	$\leq 0,5$	PN-EN 1097-5
Minimalna luminancja w czasie	Zgodnie z tabelą 8, 8a i 8b	Wg Procedury – Załącznik A
Barwa emisji światła	Sky Blue lub Yellow Green lub Blue Green	–

*gęstość kruszywa do wyboru wg normy PN-EN 1097-3 lub PN-EN 1097-6

Tablica 8 Minimalne wymagania luminancji dla KL 2/4mm

Czas [minuty]	Luminancja [mcd/m ²]	Metoda badań
10	50	Wg Procedury – Załącznik A
30	20	
60	11	
120	6	
240	3	
360	2	
720	1	

Tablica 8a Minimalne wymagania luminancji dla KL 4/8mm

Czas [minuty]	Luminancja [mcd/m ²]	Metoda badań
10	35	Wg Procedury – Załącznik A
30	16	
60	9	
120	6	
240	3	
360	2	
720	1	

Tablica 8b Minimalne wymagania luminancji dla KL 8/16mm

Czas [minuty]	Luminancja [mcd/m ²]	Metoda badań
10	33	Wg Procedury – Załącznik A
30	15	
60	9	
120	5	
240	3	
360	2	
720	1	

2.2.2.2 Żywica poliasparginowa do otoczenia KL

Materiałem do zabezpieczenia KL powinna być bezbarwna, chemoutwardzalna żywica poliasparginowa.

Charakterystyka:

- szybkie utwardzanie
- odporność na promieniowanie UV,
- doskonałe właściwości mechaniczne,
- przezroczystość po utwardzeniu.

2.2.3 Składowanie materiałów

Ogólne wymagania dotyczące składowania materiałów podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 2.

Ponad to:

- paczkowane KL należy przechowywać w zamkniętych opakowaniach w sposób zabezpieczający przed zawilgoceniem, zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z innymi kruszywami.
- kruszywo do mma powinno być składowane w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z kruszywami innego pochodzenia oraz innych frakcji, podłoże składowiska powinno być równe, utwardzone i odwodnione,
- wypełniacz powinien być składowany w silosach wyposażonych w urządzenia do aeracji, sposób zabezpieczający przed zawilgoceniem,
- składowanie środka adhezyjnego jest dozwolone tylko w oryginalnych opakowaniach, w warunkach określonych przez producenta,
- żywicę poliasparginową należy przechowywać w oryginalnych pojemnikach i zgodnie z zaleceniami zawartymi w karcie charakterystyki lub karcie technicznej produktu,
- materiały termoplastyczne należy składować w oryginalnych opakowaniach zgodnie z wymaganiami producenta,
- emulsję asfaltową należy składować w opakowaniach transportowych lub w stacjonarnych zbiornikach pionowych z nalewakiem od dna. Nie należy nalewać emulsji do opakowań i zbiorników zanieczyszczonych materiałami mineralnymi.

3 Sprzęt

3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 3.

3.2 Sprzęt do wykonania nawierzchni z betonu asfaltowego (AC)

Przy wykonywaniu robót Wykonawca w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót, jak:

- wytwórnia (otaczarka) o mieszaniu cyklicznym lub ciągłym, z automatycznym komputerowym sterowaniem produkcji, do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych,
- układarka z elektronicznym sterowaniem równości układanej warstwy,
- skrapiarka,
- walce stalowe gładkie, lekkie i średnie,
- posypywarka do kruszywa luminescencyjnego,
- opcjonalnie sonda PQI do kontroli zagęszczenia warstwy,
- szczotki mechaniczne i/lub inne urządzenia czyszczące,
- samochody samowładowcze z przykryciem brezentowym,
- drobny sprzęt pomocniczy.

4 Transport

4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 4.

4.2 Wymagania dotyczące transportu materiałów

- Asfalt należy przewozić w cysternach kolejowych lub samochodach izolowanych i zaopatrzonych w urządzenia umożliwiające pośrednie ogrzewanie oraz zaopatrzonych w zawory spustowe,
- kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem,
- wypełniacz należy przewozić w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbrzyleniami zanieczyszczeniem,
- KL należy przewozić w zamkniętych opakowaniach w sposób zabezpieczający przed zawilgoceniem, zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z innymi kruszywami,
- żywicę poliasparginową należy przewozić w szczelnych opakowaniach, zabezpieczonych

przed uszkodzeniem zgodnie z wymogami zawartymi w karcie charakterystyki. Materiały żywiczne powinny być pakowane w oryginalne opakowania producenta. Na każdym opakowaniu powinna być umieszczona etykieta zawierająca następujące dane:

- nazwę producenta,
- nazwę wyrobu,
- datę produkcji,
- masę netto,
- termin przydatności do użycia.

Materiały żywiczne powinny być przechowywane w suchych, chłodnych miejscach z dala od źródeł ognia i elementów grzejnych,

- emulsja asfaltowa może być transportowana w zamkniętych cysternach, autocysternach, beczkach i innych opakowaniach pod warunkiem, że nie będą korodowały pod wpływem emulsji i nie będą powodowały jej rozpadu,
- mieszankę AC należy dowozić na budowę pojazdami samowładowymi w zależności od postępu robót. Podczas transportu i postoju przed wbudowaniem mieszanka powinna być zabezpieczona przed ostygnięciem i dopływem powietrza (przez przykrycie). Warunki i czas transportu mieszanki, od produkcji do wbudowania, powinna zapewniać utrzymanie temperatury w wymaganym przedziale. Powierzchnie ładunkowe używane do transportu mieszanki powinny być czyste, a do zwilżania tych powierzchni można używać tylko środki antyadhezyjne niewpływające szkodliwie na mieszankę,
- materiały termoplastyczne należy przewozić zgodnie z zaleceniami producenta.

5 Wykonanie robót

5.1 Ogólne zasady wykonania robót

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

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mma (badanietypu) wraz z wymaganymi przez normę PN-EN 13108-20 załącznikami. Dla KL należy dostarczyć DWU, oznakowanie CE oraz sprawozdania z badań przywołanych w p. 2.2.2.1.

5.2 Projektowanie mieszanki AC (badanie typu)

Uziarnienie mieszanki mineralnej, minimalna zawartość asfaltu całkowitego B podane są w Tablicy 9. Wymagane właściwości mieszanki AC podane są w Tablicy 10.

Tablica 9 Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz minimalna zawartość asfaltu B

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]	
	AC 5 S	AC 8 S
Wymiar sita #, [mm]	od	do
11,2	-	100
8	100	90 – 100
5,6	90 – 100	70 – 90
2	40 – 65	45 – 60
0,125	8 – 22	8 – 22
0,063	6,0 – 14,0	6,0 – 14,0
Zawartość asfaltu całkowitego B*	B _{min} 6,2	B _{min} 6,0

*) UWAGA: podane minimalne zawartości lepszczą dotyczą AC o referencyjnej gęstości mieszanki mineralnej równej 2,65 Mg/m³. W przypadku uzyskania innej gęstości mieszanki mineralnej należy dla B_{min} zastosować współczynnik korygujący α wg wzoru (1):

$$\alpha = 2,65 / \rho_a \quad (1)$$

ρ_a – gęstość objętościowa ziarn kruszywa mieszanki mineralnej, w megagramach na metr sześcienny (Mg/m^3), określona zgodnie z normą PN-EN 1097-6.

Tablica 10 Wymagane właściwości mieszanki AC do warstwy ścieralnej

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	AC 5 S	AC 8 S
Zawartość wolnych przestrzeni	ubijanie, 2 × 50 uderzeń. Temp. zagęszczania 135±5°C	PN-EN 12697-8, p. 4		$V_{min} 1,0$ $V_{max} 3,0$
Wolna przestrzeń wypełniona lepiszczem	ubijanie, 2 × 50 uderzeń. Temp. zagęszczania 135±5°C	PN-EN 12697-8, p. 5		VFB _{min} 75 VFB _{max} 93
Zawartość wolnej przestrzeni w mieszance mineralnej	ubijanie, 2 × 50 uderzeń. Temp. zagęszczania 135±5°C	PN-EN 12697-8, p. 5		VMA _{min} 14
Wrażliwość na działanie wody ^{a)}	ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°Cz jednym cyklem zamrażania, badanie w 25°C		ITSR ₉₀
^{a)} Ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1, WT-22014				

5.3 Wytwarzanie mieszanki AC

Producent mma zobowiązany jest posiadać certyfikat ZKP na mieszanki AC na bazie asfaltu drogowego o odpowiednim uziarnieniu i prowadzić Zakładową Kontrolę Produkcji (ZKP) w systemie zgodności 4 zgodnie z PN-EN 13108-21.

Wytwarzanie mma powinno odbywać się w WMA o cyklicznym lub ciągłym systemie produkcji mieszanki, w oparciu o receptę laboratoryjną, zatwierdzoną przez Inżyniera. Mma należy produkować w otaczarni, zapewniającej prawidłowe dozowanie składników, ich wysuszenie i wymieszanie oraz zachowanie temperatury składników i gotowej mma.

Mma zaleca się wbudowywać bezpośrednio po wyprodukowaniu, bez magazynowania na zapas. Przechowywanie wyprodukowanej mma w silosie może mieć miejsce tylko w sytuacjach awaryjnych.

Lepiszczta asfaltowe należy przechowywać w zbiorniku z pośrednim systemem ogrzewania, z układem termostatowania zapewniającym utrzymanie żądanej temperatury z dokładnością ± 5°C. Temperatura lepiszczta asfaltowego w zbiorniku magazynowym (roboczym) nie powinna przekraczać poniższych wartości:

- asfalt drogowy 50/70 150÷170°C.

Kruszywo powinno być wysuszone i podgrzane tak, aby mieszanka mineralna uzyskała temperaturę właściwą do otoczenia lepiszczem asfaltowym. Temperatura mieszanki mineralnej nie powinna być wyższa o więcej niż 30°C od najwyższej temperatury mieszanki mineralno-asfaltowej podanej poniżej:

- temperatura mma na asfalcie 50/70 165÷175°C,

Najniższa temperatura dotyczy mma dostarczonej na miejsce wbudowania, a najwyższa temperatura dotyczy mma bezpośrednio po wytworzeniu w wytwórni MMA.

Początkowa temperatura mma w czasie zagęszczania 140÷160°C.

5.4 Przygotowanie kruszywa luminescencyjnego

KL przed dostarczeniem na budowę i rozsypaniem na powierzchni warstwy ścieralnej powinno zostać otoczone żywicą poliasparginową w ilości:

- frakcja 2/4 -1,5% wag.,

- frakcja 4/8 -1,5% wag.,
- frakcja 8/16 – 1,0% wag.

Oraz powinno zostać dostarczone na budowę w zamkniętych pojemnikach, w których uziarnienie oraz ilość kruszywa zgodna będzie z ilością wymaganą na daną powierzchnię działki roboczej. Pojemniki należy czytelnie opisać: frakcja, kolor, ilość kg na wielkość działki roboczej w m².

5.5 Podział odcinka na działki robocze

Przed przystąpieniem do wykonania luminescencyjnej nawierzchni z mieszanki AC korzystnie jest podzielić odcinek na działki robocze ok. 10mb. każda, lub mniejsze, aby kontrolować zużycie KL.

5.6 Przygotowanie podłoża

Podłoże pod warstwę ścieralną powinno być oczyszczone i skropione emulsją C60B3 ZM w ilości 0,2 – 0,4 kg/m² (nowo wykonana warstwa asfaltowa w podłożu) lub w ilości 0,3 – 0,5 kg/m² przy podłożu bitumicznym frezowanym lub w złym stanie) Powierzchnia powinna być skropiona emulsją asfaltową z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym, niezbędnym na odparowanie wody.

Powierzchnie boczne krawężników, włazów, wpustów i tym podobnych urządzeń, przylegające do układanej mieszanki mineralno-asfaltowej powinny być zabezpieczone materiałami termoplastycznymi (taśmy, pasty itp.) uzgodnionymi z Inżynierem.

5.7 Warunki atmosferyczne

Mma należy wbudowywać jedynie w sprzyjających warunkach atmosferycznych, przy dodatniej temperaturze otoczenia i przy braku silnego wiatru, tak aby zapewnić odpowiednie zagęszczenie układanej warstwy. Nie dopuszcza się układania mma podczas opadów atmosferycznych.

Tablica 11 Minimalna temperatura otoczenia podczas wykonywania warstw asfaltowych

Rodzaj warstwy	Minimalna temperatura podłoża	Minimalna temperatura powietrza
Warstwa ścieralna o grubości ≥ 3 cm	+5	+10
Warstwa ścieralna o grubości < 3 cm	+10	+10

5.8 Próba technologiczna

Ustalony skład wejściowy mma powinien przed ostatecznym zastosowaniem zostać sprawdzony w warunkach budowy, poprzez wykonanie próby technologicznej. Próba technologiczna ma na celu sprawdzenie zgodności właściwości wyprodukowanej mma z badaniem typu. W tym celu należy zaprogramować otaczarkę zgodnie z receptą roboczą i w cyklu automatycznym produkować mieszankę. Do badań należy pobrać mieszankę wyprodukowaną po ustabilizowaniu się pracy otaczarki.

Nie dopuszcza się oceniania dokładności pracy otaczarki oraz prawidłowości składu mieszanki mineralnej na podstawie tzw. suchego zarobu, z uwagi na możliwą segregację kruszywa.

Mieszankę wyprodukowaną po ustabilizowaniu się pracy otaczarki należy załadować na samochód. Próbkę do badań należy pobierać ze skrzyni samochodu zgodnie z metodą określoną w PN-EN 12697-27 lub bezpośrednio z rozkładarki.

5.9 Wbudowanie i zagęszczenie luminescencyjnej warstwy z betonu asfaltowego

Układanie mma może odbywać się tylko przy użyciu mechanicznej układarki całą szerokością. Układanie mieszanki musi odbywać się w sposób ciągły, bez przestoju, z jednostajną prędkością. Układarka powinna być stale zasilana w mieszankę tak, aby w koszu zasypowym zawsze znajdowała się minimalna jej ilość.

Mma powinna być wbudowywana rozkładarką wyposażoną w układ automatycznego sterowania grubością warstwy i utrzymywania niwelety zgodnie z Dokumentacją Projektową. W miejscach niedostępnych dla sprzętu dopuszcza się wbudowywanie ręczne. Rozkładarka powinna poruszać się ze stałą prędkością i bez zbędnych zatrzymań.

KL należy rozsypanywać na powierzchni warstwy ścieralnej w sposób ręczny bądź mechaniczny w ilości przewidzianej w przetargowej dokumentacji projektowej bezpośrednio po rozłożeniu mma. Kruszywo powinno zostać całkowicie wciśnięte w warstwę, lecz nie powinno być zatopione. Sposób zagęszczania mma wraz z KL zostanie opisany w przygotowanych przez Wykonawcę wytycznych zagęszczania.

Warstwy wałowane powinny być równomiernie zagęszczone walcami drogowymi.

Temperatura wbudowywanej mieszanki nie powinna być niższa od temperatury minimalnej podanej w pkt. 5.3.

6 Kontrola jakości robót

6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne warunki kontroli jakości robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 6. Sprawdzeniu jakości robót przy wykonywaniu luminescencyjnej nawierzchni z betonu asfaltowego podlegają wszystkie etapy i procesy technologiczne w trakcie ich prowadzenia. Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem nawierzchni prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

6.2 Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przedstawić Inżynierowi wyniki wszystkich badań materiałów przeznaczonych do produkcji mieszanki AC w celu zatwierdzenia źródeł poboru materiałów. Można posługiwać się wynikami przedstawionymi przez dostawcę materiałów. Obowiązują zasady zawarte w PN-EN 13108-20 załącznik A Tablica A.1. Wykonawca przedstawia badanie typu dla AC.

Dla kruszywa KL należy dostarczyć DWU oraz oznakowanie CE oraz sprawozdania z badań przywołanych w p. 2.2.2.1.

6.3 Badania w czasie i po ułożeniu warstwy

KL powinno zostać przygotowane w pełnej ilości na całość wykonywanego odcinka.

Tablica 12 Zakres oraz częstość badań i pomiarów w czasie wytwarzania i wbudowywania

Lp.	Właściwość	Częstość badań
Badania materiałów do mma		
1.	Uziarnienie kruszywa	1 raz na 2000 ton dla każdej frakcji
2.	Uziarnienie wypełniacza	1 raz na 500 ton
3.	Właściwości asfaltu - penetracja w 25°C lub temperatura mięknięcia wg. PiK	1 raz na każde 300 ton dostawy
Badania KL		
4	Uziarnienie i zawartość wody w kruszywie luminescencyjnym KL	1 raz na 2000 kg lub 1 raz na dostawę
5	Minimalna luminancja w czasie	1 raz na 2000 kg lub 1 raz na dostawę
Badania mma		
6.	Temperatura składników	nadzór ciągły
7.	Temperatura mieszanki	każdy samochód po załadunku i w czasie wbudowania
8.	Zawartość asfaltu całkowitego w mieszance mineralno-asfaltowej	1 raz na 500 ton wyprodukowanej mma, przynajmniej raz dziennie w trakcie produkcji mma
9.	Uziarnienie mieszanki mineralno-asfaltowej	1 raz na 500 ton wyprodukowanej mma, nie rzadziej niż raz dziennie w trakcie produkcjimmma
10.	Zawartość wolnych przestrzeni w próbkach Marshalla	1 raz na 500 ton wyprodukowanej mma, nie rzadziej niż raz dziennie w trakcie produkcjimmma
Badania w trakcie wykonania warstwy ścieralnej i po jej wykonaniu		
11.	Wskaźnik zagęszczenia warstwy	- 1 raz dziennie
12	Kontrola ilości KL w kg/m ²	Na podstawie zużycia
13	Grubość warstwy	3 punkty pomiarowe na całej długości odcinka lub raz dziennie

6.3.1 Ocena wizualna

Ocena wizualna polega na wzrokowej ocenie jakości wykonanych robót. Wygląd warstwy ścieralnej powinien być jednorodny, bez miejsc „przeasfaltowanych”, porowatych, łuszczących się, spękanych.

Posypka z KL powinna być jednorodna, mocno wklejona w podłoże oraz równomiernie rozłożona - ocenaw warunkach dziennych i nocnych.

6.4 Dopuszczalne odchyłki

Do oceny jakości mma mogą posłużyć wyniki badań wykonanych w ramach zakładowej kontroli produkcji wg PN-EN 13108-21.

Wszystkie właściwości materiałów składowych oraz wyprodukowanej mma powinny być zgodne z wymaganiami niniejszej specyfikacji w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Właściwości te należy oceniać na podstawie badań pobranych próbek materiałów składowych jako mma przed wbudowaniem (wbudowanie oznacza kompletne wykonanie warstwy asfaltowej).

Badanie zawartości lepiszcza rozpuszczalnego S w mma należy wykonać zgodnie z PN-EN 12697-1 z próbki pobranej z mma.

Otrzymana zawartość lepiszcza rozpuszczalnego z każdej pobranej pojedynczej próbki nie może odbiegać od wartości lepiszcza rozpuszczalnego zawartego w badaniu typu o więcej niż podano w Tabelicy 13.

Kruszywo po ekstrakcji należy przesiać zgodnie z PN-EN 12697-2.

Dopuszczalne tolerancje uziarnienia dla poszczególnych sit nie mogą przekraczać wartości podanych w Tabelicy 13.

Tablica 13 Dopuszczalne odchyłki dotyczące pojedynczego wyniku badania zawartości składników mieszanki mineralno-asfaltowej względem składu zaprojektowanego [% m/m] dla AC

Lp.	Składniki mieszanki mineralno-asfaltowej	Dopuszczalne odchyłki, %
1.	Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) D	± 8
2.	Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) D/2 lub sito charakterystyczne	± 7
3.	Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 2,0	± 6
4.	Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 0,125	± 5
5.	Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 0,063	± 3,0
6.	Asfalt rozpuszczalny S	± 0,3

6.4.1 Grubość warstwy

Grubość luminescencyjnej nawierzchni z betonu asfaltowego należy określić na odwierconym rdzeniu w sposób niszczący zgodnie z PN-EN 12697-36. Dopuszczalna tolerancja grubości wynosi $\pm 10\%$ wartości projektowanej. Dopuszcza się określenie grubości warstwy w sposób pośredni metodami geodezyjnymi jako uśredniony pomiar grubości dla danego odcinka.

6.4.2 Wskaźnik zagęszczenia

W przypadku sprawdzenia zagęszczenia warstwy metodą niszczącą należy pobrać próbkę mma w postaci rdzenia a następnie w wyniku porównania jej gęstości objętościowej do gęstości objętościowej referencyjnej obliczyć wskaźnik zagęszczenia w procentach z dokładnością do 0,1%.

6.4.3 Równość podłużna i poprzeczna

Do pomiaru równości podłużnej należy stosować metodę równoważną użyciu łąty i klina z wykorzystaniem planografu.

W miejscach niedostępnych dla planografu oraz do pomiaru równości poprzecznej nawierzchni należy zastosować metodę łąty i klina. Dopuszczalne odchylenie równości podłużnej i poprzecznej nie może przekraczać 9 mm.

7 Obmiar robót

7.1 Ogólne zasady obmiaru robót

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

7.2 Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest metr kwadratowy (m²) wykonanej luminescencyjnej nawierzchni z betonu asfaltowego.

8 Odbiór robót

8.1 Ogólne zasady odbioru robót

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, szczegółową specyfikacją techniczną. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań i kontroli należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Odbiorowi podlega także wizualna ocena jakości wykonanej nawierzchni luminescencyjnej z betonu asfaltowego. Jeżeli wszystkie badania dały wyniki pozytywne i ocena wizualna nawierzchni jest zadowalająca, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Odbiorowi podlega także wizualna ocena jakości wykonanej luminescencyjnej nawierzchni z betonu asfaltowego. W przypadku, gdy jedno badanie dało wynik negatywny lub ocena wizualna jest niezadowalająca, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami SSTWiORB.

W przypadku niezgodności robót z wymaganiami, roboty uznaje się za niezgodne z przetargową dokumentacją projektową i Wykonawca zobowiązany jest do ich poprawy na własny koszt.

Podstawą odbioru robót będą wypełnione protokoły wykonania robót.

9 Podstawa płatności

9.1 Ustalenia ogólne

Ogólne zasady dotyczące płatności podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 9.

9.2 Cena jednostkowa

Cena jednostkowa uwzględnia:

- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- przygotowanie podłoża,
- ułożenie nawierzchni,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, badań i sprawdzeń,
- oczyszczenie terenu robót,
- oznakowanie miejsca robót.

10 Przepisy związane

Dz.U. z dnia 10 marca 2015 r. poz. 329	Rozporządzenie MliR z dnia 17 lutego 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich sytuowanie, ogłoszone w Dz.U. z dnia 10 marca 2015 r. poz. 329
WT 1 2014	Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń nadrogach krajowych
WT 2 2014 część I	Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne.

WT 2 2016 część II	Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych. Wymagania Techniczne.
BN-8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką.
PN-EN 1097-5	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
PN-EN 1097-7	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 7: Oznaczanie gęstości wypełniacza. Metoda piknometryczna
PN-EN 12697-1	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 1: Oznaczanie zawartości lepiszcza rozpuszczalnego
PN-EN 12697-2	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 2: Oznaczanie składu ziarnowego
PN-EN 12697-5	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości
PN-EN 12697-6	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej
PN-EN 12697-8	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni
PN-EN 12697-12	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 12: Określanie wrażliwości próbek asfaltowych na wodę
PN-EN 12697-13	Mieszanki asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-bitumicznych na gorąco. Część 13: Pomiar temperatury
PN-EN 12697-27	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 27: Pobieranie próbek
PN-EN 12697-30	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie
PN-EN 12697-36	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych
PN-EN 13043:2004	Kruszywo do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń nadrogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
PN-EN 13055	Kruszywa lekkie
PN-EN 13108-1	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 1: Beton asfaltowy
PN-EN 13108-20	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 20: Badanie typu
PN-EN 13108-21	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 21: Zakładowa Kontrola Produkcji
PN-EN 13808	Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych

PN-EN 12591	Asfalty i produkty asfaltowe – Wymagania dla asfaltów drogowych
PN-EN 1426	Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie penetracji igłą.
PN-EN 1427	Asfalty i produkty asfaltowe. Oznaczanie temperatury mięknięcia. Metoda „Pierścień i Kula”
PN-EN 1744-1	Badanie chemicznych właściwości kruszyw. Część 1: Analiza chemiczna
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu
PN-EN 933-5	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
PN-EN 933-6	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 6: Ocena właściwości powierzchni. Wskaźnik przepływu kruszyw
PN-EN 933-9	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 9: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie błękitem metylenowym
PN-EN 933-10	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 10: Ocena zawartości drobnych cząstek. Uziarnienie wypełniaczy (przesiewanie w strumieniu powietrza)

Załącznik A

Procedura pomiaru luminancji materiałów fosforescencyjnych

(Procedura oparta na DIN 67510-1 Photoluminescent Pigments and Products. Part 1: Measurement and marking at the producer)

1. Cel procedury

Procedura ma na celu określenie sposobu przeprowadzania pomiarów luminancji materiałów fosforescencyjnych.

2. Zakres stosowania

Procedurę stosuje się do badania parametru fotometrycznego, jakim jest luminancja pigmentów oraz kruszyw fosforescencyjnych i przedstawia wymagane wymiary próbek oraz wartości czasu wyciemnienia próbki [*h*], odległości powierzchni próbki od okienka pomiarowego [*m*], czasu naświetlania próbki [*min*], średniej temperatury w komorze podczas badania [*°C*], średniej wilgotności względnej w komorze podczas badania [%] oraz średniego natężenia oświetlenia na powierzchnię próbki podczas wzbudzenia [*lx*].

3. Wymagane środki ostrożności

Podczas wykonywania pomiarów należy nosić odzież ochronną lub roboczą, maskę ochronną, okulary ochronne oraz rękawice.

4. Wymagane warunki środowiskowe

W komorze pomiarowej, w której przeprowadzane jest badanie średnia temperatura powinna wynosić $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$, a średnia wilgotność względna $50 \pm 10\%$.

5. Wymagane wyposażenie

5.1. Naczynia do badania próbek

Pigmenty oraz kruszywo fosforescencyjne należy badać w okrągłym, szklanym naczyniu o wymiarach nie mniejszych niż:

- średnica: 50 mm
- wysokość: 5 mm dla pigmentów oraz 80 mm dla kruszyw.

5.2. Komora do pomiaru luminancji

Badanie luminancji wykonuje się w specjalnie skonstruowanej do tego celu komorze, wyposażonej w źródło światła LED o temperaturze barwowej 6500 K oraz potencjometr gwarantujący równomierne natężenie oświetlenia na próbkę o wartości $1000 \pm 30\text{ lx}$.

Komorę powinna być uszczelniona i gwarantować pełne wyciemnienie otoczenia próbki podczas badania. W komorze należy zamontować termohigrometr oraz matrycę luksomierza.

Z uwagi na kulistość rozchodzenia fal świetlnych zaleca się, aby ściany komory były czarne, matowe oraz pozbawione kątów i załamań.

5.3. Luksomierz

Luksomierz spełniający wymagania klasy B według DIN 5032-7 o zakresie pomiarowym od 10 do 300000lx.

5.4. Miernik luminancji

Miernik luminancji spełniający wymagania klasy B według DIN 5032-7 o zakresie pomiarowym od 0,001 do 999,900 cd/m². Wynik minimum 3.5 cyfry.

5.5. Termohigrometr

Termohigrometr o zakresie temperatury umożliwiającym pomiar temperatury w komorze i dokładności ± 1 °C oraz zakresie wilgotności 10-95 % i dokładności ± 4 %.

5.6. Urządzenie do pomiaru czasu

Urządzenie umożliwiające pomiar czasu naświetlania próbki o dokładności minimum ± 1 s.

5.7. Komputer

Komputer z oprogramowaniem do obsługi luxomierza i miernika luminancji oraz ewentualnie urządzenie do przenoszenia danych.

6. Procedura wykonania badania

Każdą próbkę należy badać pięciokrotnie. Dla każdego pomiaru należy przestrzegać wytycznych z punktów 6.1 oraz 6.2.

6.1. Przygotowanie próbki do badania

Wielkość próbki analitycznej należy dobrać tak, aby wypełniła w całości naczynie opisane w punkcie 5.1. Następnie próbkę analityczną należy przesypać do szczelnego pojemnika gwarantującego izolację od światła (np. metalowej puszkii ze szczelną przykrywką). Próbkę przed badaniem należy kondycjonować w całkowitym wyciemnieniu przez minimum 48 godzin.

Przed przystąpieniem do badania, należy ustawić luksomierz w miejscu, w którym natężenie oświetlenia jest takie jak padające na próbkę. Należy zmierzyć natężenie oświetlenia padające na powierzchnię próbki i wyregulować je przy pomocy potencjometru tak, by wynosiło 1000 ± 30 lx. Bezpośrednio przed badaniem materiał należy przesypać do naczynia zgodnie z p. 5.1. Podczas zapełniania naczynia, należy zagęszczać próbkę poprzez wielokrotne postukiwanie oraz wyrównanie powierzchni próbki. Procesu przesypywania należy dokonywać w ciemnym pomieszczeniu (natężenie oświetlenia otoczenia poniżej 10 lx), wykonując to w sposób sprawny oraz szybki, nie narażając próbki na zbyt długie działanie oświetlenia otoczenia.

W komorze należy umieścić termohigrometr lub termometr oraz higrometr i odczytać wartości temperatury i wilgotności na początku i na końcu badania.

6.2. Przebieg badania

6.2.1 Wzbudzenie materiału

W celu wzbudzenia, próbkę należy naświetlać przez 5 minut światłem o natężeniu oświetlenia jak w punkcie 6.1.

UWAGA W celach opisowych można dokonać naświetlania w innych warunkach, należy jednak ten fakt odnotować w sprawozdaniu z badania.

W trakcie wzbudzania należy dokonać pomiaru natężenia oświetlenia. Pomiar należy wykonywać w trakcie naświetlania próbki, w odstępie 30 sekund.

6.2.2 Pomiar luminancji

Po zakończeniu procesu wzbudzenia należy dokonać pomiarów luminancji. Miernik luminancji należy ustawić tak, by dokonywał pomiarów w odstępie 2-minutowym przez 12 godzin.

UWAGA Możliwe jest zakończenie pomiarów po 4 godzinach i wyznaczenie wartości luminancji dla 360 min i 720 min metodą przybliżenia matematycznego opisanego w punkcie 7.2, wówczas należy to odnotować w uwagach sprawozdania z badania.

7. Przedstawienie wyników

Sprawozdanie z badania powinno zawierać:

- pojedyncze wyniki luminancji [mcd/m^2] dla czasu zaniku 0, 2, 10, 20, 30, 60, 120, 240, 360 i 720 min pięciu pomiarów oraz ich wartość średnią;
- daty pomiarów;
- temperaturę [$^{\circ}\text{C}$] w komorze pięciu pomiarów oraz wartość średnią;
- wilgotność w komorze [%] pięciu pomiarów oraz wartość średnią;
- średnie natężenie oświetlenia na powierzchni próbki [lx] pięciu pomiarów oraz wartość średnią;
- wszelkie odstępstwa od zalecanych wartości parametrów charakteryzujących badanie.

7.1. Badanie 12-godzinne

Po zakończeniu pomiaru, z pliku zawierającego wartości pomiarów należy odczytać wartości luminancji dla czasu zaniku 0, 2, 10, 30, 60, 120, 240, 360 i 720 min.

7.2. Badanie 4-godzinne

Po zakończeniu pomiaru, z pliku zawierającego wartości pomiarów należy odczytać wartości luminancji dla czasu zaniku 0, 2, 10, 30, 60, 120, 240.

Wyznaczenie wartości luminancji po 360 i 720 min następuje poprzez matematyczne przybliżenie sposobem analogiczny do metody określenia czasu zaniku przedstawionej w DIN 67510-1.

Pomiarów luminancji dokonuje się przez 4 godziny. Wartości luminancji i czasu zaniku dla wielokrotności 10 minut (24 wartości) należy przekonwertować na wartości logarytmiczne. Ze względu na fakt, że wartości logarytmiczne przedstawione na wykresie nie znajdują się w linii prostej, krzywą luminancji można wyznaczyć poprzez zastosowanie wielomianowej (stopnia drugiego) linii trendu. Po otrzymaniu wzoru funkcji parabolii w formie $Y = Ax^2 + Bx + C$, gdzie $y = \log L$, $x = \log t$, można wyliczyć wartości luminancji L dla czasu t równego 360 oraz 720 minut. Należy odczytać z wykresu wartości A , B oraz C .

8. Dokumenty związane

DIN 67510-1, *Phosphorescent pigments and products - Part 1: Measurement and marking at the producer*

DIN 5032-7, *Photometry - Part 7: Classification of illuminance meters and luminance meters*

ISO 17398:2004, *Safety colours and safety signs — Classification, performance and durability of safety signs.*