

D.04.08.01d WYRÓWNANIA ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI DO WYMAGANEGO PROFILU BETONEM ASFALTOWYM. WARSTWA WYRÓWNAWCZA AC11W – RUCH KR1 I KR2**1. WSTĘP****1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej (ST)**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy wyrównawczej z betonu asfaltowego dla zadania:

„Remont drogi powiatowej Nr 0027T Gnojno – Gorzakiew – Skadla od km 4+900 do km 6+300 dł. 1400 m.”

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji ST

Specyfikacja jest stosowana, jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem wyrównania istniejącej nawierzchni do wymaganego profilu poprzez ułożenie warstwy o zmiennej grubości z betonu asfaltowego **AC11W (KR1-2)** i obejmują:

- wyrównanie mieszanką mineralno-asfaltową w ilości: kg/m² ,
ogółem w ilości Mg

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D.M 00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1 Nawierzchnia – konstrukcja składająca się z jednej lub kilku warstw służących do przejmowania i rozkładania obciążeń od ruchu pojazdów na podłoże.

1.4.2 Warstwa wyrównawcza – warstwa o zmiennej grubości, ułożona na istniejącej warstwie w celu uzyskania odpowiedniego profilu potrzebnego do ułożenia kolejnej warstwy.

1.4.3 Mieszanka mineralno-asfaltowa – mieszanka kruszywa i lepiszcza asfaltowego.

1.4.4 Wymiar mieszanki mineralno-asfaltowej – określenie mieszanki mineralno-asfaltowej, wyróżniające tę mieszankę ze zbioru mieszanek tego samego typu ze względu na największy wymiar kruszywa, np. wymiar 11 lub 16.

1.4.5 Beton asfaltowy – mieszanka mineralno-asfaltowa, w której kruszywo o uziarnieniu ciągłym lub nieciągłym tworzy strukturę wzajemnie klinującą się.

1.4.6 Uziarnienie – skład ziarnowy kruszywa, wyrażony w procentach masy ziaren przechodzących przez określony zestaw sit.

1.4.7 Kategoria ruchu – obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) wg „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” GDDP-IBDiM.

1.4.8 Wymiar kruszywa – wielkość ziaren kruszywa, określona przez dolny (d) i górny (D) wymiar sita.

1.4.9 Kruszywo grube – kruszywo z ziaren o wymiarze: $D \leq 45$ mm oraz $d > 2$ mm.

1.4.10 Kruszywo drobne – kruszywo z ziaren o wymiarze: $D \leq 2$ mm, którego większa część pozostaje na sicie 0,063 mm.

1.4.11 Pył – kruszywo z ziaren przechodzących przez sito 0,063 mm.

1.4.12 Wypełniacz – kruszywo, którego większa część przechodzi przez sito 0,063 mm. (Wypełniacz

mieszany – kruszywo, które składa się z wypełniacza pochodzenia mineralnego i wodorotlenku wapnia. Wypełniacz dodany – wypełniacz pochodzenia mineralnego, wyprodukowany oddzielnie).

1.4.13 Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.4.14 Symbole i skróty dodatkowe

ACW - beton asfaltowy do warstwy wiążącej i wyrównawczej

d - dolny wymiar sита (przy określaniu wielkości ziaren kruszywa),

C - kationowa emulsja asfaltowa,

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST 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 ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 2.

2.2. Materiały do warstwy wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego AC11W , AC16W

Tablica 1.

Material	Kategoria ruchu KR1-KR2
Mieszanki mineralno-asfaltowa	AC11W
o wymiarze D,[mm]	11
Lepiszczce asfaltowe	50/70
Kruszywa mineralne	Tablica 3; 4A; 4; 5 niniejszych ST
Granulat asfaltowy o wymiarze U (mm)	16

Dopuszcza się użycie granulatu asfaltowego w metodzie „na mokro” w ilości 20% masy mieszanki mineralno-asfaltowej na podstawie wykazania spełnienia właściwości mma

2.3. Lepiszczca asfaltowe

Wymagane wobec asfaltu drogowego **50/70** wg PN-EN 12591

Tablica 2.

Lp.	Właściwości	Metoda badania	Rodzaj asfaltu	
			50/70	
WŁAŚCIWOŚCI OBLIGATORYJNE				
1	Penetracja w 25°C	0,1 mm	PN-EN 1426	50-70
2	Temperatura mięknięcia	°C	PN-EN 1427	46-54
3	Temperatura zapłonu, nie mniej niż	°C	PN-EN 22592	230
4	Zawartość składników rozpuszczalnych, nie mniej niż	% m/m	PN-EN 12592	99
5	Zmiana masy po starzeniu (ubytek lub przyrost), nie więcej niż	% m/m	PN-EN 12607-1	0,5

6	Pozostała penetracja po starzeniu, nie mniej niż	%	PN-EN 1426	50
7	Temperatura mięknięcia po starzeniu, nie mniej niż	°C	PN-EN 1427	48
WŁAŚCIWOŚCI SPECJALNE KRAJOWE				
8	Zawartość parafiny, nie więcej niż	%	PN-EN 12606-1	2,2
9	Wzrost temp. mięknięcia po starzeniu, nie więcej niż	°C	PN-EN 1427	9
10	Temperatura łamliwości Fraassa, nie więcej niż	°C	PN-EN 12593	-8

Składowanie asfaltu drogowego powinno się odbywać w zbiornikach, wykluczających zanieczyszczenie asfaltu i wyposażonych w system grzewczy pośredni (bez kontaktu asfaltu z przewodami grzewczymi). Zbiornik roboczy otaczarki powinien być izolowany termicznie, posiadać automatyczny system grzewczy z tolerancją $\pm 5^{\circ}\text{C}$ oraz układ cyrkulacji asfaltu.

2.4. Kruszywo

Kruszywo powinno spełniać wymagania PN-EN 13043 i WT-1 Kruszywa 2014, obejmujące kruszywo grube, kruszywo drobne i wypełniacz.

Tablica 3. Wymagane właściwości kruszywa grubego do warstwy wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego

Właściwości kruszywa	Wymagania Kategoria ruchu KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1; kategoria nie niższa niż:	G _{C85/20}
Tolerancja uziarnienia; wymagane kategorie	G _{25/15} G _{20/15} G _{20/17,5}
Zawartość pyłu 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:	FI35 lub SI35
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5; kategoria nie niższa niż:	C _{Deklarowana}
Odporność kruszywa na rozdrabnianie według normy PN-EN 1097-2, rozdział 5; badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria nie wyższa niż:	LA ₄₀
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9:	deklarowana przez producenta
Gęstość nasypowa według normy PN-EN 1097-3:	deklarowana przez producenta
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8, 9	deklarowana przez producenta
Mrozoodporność według PN-EN 1367-1, badana na kruszywie o wymiarze 8/11, 11/16 lub 8/16 kategoria nie wyższa niż:	F ₂
„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 _{LPC0,1}
Rozpad krzemianowy żużla wielkopiecowego chłodzonego powietrzem według PN-EN 1744-1 p.19.1:	wymagana odporność

Rozpad żelazowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem według PN-EN 1744-1 p.19.2	wymagana odporność
Stałość objętości kruszywa z żużla stalowniczego według PN-EN 1744-1, p. 19.3; kategoria nie wyższa niż:	$V_{3,5}$

Tablica 4A. Wymagane właściwości kruszywa niełamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu do $D \leq 8$ mm do warstwy wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego

Właściwości kruszywa	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
	KR1+KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1, wymagana kategoria:	G_{F85} i G_{A85}
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 lub kruszywa 0/2 wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu według PN-EN 933-6, rozdz. 8, kategoria nie niższa niż:	$E_{csDeklarowana}$
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 łamanego drobnego lub o ciągłym uziarnieniu do $D \leq 8$ mm do warstwy wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego

Właściwości kruszywa	Wymagania Kategoria ruchu KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-1, wymagana kategoria:	G_{F85} lub G_{A85}
Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż według kategorii:	GTC NR
Zawartość pyłu według PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	f_{16}
Jakość pyłu według PN-EN 933-9, kategoria nie wyższa niż:	MB_F10
Kanciastość kruszywa drobnego lub kruszywa 0/2 z kruszywa o ciągłym uziarnieniu 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:	$m_{LPC} 0,1$

2.5. Wypełniacz

Tablica 5. Wymagane właściwości wypełniacza* do warstwy wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego

Właściwości wypełniacza	Wymagania Kategoria ruchu KR1-KR2
Uziarnienie według PN-EN 933-10;	zgodne z tablicą 24 w PN-EN 13043
Jakość pyłu 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&B} 8/25
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:	K _a Deklarowana
„Liczba asfaltowa” według PN-EN 13179-2, wymagana kategoria:	BN Deklarowana

* Można stosować pyły z odpylania, pod warunkiem spełnienia wymagań jak dla wypełniacza zgodnie z p. 5 PN-EN 13043. Proporcja pyłów i wypełniacza wapiennego powinna być tak dobrana, aby kategoria zawartości CaCO₃ w mieszance pyłów i wypełniacza była nie niższa niż CC₇₀

Składowanie kruszywa powinno się odbywać w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z kruszywem o innym wymiarze lub pochodzeniu. Podłoże składowiska musi być równe, utwardzone i odwodnione. Składowanie wypełniacza powinno się odbywać w silosach wyposażonych w urządzenia do aeracji.

2.6 Granulat asfaltowy

Stosowanie granulatu asfaltowego nie może obniżać właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej. W przypadku, gdy do wytwarzania mieszanki m-b stosowany jest dodatek granulatu asfaltowego, to musi on spełniać wymagania WT-2 2014 punkt 7.4. Jego jakość i jednorodność winna być udokumentowana.

2.7 Środek adhezyjny

W celu poprawy powinowactwa fizykochemicznego lepiszcza asfaltowego i kruszywa, gwarantującego odpowiednią przyczepność (adhezję) lepiszcza do kruszywa i odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody, należy dobrać i zastosować środek adhezyjny, tak aby dla konkretnej pary kruszywo-lepiszcze wartość przyczepności określona według PN-EN 2697-11, metoda C wynosiła co najmniej 80%.

Składowanie środka adhezyjnego jest dozwolone tylko w oryginalnych opakowaniach producenta.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

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 gąsienicowa, z elektronicznym sterowaniem równości układanej warstwy,
- skraplarka,

- walce stalowe gładkie,
- walce ogumione
- piła do obcinania warstwy nawierzchni
- szczotki mechaniczne i/lub inne urządzenia czyszczące,
- samochody samowyładowcze z przykryciem brezentowym lub termosami,
- sprzęt drobny.

Na budowie musi się znajdować do dyspozycji nadzoru komplet przyrządów pomiarowych takich jak: łąta, klin, taśma, niwelator, termometr.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Asfalt należy przewozić w cysternach kolejowych lub samochodach izolowanych i zaopatrzonych w urządzenia umożliwiające pośrednie ogrzewanie oraz 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, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Wypełniacz luzem powinien być przewożony w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich, umożliwiających rozładunek pneumatyczny.

Mieszanke mineralno-asfaltową należy dowozić na budowę pojazdami samowyładowczymi w zależności od postępu robót. Podczas transportu i postoju przed wbudowaniem mieszanka powinna być zabezpieczona przed ostygnięciem i dopływem powietrza (przez przykrycie, pojemniki termoizolacyjne lub ogrzewane itp.). Warunki i czas transportu mieszanki, od produkcji do wbudowania, powinna zapewniać utrzymanie temperatury w wymaganym przedziale. Powierzchnie pojemników używanych do transportu mieszanki powinny być czyste, a do zwilżania tych powierzchni można używać tylko środki antyadhezyjne niewpływające szkodliwie na mieszankę.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

5.2. Projektowanie mieszanki mineralno-asfaltowej do warstwy wyrównawczej

Wykonawca w terminie na dwa tygodnie przed przystąpieniem do produkcji mieszanki dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki mineralno-asfaltowej **AC 11W** oraz dokumenty potwierdzające wymaganą jakość stosowanych materiałów.

Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz minimalna zawartość lepiszcza podane są w tablicy 6. Wymagane właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej podane są w tablicy 7 (projektowanie metodą empiryczną).

Ponadto wymaga się pozytywnego zaopiniowania przez niezależne (niezwiązane z wykonawstwem robót) laboratorium drogowe:

- recepty, na zgodność z wymaganiami niniejszej specyfikacji i wymaganiami WT-2 2014
- zastosowanych w receptie materiałów składowych

Koszty tych badań ponosi Wykonawca.

Tablica 6. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego – **AC 11 W** do warstwy wyrównawczej **KR1-KR2** - WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2014

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]	
	AC 11 W	
Wymiar sita #, [mm]	od	do
22,4	-	-
16	100	-
11,2	90	100
8	60	85

2	30	55
0,125	6	24
0,063	3,0	8,0
Zawartość lepiszcza minimum	Bmin4,8	

Minimalna zawartość lepiszcza jest określona przy założonej gęstości mieszanki mineralnej 2,650 Mg/m³. Jeżeli stosowana mieszanka mineralna ma inną gęstość (ρ_d), to do wyznaczenia minimalnej zawartości lepiszcza podaną wartość należy pomnożyć przez współczynnik α

$$\text{według równania: } \alpha = \frac{2,650}{\rho_d}$$

Tablica 7. Wymagane właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej betonu asfaltowego – **AC11W** do warstwy wyrównawczej, wzmacniającej **KR1-KR2** - WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2014

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	AC11W
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2×50 uderzeń	PN-EN 12697-8, p. 4	Vmin3,0 Vmax6,0
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie, 2×50 uderzeń	PN-EN 12697-8, p. 5	VFB min 65 VFB max 80
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie, 2×50 uderzeń	PN-EN 12697-8, p. 5	VMA min 14
Odporność na działanie wody nie mniejsza niż:	C.1.1, ubijanie, 2×35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania ^{a)} , badanie w 25°C	ITSR80

a) Ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w znaczniku 1 - WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2014

UWAGA: gęstość MMA należy oznaczyć zgodnie z PN-EN 12697-5, metoda A w wodzie

5.3. Wytwarzanie mieszanki mineralno-asfaltowej

Mieszanke mineralno-asfaltową należy wytwarzać na gorąco w otaczarce (zespole maszyn i urządzeń dozowania, podgrzewania i mieszania składników oraz przechowywania gotowej mieszanki).

Dozowanie składników mieszanki mineralno-asfaltowej w otaczarkach, w tym także wstępne, powinno być zautomatyzowane i zgodne z receptą roboczą, a urządzenia do dozowania składników oraz pomiaru temperatury powinny być okresowo sprawdzane. Kruszywo o różnym uziarnieniu lub pochodzeniu należy dodawać odmierzone oddzielnie.

Lepiszczce asfaltowe należy przechowywać w zbiorniku z pośrednim systemem ogrzewania, z układem termostatowania zapewniającym utrzymanie żądanej temperatury z dokładnością $\pm 5^\circ\text{C}$.

Temperatura asfaltu drogowego **50/70** w zbiorniku magazynowym (roboczym) nie może przekraczać **180°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 w tablicy 8. W tej tablicy najniższa temperatura dotyczy mieszanki mineralno-asfaltowej dostarczonej na miejsce wbudowania, a najwyższa temperatura dotyczy mieszanki mineralno-asfaltowej bezpośrednio po wytworzeniu w wytwórni.

Tablica 8. Najwyższa i najniższa temperatura mieszanki **AC 11 W** - WT-2 Nawierzchnie asfaltowe

Lepiszczce asfaltowe	Temperatura mieszanki [°C]
Asfalt 50/70	od 140 do 180

Sposób i czas mieszania składników mieszanki mineralno-asfaltowej powinny zapewnić równomierne otoczenie kruszywa lepiszczem asfaltowym.

Dopuszcza się dostawy mieszanek mineralno-asfaltowych z kilku wytwórni, pod warunkiem skoordynowania między sobą deklarowanych przydatności mieszanek (m.in.: typ, rodzaj składników, właściwości objętościowe) z zachowaniem braku różnic w ich właściwościach.

5.4. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod ułożenie warstwy wyrównawczej będzie stanowić istniejąca nawierzchnia. Powierzchnia podłoża przed ułożeniem warstwy powinna zostać oczyszczona z luźnego kruszywa, piasku i pyłu przy pomocy szczotek mechanicznych lub kompresora.

5.5. Wbudowanie mieszanki mineralno-asfaltowej

Mieszanke mineralno-asfaltową można wbudowywać na podłożu przygotowanym zgodnie z zapisami w punktach 5.4

Transport mieszanki mineralno-asfaltowej asfaltowej powinien być zgodny z zaleceniami podanymi w punkcie 4.2.

Mieszanke mineralno-asfaltową asfaltową należy wbudowywać w odpowiednich warunkach atmosferycznych.

Temperatura otoczenia w ciągu doby nie powinna być niższa od temperatury podanej w tablicy 9. Nie dopuszcza się układania mieszanki mineralno-asfaltowej asfaltowej podczas silnego wiatru ($V > 16$ m/s).

W wypadku stosowania mieszanki mineralno-asfaltowych z dodatkiem obniżającym temperaturę mieszania i wbudowania należy indywidualnie określić wymagane warunki otoczenia.

Tablica 9. Minimalna temperatura otoczenia podczas wykonywania warstw asfaltowych

Rodzaj robót	Minimalna temperatura otoczenia [°C]	
	przed przystąpieniem do robót	w czasie robót
Warstwa wyrównawcza	0	+5

Układanie mieszanki musi się odbywać w sposób ciągły, bez przestoju, z jednostajną prędkością w granicach 2-4m na minutę.

Układarka powinna być stale zasilana z w mieszankę tak, aby w zasobniku zawsze znajdowała się mieszanka.

Zagęszczanie należy przeprowadzać począwszy od krawędzi ku środkowi nawierzchni.

Na wałowaną warstwę należy najeżdżać kołem napędowym.

Wałowanie należy rozpoczynać walcem gładkim, a następnie wprowadzać walec ogumiony.

Manewry walca należy przeprowadzać płynnie, na odcinku już zagęszczonym.

Prędkość przejazdu walca powinna być jednostajna 2-4 km/h na początku i 4-6 km/h w dalszej fazie wałowania.

Walce wibracyjne powinny mieć sprawne urządzenia regulujące zakres stosowanej częstotliwości wibracji, a pierwsze przywałowanie powinno być wykonane przy użyciu walca statycznego.

Sprzęt zagęszczający nie może być parkowany na nowo wykonanej warstwie do czasu jej ostygnięcia do temperatury, przy której stojący na warstwie sprzęt nie spowoduje odcisków i deformacji.

5.6 Wymagania dla ułożonej warstwy nawierzchni

Równość warstwy nawierzchni w kierunku podłużnym

Dla warstwy wyrównawczej odchylenia profili podłużnego, mierzone łątą nie powinny przekraczać:

-95% wyników ≤ 9 mm

-100% wyników ≤ 10 mm

Równość warstwy w kierunku poprzecznym

Odchylenia profilu poprzecznego, mierzone jako wysokość szczelin między powierzchnią sprawdzanej warstwy a łatą profilową położoną prostopadle do osi drogi, nie powinny przekraczać:

-95% wyników ≤ 9 mm

-100% wyników ≤ 12 mm

Spadek poprzeczny nawierzchni

Dopuszcza się odchylenie od projektowanego spadku poprzecznego $\pm 0,5\%$

Złącza nawierzchni

Złącza w warstwie powinny być wykonane w linii prostej, równolegle lub prostopadle do osi drogi.

Złącza poprzeczne, wynikające z dziennej działki roboczej, powinny być równo obcięte i zabezpieczone listwą przed uszkodzeniem.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 6. Kontrolę jakości robót oraz materiałów należy przeprowadzić zgodnie z zapisami w WT-1 oraz WT-2

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać i przedstawić Inżynierowi do akceptacji, wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- przedstawić Inżynierowi wyniki wszystkich badań materiałów przeznaczonych do produkcji mieszanki mineralno - asfaltowej celem porównania z wymaganiami ST i akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót**6.3.1. Badania Wykonawcy**

Badania są wykonywane przez Wykonawcę lub jego zleceniobiorców celem sprawdzenia, czy jakość materiałów budowlanych (mieszanek mineralno - asfaltowych i ich składników lepiszczem i materiałów do uszczelnienia), oraz gotowej warstwy (wbudowane warstwy asfaltowe, połączenia itp.) spełniają wymagania określone w kontrakcie. Wykonawca powinien wykonywać te badania podczas realizacji kontraktu z niezbędną starannością i w wymaganym zakresie. Wyniki należy zapisać w protokołach. W razie stwierdzenia uchybień w stosunku do wymagań kontraktu, ich przyczyny należy niezwłocznie usunąć. Wyniki badań Wykonawcy należy przekazywać Zamawiającemu. Zamawiający może zdecydować o dokonaniu odbioru na podstawie badań Wykonawcy. W razie zastrzeżeń Zamawiającego może przeprowadzić badania kontrolne według pkt. 6.3.2

Tablica 10. Zakres badań i pomiarów Wykonawcy związanych z wykonaniem mieszanki mineralno asfaltowej

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań
BADANIA MATERIAŁÓW		
1	Uziarnienie kruszywa, zawartość pyłu, wskaźnik płaskości kruszywa grubego zanieczyszczenia lekkie, jakość pyłu w kategorii kruszywie drobnym	Jedno badanie na 1000 ton dostarczonej frakcji. Przy każdej zmianie kruszywa określenie jego kategorii
2	Uziarnienie, jakość pyłu, zawartość wody w wypełniaczu	Jedno badanie na 100 ton dostarczonego wypełniacza
3	Penetracja, temperatura mięknięcia	Jedno badanie dla każdej cysterny
WARUNKI ATMOSFERYCZNE		
4	Temperatura powietrza	3 razy dziennie

BADANIA MIESZANKI MINERALNO - ASFALTOWEJ		
5	Temperatura składników	Dozór ciągły
6	Temperatura mieszanki	Każdy samochód przy załadunku i w czasie wbudowywania
7	Zawartość asfaltu i uziarnienie mieszanki mineralnej	Jedno badanie na każde 500 Mg, nie rzadziej niż raz dziennie
BADANIA WARSTWY PO ZAGĘSZCZENIU		
8	Szerokość warstwy	3 razy na odcinku długości 1000m
9	Równość podłużna nawierzchni	Pomiar ciągły każdego pasa
10	Równość poprzeczna nawierzchni	Nie rzadziej niż co 5m
11	Spadki poprzeczne warstwy	10 razy na 1km*
12	Wygląd warstwy	Cała powierzchnia
13	Złącza podłużne i poprzeczne	Każde złącze

* dodatkowe pomiary spadków poprzecznych w głównych punktach łuków poziomych

6.3.1.1. Badanie właściwości kruszywa.

Z częstotliwością podaną w tablicy 10 należy kontrolować każdy rodzaj i frakcję dostarczonego kruszywa. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami w punkcie 2.4 Tablica 3,4.4A

6.3.1.2. Badanie właściwości wypełniacza.

Z częstotliwością podaną w tablicy 10 należy kontrolować dostarczony wypełniacz. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.5 Tablica 5

6.3.1.3. Badania właściwości asfaltu

Z częstotliwością podaną w tablicy 10 należy kontrolować dostarczony asfalt. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.3 Tablica 2

6.3.1.4. Pomiar temperatury składników mieszanki.

Pomiar polega na odczycie wskazań odpowiednich termometrów zamontowanych w otaczarce. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 5.3

6.3.1.5. Pomiar temperatury mieszanki.

Temperaturę mieszanki mineralno - asfaltowej należy mierzyć i rejestrować przy załadunku i czasie wbudowywania w nawierzchnię. Zaleca się stosowanie termometrów cyfrowych z sondą wgłębną. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami w punktach 5.3.

6.3.1.6. Zawartość asfaltu

Z częstotliwością podaną w tablicy 10 należy kontrolować zawartość asfaltu w mieszance mineralno - asfaltowej. Badanie polega na wykonaniu ekstrakcji asfaltu, zgodnie PN-EN 12697-1, z próbki pobranej w miejscu wbudowania z nie zagęszczonej mieszanki. Wielkość próbki podanej ekstrakcji Należy przyjąć zgodnie z PN-EN 12697-28. Wyniki powinny być zgodne z zatwierdzoną recepturą w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Tablica 11. Dopuszczalne odchyłki w składzie mieszanki mineralno-bitumicznej, dotyczące pojedynczego wyniku badania metodą ekstrakcji nie zależnie od ilości próbek, % m/m.

Lp.	Składniki mieszanki mineralno - asfaltowej	Dopuszczalne odchyłki, %
1.	Zawartość ziaren o wymiarze >2mm	±5,0
2.	Zawartość ziaren o wymiarze <0,125mm	+2,0
2.	Zawartość ziaren o wymiarze <0,063mm	+2,0
3.	Zawartość asfaltu	±0,5

6.3.1.7. Uziarnienie mieszanki mineralnej.

Po wykonaniu ekstrakcji lepiszcza należy przeprowadzić kontrole uziarnienia mieszanki kruszywa mineralnego. Krzywa uziarnienia powinna być zgodna z krzywą zatwierdzoną, przy uwzględnieniu tolerancji podanych w tablicy 11

6.3.1.8. Szerokość warstwy.

Sprawdzenie szerokości warstwy dokonuje się przez pomiar bezpośredni taśmą mierniczą prostopadłe do

osi drogi z częstotliwością podaną w tablicy 10. Szerokość wykonanej warstwy nieograniczonej krawężnikiem nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +5cm.

6.3.1.9. Równość podłużna

Do oceny równości podłużnej warstwy wyrównawczej należy użyć profilografu lub łąty 4-metrowej i klina – wymagania punkt 5.6

6.3.1.10. Równość poprzeczna.

Do oceny równości poprzecznej warstwy wyrównawczej należy użyć łąty i klina – wymagania punkt 5.6

6.3.1.11. Spadki poprzeczne.

Spadki poprzeczne nawierzchni należy badać nie rzadziej niż co 20m oraz w punktach głównych łuków poziomych. Spadki poprzeczne powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją $\pm 0,5\%$. Pomiar należy wykonać w kierunku prostym do osi jezdni z częstotliwością podaną w tablicy 10.

6.3.1.12. Złącza podłużne i poprzeczne.

Należy sprawdzić poprzez bezpośrednie oględziny prawidłowości wykonania złączy podłużnych i poprzecznych. Złącza powinny być wykonane w linii prostej równoległe lub prostopadle do osi, powinny być całkowicie związane a przylegające warstwy powinny być w jednym poziomie.

6.3.1.13. Wygląd warstwy.

Wygląd nawierzchni, sprawdzony wizualnie powinien mieć jednolitą teksturę, bez spękań, deformacji, przeasfaltowanych plam i wykruszeń.

6.3.2. Badania kontrolne

Badania kontrolne są badaniami Zamawiającego, których celem jest sprawdzenie, czy jakość materiałów budowlanych (mieszank mineralno - asfaltowych i ich składników) oraz gotowej warstwy spełniają wymagania określone w kontrakcie.

Pobieraniem próbek, wykonaniem badań i pomiarów na miejscu budowy zajmuje się Zamawiający w obecności Wykonawcy. Miejsce poboru próbek do badań wskazuje Inżynier.

Zakres badań i pomiarów kontrolnych obejmuje:

- a) sprawdzenie jakości materiałów
- b) skład mieszanki mineralno-asfaltowej
- c) szerokość podłoża
- d) równość podłużna
- e) równość poprzeczna
- f) spadki poprzeczne
- g) wygląd warstwy
- h) złącza podłużne i poprzeczne

Badania wymienione w pkt. a wykonuje Laboratorium Zamawiającego na średnich próbkach, których wielkość nie powinna być mniejsza niż:

- - wypełniacz -2kg
- - kruszywa o uziarnieniu do 8mm - 5kg
- - kruszywa o uziarnieniu powyżej 8mm - 15kg
- - asfalt - próbka średnia z 3 próbek częściowych po 2kg.

Badania wymienione w pkt. b wykonuje Laboratorium Zamawiającego na próbkach pobranych za rozkładarką w miejscach wskazanych przez Inspektora Nadzoru. Inspektor Nadzoru ustala również częstotliwość pobierania próbek.

Równość w profilu podłużnym pkt. d pomiar - planografem lub łątą i klinem wykonuje Laboratorium Zamawiającego. Pozostałe cechy wymienione w pkt. c,e,f,g,h sprawdza Inspektor Nadzoru.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D.M 00.00.00 „Wymagania ogólne” .

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1 Mg wbudowanej mieszanki mineralno-asfaltowej.

Obmiar robót polega na określeniu faktycznego zakresu robót oraz obliczeniu rzeczywistych ilości

wbudowanych materiałów.

Obmiar robót obejmuje roboty zawarte w umowie oraz dodatkowe i nieprzewidziane których potrzebę wykonania uzgodniono w trakcie robót, pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym.

Obmiar robót wykonuje Wykonawca w sposób określony w warunkach kontraktu.

Sporządzony obmiar Wykonawca uzgadnia z Inspektorem Nadzoru w trybie ustalonym w warunkach kontraktu.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D 00.00.00 „Wymagania ogólne” .

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostki obmiarowej obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- oczyszczenie i skropienie podłoża,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- opracowanie recepty laboratoryjnej,
- wyprodukowanie mieszanki betonu asfaltowego AC i jej transport na miejsce wbudowania,
- posmarowanie lepiszczem lub pokrycie taśmą asfaltową krawędzi urządzeń obcych i krawężników,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki betonu asfaltowego,
- obcięcie krawędzi i posmarowanie lepiszczem,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- wykonanie połączeń podłużnych i poprzecznych,
- wszystkie inne czynności niezbędne a konieczne do wykonania w ramach niniejszej specyfikacji.

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą ST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Ogólne specyfikacje techniczne (ST)

1. D.M 00.00.00 Wymagania ogólne

10.2. Normy

(Zestawienie zawiera dodatkowo normy PN-EN związane z badaniami materiałów występujących w niniejszej ST)

- | | |
|----------------|---|
| 2. PN-EN 932-3 | Badania podstawowych właściwości kruszyw – Procedura i terminologia uproszczonego opis petrograficznego |
| 3. PN-EN 933-1 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania |
| 4. PN-EN 933-3 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziaren |

- za pomocą wskaźnika płaskości
5. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu
 6. PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
 7. PN-EN 933-6 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 6: Ocena właściwości powierzchni – Wskaźnik przepływu kruszywa
 8. PN-EN 933-9 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Ocena zawartości drobnych cząstek – Badania błękitem metylenowym
 9. PN-EN 933-10 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 10: Ocena zawartości drobnych cząstek – Uziarnienie wypełniaczy (przesiewanie w strumieniu powietrza)
 10. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
 11. PN-EN 1097-3 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
 12. PN-EN 1097-4 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie pustych przestrzeni suchego, zagęszczonego wypełniacza
 13. PN-EN 1097-5 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
 14. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości
 15. PN-EN 1097-7 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 7: Oznaczanie gęstości wypełniacza – Metoda piknometryczna
 16. PN-EN 1097-8 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 8: Oznaczanie polerowalności kamienia
 17. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
 18. PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
 19. PN-EN 1426 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie penetracji igłą
 20. PN-EN 1427 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie temperatury mięknięcia – Metoda Pierścienia i Kula
 21. PN-EN 1429 Asfalty i lepizsza asfaltowe – Oznaczanie pozostałości na sicie emulsji asfaltowych oraz trwałości podczas magazynowania metodą pozostałości na sicie
 22. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
 23. PN-EN 1744-4 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie podatności wypełniaczy do mieszanek mineralno-asfaltowych na działanie wody
 24. PN-EN 12591 Asfalty i produkty asfaltowe – Wymagania dla asfaltów drogowych
 25. PN-EN 12592 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie rozpuszczalności
 26. PN-EN 12593 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie temperatury łamliwości Fraassa
 27. PN-EN 12606-1 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie zawartości parafiny – Część 1: Metoda destylacyjna
 28. PN-EN 12607-1 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie odporności na twardnienie pod wpływem ciepła i powietrza –
i
Część 1: Metoda RTFOT
 - PN-EN 12607-3 Jw. Część 3: Metoda RFT
 29. PN-EN 12697-6 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej metodą hydrostatyczną
 30. PN-EN 12697-8 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni
 31. PN-EN 12697-11 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 11: Określenie powiązania pomiędzy kruszywem i asfaltem
 32. PN-EN 12697-12 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 12: Określanie wrażliwości na wodę
 33. PN-EN 12697-13 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 13: Pomiar temperatury

- | | |
|--------------------|---|
| 34. PN-EN 12697-27 | Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 27: Pobieranie próbek |
| 35. PN-EN 12697-36 | Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych |
| 36. PN-EN 13043 | Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu |
| 37. PN-EN 13074 | Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Oznaczanie lepkości z emulsji asfaltowych przez odparowanie |
| 38. PN-EN 13075-1 | Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Badanie rozpadu – Część 1: Oznaczanie indeksu rozpadu kationowych emulsji asfaltowych, metoda z wypełniaczem mineralnym |
| 39. PN-EN 13108-1 | Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 1: Beton asfaltowy |
| 40. PN-EN 13108-20 | Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 20: Badanie typu |
| 41. PN-EN 13179-1 | Badania kruszyw wypełniających stosowanych do mieszanek bitumicznych Część 1: Badanie metodą Pierścienia i Kuli |
| 42. PN-EN 13179-2 | Badania kruszyw wypełniających stosowanych do mieszanek bitumicznych – Część 2: Liczba bitumiczna |
| 43. PN-EN 13614 | Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Oznaczanie przyczepności emulsji bitumicznych przez zanurzenie w wodzie – Metoda z kruszywem |
| 44. PN-EN 13808 | Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Zasady specyfikacji kationowych emulsji asfaltowych |
| 45. PN-EN 14188-1 | Wypełniacze złączy i zalewy – Część 1: Specyfikacja zalew na gorąco |
| 46. PN-EN 14188-2 | Wypełniacze złączy i zalewy – Część 2: Specyfikacja zalew na zimno |
| 47. PN-EN 22592 | Przetwory naftowe – Oznaczanie temperatury zapłonu i palenia – Pomiar metodą otwartego tygla Clevelanda |
| 48. PN-EN ISO 2592 | Oznaczanie temperatury zapłonu i palenia – Metoda otwartego tygla Clevelanda |

10.3. Wymagania techniczne (rekomendowane przez Ministra Infrastruktury)

49. WT-1 2014 Kruszywa . Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń na drogach publicznych.
50. WT-2 2014 część I. Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne
51. WT-3 Emulsje asfaltowe 2009. Kationowe emulsje asfaltowe na drogach publicznych

10.4. Inne dokumenty

52. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. nr 43, poz. 430)
53. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych – Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1997