

SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D-05.03.05.27

Wykonanie warstwy ścieralnej

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot specyfikacji

Przedmiotem specyfikacji są wymagania techniczne wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy ścieralnej nawierzchni z betonu asfaltowego wg PN-S-96025-2000 grubość w-wy 4,0 cm.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót związanych z przebudową drogi gminnej nr 494019P w m. Zabłocie.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wszystkimi czynnościami umożliwiającymi i mającymi na celu wyznaczenie w terenie przebiegu trasy przebudowywanego ciągu drogowego i obejmują:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót
- dostarczenie materiałów
- wyprodukowanie mieszanek mineralno-asfaltowej dla w-wy wiążącej i ścieralnej i ich transport na miejsce wbudowania
- posmarowanie lepiszczem krawędzi urządzeń obcych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej- w-wy ścieralnej.
- obcięcie krawędzi i posmarowanie emulsją asfaltowa
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

1.4. Określenia podstawowe

Podstawowe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi normami i definicjami podanymi w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 1.5

Za jakość zastosowanych materiałów wykonanych robót, ich zgodność z wymaganiami niniejszych SST oraz za zgodność z dokumentacją projektową i poleceniami Inżyniera odpowiedzialny jest wykonawca robót.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

2.2. Materiały do warstwy ścieralnej

Do warstwy ścieralnej należy stosować kruszywa łamane kl. I,II,III ; gat. 1,2, grysy i żwiry kruszone z surowca naturalnie rozdrobnionego.

Lp	Rodzaj materiału	Wymagania wobec materiałów zależności od kategorii ruchu
----	------------------	---

1	Kruszywo łamane granulowane: ;i) / surowca skalnego b) z surowca sztucznego (żużle pomiedziowe; i stalownicze)	PN-B-11112:1996 kl. I, II; gal 1.2].W.
2	Kruszywo łamane zwykłe	PN-B-11112:1996 kl I, II; gal. 1,2
3	Żwir i mieszanka	PN-B-11111:1996 kl. I, II
4	Grysu i żwiru kruszony z surowca naturalnie rozdrobnionego	pkt. 2.3. kl I, II; gat. 1, 2
5	Piasek	PN-B-11113:1996 gal. 1, 2
6	Wypełniacz mineralny Pyły z odpylania w otaczarce Popioły lotne	PN-61 /S-96504
7	Asfalt drogowy	PN-65/C-96170 D35,D50, D70,D100
8	Polimeroasfalt drogowy	DE30A,B DE80 ABC, DP80

2.3. Klasy grysów i żwirów kruszonych.

2.3.1. Wymagania wobec grysu i żwiru kruszonego w zależności od klasy

LP.	Cecha	Klasa		
		I	II	III
1	2	3	4	5
1	Ścieralność w bębnie kulowym: a) po pełnej liczbie obrotów, % (m/m) b) po 1/5 pełnej liczby obrotów, %	≤25,0 ≤25,0	≤ 35,0 ≤ 30,0	≤ 45,0 ≤ 35,0
2	Nasiąkliwość, % (m/m)	≤1,5	≤2,5	≤5,0
3	Mrozoodporność, % (m/m)	≤ 2,5	≤5,0	≤10,0

2.3.2. Gatunki grysów. Wymagania wobec grysów z naturalnie rozdrobnionego surowca skalnego w zależności od gatunku .

Wymagania wobec grysu w zależności od gatunku

wymiary w procentach

Lp.	Cecha	Gatunek		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	Zawartość ziarn przekruszonych	≤10,0	≤ 15,0	≤ 20,0
2	Ziarna mniejsze niż 0,075 mm, odsiane na mokro a) dla grupy frakcji od 2 mm do 6,3 mm b) dla frakcji powyżej 6,3 mm	≤1,5 ≤0,8	≤ 2,5 ≤ 1,5	≤3,5 ≤ 2,0
3	Zawartość frakcji podstawowych łącznie a) dla grupy frakcji od 2 mm do 6,3 mm b) dla frakcji powyżej 6,3 mm	≥ 80,0 ≥85,0	≥ 80,0 ≥ 85,0	≥ 60,0 ≥ 65,0
4	Podziarno a) dla grupy frakcji od 2 mm do 6,3 mm b) dla frakcji powyżej 6,3 mm	≤ 15,0 ≤ 10,0	≤15,0 ≤10,0	≤ 30,0 ≤ 25,0
5	Nadziarno, zawartość ziarn	≤ 8,0	≤ 10,0	≤ 15,0
6	Zanieczyszczenia obce	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,3
7	Zawartość ziarn nieforemnych	≤ 25,0	≤ 30,0	≤ 35,0
8	Zanieczyszczenia organiczne	barwa cieczy nie ciemniejsza od barwy wzorcowej wg obowiązującej normy		

2.3.3. Gatunki żwiru kruszonego. Wymagania wobec żwiru kruszonego w zależności od gatunku. Wymagania wobec żwiru kruszonego w zależności od gatunku

Lp.	Cecha	Gatunek		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	Zawartość ziaren przekruszonych	$\geq 70,0$	$\geq 60,0$	$\geq 50,0$
2	Ziarna mniejsze niż 0,075 mm odsiane na mokro	$\leq 1,5$	$\leq 2,5$	$\leq 3,5$
3	Zawartość frakcji podstawowych łącznie a) dla grupy frakcji od 2 mm do 6,3 mm b) dla frakcji powyżej 6,3 mm,	$\geq 80,0$ $\geq 85,0$	$\geq 75,0$ $\geq 80,0$	$\geq 60,0$ $\geq 75,0$
4	Podziarno a) dla grupy frakcji od 2 mm do 6,3 mm b) dla frakcji powyżej 6,3 mm	$\leq 15,0$ $\leq 10,0$	$\leq 20,0$ $\leq 15,0$	$\leq 30,0$ $\leq 25,0$
5	Nadziarno, zawartość ziaren	$\leq 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 15,0$
6	Zanieczyszczenia obce	$\leq 0,1$	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$
7	Zanieczyszczenia organiczne	barwa cieczy nie ciemniejsza od barwy wzorcowej wg obowiązującej normy		

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne", pkt.3

3.2. Sprzęt

Minimalna wydajność wytwórni 100 Mg/h

Układanie mieszanki może odbywać się jedynie przy użyciu mechanicznej układarki o wydajności skorelowanej z wydajnością otaczarki i posiadającej następujące wyposażenie

- a) automatyczne sterowanie pozwalające na ułożenie warstwy zgodnie z założoną niweletą oraz grubością,
- b) elementy wibrujące/płyta/ do wstępnego zagęszczania wraz ze sprawną regulacją częstotliwości i amplitudy drgań
- c/ urządzenie do podgrzewania elementów roboczych układarki

- Do zagęszczania mieszanki należy stosować następujące walce:

- walce gładkie stalowe statyczne dwuwatowe lekkie i średnie,

- walce gładkie stalowe statyczne trzywatowe średnie,

c) walce gładkie stalowe dwuwatowe wibracyjne lekkie,

d) walce ogumione ciężkie o regulowanym ciśnieniu w oponach w granicach 0,2 do 0,8 MPa,

e) walce mieszane typu K 12 z przednim wibracyjnym walcem gładkim stalowym i umieszczonymi na tylnej osi – kołami pneumatycznymi bez bieznika.

Wybór rodzaju walca do zagęszczenia pozostawia się Wykonawcy w zależności od jego możliwości oraz grubości warstwy, wymaganego wskaźnika zagęszczenia, rodzaju mieszanki i wielkości godzinnej produkcji otaczarki. W każdym przypadku należy użyć walec ogumiony lub mieszany.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 4.

4.2. Transport mieszanki

Transport mieszanki powinien spełniać następujące warunki:

- do transportu mieszanki używać samochodów samowyladowczych wyposażonych w pokrowce brezentowe,
- czas transportu mieszanki nie może przekraczać dwóch godzin z jednoczesnym spełnieniem warunku zachowania temperatury wbudowania,
- samochody powinny charakteryzować się pojemnością min. 5 Mg,
- powierzchnię wewnętrzną skrzyni wywrotek przed załadunkiem spryskać środkiem zapobiegającym przyklejaniu się mieszanki,
- samochody należy wyposażać w plandeki , którymi należy przykryć mieszankę w czasie transportu.

4.3. Transport kruszywa

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi asortymentami kruszywa lub jego frakcji i nadmiernym zawilgoceniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-00.00.00. Wymagania ogólne” pkt.5.

Przed przystąpieniem do robót należy oznakować drogę zgodnie z projektem organizacji ruchu na czas prowadzenia robót zatwierdzonym w trybie przewidzianym Dz.U. Nr 177, poz. 1729 z 2003 r.

5.2. Zakres robót

Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót, uwzględniające wszystkie warunki, w jakich będzie wykonana warstwa z mieszanki mineralno-bitumicznej.

5.3. Projektowanie mieszanki mineralno-bitumicznej

Za przygotowanie receptur odpowiada Wykonawca, który przedstawi je Inżynierowi do zatwierdzenia. Receptury powinny być opracowane dla konkretnych materiałów zaakceptowanych wcześniej przez Zamawiającego i przy wykorzystaniu reprezentatywnych próbek tych materiałów.

Receptury zostaną opracowane w oparciu o następujące źródła:

- wytycznej niniejszej specyfikacji i SST
- wyniki wykonanych pełnych badań materiałów
- normie PN-S-96025-2000 „Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania”

Projektowanie mieszanki mineralno-asfaltowej polega na:

- doborze składników mieszanki
- doborze optymalnej ilości asfaltu
- określeniu jej właściwości i porównaniu wyników z założeniami projektowymi,

Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej powinna mieścić się w polu dobrego uziarnienia wyznaczonego przez krzywe graniczne.

Rzędne krzywych granicznych uziarnienia mieszanki mineralnej wynoszą:

Przechodzi przez	od 0 mm do 12,8 mm 0d – do
25,0	
20,0	100-100
16,0	90-100
12,8	80-100
9,6	69-100
8,0	62-93
6,3	56-87
4,0	45-76
2,0	35-64
zawartość ziarn >2,0	36-65
0,85	26-50
0,42	19-39
0,30	17-33
0,18	13-25
0,15	12-22
0,075	7-11

Zawartość asfaltu w mieszance mineralno - asfaltowej powinna zawierać się 5- 6,5 %

Wymagania dla mieszanki mineralno - bitumicznej

- rodzaj mieszanki - 0/12,80
- moduł sztywności pełzania nie wymaga stabilności próbek wg metody Marshalla w temp. 60°C $\geq 5,50$ kN
- odkształcenie wg metody Marshalla w temp. 60°C - 2,0 - 5,0 mm
- wolna przestrzeń w próbkach wg metody Marshalla w temp. 60°C - 1,5-45 % (v/v)
- wypełnienie wolnej przestrzeni w próbkach wg metody Marshalla - 75,0 - 90,0 %
- wskaźnik zagęszczenia warstwy - $> 98,0$ %
- wolna przestrzeń w warstwie- 1,5-5,0% (v/v)

Skład mieszanki mineralno-asfaltowej powinien być ustalony na podstawie badań próbek wykonanych wg metody Marshalla. Próbkę powinny spełniać w/w wymagania.

5.2.2. Wytworzenie mieszanki mineralno-bitumicznej

- 5.2.2.1. Wykonawca przed przystąpieniem do produkcji wykona w obecności Inżyniera, kontrolną produkcję w postaci zarobu próbnego. Zarób próbny należy najpierw wykonać na sucho w celu sprawdzenia dokładności dozowania kruszywa a następnie z dodatkiem lepiszcza. Sprawdzenie zawartości lepiszcza następuje po przeprowadzonej ekstrakcji. Odchyłki masy dozowanych składników (w stosunku do masy poszczególnych składników) nie powinny być większe od $\pm 2\%$.
- 5.2.2.2. Mieszanekę mineralno - asfaltową należy wytwarzać na gorąco w otaczarce .
- 5.2.2.3. 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 posiadać aktualne świadectwo legalizacji i być okresowo laboratoryjnie sprawdzane.
- 5.2.2.4. Kruszywo z wypełniaczem powinno być wysuszone i tak podgrzane, aby mieszanka mineralna uzyskała właściwą temperaturę do otaczania asfaltem. Maksymalna temperatura gorącego kruszywa nie powinna być wyższa niż 170°C (w zależności od rodzaju asfaltu).
- 5.2.2.5. Asfalt w zbiorniku powinien być ogrzewany w sposób pośredni, z układem termostatowania, zapewniającym utrzymanie temperatury 145°C - 165°C . Temperatura mieszanki mineralno-asfaltowej powinna się mieścić w granicach od 140°C - 170°C . Mieszanekę mineralno-asfaltową o temperaturze wyższej lub niższej należy traktować jako odpad produkcyjny.
- 5.2.2.6. Przed przystąpieniem do wbudowania mieszanki należy każdorazowo wykonać odcinek próbny, który umożliwia sprawdzenie poprawności wykonania warstwy przy użyciu konkretnego sprzętu.

5.2.3. Przygotowanie podłoża

Powierzchnia podłoża pod nawierzchnię wiążącą powinna być czysta i sucha. Dla uzyskania dobrego połączenia międzywarstwowego przed ułożeniem warstwy scieralnej, należy spryskać warstwę podbudowę emulsją asfaltową w ilości $0,6 \text{ kg/m}^2$ asfaltu po odparowaniu wody z emulsji. Powierzchnia powinna być skropiona z wyprzedzeniem 0,5 h na odparowanie wody.

5.2.4. Wbudowanie mieszanki.

Układanie mieszanki powinno odbywać się w sprzyjających warunkach atmosferycznych t.j. przy suchej i cieplej pogodzie , w temperaturze powyżej 10 st. C. Zabrania się układania mieszanki w czasie deszczu. oraz silnego wiatru $V > 16 \text{ m/s}$. Przed przystąpieniem do układania powinna być wyznaczona niweleta. Układanie powinno odbywać się w sposób ciągły, bez przerw. Zagęszczanie nawierzchni należy rozpocząć od krawędzi nawierzchni ku środkowi. Temperatura zagęszczanej mieszanki powinna wynosić nie mniej niż 140°C . Wykonanie złączy poprzecznych wynikających z początku lub końca dziennej działki należy wykonać przez równe obcięcie krawędzi a następnie posmarowanie lepiszczem. Złącza podłużne powinny być wykonane po obcięciu krawędzi i posmarowaniu lepiszczem. Warstwa scieralna powinna mieć następujące cechy:

- a) Szerokość warstwy obramowanej i nieobramowanej powinna być zgodna z dokumentacją projektową.
- b) Nawierzchnia powinna być równa. Nierówności podłużne i poprzeczne warstw asfaltowych mierzone wg BN-68/8931-04 lub równoważną metodą nie powinny być większe od 9 mm.
- c) Spadek poprzeczny , rzędne wysokościowe , oś warstwy w planie oraz grubość warstwy powinny być zgodne z dokumentacją projektową.
Odchyłki wymiarów nie powinny być większe od :
 - spadek poprzeczny - $\pm 0,5 \%$
 - rzędne wysokościowe - $\pm 1,0 \text{ cm}$
 - oś warstwy w planie - $\pm 5,0 \text{ cm}$
 - grubość warstwy- $\pm 10 \%$
- d) Nieobramowany brzeg warstwy asfaltowej powinien być równo obcięty lub wyprofilowany (1:1) i pokryty asfaltem.
- c) Wygląd warstwy wiążącej powinien mieć jednolitą teksturę, bez miejsc przeasfaltowanych , porowatych. łuszczących się i spękanych.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt.6.

6.2. Badania w czasie robót

6.2.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 6.

6.2.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca wykona badania lepiszcza, wypełniacza oraz kruszyw przeznaczonych do produkcji mieszanki mineralno - asfaltowej i przedstawi wyniki tych badań Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów.

Badania i pomiary w czasie wytwarzania mieszanki mineralno - asfaltowej na dziennej działce roboczej należy wykonywać w niżej podanym zakresie i częstotliwości:

- uziarnienie mieszanki mineralnej • 2 próbki,
- dozowanie składników- dozór ciągły,
- skład mieszanki mineralno - asfaltowej pobranej w wytwórni- 1 próbka,
- właściwości asfaltu –dla każdej dostawy,
- właściwości wypełniacza- 1 na 100 Mg,
- właściwości kruszywa- 1 na 200 Mg i przy każdej zmianie,
- temperatura składników mieszanki mineralno – asfaltowej- dozór ciągły,
- temperatura mieszanki mineralno – asfaltowej – każdy pojazd przy załadunku i w czasie wbudowania,
- wygląd mieszanki mineralno – asfaltowej- każdy pojazd przy załadunku i w czasie wbudowania,
- właściwości próbek mieszanki min.-asf. pobranej w wytwórni- jeden raz dziennie.

6.3.2. Uziarnienie mieszanki mineralnej.

Próbki do badań uziarnienia mieszanki mineralnej należy pobrać po wymieszaniu kruszyw, a przed podaniem asfaltu. Krzywa uziarnienia powinna być zgodna z zaprojektowaną w receptce laboratoryjnej.

6.3.3. Skład mieszanki mineralno – asfaltowej.

Badanie składu mieszanki mineralno - asfaltowej polega na wykonaniu ekstrakcji wg PN-S-04001:1967. Wyniki powinny być zgodne z receptą laboratoryjną z tolerancją podaną poniżej :

Składniki mieszanki mineralno asfaltowej	Tolerancja zawartości składników mieszanki mineralno - asfaltowej względem składu zaprojektowanego przy badaniu pojedynczej próbki metodą ekstrakcji % m/m
Ziarna pozostające na sitach o oczkach # (mm) 3,5;22,4;25,0;20,0;16,0;12,8;11,2;9,6;8 ,0;6,3;5,0;4,0;2,0	±5,0
0.85; 0,42; 0.30- 0,18- 015- 0075	+3,0
Ziarna przechodzące przez sito o oczkach 0.075 mm	± 2,0
Asfalt	±0,5

6.3.4. Badanie właściwości asfaltu.

Dla każdej cysterny należy określić właściwości asfaltu zgodnie z PN-C-96170:1965.

6.3.5. Badanie właściwości wypełniacza.

Na każde 100 Mg zużytego wypełniacza należy określić właściwości wypełniacza zgodnie z PN-S-96504:1961.

6.3.6. Badanie właściwości kruszywa.

Zagęszczenie i wolna przestrzeń w warstwie powinny być /-godne z wymaganiami ustalonymi w receptce laboratoryjnej.

6.3.7. Moduł sztywności pelzania.

Moduł sztywności pelzania określony na próbkach wyciętych z warstwy, powinien być zgodny z ustalonym w receptce laboratoryjnej.

6.3.8. Wygląd warstwy.

Wygląd warstwy wiążącej powinien mieć jednolitą teksturę, bez. miejsc przeasfaltowanych, porowatych, łuszczących się i spękanych.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru robót jest 1m² wykonanej nawierzchni w-wy ścieralnej o określonej grubości- 4,0 cm .

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 8.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w SST D-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² warstwy ścieralnej nawierzchni obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów ,
- wyprodukowanie mieszanki mineralno-asfaltowej i jej transport na miejsce wbudowania,
- posmarowanie lepiszczem krawędzi urządzeń obcych i krawężników,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki mineralno- asfaltowej,
- obcięcie krawędzi i posmarowanie asfaltem,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

PN-65/C-96170:1965	Przetwory asfaltowe. Asfalt drogowy.
PN-B-11113:1996	Kruszywo mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek.
BN-73/6771-03	Projektowanie mas betonu asfaltowego.
PN-B-11112:1996	Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
PN-B-11111:1996	Kruszywo mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka.
PN-S-96504:12961	Drogi samochodowe. Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych.
BN-68/8934-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką.
PN-S-96504:1961	Nawierzchnia. Mieszanki mineralno-bitumiczne. Badania.
PN-S-96025:2000	Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania
PN-87/S-02201	Drogi samochodowe. Nawierzchnie drogowe. Podział, nazwy, określenia.
PN-67/S-04001	Drogi samochodowe- Metody badań mas mineralno-bitumicznych i nawierzchni bitumicznych
PN-61/S-96504	Drogi samochodowe. Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych.

» Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (K.WRNPP - 2001) Warunki techniczne. Drogowe kationowe emulsje asfaltowe EmA-94. IBDiM - 1994.

» Zasady projektowania betonu asfaltowego o zwiększonej odporności na odkształcenia trwale. Wytyczne oznaczania odkształcenia i modułu sztywności mieszanek mineralno – bitumicznych metodą pełzania pod obciążeniem statycznym. IBDiM - Zeszyt 48/1995.