POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Technologia Materiałów Drogowych

prowadzący: **dr inż. Marcin Bilski**

Zakład Budownictwa Drogowego
Instytut Inżynierii Lądowej
pok. *324B* (bud. *A2*)
marcin.bilski@put.poznan.pl
marcin.bilski.pracownik.put.poznan.pl

WYKŁAD 5

Tematyka wykładu:

- mieszanki mineralno-asfaltowe do nawierzchni drogowych (typy, właściwości, rodzaje, wymagania)

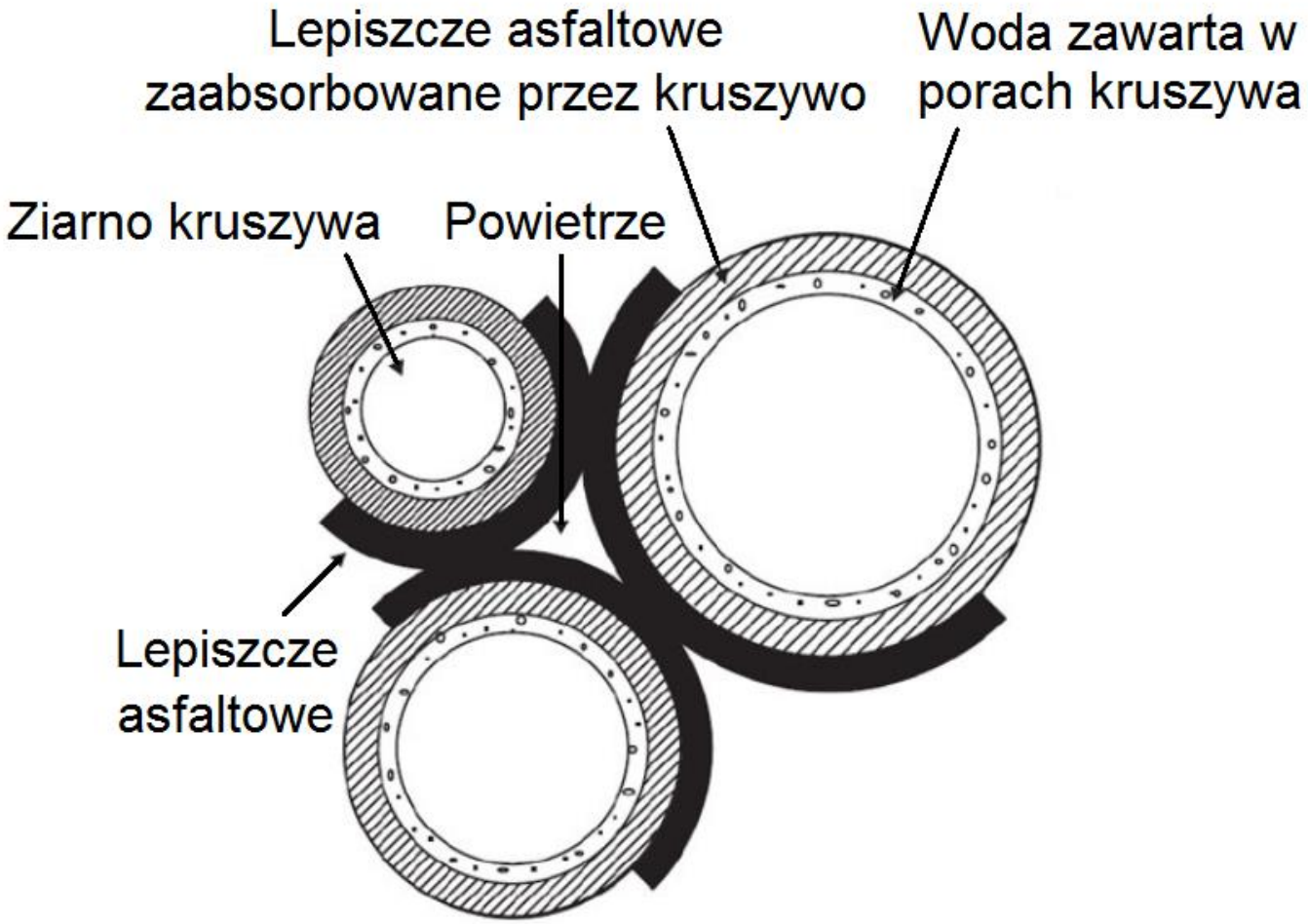
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWE DO NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Skład mieszanki mineralno-asfaltowej

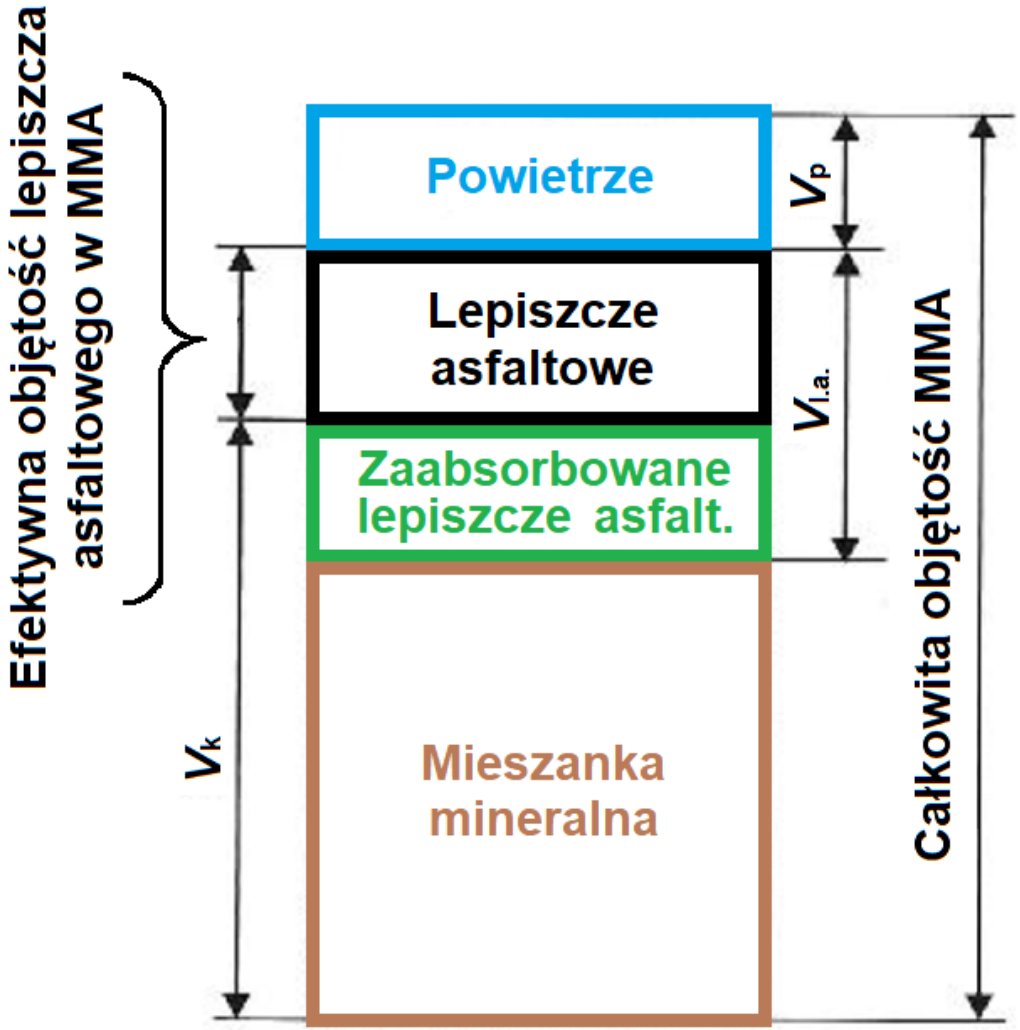
Mieszanka mineralno-asfaltowa (MMA) – składa się z lepiszcza asfaltowego, kruszywa drobnego i grubego oraz wypełniacza.

Rys. 1. Mieszanka mineralno-asfaltowa



Rys. 2. Struktura mieszanki mineralno-asfaltowej

(*opracowano na podstawie: Błażejowski K., Styk S.: Technologia warstw bitumicznych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000*)



Rys. 3. Schemat przedstawiający objętość składników mieszanki mineralno-asfaltowej

(*opracowano na podstawie: Błażejowski K., Styk S.: Technologia warstw bitumicznych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000*)

Typy mieszanek mineralno-asfaltowych

Typ mieszanki mineralno-asfaltowej – jest to określenie mieszanki mineralno-asfaltowej ze względu na:

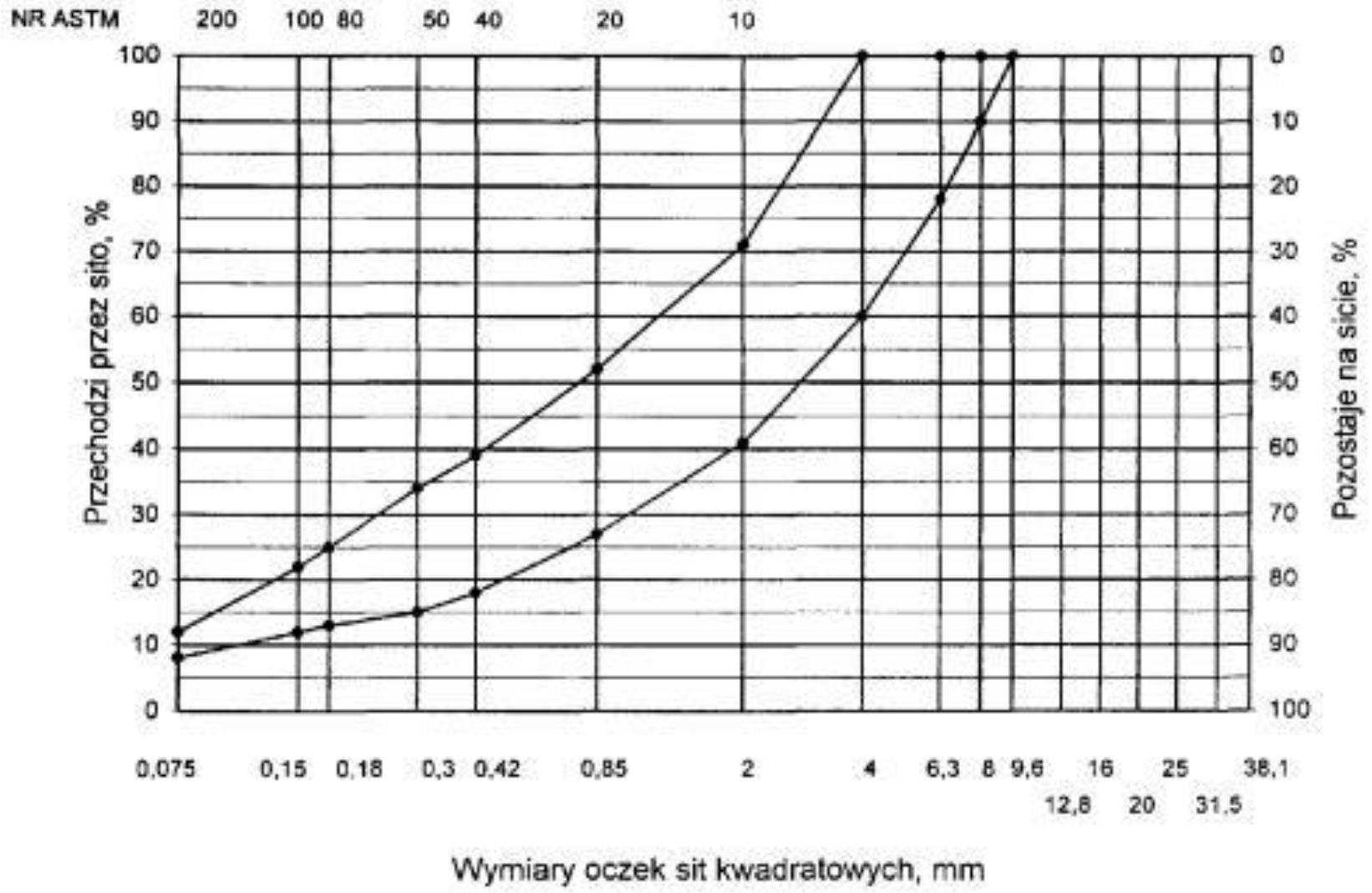
- krzywą uziarnienia kruszywa (ciągłą lub nieciągłą),
- zawartość wolnych przestrzeni,
- proporcje składników,
- technologię wytwarzania,
- technologię wbudowania.

Typy mieszanek mineralno-asfaltowych:

- **beton asfaltowy (AC),**
- **beton asfaltowy o wysokim module sztywności (AC WMS),**
- **mastyks grysowy (SMA),**
- **asfalt porowaty (PA),**
- **beton do bardzo cienkich warstw (BBTM),**
- **asfalt lany (MA),**
- **destrukt asfaltowy (RA).**

Beton asfaltowy

Beton asfaltowy (AC) (ang. asphalt concrete) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa, w której kruszywo o **uziarnieniu ciągłym** tworzy strukturę wzajemnie klinującą się.



Rys. 4. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej o uziarnieniu od 0 do 8 mm stosowanej w MMA typu AC (wg *OST D-05.03.05*)

Rys. 5. Tekstura warstwy ścieralnej z AC

Źródło: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5b/Asphalt_concrete.JPG/1280px-Asphalt_concrete.JPG

Beton asfaltowy o wysokim module sztywności

Beton asfaltowy o wysokim module sztywności (AC WMS) (WMS skrót od wysoki moduł sztywności) – specjalny typ mieszanka typu AC pozwalający na zwiększenie trwałości nawierzchni lub zmniejszenie grubości konstrukcji nawierzchni.

AC WMS może być stosowany w warstwie podbudowy i/lub wiążącej.

Na warstwy wykonane z AC WMS zaleca się stosować cienką warstwę ścieralną o grubości nie większej niż 4 cm z mieszanki typu SMA lub BBTM.

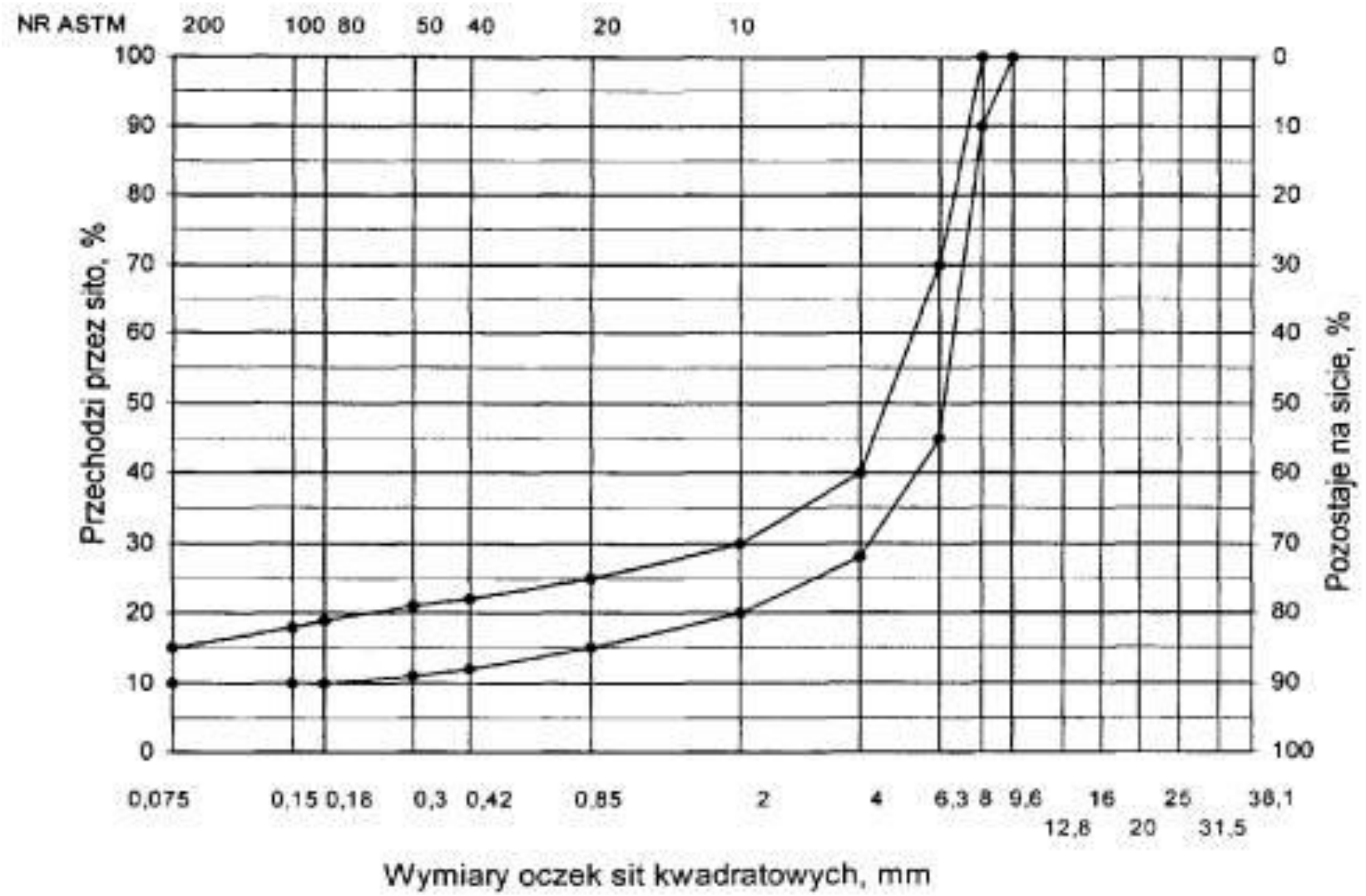
Wyjątek stanowi konstrukcja nawierzchni, w której na szczelnej podbudowie z AC WMS ułożone będą wyłącznie warstwy z mieszanki typu PA.

Mastyks grysowy

Mastyks grysowy (SMA) (ang. stone mastic asphalt) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa składająca się z grubego łamanego kruszywa o nieciągłym uziarnieniu związanego zaprawą mastyksową.

Mieszanka mineralna o nieciągłym uziarnieniu zawiera dużą ilość frakcji grysowej (60% – 80%) tworzącej „szkielet nośny”, który jest związany mastyksem – materiałem składającym się z wypełniacza i lepiszcza asfaltowego.

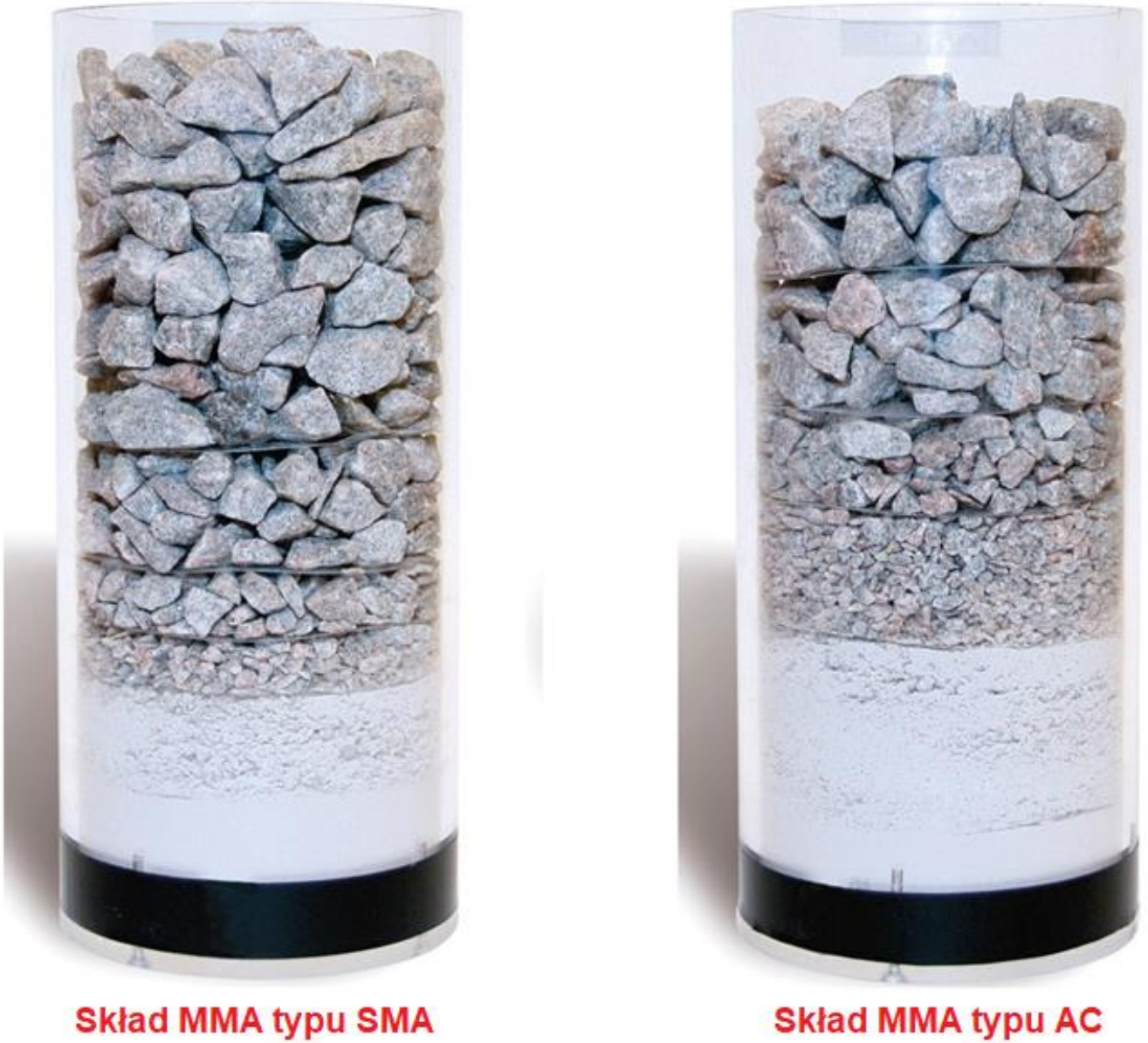
Mieszanki typu SMA oprócz większej zawartości grysów zawierają również zwiększoną ilość wypełniacza (około 10%) oraz lepiszcza asfaltowego (powyżej 6,4%) w stosunku do mieszanki typu AC. Duża ilość mastyksu wpływa na zwiększenie trwałości mieszanki wbudowanej w nawierzchnię drogową.



Rys. 6. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej o uziarnieniu od 0 do 8 mm stosowanej w MMA typu SMA (wg *OST D-05.03.13*)

Rys. 7. Tekstura warstwy ścieralnej z SMA

Źródło: http://blogdrogowy.blogspot.com/



Rys. 8. Porównanie składu MMA typu SMA i AC

Źródło: http://applications.dynapac.com/asphalt/

Rys. 9. Porównanie tekstury MMA typu SMA i AC

Źródło: http://images.slideplayer.com/13/3868207/slides/slide_3.jpg

Podczas produkcji mieszanki typu SMA w wytwórni mas bitumicznych do mieszanki mineralnej dodaje się stabilizator i przez okres od 5 do 10 s miesza się go na sucho z mieszanką, dopiero później dozuje się lepiszcze asfaltowe i miesza wszystkie składniki.

Stabilizator – dodatek do mieszanki mineralno-asfaltowej w postaci włókien mineralnych, celulozowych lub polimerowych (włókna mogą być w postaci granulatu, w tym ze środkiem wiążącym).

Po procesie technologicznym związanym z wbudowywaniem mieszanki SMA na ułożoną warstwę z mieszanki SMA rozsypuje się piasek łamany lub grys o uziarnieniu od 2 do 4 mm. Dopiero tak przygotowaną warstwę poddaje się zagęszczaniu przy pomocy walców stalowych.

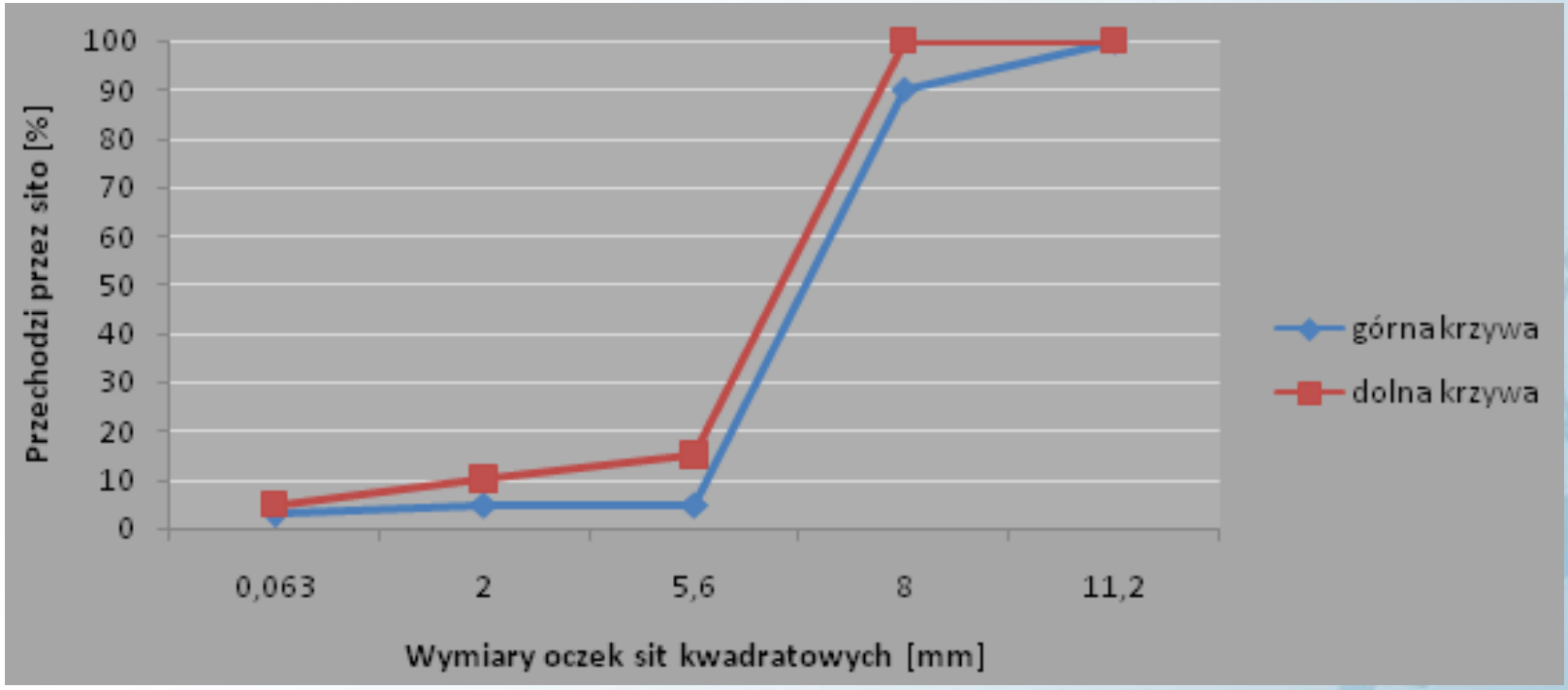
Asfalt porowaty

Asfalt porowaty (PA – ang. porous asphalt) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa o bardzo dużej zawartości połączonych ze sobą wolnych przestrzeni, które umożliwiają przepływ wody i powietrza, co zapewnia właściwości drenażowe i zmniejszające hałas.

Cechą charakterystyczną nawierzchni drenażowej (z asfaltu porowatego) jest otwarta struktura, co jest spowodowane obecnością frakcji grysowej w ilości przekraczającej masowo 80% w MMA.

W celu uzyskania otwartej struktury PA stosuje się ograniczoną ilość kruszywa frakcji pośredniej.

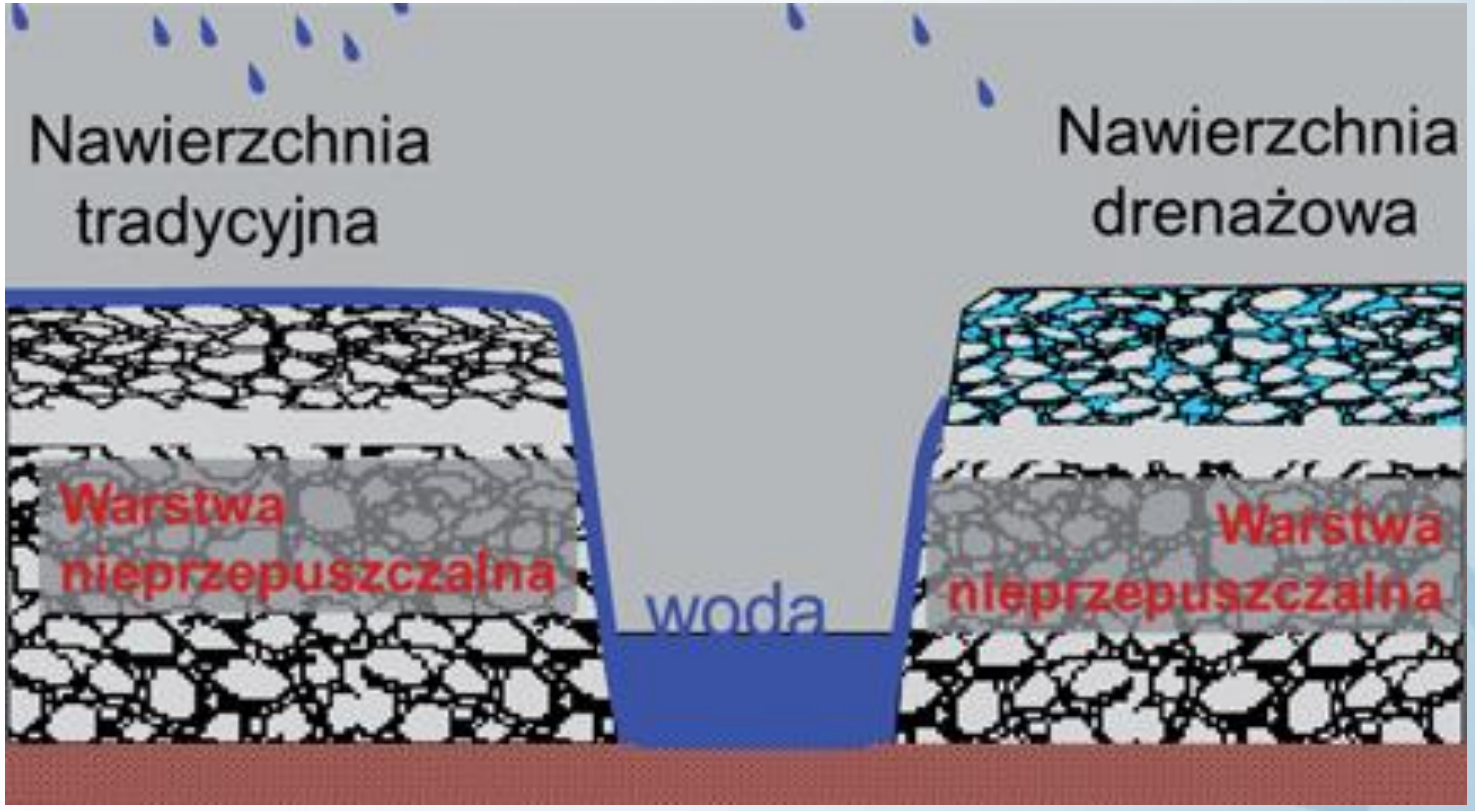
Mieszanka typu PA zawiera od 17% do 25% wolnych przestrzeni.



Rys. 10. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej o uziarnieniu od 0 do 8 mm stosowanej w MMA typu PA (wg *WT-2*)

Rys. 11. Tekstura warstwy ścieralnej z PA

Źródło: http://www.phillydesignblog.com/wp-content/uploads/2011/05/porous-pavement-closeup.jpg



Rys. 12. Schemat działania nawierzchni drenażowej

Źródło: http://www.inzynierbudownictwa.pl/images/magda/ib_04_11/naw_asfalt4.jpg

Rys. 13 Przepływ wody przez mieszankę typu PA

Źródło: https://i.pinimg.com/originals/2b/56/23/2b5623db42178b15e3f0a5de901fc746.jpg

Rys. 14. Zmniejszenie efektu akwaplanacji na nawierzchni drenażowej

Źródło: http://blogdrogowy.blogspot.com/

Otwarta struktura mieszanki typu PA ma działanie absorbujące hałas. Zmniejszenie hałasu nawierzchni porowatej w stosunku do tradycyjnych nawierzchni wynosi od 3 dB do 5 dB.

Warstwa ścieralna wykonana z mieszanki typu PA jest zaliczana do tzw. cichych nawierzchni.

Pomiędzy warstwą z ścieralną z PA i warstwą wiążącą należy wykonać warstwę wodoszczelną, która uniemożliwi przedostaniu się wody do niższych warstw konstrukcji nawierzchni.

Proces zagęszczania warstwy ścieralnej z mieszanki typu PA wykonuje się przy pomocy walców w sposób wyłącznie statyczny (bez wibracji).

Konieczne jest oczyszczanie nawierzchni z PA przynajmniej raz w roku w okresie wiosennym.
Zimą nie można stosować środków mogących zatkać pory występujące w nawierzchni drenażowej.

Beton do bardzo cienkich warstw

Beton do bardzo cienkich warstw (BBTM – fr. béton bitumineux très mince) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa do warstw ścieralnych o grubości od 20 do 30 mm, w której kruszywo ma nieciągłe uziarnienie i tworzy połączenia „ziarno do ziarna", co zapewnia uzyskanie otwartej tekstury. Taka struktura zapewnia uzyskanie rozwiniętej makrotekstury nawierzchni oraz wysokiej odporności na odkształcenia trwałe.

Rys. 15. Tekstura warstwy ścieralnej z BBTM

Źródło: http://www.barba-tp.fr/wp-content/uploads/2014/02/enrobe_vf.jpg

Zaprojektowana mieszanka typu BBTM może np. charakteryzować się zawartością wolnych przestrzeni w dolnych dopuszczalnych granicach (tj. w zakresie od 3% do 6%).

W ten sposób uzyskuje się szczelną warstwę ścieralną zabezpieczającą konstrukcję przed wpływami atmosferycznymi.

Istnieje możliwość zaprojektowania mieszanki typu BBTM o uziarnieniu do 8 mm i krzywej uziarnienia wg modelu B, tak aby uzyskać zawartość wolnych przestrzeni w górnych dopuszczonych granicach (tj. w zakresie od 11% do 15%).

W ten sposób uzyskuje się efekt znacznej redukcji hałasu, a więc uzyskania tzw. cichej nawierzchni.

Tabela. 1. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza mieszanki typu BBTM do warstwy ścieralnej (wg *WT-2*)

Właściwość	Przesiew, [%(m/m)]			
Wymiar sita #, [mm]	BBTM 8 A	BBTM 8 B	BBTM 11 A	BBTM 11 B
16			100	100
11,2	100	100	90 - 100	90 – 100
8	90 - 100	90 - 100	-	-
2	25 - 35	15 - 25	25 - 35	15 – 25
0,063	7 - 9	4 - 6	7 - 9	4 – 6
Zawartość lepiszcza	B_{min} 6,4	B_{min} 6,0	B_{min} 6,0	B_{min} 6,0
Zawartość wolnej przestrzeni; Vg	V_g 12-19	V_g 20-25	V_g 10-17	V_g 18-25

Asfalt lany

Asfalt lany (MA – ang. mastic asphalt; niem. Gussasphalt) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa o bardzo małej zawartości wolnych przestrzeni, w której objętość wypełniacza i lepiszcza jest większa niż objętość wolnych przestrzeni w kruszywie.

Rys. 16. Tekstura warstwy ścieralnej z MA

Źródło: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Glaubach_asphalt.jpg/1200px-Glaubach_asphalt.jpg

Tabela. 2. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza asfaltu lanego do warstwy ścieralnej lub wiążącej (wg *WT-2*)

Właściwość	Przesiew, [%(m/m)]							
	MA 5 KR1÷7		MA 8 KR1÷7		MA 11 KR1÷7		MA 16 KR1÷7	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	do	od	do	od	do
22,4							100	100
16					100	100	90	100
11,2			100	100	90	100		
8			90	100	70	85	63	78
5,6	100	100	77	92	-	-		
4,0	90	100	67	81	-	-	46	61
2	65	80	52	67	45	55	35	50
0,125	32	47	26	41	22	35	20	31
0,063	28	40	24	36	20	28	20	28
Zawartość lepiszcza	$B_{min\ 7,0}$		$B_{min\ 7,0}$		$B_{min\ 6,8}$		$B_{min\ 6,5}$	

Mieszanka typu MA ze względu na swój skład charakteryzuje się bardzo małą zawartością wolnych przestrzeni, co zapewnia wysoką szczelność nawierzchni, stąd częste zastosowanie mieszanki na obiektach mostowych.

Rys. 17. Wbudowywanie warstwy z MA

Źródło: http://www.tarcopol.pl/upload/galeria/15-158-54fec9a5.jpg

Mieszanka typu MA charakteryzuje się większą odpornością na deformacje trwałe w porównaniu do standardowych mieszanek.

Dzięki wtapianiu grysu w powierzchnię mieszanki typu MA osiąga się nawierzchnię o większej szorstkości w porównaniu z standardowymi mieszankami, co znacznie skraca drogę hamowania i zwiększa bezpieczeństwo ruchu.

Nawierzchnie wykonane z mieszanki typu MA nie wymagają zastosowania walców do zagęszczania (jest mieszanka samozagęszczająca).

Mieszanka typy MA może być rozkładana maszynowo, za pomocą rozkładarki poruszającej się po prowadnicach, co umożliwia uzyskanie bardzo równej nawierzchni.

Rys. 18. Nawierzchnia parkingu z MA

Źródło: http://www.buero-krekeler.de/gfx/pd-6_gr.png

Rys. 19. Posadzka wykonana z MA

Źródło: http://www.europasphalt.com/fileadmin/_processed_/csm_bild_3_3b92df0660.jpg

Destrukt asfaltowy

Destrukt asfaltowy (RA – ang. reclaimed asphalt) – jest to mieszanka mineralno-asfaltowa, która jest uzyskiwana w wyniku frezowania warstw asfaltowych, rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej, brył uzyskiwanych z płyt oraz z mieszanki mineralno-asfaltowej odrzuconej lub będącej nadwyżką produkcji.

Granulat asfaltowy – jest to przetworzony destrukt asfaltowy o udokumentowanej jakości stosowany jako materiał składowy w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych w technologii na gorąco.

Rys. 20. Destrukt asfaltowy przed i po wbudowaniu w nawierzchnię drogową

Źródło: http://cdn2.hubspot.net/hub/554800/file-3461656578-png/blog-files/recycled-asphalt-before-and-after.png?t=1447653866707

Rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych

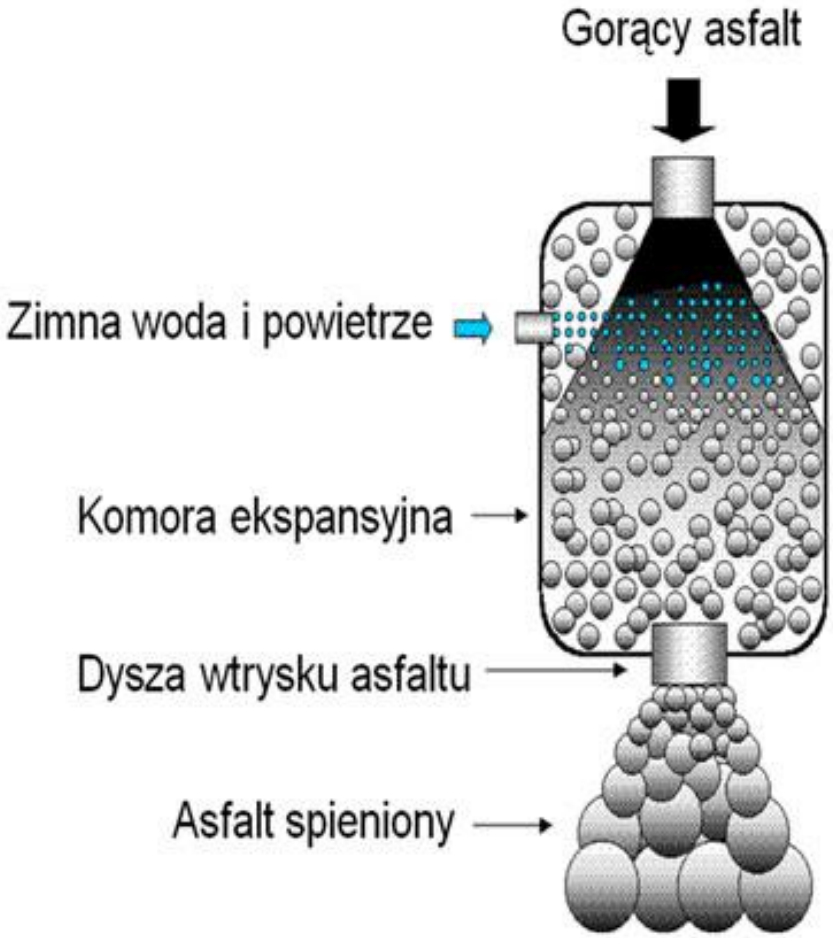
Rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych:

- **mieszanki mineralno-asfaltowe na gorąco (HMA – ang. hot mix asphalt) tj. AC, AC WMS, SMA, PA, MA (wbudowywane w temp. powyżej 130°C),**
- **mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło (WMA – ang. warm mix asphalt) (wbudowywane w temp. od 100°C do 140°C),**
- **mieszanki mineralno-asfaltowe na zimno (wbudowywane w temp. od 10°C do 25°C).**

Asfalt spieniony (mieszanki WMA) – woda jako czynnik spieniający asfalt po zmieszaniu z nim zamienia się w parę, co skutkuje wytworzeniem porowatej struktury gorącego asfaltu (asfalt z pęcherzykami pary wodnej).

Technologia asfaltu spienionego daje stosunkowo dobrą urabialność przy **obniżonej temperaturze mieszanki**.

Do asfaltu dodaje się wodę w postaci zeolitów albo jako emulsje.



Rys. 21. Schemat wytwarzania asfaltu spienionego

Źródło: http://edroga.pl/images/stories/nwb_technologie/technologie-budowy-drog-o-zmniejszonej-emisji-gazow/r2.jpg

(a) *(b)*

Rys. 22. Wbudowywanie mieszanki HMA *(a)* i WMA *(b)*

Źródło: http://nawierzchniedrogowe.konferencjespecjalistyczne.pl/images/pdf/Prezentacje_2016/s5_p1_M.Stienss.pdf

Rys. 23. Mieszanka mineralno-asfaltowa na zimno

Źródło: http://emulex.com.pl/wp-content/uploads/2015/06/masa04_d.jpg

Recykling na zimno z zastosowaniem mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE) – MCE jest to mieszanka o ciągłym uziarnieniu, składająca się z samego destruktu lub z destruktu i kruszywa mineralnego, wymieszana z cementem i emulsją asfaltową w określonych proporcjach, w warunkach optymalnej wilgotności, która jest przetworzona urządzeniem skrawająco-mieszającym i zagęszczona.

Źródło: INSTRUKCJAPROJEKTOWANIA I WBUDOWYWANIA MIESZANEK MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNYCH (MCE), GDDKiA 2013

Zalety:

- **możliwość użycia w całości materiału z rozbiórki starej nawierzchni bitumicznej,**
- **nowa podbudowa jest wykonywana jako warstwa podatna, dzięki czemu można uniknąć spękań odbitych,**
- **recykling starych warstw bitumicznych z lepiszczem smołowym z dodatkiem mieszanki MCE nie stwarza zagrożeń dla zdrowia, ze względu na zimny proces technologiczny.**

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wymagania wobec mieszanek mineralno-asfaltowych wg WT-2 część I

Wymiar mieszanki mineralno-asfaltowej – jest to określenie mieszanki mineralno-asfaltowej ze względu na wymiar D największego kruszywa, np. wymiar 8 lub 11.

Dodatek – jest to materiał, który może być dodawany do mieszanki w małych ilościach praktycznie do 5% (np. włókna, polimery) w celu poprawy jej cech mechanicznych, urabialności lub koloru.

Domieszka – jest to materiał, który może być dodawany do mieszanki w ilości powyżej 5% w celu poprawy właściwości użytkowych (np. barwa mieszanki) i powinien być uwzględniony w obliczeniach wolumetrycznych.

SPOSÓB OZNACZENIA MMA wg WT-2 2014 część I:

- typ MMA – AC, AC WMS, BBTM, SMA, MA, PA;
- wymiar MMA – 5, 8, 11, 16, 22; model uziarnienia;
- przeznaczenie MMA ze względu na warstwę w nawierzchni (tylko w przypadku AC i AC WMS) – P (podbudowa), W (wiążąca), S (ścieralna);
- rodzaj lepiszcza asfaltowego – np. 20/30, 50/70, PMB 45/80-55, PMB 65/105-60, MG 50/70-54/64;
- przeznaczenie MMA ze względu na obciążenie drogi ruchem (Kategoria Ruchu) – KR 1÷2, KR 3÷4, KR 5÷7.

Przykładowe oznaczenia mieszanek mineralno-asfaltowych:

AC 8 S 70/100 KR 1÷2

AC WMS 16 W 20/30 KR 3÷4

BBTM 8A 50/70

SMA 11 PMB 45/80-65 KR 5÷7

MA 11 MG 50/70-54/64 KR 3÷4

Uziarnienie mieszanki mineralnej, zawartość lepiszcza oraz wymagania wg WT-2 część I w przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych przedstawiono w rozdziale 8

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Projektowanie mieszanki mineralno-asfaltowej

Metody projektowania mieszanki mineralno-asfaltowej:

- **empiryczne,**
- **funkcjonalne.**

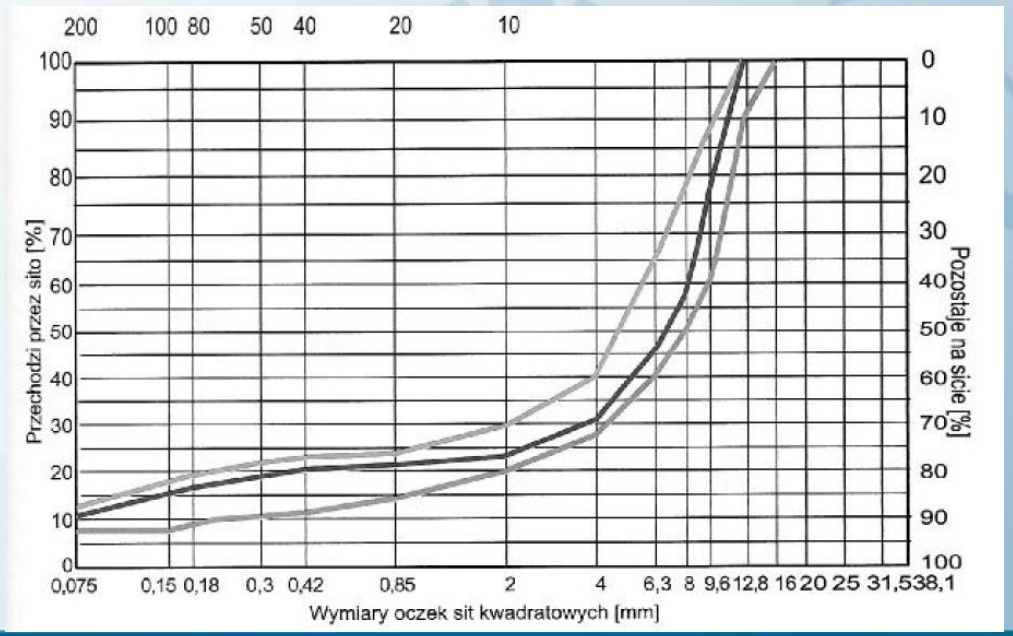
Tabela. 3. Wymagane właściwości AC do warstwy podbudowy, (projektowanie empiryczne)

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 16 P	AC 22 P
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, p. 4	$V_{min5,0}$ V_{max10}	$V_{min5,0}$ V_{max10}
Odporność na deformacje trwałe	C.1.20, wałowanie, P_{98}-P_{100}	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR0,80}$ $PRD_{AIR7,0}$	$WTS_{AIR0,80}$ $PRD_{AIR7,0}$
Odporność na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 25 uderzeń	PN-EN 12697-12, lecz przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 15°C	$ITSR_{70}$	$ITSR_{70}$

Tabela. 4. Wymagane właściwości AC do warstwy podbudowy, (projektowanie funkcjonalne)

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 16 P	AC 22 P
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, p. 4	$V_{min4,0}$ V_{max10}	$V_{min4,0}$ V_{max10}
Odporność na deformacje trwałe	C.1.20, wałowanie, P_{98}-P_{100}	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR0,60}$ $PRD_{AIR7,0}$	$WTS_{AIR0,60}$ $PRD_{AIR7,0}$
Odporność na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 25 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 15°C	$ITSR_{70}$	$ITSR_{70}$
Sztywność	C.1.20, wałowanie, P_{98}-P_{100}	PN-EN 12697-26, 4PB-PR, temperatura 10°C, częstość 10Hz	$S_{min11000}$	$S_{min11000}$
Odporność na zmęczenie, kategoria nie niższa niż	C.1.20, wałowanie, P_{98}-P_{100}	PN-EN 12697-24, 4PB-PR, temperatura 10°C, częstość 10Hz	ε_{6-115}	ε_{6-115}

Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej – to krzywe, między którymi powinna znaleźć się projektowana krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej.



Zawartość asfaltu jest to minimalna zawartość asfaltu B_{min} jaka powinna się znaleźć w mieszance mineralno-asfaltowej przy gęstości mieszanki mineralnej równej 2,650 g/cm^3.

Przy innych gęstościach mieszanki mineralnej należy wartość B_{min} przemnożyć przez współczynnik α.

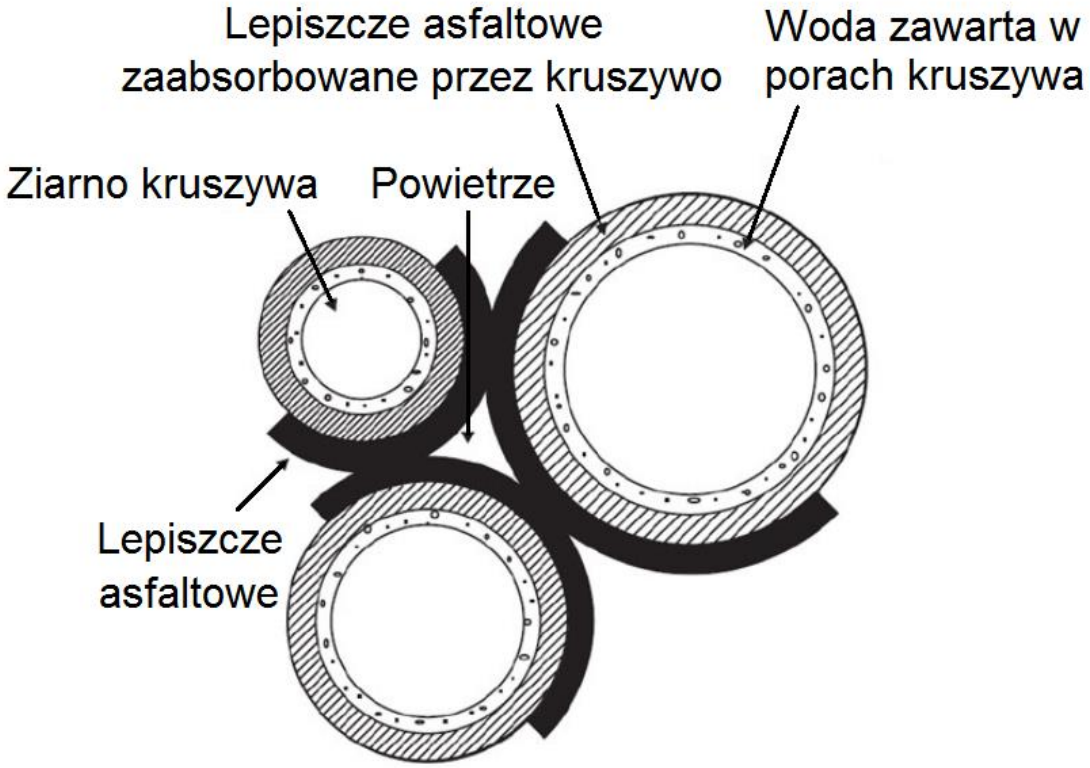


Tabela. 5. Grubość otoczki asfaltowej

Powierzchnia właściwa mieszanki F [m^2/kg]	Grubość otoczki asfaltowej b [µm]
50–25	1,5–4
25–10	2–8
10–5	4–10
5–3	6–15
3–1	15–40
1–0,23	40–80

Wzór na obliczenie powierzchni właściwej mieszanki mineralnej [m²/kg] jest następujący:

$$F = (0{,}04\,g + 0{,}06\,z + 0{,}10\,s + 1{,}5\,f) \times 2{,}65/\rho^{m-m} \qquad (1)$$

w którym:

F – powierzchnia właściwa zaprojektowanej mieszanki [m²/kg]
g – zawartość frakcji powyżej 4 mm [% (m/m)],
z – zawartość frakcji 0,3 do 4 mm [% (m/m)],
s – zawartość frakcji 0,075 do 0,30 mm [% (m/m)],
f – zawartość frakcji < 0,075 mm [% (m/m)],
ρ^{m-m} – gęstość mieszanki mineralnej*).

Zawartości asfaltu w stosunku do masy mieszanki mineralnej można obliczyć korzystając ze wzoru:

$$A_K = \frac{F \cdot b \cdot \rho^a}{10} \quad [\%] \qquad (2)$$

w którym:

A_K – zawartość asfaltu,
F – powierzchnia właściwa,
ρ^a – gęstość asfaltu,
b – grubość otoczki asfaltowej.

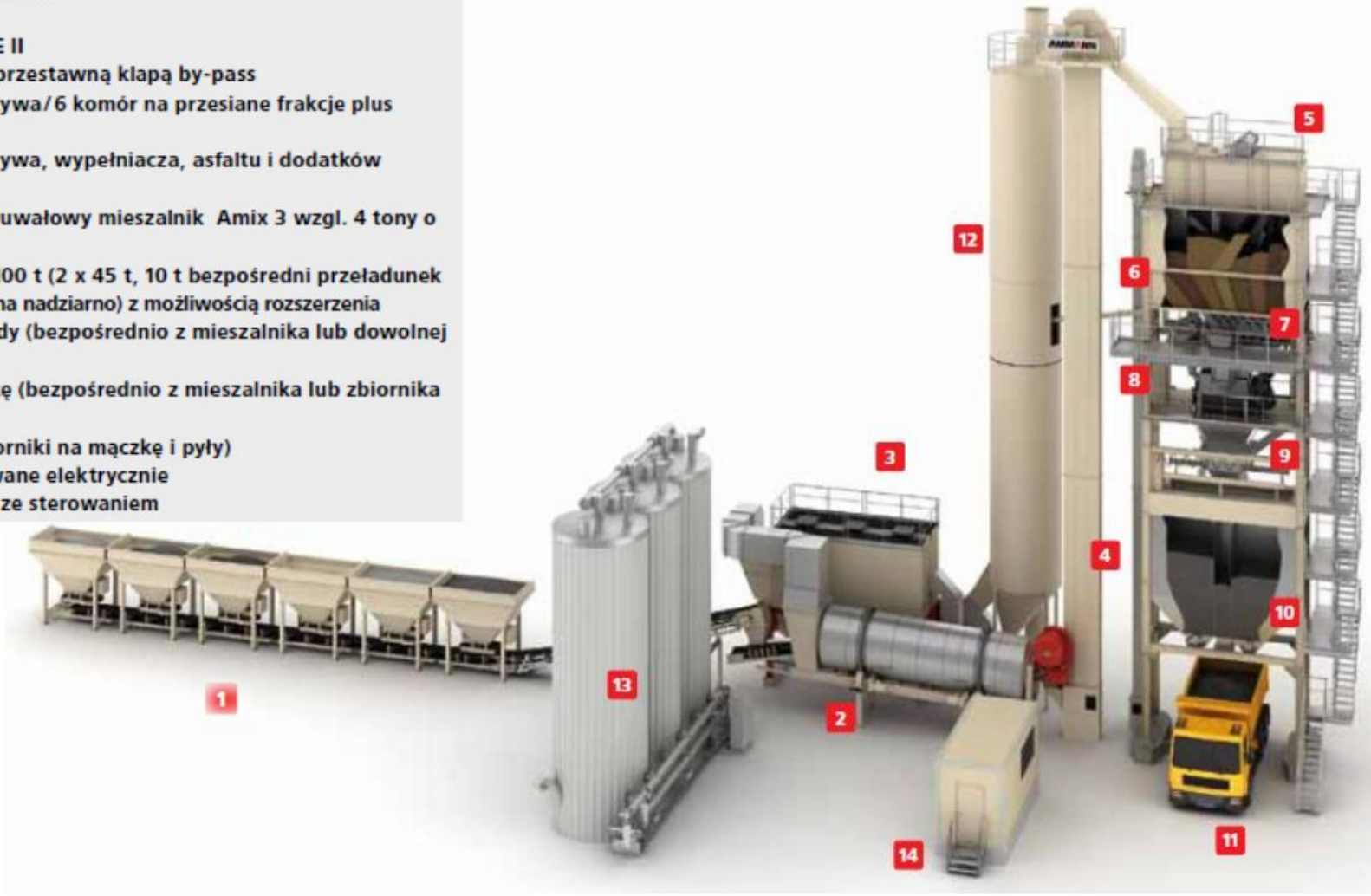
Proces wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej

Mieszanka mineralno-asfaltowa jest produkowana w wytwórni mas bitumicznych składającej się m. in. z:

- zbiorników kruszywa z dozatorami,
- suszarki kruszywa,
- wagi do kruszywa i zbiorników frakcji,
- zbiorników i wagi do wypełniaczy,
- zbiornika lepiszcza asfaltowego,
- mieszalnika,
- zbiorników gotowej masy.

Schemat wytwórni typu Ammann Uniglobe

1. Dozowanie wstępne ze zintegrowanym przenośnikiem zbiorczym
2. Suszarka z palnikiem Ammann
3. Filtr z separatorem
4. Elewator łańcuchowy HE II
5. Sortownik VA 1840-6 z przestawną klapą by-pass
6. Zbiornik gorącego kruszywa/6 komór na przesiane frakcje plus komora by-pass
7. Zespół wag: waga kruszywa, wypełniacza, asfaltu i dodatków granulowanych
8. Zespół mieszalnika – dwuwałowy mieszalnik Amix 3 wzgl. 4 tony o działaniu wymuszonym
9. Zbiornik gotowej masy 100 t (2 x 45 t, 10 t bezpośredni przeładunek plus dodatkowa komora na nadziarno) z możliwością rozszerzenia
10. Wyładunek na samochody (bezpośrednio z mieszalnika lub dowolnej komory zbiornika)
11. Załadunek na ciężarówkę (bezpośrednio z mieszalnika lub zbiornika gotowej masy)
12. Wieża wypełniacza (zbiorniki na mączkę i pyły)
13. Zbiorniki bitumu ogrzewane elektrycznie
14. Kontener dyspozytorski ze sterowaniem



Proces technologiczny wytwarzania MMA:

1. Składowanie i wstępne dozowanie kruszywa.
2. Suszenie, podgrzewanie i odpylanie kruszywa.
3. Sortowanie i dozowanie gorącego kruszywa, asfaltu i dodatków.
4. Mieszanie i składowanie gotowej mieszanki.

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych wg WT-2 część II

Wykonanie i wymagania dla nawierzchni asfaltowych wg WT-2 część II przedstawiono w rozdziałach 7 i 8

Standardowy proces technologiczny wbudowywania MMA w nawierzchnię drogową:

1. **Transport samochodami samowyładowczymi gotowej mieszanki z wytwórni mas bitumicznych na miejsce wbudowywania.**
2. **Wbudowywanie mieszanki mineralno-asfaltowej w nawierzchnię drogową przy wykorzystaniu rozścielaczy mas bitumicznych.**

3. Zagęszczenie statyczne i z wibracją mieszanki mineralno-asfaltowej przy zastosowaniu walcy stalowych i ogumionych.
4. W przypadku wbudowywania warstwy innej niż ścieralna ewentualne skropienie emulsją asfaltową przed rozłożeniem kolejnej warstwy.
5. W przypadku np. mieszanki typu SMA rozsypanie grysu w celu uszorstnienia nawierzchni.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ