



Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych

Wymagania i oczekiwania

mgr inż. **Piotr Miduch**

e-mail : piotr.miduch@cebel.pl

mobile : +48 694 455 679

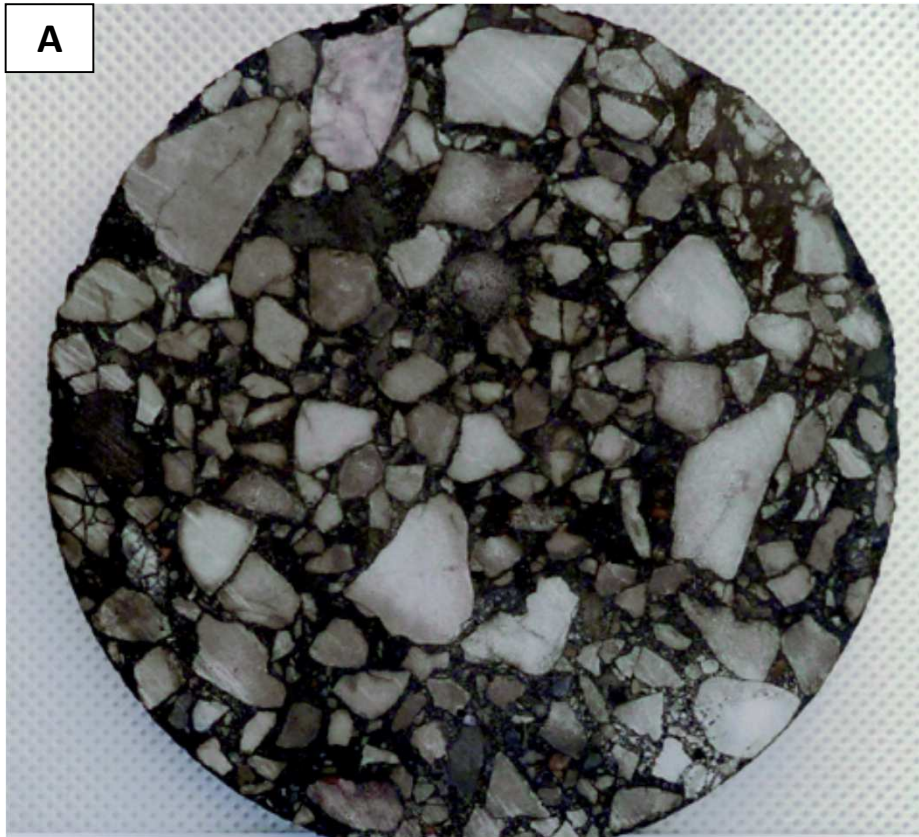
Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

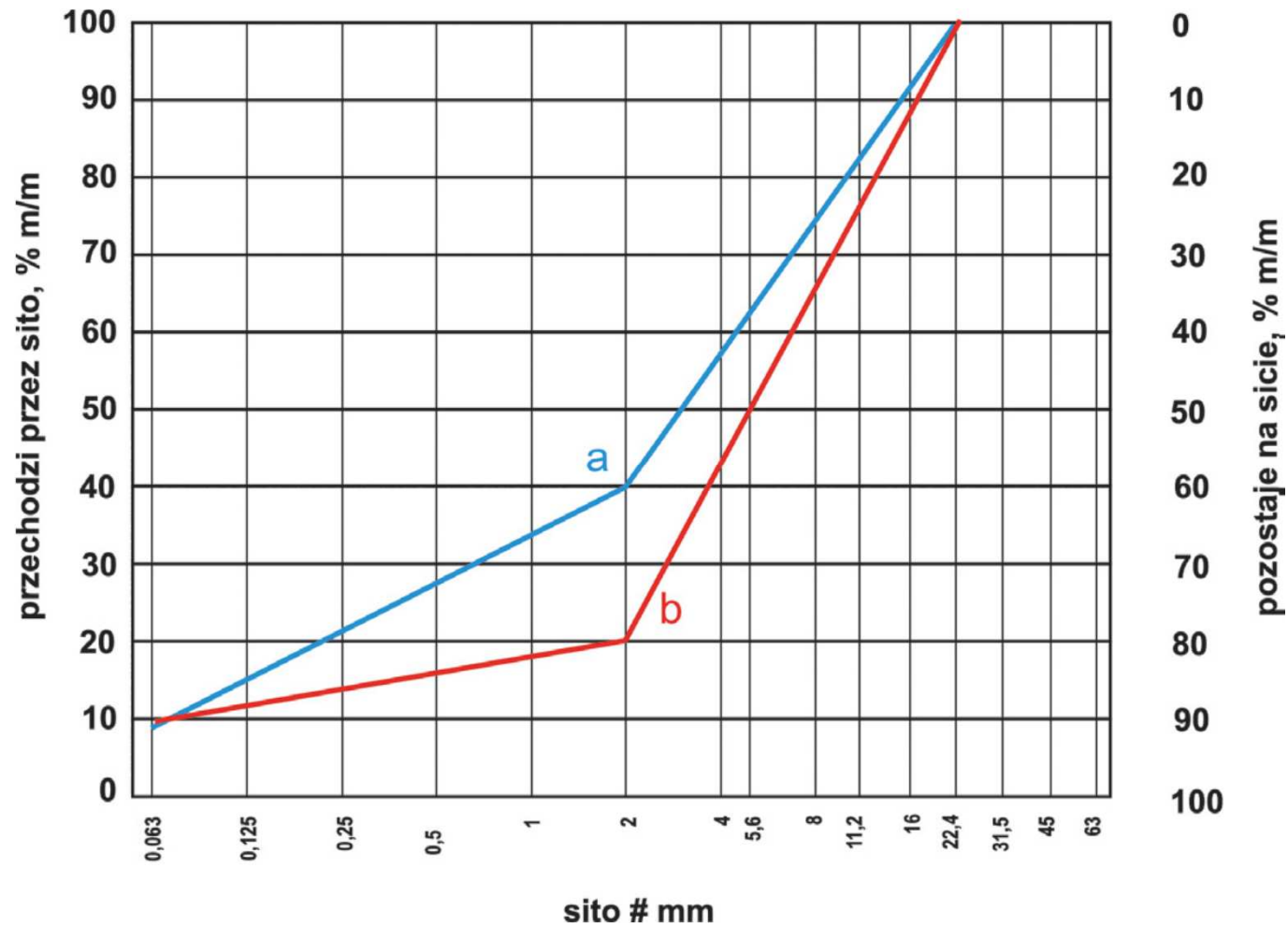
1

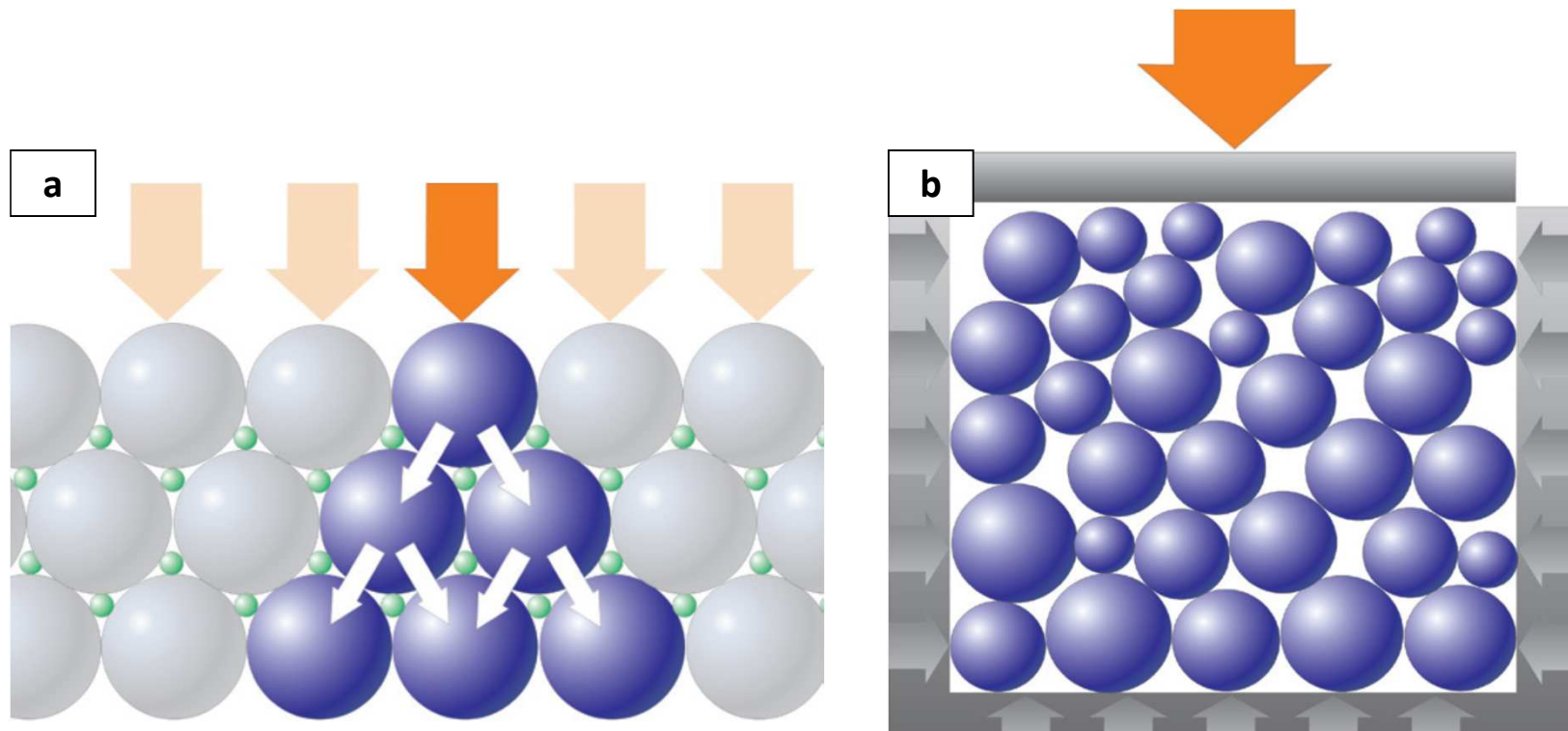
-
- Nawierzchnie jednowarstwowe - SMA16 JENA
 - BBTM i dodatek gumy do mm-a
 - Długowieczne nawierzchnie
 - Luminancja nawierzchni wg WT-2 2014



Przekroje warstw nawierzchni z mieszanek **A**) o ciągłym uziarnieniu – **AC 16** i **B**) o nieciągłym uziarnieniu **SMA 16** (fot. TPA sp. z o.o.)

Przykładowe, uproszczone przesiewy mieszanek o ciągłym (a) i nieciągłym (b) uziarnieniu





a) schemat przenoszenia obciążenia w SMA przez bezpośredni kontakt ziaren kruszywa; b) schemat – nośność zaklinowanych ziaren w mieszance jednofrakcyjnej grubych kruszyw [K. Błażejowski, 2007]

Struktura powierzchni warstwy z SMA 16 JENA, na fotografii moneta 5-złotowa (fot. A. Sadkowski)



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

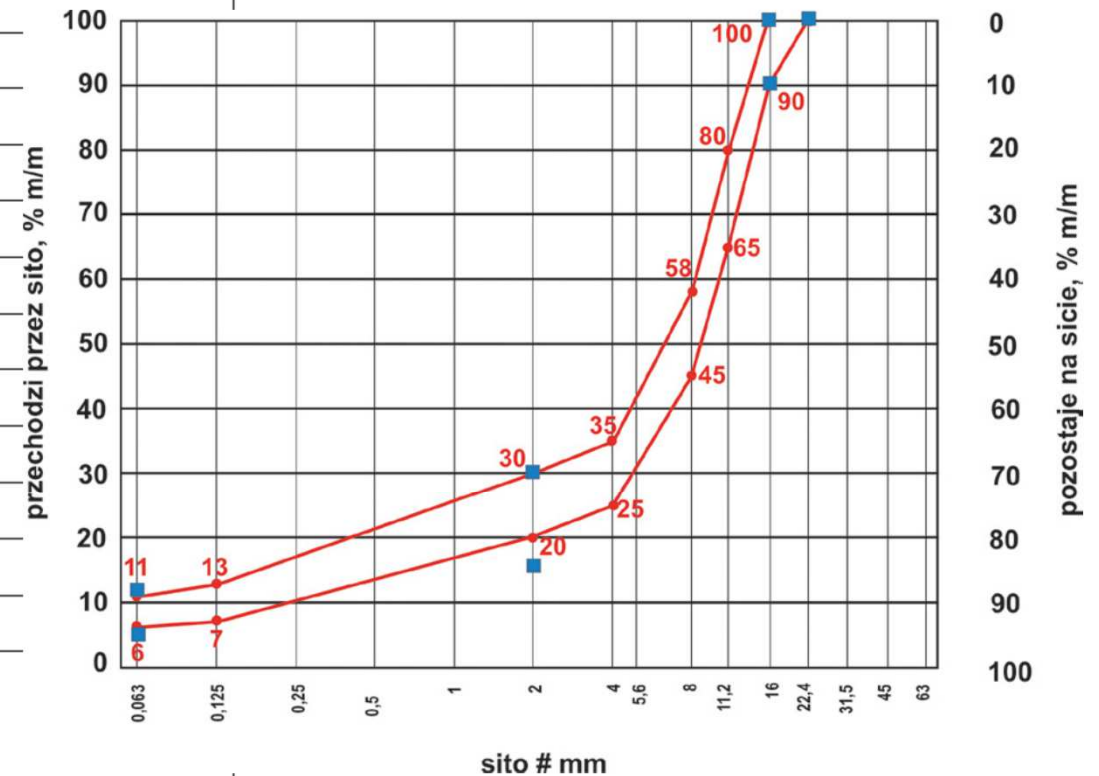
6

| Lp. | Składnik mieszanki | SMA 16 JENA KR 1-2 | SMA 16 JENA KR 3-4 |
|-----|--------------------|---|--|
| 1 | Kruszywo mineralne | <p>Wymagania do kruszyw wg WT-1 2014, dla ruchu KR1-2 jak dla mieszanki SMA, przy dodatkowych wymaganiach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C90/1 oraz należy tak dobrać kruszywa grube, aby zawartość ziaren łamanych i przekruszonych w mieszance kruszywa grubego nie była mniejsza niż 90% m/m • kanciastość kruszywa drobnego, kategoria Ecs30 • w przypadku wątpliwości wobec mrozoodporności kruszywa polodowcowego, można zastosować procedurę badania wg Załącznika 2 z wymaganiem ubytku masy nie więcej niż 10,0% m/m | <p>Wymagania do kruszyw wg WT-1 2014 lub nowszej wersji, dla ruchu KR3-4 jak dla mieszanki SMA, przy dodatkowych wymaganiach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • w przypadku wątpliwości wobec mrozoodporności kruszywa polodowcowego, można zastosować procedurę badania wg Załącznika 2 z wymaganiem ubytku masy nie więcej niż 4,0% m/m |

SMA 16 JEDNA – Wymagania wobec materiałów

| Lp. | Składnik mieszanki | SMA 16 JENA KR 1-2 | SMA 16 JENA KR 3-4 |
|-----|---|--|--|
| 2 | Lepiszcząca asfaltowe | <ul style="list-style-type: none"> Asfalt drogowy 50/70 wg PN-EN 12591 Asfalt drogowy 70/100 wg PN-EN 12591 Asfalt wielorodzajowy MG 50/70-54/64 wg PN-EN 13924-2 | <ul style="list-style-type: none"> Asfalt drogowy 50/70 wg PN-EN 12591 Asfalt wielorodzajowy MG 50/70-54/64 wg PN-EN 13924-2 Asfalt modyfikowany polimerami PMB 45/80-55 wg PN-EN 14023 |
| 3 | Stabilizator mastyksu | Stosowany na podstawie dokumentu - deklaracji wcześniejszego pozytywnego zastosowania dostarczonej przez producenta lub dostawcę (p. 4.1. normy PN-EN 13108-5). Wymagane wykonanie badania spływności | |
| 4 | Środek polepszający adhezję asfaltu do kruszywa | Stosowany na podstawie dokumentu - deklaracji wcześniejszego pozytywnego zastosowania dostarczonej przez producenta lub dostawcę (p. 4.1. normy PN-EN 13108-5). Wymagane wykonanie badania przyczepności asfaltu do kruszywa frakcji 8/11,2 mm odsianego z zaprojektowanej mieszanki mineralnej SMA 16 JENA, badanie wg PN-EN 12697-11, metoda A, 6 godzin obracania. Pokrycie powierzchni ziaren kruszywa powinno być nie mniejsze niż 80%. | |
| 5 | Inne dodatki – wapno hydratyzowane | W przypadku problemów z osiągnięciem wymaganego wskaźnika odporności na wodę i mróz (ITSR) można stosować dodatek wapna hydratyzowanego w ilości ok. 1.5% m/m mma. Dozowaną ilość wapna hydratyzowanego należy odjąć od ilości wypełniacza dodanego. Stosowany na podstawie dokumentu - deklaracji wcześniejszego pozytywnego zastosowania dostarczonej przez producenta lub dostawcę (p. 4.1. normy PN-EN 13108-5). | |

| Składniki podstawowe mma | Wymagane wartości przy obciążeniu nawierzchni ruchem kategorii KR1 – KR4 |
|--|--|
| Mieszanka mineralna, przechodzi przez sito # (mm): | |
| 22,4 | 100 |
| 16,0 | 90–100 |
| 11,2 | 65–80 |
| 8,0 | 45–58 |
| 4,0 | 25–35 |
| 2,0 | 20–30 |
| 0,125 | 7–13 |
| 0,063 | 6,0–11,0 |
| Stabilizator: | |
| orientacyjna zawartość stabilizatora | 0,2–1,0 |
| Asfalt: | |
| zawartość asfaltu całkowitego B_{min} przed korektą współczynnikiem α , zgodnie z p. 5.2.3. normy PN-EN 13108-5 | 5,3 |



SMA 16 JEDNA – Wymagania wobec mieszanki

| Lp. | Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | SMA 16 JENA KR1-2 | SMA 16 JENA KR3-4 |
|---|---|--|--|--|-------------------|
| <i>Wymagania do projektowania mieszanki</i> | | | | | |
| 1 | Zawartość wolnej przestrzeni V_m | Ubijanie 2x50 uderzeń, temperatura zagęszczania uzależniona od rodzaju asfaltu | PN-EN 12697-8 | $V_{min} 2,5$ $V_{max} 4,0$ Uwaga: mieszanka, która będzie układana w warstwie o grubości powyżej 5 cm ma tendencję do przegęszczania, – w takim przypadku $V_{max} 4,5$ | |
| 2 | Zawartość wolnej przestrzeni wypełnionej asfaltem | Ubijanie 2x50 uderzeń, temperatura zagęszczania uzależniona od rodzaju asfaltu | PN-EN 12697-8 | VFB podać wynik | |
| 3 | Zawartość wolnej przestrzeni w mieszance mineralnej | Ubijanie 2x50 uderzeń, temperatura zagęszczania uzależniona od rodzaju asfaltu | PN-EN 12697-8 | VMA podać wynik | |
| 4 | Odporność na działanie wody ¹⁾ | Ubijanie 2x35 uderzeń, | PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w temperaturze 25°C ^{1)***} | $ITSR_{80}$ | |

| Lp. | Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | SMA 16 JENA KR1-2 | SMA 16 JENA KR3-4 |
|--|--|--|--|-------------------|---|
| 5 | Odporność na deformacje trwałe ¹⁾ | Wałowanie $P_{98} - P_{100}$ | PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, temperatura 60°C, 10 000 cykli; grubość płyty: – 60 mm (do warstwy o grubości do 6 cm), – 100 mm (do warstwy o grubości od 6 do 10 cm) ²⁾ | nie bada się | $WTS_{AIR} 0,15$ PRD_{AIR} podać wynik |
| 6 | Splywność | – | PN-EN 12697-18, p. 5 | | $D_{0,3}$ |
| <i>Wymagania wobec gotowej warstwy</i> | | | | | |
| 7 | Wskaźnik zagęszczenia warstwy, % | – | PN-EN 13108-20, załącznik C.4 | | ≥98 |
| 8 | Wolna przestrzeń w warstwie, % v/v | – | PN-EN 13108-20, załącznik C.5 | | $V_{min} 2,0$ $V_{max} 6,0$ |

Tabela 4.3. Dopuszczalne odchyłki jakościowe dotyczące pojedynczego wyniku badania i średniej arytmetycznej wyników zawartości składników mieszanki mineralno-asfaltowej względem składu zaprojektowanego [% m/m]

| Lp. | Składniki mieszanki mineralno-asfaltowej | Liczba wyników | |
|-----|---|----------------|-------------|
| | | <20 | ≥20 |
| 1 | Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 16,0 | -4,4 ÷ +4,1 | ±4,0 |
| 2 | Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 11,2 | ±4,4 | ±4,0 |
| 3 | Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 8,0 | ±4,4 | ±4,0 |
| 4 | Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 2,0 | ± 3,4 | ± 3,0 |
| 5 | Ziarna przechodzące przez sito o oczkach # (mm) 0,063 | ±1,6 | ±1,5 |
| 6 | Asfalt rozpuszczalny S | -0,3 ÷ +0,3 | -0,2 ÷ +0,3 |

SMA16 JENA – Realizacje – Wykonawca: SKANSKA S.A., Gdańska, Galeria „Alchemia”



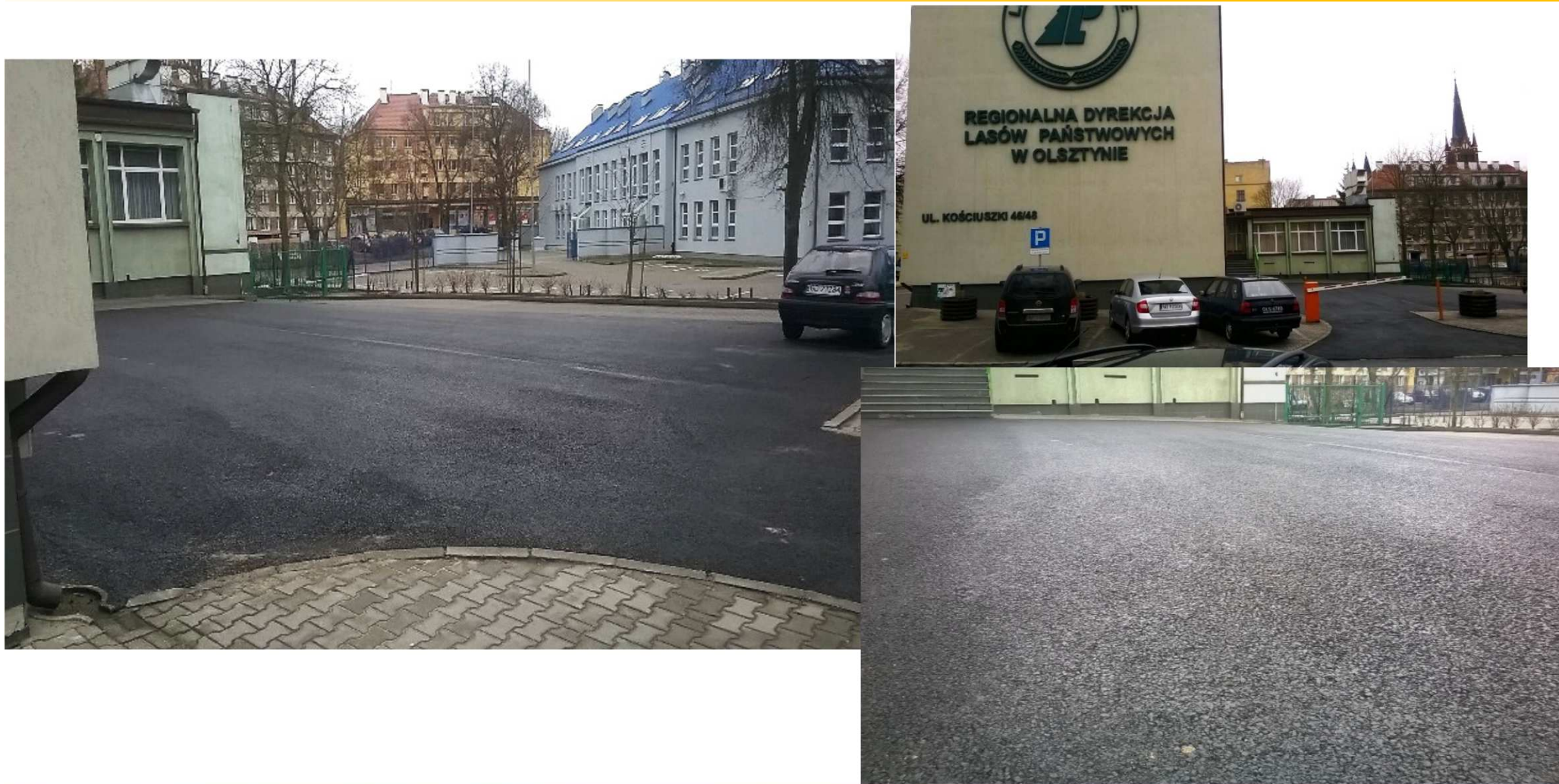
Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

13

SMA16 JENA – Realizacje – Wykonawca: SKANSKA S.A., Olsztyn, parking przed RDLP



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

14

SMA16 JENA – Realizacje – Wykonawca: SKANSKA S.A., Tarnów ul. Chemików



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

15

Tablica 1. Przykładowe wyniki badań odporności na deformacje trwałe – koleinowanie uzyskane w laboratorium Politechniki Gdańskiej

| Rodzaj badanej mieszanki | PRD _{AIR} [%] | WTS _{AIR} [mm] |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| SMA 8 45/80-55 | 5,5 | 0,04 |
| SMA 11 45/80-55 | 5,3 | 0,05 |
| AC 11 S 50/70 | 13,8 | 0,22 |
| AC 11 S 50/70 | 12,1 | 0,20 |
| AC 11 S 45/80-55 | 4,8 | 0,05 |
| AC 11 W 45/80-55 | 6,2 | 0,05 |
| AC 16 W 50/70 | 9,0 | 0,16 |
| AC 16 W 35/50 | 6,4 | 0,11 |
| AC 16 W 25/55-60 | 4,2 | 0,05 |
| SMA 16 JENA 50/70* | 5,7 | 0,11 |

Konferencja eSeMA 2016. Prezentacja „Przykłady zastosowania mieszanek SMA16 JENA do nawierzchni jedno i dwuwarstwowych z roku 2015”, inż. I.Strugała – PPU TUGA sp. z o.o.

Tablica 5. Dynamiczny moduł sztywności na podstawie danych „Drogownictwo” 2014 w temperaturze 20°C [MPa]

| Rodzaj mieszanki | Moduł sztywności [MPa] |
|--------------------------------|------------------------|
| Beton asfaltowy 0/12,8 S 50/70 | 5900 |
| Beton asfaltowy 0/16 W 35/50 | 7700 |
| SMA 11 45/80-65 | 3000 |
| SMA 11 35/50 | 4000 |
| SMA 11 45/80-55 | 3300 |
| SMA 16 JENA 50/70* | 4500 |

Tablica 6. Dynamiczny moduł sztywności wg Katalogu Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych z 2013 roku w temperaturze 13°C [MPa]

| Rodzaj mieszanki | Moduł sztywności |
|----------------------------|------------------|
| SMA KR 3-7 wg Kat. TKPiP | 7300 |
| AC S KR 3-7 wg Kat. TKPiP | 9300 |
| AC W KR 3-7 wg Kat. TKPiP | 10300 |
| AC P KR 3-7 wg Kat. TKPiP | 9800 |
| AC S KR 1-2 wg Kat. TKPiP | 9300 |
| AC W KR 1-2 wg Kat. TKPiP | 8800 |
| AC P KR 1-2 wg Kat. TKPiP | 8400 |
| SMA 16 JENA 50/70 * | 6800 |

Konferencja eSeMA 2016. Prezentacja „Przykłady zastosowania mieszanek SMA16 JENA do nawierzchni jedno i dwuwarstwowych z roku 2015”, inż. I.Strugała – PPU TUGA sp. z o.o.

Uzyskane wyniki badań wbudowanych mieszanek mastyksowo-grysowych **SMA 16 DTS/JENA** oraz wykonanych nakładek potwierdziły zalety i korzyści ze stosowania nowego rozwiązania:

- ✓ mieszanka mineralna w mieszance mastyksowo-grysowej zawiera dużo ziaren grubych i charakteryzuje się wysoką stabilnością i odpornością na odkształcenia oraz zużywanie się pod działaniem ruchu,
- ✓ w takiej mieszance może być zastosowany standardowy asfalt drogowy (najczęściej 50/70) oraz standardowy wypełniacz wapienny,
- ✓ istnieje możliwość zastosowania w takiej mieszance granulatu z destruktu asfaltowego odpowiadającego wymaganiom PN-EN 13108-8,
- ✓ możliwe jest wbudowywanie takiej mieszanki przy zmiennej grubości warstwy **od 4 do 10 cm**,
- ✓ warstwa z mieszanki mastyksowo-grysowej charakteryzuje się większą trwałością z powodu grubszej warstewki asfaltu na ziarnach kruszywa

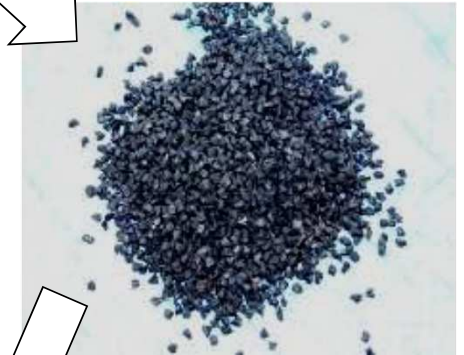
Uzyskane wyniki badań wbudowanych mieszanek mastyksowo-grysowych **SMA 16 DTS/JENA** oraz wykonanych nakładek potwierdziły zalety i korzyści ze stosowania nowego rozwiązania (*cd.*):

- ✓ ze względu na bardzo dobrą stabilność warstwy SMA 16 JENA może być ona przykryta kolejną warstwą (nakładką) i wtedy staje się bardzo dobrą warstwą wiążącą, jest to więc rozwiązanie otwarte na rozbudowę drogi w przyszłości,
- ✓ po założonym okresie eksploatacji takiej nawierzchni można ułożyć na niej cienką warstwę z mma na gorąco, lub na zimno albo wykonać powierzchniowe utwardzenie, co przywróci właściwości przeciwpoślizgowe,
- ✓ oszczędność spowodowana rezygnacją ze skropienia między warstwą wiążącą a ścieralną oraz ułożeniem warstwy asfaltowej w jednym przejściu rozkładarki, a więc przy znaczącym skróceniu czasu wykonania remontu.

-
- Nawierzchnie jednowarstwowe - SMA16 JENA
 - **BBTM8 i dodatek gumy do mm-a**
 - Długowieczne nawierzchnie asfaltowe
 - Luminancja nawierzchni wg WT-2 2014

Metoda „na sucho” (dry method)

- Dodawania granulatu (do 4 mm) lub miąta gumowego (do ok. 1 mm) do kruszywa podczas produkcji mm-a na wytwórni
- Dodawanie w ilości ok. 1-3% w stosunku do mm-a



Metoda „na mokro” (wet method)

- Dodawanie miąta gumowego (do ok. 1 mm) do asfaltu poprzez intensywne mieszanie przy wyższej temperaturze (>170 C) w specjalnym urządzeniu stacjonarnym lub mobilnym
- Dodawanie w ilości ok. 10-20% w stosunku do asfaltu



Dodawania granulatu z gumy do asfaltu/mma – metoda „na sucho”

- Widoczne kawałki gumy na powierzchni
- Początkowa poprawa szorstkości
- Utylizacja gumy w małych ilościach
- Guma zastępuje częściowo kruszywo
- Prosty sposób dodawania na wytwórni



© TPA sp. z o.o.

- Po czasie ziarna z powierzchni wyrywają się pod ruchem
- Problem adhezji asfaltu do gumy
- Właściwości gumy nie są w pełni wykorzystane
- Nieznaczna poprawa właściwości mm-a



Dodawania granulatu z gumy do asfaltu/mma – metoda „na mokro”

- Guma reaguje z asfaltem
 - Modyfikuje jego właściwości
 - Poprawia m.in. odporność na zmęczenie, starzenie, spękania...
-
- Potrzeba specjalistycznego urządzenia do mieszania
 - Ograniczony czas przechowywania lepiszcza z gumą w zbiornikach
 - Ostry reżim technologiczny



© TPA sp. z o.o.



Dodawania granulatu z gumy do asfaltu/mma – innowacyjna „hybryda”

- Łączy zalety obu metod „na sucho” i „na mokro”
- Maksymalna eliminacja możliwych problemów technologicznych i jakościowych przy metodzie na mokro
- Prosty sposób dodawania tak jak w metodzie na sucho – bezpośrednio do mieszalnika na wytwórni mm-a
- Brak potrzeby specjalnego urządzenia
- Efekty poprawy właściwości mm-a porównywaną do modyfikacji asfaltu gumą metodą na mokro



Podstawa prawna stosowania gumy na terenie Niemiec to dokument o oznaczeniu „TL RmB-StB By 2010” „Techniczne warunki dostawy bitumów modyfikowanych gumą” (TL RmB-StB By, wydanie 2010 r.)

„Zalecenia w zakresie stosowania bitumów i asfaltów modyfikowanych gumą” dotyczą stosowania **wzbogacanej** mączki gumowej w produkcji asfaltów modyfikowanych gumą.

Wzbogacana mączka gumowa - mączka gumowa z substancjami wzbogacającymi, takimi jak np.: oleje i/lub polimery, bitumy oraz ewentualnie inne dodatki.



Tablica 37. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do mieszanki BBTM do warstwy ścieralnej

| Właściwość | Przesiew, [% (m/m)] | | | | |
|--|---------------------|-----|------------------|-----|------------------|
| | BBTM 8A KR1÷6 | | BBTM 8B KR1÷6 | | BBTM 11 KR1÷6 |
| Wymiar sita #, [mm] | od | do | od | do | od |
| 16 | - | - | - | - | 100 |
| 11,2 | 100 | - | 100 | - | 90 |
| 8 | 90 | 100 | 90 | 100 | - |
| 2 | 25 | 35 | 15 | 25 | 25 |
| 0,063 | 7,0 | 9,0 | 4,0 | 6,0 | 7,0 |
| Orientacyjna zawartość środka stabilizującego, [% (m/m)] | 0,3 | 1,5 | 0,3 | 1,5 | 0,3 |
| Zawartość lepiszcza, wzór (2) | $B_{\min 5,6}$ | | $B_{\min 5,4}$ | | $B_{\min 5,2}$ |

Tablica 39. Wymagane właściwości mieszanki BBTM do warstwy ścieralnej, KR3÷6

| Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | Rodzaj mieszanki | |
|--|--|---|--|--|
| | | | BBTM 8 | BBTM 11 |
| Zawartość wolnych przestrzeni | C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń | PN-EN 12697-8, p. 4 | V_i 3 do 15 | V_i 3 do 15 |
| Odporność na deformacje trwałe ^{a)} | 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_{AIR} Deklarowane PRD_{AIR} Deklarowane | WTS_{AIR} Deklarowane PRD_{AIR} Deklarowane |
| Odporność na działanie wody | C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń | PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania ^{b)} , badanie w 25°C | $ITSR_{90}$ | $ITSR_{90}$ |

^{a)} Grubość płyty: BBTM8 40 mm, BBTM11 40 mm
^{a)} Ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1

Tabela 38. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do mieszanki BBTM do warstwy ścieralnej kategoria ruchu KR1-7

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

Tabela 40. Wymagane właściwości mieszanki BBTM do warstwy ścieralnej, KR3÷7

| Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | Rodzaj mieszanki | |
|--|--|---|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | BBTM 8 | BBTM 11 |
| Zawartość wolnych przestrzeni | C.1.5, żyrotor, 25 obrotów | PN-EN 12697-31 | $V_g 12-19$ lub $V_g 20-25$ | $V_g 10-17$ lub $V_g 18-25$ |
| Odporność na deformacje trwałe ^{a,c)} | C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$ | PN-EN 12697-22, aparat duży, 60°C, 3 000 cykli | P_{20} | P_{15} |
| Wrażliwość na działanie wody | C.1.1, ubijanie, 2 x 35 uderzeń | PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania ^{b)} , badanie w 25°C | $ITSR_{90}$ | $ITSR_{90}$ |
| Współczynnik Luminancji | - | Zgodnie z załącznikiem 4. | $Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$ | $Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$ |

^{a)} grubość płyty: BBTM8 - 50 mm, BBTM11 - 50 mm
^{b)} ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1
^{c)} procedurę kondycjonowania krótkoterminowego przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2
^{d)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w terenie otwartym (dla KR≥5)
^{e)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w tunelach (dla KR≥5)

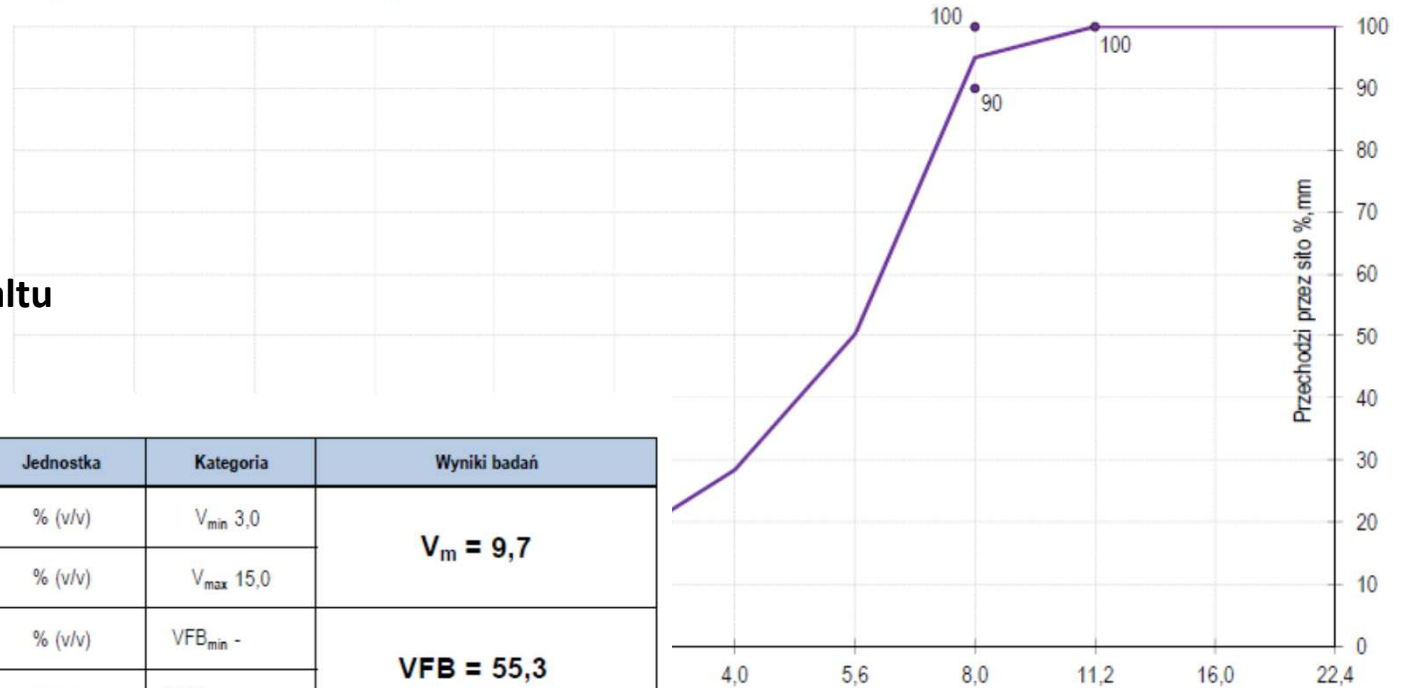
Tabela 37. Materiały do mieszanki BBTM do warstwy ścieralnej

| Materiał | Kategoria ruchu KR1÷7 | |
|---|--|----|
| | 8 | 11 |
| Mieszanka mineralno-asfaltowa o wymiarze D , [mm] | | |
| Lepiszczka asfaltowe | PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 45/80-80, PMB 65/105-60, PMB 65/105-80 | |
| Kruszywa mineralne | Tabele 16, 17, 18 WT-1 2014 | |

Materiały składowe:

- Wypełniacz Czatkowice
- Kruszywo drobne 0/2 gabro
- Kruszywo grube 2/5 gabro
- Kruszywo grube 5/8 gabro
- Asfalt 50/70 – **5.0%**
- **Guma (Road+) – 10% wagowo do asfaltu**
- **Środek adhezyjny – 0.3% do asfaltu**

IV. Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej (MM)



IX. Właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej (MM-A)

| Właściwość | Norma badawcza | Jednostka | Kategoria | Wyniki badań |
|---|--------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------------------------|
| Minimalna zawartość wolnych przestrzeni | PN-EN 12697-8 p. 4, 2x50 uderzeń | % (v/v) | V_{min} 3,0 | $V_m = 9,7$ |
| Maksymalna zawartość wolnych przestrzeni | | % (v/v) | V_{max} 15,0 | |
| Minimalna zawartość wolnych przestrzeni wypełnionych asfaltem | PN-EN 12697-8 p. 5, 2x50 uderzeń | % (v/v) | VFB_{min} - | $VFB = 55,3$ |
| Maksymalna zawartość wolnych przestrzeni wypełnionych asfaltem | | % (v/v) | VFB_{max} - | |
| Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej | PN-EN 12697-8 p. 5, 2x50 uderzeń | % (v/v) | VMA_{min} - | $VMA = 21,6$ |
| Odporność na działanie wody i mrozu | PN-EN 12697-12, WT-2 2010 Zał. nr 1. | % | ITSR \geq 90 | ITSR = 90,8 |
| Proporcjonalna głębokość koleiny ($P_{98-P_{100}}$, 60°C, 10.000 cykli) | PN-EN 12697-22 met. B w powietrzu | % | PRD_{AIR} Dekl. | $PRD_{AIR} = 8,7$ |
| Nachylenie wykresu koleinowania ($P_{98-P_{100}}$, 60°C, 10.000 cykli) | PN-EN 12697-22 met. B w powietrzu | mm/1000cykli | WTS_{AIR} Dekl. | $WTS_{AIR} = 0,10$ |

BBTM 8 gr. 3 cm / Modernizacja odcinków dróg wojewódzkich – DW 969 na odcinku Łącko – Czerniec



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
Lublin, 12.04.2016
Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

28

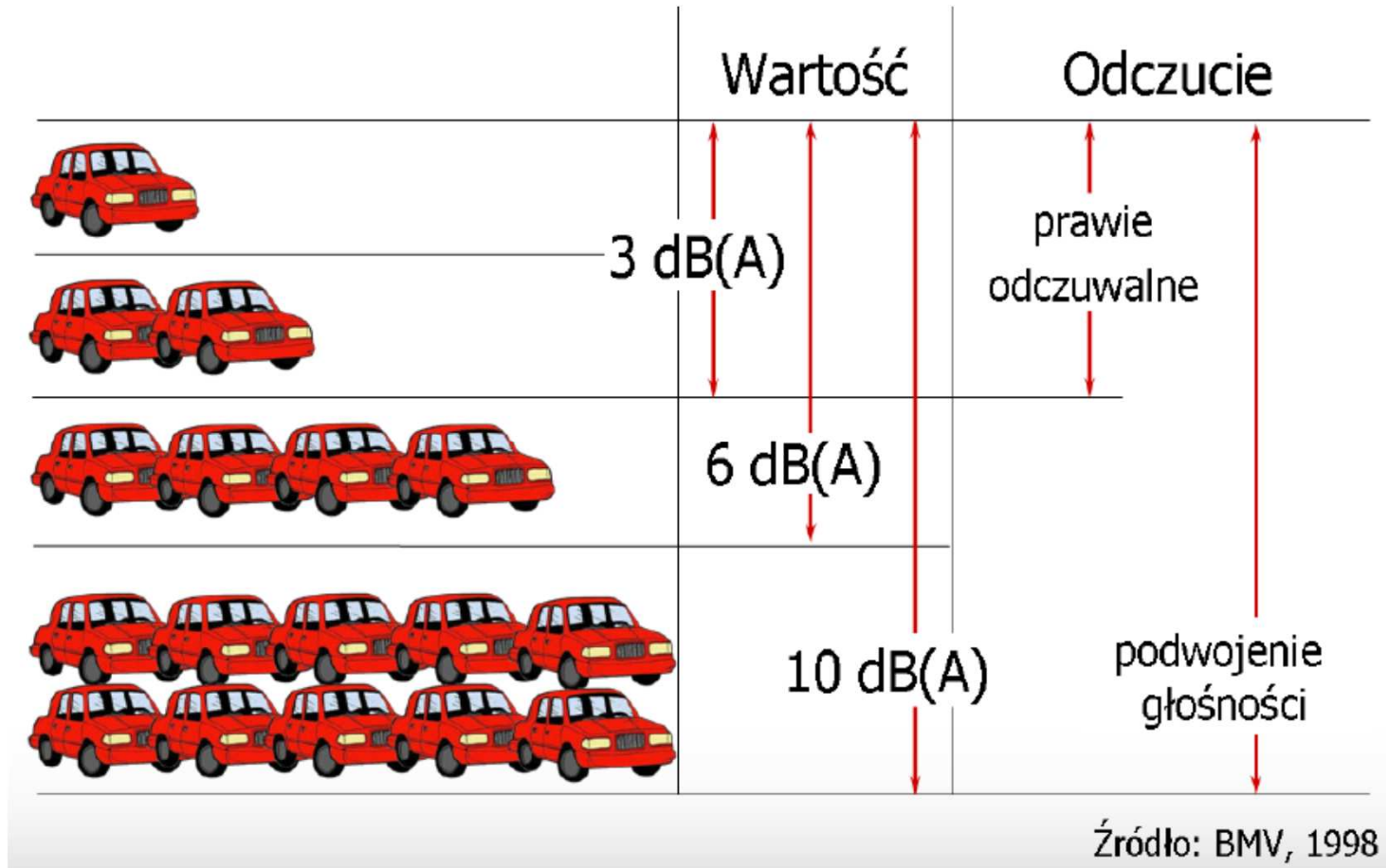
BBTM 8 gr. 3 cm / Modernizacja odcinków dróg wojewódzkich – DW 969 na odcinku Łącko – Czarniec



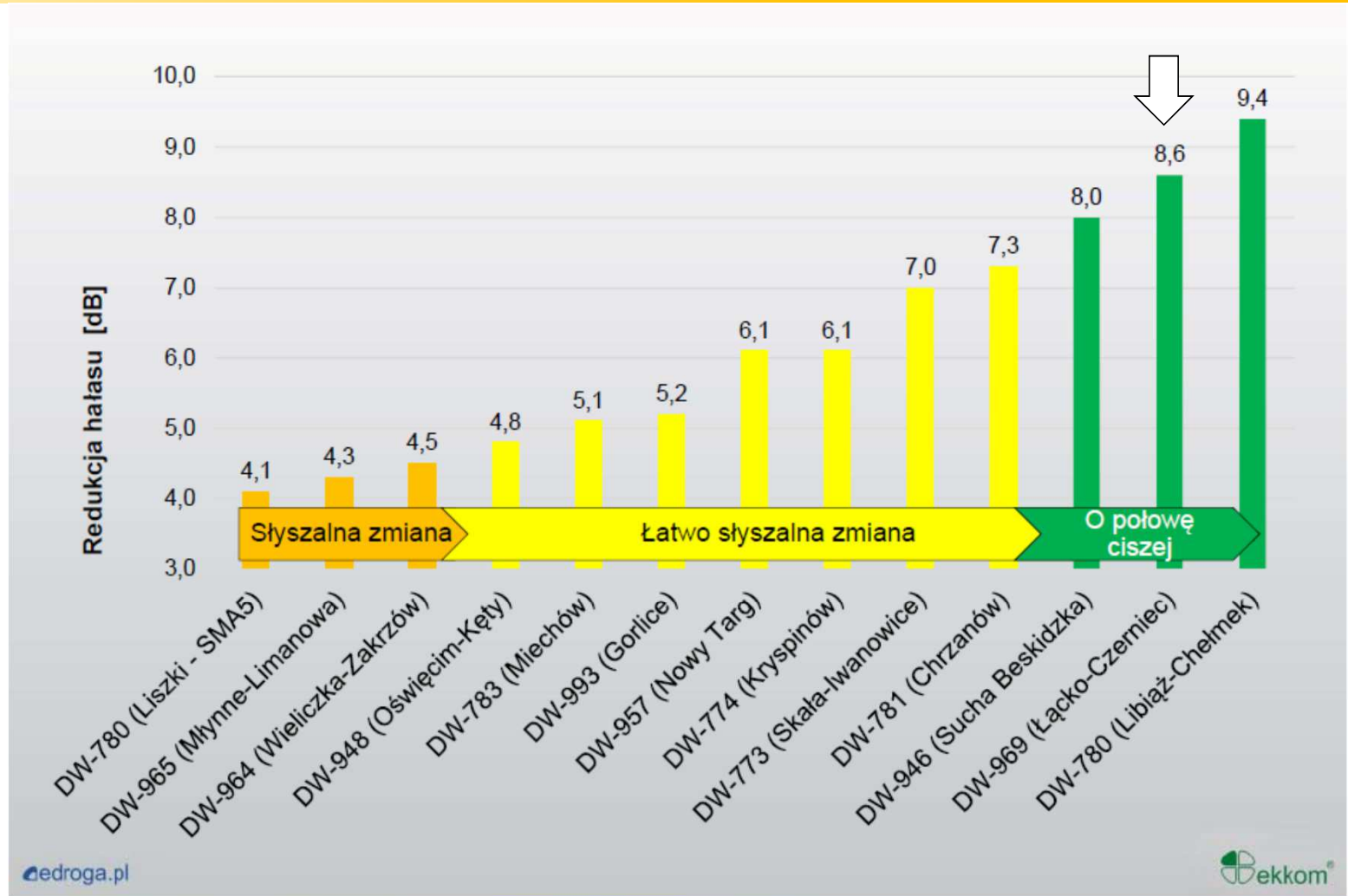
Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

29



BBTM 8 gr. 3 cm / Redukcja poziomu hałasu (pasmo 1000-2500 Hz)



Konferencja **Nawierzchnie Drogowe 2015** –
 Fragment prezentacji: „Czy nowoczesne
 technologie nawierzchniowe oraz
 okoliczności prawne pozwolą na demontaż
 ekranów akustycznych?” autorów: Janusz
 Bohatkiewicz, Maciej Hałucha, Marcin
 Dębiński

Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

31

SMA11 z dodatkiem 10% DROGUM/ROAD+ do asfaltu. Wybrane właściwości

2. Pomiar maksymalnej siły ściskającej i zestawienie wyników

| Numer próbki | Zestaw | Maksymalna siła ściskająca P, [kN] | D x H [m ²] | ITS _{w,d} [kN/m ²] | ITS _w , [kPa] | ITS _d , [kPa] |
|--------------|--------|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | S | 6,774 | 0,681 | 6,335 | 6,0 | 6,5 |
| 2 | S | 7,177 | 0,687 | 6,652 | | |
| 3 | S | 6,924 | 0,688 | 6,408 | | |
| 4 | M | 5,908 | 0,692 | 5,436 | | |
| 5 | M | 6,542 | 0,683 | 6,100 | | |
| 6 | M | 6,906 | 0,680 | 6,468 | | |

$$ITSR = \frac{ITS_w}{ITS_d} \times 100\%$$

$$ITSR = 92,7\%$$

Proponowana kategoria

$$ITSR = 90$$

2. Pomiar maksymalnej siły ściskającej i zestawienie wyników

| Numer próbki | Zestaw | Maksymalna siła ściskająca P, [kN] | D x H [m ²] | ITS _{w,d} [kN/m ²] | ITS _w , [kPa] | ITS _d , [kPa] |
|--------------|--------|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | S | 10,661 | 0,682 | 9,955 | 9,7 | 10,3 |
| 2 | S | 11,297 | 0,682 | 10,549 | | |
| 3 | M | 10,944 | 0,676 | 10,312 | | |
| 4 | M | 10,093 | 0,680 | 9,453 | | |
| 5 | S | 11,107 | 0,679 | 10,419 | | |
| 6 | M | 10,148 | 0,685 | 9,434 | | |

$$ITSR = \frac{ITS_w}{ITS_d} \times 100\%$$

$$ITSR = 94,4\%$$

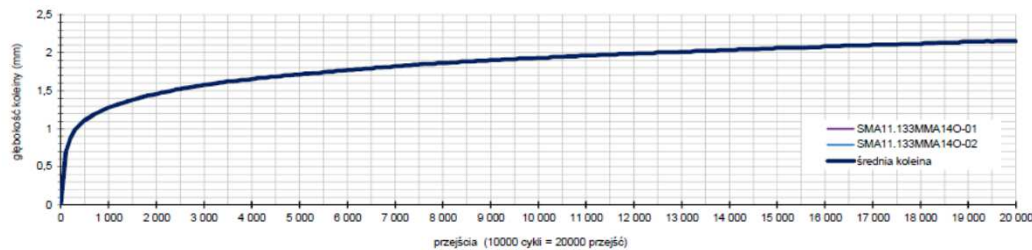
Proponowana kategoria

$$ITSR = 90$$

3. Wyniki z badań

| numer próbki | głębokość koleiny, [mm], RD _{AIR} | proporcjonalna głębokość koleiny, [%], PRD _{AIR} | przyrost koleiny, [mm/10 ³ cykli], WTS _{AIR} |
|--|--|---|--|
| SMA11.133MMA14O-01 | 2,15 | 5,4 | 0,04 |
| Średnia głębokość koleiny | mm | RD _{AIR} = 2,2 | Proponowana kategoria |
| Średni przyrost koleiny | mm/10 ³ cykli | WTS _{AIR} = 0,04 | WTS_{AIR} 0,10 |
| Średnia proporcjonalna głębokość koleiny | % | PRD _{AIR} = 5,4 | PRD_{AIR} 7,0 |

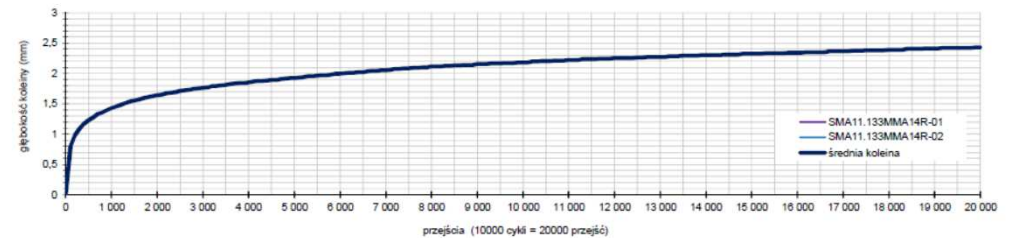
4. Wykres



3. Wyniki z badań

| numer próbki | głębokość koleiny, [mm], RD _{AIR} | proporcjonalna głębokość koleiny, [%], PRD _{AIR} | przyrost koleiny, [mm/10 ³ cykli], WTS _{AIR} |
|--|--|---|--|
| SMA11.133MMA14R-01 | 2,43 | 6,1 | 0,05 |
| Średnia głębokość koleiny | mm | RD _{AIR} = 2,4 | Proponowana kategoria |
| Średni przyrost koleiny | mm/10 ³ cykli | WTS _{AIR} = 0,05 | WTS_{AIR} 0,10 |
| Średnia proporcjonalna głębokość koleiny | % | PRD _{AIR} = 6,1 | PRD_{AIR} 7,0 |

4. Wykres



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

32



AC11 50/70 z dodatkiem 10% DROGUM do asfaltu vs. AC11 PMB 45/80-55. Wybrane właściwości

2. Pomiar maksymalnej siły ściskającej i zestawienie wyników

| Numer próbki | Zestaw | Maksymalna siła ściskająca P, [kN] | D x H [m ²] | ITS _{w,d} [kN/m ²] | ITS _w , [kPa] | ITS _d , [kPa] |
|--------------|--------|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | M | 7,790 | 0,674 | 7,362 | 7,5 | 8,2 |
| 2 | M | 7,944 | 0,676 | 7,485 | | |
| 3 | S | 8,776 | 0,676 | 8,269 | | |
| 4 | S | 8,431 | 0,676 | 7,944 | | |
| 5 | M | 7,983 | 0,675 | 7,533 | | |
| 6 | S | 8,674 | 0,678 | 8,149 | | |
| 7 | S | 8,900 | 0,676 | 8,386 | | |
| 8 | M | 8,082 | 0,677 | 7,604 | | |

$$ITSR = \frac{ITS_w}{ITS_d} \times 100\%$$

$$ITSR = 91,6\%$$

Proponowana kategoria

$$ITSR = 90$$

2. Pomiar maksymalnej siły ściskającej i zestawienie wyników

| Numer próbki | Zestaw | Maksymalna siła ściskająca P, [kN] | D x H [m ²] | ITS _{w,d} [kN/m ²] | ITS _w , [kPa] | ITS _d , [kPa] |
|--------------|--------|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | M | 7,850 | 0,677 | 7,386 | 7,1 | 7,3 |
| 2 | M | 7,258 | 0,677 | 6,829 | | |
| 3 | S | 7,468 | 0,676 | 7,037 | | |
| 4 | S | 7,562 | 0,677 | 7,115 | | |
| 5 | M | 7,114 | 0,679 | 6,673 | | |
| 6 | S | 8,013 | 0,678 | 7,528 | | |
| 7 | S | 8,013 | 0,676 | 7,550 | | |
| 8 | M | 7,820 | 0,675 | 7,379 | | |

$$ITSR = \frac{ITS_w}{ITS_d} \times 100\%$$

$$ITSR = 96,7\%$$

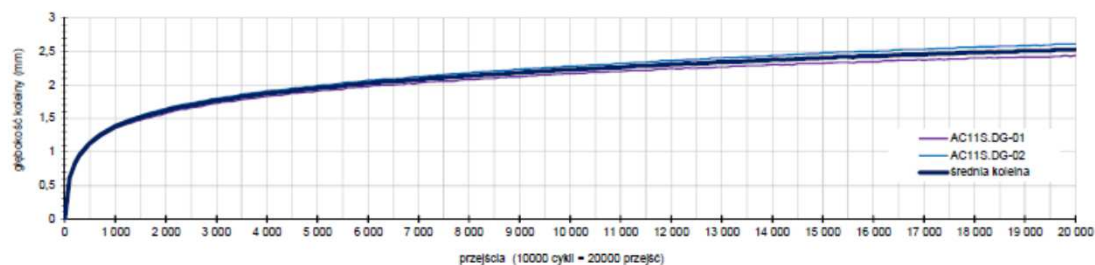
Proponowana kategoria

$$ITSR = 90$$

3. Wyniki z badań

| numer próbki | głębokość koleiny, [mm], RD _{AIR} | proporcjonalna głębokość koleiny, [%], PRD _{AIR} | przyrost koleiny, [mm/10 ³ cykli], WTS _{AIR} |
|--|--|---|--|
| AC11S.DG-01 | 2,44 | 6,1 | 0,05 |
| AC11S.DG-02 | 2,61 | 6,5 | 0,07 |
| Średnia głębokość koleiny | mm | RD _{AIR} = 2,5 | Proponowana kategoria |
| Średni przyrost koleiny | mm/10 ³ cykli | WTS _{AIR} = 0,06 | WTS _{AIR} 0,10 |
| Średnia proporcjonalna głębokość koleiny | % | PRD _{AIR} = 6,3 | PRD _{AIR} 7,0 |

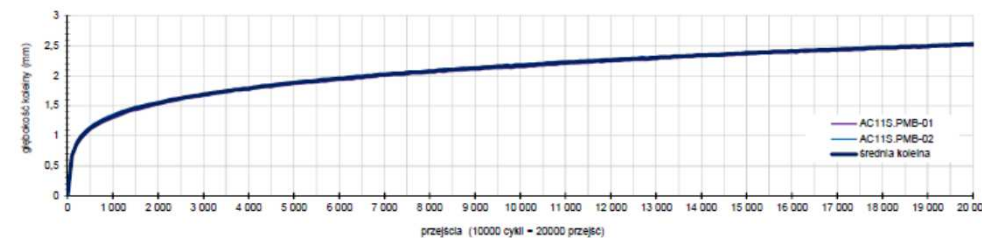
4. Wykres



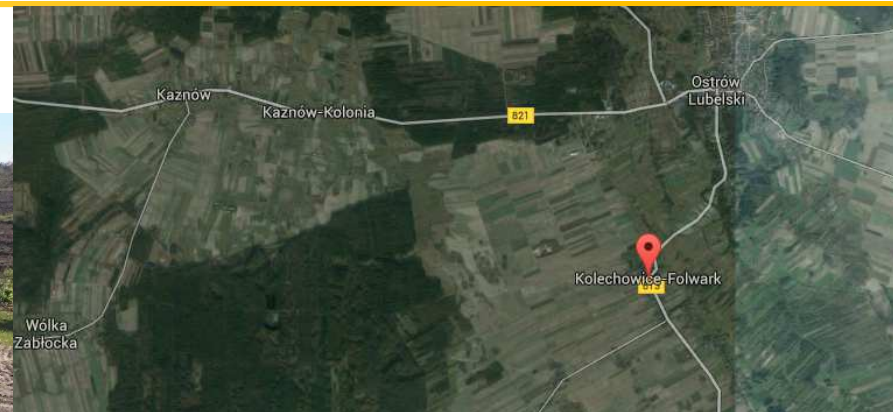
3. Wyniki z badań

| numer próbki | głębokość koleiny, [mm], RD _{AIR} | proporcjonalna głębokość koleiny, [%], PRD _{AIR} | przyrost koleiny, [mm/10 ³ cykli], WTS _{AIR} |
|--|--|---|--|
| AC11S.PMB-01 | 2,50 | 6,3 | 0,07 |
| AC11S.PMB-02 | 2,55 | 6,4 | 0,07 |
| Średnia głębokość koleiny | mm | RD _{AIR} = 2,5 | Proponowana kategoria |
| Średni przyrost koleiny | mm/10 ³ cykli | WTS _{AIR} = 0,07 | WTS _{AIR} 0,10 |
| Średnia proporcjonalna głębokość koleiny | % | PRD _{AIR} = 6,4 | PRD _{AIR} 7,0 |

4. Wykres



AC11 50/70 z dodatkiem 10% DROGUM do asfaltu vs. AC11 PMB 45/80-55. Realizacja – odcinek doświadczalny



Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
Lublin, 12.04.2016

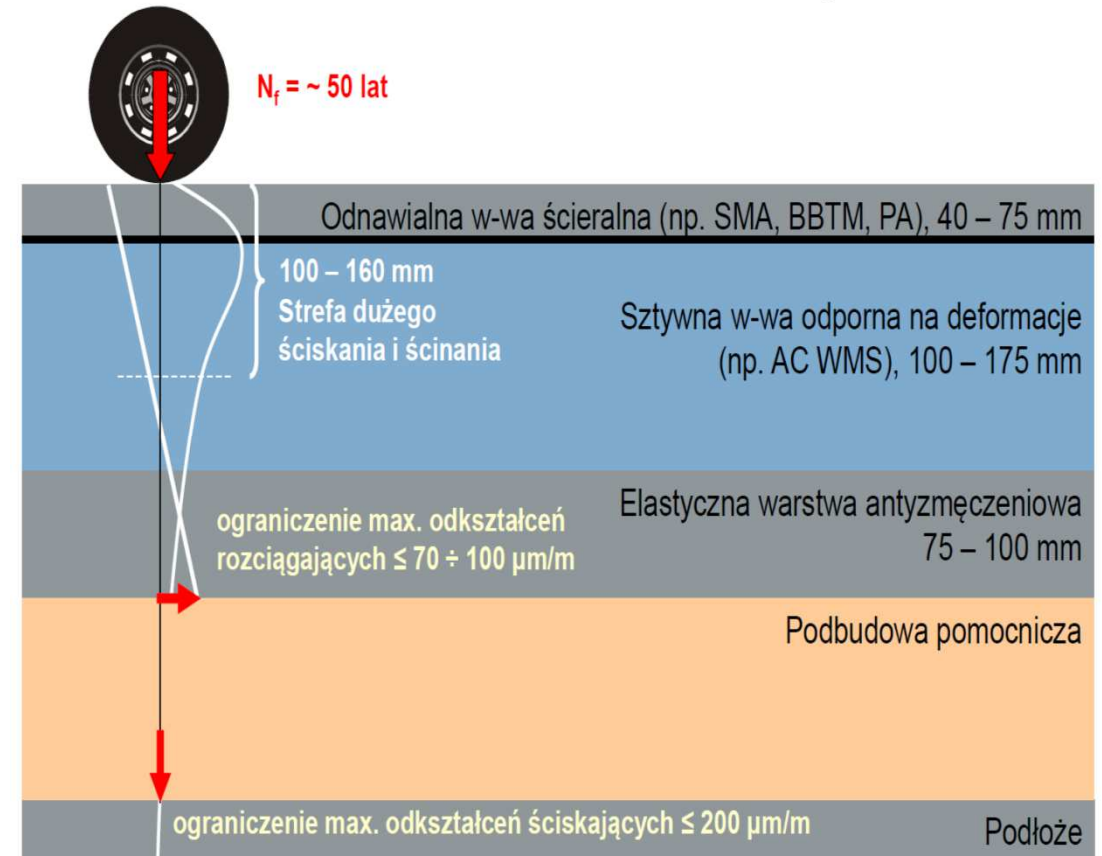
Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

34

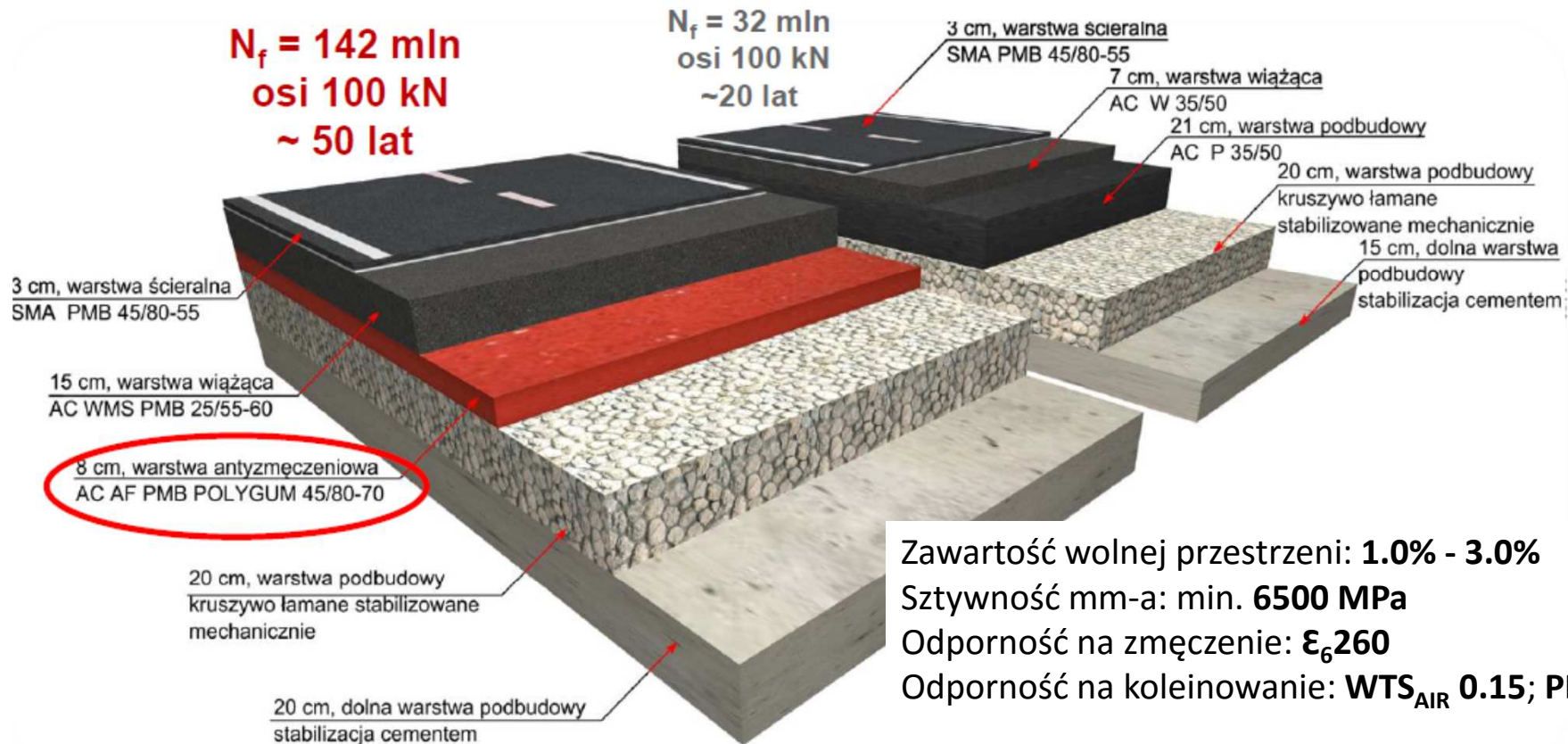
-
- Nawierzchnie jednowarstwowe - SMA16 JENA
 - BBTM8 i dodatek gumy do mm-a
 - **Długowieczne nawierzchnie asfaltowe**
 - Luminancja nawierzchni wg WT-2 2014

Dwie koncepcje realizacji odporność zmęczeniowej w podbudowie asfaltowej:

- **metoda francuska/brytyjska** – twarde asfalty (pen₂₅<30 dmm), sztywne warstwy mma, mała zawartość wolnych przestrzeni, dużo lepiszcza, drobne uziarnienie => mieszanki EME (w Polsce **AC WMS**)
- **metoda amerykańska** – asfalty modyfikowane lub wysokomodyfikowane, warstwa z elastycznej mma, mała zawartość wolnych przestrzeni, dużo lepiszcza, drobne uziarnienie => mieszanki AF



Konstrukcja nawierzchni „tradycyjna” vs. „długowieczna”



Zawartość wolnej przestrzeni: **1.0% - 3.0%**

Sztywność mm-a: min. **6500 MPa**

Odporność na zmęczenie: **$\epsilon_6 260$**

Odporność na koleinowanie: **$WTS_{AIR} 0.15$; $PRD_{AIR} 7.0\%$**

Fragment prezentacji: „Nawierzchnie długowieczne. Kolejny poziom ewolucji w rozwoju drogownictwa”.

Autor: dr inż. A.Zborowski, dr inż. I.Ruttmar. Krakowskie Dni Nawierzchni 2014



STRABAG
TEAMS WORK.

Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

37



-
- Nawierzchnie jednowarstwowe - SMA16 JENA
 - BBTM8 i dodatek gumy do mm-a
 - Długowieczne nawierzchnie asfaltowe
 - **Luminancja nawierzchni wg WT-2 2014**

Rozjaśnianie nawierzchni asfaltowych kruszywem naturalnym i sztucznym



Szkolenie Cemex Polska Sp. z o.o.
Chotynia, 31.03.2016
Zastosowanie kruszyw w mieszankach mineralno-asfaltowych

39

Dokument obowiązujący w Polsce na drogach zarządzanych przez GDDKiA

Zarządzenie Nr 54

Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad

z dnia 18.11.2014 r.

zmieniające zarządzenie w sprawie stosowania wymagań technicznych na drogach krajowych dotyczących mieszanek mineralno-asfaltowych

Na podstawie § 4 ust. 2 pkt 1 załącznika Nr 1 do zarządzenia Nr 16 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2008 r. w sprawie nadania Regulaminu Organizacyjnego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (z późn. zm.¹⁾) zarządza się, co następuje:

§ 1.

W zarządzeniu Nr 47 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 25 września 2014 r. w sprawie stosowania wymagań technicznych na drogach krajowych dotyczących mieszanek mineralno-asfaltowych, załącznik do zarządzenia otrzymuje brzmienie określone w załączniku do niniejszego zarządzenia.

§ 2.

Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.



GENERALNY DYREKTOR
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD
mgr inż. Ewa Tomala-Barucka

GENERALNY DYREKTOR
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

¹⁾ Zmiany wymienionego zarządzenia zostały wprowadzone zarządzeniem Nr 9 z dnia 31 marca 2009 r., zarządzeniem Nr 15 z dnia 29 kwietnia 2009 r., zarządzeniem Nr 21 z dnia 1 czerwca 2009 r., zarządzeniem Nr 26 z dnia 20 kwietnia 2010 r., zarządzeniem Nr 60 z dnia 17 czerwca 2010 r., zarządzeniem Nr 68 z dnia 30 czerwca 2010 r., zarządzeniem Nr 95 z dnia 28 października 2010 r., zarządzeniem Nr 100 z dnia 12 listopada 2010 r., zarządzeniem Nr 118 z dnia 30 grudnia 2010 r., zarządzeniem Nr 13 z dnia 28 lutego 2011 r., zarządzeniem Nr 24 z dnia 1 kwietnia 2011 r., zarządzeniem Nr 38 z dnia 21 czerwca 2011 r., zarządzeniem Nr 69 z dnia 22 listopada 2011 r., zarządzeniem Nr 2 z dnia 5 stycznia 2012 r., zarządzeniem Nr 8 z dnia 29 lutego 2012 r., zarządzeniem Nr 20 z dnia 28 czerwca 2012 r., zarządzeniem Nr 28 z dnia 24 sierpnia 2012 r., zarządzeniem Nr 6 z dnia 24 stycznia 2013 r., zarządzeniem Nr 23 z dnia 29 kwietnia 2013 r., zarządzeniem Nr 34 z dnia 28 czerwca 2013 r., zarządzeniem Nr 7 z dnia 7 lutego 2014 r., z zarządzeniem Nr 25 z dnia 30 maja 2014 r. oraz z zarządzeniem Nr 37 z dnia 1 września 2014 r.

Załącznik do zarządzenia Nr 54

Generalnego Dyrektora Dróg
Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014 r.

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych

WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne

Warszawa 2014

Załącznik 4

Instrukcja badawcza: Pomiar współczynnika luminancji (Q_d) dla nawierzchni asfaltowych

1. Cel instrukcji

Instrukcja badawcza ma na celu określenie współczynnika luminancji w świetle rozproszonym Q_d kruszywa, mieszanek mineralno-asfaltowych oraz wykonanej warstwy nawierzchni przy pomocy retroreflektometru.

2. Sprzęt

Sprzęt wykorzystywany do pomiaru współczynnika luminancji powinien być zgodny z normą PN-EN 1436: 2008, ponadto:

- powinien mieć odpowiednią czułość oraz zakres pomiarowy dopasowany do spodziewanych wartości Q_d, od 1 do maksymalnie 300 mcd/m²·lx (1000/n),
- urządzenia przenośne powinny być skonstruowane w taki sposób, aby ich odczyty nie były zakłócone przez światło pochodzące z otoczenia,
- fotometr powinien mieć charakterystykę widmową odpowiadającą dystrybucji V(λ), natomiast oświetlenie powinno emitować widmo zgodne z wzorcowym oświetleniem D65 zdefiniowanym w ISO/CIE 10526.

Dopuszcza się zastosowanie źródeł światła o innym rozkładzie widma, o ile charakterystyka widma fotometru zostanie zmodyfikowana w taki sposób, aby pokrył całkowicie zakres charakterystyki widmowej źródła światła i miernika.

3. Oświetlenie próbek

Badanie wykonuje się w ustalonym świetle rozproszonym w warunkach ciemni. Próbkę należy oświetlić wzorcowym źródłem światła D65 o stałej luminancji określonym w ISO/CIE 10526.

4. Warunki pomiaru

Pomiar wykonywany jest pod kątem 2,29° (odpowiednik obserwacji drogi z odległości 30 m z pozycji kierowcy pojazdu osobowego). Pole pomiarowe powinno stanowić prostokąt o wymiarach 185 mm x 50 mm, rozpiętość kątowna obserwacji ± 0,17°. Pomiar wykonuje się gdy temperatura otoczenia wynosi od 0°C do 30°C, a temperatura nawierzchni wynosi 5-40°C.

5. Badanie i przygotowanie próbek do badań

Uwaga ogólna:

W celu uzyskania jasnych nawierzchni asfaltowych zaleca się stosowanie kruszywa charakteryzujących się współczynnikiem luminancji w świetle rozproszonym Q_d ≥ 60 mcd/m²·lx dla kruszywa grubego, przy czym decydującym kryterium oceny jest współczynnik luminancji Q_d uzyskany dla zaprojektowanego Badania Typu i wykonanej warstwy ścieralnej.

5.1. Kruszywo

Jasność kruszywa określa się na próbkach kruszywa grubego frakcji 4/8, 5/8 mm lub 8/11 mm. Kruszywo powinno być przemyte i wysuszone.

Próbkę kruszywa umieszcza się w pojemniku o wymiarach wewnętrznych 700 x 700 x 50 mm wypełniając go z nadmiarem. Następnie należy zagaęcić je przy pomocy wibracji do

49

Szkolenie Cemex Polska Sp. z o.o.

Chotynia, 31.03.2016

Zastosowanie kruszyw w mieszankach mineralno-asfaltowych

40



Wymagania z WT-2 2014 Załącznik Nr 4 oparte na wymaganiach niemieckich **EF Asphalt 2013/HE** będących załącznikiem do Dokumentu Technicznego **ZTV/TL Asphalt-StB 07/B**. (GDDKiA-DT-WM-LB/072/03/2015 z 15.01.2015 r.)



Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement



EF Asphalt 2013/HE



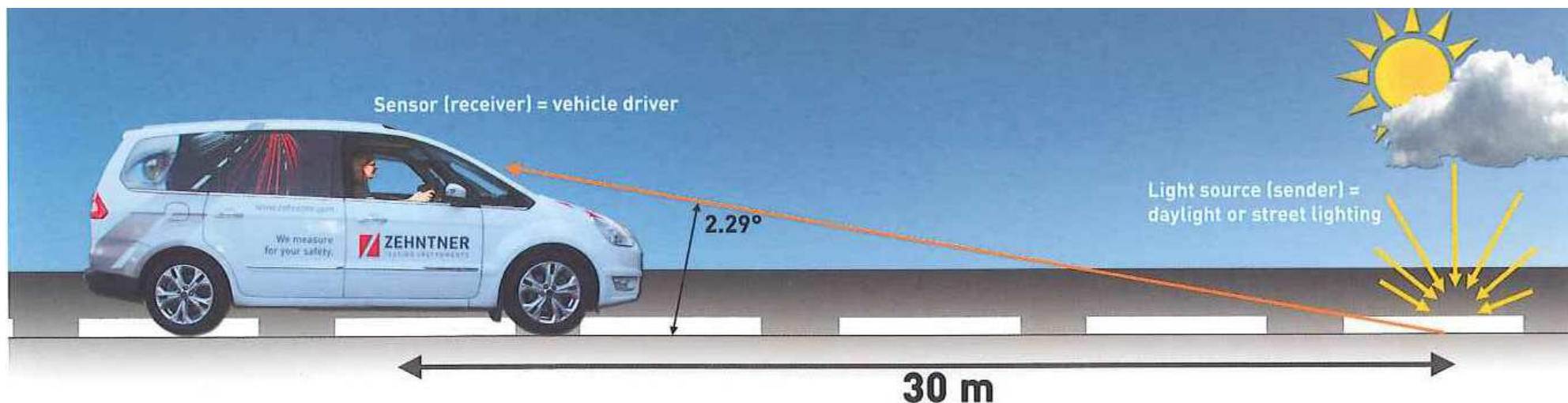
Ergänzende Festlegungen Asphalt 2013 / Hessen

zur ZTV/TL Asphalt-StB 07/13

für den Bereich von Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement

Stand: 06.02.2014

Schemat pomiaru współczynnika luminancji w świetle rozproszonym przez dostępne urządzenia badawcze



Sprzęt badawczy wykorzystywany do pomiaru współczynnika luminancji posiadający aprobatę niemieckiego StrAus-Zert



Zehntner **ZRM** (zehnter.com)



Delta **LTL-X** (delta.dk)

Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

Wymagania dla warstw ścieralnych dróg kategorii ruchu KR 5-7 zarządzanych przez GDDKiA

Tabela 20. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR5÷6

| Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | Wymiar mieszanki | |
|--|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | AC 8 S | AC 11 S |
| Zawartość wolnych przestrzeni | C.1.3, ubijanie, 2 x 75 uderzeń | PN-EN 12697-8, pkt 4 | $V_{\min} 2,0$ $V_{\max} 4,0$ | $V_{\min} 2,0$ $V_{\max} 4,0$ |
| Odporność na deformacje trwałe ^{a,c)} | 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 | $WTS_{AIR} 0,10$ $PRD_{AIR} 7,0$ | $WTS_{AIR} 0,10$ $PRD_{AIR} 7,0$ |
| Wrażliwość na działanie wody | C.1.1, ubijanie, 2 x 35 uderzeń | PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania ^{b)} , badanie w 25°C | $ITSR_{90}$ | $ITSR_{90}$ |
| Współczynnik Luminancji | - | Zgodnie z załącznikiem 4. | $Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$ | $Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$ |

^{a)} grubość płyty: AC8 - 40 mm, AC11 - 40 mm
^{b)} ujednoczoną procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1
^{c)} procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2
^{d)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w terenie otwartym
^{e)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w tunelach

Tabela 29. Wymagane właściwości mieszanki SMA do warstwy ścieralnej, KR 5÷7

| Właściwość | Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20 | Metoda i warunki badania | SMA 8 | SMA 11 |
|--|--|---|---|---|
| Zawartość wolnych przestrzeni | C.1.2, ubijanie, 2 x 50 uderzeń | PN-EN 12697-8, pkt 4 | $V_{\min} 2,0$ $V_{\max} 3,5$ | $V_{\min} 2,0$ $V_{\max} 3,5$ |
| Odporność na deformacje trwałe ^{a,c)} | 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 | $WTS_{AIR} 0,15/WTS_{AIR} 0,10^d)$ PRD_{AIR} Deklarowana nie więcej niż 7,0 | $WTS_{AIR} 0,15/WTS_{AIR} 0,10^d)$ PRD_{AIR} Deklarowana nie więcej niż 7,0 |
| Wrażliwość na działanie wody | C.1.1, ubijanie, 2 x 35 uderzeń | PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania ^{b)} , badanie w 25°C | $ITSR_{90}$ | $ITSR_{90}$ |
| Splywność lepiszcza | - | PN-EN 12697-18, pkt 5 | $D_{0,3}$ | $D_{0,3}$ |
| Współczynnik Luminancji | - | Zgodnie z załącznikiem 4. | $Q_d \geq 70^e$ $Q_d \geq 90^f$ | $Q_d \geq 70^e$ $Q_d \geq 90^f$ |

^{a)} grubość płyty: SMA 8 - 40 mm, SMA 11 - 40 mm
^{b)} ujednoczoną procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1
^{c)} procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2
^{d)} dotyczy kategorii ruchu KR7
^{e)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w terenie otwartym
^{f)} wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w tunelach

Badanie współczynnika luminancji nawierzchni wg WT-2 2014 Zał. Nr 4



Piaskowanie/szkiełkowanie

Stanowisko badawcze



Pomiar makrotekstury



Współczynniki luminancji kilku „jasnych” kruszyw przebadanych w laboratorium CEBEL

granit, Qd = 125



granitognejs, Qd = 120



kwarcyt, Qd = 100



granodioryt, Qd = 100



gabro, Qd = 96



porfir, Qd = 90



gnejs, Qd = 80



granodioryt (ua), Qd = 77



migmatyt, Qd = 73



szarogłaz, Qd = 71



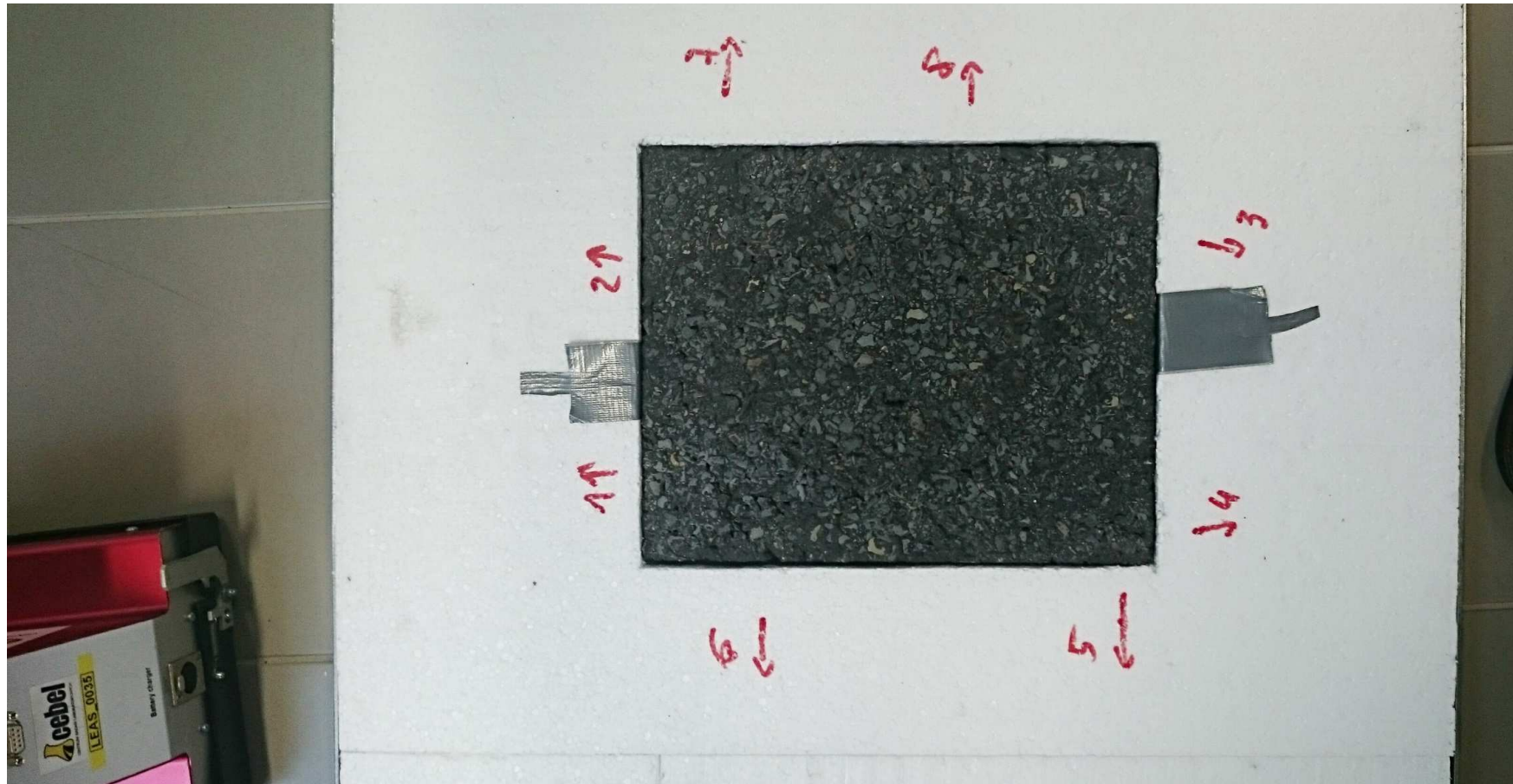
melafir, Qd = 66



Różnice w „odcieniach” kruszyw przebadanych w laboratorium CEBEL



Stanowisko badawcze wraz z oznaczonymi kierunkami pomiaru współczynnika luminancji



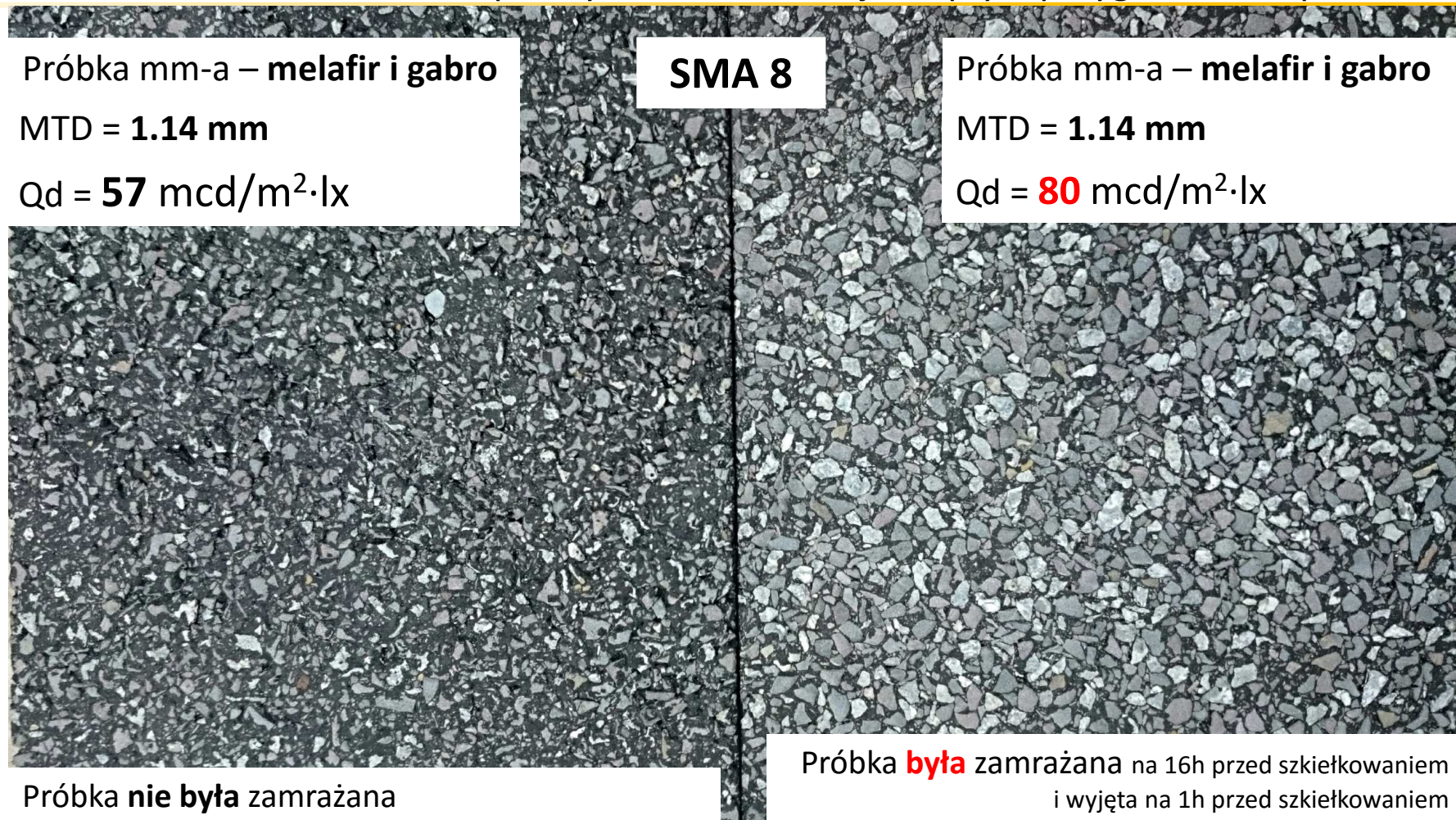
Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

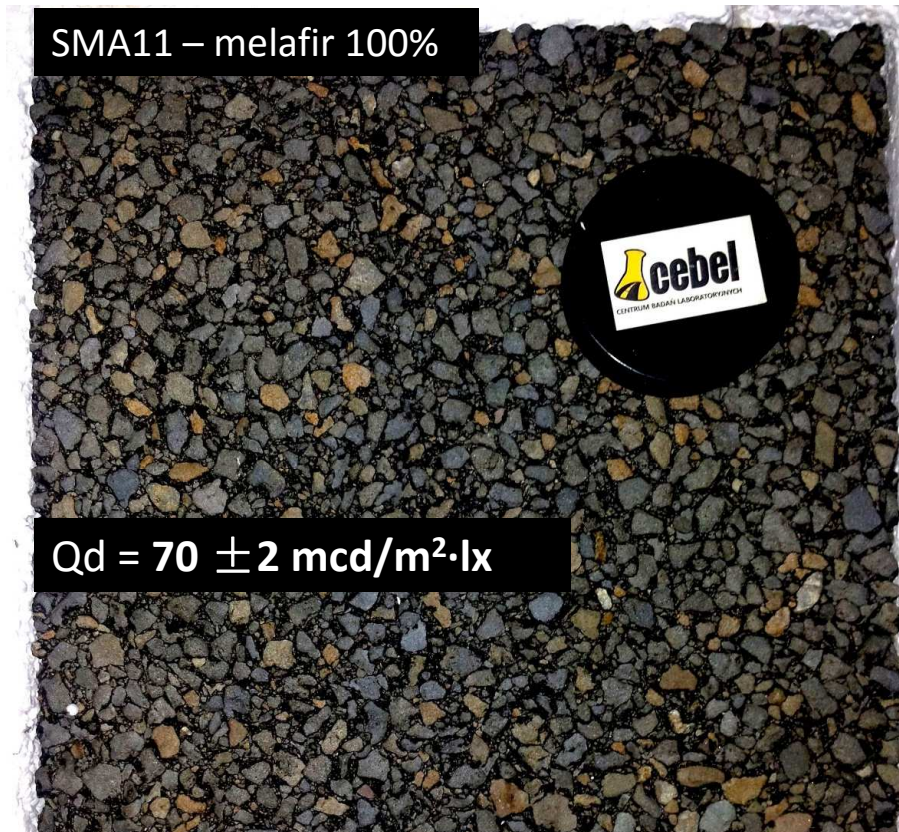
Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

47

Badanie współczynnika luminancji - Wpływ przygotowania próbek na wyniki





Ten sam rodzaj kruszywa może mieć **różne wartości współczynnika luminancji** w zależności od **podkładu, złoża, okresu wydobycia**, a nawet frakcji. Zatem współczynnik luminancji mieszanki mineralno-asfaltowej też może się zmieniać. Nie warto projektować mieszanek granicy wymagań. Jeśli kruszywo ma współczynnik luminancji **< 70 mcd/m²·lx** to wątpliwe żeby nawierzchnia w 100% z tego kruszywa uzyskała **≥ 70 mcd/m²·lx**

Różne mieszanki mineralno-asfaltowe i wyniki ich współczynnika luminancji



Dziękuję za uwagę



**ZAWSZE ZNAJDZIE SIĘ KTOŚ
KTO CI ZROBI NIŻSZĄ CENĘ ZA USŁUGĘ :)**

mgr inż. **Piotr Miduch**

e-mail : piotr.miduch@cebel.pl

mobile : +48 694 455 679

 facebook.com/cebelpl

Szkolenie Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Lublin, 12.04.2016

Nowe trendy w mieszankach mineralno-asfaltowych. Wymagania i oczekiwania.

51


CENTRUM BADAŃ LABORATORYJNYCH