

# SPIS TREŚCI

|   |    |
|---|----|
| 1. WPROWADZENIE .....   | 9  |
| 2. KONSTRUKCJA ASFALTOWEJ NAWIERZCHNI DROGOWEJ .....  | 11 |
| 3. RODZAJE MIESZANEK .....  | 13 |
| 3.1. Definicje .....  | 13 |
| 3.2. Dodatki do mieszanek mineralno-asfaltowych .....   | 15 |
| 3.3 Zastosowanie mieszanek mineralno-asfaltowych do warstw konstrukcyjnych nawierzchni .....  | 16 |
| 3.4. Typy mieszanek mineralno-asfaltowych .....   | 17 |
| 3.5. Materiały stosowane do mieszanek mineralno-asfaltowych .....                             | 18 |
| 3.5.1. Kruszywa, wypełniacze, lepiszcza .....   | 18 |
| 3.5.2. Dodatki .....  | 18 |
| 3.5.3. Granulat asfaltowy .....   | 20 |
| 3.6. Współczynniki przeliczeniowe .....   | 23 |
| 4. KRUSZYWA .....   | 26 |
| 4.1. Rodzaje kruszyw .....  | 26 |
| 4.2. Właściwości kruszywa grubego, drobnego, o ciągłym uziarnieniu i wypełniacza .....        | 28 |
| 4.2.1. Właściwości geometryczne .....   | 28 |
| 4.2.2. Właściwości fizyczne .....   | 33 |
| 4.2.3. Właściwości chemiczne .....  | 36 |
| 4.2.4. Składniki wpływające na stałość objętości żużli wielkopieczowych i stalowniczych. .... | 36 |
| 4.3. Wypełniacz do drogowych mieszanek mineralno-asfaltowych .....                            | 37 |
| 4.3.1. Właściwości geometryczne wypełniacza .....   | 38 |
| 4.3.2. Właściwości fizyczne wypełniacza .....   | 38 |
| 4.3.3. Właściwości chemiczne wypełniacza .....  | 40 |
| 4.3.4. Wymagania dotyczące prawidłowości produkcji wypełniacza .....                          | 41 |
| 4.4. Metodyka badań kruszyw .....   | 42 |
| 4.4.1. Pobieranie próbek .....  | 42 |
| 4.4.2. Opis petrograficzny kruszywa .....   | 43 |
| 4.4.3. Oznaczanie składu ziarnowego. Zawartość pyłów .....                                    | 49 |
| 4.4.4. Oznaczanie kształtu ziaren – wskaźnik kształtu .....                                   | 54 |
| 4.4.5. Oznaczanie kształtu ziaren – wskaźnik płaskości .....                                  | 56 |
| 4.4.6. Zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym ..           | 59 |
| 4.4.7. Wskaźnik przepływu kruszyw. Kanciastość kruszywa drobnego .....                        | 62 |
| 4.4.8. Oznaczanie odporności na rozdrabnianie. Metoda Los Angeles .....                       | 65 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.4.9. Oznaczanie gęstości ziaren kruszywa i nasiąkliwości kruszywa . . . . .   | 68  |
| 4.4.10. Oznaczanie mrozoodporności . . . . .  | 75  |
| 4.4.11. Przyczepność lepiszcza asfaltowego do kruszywa . . . . .  | 79  |
| 4.5. Metodyka badań wypełniaczy . . . . .   | 87  |
| 4.5.1. Przygotowanie próbek wypełniaczy do badań . . . . .  | 87  |
| 4.5.2. Oznaczenie uziarnienia wypełniacza. Ocena zawartości drobnych cząstek. Przesiewanie w strumieniu powietrza . . . . . | 88  |
| 4.5.3. Jakość pyłów. Badanie błękitem metylenowym. . . . .  | 90  |
| 4.5.4. Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją – wilgotność. . . . .                              | 94  |
| 4.5.5. Wolne przestrzenie w suchym zagęszczonym wypełniaczu . . . . .   | 95  |
| 4.5.6. Przyrost temperatury mięknięcia. Właściwości usztywniające wypełniacza. . . . .                                      | 98  |
| 4.5.7. Oznaczenie gęstości ziaren wypełniacza. Metoda piknometryczna. . . . .   | 101 |
| 4.5.8. Rozpuszczalność wypełniacza w wodzie. . . . .  | 103 |
| 5. LEPISZCZA ASFALTOWE . . . . .  | 104 |
| 5.1. Rodzaje drogowych lepiszczy drogowych. . . . .   | 104 |
| 5.1.1. Definicje . . . . .  | 105 |
| 5.1.2. Asfalty drogowe. Klasyfikacja . . . . .  | 106 |
| 5.1.3. Asfalty modyfikowane polimerami. Klasyfikacja . . . . .  | 109 |
| 5.1.4. Asfalty specjalne. Twarde asfalty drogowe. Klasyfikacja . . . . .  | 116 |
| 5.1.5. Asfalty specjalne. Asfalty wielorodzajowe MG. Klasyfikacja. . . . .  | 116 |
| 5.1.6. Asfalty fluksowane i upłynnione . . . . .  | 122 |
| 5.1.7. Lepiszczce polimerowo-gumowo-asfaltowe CR . . . . .  | 122 |
| 5.1.8. Kationowe emulsje asfaltowe. . . . .   | 123 |
| 5.1.9. Właściwości kationowych emulsji asfaltowych. . . . .   | 125 |
| 5.2. Metodyka badań lepiszczy asfaltowych. . . . .  | 129 |
| 5.2.1. Pobieranie próbek asfaltów . . . . .   | 129 |
| 5.2.2. Pomiar penetracji asfaltów . . . . .   | 131 |
| 5.2.3. Oznaczanie temperatury mięknięcia metodą pierścienia i kuli PiK. . . . .   | 134 |
| 5.2.4. Oznaczenie odporności na starzenie metodą RTFOT . . . . .  | 138 |
| 5.2.5. Oznaczanie temperatury zapłonu . . . . .   | 143 |
| 5.2.6. Oznaczanie rozpuszczalności asfaltu . . . . .  | 144 |
| 5.2.7. Indeks penetracji (PI) . . . . .   | 146 |
| 5.2.8. Oznaczanie lepkości dynamicznej . . . . .  | 148 |
| 5.2.9. Pomiar temperatury łamliwości asfaltów według Fraassa . . . . .  | 154 |
| 5.2.10. Lepkość kinematyczna w 135°C . . . . .  | 157 |
| 5.2.11. Oznaczanie zawartości parafiny w asfalcie . . . . .   | 158 |
| 5.2.12. Analiza grupowa asfaltów . . . . .  | 159 |
| 5.2.13. Oznaczanie zawartości asfaltenów . . . . .  | 160 |
| 5.2.14. Temperaturowy zakres plastyczności (TZP) . . . . .  | 161 |
| 5.2.15. Karta Jakości Asfaltu – wykres BTDC (Bitumen Test Data Chart) . . . . .   | 161 |
| 5.2.16. Pomiar siły rozciągania polimeroasfaltów. . . . .   | 165 |
| 5.2.17. Pomiar nawrotu sprężystego polimeroasfaltów. . . . .  | 169 |
| 5.2.18. Stabilność magazynowania polimeroasfaltów. . . . .  | 170 |
| 5.3. Metody badań emulsji kationowych . . . . .   | 171 |
| 5.3.1. Przygotowanie próbek . . . . .   | 171 |
| 5.3.2. Polarność cząstek emulsji. Oznaczenie kwasowości pH . . . . .  | 171 |
| 5.3.3. Oznaczenie indeksu rozpadu . . . . .   | 172 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.3.4. | Oznaczanie zawartości lepiszcza – przez oznaczenie zawartości wody .....  | 174 |
| 5.3.5. | Oznaczanie czasu wypływu emulsji asfaltowych lepkościomierzem wypływowym .....  | 177 |
| 5.3.6. | Oznaczanie pozostałości emulsji asfaltowej na sicie, oznaczanie stabilności podczas magazynowania przez przesiewanie. ....  | 179 |
| 5.3.7. | Adhezja – oznaczanie przyczepności lepiszcza (wytrąconego z emulsji) do kruszywa .....  | 183 |
| 6.     | <b>SKŁAD I WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH.</b> .....   | 184 |
| 6.1.   | Beton asfaltowy (AC) .....  | 186 |
| 6.1.1. | Beton asfaltowy do warstwy podbudowy .....  | 187 |
| 6.1.2. | Beton asfaltowy do warstwy wiążącej i wyrównawczej .....  | 192 |
| 6.1.3. | Beton asfaltowy do warstwy ścieralnej .....   | 195 |
| 6.1.4. | Dodatek granulatu .....   | 197 |
| 6.1.5. | Beton asfaltowy o wysokim module sztywności, AC-WMS .....   | 198 |
| 6.2.   | Mieszanka SMA. Mastyks grysowy .....  | 201 |
| 6.2.1. | Materiały .....   | 202 |
| 6.2.2. | Uziarnienie mieszanki mineralno-asfaltowej i zawartość lepiszcza .....  | 203 |
| 6.2.3. | Wymagane właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej .....   | 203 |
| 6.3.   | Asfalt lany (MA) .....  | 206 |
| 6.4.   | Asfalt porowaty (PA) .....  | 207 |
| 6.5.   | Mieszanka BBTM – do bardzo cienkich warstw ścieralnych .....  | 209 |
| 7.     | <b>PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH</b> .....   | 212 |
| 7.1.   | Projektowanie i optymalizacja składu mieszanki mineralnej .....   | 212 |
| 7.1.1. | Metoda teoretyczna doboru składu mieszanki mineralnej .....   | 212 |
| 7.1.2. | Metoda doboru składu mieszanki mineralnej według „minimum wolnej przestrzeni” .....   | 215 |
| 7.1.3. | Metoda doboru składu mieszanki mineralnej według punktów kontrolnych najlepszego uziarnienia .....  | 215 |
| 7.1.4. | Przykład ustalenia składu mieszanki mineralnej AC do ruchu lekkiego .....   | 219 |
| 7.1.5. | Przykład ustalenia składu mieszanki mineralnej SMA do ruchu ciężkiego. ....   | 222 |
| 7.2.   | Zasady ustalania zawartości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej metodami obliczeniowymi .....  | 225 |
| 7.2.1. | Określanie zawartości lepiszcza na podstawie powierzchni właściwej mieszanki mineralnej i założonej grubości otoczki asfaltowej .....   | 226 |
| 7.2.2. | Określanie minimalnej zawartości lepiszcza na podstawie wytycznych technicznych WT-2 oraz gęstości mieszanki mineralnej .....   | 228 |
| 7.2.3. | Przykład obliczania zawartości asfaltu w mieszance mineralno-asfaltowej na podstawie powierzchni właściwej mieszanki mineralnej i założonej grubości otoczki asfaltowej ..... | 230 |
| 7.2.4. | Określanie zawartości lepiszcza na podstawie powierzchni właściwej i założonego współczynnika zawartości asfaltu. Metoda Durieza .....  | 232 |
| 8.     | <b>METODYKA BADAŃ MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH</b> .....   | 235 |
| 8.1.   | Laboratoryjne zagęszczanie próbek .....   | 235 |
| 8.1.1. | Zagęszczanie próbek w ubijaku Marshalla .....   | 235 |
| 8.1.2. | Zagęszczanie próbek w prasie żyrotorowej .....  | 236 |
| 8.1.3. | Zagęszczanie próbek w zagęszczarce płytowej .....   | 238 |
| 8.1.4. | Kondycjonowanie krótkoterminowe mieszanki przed zagęszczeniem .....   | 240 |

|   |            |
|---|------------|
| 8.2. Określenie zawartości wolnych przestrzeni . . . . .  | 240        |
| 8.2.1. Oznaczenie zawartość wolnych przestrzeni Vm . . . . .  | 241        |
| 8.2.2. Oznaczenie zawartości procentowej wolnej przestrzeni VFB w mieszance mineralnej wypełnionej lepiszczem . . . . .       | 241        |
| 8.2.3. Gęstość objętościowa próbek mieszanki mineralno-asfaltowej . . . . .   | 242        |
| 8.2.4. Oznaczenie gęstości . . . . .  | 248        |
| 8.3. Określenie wrażliwości próbek mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody i mrozu ITSr . . . . .                    | 253        |
| 8.4. Oznaczanie wytrzymałości na rozciąganie mieszanki mineralno-asfaltowej metodą pośrednią ITS . . . . .                    | 258        |
| 8.5. Odporność na deformacje trwałe. Koleinowanie . . . . .   | 261        |
| 8.6. Badanie modułu sztywności sprężystej w rozciąganiu pośrednim (IT-CY) . . . . .   | 264        |
| 8.7. Badanie twardości (penetracji) asfaltu lanego . . . . .  | 268        |
| 8.7.1. Badanie penetracji metodą statyczną . . . . .  | 268        |
| 8.7.2. Badanie penetracji metodą dynamiczną . . . . .   | 272        |
| 8.8. Oznaczanie spływności mastyksu w mieszance SMA. . . . .  | 272        |
| 8.9. Metoda Marshalla. . . . .  | 274        |
| 8.9.1. Oznaczanie stabilności i osiadania mieszanek mineralno-asfaltowych . . . . .   | 274        |
| 8.9.2. Określanie optymalnej zawartości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej z wykorzystaniem metody Marshalla. . . . . | 278        |
| <b>9. PRODUKCJA I PRZECHOWYWANIE MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ . . .</b>   | <b>286</b> |
| Literatura . . . . .  | 290        |
| Wykaz norm. . . . .   | 292        |
| Wykaz rysunków . . . . .  | 297        |
| Wykaz tablic. . . . .   | 300        |