

Spis treści

1.	Wprowadzenie	11
1.1.	Historia nawierzchni asfaltowych	11
1.2.	Konstrukcja nawierzchni	12
2.	Materiały	14
2.1.	Kruszywa	14
2.1.1.	Kruszywa skalne (kamienne)	15
2.1.1.1.	Kruszywo naturalne do nawierzchni drogowych	16
2.1.1.2.	Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych	19
2.1.2.	Właściwości kruszywa stosowanego w budownictwie drogowym	25
2.1.2.1.	Ocena właściwości i metodyka badań wg PN	25
2.1.2.2.	Właściwości i metodyka badań wg norm EN	28
2.1.3.	Mączka mineralna — wypełniacz	36
2.1.3.1.	Rola mączki mineralnej w kompozycie MA	37
2.1.3.2.	Właściwości mączki do MMA wg norm PN i „Technicznych wymagań dla wypełniaczy”	38
2.1.3.3.	Właściwości mączek do MMA wg EN	40
2.1.4.	Kruszywa sztuczne mineralne	42
2.1.5.	Kruszywa z recyklingu	43
2.2.	Lepiszczą	44
2.2.1.	Asfalt naturalny	45
2.2.1.1.	Asfalt naturalny Trynidad epuré	45
2.2.1.2.	Asfalt naturalny Gilsonit	45
2.2.2.	Asfalty ponaftowe	46
2.2.2.1.	Ropa naftowa i jej rodzaje	46
2.2.2.2.	Produkcja asfaltów	47
2.2.2.3.	Skład chemiczny asfaltów — składniki grupowe	51
2.2.2.4.	Budowa koloidalna	53
2.2.2.5.	Klasyfikacja asfaltów drogowych	55
2.2.2.6.	Właściwości i badania asfaltów	60
2.2.2.7.	Właściwości funkcjonalne asfaltów. Procedury SHRP	92

2.2.3.	Lepiszczta asfaltowe stosowane na zimno	101
2.2.3.1.	Emulsje asfaltowe	101
2.2.3.2.	Asfalty upłynnione	109
2.2.4.	Asfalty modyfikowane polimerami	110
2.2.4.1.	Uzasadnienie potrzeby modyfikacji	110
2.2.4.2.	Rodzaje modyfikatorów	111
2.2.4.3.	Asfalt idealny	112
2.2.4.4.	Polimery stosowane do modyfikacji asfaltów	113
2.2.4.5.	Zgodność asfaltu z polimerem	113
2.2.4.6.	Klasyfikacja polimeroasfaltów wg Tymczasowych Wytycznych Technicznych	114
2.2.4.7.	Klasyfikacja polimeroasfaltów wg DIN-EN 14023	116
2.2.5.	Lepiszczta specjalne	118
2.2.5.1.	Asfalty spienione	118
2.2.5.2.	Asfalty wielorodrajowe	123
2.2.5.3.	Lepiszczta gumowo-asfaltowe	125
2.2.5.4.	Inne rodzaje modyfikacji. Modyfikacja asfaltu dodatkiem „Chemcrete” .	130
2.2.5.5.	Lepiszczta ekologiczne	131
2.2.5.6.	Wpływ dodatków modyfikujących na właściwości lepiszczy i mieszanek MA	132
	Literatura	134
3.	Podłoże gruntowe	137
3.1.	Podłoża naturalne	139
3.1.1.	Klasyfikacja gruntów	139
3.1.2.	Ocena warunków gruntowo-wodnych oraz mrozoodporności podłoża . .	143
3.2.	Podłoża ulepszone	144
3.2.1.	Podłoża słabe	144
3.2.2.	Sposoby ulepszania podłoża	145
3.2.3.	Zagęszczanie gruntów podłoża nawierzchni	147
3.2.4.	Zastosowanie odpadów gumowych do wzmacniania podłoża gruntowego	149
3.2.5.	Zastosowanie geosyntetyków do wzmacniania podłoża konstrukcji nawierzchni	149
3.3.	Metody badań parametrów technicznych podłoża nawierzchni drogowej .	151
3.3.1.	Uziarnienie gruntu	151
3.3.2.	Wskaźnik zagęszczenia	152
3.3.3.	Moduł odkształcenia	153
3.3.4.	Wskaźnik nośności	155
3.3.5.	Pęcznienie liniowe	156
3.3.6.	Moduł sprężystości	156
	Literatura	157
4.	Podbudowy	159
4.1.	Uwagi ogólne	159
4.2.	Podbudowa z betonu asfaltowego	161
4.3.	Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie	164
4.4.	Podbudowa z tłucznia kamiennego	169
4.5.	Podbudowa z piasku otoczonego asfaltem	172
4.6.	Podbudowy stabilizowane spoiwami hydraulicznymi	175
4.6.1.	Stabilizacja gruntów cementem	175

4.6.2.	Stabilizacja gruntów wapnem	182
4.6.3.	Stabilizacja gruntów aktywnymi popiołami lotnymi	185
4.7.	Podbudowa z chudego betonu	190
4.8.	Podbudowa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (m-c-e) . . .	195
4.9.	Inne rodzaje podbudów	199
4.9.1.	Podbudowa z mieszanki betonu asfaltowo-cementowego (BAC)	199
4.9.2.	Podbudowa z mieszanki typu „grave emulsion” (GE)	202
4.9.3.	Podbudowa z mieszanki mineralno-asfaltowej z asfaltem spienionym . .	207
	Literatura	213
5.	Warstwy wiążące i ścieralne z tradycyjnych MMA	214
5.1.	Rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych	214
5.2.	Beton asfaltowy	217
5.3.	Mastyks grysowy SMA	236
5.4.	Asfalt lany	245
5.5.	Asfalt piaskowy	256
5.6.	Mieszanka mineralno-asfaltowa o nieciąglym uziarnieniu	258
	Literatura	264
6.	Projektowanie składu mieszanek MA	266
6.1.	Mieszanka mineralna	266
6.1.1.	Typy mieszanek MA ze względu na uziarnienie	268
6.1.2.	Metody projektowania składu MM	268
6.1.2.1.	Metoda teoretyczna	269
6.1.2.2.	Metoda „wolnej przestrzeni”	272
6.1.2.3.	Metoda doboru składu mieszanki mineralnej wg krzywych najlepszego uziarnienia	272
6.1.2.4.	Metoda wg programu komputerowego	273
6.2.	Określenie zawartości asfaltu w MMA	278
6.2.1.	Metody obliczeniowe	278
6.2.2.	Metody obliczeniowo-doświadczalne. Metoda Marshalla	280
6.3.	Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych	285
6.3.1.	Wolna przestrzeń MM, MMA, gęstość	286
6.3.1.1.	Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni (V_m)	286
6.3.1.2.	Oznaczenie gęstości objętościowej MMA	289
6.3.1.3.	Wolna przestrzeń w mieszance mineralnej VMA	292
6.3.1.4.	Wolna przestrzeń wypełniona asfaltem (VFB)	293
6.3.1.5.	Metoda badania stabilności wg Hubbarda-Fielda	298
6.3.2.	Badanie pełzania	301
6.3.2.1.	Badania modułu sztywności pełzania pod obciążeniem statycznym	301
6.3.2.2.	Badanie pełzania dynamicznego	303
6.3.3.	Badanie właściwości MMA w rozciąganiu pośrednim	303
6.3.3.1.	Badanie modułu sztywności sprężystej	303
6.3.3.2.	Badanie wytrzymałości w rozciąganiu pośrednim	306
6.3.4.	Badanie koleinowania	307
6.3.5.	Badanie odporności na niską temperaturę	309
6.3.6.	Badanie odporności na działanie wody	311
6.3.7.	Badania odporności na zmęczenie	312
6.3.8.	Moduł sztywności	314

6.3.8.1.	Definicje. Rodzaje modułów sztywności	314
6.3.8.2.	Warunki wykonywania badań modułu sztywności	317
6.3.8.3.	Metodyka badań	317
6.3.8.4.	Interpretacja wyników badań modułu sztywności	322
6.3.8.5.	Określenie modułu sztywności MMA na podstawie nomogramów	325
6.3.9.	Recepty laboratoryjne	327
6.4.	Wytwarzanie mieszanek mineralno-asfaltowych	330
6.4.1.	Materiały	330
6.4.2.	Wytwórnice mieszanek mineralno-asfaltowych	331
6.5.	Przechowywanie i transport	333
6.5.1.	Przechowywanie	333
6.5.2.	Transport	333
6.6.	Wbudowywanie	334
6.6.1.	Przygotowanie podłoża	334
6.6.2.	Połączenia międzywarstwowe	334
6.6.2.1.	Metody badań wiązań międzywarstwowych	336
6.6.2.2.	Ocena metod badawczych	338
6.6.3.	Układanie (rozkładanie)	338
6.6.4.	Zagęszczenie. Badania warstw	339
6.6.5.	Badanie materiałów, mieszanek MA, warstw asfaltowych	341
6.6.5.1.	Badania materiałów	341
6.6.5.2.	Badanie mieszanek MA	341
6.6.5.3.	Badanie warstw asfaltowych	342
6.6.5.4.	Badania laboratoryjne MMA	342
	Literatura	343
7.	Nawierzchnie specjalne	345
7.1.	Nawierzchnie na mostach stalowych i betonowych	345
7.1.1.	Warunki obciążenia nawierzchni mostowych	346
7.1.2.	Konstrukcja nawierzchni na mostach stalowych	347
7.1.3.	Konstrukcja nawierzchni na mostach betonowych	348
7.1.4.	Izolacje przeciwwodne obiektów mostowych	349
7.1.5.	Asfaltowa nawierzchnia mostowa	351
7.2.	Nawierzchnie drenażowe	353
7.2.1.	Zalety nawierzchni drenażowych	354
7.2.2.	Wady nawierzchni drenażowych	360
7.3.	Nawierzchnie z mieszanek mineralno-asfaltowych HRA	361
7.3.1.	Materiały i skład mieszanki mineralno-asfaltowej HRA	362
7.3.2.	Technologia produkcji i wbudowywania mieszanki HRA w nawierzchnię drogową	366
7.4.	Nawierzchnie o zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe i zmęczenie	366
7.4.1.	Nawierzchnie odporne na odkształcenia trwałe	368
7.4.2.	Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowych o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie	375
7.5.	Nawierzchnie z mieszanek mineralno-asfaltowych „Superpave”	378
7.5.1.	Projektowanie objętościowe mieszanek mineralno-asfaltowych	379
7.5.2.	Wykonanie nawierzchni z mieszanek „Superpave”	396
7.6.	Nawierzchnie długowieczne typu „Perpetual”	396

7.6.1.	Koncepcja nawierzchni „Perpetual”	397
7.6.2.	Wymagania materiałowe	398
	Literatura	400
8.	Rodzaje uszkodzeń nawierzchni	402
8.1.	Odształcenia trwałe	405
8.2.	Spękania zmęczeniowe	407
8.3.	Spękania indukowane termicznie	410
8.4.	Zniszczenia powierzchniowe	415
8.5.	Klasyfikacja i ocena uszkodzeń nawierzchni drogowej	415
8.5.1.	Stan spękań i stan powierzchni	415
8.5.2.	Równość podłużna	418
8.5.3.	Głębokość kolein	420
8.5.4.	Właściwości przeciwpślizgowe	424
8.5.5.	Wyznaczenie zabiegów remontowych	427
8.5.6.	Ocena globalna stanu powierzchni	429
	Literatura	431
9.	Odnowa i utrzymanie nawierzchni	433
9.1.	Rodzaje uszkodzeń nawierzchni i zalecane techniki napraw	433
9.1.1.	Naprawa zniszczeń powierzchniowych	436
9.1.1.1.	Naprawa cząstkowa	436
9.1.1.2.	Powierzchniowe utrwalaanie	436
9.1.1.3.	Cienkie warstwy na zimno typu „Slurry Seal”	439
9.1.1.4.	Cienkie warstwy na gorąco (MNU)	444
9.1.2.	Naprawa deformacji lepkosprężystych (kolein)	446
9.1.3.	Naprawa spękań	447
9.2.	Recykling	450
9.2.1.	Uzasadnienie stosowania recyklingu	451
9.2.2.	Perspektywy stosowania technologii recyklingu	452
9.2.3.	Technologia recyklingu nawierzchni asfaltowych	452
9.2.3.1.	Recykling na zimno	453
9.2.3.2.	Recykling na gorąco	456
	Literatura	457
10.	Projektowanie konstrukcji nawierzchni asfaltowych	458
10.1.	Wymagania stawiane nawierzchni	458
10.2.	Mechanistyczne metody projektowania nawierzchni	460
10.2.1.	Trwałość zmęczeniowa nawierzchni	461
10.2.2.	Procedura postępowania przy projektowaniu nawierzchni metodą mechanistyczną	466
10.2.3.	Wybrane metody projektowania konstrukcji nawierzchni asfaltowych	474
10.2.3.1.	Metoda Shella	475
10.2.3.2.	Metoda Instytutu Asfaltowego	478
10.3.	Katalog typowych konstrukcji nawierzchni asfaltowych	481
10.4.	Procedura projektowania konstrukcji wg Katalogu	483
10.5.	Projektowanie wzmocnienia nawierzchni asfaltowych	489
10.5.1.	Projektowanie wzmocnienia nawierzchni metodą ugięć sprężystych	490

10.5.2.	Projektowanie wzmocnienia nawierzchni metodą mechanistyczną	499
10.6.	Projektowanie nawierzchni typu „Perpetual”	505
	Literatura	507
11.	Ochrona środowiska podczas wytwarzania MMA, budowy i eksploatacji nawierzchni	509
11.1.	Asfalty drogowe i MMA	509
11.2.	Emulsje asfaltowe, asfalt upłynniony	511
11.3.	Polimeroasfalty	511
11.4.	Recykling nawierzchni zawierających smołę	512
11.5.	Hałas komunikacyjny	512
	Literatura	513
	Wykaz ważniejszych norm	514