
SPIS TREŚCI

OD AUTORÓW	10
1. WPROWADZENIE	11
2. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW I ICH KLASYFIKACJA	14
2.1. Uwagi ogólne	14
2.2. Właściwości techniczne materiałów i ich opis	15
2.2.1. Ogólna klasyfikacja właściwości	15
2.2.2. Właściwości fizyczne	15
2.2.3. Właściwości mechaniczne	22
2.2.4. Właściwości chemiczne	25
2.3. Materiały konstrukcyjne	26
2.4. Materiały nawierzchniowe	27
2.5. Materiały izolacyjne	28
2.6. Materiały powłokowe do ochrony betonu	28
2.7. Materiały do ochrony stali	29
2.8. Materiały naprawcze	30
2.9. Tworzywa sztuczne nałożyska i elementy wyposażenia	30
3. MATERIAŁOWE ASPEKTY TRWAŁOŚCI OBIEKTÓW MOSTOWYCH	31
4. KAMIEŃ BUDOWLANY	39
4.1. Uwagi ogólne	39
4.2. Podstawowa klasyfikacja skał i ich występowanie w Polsce	39
4.3. Klasyfikacja skał ze względu na właściwości użytkowe	41
4.4. Charakterystyka ważniejszych rodzajów skał	44
4.4.1. Uwagi wstępne	44
4.4.2. Skały magmowe głębinowe	44
4.4.3. Skały magmowe wylewne	45
4.4.4. Skały osadowe krzemionkowe i okruczowe	45
4.4.5. Skały osadowe węglanowe	46
4.4.6. Skały metamorficzne	46
4.5. Zasady wyboru rodzaju materiału kamiennego	46
4.6. Kamień łamany i jego obróbka	49
4.7. Kruszywa kamienne otoczkowe i łamane	51
4.7.1. Kruszywa otoczkowe	51
4.7.2. Kruszywa łamane	52
4.8. Wybrane wyroby kamienne	52
4.9. Transport i składowanie wyrobów kamiennych	57

5	BETON CEMENTOWY	59
5.1.	Uwagi wstępne	59
5.2.	Podstawowe określenia i definicje	60
5.3.	Wymagane właściwości i ogólne zasady doboru jakości betonu do konstrukcji mostowych	62
5.3.1.	Informacje ogólne	62
5.3.2.	Ogólne wymagania dotyczące właściwości betonów do konstrukcji mostowych	62
5.3.3.	Trwałość betonów cementowych, jej podstawowe uwarunkowania i ujęcie normowe	63
5.4.	Składniki mieszanki betonowej, ich rola w betonie, kryteria doboru i wymagania	74
5.4.1.	Cement	74
5.4.2.	Woda zarobowa	79
5.4.3.	Kruszywo	79
5.4.4.	Dodatki mineralne	85
5.4.5.	Domieszki chemiczne	85
5.5.	Mieszanka betonowa - podstawowe właściwości i szczegółowe wymagania	89
5.5.1.	Uwagi wstępne	89
5.5.2.	Konsystencja	89
5.5.3.	Urabialność	91
5.5.4.	Zawartość powietrza po zagęszczeniu	92
5.6.	Ogólne zasady projektowania składu betonu	95
5.6.1.	Uwagi wstępne	95
5.6.2.	Wytrzymałość na ściskanie (klasa betonu) jako podstawowa cecha betonu i jej zależność od składu mieszanki	97
5.6.3.	Ogólna klasyfikacja metod projektowania	104
5.6.4.	Podstawowe założenia do projektowania	105
5.6.5.	Metoda trzech równań jako ilustracja idei ilościowego doboru składników	106
5.6.6.	Tradycyjna doświadczalna metoda kolejnych przybliżeń - ogólne zasady	109
5.6.7.	Ogólna charakterystyka współczesnych doświadczalnych metod ustalania składu mieszanki betonowej	109
5.6.8.	Komputer w projektowaniu składu betonu	111
5.7.	Właściwości mechaniczne i odkształcalność betonu stwardniałego	113
5.7.1.	Wytrzymałość na ściskanie	113
5.7.2.	Wytrzymałość na rozciąganie	116
5.7.3.	Wytrzymałość na docisk miejscowy	118
5.7.4.	Wytrzymałość na ścinanie	119
5.7.5.	Wytrzymałość pod obciążeniem długotrwałym	120
5.7.6.	Wytrzymałość zmęczeniowa	120
5.7.7.	Odształcenia skurczowe	121
5.7.8.	Odształcalność pod obciążeniem doraźnym i moduł sprężystości	125
5.7.9.	Pelzanie i relaksacja betonu	128
5.7.10.	Odształcalność termiczna	130
5.7.11.	Wartości normowe właściwości mechanicznych betonu	130
5.8.	Podstawowe procesy technologiczne w robotach betonowych	133
5.8.1.	Mieszanie składników	133
5.8.2.	Transport	133
5.8.3.	Układanie	134
5.8.4.	Zagęszczanie	135
5.8.5.	Pielęgnacja	136
5.9.	Kontrola jakości betonu w nowo budowanych obiektach	136
5.9.1.	Uwagi wstępne	136
5.9.2.	Zakres prowadzonych badań kontrolnych	137
5.9.3.	Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie stopnia jego dojrzałości	138
5.9.4.	Ocena wytrzymałości na ściskanie metodą „pull-out”	138
5.9.5.	Ocena wytrzymałości na rozciąganie metodą „pull-off”	138
5.9.6.	Ocena przepuszczalności betonu dla wody lub powietrza	139
5.9.7.	Ocena odporności betonu na przenikanie jonów chlorkowych	142
5.9.8.	Kontrola grubości otuliny	143
5.9.9.	Lokalizacja defektów betonu w konstrukcji	143
5.10.	Kontrola jakości betonu w istniejących obiektach	144
5.10.1.	Uwagi wstępne	144

5.10.2.	Ocena głębokości karbonatyzacji	145
5.10.3.	Ocena stopnia skażenia betonu chlorkami lub siarczanami	146
5.11.	Betony specjalne stosowane w mostownictwie	146
5.11.1.	Uwagi wstępne	146
5.11.2.	Betony lekkie	147
5.11.3.	Betony wysokowartościowe	150
5.11.4.	Betony samozagęszczone	158
5.11.5.	Fibrobetony	165
5.11.6.	Betony z udziałem polimerów	171
6.	STAL KONSTRUKCYJNA I INNE METALE	177
6.1.	Uwagi ogólne	177
6.2.	Stal konstrukcyjna	178
6.2.1.	Wiadomości ogólne	178
6.2.2.	Charakterystyki mechaniczne	181
6.2.3.	Wyroby ze stali	185
6.2.4.	Połączenia w elementach stalowych	187
6.2.5.	Podstawowe informacje o korozji stali	188
6.3.	Inne metale	191
6.3.1.	Uwagi wstępne	191
6.3.2.	Aluminium i jego stopy	192
6.3.3.	Ołów	194
6.3.4.	Miedź	194
6.3.5.	Cynk	195
6.3.6.	Cyna	195
6.3.7.	Stopy	195
6.3.8.	Elektrody metalowe	195
7.	STAL ZBROJENIOWA	197
7.1.	Uwagi ogólne	197
7.2.	Właściwości mechaniczne i technologiczne stali zbrojeniowej	199
7.3.	Dane wyjściowe do projektowania konstrukcji	200
7.4.	Wykonywanie zbrojenia	201
7.5.	Podstawowe informacje o korozji stali zbrojeniowej	202
8.	STAL SPRĘŻAJĄCA	204
8.1.	Uwagi ogólne	204
8.2.	Dane wyjściowe do projektowania konstrukcji	205
8.3.	Korozja stali sprężającej	207
8.4.	Elementy cięgien sprężających	209
9.	DREWNO	211
9.1.	Uwagi ogólne	211
9.2.	Właściwości fizyczne drewna	215
9.2.1.	Gęstość pozorną	215
9.2.2.	Wilgotność drewna i związane z nią odkształcenia	215
9.2.3.	Przewodność i rozszerzalność cieplna	217
9.2.4.	Odporność ogniowa	217
9.3.	Właściwości mechaniczne drewna	218
9.3.1.	Uwagi wstępne	218
9.3.2.	Wytrzymałość doraźna drewna na ściskanie	219
9.3.3.	Wytrzymałość doraźna drewna na rozciąganie	220
9.3.4.	Wytrzymałość doraźna drewna na zginanie	220
9.3.5.	Wytrzymałość doraźna drewna na ścinanie	220
9.3.6.	Wytrzymałość długotrwała drewna	220
9.3.7.	Wytrzymałość zmęczeniowa drewna	221
9.3.8.	Moduł sprężystości	222
9.3.9.	Moduł odkształcenia postaciowego	223
9.4.	Wpływ ważniejszych czynników na wytrzymałość i odkształcalność drewna	223
9.4.1.	Wpływ wilgotności drewna	223

9.4.2.	Wpływ temperatury	224
9.4.3.	Wpływ gęstości pozornej	224
9.4.4.	Wpływ wad drewna	226
9.5.	Zasady wytwarzania elementów z drewna klejonego	227
9.5.1.	Uwagi wstępne	227
9.5.2.	Podstawowe informacje dotyczące produkcji elementów klejonych	228
9.5.3.	Sortowanie tarcicy na elementy klejone warstwowo	228
9.5.4.	Klasy drewna klejonego	229
9.5.5.	Ułożenie tarcicy w elemencie z drewna klejonego	230
9.5.6.	Połączenia desek na długości elementu	232
9.5.7.	Kleje i technologia klejenia	233
9.6.	Impregnacja drewna	235
9.7.	Dane wyjściowe do projektowania	236
9.7.1.	Uwagi wstępne	236
9.7.2.	Zasady doboru materiału	237
9.7.3.	Wytrzymałość charakterystyczna	237
9.7.4.	Wytrzymałości obliczeniowe	238
9.7.5.	Współczynniki sprężystości	239
9.7.6.	Współczynniki korekcyjne	239
10.	MATERIAŁY KOMPOZYTOWE Z MATRYCĄ POLIMEROWĄ	241
10.1	Uwagi ogólne	241
10.2.	Składniki kompozytów z matrycą polimerową	241
10.3.	Klasyfikacja materiałów kompozytowych z matrycą polimerową i produkowane z nich wyroby	243
10.4.	Podstawowe dane techniczne najczęściej stosowanych wyrobów	243
10.5.	Zakres zastosowań wyrobów z kompozytów polimerowych zbrojonych włóknami	246
10.6.	Aspekty ekonomiczne stosowania materiałów kompozytowych	247
11.	MATERIAŁY HYDROIZOLACYJNE	248
11.1.	Uwagi ogólne	248
11.2.	Ogólna klasyfikacja i charakterystyka materiałów do wykonywania hydroizolacji	249
11.2.1.	Informacje ogólne	249
11.2.2.	Materiały gruntujące	250
11.2.3.	Materiały do wykonywania powłok	250
11.2.4.	Materiały arkuszowe	254
11.3.	Wymagania dotyczące właściwości hydroizolacji w obiektach mostowych i materiałów stosowanych do ich wykonania	255
11.4.	Podstawowe warunki wykonywania hydroizolacji	259
12.	MATERIAŁY DO NAWIERZCHNI	260
12.1.	Uwagi ogólne	260
12.2.	Materiały do nawierzchni bitumicznych	261
12.2.1.	Uwagi wstępne	261
12.2.2.	Charakterystyka lepiszczy bitumicznych	261
12.2.3.	Materiały kamienne do mieszanek mineralno-bitumicznych	270
12.3.	Beton asfaltowy	276
12.3.1.	Uwagi wstępne	276
12.3.2.	Ogólne zasady projektowania mieszanek mineralno-bitumicznych	277
12.3.3.	Wytwarzanie mieszanek mineralno-bitumicznych (betonu asfaltowego)	279
12.3.4.	Transport	279
12.3.5.	Układanie nawierzchni	280
12.4.	Asfalt piaskowy	281
12.5.	Asfalt lany	282
12.6.	Materiały do nawierzchni bitumicznych modyfikowanych polimerami	283
12.7.	Inne wyroby z asfaltu	283
12.8.	Nawierzchnie betonowe	284
12.8.1.	Uwagi wstępne	284
12.8.2.	Składniki mieszanki betonowej	285
12.8.3.	Ogólne wymagania dotyczące właściwości betonu nawierzchniowego	287

12.9.	Nawierzchnie drewniane	287
12.10.	Nawierzchnie z kostki kamiennej i cegły drogowej klinkierowej	288
12.11.	Elementy nawierzchni kolejowej	288
12.12.	Elementy nawierzchni tramwajowej	294
13.	MATERIAŁY DO POWIERZCHNIOWEJ OCHRONY BETONU	301
13.1.	Uwagi ogólne	301
13.2.	Ogólna klasyfikacja zabezpieczeń powierzchniowych i ich rola	302
13.3.	Podstawowe zasady doboru i wymagania dla materiałów przeznaczonych do powierzchniowej ochrony betonu	303
13.4.	Uwarunkowania technologiczne	304
14.	MATERIAŁY POWŁOKOWE DO OCHRONY STALI	305
14.1.	Uwagi ogólne	305
14.2.	Zabezpieczenie stali konstrukcyjnej	307
14.3.	Systemy powłokowe do zabezpieczania konstrukcji mostów stalowych	309
14.3.1.	Zabezpieczanie konstrukcji mostów w wytwórni	309
14.3.2.	Zabezpieczenie konstrukcji mostów na budowie	311
14.3.3.	Renowacje zabezpieczeń antykorozyjnych	312
14.4.	Zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia	315
14.4.1.	Uwagi wstępne	315
14.4.2.	Sposoby zabezpieczania	315
14.5.	Powłoki ochronne zewnętrznych ciągów linowych	318
15.	MATERIAŁY DO NAPRAW ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH	320
15.1.	Uwagi ogólne	320
15.2.	Klasyfikacja podstawowych typów uszkodzeń i napraw elementów żelbetowych	320
15.3.	Klasyfikacja materiałów naprawczych	321
15.4.	Podstawowe właściwości materiałów naprawczych	323
15.4.1.	Materiały do uzupełniania ubytków betonu	323
15.4.2.	Materiały do iniekcji	325
15.5.	Kryteria doboru materiału naprawczego	325
15.6.	Materiały naprawcze do betonowych obiektów mostowych	327
15.7.	Podstawowe zasady prowadzenia prac naprawczych	331
15.7.1.	Uzupełnianie ubytków	331
15.7.2.	Iniekcja rys i pęknięć	332
16.	TWORZYWA SZTUCZNE W ŁOŻYSKACH I ELEMENTACH WYPOSAŻENIA	335
16.1.	Uwagi ogólne	335
16.2.	Charakterystyka tworzyw sztucznych najczęściej stosowanych w łożyskach i innych elementach wyposażenia	335
16.3.	Łożyska	336
16.4.	Dylatacje	338
16.5.	Elementy odwodnienia	340
	Literatura	341