

Spis treści

tom 1

Przedmowa	V
Przedmowa do wydania polskiego	VI
Współpracownicy zespołu autorskiego	VIII
Dodatkowe źródła	XV
Oznaczenia	XXV
Akronimy	XL
1 Zakres	2
1.1 Cel pre-normy MC 2010	2
1.2 Format	2
1.3 Poziomy przybliżenia	3
1.4 Układ pre-normy	3
2 Terminologia	6
2.1 Definicje	6
2.2 Źródła	27
3 Główne zasady	30
3.1 Uwagi ogólne	30
3.1.1 Poziomy przydatności	30
3.1.2 Poziomy przybliżenia	31
3.2 Projektowanie i ocena oparte na przydatności	33
3.2.1 Ogólne podejście	33
3.2.2 Podstawy sprawdzania	33
3.3 Wymagania przydatności dla użytkowości, bezpieczeństwa konstrukcji, okresu użytkowania i niezawodności	35
3.3.1 Kryteria przydatności dla użytkowości i bezpieczeństwa konstrukcji	36
3.3.1.1 Stany graniczne użytkowości	37
3.3.1.2 Stany graniczne nośności	39
3.3.1.3 Odporność poawaryjna	41
3.3.2 Okres użytkowania	42
3.3.2.1 Wymagany okres użytkowania i pozostały okres użytkowania	42
3.3.2.2 Sprawdzenie okresu użytkowania	43
3.3.3 Niezawodność	44
3.3.3.1 Požadany poziom niezawodności	44
3.3.3.2 Niezawodność elementu i niezawodność ustroju	49

3.4	Wymagania przydatności z uwagi na zrównoważoność	50
3.4.1	Uwagi ogólne	50
3.4.2	Wymagania przydatności z uwagi na wpływy środowiskowe	52
3.4.3	Wymagania przydatności z uwagi na wpływ na społeczeństwo	53
3.5	Zarządzanie cyklem istnienia obiektu	54
3.5.1	Uwagi ogólne	54
3.5.2	Zarządzanie jakością	55
3.5.2.1	Ogólnie	55
3.5.2.2	Plan jakości obiektu	56
3.5.2.3	Dokumentacja cyklu istnienia obiektu	58
3.5.3	Zarządzanie jakością w projektowaniu	60
3.5.3.1	Cele	60
3.5.3.2	Dokumentacja projektowa	60
3.5.3.3	Faza założeń	61
3.5.3.4	Faza początkowa	62
3.5.3.5	Podstawowa faza projektowania	63
3.5.3.6	Faza specyfikacji obiektu	67
3.5.3.7	Końcowa faza projektowania	70
3.5.3.8	Szczegółowa faza projektowania	71
3.5.4	Zarządzanie jakością w wykonawstwie	72
3.5.4.1	Cele	72
3.5.4.2	Dokumentacja powykonawcza; metryka wykonawcza	72
3.5.5	Zarządzanie jakością przy konserwacji	73
3.5.5.1	Cele	73
3.5.5.2	Dokumentacja okresu użytkowania	73
3.5.6	Zarządzanie jakością przy rozbiórce	75
3.5.6.1	Cele	75
3.5.6.2	Dokumentacja rozbiórki	75
4	Podstawy projektowania konstrukcji	78
4.1	Sytuacje obliczeniowe	78
4.2	Strategie projektowania	79
4.3	Metody projektowania	80
4.3.1	Zasady projektowania metodą stanów granicznych	80
4.3.2	Formacje bezpieczeństwa	80
4.4	Probabilistyczna formacja bezpieczeństwa	82
4.4.1	Uwagi ogólne	82
4.4.2	Podstawowe reguły podejścia probabilistycznego	83
4.5	Formacja częściowych współczynników	83
4.5.1	Uwagi ogólne	83
4.5.1.1	Zmienne podstawowe	84
4.5.1.2	Warunki projektowania	85
4.5.1.3	Wartości obliczeniowe zmiennych podstawowych	86
4.5.1.4	Wartości reprezentatywne zmiennych podstawowych	89

4.5.2	Podstawowe reguły dla metody częściowych współczynników	99
4.5.2.1	Ogólnie	99
4.5.2.2	Stany graniczne nośności	100
4.5.2.3	Sprawdzenie zmęczenia	109
4.5.2.4	Sprawdzenie konstrukcji poddanej uderzeniu lub eksplozji	110
4.5.2.5	Stany graniczne użytkowości	111
4.6	Formacja globalnej nośności	113
4.6.1	Uwagi ogólne	113
4.6.2	Podstawowe reguły podejścia globalnej nośności	113
4.6.2.1	Zmienne reprezentatywne	113
4.6.2.2	Warunki projektowania	114
4.7	Podejście „uznane za wystarczające”	116
4.7.1	Uwagi ogólne	116
4.7.2	Kategorie ekspozycji związane z trwałością	116
4.8	Projektowanie metodą unikania zagrożeń	119
5	Materiały	122
5.1	Beton	122
5.1.1	Uwagi ogólne i zakres stosowania	122
5.1.2	Klasyfikacja według wytrzymałości	123
5.1.3	Klasyfikacja według gęstości	124
5.1.4	Wytrzymałość na ściskanie	125
5.1.5	Wytrzymałość na rozciąganie i właściwości pękania	126
5.1.5.1	Wytrzymałość na rozciąganie	126
5.1.5.2	Energia pękania	128
5.1.6	Wytrzymałość w wieloosiowym stanie naprężenia	129
5.1.7	Moduł sprężystości i współczynnik Poissona	132
5.1.7.1	Zakres zastosowania	132
5.1.7.2	Moduł sprężystości	132
5.1.7.3	Współczynnik Poissona	135
5.1.8	Zależność naprężenie-odkształcenie przy obciążeniu krótkotrwałym	135
5.1.8.1	Ściskanie	135
5.1.8.2	Rozciąganie	137
5.1.8.3	Złożone stany naprężenia	138
5.1.8.4	Tarcie przy ścinaniu występujące w rysach	141
5.1.9	Wpływ czasu	142
5.1.9.1	Przyrost wytrzymałości w czasie	142
5.1.9.2	Wytrzymałość przy długotrwałym obciążeniu	144
5.1.9.3	Przyrost modułu sprężystości w czasie	145
5.1.9.4	Pelzanie i skurcz	145
5.1.10	Wpływ temperatury	155
5.1.10.1	Zakres stosowania	155
5.1.10.2	Stopień dojrzałości	155
5.1.10.3	Rozszerzalność termiczna	156

5.1.10.4	Wytrzymałość na ściskanie	156
5.1.10.5	Wytrzymałość na rozciąganie i właściwości pękania	157
5.1.10.6	Moduł sprężystości	158
5.1.10.7	Pękanie i skurcz	159
5.1.10.8	Wpływ wysokich temperatur	161
5.1.10.9	Niskie temperatury (kriogeniczne)	162
5.1.11	Właściwości przy obciążeniu nie-statycznym	162
5.1.11.1	Zmęczenie	162
5.1.11.2	Wpływ szybkości przyrostu naprężenia lub odkształcenia	166
5.1.12	Transport cieczy i gazów w stwardniałym betonie	168
5.1.12.1	Przenikalność	169
5.1.12.2	Dyfuzja	171
5.1.12.3	Podciąganie kapilarne	176
5.1.13	Właściwości związane z trwałością	176
5.1.13.1	Ogólnie	176
5.1.13.2	Postęp karbonatyzacji	177
5.1.13.3	Wnikanie chlorków	178
5.1.13.4	Zamrażanie-odmrażanie i degradacja wskutek środków odladzających	179
5.1.13.5	Reakcje alkalia-kruszywo	180
5.1.13.6	Degradacja spowodowana przez kwasy	181
5.1.13.7	Postęp wypłukiwania	182
5.2	Stal zbrojeniowa	183
5.2.1	Uwagi ogólne	183
5.2.2	Kontrola jakości	184
5.2.3	Oznaczenie	184
5.2.4	Cechy geometryczne	184
5.2.4.1	Wymiary	184
5.2.4.2	Charakterystyka powierzchni	185
5.2.5	Właściwości mechaniczne	186
5.2.5.1	Właściwości przy rozciąganiu	186
5.2.5.2	Klasy stali	186
5.2.5.3	Wykres naprężenie-odkształcenie	187
5.2.5.4	Ciągliwość	188
5.2.5.5	Ścinanie połączeń spajanych w siatkach	189
5.2.5.6	Zachowanie zmęczeniowe	189
5.2.5.7	Zachowanie w warunkach ekstremalnych temperatur	189
5.2.5.8	Wpływ szybkości przyrostu odkształceń	190
5.2.6	Właściwości techniczne	190
5.2.6.1	Zdatność do gięcia	190
5.2.6.2	Spajalność	190
5.2.6.3	Współczynnik rozszerzalności termicznej	190
5.2.6.4	Postanowienia w odniesieniu do kontroli jakości	191
5.2.7	Specjalne rodzaje stali	191

5.2.8	Założenia stosowane przy projektowaniu	191
5.3	Stal sprężająca	194
5.3.1	Uwagi ogólne	194
5.3.2	Kontrola jakości	195
5.3.3	Oznaczenia	195
5.3.4	Właściwości geometryczne	196
5.3.5	Właściwości mechaniczne	196
5.3.5.1	Właściwości przy rozciąganiu	196
5.3.5.2	Wykres naprężenie-odkształcenie	197
5.3.5.3	Cechy zmęczeniowe	198
5.3.5.4	Zachowanie w warunkach ekstremalnych temperatur	198
5.3.5.5	Wpływ szybkości przyrostu odkształceń	200
5.3.5.6	Charakterystyka przyczepności	200
5.3.6	Właściwości techniczne	201
5.3.6.1	Relaksacja naprężeń w stałych warunkach termicznych	201
5.3.6.2	Zachowanie się cięgien wygiętych (tylko dla splotów o nominalnej średnicy ≥ 12.5 mm)	202
5.3.6.3	Odporność na korozję naprężeniową	202
5.3.6.4	Współczynnik rozszerzalności termicznej	203
5.3.6.5	Naprężenia resztkowe	203
5.3.7	Specjalne typy stali sprężającej	203
5.3.7.1	Powłoki metaliczne	204
5.3.7.2	Powłoki organiczne	204
5.3.7.3	Zewnętrzne osłonki z materiałem wypełniającym	204
5.3.8	Założenia stosowane przy projektowaniu	205
5.4	Systemy sprężania	206
5.4.1	Uwagi ogólne	206
5.4.2	Elementy i materiały dla systemów w kablobetonie	207
5.4.2.1	Zakotwienia i łączniki	207
5.4.2.2	Oslony cięgien	210
5.4.2.3	Materiały wypełniające	211
5.4.2.4	Kontrola jakości	212
5.4.3	Ochrona cięgien	213
5.4.3.1	Tymczasowa ochrona przed korozją	213
5.4.3.2	Trwała ochrona przed korozją	213
5.4.3.3	Trwała ochrona przed korozją stali sprężającej	213
5.4.3.4	Trwała ochrona materiałów FRP	214
5.4.3.5	Ochrona przeciwpożarowa	214
5.4.4	Naprężenia przy naciągu, czas naciągu	214
5.4.4.1	Czas naciągu	214
5.4.4.2	Cięgna wykonane ze stali sprężającej	215
5.4.4.3	Cięgna wykonane z materiałów FRP	215
5.4.5	Początkowa siła sprężająca	215
5.4.5.1	Uwagi ogólne	215

5.4.5.2	Straty w strunobetonie zachodzące na torach naciągowych	216
5.4.5.3	Straty doraźne zachodzące podczas naciągu	216
5.4.6	Wartości siły sprężającej w projektowanym okresie użytkowania ($t > 0$)	221
5.4.6.1	Obliczenie strat opóźnionych w stali sprężającej	221
5.4.6.2	Obliczanie strat opóźnionych w cięgnach z FRP	228
5.4.7	Obliczeniowe wartości sił sprężających	228
5.4.7.1	Uwagi ogólne	228
5.4.7.2	Obliczeniowe wartości do sprawdzania SGU i zmęczenia	228
5.4.7.3	Obliczeniowe wartości do sprawdzania SGN	229
5.4.8	Obliczeniowe wartości wydłużeń cięgien	229
5.4.9	Szczegółowe reguły dla cięgien sprężających	229
5.4.9.1	Cięgna w strunobetonie	229
5.4.9.2	Cięgna w kablobetonie	230
5.5	Zbrojenie niemetaliczne	231
5.5.1	Uwagi ogólne	231
5.5.2	Kontrola jakości	233
5.5.3	Oznaczenia	233
5.5.4	Właściwości geometryczne	233
5.5.4.1	Konfiguracja	233
5.5.4.2	Rozmiary	234
5.5.4.3	Charakterystyka powierzchni	234
5.5.5	Właściwości mechaniczne	234
5.5.5.1	Wytrzymałość na rozciąganie i odkształcenie graniczne	235
5.5.5.2	Oznaczenia typów	235
5.5.5.3	Wykres naprężenie-odkształcenie i moduł sprężystości	235
5.5.5.4	Wytrzymałość na ściskanie i ścinanie	236
5.5.5.5	Zachowanie zmęczeniowe	236
5.5.5.6	Pełzanie	237
5.5.5.7	Relaksacja	237
5.5.5.8	Zachowanie w podwyższonych temperaturach i w ekstremalnych warunkach termicznych	237
5.5.6	Właściwości techniczne	238
5.5.6.1	Charakterystyka przyczepności	238
5.5.6.2	Zdatność do gięcia	238
5.5.6.3	Współczynnik rozszerzalności termicznej	238
5.5.6.4	Trwałość	238
5.6	Włókna/włóknobeton	240
5.6.1	Wprowadzenie	240
5.6.2	Właściwości materiałów	241
5.6.2.1	Zachowanie przy ściskaniu	241
5.6.2.2	Zachowanie przy rozciąganiu	242
5.6.3	Klasyfikacja	244
5.6.4	Związki konstytutywne	245
5.6.5	Zależność naprężenie-odkształcenie	249

5.6.6	Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	252
5.6.7	Współczynnik orientacji	252

6 Charakterystyki kontaktowe 254

6.1	Przyczepność stali zbrojeniowej w betonie	254
6.1.1	Lokalna zależność przyczepność-poślizg	254
6.1.1.1	Model lokalnej zależności; pręty żebrowane	254
6.1.1.2	Wpływ poprzecznego zarysowania	258
6.1.1.3	Wpływ uplastycznienia stali, naprężeń poprzecznych i podłużnego zarysowania oraz obciążeń cyklicznych	259
6.1.1.4	Wpływ pełzania i obciążeń zmęczeniowych	262
6.1.1.5	Gałąź odciążenia zależności przyczepność-poślizg	263
6.1.1.6	Pręty gładkie (nieżebrowane)	263
6.1.2	Wpływ na użytkowość	264
6.1.3	Zakotwienie i połączenie zbrojenia na zakład	264
6.1.3.1	Minimalne wymagania kształtowania	264
6.1.3.2	Podstawowa wytrzymałość przyczepności	266
6.1.3.3	Obliczeniowa wytrzymałość przyczepności	268
6.1.3.4	Obliczeniowa długość zakotwienia	270
6.1.3.5	Udział haków i zagięć	271
6.1.3.6	Zbrojenie z główkami	272
6.1.3.7	Zakłady prętów rozciąganych	273
6.1.3.8	Zakłady prętów ściskanych	273
6.1.3.9	Zakotwienie wiązek prętów	274
6.1.3.10	Połączenia na zakład wiązek prętów	275
6.1.4	Zakotwienia i zakłady siatek spajanych	275
6.1.4.1	Obliczeniowa długość zakotwienia siatek spajanych	275
6.1.4.2	Obliczeniowa długość zakładu siatek przy rozciąganiu	275
6.1.4.3	Obliczeniowa długość zakładu siatek przy ściskaniu	276
6.1.5	Przypadki specjalne	277
6.1.5.1	Wznoszenie w deskowaniach ślizgowych	277
6.1.5.2	Ściany szczelinowe w zawieszinie bentonitowej	277
6.1.5.3	Zbrojenie montowane po stwardnieniu betonu	277
6.1.5.4	Elektrochemiczna ekstrakcja chlorków (ECE)	277
6.1.6	Warunki użytkowania	278
6.1.6.1	Warunki kriogeniczne	278
6.1.6.2	Podwyższone temperatury	278
6.1.7	Degradacja	278
6.1.7.1	Korozja	278
6.1.7.2	Reakcje alkalia – krzemionka (ASR)	279
6.1.7.3	Zamrażanie/odmrażanie	280
6.1.7.4	Pożar	280
6.1.8	Zakotwienie cięgien sprężających w strunobetonie	281
6.1.8.1	Uwagi ogólne	281
6.1.8.2	Obliczeniowa wytrzymałość przyczepności	281

6.1.8.3	Podstawowa długość zakotwienia	282
6.1.8.4	Długość przekazania	282
6.1.8.5	Obliczeniowa długość zakotwienia	283
6.1.8.6	Długość dyspersji	283
6.2	Przyczepność zbrojenia niemetalicznego	284
6.2.1	Model lokalny naprężenie przyczepności - poślizg	284
6.2.1.1	Lokalny model naprężenie przyczepności – poślizg dla prętów zbrojenia FRP	284
6.2.1.2	Lokalny model naprężenie przyczepności – poślizg dla zbrojenia FRP dołączonego zewnętrznie	285
6.2.2	Przyczepność i zakotwienie wewnętrznego zbrojenia FRP	286
6.2.3	Przyczepność i zakotwienie zbrojenia FRP dołączonego zewnętrznie	286
6.2.3.1	Postacie zniszczenia wynikające z przyczepności	287
6.2.3.2	Maksymalna efektywna długość połączenia	288
6.2.3.3	Końcowe odspojenie – nośność zakotwienia	289
6.2.3.4	Końcowe odspojenie – oderwanie betonu	290
6.2.3.5	Pośrednie odspojenie	290
6.2.3.6	Naprężenia międzywarstwowe dla SGU	291
6.2.4	Mechaniczne zakotwienia dla zewnętrznie dołączanego zbrojenia FRP	291
6.3	Styk betonu z betonem	291
6.3.1	Definicje i zakres	291
6.3.2	Charakterystyka szorstkości styku	292
6.3.3	Mechanizmy przekazania ścinania	294
6.3.4	Modelowanie i projektowanie	298
6.3.5	Konstruowanie	301
6.4	Styk betonu i stali	303
6.4.1	Klasyfikacja mechanizmów współdziałania	303
6.4.2	Przyczepność stalowych blach i kształtowników	304
6.4.2.1	Stalowe blachy deskowania	304
6.4.2.2	Stalowe kształtowniki	304
6.4.2.3	Wytrzymałość styku	305
6.4.2.4	Zależność naprężenie-poślizg przy ścinaniu	306
6.4.2.5	Wpływ rodzaju obciążenia	306
6.4.2.6	Określenie właściwości za pomocą badań	307
6.4.3	Zazębienie mechaniczne	307
6.4.3.1	Klasyfikacja elementów zamocowań	308
6.4.3.2	Ocena nośności	308
6.4.3.3	Związki konstytutywne siła – poślizg przy ścinaniu	312
6.4.3.4	Wpływ typu obciążenia	314
6.4.3.5	Określenie właściwości za pomocą badań	314