

Spis treści

Wprowadzenie ogólne do tomów 1–6	XVII
Wprowadzenie do wydania 19.	XX
Zestawienie Eurokodów i wybranych norm europejskich wprowadzonych do Katalogu Norm Polskich	XXI
Podstawowe oznaczenia	XXV
Duże litery łacińskie	XXV
Małe litery łacińskie	XXXI
Litery greckie	XXXVI
1. Zagadnienia ogólne projektowania	1
1.1. Założenia i wymagania ogólne	1
1.2. Zawartość projektu	5
1.2.1. Odpowiedzialność projektanta	5
1.2.2. Strona tytułowa obliczeń projektu	6
1.2.3. Spis treści projektu	6
1.2.4. Dołączane dokumenty	6
1.2.5. Założenia konstrukcyjne – opis techniczny	6
1.2.6. Obliczenia tradycyjne, ewentualnie fragmentarycznie wspomagane komputerowo	8
1.2.7. Obliczenia wspomagane programem / programami komputerowymi	9
1.2.8. Obliczenia wspomagane badaniami	10
1.2.9. Przyjęcie klasy betonu	10
1.3. Obciążenia – oddziaływania	11
1.3.1. Rodzaje oddziaływań według PN-EN	11
1.3.1.1. Oddziaływanie stałe	12
1.3.1.2. Oddziaływanie zmienne	13
1.3.1.3. Oddziaływanie wyjątkowe	14
1.3.2. Wartości obliczeniowe według PN-EN	14
1.3.2.1. Wartości obliczeniowe oddziaływań	14
1.3.2.2. Wartości obliczeniowe efektów oddziaływań	16

1.3.3.	Wartości oddziaływań według PN-EN	16
1.3.4.	Rodzaje obciążeń według PN-B	21
1.4.	Ogólne zasady wymiarowania przekrojów z betonu	23
1.4.1.	Stany graniczne nośności według PN-EN	23
1.4.1.1.	Wyróżnione stany graniczne	23
1.4.1.2.	Kombinacje oddziaływań – wartości obliczeniowe efektów oddziaływań	24
1.4.2.	Stany graniczne użytkowności według PN-EN	27
1.4.2.1.	Wyróżnione stany graniczne	27
1.4.2.2.	Kombinacje oddziaływań	27
1.4.3.	Cechy materiałów i wyrobów według PN-EN	28
1.4.3.1.	Wartości charakterystyczne	28
1.4.3.2.	Wartości obliczeniowe	29
1.4.4.	Cechy danych geometrycznych według PN-EN	32
1.4.5.	Stany graniczne nośności według PN-B	32
1.4.6.	Stany graniczne użytkowności według PN-B	33
1.5.	Koordinacja wymiarów	34
1.5.1.	Zasady koordynacji wymiarowej	34
1.5.2.	Wartości tolerancji	38
1.6.	Zasady rysowania konstrukcji żelbetowych	46
1.6.1.	Zalecenia ogólne	46
1.6.2.	Rodzaje rysunków i ich skale	47
1.6.3.	Zawartość rysunku	48
1.6.4.	Grubości linii na rysunku	49
1.6.5.	Opisywanie rysunków	49
1.6.6.	Rysowanie zbrojenia	53
1.6.6.1.	Uproszczony sposób rysowania zbrojenia	54
1.6.6.2.	Tradycyjne zasady rysowania zbrojenia	58
1.6.7.	Opisanie zbrojenia	60
1.6.7.1.	Zbrojenie o kształtach kodowanych	60
1.6.7.2.	Zbrojenie opisywane w sposób tradycyjny	64
1.6.8.	Zestawienie stali zbrojeniowej	66
1.6.8.1.	Wykazy zbrojenia o kształtach kodowanych	67
1.6.8.2.	Wykazy zbrojenia o kształtach niekodowanych	67
1.6.8.3.	Wykazy stali na oddzielnych rysunkach	70
1.7.	Obciążenia próbne	71
2.	Zagadnienia ogólne zbrojenia konstrukcji żelbetowych	75
2.1.	Materiały do konstrukcji żelbetowych	75
2.1.1.	Betony	76
2.1.1.1.	Dobór cech	76
2.1.1.2.	Klasy ekspozycji	83
2.1.1.3.	Wymagania związane z klasami ekspozycji	89
2.1.1.4.	Wpływ temperatury zewnętrznej na cechy betonu	93

2.1.1.5.	Inne wymagania dotyczące betonu	94
2.1.1.6.	Betony specjalne	96
2.1.1.7.	Specyfikacja betonu projektowanego	99
2.1.1.8.	Skrócona postać podstawowej charakterystyki betonu . .	100
2.1.1.9.	Uwagi dodatkowe	100
2.1.2.	Stal zbrojeniowa	101
2.1.2.1.	Właściwości stali zbrojeniowej	101
2.1.2.3.	Siatki zbrojeniowe	111
2.1.2.4.	Zbrojenie niemetaliczne	121
2.1.2.5.	Zbrojenie sztywne samonośne	123
2.1.2.6.	Wiarygodność cech znamionowych stali	123
2.2.	Otulenie wkładek zbrojeniowych	126
2.2.1.	Wymagania według EC2	126
2.2.2.	Wymagania według PN02	133
2.3.	Kształtowanie zbrojenia prętami pojedynczymi	136
2.3.1.	Kształty prętów zbrojeniowych	136
2.3.2.	Zaginanie prętów zbrojeniowych	138
2.3.3.	Odginanie zagiętych uprzednio prętów zbrojeniowych	141
2.3.4.	Warunki wykonywania gięcia i prostowania prętów zbrojenio- wych	144
2.4.	Stabilizacja połączenia i położenia zbrojenia	144
2.4.1.	Wiązanie zbrojenia	144
2.4.2.	Podkładki i elementy dystansowe	147
2.4.2.1.	Rozmieszczenie podkładek i elementów dystansowych . .	147
2.4.2.2.	Podkładki z tworzyw sztucznych	151
2.4.2.3.	Podkładki z betonu i ze zmodyfikowanych betonów . . .	157
2.4.2.4.	Metalowe elementy dystansowe	160
2.4.2.5.	Rozwiązania szczególne	164
2.5.	Kotwienie prętów zbrojeniowych	164
2.5.1.	Opis zjawiska	164
2.5.1.1.	Pręty zbrojeniowe wbetonowane	164
2.5.1.2.	Pręty zbrojeniowe wklejane	174
2.5.2.	Podstawowa długość zakotwienia	178
2.5.2.1.	Podstawowa długość zakotwienia według EC2	178
2.5.2.2.	Podstawowa długość zakotwienia według PN02	182
2.5.3.	Obliczeniowa długość zakotwienia	183
2.5.3.1.	Obliczeniowa długość zakotwienia według EC2	183
2.5.3.2.	Obliczeniowa długość zakotwienia według PN02	186
2.5.4.	Obliczeniowa długość zakotwienia strzemion i zbrojenia na ścinanie	187
2.5.5.	Kotwienie za pomocą przyspojonych prętów	189
2.5.6.	Kotwienie wiązki prętów	191
2.5.6.1.	Kotwienie wiązki prętów według EC2	191
2.5.6.2.	Kotwienie wiązki prętów według PN02	192
2.5.7.	Zalecenia szczegółowe dotyczące kotwienia prętów	192

2.6. Połączenia na zakład	196
2.6.1. Charakter pracy połączenia na zakład	196
2.6.2. Kształtowanie połączenia prętów na zakład	200
2.6.3. Obliczenie połączenia prętów na zakład	202
2.6.3.1. Obliczeniowe połączenia prętów na zakład według EC2	202
2.6.3.2. Obliczeniowe połączenia prętów na zakład według PN02	203
2.6.4. Zbrojenie poprzeczne w strefie zakładu prętów	204
2.6.4.1. Zbrojenie poprzeczne w strefie zakładu prętów rozciąganych	204
2.6.4.2. Zbrojenie poprzeczne w strefie zakładu prętów ściskanych	205
2.6.5. Łączenie na zakład wiązek zbrojenia	207
2.6.6. Łączenie na zakład zbrojenia wklejanego	207
2.6.7. Dodatkowe uwagi dotyczące łączenia zbrojenia na zakład	209
2.7. Połączenia za pomocą pętli kotwiących	209
2.8. Połączenia za pomocą elementów dodatkowych	212
2.8.1. Połączenia stabilizujące prętów ściskanych	212
2.8.2. Połączenia przyczepnościowe	214
2.8.3. Połączenia śrubowe	218
2.8.4. Połączenia zaciskowe	225
2.9. Spajanie prętów zbrojeniowych	226
2.9.1. Połączenie prętów zbrojeniowych przez spawanie bezpośrednie	226
2.9.1.1. Zasady ogólne	226
2.9.1.2. Złącza spawane doczołowe	228
2.9.1.3. Złącza zgrzewane doczołowe	236
2.9.1.4. Złącza zakładkowe	238
2.9.1.5. Złącza skrzyżowane spawane	241
2.9.1.6. Złącza skrzyżowane zgrzewane	242
2.9.2. Połączenie prętów zbrojeniowych przez spawanie pośrednie	243
2.9.2.1. Zakładkowe połączenie spawane prętów zbrojeniowych	243
2.9.2.2. Zakładkowe połączenie spawane prętów zbrojeniowych do blach i kształtowników	248
2.9.3. Kotwienie marek	250
2.9.3.1. Kotwienia za pomocą prętów zbrojeniowych	250
2.9.3.2. Kotwienia za pomocą trzpieni z główkami	252
2.10. Blokady na końcach prętów	255
2.10.1. Śrubowe blokady końców prętów	255
2.10.2. Spawane blokady końców prętów	257
2.11. Kształtowanie i połączenia siatek zbrojeniowych	258
2.11.1. Kształtowanie siatek	258
2.11.2. Zakotwienie siatek	260
2.11.3. Połączenia siatek zbrojeniowych	261
2.11.3.1. Połączenia siatek zbrojeniowych według EC2	261
2.11.3.1. Połączenia siatek zbrojeniowych według PN02	263
2.12. Uchwyty transportowe	265
2.12.1. Uchwyty transportowe z wygiętych prętów	265

2.12.2. Uchwyty transportowe z tuleją gwintowaną kotwione przyczepno- ściowo	270
2.12.3. Uchwyty transportowe z tuleją gwintowaną kotwione blokadą me- chaniczną	273
2.12.4. Uchwyty transportowe w formie pętli z liny stalowej	275
2.12.5. Uchwyty transportowe z główką kulową	277
2.12.6. Uchwyty transportowe w postaci elementów płaskich z otworem	279
2.13. Elementy łączące	283
2.13.1. Elementy osadzone w trakcie betonowania	283
2.13.1.1. Szyny kotwiące	283
2.13.1.2. Listwy kotwiące	288
2.13.1.3. Listwy kotwiące z pętlami kotwiącymi	291
2.13.1.4. Puszki kotwiące	293
2.13.1.5. Tuleje jednostronnie gwintowane	294
2.13.2. Elementy osadzone w betonie gotowym	294
2.13.2.1. Charakterystyka typów kotew	295
2.13.2.2. Wpływ czynników materiałowo-technologicznych na pa- rametry techniczne i eksploatacyjne połączeń	312
2.14. Wykonanie konstrukcji z betonu	315
2.14.1. Specyfikacja wykonawcza	315
2.14.2. Wykonanie konstrukcji monolitycznych	316
2.14.2.1. Deskowania	316
2.14.2.2. Układanie betonu	321
2.14.2.3. Zagęszczanie betonu	324
2.14.2.4. Pielęgnacja betonu	325
2.14.3. Wykonanie konstrukcji prefabrykowanych	331
2.14.4. Ochrona przed korozją	333
2.14.4.1. Czynniki o działaniu korozyjnym na beton	333
2.14.4.2. Czynniki o działaniu korozyjnym na stal	337
2.14.4.3. Ochrona betonu przed korozją	339
2.14.4.4. Ochrona stali zbrojeniowej przed korozją	343
3. Zabezpieczanie konstrukcji z betonu na działanie pożaru	347
3.1. Wprowadzenie	347
3.1.1. Wymagania ogólne	347
3.1.1.1. Kategorie obiektów	348
3.1.1.2. Klasy odporności ogniowej	350
3.1.1.3. Wymagania	352
3.1.2. Zagadnienia szczegółowe	353
3.1.2.1. Działanie pożaru. Wymagania	353
3.1.2.2. Obciążenia w sytuacji pożarowej	355
3.1.2.3. Uwzględnienie pośrednich wpływów pożaru	356
3.1.2.4. Modele stosowane w analizie	357
3.1.2.5. Zachowanie się betonu i stali zbrojeniowej w czasie po- żaru	358

3.2.	Projektowanie na warunki działania pożaru	361
3.2.1.	Projektowanie tabelaryczne	362
3.2.2.	Uprozczone metody obliczeń	362
3.2.3.	Zaawansowane metody obliczeń	363
3.2.4.	Eksplozyjne odpryskiwanie otuliny	364
3.2.5.	Odpadanie betonu	367
3.2.6.	Połączenia	368
3.2.7.	Inne wpływy pożaru	369
3.2.8.	Warstwy ochronne	369
3.3.	Metoda tabelaryczna	371
3.3.1.	Zagadnienia ogólne	371
3.3.1.1.	Omówienie metody	371
3.3.1.2.	Współczynniki redukcji obciążenia	372
3.3.1.3.	Geometria elementów	374
3.3.1.4.	Odległe wpływy pożaru	375
3.3.2.	Belki	376
3.3.2.1.	Zasady ogólne	376
3.3.2.2.	Belki swobodnie podparte	379
3.3.2.3.	Belki ciągłe	380
3.3.2.4.	Uwagi dodatkowe	382
3.3.3.	Płyty stropowe płaskie i żebrowe	382
3.3.3.1.	Zasady ogólne	382
3.3.3.2.	Płyty monolityczne swobodnie podparte	384
3.3.3.3.	Płyty monolityczne ciągłe	384
3.3.3.4.	Płyty płaskie w ustrojach płytowo-słupowych	385
3.3.3.5.	Stropy żebrowe	386
3.3.4.	Elementy rozciągane	388
3.3.5.	Słupy	389
3.3.5.1.	Metoda A	389
3.3.5.2.	Metoda B	393
3.3.6.	Ściany	395
3.3.6.1.	Ściany nienośne (działowe)	395
3.3.6.2.	Ściany nośne monolityczne	395
3.3.6.3.	Ściany oddzielen przeciwpożarowych	397
3.4.	Metoda uproszczona obliczania płyt i belek	397
3.4.1.	Założenia metody	397
3.4.2.	Płyty i belki swobodnie podparte	398
3.4.3.	Płyty i belki ciągłe	399
3.5.	Specyfika elementów prefabrykowanych	401
3.5.1.	Płyty kanałowe	401
3.5.2.	Płyty żebrowe	403
3.5.3.	Płyty stropowe zespolonych systemów stropowych	403
3.5.4.	Belkowo-pustakowe systemy stropowe	403
3.5.5.	Inne elementy prefabrykowane	405

3.6.	Uwagi dodatkowe	405
3.6.1.	Strzemiona	407
3.6.2.	Belki i płyty jednoprzęsłowe wolnopodparte	408
3.6.3.	Belki i płyty ciągłe	409
	Załącznik	411
4.	Stropy płytowo-belkowe	413
4.1.	Wprowadzenie	413
4.2.	Kształtowanie	418
4.2.1.	Kształtowanie przekroju poprzecznego elementów	418
4.2.2.	Rozmieszczenie elementów na rzucie stropu	423
4.3.	Obliczanie	427
4.3.1.	Zagadnienia wstępne	427
4.3.1.1.	Rodzaje analizy obliczeniowej	427
4.3.1.2.	Przekazywanie obciążeń	430
4.3.2.	Założenia upraszczające przy obliczeniach statycznych	432
4.3.3.1.	Zagadnienia ogólne	439
4.3.3.2.	Płyty	441
4.3.3.3.	Belki – stateczność	449
4.3.3.4.	Wsporniki	450
4.3.4.	Obliczenia statyczne płyt i belek ciągłych w zakresie sprężystym	453
4.3.4.1.	Obciążenia grawitacyjne	453
4.3.4.2.	Obciążenia termiczne	472
4.3.4.3.	Współpraca prefabrykatów przy przenoszeniu obciążeń	476
4.3.5.	Obliczanie elementów skręcanych	483
4.3.5.1.	Parametry elementów	483
4.3.5.2.	Belki związane monolitycznie z płytą stropową	488
4.3.5.3.	Belki zakrzywione w planie	489
4.3.5.4.	Sztywność skręcania żelbetowych przekroi zarysowanych	493
4.3.6.	Obliczanie belek i płyt w obszarze pozasprężystym	498
4.3.6.1.	Zachowanie się elementów w obszarze pozasprężystym	498
4.3.6.1.	Sztywność zginanych elementów żelbetowych	499
4.3.6.2.	Częściowa redystrybucja momentów w analizie liniowo-sprężystej	508
4.3.6.3.	Analiza plastyczna	521
4.3.6.4.	Analiza nieliniowa	530
4.3.7.	Sprawdzenia w stanach użytkowości	531
4.3.7.1.	Stan graniczny zarysowania	531
4.3.7.2.	Stan graniczny ugięć	534
4.3.8.	Obliczanie prefabrykowanych płyt i belek	542
4.3.8.1.	Wpływ zmiany schematu statycznego	543
4.3.8.2.	Wpływ zmiany kształtu – elementy zespolone	544
4.3.8.3.	Nośność na zginanie elementów zespolonych	546

4.3.8.4.	Nośność na rozwarstwienie elementów zespolonych	551
4.3.8.5.	Zarysowania i ugięcia elementów zespolonych	561
4.3.9.	Zagadnienia szczególne obliczania belek	573
4.3.9.1.	Stan graniczny częstości drgań własnych	573
4.3.9.2.	Zmęczenie w konstrukcjach żelbetowych	575
4.3.9.3.	Otwory poziome w belkach	581
4.4.	Konstrukcja płyt i belek monolitycznych	583
4.4.1.	Konstrukcja płyt monolitycznych	583
4.4.1.1.	Wymagania ogólne	583
4.4.1.2.	Zbrojenie prętami	584
4.4.1.3.	Zbrojenie siatkami	608
4.4.1.4.	Zagadnienia szczególne zbrojenia płyt	615
4.4.2.	Konstrukcja belek monolitycznych	643
4.4.2.1.	Kształtowanie przekroju	643
4.4.2.2.	Zbrojenie prętami	645
4.4.2.3.	Zbrojenie szkieletami i siatkami	689
4.5.	Konstrukcja płyt i belek prefabrykowanych	698
4.5.1.	Płyty	698
4.5.1.1.	Kształtowanie	698
4.5.1.2.	Wzajemne połączenia boczne płyt	735
4.5.1.3.	Oparcia i połączenia czołowe płyt prefabrykowanych	749
4.5.1.4.	Szczególne zagadnienia obliczania kanałowych płyt stropowych	797
4.5.2.	Belki	805
4.5.2.1.	Kształtowanie elementów	805
4.5.2.2.	Kształtowanie zbrojenia	815
4.5.2.3.	Belki stropów zespolonych	818
4.5.2.4.	Oparcie belek prefabrykowanych	827
4.6.	Wzmacnianie konstrukcji	858
4.6.1.	Zarys zagadnienia	858
4.6.2.	Metody wzmacniania konstrukcji	859
Załącznik 4.1		860
Z4.1.1.	Sposób obliczania ugięć metodą zwanej dalej metodą „sztywności obszarowej”	861
Z4.1.1.1.	Ugięcia od obciążeń grawitacyjnych	861
Z4.1.1.2.	Ugięcia od obciążeń skurczu	862
Z4.1.2.	Sposób obliczania ugięć zwany metodą „sztywności lokalnej”	863
Z4.1.2.1.	Ugięcia od obciążeń grawitacyjnych	863
Z4.1.2.2.	Ugięcia od obciążeń skurczu	864
Z4.1.3.	Przykładowe obliczenia porównawcze	865
Z4.1.3.1.	Założenia do obliczeń	865
Z4.1.3.2.	Wyniki obliczeń	866

Tablice	869
Tablica 0. Wsporniki	870
Tablica I. Belki swobodnie podparte	872
Tablica II. Belki swobodnie podparte ze wspornikiem	878
Tablica III. Belki jednoprzęsłowe zamocowane na jednej podporze	879
Tablica IV. Belki jednoprzęsłowe zamocowane na obu podporach	880
Tablica V. Belki ciągłe o stałej rozpiętości przęseł	882
Tablica Va. Belka dwuprzęsłowa	882
Tablica Vb. Belka trójpłaszczyznowa	884
Tablica Vc. Belka czteroprzęsłowa	886
Tablica Vd. Belka pięcioprzęsłowa	889
Tablica VI. Belki o stałej rozpiętości przęseł zamocowane na jednej lub dwóch skrajnych podporach	893
Tablica VIa. Belka dwuprzęsłowa	893
Tablica VIb. Belka trójpłaszczyznowa	894
Tablica VIc. Belka czteroprzęsłowa	895
Tablica VId. Belka pięcioprzęsłowa	897
Literatura, normy i materiały firmowe	899
Podstawa rysunków	927