

# Spis treści

Od autorów .....	11
Podstawowe oznaczenia .....	15
<b>1. Wstęp</b> .....	<b>25</b>
1.1. Informacje ogólne .....	25
1.2. Rys historyczny .....	26
1.3. Idea zespolenia .....	32
<b>2. Materiały</b> .....	<b>39</b>
2.1. Beton .....	39
2.2. Stal konstrukcyjna .....	46
2.3. Stal zbrojeniowa .....	48
2.4. Łączniki .....	51
2.5. Poszycie z blach profilowanych .....	51
<b>3. Oddziaływania i ich kombinacje</b> .....	<b>52</b>
3.1. Oddziaływania w sytuacji montażowej (przejściowej) .....	52
3.2. Oddziaływania w sytuacji użytkowej (trwałej) .....	55
3.3. Kombinacje oddziaływań .....	57
3.4. Przykład obliczeń .....	60
Przykład 3.1. Kombinacje oddziaływań w sytuacji trwałej .....	60
<b>4. Analiza konstrukcji</b> .....	<b>61</b>
4.1. Zasady modelowania .....	61

4.2. Stateczność konstrukcji . . . . .	62
4.3. Imperfekcje . . . . .	64
4.4. Szerokość efektywna pótek . . . . .	64
4.5. Metody analizy globalnej. . . . .	66
4.5.1. Analiza liniowosprężysta . . . . .	68
4.5.2. Analiza liniowosprężysta z ograniczoną redystrybucją . . . . .	70
4.5.3. Nieliniowa analiza globalna . . . . .	71
4.5.4. Szywnoplastyczna analiza globalna . . . . .	72
4.6. Klasyfikacja przekrojów poprzecznych . . . . .	73
4.7. Przykłady obliczeń . . . . .	83
Przykład 4.1. Obliczenie szerokości współpracującej płyty . . . . .	83
Przykład 4.2. Określenie klasy przekroju . . . . .	84
Przykład 4.3. Momenty zginające w niezarysowanej i zarysowa- nej ciągłej belce zespolonej. . . . .	87
Przykład 4.4. Redystrybucja momentów zginających w belce ciągłej	94
<b>5. Łączniki w elementach zespolonych . . . . .</b>	<b>99</b>
5.1. Informacje ogólne . . . . .	99
5.2. Wymagania dotyczące łączników . . . . .	101
5.3. Łączniki sworzniowe z łbami . . . . .	105
5.4. Nośność i sztywność łączników sworzniowych . . . . .	113
5.4.1. Nośność łączników . . . . .	113
5.4.2. Sztywność łączników . . . . .	117
5.5. Przykłady obliczeń . . . . .	118
Przykład 5.1. Nośność sworzni w płycie płaskiej . . . . .	118
Przykład 5.2. Nośność pary sworzni w płycie na blasze fałdowej prostopadłej do belki. . . . .	119
Przykład 5.3. Nośność sworzni w płycie na blasze fałdowej pro- stopadłej do belki . . . . .	120
Przykład 5.4. Nośność sworzni w płycie na blasze fałdowej rów- noległej do belki . . . . .	121
<b>6. Stropy zespolone z blachami fałdowymi . . . . .</b>	<b>123</b>
6.1. Informacje ogólne . . . . .	123
6.2. Sytuacja montażowa (przejściowa) . . . . .	128
6.3. Stan graniczny nośności w sytuacji użytkowej. . . . .	130
6.3.1. Analiza sił wewnętrznych . . . . .	131
6.3.2. Nośność na zginanie przekroju w pełni zespolonego. . . . .	133
6.3.3. Nośność na ścinanie podłużne . . . . .	141
6.3.4. Nośność na ścinanie pionowe . . . . .	154
6.3.5. Nośność na przebicie . . . . .	158

6.4. Stan graniczny użyteczności w sytuacji użytkowej . . . . .	159
6.4.1. Ugięcie . . . . .	159
6.4.2. Zarysowanie . . . . .	162
6.5. Wymagania konstrukcyjne . . . . .	173
6.6. Przykłady obliczeń . . . . .	174
Przykład 6.1. Nośność i ugięcie blachy w sytuacji montażowej – blacha jednoprzęsłowa . . . . .	174
Przykład 6.2. Nośność i ugięcie blachy w sytuacji montażowej – blacha wieloprzęsłowa . . . . .	176
Przykład 6.3. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego bez dodatkowego zbrojenia w fałdzie i przekro- ju podporowego . . . . .	179
Przykład 6.4. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego z do- datkowym zbrojeniem w fałdzie . . . . .	181
Przykład 6.5. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego z do- datkowym zbrojeniem w fałdzie, gdy oś obojętna znajduje się w żeberku . . . . .	182
Przykład 6.6. Nośność na ścinanie podłużne . . . . .	182
Przykład 6.7. Nośność na ścinanie poprzeczne . . . . .	188
Przykład 6.8. Wyznaczanie naprężeń w betonie . . . . .	190
Przykład 6.9. Zarysowanie – obliczenie szerokości rys. . . . .	192
Przykład 6.10. Zarysowanie – sprawdzenie metodami uprosz- czonymi . . . . .	195
Przykład 6.11. Zbrojenie minimalne ze względu na nośność i za- rysowanie . . . . .	197
Przykład 6.12. Ugięcie – płyta jednoprzęsłowa . . . . .	199
Przykład 6.13. Ugięcie – płyta wieloprzęsłowa . . . . .	202
<b>7. Belki zespolone . . . . .</b>	<b>207</b>
7.1. Informacje ogólne . . . . .	207
7.2. Sytuacja montażowa . . . . .	212
7.3. Stan graniczny nośności w sytuacji użytkowej. . . . .	213
7.3.1. Nośność na zginanie . . . . .	213
7.3.2. Nośność na ścinanie pionowe . . . . .	256
7.3.3. Zwichrzenie . . . . .	260
7.3.4. Nośność ze względu na łączniki przy ścinaniu podłużnym . . . . .	267
7.3.5. Nośność na ścinanie podłużne ze względu na beton . . . . .	279
7.3.6. Siła odrywająca płytę betonową od belki . . . . .	283
7.3.7. Zmęczenie . . . . .	290
7.4. Sytuacja użytkowa w stanie granicznym użyteczności. . . . .	290
7.4.1. Naprężenia . . . . .	290
7.4.2. Ugięcia . . . . .	291

7.4.3. Drgania . . . . .	293
7.4.4. Zarysowanie . . . . .	293
7.5. Skurcz betonu . . . . .	305
7.5.1. Efekty skurczu betonu . . . . .	306
7.5.2. Pierwotne efekty skurczu – belka swobodnie podparta . . . . .	307
7.5.3. Wtórne efekty skurczu – belka dwuprzęsłowa . . . . .	311
7.5.4. Obliczenia za pomocą MES . . . . .	316
7.6. Przykłady obliczeń . . . . .	317
Przykład 7.1. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego – płyta płaska . . . . .	317
Przykład 7.2. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego – płyta płaska ze zbrojeniem w strefie ściskanej . . . . .	321
Przykład 7.3. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego – płyta na blasze fałdowej . . . . .	322
Przykład 7.4. Nośność plastyczna przekroju podporowego . . . . .	325
Przykład 7.5. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego przy częściowym zespoleniu – płyta płaska . . . . .	329
Przykład 7.6. Nośność plastyczna przekroju przęsłowego przy częściowym zespoleniu – płyta na blasze fałdowej . . . . .	331
Przykład 7.7. Nośność plastyczna i sprężysta, dodatni moment zginający . . . . .	333
Przykład 7.8. Nośność sprężysta, ujemny moment zginający . . . . .	337
Przykład 7.9. Metoda nieliniowa . . . . .	339
Przykład 7.10. Liczba i rozmieszczenie łączników sworzniowych przy pełnym zespoleniu . . . . .	348
Przykład 7.11. Dobór łączników w belce ciągłej . . . . .	351
Przykład 7.12. Nośność belki przy niepełnym zespoleniu . . . . .	357
Przykład 7.13. Liczba i rozmieszczenie łączników sworzniowych – metoda sprężysta . . . . .	361
Przykład 7.14. Pierwotne efekty skurczu betonu . . . . .	366
Przykład 7.15. Wtórne efekty skurczu betonu . . . . .	369
Przykład 7.16. Siła skupiona podwieszona do belki . . . . .	372
Przykład 7.17. Szerokość rys, płyta płaska . . . . .	375
Przykład 7.18. Szerokość rys, płyta na blasze fałdowej równoległej do belki . . . . .	377
Przykład 7.19. Szerokość rys, płyta na blasze fałdowej prostopadłej do belki . . . . .	379
<b>8. Zagadnienia ochrony przeciwpożarowej . . . . .</b>	<b>382</b>
8.1. Odporność ogniowa elementów stalowo-betonowych . . . . .	382
8.2. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe . . . . .	385
8.2.1. Wprowadzenie . . . . .	385

---

8.2.2. Ogólne założenia, właściwości materiałowe . . . . .	387
8.2.3. Metody projektowania . . . . .	392
8.2.4. Szczegóły konstrukcyjne . . . . .	405
8.3. Zabezpieczenia ogniochronne . . . . .	407
<b>9. Opis arkuszy kalkulacyjnych. . . . .</b>	<b>410</b>
9.1. Zastosowanie arkuszy . . . . .	410
9.2. Ogólne zasady dotyczące arkuszy kalkulacyjnych nr 1 i 2 . . . . .	410
9.3. Uwagi szczegółowe dotyczące arkusza kalkulacyjnego nr 1 . . . . .	413
9.4. Uwagi szczegółowe dotyczące arkusza kalkulacyjnego nr 2 . . . . .	419
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>425</b>
Książki i artykuły . . . . .	425
Normy . . . . .	428
Materiały techniczne, strony internetowe i oprogramowanie . . . . .	429