

# Spis treści

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Wstęp, czyli „pluralitas non est ponenda sine necessitate” .....                           | IX        |
| Bibliografia do wstępu .....                                                               | XI        |
| Wykaz skrótów .....                                                                        | XIII      |
| Wykaz oznaczeń .....                                                                       | XV        |
| <b>1. Podstawowe informacje o obciążeniach .....</b>                                       | <b>1</b>  |
| 1.1. Powtórka z fizyki .....                                                               | 1         |
| 1.2. Ogólna charakterystyka obciążeń .....                                                 | 4         |
| 1.2.1. Klasyfikacja obciążeń działających na konstrukcje .....                             | 6         |
| 1.2.2. Charakterystyka wybranych obciążeń .....                                            | 7         |
| 1.3. Ścieżki obciążeń .....                                                                | 10        |
| 1.4. Przeliczanie obciążeń .....                                                           | 12        |
| 1.5. Współczynniki bezpieczeństwa obciążeń .....                                           | 20        |
| 1.6. Kombinacje obciążeń .....                                                             | 23        |
| 1.7. Przykłady do rozdziału 1 .....                                                        | 26        |
| Bibliografia do rozdziału 1 .....                                                          | 43        |
| <b>2. Metodologia definiowania obciążeń w inżynierskich programach komputerowych .....</b> | <b>44</b> |
| Przykłady do rozdziału 2 .....                                                             | 50        |
| <b>3. Oddziaływania na konstrukcje według Eurokodu 1 .....</b>                             | <b>53</b> |
| Bibliografia do rozdziału 3 .....                                                          | 55        |
| <b>4. Obciążenia stałe według normy PN-EN 1991-1-1 .....</b>                               | <b>56</b> |
| 4.1. Uwagi ogólne .....                                                                    | 56        |
| 4.2. Sytuacje obliczeniowe .....                                                           | 58        |
| 4.3. Ciężar objętościowy materiałów budowlanych .....                                      | 59        |
| 4.4. Ciężar własny elementów konstrukcyjnych .....                                         | 61        |
| 4.5. Przykłady do rozdziału 4 .....                                                        | 62        |
| Bibliografia do rozdziału 4 .....                                                          | 71        |

|                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. Obciążenia zmienne według normy PN-EN 1991-1-1</b>                              | <b>72</b>  |
| 5.1. Uwagi ogólne.                                                                    | 72         |
| 5.2. Obciążenia użytkowe w budynkach – podział na kategorie                           | 74         |
| 5.2.1. Powierzchnie mieszkalne, socjalne, handlowe i administracyjne                  | 74         |
| 5.2.2. Powierzchnie składowania i działalności przemysłowej.                          | 80         |
| 5.2.3. Obciążenia wózkami widłowymi                                                   | 83         |
| 5.2.4. Obciążenia ściankami działowymi                                                | 84         |
| 5.2.5. Obciążenia poziome barier i ścian rozgraniczających.                           | 84         |
| 5.2.6. Obciążenia ruchem pojazdów                                                     | 86         |
| 5.3. Redukcja obciążeń dla stropów i poddaszy, słupów i ścian.                        | 87         |
| 5.4. Obciążenia użytkowe w innych przepisach i normach                                | 88         |
| 5.5. Przykłady do rozdziału 5                                                         | 89         |
| 5.6. Uwagi                                                                            | 93         |
| Bibliografia rozdziału 5.                                                             | 93         |
| <b>6. Oddziaływania na konstrukcję w warunkach pożaru według normy PN-EN 1991-1-2</b> | <b>95</b>  |
| 6.1. Uwagi ogólne.                                                                    | 95         |
| Bibliografia do rozdziału 6                                                           | 99         |
| <b>7. Obciążenia śniegiem według normy PN-EN 1991-1-3.</b>                            | <b>100</b> |
| 7.1. Uwagi ogólne.                                                                    | 100        |
| 7.2. Sytuacje obliczeniowe.                                                           | 103        |
| 7.3. Obciążenie śniegiem gruntu                                                       | 105        |
| 7.3.1. Wartości charakterystyczne obciążenia śniegiem.                                | 105        |
| 7.3.2. Wyjątkowe obciążenie śniegiem gruntu                                           | 108        |
| 7.4. Obciążenie śniegiem dachów                                                       | 108        |
| 7.4.1. Współczynniki kształtu dachów jednopołaciowych.                                | 115        |
| 7.4.2. Współczynniki kształtu dachów dwupołaciowych.                                  | 115        |
| 7.4.3. Współczynniki kształtu dachów wielopołaciowych                                 | 116        |
| 7.4.4. Współczynniki kształtu dachów walcowych                                        | 117        |
| 7.4.5. Współczynniki kształtu dachów bliskich i przylegających do wyższych budowli.   | 118        |
| 7.5. Obciążenia miejscowe.                                                            | 121        |
| 7.5.1. Zaspy śnieżne przy wystęпах i przeszkodach                                     | 121        |
| 7.5.2. Zaspy śnieżne przy attykach                                                    | 122        |
| 7.5.3. Studium przypadku – katastrofa dachu budynku handlowego w Gdańsku              | 123        |
| 7.5.4. Nawisy śnieżne na krawędzi dachu                                               | 124        |
| 7.5.5. Obciążenie śniegiem barierek przeciwnieźnych i innych przeszkód                | 125        |
| 7.6. Ciężar objętościowy śniegu.                                                      | 125        |
| 7.7. Wyznaczenie obciążenia śniegiem w zależności od okresu powrotu                   | 126        |
| 7.8. Przykłady do rozdziału 7                                                         | 128        |
| 7.9. Uwagi                                                                            | 133        |
| Bibliografia do rozdziału 7                                                           | 134        |

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8. Obciążenia wiatrem według normy PN-EN 1991-1-4</b>                           | <b>136</b> |
| 8.1. Uwagi ogólne                                                                  | 136        |
| 8.2. Sytuacje obliczeniowe                                                         | 141        |
| 8.3. Modelowanie obciążenia wiatrem                                                | 141        |
| 8.4. Prędkość i ciśnienie wiatru                                                   | 143        |
| 8.4.1. Bazowa prędkość wiatru i ciśnienie prędkości                                | 143        |
| 8.4.2. Wpływ kategorii terenu                                                      | 144        |
| 8.4.3. Turbulencje                                                                 | 149        |
| 8.4.4. Wartość szczytowa ciśnienia prędkości                                       | 150        |
| 8.5. Obciążenie wiatrem                                                            | 153        |
| 8.5.1. Ciśnienie wiatru na powierzchnie                                            | 154        |
| 8.5.2. Współczynniki ciśnienia                                                     | 154        |
| 8.5.3. Siły oddziaływania wiatru na całą konstrukcję                               | 171        |
| 8.6. Wyznaczenie obciążeń wiatrem w zależności od okresu powrotu                   | 182        |
| 8.7. Obciążenie wiatrem elementów oblodzonych                                      | 183        |
| 8.8. Przykłady do rozdziału 8                                                      | 184        |
| 8.9. Uwagi                                                                         | 191        |
| Dodatek do rozdziału 8                                                             | 193        |
| Bibliografia do rozdziału 8                                                        | 196        |
| <b>9. Obciążenia termiczne według normy PN-EN 1991-1-5</b>                         | <b>198</b> |
| 9.1. Uwagi ogólne                                                                  | 198        |
| 9.2. Sytuacje obliczeniowe                                                         | 203        |
| 9.3. Składowe oddziaływań                                                          | 203        |
| 9.4. Zmiany temperatury w budynkach                                                | 204        |
| 9.5. Zmiany temperatury w obiektach przemysłowych                                  | 205        |
| 9.6. Obciążenia termiczne w zależności od okresu powrotu                           | 211        |
| 9.7. Przykłady do rozdziału 9                                                      | 212        |
| 9.8. Uwagi                                                                         | 218        |
| Bibliografia do rozdziału 9                                                        | 219        |
| <b>10. Obciążenia w czasie wykonywania konstrukcji według normy PN-EN 1991-1-6</b> | <b>221</b> |
| 10.1. Uwagi ogólne                                                                 | 221        |
| 10.2. Sytuacje obliczeniowe                                                        | 224        |
| 10.3. Okresy powrotu oddziaływań wykonawczych                                      | 229        |
| 10.4. Klasyfikacja oddziaływań                                                     | 233        |
| 10.5. Oddziaływania inne niż wykonawcze                                            | 238        |
| 10.5.1. Ciężar własny                                                              | 238        |
| 10.5.2. Oddziaływania na skutek sprężania i odkształceń wstępnych                  | 238        |
| 10.5.3. Efekty temperatury, skurczu i hydratacji                                   | 239        |
| 10.5.4. Obciążenie wiatrem                                                         | 239        |
| 10.5.5. Obciążenia śniegiem i oblodzeniem                                          | 246        |
| 10.5.6. Obciążenia spowodowane wodą                                                | 246        |
| 10.5.7. Oddziaływania geotechniczne                                                | 247        |
| 10.6. Obciążenia wykonawcze                                                        | 251        |

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.6.1. Charakterystyka ogólna .....                                               | 251        |
| 10.6.2. Obciążenia wykonawcze w czasie układania betonu. ....                      | 255        |
| 10.7. Obciążenia w czasie zmian, przebudowy i burzenia. ....                       | 257        |
| 10.8. Przykłady do rozdziału 10 .....                                              | 259        |
| 10.9. Uwagi .....                                                                  | 269        |
| Bibliografia do rozdziału 10 .....                                                 | 269        |
| <b>11. Obciążenia wyjątkowe według normy PN-EN 1991-1-7 .....</b>                  | <b>273</b> |
| 11.1. Uwagi ogólne .....                                                           | 273        |
| 11.2. Sytuacje obliczeniowe .....                                                  | 280        |
| 11.2.1. Rozważane strategie .....                                                  | 280        |
| 11.2.2. Strategie oparte na ograniczaniu zasięgu miejscowego. ....                 | 284        |
| 11.3. Stężenia poziome i pionowe. ....                                             | 287        |
| 11.4. Uderzenia .....                                                              | 293        |
| 11.4.1. Uderzenia spowodowane pojazdami .....                                      | 293        |
| 11.4.2. Uderzenia spowodowane podnośnikami widłowymi i helikopterami .             | 298        |
| 11.4.3. Uderzenia spowodowane wykołaceniem pociągów oraz ruchem stat-<br>ków ..... | 299        |
| 11.5. Eksplozje wewnętrzne .....                                                   | 300        |
| 11.5.1. Eksplozje pyłów .....                                                      | 303        |
| 11.5.2. Eksplozje gazu ziemnego .....                                              | 305        |
| 11.5.3. Detonacje w tunelach .....                                                 | 306        |
| 11.6. Ocena ryzyka .....                                                           | 306        |
| 11.7. Przykłady do rozdziału 11 .....                                              | 308        |
| 11.8. Uwagi .....                                                                  | 310        |
| Bibliografia do rozdziału 11 .....                                                 | 311        |
| <b>12. Obciążenie oblodzeniem według normy PN-EN 1993-3-1 .....</b>                | <b>313</b> |
| 12.1. Uwagi ogólne .....                                                           | 313        |
| 12.2. Stan prawny .....                                                            | 315        |
| 12.3. Zasady określania obciążenia oblodzeniem .....                               | 315        |
| 12.4. Obciążenie oblodzeniem w kombinacjach obciążeń. ....                         | 318        |
| 12.5. Przykłady do rozdziału 12 .....                                              | 321        |
| 12.6. Uwagi .....                                                                  | 322        |
| Bibliografia do rozdziału 12 .....                                                 | 322        |
| <b>Podsumowanie .....</b>                                                          | <b>324</b> |