

# SPIS TREŚCI

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. WSTĘP .....                                                                                  | 5   |
| 2. ZACHOWANIE SIĘ MATERIAŁU .....                                                               | 7   |
| 2.1. Wiadomości ogólne .....                                                                    | 7   |
| 2.2. Właściwości mechaniczne stali .....                                                        | 9   |
| 2.3. Modele materiału .....                                                                     | 18  |
| 2.4. Opis zachowania się belek w zależności od modelu materiału .....                           | 28  |
| 3. KLASYFIKACJA PRZEKROJÓW .....                                                                | 33  |
| 3.1. Reguły klasyfikacji .....                                                                  | 33  |
| 3.2. Zachowanie się belek o przekrojach klasy 4 .....                                           | 35  |
| 4. PRZEKRÓJ POPRZECZNY .....                                                                    | 38  |
| 4.1. Dobór przekroju poprzecznego .....                                                         | 38  |
| 4.2. Niestateczność miejscowa .....                                                             | 44  |
| 4.2.1. Wiadomości ogólne .....                                                                  | 44  |
| 4.2.2. Ścianka kształtownika jako element płytowy .....                                         | 47  |
| 4.3. Niestateczność dystorsyjna .....                                                           | 56  |
| 4.4. Proporcje geometryczne przekroju poprzecznego .....                                        | 59  |
| 4.5. Geometria naroży .....                                                                     | 62  |
| 4.6. Idealizacja przekroju .....                                                                | 64  |
| 4.7. Przekrój efektywny .....                                                                   | 65  |
| 4.7.1. Ścianki płaskie bez usztywnień .....                                                     | 65  |
| 4.7.2. Ścianki płaskie z usztywnieniami brzegowymi .....                                        | 69  |
| 4.7.3. Przekrój efektywny zetownika czterogiętego .....                                         | 75  |
| 4.7.4. Ścianki płaskie z usztywnieniami pośrednimi .....                                        | 76  |
| 4.7.5. Blachy profilowane z usztywnieniami pośrednimi .....                                     | 79  |
| 4.7.5.1. Postanowienia ogólne .....                                                             | 79  |
| 4.7.5.2. Pasy z usztywnieniami pośrednimi .....                                                 | 79  |
| 4.7.5.3. Środniki z usztywnieniami pośrednimi .....                                             | 83  |
| 4.7.5.4. Blachy profilowane z usztywnieniami pasów i średników .....                            | 88  |
| 4.7.6. Efekt szerokiego pasa .....                                                              | 89  |
| 4.7.7. Nośność sprężysto-plastyczna przy jednostronnym uplastycznieniu strefy rozciąganej ..... | 93  |
| 5. ANALIZA BELEK W STANIE NADKRYTYCZNYM METODĄ KRZYWIZNOWĄ .....                                | 94  |
| 5.1. Wprowadzenie .....                                                                         | 94  |
| 5.2. Zależność momentu-krzywizny .....                                                          | 96  |
| 5.3. Belka statecznie wyznaczalna .....                                                         | 101 |
| 5.3.1. Belka wolnopodparta o przekroju RHS .....                                                | 101 |
| 5.3.2. Ugięcie belki pod równomiernym obciążeniem ciągłym .....                                 | 105 |
| 5.4. Belka statycznie niewyznaczalna .....                                                      | 111 |
| 5.5. Doświadczalne wyznaczanie zależności momentu-krzywizny .....                               | 116 |
| 5.6. Podsumowanie .....                                                                         | 117 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 6. OBUDOWA JAKO STĘŻENIE POWIERZCHNIOWE SZKIELETU .....           | 118 |
| 6.1. Wiadomości ogólne.....                                       | 118 |
| 6.2. Przepony z prętów i poszycia.....                            | 123 |
| 6.3. Deformacja poszycia między belkami.....                      | 128 |
| 6.4. Sztywność podparcia bocznego.....                            | 131 |
| 6.5. Sztywność podparcia ze względu na obrót.....                 | 135 |
| 6.6. Metodyka doświadczalnego określania sztywności .....         | 141 |
| 6.7. Symulacja komputerowa wyznaczania sztywności $C_D$ .....     | 148 |
| 7. ZACHOWANIE SIĘ BELEK STĘŻONYCH POSZYCIEM.....                  | 150 |
| 7.1. Warunki podparcia i sposób obciążenia .....                  | 150 |
| 7.2. Model belki stężonej poszyciem według PN-EN 1993-1-3.....    | 161 |
| 7.3. Nośność belki stężonej poszyciem według PN-EN 1993-1-3 ..... | 166 |
| 7.4. Wpływ sztywności przeciwskrętnej na nośność belki.....       | 170 |
| 7.5. Reakcje boczne płatwi giętych .....                          | 177 |
| 7.5.1. Warunki podparcia przekrojów podporowych .....             | 177 |
| 7.5.2. Reakcje boczne według PN-EN 1993-1-3 .....                 | 180 |
| 7.5.3. Analiza porównawcza .....                                  | 183 |
| 8. MODELOWANIE BELEK Z KSZTAŁTOWNIKÓW GIĘTYCH .....               | 186 |
| 8.1. Model prętowy belki .....                                    | 186 |
| 8.1.1. Wiadomości ogólne .....                                    | 186 |
| 8.1.2. Warunki podparcia .....                                    | 186 |
| 8.1.3. Belki jako stężenie przeciwskrętne rygli .....             | 194 |
| 8.2. Model powłokowy.....                                         | 201 |
| 8.2.1. Wiadomości ogólne .....                                    | 201 |
| 8.2.2. Analiza numeryczna .....                                   | 202 |
| 8.3. Model belki stężonej poszyciem .....                         | 207 |
| 8.4. Podsumowanie .....                                           | 209 |
| BIBLIOGRAFIA I NORMY .....                                        | 211 |