



# Spis treści

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Przedmowa</b> .....                                                                                          | 9   |
| <b>1. Charakterystyka konstrukcji z blach falistych</b> .....                                                   | 11  |
| 1.1. Historia konstrukcji podatnych z blach falistych i idea zastosowanej konstrukcji .....                     | 11  |
| 1.2. Podstawowe definicje i określenia stosowane przy opisie i wymiarowaniu konstrukcji z blach falistych ..... | 14  |
| 1.3. Konstrukcje zagłębione w gruncie – podatne a konstrukcje sztywne .....                                     | 18  |
| 1.4. Kształty konstrukcji .....                                                                                 | 25  |
| 1.4.1. Uwagi ogólne .....                                                                                       | 25  |
| 1.4.2. Kształty przekroju poprzecznego .....                                                                    | 26  |
| 1.4.3. Geometria konstrukcji w przekroju podłużnym .....                                                        | 36  |
| 1.4.4. Obiekty wykonane z konstrukcji układanych równolegle .....                                               | 42  |
| 1.5. Zasady doboru typu konstrukcji .....                                                                       | 45  |
| 1.6. Minimalna grubość naziomu .....                                                                            | 49  |
| 1.6.1. Wymagania ogólne .....                                                                                   | 49  |
| 1.6.2. Minimalna grubość zasypki pod konstrukcją o profilu zamkniętym .....                                     | 52  |
| 1.6.3. Minimalny zasięg zasypki inżynierskiej wokół pojedynczej konstrukcji gruntowo-powłokowej .....           | 53  |
| 1.7. Trwałość obiektów .....                                                                                    | 54  |
| 1.7.1. Ocena trwałości .....                                                                                    | 54  |
| 1.7.2. Projektowanie trwałości (żywności) konstrukcji podatnych .....                                           | 60  |
| 1.8. Architektura obiektów .....                                                                                | 64  |
| 1.9. Elementy wyposażenia: odwodnienie, oświetlenie, wentylacja .....                                           | 76  |
| <b>2. Materiały i wyroby do budowy konstrukcji z blach falistych</b> .....                                      | 83  |
| 2.1. Materiały konstrukcyjne .....                                                                              | 83  |
| 2.1.2. Stal .....                                                                                               | 83  |
| 2.1.2. Beton .....                                                                                              | 87  |
| 2.1.3. Stal zbrojeniowa .....                                                                                   | 92  |
| 2.1.4. Aluminium .....                                                                                          | 94  |
| 2.2. Grunt .....                                                                                                | 96  |
| 2.2.1. Wymagania ogólne .....                                                                                   | 96  |
| 2.2.2. Zasady doboru rodzaju zasypki ze względu na nośność i warunki eksploatacji .....                         | 96  |
| 2.2.3. Zasady doboru zasypki ze względu na trwałość konstrukcji .....                                           | 101 |
| 2.3. Wyroby .....                                                                                               | 104 |

|           |                                                                                            |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.1.    | Blachy faliste .....                                                                       | 104        |
| 2.3.2.    | Karbowane rury spiralnie nawijane .....                                                    | 112        |
| 2.3.3.    | Śruby .....                                                                                | 119        |
| 2.3.4.    | Wyroby pomocnicze .....                                                                    | 122        |
| 2.4.      | Technologia produkcji blach falistych i rur spiralnie zwijanych .....                      | 131        |
| 2.4.1.    | Konstrukcje z blach falistych .....                                                        | 131        |
| 2.4.2.    | Rury spiralne z blach ocynkowanych .....                                                   | 135        |
| 2.5.      | Zabezpieczenie antykorozyjne .....                                                         | 137        |
| 2.5.1.    | Korozja blach ocynkowanych .....                                                           | 137        |
| 2.5.2.    | Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji z blach falistych ...                    | 140        |
| 2.5.3.    | Badanie jakości wyrobu ocynkowanego .....                                                  | 148        |
| 2.5.4.    | Naprawa lokalnych uszkodzeń powłoki cynkowej .....                                         | 148        |
| <b>3.</b> | <b>Obciążenia konstrukcji .....</b>                                                        | <b>151</b> |
| 3.1.      | Ogólna klasyfikacja obciążenia .....                                                       | 151        |
| 3.2.      | Ogólne zasady obciążania konstrukcji zagłębionych w gruncie. Efekt<br>przesklepienia ..... | 152        |
| 3.3.      | Zasada obciążania konstrukcji podatnych .....                                              | 157        |
| 3.4.      | Rozkład obciążenia w gruncie .....                                                         | 167        |
| 3.4.1.    | Ogólne zasady rozkładu obciążenia w gruncie .....                                          | 167        |
| 3.4.2.    | Praktyczne sposoby rozkładu obciążenia w gruncie .....                                     | 170        |
| 3.5.      | Obciążenie stałe .....                                                                     | 172        |
| 3.6.      | Obciążenie zmienne .....                                                                   | 175        |
| 3.6.1.    | Klasyfikacja obciążeń .....                                                                | 175        |
| 3.6.2.    | Obciążenie taborem samochodowym .....                                                      | 176        |
| 3.6.3.    | Obciążenie obiektów drogowych pojazdami ciężkimi .....                                     | 182        |
| 3.6.4.    | Obciążenie tłumem pieszych .....                                                           | 183        |
| 3.6.5.    | Obciążenie taborem kolejowym .....                                                         | 186        |
| 3.6.6.    | Obciążenie siłami hamowania (przyspieszania) .....                                         | 191        |
| 3.7.      | Obciążenie naziomu poza konstrukcją .....                                                  | 192        |
| 3.8.      | Obciążenia sejsmiczne .....                                                                | 194        |
| 3.9.      | Parcie i wypór wody .....                                                                  | 194        |
| 3.10.     | Nośność użytkowa .....                                                                     | 195        |
| 3.11.     | Obciążenie montażowe (technologiczne) .....                                                | 197        |
| 3.12.     | Podstawy projektowania .....                                                               | 199        |
| 3.12.1.   | Zasady ustalania kombinacji obciążeń .....                                                 | 199        |
| 3.12.2.   | Stany graniczne nośności .....                                                             | 200        |
| 3.12.3.   | Kombinacja obciążeń z wyłączeniem zmęczenia .....                                          | 201        |
| 3.12.4.   | Stany graniczne użyteczności .....                                                         | 209        |
| <b>4.</b> | <b>Wybrane zagadnienia hydrauliki .....</b>                                                | <b>212</b> |
| 4.1.      | Ogólne informacje o zasadach obliczania światła mostów i przepustów ..                     | 212        |
| 4.2.      | Wymagania jakie muszą spełniać obiekty inżynierskie znajdujące się na<br>ciekach .....     | 214        |
| 4.3.      | Przejścia i przepusty ekologiczne .....                                                    | 217        |
| 4.4.      | Obliczanie przepływu miarodajnego $Q_m$ .....                                              | 218        |
| 4.5.      | Spiętrzenie wody przed mostem .....                                                        | 223        |
| 4.6.      | Obliczanie światła małych mostów z dnem umocnionym (rozpiętości do<br>10 m) .....          | 228        |
| 4.7.      | Obliczanie światła przepustów .....                                                        | 232        |
| 4.7.1.    | Ogólne zasady obliczania światła mostu .....                                               | 232        |

|           |                                                                                                        |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.7.2.    | Przepusty o niezatopionym wlocie i wylocie .....                                                       | 234        |
| 4.7.3.    | Przepusty o zatopionym wlocie, niezatopionym wylocie, częściowo<br>wypełnione wodą .....               | 235        |
| 4.7.4.    | Przepusty o zatopionym wlocie i niezatopionym wylocie, całkowicie<br>wypełnione wodą .....             | 236        |
| 4.7.5.    | Przepusty z zatopionym wlotem i zatopionym wylotem oraz przepływem<br>pełnym przekrojem przewodu ..... | 238        |
| 4.7.6.    | Przepusty z przewodami o przekroju kołowym .....                                                       | 239        |
| 4.7.7.    | Filtracja wody pod przepustem .....                                                                    | 244        |
| <b>5.</b> | <b>Podstawowe wiadomości z mechaniki gruntów .....</b>                                                 | <b>246</b> |
| 5.1.      | Podział gruntów .....                                                                                  | 246        |
| 5.2.      | Cechy fizyczne gruntu .....                                                                            | 247        |
| 5.3.      | Parcie gruntu .....                                                                                    | 260        |
| <b>6.</b> | <b>Metody projektowania konstrukcji podatnych .....</b>                                                | <b>266</b> |
| 6.1.      | Ogólne zasady projektowania konstrukcji podatnych. Ograniczenia metod<br>projektowania .....           | 266        |
| 6.2.      | Sztywność montażowa konstrukcji podatnej .....                                                         | 271        |
| 6.3.      | Stany graniczne nośności konstrukcji .....                                                             | 273        |
| 6.3.1.    | Uplastycznienie ścian konstrukcji .....                                                                | 273        |
| 6.3.2.    | Wyboczenie ścianki przekroju .....                                                                     | 294        |
| 6.3.3.    | Zniszczenie połączeń śrubowych blach konstrukcji .....                                                 | 299        |
| 6.3.4.    | Utrata nośności gruntu wokół konstrukcji .....                                                         | 304        |
| 6.3.5.    | Nośność konstrukcji w fazie budowy (zasypywania) .....                                                 | 307        |
| 6.4.      | Stany graniczne użytkowalności .....                                                                   | 311        |
| 6.4.1.    | Przemieszczenia konstrukcji .....                                                                      | 311        |
| 6.4.2.    | Stan graniczny naprężeń .....                                                                          | 313        |
| 6.5.      | Projektowanie konstrukcji o kształcie skrzynkowym .....                                                | 314        |
| 6.5.1.    | Ogólna charakterystyka konstrukcji .....                                                               | 314        |
| 6.5.2.    | Metoda CHBDC .....                                                                                     | 315        |
| 6.5.3.    | Wymiarowanie wg AASHTO [4] .....                                                                       | 320        |
| 6.6.      | Konstrukcje o dużych rozpiętościach .....                                                              | 325        |
| <b>7.</b> | <b>Budowa obiektów z blach falistych .....</b>                                                         | <b>334</b> |
| 7.1.      | Transport i składowanie wyrobów .....                                                                  | 334        |
| 7.2.      | Wykop. Przygotowanie podłoża. Fundamenty .....                                                         | 338        |
| 7.3.      | Budowa obiektów nad ciekami wodnymi .....                                                              | 347        |
| 7.4.      | Montaż konstrukcji .....                                                                               | 348        |
| 7.4.1.    | Ogólne zasady montażu .....                                                                            | 348        |
| 7.4.2.    | Przebieg montażu .....                                                                                 | 357        |
| 7.5.      | Zasypywanie .....                                                                                      | 376        |
| 7.5.1.    | Uwagi ogólne .....                                                                                     | 376        |
| 7.5.2.    | Wybór zasypki .....                                                                                    | 376        |
| 7.5.3.    | Zasypywanie wykopu .....                                                                               | 382        |
| 7.5.4.    | Sprzęt do zagęszczania .....                                                                           | 392        |
| 7.5.5.    | Obciążenie ruchem technologicznym .....                                                                | 394        |
| 7.5.6.    | Deformacje kształtu konstrukcji w czasie zasypywania. Kontrola kształtu ..                             | 396        |
| 7.6.      | Wybrane zabiegi technologiczne i ich wpływ na nośność konstrukcji<br>podatnych .....                   | 404        |

|            |                                                                                                   |     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>8.</b>  | <b>Wzmacnianie obiektów za pomocą konstrukcji z blach falistych</b>                               | 414 |
| 8.1.       | Ogólne zasady wzmacniania                                                                         | 414 |
| 8.2.       | Technologia robót                                                                                 | 420 |
| <b>9.</b>  | <b>Utrzymanie i naprawa obiektów z konstrukcji podatnych</b>                                      | 431 |
| 9.1.       | Najczęstsze uszkodzenia                                                                           | 431 |
| 9.2.       | Utrzymanie konstrukcji                                                                            | 443 |
| 9.2.1.     | Ogólne zasady utrzymania                                                                          | 443 |
| 9.2.2.     | Wymagany zakres przeglądu obiektów eksploatowanych                                                | 443 |
| 9.2.3.     | Metody diagnozowania uszkodzeń                                                                    | 444 |
| 9.2.4.     | Klasyfikacja uszkodzeń i zjawisk mających wpływ na trwałość. Zalecane sposoby postępowania        | 445 |
| 9.3.       | Metody naprawy                                                                                    | 450 |
| 9.3.1.     | Ogólne zasady wykonywania naprawy                                                                 | 450 |
| 9.3.2.     | Metody naprawy uszkodzeń powłoki powodujące zmniejszenie przekroju                                | 451 |
| 9.3.3.     | Naprawa uszkodzeń powłok antykorozyjnych                                                          | 452 |
| 9.3.4.     | Metody naprawy uszkodzeń śrub                                                                     | 453 |
| 9.3.5.     | Metody ograniczenia nadmiernych wycieków                                                          | 453 |
| 9.3.6.     | Deformacje powłoki (na długości)                                                                  | 454 |
| 9.3.7.     | Uszkodzenie wylotów                                                                               | 454 |
| <b>10.</b> | <b>Ekonomika i organizacja budowy obiektów inżynierskich z blach falistych</b>                    | 456 |
| 10.1.      | Wstęp                                                                                             | 456 |
| 10.2.      | Organizacja placu budowy                                                                          | 457 |
| 10.3.      | Metody szacowania kosztów montażu konstrukcji podatnych                                           | 462 |
| 10.4.      | Prognozowanie pracochłonności montażu oraz czasu jego trwania i kosztów                           | 463 |
| 10.5.      | Zastosowanie optymalizacji wielokryterialnej do podejmowania decyzji o wyborze brygad montażowych | 469 |
| 10.6.      | Analiza wartości (inżynieria wartości)                                                            | 472 |
| 10.7.      | Metoda określania najniższego kosztu (ang. <i>least cost analysis</i> )                           | 473 |
| 10.8.      | Analiza wpływu technologii na środowisko naturalne                                                | 480 |
| <b>11.</b> | <b>Przykłady realizacji obiektów gruntowo-powłokowych z blach falistych</b>                       | 482 |
| 11.1.      | Konstrukcja typu SuperCor pełniąca funkcje wiaduktu                                               | 482 |
| 11.2.      | Konstrukcja typu SuperCor jako most                                                               | 485 |
| 11.3.      | Konstrukcja typu SuperCor i Multiplate jako przejście dla zwierząt                                | 486 |
| 11.4.      | Konstrukcja typu SuperCor jako przejście dla zwierząt (Trzebaw)                                   | 489 |
| 11.5.      | Konstrukcja typu Multiplate pod linią kolejową                                                    | 491 |
| 11.6.      | Konstrukcja typu SuperCor jako wiadukt nad linią kolejową                                         | 494 |
| 11.7.      | Konstrukcja typu SuperCor jako przejście dla zwierząt (Zgorzelec)                                 | 495 |
| 11.8.      | Przebudowa mostu na rzece Zgłowiączce we Włocławku                                                | 498 |
| 11.9.      | Przejście dla zwierząt i przeprowadzenie drogi gospodarczej pod drogą ekspresową S7 w Ostródzie   | 501 |
| 11.10.     | Tunel kolejowy w Algierii                                                                         | 504 |
|            | <b>Literatura</b>                                                                                 | 508 |