Spis treści

[]CZĘŚĆ I. KSZTAŁTOWANIE, OBCIĄŻENIA I SIŁY WEWNĘTRZNE, WYMIAROWANIE, KONSTRUOWANIE I ZBROJENIE 1

1. Specyfika żelbetowych zbiorników na ciecze 3

1.1. Charakterystyka ogólna i klasyfikacja 3

1.2. Specyfika projektowania zbiorników żelbetowych 11

1.2.1. Szczelność zbiorników 11

1.2.2. Różnorodność oddziaływań w stadiach eksploatacyjnych i przedeksploatacyjnych 12

1.2.3. Wrażliwość modelu obliczeniowego zbiornika na przyjętą charakterystykę podłoża gruntowego 13

1.2.4. Trudne warunki eksploatacyjne wpływające na trwałość zbiorników 13

2. Geometria i kształty zbiorników jako konsekwencja ich funkcji – wybrane przykłady 15

2.1. Zbiorniki w oczyszczalniach ścieków 15

2.1.1. Charakterystyka ogólna 15

2.1.2. Piaskowniki 16

2.1.3. Osadniki 19

2.1.4. Bioreaktory 23

2.1.5. Złoża biologiczne 26

2.1.6. Urządzenia do oczyszczania fizykochemicznego 27

2.1.7. Wydzielone komory fermentacyjne – WKF 27

2.1.8. Inne zbiorniki do przeróbki osadu 31

2.1.9. Przepompownie ścieków 32

2.2. Zbiorniki wodociągowe 34

2.2.1. Informacje ogólne 34

2.2.2. Zbiorniki ujęć wody 34

2.2.3. Zbiorniki w stacjach uzdatniania wody 35

2.2.4. Zbiorniki wody czystej 40

2.2.5. Zbiorniki wieżowe 50

2.3. Kriogeniczne zbiorniki na gaz płynny 53

2.4. Zbiorniki w biogazowniach 54

2.5. Baseny pływackie 56

3. Oddziaływania i obciążenia wywierane na zbiorniki 58

3.1. Rodzaje oddziaływań 58

3.2. Ciśnienie cieczy w zbiorniku 59

3.3. Obciążenie gruntem 60

3.3.1. Obciążenie przekrycia zbiorników podziemnych zasypką 60

3.3.2. Parcie gruntu na ściany zbiorników podziemnych i zagłębionych 64

3.3.3. Obciążenie powierzchni nachylonych 70

3.3.4. Tarcie gruntu o ścianę 70

3.3.5. Oddziaływanie podłoża gruntowego na zbiornik 70
3.3.6. Obliczeniowe wartości parcia gruntu 80
3.4. Obciążenie wiatrem według EC1-1-4 [N4] 82
3.4.1. Prędkość wiatru i szczytowa wartość ciśnienia prędkości 82
3.4.2. Sposoby opisu obciążenia wiatrem 85
3.4.3. Ciśnienie wiatru na konstrukcje 86
3.4.4. Wypadkowa siła wiatru 93
3.4.5. Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem 98
3.5. Obciążenie śniegiem według EC1-1-3 [N3] 98
3.5.1. Charakterystyczne obciążenie śniegiem dachu 98
3.5.2. Współczynnik kształtu dachu 99
3.5.3. Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem 101
3.6. Obciążenie termiczne 101
3.6.1. Różnica między temperaturami wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni ściany według EC1-1-5 [N5] 101
3.6.2. Różnica między temperaturą pracy konstrukcji a temperaturą początkową według EC1-1-5 [N5] 102
3.6.3. Wpływ temperatury na pełzanie betonu według EC2-3 [N9] 103
3.6.4. Wpływ temperatury na właściwości betonu według EC2-3 [N9] 104
3.7. Odkształcenia wymuszone 106
3.7.1. Skurcz betonu 106
3.7.2. Samoocieplenie betonu podczas hydratacji cementu 106
3.7.3. Skutki skurczu i samoocieplenia betonu w zbiornikach 108
3.7.4. Pełzanie betonu 110
4. Zbiorniki o przekroju kołowym 112
4.1. Kształty zbiorników 112
4.2. Obliczanie sił wewnętrznych w sposób analityczny 115
4.2.1. Dane podstawowe 115
4.2.2. Stan błonowy powłoki 116
4.2.3. Stan momentowy powłok 134
4.2.4. Siły wewnętrzne wynikające z obciążeń termicznych 153
4.2.5. Siły wewnętrzne wynikające z odkształceń wymuszonych w stadiach przedeksploatacyjnych 154
5. Zbiorniki prostopadłościenne 155
5.1. Kształty zbiorników 155
5.2. Obliczanie sił wewnętrznych metodą płyt wydzielonych 156
5.2.1. Informacje wstępne 156
5.2.2. Obliczanie zbiorników zwartych w planie metodą płyt wydzielonych 156
5.2.3. Obliczanie zbiorników rozległych w planie 165
5.2.4. Obliczanie sił wewnętrznych w zbiornikach prostopadłościennych od obciążeń termicznych i odkształceń wymuszonych 167
6. Obliczanie sił wewnętrznych metodą elementów skończonych 170

6.1. Informacje podstawowe 170
6.2. Modelowanie konstrukcji 172
6.3. Modelowanie obciążeń 174
6.4. Modelowanie podłoża gruntowego 176
6.4.1. Modele sprężyste 176
6.4.2. Modele nieliniowe 176
7. Wymiarowanie zbiorników 178
7.1. Kombinacje obciążeń 178
7.1.1. Kombinacje obciążeń w stanach granicznych nośności 178
7.1.2. Kombinacje obciążeń w stanach granicznych użytkowalności 179
7.2. Obliczenia zbiornika jako konstrukcji żelbetowej 181
7.2.1. Założenie podstawowe 181
7.2.2. Stany graniczne nośności 181
7.2.3. Stany graniczne użytkowalności 185
7.3. Obliczanie zbiorników w aspekcie współpracy z podłożem gruntowym 191
7.3.1. Kategorie geotechniczne 191
7.3.2. Stany graniczne nośności 192
7.3.3. Stany graniczne użytkowalności 196
8. Szczegóły konstrukcyjne 198
8.1. Podstawowe elementy konstrukcyjne 198
8.1.1. Dno i fundamenty 198
8.1.2. ściany 204
8.1.3. Przekrycie 207
8.2. Przerwy robocze i dylatacje 209
8.2.1. Przerwy robocze 209
8.2.2. Dylatacje 216
9. Wykonawstwo zbiorników 220
9.1. Deskowania 220
9.2. Właściwości betonu do wykonywania zbiorników 224
9.3. Uszczelnienie powierzchniowe zbiorników i ochrona przed korozją 227
9.4. Przejścia rur przez ściany i dno 231
10. Szczególne konstrukcje zbiorników 234
10.1. Zbiorniki prefabrykowane 234
10.2. Zbiorniki w formie studni opuszczanych 239
10.2.1. Dane ogólne 239
10.2.2. Technologia opuszczania 240
10.2.3. Szczegóły konstrukcyjne 242
10.2.4. Zasady obliczeń 244
10.3. Zbiorniki sprężone 250
10.3.1. Informacje podstawowe 250
10.3.2. Technologia sprężania zbiorników o przekroju kołowym 250

10.3.3. Projektowanie zbiorników sprężonych 253
10.3.4. Sprężanie kopuł przekrywających zbiorniki 262
11. Awarie i naprawy zbiorników 263
11.1. Przyczyny uszkodzeń zbiorników 263
11.2. Diagnostyka 264
11.3. Sposoby napraw i wzmacniania 265
CZĘŚĆ II. PRZYKŁADY OBLICZENIOWE 267
P1. Naziemny zbiornik cylindryczny na ciecz 271
P2. Naziemny zbiornik cylindryczny na ciecz – analiza w stadiach przedeksploatacyjnych 288
P3. Naziemny zbiornik cylindryczny na ciecz o temperaturze 30°C 300
P4. Wymiarowanie zbrojenia ścian naziemnego cylindrycznego zbiornika naciecz 310
P5. Naziemny cylindryczny zbiornik na ciecz przekryty kopułą kulistą 318
P6. Podziemny cylindryczny zbiornik na ciecz przekryty kopułą kulistą 335
P7. Zbiornik w formie studni opuszczanej 339
P8. Zagłębiony otwarty zbiornik prostopadłościenny 346
Bibliografia 360