

Spis treści

Wprowadzenie	IX
Podstawowe oznaczenia	XII
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 przedeks- ploatacyjnych	12
1.2.3. Wrażliwość modelu obliczeniowego zbiornika na przyjętą charak- terystykę 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. Złoże 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 wodociagowe	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 ścian 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 pękanie 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. Samoociepniecie betonu podczas hydratacji cementu	106
3.7.3. Skutki skurczu i samoociepniecia betonu w zbiornikach	108
3.7.4. Pękanie 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 przedeksplotacyjnych	154
5.	Zbiorniki prostopadłościowe	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 prostopadłościowych 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 użyteczności	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 użyteczności	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 użyteczności	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	225
9.3. Uszczelnienie powierzchniowe zbiorników i ochrona przed korozją	228
9.4. Przejścia rur przez ściany i dno	232
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 na ciecz	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