

Spis treści

Przedmowa	9
1. HISTORIA ROZWOJU KANALIZACJI (<i>A. Kolonko, C. Madryas</i>)	11
1.1. Kanalizacja w rozwoju cywilizacji technicznej	11
1.1.1. Wprowadzenie	11
1.1.2. Okres od powstania pierwszych cywilizacji do początków naszej ery	11
1.1.3. Akwedukty	20
1.1.4. Okres od początków naszej ery do końca XIX wieku	22
1.2. Rozwój kanalizacji miast polskich	26
1.2.1. Wprowadzenie	26
1.2.2. Historia kanalizacji Warszawy	27
1.2.2.1. Okres przed rokiem 1878	27
1.2.2.2. Okres po 1878 roku	27
1.2.3. Historia kanalizacji Wrocławia	31
1.2.3.1. Okres przed rokiem 1945	31
1.2.3.2. Okres po 1945 roku	33
1.2.4. Historia kanalizacji Krakowa	35
2. ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH (<i>A. Kolonko, C. Madryas, L. Wysocki</i>)	38
2.1. Przewody kamionkowe	38
2.1.1. Etapy rozwojowe przewodów kamionkowych	38
2.1.2. Surowce do produkcji rur kamionkowych	38
2.1.3. Technologia produkcji	39
2.1.4. Właściwości rur kamionkowych	41
2.1.4.1. Odporność chemiczna	41
2.1.4.2. Parametry wytrzymałościowe kamionki i rur kamionkowych	41
2.1.5. Złącza rur kamionkowych	42
2.1.5.1. Złącza rur kamionkowych układanych w wykopach otwartych	42
2.1.5.2. Złącza rur kamionkowych układanych metodami bezwykopowymi	45
2.1.6. Badania	46
2.1.6.1. Wprowadzenie	46
2.1.6.2. Wyznaczanie jednostkowej siły niszczącej FN	47
2.1.6.3. Wyznaczanie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu σ_{bz}	48
2.1.6.4. Wyznaczanie momentu niszczącego przy zginaniu w kierunku podłużnym (RMF)	49
2.1.6.5. Badanie wodoszczelności rur	50
2.1.7. Typoszeregi rur kamionkowych	50
2.1.8. Oznaczenia	50
2.2. Kolektory murowane	53

2.2.1. Materiały konstrukcyjne	53
2.2.2. Wykonawstwo kolektorów	55
2.2.3. Kształty przekrojów poprzecznych	61
2.3. Przewody żeliwne	63
2.3.1. Wprowadzenie	63
2.3.2. Żeliwo szare i sferoidalne	64
2.3.3. Parametry wytrzymałościowe żeliwa sferoidalnego	66
2.3.4. Technologia produkcji metodą odlewania w formach piaskowych	67
2.3.5. Technologia produkcji metodą odlewania odśrodkowego	68
2.3.6. Obróbka końcowa odlanych rur	70
2.3.7. Powłoki ochronne	70
2.3.7.1. Wprowadzenie	70
2.3.7.2. Zewnętrzne powłoki ochronne rur żeliwnych	71
2.3.7.3. Wewnętrzne powłoki ochronne rur żeliwnych	72
2.3.7.4. Właściwości wewnętrznej wykładziny z zaprawy cementowej	72
2.3.8. Złącza rur żeliwnych	75
2.3.9. Zakres zastosowań	78
2.3.10. Badania	79
2.3.10.1. Wprowadzenie	79
2.3.10.2. Badanie wytrzymałości żeliwa na rozciąganie R_m	80
2.3.10.3. Badanie wytrzymałości przy zginaniu rury w kierunku podłużnym	81
2.3.10.4. Badanie sztywności pierścieniowej S	82
2.3.10.5. Badanie szczelności połączeń rur w przypadku nadciśnienia	83
2.3.11. Oznaczenia	83
2.4. Przewody betonowe	83
2.4.1. Przewody monolityczne	83
2.4.1.1. Wymagania materiałowe	83
2.4.1.2. Rozwiązania konstrukcyjne	88
2.4.2. Kolektory prefabrykowane	88
2.4.2.1. Wymagania materiałowe	88
2.4.2.2. Wymagania konstrukcyjne	94
2.4.2.3. Produkcja rur	95
2.4.3.4. Asortyment wyrobów	96
2.5. Przewody stalowe	100
2.5.1. Wprowadzenie	100
2.5.2. Technologia produkcji	101
2.5.3. Zabezpieczenia antykorozyjne	105
2.5.4. Połączenia rur stalowych z wykładziną z zaprawy cementowej	108
2.5.5. Asortyment produkcji	112
2.5.6. Oznaczenia	112
2.6. Przewody z polimerobetonu	113
2.6.1. Wprowadzenie	113
2.6.2. Właściwości polimerobetonu i wyprodukowanych z niego rur	114
2.6.3. Technologia produkcji rur z polimerobetonu	115
2.6.4. Typoszeroki rur z polimerobetonu	117
2.6.5. Połączenia rur polimerobetonowych	117

2.6.6.	Badania rur z polimerobetonu	120
2.6.6.1.	Badania materiałowe	120
2.6.6.2.	Badanie wodoszczelności	120
2.6.6.3.	Badanie wytrzymałości rur na obciążenie zewnętrzne	121
2.6.7.	Oznaczenia	121
2.7.	Przewody z tworzyw sztucznych	122
2.7.1.	Wiadomości wstępne	122
2.7.2.	Przewody podatne z tworzyw termoplastycznych	129
2.7.2.1.	Wprowadzenie	129
2.7.2.2.	Przewody z polietylenu	131
2.7.2.2.1.	Właściwości polietylenu	131
2.7.2.2.2.	Produkcja i asortyment rur polietylenowych	136
2.7.2.2.3.	Łączenie elementów polietylenowych	138
2.7.2.3.	Przewody z polichlorku winylu	140
2.7.2.3.1.	Produkcja rur z polichlorku winylu	140
2.7.2.3.2.	Właściwości rur z polichlorku winylu	143
2.7.2.3.3.	Połączenia rur i elementów z PCW	145
2.7.2.3.4.	Asortyment wyrobów z PCW	146
2.7.2.4.	Przewody z polipropylenu	147
2.7.2.4.1.	Produkcja i właściwości rur z polipropylenu	147
2.7.2.4.2.	Połączenia rur i elementów z PP	149
2.7.2.4.3.	Asortyment wyrobów z PP	150
2.7.3.	Przewody z duroplastów	151
2.7.3.1.	Wiadomości wstępne	151
2.7.3.2.	Produkcja rur GRP w procesie odlewania odśrodkowego	152
2.7.3.3.	Produkcja rur GRP w procesie nawojowym	155
2.7.3.4.	Właściwości i badania rur GRP	156
2.7.3.5.	Połączenia rur i elementów z GRP	161
2.7.3.6.	Asortyment wyrobów	163
2.7.4.	Badania polimerów	164
3.	OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PRZEWODÓW	
(A. Kolonko, C. Madryas, L. Wysocki)		165
3.1.	Przewody ułożone w wykopach	165
3.1.1.	Wprowadzenie	165
3.1.2.	Początki rozwoju teorii obliczeniowych	166
3.1.2.1.	Początki rozwoju teorii dotyczących rur sztywnych	166
3.1.2.2.	Początki rozwoju teorii dotyczącej rur podatnych	168
3.1.3.	Badania doświadczalne	169
3.1.4.	Współczesne metody obliczeniowe	170
3.1.4.1.	Wprowadzenie	170
3.1.4.2.	Założenia do metod obliczeniowych	171
3.1.4.2.1.	Rury sztywne i podatne	171
3.1.4.2.2.	Współpraca układu rurociąg-ośrodek gruntowy	171
3.1.4.2.3.	Sztywność obwodowa rury	172
3.1.4.2.4.	Reologiczne właściwości układu rurociąg-ośrodek gruntowy	172
3.1.4.2.5.	Kryteria wymiarowania	175

3.1.5. Metoda skandynawska wymiarowania	176
3.1.5.1. Omówienie metody	176
3.1.5.2. Przykład obliczeniowy	182
3.1.6. Metoda wymiarowania według wytycznych ATV-DVWK-A127	183
3.1.6.1. Omówienie metody	183
3.1.6.2. Przykład obliczeniowy dla rury podatnej	188
3.1.6.3. Założenia obliczeniowe dla rury sztywnej	208
3.2. Przewody ułożone technikami bezwykopowymi	208
3.2.1. Założenia teoretyczne	208
3.2.2. Przykład obliczeniowy	217
3.3. Przewody ciśnieniowe	219
3.3.1. Wprowadzenie	219
3.3.2. Dobór grubości ścianki rury	221
3.3.2.1. Rurociągi ułożone poza ośrodkiem gruntowym	221
3.3.2.2. Rurociągi ciśnieniowe ułożone w gruncie	224
3.3.3. Uderzenie hydrauliczne	225
3.3.4. Bloki oporowe	228
3.3.4.1. Zabezpieczanie łuków	228
3.3.4.2. Zabezpieczanie kształtek	229
3.3.4.3. Zabezpieczenie zwęzek	230
3.3.5. Zagadnienie rozszerzalności termicznej	231
4. WYKONAWSTWO PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH (<i>C. Madryas, L. Wysocki</i>)	234
4.1. Wykonawstwo przewodów metodą wykopową	234
4.1.1. Roboty ziemne	234
4.1.1.1. Podział gruntów na kategorie	234
4.1.1.2. Prace wstępne	234
4.1.1.3. Dobór sposobu odwodnienia wykopów	236
4.1.1.4. Realizacja wykopów	236
4.1.1.5. Sposoby zabezpieczania ścian wykopów	238
4.1.1.6. Odkrycia wykopaliskowe	241
4.1.2. Układanie przewodów	241
4.1.2.1. Układanie przewodów posadowionych powyżej zwierciadła wody gruntowej	243
4.1.2.2. Układanie przewodów posadowionych poniżej zwierciadła wody gruntowej	246
4.1.2.3. Układanie rurociągów na słabych gruntach	246
4.1.3. Wykonywanie prac w okresie obniżonych temperatur	246
4.1.4. Usuwanie obudowy wykopu	247
4.1.5. Próba szczelności	247
4.2. Bezwykopowe techniki układania przewodów kanalizacyjnych	248
4.2.1. Historia rozwoju i podział technik bezwykopowych	248
4.2.2. Porównanie technik bezwykopowych	252
4.2.3. Przeciski hydrauliczne (Pipe Jacking)	254
4.2.3.1. Historia technologii i zakres jej stosowania	254
4.2.3.2. Opis technologii	255
4.2.3.3. Urządzenia do przeciskania i ich dobór	262

4.2.3.4. Przykład	265
4.2.4. Mikrotunelowanie	266
4.2.4.1. Historia technologii i zakres jej stosowania	266
4.2.4.2. Opis technologii	267
4.2.4.3. Dobór głowicy	269
4.2.4.4. Materiałowe rozwiązania rur stosowanych w mikrotunelowaniu	271
4.2.4.5. Wymagania dotyczące placu budowy	271
4.2.4.6. Przykłady zastosowań mikrotunelowania do budowy sieci kanalizacyjnej ...	273
4.2.5. Przewierty sterowane (Horizontal Directional Drilling – HDD)	275
4.2.5.1. Założenia techniki i zakres jej stosowania	275
4.2.5.2. Badania geologiczne i rozpoznanie terenu	275
4.2.5.3. Projektowanie przewiertu i placu budowy	277
4.2.5.4. Wykonywanie otworu pilotowego	279
4.2.5.5. Poszerzanie otworu pilotowego i montaż rury technologicznej	280
4.2.5.6. Wybrane przykłady zastosowań sterowanych metod budowy rurociągów do budowy kanalizacji w Polsce	281
4.2.6. Wiercenia kierunkowe (Directional Drilling)	283
4.2.6.1. Opis technologii	283
4.2.6.2. Przykłady zastosowań metody do budowy przewodów kanalizacyjnych w Polsce	285
4.2.7. Ekonomiczne aspekty stosowania metod bezwykopowych	286
4.2.7.1. Wprowadzenie	286
4.2.7.2. Różnicowe kryterium kosztów	287
4.2.7.3. Oceny wielostopniowe (procedury eksperckie)	288
4.2.7.3.1. Metody oceniania technicznych cech przedsięwzięcia	288
4.2.7.3.2. Metody oceniania finansowych i społecznych kosztów przedsięwzięcia	291
4.2.8. Kolizje z innymi obiektami	294
5. BADANIA PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH (<i>C. Madryas</i>)	296
5.1. Wprowadzenie	296
5.2. Badania dla celów aprobowanych	296
5.2.1. Założenia ogólne	296
5.2.2. Badania chemiczne	297
5.2.3. Badania makroskopowe	298
5.2.4. Badania sztywności obwodowej	299
5.2.5. Określanie siły niszczącej	302
5.2.6. Wyznaczenie stopnia uderzalności	302
5.2.7. Szczelność połączenia	303
5.2.8. Wytrzymałość połączeń na rozerwanie	304
5.2.9. Badania elementów komory roboczej i trzonu studzienki (kregów)	305
5.3. Badania eksploatacyjne	306
5.3.1. Założenia ogólne	306
5.3.2. Charakterystyka wybranych metod kontroli	307
5.3.2.1. Kontrola wnętrza przewodu	307
5.3.2.2. Badanie szczelności	310
5.3.2.3. Metody pomiaru rys, przemieszczeń oraz geometrii przekroju i niwelety ...	313

5.3.2.4. Badania struktury i grubości ścian przewodów metodami nieniszczącymi . . .	316
5.3.2.5. Badania warunków gruntowych w otoczeniu kanału	320
5.3.2.6. Podsumowanie	321
5.4. Przykłady badań kolektorów kanalizacyjnych	322
5.4.1. Kolektory żelbetowe	322
5.4.1.1. Wprowadzenie	322
5.4.1.2. Opis obiektów	322
5.4.1.3. Opis badań	324
5.4.1.4. Wyniki badań	326
5.4.2. Kolektory ceglane	330
5.4.2.1. Wprowadzenie	330
5.4.2.2. Przykłady badanych kolektorów ceglanych	330
5.4.2.2.1. Kolektor w ul. Nowy Świat i Ruskiej we Wrocławiu	330
5.4.2.2.2. Inne kolektory	333
5.4.3. Podsumowanie	335
6. STUDZIENKI KANALIZACYJNE (<i>A. Kolonko, L. Wysocki</i>)	337
6.1. Wprowadzenie	337
6.2. Wymagania	339
6.3. Rozwiązania materiałowe studzienek kanalizacyjnych	343
6.4. Połączenia	346
6.4.1. Połączenia elementów studzienek kanalizacyjnych	346
6.4.2. Połączenia studzienek z przewodami kanalizacyjnymi	348
6.5. Badania	349
6.6. Inne obiekty na sieci	350
7. ZAGROŻENIA KOROZYJNE W KANAŁACH ŚCIEKOWYCH (<i>A. Kolonko, L. Wysocki</i>) . . .	351
7.1. Przewody betonowe i murowane	351
7.1.1. Rodzaje zagrożeń	351
7.1.2. Podstawowe wymagania w zakresie ochrony przed korozją	352
7.1.3. Sposoby ochrony przed korozją	354
7.2. Przewody stalowe i żeliwne	357
7.2.1. Rodzaje zagrożeń korozyjnych	357
7.2.2. Podstawowe wymagania w zakresie ochrony przed korozją	359
7.2.3. Charakterystyka środowisk, czynników i procesów korozyjnych	360
7.2.4. Sposoby ochrony rurociągów przed korozją	363
LITERATURA	367