

Spis treści

1. Wstęp	13
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski</i>	
2. Zalety bezwykopowych technologii budowy i odnowy sieci infrastruktury podziemnej.	15
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski</i>	
2.1. Uwagi wstępne	15
2.2. Technologie wykopowe i bezwykopowe w ulicach miejskich o dużym natężeniu ruchu ulicznego	15
2.3. Zalety stosowania technologii bezwykopowych.	17
2.4. Propozycja uporządkowania zalet technologii bezwykopowych	19
2.5. Uwagi końcowe	21
Literatura	21
3. Technologie bezwykopowej budowy	23
<i>dr inż. Agata Zwierchowska</i>	
3.1. Uwagi wstępne	23
3.2. Mikrotunelowanie	24
3.2.1. Uwagi wstępne	24
3.2.2. Technologia mikrotunelowania	24
3.2.3. Części składowe systemu do mikrotunelowania	27
3.2.4. Urządzenia do mikrotunelowania	29
3.2.5. Tarcze urabiające	32
3.2.6. Główne stacje przeciskowe	33
3.2.7. Systemy usuwania urobku	35
3.2.8. Systemy sterowania i kontroli	37
3.2.9. Płyn wiertniczy	37
3.2.10. Systemy separacji płynu wiertniczego od urobku	38
3.2.11. Pośrednie stacje przeciskowe	41
3.2.12. Technologia Shuttlemole	42
3.3. Przeciski hydrauliczne	45
3.3.1. Uwagi wstępne	45
3.3.2. Przeciski hydrauliczne niesterowane	46
3.3.3. Przeciski hydrauliczne z wierceniem pilotowym	48
3.3.4. Przeciski hydrauliczne sterowane (dwuetapowe)	55
3.3.5. Wbudowywanie przykanalików w technologii przecisków hydraulicznych.	57
3.4. Przewierty sterowane i wiercenia kierunkowe	61
3.4.1. Uwagi wstępne	61
3.4.2. Technologia przewiertu sterowanego	62
3.4.3. Płyn wiertniczy	68
3.4.4. Przewierty sterowane wykonywane na sucho	70
3.4.5. Urządzenia wiertnicze	71
3.4.6. Systemy sterowania i kontroli wykorzystywane w technologii przewiertu sterowanego	75

3.5. Przeciski pneumatyczne przebijakiem	76
3.5.1. Niesterowany przecisk pneumatyczny przebijakiem tzw. kretem	76
3.5.2. Sterowany przecisk pneumatyczny przebijakiem tzw. kretem	83
3.6. Pneumatyczne wbijanie rur stalowych	84
3.7. Technologia Easy Pipe	88
3.8. Technologia Direct Pipe	91
3.9. Systemy sterowania i kontroli stosowane w technologiach bezwykopowej budowy przewodów podziemnych	93
3.9.1. Uwagi wstępne	93
3.9.2. System radiolokacji	94
3.9.3. System magnetyczny i elektromagnetyczny	98
3.9.4. System teleoptyczny	100
3.9.5. System laserowy	103
3.9.6. System żyrokompasowy	106
3.10. Wykopy początkowe i docelowe w bezwykopowej budowie	107
3.10.1. Uwagi wstępne	107
3.10.2. Elementy składowe wykopów początkowych i docelowych	108
3.10.3. Rodzaje obudowy ścian wykopów	110
3.10.4. Wbudowywanie studni rewizyjnych w wykopach początkowych i docelowych	112
3.10.5. Technologia głębinia i obudowy głębokich wykopów początkowych i docelowych ..	113
3.10.6. Technologia tarczy sferycznej	116
Literatura	121
4. Optymalny dobór oraz wybrane zagadnienia projektowania bezwykopowej budowy przewodów podziemnych	123
<i>dr inż. Agata Zwierchowska</i>	
4.1. Optymalny dobór technologii	123
4.1.1. Uwagi wstępne	123
4.1.2. Wybrane parametry techniczne mające wpływ na optymalny dobór technologii bezwykopowej budowy przewodów podziemnych	124
4.1.3. Wybór technologii bezwykopowej budowy przewodów podziemnych ze względu na możliwości techniczne wykonania (model AZ-01)	136
4.2. Zasady projektowania wybranych parametrów przewiertów sterowanych	153
4.2.1. Uwagi wstępne	153
4.2.2. Typy trajektorii przewiertu sterowanego	154
4.2.3. Liczba etapów poszerzania (liczba marszy)	156
4.2.4. Minimalny promień gięcia przewodu wiertniczego, rurociągu	157
4.2.5. Średnica rozwiercanego otworu	158
4.2.6. Minimalna głębokość posadowienia rurociągu względem jego osi	159
4.2.7. Obliczenie parametrów trajektorii przewiertu sterowanego	159
4.2.8. Lokalizacja i wymiary placu maszynowego i montażowego	161
4.3. Wybrane zagadnienia projektowania przewodów podziemnych w technologii przecisków hydraulicznych i mikrotunelowania	162
4.3.1. Uwagi wstępne	162
4.3.2. Obciążenia działające w kierunku poprzecznym do osi przeciskanego przewodu ...	162
4.3.3. Obciążenia działające w kierunku osi przeciskanego przewodu	166
Literatura	171
5. Czyszczenie sieci podziemnych	173
<i>dr inż. Dariusz Zwierchowski</i>	
5.1. Rodzaje zanieczyszczeń rurociągów i kanałów	173
5.1.1. Uwagi wstępne	173
5.1.2. Rodzaje zanieczyszczeń grawitacyjnych przewodów kanalizacyjnych	173
5.1.3. Rodzaje zanieczyszczeń przewodów ciśnieniowych	174
5.1.4. Przyczyny powstawania zanieczyszczeń na przykładzie grawitacyjnych przewodów kanalizacyjnych	175
5.2. Czyszczenie i udrażnianie rurociągów oraz kanałów	177
5.2.1. Uwagi wstępne	177
5.2.2. Płukanie rurociągów i kanałów	177
5.2.3. Czyszczenie rurociągów ciśnieniowych	178

5.2.4. Czyszczenie grawitacyjnych kanałów przełazowych	178
5.2.5. Czyszczenie grawitacyjnych kanałów nieprzełazowych	179
5.2.6. Czyszczenie wpustów ulicznych	180
5.2.7. Usuwanie zatorów na grawitacyjnej sieci kanalizacyjnej	180
5.3. Metody czyszczenia i udrażniania rurociągów oraz kanałów	181
5.3.1. Czyszczenie chemiczne rurociągów	181
5.3.2. Czyszczenie mechaniczne rurociągów	182
5.3.3. Czyszczenie hydrodynamiczne rurociągów oraz kanałów	186
5.3.4. Magnetyczne, elektromagnetyczne oraz wykorzystujące zjawisko ogniw galwanicznych metody czyszczenia rurociągów	191
5.4. Przykładowe urządzenia do czyszczenia i udrażniania rurociągów oraz kanałów	195
5.4.1. Urządzenia do mechanicznego czyszczenia i udrażniania rurociągów oraz kanałów ..	195
5.4.2. Głowice i akcesoria do czyszczenia mechanicznego	197
5.4.3. Urządzenia do ciśnieniowego czyszczenia i udrażniania rurociągów	203
5.4.4. Wysokociśnieniowe głowice czyszczące	210
Literatura	216
6. Diagnostyka sieci podziemnych	217
<i>dr inż. Dariusz Zwierchowski</i>	
6.1. Diagnostyka sieci podziemnych i jej znaczenie	217
6.2. Diagnostyka rurociągów i kanałów grawitacyjnych	217
6.2.1. Inspekcja rurociągów i kanałów przełazowych	217
6.2.2. Inspekcja telewizyjna przewodów kanalizacyjnych	218
6.2.3. Inspekcja studzienek kanalizacyjnych	234
6.2.4. Raportowanie i archiwizacja wyników inspekcji telewizyjnych	235
6.2.5. Sonary	238
6.2.6. Badania techniczne sieci kanalizacyjnej	239
6.2.7. Badania szczelności sieci kanalizacyjnej	242
6.2.8. Badania odształceń rur z tworzyw sztucznych	264
6.2.9. Wykrywanie nielegalnych przyłączy do sieci kanalizacyjnej	267
6.3. Diagnostyka rurociągów ciśnieniowych	268
6.3.1. Akustyczne metody badań rurociągów podziemnych	268
6.3.2. Ultradźwiękowa diagnostyka rurociągów	271
6.3.3. Badania stanu technicznego rurociągów ciśnieniowych z zastosowaniem tłoków inspekcyjnych	273
6.3.4. Badania stanu technicznego rurociągów ciśnieniowych z zastosowaniem czołgaczy ..	280
Literatura	282
7. Bezwykopowe naprawy przewodów nieprzełazowych	285
<i>dr inż. Emilia Kuliczowska</i>	
7.1. Uwagi wstępne	285
7.2. Bezwykopowe naprawy krótkimi utwardzanymi powłokami żywicznymi	286
7.2.1. Uwagi wstępne	286
7.2.2. Opis technologii	287
7.2.3. Czynniki różniące poszczególne odmiany technologii	288
7.2.4. Inne uwagi	291
7.3. Bezwykopowe uszczelnienia pakierami iniekcyjnymi	292
7.3.1. Uwagi wstępne	292
7.3.2. Opis technologii uszczelnień przewodów pakierami iniekcyjnymi	292
7.3.3. Czynniki różniące poszczególne odmiany technologii	295
7.4. Bezwykopowe uszczelnienia i naprawy sztywnymi powłokami	302
7.4.1. Uwagi wstępne	302
7.4.2. Przegląd technologii	303
7.5. Bezwykopowe uszczelnianie złączy opaskami gumowymi	309
7.6. Bezwykopowe naprawy z zastosowaniem robotów kanalizacyjnych	311
7.6.1. Uwagi wstępne	311
7.6.2. Opis sprzętu i sposobu wykonywania napraw za pomocą robotów kanalizacyjnych na przykładzie robota KA-TE	313
7.6.3. Inne roboty kanalizacyjne	317

7.7. Bezwykopowe naprawy niewłaściwych podłączeń przykanalików do kanałów	319
7.7.1. Uwagi wstępne	319
7.7.2. Technologie iniekcyjne	320
7.7.3. Technologie z zastosowaniem profili kapeluszowych	323
Literatura	325
8. Bezwykopowe naprawy kolektorów przełazowych oraz studzienek kanalizacyjnych i komór	329
<i>dr inż. Dariusz Zwierzchowski</i>	
8.1. Uwagi wstępne	329
8.2. Naprawy przełazowych kolektorów kanalizacyjnych	330
8.2.1. Naprawy konstrukcji kolektorów przełazowych z zastosowaniem modyfikowanych zapraw mineralnych	330
8.2.2. Uszczelnianie przecieków konstrukcji kolektorów przełazowych	335
8.2.3. Iniekcje konstrukcji przełazowych kolektorów kanalizacyjnych	336
8.3. Naprawy studzienek kanalizacyjnych i komór	342
8.3.1. Naprawy i uszczelnienia konstrukcji z zastosowaniem chemii budowlanej	342
8.3.2. Elementy prefabrykowane	343
8.3.3. Regulacja wysokościowa włączów studziennych	344
Literatura	346
9. Technologie bezwykopowej renowacji i rekonstrukcji z wyjątkiem technologii utwardzanych powłok żywicznych	347
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, dr inż. Emilia Kuliczkowska</i>	
9.1. Uwagi wstępne	347
9.2. Technologie natryskowe	350
9.2.1. Renowacja z zastosowaniem cementowania	350
9.2.2. Renowacja poprzez natrysk żywicy epoksydowej	358
9.2.3. Inne metody	359
9.3. Technologie z zastosowaniem ciągu długich złączonych rur	360
9.3.1. Uwagi wstępne	360
9.3.2. Renowacje i rekonstrukcje z zastosowaniem rur PE o mniejszych średnicach zewnętrznych od średnicy wewnętrznej odnawianego przewodu	360
9.3.3. Rekonstrukcja przewodów poprzez wprowadzenie do ich wnętrza rur stalowych lub z żeliwa sferoidalnego	365
9.4. Technologie z zastosowaniem krótkich modułów rur	367
9.5. Technologie ciasnopasowane z zastosowaniem rur PE i PVC	370
9.5.1. Uwagi wstępne	370
9.5.2. Renowacja lub rekonstrukcja przewodów rurami zdeformowanymi fabrycznie	370
9.5.3. Renowacja lub rekonstrukcja przewodów rurami o przekroju redukowanym bezpośrednio przed ich wprowadzeniem do odnawianego przewodu	373
9.5.4. Technologie stosowane w odnowie przewodów mało średnicowych	375
9.6. Technologie z zastosowaniem powłok polietylenowych z kołeczkami dystansowymi wzmacnianych iniektem	376
9.6.1. Technologie Sure Grip i Trolining	376
9.6.2. Odmiany technologii Trolining	378
9.7. Technologie nawojowe z zastosowaniem uzębrowanych taśm spiralnie zwijanych tworzących powłokę rurową	382
9.7.1. Opis technologii	382
9.7.2. Odmiany technologii powłok spiralnie zwijanych	384
9.8. Technologie montażowe odnowy kolektorów kanalizacyjnych przełazowych z zastosowaniem powłok wewnętrznych	389
9.8.1. Uwagi wstępne	389
9.8.2. Technologie montażowe rekonstrukcyjne	390
9.8.3. Technologie montażowe renowacyjne	391
9.9. Technologie odnowy przyłączy i przykanalików	397
9.10. Technologia liniowego uszczelniania z zastosowaniem środków chemicznych	400
Literatura	402
10. Technologie bezwykopowej renowacji i rekonstrukcji utwardzanymi powłokami żywicznymi	405
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, dr inż. Emilia Kuliczkowska</i>	

10.1. Uwagi wstępne	405
10.2. Czynniki, którymi różnią się technologie utwardzanych powłok żywicznych	408
10.3. Rodzaj materiałów tekstylnych nasączanych żywicą	410
10.3.1. Uwagi wstępne	410
10.3.2. Włókny filcowe	410
10.3.3. Wzmacniane kompozyty filcowe	411
10.3.4. Maty kompozytowe z włókien szklanych	417
10.3.5. Tkanie kompozyty na bazie szkła	418
10.3.6. Kompleksowo wzmacnione kompozyty szklane	420
10.4. Rodzaje żywic stosowanych do nasączania włókien, mat i tkanin	421
10.4.1. Uwagi wstępne	421
10.4.2. Żywiec poliestrowe	421
10.4.3. Żywiec winyloestrowe	423
10.4.4. Żywiec alkidowe	424
10.4.5. Żywiec epoksydowe	424
10.4.6. Żywiec bisfenolowe	426
10.5. Rodzaje folii ochronnych	427
10.5.1. Uwagi wstępne	427
10.5.2. Folie poliuretanowe (PUR)	428
10.5.3. Folie polietylenowe (PE)	429
10.5.4. Folie polipropylenowe (PP)	429
10.5.5. Folie z plastifikowanego polichlorku winylu (PVC)	430
10.5.6. Folie poliestrowe	430
10.5.7. Folie poliamidowe (PA)	431
10.6. Sposoby nasączania powłok żywicznych	432
10.6.1. Uwagi wstępne	432
10.6.2. Nasączanie fabryczne	432
10.6.3. Nasączanie bezpośrednie na miejscu instalacji	434
10.6.4. Inne sposoby nasączania powłok żywicznych	435
10.7. Sposoby instalacji powłok nasączonych żywicami	438
10.7.1. Uwagi wstępne	438
10.7.2. Inwersja za pomocą wody	438
10.7.3. Inwersja za pomocą sprężonego powietrza	441
10.7.4. Przeciąganie powłoki i następnie nadmuchiwanie jej powietrzem	442
10.7.5. Wciąganie i kalibrowanie	443
10.8. Sposoby utwardzania powłok żywicznych	444
10.8.1. Uwagi wstępne	444
10.8.2. Utwardzanie w warunkach otoczenia – „na zimno”	444
10.8.3. Utwardzanie poprzez cyrkulację gorącej wody	445
10.8.4. Utwardzanie poprzez cyrkulację strumienia pary	446
10.8.5. Utwardzanie z zastosowaniem promieni ultrafioletowych	447
10.9. Inne czynniki	450
10.9.1. Uwagi wstępne	450
10.9.2. Zakres średnic odnawianych przewodów	450
10.9.3. Sposoby łączenia końców powłok tekstylnych	450
10.9.4. Maksymalna długość jednorazowo instalowanej powłoki	451
10.9.5. Możliwość długotrwałego przechowywania powłok	451
10.9.6. Czas utwardzania powłok żywicznych	452
10.9.7. Parametry wytrzymałościowe powłok żywicznych po ich utwardzeniu	452
10.10. Zestawienie wybranych parametrów niektórych technologii utwardzanych powłok żywicznych	453
10.11. Technologie utwardzanych powłok żywicznych stosowane w rurociągach ciśnieniowych	458
10.11.1. Uwagi wstępne	458
10.11.2. Odnowa rurociągów utwardzaną powłoką żywiczną Phoenix przyklejaną do ich wnętrza w trakcie jej utwardzania	459
10.11.3. Odnowa rurociągów ciśnieniowych innymi powłokami żywicznymi	462
Literatura	463
11. Technologie bezwykopowej wymiany	467

<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, dr inż. Emilia Kuliczkowska</i>	
11.1. Uwagi wstępne	467
11.2. Technologie bezwykopowej wymiany przewodów z pozostawieniem zniszczonego starego przewodu w gruncie po zewnętrznej stronie nowo wprowadzonego	468
11.2.1. Opis technologii	468
11.2.2. Czynniki różniące technologie Pipe Bursting	470
11.2.3. Inne odmiany technologii	479
11.2.4. Uwagi dotyczące organizacji robot	482
11.3. Technologie bezwykopowej wymiany przewodów z usunięciem wymienianego przewodu ...	483
11.3.1. Uwagi wstępne	483
11.3.2. Technologia wymiany z zastosowaniem urządzeń do mikrotunelowania	484
11.3.3. Technologia wymiany z zastosowaniem urządzeń używanych w przewiercie sterowanym	485
11.3.4. Technologia wyciągania starych rur z gruntu	485
Literatura	487
12. Obliczenia hydrauliczne przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych poddawanych bezwykopowej renowacji lub rekonstrukcji	489
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, mgr inż. Piotr Dańczuk</i>	
12.1. Uwagi wstępne	489
12.2. Przykład obliczeń hydraulicznych dla przewodu kanalizacyjnego poddanego bezwykopowej renowacji kilkoma różnymi technologiami	491
12.3. Przykłady obliczeń hydraulicznych dla przewodów wodociągowych poddanych bezwykopowej renowacji	501
Literatura	505
13. Projektowanie konstrukcyjne przewodów odnawianych bezwykopowo	507
<i>dr inż. Urszula Kubicka</i>	
13.1. Wstęp	507
13.2. Obciążenia	508
13.2.1. Uwagi wstępne	508
13.2.2. Obciążenia stałe	508
13.2.3. Obciążenia zmienne	510
13.3. Siły wewnętrzne w powłokach konstrukcyjnych	513
13.4. Zasady wymiarowania powłok odnowieniowych	514
13.4.1. Wprowadzenie	514
13.4.2. Analiza naprężeń	516
13.4.3. Analiza odkształceń	517
13.4.4. Analiza stateczności powłoki odnowieniowej	519
13.4.5. Analiza wydłużeń	523
13.5. Wybrane problemy projektowania powłok w technologiach bezwykopowych	523
13.5.1. Problemy cienkościennych powłok PE stosowanych przy znacznych ubytkach czy rozsunięciach przewodów	523
13.5.2. Zmiana długości powłok odnowieniowych spowodowana ich wydłużalnością liniową	524
Literatura	526
14. Planowanie odnowy przewodów wodociągowych	527
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, dr inż. Emilia Kuliczkowska</i>	
14.1. Uwagi wstępne	527
14.2. Czynniki mające wpływ na decyzje dotyczące konieczności odnowy przewodów wodociągowych	528
14.2.1. Rodzaje uszkodzeń przewodów wodociągowych	528
14.2.2. Zmiany współczynnika bezpieczeństwa konstrukcyjnego przewodów wodociągowych spowodowane błędami projektowymi lub zaistnieniem pewnych niekorzystnych czynników w trakcie ich eksploatacji	534
14.2.3. Inne problemy eksploatacyjne	536
14.3. Wybrane strategie odnowy przewodów wodociągowych	545
14.3.1. Uwagi wstępne	545
14.3.2. Strategia odnowy przewodów wodociągowych na przykładzie Dortmundu	545
14.3.3. Strategia odnowy przewodów wodociągowych na przykładzie Zurychu	546

14.3.4. Strategia odnowy przewodów wodociągowych na przykładzie Stuttgartu	547
14.3.5. Strategia odnowy przewodów wodociągowych na przykładzie Erfurtu.	549
14.3.6. Strategia redukcji strat wody w sieci wodociągowej w Wielkiej Brytanii	552
Literatura	553
15. Planowanie odnowy przewodów kanalizacyjnych	555
<i>dr inż. Emilia Kuliczowska</i>	
15.1. Uwagi wstępne	555
15.2. Propozycja klasyfikacji uszkodzeń występujących w przewodach kanalizacyjnych	556
15.2.1. Uwagi wstępne.	556
15.2.2. Założenia proponowanej klasyfikacji	557
15.2.3. Propozycja karty danych o przewodzie kanalizacyjnym	573
15.2.4. Uwagi dotyczące zaproponowanej klasyfikacji uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych	576
15.3. Przyczyny i konsekwencje występowania uszkodzeń w przewodach kanalizacyjnych.	583
15.3.1. Uwagi wstępne.	583
15.3.2. Przyczyny i konsekwencje wystąpienia przeszkód w przepływie ścieków	583
15.3.3. Przyczyny i konsekwencje wystąpienia nieszczelności w przewodach kanalizacyjnych	585
15.3.4. Przyczyny i konsekwencje wystąpienia przemieszczeń rur.	587
15.3.5. Uszkodzenia zmniejszające nośność konstrukcji przewodów kanalizacyjnych	588
15.3.6. Specyficzne uszkodzenia występujące wyłącznie w przewodach kanalizacyjnych z rur podatnych	591
15.3.7. Wnioski	592
15.4. Matematyczny model planowania bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych	593
15.4.1. Uwagi wstępne.	593
15.4.2. Wielkości wejściowe	595
15.4.3. Wielkości wyjściowe	598
15.4.4. Założenia.	600
15.4.5. Kryteria planowania odnowy przewodów kanalizacyjnych.	602
15.4.6. Zapis matematyczny modelu.	602
15.4.7. Wnioski	605
15.5. Przykłady zastosowań modelu matematycznego planowania bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych	606
15.5.1. Uwagi wstępne.	606
15.5.2. Przykład nr 1 dotyczący przewodu kanalizacyjnego żelbetowego ogólnospławnego Ø 600 mm	606
15.5.3. Przykład nr 2 dotyczący przewodu kanalizacyjnego żelbetowego deszczowego Ø 1000 mm	610
15.5.4. Przykład nr 3 dotyczący przewodu kanalizacyjnego betonowego sanitarnego Ø 200 mm	614
Literatura	616
16. Rury stosowane w technologiach bezwykopowych	619
<i>dr inż. Urszula Kubicka, dr inż. Agata Zwierzechowska</i>	
16.1. Uwagi wstępne	619
16.2. Własności materiałowe rur	620
16.2.1. Rury o konstrukcji sztywnej i sprężystej	620
16.2.2. Rury z tworzyw sztucznych	627
16.3. Rury stosowane w bezwykopowej budowie	635
16.3.1. Uwagi wstępne.	635
16.3.2. Rury o konstrukcji sztywnej i sprężystej stosowane w bezwykopowej budowie	635
16.3.3. Rury z tworzyw sztucznych stosowane w bezwykopowej budowie	650
16.4. Rury stosowane w technologiach bezwykopowej odnowy.	656
16.4.1. Uwagi wstępne.	656
16.4.2. Rury o konstrukcji sztywnej i sprężystej	656
16.4.3. Rury z tworzyw sztucznych	658
Literatura	670
17. Innowacyjny projekt bezwykopowej budowy dwufunkcyjnego, wielkowymiarowego kolektora kanalizacyjnego	673
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczowski, mgr inż. Piotr Dańczuk</i>	

17.1. Uwagi wstępne	673
17.2. Aspekty hydrologiczne	676
17.3. Aspekty hydrauliczne	677
17.4. Aspekty geologiczne	680
17.5. Charakterystyka zastosowanych urządzeń do budowy kolektora	682
17.6. Aspekty konstrukcyjne i eksploatacyjne	684
17.7. Uwagi końcowe	687
Literatura	688
18. Inne rozwiązania bezwykopowe	689
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, mgr inż. Piotr Kuliczkowski</i>	
18.1. Uwagi wstępne	689
18.2. Bezwykopowy montaż kabli światłowodowych we wnętrzu eksploatowanych przewodów	689
18.3. Bezwykopowy montaż wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych	696
18.3.1. Uwagi wstępne	696
18.3.2. Bezwykopowa lub w wykopie budowa przewodów kanalizacyjnych z rur z wbudowanymi wymiennikami ciepła	697
18.3.3. Bezwykopowa odnowa przewodów kanalizacyjnych połączona z montażem wymienników ciepła	698
18.3.4. Bezwykopowy montaż obudowanych wymienników ciepła w przełazowych kolektorach kanalizacyjnych	699
18.3.5. Bezwykopowy montaż nie obudowanych wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych	702
18.4. Bezwykopowa odnowa przewodów powłoką żywiczną z dwoma niezależnymi przekrojami o wielofunkcyjnych zastosowaniach	702
18.5. Tunele wieloprzewodowe	704
Literatura	708
19. Bezpieczeństwo prowadzenia prac w technologiach bezwykopowych	711
<i>dr inż. Dariusz Zawierchowski</i>	
19.1. Uwagi wstępne	711
19.2. Zabezpieczenie terenu prowadzenia robót	711
19.3. Zabezpieczenie pracowników wykonujących prace na sieci kanalizacyjnej	713
19.3.1. Bezpieczeństwo prowadzenia prac na sieci kanalizacyjnej	713
19.3.2. Warunki higieniczno-sanitarne, jakie należy zapewnić pracownikom zajmującym się pracami na sieci kanalizacyjnej	720
Literatura	721
20. Polskie osiągnięcia w branży technologii bezwykopowych	723
<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, dr inż. Justyna Lisowska</i>	
20.1. Uwagi wstępne	723
20.2. Pierwsze polskie prace naukowe dotyczące technologii bezwykopowych	724
20.3. Pierwsze polskie czasopisma z zakresu technologii bezwykopowych	726
20.4. Pierwsze polskie organizacje promujące technologie bezwykopowe	727
20.5. Pierwsze organizowane w Polsce międzynarodowe konferencje o tematyce bezwykopowej „No-Dig” we współpracy z Międzynarodowym Stowarzyszeniem Technologii Bezwykopowych	728
20.6. Uzyskanie przez Polskę po raz pierwszy prestiżowej międzynarodowej nagrody „No-Dig Award” w 2002 r. w kategorii „Najlepszy bezwykopowy projekt roku na świecie” ..	729
20.7. Uzyskanie przez Polskę kolejnej nagrody „No-Dig Award” w 2008 r. za zorganizowanie pierwszego na świecie studium podyplomowego „Technologie Bezwykopowe w Inżynierii Środowiska”	730
20.8. Polskie osiągnięcia w zakresie diagnostyki przewodów kanalizacyjnych	732
20.9. Skonstruowanie pierwszego w Polsce przebijaka kanalizacyjnego, tzw. kreta	734
Literatura	735
Wkładka reklamowa	737
Część I. Reklamy firm	
Część II. Katalog firm	