

# SPIS TREŚCI

<b>Od Wydawcy</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>Przedmowa</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>Rozdział 1. Wiadomości ogólne</b> . . . . .	<b>15</b>
1.1. Scentralizowane systemy dostawy ciepła – podstawowe informacje i definicje . .	<b>15</b>
1.2. Klasyfikacja sieci ciepłych (ciepłowniczych). . . . .	<b>18</b>
1.2.1. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na rodzaj nośnika ciepła . . . . .	<b>18</b>
1.2.2. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na temperaturę nośnika ciepła. . . . .	<b>19</b>
1.2.3. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na ciśnienie robocze . . . . .	<b>20</b>
1.2.4. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na rodzaj zapotrzebowania na moc cieplną . . . . .	<b>20</b>
1.2.5. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na liczbę przewodów . . . . .	<b>20</b>
1.2.6. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na sposób budowy . . . . .	<b>24</b>
1.2.7. Klasyfikacja sieci ciepłych ze względu na układ geometryczny . . . . .	<b>26</b>
1.2.8. Klasyfikacja sieci ciepłowniczych ze względu na znaczenie w systemie ciepłowniczym . . . . .	<b>27</b>
1.2.9. Podział sieci ciepłych ze względu na rodzaj zasilanego obszaru . . . . .	<b>28</b>
1.3. Stan prawny w dziedzinie sieci ciepłowniczych . . . . .	<b>28</b>
1.3.1. Ustawy i rozporządzenia . . . . .	<b>28</b>
1.3.2. Normy zharmonizowane . . . . .	<b>30</b>
1.3.3. Normy krajowe . . . . .	<b>32</b>
1.3.4. Inne źródła . . . . .	<b>32</b>
<b>Rozdział 2. Elementy budowy i wyposażenia kanałowych i nadziemnych wodnych sieci ciepłowniczych</b> . . . . .	<b>33</b>
2.1. Przewody i armatura sieci ciepłowniczych . . . . .	<b>33</b>
2.1.1. Przewody . . . . .	<b>33</b>
2.1.2. Armatura odcinająca . . . . .	<b>38</b>
2.1.2. Armatura pomocnicza: odpowietrzenie i odwodnienie, obejście obiegowe . .	<b>40</b>
2.2. Aparatura kontrolno-pomiarowa w sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>43</b>
2.3. Podpory i zamocowania przewodów sieci ciepłowniczych . . . . .	<b>45</b>

## SPIS TREŚCI

2.3.1. Podpory i zamocowania przesuwne . . . . .	45
2.3.2. Podpory stałe . . . . .	48
2.3.3. Elementy konstrukcyjne w sieci ciepłowniczej . . . . .	51
2.4. Elementy kompensujące wydłużenie cieplne w sieciach kanałowych i nadziemnych . . . . .	57
2.4.1. Układy samokompensacji w sieciach kanałowych i nadziemnych . . . . .	57
2.4.2. Wydłużki w sieciach kanałowych i nadziemnych . . . . .	57
2.5. Izolacja cieplna przewodów . . . . .	59

### **Rozdział 3. Elementy budowy i wyposażenia preizolowanych wodnych sieci ciepłowniczych . . . . . 65**

3.1. Przewody i armatura preizolowanych sieci ciepłowniczych. . . . .	65
3.1.1. Przewody preizolowanych sieci ciepłowniczych. . . . .	65
3.1.2. Armatura odcinająca w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	71
3.1.3. Armatura pomocnicza w preizolowanych sieciach ciepłowniczych: odpowietrzenie i odwodnienie . . . . .	72
3.2. Aparatura kontrolno-pomiarowa w preizolowanej sieci ciepłowniczej . . . . .	73
3.3. Elementy kompensujące wydłużenie cieplne w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	73
3.3.1. Układy samokompensacji w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	73
3.3.2. Wydłużki startowe w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	74
3.4. Elementy konstrukcyjne w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	75
3.5. Elementy systemu alarmowego w preizolowanych sieciach ciepłowniczych . . . . .	75

### **Rozdział 4. Podstawy fizyczne przepływu nośnika ciepła . . . . . 79**

4.1. Właściwości fizyczne wody w ujęciu komputerowym . . . . .	79
4.2. Równania ruchu płynu . . . . .	80
4.3. Przepływ wody w przewodach sieci ciepłowniczej . . . . .	87
4.4. Obliczenia strat ciśnienia w promieniowej sieci ciepłowniczej . . . . .	90
4.5. Obliczenia strat ciśnienia w pierścieniowej sieci ciepłowniczej . . . . .	91

### **Rozdział 5. Podstawy fizyczne przepływu ciepła . . . . . 95**

5.1. Równania przekazywania ciepła: przewodzenia, przejmowania i promieniowania . . . . .	95
5.2. Straty ciepła do otoczenia i schłodzenie nośnika ciepła w przewodach sieci ciepłowniczej – podstawy teoretyczne . . . . .	108

<b>Rozdział 6. Obliczenia cieplne i hydrauliczne sieci ciepłowniczej</b> . . . . .	<b>117</b>
6.1. Zasady wyznaczania bilansu cieplnego obszaru objętego zasięgiem sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>117</b>
6.2. Zasady wyznaczania parametrów sieci i strumienia masy nośnika ciepła w odcinkach sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>121</b>
6.3. Wspomagane komputerowo obliczenia hydrauliczne (strat ciśnienia) w sieci promieniowej . . . . .	<b>125</b>
6.4. Wspomagane komputerowo obliczenia hydrauliczne (strat ciśnienia) w sieci pierścieniowej . . . . .	<b>130</b>
6.5. Wykres ciśnienia w sieci ciepłowniczej z uwzględnieniem zasięgu sieci i konfiguracji terenu wraz z wytycznymi do projektowania pompowni sieciowych . . . . .	<b>133</b>
6.6. Elementy regulacji ciśnienia w sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>137</b>
6.7. Sposoby zabezpieczenia elementów sieci ciepłowniczej przed kawitacją i pulsacją ciśnienia . . . . .	<b>140</b>
6.8. Regulacja parametrów operacyjnych sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>143</b>
6.9. Wpływ obniżenia temperatury wody powrotnej na wielkość strumienia nośnika ciepła w sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>148</b>
6.10. Wpływ obniżenia temperatury wody zasilającej na wielkość strumienia nośnika ciepła w sieci ciepłowniczej . . . . .	<b>151</b>
<b>Rozdział 7. Pompownie sieciowe</b> . . . . .	<b>153</b>
7.1. Dobór parametrów pompowni sieciowej . . . . .	<b>153</b>
7.2. Dobór pomp w pompowni sieciowej . . . . .	<b>154</b>
7.3. Schemat ideowy pompowni sieciowej . . . . .	<b>157</b>
7.4. Algorytmy regulacji pompowni sieciowej . . . . .	<b>158</b>
7.5. Budynek pompowni sieciowej . . . . .	<b>160</b>
<b>Rozdział 8. Powiązanie sieci ciepłowniczej ze źródłem ciepła</b> . . . . .	<b>163</b>
8.1. Optymalny schemat kotłowni współpracującej z siecią ciepłowniczą . . . . .	<b>163</b>
8.2. Optymalny schemat bloku elektrociepłowni współpracującej z siecią ciepłowniczą . . . . .	<b>165</b>
8.3. Zasady doboru zasobnika ciepła w elektrociepłowni . . . . .	<b>167</b>
8.4. Zasady współpracy sieci ciepłowniczej z odnawialnymi źródłami ciepła i małymi układami kogeneracji . . . . .	<b>169</b>

## SPIS TREŚCI

<b>Rozdział 9. Straty ciepła i schłodzenie nośnika ciepła w sieci ciepłowniczej</b> .....	<b>171</b>
9.1. Dobór grubości izolacji przewodów sieci ciepłowniczej .....	171
9.2. Wspomagane komputerowo obliczenie chwilowych i sezonowych strat ciepła w sieci ciepłowniczej .....	171
9.3. Wpływ grubości izolacji przewodów na sezonowe straty ciepła .....	185
9.4. Wpływ obniżenia temperatury wody sieciowej na wielkość sezonowych strat ciepła w systemie ciepłowniczym .....	186
9.5. Wspomagane komputerowo obliczenie schłodzenia nośnika ciepła na drodze przepływu .....	189
<b>Rozdział 10. Obliczenia wytrzymałościowe kanałowych i nadziemnych sieci ciepłowniczych</b> .....	<b>191</b>
10.1. Wydłużenie cieplne przewodów kanałowej i nadziemnej sieci ciepłowniczej ..	191
10.2. Wyznaczenie położenia podpór stałych .....	193
10.3. Dobór i lokalizacja elementów kompensujących wydłużenie cieplne przewodów kanałowej i nadziemnej sieci ciepłowniczej .....	194
10.4. Wyznaczenie sił działających na podpory przesuwne i stałe .....	199
10.5. Wytyczne do projektu konstrukcyjnego sieci ciepłowniczej .....	205
<b>Rozdział 11. Uprozczone obliczenia wytrzymałościowe preizolowanych sieci ciepłowniczych</b> .....	<b>207</b>
11.1. Rozkład naprężeń i sił osiowych w rurociągu o zmiennej temperaturze, wydłużenie przewodu .....	208
11.2. Technika montażu przewodów preizolowanej sieci ciepłowniczej .....	216
11.3. Dobór elementów kompensujących wydłużenie cieplne przewodów preizolowanej sieci ciepłowniczej .....	221
11.4. Wyznaczenie sił działających na podpory stałe w preizolowanych sieciach ciepłowniczych .....	226
<b>Rozdział 12. Systemy alarmowe preizolowanych sieci ciepłowniczych</b> .....	<b>229</b>
12.1. Zasady budowy schematu ideowego rezystancyjnego systemu alarmowego ..	229
12.2. Zasady budowy schematu ideowego impulsowego systemu alarmowego ..	233

<b>Rozdział 13. Kształtowanie trasy i wysokości położenia sieci ciepłowniczej w terenie zurbanizowanym . . . . .</b>	<b>237</b>
13.1. Uwarunkowania lokalizacyjne sieci ciepłowniczej i zasady ogólne . . . . .	237
13.2. Kształtowanie trasy i wysokości położenia sieci kanałowej . . . . .	244
13.3. Kształtowanie trasy i wysokości i położenia sieci nadziemnej . . . . .	245
13.4. Kształtowanie trasy i wysokości i położenia sieci preizolowanej. . . . .	246
13.5. Powiązanie preizolowanych sieci ciepłowniczych z sieciami nadziemnymi i kanałowymi . . . . .	250
<b>Rozdział 14. Projekt budowlany sieci ciepłowniczej – część cieplna i hydrauliczna . . . . .</b>	<b>253</b>
14.1. Dane wejściowe do projektu sieci ciepłowniczej . . . . .	254
14.1.1. Mapy do celów projektowych. . . . .	255
14.1.2. Badania geologiczne i hydrologiczne . . . . .	256
14.1.3. Wypis z rejestru własności gruntów . . . . .	258
14.1.4. Dokumenty organów architektoniczno-budowlanych . . . . .	259
14.1.5. Warunki techniczne przyłączenia do sieci ciepłowniczej. . . . .	260
14.1.6. Projekt lub bilans cieplny węzłów cieplnych w budynkach . . . . .	261
14.2. Opis techniczny do projektu budowlanego sieci ciepłowniczej. . . . .	262
14.3. Obliczenia projektowe . . . . .	264
14.4. Część rysunkowa projektu sieci ciepłowniczej . . . . .	265
14.5. Niezbędne uzgodnienia lokalizacyjne i merytoryczne z podmiotami zewnętrznymi . . . . .	271
14.6. Projekt techniczny sieci ciepłowniczej . . . . .	272
<b>Rozdział 15. Nadzór inwestorski nad budową sieci ciepłowniczej . . . . .</b>	<b>275</b>
15.1. Zakres działania inspektora nadzoru na budowie sieci ciepłowniczej . . . . .	275
15.1.1. Zapoznanie się z dokumentacją techniczną i jej merytoryczna ocena . . . . .	278
15.1.2. Ustalenia zasad współpracy z wykonawcą . . . . .	279
15.1.3. Bieżąca kontrola jakości wykonywanych robót . . . . .	279
15.1.4. Udział w próbach i odbiorach częściowych (robót zanikających). . . . .	280
15.1.5. Udział w niezbędnych badaniach . . . . .	280
15.1.6. Udział w odbiorze końcowym. . . . .	281

## SPIS TREŚCI

15.1.7. Potwierdzenie wykonanych robót i usunięcia wad . . . . .	282
15.1.8. Kontrola finansowa realizacji zadania . . . . .	282
15.2. Elementy robót przy wykonawstwie preizolowanej sieci ciepłowniczej wraz z zakresem czynności kontrolnych Inspektora Nadzoru . . . . .	283
15.2.1. Przekazanie i zagospodarowanie terenu budowy . . . . .	284
15.2.2. Składowanie materiałów . . . . .	285
15.2.3. Wytyczenie trasy sieci ciepłowniczej . . . . .	285
15.2.4. Rozbiórka nawierzchni . . . . .	286
15.2.5. Wykopy . . . . .	286
15.2.6. Podsypka . . . . .	287
15.2.7. Ułożenie rurociągów w wykopie . . . . .	287
15.2.8. Wykonanie stref kompensacyjnych . . . . .	287
15.2.9. Połączenia spawane rurociągów i ich badanie . . . . .	287
15.2.10. Montaż kompensatorów jednorazowych (opcjonalnie) . . . . .	290
15.2.11. Montaż armatury . . . . .	290
15.2.12. Montaż złączy rurociągów i badanie ich szczelności . . . . .	290
15.2.13. Przejścia przez przegrody budowlane . . . . .	291
15.2.14. Odcinkowa próba ciśnieniowa . . . . .	291
15.2.15. Podgrzew wstępny (opcjonalnie) . . . . .	291
15.2.16. Testy odcinkowe systemu alarmowego . . . . .	291
15.2.17. Płukanie rurociągów . . . . .	292
15.2.18. Wykonanie elementów konstrukcyjnych (opcjonalnie). . . . .	292
15.2.19. Przejścia w przeciskach i rurach ochronnych (opcjonalnie) . . . . .	292
15.2.20. Kompleksowe testy systemu alarmowego. . . . .	293
15.2.21. Geodezyjna inwentaryzacja powykonawcza . . . . .	293
15.2.22. Zasypanie wykopów i zagęszczenie gruntu . . . . .	293
15.2.23. Odtworzenie nawierzchni . . . . .	293
15.2.24. Odbiór końcowy i przekazanie do użytkowania. . . . .	294
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>297</b>
<b>Załącznik. Programy kalkulacyjne . . . . .</b>	<b>303</b>
<b>Wykaz rysunków . . . . .</b>	<b>305</b>
<b>Wykaz tabel . . . . .</b>	<b>313</b>