

Ciepłownictwo

OGRZEWANIE ZDALACZYNNE

kotłownie lokalne
ciepłownie
elektrociepłownie

ŹRÓDŁA

SIECI

ODBIORCY

grupy budynków;
węzły grupowe

pojedyncze budynki;
węzły budynkowe

instalacje wewnętrzne

promieniowe

pierścieniowe

przewodzenie

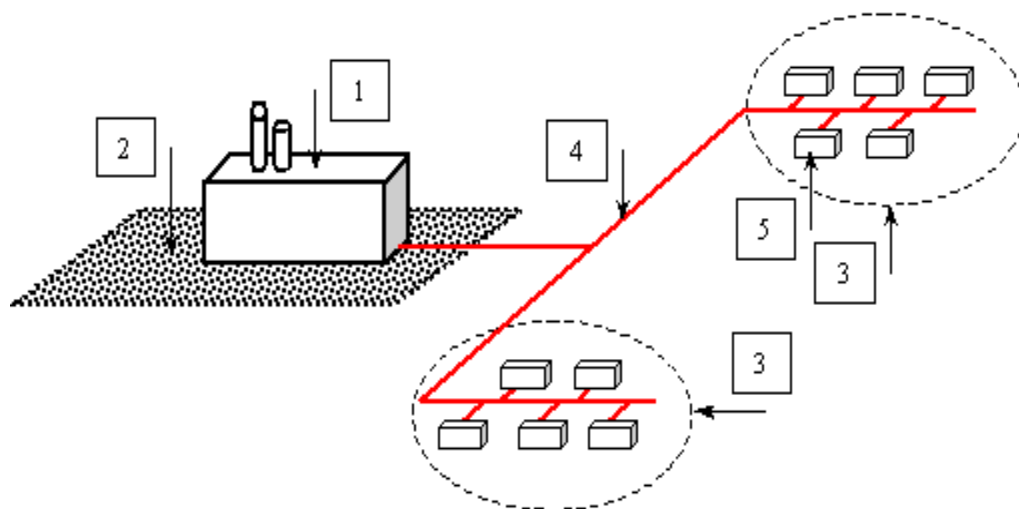
czynnik i parametry

wodne

parowe

wysoko- i nisko-
temperaturowe

wysoko-
i niskoprężne



Schemat ogrzewania zdalaczynnego: 1 – zewnętrzne źródło ciepła, 2 – teren źródła ciepła, 3 – rejony zaopatrywane w ciepło, 4 – sieć ciepłownicza, 5 – poszczególne budynki.

Nośnikiem ciepła zdalaczynnego może być woda lub para wodna; wybór w tym zakresie wynika głównie z rodzaju potrzeb cieplnych. **Gdy potrzebami tymi są ogrzewanie, wentylacja i ciepła woda, najlepiej stosować wodne, niskotemperaturowe układy ciepłownicze, których parametry wynoszą 100/70°C.** Obecnie unika się projektowania systemów o rozpiętości powyżej 1km. Przy większych rozpiętościach stosować można układy o parametrach 115(130)/70°C, a więc rozwiązania średnio- i wysokotemperaturowe. Gdy jedną z potrzeb jest uzyskanie ciepła na cele technologiczne, wówczas należy rozważyć możliwość zastosowania dodatkowych źródeł ciepła. Kłopoty z prowadzeniem i eksploatacją sieci parowych powoduje, że z rozwiązań takich korzysta się rzadko.

Zasadnicze znaczenie dla ogrzewań zdalaczynnych ma suma wszystkich potrzeb cieplnych odbiorców, czyli całkowite zapotrzebowanie ciepła

$$Q_{co} = K \times q_{co} \quad Q_{cwu} = K \times q_{cwu} \quad Q_w = K_i \times q_w$$

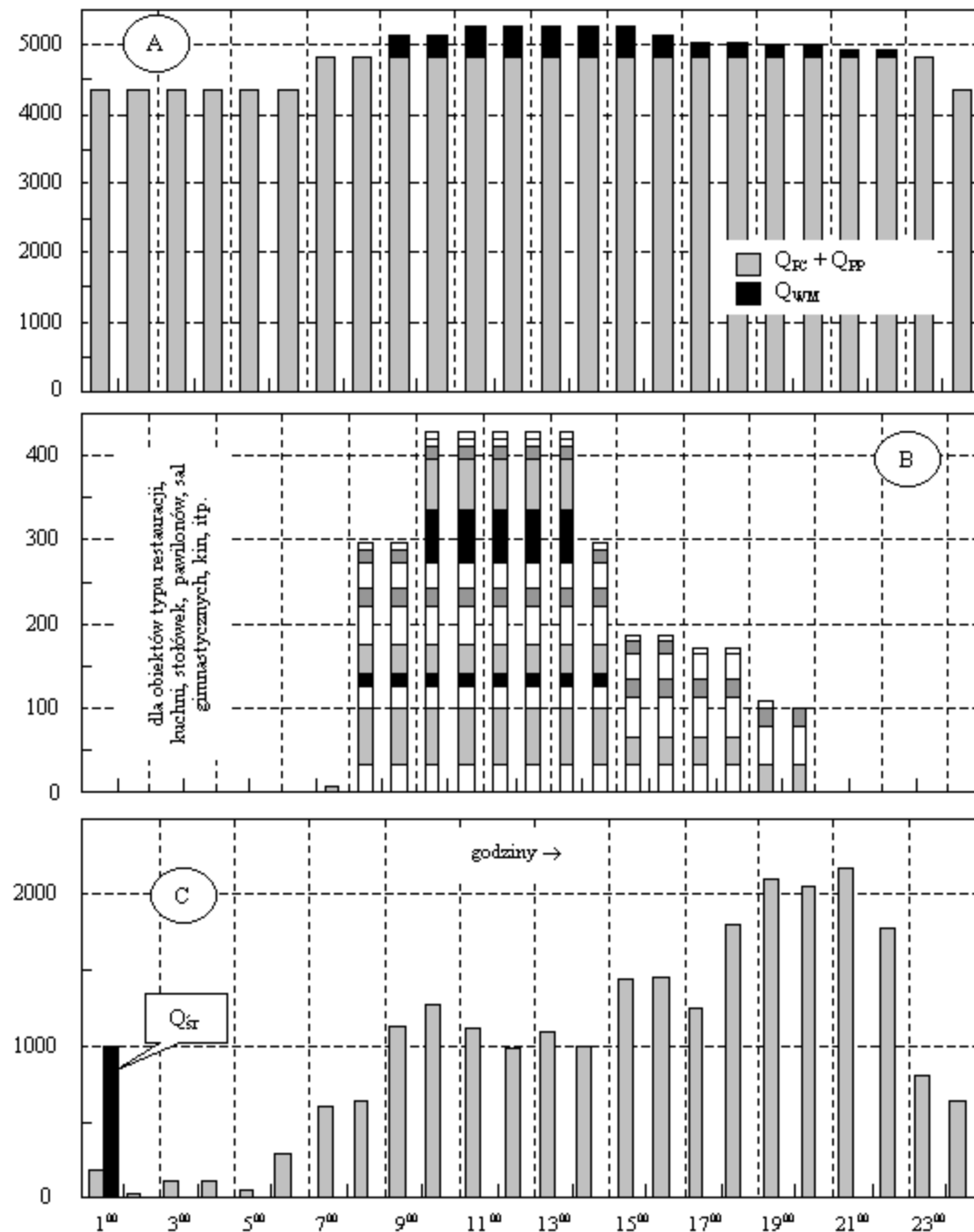
K_i jest wewnętrzną kubaturą ogrzewanych pomieszczeń (m^3), zaś q to wskaźnik (W/m^3) odpowiedni dla kolejnego rodzaju potrzeby cieplnej

Wskaźniki zapotrzebowanie mocy cieplnej na cele ogrzewania (q).

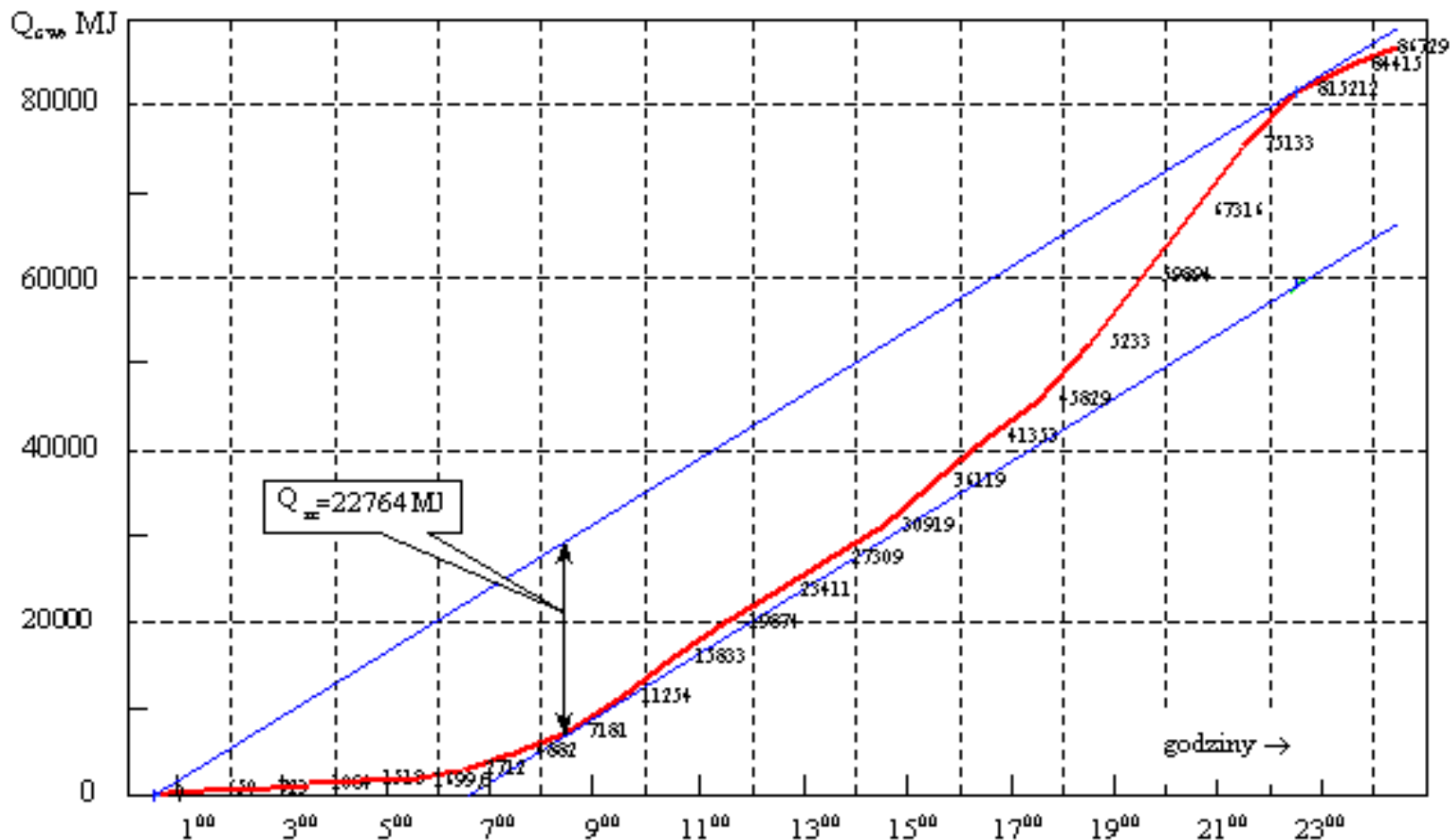
<i>Dla budownictwa mieszkaniowego, W/m³</i>					
Liczba mieszkańców	Wysokość budynku	Ogrzewanie	Wentylacja	ciepła woda	Suma
> 300000	niski	33,0	—	11,6	44,6
	wysoki	21,0	1,4 ^(a)	3,5	25,9
100000+300000	niski	33,0	—	11,6	44,6
	wysoki	21,0	—	2,9	23,9
<100000	niski	33,0	—	9,3	42,3
	wysoki	21,0	—	2,3	23,3
<i>Dla budownictwa usługowego, W/m³</i>					
Przeznaczenie budynków		ogrzewanie	wentylacja	ciepła woda	suma
szpitale		27,5	9,3	9,3	46,1
przychodnie		27,5	2,3	3,5	33,3
apteki		21,0	2,3	3,5	26,8
teatry		16,0	21,0	2,3	39,3
kina		14,0	31,5	0,6	46,1
szkoły		20,0	2,3	3,5	26,8
domy dziecka		22,0	5,2	5,8	33,0
biura		20,0	1,2	1,2	22,4
garaże osiedlowe		18,6	—	—	18,6
garaże miejskie (wielopiętrowe)		14,0	35,0	5,0	54,0
stacje obsługi		20,0	29,0	5,8	54,6
wyższe uczelnie		20,0	3,5	1,7	25,2
<i>Dla budownictwa przemysłowego, W/m³</i>					
Rodzaj przemysłu		ogrzewanie	wentylacja	ciepła woda	suma
chemiczny		26,0	16,9	7,0	49,9
elektrochemiczny		23,0	21,0	3,5	47,5
budowlany		30,8	16,9	1,2	48,9
metalowy		21,5	19,2	2,3	43,0
maszynowy		23,8	14,0	2,3	40,1
spożywczy		19,8	16,9	2,3	39,0

(a) – budynki wysokie o ilości pięter powyżej 25 powinny mieć wentylację mechaniczną.

**Dobowe wykresy
zapotrzebowania ciepła
osiedla zamieszanego
przez 4000 użytkowników
(A) na cele ogrzewania i
wentylacji budynków
mieszkalnych (B),
wentylacji mechanicznej
budynków usługowych (C)
oraz ciepłej wody
(przykład)**

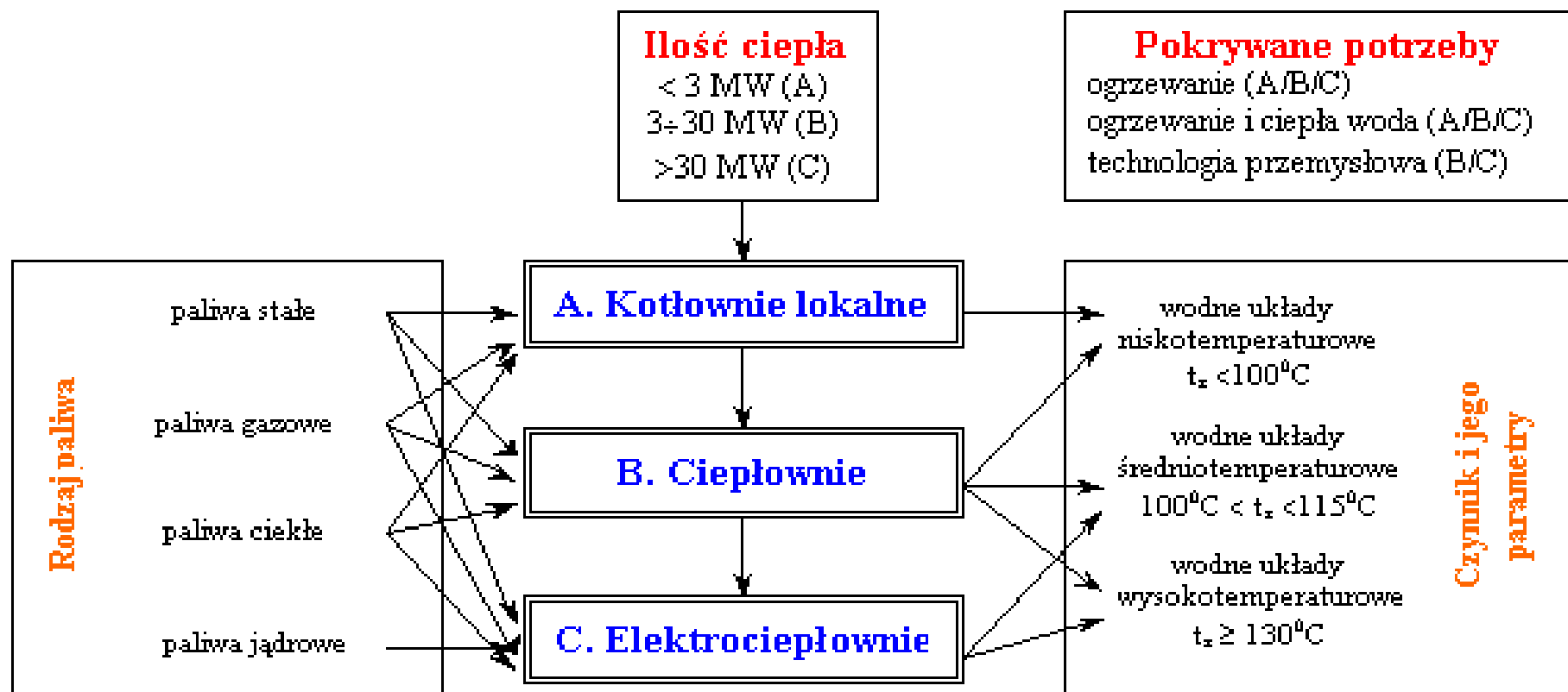


Dane takie ilustrują zmiany obciążeń cieplnych, które po nałożeniu stanowią nie tylko określają program godzinowego obciążenia cieplnego centrali cieplnej, ale również podstawę doboru urządzeń cieplnych

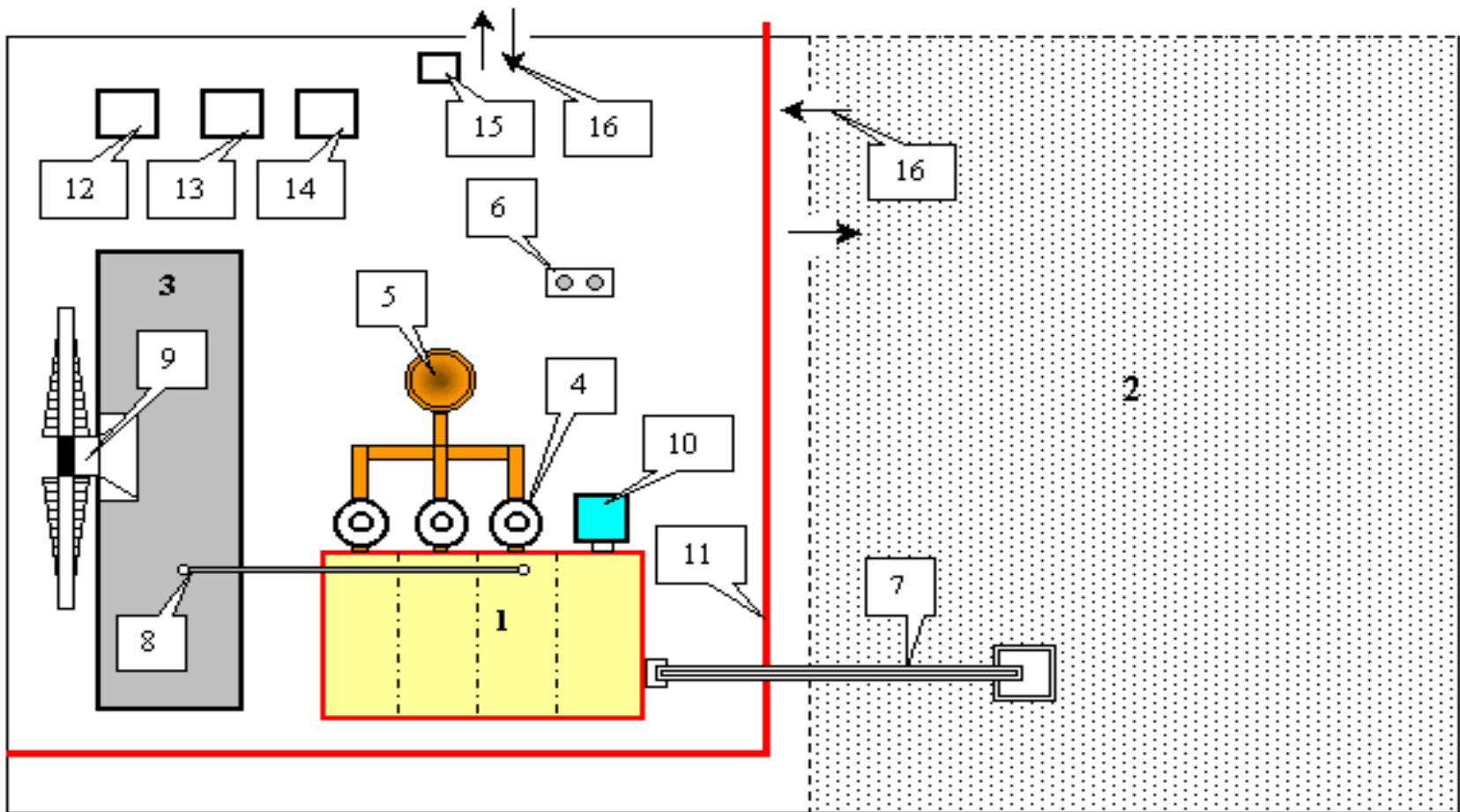


Przykład wykresu łącznych (skumulowanych) potrzeb cieplnych do celów akumulacji ciepłej wody w zasobnikach ciepła (Q_{zc})

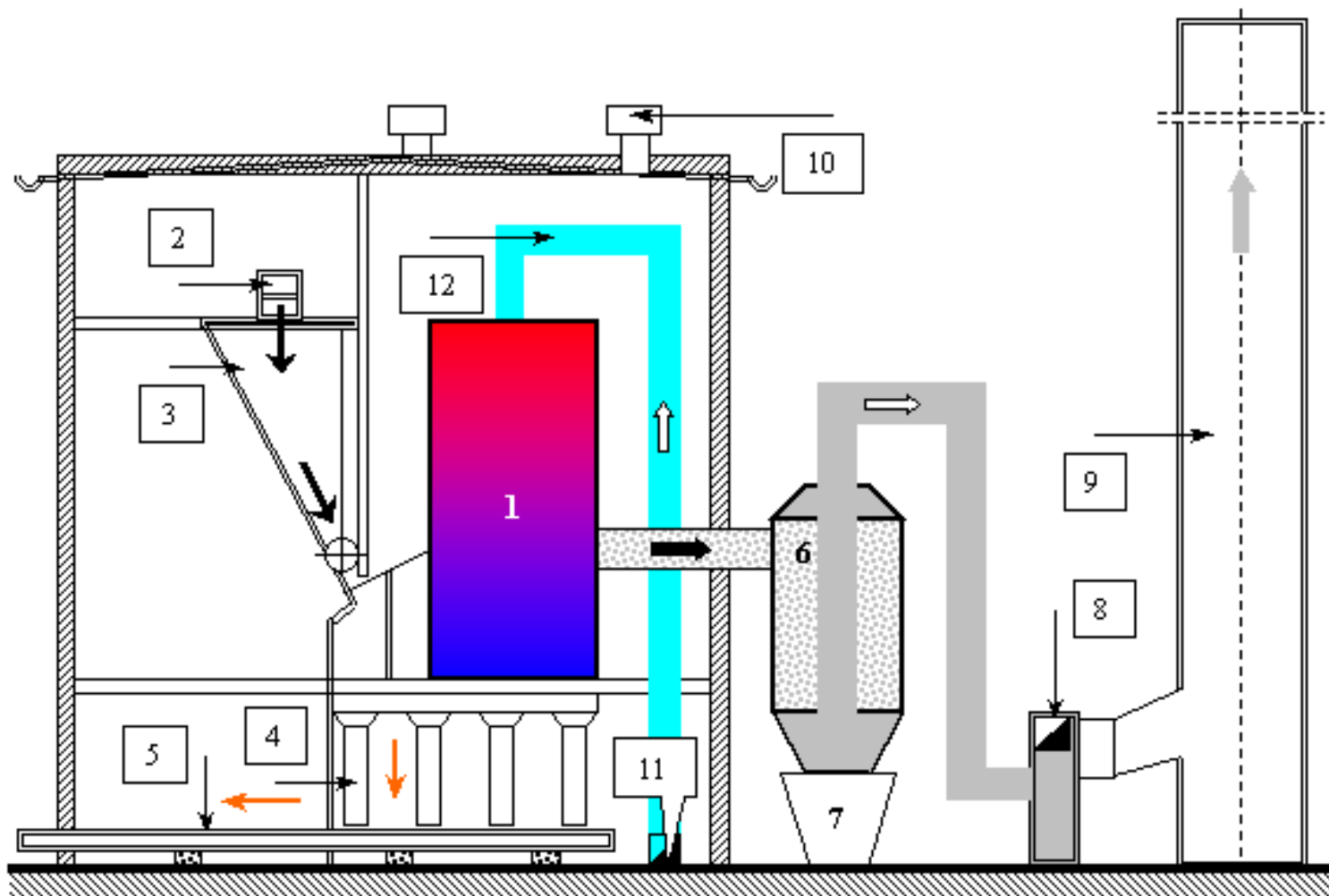
Źródła ciepła



Kotłownie lokalne są przeznaczone dla grupy budynków położonych w obrębie miast. Ponieważ mają one niewielki zasięg stosuje się w nich głównie rozwiązania niskotemperaturowe. Najczęściej zlokalizowane są pośrodku zabudowy. W przypadku **ciepłowni lub elektrociepłowni** lokalizowanych poza terenem zabudowanym pokrywane potrzeby mogą obejmować dostawę ciepła do celów przemysłowych.

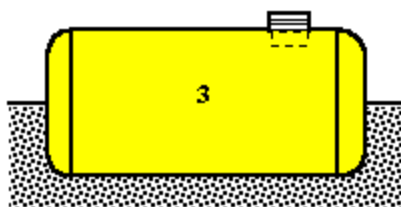
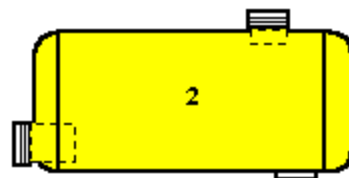
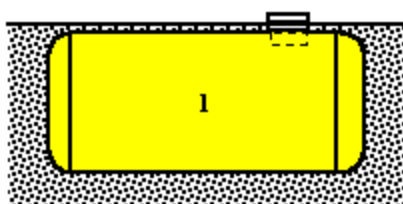


Przykład zagospodarowania terenu centrali ciepłowniczej na paliwo stałe: 1 – budynek kotłowni właściwej, 2 – skład opału, 3 – skład żużla, 4 – urządzenia odpylające, 5 – komin, 6 – zbiorniki na pył (z urządzeń odpylających), 7 – estakada do nawęglania (wraz z tzw. zsypnicą paliwa), 8 – transport żużla, 9 – zsypnica żużla z tunelem; 10 – stacja uzdatniania wody; 11 - trasy sieci ciepłowniczej, 12 – warsztaty, 13 – magazyn, 14 – biura (administracja), 15 – portiernia, 16 - komunikacja.

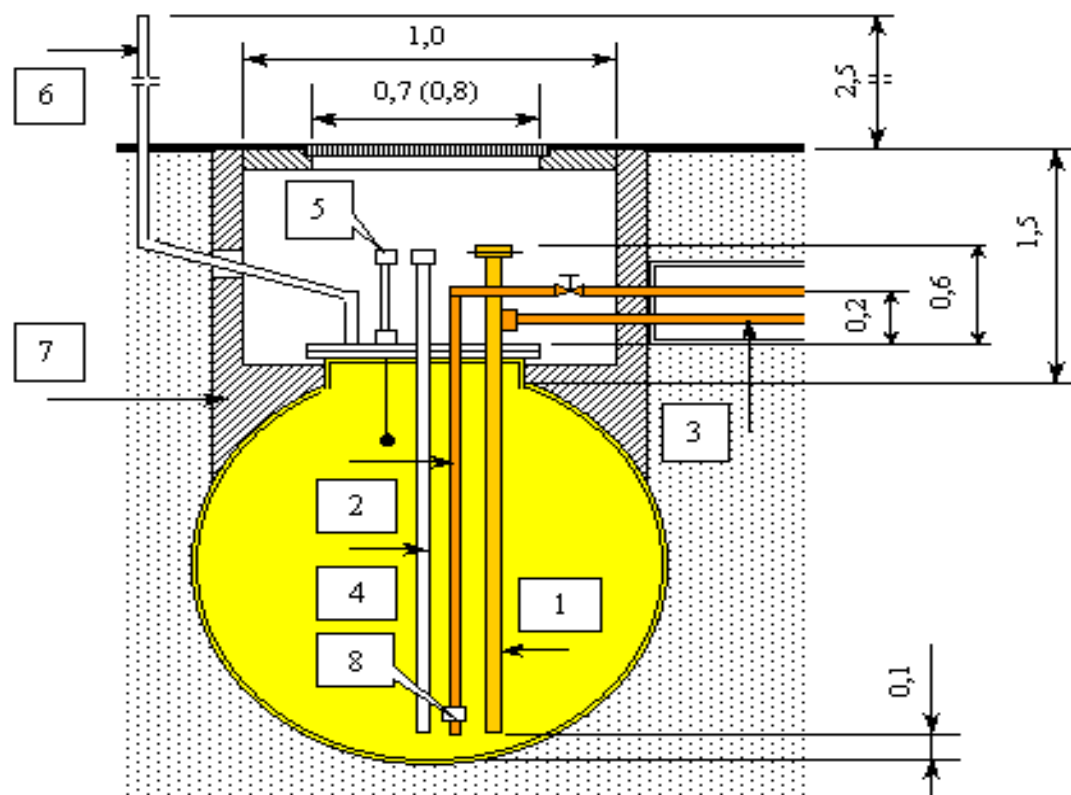


Przekrój ciepłowni z nawęglaniem i odzужlaniem kotłůw węglowych:

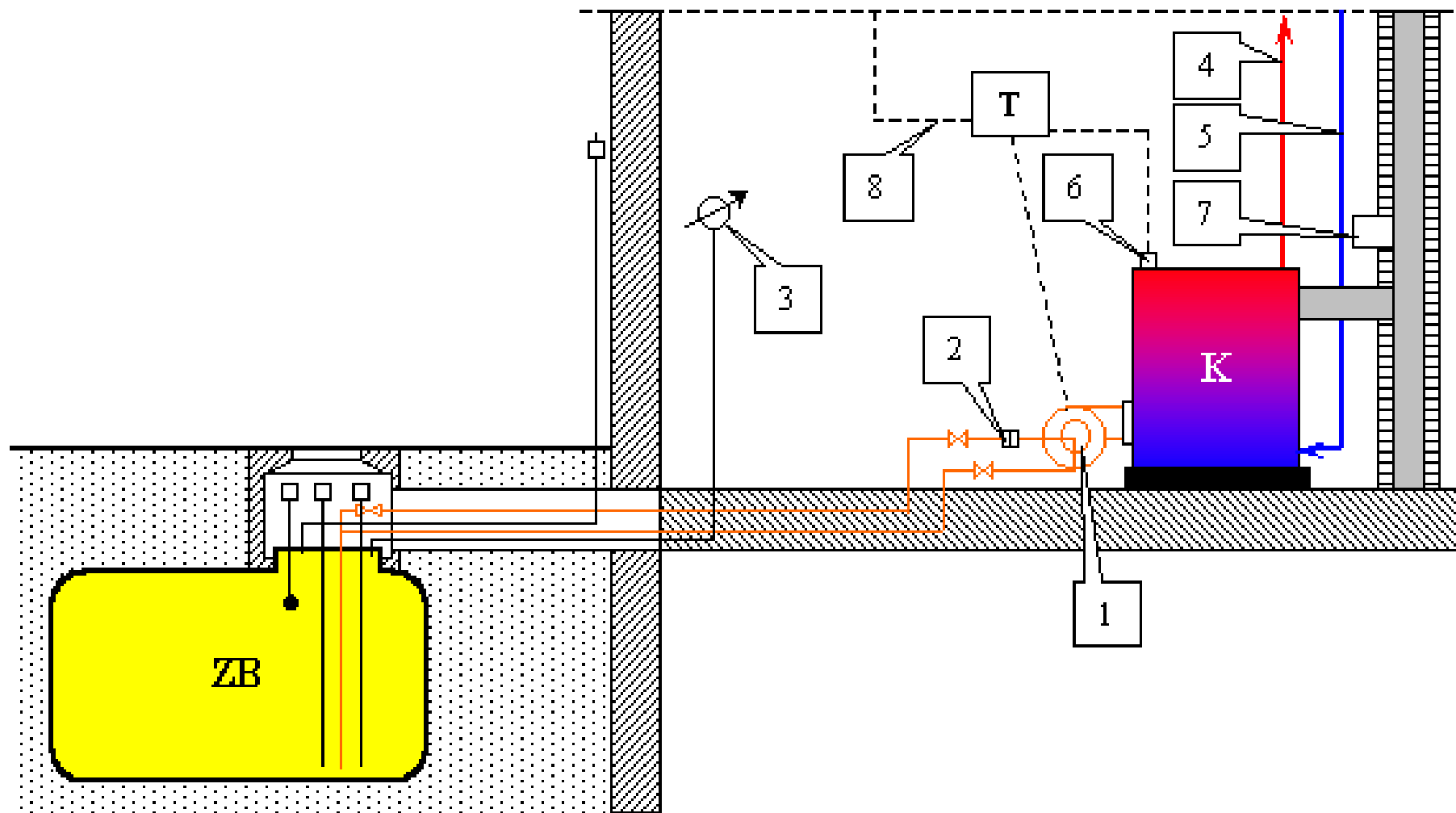
1 – kocioł (kotły), 2 – zsylnica paliwa, 3 – zasobniki paliwa, 4 – zsylnica żużla, 5 – przenośnik żużla, 6 – urządzenia odpylające (np. cyklony), 7 – zbiorniki pyłu, 8 – wentylatory wyciągowe, 9 – komin, 10 – wywietrzniki, 11 – wentylatory nadmuchowe, 12 – przewody doprowadzające powietrze do spalania.



Zbiorniki oleju: 1 - zbiornik podziemny, 2 – zbiornik nadziemny, 3 – zbiornik częściowo zagłębiony w gruncie

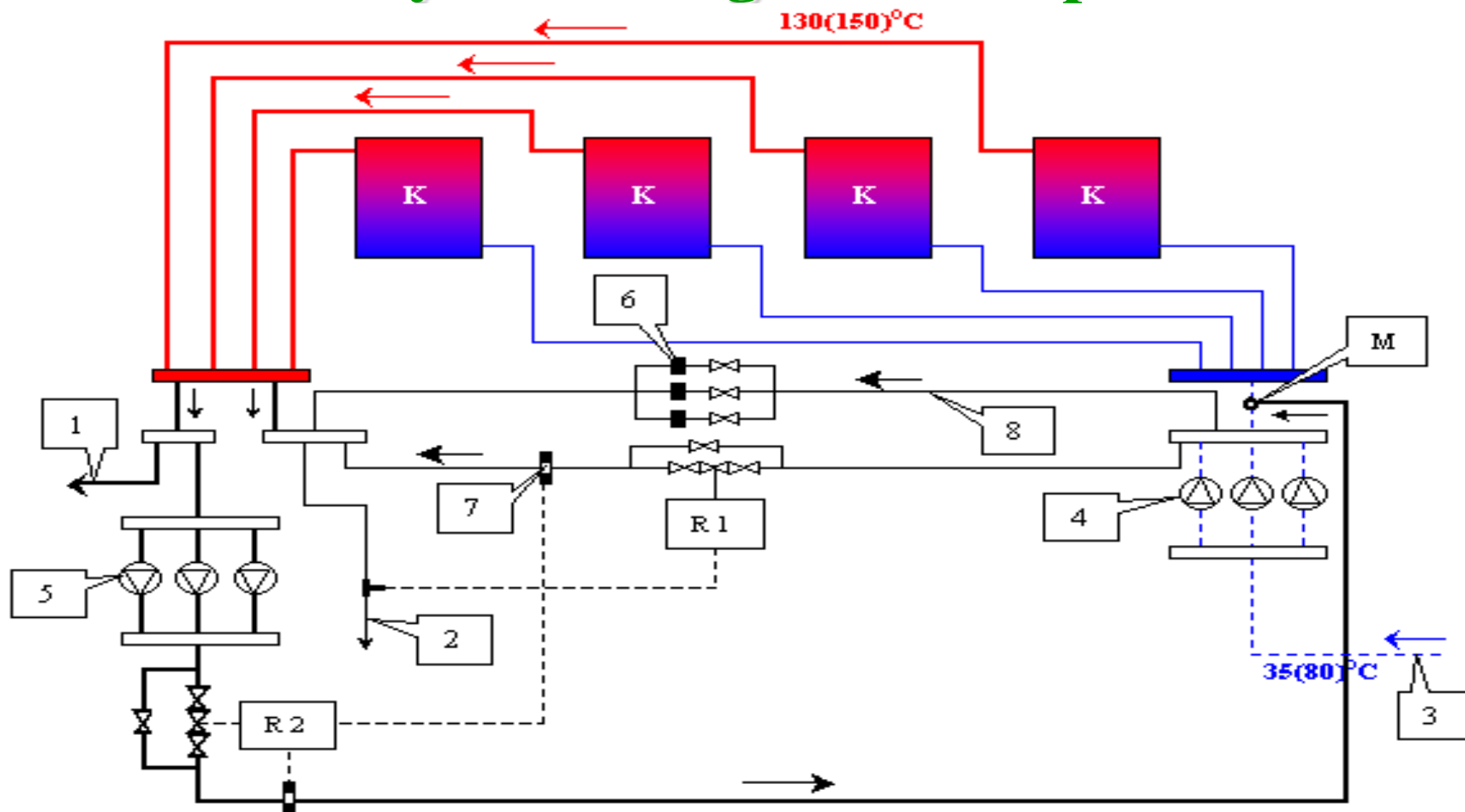


Podziemny zbiornik oleju:
 1 - przewód do napełniania zbiornika, 2,3 – przewód zasilający i powrotny, 4 – wskaźnik poziomu oleju, 5 – ogranicznik napełniania zbiornika, 6 – przewód odpowietrzający, 7 – nisza włączowa, 8 – zawór ssawny

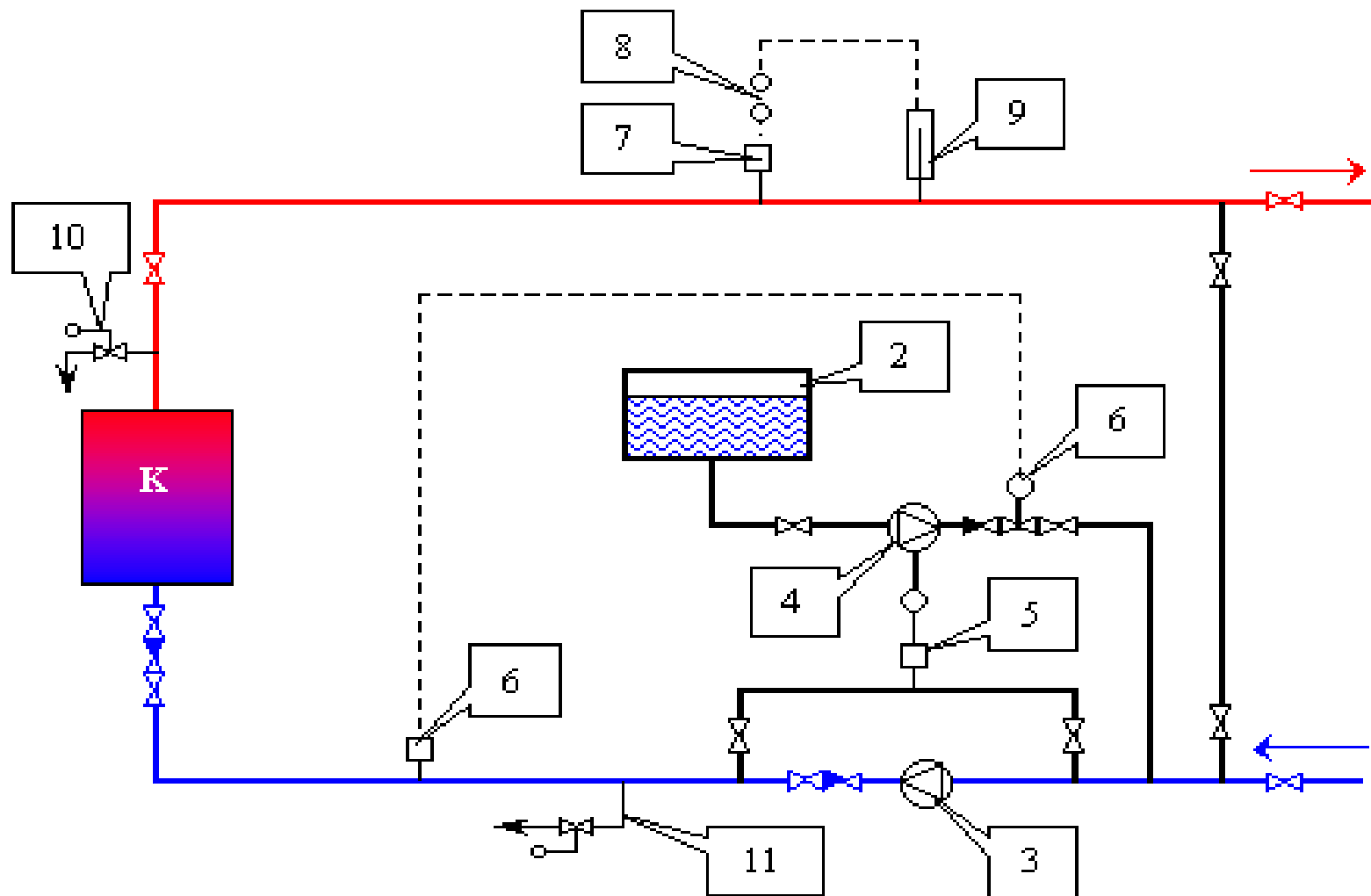


Schemat dwururowej instalacji olejowej: ZB – zbiornik oleju, K – kocioł, T – tablica sterownicza, 1 – palnik olejowy, 2 – filtr oleju, 3 – wskaźnik poziomu oleju, 4 – grzewczy przewód zasilający, 5 – grzewczy przewód powrotny, 6 – termostat z ogranicznikiem temperatury, 7 – regulator ciągu kominowego, 8 – przyłącze do regulatora temperatury wewnętrznej.

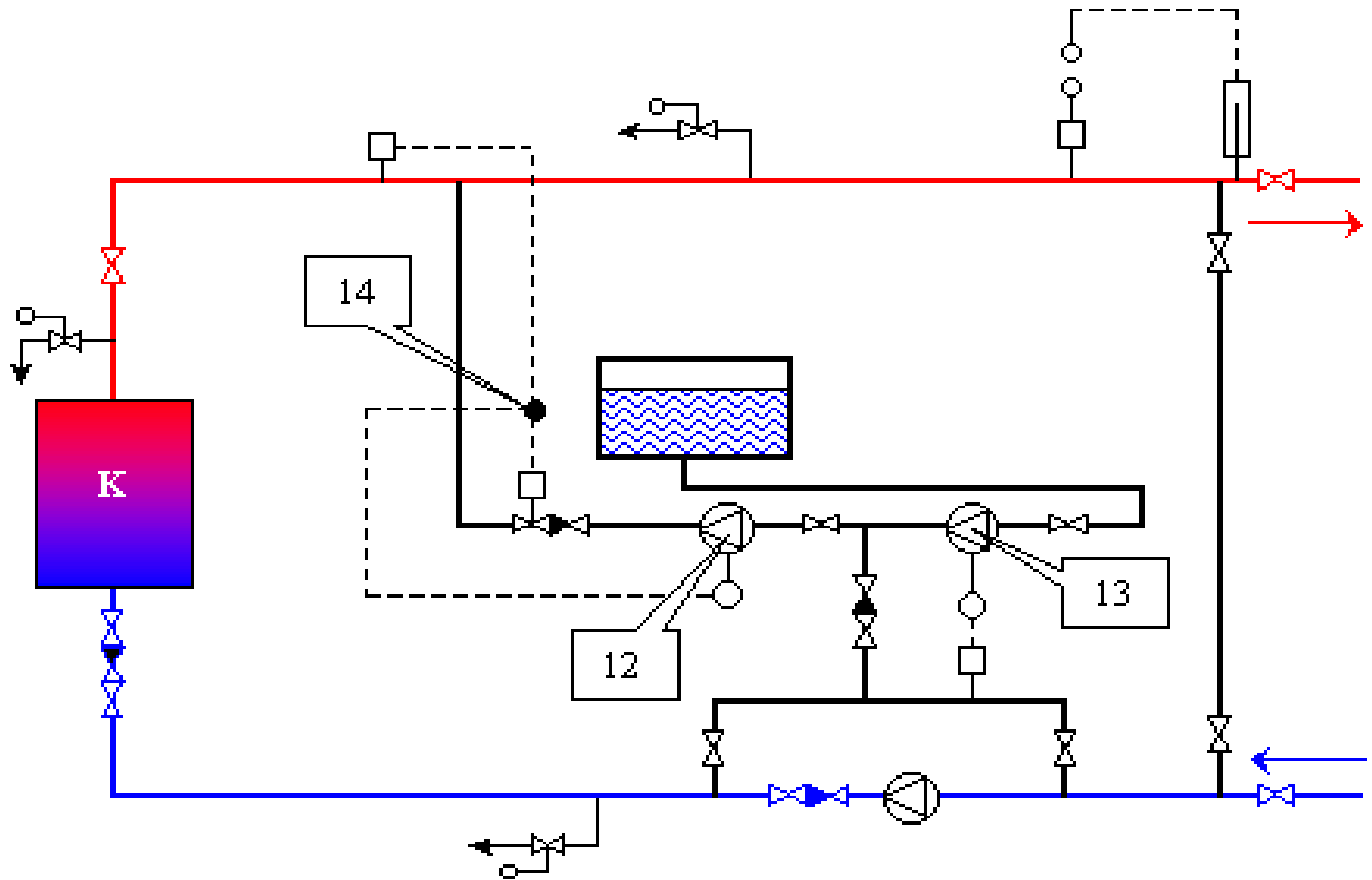
Schematy technologiczne - ciepłownie



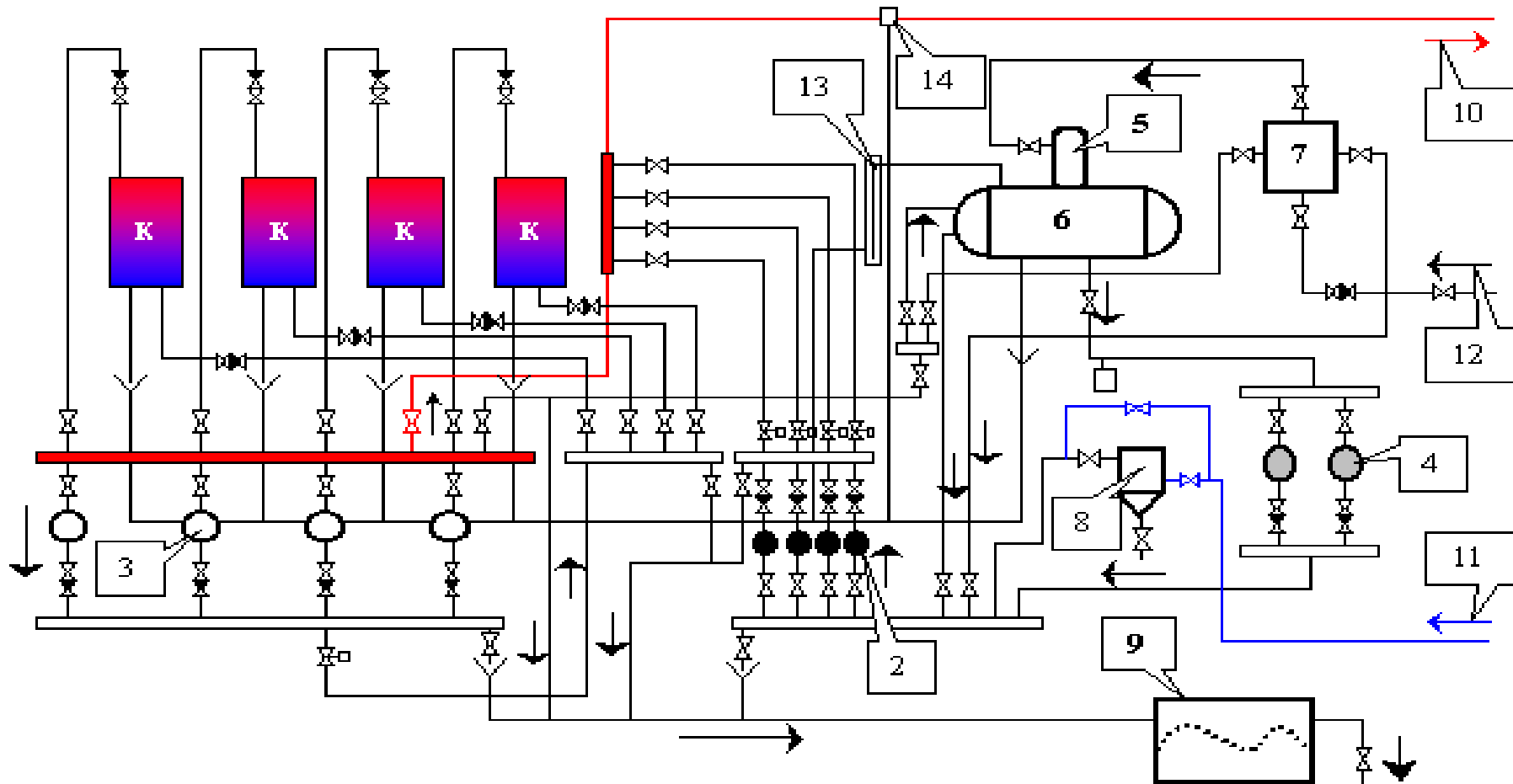
Schemat technologiczny ciepłowni z 4 kotłami wodnorurkowymi: K – kotły, 1 – przewód prowadzący do podgrzewacza wody zmiękczonej i odgazowywacza, 2 – woda zasilająca, 3 – woda powrotna, 4 – pompy obiegowe, 5 – pompy mieszające, 6 – kryzy, 7 – czujniki regulatorów R1 i R2, 8 – przewód obejściowy



Układ stabilizacji z jedną pompą uzupełniającą: K – kocioł, 2 – zbiornik wody uzupełniającej, 3 – pompa obiegowa, 4 – pompa uzupełniająca, 5 – czujnik ciśnieniowy, 6 – zawór redukcyjny, 7 – czujnik sygnalizujący poziom ciśnienia, 8 – sygnalizacja alarmowa, 9 – czujnik temperatury (np. kontaktowy), 10 – zawór bezpieczeństwa, 11 – zawór nadmiarowo-upustowy



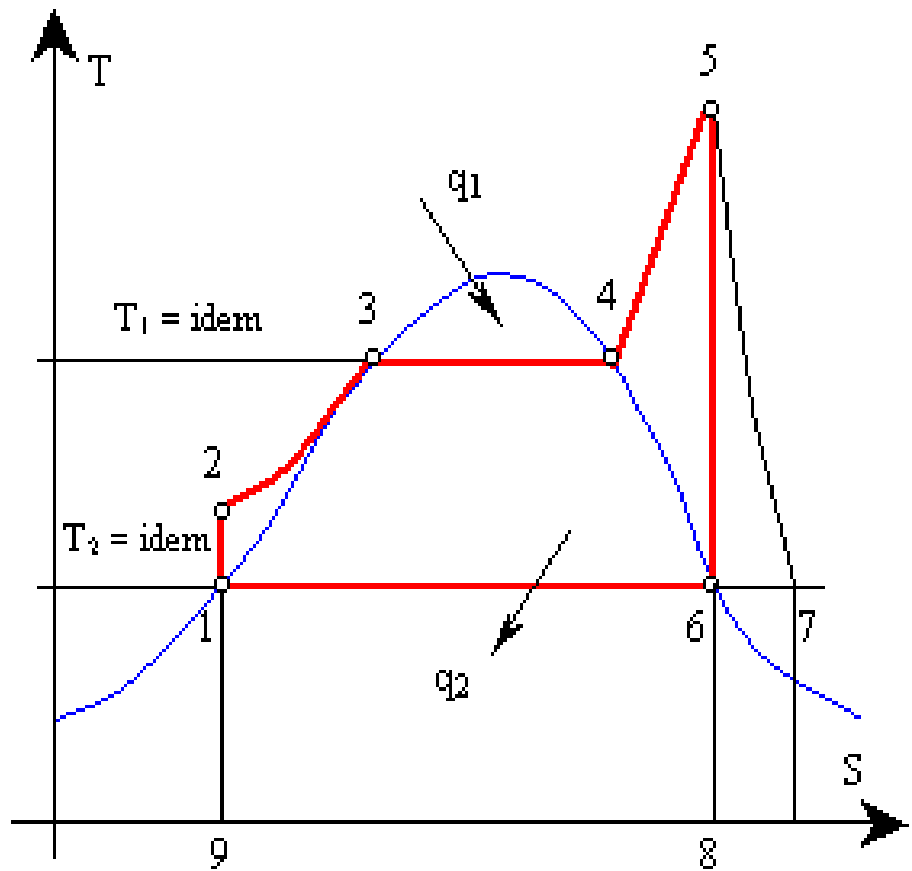
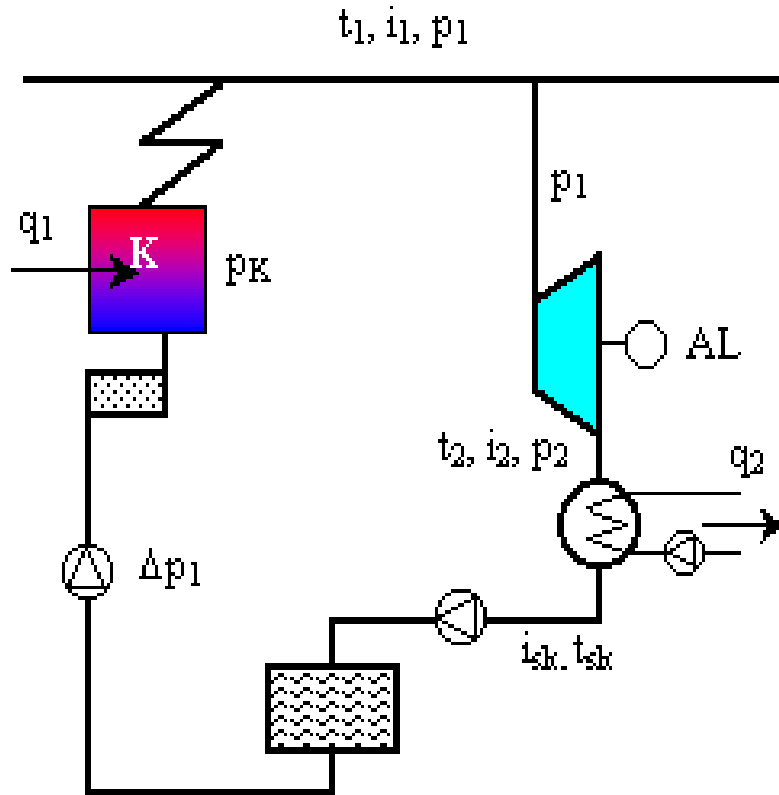
Rozwiązanie układu stabilizacji z dwoma pompami uzupełniającymi:
12, 13 – pompy uzupełniające, 14 – przekaźnik (pozostałe oznaczenia jak na rys poprzednim)



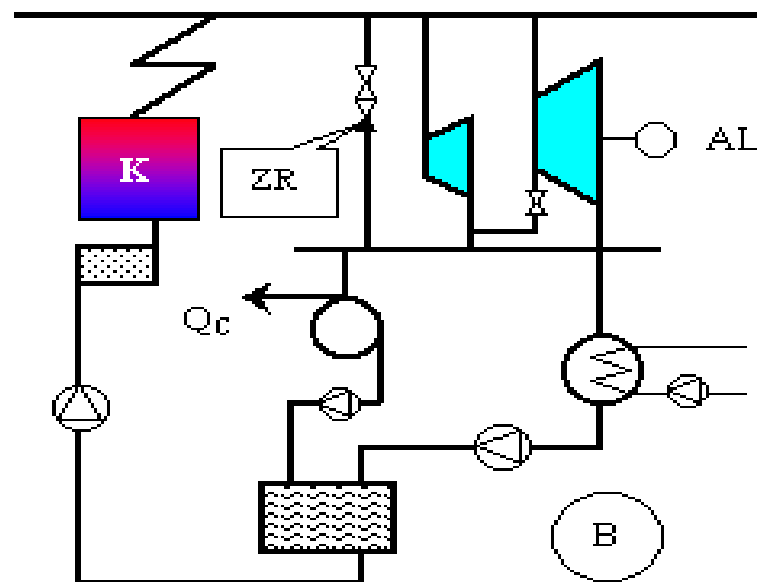
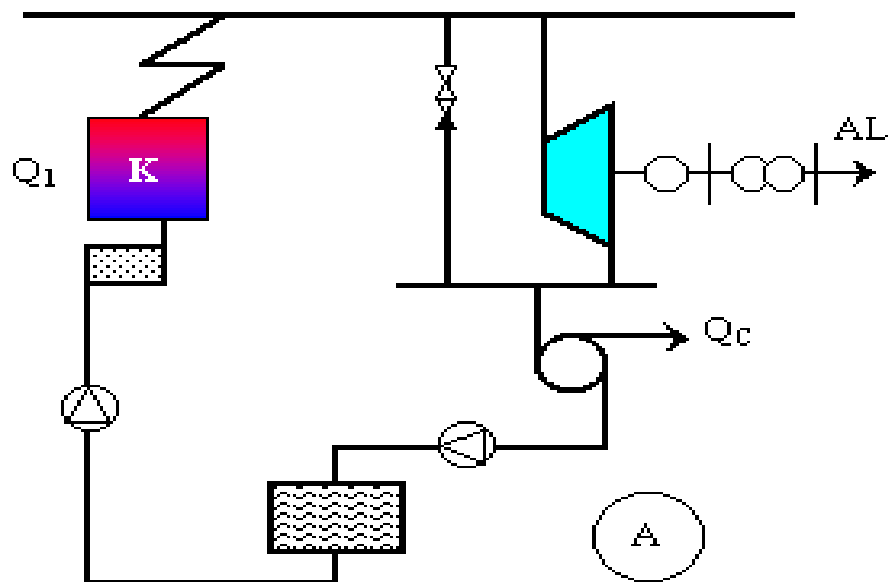
Schemat technologiczny ciepłowni węglowej: K – kotły węglowe, 2 – grupa pomp obiegowych, 3 – grupa pomp mieszających, 4 – grupa pomp uzupełniająco-stabilizujących, 5 – odgazowywacz, 6 – zbiornik wody uzupełniającej, 7 – wymiennik ciepła, 8 – odmulacz sieciowy, 9 – zbiornik przelewowy (do kanalizacji), 10 – dopływ czynnika do sieci ciepłowniczej, 11 – powrót czynnika z sieci ciepłowniczej, 12 – dopływ wody zimnej (z wodomierzem), 13 – zabezpieczenie syfonowe, 14 – zawór upustowy

Elektrociepłownie

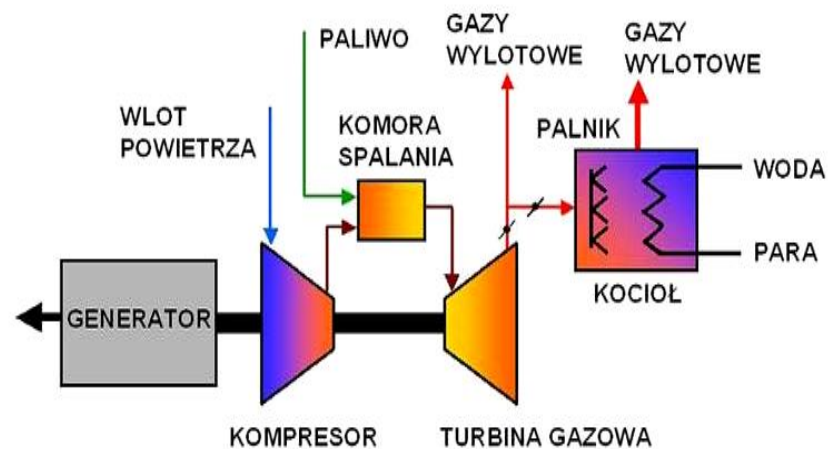
Najczęściej wytwarzanie energii elektrycznej opiera się na turbozespołach, składających się z turbin parowych lub gazowych oraz generatorów.



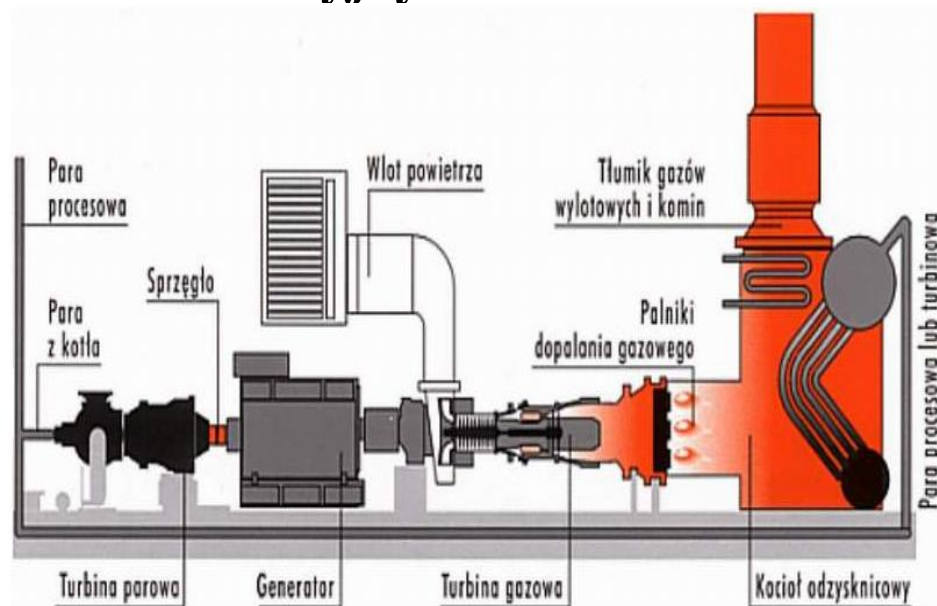
Schemat elektrowni kondensacyjnej i obieg pracy w turbinie parowej

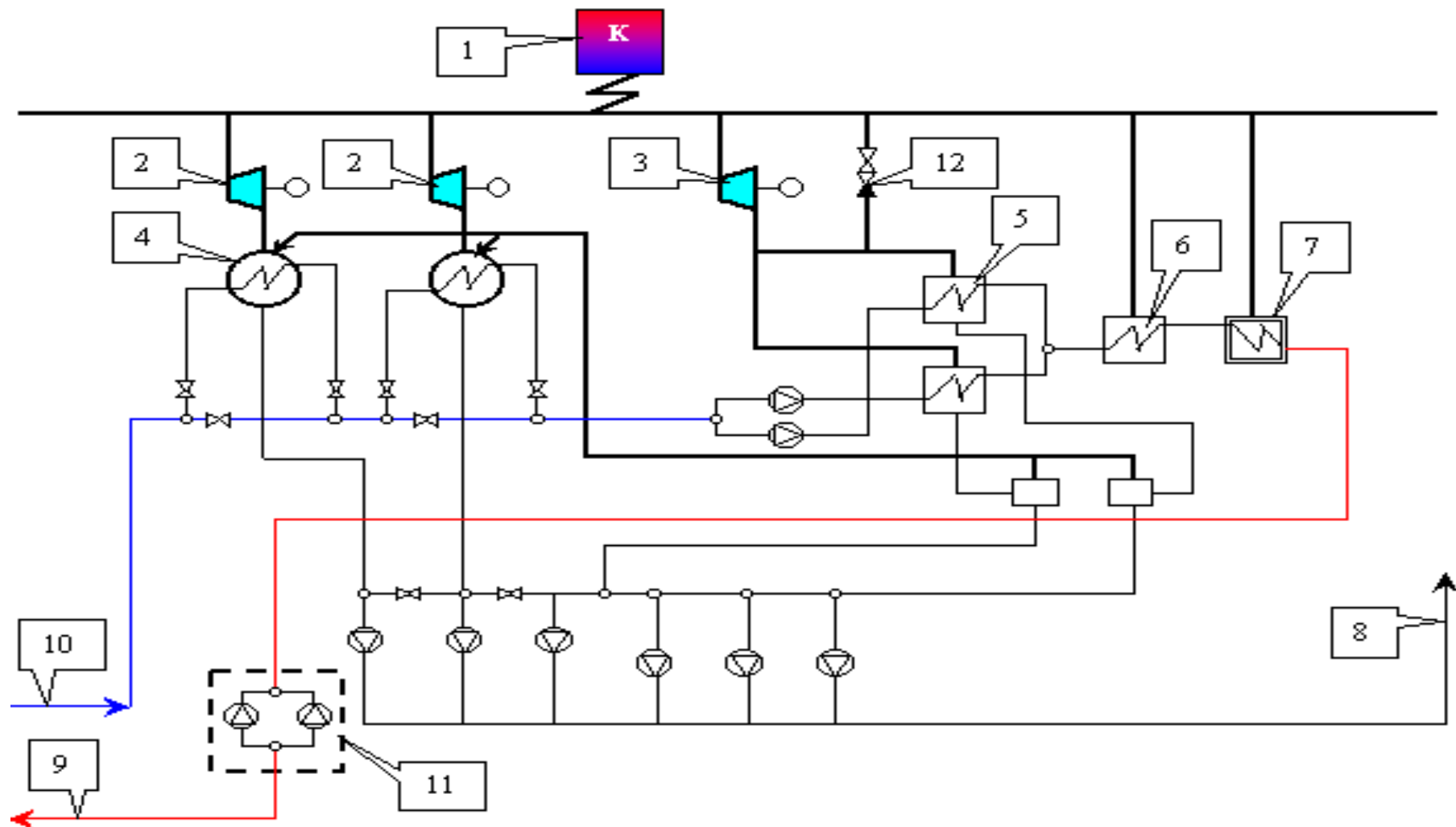


Schematy rozwiązań elektrociepłowni z turbiną przeciwnprężną (A) i upustowo-kondensacyjną (B): ZR – zawór redukcyjny.

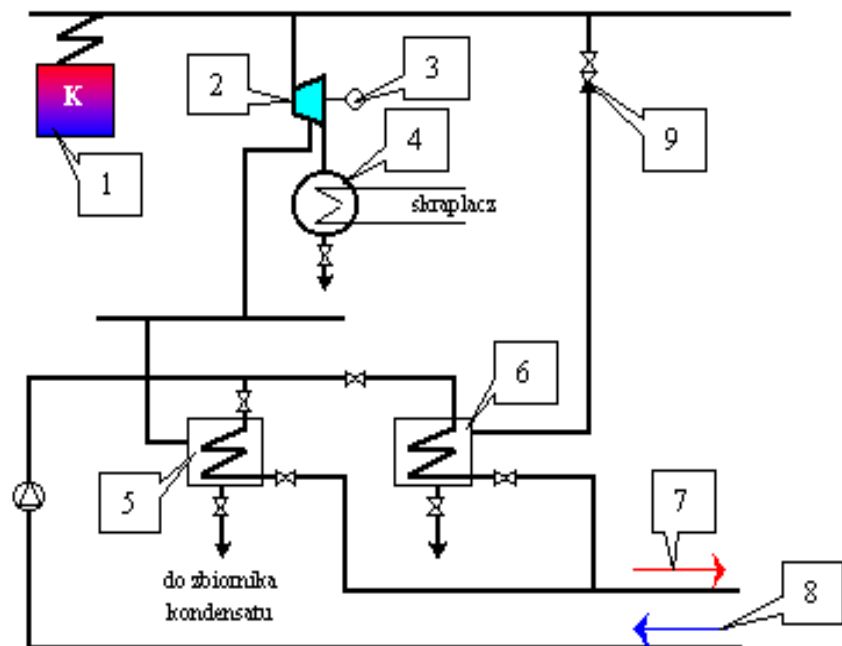


Układ kogeneracyjny z turbiną gazową i rozwiązaniem kombinowanym z turbiną parową (gospodarka skojarzona)



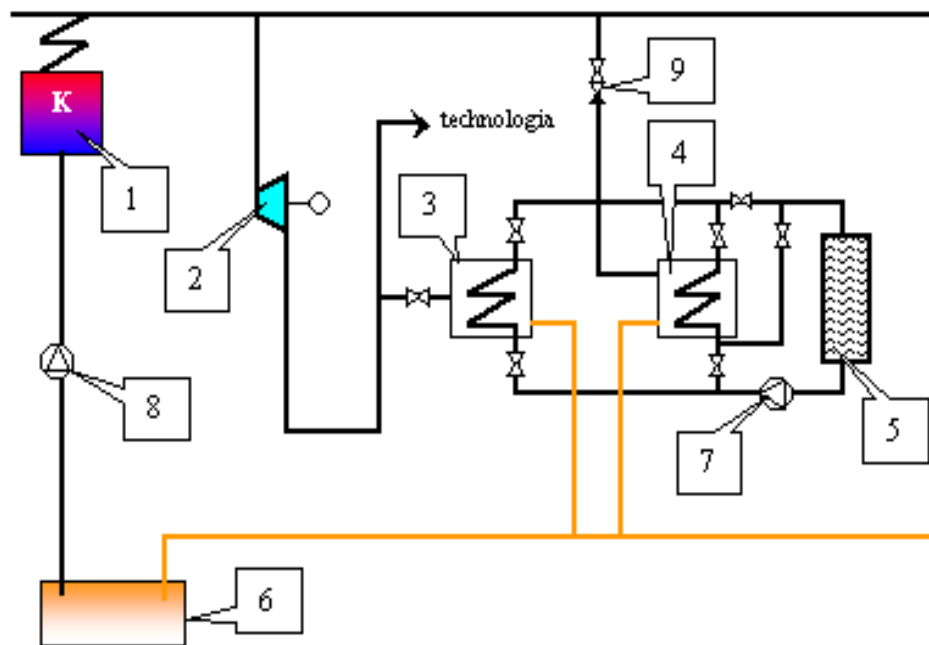


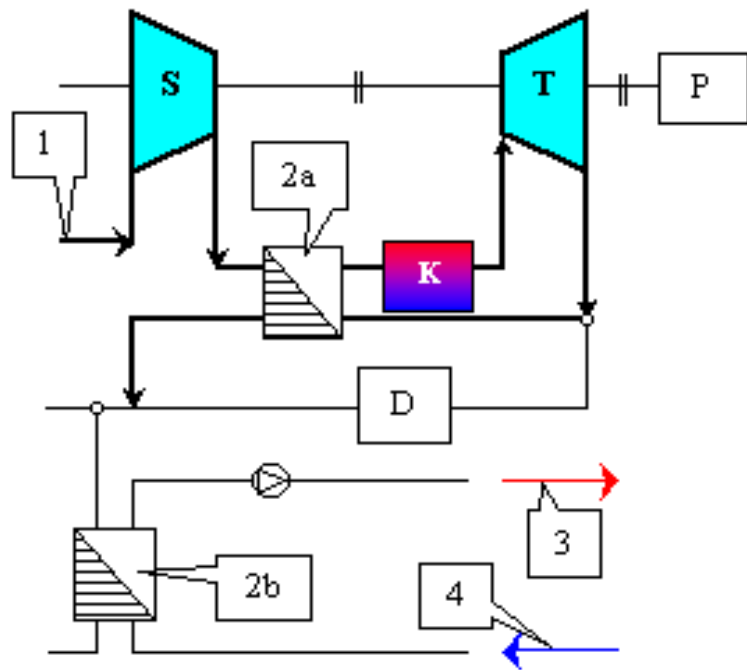
Przykład rozwiązania elektrociepłowni powstałej z elektrowni: 1 (K) – kotły parowe, 2 – turbiny kondensacyjne (z pogorszoną próżnią), 3 – turbina przeciwprężna lub upustowo-kondensacyjna, 4 – kondensatory, 5 – wymienniki podstawowe, 6 – wymiennik szczytowy, 7 – wymiennik dodatkowy, 8 – połączenie z odgazowywaczem, 9 – zasilanie sieci ciepłowniczej, 10 – powrót sieci ciepłowniczej, 11 – przepompownia, 12 – zawór redukcyjny.



Schemat elektrociepłowni z turbiną upustowo-kondensacyjną: 1 (K) – wysokoprężny kocioł parowy, 2 – turbina kondensacyjna z upustem, 3 – prądnica, 4 – kondensator, 5 – podstawowy wymiennik ciepła, 6 – szczytowy wymiennik ciepła, 7 – zasilanie sieci ciepłowniczej (np. 130/150°C), 8 – powrót z sieci ciepłowniczej, 9 – zawór redukcyjny.

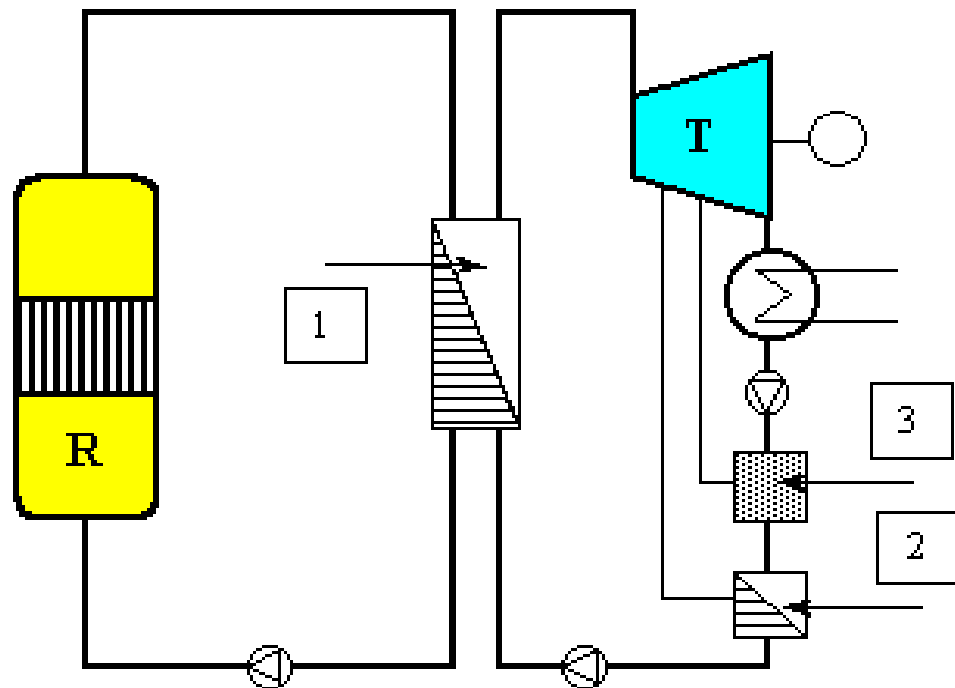
Schemat elektrociepłowni z turbiną przeciwprężną: 1 – wysokoprężny kocioł parowy, 2 – turbina przeciwprężna, 3 – podstawowy wymiennik parowodny, 4 – wymiennik szczytowy (dodatkowy), 5 – sieć ciepłownicza, 6 – zbiornik kondensatu, 7 – pompa sieci ciepłowniczej, 8 – pompa kondensatu, 9 – zawór redukcyjny.





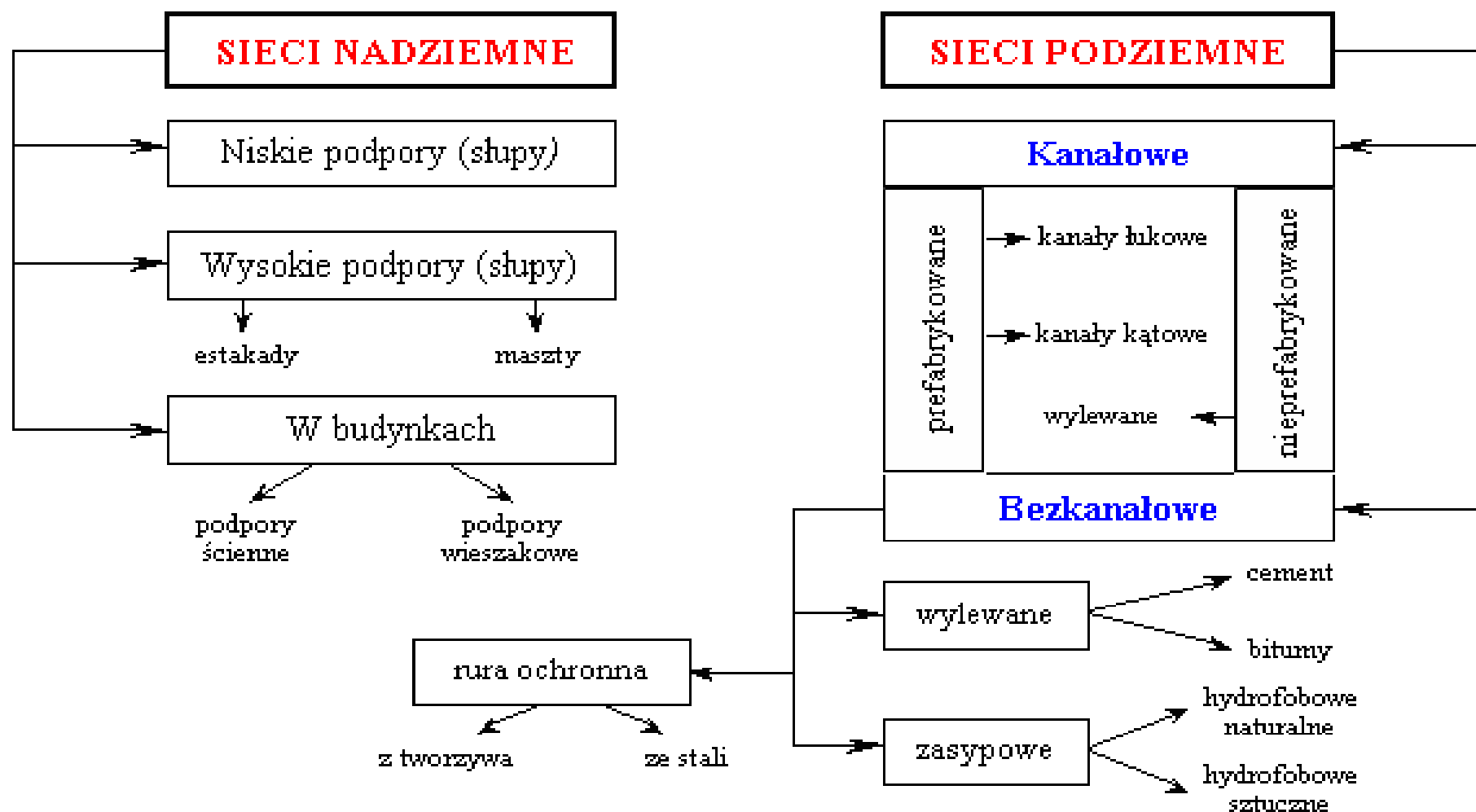
Schemat elektrociepłowni z turbiną gazową: S – sprężarka, T – turbina gazowa, P – prądnica, K – kocioł (podgrzewacz), D – dodatkowe palenisko, 1 – dopływ gazu, 2 – wymienniki, 3 – zasilanie sieci ciepłowniczej, 4 – powrót z sieci ciepłowniczej

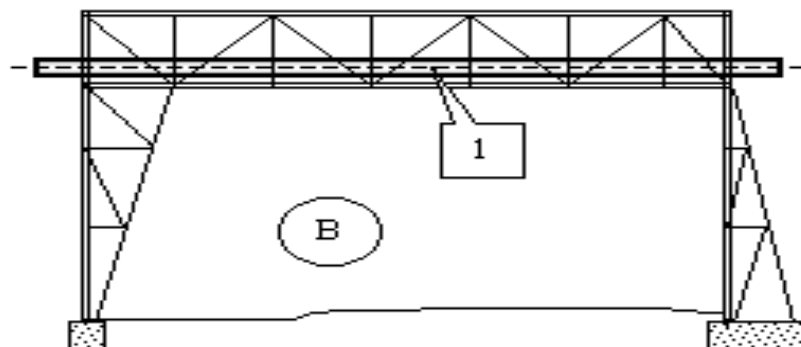
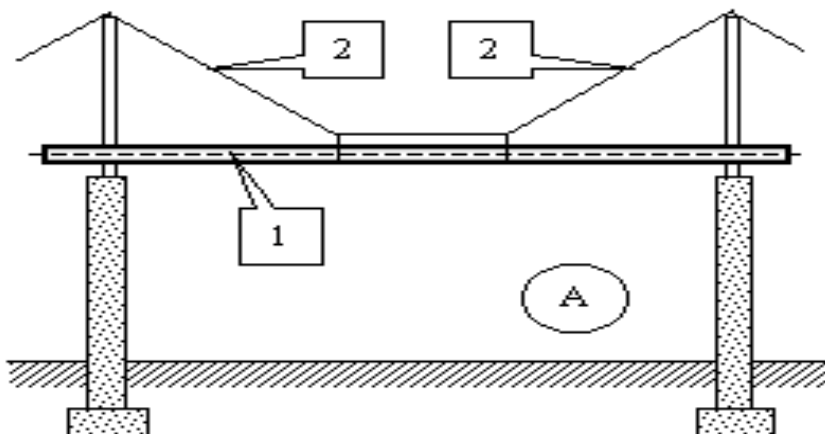
Schemat jądrowej siłowni parowej: R – reaktor, T – turbina parowa, 1 – wymiennik para-woda, 2 – wymienniki ciepłownicze, 3 – kondensator



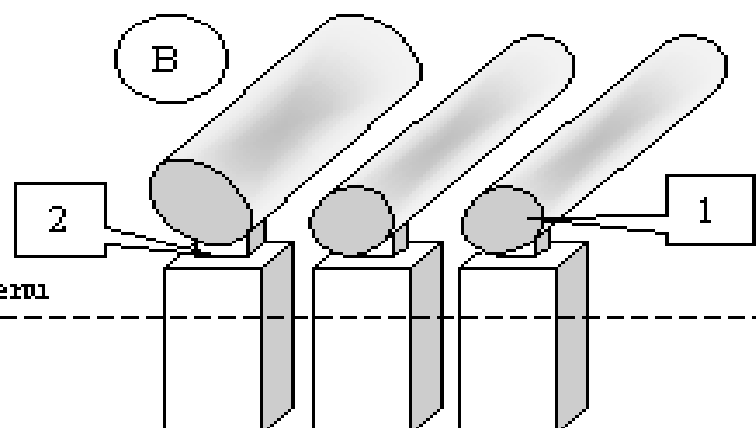
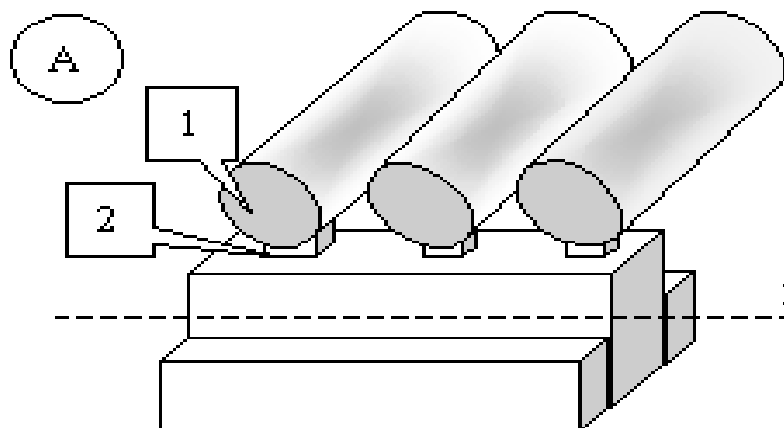
Podstawowe rodzaje sieci ciepłowniczych

Sieci ciepłownicze klasyfikuje się także z uwagi na sposób ich prowadzenia w terenie, który jest różny w zależności od jego zabudowy, uzbrojenia oraz warunków hydrogeologicznych i zróżnicowania wysokościowego (konfiguracji)



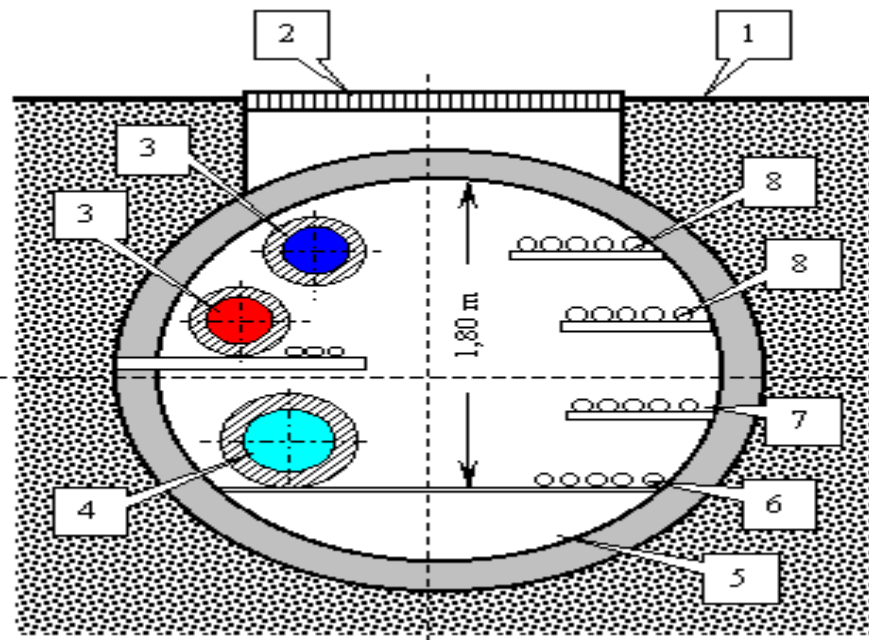


Nadziemna sieć ciepłownicza układana na masztach (A) i na estakadach (B): 1 – przewody sieci ciepłowniczej z izolacją cieplną, 2 – konstrukcja nośna

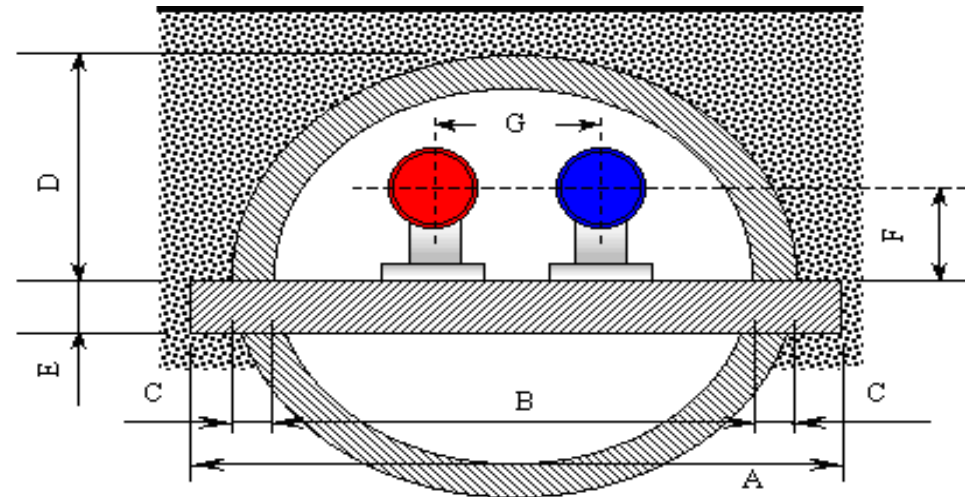
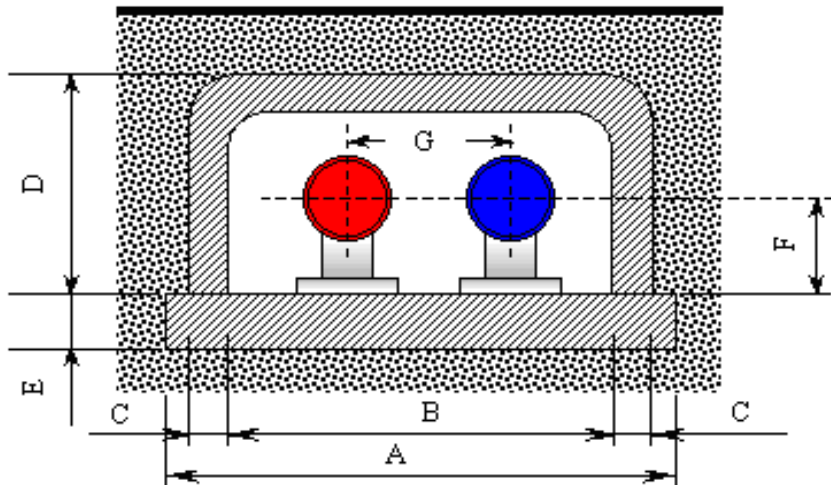


poziom terenu

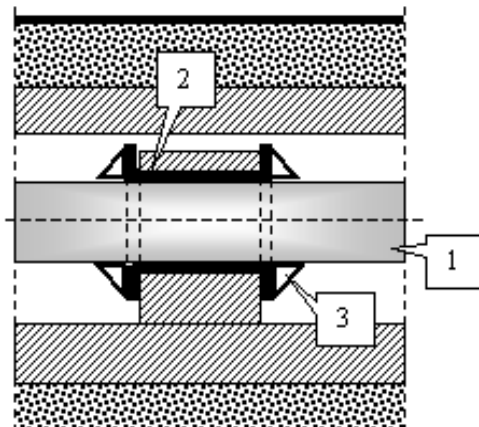
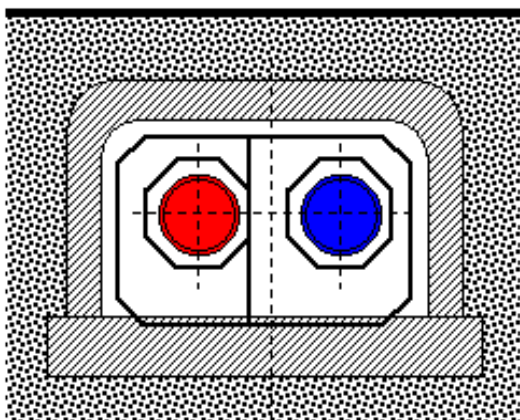
Nadziemna sieć ciepłownicza układana na niskich podporach wykonanych z monolitu (A) i na podporach prefabrykowanych (B): 1 – przewody sieci ciepłowniczej z izolacją cieplną, 2 – podpory



Schemat przechodniego kanału zbiorczego: 1 – poziom gruntu, 2 – właz, 3 – sieć ciepłownicza, 4 – sieć wodociągowa, 5 - kanał ściekowy (deszczowy), 6 – kable oświetlenia ulicznego, 7 – kable elektryczne, 8 – kable telekomunikacyjne



Schematy tradycyjnych łukowych kanałów nieprzechodnich dla prowadzenia sieci ciepłowniczych typu T-9/65 i TB-301÷310



Schemat konstrukcji punktów stałych przewodów układanych w kanałach nieprzechońnych: 1 – przewód ciepłowniczy, 2 – tuleja, 3 – odpory.

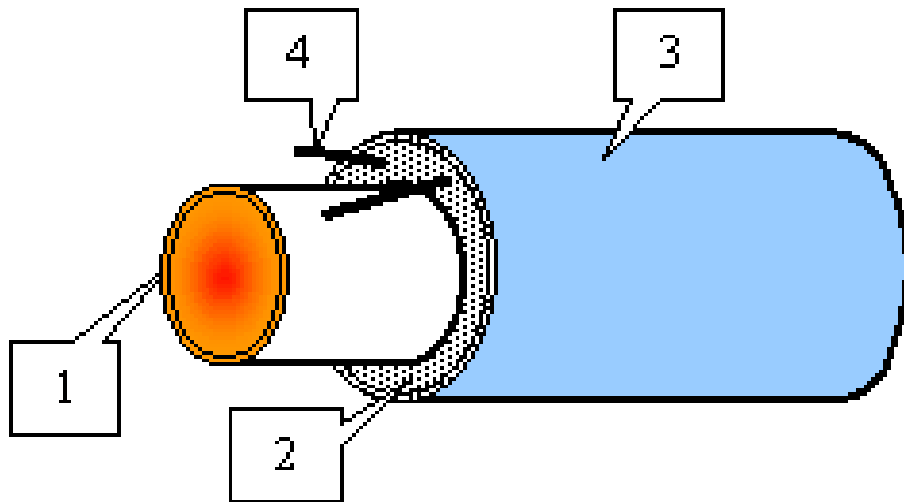
Do podstawowych rodzajów podpór stałych, które były stosowane w kanałach ciepłowniczych zaliczają się rozwiązania przedstawione na rys. oraz tzw. podpory jarzmowe, przy czym konstrukcja tych ostatnich oparta jest na belce podporowej o przekroju kątowym lub ceowym. **Należy pamiętać, że ponieważ zadaniem podpory stałej jest przejście sił występujących w przewodach, dla wyznaczenia miejsc lokalizacji tych podpór konieczna jest znajomość wszystkich występujących sił (także siły parcia wiatru w przypadku przewodów naziemnych), a dokładniej określenia ich składowych.** Oprócz stałych punktów podparcia sieci ciepłowniczych niezbędne jest także montowanie na nich podpór ruchomych pozwalających na swobodne przesunięcia przewodów. Konieczne jest wyznaczenie odległości pomiędzy nimi, przy uwzględnieniu wytrzymałości przewodu oraz odwodnienia sieci. Odległość między podporami ruchomymi w kanałach przechodnich (lub kanałach naziemnych umieszczonych na podporach wieszakowych) wynosi:

$$l_1 \leq \sqrt{\frac{42 \times B}{G_j \times d_z}} \times C$$

gdzie B to moment bezwładności przekroju przewodu, zaś C jest współczynnikiem osłabienia przewodu szwem (dla przewodów bez szwu C = 1,0, a przy szwie pojedynczym wzdłużnym C = 0,8).

Preizolowane sieci ciepłownicze

Prefabrykowany przewód składa się z trzech elementów. Pierwszą warstwę stanowi właściwy przewód stalowy, drugą - warstwa pianki poliuretanowej, zaś trzecią - rura osłonowa i układ przewodów alarmowych. Przewodem właściwym jest atestowana rura stalowa ze szwem, wykonana ze stali St.37.0, której zewnętrzna powierzchnia poddawana jest procesowi śrutowania (ze względu na wymaganie przyczepności przed pokryciem pianką). W zależności od parametrów czynnika cieplnego przewód właściwy może być także wykonany z innego materiału (np. ze stali ocynkowanej, miedzi, tworzywa sztucznego).



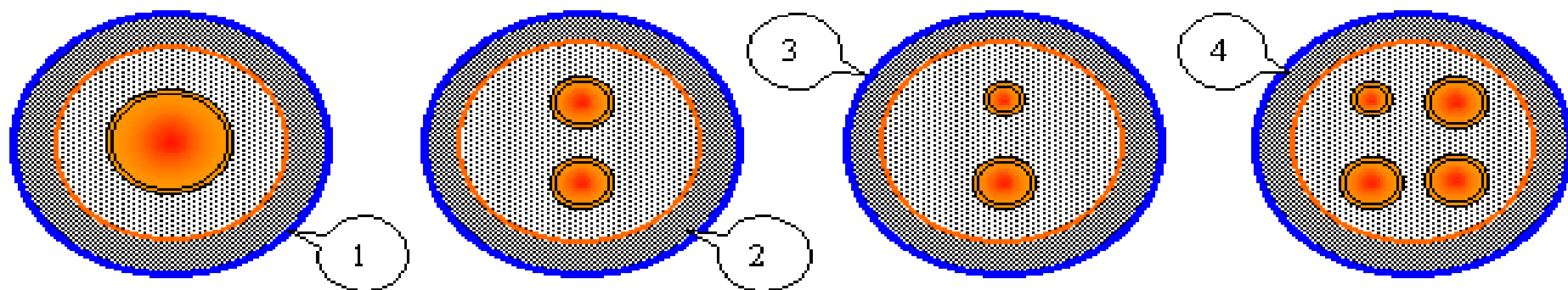
1 – przewód właściwy, 2 – izolacja z pianki poliuretanowej, 3 – rura osłonowa, 4 – przewody systemu alarmowego

Karbowana warstwa osłonowa , wykonana z odpornego na uderzenia polietylenu, wysoce elastyczna i wytrzymała na obciążenia mechaniczne

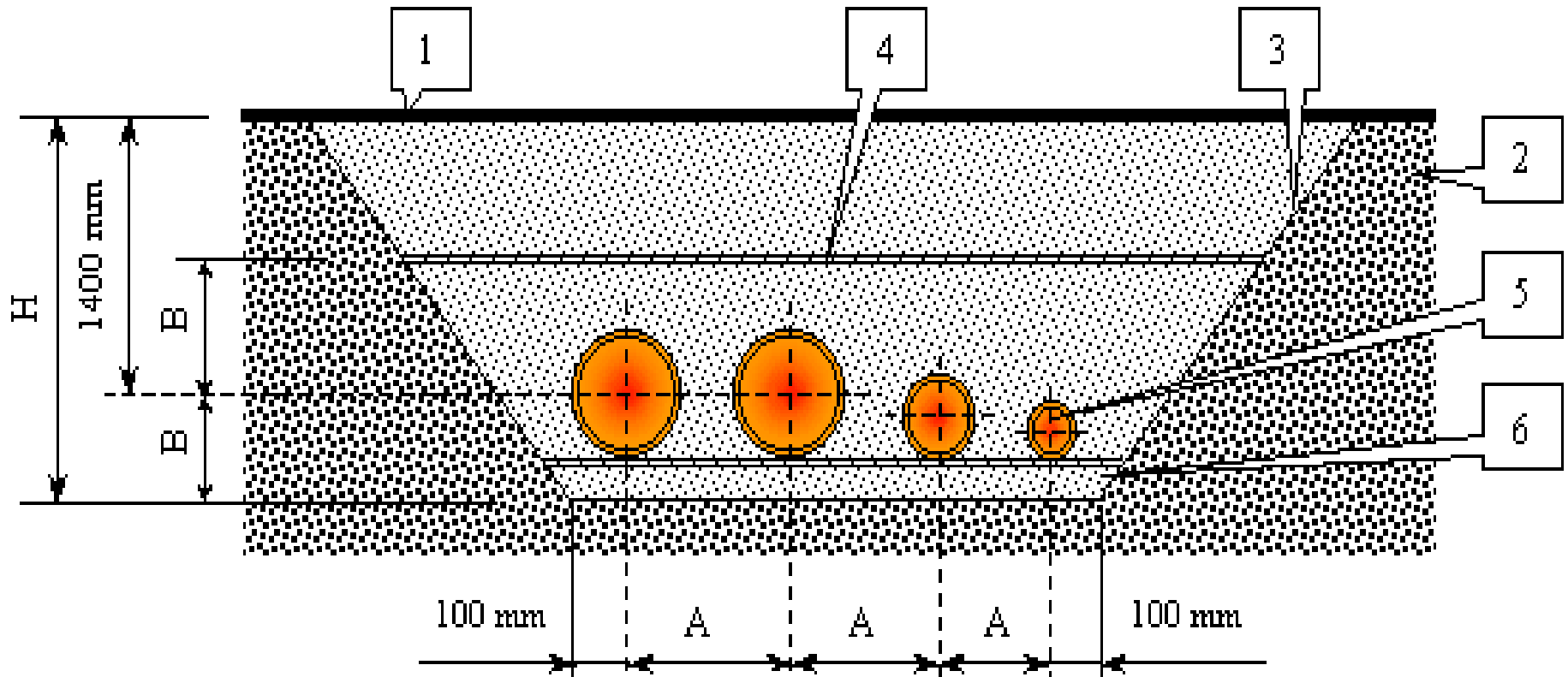
Bardzo lekka i znakomicie oszczędzająca energię, izolacja wykonana ze spienionego PE-X

Całkowicie odporna na korozję rura przewodowa, wykonana z EvalPE-Xa, PE-Xa lub PEHD

Dwukolorowa izolacja środkowa ("dog bone"), ułatwiająca rozróżnienie "zasilania" i "powrotu" w układanym rurociągu podwójnym

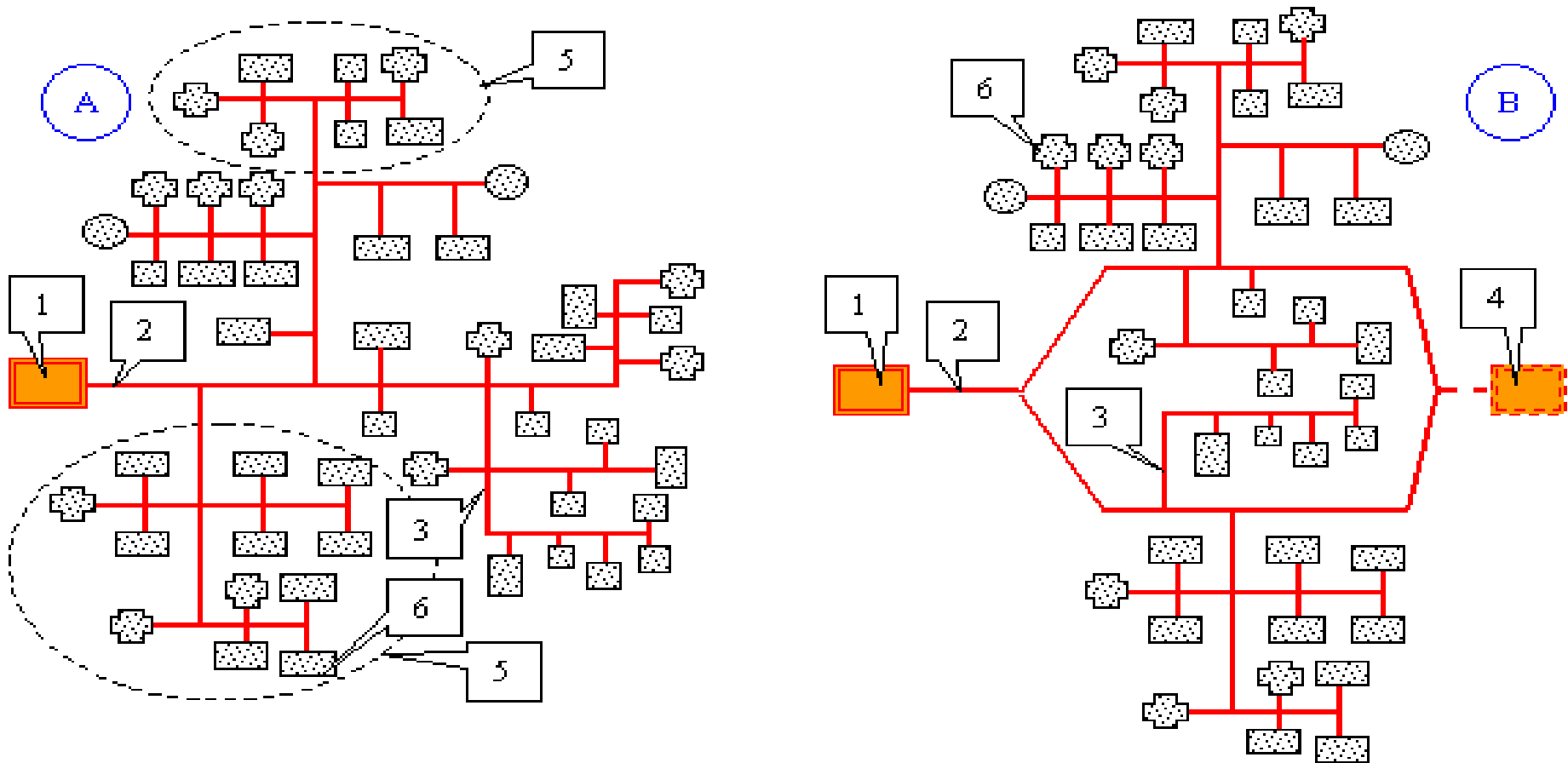


1 – przewód pojedynczy, 2 – przewód podwójny stosowany do celów ogrzewania, 3 - przewód podwójny stosowany do celów ciepłej wody, 4 - przewód poczwórny stosowany do celów centralnego ogrzewania i ciepłej wody.

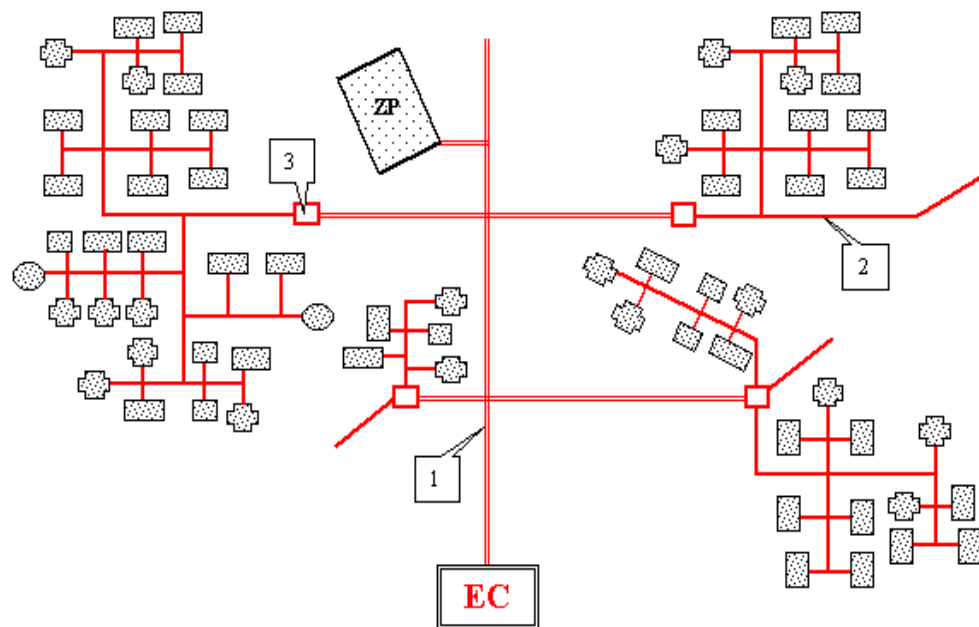


Przykład sposobu ułożenia przeizolowanej, 4-ro przewodowej sieci ciepłowniczej: 1 – poziom gruntu, 2 – teren właściwy, 3 – wykop ziemny, 4 – wypełnienie suchym piaskiem, 5 – przewody ciepłownicze, 6 – utwardzona podsypka pod przewody (wymiały A, B i H zależne są od średnicy przewodów i rodzaju gruntu)

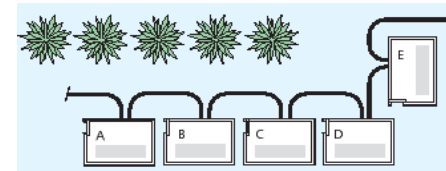
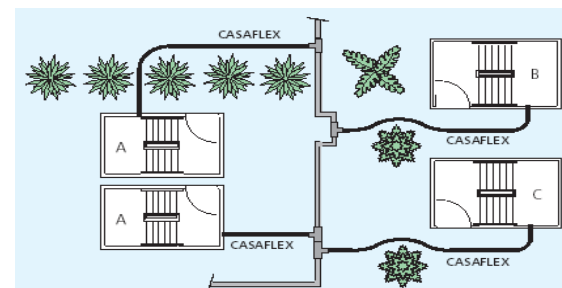
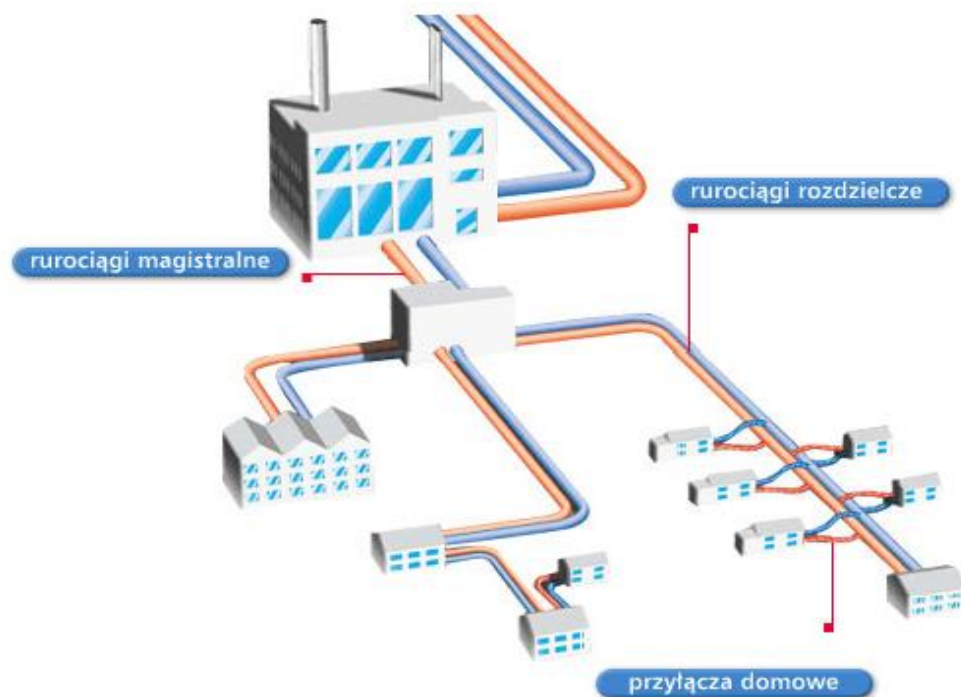
Sieci ciepłownicze

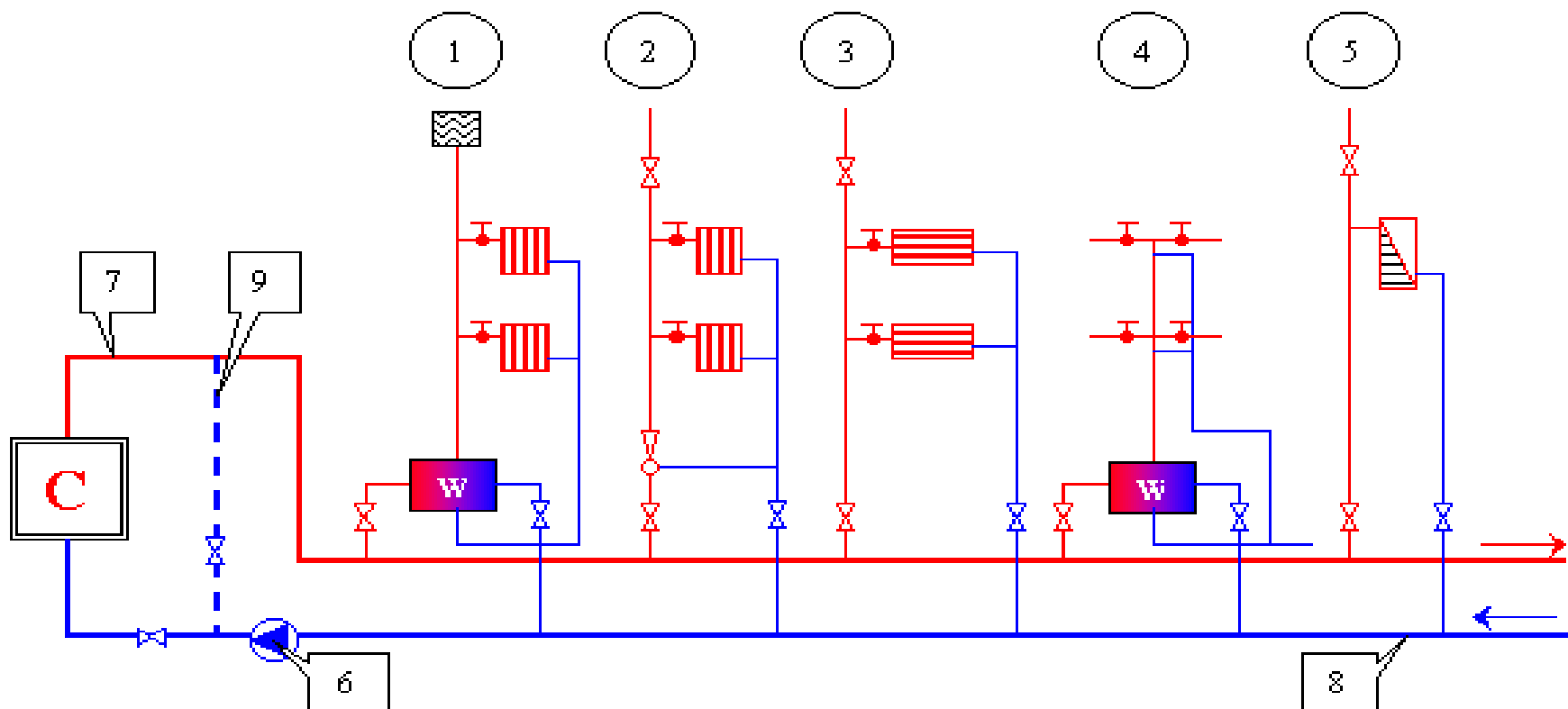


Promieniowe (A) i pierścieniowe (B) sieci ciepłownicze: 1 – źródło ciepła (kotłownia, ciepłownia, itd.), 2 – główna sieć ciepłownicza zwana dosyłową (np. magistrala ciepłownicza), 3 – sieci rozprowadzające, 4 – dodatkowe źródło ciepła, 5 – rejony odbioru ciepła (osiedla, zakłady, itp.), 6 – poszczególni odbiorcy ciepła (budynki)

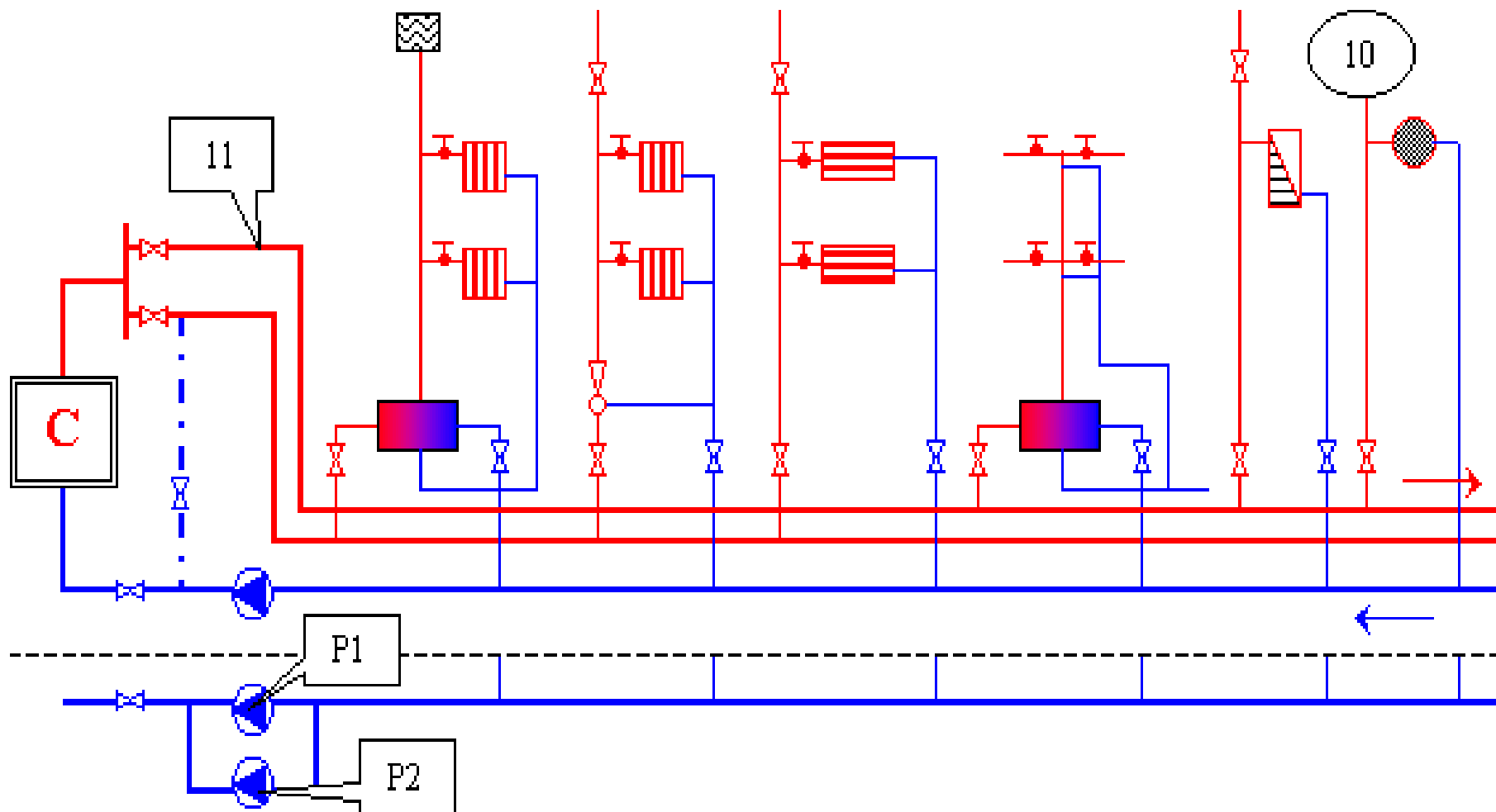


Ciepłownicza sieć dosyłowo-rozdzielcza zasilana z elektrociepłowni: EC – elektrociepłownia, ZP – zakład przemysłowy, 1 – wysokoparametrowa sieć dosyłowa (magistrala), 2 – średnio- lub niskoparametrowe sieci rozdzielcze, 3 – podstacje redukujące parametry czynnika





Dwuprzewodowa sieć ciepłownicza: C – zewnętrzne źródło ciepła (ciepłownia), 1 – pośrednie połączenie sieci z wewnętrzną instalacją centralnego ogrzewania, 2 i 3 - bezpośrednie połączenie sieci z wewnętrzną instalacją centralnego ogrzewania, 4 - pośrednie połączenie sieci z instalacją ciepłej wody, 5 - bezpośrednie połączenie sieci z instalacją wentylacyjną, 6 – pompy sieciowe, 7 – zasilający przewód sieci, 8 – powrotny przewód sieci, 9 – przewód mieszający (opis w tekście), W – wymiennik ciepła



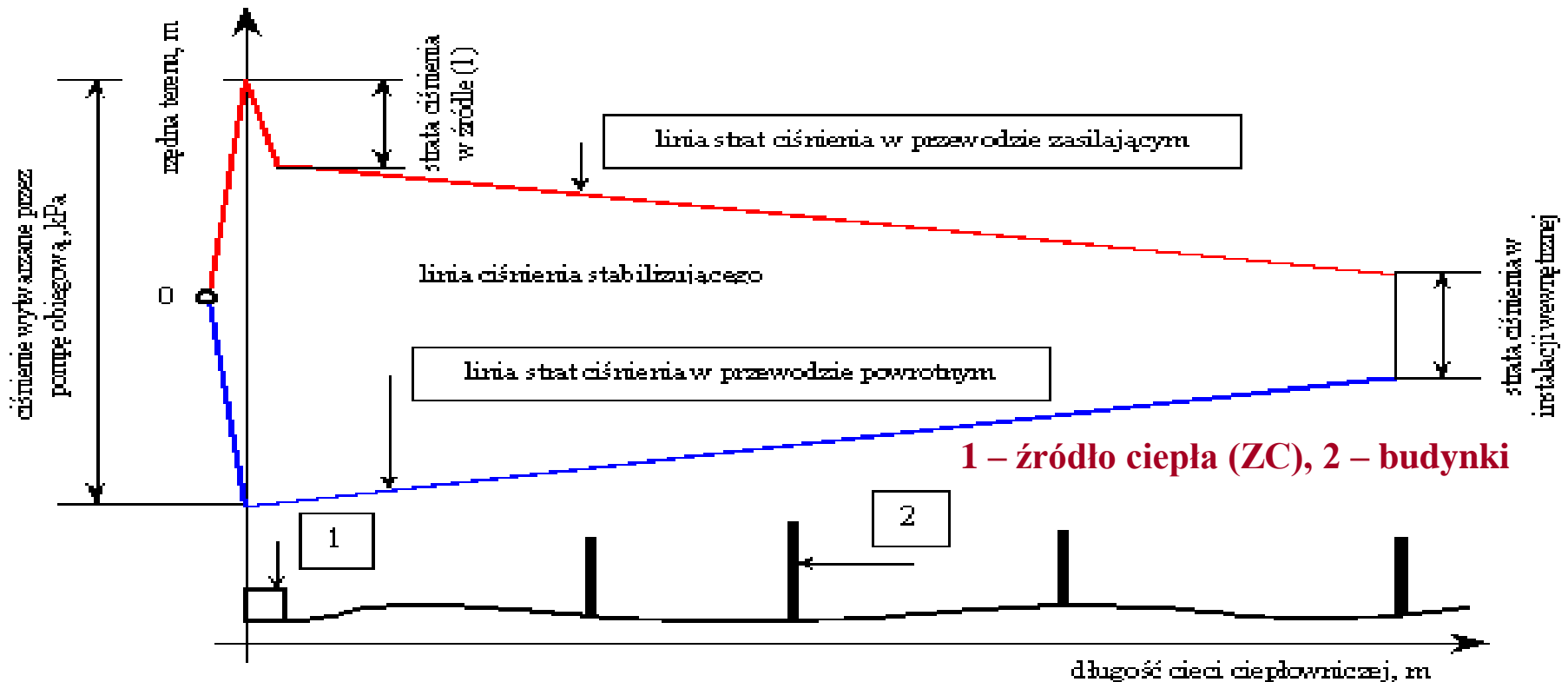
Trójprzewodowa sieć ciepłownicza: 10 – bezpośrednie połączenie odbiorników technologicznych, 11 – drugi (dodatkowy) przewód zasilający sieci ciepłowniczej

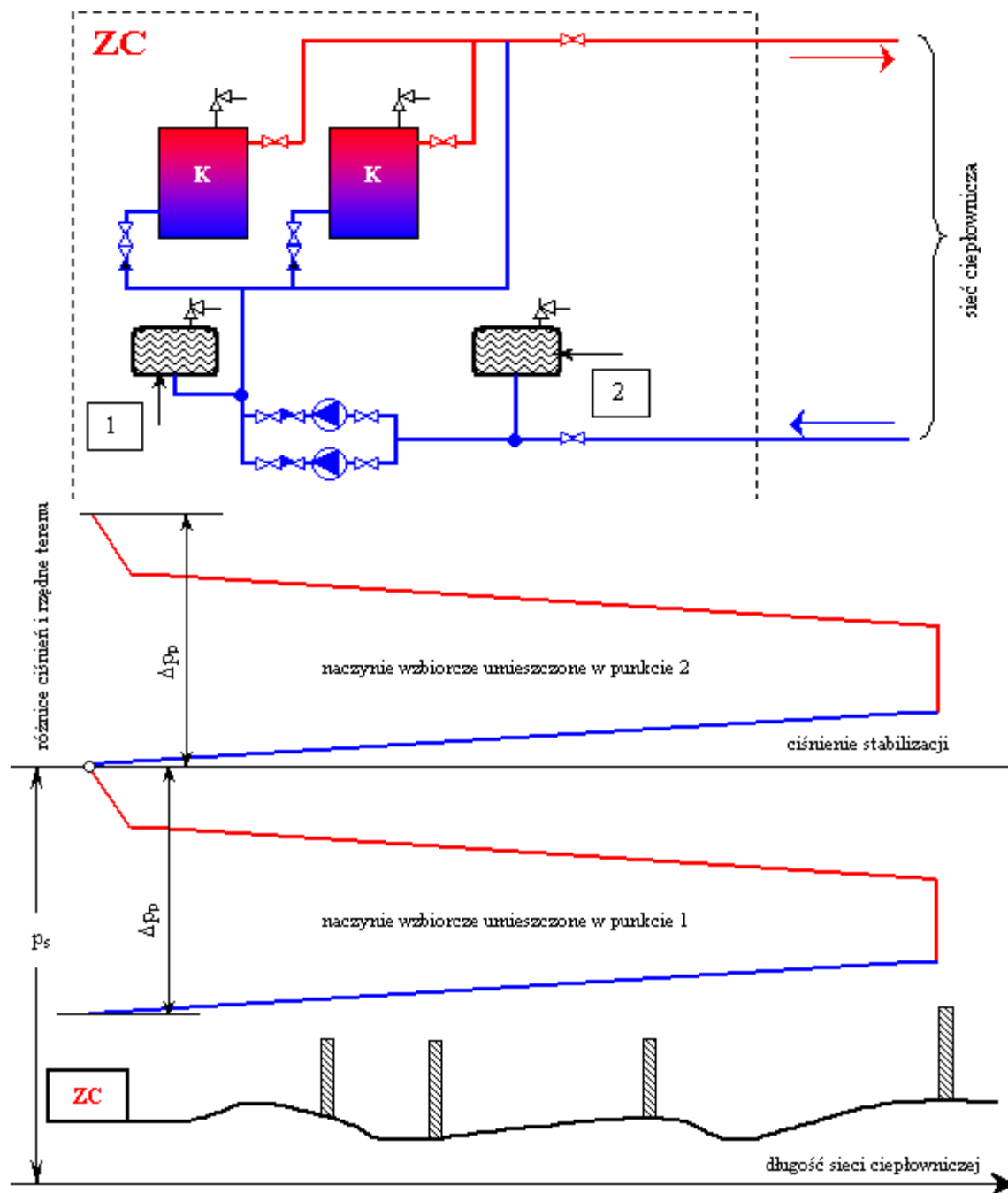


Magistrala ciepłownicza preizolowana

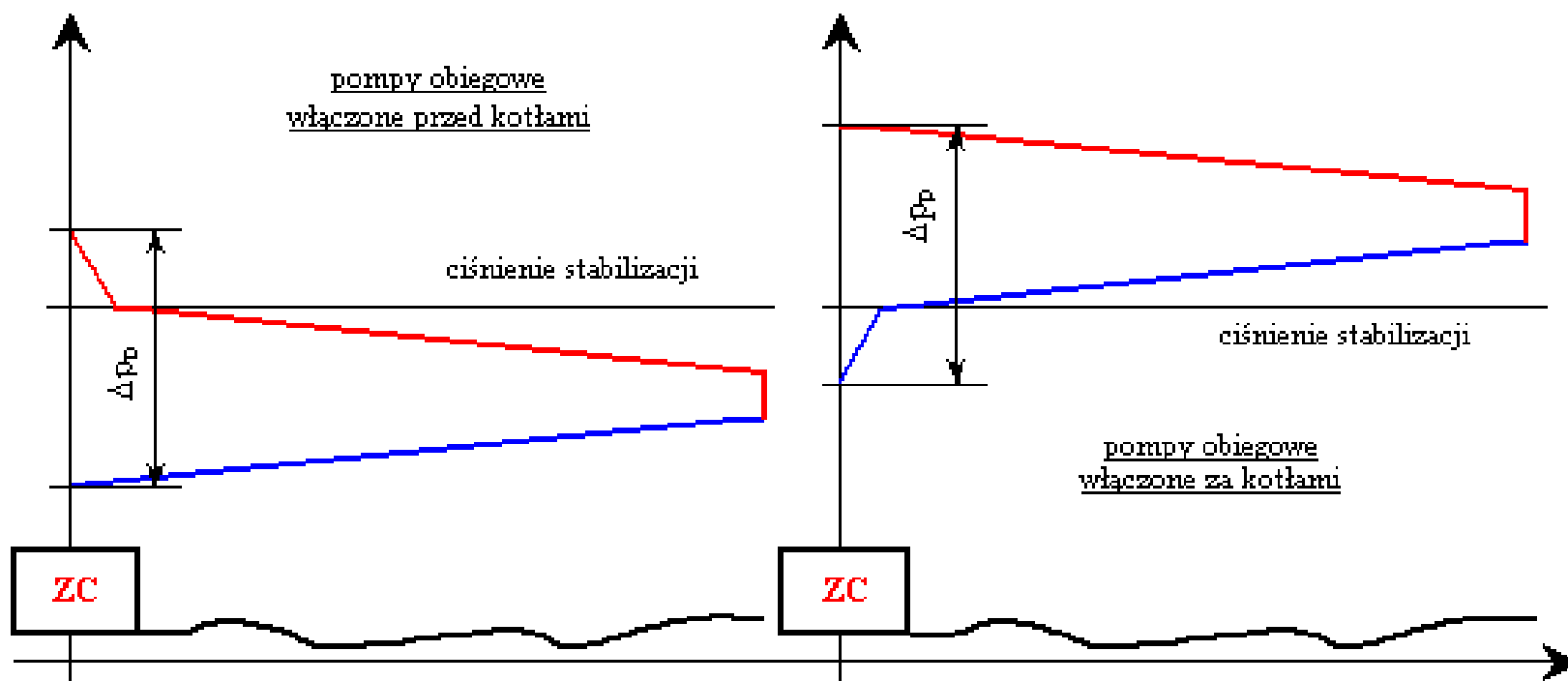
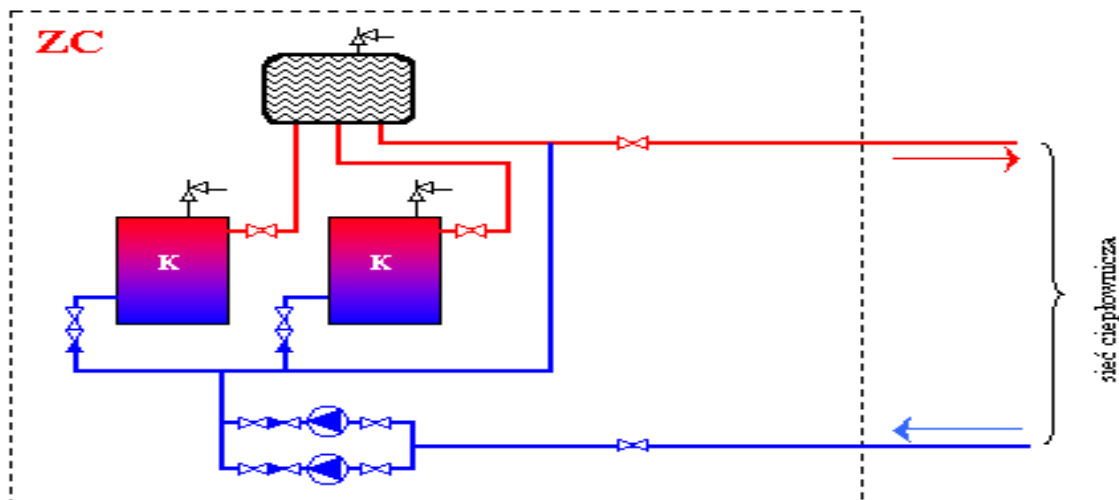
Wykresy ciśnień i ich stabilizacja

Warunkiem poprawnej pracy zewnętrznego źródła ciepła oraz efektywnego przekazywania go odbiorcom jest znajomość warunków hydraulicznych sieci. Mowa tutaj o rozkładach ciśnień oraz wynikających stąd konsekwencjach, odnośnie zachowania odpowiednich (dla konkretnych warunków i rozwiązań) tzw. ciśnień stabilizacji. Rozkłady ciśnień w układach ciepłowniczych noszą także nazwę wykresów ciśnień piezometrycznych.





Przykład źródła ciepła z
 układem stabilizacji
 ciśnienia (p_s)
 utrzymywanego za
 pomocą zamkniętego
 naczynia wzbiorczego z
 poduszką gazową
 umieszczonego za
 pompami obiegowymi (1)
 i przed nimi (2) oraz
 odpowiadające im
 rozkłady ciśnień



Przykład źródła ciepła z układem stabilizacji ciśnienia utrzymanego za pomocą zamkniętego naczynia wzbiorniczego z własną poduszką parową

