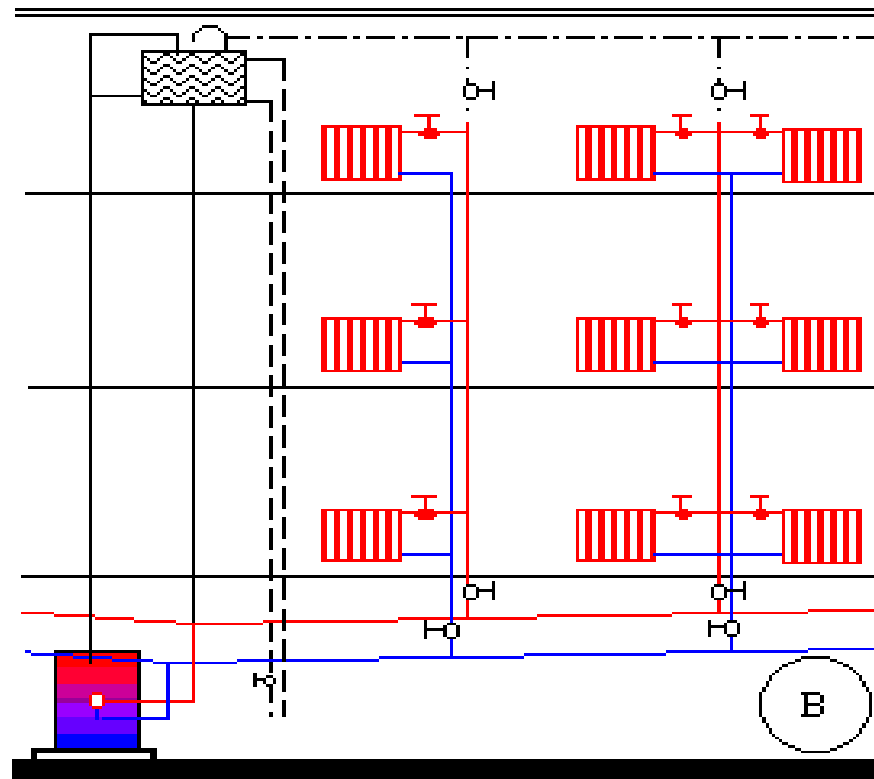
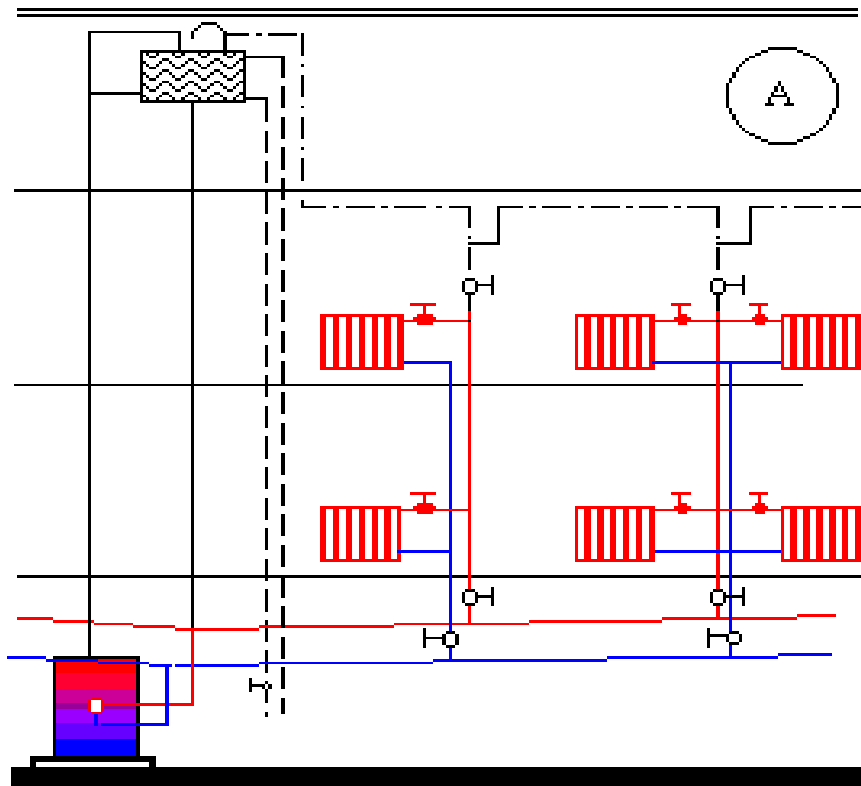


Wymiarowanie instalacji c.o

Instalacje bezpompowe (grawitacyjne).



Po obliczeniu potrzeb cieplnych oraz przyjęciu parametrów i rozwiązania instalacji, należy **obliczyć całkowite straty ciśnienia w obiegach zładu ogrzewczego i porównać je z ciśnieniem czynnym**. Obliczenia przeprowadzane są dla założonych parametrów czynnika grzejącego (t_z/t_p) i zewnętrznej temperatury obliczeniowej.

Po wykonaniu rozwinięcia instalacji ogrzewania następuje **podział całego zładu na działki** oraz obliczenie strumienia masy czynnika (m):

$$m = \frac{Q_{o,d}}{c_p (t_z - t_p)} \text{ kg/s}$$

Pozwala na **dobór średnic działek i na określenie łącznych strat ciśnienia dla obiegu złożonego z n-działek:**

$$\Delta p_s = \sum_{i=1}^n \Delta p_i = \sum_{i=1}^n (R_i \times l_i + Z_i) + Z_{ei}$$

gdzie l_i jest długością i-tej działki (m), R_i to jednostkowy spadek ciśnienia liniowego na tej długości (Pa/m), Z_i to miejscowe straty ciśnienia na i-tej działce (Pa), zaś Z_{ei} to straty ciśnienia innych elementów instalacji (Pa).

Następnie **sprawdza się relację pomiędzy ciśnieniem czynnym, a łącznymi stratami ciśnienia.** Powinna być zachowana równość $\Delta p_{cz} = \Delta p_s$. Ciśnienia czynne wyznacza się z następujących zależności:

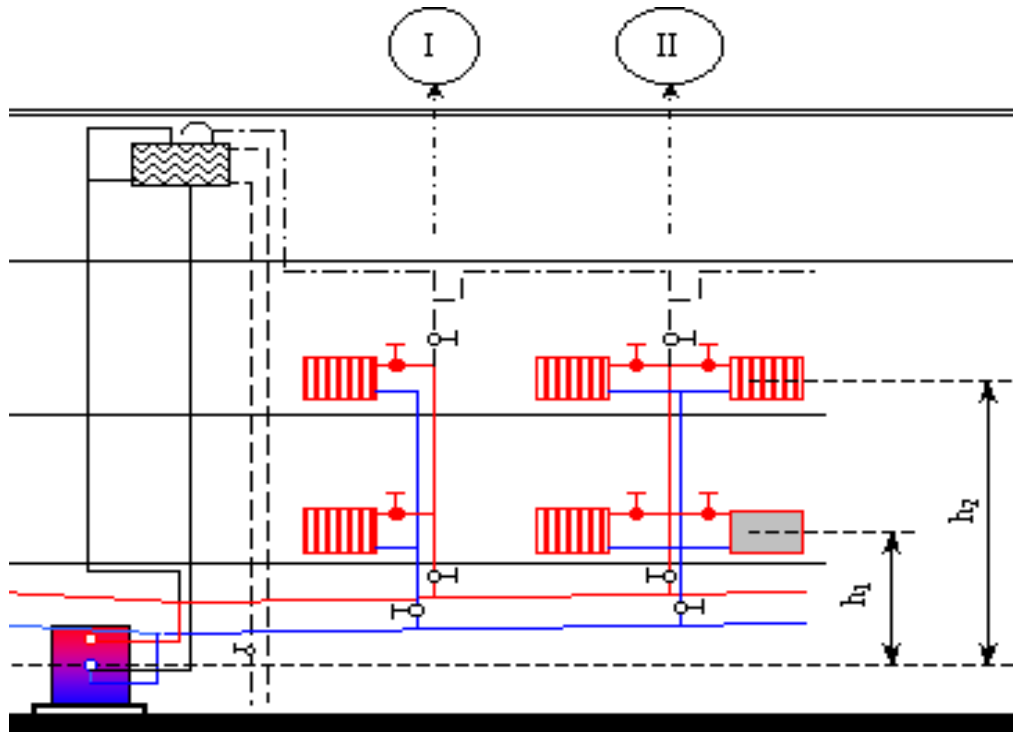
$$\Delta p_{cz}^d = g \times h (\rho_p - \rho_z)$$

rozdział dolny

$$\Delta p_{cz}^g = g \times h (\rho_p - \rho_z) + \Delta p_{och}$$

rozdział górny

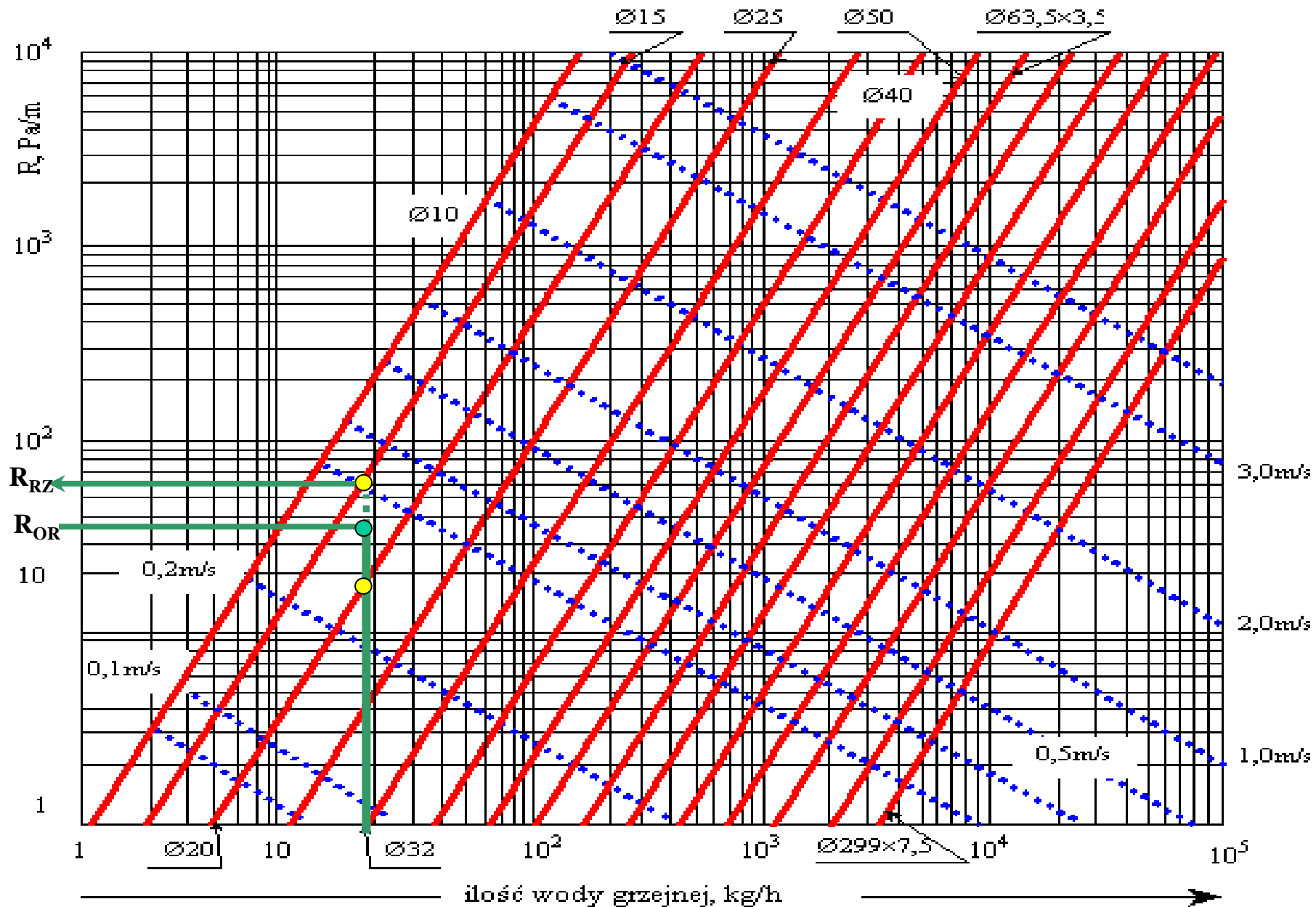
Obliczenia rozpoczyna się od **obiegu najbardziej niekorzystniejszego** - grzejnik najdalej położony w linii poziomej od źródła ciepła, a jednocześnie położony najniżej nad kotłem (grzejnik o różnicy wysokości h_1 w pionie II).



Kolejnym krokiem jest określenie ilości przepływającego czynnika przez wszystkie j -działki wybranego obiegu. Przyjmując wstępnie, że opory liniowe i miejscowe wynoszą po 50% łącznych strat ciśnienia, ustala się tzw. orientacyjny spadek na długości działek (R_{or}):

$$R_{or}^{h_1} = 0,5 \times \Delta p_{cz}^{h_1} / \sum_{i=1}^j l_i$$

Mając wartość R_{or} i korzystając z wykresu, **poszukuje się punktu przecięcia obu linii** ($R_{or,i}$, m), wskazującego średnicę przewodu działek; często nie trafia się bezpośrednio na wielkość handlową średnicy i potrzebna jest jej zmiana, a więc zmiana jednostkowej straty na długości na wartość rzeczywistą ($R_{rz,i}$)



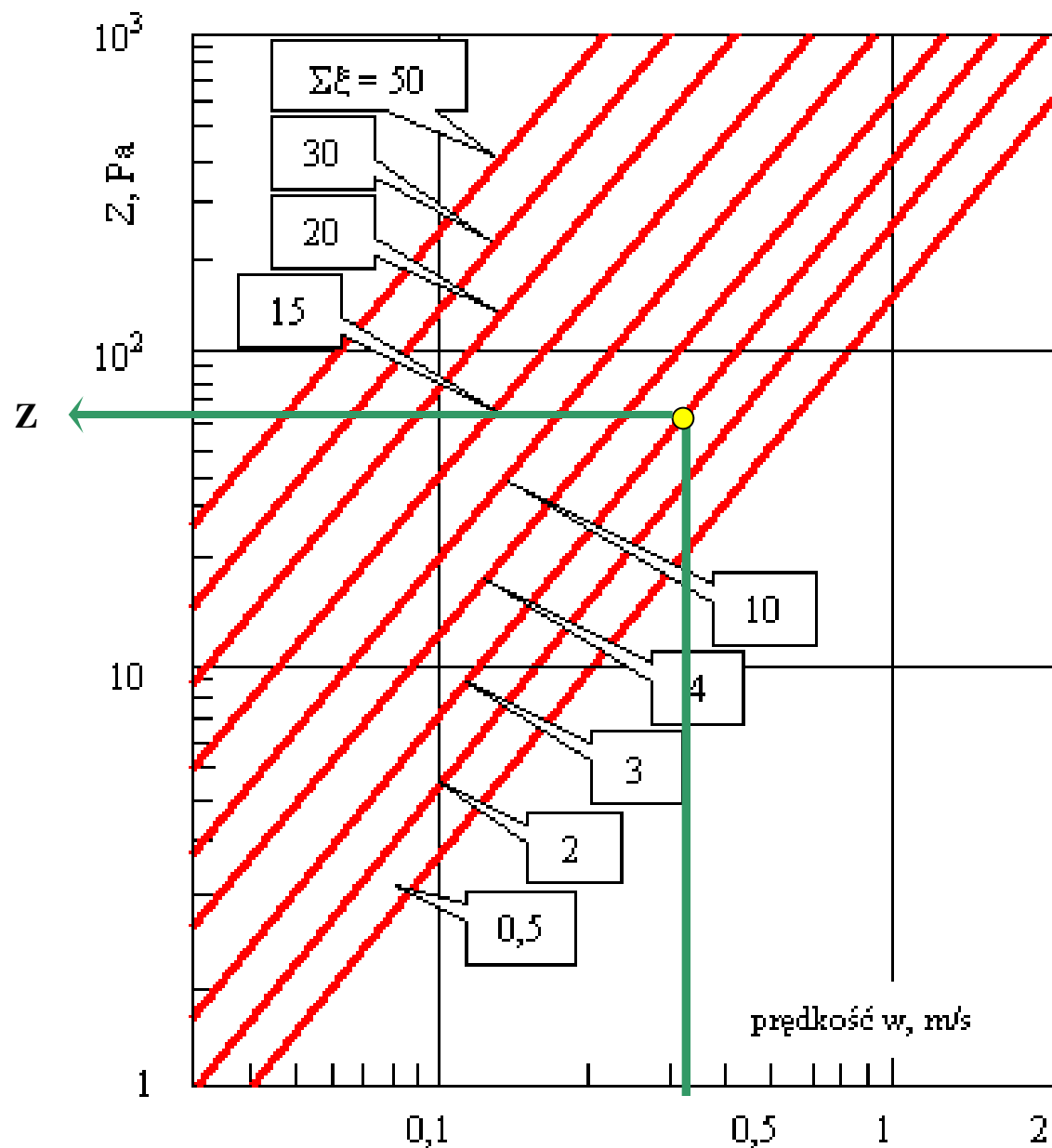
Nomogram do określania liniowych strat ciśnienia (R) w instalacjach ogrzewań wodnych (stalowych).

Jeżeli obliczenia dotyczą pionów lub poziomych przewodów rozprowadzających, wówczas należy wybierać średnice większe, co powoduje zmniejszenie rzeczywistej straty ciśnienia. Natomiast gdy dotyczą one działek będących gałązkami grzejnikowymi, wtedy należy wybierać średnice mniejsze. Jednocześnie z wyborem średnicy odczytuje się prędkość przepływu czynnika, a zestawiając opory miejscowe ($\Sigma \xi_i$) oblicza się wartości miejscowych strat ciśnienia (Z). Dokonując obliczeń dla wszystkich działek wybranego obiegu uzyskuje się całkowite straty ciśnienia, które porównuje się z określonym wcześniej ciśnieniem czynnym. Gdy wartości te różnią się więcej niż $\pm 5\%$, konieczne jest zmniejszenie lub zwiększenie jednej z dobranych średnic

Po zwymiarowaniu obiegu najbardziej niekorzystnego przechodzi się do obiegów pozostałych, uwzględniając już wcześniej dobrane średnice. Przykładowo, dla grzejnika o różnicy wysokości h_2 położonego w pionie I

$$R_{or}^{h_2} = 0,5 \times \left(\Delta p_{cz}^{h_2} - \Delta p_{rz}^{h_1} \right) / \sum_{i=1}^k \left(l_i^{h_2} - l_i^{h_1} \right)$$

Porównanie większego ciśnienia czynnego dla grzejnika o różnicy wysokości h_2 (ponad środkiem kotła) ze stratami ciśnienia w jego obiegu prowadzi do stwierdzenia, że w obiegu tym istnieje nadmiar ciśnienia, który może być zdławiony odpowiednim zaworem grzejnikowym lub poprzez zastosowanie elementu dławiącego jakim jest np. kryza.

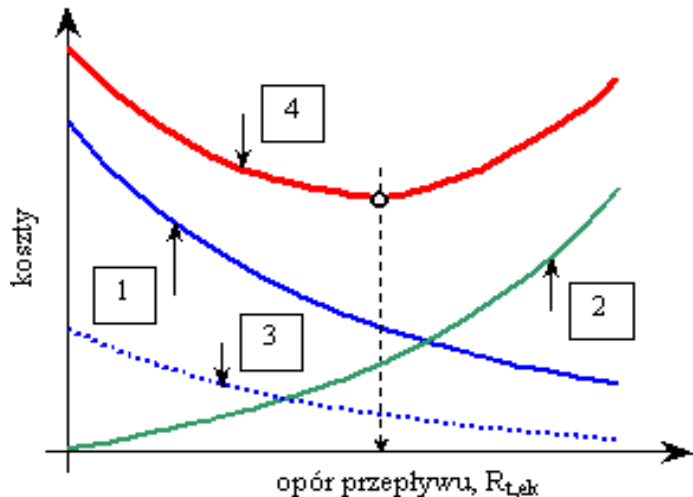


Nomogram do określania miejscowych strat ciśnienia (Z) w instalacjach ogrzewań wodnych (stalowych).

Podobnie dokonuje się obliczeń ogrzewań bezpompowych z górnym rozdziałem czynnika grzewczego, a jedyną różnicą jest konieczność uwzględnienia spadku temperatury czynnika w przewodach, zwiększającego ciśnienie czynne.

Instalacje pompowe (otwarte).

W układach z wymuszonym obiegiem czynnika grzejnego opory przepływu wody są równoważone **ciśnieniem pompy oraz (częściowo) ciśnieniem grawitacyjnym**. Do podstawowych warunków poprawnego wymiarowania instalacji pompowych z otwartym systemem zabezpieczeń należy poprawne określenie wartości jednostkowych strat liniowych dla przewodów, co pozwala na właściwy dobór średnic oraz na odpowiednie uwzględnienie ciśnień grawitacyjnych.



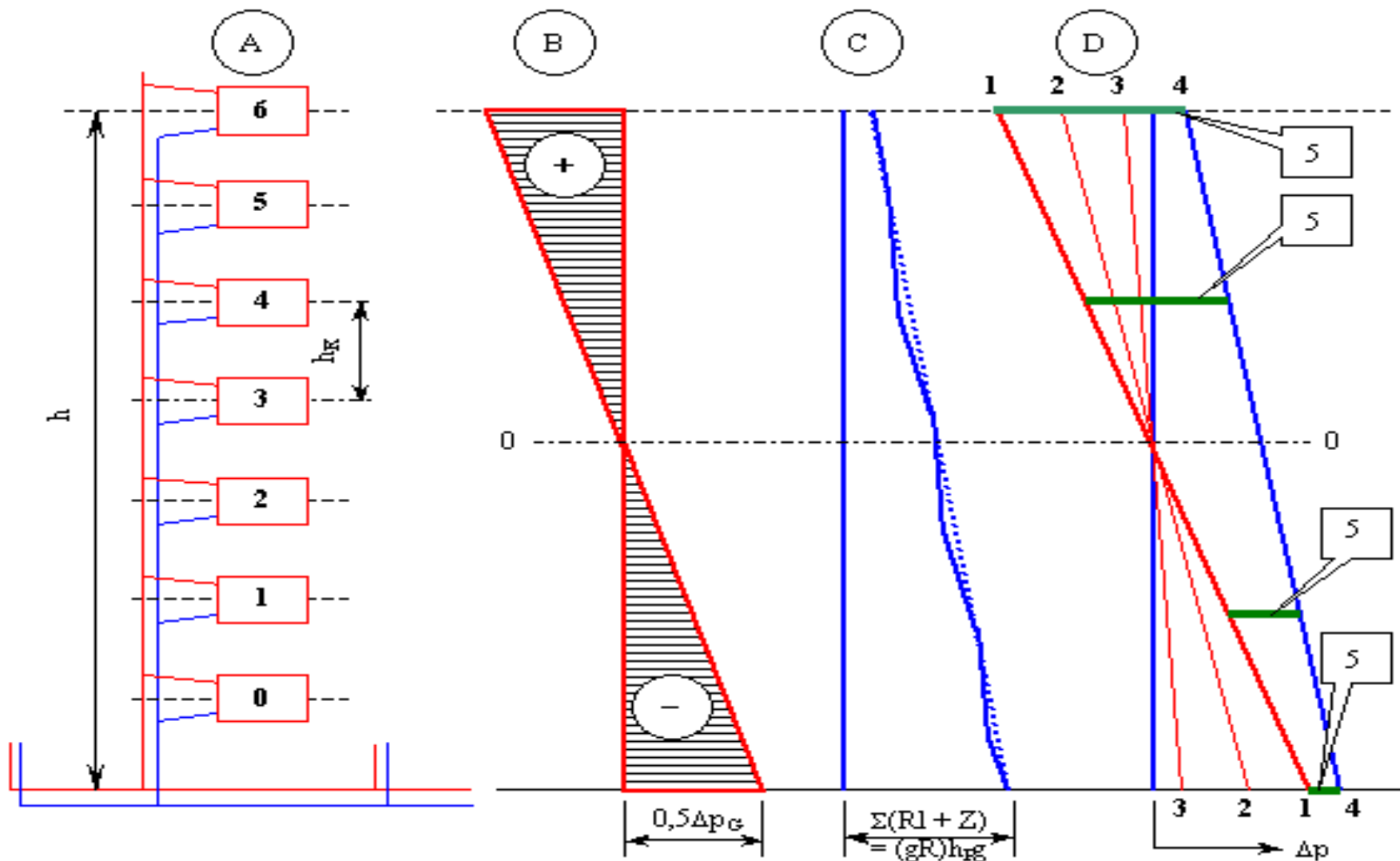
Punktem wyjścia dla określenia oporów przepływu czynnika w instalacjach pompowych jest przeprowadzenie szacunków ekonomicznych, polegających na zestawieniu nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych oraz wskazanie ekonomicznej wartości tych oporów. **Średnie wartości tak wyznaczonej jednostkowych oporów liniowych dla typowych instalacji wewnętrznych wynoszą 50÷80Pa/m.**

W praktyce stosuje się następujące zasady:

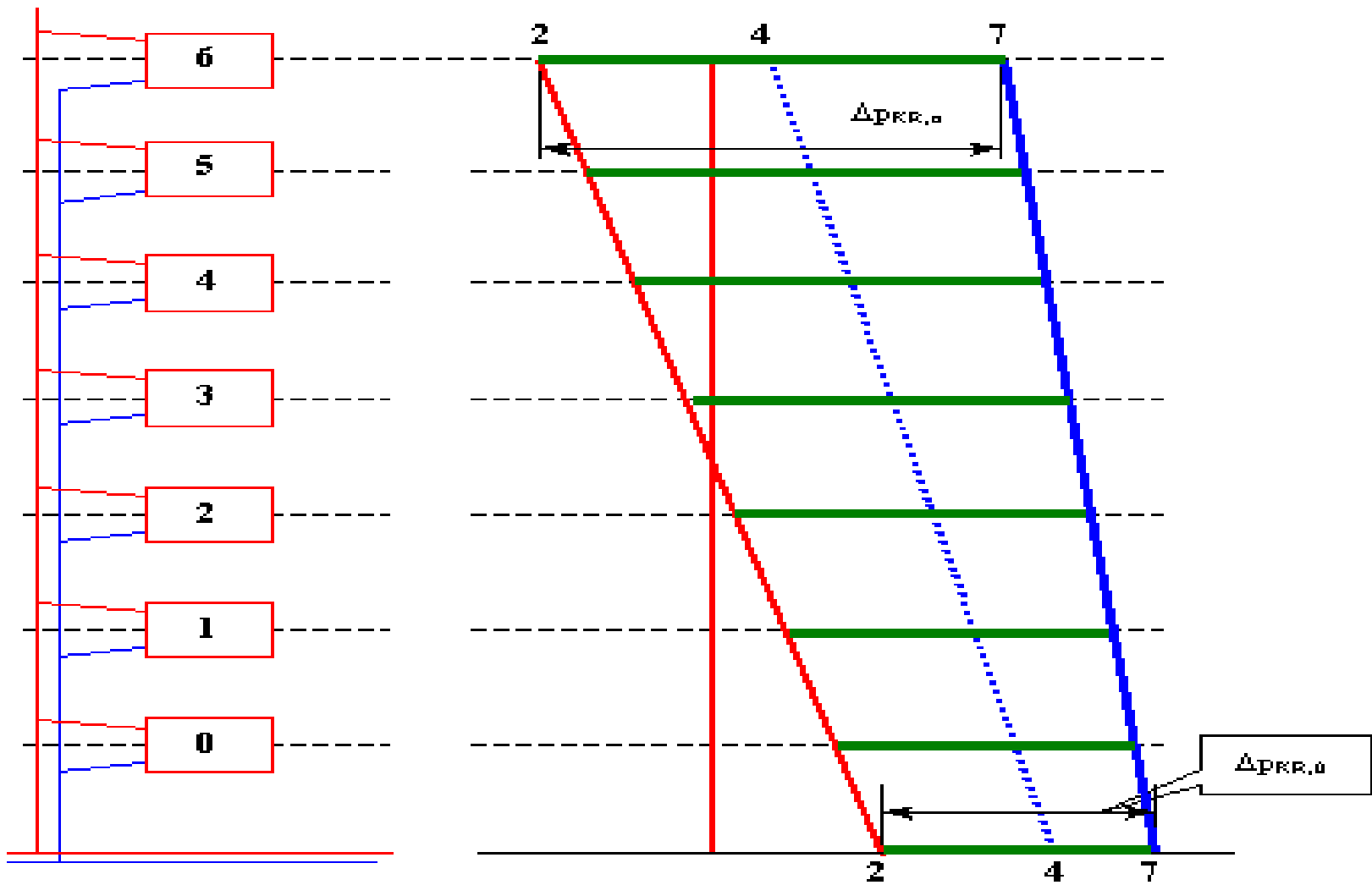
- **prędkość przepływu czynnika w poziomych przewodach rozprowadzających (m/s) nie powinna być liczbowo większa niż średnica nominalna przewodu (w dm),**
- **prędkość przepływu czynnika przez gałązki grzejnikowe nie powinna być większa od 0,2 m/s (szczególnie gdy są prowadzone ze spadkiem przeciwnym do kierunku przepływu czynnika),**
- **dla przewodów poziomych bez wyraźnych spadków, prędkość przepływu czynnika nie powinna być większa od 0,4 m/s, co pozwala na ich samoodpowietrzenie.**

Prędkość przepływu czynnika w pionach grzewczych powinna wynikać z zasady ich samonośności ; zasada ta oznacza, że dobór średnic pionów winien być taki, aby opory przepływu równoważyły wartość ciśnienia grawitacyjnego.

**Udział ciśnienia grawitacyjnego w pokonywaniu oporów przepływu może być zmienny i uzależniony jest głównie od wysokości pionów. Projektując instalację pompową pamiętać należy również o zapewnieniu jej dużej stateczności hydraulicznej, ponieważ w innym przypadku nie będzie spełnione zadanie utrzymywania temperatury w ogrzewanych pomieszczeniach w zadanym i wąskim paśmie tolerancji (± 1 K).
Decydujące znaczenie mają straty ciśnienia w tzw. małych obiegach, czyli w grzejnikach z gałązkami zasilającymi i powrotnymi i z armaturą. Powinny one być duże w porównaniu do oporów przepływu dla całego obiegu.**



Porównanie ciśnień czynnych i strat ciśnienia w pionie ogrzewania pompowego: A – schemat pionu z jednakowymi grzejnikami, B – ciśnienia grawitacyjne, C – straty ciśnienia w pionie, D – wynikowe ciśnienia dyspozycyjne dla obiegów grzejników.



Ilustracja zmian ciśnień w małych obiegach pionu: 7 – linia ciśnień po zdławieniu przepływu, $\Delta p_{KR,0}$ – ciśnienie tracone na kryzie w obiegu grzejnika 0, $\Delta p_{KR,n}$ - ciśnienie tracone na kryzie w obiegu grzejnika n

Współczesne wymogi spełniają pompowe układy systemu zamkniętego, które wyróżniają się: zastosowaniem przeponowych naczyń wzbiornych, hermetycznym rozwiązaniem odpowietrzenia (ograniczanie procesów korozyjnych i zwiększenie żywotności instalacji), stosowaniem pomp hermetycznych, możliwością montażu ciepłomierzy, lekkich grzejników oraz zaworów termostatycznych.

Przy wymiarowaniu zamkniętych instalacji dwururowych z zaworami termostatycznymi z uwagi na działanie zaworów termostatycznych dogodniejsze jest wykorzystywanie warunku optymalnego zakresu liniowych strat ciśnienia ($R_{opt} = 50 \div 80 \text{ Pa/m}$).

Dawne kryterium stateczności hydraulicznej zostało zastąpione kryterium dławienia. Istnieje obowiązek dobrania zaworu o pożądanym autorytecie. Autorytet zaworu termostatycznego (a_{zT}) jest określony za pomocą stosunku różnic ciśnień:

$$0,3 \leq a_{zT} = \frac{\Delta p_{zT}}{\Delta p_{zT} + \Delta p_S} \leq 0,8$$

$$\Delta p_S = \sum_{i=1}^n (Rl + Z)_i - 0,7 \times \Delta p_{G,max}$$

W praktyce wymiarowanie omawianej instalacji centralnego ogrzewania sprowadza się do spełnienia kryterium maksymalnej prędkości przepływu czynnika przez przewody w zależności od materiału. Sposób postępowania jest następujący:

✓ obliczenie straty ciśnienia wywołane oporami tarcia i miejscowymi dla wszystkich działek projektowanej instalacji przy zachowaniu warunku nie przekraczania dopuszczalnej prędkości przepływu czynnika przez przewód o określonej średnicy, czyli $w_i \leq w_{\max}$ (lub przy założeniu optymalnego zakresu liniowych strat ciśnienia ($R_{\text{opt}} = 50 \div 80 \text{ Pa/m}$)).

✓ obliczenie dla wszystkich n obiegów instalacji straty ciśnienia zgodnie z zależnością:

$$\Delta p = \sum_i (Rl + Z)$$

✓ obliczenie wartości grawitacyjnego ciśnienia czynnego $\Delta p_{cz} = 0,7g \times h \times (\rho_p - \rho_z)$,

✓ ustalenie, który z wymiarowanych obiegów jest najbardziej niekorzystny, czyli dla którego wartość W jest maksymalna: $W = \sum^n (Rl + Z) - 0,7 \times \Delta p_{cz} \downarrow_{\max}$

✓ dla ustalonego obiegu najbardziej niekorzystnego należy dobrać zawór z głowicą termostatyczną przy wykorzystaniu kryterium dławienia oraz określić stratę ciśnienia na tym zaworze (Δp_{ZT}) przy obliczeniowym przepływie czynnika przez grzejnik,

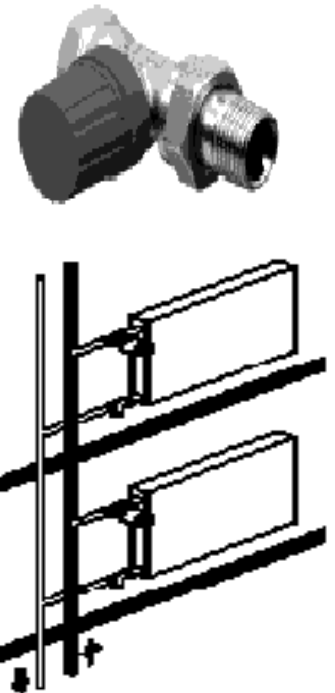
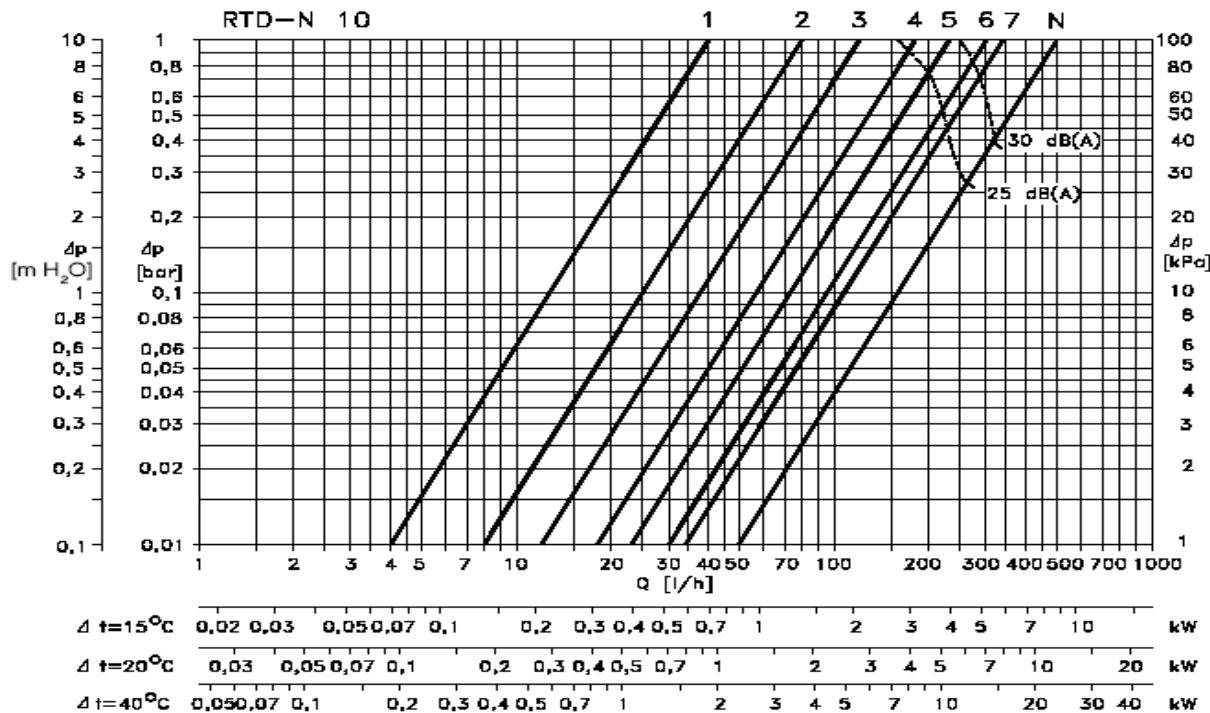
✓ ciśnienie dyspozycyjne pompy określa zależność:

$$\Delta p_d = \Delta p_p = \left[\sum_i^n (R1 + Z)_i - 0,7 \times \Delta p_{cz} \right]_{\max} + \Delta p_{ZT}$$

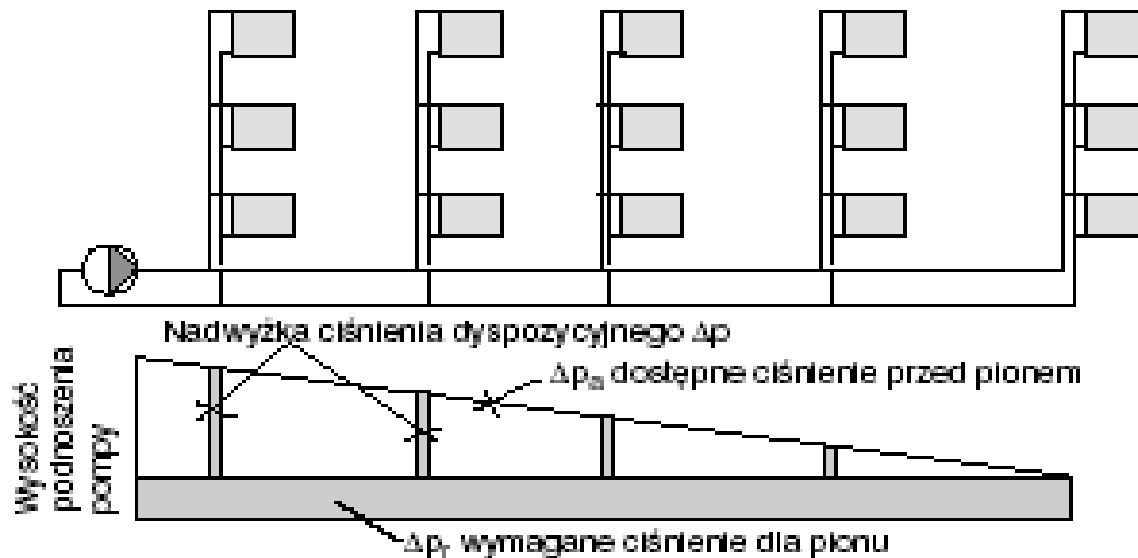
✓ stratę ciśnienia na zaworze dla pozostałych obiegów określa się z zależności

$$\Delta p_{ZT} = \Delta p_d - \left[\sum_i^n (R1 + Z)_i - 0,7 \times \Delta p_{cz} \right]$$

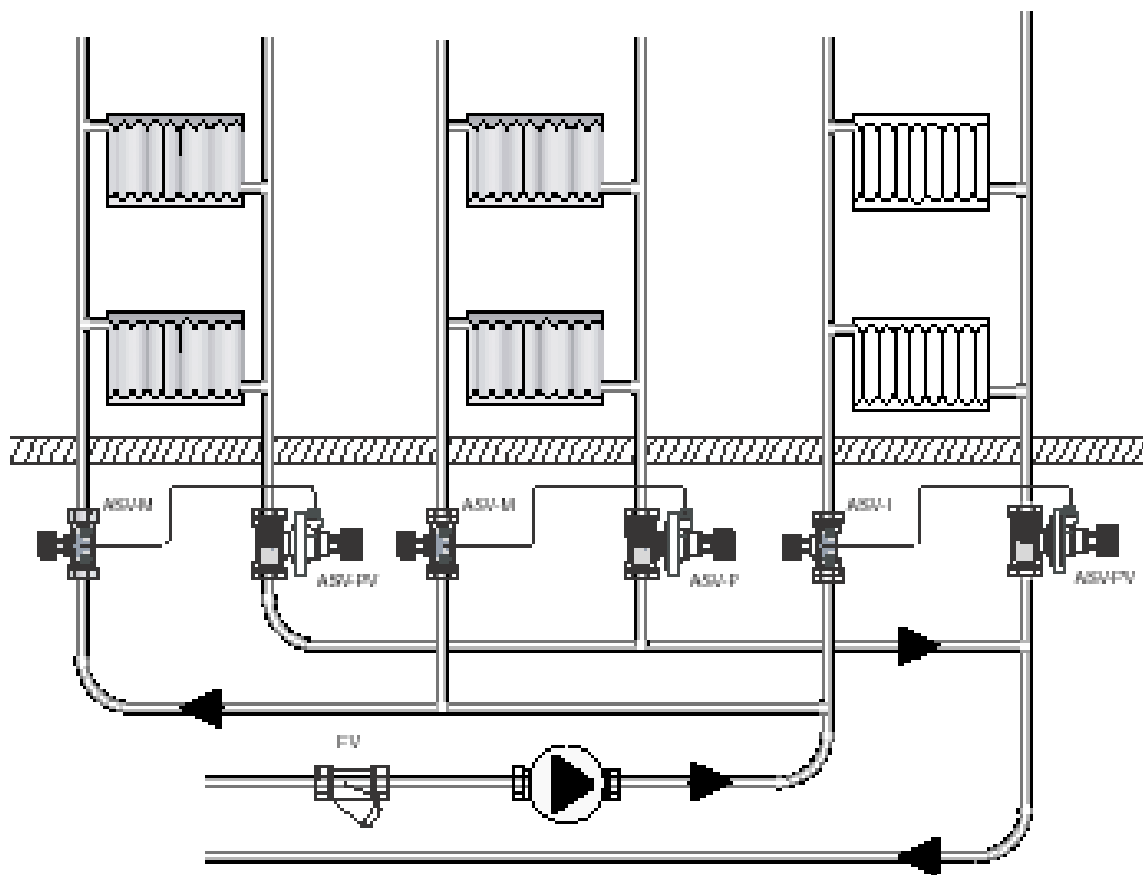
Ostatnią czynnością jest ustalenie nastawy wstępnej wszystkich zaworów w oparciu o uzyskane wartości Δp_{ZT} . W tym celu należy posłużyć się charakterystykami zaworów.



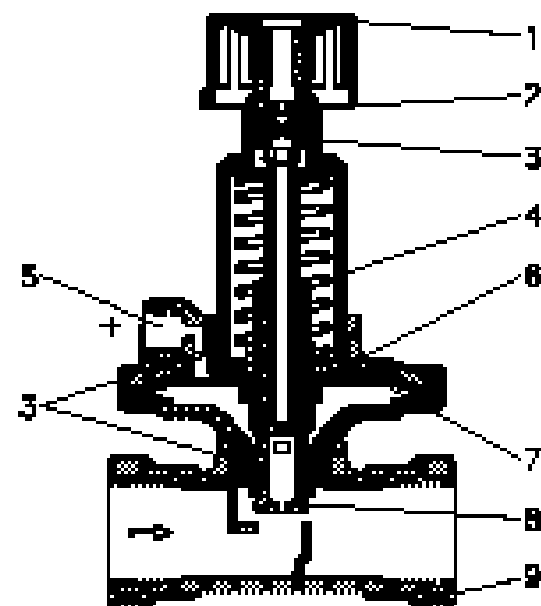
Dla zapewnienia tej stateczności hydraulicznej nie jest wystarczające zastosowanie poprawnie dobranych zaworów termostatycznych. Zmiana przepływu czynnika grzejącego, powoduje równoczesne zmiany ciśnień w instalacji



Dotyczy to poszczególnych pionów, w których panować mogą zróżnicowane ciśnienia, powodujące pojawienie się nad- lub podprzepływów w poszczególnych częściach instalacji. Przeciwdziałanie takim niekorzystnym zmianom, a więc uzyskanie wysokiej stateczności hydraulicznej instalacji ogrzewania z zaworami termostatycznymi jest zatem możliwe przy jednoczesnym wyposażeniu pionów w regulatory różnic ciśnień. Regulatory spełniają rolę kryz (stosowanych we dawniej w układach z ręcznymi zaworami regulacyjnymi) oraz utrzymują różnicę ciśnień pod pionami na stałym poziomie (około 10÷20kPa).

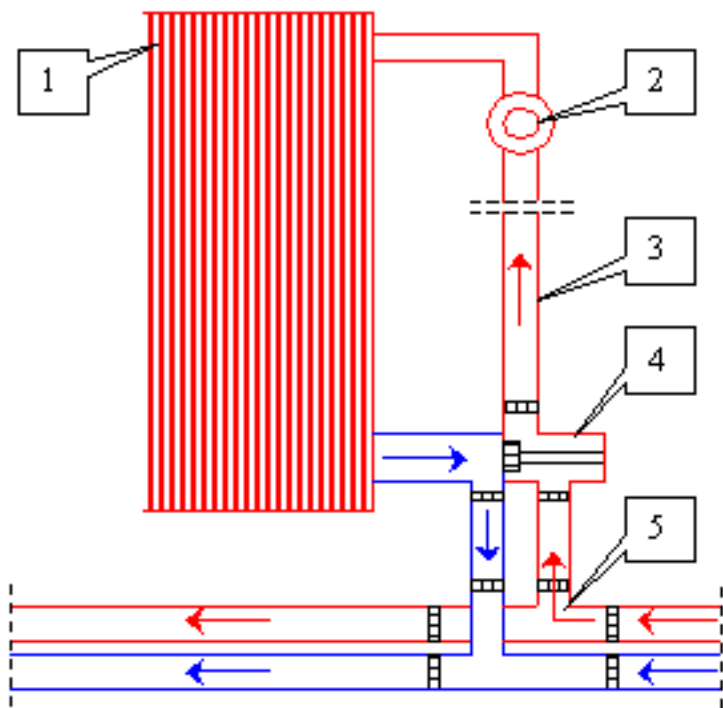


Przykład stabilizacji ciśnienia za pomocą regulatorów różnicy ciśnień



1 – wrzeciono ograniczające, 2 – pokrętko nastawy, 3 – zespół przepony sterującej, 4, 5 – sprężyna, 6 – wrzeciono, 7 – korpus, 8 – przesłona dławiąca, 9 – grzybek, 10 – kurek spustowy, 11 i 12 – zaślepka dolna i boczna, 13 – nastawa.

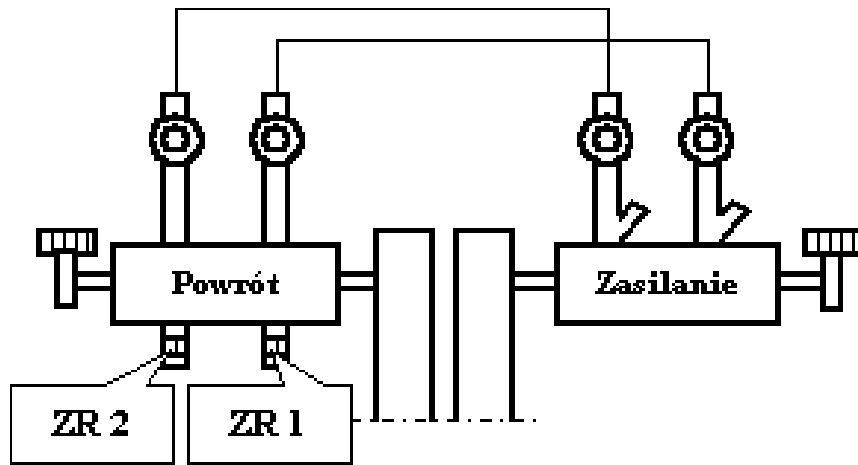
W klasycznym zestawie grzejnikowym występują także zawory termostyczne (proste lub kątowe) z głowicą, rurka dystansowa oraz rozdzielacz przygrzejnikowy. Rozdzielacz ten pozwala na regulację wykonania nastawy specjalnym kluczykiem.



Grzejnikowy zestaw przyłączeniowy: 1 – grzejnik, 2 – zawór termostyczny z głowicą, 3 – rurka dystansowa, 4 - rozdzielacz grzejnikowy z kluczem nastawnym, 5 – krzyżak rurowy. **Uwaga:** W poziomych układach jednorurowych zamiast krzyżaka rurowego następuje rozdzielenie przewodu zasilającego poszczególne grzejniki.

W układach dwururowych musi być spełnione kryterium dławienia podające zakres dopuszczalnych zmian autorytetów zaworów termostycznych. Jeżeli jednak zastosowane zostaną podpionowe stabilizatory różnic ciśnień, wówczas kryterium to będzie dotyczyło ciśnienia stabilizowanego.

Oczywistym wymaganiem będzie również wyrównanie oporów przepływu w rozdzielaczach umieszczonych na pionach zasilających poszczególne pętle. Dokonuje się tego za pomocą zaworów regulacyjnych *ZR1* i *ZR2*, przeznaczonych do wyrównywania przepływów w poszczególnych obiegach.



Rozdzielacze wraz z umiejscowieniem zaworów regulacyjnych

Dla układu jednorurowego należy uwzględnić fakt, że czynnik grzejny przepływa kolejno przez wszystkie zestawy przyłączy grzejnikowych. Dla tego przypadku określić należy wartość współczynnika rozplywu (β_r), którą zadaje się za pomocą elementu nastawnego znajdującego się w przyłączach grzejnikowych. Wykonując obliczenia hydrauliczne układów jednorurowych z przewodów miedzianych, często korzysta się ze wstępnego doboru ich średnic oraz odpowiadających im jednostkowych oporów przepływu, a także z uproszczonego sposobu obliczeń strat ciśnienia wywołanych oporami miejscowymi (zamiast uwzględniać w sposób tradycyjny opory miejscowe stosuje się zastępczą długość przewodu $l_z = d \times (\Sigma \xi / \lambda)$).

Ogrzewania płaszczyznowe

W ogrzewaniach płaszczyznowych wpływ powierzchni grzejnych na ludzi ma charakter kierunkowy, co oznacza, że ciało ludzkie jest nie tylko opromieniowane z jednej strony, ale także, że natężenie promieniowania cieplnego maleje wraz z kwadratem odległości ciała od płaszczyzny promieniującej. Niezbędnym dla zachowania równowagi cieplnej organizmu jest spełnienie równości:

$$t_i + B \times t_R = A \quad A = \left(1 + \frac{\alpha_r}{\alpha_K}\right) \vartheta_o - \frac{q_r + q_K}{\alpha_K} \quad \text{oraz} \quad B = \frac{\alpha_r}{\alpha_K}$$

Rodzaj pomieszczenia	Współczynnik A
Pomieszczenia mieszkalne (pokoje)	38
Łazienki (także pływalnie, łaźnie, itp.)	40 ÷ 44
Hale przemysłowe przy pracy lekkiej Przy pracy ciężkiej	32 ÷ 36 20 ÷ 26
Sale operacyjne	50 ÷ 60

$$\alpha_r (t_w - t_R) \cong \alpha_K (t_R - t_i)$$

$$t_R = 0,5(t_i + t_w)$$

$$\alpha_g \times A_g (t_g - t_i) - \sum_{s=1}^j \left[(kA)_s (t_i - t_e) \right] + 0,34 \times V_p (t_i - t_e) = 0$$

Powstają układy $j+1$ - równań liniowych (po pominięciu nieliniowości związanej z przenikaniem powietrza wentylacyjnego przez przegrody pomieszczenia i przyjęcia pewnej ilości powietrza)

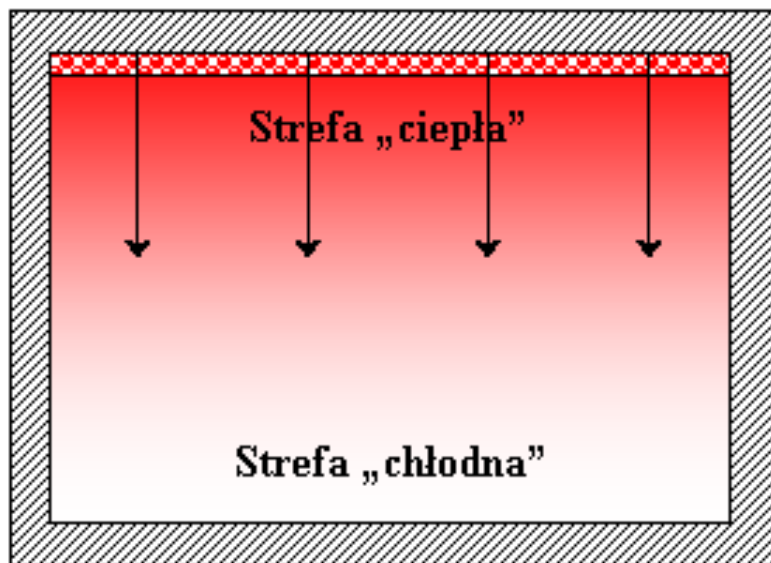
$$\alpha_{Kc} \times A_c (t_i - \vartheta_c) + \alpha_{rg} \times A_g (\vartheta_g - \vartheta_c) = U_c \times A_c (\vartheta_c - t_e)$$

$$V \times (c\rho)(t_i - t_e) = \alpha_{Kc} \times A_c (\vartheta_c - t_i) + \alpha_{Kg} \times A_g (\vartheta_g - t_i)$$

$$t_i + \varphi_g \times \vartheta_g + (1 - \varphi_{Kg}) \vartheta_c = A$$

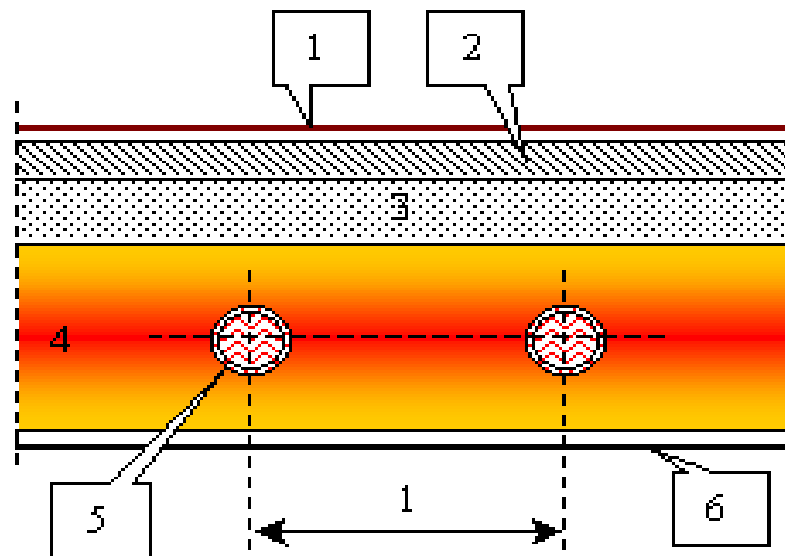
Obliczane są: temperatura wewnętrzna (t_i), temperatura powierzchniowa zastępczej przegrody wewnętrznej (ϑ_c) oraz temperatura płaszczyzny grzejnej (ϑ_g). Określenie tej temperatury umożliwia związanie jej z temperaturami powietrza i przegród otaczających pomieszczenie oraz wyznaczenie przewidywanej średniej oceny (*PMV*) dla człowieka przebywającego w wybranym miejscu tego pomieszczenia. W oparciu o tego typu analizy możliwe jest również wskazanie optymalnych temperatur płaszczyzn grzejnych związanych z konstrukcją budynku. Zaletą ogrzewań płaszczyznowych jest możliwość kierowania emisją fal cieplnych, a także ich samoregulowalność. Ujawnia się ona zmniejszaniem emisji ciepła w miarę wzrostu temperatury powierzchniowej płyt grzejnych, której towarzyszy wzrost intensywności strumieni konwekcyjnych przy jednoczesnym ograniczeniu cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu.

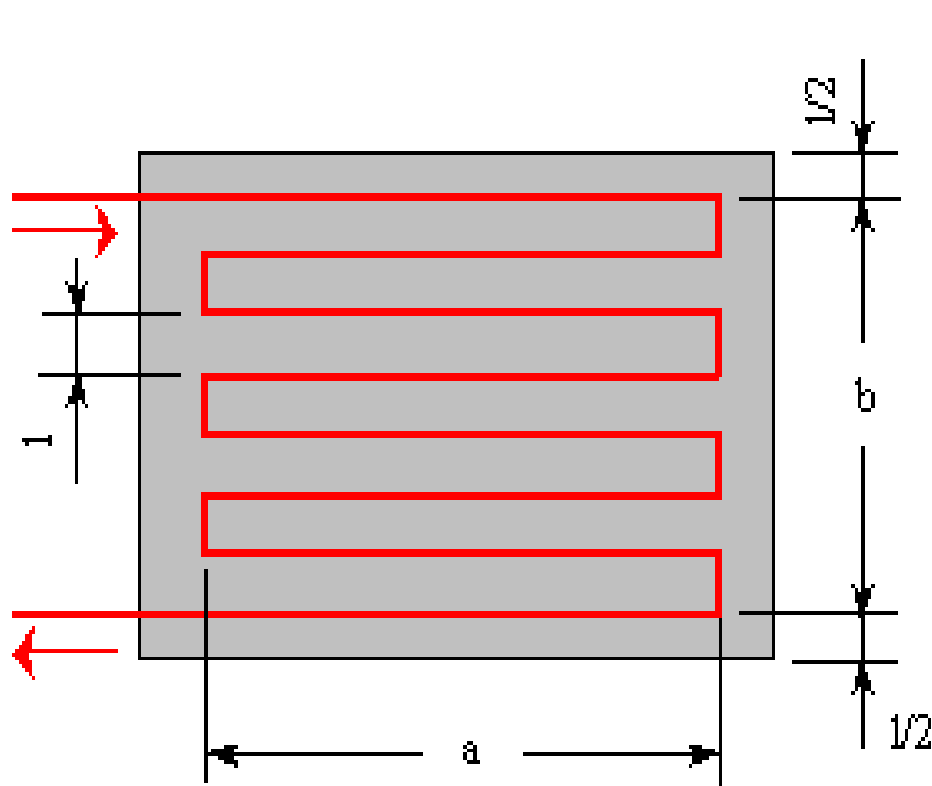
Ogrzewanie sufitowe



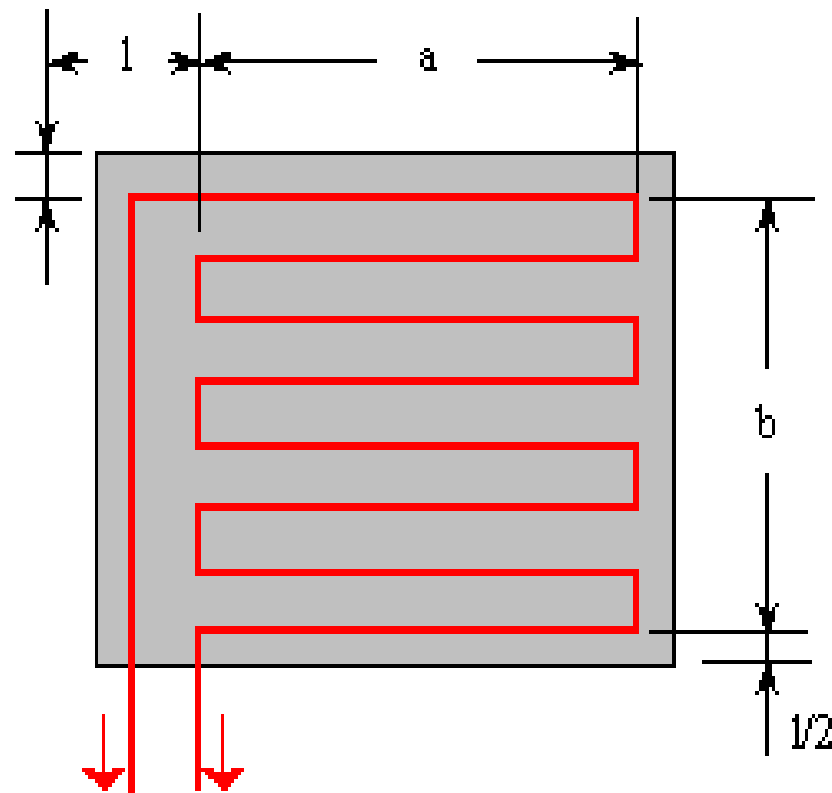
W ogrzewaniach sufitowych rolę płyty grzejnej spełnia strop z zabetonowanymi przewodami, którymi przepływa czynnik grzejny. Ze względu na spełnienie wyżej przedstawionego układu równań temperatura powierzchni wewnętrznej stropu nie powinna być zbyt wysoka. Zależy to głównie od wysokości pomieszczeń oraz związanego z nią promienia płyty grzejnej.

1 – posadzka, 2 – podłoże (np. betonowe), 3 – izolacja cieplna, 4 – strop właściwy, 5 – przewody grzejne, 6 – tynk, l – rozstaw przewodów grzejnych.





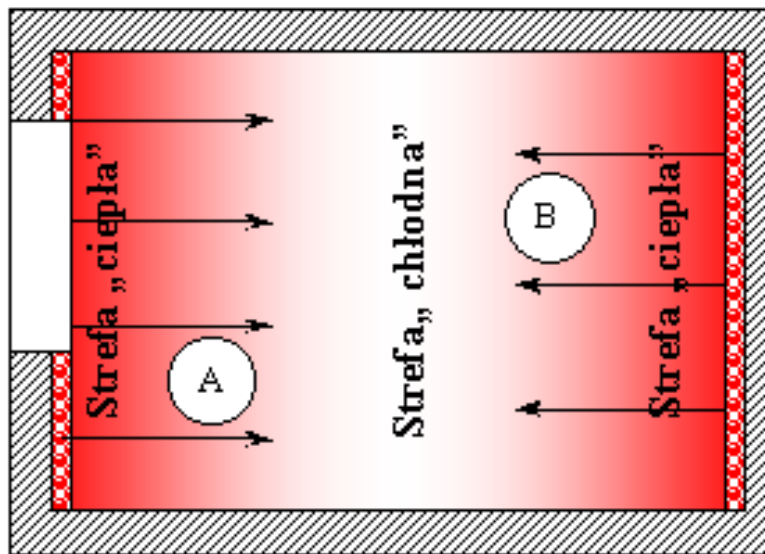
$$A_{wg} = (a + 0,5 \times l)(n \times l + \Delta b)$$



$$A_{wg} = (a + 1,75 \times l)(n \times l + \Delta b)$$

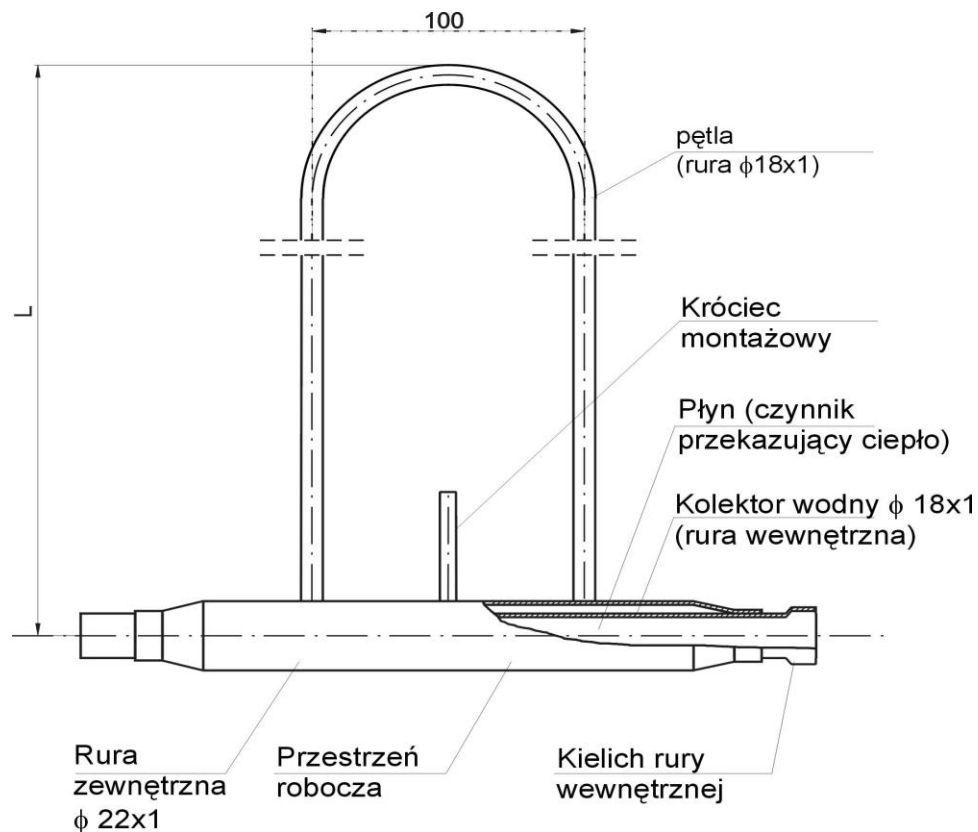
Zapotrzebowanie miejsca na węzownicę grzejną (n to liczba przewodów w węzownicy, zaś Δb jest dodatkiem ze względu na szerokość pasa obrzeża – na rysunkach $\Delta b = l/2$)

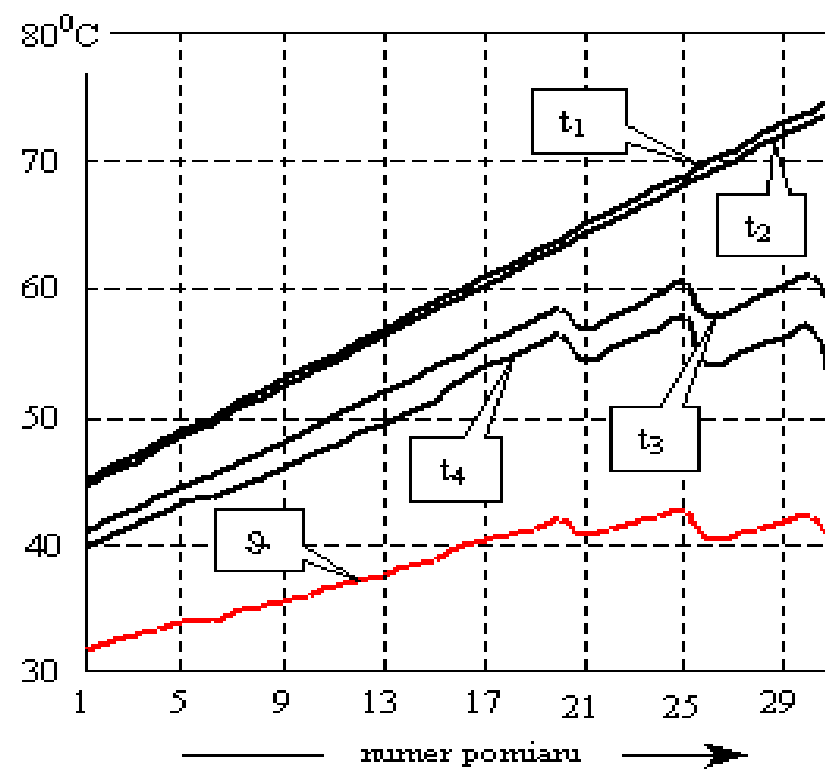
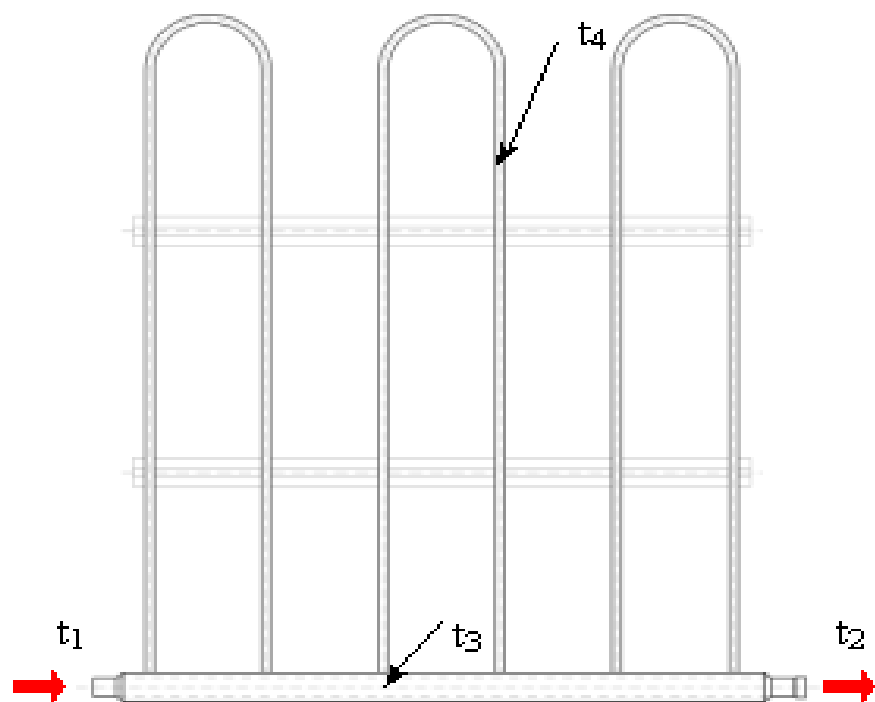
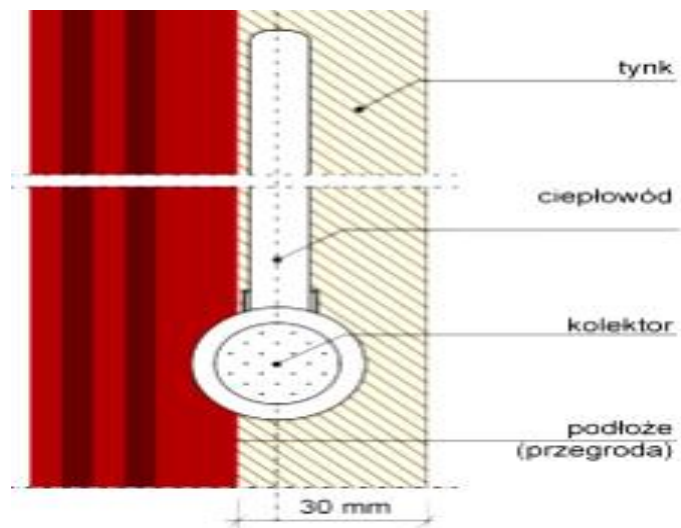
Ogrzewanie ściennie



Pierwsze z nich (firma *Wath*) wykonane są najczęściej z przewodów miedzianych (nazywanych *ciepłowodami*) połączonych kolektorem i tworzących, tzw. panel grzewczy, którego schemat przedstawiono obok. Panel umieszczony jest w ścianie i pokryty warstwą tynku o grubości około 3 cm. Po okresie 1 minuty ściana osiąga wymaganą temperaturę około $+40^{\circ}\text{C}$. Czynnik grzewczy znajduje się jedynie w kolektorze transportującym.

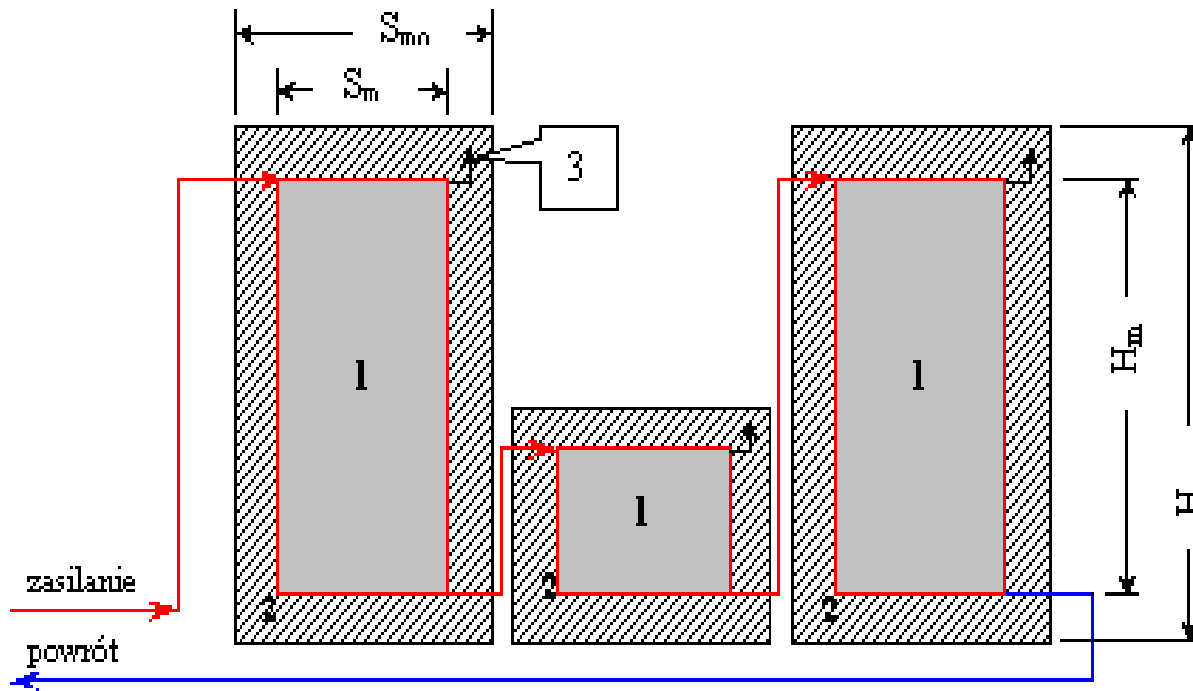
Obecnie w budynkach o dużej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych możliwe jest sytuowanie urządzeń grzejnych również w ścianach zewnętrznych lub w ich części.



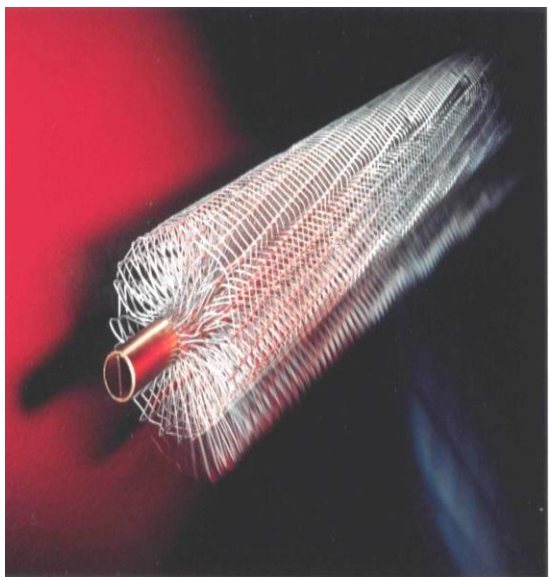
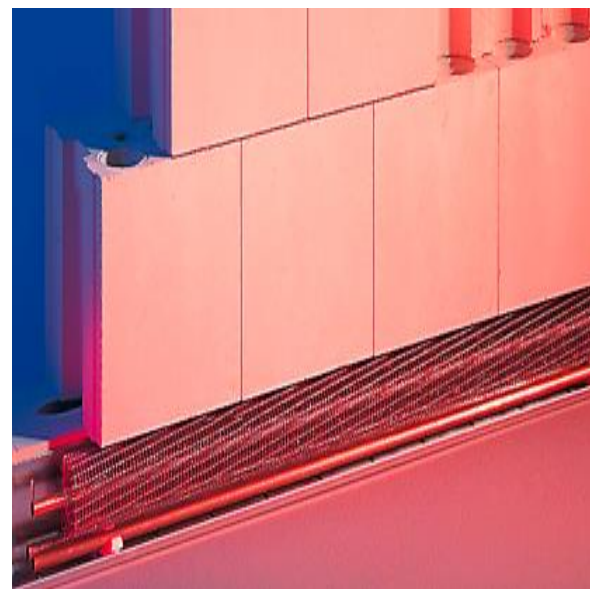
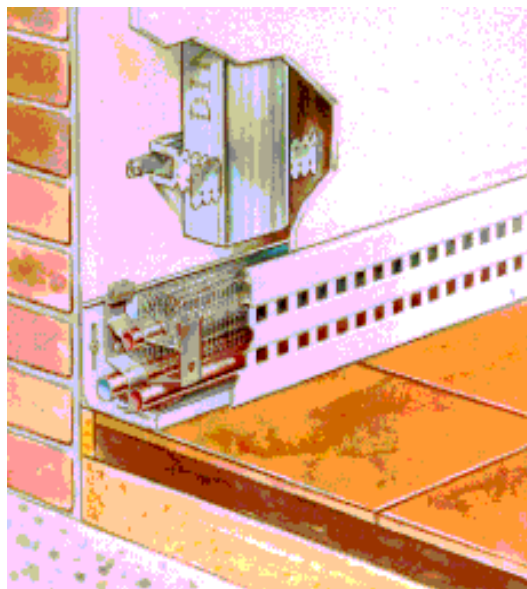




Widok płyty z wkładem grzewczym, stosowany w ogrzewaniach typu *Lago Mont*

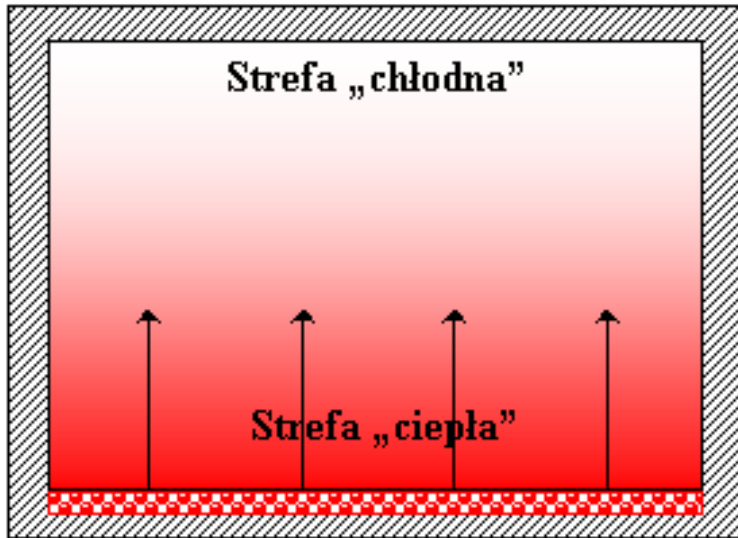


Schemat ściany grzejnej z 3 modułami *Lago* o różnej wysokości: 1 – moduł grzewczy, 2 - moduł montażowy, 3 – automatyczny zawór odpowietrzający, H_m i S_m – wymiary modułu grzewczego, H_{mo} i S_{mo} – wymiary montażowe.



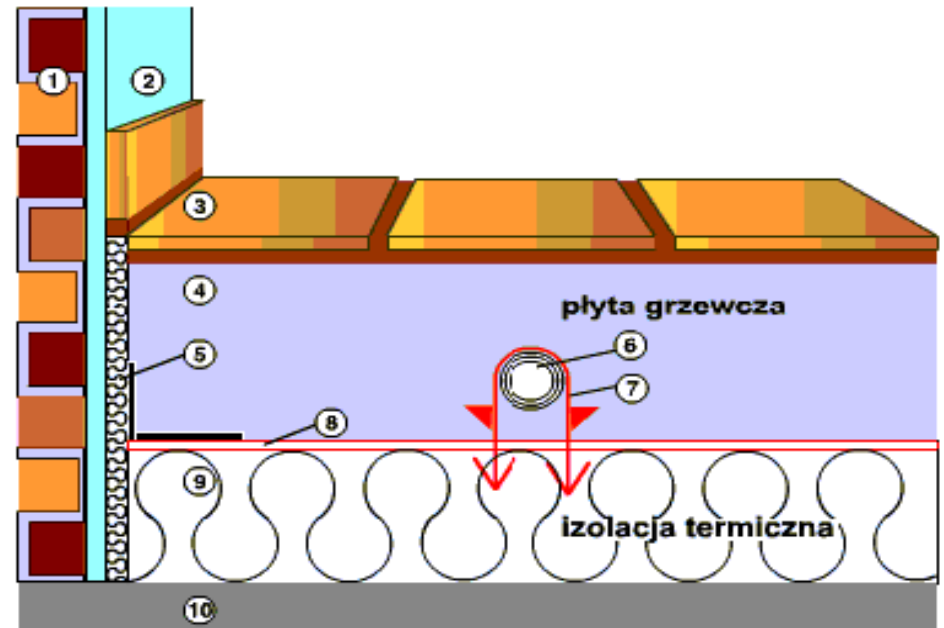
Listwa przyścienna *Lago* z przewodami grzewczymi i obudową aluminiową

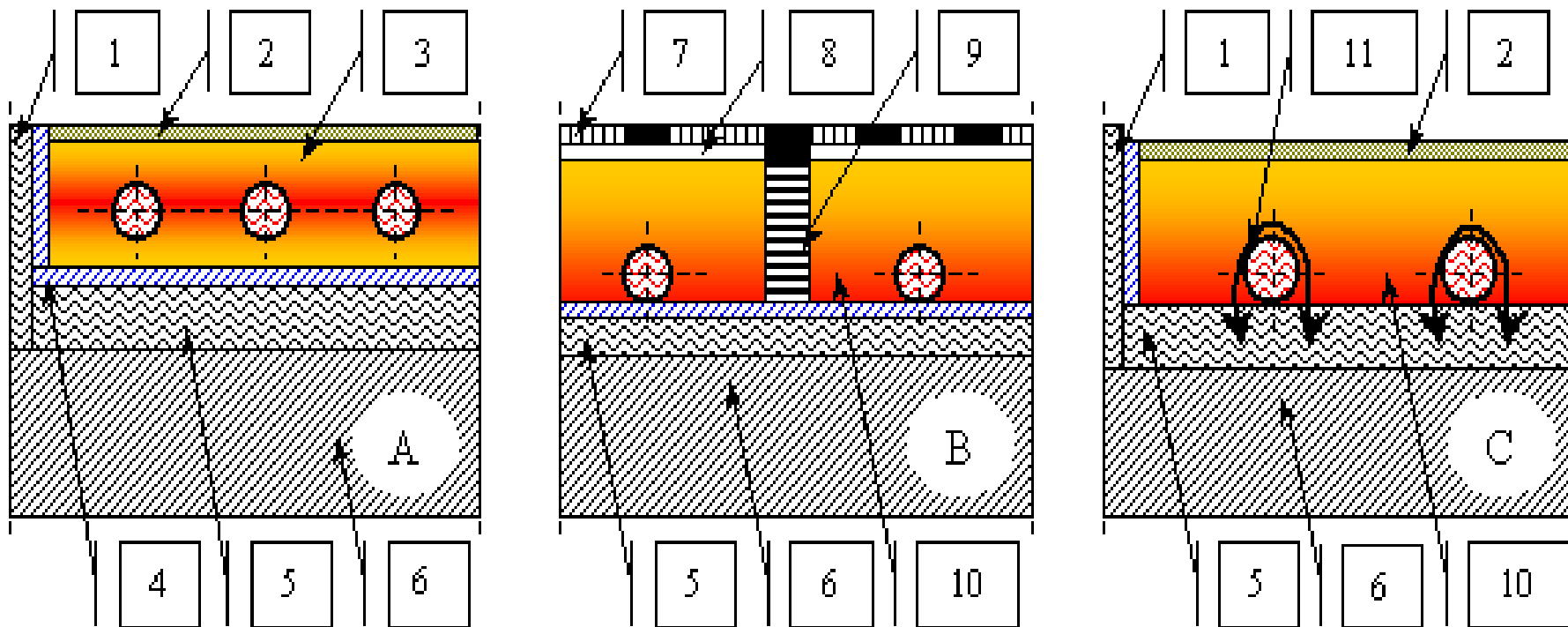
Ogrzewanie podłogowe



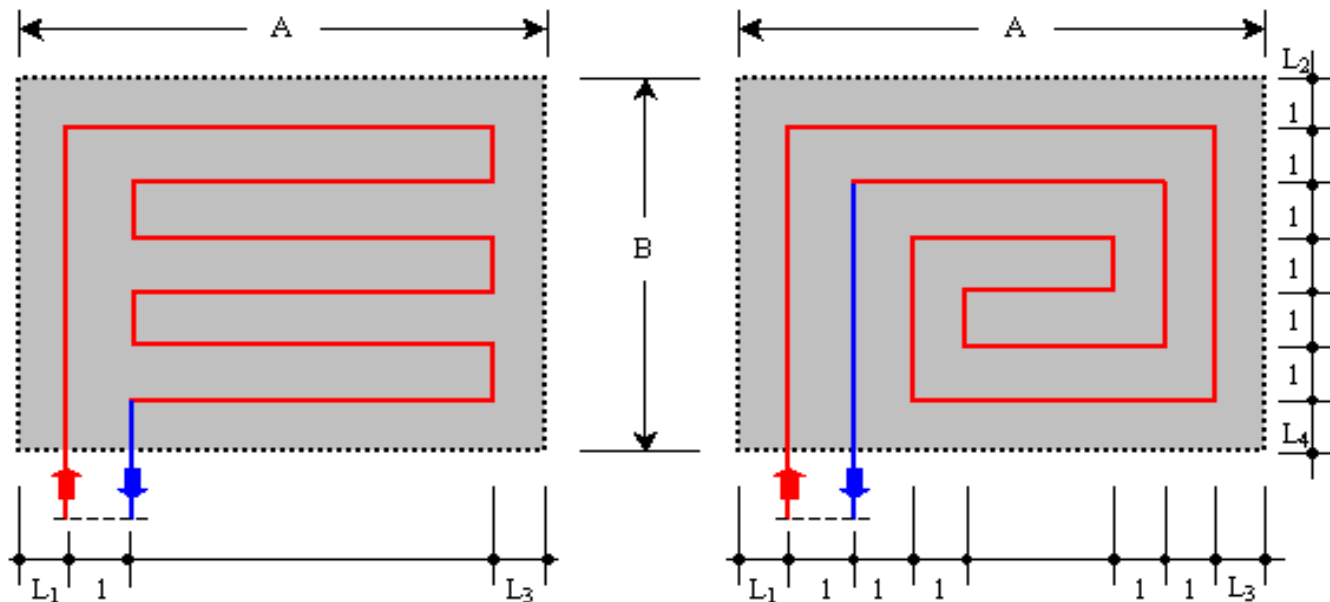
Z uwagi na warunki komfortu cieplnego zalecane jest, aby temperatura powierzchniowa płaszczyzny podłogi w pomieszczeniach ogólnego użytku nie przekraczała wartości $\vartheta_p = +25^{\circ}\text{C}$ (w łazienkach - $+33\div 35^{\circ}\text{C}$). Podobnie jak w przypadku ogrzewań sufitowych ważne jest odpowiednie umieszczenie w podłodze wężownic z przewodów, którymi przepływa czynnik grzewczy.

1 – ściana, 2 – tynk, 3 – wykończeniowa warstwa podłogi, 4 – wylewka betonowa, 5 – izolacja brzegowa, 6 – wielowarstwowy przewód grzewczy, 7 – uchwyt do przewodu (spinka), 8 – izolacja przeciwwilgotnościowa, 9 – izolacja cieplna, 10 – strop.

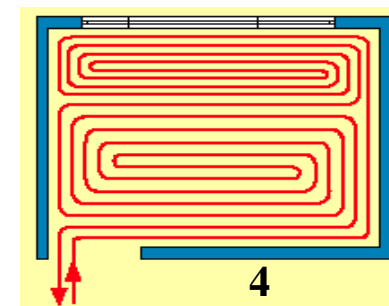
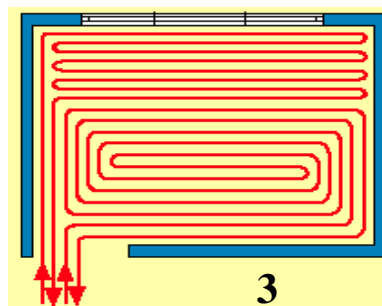
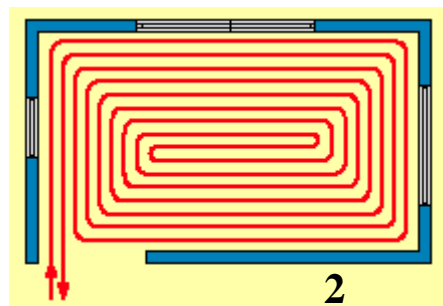
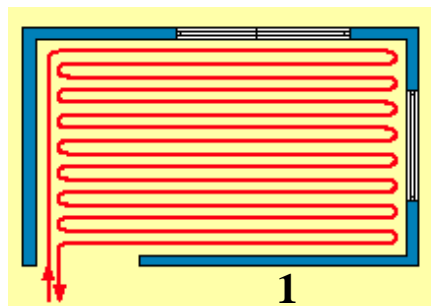




Przykłady rozwiązań podłóg grzewczych: A – typowy grzejnik podłogowy (brzegowy), B – posadzka kamienna ze szczeliną dylatacyjną, C – mocowanie przewodów węzownicy grzewczej za pomocą specjalnych spinek).
Oznaczenia: 1 – taśma brzegowa, 2 – wykładzina podłogowa, 3 – wylewka betonowa z umieszczoną w niej węzownicą grzewczą, 4 – izolacja wilgotnościowa, 5 – izolacja termiczna, 6 – strop, 7 – posadzka kamienna, 8 – zaprawa klejąca, 9 - fuga dylatacyjna, 10 – warstwa jastrychu, 11 – spinki U-kształtowe do mocowania przewodów grzewczych.

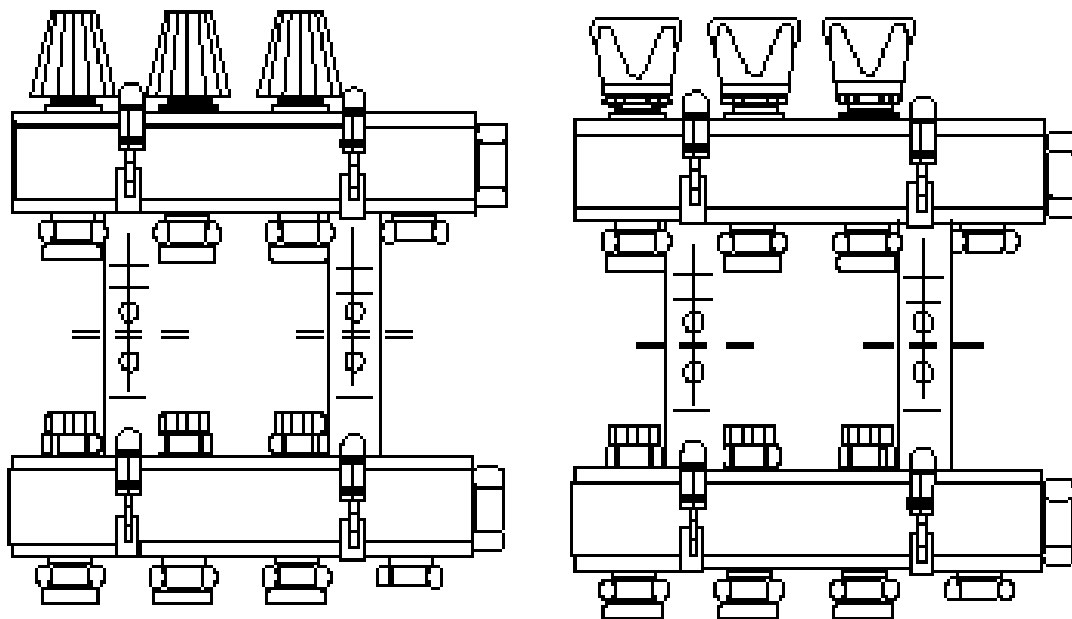


Schematy węzownic grzejnych umieszczone w polu podłogi pomieszczenia o wymiarach $A \times B$: 1 – rozstaw przewodów węzownicy: L_1 , L_2 , L_3 , L_4 – odległości od pionowych ścian zewnętrznych (minimum 0,5m) i wewnętrznych (około 0,15÷0,3m). Uwaga: ze względów budowlanych wymiary A oraz B są często powiększane o 15÷30cm.



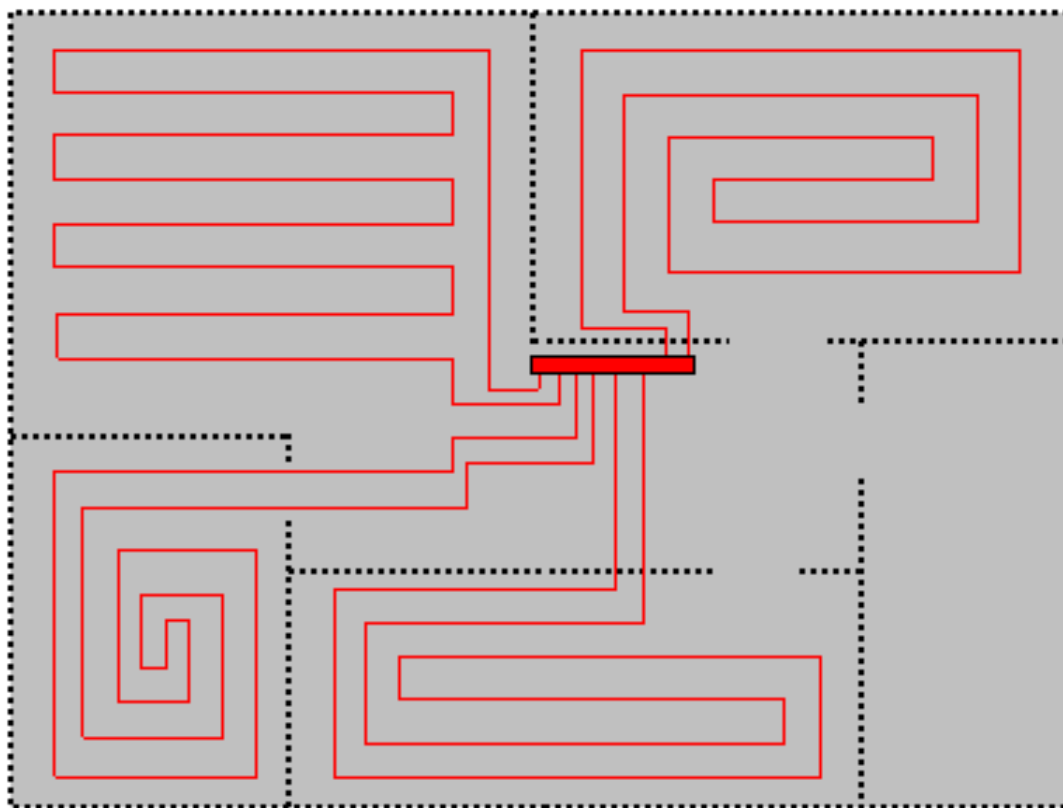
1 – węzownica pętlowa, 2 – węzownica ślimakowa (spiralna), 3 – węzownica w strefie brzegowej (jako niezależny obiekt), 4 – węzownica meandrowa.

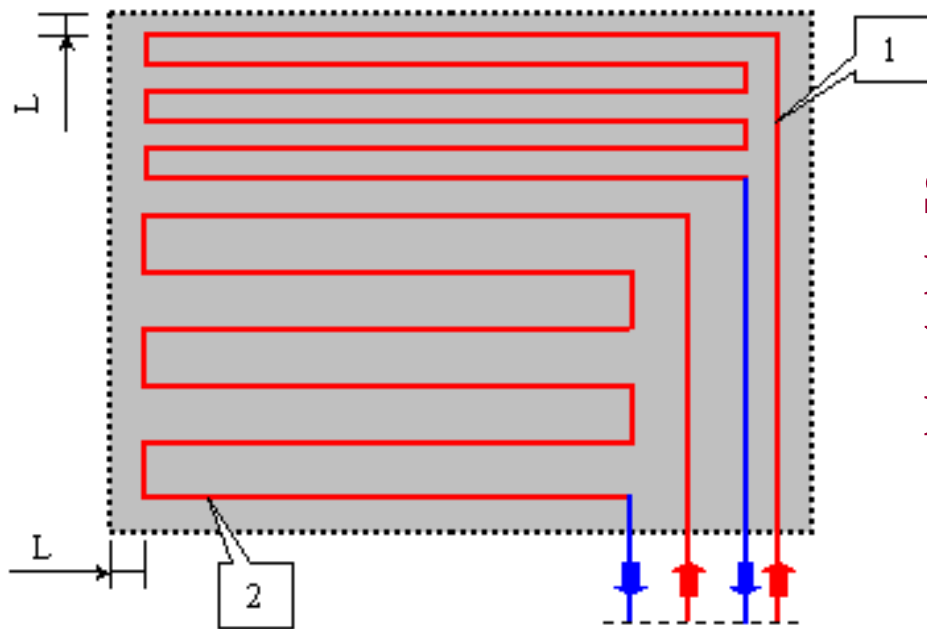
Dla przyjętego rozstawu przewodów wymagane jest sprawdzanie temperatury podłogi, która we wszystkich przypadkach nie powinna przekraczać $+29^{\circ}\text{C}$. Temperatura zasilania nie powinna być wyższa od $+55^{\circ}\text{C}$, zaś temperatura powrotu $+45\div 50^{\circ}\text{C}$. Przy prędkości przepływu w granicach $0,1\div 0,5(0,6)$ m/s długość pojedynczego obwodu grzewczego ($\varnothing 16$) nie powinna przekraczać 120 m. Przewody grzewcze łączone są za pomocą złączek mosiężnych zaciskowych (z uszczelkami typu O-ring), zaś jako połączenie z instalacją stosuje się rozdzielacze z wbudowanymi na stałe zaworami odcinającymi lub termostatycznymi, wyposażone w odpowietrzniki. Zawory regulacyjne montuje się na kolektorach powrotnych. Służą do wyrównywania przepływów w poszczególnych obiegach. Dodatkowym wyposażeniem rozdzielaczy (umieszczanych zwykle we wnęce ściennej lub specjalnej szafce naściennej) są zawory spustowe.



Rozdzielacze z wbudowanymi zaworami odcinającymi (typ *RP* - po lewej) oraz z zaworami termostatycznymi (typ *RPT*)

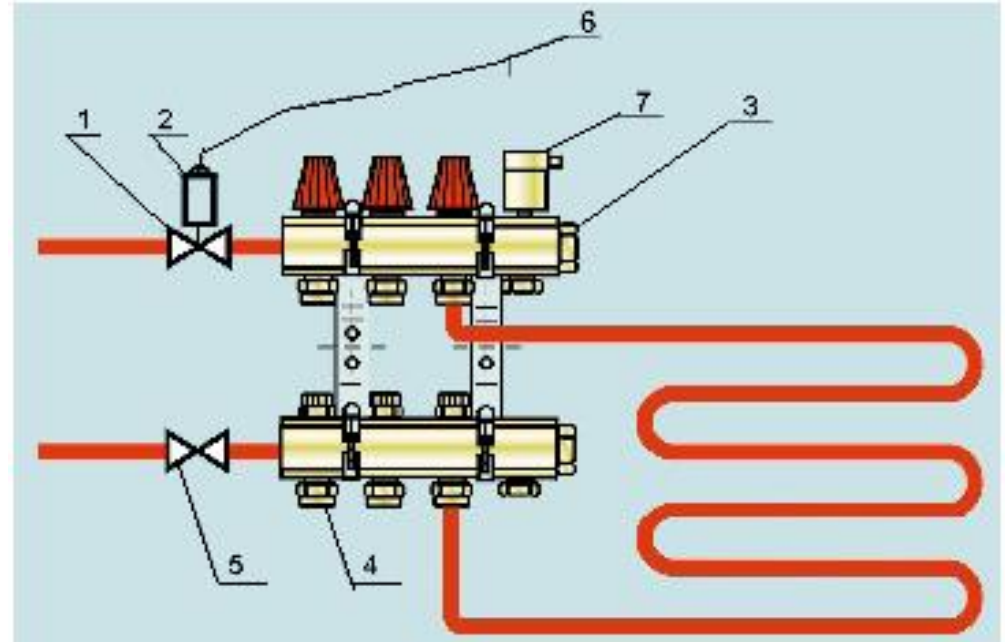
W mieszkaniu można kilka węzownic zasilać z jednego rozdzielacza. **Obliczenia należy rozpocząć od pomieszczenia o najwyższej wymaganej temperaturze wewnętrznej lub też charakteryzującego się największymi potrzebami cieplnymi (W/m^2).** Gdy w pomieszczeniu nie wystarcza pojedyncza węzownica grzejna lub gdy opory przepływu przez pojedynczą węzownicę są większe od 20 kPa, wówczas należy stosować układy równoległe połączonych węzownic grzejnych, w których temperatura czynnika zasilającego jest identyczna.

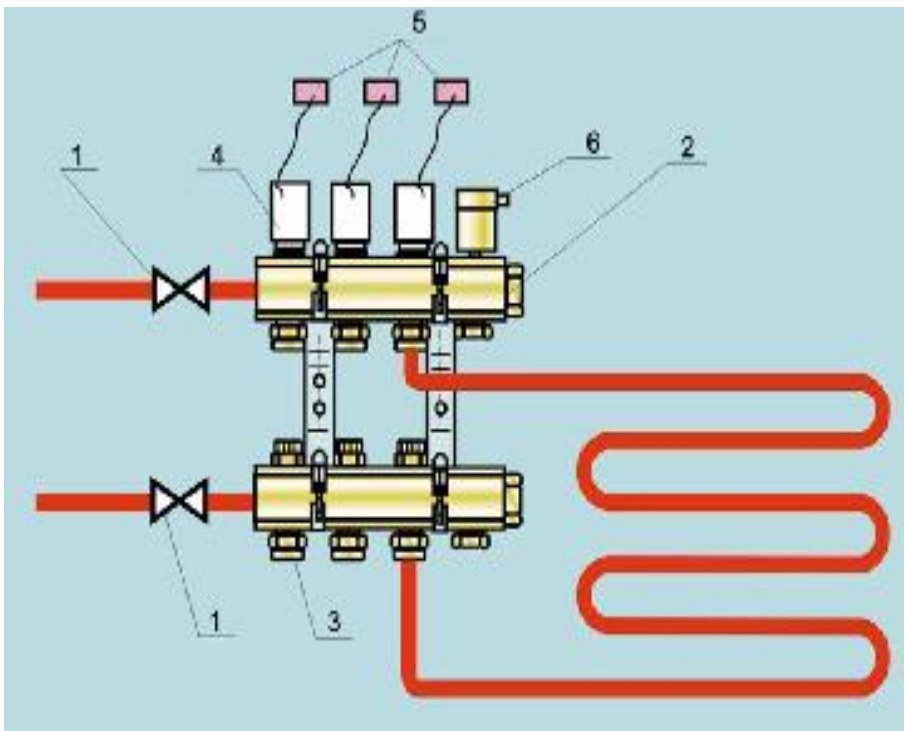




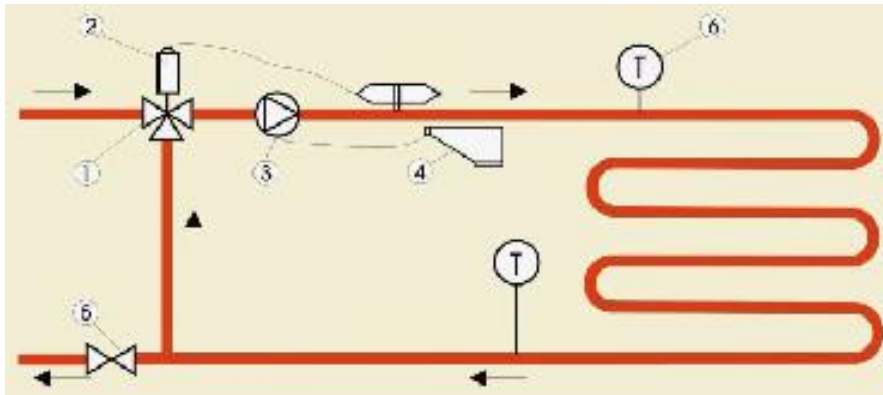
Schemat rozmieszczenia w pomieszczeniu węzownicy grzejnej w jego strefie brzegowej (1) oraz pobytowej (2)

Schemat regulacji ogrzewania podłogowe: 1 – zawór termostaticzny, 2 - głowica termostaticzna z czujnikiem zewnetrznym (zdalnym), 3 – kolektor zasilajacy rozdzielacza RP z zaworami odcinajacymi, 4 – kolektor powrotny rozdzielacza RP z zaworami regulacyjnymi, 5 – zawór kulowy, 6 – termostat pokojowy, 7 – odpowietrznik automatyczny.

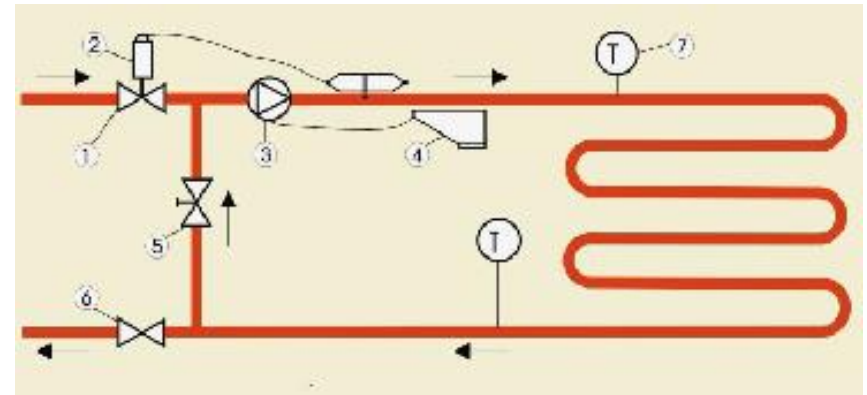




Schemat zabezpieczeń części układu z ogrzewaniem podłogym przy obsłudze pomieszczeń o różnych potrzebach cieplnych: 1 – zawór kulowy, 2 - kolektor zasilający rozdzielacza z zaworami termostaticznymi, 3 – kolektor powrotny rozdzielacza *RP* z zaworami regulacyjnymi, 4 – głowice termostaticzne z czujnikami zewnetrznymi, 5 – termostaty pokojowe, 6 - odpowietrznik automatyczny.

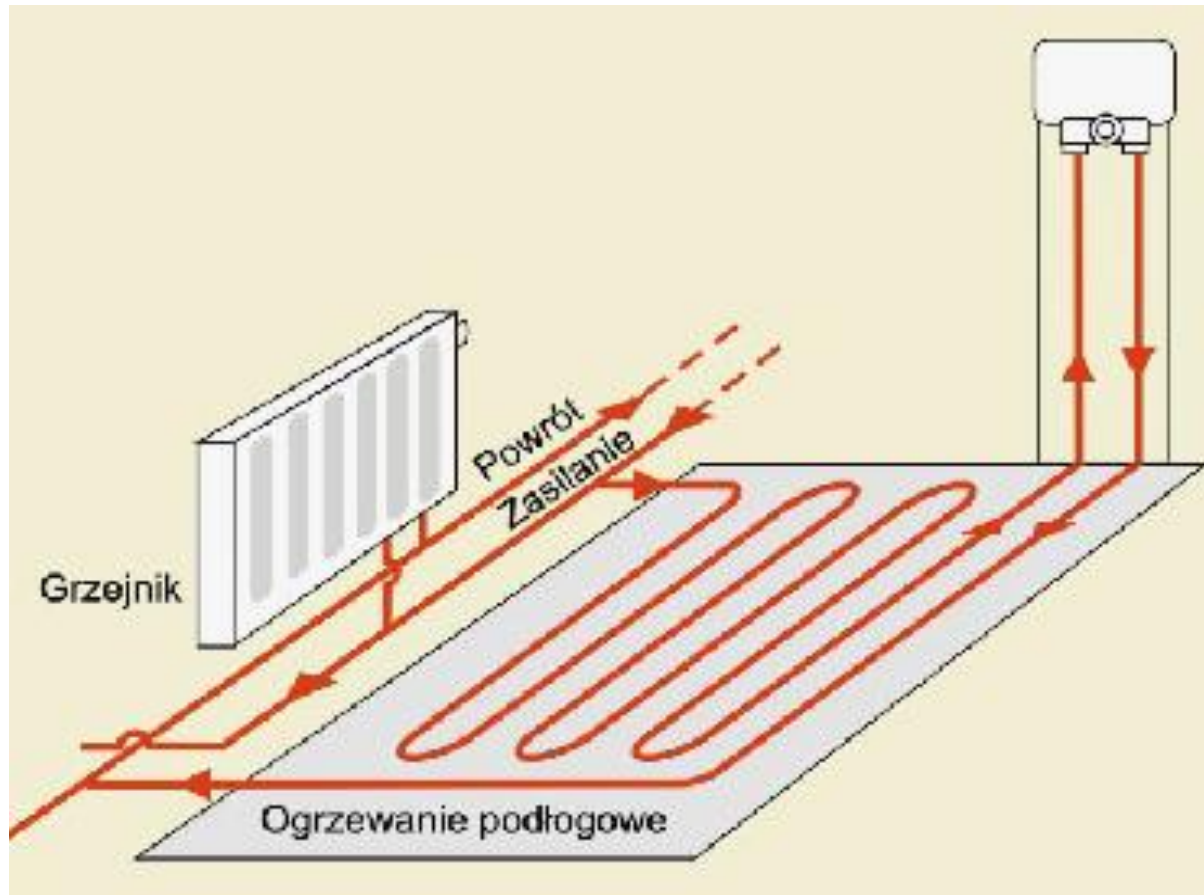


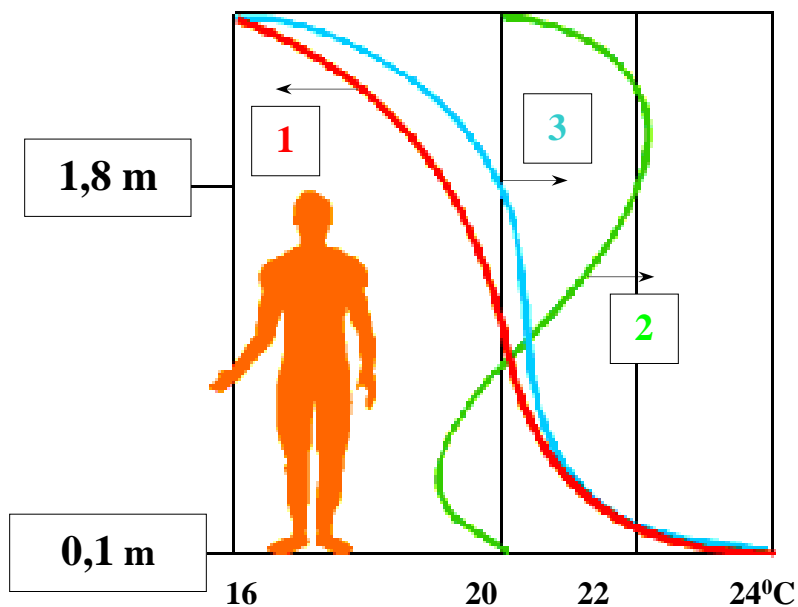
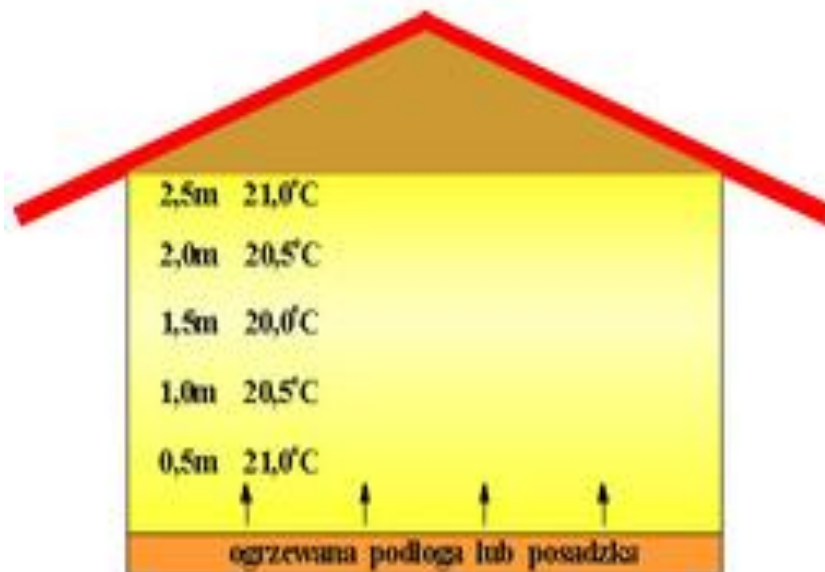
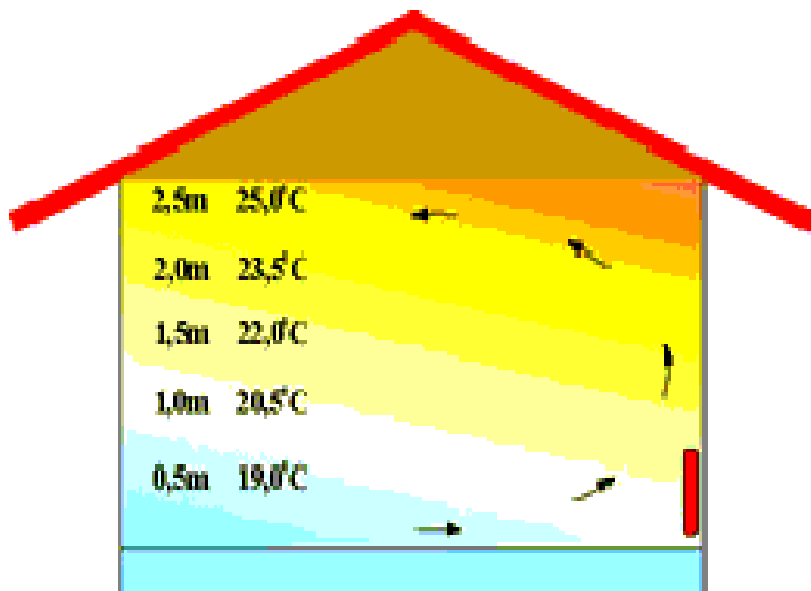
Układy mieszające z zaworem trójdrogowym: 1 – zawór termostaticzny trójdrogowy, 2 – głowica termostaticzna z czujnikiem przylgowym, 3 – pompa obiegowa, 4 – rurowy zawór kontaktowy (elektryczny), 5 – zawór kulowy, 6 – termometr.



Układy mieszające z zaworem termostaticznym i obejściowym: 1÷4 – jak na rys obok, 5 – zawór regulacyjny na obejściu, 6 - zawór kulowy, 7 – termometr.

Można także **łączyć ogrzewania podłogowe i grzejnikowe** o różniących się temperaturach zasilania; wówczas stosuje się układ z obniżeniem temperatury zasilania węzownic, z czujnikiem temperatury na przewodzie zasilającym węzownicę pompy obiegowej.





Pionowe rozkłady temperatur zmierzone w **środku pomieszczenia** (o wysokości 3 m) dla trzech rodzajów ogrzewań: **1** – rozkład idealny, **2** – ogrzewanie grzejnikami konwekcyjnymi, **3** – ogrzewanie podłogowe.

Dla ogrzewań płaszczyznowych wyróżnić można następujące korzystne cechy:

- duża samoregulowalność, polegająca na zmniejszeniu strumienia ciepła przekazywanego do ogrzewanych pomieszczeń, wówczas gdy następuje spadek różnicy temperatur pomiędzy temperaturą płaszczyzny grzejnej a temperaturą powietrza,**
- możliwość kierowania strumieniem ciepła oraz kształtowania pionowego rozkładu temperatur w sposób zbliżony do pożądanego,**
- niska jest temperatura zasilania i w związku z tym niższe są koszty eksploatacyjne,**
- możliwość korzystania z gotowych procedur obliczeniowych (programów komputerowych) pozwalających na szybkie opracowanie projektu ogrzewania.**