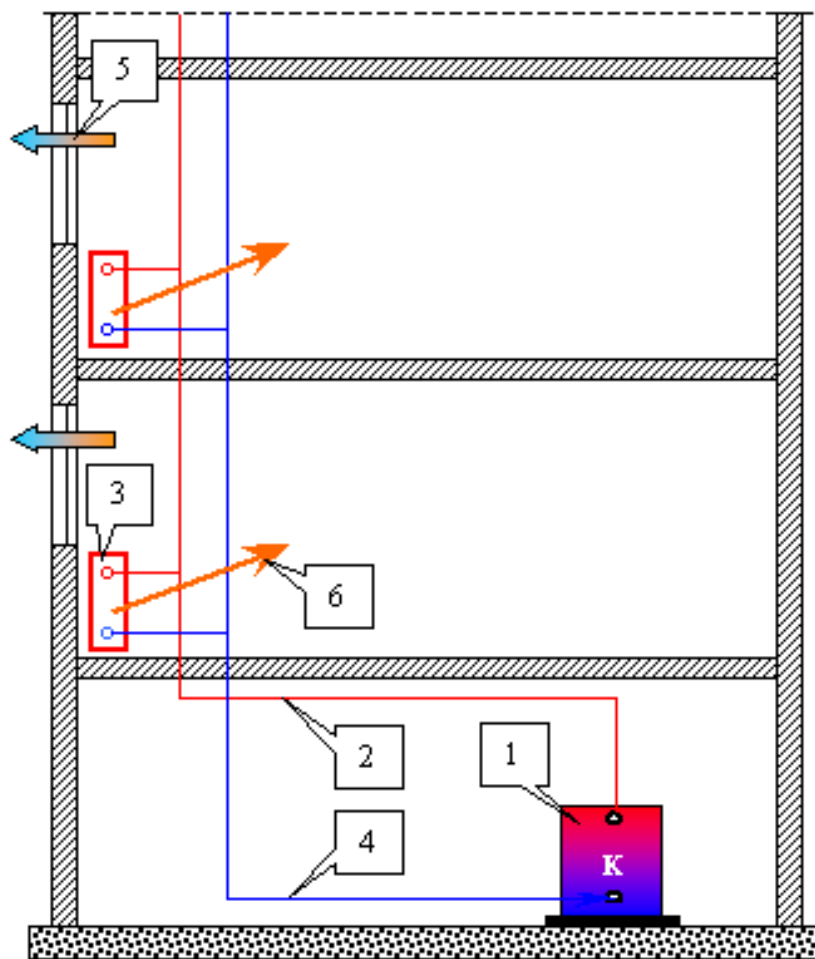


# GRZEJNIKI



## Kryteria podziału grzejników

### Rodzaj nośnika energii cieplnej

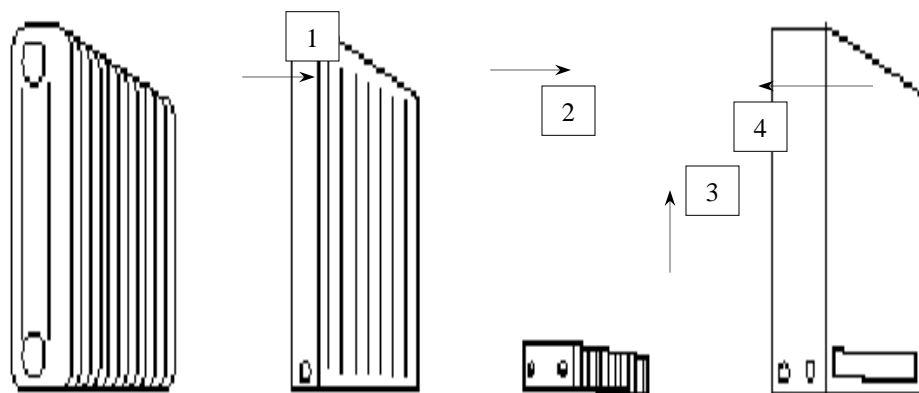
- wodne
- parowe
- gazowe
- elektryczne

### Sposób oddawania ciepła

- z przewagą konwekcji
- z przewagą promieniowania

### Rodzaj materiału

- żeliwne
- stalowe
- inne (aluminiowe, miedziane, itd.)



**1 – grzejnik członowy, 2 – grzejnik płytowy, 3 – grzejnik konwekcyjny, 4 – konwektor (klimakonwektor).**

$$V_i \rho_i c_i \frac{dt_i}{d\tau} \cong f \left( Q_g(\tau) + Q_w(\tau) + Q_R(\tau) \pm Q_c(\tau) \pm Q_1(\tau) - Q_{in}(\tau) \right)$$

$$Q_g(\tau) \cong Q_p(\tau) \cong Q_s(\tau)$$

$$U_g A_g \Delta \mathcal{G}_g \cong G c (t_1 - t_2)$$

$$U_g = c \times (\Delta \mathcal{G}_g)^{n_1} \times \left( \frac{G_g}{G_o} \right)^{n_2}$$

$$U_g = c \times (\Delta \mathcal{G}_g)^{n_1} \times G_g^{n_2}$$

$$U_g^x = U_g^o \times \left( \frac{\Delta \mathcal{G}_g^x}{\Delta \mathcal{G}_g^o} \right)^{n_1} \times \left( \frac{G_g^x}{G_g^o} \right)^{n_2}$$

$$\Delta \mathcal{G}_a = \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_i \right) \Leftrightarrow \Delta \mathcal{G}_{lg} = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - t_i}{t_2 - t_i}}$$

$$C_g \times \frac{d\mathcal{G}_g}{d\tau} = G_g \times c_g (t_1^x - t_2^x) - U_g^x \times A_g \times \Delta \mathcal{G}_g^x \times \varepsilon_{\Delta \mathcal{G}}$$

$$Q_g^o = (U \times A)_g \times \Delta \mathcal{G}_g^o \quad (U \times A)_g = a \times (\Delta \mathcal{G}_g^o)^b \quad U_g^o = a \times \frac{(\Delta \mathcal{G}_g^o)^b}{A_g}$$

$$Q_g^o = a \times (\Delta \mathcal{G}_g^o)^{(1+b)}$$

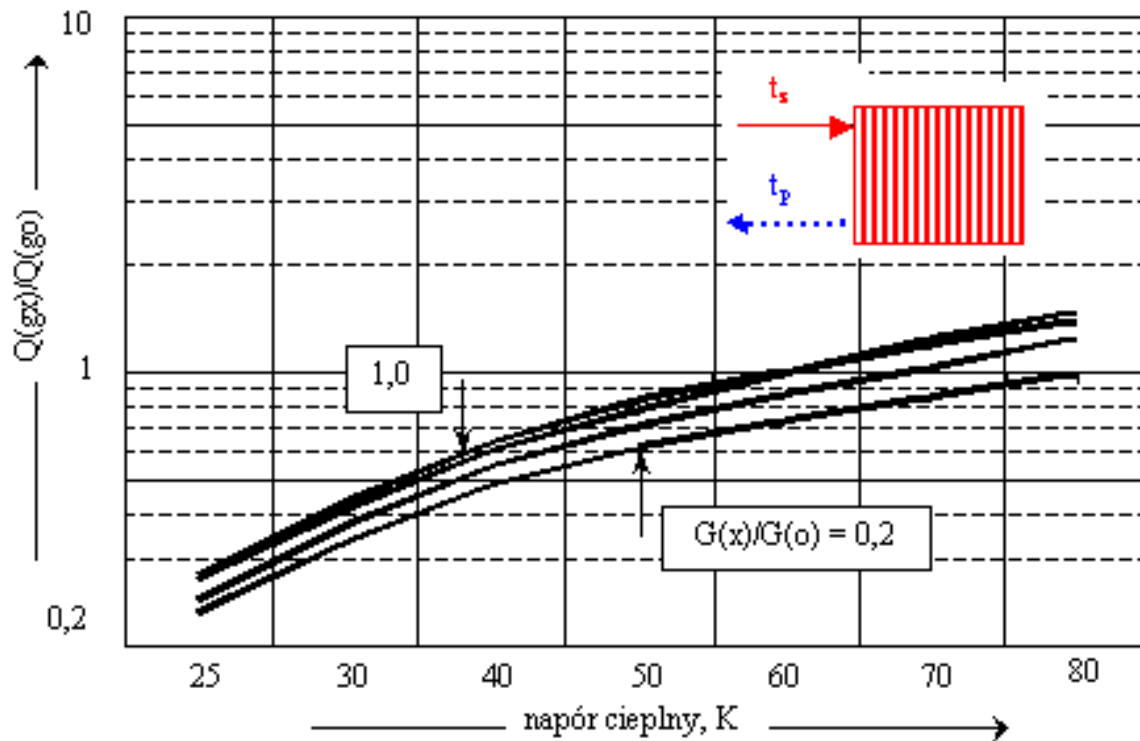
**przy założeniu  $n_g = 1 + b$**

$$Q_g^o = a \times (\Delta \mathcal{G}_g^o)^{n_g}$$

Ostatecznie

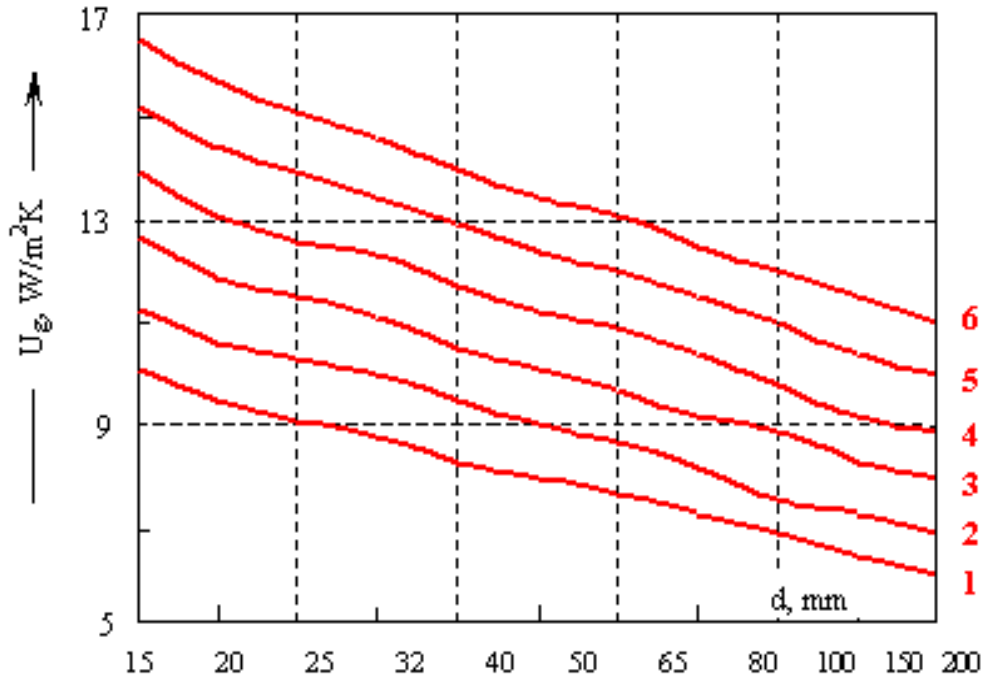
$$\frac{Q_g^x}{Q_g^o} = \left( \frac{\Delta \mathcal{G}_g^x}{\Delta \mathcal{G}_g^o} \right)^{n_g}$$

gdzie  $n_g = 1 + b$  jest wykładnikiem uzależnionym od rodzaju grzejnika ( $1,10 < n_g < 1,45$ )



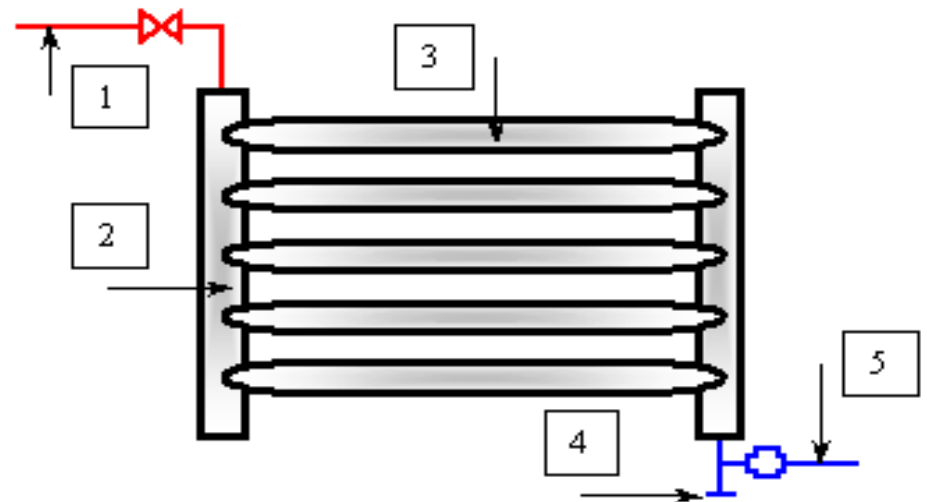
**Przykładowa charakterystyka cieplna grzejnika członowego zastosowanego w instalacji wodnej:**  $Q_{go}$ ,  $Q_{gx}$ ,  $G(o)$ ,  $G(x)$  – wydajności cieplne grzejnika (Q) i strumienie masy czynnika (G) odpowiednio w warunkach nominalnych (o) i zmienionych (x).

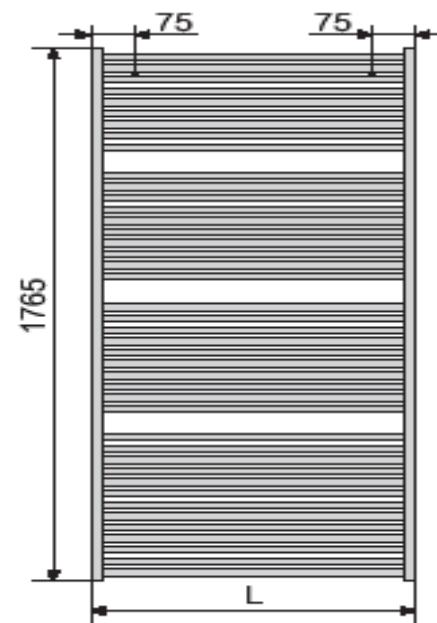
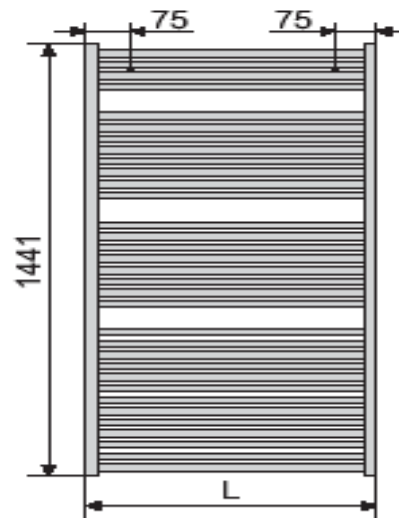
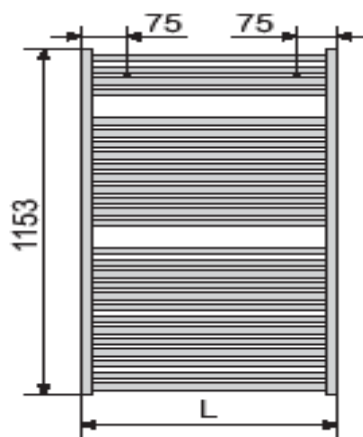
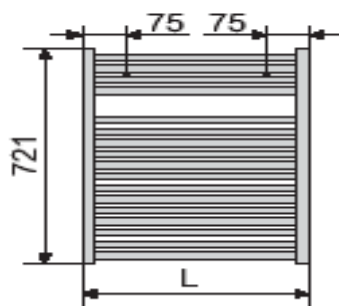
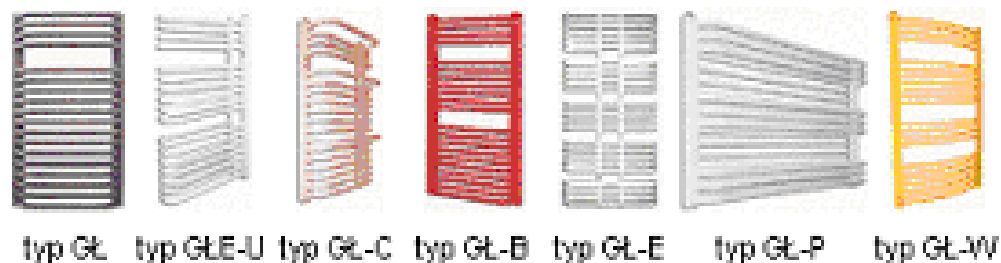
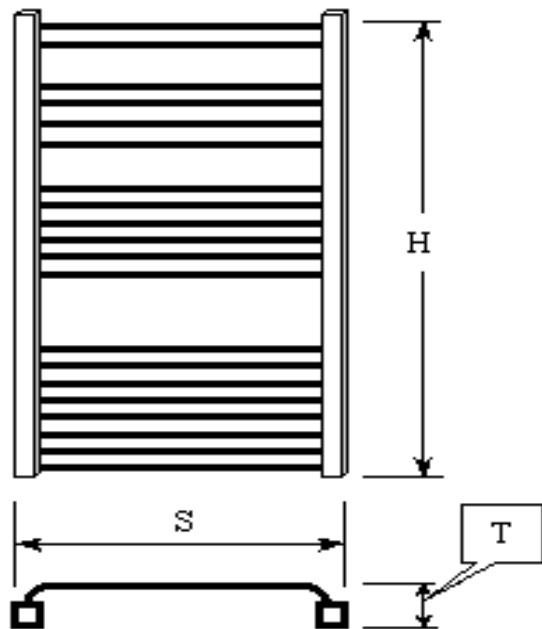
# Grzejniki z rur stalowych



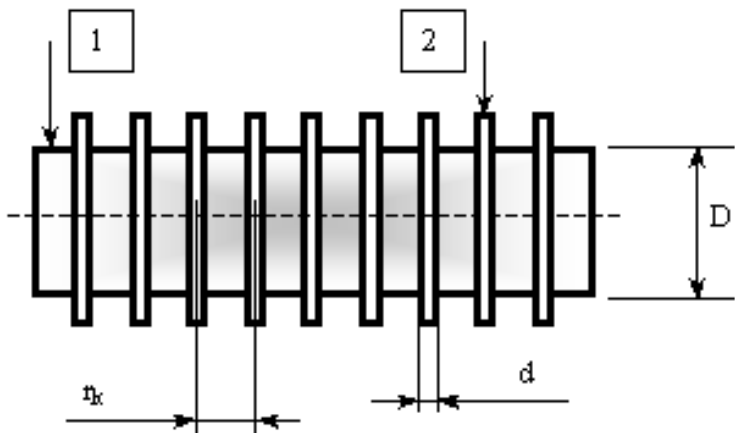
**Współczynniki**  
przenikania ciepła dla gładkich  
przewodów o wybranych  
średnicach umieszczone w  
pomieszczeniu o temperaturze  
powietrza  $t_i = +20^{\circ}\text{C}$ : 1...6 – dla  
temperatur czynnika grzejnego ( $t_{cz}$ )  
przepływającego przez przewody: 1 -  
 $t_{cz} = +40^{\circ}\text{C}$ ; 2 -  $t_{cz} = +60^{\circ}\text{C}$ ; 3 -  $t_{cz} =$   
 $+80^{\circ}\text{C}$ ; 4 -  $t_{cz} = +100^{\circ}\text{C}$ ; 5 -  $t_{cz} =$   
 $+120^{\circ}\text{C}$ ; 6 -  $t_{cz} = +140^{\circ}\text{C}$ .

**Przykład grzejnika**  
**parowego z rur stalowych:** 1 -  
przewód zasilający parowy z  
zaworem, 2 - rury pionowe  
(kolektory), 3 - rury poziome,  
4 - zaślepka, 5 - przewód  
powrotny (splyw kondensatu)  
z  
odwadniaczem.

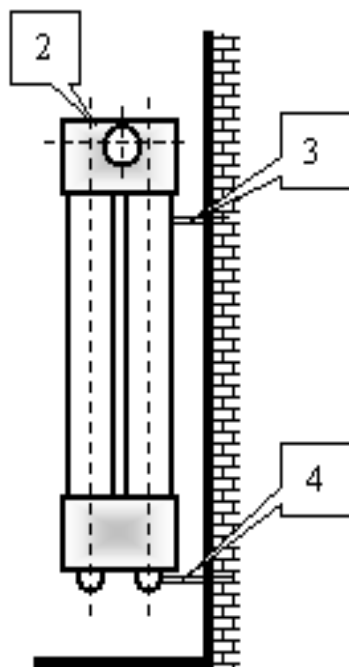
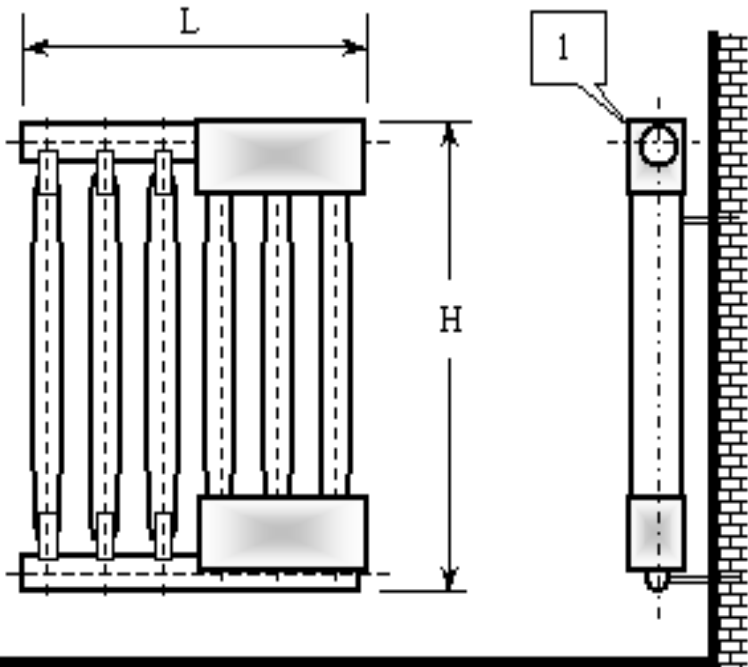
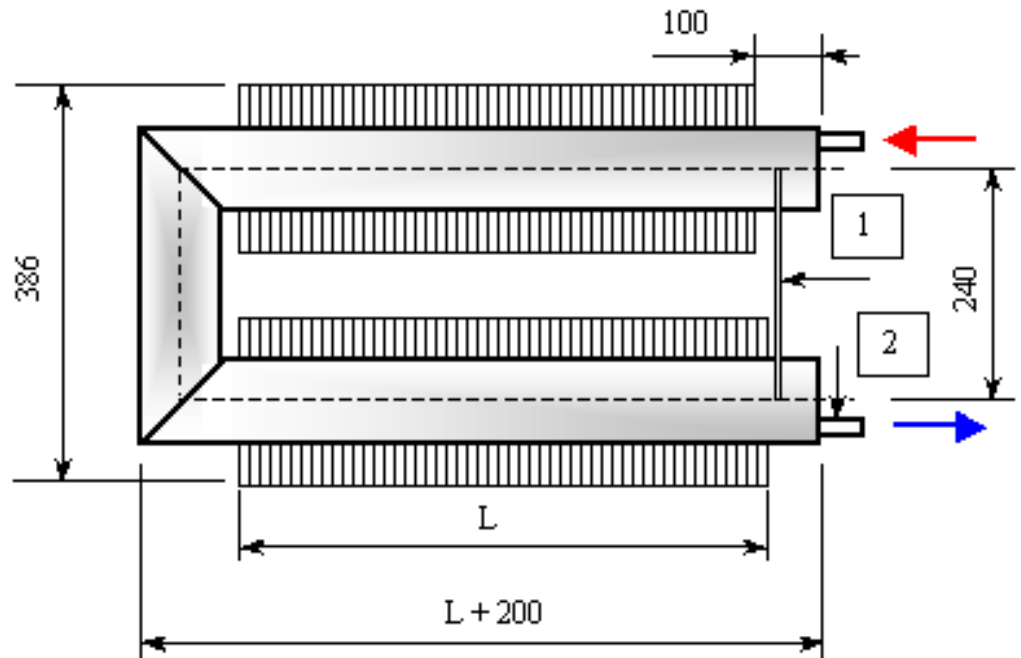




**Typoszereg grzejników typu *Zehnder-Toga II* (wymiary w mm)**

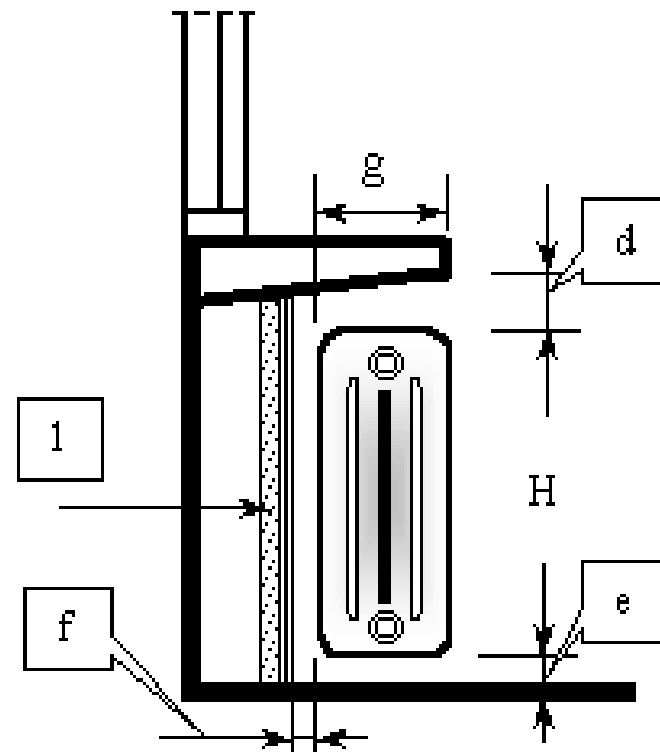
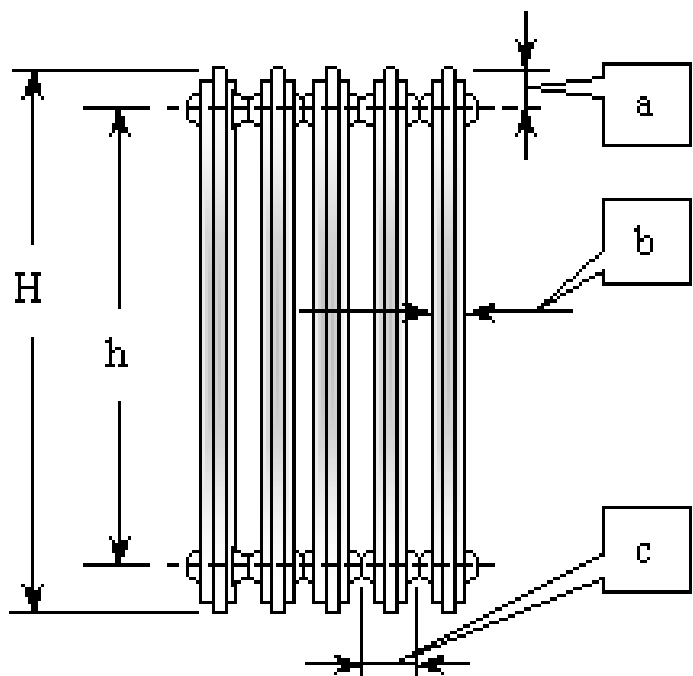


**Grzejnik GŻ-2 (wymiary w mm):** 1 – usztywnienie *BI* 65×8×220, 2 – króciec przyłączy.

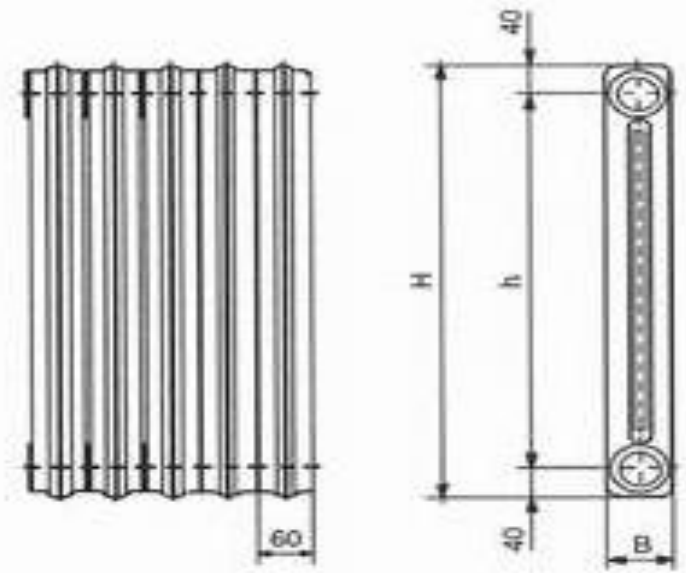


**Przykład grzejnika z rur stalowych (tzw. radiatora):** 1 - rozwiązanie z jednym rzędem rur (jednosłupowe), 2 - rozwiązanie z dwoma rzędami rur (dwusłupowe), 3 – uchwyt, 4 - wspornik.

# Grzejniki członowe



**Wymiary i warunki montażu grzejników członowych:** a – 40 mm (grzejniki żeliwne) lub 50 mm (stalowe), b – 31 mm (grzejniki żeliwne) lub 20 mm (stalowe), c – 60 mm (grzejniki żeliwne) lub 50 mm (stalowe), d - minimum 65 mm, e - minimum 70 mm, f - minimum 40 mm, H - wysokość zabudowy, h - odległość pomiędzy osiami króćców, g - głębokość zabudowy, 1 - płyta izolacyjna (tzw. ekran za-grzejnikowy – np. materiał izolacyjny pokryty folią aluminiową).



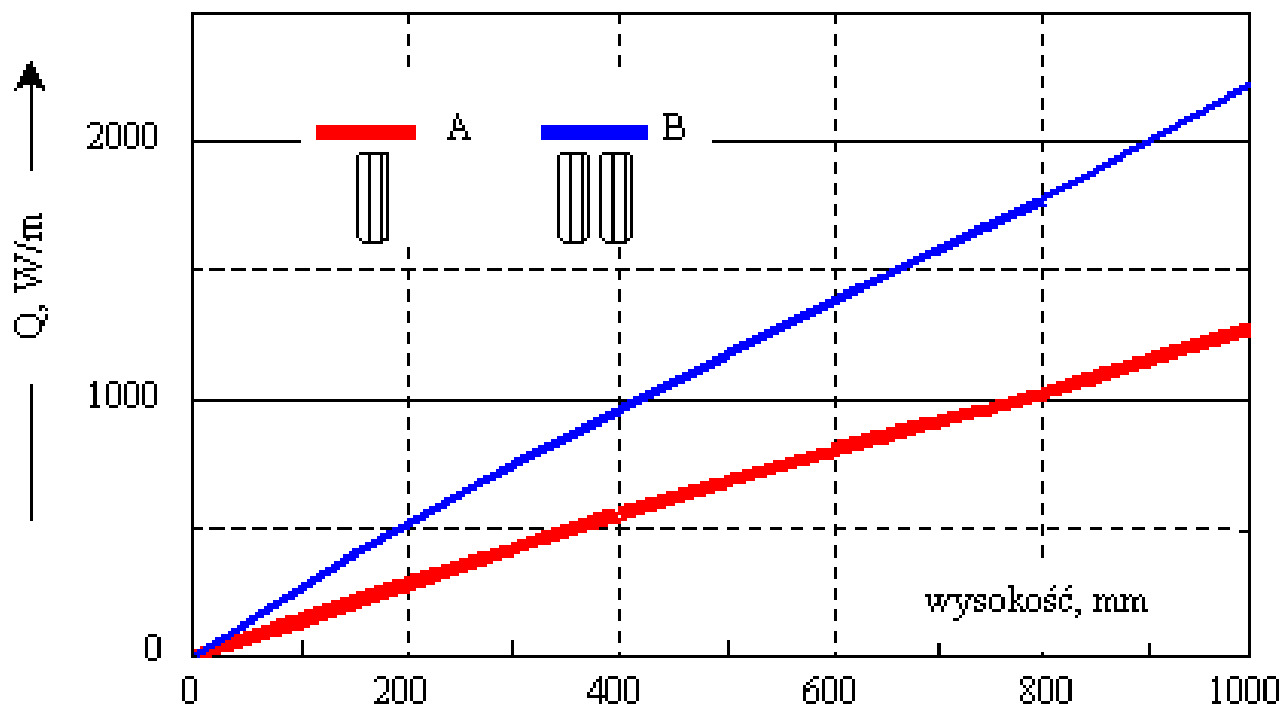
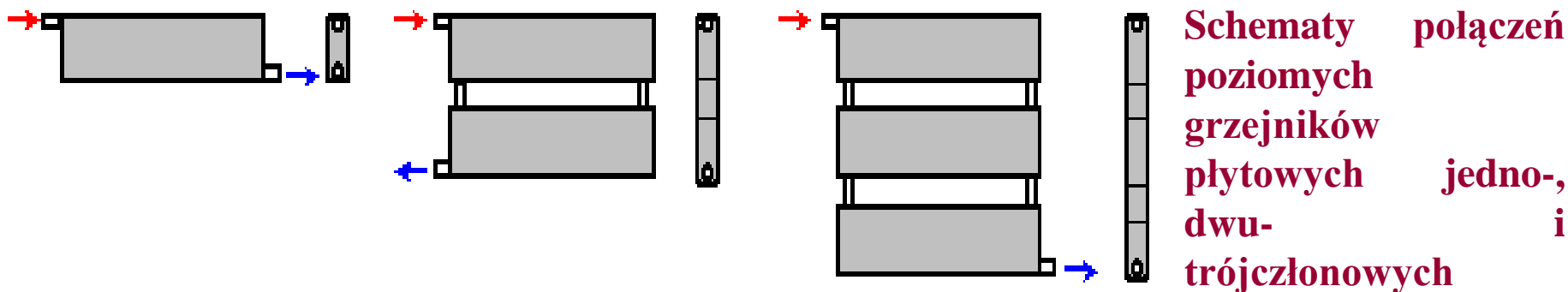
**Widok grupy grzejników typu *Kalor* (z wymiarami)**



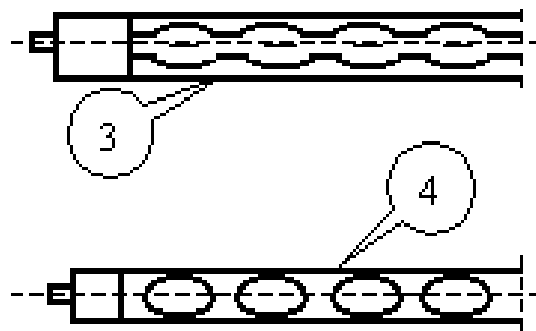
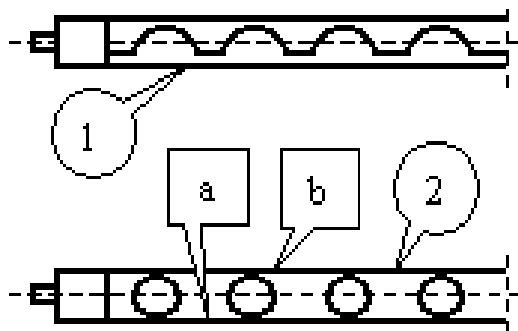
**Widok aluminiowego grzejnika członowego**



# Grzejniki płaskie (płytowe)

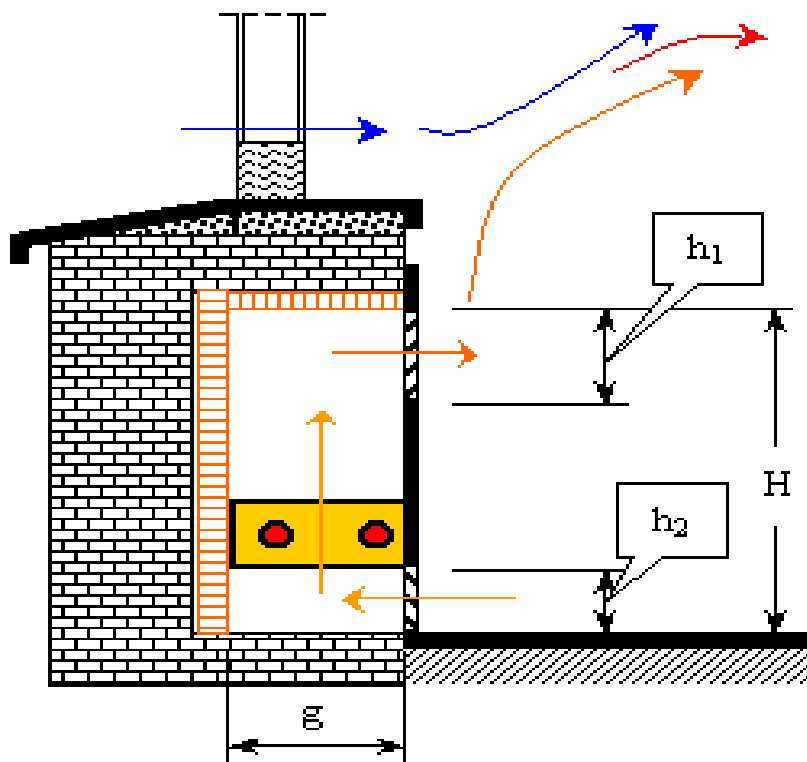


**Wydajności cieplne profilowanych grzejników płytowych jedno- (A) i dwuszeregowych (B)**



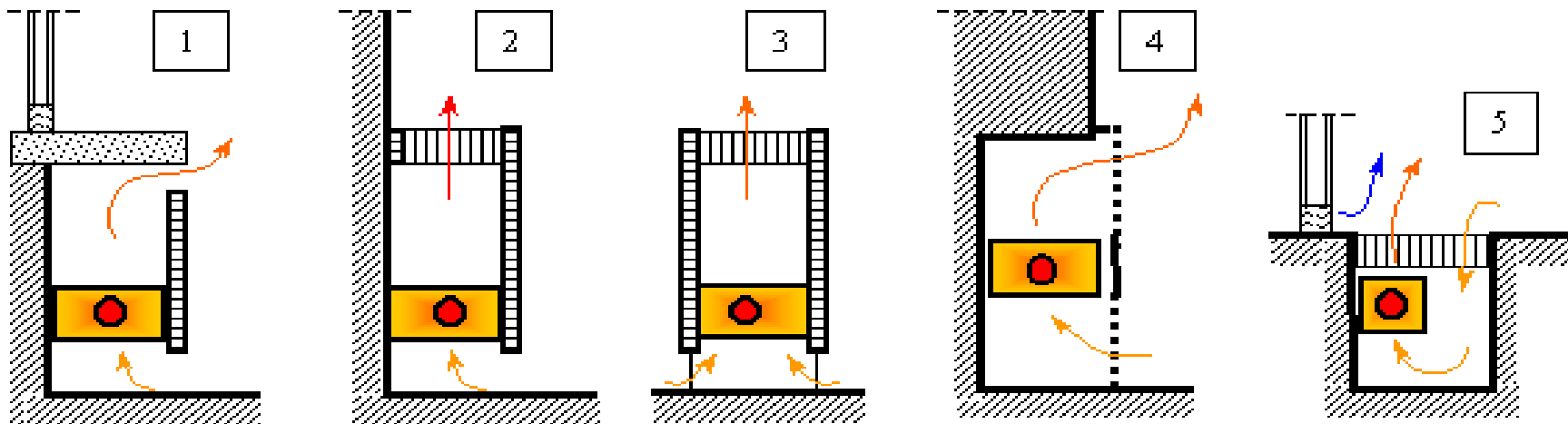
**Schematy konstrukcji grzejników płaskich: 1÷4**  
 - powierzchnie gładkie, a – ścianka przednia, b – ścianka tylna grzejnika.

## Grzejniki konwektorowe

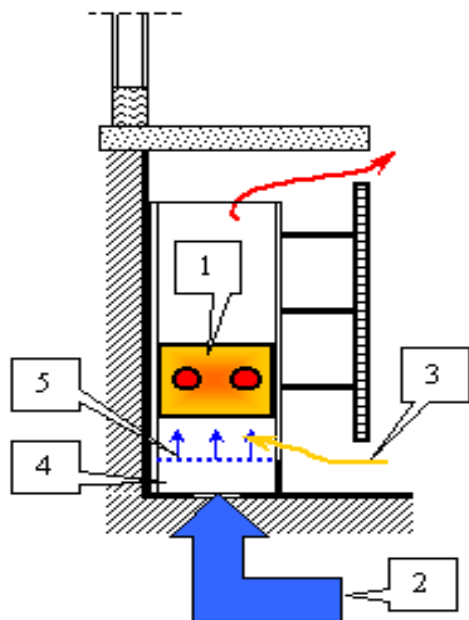


**Przykład konstrukcji i zasady działania prostego konwektora:**

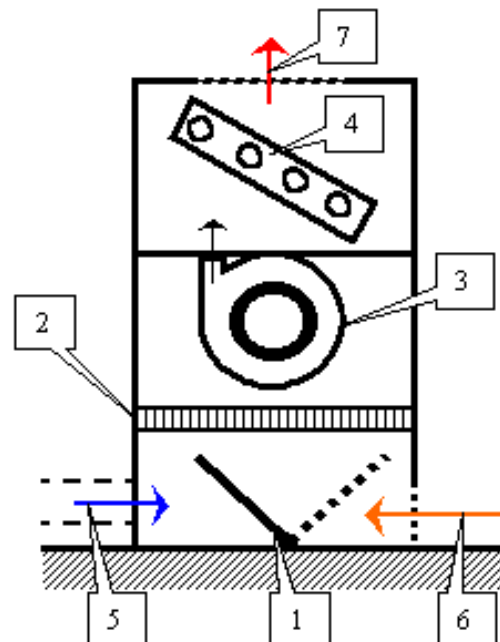
**H** – wysokość montażowa; **g** – głębokość montażowa;  **$h_1$**  – wysokość otworu nawiewnego;  **$h_2$**  – wysokość otworu wlotowego.



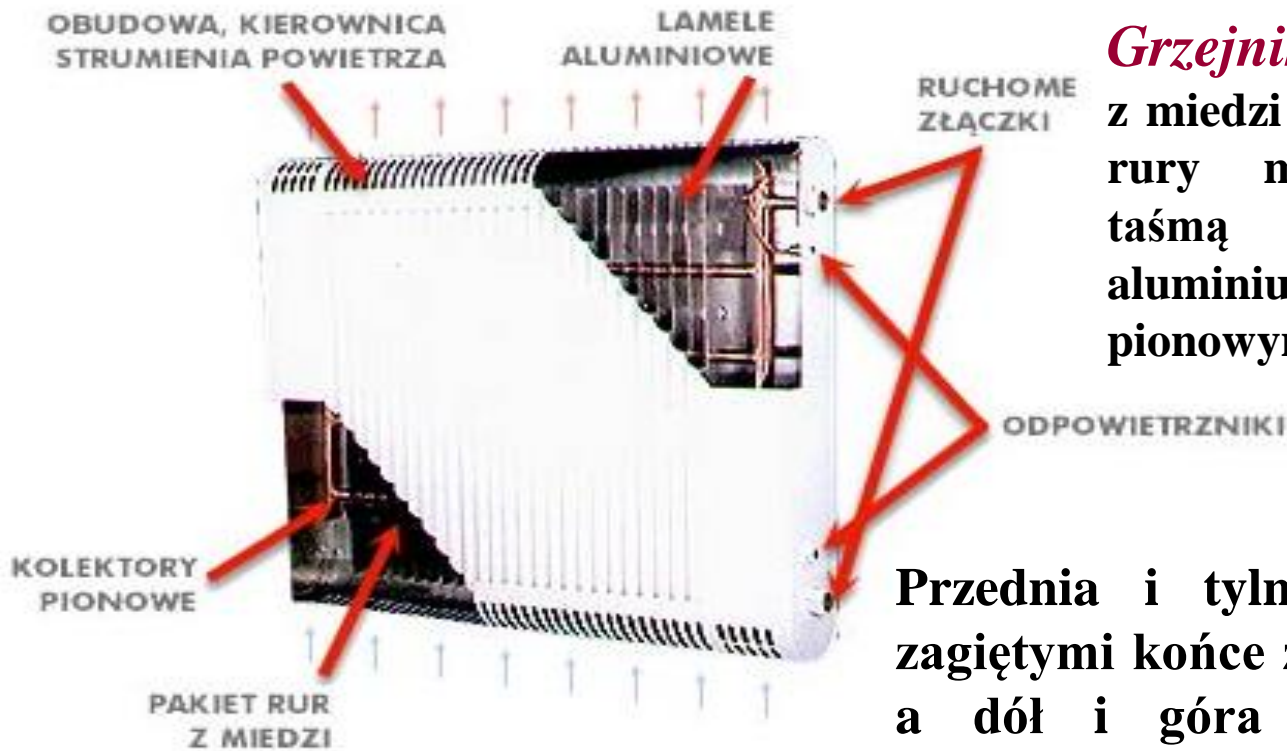
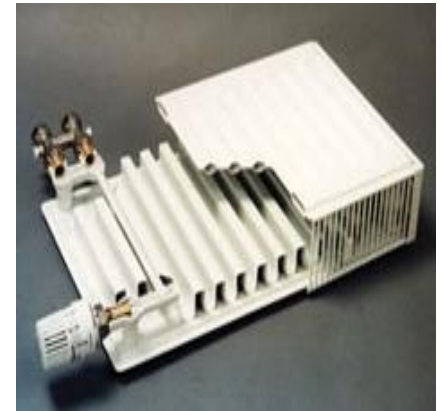
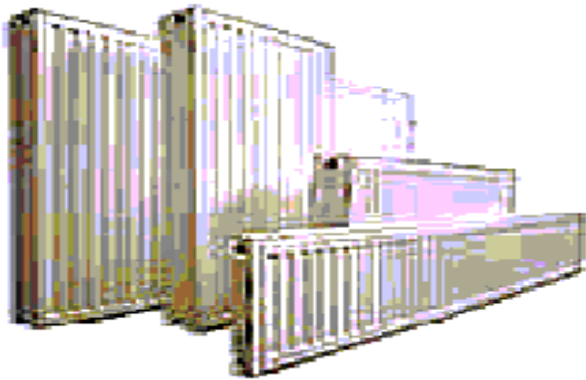
**Ilustracja możliwości montażu konwektorów:** 1 - pod parapetem okien (sposób tradycyjny), 2 - przy ścianie, 3 – wolnostojący, 4 - wbudowany we wnękę ścienną, 5 - zabudowany poniżej poziomu podłogi (z zasysaniem powietrza z pomieszczenia).



**Przykład konwektora:** 1 – konwektor (przewód grzewczy), 2 - powietrze zewnętrzne, 3 - powietrze wewnętrzne (wtórne), 4 - komora rozdzielcza, 5 - dysze.



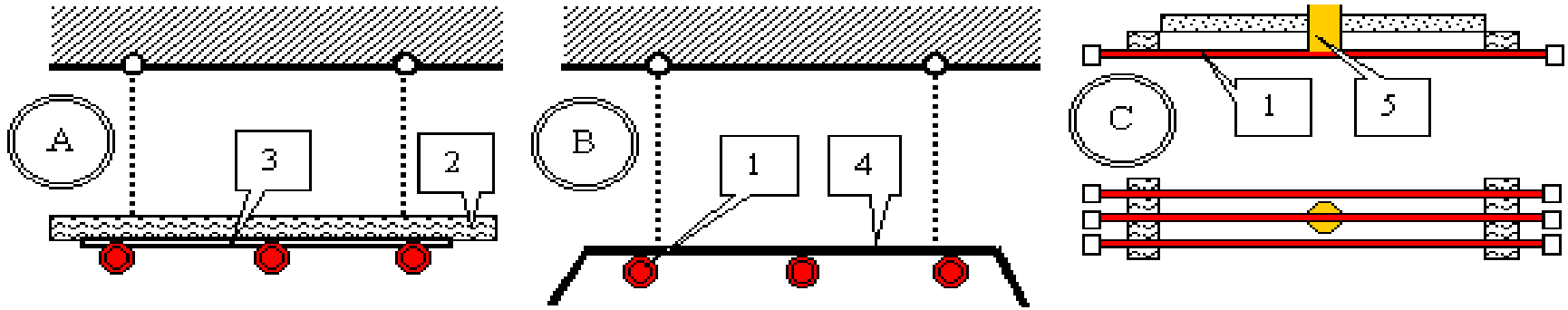
**Konwektor wentylatorowy:** 1 – kłapa, 2 - filtr, 3 – wentylator, 4 - nagrzewnica powietrza, 5 - powietrze zewnętrzne, 6 - powietrze wewnętrzne, 7 - nawiew powietrza do pomieszczenia.



***Grzejniki Radiator*** wykonane z miedzi i aluminium - poziome rury miedziane ożebrowane taśmą lub płytkami z aluminium, połączone są pionowymi kolektorami;

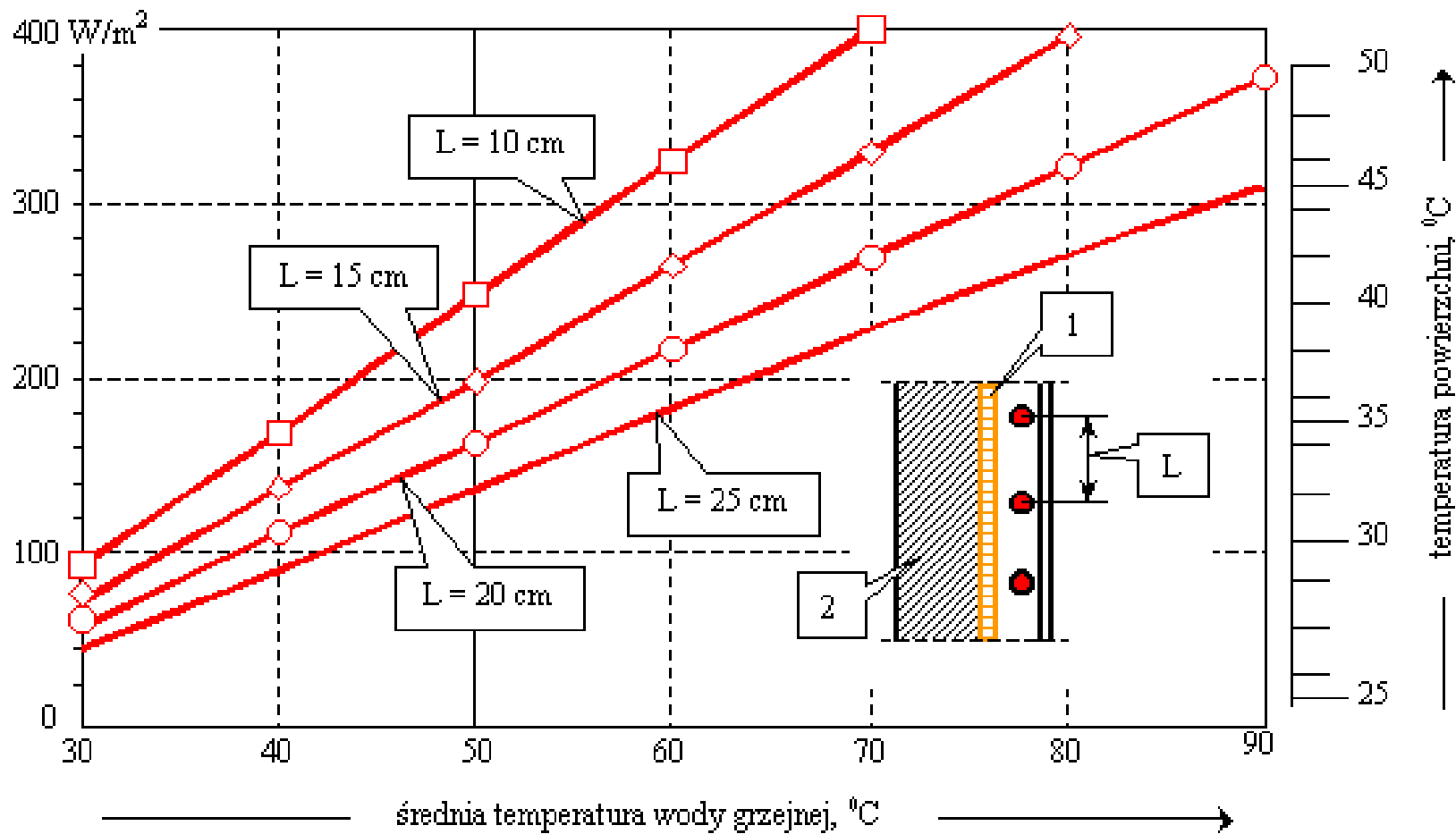
Przednia i tylna powierzchnie są zagiętymi końce żeber aluminium, a dół i góra obudowana jest perforowanymi osłonami aluminium

# Grzejniki promieniujące

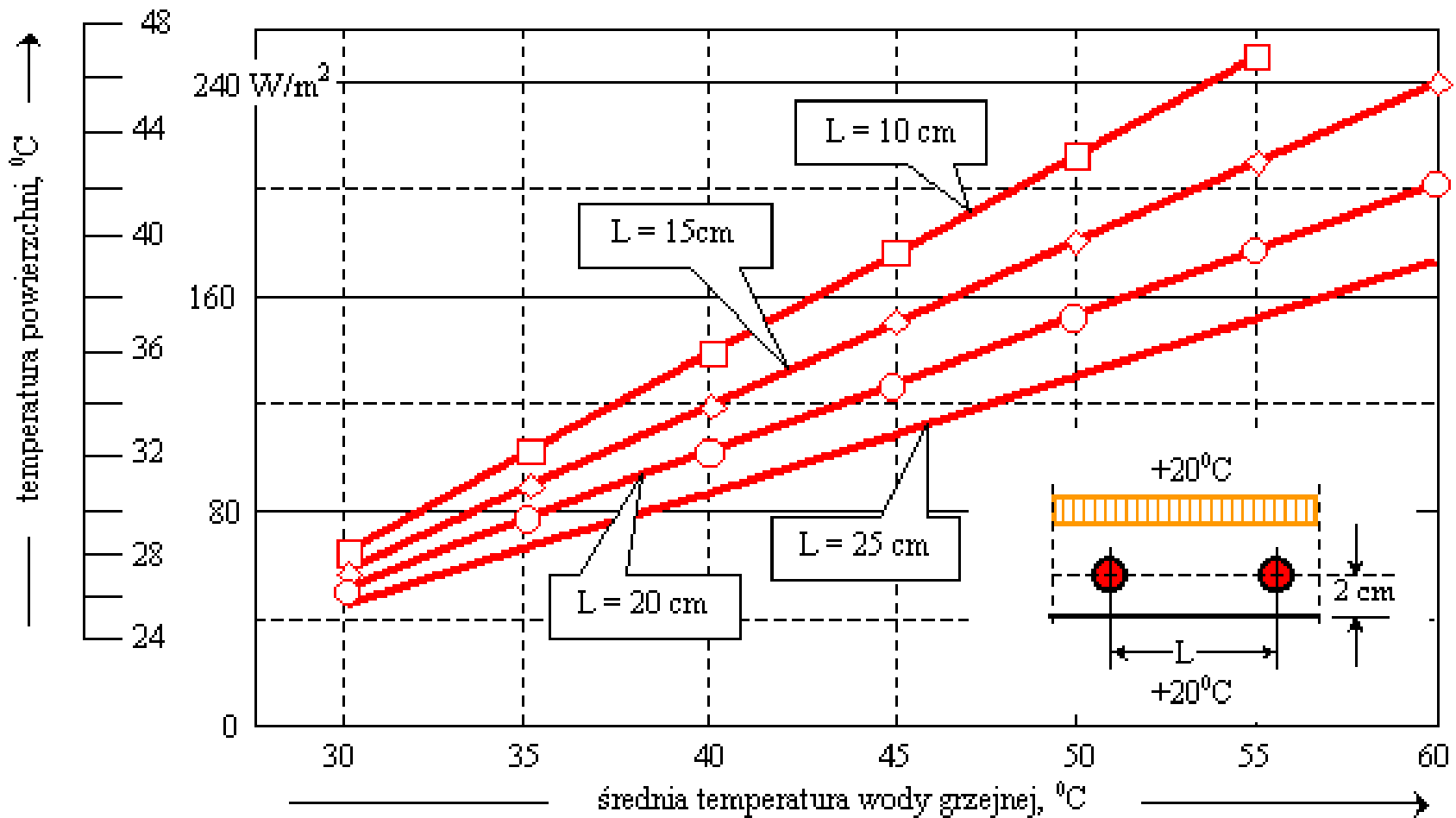


**Schematy płyt promieniujących:** A – z warstwą izolacyjną np. z waty szklanej, B – z obudową, C – z wlotem powietrza, 1 – przewody grzewcze, 2 – materiał izolacyjny, 3 – blacha stalowa, 4 - obudowa z blachy stalowej, 5 – kanał powietrzny.

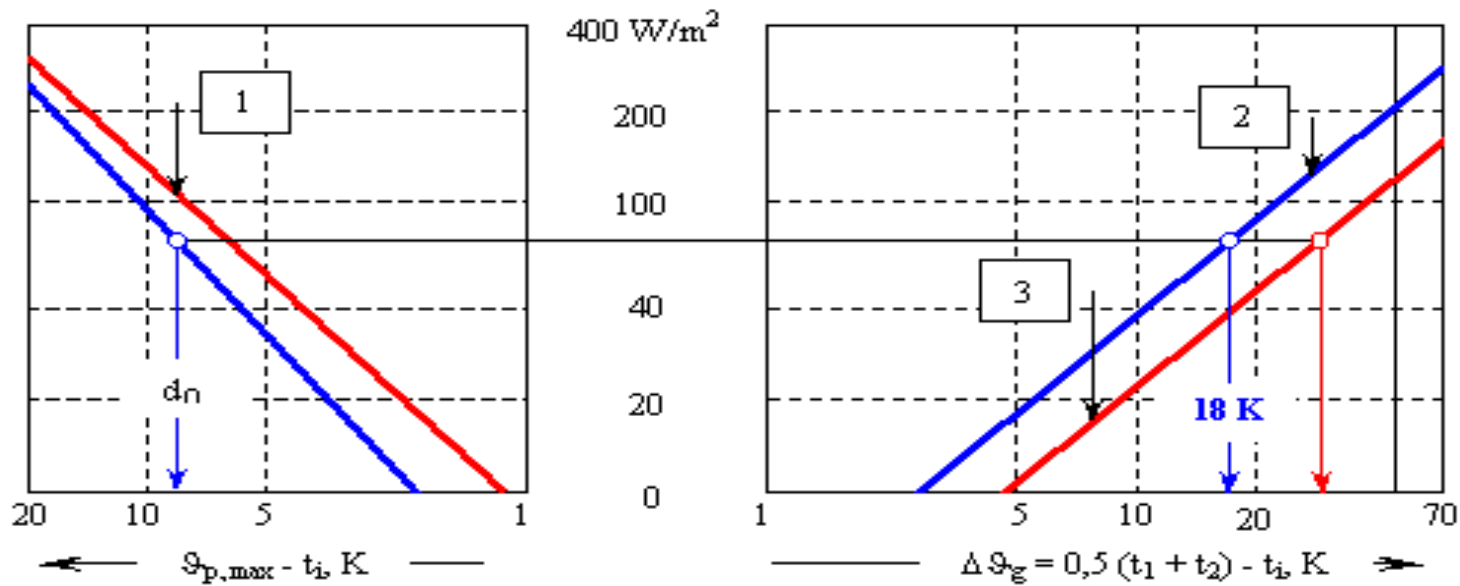
Drugi rodzaj grzejników promieniujących to tzw. **płaszczyzny grzejne**, w których przewody, najczęściej w kształcie węzownicy, zabudowane są w przegrodach poziomych lub ścianach wewnętrznych. Ze względu na możliwość wystąpienia naprężeń termicznych w przegrodach nie stosuje się pary wodnej lub wody o wysokiej temperaturze. Z uwagi na wymagania komfortu cieplnego istotnym ograniczeniem jest temperatura powierzchni przegród stanowiących elementy grzejne.



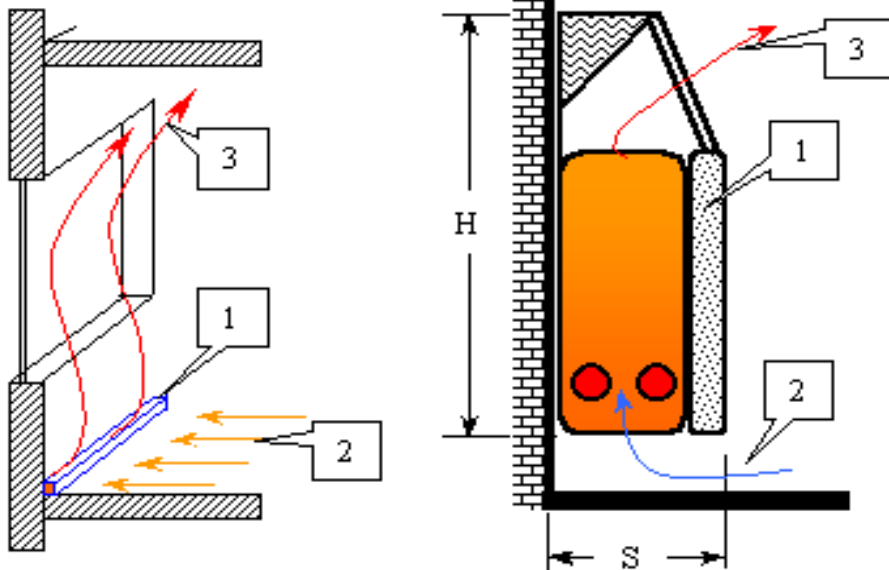
**Ciepło przekazywane od ściany grzejnej o współczynniku przenikania ciepła około  $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$  do pomieszczenia o temperaturze  $+20^\circ\text{C}$  (przy temperaturze zewnętrznej  $t_e = -15^\circ\text{C}$ ):**  
 **$L$  – rozstaw rur grzejnych o średnicy  $\frac{1}{2}$  ", 1 – izolacja cieplna (8 cm wełny mineralnej), 2 – mur z cegły pełnej (o grubości 36 cm).**



**Ciepło przekazywane przez stalowe rury grzejne umieszczone w stropie o współczynniku przenikania ciepła równym  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  i rozdzielającym pomieszczenia o temperaturach  $+20^\circ\text{C}$ : L - rozstaw rur grzejnych o średnicy  $\frac{1}{2}''$  (pominięto ciepło oddawane na krawędziach stropu oraz przekazywane do pomieszczenia położonego powyżej).**



**Charakterystyka podłogi grzejnej:** 1 – charakterystyka bazowa, 2 – charakterystyka normalna, 3 – krzywe graniczne.



Typ	A	B	C
H, mm	160	250	340
S, mm	75	93	145
F, m <sup>2</sup> /m	1,20	1,60	2,40

1 – listwa przypodłogowa o wysokości  $H$ , umieszczona w odległości  $S$  od ściany zewnętrznej, 2 – napływ powietrza z pomieszczenia, 3 – wypływ powietrza ogrzanego.

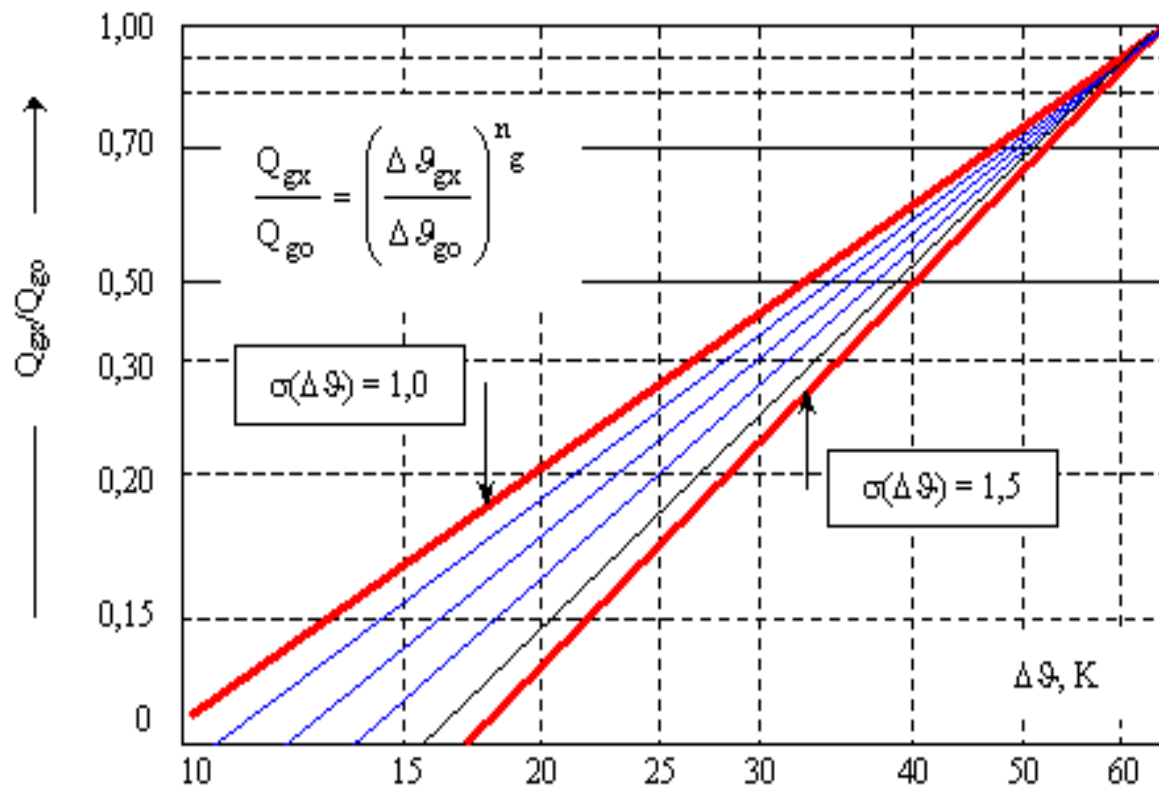


# Dobór grzejników

Podstawą doboru powierzchni grzejników dla ogrzewanego pomieszczenia jest znajomość zapotrzebowania ciepła. Obliczając potrzeby cieplne uwagę należy zwrócić na sposób prowadzenia pionów instalacji grzewczych w pomieszczeniach. **Jeżeli piony te nie są prowadzone w brzdach, a wzdłuż ścian i są nieosłonięte, wówczas stanowią dodatkowy element grzejny tych pomieszczeń. Oznacza to, że przepływ ciepła przez ścianki tych pionów stanowi zysk ciepła, o który należy zmniejszyć nominalne potrzeby cieplne. Wartość takich zysków zależy od parametrów czynnika grzejnego oraz wysokości pomieszczenia (pionopiętra) oraz średnicy pionów. Dla typowych parametrów grzewczych 90/70/20°C, wysokości pomieszczeń 2,5 m oraz średnicy nominalnej pionu 32 mm, zyski te wahać się mogą od 90÷110W. Jest to wartość niewielka, ale w pomieszczeniach o małych stratach ciepła wpływać może na zmniejszenie powierzchni grzejników. W warunkach nominalnych powierzchnia grzejników będzie określana najczęściej z zależności:**

$$A_g \cong \frac{Q_p - Q_z}{U_g \left[ 0,5 \times (t_1 + t_2) - t_i \right]}$$

gdzie  $Q_p$  to potrzeby cieplne na cele ogrzewania i wentylacji,  $Q_z$  są to zyski ciepła od pionów prowadzonych na ścianach (W),  $t_i$  to temperatura wewnętrzna (°C), zaś  $U_g$  jest współczynnikiem przenikania ciepła grzejnika (W/m<sup>2</sup>K), o temperaturach zasilania  $t_1$  lub  $t_z$  (°C) i powrotu  $t_2$  lub  $t_p$  (°C). **Należy jednak podkreślić, że piony powinny być zaizolowane, co stanowi podstawowy warunek oszczędności cieplnych i kontroli jego zużycia (tzn.  $Q_z \cong 0$ ).**



**Przykładowa zależność współczynnika korekcyjnego mocy cieplnej grzejnika zamontowanego w sposób tradycyjny w pomieszczeniu o temperaturze  $t_i = +20^\circ C$  od różnicy temperatur ( $\Delta\theta$ ) i wykładnika  $n_g$ :  $Q_{go}$ ,  $Q_{gx}$  – ilości ciepła emitowanego przez grzejnik odpowiednio w warunkach nominalnych i zmienionych,  $\Delta\theta_{go}$ ,  $\Delta\theta_{gx}$  – różnice temperatur pomiędzy średnią temperaturą grzejnika a temperaturą w pomieszczeniu.**

**Doboru grzejnika dokonuje się w oparciu o zależność**

$$Q_g = (Q_p - Q_z) \times \beta_T \times \beta_U \times \beta_O \times \beta_P = (Q_p - Q_z) \times \beta_g$$

gdzie  $\beta_g = \beta_T, \beta_U, \beta_O, \beta_P$  są współczynnikami zależnymi od uzbrojenia grzejnika w zawór z głowicą termostatyczną (T), usytuowania w pomieszczeniu (U), osłonięcia (O) oraz sposobu podłączenia do instalacji (P- gdy zastosowano innego rozwiązanie niż sposób, dla którego opracowano charakterystyki cieplne).