

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **233724**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **423290**

(22) Data zgłoszenia: **27.10.2017**

(51) Int.Cl.

**F24D 19/10 (2006.01)**

**G01K 17/06 (2006.01)**

**G01K 17/20 (2006.01)**

(54)

**Sposób wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**06.05.2019 BUP 10/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**29.11.2019 WUP 11/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**MICHNIKOWSKI PAWEŁ, Poznań, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PAWEŁ MICHNIKOWSKI, Poznań, PL**

**PL 233724 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne w budynkach wielorodzinnych. Wynalazek wykorzystuje wskazania podzielników kosztów ogrzewania z funkcją rejestracji średniej temperatury pomieszczenia albo wskazania temperatur innych urządzeń rejestrujących temperatury wewnętrzne lokali (rejestratory temperatury wewnętrznej lub czujniki).

Znane są sposoby wyznaczania zużycia ciepła na ogrzanie lokali polegające na pomiarze całkowitej ilości ciepła dostarczonego do budynku lub grupy budynków za pomocą ciepłomierza umieszczonego w węźle ciepłowniczym. Budynek lub grupa budynków może być także ogrzewana z lokalnego źródła ciepła w postaci kotła gazowego, olejowego lub innego źródła tworzącego tzw. odnawialne źródło ciepła. Wtedy ciepłomierz umieszczony jest na wyjściu z lokalnego źródła ciepła i ilość ciepła rejestrowana jest w jednostkach fizycznych, np. GJ lub kWh. Następnie całkowita ilość ciepła zarejestrowana przez centralny ciepłomierz dzielona jest na 2 części: jedna przeznaczona jest na cele grzewcze i druga na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej. Podział na obie części przeprowadzany jest metodą pomiarową za pomocą dodatkowego ciepłomierza albo za pomocą metod analitycznych. Część przeznaczona na cele grzewcze jest dzielona na poszczególne lokale według wskazań zalegalizowanych urządzeń zwanych ciepłomierzami lokalowymi, pełniących funkcję lokalowych podzielników kosztów ogrzewania. W przypadku braku technicznych możliwości montażu indywidualnych ciepłomierzy, do podziału ilości ciepła do ogrzania na poszczególne lokale wykorzystywane są wskazania podzielników kosztów ogrzewania przymocowanych do wszystkich grzejników w budynku lub grupie budynków tworzących węzeł grupowy.

Znane są także sposoby wyznaczania zużycia ciepła na ogrzanie lokalu wykorzystujące pomiar temperatury wewnętrznej lokalu w okresie pomiarowym. Pomiar temperatur realizowany jest przez elektroniczne podzielniki kosztów ogrzewania z dodatkową funkcją rejestracji temperatury wewnętrznej pomieszczenia lub rejestratory temperatur. Następnie różnica średniej temperatury wewnętrznej lokalu oraz średniej zewnętrznej temperatury okresu pomiarowego (sezonu grzewczego), pomnożona przez analitycznie wyznaczony wskaźnik przewodności cieplnej lokalu wyrażony w jednostce W/K i długość okresu pomiarowego, pozwala na określenie jego zużycia ciepła.

Jednak przy podziale całkowitej ilości ciepła dostarczonego do ogrzania budynku za pomocą ciepłomierzy lokalowych lub podzielników występują istotne błędy. Głównym źródłem błędów występujących przy podziale całkowitej ilości ciepła na poszczególne lokale jest brak równoważności pomiędzy ilością ciepła wymaganą na ogrzanie poszczególnych lokali, a ilością ciepła wyznaczoną na podstawie ciepłomierzy lokalowych lub podzielników kosztów ogrzewania. W przypadku wykorzystania do podziału kosztów ogrzewania ciepłomierzy lokalowych źródłem tego błędu jest fakt, że część ciepła płynąca przez ciepłomierz przeznaczona jest także na ogrzanie lokali sąsiednich, gdy mają niższą temperaturę wewnętrzną. Możliwy jest też przypadek odwrotny, gdy do ogrzania lokalu do zadanej temperatury wewnętrznej wykorzystywane jest ciepło od lokali sąsiednich, a tylko w pozostałej części dostarczane z sieci i rejestrowane przez ciepłomierz lokalowy.

W przypadku wykorzystania do podziału ciepła do ogrzania na poszczególne lokale podzielników montowanych na grzejnikach źródłem błędu podziału, czyli braku równoważności opisanej powyżej są dwa zjawiska:

- przepływy ciepła pomiędzy lokalami (podobnie jak w przypadku ciepłomierzy),
- nie rejestrowane przez podzielniki kosztów ogrzewania ciepło płynące przez niezaizolowaną instalację wewnętrzną.

Znane są sposoby wyznaczania ilości energii przez przegrody wewnętrzne  $E_p$ . Opierają się one na matematycznym wyznaczeniu iloczynu:

$$E_p = U_p A_p \theta_p \tau$$

gdzie:  $U_p$  – współczynnik przenikania ciepła przegrody [W/(m<sup>2</sup>K)],

$A_p$  – powierzchnia przegrody [m<sup>2</sup>],

$\theta_p$  – różnica temperatur po obu stronach przegrody [K],

$\tau$  – czas okresu pomiarowego [h].

Powyzsza zależność ma wartość teoretyczną. Nie uwzględnia ona całkowitej ilości ciepła zużytego przez budynek, a także nie uwzględnia strat ciepła z lokali do przestrzeni zewnętrznej (przenikania ciepła z lokali do przestrzeni zewnętrznej). Często wyniki otrzymane z tej zależności są niewiarygodne, np. wtedy, gdy ilość ciepła, która hipotetycznie powinna przepływać z pierwszego lokalu do drugiego,

przekracza ilość ciepła dostarczonego do tego pierwszego lokalu ze źródeł zewnętrznych i zysków ciepła ze źródeł wewnętrznych i od nasłonecznienia.

Głównym źródłem błędów przy podziale ciepła na ogrzanie lokali jest tzw. międzylokalowa wymiana ciepła. Występuje ona zawsze, gdy jakość izolacyjna przegród wewnętrznych oddzielających lokale od siebie jest niska. Przepisy wielu państw, tym także w Polsce, nie ograniczają maksymalnej wartości współczynnika przenikalności cieplnej przegród wewnętrznych tak jak to ma miejsce w przypadku przegród zewnętrznych mających wpływ na straty ciepła przez przenikanie do przestrzeni zewnętrznej. Ujemny wpływ przenikania ciepła przez przegrody wewnętrzne występuje niezależnie od przyjętej metody wyznaczania zużycia energii do ogrzewania lokali.

Celem sposobu według wynalazku jest opracowanie sposobu wyznaczenia ilości ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne w budynkach wielorodzinnych w powiązaniu z całkowitym zużyciem ciepła na ogrzanie lokali w budynkach wielorodzinnych uwzględniając jakość przegród wewnętrznych i zewnętrznych oraz zyski ciepła lokali. Sposób według wynalazku to rozwiązanie pozwalające na wyeliminowanie błędów w wyznaczaniu zużytego ciepła na ogrzanie lokali.

Ilość energii przenikającej przez przegrody wewnętrzne zależy od współczynnika przenikania przegród, jej powierzchni, różnicy temperatur po obu stronach przegrody oraz czasu trwania zjawiska.

Do wyznaczenia energii wymienianej pomiędzy poszczególnymi lokalami konieczne są następujące dane wyjściowe:

- współczynniki strat na wentylację lokali  $H_{ve,e}$ ,
- współczynniki strat przez przenikanie lokali do przestrzeni zewnętrznej  $H_{tr,e}$ ,
- współczynniki strat przez przenikanie lokali do przestrzeni wewnętrznej: dla pierwszego etapu  $H_i$  (do korytarzy, piwnicy i lokali sąsiednich), dla drugiego etapu  $H'_i$  (tylko do korytarzy i piwnic i pomieszczeń innych, bez lokali sąsiednich),
- zużycie ciepła w okresie rozliczeniowym przez lokale  $E$ ,
- wskazania temperatury wewnętrznej dla lokali w okresie rozliczeniowym  $t_i$ ,
- średnia temperatura zewnętrzna w okresie rozliczeniowym  $t_e$ .

Sposób wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie wyznacza się energię  $E_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ . Wyznaczona energia  $E_a$  uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym (sezon grzewczy) oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic o temperaturze wewnętrznej  $t_{e,i}$  i lokali sąsiednich o temperaturach  $t_i$ .

W drugim etapie wyznacza się energię  $E'_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ . Wyznaczona energia  $E'_a$  uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym (sezon grzewczy) oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic i pozostałych pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej  $t_{i,a}$ , bez uwzględnienia lokali sąsiednich.

Różnica obu energii pozwala na wyznaczenie ilości energii wymienianej przez dowolny lokal  $a$  z lokalami sąsiednimi. Jeżeli otrzymamy znak (+) oznacza, że lokal zasila energią lokale sąsiednie, znak (-) oznacza, że pobiera energię z lokali sąsiednich.

Sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że energia  $E_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi = \sum_{a=1}^l \phi_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E_a = \phi_a \frac{E}{\phi}$$

Całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku (wszystkich lokali). Średnie obciążenie cieplne  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem współczynnika całkowitych strat  $H_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi_a = H_a \theta_a$$

Współczynnik całkowitych strat  $H_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego (wentylacja, przenikanie) współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni zewnętrznej, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnice

i pozostałe pomieszczenia) oraz całkowitego współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,i,a,s}$  do lokali sąsiednich, będącego sumą składowych współczynników strat przez przenikanie  $H_1, H_2, \dots, H_g$  według zależności:

$$H_a = H_{e,a} + H_{i,a} + \sum_{s=1}^g H_{i,i,a,s}$$

gdzie: indeks  $s$  oznacza lokal sąsiedni, indeks  $g$  oznacza maksymalną ilość lokali sąsiednich.

Przyrost temperatur  $\theta_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta_a = t_{i,a} - t_{e,śr,a}$$

Średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e, t_{e,i}, t_{i,a,s}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}, H_{i,a}, H_{i,i,a,s}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a} + \sum_{s=1}^g t_{i,a,s} H_{i,i,a,s}}{H_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnica i pozostałych pomieszczeń),  $t_{i,a,s}$  średnia temperatura sąsiednich lokali.

Sposób według wynalazku charakteryzujący się tym, że energia  $E'_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  (bez uwzględnienia lokali sąsiednich) jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi' = \sum_{a=1}^l \phi'_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E'_a = \phi'_a \frac{E}{\phi'}$$

Całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku (wszystkich lokali). Średnie obciążenie cieplne  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem współczynnika całkowitych strat  $H'_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi'_a = H'_a \theta'_a$$

Współczynnik całkowitych strat  $H'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego (wentylacja, przenikanie) współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni zewnętrznej, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnice i pozostałe pomieszczenia) i wyznacza się z zależności:

$$H'_a = H_{e,a} + H_{i,a}$$

Przyrost temperatur  $\theta'_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t'_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta'_a = t_{i,a} - t'_{e,śr,a}$$

Średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t'_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e, t_{e,i}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}, H_{i,a}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H'_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t'_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a}}{H'_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnica i pozostałe pomieszczenia).

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskano następujące efekty techniczno-użytkowe:

- brak błędów w wyznaczaniu zużytego ciepła na ogrzanie lokali.
- uwzględnienie w sposobie wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne całkowitego zużycia ciepła przez budynek, a także jakości przegród wewnętrznych i zewnętrznych oraz zyski ciepła lokali.

Przedmiot wynalazku uwidocznił na rysunku, na którym na fig. 1 pokazano schemat ideowy sposobu wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne dla przypadku wyznaczania energii  $E_a$ , na fig. 2 pokazano schemat ideowy sposobu wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne dla przypadku wyznaczania energii  $E'_a$ , na fig. 3 – przekrój pionowy budynku z numeracją lokalu i średnią temperaturą wewnętrzną dla okresu rozliczeniowego oraz układem lokali sąsiednich.

Istota sposobu wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne polega na wyznaczeniu energii przenikania  $E_p$  i przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie wyznacza się energię  $E_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ . Wyznaczona energia  $E_a$  uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym (sezon grzewczy) oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic o temperaturze wewnętrznej  $t_{e,i}$  i lokali sąsiednich o temperaturach  $t_i$ . W drugim etapie wyznacza się energię  $E'_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ . Wyznaczona energia  $E'_a$  uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym (sezon grzewczy) oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic i pozostałych pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej  $t_{e,i}$  bez uwzględnienia lokali sąsiednich o temperaturach  $t_i$ .

Różnica obu energii pozwala na wyznaczenie ilości energii wymienianej przez dowolny lokal  $a$  z lokalami sąsiednimi. Jeżeli otrzymamy znak (+) oznacza, że lokal zasila energią lokale sąsiednie, znak (-) oznacza, że pobiera energię z lokali sąsiednich. Różnica wyznaczana jest z zależności:

$$E_p = E_a - E'_a$$

Według korzystnej cechy energia  $E_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi = \sum_{a=1}^l \phi_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E_a = \phi_a \frac{E}{\phi}$$

Całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku (wszystkich lokali). Średnie obciążenie cieplne  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem współczynnika całkowitych strat  $H_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi_a = H_a \theta_a$$

Współczynnik całkowitych strat  $H_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego (wentylacja, przenikanie) współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni wewnętrznej, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnice i pozostałe pomieszczenia) oraz całkowitego współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,i,a,s}$  do lokali sąsiednich, będącego sumą składowych współczynników strat przez przenikanie  $H_1, H_2, \dots, H_g$  według zależności:

$$H_a = H_{e,a} + H_{i,a} + \sum_{s=1}^g H_{i,i,a,s}$$

gdzie: indeks  $s$  oznacza lokal sąsiedni, indeks  $g$  oznacza maksymalną ilość lokali sąsiednich.

Przyrost temperatur  $\theta_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta_a = t_{i,a} - t_{e,śr,a}$$

Średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e$ ,  $t_{e,i}$ ,  $t_{i,a,s}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}$ ,  $H_{i,a}$ ,  $H_{i,a,s}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a} + \sum_{s=1}^g t_{i,a,s} H_{i,a,s}}{H_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnica i pozostałe pomieszczenia),  $t_{i,a,s}$  średnia temperatura sąsiednich lokali.

Według korzystnej cechy energia  $E'_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  (bez uwzględnienia lokali sąsiednich) jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi' = \sum_{a=1}^l \phi'_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E'_a = \phi'_a \frac{E}{\phi'}$$

Całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku (wszystkich lokali). Średnie obciążenie cieplne  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem współczynnika całkowitych strat  $H'_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi'_a = H'_a \theta'_a$$

Współczynnik całkowitych strat  $H'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego (wentylacja, przenikanie) współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni zewnętrznej, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnice i pozostałe pomieszczenia) i wyznacza się z zależności:

$$H'_a = H_{e,a} + H_{i,a}$$

Przyrost temperatur  $\theta'_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta'_a = t_{i,a} - t'_{e,śr,a}$$

Średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t'_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e$ ,  $t_{e,i}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}$ ,  $H_{i,a}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H'_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t'_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a}}{H'_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej (korytarze, piwnica i pozostałe pomieszczenia).

**P r z y k ł a d :**

Budynek mieszkalny 20 lokalowy zużył w okresie rozliczeniowym 78310 kWh ciepła na ogrzewanie, co zostało zarejestrowane przez ciepłomierz zamontowany na wymienniku c.o. Lokale mieszkalne zużyły w tym czasie 95,5% ciepła dostarczonego do budynku, czyli  $E = 74818,73$  kWh. Średnia temperatura zewnętrzna w tym okresie wyniosła  $t_e = 4,8^\circ\text{C}$ . Temperatura wewnętrzna korytarzy i piwnicy wynosiła  $t_{e,i} = 8^\circ\text{C}$ . Przekrój pionowy budynku z numeracją lokali, średnią temperaturą wewnętrzną dla okresu rozliczeniowego oraz układem lokali sąsiednich przedstawiony został na fig. 3, na którym przykładowo zaznaczono lokale 6,9,11,14 jako sąsiednie do lokalu 10. Zestawienie danych do obliczeń i wyników przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Tabela 1  
Zestawienie danych i wyniki dla wyznaczania energii  $E_a$

L.p	$H_{e,a}$	$H_{i,a}$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_a$	$t_{i,a}$	$t_{e,kr,a}$	$\theta_a$	$\phi_a$	$E_a$
1	79	61			26	52	218	18,43	10,64	7,79	1697	3777
2	75	62		26	53	52	268	18,72	13,17	5,55	1489	3313
3	79	68		53	26	63	289	20,74	12,74	8,00	2308	5137
4	85	69		26		63	243	19,19	11,74	7,45	1809	4028
5	79	31	52		26	52	240	18,60	13,39	5,21	1251	2785
6	75	32	52	26	53	52	290	21,09	14,26	6,84	1981	4409
7	79	31	63	53	26	63	314	20,07	15,62	4,45	1399	3115
8	85	31	63	26		63	268	21,49	13,43	8,06	2164	4816
9	79	31	52		26	52	240	20,80	12,30	8,50	2042	4545
10	75	32	52	26	53	52	290	19,16	15,11	4,05	1174	2614
11	79	31	63	53	26	63	314	20,66	14,98	5,67	1783	3969
12	85	31	63	26		63	268	19,31	14,40	4,91	1319	2936
13	79	31	52		26	52	240	16,55	13,16	3,39	814	1811
14	75	32	52	26	53	52	290	19,85	14,06	5,79	1679	3737
15	79	31	63	53	26	63	314	20,70	15,43	5,27	1657	3689
16	85	31	63	26		63	268	20,87	13,99	6,88	1847	4112
17	95	31	52		26		204	18,00	9,96	8,03	1639	3648
18	89	32	52	26	53		252	18,01	13,10	4,91	1237	2754
19	96	31	63	53	26		268	21,09	13,11	7,98	2143	4769
20	105	31	63	26			225	21,30	11,62	9,68	2180	4853

Tabela 2  
Zestawienie danych i wyniki dla wyznaczania energii  $E'_a$  oraz energii przenikania  $E_p$

L.p	$H_{e,a}$	$H_{i,a}$	$H'_a$	$t_{i,a}$	$t'_{e,kr,a}$	$\theta'_a$	$\phi'_a$	$E'_a$	$E_a$	$E_p = E_a - E'_a$
1	79	61	140	18,43	6,19	12,24	1713	3813	3777	-36
2	75	62	137	18,72	6,25	12,46	1712	3810	3313	-497
3	79	68	147	20,74	6,29	14,45	2119	4716	5137	421
4	85	69	154	19,19	6,23	12,97	1994	4440	4028	-412
5	79	31	110	18,60	5,70	12,90	1422	3165	2785	-379
6	75	32	107	21,09	5,75	15,34	1638	3647	4409	763
7	79	31	109	20,07	5,70	14,37	1570	3494	3115	-380
8	85	31	116	21,49	5,66	15,83	1844	4105	4816	711
9	79	31	110	20,80	5,70	15,10	1664	3704	4545	841
10	75	32	107	19,16	5,75	13,41	1432	3188	2614	-574
11	79	31	109	20,66	5,70	14,96	1634	3638	3969	331
12	85	31	116	19,31	5,66	13,65	1590	3539	2936	-603
13	79	31	110	16,55	5,70	10,85	1196	2662	1811	-850
14	75	32	107	19,85	5,75	14,10	1506	3352	3737	384
15	79	31	109	20,70	5,70	15,00	1639	3648	3689	41
16	85	31	116	20,87	5,66	15,21	1772	3944	4112	168
17	95	31	126	18,00	5,59	12,41	1564	3482	3648	166
18	89	32	121	18,01	5,64	12,37	1496	3329	2754	-576
19	96	31	126	21,09	5,58	15,51	1960	4363	4769	406
20	105	31	136	21,30	5,53	15,77	2148	4781	4853	73

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania ciepła przenikającego przez ściany wewnętrzne zależy od całkowitego zużycia ciepła na ogrzanie budynku oraz współczynnika przenikania przegród, jej powierzchni, różnicy temperatur po obu stronach przegrody oraz czasu trwania zjawiska, **znamienny tym**, że wyznaczenie energii przenikania  $E_p$  przebiega dwuetapowo, przy czym w pierwszym etapie wyznacza się energię  $E_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ , która uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic i pozostałych pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej  $t_{e,i}$  i lokali sąsiednich o temperaturach  $t_i$ , natomiast

w drugim etapie wyznacza się energię  $E'_a$  niezbędną do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  do danej temperatury wewnętrznej  $t_{i,a}$ , która uwzględnia straty ciepła wentylacyjne i przenikania do przestrzeni zewnętrznej o średniej temperaturze  $t_e$  w okresie rozliczeniowym oraz straty przenikania do wszystkich pomieszczeń sąsiadujących z danym lokalem, czyli korytarzy, piwnic i pozostałych bez uwzględnienia lokali sąsiednich, następnie wyznacza się ilość energii wymienionej przez dowolny lokal  $a$  z lokalami sąsiednimi jako różnicę obu energii z zależności:

$$E_p = E_a - E'_a$$

przy czym otrzymany znak „+” oznacza, że lokal zasila energią lokale sąsiednie, znak „-” oznacza, że pobiera energię z lokali sąsiednich.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że energia  $E_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi = \sum_{a=1}^l \phi_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E_a = \phi_a \frac{E}{\phi}$$

przy czym całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku, średnie obciążenie cieplne  $\phi_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem całkowitego współczynnika strat  $H_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi_a = H_a \theta_a$$

gdzie całkowity współczynnik strat  $H_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni zewnętrznej: wentylacja i przenikanie, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej: korytarze, piwnice i pozostałe pomieszczenia oraz całkowitego współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,i,a,s}$  do lokali sąsiednich, będącego sumą składowych współczynników strat przez przenikanie  $H_1, H_2, \dots, H_g$  i jest wyznaczany według zależności:

$$H_a = H_{e,a} + H_{i,a} + \sum_{s=1}^g H_{i,i,a,s}$$

gdzie: indeks  $s$  oznacza lokal sąsiedni, indeks  $g$  oznacza maksymalną ilość lokali sąsiednich, przy czym przyrost temperatur  $\theta_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta_a = t_{i,a} - t_{e,śr,a}$$

natomiast średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e, t_{e,i}, t_{i,a,s}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}, H_{i,a}, H_{i,i,a,s}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a} + \sum_{s=1}^g t_{i,a,s} H_{i,i,a,s}}{H_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej: korytarze, piwnice i pozostałe pomieszczenia,  $t_{i,a,s}$  średnia temperatura sąsiednich lokali,

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że energia  $E'_a$  konieczna do ogrzania dowolnego lokalu  $a$ , bez uwzględnienia lokali sąsiednich, jest iloczynem średniego obciążenia cieplnego  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i ilorazu całkowitego zużycia ciepła  $E$  lokali w budynku i sumy średnich obciążeń cieplnych  $\phi' = \sum_{a=1}^l \phi'_a$  wszystkich lokali budynku według zależności:

$$E'_a = \phi'_a \frac{E}{\phi'}$$

przy czym całkowite zużycie ciepła  $E$  lokali budynku jest zarejestrowanym zużyciem ciepła na ogrzanie budynku, średnie obciążenie cieplne  $\phi'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest iloczynem całkowitego współczynnika strat  $H'_a$  oraz przyrostu temperatur  $\theta'_a$  dowolnego lokalu  $a$  i wyznacza się z zależności:

$$\phi'_a = H'_a \theta'_a$$

gdzie całkowity współczynnik strat  $H'_a$  dowolnego lokalu  $a$  jest sumą następujących współczynników: całkowitego współczynnika strat  $H_{e,a}$  dowolnego lokalu  $a$  do przestrzeni zewnętrznej: wentylacja i przenikanie, współczynnika strat przez przenikanie  $H_{i,a}$  do przestrzeni wewnętrznej: korytarze, piwnice oraz pozostałe pomieszczenia i wyznacza się z zależności:

$$H'_a = H_{e,a} + H_{i,a}$$

przy czym przyrost temperatur  $\theta'_a$  jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą wewnętrzną  $t_{i,a}$  dowolnego lokalu  $a$  i średnią ważoną temperaturą otoczenia lokalu  $t'_{e,śr,a}$  i wyznacza się z następującej zależności:

$$\theta'_a = t_{i,a} - t'_{e,śr,a}$$

natomiast średnia ważona temperatura otoczenia lokalu  $t'_{e,śr,a}$  jest ilorazem: w liczniku sumy iloczynów średnich temperatur otoczenia  $t_e, t_{e,i}$  dowolnego lokalu  $a$  i odpowiadającym im współczynników strat  $H_{e,a}, H_{i,a}$ , a w mianowniku całkowitego współczynnika strat  $H'_a$  lokalu do przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, zgodnie z niżej podaną zależnością:

$$t'_{e,śr,a} = \frac{t_e H_{e,a} + t_{e,i} H_{i,a}}{H'_a}$$

gdzie:  $t_{e,i}$  średnia temperatura przestrzeni wewnętrznej: korytarze, piwnica i pozostałe pomieszczenia.

## Rysunki

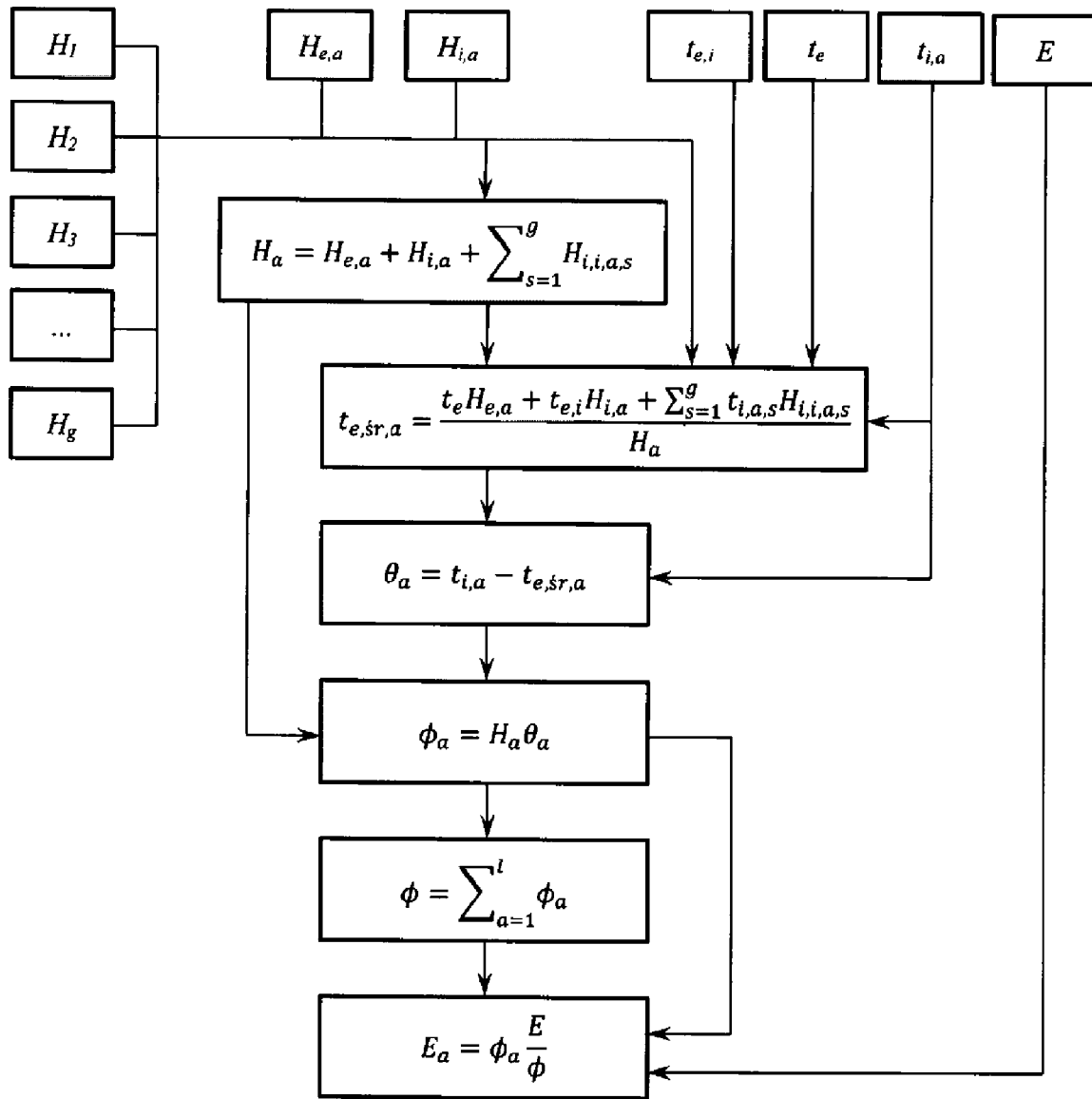


Fig. 1

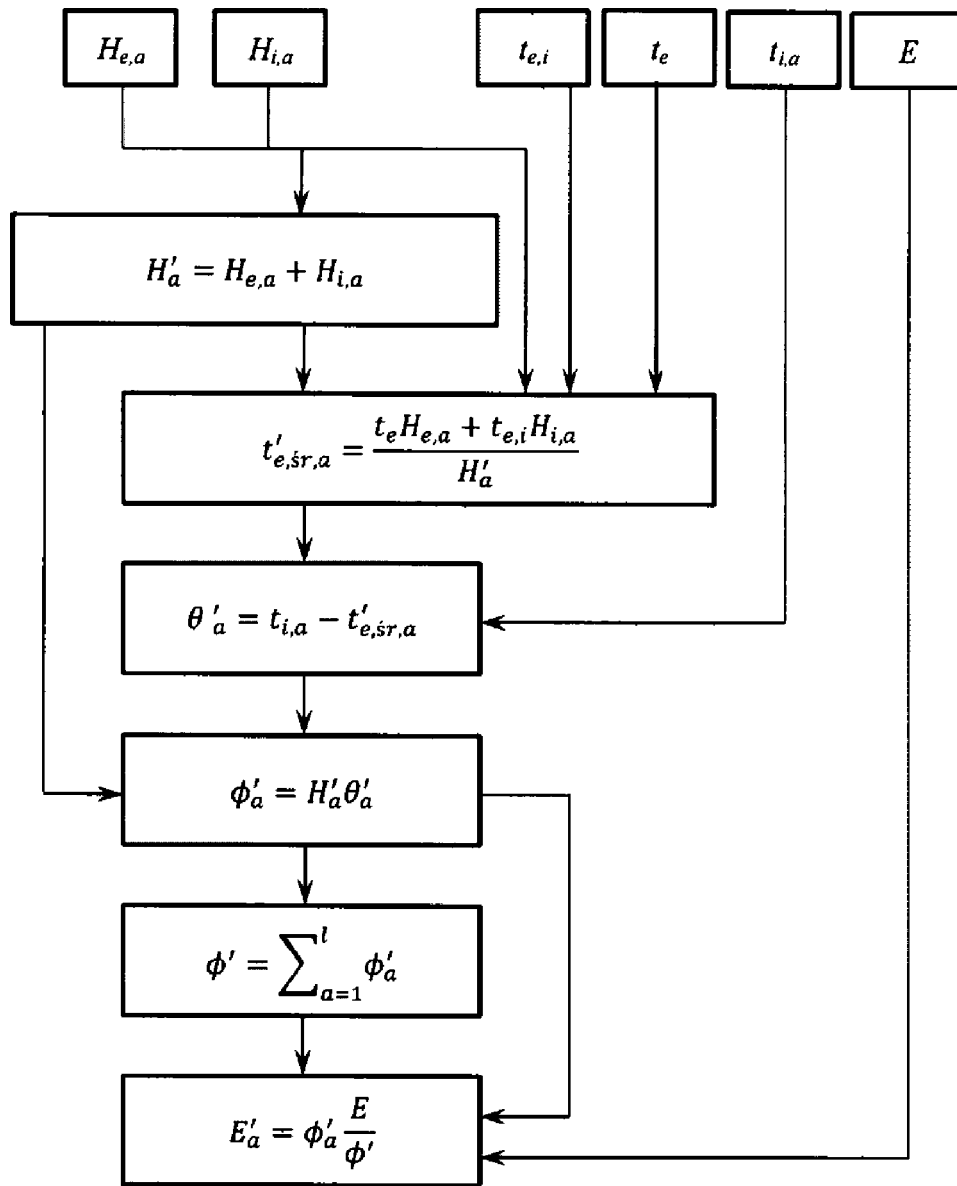


Fig. 2

18,00°C <sup>⑰</sup>	18,01°C <sup>⑱</sup>	21,09°C <sup>⑲</sup>	21,30°C <sup>⑳</sup>
16,55°C <sup>⑬</sup>	19,85°C <sup>⑭</sup>	20,70°C <sup>⑮</sup>	20,87°C <sup>⑯</sup>
20,80°C <sup>⑨</sup>	19,16°C <sup>⑩</sup>	20,66°C <sup>⑪</sup>	19,31°C <sup>⑫</sup>
18,60°C <sup>⑤</sup>	21,09°C <sup>⑥</sup>	20,07°C <sup>⑦</sup>	20,49°C <sup>⑧</sup>
18,43°C <sup>①</sup>	18,72°C <sup>②</sup>	20,74°C <sup>③</sup>	19,19°C <sup>④</sup>

Fig. 3