

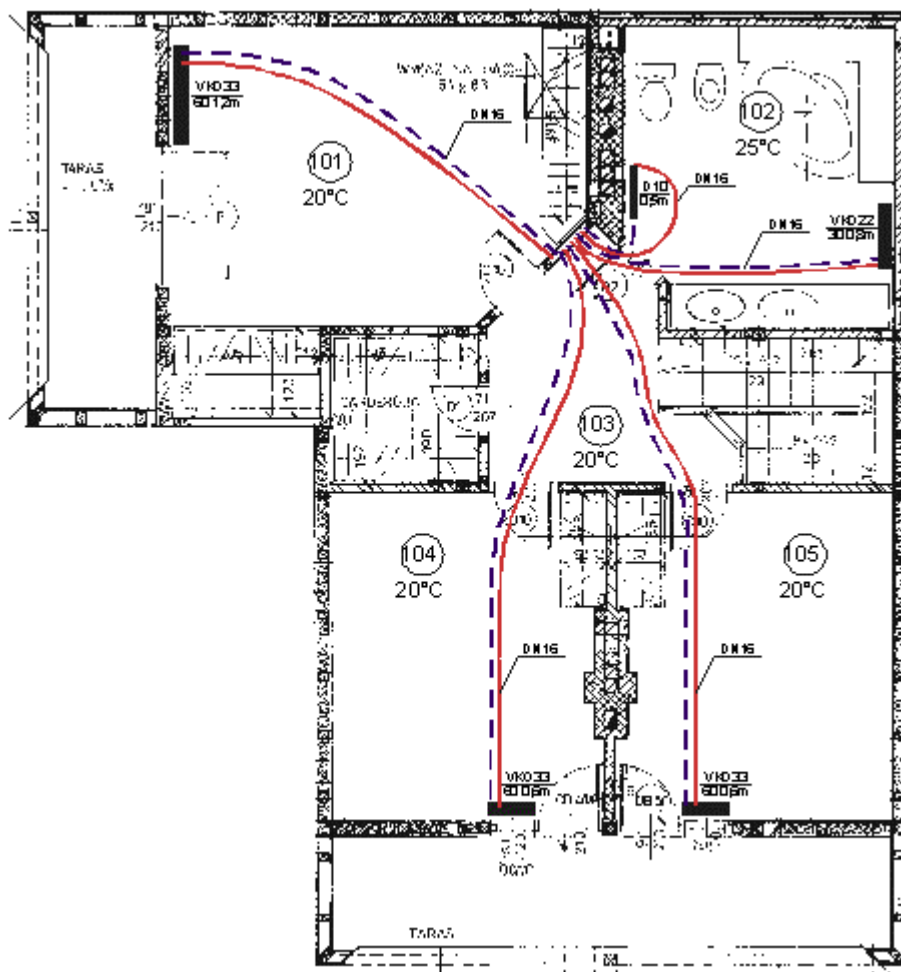
Michał Strzeszewski  
 Paweł Kędziński  
 Politechnika Warszawska  
 Warszawa

## UWARUNKOWANIA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE STOSOWANIA IZOLACJI CIEPLNEJ SIECI PRZEWODÓW INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA

### 1. Wprowadzenie

Pomimo istnienia jednoznacznych wytycznych projektowania instalacji centralnego ogrzewania projektanci i wykonawcy wciąż zapominają o zapewnieniu właściwej izolacji cieplnej sieci przewodów. Powoduje to sytuację, że przewody, których zadaniem jest rozprowadzanie czynnika grzejącego, stają się podobnie jak grzejniki – wymiennikami ciepła. Ponieważ przewody nie są projektowane z myślą o tej funkcji, wpływa to niekorzystnie na pracę instalacji i obniża jej sprawność eksploatacyjną.

W nowych budynkach bardzo popularny stał się system rozdzielaczowy (rys. 1). W takich instalacjach powszechnie stosuje się namiastkę izolacji w postaci rury osłonowej typu peszel. Podczas projektowania nieślusnie zakłada się, że takie rozwiązanie powoduje znaczną redukcję straty ciepła podczas transportu czynnika grzejącego. Dopiero na etapie eksploatacji okazuje się, że rzeczywiste właściwości izolacyjne rury osłonowej są ograniczone. Fakt ten został potwierdzony przez badania przeprowadzone w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej [8, 12].



Rys. 1. Przykład ogrzewania w układzie rozdzielaczowym w domu jednorodzinnym. Rzut piętra. Przewody prowadzone pod posadzką.

Natomiast w istniejących instalacjach tradycyjnych (system pionowy dwururowy, rozdział dolny) w większości przypadków piony, jak również rozprowadzenia – czyli przewody poziome w piwnicy budynku, nie są zaizolowane. Jest to główną przyczyną występowania nadmiernej transportowej straty ciepła w instalacji – niekorzystnego zjawiska, polegającego na nieefektywnym rozpraszaniu ciepła przez sieć przewodów [1].

## 2. Przewody prowadzone w podłodze

Obecnie w nowych budynkach przewody c.o. prowadzone są powszechnie w podłodze. Dzięki temu przewody nie występują na wierzchu przegród budowlanych. Ułatwia to aranżację pomieszczeń i poprawia ich estetykę. Jednak, o ile w krajach Europy Zachodniej przewody te są przeważnie izolowane cieplnie, to w Polsce upowszechnił się sposób prowadzenia przewodów w rurze osłonowej typu peszel. Jest to związane z faktem, że cena peszla jest kilkakrotnie niższa od ceny izolacji z pianki polietylenowej albo poliuretanowej. Dotychczas często zakładano, że umieszczenie przewodów w peszlu powoduje znaczne ograniczenie ilości rozpraszanego ciepła, w stosunku do analogicznych przewodów prowadzonych na wierzchu. Przy czym sprawność izolacji przyjmowano na poziomie rzędu 50% w odniesieniu do przewodów nieizolowanych, prowadzonych po wierzchu przegród budowlanych. Praktyka jednak weryfikowała te założenie. Okazywało się, że rzeczywista ilość ciepła rozpraszana przez przewody jest znacznie większa od oszacowanej w projekcie. W tej sytuacji w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej przeprowadzono badania doświadczalne i numeryczne [8, 12].

Okazało się, że umieszczenie nieizolowanych przewodów c.o. bezpośrednio w podłodze powoduje zwiększenie ilości ciepła rozpraszanego przez przewody o ok. 40% w stosunku do przewodów prowadzonych w przestrzeni pomieszczenia.

W przypadku nieizolowanego przewodu c.o., prowadzonego w przestrzeni pomieszczenia, opór przejmowania ciepła po stronie powietrza ma decydujący wpływ na całkowity opór przenikania ciepła. Umieszczając taki przewód w podłodze, zwiększa się istotnie powierzchnię przejmowania ciepła od strony powietrza. W takim przypadku ciepło jest przejmowane nie z powierzchni przewodu, ale z pasa podłogi o szerokości od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów [12]. Można powiedzieć, że podłoga stanowi specyficzne żebro, zwiększając powierzchnię wymiany ciepła.

Z kolei ułożenie wspomnianego przewodu w peszlu ogranicza ilość rozpraszanego ciepła jedynie do poziomu przewodu nieizolowanego prowadzonego po wierzchu przegród budowlanych. Sprawia to, że straty ciepła przewodów, prowadzonych w peszlu w podłodze, są zbliżone lub nieco wyższe od strat ciepła analogicznych przewodów, prowadzonych na wierzchu. Dlatego rzeczywista sprawność izolacji (odniesiona do przewodów na wierzchu) wynosi ok. 0% lub nawet jest ujemna, co pozostaje w sprzeczności z powszechnym rozumieniem określenia „sprawność”. Wynika to z faktu, że pojęcie „sprawność izolacji” odnosi się do przewodu, umieszczonego w ogrzewanym pomieszczeniu, i nie uwzględnia wzrostu ilości rozpraszanego ciepła z tytułu ułożenia przewodu w podłodze (zwiększenie powierzchni przejmowania ciepła od strony pomieszczenia).

Znaczące straty ciepła od przewodów prowadzonych w podłodze powodują szereg problemów eksploatacyjnych:

- znaczne schłodzenie czynnika,
- zyski ciepła od przewodów,
- przekroczenie dopuszczalnej temperatury podłogi,
- uszkodzenie podłogi,
- emisja szkodliwych substancji.

### 2.1. Znaczne schłodzenie czynnika

W przypadku prowadzenia przewodów c.o. w karbowanej rurze osłonowej typu peszel dochodzi do znacznego schłodzenia czynnika w przewodzie zasilającym, zwłaszcza przy niewielkiej prędkości wody. Jeżeli w projekcie instalacji schłodzenie to nie zostanie uwzględnione lub będzie niedoszacowane, zostanie dobrana zbyt mała powierzchnia grzejnika. Powstanie w ten sposób deficyt mocy cieplnej. W przypadku krótkich gałązek deficyt ten może być w pewnym zakresie kompensowany przez zyski ciepła od przewodów. Natomiast jeśli gałązki są dłuższe i przechodzą przez szereg pomieszczeń (zwłaszcza w budynkach wielorodzinnych), może dochodzić do zdecydowanie nieodpowiedniego rozdziału ciepła w ramach budynku. Niestety częstym zjawiskiem w nowych budynkach stało się ostatnio przegrzewanie klatek schodowych, w wyniku występowania znacznych zysków ciepła od przewodów prowadzonych w podłodze w rurach osłonowych. Powoduje to po pierwsze dyskomfort użytkownika (za gorąco), a po drugie wzrost kosztów ogrzewania.

### 2.2. Zyski ciepła od przewodów

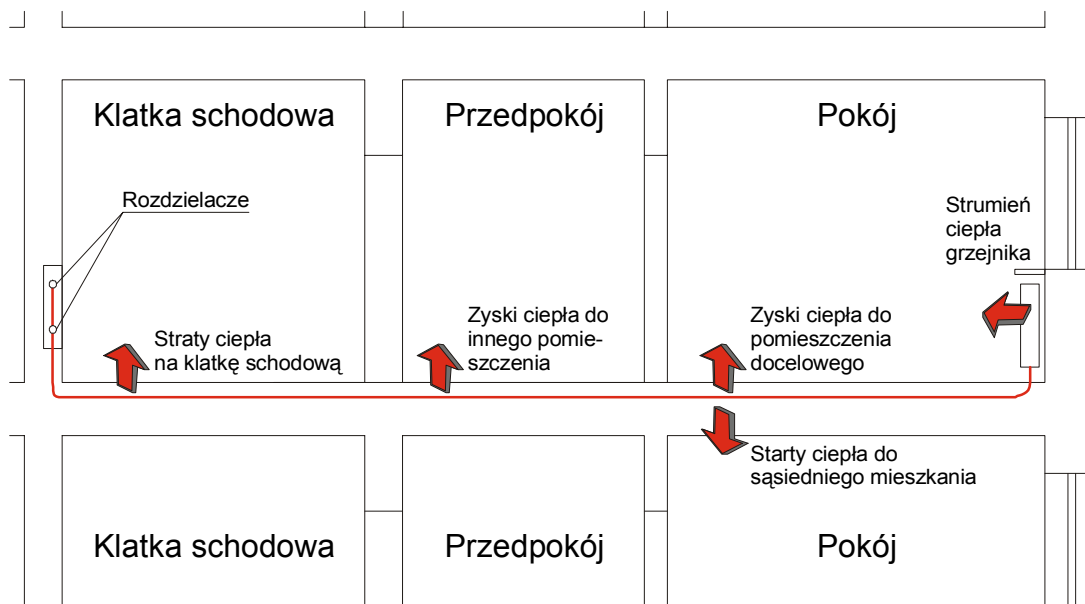
W związku z powyższym, zyski ciepła od przewodów, występujące w tym samym pomieszczeniu, w którym znajduje się grzejnik podłączony do tych przewodów, można uznać za efektywne. Zyski takie kompensują

częściowo deficyt mocy grzejnika, a cały układ działa jako specyficzne ogrzewanie konwekcyjno-podłogowe. Natomiast część zysków ciepła może trafiać do:

- innych pomieszczeń w tym samym mieszkaniu,
- pomieszczeń w innym mieszkaniu,
- pomieszczeń wspólnych (np. klatka schodowa),
- i wreszcie do pomieszczeń nieogrzewanych.

Niektóre z powyższych przypadków przedstawiono na rys. 2.

Fakt występowania znaczących zysków ciepła powoduje po pierwsze nieodpowiedni rozdział ciepła w budynku (w części pomieszczeń może być zbyt ciepło, a w części zbyt zimno), a po drugie zwiększenie międzymieszkaniowych przepływów ciepła, co utrudnia rozliczanie kosztów ogrzewania.



Rys. 2. Niektóre potencjalne straty (zyski) ciepła przewodu prowadzonego w stropie. Przekrój pionowy przez budynek. Opracowanie własne.

### 2.3. Przekroczenie temperatury dopuszczalnej podłogi

Powierzchnia podłogi nad przewodami c.o., prowadzonymi w peszlu, ma często temperaturę dochodzącą nawet do ok. 40–45°C przy dopuszczalnej temperaturze podłogi 29°C (do 33°C). Może to sprawiać odczucie dyskomfortu cieplnego, zwłaszcza w pobliżu rozdzielaczy, gdzie ma miejsce zagęszczenie przewodów [7].

### 2.4. Uszkodzenie podłogi

Podwyższenie temperatury podłogi w niektórych przypadkach może być wręcz korzystne (np. efekt cieplej podłogi w łazience). Przy czym istotne jest, z jakiego materiału wykonana jest posadzka. Najlepiej sprawdzają się posadzki ceramiczne oraz z kamienia naturalnego [13]. Jednak nie wszystkie materiały podłogowe mogą być stosowane w ogrzewaniach podłogowych. Problemy sprawiają zwłaszcza podłogi drewniane – w podłodze mogą pojawiać się szpary w skutek zmniejszania się wilgotności drewna.

### 2.5. Emisja szkodliwych substancji

Dobór materiałów użytych do konstrukcji podłogi nad przewodami c.o. ma też bardzo istotne znaczenie higieniczne. Wiele materiałów podłogowych, które są bezpieczne w temperaturze 20°C, po podgrzaniu może emitować do przestrzeni pomieszczenia substancje toksyczne. Dlatego w przypadku prowadzenia przewodów w podłodze bez izolacji, należy upewnić się, że wszystkie używane materiały (np. panele podłogowe, kleje, lakiery) są dopuszczone do stosowania w podłogach grzejnych.

## 2.6. Modyfikacje metody szacowania strat ciepła poprzez sprawność izolacji

Dotychczas w projektowaniu przyjmowało się pewną sprawność izolacji. Taką możliwość daje np. program *Audytork C.O.* mgr. inż. Piotra Wereszczyńskiego [14]. Dla założonej sprawności izolacji straty ciepła można określić wg następującego równania:

$$Q_{str} = qL(1 - \eta), \text{ W} \quad (1)$$

gdzie:

- $Q_{str}$  – straty ciepła przewodu zaizolowanego, W;
- $q$  – jednostkowe straty ciepła przewodu nieizolowanego, W/m;
- $L$  – długość przewodu, m;
- $\eta$  – przyjęta sprawność izolacji.

Kluczową rolę w tej metodzie odgrywa przyjęta wartość sprawności izolacji oraz jednostkowych strat ciepła przewodu nieizolowanego. Dla izolacji z pianki polietylenowej lub poliuretanowej projektanci dotychczas najczęściej przyjmowali sprawność izolacji w zakresie 0,75–0,95, a dla przewodów prowadzonych w peszlu od 0,30 do 0,60. Natomiast jako jednostkowe straty ciepła przewodu odniesienia, przyjmowano straty ciepła przewodu prowadzonego po wierzchu.

Podejście takie prowadzi do znacznego niedoszacowania strat i zysków ciepła oraz schłodzenia wody zasilającej grzejniki [3, 6, 11].

W celu zachowania prostoty metody szacowania strat ciepła zaproponowano następujące korekty:

- korekta strat ciepła nieizolowanych przewodów w podłodze,
- korekta sprawności izolacji.

### Korekta strat ciepła nieizolowanych przewodów w podłodze

Główną przyczyną nieścisłości dotychczasowej metody jest nieuwzględnienie faktu, że podłoga działa jak żebro. W celu uwzględnienia wzrostu strat ciepła, wynikającego z umieszczenia przewodu w podłodze, zaproponowano następującą modyfikację równania (1):

$$Q_{str} = (1 + a)qL(1 - \eta), \text{ W} \quad (2)$$

gdzie:

- $Q_{str}$  – straty ciepła przewodu zaizolowanego w podłodze, W;
- $q$  – jednostkowe straty ciepła nieizolowanego przewodu prowadzonego na wierzchu, W/m;
- $L$  – długość przewodu, m;
- $\eta$  – sprawność izolacji, odniesiona do nieizolowanych przewodów prowadzonych w podłodze (dla peszla 0,25–0,30; dla izolacji z pianki 0,70–0,90);
- $a$  – współczynnik poprawkowy określony równaniem:

$$a = \frac{q_p}{q} - 1 \quad (3)$$

gdzie:

- $q_p$  – jednostkowe straty ciepła nieizolowanego przewodu prowadzonego w podłodze, W/m.

W najczęściej występujących przypadkach współczynnik  $a$  wynosi 0,35–0,45. Dlatego w uproszczeniu można przyjąć wartość 0,4. Wówczas równanie (2) można zapisać w następującej postaci:

$$Q_{str} = 1,4qL(1 - \eta), \text{ W} \quad (4)$$

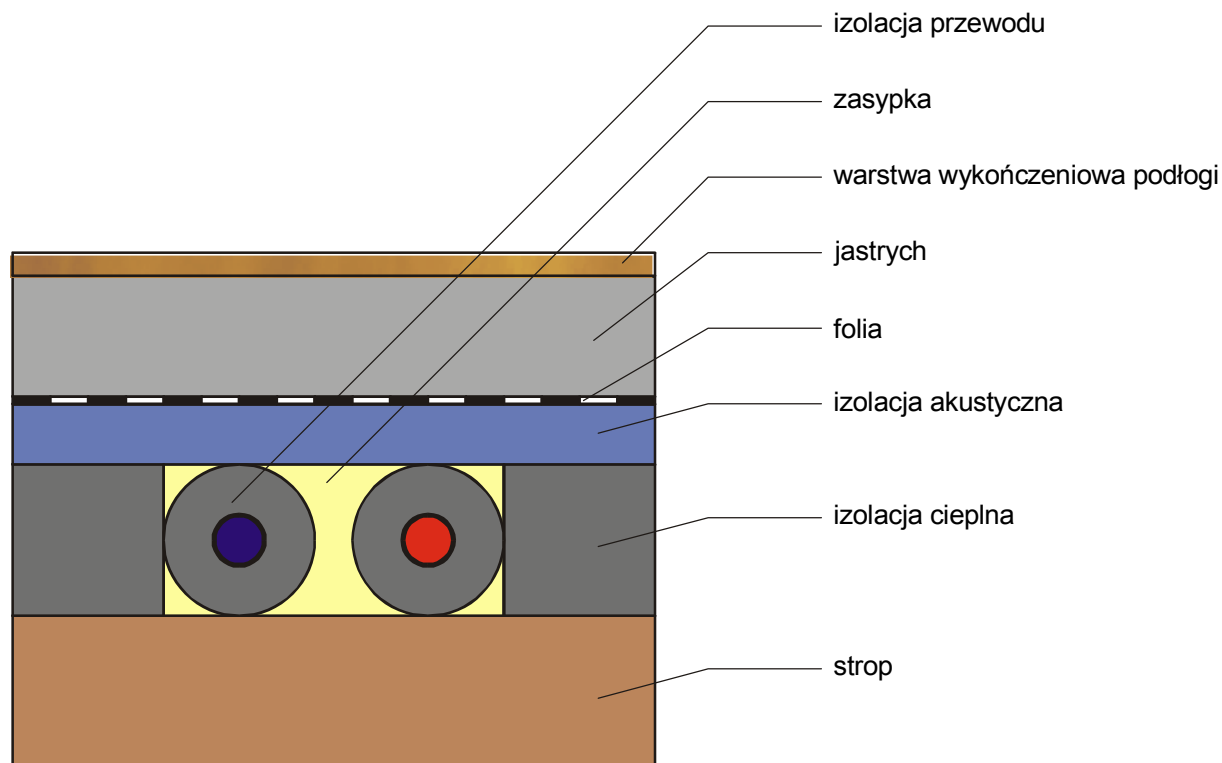
oznaczenia j.w.

### Korekta sprawności izolacji

Alternatywnie można nadal korzystać z równania (1) bez współczynnika poprawkowego  $a$ . Wówczas należy przyjmować urealnione wartości sprawności izolacji, uwzględniające działanie podłogi jako żebro. Dla przewodów w izolacji z pianki polietylenowej lub poliuretanowej zaleca się przyjmowanie sprawności izolacji w zakresie 0,65–0,70, a dla przewodów prowadzonych w peszlu od –0,05 do 0,00 [12].

Jednocześnie zaleca się, aby tylko pewną część zysków ciepła od przewodów c.o. uwzględniać przy doborze grzejników w bilansie cieplnym pomieszczeń, w których prowadzone są przewody. Np. w programie *Audyt C.O.* [14] w „parametrach obliczeń” można ustawić „sprawność wykorzystania zysków ciepła od przewodów”. Wartość tę najczęściej przyjmuje się w zakresie od 30% do 70%. Również zaleca się, aby przy doborze grzejników uwzględniać zyski ciepła, stanowiące maksymalnie 30% zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczenia.

Jako standard, przewody prowadzone w podłodze należy układać w izolacji z pianki polietylenowej albo poliuretanowej. Natomiast stosowanie rur osłonowych typu peszel można dopuszczać tam, gdzie akceptuje się duże zyski ciepła od podłogi (specyficzne ogrzewanie podłogowe), a użyte materiały podłogowe mogą być stosowane w ogrzewaniu podłogowym (nie emitują szkodliwych substancji w podwyższonej temperaturze i nie ulegają odkształceniom). Przykładowe prowadzenie przewodów w izolacji pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Przykład prowadzenia przewodów w podłodze w izolacji.

### 3. Nieizolowane przewody prowadzone po wierzchu ścian

Zyski ciepła od nieizolowanych pionów instalacji c.o. (prowadzonych w większości budynków po wierzchu ścian), stanowią istotną składową w bilansie cieplnym ogrzewanych pomieszczeń, zwłaszcza w budynkach ocieplonych. Często dochodzi do sytuacji, w której grzejnik pokrywa mniejszą część zapotrzebowania na ciepło pomieszczenia. Dlatego zaleca się aby przy projektowaniu przyjmować maksymalny udział zysków ciepła od przewodów w bilansie cieplnym pomieszczenia przy doborze wielkości grzejników na poziomie 30%.

Obniżenie temperatury wody zasilającej, związane z transportową stratą ciepła, jest szczególnie groźne w budynkach wysokich w pionach mało obciążonych – może dochodzić do 20 K, podczas gdy schłodzenie w pionach silnie obciążonych jest kilkustopniowe. Precyzyjne określenie zysków ciepła od pionów i gałązek jest zatem niezbędne przy wymiarowaniu grzejników i rozliczaniu indywidualnych odbiorców energii cieplnej za pomocą nagrzewnikowych podzielników kosztów [2].

Piony instalacji c.o. zlokalizowane są zwykle w rogu pomieszczenia i są w jakiś sposób osłonięte (zasłona, maskownica), natomiast rzadko kiedy stosuje się właściwą izolację cieplną. Zaleca się przyjmować, że efektywnie przekazywane jest do pomieszczenia najwyżej 70% zysków ciepła od przewodów, co obniża sprawność eksploatacyjną instalacji. Zgodnie z wytycznymi projektowania minimalne średnice pionów i gałązek w instalacjach są w większości przypadków wielkościami zawyżonymi w celu ochrony przewodów przed szybkim zarastaniem osadami stałymi. Taka sytuacja powoduje wzrost niekorzystnego zjawiska transportowej straty ciepła w instalacji c.o.

#### 4. Wnioski

- Należy bezwzględnie ograniczać zjawisko rozpraszania ciepła przez sieć przewodów instalacji centralnego ogrzewania, zarówno w systemach nowoprojektowanych, jak i tradycyjnych – już istniejących i przeznaczonych do modernizacji, stosując odpowiednią warstwę izolacji cieplnej.
- Nieizolowane przewody przekazują ciepło do pomieszczeń nieefektywnie, co jest przyczyną obniżenia sprawności eksploatacyjnej instalacji centralnego ogrzewania. Nadmierne ochłodzenie wody zasilającej kolejne grzejniki prowadzi do rozregulowania ciepłego instalacji.
- Znajomość wartości rzeczywistych zysków ciepła od sieci przewodów oraz sprawności cieplnej zastosowanej izolacji jest niezbędna na etapie projektowania, jak i podczas regulacji instalacji ogrzewczych.
- Przewody prowadzone w podłodze należy układać przede wszystkim w izolacji z pianki polietylenowej albo poliuretanowej. Natomiast stosowanie rur osłonowych typu peszel można dopuszczać tam, gdzie akceptuje się duże zyski ciepła od podłogi, a użyte materiały podłogowe nie emitują szkodliwych substancji w podwyższonej temperaturze i nie ulegają odkształceniom.

#### Literatura

1. Kędzierski P.: *Wpływ transportowej straty ciepła na wymiarowanie i eksploatację tradycyjnej instalacji centralnego ogrzewania*, materiały konferencyjne XII Konferencji Ciepłowników, Solina 2000.
2. Kędzierski P.: *Charakterystyki cieplne nieizolowanych przewodów stalowych w instalacjach centralnego ogrzewania*, wydawnictwo PZITS nr 793/2001, materiały konferencyjne XIII Konferencji Ciepłowników, Solina 2001.
3. Kędzierski P.: *Charakterystyki cieplne nieizolowanych pionów stalowych w instalacjach centralnego ogrzewania*, COW 5/2002.
4. Kołodziejczyk W., Pluciennik M.: *Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania*, COBRTI „INSTAL”, Warszawa, 2001.
5. PN-B-02421:2000 *Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze*.
6. Rabjasz R., Dzierzgowski M., Strzeszewski M.: *Centralne ogrzewania mieszkaniowe mikroprzewodowe*, materiały konferencyjne V Forum Ciepłowników Polskich, Międzyzdroje 17-19 września 2001. ([http://www.is.pw.edu.pl/~michal\\_strzeszewski](http://www.is.pw.edu.pl/~michal_strzeszewski))
7. Rabjasz R., Strzeszewski M.: *Dopuszczalna temperatura powierzchni podłogi*, COW nr 2/2002.
8. Rabjasz R., Strzeszewski M.: *Badania strat ciepła przewodów centralnego ogrzewania, prowadzonych w przegrodach budowlanych*, Materiały konferencyjne VI Forum Ciepłowników Polskich, Międzyzdroje 2002. ([http://www.is.pw.edu.pl/~michal\\_strzeszewski](http://www.is.pw.edu.pl/~michal_strzeszewski))
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690)
10. Strzeszewski M., Rabjasz R.: *Ogrzewanie mikroprzewodowe. Podstawowe informacje*, Rynek Instalacyjny, 3/2002.
11. Strzeszewski M., Rabjasz R.: *Wstępna ocena ogrzewań wodnych w układzie rozdzielaczowym*, COW nr 7-8/2002.
12. Strzeszewski M.: *Model obliczeniowy ogrzewań mikroprzewodowych. Rozprawa doktorska*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2002.
13. Strzeszewski M.: *Pokrycia podłogowe stosowane w ogrzewaniu podłogowym*, Podłoga 7-8/2002.
14. Wereszczyński P.: *Audytor CO 3.2*, Narodowa Agencja Poszanowania Energii, Warszawa, 1994-2003.