

## UWARUNKOWANIA TECHNICZNO-EKONOMICZNE W PROJEKTOWANIU INSTALACJI C.O. I C.W.U. W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

Dorota KRAWCZYK<sup>a\*</sup>, Paulina JAROMA<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

<sup>b</sup>student, Politechnika Białostocka, Inżynieria Środowiska V rok

**Streszczenie:** W referacie omówiono różne rodzaje wewnętrznych instalacji centralnego ogrzewania, w zależności od czynnika grzewczego, rozprzewadzenia przewodów oraz stosowanych materiałów. Zwrócono uwagę na zalety i wady poszczególnych rozwiązań, zarówno pod względem technicznym, jak też ekonomicznym, czy użytkowym. Na podstawie danych zebranych w kilku biurach projektowych pokazano, który z rodzajów instalacji jest najbardziej popularny w budynkach nowo projektowanych na terenie Białegostoku. Porównano nakłady inwestycyjne na instalacje grzewcze w różnych sposobach wykonania. Zwrócono także uwagę na problem stosowania materiałów niepodlegających recyklingowi oraz rozwiązania pomagające obniżyć zużycie wody w instalacjach c.o. i c.w.u.

*Słowa kluczowe:* instalacja c.o., ciepła woda, oszczędność energii.

### 1. Wprowadzenie

Systemem ogrzewania nazywamy zespół urządzeń i elementów składowych instalacji, które służą do pozyskania oraz rozprzewadzenia ciepła w budynku. Zadaniem wewnętrznych instalacji grzewczych jest dostarczenie ciepła do pomieszczeń w taki sposób, aby zapewnić warunki komfortu cieplnego przebywającym w nich ludziom. Dzięki nowym materiałom i rozwiązaniom technologicznym, system grzewczy w nowobudowanym budynku można wykonać na różne sposoby ([www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)). Nawet jeśli swój wybór ograniczymy do ogrzewania grzejnikowego, wodnego pracującego w systemie pompowym, to dysponujemy różnorodnymi możliwościami jego wykonania. Wybór rozwiązania to spore wyzwanie i zależy przede wszystkim od rodzaju budynku, rozległości instalacji, a także od liczby planowanych grzejników.

### 2. Układy instalacji grzewczych

W budynkach wielorodzinnych najbardziej rozpowszechnione są wodne instalacje centralnego ogrzewania, w których czynnikiem rozprzewadzającym ciepło jest woda. Instalacje te charakteryzują się dużą niezawodnością działania, dużą żywotnością przy prawidłowej eksploatacji, łatwością regulacji przez

sterowanie temperaturą oraz strumieniem wody grzejnej (np. poprzez zastosowanie zaworów termostatycznych), a także niskim ciśnieniem wody. Stosunkowo niskie temperatury powierzchni grzejnych są korzystne pod względem zdrowotnym i nie powodują osadzania (przypiekania) kurzu, a to z kolei zapewnia duży komfort cieplny. Natomiast wśród wad trzeba wymienić: wysokie koszty inwestycyjne oraz niebezpieczeństwo zamarznięcia wody w czasie zimy, a tym samym uszkodzenie instalacji. Ową ostatnią wadę można wyeliminować, stosując dodatki chemiczne ([www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)).

Podstawowy podział systemów grzewczych to instalacje:

- grawitacyjne – gdzie siłę napędową krążenia czynnika stanowi ciśnienie grawitacyjne, będące wynikiem różnicy gęstości wody, która wypełnia część opadową i wznosną każdego z obiegów,
- pompowe (z obiegiem wymuszonym) – gdzie obieg wody wywołują pompy obiegowe.

Instalację wodną grawitacyjną cechuje prosta budowa oraz niskie koszty eksploatacyjne. Jej praca jest niezależna od dostaw energii elektrycznej. Do wad zaliczamy dużą bezwładność cieplną, materiałochłonność (spowodowaną dużymi średnicami przewodów) i ograniczoną swobodę układania przewodów rozprzewadzających (nie może być zasyfonowania) ([www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)). W przypadku instalacji z zabezpieczeniem systemu otwartego ma miejsce stały

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: [d.krawczyk@pb.edu.pl](mailto:d.krawczyk@pb.edu.pl)

dostęp powietrza i tlenu powodujący przyspieszenie korozji, duże ubytki wody spowodowane odparowaniem i związany z tym wymóg jej okresowego uzupełniania. Instalacje tego typu są stosowane praktycznie jedynie na terenach wiejskich, gdzie występują częste przerwy w dostawie energii elektrycznej. Dziś w większości nowych budynków i praktycznie we wszystkich wielorodzinnych w Polsce stosuje się ogrzewanie dwururowe z obiegiem pompowym. Pompę można zamontować na przewodzie powrotnym, jak i zasilającym. Rozpatrując pierwszą możliwość, pompa pracuje w warunkach bardziej korzystnych (niższa temperatura wody), choć mogą pojawiać się kłopoty eksploatacyjne związane z panującym w części przewodów ciśnieniem niższym od atmosferycznego. Montaż pompy w przewodzie zasilającym daje możliwość uzyskania korzystniejszego rozkładu ciśnienia oraz uniemożliwia zasysanie powietrza do obiegu (Pieńkowski i in., 1999).

Do podstawowych zalet tego sposobu ogrzewania w porównaniu do ogrzewania grawitacyjnego zaliczamy:

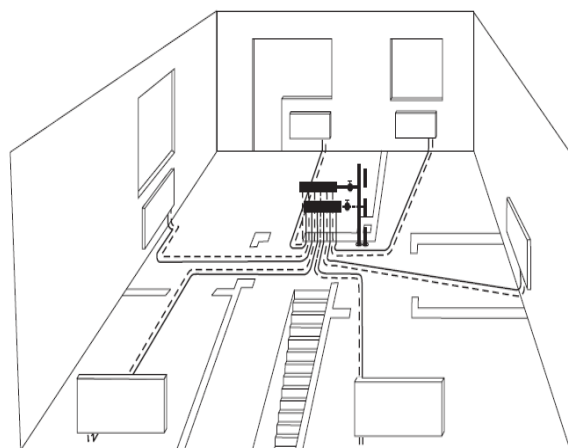
- dużą swobodę oraz łatwość prowadzenia przewodów rozprowadzających niezależnie od wysokości i długości domu,
- swobodę sytuowania grzejników (można je umieszczać poniżej źródła ciepła),
- niską temperaturę grzejników,
- łatwość centralnej regulacji (jakościowej albo ilościowo-jakościowej),
- znacznie większy zasięg instalacji niż w ogrzewaniu grawitacyjnym,
- dużą pewność działania,
- mniejszą bezwładność cieplną,
- mniejszą materiałochłonność,
- możliwość pracy instalacji przy niższych parametrach,
- możliwość zastosowania znacznie mniejszych średnic przewodów, a więc mniejsze koszty wykonania, mniejsza pojemność cieplna i skuteczniejsza regulacja pracy instalacji (Pieńkowski i in., 1999).

Należy jednak podkreślić, że praca instalacji pompowej uzależniona jest od dostaw energii elektrycznej. Poza tym występują tu wyższe koszty eksploatacji z powodu stałego poboru prądu, a także konieczności okresowej konserwacji oraz przeglądów przez wykwalifikowany serwis. Warto zaznaczyć, że koszt energii elektrycznej pobieranej przez pompy uległ w ostatnich latach znacznemu zmniejszeniu, dzięki zastosowaniu urządzeń o nowej konstrukcji i technologii wykonania. Na rynku można znaleźć bardzo nowoczesne energooszczędne oraz niezawodne pompy hermetyczne (które charakteryzują się brakiem przecieków i ubytków wody), z bezstopniową (ciągłą) regulacją obrotów i wydajności. Stosowanie ich przy współpracy z układami automatycznej regulacji pracy instalacji zapewnia wysoką energooszczędność ([www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)).

Pompowe instalacje centralnego ogrzewania dzielimy na: układy pionowe i poziome. Układy pionowe, w których każdy grzejnik lub para grzejników podłączany jest do odrębnego pionu za pomocą gałązki grzejnikowej, spotykamy w wielu budynkach wielorodzinnych, gdyż przez wiele lat nie było dla nich alternatywy. Jednak

w nowo budowanych obiektach dużą popularnością cieszą się instalacje poziome, a układy pionowe odchodzą do przeszłości. W rzeczywistości układy te są układami mieszanymi pionowo – poziomymi, bowiem czynnik grzewczy dostarczany jest do poszczególnych kondygnacji pionem znajdującym się z reguły na klatce schodowej, a od pionu doprowadzany jest do każdego mieszkania przewodami poziomymi, ułożonymi w warstwie posadzkowej. Umożliwia to montaż licznika ciepła oraz rozliczanie ilości zużytego przez poszczególnych odbiorców ciepła. System przewodów rozprowadza się i przytwierdza do płaszczyzny stropu albo pokrywającej go warstwy cienkiej wylewki. Wylewka główna zakrywa układ rur, a ponad wylewką oraz pokrywającą ją warstwę podłogi wystają tylko rury przyłączne do grzejników. Grubość wylewki jest różna, zależy od producenta systemu, z reguły wynosi około 4-5 cm. Przewody mogą być również prowadzone za listwami przypodłogowymi. (Pieńkowski i in. 1999) Poniżej omówiono trzy podstawowe schematy rozprowadzenia przewodów w układzie poziomym, na odcinku od pionu do poszczególnych odbiorników

### 2.1. Układ dwururowy poziomy rozdzielaczowy (rys. 1)



Rys.1. Schemat układu dwururowego poziomego rozdzielaczowego. (Mroczek i Wojtas, 2002)

Czynnik grzewczy dostarczany jest od pionu c.o. do rozdzielaczy mieszkaniowych, a dalej oddzielnymi przewodami (zasilającym i powrotnym) do wszystkich grzejników. Na kolektorze zasilania oraz powrotu montuje się osobne zawory odcinające, a także odpowietrzniki automatyczne i zawory spustowe. Na przewodach zasilania i powrotu mogą również być zamontowane odrębne zawory, ale nie jest to wymagane. Rozdzielacz powinno się sytuować w miejscu mniej więcej równo odległym od zasilanych grzejników. Jeden rozdzielacz ma możliwość obsługi do 10-12 grzejników. Całość umieszcza się w szafce wnękowej, podtynkowej lub natynkowej, do której powinno się zapewnić swobodny dostęp. Odpowietrzniki powinny znajdować się przy każdym grzejniku oraz na rozdzielaczu. W systemie tym stosuje się rury miękkie miedziane lub z tworzywa sztucznego. Należy je zaizolować cieplnie lub prowadzić

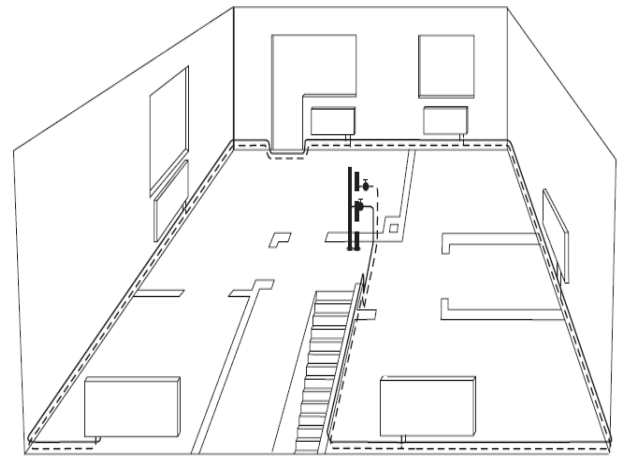
w karbowanej rurze osłonowej i izolacji termicznej (www.instalbud.com).

Układ rozdzielaczowy daje stabilność hydrauliczną systemu, pozwala na wyeliminowanie stosowania kształtek do łączenia rur w posadzkach albo ścianach (przy użyciu przewodów z miękkiego tworzywa). Zastosowanie rozdzielacza daje możliwość prowadzenia prac instalacyjnych etapami, pozwalając na funkcjonowanie wykonanej części instalacji, a także daje szansę wymiany rury przy ewentualnym jej uszkodzeniu mechanicznym (przebiecie albo przewiercenie) - dotyczy to rur z tworzywa miękkiego, pod warunkiem użycia rury osłonowej. System rozdzielaczowy cieszy się popularnością wśród instalatorów, bo niewielka liczba połączeń skraca czas robót instalacyjnych. Dodatkową zaletą jest to, że w przypadku awarii jednego grzejnika i odłączenia go od instalacji pozostałe mogą pracować bez przeszkód. Za wadę omawianego rozwiązania przyjmuje się konieczność stosowania dużej liczby rur, co wpływa na znaczące podniesienie ceny inwestycji. Koszt takiego systemu jest większy, ponieważ kolektory są dość drogie, a łączna długość użytych rur zostaje zwiększona nawet o około 40%. W przypadku stosowania rur miękkich, cena dodatkowej liczby rur kompensowana jest brakiem kształtek oraz większych średnic rur. W związku z tym różnica ceny układu rozdzielaczowego w stosunku do układu trójnikowego jest nieco mniejsza.

### 2.2 Układ dwururowy w pętli poziomej (rys. 2)

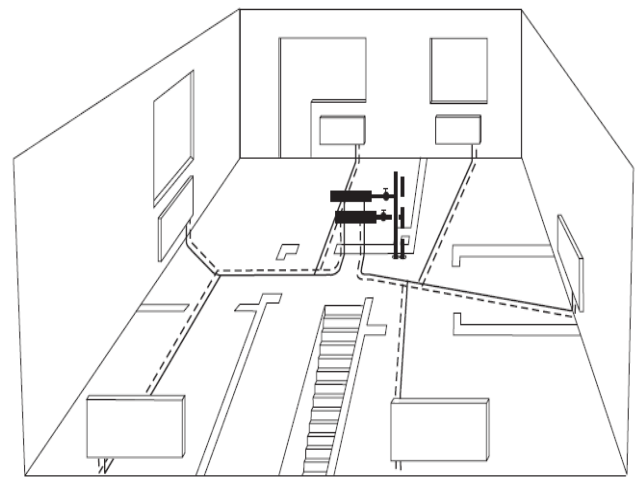
W układzie tym przewody: zasilający i powrotny prowadzone są obwodowo wzdłuż ścian zewnętrznych budynku, a po drodze podłącza się wszystkie grzejniki. Czynnik grzewczy transportowany jest od pionu centralnego ogrzewania do wszystkich grzejników. Przewody prowadzi się w posadzce albo za listwami przypodłogowymi. Listwy takie produkuje się w dwóch odmianach: całe profile z tworzywa sztucznego w kilku kolorach albo pokryte wykładziną podłogową. Przy prowadzeniu przewodów typu PE-Xc, LPE w posadzce należy je układać w rurach osłonowych (tzw. system rura w rurze) oraz izolacji termicznej. Każdy grzejnik, a także pion musi być zaopatrzone w odpowietrznik. Jeśli przewody poziome układa się bez spadku, to w przypadku konieczności ich odwodnienia należy (po uprzednim odłączeniu grzejników) przedmuchać je sprężonym powietrzem (Pieńkowski i in., 1999).

Do wad układu w pętli poziomej należy zaliczyć konieczność wykonywania przekuć montażowych w przegrodach budowlanych (w tym w ścianach nośnych budynku) oraz ich późniejsze zamurowanie. W przypadku dużej ilości grzejników łączonych w tym systemie początkowe średnice przewodów muszą być dość znaczne, a łączna długość rur jest nieco większa niż w systemie trójnikowym.



Rys.2. Schemat układu dwururowego poziomego pętlowego (Mroczek i Wojtas, 2002)

### 2.3. Układ dwururowy trójnikowy (rys. 3)



Rys.3. Schemat układu dwururowego poziomego trójnikowego (Mroczek i Wojtas, 2002)

Polega on na wykonaniu połączenia grzejników najkrótszą drogą przy użyciu połączeń nierozłącznych. Do jednej rury zasilającej (zwanej rozprowadzającą, w której po zamknięciu zaworu grzejnikowego czynnik grzewczy płynie dalej) podłącza się kilka grzejników. Na tym przewodzie rozprowadzającym montuje się trójniki (stąd nazwa systemu), a od nich prowadzi się odcinki przewodów do każdego grzejnika. Owe odcinki to tzw. podejścia, czyli przewody, w których po zamknięciu zaworu grzejnikowego czynnik grzewczy nie może dalej płynąć (www.instalbud.com). W związku z koniecznością umieszczania w posadzce trójników należy stosować złącza zaciskowe z pierścieniem osadzonym przy użyciu praski. Zarówno każdy grzejnik musi posiadać odpowietrznik, jak i odpowietrznik taki musi znajdować się na pionie. Przewody poziome w przypadku konieczności odwodnienia należy, po odłączeniu grzejników, przedmuchać sprężonym powietrzem. (Pieńkowski i in., 1999). Rury grzewcze przechodzą poprzez naturalne otwory w ścianach, co ogranicza w znaczny sposób czas wykonywania instalacji. Omawiany system charakteryzuje się optymalną długością

przewodów. W przypadku krzyżowania się rur konieczne jest przewidzenie grubszej warstwy izolacji albo wylewki betonowej ([www.instalbud.com](http://www.instalbud.com)). W systemie trójnikowym można stosować różne rodzaje materiałów, począwszy od rur miękkich ze zwoju, po rury sztywne. Przewody prowadzi się w posadzce. W sytuacji, gdy połączenie rur z trójnikami ma być przykryte warstwą betonu w podłodze, musi być ono odporne na obciążenia mechaniczne. Przewody muszą być zaizolowane. Do przewodów typu PE-Xc, LPE w posadzce należy zastosować system rura w rurze, a zatem układać przewody w rurach osłonowych.

W ostatnich latach w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych w Białymstoku największą popularnością cieszą się układy poziome z rozprowadzeniem trójnikowym, przy użyciu przewodów z tworzyw sztucznych

### 3. Układy instalacji ciepłej wody użytkowej.

Zadaniem instalacji ciepłej wody użytkowej jest przygotowanie ciepłej wody (podgrzanie) oraz późniejsze jej doprowadzenie do punktów czerpalnych w odpowiedniej ilości, pod odpowiednim ciśnieniem oraz o wymaganej temperaturze. Na skutek rosnącej potrzeby komfortu i dbania o higienę instalacje ogrzewania wody użytkowej powinny spełniać coraz większe wymagania w związku z przygotowaniem ciepłej wody. Powinny charakteryzować się takimi cechami, jak niezawodność działania, łatwość w obsłudze i możliwość regulacji temperatury ciepłej wody użytkowej. Powinny dostarczać ciepłą wodę użytkową w każdej chwili w wystarczającej ilości oraz o żądanej temperaturze w energooszczędny, atrakcyjny cenowo sposób. Ciepła woda użytkowa musi odznaczać się najwyższą jakością pod względem sanitarno-epidemiologicznym. Ze względu na ilość punktów poboru wody wyróżniamy trzy systemy instalacji ciepłej wody użytkowej:

- system jednoczerpalny,
- system wieloczerpalny,
- instalacje centralne c.w.u.

W systemie jednoczerpalnym każdy punkt poboru wody posiada własny podgrzewacz wody. W związku z tym, że praktycznie nie są tu wymagane przewody instalacji c.w.u., nakład kosztów na instalację jest niewielki. Koszty zakupu oraz konserwacji są wysokie wtedy, kiedy istnieje potrzeba wielu pojedynczych punktów poboru wody do poszczególnych urządzeń sanitarnych. Systemem wieloczerpalny występuje wówczas, gdy kilka punktów poboru wody zasilanych jest wspólnie z podgrzewacza ciepłej wody użytkowej, na przykład w mieszkaniu. Taki podgrzewacz należy umieszczać w bliskiej odległości od punktu poboru wody, z którego zazwyczaj pobiera się ciepłą wodę. Na skutek krótkich odcinków przewodów nakład kosztów instalacji jest niewielki. Małe są też straty ciepła przewodów w sytuacji zespołowego zaopatrzenia w c.w.u. Systemy jedno- i wielo-czerpalne zaopatrzenia w ciepłą wodę określa się jako zdecentralizowane (miejscowe) instalacje ciepłej wody użytkowej.

W przypadku, gdy wszystkie punkty poboru wody w budynku zasilane są z centralnego podgrzewacza wody umieszczonego, np. w piwnicy, mamy do czynienia z centralnym zaopatrzeniem w ciepłą wodę użytkową. (Albers i in., 2007). Dwa podstawowe rodzaje instalacji rozprowadzających ciepłą wodę użytkową do punktów czerpalnych to układ bez cyrkulacji oraz układ z cyrkulacją. W instalacji c.w.u. bez cyrkulacji po otworzeniu zaworu czerpalnego początkowo wypływa z niego woda ochłodzona, wypełniająca przewód wody ciepłej, a dopiero później, po jej wyczerpaniu, płynie woda ciepła.

Natomiast w instalacji c.w.u. z cyrkulacją z zaworu czerpalnego w bardzo krótkim czasie wypływa woda ciepła. Spowodowane to jest tym, że woda wypływająca z podgrzewacza (lub wymiennika), w przypadku braku rozbioru, wraca do niego przewodem cyrkulacyjnym, a więc zachodzi tylko nieznaczne ochłodzenie, bo woda nie zalega w przewodach. Stosowanie układu z cyrkulacją przyczynia się do zmniejszenia zużycia ciepłej wody użytkowej oraz wody w ogóle i dlatego układ bez cyrkulacji stosować się powinno tylko w uzasadnionych przypadkach. W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych projektuje się instalacje ciepłej wody użytkowej z cyrkulacją, bowiem zgodnie z Warunkami Technicznymi (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie) w przewodach o objętości powyżej 3 dm<sup>3</sup> powinien być zapewniony stały obieg wody. Na przygotowanie ciepłej wody w budynkach mieszkalnych zużywane jest około 13% dostarczanej do nich energii.

### 4. Sposoby ograniczania zużycia wody i energii w instalacji ciepłej wody użytkowej i ogrzewania

Problem oszczędności energii w układach grzewczych i c.w.u. jest niezwykle ważny i wymaga wprowadzania coraz to nowocześniejszych rozwiązań technicznych. Aby ograniczyć straty energii w nowoczesnych systemach c.o. i c.w.u. stosuje się:

- automatykę regulacyjną,
- regulację pracy pomp obiegowych i cyrkulacyjnych,
- szczelną armaturę. ([www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl))

Ponadto jednym ze sposobów zmniejszania strat energii zarówno w instalacji c.w.u., jak i c.o. jest izolowanie przewodów. Obowiązuje minimalne grubości otulin podają Warunki Techniczne (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie), przy czym grubości te są regularnie zwiększane w kolejnych latach. Przy doborze rodzaju materiału otuliny należy wziąć pod uwagę przede wszystkim wartość współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda$ . Im jest on mniejszy, tym izolacyjność termiczna materiału jest lepsza. Do izolacji rur najczęściej stosuje się: piankę polietylenową i wełnę mineralną. Prawidłowo dobrana oraz dobrze wykonana izolacja daje gwarancję na bezawaryjną, ekonomiczną oraz bezpieczną eksploatację

układu centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (www.ogrzewnictwo.pl).

W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych istnieje także obowiązek stosowania urządzeń do pomiaru ilości energii cieplnej lub paliwa zużywanego do przygotowania ciepłej wody użytkowej (np. wodomierze mieszkaniowe) i ogrzewania (ciepłomierze lub podzielniki kosztów).

Równie ważna jest oszczędność wody. Stosowanie systemów otwartych w instalacjach centralnego ogrzewania wiąże się z okresowym, częściowym odparowywaniem wody z otwartego naczynia zbiorczego, a zatem lepiej jest projektować systemy zamknięte z naczyniem zbiorczym przeponowym (o ile jest to możliwe ze względu na zastosowane źródło ciepła). Ubytki wody spowodowane są też :

- wyciekami przez nieszczelne zawory, dlatego instalację centralnego ogrzewania należy co pewien czas sprawdzać pod kątem szczelności i zapobiegać ewentualnym przeciekom,
- odparowywaniem oraz wyciekami na dławicach,
- odpowietrzaniem (zbiornik odpowietrzający),
- opróżnianie instalacji (np. w przypadku awarii).

Również stosowanie cyrkulacji w instalacjach ciepłej wody użytkowej pozwala w wygodny i ekonomiczny sposób oszczędzić wodę, a tym samym zmniejszyć ilość powstających ścieków. Ponadto, w celu jak najlepszej optymalizacji pracy układu oraz zmniejszenia kosztów jego działania można zastosować zawory termostatyczne, służące do regulacji temperatury, a także ilości przepływającej wody na poszczególnych punktach poboru. Zawory te pozwalają również na ustawianie różnych temperatur w poszczególnych obiegach, np. innej temperatury wody w łazience, a innej w kuchni (www.info-ogrzewanie.pl).

## 5. Podsumowanie

Podsumowując, w projektowaniu instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej w budynkach wielorodzinnych trzeba brać pod uwagę wiele czynników technicznych, ekonomicznych, jak i ekologicznych. Niestety, często rozwiązania optymalne ze względu na walory techniczne i służące ochronie środowiska są kosztowne. Jednym z wielu problemów dzisiejszego świata są odpady, również śmieci przemysłowe, czyli substancje oraz materiały powstające podczas procesu produkcji. Sposobem rozwiązania owego problemu jest przede wszystkim ponowne przetwarzanie surowców – tak zwany recykling. W związku z tym lepsze pod względem

ekologicznym są systemy ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, w których rury, urządzenia oraz inne elementy instalacji wykonane są z materiałów, które po wyeksploatowaniu będzie można przetworzyć na surowce do powtórnego wykorzystania. Takimi materiałami są: stal, miedź i aluminium. W tym miejscu trzeba powiedzieć o oszczędności materiału. Mniejsza ilość zastosowanych elementów instalacyjnych, takich jak np. rury (optymalne długości), złączki, trójniki itp. przekłada się na mniejszą ilość odpadów i zanieczyszczeń przy produkcji owych elementów (www.rynekinstalacyjny.pl). Należy więc dążyć do osiągnięcia „złotego środka” pomiędzy względami technicznymi, ekologicznymi, ekonomicznymi i użytkowymi.

## Literatura

- Pieńkowski K., Krawczyk D., Tumel W. (1999). *Ogrzewnictwo. Politechnika Białostocka*, Białystok 1999.
- Mroczek W., Wojas J. (2002). *Instrukcja projektowania i montażu instalacji sanitarnych z rur wielowarstwowych (PE-AL-PE) systemu Kisan*, Warszawa.
- Albers J., Dommel R., Montaldo-Ventsam H., Nedo H., Übelacker E., Wagner J. (2007). *Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji. Poradnik dla projektantów i instalatorów*, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

## TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECT IN THE CENTRAL HEATING AND WARM USABLE WATER INSTALLATION DESIGN IN RESIDENTIAL BUILDINGS

**Abstract:** The paper aim is to discuss various types of the domestic central heating installations depending on the agent, distribution pipes and used materials. The advantages and disadvantages of different solutions, their technical and economic aspects, and utility possibilities were described. Investment was compared to the heating installations in various ways of implementation. The problems with the materials not being subject to recycling and solutions which help water use reducing both in central heating systems and warm usable water system were taken into consideration.

Praca finansowana w ramach prac statutowych Politechniki Białostockiej S/WBiIS/23/2008