

mgr inż. Krzysztof Girus¹⁾

Energooszczędne rozwiązania modernizacyjne w wielkopłytkowym budownictwie wielorodzinnym

Energy-efficient modernization solutions in large-panel multi-family buildings

DOI: 10.15199/33.2019.03.03

Streszczenie. Zrealizowane w naszym kraju w latach 1960 – 1990 wielorodzinne budynki wielkopłytkowe wykazują duże jak na obecne standardy, zapotrzebowanie na ciepło (200 – 300 kWh/m²r). W artykule przedstawiono rozwiązania znacząco zmniejszające energochłonność tego typu budynków. Wskazano przykłady popełnianych błędów zarówno w doborze materiału izolacyjnego, jak i podczas wykonywania prac modernizacyjnych. O skuteczności zastosowanych rozwiązań decyduje w dużej mierze ich zakres, który nie powinien ograniczać się do poprawy parametrów cieplnych przegród o największej powierzchni oraz wymiany stolarki okiennej. Równie ważne są prace polegające na wydzieleniu stref ogrzewanych i nieogrzewanych, eliminacji mostków termicznych, zastosowaniu odzysku ciepła w systemie wentylacji oraz kanalizacji sanitarnej, a także wsparcie ogrzewania budynku oraz ciepłej wody użytkowej przez kolektory słoneczne czy pompy ciepła.

Słowa kluczowe: energooszczędność; termomodernizacja; wielka płyta; budynki wielorodzinne; budynki pasywne.

Abstract. The multi-family large-panel buildings constructed in our country in the years 1960-1990 show a high demand for heat of 200-300 kWh/m² per year. The article presents solutions significantly reducing the energy consumption of multi-occupied buildings, with a focus on large-panel buildings. Examples of mistakes made both in the selection of insulation material and during modernization works are indicated. The effectiveness of the applied solutions is largely determined by their scope, which should not be limited to improving the thermal parameters of partitions with the largest surfaces and replacement of window frames. Work involving the separation of heated and unheated zones, the elimination of thermal bridges, the use of heat recovery in the ventilation system or sanitary sewage system, as well as the heating of the building and hot utility water through solar collectors or heat pumps are equally important.

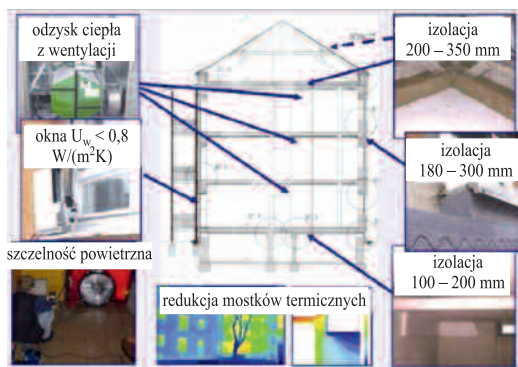
Keywords: energy efficiency; thermomodernization; large panel; multi-family buildings; passive house.

W Polsce mamy przeszło 3 mln mieszkań wybudowanych w technologii wielkopłytkowej. Dla porównania w rekordowym 2018 r. w całym kraju oddano do użytkowania łącznie ok. 184,8 tys. mieszkań [5]. Pokazuje to, że do modernizacji „wielkiej płyty” mającej na celu racjonalizację zużywanej energii oraz zmniejszenie kosztów utrzymania, należy podejść kompleksowo. Dzisiaj modernizacja wielkopłytkowych budynków mieszkalnych kojarzy się nieodzownie z obłożeniem przegród zewnętrznych płytami spienionego polistyrenu, tj. styropianu EPS.

W artykule opisano propozycje skutecznych (!) rozwiązań modernizacyjnych, znacznie zmniejszających energochłonność budynków, które można zaimplementować w budynkach wielkopłytkowych.

W tłumaczeniu pracy Burkharda Schulze Darupa, na temat wysokoefek-

¹⁾ Politechnika Poznańska; Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska; krzysztof.f.girus@doctorate.put.poznan.pl



Rys. 1. Komponenty budowlane przy termomodernizacji o współczynniku 10 [3]
Fig. 1. Building components for thermomodernization with a coefficient of 10 [3]

tywnej termomodernizacji z wykorzystaniem komponentów budynku pasywnego, pokazany został potencjał redukcji energii grzewczej w budynkach mieszkalnych [3]. Wynika z niego, że dostępne obecnie technologie wykorzystywane przy realizacji obiektów pasywnych można bez problemu zastosować przy termomodernizacji istniejących budynków, osiągając w ekstremalnym przy-

padku tzw. współczynnik 10, tj. dziesięciokrotną redukcję zapotrzebowania na ciepło, a więc np. z 200 – 300 do mniej niż 30 kWh/m²r (rysunek 1). Wymaga to jednak całościowego i przemyślanego podejścia do termomodernizacji.

Wydzielenie stref nieogrzewanych

Istotne z punktu widzenia istniejących budynków wielkopłytkowych jest wyodrębnienie przestrzeni nieogrzewanej i poprawa parametrów cieplnych przegród wewnętrznych dzielących strefy. Problem ten jest bagatelizowany, a zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi ściany wewnętrzne oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych powinny mieć współczynnik przenikania ciepła $U_c \leq 0,3$ W/(m²K) [6]. W przypadku ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od korytarzy i klatek schodo-

wych dopuszcza się $U_c \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, natomiast dwustronnie otynkowana ściana żelbetowa grubości 15 cm (najczęściej występująca ściana wewnętrzna w budynkach wielkopłytowych) ma współczynnik przenikania ciepła ok. $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tak samo niedoceniane jest docieplenie stropu nad piwnicą, który powinien mieć współczynnik $U \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Na rysunku 2 zaznaczony został przykładowy podział budynku na strefy ogrzewane i nieogrzewane.

Materiały, dzięki którym możemy uzyskać poprawę parametrów cieplnych ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych, to m.in.: płyty z lekkiego betonu komórkowego; zespolone płyty poliuretanowe wykoń-

czone płytą gipsowo-kartonową (g-k) lub okładziny systemowe z płyt g-k na stelażu metalowym z wypełnieniem wełną mineralną.

Jakość materiału izolacyjnego

Realizując docieplenie ścian zewnętrznych w technologii ETICS standardem staje się grubość izolacji 20 cm i więcej. Mniejszą wagę przywiązuje się do jakości materiału izolacyjnego. Tymczasem, wykorzystując efektywne, powszechnie dostępne materiały termoizolacyjne, możemy poprawić współczynnik przewodzenia ciepła λ o 25%, a tym samym zmniejszyć grubość całego systemu. Należy pamiętać, że w miejscach pocienienia izolacji, np. w ościeżach lub na płytach balkonowych, trzeba stosować

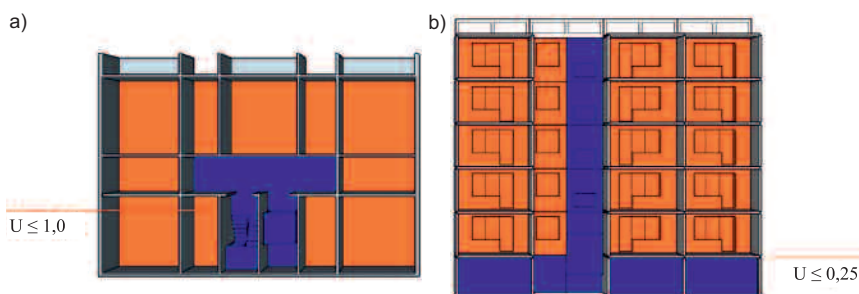
materiały o najlepszych parametrach cieplnych (najniższa przewodność), dzięki temu zminimalizujemy wpływ mostków termicznych. Adekwatnie, na ścianach z balkonami należy dążyć do zmniejszenia grubości izolacji w celu zaoszczędzenia cennej powierzchni balkonu. W tabeli 1 przedstawiono parametry dostępnych na rynku materiałów polimerowych oraz wełny skalnej do izolacji przegród budynku.

Eliminacja mostków termicznych

Częstym problemem jest również nieprzemyślane wykonanie izolacji w miejscach **newralgicznych**, wynikające m.in. z braku odpowiedniego nadzoru nad pracami [2]. Powoduje to liczne błędy pogarszające skuteczność izolacji. Miejsca, na które trzeba zwrócić szczególną uwagę podczas wykonywania docieplenia budynków wielkopłytowych metodą lekką-mokrą (system ETICS), wymienione zostały w tabeli 2, natomiast na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przykładowe detale poprawnie wykonanej izolacji termicznej ETICS.

Zastosowanie wentylacji z odzyskiem ciepła

Straty ciepła przez instalację wentylacji w budynku energooszczędnym wynoszą ok. $35 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{r})$, natomiast



Rys. 2. Rzut (a) i przekrój (b) budynku wielorodzinnego z zaznaczonym podziałem na strefę ogrzewaną i nieogrzewaną

Fig. 2. Floor plan (a) and cross-section (b) of a multi-family building with marked division into a heated and unheated zone

Tabela 1. Parametry materiałów do izolacji cieplnej

Table 1. Parameters of materials for thermal insulation

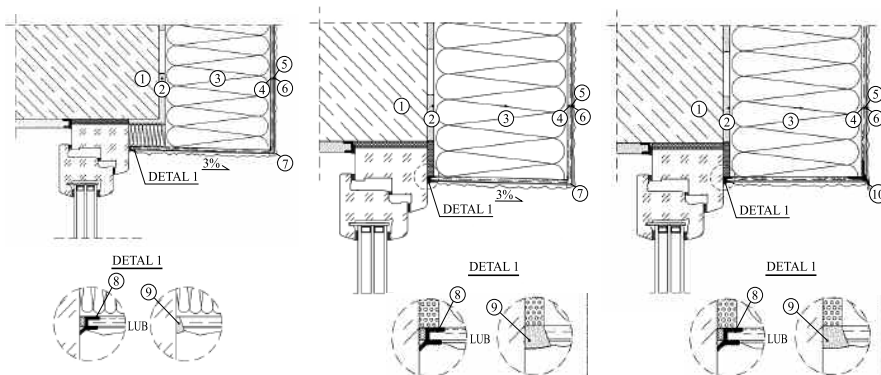
| Parametry | Tworzywa termoplastyczne | | Duroplasty | | | | Wełna skalna |
|--|---|---|---------------------------|---|---|--------------------------|--|
| | EPS polistyren ekspandowany | XPS polistyren ekstrudowany | PIR poliizocyanurat | PUR pianka poliuretanowa | PU – natrysk pianka poliuretanowa | PF piana fenolowa | |
| Gęstość* [kg/m^3] | 12 – 40 | 20 – 50 | 32 – 42 | 32 – 42 | 30 – 35 | 35 | 10 – 180 |
| Grubość [cm] | 1 – 30 | 2 – 20 | 2 – 20 | 2 – 20 | dowolne | 2 – 20 | 2 – 30 |
| Napężenia ściskające przy 10% odkształceniu* [MPa] | 0,05 – 0,20 | 0,30 – 0,70 | 0,10 – 0,15 | 0,10 – 0,15 | 0,04 – 0,10 | 0,10 | 0,01 – 0,10 |
| Współczynnik przewodzenia ciepła* λ [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$] | 0,031 – 0,045 | 0,027 – 0,040 | 0,020 – 0,029 | 0,020 – 0,029 | 0,023 – 0,035 | 0,021 – 0,023 | 0,036 – 0,045 |
| Palność /klasa reakcji na ogień | samogasnący (z dodatkiem antypirenow)/E | samogasnący (z dodatkiem antypirenow)/E | trudno zapalny/C | łatwopalny (emisja gazów toksycznych)/E | łatwopalna (emisja gazów toksycznych)/E | trudno zapalna/C, D | niepalna (A1) |
| Formowanie/montaż | płyty/m. mech. lub chem. | płyty/m. mech. lub chem. | płyty/m. mech. lub chem. | płyty/m. mech. lub chem. | natrysk | płyty/m. mech. lub chem. | płyty, rolka /„sznurkowanie”, m. mech. lub chem. |
| Nasiąkliwość* [%] paroizolacyjność | ≤ 5 (dodatki), paroizolacyjny | $\leq 1,5$ paroizolacyjny | $\leq 3,0$ paroizolacyjny | ≤ 5 paroizolacyjny | ≤ 5 paroizolacyjna | ≤ 5 paroizolacyjna | paroprzepuszczalna |
| Rozszerzalność cieplna (określone warunki temp. wilg.) [%] | ≤ 5 | ≤ 5 | 2,5 – 7,5 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 1 |
| Odporność na czynniki biologiczne | odporny | odporny | odporny | odporny | odporna | odporna | odporna |
| Odporność na promieniowanie UV | nie | nie (konieczne stabilizatory) | nie | nie | nie | nie | odporna |

* właściwości mogą się różnić zależnie od składu (dodatki) i technologii produkcji. W tabeli podano zakresy w przypadku materiałów najczęściej występujących na rynku.

Tabela 2. Newralgiczne miejsca przy wykonywaniu dociepleń budynków wielkopłytowych metodą lekką-mokrą

Table 2. Sensitive places in the performance of thermal insulation of large-panel buildings using the light-wet method

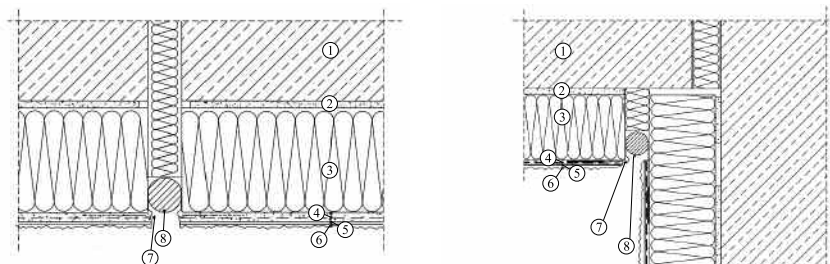
| Miejsce/lokalizacja | Wymagany standard prac |
|---|---|
| Połączenie stref ocieplonych styropianem i wełną mineralną | niezbędne wykonanie dylatacji z dokładnym wypełnieniem izolacją termiczną i materiałem trwale elastycznym |
| Strefa cokołowa, ściany do wysokości 2 m od poziomu terenu, przejścia pod budynkiem | systemowe rozwiązanie elewacji o zwiększonej udatności – zbrojenie tynku podwójną siatką wzmacniającą lub pancerną siatką z włókna szklanego |
| Naroża otworów okiennych | należy zastosować dodatkową siatkę zbrojącą, diagonalną |
| Parapety | niezbędne wykonanie izolacji termicznej pod parapetem (zastosowanie np. termoparapetów) |
| Ościeża okien i drzwi | bezwzględne ocieplenie wszystkich ościeży, szczególnie w przypadku stolarki okiennej osadzonej w murze (nadproża wyprofilowane ze spadkiem na zewnątrz) |
| Dylatacje w miejscu połączenia ścian budynku ze ścianami loggii | niezbędne wykonanie dylatacji z dokładnym wypełnieniem izolacją termiczną i materiałem trwale elastycznym |
| Narożniki zewnętrzne i wewnętrzne budynku | szelne wykonanie izolacji termicznej ze wzmocnieniem w postaci siatki zbrojącej i listew narożnikowych |
| Cokół budynku, przyziemie | wykonanie docieplenia strefy cokołowej wraz ze ścianą fundamentową poniżej poziomu gruntu (min. do strefy przemarzania) |
| Atyka stropodachu | szelne „owinięcie” atyki izolacją termiczną (często pomijane jest ocieplenie pod obróbką blacharską murków atykowych) |
| Kominy | wyeliminowanie mostków termicznych (zależnie od specyfiki komina) |
| Płyty balkonowe | ocieplenie z wszystkich stron – włącznie z posadzką i spodem płyty |
| Dylatacje konstrukcyjne | niezbędne wykonanie dylatacji z dokładnym wypełnieniem izolacją termiczną i materiałem trwale elastycznym |



1 – ściana; 2 – zaprawa klejąca do przyklejania płyt styropianowych EPS lub XPS; 3 – płyty styropianowe EPS lub XPS; 4 – zaprawa klejąca do wykonywania warstwy zbrojonej siatką z włókna szklanego; 5 – podkład tynkarski; 6 – wyprawa tynkarska; 7 – listwa narożna z PVC lub aluminium z siatką 10 x 10 cm; 8 – profil przyokienny; 9 – masa poliuretanowa trwale elastyczna; 10 – listwa kapinosowa z siatką 10 x 10 cm.

Rys. 3. Poprawnie wykonane ocieplenie nadproża okiennego (od lewej: okno cofnięte, okno zlicowane z murem, ocieplenie z wykorzystaniem listwy kapinosowej) [9]

Fig. 3. Correctly made insulation of window lintel (from the left: window receding, window flush with the wall, insulation using a drip strip) [9]



1 – ściana; 2 – zaprawa klejąca do przyklejania płyt styropianowych EPS lub XPS; 3 – płyty styropianowe EPS lub XPS; 4 – zaprawa klejąca do wykonywania warstwy zbrojonej siatką z włókna szklanego; 5 – podkład tynkarski; 6 – wyprawa tynkarska; 7 – profil dylatacyjny; 8 – sznur dylatacyjny.

Rys. 4. Detal wykonania dylatacji z wykorzystaniem rozwiązań systemowych [9]

Fig. 4. The detail of expansion joint using system solutions [9]

w budynku pasywnym ok. 5 kWh/(m²r) [3]. Tak drastyczną redukcję możemy osiągnąć tylko przez zastąpienie wentylacji grawitacyjnej wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła.

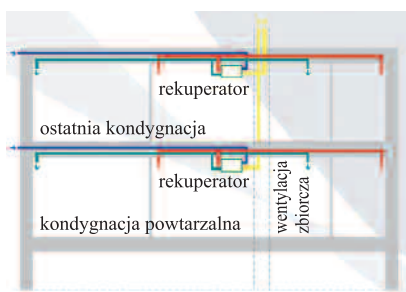
W budynkach wielkopłytowych często spotykanym problemem jest mała wydajność wentylacji grawitacyjnej, bądź niedopasowana wydajność wentylacji mechanicznej w budynkach wysokich i wysokościowych. Jako główne przyczyny takiego stanu podaje się wymianę stolarki okiennej na szczelną, bez odpowiednich nawiewników, oraz rezygnację z kotłów mieszkaniowych z otwartymi komorami spalania, które niejako wymuszały intensywniejszą wymianę powietrza. Pomijając przyczyny, tego typu wentylacja ma zbyt małą sprawność. Rozwiązaniem jest **zastosowanie instalacji doprowadzająco-odprowadzającej powietrze z odzyskiem ciepła**. Efektywność wykorzystania ciepła w tym przypadku wynosi powyżej 75%, natomiast zużycie energii elektrycznej jest mniejsze lub równe 0,45 Wh/m³ [3]. Przykładowy schemat funkcjonowania takiego systemu wentylacji pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat rozprowadzenia świeżego powietrza i odprowadzenia zużytego [3]

Fig. 5. Diagram of distribution of fresh air and disposal of used air [3]

Podjęwając decyzję o przebudowie i modernizacji systemu wentylacji w budynku wielkopłytowym, warto rozważyć rozwiązanie z centralnym zaopatrzeniem w świeże powietrze, np. przez gruntowy wymiennik ciepła, wyposażając jednocześnie wszystkie mieszkania w rekuperator z indywidualnym regulatorem – wentylacja mieszkaniowa zdecentralizowana (rysunek 6).



Rys. 6. Indywidualna wentylacja z rekuperacją w budynku wielorodzinnym [10]
Fig. 6. Individual ventilation with recuperation in a multi-family building [10]

Wsparcie instalacji c.o. oraz c.w.u. z wykorzystaniem kolektorów solarnych

Niezależnie od ograniczenia strat energii, istotny dla ogólnego bilansu energetycznego budynku jest sposób produkcji ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (c.o. oraz c.w.u.). Dobrym pomysłem jest wsparcie konwencjonalnych metod przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Problemem jednak jest dobór optymalnego rozwiązania do konkretnych warunków funkcjonowania budynku [4]. Warto pamiętać, aby tego typu inwestycję poprzedzić oceną efektywności ekonomicznej zastosowania określonych źródeł ciepła.

Ekonomicznym wariantem często okazuje się zastosowanie kolektorów słonecznych, głównie w celu przygotowania ciepłej wody użytkowej w miesiącach letnich, ale także jako wsparcie systemu ogrzewania. Należy zwrócić szczególną uwagę na montaż kolektorów o odpowiedniej powierzchni (pochłaniającej promieniowanie ciepłe) oraz na typ zastosowanych urządzeń (w branży grzewczej najczęściej stosowane są kolektory cieczkowe – płaskie niepróżniowe lub próżniowe). Istotny jest także dobór odpowiedniego zasobnika ciepłej wody [4].

Dobrym przykładem zastosowania właściwej instalacji solarnej jest osie-

dle bloków wielopłytytowych na poznańskiej Głuszynie. Wspólnota mieszkaniowa zdecydowała się zamontować 48 kolektorów na dachu płaskim budynku o powierzchni 4500 m². W ramach modernizacji wymieniono także kotły grzewcze na gazowe, kondensacyjne [8]. Zmniejszenie kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej wyniosło 30% w skali roku.

Jednym z dostępnych, ale rzadko stosowanych rozwiązań jest także odzysk ciepła ze ścieków w instalacjach kanalizacyjnych. W przypadku budynków mieszkalnych wymaga to wykonania dualnej instalacji rozdzielającej ścieki czarne (odprowadzane bezpośrednio do sieci zewnętrznej) oraz ścieki szare, pochodzące np. z prysznica, umywalki i zlewozmywaka, które kierowane są do systemu odzysku ciepła [7]. Możliwy jest montaż wymienników bezpośrednio przy przyborach sanitarnych, jak również w postaci zbiornikowych wymienników ciepła retencjonujących ścieki lub podgrzewaną wodę użytkową. Efektywność odzysku ciepła w tych urządzeniach wynosi od ok. 34% do nawet 50%.

Wnioski

Chcąc zwiększyć w znaczny sposób efektywność energetyczną wielopłytyowego budynku mieszkalnego, należy zastosować konkretne (sprawdzone i dostępne) rozwiązania techniczne:

- ocieplić przegrody zewnętrzne materiałami termoizolacyjnymi bardzo dobrej jakości;
- ograniczyć mostki cieplne;
- zapewnić szczelność powietrzną budynku;
- dokonać wymiany okien na energooszczędne;
- zastosować system wentylacyjny z wysokoefektywną sprawnością odzysku ciepła ze zużytego powietrza [3].

Poza zastosowaniem okien o współczynniku przenikania ciepła $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

(oszklenie $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) należy zwrócić uwagę na sam montaż stolarki. Powinien być to tzw. ciepły montaż z wykorzystaniem trójwarstwowego systemu uszczelnień [1]. Poprawne osadzenie ram okiennych zapewni szczelność, odpowiednią izolacyjność termiczną oraz akustyczną, ochronę przed czynnikami atmosferycznymi, a także skuteczną barierę przepływu wilgotnego powietrza.

Bardzo ważne jest, aby przed rozpoczęciem prac termomodernizacyjnych wykonać rzetelny audyt energetyczny, uwzględniający wiele wariantów modernizacji. Inwestor, który chce osiągnąć jak najlepszy efekt energetyczny inwestycji, powinien pamiętać o wnikliwej weryfikacji projektu termomodernizacji oraz o kompetentnym nadzorze przy wykonywaniu prac.

Literatura

- [1] Balcerowska Maria, Tomasz Dąbrowski, Joanna Szot. 2011. *Okna prawidłowo zamontowane. Okna fasadowe i dachowe*. Warszawa. Grupa e-budownictwo.
- [2] Czupajło Jan. 2017. „Usterki w budownictwie – najczęstsze przyczyny”. *Inżynier Budownictwa* (7/8): 53 – 56.
- [3] Feist Wolfgang, Uwe Munzenberg, Jörg Thumulla, Burkhard Schulze Darup. 2006. *Podstawy budownictwa pasywnego*. Gdańsk. Polski Instytut Budownictwa Pasywnego.
- [4] Foit Henryk. 2013. *Zastosowanie odnawialnych źródeł ciepła w ogrzewnictwie i wentylacji*. Gliwice. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [5] Główny Urząd Statystyczny. 2019. *Budownictwo mieszkaniowe w okresie I – XII 2018 r.* Warszawa.
- [6] Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. 2002 (ze zmianami na dzień 14.11.2017 r.).
- [7] Stec Agnieszka, Daniel Słyś. 2016. *Instalacje ekologiczne w budownictwie mieszkaniowym*. Krosno. Wydawnictwo i handel książkami „KaBe”.
- [8] www.administrator24.info: Jak obniżyć koszty ciepłej wody we wspólnocie mieszkaniowej nawet do 30%. Dostęp: luty 2017 r.
- [9] www.bolix.pl. Dostęp: wrzesień 2017 r.
- [10] www.flopsystem.pl. Dostęp: luty 2019

Przyjęto do druku: 07.02.2019 r.

Zapraszamy na stronę internetową

www.materialybudowlane.info.pl