

Budynek mieszkalny plus energetyczny



mgr inż. arch.
MARCIN KRYJAK
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0002-4987-7036

Artykuł stanowi analizę nowatorskiego projektu zespołu mieszkaniowego, zaprojektowanego z kompleksowym systemem optymalnie wykorzystującym odnawialne źródła energii. Autor opisał przeprowadzone badania i porównał ich wyniki z wariantem, w którym zastosowano konwencjonalne źródła energii.

Wstęp

Stosowanie technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii, nazywanymi OZE, w budownictwie mieszkaniowym w sposób przypadkowy i nieprzemyślany jest mało efektywne oraz dość kosztowne, przez co inwestorzy uważają rozwiązania proekologiczne za nieopłacalne. Umiejętne i efektywne wykorzystanie OZE nie jest łatwe, dlatego też powinno się dokładnie przeanalizować dostępne technologie, pamiętając o korelacjach oraz zależnościach między stosowanymi technologiami a urządzeniami. Obecny stan badań przedstawia zróżnicowany poziom świadomości projektantów dotyczący zrównoważonej architektury. Skomplikowane i nieczytelne, a zarazem wymagane charakterystyki nie spełniły swojej roli [1], [2]. Istnieje wiele źródeł wiedzy o wykorzystaniu OZE, które czasami mogą wprowadzać w błąd. Pomimo takiej sytuacji, można już w Polsce znaleźć interesujące pod

kątem efektywności energetycznej projekty i realizacje (np. Osiedle Klimaty w Krakowie) oraz literaturę, która w zrozumiały sposób może przyczynić się do poprawy jakości architektury zrównoważonej (obecny stan badań oraz literatury dotyczącej architektury efektywnej energetycznie został opisany szczegółowo w [3]). Zaproponowany w niniejszym artykule system, optymalnie wykorzystujący OZE, powinien być kompleksowy oraz zaprojektowany w taki sposób, aby w pełni wykorzystywał wszystkie atuty każdej zawartej w systemie technologii. Przykładowy kompleksowy system został opisany w niniejszym artykule, który jest porównawczym studium [4] zespołu zabudowy mieszkaniowej, w celu określenia korzyści użytkowych, ekologicznych i ekonomicznych, wynikających z zastosowania takiego systemu. Badanie przeprowadzono w dwóch różnych specyfikacjach: z kompleksowo zaprojektowanym systemem wykorzystującym OZE oraz z tra-

dycyjnym systemem wykorzystującym konwencjonalne źródła energii.

Celem artykułu jest przedstawienie systemu, który – zdaniem autora – w kompleksowy i racjonalny sposób wykorzystuje OZE do obsługi wentylacji, ogrzewania, klimatyzacji oraz ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) w budownictwie mieszkaniowym. Celem jest również przedstawienie rentowności omawianego systemu, w porównaniu z systemami konwencjonalnymi, która dla inwestorów stanowi istotny aspekt i główny czynnik w wyborze systemów instalacyjnych. *Dotyczy to w szczególnej mierze architektury solarnej – traktowanej przez inwestorów jako pewnego rodzaju luksus – i poddawanej zwykle analizie rentowności – twierdzi P. Kuczia [5].*

Wybór tematu został uzasadniony chęcią nakreślenia roli architekta w kreowaniu zielonej architektury, w zakresie wykorzystania OZE, w architekturze mieszkaniowej [6], [2], a także zamiarem przedstawienia sposobu



Rys. 1. Wizualizacja (oprac. aut.)

kreowania przez architekta efektywnej energetycznie zabudowy mieszkaniowej na wybranym przykładzie.

Projektowany zespół mieszkaniowy

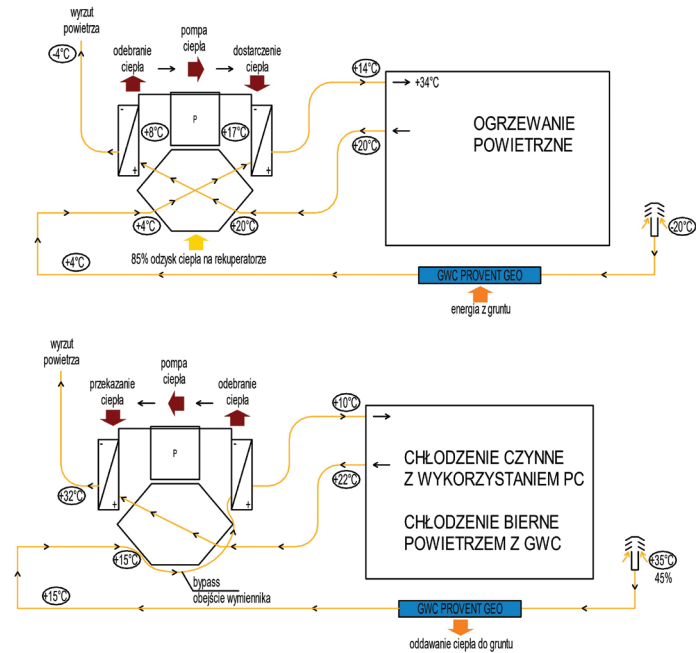
Przedmiotem badań jest zaprojektowany przez autora budynek mieszkalny z sześcioma mieszkaniami, dwupiętrowy, podpiwniczony z garażem na 9 stanowisk, z płaskim dachem, o łącznej powierzchni użytkowej 630 m², zlokalizowany w Katowicach. Na każdej kondygnacji znajdują się dwa duże mieszkania: 4-pokojowe o pow. 90 m² i 5-pokojowe o pow. 120 m² (Rys. 1).

Budynek zaprojektowano w standardzie energooszczędnym NF40, spełniając obecne wymagania WT [7] i [8], z uwzględnieniem zasad projektowania zrównoważonego, zgodnie z zasadami opisanymi przez L. Kamionkę: – (...) realizując nową zabudowę (...) należy dążyć do celów (...): zmniejszenie zapotrzebowania na energię i zasoby naturalne (...), inteligentne stosowanie zasobów odnawialnych, stosowanie materiałów przyjaznych środowisku, rozwijanie koncepcji logistyki podczas budowy, redukcję ilości zanieczyszczeń [9].

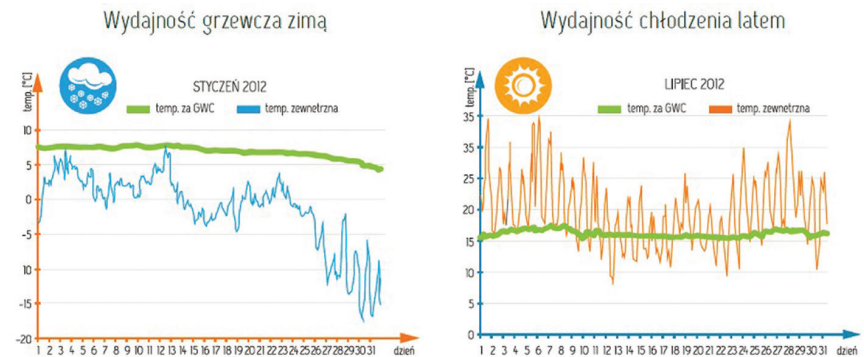
Projekt zrealizowano w standardzie BIM, co umożliwiło przeprowadzenie odpowiednich analiz [10] i łatwe dostosowanie wszystkich parametrów jeszcze na etapie prac przedprojektowych i koncepcyjnych. W projektowaniu zrównoważonym najważniejszym etapem prac inwestycyjnych, pod względem działań optymalizacyjnych, staje się faza projektowania. Podjęte na tym etapie decyzje dotyczące synergii pomiędzy poszczególnymi elementami budynku w kontekście: oddziaływania budynku na środowisko; komfortu użytkownika (termicznego, fizycznego, psychicznego); zużycia energii (...); trwałości budynku; ewentualnej adaptacji, rewitalizacji lub rozbiórki – opisuje B. Majerska-Palubicka [11].

Bryła budynku jest zwarta, zbliżona do sześcianu. Wykorzystuje ona uwarunkowania terenowe i jednocześnie niweluje bariery architektoniczne, zapewnia wysoki standard zamieszkania oraz umożliwia optymalne wykorzystanie OZE zarówno słonecznej, jak i geotermalnej. Przy budynku stworzono zbiornik na wodę deszczową spływającą z dachu, która ma być użyta do celów gospodarczych.

Zaprojektowano racjonalne okna z minimalną liczbą ram oraz z trzyszybowymi przeszkleniami. Duże przeszklenia zlokalizowano głównie od strony południowej, wykorzystując biernie energię słoneczną. Od strony nasłonecznionej usytuowano również balkony, oddzielone od konstrukcji budynku przekładkami termicznymi. Balkony stanowią również osłony przeciwsłoneczne w okresie letnim. Wylimitowano poza tym w budynku mostki termiczne, a wszystkie przegrody



Rys. 2. Powyżej: Schemat pracy systemu w zimie – ogrzewanie, poniżej: w lecie – chłodzenie, klimatyzacja [12]



Rys. 3. Wykres wydajności gruntowego wymiennika ciepła ProVent Geo – po lewej stronie zimą, a po prawej latem [12]

spełniają z nadwyżką obecne wymagania izolacyjności cieplnej, zgodnie z WT [6].

W każdym mieszkaniu zastosowano wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną z rekuperacją, eliminując tym samym kominy wentylacyjne oraz umożliwiając usytuowanie na dachu maksymalnej liczby PV. Płytkowy, bezprzeponowy GWC pod budynkiem został wykorzystany jako dolne źródło do ogrzewania zimą i chłodzenia latem, a jako medium wykorzystano powietrze wentylacyjne.

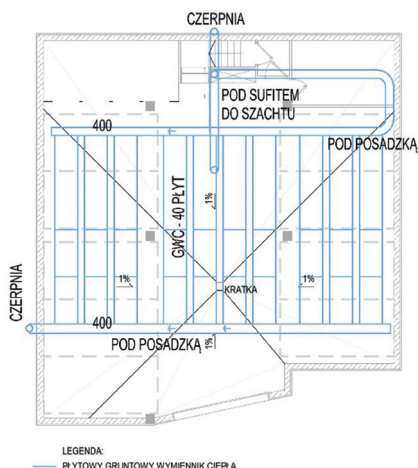
Został ustalony dokładny program wraz z przyjętymi założeniami pod kątem instalacji OZE i kosztami/zyskami inwestora. Opracowano projekt koncepcyjny oraz budowlany wraz z kompleksowym systemem wykorzystującym OZE, przygotowano również symulacje i porównanie z konwencjonalnym systemem instalacji wentylacyjnych, grzewczych, klimatyzacyjnych i c.w.u. Autor ma zamiar w kolejnych etapach badać sposób eksploataowania obiektu, zadowolenia mieszkańców oraz monitorować efektywność energetyczną przez kolejne 3 lata.

Kompleksowy system instalacji OZE

W budynku zaproponowano kompleksowy system instalacji umożliwiający pozyskanie większej ilości energii z OZE (tj. GWC, rekuperacji i PV) niż zapotrzebowanie, zapewniając użytkownikom prawie bezkosztową eksploatację lokali mieszkalnych w zakresie ogrzewania, c.w.u. i energii elektrycznej.

Taki kompleksowy system może zapewnić jedno urządzenie kompaktowe (nazywane dalej UK), zasilane energią elektryczną z PV, a składające się z centrali wentylacyjnej z rekuperacją, z pompy ciepła podgrzewającej powietrze i wodę oraz z zasobnika c.w.u. W zimie zapewnia on ogrzewanie mieszkań przez nadmuch ciepłego powietrza wentylacyjnego (zewnętrzny), ogrzanego do temperatury 35 – 40°C, a latem zapewnia klimatyzację przez nadmuch chłodnego powietrza (Rys. 2).

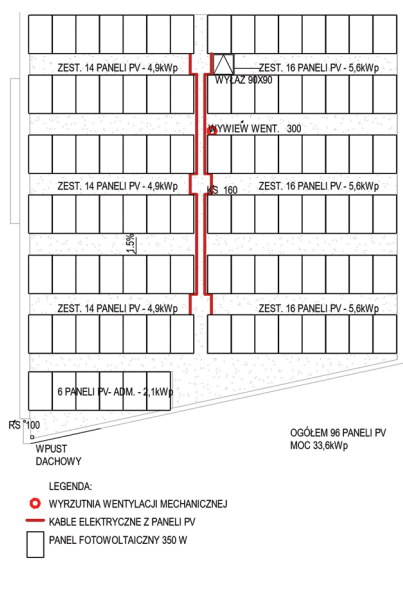
Dla każdego lokalu mieszkalnego przewidziano niezależne UK, zlokalizowane w łazience. Centrala wentylacyjna współpracuje z powietrznym płytowym GWC pod budynkiem, który pracuje jako dolne źródło



Rys. 4. Rzut garażu z płytowym gruntowym wymiennikiem ciepła pod posadzką (oprac. aut.)

dla pompy ciepła. Stanowi on naturalny bufor energii ciepła, chłodu i wilgoci przez dostarczanie zimą powietrza o dodatniej temperaturze, a latem powietrza chłodnego. Jednocześnie stabilizuje temperaturę dostarczanego powietrza oraz eliminuje zapotrzebowanie na moc szczytową (Rys. 3).

GWC, zastosowany w omawianym budynku, składa się z systemu modułów, których budowa zapewnia tzw. bezprzeponowy przepływ powietrza wewnątrz wymiennika (w bezpośrednim kontakcie z gruntem). Powietrze potrzebne do wentylacji jest pobierane przez czerpnię i rozprowadzane przez kolektor pod powierzchnią płyt, gdzie dzięki bezpośredniemu kontaktowi z gruntem, zależnie od posiadanej temperatury, powietrze ulega naturalnemu ogrzaniu lub ochłodzeniu, a także naturalnemu dowilżeniu lub osuszeniu. Zastosowanie takiej technologii podczas budowy obiektu, w trakcie wykonywania fundamentów, pozwala na obniżenie kosztów oraz nie wymaga dodatkowych robót, w szczególności



Po lewej: Rys. 5. Rzut dachu z instalacją fotowoltaiczną – system kompleksowy OZE (oprac. aut.)
Po prawej: Rys. 6. Rzut dachu z instalacją fotowoltaiczną – system konwencjonalny (oprac. aut.)

ingerujących w teren, tak jak przypadku innych wymienników (Rys. 4).

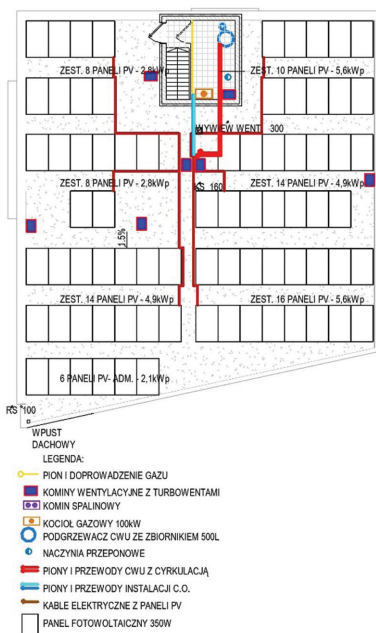
W łazienkach i toaletach, w celu uzyskania wymaganej wyższej temperatury, można zastosować dodatkowe ogrzewanie elektryczne podłogowe foliami lub matami grzewczymi.

Do produkcji energii elektrycznej ze słońca na dachu jednego domu mieszkalnego można zainstalować łącznie 96 PV (Rys. 5) o mocy 350 W każdy, tj. o łącznej mocy 33,60 kWp, w tym od 12 paneli (4,20 kWp) do 18 paneli (6,30 kWp) dla jednego mieszkania.

Panele zostały usytuowane na dedykowanej konstrukcji aluminiowej pod kątem nachylenia 20 stopni z odchyleniem w azymucie na wschód o 15 stopni. W zależności od kąta nachylenia i azymutu, moc generatora fotowoltaicznego wyniesie minimum 95 %. Taka instalacja wytworzy w ciągu roku w domu mieszkalnym, według szacunków, ok. 31 900 kWh energii elektrycznej, z czego ok. 25 %, tj. 8 000 kWh, zostanie wykorzystanych bezpośrednio, natomiast z pozostałych 23 900 kWh do operatora zostanie oddanych 20 %, tj. 4 780 kWh, a więc do dyspozycji mieszkańców pozostanie ok. 27 120 kWh energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji, c.w.u. oraz na potrzeby bytowe, zasilanie urządzeń, oświetlenie itp., czyli średnio 4 520 kWh na jeden lokal mieszkalny.

Produkcja energii elektrycznej z PV jest niezależna od wersji wyposażenia instalacyjnego, jednak będzie bardziej uzasadniona w przypadku zastosowania maksymalnej liczby urządzeń zasilanych energią elektryczną do ogrzewania i c.w.u. oraz przy rezygnacji z innych źródeł energii, np. gazu.

Podczas sezonu grzewczego zapotrze-



bowanie na ciepło w każdym lokalu mieszkalnym wynosi od 3 600 kWh do 5 000 kWh, a więc łącznie dla budynku – 25200 kWh. Pompa ciepła o mocy elektrycznej 0,9 kW w sezonie grzewczym dostarczy do każdego lokalu ok. 9 000 kWh energii cieplnej, czyli znacznie więcej niż wynosi zapotrzebowanie, zgodnie z którym ma być zużyte w ciągu roku ok. 1 400 kWh energii elektrycznej.

W łazienkach ciepła woda zostanie podgrzana przez pompę ciepła do zasobnika c.w.u., umieszczonego w UK, natomiast w kuchniach i toaletach ciepła woda będzie zapewniona z przepływowych podgrzewaczy elektrycznych o mocy 4 kW, zainstalowanych w pobliżu punktów poboru, co znacząco ograniczy zużycie wody.

Na potrzeby ciepłej wody zużyje się w przeciętnym mieszkaniu, w ciągu roku, ok. 1 000 kWh energii elektrycznej. Pozostałą energię, czyli ok. 2 100 kWh, można zużyć na potrzeby bytowe, przy zastosowaniu energooszczędnych urządzeń oraz oświetlenia LED.

Instalacja konwencjonalna

Instalacje konwencjonalne zostały zaprojektowane w oparciu o powszechnie stosowane rozwiązania projektowe, wykorzystujące wentylację grawitacyjną i gaz płynny jako nośnik energii oraz wodę jako medium rozpraszające ciepło.

Kocioł gazowy kondensacyjny, zlokalizowany na dachu, zapewni ogrzewanie i c.w.u. przewodami rozpraszonymi w posadzkach. Wentylacja grawitacyjna jest zapewniona przewodami z betonu lekkiego, z nasadami wspomagającymi na dachu.

Porównanie dwóch projektowanych systemów

Zastosowany w budynku kompleksowy system, wykorzystujący energię geotermalną z GWC i energię słoneczną z PV, porównano z systemem konwencjonalnym możliwym do zastosowania w tym terenie. Porównano wartość nakładów inwestycyjnych na wymienione systemy oraz koszty eksploatacji mieszkań. Instalacja PV może być zastosowana w obu systemach, ale w systemie konwencjonalnym mamy ograniczenie liczby PV, z uwagi na komin wyprowadzane na dach (Rys. 6).

Do porównania przyjęto elementy wchodzące w skład obu systemów, wyszczególnione w tabeli 1.

Wnioski

Przedstawiony w artykule kompleksowy system instalacji (Rys. 7), wykorzystujący OZE, jest technicznie, ekonomicznie oraz ekologicznie obiecujący. Z uwagi na krótki czas zwrotu inwestycji, prawie bezkosztową eksploatację i brak emisji gazu cieplarnianego CO₂, zaproponowane rozwiązania okazują się być rentowne pod kątem inwestora. Daje to nadzieje na zmiany w podejściu

do projektowania osiedli mieszkaniowych w Polsce. Koszty inwestycyjne systemu alternatywnego, opartego na OZE, są porównywalne, a mogą być nawet niższe od kosztów systemu konwencjonalnego, przy jednoczesnym zapewnieniu wyższego komfortu oraz bezpieczeństwa użytkownika. Koszty eksploatacyjne są natomiast wielokrotnie niższe, a przy wykorzystaniu instalacji fotowoltaicznej – bliskie zeru. Wynika to z zastosowania do obsługi ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji i c.w.u. tylko jednego urządzenia kompaktowego, zasilanego energią elektryczną oraz jednego medium – powietrza wentylacyjnego rozprowadzającego ciepło lub chłód. Pozwala to zrezygnować z kominów, kotłów, klimatyzatorów, grzejników, gazu jako źródła ciepła i wody jako nośnika energii (Rys. 5). Zastosowanie w celu uzyskania ciepłej wody pompy ciepła i podgrzewaczy elektrycznych przepływowych przy punktach poboru zapewnia stu procentowe jej wykorzystanie oraz pozwala na rezygnację z instalacji ciepłej wody z cyrkulacją, której sprawność wykorzystania jest zasadniczo mniejsza [2].

Bibliografia

- [1] Kwapiś H., Polityka energetyczna w Polsce i Unii Europejskiej, Zagadnienia instalacyjno-projektowe, Anna Bać, t. 1, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2020.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- [3] Bać A., Architektura efektywna energetycznie, Zagadnienia instalacyjno-projektowe, Anna Bać, t. 1, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2020.
- [4] Niezabitowska E., Metody i techniki badań w architekturze, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014.
- [5] Kuczka P., Tendencje rozwojowe architektury solarnej, Wyd. Wydział Architektury Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- [6] Kęskiewicz P., Podstawy instalacyjnych rozwiązań energoaktywnych, Architektura energoaktywna po 2021, Zagadnienia instalacyjno-projektowe, Anna Bać, t. 2, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2020, s. 9-12.
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- [8] Standardy energetyczne budynków – co to takiego? Dostęp z dnia 09.01.2022 <https://budujemydom.pl/budowlane-abc/domy-energooszczedne-i-pasywne/a/7627-standardy-energetyczne-budynkow-co-to-takiego>
- [9] Kamionka L., Architektura w środowisku zrównoważonym, Problemy Ekologii, t. 14, nr 2, 2010.
- [10] Jagiełło-Kowalczyk M., Zintegrowane projektowanie zrównoważone.
- [11] Majerska-Palubińska B., Dążenie do optymalizacji metod zrównoważonego projektowania architektonicznego, Architectus, 2014 2(38), s. 21.
- [12] Baza wiedzy o produktach firmy Pro-Vent Dostęp z dnia 09.01.2022 <https://www.pro-vent.pl/category/o-produktach-pro-vent/>
- [13] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
- [14] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane.

DOI: 10.5604/01.3001.0015.7526

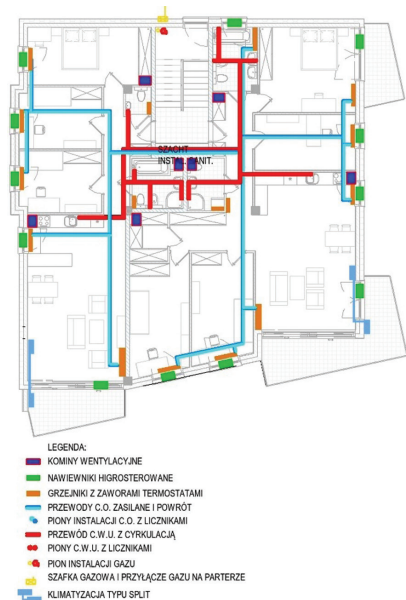
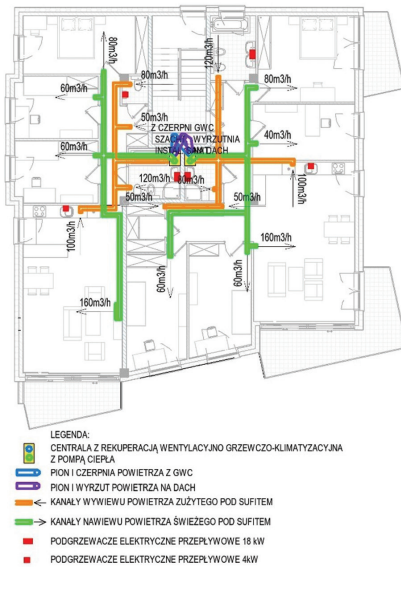
PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Kryjak Marcin, 2022, Budynek mieszkalny plus energetyczny, „Builder” 3 (296). DOI: 10.5604/01.3001.0015.7526

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie nowatorskiego projektu, w którym zaprojektowano kompleksowy system optymalnie wykorzystujący odnawialne źródła energii. Istotą tekstu jest podkreślenie zasadniczego znaczenia dobrania odpo-

Tabela 1. Porównanie systemów (oprac. aut.)

System wykorzystujący OZE (Rys. 7.)	System konwencjonalny (Rys. 8.)
<p>Elementy systemu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Płytowy GWC pod budynkiem z podbudową i przewodami, wykorzystujący energię geotermalną 2. Kanaly zbiorcze pionowe, doprowadzające powietrze z czerpni i GWC oraz odprowadzające do wyrzutni na dachu 3. Kanaly wentylacyjne nawiewne do pokoi oraz wywiewne z kratkami, rozprowadzone w korytarzach w suficie podwieszonym 4. Urządzenia kompaktowe składające się z centrali wentylacyjnej z rekuperacją, pompy ciepła podgrzewającej powietrze i wodę do zasobnika c.w.u. 5. Ogrzewanie podłogowe elektryczne matami grzewczymi w łazienkach 6. Podgrzewacze elektryczne przepływowe 4 kW w kuchniach i toaletach 7. Instalacja PV <p>Łączne koszty inwestycyjne, wg cen 2 kw. 2021 rok, wynoszą 480 tys. zł z instalacją PV i 330 tys. zł bez PV.</p>	<p>Elementy systemu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Doprowadzenie sieci i przyłączy gazu (opłata przyłączeniowa) 2. Pomieszczenie kotłowni ze schodami z odpowiednim wykończeniem, wyposażeniem i wentylacją, 3. Kocioł gazowy dwufunkcyjny wraz z przewodami powietrzno-spalinowymi 4. Rozprowadzenie instalacji centralnego ogrzewania, 5. Grzejniki z zaworami odcinającymi i termostatycznymi, 6. Instalacja c.w.u. z cyrkulacją i zasobnikiem, 7. Przewody wentylacji grawitacyjnej z pustaków wentylacyjnych, z betonu lekkiego z kratkami i anemostata-ami oraz nasadami 8. Nawiewniki higrosterowane w oknach w każdym pokoju 9. Klimatyzatory typu Split w pokojach <p>Łączne koszty inwestycyjne, wg cen 2 kw. 2021 rok, wynoszą 350 tys. zł</p>
<p>Koszty eksploatacyjne obejmują:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Opłata stała wynikająca z podłączenia do sieci elektrycznej 2. Wymiana filtrów w centrali wentylacyjnej <p>Łączne koszty eksploatacyjne to 2 100 zł, to jest 350 zł rocznie na mieszkanie.</p>	<p>Koszty eksploatacyjne obejmują:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zużycie gazu do ogrzewania i c.w.u. 2. Zużycie energii elektrycznej 3. Koszty serwisowe kotłowni i instalacji c.w.u. <p>Łączne koszty eksploatacyjne to 25 200 zł, to jest 4 200 zł rocznie na mieszkanie.</p>



Po lewej: Rys. 7. Rzut budynku z kompleksowym systemem wykorzystującym OZE (oprac. aut.)
Po prawej: Rys. 8. Rzut budynku z instalacjami konwencjonalnymi (oprac. aut.)

wiednich technologii i elementów systemu oraz świadomość ich wspólnego oddziaływania na siebie. Metodologia obejmuje studium przypadku przykładu budynku projektowanego przez autora. Zaprezentowano, jak na etapie prac przedprojektowych oraz koncepcyjnych można w sposób racjonalny zastosować technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii, poprawiając tym samym komfort i bezpieczeństwo użytkowników bez istotnego wzrostu kosztów budowy.

Słowa kluczowe: plus energetyczny, zintegrowane projektowanie, zrównoważona architektura, fotowoltaika, energia geotermalna

Abstract: PLUS-ENERGETIC MULTIFAMILY RESIDENTIAL. The aim of the article is

to present an innovative project in which a comprehensive system was designed to optimally use renewable energy sources. The essence is to emphasize how important it is to properly select technologies and system components and to be aware of their mutual interaction. The methodology includes a case study of a selected example designed by the author of the article. It has been shown how at the pre-design and concept stage it is possible to rationally use technologies using renewable energy sources, thus improving the comfort and safety of users without a significant increase in construction costs.

Keywords: energy-plus building, integrated design, sustainable architecture, photovoltaic, geothermal energy