

Analiza zmian w budynku mieszkalnym z lat 30. XX wieku w celu osiągnięcia standardu pasywnego



dr inż.
AGATA STOLARSKA

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury
Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych
ORCID: 0000-0003-1923-2920



mgr inż.
PAWEŁ AFELTOWICZ

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury
Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych
ORCID: 0000-0002-2544-7891

Artykuł dotyczy analiz bilansu energetycznego budynku mieszkalnego wzniesionego w latach 30. XX wieku. Oceniano, czy zaproponowane usprawnienia budynku będą istotne z punktu widzenia możliwości dostosowania go do spełnienia wymagań stawianych budynkom pasywnym. Opracowanie sporządzono na potrzeby właścicieli, którzy kierowani względami sentymentalnymi, widzieli konieczność modernizacji obiektu.

Wraz z rosnącą wśród społeczeństwa świadomością korzyści płynących z budowania domów oszczędzających energię budownictwo pasywne staje się coraz bardziej popularne. W dużej mierze wpływ mają na to stale wzrastające koszty pozyskiwania energii, a także uzmysłowienie sobie, że w niedalekiej przyszłości domy tradycyjne będą niewiele warte w porównaniu z energooszczędnymi i pasywnymi. Zmniejszenie zużycia energii i jej racjonalne wykorzystanie to również ochrona klimatu w skali świata, kraju czy lokalnego środowiska otaczającego nasze domy. Zagadnienia ograniczenia emisji gazów cieplarnianych są bardzo ważne we współczesnym świecie, dlatego też bardziej postrzegamy i oceniamy budynki poprzez ilość zużywanej w nich energii [1]. Oszczędność energii i redukcja emisji CO₂ do atmosfery to główne cele państw członkowskich UE do osiągnięcia. Wdrożenie wytycznych dyrektyw [2, 3] wymaga przeprowadzenia zabiegów termomodernizacyjnych w istniejących budynkach. Duże możliwości oszczędności są w budynkach starych, wzniesionych np. w latach 70. [4]. Osiągnięcie oczekiwanych rezultatów wymaga zoptymalizowania zabiegów związanych z modernizacją budynków. Analizy dotyczące opłacalności i zasadności między innymi wymiany stolarki okiennej, ocieplenia przegród czy modernizacji instalacji omawiane są w pracach [5, 6, 7, 8]. W niniejszej podjęto natomiast problematykę modernizacji budynków jeszcze starszych. Podyktowane to było potrzebami właścicieli budynku, którzy kierowani względami sentymentalnymi, widzieli konieczność modernizacji obiektu i dostosowania go do standardu pasywnego [9]. Wyniki przeprowadzonych analiz dadzą inwestorom możliwość rozpatrzenia różnych rozwiązań.

Charakterystyka budynku

Przedmiotem opracowania jest budynek mieszkalny jednorodzinny (rys. 1.) znajdujący się w miejscowości Łobżany. Budynek jest obiektem jednokondygnacyjnym, niepodpiwniczonym, parterowym z poddaszem częściowo użytkowym. Dom został wzniesiony w latach trzydziestych XX w. Łączna powierzchnia użytkowa budynku wynosi 33527 m², a kubatura 93997 m³. Obecny stan techniczny budynku można określić jako zadowalający. Kamienne fundamenty budynku są w stanie dobrym, brak spękań, wykruszeń oraz nadmiernego zawilgo-

cenia. Strop nad parterem na belkach drewnianych, nad użytkowaną częścią parteru jest w stanie dobrym. Natomiast nad częścią nieużytkowaną parteru znajduje się strop w złym stanie technicznym. Belki drewniane są zgniłe ze znacznym ugięciem. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły pełnej w stanie dobrym. Budynek przykryty jest drewnianą więźbą dachową dwuspadową pokrytą dachówką betonową. Większość elementów drewnianej więźby dachowej jest w złym stanie z widocznymi spróchnieniami. Ogólny stan techniczny elementów kon-



Rys. 1. Elewacja zachodnia (u góry) oraz wschodnia i północna budynku (na dole) [9]

strukcyjnych, takich jak strop oraz więźba dachowa, ocenia się jako zły. Stan murów oraz fundamentów kamiennych można określić jako dobry.

Koncepcja zmian

W pierwszej kolejności opracowano, zgodnie z wytycznymi dla budownictwa pasywnego, koncepcję zmian wewnątrz budynku (rys. 2.). Wejście do budynku oraz strefę dzienną zlokalizowano od strony zachodniej. Elewacja północna charakteryzuje się brakiem przeszkleń, aby zminimalizować straty ciepła. Część budynku zlokalizowana od strony południowej wyróżnia się największymi przeszkleniami celem zwielokrotnienia zysków ciepła od promieniowania słonecznego. Od wschodu zlokalizowano część sypialnianą.

Rozkład pomieszczeń w budynku został tak zaprojektowany (rys. 2.), aby zoptymalizować bilans strat i zysków. Na parterze w części południowej zlokalizowano duży salon z otwartą przestrzenią na hol i kuchnię. Dodatkowo pomieszczenia te zyskały większe przeszkle- nia. W salonie zaprojektowano okno narożnikowe oraz drzwi balkonowe stanowiące wejście na taras. Od strony wschodniej zlokalizowano dwie sypialnie z garderobą oraz gabinet. Na zachodniej stronie budynku został zlokalizowany wiatrołap i duży hol ze schodami na poddasze, a także zlokalizowane w centrum budynku, bez dostępu do światła dziennego, toaleta i łazienka. Od strony elewacji północnej, na której nie przewidziano przeszkleń, zostało zlokalizowane pomieszczenie techniczne, w którym będzie znajdował się zasobnik ciepłej wody użytkowej oraz lokalne źródło ciepła i spiżarnia. Na poddaszu zaprojektowano pięć pokoi. Dwa pokoje zlokalizowane od strony południo- wej jako jedyne oprócz okien połaciowych posiadają przeszkle- nie w elewacji. Pomieszczenie toalety oraz łazienki lokalizuje się dokładnie nad tożsamymi pomieszczeniami znajdującymi się na parterze. Łącz- na powierzchnia użytkowa budynku po zaproponowanych zmianach wynosi 31859 m², a kubatura 94784 m³.

Wizualizację (rys. 3.) obrazującą efekt proponowanych zmian wyko- nano w programie graficznym 3ds Max.

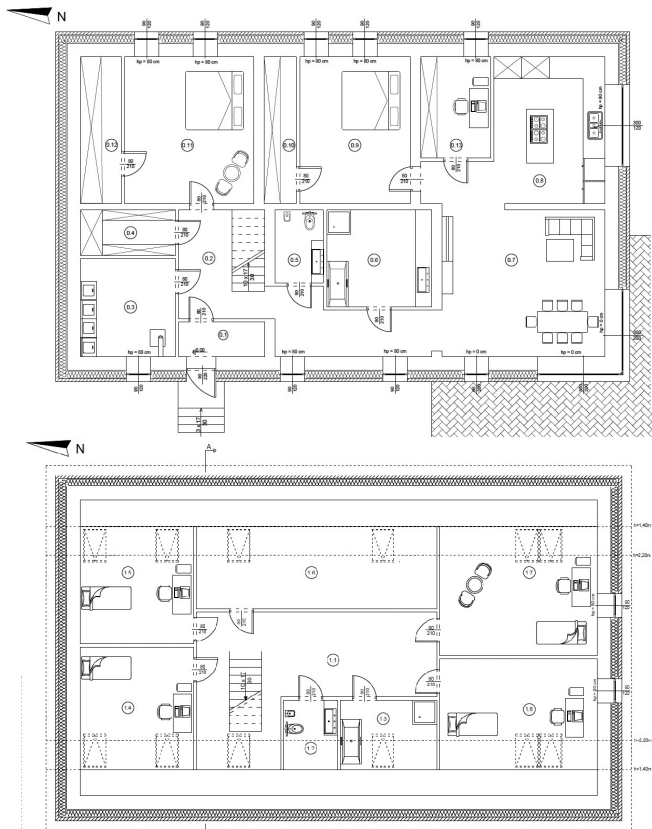
W następnej kolejności dobrano rozwiązania materiałowe przegród. Realizacja standardu pasywnego wymaga zaprojektowania przegród tak, aby ich współczynnik przenikania ciepła nie przekraczał 0,10 ÷ 0,15 [W/(m²K)]. Kluczowym aspektem jest dobór stolarki okiennej i drzwi- owej, której U nie powinno przekraczać 0,80 [W/(m²K)].

Wyniki obliczeń

W pierwszej kolejności wykonano obliczenia związane z oceną izo- lacyjności termicznej przegród budynku. Wartości współczynników przenikania ciepła U przegród w stanie istniejącym podano w tabeli 1. Skonfrontowano je z wartościami granicznymi wynikającymi z wy- magań warunków technicznych [10]. Z zestawienia wynika, iż prze- grody, z wyjątkiem podłogi, nie spełniają obecnych wymagań izo- lacyjności termicznej. Z kolei z obliczonej charakterystyki energetycz- nej budynku, wykonanej zgodnie z metodologią [11], wynika, że jego zapotrzebowanie na energię pierwotną jest ponad siedmiokrotnie wyższe niż zakładają obecnie obowiązujące przepisy. Budynek, jego przegrody i instalacje wymagają więc termomodernizacji.

Wyniki obliczeń skłoniły do wyboru przedsięwzięć modernizacyj- nych, które poprawią energooszczędność budynku i uczynią z niego budynek pasywny. Aktualne wymagania dotyczące zagadnień oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności termicznej nie zawierają jasno określonych wymagań dla domów pasywnych. Przyjmu- je się, iż nie mogą one przekraczać 15 [kWh/(m²rok)] rocznego zapo- trzebowania na energię do ogrzania budynku oraz 95 [kWh/(m²rok)] zużycia energii pierwotnej dla zaspokojenia wszystkich potrzeb ener- getycznych domu.

W analizowanym budynku wybrano optymalne ulepszenia prowa- dzące do zmniejszenia strat przenikania ciepła. Poprzedzono je anali- zą dotyczącą możliwości i zasadności zastosowania danego rozwią- zania. Propozycje usprawnień dotyczyły:



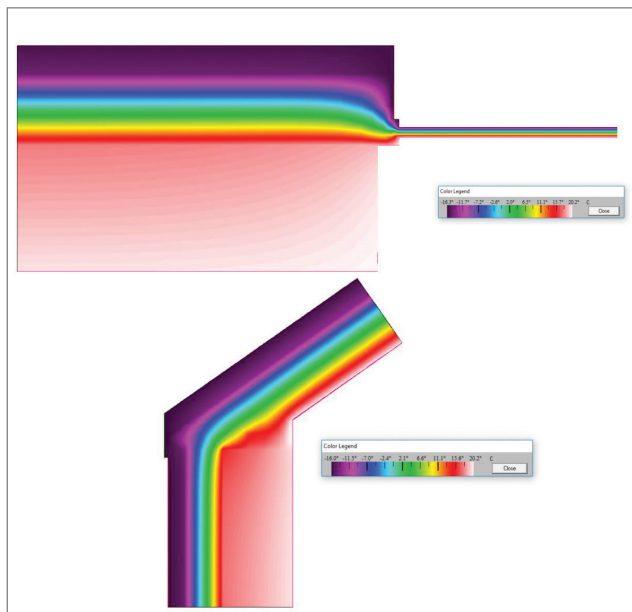
Rys. 2. Koncepcja zmian wewnątrz budynku: na parterze (u góry) i poddaszu (na dole) [9]



Rys. 3. Wizualizacja przestrzenna, widok na ścianę południową i zachodnią (u góry), północną i wschodnią (na dole) [9]

Tabela 1. Wyniki obliczeń dla stanu istniejącego [9, 10]

Analizowana przegroda	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]	
	Wartość graniczna wg [10]	Wartość w analizowanym budynku
ściany zewnętrzne	0,23	1,17
ściany między kubaturą ogrzewaną a nieogrzewaną	0,30	1,58
strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,18	0,90
podłoga na gruncie	0,30	0,29
okna	1,10	2,76
drzwi zewnętrzne	1,50	2,60
Wskaźnik [kWh/m ² rok]		
EP	95,00	745,00
EK	672,65	
EU	437,30	
Emisja CO ₂ [t-CO ₂ /m ² rok]	0,2305	



Rys. 4. Przykładowe mostki termiczne ściana – okno (u góry), ściana – dach (na dole) [9]

- wykonania wtórnej izolacji poziomej i pionowej metodą iniekcji ciśnień, wykonania drenażu opaskowego wokół budynku;
- izolacji ścian zewnętrznych (cegła klinkierowa gr. 12 cm ze szczeliną wentylacyjną 3 cm, płyty z wełny mineralnej gr. 30 cm);
- izolacji podłogi na gruncie (płyty termoizolacyjne PIR gr. 14 cm, keramzyt impregnowany gr. 25 cm);
- przeprojektowania więźby dachowej (dach dwuspadowy o kącie nachylenia 35°, więźba drewniana typu krokwiowo-jętkowego, krokwie w rozstawie co 90 cm wsparte, izolacja międzykrokwiowa z wełny mineralnej gr. 20 cm, podkrokwiowa z wełny mineralnej gr. 6 cm, nakrokwiowa z płyty termoizolacyjnej gr. 10 cm);
- wymiany stolarki okiennej i drzwiowej na przeznaczoną do budownictwa pasywnego z ciepłym montażem (okna z energooszczędnym pakietem 3-szybowym z ciepłą ramką dystansową, szkłem niskoemisyjnym oraz wypełnieniem przestrzeni międzyszybowej argonem, okna połaciowe trzykomorowe z wypełnieniem przestrzeni międzyszybowej kryptonem, drzwi drewniano-aluminiowe o wielowarstwowej konstrukcji płytowej z rdzeniem izolacyjnym z pianki termoizolacyjnej);

– wykonania nowego stropu międzykondygnacyjnego (drewniany belkowy z drewna klejonego w rozstawie osiowym belek co 75 cm, wełna mineralna, wodoodporne płyty OSB 3 oraz dodatkowa warstwa izolacyjno-akustyczna w postaci płyt z wełny mineralnej);

- zastosowania mechanicznej wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (rekuperator z odzyskiem ciepła na poziomie 90,5%);
- zmiany instalacji ogrzewania i c.w.u. (gruntowa pompa ciepła typu glikol/woda, kolektory słoneczne);
- zastosowania instalacji fotowoltaicznej (8 szt. paneli fotowoltaicznych o wymiarach 1640 × 992 × 35 mm).

Szczegółowo rozważono także detale konstrukcyjne, np. osadzenie stolarki, miejsce połączenia ściany z dachem czy podłogą na gruncie. Mostki termiczne analizowano w programie THERM (rys. 4.). Do obliczenia strat ciepła przez przenikanie przyjęto wartości liniowych współczynników przenikania ciepła odpowiadające przyjętym rozwiązaniom detali, które otrzymano z symulacji wykonanych w programie. Niewłaściwym miejscem okazało się rozwiązanie połączenia podłoga – ściana zewnętrzna. W tym miejscu w pierwszej kolejności skupiono się na izolacji fundamentu, którą należy odtworzyć, aby nie dochodziło do zawilgocecia. Zaproponowano wykonanie wtórnej izolacji poziomej i pionowej. Wokół budynku należy także wykonać drenaż opaskowy. Samo połączenie zaproponowano zaizolować termicznie płytami z wełny mineralnej oraz płytami termoizolacyjnymi PIR.

Wyniki powtórnych obliczeń dla wybranych rozwiązań w zestawieniu tym razem z wymogami dla budynku pasywnego zestawiono w tabeli 2.

Uzyskane wyniki jednoznacznie wykazały redukcję wartości wskaźników. Obiekt spełnia teraz wymagania dla standardu budynku pasywnego. Modernizacja przegród przyczyniła się do obniżenia wartości współczynnika przenikania ciepła przegród i stolarki. W przypadku wskaźnika EP dla stanu wyjściowego wynoszącego 745 kWh/m²rok otrzymano 10,93 kWh/m²rok. W modernizowanym budynku roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji wyniosło 799,05 kWh/rok. Pozwoliło to na uzyskanie 2,32 kWh/m²rok wartości rocznego wskaźnika zapotrzebowania energii grzewczej nieprzekraczającej 15 kWh/(m²rok).

Graficznie redukcję strat ciepła przez przenikanie i wentylację pokazuje rys. 5.

Podsumowanie

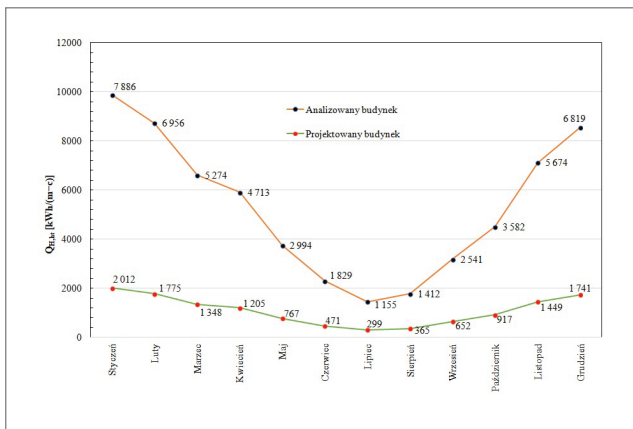
Zaprezentowana koncepcja rozwiązań w analizowanym obiekcie przyczyniła się do dostosowania go do standardu domów pasywnych. Ocenie termicznej poddano przegrody zewnętrzne budynku analizowanego oraz projektowanego, a także wyznaczono charakterystyki energetyczne dla obu przypadków. Uzyskane wyniki zostały porównane do aktualnych wymagań stawianych przez warunki techniczne oraz do standardu pasywnego.

Rozpatrywany budynek, który nie spełniał żadnych wymaganych warunków i przekraczał je w niektórych przypadkach nawet kilkunastokrotnie, udało się przeprojektować tak, aż osiągnięto oczekiwany standard. Cel powiódł się dzięki temu, że przeanalizowano wiele rozwiązań dla systemów ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz koncepcji dla przegród zewnętrznych [9].

W trakcie obliczeń zauważono, iż kluczowy wpływ na zyski ciepła w budynku ma jego lokalizacja, powierzchnia przegród szklanych oraz ich orientacja względem stron świata. Pasywne pozyskanie energii stało się możliwe dzięki zastosowaniu w obiekcie okien dedykowanych budownictwu pasywnemu, a także kolektorów słonecznych i paneli fo-

Tabela 2. Wyniki obliczeń dla stanu po modernizacji [9, 10]

Analizowana przegroda	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]	
	Wartość graniczna dla budynku pasywnego	Wartość w analizowanym budynku
ściany zewnętrzne	0,15	0,11
dach	0,15	0,09
podłoga na gruncie	0,15	0,14
okna	0,80	0,68
okna połaciowe	0,80	0,58
drzwi zewnętrzne	0,80	0,58
Wskaźnik [kWh/m ² r ok]		
EPH	95,00	4,43
EPW		6,50
EK		16,75
EU		19,56
Emisja CO ₂ [t-CO ₂ /m ² rok]		0,0003



Rys. 5. Straty ciepła przez przenikanie i wentylację [9]

towoltaicznych. W miesiącach najbardziej słonecznych zyski ciepła będą wytwarzane między innymi przez prawidłowo rozmieszczone okna, gdzie największa ich powierzchnia występuje od południa i zachodu, natomiast od strony północnej nie lokalizuje się żadnych przeszkleń.

Nie bez znaczenia pozostaje zastosowanie rozwiązań dla systemów ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej dedykowanych domom pasywnym. Muszą to być urządzenia o wysokich sezonowych sprawnościach, korzystające w pełni z odnawialnych źródeł energii. Tak jak na przykład zastosowana gruntowa pompa ciepła, która korzysta z energii geotermalnej, czy też kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne.

Ostatecznym czynnikiem determinującym słuszność przyjętych rozwiązań dostosowania istniejącego budynku do standardu pasywnego powinien być koszt całego przedsięwzięcia. Mimo że teoretycznie taką operację można przeprowadzić, należy się zastanowić, czy inwestycja jest opłacalna dla inwestora. Szacunkowy koszt takiej operacji wynosi bowiem przeszło 400 tys. zł bez kosztów robót wykończeniowych wewnątrz.

Literatura

- [1] Piotrowski R., Domy pasywne. Najlepsze obiekty oraz technologie niskoenergetyczne i pasywne w Polsce, Green Leaf Sp. z o.o., Warszawa 2009.
- [2] Dyrektywa 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z 16 grudnia 2002 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
- [3] Dyrektywa 2010/31/EU Parlamentu Europejskiego i Rady z 19 maja 2010 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona).
- [4] H. Tommerup, S. Svendsen, 2006, Energy savings in Danish residential building Stock, "Energ Buildings" 38, s. 618–626.
- [5] N. Pardo, C. Thiel, 2012, Evaluation of several measures to improve the energy efficiency and CO2 emission in the European single-family houses, "Energ Buildings" 49, s. 619–630.
- [6] J. Lizana, A. Barrios-Padura, M. Molina-Huelva, R. Chacartegui, 2016, Multi-criteria assessment for the effective decision management in residential energyretrofitting, "Energ Buildings" 129, s. 284–307.
- [7] E. Antipova, D. Boer, G. Guillén-Gosálbez, L.F. Cabeza, L. Jiménez, 2014, Multi-objective optimization coupled with life cycle assessment for retrofitting buildings, "Energ Buildings" 82, s. 92–99.
- [8] G.P. Panayiotou, S.A. Kalogirou, G.A. Florides, C.N. Maxoulis, A.M. Papadopoulos, M. Neophytou, P. Fokaides, G. Georgiou, A. Symeou, G. Georgakis, 2010, The characteristics and the energy behaviour of the residential building stock of Cyprus in view of Directive 2002/91/EC, "Energ Buildings" 42, s. 2083–2089.
- [9] P. Afeltowicz, Ocena dostosowania do standardu pasywnego budynku jednorodzinny zlokalizowanego w miejscowości Łobżany, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, praca magisterska, promotor dr inż. A. Stolarska, Szczecin (2019).
- [10] Dz.U. Nr 75 z 2002 r., poz. 690 z dn. 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późn. zm.).
- [11] Dz.U. 2015 poz. 376. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczenia charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.1397

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Stolarska Agata, Afeltowicz Paweł, 2020, Analiza zmian w budynku mieszkalnym z lat 30. XX wieku w celu osiągnięcia standardu pasywnego, „Builder” 06 (275). DOI: 10.5604/01.3001.0014.1397

Streszczenie: Artykuł dotyczy analiz bilansu energetycznego budynku mieszkalnego wzniesionego w latach 30. XX wieku. Oceniano, czy zaproponowane usprawnienia budynku będą istotne z punktu widzenia możliwości dostosowania go do spełnienia wymagań stawianych budynkom pasywnym. Opracowanie sporządzono na potrzeby właścicieli, którzy kierowani względami sentymentalnymi, widzieli konieczność modernizacji obiektu. Analizy wyników wykonanych obliczeń dla proponowanych wariantowych rozwiązań wskazały na konieczność i zasadność termomodernizacji obiektu. Wykonując analizy, brano pod uwagę rosnące wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród, wskaźnika EP oraz rozwijający się trend wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Zaproponowane zmiany modernizacyjne i obliczenia związane z bilansem energetycznym posłużyły do wyboru najkorzystniejszego rozwiązania.

Słowa kluczowe: dom pasywny, bilans energetyczny, odnawialne źródła energii

Abstract: ANALYSIS OF CHANGES IN A RESIDENTIAL BUILDING FROM THE 1930S TO ACHIEVE A PASSIVE STANDARD. The article concerns the analysis of the energy balance of a residential building built in the 1930s. It was assessed whether the proposed improvements to the building would be relevant in terms of adapting it to meet the requirements for passive buildings. The study was prepared for the needs of owners who, guided by sentimental considerations, saw the need to modernize the facility. Analyses of the results of calculations made for the proposed variant solutions indicated the necessity and legitimacy of thermomodernization of the object. The analysis took into account the growing requirements for thermal insulation of partitions, the EP indicator and the growing trend of the use of energy from renewable sources. The proposed modernization changes and calculations related to the energy balance were used to select the most advantageous solution.

Keywords: passive house, energy balance, renewable energy sources