

dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecka^{1*)}

ORCID: 0000-0003-2476-6951

inż. Magdalena Markiewicz²⁾

dr inż. Agnieszka Rutecka¹⁾

ORCID: 0000-0002-0029-071X

Revitalisation and the thermomodernisation of a historic post-industrial building with a change of function

Rewitalizacja i termomodernizacja zabytkowego budynku przemysłowego ze zmianą funkcji

DOI: 10.15199/33.2025.01.05

Abstract. This article presents an architectural concept for the revitalisation and thermomodernisation of an industrial and manufacturing building of the Stara Gorzelnia (Old Distillery) of 1906 in Policzna in the Mazowieckie region with a concept for the modernisation of the heat source and the use of renewable energy sources. Calculations of energy demand and carbon dioxide emissions in the existing state and after modernisation are presented. The calculations show the potential to reintroduce the building to the local community, improve the comfort of the building's exterior cladding and the possibility of lowering its energy demand and achieving a zero-emission building standard, which fits in with current trends and energy policies in European Union countries to halt climate change.

Keywords: revitalisation; thermomodernisation potential; historic building; energy demand reduction; zero CO₂ emission object.

Streszczenie. W artykule przedstawiono koncepcję architektoniczną rewitalizacji i termomodernizacji budynku przemysłowo-magazynowego Starej Gorzelnii, wybudowanego w 1906 r. w miejscowości Policzna w województwie mazowieckim, z koncepcją modernizacji źródła ciepła oraz wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Przedstawiono obliczenia zapotrzebowania na energię i emisji dwutlenku węgla w stanie istniejącym oraz po modernizacji. Pokazują one możliwości przywrócenia obiektu społeczności lokalnej, poprawy komfortu jego użytkowania związanego z podniesieniem parametrów obudowy zewnętrznej oraz obniżenia zapotrzebowania na energię i osiągnięcie standardu budynku zeroemisyjnego, co wpisuje się obecnie w trendy i politykę energetyczną krajów Unii Europejskiej.

Słowa kluczowe: rewitalizacja; potencjał termomodernizacyjny; obiekt zabytkowy; zmniejszenie zapotrzebowania na energię; obiekt zeroemisyjny.

The European Energy Performance of Building Directive from 2018 [1] and 2024 [2] establishes requirements for their energy efficiency, aiming for them to become nearly zero-energy and possibly zero-emission [3]. By 2050, EU member states are required to develop national renovation plans for existing buildings, including historical ones, in a way that preserves their cultural heritage. Working with such buildings is highly individualized, particularly in terms of selecting thermal insulation, due to the need for non-standard solutions.

The paper [4] presents six possible stages for selecting insulation in historic buildings:

- 1) stage one – inventory;
- 2) stage two – analysis of legal and technical constraints;
- 3) stage three – technical in-situ tests and calculations;
- 4) stage four – economic and environmental analysis (calculations of heat transfer coefficients before and after thermomodernization, with an estimate of implementation costs and potential reduction in operating costs);

Directive of the European Union of 2018 [1] and 2024 [2] regarding energy efficiency of buildings defines requirements related to their energy efficiency, so that they become nearly zero-emission and possibly zero-emission [3]. By 2050, member states are required to develop national renovation plans for existing buildings, including historical ones, in a way that preserves their cultural heritage. Working with such buildings is highly individualized, particularly in terms of selecting thermal insulation, due to the need for non-standard solutions.

The paper [4] presents six possible stages for selecting insulation in historic buildings:

- 1) stage one – inventory;
- 2) stage two – analysis of legal and technical constraints;
- 3) stage three – technical in-situ tests and calculations;
- 4) stage four – economic and environmental analysis (calculations of heat transfer coefficients before and after thermomodernization, with an estimate of implementation costs and potential reduction in operating costs);

5) stage five – evaluation of the chosen method and its impact on the preservation of historical value along with energy efficiency, environmental and economic;

¹⁾ Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

²⁾ Warsaw University of Life Science, Warsaw, Poland

^{*)} Correspondence address: agnieszka.wietecka@pw.edu.pl

5) stage five – evaluation of the selected method and its impact on preserving historical value, along with analysis of energy, environmental, and economic efficiency;

6) stage six – optimal selection of solutions in terms of conservation, environmental, technical, and economic aspects.

It is important to remember that all actions in historic buildings must aim to maximize energy efficiency, as improving thermal parameters in old buildings significantly enhances their comfort of use [5]. However, this must be done with minimal intervention in the building's historical form, often requiring internal insulation of external building partitions. Such solutions were used, for example, in the thermomodernization process of the "Pomeranian house" in the Puck municipality [6]. Internal insulation, however, as noted, reduces the thermal capacity of the partitions, increases the risk of interstitial condensation, and can lead to freezing [7], which may cause material degradation in the building envelope. Therefore, the thermomodernization process must include an analysis of the proper functioning of the ventilation system, ensuring adequate air exchange rate in the room, along with controlling indoor air humidity and enabling heat recovery – ventilation with heat recovery.

Achieving parameters such as zero-energy or zero-emission requires not only limiting losses through heat transfer and ventilation but also minimizing energy demand through the use of energy-efficient LED lighting, day-lighting, and the use of alternative heat sources such as heat pumps powered by renewable energy from photovoltaic panels, as described in the article [8] about the historically significant Słowacki Theatre in Krakow.

Adapting historic buildings, including industrial ones, presents a major challenge for designers, both architects and civil engineers, in collaboration with heritage conservators, as it often involves changing the building's function and adapting it to current standards without compromising its historical value, as with the historic water tower in Nysa [9]. In this building, thermal insulation was applied using an active system of mineral climate panels and XPS boards on the interior side with capillary-active mineral plaster, which allowed for the preservation of architectural details and did not affect the building's form. The project also included the installation of mechanical ventilation with heat recovery.

A building of similar character is the industrial-storage facility known as the Old Distillery in Policzna, Masovia (Photo). A research gap has been identified to assess the technical feasibility of achieving zero-emission building standards (as defined by the EPBD) for a historic post-industrial building when its function is changed to service-oriented.

Characterization of the Old Distillery Building

The land where the Old Distillery is located was purchased by the Przeździecki family in the second half of the 19th century. Between 1885 and 1888, a palace was built on the estate, and in 1907, a distillery was constructed, consisting of the

6) etap szósty – optymalny dobór rozwiązań pod kątem konserwatorskim, środowiskowym, technicznym i ekonomicznym.

Należy pamiętać, że wszystkie działania w obiektach zabytkowych muszą charakteryzować się możliwą maksymalizacją efektów energetycznych, ponieważ poprawa parametrów cieplnych starych budynków znacznie wpływa na poprawę komfortu ich użytkowania [5]. Należy jednak to robić przy ograniczeniu ingerencji w historyczną formę budynku, co często wiąże się z koniecznością docieplenia przegród zewnętrznych tych budynków od wewnątrz. Takie rozwiązania zastosowano np. w procesie termomodernizacji „domu pomorskiego” w gminie Puck [6]. Docieplenie przegród od wewnątrz wiąże się jednak, o czym należy pamiętać, ze zmniejszeniem pojemności cieplnej przegród, zwiększonym ryzykiem kondensacji międzywarstwowej oraz ich przemarzaniem [7]. Może to prowadzić do degradacji materiałów w przegrodzie, dlatego też proces termomodernizacji musi obejmować analizę sprawnego działania systemu wentylacyjnego zapewniającego jednocześnie odpowiednią krotność wymiany powietrza w pomieszczeniu, przy kontroli wilgotności powietrza wewnętrznego, jak i możliwość odzysku ciepła przez rekuperację.

Uzyskanie parametrów takich, jak zeroenergetyczność czy bezemisyjność wiąże się jednak nie tylko z ograniczaniem strat przez przenikanie i wentylację, ale również z minimalizowaniem zapotrzebowania na energię przez stosowanie efektywnego energetycznie oświetlenia LED, doświetlania pomieszczeń światłem dziennym oraz stosowanie alternatywnych źródeł ciepła, takich jak pompy ciepła zasilane energią odnawialną z paneli fotowoltaicznych, co opisano w artykule [8], dotyczącym obiektu o dużym znaczeniu historycznym, jakim jest Teatr Słowackiego w Krakowie.

Adaptacja budynków historycznych, w tym przemysłowych, jest dużym wyzwaniem dla projektantów, zarówno architektów, jak inżynierów budownictwa, we współpracy z konserwatorami zabytków, gdyż wiąże się najczęściej również ze zmianą funkcji i dostosowaniem budynków do obecnych standardów bez uszczerbku dla ich wartości historycznej, jak np. wieży ciśnień w Nysie [9]. W obiekcie tym została wykonana izolacja termiczna za pomocą aktywnego systemu mineralnych paneli klimatycznych oraz płyt XPS od strony wewnętrznej z kapilarnie aktywnym tynkiem mineralnym, co umożliwiło pozostawienie detali architektonicznych oraz nie wpływało na zmianę formy budynku. Projekt obejmował również instalację wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Budynkiem o podobnym charakterze jest budynek przemysłowo-magazynowy tzw. Starej Gorzelni w Policznej na Mazowszu (fotografia). Zdefiniowano lukę badawczą, którą jest sprawdzenie możliwości technicznych doprowadzenia do osiągnięcia standardu budynku bezemisyjnego (zdefiniowanego zgodnie z dyrektywą EPBD) dla zabytkowego budynku poprzemysłowego przy zmianie jego funkcji na usługową.

Charakterystyka obiektu Starej Gorzelni

Teren, gdzie znajduje się Stara Gorzelnia, został kupiony przez rodzinę Przeździeckich w drugiej połowie XIX wieku. W latach 1885 – 1888 na terenie folwarku wybudowano pałac,

main spirit storage building and auxiliary buildings. During World War II, German soldiers were stationed on the estate, and after the war, the entire property was taken over by the State Treasury and transformed into a state-owned agricultural farm (PGR).



Old Distillery Building – west (a) and north (b) elevation
Budynek Starej Gorzelnii – elewacja zachodnia (a) i północna (b)

Photo: M. Markiewicz
Fot. M. Markiewicz

In the 1970s, a renovation was carried out, during which, in addition to the replacement of production equipment and tanks, the front elevation was reworked, and reinforcements were made for the ceiling beams in the machinery hall. Wooden stairs were replaced with metal ones, and galvanized steel sheeting was replaced with asbestos-cement roofing. At the end of the 20th century, the building also served as a primary school and an educational center. In the late 1990s, the buildings were reclaimed by the legal heirs, and in 2013, the distillery was sold into private hands.

The building is surrounded by a plot of land with a complex of fish ponds, and a park-and-palace complex with a palace is located 350 meters away. The scenic village of Czarnolas, with the historic manor house – the Jan Kochanowski Museum, lies 8 km to the southeast, and to the south is the town of Zwoleń, where the remains of the poet and his family are interred in a 16th-century church.

The distillery is a two-story, non-cellar building (except for the warehouse and boiler house wing) with a usable attic and is listed as a historic monument. The building was constructed in traditional technology typical for early 20th-century industrial facilities, made of full brick masonry.

The building is T-shaped in plan and consists of four adjoining rectangular blocks (Figure 1). The highest part of the building, about 12 meters high, is located on the western side, with two wings – the northern and southern. These served industrial functions – production processes took place on the ground floor, while the northern part housed apartments, and the southern part included administrative and social rooms. The section without an attic served functions such as storage and a boiler room. On the ground floor, the main block is divided into three sections (of varying lengths), while the machinery hall in the central section has a single transverse space layout. The northern section (with a single-space layout divided into tracts) housed the malting room.

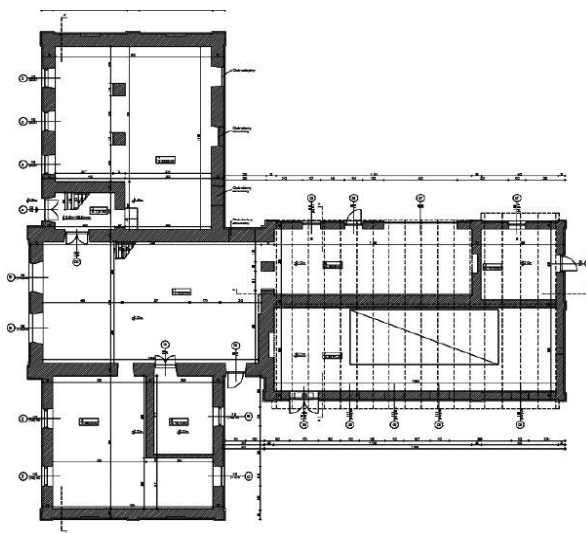


Fig. 1. Existing ground floor plan
Rys. 1. Rzut parteru w stanie istniejącym

a w 1907 r. gorzelnia, która wówczas składała się z budynku głównego magazynu spirytusu oraz budynków gospodarczych. W czasie drugiej wojny światowej stacjonowali na terenie folwarku niemieccy żołnierze, a po wojnie całość

została przejęta przez Skarb Państwa i przekształcona w PGR. W latach siedemdziesiątych przeprowadzono remont, podczas którego poza wymianą urządzeń produkcyjnych i zbiorników, rozkuto elewację frontową oraz wykonano wzmocnienia pod belki stropowe w hali maszyn, wymieniono drewniane schody na metalowe oraz zastąpiono blachę ocynkowaną eternitem. Pod koniec XX wieku budynek pełnił również funkcję szkoły podstawowej i ośrodka szkolno-wychowawczego. W latach dziewięćdziesiątych budynki odzyskali prawni spadkobiercy, a w 2013 r. gorzelnia została sprzedana w prywatne ręce.

Budynek otoczony jest terenem z zespołem stawów rybnych, a w odległości 350 m położony jest zespół dworsko-parkowy z pałacem. W odległości 8 km na południowy wschód znajduje się malowniczy Czarnolas z zabytkowym dworkiem – muzeum Jana Kochanowskiego, a na południe miasto Zwoleń, gdzie w XVI-wiecznym kościele spoczywają szczątki poety z rodziną.

Gorzelnia jest budynkiem dwukondygnacyjnym, niepodpiwniczonym (poza skrzydłem magazynu i kotłowni), z poddaszem użytkowym, wpisanym do rejestru zabytków. Obiekt zbudowano w technologii tradycyjnej z cegły pełnej.

Budynek wzniesiony jest na planie litery T i składa się z przylegających do siebie czterech prostopadłościanów (rysunek 1). Od strony zachodniej znajduje się najwyższa część budynku (ok. 12 m), z dwoma skrzydłami – północnym i południowym. Pełniły one funkcję przemysłową – na parterze odbywały się procesy produkcyjne, a wyżej, w części północnej, usytuowane były mieszkania, natomiast w części południowej pomieszczenia administracyjno-socjalne. Część bez strychu pełniła funkcję m.in. magazynu i kotłowni. Na parterze korpus ma postać trójdziałową (o różnych długościach), a hala maszyn w dziale środkowym ma układ poprzeczny jednoprzestrzenny. W dziale północnym (układ jednoprzestrzenny z podziałem na trakty) mieściła się słodownia.

The building's volume is 3833 m³, and its usable area is approximately 725 m². The external walls have a thickness ranging from 40 to 79 cm and are plastered with lime and cement-lime plasters on the inside. The foundations are made of full brick masonry. The floors are either wooden or made of steel I-beams (IPN 160 and 180), supported by steel beams (2C NP-240). The roof structure is a gabled wooden frame, with purlins and collar beams in the dominant part, covered with corrugated asbestos-cement and corrugated steel sheets. The woodwork (steel in the machinery hall) reaches up to 4 meters in height. The windows are box-type and in poor technical condition. The ground floor has concrete flooring, while the upper floors have wooden floors.

The building is heated by a tiled stove, using biomass (wood), and hot water is heated locally through an electric flow heater – there are no auxiliary systems for either the heating or hot water installations.

Proposed architectural concept with change of function

Taking into account both the history of the building and the needs of today's residents and potential tourists, the architectural concept assumed the adaptation of an industrial building into a building with service and recreation functions. The facility will offer training and conference rooms, as well as restaurants (first floor) and a wellness area (second floor). This will make it possible to make full use of the architectural qualities of the building and the natural qualities of the surrounding area. The proposed arrangement of the individual floors is shown in Figure 2. For the purposes of the project, structural calculations were carried out for the roof trusses, the slab, its supporting elements and the walls. A thermal and moisture analysis of the building was also carried out, which made it possible to eliminate unfavourable phenomena such as interstitial condensation and the intensification of linear thermal bridges when partitions are insulated from the inside. An energy analysis was also carried out, calculating the indexes of usable energy, final energy and non-renewable primary energy, as well as CO₂ emissions in the existing state and after the proposed thermomodernisation improvements.

Kubatura obiektu wynosi 3833 m³, a powierzchnia użytkowa to ok. 725 m². Ściany zewnętrzne o grubości 40 – 79 cm są od środka otynkowane tynkami wapiennymi oraz cementowo-wapiennymi. Fundamenty murowane z cegły pełnej. Stropy drewniane lub z belek stalowych, dwuteowych (IPN 160 i 180), podpartych pociągami (ceowniki 2C NP-240). Dwuspadowa, drewniana więźba dachowa jest w głównej części płatwiowo-kleszczowa, pokryta eternitem falistym oraz falistą blachą stalową. Stolarka drewniana (w hali maszyn – stalowa), do 4 m wysokości, okna skrzynkowe w złym stanie technicznym. Posadzki na parterze betonowe, a na piętrach podłoga drewniana.

Budynek ogrzewany jest piecem kaflowym, za pomocą biomasy (drewno), a ciepła woda podgrzewana miejscowo, elektrycznie. Nie ma urządzeń pomocniczych zarówno w przypadku instalacji c.o., jak i c.w.u.

Proponowana koncepcja architektoniczna ze zmianą funkcji

Biorąc pod uwagę zarówno historię obiektu, jak i potrzeby współczesnych mieszkańców oraz potencjalnych turystów, koncepcja architektoniczna założyła adaptację przemysłowego obiektu na budynek pełniący funkcje usługowo-rekreacyjne. W obiekcie znajdują się sale szkoleniowe i konferencyjne, a także restauracje (parter) oraz strefa wellness (piętro). Umożliwi to wykorzystanie w pełni walorów architektonicznych obiektu i przyrodniczych okolicy. Proponowany układ poszczególnych kondygnacji przedstawiony został na rysunku 2. Na potrzeby projektu wykonano obliczenia statyczno-wytrzymałościowe więźby dachowej, stropu i elementów, które go podpierają oraz ścian. Przeprowadzono również analizę ciepłno-wilgotności obiektu, co pozwoliło wyeliminować zjawiska niekorzystne, takie jak kondensacja międzywarstwowa oraz intensyfikacja liniowych mostków termicznych przy dociepleniu przegród od wewnątrz. Ponadto wykonano analizę energetyczną, obliczając wskaźniki energii użytkowej, końcowej oraz nieodnawialnej energii pierwotnej, a także emisję CO₂ w stanie istniejącym i po proponowanych usprawnieniach termomodernizacyjnych.

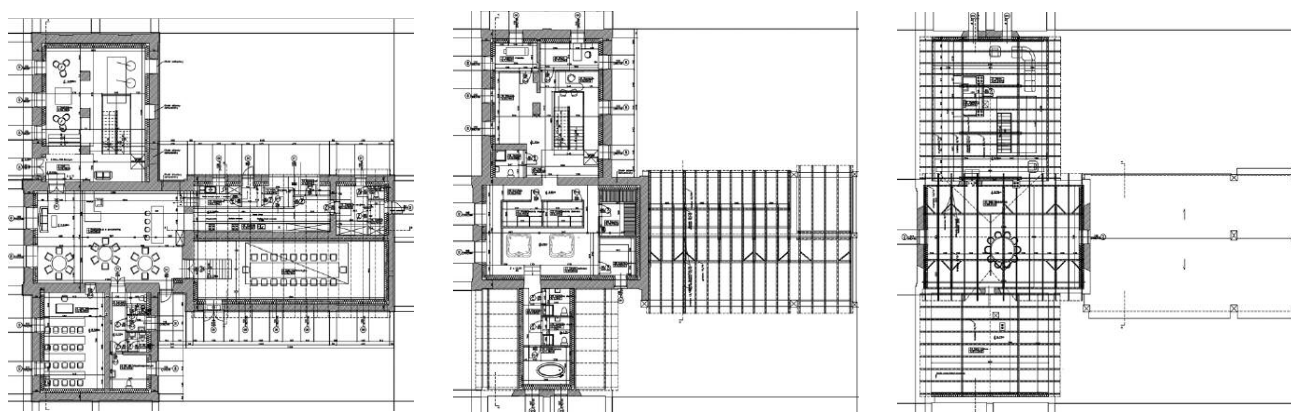


Fig. 2. Architectural concept for the individual floors of the building
Rys. 2. Koncepcja architektoniczna poszczególnych kondygnacji budynku

Proposed measures for thermal modernisation

Thermo-modernisation of historic buildings requires a number of legal challenges to be met. These are aimed at protecting the historical, architectural and cultural value of the monument. In Poland, this is primarily the Act on the Protection and Care of Monuments [10]. This means that materials and techniques must be used that minimise interference with the original structure and appearance of the building in order to obtain permission from the conservator of monuments to carry out the work.

As part of thermomodernisation measures, it is proposed to insulate the external envelope, that is:

- for the external walls, it was proposed to insulate from the inside with 30 cm thick mineral wool ($\lambda = 0,035$ [W/(mK)]), on a wooden frame, with a plasterboard finish. Avoiding the risk of interstitial condensation was possible by using a vapour barrier membrane under the G/K board. Completely eliminating the risk of interstitial condensation, when insulated from the inside, will require constant control of the humidity of the internal air through a mechanical ventilation system. This method of insulation has made it possible to achieve for the external walls U-value of between 0.13 and 0.14 [W/(m²K)], depending on the thickness of the wall, which means meeting the current technical requirements of $U \leq 0,20$ W/(m²K).

- for the roof, mineral wool insulation was used in two layers with a total thickness of 28 cm, also finished with a vapour barrier foil and plasterboard, achieving a heat transfer coefficient of $U = 0,12$ [W/(m²K)], which means meeting the current technical requirements for roofs and flat roofs of $U \leq 0,15$ W/(m²K);

- in the case of the floor on the ground, XPS polystyrene insulation ($\lambda = 0,027$ [W/(mK)]) with a thickness of 10 cm was used (finishing depending on the function of the room), obtaining a heat transfer coefficient of $U = 0,14$ [W/(m²K)] (after taking into account the vertical edge insulation used), which means meeting the current technical requirements for floors on the ground of $U \leq 0,3$ [W/(m²K)].

The window and door woodwork from the 1970s will be replaced. Its technical condition does not allow for renovation, but it will be made in accordance with the conservator's recommendations. The new window sets will have parameters of $U = 0,78$ [W/(m²K)] (against the currently required value of 0.9 [W/(m²K)]), and the door sets will have $U = 0,63$ [W/(m²K)] – the passive standard from the premium plus segment (against the currently required value of 1.3 [W/(m²K)]).

When thermal insulation is used on the internal side, the thermal performance of the envelope improves, but heat flow may be intensified at some structural junctions leading to the formation of linear thermal bridges. Therefore, such junctions should be modelled before calculating the loss by penetration to obtain an accurate value of the linear heat transfer coefficient and the temperature at the junctions to eliminate the risk of mould development. An example of the temperature distribution at an external wall/ceiling junction is shown in Figure 3. The calculations carried out for the structural junctions showed that the risk of mould development had been eliminated, and the Ψ values of the linear heat tran-

Działania termomodernizacyjne

Termomodernizacja obiektów zabytkowych wymaga spełnienia wielu wyzwań prawnych. Mają one na celu ochronę wartości historycznej, architektonicznej i kulturowej zabytku. W Polsce jest to przede wszystkim ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami [10]. Oznacza to, że należy stosować materiały i technologie, które minimalizują ingerencję w oryginalną strukturę i wygląd budynku, aby uzyskać zgodę konserwatora zabytków na prowadzenie prac.

W ramach przedsięwzięć termomodernizacyjnych zaproponowano docieplenie:

- ścian zewnętrznych od wewnątrz wełną mineralną o grubości 30 cm ($\lambda = 0,035$ [W/(mK)]), na stelażu drewnianym, z wykończeniem płytą gipsowo-kartonową. Uniknięcie ryzyka kondensacji międzywarstwowej było możliwe dzięki zastosowaniu membrany paroizolacyjnej pod płytą gipsowo-kartonową (g-k). Całkowite wyeliminowanie ryzyka kondensacji międzywarstwowej, przy dociepleniu od wewnątrz, wymagać będzie stałej kontroli wilgotności powietrza wewnętrznego przez system wentylacji mechanicznej. Ten sposób docieplenia pozwolił na uzyskanie współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych $U = 0,13 - 0,14$ [W/(m²K)] w zależności od grubości ściany, co oznacza spełnienie obecnych wymagań Warunków technicznych $U \leq 0,20$ W/(m²K);

- dachu wełną mineralną w dwóch warstwach o całkowitej grubości 28 cm, również z wykończeniem folią paroizolacyjną oraz płytami gipsowo-kartonowymi i uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,12$ W/(m²K), co oznacza spełnienie obecnych wymagań warunków technicznych dotyczących dachów i stropodachów $U \leq 0,15$ W/(m²K);

- podłogi na gruncie polistyrenem XPS ($\lambda = 0,027$ [W/(mK)]) o grubości 10 cm (wykończenie w zależności od funkcji pomieszczenia), uzyskując wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,14$ [W/(m²K)] po uwzględnieniu zastosowanej pionowej izolacji krawędziowej, co oznacza spełnienie obecnych wymagań warunków technicznych dotyczących podłóg na gruncie $U \leq 0,3$ [W/(m²K)].

Stolarka okienna i drzwiowa z lat siedemdziesiątych XX wieku zostanie wymieniona na nową, wykonaną zgodnie z zaleceniami konserwatora. Zestawy okienne będą miały parametry $U = 0,78$ [W/(m²K)], przy obecnie wymaganej wartości 0,9 [W/(m²K)], a drzwiowe $U = 0,63$ [W/(m²K)] – standard passive z segmentu premium plus (przy obecnie wymaganej wartości 1,3 [W/(m²K)]).

W przypadku zastosowania docieplenia od strony wewnętrznej poprawiają się parametry cieplne przegrody, ale w niektórych węzłach konstrukcyjnych może dojść do intensyfikacji przepływu ciepła, prowadzącego do powstawania liniowych mostków termicznych. W związku z tym przed obliczeniem strat przez przenikanie należy zamodelować takie połączenia, aby uzyskać dokładną wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła oraz temperatury w miejscach połączeń w celu wyeliminowania ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych. Przykład rozkładu temperatury w węzle ściana zewnętrzna – strop pokazano na rysunku 3. Obliczenia dotyczące węzłów konstrukcyjnych wykazały wyeliminowanie ryzyka rozwoju pleśni, a wartości Ψ liniowych współczyn-

sfer coefficients, which are far more accurate than the values from the standard bases, were used to calculate the heat loss through the partitions. It is also extremely important to assume the replacement of the natural gravity system with a more efficient supply and

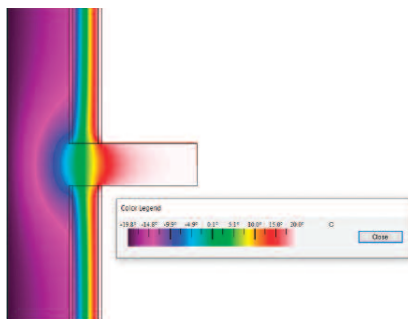


Fig. 3. Isotherm distribution for the wall/slab joint when the external wall is insulated from the inside

Rys. 3. Rozkład izoterm węzła ściana/strop w przypadku wykonania docieplenia ściany zewnętrznej od wewnątrz

exhaust ventilation system with a ground heat exchanger (assumed GWC efficiency of 50%) and recuperation. Assuming a significant improvement in the airtightness of the building, this will achieve a total heat recovery efficiency of 80%.

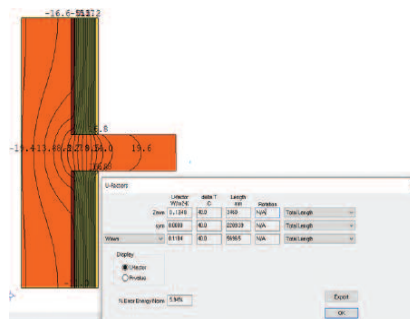
The tiled cooker, which is an inefficient source of heat generation, will be replaced by a glycol/water type compressor heat pump, electrically driven, operating at temperatures of 55 – 45 °C. The auxiliary equipment includes, among others, circulation and circulating pumps and storage charge pumps which will have to be included in the calculation of the final energy demand.

The historic nature of the building prevents the use of renewable energy sources such as photovoltaic cells on the building, but the extensive grounds around the building provide an ideal location for the cells. An issue that must be taken into account during the thermal modernisation process is the waterproofing of the building, because the development of this part of the project is a prerequisite for achieving the intended thermal parameters after thermal modernisation. The building is a non-basement building, so protection against capillary rise will be achieved by carrying out thermo-injections with silicone emulsions at ground floor level. The walls in the plinth area will be protected by hydrophobisation, against rainwater and splash water. The area around the building will be profiled with a slope away from the building with a gravel band.

Results obtained

On the basis of the proposed modernisation works possible for this type of building, thermal, humidity and energy calculations were carried out for the historic building in accordance with Polish standards, among others [11 ÷ 13], as well as regulations [14, 15] and the applicable technical regulations to which the buildings and their location should conform [16]. The results obtained are presented in Tables 1 and 2.

Improving the thermal performance of the building envelope (both the heat transfer coefficients of the individual partitions U and the linear heat transfer coefficients of the structural junctions Ψ e.g.: by using a warm carpentry assembly) will significantly reduce heat loss by penetration. The use of a



ników przenikania ciepła, zdecydowanie dokładniejsze niż wartości z baz normowych, zostały wykorzystane do obliczenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody. Niezwykle istotne jest również założenie wymiany instalacji grawitacyjnej na sprawniej-

szą wentylację nawiewno-wywiewną z gruntowym wymiennikiem ciepła (zakładana sprawność GWC na poziomie 50%) i rekuperacją. Przy założeniu znacznej poprawy szczelności budynku pozwoli to uzyskać całkowitą sprawność odzysku ciepła na poziomie 80%.

Piec kaflowy, stanowiący nieefektywne źródło wytwarzania ciepła, zostanie zastąpiony pompą ciepła typu glikol/woda, sprężarkową, napędzaną elektrycznie, pracującą w temperaturze 55 – 45°C. W skład urządzeń pomocniczych wchodzi m.in. pompy obiegowa i cyrkulacyjna oraz pompy ładujące zasobniki, co spowoduje, że w obliczeniach zapotrzebowania na energię końcową będzie trzeba uwzględnić ich pracę.

Zabytkowy charakter obiektu uniemożliwia wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, takich jak ogniwa fotowoltaiczne na budynku, ale rozległe tereny wokół stanowią idealne miejsce do rozlokowania ogniw. Kwestią, która musi zostać wzięta pod uwagę podczas procesu termomodernizacji, są zabezpieczenia wodochronne obiektu, ponieważ opracowanie tej części projektu jest warunkiem osiągnięcia zakładanych parametrów cieplnych po termomodernizacji. Obiekt jest niepodpiwniczony, a więc zabezpieczenie przed podciąganiem kapilarnym zostanie osiągnięte przez wykonanie termoiniekcji z użyciem emulsji silikonowych w poziomie podłóg na gruncie. Ściany w części cokołowej zostaną zabezpieczone przez hydrofobizację, przed wodą opadową i rozbryzgową, a teren wokół budynku wyprofilowany ze spadkiem od budynku z opaską żwirową.

Uzyskane wyniki

Na podstawie zaproponowanych prac modernizacyjnych obiektu wykonano obliczenia cieplne, wilgotnościowe i energetyczne zgodnie z polskimi normami, m.in. [11 ÷ 13] oraz rozporządzeniami [14, 15] i obowiązującymi warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [16]. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Poprawa parametrów cieplnych obudowy zewnętrznej budynku zarówno współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród U , jak i liniowych współczynników przenikania ciepła węzłów konstrukcyjnych Ψ (np. przez zastosowanie ciepłego montażu stolarki) pozwoli znacznie zmniejszyć straty ciepła przez przenikanie, a zastosowanie

Table 1. Comparison of the heat transfer coefficients of the building envelope for the existing state and after revitalisation

Tabela 1. Porównanie wartości współczynnika przenikania ciepła przegród zewnętrznych w przypadku stanu istniejącego i po rewitalizacji

Value of heat transmission coefficients of the building envelope [W/(m ² •K)]/Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych [W/(m ² •K)]				
	before revitalisation/ przed rewitalizacją	after revitalisation/ po rewitalizacji	required/wymagane	change [%]/zmiana [%]
External wall 79 [cm]/Ściana zewnętrzna 79 [cm]	0,83	0,13	0,20	85
Roof/slabroof/Stropodach/dach	1,95	0,14	0,15	93
Floor on the ground/Podłoga na gruncie	0,40	0,14	0,30	65

Table 2. Section of the energy performance certificates for the building of Old Distillery for existing state conditions assumed

Tabela 2. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej budynku Starej Gorzelnii w przypadku założonych warunków stanu istniejącego

Energy performance indexes/Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Existing state/ Stan istniejący	After revitalisation/ Po rewitalizacji	Change/Zmiana	
Annual EU energy demand index [kWh/(m ² year)]/Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU [kWh/(m ² rok)]	512,3	81,4	-430,8	84%
Index of annual final energy demand EK [kWh/(m ² year)]/Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK [kWh/(m ² rok)]	639,6	80,9	-558,7	87%
Index of annual non-renewable primary energy demand EP [kWh/(m ² year)]/Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² rok)]	112,8	0,0	-112,8	100%
Specific emissions CO ₂ E _{CO2} [tCO ₂ /(m ² year)]/Jednostkowa wielkość emisji CO ₂ E _{CO2} [tCO ₂ /(m ² rok)]	0,00356	0,0	-0,00356	100%
Share of RES in annual final energy demand U _{OZE} [%]/Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U _{OZE} [%]	98,4	100	+1,6	1,6%

ground heat exchanger and the recuperation of mechanical ventilation will reduce losses through ventilation. Such measures will contribute to reducing the building's usable energy demand for heating and ventilation, despite the increase in usable floor area by adapting the unused attic (bearing in mind that insulation on the inside reduces the original temperature-controlled area).

In the existing state, the values of the demand indicators for usable and final energy are very high, but the value of the demand indicator for non-renewable primary energy is already relatively low, which is due to the use of wood as fuel. By making thermomodernisation improvements, the values of the EU and EK indexes will decrease several times, and the use of an alternative energy source in combination with RES will make it possible to achieve a net zero-energy and zero-emission building (Figure 4). Achieving the zero-emission building standard will be possible with the assumption of maximum selfconsumption in the period of overproduction (with transfer of surpluses to the neighbouring palace), the use of energy storage facilities and signing a contract with an energy distributor for the supply of certified energy from renewable sources.

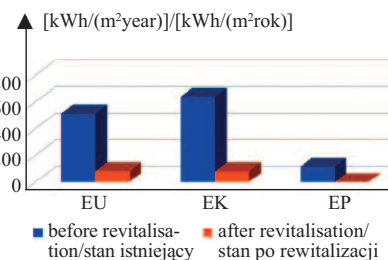


Fig. 4. Summary of annual energy demand factors

Rys. 4. Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię

gruntowego wymiennika ciepła oraz rekuperacji wentylacji mechanicznej zmniejszyć straty przez wentylację. Takie działania przyczynią się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię użytkową, na potrzeby ogrzewania i wentylacji budynku, pomimo zwiększenia powierzchni użytkowej przez zaadaptowanie nieużytkowego poddasza. Należy pamiętać, że wykonanie izolacji od strony wewnętrznej zmniejsza pierwotną powierzchnię o regulowanej temperaturze.

W stanie istniejącym wartości wskaźników zapotrzebowania na energię użytkową i końcową są bardzo duże, ale już wartość wskaźnika zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej jest dosyć mała, co jest wynikiem wykorzystywania drewna jako opału. Wykonanie usprawnień termomodernizacyjnych spowoduje, że wartości wskaźników EU i EK zmniejszą się kilkakrotnie, a zastosowanie alternatywnego źródła energii w połączeniu z OZE pozwoli uzyskać budynek zeroenergetyczny netto i zeroemisyjny (rysunek 4). Osiągnięcie standardu budynku bezemisyjnego będzie możliwe przy założeniu maksymalnej autokonsumpcji w okresie nadprodukcji (z przekazywaniem nadwyżek do sąsiedniego pałacu), zastosowaniu magazynów energii oraz podpisaniu umowy z dystrybutorem energii na dostarczanie energii certyfikowanej z odnawialnych źródeł energii.

Conclusions

Analysing the results obtained in the existing state and after the application of thermomodernisation improvements, the following conclusions were drawn:

1) the process of revitalising historic buildings requires an individual approach, adapted to the structural and architectural elements preserved;

Wnioski

Analizując otrzymane wyniki w stanie istniejącym oraz po zastosowaniu termomodernizacji stwierdzono, że:

1) proces rewitalizacji obiektów zabytkowych wymaga indywidualnego podejścia, dostosowanego do zachowanych elementów konstrukcyjnych i architektonicznych;

2) the process of thermomodernisation can bring a post-industrial listed building back to a serviceable condition;

3) historic buildings are not obliged to meet requirements close to zero-energy buildings, but thermomodernisation is recommended due to the need to improve the comfort of the building's users;

4) the revitalisation of a heritage building can result in the heritage building, while retaining all its historical value, becoming a low energy building;

5) as a result of the proposed revitalisation project, there is an 84% reduction in EU, 87% reduction in EK and 100% reduction in EP;

6) Insulation of the building envelope is one of the main reasons for the reduction in usable energy demand, which in turn has led to a reduction in maintenance costs and carbon emissions;

7) historic buildings often need to be insulated on the inside in order to keep their historic façade intact;

8) insulating from the inside reduces the risk of surface condensation over the entire surface of the envelope, but requires checking connection details at sensitive points, such as at the connection to the internal wall, where there may be a risk of mould growth.

2) proces termomodernizacji może doprowadzić do przywrócenia przemysłowego budynku zabytkowego do stanu użyteczności;

3) budynki zabytkowe nie podlegają obowiązkowi spełnienia wymagań dotyczących budynków zeroenergetycznych, ale termomodernizacja jest zalecana ze względu na konieczność poprawy komfortu użytkowników budynku;

4) rewitalizacja obiektu zabytkowego może spowodować, że przy zachowaniu wartości historycznej stanie się on budynkiem o niskim zapotrzebowaniu na energię;

5) w wyniku zaproponowanego projektu rewitalizacji nastąpiło zmniejszenie wartości wskaźnika EU o 84%, EK o 87% oraz EP o 100%;

6) docieplenie przegród zewnętrznych jest jednym z głównych powodów zmniejszenia zapotrzebowania na energię użytkową, co z kolei doprowadziło do obniżenia kosztów utrzymania obiektu oraz ograniczenia emisji dwutlenku węgla;

7) budynki zabytkowe często wymagają docieplenia od wewnątrz w celu zachowania ich zabytkowej fasady w stanie nie naruszonym;

8) docieplenie od wewnątrz zmniejsza ryzyko kondensacji powierzchniowej na całej powierzchni przegrody, ale wymaga sprawdzenia detali połączeń w niewrażliwych miejscach, np. przy połączeniu ze ścianą wewnętrzną, gdzie może pojawić się ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych.

Received: 25.11.2024
Revised: 19.12.2024
Published: 24.01.2025

Artykuł wpłynął do redakcji: 25.11.2024 r.
Otrzymano poprawiony po recenzjach: 19.12.2024 r.
Opublikowano: 24.01.2025 r.

Literature

- [1] Directive 2018/844 of the European Parliament and of the council of 30 may 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.
- [2] Directive 2024/1275 of the European Parliament and of the council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings.
- [3] Orlik-Koźdoń B. Termomodernizacja budynków zabytkowych część 1. Uwarrantowania prawne. Builder Science. 2019; DOI: 10.5604/01.3001.0013.5162.
- [4] Rogalska M, Hejducki Z. Procedura doboru sposobu termorenowacji budynków zabytkowych w aspektach konserwatorskich, technicznych, środowiskowych i ekonomicznych. Przegląd Budowlany. 2021; 113 – 118.
- [5] Orlik-Koźdoń B. Termomodernizacja budynków zabytkowych część 2. Projektowanie dociepleń. Builder Science. 2019; DOI: 10.5604/01.3001.0013.5635.
- [6] Szarejko M, Górka A. Assessment of the Transformations of a Two-Story Brick House with a Semi-flat Roof Dated to the Turn of the Nineteenth and the Twentieth Centuries after Thermal Refurbishment: Case Study of Puck County, Pomerania. Wiadomości Konserwatorskie. Journal of Heritage Conservation. 2023; DOI: 10.48234/WK73PUCK.
- [7] Bajno D, Marynowicz A, Kucharczyk A. Badanie wpływu wewnętrznych dociepleń budynków historycznych na ich stan techniczny. Materiały Budowlane. 2023; DOI: 10.15199/33.2023.05.09.
- [8] Fedorcak-Cisak M, Haupt P, Markiewicz-Zahorski P, Cechini K. Climate-neutral historic buildings, Słowacki Theatre in Poland – case study. MATEC Web of Conferences. 2024; <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439620010>.

- [9] Opałka P, Solisz I, Bednarz Ł, Bajno D, Kuśnierz-Krupa D, Wilk K, Andrianos N. Adaptation of Reinforced-Concrete, Postindustrial Buildings in Terms of Thermal Retrofitting on the Example of a Historical Water Tower. Wiadomości Konserwatorskie. Journal of Heritage Conservation. 2023; DOI: 10.48234/WK74RETROFITTING.
- [10] Ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z 23 lipca 2003 r.
- [11] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
- [12] PN-EN ISO 13370:2017 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metoda obliczania.
- [13] PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
- [14] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376) [9].
- [15] Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z 6 września 2019 zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2019 poz. 1829).
- [16] Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225).