

KONCEPCJA EKOLOGICZNEGO DOMU MIESZKALNEGO NA MAZOWSZU

Norbert Dąbkowski, Dariusz Kiziewicz

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W artykule została przedstawiona koncepcja ekologicznego budynku mieszkalnego, który łączy w sobie cechy nowoczesności oraz przeszłości. Budynek został zlokalizowany na południowym Mazowszu i z tego regionu czerpano wzorce architektury regionalnej. Wykorzystano aktualny stan wiedzy o materiałach budowlanych i wybrano najlepsze pod względem „ekologicznym”. Także zaproponowane wstępnie wyposażenie techniczne budynku należy do najnowocześniejszych rozwiązań „ekologicznych”.

Słowa kluczowe: budynek mieszkalny, architektura regionalna, budynek ekologiczny

WSTĘP

Każda działalność człowieka, w tym również działalność budowlana, ma znaczący wpływ na otaczające go środowisko. Ponieważ nie jest możliwe tworzenie przestrzeni, zapewniającej człowiekowi optymalne warunki bytowe, bez korzystania z zasobów przyrody, narodziła się więc potrzeba racjonalnego gospodarowania nimi. Obecnie zarówno w Polsce, jak i na świecie bardzo duży nacisk kładziony jest na ochronę środowiska oraz budownictwo zdrowe dla użytkownika. Głównymi założeniami jest uzyskanie jak największej oszczędności w trakcie użytkowania i ekologiczności w sensie materiałów, przyrody i otoczenia. Ekologiczne rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne należy realizować możliwie we wszystkich rodzajach inwestycji budowlanych. Wydaje się jednak bardziej naturalne, że zagadnienia ekologicznego budowania powinny mieć istotne znaczenie w miejscach, w których ekologia stawiana jest na pierwszym planie, czyli w gospodarstwach ekologicznych. W toku prowadzonych badań dotyczących ekologicznych budynków pojawiła się potrzeba sporządzenia koncepcji ekologicznego domu mieszkalnego.

METODYKA BADAŃ

Koncepcja ta powstała w wyniku syntezy dwóch czynników – ekologii w budownictwie oraz regionalizmu w architekturze. Została opracowana dla regionu Ziemi Radomskiej i nawiązuje do niej formą budynku (zawiera cechy regionalne architektury tego regionu Polski) oraz wykorzystywanymi (w przeszłości) w tym regionie materiałami budowlanymi.

Wykorzystano w niej również wiedzę, dotyczącą kształtowania przestrzeni budynków oraz nowoczesnych, ale ekologicznych materiałów budowlanych i nowoczesnych źródeł energii odnawialnych. Koncepcję opracowano na podstawie badań terenowych budynków mieszkalnych zlokalizowanych w gospodarstwach ekologicznych w regionie oraz badań porównawczych budynków mieszkalnych zgromadzonych w Muzeum Wsi Radomskiej.

WYNIKI BADAŃ

Plan budynku

Przedmiotem koncepcji jest budynek parterowy z poddaszem użytkowym (rys. 1). Jego układ pomieszczeń przypomina występujący w przeszłości na terenie Mazowsza dwutraktowy układ budynku. Zaprojektowany został on na bazie prostokąta z dostawionym do jednego z naroży garażem. Takie rozwiązanie pozwala na realizację domu bez garażu, ewentualnie garaż może zostać ulokowany jako osobny budynek w innym – bardziej „dogodnym” miejscu na działce. Budynek przeznaczony jest dla modelu rodziny 2 + 2 + 2.

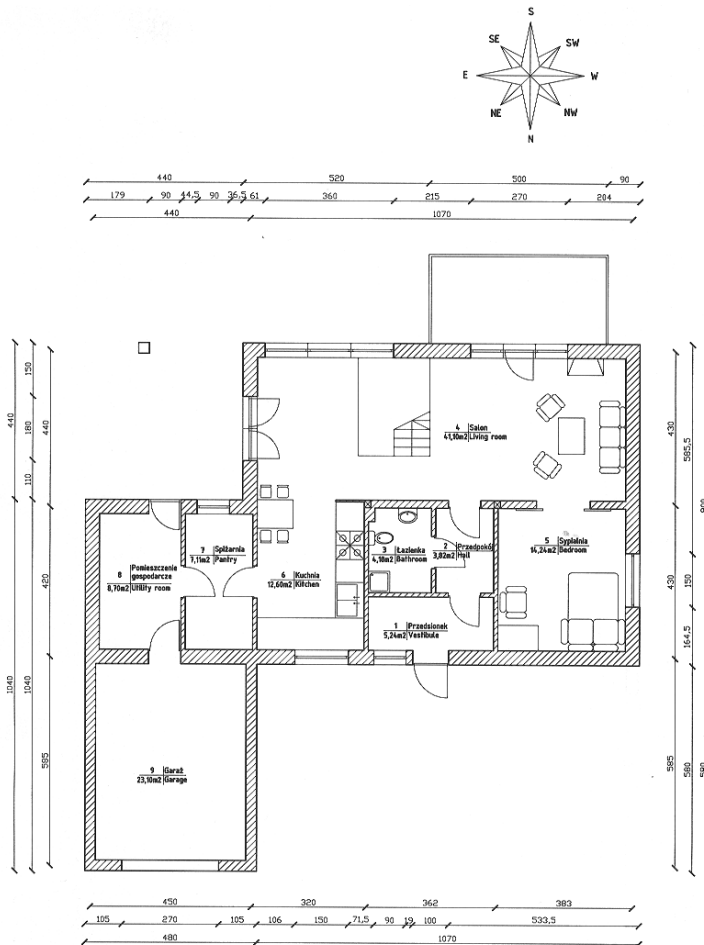
Część parterowa przeznaczona jest dla wspólnego obcowania domowników, do czego służą obszerny salon oraz kuchnia z jadalnią (rys. 2). Na parterze znajduje się również sypialnia, stanowiąca pokój „dziadków”. Poddasze użytkowe dzieli się wyraźnie na dwie części przeznaczone odpowiednio dla „rodziców” oraz dla „dzieci” (rys. 3). Na poddaszu zlokalizowane są też osobne dwie łazienki. Jedno z pomieszczeń przeznaczonych dla „dzieci” posiada wyjście na obszerny taras, znajdujący się powyżej garażu (lub mniejszy taras, jeśli inwestor rezygnuje z garażu dostawionego do budynku). Wielopokoleniowość budynku stanowi nawiązanie do tradycyjnego, wiejskiego modelu rodziny.

Architektura i konstrukcja budynku

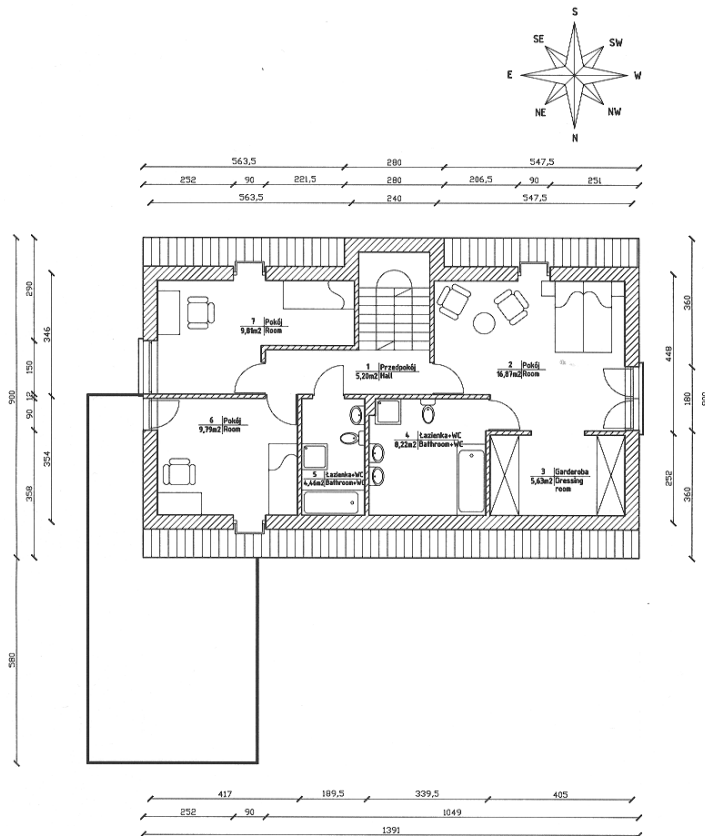
Budynek ten stanowi powiązanie nowoczesności z tradycją. Pierwszą widoczną cechą domu, która nawiązuje do przeszłości, jest powszechne użycie drewna oraz kamienia. Kolejną cechą jest wysoki, naczółkowy dach, często spotykany dawniej na Mazowszu. Większa powierzchnia poddasza pozwoliła na uzyskanie w jednym z naroży podcienia, stanowiącego wyraźne nawiązanie do tradycyjnej architektury. Innymi odwołaniami do dawnego budownictwa wiejskiego jest zastosowanie przedsionka, pełniącego podobną funkcję, jaką niegdyś spełniała sień-śluzka brudu.



Rys. 3. Widok domu od strony północnej (elewacja frontowa)
 Fig. 3. View of house from the north (front elevation)



Rys. 1. Rzut parteru
 Fig. 1. Projection of ground floor



Rys. 3. Rzut poddasza
Fig. 3. Projection of attic

Większość materiałów budowlanych użytych do wzniesienia budynku jest pochodzenia naturalnego oraz miejscowego. Użycie materiałów sztucznych, o wysokim przetworzeniu technologicznym, zostało ograniczone do minimum.

Fundamenty zostały wykonane z kamienia naturalnego łączonego na zaprawę cementową. Ścianki fundamentowe ocieplone zostały od strony wewnętrznej styropianem, ze względu na brak możliwości użycia do tego celu materiałów termoizolacyjnych pochodzenia roślinnego.

Podłoga na parterze jest drewniana z pustką powietrzną. Taka konstrukcja rozwiązuje problem rozmieszczenia przewodów instalacyjnych. Elementem nośnym są belki drewniane, między którymi oraz poniżej których umieszczona jest warstwa termoizolacyjna – maty z korka o grubości 30 cm. Ze względu na brak powszechnej dostępności tego rodzaju materiału oraz wysoki koszt dopuszcza się stosowanie styropianu lub wełny mineralnej o odpowiedniej grubości. Rozwiązanie takie pociąga za sobą niestety obniżenie tzw. ekologiczności budynku – materiały te są wysokoprzetworzone. Belki podłogowe stężone są od góry warstwą płyt pilśniowych, na których ułożona jest warstwa podłogo-

wa. Użycie betonu ograniczone zostało do wykonania warstwy podłogowej w garażu, gdzie ze względu na duże obciążenia wymagana jest większa wytrzymałość posadzki.

Ściany zewnętrzne wykonane zostały w technologii drewnianej, o konstrukcji wieńcowej, z czterokantowych bali sosnowych o grubości 9 cm, umieszczonych od strony zewnętrznej. Bale te spoczywają na belce podwalinowej zakotwionej do fundamentu. Od wewnątrz umieszczona jest izolacja termiczna wykonana z mat korkowych, o grubości 30 cm (dopuszcza się też stosowanie styropianu lub wełny mineralnej). Izolacja z mat umieszczona jest w drewnianym stelażu, stanowiącym również wzmocnienie konstrukcji nośnej ścian. Stelaż ten od wewnątrz wzmocniony jest płytami pilśniowymi, na których układane jest wewnętrzne wykończenie.

Ściany działowe wykonane są z drewnianego stelaża, w którym umieszczony jest materiał izolacji termicznej i akustycznej – maty z korka o grubości 10 cm (zamiennie, jak w przypadku ścian zewnętrznych, styropian i wełna mineralna). Ścianki te od zewnątrz stężone są płytami pilśniowymi, stanowiącymi podkład pod warstwę wykończenia.

Strop ponad parterem wykonany jest w konstrukcji drewnianej. Jego elementem nośnym są drewniane belki, spoczywające na ścianach zewnętrznych, a w środku rozpiętości budynku – na drewnianym podciągu opartym na dwóch słupach. Między belkami umieszczony jest materiał termoizolacyjny o grubości 20 cm. Belki z obu stron wzmocnione są poszyciem z płyt pilśniowych.

Więźba dachowa wykonana została w konstrukcji jętkowej. Krokwie stężone są za pomocą tzw. wiatrownic, czyli ukośnych desek, łączących w płaszczyźnie połączeń dachowych. Konstrukcja dachu wzmocniona jest pełnym deskowaniem, stanowiącym podkład dla pokrycia dachowego, które wykonane zostało z gontów drewnianych. Ponieważ kąt nachylenia dachu wynosi 45°, więc pokrycie musiało zostać wykonane z dwóch warstw gontów.

Wszelkie drewniane elementy zabezpieczone zostały przeciwko korozji pokostem, czyli rozrzedzonym olejem lnianym. Wykończenie wewnętrzne sprowadza się do wykonania ocieplenia poddasza użytkowego matami z korka o grubości 30 cm (lub alternatywnie styropian lub wełna mineralna o odpowiedniej grubości), położenia folii paroizolacyjnej oraz poszycia z płyt pilśniowych, na których układa się wewnętrzne wykończenie.

Obliczenie współczynnika przenikania ciepła (U) dla ścian zewnętrznych

Podstawowym warunkiem budownictwa ekologicznego, oprócz naturalnego pochodzenia materiałów budowlanych, jest małe zużycie energii podczas użytkowania budynku. Uzyskuje się je między innymi przez zapewnienie wysokiej termoizolacyjności przegród budowlanych. W rozpatrywanym budynku zastosowano 30-centymetrową warstwę mat z korka (alternatywnie styropianu lub wełny mineralnej).

Do obliczenia oporu cieplnego przegrody pionowej zastosowano wzory [PN-EN ISO 6946:2008]:

$$U = \frac{1}{\sum R} \quad [\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}] \quad (1)$$

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (2)$$

gdzie: U – współczynnik przenikania ciepła [$\text{W}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{K})^{-1}$],
 R – opór cieplny warstwy materiału [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$],
 λ – współczynnik przewodzenia ciepła [$\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$],
 d – grubość warstwy materiału [m].

W tabeli 1 umieszczono wartości oporu cieplnego (R) dla poszczególnych komponentów przegrody pionowej budynku, potrzebne do obliczenia współczynnika przenikania ciepła tej przegrody.

Tabela 1. Wyznaczenie oporu cieplnego (R) komponentów przegrody pionowej
 Table 1. Determination of the heat resistance (R) of the components of the vertical partition

Rodzaj warstwy w komponentie Type of a layer in the component	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [$\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$] Coefficient of heat conduction	Grubość warstwy d [m] Thickness of the layer	Opór cieplny R [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$] Heat resistance
Zewnętrzny opór przyjmowania ciepła, R_z External heat absorption resistance R_z	–	–	0,04
Sosna w poprzek włókien Pine wood across the fibres	0,16	0,09	0,56
Maty z korka Cork mats	0,037	0,30	8,11
Styropian Styrofoam	0,040	0,30	7,50
Wełna mineralna Mineral wool	0,042	0,30	7,14
Wewnętrzny opór przyjmowania ciepła, R_c Internal heat absorption resistance, R_c	–	–	0,12

W wyniku obliczeń otrzymano:

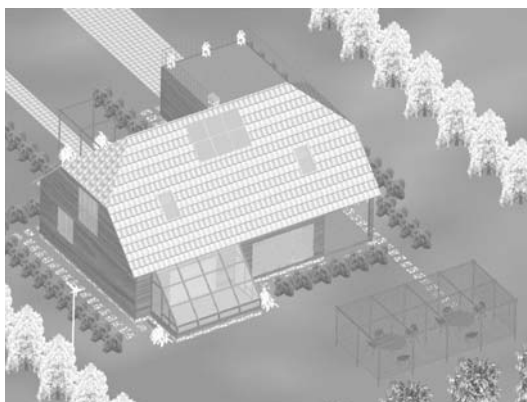
- dla mat z korka
 $R = 0,04 + 0,56 + 8,11 + 0,12 = 8,83 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$
 $U = 1/R = 1/8,83 = 0,11 \text{ W}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{K})^{-1}$
- dla styropianu
 $R = 0,04 + 0,56 + 7,50 + 0,12 = 8,22 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$
 $U = 1/R = 1/8,22 = 0,12 \text{ W}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{K})^{-1}$
- dla wełny mineralnej
 $R = 0,04 + 0,56 + 7,14 + 0,12 = 7,86 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$
 $U = 1/R = 1/7,86 = 0,13 \text{ W}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{K})^{-1}$

Uzyskany niski współczynnik przenikania ciepła jest zgodny ze standardami domów pasywnych. Budynek ten jest stosunkowo duży, więc straty ciepła z takiego budynku będą odpowiednio większe. Jednakże posiada on niezbyt skomplikowaną bryłę, w związku z czym powoduje to występowanie małej liczby mostków termicznych. Ponadto charakteryzuje się niskim współczynnikiem A/V , czyli stosunkiem powierzchni przegród zewnętrznych do kubatury budynku. Budynki o prostej bryle są tańsze do wzniesienia, a ich

budowa stwarza mniej okazji do popełnienia błędów. Dom powinien zostać wykonany ze szczególną starannością, aby ograniczyć liczbę mostków termicznych oraz zapewnić szczelność budynku. Jedynym miejscem, przez które powinno dostawać się powietrze do budynku, powinien być początek układu wentylacyjnego.

Dom z poddaszem użytkowym charakteryzuje się mniejszymi stratami ciepła w przeliczeniu na metr kwadratowy powierzchni użytkowej niż domy parterowe.

Od strony południowej domu został zaprojektowany ogród zimowy, pełniący rolę kolektora ciepła, służącego do ogrzewania powietrza wewnątrz budynku (rys. 4). Elewacja z tej strony została wyposażona w duże przeszklenia w celu zwiększenia zysku energetycznego budynku. Automatycznie liczba okien od strony północnej ograniczona została do minimum.



Rys. 4. Widok domu od strony południowej (elewacja ogrodowa)

Fig. 4. View of house from the south (garden elevation)

Ważnym elementem wpływającym na małe zużycie energii w budynku jest rodzaj zastosowanych okien – ich współczynnik przenikania ciepła nie powinien przekraczać $1,1 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$. Zaplanowano okna drewniane, posiadające trzy szyby, z napyłoną na powierzchnię warstwą tlenków metali. Przestrzeń między taflami powinna być wypełniona gazem szlachetnym.

W budynku stosowany będzie inteligentny system grzewczy, zmniejszający temperaturę w pomieszczeniach, w których aktualnie nie przebywa żaden człowiek. Zrezygnowano z ogrzewania niektórych pomieszczeń, jak na przykład garażu, garderoby czy spiżarni. Garaż oddzielony jest od reszty budynku za pomocą standardowej warstwy izolacji termicznej o grubości 30 cm. W domu tym instalacja centralnego ogrzewania oparta będzie na działaniu kotła z zamkniętą komorą spalania (kotła kondensacyjnego), w którym paliwem będzie biomasa. Niezbędne jest również zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperatorem, czyli urządzeniem pozwalającym odzyskać ciepło z powietrza usuwanego z budynku i przekazać go powietrzu doprowadzanemu do budynku. Ogrzewanie budynku wspomagane będzie gruntowym wymiennikiem ciepła, czyli tzw. pompą ciepła.

Do ogrzewania wody użytkowej zastosowane zostaną kolektory słoneczne umieszczone na południowej połaci dachu, budynek może także zostać zaopatrzony w kominek

z płaszczem wodnym, wspomagającym ogrzewanie wody. Zapotrzebowanie na energię elektryczną zostanie częściowo pokryte przez źródło tzw. zielonego prądu, czyli turbinę wiatrową zlokalizowaną w pobliżu budynku.

Nieodzownym elementem koncepcji jest również właściwe zagospodarowanie działki siedliskowej – osłonięcie jej od zimnych wiatrów z jednoczesnym umożliwieniem jej przewietrzania oraz właściwym dostępem światła słonecznego do kolektorów słonecznych i ogrodu zimowego.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowany budynek spełnia warunki budownictwa ekologicznego oraz nawiązuje architekturą do tradycji Mazowsza. Zaproponowana koncepcja ekologicznego domu mieszkalnego jest otwarta, można i należy ją modyfikować. Została ona zrealizowana dla południowego Mazowsza – z tego rejonu czerpano wzorce architektury regionalnej. Wydaje się więc właściwe kontynuowanie idei ekologicznego domu i jej rozwój w innych regionach Polski (inne wzorce architektury regionalnej i inne materiały miejscowe). Należy również modyfikować program domu w zależności od potrzeb. Jeśli mówi się o domu ekologicznym, to należy przez to rozumieć dom bardzo nowoczesny. Przy projektowaniu trzeba więc posłużyć się najnowszą wiedzą z dziedziny projektowania energooszczędnego i ekologicznego w całym cyklu życia budynku, nowoczesnymi osiągnięciami techniki grzewczej i energetycznej, wprowadzić tzw. system inteligentnego domu. Koncepcja w żadnym stopniu nie powinna jednak pociągać za sobą typizacji budynków. Budynki powinny być różnorodne, zainspirowane tradycją architektoniczną regionu, a do ich budowy należy wykorzystywać w większości materiały miejscowe.

PIŚMIENNICTWO

- Borc Z., 2003. Architektura wsi. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław.
- Ciołek G., 1984. Regionalizm w budownictwie wiejskim w Polsce. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- Mikoś J., 2000. Budownictwo ekologiczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Kotwica J., 2004. Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym. Arkady, Warszawa.
- Stachowicz A., Kram D., Rawski A., 1993. Drewno – materiał ekologiczny z surowca odnawialnego i jego wykorzystanie w budownictwie. V Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a budownictwo”, Bielsko-Biała.
- Tłoczek I., 1985. Dom mieszkalny na polskiej wsi. PWN, Warszawa.
- Wieczorkiewicz W., 1988. Budynek mieszkalny na wsi. Arkady, Warszawa.
- PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

THE CONCEPT OF AN ECOLOGICAL DWELLING HOUSE IN MAZOVIA

Abstract. The paper presents the concept of an ecological dwelling house, which unifies in itself the modern features and the past ones. The building has been localized in the southern Mazovia, so this region served as a source of patterns of the regional architecture. There has been used the actual state of knowledge about building materials and the best of these materials – from the ecological point of view – have been chosen. The technical building equipment, initially proposed, also draws on the most modern ecological solutions.

Key words: dwelling house, regional architecture, ecological building

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 21.12.2009