

Prezentacje/Presentations

EKOskręt – nowoczesny i komfortowy dom energooszczędny

ECOtwest – modern & comfortable energy-efficient house

Autorki:/Authors: Joanna Gil, Anna Grudzińska*, Agata Potaczek**

Promotor:/Supervisor: dr inż. arch. Anna Bać

Nagroda:/Prize: I nagroda w ogólnopolskim konkursie Multi EKO Dom

The First Prize awarded in the Nationwide Competition Multi EKO Dom

Wprowadzenie

Projekt domu jednorodzinnego EKOskręt powstał w ramach kursu studialnego „Budynki ekologiczne – problemy projektowe”¹. Głównym celem było opracowanie koncepcji budynku zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju, będącą rozwiązaniem problemu degradacji środowiska naturalnego przez branżę budowlaną, oraz spełnienie wymagań zapotrzebowania na energię użytkową określonych w programie Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). W efekcie zaprojektowano komfortowe i funkcjonalne miejsce do mieszkania, które respektuje istniejący ekosystem oraz dzięki zastosowanym rozwiązaniom energooszczędnym osiąga standard NF40².

Koncepcja (il. 1) powstała w wyniku współpracy z Grażyną i Darkiem – parą, która zgodziła się wystąpić w roli

Introduction

The single-family house ECOTwest was designed as part of a university course entitled “Ecological Buildings – design problems”¹. Its main purpose was to work out a concept of a building according to the idea of sustainable development constituting a solution to the problem of degradation of the environment by the construction industry as well as to meet the requirements of a demand for usable energy defined in the programme of National Environment Protection and Water Management Fund (Polish acronym: NFOŚiGW). As a result, a comfortable and functional place of residence was designed which respects the existing ecosystem and thanks to the employed solutions satisfies the NF40² standard.

This concept (Fig. 1) was created thanks to cooperation with Grażyna and Darek – a couple who agreed to play the role of potential investors and actively participate in the entire design process. All their demands were met as

* Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej/Faculty of Architecture, Wrocław University of Technology.

¹ Kurs na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej prowadzony przez dr inż. arch. Annę Bać oraz doktorantów Mateusza Sikorskiego i Pawła Owczarka w pierwszym semestrze studiów magisterskich. Metodologia kursu opracowana przez dr inż. arch. Annę Bać i dr inż. arch. Krzysztofa Cembrata.

² Standard budynku niskoenergetycznego, w którym zapotrzebowanie na energię użytkową jest na poziomie nie wyższym niż 40 kWh/m²·rok (wg programu NFOŚiGW).

¹ This course at the Faculty of Architecture of Wrocław University of Technology was conducted by architect Anna Bać PhD Eng as well as by PhD students Mateusz Sikorski and Paweł Owczarek in semester I of MSc studies. The course methodology was elaborated by Anna Bać PhD Eng and Krzysztof Cembrat PhD Eng.

² The standard of an energy-efficient building where a demand for usable energy does not exceed 40 kWh/m²·year (according to NFOŚiGW programme).



Il. 1. Wizualizacja domu
EKOskręt od strony ogrodu
(autor: A. Potaczek)

Fig. 1. Visualisation of the
ECOtivist house, view from
the garden (author: A. Potaczek)

potencjalnych inwestorów i aktywnie uczestniczyć w całym procesie projektowym. Spełniono wszystkie ich postulaty dotyczące nakładów finansowych w ramach inwestycji³, komfortu użytkowania budynku, jak również jego dynamicznej formy i estetyki. Dodatkowo udało się ich przekonać do ekologicznych rozwiązań technologicznych oraz użycia lokalnych surowców przy budowie obiektu. W rezultacie powstał projekt zmierzający do modelu „domu przyszłości”, który jest energooszczędny i opłacalny pod względem eksploatacji, a przy tym wygodny i prosty w użytkowaniu.

Budynek zaprojektowany został na działce budowlanej przy ulicy Karola Olszewskiego 145 we Wrocławiu. Formą wpasowuje się w otaczającą zabudowę, uzupełniając lukę w tkance miejskiej. Ma dwie kondygnacje – w przyziemiu znajduje się część dzienna wraz z pokojem gościnnym oraz pomieszczeniami technicznymi, natomiast na pierwszym piętrze usytuowano część sypialną, pralnię oraz łazienkę.

Kształt budynku i jego relacja z otoczeniem

Działka projektowa leży na obszarze nieobjętym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, co pozwoliło na dużą dowolność w zakresie kształtu i usytuowania budynku. Projektowany obiekt został umieszczony w linii zabudowy zasugerowanej przez frontowe elewacje budynków na sąsiednich działkach (il. 2) oraz ustalony w układzie szczytowym względem ulicy. Kalenica natomiast poprowadzona została równolegle do wschodniej i zachodniej krawędzi działki, co nadało bryle budynku oryginalny i dynamiczny charakter. Strefę wejściową domu zaplanowano od północy, przeciwnie do części dziennej, co pozwala na odizolowanie się od hałasu ulicy oraz optymalne wykorzystanie nasłonecznienia. Duże przeszklenia od strony południowej mogą generować zyski energii cieplnej od promieni słonecznych, przewyższając jej straty i wpływając korzystnie na bilans energetyczny

regards financial outlay within the investment³, comfort of using the building as well as its dynamic form and aesthetics. Moreover, we managed to convince them about high values of the ecological technological solutions and usage of local raw materials when erecting the building. As a consequence, the achieved design is an attempt at a model of a “home of the future” that is energy-efficient and cost-effective and at the same time comfortable and easy to use.

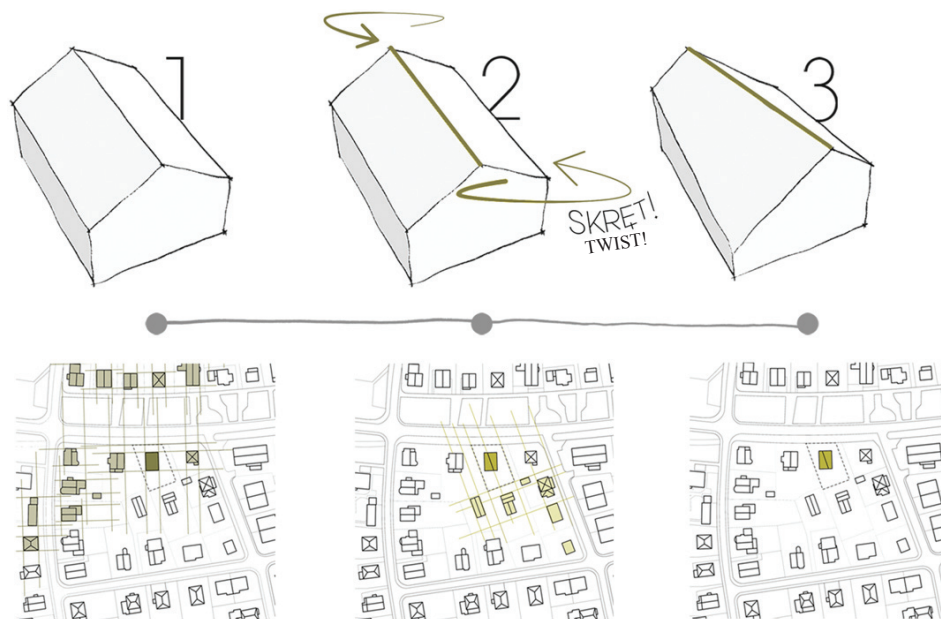
The building was put up on a plot of land situated in Karola Olszewskiego Street No 145 in Wrocław. Its form blends in with the surrounding development by filling a gap in the existing city tissue. It is a two-storey structure – on the ground floor there is a living area along with a guest room and technical facilities whereas on the first floor there are bedrooms, a laundry and a bathroom.

Shape of the building and its relation with the surroundings

The site of the design is located in an area that is not part of a local zoning plan, which provided much freedom as regards the shape and location of the building. It was placed in a line of development suggested by the frontal elevations of the buildings on the neighbouring plots of land (Fig. 2) and situated in a peak system towards the street. The roof ridge was made parallel to the eastern and western edges of the site which gave the building an original and dynamic character. The entrance area was planned in the north, opposite to the living area, which made it possible to isolate this part from the street noise and to use sunlight in an optimal way. Large glazing on the southern side can generate thermal energy profits from sun beams exceeding its losses and influencing favourably the energetic balance of the building. Simultaneously, it is possible to prevent the building from excessive overheating of the interior in the summer periods through using regulated anti-solar covers in window

³ Inwestorzy oszacowali swój budżet na 700 000 zł.

³ Investors estimated their budget at 700 000 PLN.



II. 2. Kształtowanie bryły budynku – kalenica obrócona równoległe do osi działki (autor: J. Gil)

Fig. 2. Forming the building's shape – the ridge is twisted in parallel to the site's main axis (author: J. Gil)

budynku. Jednocześnie istnieje możliwość zapobiegania nadmiernemu przegrzewaniu się wnętrza domu w okresie letnim poprzez zastosowanie na otworach okiennych regulowanych osłon przeciwsłonecznych – żaluzji drewnianych oraz rolet fasadowych. Dzięki umieszczeniu ich od zewnętrznej strony, nagrzane osłony nie przekazują ciepła do wnętrza domu. Dążono do uzyskania zwartego i kompaktowego kształtu budynku w celu ograniczenia strat ciepła przez przegrody zewnętrzne oraz do zredukowania kosztów budowy. Urządzenia związane z ogrzewaniem i wentylacją zaplanowano w jego centralnej części, co pozwala na efektywne wykorzystanie instalacji [1].

Planuje się podłączenie projektowanego budynku do sieci energetycznej, wodnej i kanalizacyjnej biegnących wzdłuż przylegającej do działki ulicy Karola Olszewskiego.

Sposób usytuowania projektowanego budynku dzieli teren opracowania na dwie części o odmiennej funkcji. Strefę wejściową do domu oraz podjazd do garażu umieszczono od północnej strony działki, południowa część natomiast jest przeznaczona na przestrzeń rekreacyjno-uprawną, obejmującą taras naziemny nad płytkim stawem ogrodowym, miejsce zabaw dla dzieci, a także ogródek warzywny. Projekt zagospodarowania terenu zakłada maksymalne możliwe zachowanie roślinności istniejącej i uzupełnienie jej roślinnością nowo nasadzaną. Tereny utwardzone zostały ograniczone do niezbędnego minimum w celu zachowania jak największej powierzchni biologicznie czynnej. Zgodnie z zasadą kompensacji przyrodniczej⁴ część działki przeznaczono pod strefę ma-

openings, i.e. wooden blinds and façade roller shutters. Due to their placement on the outside, heated up covers do not transmit the heat into the house interior. The purpose of the designers was to achieve a compact shape of the building in order to limit heat losses through exterior partitions as well as to reduce the construction costs. Heating and ventilation appliances were planned in its central part, which enables efficient usage of the installations [1].

There are plans to connect the designed building to the electrical grid, water supply network and sanitary sewer running along Karola Olszewskiego Street where the site is located.

The way the designed building is located divides its whole layout into two parts, each one with different functions. The entrance zone along with the driveway was situated in the north, whereas the southern part houses a recreation and cultivation area which comprises a terrace by a shallow garden pond, a children's playground as well as a vegetable garden. The land development project assumes maximum preservation of the existing plants and complementing them with new plants. Hardened surfaces were limited to a minimum in order to maintain the possibly largest biologically active area. In accordance with the rule of natural compensation⁴, a part of the site was left as a backwoods area where free development of fauna and flora without human interference was ensured. There is an openwork fence without a brick wall base so that small animals could move without obstacles. A high greenery system also provides ventilation of the area of the design. There are also special places for flower beds

⁴ Zespół działań obejmujących w szczególności roboty budowlane, roboty ziemne, rekultywację gleby, zalesianie, zadrzewianie lub tworzenie skupień roślinności, prowadzących do przywrócenia równowagi przyrodniczej lub tworzenie skupień roślinności, prowadzących do przywrócenia równowagi przyrodniczej na danym terenie, wyrównania szkód dokonanych w środowisku przez realizację przedsięwzięcia i zachowanie walorów krajobrazowych [2].

⁴ It is a set of actions comprising in particular construction work, ground work, soil re-cultivation, forestation, planting trees or creating clusters of vegetation leading to restoration of a natural balance in a given area, compensating damages done to the environment through implementing a project and preserving landscape values [2].

tecznikową, zapewniającą swobodny rozwój fauny i flory bez ingerencji człowieka. Zaprojektowane ogrodzenie jest ażurowe, bez podmurówek, w celu zapewnienia swobodnej wędrówki mniejszych zwierząt. Układ zieleni wysokiej na terenie objętym opracowaniem zapewnia swobodne przewietrzanie obszaru. Wydzielono także miejsca na rabaty kwiatowe wzdłuż ogrodzenia oraz strefy pod uprawę warzyw w specjalnych donicach.

Gospodarka odpadami

Projektowany dom przystosowano do kilkietapowej segregacji codziennych odpadów. Pierwsza selekcja miałaby miejsce w kuchni, gdzie zaplanowano umieszczenie trzech pojemników na surowce przetwarzalne oraz jednego na odpady organiczne. Drugie, pośrednie miejsce składowania to pomieszczenie techniczne, gdzie znajdowałyby się zbiorniki o pojemności 100 l każdy. Ostatni etap stanowiłyby pojemniki tuż przy granicy działki opróżniane przez miejskie przedsiębiorstwo oczyszczania. Dla odpadów organicznych zaprojektowano kompostownik zlokalizowany w ogrodzie tuż przy strefie maticznikowej, składający się z trzech pojemników o objętości 1 m³. W każdym z nich zachodziłby inny etap procesu kompostowania: pierwszy pojemnik służy do napełniania, w drugim zachodzą procesy fermentacji, a trzeci opróżnia się w celu wykorzystania powstałej w nim materii do nawożenia ogrodu.

Konstrukcja

Dom zaprojektowany został w konstrukcji drewnianej lekkiej szkieletowej. Elementami nośnymi ścian zewnętrznych, stropu międzykondygnacyjnego oraz dachu są prefabrykowane dwuteowe belki drewniane o wysokich parametrach nośności i dużych możliwych rozpiętościach. Ze względu na niską bezwładność cieplną, jaką charakteryzuje się konstrukcja drewniana szkieletowa, niemal w centralnej osi budynku zaplanowano masywną ścianę nośną wykonaną z cegły pełnej, która wraz z podłogą na gruncie stanowiłaby element akumulujący ciepło w budynku. Gromadzona energia pochodziłaby z promieniowania słonecznego wpadającego przez południowe przeszklenia jadalni i salonu oraz okna w południowo-zachodniej połaci dachu.

Poprzez staranne wykonanie konstrukcji szkieletowej i wypełnienie jej odpowiednią grubością izolacji termicznej planuje się stworzyć budynek o dużej szczelności i minimalnych stratach ciepła. Materiały izolacyjne zastosowane w ścianach zewnętrznych, podłodze na gruncie oraz dachu zostały dobrane w taki sposób, aby ich współczynniki przenikania ciepła spełniały standard energooszczędności NF15. Podporządkowany standardowi został również dobór stolarki okiennej i drzwiowej. Zarówno konstrukcyjne elementy drewniane, jak i izolacja termiczna odpowiadają wymogom odnośnie do odporności pożarowej. Sposób wykonania przegród zewnętrznych oraz połączeń pomiędzy nimi został przedstawiony na ilustracji 3.

Konstrukcja drewniana szkieletowa sama w sobie nie zapewnia odpowiedniego komfortu akustycznego w bu-

which are situated along the fence and areas for cultivating vegetables in special pots.

Waste management

The designed house was adapted to a multi-stage segregation of everyday wastes. The first segregation would take place in the kitchen where three containers for recyclable materials and one container for organic wastes are placed. Another place of storage is a technical room with a number of containers 100 litre each. The last stage involves containers placed just by the edge of the site which are emptied by a city waste collection company. For collecting organic wastes there is a composter located in the garden just near the backwoods zone consisting of three containers 1 m³ each. In each of those containers a different stage of the composting process would take place, namely the first container is used for filling, in the second one fermentation processes take place while the third one is emptied and its contents are used for fertilizing the garden.

Structure

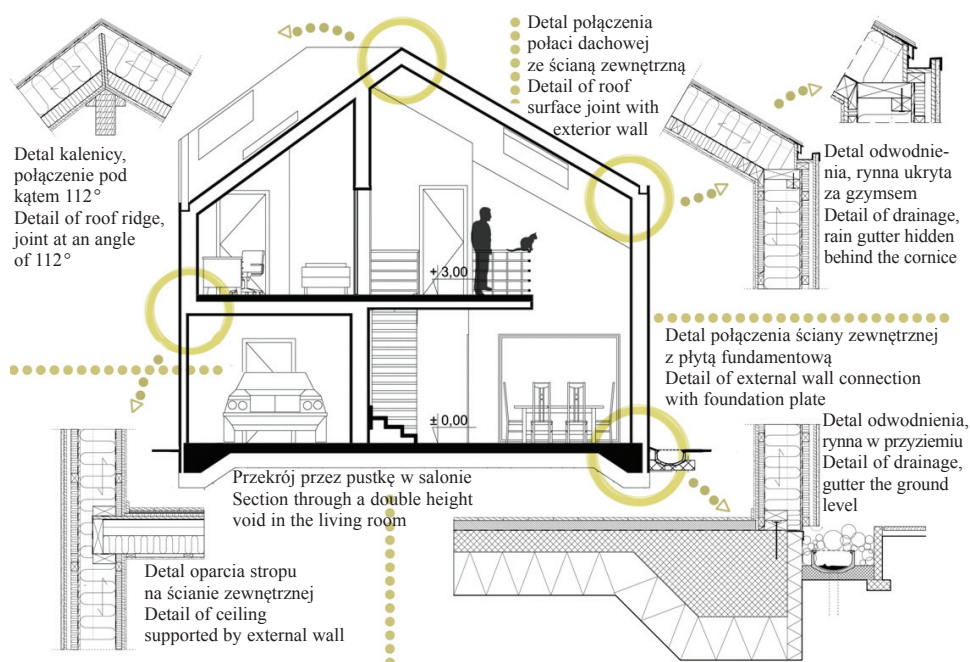
The house was designed as a wooden light-frame structure. Bearing elements of the exterior walls, the inter-storey ceiling and the roof are prefabricated H-beam wooden beams with high bearing capacity parameters and wide possible spans. Due to low thermal inertia which is characteristic of a wooden light-frame structure, almost in the central axis of the building a massive full brick bearing wall was designed which along with the floor on the ground would constitute an element accumulating heat in the building. The stored energy would originate from solar radiation coming to the dining room and living room through their southern glazing and windows in the south-west roof slope.

Thanks to diligent finishing of the frame structure and using appropriate thickness thermal insulation in it, the house is planned as a building of high leak proof performance and minimal losses of heat. Insulation materials, which were used in the exterior walls, the floor on the ground and the roof, were selected so as their heat transfer coefficients meet energy-efficiency standard NF15. The choice of window and door frames was also subjected to a standard. Both wooden constructional elements and thermal insulation meet the requirements of fire resistance. Figure 3 presents a method of performance of exterior partitions and connections between them.

A wooden frame structure by itself does not provide proper acoustic comfort in the building, therefore it is necessary to use additional measures improving this parameter. Apart from the proposed wooden ceiling, which due to its low deadweight is characterised by poor acoustic insulation against impact noise [4], special mineral wool was selected to fill spaces between joists and moreover, a floating floor was designed. In order to reduce the impact of exterior noise, both in the walls as well as in the roof structure an increased amount of thermal insulation was taken into account. The wooden

II. 3. Detale projektowe – rozwiązania połączeń przegród budowlanych w budynku. Lekki szkielet drewniany stanowią dwuteowe słupy oraz belki stropowe [3] (autor: A. Grudzińska)

Fig. 3. Construction details – key junctions of building partitions. The lightweight wood frame construction consists of I-joint wall and ceiling studs [3] (author: A. Grudzińska)



dynku, dlatego wymaga zastosowania dodatkowych środków polepszających ten parametr. Do proponowanego stropu drewnianego, który ze względu na swój niski ciężar własny charakteryzuje się słabą izolacyjnością akustyczną od dźwięków uderzeniowych [4], dobrano specjalną wełnę mineralną wypełniającą przestrzeń pomiędzy belkami stropowymi, a dodatkowo zaprojektowano podłogę pływającą. Aby ograniczyć wpływ hałasu z zewnątrz, zarówno w konstrukcji ścian, jak i dachu uwzględniono zwiększoną ilość izolacji termicznej. Dobry efekt akustyczny dopełnia stolarka okienna i drzwiowa o wysokim parametrze izolacyjności od dźwięków powietrznych.

Ze względu na niski ciężar własny proponowanej konstrukcji i dominujący „suchy” sposób montażu obniżeniu uległyby koszty budowy. Fundamenty wykonane pod konstrukcją lekką są bowiem proporcjonalnie mniejsze od tych pod ścianami masywnymi [5]. Redukcja robót mokrych natomiast zmniejsza liczbę przerw technologicznych, a w konsekwencji skraca ogólny czas wznoszenia budynku. Ponadto, aby zmniejszyć koszty transportu i wesprzeć lokalną gospodarkę, zakłada się, że nienośne elementy drewniane zostaną pozyskane z lokalnego tartaku pod Wrocławiem.

Konstrukcja lekka szkieletowa wykonana z naturalnego drewna może przetrwać w dobrej kondycji nawet 150 lat [6], a zatem projektowany dom będzie mógł się stać domem wielopokoleniowym. Budynek drewniany tworzy ponadto zdrowy mikroklimat i przyjazną atmosferę w swoim wnętrzu.

Instalacje

W celu zapewnienia komfortu temperaturowego wewnątrz projektowanego domu zaplanowano system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Nawiewane powietrze byłoby ogrzewane lub chłodzone zgodnie z potrzebami użytkowników. Aby móc

window and door frames of a high insulation parameter against air noises additionally complement a good acoustic effect.

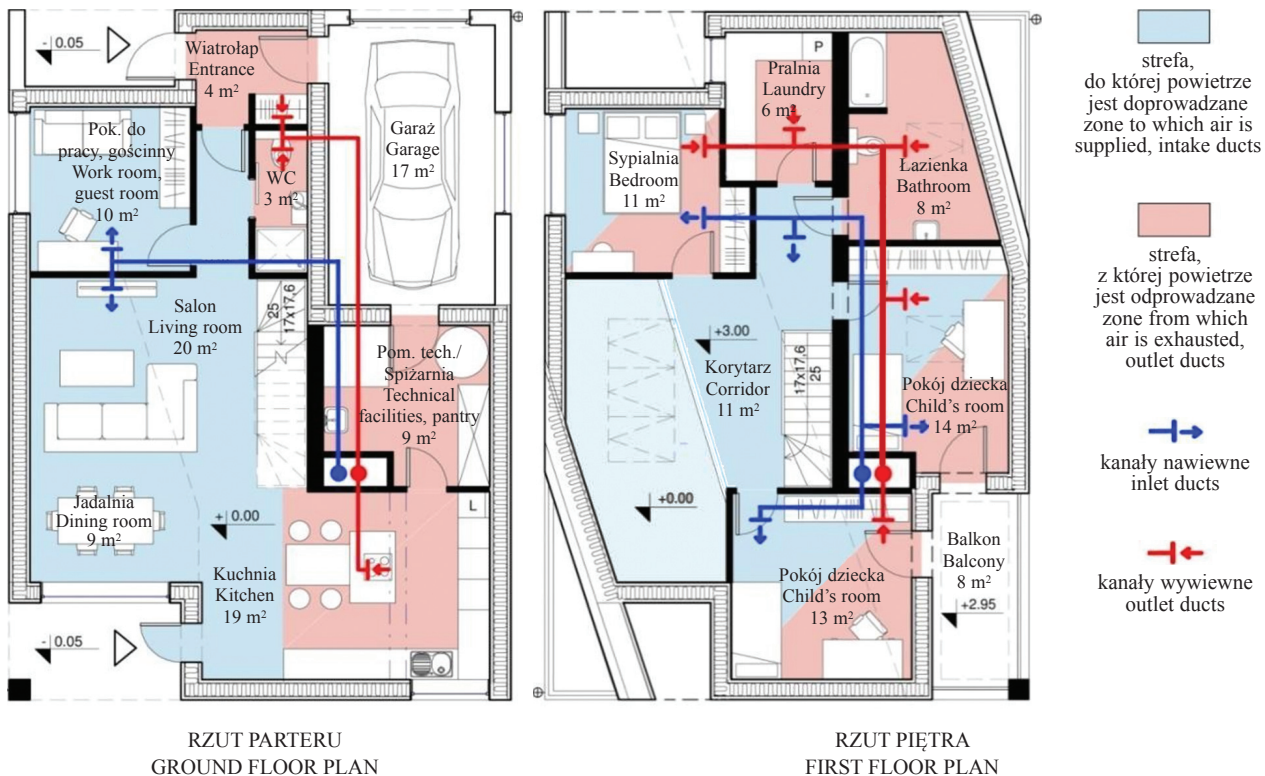
Thanks to a low deadweight of the suggested structure and a dominant “dry” assembly method, the costs of construction would be lowered. Foundations laid under a light-frame structure are proportionally smaller than those laid under massive walls [5]. Additionally, by reducing wet works the number of technological breaks is lowered and as a consequence the overall time of erecting the building is shorter. Moreover, it is assumed that in order to reduce the transport costs and to support the local economy, non-bearing wooden elements shall be obtained from a local sawmill near Wrocław.

A light-frame wooden structure which is made of natural wood may survive in good condition for even 150 years [6], thus the designed house could become a home for many generations. Moreover, a wooden building creates a healthy microclimate and friendly atmosphere in its interior.

Installations

In order to provide temperature comfort inside the designed building, a system of mechanical intake-outlet ventilation with heat recovery was planned. The supplied air would be heated or cooled according to users' needs. The air inlet terminal was designed on the northern wall of the building, while the outlet terminal is situated on the roof so that the coolest air could be collected from the surroundings in summer periods.

The applied installation along with a cross-flow heat exchanger allows for controlling the air flow in the whole house (Fig. 4), thus excluding the possibility of mixing the removed air with the fresh air – only heat is transferred. As a consequence, kitchen smells, bathroom moisture and allergens do not return to the interior. Thanks to



II. 4. Schematy instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w projektowanym budynku (autor: A. Grudzińska)
 Fig. 4. Installation plans of mechanical ventilation with heat recovery in the building (author: A. Grudzińska)

w okresie letnim pobierać z otoczenia jak najchłodniejsze powietrze, czerpnię zaplanowano na północnej ścianie budynku, natomiast wyrzucić na jego dachu.

Zastosowana instalacja z wymiennikiem krzyżowym pozwala kontrolować przepływ strumienia powietrza w całym domu (il. 4), wykluczając przy tym możliwość mieszania się tego usuwanego ze świeżym – transferowi ulega jedynie ciepło. W konsekwencji do wnętrza nie dostają się z powrotem zapachy z kuchni, wilgoć z łazienek i alergeny. Dzięki rekuperatorowi możliwe jest odzyskanie 68% ciepła⁵, jakie byłoby usuwane z domu przy systemie wentylacji bez odzysku. W ten sposób straty ciepła zostają znacznie zredukowane, co wpływa na obniżenie rachunków za ogrzewanie.

Hałas produkowany przez centralę wentylacyjną dobiegający z kanałów rozprowadzających powietrze może osiągnąć poziom 36 dB⁶. W celu minimalizacji odczucia dyskomfortu przewidziano miejsce centrali w pomieszczeniu gospodarczym oraz dodatkowo ją zaizolowano.

Pomijając ciepło odzyskane dzięki rekuperacji, na ogrzewanie pomieszczeń zużywa się około 78% całkowitej energii potrzebnej do funkcjonowania domu [7], dlatego dobrany system grzewczy w projekcie EKOskret miał duży wpływ na jego końcową efektywność energetyczną.

Wybrana działka projektowa nie ma podłączenia do sieci ciepłowniczej, dlatego w celu zapewnienia odpowiedniego komfortu cieplnego dobrano pompę ciepła typu

a rekuperator, it is possible to recover 68% of heat⁵ which would be removed from the house with the use of a non-recovery ventilation system. In this way the heat losses are significantly reduced, which contributes to lowering the costs for heating reflected in bills.

The noise that is produced by the ventilation control panel coming from the ducts which distribute air may achieve the level of 36 dB⁶. For the purpose of minimising the feeling of discomfort, the ventilation control panel was situated in the utility room and it was additionally insulated.

Apart from the recovered heat from recuperation, circa 78% of total energy that is necessary for the house to function is used [7], therefore the selected heating system in the ECOtivist design had a big influence on its final energetic efficiency.

The selected design site is not connected to the district heating system, that is why in order to provide appropriate heat comfort an air/water type heat pump was installed (Fig. 5). Thermal energy collected from the outside of the building would be changed to the heat that is needed for heating rooms by means of electric energy and then it would be distributed by surface heating installations. In order to prepare warm usable water, the heat from the pump would go to a 500 l reservoir from which water would be distributed to sanitary facilities in the house.

⁵ Data from a technical charter of the ventilation control panels' manufacturer.

⁶ Data from a technical charter of the ventilation control panels' manufacturer.

⁵ Dane z karty technicznej producenta central wentylacyjnych.

⁶ Dane z karty technicznej producenta central wentylacyjnych.

powietrze/woda (il. 5). Energia cieplna pobierana z zewnątrz budynku byłaby zamieniana za pomocą energii elektrycznej na ciepło potrzebne do ogrzania pomieszczeń, a następnie rozprowadzana przez instalacje ogrzewania płaszczyznowego. W celu przygotowania ciepłej wody użytkowej ciepło z pompy trafiałoby do zasobnika o pojemności 500 l, z którego woda byłaby rozprowadzana do urządzeń sanitarnych w domu.

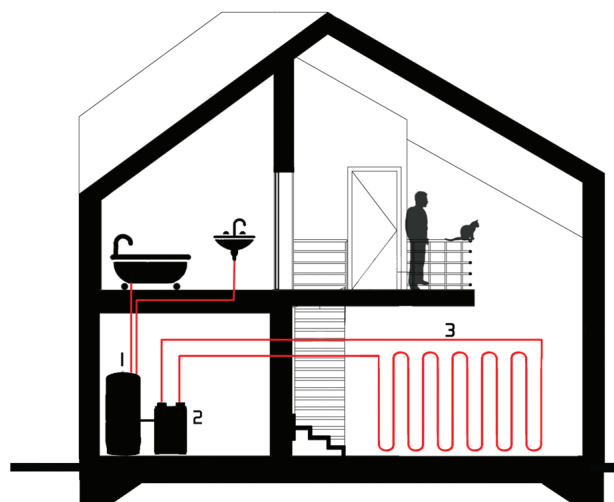
Do swojej pracy pompa wykorzystywałaby w dużym stopniu energię z odnawialnego źródła pod postacią powietrza. Dzięki temu koszty jej użytkowania oraz szkodliwy wpływ na środowisko zostaną znacznie zredukowane w porównaniu z ogrzewaniem gazowym czy elektrycznym. W przeciwieństwie do pomp z wymiennikami gruntowymi pompa powietrze/woda nie wymaga kosztownych instalacji ani odpowiedniej powierzchni działki, jej montaż jest prostszy i tańszy [8].

Dobrana pompa ciepła jest najbardziej efektywna w niskotemperaturowych systemach grzewczych, dlatego w projekcie EKOskręt zastosowano instalację ogrzewania podłogowego i ściennego [9]. W pomieszczeniach wilgotnych zaplanowano elementy grzejne pod powierzchnią podłogi w warstwie wylewki betonowej. Zapewniałyby to szybsze osuszanie powierzchni, równomierny rozkład temperatury oraz komfort cieplny w miejscach, gdzie często przebywa się na boso (np. łazienka). W celu uzyskania jak największej efektywności takiego systemu powierzchnię grzewczą podłogi założono w miejscach wolnych od nieprzesuwnych, stałych elementów wyposażenia. W pozostałych pomieszczeniach zastosowano ogrzewanie ściennego, także na skośnych ścianach poddasza w sypialniach. Elementy grzejne w warstwie tynku zapewniałyby równomierny i komfortowy rozkład temperatur w pomieszczeniach, a także eliminowałyby wrażenie „zimnych ścian”. Miałyby to wpływ na aranżację wnętrza. Meble stojące mogłyby być dowolnie przestawiane z zachowaniem przynajmniej 5 cm odległości od ściany z instalacją. Niestety ograniczone byłyby możliwości montowania elementów ściennych, takich jak obrazy i półki [10]. Współpracując z ogrzewaniem podłogowym, oba systemy pokrywałyby w całości zapotrzebowanie na ciepło dla domu.

Sposób działania budynku latem oraz zimą o różnych porach dnia przedstawiono na ilustracji 6.

Gospodarka wodna zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynku stanowi istotny aspekt zrównoważonego projektowania. W projekcie EKOskręt zaplanowana została w taki sposób, aby umożliwić minimalne zużycie wody przy maksymalnym jej wykorzystaniu. W tym celu zastosowano systemy odzysku wody szarej oraz wody deszczowej (il. 7).

Pielęgnacja terenów zielonych w otoczeniu domu wiązałaby się ze zużyciem dużych ilości wody, dlatego aby zmniejszyć koszty, do podlewania projektowanego ogrodu wykorzystywana byłaby głównie deszczówka. Na terenie działki zaplanowano zbiornik o pojemności 5200 l, w którym magazynowana byłaby woda z rynien dachowych. W okresach szczytowych (np. po przejściu deszczów nawalnych) nadmiar wody rozsącałby się w gruncie za pomocą skrzynek chłonnych, a w przypadku niedoboru istniałaby możliwość korzystania z wodocią-



Il. 5. Schemat instalacji ogrzewania w projektowanym budynku.
1 – zasobnik c.w.u. (500 l), 2 – pompa ciepła powietrze/woda,
3 – instalacja ogrzewania ściennego (autor: A. Potaczek)

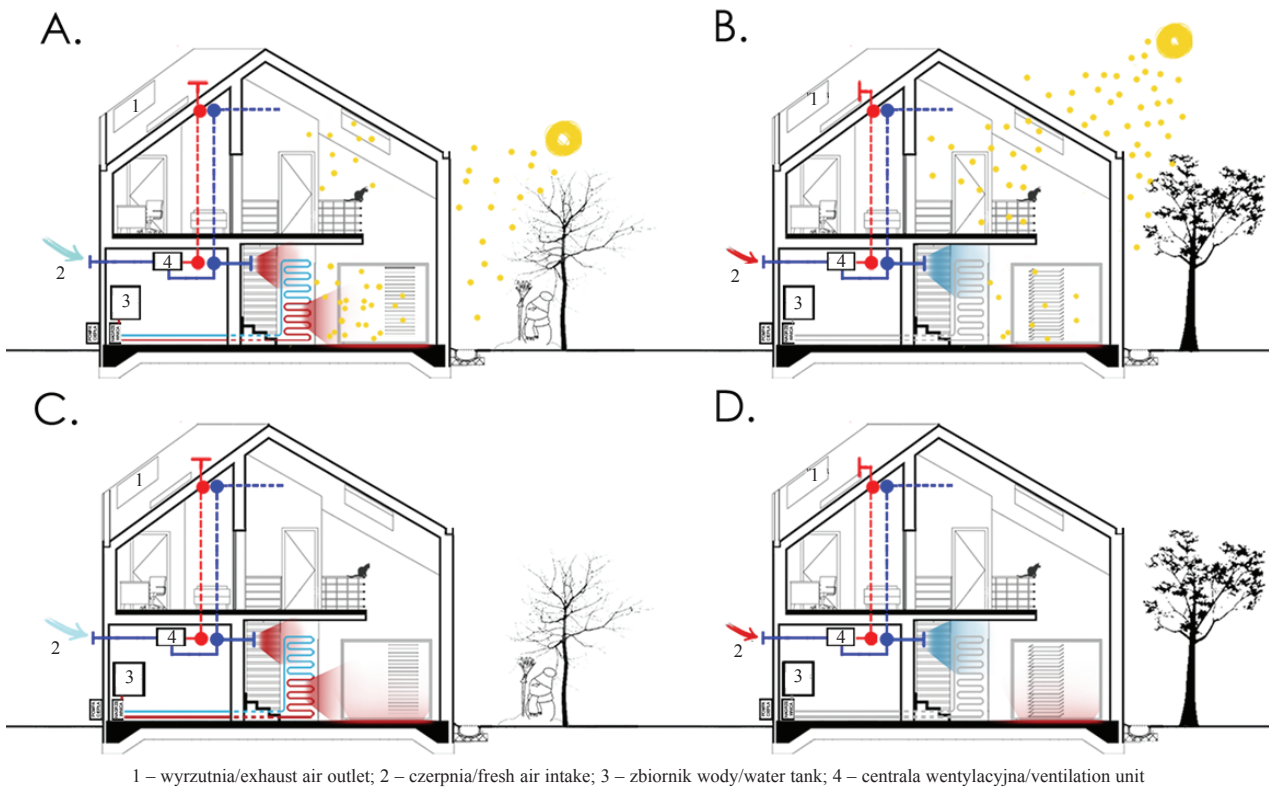
Fig. 5. Heating installation diagram.

1 – domestic hot water tank (500 l), 2 – air/water heat pump,
3 – wall heating system (author: A. Potaczek)

While functioning, the pump would use to a large extent the energy from a renewable source in the form of air. Consequently, the costs of its usage as well as a destructive influence on the environment will be significantly reduced in comparison with gas or electric heating. As opposed to pumps with ground heat exchangers, an air/water pump requires neither expensive installations nor an appropriate site area and its assembly is simpler as well as cheaper [8].

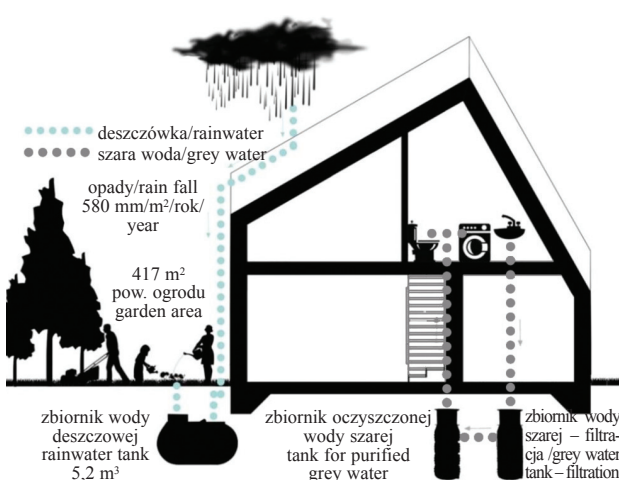
The selected heat pump works most efficiently in low temperature heating systems, therefore in the ECOTwist design the underfloor and wall heating installations were applied [9]. According to the design, in wet rooms the heating elements are located under the floor surface in the raw concrete layer. This would ensure faster drying of the surface, a uniform temperature distribution and heat comfort in the places where people often stay barefooted (e.g. in the bathroom). In order to achieve the greatest efficiency of this system, the floor heating surface was situated in places free from fixed unmoved elements of household equipment. In the remaining rooms a wall heating system was used, including slanted walls in bedrooms in the attic. Heating elements located in the layer of plaster would provide an even and comfortable distribution of temperatures in rooms at the same time eliminating the impression of “cold walls”. This would influence interior design. Standing items of furniture could be freely rearranged, while maintaining at least a 5 cm distance from the wall with an installation. Unfortunately, possibilities of mounting wall items such as pictures and shelves would be limited [10]. By co-operating with the floor heating, both systems would cover the entire demand for heat in the house.

The way of functioning of the building in summer and winter at different times of the day is presented in Figure 6.



Il. 6. Schematy energetyczne dla projektowanego budynku o różnych porach dnia i roku. A – okres zimowy – dzień. Włączone jest ogrzewanie płaszczyznowe oraz wentylacja mechaniczna. Przesłony słoneczne na południowej elewacji ustawione są tak, aby przez przeszklenia wpadało do wnętrza jak najwięcej promieni słonecznych, ogrzewając powietrze oraz podłogę, która akumuluje ciepło. B – okres letni – dzień. Ogrzewanie płaszczyznowe jest wyłączone. Powietrze chłodzi wentylacja mechaniczna. W celu ochrony przed przegrzaniem przesłony słoneczne na południowej elewacji ustawione są tak, aby przez przeszklenia wpadała umiarkowana ilość promieni słonecznych. Podłoga, na którą padają promienie słoneczne, akumuluje ciepło. C – okres zimowy – noc. Włączone jest ogrzewanie płaszczyznowe oraz wentylacja mechaniczna. Dodatkowo ciepło emitowane jest przez podłogę, która akumuluje ciepło za dnia. D – okres letni – noc. Komfort temperatury zapewnia wentylacja mechaniczna, odpowiednio powietrze chłodząc lub ogrzewając. Ciepło akumulowane przez podłogę za dnia emitowane jest do wnętrza domu (autor: A. Grudzińska)

Fig. 6. Energy diagrams during particular times of the day and seasons. A – winter period – daytime. Surface heating and mechanical ventilation is turned on. Solar shading on southern façade enables as much sunlight as possible to enter the building, heating the air and accumulative floor. B – summer period – daytime. Surface heating is turned off. The air is cooled by mechanical ventilation. Solar shading on southern façade enables moderate amount of sunlight into the building, heating the accumulative floor. C – winter period – night time. Surface heating and mechanical ventilation is turned on. Additionally, accumulative floor emits the heat gained during daytime. D – summer period – night time. Thermal comfort is accomplished by mechanical ventilation, that heats or cools the air. The heat accumulated by the floor during daytime is emitted inside the house (author: A. Grudzińska)



Il. 7. Schemat gospodarki wodnej – odzysku wody deszczowej oraz filtracji wody szarej (autor: A. Potaczek)

Fig. 7. Water utilization diagram – rainwater harvesting and grey water filtration (author: A. Potaczek)

Water management both inside as well as outside the building constitutes a crucial aspect of sustainable design. In the ECOTwist design this was planned so that a minimum consumption of water is possible at its maximum usage. For this purpose systems of grey water and rain water recovery were applied (Fig. 7)

Taking care of green areas in the vicinity of the house would be connected with high water consumption, therefore in order to reduce costs the designed garden would be irrigated mainly by rain water. A 5200 litre container for storing water from roof rain gutters is to be situated in the area of the site. In peak periods (e.g. after heavy rains) the excess of water would soak into the ground by means of soakaways and in the case of water shortage there would be a possibility to use water supply systems. Thanks to this method, it is possible to increase the rain water gain by 25%, which totally constitutes circa 60% of the total demand for garden irrigation water (Table 1).

Tab. 1. Obliczenia zapotrzebowania na wodę do podlewania ogrodu oraz uzysku wody deszczowej (autor: A. Potaczek)
Table 1. Calculations of the demand for gardening water and total rainwater gain (author: A. Potaczek)

Powierzchnia ogrodu/Garden area	417 m ²
Średnia ilość zapotrzebowania wody na m ² /Average water demand per m ²	10 l *
Liczba dni podlewania/Number of days of watering	120 *
Całkowita ilość wody potrzebnej do podlewania rocznie/Total annual amount of water needed for watering	417 · 0,01 · 120 = 500 m³
Średnia suma rocznych opadów we Wrocławiu/The average total annual precipitation in Wrocław	580 mm/m ² /rok
Bezpośredni uzysk wody deszczowej/Direct gain of rain water	0,58 · 417 = 242 m ³
Powierzchnia dachu/Roof area	97,85 m ²
Uzysk wody z dachu/Water gain from roof	0,58 · 97,85 = 56,75 m³
Całkowity uzysk wody deszczowej/Total gain of rain water	242 + 56,75 = 298,75 m³

* Źródło danych do obliczeń/Source: <http://hydrozel.pl/pdf/Ile%20kosztuje%20podlewanie%20ogrodu.pdf>

gów. Dzięki zastosowanemu systemowi można zwiększyć uzysk deszczówki o niemal 25%, co łącznie stanowi około 60% całkowitego zapotrzebowania na wodę do podlewania ogrodu (tab. 1).

Woda szara pochodząca z budynku, powstała po myciu rąk i kąpieli, poddawana byłaby odzyskowi oraz oczyszczeniu, tak aby nadawała się do splukiwania toalet i prania. Proces ten odbywałby się za pomocą dwóch zbiorników oraz pompy umieszczonych w gruncie poza domem. W pierwszym zbiorniku o pojemności 950 l zgromadzone ścieki szare byłyby biologicznie oczyszczane, filtrowane i napowietrzane, co pozwalałoby na usunięcie zanieczyszczeń oraz bakterii. Następnie trafiałyby do zbiornika ścieków oczyszczonych, skąd przepompowywano by je do pralek i toalet.

Według producenta, oczyszczona woda szara spełnia wymagania zawarte w europejskiej dyrektywie dotyczącej wody przeznaczonej do kąpieli (76/160/EEC), a dzienna wydajność takiego systemu wynosi 500 l, co odpowiada potrzebom potencjalnych inwestorów projektowanego budynku (tab. 2). W przypadku niedoboru ścieków szarych istniałaby możliwość uzupełnienia zbiornika wodociągową, a w przypadku ich nadmiaru mogłyby być magazynowane w zbiorniku buforowym lub przekazywane do instalacji nawadniania ogrodu. System nie zajmowałby dużo miejsca, ponieważ zaplanowano założyć go pod ziemią poza budynkiem. Jest prosty w montażu i przystosowany do zdalnej obsługi [11].

Dobry system oczyszczania ścieków szarych w domu EKOskręt pozwoliłby oszczędzić średnio 42% zużywanego wody oraz niemal całkowicie zapewnić codzienne zapotrzebowanie na wodę do prania oraz splukiwania (tab. 2).

Analiza ekonomiczna

Aby ocenić opłacalność planowanej inwestycji, przeprowadzono analizę trzech różnych wersji projektowanego budynku: domu bazowego, domu w standardzie Rockwool i EKOskrętu. Zestawienie cech charakteryzujących poszczególne rozwiązania zostało przedstawione w tabeli 3.

Grey water coming from the building from activities such as washing hands and taking baths would be recycled and purified so that it could be used for flushing toilets and washing. This process would be enabled thanks to two containers and a pump located in the ground outside the house. In the first container of the capacity of 950 litres the stored grey wastes would be biologically purified, filtered and aerated, which would facilitate removing impurities and bacteria. Afterwards they would be transported to a purified waste container and then pumped to washing machines and toilets.

According to the producer, purified grey water meets the requirements of the European directive on bath water (76/160/EEC), while the daily output of this system amounts to 500 litres which satisfies the needs of potential investors of the designed building (Table 2). In the case of shortage of grey wastes, it would be possible to supplement the tank with tap water and in the case of their excess they could be stored in a buffer reservoir or transmitted to the garden irrigation installation. The system would not occupy much space because it is supposed to be located under the ground outside the building. It is simple to assemble and adapted to remote handling [11].

The chosen system of grey waste purification in the ECOTwist design would enable saving on average 42% of consumed water and it would satisfy a daily demand for washing and flushing water in almost 100% (Table 2).

Economic analysis

In order to evaluate the profitability of the planned investment, an analysis of three various versions of the designed building was performed, namely a basic house, a Rockwool and ECOTwist standard house.

A list of characteristic features of the particular solutions is presented in Table 3.

It follows from the conducted calculations that only by increasing insulation parameters of external partitions, would heating charges be substantially reduced and consequently, the potential costs of using the house would decrease by almost 50%. With an insignificant additional

Tab. 2. Obliczenia procentowego zużycia wody szarej w stosunku do całkowitego zużycia wody (autor: A. Potaczek)
 Table 2. Calculations of the percentage of grey water use in relation to total water use (author: A. Potaczek)

Średnia ilość wody zużywanej dziennie przez czteroosobową rodzinę Average amount of water used daily by a family of 4 persons	500 l *
Średnia ilość szarej wody uzyskiwanej dziennie Average amount of grey water gained daily	212 l *
Średnia ilość dziennego zapotrzebowania na spłukiwanie i pranie Average daily demand for flushing and washing water	224 l *
Procentowe zużycie wody szarej w stosunku do całkowitego zużycia wody Percentage of grey water use in relation to total water use	$212/500 \cdot 100\% = 42\%$

* Źródło/Source: <http://vikersonn.pl/ogrzewanie/jakie-gorne-zrodlo-do-pompy-ciepla>

Tab. 3. Porównanie parametrów technicznych domu bazowego, domu w standardzie Rockwool oraz domu EKOskręt (autor: J. Gil)
 Table 3. Comparison of technical parameters for basic house, Rockwool standard house and ECOTwist house (author: J. Gil)

	Dom bazowy Basic House	Standard Rockwool	EKOskręt ECOTwist
Współczynnik przenikania ciepła U Heat transfer coefficient U	$U < 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
Źródło ciepła Heat source	nieodnawialne non-renewable	nieodnawialne non-renewable	głównie odnawialne mainly renewable
Ogrzewanie Heating	kocioł gazowy kondensacyjny z instalacją ogrzewania podłogowego condensing gas boiler with under-floor heating installation	kocioł gazowy kondensacyjny z instalacją ogrzewania podłogowego condensing gas boiler with underfloor heating installation	pompa ciepła powietrze/woda z instalacją ogrzewania podłogowego i ściennego air/water heat pump with underfloor and wall heating installation
Przygotowanie c.w.u. Preparation of DHW (domestic hot water)	przepływowo podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym gas hot water storage tank with electric ignition	przepływowo podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym gas hot water storage tank with electric ignition	pompa ciepła powietrze/woda air/water heat pump
Wentylacja Ventilation	grawitacyjna gravitational	grawitacyjna gravitational	mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła mechanical intake – outlet with heat recovery

Z przeprowadzonych obliczeń wynikało, że przy samym zwiększeniu parametrów izolacyjnych przegród zewnętrznych opłaty za ogrzewanie uległyby znacznej redukcji, a dzięki temu potencjalne koszty użytkowania domu zmniejszyłyby się prawie o połowę. Przy niewielkim dodatkowym nakładzie finansowym, w wysokości ceny izolacji termicznej, inwestycja w lepszą szczelność budynku zwróciłaby się już po 6 latach.

Po dodaniu instalacji ogrzewania i przygotowywania ciepłej wody użytkowej za pomocą pompy ciepła oraz zastosowaniu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła koszty użytkowania domu uległyby jeszcze większej redukcji. Za energię do ogrzania domu trzeba by było wtedy zapłacić około 3/4 mniej niż w domu bazowym, nieznacznie zaoszczędziłoby się również na przygotowaniu ciepłej wody użytkowej. Wzrosłby jedynie koszt działania urządzeń pomocniczych. Pomimo tego, z racji środków niezbędnych do zakupu potrzebnych sprzętów, przy zastosowaniu źródeł energii odnawialnej czas zwrotu inwestycji wyniósłby aż 25 lat. Wprawdzie okres ten mieści

financial outlay amounting to the thermal insulation price, there would be a return on investment into improving the tightness of the building already after six years.

When we take into consideration the heating installation and preparation of warm usable water by means of a heat pump and usage of mechanical ventilation with heat recovery, the costs of using the house would be even further reduced. The price for the energy needed for heating the house would be about 3/4 less than in a basic house and there would also be some savings on preparation of warm usable water. An increase would refer only to the cost of operation of auxiliary devices. In spite of this, due to expenditures on the necessary equipment and with the employment of renewable energy sources, the time of return on the investment would amount to as many as 25 years. Although this period is not longer than the assumed loan repayment time⁷, when we take into

⁷ The assumed loan repayment period is also 25 years.

się w zakładanym czasie spłaty kredytu⁷, ale po uwzględnieniu żywotności poszczególnych urządzeń oraz kosztów ich wymiany i konserwacji cała inwestycja mogłaby okazać się nieopłacalna.

Biorąc pod uwagę aspekt zrównoważonego rozwoju, dom ekologiczny EKOskręt wypada najlepiej, jeśli chodzi o roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną. Osiągając wynik 93,07 kWh/m²·rok, jako jedyny spełnia wymagania nowych warunków technicznych na rok 2017⁸ (zapotrzebowanie na energię pierwotną dla domu bazowego wyniosło 173,53 kWh/m²·rok, natomiast dla domu w standardzie Rockwool 109,08 kWh/m²·rok). Energia użytkowa w projektowanym budynku wynosi 34,2 kWh/m²·rok⁹, czyli spełnia standard NF40.

Podsumowując, domy wykorzystujące alternatywne źródła pozyskiwania energii nie są obecnie opłacalnym rozwiązaniem, głównie ze względu na wysokie koszty urządzeń oraz ich stosunkowo krótką trwałość. O wiele bardziej korzystna jest inwestycja w lepsze parametry izolacyjne całego budynku oraz zaplanowanie na etapie projektu takich kwestii, jak odpowiednie usytuowanie względem stron świata, liczba przeszkleń czy kształt bryły. Parametry te jednak w niewystarczającym stopniu przyczyniają się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię pierwotną. Taki efekt udaje się uzyskać głównie dzięki źródłom odnawialnym.

Zakończenie

Dom EKOskręt jest przykładem budynku zaprojektowanego w duchu architektury zrównoważonej. Zastosowane w nim rozwiązania ukierunkowane są zarówno na troskę o środowisko naturalne, jak również na względy ekonomiczne i komfort użytkownika obiektu. Kwestia dbałości o powyższe aspekty nie jest już jedynie osobistym wyborem poszczególnych inwestorów, ponieważ wraz z upływem lat powstaje coraz więcej odnoszących się do niej nowych regulacji prawnych, a część istniejących przepisów z tego obszaru ulega zaostreniu.

Niektóre ekologiczne technologie, pomimo oszczędności przynoszonych podczas użytkowania, w perspektywie całości inwestycji są nieopłacalne z racji kosztów poniesionych na ich instalację. W przypadku projektowanego domu takim rozwiązaniem byłaby pompa ciepła. Chociaż inwestycja w nią nie byłaby zalecana pod względem materialnym, to byłaby korzystna z punktu widzenia ochrony środowiska, m.in. zapotrzebowania na energię pierwotną.

Przy projektowaniu zrównoważonego domu nie należy zapominać o samym jego użytkowniku. Obok dbałości o wspomniany aspekt ekologiczny i finansowy należy pamiętać o komforcie termicznym i akustycznym, funkcjonalności wnętrza oraz zewnątrz budynku, a także este-

account the service life of the particular devices and costs of their replacement and maintenance, the whole investment could prove to be unprofitable.

When we consider the aspect of sustainable development, the ECOTwist ecological house has the best performance with regard to an annual demand for primary energy. By achieving the result of 93.07 kWh/m²·year, this house is the only one to meet the requirements of new technical conditions for the year 2017⁸ (in the case of a basic house a demand for primary energy amounted to 173.53 kWh/m²·year, whereas for a house in Rockwool standard: 109.08 kWh/m²·year). The usable energy in the designed building is 34.2 kWh/m²·year⁹, so it meets the NF40 standard.

Summing up, at present the houses which use alternative sources of gaining energy do not constitute a profitable solution, mainly due to high costs of devices and their relatively short durability. A more preferable solution is to invest in better insulation parameters of the whole building as well as to plan such issues as the appropriate location towards the cardinal directions, the number of glazing or the shape of the structure as early as at the stage of designing. It must be noticed, however, that these parameters do not significantly reduce the primary energy demand. This effect can be obtained mainly thanks to renewable sources.

Summary

The ECOTwist house is an example of a building designed in the spirit of sustainable architecture. The solutions employed there are directed towards caring about the environment as well as towards economic aspects and comfort of using the house. Attention to these issues is not only a question of a personal choice of particular investors because in the course of time there are more and more new legal regulations and some of the existing rules in this regard are becoming stricter.

Some ecological technologies, although they do bring savings during use, when we take into consideration the entire investment, are not profitable due to the costs connected with their installation. In the case of this particular house a heat pump would be this sort of solution. Although investing in this device would not be recommended as regards material aspects, it would be profitable from the point of view of the environment protection, e.g. the demand for primary energy.

When designing a sustainable house we must not forget about its user. Apart from taking care of the aforementioned ecological and financial aspect, we must bear in mind the thermal and acoustic comfort, functionality of the interior and exterior of the building as well as aesthetics of the designed layout. In order to meet all these chal-

⁷ Przyjęty okres spłaty kredytu również wynosił 25 lat.

⁸ Częstkowa maksymalna wartość wskaźnika EPH+W na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (kWh/m²·rok) dla domu jednorodzinnego od 1.01.2017 r. powinna wynosić 95 kWh/m²·rok [12].

⁹ Wartość wyliczona za pomocą programu ArCADia – Termo, zob. <http://www.arcadiatermo.eu/>

⁸ A partial maximum value of index EPH+W for heating needs, ventilation and preparation of warm usable water (kWh/m²·year) for a single-family house from 1.01.2017 is set at 95 kWh/m²·year [12].

⁹ The value computed by means of ArCADia – Termo program, see: <http://www.arcadiatermo.eu/>

tyce projektowanego założenia. Aby sprostać wszystkim tym zadaniom, należy dobrze przemyśleć poszczególne rozwiązania kubaturowe i technologiczne już w początkowych etapach procesu projektowego.

lenges, the particular cubature and technological solutions must be well planned as early as during initial stages of the design process.

Translated by
Bogusław Setkiewicz

Bibliografia/References

- [1] Ostrowska B., *Energooszczędność jako czynnik kształtowania architektury. Tradycja i współczesność*, „Czasopismo Techniczne” 2012, z. 29, Architektura z. 7-A, 121–138.
- [2] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, art. 3, pkt 8, Dz.U. 2001 nr 62, poz. 627.
- [3] <http://www.steico.com/index.php?id=140&L=3> [accessed: 14.04.2014].
- [4] Stowarzyszenie producentów styropianu, *Izolacje styropianowe w budownictwie*, http://www.styropiany.pl/poradnik/poradnik_00_inf_wstepne.pdf.
- [5] Buczkowski W. (red.), *Budownictwo ogólne*, t. 4: *Konstrukcje budynków*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2009.
- [6] Stefańczyk B. (red.), *Budownictwo ogólne*, t. 1: *Materiały i wyroby budowlane*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2010.
- [7] Bać A., *Budynki pasywne, wymagania techniczne i projektowanie*, „Wiadomości Projektanta Budownictwa” 2006, nr 6(185), 30–32.
- [8] Lis K., *Pompy ciepła powietrze–woda*, <http://ogrzewanie.drewnozamiastbenzyny.pl/pompa-ciepła-powietrze-woda/> [accessed: 14.04.2014].
- [9] <http://vikersonn.pl/ogrzewanie/jakie-gorne-zrodlo-do-pompy-ciepła> [accessed: 14.04.2014].
- [10] <http://www.vertis-construction.pl/ogrzewanie.htm> [accessed: 14.04.2014].
- [11] http://www.mpi-systems.pl/app/webroot/upload/kategorie_produkty/szara/GW%20500-O_PL.pdf [accessed: 14.04.2014].
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. Dz.U. Nr 75, poz. 690, § 329, ust. 2.

Streszczenie

Jednym ze współczesnych wyzwań dla architektów stało się projektowanie obiektów łączących komfort ich użytkowania z maksymalną efektywnością energetyczną. Wynika to z wysokich wymogów dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, określonych w warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, które weszły w życie z dniem 1.01.2014 r. Projekt domu EKOskręt to próba odpowiedzi na optymalne w aspekcie energetycznym i ekonomicznym budownictwo niedalekiej przyszłości. W artykule zawarto opis projektu energooszczędnego domu jednorodzinnego EKOskręt, powstałego w ramach współpracy zespołu studenckiego z potencjalną parą inwestorów, a zarazem użytkowników obiektu. Mając na uwadze ideę zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do projektowania, wytworzono silne relacje pomiędzy projektowaną kubaturą a zagospodarowaniem terenu, z wyszczególnieniem stref funkcjonalnych zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz. Dobór systemu konstrukcyjnego, użytych materiałów budowlanych oraz zastosowanych rozwiązań energooszczędnych podyktowany był koniecznością uzyskania jak najniższej wartości energii użytkowej. Jednocześnie na każdym etapie procesu projektowego decyzje te konfrontowano z potrzebą uzyskania funkcjonalnej i ciekawej architektonicznie bryły.

Słowa kluczowe: efektywność energetyczna, dom jednorodzinny, projektowanie zrównoważone, energia użytkowa

Abstract

One of the major contemporary challenges architects need to face, is to design structures which combine comfort of use with maximal energy efficiency. This results from high demands regarding thermal insulation of construction partitions, described in building regulations which came into force in 1.01.2014 r. The ECOTwist house project attempts to become the optimal future construction in terms of energy consumption and economy. The article provides a description of an energy efficient single-family house concept called ECOTwist, developed as a result of cooperation between a group of students and a couple – hypothetical future investors and users of the house. Keeping in mind the idea of sustainable development concerning architecture, strong relations between the site and the building have been developed, distinguishing functional zones inside as well as outside. The selection of structural system, building materials and energy saving solutions was determined to obtain the lowest possible useful energy value. Simultaneously, at every stage of the design process these decisions were confronted with the building's functionality and aesthetics.

Key words: energy efficiency, single-family house, sustainable design, useful energy