

Prezentacje/Presentations

Ekologiczny zespół domów jednorodzinnych w Będzinie

Ecological unit of single houses in Będzin

Praca dyplomowa/Diploma Thesis

Autor:/Author: mgr inż. arch. Mateusz Dworak

Promotor:/Professor conferring the degree: dr inż. arch. Ewa Cisek

Nagroda główna:/Main Award: Konkurs na Pracę Dyplomową II stopnia ARCHITEKTURA ENERGOOSZCZĘDNA 2013 (WA PWR pod patronatem II Konferencji Dolnośląski Dom Energooszczędny i Odnawialne Źródła Energii 2013) Competition for Diploma Thesis II degree ENERGY-EFFICIENT ARCHITECTURE 2013 (Wrocław University of Technology, Faculty of Architecture under the auspices of II Conference of Lower Silesian Low Energy House and Renewable Energy Sources 2013)

Wyróżnienie:/Distinction: Konkurs Multi EKO Dom 2013/Competition Multi EKO Dom 2013

Współczesny człowiek coraz bardziej zdaje sobie sprawę z tego, iż jego działalność ujemnie wpływa na otoczenie, w którym on żyje, i zakłóca przebieg naturalnych interakcji między układami biologicznymi a otaczającym je środowiskiem. W konsekwencji tych działań zaczyna zagrażać sam sobie. Ochrona środowiska staje się zatem zagadnieniem istotnym zarówno w znaczeniu globalnym (realizacja różnorodnych programów przez rządy poszczególnych państw), jak i w odniesieniu do jednostki (nakłanianie do określonych zachowań i stylu życia).

Zagadnienia dotyczące ochrony środowiska naturalnego (potocznie określane terminem ekologia) odnoszą się do wielu obszarów bytowania człowieka. Świadomość ekologiczna społeczeństwa stale wzrasta. Mieszkańcy miast, zwłaszcza dużych, chcą już nie tylko ekologicznie się odżywiać i ubierać, ale także żyć zgodnie z naturą – chcą ekologicznie mieszkać. Ekologia wkracza zatem coraz pewniej również w dziedzinę budownictwa, zwłaszcza poprzez efektywność energetyczną. Decydują o tym przede wszystkim dwie przesłanki:

1) zobowiązanie do wdrożenia dyrektywy unijnej określającej, iż budynki oddane do użytkowania od 1 stycz-

The modern human is becoming increasingly aware of the fact that his activity negatively influences the environment in which he lives and disturbs natural interactions between biological systems and their surrounding environment. As a consequence of these activities, he starts to be a threat to himself. Therefore, environmental protection is becoming an important issue in terms of global significance (realisation of different programmes by governments of particular countries) as well as in relation to an individual (by encouraging certain behaviours and life styles).

The issues concerned with environmental protection (colloquially defined as ecology) refer to many areas of human existence. Ecological awareness of the society is still increasing. City dwellers, in particular those living in big towns, not only want to eat and dress ecologically but they would also like to live in accordance with nature – they want to live ecologically. Thus, ecology enters the domain of construction with more confidence, mainly by energy efficiency. The most important premises determining these issues are the following:

1) the obligation to implement the EU directive specifying that the buildings ready to use as of 1st January 2021 must be characterised by almost zero energy consumption,

nia 2021 r. muszą charakteryzować się niemal zerowym zużyciem energii,

2) konkurencyjność nowego budownictwa – poprawa jakości życia i obniżenie kosztów eksploatacji.

Ze względu na powyższe uwarunkowania można wnioskować, iż budownictwo ekologiczne będzie w najbliższej przyszłości coraz silniej wypierać budownictwo tradycyjne (pomimo podwyższonych kosztów wykonania) zarówno w odniesieniu do budynków pojedynczych, jak i zespołów budynków.

Idea projektu

Głównym założeniem kształtowania zespołu domów było wpisanie go w krajobraz, a tym samym połączenie z jednej strony z istniejącą zabudową, a z drugiej z zielenią, poprzez przejście od obecnej intensywnej zabudowy wielorodzinnej i jednorodzinnej bliźniaczej oraz szeregowej do ekstensywnej zabudowy jednorodzinnej wolno stojącej.

Kształt bryły budynku powstał natomiast w oparciu o ideę połączenia domu i ogrodu w jeden organizm. Wprowadzenie zieleni do przestrzeni obiektu poprzez wielopoziomowe ogrody zimowe, a także zielone dachy, w widoczny sposób wiąże te dwie strefy – mieszkalną i ogrodową (il. 1).

Zagospodarowanie terenu

Opracowywany teren został podzielony na działki budowlane o zróżnicowanej powierzchni w zależności od typu budynku. Działki wydzielone są przez niskie ogrodzenia, które nie zamykają, a informują o przynależności terenu.

W pasie północnym ulokowano budynki w zabudowie bliźniaczej – typ E (il. 2, 3), w celu połączenia z jednej strony z istniejącą zabudową szeregową, a z drugiej, z projektowaną zabudową wolno stojącą (typ A, B, C, D). Budynki

2) competitiveness of the new construction industry – an improvement in the quality of life and operation cost reduction.

Due to the aforementioned conditions it can be concluded that in the immediate future traditional construction shall be increasingly forced out by ecological construction (in spite of higher execution costs) both in relation to single buildings and complex of buildings.

Project idea

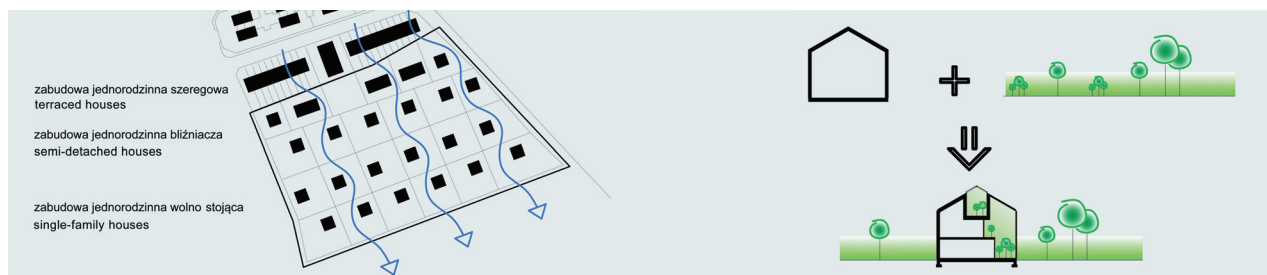
The main assumption underlying the formation of a complex of houses was to make it blend in with the surrounding landscape by combining it with the existing development on the one hand and with green areas on the other hand, which can be achieved by a transition from the present intensive multi-family and single-family semi-detached and terraced development to extensive detached single-family houses.

The shape of a particular building was created with an idea of joining a house and a garden into one unit. The introduction of greenery into a building's space by means of multi-planar winter gardens as well as green roofs visibly connects these two zones, i.e. residential and garden parts (Fig. 1).

Land development

The area included in the design was divided into plots of various areas each depending on the type of a building. The plots are distinguished by low fences which do not really close but rather inform about the ownership of a given area.

In the northern part there are semi-detached type developments – type E (Fig. 2, 3) in order to combine them with the existing terraced houses on one side and the



Il. 1. Schematy ideowe: przejście od zabudowy intensywnej do ekstensywnej, połączenie domu i ogrodu w jeden organizm

Fig. 1. Schematic diagrams: transition from intensive to extensive development, combination of house and garden into one unit



Il. 2. Elewacja E1-E1

Fig. 2. Façade E1-E1

usytuowane są względem siebie w sposób mijankowy, w celu zapewnienia lepszego widoku i przewietrzania terenu.

Na obrzeżach zespołu, przy wjazdach do jego wnętrza znajdują się budynki z częścią przeznaczoną na cele usługowe bądź pracownie.

Zostały wyznaczone trzy „zielone wyspy” stanowiące miejsca rekreacyjne i integracji mieszkańców oraz zawierające place zabaw dla dzieci. Jedna z nich ulokowana jest na północy założenia, pomiędzy budynkami w zabudowie bliźniaczej, natomiast pozostałe dwie znajdują się na zakończeniu sięgaczy w części południowej. Są one połączone traktem spacerowym z pergolami i miejscami do siedzenia (il. 3).

Przestrzeń ulic oświetlana jest za pomocą hybrydowych, solarno-wiatrowych ulicznych lamp ledowych. Oświetlenie hybrydowe jest połączeniem energii odnawialnej produkowanej przez panele słoneczne i turbiny wiatrowe. Na szczycie latarni zamontowany jest panel fotowoltaiczny i turbina wiatrowa, poniżej znajduje się źródło światła.

Na terenie każdej działki zaplanowano dwustanowiskowy garaż dla samochodów osobowych, a w obszarze ogrodzenia, pod ramami, przy wjazdach na działki zaplanowano miejsce na pojemniki do sortowania odpadów.

Kształt obiektów

Obiekty ukształtowano w taki sposób, by w pełni korzystać z energii słońca, co wymaga odpowiedniej orientacji zabudowy, tak aby pomieszczenia pobytowe miały

nowy designed detached houses on the other side (type A, B, C, D). The buildings are located in a way resembling a passing loop to provide better views and ensure area ventilation.

On the edges of each complex near entrance ways there are buildings with parts designated for services or workshops.

There are three ‘green islands’ which constitute places of recreation and integration for the residents along with playgrounds for children. One such island is located in the north of the layout among twin development buildings while the other two are at the ends of perpendicular stones in the southern part. They are connected by means of walking paths with pergolas and places to sit (Fig. 3).

The streets are illuminated by means of hybrid solar and wind LED street lamps. Hybrid lighting is a combination of renewable energy produced by solar panels and wind turbines. At the top of each lamp there is a photovoltaic panel and a wind turbine with a source of light placed below.

Each plot of land has a garage for two passenger cars and within the fenced area under the frames near entrance ways there are places for containers for sorting wastes.

Shape of buildings

The buildings were shaped so that they could benefit fully from solar energy, which requires a proper orientation of the development and a southern exhibition of resi-



Il. 3. Zagospodarowanie terenu zespołu z rzutem przyziemia

Fig. 3. Land development of the complex with basement projection

ekspozycję południową. Dom energooszczędny powinien charakteryzować się także względnie prostą bryłą budynku, ponieważ wtedy straty ciepła są najmniejsze. Dlatego też elewacja północna charakteryzuje się tylko niezbędnymi otworami (il. 4).

Bryła zaprojektowanych domów składa się z kilku kubatur połączonych ze sobą poprzez przeszklone segmenty mieszczące wiatrołapy oraz przejścia, co pozwoliło na zewnętrzne uwidocznienie stref.

Głównym elementem jest dwukondygnacyjny trzon mieszkalny z użytkowym poddaszem nawiązujący do archetypu domu jednorodzinnego. Kształt ten podkreślony jest na elewacji wschodniej i zachodniej poprzez kolorowe pięciokątne ramy. Z jednej strony okalają całą ścianę, a z drugiej powielają kształt ogrodu zimowego mieszczącego się w przestrzeni poddasza (il. 5). Od strony południa zastosowano pas szklanej elewacji, za którą znajduje się dwukondygnacyjny ogród zimowy (il. 6), a w budynkach w zabudowie bliźniaczej dwukondygnacyjna jadalnia.

Bryły mieszczące garaże i pracownie są przekryte zielonymi dachami, przy których dodatkowo w budynkach typu A i B zaprojektowano nasypy wydzielające przestrzeń prywatną ogrodu.

W obrębie wejść zlokalizowano ramę łączącą trzon główny z garażem, tworząc tym samym zadaszenie, które łączy się ze szklanymi panelami nad wejściem do budynku. Podobne ramy zlokalizowano także nad wyjściami z salonu oraz przy wejściu do pracowni w domach typu B. Nad drewnianym tarasem zlokalizowanym przy salonie rozciąga się tkanina, za pomocą której można regulować ilość światła słonecznego docierającego zarówno na taras,

dence rooms. A low-energy house should be also characterised by a relatively simple shape, which results in the smallest heat losses. Therefore, the northern façade has only necessary openings (Fig. 4).

The shape of the designed buildings consists of a few structures connected with one another by means of glazing segments with vestibules and passages, which has made it possible to highlight the zones externally.

A two-storey residential core along with a usable attic which refers to the archetype of a single-family detached house constitutes the main element. This shape is emphasised on the eastern and western façade by colourful pentagonal frames. They surround the whole wall on the one side, whereas on the other they duplicate the winter garden shape which is situated in the attic (Fig. 5). On the southern side there is a belt of glass façade beyond which a two-storey winter garden is located (Fig. 6), while a two-storey dining-room is situated in the semi-detached buildings.

Structures with garages and workshops are covered with green roofs near which, in buildings of A and B type, embankments which separate a private garden area were additionally designed.

Within the area of entrances a frame that connects the main core with the garage was located and in this way it forms a roofing which is connected with glass panels above the entrance of the building. Similar frames were also situated above the exits from the living room and near the entrance to the workshop in houses of type B. Above the wooden terrace near the living room there is a fabric by means of which it is possible to regulate the amount of sunlight that comes to the terrace as well as to



Il. 4. Elewacja E2-E2

Fig. 4. Façade E2-E2



Il. 5. Elewacja E4-E4

Fig. 5. Façade E4-E4



Il. 6. Elewacja E3-E3

Fig. 6. Façade E3-E3

jak i do wnętrza pomieszczenia. Ramy oprócz zadania tworzą także pewnego rodzaju bufor pomiędzy wnętrzem a zewnątrz domu.

Do wejść budynków mieszkalnych prowadzą rampy, dzięki czemu są one dostępne dla osób niepełnosprawnych poruszających się na wózku inwalidzkim.

Układ funkcjonalno-przestrzenny

Zespół budynków tworzy układ pasmowy, w którym domy usytuowane są tak, aby każdy z nich od strony południowej obsadzony był drzewami liściastymi. Dzięki temu zabiegowi obiekty są osłonięte przed słońcem w okresie letnim, a odsłonięte w okresie zimowym, gdy opadną liście (il. 7).

Uwzględniając nasłonecznienie oraz temperatury panujące wewnątrz, pomieszczenia w obiektach pogrupowano na trzy strefy: mieszkalną, wejściową i garażową, która nie jest ogrzewana. Rozdzielona została także część mieszkalna od pracowni w budynku typu B. Wejścia do budynków zostały ulokowane w łącznikach pomiędzy częścią mieszkalną i garażową. Łączniki te stanowią także wiatrołapy.

Na parterze, w części mieszkalnej mieści się strefa wspólna, na którą składają się kuchnia ze spiżarką połączona z jadalnią, salon z centralnie umieszczonym kominkiem, dwukondygnacyjny ogród zimowy od południa oraz biblioteka (pokój dla gościa), łazienka i pomieszczenie techniczno-gospodarcze od północy (il. 8).

W budynku typu B, w oddzielnym segmencie znajduje się pracownia, oddzielny wc dostępny z przedsionka oraz pomieszczenie pomocnicze. Wnętrze pracowni jest jednoprzestrzenne, całość doświetlają okna dachowe dające rozproszone światło, a także przeszklenia od wschodu i zachodu umożliwiające kontakt z otoczeniem i naturą.

Na piętrze znajdują się pomieszczenia użytkownika indywidualnego. Od wschodu usytuowano sypialnię ro-

the inside of the room. Apart from functioning as a roof, the frames form a sort of a buffer between the interior and exterior of the house.

There are ramps at residential buildings due to which they are accessible to disabled people using wheelchairs.

Functional and spatial system

A complex of buildings forms a band system where houses are located in such a way so that each of them is surrounded by deciduous trees from the southern side. Thanks to this solution buildings are sheltered from the sun in summer and unsheltered in winter when trees are without leaves (Fig. 7).

Taking into account insolation and temperatures inside, the rooms in the buildings were grouped into three zones, i.e. residential, entrance and garage which is not heated. The residential part is also separated from the workshop in the building of type B. Entrances to the buildings, which also constitute vestibules, are situated in connectors between the residential and garage parts.

On the ground floor in the residential part there is a common zone which consists of a kitchen with a pantry, connected with a dining room, a living room with a centrally situated fireplace, a two-storey winter garden on the southern side and a library (a guest room), a bathroom as well as a technical and economic room on the northern side (Fig. 8).

In the building of type B in a separate segment there is a workshop, a separate toilet accessible from the vestibule and an auxiliary room. The workshop's interior constitutes an undivided room and it is lighted by roof windows giving scattered light as well as by glazing on the eastern and western side which enable contact with nature and the surroundings.

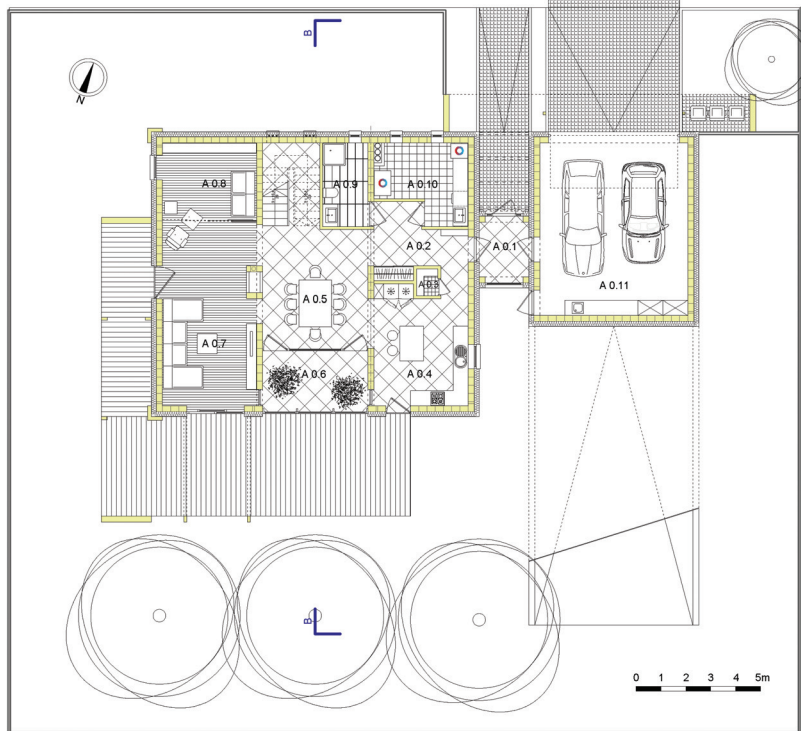
On the first floor there are rooms for individual use. A parents' bedroom which is connected with a bathroom



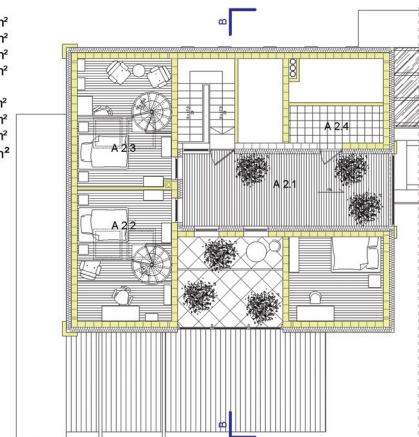
Il. 7. Perspektywa zespołu od strony południowej

Fig. 7. Perspective of the complex from the south

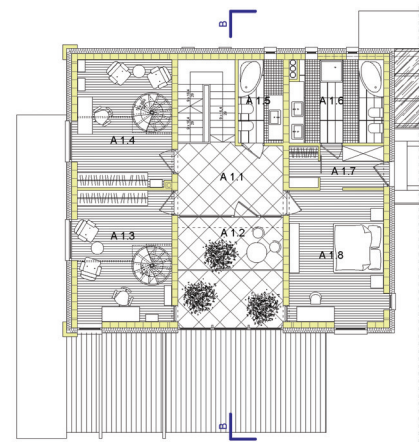
A 0.1 wiatrołap vestibule	5 m ²	A 0.9 łazienka bathroom	6 m ²	A 1.5 łazienka bathroom	6 m ²
A 0.2 przedpokój hall	16 m ²	A 0.10 pom. gospodarcze/pralnia economic room/laundry	10.2 m ²	A 1.6 łazienka bathroom	12.5 m ²
A 0.3 spiżarnia pantry	0.9 m ²	A 0.11 garaż garage	41 m ²	A 1.7 garderoba wardrobe	6.4 m ²
A 0.4 kuchnia kitchen	17.2 m ²			A 1.8 sypialnia bedroom	20 m ²
A 0.5 jadalnia dining room	14 m ²				
A 0.6 ogród zimowy winter garden	10.5 m ²	A 1.1 przedpokój hall	12 m ²	A 2.1 ogród zimowy winter garden	24 m ²
A 0.7 salon living room	28 m ²	A 1.2 gród zimowy winter garden	8.8 m ²	A 2.2 antresola mezzanine	9.7 m ²
A 0.8 biblioteka/pokój dla gościa library/guest room	12 m ²	A 1.3 pokój bedroom	20 m ²	A 2.3 antresola mezzanine	9.6 m ²
		A 1.4 pokój bedroom	19 m ²	A 2.4 schowek closet	5.7 m ²



DOM A - RZUT PARTERU
HOUSE A - GROUND FLOOR



DOM A - RZUT II PIĘTRA
HOUSE A - SECOND FLOOR PLAN



DOM A - RZUT I PIĘTRA
HOUSE A - FIRST FLOOR PLAN

Il. 8. Dom A – rzut parteru, rzut I piętra, rzut II piętra

Fig. 8. House A – ground floor projection, first floor projection, second floor projection

dziców połączoną z łazienką oraz garderobą (typ B bez oddzielnej garderoby). Od strony zachodniej umieszczono sypialnie dzieci. Posiadają one antresole z miejscem do spania. Na tej samej kondygnacji, od strony północnej, usytuowana jest także łazienka.

Na ostatniej kondygnacji, będącej poddaszem, ulokowano ogród zimowy z rozsuwanym, przeszklonym dachem. Oferuje on dodatkowe miejsce do pracy i wypoczynku dla domowników oraz w połączeniu z „dolnym” dwukondygnacyjnym ogrodem zimowym daje możliwość stworzenia oazy zieleni z całorocznym ogródkiem.

Zieleń wprowadzona do wnętrza budynków w postaci trypoziomowego ogrodu zimowego poprawia mikroklimat w ich wnętrzu. Rozwiązanie to stwarza również tzw. pasywny grzejnik dla domu w okresie zimowym oraz możliwość wzmocnienia naturalnej, grawitacyjnej wentylacji w okresie letnim, dzięki wprowadzeniu ogrodu zimowego także na poziomie poddasza (il. 9).

Przyjęty system budowlany

W projekcie zastosowano bloczki wapienno-piaskowe. Naturalne surowce użyte do produkcji ww. elementów występują w obfitości na powierzchni ziemi. Proces pro-

and a built-in wardrobe (type B without a separate wardrobe) is situated on the eastern side. Children's bedrooms are on the western side. They have mezzanines with sleeping places. The bathroom is situated on the same storey on the northern side.

On the last attic storey there is a winter garden with a retractable glass roof. It offers an additional place for work and rest for householders and in connection with a “lower” garden gives a possibility of arranging a green oasis with a small year-round garden.

The plants, which are introduced into the buildings' interiors in the form of a three-storey winter garden, improve the microclimate inside. This solution also forms the so called passive heater for the house in winter and a possibility of increasing the natural and gravitational ventilation in summer due to the winter garden situated on the attic storey (Fig. 9).

Adopted construction system

Sand and lime blocks were used in the project. Natural resources which were employed for the production of the above mentioned elements occur on the earth surface in abundance. The production process does not require any rare components. Thanks to this, they have the lowest



Il. 9. Perspektywy: ogród zimowy – drugi i trzeci poziom, strefa wejściowa, strefa ogrodowa

Fig. 9. Perspectives: winter garden – second and third level, entrance zone, garden zone

dukcyjny nie wymaga żadnych rzadkich komponentów. Dzięki temu mają one najniższą promieniotwórczość naturalną spośród wszystkich materiałów budowlanych. Ponadto wapno zawarte w blokach ściennych ma właściwości bakteriobójcze [1].

Silikaty posiadają cechy sprzyjające budownictwu energooszczędnemu. Po pierwsze, dzięki masywnej strukturze świetnie akumulują ciepło. Po drugie, wykazują doskonale właściwości tłumienia dźwięków. Jest to szczególnie ważne przy projektowaniu nowoczesnej architektury, gdzie często występują duże przestrzenie otwarte. Nie bez znaczenia jest także zdolność regulacji wilgotności pomieszczenia – przenikanie pary wodnej jest duże przy wysokiej wilgotności, natomiast niskie przy wilgotności małej [2], [3].

Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne stawiane na płycie żelbetowej są izolowane od muru fundamentowego warstwą cokołowych pustaków izolacyjnych. Oprócz przeniesienia obciążenia konstrukcji umożliwiają wyeliminowanie mostków termicznych na styku ze ścianą fundamentową (il. 10).

W projekcie zastosowano ściany zewnętrzne dwuwarstwowe o grubości 44 cm, równej grubości bloczka

natural radioactivity among all construction materials. Moreover, the lime contained in the wall blocks has antibacterial properties [1].

Silicates have features which are conducive to the energy-efficient construction industry. Firstly, due to their massive structure they excellently accumulate heat. Secondly, they show perfect features of suppressing sounds. This is particularly important when designing modern architecture where large open spaces occur. An ability to regulate the room's humidity has also some significance – transfer of vapour is high at high humidity, whereas low at low humidity [2], [3].

External and internal supporting walls, which are placed on reinforced concrete slabs, are isolated from the foundation wall by means of plinth insulation concrete blocks. Apart from shifting the weight of the structure they enable eliminating thermal bridges on the joint with the foundation wall (Fig. 10).

44 cm thick two-layer exterior walls equalling to a 24 cm lime-sand block as well as 20 cm thick mineral wool panels made of rock fibres were applied in the project. The value of heat transfer coefficient U for exterior partitions is $U = 0.14$ [W/m²K].

wapienno-piaskowego grubości 24 cm oraz płyty z wełny mineralnej z włókien skalnych o grubości 20 cm. Wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród zewnętrznych wynosi $U = 0,14$ [W/m²K].

W projekcie zastosowano dachy skośne, dwuspadowe o kącie nachylenia połaci 30°. Przyjęty kąt umożliwia bezproblemowe opadanie śniegu, jak również instalację kolektorów słonecznych. Konstrukcję dachu stanowią krokwie będące belkami dwuteowymi. Konstrukcja ta ma dużo większą izolacyjność cieplną w porównaniu z tradycyjnymi technologiami. Dzięki małej grubości środka, 10 mm, zostały zredukowane mostki cieplne powszechnie występujące w tradycyjnych elementach konstrukcyjnych z drewna litego [4].

Izolację dachu stanowi wełna szklana grubości 30 cm mocowana pomiędzy krokwiami. Aby wyeliminować mostki termiczne, termoizolacja musi być ciągła. Dlatego też należy położyć dodatkową izolację termiczną na wierzchu krokwi w postaci płyt izolacyjnych, a także pod krokwiami.

Zastosowane instalacje techniczne sprzyjające energooszczędności i ekologii

Wentylacja mechaniczna z odzyskiwaniem ciepła i gruntowym wymiennikiem ciepła

Na ogrzanie domu zużywa się średnio około 70% pobieranej energii. Wraz z powietrzem, które uchodzi z domu, tracone jest również ciepło. W budownictwie energooszczędnym, gdzie szczelność budynków jest duża, a wietrzenie przez szczeliny i nieszczelności jest niewielkie, należy zadbać o odpowiednią wentylację umożliwiającą ograniczenie strat ciepła wraz z uciekającym powietrzem.

System wentylacji zaproponowany w projektowanych domach to układ nawiewno-wywiewny z rekuperatorem uzupełniony o GWC – gruntowy wymiennik ciepła (il. 10). Zadaniem GWC jest wstępne ogrzanie lub schłodzenie pobieranego powietrza [5].

Układ taki działa w dwie strony – zimą zapewnia odzysk ciepła z powietrza usuwanego, latem następuje tzw. odzysk chłodu zabezpieczający dom przed szybkim przegrzewaniem się. Podstawową zasadą w takiej instalacji jest wykonanie wywiewów z pomieszczeń o większej wilgotności, takich jak ubikacja, łazienka czy kuchnia, oraz wykonanie nawiewów do salonu, sypialni, jadalni czy gabinetu.

Do dystrybucji powietrza wykorzystuje się polietylenowe przewody wentylacyjne. Są one aerodynamiczne, bezpieczne, higieniczne i bezzapachowe, a ich wewnętrzna warstwa została wykonana z antystatycznego i antybakteryjnego tworzywa. Mają niewielkie wymiary – średnica równa 63 mm, dzięki temu możliwe jest całkowite ukrycie instalacji w wylewanej warstwie stropu [6].

Pompa ciepła z kolektorami słonecznymi

Układ ten jest odpowiedzialny za przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz zasilanie instalacji centralnego ogrzewania.

Gable pitched roofs with a pitch angle of 30° were used in the project. The adopted angle lets the snow fall without problems and it also enables fixing solar collectors. I-beam rafters constitute the roof framing. This kind of framing has much higher thermal insulation in comparison with traditional technologies. Thanks to 10 mm thick webs the thermal bridges, which commonly occur in traditional constructional elements made of solid wood, were reduced [4].

The roof insulation is made of 30 cm thick glass wool which is fixed between rafters. In order to eliminate thermal bridges the insulation must be continuous. Therefore, additional thermal insulation in the form of insulation panels should be used on the surface of rafters as well as under them.

The employed technical installations facilitating energy efficiency and ecology

Mechanical ventilation with heat recovery and ground heat exchanger

On average, 70% of the total energy is used to heat a house. Along with the air that escapes from the house, heat is lost as well. In low-energy construction, where tightness of buildings is high and airing through crevices and leakages is insignificant, it is necessary to ensure appropriate ventilation that enables reduction of heat losses that takes place when the air escapes.

The proposed system of ventilation in the designed houses is an intake-outlet system with a recuperator accompanied by GWC – a ground heat exchanger (Fig. 10). Its task is to initially heat or cool the air that is collected [5].

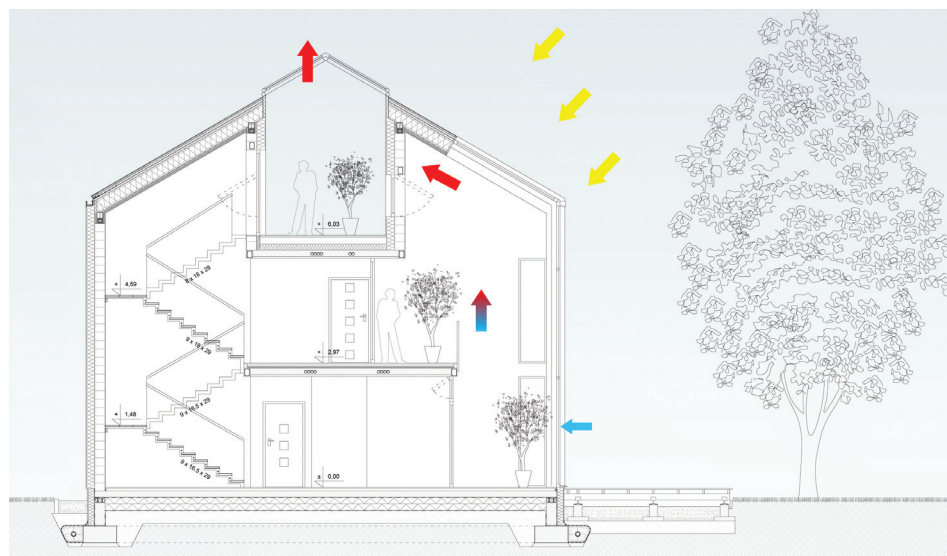
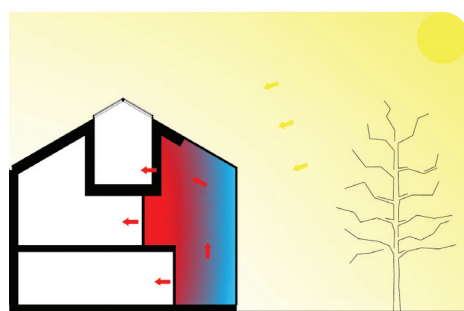
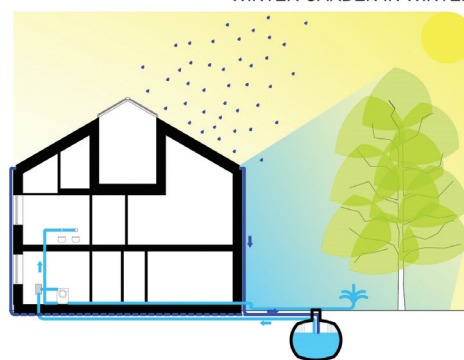
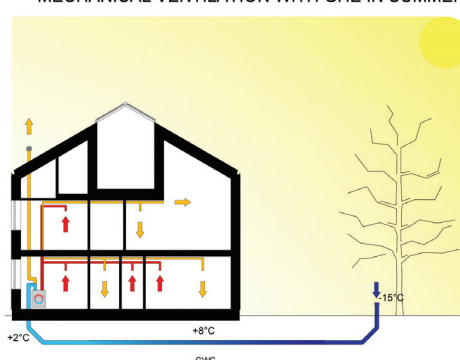
This system operates both ways – in winter it ensures a heat recovery from the removed air while in summer a recovery of coolness is enabled that protects the house from quick overheating. The basic principle in this installation consists in provision of exhausts from rooms of greater humidity such as a toilet, bathroom or kitchen and provision of air supply systems for the living room, bedroom, dining room or study.

To distribute air, polyethylene ventilation ducts are used. They are aerodynamic, safe, hygienic and odourless and their interior parts were made from an antistatic and antibacterial material. Their sizes are small – 63 mm in diameter, therefore the whole installation can be hidden almost totally in the raw concrete floor layer [6].

Heat pump with solar collectors

This system is responsible for preparing warm usable water and supplying the central heating installation.

A heat pump is a low-temperature device which operates basing on typical physical transformations such as evaporation, compression, condensation and depressurisation. To make it work, it is necessary to supply a small amount of energy to drive the compressor. The device consists of elements that make up a closed system in which an ecological agent circulates undergoing changes from a liquid to a gas form and vice versa causing a flow of heat

DOM A - PRZEKRÓJ B-B, /OGRÓD ZIMOWY LATEM/
HOUSE A - SECTION BB, /WINTER GARDEN IN SUMMER/OGRÓD ZIMOWY ZIMA
WINTER GARDEN IN WINTERWENTYLACJA MECHANICZNA Z GWC LATEM
MECHANICAL VENTILATION WITH GHE IN SUMMERODZYSK WODY DESZCZOWEJ
RAINFATHER HARVESTING SYSTEMWENTYLACJA MECHANICZNA Z GWC ZIMA
MECHANICAL VENTILATION WITH GHE IN WINTERIl. 10. Dom A – przekrój B-B,
schematy rozwiązań i instalacji
technicznychFig. 10. House A – Section B-B,
diagrams of technical solutions
and installations

Pompa ciepła jest urządzeniem niskotemperaturowym działającym w oparciu o typowe przemiany fizyczne: parowanie, sprężanie, skraplanie oraz rozprężanie. Działanie pompy wymaga dostarczenia niewielkiej ilości energii elektrycznej do napędu sprężarki. Urządzenie składa się z elementów tworzących zamknięty układ, wewnątrz którego krąży ekologiczny czynnik podlegający przemianom z postaci ciekłej na gazową i odwrotnie, powodując przepływ energii cieplnej ze źródła dolnego do górnego. Dolnym źródłem może być grunt z umieszczonymi w nim sondami, natomiast źródłem górnym jest instalacja grzewcza, którą w projekcie stanowi ogrzewanie podłogowe (ogrzewanie niskotemperaturowe) – w połączeniu z nim pompa uzyskuje największą skuteczność [5]. Układ ten

energy from the lower source to the upper one. The lower one can be the ground with probes placed there whereas the upper source is a heating installation which, according to the design, is under-floor heating (low-temperature heating) – when combined with it, the pump reaches its greatest efficiency [5]. This system is supported by an installation of vacuum pipe solar collectors.

Rainwater harvesting

More than 50% of drinking water can be saved by using properly filtrated and kept rainwater for various applications such as washing, flushing the toilet, washing the car or washing floors, etc.

wspomagany jest przez instalację próżniowych rurowych kolektorów słonecznych.

Odzysk wody deszczowej

Ponad 50% wody pitnej można zaoszczędzić, wykorzystując do wielu zastosowań (pranie, spłukiwanie wc, podlewanie ogrodu, mycie samochodu, mycie podłóg itp.) odpowiednio filtrowaną oraz przechowywaną deszczówkę.

Woda deszczowa sama w sobie jest bardzo czysta i wolna od zarazków, jednak przez spłynięcie po powierzchni dachu ulega zanieczyszczeniu. Jakość wody deszczowej zależy głównie od rodzaju powierzchni dachu – najlepsze są dachy o pokryciu ceramicznym, betonowym lub blaszanym, mniej przydatne są dachy pokryte roślinnością, nieprzydatne – dachy pokryte płytami azbestowymi lub papą bitumiczną. Dlatego też przechwycona przez rynny i transportowana rurami spustowymi woda deszczowa musi zostać oczyszczona z grubych i drobnych zanieczyszczeń przez układ filtrów, aby trafić następnie do podziemnego zbiornika, gdzie jest przechowywana [7] (il. 10).

Oświetlenie i nasłonecznienie

W każdym z pomieszczeń, które jest przeznaczone na pobyt ludzi, zachowano proporcje wielkości okien w świetle ościeżnicy do powierzchni pomieszczenia w stosunku co najmniej 1:8.

W projekcie zastosowano aluminiowy system okienny oraz drzwi zewnętrzne, które mają bardzo dobry współczynnik przenikania ciepła (nawet $\leq 0,8$ W/m²K). Łączą one w sobie takie zalety aluminiowych systemów okiennych, jak między innymi: stabilność, różnorodność powierzchni, wytrzymałość oraz trwałość, zapewniając jednocześnie znakomite właściwości izolacyjne [8].

Zarówno okna, jak i drzwi są montowane zgodnie z zasadą ciepłego montażu, a więc w izolacyjnej warstwie ściany, bez mostków termicznych na styku okien i muru.

Podsumowanie

Projekt ekologicznego zespołu budynków stanowi próbę utworzenia miejsca o wysokich właściwościach energooszczędnych i ekologicznych w środowisku miejskim. Przedstawia przejrzysty, pasowy układ osiedla. Zawiera obiekty o zróżnicowanym programie, co sprzyja zainteresowaniu przez szerokie grono odbiorców.

Osiedle spełnia wymagania stawiane obiektom przeznaczonym do zamieszkiwania przez osoby niepełnosprawne. Domy dla mieszkańców poruszających się na wózkach inwalidzkich znajdują się na zewnętrznych działkach.

Układ osiedla sprzyja integracji mieszkańców. W przestrzeni wspólnej ulokowano trzy „zielone wyspy” stanowiące miejsca rekreacyjne i place zabaw dla dzieci.

Szczególne rolę odgrywają obszary zielone. Zieleń wokół budynków stanowi bufor przed nadmiernym przegrzewaniem w okresie letnim, natomiast zieleń wpro-

Rainwater in itself is very clean and free from bacteria, however, it is contaminated the moment it flows down the roof surface. The quality of rainwater mainly depends on the roof surface type – the best roofs are those covered with ceramics, concrete or metal sheet; those covered with plants are less useful, while the roofs covered with asbestos or bitumen sheeting are totally unsuitable. Therefore, the water collected in gutters and transported by pipes has to be purified from all impurities by a system of filters and then to find its way to an underground tank where it is kept [7] (Fig. 10).

Lighting and insolation

In each room which is designed for residential purposes there are maintained proportions of the size of windows in the door frame to the size of rooms in the relation of at least 1:8.

The project uses an aluminium system of windows and external doors which are characterised by a very good heat transfer coefficient (even ≤ 0.8 W/m²K). This system has some advantages resulting from aluminum window systems such as, for example stability, diversity of surfaces, strength and durability as well as excellent insulation properties [8].

Both windows and doors are installed in accordance with a warm assembly principle, i.e. in the insulating wall layer with avoidance of thermal bridges at the interface of the windows and the wall.

Summary

The project of an ecological complex of buildings constitutes an attempt to create a place that is characterised by good low-energy and ecological properties in the urban environment. It shows a clear, belt arrangement of the estate. It includes buildings of diverse systems, which leads to attracting a wide range of potential customers.

The estate meets all the requirements of a place that is friendly to disabled persons who wish to live here. The houses for people who move with the use of wheelchairs are situated on external plots of land.

The arrangement of the estate facilitates integration of its residents. In its common space there are three ‘green islands’ constituting places of recreation and playgrounds for children.

Green areas play a special role here. Greenery around the buildings serves as a buffer protecting against excessive overheating in summer whereas greenery introduced into the buildings’ interiors in the form of a three-level winter garden improves the microclimate in the interiors. Moreover, the winter garden also constitutes an additional place for work and relaxation for residents and provides possibilities of creating a green oasis with a year-round garden for cultivating flowers, vegetables and fruits. This solution can also be seen as a sort of a passive heater for the house in winter periods and a possibility of gravitational ventilation in summer due to the introduction of a winter garden also on the attic storey.

dzona do wnętrza budynków, w postaci trzypoziomowego ogrodu zimowego, poprawia mikroklimat w ich wnętrzu. Ogród zimowy stanowi też dodatkowe miejsce pracy i wypoczynku dla mieszkańców oraz daje możliwość stworzenia oazy zieleni z całorocznym ogródkiem do ho-

dowli kwiatów, warzyw i owoców. Rozwiązanie to stwarza również tzw. pasywny grzejnik dla domu w okresie zimowym oraz możliwość grawitacyjnej wentylacji w okresie letnim, dzięki wprowadzeniu ogrodu zimowego także na poziomie poddasza.

Bibliografia/References

- [1] *Katalog produktów Silka i Ytong, System 20 Plus*, Xella Polska, Warszawa 2009.
- [2] Markiewicz P., Matysek P., *Projektowanie architektoniczne i konstrukcyjne w systemie YTONG*, Xella Polska, Warszawa 2008.
- [3] *Nowoczesne i energooszczędne domy z bloczków SILKA*, <http://www.decoartel.pl/architektura/modules/dom/item.php?itemid=6> [accessed: August 2013].
- [4] *Belka dwuteowa Kronopol I-Beam*, <http://mdb.kronopol.pl/Belki-dwuteowe/Produkt> [accessed: August 2013].
- [5] Wnuk R., *Instalacje w domu pasywnym i energooszczędnym*, Przewodnik Budowlany, [b.m.w.], 2007.
- [6] *Nowoczesne polietylenowe przewody R-Vent Flex*, <http://www.rekuperatory.pl/oferta/sposoby-dystrybucji-powietrza/inteligentny-sytem-r-vent-flex> [accessed: August 2013].
- [7] <http://www.powode.pl/> [accessed: August 2013].
- [8] <http://www.schueco.com> [accessed: August 2013].

Streszczenie

Ekologiczny zespół domów jednorodzinnych zlokalizowany jest w Będzinie, na terenie osiedla Górki Małobądzkie pomiędzy ulicami Jesionową i Lipową. Składa się z budynków w zabudowie bliźniaczej, wolno stojących, mieszczących pracownie oraz przystosowanych dla osób niepełnosprawnych poruszających się na wózku inwalidzkim. Projektowane budynki w układzie pasmowym na osi wschód–zachód ukształtowano w taki sposób, by w pełni korzystać z energii słońca. Zabudowę ustawiono tak, aby pomieszczenia pobytowe miały ekspozycję południową.

Bryły zaprojektowanych domów składają się z kilku kubatur połączonych ze sobą poprzez przeszklone segmenty mieszczące wiatrolapy oraz przejścia. Głównym elementem jest dwukondygnacyjny trzon mieszkalny z użytkowym poddaszem nawiązujący do archetypu domu jednorodzinne. Zgodnie z wymogami budownictwa energooszczędnego zaprojektowano duże przeszklenia oraz trzypoziomowy ogród zimowy od strony południowej. Elewacja północna charakteryzuje się natomiast tylko niezbędnymi otworami. Zastosowano buforowy układ pomieszczeń z usytuowaniem pomieszczeń pobytowych od południa.

Wysokie walory ekologiczne i energooszczędne osiągnięto dzięki prostej bryle budynku i likwidacji mostków termicznych. Ważnymi elementami są także zastosowane instalacje: pompy ciepła z kolektorami słonecznymi, wentylacja z odzyskiem ciepła, a także instalacja do gromadzenia wody deszczowej.

Słowa kluczowe: architektura ekologiczna, ekologia, dom energooszczędny, dom jednorodzinny

Abstract

The ecological buildings complex is located in Będzin, on the estate of Małobądzka, between Jesionowa and Lipowa streets. The buildings complex consists of semi-detached and free-standing units. The buildings are adapted for disabled people who move around in a wheelchair. The proposed buildings in a belt system on the east–west axis are shaped in such a way as to make full use of solar energy. The buildings are set, so that the residence rooms have a southern exposure.

Blocks of designed houses are composed of several volumes connected by glass segments which enable communication. The main component is the core of a two-storey residential building with the attic referring to the archetype of a detached house.

In accordance with the requirements of energy-saving construction, large windows and a three-storey winter garden to the south have been designed. The northern elevation is characterized only by necessary openings. A buffer system of rooms is used and the location of residence spaces from the south is achieved.

The high ecological and energy saving value is achieved by a simple form of building block and by the elimination of thermal bridges. Important components of green building have been applied: heat pump systems with solar collectors, heat recovery ventilation and rainwater collection.

Key words: ecological architecture, ecology, energy saving house, single family house



Ekstensywny zielony dach, poziome turbiny wiatrowe i osłony przeciwsłoneczne w postaci paneli fotowoltaicznych na obiekcie usługowym NetZero w Dockside Green w Victorii w Kanadzie (fot. A. Bać, 2011)

Extensive green roof, horizontal wind turbines and anti-solar covers in the form of photovoltaic panels on the NetZero service facility in Dockside Green in Victoria, Canada (photo by A. Bać, 2011)