

JACEK DĘBOWSKI, MARCIN RADOŃ*

SPOSOBY ROZWIĄZANIA INSTALACJI W BUDYNKACH AUTONOMICZNYCH

EXAMPLES OF INSTALLATION IN THE AUTONOMOUS BUILDINGS

Streszczenie

Budynek autonomiczny – to budynek zaprojektowany w taki sposób, aby mógł funkcjonować niezależnie od infrastruktury zewnętrznej, czyli bez konieczności korzystania z sieci elektrycznych, wodnych i kanalizacyjnych. Choć z założenia nie jest to budynek ekologiczny, to jednak jego niezależność od zewnętrznych (nieodnawialnych) źródeł energii oznacza mniejszy wpływ na środowisko w porównaniu z budownictwem tradycyjnym. Budynki autonomiczne są zazwyczaj również energooszczędne, co pozwala na zmniejszenie kosztów ich utrzymania. Budynek taki stanowi rozwinięcie idei domu pasywnego. W artykule autorzy przedstawią wybrane sposoby rozwiązania instalacji stosowane w tego typu budynkach, ze szczególnym uwzględnieniem instalacji grzewczych i wodno-kanalizacyjnych.

Słowa kluczowe: budynek autonomiczny, energia odnawialna

Abstract

An autonomous building is a building that can operated independently from external infrastructure without use the external electric power and municipal water systems. Although this building is not an ecological building it reduces environmental impacts by using on-site resources and renewable energy. An autonomous building is also energy efficient in operation that reduces costs. This building becomes a development of an idea of the passive buildings. The examples of installation used in the autonomous buildings are presented in this paper.

Słowa kluczowe: autonomous building, renewable energy

* Dr inż. Jacek Dębowski, dr inż. Marcin Radoń, Zakład Budownictwa i Fizyki Budowli, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Projektowane obecnie budynki można określić mianem energooszczędnych – przynajmniej pod względem energii zużywanej na ogrzewanie, ponieważ obowiązujące przepisy narzucają dość wysoki poziom oszczędności energii cieplnej w porównaniu z ubiegłymi dekadami.

Do oceny stopnia energooszczędności budynku stosuje się kompleksową analizę określającą jego zapotrzebowanie na energię pierwotną, stanowiącą ilość energii nieodnawialnej, która musi być wydobyta u źródła, aby zaspokoić potrzeby energetyczne budynku. W analizie tej bowiem, oprócz parametrów budynku i liczby oraz rodzaju instalacji wewnętrznych, bierze się pod uwagę samo źródło zasilania w energię, a także systemy zewnętrzne (dostawcze), a zatem uwzględnia się straty powstające zarówno na etapie produkowania, jak i przesyłania energii [1].

Przyjęta w 2010 roku „Zmiana do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, tzw. RECAST” narzuca kolejne zaostżenia ochrony cieplnej, wprowadzając pojęcie tzw. budynku o niemal zerowym zużyciu energii. Ta niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo dużym stopniu ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu budynku.

Budynek o niemal zerowym zużyciu energii oznacza, wg dyrektywy, budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej (podobnie jak budynki pasywne). Budynki o takich cechach należy, zgodnie z postanowieniami dyrektywy, projektować w Polsce od 2020 r. Aby spełnić narzucone w dyrektywie wymagania do procesu projektowania, należy podejść w sposób kompleksowy, analizując rozwiązania materiałowe, konstrukcyjne, instalacyjne, a także zapewnić możliwość współpracy wszystkich systemów budynku.

Rozwinięciem idei budynku energooszczędnego o niemal zerowym zużyciu energii oraz budynku pasywnego jest **budynek autonomiczny**, którego założeniem jest jak najmniejsze zużycie energii oraz możliwość funkcjonowania niezależnie od infrastruktury zewnętrznej. Budynek taki nie wymaga dostarczania z zewnątrz energii elektrycznej, wody, gazu oraz odbioru ścieków i wody opadowej. Pełna niezależność od dostaw mediów zewnętrznych jest aktualnie trudna do osiągnięcia i wymaga również zmiany nawyków użytkowników takiego budynku. Niemniej jednak coraz częściej projektowane są obiekty wyposażone chociaż w częściową autonomię.

Zastosowanie w budynku autonomicznym alternatywnych źródeł energii (energia solar-na, wiatrowa) oraz dostępnych na miejscu zasobów (woda deszczowa) znacznie zmniejsza niekorzystny wpływ budynku na środowisko, stąd budynki takie uznawane są za przyjazne dla środowiska. Budynek autonomiczny musi być projektowany indywidualnie, uwzględniając, obok wytycznych wynikających z założeń idei autonomii, także warunki klimatyczne i środowiskowe oraz czynniki terenowe działki, na której ma być położony.

Dodatkową zaletą budynku autonomicznego jest większe poczucie bezpieczeństwa i niezależności jego mieszkańców od sieci przesyłowych i dostawców mediów. W pełni autonomiczny budynek może być również samowystarczalny pod względem produkcji żywności.

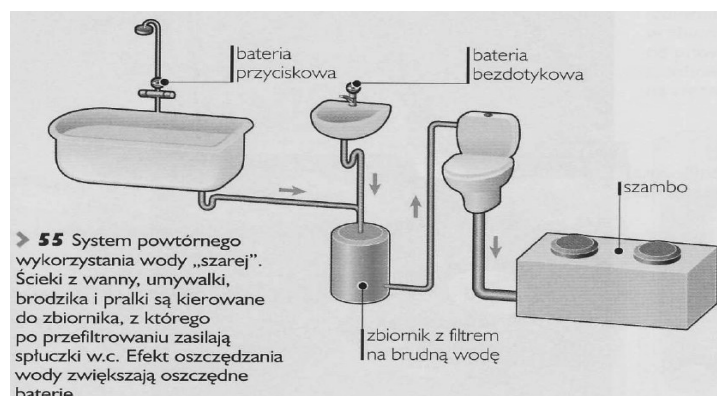
2. Instalacja sanitarna w budynku autonomicznym

Budynek autonomiczny funkcjonuje niezależnie od sieci wodociągowej. Zaopatrzenie w wodę może być stosunkowo proste – gdy źródłem wody jest studnia, ale niestety nie w każdym budynku takie rozwiązanie jest możliwe. W większości budynków autonomicznych, w celu ograniczenia zużycia wody, w dużym stopniu korzysta się z wody deszczowej oraz wykorzystuje tzw. szarą wodę.

Średnie dobowe zużycie wody na 1 mieszkańca w domku jednorodzinnym wynosi około 150 litrów wody. Woda deszczowa, która może być wykorzystana do prania, mycia podłóg, podlewania ogródka, a przede wszystkim do spłukiwania toalet, może zastąpić zużycie około 85 litrów wody pitnej. Szczególnie ważne jest wykorzystanie wody deszczowej do spłukiwania toalet, do czego zużywa się około 30% dobowego zużycia wody w budynkach mieszkalnych.

Istotną możliwością ograniczenia zapotrzebowania na wodę może być wykorzystanie tzw. szarej wody, czyli, jak ją definiuje norma 12056-1 [2], wody wolnej od fekaliiów, ale zabrudzonej. W tradycyjnym gospodarstwie domowym około 50–80% wody ściekowej, w praktyce wytwarzanej w czasie mycia naczyń, kąpieli czy prania, może być ponownie wykorzystana jako szara woda. Woda taka nadaje się do powtórnego użycia, np. do spłukiwania toalet, czy podlewania i nawadniania ogrodów.

Na ilustracji 1 pokazano przykład powtórnego wykorzystania wody przez zastosowanie wodnej instalacji dualnej.



II. 1. Instalacja dualna umożliwiająca wykorzystanie szarej wody

III. 1. Dual sanitary system for the use of greywater

W celu ograniczenia zużycia wody w budynkach autonomicznych stosuje się również toalety kompostujące, dzięki którym w budynku nie ma zapotrzebowania na wodę do spłukiwania toalet oraz w znaczny sposób redukuje się ilość ścieków. Dodatkowo większość ścieków z budynku, pozbawiona fekaliiów, może być rozszcządzana w gruncie.

Aby uniezależnić budynek od sieci kanalizacyjnej, możliwe jest również zastosowanie przydomowej oczyszczalni ścieków.

3. Ogrzewanie w budynku autonomicznym

Budynek autonomiczny w swym założeniu korzysta z ogrzewania pasywnego, czyli wykorzystuje naturalne źródła ciepła. W związku z tym do ogrzewania budynku autonomicznego stosuje się kolektory słoneczne oraz pompy ciepła, a ponadto kogeneratory zasilane olejem roślinnym i gazem drzewnym lub kotły i kominki na drewno lub olej opałowy.

Budynek autonomiczny, podobnie jak budynek energooszczędny czy pasywny, powinien wykorzystywać energię słoneczną poprzez odpowiednie ukształtowanie bryły budynku i właściwe usytuowanie przeszkleń (energooszczędne okna, świetliki, ściana Trombe'a), tak by akumulował ciepło. Co więcej, należy nim umożliwić korzystanie z innych wspomagających technik ogrzewania, jak np. gruntowy wymiennik ciepła czy rekuperator. Niektóre, spotykane w literaturze, rozwiązania przewidują również możliwość odzysku ciepła ze spalin z turbiny gazowej, silnika stirlinga lub silnika spalinowego.

Typowe wykorzystanie ogrzewania słonecznego odbywa się w cyklu dziennym. W budynku autonomicznym korzystniejsze jest zastosowanie nowej propozycji ogrzewania geosolarnego, wykorzystującego roczny cykl ogrzewania [3], a możliwego do stosowania również na terenach, gdzie jest stosunkowo małe nasłonecznienie w okresie zimowym. W systemie tym ciepło z okresu letniego jest gromadzone w gruncie, znajdującym się bezpośrednio pod budynkiem. Dzięki właściwie dobranej grubości gruntu oraz odpowiedniej izolacji termicznej można obliczyć czas dopływu ciepła do budynku tak, aby było ono oddawane z dużym przesunięciem czasowym, a więc w okresie zimowym.

Istotne dla akumulacji ciepła jest także – w miarę możliwości – pokrycie budynku warstwą ziemi oraz właściwe zagospodarowanie działki (zasadzenie drzew i krzewów, ograniczające omywanie budynku przez wiatr). W wykonywanych dawniej tradycyjnych budynkach oszczędności energii cieplnej uzyskiwano przez wkopanie budynku w ziemię lub obsypanie go ziemią w celu osłony od wiatru.

4. Ciepła woda użytkowa w budynku autonomicznym

Najbardziej popularnym rozwiązaniem na uzyskanie ciepłej wody użytkowej jest jej podgrzewanie za pomocą kolektorów słonecznych. W okresie wiosenno-letnim prawidłowo dobrana i właściwie wykonana instalacja solarna jest w stanie, w znacznym stopniu, pokryć zapotrzebowanie budynku na ciepłą wodę użytkową, albowiem oszczędza około 70% energii, którą w tradycyjnej instalacji zużywamy do podgrzania wody.

Podczas montażu instalacji do pozyskiwania ciepłej wody ważnym elementem jest odpowiednie usytuowanie i dobra izolacja (np. próżniowa) zbiornika wody, który powinien działać na zasadzie termosu. W zbiorniku tym gromadzona jest, ogrzana w czasie słonecznych dni, woda, którą magazynuje się do późniejszego wykorzystania.

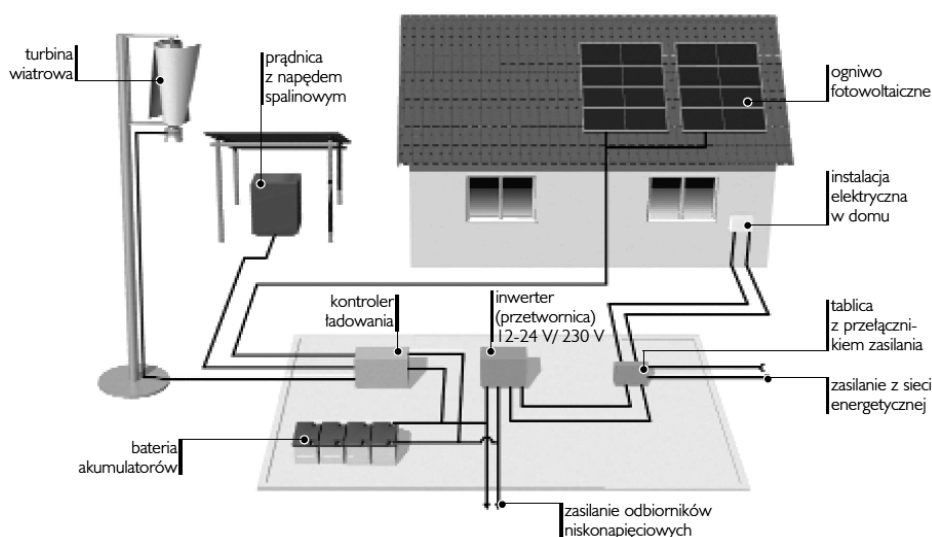
W polskich warunkach klimatycznych systemy do produkcji ciepłej wody użytkowej są często wspomagane ogrzewaniem za pomocą kotła, włączanego przez termostat lub kominki z płaszczem wodnym.

5. Energia elektryczna w budynku autonomicznym

Źródłem energii elektrycznej dla budynku autonomicznego mogą być ogniwa fotowoltaiczne, czyli ogniwa słoneczne, w których następuje konwersja energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Na ogół instalowane są na dachu (wbudowane w dach), a ich żywotność może wynosić około 40 lat.

W przypadku położenia budynku w terenie o niskim nasłonecznieniu, ale stosunkowo wietrznym, do produkcji energii elektrycznej używane są turbiny wiatrowe. W typowym domu autonomicznym do produkcji energii wystarczy niewielka turbina zamontowana na wieży o wysokości 30 m i z wirnikiem o średnicy około 5 m. Turbiny takie posiadają samostawne łopaty wirnika, proste generatory prądu zmiennego i szczelną obudowę, co zapewnia ich bezawaryjną pracę.

Bardzo często turbiny wiatrowe współpracują z ogniwami słonecznymi, tworząc tzw. hybrydowy, autonomiczny system zasilania (il. 2). Takie układy, wzajemnie się uzupełniając, mogą zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną zarówno w słoneczne, jak i w pochmurne dni [4].



Il. 2. Instalacja autonomicznego systemu zasilania w energię elektryczną [4]

Ill. 2. Autonomous system of power supply [4]

6. Przykłady budynków autonomicznych

Jednym z najciekawszych przykładów realizacji budynków autonomicznych jest budynek siedziby banku ING w Amsterdamie. Jest to przykład budownictwa niskoenergetycznego z szerokim zastosowaniem systemów sterowania automatycznego. W obiekcie tym wykorzystano wiele oryginalnych rozwiązań umożliwiających z jednej strony oszczędność energii, a z drugiej ograniczenie zapotrzebowania na energię zewnętrzną [5].

Ściany zewnętrzne budynku zaprojektowano i wykonano jako podwójną przeszkloną fasadę wentylowaną, działającą na zasadzie ściany Trombe'a. Szkło wewnętrzne ma właściwości izolacyjne i minimalizuje straty ciepła z wnętrza budynku, jednocześnie pozwalając na dostęp promieniom słonecznym w okresie zimowym, co pomaga w pasywnym ogrzewaniu budynku. W fasadzie zewnętrznej znajdują się otwory wentylacyjne, pozwalające w lecie na odpływ ciepła oraz żaluzje ograniczające dostęp światła słonecznego w zbyt słoneczne dni. Między szybami znajduje się przestrzeń umożliwiająca wentylowanie fasady. Znajdujące się tam powietrze jest połączone z systemem ośmiu ogrodów wewnętrznych, znajdujących się na terenie budynku. Zaprojektowany w ten sposób system wentylacji w obiekcie stał się podstawowym sposobem ogrzewania i chłodzenia budynku, jedynie wspomaganym w gorące lub zimne dni wentylacją mechaniczną. Co więcej, sposób przeszklenia fasady zależy od jej orientacji i tak fasada południowa ma żaluzje regulowane automatycznie w zależności od temperatury powietrza atmosferycznego, co daje oszczędności energii sięgające 30–50%. Fasada północna z kolei stanowi przede wszystkim bufor ograniczający zanieczyszczenia i hałas z autostrady, przebiegającej w pobliżu obiektu, poprawiając izolacyjność akustyczną o ok. 5–30 dB w zależności od wysokości kondygnacji.

Budynek wykorzystuje również naturalny zbiornik wodny usytuowany pod obiektem. Ogrzana lub ochłodzona woda ze zbiornika jest źródłem energii do instalacji klimatyzacyjnej i w razie konieczności jej uruchomienia woda jest transportowana na powierzchnię za pomocą pomp. Ostatecznie woda po użyciu wraca z powrotem do zbiornika podziemnego.



II. 3. Budynek autonomiczny w Amsterdamie [6]

III. 3. An autonomous building in Amsterdam [6]

W budynku banku ING dla zwiększenia oszczędności energii zastosowano ponadto rozwiązania związane z automatyką, a charakterystyczne dla budynków inteligentnych. Jako przykład może posłużyć tu zasada, że przy otwarciu okna rolety się podnoszą, a klimatyzacja jest automatycznie wyłączana czy też założenie, że sztuczne oświetlenie jest automatycznie wyłączane, jeżeli do pomieszczenia dostarczana jest wystarczająca ilość światła dziennego.

W Polsce idea budynków autonomicznych nie jest jeszcze bardzo rozpowszechniona. Jednym z niewielu przykładów takich budynków jest ekologiczne gospodarstwo Eco-Frontiers w Bieszczadach [7]. Jest ono niezależne od dostaw energii i czerpie prąd z 10 paneli fotowoltaicznych o mocy 125 W każdy. Panele umieszczone są na solartraku – stelażu ustawiającym panele prostopadle do promieni słonecznych i umożliwiającym ładowanie akumulatorów przez cały okres dziennego nasłonecznienia. Dodatkowo gospodarstwo wyposażone jest w dwie turbiny wiatrowe – o mocy 1 i 3 kW. Taki hybrydowy system zasilania działa niezależnie od pogody. Dodatkowo przy pochmurnej i bezwietrznej pogodzie energia czerpana jest z akumulatorów, wystarczających przy oszczędnym gospodarowaniu nawet na trzy tygodnie bez słońca i wiatru.

Woda w gospodarstwie jest nagrzewana panelami słonecznymi umieszczonymi na południowej stronie budynku. W lecie umożliwiają one podgrzanie wody w 500-litrowym zbiorniku nawet do temperatury 70°C. Również w słoneczne, zimowe dni, woda podgrzewa się do 50°C. W sezonie zimowym budynek ogrzewany jest piecem na drewno, z którego ciepło rozprowadzone jest kanałami podłogowymi. Całość zużycia zasobów energii jest monitorowana komputerowo, co umożliwia efektywne gospodarowanie jej zapasami.

Korzystanie z energii odnawialnej i uniezależnienie od zewnętrznych dostaw związane jest z „dyscypliną energetyczną” mieszkańców budynku. Należy pamiętać nie tylko o oszczędzaniu energii (wyłączanie urządzeń, żarówki energooszczędne), ale również być przygotowanym na przesunięcie niektórych domowych czynności (pranie, odkurzanie) na słoneczne lub wietrzne dni, w których dostawy energii są większe.



II. 4. Budynek autonomiczny w Bieszczadach [7]

III. 4. An autonomous building in Bieszczady [7]

7. Wnioski

Idea budynków autonomicznych, które do tej pory nie są jeszcze zbyt popularne, budzi coraz większe zainteresowanie zwłaszcza w obliczu nowych przepisów dotyczących energooszczędności i ekologii budynków. Budynek autonomiczny ma mniejszy wpływ na środowisko i wykorzystuje odnawialne źródła energii. Jest więc przyjazny środowisku, a koszty jego utrzymania są zdecydowanie mniejsze niż w przypadku budynku tradycyjnego. Niewątpliwą zaletą takich budynków jest również uniezależnienie się ich mieszkańców od istniejących sieci przesyłowych oraz ograniczenie związanych z tym kosztów. Budynek taki ponadto daje jego mieszkańcom poczucie bezpieczeństwa w przypadku awarii, kataklizmu czy remontów, które mogą zaburzać dostawy mediów.

Obecnie budowa takiego budynku jest jednak wciąż dość kosztowna. Przyjmuje się, że powierzchnia budynku autonomicznego będzie o ok. 25% mniejsza niż budynku tradycyjnego wybudowanego tym samym kosztem. Bez dotacji z środków państwowych lub unijnych zwrot inwestycji nastąpiłby dopiero po ok. 20–30 latach.

Co więcej mieszkańcy budynku autonomicznego muszą również zmienić swoje przyzwyczajenia i nauczyć się racjonalnego gospodarowania energią i innymi zasobami (użytkowanie szarej wody, stosowanie toalety kompostującej itp.).

Literatura

- [1] Szajkowska A., Okołowska A., *Jak odczytać świadectwo energetyczne* (http://murator-dom.pl/budowa/przed-budowa/jak-odczytac-swiadectwo-energetyczne,13_3956.html – 27.04.2011).
- [2] PN-EN 12056-1: Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków – Część 1: Postanowienia ogólne i wymagania.
- [3] Stephens D., *Annualized geo-solar heating” as a sustainable residential-scale solution for temperate climates with less than ideal daily heating season solar availability*, Global Sustainable Building Conference, September 2005, Tokyo, Japan (<http://greener-shelter.org/Tokyopaper.pdf>).
- [4] Barzyk G., Grunwald A., *Sposób na własny prąd*, Ładny Dom, sierpień 2006.
- [5] Hunter C., *ING Headquarters – Meyer en van Schoonen* (http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/366essaysW03/carydis_ing.pdf).
- [6] Protetti, Ambienti, *ING Group Head Office, Amsterdam*, L’Arca 149, June 2000, 58.
- [7] Łopata A., Czech A., *Zaczerpnij czystej energii*, Weranda Country, 2009 (www.ecofrontiers.net/uploads/content/pressguest/zaczerpnijczystej-energii.pdf).