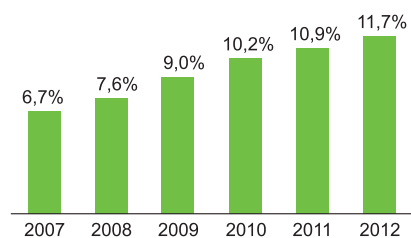


dr hab. inż. Krzysztof Żmijewski, prof. PW*
mgr inż. Piotr Leon Narloch*

Domy pełne słońca

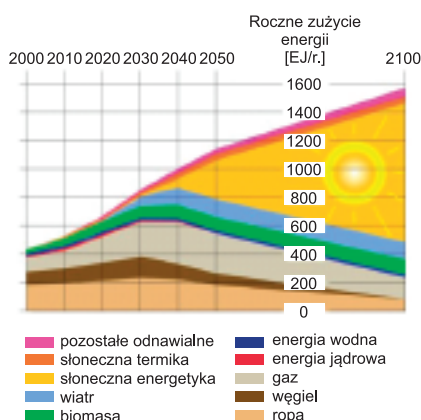
Zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, od 31 grudnia 2020 r. na terenie Unii Europejskiej wszystkie nowo wzniesione budynki mają mieć niemal zerowe zapotrzebowanie na energię. Świadomość tej regulacji zmusza do poszukiwania technologii, materiałów budowlanych i rozwiązań architektonicznych zmniejszających zapotrzebowanie energetyczne budynków i emisję zanieczyszczeń. *Przynajmniej słońce jest zawsze za darmo...* powiedział Haruki Murakami. W słowach tego współczesnego powieściopisarza kryje się myśl doskonale wpisująca się we współczesną ideę budownictwa zrównoważonego – energia promieniowania słonecznego stanowi darmowe, powszechnie dostępne, czyste źródło energii. Należy zatem wykorzystać je do produkcji energii elektrycznej i ciepła w każdym budynku.

Chociaż w ciągu kilku ostatnich lat udział energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym pozyskaniu energii w Polsce wzrósł o ponad 40% (rysunek 1), to udział energii promieniowania słonecznego w tej grupie był niemal zerowy – w 2012 r. wynosił zaledwie 0,02% [2]. Wynik ten pokazuje, że obecny system popularyzacji OZE nie wspiera rozwoju rynku fotowoltaiki. Warto zaznaczyć, że nieliczne istniejące w Polsce systemy fotowoltaiczne (np. farma solarna w Wierchosławicach) zostały zrealizowane dzięki dofinansowaniu z funduszy europejskich [3]. Jednocześnie, wg niemieckich prognoz, w nadchodzących latach energia słoneczna będzie zwiększała udział w globalnym zużyciu energii, stając się pod koniec obecnego wieku jego głównym źródłem (rysunek 2). Ale to nie euro-



Rys. 1. Udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w Polsce w latach 2007 – 2012 [1]

* Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej



Rys. 2. Prognoza globalnego wykorzystania źródeł energii [2]

pejska polityka klimatyczna zdecydowała o rozwoju odnawialnych źródeł energii w kraju. Prawdziwa motywacja pochodzić będzie z konieczności zaspokojenia rosnących potrzeb energetycznych obszarów słabo zurbanizowanych (wsi, miasteczek, przedmieść). Już obecnie potrzeby te nie są w pełni zaspokajane, zarówno pod względem ilości (problemy z przyłączeniem do sieci), jak i jakości (problemy ze stabilnością dostaw, napięcia, częstotliwości) [4]. Powszechne stosowanie OZE wynikać też będzie z rozwoju technologii i architektury helioaktywnej. Pierwszym krokiem w kierunku rozwiązania potrzeb energetycznych obszarów słabo zurbanizowanych jest popularyzacja ogniw fotowoltaicznych montowanych na dachach budynków. Ogniw te można instalować w taki sam sposób, jak baterie solarne, których w Polsce zamontowano już 50 tys. w ramach programu wspieranego przez NFOŚiGW.

Na niemal całą powierzchnię Polski przypada nasłonecznienie w ciągu roku wynoszące ponad 1000 kWh/m² [5]. Niemcy, przy zbliżonych warunkach nasłonecznienia mają ponad 25 tys. MW_p [6] instalacji fotowoltaicznych, podczas gdy w Polsce jest ich zaledwie 2,7 MW_p [6]. Oznacza to, że w najbliższych latach rynek ogniw się rozwinie, również w naszym kraju.

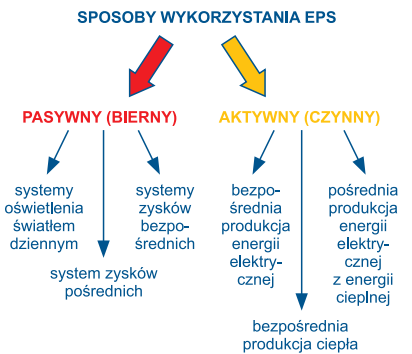
Obecnie, baterie fotowoltaiczne montowane są na konstrukcjach wsporczych nakładanych na istniejące pokrycia dachowe, ale przyszłością są panele zintegrowane, w których bateria fotowoltaiczna jest jednocześnie pokryciem dachu. W podgrzanych przez słońce bateriach fotowoltaicz-

nych spada sprawność, dlatego kolejnym krokiem w rozwoju tej technologii są panele hybrydowe, pełniące jednocześnie kilka funkcji, takich jak: produkcja energii elektrycznej (fotowoltaika), wytwarzanie ciepła (warstwa, która jednocześnie chłodzi warstwę PV) i izolacja termiczna. Takie hybrydowe panele stanowią pokrycie szczelne, a więc jednocześnie są izolacją przeciwwodną i przeciwwiatrową. Odprowadzanie pary wodnej z wnętrza budynku zapewnione jest przez odpowiedni system wentylacyjny. Prostymi wariantami fotowoltaiki zintegrowanej (z konstrukcją dachu) są fotowoltaiczne dachówki i fotowoltaiczne papy. Obecnie ogniw fotowoltaiczne mogą pokrywać praktycznie wszelkie zakrzywione powierzchnie, a więc także kopuły.

Na terenach słabo zurbanizowanych dominują budynki mieszkalne i gospodarcze o jednej lub dwóch kondygnacjach. We wszystkich tych obiektach, powierzchnia do zagospodarowania na cele fotowoltaiki są połacie dachowe. Ze zrozumiałych powodów można się będzie spodziewać w przyszłości renesansu dachów jednospadowych zorientowanych połacią na południe. Będzie to zapewne poważne wyzwanie dla architektów, jako że dotychczas architektura dachów jednospadowych nie budziła większych zachwytów estetycznych.

Miejska architektura helioaktywna będzie musiała przenieść się z dachu na elewacje. Podstawowym powodem tej zmiany jest inny procentowy udział tych powierzchni w stosunku do powierzchni zabudowy w porównaniu z budynkami z terenów wiejskich. W przypadku elewacji niezwykle istotną kwestią staje się zagospodarowanie powierzchni okien otwieranych i nieotwieranych. W obu przypadkach powierzchnie te mogą być helioaktywne. Pokrycie okien ogniwami fotowoltaicznymi odbiera im część transparentności, ale ilość docierającego do pomieszczeń (najczęściej biurowych) światła może być wystarczająca. Takie fotowoltaiczne okno eliminuje konieczność stosowania zasłon i rolet przed nadmierną penetracją słońca. Tak jak w przypadku dachów, zintegrowane elewacje nieprzeziernie mogą mieć charakter hybrydowy.

Poza opisanymi aktywnymi formami wykorzystania energii promieniowania słonecznego, istnieją również sposoby pasywne (rysunek 3). Architektura w coraz więk-



Rys. 3. Sposoby wykorzystania energii promieniowania słonecznego

szym stopniu zarządza naturalnym światłem słonecznym. Oto dwa przykłady – jednym z nich jest izolacja transparentna, w której następuje konwersja promieniowania słonecznego na ciepło. Drugi przykład, to wykorzystywanie światła dziennego do oświetlenia pomieszczeń nieposiadających okien (piwnice, parkingi podziemne, ciągi komunikacyjne, sale konferencyjne itp.). W tym ostatnim przypadku stosowane są szyby (dukty) świetlne lub wiązki włókien szklanych. W celu zwiększenia intensywności oświetlenia na dachach instaluje się „łapacze światła” w postaci układów soczewkowych lub zwierciadlanych.

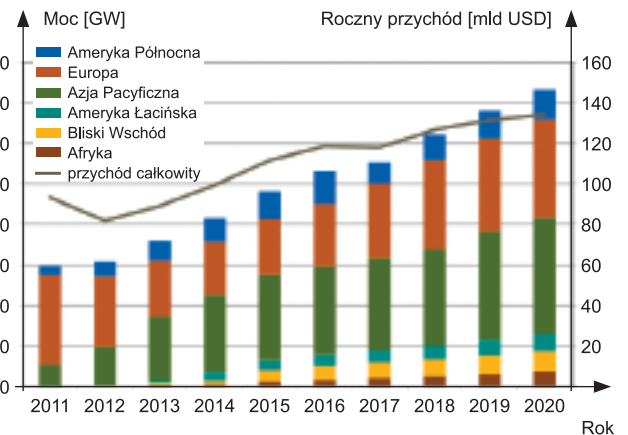
Problemy budownictwa helioaktywnego

Jest kilka barier, które trzeba przezwyciężyć, aby budownictwo helioaktywne stało się powszechne. Należy do nich zaliczyć barierę ekonomiczną – zintegrowana fasada fotowoltaiczna jest obecnie dwa razy droższa od luksusowej fasady z płyt kamiennych. Wyprodukowana przez nią energia elektryczna na razie nie zwraca nadmiernego kosztu w zadowalającym okresie zwrotu (obecnie to min. 15 lat). Podstawowe czynniki wpływające na wartość SPBT to nasłonecznienie elewacji, jej wydajność, koszt oraz cena energii elektrycznej dostępnej na rynku. W krajach, w których rozwiązania takie są promowane (Niemcy, Anglia), okres zwrotu skracany jest w wyniku stosowania różnorodnych systemów wsparcia (specjalnych taryf, ulg podatkowych, dotacji itp.) W Polsce jesteśmy jeszcze na początku tej drogi. Z drugiej jednak strony, rozpatrując szanse rozwoju budownictwa helioaktywnego, należy brać pod uwagę niezwykle tempo rozwoju omawianych technologii zarówno pod względem ich ilości na rynku (rysunek 4), ceny, jak i rzeczywistej wydajności energetycznej z m² helioaktywnej powierzchni dachu lub elewacji. Obserwo-

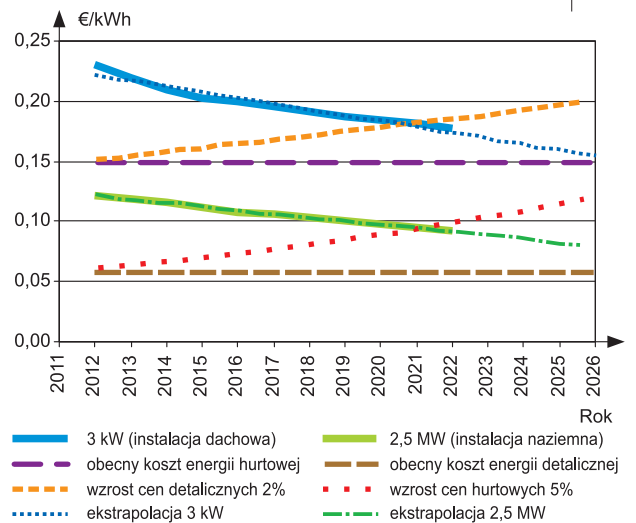
wane dotychczas tempo zmian sugeruje, że najpóźniej pod koniec obecnej dekady systemy fotowoltaiczne osiągną tzw. *grid parity*, czyli poziom kosztu konkurencyjny w stosunku do energii pobieranej z sieci (rysunek 5) i to bez żadnego systemu wsparcia finansowego [7]. Równoczesny rozwój technologii przechowywania energii (baterie, akumulatory itp.) może w perspektywie doprowadzić do sytuacji, w której rozproszeni odbiorcy będą w stanie samodzielnie produkować energię, w pełni zaspokajając swoje potrzeby w modelu poza siecią *off-grid*. W przypadku dużych obiektów komercyjnych (biurowce, centra handlowe) obecna wydajność ogniw fotowoltaicznych nie wystarcza jeszcze na pokrycie wszystkich potrzeb energetycznych takiego obiektu, nawet jeśli zbudowany został w standardzie domu pasywnego.

Podsumowanie

Zrównoważona architektura na przestrzeni ostatnich lat uległa przeobrażeniu. Obecnie coraz częściej mówi się nie tylko o niskim zapotrzebowaniu na energię w budynkach, ale o ich samowystarczalności energetycznej i sprzedaży nadwyżki wytworzonej energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. Idea ta ma być w Polsce uregulowana prawnie ustawą o odnawialnych źródłach energii, która wprowadza do polskiego prawa nową grupę producentów energii elektrycznej, tzw. prosumentów. Ustawa ta zezwala na posiadanie mikroinstalacji o mocy do 40 kW w gospodarstwie domowym i gwarantuje odkupienie niewykorzystanej w nim energii przez sprzedawcę z urzędu, niestety tylko osobom fizycznym. Idea samowystarczalnej architektury fotowoltaicznej rozwija się z powodzeniem w krajach wysokorozwiniętych – na przestrzeni ostatnich lat powstały tam liczne samowystarczalne energetycznie obiekty, osiedla (np. Freiburg Solar Village w Niemczech), a obecnie budowane jest pierwsze miasto, które będzie czerpać energię wyłącznie ze źródeł odnawialnych – Masdar City w Zjednoczonych Emiratach Arabskich.



Rys. 4. Wzrost mocy i przychodów z ogniw fotowoltaicznych – stan obecny i prognoza Źródło: Navigant Research



Rys. 5. Osiągnięcie dojrzałości rynkowej przez systemy fotowoltaiczne – grid parity

Literatura

[1] *Energia ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013 r.
 [2] Dane z Solarwirtschaft.de.
 [3] *Energia odnawialna w Polsce w 2012.* Raport gramwzielone.pl.
 [4] Głowacki F., Hanzelka Z., Koseda H., Czarniecki B., Wrocławski M. *I Krajowy raport benchmarkingowy nt. jakości dostaw energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych.* Instytut Energetyki, Jednostka Badawczo-Rozwojowa, Oddział Gdańsk, 2009 r.
 [5] Dane z *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)* <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.
 [6] Dane Laboratorium Fotowoltaicznego Instytutu Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.szkoloniafotowoltaika.pl/fotowoltaika-fakty.html>)
 [7] *Executive Summary: Solar PV Market Forecasts. Installed Capacity, System Prices, and Revenue for Distributed and Non-Distributed Solar PV,* Navigant Research 2013 r.