



Maksymalne wykorzystanie energii, czyli... oszczędny dom

Efektywna współpraca różnych systemów

KRZYSZTOF GNYRA



Coraz większa popularność zdobywają odnawialne źródła energii i zagadnienia związane z efektywnością energetyczną urządzeń, instalacji, jak i samych budynków. Intensywny rozwój technologii oferuje coraz większy wachlarz możliwości oszczędzania energii i efektywnego jej wykorzystania. Co stanowi istotny dla kraju sposób spełnienia celów klimatycznych przyjętych na szczeblu międzynarodowym.

Warunki techniczne...

Budownictwo energooszczędne oraz racjonalne wykorzystanie energii są głównymi kierunkami państwa do zmniejszenia zapotrzebowania na konwencjonalne paliwa kopalne i ochronę klimatu. Powinny być również istotne dla inwestorów, bo znacznie wpływają na koszty eksploatacji budynku.

Koszty utrzymania domu jednorodzinnego to w dużej mierze koszty związane z jego ogrzewaniem i zużyciem prądu. Coraz większe znaczenie ma również chłodzenie budynku w lecie. W nowoczesnym domu koszty chłodzenia mogą odpowiadać, a nawet przewyższać koszty jego ogrzewania. Dlatego warto pozyskiwać energię jak najtaniej i ograniczać do maksimum jej ucieczkę na zewnątrz budynku.

Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki, pod względem zapotrzebowania na energię, są coraz bardziej wymagające (rozporządzenie z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. z 2013 poz. 926). W 2014 r. ustawodawca określił zapotrzebowanie budynków na energię pierwotną (EP), które nie powinno przekraczać 120 kWh/m² w ciągu roku – stan nadal obowiązujący. W 2017 r. wskaźnik EP nie będzie mógł przekraczać 95 kWh/m²rok. A cztery lata później, czyli w 2021 r., domy na potrzeby ogrzewania i wentylacji nie powinny potrzebować więcej niż 70 kWh/m²rok. [1].

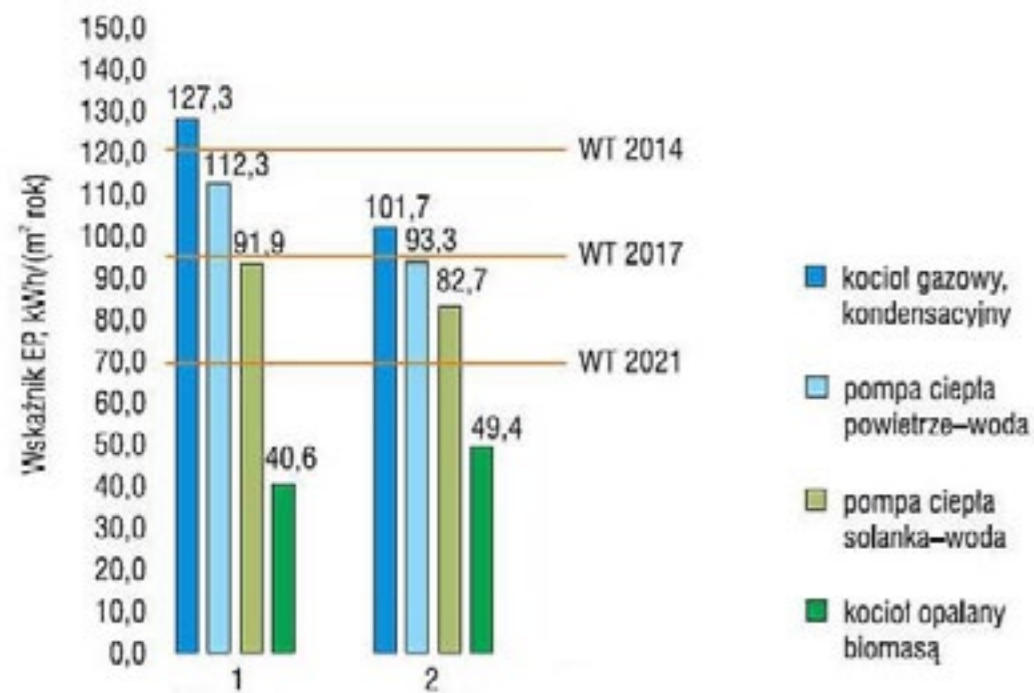
Dom energooszczędny, czyli jaki?

Zobaczmy jak obecne i nowe warunki techniczne wpłyną na przykładowy dom jednorodzinny o powierzchni ogrzewanej 164 m², znajdujący się we Wrocławiu. Analiza przeprowadzona w artykule „Wpływ

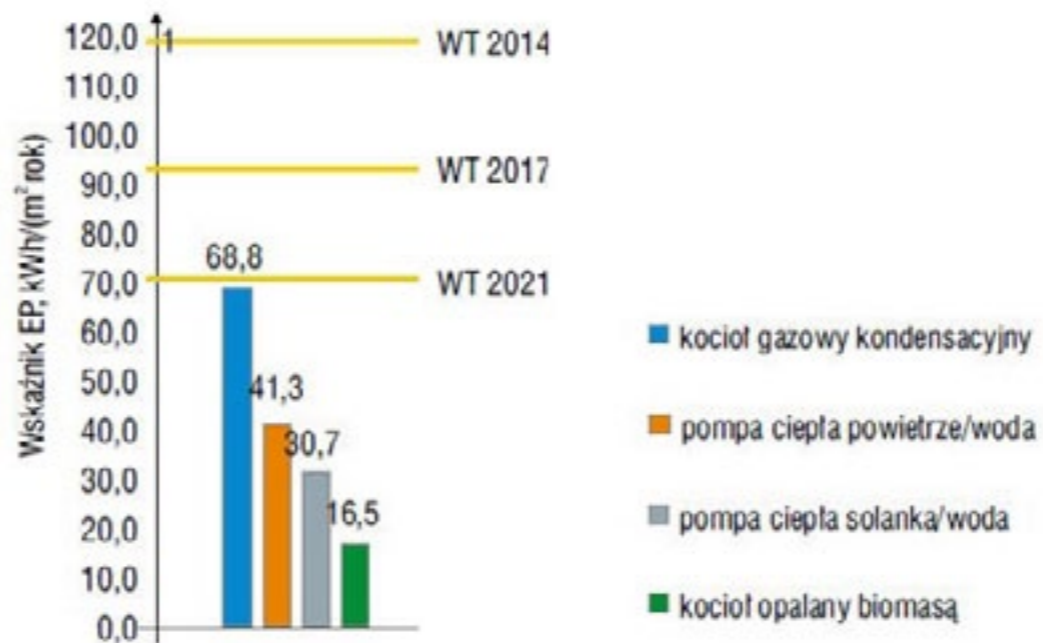
konfiguracji centrali wentylacyjnej i źródła ciepła na wskaźniki EU i EP domu jednorodzinnego” (dr inż. Małgorzata Szulgowska-Zgrzywa, dr inż. Maria Kostka; Rynek Instalacyjny styczeń/luty 2016).

Dom o wysokiej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, o prostej bryle i dużych przeszkleniach. Podstawowe dane budynku, strumień powietrza wentylacyjnego: 250 m³/h; współczynnik przenikania ciepła U przegród zewnętrznych: 0,13 W/m²K, U okien: 1,0 W/m²K; zużycie c.w.u. o temperaturze 55°C: 230 l/dobę. W analizie uwzględniono ogrzewanie domu i wody użytkowej za pomocą: kotła gazowego kondensacyjnego, pompy ciepła powietrze-woda, pompy solanka-woda i kotła na biomasę.

W rozpatrywanym domu przewidziano zastosowanie wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej z odzyskiem ciepła. Warto zwrócić przy tym uwagę, że rodzaj centrali i sposób jej pracy może w niektórych wariantach instalacji znacznie zwiększyć zapotrzebowanie na energię pierwotną EP. Związane jest to ze



1 Wskaźnik EP dla analizowanego budynku, przy różnych rozwiązaniach systemu grzewczego i z: 1) wentylacją grawitacyjną 2) wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła [Źródło: Wykres EP rys 3 – RI 1-2.2016]



2 Wskaźnik EP dla analizowanego budynku, przy różnych rozwiązaniach systemu grzewczego i z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła, z instalacją fotowoltaiczną o mocy 3 kWp i rozliczaniem w systemie net-metering

sprawności urządzeń i instalacji, ale również z zapotrzebowaniem na elektryczną energię pomocniczą dla ogrzewania c.o., c.w.u. i wentylacji. W przypadku wentylacji elektryczna energia pomocnicza potrzebna jest do zasilania wentylatorów, nagrzewnicy wstępnej i/lub wtórnej, do zabezpieczenia przed oszronieniem wymiennika odzysku ciepła.

Mimo że przykładowy dom jest „ciepły”, to wyposażony w wentylację grawitacyjną i gazowy kocioł kondensacyjny, nie spełnia obecnie obowiązujących przepisów WT 2014 ($EP < 120 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$). Nie spełnia również wymogów WT 2017, jeśli wentylację grawitacyjną zastąpimy mechaniczną z odzyskiem ciepła ($EP < 95 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$).

Niemal w każdym wariantcie instalacji, doskonałym uzupełnieniem może być zastosowanie instalacji fotowoltaicznej. Świadczy o tym analiza przeprowadzona w artykule „Konfiguracja centrali wentylacyjnej i źródła ciepła a koszty eksploatacji systemu grzew-

czo-wentylacyjnego domu jednorodzinnego” (dr inż. Maria Kostka, dr inż. Małgorzata Szulgowska-Zgrzywa; Rynek Instalacyjny marzec 2016). Zastosowanie fotowoltaiki powoduje znaczne obniżenie wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP do wartości wymaganych przez WT 2021 (rys. 2). Jedynie w przypadku budynku z wentylacją naturalną i wyposażonego w kocioł gazowy nie udaje się spełnić tych wymagań. Wynika to z braku podstawy prawnej, na dzień dzisiejszy umożliwiającej zbilansowanie zużycia gazu przez produkcję energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.

Wentylacja z odzyskiem ciepła

Aby skutecznie usuwać wilgoć i zużyte powietrze z pomieszczeń, wentylacja powinna pracować ciągle, również podczas zimnych dni.

Wraz ze wzrostem sprawności odzysku ciepła w re-

kuperatorze wzrasta ryzyko zamarzania wymiennika. W wielu rozwiązaniach, działanie systemu ochronny przed zamarzaniem wymiennika może generować wysokie koszty eksploatacji instalacji wentylacji z odzyskiem ciepła.

Patrząc z drugiej strony, mniejsza sprawność odzysku ciepła to niższe temperatury powietrza nawiewanego do pomieszczeń i konieczność jego dogrzewania do wymaganej temperatury. Co w przypadku nagrzewnicy elektrycznej może znacznie wpłynąć na koszty eksploatacji, ale również na wysokość wskaźnika EP budynku.

Instalacja fotowoltaiczna

Już dzisiaj każdy budynek może być niezależny energetycznie – produkować tyle energii, ile potrzebuje w każdym momencie. Jednak tendencją uzasadnioną ekonomicznie jest dążenie do niezależności ener-

getycznej w określonym przedziale czasu, np. w ciągu roku czy sześciu miesięcy. Przykładowo, instalacja fotowoltaiczna powinna w tym czasie wyprodukować tyle energii elektrycznej, ile zużywają w tym okresie czasu działające w tych budynkach urządzenia techniczne – pompa ciepła i inne odbiorniki prądu.

Instalacja fotowoltaiczna (PV) produkuje energię elektryczną bezpośrednio z promieniowania słonecznego. A tego najwięcej mamy do dyspozycji w ciepłych miesiącach roku. Nie pokrywa się to z zapotrzebowaniem na energię budynku, zwłaszcza wykorzystywaną do jego ogrzewania. Można sobie z tym częściowo poradzić, magazynując prąd słoneczny w akumulatorach, w postaci ciepłej wody w zasobniku i wykorzystywać w późniejszym czasie. Jednak, najprostszym sposobem magazynowania będzie odprowadzanie nadwyżek prądu słonecznego do publicznej sieci energetycznej w okresie letnim i odebranie go w miesiącach zimowych. Sprzyja temu system rozliczania energii net-metering, który polega na bilansowaniu półrocznym energii elektrycznej wyprodukowanej i wprowadzonej do sieci energetycznej, z ilością energii elektrycznej pobranej z sieci. Sieć energetyczna pełni rolę magazynu, do którego odprowadzamy niewykorzystany prąd słoneczny i z którego później możemy go odebrać – bezpłatnie. Trzeba jednak zapłacić operatorowi sieci dystrybucyjnej za przechowywanie naszego prądu w magazynie. Aby jak najwięcej zarabiać na energii słonecznej, najlepszym rozwiązaniem jest maksymalne wykorzystanie prądu słonecznego na własne potrzeby, czyli w momencie, kiedy jest produkowany. Wówczas prąd nic nas nie kosztuje i unikamy opłat przesyłowych (magazynu).

Chłodzenie pomieszczeń

Zmiany klimatyczne oraz coraz wyższe oczekiwania mieszkańców pod względem komfortu powodują, że w gorące letnie dni wzrasta popularność systemów klimatyzacyjnych. W zależności od sposobu użytko-

wania klimatyzatorów mogą one generować całkiem spore zużycie energii elektrycznej. To oczywiście przekłada się na wzrost kosztów eksploatacji budynku. Można powiedzieć, że im cieplejszy dom tym gorzej. Dobra izolacja termiczna przegród zewnętrznych chroni budynek przed stratami ciepła zimą, ale w lecie utrudnia odprowadzanie wewnętrznych zysków ciepła na zewnątrz budynku (zyski ciepła np. od osób, urządzeń elektrycznych, itd.). Co więcej, przy dużych przeszkleniach, chwilowe wysokie zyski ciepła od nasłonecznienia znacznie pogarszają komfort cieplny w pomieszczeniach. W związku z tym, coraz większe znaczenie zyskują systemy dostarczające energię chłodniczą, w odpowiedniej ilości i przy jak najmniejszym zużyciu energii elektrycznej. Szczególnie opłacalne jest wykorzystanie instalacji PV również do chłodzenia budynku. W okresie letnim instalacja fotowoltaiczna produkuje najwięcej energii elektrycznej. Jednocześnie, występuje największe zapotrzebowanie na chłodzenie pomieszczeń w budynku. Tutaj również doskonale sprawdzają się pompy ciepła, które zasilane prądem słonecznym mogą chłodzić dom niemal za darmo. Wykorzystują do chłodzenia niską temperaturę gruntu (tzw. chłodzenie naturalne) lub przełączają się na tryb chłodzenia (chłodzenie aktywne). Optymalnym rozwiązaniem może być zastosowanie pompy ciepła, która naturalnie chłodzi budynek. Jeśli skuteczność chłodzenia będzie niewystarczająca, wówczas pompa ciepła przejdzie na tryb chłodzenia aktywnego. To wszystko korzystając z darmowego prądu słonecznego. Chłodzenie poszczególnych pomieszczeń można łatwo zrealizować, używając do tego instalacji ogrzewania płaszczyznowego, np. ogrzewania podłogowego, ściennego, sufitowego. W domach jednorodzinnych najbardziej rozpowszechnione jest ogrzewanie podłogowe, które nie jest najlepszym rozwiązaniem jeśli chodzi o chłodzenie. Chłód dostarczany jest od podłogi i utrzymuje się przy jej powierzchni. Jednak powietrze nawiewane do pomieszczeń przez system rekuperacji wymusza ruch powietrza w pomiesz-

zeniach, dzięki temu znacznie wzrasta skuteczność chłodzenia podłogowego. W systemach energetycznych przyszłości produkcja energii elektrycznej, ciepła i chłodu, będą ze sobą bardzo silnie związane. Ważne ich elementy to efektywność energetyczna, magazynowanie energii oraz inteligentne sieci przesyłowe. Wszystkie powinny

tworzyć jeden, wzajemnie współpracujący ze sobą system, który wzajemnie uzupełnia się dla maksymalnego wykorzystania darmowej energii środowiska naturalnego.

Nowe warunki techniczne wymagają bardziej kompleksowego podejścia do budynku i zastosowanych

w nim rozwiązań. Już na etapie projektowania powinno się wykonać dokładną analizę energetyczną i ekonomiczną wybranych systemów. Największy potencjał oferują pompy ciepła, które w połączeniu z instalacjami produkującymi energię elektryczną dają szansę na całkowite uniezależnienie się od zewnętrznych dostawców energii. ■

Kompletny system energetyczny

W typowych rozwiązaniach każdy system pracuje niezależnie. Instalacja PV produkuje prąd, pompa ciepła łączy się, kiedy jest potrzeba, wentylacja z odzyskiem ciepła pracuje niezależnie. Oczywiście, tutaj również pompa ciepła i rekuperator korzystają z prądu słonecznego, ale w sposób wynikający z algorytmu ich normalnej pracy. Najbardziej zaawansowane rozwiązania pozwalają na aktywną współpracę poszczególnych instalacji, tak aby maksymalnie zużyć darmowy prąd słoneczny na własne potrzeby.

W rozwiązaniach tych instalacja PV produkuje prąd, dzięki któremu pracują domowe odbiorniki energii elektrycznej, np. urządzenia RTV i AGD, oświetlenie. Jeśli w danej chwili instalacja PV produkuje więcej prądu niż potrzeba domowym odbiornikom, zanim zostanie odprowadzony do sieci energetycznej, może zostać wykorzystany przez pompę ciepła i system wentylacji.

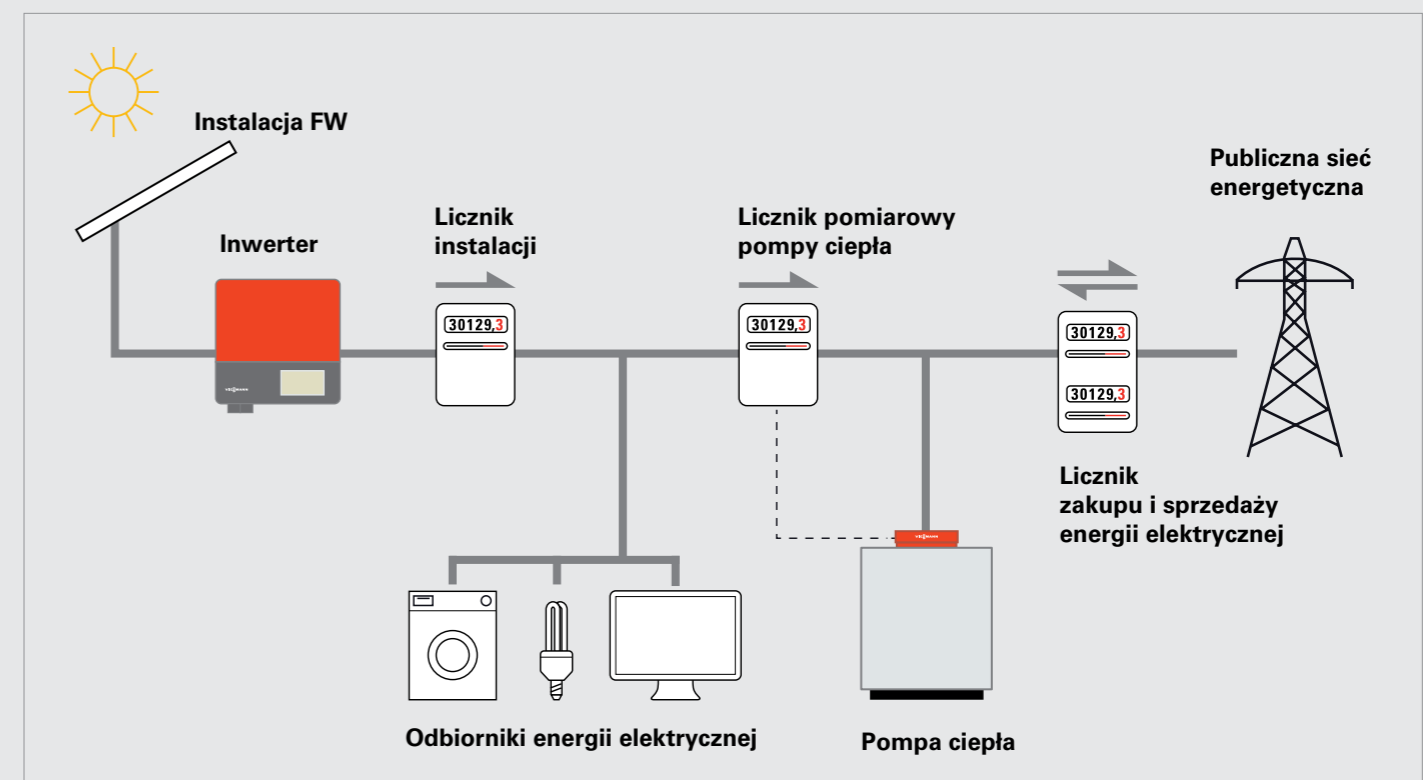
Za pomocą dodatkowego licznika energii elektrycznej regulator pompy ciepła wie dokładnie, ile w danej chwili prądu słonecznego ma do dyspozycji. Może łączyć pompę ciepła na potrzeby ogrzewania lub chłodzenia domu, czy podgrzewu c.w.u. Jeśli w instalacji znajduje się zasobnik buforowy wody grzewczej, może łączyć pompę ciepła, która zasilana darmowym prądem może ładować zasobnik. Zgromadzony w ten sposób zapas ciepła zostanie wykorzystany do ogrzewa-

nia w późniejszym czasie – kiedy instalacja PV już nie pracuje, np. w nocy.

W rozwiązaniu tym rekuperator zasilany i sterowany jest przez regulator pompy ciepła. W ten sposób może również aktywnie wykorzystywać prąd słoneczny. Co więcej, system sterowania uczy się sposobu eksploatacji budynku i przyzwyczajęń domowników. W ten sposób przewiduje, kiedy i w jakich godzinach może wystąpić zapotrzebo-

wanie na energię. Odpowiednio wcześniej może zareagować w jeszcze większym stopniu, wykorzystując darmowy prąd słoneczny.

A co z dogrzewaniem powietrza nawiewanego do pomieszczeń w zimie? Rekuperator można wypoasażyć w układ hydrauliczny, za pomocą którego pompa ciepła może dogrzewać powietrze nawiewane do odpowiedniej temperatury, czyli znacznie taniej niż standardową grzałką elektryczną.



3 Ideowy schemat instalacji PV z optymalizacją wykorzystania prądu słonecznego przez pompę ciepła (źródło: Viessmann)