

Innowacje przyszłości – hybrydowe urządzenie iUNIT

Instalacje HVAC w kontekście wymogów wzrostu efektywności i magazynowania energii

Bartłomiej ADAMSKI

Aby instalacje grzewcze i chłodnicze nie były obciążone śladem węglowym konieczne jest wdrożenie czystych źródeł energii oraz magazynowanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Co bardzo istotne, należy dążyć do zwiększania efektywności energetycznej samych systemów HVAC poprzez minimalizację liczby urządzeń i elementów w instalacjach HVAC, liczby odbiorników energii elektrycznej, jak również wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w produkcji samych instalacji i urządzeń. Odpowiedzią na te wyzwania jest projekt badawczy hybrydowego urządzenia iUNIT wykorzystującego utraefektywne i ultrapłaskie panele indukcyjne.



Szczyt klimatyczny COP26 w Glasgow potwierdził konieczność dążenia wszystkich państw do zera emisyjnego przed 2050 rokiem. Obecny stan emisji CO₂ wynosi corocznie 51 miliardów ton, z czego około 7% przypada na systemy ogrzewania i chłodzenia budynków. Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) przewiduje wzrost zapotrzebowania na energię na potrzeby chłodzenia trzykrotnie do 2050 roku. W krajach bogatych, do których zalicza się między innymi Stany Zjednoczone, blisko 90% gospodarstw domowych już ma różnego rodzaju systemy chłodzenia. Trendu wzrostowego należy spodziewać się zatem też w krajach rozwijających się, a do takich należy Polska.

Według GUS obecnie w Polsce mamy 15 milionów mieszkań ze statycznymi czterema pomieszczeniami, których powierzchnie wynoszą średnio po około 20÷23 m². Oznacza to, że wentylacja z odzyskiem ciepła, klimatyzacja i ogrzewanie tych pomieszczeń wymaga zastosowania 120 milionów urządzeń, jeśli zostaną wykorzystane dwa urządzenia na jedno pomieszczenie, to jest jedno na potrzeby wentylacji, zaś drugie na potrzeby ogrzewania i chłodzenia. Jeśli udałoby się zastosować tylko jedno urządzenie na potrzeby wentylacji, grzewcze

i klimatyzacyjne liczba wymaganych urządzeń mogłaby zostać zredukowana o połowę. Także różnica zaledwie 1 W w poborze mocy elektrycznej różnych urządzeń na cele wentylacji i klimatyzacji w przypadku takiej skali wiąże się ze zmianą zapotrzebowania na moc elektryczną równą 120 MW.

Trend elektryfikacji rozwiązań i rozwoju systemów dążących do osiągnięcia zera emisyjnego oraz większego udziału źródeł odnawialnych, sprawia, iż istotnego znaczenia nabiera zastosowanie pomp ciepła na potrzeby chłodzenia i ogrzewania.

Pompa ciepła pobiera trzy-, czterokrotnie mniej energii elektrycznej w stosunku do zapotrzebowania na energię cieplną, a to zmniejszone zapotrzebowanie na energię elektryczną może pochodzić całkowicie ze źródeł odnawialnych. Pompa ciepła umożliwia również nie tylko ogrzewanie, ale też chłodzenie pomieszczeń. Niewykorzystanie takiego jednego źródła ciepła również na potrzeby chłodzenia w krajach rozwijających się jest błędem.

Zakładanie jakichkolwiek pośrednich celów i planów co do emisyjności na lata wcześniejsze niż 2050 rok winno te wymienione powyżej fakty uwzględnić. Około 31% globalnej emisji związana jest z wytwarzaniem rzeczy i produktów. Każde dodatkowe urządzenie (niezależnie czy jest to źródło bądź odbiornik ciepła lub chłodu), czy też bardziej rozbudowany system, także zwiększają emisyjność systemu HVAC.

By sprostać takim wymaganiom konieczne jest wdrożenie nowych, innowacyjnych rozwiązań, które pozwolą nam przybliżyć systemy HVAC do rozwiązań docelowych i przyszłościowych, czyli niemal zeroemisyjnych. Wdrażanie na siłę istniejących rozwiązań będzie wymagać wkrótce termomodernizacji termomodernizowanych w ten sposób budynków.

Znaczenie integracji, decentralizacji, multifunkcyjności

Podczas Forum Wentylacja-Salon Klimatyzacja, już 2 lata temu zaprezentowałem swój punkt widzenia na to, jakimi cechami, w mojej opinii, powinny się charakteryzować urządzenia HVAC. Przedstawiłem te cechy w postaci czterech niezbędnych filarów nowoczesnego podejścia do projektowania urządzeń klimatyzacyjnych:

1. **Integracja** (łączenie kilku urządzeń i systemów realizujących oddzielne funkcje w jedno urządzenie).
2. **Zwiększenie multifunkcyjności** (realizacja wielu różnych funkcji przez jedno urządzenie).
3. **Minimalizacja wymiarów**.
4. **Wzrost efektywności** (zmniejszenie liczby urządzeń i wymaganych odbiorników energii elektrycznej, zwiększenie współczynników efektywności energetycznej zoptymalizowanych w ten sposób pozostałych komponentów).

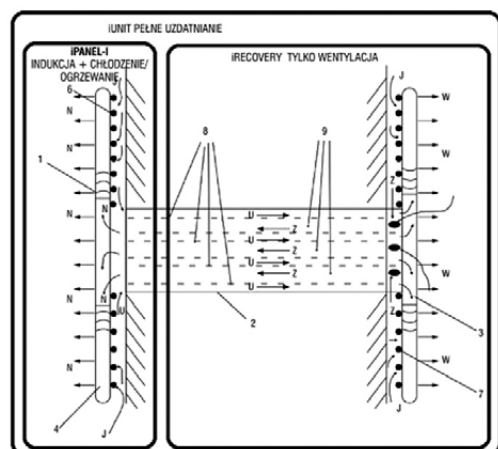
W mojej opinii to, że większość tradycyjnych urządzeń i systemów klimatyzacyjnych, grzewczych i wentylacyjnych realizuje zbliżone cele, ale każde oddzielnie, mnoży niepotrzebnie ilości

urządzeń – odbiorników energii elektrycznej. Im więcej wprowadzamy urządzeń, tym więcej pobierają one mocy i energii elektrycznej, więc powstaje większy ślad węglowy związany z jej wytworzeniem. Ponadto połączenie odrębnych systemów wymaga dodatkowo transportu mediów powietrza i cieczy pośredniczących, często na znaczne odległości, co wiąże się z koniecznością zastosowania dodatkowych wentylatorów, pomp obiegowych, a to skutkuje dalszymi stratami energetycznymi i dodatkową armaturą. Co istotne, doprowadzenie powietrza świeżego – w minimalnej ilości nawet – odpowiednio schłodzonego czy podgrzanego, nie wystarczy, by pokryć zapotrzebowanie na ciepło i chłód pomieszczenia.

Minimalizacja zapotrzebowania na moc elektryczną konieczną do pracy instalacji HVAC jest kluczowa pod kątem magazynowania energii elektrycznej, cieplnej i chłodniczej. Im mniej energii będziemy potrzebowali, tym mniejszej pojemności będą potrzebne magazyny. Zatem pierwszym punktem wyjściowym, w celu minimalizowania śladu węglowego w instalacjach HVAC, jest ograniczenie zapotrzebowania mocy i energii elektrycznej wykorzystywanej do jej napędu. Dopiero później możemy myśleć o konieczności magazynowania energii oraz o zwiększaniu efektywności pozyskania energii ze źródeł odnawialnych.

Rozwiązanie alternatywne do stosowanych obecnie

Z przytoczonych względów na łamach poprzednich publikacji zaprezentowałem rozwiązanie ze zintegrowanym urządzeniem, które minimalizowałoby ślad węglowy – zarówno ten związany z nadprodukcją urządzeń HVAC, jak też ten – z poborem i zużyciem energii elektrycznej. Pozwoli ono na bezpośrednie lub pośrednie zintegrowanie z pompami ciepła lub innymi efektywnymi oraz ekologicznymi źródłami ciepła i chłodu. Rozwiązanie schematycznie zaprezentowane zostało na rysunku 1. W wielkim skrócie składa się ono z dwóch zasadniczych elementów. Pierwszym z nich jest moduł iPANEL odpowiedzialny za chłodzenie lub ogrzewanie, działający na zasadzie indukcji i zawierający jeden wentylator. Moduł ten może pracować samodzielnie na powietrzu obiegowym jak klimakonwektor. Drugim elementem jest moduł iRECOVERY odpowiedzialny tylko za odzysk cie-



Rys. 1. Realizacja funkcji przez prototypowe urządzenie iUNIT. Wersja całkowicie zintegrowana z dwoma indukcyjnymi panelami klimatyzacyjnymi i dwoma wymiennikami sprzężonymi ze sobą w lewobieżny obieg chłodniczy

pla i wentylację i również zawierający jeden wentylator. Moduł iRECOVERY wyposażony w pojedynczy wentylator może pracować również samodzielnie realizując cele ciągłej wentylacji pomieszczeń w połączeniu z odzyskiem ciepła. Dla wersji pół-zintegrowanej zakończony jest czepnio-wyrzutnią (a nie drugim panelem indukcyjnym jak dla wersji całkowicie zintegrowanej).

Indukcyjny panel klimatyzacyjny iPANEL-I wyposażony w wentylator nawiewny pełni funkcje wyłącznie grzewcze lub chłodzące działając na zasadzie indukcji. Nie musi, ale może on współpracować z zespołem wentylacyjnym iRECOVERY, który ma postać przewodu odzysku ciepła z tylko jednym wentylatorem. iRECOVERY, niepodłączony do panelu iPANEL-I, pełni samodzielną funkcję urządzenia wentylacyjnego. Po połączeniu obu elementów uzyskujemy na wpół zintegrowane hybrydowe urządzenie wentylacyjno-klimatyzacyjne iUNIT, pozwalające na indywidualną obróbkę powietrza w pomieszczeniu bez konieczności doprowadzania powietrza odrębnymi kanałami wentylacyjnymi, bez central wentylacyjnych. Urządzenie w pełni zapewnia wentylację z odzyskiem ciepła oraz pełne pokrycie zapotrzebowania na ciepło i chłód pomieszczenia.

Zastosowanie jednego wentylatora, odseparowanych od siebie układów świeżego powietrza i wywiewanego, brak odzysku wilgoci i przekazywania jej do świeżego powietrza wentylacyjnego gwarantuje minimalny pobór mocy oraz zużycia energii elektrycznej, ale daje także poczucie bezpieczeństwa ze względu na uniemożliwienie przekazywania wirusów drogą kropelkową z powietrza usuwanego do świeżego powietrza wentylacyjnego.

Według wielu wirusologów COVID-19 to nie jedyna epidemia, której powinniśmy się obawiać. W przyszłości czekają nas najprawdopodobniej inne wirusowe epidemie. Pierwszym krokiem do skutecznego im zapobiegania jest właśnie odseparowanie strumieni powietrza świeżego i usuwanego, a dopiero kolejnym dążenie do zwiększenia stopnia filtracji powietrza.

Czy rozwiązanie zdecentralizowanej wentylacji typu push-pull lub innych systemów wentylacji z odzyskiem wilgoci spełni swoje zadanie na szpitalnym oddziale zakaźnym? Czy pomieszczenia, w których przebywa jedna zakażona wirusem osoba nie winny być zabezpieczone w podobny sposób? Na te pytania trafi sobie każdy odpowiedzieć.

Połączenie ze sobą dwóch wyżej wymienionych elementów pozwoli na pełną obróbkę powietrza w pomieszczeniu (wentylacja z odzyskiem ciepła, chłodzenie, ogrzewanie) z zachowaniem minimalnego poboru mocy elektrycznej, ale również – podstawowej prewencji przeciw COVID-19. Dlaczego to aż tak ważne i istotne oraz wymagające ponownego przytoczenia? Ano dlatego, że rozwiązanie – choć z pozoru zbliżone do innych – pozwala na uzyskanie najmniejszego możliwego poboru mocy elektrycznej spośród wszystkich istniejących rozwiązań systemów HVAC oraz zredukowanie emisji CO₂ do poziomu blisko zeroemisyjnego (również w zakresie jego produkcji bo minimalizuje ślad węglowy związany ze zmniejszoną liczbą wymaganych urządzeń do realizacji celów HVAC).

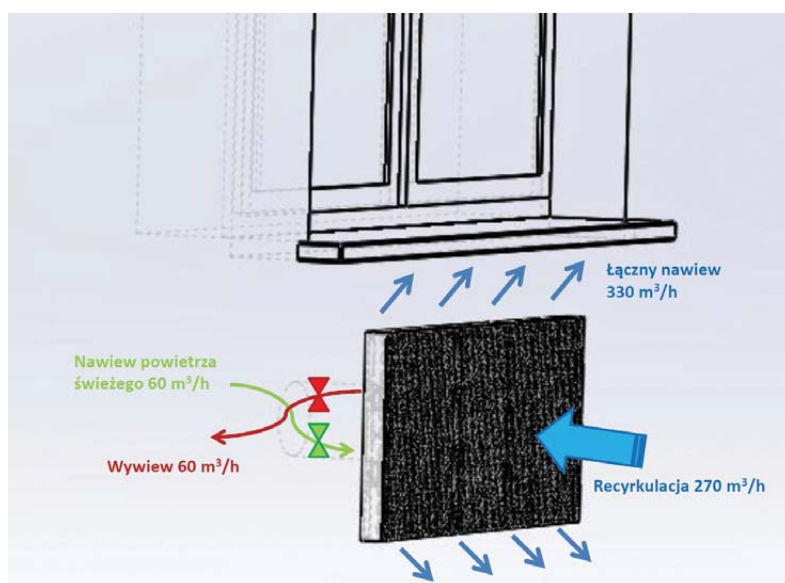
Porównanie proponowanego, nowego rozwiązania z obecnie stosowanymi

Obiecałem, że zaprezentowane powyżej rozwiązanie zostanie porównane z tradycyjnymi rozwiązaniami systemów. Tych możliwych konfiguracji tradycyjnych systemów jest mnóstwo,



Rys. 2. Wersja recykulacyjna indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego iPANEL-I: wentylator wymiarowany na 60 m³/h pozwala na uzyskanie wydatku 330 m³/h. Możliwość doposażenia w moduł iRECOVERY poszerzający ogrzewanie i chłodzenie o funkcje wentylacji z odzyskiem ciepła bez uciążliwych remontów w pomieszczeniu i budynku

ale zawsze proponowane rozwiązanie wykazuje według mnie przewagę energetyczną i emisyjną. Porównajmy oddzielnie każdy moduł i łącznie całe urządzenie do rozwiązań tradycyjnych w budynkach mieszkalnych, choć warto zapamiętać, że rozwiązanie to może być prosto i szybko zaimplementowane do budynków biurowych, komercyjnych itp.



Rys. 3. Półzintegrowane urządzenie wentylacyjno-klimatyzacyjno-ogrzewcze iUNIT (iPANEL-I+iRECOVERY). Powietrze świeże w minimalnej ilości pozwala na pełne pokrycie strat i zysków ciepła pomieszczenia. Zintegrowana funkcja wentylacji z odzyskiem ciepła bez zmiany gabarytów urządzenia, pełna separacja strumieni przeciw COVID-19 oraz brak jakichkolwiek kanałów wentylacyjnych w budynku

Przykład 1. Tylko chłodzenie lub grzanie Indukcyjny panel klimatyzacyjny iPANEL-I versus standardowy fan-coil

Dla uśrednionej powierzchni pokoju mieszkalnego 25 m² zapotrzebowanie mocy cieplnej wynosi 1,0 kW, zaś chłodniczej około 1,5 kW. Porównując samo rozwiązanie pod kątem chłodzenia do klimakonwektora wentylatorowego o wydatku powietrza około 300 m³/h dochodzi się do wniosku, że rozwiązanie to będzie się cechowało poborem mocy około 30 W dla silników AC lub około 20 W dla silników EC. Dzięki zastosowaniu specjalnej konstrukcji panelu dyfuzyjnego i wykorzystaniu zjawiska indukcji, indukcyjny panel klimatyzacyjny cechuje pobór mocy około 3 W (dla wersji recykulacyjnej) dla najwyższego biegu wentylatora i wydatku około 300 m³/h. Redukcja poboru mocy elektrycznej wynosi: od 85% do 90%.

Odnosząc rozwiązanie do aktualnych tabel efektywności energetycznej według EUROVENT: obecna najwyższa klasa efektywności energetycznej dla klimakonwektorów to klasa A a wartości wskaźnika FCEER >= 185. Przy czym urządzenia najniższej klasy E cechują się współczynnikiem FCEER < 55. Jakim przymiotnikiem nazwać urządzenie, które cechuje dwukrotnie wyższy wskaźnik efektywności od obecnie najwyższej klasy dedykowanej dla podobnej tradycyjnej grupy urządzeń? Jakim mianem nazwać urządzenie, którego pobór mocy dla maksymalnego biegu odpowiada trybowi stand-by telewizora – ultraefektywny?

Przykład 2. Tylko wentylacja Moduł iRECOVERY versus standardowy odzysk ciepła

Moduł iRECOVERY o wydatku świeżego powietrza wentylacyjnego 60 m³/h (dla pomieszczenia do 25 m²) cechuje pobór mocy około 4 W. Zastosowanie tradycyjnej centrali wentylacyjnej o wydatku 120 m³/h (obsługującej dwa pomieszczenia) z silnikami EC to pobór mocy 37 W na wentylator nawiewny i 37 W na wentylator wywiewny. Łącznie to 74 W, czyli na jedno pomieszczenie 37 W. Z kolei zastosowanie urządzenia zdecentralizowanego z dwoma wentylatorami oznacza pobór mocy wynoszący 2 x 7 W=14 W.

Zastosowanie podobnie zdecentralizowanego urządzenia wentylacyjnego w technologii push-pull wynosi również 14 W (po uwzględnieniu konieczności dwukrotnie większego przepływu powietrza aby uzyskać taki sam wydatek powietrza 60 m³/h przy naprzemiennej pracy urządzenia, co redukuje rzeczywisty wydatek powietrza wentylacyjnego).

Uzyskujemy zatem redukcję poboru mocy od 71% do 89%, a mówimy oczywiście o porównaniu do najbardziej efektywnych obecnie rozwiązań systemów tradycyjnych.

Przykład 3. Wentylacja i chłodzenie/ogrzewanie iUNIT versus standardowy system wentylacji i klimatyzacji

Podane wartości pozwalają na dokonanie porównań dotyczących wszelkich systemów wentylacji i klimatyzacji. Porównajmy ten układ z centralą wentylacyjną i oddzielnymi klimatyzatorami. Pobór mocy przez centrale, dla przykładu jak wyżej, dla jednego pomieszczenia to: 37 W na pomieszczenie. Do tego pobór mocy pracującego klimatyzatora (jednostki wewnętrznej) wynosi 30 W. Łącznie 67 W.

Pobór mocy przez moduł iPANEL-I (dla wersji z powietrzem świeżym) wynosi 4 W, zaś modułu iRECOVERY 4 W. Razem 8 W na

cele wentylacji i klimatyzacji. Redukcja poboru mocy wynosi 88%. A nie należy zapominać o trendzie wzrostowym gospodarstw domowych w przyszłości w zakresie systemów schładzania pomieszczeń. W okresie lata należy przewidywać prace urządzenia wentylacyjnego i klimatyzacyjnego, schładzającego powietrze. Oczywiście obok pracy w zimie urządzenia wentylacyjnego i grzewczego.

Powyższe przykłady jednoznacznie wskazują, że nowe, innowacyjne rozwiązania w postaci indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego oraz oddzielnego modułu iRECOVERY z jednym wentylatorem czy też połączenie obu tych elementów w zintegrowane urządzenie o funkcji wentylacji, klimatyzacji oraz ogrzewania będą miały ogromny wpływ na rozwój systemów w kierunku rozwiązań zeroemisyjnych. Tym bardziej, że proponowane rozwiązanie, które może być zasilane ze źródeł odnawialnych (słońce, wiatr) lub z magazynów energii elektrycznej, jest – obok pompy ciepła – rozwiązaniem o minimalnym poborze mocy. A minimalizacja poboru mocy przez systemy HVAC to pierwszy podstawowy warunek systemów o zmniejszonym wkładzie węglowym.

Możliwość zwiększenia efektywności pozyskania energii z odnawialnych źródeł a magazynowanie energii

Możliwości gromadzenia energii elektrycznej, ciepłej i chłodniczej jest wiele. Jako podstawowe można wymienić:

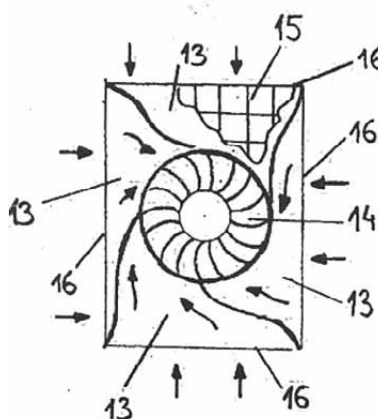
- baterie;
- technologię szczytowo-pompową;
- wodór;
- magazynowanie ciepła i chłodu z wykorzystaniem materiałów PCM;
- wykorzystanie siników cieplnych (przekazanie energii elektrycznej w podgrzewanie substancji oraz odwrotnie).

Obecnie jeszcze rzadko magazynowana jest energia, a jej niedomiar produkowany jest z węgla, przez co problemy z magazynowaniem energii nie występują.

Nie chciałbym przytaczać i opisywać poszczególnych wymienionych powyżej metod, bo wystarczająco zostały opisane przez wielu autorów w licznych publikacjach i monografiach. Chciałbym natomiast wskazać na podstawowe problemy związane z zastosowaniem magazynów energii oraz pokreślić, by były one dobierane w sposób jak najbardziej optymalny.

Jak wcześniej wspominałem, zminimalizowanie zapotrzebowania na moc elektryczną pozwoli na zastosowanie magazynów energii (elektrycznej, ciepłej i chłodniczej) o mniejszej pojemności. Niższe zapotrzebowanie na energię oznacza – po prostu – mniejsze zapotrzebowanie na wielkość magazynu/banku energii. Jednak to co istotne przy wymiarowaniu magazynów energii, to fakt, że zapotrzebowanie na energię dla budynku i dostępność/występowanie danego źródła energii odnawialnej nie zawsze są ze sobą koherentne (w okresie dobowym i sezonowym). Pomijam kwestie dobowych wahań, bo one są łatwiejsze do opanowania.

W lecie, gdy zapotrzebowanie na moc chłodniczą jest największe, zazwyczaj występuje ono w największym nasileniu w okresie upalnych dni, kiedy panele fotowoltaiczne mogą całą energię ze słońca przekształcić na energię elektryczną. Jednak w okresie zimy, kiedy słonecznych dni jest mniej (i są one krótsze), mamy mniejsze możliwości pozyskania energii ze słońca, którą można by wykorzystać



Rys. 4. Zintegrowany panel fotowoltaiczno-wiatrowy. Napływ powietrza z dowolnego kierunku generuje prąd elektryczny. Zastosowanie dodatkowego pokrycia w postaci ogniw fotowoltaicznych pozwala na jednoczesne wykorzystanie w jednym urządzeniu energii słońca i wiatru co wiąże się oczywiście z korzyściami ekologicznymi i ekonomicznymi

przykładowo do zasilenia pompy ciepła. Magazyny energii musiałyby być zatem o takiej konstrukcji i odpowiednio dużej mocy, aby umożliwić jej magazynowanie przez dłuższy czas (np. przez kilka miesięcy). Jest to drogie inwestycyjnie rozwiązanie oraz wymagać może, w przypadku dużych mocy, zawyżonego zapotrzebowania na miejsce montażu. Taka przestrzeń jest niezwykle cenna.

Jednym z łatwiej dostępnych źródeł energii odnawialnej jest – obok słońca – wiatr. Pytanie zasadnicze, jakie warto sobie zadać, brzmi: czy nie korzystniej zamiast stosowania dużych magazynów energii skuteczniej wykorzystać darmową energię ze źródeł odnawialnych? W okresie lata wykorzystywać panele fotowoltaiczne i wiatr, a w okresach przejściowych (wiosna, jesień) i zimą, kiedy wiatr jest większy, wykorzystywać to drugie darmowe źródło energii odnawialnej. Dywersyfikacja pozyskania energii ze źródeł odnawialnych mogłaby być rozproszona w sezonie, przez co magazyny energii mogłyby być jeszcze mniejsze. Pytanie czy zgodnie z przytoczonymi powyżej postulatami da się to wykonać jednym zintegrowanym urządzeniem tak by emisja CO₂ z jego wyprodukowania była jak najmniejsza?

W mojej opinii – tak.

Poniżej przedstawiam ideę i koncepcję zintegrowanego panelu fotowoltaiczno-wiatrowego, w którym jedno urządzenie pozwala na jednoczesne uzyskiwanie korzyści z energii słonecznej i wiatru. Rozwiązanie zaprezentowano na rysunku 4.

Prostopadłościenna obudowa pokryta z wierzchu panelami fotowoltaicznymi pokrywa wirnik wentylatora, którego obrót wymusza przepływ wiatru. Specjalna konstrukcja umożliwia obrót wirnika niezależnie od kierunku przepływu wiatru. Rozwiązanie nieprzekraczające wymiarów ogólnie dostępnych paneli fotowoltaicznych wykorzystuje dwa źródła darmowej energii odnawialnej słońca i wiatru. Pozyskanie jej z wykorzystaniem tej technologii może być zatem zdublowane w stosunku do tradycyjnej technologii: albo słońce, albo wiatr.

Jestem pełen podziwu dla osiągnięć Pani Olgi Malinkiewicz w zakresie rozwoju fotowoltaiki w kierunku perowskitów. Pozwalają one na zwiększenie pozyskania darmowej i odnawialnej

energii słonecznej do zasilenia elektrycznego budynków, urządzeń, gadżetów elektronicznych itp. Jednak to, co najbardziej istotne to fakt, że nawet to rozwiązanie, jak też połączenie tej metody z ogniwami krzemowymi jest uzależnione od ograniczonego czasu występowania promieniowania słonecznego. Jeśli chcemy pozostać przy aktualnej technologii i wykorzystywać tylko energię słoneczną, także w okresie zimy (np. do zasilania pompy ciepła), pozostanie nam konieczność zwiększenia mocy systemów i urządzeń słonecznych (i ilości pozyskiwanej energii), zwiększenie magazynów energii, wprowadzenie nowych konstrukcji umożliwiających magazynowanie energii przez dłuższy czas (np. 6 miesięcy). Jest to w mojej opinii działanie nieefektywne i niezmiernie trudne do docelowego rozwiązania zeroemisyjnego. Większe korzyści dadzą zintegrowane metody pozyskania energii odnawialnej z dwóch ogólnie dostępnych źródeł jakim jest w/w energia słońca ale i wiatru. Takie podejście reprezentuje przedstawiony powyżej zintegrowany panel fotowoltaiczno-wiatrowy.

Podsumowanie

W artykule omówiono wizję propozycji rozwoju systemów HVAC mającej na celu zniwelowanie śladu węglowego przez systemy HVAC. Mogę już powiedzieć, że 2022 roku zaprezentowany zostanie oficjalny prototyp nowej generacji urządzeń klimatyzacyjnych – utraefektywnych i ultraplaskich (głębokość 2,5÷4,5 cm) indukcyjnych paneli klimatyzacyjnych, które przybliżone zostały w artykule. Chwilę później zostanie zaprezentowany moduł iRECOVERY oraz połączenie dwóch rozwiązań w postaci

kompletnie bezprzewodowego urządzenia iUNIT realizującego cele wentylacji z odzyskiem ciepła, klimatyzacji, ogrzewania z zachowaniem wspomnianych cech. Nie wymaga on prowadzenia instalacji kanałowej po obiekcie, dodatkowych regulatorów przepływu i w pełni pokrywa zapotrzebowanie na ciepło i chłód pomieszczeń mieszkalnych. Jest to pierwszy krok w kierunku wdrażania, rzeczywiście zeroemisyjnych urządzeń HVAC. Do takich należą urządzenia i systemy bezprzewodowej wentylacji i klimatyzacji. Kolejnym krokiem jest zwiększenie efektywności pozyskania darmowej energii ze źródeł odnawialnych. Może to umożliwić idea przedstawionego zintegrowanego panelu fotowoltaiczno-wiatrowego.



O AUTORZE

Bartłomiej ADAMSKI
– kierownik ds. systemów wody ziębniczej,
NEOKLIMA Sp. z o.o., PZITS



PRENUMERATA

Iwona Markowska

Kierownik ds. prenumeraty i promocji

tel. +48 22 535 32 27

tel. kom. +48 535 085 030

i.markowska@euro-media.pl

prenumerata@euro-media.pl

ZAMÓWIENIA PRENUMERATY PRZYJMujemy:

- **telefonicznie** +48 22 535 32 29
- **e-mailem** prenumerata@euro-media.pl
- **przez internet** www.e-czasopisma.net
www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl
- **platforma interaktywna zawierająca czasopisma w wersji elektronicznej:** www.czasopisma-online.pl

PRENUMERATA 2022 – CENY (brutto z wysyłką):

- **roczna**
drukowana: 195 zł
elektroniczna: 159 zł
- **studencka roczna**
drukowana: 144 zł
elektroniczna: 119 zł
- **pakiet (drukowana + elektroniczna): 255 zł**
- **cena za egz. 2022 – 19,50 zł**

KONTAKT



Rok XXV Nr 11-12/2021 (268)

Fachowy miesięcznik poświęcony praktycznym zagadnieniom chłodnictwa, wentylacji, klimatyzacji i pomp ciepła

Patronat: Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji

WYDAWCA

Euro-Media sp. z o.o., ul. Wąski Jar 9, 02-786 Warszawa, www.euro-media.pl

Grupa Wydawnicza Euro-Media



Katarzyna Polesińska
Prezes Zarządu

REDAKCJA



Marek Stachurka-Geller
Redaktor Naczelny
m.stachurka@chlodnictwoiklimatyzacja.pl
kom.: +48 501 395 650



Agnieszka Cal-Hubska
Redaktor / Sekretarz Redakcji
a.cal-hubska@chlodnictwoiklimatyzacja.pl



Joanna Jaworska
Dyrektor Wydawniczy
j.jaworska@euro-media.pl

REKLAMA



Piotr Pietrak
Kierownik ds. sprzedaży
p.pietrak@chlodnictwoiklimatyzacja.pl
kom.: +48 604 588 257



Paweł Otłowski
Kierownik ds. sprzedaży
p.otlowski@chlodnictwoiklimatyzacja.pl
kom.: +48 604 588 257

RADA PROGRAMOWA

dr hab. inż. prof. AGH Jan Górski, prof. dr hab. inż. Zbigniew Królicki, dr inż. Adam Ruciński, dr inż. Marian Rubik, dr inż. Kazimierz Wojtas, prof. nzw. dr hab. inż. Bernard Zawada

SKŁAD I ŁAMANIE As-Art Violetta Nalazek, Warszawa

DRUK Drukarnia Szydłt, Gostynin

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń. Nie zwracamy materiałów nie zamówionych oraz zastrzegamy sobie prawo do skrótnych tekstów przyjętych do druku. Prawa autorskie zastrzeżone, przedruk i wykorzystanie materiałów możliwe tylko po uzyskaniu pisemnej zgody Wydawcy.

Zdjęcia: zespół redakcyjny, materiały promocyjne, stock.xchng.pxhere.com