

Systemy mikrotrigeneracji

– adsorpcja jako innowacyjne i energooszczędne rozwiązanie

To systemy adsorpcji są de facto najbardziej ekologiczne w całym układzie mikrotrigeneracyjnym. Dodatkowo bardzo przyszłościowym, zwłaszcza gdy weźmiemy pod uwagę zmieniające się przepisy unijne. Warto mówić o tym już dziś, ponieważ ta technologia prawdopodobnie będzie w niedalekiej przyszłości jednym ze standardowych rozwiązań w zakresie produkcji chłodu.

W sezonie letnim, gdy wiele osób jednocześnie korzysta z klimatyzacji, coraz częściej zdarzają się przeciążenia lokalnych sieci energetycznych. Dodatkowo w związku z ciągłym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną oraz bardzo dynamicznie rosnącym w Polsce rynkiem domowych pomp ciepła zasilanych elektrycznie, takie sytuacje będą się zdarzać również zimą. Nie można także zapominać o coraz większym zainteresowaniu samochodami elektrycznymi, które zimą nie będą ładowane za pomocą przydomowych instalacji fotowoltaicznych z uwagi na minimalną produkcję energii ze słońca w tym okresie. To również może stać się kolejną przyczyną coraz częstszych okresowych przerw w dostawie energii elektrycznej.

Rozwiązaniem mogą być innowacyjne układy mikrotrigeneracyjne dopasowane do danego obiektu. Są

to małe układy, które produkują w skojarzeniu energię elektryczną, ciepło oraz chłód.

Klasyczne systemy trigeneracyjne buduje się jako duże megawatowe układy obsługujące całe kompleksy przemysłowe lub duże obszary urbanistyczne. Takie rozwiązania mają swoje niepodważalne zalety – zwiększają energooszczędność i zmniejszają emisję CO₂ do atmosfery. Mają jednak też spore ograniczenia. Im większy układ, tym mniejsza jest sprawność samego źródła. Dodatkowo z uwagi na rozbudowaną infrastrukturę przesyłową powstają straty przesyłowe, które obniżają sprawność całego układu. Do tego dochodzi bardzo duży ładunek wody, który trzeba podgrzać lub schłodzić, co też wymaga sporego nakładu energetycznego i również obniża sprawność. Ponadto możliwości konfiguracyjne



Klinika ortopedyczna w Otwocku

fol. Panasonic



Adsorbent ma postać porowatych kryształków SiO₂ całkowicie nietoksycznych i nieszkodliwych dla środowiska

i regulacyjne są obniżone, co istotnie wpływa na końcowy efekt energetyczny.

Należy pamiętać, że w zależności od pory roku występuje różne zapotrzebowanie na energię elektryczną, chłód oraz ciepło, dlatego odpowiednia regulacja oraz dopasowanie do aktualnego zapotrzebowania i obciążenia odgrywają kluczową rolę.

W dużych układach bardzo trudno to uzyskać. Jest to możliwe tylko w określonym przedziale czasu, np. latem, kiedy występuje zwiększone zapotrzebowanie na chłód. W pozostałych okresach cały system dużej trigeneracji może już nie być tak efektywny. Rozwiązaniem jest stworzenie układu trigeneracji w skali mikro, tzn. układu dopasowanego do zapotrzebowania na energię określonego kompleksu czy obiektu. Energia elektryczna, chłód oraz ciepło są wtedy produkowane bezpośrednio na potrzeby budynku bez strat przesyłowych. Dodatkowo sprawność całego układu jest podniesiona dzięki dużej większej sprawności samego źródła oraz optymalnemu dopasowaniu do zapotrzebowania obiektu na energię w ciągu całego roku.

Dodatkowo można wprowadzać elementy synergiczne, tzn. wykorzystywać więcej opcji odzysku energii w skojarzeniu. Dzięki temu znacząco zwiększa się efektywność energetyczna całego układu. **Właśnie takie rozwiązanie udało się zastosować** m.in. w klinice ortopedycznej w Otwocku.

Klinika zlokalizowana jest w dawnym pensjonacie Gurewicza, którego budowę rozpoczęto w 1905 roku. Do dziś jest jednym z największych drewnianych budynków w Europie. Modernizacja ponadstuletniego obiektu była dużym wyzwaniem dla projektantów. Obecnie w odrestaurowanym budynku mieści się klinika ortopedyczna. Dzięki inwestorom, którzy byli otwarci na innowacyjne technologie, źródłem energii elektrycznej, ciepła i chłodu jest unikatowa w skali kraju wysoce energooszczędna instalacja. Ze względu na funkcje obiektu (m.in. szpital) niezwykle ważne było bezpieczeństwo dostaw energii, w tym ogrzewania, przygotowania c.w.u., a także chłodzenia nie tylko pomieszczeń, lecz także aparatury medycznej. Jest to pierwszy obiekt na świecie, w którym

zastosowano wzajemnie powiązane technologie gazowych sprężarkowych pomp ciepła, urządzeń adsorpcyjnych oraz układów mikrokogeneracji umożliwiających produkcję ciepła, chłodu oraz energii elektrycznej przy wykorzystaniu gazu ziemnego, a także propanu technicznego.

Wieńczącym elementem tego unikalnego systemu są urządzenia adsorpcyjne napędzane ciepłem. Ciepło wprowadzone do układu adsorpcyjnego odpowiada za produkcję dodatkowej ilości chłodu.

Aby zapewnić największą możliwą sprawność całego układu, zadbano o to, aby przez cały rok była możliwość zapewnienia skutecznego odzysku energii, wykorzystując wzajemne powiązanie wszystkich technologii i procesów. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest cicha praca urządzeń, co było istotne ze względu na znajdujące się w sąsiedztwie budynki mieszkalne.

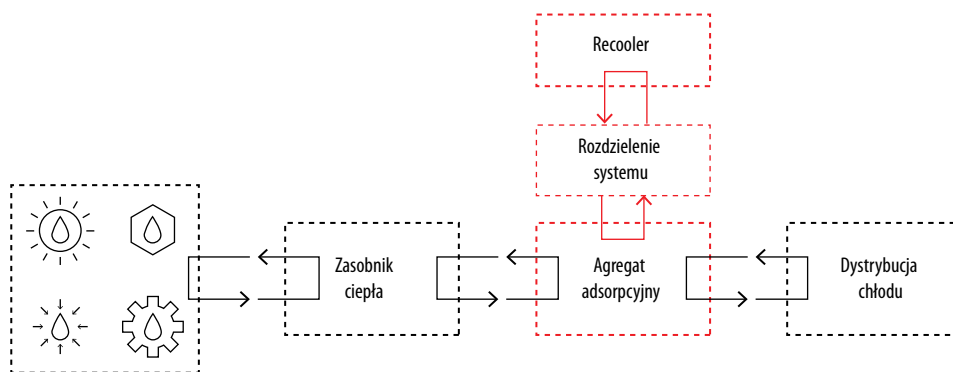
Trzy technologie współpracujące we wspólnym układzie mikrot trigeneracji

Gazowe pompy ciepła – zapewniają produkcję chłodu oraz ciepła z gazu, a dodatkowo w trakcie produkcji chłodu zapewniają w tzw. skojarzeniu ciepło odpadowe z układu chłodzenia silnika napędzającego sprężarkę na potrzeby c.o. c.t oraz c.w.u. przez cały rok.

Układy mikrokogeneracji – produkują ciepło i energię elektryczną z gazu, odciążają budynek od zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną przy równoczesnej produkcji ciepła. Ograniczeniem tych układów jest konieczność odbioru zarówno ciepła, jak i energii elektrycznej w tym samym czasie w odpowiednich proporcjach. W sytuacji, gdy występuje zapotrzebowanie na energię elektryczną, ale nie ma zapewnionego odbioru ciepła, układ się wyłącza.

Tego problemu można uniknąć, stosując adsorpcję, czyli proces, w którym produkuje się chłód z ciepła, co stanowi praktyczne rozwiązanie latem i w okresach przejściowych.

Systemy adsorpcji – zapewniają produkcję chłodu z ciepła wraz z produkcją darmowego chłodu tzw. freecoolingu w okresie zimowym. Technologia adsorp-



Schemat układu adsorpcyjnego

cji jest najbardziej ekologicznym rozwiązaniem całego układu trigeneracyjnego, ponieważ do zasilania układu adsorpcji nie wykorzystuje się układu sprężarkowego tylko ciepło. W przypadku, gdy jest ono ciepłem odpadowym, uzyskuje się podwójny efekt – ciepło jest darmowe, więc produkcja chłodu jest bardzo tania, a emisja CO₂ do atmosfery minimalna.

Większość agregatów chłodniczych i klimatyzacyjnych jest zasilana energią elektryczną, co przy ciągle rosnących cenach energii stanowi olbrzymie obciążenie. Dlatego (mając również na uwadze zaostrenie unijnych wymagań w zakresie ochrony klimatu) oszczędność energii i technologie przyjazne środowisku są pożądane bardziej niż kiedykolwiek.

Większość konwencjonalnych agregatów chłodniczych charakteryzuje się dużą energochłonnością, emitując przy tym znaczne ilości CO₂ do atmosfery.

Ponadto często uwalniane są inne niebezpieczne dla środowiska związki.

Dzięki wprowadzeniu w życie przepisów europejskich dotyczących technologii chłodnictwa i klimatyzacji już w roku 2030 prawie całkowicie zostanie zaniechane stosowanie w systemach chłodniczych źle wpływających na klimat czynników fluorowych. Unia Europejska wprowadza przepisy ustawowe i regulacje, które przyniosą korzyści środowisku. W praktyce w 2030 roku wiele systemów chłodniczych nie będzie mogło być dłużej użytkowanych. W związku z tym przedsiębiorcy będą musieli unowocześnić instalacje lub po prostu potrzebna będzie wymiana sprzętu na nowy. Wiele z tych wymagań może być spełnionych już dzisiaj, m.in. dzięki przyjaznym dla środowiska i niezwykle oszczędnym agregatom adsorpcyjnym.

Schematy układu adsorpcji – działania układu

Agregaty działają na zasadzie sorpcji ciała stałego zwanej adsorpcją. Podczas tego procesu para wodna z materiału sorpcyjnego (silica gel lub zeolite) jest „zasykana” i przejęta (absorbowana), po czym woda odparowuje, generując chłód. Gdy materiał zostanie nasycony, oddając ciepło po stronie zasilającej, ponownie się zregeneruje. Wynikiem tego procesu jest cykliczna produkcja chłodu. Agregat adsorpcyjny produkuje chłód dzięki nagromadzeniu pary wodnej w porach substancji stałej.

Do tego procesu jest wykorzystywany silica gel jako adsorbent. Ma on postać porowatych kryształków SiO₂, całkowicie nietoksycznych i nieszkodliwych dla środowiska. Jako czynnik chłodzący wykorzystuje się czystą wodę. W przeciwieństwie do innych czynników chłodniczych jest ona składnikiem bezpiecznym.

Sam proces adsorpcji jest w 100% odwracalny i działa bez żadnego wsparcia mechanicznego. To znaczy, że transport czynnika chłodniczego nie wymaga ani



Agregat adsorpcyjny

fot. Art-Klima

pompy, ani sprężarki czy zaworów. W związku z tym nie ma problemów ze szczelnością i zużyciem modułu próżniowego. Moduły próżniowe są hermetycznie zamknięte i nie wymagają konserwacji. W przeciwieństwie do konwencjonalnych technologii w zastosowanym w klinice systemie nie występują ubytki czynnika chłodniczego podczas lat pracy.

Zalety systemów adsorpcyjnych:

- › pięciokrotne zmniejszenie zużycie energii do produkcji chłodu, co ogranicza emisję CO₂ do atmosfery, dzięki temu można skorzystać z dotacji, uzyskać białe certyfikaty ze względu na zwiększenie energooszczędności procesu lub otrzymać dofinansowanie na modernizację istniejącej instalacji,
- › dzięki tak dużemu zmniejszeniu zużycia energii potrzebnej do zasilania układu klimatyzacji uzyskuje się bardzo duże obniżenie kosztów eksploatacji,
- › poprzez uniezależnienie od energii elektrycznej cały proces dostawy chłodu jest dużo bardziej stabilny i bezpieczny – w znaczącym stopniu pozwala zabezpieczyć się przed tzw. blackoutami,
- › system adsorpcji można wykorzystać w zimie do darmowego chłodzenia, np. pomieszczeń, w których zachodzą procesy technologiczne w wytworzeniem ciepła czy też pomieszczeń technicznych, wykorzystując tzw. freecooling,
- › dzięki wykorzystywaniu najbardziej ekologicznego czynnika chłodniczego, jakim jest woda–, nie ma żadnego ryzyka emisji gazów cieplarnianych do atmosfery,
- › żywotność takich układów jest dużo większa niż tradycyjnych z uwagi na brak układu sprężarkowego i skomplikowanych elementów, które podlegają mechanicznemu zużyciu,
- › bardzo niski poziom głośności systemów,
- › możliwość dopasowania prawie do każdego nawet małego układu, ponieważ wydajność chłodnicza zaczyna się już od 16 kW, nie potrzeba bardzo dużych mocy grzewczych i wysokich parametrów do zasilania układu; na rynku europejskim występują systemy o temperaturze zasilania 55°C, np. wykorzystujące ciepło z układu chłodzenia serwerów lub innych niskotemperaturowych źródeł ciepła odpadowego, np. w małym zakładzie produkcyjnym.

Gdzie opłaca się stosowanie adsorpcji

Najbardziej opłacalnym rozwiązaniem jest zasilanie układu adsorpcyjnego ciepłem odpadowym, które jest całkowicie darmowe. Dzięki temu uzyskuje się bezkosztowo chłód bez pobierania dużej ilości energii z sieci. Takim źródłem ciepła odpadowego może być np.:



Gazowe Pompy Ciepła zasilane gazem ziemnym oraz propanem technicznym

- › ciepło z procesu przemysłowego, np. w fabryce lub zakładzie produkcyjnym,
- › ciepło odbierane z układów komputerowych i serwerowni,
- › ciepło odpadowe z gazowych pomp ciepła z układu chłodzenia silnika,
- › ciepło z układów solarnych.

Inne mniej opłacalne możliwości zastosowania ciepła do zasilania układu adsorpcji, które nie jest darmowe, ale wciąż opłacalne i dodatkowo pozwala zmniejszyć przydział mocy elektrycznej w budynku to wykorzystanie:

- › ciepła sieciowego, którego nadwyżki zwłaszcza latem można wykorzystać na potrzeby układu adsorpcji, a temperatura zasilania na poziomie 65°C w zupełności wystarczy, co nie byłoby możliwe w dużych układach absorpcyjnych, w których wymagane są znacznie wyższe parametry zasilania,
- › ciepła z układu kogeneracji, którego nie jesteśmy w stanie wykorzystać, np. latem.

Cały system mikrotrigeneracji dzięki znacznie mniejszemu zużyciu paliwa wspiera ochronę środowiska i klimatu, a to zwiększa wartość budynku.

Przykład zastosowania mikrotrigeneracji w budynku ochrony zdrowia

Uprozczone schematy technologiczne działania układu mikrotrigeneracji w okresie letnim, okresach przejściowych oraz zimą

LATO

Gazowe pompy ciepła pracują w trybie chłodzenia, ciepło odpadowe powstałe w wyniku pracy silnika jest zagospodarowywane na potrzeby c.w.u., oraz jako źródło zasilania agregatów adsorpcyjnych.

Mikrokogeneracja produkuje energię elektryczną. Wytworzone w tym procesie ciepło jest przekazywane, analogicznie jak w przypadku gazowych pomp ciepła, na potrzeby c.w.u. oraz jako źródło zasilania agregatów adsorpcyjnych.

Agregaty adsorpcyjne pracują wyłącznie w trybie adsorpcji, tzn. generują chłód z nadwyżki wysokotemperaturowego ciepła odpadowego.

Okresy przejściowe – WIOSNA i JESIEŃ

Okres przejściowy jest najważniejszy z wielu powodów.

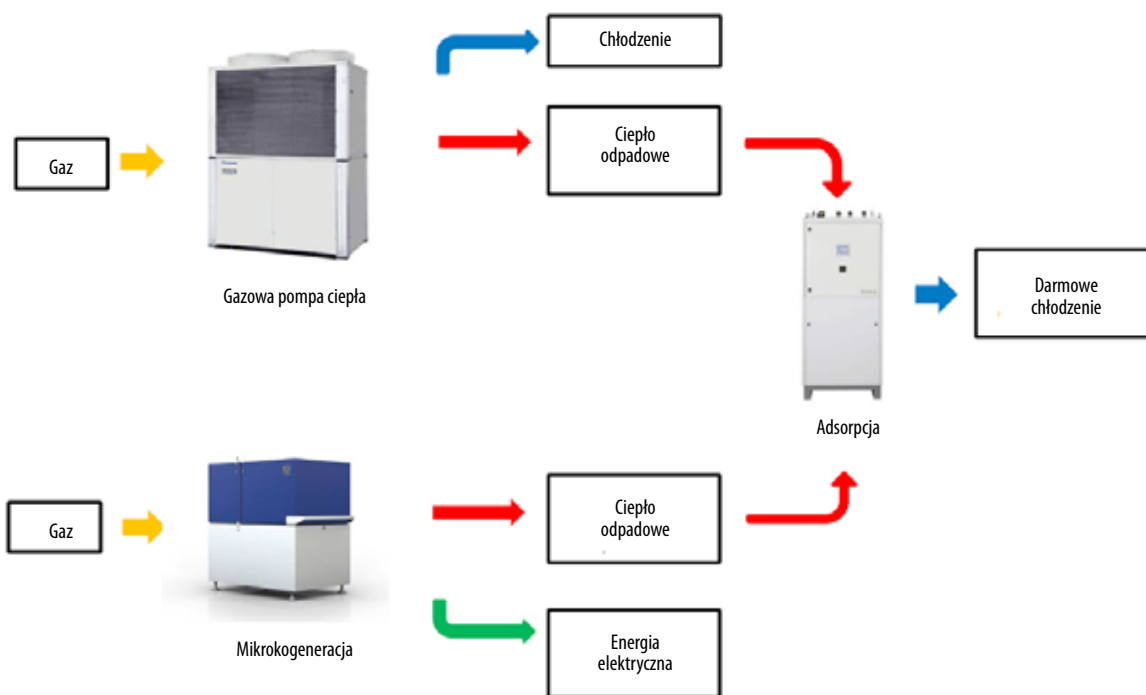
- › Trwa najdłużej – od 50÷80% roku w zależności od długości zimy i lata.
- › W tym czasie układ działa z maksymalną sprawnością, ponieważ proporcje zapotrzebowania na chłód i ciepło są bardziej optymalne niż zimą i latem. Dzięki temu całe ciepło odpadowe jest wykorzystywane.
- › Układy sprężarkowe pracujące przy częściowym obciążeniu mają wyższą sprawność.

Co więcej, dzięki zastosowaniu dwóch osobnych układów hydraulicznych dla potrzeb grzania i chłodzenia, można wykorzystać maksymalny potencjał urządzeń.

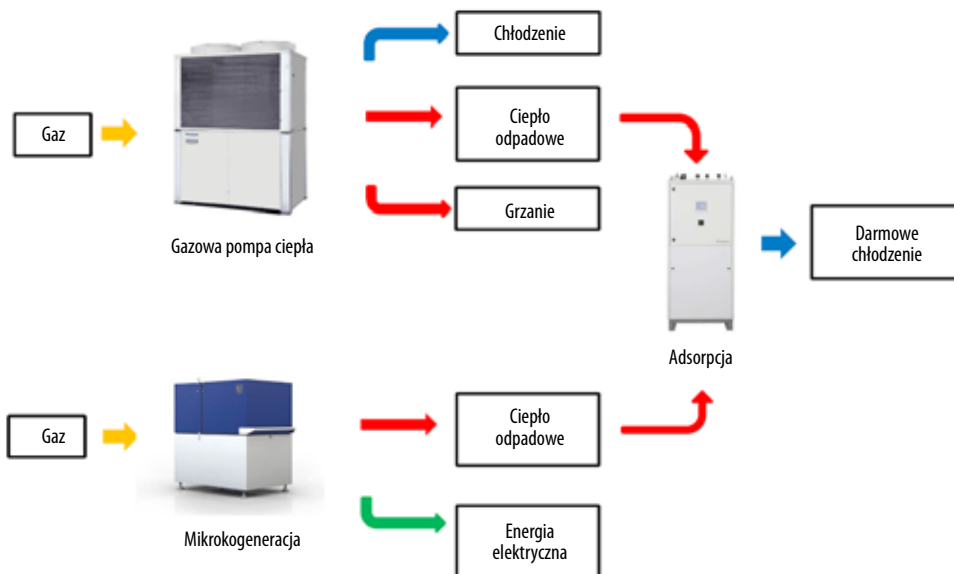
W wypadku jednego wspólnego wodnego układu grzania i chłodzenia system zaprojektowany tylko na skrajne warunki zimowe i letnie bardzo mocno obniżyłby komfort użytkownika w okresie przejściowym. Dodatkowo znacząco podniosłyby się koszty eksploatacji – nawet dwu-, trzykrotnie.

Gazowe pompy ciepła pracują w trybie chłodzenia lub grzania w zależności od sytuacji. Ciepło odpadowe

Schemat działania LATO



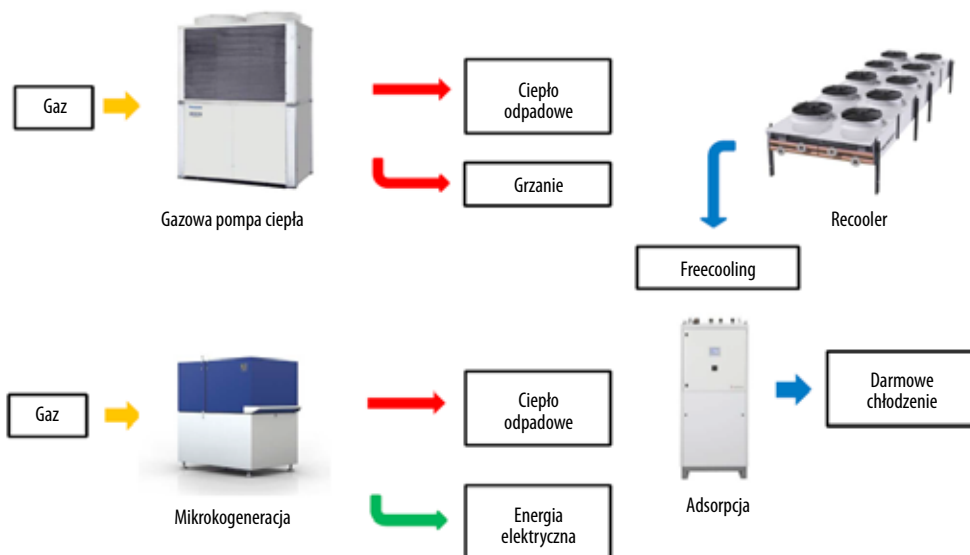
Schemat działania WIOSNA i JESIEŃ



powstałe w wyniku pracy silnika jest zagospodarowywane na potrzeby c.w.u., oraz jako źródło zasilania agregatów adsorpcyjnych, dodatkowo może być wykorzystywane do zasilania instalacji ciepła technologicznego (c.t.) na potrzeby wentylacji przy niższej temperaturze zewnętrznej oraz na potrzeby instalacji c.o.

Mikrokogeneracja produkuje energię elektryczną. Wytworzone w tym procesie ciepło jest przekazywane analogicznie jak w przypadku gazowych pomp ciepła na potrzeby c.w.u., oraz jako źródło zasilania agregatów adsorpcyjnych. Może być również wykorzystywane do zasilania instalacji c.t. na potrzeby wentylacji przy niższej temperaturze zewnętrznej oraz na potrzeby instalacji c.o.

Schemat działania ZIMA





fot. Panasonic

Recooler do odprowadzania nadwyżki ciepła z adsorpcji latem stanowi źródło freecoolingu zimą dla potrzeb schładzania aparatury medycznej

Agregaty adsorpcyjne pracują wyłącznie w trybie adsorpcji, tzn. generują chłód z nadwyżki wysokotemperaturowego ciepła odpadowego.

ZIMA

Gazowe pompy ciepła pracują w trybie grzania. Ciepło odpadające w wyniku pracy silnika jest zagospodarowywane nawet do temperatury powietrza zewnętrznego równej -20°C na potrzeby c.w.u., c.t. na potrzeby wentylacji oraz c.o.

Mikrokogeneracja produkuje energię elektryczną. Wytworzone w tym procesie ciepło jest przekazywane na potrzeby c.o., c.w.u., podgrzewu wody w basenie c.t. na potrzeby wentylacji.

Agregaty adsorpcyjne pracują wyłącznie w trybie freecoolingu, tzn. wykorzystują źródło darmowego chłodu z powietrza zewnętrznego za pomocą recoolersów i przekazują do instalacji schładzania aparatury medycznej. Urządzenia adsorpcyjne są fabrycznie przystosowane do pracy w tym trybie. W agregacie adsorpcyjnym zamianie ulegają obiegi hydrauliczne. W tej sytuacji obieg średniotemperaturowy oddający ciepło latem do otoczenia staje się obiegiem bezpośredniego zasilania bufora wody lodowej. Dzięki temu nie trzeba było tworzyć dodatkowych obiegów oraz rozbudowywać maszynowni chłodu na potrzeby freecoolingu.

Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu systemu mikrotrigeneracji w budynku kliniki ortopedycznej w Otwocku obniżono koszty eksploatacji obiektu. Zyskał on dodatkowe wysokoparametrowe źródło ciepła, co zmniejszyło zapotrzebowanie na energię elektryczną. Zyskano również możliwość wykorzystania nadwyżki ciepła odpadowego na produkcję chłodu. Została zapewniona ciągła praca (24 h na dobę przez cały rok). Kaskadowa praca umożliwia wysoką sprawność układu oraz większe dopasowanie do aktualnego zapotrzebowania na energię. Dodatkowym atutem jest bardzo cicha praca urządzeń i ich kompaktowe wymiary.

Paweł Sroczyński

ART-KLIMA Bieńkowski Sroczyński Sp. J.