Ogrzewanie ...lodem? To możliwe

Ciekawy układ z pompą ciepła dedykowany do dużych obiektów

KRZYSZTOF GNYRA
DAMIAN SKORUPPA

Głównym elementem systemu „ogrzewania lodem” jest zbiornik napełniony wodą. Pełni on funkcję akumulatora energii z gruntu, powietrza, promieniowania słonecznego i lodu. Stanowi dolne źródło ciepła dla pompy ciepła typu solanka-woda. Podczas pracy instalacji woda w zbiorniku może stopniowo zamarzać, co jest korzystnym zjawiskiem. Z zamarzającej wody uzyskujemy dodatkową ilość energii cieplnej, którą skutecznie wykorzystuje pompa ciepła. Z drugiej strony, lód jest doskonałym i tanim źródłem energii do naturalnego chłodzenia budynku w okresie letnim.

Ogrzewanie lodem jest alternatywą dla konwencjonalnych sposobów pobierania ciepła z gruntu. Nie potrzebuje dużej powierzchni działki, jak w przypadku kolektorów poziomych. Nie potrzebne są również kosztowne odwierty, specjalistyczny sprzęt i projekt prac geologicznych, jak ma to miejsce przy sondach pionowych.
Jest to szczególnie polecane rozwiązanie w dużych obiektach (o zapotrzebowaniu na ciepło do kilkuset kilowat), w których pompa ciepła oprócz ogrzewania ma zapewnić również chłodzenie pomieszczeń w lecie. Szczególnie dedykowane jest do obiektów, w których zapotrzebowanie na chłód jest duże, a tradycyjne systemy chłodzenia mogą generować wysokie koszty eksploatacyjne – czasem nawet większe niż koszty ogrzewania budynku.

Ogrzewanie lodem stosowane jest od 2008 r. przez Viessmann Eis-Energiespeicher GmbH, a w Polsce przez SKORUPA Energy Technic. Rozwiązanie od wielu lat sprawdzone w domach jednorodzinnych oraz dużych obiektach znajdujących się w Niemczech, Austrii, Holandii i Szwajcarii – pod nazwą rynkową SolarEis.

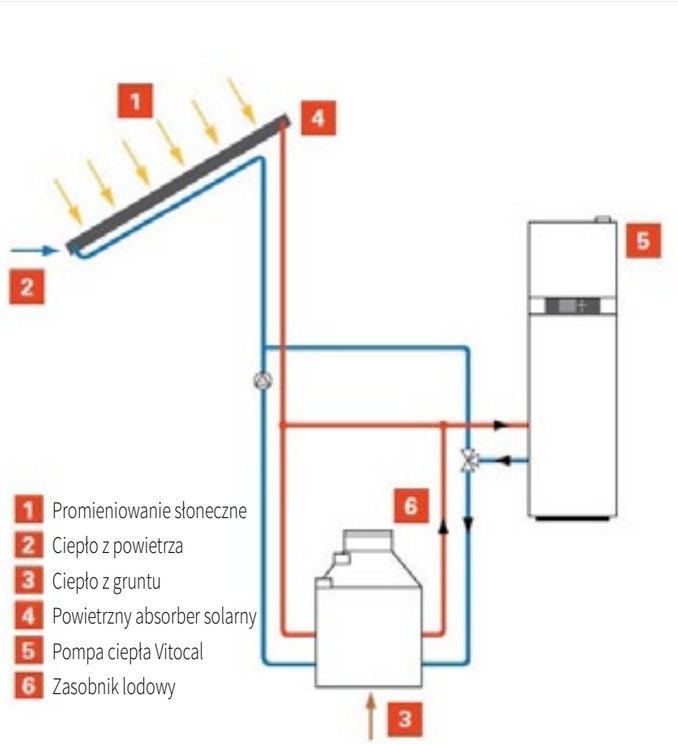
Jak to działa ?

System zasobnika lodu wykorzystuje ciepło z kilku źródeł: z powietrza, z promieniowania słonecznego, z gruntu i z zamarzania wody. Ich optymalnym wykorzystaniem steruje regulator zabudowany w pompie ciepła.

Ciepło z zamarzania wody

Temperatura wody w zasobniku lodu zmienia się w ciągu roku, co oczywiście będzie miało wpływ na efektywność pracy pompy ciepła. W okresach przejściowych może wynosić ok. 20°C, a w zimnych 0°C. W zimie wykorzystujemy własność wody, która zamarza przy stałej temperaturze 0°C, a zamarzanie wody dostarcza dodatkową ilość ciepła.

POBIERZ **Przykładowy przebieg temperatury wody w zasobniku lodu**



Schemat instalacji pompy ciepła z zasobnikiem lodu

Zmiana stanu skupienia wody i związana z tym ilość pobieranej lub oddawanej energii

Pompa ciepła obniża temperaturę wody w zasobniku. Jeśli osiągnie 0°C, zaczyna zamarzać i tworzy się lód. Podczas przemiany wody w lód uzyskuje się dużą ilość ciepła, które przez długi czas może pobierać pompa ciepła. Dalsze pobieranie ciepła z zasobnika powoduje zwiększanie się oblodzenia, ale nadal woda i lód mają stałą temperaturę: 0°C. Taka sytuacja będzie mieć miejsce, aż do zamarznięcia całej wody w zasobniku. Dopiero wówczas temperatura lodu zacznie się obniżać, tym samym obniży się temperatura solanki zasilającej pompę ciepła. Pompy Vitocal mogą być zasilane solanką o temperaturze nawet: -10°C.

Przebieg procesów zachodzących w zasobniku lodu przedstawia wykres powyżej.

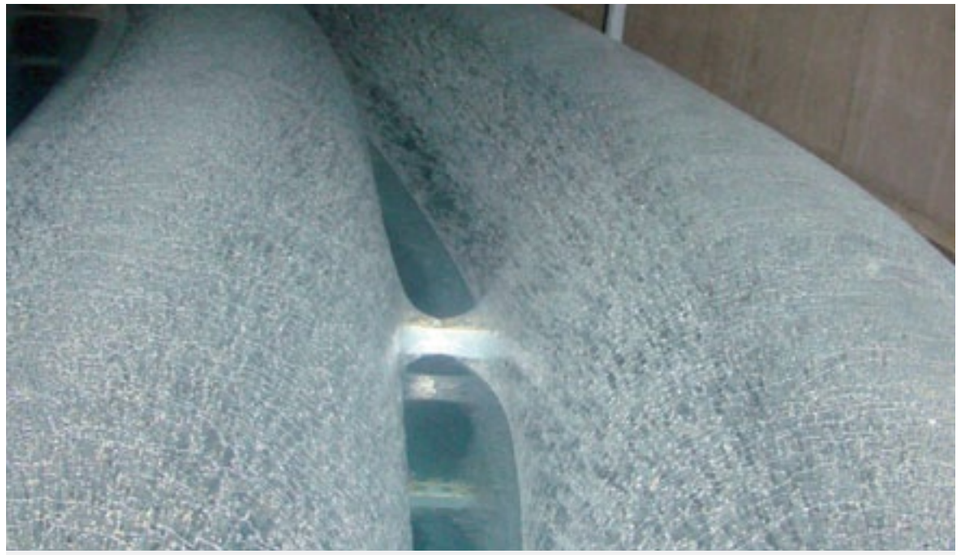
Lód w zasobniku tworzy się najpierw w środkowej części, wzdłuż całej jego wysokości. Następnie, oblodzenie zmierza w kierunku ścian zewnętrznych zbiornika. W ten sposób nie ma niebezpieczeństwa, że lód rozsadzi zbiornik. Rozmrażanie wody (tajanie), przebiega w kierunku odwrotnym, tj. od zewnątrz do środka zasobnika. Ciepło z otoczenia jest stale dostarczane do zasobnika i zapewnia jego regenerację – podnosi temperaturę wody lub topi lód. Dostarczane jest przez grunt otaczający zasobnik i w określonych sytuacjach przez kolektory, nazywane absorberami powietrzno-solarnymi. W ten sposób lód w zasobniku topi się, stanowiąc dodatkowe źródło ciepła dla pompy ciepła.

Obniżając temperaturę 1 kg wody o 1 K (o 1°C), uzyskujemy 1,163 Wh energii cieplnej. Podczas całkowitego zamarzania 1 kg wody uzyskujemy 93 Wh ciepła. Dla porównania, taką samą ilość energii cieplnej (93 Wh) uzyskamy, schładzając 1 kg wody od temperatury 80°C do 0°C. Z drugiej strony lód może być doskonałym źródłem do chłodzenia budynku: aby całkowicie roztopić 1 kg lodu musimy do niego doprowadzić 93 Wh energii cieplnej, czyli tyle samo, ile potrzeba do całkowitego zamarznięcia wody.

Ciepło z gruntu

Nawet przy całkowicie zamarzniętej wodzie w zasobniku stale dopływa do niego ciepło z otaczającego go gruntu. Latem grunt stanowi magazyn ciepła. Zasobnik oddaje nadmiar ciepła do gruntu i w ten sposób uzyskuje się efekt samoregulacji, zapobiegający przegrzewaniu się zasobnika w miesiącach ciepłych.

Kierunek zamarzania i topnienia lodu w zasobniku



Oblodzenie wężownic w zasobniku lodu

Ciepło z absorbera, czyli o kolektorach-absorberach

W systemie ogrzewania lodem wykorzystuje się kolektory-absorbery o prostej budowie. Pozyskują ciepło głównie z powietrza atmosferycznego, gdyż jest ono do dyspozycji, tak w dzień, jak i w nocy. Promieniowanie słoneczne jest tylko mile widzianym dodatkowym źródłem energii podnoszącym efektywność absorberów.

Dlaczego nie tradycyjne kolektory? Tradycyjne kolektory słoneczne wykorzystują ciepło wyłącznie z promieniowania słonecznego, a tego w zimie jest stosunkowo mało. Pracowałyby więc przy stosunkowo niskiej temperaturze solanki, co skutkować może skraplaniem się wody zawartej w powietrzu i zawilgoceniem izolacji cieplnej kolektora – znaczna utrata efektywności pracy kolektora, koszt też inwestycji byłby znacznie wyższy.

Optymalnym rozwiązaniem są więc proste absorbery wykonane z rury z tworzywa. Wykorzystują przede wszystkim ciepło z powietrza, a nawet w zimie często występuje dodatnia temperatura. Bez problemu mogą skutecznie pracować przy niskiej temperaturze solanki.

Ciepło pozyskane przez absorbery (z powietrza i promieniowania słonecznego), doprowadzane jest do wężownicy solarnej w zasobniku lodu. Ta z kolei nagrzewa znajdującą się w nim wodę lub topi lód.
Jeśli ilość ciepła z absorberów jest wystarczająca, pompa ciepła może korzystać z niego bezpośrednio – z pominięciem zasobnika lodu. Nad wszystkim czuwa regulator pompy ciepła, który stale kontroluje temperaturę i wybiera optymalny sposób pracy pompy ciepła.

Zasobnik lodu
Głównym elementem systemu ogrzewania lodem jest okrągły betonowy zbiornik o pojemności 10 m³ (10 000 litrów). Zakopuje się go w gruncie, tak aby poziom wody znajdował się poniżej strefy przemarzania. **Dlaczego nie deszczówką czy wodą z rzeczki lub jeziora?** Ponieważ wtedy możemy spodziewać się, że w zbiorniku pojawią się algi lub muł. Algi powodują pogorszenie wymiany ciepła na rurach wymiennika zatopionych w wodzie. Napełniając zbiornik wodą wodociągową, nie będzie takiego problemu, bo zbiornik jest zamknięty i nie dociera do jego wnętrza światło dzienne.

W instalacjach o mocy grzewczej do ok. 15 kW stosuje się jeden zbiornik betonowy o średnicy 2,5 m, wysokość ok. 4 m, o pojemności wody ok. 10 m³ (10 000 litrów). W zależności od zapotrzebowania na ciepło budynku, instalacja może składać się z jednego lub kilku takich zbiorników.

Dla obiektów o większym zapotrzebowaniu na ciepło, nawet do kilkuset kW, zasobnik lodu wykonywany jest na miejscu jego przeznaczenia, tam gdzie będzie pracował.
Wewnątrz zbiornika znajdują się dwa wymienniki ciepła – wężownice spiralne z rur PE, umieszczone na specjalnej konstrukcji. Przez pierwszy wymiennik przepływa solanka z instalacji pompy ciepła. Drugi wymiennik, umieszczony przy ściankach zewnętrznych zbiornika, połączony jest z absorberem powietrzno-słonecznym.

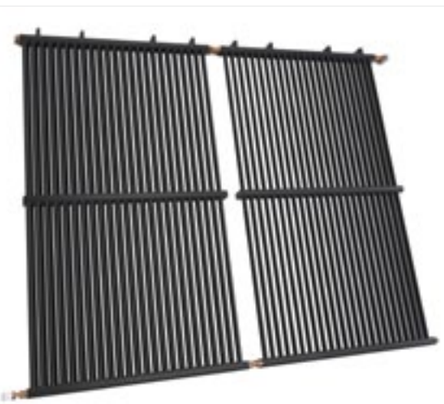
Pompa ciepła
Nie każda pompa ciepła będzie dobrze pracować w instalacji z zasobnikiem ludu. Przede wszystkim musi mieć możliwość pracy w niskiej temperaturze solanki, której temperatura w sezonie grzewczym może wynosić od 25 do 0°C, a czasem nawet do -10°C.
Regulator pompy ciepła powinien umożliwiać kontrolę i wykorzystanie dostępnego w danej chwili źródła ciepła – absorberów lub zasobnika lodu.

Chłodzenie zasobnikiem lodu
Zasobnik lodu doskonale nadaje się do naturalnego chłodzenia pomieszczeń w lecie. W tym celu należy pod koniec sezonu grzewczego doprowadzić do pełnego zamarznięcia wody w zasobniku. Powstały lód stanowi naturalne i tanie źródło chłodu dla budynku.
Lód topi się, chłodząc budynek – tutaj również woda i lód mają stałą temperaturę 0°C, aż do całkowitego roztopienia lodu w zasobniku. Od tego momentu, dalsza eksploatacja zasobnika powoduje podniesienie temperatury znajdującej się w nim wody.

Kolektory dla zbiornika lodu

Zbiornik lodu – widok wnętrza

Zbiornik lodu – widok z zewnatrz


Kolektor-absorber współpracujacy ze zbiornikiem lodu

Pierwszy w Polsce system ogrzewania lodem…

W 2014 roku powstała pierwsza w Polsce instancja z zasobnikiem lodu, na terenie firmy Skorupa Energy Technic w Dobrodzieniu, woj. opolskie. W najbliższym czasie zostanie dokładnie opomiarowana i każdy będzie mógł śledzić jej pracę on-line.

Zastosowany tutaj zbiornik betonowy ma średnicę 2,7 m, wysokość 3,2 m, grubość ścianki 10 cm i mieści w sobie ok. 10 m^3 wody (10 000 kg). We wnętrzu zbiornika znajduje się stelaż wykonany ze stali ocynkowanej, na którym umieszczone są dwa wymienniki ciepła w postaci wężownic, wykonanych z rur PE o średnicy 32 mm. Zasobnik został zakopany w gruncie, w odległości ok. 15 m od budynku.

Absorber powietrzno-solarny (długości 8 m) został wykonany na wolno stojącej konstrukcji metalowej ze stali ocynkowanej, o wysokości 1,9 m. Do konstrukcji stalowej przymocowana jest rura PE o średnicy 32 mm i całkowitej długości 600 m. Ciepło z powietrza i promieniowania słonecznego pozyskane przez absorber transportowane jest rurą PE o średnicy 50 mm do kotłowni oddalonej o 25 m. W instalacji pracuje pompa ciepła solanka-woda Vitocal 300-G o mocy grzewczej 10 kW.

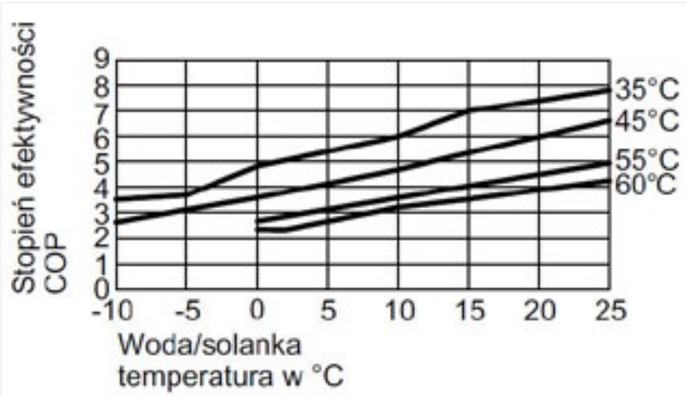
Jeśli okaże się, że potrzebujemy większej mocy do chłodzenia, wtedy można włączyć pompę ciepła w trybie chłodzenia aktywnego. Pobrane wówczas ciepło z pomieszczeń będzie magazynowane w zasobniku i następnie dostępne dla ogrzewania w najbliższym okresie grzewczym.

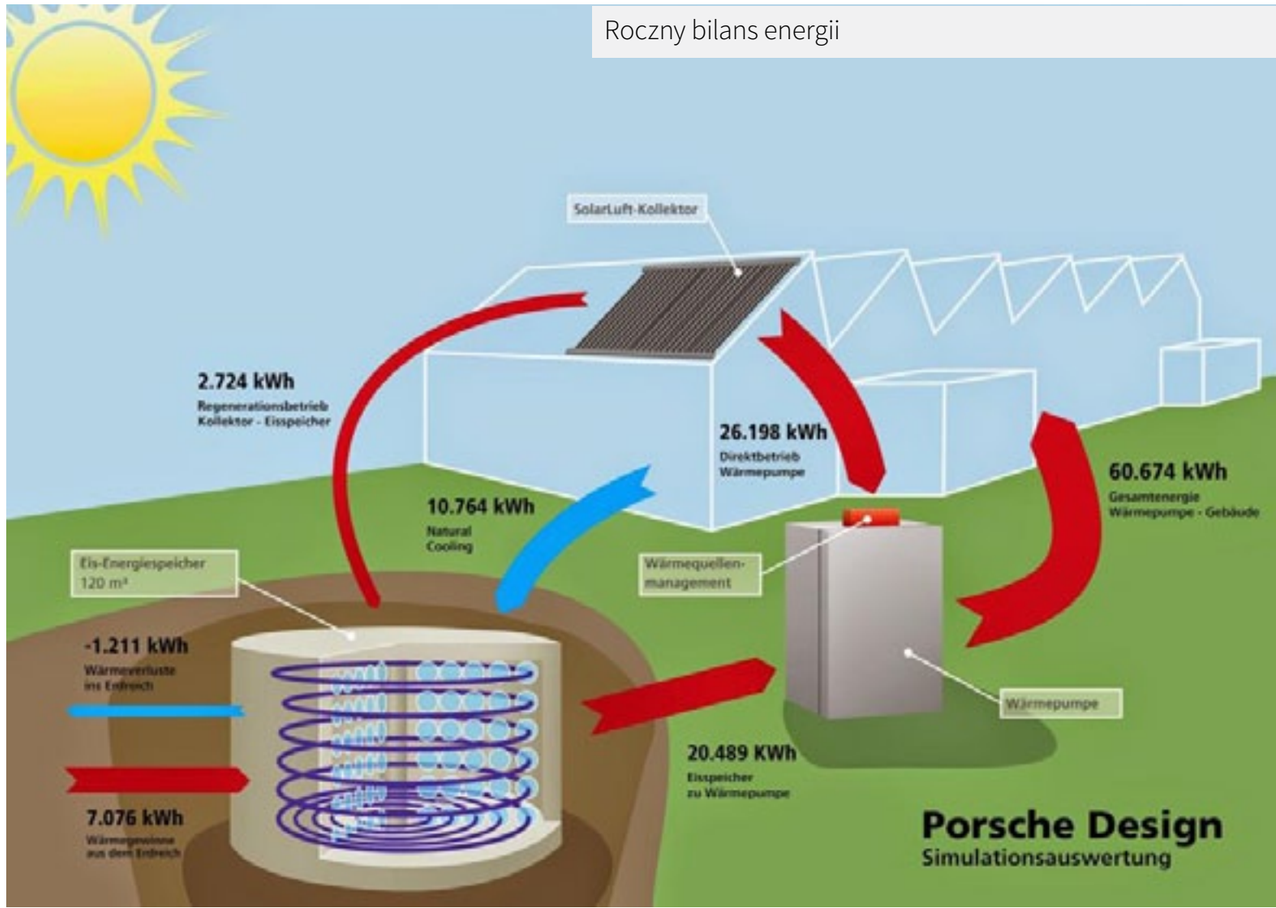
Przykładowa instalacja

Budynek biurowy firmy Porsche Design, Ludwigsburg, Niemcy:

- moc grzewcza pompy ciepła Vitocal 300-G: 29 kW (B0/W35, schłodzenie 5 K, wg EN 14511)
- wydajność chłodnicza: 23 kW
- COP 4,83 (przy schłodzeniu 10 K COP 5,08)
- minimalna/maksymalna temperatura solanki: -10/+25°C
- COP w wybranych punktach pracy wg EN 14511: 3,70 (B-5/W35); 6,00 (B10/W35); 7,01 (B15/W35)
- instalacja do ogrzewania i chłodzenia budynku
- wysokość zasobnika lodu: 3 m
- średnica zasobnika: 7 m
- objętość zasobnika lodu: 120 m^3
- pojemność wody w zbiorniku: 93 m^3
- powierzchnia brutto absorbera powietrzno-solarnego: 51 m^2

Wydajność prawidłowo dobranego systemu zasobnika lodu jest porównywalna z wydajnością instalacji z sondami gruntowymi. Jednocześnie, montaż nie wymaga specjalistycznego sprzętu i w mniejszym stopniu ingeruje w otoczenie budynku. Technologia ta szczególnie dynamicznie rozwija się w Niemczech, Austrii, Holandii i Szwajcarii, ze względu na ograniczanie w tych krajach możliwości wykonywania odwiertów i problemy z ich późniejszą eksploatacją.



Charakterystyka COP pompy ciepła Vitocal 300-G

Roczny bilans energii