

EFKTYWNE POMPY CIEPŁA I MAGAZYNOWANIE ENERGII CIEPŁA - NOWE WYZWANIE BRANŻY

Abstrakt: Jednym z najważniejszych elementów efektywności energetycznej jest uzyskanie optymalnego efektu eksploatacyjnego jak najmniejszym nakładem pracy. W ostatnim dziesięcioleciu nastąpił gwałtowny rozwój rozwoju technologii budowlano – instalacyjnych. Dodatkowo zwiększyły się wymagania Inwestorów w stosunku do wykonawców jak i projektantów. Istotnym elementem procesu projektowo-budowlanego stała się umiejętność łączenia różnych tradycyjnych technologii grzewczych z technologiami Odnawialnych Źródeł Energii. W dobie gwałtownego rozwoju technologii OZE dostrzeżono możliwość wykorzystania „darmowej” energii pochodzącej ze środowiska do obniżenia kosztów eksploatacji budynków. W artykule przedstawiono techniczne zastosowania układów OZE* w celu zwiększenia efektywności energetycznej wraz z przykładami ich wykorzystania.

Słowa kluczowe: technologie OZE, pompy ciepła, efektywność energetyczna,

* OZE - Odnawialne Zasoby Energii

Wprowadzenie

Potrzeby energetyczne ludzkości stale rosną, szczególnie widoczne jest to w branży grzewczej. Postęp cywilizacyjny na przełomie XX i XXI wieku doprowadził do spustoszenia zasobów naturalnych, degradacji środowiska naturalnego oraz zanieczyszczeniu atmosfery do tego stopnia, iż niektórych miasta w Polsce (np.: Kraków) zakazano całkowitego spalania w obrębie centrum. Można powiedzieć, że jest to ostatni sygnał dla ludzkości aby sięgnąć po inne alternatywne źródła energii oraz zmodernizować istniejące systemy grzewcze do tego stopnia aby były jak najmniej uciążliwe dla środowiska. Polityka UE i wprowadzanie restrykcyjnych przepisów odnośnie systemów grzewczych jak i promowanie efektywności energetycznej na wszystkich poziomach gospodarki spowodowało większe zainteresowanie systemami opartymi na pompach ciepła. Pompy ciepła „Ciągłe u Nas nie doceniane...” to hasło w dobitny sposób oddaje istotę sprawy jeżeli chodzi o energetykę rozproszona i dywersyfikację źródeł ciepła, chłodu oraz prądu. Kierunku rozwoju budownictwa oraz przemysłu zostały już określone przez wiele państwa w Europie jak i na Świecie. Efektywności EkoEnergetycznej nie jesteśmy w stanie zbudować bez OZE ze szczególnym naciskiem na pompy ciepła. Pompa ciepła sama w sobie nie jest urządzeniem grzewczym ale transformatorem stanów energetycznych i swoją „wielkość” zawdzięcza

¹ mgr inż. Tomasz Mania doktorant IMP PAN/PG w Gdańsku, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, ul. Kaliskiego7, 85-789 Bydgoszcz, Polska, Polskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła ,email: tomasz-mania@wp.pl

możliwością zagospodarowania różnych rodzajów energii o zróżnicowanych potencjałach egzergetycznych. W dalszej części artykułu zostanie przeprowadzona analiza dostępnych technologii pomp ciepła w stosunku do możliwości zastosowań w budownictwie oraz przemyśle w celu zwiększenia efektywności energetycznej nowych jak i istniejących układów.

1. Pompa ciepła – historia, zasada działania, systematyka, podział, rodzaje....

Poniższe motto jest tak naprawdę kwintesencją zdefiniowania problematyki związanej z zastosowaniem układów, które w sposób bezemisyjny lub niskoemisyjny wytwarzają energię ciepła i chłodu a w przyszłości w układach hybrydowych będzie wytwarzana również energia elektryczną. Technologicznie jedynym układem mogącym sprostać temu zadaniu jest właśnie pompa ciepła.

*„Ogrzewanie przez spalanie jest równie stare jak ludzkość. W najbliższych latach prawdopodobnie zaczną być traktowane jak relikty przeszłości. Paliwa pierwotne są zbyt cenne, żeby używać ich do spalania tylko po to, aby ogrzać pomieszczenie do 20^o C.,
dr R. Jacobs, koordynator European Heat Pumps Summit*

Pompa ciepła (ang. heat pump) została zdefiniowana w literaturze technicznej jako maszyna cieplna lub jako urządzenie chłodnicze do przekazywania energii ciepła lub chłodu na drodze procesów termodynamicznych z ośrodków o niższej temperaturze do ośrodków o wyższej temperaturze. Konwersja energii w pompach ciepła może odbywać się na różnych poziomach egzergetycznych.

Ich historia ma już prawie 200 lat i jest powiązana z odkryciami w dziedzinie chłodnictwa. W 1810 roku szkocki naukowiec J. Leslie **skonstruował pierwszy absorpcyjny agregat chłodniczy**. Dwadzieścia lat później Amerykanin, Jacob Perkins zbudował chłodziarkę sprężarkową[17][18].



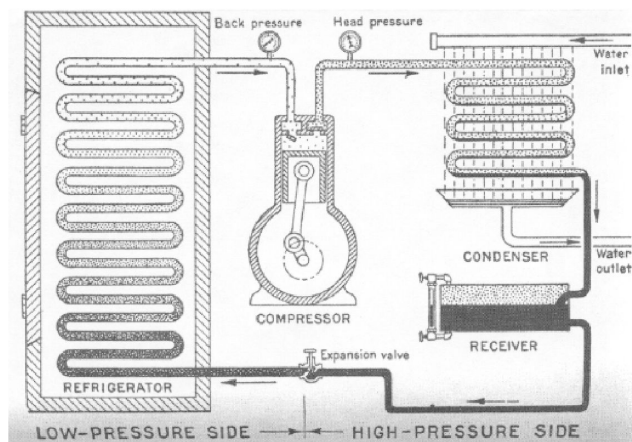
Rys. 1. Chłodziarka sprężarkowa Perkinsa [17].



Rys. A.1-3 Maszyna chłodnicza Lindego z roku 1877

Rys. 2. Maszyna chłodnicza Lindego z roku 1877 [16].

Dopiero francuz Nicolas Léonard Sadi Carnot jako pierwszy dokonał opisu relacji między ciepłem i pracą. Książka Carnota została opublikowana prywatnie ale miała ogromny wkład w uporządkowanie zasad związanych z energią mechaniczną która może zostać przekształcona w energię cieplną całkowicie, natomiast ciepło jako źródło energii może być tylko częściowo przekształcone w energię mechaniczną. Jednak dopiero **Wiliam Thomson w 1852 roku opisał szczegółowo zasady działania pomp ciepła** i udowodnił, że maszyny chłodnicze mogą być wykorzystywane również do ogrzewania. Trzy lata później skonstruował parownię w jednej z warzelní soli w Austrii. W wyniku sprężania powietrza maszyna ogrzewała opary solanki, a uzyskiwane **ciepło trafiało ponownie do użytku**. Dalszy rozwój technologii chłodniczo-grzewczej nastąpił dzięki rozpowszechnieniu energii elektrycznej. **W 1928 roku, angiłk T.G. Haldane skonstruował pierwszą instalację do ogrzewania domu opartą na amoniakalnym agregacie sprężarkowym** [16][17].

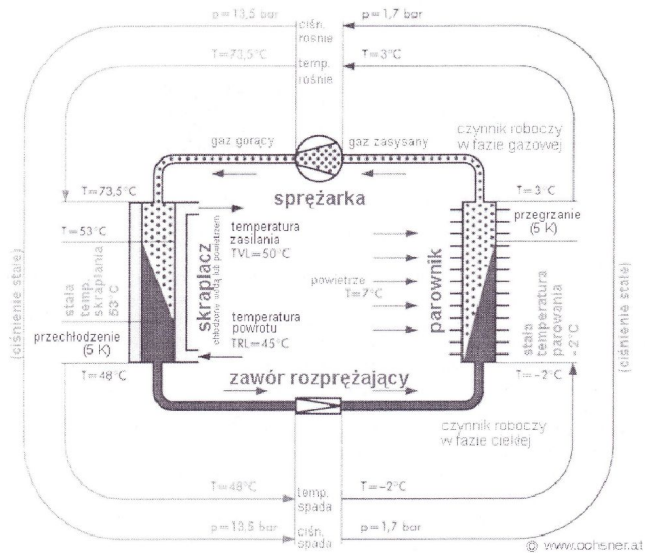


Rys. 3. Pompa ciepła absorpcyjna [18].

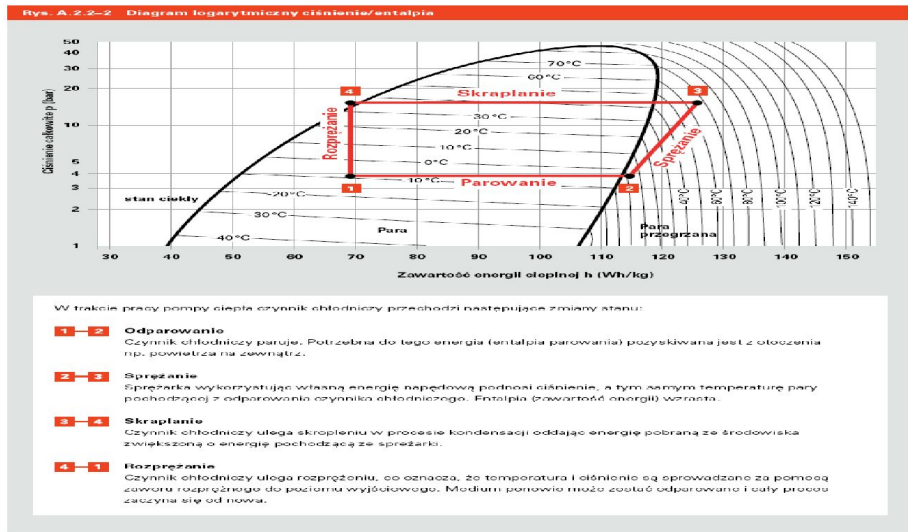
Poważne braki węgla, które spowodowane były wybuchem drugiej wojny światowej pozwoliły na kolejne intensywne prace nad technologią pomp ciepła. Największe **instalacje z tamtego okresu zasilaly między innymi ratusz, budynek kongresu i urzędy w Zurychu**. Spadek cen ropy i rozwój energetyki jądrowej po drugiej wojnie światowej przyczynił się jednak do spadku

Promocja odnawialnych źródeł energii oraz nowoczesnych systemów dywersyfikujących źródła i sposoby ich wykorzystania jako element ochrony środowiska przyrodniczego w województwie kujawsko-pomorskim

zainteresowania tą technologią, które utrzymywało się na niskim poziomie, aż do lat 70-tych. Ponownym **impulsem do rozwoju prac nad pompami ciepła był kryzys naftowy**, dzięki któremu, poczynając od lat 80-tych można zauważyć coraz powszechniejsze zastosowanie tych urządzeń. Najwięcej pomp ciepła jest wykorzystywana w Szwecji, gdzie **około 1,6 miliona domów jest wyposażona w te urządzenia**. W Polsce pierwsze pompy ciepła zainstalowano na początku lat 90, z roku na rok można zauważyć rosnące zainteresowanie tą technologią, które **jest podyktowane m.in. programami wsparcia na jej zakup oraz montaż**.



Rys. 4. Schemat zasady działania pompy ciepła – Materiały firmy Ochsner [7].



Rys. 5. Diagram logarytmiczny p-h ciśnienia i entalpii – materiały firmy Viessmann [6].

W trakcie pracy pompy ciepła czynnik chłodniczy przechodzi następujące zmiany stanu:

1 - 2 Odparowanie – czynnik chłodniczy zaczyna odparowywać w układzie zamkniętym. Energia(entalpia parowania) pozyskiwana jest z otoczenia np.: powietrza na zewnątrz.

2 – 3 Sprężanie – Sprężarka podnosi ciśnienie a tym samym temperaturę czynnika roboczego wykorzystując energię napędową dostarczaną z zewnątrz. Entalpia (zawartość energii) wzrasta.

3 - 4 Skraplanie – Czynnik chłodniczy w układzie ulega skropleniu w procesie kondensacji oddając energię pobraną ze środowiska zwiększoną o energię pochodzącą ze sprężarki.

4 - 1 Rozprężanie – Czynnik chłodniczy ulega rozprężeniu, czyli temperatura i ciśnienie są sprowadzone za pomocą zaworu rozprężnego do poziomu wyjściowego. Po wejściu czynnika roboczego do parownika cały proces odparowania zaczyna się od nowa.

Współczynnik wydajności COP wg. wykresu można definiować następująco :



gdzie:

h2 – entalpia na początku procesu sprężania – 114 Wh/kg

h3 – entalpia na końcu procesu sprężania / początek przekazywania ciepła – 126 Wh/kg

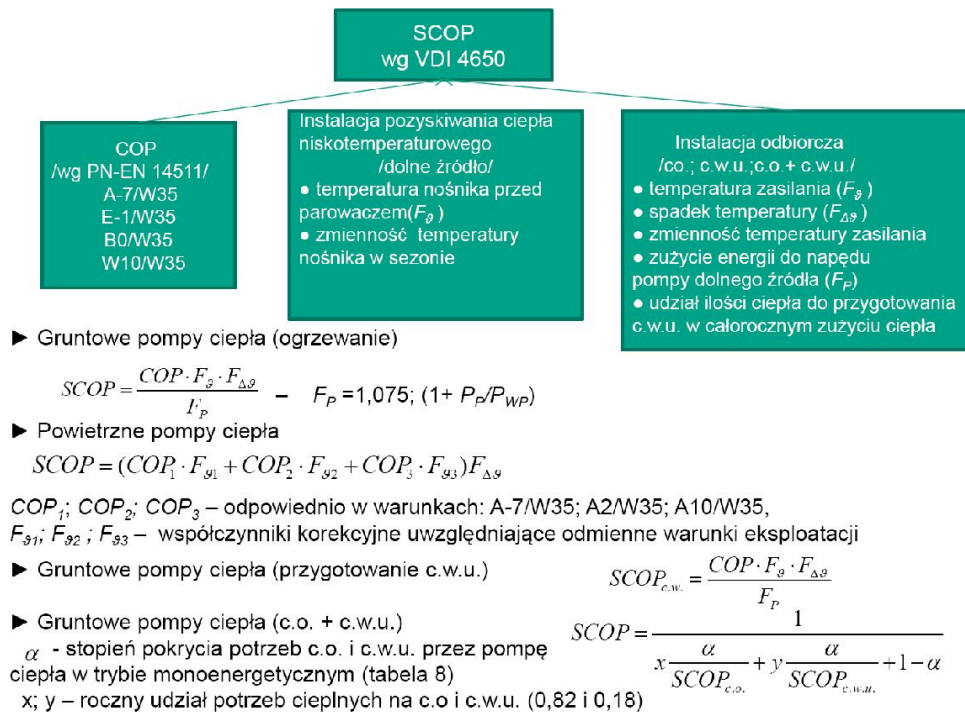
h₄ – entalpia na końcu procesu skraplania / koniec przekazywania ciepła – 69 Wh/kg

Po obliczeniach i wstawieniu do wzoru :

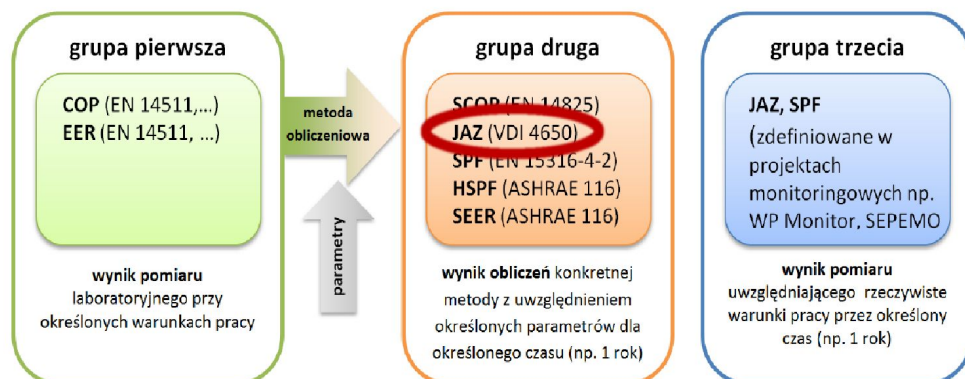
$$\text{COP} = (126 \text{ Wh/kg} - 69 \text{ Wh/kg}) / (126 \text{ Wh/kg} - 114 \text{ Wh/kg}) = 4,75$$

COP dla obiegu chłodniczego pompy ciepła wynosi 4,75

Najważniejszym parametrem charakteryzującym pompy ciepła jest współczynnik wydajności lub efektywności **COP** (ang. *Coefficient of Performance*), jest to stosunek pomiędzy mocą grzewczą pompy ciepła a niezbędną do napędu sprężarki mocą elektryczną. Zwykle w danych technicznych jest on podawany zgodnie z normą EN 255 dla parametrów 0°C temperatury na wejściu do pompy ciepła z dolnego źródła i 35°C na zasilaniu systemu grzewczego. Im wyższa wartość współczynnika **COP** pompy ciepła tym wyższa jest jej efektywność. Zgodnie z nowymi wytycznymi UE wprowadzono współczynnik **SCOP (SPF)** (ang. *Seasonal Coefficient of Performance*) czyli sezonowy współczynnik efektywności energetycznej oznacza całościowy wskaźnik efektywności urządzenia, reprezentatywny dla całego wyznaczonego sezonu ogrzewczego. Na poniższym rysunku obliczany jako stosunek referencyjnego rocznego zapotrzebowania na ciepło do rocznego zużycia energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania [1].

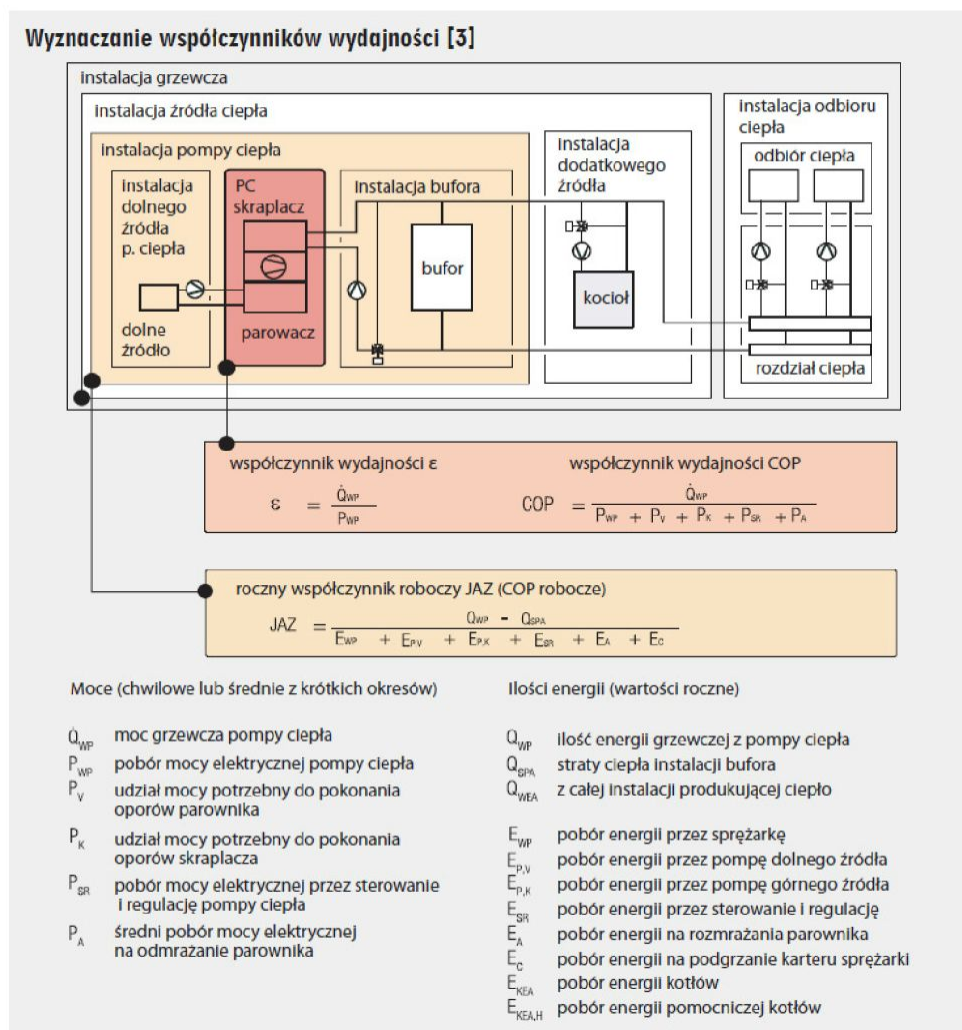


Rys. 6. Metoda szacowania współczynnika SCOP - materiały PORT PC[3].



Rys. 7. Podział współczynników wydajnościowych - materiały PORT PC[3].

Wyznaczenie współczynników wydajności

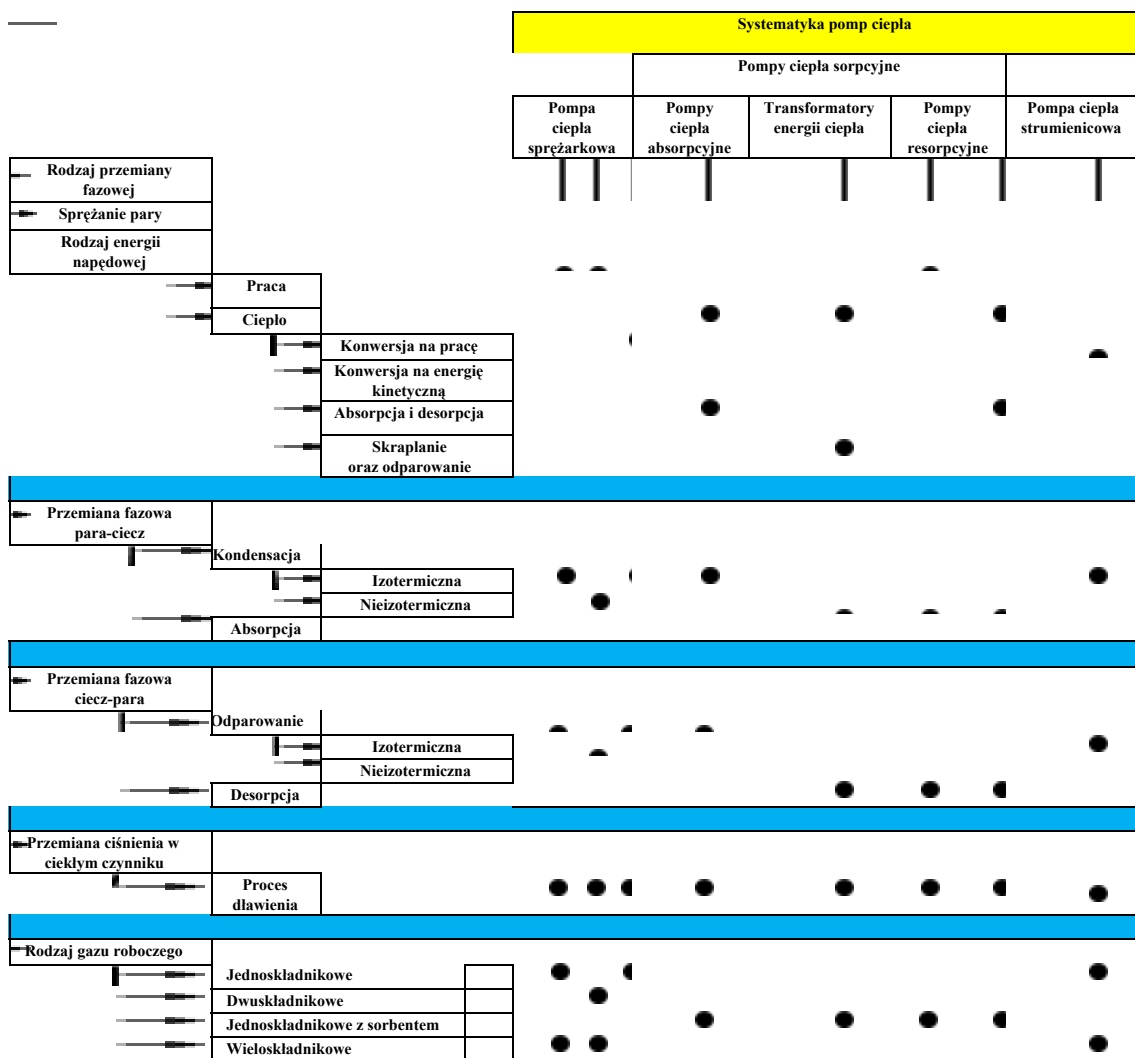


Rys. 8. Podział współczynników na poszczególne elementy instalacji pompy ciepła - materiały PORT PC[3].

Istotnym elementem instalacji pompy ciepła jest uzmysłowienie sobie problematyki projektowania tego typu układów. Prawidłowo zaprojektowany układ obejmuje następujące składowe instalację dolnego źródła, instalację maszynowni pompy ciepła, instalację górnego źródła oraz najważniejszy element często pomijany przez projektantów, wykonawców i inwestorów to struktura budynku w którym układ pompy ciepła ma być zamontowany. Kompleksowe podejście

do projektowania układów pomp ciepła skutkuje tym, iż mamy prawidłowo wyliczone współczynniki COP lub SCOP a efektywność energetyczna systemu jest optymalna.

Kolejnym krokiem w prawidłowym doborze pompy ciepła do systemu grzewczego jest wiedza w systematyce podziału pomp ciepła. Obecnie możemy rozróżnić kilkanaście rodzajów pomp ciepła z obiegiem parowym, które realizują przemiany fazowe w różnych wariantach termodynamicznych.



Rys. 9. Systematyka pompa ciepła [1].

Powyższa systematyka pokazuje możliwości zastosowań pomp ciepła uwzględniając tylko przemiany w obiegu parowym. Na schemacie poniżej przedstawiono rodzaje pomp ciepła uwzględniające wszystkie możliwe warianty dostępne komercyjnie jak i wykonaniu specjalnym: z obiegiem gazowym, wykorzystujące ciepło reakcji chemicznej, efekt Ranque'a, termoelektryczne, magnetyczne, hydrosoniczne, elektrodyfuzyjne[1][2].



Rys. 10. Rodzaje pomp ciepła ze względu na zasadę działania.

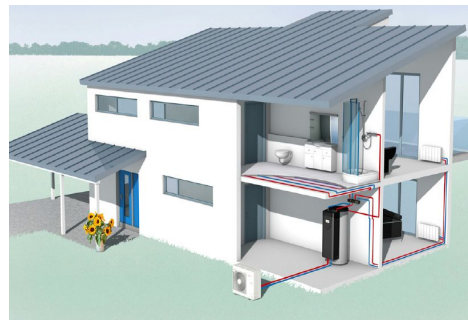
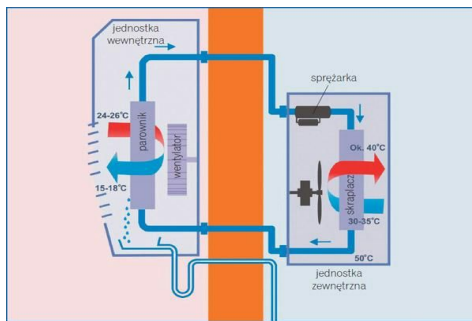
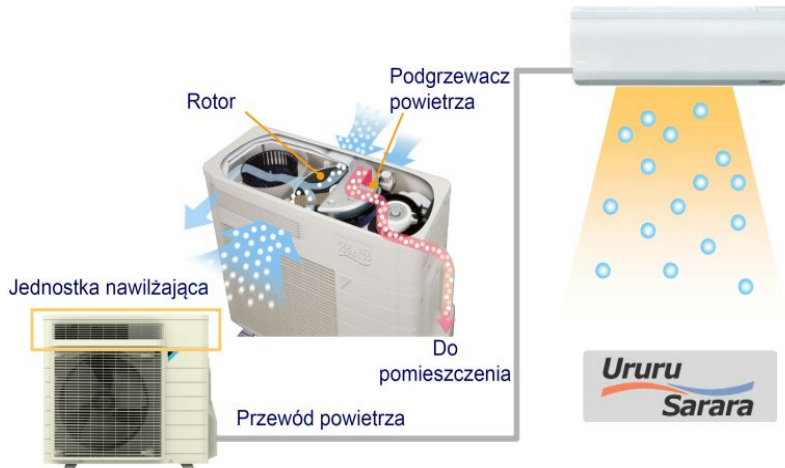
Zakres zastosowania pomp ciepła jest bardzo szeroki. Popularne pompowanie energii z niższego poziomu energetycznego na wyższy znalazło zastosowanie praktycznie we wszystkich dziedzinach techniki oraz we wszystkich skalach wymiarowych od skali nano, skala mikro aż do skali mega[4].



Rozwój rynku pomp ciepła w Polsce powinien być kształtowany przez rozwój wysokich technologii związanych z oszczędnością energii i optymalizacją procesów w ogrzewnictwie .

W Polsce praktyczne zastosowanie układów opartych na pompach ciepła boryka się jeszcze z wieloma trudnościami. Na rynku instalacyjnym możemy spotkać następujące rozwiązania techniczne pozwalające w sposób efektywny wytwarzać ciepło i chłód w układach mono jak i biwalentnych. Z punktu widzenia asortymentu dostępnego na rynku polskim możemy wyróżnić:

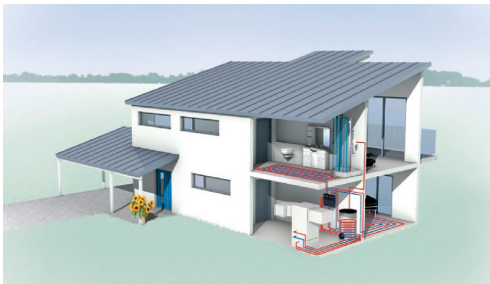
- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne w układzie powietrze-powietrze [15]



Rys.11L. Schemat pompy ciepła z widoczną jednostką zewnętrzną i jednostką wewnętrzną pracującą na powietrzu recykulacyjnym wewnętrznym. Klimatyzator posiada funkcję grzania i chłodzenia[5].

Rys. 12P. Pompa ciepła typu Split z jednostką zewnętrzną i buforem –materiały firmy Dimplex [5].

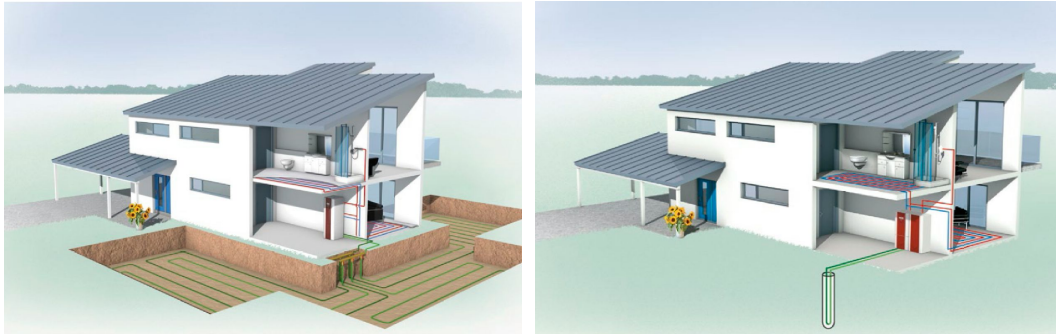
- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne powietrzne wewnętrzne oraz zewnętrzne,



Rys.13L. Pompa ciepła elektryczne powietrzne w układzie wewnętrznym. Jednostka centralna umiejscowiona jest wewnątrz budynku, powietrze doprowadzone jest kanałami do pompy ciepła–materiały Dimplex [5].

Rys.14P. Pompa ciepła elektryczna powietrzna w układzie zewnętrznym. Jednostka centralna umiejscowiona jest zewnątrz budynku wraz z układem chłodniczym. – materiały Dimplex [5].

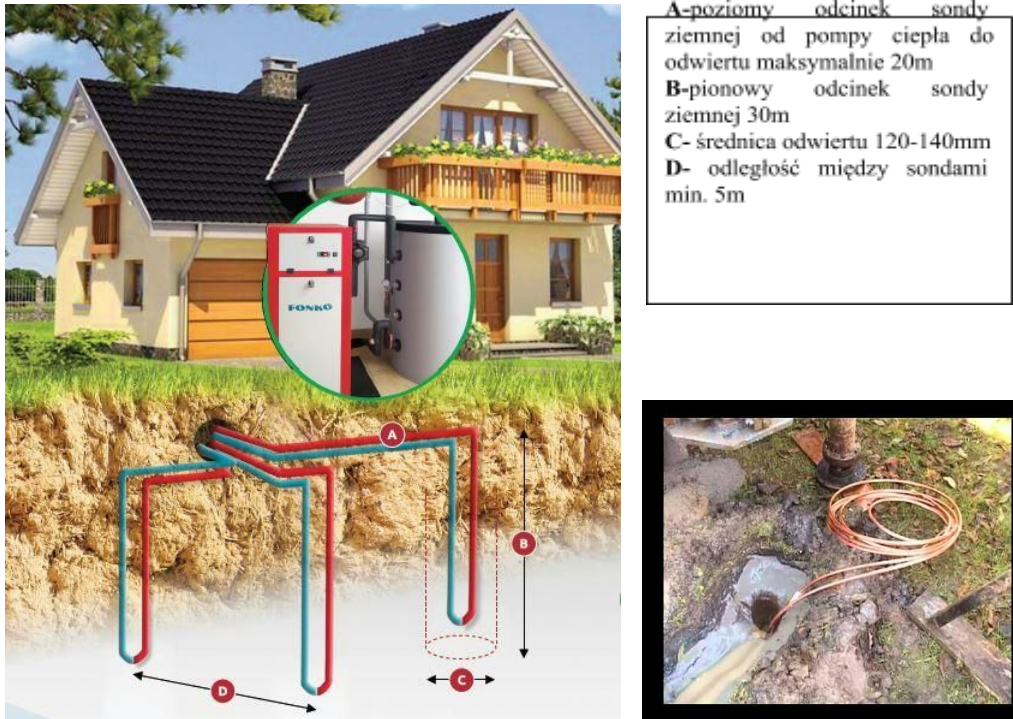
- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne gruntowe w układzie pionowego jak i poziomego wymiennika ciepła,



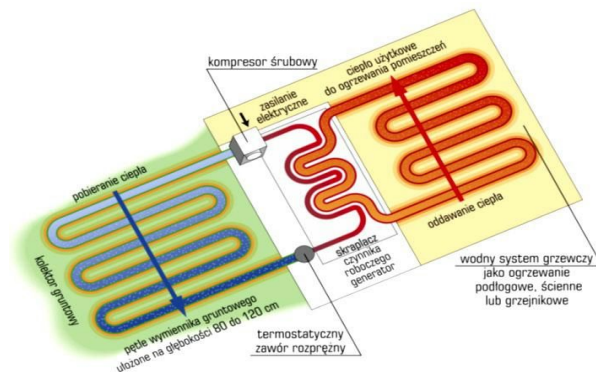
Rys.15L. Pompa ciepła elektryczna gruntowa w układzie kolektora gruntowego poziomego. Wymiennik może występować w różnych konfiguracjach. Jednostka pompy ciepła umiejscowiona jest z budynku wraz z układem chłodniczym z przeznaczeniem na c.o. + c.w.u. – materiały firmy Dimplex [5].

Rys.16P. Pompa ciepła elektryczna gruntowa w układzie kolektora gruntowego pionowego. Wymiennik może występować w różnych konfiguracjach. Jednostka pompy ciepła umiejscowiona jest z budynku wraz z układem chłodniczym z przeznaczeniem na c.o. + c.w.u. – materiały firmy Dimplex [5].

- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne gruntowe w układzie pionowego jak i poziomego wymiennika ciepła na bezpośrednim odparowaniu,



Rys.17. Pompa ciepła z wymiennikiem pionowym na bezpośrednim odparowaniu. Widoczne na zdjęciu wykonany otwór gruntowego wymiennika ciepła i rura miedziana - materiały firmy Fonko [8].



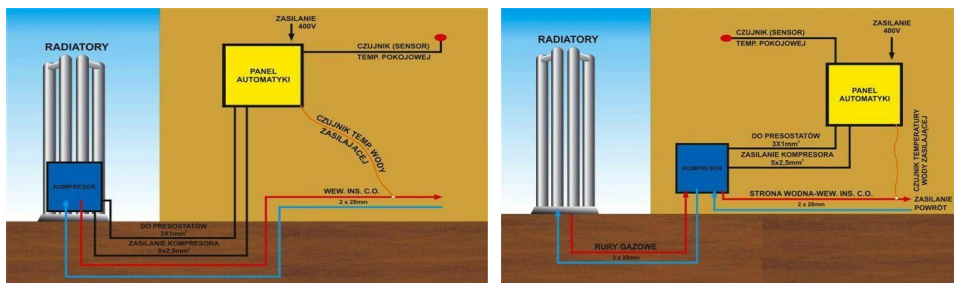
Rys.18. Zasada działania pompy ciepła na bezpośrednim odparowaniu. Widoczny układ jednego stopnia wymiany ciepła czyli skraplacza w układzie wewnętrznym pompy ciepła. Parownik został umieszczony w gruncie co powoduje, zwiększenie wydajność systemu - materiały firmy Fonko [8].

Efektywne pompy ciepła i magazynowanie energii ciepła - nowe wyzwania branży



Rys.19. Pompa ciepła na bezpośrednim odparowaniu z czynnikiem roboczym propan-butan. Pompy ciepła firmy NEURA z technologią NDX stanowi ciekawą alternatywę dla małych pomp ciepła gdyż cały układ można zamontować na zewnątrz a do budynku doprowadzić zasilanie i powrót bezpośrednio do zbiornika buforowego materiały firmy Climakomfort [9].

- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne powietrzne z parownikiem zewnętrznym

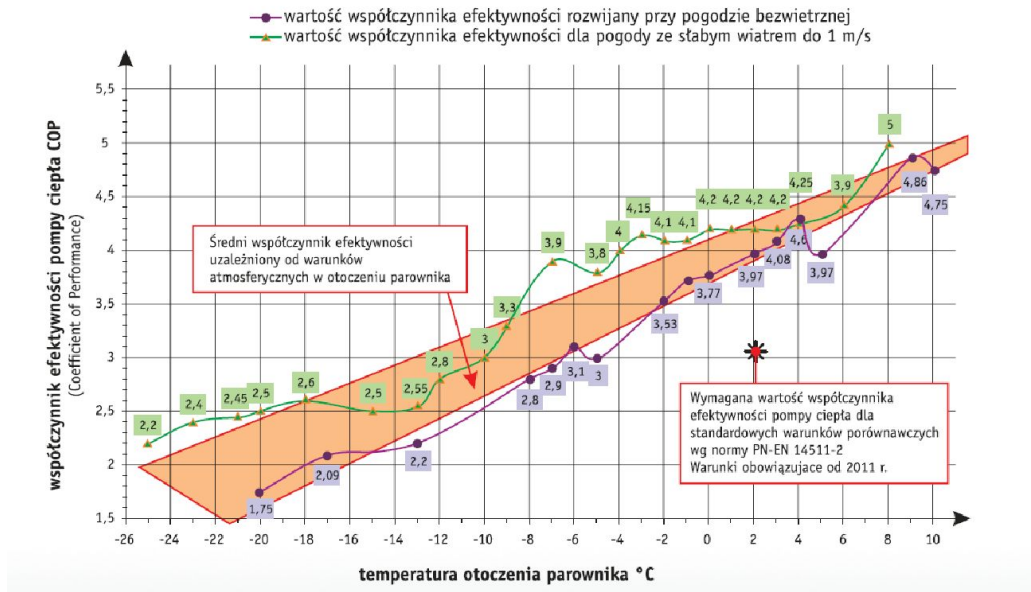


Rys.20. Rozwiązanie firmy OCTOPUS pokazuje kolejne możliwości wykorzystania ciepła utajonego zawartego w wilgotnym powietrzu materiały firmy OCTOPUS [10].



Rys.21. Pompy ciepła z widocznym wymiennikiem zewnętrznym zbudowanym z rurek połączonych z radiatorem w celu zwiększenia powierzchni wymiany ciepła wraz z układem sprężarkowy materiały firmy OCTOPUS [10].

Promocja odnawialnych źródeł energii oraz nowoczesnych systemów dywersyfikujących źródła i sposoby ich wykorzystania jako element ochrony środowiska przyrodniczego w województwie kujawsko-pomorskim



Rys.22. Rezultaty uzyskane na drodze badań w okresie 4 lat pompa ciepła EKO-HEAT wykorzystująca energię zawartą w wilgotnym powietrzu. Wykres przedstawia zależność COP od temperatury otoczenia parownika zgodnie z normami materiały firmy EKO-HEAT [11].



Rys. 2.3 Parownik prototypowy pompy ciepła EKO-HEAT podczas pracy

Rys.23. Parownik pompy ciepła EKO-HEAT podczas pracy, widoczny efekt szronu materiały firmy EKO-HEAT [11].

Zasada działania pompy ciepła z parownikiem zewnętrznym polega na tym, iż czynnik chłodniczy (gaz) w formie cieczy przepływa przez sieć miedzianych rurek otoczonych potężnymi aluminiowymi powierzchniami (radiatorami) ułatwiającymi przyjmowanie energii z zewnątrz. Powierzchnia radiatorów zastępuje około 800 m bieżących rury ułożonej poziomo pod powierzchnią ziemi do pobierania ciepła, w przypadku takiego typu pompy ciepłej. Gaz przepływając przez magistralę otoczoną radiatorami ulega podgrzaniu pobierając ciepło z zewnątrz. Tu należy przypomnieć, iż ujemna temperatura nie oznacza braku tej energii. To nadal

jest energia cieplna. Znaczącym czynnikiem energetycznym jest zawartość pary wodnej w powietrzu (wilgotność powietrza) i wiatr.

Wilgoć zawarta w powietrzu (w postaci gazu, lub opadów atmosferycznych), osiadając (skraplając się) na powierzchni radiatorów oddaje ciepło. Zjawisko jest tak intensywne, iż następnym stanem skupienia jest po prostu szadź lub lód. Następuje szybki transfer energii do przepływającego w rurach czynnika. Wynikiem takiej przemiany fazowej jest jego nagrzanie i przejście z cieczy do stanu lotnego. Jako gaz trafia on do kompresora (sprężarki), gdzie podnoszone jest jego ciśnienie-temperatura. W momencie otwarcia zaworu ekspansyjnego sprężony gwałtownie ogrzewa się i gorący trafia do wymiennika cieplnego o dużej wydajności. Tam oddaje swoją energię (ciepło). Ogrzewając wodę, znów przechodzi w stan ciekły. Woda krążąc w systemie centralnego ogrzewania oddaje energię cieplną do budynku. W chwili gdy ubędzie jej poniżej zadanej wartości, powyżej opisany proces rozpoczyna się od nowa.

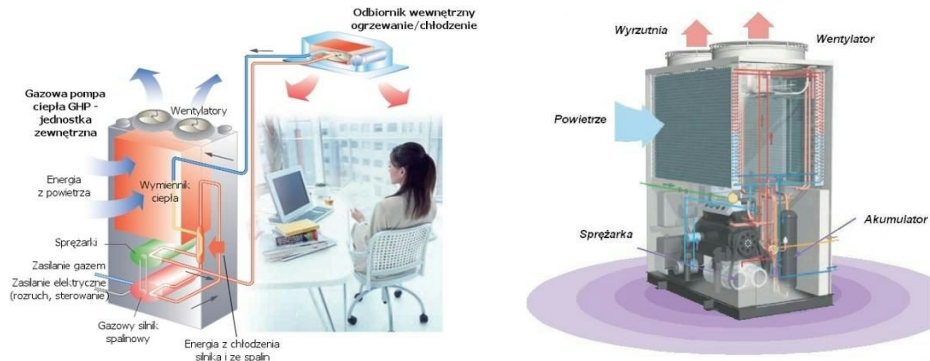
- pompy ciepła sprężarkowe elektryczne gruntowe w układzie studziennym (studnie wykonywane w układzie dwufunkcyjnym poborowo-zrutowym)



Rys.24. Pompa ciepła w układzie wody-woda (gdzie dolnym źródłem może być : woda studzienna, jeziora, rzeki, morze, zbiorniki wodne) materiały firmy Dimplex [5].

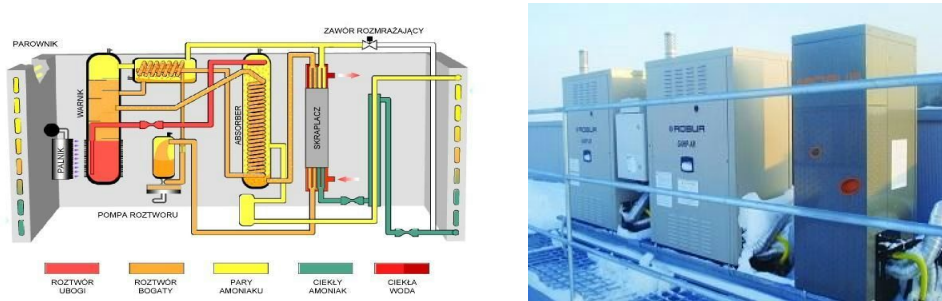
- pompy ciepła gazowe silnikowo-sprężarkowe powietrzne,

Efektywne pompy ciepła i magazynowanie energii ciepła - nowe wyzwania branży



Rys.25.GHP -Pompa ciepła w układzie powietrze/woda(czynnik chłodniczy), gdzie energia potrzebna do zasilania pochodzi z silnika zasilanego gazem materiały firmy Toyota i Sanyo [12].

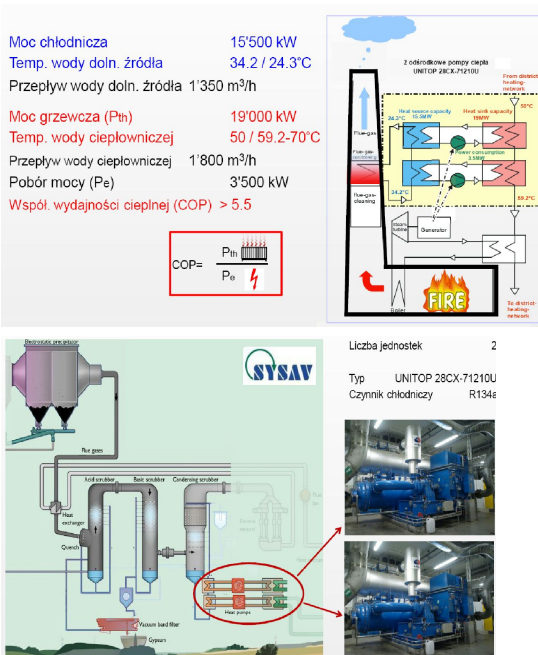
- absorpcyjne gazowe pompy ciepła powietrzne oraz gruntowe,



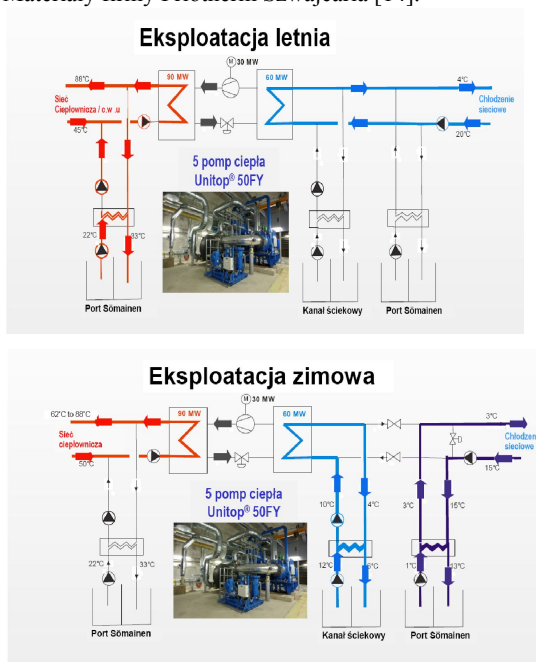
Rys.26. GAHP – Gazowa Absorpcyjna Pompa ciepła w układzie powietrze/woda lub solanka/woda, są kolejnym rozwiązaniem na rynku polskim, gdzie zaczynają konkurować z systemami tradycyjnymi. GAHP konstrukcyjne nie posiadają żadnych elementów ruchomych a wymiana energii odbywa się w układzie zamkniętym układzie amoniakalnym materiały firmy Robur i Gazuno [13].

zakres mocy pomp ciepła zaczyna się od 3-4 kW mocy grzewczej a kończy na 2 MW, biorąc pod uwagę pompy ciepła w jednym monobloku lub w układzie kaskadowym. Jednostki grzewcze powyżej 2 MW są produkowane w Europie jak i na Świecie pod konkretne rozwiązania technologiczne.

Efektywne pompy ciepła i magazynowanie energii ciepła - nowe wyzwania branży



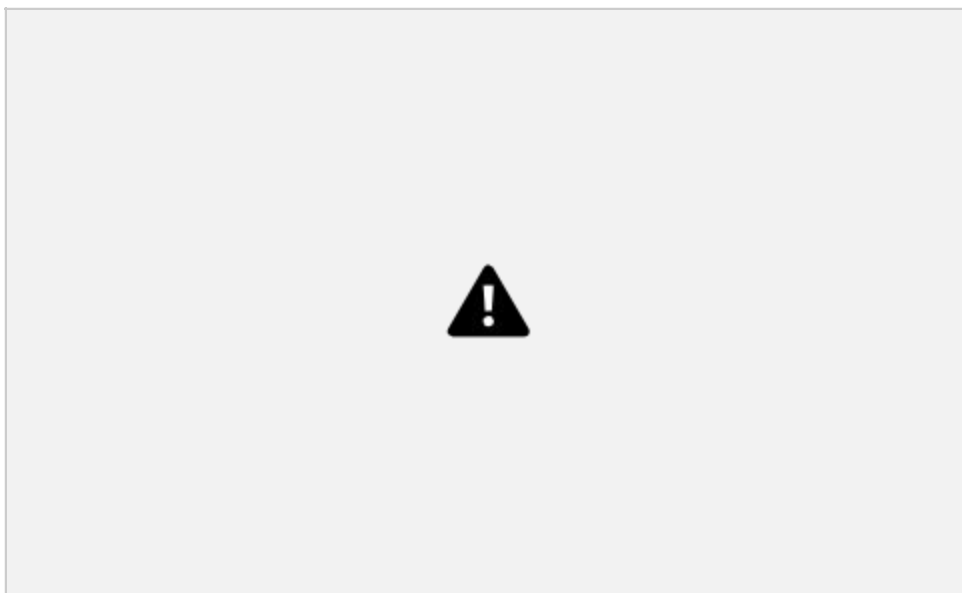
Rys. 27. Odzysk ciepła z pary wodnej po oczyszczeniu spalin SYSAV Malmö – Spalarnia odpadów stałych . Materiały firmy Friotherm Szwajcaria [14].



Promocja odnawialnych źródeł energii oraz nowoczesnych systemów dywersyfikujących źródła i sposoby ich wykorzystania jako element ochrony środowiska przyrodniczego w województwie kujawsko-pomorskim

Rys. 28. Ogrzewanie i chłodzenie sieciowe w układzie rewersyjnej pomp ciepła o mocy 250 MW (układ pomp ciepła 5 x 50 MW) "Katri Vala", Helsinki, Finlandia. Wykorzystanie dolnego źródła w postaci kanału portowego oraz kanałów ściekowych. Materiały firmy Friotherm Szwajcaria [14].

Osiągnięcie optymalnej efektywności energetycznej budynku wiąże się nierozdzielnie z określeniem bilansu zysków i strat dla budynku. Poniższy wykres w sposób wyraźny pokazuje, w którym kierunku zmierza budownictwo i jakie systemy energetyczne będą dominowały w najbliższych latach.

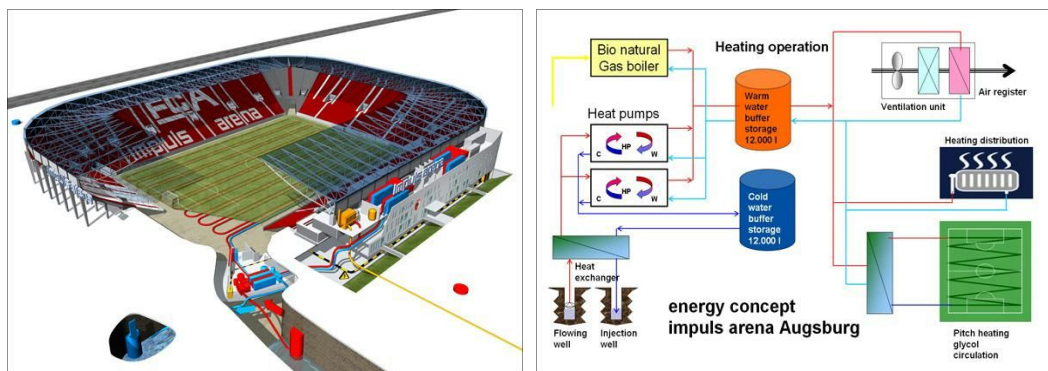


Rys.29. Wpływ rozwoju technologii na zmiany efektywnych ekonomicznie standardów energetycznych w budynkach – trend, szacunek własny [kWh/m²/a] [4].

Na dzień dzisiejszy poziom technologii dostępnej na rynku pozwala w sposób optymalny wybudować budynek jedno lub wielorodzinny, biurowiec, halę o niskim zużyciu energii poniżej współczynnika $E_p=50$ kWh/m²/rok. Uzyskanie odpowiedniej efektywności energetycznej w nowych budynkach musi odbywać się na poziomie koncepcyjnym i projektowym. Dlatego Inwestorzy stawiają coraz wyższe wymagania a generuje całkowicie inne podejście do procesu projektowego. Nowoczesne projektowanie musi odbywać się w interdyscyplinarnych zespołach, w których wymiana informacji oraz zarządzanie zespołem przyniosą pożądany efekt. W warunkach polskich proces ten dopiero jest w stadium początkowym czyli uczymy się nowych technologii, nowego podejścia do projektowania a przed wszystkim musimy zmienić myślenie, które przez lata było zakorzenione w polskiej kulturze budowlano-instalacyjnej. Z roku na rok przybywa inwestycji coraz bardziej finezyjne zaprojektowanych ale nie efektywnych energetycznie co w dalszej perspektywie kosztów eksploatacji powoduje drastyczny ich wzrost. Spowodowane jest to zazwyczaj brakiem wiedzy architektów, projektantów oraz zespołów doradczych, które projektują stare sprawdzone systemy oparte o tradycyjne technologie spalania. W kolejnym rozdziale zostaną

zaprezentowane przykładowe rozwiązania technologiczne z udziałem OZE (ze szczególnym uwzględnieniem pomp ciepła) zwiększające efektywność energetyczną budynków.

Przykład budynków wielkogabarytowych – Pierwszy stadion na świecie o zerowej emisji CO₂ (Lechwerke, Niemcy) – materiał konferencyjny PSPC/Nexum [4]



Stadion piłkarski o parametrach zero emisyjny to w polskich warunkach praktycznie nierealne. W roku 2009 w Niemczech powstał taki układ oparty całkowicie zasilanie biogazem i pompami ciepła w systemie woda/woda. Układ ten zawiera dwa krótkoterminowe magazyny ciepła i chłodu, które połączone są systemem zdawania ciepła (wentylacja, ogrzewanie pomieszczeń, c.w.u. oraz system podgrzewania boiska) tworzą niezależny system energetyczny. Korzyści wynikające z takie rozwiązania to 750t CO₂ zaoszczędzone co roku. Dla porównania na przy tradycyjnym ogrzewaniu np.: olejem zużyto by około 10.000 litrów ropy. Koszty operacyjne dla wybudowanego stadionu zostały znacznie ograniczone dzięki opracowaniu wstępnej koncepcji energetycznej a dodatkowo projekt stadiony jest projektem powtarzalnym.



Koszty utrzymania stadionów 55 mln zł rocznie !!! ; Zasilanie zdalaczynie(sieć) - 60 MW

Efektywność energetyczna Polskich Stadionów = 0 !

Brak pomp ciepła, kolektorów słonecznych, ogniwa PV, systemów magazynowania energii aktywnej lub pasywnej, systemów zarządzania energią.

Rys.31.Przykład polskich stadionów jako konstrukcji wielkogabarytowych bez zastosowań technicznych zwiększających efektywność energetyczną dobitnie pokazuje ile jeszcze musimy nadrobić w budownictwie. materiał konferencyjny PSPC/Nexum [4].

Kolejnym przykładem nietypowego rozwiązania jest zastosowanie pomp ciepła na Moło w Sopocie w budynku kubaturowym gdzie dolnym źródłem jest woda morska w układzie bezpośrednim. Dodatkowo zamontowano system kolektorów słonecznych płaskich w celu wspomaganie c.w.u.





Jedno z nielicznych rozwiązań gdzie na etapie koncepcji projektowej założono efektywność energetyczną na poziomie budynku plus energetycznego, czyli budynek, który więcej energii produkuje niż zużywa. Centrum Badawcze PAN w Jabłonnej, ma połączyć wszystkie dostępne technologie OZE komercyjnie dostępne na rynku. Ideą układu jest optymalnie zaprojektowana bryła budynku, zasilana pompami ciepła z magazynem energii ciepła i chłodu co w połączeniu ze zintegrowanym systemem ogniw PV tworzy plus energetyczny system ekoenergetyczny.





Rys.32 . Kluczowym aspektem mającym wpływ na plus energetyczność budynku jest optymalnie dobrany układ pompy ciepła wraz z magazynem energii ciepła i chłodu do przechowywania nadwyżek energii pochodzących z różnych źródeł odpadowych. Na terenie CB PAN przewidziano system podgrzewania powierzchniowe (parkingów i chodników) przy pomocy samowystarczalnego układu zasilanego ciepłem z gruntu - materiał techniczne i konferencyjne PSPC/Nexum [4].

Zakończenie

Przegląd dostępnych komercyjnych rozwiązań technicznych zwiększających efektywność energetyczną pozwala jednoznacznie stwierdzić, iż stosowanie tego typu systemów w układzie mono lub biwalentnym pozwala ograniczyć emisję CO₂ praktycznie do zero w skali mikro oraz zredukować znacząco koszty eksploatacji zaś w nowej perspektywie kierunków rozwoju efektywności energetycznej preferowanej przez wytyczne U.E. budynek będzie generował większą ilość zysków minimalizując przy tym straty. Na świecie jak i w krajach europejskich, efektywność energetyczna ściśle wiąże się z optymalnym wykorzystaniem systemów OZE w tym pomp ciepła. Zmieniające się przepisy oraz wprowadzanie nowych dyrektyw U.E. ma spowodować, iż gospodarka U.E. w 2050 roku ma być zero emisyjną gospodarką o zasięgu globalnym. Największym wrogiem proekologicznych rozwiązań, które zwiększającą efektywność energetyczną w budownictwie jak i przemyśle jest lobby energetyczno-paliwowe oparte na technologiach spalania paliw kopalnych. Najważniejszym aspektem techniczno-ekonomicznym rozwiązań opartych o pompy ciepła jest ich niezawodność i długi okres użytkowania. Początkowym minusem są wyższe koszty inwestycyjne, które w bardzo szybki sposób zmieniają się w korzyści w postaci niskich kosztów eksploatacji. Coraz częściej inwestorzy jak i wykonawcy sięgają po rozwiązania hybrydowe (pompa ciepła wraz kotłem gazowy), które świetnie wpisują się

w istniejące budownictwo, które wymaga również modernizacji lub termomodernizacji w celu poprawy wskaźników efektywności energetycznej.

Bibliografia

- [1] Kazimierz Brodowicz, Tomasz Dyakowski *Pompy Ciepła*, Wydanie PWN Warszawa 1990
- [2] Marian Rubik, *Pompy Ciepła w Systemach Geotermii Niskotemperaturowej*, Wydanie PWN Warszawa 1990
- [3] materiały techniczne i konferencyjne PORT PC
- [4] materiały techniczne i konferencyjne Polskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła / NEXUM
- [5] materiały techniczne firmy Dimplex
- [6] materiały techniczne firmy Viessmann
- [7] materiały techniczne firmy Ochsner.
- [8] materiał techniczne firmy Fonko.
- [9] materiał techniczne firmy Climakomfort.
- [10] materiał techniczne firmy Octopus.
- [11] materiał techniczne firmy Eko-Heat.
- [12] materiał techniczne firmy Toyota / Sanyo
- [13] materiał techniczne firmy Robur / Gazuno.
- [14] materiał techniczne firmy Friotherm.
- [15] <http://serwer1349388.home.pl/webcms/produkty/produkty-klimatyzacje/>
- [16] <http://www.machine-history.com/Refrigeration%20Machines>
- [17] <http://aehistory.wordpress.com/1854/10/05/1854-first-mechanical-ice-machine/>
- [18] <http://progress21.com.ua/en/heat-pumps/production-history>

A HEAT PUMP EFFICIENCY AND ENERGY IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Abstract: One of the most important elements of energy efficiency is optimal operational effect as the least amount of work. In the last decade there has been a rapid development of technology development in construction - installation. In addition, increased requirements of the Investors in relation to the performers and designers. An important element of the design and construction became the ability to connect a variety of traditional heating technologies with the technologies of renewable energy sources. In the era of rapid development of RES technologies recognized the opportunity to use, free "energy from the environment to reduce operating costs of buildings. The article presents the technical applications of RES * in order to increase energy efficiency, along with examples of their use.

Keywords: RES technologies, heat pump, energy efficiency.