

KASKADY POWIETRZNYCH POMP CIEPŁA

Dobór: liczby i mocy pomp ciepła, mocy źródła szczytowego

STEFAN ŻUCHOWSKI

W przypadku zasilania budynków o średnim i wyższym zapotrzebowaniu na ciepło coraz częściej stosowane są kaskadowe układy pomp ciepła powietrze-woda. Dotyczy to na przykład budynków biurowych, magazynowych, przedszkoli, budynków handlowych czy wielorodzinnych. Mimo nieco wyższych kosztów montażu zastosowanie kaskady pomp ciepła często jest bardziej opłacalne od zastosowania jednego, dużego urządzenia. Takie rozwiązanie zapewnia również wyższy poziom bezpieczeństwa na wypadek

awarii. Urządzenia niższej mocy z reguły cechują się również wyższą wartością współczynnika wydajności COP, a układ kaskadowy zapewnia lepsze dopasowanie mocy do zmieniającego się zapotrzebowania na ciepło.

Kluczowym etapem inwestycji jest dobór wielkości i liczby pomp ciepła oraz mocy źródła szczytowego. Należy przy tym uwzględnić wszystkie ważne parametry instalacji, w tym:

- projektowane obciążenie cieplne,
- projektowane obciążenie chłodnicze (jeśli latem pompy ciepła mają pracować również w trybie chłodzenia),
- projektowaną temperaturę zasilania w trybie ogrzewania i chłodzenia,
- lokalizację budynku,
- zużycie ciepłej wody.

POBIERZ Rys. 1 Schemat przykładowego układu kaskadowego pomp ciepła

SYSTEM MONOENERGETYCZNY, DOBÓR POMP CIEPŁA NA POTRZEBY OGRZEWANIA

W budynkach biurowych, magazynowych czy handlowych często zużycie ciepłej wody jest niskie i pompy ciepła dobiera się głównie na potrzeby ogrzewania, ewentualnie również chłodzenia budynku. W systemie monoenergetycznym, czyli w przypadku, gdy instalację mają zasilać pompy ciepła wspomagane okresowo przez grzałkę czy kocioł elektryczny dąży się do tego, by udział energii dostarczanej przez źródło szczytowe nie przekraczał 2-3% w skali roku. Na podstawie uporządkowanych wykresów temperatury zewnętrznej dla poszczególnych stref klimatycznych szacuje się, iż będzie to możliwe do osiągnięcia w przypadku, gdy pompy ciepła będą w stanie samodzielnie zasilić instalację do temperatury podanej w tabeli obok.

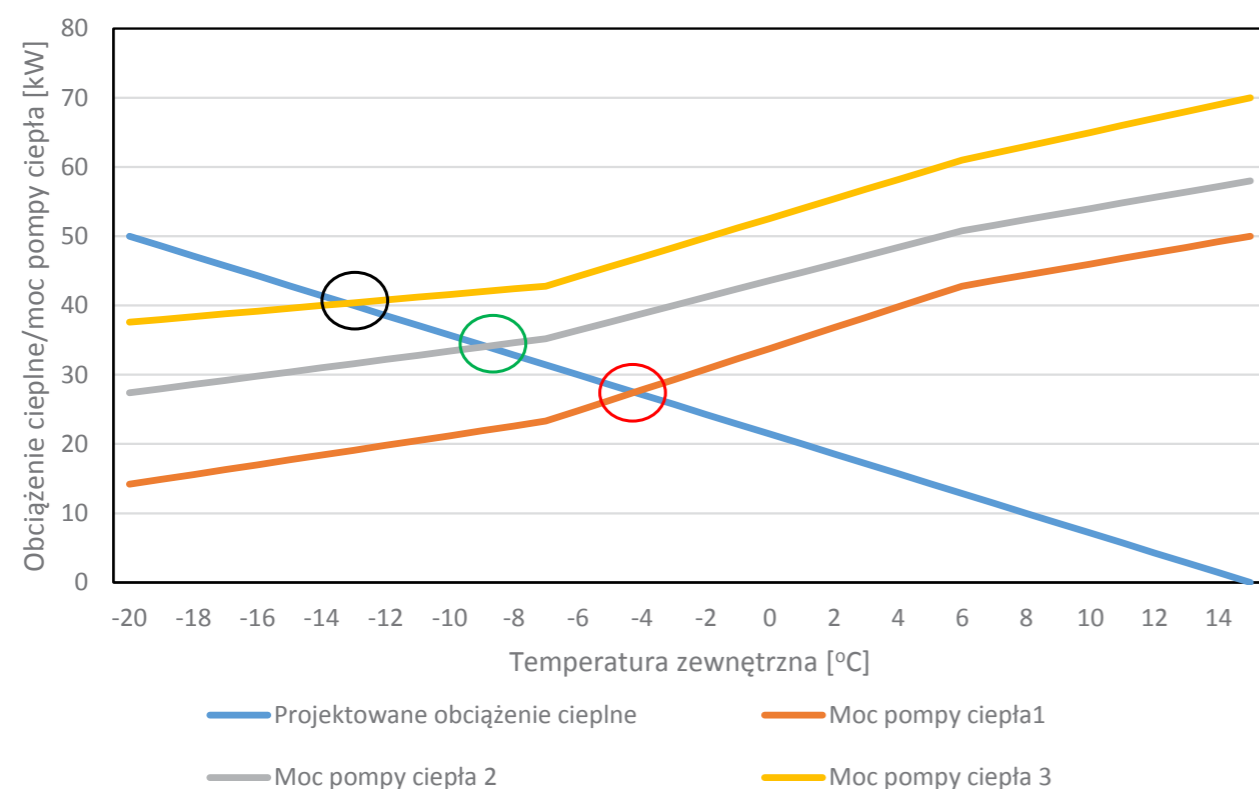


Strefa klimatyczna	Projektowana temperatura zewnętrzna [°C]	Temperatura biwalentna (temperatura zewnętrzna, do której pompy ciepła pracują samodzielnie) [°C]
I	-16	-5 do -7
II	-18	-6 do -8
III	-20	-8 do -10
IV	-22	-9 do -11
V	-24	-11 do -13

Tabela 1 Temperatura biwalentna dla poszczególnych stref klimatycznych

Oczywiście w praktyce roczny udział energii dostarczonej przez grzałkę/kocioł będzie zależał od szeregu czynników. Przede wszystkim od liczby godzin z temperaturą zewnętrzną poniżej punktu biwalentnego w danym roku, wymaganej temperatury wewnętrznej, a także lokalizacji budynku. Przykładowo temperatura zewnętrzna w gęstej zabudowie miejskiej jest okresowo wyższa nawet o 1-3 K od temperatury zmierzonej w zabudowie rozproszonej. Przełoży się to na znaczne różnice w czasie pracy źródła szczytowego. Przystępując do doboru pojedynczej pompy ciepła dużej mocy, wystarczy nanieść linię teoretycznego przebiegu projektowanego obciążenia

cieplnego na wykres mocy pomp ciepła z danego typoszeregu. Przeanalizujmy obiekt o szczytowej wartości strat ciepła 50 kW, zlokalizowany w III strefie klimatycznej Polski. W tym więc przypadku linię teoretycznego przebiegu obciążenia cieplnego rozpoczynamy od wartości obciążenia dla -20°C (50 kW), a kończymy przy temperaturze zewnętrznej, dla której zyski ciepła równoważą straty ciepła dla danego budynku, np. 15°C. Punkty przecięcia linii projektowanego obciążenia cieplnego z liniami przebiegu mocy poszczególnych pomp ciepła to tzw. punkty biwalentne (rys. 2) wyznaczające temperaturę zewnętrzną,



2 Przebieg linii projektowanego obciążenia cieplnego na tle mocy poszczególnych pomp ciepła/ punkty biwalentne dla poszczególnych pomp ciepła



Pompy ciepła z darmową 5-letnią gwarancją

WIEM, JAK BYĆ EKO



BEZPIECZEŃSTWO

5 lat bezpłatnej gwarancji



EKOLOGIA

najwyższa efektywność energetyczna A+++ oraz ekologiczny czynnik chłodniczy R32



WYDAJNOŚĆ

wysoki współczynnik COP nawet 5,2 w warunkach A7/W35

IMMERGAS
POMPY CIEPŁA | KOTŁY GAZOWE

wiemjakbyceko.pl



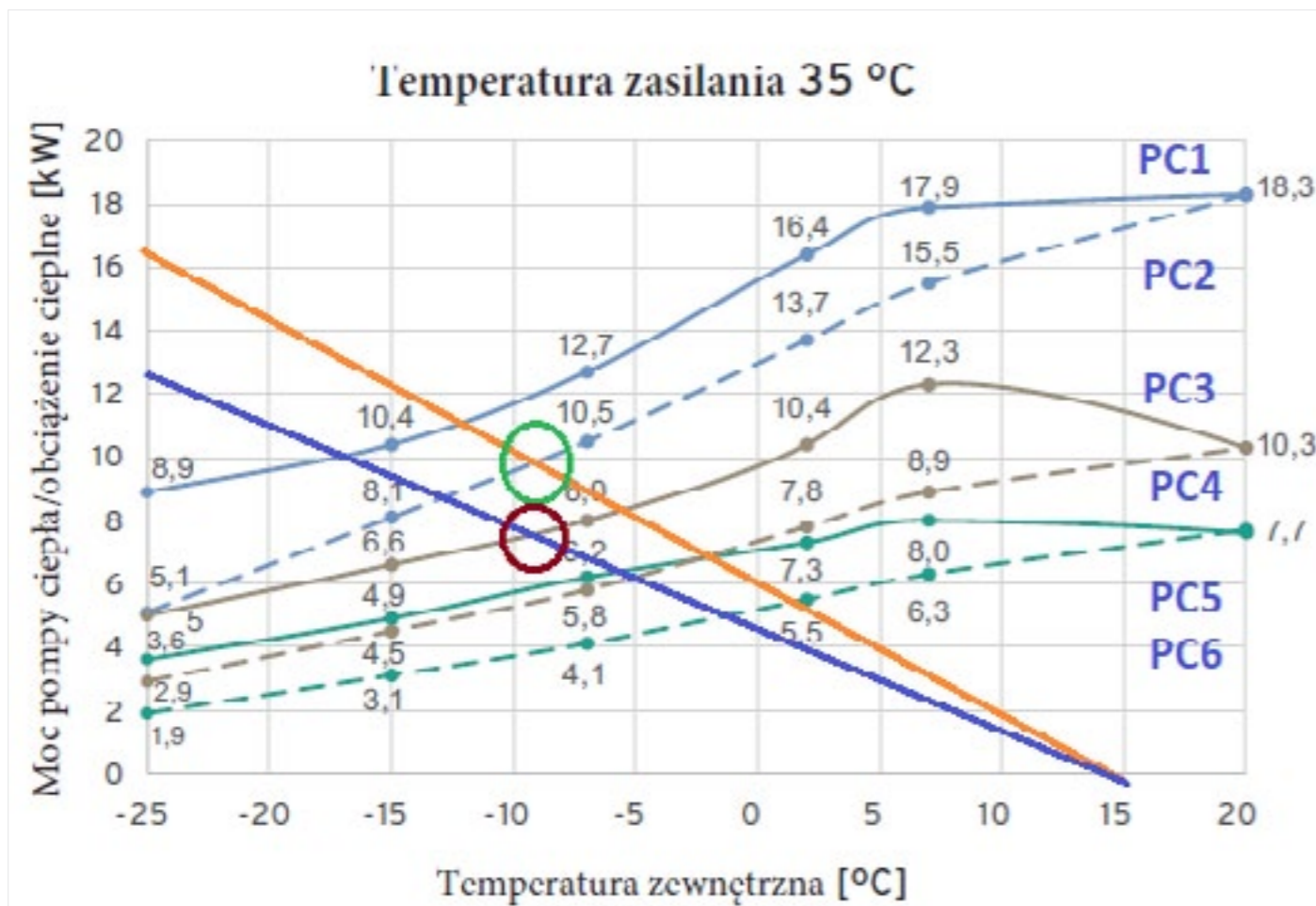
powyżej której moc pompy ciepła jest wyższa od obciążenia cieplnego.

Dla poniższego przykładu wybór pompy ciepła nr 1 oznaczałby, iż już poniżej -4°C niezbędna byłaby praca dodatkowego źródła ciepła, a przez to jego udział w pokryciu rocznego zużycia energii byłby wyższy od oczekiwanych 2-3%.

Wybór pompy ciepła nr 3 oznaczałby bardzo niski udział pracy źródła szczytowego. Za to koszt pompy ciepła byłby znacznie wyższy. Dodatkowo w okresie występowania dodatniej temperatury zewnętrznej moc minimalna pompy ciepła nr 3 mogłaby być znacznie wyższa od obciążenia cieplnego, przez co poszcze-

gólne cykle pracy urządzenia byłyby krótkie. Najkorzystniejszy byłby w tym przypadku wybór pompy ciepła nr 2. Takie rozwiązanie pozwoliłoby zredukować koszty inwestycji oraz uzyskać racjonalny udział energii dostarczanej przez źródło szczytowe.

W trakcie projektowania kaskady pomp ciepła o niższej mocy dzielimy wartość projektowanego obciążenia cieplnego przez planowaną liczbę jednostek i nanosimy na wykres mocy pomp ciepła. Planując wstępnie (rys. 3) zastosowanie kaskady trzech pomp ciepła dla powyższego przykładu obciążenie cieplnej w odniesieniu do pojedynczej pompy ciepła wyniesie $50/3 = 16,6 \text{ kW}$



3 Przebieg linii projektowanego, jednostkowego obciążenia cieplnego dla wariantu z trzema lub czterema pompami ciepła na tle mocy poszczególnych pomp ciepła.



SZWEDZKI STYL ŻYCIA W TWOIM DOMU DOTACJA DO POMP CIEPŁA



Pionier w dziedzinie pomp ciepła



Twórcza pasja



Szwedzka jakość



Dotacja 4000 zł

Cenę każdej gruntowej pompy o mocy 1,5 - 18 kW okresowo obniżamy o 4000 zł netto.



5-letnia gwarancja

Gwarancja na pompę ciepła po okresie 2 lat zostaje wydłużona o kolejne 3 lata.



Czas trwania promocji

Promocja trwa od 1 października do 10 grudnia 2021 roku.



Dotacja „Czyste Powietrze”

Kupując pompę ciepła Thermia w obniżonej cenie dodatkowo wykorzystaj dotację WFOŚiGW w ramach programu „Czyste Powietrze”.



Przedpłata i odbiór

Pompy ciepła dostępne w promocji są sprzedawane na zasadach 100% przedpłaty. Płatność na podstawie proformy przed dostawą. Odbiór pompy do 17 grudnia 2021.



Autoryzowani Partnerzy

Zakup i montaż wyłącznie przez autoryzowane firmy. Znajdź instalatora na nowatermia.pl i poland.thermia.com

nowatermia.pl

poland.thermia.com

NOWATERMIA NOWAK Sp. k.
ul. Duninowska 4, 87-800 Włocławek
bok@nowatermia.pl, tel. 882 054 012



POBIERZ Rys. 4 Wykres mocy pompy ciepła nr 2 dla poszczególnych prędkości sprężarki, dla temperatury zasilania instalacji równej 35°C

POBIERZ Rys. 5 Wykres mocy pompy ciepła nr 2 dla temperatury zasilania 55°C

(linia żółta na rys. 2). W przypadku zastosowania czterech pomp ciepła będzie to $50/4=12,5$ kW (linia niebieska na wykresie). Analizując punkty przecięcia linii projektowanego obciążenia cieplnego oraz linii mocy poszczególnych pomp ciepła (od PC1 do PC6), widać, iż:

- decydując się na zastosowanie trzech pomp ciepła należałoby wybrać model PC2, dla którego punkt biwalenty wynosi około -7°C ;
- w przypadku czterech pomp ciepła odpowiedni będzie model o charakterystyce PC3 (punkt biwalenty -8°C).

Ostatecznego doboru dokonuje się często w oparciu o dodatkowe kryteria, w tym koszt całkowity układu kaskadowego. Zdarza się bowiem, iż kaskada czterech pomp ciepła o niższej mocy będzie tańsza od układu trzech pomp ciepła wyższej mocy. Taka sytuacja miała miejsce również w tym przypadku. Zdecydowano zatem o zastosowaniu czterech pomp ciepła o charakterystyce PC3.

DOBÓR MOCY ŹRÓDŁA SZCZYTOWEGO

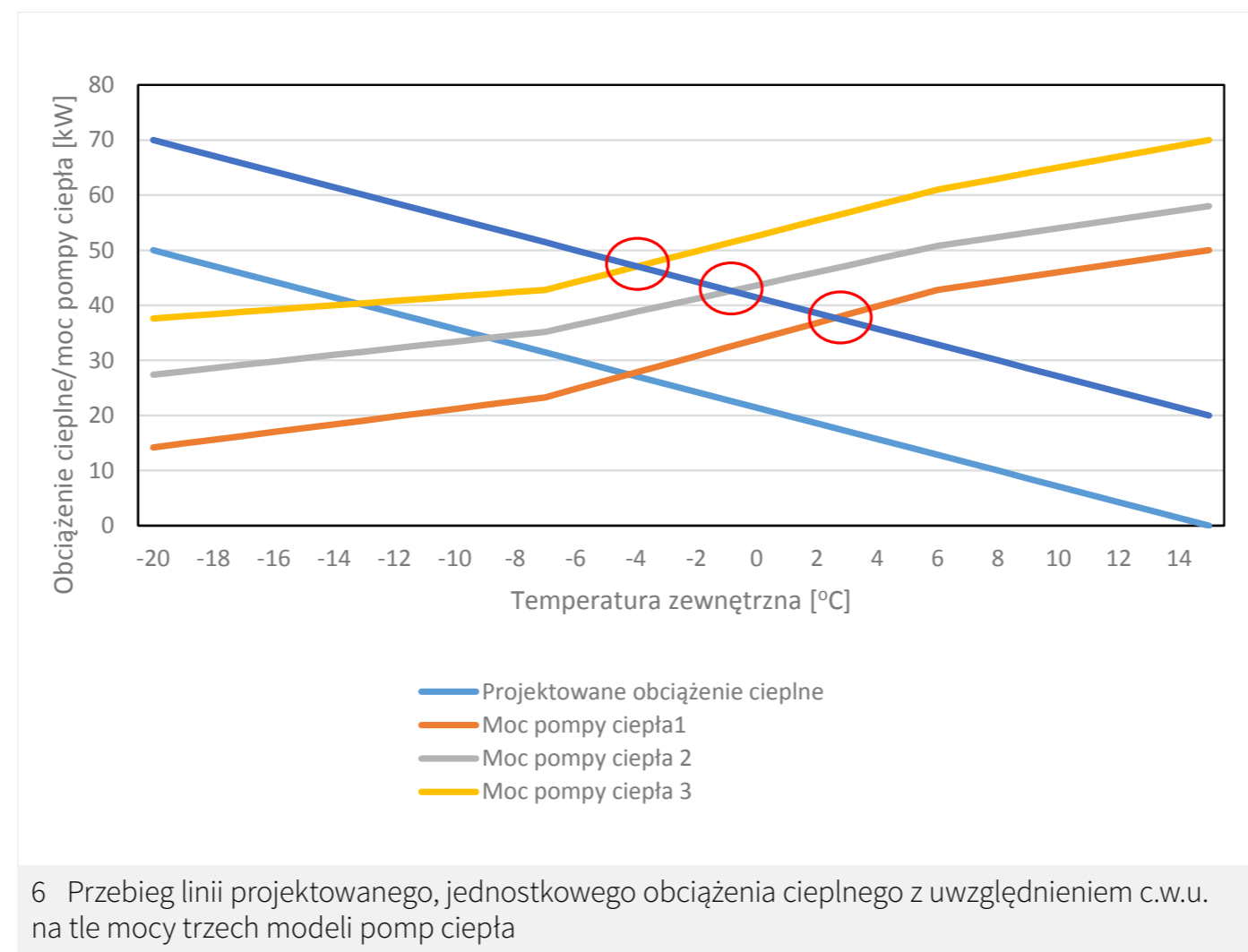
Zgodnie z rozporządzeniem „Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki...” moc źródła ciepła powinna być co najmniej równa wartości strat ciepła budynku dla obliczeniowej temperatury zewnętrznej. Zatem, dla powyższego przykładu, łączna moc układu ziębniczego i grzałki/kotła szczytowego powinna wynosić co najmniej 50 kW. Jak wynika z powyższego

wykresu moc czterech pomp ciepła typu PC3 dla temperatury zewnętrznej -20°C wynosi $4 \times 6,7 = 26,8$ kW.

Zatem wymagana moc kotła szczytowego to $50 - 26,8 = 23,2$ kW.

W przypadku, gdy uzyskanie zwiększonego przydziału mocy jest problematyczne lub wiąże się ze znacznym wzrostem opłat stałych wówczas

można rozważyć również wariant z zastosowaniem trzech pomp ciepła typu PC1. Wg wykresu będą one w stanie pracować samodzielnie do około -12°C , a więc nieco poniżej typowego zakresu dla strefy III. Jednak dzięki zastosowaniu kaskady układ nadal będzie w stanie płynnie dopasowywać moc do zapotrzebowania. Zaś wymagana moc źródła szczytowego będzie niższa i wyniesie: $50 - 3 \times 9,6 = 21,2$ kW. W tym przypadku różnica jest niewielka, poza tym, w ogólnym bilansie wzrośnie udział mocy sprężarek. Zdarzają się jednak przypadki, w których zastosowanie pomp ciepła o nieco wyższej mocy pozwoli znacznie zredukować zamówioną moc, bez nadmiernego wzrostu kosztów inwestycji czy trudności w bieżącym dopasowaniu mocy pomp ciepła do zapotrzebowania.



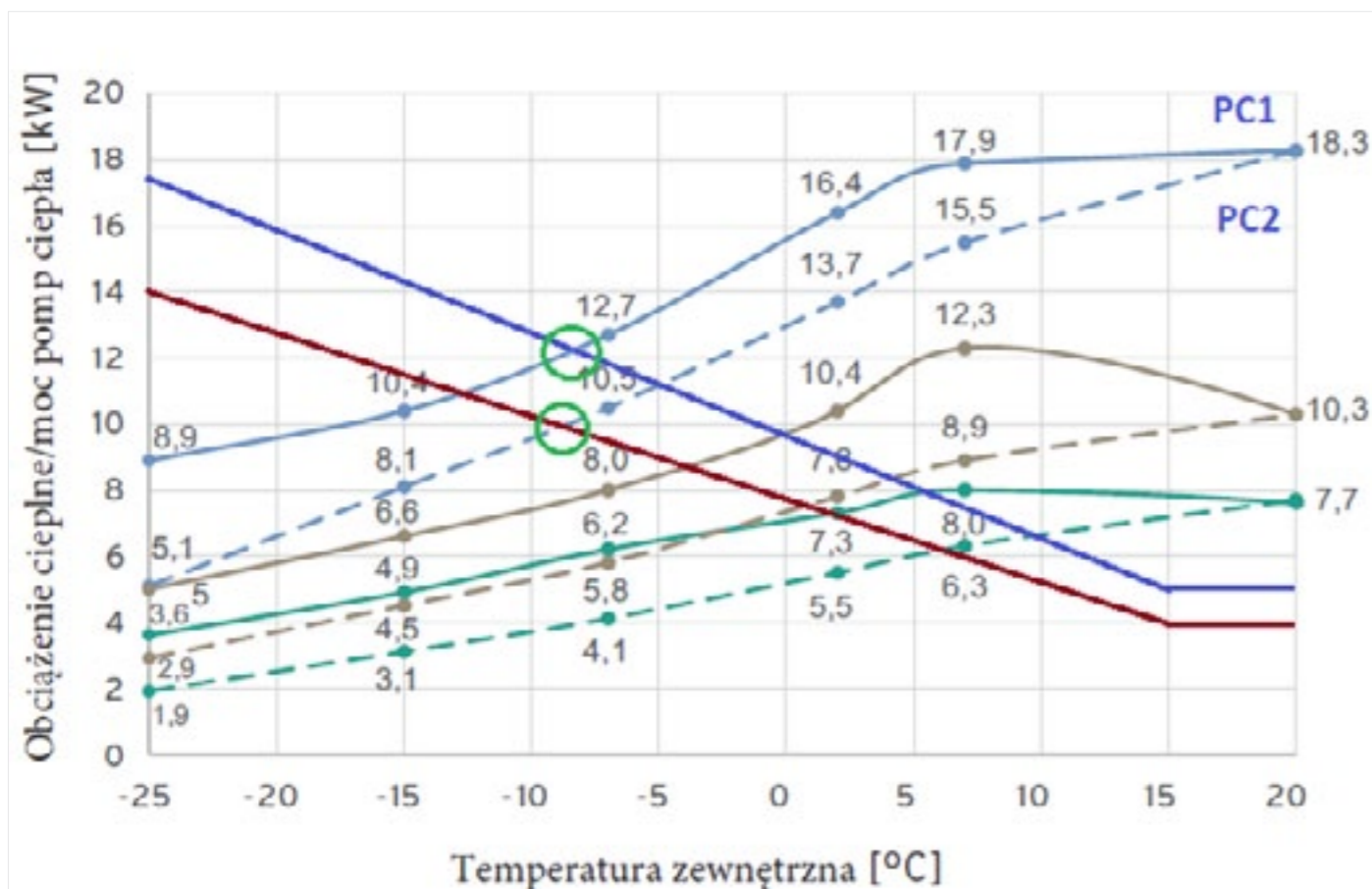
6 Przebieg linii projektowanego, jednostkowego obciążenia cieplnego z uwzględnieniem c.w.u. na tle mocy trzech modeli pomp ciepła

W przypadku braku możliwości uzyskania przydziału mocy uwzględniającego szczytowy kocioł elektryczny i braku dostępu do gazu ziemnego, pozostaje możliwość zastosowania kotła szczytowego zasilanego gazem płynnym.

Dla zredukowania mocy szczytowego źródła ciepła ważne jest stosowanie pomp ciepła, które mają możliwość pracy co najmniej do poziomu zewnętrznej temperatury obliczeniowej, np. -20°C . W przeciwnym razie może się okazać, iż wymagana moc źródła szczytowego jest równa całości strat ciepła. Wiele zależy tu od wymaganej temperatury zasilania instalacji. Przykładowo większość pomp ciepła jest w stanie zasiląć instalację podłogową, z temperaturą 35°C , co najmniej do -20°C (rys. 4). Za to w przypadku zaprojektowania instalacji z temperaturą zasilania 55°C może się okazać, że pompa ciepła jest w stanie pracować jedynie do -11°C czy -13°C (rys. 5). Poniżej tego punktu sprężarka zostaje wyłączona. W przypadku strefy III kocioł wspomagałby zatem pompę ciepła od temperatury około -8°C , ale poniżej -11°C musi w całości pokryć obciążenie cieplne.

DOBÓR MOCY I LICZBY POMP CIEPŁA ORAZ ŹRÓDŁA SZCZYTOWEGO Z UWZGLĘDNIENIEM ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ DO PRZYGOTOWANIA C.W.U.

W szczególności w budynkach wielorodzinnych średnia godzinowa moc na potrzeby przygotowania c.w.u. może przekraczać 20% strat ciepła budynku.



7 Przebieg linii projektowanego, jednostkowego obciążenia cieplnego dla wariantu z czterema lub pięcioma pompami ciepła na tle mocy poszczególnych pomp ciepła

W takim przypadku, w trakcie dokonywania analizy i doboru pomp ciepła należy uwzględnić również średnią godzinową moc na potrzeby c.w.u. W analizowanym przypadku szczytowa wartość strat ciepła wynosiła 50 kW, a średnia godzinowa moc na potrzeby c.w.u. 20 kW. Powoduje to przesunięcie linii przebiegu zapotrzebowania na ciepło. Jak widać na wykresie (rys. 6) punkty biwalentne dla analizowanych wcześniej pomp ciepła nr 1, 2 i 3 wynoszą od -4°C do +3°C. Niezbędne byłoby zatem zastosowanie pompy ciepła o jeszcze wyższej mocy.

W przypadku układu kaskadowego, jeśli weźmiemy pod uwagę zastosowanie czterech lub pięciu (rys. 7) pomp ciepła wówczas obciążenie

jednostkowe wyniesie $70/4 = 17,5$ kW na pompę ciepła w przypadku czterech jednostek i $70/5 = 14$ kW na jednostkę w przypadku pięciu pomp ciepła. Po naniesieniu tych wartości na wykres mocy poszczególnych pomp ciepła widzimy, iż możliwe byłoby zastosowanie czterech pomp ciepła typu PC1 lub pięciu typu PC2.

W przypadku wykorzystania kaskady pomp ciepła również na potrzeby chłodzenia budynku niezbędne jest także sprawdzenie dostępnej mocy chłodniczej. W szczególnych przypadkach wymagane będzie zastosowanie pomp ciepła o nieco wyższej mocy lub zwiększenie ich liczby dla zapewnienia komfortu w budynku również w okresie letnim.



POMPY CIEPŁA MONOBLOK INWERTER

PRIMA 4-16GT

Kompletne systemy 4w1 z inwerterową pompą ciepła Prima - optymalne połączenie ekologicznej mocy pomp ciepła Prima z najwyższą jakością i wydajnością zbiorników do pomp ciepła Galmet.

NOWOŚĆ