

VIESSMANN

Pompy ciepła poradnik projektanta

Akademia Viessmann w Polsce
Wydanie I, marzec 2006 r.

Pompy ciepła – poradnik projektanta

- **Wprowadzenie**
- **Projektowanie**
- **Przykłady zastosowania**
- **Stopień efektywności COP**
- **Literatura**

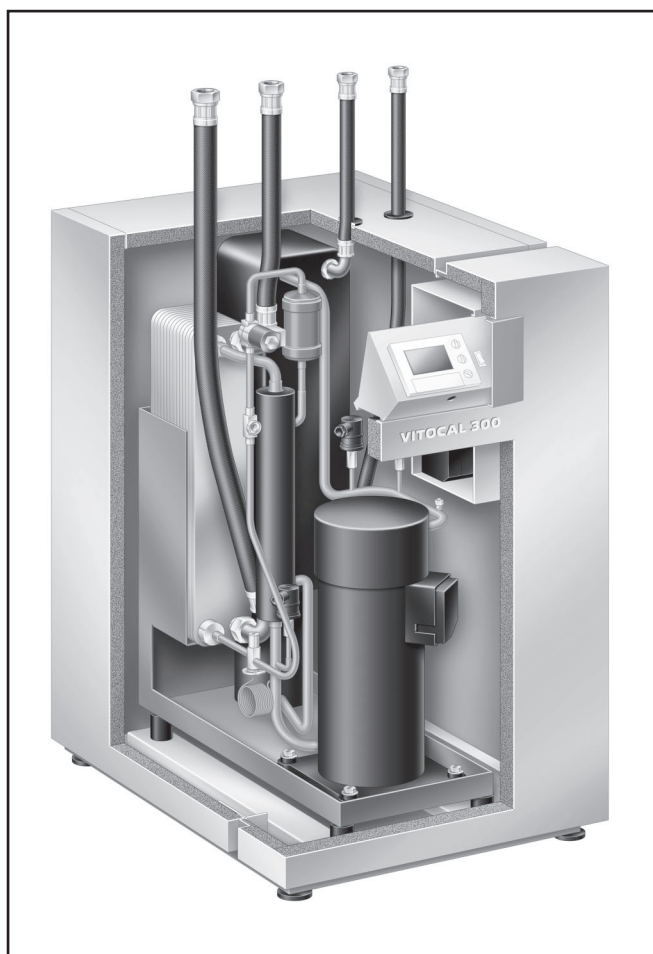
Spis treści	Nr str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Sekrety „magicznej skrzynki”, czyli jak działa pompa ciepła	3
1.2. Dlaczego warto wybrać pompę ciepła?	4
2. Projektowanie	5
2.1. Wytyczne projektowe	5
2.2. Wybór pompy ciepła	5
2.3. Wyznaczenie parametrów urządzenia	7
2.4. Czy można dobrać pompę ciepła mniejszej mocy niż zapotrzebowanie na ciepło?	8
2.5. Gdzie przewidzieć „kotłownię”?	9
2.6. Kiedy stosować zbiornik buforowy wody grzewczej?	10
2.7. Pompa elektroniczna czy stopniowa?	10
2.8. Dolne źródło	10
3. Przykłady zastosowania	13
3.1. Schematy hydrauliczne	13
3.2. Odzysk ciepła technologicznego	13
3.3. Współpraca pompy ciepła i instalacji solarnej	14
3.4. Typowa instalacja z pompą ciepła	16
4. Stopień efektywności COP	18
4.1. Wyznaczanie stopnia efektywności	18
4.2. Przykład	18
5. Literatura	19

1. Wprowadzenie

1.1. Sekrety „magicznej skrzynki”, czyli jak działa pompa ciepła

Często, chcąc opisać krótko zasadę działania pompy ciepła, udziela się na powyższe pytanie odpowiedzi: „To prawie to samo, co lodówka, tylko działa w przeciwną stronę”. Reakcja jest prawie zawsze ta sama: „Achaaa!”, a po chwili zastanowienia: „A jak działa lodówka...?”. Działają w przeciwną stronę? Zgadza się. W lodówce produktem końcowym jest chłód, w pompie ciepła – jak sama nazwa wskazuje – ciepło.

Opracowanie to jest adresowane przede wszystkim do projektantów. Nie stanowi ono leksykonu z wykazem haseł „od A do Z”, ani też szczegółowych wytycznych do projektowania. Jest raczej zbiorem przydatnych wskazówek, zagadnień wybranych. Czy istnieje więc potrzeba omawiania tak podstawowego zagadnienia, jakim jest zasada działania pompy ciepła? Może nie ze szczegółami, ale z pewnością warto przypomnieć to, co może jeszcze gdzieś znajduje się na pożółkłych kartkach z wykładów z termodynamiki.



Rys. 1.1. Przekrój pompy ciepła Vitocal 300

Urządzenia te różnią się źródłem, z którego pobierają ciepło, a są nim najczęściej: powietrze atmosferyczne, grunt (za pośrednictwem roztworu glikolu krążącego w kolektorach lub sondach gruntowych) lub woda gruntowa. Wspomniane płyny przepływając przez parownik w pompie ciepła (UWAGA! Nie dotyczy to wody gruntowej, w przypadku której należy stosować wymiennik pośredni.), powodują odparowanie znajdującego się tam czynnika roboczego o niskiej temperaturze wrzenia (czynnik o niskim ciśnieniu). Ten, odparowując, pobiera pewną ilość ciepła. Dalej sprężarka zasysa i spręża odparowany czynnik roboczy. Wywołanemu wzrostowi ciśnienia towarzyszy wzrost temperatury. Para czynnika o podwyższonym ciśnieniu i temperaturze „przechodzi” do skraplacza (kondensatora), gdzie ulega skropleniu. Podobnie, jak odparowując czynnik pobierał ciepło, tak skraplając się, oddaje je do wody grzewczej, która również przepływa przez kondensator. Energia przekazana wodzie grzewczej stanowi sumę ciepła pobranego w parowniku oraz energii elektrycznej zużytej przez sprężarkę (pomniejszonych o pewne straty, których żaden układ nie może uniknąć).

Następnie czynnik roboczy poprzez zawór rozprężny powraca do parametrów wyjściowych (niskie ciśnienie i temperatura) i ponownie ulega odparowaniu w parowniku.

1. Wprowadzenie

1.2. Dlaczego warto wybrać pompę ciepła?

To, czy pompa ciepła (biorąc pod uwagę relację kosztów eksploatacji do ceny zakupu) jest opłacalna w porównaniu z kotłem na takie lub inne paliwo jest zawsze zależne od obecnych cen danego paliwa i zmienia się z każdym dniem. Może również zależeć od tego, czy uzyskamy dofinansowanie do zakupu urządzenia (niższe koszty inwestycyjne) i czy będziemy mieli możliwość korzystania z niższej taryfy opłat za energię elektryczną dostarczoną do zasilania pompy ciepła (jeszcze niższe koszty eksploatacji). Co do jednego, z pewnością, nie można mieć wątpliwości – relacje opłacalności zakupu pompy ciepła do konwencjonalnych źródeł będą (prędzej lub wolniej) ulegać zmianie – na korzyść tej pierwszej.



Rys. 1.2. Pompa ciepła powietrze/woda Vitocal 350, wariant- jednostka zewnętrzna

Niezależnie od aspektu ekonomicznego, ten dotyczący troski o środowisko był, jest i będzie zawsze „na czasie”. Jeszcze kilkanaście lat temu marzyliśmy o osiedlach, które nie byłyby spowite kłębamii duszącego dymu z kotłów na paliwo stałe, w których palono nie tylko węgiel czy drewno, ale również wszystkie odpady gospodarstwa domowego. Te marzenia, co prawda – nie wszędzie, ale – spełniły się! Wiele jest już osiedli, gdzie eksploatowane są wyłącznie wysokosprawne kotły na paliwa określone mianem ekologicznych. A może pójść dalej? Wizja osiedli, gdzie z dachu „nie wystają” żadne kominy zdaje się być coraz bardziej osiągalna. Oczywiście można pompie ciepła „zarzucić”, że wymaga zasilania energią elektryczną, która w polskich warunkach powstaje, przede wszystkim, ze spalania węgla. Jednakże tu należy podkreślić, że dla uzyskania 1 kW ciepła z pompy potrzeba spalić znacznie mniej węgla niż dla 1 kW z kotła/pieca elektrycznego lub – mniej niż spala się wprost w kotle węglowym. Poza tym, pozyskanie energii elektrycznej w skali elektrowni węglowej to nie tylko spalanie wspomnianego paliwa ale również np. instalacje odsiarczania i odpylania spalin, a więc większe możliwości zadbania o środowisko naturalne.

2. Projektowanie

2.1. Wytyczne projektowe

Szczegółowe wytyczne do projektowania oraz dane techniczne urządzeń zawarte są w dokumentacji technicznej firmy Viessmann.

2.2. Wybór pompy ciepła

Układ pompa ciepła + podgrzewacz c.w.u.

Oferowane są różne pompy ciepła: typ solanka/woda, woda/woda, powietrze/woda, w różnych mocach grzewczych. Podobnie jest w przypadku podgrzewacza c.w.u.: z jedną węzownicą, z dwoma i bez (ładowanie za pośrednictwem zewnętrznego wymiennika). Należy jednak pamiętać, że podgrzewacz z jedną węzownicą jest, podobnie, jak ostatni z wymienionych, przewidziany wyłącznie do ładowania wymiennikowego, a węzownica służyć może do podłączenia dodatkowego źródła ciepła (np. instalacji solarnej czy kotła). Podgrzewacz z dwoma węzownicami (oczywiście- zmostkowanymi) stosować można w przypadku pomp ciepła o mocy od kilku do kilkunastu kilowatów (zależnie od wielkości i typu podgrzewacza, jak również- od wielkości jego węzownicy- jej powierzchni wymiany ciepła). Dla większych pomp ciepła rozwiązaniem najbardziej prawidłowym wydaje się być podgrzewacz ładowany poprzez odpowiednio dobrany wymiennik. Należy tu pamiętać, że pompy ciepła są urządzeniem dającym stosunkowo niską temperaturę zasilania- najczęściej 55°C (niektóre- do 65°C).



Rys 2.1. Pompa ciepła Vitocal 350 w zestawie z podgrzewaczem wody

Urządzenia kompaktowe

Przykładem takiego urządzenia jest Vitocal 343 (solanka/woda) oferowana w mocach od sześciu do dziesięciu kilowatów. Tę centralę grzewczą polecić można klientom, którzy posiadają dom jednorodzinny bez podpiwniczenia (brak miejsca na wydzieloną „kotłownię”). Ponadto zawarcie w jej cenie prawie całego niezbędnego osprzętu (m.in. 250-litrowy podgrzewacz wody umożliwiający współpracę z instalacją solarną, 6-kilowatowy elektryczny podgrzewacz przepływowy, pompa obiegu solanki, pompa obiegu grzewczego i inne) powoduje obniżenie kosztów inwestycyjnych, a tym samym poszerza rzeszę klientów, którzy mogą pozwolić sobie na ogrzewanie budynku tak doskonałym urządzeniem, jakim jest pompa ciepła.

2. Projektowanie



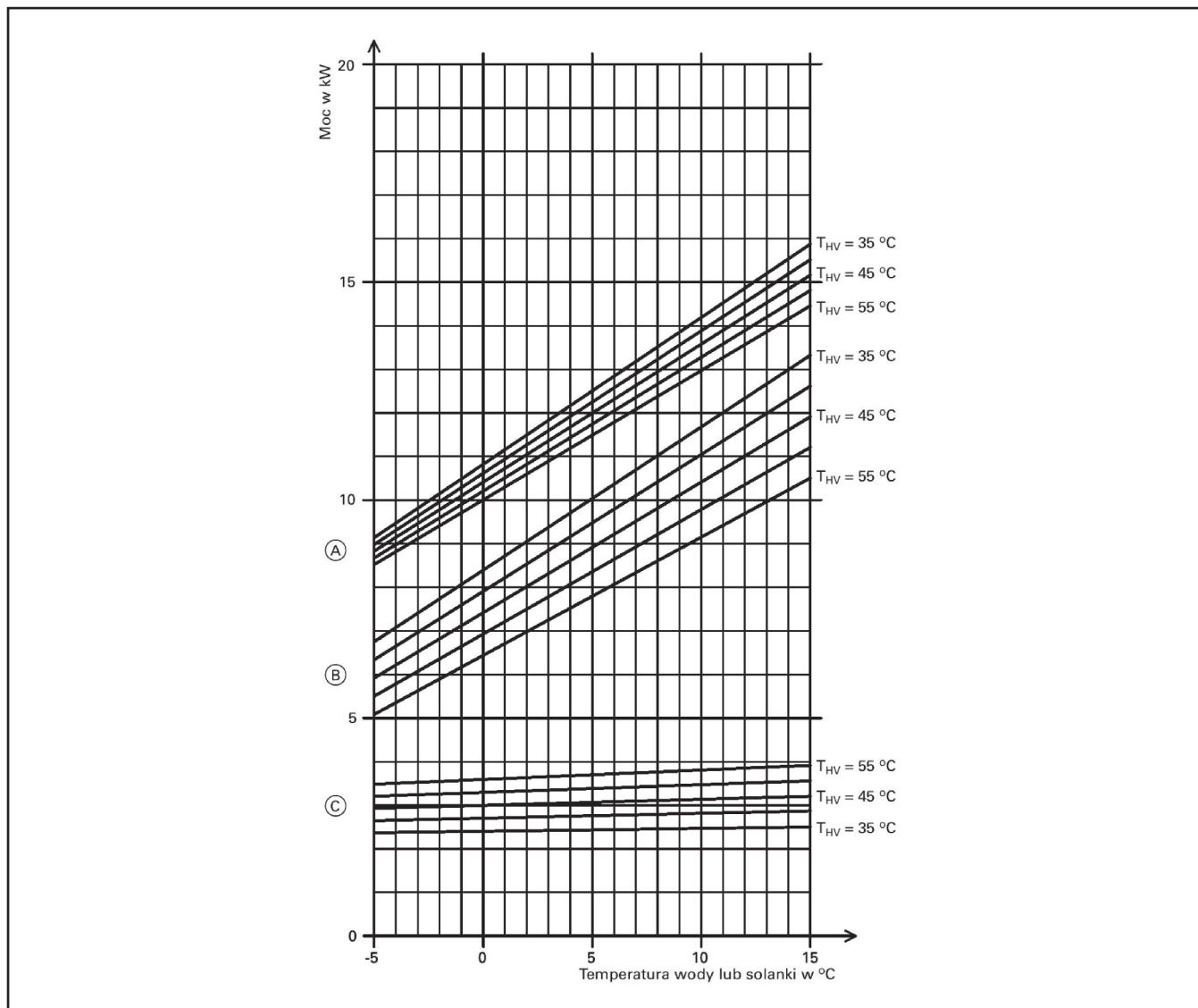
Rys. 2.2. Kompaktowa centrala grzewcza Vitocal 343
(na zdjęciu – Autor)



Rys. 2.3. Dwustopniowa pompa ciepła Vitocal 300

Pompa jedno-, czy dwustopniowa?

Urządzenia małej mocy (kilka kilowatów) oferowane są w pierwszym z wymienionych wariantów. Pompy dużej mocy (kilkadziesiąt kilowatów) sprzedawane są jako dwustopniowe. W przypadku tych urządzeń – wybór zależy więc wyłącznie od zapotrzebowania na ciepło. Jednakże bardzo popularnym zakresem mocy są urządzenia średnie (kilkanaście kilowatów) – szczególnie w budownictwie jednorodzinnym. Co wtedy wybrać? Zdania są podzielone. Za zakupem pompy jednostopniowej (jedna sprężarka) przemawia, z pewnością, jej niższa cena. Co więc zyskujemy kupując urządzenie dwustopniowe (dwie sprężarki)? Bardzo często na potrzeby c.o. pompa będzie pracowała wykorzystując tylko pierwszy stopień, a na potrzeby podgrzewania wody użytkowej – pełną moc. Podnosi to komfort użytkowania. Ponadto, możliwość dostosowania się pompy do zmiennego zapotrzebowania na ciepło oznacza nie tylko zmienną moc cieplną. Za jej zmianami idzie zmienny pobór mocy chłodniczej, a więc poprawienie warunków (możliwości) regeneracji gruntu (w przypadku pomp typu solanka/woda).



Rys 2.4. Wykres pozwalający określić parametry pompy Vitocal 300 Typ BW/WW 110.

2.3. Wyznaczenie parametrów urządzenia

Większość producentów podaje w cennikach lub katalogach parametry pompy ciepła (w tym – moc grzewczą i współczynnik COP) odbiegające od rzeczywistości. Z czego to wynika? Z pewnością, nikt nie chce oszukać klienta czy projektanta. Zgodnie z Europejską Normą parametry urządzeń należy podawać dla następujących wartości temperatury wody na zasilaniu obiegu grzewczego W, solanki (a raczej – roztworu glikolu) B, wody gruntowej W, powietrza atmosferycznego A: B0/W35, W10/W35, A2/W35. O ile wymienione wartości temperatur dolnego źródła (gruntu, wody gruntowej, powietrza) wydają się dość realistyczne, o tyle niewiele jest instalacji grzewczych, dla których temperaturą zasilania dla obliczeniowej temperatury zewnętrznej jest 35°C. Najczęściej są to 40°C dla ogrzewania podłogowego oraz 55°C dla grzejników (Tu ograniczenie wynika z konstrukcji większości pomp ciepła. Gdy potrzebna jest wyższa temperatura na zasilaniu, należy przewidzieć pompę pozwalającą na taki parametr lub dodatkowe źródło ciepła). Dlatego też moc grzewczą oraz współczynnik COP należy odczytywać ze specjalnych wykresów podawanych przez

2. Projektowanie

producenta w danych technicznych. Nieco innym tematem jest wyznaczanie mocy chłodniczej pompy ciepła solanka/woda. Odczytuje się ją z tych samych wykresów, przyjmując jednak zasadę, że lepiej przewymiarować moc chłodniczą (a tym samym – kolektory lub sondy gruntowe) niż dobrać zbyt małe dolne źródło, co może skutkować poważnymi problemami eksploatacyjnymi. Ostateczne (rzeczywiste) parametry pompy ciepła będą jeszcze zależały od takich czynników, jak: jakość wykonania instalacji i sposób jej eksploatacji.

2.4. Czy można dobrać pompę ciepła mniejszej mocy niż zapotrzebowanie na ciepło?

Czy fizykę można „oszukać”? Zdecydowanie – nie! Skąd więc wzięła się opinia, że pompę ciepła można dobierać mniejszej mocy niż obliczone zapotrzebowanie na ciepło budynku? Aby wyjaśnić to „zjawisko”, należy zastanowić się, która część kosztów inwestycyjnych (oprócz zakupu urządzeń) jest największa. Jest to – z pewnością – wykonanie dolnego źródła. Z drugiej strony, mniejsza moc grzewcza pompy oznacza mniejszą moc chłodniczą, a tym samym – niższe koszty wykonania mniejszego dolnego źródła. Jeżeli przyjąć, założenie, że zapotrzebowanie na ciepło obliczono dla temperatury zewnętrznej, która występuje sporadycznie, być może warto obniżyć koszty inwestycyjne, a pokrycie

szczytowego zapotrzebowania zapewnić grzałką, która jest niedroga w zakupie? Na to pytanie nie można odpowiedzieć jednoznacznie. Należy zwrócić uwagę, nie tylko na zalety, ale również na wady takiego rozwiązania. Jako kolejna zaleta, wymieniane jest jeszcze posiadanie „rezerwowego” źródła ciepła. Można jednak dobrać pompę odpowiedniej mocy, a mimo to zaopatrzyć się w grzałkę. Jakie mogą być wady omawianego rozwiązania? Do zapewnienia grzałce jej mocy musimy doprowadzić do niej prąd, który ta zużyje wprost (nie powiększając uzyskanego ciepła o to pochodzące z natury). Ponieważ w warunkach naszego kraju prąd pochodzi przede wszystkim ze spalania paliw kopalnych, trudno taką energię nazwać ekologiczną. W krajach Unii Europejskiej, w których prąd do zasilania pompy ciepła jest sprzedawany w dużo niższej cenie, zużycie go dla potrzeb grzałki musi być osobno zliczane i podlega wyższej taryfie. Należy więc spodziewać się, że w Polsce również to nastąpi. Innym argumentem przeciwko omawianemu rozwiązaniu jest fakt, iż pompa o mocy



Rys. 2.5. Wykonanie dolnego źródła- kolektora gruntowego

mniejszej niż zapotrzebowanie będzie pracowała nieustannie, obciążając tym samym znacznie dolne źródło (kolektory bądź sondy gruntowe), dla którego praca z przerwami jest zdecydowanie bardziej korzystna. Dlatego też zaleca się nawet przewymiarowanie pompy ciepła. O jaką wartość? Przy założeniu, że zapotrzebowanie na ciepło budynku wynosi x , a przerwa w pracy ma wynosić np. 4 godziny w ciągu doby, moc dobranej pompy ciepła można przyjąć jako:

$$y = [24h / (24h - 4h)] x \quad [\text{kW}]$$

czyli:

$$y = 1,2 x \quad [\text{kW}]$$

Dodatkowo, jeśli ogrzewany budynek jest niewielki i dobrze ocieplony (zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.o. jest stosunkowo nieduże) można obliczoną moc pompy ciepła zwiększyć, np. o 0,25 kW na każdego mieszkańca budynku (ze względu na podgrzewanie wody użytkowej).

2.5. Gdzie przewidzieć „kotłownię”?

Poza swoją zasadniczą treścią, postawione pytanie zawiera jeszcze jedną wątpliwość: jak nazywać pomieszczenie, w którym postawiono pompę ciepła? Niestety, słowo „pompownia” zostało już kiedyś przyporządkowane innemu miejscu. Przechodząc do istoty sprawy, należy odpowiedzieć, że zasady są podobne, jak w przypadku ogrzewania kotłem. Nie jest wskazane ustawianie pompy ciepła oraz pozostałego osprzętu (np. pomp obiegowych) pod pomieszczeniem przewidzianym na sypialnię. Podobnie też, jak w przypadku kotłów, i tu dotyczy to szczególnie pewnej grupy urządzeń. Podobnie, jak kocioł z palnikiem wentylatorowym jest głośniejszy od kotła z palnikiem atmosferycznym, tak też pompa ciepła typu powietrze/woda będzie raczej zawsze głośniejsza od solanka/- czy woda/woda. Oczywiście, dla klientów, którzy musieliby ustawić pompę powietrze/woda pod sypialnią, istnieje alternatywa: pompa ciepła jako jed-

nostka zewnętrzna. Choć może to wydać się zabawne, rozwiązanie to ma jeszcze jedną zaletę. Z pewnością duża grupa klientów kupujących instalacje solarne robi to, aby obniżyć koszty ogrzewania (wody użytkowej i nie tylko). Jest też jednak duża grupa klientów, którzy chcą, aby ich budynek z zamontowanymi kolektorami słonecznymi był postrzegany jako nowoczesny. Tych klientów również nie należy lekceważyć. Niestety, na taką motywację rzadko można było liczyć u klienta zastanawiającego się nad zakupem pompy ciepła. Teraz już można, przynajmniej w przypadku pompy, której dolnym źródłem jest powietrze atmosferyczne. Należy jednak pamiętać, że pompa powietrze/woda w warunkach polskiego klimatu wymaga wspomagania dodatkowym źródłem ciepła.



Rys. 2.6. „Kotłownia” z pompą ciepła Vitocal 300

2. Projektowanie

2.6. Kiedy stosować zbiornik buforowy wody grzewczej?

Bufor jest zawsze wskazany w instalacji, w której źródłem ciepła jest urządzenie pozyskujące energię odnawialną. Dlaczego? Nie zawsze automatyka sterująca układem ma duży wpływ na to, czy produkcja ciepła (np. przez kolektory słoneczne, czy kocioł zgasowujący drewno) lub jej ekonomika (różne taryfy energii elektrycznej do zasilania pompy ciepła w ciągu doby) są zbieżne w czasie z zapotrzebowaniem na nie. Zbiornik buforowy pozwala gromadzić wytwarzane ciepło, na które akurat nie ma zapotrzebowania. Ponadto, w przypadku pompy ciepła, gdzie nie bez znaczenia jest przepływ wody grzewczej po stronie wtórnej, spełniać on może rolę sprzęgła hydraulicznego. Rezygnacja z bufora może wydawać się uzasadniona wyłącznie w przypadku zasilania jednego obiegu grzewczego i to tylko, jeśli jest to ogrzewanie podłogowe, którego duża pojemność wodna zabezpieczy pompę ciepła przed dużymi wahaniami temperatury powrotu (Nie są one dla urządzenia korzystne.). Jednakże warunkiem koniecznym jest wtedy uwzględnienie zaworu upustowego w instalacji, aby zapewnić wymagany przez pompę ciepła przepływ objętościowy po stronie wody grzewczej.



Rys. 2.7. Podgrzewacz buforowy Vitocell 050.

2.7. Pompa elektroniczna czy stopniowa?

O ile elektroniczna (z regulacją obrotów) pompa obiegowa (za buforem) jest dobrym rozwiązaniem (dopasowanie do instalacji), o tyle – z reguły – nie ma to większego sensu (z punktu widzenia kosztów inwestycyjnych) w przypadku pompy „rozdzielaczowej” (przed buforem) – ze względu na konieczność zapewnienia stałego przepływu w tym miejscu.

2.8. Dolne źródło

Kolektor gruntowy

Projektując kolektory gruntowe należy pamiętać, że grunt, z którego ciepło pobierane jest najintensywniej w okresie zimowym, regeneruje się przede wszystkim w okresach cieplejszych, tj. wiosną i latem. Regeneracja następuje przede wszystkim dzięki promieniowaniu słonecznemu oraz opadom atmosferycznym. Dlatego też niedopuszczalne jest np.

zaasfaltowanie terenu pod którym rozłożony jest kolektor gruntowy, ponieważ pozbawi to grunt możliwości regeneracji. Ostatnimi czasy coraz bardziej popularne zdają się być różne sposoby „wspomagania” regeneracji gruntu poprzez doprowadzenie drenażem wody deszczowej z budynku do gruntu lub przekazywanie nadwyżek ciepła z instalacji solarnej do gruntu. Przy tej drugiej metodzie należy jednak uważać, aby nie doprowadzić do wysuszenia ziemi, co z kolei pogorszy jej właściwości cieplne.

Kolektory gruntowe należy oczywiście układać poniżej strefy przemarzania gruntu. Poszczególne pętle powinny być równe i nie przekraczać długości 100 metrów. Odstępy pomiędzy pętlami powinny być zgodne z wytycznymi producenta, a ich wielkość (która najczęściej mieści się w zakresie od 50 do 70 centymetrów) zależy od średnicy przewodów. Wykop najlepiej wykonywać sukcesywnie: odsłaniając „pasy” terenu pod poszczególne pętle i zasypując ułożone kolektory ziemią z kolejnego wykopu. Metoda ta wydaje się lepsza, ponieważ powoduje mniejsze spulchnienie ziemi, czyli mniejszą podatność na „rozpychanie” jej przez pracujące lub przymarzające (co nie powinno mieć miejsca) kolektory. Ważne też jest, aby użytkownik instalacji dysponował dokładnym planem rozmieszczenia kolektorów gruntowych. Z pewnością za rok będzie jeszcze pamiętał, gdzie one znajdują się. Ale co, jeśli np. za piętnaście lat zapragnie mieć basen i będzie musiał wygospodarować na swoim terenie miejsce pod odpowiedni wykop?



Rys. 2.8. Wprowadzanie sondy gruntowej do odwiertu

Sonda gruntowa

Zaleca się, aby jako sondę gruntową stosować podwójną U-rurę. Rozwiązanie to jest o tyle pewniejsze, że w przypadku uszkodzenia jednej pętli, nie dyskwalifikuje to całego odwiertu. Nierzadkim błędem wykonawców bywa, że po wykonaniu odwiertu i wprowadzeniu do niego sondy gruntowej typu podwójna U-rura, nikt nie zaznacza które z przyłączy to powrót, a które – zasilanie. W efekcie wyprowadza się z jednej U-rury dwa zasilania, a do drugiej – wprowadza dwa powroty. Oczywiście, nie ma możliwości, aby taki układ pracował. Dlatego też w projekcie należy zwrócić uwagę wykonawcy, aby przyłącza sondy zostały odpowiednio oznaczone.

2. Projektowanie

Woda gruntowa

Ideą pracy pompy typu woda/woda jest odparowanie czynnika roboczego w parowniku urządzenia pod wpływem ciepła wody gruntowej. Sugerować to może, że wodę wprowadza się bezpośrednio do parownika. Jest to jednak błędne założenie. Należy zawsze stosować wymiennik pośredni. Jednym z powodów takiego wymogu jest skład wody gruntowej. Nawet, jeśli zleci się wykonanie jej analizy, która nie wykaże przekroczenia dopuszczalnej zawartości określonych przez producenta pompy ciepła składników, nigdy nie będzie można mieć pewności, że skład ten nie zmieni się w przyszłości. Ponadto, w przypadku intensywnego schłodzenia wody w parowniku, może ona okresowo zamarzać i powodować jego rozszczelnienie. Oczywiście, ze względu na ryzyko zanieczyszczania się wymiennika pośredniego, dobrze jest przewidzieć wymiennik, który można wyczyścić.

Kolejnym czynnikiem, który należy mieć na uwadze, tym razem- przewidując głębokość studni współpracujących z pompą ciepła- jest poziom zwierciadła wód gruntowych, który może zmieniać się, co należy uwzględnić.

Powietrze atmosferyczne

Projektując wyrzutnię powietrza, należy wykonać to w taki sposób, aby strumień odprowadzanego na zewnątrz powietrza (a ściślej- efekty akustyczne z nim związane) nie stanowił uciążliwości dla sąsiednich (szczególnie- blisko położonych) budynków. Najlepiej, aby wyrzutnia nie była skierowana w stronę żadnego pobliskiego budynku- oczywiście,

zwłaszcza, jeśli miałby on mieć okna skierowane w stronę wyrzutni. Jeżeli usytuowania takiego nie można uniknąć- należy przynajmniej skierować strumień usuwanego powietrza do góry.

W przypadku pompy powietrze/woda należy pamiętać o zapewnieniu odprowadzenia kondensatu. Warto też pamiętać o zachowaniu odległości serwisowych od przegród budowlanych (czyszczenie pompy).



Rys. 2.9. Pompa ciepła typu powietrze/woda Vitocal 300 firmy Viessmann.

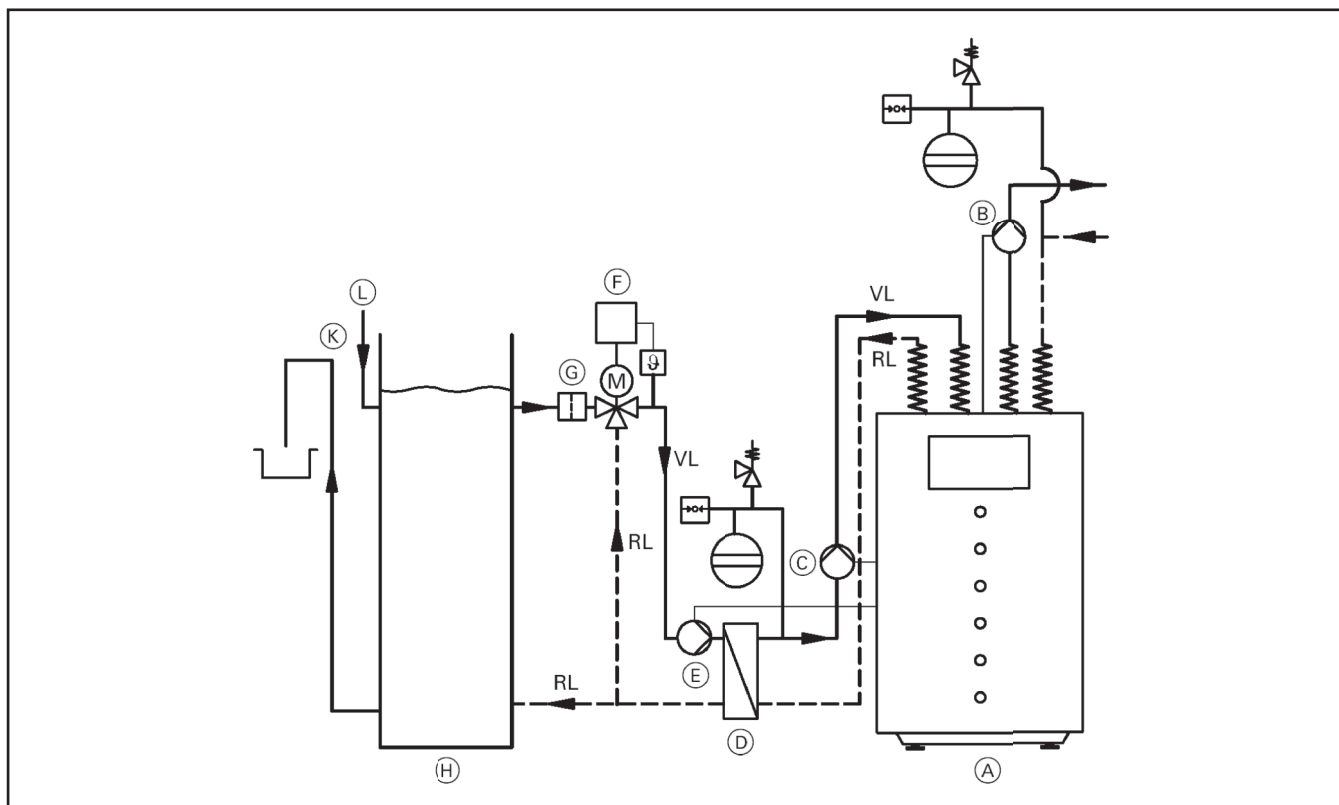
3. Przykłady zastosowania

3.1. Schematy hydrauliczne

Przedstawione schematy hydrauliczne (wzbogacone o dodatkowy komentarz i zalecenia) pochodzą z Wytycznych projektowych firmy Viessmann.

3.2. Odzysk ciepła technologicznego

W wielu procesach technologicznych ciepło jest odpadem. Odprowadzone do środowiska naturalnego- może nawet w niektórych przypadkach być traktowane jako swego rodzaju zanieczyszczenie. Z drugiej strony, „wyprodukowanie” tego specyficznego odpadu wiąże się z reguły z poniesieniem określonych kosztów. Czy wobec wymienionych argumentów nie warto poszukiwać sposobów na odzyskanie tej nikomu niepotrzebnej energii? Z pewnością- warto! Problem stanowi tu jedynie rozwiązanie techniczne takiego odzysku. Dysponując tak specyficznym dolnym źródłem, jakim jest- ogólnie rzecz ujmując- ciepło technologiczne, należy mieć na uwadze dwie kwestie: czy dolne źródło nie zaszkodzi pompie ciepła (np. zawartość składników, które mogą uszkodzić jej parownik; zbyt wysoka temperatura źródła) oraz czy pompa nie zaszkodzi jemu (poprzez obniżenie temperatury). Przedstawiony dalej przykład pozwala na zabezpieczenie urządzenia. Jego oddziaływanie na dolne źródło (obniżanie temperatury) jest nieuniknione i dlatego też wykorzystywać można tylko te źródła, gdzie obniżenie temperatury nie jest szkodliwe. Należy uważać np. w przypadku organizmów żyjących w oczyszczalniach ścieków.



Rys. 3.1. Schemat instalacji z pompą ciepła pozyskującą ciepło technologiczne.

3. Przykłady zastosowania

Jak to działa?

Woda, z której należy odebrać ciepło, doprowadzana jest do zbiornika H (minimum 3 m³) dopływem ①, a usuwana z niego – przelewem ② o odpowiedniej przepustowości. Poprzez element usuwający zanieczyszczenia (osadnik) ③ oraz zawór z termostatem (obniża temperaturę do nie wyższej, niż 25°C) ④ pompa ⑤ doprowadza wodę do wymiennika ciepła ⑥. Czynnik ogrzany w wymienniku transportowany jest do parownika pompy ciepła ⑦ dzięki pompie ⑧. Z kolei, pompa ⑨ zapewnia dostarczenie ciepła (wody grzewczej) z kondensatora urządzenia do odbiorników ciepła (np. instalacja c.o.).

Należy tu podkreślić, że ilość wody, którą trzeba „dysponować” musi być co najmniej równa minimalnemu przepływowi objętościowemu po stronie pierwotnej pompy ciepła.

Typ pompy ciepła	Moc grzewcza W10/W35 [kW]	Minimalny przepływ (strona pierwotna) [m ³ /h]
WW 104	6,3	1,15
WW 106	8,4	1,60
WW 108	10,9	2,10
WW 110	14,2	2,70
WW 113	18,3	3,60
WW 116	21,5	3,90
WW 208	12,6	2,30
WW 212	16,8	3,20
WW 216	21,8	4,20
WW 220	28,4	5,40
WW 226	36,6	7,20
WW 232	43,0	7,80

Tab. 3.1. Minimalny przepływ po stronie pierwotnej pompy ciepła.

Dane techniczne większych pomp ciepła (oraz powyższych) – patrz Dane techniczne urządzeń firmy Viessmann

Przedstawione rozwiązanie wymaga czyszczenia wymiennika ciepła co pewien okres. Dlatego powinien on być rozbierny. Stosowane są też inne metody, jak na przykład- zbiornik żelbetowy z zatopioną w jego ścianach węzownicą odbierającą ciepło.

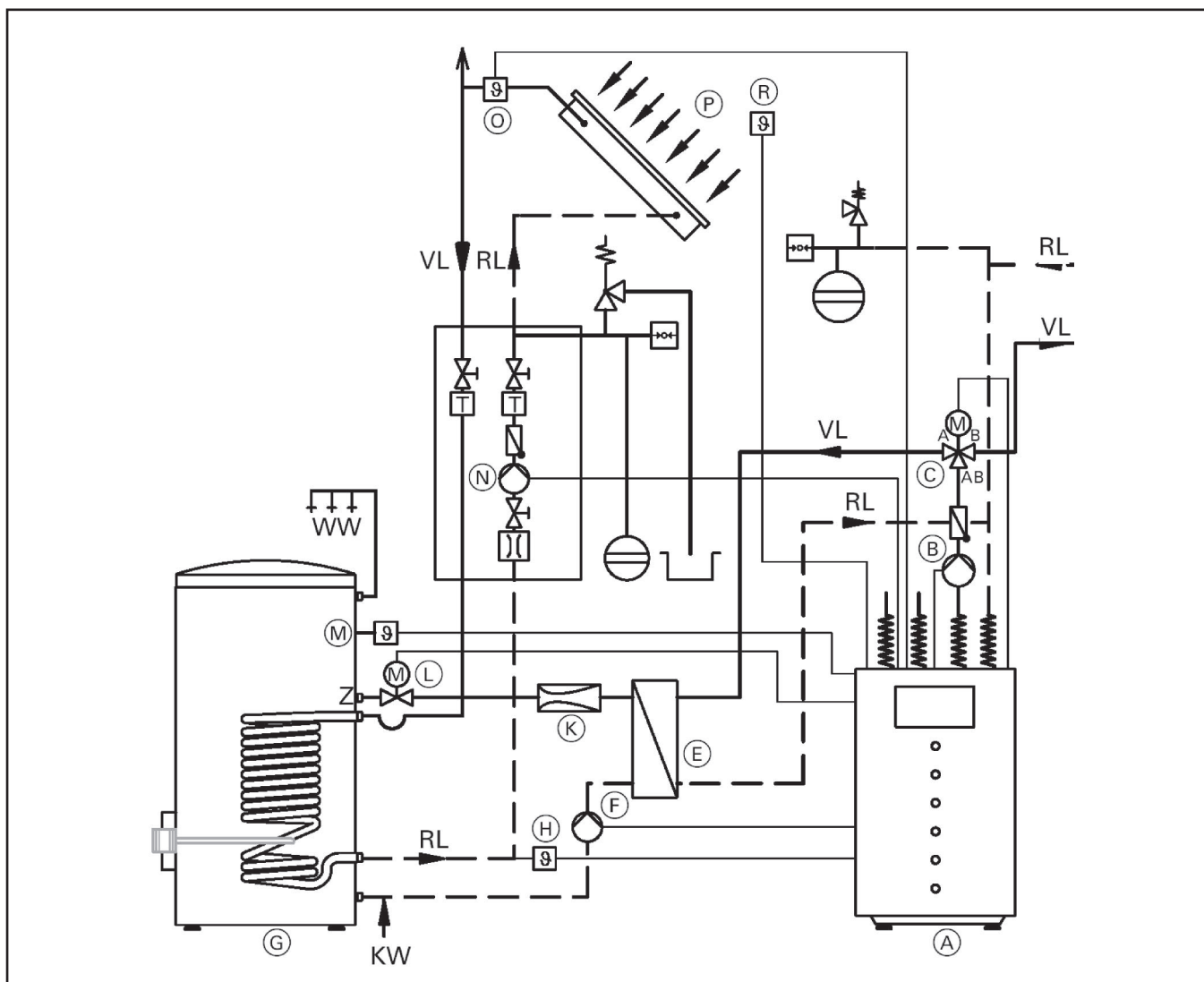
3.3. Współpraca pompy ciepła i instalacji solarnej

Często klient, który jest gotów poświęcić nawet sporej wielkości środki finansowe, aby jego instalacja była „maksymalnie nowoczesna”, oczekuje, że będzie ona składała się z kilku źródeł ciepła, z których każde będzie zasilalo wszystkie „odbiorniki” ciepła w domu. Prowadzi to często do niepotrzebnego rozbudowywania instalacji o dodatkowy osprzęt (wymenniki ciepła, zawory, pompy, zbiorniki, przewody i inne), który czyni instalację kosztowną w wykonaniu i bardziej awaryjną (ze względu na dużą ilość „podzespołów”). Rozbudowa instalacji na wszelkie możliwe sposoby prowadzi też do błędnych opinii wśród użytkowników i ich znajomych (czytaj- potencjalnych klientów), że urządzenia do pozyskiwania energii odnawialnej są drogie. Dlatego też- kompletując instalację- należy uwzględnić do jakich celów wykorzystanie danego urządzenia jest najbardziej optymalne. Jeżeli więc klient jest zdecydowany na pompę ciepła i instalację

solarną, rozwiązaniem najbardziej optymalnym dla typowego domu jednorodzinnego (zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie budynku i podgrzewanie wody użytkowej) wydaje się być pompa ciepła pracująca na obydwie cele oraz instalacja solarna, jako wspomaganie grzania ciepłej wody użytkowej (plus grzałka elektryczna w podgrzewaczu wody).

Zaletami takiego „tandemu” są ponadto następujące fakty:

- zastosowanie instalacji solarnej pozwala zmniejszyć obciążenie źródła pierwotnego pompy ciepła, co niesie za sobą jego lepszą regenerację – dzięki dłuższym okresom przerw w pracy urządzenia (patrz – rozdział 2.4. *Czy można dobrać pompę ciepła mniejszej mocy niż zapotrzebowanie na ciepło?* oraz rozdział 2.8. *Dolne źródło*).
- w okresie letnim – przy silnym nasłonecznieniu – właściwie dobrana (dla domu jednorodzinnego) instalacja solarna może pokryć do 90% (a niekiedy – nawet do 100%) zapotrzebowania na ciepło na cele ciepłej wody użytkowej (która w większości budynków jest wtedy jedynym „odbiorcą” tego rodzaju energii), co przyczynia się do ograniczenia pracy pompy ciepła.



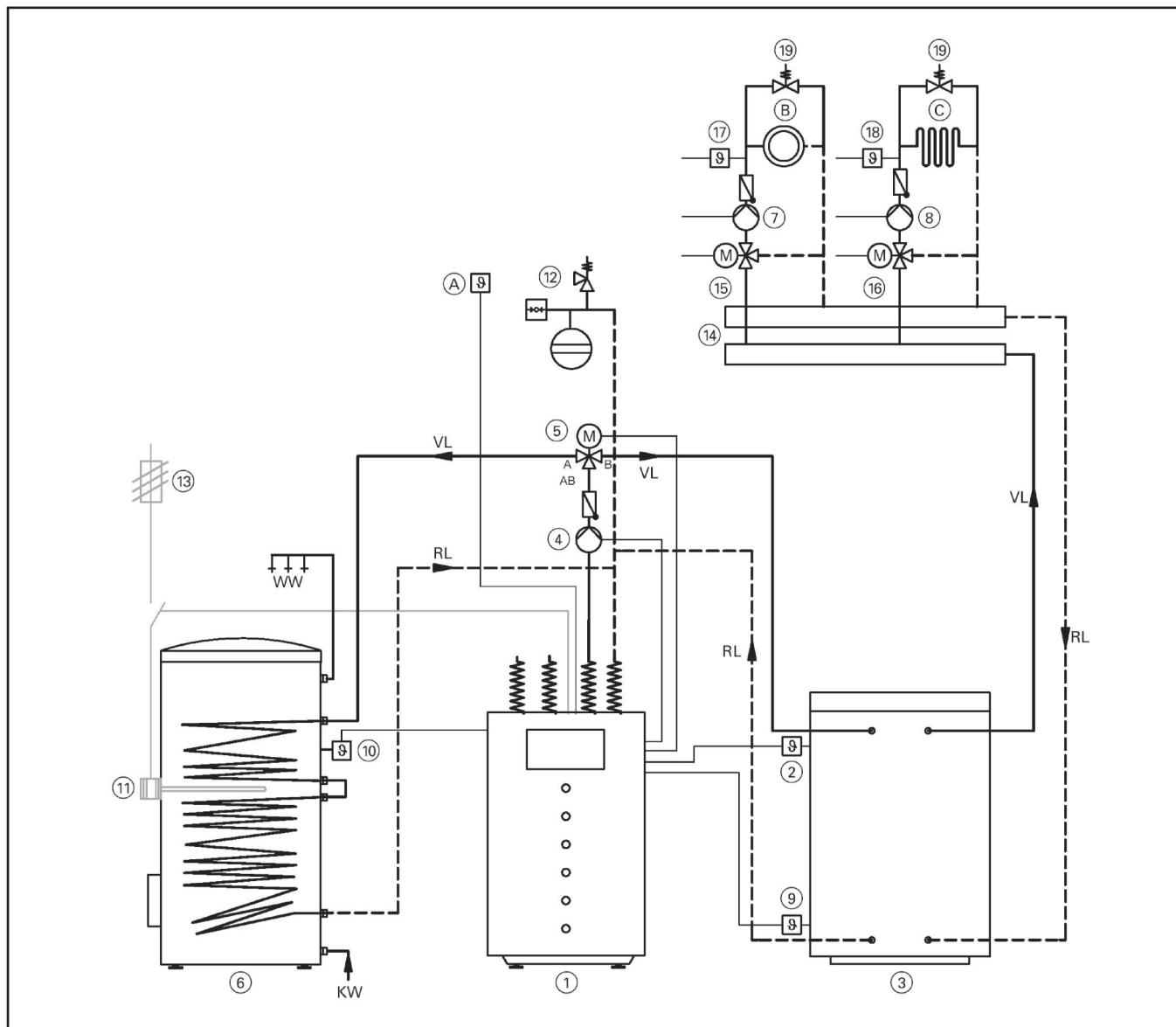
Rys. 3.2. Schemat współpracy pompy ciepła z instalacją solarną.

3. Przykłady zastosowania

Zasada pracy przedstawionego układu jest bardzo prosta. Pompa ciepła (A) przekazuje dzięki pompie (B) ogrzaną w kondensatorze wodę grzewczą do zaworu przełączającego (C) (sterowanego z regulatora pompy ciepła). Ten przekazuje ciepło do obiegu grzewczego lub obiegów grzewczych (VL/RL) – bezpośrednio lub poprzez zasobnik buforowy. Praca obiegów grzewczych jest regulowana pogodowo – w funkcji wskazań czujnika temperatury zewnętrznej (R). Jeżeli potrzebne jest ciepło dla podgrzewacza wody użytkowej (G) (co wynika z pomiaru temperatury czujnikiem (M)) – zawór zostaje przełączony i woda grzewcza podawana jest na wymiennik ciepła (E). Po drugiej stronie wymiennika pompa (F) wymusza przepływ wody użytkowej przez wymiennik. Wykorzystane są tutaj przyłącza cyrkulacji (Z) i zimnej wody (KW) – poprzez zastosowanie trójników. Przepływ objętościowy po wtórnej stronie wymiennika należy ustalić na jego ograniczniku (K). Po zakończeniu ładowania podgrzewacza zawór dwudrogowy (L) zostaje zamknięty. Regulator pompy ciepła CD 60 posiada możliwość sterowania prostą instalacją solarną przyłączoną (w tym przypadku) do węzownicy podgrzewacza. Uruchamia on pompę (N) instalacji solarnej (P), jeżeli (na skutek oddziaływania słońca) zostanie osiągnięta (ustawiona w nim) nadwyżka temperatury kolektora (mierzona czujnikiem (O)) nad temperaturą podgrzewacza (mierzona czujnikiem (H)).

3.4. Typowa instalacja z pompą ciepła

Częstym problemem osób, które po raz pierwszy mają wycenić lub zaprojektować instalację z pompą ciepła jest pytanie: „Co musi znaleźć się w kotłowni?”. Innymi słowy – jest to pytanie o te elementy, które – przede wszystkim – „robią” cenę takiej instalacji. Aby mieć wyobrażenie na ten temat, warto „rzucić okiem” na jeden z typowych schematów takiej instalacji. Warto tu podkreślić, że innym elementem wpływającym na cenę jest koszt wykonania dolnego źródła.



Rys. 3.3. Schemat typowej instalacji z pompą ciepła

Pompa ciepła ① przekazuje „wyprodukowaną” energię za pośrednictwem wody grzewczej tłoczonej przez pompę ④ do zaworu przełączającego ⑤. Zawór „puszcza” ciepło na zasobnik buforowy ③ lub węzownicę (a częściej – wymiennik ciepła) podgrzewacza wody ⑥. Temperatura w górnej strefie „bufora” mierzona jest czujnikiem ②, w dolnej – czujnikiem ⑨. Z rozdzielacza ⑭ ciepło przekazywane jest do obiegów grzewczych B, C, gdzie temperatura na zasilaniu obiegów grzewczych (mierzona czujnikami ⑰, ⑱) regulowana jest zaworami mieszającymi ⑮, ⑯. Przepływ w poszczególnych obiegach grzewczych wymuszają pompy obiegowe ⑦, ⑧. Zawory upustowe ⑲ pozwalają zapewnić właściwy przepływ objętościowy – zabezpieczenie pomp obiegowych. Temat zaworów upustowych został również poruszony w rozdziale 2.6. *Kiedy stosować zbiornik buforowy wody grzewczej?* Temperatura wody użytkowej w podgrzewaczu kontrolowana jest czujnikiem ⑩. Niektóre układy pompy ciepła z podgrzewaczem pozwalają na dogrzewanie tego drugiego grzałką elektryczną ⑪ aktywowaną poprzez stycznik pomocniczy ⑬. Inne użyte w schemacie oznaczenia to: VL – zasilanie, RL – powrót, ⑫ – elementy zabezpieczające (zawór bezpieczeństwa, naczynie wzbiórcze, manometr), ① – czujnik temperatury zewnętrznej.

4. Stopień efektywności COP

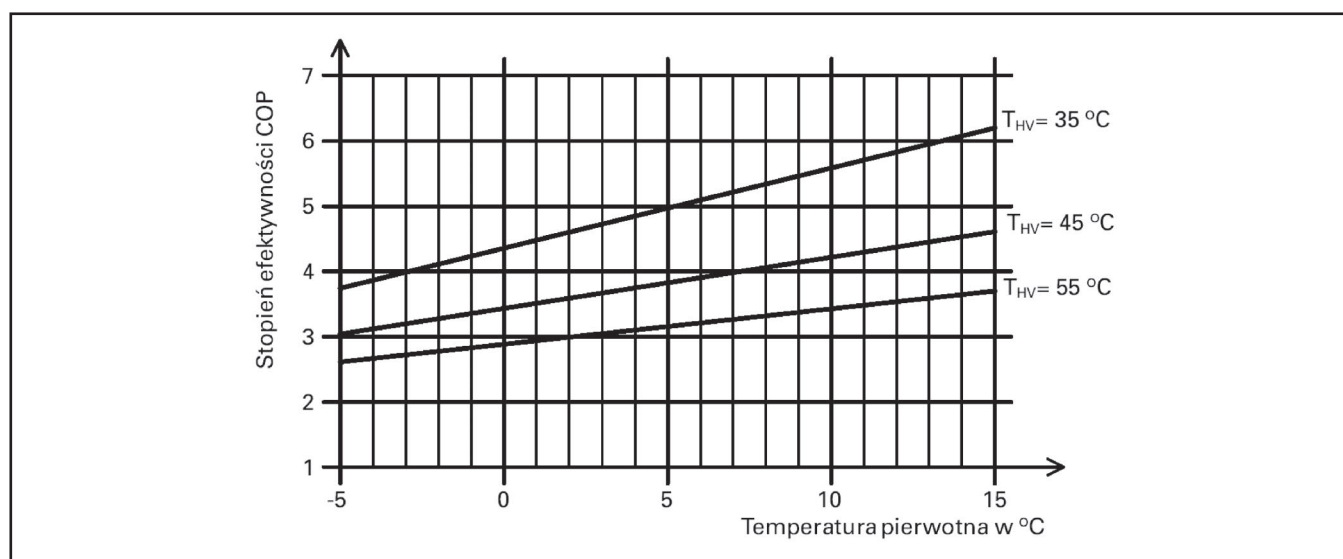
4. Stopień efektywności COP

4.1. Wyznaczanie stopnia efektywności

Stopień efektywności COP (z języka angielskiego – Coefficient of Performance) pompy ciepła to stosunek mocy grzewczej urządzenia (tego, co przekazuje się do instalacji) do poboru mocy elektrycznej (tego, za co płaci się). Wartość stopnia efektywności danej pompy ciepła zależy m.in. od temperatury dolnego źródła, jak i – temperatury, która ma być osiągnięta na zasilaniu obiegu grzewczego. Dlatego też błędem jest stawianie (np. w specyfikacji przetargowej) wymogu osiągnięcia przez urządzenie gwarantowanej wartości COP, jeśli nie określa (nie gwarantuje) się przy tym ściśle wartości wspomnianych temperatur.

4.2. Przykład

Przedstawiony wykres oraz tabela obrazują zmiany stopnia efektywności przykładowej pompy ciepła w zależności od temperatury dolnego źródła (wody lub roztworu glikolu) oraz temperatury zasilania obiegu grzewczego. Należy tu podkreślić, że wartości przedstawione w tabeli – ze względu na uzyskanie ich z wykresu – mogą być obarczone pewnym błędem.



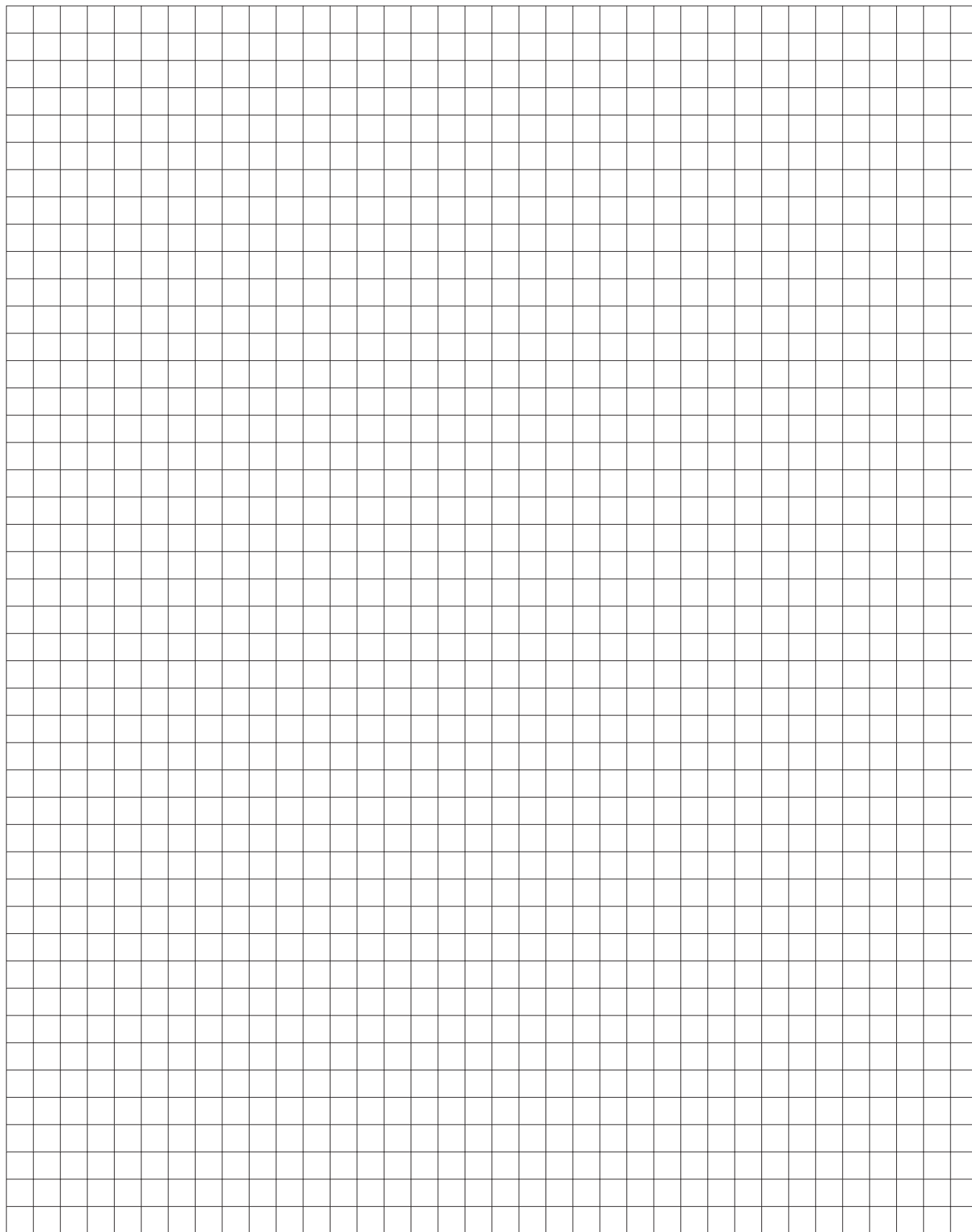
Rys. 4.1. Wykres zależności stopnia efektywności pompy ciepła Vitocal 300 Typ WW 240 od temperatury pierwotnej i temperatury zasilania obiegu grzewczego T_{HV}

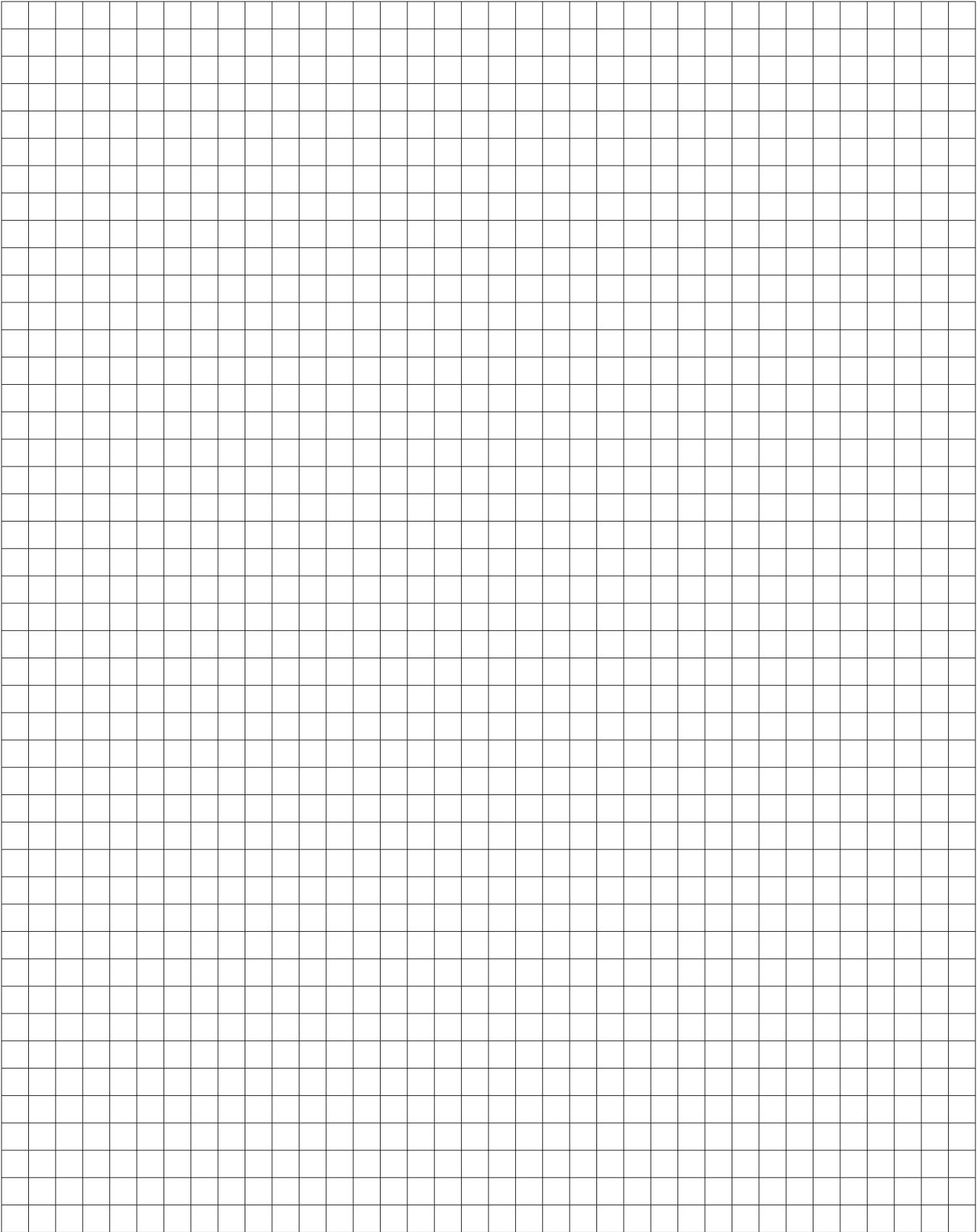
Stopień efektywności COP		Temperatura pierwotna (dolnego źródła) [°C]										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura zasilania obiegu grzewczego, [°C]	55	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3
	50	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7
	45	3,5	3,5	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2
	40	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
	35	4,3	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,6

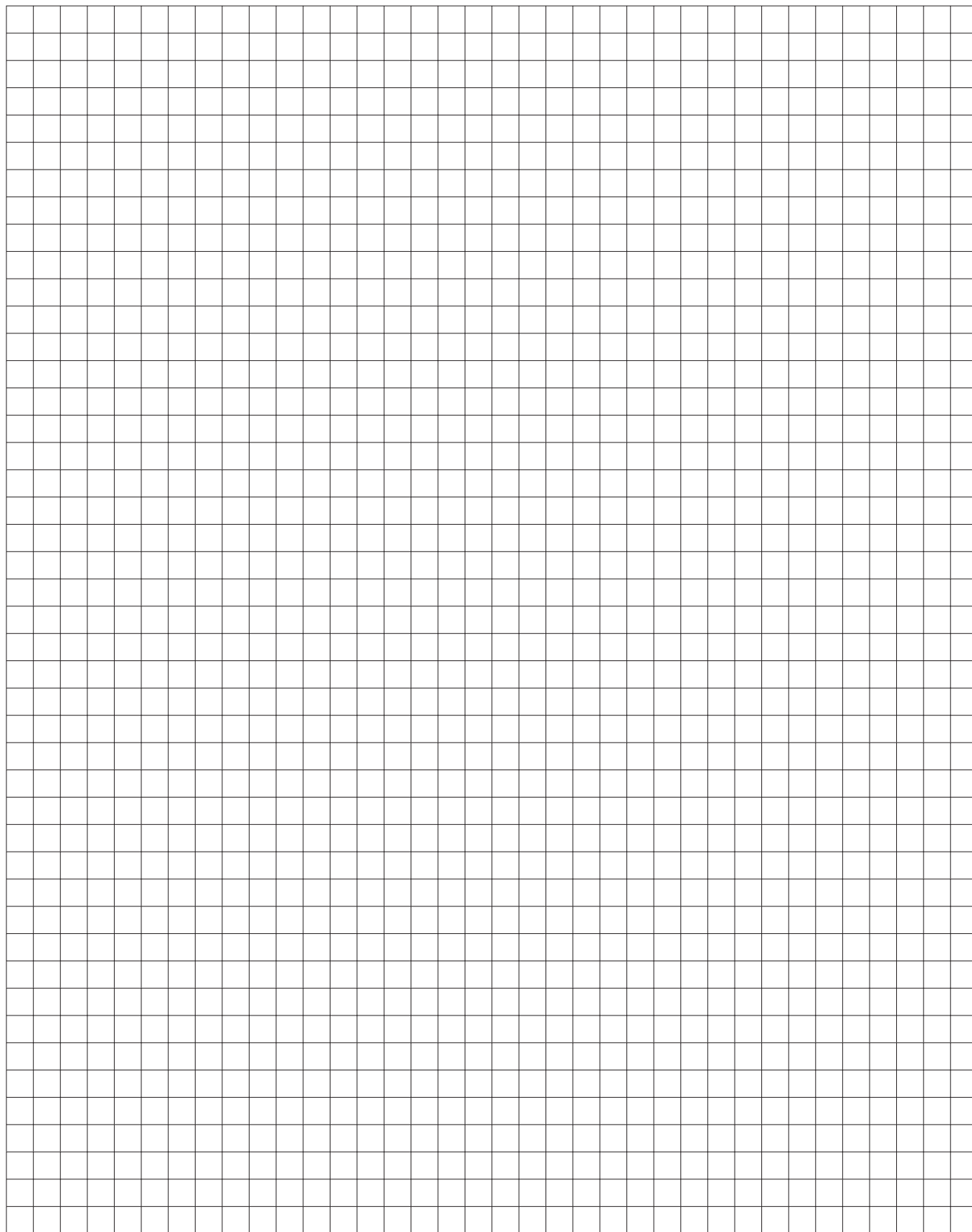
Tab. 4.1. Zależność stopnia efektywności pompy ciepła Vitocal 300 Typ WW 240 od temperatury pierwotnej i temperatury zasilania obiegu grzewczego

5. Literatura

1. *Grabowski. G.,* Pompa ciepła – pomysł na obniżenie kosztów ogrzewania. *Ciepło 1(20)/2003.*
2. *Viessmann* Dokumentacje techniczne firmy Viessmann









**Centra Nowoczesnej
Techniki Grzewczej**

Polska Południowo-Zachodnia
ul. Karkonoska 65
53-015 **Wrocław**
tel. 071/ 36 07 100
fax 071/ 36 07 101

Polska Północno-Zachodnia
ul. Poznańska 181
62-052 **Komorniki k/Poznań**
tel. 061/ 89 96 200
fax 061/ 89 96 201

Polska Południowo-Wschodnia
ul. Gen. Ziętka 126
41-400 **Mysłowice**
tel. 032/ 22 20 300
fax 032/ 22 20 301

Polska Północno-Wschodnia
ul. Puławska 41
05-500 **Piaseczno**
tel. 022/ 71 14 400
fax 022/ 71 14 401

Zakład Produkcyjny w Legnicy
ul. Jaworzyńska 289
59-220 **Legnica**
tel. 076/ 87 68 000
fax 076/ 87 68 001

Policealne Studium
Nowoczesnej Techniki Grzewczej
akademia@viessmann.pl
tel. 032/ 22 20 360
fax 032/ 22 20 405

Internet: www.viessmann.pl
e-mail: info@viessmann.pl

O autorze

Mgr inż. Gabriel Grabowski – w 1997 roku ukończył specjalność *Uzdatnianie wody i oczyszczanie ścieków* w Technikum Ochrony Środowiska w Śląskich Technicznych Zakładach Naukowych w Katowicach. W tym samym roku zdobył (jako członek sześciuosobowej drużyny polsko-rosyjsko-irlandzkiej) dwa wyróżnienia w Finałach Krajowych (Polska, Irlandia) oraz brał udział w Wielkim Finale (organizowanym w Parlamencie Europejskim w Brukseli) europejskiego konkursu z zakresu ochrony środowiska ECCE. W 2002 roku ukończył specjalność *Ogrzewnictwo, wentylacja i technika odpylania* na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach i rozpoczął pracę w Oddziale firmy Viessmann we Wrocławiu. Obecnie (2006 r.) pracuje na stanowisku Doradca techniczny/Wykładowca w Oddziale Firmy w Mysłowicach na Śląsku. Jest również autorem wielu opracowań publikowanych w prasie branżowej oraz poradnika internetowego (tzw. e-book'a) dla budujących i remontujących dom.

Adres poczty elektronicznej autora: gwg@viessmann.com

