

► Alfred Adamczewski

Małe pompy w instalacjach c.o. i ciepłej wody

Współczesne instalacje centralnego ogrzewania i c.w.u. korzystają z wielu nowoczesnych rozwiązań zapewniających niezawodność działania, estetykę wykonania oraz niemal dowolną aranżację pomieszczeń, eliminujących problem kolizji rur z wyposażeniem wnętrza. Przewody c.o. i c.w.u. są z reguły skryte w przegrodach budowlanych, źródła ciepła sytuowane w najprzeróżniejszych miejscach, na ścianie, na dachu (instalacje solarne), w wydzielonym pomieszczeniu. Coraz częściej spotyka się też instalacje z kilkoma źródłami ciepła połączonymi w jeden system. Wszystkie tego typu rozwiązania nie byłyby możliwe bez wymuszonego przepływu wody. W artykule o pompach obiegowych i cyrkulacyjnych w małych instalacjach.

■ Instalacja grawitacyjna i pompowa

W starych typach instalacji c.o. krążenie czynnika grzewczego odbywało się najczęściej grawitacyjnie na zasadzie wyporu wody. Wysokość ciśnienia grawitacyjnego zależała od różnicy gęstości wody zasilającej i powrotnej w instalacji i różnicy wysokości pomiędzy kotłem a grzejnikami; im była większa, tym instalacja działała sprawniej. Rozwiązanie takie wymagało sytuowania kotła jak najniżej w budynku oraz zapewnie-

nia dużej różnicy temperatury między zasileniem a powrotem. Częstą praktyką było np. usuwanie izolacji z przewodów powrotnych dla szybszego schłodzenia czynnika. Nawet wtedy ciśnienie grawitacyjne osiągało niewielkie wartości i dla zrównoważenia strat w obiegu, konieczne było projektowanie dużych przekrojów przewodów. Dodatkowo mała prędkość przepływu czynnika grzewczego w układach grawitacyjnych wymagała układania przewodów ze spadkiem, dla zapewnienia prawidłowego odpowietrzania zładu. Wszystko to powodowało wy-

sokie koszty wykonania instalacji i bardzo duże straty ciepła. Jedyną zaletą rozwiązania był brak prądu do napędu pompy, instalacje mogły pracować nawet w budynkach niepodłączonych do sieci energetycznych. **Instalacje c.o. pompowe** nie mają powyższych problemów; rury mogą być układane bez spadku, ich średnica uzależniona jest tylko wielkością zapotrzebowania na ciepło w pomieszczeniu, jeśli jest małe – średnice nie przekraczają kilkunastu mm. Wymuszony przepływ wody umożliwia niemal dowolne usytuowanie rur, omijanie przeszkód, stosowanie niestandardowych rozwiązań instalacji (ogrzewania podłogowe, zalistkowe, rozdzielaczowe). Układy pompowe w odróżnieniu do rozwiązań grawitacyjnych mogą pracować nawet na niskich parametrach czynnika, wydłużając tym trwałość instalacji; źródłem ciepła może być kocioł niskotemperaturowy, ale też pompa ciepła, kolektor słoneczny. Ostatni argument zwo-

lenników grawitacji krytykujący zużycie energii elektrycznej przez pompy obiegowe jest bardziej związany z niewiedzą o współczesnych rozwiązaniach, dlatego spróbujmy im się przyjrzeć.

Budowa pomp obiegowych

W domowych instalacjach grzewczych stosuje się głównie hermetyczne pompy bezdławnicowe, typu „In-line” (czyli instalowane bezpośrednio na przewodzie) z zamocowanym w konstrukcji pompy silnikiem. Konstrukcja bezdławnicowa powoduje, że zarówno silnik pompy, jak i łożyska ślizgowe chłodzone i smarowane są przepływającą wodą. Ponadto pompy bardzo cicho pracują. Kryterium ograniczającym stosowanie pomp bezdławnicowych jest twardość wody, jeśli przekracza 14°dH, zaleca się stosowanie pomp z „suchym” silnikiem, czyli pomp dławnicowych. Pompy



Grundfos ALFA2 z funkcją AUTOadapt

Fot. Grundfos



Pompa EXPERIA z funkcją AUTOadapt

Fot. LFP



Wilo-Stratos PICO – technologia 3W

Fot. Wilo



Obiegowa pompa energooszczędna w klasie A



Podstawowy zespół pompy z zaworem różnicowym z półholendrami przygotowanymi do montażu typowej pompy obiegowej

bezdławnicowe do c.o. mają korpusy wykonane z żeliwa, wirniki z tworzyw sztucznych lub stali nierdzewnej. Odpowietrzenie pompy może być ręczne (zwykle centralnie, korkiem umieszczoną na korpusie) lub automatyczne. Pompy obiegowe wykonywane są z przyłączami śrubunkowymi lub kołnierzowymi.

Regulacja pomp może się odbywać:

- a) ręcznie** – pompa ma przetłacznik prędkości obrotowej, zwykle 3- lub 4-stopniowy. Zmiana prędkości obrotowej zmienia wydajność i wysokość podnoszenia pompy. Rozwiązanie cenne w instalacjach lub budynkach, które ulegają rozbudowie, przez przyłączanie nowych grzejników. Zmiana prędkości obrotowej może tutaj wyeliminować potrzebę wymiany pompy na nową;
- b) elektronicznie** – rozwiązanie droższe, ale bezobsługowe, zmiana wydajności pompy następuje automatycznie poprzez silnik z przetwornicą częstotliwości, z

płynną regulacją prędkości obrotowej, sterowany elektronicznie. Pompy takie są zalecane w instalacjach z termostatycznymi zaworami grzejnikowymi; zmiana temperatury w pomieszczeniach powoduje w tym przypadku okresowe przemykanie i otwieranie się zaworów grzejnikowych, tym samym zmianę oporów przepływu czynnika grzejnego. Zastosowanie tutaj pompy z regulacją ręczną jest nieekonomiczne, pompa taka przy zmniejszonym zapotrzebowaniu na ciepło będzie dalej tłoczyła wodę z wyższym ciśnieniem, powodując dodatkowo wzrost szumów w instalacji. Pompa elektroniczna automatycznie dostosowuje prędkość obrotową do nowych warunków, zmieniając punkt pracy pompy. Spada nie tylko zużycie ciepła, ale i moc pobierana przez pompę; **Elektroniczne pompy z funkcją AUTO-adapt** to kolejne usprawnienie i wyeliminowanie ingerencji ze strony użytkownika. Pompy z tą funkcją automatycznie rozpoznają warunki panujące w instalacji od

Jeden przycisk i wszystko z głowy



AUTOADAPT

www.autoadapt.pl

Co to jest EEI?

EEI – to wskaźnik efektywności energetycznej pompy określający średni pobór mocy przez pompę w stosunku do jej mocy referencyjnej obliczonej z charakterystyki pracy instalacji. Im niższy wskaźnik EEI, tym pompa w lepszym stopniu współpracuje z systemem grzewczym (dopasowuje się do jego chwilowych potrzeb). Według dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów ekologicznych dla pomp bezdławnicowych wskaźnik

EEI został podzielony na klasy zwane „indeksami efektywności energetycznej”, oznaczone dużymi literami alfabetu A, B, C... (podobnie jak klasy energetyczne sprzętu AGD). Najwyższą sprawność mają pompy klasy A (indeks EEI <0,4), najgorszy G - EEI ≤1,40. Jednocześnie dyrektywa nakazała wdrożyć od dnia 1 stycznia 2013 r. poziom efektywności energetycznej EEI dla pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych poniżej 0,27, a od 1 stycznia 2015 r. EEI ≤0,23.

chwili uruchomienia i modyfikują swoją moc tak, by zapewnić pracę zgodnie z charakterystyką odpowiadającą najwyższej sprawności pompy. Zużycie energii maleje do minimum, pompy z funkcją AUTOadapt spełniają najostrzejsze wymagania norm europejskich w dziedzinie ekologii, wskaźnik EEI spada poniżej 0,3.

Pobór mocy przez najbardziej energooszczędne modele pomp obiegowych jest obecnie znikomy, np. model pompy obiegowej Wilo-Stratos PICO zużywa zaledwie 46,5 kWh energii podczas całego sezonu grzewczego. Przy średnich cenach energii i dwutaryfowym liczniku to nie więcej niż 20 zł/rok.

Pompy cyrkulacyjne c.w.u.

Mają zastosowanie w rozległych instalacjach ciepłej wody, w których odległości pomiędzy źródłem ciepła (termą, zasobnikiem), a punktami poboru (np. baterią natryskową), przekraczają kilka metrów. Czas

oczekiwania na ciepłą wodę po otwarciu baterii spada wtedy do minimum; daje to duże oszczędności w zużyciu wody, zwiększa też komfort jej użytkowania. Krążenie wody pomiędzy zasobnikiem a punktami poboru umożliwia dodatkowy przewód w instalacji c.w.u. tzw. cyrkulacyjny, poprowadzony obok przewodu wody ciepłej. Na przewodzie tym instalowana jest pompa cyrkulacyjna. W małych instalacjach w domach jednorodzinnych jest to zwykle pompa bezdławnicowa:

- z tzw. wirnikiem kulistym,
- z „mokrym silnikiem” i manualną zmianą prędkości obrotowej,
- elektroniczna z „mokrym silnikiem” z płynną regulacją prędkości obrotowej.

Dwie ostatnie konstrukcje są bardzo podobne do wcześniej opisanych, dlatego skupię się na pompie z wirnikiem kulistym. Jedyną ruchomą częścią tej pompy to wirnik w kształcie półkuli, który osadzony jest jednostronnie

na ceramicznej kulce. Wirnik wprawiany jest w ruch obrotowy przez pole magnetyczne wytwarzane przez specjalny silnik dwubiegunowy z magnesami trwałymi. Zapewnia to bardzo cichą pracę pompy, pozwala też na całkowite rozdzielenie przestrzeni wodnej pompy od silnika, eliminując szereg elementów występujących w pompach z silnikami mokrymi asynchronicznymi, jak: uszczelnienia, łożyska ślizgowe.

Dzięki takiej budowie uzyskano m.in.:

- hermetyczne oddzielenie przestrzeni wodnej pompy od silnika,
- bardzo cichą pracę pompy,
- przedłużony okres eksploatacji pompy, brak elementów ulegających naturalnemu niszczeniu,
- bardzo łatwy montaż i demontaż wirnika, może go wykonać sam użytkownik bez potrzeby wzywania serwisu,
- oszczędność energii elektrycznej; dzięki bardzo małej powierzchni styku wirnika z kulką ceramiczną potrzebuje bardzo mało energii do uruchomienia pompy.

Pompy z wirnikiem kulistym z uwagi na budowę silnika znane są też pod nazwą pomp cyrkulacyjnych w technologii ECM (electronically commutated motor). **To obecnie najbardziej energooszczędne konstrukcje na rynku krajowym.** Pobór mocy w różnych modelach waha się od kilkunastu do nawet kilku watów.

Pompy bezdławnicowe w instalacjach c.w.u. w odróżnieniu do bezdławnicowych pomp obiegowych c.o., pracują na innych parametrach czynnika. Temperatura wody w instalacji ciepłej wody jest znacznie niższa, w granicach 2-65°C, ale bardziej agresywna korozyjnie, dlatego korpusy pomp cyrkulacyjnych wykonywane są najczęściej

z brązu lub mosiądzu. Okresowe korzystanie z ciepłej wody w ciągu doby powoduje też, że większość konstrukcji wyposażona jest w tzw. TIMER (programator czasowy), ustawiany manualnie przez użytkownika, pompa załącza się dzięki temu tylko w określonych godzinach doby (np. 6.00-8.00 i 13.00-24.00), zapewniając dużą oszczędność energii.

Jeszcze innym rozwiązaniem charakterystycznym dla pomp cyrkulacyjnych jest **wewnętrzny termostat**, wyłączający pompę w momencie przekroczenia dopuszczalnej temperatury w obiegu. W praktyce termostat taki może mieć dwa rozwiązania, jako: - **termostat ochronny** z ustawieniem fabrycznym, wyłączenie pompy przy przekroczeniu temperatury 55°C i ponowne jej załączenie przy schłodzeniu do temp. 35°C; - **termostat elektroniczny** z płynną nastawą dokonywaną przez użytkownika; umożliwia nastawienie temperatury wyłączającej pompę w przedziale np. 20-60°C, ponowne załączenie po spadku temperatury wody o 5°C poniżej nastawy.

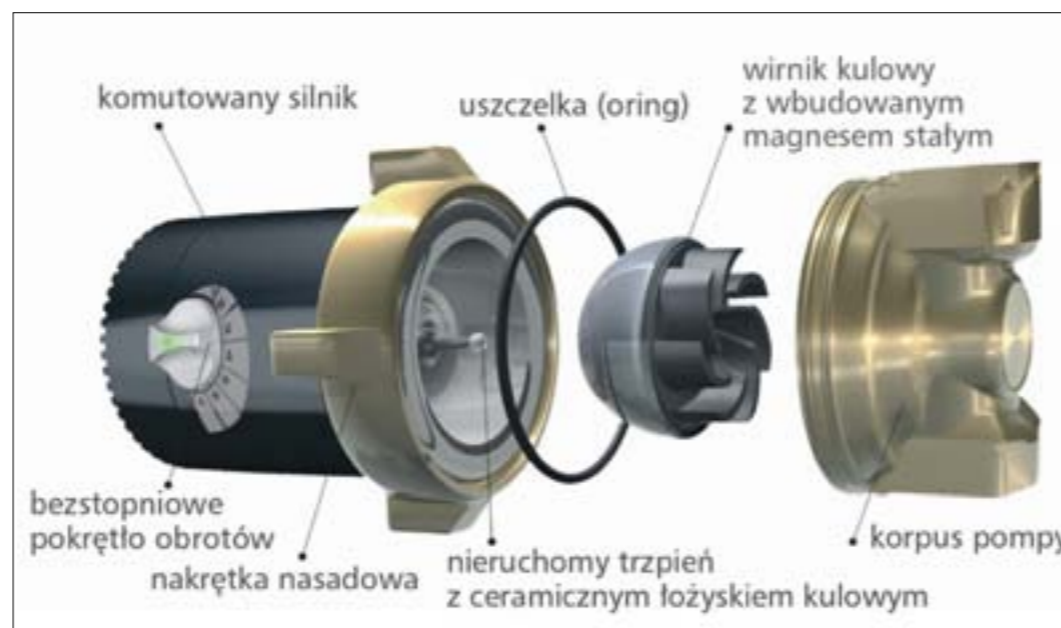
Oba rozwiązania dają dodatkowe oszczędności energii i chronią pompę przed zatarciem kamieniem kotłowym. W instalacjach wyposażonych w zasobniki ciepła występuje problem rozwoju bakterii Legionella i zgodnie z rozporządzeniem ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (DzU Nr 75, poz.690) konieczna jest w nich okresowa dezynfekcja termiczna wody. Dezynfekcja przeprowadzana jest z reguły raz na tydzień w godzinach nocnych, a więc w czasie, gdy pompa cyrkulacyjna może być wyłączona.

Aby uniknąć sytuacji braku krążenia w czasie dezynfekcji, konieczne jest zastosowanie pompy z tzw. **funkcją przegrzewu**. Elektro-



Fot. Hel-Wita

Energoozczędna pompa c.o. WITA Delta HE



Fot. LFP

Pompa cyrkulacyjna ERGA z komutowanym silnikiem



Fot. Grundfos

Pompa cyrkulacyjna UP15 z korpusem z regulatorem czasowym



Fot. Wilo

Pompa cyrkulacyjna Wilo-Star Z NOVA zużywa jedynie 2-4,5 W

nika takiej pompy rozpoznaje samoczynnie podgrzanie i załącza pompę niezależnie od ustawienia zegara sterującego. W ten sposób dezynfekuje się termicznie nie tylko wodę w podgrzewaczu, ale także w całej instalacji.

W instalacjach c.w.u. o wodzie twardej niewyposażonych w zmiękczaczy dobrym rozwiązaniem jest z kolei pompa z **funkcją zabezpieczenia przed zablokowaniem**.

Polega ona na okresowym (co 60 minut) niezależnym od programatora czasowego załączaniem pompy na okres 10 sekund w celu usunięcia gromadzących się osadów kamienia.

Dane publikowane przez regionalne PWiK pokazują, że maksymalne twardości wody w Polsce znacznie przekraczają średnie wartości. Do pracy w trudnych warunkach, czyli tam, gdzie woda ma wysoką zawartość związków wapnia – do 20°dH, a więc potocznie mówiąc jest bardzo „twarda” dostosowana jest pompa Wilo-Star-Z NOVA. To

pompa bezdławnicowa z przyłączem gwintowanym i odpornym na prąd przy zablokowaniu silnikiem synchronicznym.

Zasady doboru pomp

Pompy obiegowe – dobiera się w oparciu o wielkość przepływu i wymaganą wysokość podnoszenia niezbędną do pokonania oporów przepływu w obiegu najbardziej niekorzystnym w instalacji. Podstawą doboru i oceny pomp są ich charakterystyki hydrauliczne, czyli graficzne odwzorowanie zależności wysokości podnoszenia od wydajności pompy. Pompy należy dobierać tak, aby przy zadanych parametrach (wydajności i wysokości podnoszenia) pompa pracowała z optymalną sprawnością. Wielkość przepływu oblicza się na podstawie zapotrzebowania na energię cieplną budynku ze wzoru:

$$V_p = \frac{Q}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} \cdot a \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

gdzie:

Q – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną instalacji c.o. [W],

Δt – obliczeniowa różnica temperatury wody zasilającej i powrotnej [K],

c_p – ciepło właściwe wody [4186 J/(kg·K)],

ρ – gęstość wody dla średniej temperatury czynnika [kg/m³],

a – współczynnik korekcyjny do wydajności pompy.

Przykład: Obliczenie wydajności pompy obiegowej c.o. dla instalacji w domu jednorodzinnej o zapotrzebowaniu na ciepło Q=10 kW, przy parametrach pracy instalacji 75/65°C.

- gęstość wody dla średniej temperatury czynnika $t_{sr} = (t_z + t_p)/2 = (75+65)/2 = 70^\circ\text{C}$

stąd $\rho = 977,8 \text{ kg/m}^3$

- wydajność pompy $V_p = (10000 \cdot 1,15) / (4186 \cdot 977,8 \cdot 10) = 0,000275 \text{ m}^3/\text{s} = 0,99 \text{ m}^3/\text{h}$

Wysokość podnoszenia pompy można obli-

czyć ze wzoru:

$$H_p = [\sum (R \cdot L + Z) - 0,7 \cdot p_{cz,gr}] \cdot b \quad [\text{Pa}]$$

gdzie:

$\sum (R \cdot L + Z)$ – strata ciśnienia najniekorzystniejszego obiegu wraz ze stratą ciśnienia w źródle ciepła [Pa],

$p_{cz,gr}$ – obliczeniowa wartość ciśnienia czynnego grawitacyjnego w najniekorzystniejszym obiegu [Pa],

b – współczynnik korekcyjny do doboru wysokości podnoszenia pompy uwzględniający rezerwy na nieprzewidziane straty ciśnienia.

Współczynniki korekcyjne a i b stosowane są dla instalacji bez automatyki sterującej, a=1,15, b=1,1.

Ogólnie obliczenia hydrauliczne są dość skomplikowane.

Jeśli nie ma projektu, w przybliżeniu można przyjąć, że w domu jednorodzinnej, wysokość podnoszenia pompy waha się w grani-

Montaż pomp

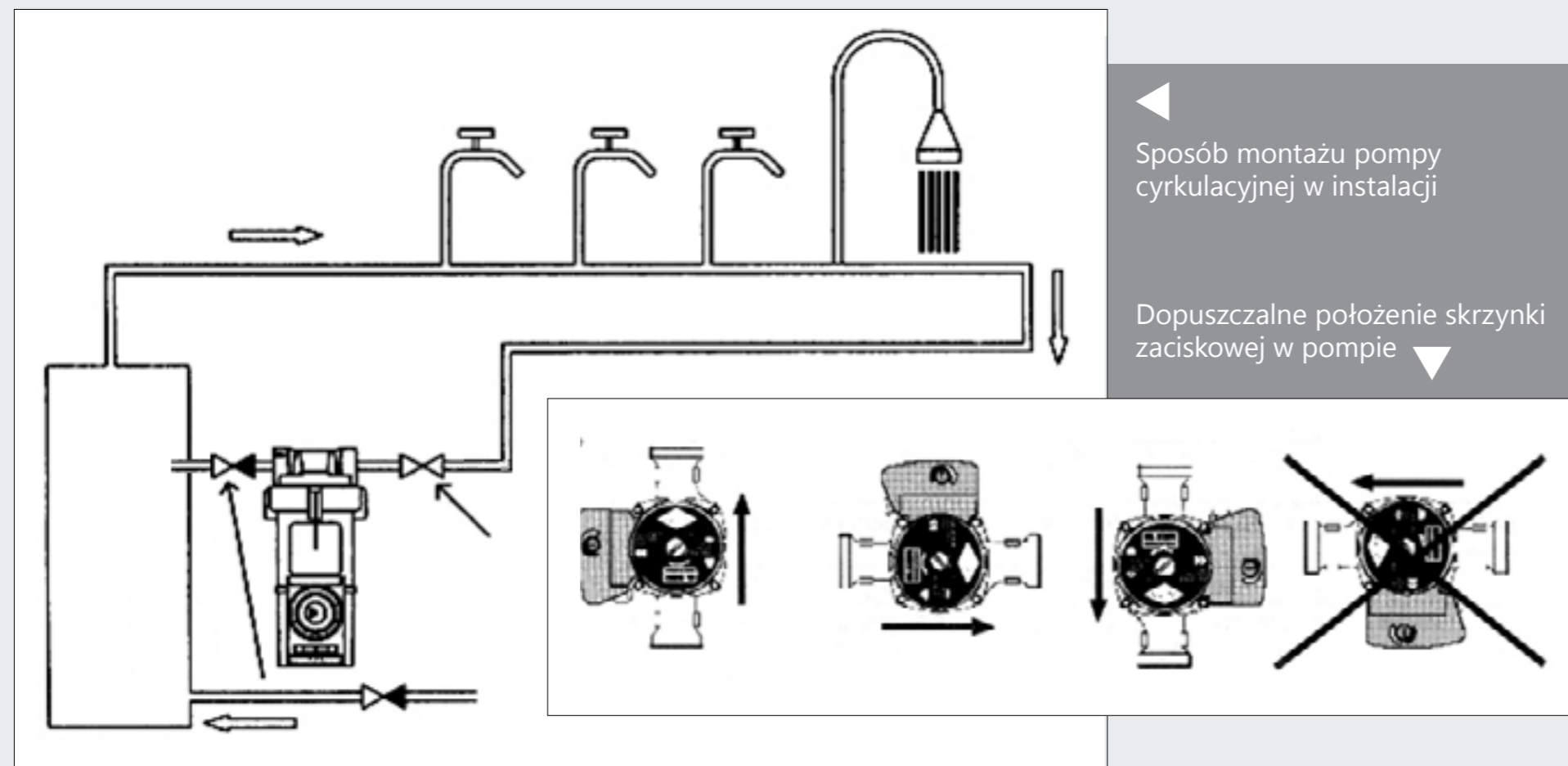
Zasady montażu pomp obiegowych bądź cyrkulacyjnych są szczegółowo opisane w instrukcjach montażu i należy ich ściśle przestrzegać. Pompy bezdławnicowe należy zawsze mocować tak, aby wał pompy był poziomo. Inna pozycja wału jest niedopuszczalna. Pompy mocujemy zgodnie ze strzałką wskazującą kierunek przepływu wody na korpusie. Skrzynka zaciskowa nie może znajdować się w dolnym położeniu pompy, grozi to zawilgoceniem części elektrycznej w czasie odpowietrzania pompy. Sam ka-

bel zaciskowy powinien być podłączony do skrzynki od dołu, w czasie skraplania pary wodnej woda nie spływa wtedy po kablu do skrzynki.

Pompy powinny być chronione filtrami siatkowymi np. FS-3, zamocowanymi przed pompą po stronie napływu wody. Dla umożliwienia czyszczenia filtra i ewentualnej konserwacji pompy na odcinku przed i za pompą powinny być zawory odcinające. W instalacjach pracujących z kotłami na paliwo stałe dobrze jest zamocować tzw. zespół pompowy

wyposażony dodatkowo w zawór różnicowy. Rozwiązanie takie umożliwia obieg grawitacyjny w instalacji przy braku zasilania elektrycznego.

Pompy cyrkulacyjne c.w.u. powinny być zamocowane możliwie blisko zasobnika ciepła. Zaleca się, aby przepływ wody przez pompę odbywał się do góry (najlepsze odpowietrzanie) lub horyzontalnie (poziomo). Po stronie tłocznej pompy należy instalować zawór zwrotny, aby przy wyłączonej pompie nie dochodziło do przepływu wstecznego.



Sposób montażu pompy cyrkulacyjnej w instalacji

Dopuszczalne położenie skrzynki zaciskowej w pompie

cach 1,0-3,0 m, przy czym większe wartości występują jedynie przy ogrzewaniach podłogowych.

Uruchomienie i konserwacja pomp

Przed pierwszym uruchomieniem pompa musi być bezwzględnie odłączona od sieci. Instalację należy wcześniej dokładnie przepłukać w celu usunięcia zanieczyszczeń. Pompę w pierwszej kolejności trzeba dokładnie odpowietrzyć, otwierając powoli doływ wody. Pompy z odpowietrznikiem automatycznym same się odpowietrzają w miarę napełniania instalacji, pozostałe pompy odpowietrzamy przez odkręcenie nakrętki nasadowej lub korka.

Po odpowietrzeniu przykręcamy nakrętkę i możemy próbnie uruchomić pompę. Pompy wielostopniowe zaleca się uruchamiać zawsze na najniższym stopniu. Jeśli w czasie uruchomienia słychać przemieszczające się powietrze w instalacji, pompę ponownie można odpowietrzyć przez lekkie poluzowanie nakrętki.

Uwagi końcowe

Wiele pomp sprzedawanych obecnie na rynku to urządzenia z inteligentną technologią i narzędziami diagnostycznymi do samodzielnego wykrywania sytuacji awaryjnych. Pompy takie wyposażone są w ciekłokrystaliczny wyświetlacz, pokazujący aktualny stan pracy pompy. Każda przyczyna awarii ma swój osobny kod cyfrowy, wyświetlający się na ekranie. Kody opisane są szczegółowo w instrukcji obsługi pompy, ułatwia to użytkownikowi samodzielne usunięcie awarii lub jej profesjonalne zgłoszenie serwisowi. ■