

► Stefan Żuchowski

# Porównanie z tradycyjnymi zbiornikami Zbiorniki buforowe warstwowe – z węzownicą lub modułem świeżej wody

W ostatnich latach wzrasta liczba instalacji grzewczych wyposażonych w zbiornik buforowy. Początkowo były to proste konstrukcje przeznaczone do akumulacji ciepła na potrzeby instalacji grzewczej na przykład przy zasilaniu instalacji z pompy ciepła czy z kotła stałopalnego. Z czasem zaczęto stosować zbiorniki przeznaczone zarówno do magazynowania energii na potrzeby ogrzewania budynku, jak i do przygotowania ciepłej wody użytkowej. W ten sposób na rynku pojawiły się popularne dziś zbiorniki płaszczowe z wbudowanym zasobnikiem ciepłej wody. Kolejnym krokiem w rozwoju technologii magazynowania energii były warstwowe zbiorniki buforowe z wbudowaną węzownicą do przygotowania ciepłej wody.

## ■ Zbiorniki buforowe warstwowe z wbudowaną węzownicą do przygotowania ciepłej wody

Były one wynikiem poszukiwania rozwiązania, które pozwoliłoby zmagazynować znaczną ilość energii i zapewnić wysoki komfort cieplny z jednoczesnym zminimalizowaniem ilości ciepłej wody w instalacji. Osiągnięcie tego celu pozwoliłoby pogodzić

wysoką sprawność instalacji z redukcją zagrożenia rozwoju bakterii chorobotwórczych w wodzie użytkowej. Pierwszym rozwiązaniem, jakie zaczęto wdrażać, były zbiorniki buforowe, w których zamiast dużej pojemności zasobnika ciepłej wody umieszczono znacznej powierzchni węzownicę. W jej wnętrzu płynie woda użytkowa (jest jej o wiele mniej niż w stosowanym dotychczas zasobniku), która ogrzewa się od otaczającej wę-



zownicę wody instalacyjnej.

**Dla uzyskania maksymalnej wydajności i efektywnej pracy źródła ciepła węzownica ta w dolnej części bufora ma tylko kilka zwojów. Dopiero w górnej części zbiornika, w obszarze o najwyższej temperaturze jest ona gęsto nawinięta.**

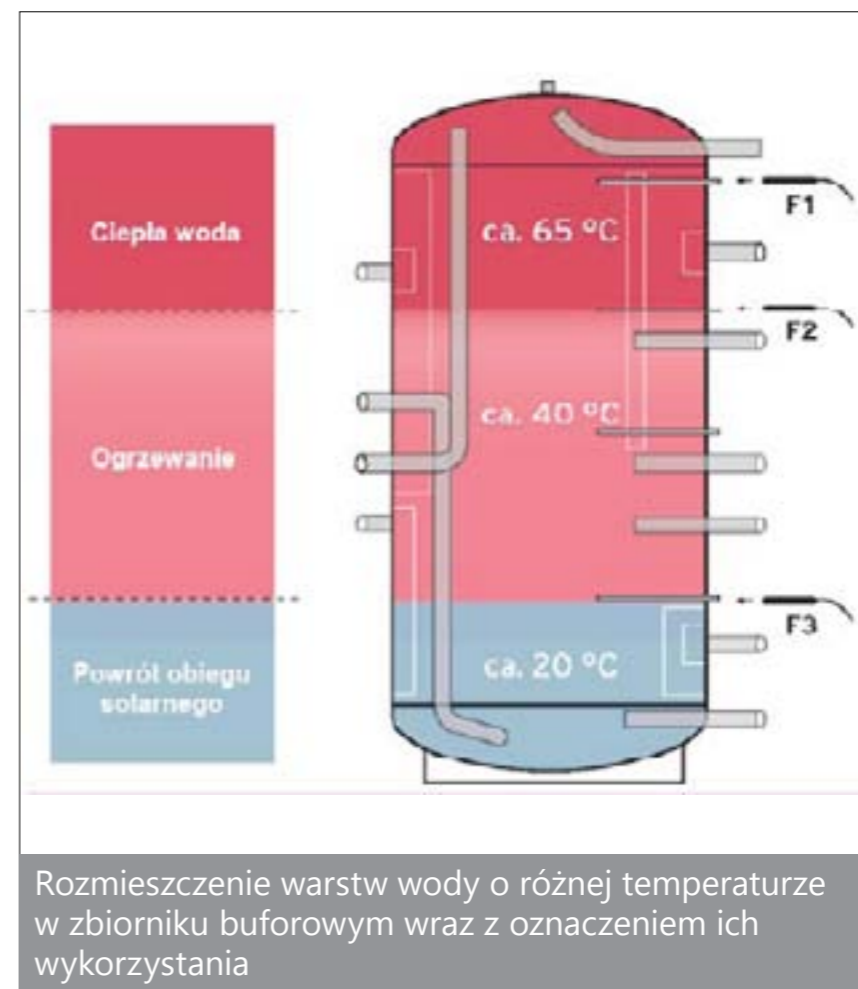
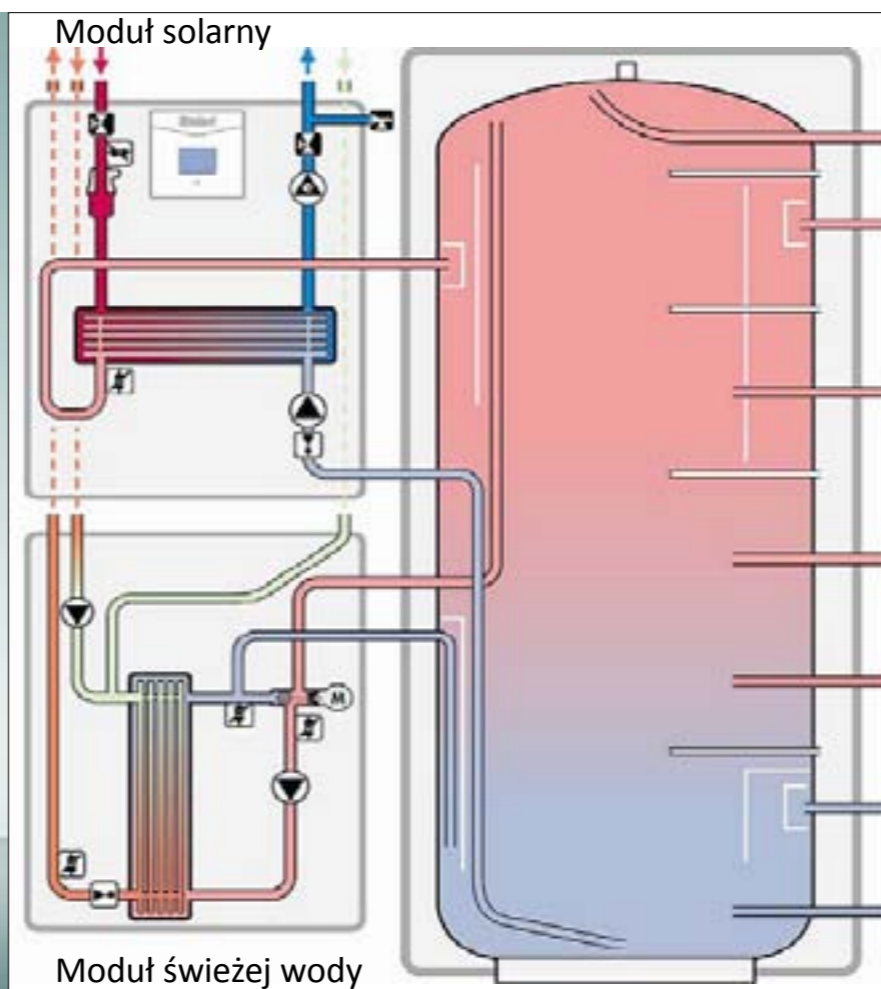
Dzięki temu wystarczające jest, by źródło ciepła podgrzewało do wysokiej temperatury wyłącznie górną część bufora. Dolna zaś jest podgrzewana jedynie do temperatury wymaganej do zasilania instalacji grzewczej. Umożliwia to efektywne wykorzystanie źródeł ciepła, których sprawność zależy od temperatury pracy takich, jak: pompy ciepła, kotły kondensacyjne czy kolektory słoneczne. W sezonie grzewczym źródło ciepła zasila górną część zbiornika tylko w czasie znacznego poboru ciepłej wody. W przypadku instalacji w domu jednorodzinnym mogą to być zaledwie 1-2 godziny na dobę. W pozo-



stałym czasie w miarę potrzeb źródło ciepła zasila dolną część bufora i za jej pośrednictwem instalację grzewczą. Oczywiście szczególnie dobre wyniki otrzymamy, jeśli cała instalacja grzewcza pracuje na niskich parametrach.

## Konstrukcja

Szczegółowa konstrukcja zbiorników buforowych z wbudowaną węzownicą do przy-



Rozmieszczenie warstw wody o różnej temperaturze w zbiorniku buforowym wraz z oznaczeniem ich wykorzystania

i elastyczność w dopasowaniu elementów systemu. Ciekawą alternatywą są nowoczesne zbiorniki warstwowe współpracujące z modułem „świeżej wody”. System składa się z kilku elementów. Przede wszystkim zbiornika buforowego, modułu „świeżej wody” oraz ewentualnego modułu do współpracy z kolektorami słonecznymi.

### Zasada działania modułu świeżej wody

Podobnie jak w przy-

gotowania ciepłej wody jest zróżnicowana. Część zbiorników od razu jest przygotowana do zasilania z kilku źródeł ciepła. Mają one dużą liczbę króćców oraz węzownicę umożliwiającą podłączenie kolektorów słonecznych. W przypadku innych konstrukcji w celu podłączenia kolektorów wystarczy zdemontować pokrywę rewizyjną w dolnej części zbiornika i zamontować inną pokrywę z przymocowaną do niej węzownicą.

Czasami jest możliwość wyboru węzownicy o różnej powierzchni i przez to dopasowania jej do liczby kolektorów, jaką chcemy zastosować.

**Zalety tego rodzaju zbiorników** to przede wszystkim prosta konstrukcja oraz skuteczne rozdzielanie warstwy o wysokiej temperaturze od dolnej przestrzeni niskotemperatu-

rowej. Zapewnia to uzyskanie maksymalnej sprawności pompy ciepła, kotła kondensacyjnego czy kolektorów słonecznych. Zastosowanie węzownicy do podgrzewania wody użytkowej jest też skutecznym rozwiązaniem zabezpieczającym układ przed powstawaniem osadów i spadkiem wydajności. Wynika to z faktu zastosowania węzownicy wykonanej z blachy falistej, która podlega cyklicznemu rozszerzaniu się i kurczeniu, co sprzyja odrywaniu się zanieczyszczeń.

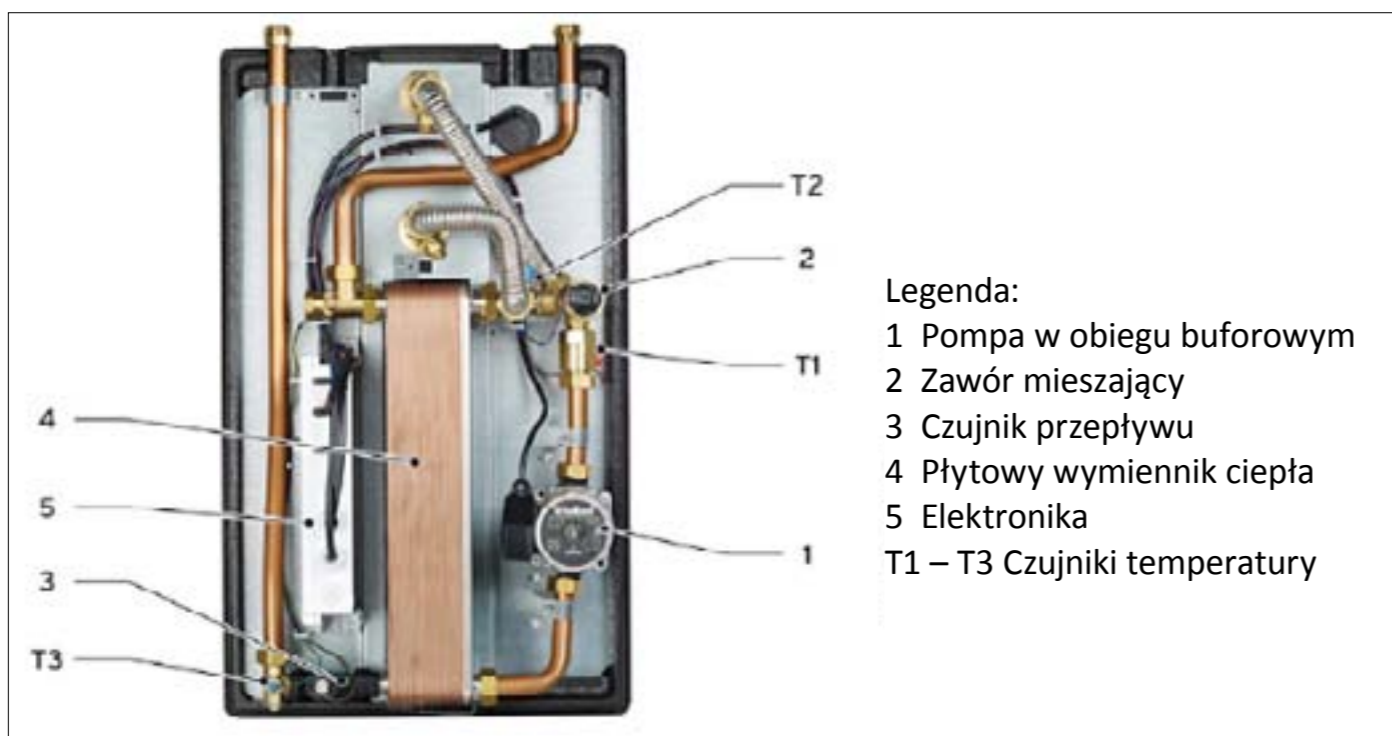
**Do wad czy raczej ograniczeń tego rodzaju konstrukcji** można zaliczyć przede wszystkim małą elastyczność układu. Mimo, że w niektórych konstrukcjach możemy wybrać powierzchnię węzownicy do podłączenia kolektorów, to ze względu na ograniczoną przestrzeń w zbiorniku nie zawsze wielkość

węzownicy będzie wystarczająca do wymaganej powierzchni kolektorów. Podobnie jest z wydajnością zbiornika od strony ciepłej wody użytkowej. Rozbudowana, ale mimo wszystko ograniczona powierzchnia węzownicy jest czasami zbyt mała dla zapewnienia wymaganego komfortu, szczególnie w przypadku zasilania jednocześnie kilku łazienek.

### Zbiorniki buforowe warstwowe z modułem świeżej wody i modułem solarnym

Ograniczone możliwości zbiorników z wbudowaną węzownicą sprawiają, że producenci w dalszym ciągu poszukiwali i poszukują rozwiązania, które zapewni odpowiedni poziom komfortu, wysoką sprawność urządzeń, ale

padku zbiornika z wbudowaną węzownicą tutaj również w górnej części bufora utrzymywana jest wysoka temperatura wody umożliwiającą podgrzewanie wody użytkowej. W buforze nie ma jednak żadnej węzownicy czy zasobnika ciepłej wody. Do podgrzewu wody użytkowej służy moduł „świeżej wody” mocowany na buforze lub na ścianie. Ma on wbudowany wymiennik ciepła, pompę obiegową oraz czujnik przepływu, czujniki temperatury i układ elektroniczny sterujący jego pracą. W przypadku wykrycia przepływu wody użytkowej uruchamiana jest pompa, która pobiera gorącą wodę instalacyjną z górnej części bufora i zasila wymiennik ciepła. W ten sposób następuje przepływowe podgrzewanie wody użytkowej. Regulacja tem-



Legenda:  
 1 Pompa w obiegu buforowym  
 2 Zawór mieszający  
 3 Czujnik przepływu  
 4 Płytowy wymiennik ciepła  
 5 Elektronika  
 T1 – T3 Czujniki temperatury

Budowa modułu świeżej wody

peratury odbywa się poprzez sterowanie wydajnością pompy zasilającej wymiennik ciepła oraz ewentualnie ustawienie zaworu mieszającego regulującego temperaturę wody od strony zasilania wymiennika ciepła. Dokładność regulacji temperatury jest wysoka i po krótkim czasie stabilizacji, odchyłka od wymaganej wartości nie przekracza 1 K. **Zasada działania modułu wyjaśnia znaczenie dość osobliwej nazwy. Określenie „świeża woda” oznacza w tym przypadku brak magazynowania znacznej ilości ciepłej wody w systemie. Jest ona podgrzewana wyłącznie na bieżąco podczas przepływu. Zapewnia to najskuteczniejszą ochronę przed rozwojem bakterii w wodzie, która w systemie z zasobnikiem długi czas zalega w instalacji, a dodatkowo w dolnej części zasobnika ma z reguły temperaturę sprzyjającą rozwojowi bakterii.**

Zastosowanie modułu świeżej wody ma rów-

niez korzystny wpływ na sprawność systemu, ponieważ sposób sterowania i rozbudowana powierzchnia wymiany ciepła sprawiają, że woda instalacyjna wracająca z modułu do bufora ma bardzo niską temperaturę. W ten sposób można znacząco podnieść sprawność pompy ciepła, kotła kondensacyjnego czy kolektorów słonecznych. Moduł świeżej wody oprócz higienicznego przygotowania ciepłej wody zapewnia również komfortową i oszczędną pracę instalacji cyrkulacji ciepłej wody. W przypadku zastosowania instalacji cyrkulacyjnej wystarczy podłączyć niewielką pompę obiegową na wejściu zimnej wody do modułu. Pracą pompy można sterować czasowo, ale bardziej korzystne jest wykorzystanie funkcji jednorazowej pracy pompy. W tym celu wystarczy, wchodząc rano do łazienki, spowodować krótkotrwały pobór wody, dostownie przez 1 sekundę. Od tego momentu pompa zaczyna pracować, a moduł podgrzewa wodę w instalacji cyrku-

lacyjnej. Jak tylko na powrocie z instalacji zostanie osiągnięta wymagana temperatura, wówczas następuje wyłączenie pompy cyrkulacyjnej.

Taki sposób sterowania pracą pompy cyrkulacyjnej jest szczególnie korzystny dla osób prowadzących nieregularny tryb życia (czyli zapewne większości), dla których te same godziny pracy pompy cyrkulacyjnej dla każdego dnia są nie do zaakceptowania. Takie rozwiązanie w prosty sposób sprawia, że instalacja pracuje wyłącznie wtedy, gdy jest to potrzebne, a jej koszty eksploatacji są bardzo niskie.

Podobnie jak moduł świeżej wody, tak i pozostałe elementy systemu zostały zaprojektowane tak, by uzyskać maksymalną sprawność instalacji. Znaczną rolę odgrywa w tym przypadku również wbudowany w zbiorniku system kierownic sterujący przepływem wody zarówno od strony źródeł ciepła, jak i od strony odbiorników.

### Maksymalna skuteczność

Od strony źródeł ciepła interesuje nas maksymalna skuteczność, wykorzystanie ewentualnej wysokiej temperatury, ale także wysoka sprawność przy pracy z niższą mocą i niższą temperaturą.

Przykładowo, jeśli źródło ciepła pracuje z niską temperaturą, niższą niż poziom utrzymywany w górnej części bufora, wówczas woda instalacyjna dostarczana ze źródła ciepła spływa grawitacyjnie po konstrukcji kierownicy do dolnej strefy bufora. Jeśli natomiast przykładowo kolektory słoneczne w samo południe pracują z wysoką mocą i temperaturą, wówczas podgrzewana przez nie woda od razu płynie ku górze zbiornika, zasilając warstwę wody wykorzystywaną do przygotowania ciepłej wody.

### Wysoka sprawność

Patrząc na wodę instalacyjną wracającą z odbiorników ciepła interesuje nas, by bez potrzeby nie podnosić temperatury powrotu do źródła ciepła, a więc nie podnosić temperatury dolnej strefy zbiornika. Z tego powodu również po stronie odbiorników ciepła zastosowano układ kierownic wspomagający warstwowy rozkład temperatury w buforze. Dzięki temu jeśli przykładowo z modułu świeżej wody wraca woda o temperaturze 12-15°C, wówczas od razu opadnie ona na dno zbiornika buforowego. Jeśli zaś z instalacji grzewczej wraca woda o temperaturze 30-40°C, wówczas po powierzchni kierownicy popłynie ona do środkowej strefy bufora. Takie rozwiązanie ogranicza zjawisko mieszania się wody w buforze i wyrównywania temperatury. Czasem dochodzi nawet do ciekawej sytuacji.

Przykładowo kotłownia zasila środkową część zbiornika do temperatury wymaganej dla instalacji grzewczej (np. 40°C). W tym czasie z instalacji wraca woda o temperaturze około 30°C, a równolegle pracuje moduł świeżej wody. Wówczas do kotła nie trafia woda o temperaturze 30°C, a 12-15°C, która płynie z modułu świeżej wody. Takie rozwiązanie pozwala na uzyskanie wyższej sprawności na przykład kotła kondensacyjnego czy pompy ciepła, nawet w porównaniu do bezpośredniego zasilania instalacji niskotemperaturowej.

### Moduł do współpracy z kolektorami słonecznymi

Ostatnim elementem systemu jest moduł do współpracy z kolektorami słonecznymi. Jest on wyposażony w znacznej powierzchni wymiennik ciepła, pompy obiegowe oraz czuj-

niki temperatury, czujnik przepływu i układ elektroniczny. Dzięki zastosowaniu pomp o regulowanej wydajności moduł dostosowuje temperaturę wody wpływającej do zbiornika do aktualnych potrzeb oraz natężenia promieniowania słonecznego. W pierwszej kolejności pompy pracują z niską prędkością, by uzyskać wyższą temperaturę zapewnia-

jącą ładowanie górnej części zbiornika. Jeśli z powodu niskiego nasłonecznienia nie jest to możliwe, wówczas wydajność pomp jest ustalana na poziomie gwarantującym najniższą różnicę temperatury pomiędzy kolektorami słonecznymi i temperaturą wody wpływającej do bufora. W praktyce wygląda to tak, że gdy natężenie promieniowania słonecz-

nego jest wysokie, wówczas moduł zasila z wysoką temperaturą górną część bufora. Jeśli zaś natężenie spada, wówczas moduł zasila z niską temperaturą dolną część bufora. Dzięki temu z jednej strony w południe następuje szybkie podgrzanie górnej warstwy bufora, a z drugiej strony rano i po południu jesteśmy w stanie wykorzystać nawet niewiel-

ką ilość energii słonecznej docierającej do kolektorów.

### Dlaczego zbiorniki buforowe warstwowe z modułami?

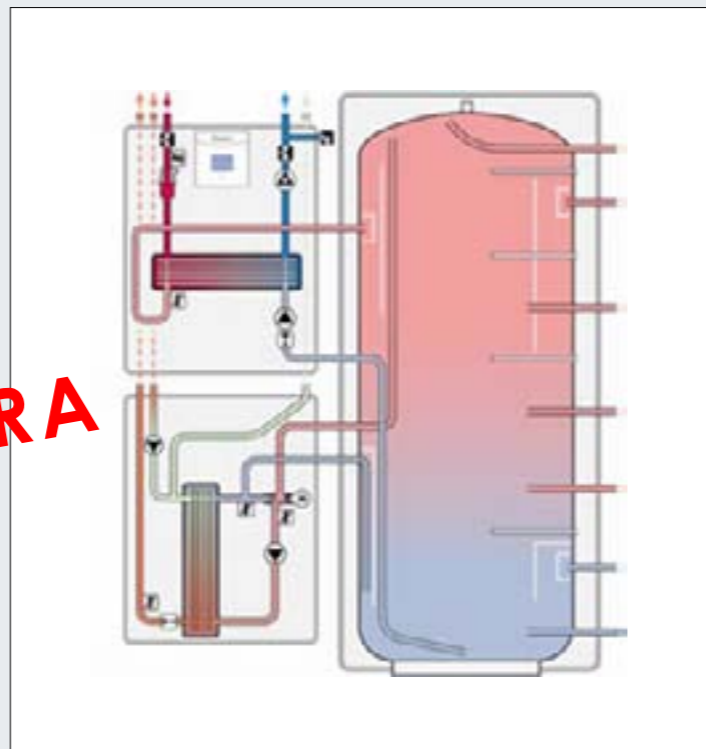
Zaletą systemu składającego się ze zbiornika warstwowego i modułów hydraulicznych to

## Porównanie zasobników buforowych warstwowych z modułem świeżej wody i modułem solarnym z:

...biwalentnym pojemnościowym podgrzewaczem wody



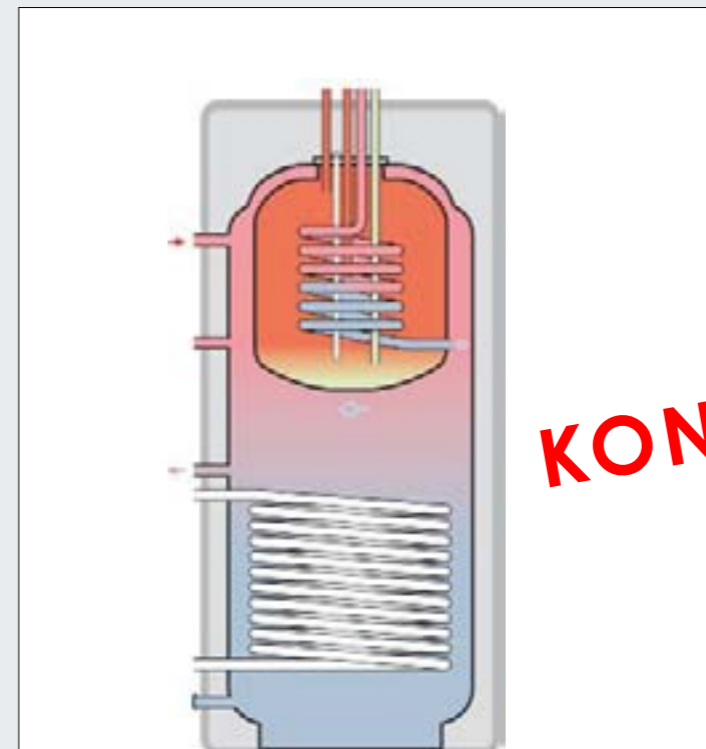
**KONTRA**



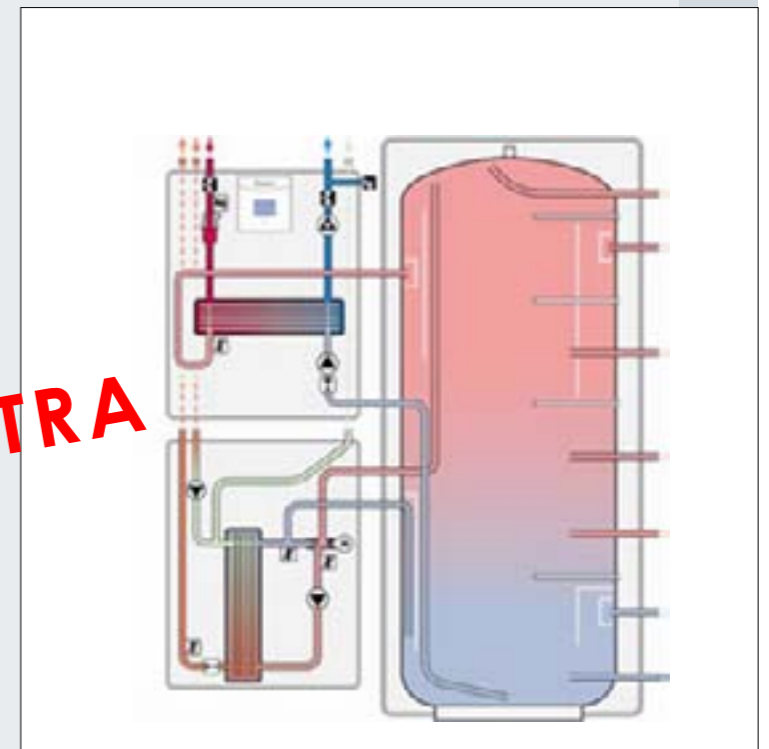
1. Maks. temperatura zasobnika 85°C
2. Ładowanie od dołu do góry (powoli)
3. Tylko do przygotowania c.w.u. → nieporównywalnie bezpośrednio
4. Zasobnik emaliowany → anoda magnezowa (ochrona przed korozją) → wymagany przegląd
5. Ochrona przed bakterią Legionella → wymagane podgrzanie do 70°C → wyższe koszty eksploatacji
6. Ograniczona powierzchnia węzownicy

1. Maks. temperatura bufora 95°C → wyższy uzysk energii słonecznej
2. Ładowanie od góry do dołu (skrócenie czasu oczekiwania na ciepłą wodę).
3. Wykorzystanie energii słonecznej do wspomaganie c.o. i c.w.u.
4. Stalowy zbiornik wody grzewczej → brak anody/brak potrzeby konserwacji
5. Brak ryzyka rozwoju bakterii Legionella → podgrzewanie c.w.u. w module świeżej wody
6. Możliwość wyboru wielkości modułu świeżej wody i modułu solarnego

...zbiornikiem buforowym z wbudowanym zasobnikiem c.w.u.

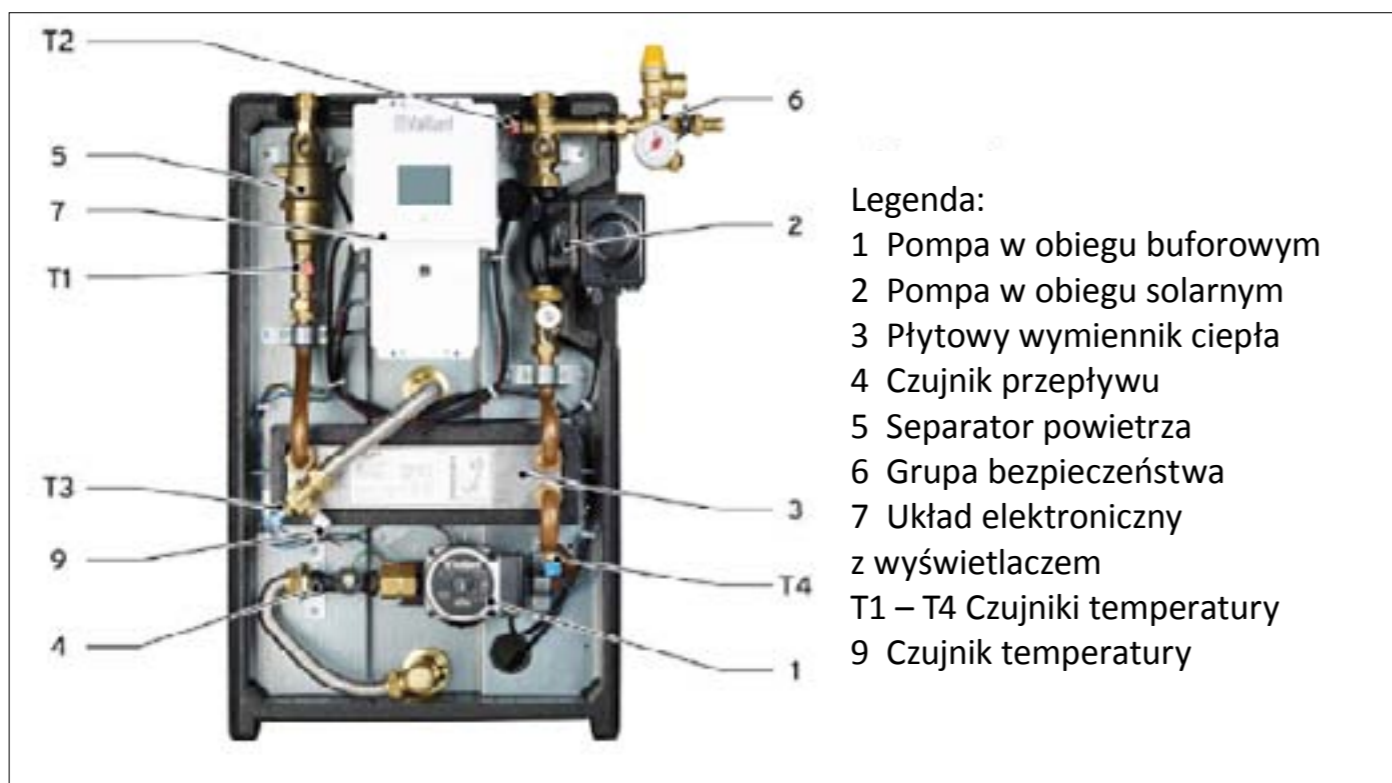


**KONTRA**



1. Maks. temperatura bufora 95°C
2. Ładowanie od dołu do góry (powoli)
3. Emaliowany zasobnik c.w.u. → anoda magnezowa (ochrona przed korozją) → wymagana konserwacja
4. Ochrona przed bakterią Legionella → wymagane podgrzanie do 70°C → wyższe koszty eksploatacji
5. Ograniczona pojemność zasobnika c.w.u.

1. Maks. temperatura bufora 95°C
2. Ładowanie od góry do dołu (skrócenie czasu oczekiwania na ciepłą wodę).
3. Stalowy zbiornik wody grzewczej → brak anody/brak potrzeby konserwacji
4. Brak ryzyka rozwoju bakterii Legionella → podgrzewanie c.w.u. w module świeżej wody
5. Pobór wody np. 2-35 l/min
6. Możliwość wyboru wielkości modułu świeżej wody i modułu solarnego



- Legenda:
- 1 Pompa w obiegu buforowym
  - 2 Pompa w obiegu solarnym
  - 3 Płytowy wymiennik ciepła
  - 4 Czujnik przepływu
  - 5 Separator powietrza
  - 6 Grupa bezpieczeństwa
  - 7 Układ elektroniczny z wyświetlaczem
  - T1 – T4 Czujniki temperatury
  - 9 Czujnik temperatury

Budowa modułu solarnego

przede wszystkim duża elastyczność w doborze komponentów. Swobodnie można wybierać pojemność zbiornika w zakresie od 300 do 2000 l. W ofercie niektórych firm dostępne są zbiorniki o jeszcze większej pojemności. Podobnie jest z modułami świeżej wody. Bez kłopotu można znaleźć na rynku systemy o wydajności zaczynającej się od 20 l/min, a kończącej się na przepływie powyżej 100 l/min. Do tego w niektórych przypadkach możliwe jest kaskadowe łączenie modułów świeżej wody.

Takie rozwiązania pozwalają z łatwością wybrać rozwiązanie dla domu jednorodzinnego, rezydencji z kilkoma łazienkami, jak i dla bloku mieszkalnego. Dodatkowo uzyskujemy korzystne połączenie bezpiecznego i higienicznego podgrzewania wody w systemie przepływowym z komfortem, jaki daje znaczna ilość energii zmagazynowana w buforze. Z reguły w systemie zbiorników warstwowych

z łatwością dobierzemy też moduł do współpracy z kolektorami słonecznymi. Tu również producenci oferują kilka wielkości modułów dostosowanych do określonej powierzchni kolektorów. Z reguły oznaczenie modułu od razu sugeruje maksymalną powierzchnię kolektorów, z jaką może współpracować dany moduł.

#### Podsumowując...

...wydaje się, że obecny od kilku lat na rynku system warstwowych zbiorników buforowych współpracujących z modułami świeżej wody jest rozwiązaniem, które najłatwiej można dopasować do rodzaju instalacji i zastosowanych w niej urządzeń.

Sz szczególnie korzystna jest możliwość różnicowania pojemności zbiorników i wielkości modułów, nie zawsze przecież do dużego zbiornika buforowego będziemy stosowali pole kolektorów o dużej powierzchni. ■