

# Inżynieria zdrowia – inżynieria sanitarna. Dlaczego stabilizacja ciśnienia jest tak ważna?

BARTOSZ TYWONEK

Porównując układ krążenia w naszych organizmach z systemami obiegów grzewczych i chłodniczych, możemy zaobserwować wiele podobieństw, gdyż liczne procesy w nim zachodzące znajdują odzwierciedlenie w inżynierii sanitarnej. Jednym z nich są wahania ciśnienia w naszym organizmie, które skutkują nie tylko zmianą nastroju, obniżeniem poczucia komfortu i efektywności pracy, ale również wpływają na zdrowie całego organizmu.

Ciśnienie w naszym organizmie nie jest stałe i ulega zmianom podczas dnia pracy, co może mieć związek z emocjami (np. stres) lub wysiłkiem fizycznym czy nieprawidłową dietą. Ciśnienie, zarówno zbyt niskie, jak i zbyt wysokie, może wiązać się z obniżeniem naszej efektywności działania w ciągu dnia i poważnymi problemami zdrowotnymi w dłuższej perspektywie.

Podobne zależności możemy zaobserwować w inżynierii sanitarnej, zwłaszcza w zamkniętych układach grzewczych i chłodniczych. Również one podlegają różnym formom „stresu”, na który możemy przygotować się tak, aby uniknąć przerw w pracy niezbędnych do ich regeneracji. Jednym z takich bezpieczników pozwalających na zachowanie stabilnego ciśnienia w sytuacji awaryjnej lub konieczności pracy na bardzo wysokich obrotach, jest stosowanie systemów stabilizacji ciśnienia. W sytuacji zwiększonego obciążenia umożliwiają one kompensowanie nadwyżki ciśnienia (stres) poza układem, natomiast w przypadku zbyt dużego rozluźnienia i spadku ciśnienia – uzupełnić braki (można to nazwać „motywatorem”).

## Dlaczego należy stosować układy stabilizacji ciśnienia?

# PN-EN 12828. Norma dotycząca projektowania wodnych instalacji centralnego ogrzewania wskazuje na konieczność stosowania urządzeń kontrolnych do utrzymywania ciśnienia (dział 4.7.4): „instalacja grzewcza powinna być wyposażona w urządzenie do regulacji i utrzymywania odpowiedniego ciśnienia, w celu zapewnienia w niej minimalnego ciśnienia roboczego.

Może to zapewnić stosowanie automatycznych zestawów do uzupełniania i napełniania instalacji lub zbiorników zasilających i kompensujących, czy też zbiorników kompensujących połączonych z ogranicznikiem niskiego ciśnienia. W systemach zamkniętych, urządzenia te w trybie ciągłym monitorują ciśnienie i w przypadku jego spadku poniżej ustawionej wartości minimalnej lub wyłączenia systemu, rozpoczynają automatyczne uzupełnienie lub przesyłają sygnał alarmowy do operatora.”

# VDI2035 część 2. W niemieckich wytycznych branżowych, na które w dokumentacjach techniczno-ruchowych powołują się producenci urządzeń grzewczych, również znajdziemy zapis o konieczności stosowania systemów stabilizacji ciśnienia w aspekcie obniżenia ryzyka wystąpienia korozji. Zalecenia te zostały przełożone na język polski w formie „Wytycznych do projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła PORT PC”, Część 5 (Załącznik A).

Wracając do pierwszego akapitu artykułu i analogii do naszego stanu zdrowia – stabilizacja ciśnienia jest

kluczem do komfortu. W tym przypadku nie chcemy, aby nasz system grzewczy/chłodniczy „wychodził ze strefy swego komfortu” i powodował sytuacje, w których również my musimy ją także opuścić. Zachowanie stabilnego ciśnienia jest głównym zadaniem systemów do tego przeznaczonych. Tym samym niezwykle ważne jest ich wymiarowanie w taki sposób, aby w warunkach eksploatacji systemów grzewczego/chłodniczego nie dopuścić do powstania podciśnienia i zjawiska kawitacji. Warunek ten dotyczy nie tylko punktu przyłączenia urządzenia do instalacji, ale także wszystkich innych punktów w systemie. Należy zapewnić odpowiednią nadwyżkę ciśnienia (min 0,3 bar) zarówno w najwyższym punkcie instalacji, np. przy odpowietrznikach, jak i minimalne ciśnienie na wlocie do pompy, zależnie od typu urządzenia oraz temperatury roboczej.

Pompe automatyzacji stabilizacji ciśnienia zapewniają nie tylko wyższy komfort pracy, ale także zmniejszają wymaganą powierzchnię zabudowy w porównaniu z ciśnieniowymi naczyniami przeponowymi wypełnionymi częściowo gazem; uzyskuje się to dzięki zastosowaniu:

- jednostki sterującej do ciągłego monitorowania i zarządzania stanem pracy systemu,
- buforowego naczynia beciśnieniowego z workiem butylowym o sprawności kompensacji 80% do magazynowania wody,
- układu pompowego do uzupełnienia ubytków wody z wielostopniową pompą wykonaną ze stali nierdzewnej,

– wstępnego odgazowywania doprowadzonej wody uzupełniającej oraz wody w obiegu zamkniętym.

mgr inż. **Bartosz Tywonek**; bartosz.tywonek@wilo.com  
Starszy Specjalista ds. rozwoju Firma Wilo Polska Sp. z o.o.



Wilo-Sinum MONO + zbiornik beciśnieniowy 200 litrów w kotłowni Wilo w Lesznowoli

### Dobór układu stabilizacji ciśnienia w instalacji na przykładzie kotłowni w budynku Wilo Polska w Lesznowoli

Budynek biurowo-produkcyjno-magazynowy Wilo Polska jest zasilany z sieci gazowej. Źródło ciepła stanowi gazowa kotłownia wodna o nominalnej mocy cieplnej 420 kW. Zasila ona cztery obiegi grzewcze (ogrzewanie grzejnikowe, ogrzewanie podłogowe oraz dwa obiegi podgrzewania powietrza wentylacyjnego). Przyłączono do niej także obieg podgrzewania ciepłej wody; jest to instalacja typu zamkniętego.

System stabilizacji dobrano w celu modernizacji istniejącej kotłowni o następujących parametrach:

- Wysokość statyczna instalacji **Pst = 18 metrów**
- Pojemność zładu w układzie **Va = ~5040 litrów**
- Moc cieplna instalacji **Qn = 420 kW**
- Najwyższa temperatura pracy **tv = 75°C**
- Temperatury wody doprowadzonej do instalacji **tmin = 10°C**
- Rodzaj czynnika: **woda**
- Współczynnik rozszerzalności objętościowej wody **e = 2,55%**
- Przyrost objętości wody spowodowany rozszerzalnością cieplną:  
 $V_e = e \cdot V_a = 0,0255 \cdot 5040 = 128,7$  **litra**
- Minimalna rezerwa wodna 0,5% (nie mniej niż 3 litry) wymagania PN-EN12828 = **Vwr = 5040 · 0,005 = 25,2 litra**
- Ciśnienie napełniania  $P_i = (H_{st}/10) + P_d + 0,3 = 1,8 + 0,3 = 2,1$  **bar**  
 $P_d$  – ciśnienie nasycenia pary wodnej ( $T > 100^\circ\text{C}$ )
- Maksymalne ciśnienie pracy – Ciśnienie końcowe =  $P_e = P_{SV} - \Delta P_{SV}$   
 $P_{SV}$  – ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa = **3,5 bar**  
 $\Delta P_{SV}$  – histereza otwarcia zaworu bezpieczeństwa = **0,5 bar**  
 $P_e = 3,5 - 0,5 = 3,0$  **bar**
- Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa = **3,5 bar**
- Sprawność kompensacji naczynia = 80% = **współczynnik 1,2**
- Minimalna objętość naczynia  
 $V_{exp} = (V_e + V_{wr}) \cdot 1,2 = 153,9 \cdot 1,2 = 184,68$  **litra**
- Ciśnienie napełniania instalacji = **2,4 bar.**

Dobry zbiornik beciśnieniowy Wilo-Sinum MV o pojemności 200 litrów skompensuje obliczany przyrost objętości wody.

Do parametrów mocy grzewczej oraz ciśnienia pracy dobierany jest automat pompowy. W tym przypadku najlepszym rozwiązaniem będzie zastosowanie Wilo-Sinum M02 (rys. 1).



Automat pompowy Wilo-Sinum DUAL

W przypadku doboru standardowego naczynia przeponowego z poduszką gazową, którego sprawność wyniosłaby ok. 25%, jego pojemność przekroczyłaby 500 litrów, co wymagałoby przygotowania dodatkowego miejsca do zabudowy urządzenia w kotłowni.

**W Wilo postawiliśmy na dynamiczną stabilizację ciśnienia oraz monitoring.**

Rozwiązanie to wpisuje się nie tylko w wymagania wynikające z obowiązujących przepisów dotyczących zabezpieczenia instalacji grzewczych w budynkach (PN-EN 12828), ale przede wszystkim w trend jak największej automatyzacji pracy systemu oraz redukcji nakładów finansowych i pracy ludzkiej, związanej z rutynową konserwacją czy naprawami.