ZMNIEJSZENIE STRAT CIŚNIENIA I CIEPŁA DZIĘKI INTELIGENTNEMU WYKORZYSTANIU POMP

AUTOR: ANDERS NIELSEN, APPLICATION MANAGER, GRUNDFOS

be
think
innovate

GRUNDFOS

SPIS TREŚCI

1 **Wprowadzenie: jak nowe pompy mogą pomóc w zwiększeniu sprawność systemu** 3

Cel 3

2 **Wyzwanie związane z ogrzewaniem niskotemperaturowym** 4

Zależność między przepływem a ciśnieniem 5

3 **Jak sprostano wyzwaniu** 7

Regulacja prędkości obrotowej umożliwia tworzenie sieci niskotemperaturowych 7

4 **Inne możliwości – rozwiązanie z podziałem na strefy w celu zwiększenia sprawności ogrzewania zdalaczynnego** 9

Pierwotny model temperaturowy 10

Nowy model temperaturowy 11

Podejście kombinowane 12

Instalowanie pętli mieszania 12

Podsumowanie 13

5 **Wnioski** 13

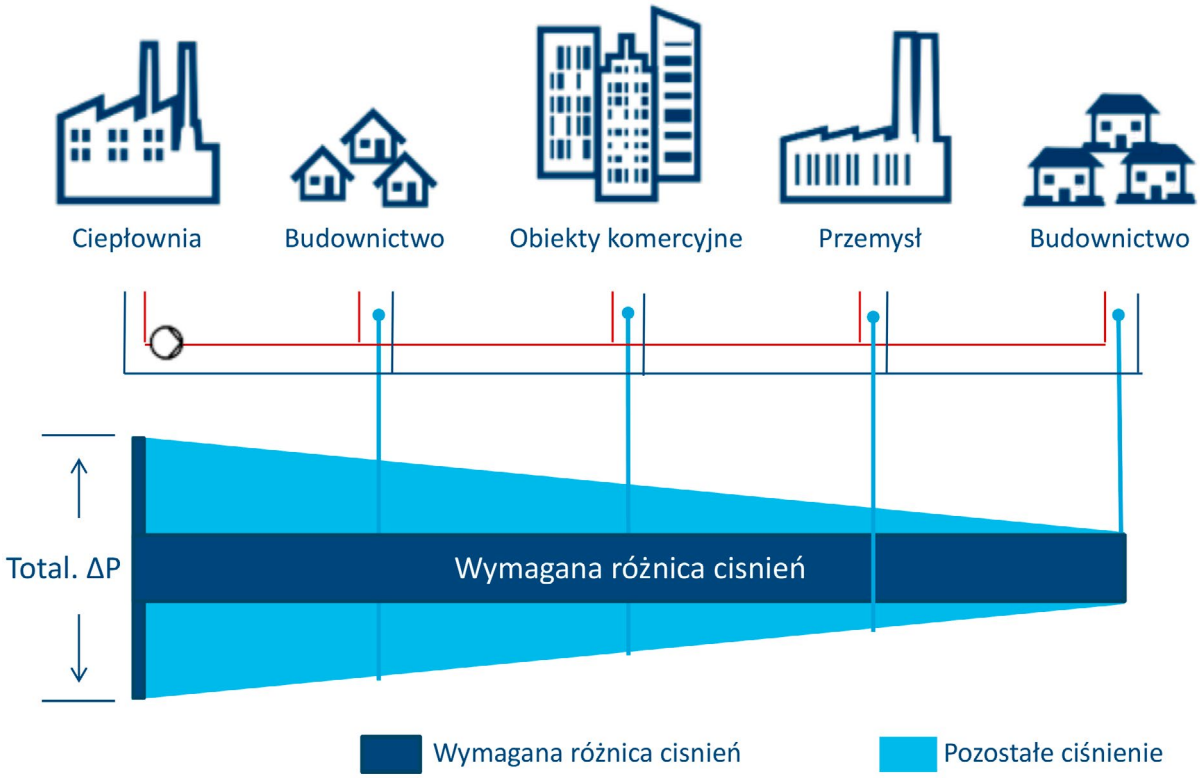
1. WPROWADZENIE: JAK NOWE POMPY MOGĄ POMÓC W ZWIĘKSZENIU SPRAWNOŚĆ SYSTEMU

Tradycyjnie używamy pomp w systemach hydraulicznych w celu wytworzenia wymaganego przepływu i ciśnienia – i to wszystko, nic więcej. Pompy ze zintegrowaną przetwornicą częstotliwości dostępne są od lat, ale czy wykorzystujemy w pełni ich potencjał? W tym artykule wykażemy, że nie.

CEL

Jednym z obszarów, gdzie widzimy wyzwania związane z systemami ogrzewania zdalaczynnego, jest potrzeba wprowadzenia ogrzewania niskotemperaturowego. Przyjrzymy się teraz niektórym z tych wyzwań i niektórym z możliwych rozwiązań wykorzystujących pompy o regulowanej prędkości obrotowej.

2. WYZWANIE ZWIĄZANE Z OGRZEWANIEM NISKOTEMPERATUROWYM



Rys. 1: Tradycyjny system ogrzewania zdalaczynnego

Na rysunku 1 widzimy tradycyjny system o projektowej temperaturze zasilania 90 °C i temperaturze powrotnej 55 °C, co daje Δ T równą 35 °C.

W tym przypadku przyjmujemy, że mamy ciepłownię o mocy maksymalnej 20 MW, co oznacza, że wymagane natężenie przepływu to: 20 * 860/35 = 491,4 m3/h

Jeśli teraz chcielibyśmy eksploatować system przy innych temperaturach, jak 65 oC / 40 oC, mielibyśmy zmniejszenie Δ T z 35 °C do 25 ° C, ponieważ strumień ciepła wyraża się wzorem:

Φ = Q * Δ t, moc jest równa iloczynowi przepływu i Δ t.

Daje to nowe natężenie przepływu, a mianowicie: 20 * 860/25 = 688 m3/h, innymi słowy potrzebujemy 40 % wzrostu wydajności, aby dostarczyć taką samą ilość ciepła.

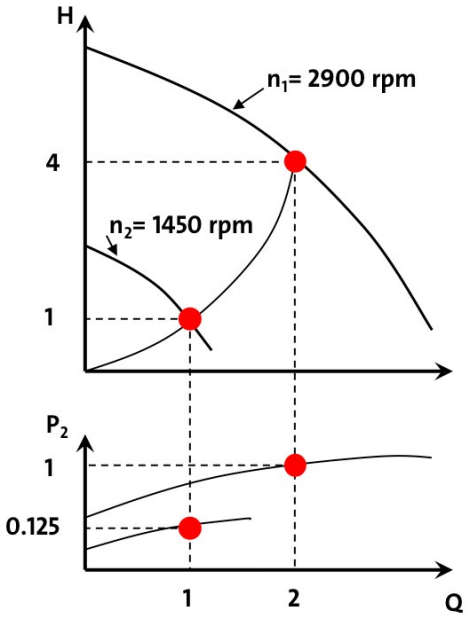
ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY PRZEPŁYWEM A CIŚNIENIEM

Na podstawie praw powinowactwa wiemy, że zależność między natężeniem przepływu a ciśnieniem jest taka, że jeśli chcemy podwoić przepływ, straty ciśnienia wzrastają o współczynnik 4. Na rysunku 2, poniżej, ciśnienie wzrasta od współczynnika 1 do 4, chociaż wydajność tylko podwaja się.

$Q_1 \times (n_2/n_1) = Q_2$
$2 \times (1450/2900) = 1 m^3/h$

$H_1 \times (n_2/n_1)^2 = H_2$
$4 \times (1450/2900)^2 = 1 m$

$P_1 \times (n_2/n_1)^3 = P_2$
$4 \times (1450/2900)^3 = 0.125$ kW



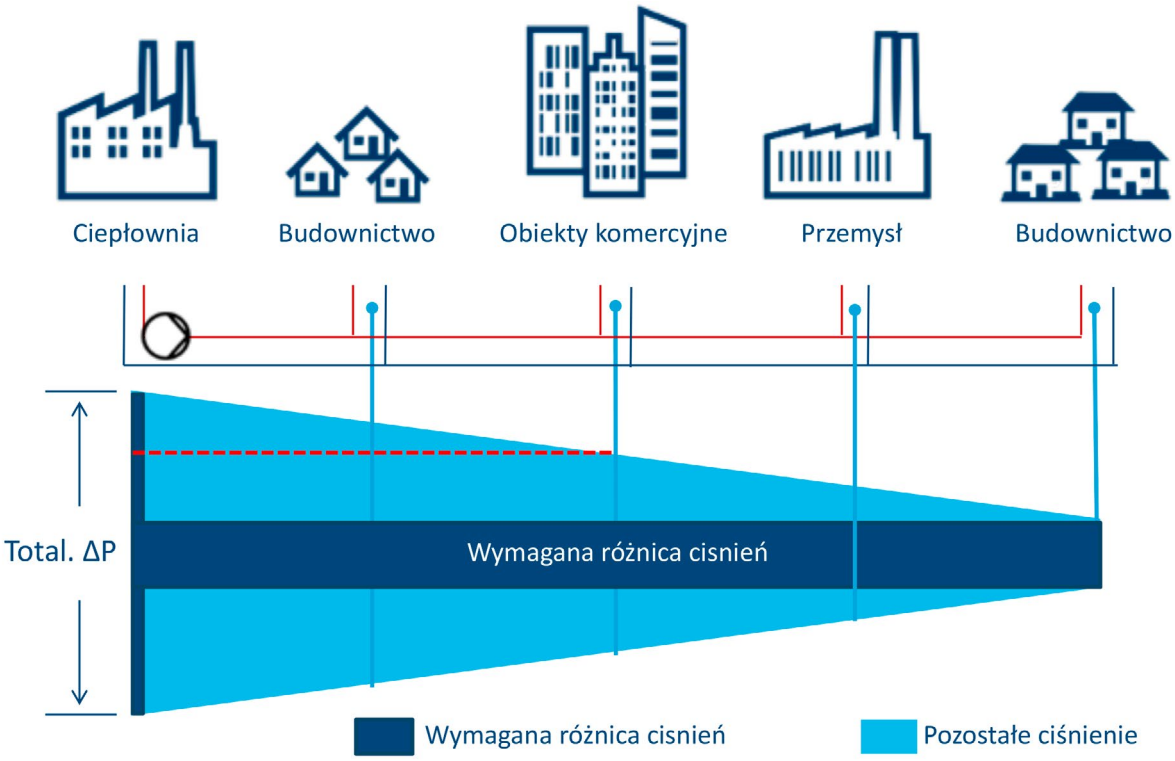
Rys. 2: Skutki wzrostu ciśnienia od współczynnika 1 do 4, zgodnie z prawami powinowactwa

W tym przypadku zwiększamy przepływ z 491 m3/h do 688 m3/h.

Prowadzi to do wzrostu współczynnika strat ciśnienia do wartości (688/491)2 = 1,96 . Jeśli przyjmiemy, że odległość od miejsca wytwarzania do ostatecznego konsumenta mieszkalnego wynosi oryginalnie 4000 m, mamy projektowe straty ciśnienia równe 150 Pa/m, a to prowadzi do całkowitej pierwotnej straty ciśnienia 4000 * 150 = 600 000 Pa = 600 kPa, co się równa 6,0 bar. Jeśli następnie zwiększymy przepływ do wymienionych 688 m3/h, straty ciśnienia wzrosną do 1,96 * 6,0 = 11,8 bar.

Innymi słowy, ciśnienie na metr będzie równe: 150 * 1,96 = 294 Pa/m.

Jeśli zdecydujemy się dodać to wymagane ciśnienie dodatkowe w tym samym punkcie co poprzednio, wynikowy profil ciśnienia będzie wyglądał jak pokazano na rysunku 3.

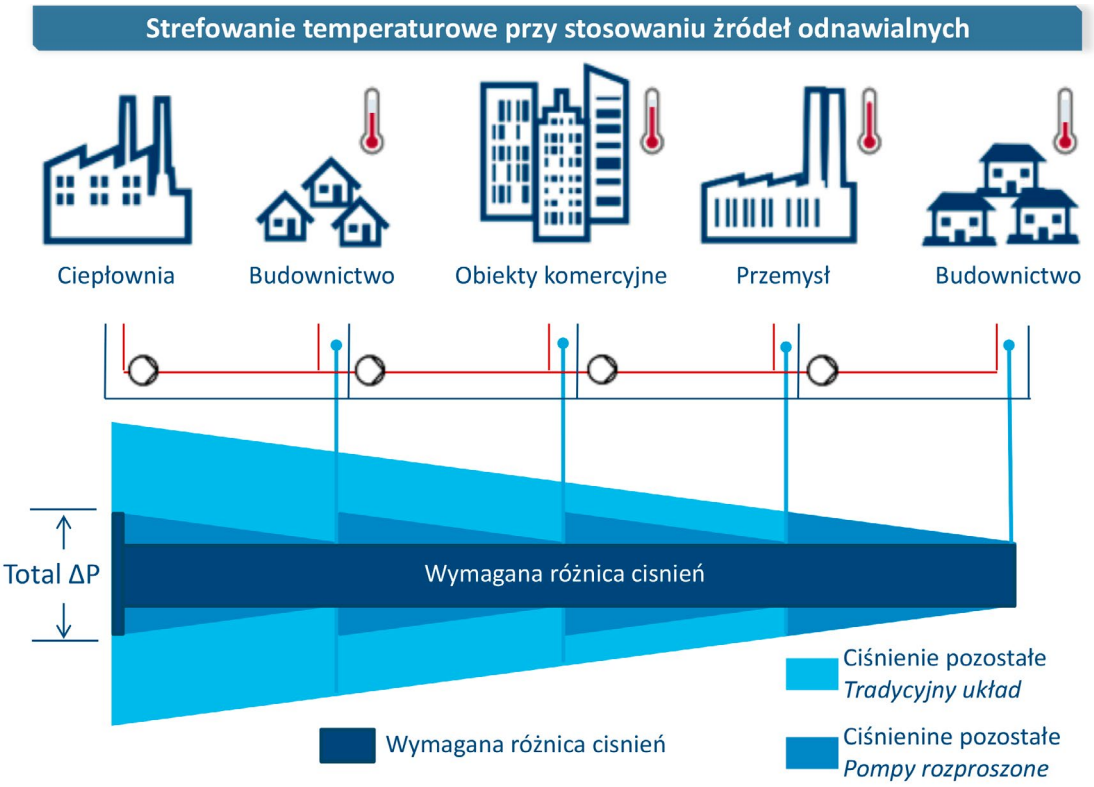


*Rys. 3: Niższe ciśnienie zasilania wymaga większego przepływu (i ciśnienia) do dostarczania systemowi tej samej ilości energii: Φ = Q * Δ t*

Zwiększenie ciśnienia jest możliwe, jednak w tym przypadku maksymalne dopuszczalne ciśnienia dla rur wynosi tylko 10 bar. Wymagane ciśnienie wynosi 11,8 bar, a więc maksymalnie ciśnienie 10 bar jest wyraźnie przekroczone. Ciśnienie powyżej 10 bar jest przedstawione powyżej czerwonej linii przerywanej.

3. JAK SPROSTANO WYZWANIU

Rozwiązanie tego problemu zostało pokazane na rysunku 4, gdzie widać, że zamiast wytwarzać wymagane ciśnienie już na początku, możliwe jest dodawanie ciśnienia, gdy tego potrzebujemy.



Rys. 4: Rozwiązanie problemu wysokiego ciśnienia i strat za pomocą rozproszonych pomp i dodawania ciśnienia tam, gdzie jest potrzebne: $\Phi = Q * \Delta T$

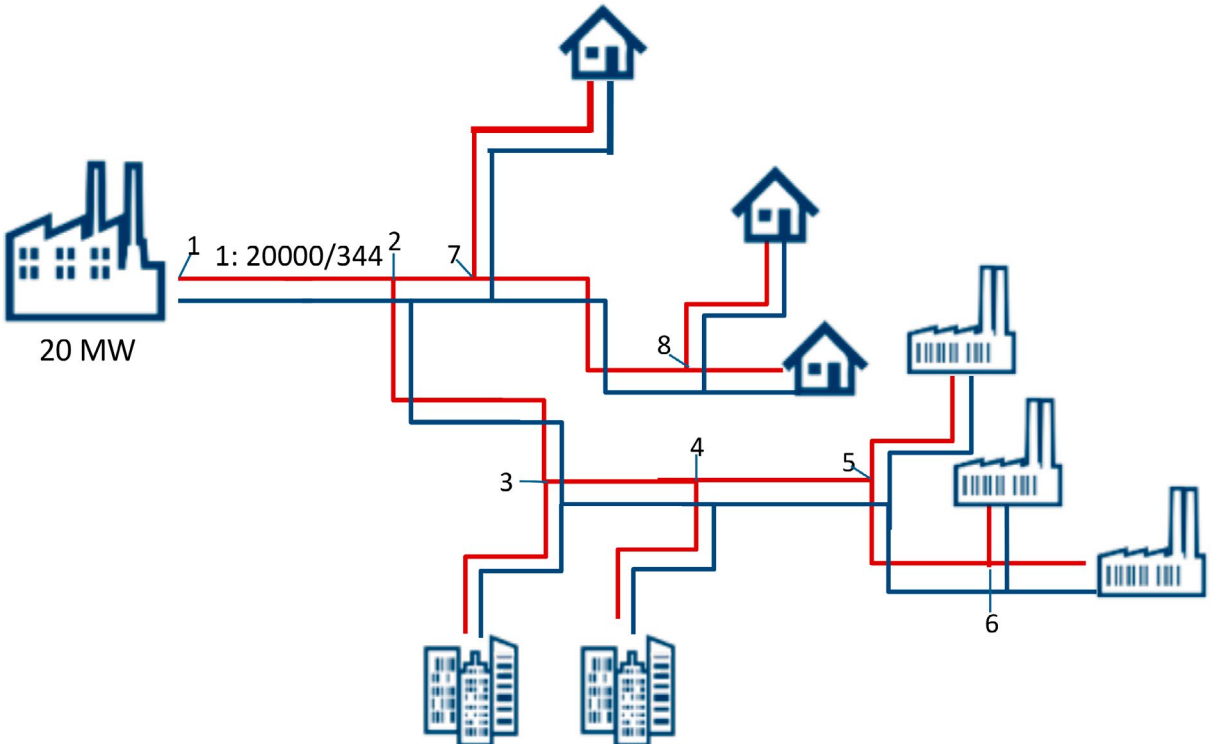
Pompy połączone w szereg będą wytwarzały tylko ciśnienie wymagane do momentu przejęcia procesu przez następną pompę. To przenosi tradycyjne podejście z jednym miejscem wytwarzania ciśnienia w kierunku systemu dynamicznego dodawania ciśnienia. Stało się to możliwe dzięki stosowaniu nowoczesnych pomp z regulacją prędkości obrotowej a tym samym ciśnienia.

REGULACJA PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ UMOŻLIWIA TWORZENIE SIECI NISKOTEMPERATUROWYCH

Oznacza to, że nowoczesne pompy mogą być elementem umożliwiającym wprowadzenie niskotemperaturowego ogrzewania zdalaczynnego. Pozytywnym skutkiem ubocznym jest to, że różnica ciśnień występująca w systemie jest ogólnie zmniejszona. Wobec bardziej podatnej na sterowanie różnicy ciśnień w instalacjach klienta, zmniejszone jest również ryzyko obejścia. Wyzwaniem będzie udowodnienie, że zastosowanie rozproszonych pomp doprowadzi do obniżenia temperatury wody powrotnej, ale to jest również możliwe.

4. INNE MOŻLIWOŚCI – ROZWIĄZANIE Z PODZIAŁEM NA STREFY W CELU ZWIĘKSZENIA SPRAWNOŚCI OGRZEWANIA ZDALACZYNNEGO

Ogólne obniżenie temperatury zasilania już począwszy od wytwarzania czynnika może nie zawsze być optymalnym rozwiązaniem w każdym przypadku. Niektórzy klienci mogą potrzebować wyższej temperatury niż te stosowane w nowoczesnych, nowo budowanych domach. W takich przypadkach możemy rozważyć dynamiczne dopasowanie temperatury zasilania w sieci tam, gdzie jest to możliwe. Przykład tego rozwiązania przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5: Podzielone na strefy ogrzewanie zdalaczynne o strukturze rozgałęzionej z rurami „rozgałęziającymi się" od głównych rur w celu dostarczenia wymaganego ciepła do podłączonych budynków

Obliczenia wykazały, że w tradycyjnej sieci o strukturze rozgałęźnej, temperaturę zasilania można zmniejszyć do 70 °C. Jest to tylko przykład, ponieważ każda sieć ma swoje unikalne warunki, stwarzające inne możliwości.

PIERWOTNY MODEL TEMPERATUROWY

Na początek rysunek 6 pokazuje straty ciepła, a także koszty operacyjne pompy dla oryginalnego projektu.

SEKCJA	KW	Q, M³/H	Q L/S	METR	ŚREDNICA RURY	STRATY CIŚN./M	CAŁK. STRATY CIŚN. KPA
1 - 2	20 000	344	95,6	500	244,5	150	75
2 - 3	12 500	215	59,7	450	219,1	120	54
3 - 4	10 000	172	47,8	250	193,7	130	32,5
4 - 5	7 500	129	35,8	280	168,3	140	39,2
6	5 000	86	23,9	300	M5RG	160	48
							248,7
2 - 7	7 500	129	35,8	100	168,3	140	14
7 - 8	5 000	86	23,9	450	M5RG	160	72
							86
NBG200-150-125/315		Q: 344 H:24,9					
Straty ciepla rur/ rok/kWh			**1 252 700**				
Zużycie energii pomp kWh/rok			**113 690**				

Rys. 6: Straty ciepła, a także koszty operacyjne pompy w pierwotnym modelu o temperaturze zasilania 130 °C i temperaturze powrotnej 80 °C

Przy Δ T równym 50 °C natężenia przepływu są stosunkowo niewielkie, co również jest odzwierciedlone w kosztach operacyjnych pompy, wynoszących 113 690 kWh/rok. Ale przy wysokiej temperaturze zasilania straty ciepła są znaczne, w tym przypadku równe 1 252 700 kWh/rok.

NOWY MODEL TEMPERATUROWY

Jeśli w nowym modelu temperaturowym obniżymy ogólną temperaturę zasilania do 70 °C, scenariusz będzie wyglądał jak na rysunku 7.

SEKCJA	KW	Q, M³/H	Q L/S	METR	ŚREDNICA RURY	STRATY CIŚN./M	CAŁK. STRATY CIŚN. KPA
1 - 2	20 000	688	191,1	500	244,5	575	287,5
2 - 3	12 500	430	119,4	450	219,1	220	99
3 - 4	10 000	344	95,6	250	193,7	500	125
4 - 5	7 500	258	71,7	280	168,3	575	161
6	5 000	172	47,8	300	M5RG	740	222
							894,5
2 - 7	7 500	258	71,7	100	168,3	575	57,5
7 - 8	5 000	172	47,8	450	M5RG	740	333
							390,5
NK125-315/303		Q: 688 H: 89,5					
Straty ciepla rur/ rok/kWh			**494 900**				
Zużycie energii pomp kWh/rok			**818 180**				

Rys. 7: Straty ciepła, a także koszty operacyjne pompy w nowym modelu temperaturowym – temperatura zasilania 70 °C i temperatura powrotna 45 °C

Teraz straty ciepła zostaną zmniejszone radykalnie, ale z drugiej strony koszty operacyjne pompy wzrosną dość dramatycznie do 818 180 kWh/rok w stosunku do oryginalnych 113 690 kWh/rok.

PODEJŚCIE KOMBINOWANE

Alternatywą dla tego może być rozwiązanie kombinowane, jak to pokazano na rysunku 8, gdzie temperatury zasilania są zmieniane tam, gdzie jest to możliwe.

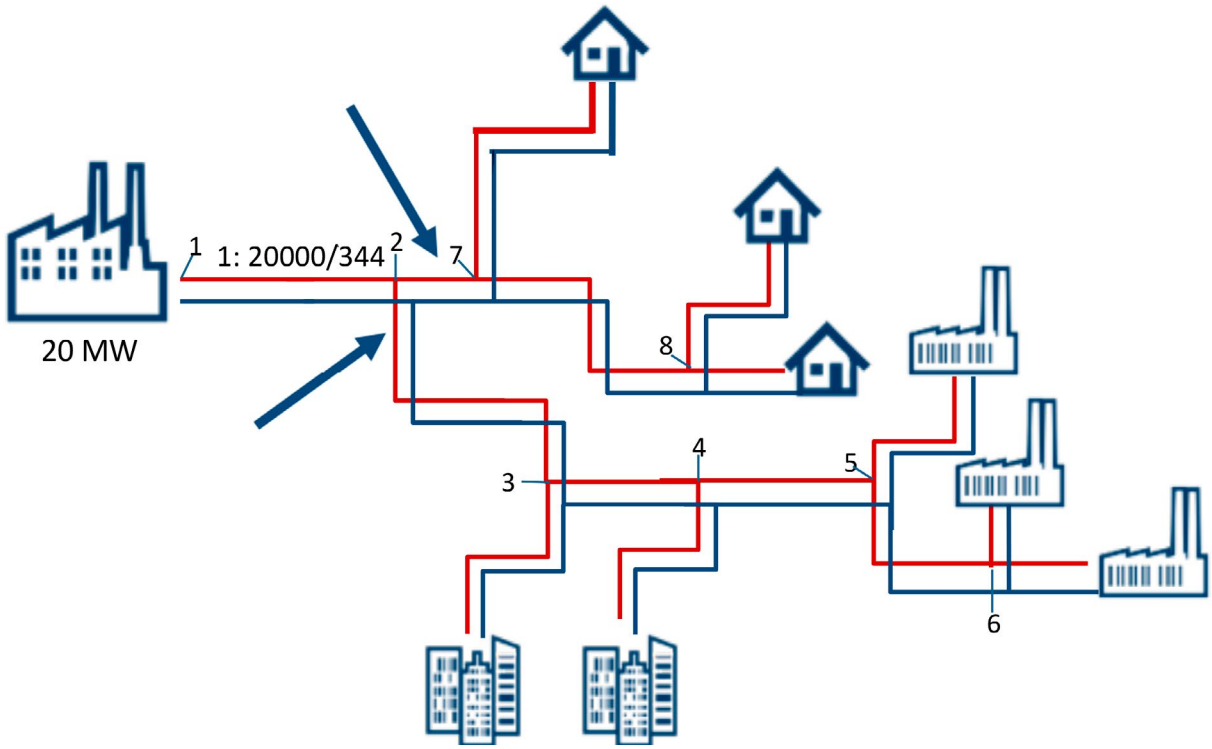
SEKCJA	KW	Q, M³/H	Q L/S	METR	ŚREDNICA RURY	STRATY CIŚN./M	CAŁK. STRATY CIŚN. KPA
1 - 2*	20 000	382,2	106,2	500	244,5	160	80
2 - 3	12 500	430	119,4	450	219,1	220	99
3 - 4	10 000	344	95,6	250	193,7	500	125
4 - 5	7 500	258	71,7	280	168,3	575	161
6	5 000	172	47,8	300	M5RG	740	222
							607
2 - 7	7 500	258	71,7	100	168,3	575	57,5
7 - 8	5 000	172	47,8	450	M5RG	740	333
Straty ciepla rur/ rok/kWh			549 300				
Zużycie energii pomp kWh/rok			508 358				

Rys. 8: Straty ciepła, a także koszty operacyjne pompy przy podejściu kombinowanym – temperatura zasilania 70/90 °C a temperatura powrotna 45 °C

W systemie kombinowanym pracujemy przy temperaturze zasilania 90 °C do pierwszego odgałęzienia sieci, pokazanego jako odcinki 1 i 2 w strukturze rozgałęźnej sieci.

INSTALOWANIE PĘTLI MIESZANIA

Rysunek 9 powtarza strukturę rozgałęźną pokazaną na rysunku 5, dodając tutaj dwie strzałki tam, gdzie teraz montujemy dwie pętle mieszania w studzienkach, co pozwala obniżyć temperaturę zasilania z 90 °C do 70 °C.



Rys. 9: Montaż dwóch pętli mieszania w celu obniżenia temperatury zasilania z 90 °C do 70 °C

Pozytywnym skutkiem jest to, że strata ciśnienia w tej części sieci zostaje zmniejszona z 287,5 do 80 kPa. Jest to główny powód, dla którego całkowity koszt eksploatacji pomp jest zredukowany do 508 358 kWh/rok. Jednak nadal jest to wzrost, ale jeszcze ważniejsze jest to, że powiązane straty ciepła są redukowane z 1 252 700 kWh/rok do 549 300 kWh/rok.
Jest to oszałamiająca oszczędność 703 400 kWh co roku. Najważniejsze jest to, że całkowita emisja CO2 zostanie zmniejszona jeszcze bardziej, ponieważ kotły nie będą musiały produkować tego ciepła.

PODSUMOWANIE

Na rysunku 10, poniżej, podsumowujemy powyższe przykłady i przedstawiamy zalety inteligentnego rozwiązania kombinowanego.

Rys. 10: Podsumowanie porównania rozwiązań z podziałem na strefy dla zwiększenia sprawności ogrzewania zdalaczynnego, ukazujące zalety inteligentnego rozwiązania kombinowanego

5. WNIOSKI

W artykule przedstawiliśmy koncepcje dynamicznego ogrzewania zdalaczynnego, dodając pompy z regulowaną prędkością obrotową tam, gdzie musimy podnieść ciśnienie. Ponieważ pompy te zazwyczaj będą podłączone do ogólnego systemu monitorowania, takiego jak SCADA, możemy uzyskać informacje, takie jak temperatura, przepływ i dostarczona energia cieplna*. Możemy wykorzystać tę wiedzę, aby zwiększyć sprawność systemu. Tam, gdzie projekt systemu wymaga podejścia „w sieci", możemy dostosować temperaturę sieci do najniższych możliwych poziomów. To dynamiczne podejście jest możliwe dzięki wykorzystaniu studzienek z prefabrykowanymi pętlami mieszającymi, włącznie z pompami i wszystkimi wymaganymi komponentami.

* Informacje te są łatwo dostępne w przypadku przynajmniej niektórych nowych pomp.

Trademarks displayed in this material, including but not limited to Grundfos, the Grundfos logo and "be think innovate" are registered trademarks owned by The Grundfos Group. All rights reserved. © 2018 Grundfos Holding A/S, all rights reserved.

GRUNDFOS Holding A/S
Poul Due Jensens Vej 7
DK-8850 Bjerringbro
Tel: +45 87 50 14 00
www.grundfos.com

GRUNDFOS