

**RAPORT Z WDROŻENIA  
SYSTEMU OPTYMALIZUJĄCEGO  
ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ**



**W PLUSOWYM SYSTEMIE  
CHŁODNICZYM**

*Warszawa 11.02.2005r.*

## **Spis treści.**

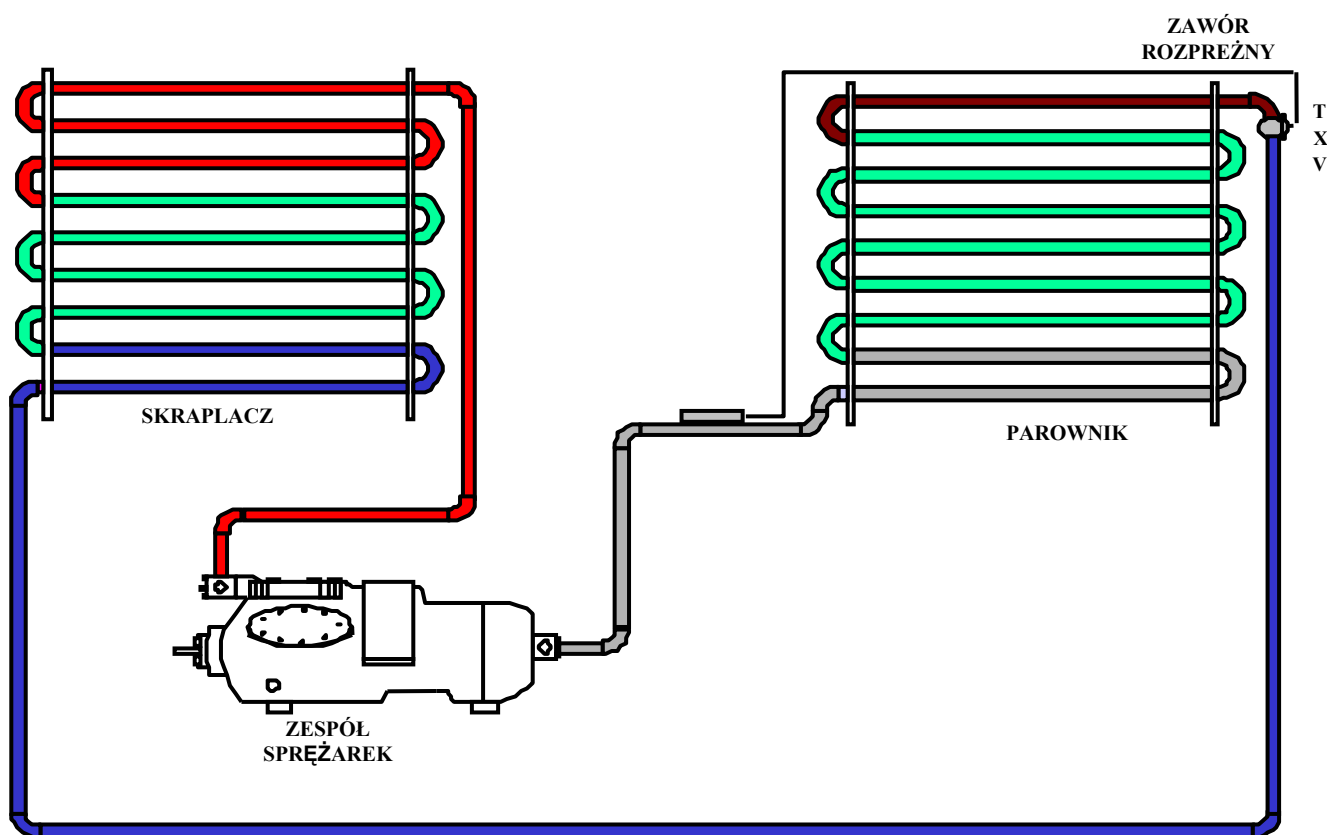
1. OPIS UKŁADU CHŁODNICZEGO (przed instalacją).
2. OPIS ZMIAN UKŁADU CHŁODNICZEGO – proces instalacji.
3. WNIOSKI KOŃCOWE.
4. ZDJĘCIA WYKONANEJ INSTALACJI.

## 1. OPIS UKŁADU CHŁODNICZEGO (przed instalacją).

System chłodniczy zainstalowany w supermarkecie Elea oparty jest o 3 sprężarki o znamionowej mocy elektrycznej 25kW każda. Sprężarki pracują w układzie kaskadowym z rotowanym cyklem załączania/wyłączania.

Zastane temperatury w komorach chłodniczych były na poziomie  $-3,1^{\circ}\text{C}$  do  $+2,1^{\circ}\text{C}$  (zależnie od produktu ekspozowanego w ladach chłodniczych). Ciśnienie na ssaniu sprężarek zdefiniowane było jako 1,8 bar natomiast ciśnienie po stronie tłocznej ustawione było na 16 bar.

Konfiguracja układu chłodniczego w stanie przed instalacją przedstawiona jest na rys. nr 1.



Rys. nr 1. Schematyczna konfiguracja systemu chłodniczego.

Dodatkowo przed instalacją zauważono niski poziom czynnika chłodzącego (freonu) w układzie. Zwrócono również uwagę na niepełne rozprężanie czynnika w parownikach, skutkujące odparowywaniem części czynnika na zaworze ssawnym sprężarek.

## 2. OPIS ZMIAN UKŁADU CHŁODNICZEGO – proces instalacji.

Konfiguracja układu chłodniczego po instalacji systemu HySave przedstawiona jest na rys. nr 2.

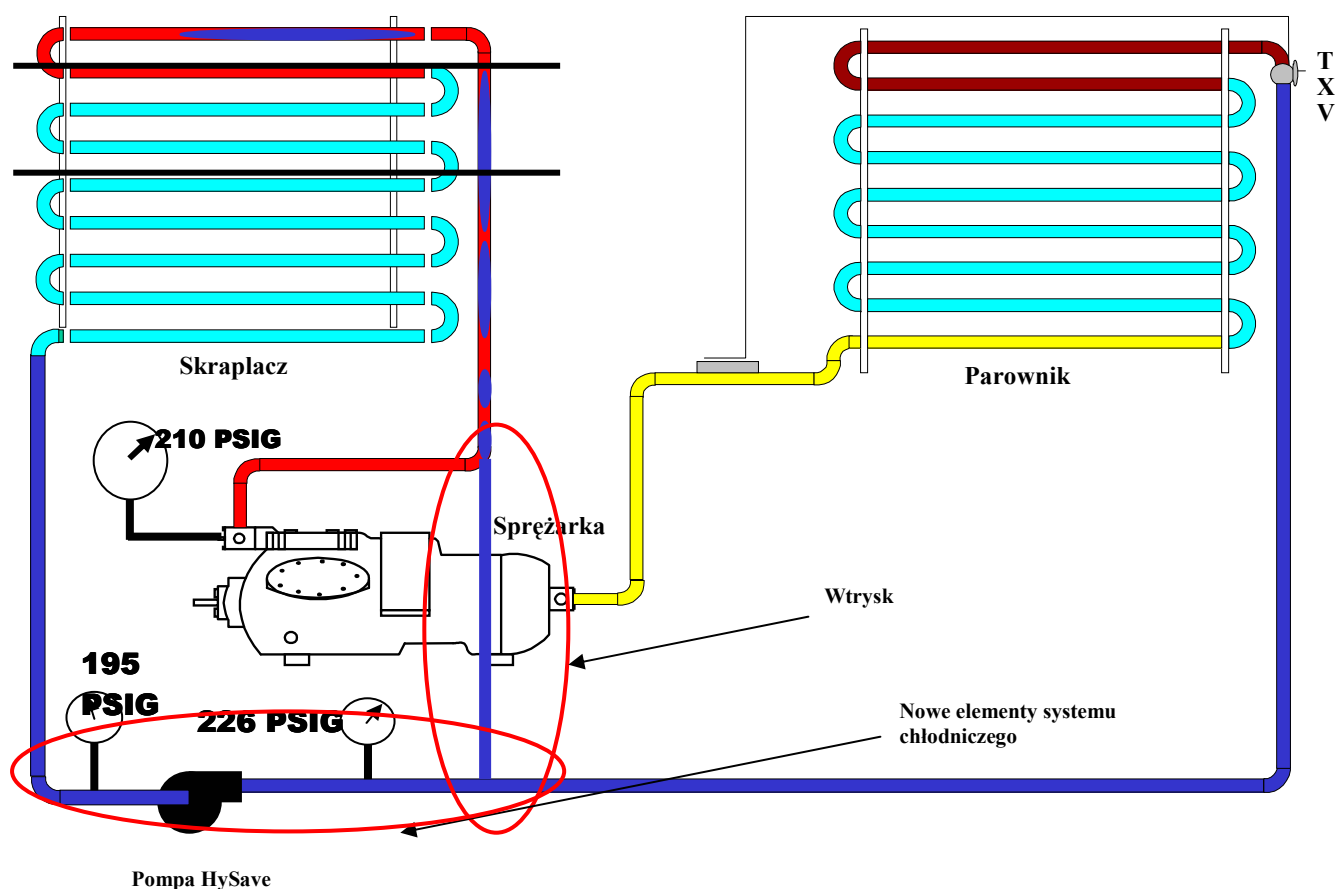
Podstawą zainstalowanego rozwiązania jest pompa HySave, widoczna w dolnej części rysunku nr 2. Pompa zasilona jest w czynnik chłodniczy ze zbiornika cieczy przy pomocy dodatkowego orurowania, wykonanego w ramach instalacji systemu HySave. Głównym zadaniem pompy jest doprężenie ciekłego czynnika chłodniczego, co powoduje istotny wzrost ciśnienia cieczy podawanej na zawór rozprężny (na rys. nr 2 oznaczony jako TXV). Zwiększenie ciśnienia na zaworze rozprężnym umożliwia lepsze „wtryskiwanie” czynnika do parownika, a co za tym idzie lepsze warunki odbierania ciepła w komorze chłodniczej.

Zwiększenie ciśnienia na zaworze rozprężnym umożliwiło podniesienie ciśnienia po stronie ssawnej sprężarki z 1,8 bar do 2,9bar, tym samym odciążając sprężarkę. Wzrost ciśnienia po stronie ssawnej jest rezultatem zainstalowania pompy HySave i nie odbywa się kosztem parametrów temperaturowych w komorze chłodniczej.

Kolejną częścią orurowania, która została wykonana jest tzw. „wtrysk”. Dzięki temu, że za pompą HySave (patrzac w kierunku zaworu rozprężnego) jest wyższe ciśnienie, możliwe jest wykonanie dodatkowej cienkiej rurki nazywanej „wtryskiem”, nie tracąc na ciśnieniu w linii ciekłego czynnika. Rurką tą zawracana jest część wystudzonego czynnika do skraplacza. Taki zabieg pozwolił na wystudzenie pary nasyconej podawanej na skraplacz z temperatury ok. 80°C do ok. 55°C. Takie ograniczenie temperatury czynnika powoduje lepsze wykorzystanie skraplacza ponieważ już w 1/3 jego długości czynnik osiąga temperaturę skraplania i zmienia stan skupienia. Jednak najważniejszą cechą wtrysku z punktu widzenia energetycznego jest fakt, że ograniczając temperaturę po stronie tłocznej sprężarki możemy również zredukować ciśnienie. Ciśnienie po stronie tłocznej zostało zredukowane z 16 bar do 14,6 bar, przy zachowaniu tej samej skuteczności oddawania ciepła przez skraplacz..

System HySave jest bezpiecznym rozwiązaniem dla chłodnictwa gwarantującym ciągłą nieprzerwaną pracę systemu chłodniczego. W orurowaniu zostały zainstalowane dwa dodatkowe zawory kulowe i jeden zawór jednostronny. Odpowiednia konfiguracja zaworów umożliwia obejście pompy (np. na czas zabiegów konserwacyjnych). Dodatkowo pompa wyposażona jest w sprzęgło magnetyczne, które nawet w przypadku awarii części elektrycznej pompy, rozsprzęgła się umożliwiając swobodny przepływ cieczy, zapewniając dalszą pracę systemu chłodniczego.

Ze względu na fakt, że pompa HySave jest urządzeniem, które nie może pracować „na sucho” – tzn. bez czynnika, został zainstalowany dedykowany układ kontrolno/pomiarowy, który wyłącza pompę jeżeli nie ma odpowiedniego ciśnienia cieczy. Brak ciekłego czynnika w linii cieczy jest ewidentnie stanem awaryjnym spowodowanym np. wyciekami freonu. Jeżeli układ kontrolujący pracę pompy stwierdzi, że taki stan wystąpił sygnalizowana jest awaria.



Rys. nr 2. Schematyczna konfiguracja systemu chłodniczego.

### Efekty wprowadzonych zmian to:

1. zmniejszenie pobranej energii – **średnio o 21%**
2. zmniejszenie ilości startów sprężarek – **średnio o 20%**
3. zmniejszenie czasu pracy wentylatorów
2. inne efekty optymalizujące / wspomagające działanie układu chłodniczego
  - **czynnik lepiej się rozpręża w parowniku** - efektem było zniknięcie mocnego oszronienia na zaworze ssawnym sprężarek.
  - **zniknięcie bąbelków nasyconej pary w skroplonym czynniku** (bąbelki pogarszają warunki odbierania ciepła w parowniku)
  - **nie zmienione temperatury w komorach** – utrzymane na poziomie -2,9°C do +2,0°C (zależnie od produktu)

### 3. WNIOSKI KOŃCOWE.

System chłodniczy był monitorowany od 06.01.2005 do 31.01.2005. Do określenia poziomu oszczędności wzięto okres z początku i z końca obserwacji. Tak dobrana próbka wyeliminowała okres przejściowy (instalacja, dostrajanie systemu HySave i systemu chłodniczego).

Podczas monitorowania pracy układu temperatura otoczenia utrzymywała się na podobnym poziomie, zagwarantowało to porównywalność wyników uzyskanych z obserwacji przed instalacją i po instalacji systemu HySave.

Zastosowanie pompy HySave pozwoliło na podniesienie ciśnienia cieczy podawanej na zawór rozprężny co z kolei pozwoliło podnieść ciśnienie na ssaniu sprężarek.

Zastosowanie „wtrysku” spowodowało obniżenie temperatury pary nasyconej podawanej na skraplacza pozwalając na obniżenie ciśnienia po stronie tłocznej sprężarki.

Wymienione wyżej zabiegi powodują, że sprężarki mają mniejszą różnicę ciśnień do pokonania (od strony ssącej do strony tłocznej) co z kolei przekłada się na zmniejszenie ilości pracy, którą układ sprężarek musi wykonać. Należy zwrócić uwagę, że przed instalacją sprężarki miały do pokonania różnice ciśnień rzędu 14,2 bar a po instalacji 11,7 bar. Rzadsza i sumarycznie krótsza praca sprężarek wiąże się z mniejszym zużyciem energii elektrycznej.

Tabela nr 1 zawiera zestawione zużycia energii elektrycznej w poszczególnych dniach przed i po zainstalowaniu systemu HySave.

Średnio dobowe rezultaty w zużyciu energii elektrycznej są zestawione w kolumnie „dobowe zużycia energii kWh” natomiast różnice w zużyciach czyli oszczędności zestawione są w kolumnie „dobowe oszczędności energii”. Pięciodniowa obserwacja pokazała średnie oszczędności na **poziomie 21%** i biorąc pod uwagę **roczny** cykl rozliczeniowy dla obiektu przekłada się to na kwotę **14 500 zł oszczędności**.

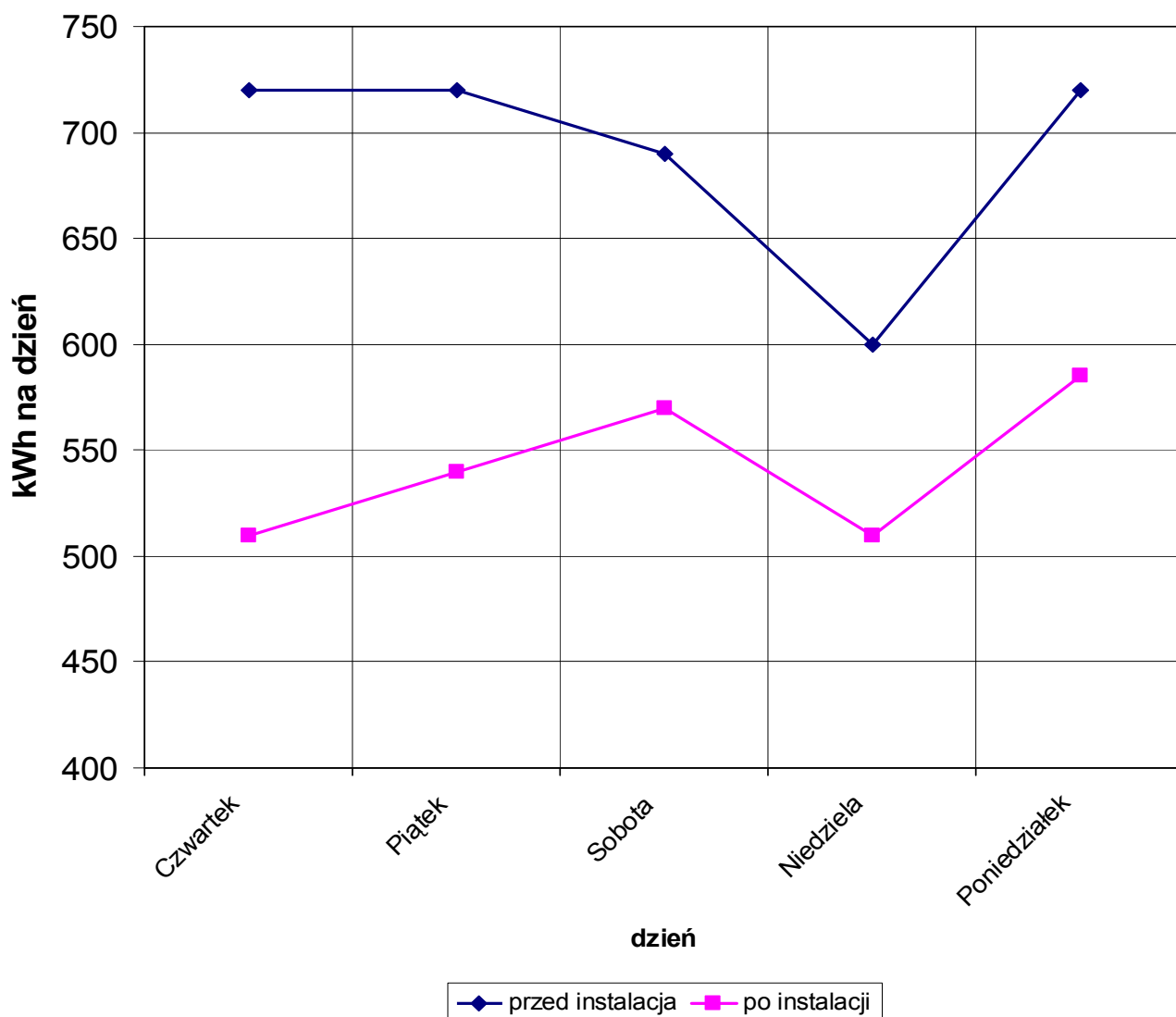
|                         | Dobowe zużycia energii w kWh |     | Dobowe oszczędność energii |            | Oszczędności roczne                       |                 |
|-------------------------|------------------------------|-----|----------------------------|------------|---|-----------------|
|                         | przed                        | po  | kWh                        | %          |   |                 |
| <b>Czwartek</b>         | 720                          | 510 | 210                        | 29%        | ilość dni pracy w roku                    | 365             |
| <b>Piątek</b>           | 720                          | 540 | 180                        | 25%        | ilość godzin pracy / dobę                 | 24              |
| <b>Sobota</b>           | 690                          | 570 | 120                        | 17%        | ilość godzin pracy w roku                 | 8760            |
| <b>Niedziela</b>        | 600                          | 510 | 90                         | 15%        | Średnia oszczędność energii na dobę [kWh] | 147             |
| <b>Poniedziałek</b>     | 720                          | 585 | 135                        | 19%        | Cena energii [PLN]                        | 0,27            |
| <b>Wartości średnie</b> | 690                          | 543 | 147                        | <b>21%</b> | Oszczędności roczne kwotowo [PLN]         | <b>14486,85</b> |

Tabela nr 1. Zestawienie energetycznych parametrów pracy systemu chłodniczego

Rysunek nr 3. przedstawia wykres zużyciu energii elektrycznej w poszczególnych dniach tygodnia. Na wykresie zaznaczono dwie charakterystyki dla pracy układu chłodniczego przed instalacją systemu HySave i po instalacji systemu HySave. Na wykresie należy zwrócić uwagę, że system HySave generuje większe oszczędności w przypadku

większego dociążenia systemu chłodniczego. W związku z tym w okresie letnim kiedy system chłodniczy pracuje bardziej intensywnie spodziewane oszczędności będą wyższe niż zanotowane obecnie podczas obserwacji systemu chłodniczego.

### Zużycie energii na dzień



Rys. nr 3. Wykres zużycia energii elektrycznej w poszczególnych dniach obserwacji.

#### 4. ZDJĘCIA WYKONANEJ INSTALACJI.



Rys. nr 4. Schematyczna konfiguracja systemu chłodniczego.