**METODYKA SZACOWANIA ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA**

**(węzły)**

**Wstęp**

Na etapie prac modernizacyjnych prowadzonych w sieciach cieplnych najczęstszym przypadkiem poza wymianą rurociągów na preizolowane jest wymiana nieefektywnych węzłów cieplnych. Dotyczy to w szczególności wymiany węzłów grupowych na indywidualne oraz węzłów bezpośrednich (hydroelewatorowych) na wymiennikowe. Najważniejsze przyczyny wymiany lub modernizacji węzłów to:

* **względy techniczne** - zużycie techniczne, niewystarczająca funkcjonalność (ograniczona możliwość sterowania i regulacji lub wręcz jej brak), konieczność zmniejszenia zajmowanej powierzchni itp.;
* **względy ekonomiczne** - ograniczenie strat ciepła i strat nośnika ciepła (wody grzewczej), ograniczenie zużycia energii elektrycznej przez węzeł cieplny, zmniejszenie liczby osób zatrudnionych do obsługi węzłów itp.;
* realizacja wymienionych wyżej zmian, przynosi za sobą na ogół efekty **ekologiczn**e sprowadzające się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię (ciepło).

Zasadniczym celem jaki jest brany pod uwagę w rankingu projektów zgłaszanych w ramach działania 1.5 jest efekt ekologiczny (oszczędność zużycia ciepła) osiągnięty po ich wdrożeniu. Dlatego tylko ten aspekt modernizacji i wymian węzłów będzie dalej omawiany.

Następujące, główne efekty ekologiczne mogą być osiągnięte w przypadku wymiany lub modernizacji węzłów:

* Zmniejszenie strat ciepła w węźle w wyniku zwiększenia j ego sprawności,
* Zmniejszenie strat ciepła w rurociągach, które wymieniono z powodu wymiany węzła (np. przy wymianie węzłów grupowych na indywidualne),
* Zmniejszenie zużycia ciepła przez odbiorców (efekt wprowadzenia regulacji).

Przystępując zatem do szacowania efektów ekologicznych jakie będą uzyskane w wyniku realizacji projektu polegającego na wymianie węzłów, należy określić, które z trzech wyżej wymienionych składowych, złożą się na efekt końcowy.

**Sposób oszacowania każdego z powyższych efektów, podany został poniżej**.

1. Zmniejszenie strat ciepła w węźle w wyniku zwiększenia jego sprawności
   1. Założenia
      1. W rachunku szacowania strat nie ma rozgraniczenia na węzły cieplne jednofunkcyjne i dwufunkcyjne.
      2. Metoda pozwala na uwzględnienie wszystkich możliwych do wykonania zakresów modernizacji węzła cieplnego. W szczególności wyodrębniono następujące zakresy podlegające modernizacji:

* wymiana wymiennika ciepła,
* wymiana układu pompowego,
* zmiana sposobu zabezpieczenia węzła cieplnego (zamknięcie układu),
* wymiana automatyki pogodowej,
* wymiana całego węzła wymiennikowego.
  + 1. Metoda, pozwalając na przyjmowanie przez każdego beneficjenta wskaźnika wykorzystania zamówionej mocy cieplnej, daje możliwość uwzględnienia wpływu:
* czynników związanych z lokalizacją systemu ciepłowniczego, którego elementem jest węzeł cieplny, w kraju (wpływ temperatur),
* wyposażenia oraz stanu technicznego danego węzła,
* charakteru odbioru ciepła (przemysł, mieszkalnictwo).
  1. Ustalenie danych dotyczących okresu przed modernizacją
     1. Na podstawie istniejącego wyposażenia węzła cieplnego, dla danego węzła cieplnego, beneficjent określa aktualną sprawność węzła. Wielkość sprawności przetwarzania w istniejących węzłach cieplnych określono w Tabeli 1.
     2. Wielkość zapotrzebowania mocy [MW] dla c.o. (w przypadku węzłów jednofunkcyjnych) lub dla c.o. i c.w.u. (w przypadku węzłów dwufunkcyjnych) zostaje wyznaczona na podstawie umów sprzedaży ciepła zawartych z odbiorcami ciepła.
     3. W oparciu o określoną powyżej wielkość zapotrzebowania mocy wyliczane jest roczne zapotrzebowanie ciepła brutto i netto [GJ/a].

Do obliczeń stosować należy wzory:

E1netto = Q × **w**nśr

gdzie:

E1netto - roczna wielkość zapotrzebowania ciepła netto (odbiorcy) przed modernizacją w GJ/rok

Q - moc zamówiona przez odbiorców (na podstawie zawartych umów sprzedaży ciepła) w roku przed modernizacją, w MW

wnśr - średni wskaźnik wykorzystania zamówionej mocy cieplnej[[1]](#footnote-1), ustalony jako średnia arytmetyczna z okresu ostatnich 5 lat kalendarzowych lub z faktycznego okresu prowadzenia działalności przez przedsiębiorstwo energetyczne, gdy okres ten jest krótszy niż 5 lat, w GJ/MW/rok.

E1brutto = Einetto / η1

gdzie:

η1 - sprawność węzła cieplnego przed modernizacją (wg Tabeli 1)

E1brutto - wielkość zapotrzebowania ciepła brutto przed modernizacją, w GJ/rok.

Straty ciepła w węźle przed modernizacją:

S1 = E1brutto — E1netto

Tabela 1. Sprawność przetwarzania w węzłach wymiennikowych

i hydroelewatorowych

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Sprawność | węzłów |
| Lp. | Zakres wyposażenia węzła | Węzeł grupowy  [ % ] | Węzeł indywidualny  [ % ] |
| i | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Węzeł nowy następująco wyposażony: wymienniki płytowe, pompy z płynną regulacją obrotów, automatyka pogodowa, układ zamknięty wyposażony w przeponowe naczynia wzbiorcze | 96 | 98 |
| 2 | Węzeł istniejący:  wymienniki inne niż płytowe (WCO, JAD), pompy z płynną regulacją obrotów, automatyka pogodowa, układ zamknięty wyposażony w przeponowe naczynie wzbiorcze | 95 | 97 |
| 3 | Węzeł istniejący:  wymienniki płytowe, pompy z płynną regulacją obrotów, automatyka pogodowa, układ otwarty lub zamknięty bez przeponowych naczyń wzbiorczych | 95 | 97 |
| 4 | Węzeł istniejący:  wymienniki płytowe, pompy starszego typu bez płynnej regulacji obrotów, automatyka pogodowa, układ zamknięty wyposażony w przeponowe naczynia wzbiorcze | 95,5 | 97,5 |
| 5 | Węzeł istniejący:  wymienniki inne niż płytowe (WCO, JAD), pompy starszego typu bez płynnej regulacji, automatyka pogodowa, układ zamknięty wyposażony w przeponowe naczynia wzbiorcze | 94**,**5 | 96,5 |
| 6 | Węzeł istniejący:  wymienniki inne niż płytowe (WCO, JAD), pompy z płynną regulacją obrotów, automatyka pogodowa, układ otwarty lub zamknięty bez przeponowych naczyń wzbiorczych | 94 | 96 |
| 7 | Węzeł istniejący:  wymienniki inne niż płytowe (WCO, JAD), pompy starszego typu bez płynnej regulacji obrotów, automatyka pogodowa, układ otwarty lub zamknięty bez przeponowych naczyń wzbiorczych | 93,5 | 95,5 |
| 8 | Węzeł istniejący: Hydroelewator | 95 | 97 |

* 1. Ustalenie danych dotyczących okresu po modernizacji (po zrealizowaniu projektu)
     1. Na podstawie planowanego do wykonania zakresu rzeczowego modernizacji oraz parametrów technicznych urządzeń zastosowanych przy modernizacji (wynikających z dokumentacji technicznej) beneficjent szacuje planowaną sprawność węzła cieplnego. Wielkość sprawności przetwarzania w węzłach cieplnych po modernizacji określono w Tabeli 1.
     2. Wielkości zapotrzebowania mocy oraz zapotrzebowania ciepła netto (odbiorcy) po wykonaniu modernizacji pozostawia się na dotychczasowym poziomie. Założenie to wynika z faktu, że projekt winien wskazać na oszczędności, które uzyska beneficjent. Ewentualne działania odbiorców zmierzające do oszczędności energii cieplnej są pomijane, jako, że nie są one wynikiem działań modernizacyjnych beneficjenta.
     3. Przy założeniach jak w pkt. 2.1. dla planowanej sprawności węzła, dokonuje się obliczenia wielkości zapotrzebowania ciepła brutto.

Do obliczeń stosować należy wzór:

E2brutto = E1netto / η2

gdzie:

η2 - sprawność węzła cieplnego po modernizacji (wg Tabeli 1)

E2brutto - wielkość zapotrzebowania ciepła brutto po modernizacji

1.4. Szacowanie redukcji strat ciepła w wyniku realizacji projektu

W celu obliczenia redukcji strat ciepła z tytułu modernizacji węzła cieplnego w procentach należy skorzystać ze wzoru:

O = (∆Ebrutto/S1) × 100%

gdzie:

∆Ebrutto = E1brutto − E2brutto

1.5. Przykład

Obliczanie zmniejszenia strat ciepła w wyniku modernizacji węzła cieplnego, polegającej na zmianie sposobu zabezpieczenia węzła cieplnego poprzez zamknięcie układu.

Istniejący węzeł cieplny wyposażony jest w wymienniki płytowe, pompy z płynną regulacją obrotów, automatykę pogodową oraz układ zamknięty bez przeponowych naczyń wzbiorczych.

Dane:

* wielkość zapotrzebowania mocy węzła cieplnego (zgodnie z umowami zawartymi z odbiorcami ciepła) Q = 3,647 MW,
* wskaźnik wykorzystania zamówionej mocy cieplnej wn = 5 800 GJ/MW/a, ustalony przez beneficjenta jako średnia arytmetyczna z okresu ostatnich 5 lat (dla całej firmy),
* sprawność przetwarzania węzła cieplnego przed modernizacją η1 = 95% (wg Tabeli nr 1, wiersz 3, kolumna 3),
* sprawność przetwarzania węzła cieplnego po modernizacji η2 = 96% (wg Tabeli nr 1, wiersz 1, kolumna 3).

Obliczenia:

* wielkość zapotrzebowania ciepła netto przed modernizacją E1netto = Q × wn = 3,647 × 5 800 = 21 153 GJ/a
* wielkość zapotrzebowania ciepła brutto przed modernizacją E1brutto = E1netto / η1 = 21 153 / 0,95 = 22 266 GJ/a
* wielkość strat ciepła w węźle przed modernizacją:

S1= E1brutto – E1netto =22 266 - 21 153 =1 113

* wielkość zapotrzebowania ciepła brutto po modernizacji E2brutto = E1netto / η2 = 21 153 / 0,96 = 22 034 GJ/a
* wielkość redukcji strat ciepła w roku w wyniku modernizacji węzła cieplnego

∆E brutto = E1brutto − E2brutto = 22 266 GJ/a − 22 034 GJ/a  = 232 GJ/a

* wielkość redukcji strat ciepła w procentach

O = ∆Ebrutto / S1 • 100% = 232 / 1 113 × 100% = 20,8%

1. Zmniejszenie strat ciepła w rurociągach

Sposób postępowania przy szacowaniu strat ciepła w rurociągach, które będą wymienione w konsekwencji wymiany węzła, została szczegółowo opisana w Załączniku 4.3 Sposób szacowania zmniejszenia strat ciepła (sieci)doRegulaminu naboru w ramach Działania 1.5.

1. Zmniejszenie zużycia ciepła przez odbiorców (efekt wprowadzenia regulacji)

Prezentowana metoda opisuje sposób szacowania oszczędności energii jakie pojawią się po zautomatyzowaniu węzła cieplnego. Założono przy tym, że przed modernizacją w węźle nie było automatyki reagującej na temperaturę zewnętrzną np. automatyki pogodowej i wprowadzono ją dopiero w wyniku modernizacji. W rozległych systemach cieplnych zasilanych ze źródeł zdalczynnych warunki pogodowe zmieniają się szybciej niż wynosi inercja systemu. Czas dopływu wody grzejnej do najbardziej oddalonego obiektu dochodzi do kilku godzin. W związku z tym zdarza się, że dopływająca do węzła woda grzewcza ma temperaturę inną niż wynikałoby to z tabel temperatur. Po zautomatyzowaniu węzeł cieplny będzie ewentualny nadmiar lub niedobór temperatury regulował odpowiednią zmianą przepływu utrzymując przy tym temperaturę powrotną na poziomie zadanym zgodnie z tabelą regulacyjną. Oszacowanie poziomu oszczędności przeprowadzono analizując zarejestrowane dane godzinowe temperatur zasilania i powietrza zewnętrznego w minionym sezonie grzewczym.

* 1. Założenia:

Poniższe założenia są przede wszystkim uproszczeniami mającymi na celu uczynienie metody oceny łatwiejszej w stosowaniu.

* + - Oszczędności mogą być generowane wówczas, gdy rzeczywista temperatura zasilania (Tz) jest wyższa od temperatury zasilania wymaganej tabelą regulacyjną (tz). W sezonie grzewczym występuje (x) takich godzin.
    - W niezautomatyzowanym węźle cieplnym występuje stały przepływ czynnika grzewczego (regulacja jakościowa) G = const.
    - Rozważono dwa skrajne przypadki zachowania się niezautomatyzowanego węzła cieplnego wraz z instalacją co i porównano je z zachowaniem węzła wyposażonego w automatykę pogodową.

PRZYPADEK 1

Przy założeniu stałej temperatury wewnętrznej, nadmiar energii cieplnej dostarczonej do obiektu będzie odprowadzony za pomocą „otwarcia okien”. Temperatura powrotu do sieci cieplnej będzie zgodna z tabelą temperatur dla aktualnej temperatury zewnętrznej i wyniesie tp1 gdzie tp1= f (tzewn).

Przed wprowadzeniem Po wprowadzeniu

automatyzacji automatyzacji



**Rys.1. Temperatury wody sieciowej w węźle dla przypadku 1.**

PRZYPADEK 2.

Przy założeniu podwyższenia temperatury wewnętrznej (okna zamknięte) temperatura powrotu do sieci cieplnej również będzie zawyżona i będzie pozostawać w relacji do aktualnej temperatury zasilania Tz i wyniesie tp2 gdzie tp2 = rel (Tz)



**Rys.2. Temperatury wody sieciowej w węźle dla przypadku 2.**

**3.2. Obliczenia:**

Ciepło (w kJ) oddane w węźle oblicza się wg wzoru (ogólnego)

*E = G ×* τ × 1,163 (tz - tp)

gdzie:

G - natężenie przepływu wody, [t/h]

τ - czas, [s]

tz - temperatura wody - zasilanie, [ 0C] tp - temperatura wody - powrót, [ 0C]

Podstawiając A = G × τ × 1,163 otrzymuje się E = A (tz - tp)

PRZYPADEK 1.

* ciepło dostarczane z wodą grzewczą w czasie τ (równa energii przekazywanej przez węzeł niezautomatyzowany)

Ed1 = A × (Tz - tp1)

* ciepło odbierane (przekazywane instalacji przez węzeł wyposażony w automatykę pogodową)

Eo1 = A × (tz - tp1)

* ciepło zaoszczędzone w wyniku automatyzacji węzła

∆Eosz1 = Ed1− Eo1

po podstawieniu i po uproszczeniu

∆Eosz1 = A × (Tz - tz)

oszczędności (w %) odniesione do ilości ciepła przed zautomatyzowaniem węzła



czyli

(1)



Oszczędności obliczone zgodnie ze wzorem (1) dotyczą jednej godziny ogrzewania, podczas której Tz > tz .

Jeśli przyjąć, że takich godzin jest w sezonie grzewczym x, a cały sezon trwa n godzin, wówczas suma korzyści w ciągu sezonu grzewczego (roku) wyniesie:

(2)



gdzie:

x - liczba godzin w sezonie grzewczym dla których Tz > tz

n - liczba wszystkich godzin w sezonie grzewczym

Tzi - rzeczywista godzinowa temperatura zasilania w źródle ciepła

tzi - tabelaryczna godzinowa temperatura zasilania w węźle cieplnym

tp1i - tabelaryczna godzinowa temperatura powrotu z węzła cieplnego odniesiona do aktualnej temperatury powietrza zewnętrznego (Tzewi)

PRZYPADEK 2.

* ciepło dostarczone z wodą grzewczą

Ed2 = A ×(Tz- tp2)

* ciepło odbierane (gdyby węzeł był zautomatyzowany)

Eo2 = A × (tz - tpi)

* ciepło zaoszczędzone w wyniku automatyzacji węzła

∆Eosz2 = Ed2 × Eo2

po podstawieniu

∆Eosz2 = A × (Tz - tp2)− A × (tz - tpi)

oszczędności (w %) odniesione do ilości ciepła przed zautomatyzowaniem węzła



czyli

(3)



Oszczędności obliczone zgodnie ze wzorem (3) dotyczą jednej godziny ogrzewania, podczas której Tz > tz .

Jeśli przyjąć, że takich godzin jest w sezonie grzewczym x, a cały sezon trwa n godzin, wówczas suma korzyści w ciągu sezonu grzewczym (roku) wyniesie:

(4)



gdzie:

x - liczba godzin w sezonie grzewczym dla których Tzi > tzi , n - liczba wszystkich godzin w sezonie grzewczym,

Tzi, tzi, tp1i - jak dla przypadku 1,

tp2i - tabelaryczna godzinowa temperatura powrotu w węźle cieplnym odniesiona do aktualnej temperatury zasilania z sieci cieplnej (Tzi).

UWAGA!

Do określania tzi, tp1i, tp2i należy użyć tabeli regulacyjnej dla wymiennikowego węzła cieplnego nie uwzględniającej załamania wykresu regulacyjnego spowodowanego koniecznością wytworzenia ciepłej wody użytkowej.

Rys.3. Wykres regulacyjny - objaśnienie użytych symboli



Przy założeniu, że w budynku, w którym zautomatyzowano węzeł stosunek przypadków 1 rodzaju do przypadków 2 rodzaju wynosi 25:75, oszczędności uzyskane w sezonie grzewczym oblicza się wg wzoru.

(5)

Uosz = 0,25 ×Uosz1 + 0,75Uosz2

**Przykład obliczeniowy**

Dane o:

* wysokości godzinowej temperatury powietrza zewnętrznego zapisujemy w kol. 5 oznaczonej jako (Tzewi)
* rzeczywistej godzinowej temperatury czynnika grzewczego na zasilaniu w źródle ciepła zapisujemy w kol. 6 oznaczonej jako (Tzi)
* tabelarycznej godzinowej temperatury czynnika grzewczego na zasilaniu odniesionej do aktualnej godzinowej temperatury powietrza zewnętrznego z kol. 5 zapisujemy w kol. 7 oznaczonej jako (tzi)
* tabelarycznej godzinowej temperatury czynnika grzewczego na powrocie odniesionej do aktualnej w danej godzinie temperatury powietrza zewnętrznego z kol. 5 zapisujemy w kol. 8 oznaczonej jako (tpJi)
* tabelarycznej godzinowej temperatury czynnika grzewczego na powrocie odniesionej do aktualnej w danej godzinie temperatury czynnika grzewczego na zasilaniu w źródle ciepła z kol. 6 zapisujemy w kol. 9 oznaczonej jako (tp2i),

Tz,tz,tp1,tp2



Tzewi=1C,9'C Tzewi=1,0'C

przykład dla 27-09-2014 godz. 1 przykład dla 26-01 -2014 godz. 22

* W kolumnie 10 wpisujemy wyniki różnicy (Tzi-tzi) z zastrzeżeniem, że jeżeli (Tzi-tzi)>0, wpisujemy wynik różnicy (Tzi-tzi), natomiast jeżeli (Tzi-tzi) <= 0, wpisujemy wartość 0.
* W kolumnie 11 wpisujemy wyniki różnicy (Tzi-tpJi).
* Kolumny 10 i 11 posłużą nam do obliczenia przypadku 1.
* W kolumnie 12 wpisujemy wyniki zależności (Tzi-tp2i-tzi+tpii) z zastrzeżeniem, że jeżeli (Tzi-tzi) > 0, wpisujemy wynik zależności (Tzi-tp2i-tzi+tp1i), natomiast jeżeli (Tzi-tzi) <= 0, wpisujemy wartość 0.
* W kolumnie 13 wpisujemy wyniki różnicy (Tzi-tp2i).
* Kolumny 12 i 13 posłużą nam do obliczenia przypadku 2.
* Udział oszczędności dla przypadku 1 (Uosz1) obliczono jako iloraz sumy wartości z kolumny 10 i sumy wartości z kolumny 11 wyrażone w procentach (realizacja wzoru 2)
* Udział oszczędności dla przypadku 2 (Uosz2) obliczono jako iloraz sumy wartości z kolumny 12 i sumy wartości z kolumny 13 wyrażone w procentach (realizacja wzoru 4).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rok/miesiąc/dzień/godzina | | | | Dane z odczytów godzinowych | | | Dane z tabel regulacyjnych | | Do obliczeń (przypadek 1) | | Do obliczeń (przypadek 2) | |
| RK | **MC** | DZ | GD | TZEWi | TZi | tzi | tpli | tp2i | Tzi-tzi | Tzi-tpli | TZi-tp2i-tzi+tpli | TZi-tp2i |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  |  |  |  | | | | | | tylko dla Tzi>tzi (jest x takich godzin) | dla każdej Tzi (jest n takich godzin) | Tylko dlaTzi>tzi (jest x takich godzin) | dla każdej Tzi (jest n takich godzin) |
| 2008x | 9 | 27 | 1 | 10,9 | 70,5 | 50,1 | 34,2 | 42,2 | 20,4 | 36,3 | 12,4 | 28,3 |
| 2008 | 9 | 27 | 2 | 10,6 | 71,7 | 51,0 | 34,5 | 42,7 | 20,7 | 37,2 | 12,6 | 29,0 |
| 2008 | 9 | 27 | 3 | 10,7 | 71,3 | 50,7 | 34,4 | 42,5 | 20,6 | 36,9 | 12,5 | 28,8 |
| 2008 | 9 | 27 | 4 | 9,9 | 70,1 | 53,0 | 35,4 | 42,1 | 17,1 | 34,7 | 10,4 | 28,0 |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| 2008 | 9 | 27 | 21 | 7,9 | 69,7 | 58,9 | 37,7 | 41,9 | 10,8 | 32,0 | 6,6 | 27,8 |
| 2008 | 9 | 27 | 22 | 7,5 | 69,5 | 60,0 | 38,2 | 41,8 | 9,5 | 31,3 | 5,8 | 27,7 |
| 2008 | 9 | 27 | 23 | 6,4 | 72,5 | 63,2 | 39,4 | 43,0 | 9,3 | 33,1 | 5,7 | 29,5 |
| 2008 | 9 | 27 | 24 | 5,7 | 70,3 | 65,2 | 40,2 | 42,1 | 5,1 | 30,1 | 3,2 | 28,2 |
| 2008 | 9 | 28 | 1 | 5,4 | 69,3 | 66,1 | 40,5 | 41,8 | 3,2 | 28,8 | 2,0 | 27,5 |
| 2008 | 9 | 28 | 2 | 4,1 | 69,6 | 69,7 | 41,9 | 41,9 | 0,0 | 27,7 | 0,0 | 27,7 |
| 2008 | 9 | 28 | 3 | 3,8 | 70,5 | 70,6 | 42,2 | 42,2 | 0,0 | 28,3 | 0,0 | 28,3 |
| 2008 | 9 | 28 | 4 | 4,0 | 70,2 | 70,0 | 42,0 | 42,1 | 0,2 | 28,2 | 0,1 | 28,1 |
| 2008 | 9 | 28 | 5 | 3,6 | 69,4 | 71,2 | 42,5 | 41,8 | 0,0 | 26,9 | 0,0 | 27,6 |
| 2008 | 9 | 28 | 6 | 3,2 | 69,5 | 72,3 | 42,9 | 41,8 | 0,0 | 26,6 | 0,0 | 27,7 |
| 2008 | 9 | 28 | 7 | 2,5 | 69,3 | 74,2 | 43,6 | 41,8 | 0,0 | 25,7 | 0,0 | 27,5 |
| 2008 | 9 | 28 | 8 | 4,8 | 69,5 | 67,8 | 41,2 | 41,8 | 1,7 | 28,3 | 1,1 | 27,7 |
| 2008 | 9 | 28 | 9 | 7,1 | 69,8 | 61,2 | 38,6 | 41,9 | 8,6 | 31,2 | 5,3 | 27,9 |
| 2008 | 9 | 28 | 10 | 10,5 | 70,4 | 51,3 | 34,6 | 42,2 | 19,1 | 35,8 | 11,6 | 28,2 |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| 2009 | 1 | 26 | 19 | 1,2 | 81,2 | 77,9 | 45,0 | 46,2 | 3,3 | 36,2 | 2,1 | 35,0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2009 | 1 | 26 | 20 | 1,1 | 81,1 | 78,2 | 45,1 | 46,2 | 2,9 | 36,0 | 1,8 | 34,9 |
| 2009 | 1 | 26 | 21 | 1,1 | 81,1 | 78,2 | 45,1 | 46,2 | 2,9 | 36,0 | 1,8 | 34,9 |
| 2009x | 1 | 26 | 22 | 1,0 | 81,3 | 78,4 | 45,2 | 46,2 | 2,9 | 36,1 | 1,8 | 35,1 |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| 2009 | 5 | 7 | 19 | 15,7 | 70,0 | 35,4 | 27,9 | 42,0 | 34,6 | 42,1 | 20,5 | 28,0 |
| 2009 | 5 | 7 | 20 | 12,9 | 69,5 | 44,1 | 31,7 | 41,8 | 25,4 | 37,8 | 15,2 | 27,7 |
| 2009 | 5 | 7 | 21 | 11,5 | 69,9 | 48,3 | 33,4 | 42,0 | 21,6 | 36,5 | 13,0 | 27,9 |
| 2009 | 5 | 7 | 22 | 11,5 | 70,0 | 48,3 | 33,4 | 42,0 | 21,7 | 36,6 | 13,1 | 28,0 |
| 2009 | 5 | 7 | 23 | 11,8 | 69,3 | 47,4 | 33,0 | 41,8 | 21,9 | 36,3 | 13,2 | 27,5 |
| 2009 | 5 | 7 | 24 | 11,4 | 70,0 | 48,6 | 33,5 | 42,0 | 21,4 | 36,5 | 12,9 | 28,0 |
| SUMA = | | | | | | | | | 55128,2 | 204784,8 | 33210,1 | 184512,9 |

Uoszi = 26,9% Uosz2= 18,0%

X- rekordy użyte w przykładzie (wykres)

Przy założeniu, że w budynkach, w których zautomatyzowano węzły stosunek przypadków 1 rodzaju do przypadków 2 rodzaju wynosi 25:75, w sezonie grzewczym uzyskano średni wynik oszczędności na poziomie 20,2% albowiem:

Uosz = 0,25 × Uos,. + 0,75 × **Uosz2**

Uosz = 0,25 × 26,9% +0,75 × 18,0% = 20,2%

1. wskaźnik wykorzystania zamówionej mocy cieplnej to stosunek ilości sprzedanego ciepła i zamówionej mocy cieplnej w roku [↑](#footnote-ref-1)