

**PROGNOZA WIELKOŚCI ZUŻYCIA CIEPŁA
DOSTARCZANEGO PRZEZ FIRME
FORTUM DLA CELÓW CENTRALNEGO
OGRZEWANIA W ROKU 2013 DLA
BUDYNKÓW WSPÓLNOTY
MIESZKANIOWEJ PRZY UL. GAJOWEJ 14-
16, 20-24 WE WROCŁAWIU**

PAWEŁ SZOŁTYSEK
WYDZIAŁ NAUK EKONOMICZNYCH

1. Wstęp.

Jednym z głównych wydatków każdej osoby mieszkającej w Polsce są koszty związane z ogrzaniem mieszkania w okresie zimowym. W przypadku, gdy mamy do czynienia z budynkami wielorodzinnymi, ich zarządzaniem zajmuje się zarząd wspólnoty lub spółdzielni mieszkaniowej.

Ponieważ w średniej wielkości mieszkaniu koszty związane z ogrzewaniem mogą wynieść nawet kilkadziesiąt procent miesięcznego czynszu, celowym wydaje się być skupienie się nad tematem jego zużycia oraz dokładnego jego zaplanowania. Poniższa prognoza zużycia ciepła do ogrzewania budynku w roku 2013 powstała na zamówienie Zarządu Wspólnoty Mieszkaniowej, która chce odpowiednio zaplanować koszty ogrzewania. Zleceniodawca określił, że dopuści prognozę w planowaniu, jeżeli błąd średnioroczny nie przekroczy 10%¹.

2. Zadanie prognostyczne.

Obiekt: Wspólnota Mieszkaniowa ul. Gajowa 14-16, 20-24 Wrocław.

Zjawisko prognozowane: Ogrzanie budynku wspólnoty mieszkaniowej w 2013r.

Zmienna prognozowana: Ilość potrzebnego ciepła do ogrzania budynku w 2013r. (w ujęciu miesięcznym).

Cel prognozy: Określenie tendencji zużycia ciepła.

Dopuszczalny błąd prognozy: Zleceniodawca określił dopuszczalny błąd prognozy na poziomie 10%.

Funkcja prognozy: Uzyskanie informacji pozwalających określić koszty ogrzewania w roku 2013.

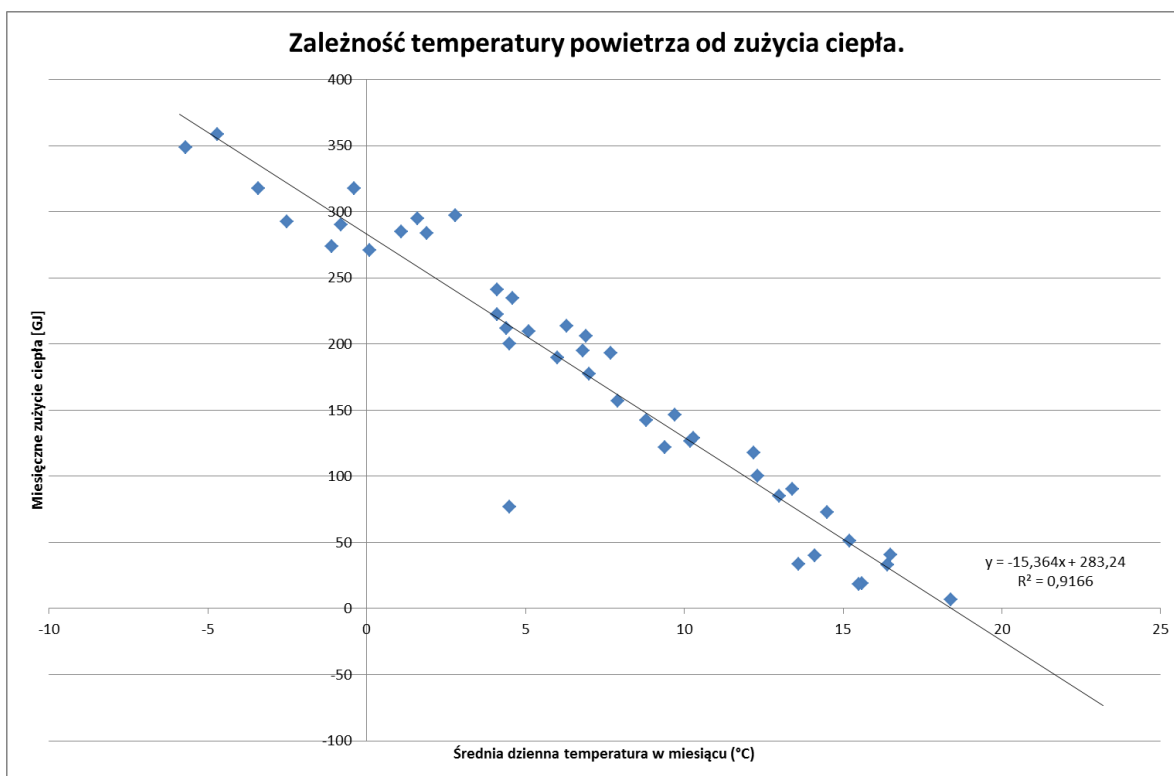
Czas: Okres prognozy: miesięczny, horyzont prognozy: grudzień 2013 roku.

3. Przesłanki prognostyczne.

Poza czynnikami zewnętrznymi zmieniającymi się skokowo wskutek podjętych działań (np. docieplenie budynku), istnieje jeden czynnik mający bezpośredni wpływ na zużycie gazu – pogoda. Składa się na nią kilka głównych czynników, autor był w stanie dotrzeć do danych historycznych z następujących jej elementów:

¹ Por. wzór w sekcji 6.

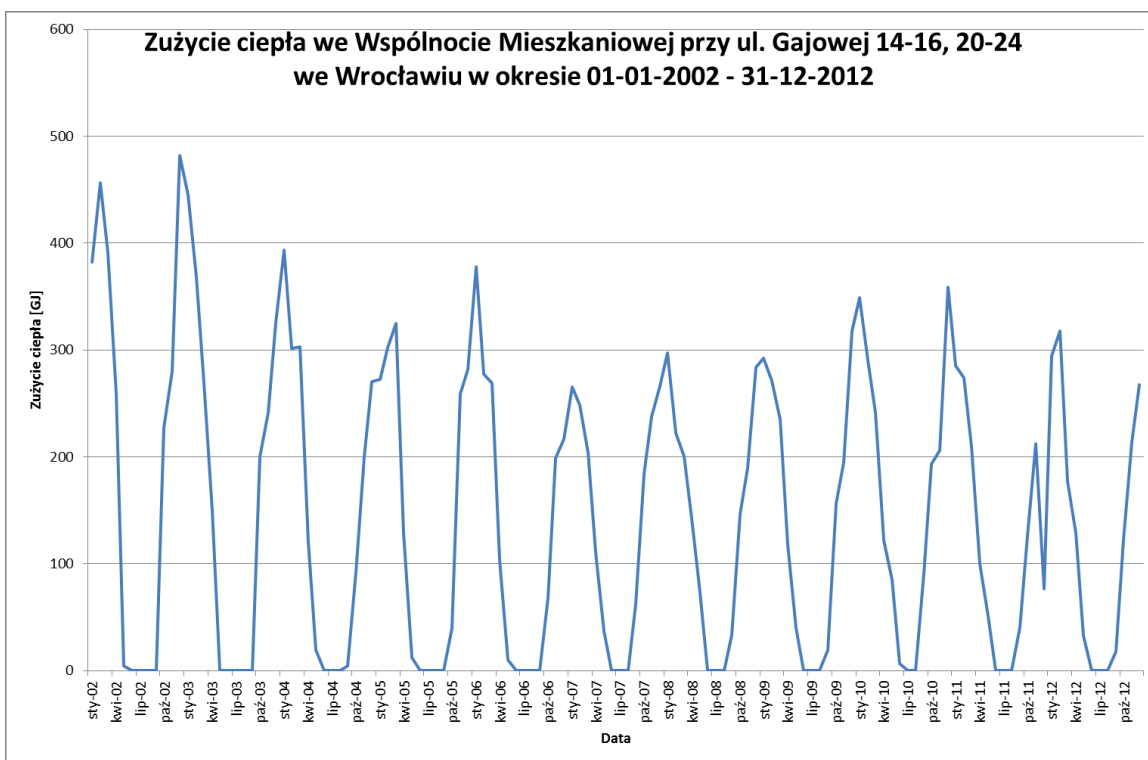
Średnia temperatura (°C), Maksymalna temperatura (°C), Minimalna temperatura (°C), Średnia wilgotność względna (%), Razem opady deszczu i / lub śniegu (mm), Średnia widoczność (km), Średnia prędkość wiatru (km/h), Maksymalna prędkość wiatru (km/h), wystąpienie deszczu, śniegu, burzy i mgły. Badanie korelacji wykazało trzy główne czynniki (korelacja > 0,9) kształtujące badane zjawisko – średnia, maksymalna oraz minimalna temperatura.



Z trywialnego powodu wystarczającym będzie, gdy wybierzemy jeden z tych czynników – temperaturę średnią (która miała najwyższy współczynnik korelacji).

4. Wybór metody prognozowania.

Zmienna objaśniana Y – wielkość zużycia ciepła przez wspólnotę mieszkaniową.



Źródło danych: faktury rozliczeniowe.

Analizując wykres zmiennej prognozowanej zauważamy spodziewane wahania sezonowe. Zauważalny jest też nieznaczny trend spadkowy, który jest efektem wykonywanych z roku na rok prac mających na celu ograniczenie strat ciepła w budynku. Przewidywana jest kontynuacja tych działań w kolejnych okresach.

Z tego względu zastosowana została metoda wykorzystująca wahania sezonowe.

5. Wyznaczenie prognozy.

Zarządca wspólnoty mieszkaniowej udostępnił dane z okresu styczeń 2002 – grudzień 2012. Do utworzenia modelu (zarówno addytywnego, jak i multiplikatywnego) wykorzystano dane z okresu styczeń 2002 – grudzień 2011, natomiast do oceny trafności prognozy styczeń 2012 – grudzień 2012.

6. Ocena trafności.

Okres	Faktyczne zużycie	y _{ti} (teoret.) addytywny	y _{ti} (teoret.) multiplikat.
sty-12	294,7	300,46	256,34
lut-12	317,6	265,49	228,42
mar-12	177,3	228,99	199,79
kwi-12	128,8	99,70	101,72
maj-12	32,8	-2,55	27,72
cze-12	0	-34,94	0,60
lip-12	0	-35,61	0,00
sie-12	0	-35,61	0,00
wrz-12	18,1	-10,55	21,36
paź-12	122,3	107,82	109,74
lis-12	213,55	186,35	167,98
gru-12	267,6	252,32	214,50

Można zauważyć, że w okresie letnim model addytywny prognozuje ujemne zużycie ciepła, co z racjonalnych powodów nie jest możliwe. Ze względu na ten fakt autor, zgodnie z rozsądkiem, zinterpretował to jako prognoza braku zużycia ciepła. Zgodnie z zaleceniem, błędy prognozy (w tym względny błąd krytyczny, czy błąd ex post) ψ_T zostały wyznaczone w sposób następujący:

$$\psi_T = \frac{\sum_{i=1}^{12} a_i - \sum_{i=1}^{12} b_i}{\sum_{i=1}^{12} a_i} < 0,1$$

gdzie:

a_i - faktyczne zużycie ciepła w i-tym miesiącu prognozowanego roku,

b_i - prognozowane zużycie ciepła w i-tym miesiącu prognozowanego roku.

Poniższa tabela przedstawia ostateczne prognozy, rzeczywiste zużycie w prognozowanym okresie oraz błąd.

Okres	Faktyczne zużycie	y _{ti} (teoret.) addytywny	y _{ti} (teoret.) multiplikat.
sty-12	294,7	300,46	256,34
lut-12	317,6	265,49	228,42
mar-12	177,3	228,99	199,79
kwi-12	128,8	99,70	101,72
maj-12	32,8	0,00	27,72
cze-12	0	0,00	0,60
lip-12	0	0,00	0,00
sie-12	0	0,00	0,00
wrz-12	18,1	0,00	21,36
paź-12	122,3	107,82	109,74
lis-12	213,55	186,35	167,98
gru-12	267,6	252,32	214,50
SUMA	1572,75	1441,13	1328,18
Błąd ψ_T		8,37%	15,55%

Równanie modelu addytywnego (o niższym błędzie):

$$y_{ti} = \begin{cases} y_t + z_i & : y_t + z_i > 0 \\ 0 & : y_t + z_i \leq 0 \end{cases}, \text{ gdzie:}$$

$$y_t = -0,5395t + 178,41$$

$$z_i = \begin{cases} 187,34 & : i = 1 \\ 152,90 & : i = 2 \\ 116,95 & : i = 3 \\ -11,80 & : i = 4 \\ -113,51 & : i = 5 \\ -145,37 & : i = 6 \\ -145,50 & : i = 7 \\ -144,95 & : i = 8 \\ -119,36 & : i = 9 \\ -0,45 & : i = 10 \\ 78,62 & : i = 11 \\ 145,13 & : i = 12 \end{cases}$$

7. Podsumowanie i wnioski.

Wykorzystanie modelu z wahaniami sezonowymi umożliwiło opracowanie prognozy zużycia z większą dokładnością niż zakładano - względny błąd ex post okazał się niższy od błędu krytycznego, stąd można uznać, że prognoza okazała się trafna. Wyższą skutecznością wykazała się metoda addytywna.

Analizując przedstawioną prognozę można zauważyć, iż model addytywny z większą precyzją był w stanie przewidzieć zużycie w miesiącach zimowych, podczas gdy multiplikatywny – w wiosenno-jesiennych. Autor przeanalizował ten aspekt korzystając z ilości dostępnych danych dla krótszych okresów (począwszy od danych wejściowych z lat 2002-2006 oraz prognozy na rok 2007, ukończywszy na 2002-2010 i prognozy na rok 2011) i zauważył, że ta prawidłowość się powtarza także i w tych dodatkowo zbadanych okresach. Oczywiście dostępny zbiór danych jest zbyt mały, aby potraktować to jako oczekiwane działanie zaproponowanego modelu, jednak skłania do dalszych refleksji i badań na ten temat, a także pozostawia pole do dalszego tuningu zastosowanego rozwiązania.

Ponadto warto zauważyć, że zastosowany model nie uwzględniał temperatury jako przesłanki prognostycznej. W prosty sposób można określić (bardzo wyraźną i stosunkowo dokładną) zależność między średnią temperaturą a zużyciem ciepła.

Jednak uzależnienie ciepła od temperatury nie rozwiązuje problemu niniejszego opracowania. Akceptowalnie wysoki poziom przewidywalności prognozy pogody możemy uzyskać na okres godzin, kilku dni – zdecydowanie nie na okres najbliższego roku. Rozpatrując taki okres, należałoby raczej sięgnąć do danych klimatycznych, które mówią o średniej długookresowej temperaturze w danym miesiącu. Pozwolą one jednak co najwyżej określić średnie wieloletnie przewidywane zużycie ogrzewania w nieruchomości, co oczywiście nie jest wystarczające. Autor, zaciekawiony zagadnieniem, wykorzystał dane pogodowe z ostatnich kilkudziesięciu lat (źródło: tutienpo.net) w celu stworzenia prognozy średniej miesięcznej temperatury w kolejnym roku, uzyskując średni błąd prognozy na poziomie 1-2 stopni Celsjusza (korzystając z tej samej metody jak opisana w pracy).

W połączeniu z obliczeniem trendu zmiany zużycia ciepła względem temperatury (ok 15GJ na stopień Celsjusza), potencjalny błąd prognozy rośnie ponad uzyskane wyżej wyniki.