

Dependency of the energy consumption from a heating company's subscribers, on the temperature of the environment

Katerina Gabrovska-Evstatieva, Boris Evstatiev, Boryana Manolova, Ivan Grigorov, Dimitar Trifonov

Зависимост на потребяваната от абонати на топлофикационни дружества енергия от температурата на околната среда

Катерина Габровска-Евстатиева, Борис Евстатиев, Боряна Манолова, Иван Григоров, Димитър Трифонов

Abstract: The energy consumption dependency on the temperature of the environment has been investigated, for the subscribers of a heating company. The dependency has been presented with a linear model and the coefficients have been acquired for different months of the year. The results showed that such dependency is applicable only during the heating season, while for the non-heating season there is no dependency between temperature and energy consumption.

Key words: heating company, energy consumption, heating season, environment temperature.

ВЪВЕДЕНИЕ

Прогнозирането консумацията на топлинна енергия през отоплителния период е от съществено значение за ефективното управление на топлофикационните дружества. Потребяваната от абонатите на топлофикационните дружества енергия може да се разглежда за 2 периода: отоплителен и неотоплителен период [1].

През отоплителния период потребяваната топлинна енергия се разделя на енергия за отопление и енергия за топла вода, като първата има преобладаващ характер. През неотоплителния период, потребителите на топлофикациите използват единствено енергия за топла вода.

През отоплителния период потребяваната топлинна енергия зависи до голяма степен от температурата на околната среда, като колкото по-ниска е температурата, толкова по-голяма е консумацията [2]. Следователно за анализ на взаимната корелация между потребявана енергия и температура на околната среда следва да се разработи методика.

Целта на настоящото изследване е да се реализират модели за прогнозиране консумацията на топлинна енергия от топлофикационни дружества.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Нека T_D са средните дневни температури на околната среда, а E_D - сумарните дневни консумации на топлинна енергия за даден период от годината с N на брой дни:

$$T_D = [T_{D1}; T_{D2}; T_{D3}; \dots; T_{DN}] \quad (1)$$

$$E_D = [E_{D1}; E_{D2}; E_{D3}; \dots; E_{DN}] \quad (2)$$

Определя се коефициентът на връзка C_{REL} между двата масива съгласно:

$$C_{REL} = (MAX(E_D) - MIN(E_D)) / (MAX(T_D) - MIN(T_D)) \quad (3)$$

След това се определят приведените стойности на температурата съгласно:

$$ET_D = C_{REL} \cdot T_D = [C_{REL} \cdot T_{D1}; C_{REL} \cdot T_{D2}; C_{REL} \cdot T_{D3}; \dots; C_{REL} \cdot T_{DN}] \quad (4)$$

Моделираните стойности на енерго-потреблението E_D^{MOD} , като функция на температурата, се определят съгласно:

$$E_D^{MOD} = MAX(ET_D) + MIN(E_D) - ET_D = a + b \cdot T_D \quad (5)$$

т.е. енергопотреблението се представя като линейна зависимост $E_D^{MOD} = a + b \cdot T_D$, където коефициентите a и b се определят съгласно:

$$a = \text{MAX}(ET_D) + \text{MIN}(E_D) \quad (6)$$

$$b = C_{REL} = -(\text{MAX}(E_D) - \text{MIN}(E_D)) / (\text{MAX}(T_D) - \text{MIN}(T_D)) \quad (7)$$

Получената зависимост може да се използва за прогнозиране на очакваната консумация на топлинна енергия, на базата на средната дневна температура на околната среда за дадено топлофикационно дружество с определени абонати.

РЕЗУЛТАТИ

Анализирани са сумарните дневни данни за консумацията на топлинна енергия на топлофикационно дружество, за 2015 г. и среднодневните дневни температури за всеки ден от годината [3]. Данните са анализирани и за всеки месец от годината са определени коефициентът на връзка C_{REL} , максималната стойност на приведениите стойности на температурата $\text{MAX}(ET_D)$ и минималната стойност на дневната консумирана енергия $\text{MIN}(E_D)$. Резултатите са представени в табл. 1.

Таблица 1. Определени коефициенти по месец от годината съгласно разработената методика.

Месец от годината	$C_{REL}, MWh/^\circ C$	$\text{MAX}(ET_D) + \text{MIN}(E_D), MWh$
Януари	49,73	1333,96
Февруари	57,80	1314,72
Март	67,95	1392,75
Април	44,23	1032,87
Май	9,83	452,71
Юни	6,33	340,76
Юли	6,21	344,59
Август	33,12	894,19
Септември	6,22	362,95
Октомври	66,00	1313,83
Ноември	83,45	1563,21
Декември	66,84	1584,49

Моделите на консумация на топлинна енергия за всеки месец от годината, като функция на среднодневната температура на околната среда, са представени в табл. 2, като в последната колона е представен коефициентът на детерминация R^2 между реалната и моделирана енергия.

Таблица 2. Модели на консумираната топлинна енергия по месеци.

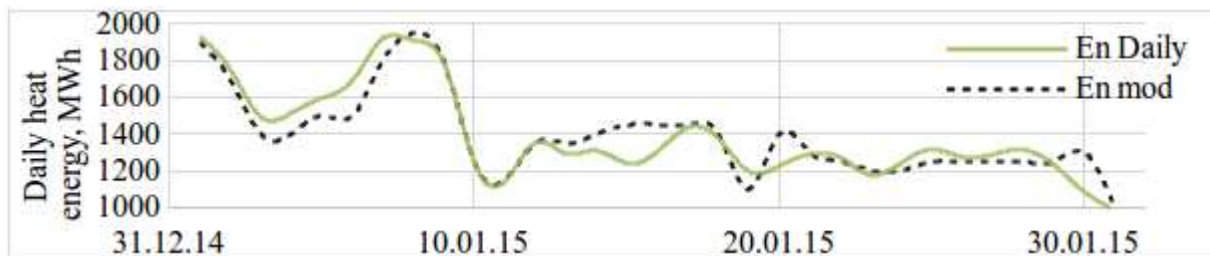
Месец от годината	Консумирана енергия, MWh	R^2
Януари	$E_D^{MOD} = 1333,96 - 49,72.T_D$	0,86
Февруари	$E_D^{MOD} = 1314,72 - 57,80.T_D$	0,90
Март	$E_D^{MOD} = 1392,75 - 67,95.T_D$	0,69
Април	$E_D^{MOD} = 1032,87 - 44,23.T_D$	0,56
Май	$E_D^{MOD} = 452,71 - 9,83.T_D$	0,00

Юни	$E_D^{MOD} = 340,76 - 6,33.T_D$	0,05
Юли	$E_D^{MOD} = 344,59 - 6,21.T_D$	0,18
Август	$E_D^{MOD} = 894,19 - 33,12.T_D$	0,07
Септември	$E_D^{MOD} = 362,95 - 6,22.T_D$	0,53
Октомври	$E_D^{MOD} = 1313,83 - 66,00.T_D$	0,48
Ноември	$E_D^{MOD} = 1563,21 - 83,45.T_D$	0,86
Декември	$E_D^{MOD} = 1584,49 - 66,84.T_D$	0,70

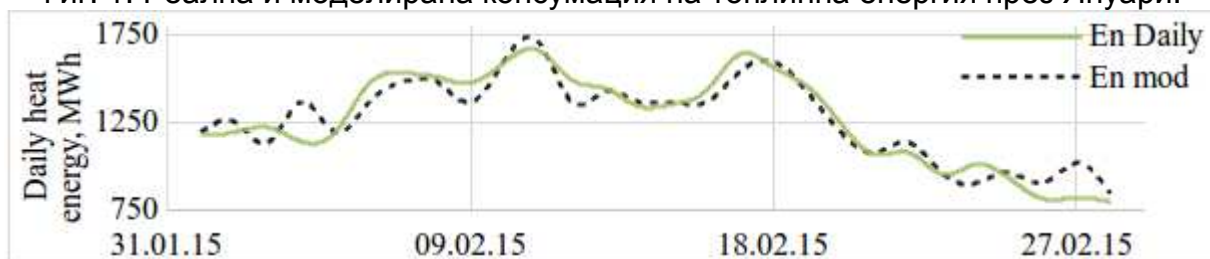
От получените резултати се вижда, че през отоплителните месеци, в които е имало както отопление, така и топла вода (януари, февруари, март, ноември и декември), потребляваната топлинна енергия може да се прогнозира с много голяма точност като линейна функция на среднодневната температура на околната среда. Това се потвърждава и от коефициента на детерминация, който за тези месеци се изменя между 0,69 и 0,90.

От друга страна през неотоплителния и частично-отоплителния сезон (април, май, юни, юли, август, септември и октомври) коефициентът на детерминация се изменя в диапазона от 0,00 до 0,56, т.е. при тази ситуация консумираната топлинна енергия не може да се представи като функция на температурата на околната среда.

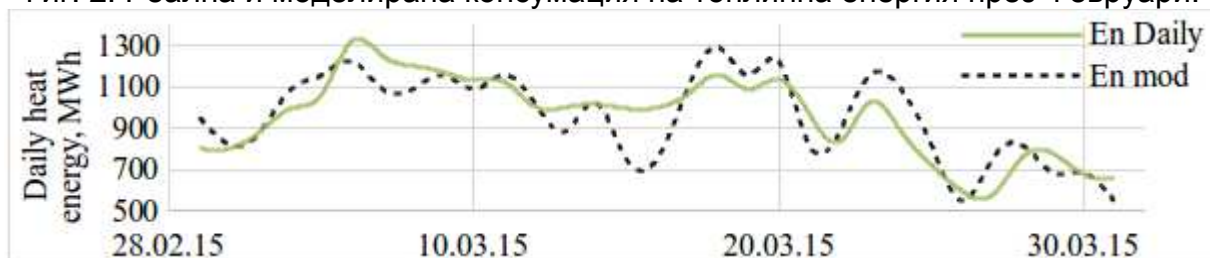
Графичната интерпретация на получените резултати е представена на фиг. 1 до фиг. 12.



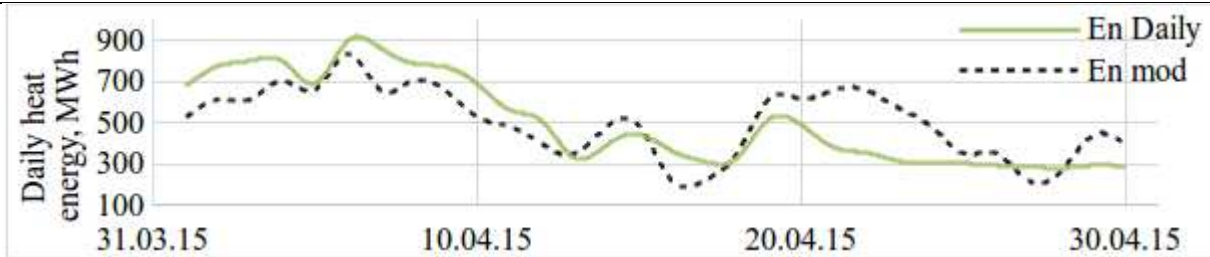
Фиг. 1. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Януари.



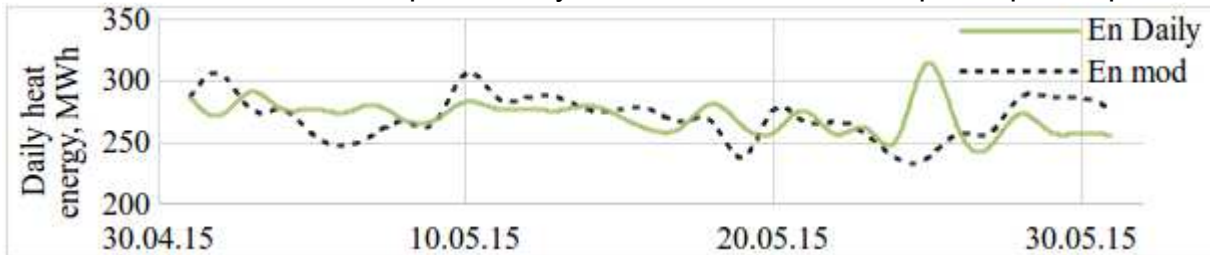
Фиг. 2. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Февруари.



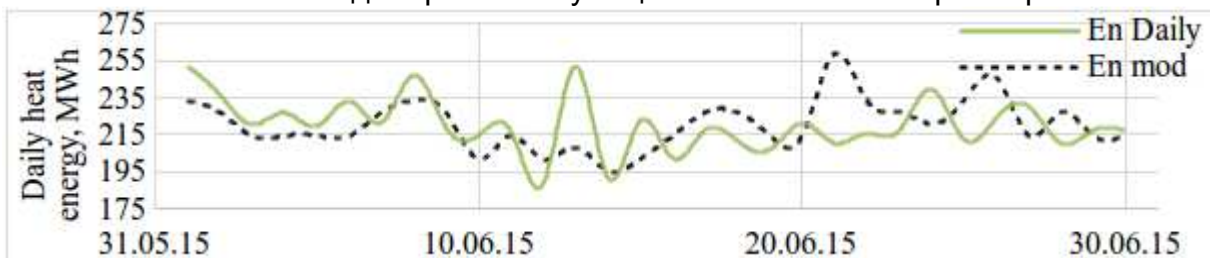
Фиг. 3. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Март.



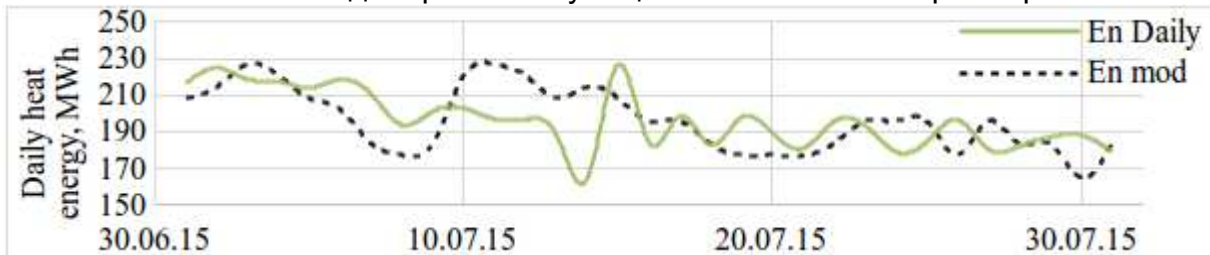
Фиг. 4. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Април.



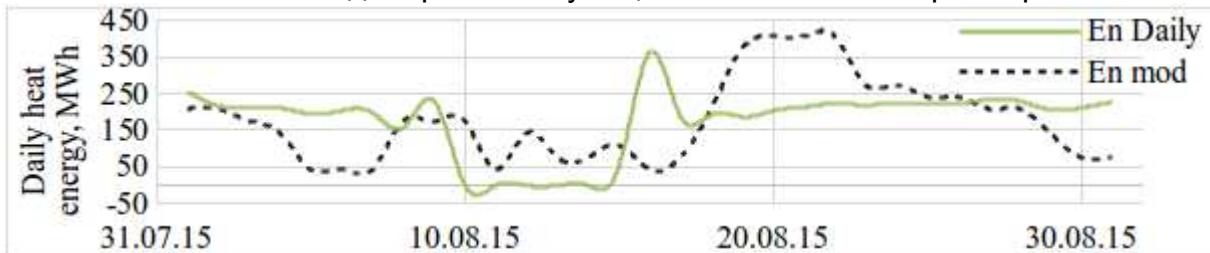
Фиг. 5. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Май.



Фиг. 6. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Юни.



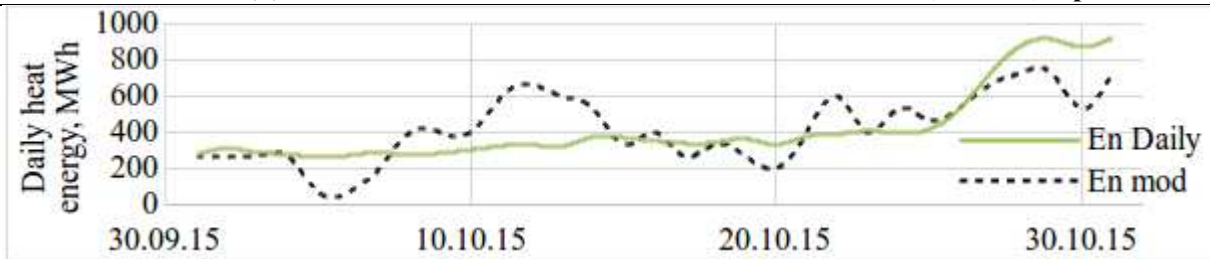
Фиг. 7. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Юли.



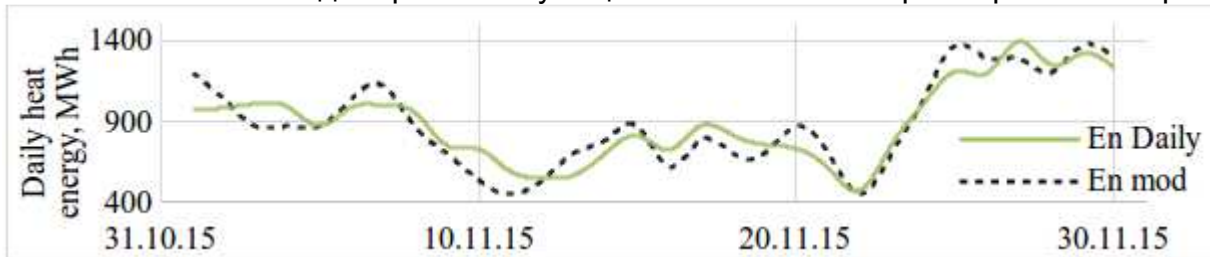
Фиг. 8. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Август.



Фиг. 9. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Септември.



Фиг. 10. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Октомври.



Фиг. 11. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Ноември.

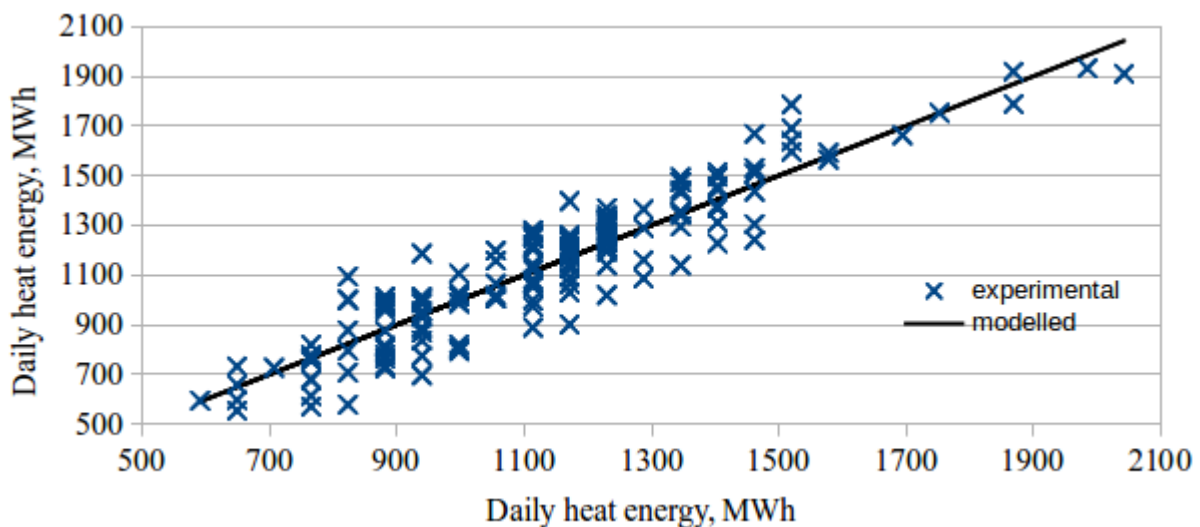


Фиг. 12. Реална и моделирана консумация на топлинна енергия през Декември.

Използвайки зависимости (6) и (7) са определени коефициентите a и b за целия отоплителен период, като моделът добива следния вид:

$$E_D^{MOD} = 1345,77 - 58,09.T_D \quad (8)$$

Отклонението на експерименталните стойности от моделираните е представено на фиг. 13, като коефициентът на детерминация е $R_2=0,88$. От резултатите се вижда, че има много добро съответствие между прогнозиран и експериментални стойности.



Фиг. 13. Отклонение на експериментални и моделирани стойности през отоплителния период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е представена методика за моделиране консумацията на топлинна енергия от топлофикационно дружество, като функция на среднодневната температура на околната среда. Методиката е приложима през отоплителния период, като се вижда, че консумираната топлинна енергия е на практика линейно зависима от среднодневната температура на околната среда.

Определени са коефициентите и на линейните модели за всеки месец от годината, а също така и средните коефициенти за целия отоплителен период. Коефициентът на детерминация за различните месеци се изменя от 0,69 и 0,90, а за целия отоплителен период е 0,88.

Получените резултати показват, че представената методика може да се приложи за прогнозиране на очакваната консумация на топлинна енергия от топлофикационните дружества, в зависимост от прогнозираната средна дневна температура през отоплителния период. Методиката е неприложима през неотоплителния период, поради случайния характер на потребяваната топла вода.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Теплофикация Русе. Общи Условия За Продажба На Топлинна Енергия За Битови Нужди На Потребители От Системата На "ТОПЛОФИКАЦИЯ Русе" ЕАД.

[2]. Рашева В., Г. Вълчев, Н. Калоянов, М. Минчев, С. Ташева. Енергийни спестявания в учебен блок 4 на ухт, след изпълнение на енергоспестяващи мерки. Научни трудове на УНИВЕРСИТЕТ по хранителни технологии – Пловдив, том LXII, 2015. сс 799-803.

[3]. www.stringmeteo.com

За контакти:

гл. ас. д-р Катерина Габровска-Евстатиева, Катедра "Информатика и информационни технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", e-mail: kgg@ami.uni-ruse.bg

доц. д-р Борис Евстатиев, Катедра "Теоретична и измервателна електротехника", Русенски университет "Ангел Кънчев", e-mail: bevstatiev@uni-ruse.bg

д-р инж. Боряна Манолова, Главен изпълнителен директор на Siemens в България.

ас. инж. Иван Григоров, Катедра „Технически и природо-математически науки“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: iag56@mail.bg

ас. инж. Димитър Трифонов, Катедра „Теоретична и измервателна електротехника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: dtrifonov@uni-ruse.bg