

Analiza kosztów dodatkowego ogrzewania przez cały rok z miejskiej sieci ciepłowniczej – analiza przypadków

Analysis of additional summer heating costs delivered supplied by the urban heating network – case study

BOGUSŁAW MALUDZIŃSKI

W artykule wykazano wzrost zapotrzebowania na energię użytkową w wyniku stosowania ogrzewania przez cały rok. Analizie poddano dwa budynki zlokalizowane hipotetycznie w 6 różnych miejscowościach w Polsce. Uzyskane wyniki analizy pozwalają rekomendować to rozwiązanie w celu podwyższenia komfortu cieplnego w budynkach zasilanych z miejskiej sieci ciepłowniczej.

Słowa kluczowe: grzanie w okresie lata, energia użytkowa, krzywa grzewcza

The article shows an increase in utility energy demand as a result of extending the heating season throughout the year. Two buildings, located hypothetically in 6 different locations in Poland, were analyzed. The obtained results of the analysis allow to recommend this solution in order to increase the comfort of heating in buildings linked to the municipal heating network.

Keywords: Heating in summer time, utility energy, heating curve.

Wstęp

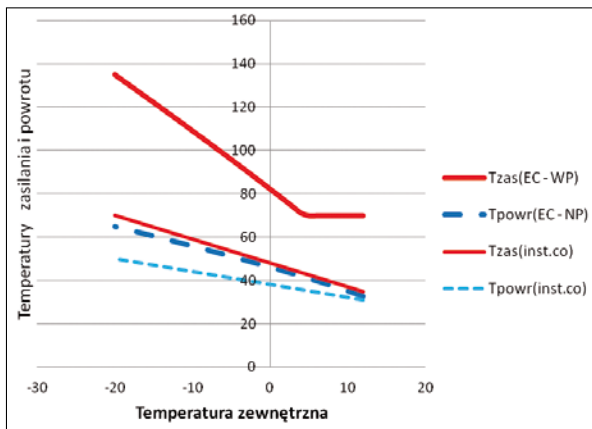
Według zapisów prawnych [4] sezon grzewczy to „okres, w którym warunki atmosferyczne powodują konieczność ciągłego dostarczania ciepła w celu ogrzewania obiektów”. Nie ma w tym rozporządzeniu mowy ani o terminie jego rozpoczęcia, ani zakończenia. Można więc przyjąć, że sezon grzewczy może trwać przez cały rok, a zwyczajowo jest on określany terminami rozpoczęcia i zakończenia.

Poza typowym sezonem grzewczym, występują okresy z niską temperaturą zewnętrzną, przy której jest odczuwalny brak komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Użytkownicy lokalnych źródeł ciepła nie mają problemu z dodatkowym ogrzewaniem mieszkań w okresie całego roku w przeciwieństwie do użytkowników centralnego ogrzewania z miejskiej sieci ciepłowniczej. Z tego właśnie powodu, odbiorcy ciepła z miejskiej sieci ciepłowniczej decydują się na indywidualne dogrzewanie lokali, przez użycie urządzeń elektrycznych lub gazowych, co jest niebezpieczne i drogie. Powstaje więc pytanie, dlaczego nie zapewnić dostawy ciepła do obiektów zasilanych z m.s.c. przez cały rok, a właściwie dlaczego nie korzystać z tego ciepła na potrzeby ogrzewania skoro jest ono dostarczane do obiektów na potrzeby przygotowywania ciepłej wody, a ciepło z sieci ciepłowniczej jest gotowe do wykorzystania przez cały rok (generując tylko straty w okresie lata większe niż w okresie zimy). Dodatkowym atutem przemawiającym za tym rozwiązaniem jest ponoszenie i tak przez mieszkańców stałej opłaty przez cały rok, związanej z pokrywaniem kosztów tzw. mocy zamówionej niezależnie od zużywanego ciepła.

Zasilanie instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania poza sezonem grzewczym możliwe jest dzięki automatyce pogodowej zainstalowanej w węzłach, która reguluje dopływ ciepła w funkcji temperatury zewnętrznej. Typowym rozwiązaniem przy stosowaniu ogrzewania centralnego jest uruchamianie węzła cieplnego na początku tzw. sezonu grzewczego i wyłączenie go na końcu sezonu. Czynność tą można pozostawić regulatorowi z funkcją rozpoczynania ogrzewania przy występowaniu odpowiedniej temperatury zewnętrznej.

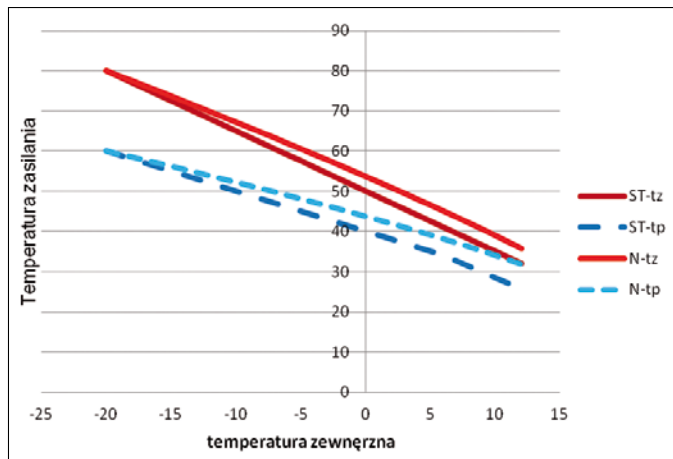
Obliczenia zapotrzebowania ciepła dla tego samego budynku przed i po termomodernizacji zlokalizowanego w sześciu wybranych miejscowościach Polski w różnych strefach klimatycznych – Szczecin – I, Poznań – II, Kraków – III, Warszawa – III, Olsztyn – IV, Zakopane – V strefa. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla miesięcy letnich wykonano w oparciu o dane z metody godzinowej bazującej na wartościach średniorocznych godzinowych temperaturach dla typowego roku meteorologicznego na podstawie wartości opublikowanych na http://mib.gov.pl/2-Wskazniki_emisji_wartosci_opalowe_paliwa.htm i odpowiednich zależnościach analitycznych. Zużycie ciepła w miesiącach letnich odniesiono do całkowitego zapotrzebowania na ciepło dla całego roku. Dla miesięcy letnich obliczono również koszt ogrzewania w oparciu o ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej i porównano z kosztami, które byłyby alternatywnie ponoszone w przypadku ogrzewania gazem ziemnym lub energią elektryczną.

Dr inż. Bogusław Maludziński – Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii Ciepłej i Ochrony Powietrza

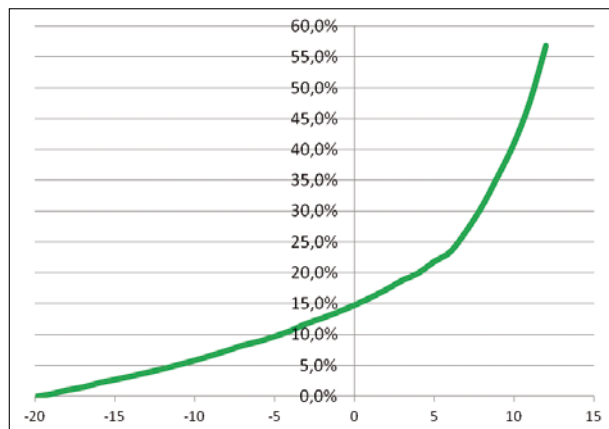


Rys. 1. Krzywe grzewcze dla EC EDF (135°C/70°C) i instalacji grzewczej (70/50°C)
Fig. 1. Heating curves for EC EDF (135°C/70°C) and heating system (70/50°C)

Rys. 2. Krzywe grzewcze typowe i skorygowane
Fig. 2. Typical and corrected heating curves



Rys. 3. Procentowy wzrost „siły napędowej” grzejnika w funkcji temperatury zewnętrznej po zmianie tabeli regulacyjnej – parametry instalacji 80°C/60°C/20°C ($t_z / t_p / t_j$)
Fig. 3. Percentage increase of radiator’s driving force as a function of outdoor temperature after control table change – Installation parameters 80°C / 60°C / 20°C ($t_z / t_p / t_j$)



osiągnąć poprzez skorygowanie krzywej grzewczej w zakresie wysokich wartości temperatury zewnętrznej.

Na rys. 2 podano przykład skorygowanej wartości krzywą grzewczą c.o. poprzez zwiększenie temperatury zasilania przy wyższych wartościach temperatury zewnętrznej co skutkuje zmianą różnicy pomiędzy średnią temperaturą grzejnika i temperaturą w pomieszczeniu („siły napędowej”) grzejnika w funkcji temperatury zewnętrznej i zostało przedstawione na rys. 3 dla przykładowych parametrów pracy instalacji 80°C/60°C/20°C. Przy zwiększeniu się tej różnicy temperatury wzrasta moc grzejnika, więc szybciej wzrasta temperatura w pomieszczeniu.

Zmiana ta przyczyni się do właściwej pracy instalacji, gdy będzie potrzeba szybkiego dostarczenia ciepła przez grzejniki przy obniżonej temperaturze.

Podane przykładowe parametry instalacji 80°C/60°C/20°C są najczęściej stosowanymi obecnie przy projektowaniu instalacji centralnego ogrzewania.

Analizę wzrostu zapotrzebowania na ciepło w okresie miesięcy letnich przeprowadzono w oparciu o następujący algorytm obliczeń:

- pobranie średnich godzinowych wartości temperatury suchego termometru (MDBT) i średnich wartości natężenia promieniowania słonecznego ze strony http://mib.gov.pl/2-wkazniki_emisji_wartosci_opalowe_paliwa.htm,
- zestawienie powyższych danych w ujęciu miesięcznym,
- uszeregowanie według temperatury suchego termometru rosnąco,

Obliczenia wykonano dwuwariantowo, dla temperatury uruchamiania grzania przy temperaturze zewnętrznej poniżej 12°C lub 15°C w okresie letnim.

Tabela regulacyjna – krzywa grzewcza

Dodatkowe grzanie przez cały rok może być realizowane w obiektach wyposażonych w węzły ciepne z zainstalowaną automatyką pogodową umożliwiającą wybór krzywej grzewczej, jak również początek jej działania. Podstawowy wymóg dla tych obiektów to zapewnienie dostarczania tego ciepła przez cały rok przez dostawcę ciepła. Program „Ciepło przez cały rok” jest realizowany pilotażowo w Krakowie przez partnerów programu: EDF Polska S.A., Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. z siedzibą w Krakowie, CEZ Skawina S.A. [3].

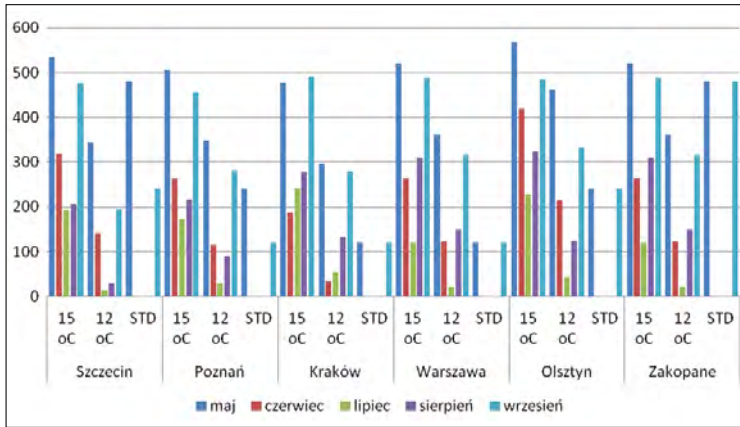
Na rysunku nr 1. przedstawiono wykresy krzywych grzewczych dla EC i przykładowej instalacji centralnego ogrzewania pracującej na parametry 70/50°C na podstawie tabeli z MPEC S.A. z siedzibą w Krakowie. Krzywe te rozpoczynają się od temperatury zewnętrznej 12°C.

Teoretycznie krzywa grzewcza ustawiona na regulatorze zależy od dobranych przez projektanta parametrów zasilania instalacji, od których zależy między innymi wielkość grzejników w pomieszczeniach.

Projektowe parametry pracy instalacji wewnętrznej zawarte w projekcie zakładają, że w mieszkaniach akceptowalna będzie temperatura zgodna ze standardami określonymi w normie PN-EN 12831:2006. Jeżeli jednak chcemy mieć wyższą temperaturę, to krzywa grzewcza powinna być nastawiona na wyższe wartości.

Stosując ogrzewanie w miesiącach letnich istotnym parametrem jest odpowiednio większa moc grzejnika, aby w stosunkowo krótkim czasie grzejnik dostarczył wymaganą ilość ciepła. Można to również

- usunięcie wartości temperatury łącznie z występującymi w tym samym czasie średnimi wartościami natężenia promieniowania słonecznego ponad 12°C lub 15°C w zależności od wariantu obliczeń,
- dla pozostałych wartości temperatury obliczenie średniej temperatury i liczby godzin, w których zakres obliczanych wartości temperatury występuje,
- dla pozostałych średnich wartości natężenia promieniowania obliczono ich sumy w poszczególnych miesiącach dla przyjętych wartości temperatury przełączania się regulatora,
- obliczenie zysków wewnętrznych dla liczby godzin działania dodatkowego ogrzewania,
- obliczenie ciepła użytkowego na podstawie PN-EN 13790 metodą miesięczną,
- analiza wyników.



Rys. 4
Zestawienie liczby godzin grzewczych w poszczególnych miesiącach
Fig. 4 Summary of additional heating hours in particular months

Na wykresie 4 zamieszczono liczby godzin grzewczych w poszczególnych miesiącach roku referencyjnego dla różnych wartości temperatury załączania się regulatora pogodowego (12°C lub 15°C) oraz liczby godzin dla teoretycznego sezonu grzewczego (dla Krakowa 222 dni). Wartości te zamieszczono również w tabeli 1.

STD na wykresie i w tabeli 1 oznacza liczbę godzin przyjmowaną jako standardową wg Rozporządzenia do sporządzania audytu [4] (np. dla Krakowa w maju i wrześniu po 5 dni). Dla pozostałych miejscowości podano w tabeli 1.

Obliczenie zapotrzebowania dodatkowego ciepła w okresie roku przez budynki mieszkalne wielorodzinne

Analizie opartej na obliczeniach teoretycznych poddano dwa budynki zbudowane na podstawie tego samego projektu konstrukcyjno technologicznego z tym, że jeden został poddany termomodernizacji. Budynki charakteryzują się więc różnymi wskaźnikami EU i EK zapotrzebowania na ciepło użytkowe i końcowe (obliczone dla standardowego okresu grzewczego). Budynki hipotetycznie zlokalizowano w sześciu różnych miejscowości Polski

Rys. 5.
Porównanie zapotrzebowania ciepła użytkowego przez te same analizowane budynki w różnych miejscowościach
Fig. 5. Comparison of utility heat demand by the same analyzed buildings in different localities

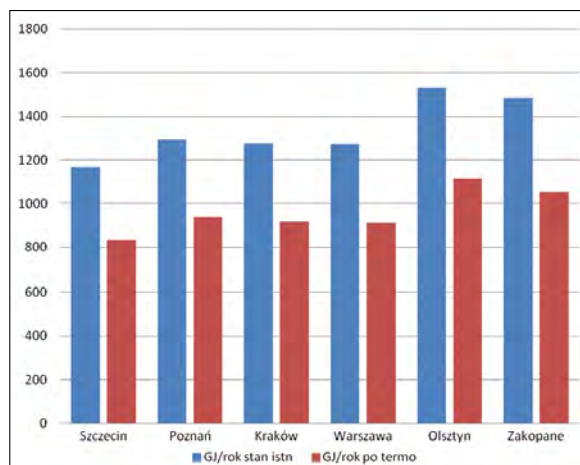


Tabela 1. Zestawienie liczby godzin ogrzewania w poszczególnych miesiącach
Table 1. Summary of the number of hours of heating in each month

Miejscowość	temperatura załączania się regulatora	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień
Szczecin	15 °C	535	318	193	206	476
	12 °C	344	140	14	31	195
	STD	480	0	0	0	240
Poznań	15 °C	506	263	173	216	455
	12 °C	348	115	30	89	281
	STD	240	0	0	0	120
Kraków	15 °C	478	188	242	279	489
	12 °C	297	33	54	134	280
	STD	120	0	0	0	120
Warszawa	15 °C	520	263	121	309	488
	12 °C	361	123	21	150	316
	STD	120	0	0	0	120
Olsztyn	15 °C	567	420	228	324	485
	12 °C	460	215	43	124	332
	STD	240	0	0	0	240
Zakopane	15 °C	520	263	121	309	488
	12 °C	361	123	21	150	316
	STD	480	0	0	0	480

Tabela 2. Dane charakteryzujące budynki
Table 2. Building Characteristics

	A	B
Af m ²	3896	3896
Vf m ³	8057	8057
Q _{H,nd} GJ/rok	1273	916
Q _{K,H} GJ/rok	1510	1086
EU kWh/m ² rok	90,8	65,3
EK kWh/m ² rok	108,1	77,7

Gdzie:

Af – pole powierzchni o regulowanej temperaturze, m²,

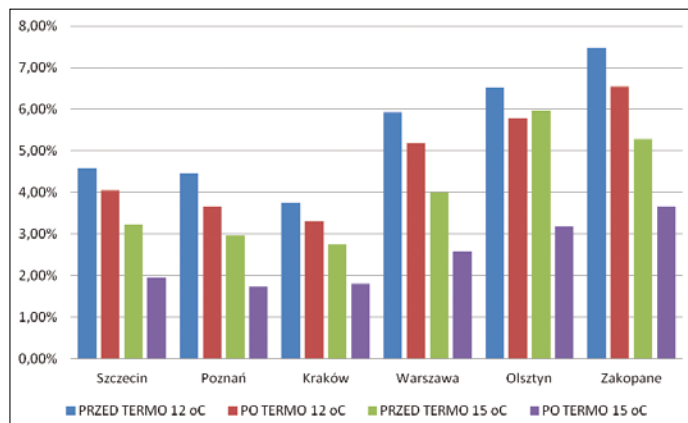
Vf – kubatura ogrzewana, m³,

Q_{H,nd} – energia użytkowa, GJ/rok,

Q_{K,H} – energia końcowa, GJ/rok,

EU – wskaźnik zapotrzebowania energii użytkowej kWh/(m² rok),

EK – wskaźnik zapotrzebowania energii końcowej kWh/(m² rok).



Rys. 6. Zestawienie procentowego wzrostu zapotrzebowania ciepła w miesiącach letnich w analizowanych miejscowościach
 Fig. 6. Percentage increase of heat demand in the summer months in analyzed locations

	PRZED TERMO 12°C	PO TERMO 12°C	PRZED TERMO 15°C	PO TERMO 15°C
Szczecin	4,57%	4,05%	3,23%	1,94%
Poznań	4,45%	3,67%	2,97%	1,73%
Kraków	3,76%	3,29%	2,76%	1,80%
Warszawa	5,94%	5,17%	3,99%	2,57%
Olsztyn	6,52%	5,78%	4,57%	3,17%
Zakopane	7,48%	6,55%	5,28%	3,66%

nię regulatora przy temp. 15°C jest większa niż przy 12°C, co jest logiczne. Dane te zamieszczono w tabeli 1 i na rys. 4. Sugeruje to również odpowiednio większe zużycie ciepła w przypadku załączania się regulatora pogodowego przy temperaturze 15°C będzie większe zużycie ciepła, tak się jednak nie dzieje, co można zauważyć na rys. 5 i 6. Wynika to z algorytmu obliczeń wg PN-EN 13790, według której wykonano obliczenia [2].

Wartość miesięcznego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania i wentylacji budynku lub lokalu mieszkalnego $Q_{H,nd,nr}$ stanowi różnicę pomiędzy stratami ciepła przez przenikanie i wentylację w okresie miesięcznym $Q_{H,ht}$ a miesięcznymi zyskami ciepła wewnętrznymi i od słońca $Q_{H,gn}$ zredukowanymi za pomocą wskaźnika efektywności wykorzystania zysków ciepła w trybie ogrzewania $\eta_{H,gn}$ (wzór 1).

$$Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \text{ kWh/miesiąc} \quad (1)$$

Większa wartość zysków słonecznych w sytuacji załączania się regulatora pogodowego ma duży wpływ na wynik obliczeń pomniejszając wielkość energii użytkowej przy temperaturze załączania się regulatora 15°C.

Analizując wartości obliczeń można zauważyć większe wartości strat $Q_{H,ht}$ i zysków $Q_{H,gn}$ dla obliczeniowej temperatury 15°C, a mniejszą ostateczną wartość $Q_{H,nd,n}$.

Wnioski

Węzły ciepłe w budynkach zasilanych z miejskiej sieci ciepłowniczej przygotowane są do dostarczania ciepła do mieszkań, a szczególnie dwufunkcyjne, które zasilane są przez cały rok. Nie powinno być technicznych problemów z wdrożeniem ogrzewania przez cały rok.

Stosując ogrzewanie przez cały rok w oparciu o regulację pogodową:

- dodatkowe liczby godzin ogrzewania zależą od lokalizacji miejscowości i temperatury załączania się regulatora. Wartości dla analizowanych miejscowości zamieszczono w tabeli 1,
- stosując ogrzewanie przez cały rok uzyskuje się tylko wzrost kosztów ogrzewania w zależności od wskaźnika EU budynku, lokalizacji miejscowości i temperatury załączania się regulatora. Odpowiednie wartości podano w tabeli poniżej.
- stosując ogrzewanie przez cały rok uzyskuje się tylko wzrost kosztów ogrzewania proporcjonalnie do zużycia ciepła – opłata stała jest i tak ponoszona przez cały rok,
- ogrzewanie przez cały rok na pewno będzie atrakcyjne dla mieszkańców z uwagi na dotrzymanie komfortu nie tylko w tradycyjnych tygodniach zimowych, przy stosunkowo niewielkim wzroście kosztów eksploatacji,
- a czy warto stosowania przy niewielkim zużyciu? Wydaje się, że tak skoro straty z sieci ciepłowniczej w okresie lata są procentowo większe niż w okresie zimy z uwagi na małe jej wykorzystanie. Każda ilość sprzedanego ciepła jest istotna do zmniejszenia procentowo obliczanych strat w okresie lata,
- misją zakładów dostarczających ciepło powinno być utrzymywanie komfortu w ogrzewanych obiektach przez cały rok, a nie tylko w tradycyjnym sezonie grzewczym,
- średnia wartość wzrostu zapotrzebowania na ciepło, a więc i kosztów przy włączaniu się regulatora przy temp. 12°C wynosi 4,56%, a przy temperaturze 15°C wynosi 3,36%. Nie powinno to być dużym dodatkowym obciążeniem mieszkańców przy pełnym komforcie przez cały rok,
- na wzrost zapotrzebowania na ciepło w okresie lata mają wpływ: izolacyjność przegród zewnętrznych, zyski solarne związane

(w pięciu strefach klimatycznych) o tym samym zorientowaniu względem stron świata. W tabeli 2 podano dane charakteryzujące oba budynki.

Na wykresie 6 zamieszczono procentowe zapotrzebowanie na ciepło w poszczególnych miesiącach roku w odniesieniu do całkowitego zużycia w czasie roku dla tego samego budynku A – przed termomodernizacją i B – po termomodernizacji przy temperaturze uruchamiania się regulatora 12°C lub 15°C dla różnych miejscowości. Jest to jednoznaczne z takim samym procentowym wzrostem kosztów eksploatacji w miesiącach letnich w odniesieniu do dotychczasowych kosztów eksploatacji.

Wyjaśnienie wartości wyników obliczeń (dla spostrzegawczych)

Analizując wartości obliczeń da się zauważyć, że liczba godzin przy załącza-

- z lokalizacją ścian przeszklonych, pojemność cieplna akumulująca ciepło,
- w przypadku korzystania z medium jakim jest ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej średni koszt ogrzewania w miesiącach letnich przypadający na jedno mieszkanie będzie wynosił około 30 zł/(mieszkanie lato) (Kraków) – 79 zł/(mieszkanie lato) (Olsztyn) dla rekomendowanej temperatury załączania się regulatora 15°C (przy przyjętej cenie za ciepło 51 zł/GJ i sprawności ogólnej budynek przed termomodernizacją,
 - w przypadku korzystania z medium jakim jest ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej średni koszt ogrzewania w miesiącach letnich przypadający na jedno mieszkanie wzrośnie o około 14 zł/(mieszkanie lato) (Kraków) – 33 zł/(mieszkanie lato) (Zakopane) dla rekomendowanej temperatury załączania się regulatora 15°C (przy przyjętej cenie za ciepło 51 zł/GJ i sprawności ogólnej – 0,84) budynek po termomodernizacji,
 - jednostkowe koszty ogrzewania w okresie lata wzrosną o 0,55 zł/m² (Kraków) – 1,41 zł/m² (Olsztyn) dla rekomendowanej temperatury załączania się regulatora 15°C dla budynku przed termomodernizacją i odpowiednio o 0,26 – 0,60 zł/m² (Zakopane) dla budynku po termomodernizacji.

LITERATURA

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.).
- [3] Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 15 stycznia 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych Dz.U. 2007 nr 16 poz. 92.

