

OCENA TECHNICZNO-EKONOMICZNA STOSOWANIA POMP CIEPŁA W SYSTEMACH OGRZEWANIA WOLNOSTOJĄCYCH BUDYNKÓW MIESZKALNYCH

Część 2

mgr inż. **Justyna SIENIUC**
dr inż. **Zenon BONCA**
Katedra Techniki Ciepłej
POLITECHNIKA GDAŃSKA

2. OCENA TECHNICZNO-EKONOMICZNA SYSTEMU OGRZEWANIA OPARTA O METODĘ LCC (LIFE CYCLE COST)

Podstawowym kryterium warunkującym instalację konkretnego systemu grzewczego w budynku jest rachunek ekonomiczny. Analiza energetyczna nie może być w praktyce czynnikiem decydującym o wyborze kotła olejowego czy sprężarkowej pompy ciepła. Potencjalny użytkownik powinien ocenić zarówno aspekty techniczne jak i ekonomiczne każdego z rozpatrywanych systemów, przy koniecznym preferowaniu wyników aspektów finansowych. Metoda **Life Cycle Cost** pozwala, przy mniejszym lub większym stopniu hipotetyczności, wyznaczyć całkowite koszty inwestycyjne i eksploatacyjne systemu w rozważanym czasie jego użytkowania.

LCC opiera się na porównaniu nakładów inwestycyjnych na proponowane rozwiązania systemu ogrzewania i przygotowania c.w.u. dla budynku mieszkalnego oraz kosztów eksploatacyjnych wzrastających wraz z upływem okresu użytkowania systemu. Tabela 8 zawiera składniki analizy LCC przy założeniach:

- dla cyklu inwestycyjnego koszt inwestycji dla pompy ciepła stanowi wartość nakładów własnych, kwotę pożyczki w odniesieniu do upływu czasu kredytowania oraz zmniejszenia wynikające z odpisów podatkowych;
- dla uproszczenia porównań przyjęto, że poziom inflacji nie ulegnie zmianie;
- analiza nie obejmuje wzrostu cen oleju opałowego i energii elektrycznej.

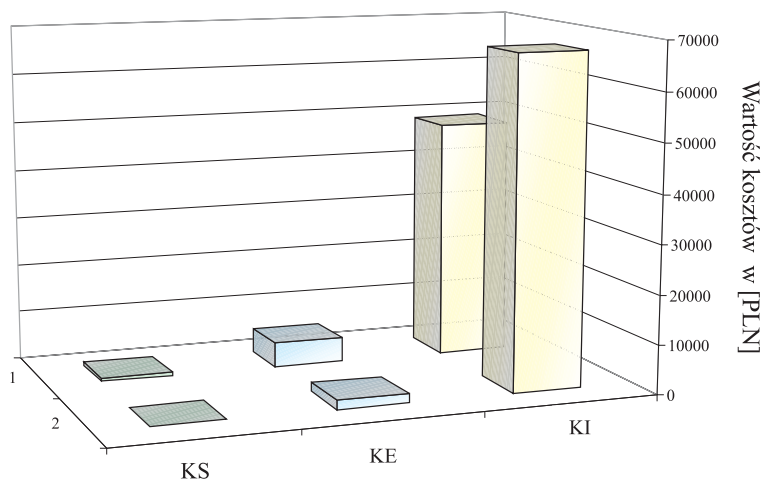
Tabela 8. Zestawienie zbiorcze kosztów wybranych systemów ogrzewania wolnostojącego budynku mieszkalnego w [PLN] dla budynku 280 m² w układzie LCC dla różnych cykli

Rodzaj kosztów	Kotłownia olejowa	Pompa ciepła z kolektorem gruntu pionowym
CYKL INWESTYCYJNY (pierwszy rok)		
inwestycyjne	48857,6	67324
eksploatacyjne	4950	1798
serwisowe	600	200
ogółem	54407,6	69322
CYKL 5 – LETNI		
inwestycyjne	48857,6	79029
eksploatacyjne	24750	8990
serwisowe	3000	1000
ogółem	76607,6	89019
CYKL 10 – LETNI		
inwestycyjne	48857,6	79029
eksploatacyjne	49500	17980
serwisowe	6000	2000
ogółem	104358	99009
CYKL 15 – LETNI		
inwestycyjne	48857,6	79029
eksploatacyjne	74250	26970
serwisowe	9000	3000
ogółem	132108	108999

CYKL 20 – LETNI		
inwestycyjne	48857,6	79029
eksploatacyjne	99000	35960
serwisowe	24000	4000
ogółem	171858	118989

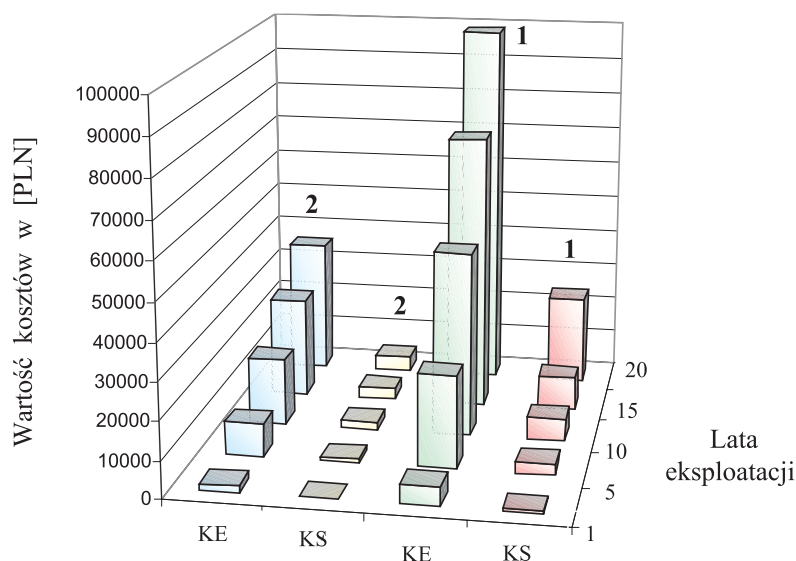
Z analizy LCC wynikają poniższe wnioski:

- porównanie kosztów inwestycyjnych czyni rozwiązanie z kotłem olejowym bardzo korzystnym. Zestawiając to z nakładami na eksploatację i serwisy w pierwszym roku użytkowania, system z pompą ciepła można ocenić już nieco lepiej, choć przewaga kotła jest znaczna (rys.3). Ocena systemu ogrzewania z SPC na tym etapie jest negatywna;

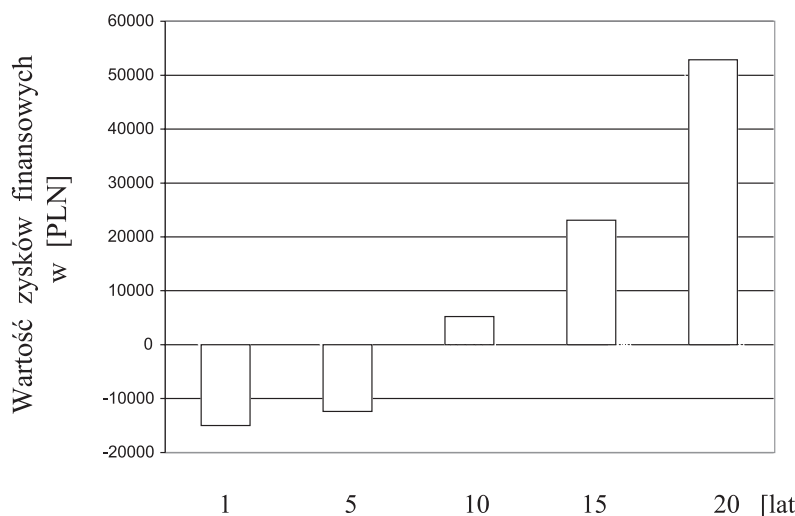


Rys. 3. Zestawienie kosztów inwestycyjnych, eksploatacyjnych i serwisowych dla systemu ogrzewania opartego na kotle olejowym lub sprężarkowej pompie ciepła: 1 – kocioł olejowy, 2 – sprężarkowa pompa ciepła; KI – koszt inwestycyjny, KE – koszty eksploatacyjne, KS – koszty serwisowe

- ponieważ eksploatacja systemu ogrzewania powinna być kryterium decydującym o zastosowaniu danego rozwiązania, analizie zostały poddane koszty serwisowania i eksploatacji układu z kotłem olejowym oraz pompą ciepła (rys. 4). Rozwiązanie z SPC jest zdecydowanie najkorzystniejsze, zarówno w pierwszym, jak i kolejnych latach użytkowania;

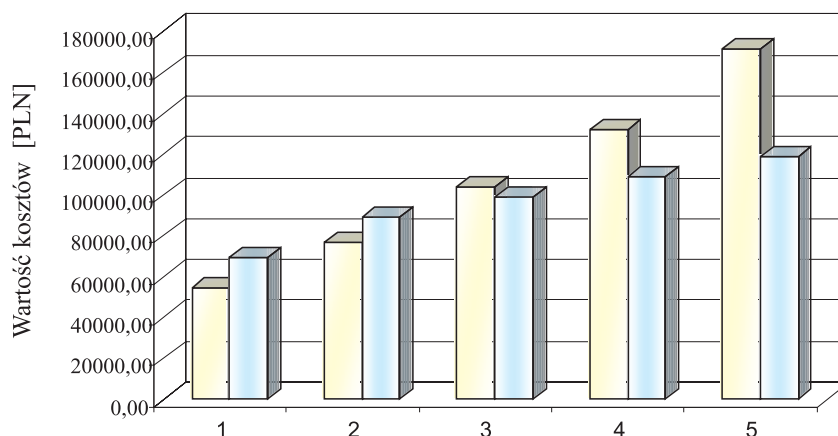


Rys. 4. Porównanie kosztów eksploatacyjnych i serwisowych podczas założonego okresu użytkowania dla systemu ogrzewania opartego na kotle olejowym lub sprężarkowej pompie ciepła: 1 – kocioł olejowy, 2 – sprężarkowa pompa ciepła; KE – koszty eksploatacyjne, KS – koszty serwisowe



Rys. 5. Zyski finansowe wynikające z zastosowania sprężarkowej pompy ciepła w systemie ogrzewania budynku w odniesieniu do układu z kotłem olejowym dla całego cyklu

- zyski finansowe wynikające z zastosowania sprężarkowej pompy ciepła w systemie ogrzewania budynku w odniesieniu do układu z kotłem olejowym są w okresie do pięciu lat wartością ujemną. W porównaniu do systemu olejowego SPC nie jest korzystnym rozwiązaniem. Zalety finansowe tego ogrzewania uwidaczniają się dopiero po około 7–8 latach eksploatacji, gdzie wartość zysków z zastosowania pompy ciepła jest bardzo wyraźna i dochodzi do około 50000 [PLN] (rys. 5). **System ogrzewania oparty na sprężarkowej pompie ciepła jest jedynym rozwiązaniem, które stanowi inwestycję rentowną.** Ciepło, otrzymywane z kolektora gruntowego pompy, przeznaczone do ogrzewania znacznie przewyższa ilość energii pobieranej przez układ. W przypadku kotła olejowego dostarczane ciepło wymaga dużych nakładów surowców energetycznych.
- ogólne koszty (inwestycyjne, eksploatacyjne i serwisowe) proponowanych rozwiązań systemu ogrzewania budynku dla całego okresu użytkowania ujętego w analizie LCC osiągają wartość około 180000 [PLN]. Uwzględniając oczywiście założenia, na których opierało się porównanie. Z rys. 6 wynika, że w początkowych latach eksploatacji system z kotłem olejowym jest wyborem uzasadnionym ekonomicznie. Z upływem czasu różnica między systemami ogrzewania maleje, aż do przewyższenia kosztów ogólnych układu z SPC przez kotłownię olejową. Po 10 roku eksploatacji koszty ogólne dla SPC wzrastają nieznacznie, przy dość wyraźnej tendencji wzrostu kosztów kotła olejowego. Ma to po części związek ze zużyciem urządzenia i jego żywotnością wynoszącą około 15 lat. Po przekroczeniu tego okresu wzrasta awaryjność układów olejowych. Nie oznacza to, że pompy ciepła charakteryzują się bezawaryjną pracą. Jednak ze względu na zaawansowaną technologię oraz specyfikę pracy wyposażone są one zazwyczaj w podzespoły, urządzenia współpracujące oraz armaturę o długim okresie gwarancyjnym. Poniekąd ma to również wpływ na wysoką cenę inwestycji.



Rys. 6. Koszty ogółem dla różnych systemów ogrzewania budynku podczas założonego okresu ich eksploatacji: 1 – kocioł olejowy, 2 – sprężarkowa pompa ciepła

Zestawienie zalet i wad sprężarkowych pomp ciepła przedstawiają tabele 9 i 10.

Tabela 9. Ocena parametrów i własności systemów ogrzewania wolnostojącego budynku mieszkalnego

wyszczególnienie	Kocioł olejowy	Pompa ciepła
Koszty inwestycyjne	niskie	bardzo wysokie
Koszty eksploatacyjne	bardzo wysokie	bardzo niskie
Zużycie energii	niskie	niskie
Zużycie paliwa	bardzo wysokie	zerowe
Awaryjność	niska	niska
Możliwość regulacji	bardzo dobra	średnia
Różnorodność regulacji	bardzo wysoka	średnia
Współpraca ze źródłem dodatkowym	średnia	bardzo dobra
Przystosowanie do różnych instalacji odbiorczych	średnie	niskie

Tabela 10. Wady i zalety systemów ogrzewania opartych na sprężarkowych pompach ciepła dla budynków mieszkalnych.

SPRĘŻARKOWA POMPA CIEPŁA	
zalety	wady
niskie koszty eksploatacyjne	wysokie koszty inwestycyjne
niezależność od światowego rynku cen paliwa i zasobów surowców energetycznych	brak dogodnych form kredytowania i ulg podatkowych, brak skutecznego włączenia się w programy pomocowe unii europejskiej
sprawność energetyczna na poziomie 250 – 550 %,	wymagana znajomość technologii i trudna obsługa
brak kosztów magazynowania paliwa, pomieszczeń kotłowni, dokumentacji fachowego montażu i uruchomienia, przeglądów serwisowych	utrudniona dostępność, niewielkie rozpowszechnienie informacji na temat pomp ciepła (brak fachowej literatury dotyczącej projektowania kolektorów gruntowych spiralnych)
całkowita nieszkodliwość dla środowiska, brak zagrożeń toksycznych i wybuchowych (pomijając pompę na propan)	wyбір źródła ciepła zależny od lokalizacji budynku oraz dostępności np. powierzchni
znikome koszty obsługi i serwisowania	duże koszty dolnego źródła ciepła
brak systemów kominowych i strat wysokotemperaturowych	duża zależność efektywności cieplnej od temperatury odbiornika ciepła,
możliwość lokalizowania pompy na zewnątrz budynku	ograniczony wybór producentów armatury i urządzeń wspomagających oraz współpracujących
względnie cicha praca urządzenia	wymóg wysokich własności izolacyjnych budynku
	mała liczba firm specjalistycznych wykonujących instalacje z pompami ciepła
	ograniczony wybór górnego źródła ciepła

Analiza oparta na metodzie LCC ma charakter szacunkowy i wskazuje jedynie główne tendencje ekonomiczne. Przy decyzji o wyborze konkretnego systemu ogrzewania należy uwzględnić poniższe aspekty:

- rzeczywiste zużycie energii elektrycznej całej instalacji w odniesieniu do ilości wyprodukowanego ciepła;
- ergonomię instalacji - dostęp do serwisowania, zaworów, kolektorów, pomp obiegowych, automatyki;
- długość okresu gwarancyjnego oraz awaryjność kotłów olejowych i pomp po jego upływie;
- koszty ewentualnych napraw;
- długoterminowy charakter inwestycji;
- poprzednie doświadczenia z innymi systemami ogrzewania;
- poprawność zaprojektowania i wykonania systemu niskotemperaturowego oraz właściwy dobór i wykonanie instalacji dolnego źródła;
- zastosowanie automatyki technicznie uzasadnionej dla konkretnej instalacji, przy minimalizowaniu kosztów inwestycyjnych;
- zakres koniecznych remontów; stan techniczny obiektu oraz dostępność niezabudowanej powierzchni gruntu.

Analiza LCC dowodzi, że pomimo wysokich nakładów inwestycyjnych na system ogrzewania z pompą ciepła oraz braku dogodnych kredytów i ulg, niskie koszty eksploatacyjne, w porównaniu do kotłowni olejowej, czyni to rozwiązanie godnym rozważenia.

WNIOSKI:

- Warunki techniczne umożliwiające zastosowanie sprężarkowej pompy ciepła w systemie ogrzewania wolnostojącego budynku mieszkalnego zostały określone po wnikliwej analizie możliwości konstrukcyjnych i funkcjonalnych obiektu, jego lokalizacji oraz wymagań mieszkańców.
- Szeroki zakres asortymentu pomp ciepła na rynku, ich parametrów, charakterystyk, sterowników, armatury współpracującej oraz wykonawców kolektorów gruntowych i instalacji grzewczych świadczy o zainteresowaniu nabywców. Przy dostępności różnorodnych systemów ogrzewania z pompą ciepła, podstawowym kryterium doboru staje się aspekt ekonomiczny, związany w dużej mierze z obiektem, w którym system będzie zainstalowany. Zastosowanie sprężarkowej pompy ciepła z instalacją konwektorową i kolektorem gruntowym dla nowobudowanego budynku byłoby konkurencyjnym rozwiązaniem dla kotłowni olejowej, przy założeniu, że potrzeby grzewcze obiektu nie przekraczają 25 [kW]. W przypadku budynku kilkunastoletniego rozwiązanie tego typu często nie jest korzystne.
- Tendencje wzrostowe w zakresie produkcji pomp ciepła i ich zastosowania w systemach ogrzewania i przygotowania c.w.u. wynikają głównie z działań zmierzających do racjonalizacji zużycia energii i ochrony środowiska. Są one poniekąd wymuszane polityką energetyczną kraju, kreowaną przez odpowiednie dyrektywy Unii Europejskiej.
- Bariery powodujące ograniczenie zastosowań sprężarkowych pomp ciepła wynikają głównie z kwestii finansowych. Nakłady inwestycyjne są bardzo wysokie, nawet do 2 – 3 razy wyższe niż dla kotłowni olejowych. Dzięki mniejszemu kosztowi uzyskania energii o 50 ÷ 60 %, zwrot nadwyżki kosztów inwestycji w porównaniu do instalacji olejowej nastąpi w ciągu 8 do 9 lat. Oznacza to długofalowy charakter przedsięwzięcia. Dodatkowo, brak dogodnych kredytów, form płatności i ulg zmniejsza popyt na tego typu system ogrzewania.
- Margines opłacalności stosowania systemów ogrzewania opartych na pompach ciepła w budynkach kilkunastoletnich jest ograniczony. Dobre własności izolacyjne budynku, konieczność wymiany instalacji grzewczej i c.w.u., zmiana systemu ogrzewania, ulga podatkowa oraz ograniczenie kwoty kredytowej czynią to rozwiązanie w analizowanym przypadku ekonomicznie uzasadnionym.
- Sprężarkowa pompa ciepła w instalacji grzewczej, to jedyne rozwiązanie w odniesieniu do innych dostępnych systemów, które podczas okresu eksploatacji zapewnia możliwość zwrotu kosztów inwestycyjnych w postaci oszczędności finansowych wynikających z uniezależnienia się od wzrostu cen surowców energetycznych.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Rubik M.: Pompy ciepła. Poradnik. BOINTE INSTAL, Warszawa 1996.
- [2] Sieniuc J.: Analiza techniczno – ekonomiczna warunków użytkowania systemów grzewczych w systemach ogrzewania wolnostojących budynków mieszkalnych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Gdańska. Gdańsk, 2005.
- [3] Kasprzak G.: Kredyty na inwestycje z odnawialnych źródeł energii. Magazyn Instalatora, kwiecień 2004, nr 4 (68).
- [4] Kempkiewicz K., Knaga J, Kowalski G.: Analiza opłacalności zastosowania nowoczesnych systemów grzewczych w ogrzewaniu (klimatyzacji) budynku jednorodzinne w świetle nowych możliwości finansowania. Chłodnictwo, tom XXXIV, 1999, nr 6.
- [5] Kozak T.: Analiza opłacalności stosowania pomp ciepła. Rynek Instalacyjny, kwiecień 2003.
- [6] Rubik M.: Pompy ciepła w Polsce - zastosowanie i rozwój. Magazyn Instalatora, październik 2004, nr 10 (74).
- [7] Topczewski A.: Europejski rynek pomp ciepła. Instalacje Sanitarne, 2/2002.
- [8] Wójcik S. Koszty instalacji pomp ciepła z kolektorami gruntowymi dla obiektów budownictwa indywidualnego. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 5/2001.
- [9] Wydrych J.: O pompach ciepła od podstaw. Instalacje Sanitarne, 2/2002.
- [10] Materiały i katalogi informacyjne firmy Viessmann.
- [11] www.vde-emv.com/warm.rohstoff/verbrauch.htm
- [12] www.energetyka.most.org.pl
- [13] www.ekologia.com.pl

