



Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii

Polish
Foundation
for Energy
Efficiency

PROGRAMY OCHRONY POWIETRZA PROGRAMY POPRAWY JAKOŚCI POWIETRZA PROGRAMY OGRANICZANIA NISKIEJ EMISJI

Informator o technologiach

Opracował:

Mgr inż. Jerzy Piszczek

Mgr inż. Arkadiusz Osicki

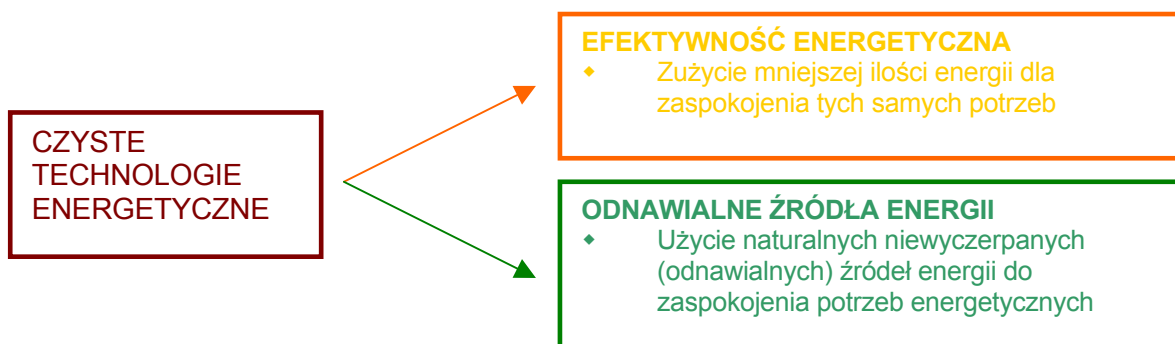
Mgr inż. Piotr Kukla

Opracowanie w ramach realizacji projektu „Doskonalenie poziomu edukacji w samorządach terytorialnych w zakresie zrównoważonego gospodarowania energią i ochrony klimatu Ziemi” dzięki wsparciu udzielonemu przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego.

***Katowice, grudzień 2009 r.
aktualizacja czerwiec 2010 r.***

I. CZYSTE TECHNOLOGIE ENERGETYCZNE

Ograniczanie niskiej emisji (emisji ze źródeł o niewielkiej wysokości) to w przeważającej części zmiana sposobu ogrzewania budynków zarówno prywatnych, jedno-, dwurodzinnych jak i komunalnych i użyteczności publicznej. Aby emisje ograniczyć powinno się aktualnie użytkowane technologie zastępować czystymi technologiami energetycznymi. Pojęcie to - czyste technologie energetyczne - obejmuje zarówno przedsięwzięcia poprawiające efektywność energetyczną (ten sam efekt użyteczny przy niższym nakładzie energetycznym) jak i odnawialne źródła energii (OZE) zastępujące konwencjonalne nośniki energii.



Przy planowaniu modernizacji, której celem jest ograniczanie emisji istotna jest kolejność działań:

- a. **ZAWSZE w pierwszej kolejności** rozpatrujemy możliwość poprawy efektywności energetycznej (np. ocieplenie ścian, dachu budynku, wymianę okien, wymianę instalacji grzewczej, etc.);
- b. **jako kolejny krok** rozpatrujemy możliwość zastosowania bardziej przyjaznych środowisku, konwencjonalnych nośników energii (nowoczesne technologie spalania węgla, gaz ziemny, olej opałowy, energia elektryczna) bądź odnawialnych źródeł energii (jako technologie samodzielne – np. kotły na biomasę lub pompy ciepła; lub w połączeniu ze źródłami konwencjonalnymi);

Dzięki temu, zmniejszając w pierwszym kroku zapotrzebowanie na energię, możemy w kroku drugim dobierać mniejsze urządzenia, a zatem obniżać nakłady inwestycyjne zarówno na technologie konwencjonalne jak i droższe technologie OZE. Unikniemy również bardzo niekorzystnej sytuacji, w której dobrane i zainstalowane w obiekcie nowoczesne technologie (konwencjonalne i OZE) staną się przewymiarowane (a zatem pogorszą się parametry ich pracy) w wyniku później zrealizowanej termomodernizacji.

Poprawa efektywności energetycznej w budynkach może obejmować wiele zagadnień, a do najbardziej typowych należą:

- **termomodernizacja skorupy budynku** (ocieplenie ścian zewnętrznych, stropów i dachów, wymiana okien i drzwi, itp.),
- **modernizacja instalacji ogrzewania i ciepłej wody** (wymiana źródła ciepła, wymiana grzejników, poprawa izolacji rur, montaż zaworów termostatycznych, montaż automatyki pogodowej i regulatorów w pomieszczeniach itp.),

- **modernizacja systemu wentylacji** (montaż nawiewników okiennych, montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, zastosowanie gruntowego wymiennika ciepła itp.),
- **modernizacja (wymiana) źródeł ciepła** (nowoczesne technologie spalania węgla, kotły gazowe i olejowe – konwencjonalne i kondensacyjne);
- **wymiana oświetlenia na energooszczędne** (np. zmiana żarówek na świetlówki kompaktowe),
- **wymiana sprzętu AGD i biurowego na energooszczędny** o wysokiej klasie energetycznej.

Źródła konwencjonalne wytwarzają energię użyteczną dla nas w oparciu o paliwa kopalne (wydobywane z wnętrza ziemi, np. gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel kamienny czy brunatny).

Źródła odnawialne natomiast to źródła energii wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych. Są to źródła niewyczerpywalne (odnawialne) czyli takie, których zasoby odnawiają się same w wyniku procesów naturalnych.

Zatem odnawialne źródła energii to:

- **wiatr** – energia kinetyczna ruchu mas powietrza przetwarzana za pomocą turbin wiatrowych w energię elektryczną,
- **woda** – energia płynącej wody, spadku wody, fal morskich czy prądów oceanicznych wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej,
- **słońce** – promieniowanie słoneczne wykorzystywane do produkcji ciepła i/lub energii elektrycznej,
- **biomasa** – drewno, trociny, słoma, zrębki drzewne, uprawy roślin energetycznych, biogaz z odpadów zwierzęcych i z przemysłu spożywczego itd. wykorzystywane jako paliwo do wytwarzania energii cieplnej i/lub elektrycznej,
- **geotermia** – wykorzystanie energii zgromadzonej w gruncie czy wodach podziemnych głównie do produkcji ciepła.

Cechy odnawialnych źródeł energii w porównaniu do technologii konwencjonalnych:

- zwykle wyższy koszt początkowy
- zazwyczaj niższe koszty eksploatacyjne
- przyjazne środowisku
- zwykle opłacalne ekonomicznie (porównanie przy użyciu metody obliczania kosztu w cyklu żywotności);

Spośród wielu powodów, które powinny skłaniać do szerokiego stosowania czystych technologii energetycznych, dla ograniczania niskiej emisji najważniejsze są:

- **Powody środowiskowe** – każda oszczędność i zastąpienie energii i paliw konwencjonalnych (węgiel, ropa, gaz ziemny) energią odnawialną prowadzi do redukcji emisji substancji szkodliwych do atmosfery co wpływa na lokalne środowisko oraz przyczynia się do zmniejszenia globalnego efektu cieplarnianego.

Ale również pozostałe powody:

- **Ekonomiczne** – technologie i urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii, jak już zostało wspomniane, nie należą do najtańszych, chociaż dzięki dużemu rozwojowi tego rynku, ich ceny sukcesywnie maleją. Ponadto w tej dziedzinie notuje się stały postęp technologiczny, w wyniku którego poprawia się efektywność przetwarzania i wykorzystania odnawialnych rodzajów energii. Niewątpliwym atutem w porównaniu ze źródłami tradycyjnymi jest natomiast znacznie tańsza eksploatacja (np. energia słońca czy wiatru jest darmowa, podczas gdy ceny ropy i gazu nieustannie rosną). Z tego też powodu, patrząc w dłuższej perspektywie czasu, wiele z zastosowań OZE będzie opłacalne ekonomicznie. Nie bez znaczenia jest też możliwość ubiegania się o dofinansowanie takiego przedsięwzięcia z krajowych lub zagranicznych funduszy ekologicznych, które przede wszystkim preferują właśnie stosowanie OZE.
- **Spoleczne** – rozwój rynku odnawialnych źródeł energii to praca dla wielu ludzi, zmniejszenie lokalnych wydatków na energię (np. wydatków gminy/miasta na utrzymanie własnych budynków) powoduje, że zaoszczędzone pieniądze można zainwestować w coś innego (np. w budowę ścieżek rowerowych), także rosnące zapotrzebowanie świata na energię i jednocześnie wyczerpujące się zasoby paliw tradycyjnych są powodem poszukiwania możliwości wykorzystania energii odnawialnych.
- **Prawne** – umowy międzynarodowe, zobowiązania niektórych krajów oraz Unii Europejskiej do ochrony klimatu Ziemi i produkcji części energii z energii odnawialnej, prawo krajowe narzucające obowiązki na wytwórców energii, projektantów budynków, deweloperów oraz właścicieli, wszystko to ma przyczynić się do wzrostu udziału OZE w produkcji energii na świecie.

należy uznać za istotne.

II. ZASADY EKONOMICZNEGO WYBORU TECHNOLOGII

Koszt w cyklu żywotności (Life Cycle Cost) - pomoc w podejmowaniu optymalnych decyzji przy zakupie urządzeń zużywających energię

Ceny urządzeń i technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii zazwyczaj są wyższe od cen standardowych rozwiązań technicznych. Jest to z jednej strony wynikiem zastosowania nowocześniejszych technologii przy ich produkcji i staranniejszego wykonawstwa, a z drugiej spowodowane faktem, że technologie te same w sobie są zaawansowane i podlegają ciągłemu rozwojowi. Z tego względu technologie OZE należy uważać za wyroby o wyższej jakości, a nawet jako rozwiązania luksusowe i prestiżowe.

Mając powyższe na uwadze trudno oczekiwać, żeby prosta analiza ekonomiczna polegająca na porównaniu cen zakupu i montażu dla technologii OZE i standardowych dała rezultaty korzystne dla technologii OZE (poza wyjątkowymi przypadkami). Dlatego dążąc do wyboru optymalnego rozwiązania należy posłużyć się nieco bardziej złożonymi analizami ekonomicznymi.

Podstawowym założeniem jest podejmowanie decyzji w oparciu o kryterium ekonomiczne, co oznacza, że wybierane jest rozwiązanie – inwestycja, która jest bardziej opłacalna dla użytkownika. Oczywiście przy podejmowaniu decyzji można mieć i inne kryteria np. świadomość i wolę poszanowania środowiska naturalnego, powiązane z celowym wyborem mniej albo nawet nieopłacalnego rozwiązania.

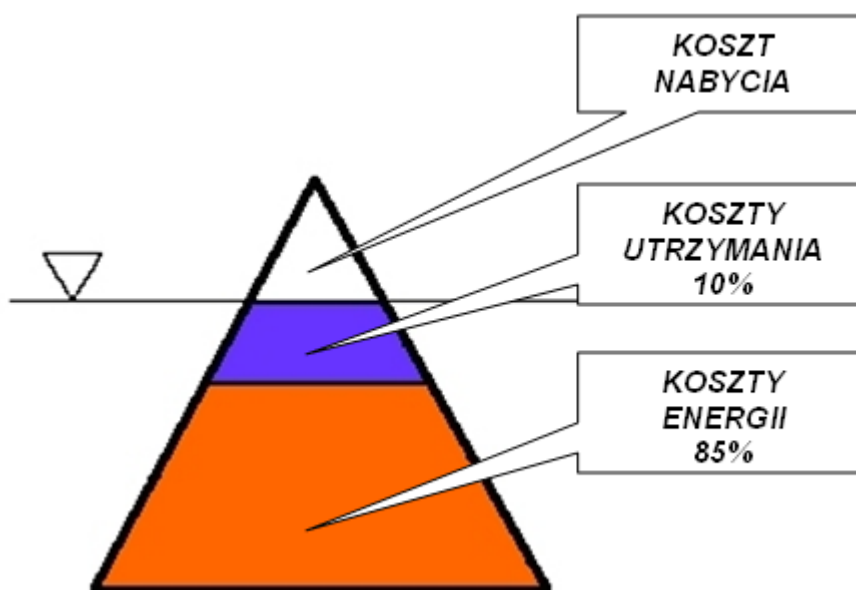
Wybierając daną technologię wykorzystania odnawialnych źródeł energii świadomie przyjmuje się, że rozwiązanie ekonomicznie się „nie broni” ale jest przyjazne środowisku. Ma to uzasadnione znaczenie w rozwiązaniach demonstracyjnych promujących postawy proekologiczne i proefektywnościowe oraz pozwalające oswoić się z nowoczesnymi rozwiązaniami. Szczególną rolę w tym zakresie odgrywa postawa samorządów terytorialnych, które powinny być przykładem dla lokalnych społeczności i podmiotów działających na ich terenie. Nawet w sytuacji mało opłacalnego lub całkowicie nie opłacalnego rozwiązania, należy mieć tego świadomość. Ale, aby to stwierdzić potrzebny jest jakiś „miernik”, więc należy wykonać rachunek ekonomiczny.

Analiza ekonomiczna jest zawsze oparta na porównaniu kosztów co najmniej dwóch rozwiązań – dwóch systemów energetycznych.

Dla przykładu:

- jeżeli budujemy nowy budynek, to porównujemy koszty wielu wariantów ogrzewania budynku – czy węgiel, czy gaz, może olej opałowy, a może odnawialne źródła energii,
- jeżeli budynek już istnieje i jest eksploatowany, to znaczy, że istnieją już w nim systemy energetyczne, np. ogrzewanie budynku i jeżeli chcemy zmienić sposób ogrzewania, to obecne koszty za ciepło porównujemy z kosztami alternatywnego systemu.

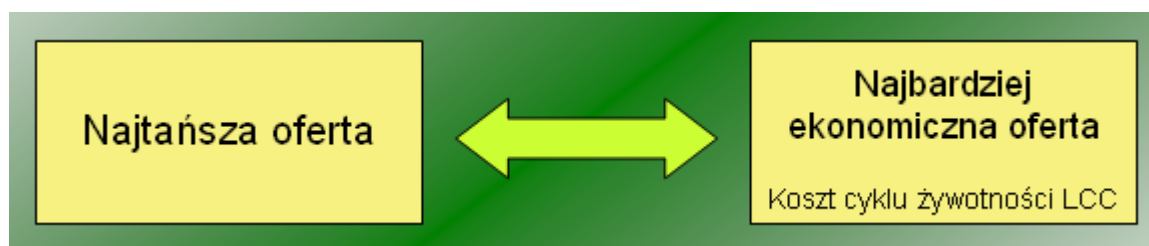
Jak już wspomniano decyzje o zakupie podejmujemy częstokroć w oparciu o kryterium kosztu inwestycyjnego dla danego urządzenia (systemu), czyli głównie cen produktu oraz kosztów transportu i montażu. Można to porównać do góry lodowej – widzimy tylko to co „na powierzchni”, w tym przypadku tylko koszt początkowy, co stanowi stosunkowo niewielki składnik kosztów całkowitych. Natomiast nie zauważamy (nie doceniamy) reszty kosztów „znajdujących się pod powierzchnią”, które ponoszone są w pełnym cyklu żywotności tego urządzenia (przez cały czas od momentu zakupu, aż do wyrzucenia). Żywotność niektórych urządzeń sięga kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat, a więc koszty związane ze zużyciem m.in. energii będą ponoszone przez cały czas użytkowania urządzenia.



Koszt zakupu urządzenia jest wierzchołkiem góry lodowej w całych kosztach cyklu żywotności (przykład dla układu pompowego)

Koszt zakupu urządzenia jest jedynie wierzchołkiem góry lodowej odzwierciedlającej całkowite koszty cyklu żywotności (przykład dla układu pompowego). Analiza kosztów cyklu żywotności (LCC – ang. life cycle costs), czyli kosztów ponoszonych od momentu zakupu do utylizacji urządzenia, umożliwia ocenę i porównanie tych kosztów dla dwóch lub więcej różnych rozwiązań technicznych, daje użytkownikowi pełny obraz i umożliwia rozsądny wybór.

Może się bowiem zdarzyć, że wybrane będzie urządzenie o wyższej cenie zakupu, ale w perspektywie np. 10 lat użytkowania na tyle tańsze w eksploatacji, że pozwala to zniwelować większe koszty początkowe i nie rzadko dodatkowo zaoszczędzić pewną kwotę pieniędzy. Analiza taka powinna mieć decydujący wpływ na decyzję o zakupie. Wprowadzając w życie taki sposób podejmowania decyzji zakupowych zmieniamy w istotny sposób nasze myślenie:



Łączne koszty ponoszone na etapie zakupu i późniejszej eksploatacji urządzenia można podzielić na koszty nabycia i koszty posiadania, gdzie:

- **koszty nabycia / początkowe** (K_P) związane z zainstalowaniem systemu czyli koszty zakupu urządzeń (K_Z), plus koszt montażu (K_M), plus koszt serwisu rozruchowego (K_R)

$$\text{czyli } K_P = K_Z + K_M + K_R$$

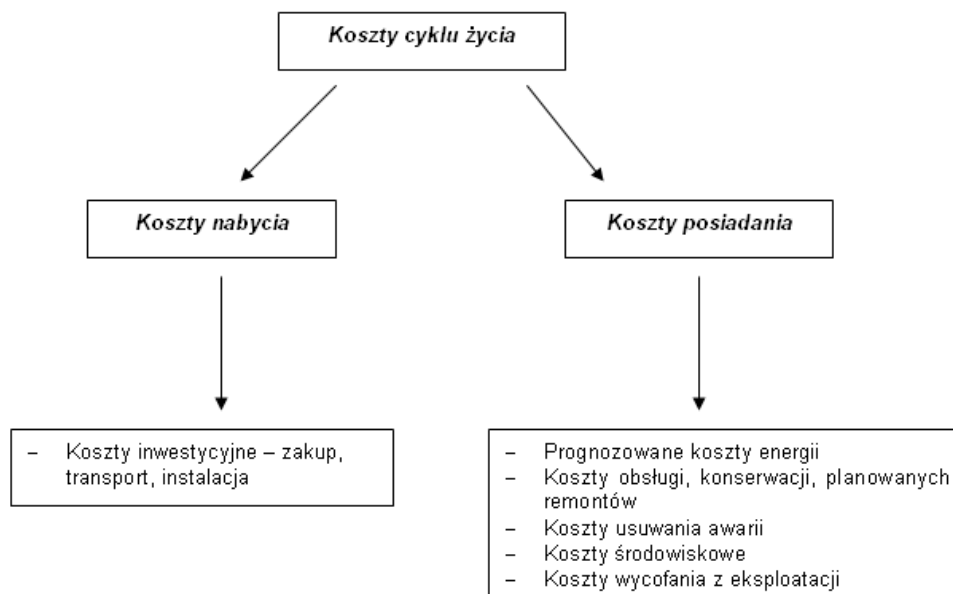
- **koszty posiadania** - koszty ponoszone co roku w całym okresie żywotności inwestycji – systemu energetycznego, czyli:
 - ✓ koszty paliwowe i energii K_E
 - ✓ koszty obsługi i utrzymania ruchu K_{OUR}
 - ✓ koszty obsługi finansowej kredytów (spłaty rat kapitałowych i odsetek) K_F
 - ✓ koszty za korzystanie ze środowiska (drobni użytkownicy nie płacą jeszcze opłat za emisję zanieczyszczeń do środowiska) $K_{\acute{S}R}$
 - ✓ inne koszty, jeżeli występują, K_{IN}

czyli roczne koszty operacyjne ponoszone w czasie eksploatacji K_{OP}

$$K_{OP} = K_E + K_{OUR} + K_F + K_{\acute{S}R} + K_{IN}$$

Poniższy diagram pokazuje przykładowy rozdział kosztów nabycia i posiadania.

O ile koszty nabycia są stosunkowo łatwe do zdefiniowania przed podjęciem decyzji o zakupie, to koszty posiadania, będące często głównym składnikiem LCC są na tym etapie dużo trudniejsze do przewidzenia.



Założmy, że zastanawiamy się nad zakupem jakiegoś konkretnego urządzenia, niech będzie to np. lodówka. Kierujemy się do sklepu i co widzimy? Mnóstwo różnych marek, modeli, wyposażenia, dodatkowych funkcji, itd. Trzeba, którąś wybrać. Po pierwsze musimy wiedzieć czego tak na prawdę potrzebujemy: małej lodówki bo mieszkam sam/a w mieszkaniu, a może dużej bo musi wystarczyć dla kilkuosobowej rodziny. **Dopasowanie wyboru do rzeczywistych potrzeb, to pierwsza ważna decyzja, również ze względów oszczędnościowych**, bo duża lodówka zużywa więcej energii, a jeżeli nie jest w pełni wykorzystana oznacza to, że energia marnuje się na dodatkową niepotrzebną pracę urządzenia, a to kosztuje. **Druga ważna decyzja to wybór efektywnościowy, czyli najlepiej analiza kosztów cyklu żywotności LCC**, dzięki której wybierzemy najbardziej optymalne rozwiązanie. No i dochodzą do tego jeszcze dodatkowe kryteria, jak wybór koloru, pozycja zamrażalnika (górze, czy dół), zaufany producent itd. Podobnie jest przy wyborze technologii wykorzystujących OZE, najpierw należy dokładnie określić potrzeby, a następnie wykonać analizę kosztów cyklu życia.

Sprawdzenie kosztów cyklu żywotności LCC może być wykonane metodą prostą lub złożoną:

$$\text{Metoda prosta } LCC = K_p + t \times K_{op}$$

czyli:

$$LCC = \text{Koszt początkowy [zł]} + \text{Czas eksploatacji [lata]} \times \text{Roczne koszty operacyjne [zł/rok]}$$

Analiza prosta pozwala na wybór optymalnego wariantu, lecz pomija kilka istotnych elementów. Przede wszystkim fakt, iż w ciągu kolejnych lat wartość pieniądza będzie się zmieniać, czyli nie uwzględniono dyskontowania pieniędzy, co zazwyczaj pogarsza opłacalność. Pominięto również fakt, że ceny energii z pewnością będą rosły w ciągu analizowanego okresu, a to z kolei poprawia opłacalność inwestycji.

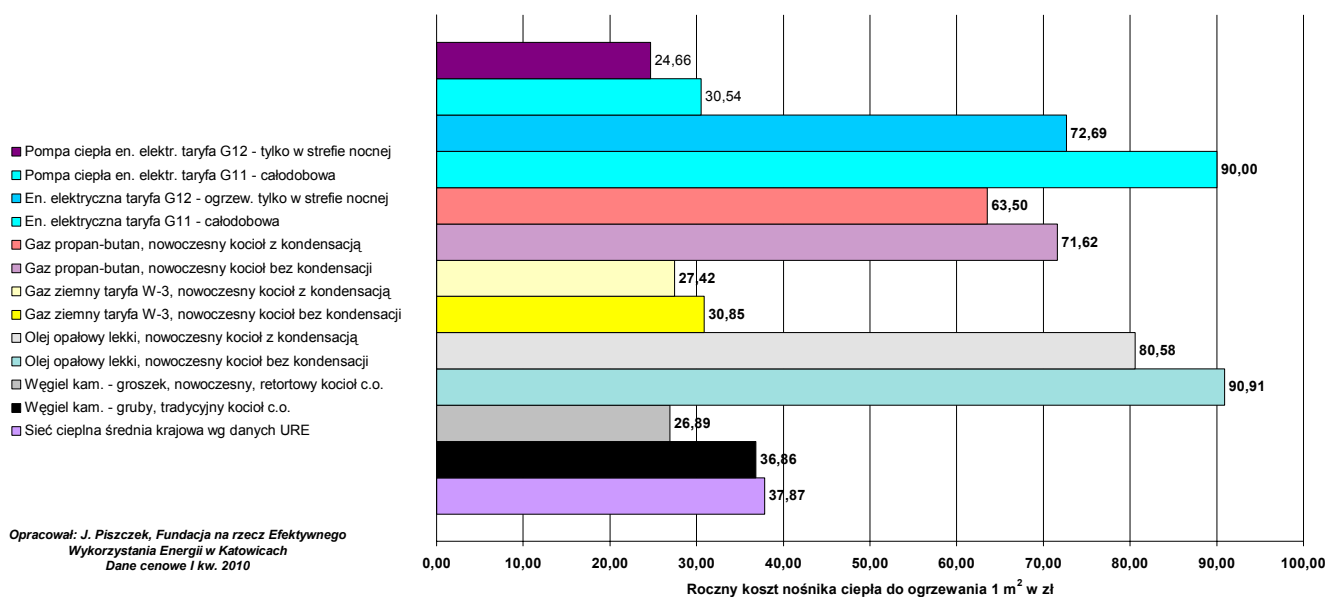
Tak więc metoda złożona różni się od prostej, głównie tym, że zastosujemy rachunek dyskonta będziemy analizować zdyskontowane przepływy pieniężne w okresie od zakupu do odstąpienia z użytkowania urządzenia. Ponadto łączy różne elementy kosztów, takie jak energia, utrzymanie, demontaż końcowy, naprawy, przeglądy, itp.

III. PORÓWNANIE KOSZTÓW NOŚNIKÓW ENERGII (bez nakładów inwestycyjnych)

Jak wskazano w rozdziale poprzednim, dominujące w cyklu żywotności są koszty energii (wprawdzie przykład dotyczył układu pompowego, ale w układach grzewczych relacje będą zbliżone). Dlatego poniżej przedstawiono porównanie kosztów energii do ogrzewania budynku przy użyciu różnych technologii.

Założenia są następujące:

Domek jednorodzinny o pow. ogrzewanej: 160 m²
 Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła: 21,7 kW
 Roczne zużycie ciepła do ogrzewania: 158,1 GJ



Jak widać najlepsze rozwiązania to: pompa ciepła napędzana energią elektryczną kupowaną w taryfie G12 – tylko w strefie nocnej, nowoczesny retortowy kocioł węglowy opalany specjalnie konfekcjonowanym węglem sortymentu groszek i nowoczesny gazowy kocioł kondensacyjny. Należy jednak pamiętać, że powyższy rysunek ilustruje jedynie koszty nośników energii. Koszty zakupu dla wspomnianych trzech technologii kształtują się następująco: zakup gazowego kotła kondensacyjnego i retortowego węglowego to mniej więcej podobny poziom wydatków, podczas gdy koszty zakupu pompy ciepła mogą być znacznie wyższe. Decydujący wpływ na koszty zakupu w tym przypadku ma dolne źródło, a właściwie jego głębokość (przy układzie pionowym) lub rozległość (przy układzie poziomym). Powyższy rysunek może być pomocny w wykonaniu we własnym zakresie analizy LCC metodą uproszczoną, bowiem koszty zakupu oraz koszty serwisu i konserwacji możemy jednak dość łatwo uzyskać, a do wyliczenia kosztów energii skorzystać właśnie z rysunku, mnożąc koszt jednostkowy podany na rysunku dla sprawdzanej technologii przez powierzchnie użytkową swojego budynku.

Życzymy trafnych wyborów.