

Koszty wytwarzania energii elektrycznej z elektrowni jądrowych – *krytyka podejścia LCOE*

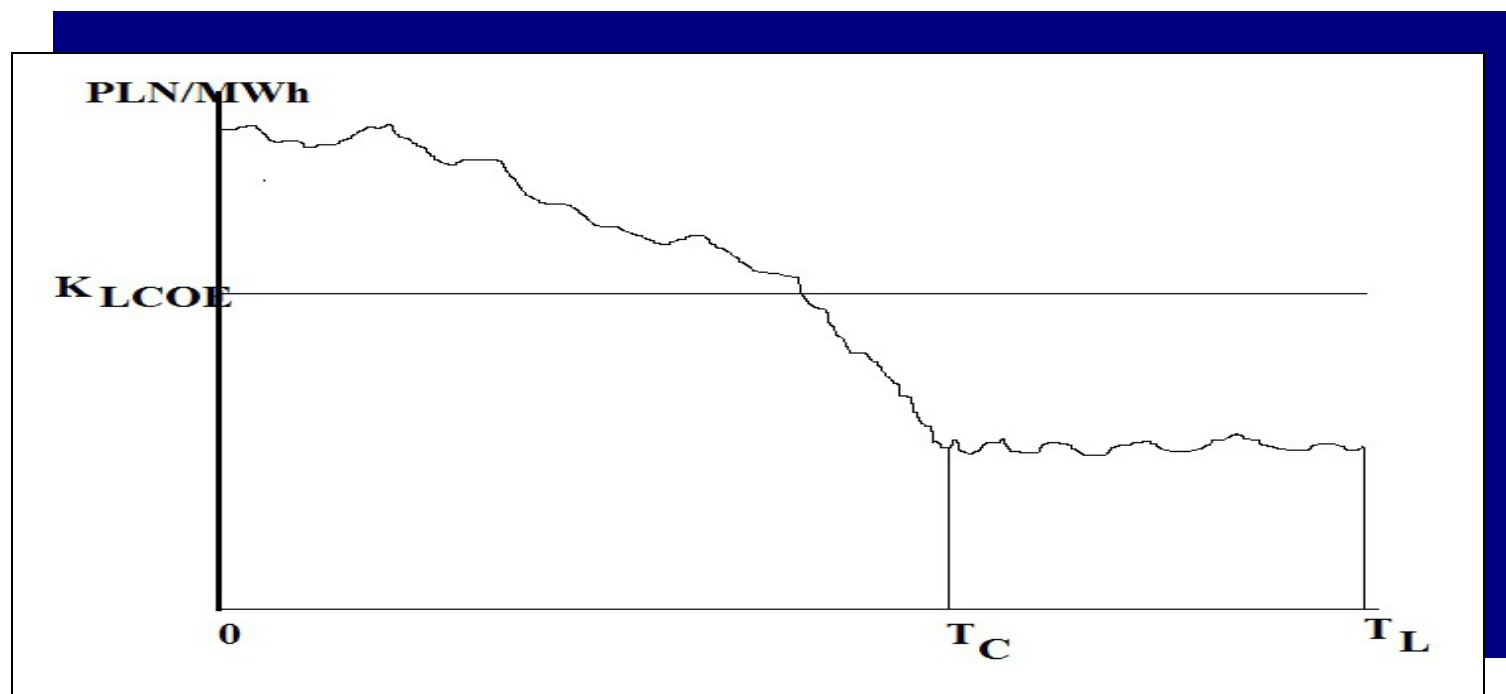
(Costs of electric energy production from NPPs – discussion of LCOE approach)

Adam Szymański



Stowarzyszenie Ekologiczno-Turystyczne
„Lubiatowska Wydma”





$f(t)$ – funkcja rzeczywista opisująca całkowity koszt budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej (t – zmienna opisująca czas)

$f(t)$ -the real-valued function describing the total cost of construction and operation of NPP, where t is the variable describing time

T_C - okres kredytowania inwestycji (the debt repayment time of an investment)

T_L - okres eksploatacji elektrowni jądrowej (The T_L parameter specifies the lifetime of NPP)

Streszczenie

Analiza ekonomiczna kosztu budowy elektrowni jądrowej opiera się na rozpatrywaniu uśrednionych kosztów produkcji energii elektrycznej (LCOE) i jest zalecana przez OECD. Celem niniejszej prezentacji jest wykazanie, że tego typu podejście nie zapewnia odpowiedniego finansowania tej inwestycji.

Abstract

The economic analysis of the cost of building a nuclear power plant (NPP) is based on a consideration of the levelised cost of electricity (LCOE) and is recommended by OECD. The aim of this study is to demonstrate that this type of approach does not provide adequate funding for this investment.

Twierdzenie o finansowaniu budowy elektrowni jądrowej

Jeżeli spłata całkowitych kosztów budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej finansowana jest tylko poprzez sprzedaż energii elektrycznej przez nią wyprodukowanej i w okresie $[0, T_C]$ wszystkie obciążenia finansowe inwestora muszą być spłacone, to *modele ekonomiczne bazujące na uśrednionych, w okresie $[0, T_L]$, kosztach produkcji energii elektrycznej (LCOE) elektrowni jądrowej nie zapewniają finansowania inwestycji w okresie jej kredytowania $[0, T_C]$.*

Uwaga # 1: Przypadek $T_C = T_L$ jest ekonomicznie niespójny

Theorem on the NPP financing

If the repayment of the total cost of construction and operation of NPP is financed by the sale of electricity produced by the NPP only, and all the financial burden on the investor must be repaid in the period $[0, T_C]$, then *economic models based on LCOE method defined in the period $[0, T_L]$ do not provide investment financing during the NPP crediting period $[0, T_C]$.*

Remark # 1: The case $T_C = T_L$ is economically inconsistent.

Dowód (Proof)

Z twierdzenia o wartości średniej wynika następująca równość,
The theorem on the mean value yields the following equality,

$$K_{LCOE} = \frac{1}{T_L} \int_0^{T_L} f(t) dt = f(\eta_1)$$

gdzie: K_{LCOE} - uśrednione koszty budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej w okresie $[0, T_L]$, $0 < \eta_1 < T_L$ i $f(t)$ – funkcja dodatnio określona.

where: K_{LCOE} - the levelised cost of electricity in the period $[0, T_L]$, $0 < \eta_1 < T_L$ and $f(t)$ is positive defined.

$$K_{LCOE} T_L = \int_0^{T_C} f(t) dt + \int_{T_C}^{T_L} f(t) dt$$

$$K_{LCOE} T_L = \int_0^{T_C} f(t) dt - \int_0^{T_C} f_{f+O+M}(t) dt + \int_0^{T_C} f_{f+O+M}(t) dt + \int_{T_C}^{T_L} f_{f+O+M}(t) dt$$

$f(t) \equiv f_{f+O+M}(t)$. Funkcja $f_{f+O+M}(t)$ określa koszty paliwa, operacyjne i utrzymania elektrowni jądrowej, a jej nośnik jest zdefiniowany jako: $[0, T_L]$,

The function $f_{f+O+M}(t)$ determines the fuel, operating and maintenance costs of NPP and its support is defined as, $[0, T_L]$.

$$\xi = \frac{(x + K_{f+O+M})}{K_{LCOE}}$$

$$\xi = \frac{T_L}{T_C} - \left(\frac{T_L}{T_C} - 1 \right) \frac{K_{f+O+M}}{K_{LCOE}}$$

Założmy, że $T_L = T_C + a$, gdzie $a > 0$. $\xi = 1 + \frac{a}{T_C} \varepsilon$

$$\varepsilon = (1 - K_{f+O+M}/K_{LCOE}) > 0.$$

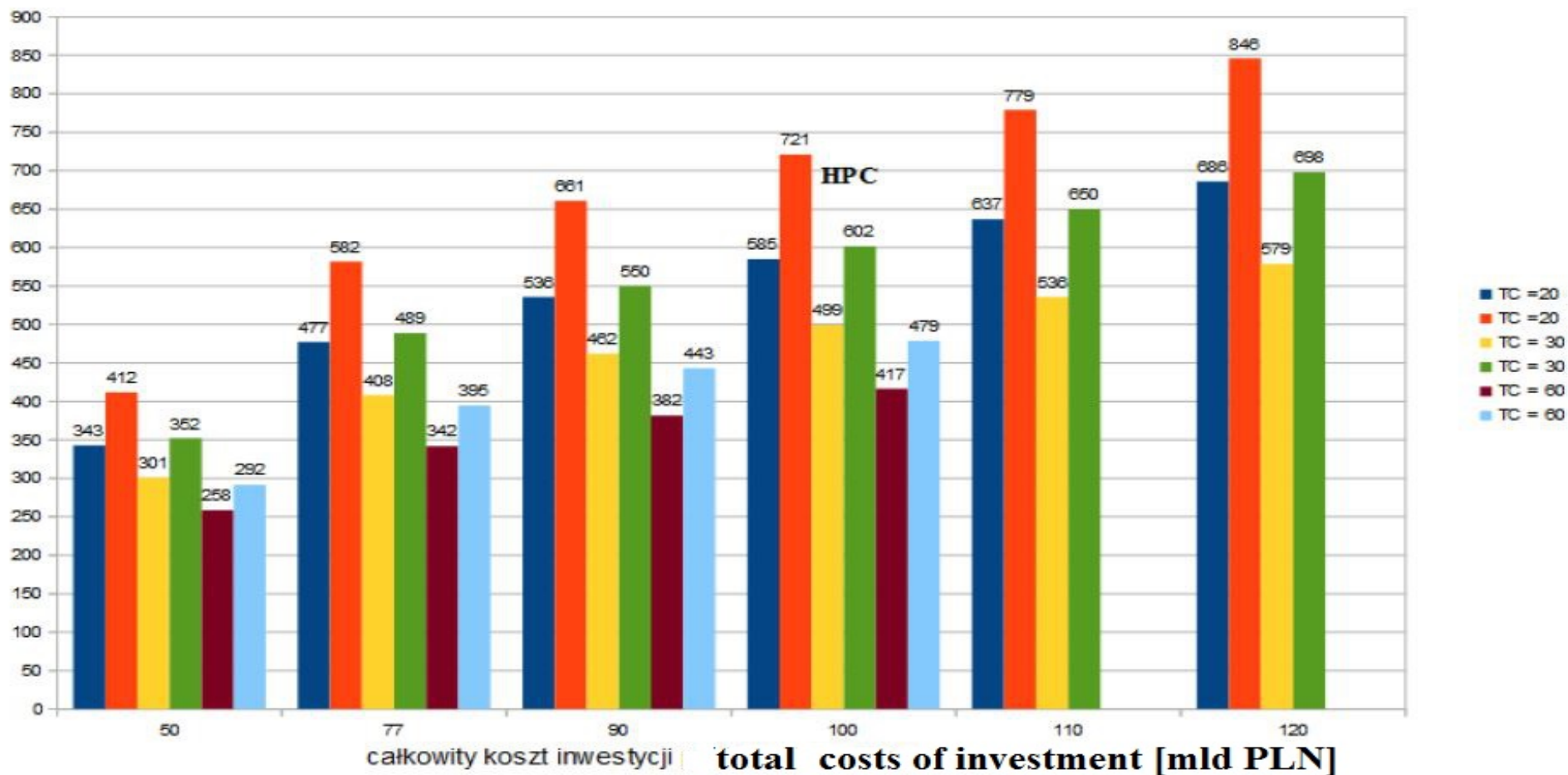
Stąd wynika, że $\xi > 1$ ■

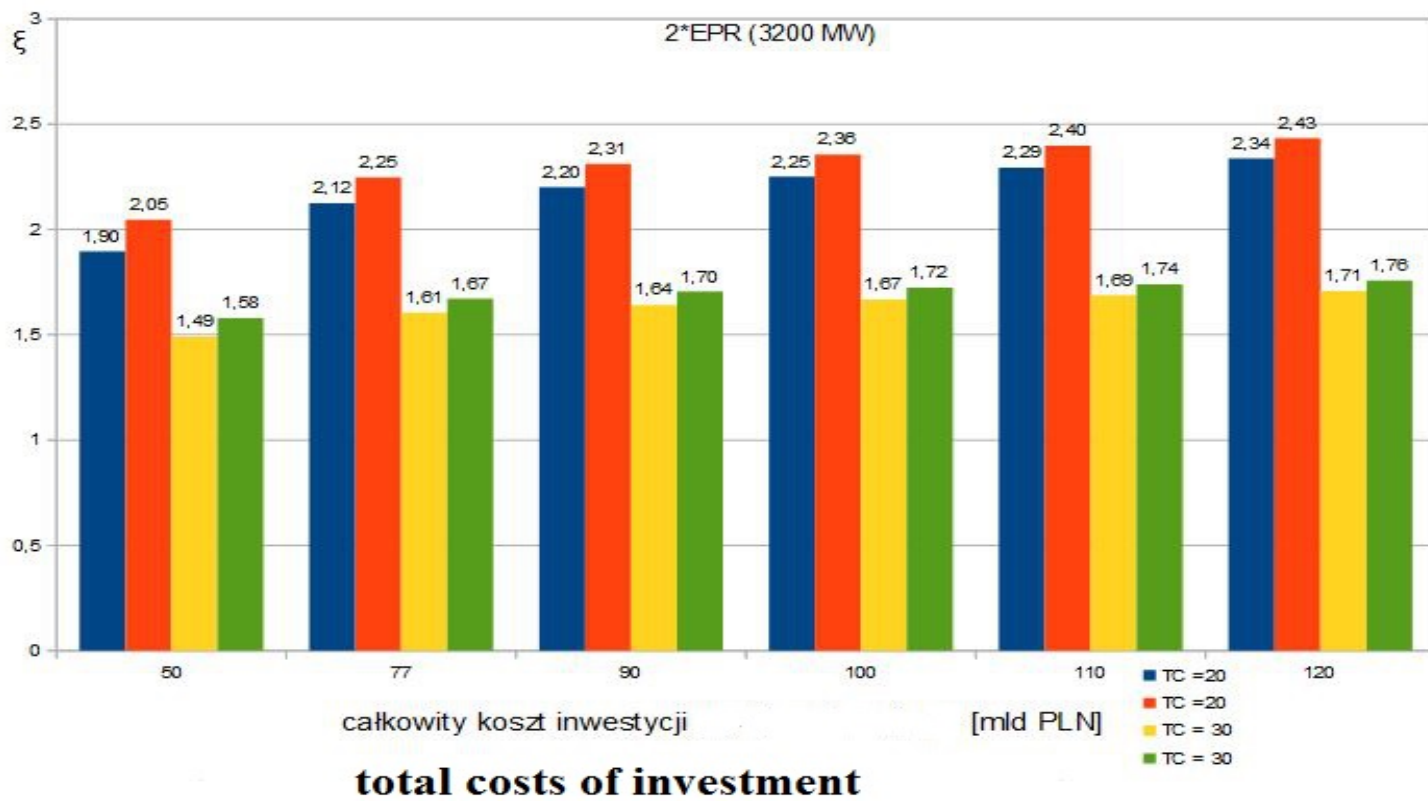
Zastosowania

Applications

x + Kf+O+M [PLN/MWh]

2*EPR [3200 MW]





Wewnętrzny Kontrakt Różnicowy Internal Contract for Difference

Aby obniżyć wartość ξ można zastosować metodę kontraktu różnicowego. Wykorzystuje ona znacznie niższe koszty eksploatacji elektrowni jądrowej w okresie $(T_C, T_L]$ (patrz: Rys. 1). Model kontraktu różnicowego zapiszemy w postaci następującej nierówności,

To decline the value of ξ one can use the method of the contract for difference (CfD). It uses a much lower total cost of NPP in the period $(T_C, T_L]$ (see Fig. 1). We can write the model of CfD in the form of the following inequality,

$$\left(x + K_{f+O+M} - SP\right) T_C (1 + \gamma) \leq \left(SP - K_{f+O+M}\right) (T_{SP} - T_C)$$

SP – cena ustalona przez inwestora za jednostkową produkcję energii elektrycznej,

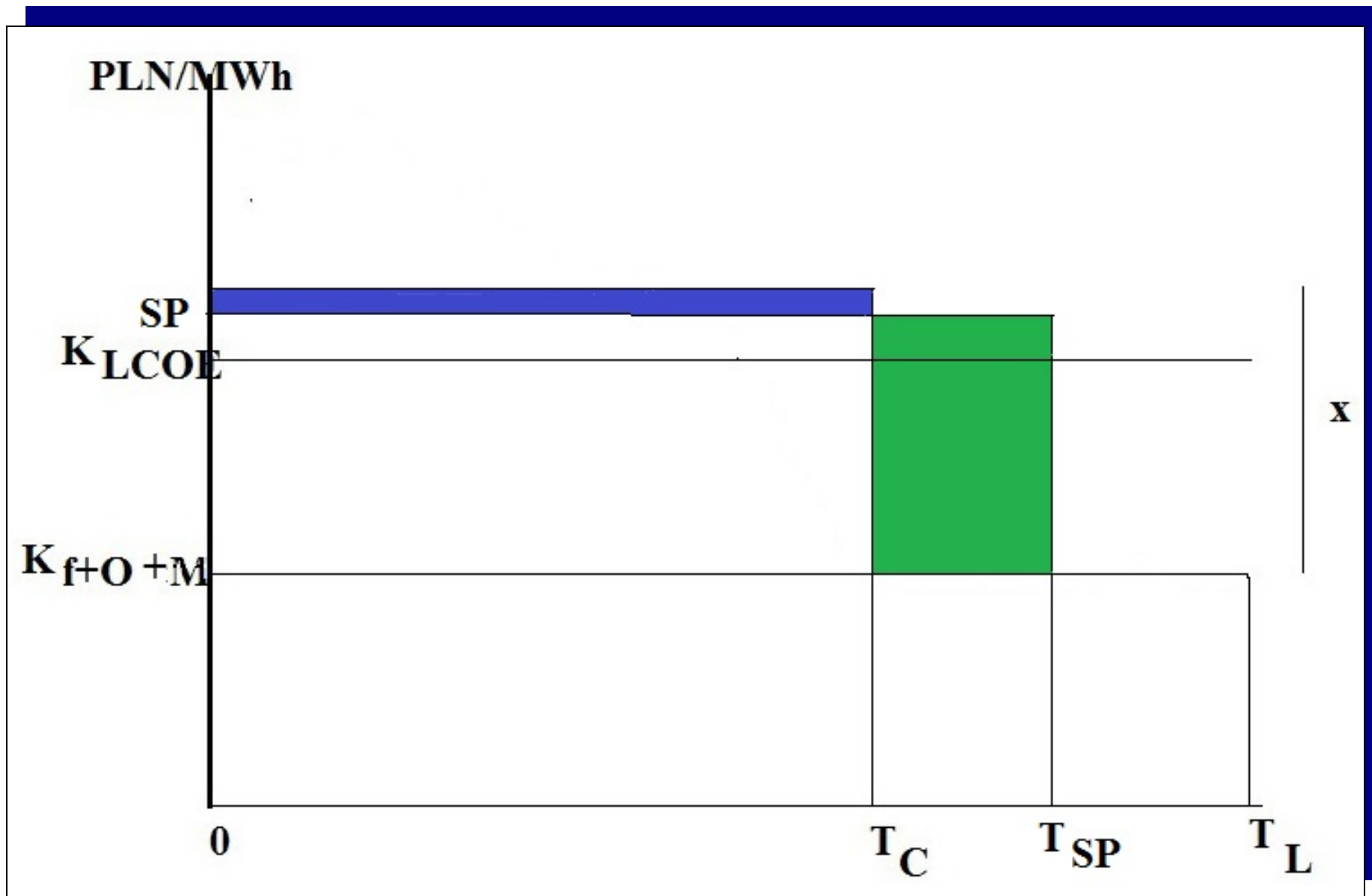
T_{SP} – okres trwania kontraktu różnicowego, $T_{SP} \in [T_C, T_L]$, $(x + K_{f+O+M} - SP) \geq 0$,

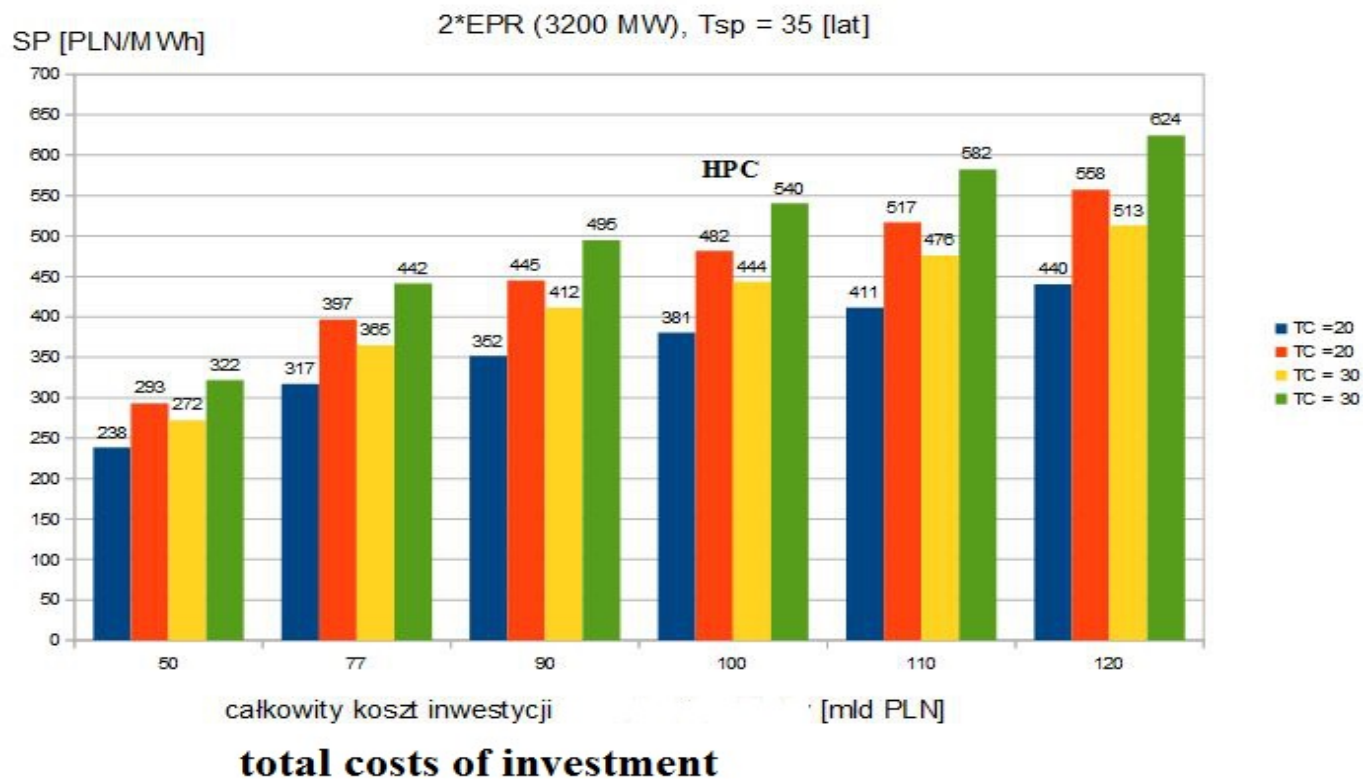
γ – współczynnik kosztu kontraktu różnicowego

SP - the strike price for the unit electricity production set by an investor,

T_{SP} – the duration of CfD, $T_{SP} \in [T_C, T_L]$, $(x + K_{f+O+M} - SP) \geq 0$,

γ – the cost factor of CfD.





weighted average life (WAL) of 27.4 years

Podsumowanie

W raporcie OECD “Nowe nuklearne konstrukcje: Wgląd w finansowanie i zarządzanie projektem” (2015), w dodatku do części II (strona 123), prezentowany jest ekonomiczny i finansowy model elektrowni jądrowej. Autorzy napisali tam rzecz następującą:

“Rozważając sposób traktowania długu, model zakłada, że spłata długu będzie przebiegała w okresie eksploatacji elektrowni (60 lat), w stałych wypłatach o nominalnej wartości.”

Łatwo zauważyć, że autorzy wspomnianego opracowania rozważają przypadek $\xi = 1$, który jest z ekonomicznego punktu widzenia niespójny. Powstaje pytanie; dlaczego to robią? Nasze opracowanie odpowiada formalnie na to pytanie. Przypadek $\xi \neq 1$ generuje olbrzymie koszty. ***Metoda LCOE, w formie proponowanej przez OECD, nie jest odpowiednim narzędziem obliczania kosztów związanych z finansowaniem elektrowni.***

Summary

In the report by OECD entitled „Nuclear New Build: Insights into Financing and Project Management” (2015), in appendix II (p. 123), the economic and financial model of a NPP is presented. The authors write the following statement,

“Concerning the treatment of debt, the model assumes that the debt repayment occurs over the lifetime of the plant (60 years), with constant payments in nominal terms.”

It is easy to see that the authors of the report mentioned consider the case $\xi = 1$, which is from the economical point of view inconsistent.. This raises the question; why they do it? Our study formally answers this question. The case $\xi \neq 1$ generates huge costs. ***Summarizing, our study clearly shows that the LCOE method, in the form proposed by OECD, is not the appropriate tool for calculating the financial costs related to the NPP.***