

Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) niskotemperaturowych projektów ciepłowniczych (LTDH)

Wstęp i zastosowanie metod numerycznych w analizie kosztów cyklu życia

Bernhard-Senft, Lilian, BTU Cottbus-Senftenberg

LowTEMP training package - OVERVIEW

Introduction

Intro Climate Protection Policy and Goals

Intro Energy Supply Systems and LTDH

Energy Supply Systems in Baltic Sea Region

Energy Strategies and Pilot Projects

Methodology of Development of Energy Strategies

Pilot Energy Strategies – Aims and Conditions

Pilot Energy Strategy – Examples

Pilot Testing Measures

CO₂ emission calculation

LCA calculation

Financial Aspects

Life cycle costs of LTDH projects

Economic efficiency and funding gaps

Contracting and payment models

Business models and innovative funding structures

Technical Aspects

Pipe Systems

Combined heat and power (CHP)

Large Scale Solar Thermal

Waste & Surplus Heat

Large Scale Heat Pumps

Power-2-Heat and Power-2-X

Thermal, Solar Ice and PCM Storages

Heat Pump Systems

LT and Floor heating

Tap water production

Ventilation Systems

Best Practice

Best Practice I

Best Practice II

1. Wstęp

Zdefiniowanie problemu, cel i definicje pojęć

Problem i cel

Podstawowe pytanie: LTDH vs. DH – które rozwiązanie jest tańsze uwzględniając cały cykl życia?

- Konwencjonalna infrastruktura, np. oparty na paliwach kopalnych system ciepłowniczy:
 - tańszy w pierwszej fazie (inwestycja)
 - droższy w całym cyklu życiowym ze względu na koszty eksploatacji i utrzymania (OPEX) oraz likwidacji
- Infrastruktura „przyjazna środowisku”, np. LTDH:
 - wysokie nakłady inwestycyjne ze względu na nowsze technologie
 - system tańszy w cyklu życiowym



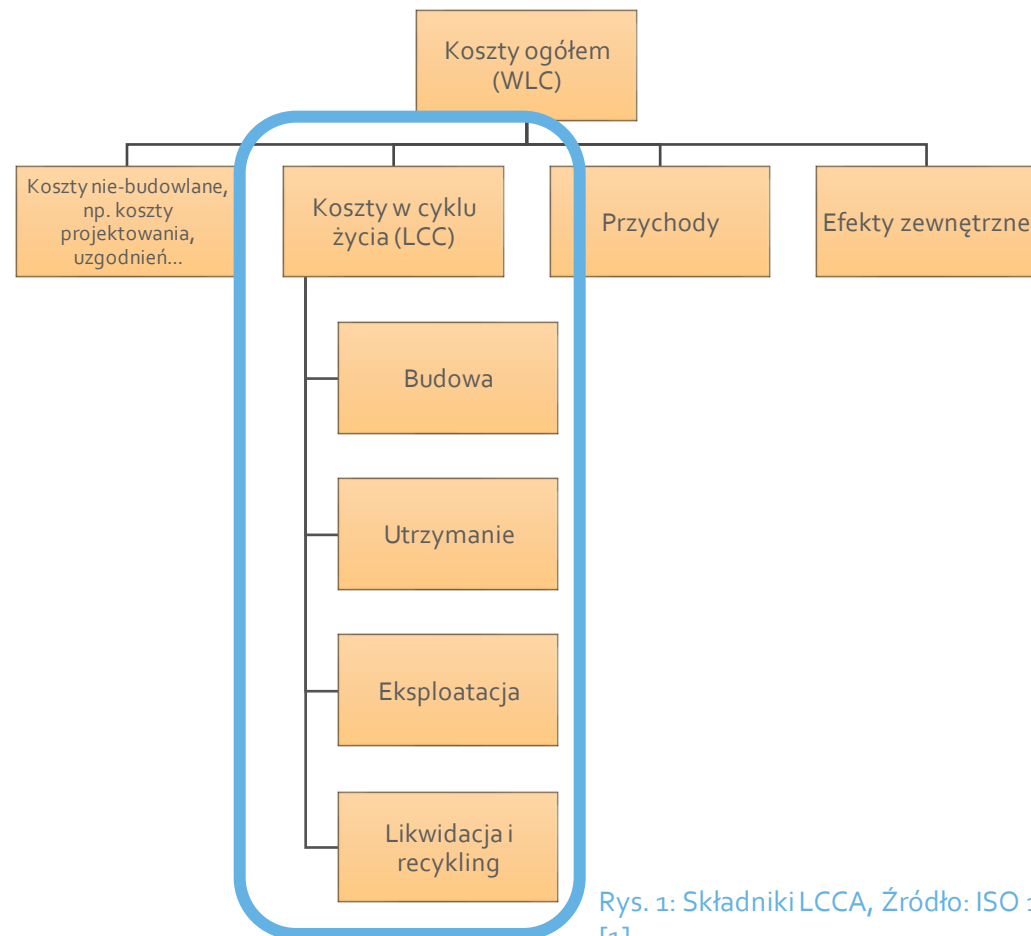
- Narzędzia do obliczeń LCCA i szacowanie kosztów projektów LTDH
- Interesariusze:
 - partnerzy projektu LowTEMP
 - władze publiczne
 - operatorzy systemów ciepłowniczych
 - inwestorzy
 - planiści
 - inżynierowie

→ Czy to prawda? Jeżeli tak, promujmy systemy LTDH!

Definicje pojęć

Life Cycle Cost Analysis (LCCA)

- metoda także znana jako *Life Cycle Costing* (LCC)
- metodyka w celu systematycznej oceny ekonomicznej projektów w zadanym okresie
- Uwzględnia:
 - Budowę
 - Utrzymanie
 - Eksploatację
 - Likwidację i recykling



Rys. 1: Składniki LCCA, Źródło: ISO 15686-5:2017-07 [1]

Definicje pojęć

Koszty w cyklu życia

Koszty składnika aktywów lub jego części przez cały cykl życia przy spełnieniu wymagań dotyczących efektywności [1].

Zakończenie projektu

- Ostatnia faza projektu, uwzględniająca
 - Likwidację
 - Demontaż lub pozostawienie komponentów na miejscu
 - Jeżeli demontaż:
 - Utylizacja
 - Recykling

Stopa dyskontowa

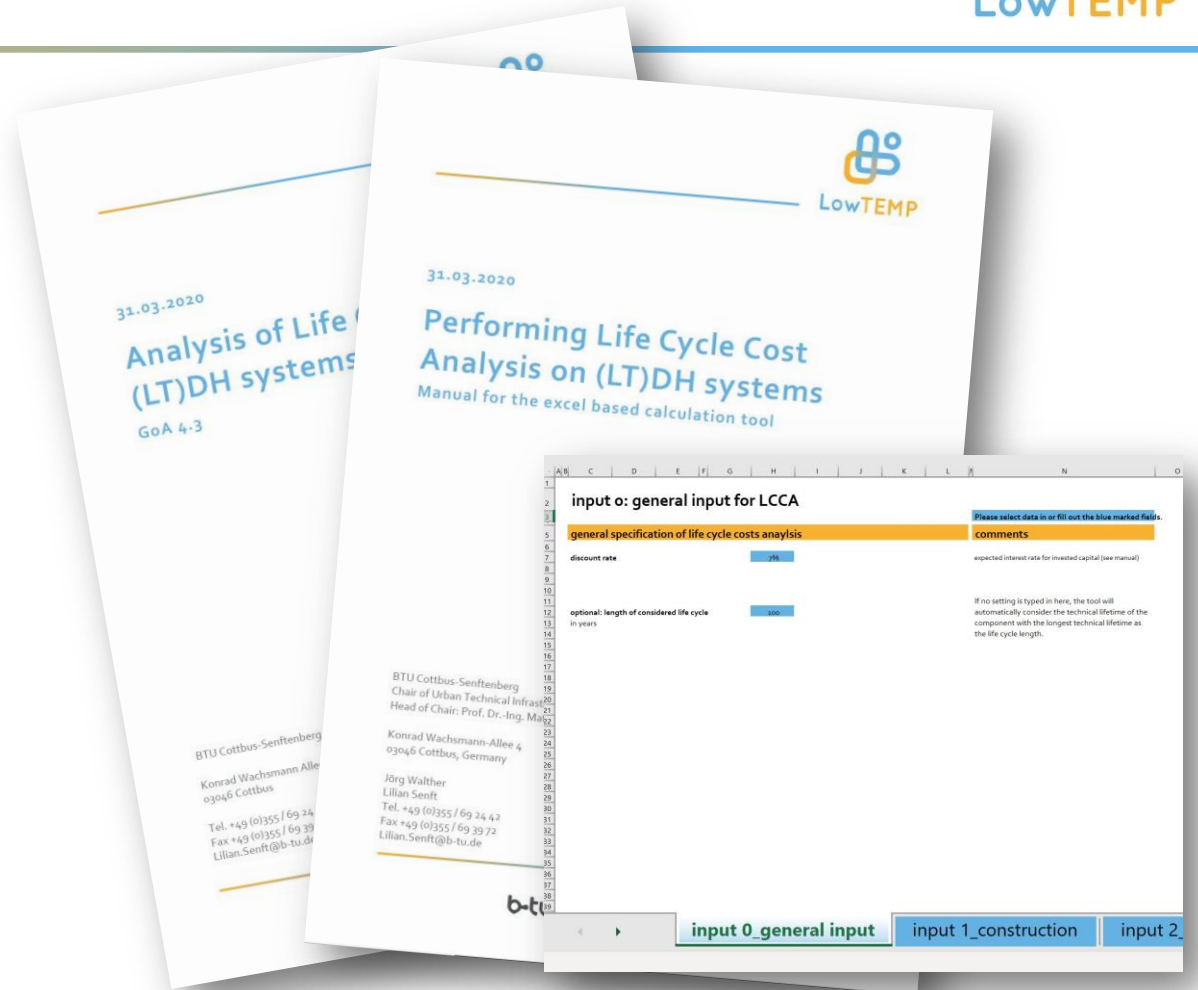
Stopa procentowa wykorzystywana w celu obliczenia bieżącej wartości przyszłych przepływów pieniężnych; wynika ze zmienności wartości pieniądza w czasie i obrazuje stosunek, w jakim przyszły kapitał zrównuje swoją efektywną wartość z kapitałem bieżącym.

2. Implementacja

Wyniki, struktura narzędzia, metoda obliczeń, przykład zastosowania, potrzebne informacje

Wyniki

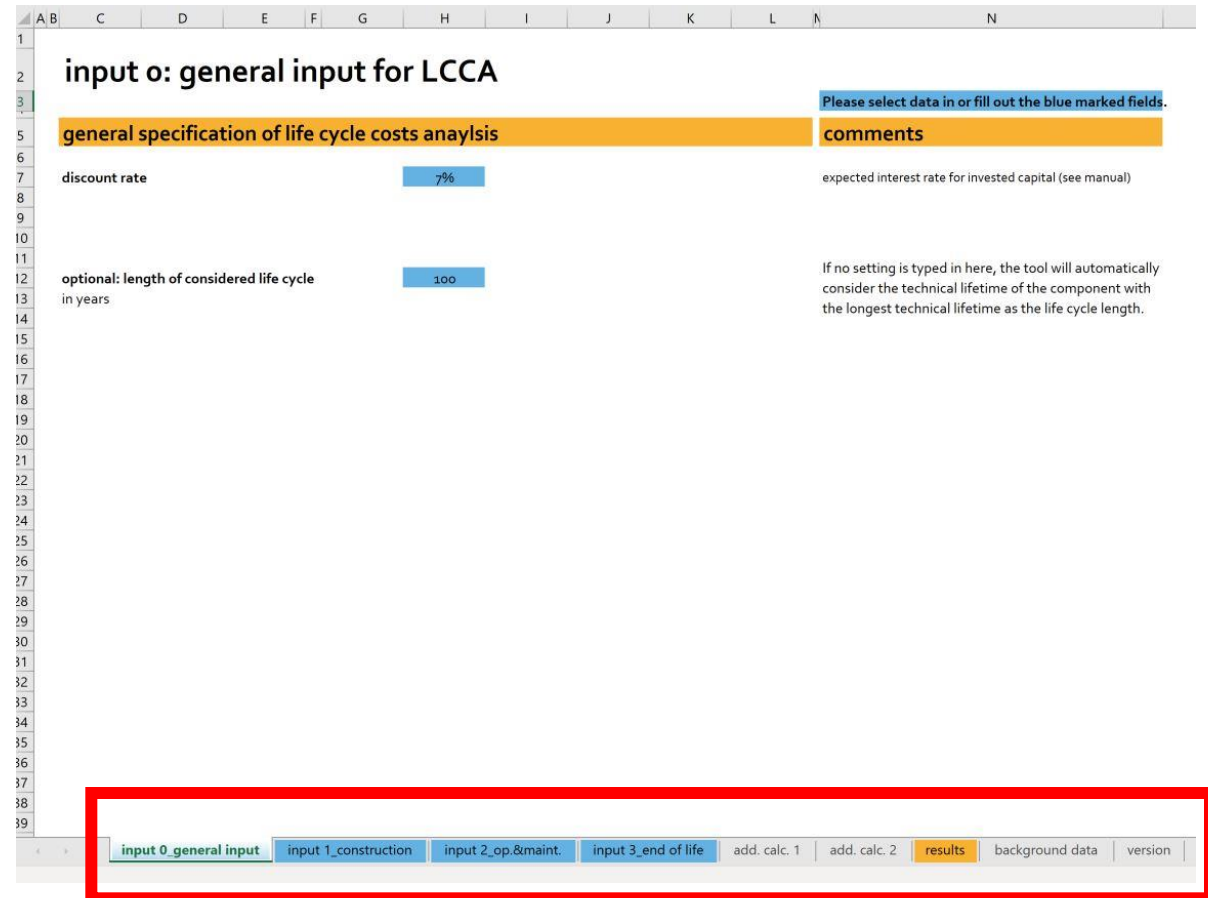
- Analiza zastosowania LCCA oraz LCA systemów ciepłowniczych [2]
- Narzędzie do obliczeń LCCA dla systemów ciepłowniczych (implementacja w MS Excel)
- Podręcznik, źródła informacji [2]



Rys. 2: Instrukcja obsługi i przykładowe wydruki z narzędzia [2]

Struktura narzędzia

- Implementacja MS Excel
- Zestaw arkuszy:
 - arkusze 0-3 wprowadzanie danych: ogólne informacje o projekcie, nakłady inwestycyjne (CAPEX), koszty „utrzymania i ruchu” (OPEX) oraz likwidacji projektu
 - wyniki: zestawienie kosztów
 - arkusze pomocnicze
 - informacja o wersji narzędzia



The screenshot displays the 'input 0: general input for LCCA' sheet in an Excel environment. The main content area is divided into two columns: 'general specification of life cycle costs analysis' and 'comments'. The 'general specification' column contains input fields for 'discount rate' (7%) and 'optional: length of considered life cycle in years' (100). The 'comments' column contains explanatory text. A red box highlights the sheet navigation bar at the bottom, which includes tabs for 'input 0_general input', 'input 1_construction', 'input 2_op.&maint.', 'input 3_end of life', 'add. calc. 1', 'add. calc. 2', 'results', 'background data', and 'version'.

Rys. 3: Zrzut ekranu [2]

Metoda obliczeń

Koszty w cyklu życia

- $LCC = I + A + R + E$ (dla znanego scenariusza):
 - LCC = koszty w cyklu życia
 - I = nakłady inwestycyjne
 - A = koszty „utrzymania i ruchu”
 - R = nakłady odtworzeniowe
 - E = koszty likwidacji
- $LCC = I + A + R - Res$ (scenariusz nieznany):
 - Res = tzw. wartość rezydualna

Net Present Value

- Metoda: Net Present Value (NPV)
- Wzór:
$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$
 - NPV = net present value [PLN] lub [EUR]
 - n = czas życia [rok]
 - t = index czasu (1,...n)
 - CF_t = przepływy pieniężna w roku t czyli różnica pomiędzy przychodami a kosztami w roku t [PLN] lub [EUR]
 - k = stopa dyskonta [%]

Wymagania wstępne

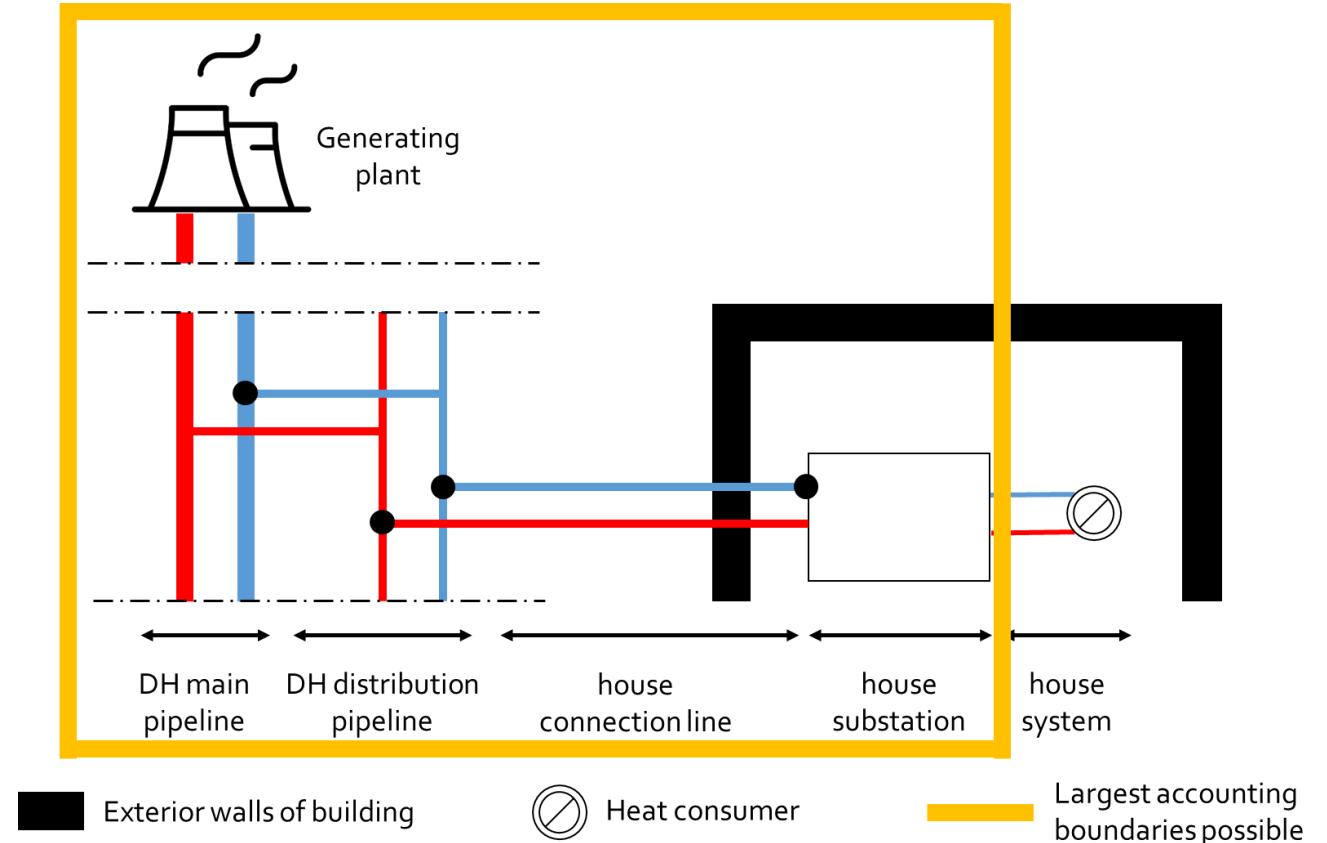
Jakie dane są potrzebne?

- Przedmiot projektu
- Porównanie z innymi systemami ciepłowniczymi: długość cyklu życia
- Nakłady inwestycyjne (inwestycja wstępna)
- Koszty eksploatacji i utrzymania
- Jeśli dostępne: koszty w scenariuszu wycofania z eksploatacji
- Dane technologiczne

(wszystkie koszty i przychody bez VAT)

Wymagania wstępne – rozważany obiekt

- Całość systemu (LT)DH
- Zdefiniowanie granic systemu: w tym wszystko, co jest potrzebne do realizacji celu projektu
- Największe możliwe granice projektu (rys. 4)



Rys. 4: Granice systemu [3]

Wymagania wstępne – ogólne dane (koszty)

Stopa dyskontowa

- Instrukcja zawiera zalecenia dotyczące wyboru stopy dyskontowej zgodnie z przepisami i zaleceniami UE

Długość cyklu życia

- Jeśli przedmiot rozważania zostanie porównany z innym systemem alternatywnym: taka sama długość cyklu życia
- Jeśli nie zostaną wykonane żadne porównania ani wprowadzone dane wejściowe, narzędzie automatycznie wybierze najdłuższą techniczną żywotność z listy komponentów jako długość cyklu życia

CAPEX

- elementy niezbędne do zbudowania celu projektu, w tym
- ich rok uruchomienia
- koszty
- żywotność techniczna
- dodatkowe koszty
- Instrukcja ze szczegółowym wykazem możliwych parametrów kosztów inwestycji i zwykłej żywotności technicznej

Wymagania wstępne – dalsze dane

Koszty eksploatacyjne

- koszty eksploatacyjne
 - koszty paliwa lub zakupu ciepła
 - koszty utrzymania (bezpośrednie)

Oczekiwana stopa wzrostu kosztów

Dane techniczne

- Dystrybucja ciepła
 - roczny czas pracy [h]
 - sieciowe straty ciepła [%]
 - moc cieplna [MW]
 - rok instalacji źródła
 - planowana roczna produkcja ciepła [MWh]
- Źródła ciepła – charakterystyka
 - udział w rocznej sprzedaży ciepła poszczególnych źródeł
 - sprawność eksploatacyjna źródeł [%]
 - COP dla pomp ciepła

Wymagania wstępne – likwidacja

Likwidacja

Jeżeli szczegółowe informacje na temat scenariusza wycofania z eksploatacji są znane użytkownikowi:

- koszty likwidacji
- demontaż lub pozostawienie komponentów na miejscu
- w przypadku demontażu: utylizacja lub recykling

Jeśli użytkownik nie zna szczegółowych danych na temat scenariusza końca życia projektu, narzędzie automatycznie określi wartość rezydualną całego systemu.

Przykład obliczeń: pilotażowy projekt w Gulbene

- Montaż lokalnego systemu ciepłowniczego w 2019 roku
- Dostarczenie ciepła dla trzech budynków komunalnych z kotła na biomasę ($199 \text{ kW}_{\text{th}}$)
- Dystrybucja przez mikrosieć ciepłą
- Inteligentny system opomiarowania we wszystkich budynkach, które są zaopatrywane w ciepło z tej sieci ciepłowniczej



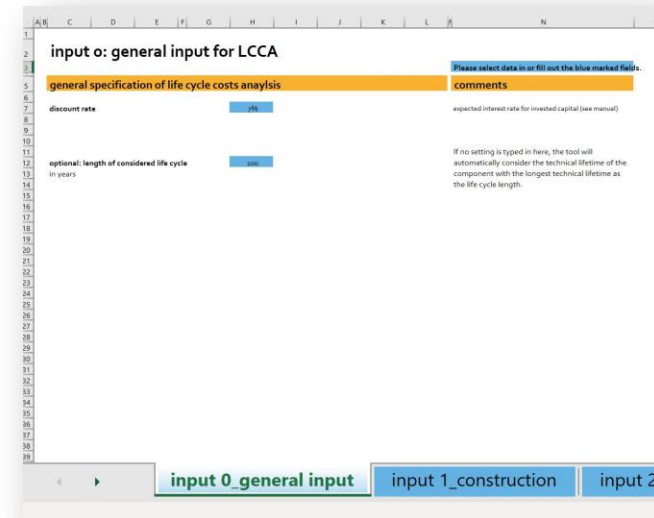
Rys. 5: Wzrostek ciepłowniczy, Źródło: Sandis Kalniņš [4]

Przykład obliczeń: pilotażowy projekt w Gulbene

Granice systemu

- Cel projektu: instalacja lokalnego systemu ciepłowniczego
- Granice systemu, w tym:
 - Kocioł na biomasę
 - Mała lokalna sieć ciepłna
- Nie brane pod uwagę: inteligentny system pomiarowy, ponieważ:
 - niekonieczne ze względu na cel projektu (instalacja lokalnego systemu ciepłowniczego) system działałby bez systemu inteligentnego opomiarowania -> składnik wykacza poza granice systemu

Demonstracja narzędzia



Rys. 6: Zrzut ekranu [2]

3. Wnioski

Możliwości

- Użytkownicy mają możliwość:
 - Określić koszty cyklu życia systemów (LT)DH
 - Porównać z alternatywami systemowymi (nowy plik MS Excel)
- Przejrzyste metody obliczeniowe zgodne ze stanem technologii i wiedzy
- Uwzględnienie wartości pieniądza w czasie
- Możliwe są własne korekty

Ograniczenia

- jak dotąd...
 - Najdłuższy cykl życia = 100 lat
 - W przypadku porównań z innymi alternatywnymi systemami należy zastosować te same warunki ramowe (np. długość cyklu życia, stopa dyskontowa itp.)

1. ISO 15686-5:2017-07 Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 5: Life-cycle costing
2. Project output, [online] <http://www.lowtemp.eu/what-we-do/> Available at Financing Schemes and Business Models [Last access on 25th March 2021].
3. Largest accounting boundaries possible for the tool, own source following BAFA, 2017, p. 5 and Nuclear Power Plant by By Viktor Ostrovsky from the Noun Project [Online]. Available at <https://thenounproject.com/icon/792572/> [Last access on 25th March 2021].
4. Utility room, photo by Sandis Kalniņš, Gulbene Municipality Council [Online]. Available at <http://www.lowtemp.eu/examples/first-season-with-low-temperature-district-heating-system-pilot-project-in-belava/> [Last access on 25th March 2021].

Contact

BTU Cottbus-Senftenberg Chair of Urban Technical Infrastructure

Lilian Senft
Research Associate

Konrad-Wachsmann-Allee 4
03046 Cottbus
Germany

E-mail: Lilian.Senft@b-tu.de
Tel: +49 355 69 2442
www.stadttechnik.de
www.lowtemp.eu