

# Livscyklusomkostninger for (LT)DH-projekter

Introduktion og anvendelse af en beregningsmetode

# LowTEMP træningspakke - Oversigt

## Introduktion

Intro politik og mål for klimabeskyttelse

Intro Energiforsyningssystemer og LTDH

Energiforsyningssystemer i Østersøregionen

## Energistrategier og pilot projekter

Metode til udvikling af energistrategier

Pilot Energistrategier - Mål og betingelser

Pilot Energistrategier - Eksempler

Pilot testforanstaltninger

Beregning af CO<sub>2</sub>-emission

LCA beregning

## Økonomiske Aspekter

Livscyklusomkostninger ved LTDH-projekter

Økonomisk effektivitet og finansieringshuller

Kontrakterings- og betalingsmodeller

Forretningsmodeller og innovative finansieringsstrukturer

## Tekniske Aspekter

Rørsystemer

Varmekraftssystemer (CHP)

Solvarme i stort omfang

Affalds- og overskudsvarme

Varmepumper i stort omfang

Strøm-til-varme og Strøm-til-X

Lagring af varme, is og PCM

Varmepumpesystemer

LT og gulvvarme

Produktion af postevand

Ventilationssystemer

## Bedste praksis

Bedste praksis I

Bedste praksis II

# 1. Introduktion

Problem, formål og definitioner af termer

# Problem og formål

Samlet spørgsmål: LTDH vs DH - Hvilken er den billigste løsning over en hel livscyklus?

- Konventionel infrastruktur, f.eks. Fjernvarmesystem drevet af fossile brændstoffer:
    - Billigere i begyndelsen (initialinvestering)
    - Dyrere i løbet af deres livscyklus på grund af højere drifts-, vedligeholdelses- og udtjente omkostninger.
  - Miljøvenlig infrastruktur, f.eks. LTDH system:
    - Høje startinvesteringsomkostninger på grund af nyere teknologier
    - Billigere i løbet af livscyklussen
- Er dette sandt? Hvis det er tilfældet, så promoveres LTDH-systemer!



- Værktøj til udførelse af LCCA & fastsættelse af livscyklusomkostninger for LTDH-projekter
- Interessenter:
  - LowTEMP's projektpartnere
  - Offentlige myndigheder
  - DH leverandører og operatører
  - Investorer
  - Planlæggere
  - Ingeniører

# Definition af termer

## Analyse af livscyklusomkostninger (LCCA)

- Kaldes også livscyklusberegning (LCC).
- Metode til systematisk økonomisk evaluering af livscyklusomkostninger over en vis periode.
- Overvejelser:
  - Byggeri
  - Vedligeholdelse
  - Drift
  - End-of-life (Afslutning)

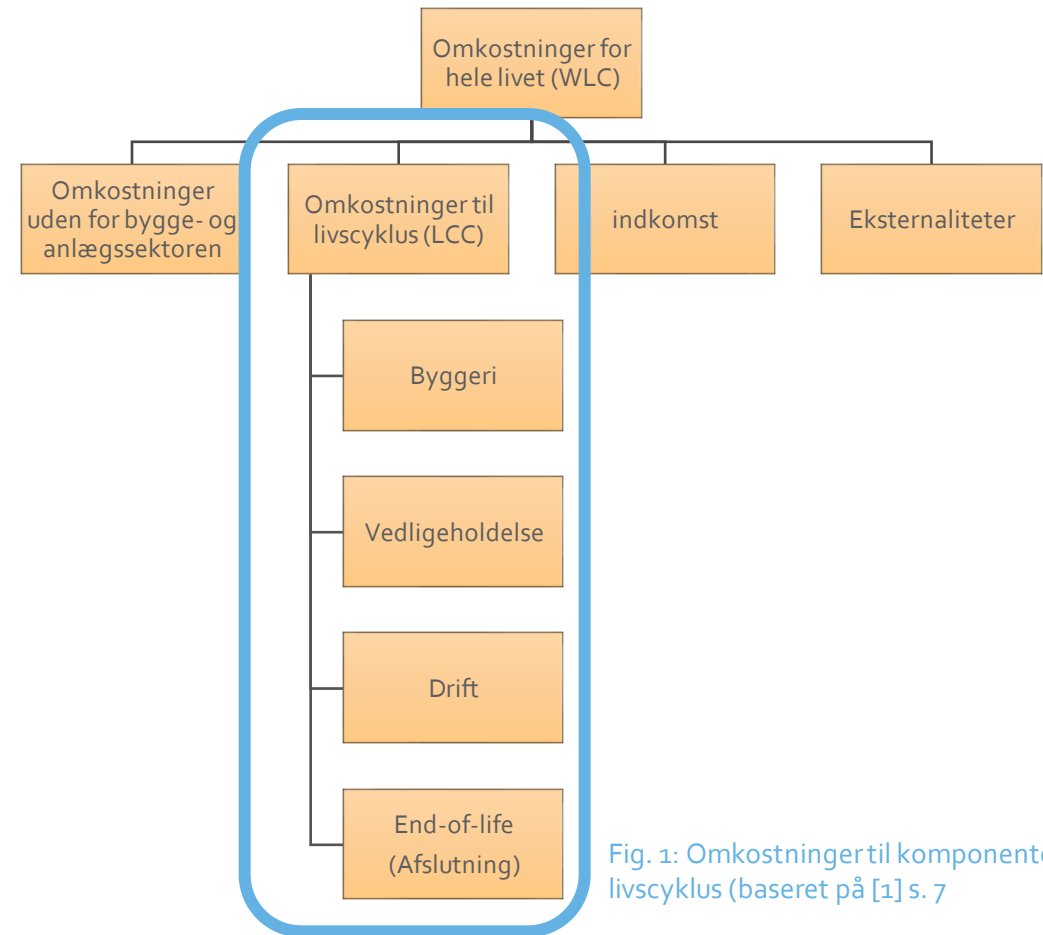


Fig. 1: Omkostningstil komponenters livscyklus (baseret på [1] s. 7)

# Definition af termer

## Omkostninger til livscyklus

Omkostninger ved et aktiv eller dets dele i hele dets livscyklus, samtidig med at præstationskravene opfyldes<sup>(1)</sup>

### End-of-Life (Afslutning)

- Sidste fase af livscyklussen, herunder
  - Nedlukning
  - Dekonstruktion eller efterladelse af komponenter på stedet
  - Hvis dekonstruktion:
    - Bortskaffelse eller
    - Genbrug

## Diskonteringsats

Rentesats, der anvendes i dynamiske teknikker til beregning af nutidsværdien af fremtidige pengestrømme

## 2. Implementering

Output, værktøjets struktur, beregningsmetode, eksempel på anvendelse, nødvendige oplysninger og resultater

# Output

- Analyse af LCCA og LCCA af DH-systemer (pdf, for yderligere information om emnet)
- Beregningsværktøj til udførelse af LCCA til DH-systemer (Excel-værktøj)
- Manual om udførelse af LCCA, mulige informationskilder og sammenligning af forskellige systemer (pdf, i brug med Excel-værktøj)



Figur 2: Eksempler på output vedrørende LCCA, egen grafik [2]



# Værktøjets struktur

- Excel-baseret værktøj
- Flere regneark:
  - Inputregneark 0-3: Der er behov for information om projektet vedr. generelle oplysninger, konstruktion og initialinvestering, drift og vedligeholdelse, og end-of-life scenariet.
  - Add. Calc. 1-2: Yderligere beregninger, fungerer automatisk. Der kræves ingen input.
  - Results: Opgørelse over livscyklusomkostninger
  - Background data: Indeholder rullemenuer, referencer og tekstblokke. Input er mulig.
  - Version: Informativ, Der kræves ingen input.

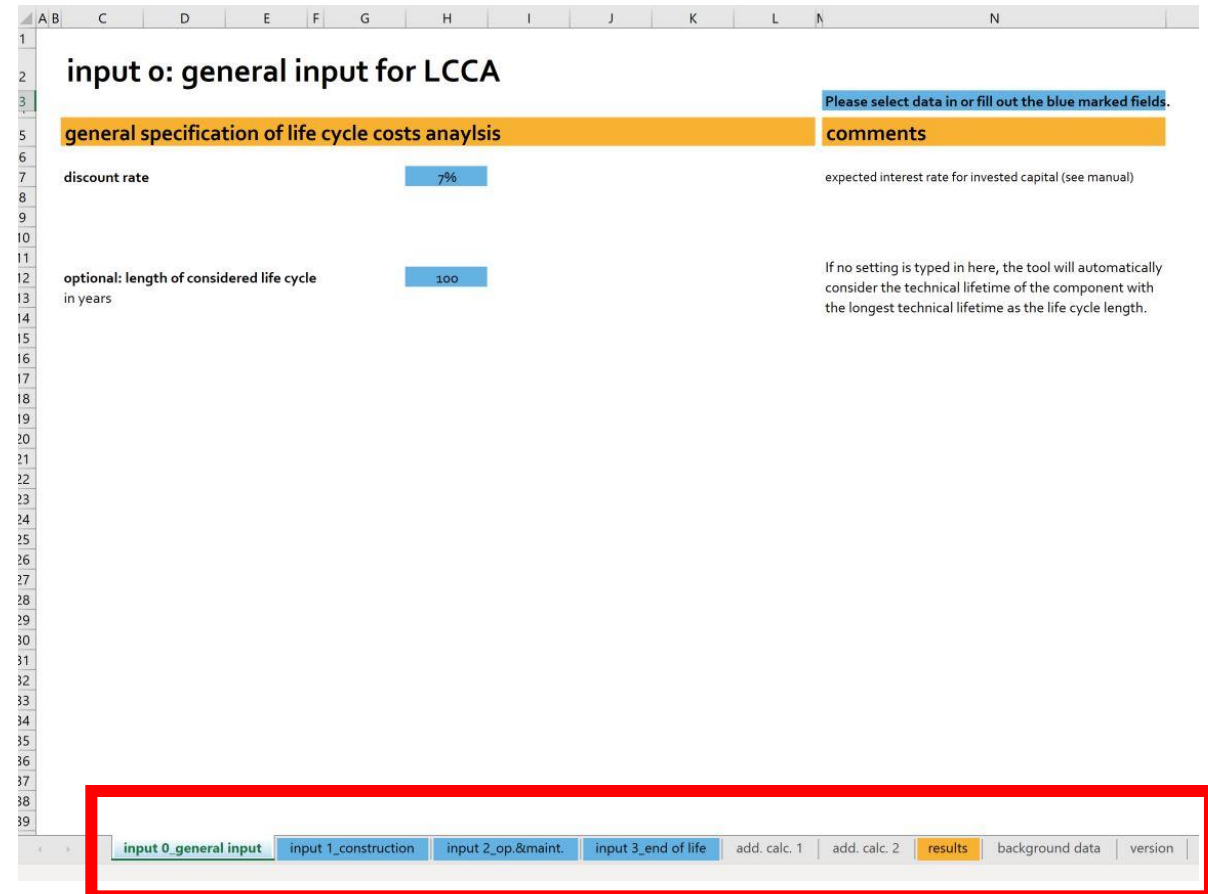


Fig. 3: Skærbillede - Exceltool, egen grafik [2]

(2)

# Beregningsmetode

## Omkostninger til livscyklus

- Enten  $LCC = I + A + R + E$  (hvis scenariet for udrangere er kendt):
  - LCC = Livscyklusomkostninger
  - I = Byggeomkostninger (startinvestering)
  - A = Årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger
  - R = Geninvesteringsomkostninger
  - E = End-of-life (udtjente) omkostninger
- Eller  $LCC = I + A + R - Res$  (hvis end-of-life scenariet ikke kendes):
  - Res = restværdi

## Nutidsværdi (NPV)

- Metode: Nutidsværdi (NPV)
- Beregning: 
$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$
  - NPV = nutidsværdi [€]
  - n = levetiden for investeringen af foranstaltningen [år]
  - t = tidsindeksnummer, et bestemt investeringsår [w.d.]
  - CF<sub>t</sub> = pengestrømme i år t eller med andre ord forskellen mellem omkostninger og indkomster i år t [€]
  - k = diskonteringsrate [%]

# Forudsætninger

Hvilke oplysninger har brugerne brug for?

- Genstand for overvejelse
- Hvis sammenligning med andre DH-systemer: livscykluslængde
- Byggeomkostninger (startinvestering)
- Omkostninger til drift og vedligeholdelse
- Hvis det er tilgængeligt: omkostninger ved end-of-life scenarie
- Teknologidata

(3)

(alle omkostninger og indtægter uden moms)

# Forudsætninger – Genstand for overvejelse

- Hele (LT)DH-systemer
- Regnskabsgrænser: herunder alt, hvad der er nødvendigt for at opfylde projektmålet
- I betragtning af de størst mulige regnskabsgrænser (se figur)

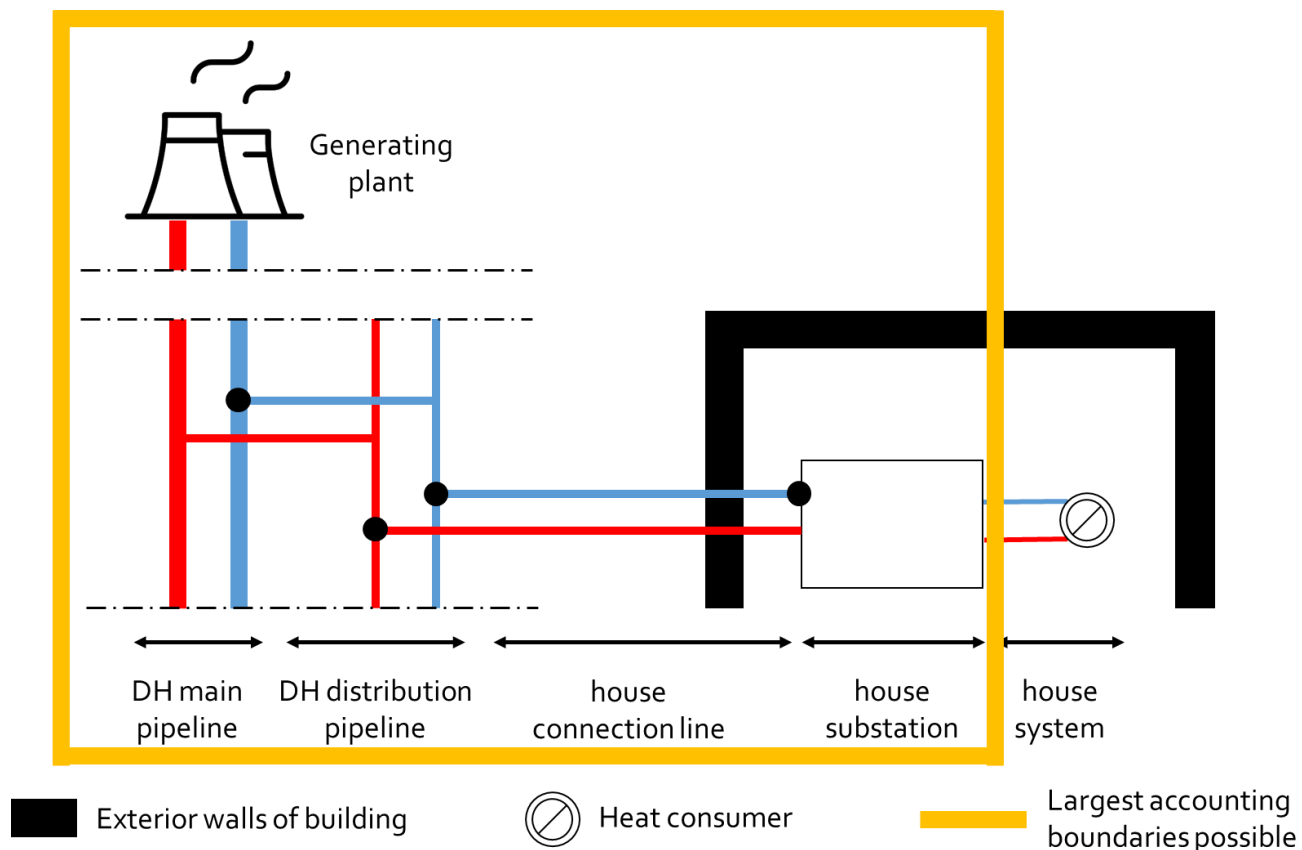


Fig. 4: Værktøjets størst mulige regnskabsgrænser[3]

(4)

# Forudsætninger – Generelle oplysninger og omkostninger

## Discount rate

- Manual giver anbefaling til valg af diskonteringsats i henhold til EU-regler og anbefalinger.

## Livscykluslængde

- Hvis genstanden for overvejelse vil blive sammenlignet med et andet systemalternativ: samme livscykluslængde som alternativ.
- Hvis der ikke foretages nogen sammenligning eller input, vælger værktøjet automatisk den længste tekniske levetid for komponentlisten som livscykluslængde..

## Bygge- og anlægsvirksomhed (initialinvestering)

- Komponenter, der er nødvendige for at opbygge projektmålsætningen, herunder deres
  - År for idriftsættelse
  - Omkostninger
  - Teknisk levetid
- Ekstra omkostninger
- Manual med detaljeret liste over mulige investeringsomkostningsparametre og sædvanlige tekniske levetid.

# Forudsætninger – Omkostninger og yderligere information

## Omkostninger til drift og vedligeholdelse

- Driftsomkostninger
  - Brændstofomkostninger
  - Generelle driftsomkostninger i % af varmeproduktionen i EUR/MWh eller engangsbeløb i EUR/a
- Omkostninger til vedligeholdelse
  - X % af investeringen eller det faste beløb i EUR/a
  - Forventet omkostningsstigning i %/a

## Teknologidata

- Varmefordeling
  - Timer med fuld udnyttelse i h/a
  - Gennemsnitlige varmetab i DH-systemet i %
- Varmekapacitet
  - År for installation eller afinstallation af produktionsanlæg
  - Ydeevne i kW eller mængden af genereret varme i MWh/a
- Tildeling af distribueret varme til produktionsanlæg
  - Termisk effektivitet i %, hvis der anvendes varmepumper: COP eller SPF
  - Hvis der anvendes kraftvarme: elektrisk effektivitet
  - Hvis der anvendes mere end ét produktionsanlæg: del i arbejdet

# Forudsætninger – end-of-life (afslutnings) scenariet

## End-of-life scenariet

- Hvis brugeren har kendskab til detaljerede oplysninger om scenariet for end-of-life: Omkostninger for
  - Nedlukning
  - Dekonstruktion eller efterladelse af komponenter på stedet
  - Ved dekonstruktion: bortskaffelse eller genbrug
- Hvis brugeren ikke kender detaljerede oplysninger om end-of-life scenariet, bestemmer værktøjet automatisk restværdien af hele systemet

# Eksempel på beregning: Gulbene pilotforanstaltning

- Installation af lokalt varmesystem i 2019
- Leverer varme til 3 kommunale bygninger, der genereres af biomassekedel (199 kW<sub>th</sub>)
- Distribution via småt lokalt varmenet
- Smart målesystem i alle bygninger, der er forsynet med varme fra småt lokalt varmesystem



Fig. 5: Bryggers LT lokalt varmesystem, Foto: Sandis Kalniņš [4]

(8)



# Eksempel på beregning: Gulbene pilotforanstaltning

## Regnskabsgrænser

- Projektets formål: etablering af et lokalt varmesystem
- Regnskabsgrænser, herunder:
  - Biomassekedel
  - Lille lokalt varmenet
- Ikke overvejet: smart målesystem, fordi:
  - Ikke nødvendigt for projektets mål (installation af et lokalt varmesystem) → Systemet ville køre uden smart målesystem
  - Komponent falder uden for regnskabsgrænserne

## Live-demonstration af input via værktøjet

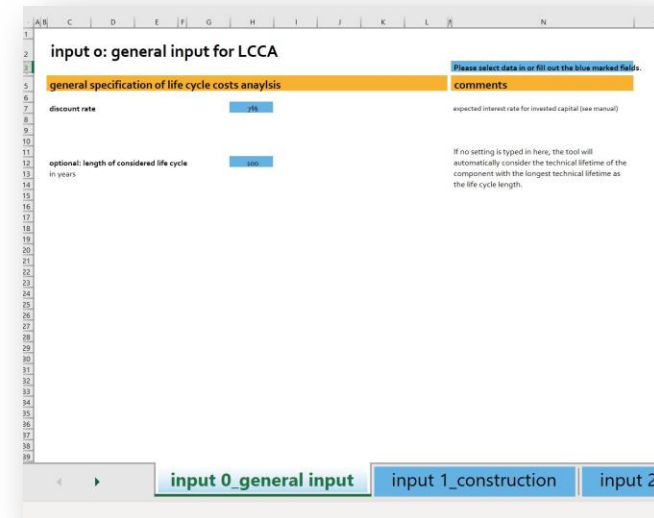


Fig. 3: Skærbillede - Exceltool, egen grafik [2] (2)

# 3. Konklusion

# Konklusion

## Muligheder

- Brugere er i stand til at:
  - Bestemme livscyklusomkostninger for et (LT)DH-system
  - Sammenligne med systemalternativer (oprettelse af ny Excel-fil)
- Gennemsigtige beregningsmetoder efter tilstand af teknologi og viden
- I betragtning af tidsværdien af penge
- Egne justeringer er mulige

## Begrænsninger

- Hidtil...
  - Længste livscykluslængde = 100 år
  - Hvis der foretages sammenligninger med andre systemalternativer, skal de samme rammebetingelser anvendes (f.eks. livscykluslængde, diskonteringsrate osv.)
  - Resultaterne afspejler ikke virkeligheden, men giver en forudsigelse om livscyklusomkostninger

# Kilder

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 25<sup>th</sup> 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 25<sup>th</sup> 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 25<sup>th</sup> March 2021].

# Kontaktinformationer

## BTU Cottbus-Senftenberg

Formand for bymæssig teknisk infrastruktur

**Lilian Senft**  
Forskningsmedarbejder

Konrad-Wachsmann-Allee 4  
03046 Cottbus  
Tyskland

E-mail: [Lilian.Senft@b-tu.de](mailto:Lilian.Senft@b-tu.de)

Tel: +49 355 69 2442

[www.stadttechnik.de](http://www.stadttechnik.de)

[www.lowtemp.eu](http://www.lowtemp.eu)