



LowTEMP2.0

(LT)DH –hankkeiden elinkaarikustannukset

Laskentamallin esittely ja sovellus

Bernhard-Senft, Lilian, BTU Cottbus-Senftenberg



LowTEMP koulutuspaketti -YLEISKATSAUS

Johdanto

Johdanto –ilmastonsuojelipolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto – Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategia – esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO₂-päästölaskenta

Elinkaariarviointilaskenta

Taloudelliset näkökulmat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajheet

Sopimus- ja hinnoittelumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat and Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia/jää- ja faasimuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Käyttöveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

Hyvä käytäntö

Hyvä käytäntö I

Hyvä käytäntö II



1. Johdanto

Ongelma, tavoite ja termien määrittely



Ongelma ja tavoite

Yleiskysymys: Matalan lämpötilan kaukolämpö (LTDH) vai kaukolämpö - kumpi on halvempi ratkaisu koko elinkaarta ajatellen?

- Perinteinen infrastruktuuri, esim. fossiilisia polttoaineita käyttävä kaukojärjestelmä:
 - Halvempi alussa(alkuinvestointi)
 - Kalliimpia elinkaarensa aikana korkeampien käyttö-, ylläpito- ja käyttöiän päättymisestä aiheutuvien kustannusten vuoksi
 - Ympäristöystävällinen infrastruktuuri, esim. LTDH –järjestelmä:
 - Korkeammat investointikustannukset uuden tekniikan vuoksi
 - Halvempi elinkaaren aikana
- Pitääkö tämä paikkansa? Jos pitää, LTDH-järjestelmien edistäminen!

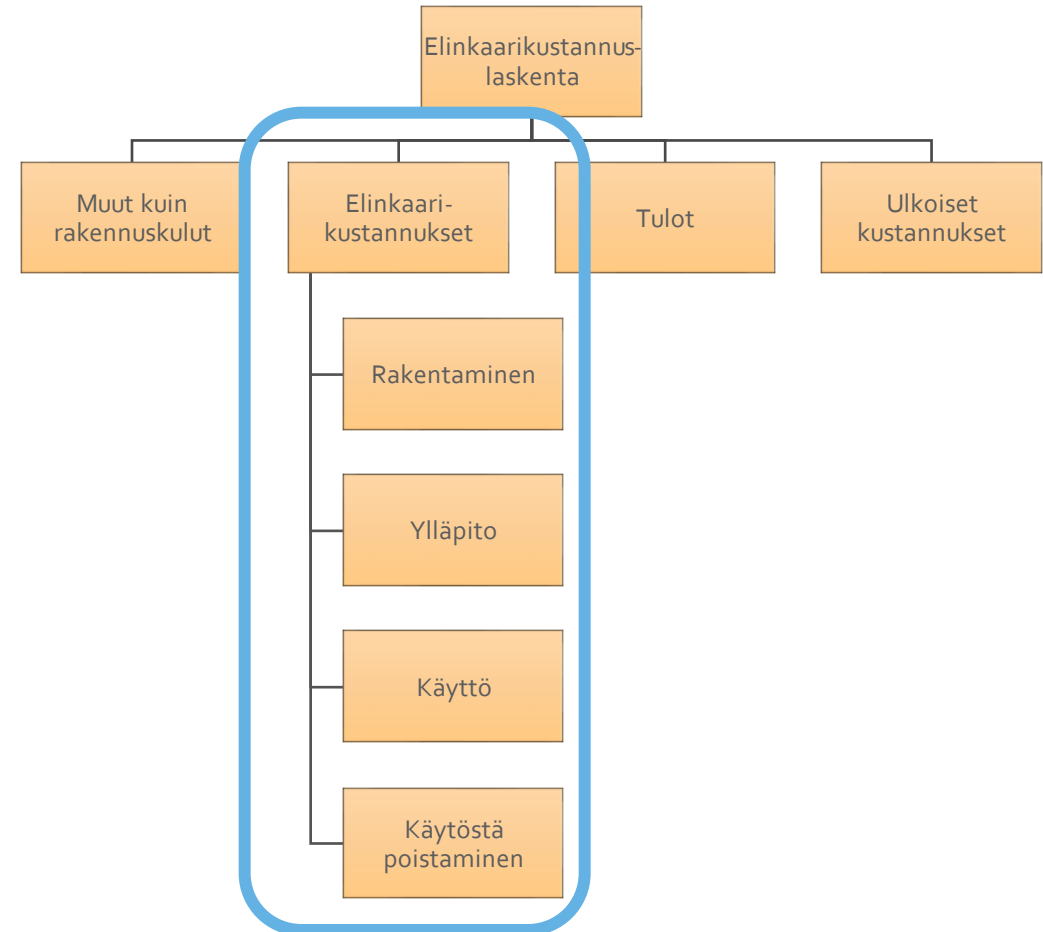


- Työkalu elinkaariskustannusanalyysin tekemiseen & LTDH-hankkeiden elinkaarikustannusten määrittämiseen
- Sidosryhmät:
 - LowTEMP –hankekumppanit
 - Viranomaiset
 - Kaukolämmön tuottajat ja alan toimijat
 - Sijoittajat
 - Suunnittelijat
 - Insinöörit

Termien määrittely

Elinkaarikustannusanalyysi (LCCA)

- Tunnetaan myös nimellä elinkaarikustannuslaskenta (Life Cycle Costing, LCC)
- Metodologia elinkaarikustannusten systemaattiseen taloudelliseen arviointiin tietyn ajan sisällä.
- Analyysissä otetaan huomioon:
 - Rakentaminen
 - Ylläpito
 - Käyttö
 - Käytöstäpoistaminen



Kuva. 1: Elinkaarikustannusten komponentit (perustuen [1] s. 7)

Termien määrittely

Elinkaarikustannukset

Hyödykkeestä tai sen osista koituneet kustannukset koko hyödykkeen elinkaaren ja käytön aikana

Käytöstäpoistaminen

- Elinkaaren viimeinen vaihe sisältäen
 - Käytöstä poistaminen
 - Purkaminen tai komponenttien jättäminen paikalleen
 - Jos puretaan:
 - Hävittäminen tai
 - Kierrätys

Diskonttokorko

alennuskorko, jota käytetään dynaamisissa laskelmissa tulevien kassavirtojen nykyarvon laskemiseksi

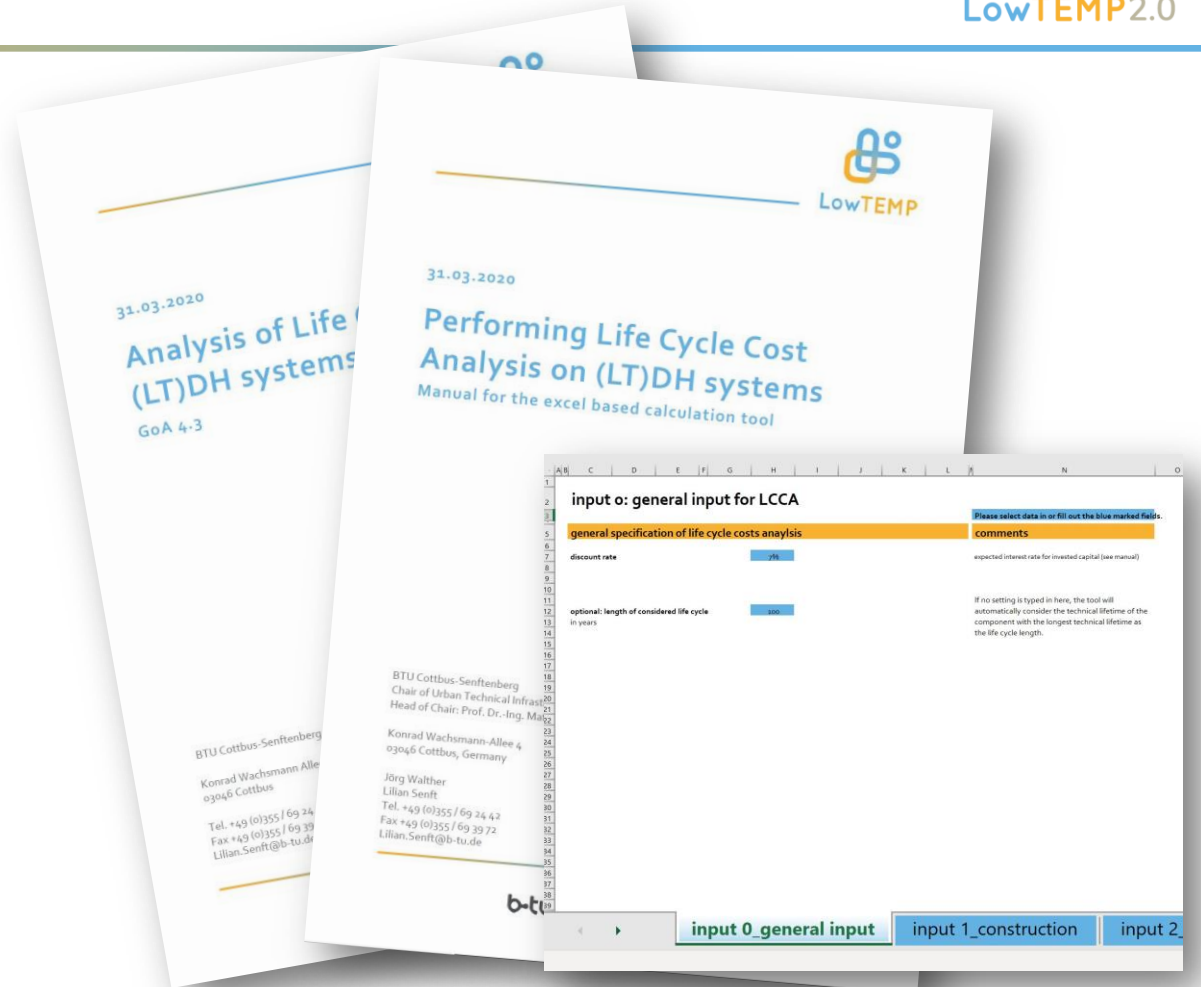


2. Toteutus

Tuotos, työkalun rakenne, laskentamenetelmä, sovellusesimerkki, tarvittavat tiedot ja tulokset

Tuotos

- Analyysi elinkaarikustannusanalyysista ja kaukolämpöjärjestelmien elinkaarikustannusanalyysi (pdf, lisätietoa aiheesta)
- Laskentatyökalu kaukolämpöjärjestelmien elinkaarikustannusanalyysiä varten (Excel-pohjainen työkalu)
- Opas elinkaarikustannusanalyysin tekemiseen, mahdollisia tiedonlähteitä, ja erilaisten järjestelmien vertailua (pdf, käytetään Excel-työkalun kanssa)



Kuva. 2: Esimerkkituotos elinkaarikustannusanalyysistä, oma kuvitus [2]



Työkalun rakenne

- Excel-pohjainen työkalu
- Useita laskentataulukoita:
 - Input/Syöttö: Laskentataulukot 0-3: hankkeesta tarvitaan yleisiä tietoja sekä tietoja rakentamisesta ja alkuinvestoinneista, käytöstä ja ylläpidosta sekä käytöstäpoistamisskenaariosta
 - Add. Calc./Lisälaskelmat 1-2, toimii automaattisesti. Syöttöä ei tarvita
 - Results/Tulokset: lausunto elinkaarikustannuksista
 - Background data/Taustatiedot: sisältää alavetovalikoita, viitteitä ja tekstikenttiä. Syöttö mahdollista
 - Version/Versio: informatiivinen, syöttöä ei tarvita

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "input 0: general input for LCCA". The spreadsheet is organized into columns (A-N) and rows (1-39). The main content area is titled "general specification of life cycle costs analysis" and contains a table with two columns: "general specification of life cycle costs analysis" and "comments".

general specification of life cycle costs analysis	comments	
discount rate	7%	expected interest rate for invested capital (see manual)
optional: length of considered life cycle in years	100	If no setting is typed in here, the tool will automatically consider the technical lifetime of the component with the longest technical lifetime as the life cycle length.

At the bottom of the spreadsheet, there is a navigation bar with several tabs: "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". The "results" tab is currently selected and highlighted in yellow. A red rectangular box highlights the entire navigation bar area.

KUva. 3: Kuvakaappaus Excel-työkalusta, oma kuva [2]

Laskentatapa

Elinkaarikustannukset

- Joko $LCC = I + A + R + E$ (jos käytöstäpoistamisskenaario tiedetään):
 - LCC = elinkaarikustannukset
 - I = rakentamiskustannukset (alkuinvestointi)
 - A = vuosittaiset käyttö- ja ylläpitokustannukset
 - R = uudelleeninvestointikustannukset
 - E = käytöstäpoistamiskustannukset
- Tai $LCC = I + A + R - Res$ (jos käytöstäpoistamisskenaariota ei tiedetä):
 - Res = jäännösarvo

Nettonykyarvo

- Menetelmä: Nettonykyarvo (Net Present Value, NPV)

- Laskutapa:
$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

- NPV = nettonykyarvo [€]
- n = k.o. toimen investoinnin elinkaari [vuotta]
- t = aikaindeksinumero, tietty investointivuosi [w.d.]
- CF_t = rahavirta vuonna t tai toisin sanoen kulujen ja tulojen ero vuonna t [€]
- k = diskonttokorko [%]



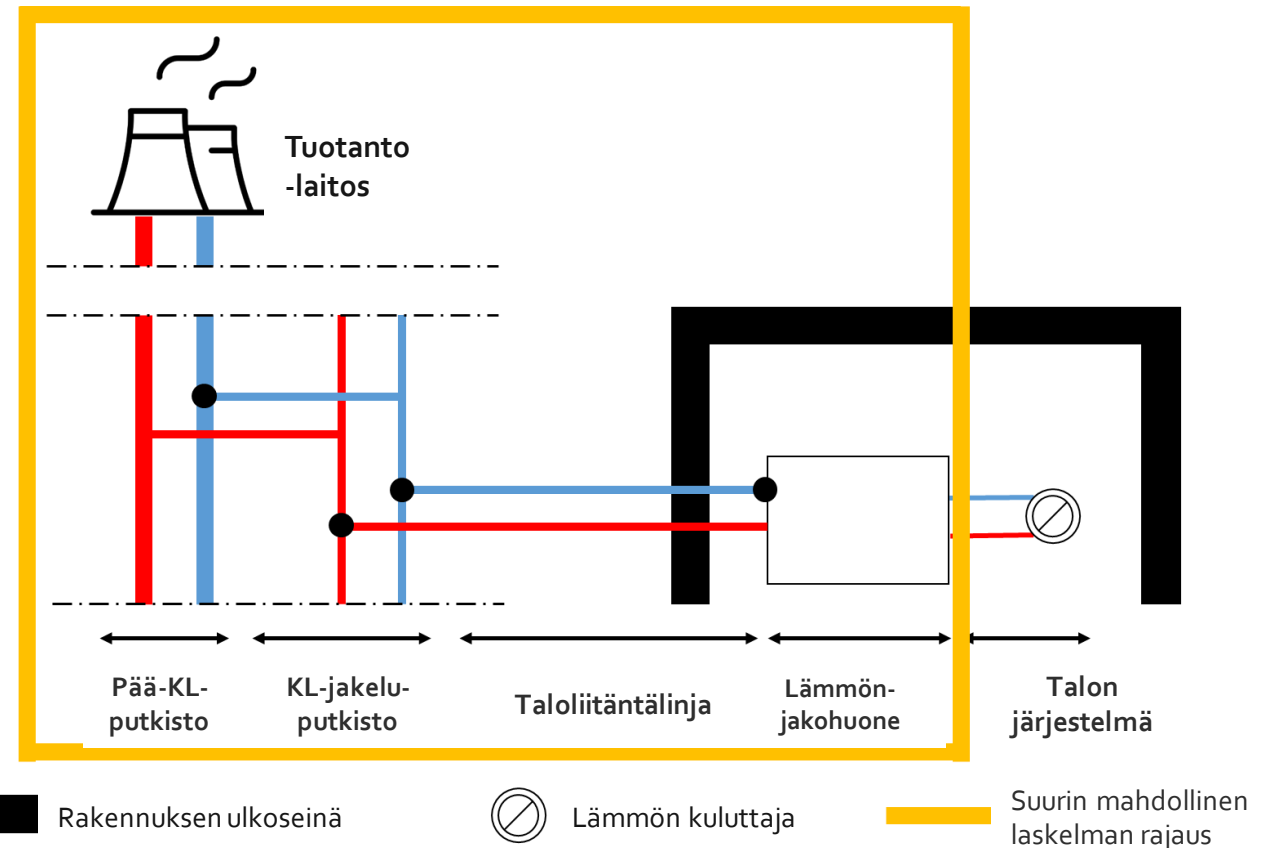
Esitiedot

Mitä tietoja käyttäjät tarvitsevat?

- Tarkastelun kohde
- Jos verrataan muihin DH -järjestelmiin: elinkaaren pituus
- rakennuskustannukset (alkuinvestointi)
- Käyttö- ja ylläpitokustannukset
- Jos saatavilla: käytöstäpoistamisskenaarion kustannukset
- Tekniset tiedot
- (kaikki kulut ja tulot ilman arvonlisäveroa)

Edellytykset – tarkastelun kohde

- Kokonaiset (LT)DH – järjestelmät
- Laskelman rajaus: sisältäen kaiken, mitä tarvitaan hankkeen tavoitteen saavuttamiseksi
- Kun otetaan huomioon suurin mahdollinen laskelman rajaus (katso kuva)



Kuva 4: Työkalun suurin mahdollinen laskelman rajaus [3]

Esitietovaatimukset – yleistiedot ja kustannukset

Diskonttokorko

- Käsikirja antaa suosituksen diskonttokoron valitsemisesta EU:n säädösten ja suositusten mukaisesti

• Elinkaaren pituus

- Jos tarkasteltavaa kohdetta verrataan toiseen järjestelmävaihtoehtoon: sama elinkaaren pituus kuin vaihtoehdolla
- Jos vertailua tai syöttöä ei tehdä, työkalu valitsee automaattisesti elinkaaren pituudeksi komponenttiluettelon pisimmän teknisen käyttöiän

Rakentaminen (alkuinvestointi)

- Hankkeen tavoitteen rakentamiseen tarvittavat komponentit ja niiden
 - Käyttöönottovuosi
 - Kustannukset
 - Tekninen elinkaari
- Lisäkulut
- Opas, jossa on yksityiskohtainen luettelo mahdollisista investointikustannusparametreistä ja niiden tavallisesta teknisestä käyttöiästä

Esitietovaatimukset – kustannukset ja lisätiedot

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

- Käyttökustannukset
 - Polttoainekustannukset
 - Yleiset käyttökustannukset x % lämmöntuotannosta €/MWh tai kertasumma €/v
- Ylläpitokustannukset
 - X % investoinnista tai kertasumma €/v
 - Odotettu kustannusten nousu %/v

Tekniset tiedot

- Lämmönjakelu
 - Täydet käyttötunnit h/v
 - Kaukolämpöjärjestelmän keskimääräiset lämpöhäviöt %:issa
- Lämpökapasiteetti
 - Tuotantolaitoksen asennusvuosi tai purkamisvuosi
 - Teho kW:ssa tai tuotetun lämmön määränä MWh/v
- Tuotantolaitoksiin jaetun lämmön osuus
 - Terminen hyötysuhde %:issa; jos käytössä lämpöpumput, hyötysuhde tai vuosihyötysuhde
 - Jos kyseessä CHP-laitos: sähköntuotannon hyötysuhde
 - Jos käytössä useampi kuin yksi tuotantolaitos: osuus tuotannosta

Esitietovaatimukset – käytöstäpoistamisskenaario

Käytöstäpoistamisskenaario

- Jos käyttäjällä on yksityiskohtaisia tietoja käytöstäpoistamisskenaariosta, kirjattava
 - Käytöstä poistaminen
 - Purkaminen tai komponenttien jättäminen paikalleen
 - Jos puretaan: hävittämis- tai kierrätyskustannukset
- Jos käyttäjällä ei ole yksityiskohtaisia tietoja käytöstäpoistamisskenaariosta, työkalu määrittää automaattisesti koko järjestelmän jäännösarvon

Esimerkki laskelmasta: Gulbenen pilottitoimi

- Paikallisen lämmitysjärjestelmän asennus vuonna 2019
- Lämmön tuottaminen biomassakattilalla (199 kWth) kolmelle kunnalliselle rakennukselle
- Jakelu pienen paikallisen lämpöverkon kautta
- Älykäs mittausjärjestelmä kaikissa rakennuksissa, joille toimitetaan lämpöä pienestä paikallisesta lämmitysjärjestelmästä



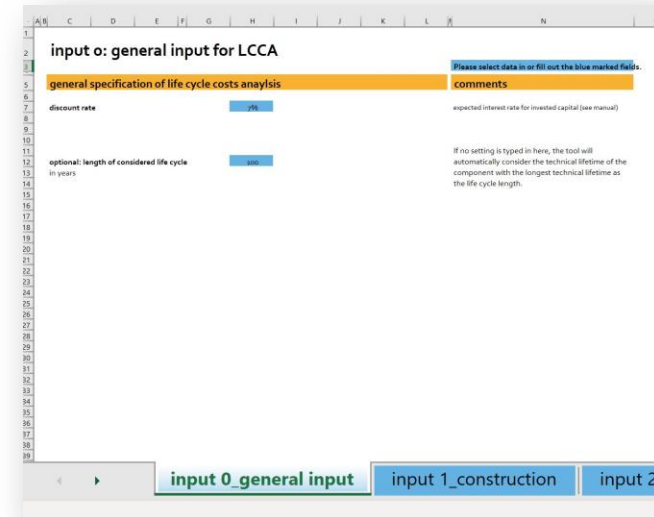
Kuva. 5: Matalan lämpötilan järjestelmän tekninen tila, Kuva: Sandis Kalniņš [4]

Esimerkki laskelmasta: Gulbenen pilottitoimi

Laskelman rajat

- Hankkeen tavoite: paikallisen lämmitysjärjestelmän asennus
- Laskelmaan sisältyy:
 - Biomassakattila
 - Pieni paikallinen lämpöverkko
- Älykästä mittausjärjestelmää ei oteta huomioon, koska:
 - Se ei ole välttämätön hankkeen tavoitteen (paikallisen lämmitysjärjestelmän asennus) kannalta
→ järjestelmä toimisi ilman älykästä mittausjärjestelmää
 - Komponentti jää laskelman ulkopuolelle

Live-opastus kohtien täyttämiseen työkalulla



Kuva 3: Kuvakaappaus Excel-työkalusta, oma kuvitus [2]



3. Johtopäätökset



Johtopäätökset

Mahdollisuudet

- Käyttäjien on mahdollista
 - Määrittää (matalan lämpötilan) kaukolämpöjärjestelmien elinkaarikustannukset
 - Verrata järjestelmää muihin vaihtoehtoihin (luomalla uuden Excel-tiedoston)
- Läpinäkyvät laskentamenetelmät, jotka ovat yhdenmukaiset tekniikan ja tiedon, esim. EU-säädösten kanssa
- Huomioi rahan aika-arvon
- Omat hienosäädöt mahdollisia

Rajoitukset

- Tähän mennessä...
 - Pisin elinkaari = 100 vuotta
 - Jos vaihtoehtoisia järjestelmiä vertaillaan, niihin on sovellettava samoja reunaehtoja (esim. elinkaaren pituus, diskonttokorko jne.)
 - Tulokset eivät edusta todellisuutta, mutta antavat ennusteen elinkaarikustannuksista



Viitteet

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].



LowTEMP2.0

Yhteystiedot

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