



LowTEMP2.0

LTDH dzīves cikla izmaksu novērtējums

Aprēķina metodes ieviešana un pielietošana

Dr.sc.ing. Vladimirs Kirsanovs, Rīgas Tehniskā universitāte



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



LowTEMP2.0

1. Aprites cikla izmaksu analīzes rīks

Problēma un mērķis

Vispārīgais jautājums: LTDH pret DH - kurš ir lētākais risinājums visā dzīves ciklā?

- Klasiskā infrastruktūra, piem. ar fosilo kurināmo darbināma DH sistēma:
 - Sākumā lētāks (kapitālizmaksas)
 - Dzīves cikla laikā dārgākas augstāku ekspluatācijas, uzturēšanas un dzīves beigu izmaksu dēļ
- Videi draudzīga infrastruktūra, piem. LTDH sistēma:
 - Augstas kapitālizmaksas jaunāku tehnoloģiju dēļ
 - Dzīves cikla laikā lētāka

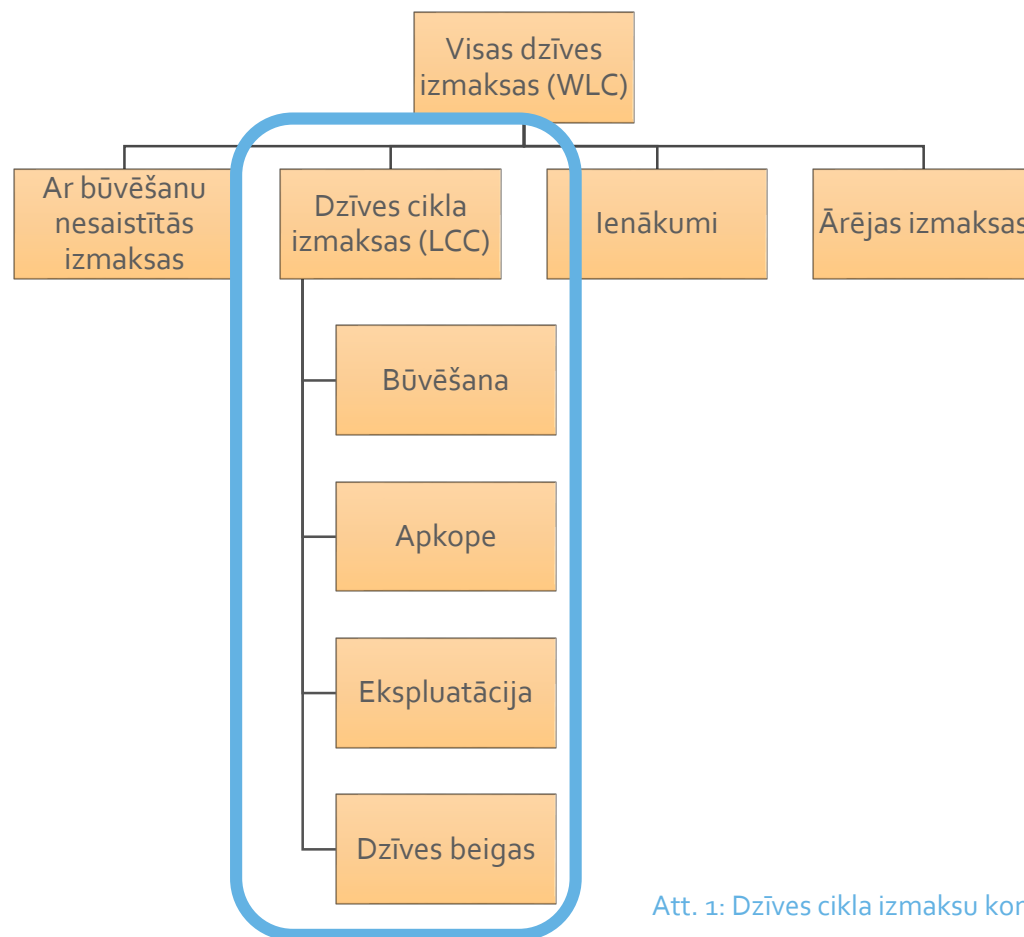


Aprites cikla izmaksu analīze (LCCA)

- metodika dzīves cikla izmaksu sistemātiskai ekonomiskai novērtēšanai noteiktā laika posmā
- Ņemot vērā:
 - Būvēšanu
 - Apkopi
 - Ekspluatāciju
 - Dzīves beigas

→ Sistēmu salīdzināšana un lēmumu pieņemšana

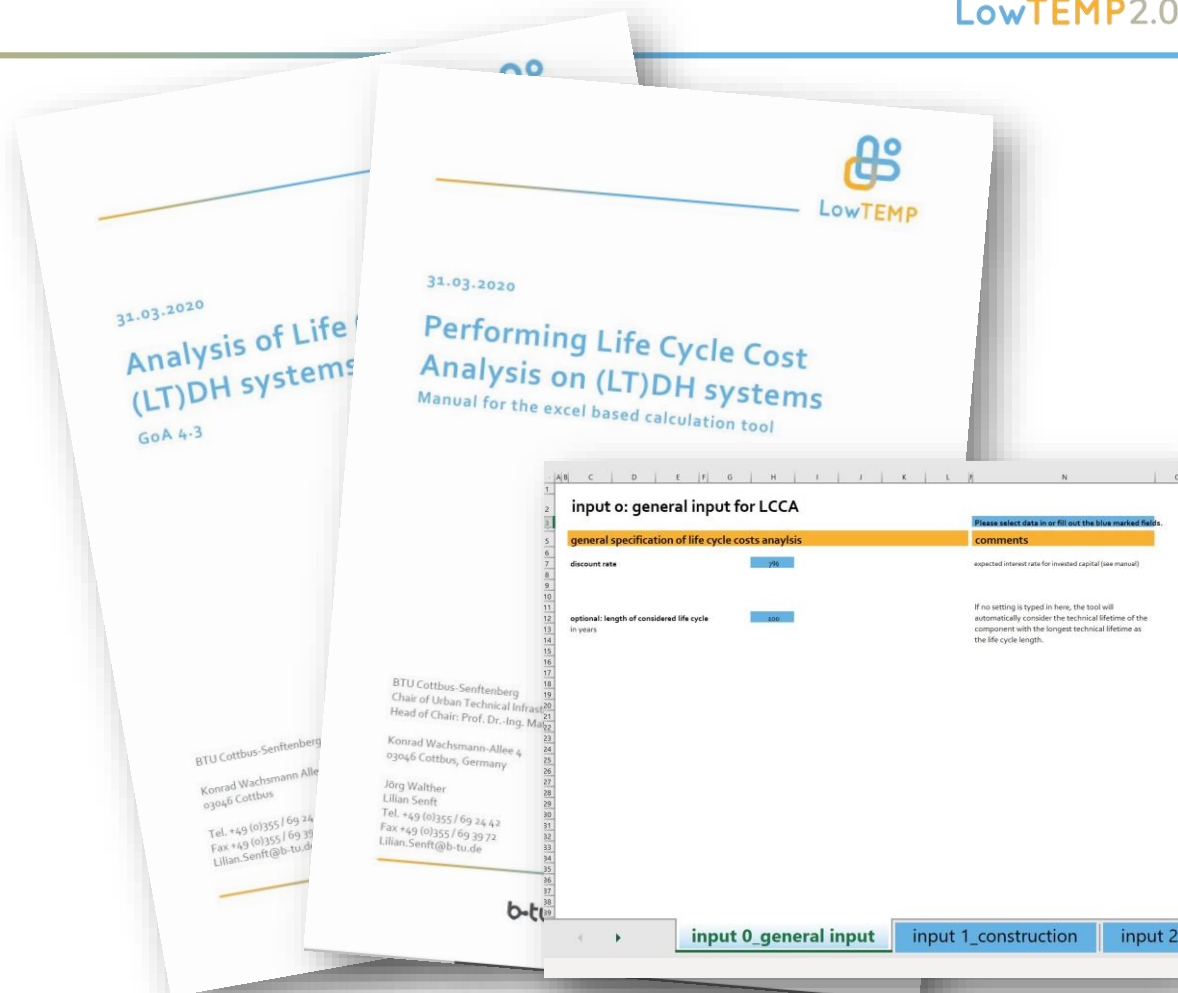
Robežu definēšana



Att. 1: Dzīves cikla izmaksu komponentes (balstoties uz [1] 7. lpp)

Projekta rezultāts

- DH sistēmu LCCA analīze (pdf, lai iegūtu papildinformāciju par tēmu)
- Aprēķina rīks LCCA veikšanai siltumapgādes sistēmām (Excel rīks)
- Rokasgrāmata par LCCA veikšanu, iespējamiem informācijas avotiem un dažādu sistēmu salīdzināšanu (pdf, lieto kopā ar Excel rīku)



Att. 2: Rezultātu piemēri attiecībā uz LCCA, autoru bilde [2]

Instrumenta struktūra

- Excel balstīts rīks
- Vairākas izklājlapas:
 - Ievades izklājlapas (0-3): nepieciešams ievadīt informāciju par projektu: vispārīgo informāciju, būvniecības un sākotnējiem ieguldījumiem, ekspluatāciju un uzturēšanu, kā arī dzīves beigu scenāriju
 - Aprēķini (1-2): darbojas automātiski. Datu ievade nav nepieciešama
 - Rezultāti: pārskats par dzīves cikla izmaksām
 - Fona dati: satur izvēles informāciju, atsauces un teksta blokus. Iespējama ievade.
 - Versija: informatīva, ievade nav nepieciešama.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

input 0: general input for LCCA		Please select data in or fill out the blue marked fields.
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.

Navigation tabs at the bottom: 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, version.

Att. 3: Ekrānuzņēmums no Excel rīka, autoru bilde [2]

Aprēķina metode

Dzīves cikla izmaksas

- Pirmais variants, ja ir zināms dzīves beigu scenārijs:

$$LCC = I + A + R + E$$

- LCC = dzīves cikla izmaksas
 - I = būvniecības izmaksas (kapitālizmaksas)
 - A = gada ekspluatācijas un uzturēšanas izmaksas
 - R = papildus izmaksas
 - E = dzīves cikla beigu izmaksas
- Otrais variants, ja nav zināms dzīves beigu scenārijs:

$$LCC = I + A + R - Res$$

- Res = atlikusī vērtība

Neto pašreizējā vērtība (NPV)

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

- NPV = neto pašreizējā vērtība [€]
- n = pasākuma ieguldījumu ilgums [gadi]
- t = laika indeksa numurs, ieguldījuma gadi [gads]
- CF_t = naudas plūsma t gadā jeb starpība starp izmaksām un ienākumiem t gadā [€]
- k = diskonta likme [%]

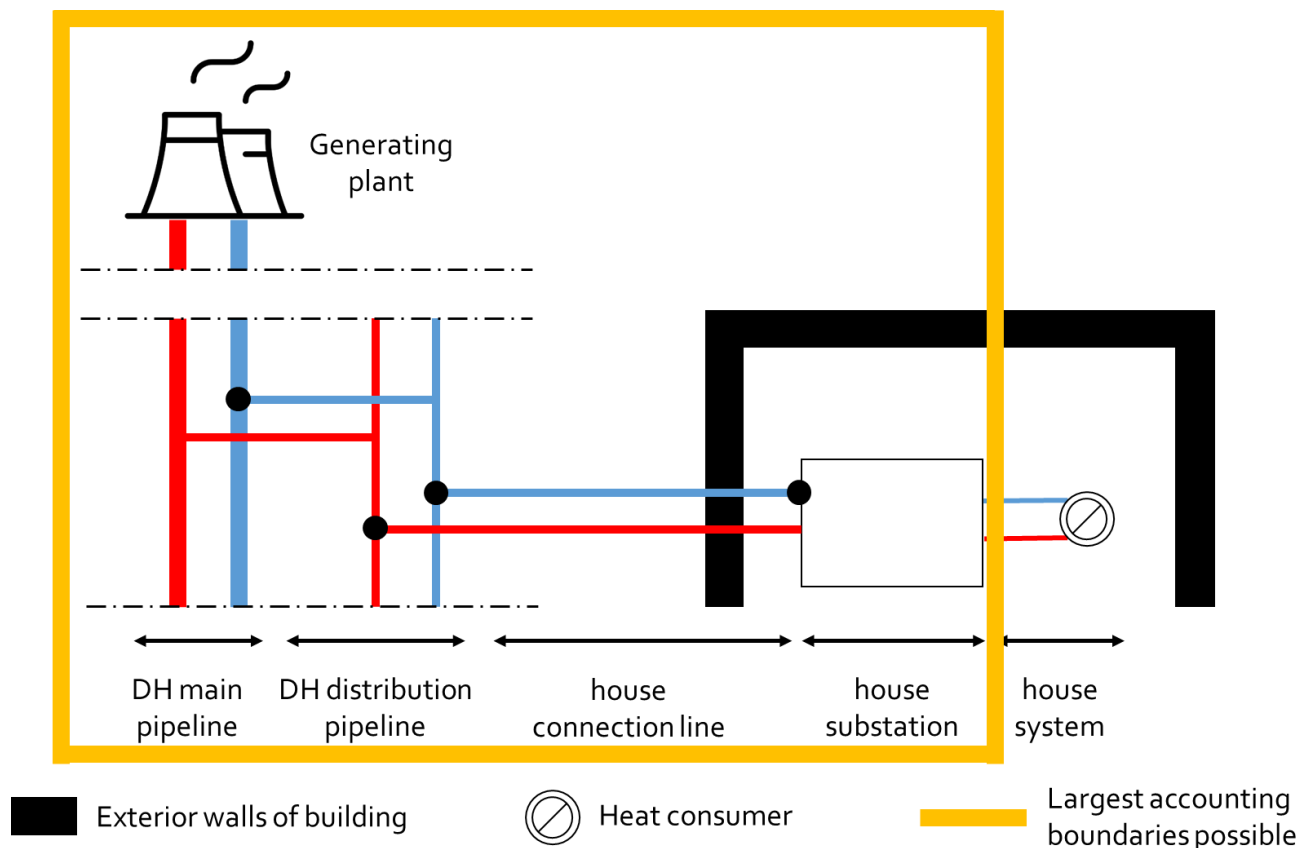


Nepieciešama informācija

- Izvēlētais objekts
- Dzīves cikla garums (lai salīdzinātu ar citām DH sistēmām)
- Būvniecības izmaksas (kapitālizmaksas)
- Eksploatācijas un uzturēšanas izmaksas
- Izmaksas pēc dzīves cikla beigām (ja pieejams)
- Tehnoloģiju dati
- Visas izmaksas un ieņēmumi bez PVN.

Izvēlētais objekts

- Tipiski visa (LT)DH sistēma
- Rīks paredz mainīt aplūkotās robežas, piemēram tikai
 - Siltumenerģijas ražošana
 - Siltumtīkli.



Att. 4: Rīkam iespējami vairāki sistēmas robežu līmeņi [3]



Rokasgramāta. Visparīga informācija

Diskonta likme

- izvēle saskaņā ar ES noteikumiem un ieteikumiem

Dzīves cikla garums

- Tehnoloģiju tipiskais kalpošanas laiks
- Ja salīdzinājums vai ievade netiks veikta, rīks automātiski izvēlēsies komponentu saraksta garāko tehnisko kalpošanas laiku kā dzīves cikla garumu



Rokasgramāta. Izmaksas

Būvniecības izmaksas (kapitālizmaksas)

- Saraksts ar kapitālizmaksu komponentēm
- Tipiskas izmaksas atkarība no tehnoloģijas veida un parametriem

Ekspluatācijas un uzturēšanas izmaksas

- Ekspluatācijas izmaksas: degvielas izmaksas un papildus izmaksas kā x% no siltumenerģijas ražošanas EUR / MWh vai vienreizēja summa EUR / gadā
- Uzturēšanas izmaksas: X% no ieguldījuma vai vienreizēja maksājuma EUR / gadā



Rokasgramāta. Tehnoloģiju dati

Tehnoloģiju dati

- Siltuma ražošana: darba stundas (h / gadā) efektivitāte (%)
- Siltuma jauda (kW) vai saražotā siltuma daudzums (MWh / gadā)
- Piegādātā siltuma sadalīšana starp siltuma ražotnēm
- Siltumtrase: garums (km), diametrs (mm), siltuma zudumi (%)

Dzīves beigas

- Dzīves cikla pēdējais posms, ieskaitot
 - Eksploatācijas pārtraukšana
 - Demontāža vai sistēmas atstāšana uz vietas
- Ja dekonstrukcija:
 - Apglabāšana
 - Pārstrāde

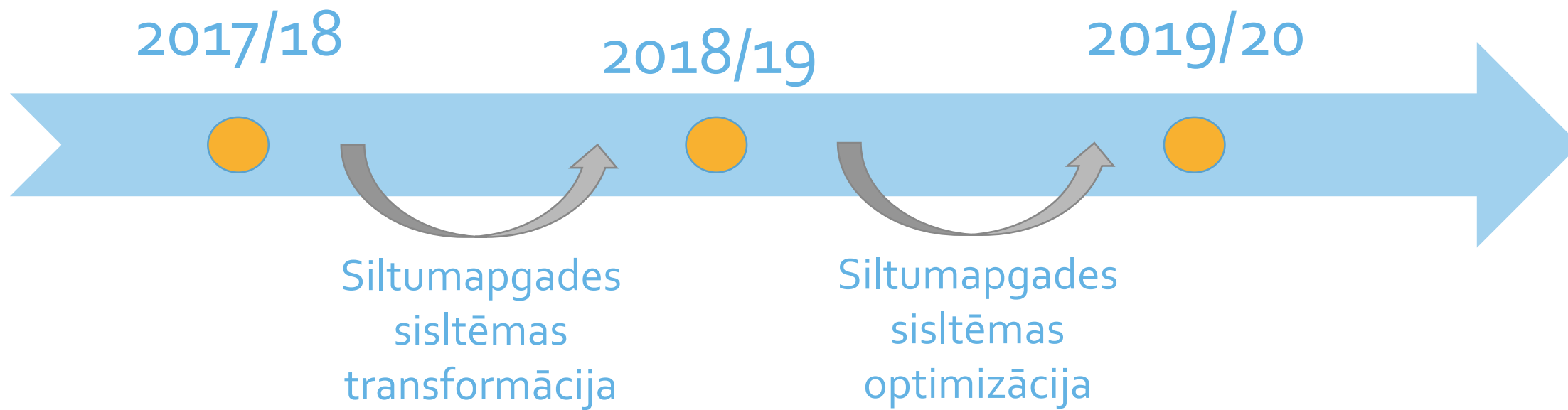


LowTEMP2.0

2. Aprēķina piemērs: Gulbenes (Beļavas) pilot-projekts

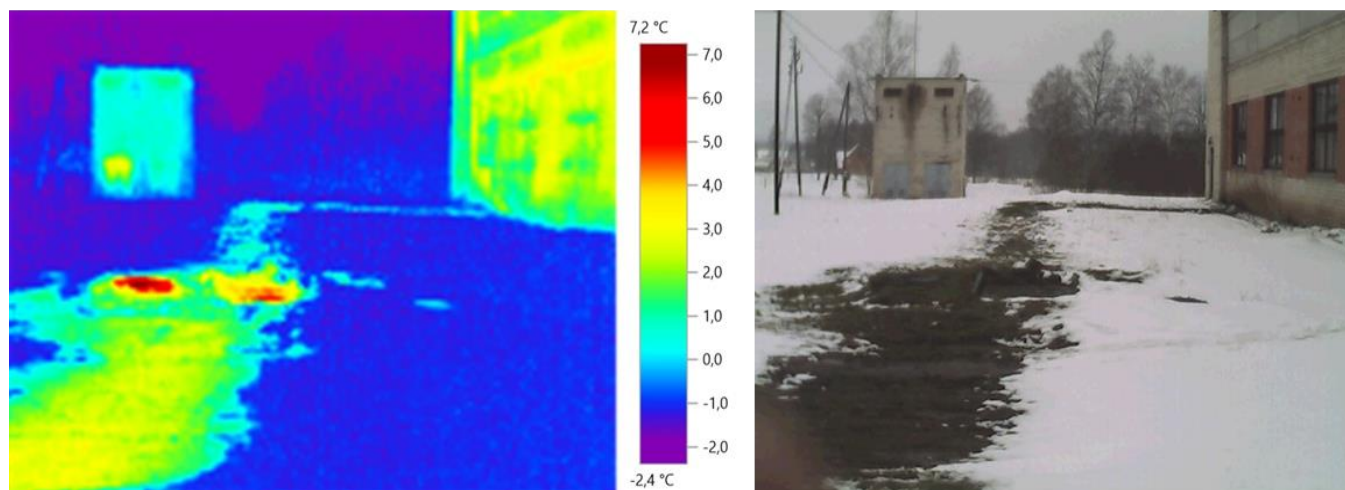


Projekta norise



Iepriekšējās situācijas apskats (2017/18)

- Zema siltuma ražošanas efektivitāte ~55%;
- Lieli zudumi siltumapgādes tīklos ~40%;
- Norēķins pēc vienota tarifa neatkarīgi no faktiski patērētā apjoma, EUR/m²;
- Augsts siltumenerģijas tarifs – 87,5 €/MWh.



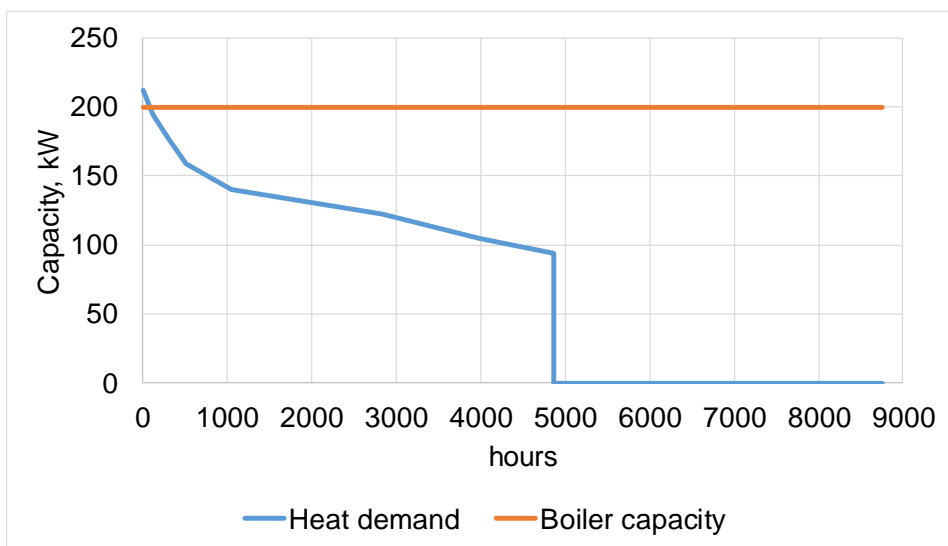
Att. 5: Zudumi siltumtrasē



Att. 6: Malkas katls

Siltumapgades sistēmas transformācija (2018. gads)

- Efektīva siltuma ražošana:
 - Siltuma slodzes noteikšana.
 - Konteinera tipa katlu māja ar 200 kW katlu.
 - Augsta automatizācija un efektivitāte.



Att. 7: Siltuma slodzes grafiks



Att. 8: Jauna katlu māja

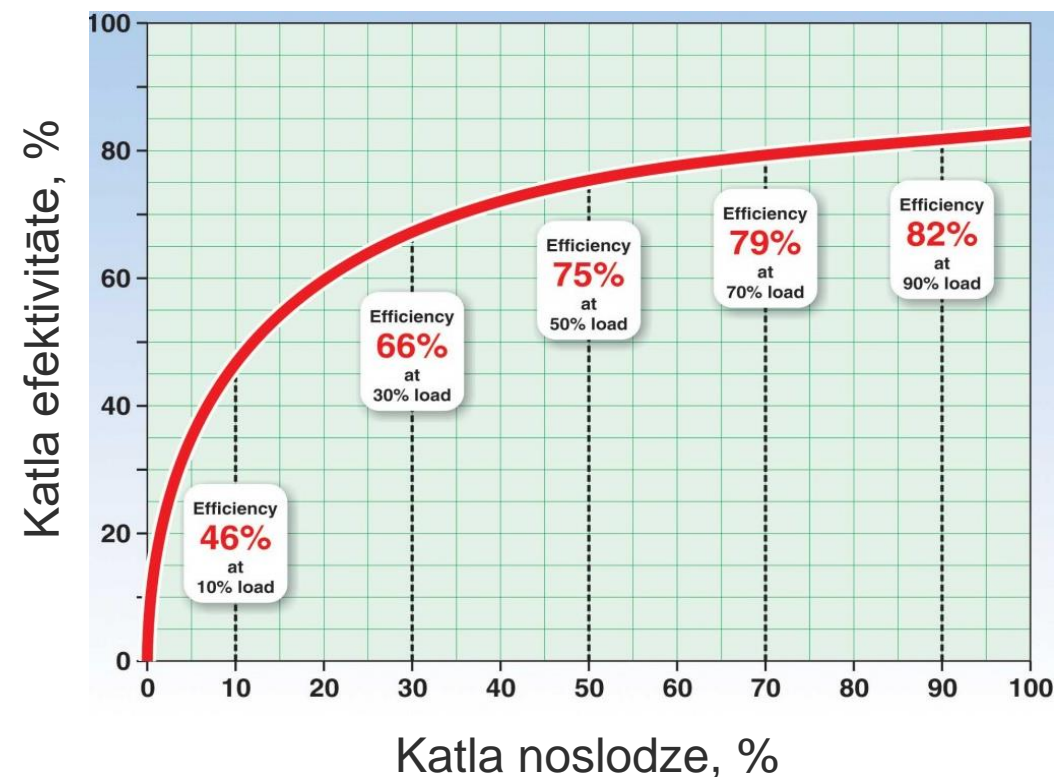
Katls atbilstošs siltuma slodzei.

Kapitālizmaksas izmaksas

Tehnoloģija	Izmaksas [€/kW]
Kondensācijas gāzes katls	387
Koģenerācija (iekšdedzes)	1 451
Biomases katls	974
Gaisa siltumsūknis	1 130
Zemes siltumsūknis	1 675
Saules kolektoru sistēma	773

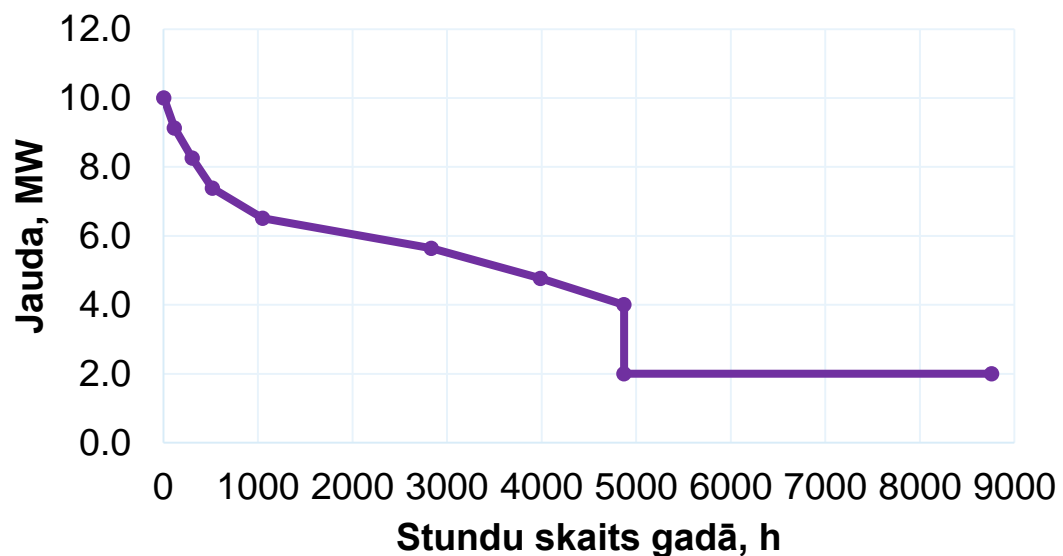
Avots: Mapping and analyses of the current and future (2020 - 2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables) [5]

Ekspluatācijas izmaksas

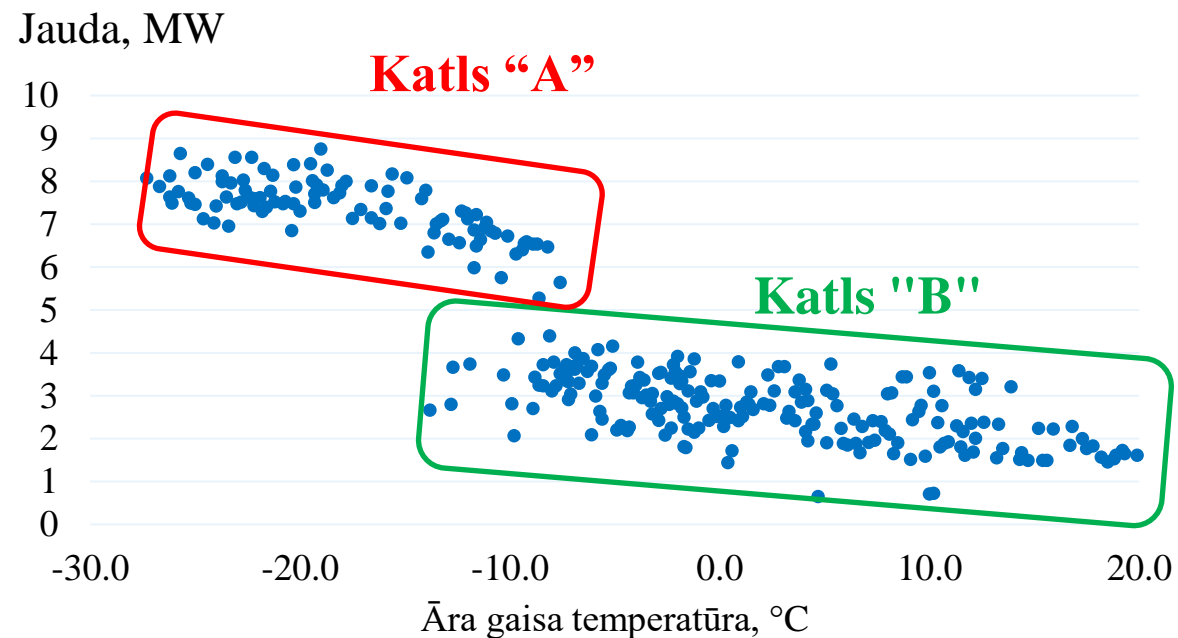


Katlu māja "X" piemērs

- Katls "A" ar nominālo jaudu 3 MW;
- Katls "B" ar nominālo jaudu 15 MW.



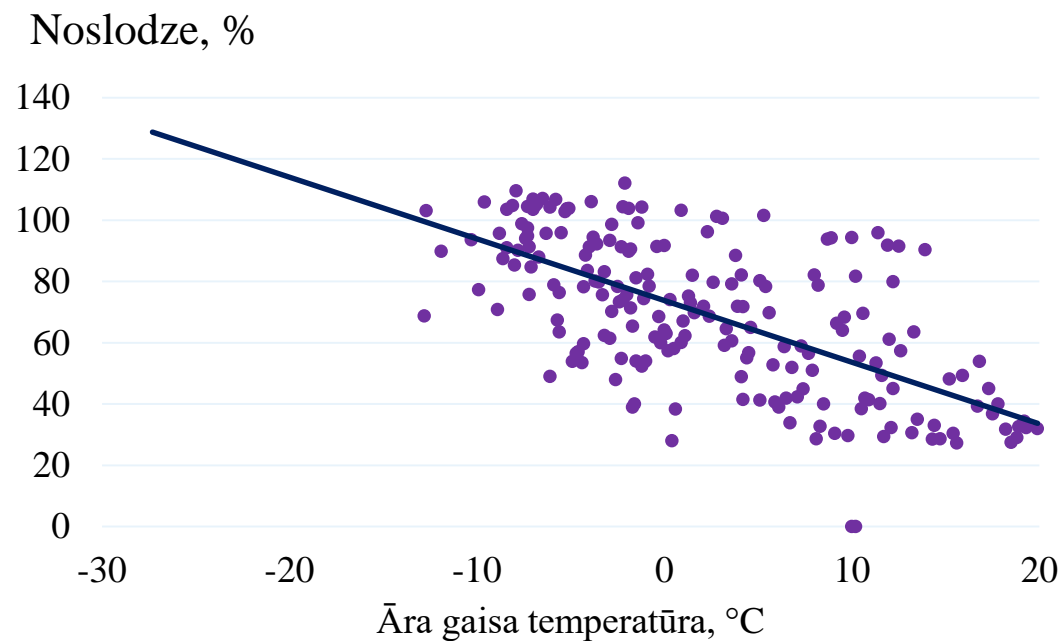
Att. 9: Siltuma slodzes grafiks



Att. 10: Kalu jaudas atkarība no ārgaisa temperatūras

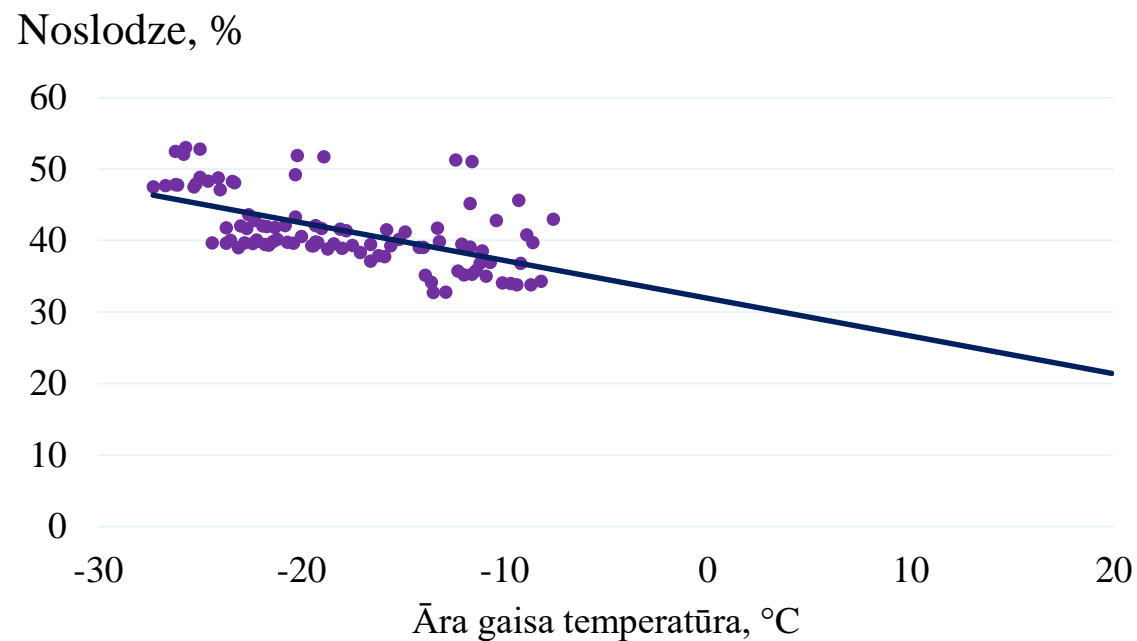
Katlu māja "X" piemērs. Katlu noslodze

Katls "A"



Att. 11: Katls "A" noslodze

Katls "B"

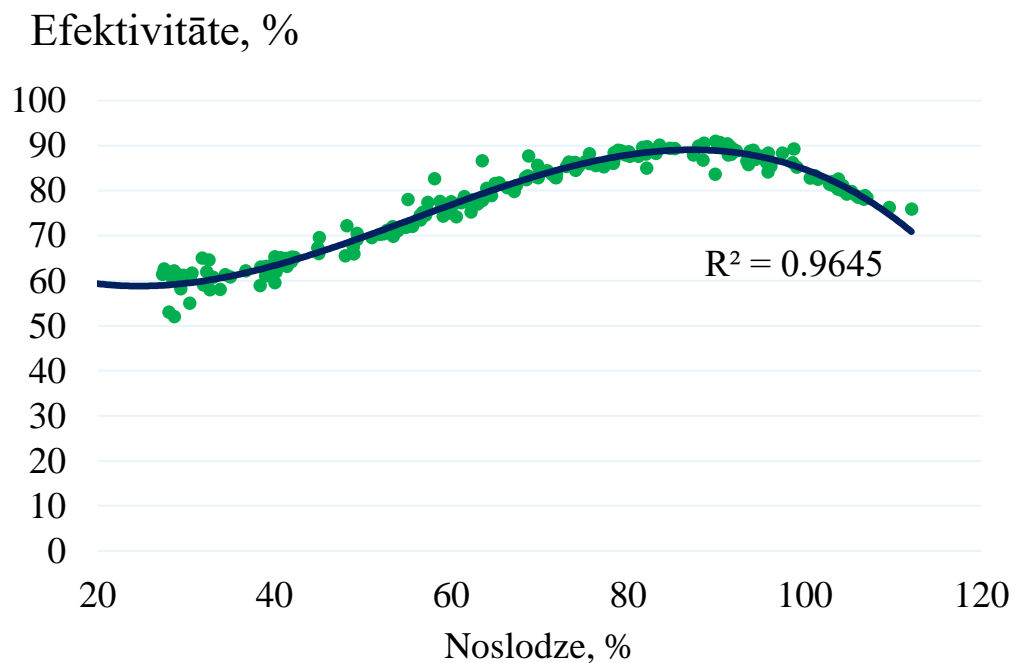


Att. 12: Katls "B" noslodze



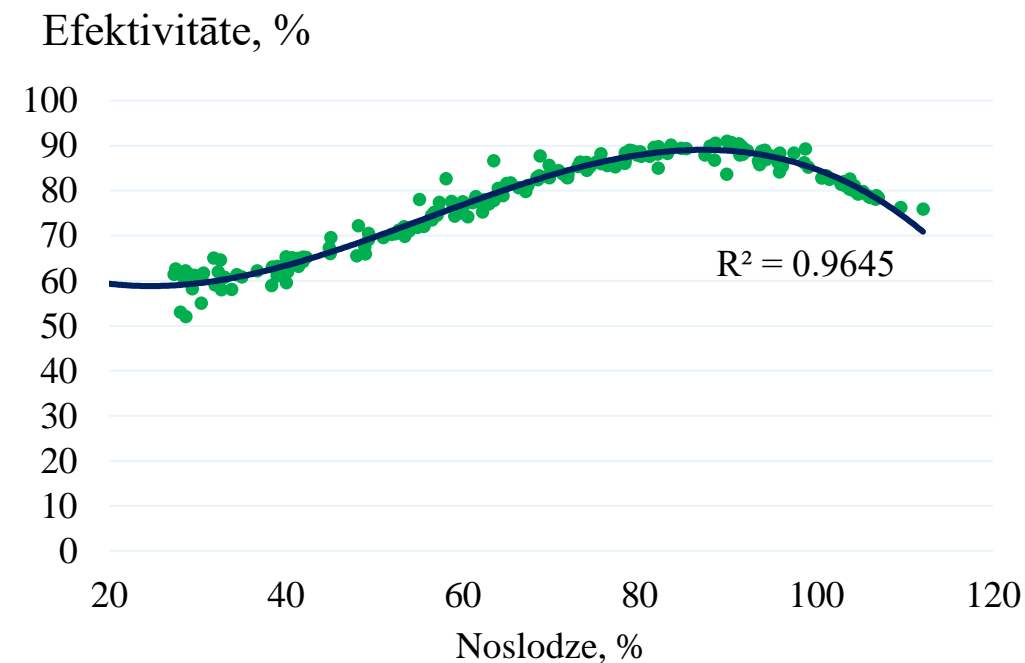
Katlu māja "X" piemērs. Katlu efektivitāte

Katls "A"



Att. 13: Katls "A" efektivitāte

Katls "B"



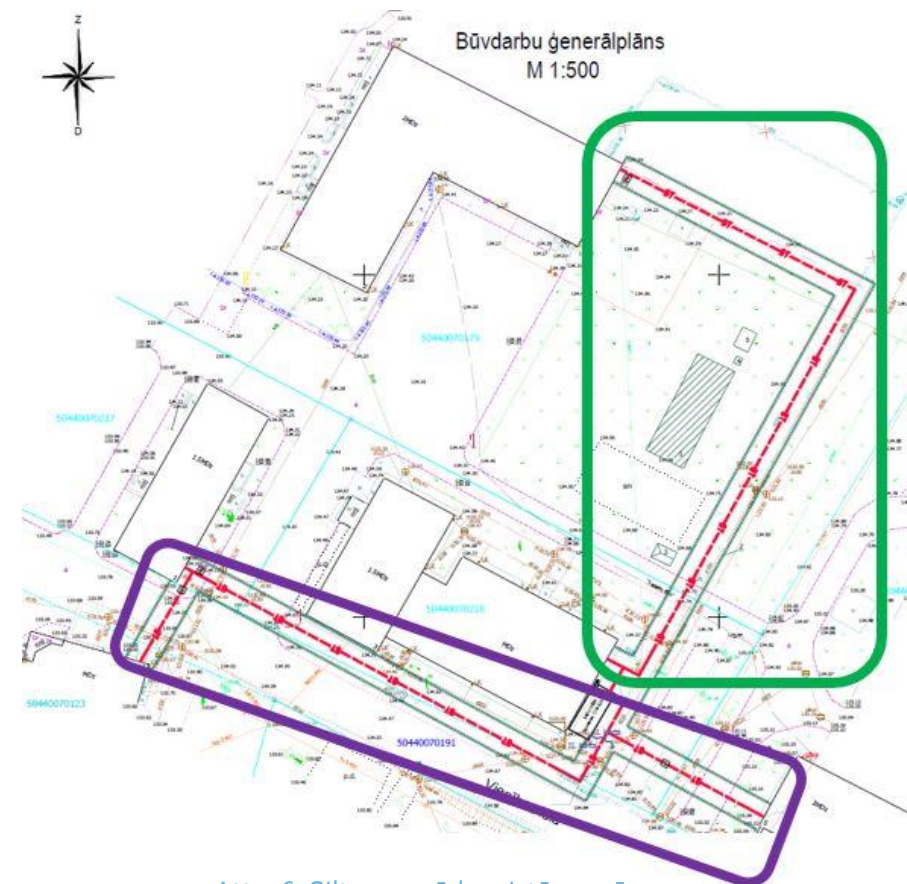
Att. 14: Katls "B" efektivitāte

Siltumapgādes sistēmas transformācija (2018. gads)

- Uzlabota siltuma pārvade:
 - Samazināts tīkla garums, siltuma ražošanas slodzes centrā;
 - Divi tīkla atzari – nerenovētam ēkām: 3.paaudzes (80°/60°), siltinātām ēkām 4. paaudzes (65°/35°).



Att. 15: Siltumapgādes sistēma pirms



Att. 16: Siltumapgādes sistēma pēc

Siltumapgades sistēmas transformācija (2018. gads)

- Siltuma patērētāju attīstība:
 - Ar siltummaini atdalīts CSS kontūrs no ēkas kontūra;
 - Uzstādīti siltumenerģijas skaitītāji;
 - Siltinātām ēkām samazināta temperatūra ēkas kontūrā 55°/25°.



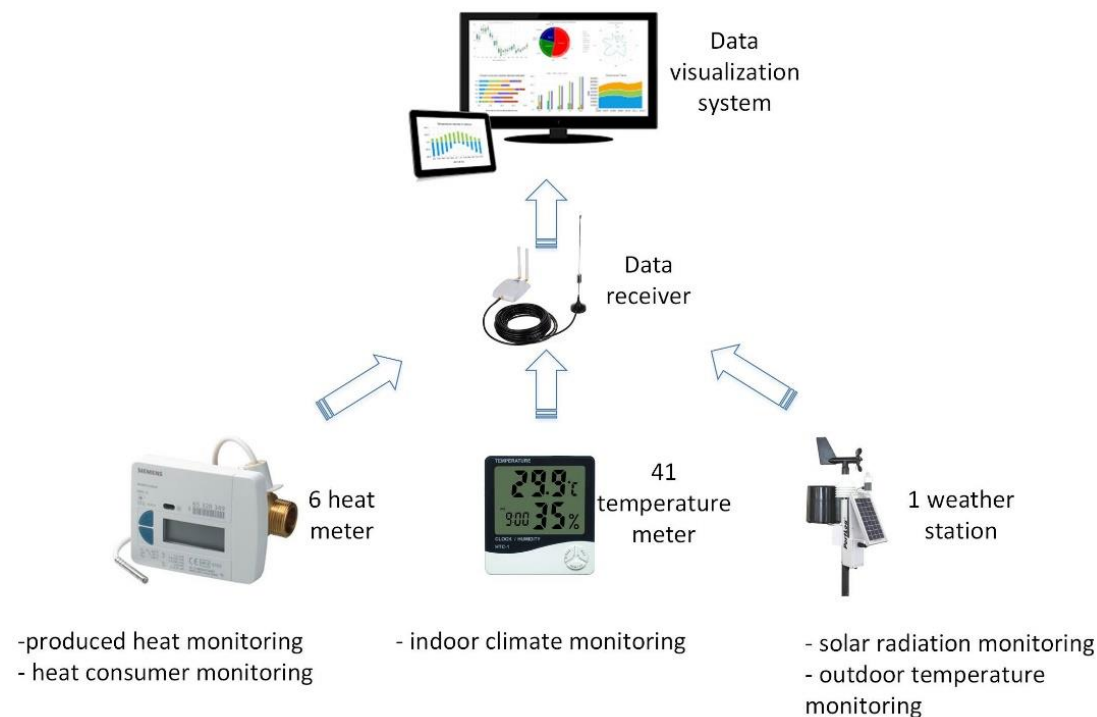
Att. 17: Patērētāju siltummezgli

Siltumapgādes sistēmas transformācija (2018. gads)

- Datu monitoringa sistēma, kas mēra:
 - Saražotā siltuma daudzumu,
 - Siltumenerģijas patēriņu,
 - Iekštelpu klimatu,
 - Saules radiāciju, vēja ātrumu un virzienu, āra temperatūru.



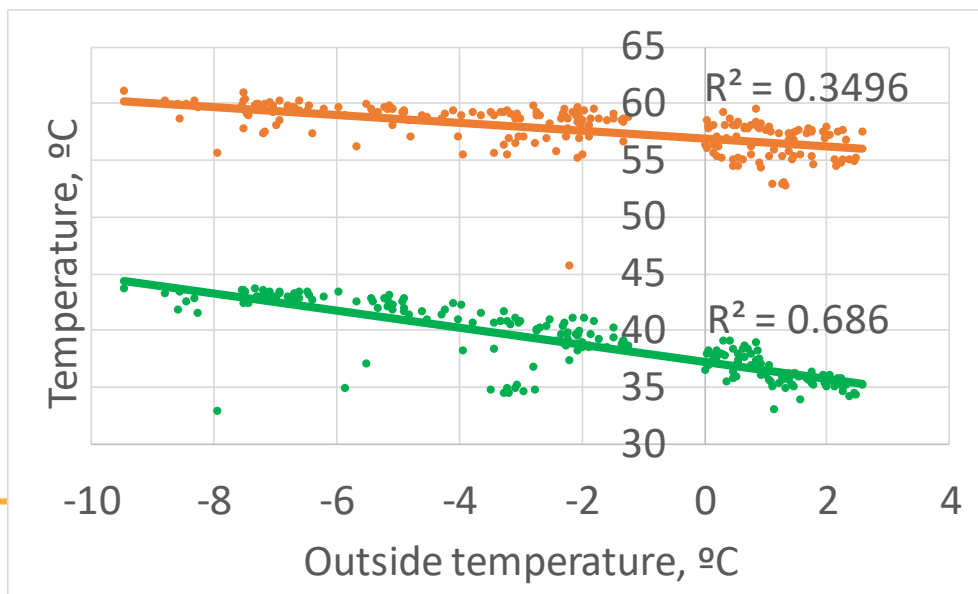
Att. 19: Meteostacija un iekštelpu temperatūras sensori



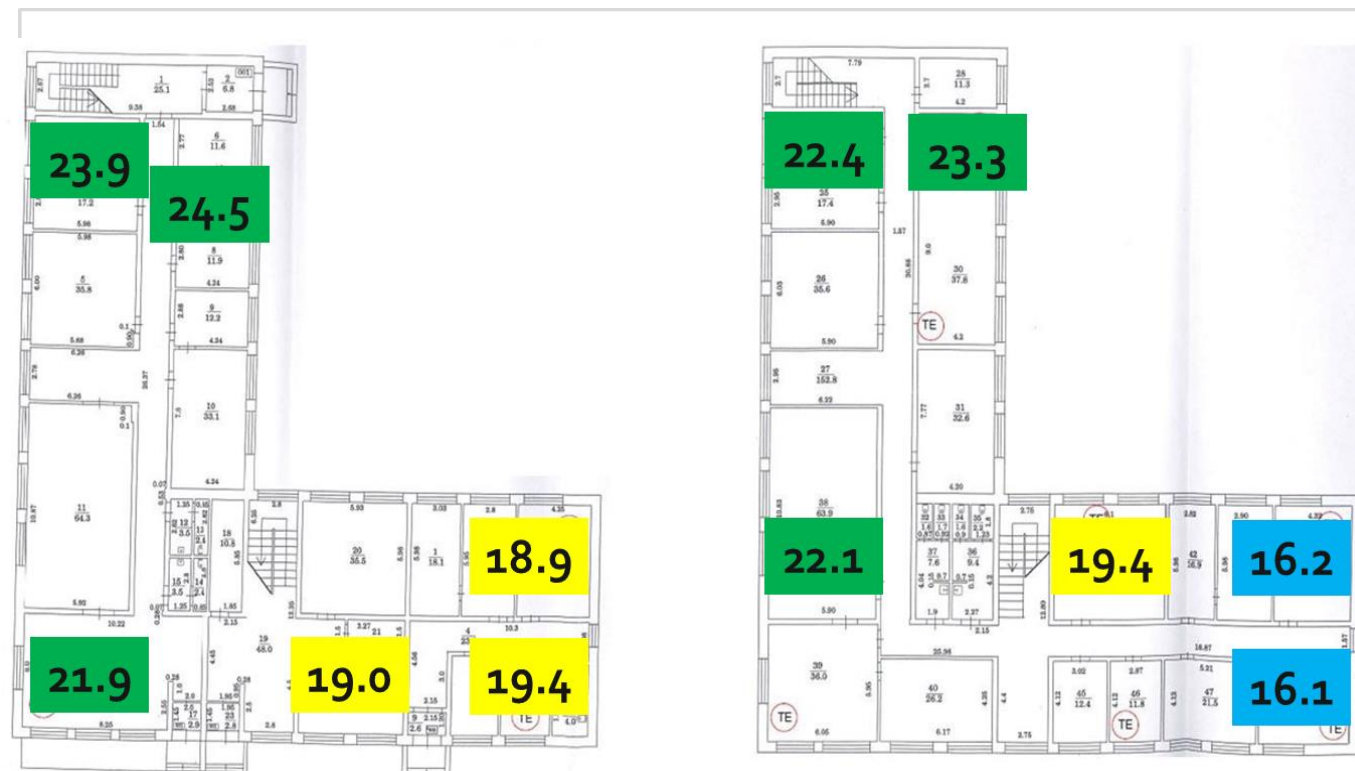
Att. 20: Monitoringa sistēma

Siltumapgādes sistēmas optimizācija

- Pie siltuma patērētājiem :
 - Nodrošināt vienmērīgu siltumenerģijas sadali un siltumnesēja cirkulāciju ēkās.
- Efektīva siltuma ražošana:
 - Katla darbība atkarība no āra gaisa temperatūras.



Att. 21: Katlu mājas turpgaitas un atgaitas temperatūra



Att. 22: Iekštelpu temperatūra ēkā



LowTEMP2.0

Sasniegtie rezultāti

2017/18

2018/19

2019/20

	2017/18	2018/19	2019/20
Katlu mājas efektivitāte, %	~ 55	83,7	90,3
Zudumi tīklā, %	~40	4,6	3,8
Kurināmā patēriņš, MWh/gadā	1 179	470	459
Elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh	~20-25	10,9	10,1
Siltumenerģijas tarifs, EUR/MWh	87,50	69,07	69,07



LCCA aprēķins

Sistēmas robežas

- Sistēmu robežas:
 - Siltuma ražošana (katlu māja)
 - Siltuma transportēšana (siltumtīkls)
- Monitoringa sistēma nav uzskaitāma, jo:
 - nav nepieciešama projekta mērķim (siltuma nodrošināšana) → Sistēma darbotos arī bez viedās uzskaites sistēmas

Atmaksāšanas laiks

- Kopējie kapitālieguldījumi – 169 717,00 EUR
 - Projektēšana un koordinēšana - 4 231,70 EUR
 - Būvniecība – 165 485,30 EUR
- Ietaupījums gadā vidēji 16,9 tūkst. EUR.
- Investīciju atmaksāšanas laiks ap 10 gadiem.



LCCA aprēķins (II)

Alternatīvu salīdzinājums

	Bāzes scenārijs	Alternatīvais scenārijs
Siltumenerģijas ražošanas tehnoloģija	Granulu katls	Ogles katls
Kapitālizmaksas	169 716.96	148 116.96
Ekspluatācijas izmaksas	891 205.87	1 504 415.71
Uzturēšanas izmaksas	25 798.70	24 258.48
Atlikusī vērtība (pēc 80. gadiem)	12 8970.81	22 817.71
Kopējas izmaksas	957 750.74	1 653 973.45



Secinājumi

- Lietotājiem ir iespēja
 - Noteikt (LT)DH sistēmas dzīves cikla izmaksas
 - Salīdzināt ar alternatīvām sistēmām
- Caurspīdīgas aprēķina metode
- Savu pieņēmumu izmantošana



Atsauces

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/> Pieejams: Financing Schemes and Business Models [Pieeja 25. martā 2021. g].
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]. Pieejams: <https://thenounproject.com/icon/792572/> [Pieeja 25. martā 2021. g].
4. Siltummezgls, photo by Sandis Kalniņš, Gulbenes pašvaldība [Online]. Pieejams: <http://www.lowtemp.eu/examples/first-season-with-low-temperature-district-heating-system-pilot-project-in-belava/> [Pieeja 25. martā 2021. g].
5. Mapping and analyses of the current and future (2020 - 2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables)



LowTEMP2.0

Kontaktinformācija

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

Pielāgoja / moduli tulkoja: Rīgas Tehniskā Universitāte Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultāte Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Dagnija Blumberga, Professore
Francesko Romagnoli, Profesors
Dzintars Jaunzems, Docents
Ieva Pakere, Docente
Vladimirs Kirsanovs, Docents

Āzenes iela 12/1-609
1048 Rīga
Latvija

E-pasts: vladimirs.kirsanovs@rtu.lv
Tālr: +371 67089943
www.rtu.lv, www.videszinatne.lv
www.lowtemp.eu