

# Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas ieviešanas stratēģija

## Gulbenes novadā



2019.gads

**Līguma numurs:** GND/9.17/15/718

**Pasūtītājs:** Gulbenes novada pašvaldība

**Autori:**

Inženierzinātņu doktore      Dagnija Blumberga

**Kvalitātes kontrole**

Inženierzinātņu doktors      Agris Kamenders

**Apstiprina**

Direktors Agris Kamenders

**SIA "EKODOMA"** – neatkarīga konsultantu firma dibināta 1991.gada 15.novembrī (reģistrācijas Nr.40003041636 Latvijas uzņēmumu reģistrā), atzīta starptautiski (Eiropas Savienības "Centrālajā konsultāciju reģistrā PHARE/TACIS" reģistrācijas numurs ir LAT - 20498). PVN Reģistrācijas Nr.LV40003041636, reģistrēts 1996.gada 30.augustā.

Dokuments izstrādāts ar Eiropas Strukturālo un investīciju fondu mērķa „Eiropas teritoriālā sadarbība” Baltijas jūras reģiona transnacionālās sadarbības programmas īstenotā projekta Low TEMP: Low Temperature District Heating for the Baltic Sea Region (Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas Baltijas jūras reģionam), projekta Nr. #R063, finansiālu atbalstu.

## Saturs

Izmantotie saīsinājumi .....	5
Ievads .....	6
1. CSA attīstības priekšnoteikumu izvērtējums .....	7
1.1 Esošo plānošanas dokumentu izvērtējums .....	7
1.2 Normatīvā bāze .....	7
1.3 Ieinteresēto pušu izvērtējums .....	8
1.4 Siltumapgādes institucionālā un organizatoriskā struktūra .....	9
1.5 Klimatisko un ģeogrāfisko apstākļu raksturojums .....	9
2. Stratēģiskie virzieni 4.paaudzes zemas temperatūras CSS ieviešanai .....	11
2.1 Siltumnesēja temperatūras pazemināšana .....	12
2.2 Alternatīvās enerģijas resursu pieejamība .....	15
2.2.1 Biomasas izmantošana .....	16
2.2.2 Siltuma pārpalikumu izmantošana .....	17
2.2.3 Saules siltumenerģija .....	19
2.3 Ēku energoefektivitātes paaugstināšanās .....	21
2.4 Citu Eiropas Savienības valstu pieredze 4PSS ieviešanā .....	23
2.4.1 Lūstrupa, Dānija .....	23
2.4.2 Albertslundas koncepts .....	24
2.4.3 Soenderbaja, Dānija .....	25
2.4.4 Vasteras modelis .....	26
2.4.5 Saules CSS Vācijā .....	27
3. Zemas temperatūras CSA ieviešanas alternatīvu izvērtējums .....	28
3.1 Gulbenes pilsēta .....	28
3.1.1 Esošās siltumapgādes sistēmas darbības izvērtējums .....	28
3.1.2 Siltumenerģijas patēriņa izmaiņu prognoze .....	35
3.1.3 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums .....	38
3.1.4 CSA attīstības tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	46
3.1.5 Izmaksu un ieguvumu analīze .....	50
3.1.6 SVID un risku analīze .....	54
3.2 Daukstu pagasta Staru ciems .....	57
3.2.1 Esošās situācijas izvērtējums .....	57
3.2.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze un tehniskie risinājumi 60	
3.2.3 Izmaksu un ieguvumu analīze .....	62
3.2.4 SVID un risku analīze .....	63

3.3	Litenes pagasta Litenes ciems.....	66
3.3.1	Esošās situācijas izvērtējums.....	66
3.3.2	Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumu un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	68
3.3.3	Izmaksu un ieguvumu analīze.....	70
3.3.4	SVID analīze un risku analīze .....	72
3.4	Lejasciema pagasta Lejasciema ciems .....	74
3.4.1	Esošās situācijas izvērtējums.....	74
3.4.2	Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumu un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	77
3.4.3	Izmaksu un ieguvumu analīze.....	79
3.4.4	SVID un risku analīze .....	81
3.5	Lizuma pagasta Lizuma ciems .....	83
3.5.1	Esošās situācijas izvērtējums.....	83
3.5.2	Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumu un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	86
3.5.3	Izmaksu un ieguvumu analīze.....	88
3.5.4	SVID un risku analīze .....	90
3.6	Galgauskas pagasta Galgauskas ciems.....	92
3.6.1	Esošās situācijas izvērtējums.....	92
3.6.2	Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumu un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	94
3.6.3	Izmaksu un ieguvumu analīze.....	96
3.6.4	SVID un risku analīze .....	98
3.7	Rankas pagasta Rankas ciems .....	100
3.7.1	Esošās situācijas izvērtējums.....	100
3.7.2	Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumu un to īstenošanai nepieciešamie resursi .....	100
3.7.3	Izmaksu un ieguvumu analīze.....	101
3.7.4	SVID un risku analīze .....	104
4.	Centralizētās aukstumapgādes sistēmas .....	106
5.	Īstenoto projektu monitorings un rezultātu izvērtējums .....	107
	Secinājumi.....	109
	Ieteikumi un rekomendācijas.....	111
	Izmantotā literatūra .....	113

## **Izmantotie saīsinājumi**

4PCSA- 4.paaudzes centralizētā siltumapgāde

CSA-centralizētā siltumapgāde

CSS – centralizētā siltumapgādes sistēma

ISM- individuālais siltummezgls

MK – Ministru kabinets

## Ievads

“Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas ieviešanas stratēģija Gulbenes novadā” (turpmāk- Stratēģija) izstrādāta ar mērķi pilnveidot centralizētās siltumapgādes (CSA) un aukstumapgādes sistēmas Gulbenes novadā, lai sasniegtu maksimālu energoefektivitāti. Dokumentā izvērtēta esošās siltumapgādes un aukstumapgādes situācijas un problēmas, ietverot enerģijas avotu raksturojumu.

Stratēģijā izvērtēti CSA attīstības priekšnoteikumi (plānošanas dokumenti, normatīvā bāze, ieinteresētās puses, institucionālā un organizatoriskā struktūra, klimatiskie un ģeogrāfiskie apstākļi), kā arī alternatīvās enerģijas resursu pieejamība.

Stratēģijā definēti galvenie CSA attīstības virzieni –siltumnesēja temperatūras pazemināšana, alternatīvo energoresursu un siltumenerģijas pārpalikumu integrēšana, kā arī pielāgošanās zema patēriņa ēku siltuma slodzei. Tehniskie CSA risinājumi izstrādāti Gulbenes pilsētas un sešu ciemu CSS - Litenes, Staru, Galgauskas, Rankas, Lejasciema un Lizuma. Katrai no CSS definētas vairākas attīstības alternatīvas, kurām veikta risku un ieguvumu analīze. Tehniskie attīstības virzieni noteikti veicot esošās situācijas analīzi, kā arī prognozējot siltumenerģijas patēriņa izmaiņas ilgtermiņā.

CSS attīstības stratēģijas izstrādes gaitā apkopotā informācija, veiktie objektu apsekojumi, īstenoto energoefektivitātes projektu rezultāti liecina, ka Gulbenes novada pašvaldība mērķtiecīgi virzās uz atjaunojamajiem energoresursiem balstītu energoefektīvu siltumapgādi, kas pārsniedz Latvijas vidējo pašvaldību rādītājus.

Ņemot vērā iegūtos rezultātus, Stratēģijā izdarīti secinājumi par esošo situāciju un optimālākajiem CSS attīstības virzieniem, kā arī norādīti ieteikumi par siltumapgādes sistēmu apsaimniekošanu un pakalpojumu sniegšanu ilgtermiņā.

# 1. CSA attīstības priekšnoteikumu izvērtējums

## 1.1 Esošo plānošanas dokumentu izvērtējums

Gulbenes pašvaldības galvenajā plānošanas dokumentā **“Gulbenes novada ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2014.-2030.gadam”** kā viena no Ekonomikas stratēģiskā virziena ilgtermiņa prioritātēm noteikta **“Ilgspējīga energoefektīva ekonomika”**

**“Gulbenes novada attīstības programmā 2018.-2024.gadam”** kā viens no energoefektīvas pārvaldības mērķa sasniegšanas uzdevumiem definēts **“Pilnveidot komunālos pakalpojumus”**. Šī uzdevuma ietvaros noteikts izvērtēt centralizēto un lokālo siltumapgādes sistēmu, atjaunot apkures sistēmas, uzstādīt siltumskaitītājus. Papildus definēti uzdevumi, kas saistīti ar ēku energoefektivitātes paaugstināšanu un energoefektivitātes plāna izstrādi.

**“Rīcības un investīciju plānā 2018.-2020.gadam”** definētas plānotās investīcijas dažādiem ēku atjaunošanas pasākumiem, tai skaitā energoefektivitātes paaugstināšanai un apkures sistēmu uzlabošanai. Investīciju plānā iekļauta arī siltumapgādes infrastruktūras atjaunošana.

Citi saistošie dokumenti siltumapgādes sistēmas attīstības izvērtēšanai šobrīd nav izstrādāti. Gulbenes pašvaldībā mērķtiecīgi tiek ieviesta energopārvaldības sistēma, kas ļaus skaidrāk definēt energoefektivitātes mērķus un uzdevumus.

## 1.2 Normatīvā bāze

Eiropas Savienība un tās dalībvalstis, t.sk. Latvija, kopš 2013.gada īsteno mērķtiecīgu politiku virzībai uz oglekļa mazietilpīgu attīstību. 2014.gadā tika apstiprināts Eiropas Klimata un enerģētikas satvars 2030.gadam (KEPS2030), kas nosaka tālāku SEG samazinājumu- 40% SEG emisiju samazinājumu, salīdzinot ar 1990.gadu, vismaz 32% atjaunojamās enerģijas īpatsvaru bruto gala patēriņā un vismaz 32,5% energoefektivitātes pieaugumu. Latvijas Nacionālā enerģētikas un klimata plāna 2021.-2030.gadam projekta 2.versijā Latvija noteikusi savas klimata politikas mērķus līdz 2030.gadam: SEG emisiju samazināšana ne-ETS sektorā par 6% un atjaunojamo energoresursu īpatsvars bruto gala patēriņā 50%.

Valsts augstākajā ilgtermiņa attīstības plānošanas dokumentā **„Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030.gadam”** kā galvenais mērķis enerģētikas sektorā ir noteikta valsts enerģētiskās neatkarības nodrošināšana, palielinot energoresursu pašnodrošinājumu un integrējoties ES enerģijas tīklos. Atjaunojamo energoresursu un energoefektivitātes jomā ir noteikti šādi septiņi svarīgākie veicamie pasākumi, kas savstarpēji salīdzināmi pret valsts un pašvaldību investīciju vienību:

- 1) daudzdzīvokļu māju atjaunošana un siltumenerģijas patēriņa samazināšana;
- 2) siltumenerģijas ražošanas efektivitātes paaugstināšana;
- 3) investīcijas centralizētajās siltumapgādes sistēmās – siltumtīklu zudumu samazināšana ļaus būtiski ietaupīt līdzekļus, kuri tiek izlietoti kurināmā iegādei;
- 4) elektroenerģijas pārvades un sadales zudumu samazināšana;
- 5) elektriskā transporta energoefektivitātes uzlabošana un sasaiste ar citiem transporta veidiem;
- 6) energoefektīvs ielu apgaismojums pilsētās;
- 7) racionāla enerģijas patēriņa veicināšana mājāsaimniecībās: nozīmīga loma ir iedzīvotāju izglītošanai un viņu izpratnes veicināšanai par enerģijas taupīšanas iespējām;

- 8) valsts un pašvaldību iepirkumu konkursu kritērijos būtu jāiekļauj energoefektivitāte un produktu dzīves cikla analīzes apsvērumi.

2011.gada 15.decembrī Eiropas Komisija pieņēma „Energētikas ceļvedi 2050”. Ceļvedis piedāvā vairākus scenārijus, kā varētu attīstīties energosektors Eiropas Savienībā līdz 2050.gadam. Dokuments pierāda, ka dekarbonizācija ir iespējama un norāda, ka **lēmumi, kas tiek pieņemti tagad, jau veido 2050.gada energosistēmu**. Ceļvedī ir uzskaitīti desmit nosacījumi, kas jāievēro, lai izveidotu jaunu energosistēmu.

Dažādos normatīvajos aktos augstāk uzskaitītie mērķi ir sasniedzami, kopīgi sadarbojoties. Vietējām pašvaldībām un novadiem ir izšķiroša loma ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai, jo 80% no enerģijas patēriņa un CO<sub>2</sub> emisiju ir cieši saistīti ar pilsētu darbību. Tāpēc, pēc ES Klimata un enerģētikas tiesību akta kopuma pieņemšanas 2008. gadā, Eiropas Komisija izveidoja Pilsētu mēru pakta iniciatīvu, lai apstiprinātu un atbalstītu vietējo pašvaldību centienus ilgtspējīgas enerģētikas politikas īstenošanā. Pilsētu mēru pakts šobrīd ir vienīgā kustība, kas apvieno vietējus un reģionālus dalībniekus ES mērķu sasniegšanai. Kopš 2008.gada iniciatīvai ir pievienojušās 19 Latvijas pašvaldības.

### 1.3 Ieinteresēto pušu izvērtējums

Lai īstenotu noteiktos CSS attīstības virzienus, svarīgi veikt siltumapgādē iesaistīto dalībnieku analīzi, kas ļauj noteikt, kuru ieinteresēto pušu viedoklis ir būtisks siltumapgādes sistēmas attīstības procesā.

1.3.1.attēlā parādīta iesaistīto pušu analīze, norādot to ietekmi un iesaistīšanos. Galvenās ieinteresētās puses, kurām ir vislielākā ietekme un kas lielā mērā nosaka CSS attīstību, ir Gulbenes novada pašvaldība un siltuma pārvades un sadales operators “Vidzemes enerģija”. Iesaistītā puse, kam ir liela ietekme, bet kura iesaiste kopējā CSS attīstībā ir neliela ir patērētāji. Lai gan galvenos lēmumus CSS attīstībā ciematos pieņem pašvaldība, tomēr dažādus organizatoriskos jautājumus risina pagastu pārvaldes. Siltumenerģijas ražotāju (konkrētā gadījumā koģenerācijas stacijas Gulbenē un Lizumā) ietekme ir mazāka, jo tā galvenais uzdevums ir siltuma ražošana, nevis kopējā CSS pārvaldība. Siltumenerģijas ražotāju atbildību skaidri definē noslēgtie siltumenerģijas pārdošanas līgumi.



1.3.1.att. Iesaistīto pušu ietekmes un iesaistes novērtējums



CSS attīstībā iesaistītās puses, kuru ietekme un iesaistīšanās ir mazāka, ir namu apsaimniekotāji un ražošanas uzņēmumi (piem., SIA "Konto", SIA "Dimdiņi" u.c.), kuriem ir iespēja piedāvāt savu sadarbību ar pašvaldību vai siltumapgādes operatoru.

## 1.4 Siltumapgādes institucionālā un organizatoriskā struktūra

Siltumapgādes darbības plānošanu un organizēšanu Gulbenes pilsētā nodrošina SIA "Vidzemes enerģija", kura darbojas pamatojoties uz ar Gulbenes novada pašvaldību noslēgtā līguma pamata, t.sk., nodrošinot arī tiešo darbu ar siltumenerģijas lietotājiem veicot naudas iekasēšanas pasākumus. Šādā veidā SIA "Vidzemes enerģija" uzņemas pilnu atbildību par savas saimnieciskās un Gulbenes pilsētas CSS darbības tehniskajiem, ekonomiskajiem un jebkādiem citiem riskiem.

Darbojoties Gulbenes novada pašvaldības noslēgtā līguma ietvaros, SIA "Vidzemes enerģija" veikusi privātos ieguldījumus Gulbenes CSS attīstībā, piemēram, uzstādot siltummezglus ēkās, izbūvējot atsevišķus siltumapgādes sistēmas maģistrālo cauruļvadu posmus, kā arī uzstādot siltuma ražošanas iekārtas.

Analizēto ciematu CSS sistēmas ir pašvaldības pārziņā- pašvaldība veic visus nepieciešamās investīcijas un uzturēšanas izmaksas, piestādot iedzīvotājiem rēķinu par siltumenerģiju.

## 1.5 Klimatisko un ģeogrāfisko apstākļu raksturojums

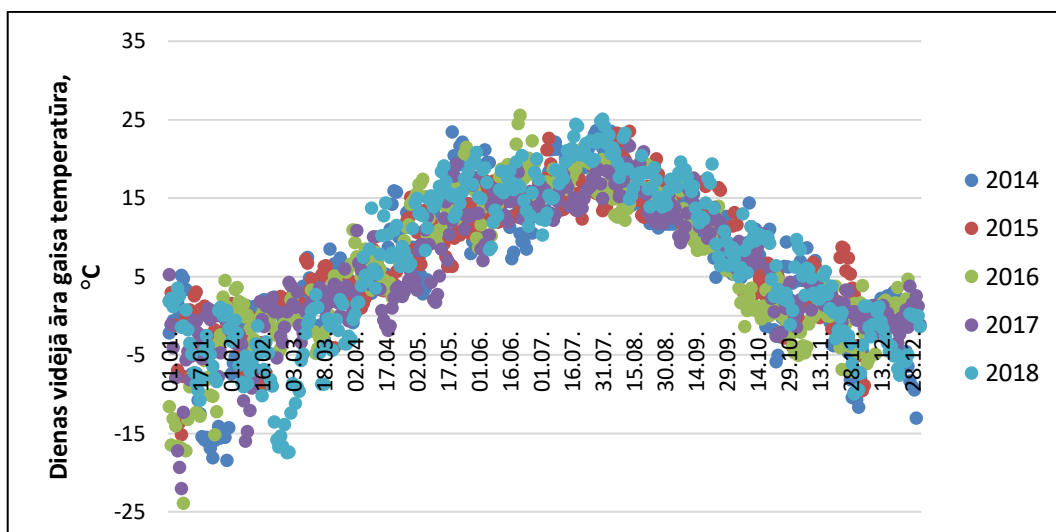
Siltumapgādes sistēmu tieši ietekmē klimatiskie apstākļi – vidējā āra gaisa temperatūra un apkures sezonas ilgums. Normatīvais apkures sezonas ilgums saskaņā ar MK noteikumiem Nr.338 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-15 "Būvklimatoloģija" Gulbenē<sup>1</sup> ir 209 dienas, bet vidējā āra gaisa temperatūra -1,4°C. 1.5.1.tabulā apkopota informācija par pēdējo 5 gadu apkures sezonas ilgumu un vidējo āra gaisa temperatūru. Šie rādītāji izmantoti siltumenerģijas patēriņa apkurei klimata korekcijas veikšanai. Apkures sezonas ilgums noteikts, pieņemot, ka apkure ēkās tiek pieslēgta, kad piecu dienu vidējā āra gaisa temperatūra ir zemāka par 8°C un attiecīgi atslēgta, kad piecu dienu vidējā temperatūra ir augstāka par 8°C.

1.5.1.tabula

Apkures sezonas ilgums un vidējā āra gaisa temperatūra apkures sezonā

Gads	Apkures sezonas ilgums, dienas	Vidējā āra gaisa temperatūra apkures sezonā, °C
Normatīvais	209	-1,4
2014	2 02	-0,1
2015	2 04	1,7
2016	2 03	-0,3
2017	2 15	0,8
2018	2 14	0,1

<sup>1</sup> Vidējā vērtība starp normatīvi noteikto Alūksnē, Zilānos un Priekules.



1.5.2.att. Dienas vidējās āra gaisa temperatūras salīdzinājums

1.5.2.attēlā redzamas dienas vidējās āra gaisa temperatūras pēdējo 5 gadu periodā. Redzams, ka zemākā dienas vidējā āra gaisa temperatūra tika sasniegta 2016.gadā -23,8 °C. 1.5.2.tabulā apkopots katras gaisa temperatūras perioda ilguma salīdzinājums pēdējo piecu gadu laikā un noteikts vidējais rādītājs. Redzams, ka gaisa temperatūra, kas zemāka par -23,8 °C bijusi vidēji 4 stundas gadā. Šis vidējais āra gaisa temperatūru sadalījums izmantots, lai noteiktu siltuma slodzes grafikus.

1.5.2.tabula

Stundu sadalījums pēc āra gaisa temperatūras

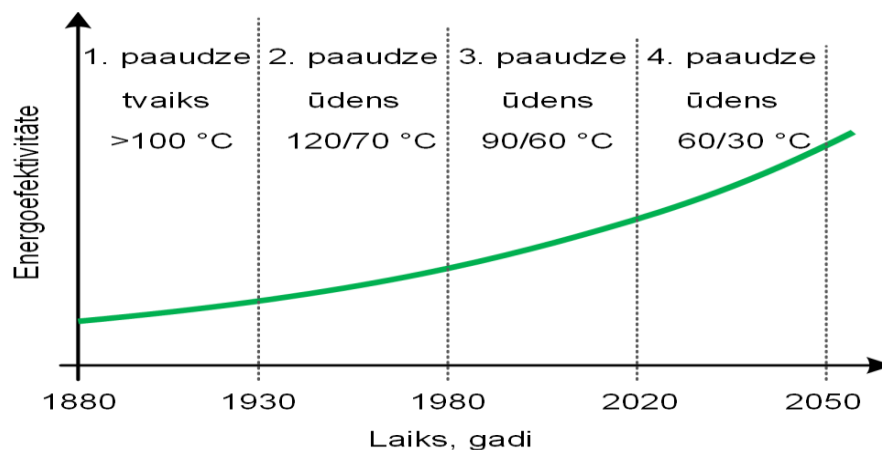
Āra gaisa temperatūra, °C	Ilgums, stundas					Vidēji
	2014	2015	2016	2017	2018	
<-23,8	0	0	11	9	0	4
-23,8 līdz -20	12	0	36	25	25	20
-20 līdz -15	205	15	120	82	97	104
-15 līdz -10	278	89	222	89	222	180
-10 līdz -5	402	181	468	246	815	422
-5 līdz 0	1099	1067	1309	1566	1390	1286
0 līdz 5	2050	2755	2225	2379	1436	2169
5 līdz 10	1402	1370	1075	1344	1099	1258
10 līdz 15	1481	1645	1306	1567	1298	1459
>15	1831	1638	1999	1462	2378	1862

## 2. Stratēģiskie virzieni 4.paaudzes zemas temperatūras CSS ieviešanai

Centralizētās siltumapgādes attīstību var iedalīt 4 posmos, no kuriem pirmie 3 raksturo vēsturiskās centralizētās siltumapgādes sistēmas, bet 4.posms attiecas uz nākotnes centralizēto siltumapgādi. Katrai no sistēmām atšķiras siltumnesēja temperatūra:

- pirmās paaudzes CSS tīkli: siltumnesējs – tvaiks;
- otras paaudzes CSS tīkli: siltumnesējs – ūdens ar temperatūru augstāku par 100 °C;
- trešās paaudzes CSS tīkli: siltumnesējs – ūdens ar temperatūru zem 100 °C;
- ceturtās paaudzes CSS tīkli: siltumnesējs – ūdens ar turpgaitas temperatūru 60-40°C un atgaitas temperatūru 30-25 °C [1].

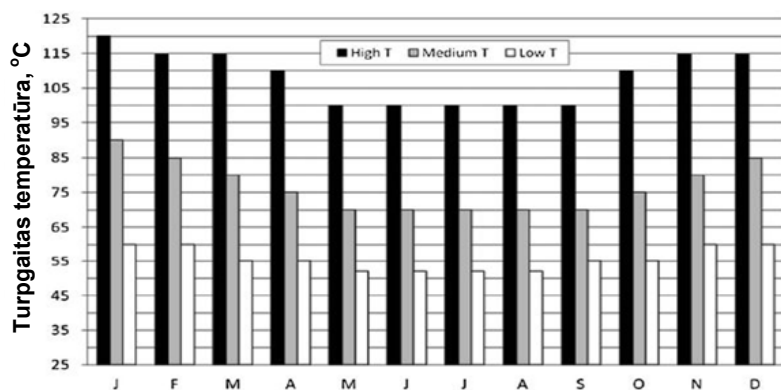
4.paaudzes CSA (4PCSA) tīklu koncepcija paredzēta Ziemeļeiropas valstu klimatiskajiem apstākļiem un nodrošina patērētāju gan ar apkurei nepieciešamo siltumu, gan sedz karstā ūdens slodzi. Temperatūras līmenis 55-25 °C nozīmē vidējo temperatūras līmeni, kas saistīts ar šo temperatūras grafiku (starptautiskās publikācijās pieņemtais apzīmējums). Koncepcija paredz palielināt piegādes temperatūru apkures sezonā pie zemākām āra gaisa temperatūrām. Temperatūras līmenis šajā laika posmā ir atkarīgs no augstākas temperatūras pieejamības enerģijas avotā, ekonomiskajiem apsvērumiem un tehnoloģiskiem risinājumiem. Tipiskā turpgaitas temperatūra maksimālās slodzes periodos Ziemeļvalstīs varētu būt 60-75 °C.



2.1.1.att. Centralizētās siltumapgādes vēsturiskās izmaiņas

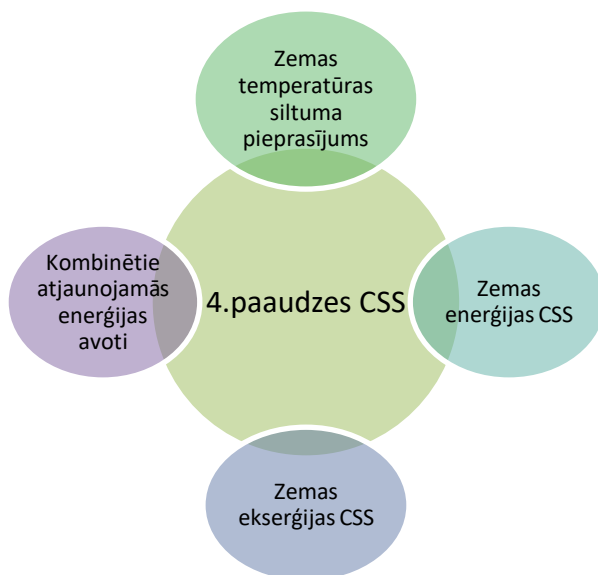
2.1.1.attēlā parādīts, kā laika gaitā izmainījusies CSS. Var redzēt, ka ar katru nākamo paaudzi mērķtiecīgi notiek virzība uz siltumnesēja temperatūras samazināšanu. 1.paaudzes CSS kā siltumnesējs tika izmantots tvaiks, kas nozīmē augstu temperatūru, un līdz ar to paaugstinātus drošības risku. Ar katru nākamo paaudzi siltumnesēja temperatūra samazinās.

2.1.2 attēlā redzami otrās, trešās un ceturtās paaudzes CSS tīklu turpgaitas temperatūras līmeņi. Ceturtās paaudzes sistēmu šajā grafikā raksturo maksimālā turpgaitas temperatūra (Latvijā pie -20 °C) 60-70 °C, un attiecīgi atgaitas temperatūra būtu aptuveni 30 °C. 4PCSA izveides koncepcija paredz atšķirīgu rīcību siltumapgādes sistēmas darbināšanā. Piemēram, viena no pieejām ir saistīta ar specifiskām temperatūras vērtībām pīķa slodzes laikā, kad temperatūra varētu tikt arī palielināta līdz 75°C, lai nepārslogotu siltumenerģijas pārvades caurules. Koncepcija paredz ieguldīt plastmasas caurules metāla cauruļu vietā, kas būtiski samazinātu siltuma tīklu rekonstrukcijas izmaksas.



2.1.2.att. Turpgaitas temperatūra T1 dažādiem temperatūras grafikiem [1]

4PCSA koncepcija (skat.2.1.3.attēlu) piemērota samazinātam siltumenerģijas patēriņam, kas tiek panākts pateicoties energoefektīvu māju celtniecībai, un esošo ēku energoefektivitātes uzlabošanai. Tā ir balstīta uz zemu temperatūru siltuma avotu un atjaunojamās enerģijas plašu izmantošanu. Parasti CSS pīķa slodzes sedz ar siltumenerģijas ražošanu biomasas katlu mājā, bet pārējo gada slodzi nodrošina saules siltumenerģijas sistēmas



2.1.3.att. 4.paaudzes centralizētās siltumapgādes sistēmas koncepcija

## 2.1 Siltumnesēja temperatūras pazemināšana

4. paaudzes centralizētās siltumapgādes sistēmas koncepcijas īstenošanu var realizēt dažādi:

- vienlaicīgi īstenojot siltumapgādes sistēmas rekonstrukciju, veidojot zemas temperatūras kombinētos atjaunojamo energoresursu energoavotus un pārkārtojot ēkas, kas ir pieslēgtas zemas temperatūras siltumapgādes sistēmai;
- pakāpeniski: vispirms sākot ar enerģijas patērētāju, kuram būs nepieciešams reorganizēt ēkas apkures sistēmu vai individuālo siltuma mezglu, bet pēc tam organizēt izmaiņas siltuma avotā;
- kombinēti reorganizējot siltuma pārvades sistēmas, jo siltuma tīklu cauruļvadi parasti tiek mainīti pa posmiem un demontēt nesen uzstādītos rūpnieciski izolētos cauruļvadus ir

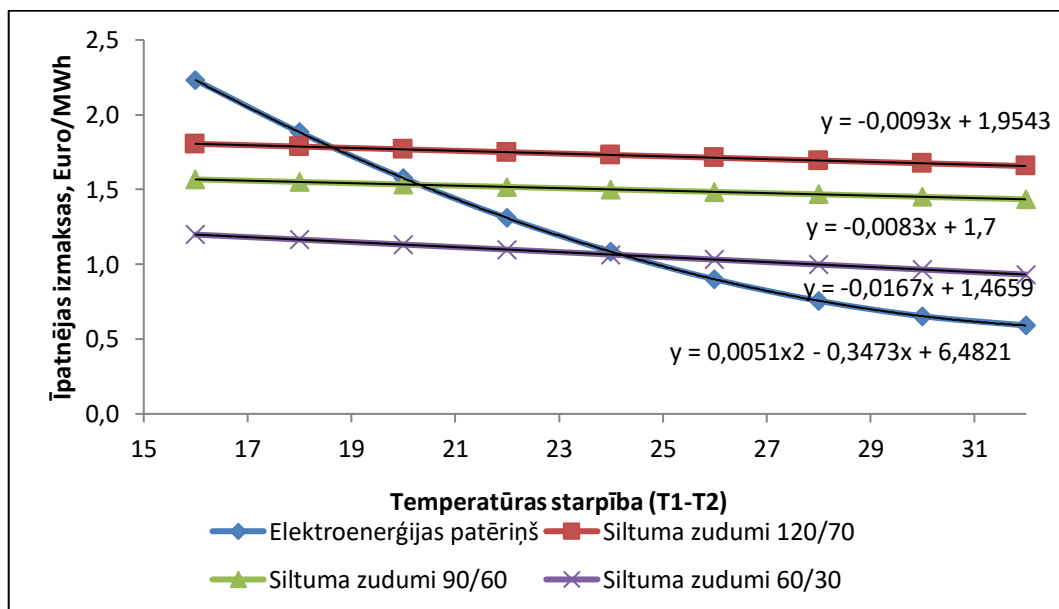
nesaimnieciski. Svarīgi ir zemas temperatūras lētākos cauruļvadus ieguldīt tur, kur vecu cauruļvadu nomaiņa ir ekonomiski pamatota.

Pakāpeniski kombinētais variants 4.paaudzes siltumapgādes sistēmas ieviešanai ir ilgtspējīgāks un ekonomiski vienkāršāk pamatojams.

Siltumtīklu turpgaitas un atgaitas ūdens optimāla temperatūra ir viens no svarīgākajiem jautājumiem, kuru risina visi siltumapgādes uzņēmumi [1]. Turpgaitas un atgaitas temperatūras izvēle ietekmē siltumtīklu cauruļvadu diametrus. Jo augstāka ūdens temperatūra turpgaitā, jo ar mazāku ūdens daudzumu var transportēt nepieciešamo siltuma daudzumu, un mazāka diametra cauruļvadi ir nepieciešami;

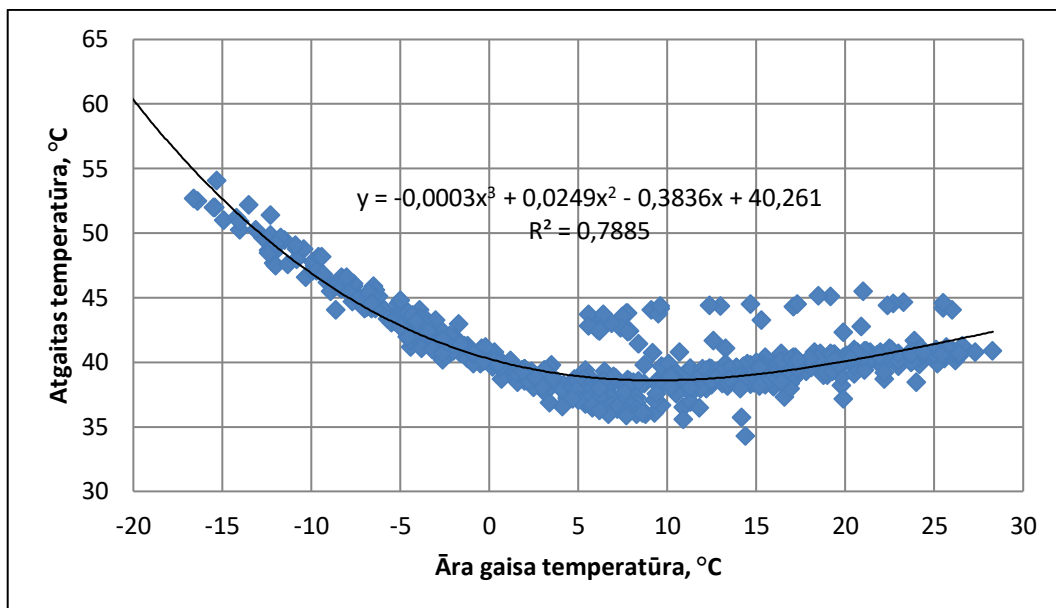
No otras puses, palielinot ūdens temperatūru tīklos, pieaug temperatūru starpība un palielinās siltuma zudumi no virsmas. Ā. Žīgura promocijas darbā „Centralizētās siltumapgādes sistēmu efektivitāte” [2] reālos apstākļos izpētīta un novērtēta dažādu pasākumu un tehnisko risinājumu lietderība CSS nozīmīgajā elementā – siltumtīklu darbības drošumā un efektivitātes paaugstināšanā. Viens no Žīgura secinājumiem ir, ka turpgaitas siltumnesēja temperatūras pazemināšana ļauj samazināt centralizētās siltumapgādes sistēmas zudumus. Ja šī temperatūra tiek pazemināta par 2°C vasaras sezonā, zudumus iespējams samazināt par apmēram 2,2%, savukārt, ja apkures sezonas laikā tiek mainīts temperatūras režīms no 130°C - 70°C uz 115°C - 70°C, tad siltuma zudumu samazinājums sasniedz 5%. [2]

Patērētājam nodoto siltuma daudzumu ietekmē ne tik daudz turpgaitas temperatūra, kā temperatūras starpība starp turpgaitas un atgaitas plūsmām. 2.1.4.attēlā parādīts piemērs siltuma zudumu un elektroenerģijas patēriņa īpatnējajām izmaksām pie dažādām temperatūras starpībām.



2.1.4.att. Siltuma zudumu un elektroenerģijas patēriņa īpatnējo izmaksu salīdzinājuma piemērs pie dažādām turpgaitas un atgaitas temperatūras starpības

Atgaitas temperatūrai pēdējā laikā tiek pievērsta lielāka nozīme, īpaši tur, kur uzstādīti kondensācijas tipa eknoaizeri [3] vai dūmgāzu kondensatori [4]. 2.1.5. attēlā redzama atgaitas ūdens tīkla temperatūra biomasas katlu mājā ar uzstādītu dūmgāzu ekonoaizeri.

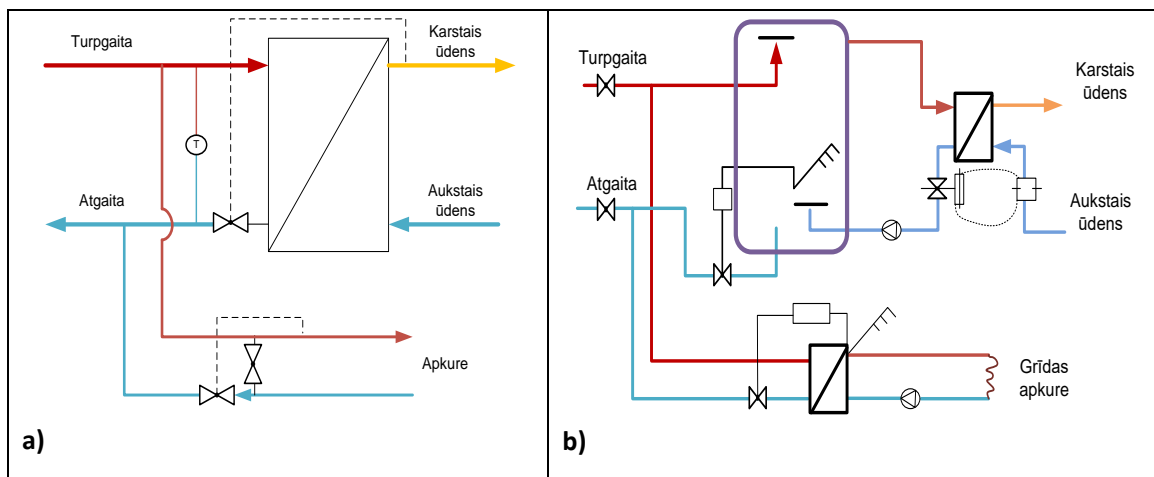


2.1.5. att. Atgaitas ūdens temperatūras piemērs [4]

2.1.5. attēls skaidri parāda izplatīto tendenci, kas ir tajos siltumtīklos, kur uzstādīti kondensatori vai kondensācijas tipa ekonomaizeri – temperatūras līmenis ir zemāks nekā standarta grafikā. Tas palielina temperatūras starpību ( $\Delta T$ ) starp turpgaitu un atgaitu un ļauj pilnīgāk izmantot latentu siltumu kondensācijas ekonomaizerī.

Zemas temperatūras apkures sistēmas nodrošināšanai iespējams izmantot dažāda veida siltummezglus - ar tiešo vai netiešo pieslēgumu, integrējot akumulācijas tvertni u.tml. Tiešā pieslēguma gadījumā ar siltummaiņa palīdzību karstais siltumnesējs uzsilda auksto ūdeni siltumapmaiņas ceļā. Daļa karstā siltumnesēja tiek padota cirkulācijas kontūrā, lai nodrošinātu optimālu karstā ūdens padevi. Apkurei nepieciešamais siltums tiek padots tieši no tīkliem uz radiatoriem un grīdas apkuri [5]. Šāds siltummezgla risinājums samazina nepieciešamās investīcijas un siltummezgla izmērus, tomēr tiešais pieslēgums palielina siltuma zudumus, jo tiek uzstādīts balstoties uz maksimālo patērētāja slodzi [6].

Siltummezgla ar akumulācijas tvertni gadījumā turpgaitas ūdens no pārvades tīkliem tiek nogādāts tvertnē, kur atkarībā no patērētāja vajadzībām tas tiek padots patērētāja karstā ūdens slodzes segšanai. Daļa plūsmas tiek novirzīta uz grīdas apkures sistēmu telpu uzsildei. Nepieciešamā temperatūra tiek nodrošināta, sajaucot karsto ūdeni akumulācijas tvertnē ar atgaitas plūsmu. Sistēmā nepieciešams integrēt vairākus temperatūras sensorus un vārstuļus, kas regulējot plūsmu, nodrošina nepieciešamo iekštelpu temperatūru. Akumulācijas tvertnes ieviešana spēj izlīdzināt patērētāja pīķa slodzi un līdz ar to samazināt nepieciešamos cauruļu diametrus [6].



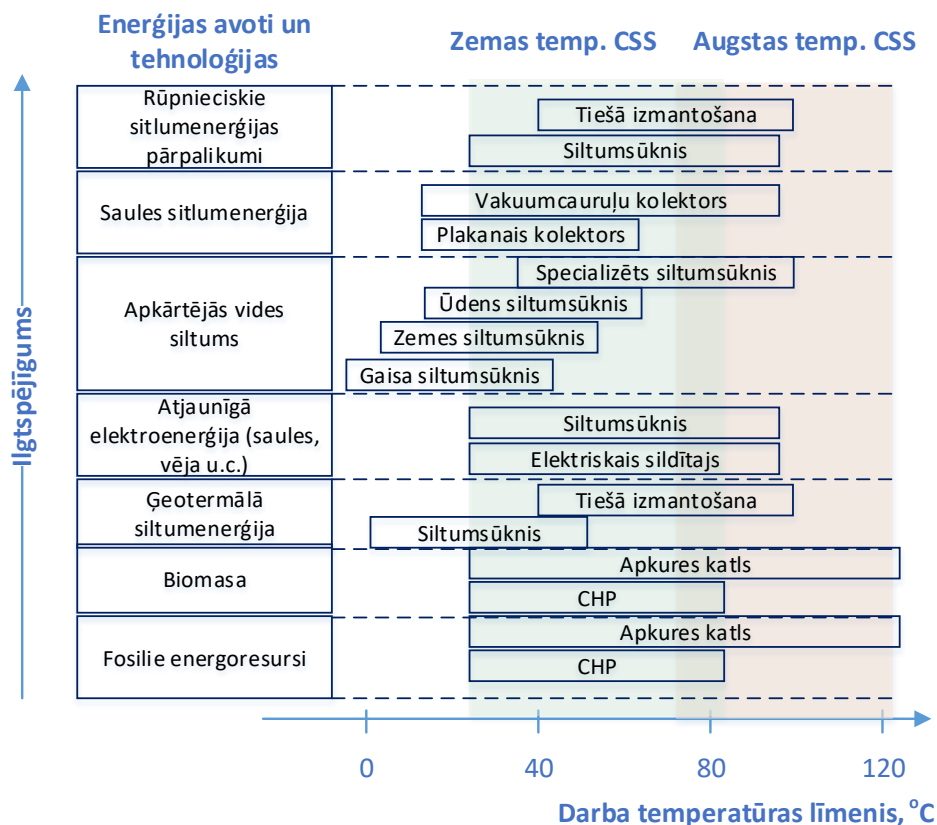
2.1.6.att. Dažādi izmantotie siltumapgādes sistēmas pieslēgumi ar siltummainis (a) un papildus ierīkojot siltuma akumulācijas tvertni (b) [7]

Vairākos pētījumos [8-10] analizētas iespējas pazemināt sagatavotā karstā ūdens temperatūru. Pēc Latvijas likumdošanas karstā ūdens temperatūra izdales vietā jānodrošina virs 55 °C grādiem, lai neveidotos bīstamās *Legionella* baktērijas [11]. Pēc Vācijas standarta W551 [10] karstā ūdens temperatūra var būt zem 50°C, ja kopējais cirkulējošā ūdens daudzums sistēmā (neieskaitot siltummaini) ir mazāks par 3 l. Tā kā pasīvo un zema patēriņa ēku gadījumā apkures sistēma un karstā ūdens padeve ir projektēta ar maksimāli maziem cauruļvadu diametriem, iespējams samazināt kopējo cirkulējošā ūdens daudzumu sistēmā un tas atbilst šim Vācu standartam. Tas palielina 4PCSS efektivitāti, jo karstā ūdens sagatavošana līdz 50°C ir viena no vājajām vietām.

## 2.2 Alternatīvās enerģijas resursu pieejamība

Pastāv daudz dažādu siltumenerģijas avotu un tehnoloģisko risinājumu siltumenerģijas ražošanai. Piemērotākā siltumavota izvēli ietekmē dažādi kritēriji un prioritātes. Pāreja uz zemas temperatūras siltumapgādi ļauj efektīvi izmantot zema potenciāla siltumenerģiju (siltumenerģijas pārpalikumi no rūpnieciskajiem procesiem, apkārtējās vides siltumu, saules enerģiju u.tml.) [12]. Līdz ar to, plānojot siltumapgādes sistēmas attīstību, nepieciešams identificēt pieejamos zemas temperatūras siltumavotus, kas var tikt izmantoti CSS siltumenerģijas patēriņa segšanai, jo tas var sniegt nozīmīgu ieguldījumu ietekmes uz vidi samazināšanā.

Attēlā zemāk redzams dažādu energoavotu un atbilstošu pārveidošanas tehnoloģiju salīdzinājums zema un augsta potenciāla siltumenerģijas sagatavošanai. Kā redzams, industriālajos un citos procesos pāri palikušā siltuma, kas parasti tiek novadīts apkārtējā vidē, izmantošana izskatāma prioritāri [13]. Šāda veida siltumenerģija parasti ir ar zemu potenciālu, tādēļ, lai to izmantotu augstas temperatūras CSS nepieciešams izmantot siltumsūkni, bet zemas temperatūras siltumapgādē šādus avotus iespējams izmantot tieši, bez papildus pārveidošanas tehnoloģijām.



2.2.1.att. Dažādu energoavotu un siltuma ražošanas tehnoloģiju salīdzinājums [14-15]

Ja nav iespējams izmantot siltumenerģijas pārpalikumus, tad nepieciešams apsvērt atjaunīgo energoresursu izmantošanu (saules un ģeotermālā siltumenerģija). Zemas temperatūras CSS ļauj efektīvāk izmantot apkārtējās vides siltumu (gaisa, ūdens, zemes), tomēr izmantojot šādus siltumavotus, nepieciešams izvērtēt siltum sūkņa darbības parametrus (COP, elektroenerģijas patēriņu un saistītās emisijas).

Lai nosegtu siltumenerģijas slodzi, ko nav iespējams nodrošināt ar augstāk minētajiem siltumavotiem, var tikt izmantota biomasas, kas ir patstāvīgāks energoavots. Siltuma ražošanā parasti tiek izmantoti gan biomasas katli, gan koģenerācijas stacijas. Pie tam, koģenerācijas stacijas būtiski iegūst no zemas temperatūras siltumapgādes, jo iespējams izstrādāt vairāk elektroenerģijas.

### 2.2.1 Biomasa izmantošana

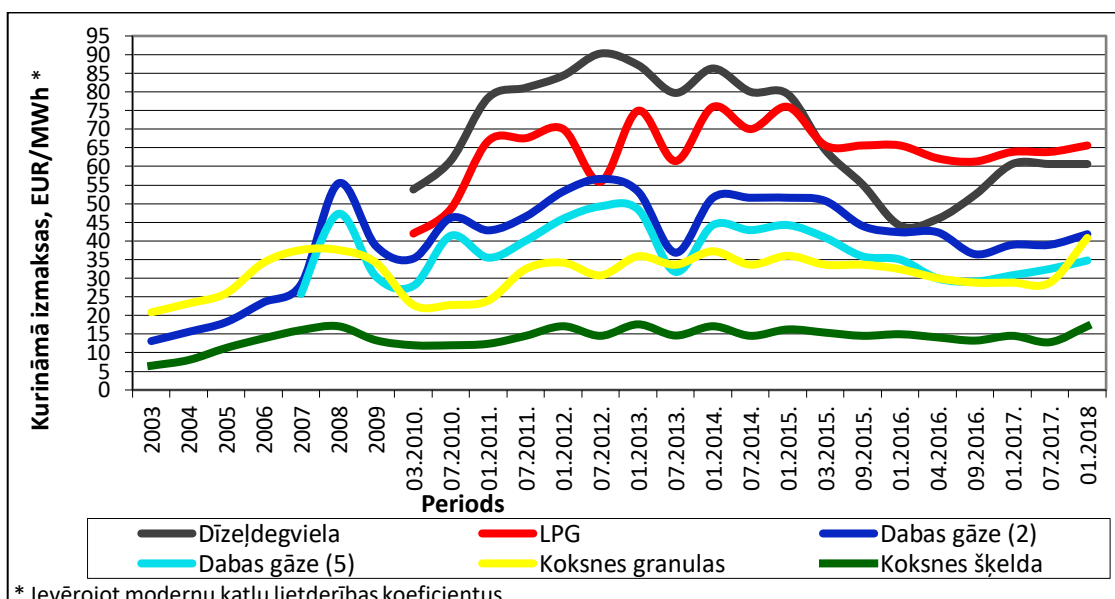
Meži ir viena no lielākajām dabas bagātībām Gulbenes novadā, kas aizņem 54% no visas teritorijas. Kopējā mežu platība pārsniedz 101 tūkst. ha, 54,2 % meža zemju pieder AS "Latvijas valsts meži", 38,2% pieder fiziskām personām, 6,5% pieder juridiskām personām un 0,2% pašvaldībai. Vislielākās mežu platības izvietojušās Lejasciema pagastā, Rankas pagastā un Stradu pagastā. Visos mežos kopā kā valdošā suga dominē priede – 42%, bērzs -26%, egle – 22% un pārējās koku sugas. [22]

Meža resursu izmantošana jāattīsta videi draudzīgā un racionālā veidā, saglabājot meža ekoloģiskās, ekonomiskās un sociālās funkcijas, veicinot augstvērtīgu mežu audzēšanu un kokapstrādes uzņēmumu attīstību ar augstu gala produkcijas pievienoto vērtību un inovatīvām bezatlikumu tehnoloģijām. Enerģijas ražošanai primāri jāizmanto mežistrādes un kokapstrādes atlikumi, kurus nav iespējams pārstrādāt augstvērtīgākos produktos.



Vidzemes plānošanas reģions ir bagātākais mežsaimniecības reģions Latvijā. Iegūtie koksnes apjomi no mežiem Vidzemes plānošanas reģionā 2007. gadā bija 3390 tūkst. m<sup>3</sup>, bet ārpus mežiem - 27 tūkst. m<sup>3</sup>. Reģionālā kopējā koksne, kas izmantota enerģijas iegūšanai no viena meža, kas pieejama koksnes piegādei, bija 2,6 m<sup>3</sup> apaļkoksnes ekvivalenta/ha. Saskaņā ar Vidzemes attīstības plānu 2007. gadā reģionā darbojās 172 kokapstrādes uzņēmumi. Koksnes resursus galvenokārt izmanto koksnes produktu (76%), celulozes (30%) un enerģijas ražošanai (6%). Puse Vidzemes reģiona CSS izmanto biomasu - šķeldu, koksnes baļķus un citus izstrādājumus.

Nemot vērā pētījumā [52] sniegto informāciju, nav šaubu, ka koksnes resursu reģionālā piegāde ir pietiekama Vidzemes siltumapgādei. Tikmēr ir ļoti svarīgi, lai koksnes biomasa tiktu efektīvi izmantota centralizētās siltumapgādes sistēmās. Kokmateriālu un celulozes cenas ir 2–3 reizes augstākas nekā koksnes kurināmā, un tas ir bijis galvenais virzītājspēks, kam ir liela kokapstrādes nozares daļa (75%).



2.2.2.att. Dažādu kurināmo cenu izmaiņu dinamika [23]

2.2.2. attēlā redzams dažādu kurināmo cenu izmaiņu salīdzinājums. Koksnes granulu cena ir nedaudz zemāka kā dabasgāzes cena, izņemot 2018.gada janvāri, kad cena strauji pieauga nelabvēlīgo laikapstākļu dēļ. Aprēķinos izmantotā granulu cena ir 181 EUR/tonnu, bet zemākais sadegšanas siltums-4,3 MWh/tonnu. Kokskaidu granulu ražošanā tiek izmantotas žāvētas ēvelskaidas un zāgskaidas. Izžāvētās zāgskaidas un ēvelskaidas tiek sasmalcinātas un sapresētas. Spiediena palielināšana paaugstina izejmateriāla temperatūru, kura ir nepieciešama, lai aktivizētu lignīnu no koksnes šķiedras šūnām, kas satur kopā granulu. Granulām ir zemāks mitruma saturs un augstāka siltumspēja nekā šķeldai, kas rezultējas arī augstākā cenā.

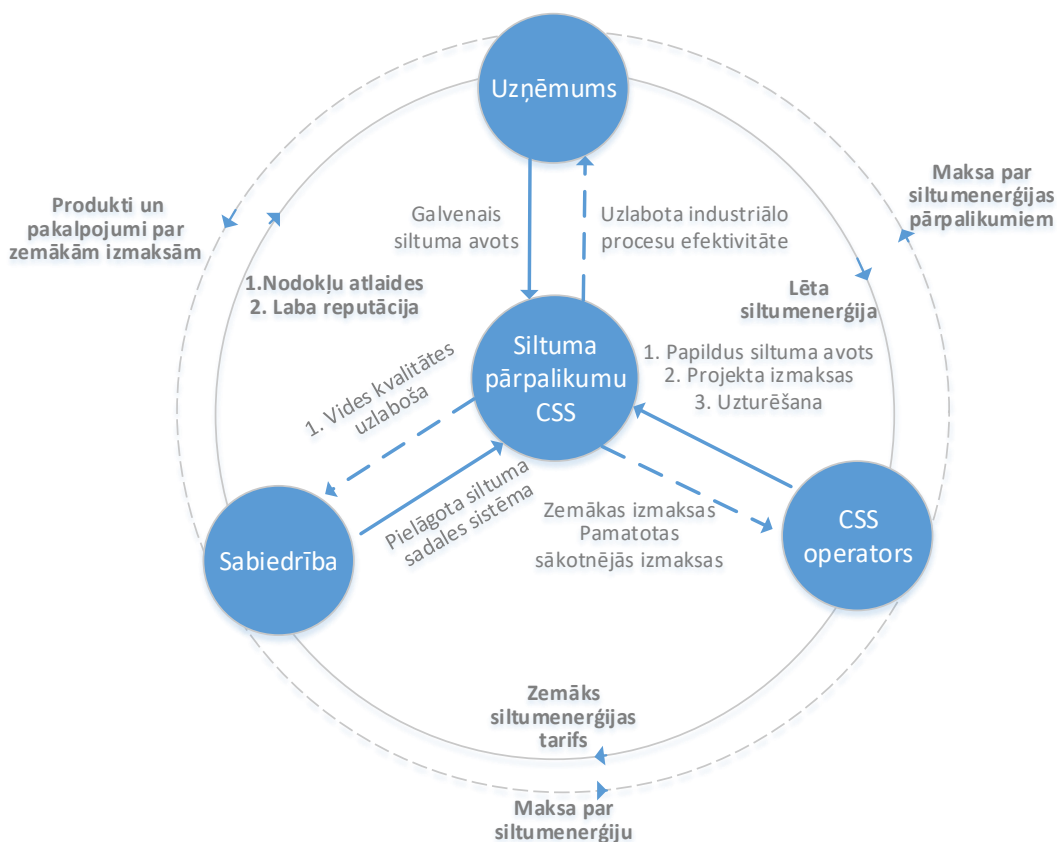
### 2.2.2 Siltuma pārpalikumu izmantošana

Šobrīd gan Pasaulē, gan Latvijas rūpnieciskajā sektorā rodas liels daudzums zemas temperatūras siltumenerģijas pārpalikumi, kas pārsvarā tiek novadīti apkārtēja vidē rūpniecisko procesu laikā. Pētījumi rāda, ka siltumenerģijas zudumi no industriālajiem procesiem ir milzīgi. Piemēram, ASV metāla un nemetālisko vielu ražošanas sektorā ap 20-50% enerģijas tiek zaudēts kā siltumenerģijas pārpalikumi [16]. Līdzīgi rādītāji ir arī cementa ražošanā. Vēl viens nozīmīgs siltumenerģijas pārpalikumu avots ir dažādi datu centri, kuros notiek nepārtraukti serveru un citu iekārtu dzesēšanas procesi [17]. Ir veikti vairāki pētījumi par siltumenerģijas atgūšanu un atkārtotu izmantošanu [18-21]. Daudzos gadījumos šī

siltumenerģija var tikt lietderīgi izmantota uzņēmuma iekšienē, lai sildītu karsto ūdeni, priekšsildītu ienākošo gaisu kurtuvē u.tml. Šādā veidā tiek aizvietota kurināmā daļa siltumenerģijas ražošanas, paaugstināta efektivitāte, samazinātas radušās emisijas un izmaksas. Tomēr daudzos gadījumos, kad pāri palikusī siltumenerģija ir ar zemu potenciālu vai uzņēmuma siltumenerģijas patēriņš ir neliels, šī enerģija var tikt nodota citiem patērētājiem.

Nozīmīgs faktors siltuma pārpalikumu izmantošanai ir attālums starp siltuma avotu un patērētāju. Lielākoties, teritoriālajā plānojumā iedzīvotāju veselības dēļ, industriālie mikrorajoni tiek izvietoti atsevišķi no dzīvojamajiem rajoniem. Ja attālums starp avotu un patērētāju ir pārāk liels, tas rada papildus ieguldījumus siltumtīklu izbūvē un rada lielākus siltuma pārvades zudumus. Līdz ar to, plānojot šāda veida siltuma izmantošanu, lielākais ekonomiski pamatotais attālums no siltuma avota līdz patērētājam mazās pilsētās ir 5-10 km, bet lielākās 20-30 km [20]. Atšķirīga situācija ir datu centru novietojumam- tie parasti ir izvietoti tuvu CSS siltumtīkliem. Primāri nepieciešama šo siltumenerģijas avotu identificēšana un salāgošana ar atbilstošu siltumenerģijas patēriņu. Lai identificētu siltuma avotus, nepieciešams veikt to kartēšanu, nosakot siltumenerģijas pārpalikumu daudzumu, kā arī temperatūras potenciālu.

Vēl viens papildus aspekts, kas jāņem vērā, ir ražošanas procesa mainība, kas atkarīga no produktu pieprasījuma, laika apstākļiem, iekārtu darba stāvokļa u.c. Līdz ar to, siltumenerģijas pārpalikumi nevar tikt izmantoti kā vienīgais siltuma avots. Šādā sistēmā papildus nepieciešams integrēt papildus siltuma avotu, kas var nodrošināt rezerves siltuma jaudu, ja siltuma pārpalikumi nevar nodrošināt visu siltumenerģijas patēriņu.



2.2.3.att. Siltumenerģijas pārpalikumu izmantošanas iesaistīto pušu mijiedarbības modelis [21]

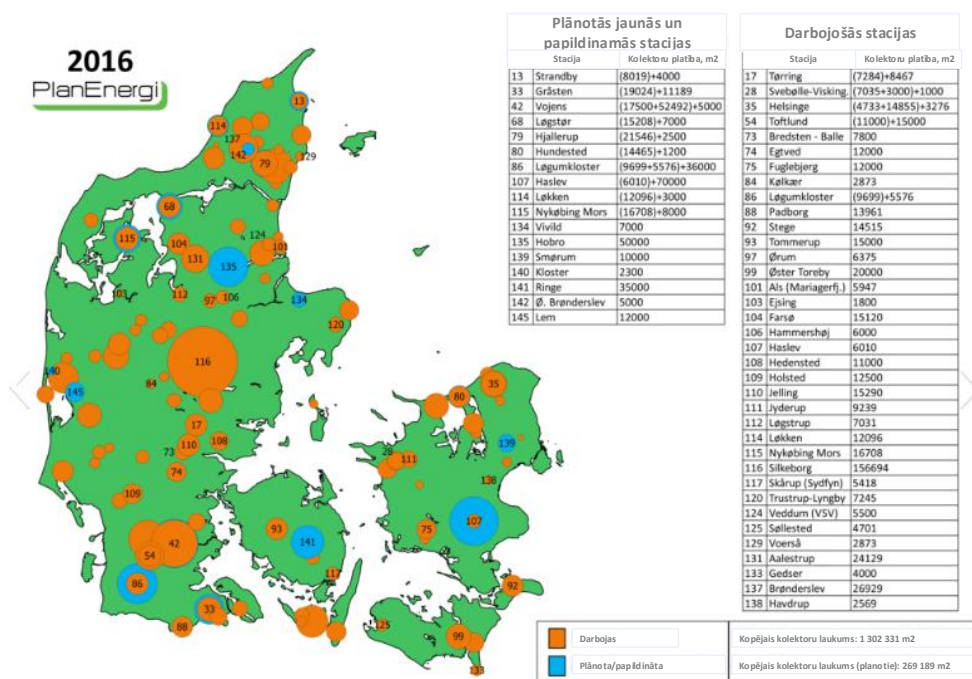
2.2.3.attēlā parādīti potenciālie ieguvumi uzņēmumam, kurā rodas siltuma pārpalikumi, ja tos nodod tālāk CSS. Tie ir:

- uzlabota industriālā procesa efektivitāte
- ienākumi no siltumenerģijas pārdošanas,
- laba reputācija, kā arī nodokļu atlaides (ja tiek piemērotas).

CSS operators savukārt iegūst lētāku siltumenerģiju, kas ļauj samazināt darbības izmaksas un piedāvāt siltumenerģijas tarifus. Sabiedrība kopumā un siltumenerģijas patērētāju galvenais ieguvums ir lētāki siltumenerģijas tarifi un uzlabotā vides kvalitāte, ja izmantotie siltuma pārpalikumi aizstāj fosilos kurināmos. Papildus ieguvums ir arī pakalpojumi un produkti par zemākām cenām, ko spētu nodrošināt uzņēmums, ja darbojas efektīvāk un gūst papildus ienākumus no pārdotajiem siltumenerģijas pārpalikumiem. Šāds iesaistīto pušu mijiedarbības modelis (sk. 2.2.3 att.) parāda, ka pozitīvu iegumu var saņemt visas ieinteresētās puses un politiskie instrumenti, kā finansiālais atbalsts vai nodokļu atlaides var sniegt papildus stimulu vienoties par siltumenerģijas pārpalikumu izmantošanu.

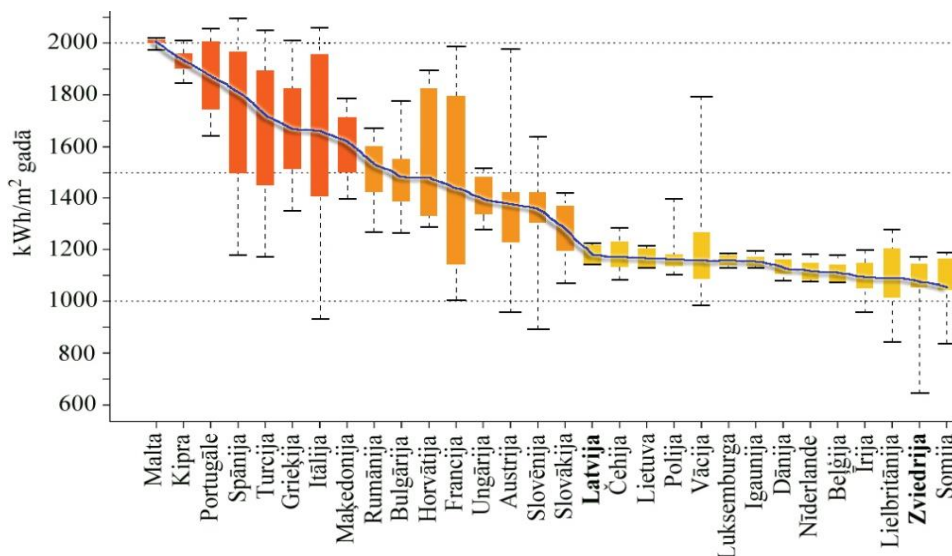
### 2.2.3 Saules siltumenerģija

Citu valstu pieredze rāda, ka CSS ekonomiski pamatoti var integrēt arī saules siltumu izmantojošas tehnoloģijas [24]. Visstraujāk šāda veida projekti attīstās Dānijā, kur 2016.gadā jau izbūvētas ap 100 saules siltumenerģijas sistēmas (tajā skaitā arī koģenerācijas stacijas) ar integrētiem saules kolektoriem vairāk kā 1,3 miljonu m<sup>2</sup> platībā [25]. 2.2.4.attēlā parādītas Dānijā līdz 2016.gadam uzstādītās un plānotās saules kolektoru stacijas. Attēlā norādīti saules kolektoru laukumi.



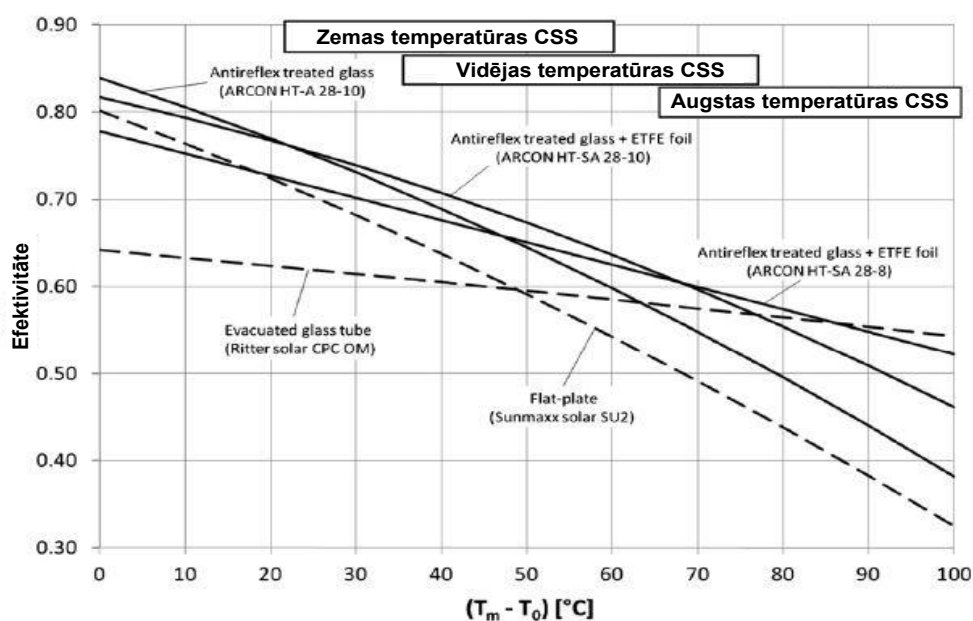
2.2.4.att. Dānijā jau uzstādītās un plānotās lielas jaudas saules kolektoru stacijas [25]

Gada vidējā saules radiācija (starojuma siltums) Latvijā ir 1000-1100 kWh/m<sup>2</sup> gadā, kas nozīmē, ka saule spīd aptuveni 1700-1900 stundas gadā [26]. Saules enerģijas potenciāls ES dalībvalstīs ir parādīts 2.2.5 attēlā. Attēlā redzams saules radiācijas daudzums uz optimālā leņķī uzstādītas un pret dienvidiem orientētas virsmas. Latvijā pieejamais saules enerģijas daudzums ir līdzīgs tādām valstīm kā Vācija, Dānija, Nīderlande u.c. [26].



2.2.5.att. Eiropas valstīs pieejamais saules radiācijas daudzums [26]

Saules kolektoru efektivitāti cieši ietekmē siltumnesēja temperatūra. 2.2.6.attēlā redzamas dažādu saules kolektoru efektivitātes līknes kā funkcija no siltumnesēja kolektorā un apkārtējās vides temperatūru starpības.

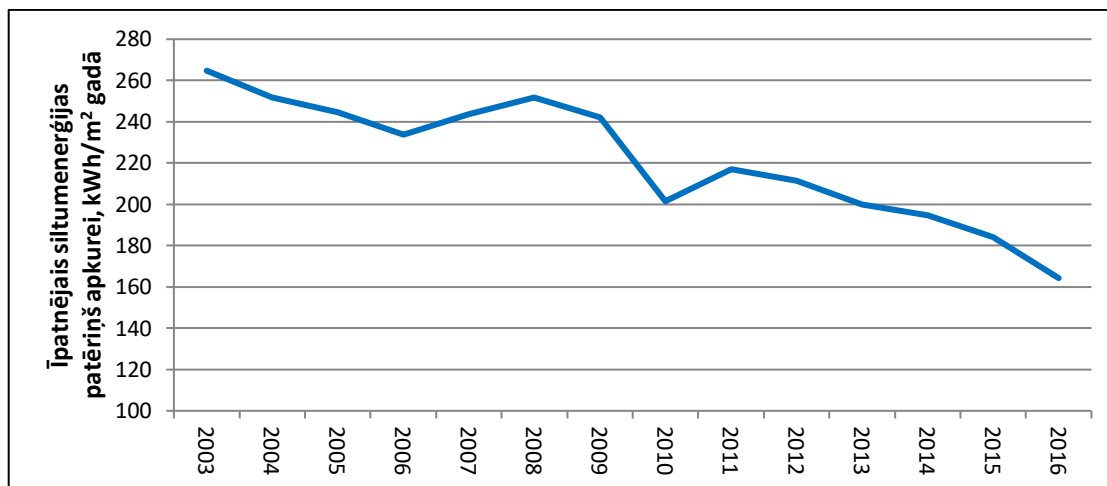


2.2.6.att. Saules kolektoru efektivitāte atkarībā no siltumnesēja un apkārtējās vides temperatūru starpības [27]

2.2.6. attēlā shematiski atzīmētas attiecīgi zemas, vidējas un augstas temperatūras CSS sistēmas. Lai gan attēlā norādītas dažāda veidu kolektoru efektivitātes līknes, tām visām ir vienāda tendence- efektivitāte pieaug, samazinoties apkārtējās vides un siltumnesēja temperatūru starpībai, no kā var secināt, ka pazeminot siltumnesēja temperatūru, krietni pieaug saules kolektoru efektivitāte un līdz ar to iespējams saražot vairāk siltumenerģijas. Arī lielākajās saules CSS integrētiem saules kolektoriem siltumnesēja temperatūras līmenis variē vidējas vai zemas temperatūras CSS līmenī.

## 2.3 Ēku energoefektivitātes paaugstināšanās

Šobrīd Latvijā vidējais ēku siltumenerģijas patēriņš ir ap 160 kWh/m<sup>2</sup>. 2.3.1. attēlā redzams, ka vidējais ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei kopš 2003. gada samazinājies no 264 kWh/m<sup>2</sup> līdz 184 kWh/m<sup>2</sup>. Paredzams, ka šāda tendence turpināsies arī turpmāk. Šādu samazinājumu veicinājusi ēku renovācija, ka arī jaunu energoefektīvu ēku būvniecība.



2.3.1.att. Vidējā ēku siltumenerģijas patēriņa apkurei izmaiņu tendences Latvijā [29]

Nozīmīgākais faktors, kas nosaka Latvijas ēku attīstības tendences ir ēku vecuma struktūra. Pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem [30] lielākā daļa (aptuveni 63%) Latvijas ēku celtas Padomju laikos, laika posmā no 1941.līdz 1992.gadam. Aptuveni 26% ēku Latvijā celtas līdz 1940.gadā, bet aptuveni 11% celtas pēc 1993.gada. Šis faktors jāņem vērā plānojot siltumapgādes sistēmas attīstības tendences, jo lielākā daļa Padomju laikos celto ēku ir pievienotas CSS. Tuvākajos gados šīs ēkas būtu jārenovē, kas ievērojami samazinātu siltumenerģijas patēriņu un līdz ar to, arī pieprasījumu pēc siltumenerģijas.

MK noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-01 [32], nosaka siltumtehniko parametru atsaucēs vērtības ārējām norobežojošajām konstrukcijām jaunbūvējamām, rekonstruējamām un renovējamām ēkām. MK noteikumos Nr.383 "Noteikumi par ēku energosertifikāciju" noteiktas prasības siltumenerģijas patēriņam jaunbūvēm un ēkām pēc atjaunošanas. Ēku energoefektivitātes minimālais pieļaujamais līmenis pārbūvējamām vai atjaunojamām ēkām:

- daudzdzīvokļu dzīvojamajām ēkām – patēriņš apkurei nepārsniedz 90 kWh/m<sup>2</sup> gadā;
- dažādu veidu viendzīvokļa un divdzīvokļu dzīvojamām ēkām – patēriņš apkurei nepārsniedz 100 kWh/m<sup>2</sup> gadā;
- nedzīvojamām ēkām – patēriņš apkurei nepārsniedz 110 kWh/m<sup>2</sup> gadā.

Savukārt jaunbūvēm minimālais pieļaujamais līmenis katru gadu tiks samazināts līdz 2021.gadā tiks sasniegts gandrīz nulles enerģijas ēkas (sk. 2.3.1. tabulu).

## Ēku energoefektivitātes minimālais pieļaujamais līmenis jaunbūvēm

Ēkas būvniecības ieceres apstiprināšanas periods	Dzīvojamām ēkām		Nedzīvojamām ēkām	
	Daudzdzīvokļu ēkas	Viendzīvokļu vai divdzīvokļu ēkas	Valsts īpašumā esošas ēkas <sup>2</sup>	Pārējās nedzīvojamās ēkas
Līdz 2016. gada 31. decembrim	≤ 70 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 80 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 100 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 100 kWh/m <sup>2</sup> gadā
No 2017. gada 1. janvāra līdz 2017. gada 31. decembrim	≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 70 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 90 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 90 kWh/m <sup>2</sup> gadā
No 2018. gada 1. janvāra līdz 2018. gada 31. decembrim	≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 70 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 65 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 90 kWh/m <sup>2</sup> gadā
No 2019. gada 1. janvāra līdz 2020. gada 31. decembrim	≤ 50 kWh/m <sup>2</sup> gadā	≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> gadā	gandrīz nulles enerģijas ēka	≤ 65 kWh/m <sup>2</sup> gadā
No 2021. gada 1. janvāra un turpmāk	gandrīz nulles enerģijas ēka	gandrīz nulles enerģijas ēka	gandrīz nulles enerģijas ēka	gandrīz nulles enerģijas ēka

Minētie noteikumi nosaka, ka samazināsies ne tikai esošo ēku siltumenerģijas patēriņš, bet arī jaunbūvējamās ēkās siltumenerģijas patēriņš būs mazāks.

Apzinoties ēku augstās ekspluatācijas izmaksas, jau šobrīd Latvijā tiek plānotas un būvētas ēkas, kuru siltumenerģijas patēriņš ir krietni zem likumdošanā noteiktajām prasībām. Zema patēriņa ēku un pasīvo ēku jēdzieni un darbības rādītāji šobrīd Latvijas likumdošanā nav definēti. MK noteikumos par ēku energosertifikāciju minēts jēdziens „gandrīz nulles enerģijas ēka”, kura patērē zem 30 kWh/m<sup>2</sup> gadā apkures vajadzībām, bet ēku vērtēšanas skalā kā A klases ēkas noteiktas ēkas, kas patērē zem 40 kWh/m<sup>2</sup> gadā [32]. Citu valstu pieredze rāda, ka zema patēriņa un pasīvo ēku koncepcija ļauj samazināt ēku ekspluatācijas izmaksas un radīto ietekmi uz vidi, tomēr šādu ēku būvniecība izmaksas ir krietni augstākas. Šobrīd visvairāk pasīvo ēku ir uzbūvētas Vācijā un Austrijā, tomēr šī koncepcija attīstīta arī ziemeļvalstīs, piemēram, Dānijā. [33] Aprakstītās ēku attīstības tendences Latvijā liecina, ka skatoties ilgtermiņa perspektīvā, būs nepieciešamas ievērojamas izmaiņas arī esošajā CSS, kam būs jāpielāgojas zemāka patēriņa siltuma slodzei.

<sup>2</sup> ēkas, kuras ir valsts īpašumā un institūciju valdījumā un kurās atrodas valsts institūcijas

## 2.4 Citu Eiropas Savienības valstu pieredze 4PSS ieviešanā

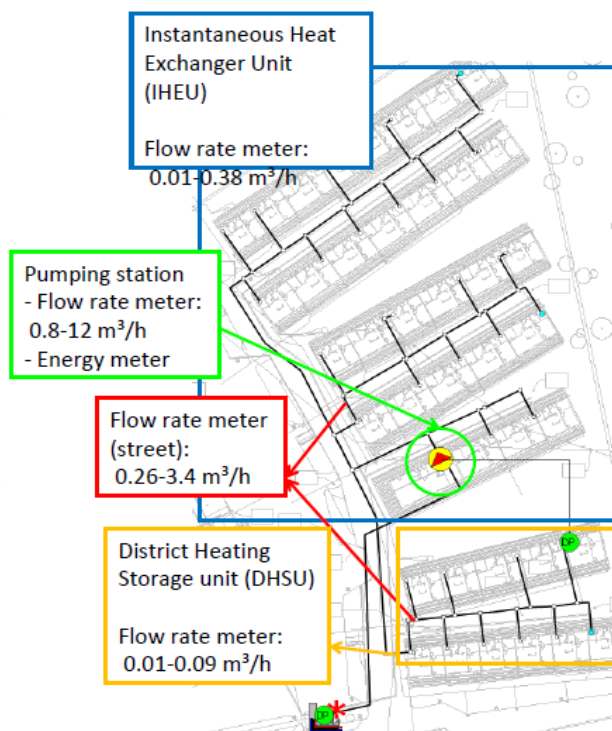
Lai gan Latvijā līdz šim nav ieviesta zemas temperatūras 4PSS, tā jau veiksmīgi darbojas vairākās Eiropas vietās, piemēram, Dānijā, Zviedrijā, Vācijā, Austrijā u.c. Zemāk apskatīti gan tipiski zemas temperatūras CSS piemēri, gan saules CSS, kas arī darbojas ar pazeminātu siltumtīklu temperatūru.

### 2.4.1 Lūstrupa, Dānija

Lūstrupas privātmāju mikrorajons ir viens no plašāk pētītajiem zemas temperatūras CSS pilotprojektiem, kur zemas temperatūras CSS nodrošina apkuri un karsto ūdeni 7 rindu mājām, kurās izvietoti 40 dzīvokļi 87m<sup>2</sup> un 110m<sup>2</sup> platībā. Kopējā apsildāmā platība šim projektam ir 4115 m<sup>2</sup>. Siltuma patēriņš ēkā ir 37 kWh/m<sup>2</sup> gadā, no kuriem 31,4 kWh/m<sup>2</sup> izmanto telpu apkurei. Dzīvokļos tiek izmantoti gan radiatori, kas pielāgoti pazeminātai siltuma piegādes temperatūrai, gan grīdas apsilde. Zema temperatūras apkures sistēma Dānijā tika pabeigta 2011. gadā [44].

Šai apkures sistēmai ir lielāks spiediens (10 bāri), lai nodrošinātu nepieciešamo plūsmu gala patērētājam. Palielināts spiediens rada papildu elektroenerģijas patēriņu, bet to kompensē samazinātie siltuma zudumi [45].

Ēkās patērētājam ir uzstādīti dažādi siltummezgli. Dažiem patērētājiem ir uzstādīti siltummaiņi (kopā 30), bet dažiem patērētājiem papildus ir uzstādītas siltuma akumulācijas tvertnes (kopā 11). Attēlā zemāk parādīta apkures sistēmas shēma šim pilotprojektam. Attēlā parādīti plūsmas ātrumi dažādos sistēmas punktos, kā arī patērētāju sadalījums ar dažāda veida siltummezgliem. Var redzēt, ka lielākā daļa patērētāju izmanto samērā vienkāršu sildīšanas vienības risinājumu ar siltummaiņi.



2.4.1. att. Zemas temperatūras centralizētā siltumapgāde Dānijā, Lystrup [45]

Karstā ūdens sadales sistēma tika rūpīgi izstrādāta tā, lai katrai karstā ūdens iekārtai būtu atsevišķs cauruļvada pievads, kā arī samazināti cauruļvada diametri līdz minimālam izmēram. Līdz ar to, ūdens daudzums karstā ūdens padevei, ieskaitot tilpumu karstā ūdens siltummaiņi, tiek turēts zem 3 l. Šāds

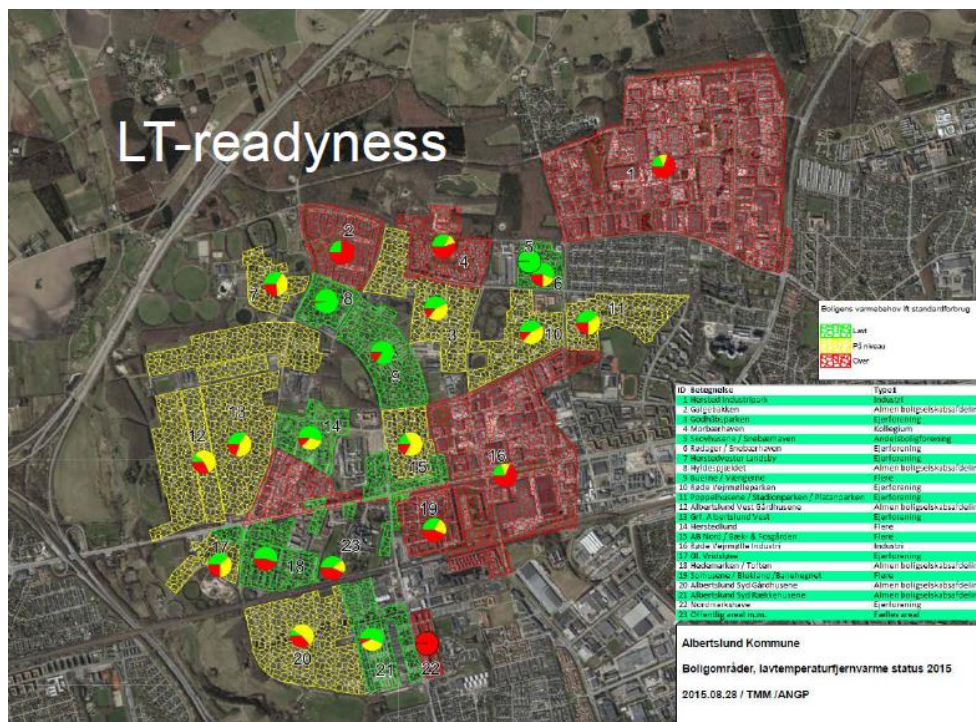
daudzums ir maksimālais pieļaujamais ūdens tilpums, kas nodrošina drošību attiecībā uz *Legionella* baktēriju saslimšanas risku. [46]

Šis pilotprojekts ir tipisks piemērs tam, kā zemas temperatūras CSS var tikt integrēta esošajā CSS ar augstāku siltumnesēja temperatūru. Teritorijā nav papildus siltuma avota, jo siltums tiek nodrošināts tieši no esošās CSS ar vidēju temperatūru. Nepieciešamā temperatūra tiek nodrošināta sajaucot atgaitas plūsmu ar turpgaitas plūsmu, izmantojot speciālus vārstus un temperatūras sensorus.

Vairāku gadu darbības rezultāti liecina, ka pilotprojektā veiksmīgi iespējams nosegt apkures un karstā ūdens patēriņu ar zema potenciāla siltumenerģiju, ko apstiprina iedzīvotāju atsauksmes. Pilotprojekta siltumenerģijas zudumi sastāda 17% no pievadītā daudzuma, kas salīdzinot ar standarta siltumapgādes grafiku ir aptuveni trīs reizes mazāks rādītājs.

### 2.4.2 Albertslundas koncepts

Zemas temperatūras CSA ieviešanas piemērs renovētās ēkās ir Albertslundā, Kopenhāģenas piepilsētā. Albertslundas Dienvidu daļas ēkas tika būvētas laika periodā no 1963. līdz 1968.gadā. Pašvaldības plānā tuvāko 10 gadu laikā veikt nozīmīgus ēku renovācijas darbus, lai sasniegtu nospraustos klimata mērķus- kļūt CO<sub>2</sub> neitrālai līdz 2025.gadam.



2.4.2. att. Alberstlundas pilsētas plāns ar atzīmētām teritorijām, kas ir gatavas zemas temperatūras centralizētajai siltumapgādei [47]

Pilsētā 97% no piegādātās siltumenerģijas tiek saņemts no CSS. Galvenais siltuma avots ir biomasas koģenerācijas stacija un atkritumu sadedzināšanas iekārtas. CSS ir bezpeļņas organizācija Dānijā. Attēlā augstāk parādīts pilsētas plāns, kurā ar dažādām krāsām norādīta dažādu teritoriju gatavība ieviest zemas temperatūras sistēmu.

Pilsētas attīstības plānā paredzēts renovēt lielāko daļu ēku, veikt CSS siltumtrases nomaiņu 350 km garumā un ieviest zemas temperatūras siltumapgādes sistēmu līdz 2025.gadam.





2.4.3. att. Renovētās ēkas piemērs un uzstādītie zemas temperatūras sildķermeņi [48]

Viens no renovēto ēku piemēriem ir divstāvu daudzīvokļu ēka, kurās pēc rekonstrukcijas enerģijas patēriņš apkurei tika samazināts par 60%. Ēkās uzstādīti zemas temperatūras radiatori, kuros ieejas plūsmas temperatūra ir 58°C. Atpakaļgaitas plūsma no radiatoriem tālāk tiek nodota grīdas apkures sistēmā. Karstā ūdens sagatavošanai ir uzstādīti speciāli pielāgoti karstā ūdens siltummaiņi, kuros kopējais ūdens tilpums ir 0,5 l un tie ir auksti, kad ūdens netiek izmantots.[48]

Albertslundā ieviestā pazeminātas temperatūras siltumapgādes sistēma ļauj efektīvi izmantot zema potenciāla siltumenerģijas pārpalikumus. Viens no realizētajiem projektiem ir siltuma atgūšana no IT uzņēmuma "Jaynet A/S" serveru telpām ar uzstādītā siltumsūkņa palīdzību. Siltumsūknis noņem lieko siltumu no serveru telpām un paaugstina temperatūru līdz 75°C. Daļa siltumenerģijas tiek izmantota ēkas apkurei, bet pārējā tiek nodota centralizētajai siltumapgādes sistēmai, kas gadā sastāda pat 1 GWh siltumenerģijas. Lai gan dzesēšana ar siltumsūkņa palīdzību izmaksā dārgāk nekā tradicionālā sistēma, tomēr ieguvumi rodas no pārdotās siltumenerģijas.

#### **2.4.3 Soenderbaja, Dānija**

Cits pilotprojekts atrodas esošajā apbūves zonā, ko sauc par Sønderby (Soenderby) un kas ir priekšpilsēta Dānijas galvaspilsētai Kopenhāgenā. Pilotprojekts aptver daļu no apdzīvotās vietas ēkām- 75 atsevišķas ķieģeļu mājas, kas uzceltas 1997/98.gadā. Katras mājas dzīvojamā platība ir 110-212 m<sup>2</sup> ar kopējo apkurināmo platību 11 230 m<sup>2</sup>. [49]

Tā kā esošā siltumapgādes sistēma nedarbojās efektīvi, ēkām tika nolemts projektēt un pieslēgt jaunu zemas temperatūras CSS. Katrā no mājām tika izvietots jaunas apakštācijas ar speciāli pielāgotiem siltummaiņiem karstā ūdens un apkures nodrošināšanai. Siltumtīkli tikai nomainīti un pielāgoti 4PCSS tehnoloģijai- paaugstinātam darba spiedienam un zemākai temperatūrai. Kā galvenais siltuma avots kalpo blakus esošā mikrorajona CSS atpakaļgaitas plūsma, kas nepieciešamības gadījumā tiek piesildīta ar turpgaitas plūsmu.

Visās ēkās tika pārprojektēta karstā ūdens piegādes sistēma, lai minimizētu kopējo ūdens tilpumu sistēmā līdz 3 l. Kā iekšējā apkures sistēma tiek izmantota grīdas apkure, kas ir piemērota zemas temperatūras CSS.



2.4.4.att. Soenderbaja pilotprojekta ēku mikrorajons un viengimenes māja [49]

Sistēmas darbības rādītāji liecina, ka ar “auksto” atpakaļ gaitas plūsmu no blakus esošās standarta CSS iespējams nosegt 80% no ēku siltumenerģijas patēriņa. Vidējā piegādes temperatūra ir 55°C, bet atpakaļ gaitas temperatūra 40°C, kas ir augstāka nekā prognozēts dēļ dažu individuālo siltummezglu darbības traucējumiem.

Šis projekts parādīja, ka 4.paaudzes CSS koncepcija darbojas arī esošajās ēkās ar grīdas apsildi kā telpu apkures sistēmu. Rezultāti liecina, ka klientiem var piegādāt siltumnesēju ar pieplūdes temperatūru apm. 55°C, un tas atbilst gan apkures prasībām, gan drošai karstā ūdens piegādei. Ieviešot zemas temperatūras siltumapgādi tika samazināti gan īpatnējie siltuma zudumi līdz aptuveni 13%, gan paaugstināta kopējā siltumapgādes efektivitāte, jo tiek nodrošināta zemāka atgaitas temperatūra.

#### **2.4.4 Vasteras modelis**

Vastera ir augoša rūpniecības, tirdzniecības un loģistikas pilsēta, kas atrodas Zviedrijas centrālajā daļā, apmēram 100 km no Stokholmas. 2007.gadā pašvaldība apstiprināja Enerģētikas attīstības plānu, kas bija katalizators energoefektivitātes paaugstināšanai un ietekmes uz vidi samazināšanai. Pašvaldības Nekustamo īpašumu departaments ieguldīja 100 miljonus Zviedru mārciņu, lai paātrinātu esošo ēku atjaunošanu un energoefektivitātes paaugstināšanu. Enerģētikas plānā arī tika iekļauti strikti energoefektivitātes standarti jaunbūvējamām ēkām, kas tiek būvētas uz pašvaldībai piederošas zemes.

Pilsētā CSA nodrošina pašvaldības uzņēmums “Malarenergi”, kam pieder atkritumu koģenerācijas stacija. Relatīvi zemā elektroenerģijas cena un paaugstinātā ēku energoefektivitāte padarīja ekonomiski neizdevīgu jauno viengimenes māju pievienošanu esošajai siltumapgādes sistēmai. Lai šo problēmu novērstu, siltumapgādes operators kopā ar Nekustamo īpašumu departamentu izstrādāja zemas temperatūras CSS konceptu kombinējot tehnoloģiskos risinājumus ar biznesa modeli, lai padarītu centralizēto siltumapgādi energoefektīvās ēkās izdevīgu. Augstā standarta CSS temperatūra tiek pazemināta līdz 60°C apakšstacijā ar siltummaiņa palīdzību, kā arī ēku pievienošanai siltumtīklam tiek izmantotas lētākas plastmasas caurules, jo tam nav nepieciešams izturēt tik augstu temperatūru. [50]

Papildus aspekts jaunajā zemas temperatūras CSS (Vasteras modelī) ir saimniecības iekārtu (trauku mazgājamo mašīnu, veļas mašīnu, žāvētāji, vannas istabu grīdas apkures) pārslēgšana no elektroenerģijas uz CSS, kas ļauj palielināt īpatnējo siltumenerģijas blīvumu (kWh/m<sup>2</sup>) šajos zema siltumenerģijas patēriņa apgabalos.

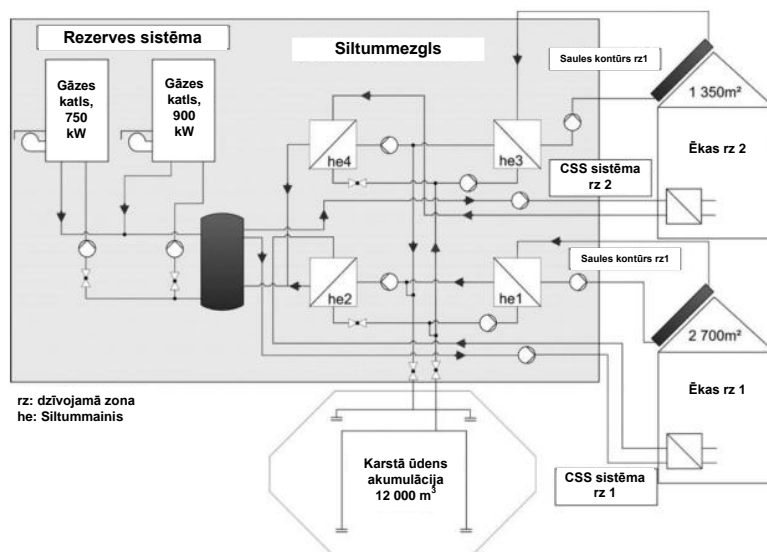
Viens no CSS pievienoto ēku piemēriem ir četras zema patēriņa daudzdzīvokļu ēkas “Raseglet”, ko izbūvējusi pašvaldības īpašumu kompānija sadarbība ar siltumapgādes operatoru. Ēkās apkure, karstā

ūdens sagatavošana, kā arī siltumenerģija sadzīves iekārtām tiek nodrošināta ar zemas temperatūras CSS kopš 2013. gadā. Projekta galvenais secinājums ir, ka šāds tehnoloģiskais risinājums nepadara dzīvokļus daudz dārgākus, bet ilgtermiņā sniedz ekonomisko ietaupījumu, jo ir zemas siltumenerģijas izmaksas.[50]

#### 2.4.5 Saules CSS Vācijā

Viens no 4.paaudzes CSS risinājumiem ir saules kolektoru izmantošana. Saules kolektoru integrēšana CSS attīstību Vācijā galvenokārt veicinājusi projekta „Solarthermie” īstenošana. Šī projekta ietvaros kopš 1996.gada tika īstenoti 11 pilotprojekti - centralizētas siltumapgādes sistēmas ar integrētiem saules kolektoriem un sezonālo siltuma akumulāciju [58]. Gandrīz visos šajos projektos siltumapgādes sistēma projektēta ar zemāku siltumnesēja temperatūru (50-65°C), lai paaugstinātu kopējo sistēmas efektivitāti. Tā kā ieviestās sistēmas darbojas jau vairāk kā divdesmit gadus, ir iespējams izvērtēt to darbības parametrus un iespējamus uzlabojumus.

Viens no Vācijā īstenotajiem projektiem ir Frīdrihsāfenā (Friedrichshafen), kur uz ēku jumtiem izbūvēti saules kolektori 4050 m<sup>2</sup> platībā, bet enerģijas akumulāciju nodrošina akumulācijas tvertne ar kopējo tilpumu 12 000 m<sup>3</sup>. Kopumā šī sistēma ar siltumu nodrošina 23 000 m<sup>2</sup> dzīvojamās platības. Lai sistēma darbotos patstāvīgi, pīķa slodžu segšanu nodrošina divi gāzes katli [51]. Sistēmas hidrauliskā shēma redzama 2.4.5.attēlā. Shēmā atsevišķi atdalīti dzīvojamie rajoni „rz1” un „rz2”, kas tika izbūvēti ar laika nobīdi.



2.4.5.att. Frīdrihsāfenā īstentās integrētās saules siltumapgādes sistēmas hidrauliskā shēma [51]

Monitoringa dati liecina, ka Frīdrihsāfenā uzstādīto kolektoru efektivitāte svārstās no 291- 400 kWh uz m<sup>2</sup> kolektora efektīvā laukuma gadā, kas atkarīgs no saules intensitātes. Saules siltumenerģijas īpatsvars kopējā siltumenerģijas patēriņā variē no 21 līdz 33%, kas ir zemāk nekā plānotais rādītājs sistēmu uzstādot (43%). Tas skaidrojams ar dažādiem neparedzētiem aspektiem [51]:

- Par 10% augstāks ēku siltumenerģijas patēriņš;
- Augstāka atgaitas ūdens temperatūra;
- Lielāki akumulācijas tvertnes siltuma zudumi.

### 3. Zemas temperatūras CSA ieviešanas alternatīvu izvērtējums

#### 3.1 Gulbenes pilsēta

##### 3.1.1 Esošās siltumapgādes sistēmas darbības izvērtējums

Gulbenes pilsētas CSS sastāv no vairākām vienotā tīklā saslēgtām katlu mājām un koģenerācijas stacijas, siltumtīkliem un enerģijas patērētājiem. Galvenie energoavoti, kas nodrošina siltumapgādi Gulbenes pilsētā ir sekojoši:

- šķeldas katlu māja Nākotnes ielā 7 (2015.gada nogalē uzstādītā jauda – 10,5 MW), kuru apkalpo licencēts siltumapgādes pārvades un sadales uzņēmums SIA „Vidzemes enerģija”;
- SIA „Bioinvest” šķeldas koģenerācijas stacija Miera ielā 17 (siltuma jauda 5 MW, elektriskā jauda 0,999 MW), no kuras kopš 2012.gada SIA „Vidzemes enerģija” iepērk siltumenerģiju;

Siltuma avotu galvenie raksturlielumi ir apkopoti 3.1.1.tabulā.

3.1.1.tabula

Galvenie siltumavotu raksturlielumi

Siltuma avots	Katla nosaukums un tips	Jauda, MW	Uzstādīšanas gads katlu mājā	Katla lietderības koeficients, %	Kurināmais
Nākotnes iela 7	Polytechnick PR6000 U	6	2009	82%	šķelda
Nākotnes iela 7	ECOCOAL-R	4,5	1996	75%	šķelda
Miera iela 17	Turbodent CHP Split 10	5	2012	-	šķelda

Šķeldas katls ECOCOAL-R (4,5MW) (skat. 3.1.1.attēlu) ir Gulbenes novada pašvaldības īpašums, ko tā saņēma kā dāvinājumu no Dānijas valdības 1996.gadā. Katls ir ražots 1983.gadā un, pirms atvešanas uz Gulbeni, tika izmantots Dānijā. Oriģināli kā kurināmais tika izmantotas akmeņogles, bet pirms uzstādīšanas Gulbenē – pārbūvēts šķeldas lietošanai. Austriešu šķeldas katlu Polytechnick PR6000 U (6MW) (skat. 3.1.2.attēlu) 2009.gadā uzstādīja SIA „Vidzemes enerģija”.



3.1.1.att. Katlu mājā Nākotnes ielā uzstādītie apkures katli

3.1.2.tabulā ir apkopoti galvenie siltumenerģijas ražošanas dati 2016.-2018.gadā. Vidējais patērētājiem nodotais siltumenerģijas daudzums ir 24 523 MWh gadā, bet kopējais saražotais siltuma daudzums 30 537 MWh, no kuriem 21 056 MWh jeb 69% tiek iepirktas.

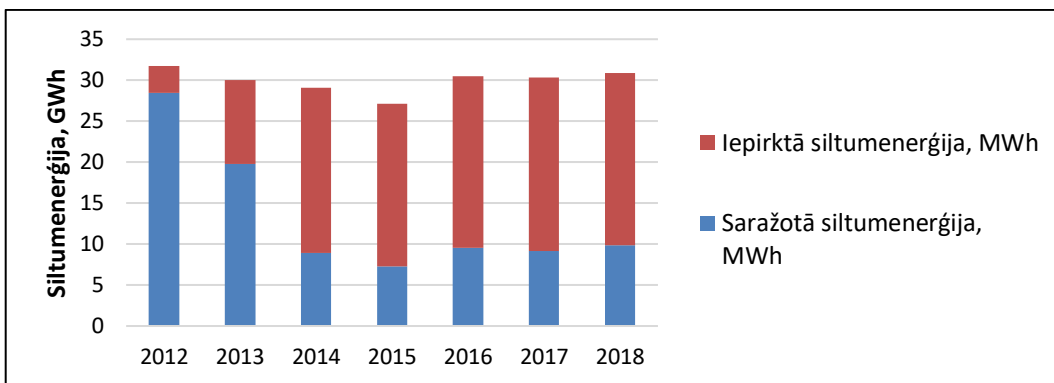
3.1.2.tabula

Galvenie Gulbenes CSA siltumenerģijas ražošanas un piegādes dati

Parametrs	2016	2017	2018
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	9508	9114	9819
Iepirkta siltumenerģija, MWh gadā	20954	21184	21031
Kopā, MWh gadā	30462	30298	30850
Zudumi tīklos, MWh gadā	5601	6112	6330
Zudumi, %	18%	20%	21%
Nodotā patērētājiem, MWh gadā	24861	24186	24520
Šķeldas patēriņš, ber.m <sup>3</sup> gadā	15516	14143	15585
Kurināmā ievadītā enerģija, MWh gadā	12568	11456	12624
Nākotnes ielas 7 katlu vidējais lietderības koeficients	76%	80%	78%

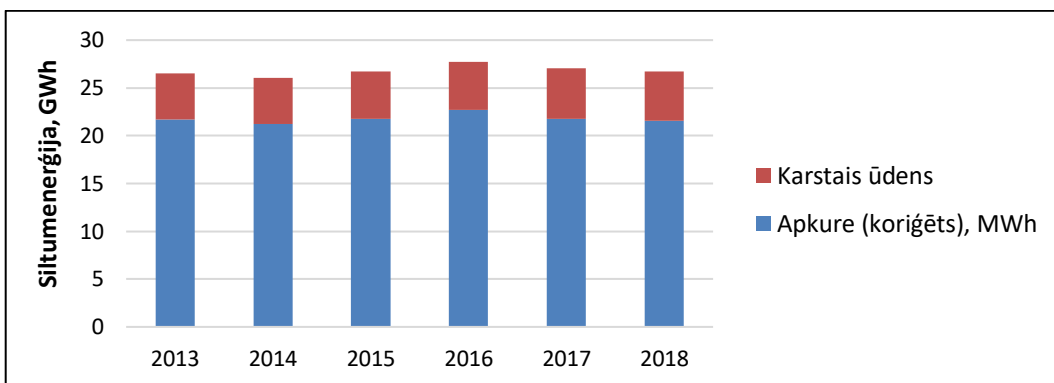
Vidējais šķeldas patēriņš ir 15 081 ber. m<sup>3</sup> gadā. Kurināmo SIA „Vidzemes enerģija” iepērk reizi gadā no viena piedāvātāja. Vidējā abu katlu efektivitāte Nākotnes ielas 7 katlu mājā svārstās 80% robežās. Lietderības koeficienta vērtības ir dotas 3.1.2.tabulā. Šāds lietderības koeficients attiecīgā vecuma katlam ir normas robežās. Jaunu šķeldas katlu lietderības koeficients svārstās robežās no 85 līdz pat 90%.

3.1.3.attēlā ir grafiski attēlota saražotās un iepirktais siltumenerģijas apjomi Gulbenes CSS 2012.-2018.gadā. Kā redzams, tad kopš 2012.gada šī attiecībā ir palielinājusi un 2018.gadā 68% no kopējā siltumenerģijas apjoma tika iepirkta. Kopējais siltumenerģijas apjoms kopš 2015.gada ir nedaudz pieaudzis, ko var skaidrot ar jauniem siltumenerģijas patērētājiem un atšķirībām klimatiskajos apstākļos.



3.1.3.att. Saražotās un iepirktais siltumenerģijas attiecība Gulbenes pilsētas CSS

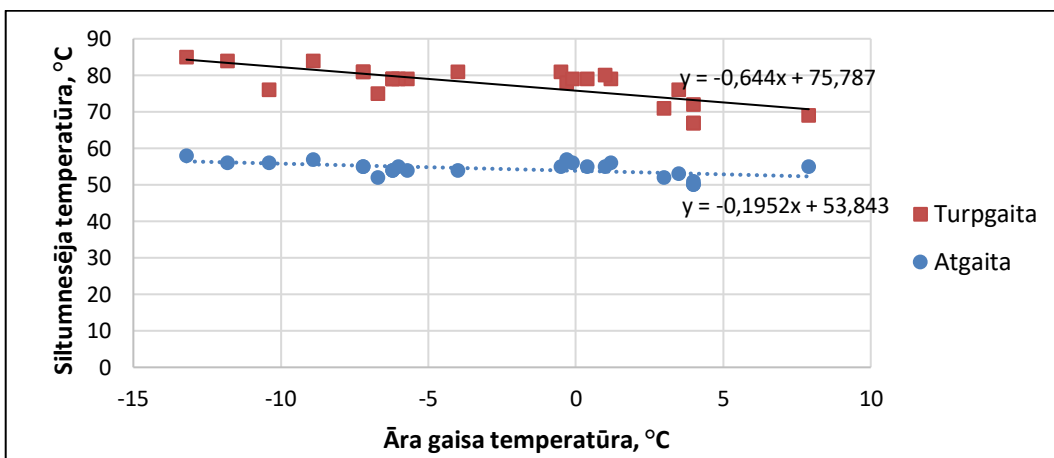
Siltumenerģijas patēriņš ēkās ir atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem. Siltumenerģijas patēriņš apkurei koriģēts atbilstoši klimatiskajiem apstākļiem un rezultāti parādīti 3.1.4. attēlā. Karstā ūdens patēriņš noteikts ņemot vērā vasaras vidējo siltumslodzi un to attiecinot pārējiem gada mēnešiem. Vidējais koriģētais siltumenerģijas patēriņš pēdējo 3 gadu periodā ir 27 166 MWh.



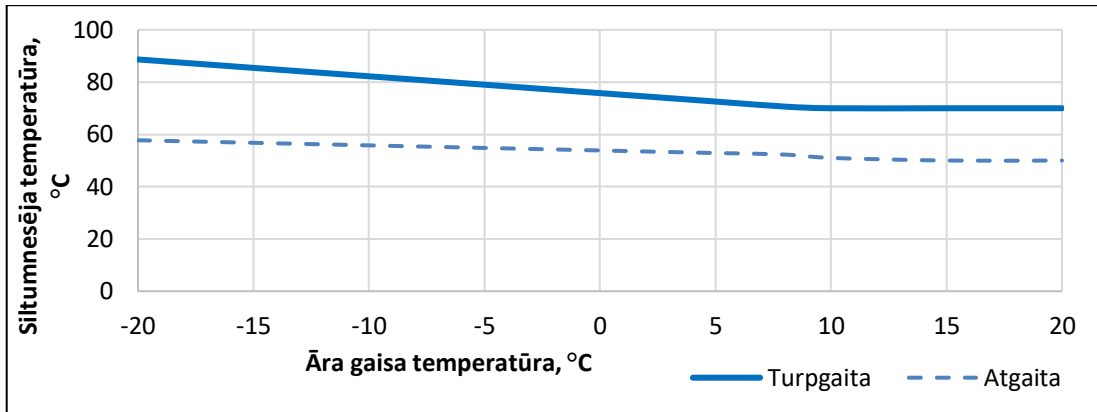
3.1.4.att. Normalizēts siltumenerģijas patēriņš apkurei un karstā ūdens sagatavošanai

*Siltumnesēja temperatūras grafiks*

Veicot pieejamo siltumnesēja temperatūras datu analīzi (3.1.5.att.), tika noteikta turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras korelācija ar attiecīgā perioda vidējo āra gaisa temperatūru. Izmantojot iegūtos regresijas vienādojumus, konstruēts katlu mājas temperatūras grafiks (3.1.6.att.).



3.1.5.att. Turpgaitas un atgaitas plūsmas korelācija ar āra gaisa temperatūru

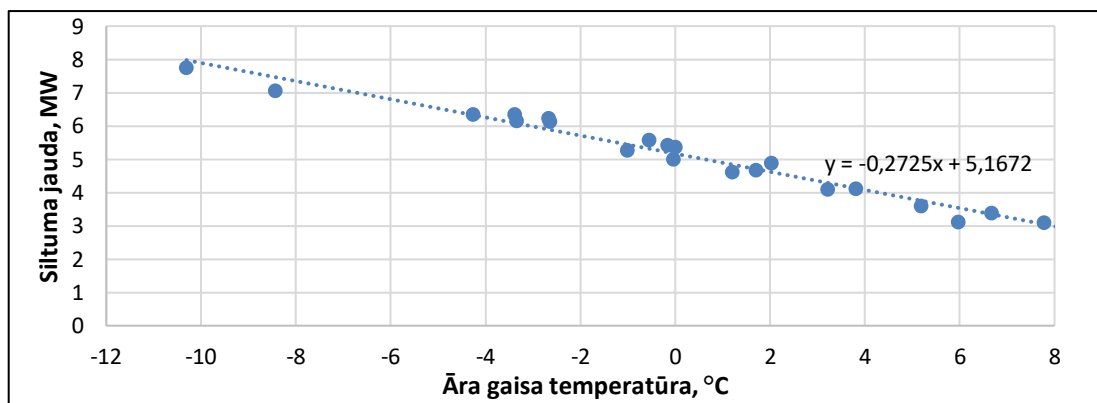


3.1.6.att. Gulbenes CSS temperatūras grafiks

3.1.6.attēlā redzams, ka katlu māja šobrīd darbojas ar temperatūras režīmu 90/60. Lai precīzāk noteiktu turpgaitas un atgaitas plūsmu temperatūras, nepieciešams veikt vēsturisko temperatūras datu saglabāšanu un izvērtēšanu, kas šobrīd nenotiek. Temperatūras grafiks rāda, ka ir iespējama temperatūras starpība 30°C pie āra gaisa temperatūras -20°C. Tomēr apkures sezonas laikā, kad āra gaisa temperatūra ir augstāka, temperatūras starpība sarūk, tiek veikta kvantitatīvā regulēšana un patērēta papildus elektroenerģija tīklu ūdens plūsmas organizēšanai.

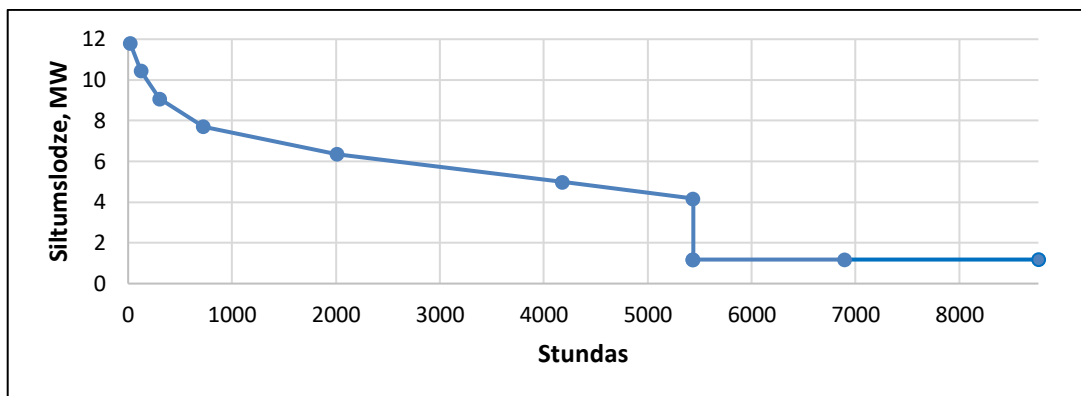
#### Slodžu grafiks

Kopējā uzstādītā jauda katlu mājā Nākotnes ielā 7 ir 10,5 MW, bet SIA "Bioinvest" uzstādītā siltuma jauda koģenerācijas stacijā ir 5 MW. Lai noteiktu uzstādītās jaudas atbilstību faktiskajam siltumenerģijas patēriņam, tika veikta slodžu grafiku analīze (sk.3.1.7.att.).



3.1.7.att. Siltumslodzes un āra gaisa temperatūras korelācija apkures sezonā

Ņemot vērā visu Gulbenes CSS patērētāju siltumenerģijas patēriņa jaudu un faktiskās āra gaisa temperatūras korelāciju, tika sastādīts siltuma slodžu grafiks (skat. 3.1.8.attēlu).

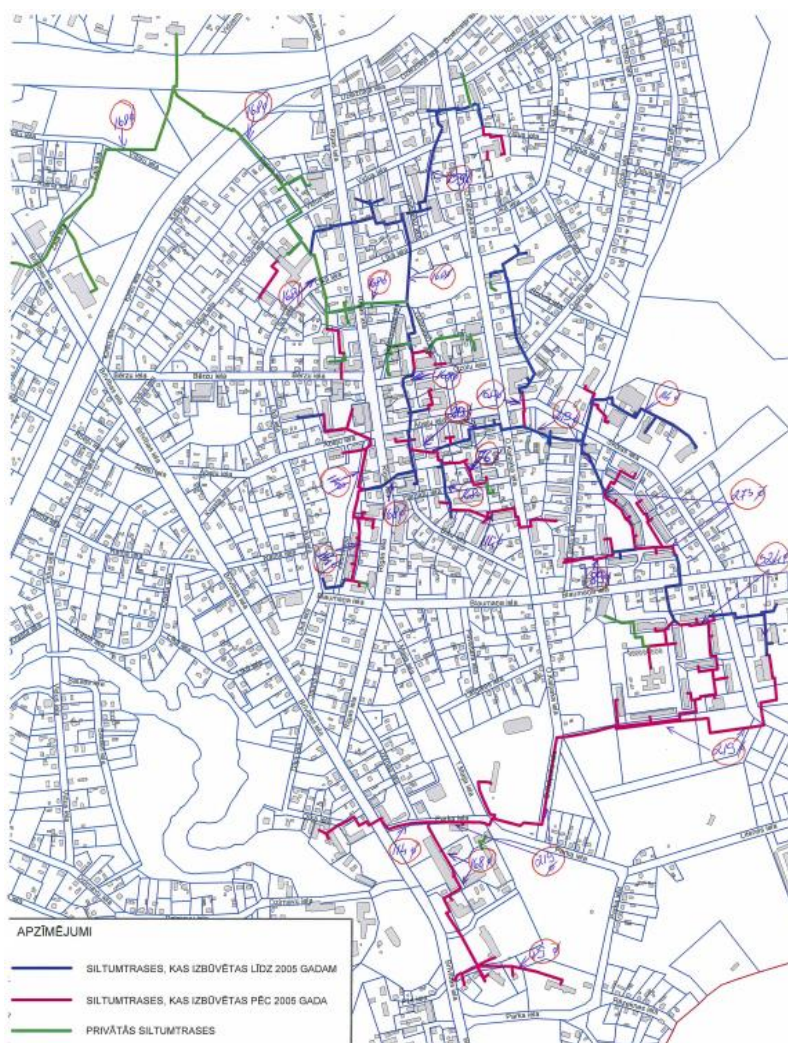


3.1.8.att. Gulbenes pilsētas 2016.-2018.gada vidējais siltuma slodzes grafiks

Kā redzams 3.1.8.attēlā maksimālā slodze pēdējo trīs gadu laikā ir gandrīz 12 MW, ko veido gan apkures, gan karstā ūdens, gan siltumenerģijas zudumu slodze. Vidējā slodze vasaras periodā ir ļoti maza 1,2 MW.

#### Siltumtīkli

Kopējais Gulbenes CSS siltumtīklu garums ir 12,1 km. 81% no siltumtīkliem pieder Gulbenes novada pašvaldībai (9,8 km), bet atlikušie 19% privātajiem uzņēmumiem un SIA „Vidzemes enerģija”.



3.1.9.att. Gulbenes CSS siltumtrases



3.1.9.attēlā ir dota siltumtrašu shēma ar iezīmētajiem privātajiem siltumtīkliem (zaļā krāsā) un pašvaldības siltumtīkliem, kas dalās siltumtrasēs, kas izbūvētas līdz 2005.gadam (zilā krāsā) un pēc 2005.gada (rozā krāsā). 3.1.3.tabulā apkopoti visu cauruļvadu diametri un garumi. Vidējais svērtais siltumtīklu diametrs<sup>3</sup> ir 146 mm.

3.1.3.tabula

Siltumtīklu cauruļvadu diametru un garumu pārskats

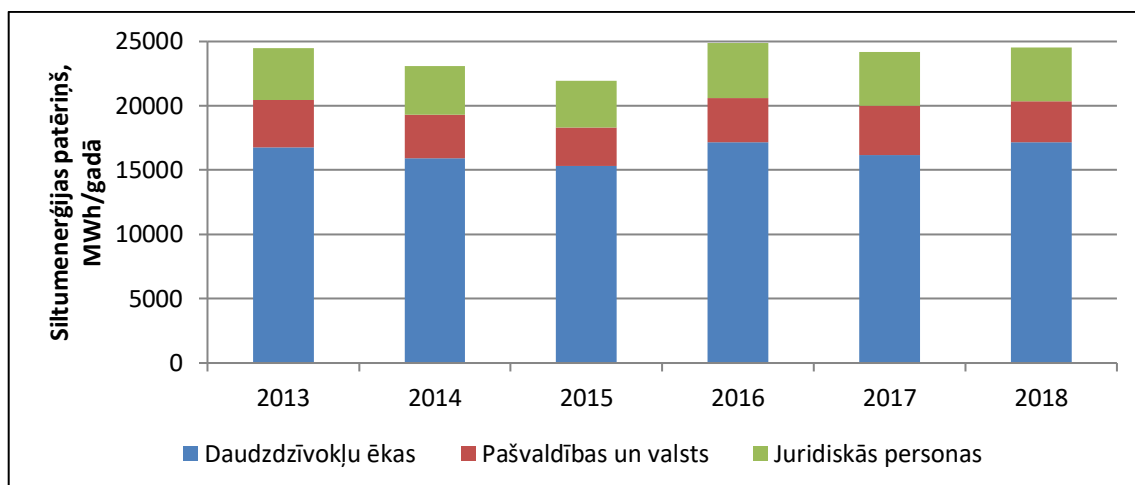
Cauruļvada diametrs, mm	Cauruļvada garums, m
DN323	314
DN273	494
DN219	1537
DN168	3310
DN159	519
DN139	402
DN114	2114
DN108	189
DN89	871
DN76	1258
DN60	721
DN48	191
DN42	157

Balstoties uz SIA „Vidzemes enerģija” informāciju, kopējais rūpnieciski izolēto siltumtīklu apjoms Gulbenes pilsētas CSS ir apmēram 90%. Vidējie siltumenerģijas zudumi siltumtrasēs pēdējo 3 gadu laikā ir bijuši robežās no 18 līdz 20%. Atbilstoši Latvijas normatīviem, siltumenerģijas zudumiem siltumtrasēs vajadzētu būt zem 17%.

#### Patērētāji

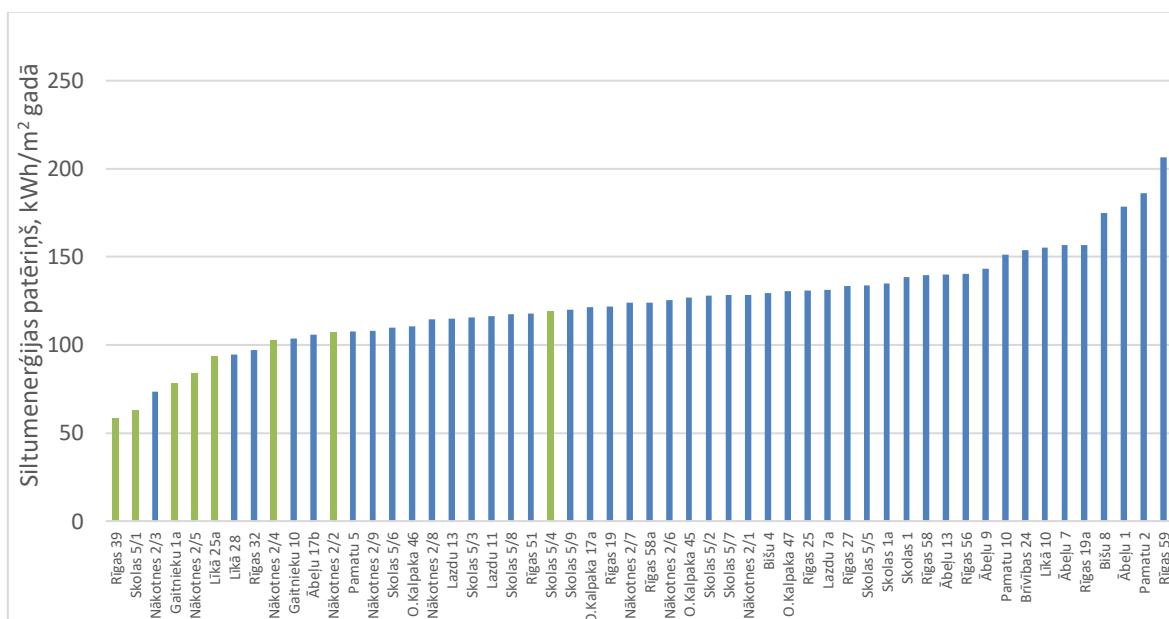
3.1.10.attēlā ir doti siltumenerģijas patēriņa dati par galvenajām patērētāju grupām 2013.-2018.gadā. Lielākā siltumenerģijas patērētāju grupa ir daudzdzīvokļu ēkas, kuru kopējā apkurināmā platība ir 103 tūkstoši m<sup>2</sup>. Otra lielākā patērētāju grupa ir juridiskās personas, kuru apkurināmā platība šobrīd nav zināma.

<sup>3</sup> Noteikts ņemot vērā katra cauruļvada veida garumu



3.1.10.att. CSS siltumenerģijas patēriņš 2013.-2018.gadā

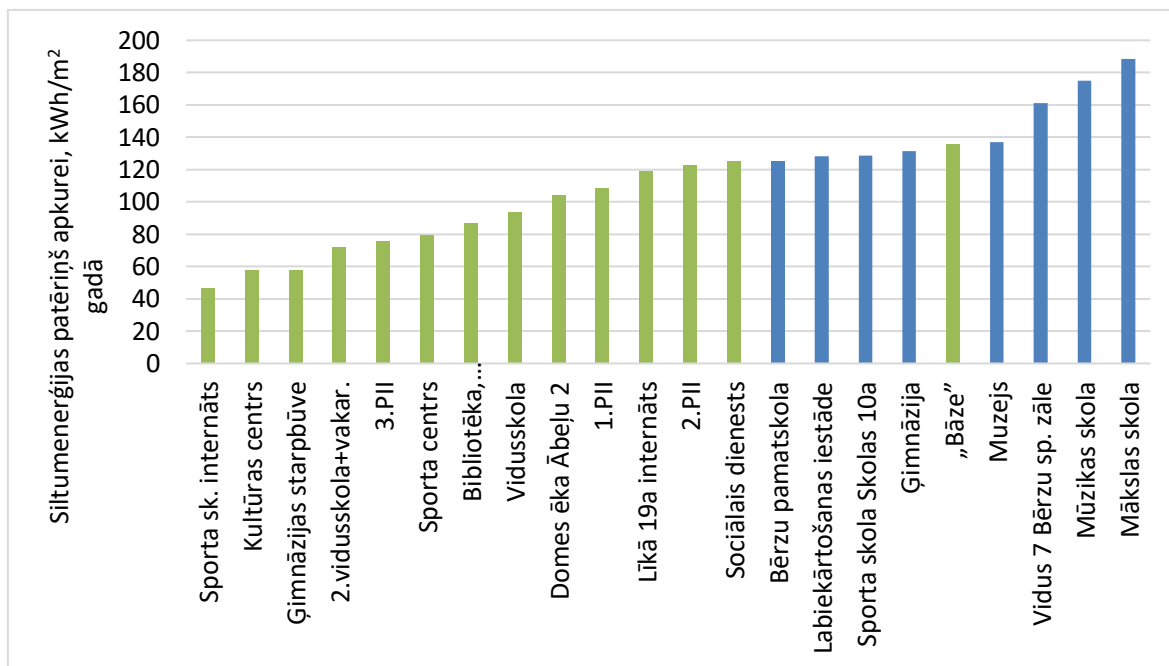
Analizējot īpatnējos siltumenerģijas patēriņus daudzdzīvokļu ēkās, noteikts, ka vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir aptuveni 123 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Kā redzams 3.1.11.attēlā, tad 8 ēkās siltumenerģijas patēriņš apkurei ir zem 100 kWh/m<sup>2</sup> gadā, kas var tikt skaidrots ar to, ka ēkas ir siltinātas (piemēram, ēka Rīgas iela 39).



3.1.11.att. Pēdējo 6 gadu vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei daudzdzīvokļu ēkās. Ar zaļu atzīmētas renovētās ēkas

Kā redzams 3.1.11. attēlā, tad daudzdzīvokļu ēku sektorā ir potenciāls siltumenerģijas patēriņa samazinājumam līdz pat 70 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Vislielākais potenciāls ir ēkām Rīgas ielā 59, Pamatu ielā 2, Ābeļu ielā 1 un citviet.

Pašvaldību ēku īpatnējie siltumenerģijas patēriņi apkurei ir doti 3.1.12.attēlā.

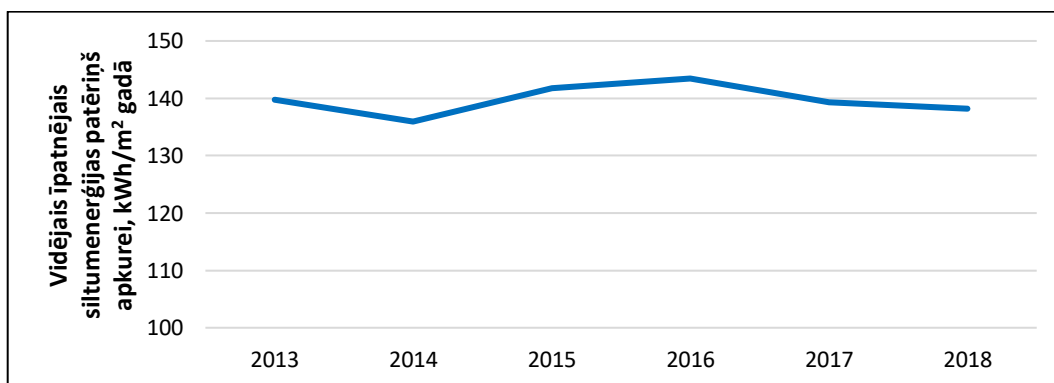


3.1.12.att. Īpatnējie siltumenerģijas patēriņi pašvaldības ēkās

Kā redzams 3.1.12.attēlā, lielākajā daļā pašvaldības ēku jau veikti energoefektivitātes paaugstināšanas darbi. Jauniešu centru "Bāze" var uzskatīt kā renovētu, jo tas ir kultūrvēsturisks piemineklis un tajā veikti visi iespējamie energoefektivitātes pasākumi. Sociālā dienesta ēka pārbūvēta un siltināta 2017. gadā. Vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei pašvaldības ēkās ir 112 kWh/m<sup>2</sup>. Siltināto ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei svārstās no 47 kWh/m<sup>2</sup> līdz 128 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Lai noteiktu iemeslus dažu renovēto ēku augstajam siltumenerģijas patēriņam, būtu nepieciešams veikt papildus izpēti.

### 3.1.2 Siltumenerģijas patēriņa izmaiņu prognoze

Veicot siltumenerģijas patēriņa novērtējumu, tika ņemta vērā ēku energoefektivitātes paaugstināšanas iespēja, kas samazinātu kopējo saražotās siltumenerģijas daudzumu. 3.1.13. attēlā redzams, ka vidējais koriģētais ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei kopš 2003.gada ir samazinājies pavisam nedaudz no 140 kWh/m<sup>2</sup> līdz 138 kWh/m<sup>2</sup>.



3.1.13.att. Vidējā ēku siltumenerģijas patēriņa apkurei izmaiņu tendences Gulbenē

Lai noteiktu siltuma slodzi pēc ēku energoefektivitātes paaugstināšanas, tika pieņemts, ka tiktu siltinātas pašvaldības un daudzdzīvokļu ēkas, kuru īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir virs 140 kWh/m<sup>2</sup> gadā, un to īpatnējais siltumenerģijas patēriņš, veicot attiecīgus renovācijas darbus, samazinātos līdz 90 kWh/m<sup>2</sup>. Šādiem priekšnosacījumiem atbilst 16 daudzdzīvokļu un pašvaldības ēku jeb 13% no kopējā CSA pieslēgto ēku skaita. Jāatzīmē, ka ēku renovācijas ietvaros karstā ūdens patēriņš paliktu nemainīgs. Rezultātā tika noteikts, ka energoefektivitātes paaugstināšanas ietvaros, potenciālais siltumenerģijas patēriņa samazinājums ir aptuveni 1020 MWh gadā jeb 5% no esošā daudzdzīvokļu un pašvaldības ēku patēriņa. Pieņemot, ka par aptuveni 5% varētu samazināties arī uzņēmumiem piederošo ēku siltumenerģijas patēriņš, kopējais potenciālais siltumenerģijas samazinājums energoefektivitātes paaugstināšanās dēļ veido aptuveni 1230 MWh gadā.

Gulbenes pilsētas centrā daudzas ēkas izmanto vietējo vai individuālo apkuri, izmantojot malku, ogles, granulas vai citu kurināmo. Katrs šāds avots rada gaisa piesārņojumu, kā rezultātā pilsētā it īpaši sliktos laika apstākļos rodas augsts emisiju līmenis. Šāda veida problēmas pastāv daudzās Latvijas pašvaldībās, un tās izmanto dažādus risinājumus. Pašvaldība var regulēt jaunu vietēju un individuālu avotu uzstādīšanu ar saistošajiem noteikumiem, kā to dara, piemēram, Rīgas pašvaldība. Otra iespēja ir informēt iedzīvotājus par individuālās siltumapgādes radīto ietekmi uz cilvēku veselību. It īpaši tas ir svarīgi, ja apkures sistēmās tiek izmantota slapja malka. Trešā iespēja ir veicināt iedzīvotājus pieslēgties pilsētas CSS, vienlaicīgi mainot cilvēku priekšstatu par to. Jebkurā pašvaldībā iedzīvotāji skatās ar aizdomām uz siltumapgādes uzņēmumiem. Lai nākotnē saglabātu CSS, ir jārīkojas šobrīd un pašvaldībai un/vai CSS pakalpojuma sniedzējs var, piemēram, iekļaut vietējā avīzē rakstu sēriju par mītiem, kas saistīti ar siltumapgādi.

Pilsētā ir arī ēkas ar esošajiem pieslēgumiem, kuras šobrīd neizmanto CSS pakalpojumus. Lai nodrošinātu ilgtspējīgu Gulbenes pilsētas CSS attīstību, nepieciešams atjaunot siltumenerģijas piegādi ēkās ar esošiem pieslēgumiem un veikt pārrunas ar potenciāliem jauniem patērētājiem, kas atrodas CSS sistēmas tuvumā. Palielinot nodotās siltumenerģijas apjomu, samazināsies fiksētās izmaksas uz vienu realizēto siltumenerģijas vienību. Tas ir svarīgi arī tāpēc, lai samazinātu gaisa piesārņojuma avotu skaitu pilsētā.

3.1.4.tabulā apkopota informācija par potenciālajiem jaunajiem CSA patērētājiem. Tabulā norādīta patērētāju adrese, aptuvenais siltumenerģijas patēriņš, kā arī potenciālais izbūvējamās siltumtrases garums. Ēkas siltumenerģijas patēriņš noteiks, zinot ēkas apkurināmo platību un ēku vidējo īpatnējo siltumenerģijas patēriņu apkurei un karstajam ūdenim Gulbenē, kas ir 150 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Ņemot vērā, ka jaunas siltumtrases izbūve saistīta ar augstām investīcijām, noteikts arī potenciālais siltumenerģijas patēriņa lineārais blīvums katram jaunajam patērētājam vai patērētāju grupai, ja jaunā siltumtrase apvieno vairākas ēkas.

## Pārskats par potenciālajiem patērētājiem

Adrese	Potenciālais patēriņš, MWh/gadā	Potenciālais siltumtrases garums, m	Siltuma patēriņa lineārais blīvums, MWh/m
Brīvības iela 72	258	25	10,3
Rīgas iela 68	76	10	7,6
Baložu iela 4B	333	50	4,1
Baložu iela 4	301	105	
Brīvības iela 56	596	130	3,7
Bērzu iela 17B	30	45	
Bērzu iela 17A	22	20	
Bērzu iela 17C	153	23	
Brīvības iela 16	72	21	3,4
Līkā iela 1A	155	60	1,7
Brīvības iela 44	53	68	
Brīvības iela 42	101	26	
Brīvības iela 42	60	38	
Līkā iela 6A	72	60	
Rīgas iela 65	142	65	1,5
Rīgas iela 69A	8	35	1,2
Robežu iela 8	53	170	
Robežu iela 10	53	33,2	
Robežu iela 12	52	33,2	
Robežu iela 14	46	33,2	
Robežu iela 16	45	33,2	
Robežu iela 18	45	33,2	
Ozolu iela 39	84	23	
Robežu iela 23	125	85	
Kļavu iela 30	51	62	
Robežu iela 20	47	0	
Ozolu iela 74	53	80	
Ozolu iela 76	55	80	
Dzelzceļa iela 1	67	110	
Dzelzceļa iela 8	264	0	
Dzelzceļa iela 1A	54	118	
Blaumaņa iela 1A	105	150	
Blaumaņa iela 1B	133	66	
Miera iela 4	53	157	0,6
Miera iela 1B	45	59	
Miera iela 5	85	90	
Brīvības iela 66A	19	35	0,5
Klēts iela 4	64	140	0,5
Dzelzceļa iela 14	72	180	0,4
Blaumaņa iela 52A	52	220	0,4
Blaumaņa iela 56A	79	141	

3.1.4.tabulā redzams, ka primāri CSA varētu pieslēgt ēkas, kuru siltuma patēriņa blīvums uz izbūvējamās trases garumu ir augstāks par 1,5 MWh/m. Ēku pieslēgšana CSA, kuru siltuma patēriņa blīvums ir robežās no 1 līdz 1,5 būtu padziļināti jāanalizē, bet pārējo ēku pieslēgšana CSA būtu izdevīga tikai gadījumos, ja

jaunizbūvējamajā posmā ir vēl kādi papildus patērētāji. Līdz ar to, tiek pieņemts, ka potenciālais siltumenerģijas patēriņa pieaugums no jauniem patērētājiem varētu būt no 2400 līdz 3700 MWh gadā.

Viena no barjerām, kas kavē iedzīvotājus pieslēgties CSS ir augstās investīcijas, kas saistītas ar siltumtīklu un individuālo siltummezglu (ISM) izbūvi. Pastāv vairākas iespējas, kā segt izmaksas jaunu patērētāju pieslēgšanai:

- CSS uzņēmums samaksā par siltumtrasēm līdz patērētājam un tās iekļauj tarifā (vairāk MWh par tām pašām nemainīgajām izmaksām), izmaksas par ISM uzstādīšanu apmaksā patērētājs;
- CSS var piedāvāt arī uzstādīt ISM, bet šīs izmaksas netiek iekļautas tarifā un CSS piestāda rēķinu mēnesī/gadā attiecīgajam patērētājam (līzings tipa līgums);
- patērētājs pats sedz gan siltumtrašu investīcijas, gan ISM iegādes un uzstādīšanas izmaksas, bet šis risinājums netiek ieteikts.

Nemot vērā augstāk minētos aspektus par ēku energoefektivitātes pieaugumu un potenciālo jauno patērētāju pieslēgšanu CSA, tālāko alternatīvu izvērtējumā tiek pieņemts, ka siltumenerģijas patēriņš Gulbenē varētu pieaugt par aptuveni 1051 MWh.

### **3.1.3 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums**

#### *Efektīva siltuma ražošanas no atjaunojamajiem energoresursiem*

Gulbenes CSS jau šobrīd visa siltumenerģija tiek saražota izmantojot atjaunojamo energoresursu – koksni, taču lai efektīvi izmantotu kurināmo, jānodrošina maksimāla siltuma ražošanas efektivitāte.

Pēdējos gados biomasas sadegšanas tehnoloģijas ir būtiski attīstījušās. Siltuma ražošanas efektivitāte ir pieaugusi, attīstoties koksnes kurināmā koģenerācijas stacijām. Viens no nesenākajiem apspriestajiem risinājumiem koģenerācijas efektivitātes palielināšanai ir siltuma akumulācijas sistēmas integrāciju. Simulācijas ir parādījušas, ka siltuma akumulācijas sistēmu integrācija var palielināt kopējo enerģijas ražošanas efektivitāti par aptuveni 8 %, ja ir pietiekams uzglabāšanas apjoms [34]. Inovatīvas tehnoloģijas (piemēram, elektrostatiskie attīrītāji, mitrā attīrīšana) var arī samazināt cieta daļiņu emisiju līmeni, kas koksnes sadegšanas gadījumā tiek uzsvērta kā problēma cilvēku veselībai [35].

SIA "Vidzemes Enerģija" katlu mājā kā kurināmais tiek izmantota šķelda. Šķeldas vidējais mitruma saturs ir 40-60%. Tas nozīmē, ka liela daļa saražotās siltumenerģijas tiek patērēta mitruma izvaicēšanai no kurināmā. Izvaicētais mitrums tvaika veidā tiek emitēts atmosfērā. Kā iespēja siltuma ražošanas efektivitātes paaugstināšanai ir kondensācijas tipa ekonomaizera vai dūmgāzu kondensatora uzstādīšana. Kā siltumnesējs ekonomaizerī tiek izmantots siltumtīklu atgaitas ūdens no centralizētā siltumtīkla. Ieejot ekonomaizera sekcijās, ūdens sasilst, „paņemot” dūmgāzu fizisko un kondensācijas siltumenerģiju, un atgriežas kopējā siltumtīkla atgaitas kolektorā, kurš apvieno visu siltumtīklu atgaitas ūdeni [4]. Dūmgāzu dzesēšanas procesā izdalās:

- fiziskais siltums – dūmgāzu entalpiju starpība pie dūmgāzu ieejas temperatūras 160-180°C un dūmgāzu izejas temperatūras 40-50°C
- kondensācijas siltums – siltums, kas izdalās ūdens tvaika dzesēšanas procesā, tvaika temperatūrai esot zemākai par rasas punktu (57-58°C).

Pie tam dūmgāzu dzesēšanas procesā tie samazinātas cieta daļiņu emisijas. Dūmgāzu kondensators uzlabo tehniski ekonomiskos radītājus sekojošos virzienos:

- paaugstina siltumenerģijas ražošanas sistēmas lietderības koeficientu;

- palielina dūmgāzu tīrības pakāpi no cietām daļiņām (samazina izmešus);
- samazina saražotās siltumenerģijas pašizmaksu.

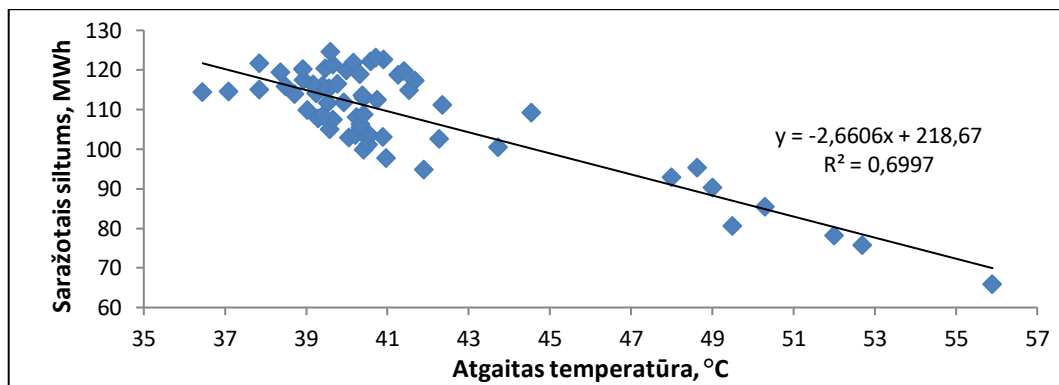
Limitējošs faktors, kas nosaka dūmgāzu kondensatora jaudu, ir komplektācijā esošais siltummainis un dūmvada šķērsriezuma laukums.

Dūmgāzu kondensatora jauda atkarīga no vairākiem faktoriem:

- atgaitas temperatūras – jo zemāka, jo efektīvāks kondensators
- kurināmā mitrums – jo augstāks, jo efektīvāks kondensators
- dūmgāzu temperatūras – jo augstāka, jo efektīvāks kondensators

Darbināšanas izmaksas ir saistītas ar sistēmā iesmidzināmā NaOH iegādi un elektroenerģijas patēriņu papildus uzstādīto sūkņu darbināšanai.

Dūmgāzu kondensatora darbību būtiski ietekmētu temperatūras režīma pazemināšana. Attēlā zemāk redzama sakarība starp tīkla ūdens atgaitas temperatūru un saražoto siltumenerģijas daudzumu ekonomaiērī konkrētā siltuma centrālē. Attēlā redzamo vienādojumu, kas raksturo efektivitātes pieaugumu atkarībā no atgaitas temperatūras, iespējams izmantot, izvērtējot siltumapgādes sistēmu darbību pie dažādām atgaitas temperatūrām.

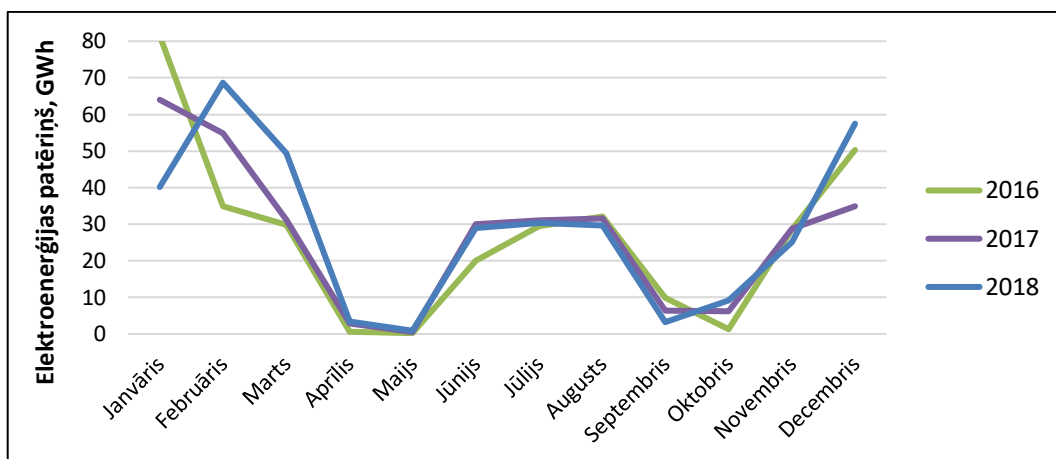


3.1.14.att. Piemērs dūmgāzu kondensatora darbībai atkarībā no atgaitas temperatūras [4]

Lai paaugstinātu atjaunojamo energoresursu īpatsvaru kopējā siltuma ražošanas bilancē, kā alternatīva tiek analizēta saules enerģijas izmantošana. Saules enerģija ir visizplatītākais energoresurss uz zemes. Stundas laikā zemes virsma spēj saņemt enerģijas daudzumu, ko visi pasaules iedzīvotāji patērētu gada laikā. Salīdzinājumā ar fosilo kurināmo, kā arī biokurināmo (biomasa), saules enerģija ir oglekļa dioksīda CO<sub>2</sub> neitrāls siltumenerģijas ieguves avots. Tādējādi saules enerģijas izmantošana rada mazāku negatīvo ietekmi uz oglekļa dabīgo aprites ciklu, jo nav nepieciešams sadedzināt kurināmo, lai iegūtu siltumenerģiju vai elektroenerģiju [38].

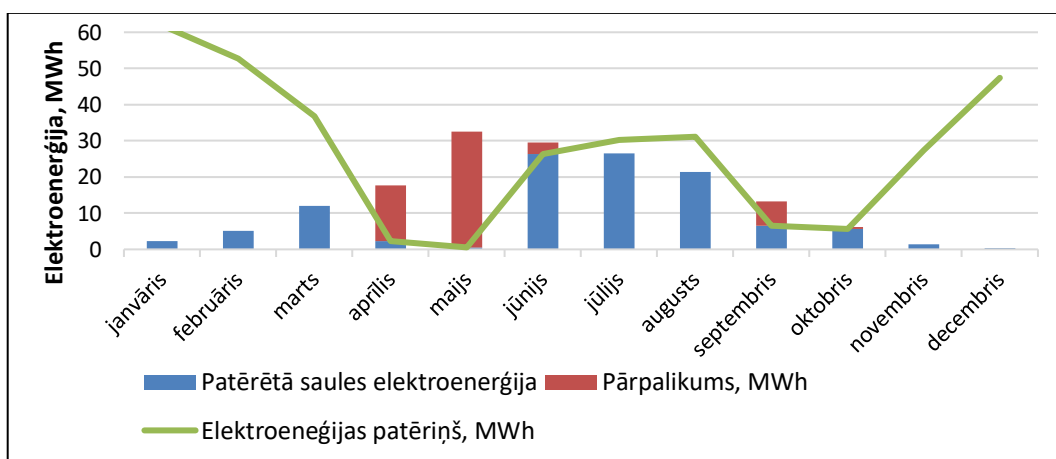
Ar saules enerģiju iespējams ražot gan siltumenerģiju izmantojot saules kolektorus, gan elektroenerģiju ar saules paneļiem. Tā kā Gulbenes pilsētā primāri jāizmanto pieejamie siltumenerģijas pārpalikumi no ražošanas uzņēmuma, saules kolektoru lauka uzstādīšana siltuma ražošanai vasaras periodā netiek padziļināti apskatīta.

3.1.15.attēlā parādīts katlu mājas elektroenerģijas patēriņš mēneša griezumā pēdējos trīs gados. Redzams, ka elektroenerģijas patēriņš ievērojami samazinās aprīļa, maija, septembra un oktobra mēnešos, kad katlu māja nedarbojas un lielākā daļa siltumenerģijas tiek iepirkta.



3.1.15.att. Nākotnes ielas katlu mājas elektroenerģijas patēriņš

Nepieciešamais saules paneļu laukums aprēķināts balstoties uz vasaras katlu mājas elektroenerģijas patēriņu un globālo saules radiāciju mēneša griezumā Vidzemes reģionā, kas noteikta saskaņā ar meteoroloģiskajiem novērojumiem [39]. Optimāla saules elektrostacijas jauda būtu 170 kW, ko nodrošinātu 1000 m<sup>2</sup> paneļu efektīvā laukuma uzstādīšana. Šāds saules paneļu laukums pie vidējās saules radiācijas un kopējās efektivitātes 17%, gadā spētu saražot 168 MWh elektroenerģijas.



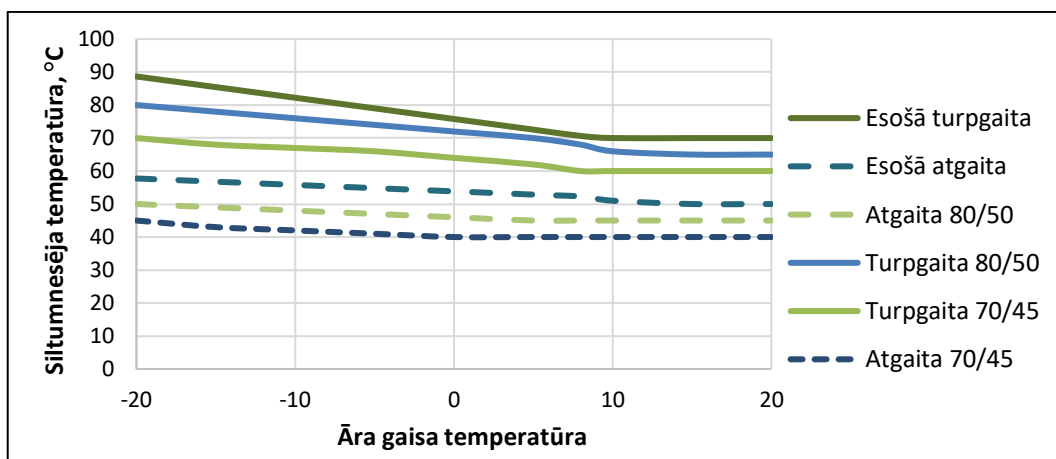
3.1.16.att. Vidējais katlu mājas elektroenerģijas patēriņš, patērētā saules elektroenerģija un saules elektroenerģijas pārpalikums

Tomēr kā redzams 3.1.16 attēlā, daļa (58 MWh) no saražotās elektroenerģijas veidots kā pārpalikums, kad katlu māja nestrādā pavasara un rudens periodā. Šo "lieko" elektroenerģiju iespējams pārveidot siltumenerģijā siltuma slodzes segšanai izmantojot elektrisko boileri vai siltumsūkni, kam būtu augstākas izmaksas. Saules elektrostacijas uzstādīšana ir izmaksu ziņā efektīvāka pie nosacījuma, ka katlu māja darbojas nepārtraukti, bez 4 mēnešu pārtraukuma.

#### Siltumtīklu temperatūras pazemināšana

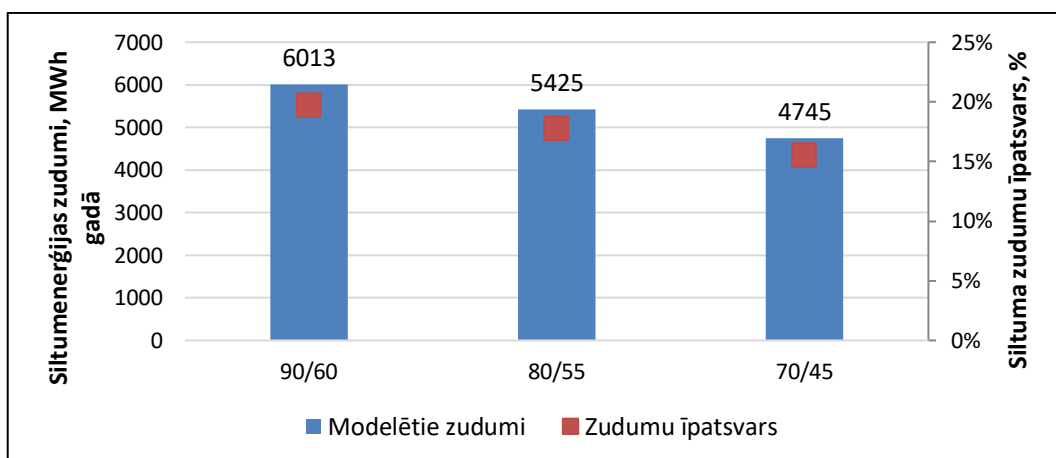
Lai samazinātu siltuma pārvades zudumus, kā galvenais stratēģiskās attīstības virziens Gulbenes CSA ir jāvirza pakāpeniska siltumtīklu temperatūras pazemināšana. Potenciālie pazeminātie temperatūras grafiki (80/55 un 70/45) ir parādīti 3.1.17.attēlā.





3.1.17.att. Potenciālie temperatūras grafiki

Ņemot vērā Gulbenes CSA siltumtīklu garumus, diametrus un tehnisko stāvokli, tika izveidots siltumtīklu modelis, kas ļauj noteikt siltumenerģijas zudumus pie dažādiem temperatūras grafikiem (sk.3.1.18.att.).



3.1.18.att. Modelētie siltumenerģijas zudumi un to īpatsvars pret esošo tīklos nodoto siltumenerģijas daudzumu pie dažādiem temperatūras grafikiem

Šobrīd trīs gadu vidējie siltumenerģijas zudumi sastāda 6014 MWh gadā jeb 20% no saražotās siltumenerģijas. Turpgaitu samazinot līdz 80°C un pielāgojot temperatūras grafiku, kopējie siltuma zudumi samazinātos līdz 5425 MWh, bet temperatūras grafika 70/45 ieviešana ļauj ietaupīt 1298 MWh gadā uz siltuma zudumu rēķina. Pie pazeminātā temperatūras grafika, siltuma zudumu īpatsvars samazinās līdz 16% no šobrīd tīklos nodotā siltuma daudzuma. Galvenais uzdevums, pazeminot temperatūru siltumtīklos, ir nodrošināt maksimāli augstu turpgaitas un atgaitas temperatūras starpību, lai nebūtu nepieciešams paaugstināt siltumnesēja plūsmas ātrumu, kas rezultētos augstākā elektroenerģijas patēriņā.

Vasaras periodā iespējams paaugstināt turpgaitas temperatūru, lai nodrošinātu likumdošanā noteikto karstā ūdens temperatūru 55°C patērētāja izvadā. Lai nodrošinātu higiēnas prasības, šobrīd MK noteikumi Nr.332 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 221-15 "Ēku iekšējais ūdensvads un kanalizācija"" nosaka, ka karstā ūdens temperatūrai ūdens izdales vietā (t. sk. katrā dzīvoklī) jābūt ne zemākai par 55 °C un ne augstākai par 70 °C. Zemāka karstā ūdens temperatūra noteikta bērnodārzos (38°C) [53]. Šādas normas pieņemtas, lai samazinātu legionelozes risku un novērstu Legionellas baktēriju

rašanos karstā ūdens sagatavošanas sistēmā. Legionellas baktēriju risks tiek novērsts, ja karsta ūdens temperatūra ir virs 50°C.

Tomēr neskaitot temperatūras paaugstināšanu, ir arī citi aspekti, kas ietekmē baktēriju rašanos – karstā ūdens sagatavošanas sistēmas risinājums (cauruļvadu izvietojums un cirkulācija, cauruļvadu diametri un materiāls), cauruļvadu vecums, samērīgums, mikroorganismu bioplēves esamību u.c. Pastāv vairākas metodes Legionellas baktēriju novēršanai- termālā, ķīmiskā, fizikālā un cita veida apstrāde. Šīs metodes vai nu iznīcina baktērijas ūdenī vai novērš to vairošanos.[54] Šie risinājumi ir jāizskata individuāli, konkrētai ēkai.

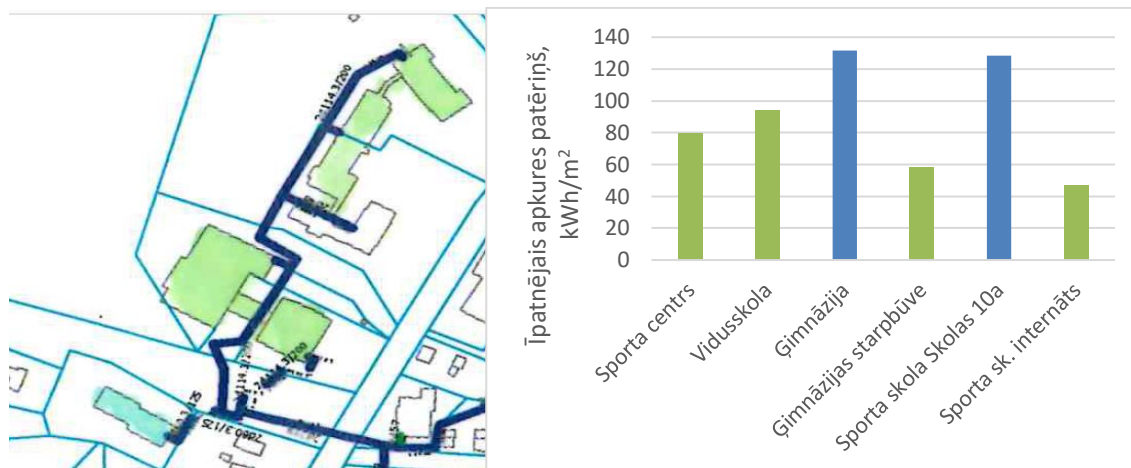
Apbūves teritorijās, kurās atrodas nerenovētas ēkas ar augstu siltumenerģijas patēriņu un augstas temperatūras radiatoru apkuri pastāv ierobežotas iespējas samazināt apkures tīkla temperatūru. Tomēr to var izdarīt līdz noteiktam punktam, sekojošu apsvērumu dēļ:

- ēkās uzstādītie apkures radiatori bieži vien ir lielāki nekā nepieciešams;
- lielā daļā ēku veikti nelieli energoefektivitātes uzlabojumi (logu nomainīšana, gala sienu siltināšana, jumta pārsegumu siltināšana), kas samazina ēkas siltuma nepieciešamību.
- pīķa slodzes laikā siltumtīkli var darboties elastīgā režīmā un paaugstināt siltumnesēja temperatūru;
- ēkās uzstādītie siltummezgli ne vienmēr tiek atbilstoši iestatīti un regulēti.

Šobrīd Gulbenes CSA netiek analizētas turpgaitas un atgaitas plūsmas izmaiņas. Turpgaitas temperatūra tiek regulēta atkarībā no āra gaisa temperatūras, bet neņemot vērā siltumenerģijas patēriņa izmaiņas dienas griezumā. Izmantojot temperatūras optimizācijas programmas, piemēram, hidrauliskās modelēšanas rīkus, iespējams simulēt plūsmu, spiedienu un temperatūras uzvedību siltumtīklos un optimizēt sistēmas darbību atbilstoši reāllaika rādītājiem.

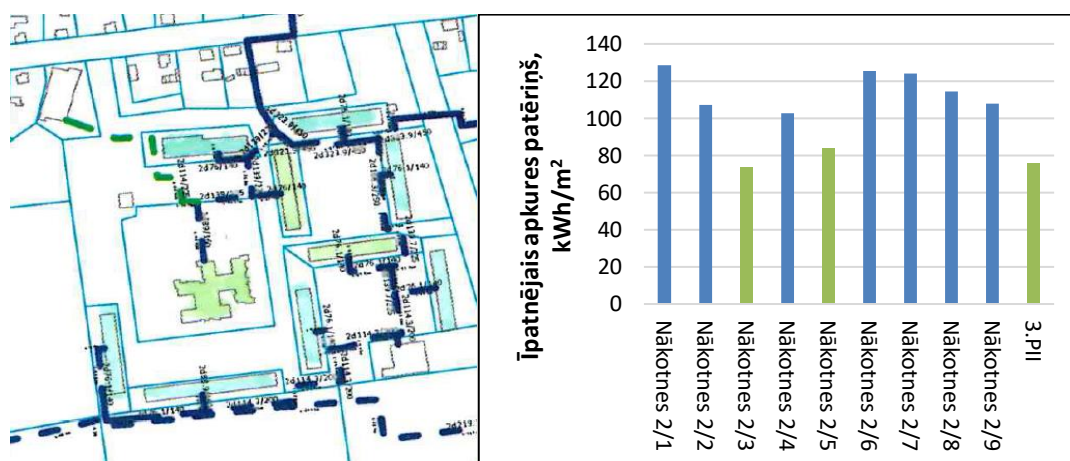
Siltumtīklu temperatūru vieglāk pazemināt jauktas apbūves teritorijās, kur atrodas renovētas un nerenovētas ēkas, kas piemērotas enerģijas kaskāžu izmantošanai- atgaitas plūsma no nerenovētam ēkām tiek izmantota kā turpgaitas plūsma energoefektīvās ēkās [40]. Šāda teritorija identificēta Skolas ielas mikrorajona siltumtrases atzarā, kur izvietotas vairākas pašvaldības ēkas un viena daudzīvokļu ēka. Kā redzams 3.1.19.att. četras no septiņām šī atzara ēkām ir renovētas un ar nelielu siltumenerģijas patēriņu. Daudzīvokļu ēkā Skolas ielā 8A apkure tiek nodrošināta tikai daļā no ēkas. Ja pēc renovācijas sildķermeņi ēkās nav nomainīti vai uzstādīti neņemot vērā jaunās ēkas siltuma prasības, tad tie ir viegli pielāgojami zemas temperatūras sistēmai vai atgaitas plūsmas izmantošanai.

Ņemot vērā mikrorajona siltumtrašu izmērus, stāvokli un diametrus noteikts, ka temperatūras pazemināšana šajā posmā no 90/60 uz 80/50 sniegtu 46 MWh siltuma zudumu samazinājumu, bet tālāka pazemināšana līdz 70/45 – gandrīz 100 MWh ietaupījumu gadā.



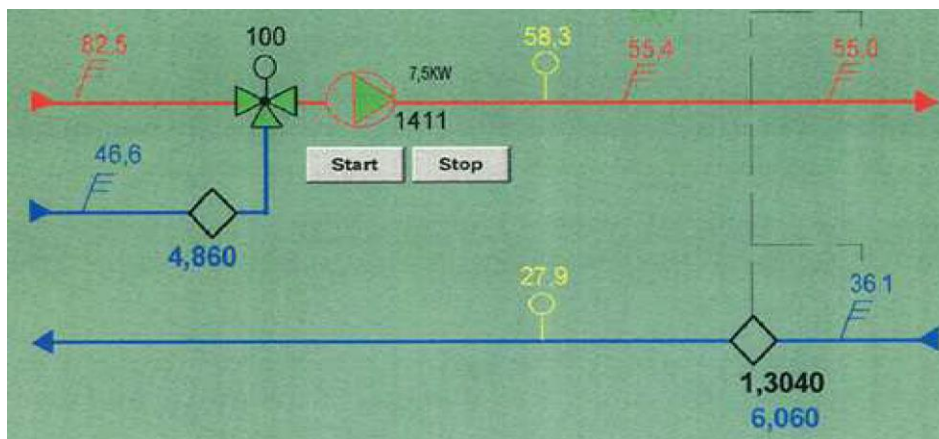
3.1.19.att. Skolas ielas ēku novietojums un īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei. Ar zaļu atzīmētas renovētās ēkas

Vēl viens jaukta tipa ēku atzars identificēts Nākotnes ielā, kur atrodas 9 daudzdzīvokļu ēkas, no kurām divas ir renovētas, un siltināts bērnodārzs (sk.3.1.20.att.). Mikrorajonam ir vairāki savienojošie mezgli ar pārējo CSA siltumtīklu, līdz ar to, iespējams vieglāk variēt ar siltumnesēja plūsmu izmantošanu.



3.1.20.att. Skolas ielas ēku novietojums un īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei. Ar zaļu atzīmētas renovētās ēkas

Tehnoloģiskais risinājums temperatūras pazemināšanai šāda veida jauktos mikrorajonos ir jaunas sajaukšanās stacijas izveidošana, kurā tiek pazemināta temperatūra. Šādas sajaukšanās stacijas var projektēt dažādi, bet viens no risinājumiem ir tajā apvienot 2 dažādas plūsmas – esošās CSA atgaitas plūsmu kā pamatplūsmu zemas temperatūras ēkām, kas nepieciešamības gadījumā tiek sajaukts ar augstas temperatūras turpgaitas plūsmu (sk. 3.1.21.att.). Apakšstacijas parasti tiek aprīkotas ar īpašiem spiediena paaugstināšanas sūkņiem, lai paaugstinātu spiedienu un nodrošinātu lielāku plūsmas ātrumu. Galvenais ieguvums no atgaitas plūsmas izmantošanas kā turpgaitu energoefektīvās ēkās un lielāka temperatūras starpības nodrošināšana siltumtīklos un patērētāju nodrošināšana ar siltumu bez papildus jaudu uzstādīšanas.



3.1.21.att. Trīs plūsmu sajaukšanās stacijas tehnoloģiskā risinājuma piemērs [41]

Par optimālu sildelementu izvēli zemas temperatūras CSS gadījumā veikti vairāki pētījumi, jo tas ir būtisks faktors, kas ietekmē šādu sistēmu attīstību [55-57]. Ja Gulbenes CSA tiek integrētas jaunbūves vai jaunu ēku mikrorajoni, tad šādās platībās jau izsniedzot siltumapgādes tehniskos noteikumus var paredzēt zemāku turpgaitas temperatūru, kurai atbilstoši var projektēt ēkas iekšējās apkures sistēmas. Zemas temperatūras siltumapgādes sistēmas gadījumā pie patērētāja iespējams uzstādīt dažādus sildelementus [58]:

- Radiatorus ar lielāku sildvirsmas izmēru;
- Radiatorus ar papildus ventilācijas iekārtu;
- Apsildāmās grīdas, griestus un/vai sienas.

Projektējot apkures sistēmu jaunās ēkās un izvēloties kā sildelementus izmantot radiatorus, to izmērs tiek noteikts balstoties uz siltumnesēja un iekštelpu temperatūras starpību. Ja šī temperatūru starpība tiek samazināta, būtu nepieciešams palielināt sildvirsmas lielumu, lai telpā atdotu pietiekamu siltuma daudzumu [58]. Tomēr daudzos gadījumos ēku apkures projektēšanas posmā izvēlēto radiatoru izmērs tiek noteikts lielāks nekā nepieciešams [59]. Šādos gadījumos pāreja uz zemas temperatūras siltumapgādes sistēmu neradītu nepieciešamību mainīt sildelementu izmēru. Šāda situācija jau novērtēta mājokļos Somijā. [55]

Cits risinājums ir izvēlēties inovatīvu radiatoru risinājumu, kurš aprīkots ar ventilācijas iekārtu aiz tās. Ventilators nodrošina piespiedu konvekciju caur radiatora virsmu un tādā veidā iespējams izmantot siltumnesēju ar zemāku temperatūru. Pētījumos pierādīts, ka cauri radiatoram plūstošais gaiss var uzsilt par aptuveni 30 grādiem [56]. Zviedru pētījumā pierādīts [56], ka līdzvērtīgi siltumatdeves rādītāji novērojami pie siltumnesēja temperatūrām gan 55°C, gan 35°C. Attīstoties zemas temperatūras siltumapgādes sistēmām, attīstās arī radiatoru darbības rādītāji. Piemēram, zviedru zinātnieki strādā pie jauna radiatoru dizaina, kura siltumatdeves koeficients ir daudz augstāks, līdz ar to iespējams izmantot zemāku siltumnesēja temperatūru [57].

Būvējot jaunas ēkas ar zemu siltumenerģijas patēriņu, aizvien biežāk telpu apsildei izmanto tādas apkures elementus, kā apsildāmās grīdas, sienas un/vai griestus. Šādu sildķermeņu darbībai optimāla siltumnesēja temperatūra ir 35-45 grādi. Ja ēka ir pieslēgta CSS ar standarta temperatūras grafiku, siltumnesēja temperatūra šādiem sildelementiem ir pārāk augsta. Ēkās, kurās patērētājs vēlas izvietot šādus sildķermeņus, nepieciešams papildus kontūrs, kurā siltumnesēja temperatūra tiek pazemināta vai nepieciešams izvēlēties elektriski apsildāmās grīdas, sienas vai griestus [55].

Ja sildķermeņi ēkās ir uzstādīti ar lielāku sildvirsmu nekā nepieciešams vai iekšējā apkures sistēma nav mainīta pēc ēkas renovācijas, sildelementu pielāgošana zemas temperatūras CSS nav nepieciešama, jo to pašu siltuma daudzumu ēkai var nodot ar esošo sildvirsmu. To pierāda arī Staru un Lejasciemā darbojošās CSS sistēmas, kurās turpgaitas temperatūra ir samazināta bez sildķermeņu pielāgošanas.

Siltumtīklu temperatūras pazemināšana jāveic pakāpeniski, ilgtermiņā pielāgojot esošās ēkas, siltummezgls un siltumtīklus zemākas temperatūras siltumnesējam.

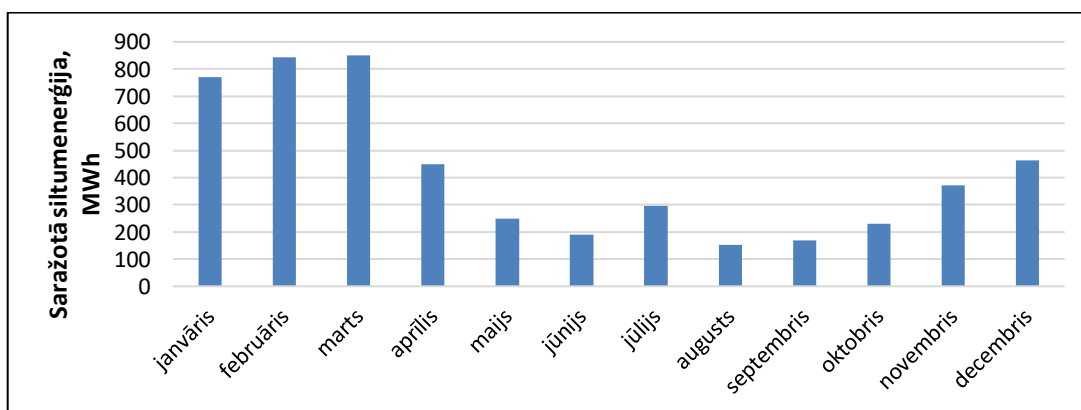
### *Siltuma pārpalikumu integrēšana*

Padziļināti analizēta siltuma pārpalikumu integrēšana CSS no lielākā kokapstrādes uzņēmuma Gulbenē SIA "Konto". Uzņēmums laika posmā no 2006. līdz 2013.gadam piegādāja siltumenerģiju pilsētas CSS, līdz ar to, uzņēmuma teritorijā ir saglabājies siltummezgls un siltumtrase un nebūtu nepieciešamas papildus investīcijas pārvades sistēmas izveidei.

Uzņēmumā siltuma ražošanai uzstādīts firmas UNIKONFORT apkures katls BIOTEC/G-300, kura jauda 3,00 MW. Katls uzstādīts 2006.gada nogalē. Siltumenerģija tiek ražota izmantojot šķeldu un koksnes atlikumus. Aptuveni 60-80% no saražotās siltuma tiek novadīts koksnes žāvēšanas procesam, bet pārējo izmanto ēku apkures nodrošināšanai un karstā ūdens sagatavošanai.

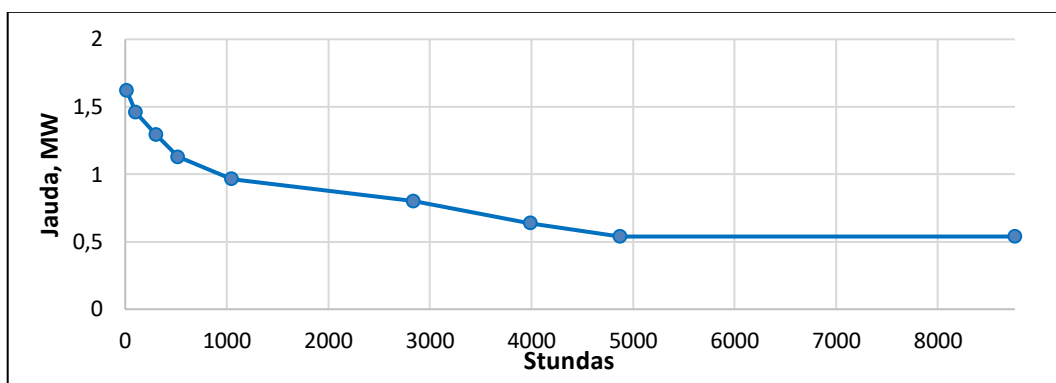
Žāvēšanas process notiek kopā 6 žāvēšanas kamerās ar kopējo teorētisko koksnes ietilpību aptuveni 500 m<sup>3</sup>. Žāvēšanas process katrā kamerā notiek nepārtrauktā režīmā līdz brīdim, kamēr koksnes mitrums ir sasniedzis 6-8%. Dīkstāvi žāvēšanas procesā parasti sastāda tas laiks, kamēr kamerā tiek nomainīta-izžāvēta koksne pret jaunu, nežāvētu koksni. Vasaras periodā šī dīkstāve ir garāka, bet ziemas periodā īsāka- vidēji gadā dīkstāve sastāda 15-25% no kopējā gada dienu skaita. Žāvēšanas procesa sākuma periodā tiek uzsildīta pati kamera un tajā ievietotie kokmateriāli līdz 60°C temperatūrai. Uzsildīšanas fāze parasti ilgst 1 līdz 2 diennaktis. Šajā periodā žāvētava ar tajā ievietoto koksni paņem tai nepieciešamo maksimālo siltuma daudzumu. Kad žāvēšanas pirmā fāze ir beigusies un kamera ir uzsildīta, tad žāvēšana pāriet nākamajā, t.i. mierīgajā stadijā, kad lēnām no koksnes tiek izvadīts liekais mitrums. Šīs fāzes ilgums, atkarībā no dēļu biezuma, ir apmēram no 8 līdz 20 diennaktīm. Šajā periodā tiek uzturēta kameras temperatūra 60°C, bet pakāpeniski samazinās mitruma daudzums. Žāvēšanas procesā kā siltuma nesējs tiek izmantots karstais ūdens katlu mājas. Padeves temperatūra ir 95°C, bet atpakaļgaitas temperatūra ir 70°C.

SIA "Konto" 2018.gadā kopumā saražoja 5036 MWh siltumenerģijas. Kā redzams 3.1.22.attēlā, vasaras periodā tiek saražots un patērēts ievērojami mazāks siltumenerģijas daudzums –aptuveni 200 MWh mēnesī, bet ziemā ap 660 MWh mēnesī.



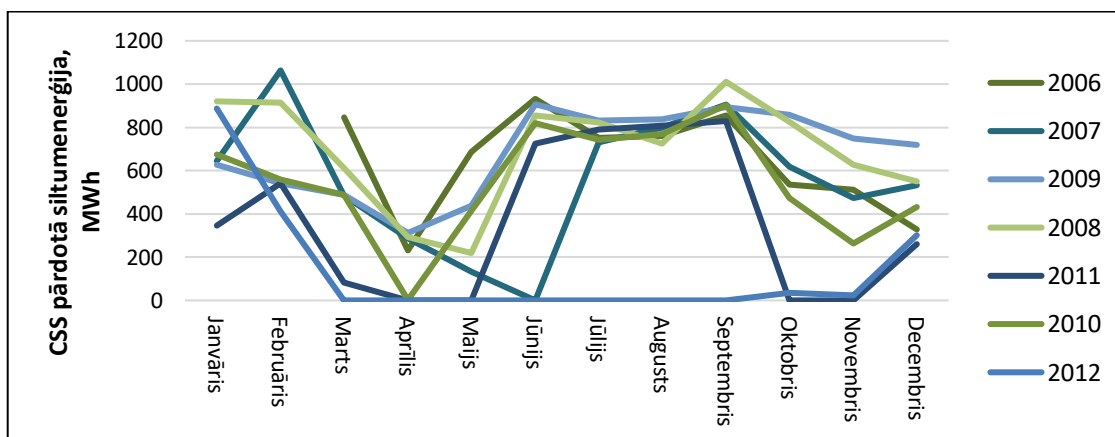
3.1.22.att. SIA Konto saražotā siltumenerģija 2018. gadā

Atbilstoši iegūtajiem izejas datiem par saražotās siltumenerģijas daudzumu 3.1.23.attēlā parādīta uzņēmuma modelētā siltuma slodze. Redzams, ka maksimālā slodze sasniedz aptuveni 1,6 MW, bet vasaras slodze – 0,6 MW.



3.1.23.att. SIA Konto modelētā siltumslodze

Uzņēmums SIA "Konto" laika periodā no 2006.gada līdz 2013.gadam piegādāja siltumenerģiju pilsētas CSS. 3.1.24.attēlā parādīts SIA "Konto" pārdotās siltumenerģijas daudzums pa mēnešiem no 2006.līdz 2012.gada. Attēlā redzams, ka vasaras periodā pārdotās siltumenerģijas daudzums sasniedza 800-1000 MWh mēnesī. Gadu gaitā pārdotās siltumenerģijas daudzums pakāpeniski samazinājās.



3.1.24.att. SIA "Konto" CSS pārdotā siltumenerģija 2006-2012.gadā

### 3.1.4 CSA attīstības tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi

Ņemot vērā augstāk aprakstītos stratēģiskās attīstības virzienus, tiek aplūkoti un analizēti 3 tehniskie attīstības scenāriji Gulbenes CSS:

- 1.scenārijs - Viss siltums tiek ražots katlu mājā ar šķeldas apkures katliem. Siltumapgādes sistēma darbojas ar esošo temperatūras režīmu. Papildus tiek uzstādīts saules paneļu lauks elektroenerģijas ražošanai
- 2.scenārijs - Viss siltums tiek ražots katlu mājā ar šķeldas apkures katliem. Siltumapgādes sistēma darbojas ar pazeminātu temperatūras režīmu. Papildus tiek uzstādīts saules paneļu lauks elektroenerģijas ražošanai
- 3.scenārijs - Bāzes slodzi sedz SIA "Konto", atlikusī siltumenerģijas daļa tiek saražota katlumājā ar šķeldas apkures katliem. Siltumapgādes sistēma darbojas ar pazeminātu temperatūras režīmu.

### *1.scenārijs - jauna šķeldas katla uzstādīšana ar dūmgāzu kondensatoru pie esošā temperatūras grafika*

Nākotnes ielas katlu mājā uzstādīti divi šķeldas apkures katli. Katls ECOCOAL-R ar nominālo jaudu 4,5MW ir ražots 1983.gadā un pārbūvēts 1996.gadā kā šķeldas apkures katls. Katla uzturēšana rada papildus izmaksas, veicot remontdarbus, kā arī lietderības koeficients ir zems. Saskaņā ar SIA "Vidzemes enerģija" norādīto informāciju, katla lietderības koeficients ir 75% un tuvākajā periodā nepieciešams šo apkures katlu nomainīt. Tāpat arī nav zināms, cik ilgā periodā būs iespējams iepirkt siltumenerģiju no koģenerācijas stacijas. Līdz ar to, kā attīstības alternatīva tiek analizēta iespēja visu patēriņu segt ar katlu mājā uzstādītām katliekārtām- šķeldas apkures katliem un dūmgāzu kondensatoru.

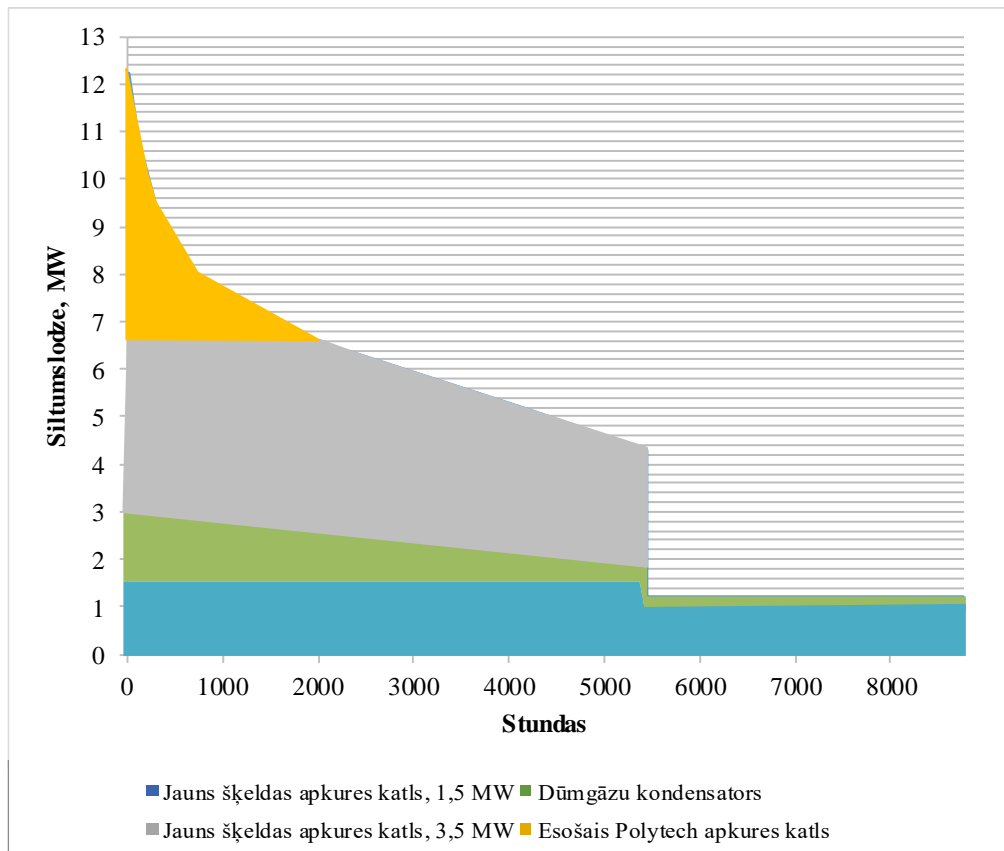
1.scenārijā tiek pieņemts, ka esošajā katlu mājā tiek uzstādīti divi jauni šķeldas apkures katli (1,5 MW un 3,5 MW) ar automātisko šķeldas padevi un papildus integrētas akumulācijas tvertnes optimālai katlu darbībai un diennakts slodzes izlīdzināšanai.

Scenārijā tiek pieņemts, ka katlu mājā tiek uzstādīts dūmgāzu kondensators ar jaudu 1,5 MW, ar kuru iespējams atgūt enerģiju, kas tiek patērēta mitruma izvaicēšanai un izvadīta atmosfērā dūmgāzu augstās temperatūras dēļ. Līdzvērtīgos projektos Latvijas apstākļos iespējams atgūt 10-15% no katla jaudas.

Nemot vērā augstāk minētās potenciālās patēriņa un siltuma zudumu izmaiņas, tiek pieņemts, ka:

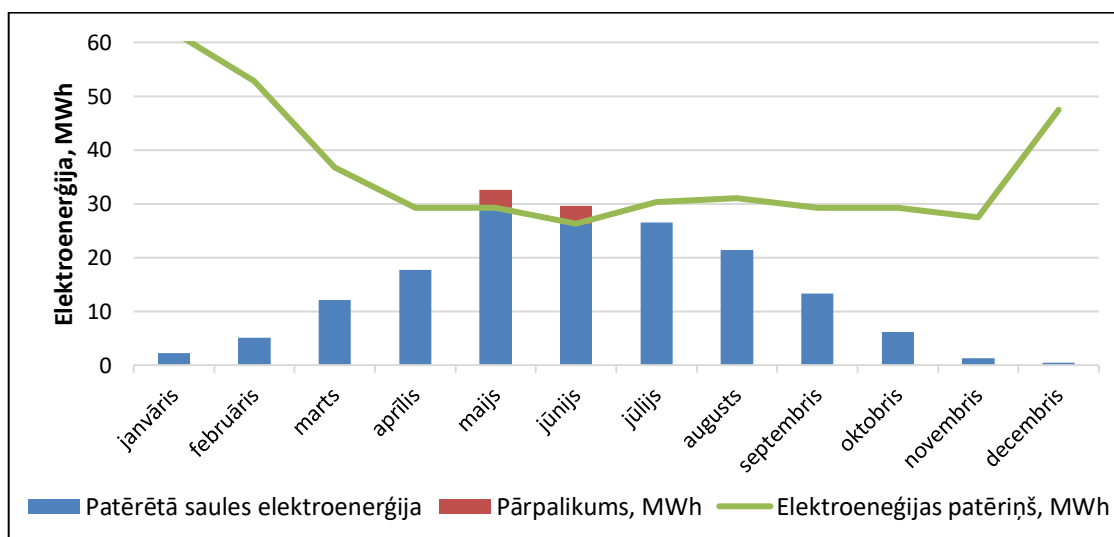
- siltuma tīklu temperatūra netiek pazemināta, līdz ar to, siltuma zudumu saglabājas esošajā līmenī.
- Siltumenerģijas patēriņš pieaug par aptuveni 1050 MWh gadā, bet siltumslodzes pīķa jauda par 300 kW.
- Esošais Polytechnick PR6000 U apkures katls tiek darbināts pīķa slodzes segšanai. Siltuma slodzes sadalījums parādīts attēlā zemāk.
- 1,5 MW šķeldas apkures katls tiek darbināts visu gadu, bāzes slodzes segšanai.

Kā redzams 3.1.25.att. bāzes slodzes šķeldas katls saražotu ap 11 tūkst. MWh siltumenerģijas jeb 35% no kopējā daudzumu. 3,5 MW šķeldas apkures katls darbotos līdz ar apkures sezonas sākšanos un gadā saražo aptuveni 13 tūkst. MWh siltumenerģijas (43% no kopējās siltumenerģijas), savukārt esošais katls gandrīz 3 tūkst. MWh gadā. Dūmgāzu kondensators (1,5 MW) papildus saražo ap 3,8 tūkst. MWh siltumenerģijas gadā, pieņemot, ka tiek atgūti 15% no saražotās siltumenerģijas.



3.1.25.att. Siltumslodzes sadalījums 1.scenārijā

Papildus šķeldas katlu uzstādīšanai tiek izvērtēta 170 kW saules elektrostacijas uzstādīšana katlu mājas elektroenerģijas patēriņa segšanai. 3.1.26.attēlā redzams prognozējamais elektroenerģijas patēriņš, kas ir izlīdzināts pavasara un rudens periodā līdzīgi kā vasaras mēnešos.



3.1.26.att. Izlīdzināts katlu mājas elektroenerģijas patēriņš, patērētā saules elektroenerģija un saules elektroenerģijas pārpalikums

Prognozējams, ka tiek uzstādīts 1000m<sup>2</sup> liels saules paneļu efektīvais laukums un gandrīz visu saules saražoto elektroenerģiju (162 MWh) iespējams tieši izmantot pašpatēriņa segšanai.



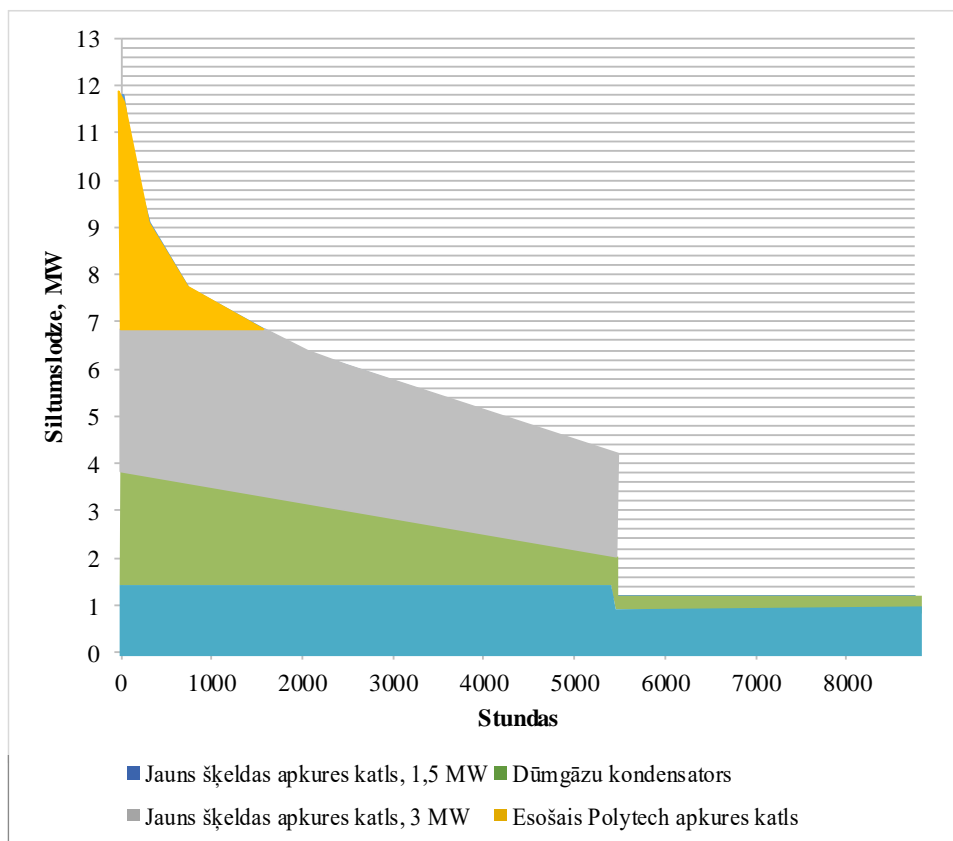
## 2.scenārijs - Jauna šķeldas katla uzstādīšana ar dūmgāzu kondensatoru pie pazeminātas tīklu temperatūras

2.scenārijā tiek pieņemts, ka siltumtīklu temperatūra tiks pazemināta līdz temperatūras grafikam 70/45 un siltuma zudumi samazinās par 1300 MWh/gadā. Tiek pieņemts, ka ēku siltumenerģijas patēriņš jaunu patērētāju pieslēgšanas dēļ pieaugs tāpat kā 1.scenārijā. Rezultāta katlu mājas jaudu nav nepieciešams palielināt.

Nemot vērā, ka samazinās atgaitas plūsmas temperatūra, dūmgāzu kondensators var strādāt daudz efektīvāk. Tiek pieņemts, ka šajā scenārijā dūmgāzu kondensators (2,4 MW) varētu atgūt ap 20% siltumenerģijas. Līdz ar to, iespējams samazināt uzstādītās apkures katla jaudu, izvēloties 1,5 MW un 3 MW apkures katlus. Slodzes sadalījums parādīts attēlā zemāk.

Tāpat kā 1.scenārijā tiek pieņemts, ka tiks uzstādīts 1,5 MW katls bāzes slodzes segšanai, kas gadā saražotu gandrīz 11 tūkst. MWh siltuma. Papildus uzstādīts 3 MW šķeldas apkures katls pamatslodzei apkures sezonā (gadā saražotu ap 11 tūkst. MWh) un atlikušo pīķa slodzi (2444 MWh jeb 8%) segtu esošais apkures katls. Dūmgāzu kondensators gadā saražotu 6045 MWh.

Tāpat kā pirmajā scenārijā tiek pieņemts, ka katlu mājas elektroenerģijas ražošanai tiks izmantots saules paneļu lauks.



3.1.27.att. Siltumslodzes sadalījums 2.scenārijā

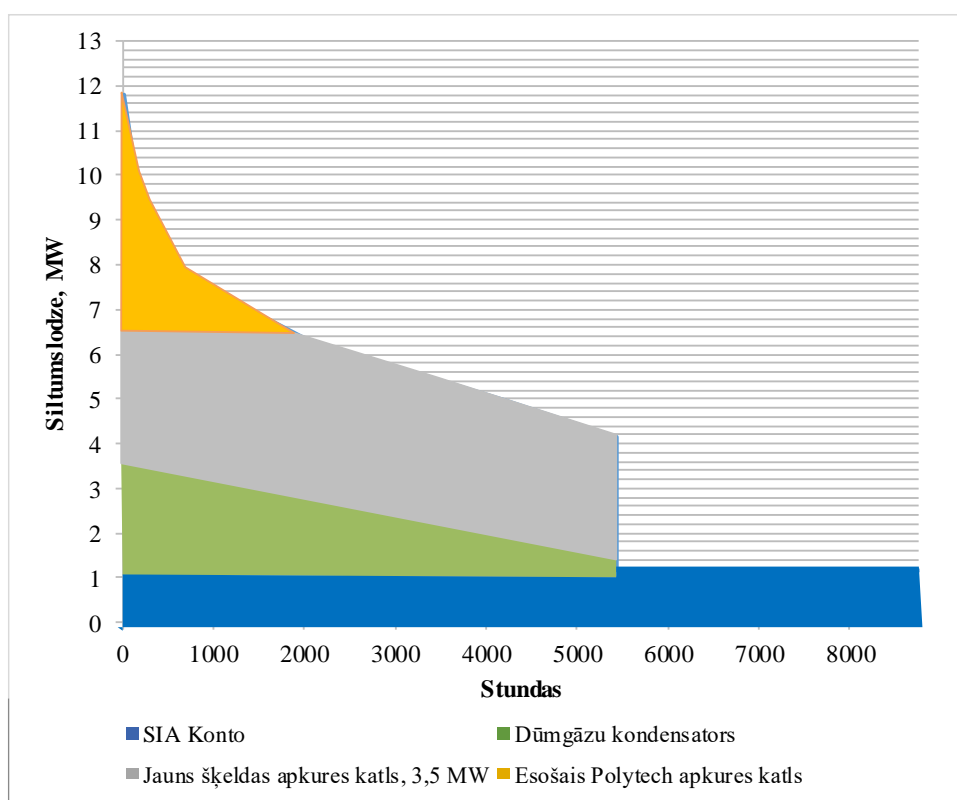
## 3.scenārijs – Jauna šķeldas katla uzstādīšana ar dūmgāzu kondensatoru un siltuma pārpalikumu integrēšana

Nemot vērā siltuma pārpalikumu integrēšanas iespēju un SIA "Konto" siltumenerģijas ražošanas apjomus, kā trešā izvērtētā tālākās siltumapgādes sistēmas attīstības alternatīvām tiek izvirzīta

siltumenerģijas iepirkšana bāzes slodzes (aptuveni 1 -1,2 MW) segšanai no SIA "Konto" (sk. 3.1.28.att.). Atlikusī siltuma daļa tāpat kā 1.scenārijā tiktu segta ar 3,5 MW šķeldas apkures katlu un dūmgāzu kondensatoru.

Šajā scenārijā tāpat kā 2. scenārijā tiek pieņemts, ka CSS darbojas ar pazeminātu temperatūras režīmu un siltuma patēriņš pieaug par aptuveni 1000 MWh.

Alternatīvas izvērtēšanā tiek pieņemts, ka daļu no piegādātā siltuma uzņēmums atgūtu no žāvēšanas procesa un nepieciešamības gadījumā papildus piesildītu ar turpgaitas siltumnesēja plūsmu. Šāda siltuma pārpalikumu integrēšana ļautu paaugstināt kopējo siltuma ražošanas efektivitāti un samazināt siltuma izmaksas. Scenārijā tiek pieņemts, ka Gulbenes CSS pakāpeniski pazeminātu siltumtīklu temperatūru, un šos siltuma pārpalikumus varētu izmantot vēl efektīvāk, būtu nepieciešama tikai minimāla siltumnesēja piesildīšana. Lai precīzāk noteiktu siltuma atgūšanas potenciālu no koksnes žāvēšanas procesa, uzņēmumam būtu jāveic detalizēts energoaudits.



3.1.28.att. Siltuma slodzes sadalījums 3.alternatīvā

### 3.1.5 Izmaksu un ieguvumu analīze

Visos no attīstības scenārijiem pieņemts, ka nedaudz pieaug siltumenerģijas patēriņš jaunu patērētāju dēļ. Pazeminātas temperatūras scenārijos pieņemts, ka samazināsies siltumenerģijas zudumi un kopējais saražotais siltumenerģijas daudzums.

Elektroenerģijas patēriņš katrā no alternatīvām tiek noteikts analizējot īpatnējo elektroenerģijas patēriņa rādītāju uz saražotās siltumenerģijas daudzumu. Tiek pieņemts, ka uzstādot jaunus šķeldas apkures katlus, īpatnējais elektroenerģijas patēriņš samazināsies no esošajām 35 kWh/MWh uz 25 kWh/MWh. Savukārt temperatūras pazemināšana tīklos var nedaudz palielināt elektroenerģijas patēriņu pārvadei, līdz ar to, šajos scenārijos īpatnējais patēriņš pieņemts augstāks – 30 kWh/MWh saražotās siltumenerģijas.

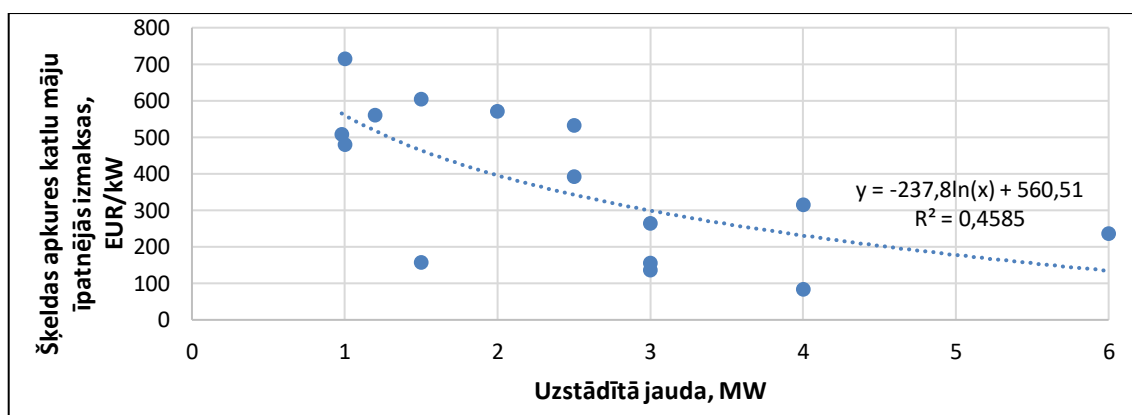
Gulbenes CSA attīstībai izvirzīto 3 tehnisko scenāriju ievaddatu vērtības, pieņēmumi un aprēķinātie rezultāti apkopoti tabulā zemāk.

3.1.5.tabula

Pārskats par analizētajiem attīstības scenārijiem

	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs	3.scenārijs
Siltumtīklu temperatūras grafiks	90/60	90/60	70/45	70/45
Uzstādīto apkures katlu jauda, MW	10,5	10,5	9,5	8,5
Dūmgāzu kondensatora jauda, MW	n/a	1,5	2,4	2,2
Siltumenerģijas patēriņš gadā, MWh	24523	25523	25523	25523
Katlu mājā saražotā siltumenerģija, MWh gadā	9480	31307	30267	20683
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	6014	6014	4745	4745
Iepirkta siltumenerģija, MWh gadā	21056	n/a	n/a	9584
Katlu mājas elektroenerģijas patēriņš, MWh gadā	329	783	908	620
Patērētā saules elektroenerģija, MWh	n/a	162	162	n/a

Būtisks faktors, kas ietekmē piemērotākās alternatīvas izvēli ir nepieciešamo investīciju apjoms. Attēlā zemāk parādītas īpatnējās izmaksas no realizētajiem projektiem Latvijā dažādas jaudas šķeldas katlu mājas modernizācijām (izmaksās iekļautas katla iekārtu, apsaimniekošanas un uzstādīšanas izmaksas). Redzams, ka vienādas jaudas katliem izmaksas var būt ļoti dažādas. Lai noteiktu Gulbenes CSA jauno katlu izmaksas, izmantots regresijas vienādojums, kas parādīts 3.1.29.attēlā.



3.1.29.att. Šķeldas katlu, materiālu un uzstādīšanas īpatnējās izmaksas atkarībā no katla jaudas

Dūmgāzu kondensatora izmaksas pieņemtas kā 100 000 EUR/MW uzstādītās jaudas, kas balstītas uz iepriekš veikto projektu izmaksām. Izmaksu analizē papildus iekļautas arī dūmgāzu kondensatora uzturēšanas izmaksas (elektroenerģijas, NaOH un apkalpošanas izmaksas), kas nedaudz atšķiras dažādas jaudas dūmgāzu kondensatoriem.

Aprēķinā tiek pieņemts, ka, lai pārietu uz zemāku temperatūras grafiku, būtu nepieciešams pielāgot ēku siltummezglus (sūkņu un siltummaiņu nomaiņa, papildus vārstu uzstādīšana, sūkņu staciju uzstādīšana vai tml.). Šīs investīcijas nav iespējams noteikt bez konkrēta tehniskā projekta sagatavošanas. Ilgtermiņā plānojot pāreju uz zemāku temperatūras grafiku, tās var iekļaut pie siltumtrases vai siltummezglu rekonstrukcijas. Tādēļ konkrētajā izmaksu analizē pieņemts, ka 30 ēkās būtu nepieciešams pilnveidot siltummezglus. Lai pieslēgtu jaunus patērētājus būtu nepieciešama jaunu siltumtrašu izbūve (turpgaitas garums 681 m ar vidējo cauruļvadu diametru 70 mm). Attiecināmās īpatnējās investīcijas un pieņēmumi apkopotas tabulā zemāk.

3.1.6. tabula

Izmaksu un ieguvumu analizē izmantotie pieņēmumi

Pieņēmums	Vērtība
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	6000
Jaunizbūvējamo siltumtīklu garums, m	681
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR/m <sup>3</sup>	900
Dūmgāzu kondensatora izmaksas un uzstādīšana, EUR/MW	100 000
Saules paneļu īpatnējās izmaksas, EUR/kW	1000
Šķeldas cena, EUR/m <sup>3</sup>	12
Iepirkta siltumenerģija no koģenerācijas stacijas, EUR/MWh	25
Iepirkta siltumenerģija no SIA "Konto", EUR/MWh	22
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	130

Aprēķinā tiek pieņemts, ka iepirktais siltumenerģijas tarifs no koģenerācijas stacijas sastāda 25 EUR/MWh, bet 3.scenārijā iepirktais siltumenerģijas tarifs ir nedaudz mazāks, jo SIA "Konto" būs iespēja atgūt daļu siltumenerģijas no kaltēšanas procesa, tādā veidā padarot kopējo siltuma ražošanas procesu efektivitātes un izmaksu ziņā efektīvāku.

3.1.7.tabulā apkopoti izmaksu un ieguvumu analīzes rezultāti. Katram no scenārijiem noteiktas kopējās investīcijas, ražošanas izmaksas (kurināmā, elektroenerģijas un dūmgāzu kondensatora darbināšanas izmaksas), personāla izmaksas, citas izmaksas un peļņas daļa. Katram scenārijam noteiktas īpatnējās siltumenerģijas izmaksas pret pārdoto siltumenerģijas daudzumu.

3.1.7.tabulā redzams, ka zemākās īpatnējās siltumenerģijas ražošanas izmaksas pie attiecīgajiem pieņēmumiem ir 3.scenārijā, kad daļu siltumenerģijas iepērk no SIA "Konto". Nevienu no analizētajiem attīstības scenārijiem kopējās izmaksas nepārsniedz esošās siltumenerģijas izmaksas.

## Izmaksu un ieguvumu analīze apskatītajām alternatīvām

	Esošā situācija	1.scen.	2.scen.	3.scen.
Uzstādāmā katla jauda, MW	n/a	1,5+3,5	1,5+3	3,5
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	10	10	10
Dūmgāzu kondensatora jauda, MW	n/a	1,5	2,4	2,2
Jauno siltumtīklu garums, m	n/a	681	681	681
<b>Investīcijas, tūkst. EUR</b>	<b>n/a</b>	<b>3516</b>	<b>3486</b>	<b>2675</b>
Katla iekārtu un uzstādīšanas izmaksas, tūkst. EUR	n/a	3000	2700	2100
Akumulācijas tvertnes izmaksas, tūkst. EUR	n/a	9	9	9
Dūmgāzu kondensatora izmaksas, tūkst. EUR	n/a	150	240	216
Siltumtīklu izbūves izmaksas, tūkst. EUR	n/a	170	170	170
Automātisko siltummezglu izbūve un pielāgošana, tūkst. EUR	n/a	n/a	180	180
Saules elektrostacijas investīcijas, tūkst. EUR	n/a	187	187	n/a
<b>Ražošanas izmaksas, tūkst. EUR gadā</b>	<b>750</b>	<b>613</b>	<b>584</b>	<b>631</b>
Kurināmā izmaksas, tūkst. EUR gadā	181	520	464	318
Iepirktais siltumenerģijas izmaksas, tūkst. EUR gadā	526	n/a	n/a	211
Elektroenerģijas izmaksas, tūkst. EUR gadā	43	81	97	81
Dūmgāzu kondensatora uzturēšanas izmaksas, tūkst. EUR gadā	n/a	13	23	21
<b>Personāla izmaksas, tūkst. EUR gadā</b>	<b>14 4</b>	<b>17 3</b>	<b>17 3</b>	<b>14 4</b>
Darbinieku skaits	10	12	12	10
Darba laiks, mēneši gadā	12	12	12	12
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	1200	1200	1200	1200
<b>Investīciju izmaksas, tūkst. EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>176</b>	<b>174</b>	<b>134</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20	20
<b>Citas izmaksas un peļņas daļa, tūkst. EUR gadā</b>	<b>47 2</b>	<b>47 2</b>	<b>472</b>	<b>47 2</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā, tūkst. EUR</b>	<b>1366</b>	<b>1434</b>	<b>1403</b>	<b>1381</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>55,71</b>	<b>56,18</b>	<b>54,96</b>	<b>54,09</b>

### 3.1.6 SVID un risku analīze

Lai novērtētu citus siltumapgādes sistēmas attīstības scenārijus ietekmējošos faktorus, veikts SVID novērtējums katram no scenārijiem. SVID analīze ir strukturēta plānošanas metode, kas tiek izmantota, lai izvērtētu pasākumus, piemēram, ar efektīvas siltumapgādes attīstību saistītās stiprās un vājās puses, iespējas un draudus. SVID analīze ir saistīta ar mērķa noteikšanu un iekšējo un ārējo faktoru identificēšanu:

- iekšējie faktori ir ar efektīvu siltumapgādes attīstību pašvaldībā saistītās stiprās un vājās puses;
- ārējie faktori ir iespējas un draudi, kas rodas neatkarīgi no organizācijas.

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas investīciju izmaksas. Savukārt vājās puses saistītas ar augstajiem siltumenerģijas zudumiem un kurināmā izmaksām. Kā vājo pusi visos analizētajos scenārijos jāmin arī sarežģīts siltumapgādes un akumulācijas sistēmas salāgošanas process, kas prasa rūpīgu sistēmas monitoringu. Kā iespēju savukārt var izvērtēt ārējā finansējuma piesaistīšanu apkures sistēmu izbūvei, lai veicinātu kopējās siltumapgādes sistēmas attīstību. Kā draudi identificēts šķeldas izmaksu pieaugums, jauno patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ja tam nepieciešamas augstas investīcijas, kā arī projektētāju nekompetence, lai salāgotu sistēmas darbību.

3.1.8. tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas investīciju izmaksas	Augstāki siltumenerģijas zudumi
Augstāks atjaunojamo energoresursu īpatsvars	Augstākas kurināmā izmaksas
Neatkarīga siltuma ražošana	Augstākas personāla izmaksas
Augsts katlu mājas lietderības koeficients	Akumulācijas sistēmas salāgošana
Iespējas	Draudi
Ārējā finansējuma piesaiste	Šķeldas izmaksu pieaugums
	Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS
	Saules sistēmas nekvalitatīva salāgošana

2.scenārija stiprās puses ir augstāka kopējā siltumapgādes sistēmas efektivitāte, jo tiek samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi un dūmgāzu kondensators darbojas efektīvāk. Scenārija vājās puses ir augstākas investīciju izmaksas, kas saistītas ar patērētāju pielāgošanu pazeminātajam temperatūras grafikam. Scenārija iespējas ir Eiropas Savienības finansējuma piesaiste un tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā. Kā draudi tiek identificēts iespējamais kurināmā cenu pieaugums un projektētāju nekompetence salāgot sistēmas darbību ar pazeminātu temperatūru.

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte	Augstākas personāla izmaksas Akumulācijas sistēmas salāgošana Patērētāju pielāgošana zemākam temperatūras
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana	Šķeldas izmaksu pieaugums Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS Saules sistēmas nekvalitatīva salāgošana Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS

3.scenārija stiprās puses ir zemākās īpatnējās siltumenerģijas izmaksas, mazākas investīciju un darba spēka izmaksas, kā arī augstāka kopējā sistēmas efektivitāte. Galvenās vājās puses un draudi ir saistīti ar sadarbību ar uzņēmumu, jo nepieciešams izstrādāt skaidru sadarbības modeli.

3.1.10. tabula

SVID analīze 3.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākās siltumenerģijas izmaksas Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte	Sarežģītāka siltumapgādes organizācija
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Sadarbības modeļa izstrāde starp siltumapgādes dalībniekiem.	Šķeldas izmaksu pieaugums Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS Uzņēmuma darbības pārtraukšana Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS

### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.1.11.tabulā, kurā analizēti 6 dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

## Riska analīze

Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme (zema, vidēja, augsta)	Darbības riska novēršanai
Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi	1.scen. -vidēja 2.scen.-vidēja 3.scen.-zema	Augsta	CSS izmaksu efektivitātes nodrošināšana, lai minimizētu siltumenerģijas tarifu; Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām;
Jaunu patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS	1.scen. -vidēja 2.scen.-vidēja 3.scen.-zema	Vidēja	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Koksnes kurināmā cenu pieaugums	Augsta	1.scen. -augsta 2.scen.-vidēja 3.scen.-vidēja	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	Augsta	1.scen. -augsta 2.scen.-augsta 3.scen.-vidēja	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Vidēja	Augsta	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana
Darbspēka trūkums	Vidēja	Vidēja	Maksimāla siltumenerģijas ražošanas automatizācija

Kā augstas iespējamības riski identificēta patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi vai arī jauno patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs. Šos riskus iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Citi augstas iespējamības riski saistīti ar koksnes kurināmā izmaksu pieaugumu un investīciju trūkumu katlu mājas modernizācijai. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla darbības efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu. Kā vidējas iespējamības risks noteikts darba spēka trūkums, ko iespējams novērst ar maksimālu siltuma ražošanas un pārvades automatizāciju.



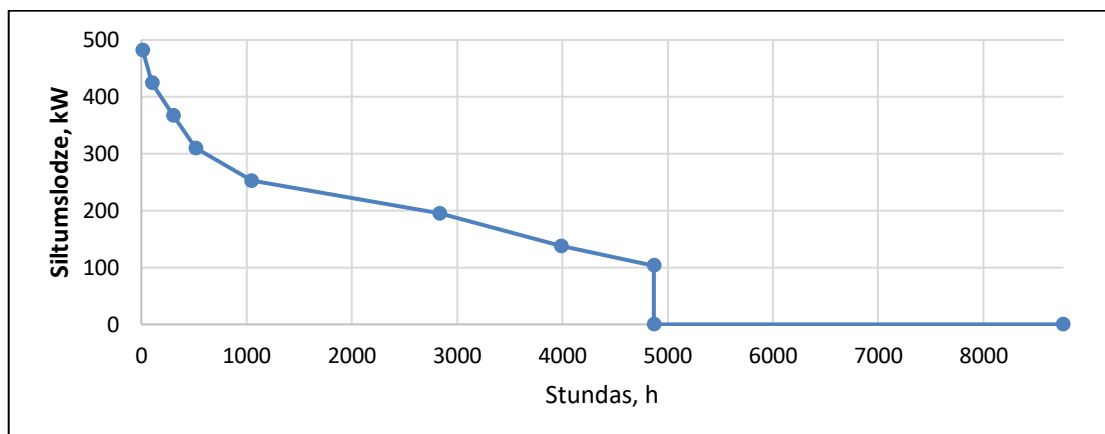
## 3.2 Daukstu pagasta Staru ciems

### 3.2.1 Esošās situācijas izvērtējums

Siltumenerģijas ražošanai Daukstu pagasta Staru ciemā CSA šobrīd uzstādīti trīs 0,5 MW malkas apkures katli (sk. 3.2.1.attēlu). Apkures sezonā pārsvarā tiek darbināts viens no apkures katliem. Arī siltumslodzes grafikā (3.2.2.att.) redzams, ka maksimālā saražotā jauda ir tuva 0,5 MW.



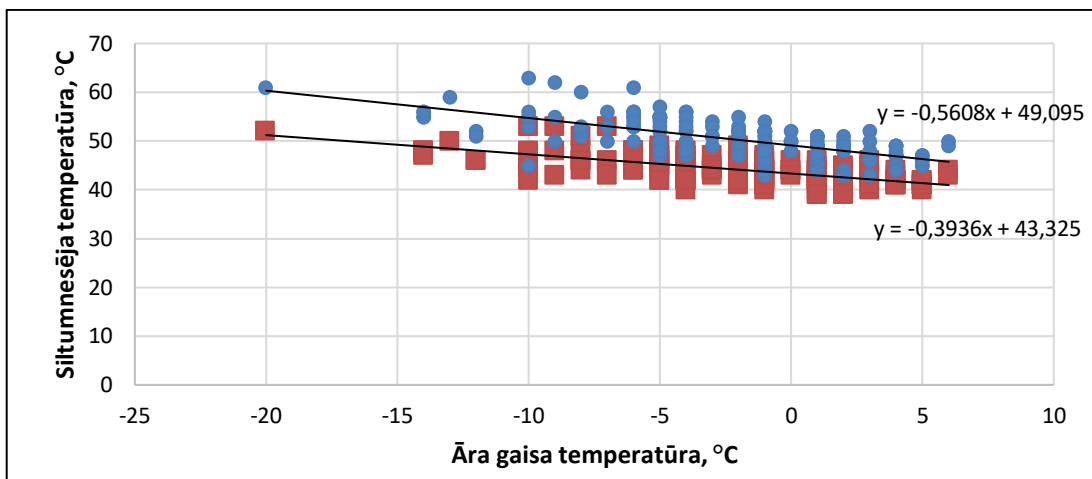
3.2.1.att. Staru katlu mājā uzstādītie malkas apkures katli



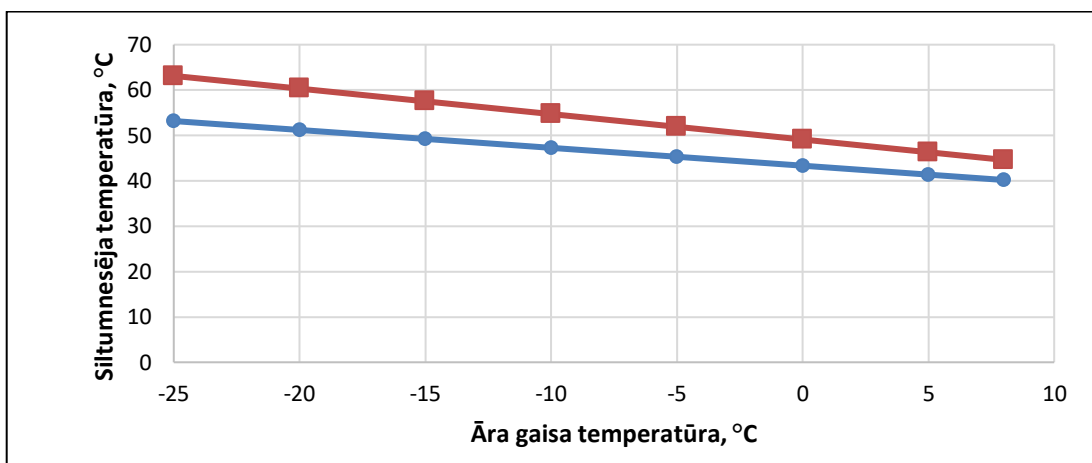
3.2.2.att. Staru ciema siltumslodzes grafiks

CSS darbības analīzei izmantoti 2018./2019.gada apkures sezonas dati, kas ir vienīgas periods, par kuru pieejama informācija par katlu mājā saražotās un katrā ēkā patērētās siltumenerģijas daudzumu. Šajā apkures sezonā katlu mājā tika saražotas 894 MWh siltuma.

Veicot siltumnesēja temperatūras datu analīzi (3.2.3.att.), tika noteikta turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras korelācija ar attiecīgā perioda vidējo āra gaisa temperatūru. Izmantojot iegūtos regresijas vienādojumus, konstruēts katlu mājas temperatūras grafiks (3.2.4.att.).



3.2.3.att. Turpgaitas un atgaitas plūsmas korelācija ar āra gaisa temperatūru



3.2.4.att. Modelētais katlu mājas temperatūras grafiks

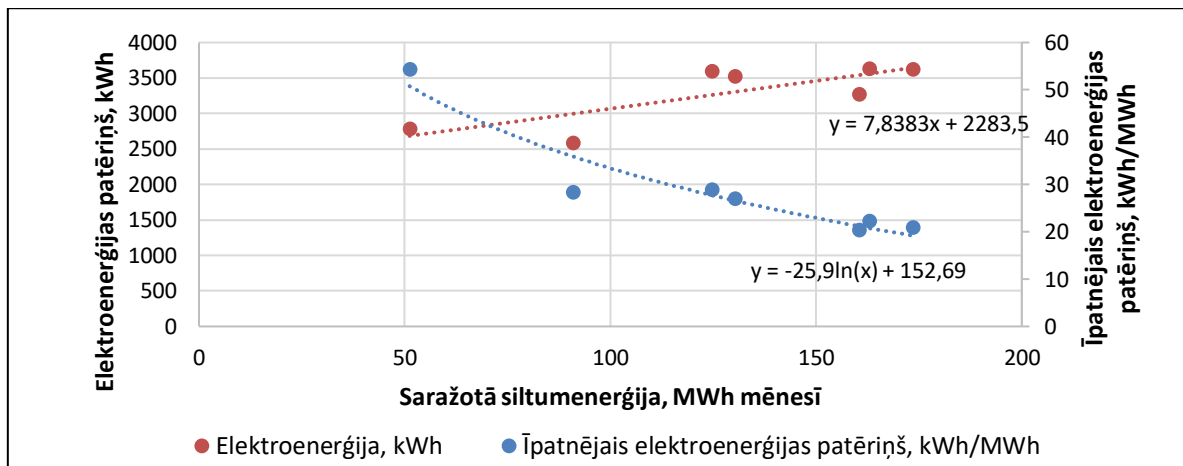
3.2.4.attēlā redzams, ka katlu māja jau šobrīd darbojas ar pazeminātu temperatūras grafiku, un maksimālā turpgaitas temperatūra pie -25 grādiem sasniedz 63°C. Redzams arī, ka turpgaitas un atgaitas temperatūras starpība ir ļoti maza – vidēji 6°C, ko galvenokārt ietekmē patērētāju apkures sistēmas un siltummezglu konfigurācijas. Lai uzlabotu siltumapgādes sistēmas darbību un nodotu maksimālu siltuma daudzumu patērētājiem, turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras starpībai būtu jābūt pēc iespējas augstākai.

CSS siltumtrases izvietojums parādīts 3.2.5.attēlā. Siltumtrases kopējais garums ir 561 m (turpgaitas). Cauruļvadu vidējais diametrs 85 mm. Attiecinot kopējo patērēto siltumenerģijas daudzumu pret siltumtrases garumu, noteikts vidējais siltuma patēriņa blīvums, kas Staru CSS ir 1,53 MWh/m. Pēc uzstādīto skaitītāju rādījumiem siltuma zudumi siltumtrasē ir nebūtiski – aptuveni 36 MWh gadā jeb 4% no saražotā siltumenerģijas daudzuma.



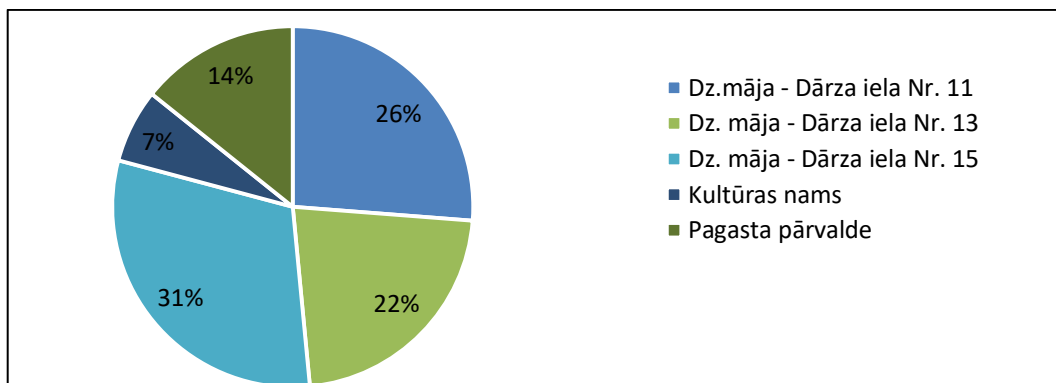
3.2.5.att. Siltumtrases izvietojums Staru ciemā

Nozīmīgs katlu mājas darbības rādītājs ir patērētās elektroenerģijas daudzums katlu darbināšanai un siltuma pārvadei. 3.2.6. attēlā redzams, ka vidējais elektroenerģijas patēriņš mēnesī ir 3,3 MWh, bet to būtiski ietekmē saražotās siltumenerģijas daudzums. Līdz ar to, noteiks īpatnējais elektroenerģijas patēriņa rādītājs uz saražotās siltumenerģijas daudzumu, kas vidēji apkures sezonā ir 25,7 kWh/MWh<sub>sar.silt.</sub>



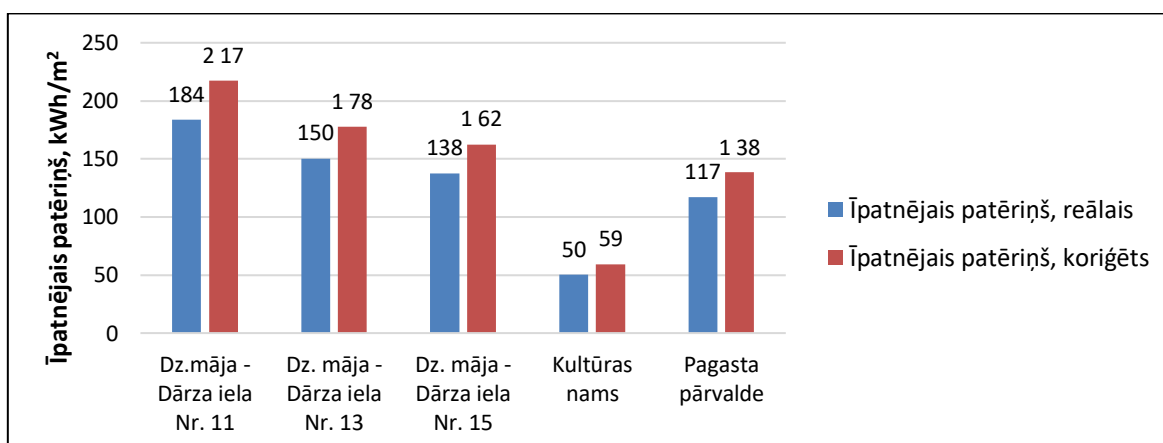
3.2.6.att. Elektroenerģijas patēriņa un īpatnējā elektroenerģijas patēriņa korelācija ar saražoto siltumenerģijas daudzumu

Staru CSS uzskatāma par nelielu sistēmu, jo tai pieslēgti tikai 5 patērētāji – trīs daudzdzīvokļu ēkas, pagasta pārvalde un kultūras nams. Kopējā apkurināma platība ir 5232 m<sup>2</sup>. Lielāko daļu siltumenerģijas patērē daudzdzīvokļu ēkas (sk. 3.2.7.att.). Karstais ūdens šajā sistēmā netiek sagatavots.



3.2.7.att. Siltuma patēriņa sadalījums pa ēkām

Būtisks rādītājs patērētāju efektivitātes novērtēšana ir īpatnējais apkures patēriņš uz apkurināmo platību. 3.2.8.attēlā parādīts katras ēkas īpatnējais siltumenerģijas patēriņš 2018./2019.gada apkures sezonā, kā arī koriģētā vērtība pie standarta klimatiskajiem apstākļiem<sup>4</sup>. Dzīvojamo ēku vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir 157 kWh/m<sup>2</sup> gadā (koriģētais 186 kWh/m<sup>2</sup> gadā), bet pašvaldības ēku patēriņš ir zemāks (vidējais koriģētais rādītājs 100 kWh/m<sup>2</sup> gadā). Visās ēkās izvietoti siltummezgli ar tiešo pieslēgumu katlu mājas siltumnesējam.



3.2.8.att. Patērētāju īpatnējais siltumenerģijas patēriņš (reālais un koriģētais)

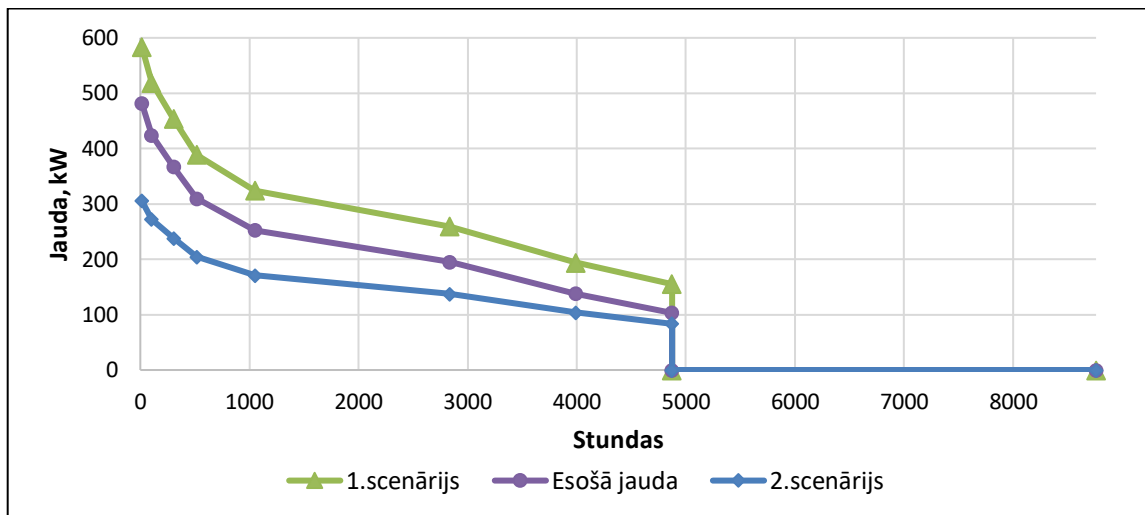
Staru ciemā šobrīd ir dārgākais siltumenerģijas tarifs starp Gulbenes novada CSS -74,19 EUR/MWh bez PVN. Galvenās izmaksu pozīcijas veido kurināmā izmaksas (49%) un darba spēka izmaksas (38%).

### 3.2.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze un tehniskie risinājumi

Lai Staru ciema CSS padarītu izmaksu un resursu efektīvāku, nepieciešams modernizēt malkas katlu māju. Lai samazinātu darba spēka izmaksas, ieteicams uzstādīt automātiski vadāmu apkures katlu par kurināmo izmantojot šķeldu vai koksnes granulas. Lai izlīdzinātu katla darbību un samazinātu pīķa slodzes ietekmi, katlu nepieciešams aprīkot ar siltuma akumulācijas tvertni. Modernizējot katlu māju, nepieciešams uzstādīt arī efektīvākus cirkulācijas sūkņus, lai samazinātu elektroenerģijas patēriņu siltuma pārvadei.

<sup>4</sup> Apkures sezonas ilgums 209 dienas, vidējā āra gaisa temperatūra -1,4°C

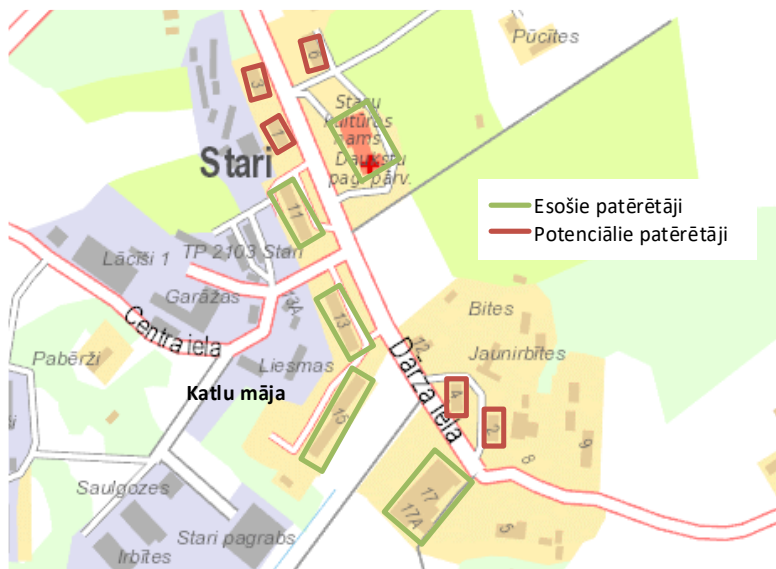
Sistēmas darbību viens no galvenajiem ietekmējošajiem faktoriem ir siltumenerģijas patēriņš. Analizējot stratēģiskās attīstības virzienus tiek apskatīti divi dažādi attīstības scenāriji – sistēmas paplašināšanās scenārijs, kad tiek pieslēgti jauni patērētāji un energoefektivitātes scenārijs, kad daudzdzīvokļu ēkas tiek siltinātas un kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinās. 3.2.9.att. redzami modelētie siltumslodzes grafiki dažādiem attīstības scenārijiem.



3.2.9.att. Siltuma slodzes grafiki analizētajiem scenārijiem

### 1.scenārijs

Pirmajā scenārijā tiek pieņemts, ka siltumenerģijas patēriņš pieaugs, jo CSS pieslēdzas piecas tuvumā esošās daudzdzīvokļu ēkas (sk. 3.2.10.att.). Kopējā jauno patērētāju apkurināmā platība būtu 1929 m<sup>2</sup>. Pieņemot, ka šo ēku īpatnējais apkures patēriņš ir aptuveni 150 kWh/m<sup>2</sup>, kopējais siltumenerģijas patēriņš šajās ēkās veidotu papildus 289 MWh gadā.



3.2.10.att. Esošo un potenciālo CSS patērētāju izvietojums

Šajā scenārijā tiek pieņemts, ka katlu mājā tiek uzstādīts automatizēts šķeldas apkures katls ar jaudu 500 kW, kas aprīkots ar kustīgajiem ārdiem, kurināmā padeves transportieri un akumulācijas tvertni. Lai ēkas pieslēgtu CSS, būtu nepieciešams izbūvēt jaunas siltumtrases ar kopējo garumu 202 m (turpgaita) un

vidējo cauruļvadu diametru 60-50 mm. Sistēmas vidējais siltuma patēriņa blīvums paliktu gandrīz nemainīgs 1,50 MWh/m. Šobrīd ēkās ir individuālā malkas apkure, līdz ar to, nepieciešams izbūvēt iekšējās apkures sistēmas ar sildķermeņiem un siltummezglus. Tālākai ieguvumu un izmaksu analīzei izmantotie izmaksu pieņēmumi apkopoti 3.2.1.tabulā.

## 2.scenārijs

2. scenārijā tiek pieņemts, ka trīs CSS pieslēgtās daudzīvokļu ēkas tiks siltinātas un kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinātos. Tālākā ieguvumu un izmaksu aprēķinā tiek pieņemts, ka šo ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei no esošā samazinātos līdz 90 kWh/m<sup>2</sup>, kas ir saskaņā ar MK noteikumu Nr. 383 noteiktajām prasībām renovējamām un atjaunojamām ēkām. Rezultātā kopējais siltumenerģijas patēriņš CSS samazinātos līdz 575 MWh. Šādā gadījumā siltuma patēriņa blīvums saruktu līdz 1,02 MWh/m un maksimālā pīķa slodze būtu 300 kW. Šajā scenārijā tiek pieņemts, ka katlu mājā tiku uzstādīts automātisks granulu apkures katls ar jaudu 250 kW ar akumulācijas tvertni.

Abos attīstības scenārijos tiek pieņemts, ka tiks saglabāts esošā turpgaitas temperatūra (maksimāli 65°C), bet sistēmas optimizācijas un pārvaldības uzlabošanas ietvaros, pieaugtu turpgaitas un atgaitas plūsmu temperatūra līdz vismaz vidēji 10-15°C.

3.2.1.tabulu

Aprēķinos izmantotās īpatnējās izmaksu vērtības

Pieņēmums	Izmaksas
Ēkas iekšējās apkures sistēmas izbūve, EUR/m <sup>2</sup>	26
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	6000
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Granulu apkures katls, EUR/kW	310
Šķeldas apkures katls ar automātisko padevi, EUR/kW	600
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR/m <sup>3</sup>	900

### 3.2.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Definēto attīstības scenāriju salīdzinājums sniegts 3.2.2. tabulā. Izvērtējot dažādas attīstības alternatīvas ņemtas vērā potenciālās investīcijas, ražošanas izmaksas (kurināmā un elektroenerģijas izmaksas), darba spēka izmaksas un citas saistītās izmaksas.

Izmaksu analīzē izdarīti pieņēmumi par granulu un šķeldas apkures katlu darbības rādītājiem- lietderības koeficientu un īpatnējo elektroenerģijas patēriņu, kas balstīti iepriekš īstenotajiem CSS modernizācijas piemēriem.

Energoefektivitātes scenārijā, kad tiek uzstādīts granulu katls ar akumulācijas tvertni potenciālās investīcijas sastāda aptuveni 112 tūkst. eiro. CSS paplašināšanās scenārijā papildus investīcijas rodas no siltumtīklu un automatizēts šķeldas apkures katla izbūves (kopā 350 tūkst. EUR). Izmaksu analīzē ietvertas arī siltummezglu automatizācijas, bet netiek ietvertas ēku iekšējās apkures sistēmas izbūves izmaksas 50 154 Euro, kas veidotos siltumenerģijas patērētājiem, nevis siltuma ražotājam.

Abos no izvirzītajiem attīstības scenārijiem būtisku ieguvumu sniedz darba spēka izmaksu samazināšanās. 2. scenārijā tiek pieņemts, ka granulu katls būs pilnībā automatizēts, tādēļ būs nepieciešams nodarbināt tikai vienu darbinieku uz pusslodzi, lai to apkalpotu. Šķeldas katlu mājas gadījuma tiek pieņemts, ka būs nepieciešams nodarbināt divus darbiniekus uz pilnu slodzi. Izmaksu un

ieguvumu analīzē netiek ņemti vērā sociālie faktori, ko rada darbinieku noslodzes samazināšana. Veiktā izmaksu analīze rāda, ka abos no attīstības scenārijiem pie izdarītajiem pieņēmumiem veidojas mazākas izmaksas nekā esošajai katlu mājai.

3.2.2.tabula

Izmaksu un ieguvumu analīze izvirzītajām alternatīvām

	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Uzstādītā katla jauda, kW	n/a	500	250
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	10	5
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	894	1244	612
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	37	49	37
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	858	1147	575
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>293240</b>	<b>112000</b>
Katla iekārtu un uzstādīšanas izmaksas, EUR	n/a	300000	77500
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR	n/a	9000	4500
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	50500	n/a
Automātisko siltummezglu uzstādīšana, EUR	n/a	60000	30000
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>34716</b>	<b>26853</b>	<b>29483</b>
Kurināmā veids	Malka	Šķelda	Granulas
Katla lietderības koeficients	0,6	0,85	0,9
Kurināmā cena	27 EUR/m <sup>3</sup>	12 EUR/m <sup>3</sup>	182 EUR/t
Kurināmā patēriņš, MWh gadā	1490	1463	680
Zemākais sadegšanas siltums	1,25 MWh/m <sup>3</sup>	0,71 MWh/m <sup>3</sup>	4,3 MWh/t
Kurināmā patēriņš (nat.vienībās)	1194 m <sup>3</sup>	2061 m <sup>3</sup>	158 t
Kurināmā izmaksas kopā, EUR	32105	24734	28788
Elektroenerģijas īpatnējās izmaksas, kWh/MWh	25,7	15	10
Patērētā elektroenerģija, MWh gadā	23	19	6
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	114	114	114
Elektroenerģijas izmaksas, EUR gadā	2611	2119	695
<b>Personāla izmaksas, EUR gadā</b>	<b>2 47 73</b>	<b>12 387</b>	<b>30 97</b>
Darbinieku skaits	4	2	1
Darba laiks, mēn	7	7	7
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	885	885	442
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>20 975</b>	<b>5 600</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>54 18</b>	<b>54 18</b>	<b>54 18</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā</b>	<b>64907</b>	<b>65632</b>	<b>43598</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>75,65</b>	<b>57,21</b>	<b>75,76</b>

### 3.2.4 SVID un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas kurināmā izmaksas, kas rezultējas zemākā siltumenerģijas tarifā. Savukārt vājās puses saistītas ar augstajām investīcijām šķeldas apkures katlam, siltumtīklu

izbūvei, kā arī investīcijām, kas nepieciešamas jauno patērētāju apkures sistēmu izbūvei. Kā iespēju savukārt var izvērtēt pašvaldības dotācijas apkures sistēmu izbūvei, lai veicinātu kopējās siltumapgādes sistēmas attīstību. Kā draudi identificēts šķeldas izmaksu pieaugums, jauno patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ja tam nepieciešamas augstas investīcijas, kā arī kvalificētu darbinieku trūkums.

3.2.4. tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas kurināmā izmaksas Zemāks siltumenerģijas tarifs	Augstākas sistēmas modernizācijas investīcijas Patērētāju nepieciešamība investēt apkures sistēmas izbūvē Sarežģīts CSS un akumulācijas sistēmas salāgošanas process
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Pašvaldības atbalsts patērētājiem apkures sistēmas sakārtošanai Lētāku plastmasas cauruļu izmantošana jaunajai siltumtrasei	Šķeldas izmaksu pieaugums Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS Kvalificētu darbinieku trūkums

2.scenārija stiprās puses ir augstāka kopējā siltumapgādes sistēmas efektivitāte, jo tiek samazināts siltumenerģijas patēriņš un katlu māja darbojas ar augstu efektivitāti. Šim scenārijam ir salīdzinoši zemākas investīciju izmaksas. Ēku siltināšanas gadījumā arī uzlabotos apkārtējās vides kvalitāte.

Scenārija vājās puses ir augstās kurināmā izmaksas, kas rezultējas salīdzinoši augstākā siltumenerģijas tarifā. Kā vājo pusi jāmin arī sarežģīts siltumapgādes un akumulācijas sistēmas salāgošanas process, kas prasa rūpīgu sistēmas monitoringu. Energoefektivitātes scenārija iespējas ir Eiropas Savienības finansējuma piesaiste un tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā. Kā draudi tiek identificēts iespējamais granulu cenas pieaugums un kvalificētu darbinieku trūkums.

3.2.4. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte Mazākas darba spēka izmaksas Zemākas investīciju izmaksas Uzlabota apkārtējās vides kvalitāte	Augstākas kurināmā izmaksas Augstāks siltumenerģijas tarifs Sarežģīts CSS un akumulācijas sistēmas salāgošanas process
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana	Granulu izmaksu pieaugums Kvalificētu darbinieku trūkums



### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.2.5.tabulā, kurā analizēti 6 dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.2.5.tabula

#### Riska analīze

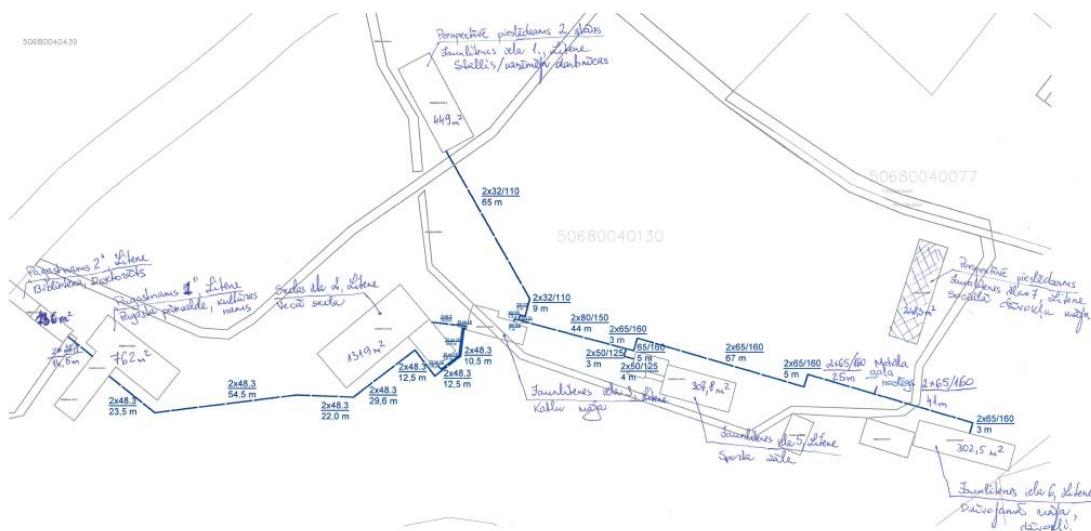
Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme (zema, vidēja, augsta)		Darbības riska novēršanai
		2.scenārijs	1.scenārijs	
Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi	Augsta	Augsta	Vidēja	CSS izmaksu efektivitātes nodrošināšana, lai minimizētu siltumenerģijas tarifu; Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām;
Jaunu patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS	Augsta	Zema	Augsta	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Koksnes kurināmā cenu pieaugums	Augsta	Augsta	Augsta	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	Augsta	Vidēja	Augsta	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Vidēja	Augsta	Vidēja	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana
Kvalificēta darbaspēka trūkums	Vidēja	Vidēja	Vidēja	Maksimāla siltumenerģijas ražošanas automatizācija

Kā augstas iespējamības riski identificēta patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi vai arī jauno patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs. Šos riskus iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Citi augstas iespējamības riski saistīti ar koksnes kurināmā izmaksu pieaugumu un investīciju trūkumu katlu mājas modernizācijai. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu. Kā vidējas iespējamības risks noteikts darba spēka trūkums, ko iespējams novērst ar maksimālu siltuma ražošanas un pārvades automatizāciju.

### 3.3 Litenes pagasta Litenes ciems

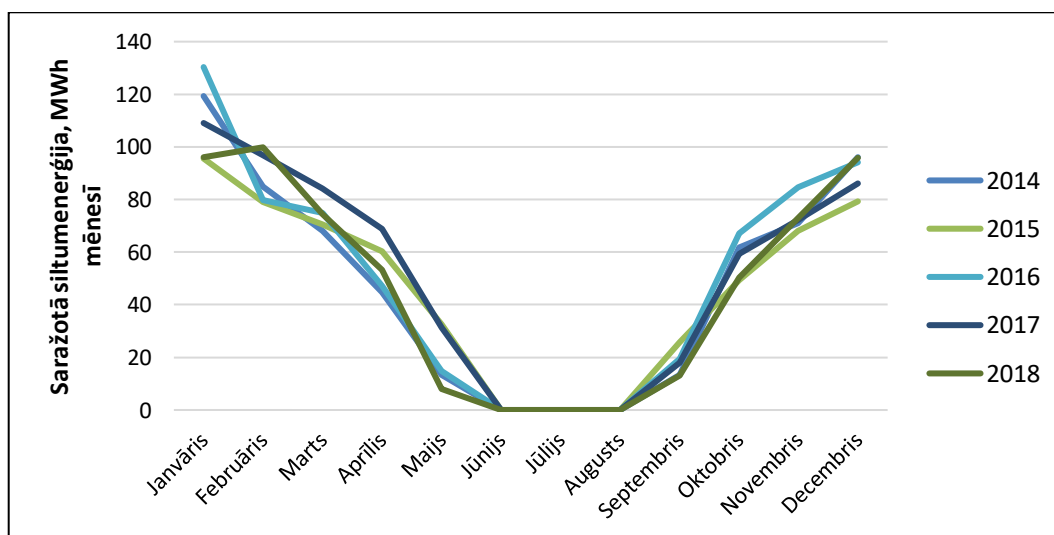
#### 3.3.1 Esošās situācijas izvērtējums

Siltumenerģijas ražošanai Litenes ciemā CSA šobrīd uzstādīts 0,5 MW granulu apkures katls, kas ar siltumu nodrošina piecas ēkas. CSS siltumtīklu shēma redzama attēlā zemāk.



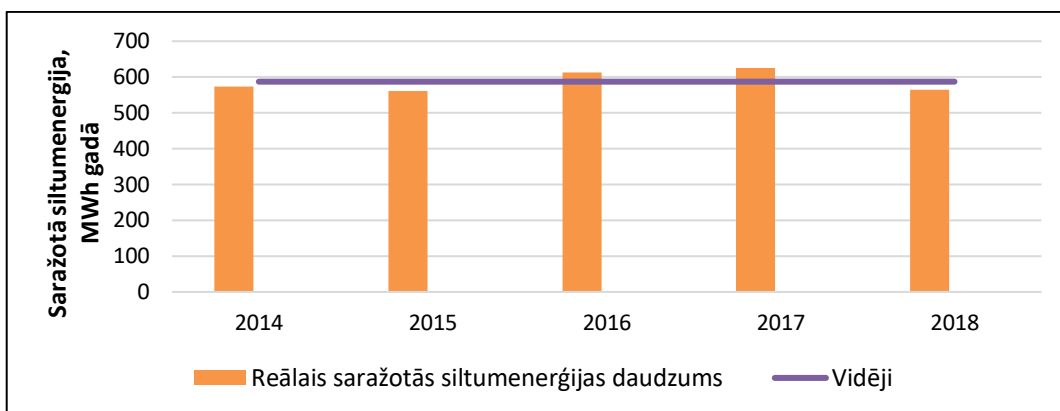
3.3.1.att.Litenes ciema CSS siltumtīklu shēma

Litenes ciema CSS sistēmā nav uzstādīti skaitītāji saražotās un patērētās siltumenerģijas uzskaitēi. Saražoto siltumenerģiju iespējams noteikt tikai pēc kurināma (granulu) patēriņa. Saražotās siltumenerģijas aprēķinā pieņemts, ka granulu zemākais sadegšanas siltums ir 4,3 kWh/kg un katla lietderības koeficients 0,90. Katlu mājā tiek saražota siltumenerģija tikai apkures patēriņa segšanai. 3.3.2.attēlā parādīts saražotās siltumenerģijas daudzums laika periodā no 2014. līdz 2018.gadam mēnešu griezumā.



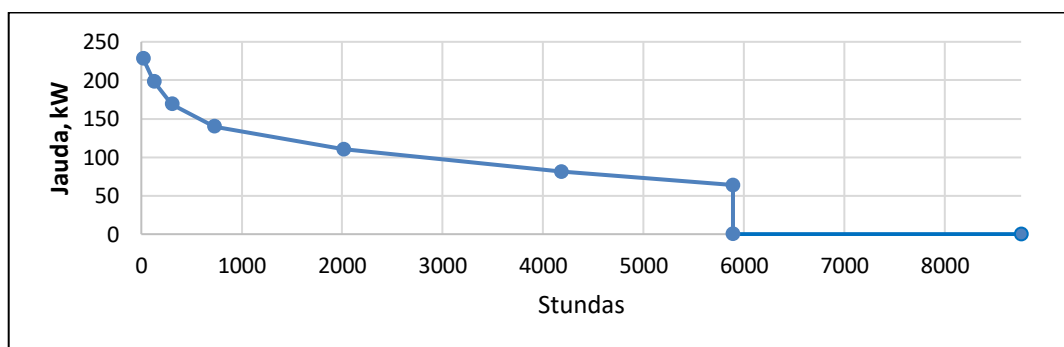
3.3.2.att. Saražotā siltumenerģija laika periodā no 2014. līdz 2018.gadam

3.3.3.attēlā salīdzināts pēdējo piecu gadu kopējais saražotās siltumenerģijas daudzums. Vidējais saražotās siltumenerģijas rādītājs Litenes ciemā ir 587 MWh gadā.



3.3.3.att. Gadā saražotās siltumenerģijas salīdzinājums no 2014. gada līdz 2018.gadam

Ņemot vērā augstāk veikto saražotās siltumenerģijas datu analīzi un meteoroloģiskos apstākļus, noteikts Litenes CSA siltumslodzes grafiks, kas parādīts 3.3.4.attēlā. Redzams, ka maksimālā slodze sasniedz 228 kW.



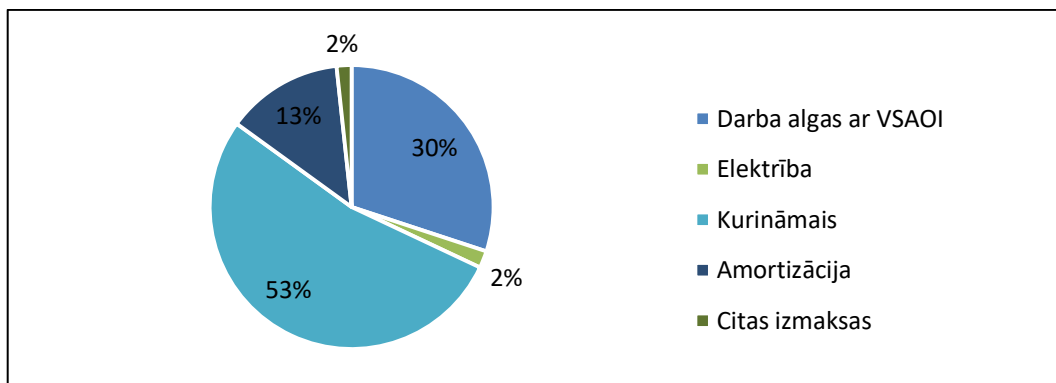
3.3.4.att. Litenes CSA siltumslodzes grafiks

Ņemotērā to, ka Litenes CSA pieslēgto ēku siltumenerģijas patēriņš netiek uzskaitīts, nav iespējams noteikt pārvades siltumenerģijas zudumus. Zudumu noteikšanai sagatavots siltumtīklu matemātiskais modelis. Aprēķinātais siltumenerģijas zudumu daudzums ir 54 MWh jeb 9% no kopējā saražotās siltumenerģijas daudzuma. Siltumtīklu turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras netiek fiksētas, tādēļ aprēķinos izmantots iestatītais katla temperatūras grafiks 75/55.

3.3.1.tabula

Izmantotie izejas dati un aprēķinātās vērtības

Parametrs	Vērtība
Apkurināmā platība, m <sup>2</sup>	3276
Saražotās siltumenerģijas daudzums, MWh gadā	587
Siltumenerģijas zudumi, MWh	54
Patērētais siltumenerģijas daudzums, MWh	533
Īpatnējais vidējais ēku siltumenerģijas patēriņš, kWh/m <sup>2</sup> gadā	163
Siltumtīklu garums, m (turpgaita)	277
Uzturētais temperatūras grafiks	75/55



3.3.6.att. Esošais izmaksu sadalījums Litenes CSA

Esošais Litenes CSA sistēmas izmaksu sadalījums parādīts 3.3.6.attēlā. Redzams, ka 53% veido kurināmā izmaksas, 30% darba algas, bet 13% amortizācijas izmaksas. Litenes CSA šī brīža siltumenerģijas tarifs ir 54,07 EUR/MWh bez PVN.

### 3.3.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi

Galvenais aspekts, kas ietekmē Litenes CSA turpmāko attīstību, ir siltumenerģijas patēriņa izmaiņas. Turpmākās sistēmas attīstības modelēšanai tiek pieņemti divi dažādi siltumenerģijas patēriņa scenāriji. Papildus siltumenerģijas patēriņa izmaiņām, tiek analizēta siltumnesēja temperatūras pazemināšana.

#### 1.scenārijs

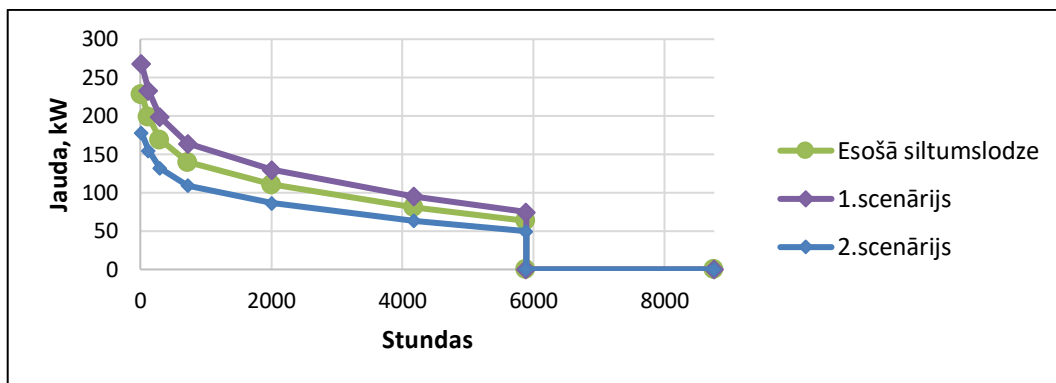
1.scenārijā tiek pieņemts, ka CSA tiks pieslēgta tuvumā esošā daudzīvokļu ēka, kam būtu nepieciešama papildus siltumtrases izbūve 25 m garumā, un tiktu palielināta stalla ēkas apkurināmā platība par 400 m<sup>2</sup>. Pieņemot, ka šo jauno patērētāju vidējais apkures patēriņš būtu līdzīgs kā esošajās ēkās (163 kWh/m<sup>2</sup> gadā), noteikts, ka potenciālais siltumenerģijas patēriņa pieaugums būtu aptuveni 105 MWh.

1.scenārijā tiek pieņemts, ka turpgaitas temperatūra pakāpeniski tiks pazemināta līdz 70°C, veicot siltumnesēja temperatūras monitoringu un optimizāciju.

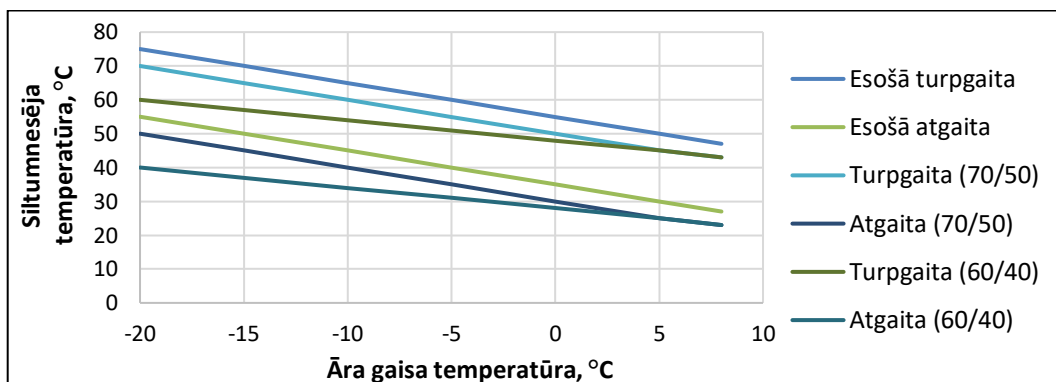
#### 2.scenārijs

2.scenārijā tiek pieņemts, ka jauni patērētāji CSA netiek pieslēgti, bet daļā no esošajām ēkām (pagasta pārvalde, doktorāts, dzīvojamā ēka un stallis) tiek veikti energoefektivitātes pasākumi, kā rezultātā īpatnējais siltumenerģijas patēriņš samazinās līdz 90 kWh/m<sup>2</sup>. Šajā scenārijā kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinās par 120 MWh. Līdzīgs siltumenerģijas patēriņa samazinājums būtu arī situācijā, ja skolas un sporta zāles īpatnējais apkures patēriņš tiek samazināts no šobrīd pieņemtajām 163 kWh/m<sup>2</sup> uz 90 kWh/m<sup>2</sup>, bet pārējo ēku patēriņš nemainās. 2.scenārijā tiek pieņemts, ka ēku energoefektivitātes paaugstināšanas dēļ temperatūru būs iespējams samazināt līdz 60°C, ja ēku iekšējās apkures sistēmas un sildķermeņi netiek mainīti. Analizētie temperatūras grafiki parādīti attēlā zemāk.

3.3.5.attēlā redzamas analizēto scenāriju siltumslodzes. 1.scenārijā maksimālā siltumslodze pieaug gandrīz līdz 270 kW, bet 2.scenārijā samazinās līdz 180 kW.



3.3.5.att. Siltumslodzes atšķirības pie dažādiem scenārijiem



3.3.5.att. Analizētie siltumnesēja temperatūras grafiki

3.3.2.tabulā apkopots pārskats par analizētajiem scenārijiem – izmantotās ievaddatu vērtības un aprēķinātie parametri.

3.3.2.tabula

Analizēto scenāriju pieņēmumi un aprēķinātās vērtības

Parametrs	Bāzes situācija	Scenārijs 1	Scenārijs 2
Temperatūras grafiks	75/55	70/50	60/40
Apkurināmā platība, m <sup>2</sup>	3276	3925	3276
Īpatnējais vidējais siltumenerģijas patēriņš, kWh/m <sup>2</sup>	163	163	126
Ēku patēriņš kopā, MWh gadā	533	639	510
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	54	51	45
Siltuma zudumu īpatsvars, %	9%	7%	8%
Saražotā siltumenerģija kopā, MWh gadā	587	690	556
Siltumtrases garums, m	277	302	277
Siltumenerģijas patēriņa blīvums, MWh/m	2,12	2,11	1,49

Veiktā scenāriju analīze liecina, ka 2.scenārijā, kad samazinās ēku siltumenerģijas patēriņš, būtiski samazinās arī siltumenerģijas patēriņa blīvums. Taču pazemināta siltumnesēja temperatūra ļauj saglabāt siltuma zudumu īpatsvaru optimālā līmenī.

### 3.3.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Izvērtējot dažādas attīstības alternatīvas ņemtas vērā potenciālās investīcijas, ražošanas izmaksas (kurināmā un elektroenerģijas izmaksas), darba spēka izmaksas un citas saistītās izmaksas, kā arī noteikti potenciālie ieņēmumi pie esošā siltumenerģijas tarifa. Izmaksu analīzē izdarīti pieņēmumi par granulu katlu darbības rādītājiem- lietderības koeficientu un īpatnējo elektroenerģijas patēriņu, kas balstīti iepriekš īstenotajiem CSS modernizācijas piemēriem. Citi pieņēmumi, kas saistīti ar iekārtu izmaksām, apkopoti 3.3.3.tabulā.

3.3.3.tabula.

Izmantoto ievaddatu un pieņēmumu pārskats

Parametrs	Vērtība
Katla lietderības koeficients	0,9
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	4000
Ēkas iekšējās apkures sistēmas izbūve, EUR/m <sup>2</sup>	26
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Granulu cena, EUR/t	182
Granulu zemākais sadegšanas siltums, MWh/t	4,3
Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh	12,2
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	113,55
Esošais siltumenerģijas tarifs, EUR/MWh (bez PVN)	54,07

Veicot izmaksu un ieguvumu analīzi tiek pieņemts, ka siltuma ražošanai tiks saglabāts esošais apkures katls, jo tas ir tehniski labā stāvoklī un darbojas ar optimālu efektivitāti. 1.scenārija gadījumā papildus investīcijas veido jauna siltumtrases posma izbūve un ēku aprīkošana ar iekšējo apkures sistēmu, kas realitātē veidotu patērētāju izmaksas. 2.scenārija galvenās izmaksas saistītas ar automatisko siltummezglu uzstādīšanu. Katra siltummezgla vidējās izmaksas 4000 Euro. Aprēķinos izmantotās ievaddatu vērtības apkopotas 3.3.3.tabulā. Izmaksu un ieguvumu analīzē netiek ietvertas patērētāju iekšējās apkures sistēmas izbūves izmaksas aptuveni 16,8 tūkst. EUR, kas būtu nepieciešamas 1.scenārijā.

## Izmaksu un ieguvumu analīzes rezultāti

	<b>Esošā situācija</b>	<b>1.scenārijs</b>	<b>2.scenārijs</b>
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	587	690	458
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	54	51	46
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	533	638	413
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>10 250</b>	<b>20 000</b>
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	6 250	n/a
Automātisko siltummezglu uzstādīšana, EUR	n/a	4 000	20 000
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>28424</b>	<b>33397</b>	<b>22188</b>
Kurināmā veids	Granulas	Granulas	Granulas
Kurināmā patēriņš, MWh	652	766	509
Kurināmā patēriņš, tonnas	152	178	118
Kurināmā izmaksas kopā, EUR	27611	32441	21554
Patērētā elektroenerģija, MWh	7	8	6
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	114	114	114
Elektroenerģijas izmaksas	813	956	635
<b>Personāla izmaksas, EUR gadā</b>	<b>1 26 21</b>	<b>1 26 21</b>	<b>1 26 21</b>
Darbinieku skaits	2	2	2
Darba laiks, mēn	7	7	7
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	902	902	902
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>513</b>	<b>10 00</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>63 05</b>	<b>63 05</b>	<b>63 05</b>
<b>Siltumenerģijas izmaksas kopā, EUR gadā</b>	<b>47350</b>	<b>52835</b>	<b>42115</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>88,85</b>	<b>82,76</b>	<b>102,03</b>

3.3.4.tabulā redzams, ka gadījumā, kad ēku siltumenerģijas patēriņš būtiski samazinās (2.scenārijā), īpatnējās siltumenerģijas izmaksas pieaug un sasniedz 102 EUR/MWh. Šādā situācijā nepieciešams izvērtēt jaunu patērētāju pieslēgšanu sistēmai vai individuālās siltumapgādes risinājumus.

### 3.3.4 SVID analīze un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir augstāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas zemākā siltumenerģijas tarifā. Savukārt vājās puses saistītas ar investīcijām siltumtīklu izbūvei, kā arī investīcijām, kas nepieciešamas jauno patērētāju apkures sistēmu izbūvei. Kā iespēju savukārt var izvērtēt pašvaldības dotācijas apkures sistēmu izbūvei, lai veicinātu kopējās siltumapgādes sistēmas attīstību. Kā draudi identificēts granulu izmaksu pieaugums un jauno patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ja tam nepieciešamas augstas investīcijas.

3.3.5. tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Augstāks siltuma patēriņa blīvums Zemāks siltumenerģijas tarifs	Patērētāju nepieciešamība investēt apkures sistēmas izbūvē
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Pašvaldības atbalsts patērētājiem apkures sistēmas sakārtošanai Lētāku plastmasas cauruļu izmantošana jaunajai siltumtrasei	Granulu izmaksu pieaugums Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS

2.scenārija stiprās puses ir augstāka kopējā siltumapgādes sistēmas efektivitāte, jo tiek samazināts ēku siltumenerģijas patēriņš un siltuma zudumi. Ēku siltināšanas gadījumā arī uzlabotos apkārtējās vides kvalitāte. Scenārija vājās puses ir augstās investīciju izmaksas automatizēto siltummezglu uzstādīšanai, kas rezultējas augstā siltumenerģijas tarifā. Scenārija iespējas ir Eiropas Savienības finansējuma piesaiste un tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā. Kā draudi tiek identificēts iespējamais granulu cenas pieaugums un projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras CSS salāgošanā.

3.3.6. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte Uzlabota apkārtējās vides kvalitāte	Augstāks siltumenerģijas tarifs
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana	Granulu izmaksu pieaugums Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras CSS salāgošanā



### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.3.7.tabulā, kurā analizēti 5 dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.3.7.tabula

Risks	Riska ietekme			Darbības riska novēršanai
	Riska iespējamība	(zema, vidēja, augsta)		
		1.scenārijs	2.scenārijs	
Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi	Zema	Augsta	Augsta	CSS izmaksu efektivitātes nodrošināšana, lai minimizētu siltumenerģijas tarifu; Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām;
Jaunu patērētāju nevelēšanās pieslēgties CSS	Vidēja	Vidēja	Zema	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Koksnes kurināmā cenu pieaugums	Augsta	Augsta	Vidēja	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	Zema	Zema	Vidēja	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Zema	Zema	Vidēja	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana

Kā augstas iespējamības risks identificēts koksnes kurināmā izmaksu pieaugumu. Lai mazinātu šī riska ietekmi, nepieciešams nodrošināt efektīvu siltuma ražošanu ar iespējami minimālu kurināmā patēriņu. Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi vai arī jauno patērētāju nevelēšanās pieslēgties CSS identificēts kā zems un vidējs risks, jo lielākajā daļā pieslēgtajās ēkas ir pašvaldības iestādes. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla darbības efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu.

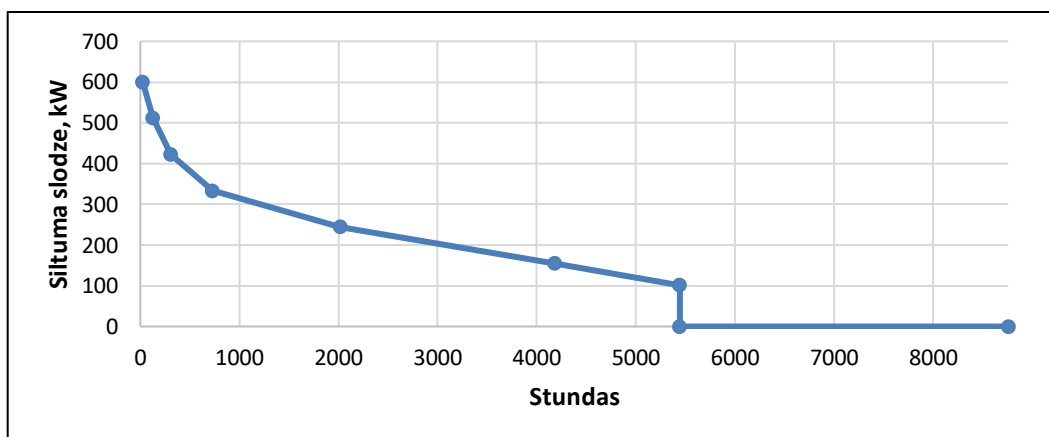
### 3.4 Lejasciema pagasta Lejasciema ciems

#### 3.4.1 Esošās situācijas izvērtējums

Siltumenerģijas ražošanai Lejasciema CSA šobrīd uzstādīti divi malkas apkures katli ar jaudu 1 un 1,5 MW (sk. 3.4.1.attēlu). Apkures sezonā pārsvarā tiek darbināts viens no apkures katliem. Arī siltumslodzes grafikā (3.4.2.att.) redzams, ka maksimālā saražotā jauda ir tuva 0,7 MW.

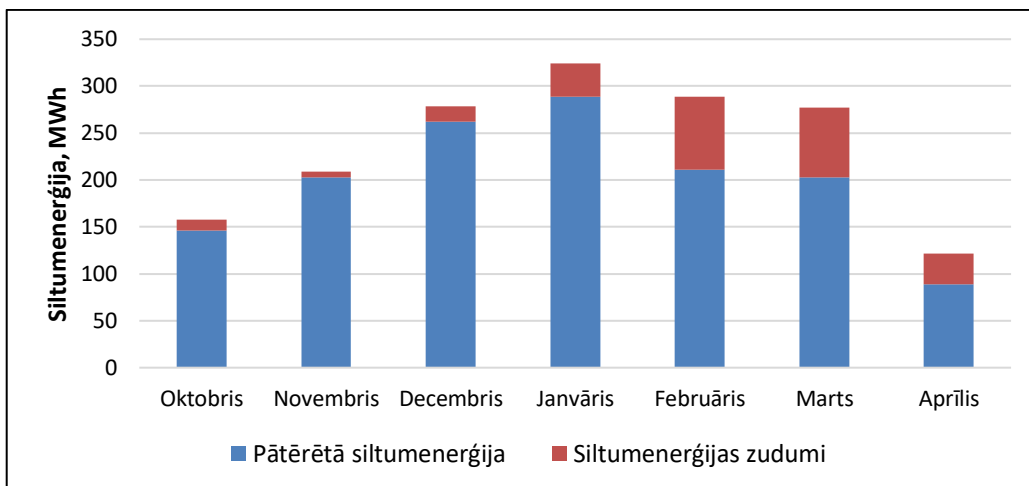


3.4.1.att. Lejasciema katlu mājā uzstādītie malkas apkures katli ar jaudu 1 un 1,5 MW



3.4.3.att. Lejasciema katlu mājas siltumslodze

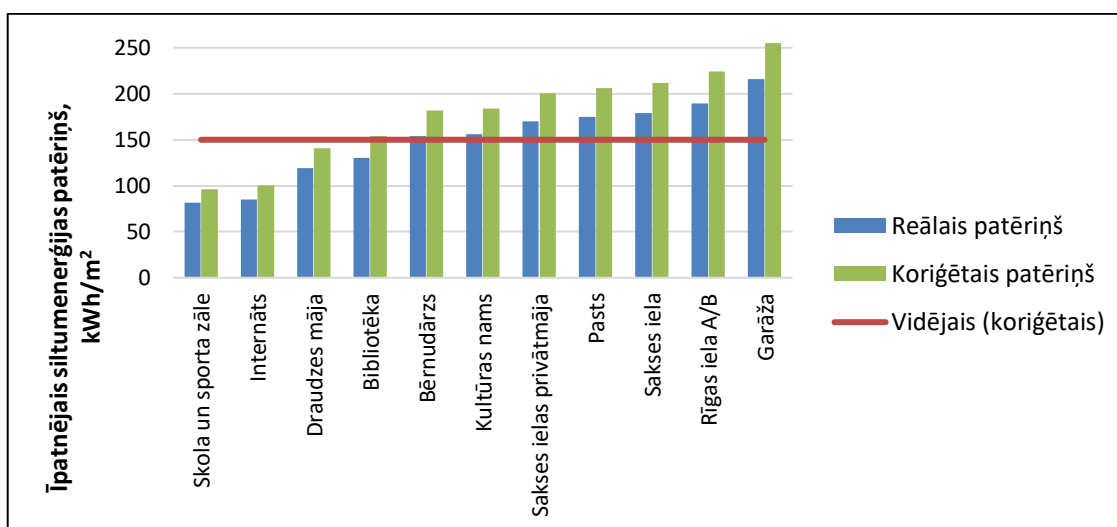
CSS darbības analīzei izmantoti 2018./2019.gada apkures sezonas dati, kas ir vienīgs periods, par kuru pieejama informācija par katrā ēkā patērētās siltumenerģijas daudzumu. Saražotās siltumenerģijas daudzums noteikts pēc patērētā kurināmā datiem. Šajā apkures sezonā katlu mājā tika saražotas ap 1656 MWh siltuma. 3.4.3.att. parādīts patērētās siltumenerģijas un siltumenerģijas zudumu sadalījums pa mēnešiem. Siltumenerģijas zudumu īpatsvara atšķirību galvenais iemesls varētu būt patērētā kurināmā un katla lietderības koeficienta nenoteiktība.



3.4.3.att. Patērētā siltumenerģija un siltumenerģijas zudumi 2018./2019.gada apkures sezonā

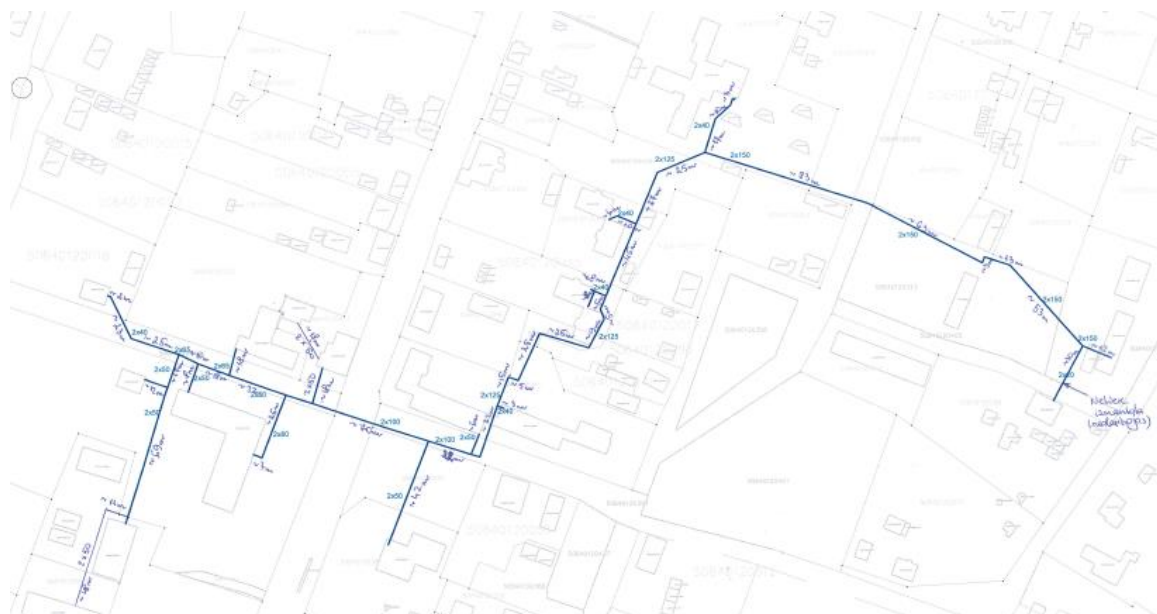
Lejasciema CSA pieslēgtas 11 ēkas ar kopējo apkurināmo platību 9587 m<sup>2</sup>. Lielāko daļu siltumenerģijas patērē daudzīvokļu ēkas Sakses ielā un Rīgas ielā (kopā 42%), 15% siltumenerģijas tiek patērēts bērnu dārzā, bet 13% skolas un sporta zāles apkurei. Karstais ūdens šajā sistēmā netiek sagatavots.

3.4.4.attēlā parādīts katras ēkas īpatnējais siltumenerģijas patēriņš 2018./2019.gada apkures sezonā, kā arī koriģētā vērtība pie standarta klimatiskajiem apstākļiem. Ēku vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir 150 kWh/m<sup>2</sup> gadā (koriģētais 178 kWh/m<sup>2</sup> gadā). Visās ēkās izvietoti siltummezgli ar tiešo pieslēgumu katlu mājas siltumnesējam.



3.4.4.att. CSA pieslēgto ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei (reālais patēriņš 2018.2019.gada apkures sezonā un klimata koriģētais rādītājs)

CSS siltumtrases izvietojums parādīts 3.4.5.attēlā. Siltumtrases kopējais garums ir 974 m. Cauruļvadu vidējais diametrs 95 mm. Vidējais siltuma patēriņa blīvums Lejasciema CSS ir 1,7 MWh/m. Noteiktie siltuma zudumi ņemot vērā pieejamo informāciju par kurināmā patēriņu un siltumenerģijas patēriņu ēkās ir aptuveni 253 MWh jeb 15% no saražotās siltumenerģijas.



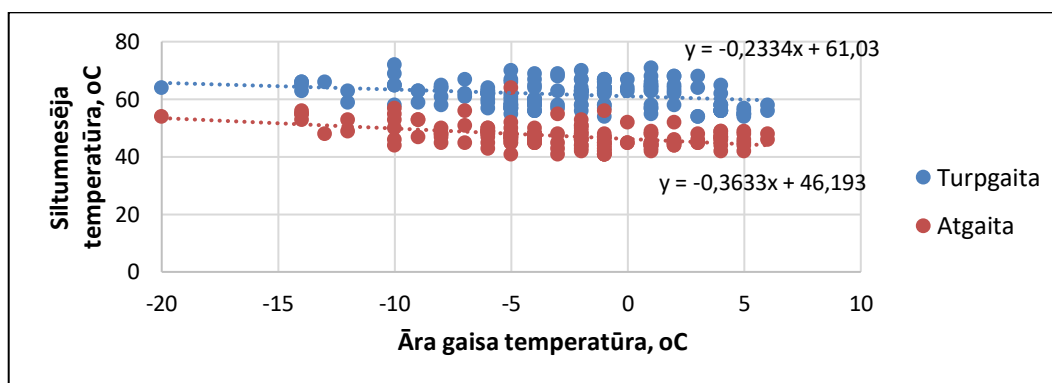
3.4.5.att. Lejasciema CSS siltumtrases shēma

3.4.1.tabula

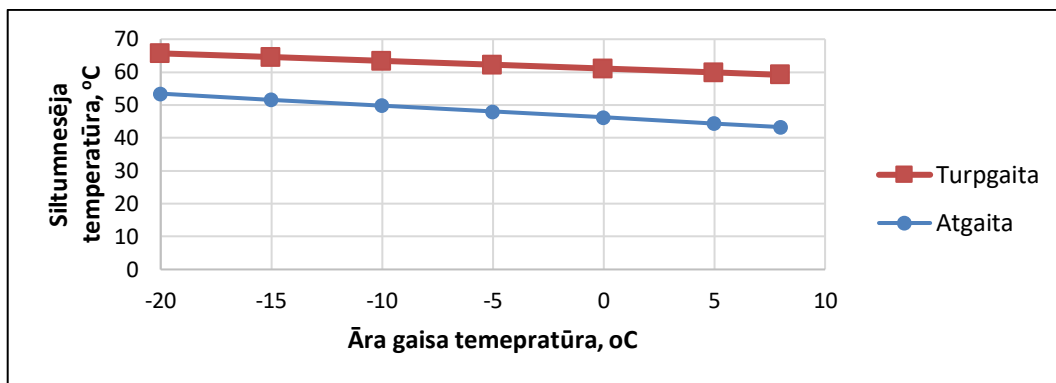
Lejasciema siltumtīklu diametri un garumi

Diametrs, mm	Siltumtīkla garums, m
150	227
125	203
100	92
80	82
48	247
42	123

Veicot siltumnesēja temperatūras datu analīzi (3.4.6.att.), tika noteikta turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras korelācija ar attiecīgā perioda vidējo āra gaisa temperatūru. Izmantojot iegūtos regresijas vienādojumus, konstruēts katlu mājas temperatūras grafiks (3.4.7.att.). Šobrīd Lejasciema katlu māja jau darbojas ar pazeminātu temperatūras grafiku 66/55.

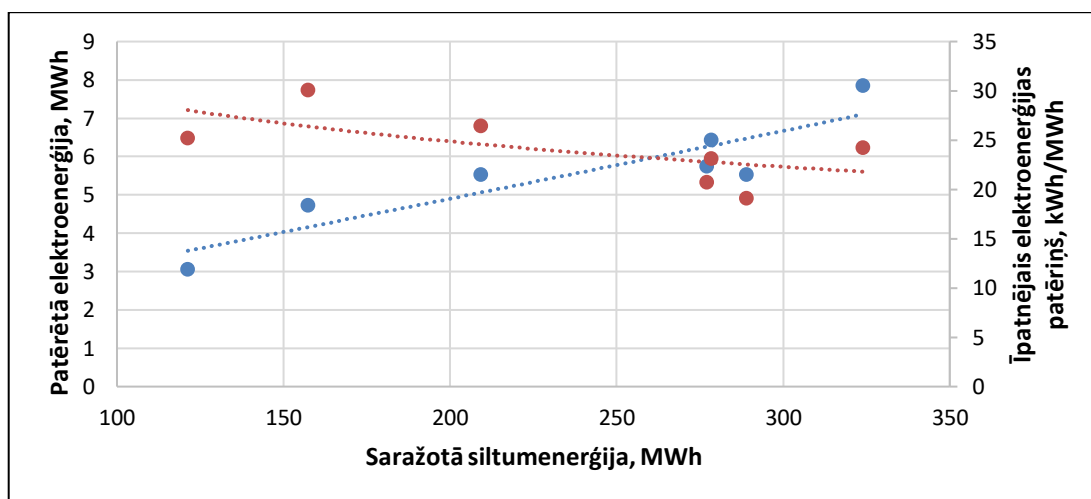


3.4.6.att. Turpgaitas un atgaitas plūsmas korelācija ar āra gaisa temperatūru



3.4.7.att. Modelētais katlu mājas temperatūras grafiks

3.4.8. attēlā redzams, ka vidējais elektroenerģijas patēriņš mēnesī svārstās no 3 līdz 7,8 MWh atkarībā no saražotās siltumenerģijas daudzuma. Noteikts īpatnējais elektroenerģijas patēriņa rādītājs uz saražotās siltumenerģijas daudzumu, kas vidēji apkures sezonā ir 23,5 kWh/MWh<sub>sar.silt.</sub>



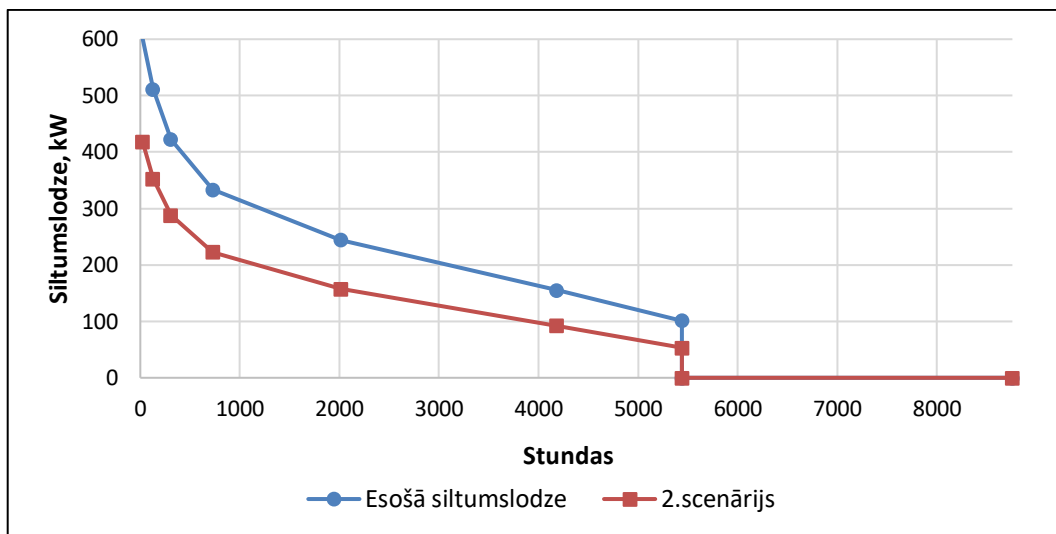
3.4.8.att. Elektroenerģijas patēriņa un īpatnējā elektroenerģijas patēriņa korelācija ar saražoto siltumenerģijas daudzumu

Lejasciema siltumenerģijas tarifs šobrīd ir 59,58 EUR/MWh bez PVN. Galvenās izmaksu pozīcijas veido kurināmā izmaksas (50%) un darba spēka izmaksas (41%).

### 3.4.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi

Lai Lejasciema CSS padarītu izmaksu un resursu efektīvāku, nepieciešams modernizēt malkas katlu māju. Lai samazinātu darba spēka izmaksas, ieteicams uzstādīt automatiski vadāmu apkures katlu par kurināmo izmantojot šķeldu vai koksnes granulas.

Sistēmas darbību viens no galvenajiem ietekmējošajiem faktoriem ir siltumenerģijas patēriņš. Analizējot stratēģiskās attīstības virzienus tiek apskatīts scenārijs ar esošo siltumenerģijas patēriņu un energoefektivitātes scenārijs, kad daļa ēku tiek siltinātas. 3.4.9.att. redzami modelētie siltumslodzes grafiki dažādiem attīstības scenārijiem.



3.4.9.att. Siltuma slodzes grafiki analizētajiem scenārijiem

### 1.scenārijs

Pirmajā scenārijā tiek analizēts, ka esošo apkures katlu vietā tiek uzstādīts automatizēts šķeldas apkures katls ar jaudu 600 kW esošajā katlu mājā. Lai izlīdzinātu katla darbību un samazinātu pīķa slodzes ietekmi, katlu nepieciešams aprīkot ar siltuma akumulācijas tvertni. Modernizējot katlu māju, nepieciešams uzstādīt arī efektīvākus cirkulācijas sūkņus, lai samazinātu elektroenerģijas patēriņu siltuma pārvadēi. Pirmajā scenārijā tiek pieņemts, ka siltumenerģijas patēriņš saglabāsies esošajā līmenī.

### 2.scenārijs

2.scenārijā tiek pieņemts, ka tiek siltinātas tās ēkas, kuru īpatnējais siltumenerģijas patēriņš pārsniedz 150 kWh/m<sup>2</sup> (kultūras nams, pasts, bērnudārzs un daudzīvokļu ēkas). Tiek pieņemts, ka katras ēkas īpatnējais siltumenerģijas patēriņš pēc siltināšanas samazinās līdz 90 kWh/m<sup>2</sup> un kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinās gandrīz par 500 MWh gadā. Šādā gadījumā siltuma patēriņa blīvums saruktu līdz 1,1 MWh/m un maksimālā pīķa slodze būtu 418 kW.

2.scenārija izvērtēšanā tiek pieņemts, ka iespējams vēl vairāk pazemināt siltumtīklu temperatūru (temperatūras grafiks 60/45) ēku energoefektivitātes paaugstināšanās un siltummezglu modernizācijas dēļ.

Lejasciema katlu māja atrodas tālu no siltuma patēriņa slodzes centra. Katlu māju un tuvāko patērētāju savieno 227 m garš cauruļvads DN150, kas ir ar sliktu siltumizolāciju un gadā rada aptuveni 70 MWh lielus siltuma zudumus. Līdz ar to, kā otra alternatīva tiek izvērtēta jaunas konteiner-tipa granulu katlu mājas izvietošana tuvāk siltumenerģijas patērētājiem, piemēram, teritorijā pie Lejasciema vidusskolas vai internāta. Aprēķinā tiek pieņemts, ka būtu jāizbūvē aptuveni 100m jauns siltumtrases posms katlu mājas savienošanai ar atbilstoša izmēra esošo siltumtrases posmu.

3.4.2.tabulā apkopota informācija par analizētajiem attīstības scenārijiem. Redzams, ka 2.scenārijā pat ar pazeminātu temperatūras grafiku un mazāku siltumtīklu garumu, īpatnējo zudumu apmērs sasniedz 18%, jo būtiski samazinās saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzums. Jāatzīmē, ka, pie esošās katlu mājas novietojuma un esošā temperatūras grafika, energoefektivitātes scenārijā siltumenerģijas īpatnējie zudumi sasniegtu pat 30%.

Analizēto scenāriju izejas dati, pieņēmumi un aprēķinātās vērtības

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Malka	Šķelda	Granulas
Uzstādītā katla jauda, kW	2500	600	400
Siltumtīklu temperatūras grafiks	66/53	66/53	60/45
Siltumtīklu garums, m	974	974	847
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	10	5
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	1656	1656	1063
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	253	253	150
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	1404	1404	913
Siltuma patēriņa blīvums, MWh/m	1,7	1,7	1,1
Siltuma zudumu īpatsvars, %	15%	15%	18%

### 3.4.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Izvērtējot dažādas attīstības alternatīvas ņemtas vērā potenciālās investīcijas, ražošanas izmaksas (kurināmā un elektroenerģijas izmaksas), darba spēka izmaksas. Izmaksu analīzē izdarīti pieņēmumi par granulu un šķeldas apkures katlu darbības rādītājiem- lietderības koeficientu un īpatnējo elektroenerģijas patēriņu, kas balstīti uz iepriekš īstenotajiem CSS modernizācijas piemēriem. Citi pieņēmumi, kas saistīti ar iekārtu izmaksām, apkopoti 3.4.3.tabulā.

Izmaksu un ieguvumu analīzē izmantotie pieņēmumi

Pieņēmums	Izmaksas
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Granulu apkures katls, EUR/kW	310
Konteinertipa katlu māja, EUR/kW	116
Šķeldas apkures katls ar automātisko padevi, EUR/kW	600
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR/m <sup>3</sup>	900
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	114

## Izmaksu un ieguvumu analīzes rezultāti

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Malka	Šķelda	Granulas
Uzstādītā katla jauda, kW	2500	600	400
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	10	8
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>389000</b>	<b>202600</b>
Katla iekārtu un uzstādīšanas izmaksas, EUR	n/a	360000	124000
Katlu mājas pārbūve/konteinertipa katlumājas izbūve, EUR	n/a	20000	46400
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR	n/a	9000	7200
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	n/a	25000
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>43009</b>	<b>35772</b>	<b>51205</b>
Katla lietderības koeficients	0,7	0,85	0,9
Kurināmā cena	24,5 EUR/m <sup>3</sup>	12 EUR/m <sup>3</sup>	182 EUR/t
Kurināmā patēriņš, MWh gadā	2366	1949	1181
Zemākais sadegšanas siltums	1,50 MWh/m <sup>3</sup>	0,71 MWh/m <sup>3</sup>	4,3 MWh/t
Kurināmā patēriņš gadā	1578 m <sup>3</sup>	2745 m <sup>3</sup>	275 t
Kurināmā izmaksas kopā, EUR gadā	38572	32937	49992
Elektroenerģijas īpatnējais patēriņš, kWh/MWh	23,5	15	10
Patērētā elektroenerģija, MWh gadā	39	25	11
Elektroenerģijas izmaksas, EUR gadā	4437	2835	1213
Personāla izmaksas, EUR gadā	3 12 13	1 24 85	62 43
Darbinieku skaits	5	2	1
Darba laiks, mēneši	7	7	7
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	892	892	892
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>1 94 50</b>	<b>1 01 30</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>26 38</b>	<b>26 38</b>	<b>26 38</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā, EUR gadā</b>	<b>76859</b>	<b>70345</b>	<b>70215</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>54,75</b>	<b>50,11</b>	<b>76,87</b>



Abos no izvirzītajiem attīstības scenārijiem būtisku ieguvumu sniedz darba spēka izmaksu samazināšanās. Energoefektivitātes scenārijā tiek pieņemts, ka granulu katls būs pilnībā automatizēts, tādēļ būs nepieciešams nodarbināt tikai vienu darbinieku, lai to apkalpotu. Šķeldas katlu mājas gadījumā tiek pieņemts, ka būs nepieciešams nodarbināt divus darbiniekus uz pilnu slodzi.

Veiktā izmaksu analīze rāda, ka 1. scenārijā pie izdarītajiem pieņēmumiem veidojas mazākas izmaksas nekā esošajai katlu mājai. 2. scenārijā būtiski pieaug kurināma izmaksas un samazināsies ieņēmumi no pārdotās siltumenerģijas, līdz ar to īpatnējās siltumenerģijas izmaksas ir daudz augstākas.

#### 3.4.4 SVID un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas kurināmā un darbaspēka izmaksas. Savukārt vājās puses saistītas ar augstākiem siltumenerģijas zudumiem. Kā iespēju savukārt var izvērtēt pašvaldības dotācijas apkures sistēmu izbūvei, lai veicinātu kopējās siltumapgādes sistēmas attīstību. Kā draudi identificēts šķeldas izmaksu pieaugums un kvalificētu darbinieku trūkums.

3.4.4. tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas siltumenerģijas ražošanas izmaksas Lielāks siltuma patēriņa blīvums	Augstāki siltumenerģijas zudumi
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste	Šķeldas izmaksu pieaugums Kvalificētu darbinieku trūkums

2. scenārija stiprās puses ir samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi un zemākas kopējās investīcijas. Scenārija vājās puses ir augstākas kurināmā izmaksas un zemāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas augstākā siltumenerģijas tarifā. Scenārija iespējas ir Eiropas Savienības finansējuma piesaiste, tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā. Kā draudi tiek identificēts iespējamais kurināmā cenu pieaugums un projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS.

3.4.5. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte	Augstākas siltumenerģijas ražošanas īpatnējās izmaksas
Iespējas	Draudi
Eiropas Savienības finansējuma piesaiste Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana Lētāku plastmasas cauruļu izmantošana jaunajai siltumtrasei	Granulu izmaksu pieaugums Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS Kvalificētu darbinieku trūkums

### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.4.6.tabulā, kurā analizēti 5 dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.4.6.tabula

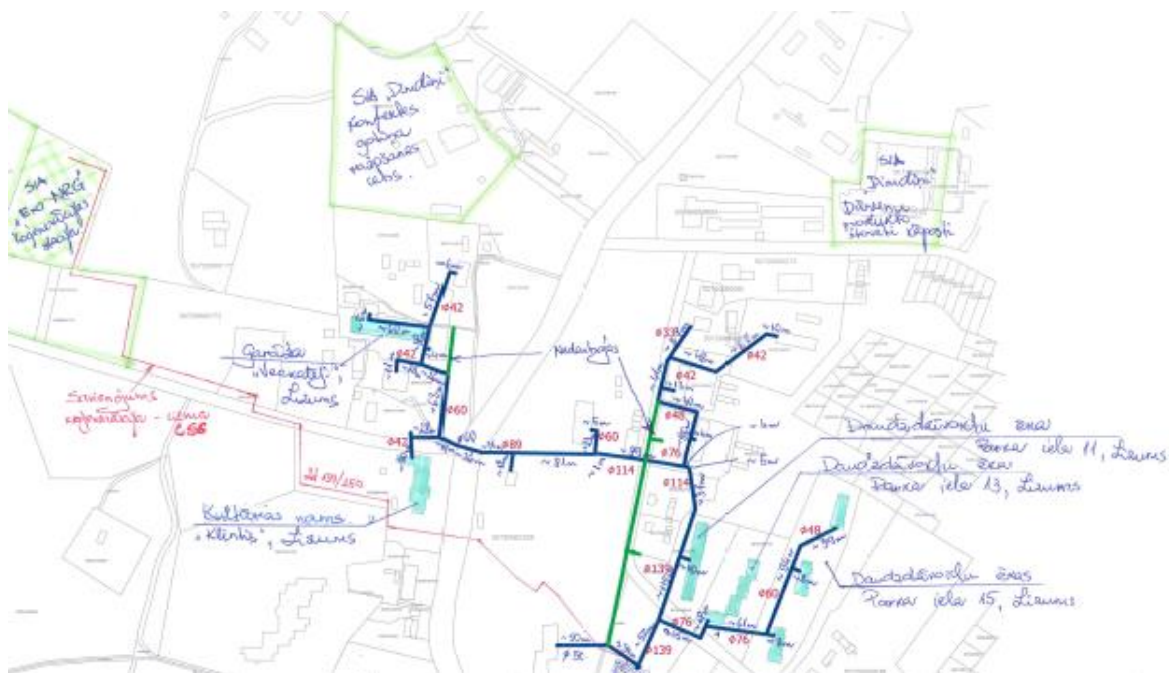
Riska analīze			
Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme (zema, vidēja, augsta)	Darbības riska novēršanai
Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi	1.scen. -vidēja 2.scen.-augsta	Augsta	CSS izmaksu efektivitātes nodrošināšana, lai minimizētu siltumenerģijas tarifu; Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām;
Koksnes kurināmā cenu pieaugums	Augsta	Augsta	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	1.scen. -augsta 2.scen.-vidēja	Augsta	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Zema	Augsta	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana
Darbaspēka trūkums	Vidēja	Vidēja	Maksimāla siltumenerģijas ražošanas automatizācija

Kā augstas iespējamības riski identificēta patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs. Šo risku iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Citi augstas iespējamības riski saistīti ar koksnes kurināmā izmaksu pieaugumu un investīciju trūkumu katlu mājas modernizācijai. Kā vidējas iespējamības risks noteikts kvalificēta darba spēka trūkums, ko iespējams novērst ar maksimālu siltuma ražošanas un pārvades automatizāciju.

### 3.5 Lizuma pagasta Lizuma ciems

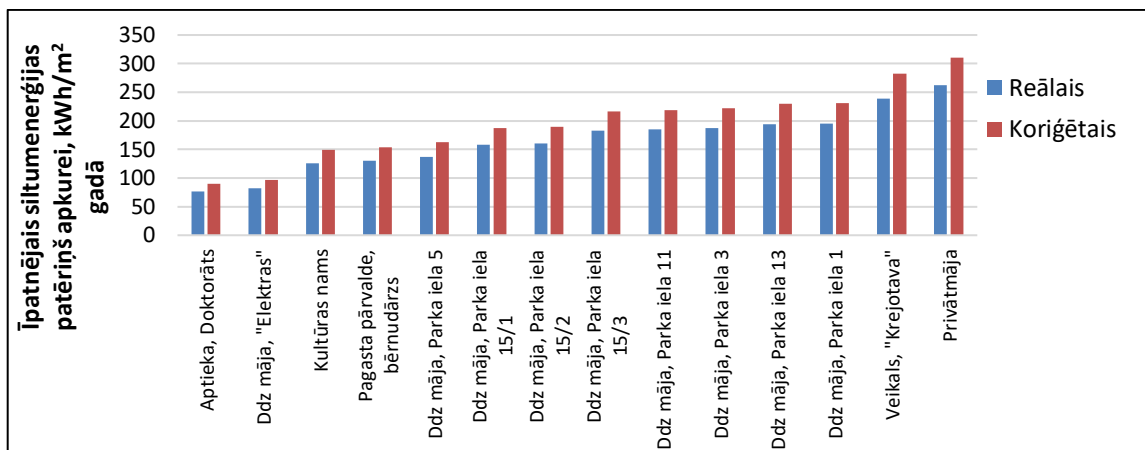
#### 3.5.1 Esošās situācijas izvērtējums

Lizuma pagasta Lizuma ciemā siltumenerģija CSS tiek iepirkta no netālu esošās SIA “Eko NRG” koksnes koģenerācijas stacijas. Gulbenes pašvaldība nodrošina siltuma pārvadi ar cirkulācijas sūkņu palīdzību, kas izvietoti Lizuma katlu mājā. Katlu mājā saglabājies arī iepriekšējais 2007.gadā izgatavotais apkures katls Orions-3H1 ar jaudu 1,5 MW. CSS darbības analīzei izmantoti 2018. gada iepirtās un patērētās siltumenerģijas dati, kas ir vienīgas pilnais periods, par kuru pieejama informācija par siltumenerģijas daudzumu.



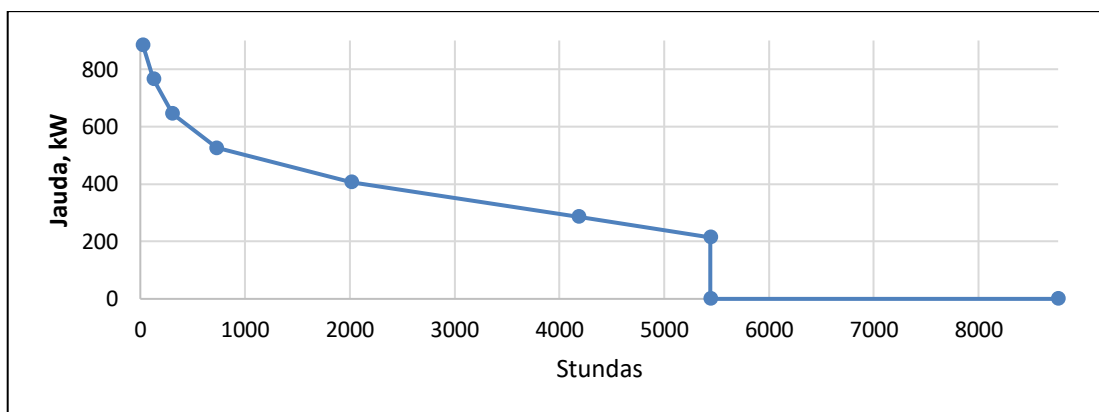
3.5.1.att. Lizuma CSS siltumtrases shēma un tuvumā esošie rūpniecības uzņēmumi

Kopā iepirktais siltumenerģijas daudzums 2018.gadā sastādīja 2094 MWh. CSS pieslēgtas 17 ēkas, no kurām 14 uzstādīti patērētās siltumenerģijas skaitītāji, līdz ar to, nav iespējams precīzi aprēķināt kopējo patērēto siltumenerģijas daudzumu. 3.5.2.attēlā parādīts ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš 2018.gadā, kurās tiek veikta uzskaitē, un koriģētais patēriņš pēc normatīvajiem klimatiskajiem apstākļiem. Redzams, ka divu ēku īpatnējais patēriņš ir zem 100 kWh/m<sup>2</sup> (aptiekas ēkai ir siltināts jumta pārsegums), bet augstāks rādītājs ir daudzīvokļu ēkās – vidēji 190 kWh/m<sup>2</sup> (koriģētais 225 kWh/m<sup>2</sup>). Visu ēku vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir 166 kWh/m<sup>2</sup> gadā (koriģētais 196 kWh/m<sup>2</sup> gadā).



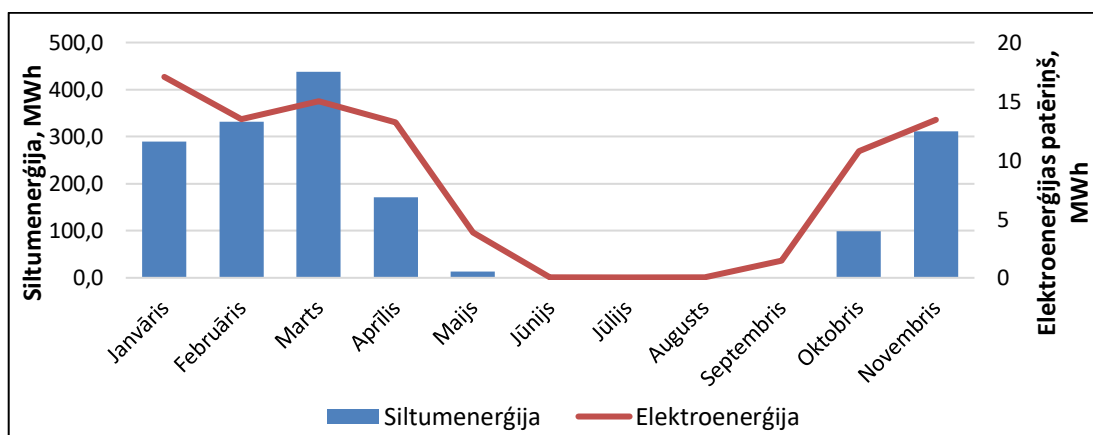
3.5.2.att. Lizuma CSS pieslēgto ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš (reālais un koriģētais)

Balstoties uz informāciju par iepirktais siltumenerģijas apjomu, noteikta Lizuma CSS siltumslodze, kas parādīta 3.5.3.att. Redzams, ka maksimālā siltuma slodze sasniedz 860 MW.



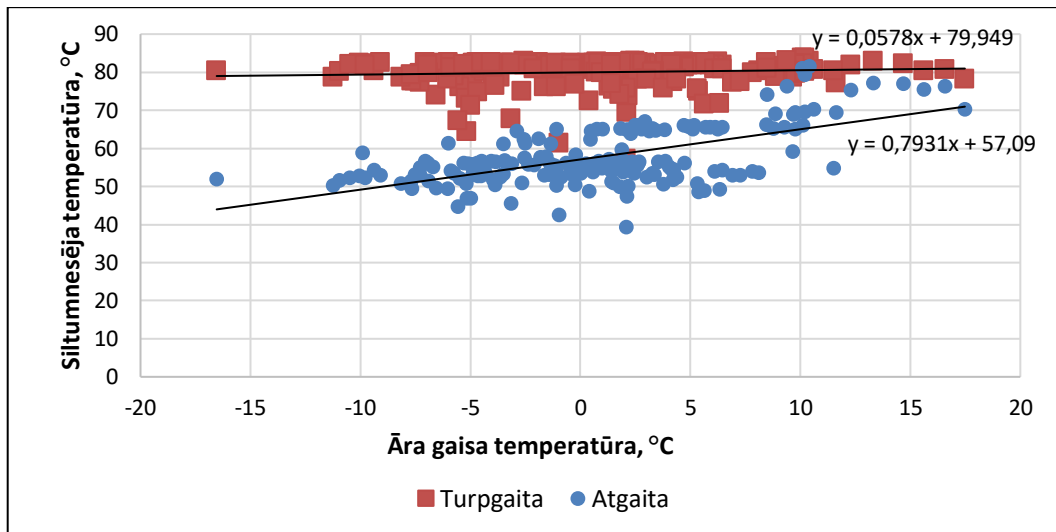
3.5.3.att. Lizuma CSS siltumslodze

Lizuma CSS iepirktais siltumenerģijas daudzums 2018.gadā pa mēnešiem un attiecīgais elektroenerģijas patēriņš pārvadei parādīts 3.5.4.attēlā. Kopējais elektroenerģijas patēriņš gadā veido 88 MWh, bet īpatnējais elektroenerģijas patēriņš pret piegādātās siltumenerģijas daudzumu- 42,22 kWh/MWh.



3.5.4.att. Iepirktais siltumenerģijas daudzums 2018.gadā, patērētā elektroenerģija siltuma pārvadei

Veicot siltumnesēja temperatūras datu analīzi (3.5.5.att.), tika noteikta turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras korelācija ar attiecīgā perioda vidējo āra gaisa temperatūru. Attēlā redzams, ka šobrīd Lizuma CSS turpgaitas temperatūra tiek uzturēta gandrīz nemainīga ap 80°C. Lai precizētu temperatūras grafiku, nepieciešams veikt monitoringu turpgaitas temperatūrai sekundārajā siltummaiņa pusē.



3.5.5.att. Turpgaitas un atgaitas plūsmas korelācija ar āra gaisa temperatūru

Lizuma CSS siltumtrases kopējais garums ir 1 523 m, neskaitot koģenerācijas staciju un katlu māju savienojošo cauruļvadu, kas pieder SIA "Eko NRG". Cauruļvadu vidējais svērtais diametrs 71 mm. Vidējais siltuma patēriņa blīvums Lejasciema CSS ir 1,1 MWh/m. Modelētie siltuma zudumi ņemot vērā pieejamo informāciju par siltumtīklu tehnisko stāvokli, garumiem un diametriem (sk.3.5.1.tabulu) ir aptuveni 479 MWh jeb 23% no saražotās siltumenerģijas.

3.5.1.tabula

Cauruļvadu diametri un garumi

Cauruļvada diametrs, mm	Cauruļvadu garums, m
DN139	177
DN114	136
DN89	130
DN76	183
DN60	243
DN48	163
DN42	454
DN33	37

Lizuma CSS siltumenerģijas tarifs šobrīd ir 41,33 EUR/MWh bez PVN, kas ir zemākais starp visiem analizētajiem Gulbenes novada ciemu siltumenerģijas tarifiem.

### **3.5.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi**

Šobrīd Lizuma CSS ir izmaksu ziņā efektīva, ko nodrošina iepirktās siltumenerģijas zemais tarifs. Siltuma ražošana koģenerācijas režīmā ir viens no efektīvākajiem siltuma ražošanas veidiem, jo ļauj ietaupīt kurināmo salīdzinot ar atsevišķu siltuma un elektroenerģijas ražošanu. Turpmākai Lizuma CSS sistēmas attīstībai netiek izskatītas citas siltuma ražošanas alternatīvas, pieņemot, ka SIA "Eko NRG" koģenerācijas stacija turpinās darbu turpmāko 10-15 gadu periodā.

#### **1.scenārijs**

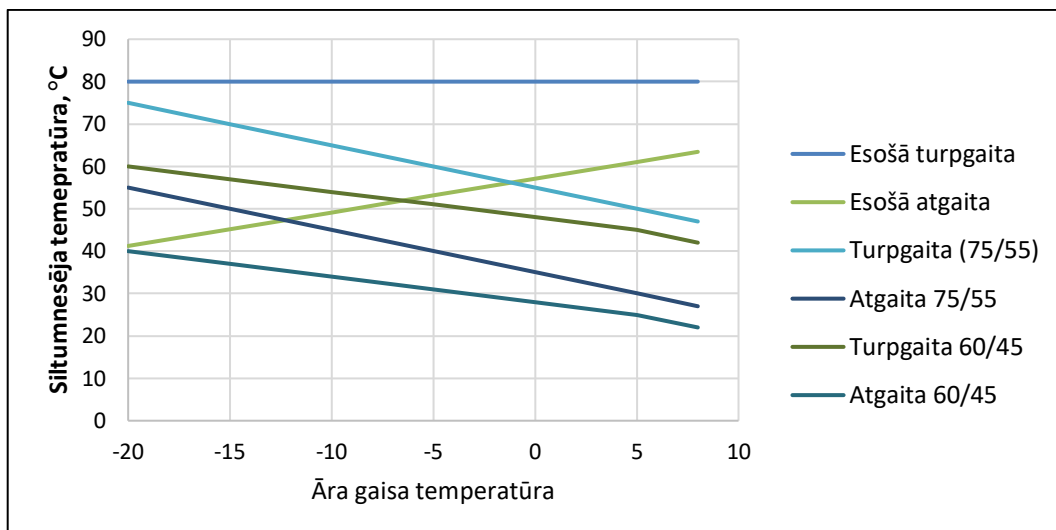
Lizuma ciemā izvietotas divas uzņēmuma SIA "Dimdiņi" ražošanas ēkas – "Pagrabkalns" un "Ražotāji". Šobrīd uzņēmums siltuma ražošanai izmanto sašķidrināto naftas gāzi. Ražošanas procesiem tiek sagatavots tvaiks, bet ēku apkurei kā siltumnesējs tiek izmantots ūdens. "Pagrabkalni" ēkas apkurināmā platība ir 1210 m<sup>2</sup>, bet "Ražotāji" gandrīz 200 m<sup>2</sup>. 2018.gadā uzņēmuma abās ražotnēs kopā tika patērēts 229 tonnas sašķidrinātās naftas gāzes. Pieņemot, ka kurināmā zemākais sadegšanas siltums ir 12,87 MWh/tonnu un katla lietderības koeficients 0,9, noteikts, ka uzņēmuma abas ražotnes patērē aptuveni 2654 MWh siltumenerģijas.

Kā viena no Lizuma CSS attīstības alternatīvām izvērtēta šo ēku pieslēgšana centralizētajai siltumapgādei, lai segtu ēku apkures patēriņu. Šobrīd uzņēmumā netiek atsevišķi uzskaitīts kurināmā daudzums, kas tiek patērēts tvaika ražošanai un ēku apkurei. Lai noteiktu potenciālo patēriņu, pieņemts, ka ēku apkures vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir aptuveni 120 kWh/m<sup>2</sup> (ņemot vērā siltuma ieguvumus no ražošanas procesa). Noteikts, ka ēkas "Pagrabkalns" aptuvenais siltumenerģijas patēriņš apkurei būtu 145 MWh, bet "Ražotāji" – 24 MWh. Lai pieslēgtu ēkas pie CSS, būtu nepieciešams izbūvēt jaunus siltumtrases posmus- līdz "Pagrabkalna" ražotnei 270 m, bet līdz "Ražotāji" ēkai – 150 m. Aprēķināts, ka siltuma zudumi no šī posma radītu aptuveni 53 MWh lielus siltuma zudumus pie temperatūras grafika 75/55.

Lai paaugstinātu kopējo siltumapgādes sistēmas efektivitāti, nepieciešams nodrošināt turpgaitas temperatūras regulāciju atbilstoši āra gaisa temperatūrai. 1.scenārijā tiek pieņemts, ka katlu māja darbosies ar temperatūras režīmu 75/55.

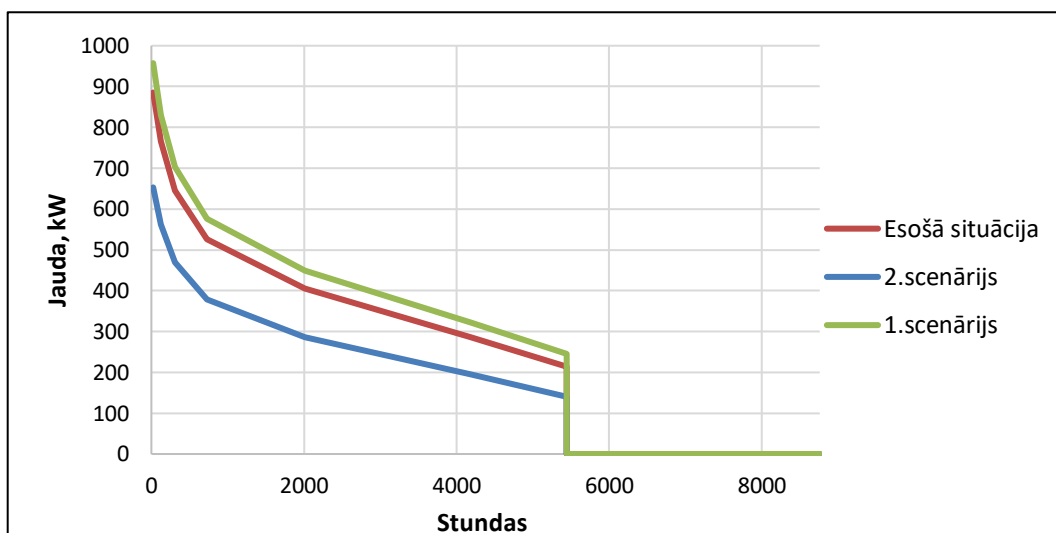
#### **2.scenārijs**

Kā otra alternatīva tiek izskatīta iespēja, ka netiek pieslēgti jauni patērētāji, bet daļa no ēkām tiks renovētas un kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinātos. Potenciālie energoefektivitātes pasākumi varētu tikt veikti piecās daudzīvokļu ēkās un kultūras namā. Šajā scenārijā tiek pieņemts, ka ēku esošais siltumenerģijas patēriņš samazinātos līdz 90 kWh/m<sup>2</sup>. Rezultējošais siltumenerģijas patēriņa samazinājums prognozēts 534 MWh gadā. 2.scenārijā, kad tiek veikti energoefektivitātes pasākumi daļā no ēkām, pakāpeniskie iespējams ieviest pazeminātu temperatūras grafiku 60/45.



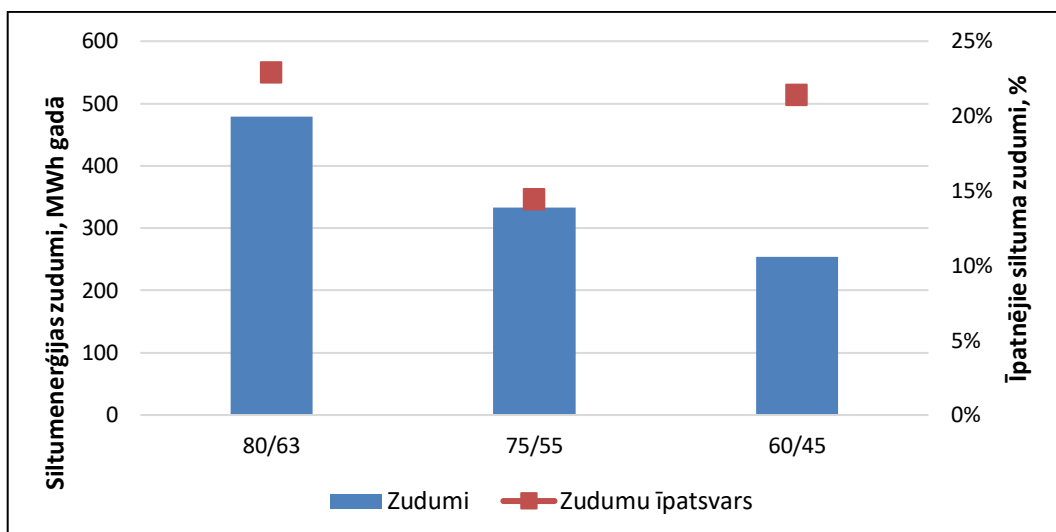
3.5.6.att. Modelētie temperatūras grafiki

3.5.7.att. salīdzināti dažādu scenāriju siltumslodzes grafiki. Redzams, ka 1.scenārijā maksimālā siltumslodze pieaug nedaudz – līdz 957 kW, bet 2.scenārijā maksimālā siltumslodze ievērojami samazinās – līdz 650 kW.



3.5.7.att. Modelētie siltumslodzes grafiki katrā no analizētajiem scenārijiem

3.5.8.attēlā parādīti modelētie siltumenerģijas zudumi un īpatnējie siltumenerģijas zudumi dažādos scenārijos. Ieviešot siltumenerģijas grafiku 75/55, zudumi pārvades tīklos samazinās līdz 333 MWh un sastāda 14% no saražotās siltumenerģijas, ņemot vērā, ka tiek izbūvētas papildus siltumtrases jauno patērētāju pieslēgšanai. 2.scenārijā siltumenerģijas zudumi pie pazeminātā temperatūras grafika sastāda 254 MWh, tomēr ņemot vērā būtiski samazināto siltumenerģijas patēriņu, īpatnējais siltuma zudumu rādītājs ir augsts -21% no saražotās siltumenerģijas.



3.5.8.att. Aprēķinātie siltumenerģijas zudumi

3.5.2.tabulā apkopota informācija par analizētajiem attīstības scenārijiem. Redzams, ka 2.scenārija pat ar pazeminātu temperatūras grafiku un mazāku siltumtīklu garumu, īpatnējo zudumu apmērs sasniedz 21%, jo būtiski samazinās saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzums.

3.5.2.tabula

Analizēto scenāriju izejas dati, pieņēmumi un aprēķinātās vērtības

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Iepirktā siltumenerģija		
Uzstādītā katla jauda, kW	n/a	n/a	n/a
Siltumtīklu temperatūras grafiks	80/40	75/55	60/45
Siltumtīklu garums, m	1523	1843	1523
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	2095	2312	1186
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	479	333	254
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	1615	1980	932
Siltuma patēriņa blīvums, MWh/m	1,1	1,1	0,6
Siltuma zudumu īpatsvars, %	23%	14%	21%

### 3.5.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Tā kā attīstības scenārijos tiek saglabāta siltumenerģijas iepirkšana no koģenerācijas stacijas, nerodas izmaksas siltuma avota pilnveidošanai. Galvenās investīcijas rodas 2.scenārijā siltumtrases un siltummezglu izbūvei. Papildus tiek ietvertas jaunu cirkulācijas sūkņu izmaksas, lai samazinātu elektroenerģijas patēriņu pārvadei. Pieņemts, ka jauna cirkulācijas sūkņa izmaksas ar uzstādīšanu sastāda aptuveni 3000 Euro. Kopā katlu mājā darbojas 4 sūkņi siltuma pārvades nodrošināšanai.



3.5.3.tabula

Izmaksu un ieguvumu analīzē izmantotie pieņēmumi

Parametrs	Vērtība
Iepirktais siltumenerģijas tarifs, EUR/MWh	26,26
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	105,97
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	6000
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250

3.5.4.tabula

Izmaksu un ieguvumu analīzes rezultāti

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>92000</b>	<b>30000</b>
Automatizēto siltummezglu izbūve, EUR	n/a	12000	30000
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	80000	n/a
Cirkulācijas sūkņu nomaiņa, EUR	n/a	12000	12000
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>65861</b>	<b>65624</b>	<b>33660</b>
Iepirktais siltumenerģijas izmaksas EUR gadā	55003	60725	31147
Elektroenerģijas īpatnējais patēriņš, kWh/MWh	49	20	20
Patērētā elektroenerģija, MWh	103	46	24
Elektroenerģijas izmaksas	10859	4899	2513
<b>Personāla izmaksas, EUR gadā</b>	<b>77 94</b>	<b>77 94</b>	<b>77 94</b>
Darbinieku skaits	1,5	1,5	1,5
Darba laiks, mēneši	6	6	6
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	866	866	866
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>4600</b>	<b>15 00</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>75 86</b>	<b>75 86</b>	<b>75 86</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā, EUR gadā</b>	<b>81241</b>	<b>85604</b>	<b>50540</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>50,31</b>	<b>41,33</b>	<b>54,20</b>

Veiktajā izmaksu un ieguvumu analīzē redzams, ka 1.scenārijā jauno patērētāju pieslēgšana sniedz ievērojamu siltumenerģijas īpatnējo izmaksu samazinājumu. Savukārt 2.scenārijā, kad tiek veikta ēku

siltināšana, īpatnējās izmaksas pieaug. Ja 2.scenārija gadījumā siltumnesēja temperatūra netiek pazemināta un zudumi paliek esošajā līmenī, tad īpatnējās izmaksas pieaug līdz 54,20 EUR/MWh.

### 3.5.4 SVID un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas īpatnējās siltumenerģijas ražošanas izmaksas un lielāks kopējais siltuma patēriņa blīvums. Savukārt vājās puses saistītas ar augstākiem siltumenerģijas zudumiem un nepieciešamajām investīcijām siltumtīklu izbūvē.

3.5.5. tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas siltumenerģijas īpatnējās ražošanas izmaksas Lielāks siltuma patēriņa blīvums	Augstāki siltumenerģijas zudumi Augstākas investīcijas
Iespējas	Draudi
Papildus siltuma izmantošana ražošanas uzņēmumā ražošanas procesiem Siltuma pārpalikumu atgūšana no ražošanas uzņēmuma	Koģenerācijas stacijas darbības pārtraukšana Iepirktais siltumenerģijas tarifa pieaugums

Izbūvētā siltumtrase līdz SIA "Dimdiņi" ražošanas ēkām paver vairākas CSS sistēmas attīstības iespējas, piemēram, siltumenerģijas patēriņa palielināšana, ja CSS siltumu izmanto arī ražošanas procesā, kur tas iespējams. Ja uzņēmumā tiek identificēti siltumenerģijas pārpalikumi, tad var izveidot divu virzienu sistēmu, kad daļa siltuma tiek atgriezta atpakaļ CSS un izmantota citu ēku apkurei. Identificētie draudi saistīti ar koģenerācijas stacijas darbību un iepirktais siltumenerģijas tarifa pieaugumu.

2.scenārija stiprās puses ir samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi un zemākas kopējās investīcijas. Scenārija vājās puses ir zemāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas augstākā siltumenerģijas tarifā. Scenārija iespējas tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā un jaunu patērētāju piesaiste. Draudi identificēti tādi paši, kā 1.scenārija gadījumā.

3.5.6. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte	Zemāks siltuma patēriņa blīvums Augstākas siltumenerģijas ražošanas īpatnējās izmaksas
Iespējas	Draudi
Jaunu patērētāju piesaistīšana Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana	Koģenerācijas stacijas darbības pārtraukšana Iepirktais siltumenerģijas tarifa pieaugums

### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.5.7.tabulā, kurā analizēti 5 dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.5.7.tabula

#### Riska analīze

Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme	Darbības riska novēršanai
Patērētāju pāreja uz individuālo siltumapgādi	Zema	Vidēja	CSS izmaksu efektivitātes nodrošināšana, lai minimizētu siltumenerģijas tarifu; Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām;
Jaunu patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS	1.scen. -vidēja 2.scen.-augsta	Vidēja	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Iepirktais siltumenerģijas tarifa pieaugums	Augsta	Augsts	Iepirktais siltumenerģijas tarifa fiksēšana CSS līgumā
Investīciju trūkumus	1.scen. -vidēja 2.scen.-zema	1.scen. -vidēja 2.scen.-zema	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Vidēja	Augsta	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana

Augstas iespējamības risks saistīts ar iepirktais siltumenerģijas tarifa pieaugumu, kas abus analizētajos scenārijus būtiski ietekmētu. Kā augstas iespējamības risks identificēta patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs. Šo risku iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla darbības efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu.

### 3.6 Galgauskas pagasta Galgauskas ciems

#### 3.6.1 Esošās situācijas izvērtējums

Galgauskas ciemā šobrīd nav izveidota centralizētā siltumapgādes sistēma. Ciematā netālu viena no otras atrodas 5 ēkas - kultūras nams, pamatskola, pagasta pārvalde, sporta zāle un daudzīvokļu ēka (sk. izvietojuma plānu 3.6.1.att.). Ēkās šobrīd apkure tiek nodrošināta individuāli ar malkas apkures katliem (sk.3.6.2.att.). Katrā ēkā uzstādīts malkas apkures katls ar jaudu 240 kW. Kultūras namā un pašvaldības ēkā uzstādītas akumulācijas tvertnes ar kopējo tilpumu 4 m<sup>3</sup>. Kultūras namā vēsturiski uzstādīts arī zemes siltuma sūknis ar elektrisko jaudu 4,5 kW, bet šobrīd tas netiek darbināts. Kopējā ēku apkurināmā platība 5673,5 m<sup>2</sup>. Karstā ūdens sagatavošana ēkās notiek lokāli ar uzstādītiem elektriskajiem boileriem.

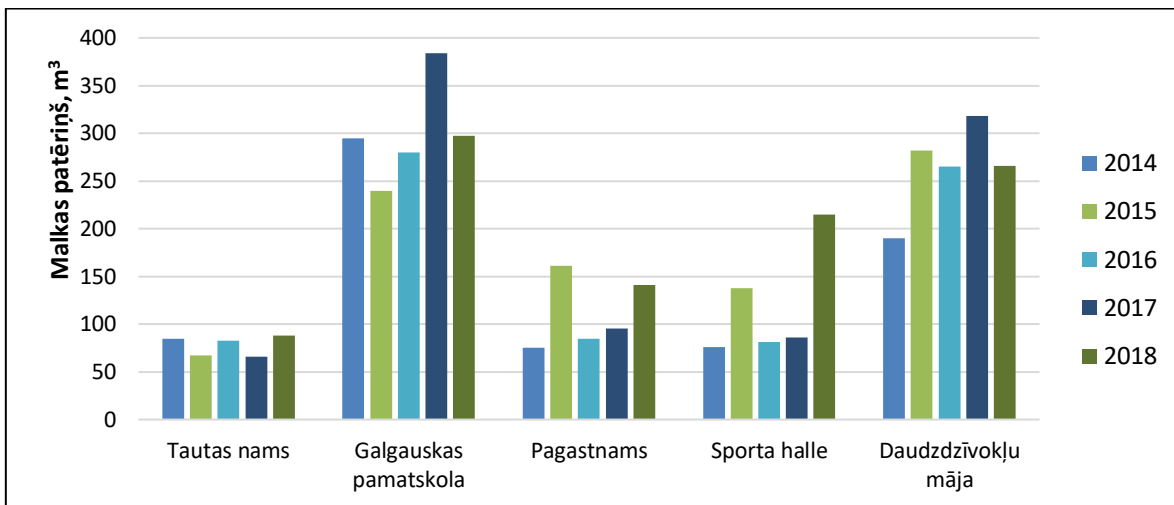


3.6.1.att. Galgauskas ciema ēku izvietojuma plāns



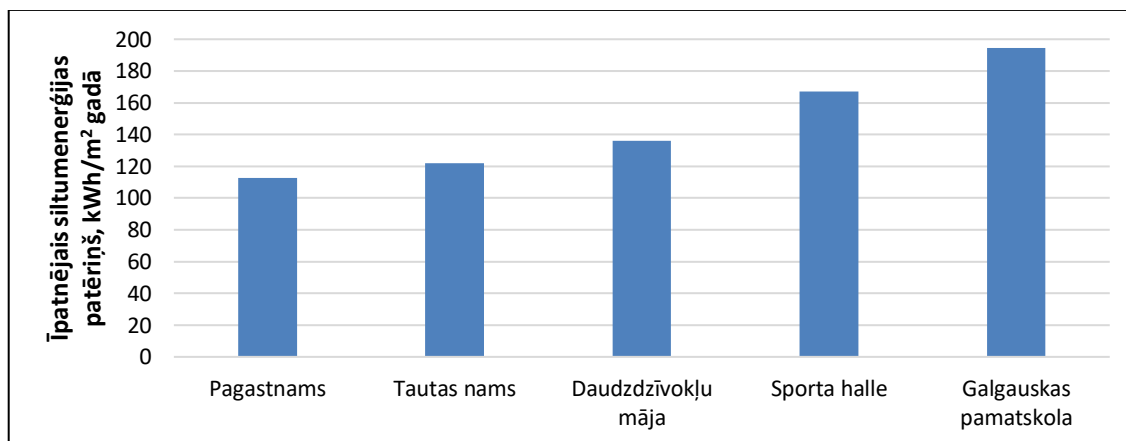
3.6.2.att. Pagasta pārvaldes ēkā uzstādītie apkures katli

Saražotās siltumenerģijas uzskaitē apskatītajās ēkās šobrīd netiek veikta. Ēku patēriņa noteikšanai izmantoti vidējā patērētā kurināmā dati par laika periodu no 2014. līdz 2018.gadam (sk.3.6.2.att.).



3.6.2.att. Ēkās patērētā kurināmā salīdzinājums

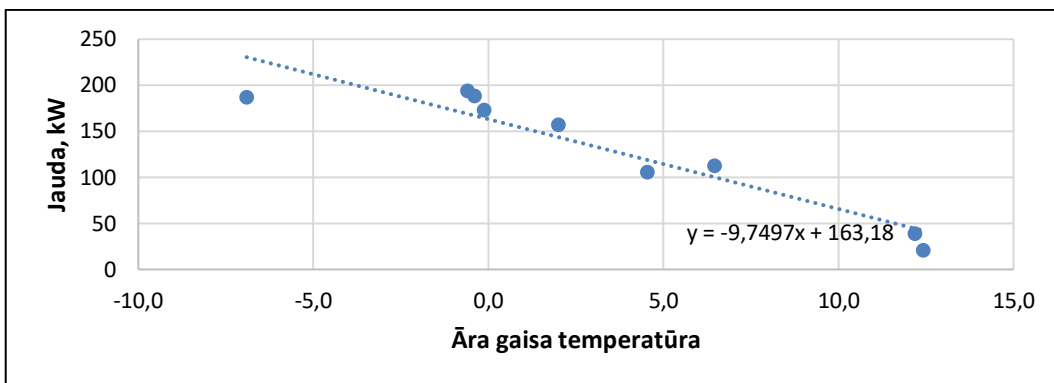
Lai noteiktu saražotās siltumenerģijas daudzumu, veikti pieņēmumi par katla lietderības koeficientu (0,75) un malkas zemāko sadegšanas siltumu (1,3 MWh/m<sup>3</sup>). 3.6.3.attēlā parādīts katras ēkas aprēķinātais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei.



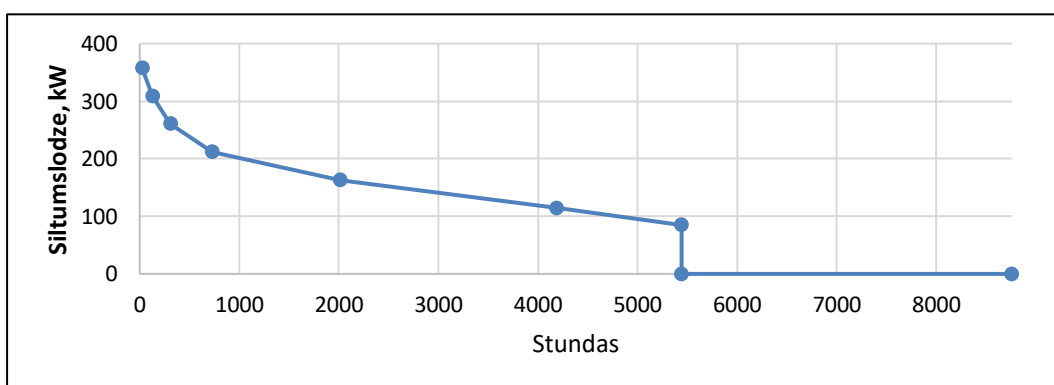
3.6.3.att. Ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei

Redzams, ka augstākais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir Galgauskas pamatskolas ēkai –vidēji 194 kWh/m<sup>2</sup>, bet zemākais pagasta pārvaldes ēkai. Vidējais ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir 146 kWh/m<sup>2</sup>.

Ņemot vērā ēku kurināmā patēriņu mēnesī, noteikta kopējā siltuma jauda attiecībā pret vidējo mēneša āra gaisa temperatūru. 3.6.4.attēlā parādītais regresijas vienādojums izmantots, lai modelētu potenciālo ēku siltumslodzes grafiku.



3.6.4.att. Galgauskas ēku siltuma jaudas un āra gaisa temperatūras korelācija



3.6.5.att. Galgauskas ēku potenciālā siltumslodze

3.6.5.attēlā parādītajā siltumslodzes grafikā redzams, ka ēku kopējā siltumslodze sasniedz 358 kW, kas ir vairākas reizes mazāk ēkās uzstādīto apkures katlu kopsumma (1,2 MW)

### 3.6.2 *Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi*

Attīstības alternatīvu salīdzinājumā izvērtēti divi dažādi siltuma ražošanas veidi – esošo malkas apkures katlu izmantošana centralizētai siltuma ražošanai (1.scenarijs) un jauna granulu apkures katla uzstādīšana konteineru katlu mājā (2.scenārijs). Galgauskas CSS attīstībai analizēti divi dažādi temperatūras grafiki.

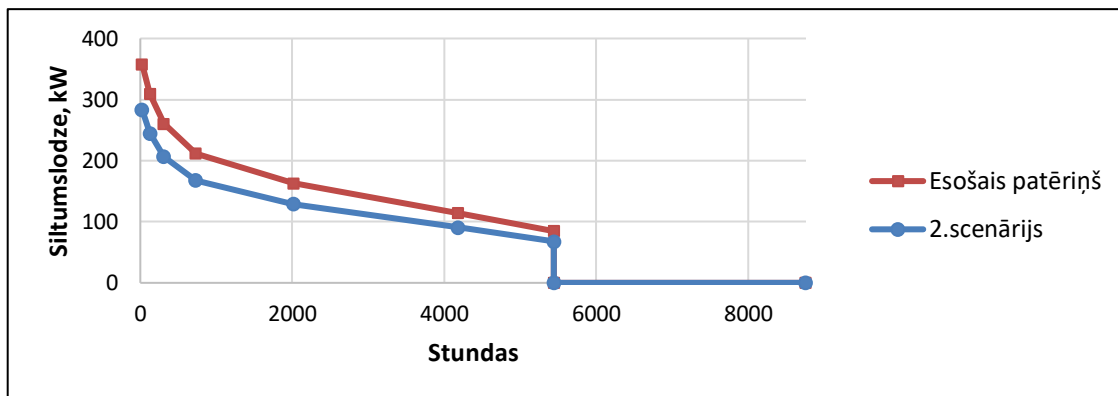
#### 1.scenārijs

Kā attīstības alternatīva izvērtēta CSS izveide un centralizēta siltumenerģijas ražošana 5 apskatītajām ēkām pie esošā siltumenerģijas patēriņa. 1.scenārija gadījumā tiek pieņemts, ka apkurei tiks izmantoti esošie apkures katli, pielāgojot to darbību centralizētai siltuma ražošanai, piemēram, izmantojot skolas ēkā izvietotos apkures katlus. Lai piegādātu siltumenerģiju, nepieciešams izbūvēt siltumtīklus ar kopējo garumu 460 m un vidējo diametru 60 mm. Noteikts, ka Galgauskas CSS patēriņa blīvums būtu 1,8 MWh/m. 1.scenārijā tiek pieņemts, ka siltumtīklos tiks nodrošināts temperatūras grafiks 75/55.

#### 2.scenārijs

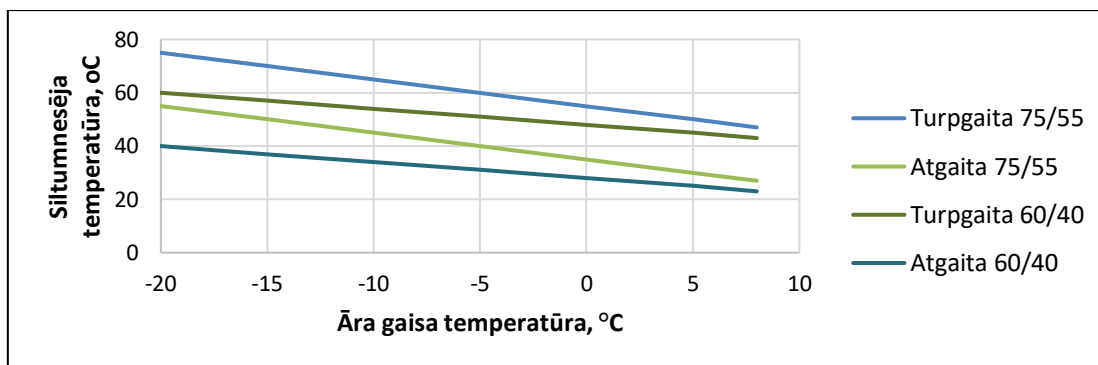
Kā attīstības alternatīva izvērtēta CSS izveide un centralizēta siltumenerģijas ražošana 5 apskatītajām ēkām pie samazināta siltumenerģijas patēriņa skolas slēgšanas dēļ. Siltumtīklu izbūve pieņemta vienāda ar 1.scenārijā aprakstīto.

Ņemot vērā to, ka Galgauskas pamatskolā no 2019.gada septembra mācību process vairs neturpināsies, paredzams, ka skolas ēkā un sporta zālē vairs nebūtu nepieciešams patstāvīgi uzturēt augstu temperatūra un būtiski samazinātos siltumenerģijas patēriņš. Aprēķinā tiek pieņemts, ka abu ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš samazinātos līdz 100 kWh/m<sup>2</sup>. Rezultātā kopējais ēku siltumenerģijas patēriņš samazinās par gandrīz 200 MWh gadā. 3.6.6.attēlā redzamas siltumslodzes izmaiņas pie pieņēmuma, ka skolas un sporta zāles siltumenerģijas patēriņš samazinātos. Šajā scenārijā maksimālā siltumslodze sasniedz 284 kW.



3.6.6.att. Siltumslodzes grafika izmaiņas

Pieņemts, ka 2.scenārijā tiks izmantots pazemināts temperatūras grafiks 60/40 (sk.3.6.7.att.)



3.6.7.att. Analizētie siltumnesēja temperatūras grafiki

Ņemot vērā pieņēmumus par siltumtīklu izvietojumu un temperatūras grafikiem, noteikts, ka siltumenerģijas zudumi 1.scenārijā sastādītu 76,4 MWh jeb 7% no saražotās siltumenerģijas, bet 2.scenārijā 66,5 MWh jeb 9% no saražotās siltumenerģijas.

Analizēto scenāriju izejas dati, pieņēmumi un aprēķinātās vērtības

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Malka	Malka	Granulas
Uzstādītā katla jauda, kW	1200	350	250
Siltumtīklu temperatūras grafiks	n/a	75/55	60/40
Siltumtīklu garums, m	n/a	460	460
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	10	4
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	850	926	728
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	n/a	76	67
Patērētā siltumenerģija, MWh gadā	850	850	661
Siltuma patēriņa blīvums, MWh/m	1,7	1,7	1,4
Siltuma zudumu īpatsvars, %	n/a	8%	9%

3.6.1.tabulā apkopota informācija par analizēto scenāriju izejas datiem, pieņēmumiem un aprēķinātajām vērtībām.

### 3.6.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Izmaksu analīzē izdarīti pieņēmumi par granulu apkures katlu darbības rādītājiem- lietderības koeficientu un īpatnējo elektroenerģijas patēriņu, kas balstīti iepriekš īstenotajiem CSS modernizācijas piemēriem. Abos scenārijos tiek pieņemts, ka tiks izmantotas akumulācijas tvertnes. Citi pieņēmumi, kas saistīti ar iekārtu izmaksām, apkopoti 3.6.2. tabulā.

Izmaksu un ieguvumu analīzē izmantotie pieņēmumi

Pieņēmums	Izmaksas
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Granulu apkures katls, EUR/kW	310
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	6000
Konteinertipa katlu māja, EUR/kW	116
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR/m <sup>3</sup>	900
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	114



## Izmaksu un ieguvumu analīze

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>155400</b>	<b>251500</b>
Katla iekārtu un uzstādīšanas izmaksas, EUR	n/a	5400	77500
Katlu telpas pārbūve/konteinertipa katlumājas izbūve, EUR	n/a	5000	29000
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	115000	115000
Automātisko siltummezglu uzstādīšana, EUR	n/a	30000	30000
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>22176</b>	<b>24 803</b>	<b>35 472</b>
Kurināmā veids	Malka	Malka	Granulas
Katla lietderības koeficients	0,75	0,75	0,9
Kurināmā cena	24,5 EUR/m <sup>3</sup>	24,5 EUR/m <sup>3</sup>	182 EUR/t
Kurināmā patēriņš, MWh	1133	1235	809
Zemākais sadegšanas siltums	1,30 MWh/m <sup>3</sup>	1,30 MWh/m <sup>3</sup>	4,3 MWh/t
Kurināmā patēriņš (nat.vienībās)	871 m <sup>3</sup>	950 m <sup>3</sup>	188 t
Kurināmā izmaksas kopā, EUR	21303	23218	34226
Elektroenerģijas īpatnējās izmaksas, kWh/MWh	9,0	15	15
Patērētā elektroenerģija, MWh	8	14	11
Elektroenerģijas izmaksas	872	1585	1246
<b>Personāla izmaksas, EUR gadā</b>	<b>2 49 70</b>	<b>1 24 85</b>	<b>62 43</b>
Darbinieku skaits	4	2	1
Darba laiks, mēn.	7	7	7
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	892	892	892
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>7770</b>	<b>12575</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>20 00</b>	<b>30 00</b>	<b>30 00</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā</b>	<b>49 146</b>	<b>48 058</b>	<b>57 290</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>57,85</b>	<b>56,57</b>	<b>86,64</b>

Veiktajā izmaksu un ieguvumu analīzē 3.6.3.tabulā redzams, ka pie scenārija, kad tiek izmantoti esošie malkas apkures katli un siltumenerģijas patēriņš ir nemainīgs, īpatnējās siltumenerģijas izmaksas

centralizētai sistēmai ir nedaudz mazākas, nekā individuālai siltumapgādei, ko lielākoties ietekmē samazinātās darba spēka izmaksas. 2.scenārijā, kad tiek pieņemts samazināts ēku siltumenerģijas patēriņš un augstas investīcijas siltumavota izbūvei, īpatnējās siltumenerģijas izmaksas pārsniedz esošajā situācijā noteiktās.

### 3.6.4 SVID un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas investīcijas un lielāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas zemākās īpatnējās siltumenerģijas izmaksās. Savukārt vājās puses saistītas ar augstākiem siltumenerģijas zudumiem un nepieciešamajām investīcijām siltumtīklu izbūvē. Lai palielinātu kopējo siltuma patēriņu, iespējams uzstādīt kombinētos karstā ūdens boilerus un apkures sezonā sagatavot centralizēti arī karsto ūdeni. Kā lielākie draudi tiek saskatīti esošo katlu nolietojums un nepieciešamība iegādāties jaunu apkures katlu, kas būtiski sadārdzinātu siltuma ražošanu.

3.6.4 tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas siltumenerģijas īpatnējās ražošanas izmaksas Lielāks siltuma patēriņa blīvums	Augstāki siltumenerģijas zudumi
Iespējas	Draudi
Siltuma izmantošana karstā ūdens sagatavošanai Eiropas Savienības finansējuma piesaiste	Katlu un akumulācijas tvertņu nolietojums

2.scenārija stiprās puses ir samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi un augstāka kopējā sistēmas efektivitāte. Scenārija vājās puses ir zemāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas augstākā siltumenerģijas tarifā. Scenārija iespējas tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā un kultūras namā uzstādītā siltumsūkņa izmantošanai. Kā draudi identificēti kurināmā cenas pieaugums un daudzīvokļu ēkas nevēlēšanās pieslēgties CSS.

3.6.5. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte	Zemāks siltuma patēriņa blīvums Augstākas siltumenerģijas ražošanas īpatnējās izmaksas
Iespējas	Draudi
Esošā siltumsūkņa un katla iekārtu izmantošana Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana Lētāku plastmasas cauruļu izmantošana siltumtīklos	Kurināmā cenas pieaugums Daudzīvokļu ēkas nevēlēšanās pieslēgties CSS Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS Kvalificētu darbinieku trūkums

### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.6.6.tabulā, kurā analizēti dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.6.6. tabula

Riska analīze			
Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme (zema, vidēja, augsta)	Darbības riska novēršanai
Jaunu patērētāju nevelēšanās pieslēgties CSS	Augsta	Augsta	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Kurināmā izmaksu pieaugums	Augsta	Vidēja	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	1.scen. -zema 2.scen.-augsta	1.scen. -vidēja 2.scen.-augsta	Struktūrfondu finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Vidēja	Augsta	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitorings; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana

Kā augstas iespējamības risks identificēta daudzīvokļu ēkas nevēlēšanās pieslēgties CSS, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs. Šo risku iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Augstu risku radītu arī kurināmā izmaksu pieaugumus. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla darbības efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu.

### 3.7 Rankas pagasta Rankas ciems

#### 3.7.1 Esošās situācijas izvērtējums

Rankas ciemā šobrīd nav izveidota centralizētā siltumapgādes sistēma. Ciematā netālu viena no otras atrodas 10 daudzīvokļu ēkas (sk. izvietojuma plānu 3.7.1.att.). Ēkās šobrīd apkure tiek nodrošināta individuāli ar malkas apkures katliem (6 ēkās) vai lokālām krāsnīm (4 ēkās). Kopējā ēku apkurināmā platība 7 240 m<sup>2</sup>. Karstā ūdens sagatavošana ēkās notiek lokāli ar uzstādītiem elektriskajiem boileriem.

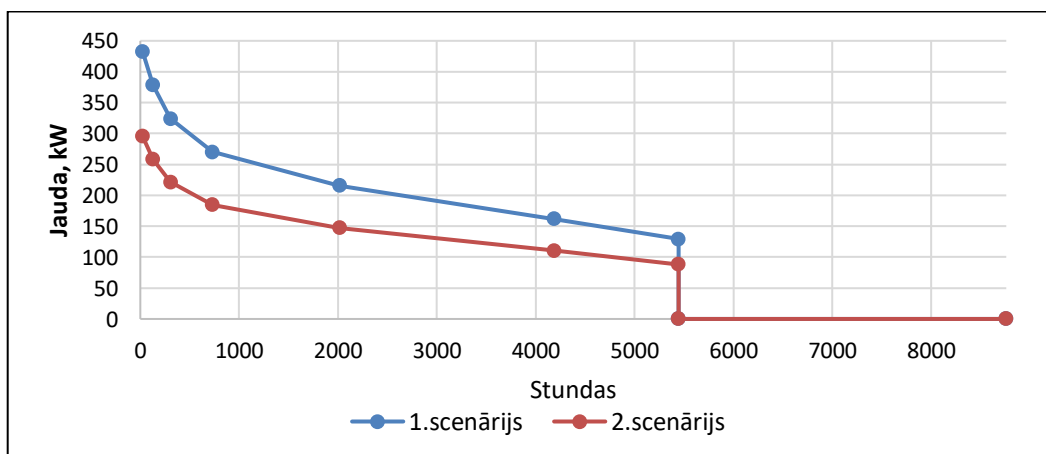


3.7.1.att. Rankas ciema ēku izvietojuma plāns un viena no daudzīvokļu ēkām

Informācija par ēkās patērētās siltumenerģijas daudzumu netiek uzskaitīti un nav pieejami. Lai noteiktu potenciālo siltumslodzi apskatītajā ciematā, tiek pieņemts, ka ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir 150 kWh/m<sup>2</sup> gadā. Līdz ar to, katra ēku vidēji patērē 109 MWh, bet visu 10 ēku kopējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir aptuveni 1086 MWh.

#### 3.7.2 Stratēģisko attīstības virzienu raksturojums, izmaiņu prognoze, tehniskie risinājumi un to īstenošanai nepieciešamie resursi

Kā attīstības alternatīva izvērtēta CSS izveide un centralizēta siltumenerģijas ražošana apskatītajām ēkām. Attīstības alternatīvu salīdzinājumā izvērtēti divi dažādi siltuma ražošanas veidi – šķeldas apkures katla izmantošana (1.scenārijs) un granulu apkures katla uzstādīšana konteinera katlu mājā (2.scenārijs). 1.scenārija gadījumā tiek pieņemts, ka apkures sistēmai pieslēdzas visas daudzīvokļu ēkas, bet 2.scenārijā, ka tikai daļa (6 ēkas, kurās apkure tiek nodrošināta ar malkas katliem). 3.7.2.attēlā parādīti abu analizēto CSS scenāriju siltumslodzes grafiki. Redzams, ka 1.scenārijā maksimālā siltuma slodze sasniedz 430 kW, bet otrajā scenārijā 300 kW.



3.7.2.att. Siltumslodzes grafiks analizētajos scenārijos

Lai piegādātu siltumenerģiju, nepieciešams izbūvēt siltumtīklus. 3.7.1.tabulā apkopota informācija par potenciālajām siltumtrasēm katrā no scenārijiem. Pirmajā scenārijā būtu nepieciešams izbūvēt siltumtīklus ar kopējo garumu aptuveni 440 m, bet otrajā kopējais garums samazinātos līdz 221 m. Noteikts, ka potenciālais Rankas CSS patēriņa blīvums 1.scenārijā būtu 2,5 MWh/m, bet otrajā scenārijā – 3,3 MWh/m.

3.7.1.tabula

Potenciālajiem siltumtrases diametriem un garumu

Diametrs, mm	Garums, m	
	1.scenārijs	2.scenārijs
DN100	60	54
DN60	120	244
DN48	260	144
<b>Kopā</b>	<b>440</b>	<b>221</b>

Tāpat kā Galgauskas CSS attīstībai arī Rankas CSS analizēti divi dažādi temperatūras grafiki. 1.scenārijā tiek pieņemts, ka siltumtīklos tiks nodrošināts temperatūras grafiks 75/55, bet 2.scenārijā pazemināts temperatūras grafiks 60/40, ja attiecīgi tiek pielāgotas ēku iekšējās apkures sistēmas un siltummezgli. Pie attiecīgās siltumtīklu konfigurācijas, noteikts, ka siltumenerģijas zudumi 1.scenārijā sastādītu aptuveni 73 MWh jeb 6% no saražotās siltumenerģijas, bet 2.scenārijā 68 MWh jeb 8% no saražotās siltumenerģijas.

3.7.2.tabulā apkopota informācija par analizēto scenāriju izejas datiem, pieņēmumiem un aprēķinātajām vērtībām.

3.7.2.tabula

Izmaksu un ieguvumu analizē izmantotie pieņēmumi

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Malka	Šķelda	Granulas
Uzstādītā katla jauda, kW	n/a	430	300
Siltumtīklu temperatūras grafiks	n/a	75/55	60/40
Siltumtīklu garums, m	n/a	440	221
Siltuma patēriņa blīvums, MWh/m	2,5	2,5	3,3
Siltuma zudumu īpatsvars, %	n/a	6%	8%

### 3.7.3 Izmaksu un ieguvumu analīze

Aprēķinā arī izdarīti pieņēmumi par apkures katlu darbības rādītājiem- lietderības koeficientu un īpatnējo elektroenerģijas patēriņu, kas balstīti iepriekš īstenotajiem CSS modernizācijas piemēriem. Citi pieņēmumi, kas saistīti ar iekārtu izmaksām, apkopoti 3.7.3. tabulā.

## Izmaksu un ieguvumu analīzē izmantotie pieņēmumi

Pieņēmums	Izmaksas
Automatizēta siltummezgla izbūve, EUR/siltummezgls	6000
Siltumtrases izbūve, EUR/m	250
Granulu apkures katls, EUR/kW	310
Konteinertipa katlu māja, EUR/kW	116
Šķeldas apkures katls ar automātisko padevi, EUR/kW	600
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR/m <sup>3</sup>	900
Elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh	114

Izmaksu analīzē pieņemts, ka 1.scenārija gadījumā būtu nepieciešama šķeldas katlu mājas izbūve, bet 2.scenārijā tiktu uzstādīta konteinertipa granulu katlumāja. Investīcijās tiek iekļauta arī siltumtīklu izbūve un automātisko siltummezgla izbūve katrā ēkā.

1.scenārijā papildus investīcijas rastos 4 privātmāju iedzīvotājiem iekšējās apkures sistēmas izbūvei, jo šobrīd apkurei izmanto krāsnis. Pieņemot, ka iekšējās apkures sistēmas īpatnējās izmaksas ir aptuveni 26 EUR/m<sup>2</sup>, kopējās investīcijas patērētājiem būtu ap 60 169 Euro.

Kā redzams veiktajā izmaksu un ieguvumu analīzē, īpatnējās siltumenerģijas izmaksas abos scenārijos ir augstākas nekā pie esošās situācijas attiecīgajiem pieņēmumiem. Lai gan 2.scenārijā siltuma patēriņa blīvums ir augstāks, investīciju un kopējā patēriņa samazināšanās dēļ īpatnējās siltumenerģijas izmaksas pieaug. Savukārt, ja pie 1.scenārija siltumenerģijas patēriņa nosacījumiem tiek izmantotas granulas un attiecīgi izbūvēta konteinertipa katlu māja, tad īpatnējās siltumenerģijas izmaksas ir augstākas nekā 1.scenārijā (76,37 EUR/MWh).

## Izmaksu un ieguvumu analīze

Parametrs	Esošā situācija	1.scenārijs	2.scenārijs
Izmantotais kurināmais	Malka	Šķelda	Granulas
Uzstādītā katla jauda, kW	n/a	430	300
Akumulācijas tvertnes tilpums, m <sup>3</sup>	n/a	5	4
Saražotā siltumenerģija, MWh gadā	1086	1159	807
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	n/a	73	68
Patērētā siltumenerģija, MWh gadā	1086	1086	739
<b>Investīcijas</b>	<b>n/a</b>	<b>482500</b>	<b>222650</b>
Katlu mājas izbūve/konteinertipa katlumājas izbūve, EUR	n/a	50000	34800
Katla iekārtu un uzstādīšanas izmaksas, EUR	n/a	258000	93000
Akumulācijas tvertnes izmaksas, EUR	n/a	60169	n/a
Siltumtīklu izbūves izmaksas, EUR	n/a	4500	3600
Automātisko siltummezglu uzstādīšana, EUR	n/a	110000	55250
<b>Ražošanas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>26154</b>	<b>25020</b>	<b>38873</b>
Kurināmā veids	Malka	Šķelda	Granulas
Katla lietderības koeficients	0,7	0,85	0,9
Kurināmā cena	24,5 EUR/m <sup>3</sup>	12,0 EUR/m <sup>3</sup>	182 EUR/t
Kurināmā patēriņš, MWh gadā	1551	1363	897
Zemākais sadegšanas siltums	1,50 MWh/m <sup>3</sup>	0,71 MWh/m <sup>3</sup>	4,3 MWh/t
Kurināmā patēriņš (nat.vienībās)	1034 m <sup>3</sup>	1920 m <sup>3</sup>	209 t
Kurināmā izmaksas kopā, EUR	25287	23039	37953
Elektroenerģijas īpatnējais patēriņš, kWh/MWh	7,0	15	10
Patērētā elektroenerģija, MWh gadā	8	17	8
Elektroenerģijas izmaksas	867	1981	920
<b>Personāla izmaksas, EUR gadā</b>	<b>3 12 13</b>	<b>1 24 85</b>	<b>62 43</b>
Darbinieku skaits	10	2	1
Darba laiks, mēn	3,5	7	7
Vidējā darba samaksa, EUR/mēn. ar VSAOI	892	892	892
<b>Investīciju izmaksas, EUR gadā</b>	<b>n/a</b>	<b>2 41 25</b>	<b>1 11 33</b>
Iekārtu darbības ilgums, gadi	n/a	20	20
<b>Citas izmaksas, EUR gadā</b>	<b>20 00</b>	<b>30 00</b>	<b>30 00</b>
<b>Uzturēšanas izmaksas kopā, EUR gadā</b>	<b>59367</b>	<b>64630</b>	<b>59248</b>
<b>Īpatnējās pārdotās siltumenerģijas izmaksas, EUR/MWh</b>	<b>54,67</b>	<b>59,51</b>	<b>80,19</b>

### 3.7.4 SVID un risku analīze

1. scenārija galvenās stiprās puses ir zemākas kurināmā izmaksas, salīdzinot ar 2.scenāriju, un lielāks siltuma patēriņš, kas rezultējas zemākās īpatnējajās siltumenerģijas izmaksās. Savukārt vājās puses saistītas ar augstākiem siltumenerģijas zudumiem un nepieciešamajām investīcijām siltumtīklu izbūvē, kā arī iekšējās apkures sistēmas izbūve četrās daudzīvokļu ēkās. Lai palielinātu kopējo siltuma patēriņu, iespējams uzstādīt kombinētos karstā ūdens boilerus un apkures sezonā sagatavot centralizēti arī karsto ūdeni. Kā galvenais drauds CSS sistēmas attīstībai būtu patērētāju nevēlēšanās pieslēgties siltumapgādes sistēmai.

3.7.5 tabula

SVID analīze 1.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Zemākas kurināmā izmaksas Zemākas darbaspēka izmaksas Zemākas siltumenerģijas īpatnējās ražošanas izmaksas	Augstāki siltumenerģijas zudumi Augstas investīcijas patērētājiem apkures sistēmas izveidi
Iespējas	Draudi
Siltuma izmantošana karstā ūdens sagatavošanai Ārējā finansējuma piesaiste	Patērētāju nevēlēšanās pieslēgties CSS

2.scenārija stiprās puses ir samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi, zemākas investīcijas, augstāka kopējā sistēmas efektivitāte un augstāks siltuma patēriņa blīvums, kas rezultējas augstākā siltumenerģijas tarifā. Tomēr galvenā vājā puse ir augstākas īpatnējās siltumenerģijas izmaksas. Scenārija iespējas tālāka siltumnesēja temperatūras pazemināšana energoefektīvu ēku gadījumā vai lētāka kurināmā izvēle. Kā draudi identificēti kurināmā cenas pieaugums un daudzīvokļu ēku nevēlēšanās pieslēgties CSS.

3.7.6. tabula

SVID analīze 2.scenārijam

Stiprās puses	Vājās puses
Samazināti siltumenerģijas pārvades zudumi Augstāka kopējās sistēmas energoefektivitāte Zemākas investīcijas Augstāks siltumpatēriņa blīvums	Augstākas siltumenerģijas ražošanas īpatnējās izmaksas Augstākas kurināmā izmaksas
Iespējas	Draudi
Tālāka siltumnesēja temperatūras samazināšana Ārējā finansējuma piesaiste Lētāku plastmasas cauruļu izmantošana siltumtīklos	Kurināmā cenas pieaugums Daudzīvokļu ēku nevēlēšanās pieslēgties CSS Projektētāju pieredzes trūkums zemas temperatūras sistēmas salāgošanā ar CSS



### Risku analīze

Vienkāršota risku analīze sniegta 3.7.7.tabulā, kurā analizēti dažādi riski. Riskiem ir atšķirīga ietekme uz katru no analizētajiem scenārijiem, kas novērtēta kā augsta, vidēja vai zema.

3.7.7. tabula

Riska analīze			
Risks	Riska iespējamība	Riska ietekme (zema, vidēja, augsta)	Darbības riska novēršanai
Jaunu patērētāju nevelēšanās pieslēgties CSS	Augsta	Augsta	Patērētāju informēšana par CSS darbību un izmaksām; Dotācijas apkures sistēmu izbūvei
Kurināmā izmaksu pieaugums	Augsta	Vidēja	CSS darbības efektivitātes paaugstināšana, lai minimizētu kurināmā patēriņu
Investīciju trūkumus	Augsta	Augsta	Ārējā finansējuma piesaiste
Neefektīva siltuma ražošanas un pārvades pārvaldība	Vidēja	Augsta	Regulārs CSS sistēmas darbības rādītāju monitoringis; Nepārtraukta sistēmas darbības pilnveidošana

Kā augstas iespējamības risks identificēta daudzvokļu ēku nevēlēšanās pieslēgties CSS, ko veicinātu augsts siltumenerģijas tarifs un citi iemesli. Šo risku iespējams samazināt, nodrošinot izmaksu ziņā efektīvu CSS darbību, lai iespēju robežās samazinātu siltumenerģijas tarifu, kā arī informējot patērētājus par potenciālajiem ieguvumiem pieslēdzoties CSS. Tā kā jaunas CSS sistēmas izbūvei nepieciešamas lielas investīcijas, augstu risku radītu šo investīciju piesaiste. Augstu risku radītu arī kurināmā izmaksu pieaugumus. Lai novērstu risku, ka siltuma ražošanas un pārvades iekārtas ir nepareizi salāgotas un nedarbojas ar maksimālu efektivitāti, nepieciešams nodrošināt nepārtrauktu CSS darbības rādītāju (katla darbības efektivitātes, siltumnesēju temperatūras, siltumenerģijas zudumu u.c.) monitoringu un periodisku izvērtēšanu.

## 4. Centralizētās aukstumapgādes sistēmas

Nākotnes energoapgādes sistēmas paredz apvienot gan siltumenerģijas, gan aukstumapgādes apvienošanu, lai tās savstarpēji salāgojot, sasniegtu maksimālu energoefektivitāti. Latvijā, tai skaitā Gulbenē, šobrīd nav ieviestas centralizētās aukstumapgādes sistēmas, tomēr pieaugot ēku aukstumenerģijas patēriņam, iespējams šādu risinājumu ieviest.

Aukstumslozdes segšanai iespējami dažādi risinājumi – individuāli risinājumi telpai vai ēkai, ēku kopumam vai mikrorajonam. Individuālie risinājumi parasti ir dalītās gaisa kondicionēšanas sistēmas jeb precīzāk gaiss-gaiss siltumsūkņi. Siltā klimata reģionos vispārējo ēku dzesēšanas prasību apmierināšanai individuālās gaisa kondicionēšanas iekārtas sasniedz COP robežās no 2,5 līdz 3,25, elektriskās aukstuma iekārtas COP ir no 3,5 līdz 5, savukārt elektrisko aukstumiekārtu ar slapjajiem dzesēšanas torņiem COP sasniedz pat 6-10. Absorbcijas vai elektriskās aukstumiekārtas var sasniegt daudz lielāku efektivitāti nekā individuālās gaisa dzesēšanas sistēmas. [41]

Aukstuma ražošanai tiek izmantoti dažādi resursi un tehnoloģijas – dabiskā aukstumenerģija (ūdenstilpnes, ģeotermālā enerģija) vai pāri palikusī aukstumenerģiju no industriālajiem procesiem caur siltummaiņiem, siltumenerģijas pārpalikumi, kas tiek izmantoti absorbcijas aukstumiekārtas darbināšanai (ar vai bez siltuma atgūšanu) un aukstumenerģijas krātuves. Atjaunojamie energoresursi kā saules enerģija, biomasas, ģeotermālā enerģija tiek plaši izmantota centralizētajā siltumapgādē, tomēr šo resursu izmantošana aukstumapgādē nav plaši izplatīta. Viens no galvenajiem iemesliem ir tas, ka siltuma ražošana no augstāk minētajiem energoavotiem ir ar augstu efektivitāti. Taču, lai ražotu aukstumenerģiju, šie resursi vispirms jāpārvērš siltumenerģijā un tad elektroenerģijā vai arī aukstumenerģijā caurs absorbcijas dzesētāju. Līdz ar to rodas salīdzinoši lielāki enerģijas zudumi.

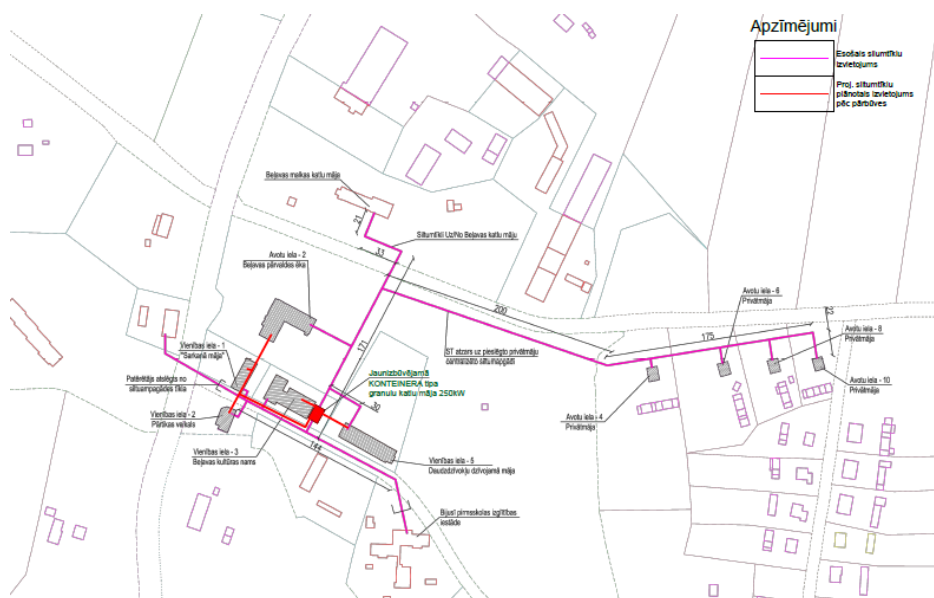
Aukstumenerģijas pārvade notiek ar nelielu temperatūras starpību starp turpgaitas un atgaitas plūsmu. Līdz ar to, aukstumapgādes cauruļvadu diametri parasti ir daudz lielāki nekā siltumapgādes tīklā pie tās pašas pievadītās enerģijas jaudas. Aukstumenerģijas zudumu Eiropas sistēmās ir ļoti nelieli, jo grunts temperatūra ir gandrīz tāda pati kā turpgaitas temperatūra. Aukstumenerģijas piegāde tiek nodrošināta caur individuālo apakšstaciju ar vai bez siltummaiņa. Tā kā temperatūru starpības ir nelielas, tiek izmantoti siltummaiņi ar lielāku virsmas laukumu, lai nepazeminātu pārvades jaudu aukstumapgādes tīklos. [42]

Īpatnējais dzesēšanas patēriņš būtiski atšķiras dažāda veida ēkās. Pakalpojumu sektora ēkās (biroju, izglītības ēkas, viesnīcas, veselības aprūpes, tirdzniecības, sporta u. tml) tas ir krietni augstāks nekā dzīvojamajās ēkās. Tomēr aukstumslozde šajās ēkās nav vienāda, jo atšķiras prasības mikroklimata nodrošināšanai. [43] Zviedrijā veiktā aukstumslozžu analīze rāda, ka gandrīz puse no piegādātās aukstumenerģijas tiek patērēta pakalpojumu nodrošināšanas ēkās kamēr pārējā daļa tiek patērēta cita veida ēkās, piemēram tehnoloģiskajiem procesiem. Vidējais aukstumenerģijas patēriņš noteikts kā aptuveni 45 kWh/m<sup>2</sup>, ja tiek izmantota centralizētā aukstumapgāde. [42]

Par Latvijas ēku aukstuma slodzi un tās izmaiņām gada laikā pieejami tikai nedaudzi pētījumi. Dz. Jaunzems savā disertācijā modelējis aukstuma slodzi konkrētai biroja ēkai, kuras kopējā platība 772 m<sup>2</sup>, bet dzesēšana nepieciešama ēkas daļā, kuras platība ir 524 m<sup>2</sup>. Stikloto virsmu īpatsvars ēkas ārējā fasādē ir neliels- aptuveni 12 %. Ēkas fasādes orientētas galvenokārt uz ziemeļrietumiem un dienvidaustrumiem. Modelēšanas rezultāti liecina, ka maksimālā aukstuma slodze šādai ēkai ir 17,8 kW, bet vidējā- 5,4 kW gadā. Ēkas aukstuma slodzes ilgums ir 676 h/gadā. Aprēķinātais ēkas īpatnējais aukstuma slodzes patēriņš ir 6,97 kWh/m<sup>2</sup>. Jāatzīmē, ka šis lielums nav tieši aprobežjams citām ēkām ar atšķirīgiem siltuma ieguvumus ietekmējošajiem faktoriem.

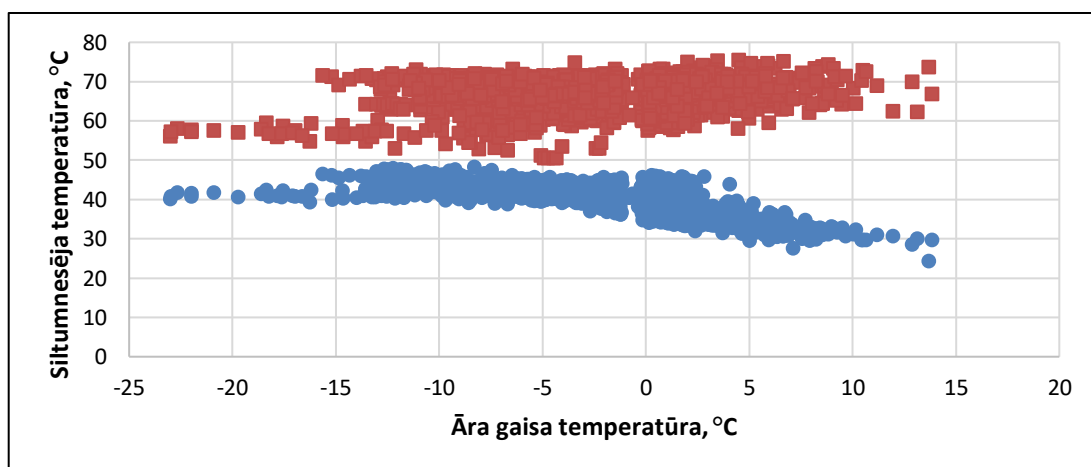
## 5. Īstenoto projektu monitoringis un rezultātu izvērtējums

2018.gada vasarā tika īstenots Beļavas CSS sistēmas rekonstrukcijas projekts, kura ietvaros tika pārbūvēti un optimizēti siltumtīkli, samazinot kopējo siltumtrases garumu un palielinot siltuma patēriņa blīvumu (sk.5.1.1.att.). Jaunajos siltumtīklos izmantotas rūpnieciski izolētas siltumtrases. Sistēmas rekonstrukcijas ietvaros divās siltinātās ēkās no kopumā 5 pieslēgtajām ēkām, nodrošināta pazemināta turpgaitas un atgaitas temperatūra. Beļavas CSS tika uzstādīta jauna granulu konteineru katlu māja ar akumulācijas tvertni, kas aizstāj tehniski novecojušās malkas katliekārtas. Ēkās uzstādīti individuālie siltummezgli, kas pielāgoti temperatūras grafikam. Viens no pilotprojekta uzdevumiem bija izveidot detalizētu monitoringa sistēmu, lai izvērtētu sasniegtos rezultātus un noteiktu potenciālos uzlabojumus sistēmā.



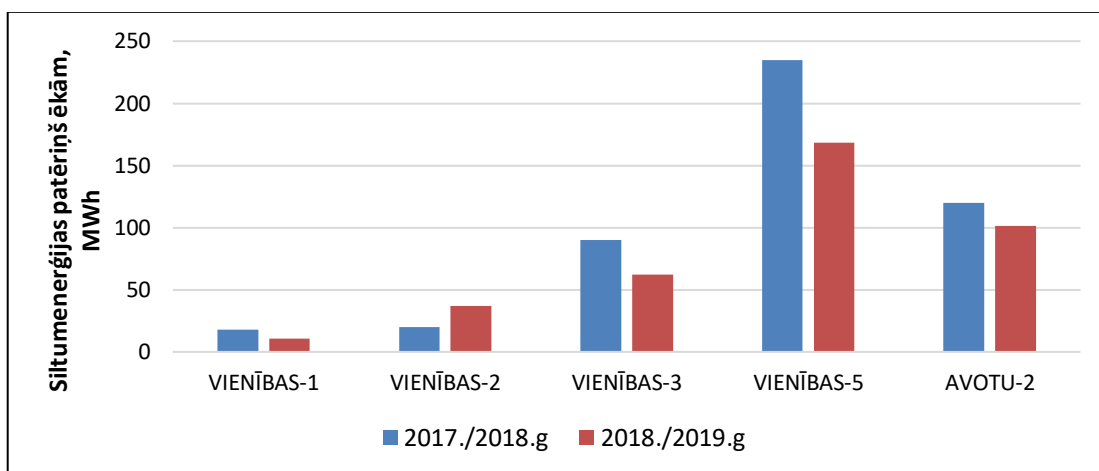
5.1.1.att. Beļavas CSS siltumtrase pirms un pēc rekonstrukcijas

Pirms Beļavas CSS rekonstrukcijas netika uzskaitīts visu pieslēgto ēku siltumenerģijas patēriņš un saražotās siltumenerģijas daudzums, līdz ar to, nav iespējams precīzi novērtēt siltuma zudumu samazināšanos.



5.1.2.att. Siltumnesēja temperatūras un āra gaisa temperatūras korelācija

5.1.2.att. analizēta katlu mājas siltumnesēja turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras atkarībā no āra gaisa temperatūras. Redzams, ka korelācija ir vāja un turpgaitas temperatūru netiek regulēta pēc āra gaisa temperatūras.



5.1.3.att. Beļavas CSS pieslēgto ēku siltumenerģijas patēriņš

5.1.3.att. parādīts ēku siltumenerģijas patēriņa salīdzinājums pirms un pēc rekonstrukcijas. Redzams, ka ievērojami samazinājies daudzīvokļu ēkas patēriņš Vienības ielā 5.

2018./2019.gada apkures sezonā tika patērēts 97,69 tonnas koksnes granulu, bet kopējais saražotās siltumenerģijas daudzums – 398 MWh. Kopējie siltumenerģijas zudumi apkures sezonā sastādīja 18 MWh jeb 5% no saražotās siltumenerģijas daudzuma.

## Secinājumi

1. Centralizētās siltumapgādes attīstības stratēģijas izstrādes gaitā apkopotā informācija, veiktie objektu apsekojumi, īstenoto projektu rezultāti liecina, ka Gulbenes novada pašvaldība mērķtiecīgi virzās uz atjaunojamajiem energoresursiem balstītu energoefektīvu siltumapgādi, kas pārsniedz Latvijas vidējo pašvaldību rādītājus.
2. Kā galvenie stratēģiskās attīstības virzieni tālākai centralizētās siltumapgādes sistēmas (CSS) attīstībai Gulbenes pašvaldībā ir siltumnesēja temperatūru pakāpeniska pazemināšana, lai samazinātu pārvades zudumus, energoefektīva atjaunojamo energoresursu izmantošana un CSS tuvumā esošo ražošanas uzņēmumu siltuma pārpalikumu integrēšana, lai paaugstinātu kopējo siltumapgādes efektivitāti.
3. Gulbenes pilsētas CSS attīstībai analizētas trīs dažādas tehniskās alternatīvas situācijai, kad siltumenerģiju nav iespējams iepirkt no koģenerācijas stacijas. Alternatīvas iekļauj divu jaunu šķeldas katlu un attiecīgas jaudas dūmgāzu kondensatora uzstādīšanu siltuma atgūšanai no aizejošajām dūmgāzēm, dažādu siltumnesēju temperatūru salīdzināšanu pārvades tīklos, siltuma integrēšanu no kokapstrādes uzņēmuma SIA "Konto" un saules paneļu uzstādīšanu katlu mājas elektroenerģijas patēriņa segšanai.
4. Veiktā izmaksu un ieguvumu analīzes rezultāti rāda, ka zemākās īpatnējās siltumenerģijas izmaksas Gulbenes CSS iespējams sasniegt pazemināta temperatūras režīma scenārijā, kad bāzes slodzi sedz kokapstrādes uzņēmums. Atlikusī siltuma daļa tiktu segta ar 3,5 MW šķeldas apkures katlu un dūmgāzu kondensatoru. Īpatnējās siltumenerģijas izmaksas šajā scenārijā sasniedz 51,61 Euro/MWh pārdotās siltumenerģijas, bet kopējās investīcijas – 1,4 milj. eiro. Alternatīvas izvērtēšanā tiek pieņemts, ka daļu no piegādātā siltuma uzņēmums atgūtu no žāvēšanas procesa un nepieciešamības gadījumā papildus piesildītu ar turpgaitas siltumnesēja plūsmu. Šāda siltuma pārpalikumu integrēšana ļautu paaugstināt kopējo siltuma ražošanas efektivitāti un samazināt siltuma izmaksas.
5. Siltumtīklu turpgaitas temperatūras pazemināšana līdz 70°C un attiecīga atgaitas plūsmas regulēšana ļautu samazināt siltumenerģijas pārvades zudumus Gulbenē par 1300 MWh gadā sasniedzot 16% īpatsvaru. Pie esošā siltumenerģijas tarifa tas sniegtu vairāk kā 70 000 eiro lielu ietaupījumu gadā. Šāda pāreja iespējama ilgtermiņā analizējot iespēju temperatūru pazemināt siltināto ēku mikrorajonos, veicot rūpīgu turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras analīzi un pielāgojot patērētāju siltummezglus.
6. Lai turpmāk nodrošinātu ilgtspējīgu CSS pakalpojumu sniegšanu Gulbenes pilsētā, pašvaldībai ir skaidri jādefinē īpašumtiesības un līgumu saistības, nodalot ražošanas, pārvades un sadales sistēmas. Pastāv vismaz trīs dažādi stratēģiskie attīstības virzieni: dalītās pārvaldības CSS, CSS pilnībā tiek nodota koncesijā privātzņēmējam, CSS pārvaldību nodrošina pašvaldība.
7. Staru ciema CSS jau šobrīd darbojas ar pazeminātu siltumnesēja temperatūru, un sistēmā rodas minimāli siltuma pārvades zudumi. CSS īpatnējās siltumenerģijas izmaksas būtiski samazinātu automatizēta šķeldas vai granulu apkures katla uzstādīšana un jaunu patērētāju pieslēgšana, taču aprēķinātās ēku iekšējās apkures sistēmas izbūves izmaksas veido vairāk kā 50 tūkst. eiro.

8. Litenes ciema CSS turpmāko attīstību galvenokārt ietekmē esošo ēku siltuma patēriņš un jaunu patērētāju piesaiste. Gadījumā, kad ēku siltumenerģijas patēriņš būtiski samazinās, īpatnējās siltumenerģijas izmaksas pieaug un sasniedz 102 EUR/MWh. Šādā situācijā nepieciešams izvērtēt jaunu patērētāju pieslēgšanu sistēmai vai individuālās siltumapgādes risinājumus.
9. Lai Lejasciema pagasta CSS padarītu izmaksu un resursu efektīvāku, nepieciešams modernizēt malkas katlu māju, saglabājot esošo pazemināto siltumnesēja temperatūras grafiku. Lai samazinātu darba spēka izmaksas, ieteicams uzstādīt automātiski vadāmu apkures katlu par kurināmo izmantojot šķeldu vai koksnes granulas. Alternatīvu izvērtējumā analizēta arī katlu mājas pārvietošana tuvāk siltuma patēriņa centram, lai samazinātu siltuma zudumus caur maģistrālo cauruļvadu.
10. Lizuma pagasta CSS darbības attīstībai ekonomiski pamatots scenārijs ir SIA "Dimdiņi" pieslēgšana sistēmai un ēku apkures nodrošināšana. Koģenerācijas stacijas iepirtās siltumenerģijas zemās izmaksas ļauj saglabāt CSS izmaksas optimāla līmenī arī pie ēku energoefektivitātes paaugstināšanās scenārija.
11. Galgauskas un Rankas ciemos analizēta pāreja no individuālās siltumapgādes uz centralizēto siltumapgādes sistēmu. CSS sistēmas izveide Galgauskas ciemā ir ekonomiski pamatota pie nosacījuma, ka 5 analizētās ēkas (pašvaldības un daudzīvokļu) tiek pieslēgtas CSS, tiek izmantoti esošie apkures katli un ēku siltumenerģijas patēriņš nemainās. Rankas ciemā pie attiecīgajiem investīciju, patēriņa un siltumtrases izvietojuma pieņēmumiem CSS izveide daudzīvokļu ēku mikrorajonā nav ekonomiski pamatota. Risku optimālai sistēmas izveidei radītu patērētāju nevēlēšanās pāriet uz centralizētu siltumapgādi.

## Ieteikumi un rekomendācijas

1. Veicot jaunu siltumtrašu izbūvi nepieciešams rūpīgi izvēlēties optimālu cauruļvadu diametru, jo nepamatoti palielināti cauruļvadu diametri ir viens no galvenajiem iemesliem augstajiem siltuma zudumiem. Vidējais cauruļvadu diametrs Gulbenē ir 146 mm.
2. Visās CSS sistēmās jāseko līdzī siltumnesēju temperatūras un āra gaisa temperatūras korelācijai, lai optimizētu turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūras un nodrošinātu maksimālu temperatūras starpību.
3. Plānojot esošo CSS sistēmu rekonstrukciju vai jaunu CSS izbūvi, nepieciešams rūpīgi izvērtēt uzstādāmā siltuma avota jaudu, lai tas tiktu darbināts optimālas slodzes režīmā. Prognozējot nākotnes apkures slodzi, nepieciešams ņemt vērā tādu faktorus, kā jaunu siltumenerģijas patērētāju potenciāls, ēku energoefektivitātes paaugstināšanās, ēku noslodzes izmaiņas u.tml.
4. CSS īpatnējās siltumenerģijas izmaksas būtiski samazina jaunu siltumenerģijas patērētāju pieslēgšana, taču patērētājus bieži vien attur augstās investīciju izmaksas un sabiedrībā valdošie aizspriedumi pret centralizēto siltumapgādi. Lai veicinātu jaunu patērētāju piesaisti un paaugstinātu kopējo sistēmas izmaksu efektivitāti, nepieciešams veikt informatīvas kampaņas par CSS būtību, izmaksām un attīstības iespējām, kā arī piesaistīt ārējos finansējuma avotus iekšējo apkures sistēmu izbūvei.
5. Lai pilnvērtīgāk veiktu esošās siltumapgādes sistēmas novērtējumu, nepieciešams pilnveidot monitoringa sistēmu. Būtiskākie CSS rādītāji, ko nepieciešams automātiski vai manuāli reģistrēt un saglabāt ir kurināmā patēriņš, saražotā siltumenerģija, patērētājiem piegādātā siltumenerģija, siltumnesēju temperatūras, elektroenerģijas patēriņš siltuma ražošanai un pārvadei.
6. Gulbenes pilsētas CSS jāveic monitoringa sistēmas uzlabošana un nozīmīgāko darbības rādītāju (tai skaitā turpgaitas un atgaitas temperatūras) nepārtraukta izvērtēšana. Temperatūras pazemināšana Gulbenes pilsētā jāveic ilgtermiņā – pakāpeniski identificējot nelielus mikrorajonus, kur iespējams izveidot zemas temperatūras CSS atzarus. CSS temperatūras pazemināšana jāņem vērā renovējot ēkas un tajās esošās apkures sistēmas, lai to sildvirsmā būtu piemērota pazeminātai turpgaitas plūsmas temperatūrai.
7. Staru ciema un Lejasciema CSS jau šobrīd darbojas ar pazeminātu temperatūras grafiku, taču viens no energoefektivitātes paaugstināšanas mērķiem ir turpgaitas un atgaitas temperatūru starpības paaugstināšana. To var panākt mainot siltuma regulācijas nosacījumus, uzstādot automatizētos siltummezglus, kas pielāgoti esošajam temperatūras grafikam vai uzlabojot patērētāju apkures sistēmu efektivitāti. Lejasciema CSS jāuzlabo monitoringa sistēma, lai precīzi noteiktu saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzumu un siltuma zudumu apjomu.
8. Litenes ciema CSS jāveic monitoringa sistēmas uzlabošana un nozīmīgāko darbības rādītāju nepārtraukta izvērtēšana, jo šobrīd nav iespējams precīzi izvērtēt, kāda ir turpgaitas un atgaitas plūsmas temperatūra, saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzums. Lai izvērtētu, vai iespējams pazemināt turpgaitas plūsmas temperatūru, jāveic esošā temperatūras grafika izvērtējums, pieslēgto ēku iekštelpu temperatūru monitorings, jāizvērtē esošie sildķermeņi.

9. Lizuma ciema CSS primāri jāuzlabo esošās turpgaitas plūsmas regulācija atkarībā no āra gaisa temperatūras. Lizuma CSS jāuzlabo monitoringa sistēma, lai precīzi noteiktu saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzumu un siltuma zudumu apjomu. Temperatūras pazemināšana jāveic ilgtermiņā – pakāpeniski identificējot energoefektīvu ēku atzarus, kurām nav nepieciešama tik augsta siltumnesēja temperatūra. CSS temperatūras pazemināšana jāņem vērā renovējot esošās ēkas un tajās esošās apkures sistēmas, lai to sildvirsmas būtu piemērota pazeminātai turpgaitas plūsmas temperatūrai.
  
10. Galgauskas ciema ēku (daudzīvokļu ēkas, kultūras nama, skolas, pagasta pārvaldes un sporta zāles) ieteicams apvienot CSS tikai pie nosacījuma, ka skola un sporta zāle tiek izmantota un tajās nepieciešams uzturēt optimālu iekštelpu temperatūru. Lai izvērtētu, vai iespējams pazemināt turpgaitas plūsmas temperatūru, jāveic esošo apkures katlu izejošo un ienākošo plūsmu temperatūras izvērtējums, pieslēgto ēku iekštelpu temperatūru monitorings, jāizvērtē esošie sildķermeņi.
  
11. Rankas ciema 10 daudzīvokļu ēkas pie esošajiem investīciju, kurināmā izmaksu un patēriņa pieņēmumiem nav ekonomiski pamatoti apvienot CSS sistēmai. Zemas temperatūras CSS izveidi var atkārtoti izvērtēt pie citām alternatīvām, piemēram, ja tiek izmantotas esošās pašvaldības siltuma ražošanas iekārtas, netālu tiek identificēts lētāks siltumenerģijas avots u.tml.



## Izmantotā literatūra

- [1] Dalla Rosa A., Boulter R., Church K., Svendsen S. District heating (DH) network design and operation toward a system-wide methodology for optimizing renewable energy solutions in Canada: A case study // *Energy*, 45(1), 2012. 960.–974. lpp
- [2] Žīgurs Ā. Centralizētās siltumapgādes sistēmu efektivitāte. Promocijas darbs. // Rīga: Rīgas Tehniskā universitāte, 2009. – 82. lpp.
- [3] Ziemele, J., Blumberga, D., Talcis, N., Industrial Research of Condensing Unit for Natural Gas Boiler House // *Environmental and Climate Technologies, Scientific Journal of Riga Technical University*. – 10, 2012. 34.-38. lpp.
- [4] Blumberga, D., Vigants, E., Veidenbergs, I., Analysis of Flue Gas Condenser Operation // *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. - Volume 48., 56.-65. lpp.
- [5] Jørgensen P., Very-Low-Temperature District Heating for Low-Energy Buildings in Small Communities. Showcase Larch Garden II, Lystrup. The International District Energy Climate Awards, 2011, 2-7.pp
- [6] Jørgensen P., Very-Low-Temperature District Heating for Low-Energy Buildings in Small Communities. Showcase Larch Garden II, Lystrup. The International District Energy Climate Awards, 2011, 2-7.pp
- [7] Brand M., Thorsen J. E., Svendsen S. Numerical modelling and experimental measurements for a low-temperature district heating substation for instantaneous preparation of DHW with respect to service pipes // *Energy*, 41(1),2012. 392–400.lpp
- [8] Yang X., Li H., Svendsen S. Decentralized substations for low-temperature district heating with no Legionella risk, and low return temperatures// *Energy* 110 (2016) 65-74.lpp
- [9] MK noteikumi Nr.332 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 221-98 "Ēku iekšējais ūdensvads un kanalizācija"// "Latvijas Vēstnesis", 125 (5443), 30.06.2015.
- [10] DVGW. W551 e Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; 1993. Bonn //Pieejams tiešsaistē: [http://www.bosy-online.de/trinkwasser/dvgw-arbeitsblatt\\_w551.pdf](http://www.bosy-online.de/trinkwasser/dvgw-arbeitsblatt_w551.pdf)
- [11] Delmastro C., Martinsson F., Dulac J., Corgnati S.P. Sustainable urban heat strategies: Perspectives from integrated district energy choices and energy conservation in buildings. Case studies in Torino and Stockholm// *Energy* 2017-138: 1209-20.lpp
- [12] Li Y., Rezgui Y, Zhua H. District heating and cooling optimization and enhancement – Towards integration of renewables, storage and smart grid // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 (2017) 281–294.lpp
- [13] Werner S. International review of district heating and cooling// *Energy* 2017-137:617-31.lpp
- [14] Aira Hast, Samuli Rinne, Sanna Syri, Juha Kiviluoma. The role of heat storages in facilitating the adaptation of district heating systems to large amount of variable renewable electricity// *Energy* 137 (2017) 775-788.lpp
- [15] Wahlroos M., Pärssinen M., Rinne S., Syri S., Manner J. Future views on waste heat utilization – Case of data centers in Northern Europe, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82, Part 2, 2018, Pages 1749-1764
- [16] Fang H., Xia Y., Zhu K., Su Y, JiangY. Industrial waste heat utilization for low temperature district heating // *Energy Policy* 62 (2013): 236–246.lpp

- [17] Kapil A, Bulatov I, Smith R, Kim J. Process integration of low grade heat in process industry with district heating networks. *Energy* 44 (2012) 11e19
- [18] Wahlroos M., Pärssinen M., Rinne S., Syri S., Manner J. Future views on waste heat utilization – Case of data centers in Northern Europe, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82, Part 2, 2018, Pages 1749-1764
- [19] Kapil A, Bulatov I, Smith R, Kim J. Process integration of low grade heat in process industry with district heating networks. *Energy* 44 (2012) 11e19
- [20] Ziemele J., Kalnins R., Vigants G., Vigants E., Veidenbergs I. Evaluation of the industrial waste heat potential for its recovery and integration into a fourth generation district heating system. *Energy Procedia*, Volume 147, 2018, 315-321.lpp
- [21] Bohlayer M, Zöttl G. Low-grade waste heat integration in distributed energy generation systems - An economic optimization approach, *Energy*, Volume 159, 2018, Pages 327-343
- [22] Gulbenes novada ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2014-2030. Pieejama tiešsaistē: [https://www.gulbene.lv/images/att/pasv/dokum/pl/strat30-GalaIAS\\_2030\\_uz23.03.2016\\_.pdf](https://www.gulbene.lv/images/att/pasv/dokum/pl/strat30-GalaIAS_2030_uz23.03.2016_.pdf)
- [23] Vīgants E.. Biomāsas izmantošana enerģijas ražošanā Pieejams tiešsaistē: [https://www.laef.lv/files/files/Biomasa\\_LAEF\\_1.pdf](https://www.laef.lv/files/files/Biomasa_LAEF_1.pdf) [Apmeklēts 20.08.2018]
- [24] Huld T. A., Dunlop E. D., Ossenbrink H. A., Marcel S. Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries// *Solar Energy* 81,2008. 1295–1305.lpp
- [25] Bauer D., Marx R., Nußbicker-Lux J., Ochs F., Heidemann W., Müller-Steinhagen H. German central solar heating plants with seasonal heat storage // *Solar Energy*,2010. 84(4), 612–623.lpp
- [26] Sibbitt B., McClenahan D., Djebbar R., Thornton J., Wong B., Carriere J., Kokko J. The Performance of a High Solar Fraction Seasonal Storage District Heating System – Five Years of Operation// *Energy Procedia*, 30, 2012. 856–865.lpp
- [27] Dalla Rosa, A., Li, H., Svendsen, S., Werner, S., Persson, U., Ruehling, K., Bevilacqua, C. (2014). IEA DHC Annex X report:Toward 4th Generation District Heating: Experience and Potential of Low-Temperature District Heating.Pieejams tiešsaistē: [http://orbit.dtu.dk/files/105525998/IEA\\_Annex\\_X\\_Toward\\_4th\\_Generation\\_District\\_Heating\\_Final\\_Report.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/105525998/IEA_Annex_X_Toward_4th_Generation_District_Heating_Final_Report.pdf)
- [28] Møller Moos T. CASE - Energy renovation of buildings and 4.th Generation of District Heating Pieejams tiešsaistē: [https://dbdh.dk/download/news/german\\_delegation\\_visit\\_2014/COWI-lavtemp.pdf](https://dbdh.dk/download/news/german_delegation_visit_2014/COWI-lavtemp.pdf)
- [29] ODYSEE indikatoru datubāze// Pieejama tiešsaistē: <http://www.odyssee-mure.eu/project.html>
- [30] LR Centrālā statistikas pārvalde, MAG071. Dzīvojamais fonds statistiskajos reģionos gada beigās // Pieejams tiešsaistē: [www.csb.gov.lv](http://www.csb.gov.lv)
- [31] MK noteikumi Nr. 339 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-01 “Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika””// "Latvijas Vēstnesis", 125 (5443), 30.06.2015.
- [32] MK noteikumi Nr.383 „Noteikumi par ēku energosertifikāciju”// "Latvijas Vēstnesis", 138 (4944), 18.07.2013.
- [33] Kamenders A., Zema enerģijas patēriņa ēkas enerģijas patēriņa modelēšana. Promocijas darbs.// RTU,2011.-181. lpp
- [34] Noussan, M., Cerino Abdin, G., Poggio, A., & Roberto, R. Biomass-fired CHP and heat storage system simulations in existing district heating systems. *Applied Thermal Engineering*, 2013, 1-7.lpp

- [35] Chinese, D., Meneghetti, A. Optimisation models for decision support in the development of biomass-based industrial district-heating networks in Italy. *Applied Energy* 82(3), 2005, 228–254.lpp
- [36] Blumberga, D., Vigants, E., Veidenbergs, I., Analysis of Flue Gas Condenser Operation // *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. - Volume 48., 56.-65. lpp.
- [37] Blumberga, D., Vigants, E., Veidenbergs, I., Analysis of Flue Gas Condenser Operation // *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. - Volume 48., 56.-65. lpp.
- [38] Kļaviņš M., Zaļoksnis J. Vide un ilgtspējīga attīstība.-Rīga: Latvijas Universitāte, 2010. – 336 lpp. International Energy Agency. 2011. Renewable Energy Technologies: Solar Energy Perspectives. France
- [39] Latvijas Vides,ģeoloģijas un meteoroloģijas centra dati. Pieejams tiešsaistē: <https://www.meteo.lv/> [Apmeklēts 20.06.2019]
- [40] Köfing M., Basciotti D., Schmidt R. 2017. Reduction of return temperatures in urban district heating systems by the implementation of energy-cascades. *Energy Procedia*- 116: 438-451.
- [41] Kaarup Olsen P., Christiansen C.H., Hofmeister M., Svendsen S., Thorsen J., 2014. Guidelines for Low-Temperature District Heating. Available online: [http://www.danskfjernvarme.dk/~media/danskfjernvarme/gronenergi/projekter/eudp-lavtemperatur%20fjv/guidelines%20for%20ldh-final\\_rev1.pdf](http://www.danskfjernvarme.dk/~media/danskfjernvarme/gronenergi/projekter/eudp-lavtemperatur%20fjv/guidelines%20for%20ldh-final_rev1.pdf)
- [42] Sven Werner. Review International review of district heating and cooling, *Energy* 137 (2017) 617-631
- [43] Dalin P, Nilsson J, Rubenhag A. The european cold market, WP2 report from the Ecoheatcool project. IEE Ecoheatcool project. Brussels. 2005.
- [44] Dalla Rosa A., Li,H., Svendsen S. Method for optimal design of pipes for low-energy district heating, with focus on heat losses// *Energy*, 36(5),2011. 2407–2418.lpp.
- [45] Yang X., Li H., Svendsen S. Decentralized substations for low-temperature district heating with no Legionella risk, and low return temperatures// *Energy* 110 (2016) 65-74.lpp
- [46] DVGW. W551 e Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; 1993. Bonn //Pieejams tiešsaistē: [http://www.bosy-online.de/trinkwasser/dvgw-arbeitsblatt\\_w551.pdf](http://www.bosy-online.de/trinkwasser/dvgw-arbeitsblatt_w551.pdf)
- [47] Albertslund Municipality. Energy efficient renovation of homes and integrated energy efficient retrofitting af housing. Pieejams tiešsaistē: [http://www.energy-cities.eu/IMG/pdf/st\\_denmark\\_ville\\_albertslund\\_09.14.2016.pdf](http://www.energy-cities.eu/IMG/pdf/st_denmark_ville_albertslund_09.14.2016.pdf)
- [48] Alberstlundas pašvaldības mājaslapa. Cooling from server racks recycled for district heating in Albertslund. Pieejams tiešsaistē: <https://stateofgreen.com/en/partners/city-of-albertslund/solutions/cooling-from-server-racks-recycled-as-heating-water-for-district-heating/> [24.10.2018]
- [49] Dalla Rosa, A., Li, H., Svendsen, S., Werner, S., Persson, U., Ruehling, K., Bevilacqua, C. (2014). IEA DHC Annex X report:Toward 4th Generation District Heating: Experience and Potential of Low-Temperature District Heating.Pieejams tiešsaistē: [http://orbit.dtu.dk/files/105525998/IEA\\_Annex\\_X\\_Toward\\_4th\\_Generation\\_District\\_Heating\\_Final\\_Report.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/105525998/IEA_Annex_X_Toward_4th_Generation_District_Heating_Final_Report.pdf)
- [50] Good Practice Example: City of Västerås’s energy and climate adaption strategy. Pieejams tiešsaistē: [http://www.special-eu.org/pdf/module\\_category/5.-good-practice-example-city-of-vaesterass-energy-and-climate-adaption-str](http://www.special-eu.org/pdf/module_category/5.-good-practice-example-city-of-vaesterass-energy-and-climate-adaption-str)

- [51] Schmidt T., Mangold D., Müller-Steinhagen H. Central solar heating plants with seasonal storage in Germany. *Solar Energy*, 76 (1–3), 2004, 165-174.lpp
- [52] SIA Ekodoma, "Market analysis of wood resources for district heating in Vidzeme Planning Region. Wood energy and Cleantech". Projekta atskaite, Rīga, 2011
- [53] MK noteikumi Nr.332 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 221-98 "Ēku iekšējais ūdensvads un kanalizācija"// "Latvijas Vēstnesis", 125 (5443), 30.06.2015.
- [54] Yang X., Li H., Svendsen S. Decentralized substations for low-temperature district heating with no Legionella risk, and low return temperatures// *Energy* 110 (2016) 65-74.lpp
- [55] Hasan A., Kurnitski J., & Jokiranta K. A combined low temperature water heating system consisting of radiators and floor heating // *Energy and Buildings*, 41(5), 2009. 470–479.lpp
- [56] Hesaraki A., Holmberg S. Energy performance of low temperature heating systems in five new-built Swedish dwellings: A case study using simulations and on-site measurements // *Building and Environment*, 64, 2013. 85–93.lpp
- [57] Myhren J. A., Holmberg S. Flow patterns and thermal comfort in a room with panel, floor and wall heating// *Energy and Buildings*, 40(4),2008. 524–536.lpp
- [58] Tunzi M., Skaarup Østergaard D., Svendsen S., Boukhanouf R., Cooper E. Method to investigate and plan the application of low temperature district heating to existing hydraulic radiator systems in existing buildings// *Energy* 2016-113:413-421.lpp
- [59] Jangsten M., Kensby J., Dalenbäck O., Trüschel A. Survey of radiator temperatures in buildings supplied by district heating// *Energy* 2017- 137: 292-301.lpp
- [60] H.H.E.W. Eijdem, A.C. Boerstra, Low Temperature Heating Systems: Impact on IAQ, Thermal Comfort and Energy Consumption, Annex 37, Newsletter 1, 2000.