

Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas tehnoloģijas Baltijas jūras reģionam (LowTEMP)

Līguma numurs: 1.15/32

Pasūtītājs: Vidzemes plānošanas reģions

SIA "Intellify"

Reģ.nr. 42103085955

Enerģopārvaldības eksperte M.sc. Antra Vietniece

Dr.sc.ing. Artūrs Brahmanis

2019



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas tehnoloģijas Baltijas jūras reģionam (LowTEMP)

Vidzemes plānošanas reģiona ziņojums

2019

Projekts „Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas tehnoloģijas Baltijas jūras reģionam” (LowTEMP) tiek īstenots Interreg Baltijas jūras reģiona programmas 2014.- 2020. gadam ietvaros ar Eiropas Reģionālā attīstības fonda un Eiropas kaimiņattiecību instrumenta finansējumu. Latvijā “LowTEMP” projektu ievieš Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, Gulbenes novada pašvaldība un Vidzemes plānošanas reģions. Šis ziņojums atspoguļo vienīgi autora uzskatus, un Eiropas Savienībai nevar uzlikt atbildību par tajā ietvertās informācijas jebkuru iespējamo izlietojumu.

2



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



Saturs

Ievads	5
Datu ievākšana.....	5
CSS salīdzinājums.....	7
Siltumavotu lietderība.....	7
Atjaunojamā kurināmā lietojums.....	9
Biokurināmā pieejamība	11
Siltuma zudumi siltumtīklos	12
Īpatnējais siltumenerģijas patēriņš	14
Āra gaisa temperatūru kopsavilkums	16
Tiešsaistes rīki District Heating Knowledge Platform.....	17
Siltumslodžu aprēķins <i>Heat Load Calculator</i>	17
Relatīvo zudumu aprēķins <i>Calculator for Relative Importance of Losses (RiL)</i>	18
Primārās enerģijas faktora novērtējums <i>Calculator for Primary Energy Factor (PEF)</i>	19
Kompleksa CSS salīdzināšana <i>Multicriteria Analysis</i>	20
Tiešsaistes rīku iespējamie uzlabojumi	21
Secinājumi	23
Izmantotā literatūra	24
Pielikums 1 – Aptaujas anketa.....	25
Pielikums 2 – CSS datu salīdzinājums.....	26

Abstract

Often district heating systems do not comply with increasing energy efficiency standards and are technologically obsolete. Low temperature district heating systems follow two main rules: increased energy efficiency in the all sections of DH systems (heat production, heat delivery network and end users) and usage of renewable energy sources.

This report looks into technological factors of 10 district heating systems in Vidzeme region, Latvia in order to highlight their strengths and weaknesses prior to implementation of 4th generation district heating. Factors such as efficiency, use of renewable resources, heat losses in district heating network and energy consumption of end users are taken into account.

A questionnaire is created, based on the District Heating Knowledge Platform in so that online models of DH system can be developed. Models are created for Multicriteria analysis at <http://dhknowledge.eu/> and are available for comparison with other project partners' systems.

Ievads

2018. gadā Vidzemē tika saražotas 831 GWh siltumenerģijas. Centralizētās siltumapgādes klientiem piegādāts 696 GWh siltumenerģijas, tajā skaitā 225 GWh mājsaimniecībām.¹ Siltumapgādei ir jābūt efektīvai, pieejamai un videi draudzīgai. Siltumapgādi savā administratīvajā teritorijā organizē pašvaldības. Šobrīd liela daļa CSS (centralizētās siltumapgādes sistēmas) nerasniedz pieaugošos energoefektivitātes standartus un bieži ir tehniski novecojušas.

Zemas temperatūras siltumapgādes sistēmas raksturo divas pamatīpašības – augsta energoefektivitāte visos CSS posmos (ražošana, pārvade, patērētāji) un augsts atjaunojamās enerģijas īpatsvars. Ceturtās paaudzes CSS pakāpeniski tiek ieviestas visas ES dalībvalstīs. Tas paredz ilgtermiņa stratēģiju CSS attīstībai ar diviem galvenajiem punktiem:

1. Kopējā enerģijas patēriņa samazināšana. Energoefektivitātes prasības jaunām un rekonstruētām ēkām pieaug, samazinot siltumenerģijas patēriņu apkurei. Taču ēku energoefektivitātes palielināšanās automātiski nesamazina siltumenerģijas zudumus siltumtīklos. Uzlabota ēku energoefektivitāte ļauj samazināt siltumnesēja temperatūru, tādējādi samazinot siltuma zudumus siltumtīklos;
2. Importētu fosilo kurināmo aizvietošana ar atjaunojamiem resursiem un zema potenciāla siltumenerģijas atgūšana.

Siltumnesēja temperatūras pazemināšana siltumtīklos palielina siltumapgādes drošību. Tiek samazināts noplūžu risks, ko rada temperatūras svārstības tīklos, samazinot uzturēšanas izmaksas un paildzinot siltumtīklu kalpošanas laiku.

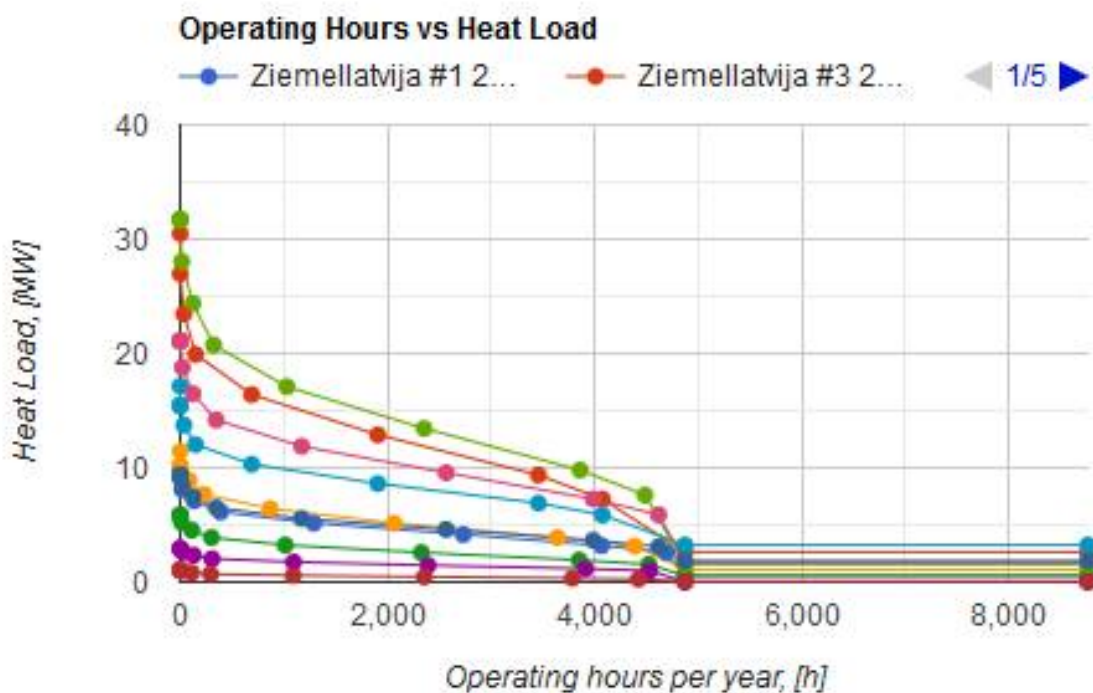
Datu ievākšana

Datu ievākšanā par Vidzemi izmantots *Minimum viable product* princips. Koncentrējāmies tieši uz CSS tehnoloģiskajiem parametriem, kas nepieciešami modeļa izveidošanai *District Heating Knowledge Platform*, izmantojot *Create District Model* rīku, kas pieejams

¹ Centrālās statistikas pārvaldes dati

<http://dhknowledge.eu/model>. Šeit izveidotie CSS modeļi salīdzināmi savā starpā. Par pamatu ņemot šo modelēšanas rīku, izveidota aptaujas anketa datu ievākšanai (Pielikums 1). Izmantojot iegūtos datus no dažādiem siltumapgādes pakalpojumu sniedzējiem, izveidoti 10 CSS modeļi, kas redzami <http://dhknowledge.eu/data>. Jāpiemin, ka modeļu veidošanai nepieciešamo informācijas minimumu siltumapgādes uzņēmumi sniedz nelabprāt. Tāpēc šī ziņojuma sagatavošanā tās tiek anonimizētas. Informācija ievākta un analīze veikta par CSS darbību 2018. gadā. Kā redzams Attēls 1 Siltumslodžu salīdzinājums CSS, modelētās CSS ir ar atšķirīgām siltumslodzēm. Tāpēc to salīdzināšanai izmantoti citi tehnoloģiskie rādītāji.

CSS sastāv no trīs galvenajām komponentēm, kas jāanalizē – siltumenerģijas ražošana, siltumenerģijas pārvades tīkls un gala patērētāji. Ideālā gadījumā siltumenerģijas ražošanu, pārvadi un sadali nodrošina viens uzņēmums, taču aptaujas dalībnieku vidū bija arī uzņēmumi, kas nodarbojas tikai ar siltumenerģijas (un elektroenerģijas) ražošanu vai tikai siltumenerģijas iepirkšanu un piegādi gala patērētājiem. Aptaujājot šādus uzņēmumus, nav iespējams iegūt pilnīgu informāciju par CSS tehnoloģiskajiem parametriem. Ja uzņēmums nodarbojas tikai ar siltumenerģijas/elektroenerģijas ražošanu, tam būs informācija par saražoto siltumenerģiju, patērēto kurināmo un sūknēšanai patērēto elektroenerģiju, taču nebūs informācijas par lietderīgi patērēto siltumenerģiju, siltuma zudumiem tīklos un apkurināmo platību. Uzņēmumam, kas siltumenerģiju iepērk un piegādā to lietotājiem, nebūs informācijas par patērētā kurināmā apjomiem.

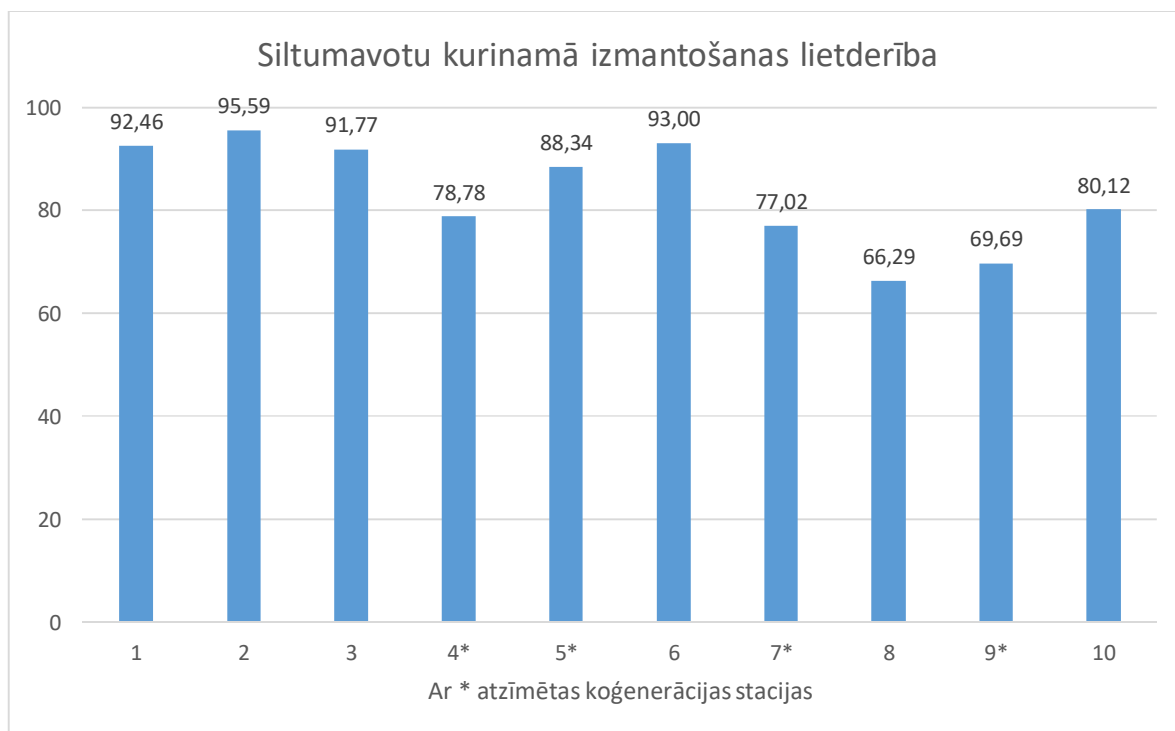


Attēls 1 Siltumslodžu salīdzinājums CSS (avots <http://dhknowledge.eu>)

CSS salīdzinājums

Siltumavotu lietderība

Izmantojot datus par patērēto kurināmo un saražoto siltumenerģiju un elektroenerģiju, iespējams aprēķināt siltumavotu kurināmā izmantošanas lietderības koeficientu. Pētāmo CSS lietderība redzama Attēls 2.

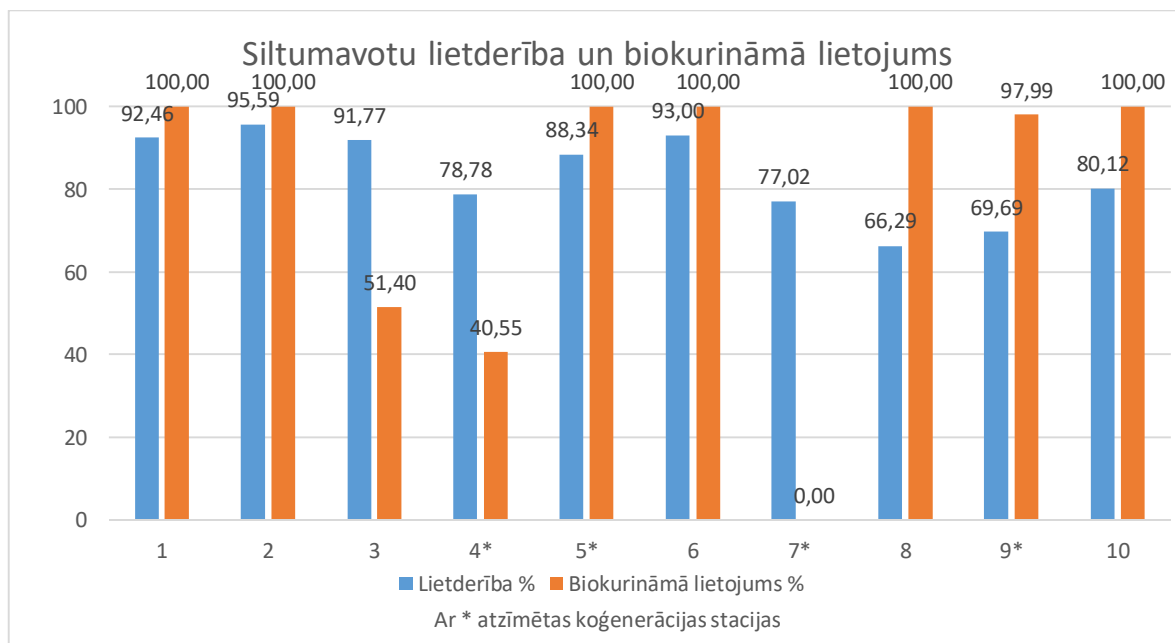


Attēls 2 Siltumavotu kurināmā izmantošanas lietderība (autora dati)

Pētāmo CSS siltumavotu lietderība ir sākot no 66.29% līdz 95.59%. Šeit neveidojas izteikta korelācija starp izmantotā kurināmā veidu un stacijas lietderību. Divās stacijās (3. un 4.), kur līdzīgās proporcijās izmanto biokurināmo un dabasgāzi (aptuveni 50/50 un 40/60), lietderības koeficienti ievērojami atšķiras – attiecīgi 91.77% un 78.78%. Tāpat biokurināmais tiek izmantots CSS ar augstāko un zemāko lietderību (attiecīgi 2. un 8.).

Zemo lietderību CSS, kurās kurināmā izmantošanas lietderība ir zem 75% (8. un 9.), iespējams, var skaidrot ar novecojušu iekārtu izmantošanu. Iespējama situācija, ka CSS lietotāju skaits ir samazinājies atslēgumu dēļ vai kopējā siltumsloдзе samazinājusies ēku energoefektivitātes pasākumu rezultātā, radot situāciju, ka uzstādītās iekārtas nedarbojas savā optimālās jaudas diapazonā. Augsto lietderību CSS, kurās izmanto biokurināmo, varētu skaidrot ar jaunām, efektīvām iekārtām: jauniem tehnoloģiskajiem katliem un dūmgāzu eknomaizeriem.

Koģenerācijas staciju lietderība ir no 69.69% līdz 88.34%. Zemo lietderību koģenerācijas stacijās, iespējams, var skaidrot ar elektroenerģijas obligāto iepirkumu. Saražotā elektroenerģija tiek pārdota par tik augstu cenu, ka neefektīva siltuma ražošana nerada zaudējumus.

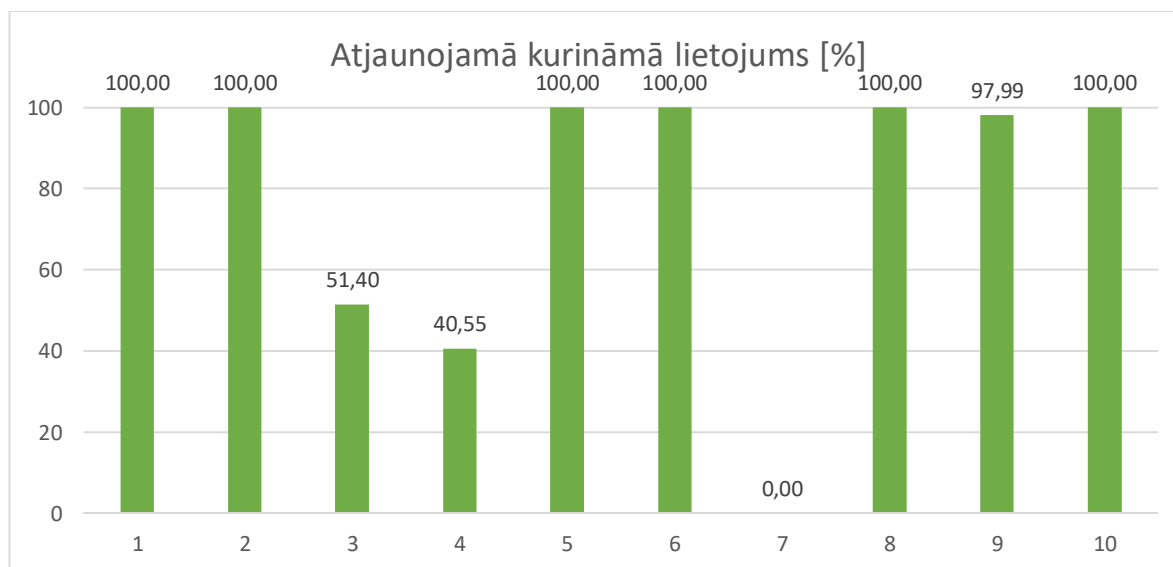


Attēls 3 Lietderība un biokurināmā lietojums (autora dati)

Atjaunojamā kurināmā lietojums

Kā redzams Attēls 4 Atjaunojamā kurināmā lietojums 6 CSS izmanto tikai atjaunojamus energoresursus – šķeldu, malku, koksnes granulas, skaidas. Trīs gadījumos tiek izmantoti atjaunojamie resursi kopā ar dabasgāzi, bet vienā – par kurināmo tiek izmantota tikai dabasgāze.

Zemāku kurināmā izmaksu dēļ populārāka kļūst šķelda, rekonstruētās katlu mājās uzstādot modernus biokurināmā katlus. Tāpat pakāpeniski beidzas valsts atbalsts ar gāzi darbināmām koģenerācijas stacijām. Zemāka dabasgāzes popularitāte skaidrojama ar to, ka ne visās pašvaldībās ir dabasgāzes piegādes infrastruktūra. Jāpiebilst, ka tikai viena kurināmā lietošana ir riskanta – straujas cenas izmaiņas negatīvi ietekmēs siltumenerģijas tarifu.



Attēls 4 Atjaunojamā kurināmā lietojums % (autora dati)

Lai arī koksne ir vietējs, atjaunojams energoresurss, pēc <http://dhknowledge.eu> metodoloģijas tās īpatnējās siltumnīcas efekta gāzu emisijas ir lielākas kā dabasgāzei. Attiecīgi 0.403 tCO₂(fuel)/MWh(con.) *non carbon neutral* koksnei un 0.202 tCO₂(fuel)/MWh(con.) dabasgāzei².

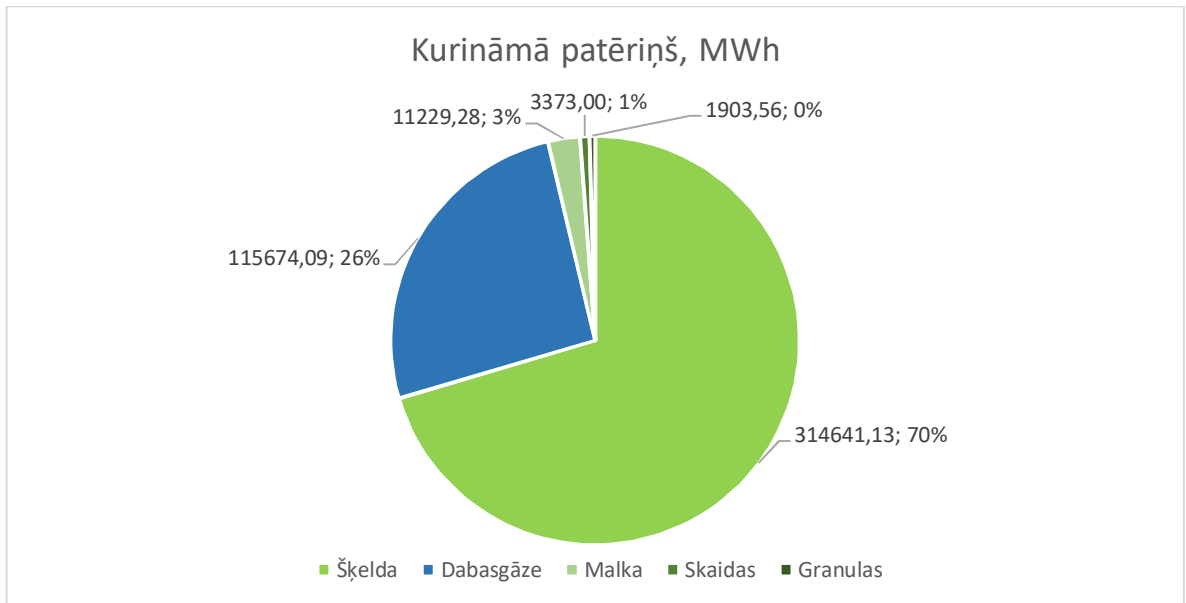
Kurināmā lietojums %	ZL1	ZL2	ZL3	ZL4	ZL5	ZL6	ZL7	ZL8	ZL9	ZL10
Šķelda	93.60	100.00	51.40	40.55	100.00	100.00	-	86.68	92.79	91.66
Dabasgāze	-	-	48.60	59.45	-	-	100.00	-	2.01	-
Malka	-	-	-	-	-	-	-	13.11	-	8.34
Skaidas	-	-	-	-	-	-	-	-	5.08	-
Granulas	6.40	-	-	-	-	-	-	0.21	0.12	-

Tabula 1 Kurināmā lietojums %

Kopējā kurināmā bilance visās CSS sadalās sekojoši – 74% biokurināmā un 26% dabasgāze. Lielāko daļu patērētā biokurināmā veido šķelda, salīdzinoši nelielos apjomos tiek izmantota malka, skaidas un granulas.

² Koffi, B., Cerutti, A., Duerr, M., Iancu, A., Kona, A., Janssens-Maenhout, G. CoM Default Emission Factors for the Member States of the European Union, 2017

Balstoties uz iepriekš definēto, ka zemas temperatūras siltumapgādes pamatā ir “*Importētu fosilo kurināmo aizvietošana ar atjaunojamiem resursiem*”, jāsecina, ka augstais biokurināmā īpatsvars norāda uz CSS gatavību 4. paaudzes siltumapgādei.



Attēls 5 Kurināmā patēriņa īpatsvars (autora dati)

Biokurināmā pieejamība

Latvijā meži aizņem 3.383 miljonus hektāru un klāj 52% valsts teritorijas. Aptuveni 49% no tiem pieder valstij, AS “Latvijas valsts meži” personā, kamēr 50% pieder privātīpašniekiem un 1% pašvaldībām. Kopējā koksnes krāja 2016. gadā sasniedza 677 mlj. kubikmetru. Koksnes resursu ieguve 2016. gadā sasniedza 10.56 mlj. kubikmetru.

Kurināmās koksnes veidu īpatsvars saražotajā kurināmās koksnes apjomā (%) 2015. gadā ir sekojošs: malka 35%, kurināmā šķelda 26%, koksnes granulas 23%, koksnes atlikumi 16%, koksnes briketes 1%.

Koksnes biomasas patēriņš enerģijas ražošanā (%) 2016. gadā sadalās sekojoši: 43% mājsaimniecībās, 30% rūpniecībā un būvniecībā, 27% centralizētās apkures katlu mājās. Kopējais kurināmā koksnes patēriņš 2016. gadā nav zināms, taču 2015. gadā sasniedza 53 tūkst. TJ³.

³ MEŽA NOZARE SKAITĻOS UN FAKTOS 2018

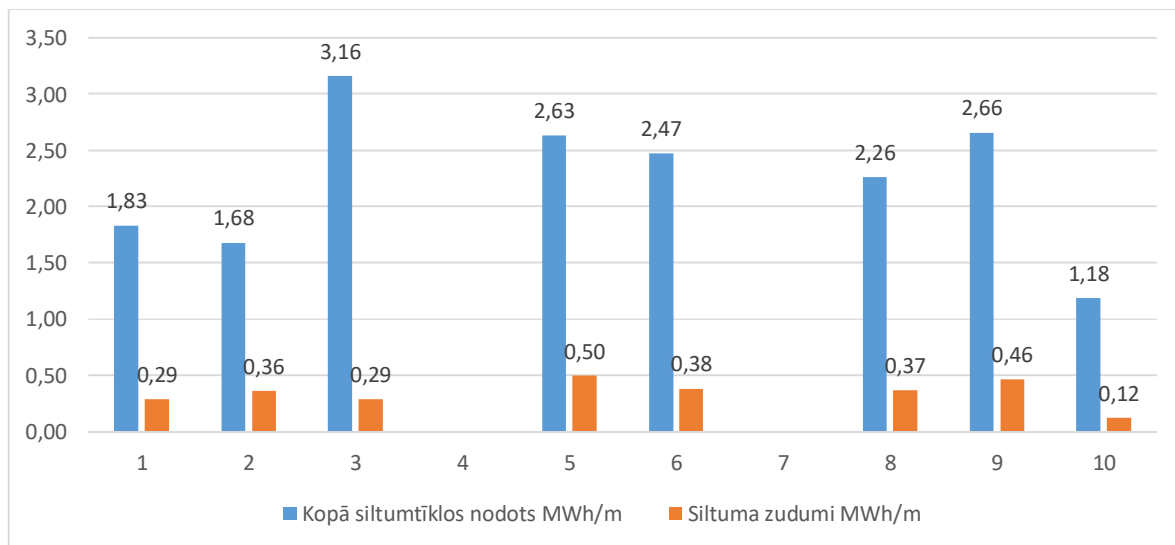
Aptaujājot Vidzemes reģiona enerģijas ražošanas uzņēmumus, tiek secināts, ka biomasas pieejamība ir būtiski atkarīga no klimatiskajiem apstākļiem un šeit ir jāmin 2016./2017.gada slapjā sezona, kad piekļuve meža izstrādei bija apgrūtināta, kā rezultātā būtiski tika mainītas kurināma cenas. Sakarā ar to, ka liela daļa tiek eksportēta, daļa biomasas tiek izmantota granulū ražošanai, tad būtiski ir minēt nepatstāvīgās cenas kurināmajam materiālam, kas ik gadu svārstās vismaz 15-20% apmērā. Ņemot vērā cenu mainību, bieži uzņēmumi cenšas nodrošināt tehnoloģisko procesu ar dažāda tipa kurināmajiem, lai nodrošinātu pakalpojuma nepārtrauktību.

Siltuma zudumi siltumtīklos

Tika analizētās atšķirīga izmēra CSS. Siltumtīklu kopgarums ir no 2.2 km līdz 27.2 km. Kā redzams Tabula 2, siltuma zudumi siltumtīklos ir ļoti atšķirīgi dažādās CSS – no 9.05% līdz 21.24%. Vislielākie siltuma zudumi ir sistēmā ar vismazāko siltumslodzi – attiecīgi 21.24% un 0.79 kW/m, kamēr vismazākie siltuma zudumi 9.05% ir CSS ar vienu no lielākajām siltumslodzēm 1.66 kW/m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siltumtīklu garums [m]	13000	4428	21300	-	11516	11500	-	24491	27220	2159
Uzstādītā siltuma jauda [MW]	13.00	3.50	35.29	-	15.50	19.36	-	25.50	39.54	-
Siltumslodze [kW/m]	1.00	0.79	1.66	-	1.35	1.68	-	1.04	1.45	-
Siltuma zudumi tīklos [%]	15.71	21.24	9.05	-	18.84	15.52	-	16.37	17.46	10.38

Tabula 2 Siltumzudumu salīdzinājums siltumtīklos



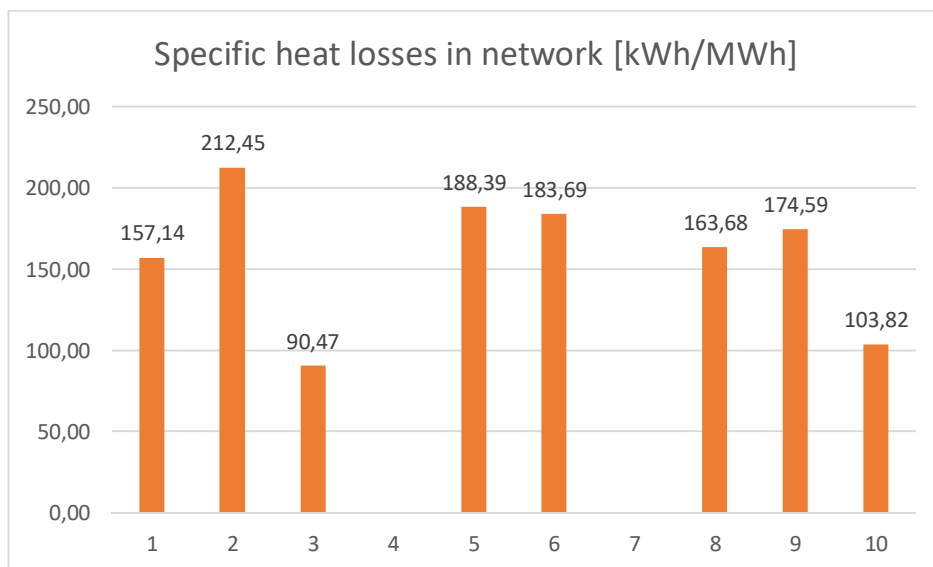
Attēls 6 Siltumtīklos nodotās enerģijas un siltumzudumu salīdzinājums (autora dati)

Tieši no siltumtīklu tehniskā stāvokļa ir atkarīga centralizētās siltumapgādes drošība un pārvades siltumenerģijas zudumu lielums. Siltumtīklus var iedalīt 4 lielās grupās pēc to izbūves veida: apakšzemes bezkanāla, apakšzemes kanāla, virszemes un virszemes pa pagribiem. Siltumtrašu rekonstrukcija, izmantojot rūpnieciski izolētas caurules un dubultcaurules, ļauj samazināt siltumenerģijas zudumus siltumtīklos. Lielākajai daļai CSS siltuma zudumi siltumtīklos ir robežās no 15 līdz 20% no siltumtīklos nodotās enerģijas apjoma.

Tomēr relatīvie siltuma zudumi pilnībā neatspoguļo cauruļvadu izolācijas un siltumtīklu kopējo efektivitāti, jāņem vērā arī patērētāju izvietojuma blīvums. Īpatnējie siltuma zudumi tradicionālās CSS pieaug, kad samazinās siltumenerģijas patēriņš ēkās⁴. Tajā pašā laikā uzlabota ēku energoefektivitāte dod iespēja izmantot zemas siltumnesēja temperatūras CSS, tādējādi samazinot siltuma zudumus siltumtīklos. Samazināta siltumnesēja temperatūra siltumtīklos ļauj efektīvāk izmantot dūmgāzu kondensatorus, kas īpaši aktuāli biokurināmajam ar augstu mitruma saturu. Tāpat temperatūru samazināšana paildzina siltumtīklu kalpošanas ilgumu, uzlabojot CSS drošību.

⁴ Guidelines for Low-Temperature District Heating: A deliverable in the project financially supported by the Danish Energy Agency in the R&D programme EUDP: "EUDP 2010-II: Full-Scale Demonstration of Low-Temperature District Heating in Existing Buildings", 2014.

Tiešsaistes rīks <http://dhknowledge.eu> siltuma zudumu tīklos salīdzināšanai izmanto īpatnējos siltumenerģijas zudumus tīklos [kWh/MWh].



Attēls 7 Īpatnējie siltumenerģijas zudumi siltumtīklos [kWh/MWh]

Īpatnējais siltumenerģijas patēriņš

Zemas temperatūras CSS ieviešanai jāanalizē arī gala patērētāju īpatnējais siltumenerģijas patēriņš. Analizēto sistēmu izmēri ļoti atšķiras. CSS pieslēgto objektu skaits ir no dažiem desmitiem līdz vairākiem simtiem. Kopējā apkurināmā platība ir aptuveni no 16 tūkst. m² līdz pat 400 tūkst. m².

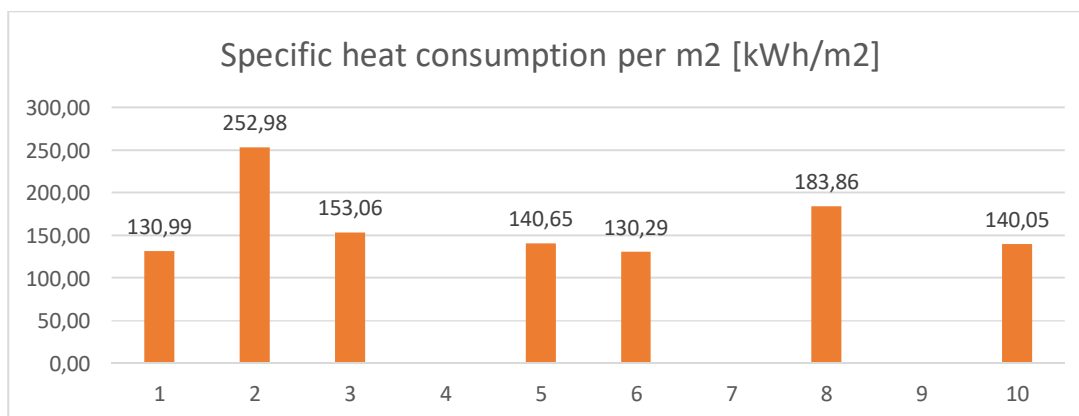
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pieslēgumu skaits	126	43	166	NDA	137	163	NDA	287	251	21
No tiem renovētas daudzdzīvokļu ēkas	14	4	8	NDA	5	32	NDA	3	8	1
Renovētas daudzdzīvokļu ēkas %	11.1	9.3	4.8	NDA	3.6	19.6	NDA	1.0	3.2	4.8
Apkurināmā platība [m ²]	153147	23146	400000	NDA	174692	184448	NDA	252148	326468	16323

Tabula 3 Pētījumā apskatīto 10 CSS raksturojums

Dati par īpatnējo siltumenerģijas patēriņu pieejami par 7 CSS. Četrās no tām patērētāji atbilst E energoefektivitātes klasei ar patēriņu 100-150 kWh/m² gadā. Trīs sistēmās tiek pārsniegts 150 kWh/m² gadā siltumenerģijas patēriņš, gala patērētājiem atbilstot F energoefektivitātes klasei. Ēku renovācija un siltināšana uzlabotu to energoefektivitātes klasi, samazinot siltumenerģijas patēriņu.

Nepieciešamo slodžu nodrošināšanai tiek lietota kombinēta regulēšana 3 dažādos etapos - centralizēta regulēšana siltumavotos, individuāla regulēšana siltumpunktos un lietotāja veikta regulēšana telpās. Taču siltumatdeves regulēšana pie sildķermeņiem ne vienmēr ir iespējama. Nerenovētām apkures sistēmām nav uzstādīti termoregulatori, tāpēc regulēšana notiek divās pakāpēs – centralizēti un individuāli ISM.

Zemas temperatūras CSS vīzija daudzdzīvokļu ēkām paredz individuālas regulēšanas iespējas, uzstādot minimāla izmēra siltummaini katram dzīvoklim. Tas ļauj izvairīties no karstā ūdens cirkulācijas sistēmas un vēl vairāk samazināt siltumnesēja temperatūru.



Attēls 8 Īpatnējais siltumenerģijas patēriņš kWh/m² gadā

Āra gaisa temperatūru kopsavilkums

Lai arī visas analizētās siltumapgādes sistēmas atrodas Vidzemē, āra gaisa temperatūras šajās apdzīvotajās vietās ir atšķirīgas. Tabulā 4 redzamas stundas vidējās āra gaisa temperatūras no LVĢMC datiem 2018. gadā. Apdzīvotām vietām, kurās neatrodas LVĢMC novērojumu stacijas, atbilstoši meteorologu ieteikumiem, izmantoti tuvāko LVĢMC staciju dati.

Izteikti lielāko daļu apkures sezonas āra gaisa temperatūras pētāmajā reģionā ir diapazonos no -5 °C līdz +5 °C.

Āra gaisa temperatūra, °C	Ilgums, stundas									
	ZL1	ZL2	ZL3	ZL4	ZL5	ZL6	ZL7	ZL8	ZL9	ZL10
+5 līdz +8	625	620	617	617	631	746	673	631	628	636
0 līdz +5	1335	1518	1550	1550	1420	1576	1523	1420	1504	1430
-5 līdz -0	1442	1297	1217	1217	1394	1197	1313	1394	1325	1264
-10 līdz -5	902	788	542	542	824	638	713	824	707	800
-15 līdz -10	253	179	113	113	224	145	189	224	200	182
-20 līdz -15	117	103	35	35	102	84	100	102	108	98
-25 līdz -20	18	25	0	0	22	0	12	22	14	12
līdz -25	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabula 4 Stundu sadalījums pēc āra gaisa temperatūras 2018. gadā

Tiešsaistes rīki District Heating Knowledge Platform

Tiešsaistes rīks <http://dhknowledge.eu/> piedāvā atsevišķus aprēķina rīkus, ko izmantot CSS novērtēšanā, kā arī CSS modeļa izveidi, ko izmantot CSS savstarpējai salīdzināšanai.

Siltumslodžu aprēķins *Heat Load Calculator*

Ievadīšanai nepieciešamie dati:

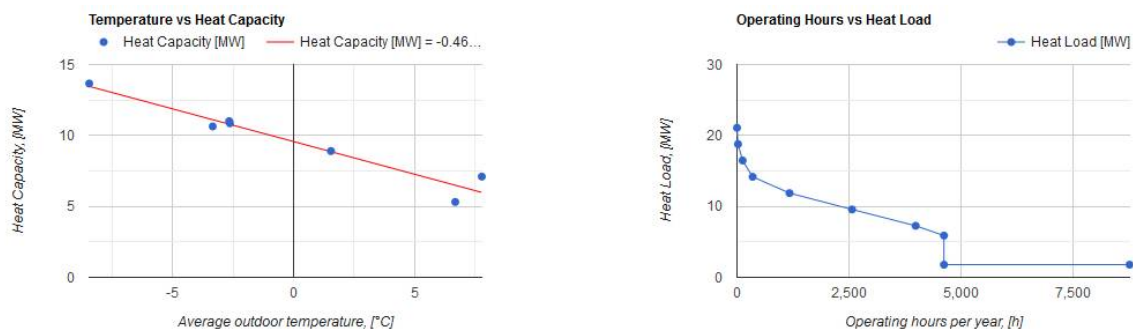
1. Vai attiecīgais mēnesis ir apkures sezonā;
2. Siltumtīklos ievadītā siltuma daudzums mēnesī [MWh];
3. Vidējā āra gaisa temperatūra mēnesī [°C];
4. Stundu skaits apkures sezonā [h];
5. Stundu skaits ar gaisa temperatūru zem +8, +5, 0, -5, -10, -15, -20, -25 °C [h].

Heat Load Calculator

Heating season	Month	Transferred heat to network [MWh]	Hours [h]	Average outdoor temperature [°C]	Total Operating Hours in a Year at Appropriate Outdoor Temperatures:
<input checked="" type="checkbox"/>	January	8078.59	744	-2.63	Total Hours in a Year [h] 8760
<input checked="" type="checkbox"/>	February	9185	672	-8.45	Total Hours in a Heating Season [h] 4617
<input checked="" type="checkbox"/>	March	7915.45	744	-3.34	Total Operating Hours at < 8 °C [h] 4617
<input checked="" type="checkbox"/>	April	5114	720	7.79	Total Operating Hours at < 5 °C [h] 3986
<input type="checkbox"/>	May	1666	744	15.54	Total Operating Hours at < 0 °C [h] 2566
<input type="checkbox"/>	June	1301	720	15.72	Total Operating Hours at < -5 °C [h] 1172
<input type="checkbox"/>	July	1230	744	19.71	Total Operating Hours at < -10 °C [h] 348
<input type="checkbox"/>	August	1145	744	18.03	Total Operating Hours at < -15 °C [h] 124
<input type="checkbox"/>	September	1238	720	14.01	Total Operating Hours at < -20 °C [h] 22
<input checked="" type="checkbox"/>	October	3956	744	6.69	Total Operating Hours at < -25 °C [h] 0
<input checked="" type="checkbox"/>	November	6410	720	1.55	
<input checked="" type="checkbox"/>	December	8195	744	-2.66	

Attēls 9 Datu ievade siltumslodžu aprēķināšanai

Rezultātā grafiski tiek attēlota siltumslodze [MW] atkarībā no āra gaisa temperatūras un CSS darba stundu [h] skaits ar zināmu siltumslodzi [MW].



Attēls 10 Siltumenerģijas slodze atkarība no ārgaisa temperatūras (pa kreisi) un siltumenerģijas slodze atkarībā no apkures katla darbības ilguma (pa labi)

Relatīvo zudumu aprēķins *Calculator for Relative Importance of Losses (RiL)*

Ievadīšanai nepieciešamie dati:

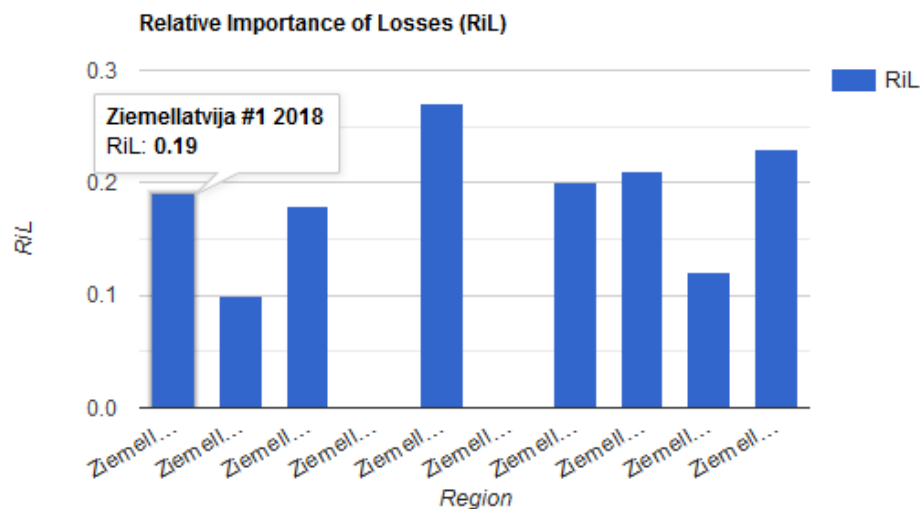
1. Lietderīgi patērētā siltumenerģija mēnesī [MWh];
2. Siltumtīklos ievadītā siltumenerģija mēnesī [MWh].

Calculator for Relative Importance of Losses (RiL)

Month	Consumed Heat [MWh]	Transferred Heat to Network [MWh]	Hours [h]
January	6850	8078	744
February	7916	9185	672
March	7072	7915	744

Attēls 11 Zudumu relatīvās nozīmības kalkulators

Rezultātā tiek iegūts koeficients, kas parāda siltuma zudumus tīklos [MWh] attiecībā pret tīklos lietderīgi ievadīto siltumenerģiju [MWh]. Šis koeficients tiek vēlāk izmantots CSS modeļa veidošanā. Rezultāti redzami Pielikumā 2.



Attēls 12 Relatīvo siltuma zudumu salīdzinājums <http://dhknowledge.eu/data>

Primārās enerģijas faktora novērtējums *Calculator for Primary Energy Factor (PEF)*

Ievadīšanai nepieciešamie dati:

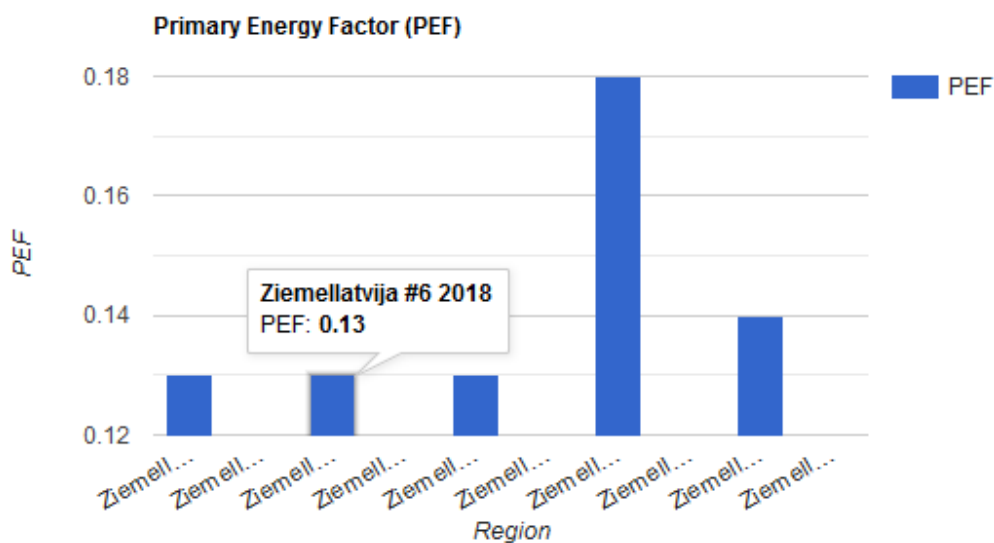
1. Lietderīgi patērētā siltumenerģija mēnesī [MWh];
2. Kurināmā patēriņš siltumavotā [MWh];
3. Koģenerācijā saražotā siltumenerģija [MWh].

Calculator for Primary Energy Factor (PEF)

Month	Consumed heat [MWh]	Fuel input to the HP and CHP [MWh]	Electricity production of the cogeneration plants [MWh]	Fuel	Primary Resource Factor
January	1132.85	1509.49	120	<input checked="" type="radio"/> Lignite coal	1.3
February	1208.06	1656.49	125	<input type="radio"/> Hard coal	1.2
March	914.68	1278.06	130	<input type="radio"/> Oil	1.1
				<input type="radio"/> Natural gas	1.1

Attēls 13 Primārās enerģijas faktora kalkulators

Rezultātā tiek iegūts koeficients, kas tālāk tiek izmantos CSS modeļa veidošanā. Rezultāti apkopoti Pielikumā 2.



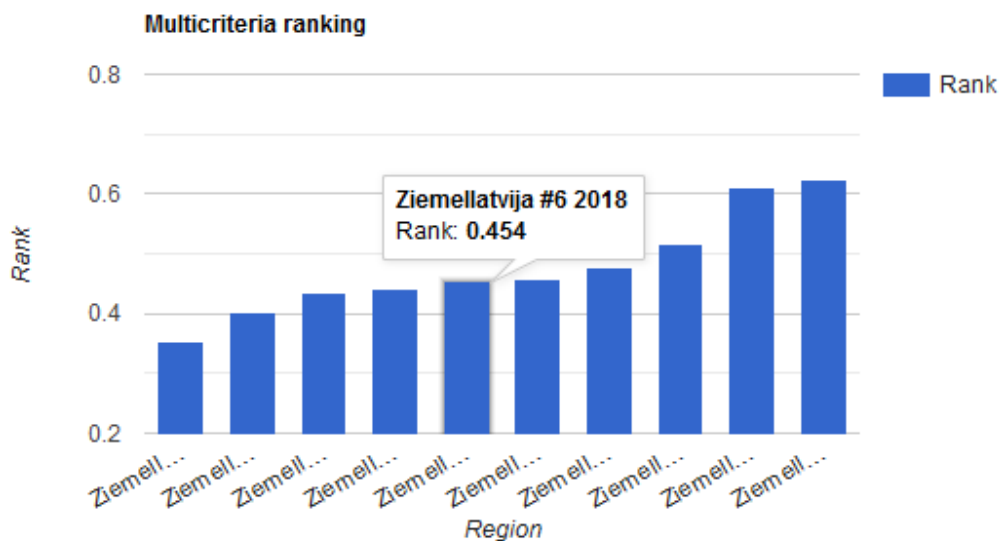
Attēls 64 Primārā enerģijas faktora salīdzinājums <http://dhknowledge.eu/data>

Kompleksa CSS salīdzināšana *Multicriteria Analysis*

Multikritēriju analīze izmanto iepriekš iegūtos tehnoloģiskos, ekonomiskos un vides parametrus, lai savstarpēji salīdzinātu dažādas CSS un varētu noteikt labāko sistēmas attīstības scenāriju. Salīdzinošā novērtēšana vispārina informāciju, kas iegūta ar iepriekš aprakstītajiem instrumentiem.

Iegūtie rezultāti parāda kopējo CSS efektivitāti. Šis indikators pēc *TOPSIS* metodes var būt robežās no 0 līdz 1. Detalizētāk izpētot CSS rezultātus pēc šīs metodoloģijas, iespējams novērtēt stīprās un vājās puses zemas temperatūras siltumapgādes ieviešanai ^[13].

Šī indikatora vērtības analizētajām CSS ir vidējas, robežās no 0.355 līdz 0.624.



Attēls 15 Daudzkritēriju CSS salīdzinājums <http://dhknowledge.eu/data>

Tiešsaistes rīku iespējamie uzlabojumi

Pēc noklusējuma visi aprēķina rīki (*Heat Load, RiL, PEF calculator*) satur kādas dotas skaitliskas vērtības. Lai veiktu aprēķinus, sistēmas lietotājam jāievada savas vērtības. Ērtākais veids, lai nesajauktu vērtību ievadīšanu, ir visu doto vērtību izdzēšana, kas rada lieku darbu. UI varētu tikt uzlabots sekojošos veidos:

- Vērtības, kas nav konstantes (piemēram, "*Transferred heat to network [MWh]*"), atverot aprēķinu rīku, ir vienādas ar 0;
- Šūnā netiek norādīta dotā vērtība, bet šūnas nosaukums (piemēram, "*January*").

Calculator for Relative Importance of Losses (RiL)

Month	Consumed Heat [MWh]	Transferred Heat to Network [MWh]	Hours [h]
January	January	January	744
February	February	February	672
March	914.68	1022.45	744
April	391.74	459.78	720

Attēls 76 RiL aprēķina datu ievade

Īpatnējās CO2 emisijas [t CO2(fuel)/MWh(con.)]

Ja CSS izmanto vairāk kā viena veida kurināmo, kādu īpatnējo CO2 emisiju vērtību izmantot:

- Visu izmantoto kurināmo īpatnējā CO2 summu;
- Vidējo vērtību visiem kurināmajiem;
- Vidējo svērto vērtību visiem kurināmajiem?

Primārās enerģijas faktora aprēķins (PEF)

Primārās enerģijas faktora (PEF) aprēķina rīks nespēj ņemt vērā to, ka CSS var izmantot vairāku veidu kurināmos. Vairākās no aptaujātajām CSS, diversificējot riskus, tiek izmantots vairāk par vienu kurināmā veidu. Populārākā kombinācija – dabasgāze un šķelda.

Fuel	Primary Resource Factor
<input checked="" type="radio"/> Lignite coal	1.3
<input type="radio"/> Hard coal	1.2
<input type="radio"/> Oil	1.1
<input type="radio"/> Natural gas	1.1

Attēls 87 Primārās enerģijas faktora aprēķinam izmantotie kurināmie

Secinājumi

1. Pētījuma ietvaros analizēta 10 CSS darbība 2018. gadā Vidzemes reģionā. Modeļu veidošanai nepieciešamo informācijas minimumu siltumapgādes uzņēmumi sniedz nelabprāt, tāpēc šī ziņojuma sagatavošanā tās tiek anonimizētas.
2. CSS kurināmā izmantošanas lietderība ir no 66.29% līdz 95.59%. Augstākā lietderība ir CSS, kas izmanto biokurināmo, ko varētu skaidrot ar jaunām un modernām iekārtām. Atsevišķu koģenerācijas staciju zemo lietderību varētu skaidrot ar elektroenerģijas obligāto iepirkumu.
3. 6 no 10 CSS izmanto tikai atjaunojamus kurināmos, 3 izmanto gan atjaunojamus, gan dabasgāzi un vienā gadījumā tikai dabasgāzi. Atjaunojams kurināmais kopējā energobilancē sastāda 74%, šādā veidā tuvojoties ceturtās paaudzes CSS attīstības tendencēm.
4. Siltuma zudumi siltumtīklos ir no 9.05% līdz 21.24%. CSS ar augstāku siltumslodzi [kW/m siltumtīklu] siltuma zudumi ir zemāki.
5. Galapatērētāju īpatnējais siltumenerģijas patēriņš lielākoties ir augsts, atbilstot E un F energoefektivitātes klasei. Neņemot vērā laikapstākļu atšķirības, redzama tendence, ka īpatnējais siltumenerģijas patēriņš samazinās CSS augstāku renovēto ēku %.
6. Atbilstoši *dhknowledge.eu* metodoloģijai, 10 analizēto CSS multikritēriju indikators ir robežās no 0.355 līdz 0.624, kas liecina par vidēju gatavību zemas temperatūras CSS ieviešanai.

Izmantotā literatūra

- [1] Centrālā statistikas pārvalde - Siltumenerģijas bilance statistiskajos reģionos. Pieejams tiešsaistē http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energetika__ikgad/ENG160.px/
- [2] Koffi, B., Cerutti, A., Duerr, M., Iancu, A., Kona, A., Janssens-Maenhout, G. CoM Default Emission Factors for the Member States of the European Union, 2017.
- [3] Zemkopības ministrija - MEŽA NOZARE SKAITĻOS UN FAKTOS 2018. Pieejams tiešsaistē <https://www.zm.gov.lv/mezi/statiskas-lapas/buklets-meza-nozare-skaitlos-un-faktos-2018-?id=13770#jump>
- [4] Guidelines for Low-Temperature District Heating: A deliverable in the project financially supported by the Danish Energy Agency in the R&D programme EUDP: “EUDP 2010-II: Full-Scale Demonstration of Low-Temperature District Heating in Existing Buildings”, 2014.
- [5] Ekonomikas ministrija - Renovēto ēku statistika. Pieejams tiešsaistē https://www.em.gov.lv/lv/es_fondi/dzivo_siltak/renoveto_eku_statistika/
- [6] District Heating Knowledge Platform. Pieejams tiešsaistē <http://dhknowledge.eu/>
- [7] Blumberga, D., Zemas temperatūras centralizētās siltumapgādes sistēmas ieviešanas stratēģija Gulbenes novadā, 2019. – 116 lpp.
- [8] SIA MADONAS SILTUMS Vidēja termiņa darbības stratēģija 2018.-2020. gadam, 2018. – 27 lpp.
- [9] Polikarpova I., Energy reduction potential of the district heating company introducing energy management systems, 2017.
- [10] Vidzemes plānošanas reģiona pašreizējās situācijas analīze, 2015. – 122 lpp.
- [11] Relatedproject.eu - Heating technologies in district heating, 2018. – 12 lpp.
- [12] Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs – Datu meklēšana. Pieejams tiešsaistē <https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-pieejamiba/?nid=462>
- [13] Methodology to collect information and data on DH and LTDH. RTU, 2018. – 23 lpp.

Pielikums 1 – Aptaujas anketa

1. Sniegto pakalpojumu apjomi

2018	Siltumtīklos nodotā siltumenerģija, MWh	Lietderīgi patērētā siltumenerģija, MWh	Saražotā elektroenerģija, MWh
Janvāris			
...			
Decembris			

2. Patērētā kurināmā apjomi

2018	Šķelda	Koksnes granulas	Dabaszgāze	Cits
Janvāris				
...				
Decembris				

3. Pārvades sistēmu raksturojošie tehniskie parametri

Nr. p.k	Parametrs	Mērvienība	Apzīmējums	Vērtība
1.	Tīklu garums (divcauruļu trases garums)	m	L	
2.	Lietotāju objektu pieslēgumu (ievalu ēkās) skaits		n	
3.	Kopējā apkurināmā platība	m ²	A	
3.	Lielākais sistēmā sastopamais cauruļvadu diametrs (parasti izvads un pirmā maģistrāle aiz siltumavota)	Dmax	mm	
4.	Mazākais sistēmā sastopamais cauruļvadu diametrs (parasti atzarojums uz mazākajiem lietotājiem)	Dmin	mm	
5.	Sistēmā visbiežāk sastopamais cauruļvadu diametrs (t.i. kura Dn trašu kopējais garums ir vislielākais)	Dmed	mm	
6.	Elektroenerģijas patēriņš	MWh	Eaux	

Pielikums 2 – CSS datu salīdzinājums

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siltumtīklu garums [m]	13000.00	4428.20	21300.00	-	11516.00	11500.00	-	24491.00	27220.00	2159.00
Uzstādītā siltuma jauda MW	13.00	3.50	35.29	-	15.50	19.36	-	25.50	39.54	-
kW/m	1.00	0.79	1.66	-	1.35	1.68	-	1.04	1.45	-
Apkurināmā platība [m ²]	153147.44	23145.60	400000.00	-	174692.00	184447.98	-	252147.90	-	16323.00
Pieslēgumu skaits	126	43	166	-	137	163	-	287	251	21
No tiem renovētas daudzdzīvokļu ēkas	14	4	8	NDA	5	32	NDA	3	8	1
Renovētas daudzdzīvokļu ēkas %	11.1	9.3	4.8	NDA	3.6	19.6	NDA	1.0	3.2	4.8
Lietderīgi patērēts [MWh]	20060.65	5855.47	61223.20	-	24570.32	24031.44	-	46360.00	59718.56	2286.08
Kopā saražotais/tīklos nodotais [MWh]	23801.07	7435.00	67313.00	51800.00	30273.40	28445.81	-	55433.00	72349.94	2550.90
Siltuma zudumi tīklos [MWh]	3740.01	1579.54	6089.80	-	5703.08	4414.37	-	9073.00	12631.38	264.83
Siltuma zudumi tīklos %	15.71	21.24	9.05	-	18.84	15.52	-	16.37	17.46	10.38
Lietderīgi patērēts [MWh/m]	1.54	1.32	2.87	-	2.13	2.09	-	1.89	2.19	1.06
Kopā siltumtīklos nodots [MWh/m]	1.83	1.68	3.16	-	2.63	2.47	-	2.26	2.66	1.18
Siltuma zudumi [MWh/m]	0.29	0.36	0.29	-	0.50	0.38	-	0.37	0.46	0.12
The relative importance of losses (RiL)	0.187	0.272	0.0997	-	0.233	0.184	-	0.196	0.212	0.122
Primary energy factor (PEF)	0.128	0.133	-	-	-	0.127	-	0.180	-	0.139
Specific fuel consumption [MWh/MWh]	1.08	1.05	1.09	1.75	1.34	1.08	1.67	1.51	1.49	1.25
Power to heat ratio [MWh/MWh]	-	-	-	0.38	0.19	-	0.29	-	0.04	-
RES share [%]	100.0	100.0	51.4	40.6	100.0	100.0	0.0	100.0	98.0	100.0
Specific power consumption [kWh/MWh]	20.44	15.72	19.19	-	11.44	8.79	-	17.32	7.88	-