VPP
Valsts pētījumu programma

LATVIJAS SILTUMAPGĀDES UN DZESĒŠANAS SISTĒMU ATTĪSTĪBA

VPP-EM-EE-2018/1-0002

1862
RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

RTU VASSI

DEVELOPMENT OF HEAT SUPPLY AND COOLING SYSTEMS IN LATVIA

LATVIJAS SILTUMAPGĀDES UN DZESĒŠANAS SISTĒMU ATTĪSTĪBA

2018/1-0002

Projekta Nr.: VPP-EM-EE-2018/1-0002
Līguma Nr.: 03000-3.1.2-e/165

Autori:

Dr.habil.sc. ing. Dagnija Blumberga
Dr.habil.sc.ing. Ivars Veidenbergs
PhD Ieva Pakere
Dr.sc.ing. Vladimirs Kirsanovs
Dr.sc.ing. Dace Lauka
PhD Armands Grāvelsiņš
M.geogr. Līga Sniega
M.sc.ing. Ilze Luksta
M.sc.ing. Zane Kušnere
M.sc.ing. Beate Zlaugotne
B.sc. Līga Puzule
B.sc. Inga Pamovska

Pētījums tiek īstenots Valsts pētījumu programmas "Enerģētika" projekta ietvaros.

Rīgas Tehniskā universitāte, Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte, Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

4.NODAĻA

REKOMENDĀCIJU IZSTRĀDE CENTRALIZĒTĀS SILTUMENERĢIJAS RAŽOŠANAS UN PĀRVADES JAUDU PALIELINĀŠANAS IZVĒRTĒŠANAI

Saturs

1. Literatūras un politikas dokumentu analīze par jaudu izmaiņām centralizētās siltumapgādes sistēmās 7
1.1. Politikas dokumentu analīze saistībā ar CSA jaudas izmaiņām 10
1.2. CSA ilgtspējas novērtēšana 11
1.3. CSA novērtējuma kritēriji 14
2. Valsts un pašvaldības plānošanas dokumentu centralizētās siltumapgādes mērķu un uzdevumu konsekvences novērtējums 19
2.1. Eiropas savienības tiesību akti 19
2.1.1. Eiropas Zaļais kurss 20
2.1.2. Energoefektivitātes direktīvā 21
2.1.3. Komisijas Deleģētā regula (ES) 2019/826 21
2.2. Latvijas politikas plānošanas dokumenti centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas jomā 22
2.2.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam 23
2.2.2. Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģija 2030 24
2.2.3. Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021-2030. gadam 26
2.3. Pašvaldību plānošanas dokumentu analīze 28
3. Siltuma pārpalikumu izmantošanas potenciāla novērtējums Latvijā. Rekomendācijas siltumu pārpalikumu integrēšanai centralizētās siltumapgādes sistēmās 38
3.1. Siltuma pārpalikumu avoti 38
3.2. Siltuma pārpalikumu izmantošana centralizētajā siltumapgādē 40
3.3. Siltumu pārpalikumu novērtējuma potenciāla Latvijā robežas 42
3.4. Latvijā lielāko rūpniecības uzņēmumu anketēšana 45
3.5. Rekomendācijas siltuma pārpalikumu integrēšanai 48
4. Izmaksu efektivitātes un vides kritēriju identificēšana jaunu siltumenerģijas ražošanas jaudu uzstādīšanai. Metodikas izstrāde kritēriju definēšanai 50
4.1. Efektivitātes faktori 52
4.2. Vides un ilgtspējas faktori 54
4.3. Jaudas pietiekamības faktori 56
4.4. Novērtējuma indeksa noteikšana 60
5. Centralizētās siltumapgādes sistēmu attīstības gadījumizpētes piemēri siltuma ražošanas un pārvades jaudu palielināšanai. Metodikas aprobēšana 63
5.1. Aprobācija pārejai no fosilajiem energoresursiem uz AER 63
5.2. Aprobācija AER katlu mājas energoefektivitātes paaugstināšanai 67
5.3. Aprobācija pārvades tīklu modernizācijai 70

6. Rekomendācijas centralizētās siltumenerģijas ražošanas un pārvades jaudu palielināšanas izvērtēšanai 74
6.1. Nepieciešamās izmaiņas tiesiskajā regulējumā 74
6.2. Kritēriju izmantošana pašvaldības plānošanas dokumentos un fondu finansējuma piešķiršanā..... 75
6.3. Ilgtermiņa attīstības plānošana un pašvaldību lomu CSA attīstībā..... 75
6.4. Siltuma pārpalikumu integrēšana CSA sistēmā 76
7. Izmantotās literatūras saraksts..... 77

Ievads

Dažādu inovatīvu risinājumu ieviešana centralizētajā siltumapgādē ir izraisījusi pastiprinātu interesi zinātnieku un nozares pārstāvju vidū visā pasaulē. Tomēr inovāciju ieviešanai un CSA ilgtspējīgai attīstībai ir nepieciešama pārdomāta enerģētikas plānošana valsts un vietējā līmenī un atbilstošs tiesiskais regulējums. Viens no būtiskiem aspektiem, kas var ietekmēt CSA siltuma ražošanas efektivitāti ir jaunu siltuma ražošanas un pārvades jaudu uzstādīšana bez pietiekama ekonomiskā pamatojuma un atbilstošas siltumslodzes. Līdz ar to, nodevumā analizēta CSA sistēmas attīstība, lai veiktu pārdomātas investīcijas sistēmas attīstībā.

Centralizētās siltumapgādes (CSA) attīstībā būtiska ir ilgtermiņa stratēģisko plānu izstrāde un pašvaldību iesaiste. Līdz ar to, nodevumā analizēta siltumapgādes sistēmas jaudu palielināšana no dažādām perspektīvām, novērtējot Eiropas valstu pieredzi, vairāku līmeņu likumdošanas aktus un to definēto mērķu konsekvenci. Veikts 10 pašvaldību plānošanas novērtējums, identificējot noteiktos mērķus, kas tieši vai netieši saistīti ar CSA attīstību un salīdzinot tos ar galvenajiem CSA rādītājiem.

Nodevumā padziļināti izvērtēts siltuma pārpalikumu potenciāls Latvijā, apzinoties to, ka būtisks priekšnoteikums pirms jaunu centralizētās siltumapgādes (CSA) jaudu uzstādīšanas ir siltuma pārpalikumu identificēšana un novērtēšana.Veikta rūpniecības sektora uzņēmumu analīze un noteikts tehniski ekonomiskais potenciāls siltuma pārpalikumu integrēšanai CSA sistēmā. Nodevumā ietverti rūpniecības uzņēmumu aptauju rezultāti un SVID analīze.

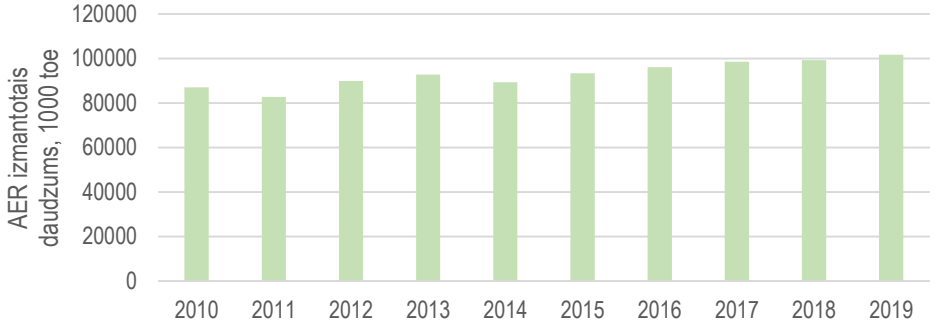
Lai novērtētu CSA sistēmas attīstības perspektīvas, izstrādāta daudzkritēriju analīzes metode. Nodevumā identificēti 14 būtiski kritēriji, kas ļauj vispusīgi salīdzināt dažādas CSA sistēmas attīstības alternatīvas. Kritēriji aprobēti vairāku tehnoloģisko risinājumu novērtēšanai konkrētām CSA sistēmām.

Nodevuma noslēgumā apkopotas rekomendācijas centralizētās siltumapgādes siltumenerģijas ražošanas un pārvades jaudu palielināšanas izvērtēšanai.

1. LITERATŪRAS UN POLITIKAS DOKUMENTU ANALĪZE PAR JAUDU IZMAIŅĀM CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES SISTĒMĀS

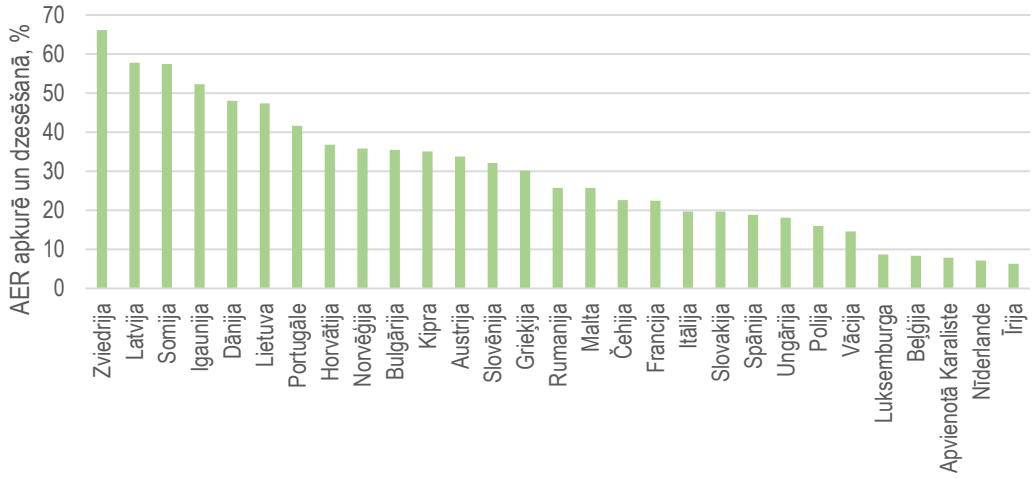
Apkure un dzesēšana veido 50% no enerģijas patēriņa Eiropas Savienībā (ES), lai līdz 2050. gadam Eiropa panāktu klimataneitralitāti Eiropas enerģētikas politika pievērsīsies siltumapgādes sektoram [1]. ES Apkures un dzesēšanas stratēģija ir izstrādāta, lai padarītu nozari viedāku, efektīvāku un ilgtspējīgāku, kā arī samazinātu enerģijas importu un atkarību, kā arī samazinātu izmaksas un emisijas [2]. Siltumapgādes sektors veido lielu daļu no kopējā enerģijas patēriņa līdz ar to siltumapgādei ir liels enerģijas ietaupījuma potenciāls, lai uzlabotu energoefektivitāti, atjaunojamo energoresursu (AER) izmantošanu un emisiju samazināšanu.

Lai nākotnē energosistēmas būtu ilgtspējīgas, ir nepieciešams nodrošināt 100% AER sistēmu izmantošanu, kas būtu jākombinē ar siltuma pārpalikumu (SP) resursu izmantošanu. Ir vairāki ieguvumi no AER īpatsvara palielināšanas – ekonomiskā izaugsme, jaunas darbavietas, samazināta atkarība no importētās enerģijas, ilgtspējīgāka attīstība reģionos, uzlabots labklājības līmenis, samazinātas SEG emisijas [3]. AER izmantošana siltumapgādē un dzesēšanā kļūst ar vien izplatītāka, ko var redzēt arī pēc ES dalībvalstu kopējā rādītāja par AER izmantošanu (sk.1.1. att.).



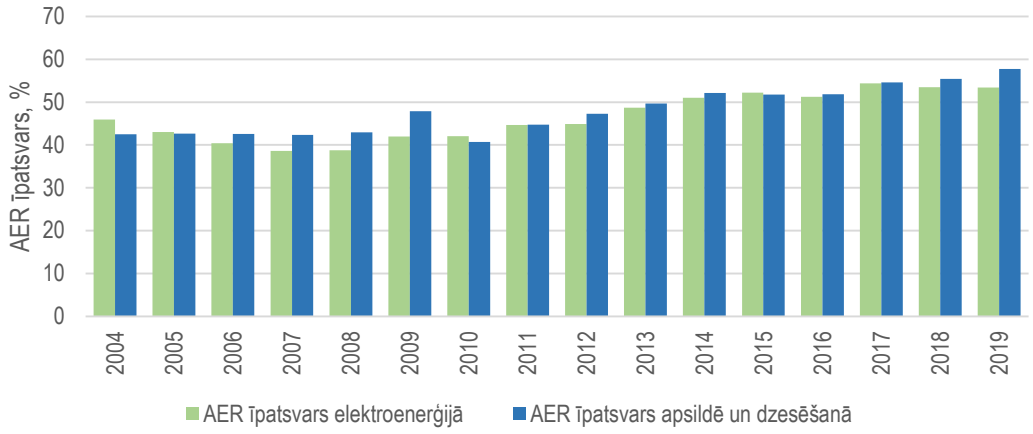
1.1.att. Kopējais AER izmantošana apjoms siltumapgādei un dzesēšanai no ES valstīm [4]

Eiropas valstīs AER izmantošana apkures un dzesēšanas sektorā attīstās diezgan dažādi (sk.1.2.att.). Pēc 2019.gada datiem par AER izmantošanu apkurē un dzesēšanā lielāko daļu no AER izmanto Zviedrija (66,1%), Latvija (57,8%) un Somija (57,5%). Vismazāk AER apkurē un dzesēšanā izmanto Apvienota Karaliste (7,8%), Nīderlande (7,1%) un Īrija (6,3%).



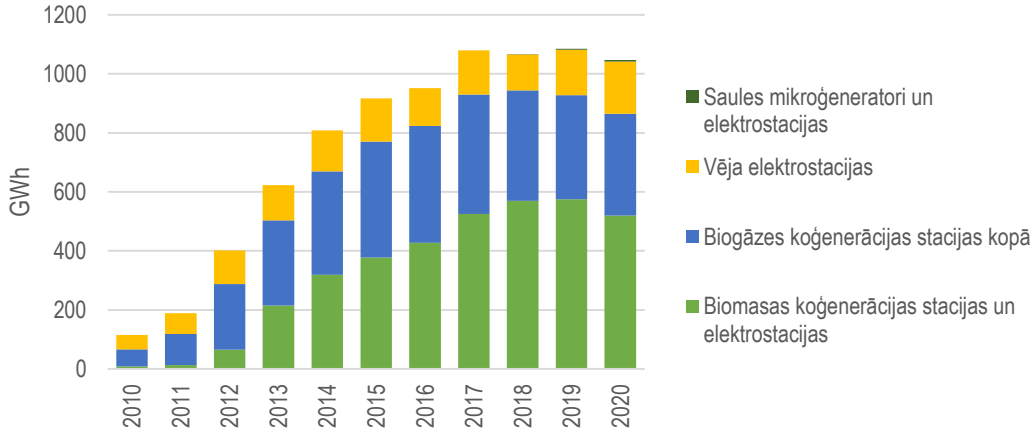
1.2. att. AER izmantošana apkurē un dzesēšanā, 2019.gada dati [5]

AER izmantošana siltumapgādē Latvijā pieaug (sk.1.3.att.). Var novērot, ka ir bijis salīdzinoši liels pieaugums AER izmantošanā 2011.-2014.gadā. AER īpatsvars abos sektoros attīstās līdzīgi, taču 2018.gada un 2019.gada rādītāji parāda, ka AER īpatsvars siltuma ražošanai palielinās straujāk nekā AER īpatsvars elektroenerģijas ražošanā.



1.3.att. Enerģijas ražošana no AER Latvijā [6]

Kā redzams 1.4.attēlā elektroenerģijas ražošana no AER pēdējo 10 gadu laikā ir attīstījusies. Īpaši liela izaugsme enerģijas ražošanā no AER ir bijusi laika periodā no 2011. gada līdz 2015.gadam, kad katru gadu saražotās elektroenerģijas pieaugums ir bijis par 200 GWh.



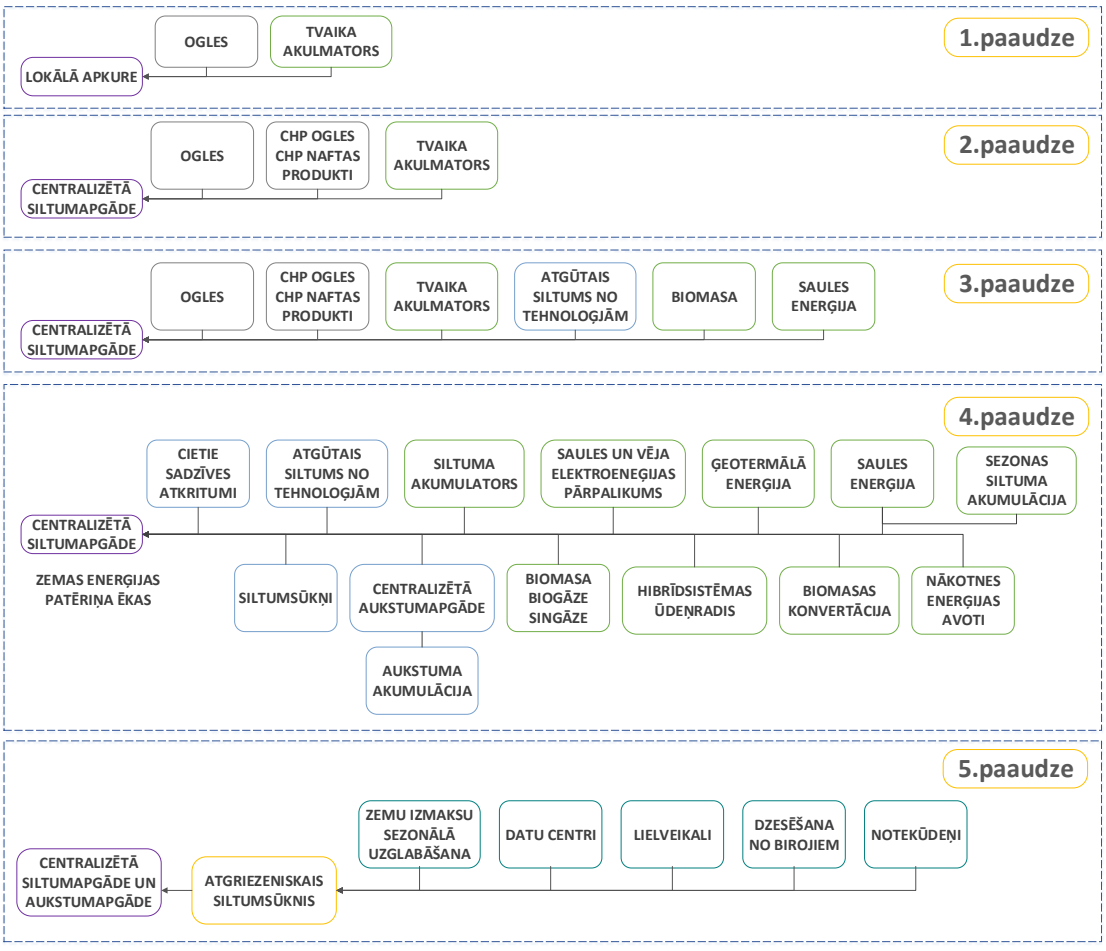
1.4.att. Saražotā elektroenerģija no AER un energoresursu veids [7]

CSA infrastruktūrai ir būtiska loma energoefektivitātes paaugstināšanā, kā arī dod iespēju izmantot dažādus siltumenerģijas ražošanas resursus un koģenerācijas stacijas. CSA nākotnē būs nepieciešams integrēt elektroenerģijas ražošanu un transporta sektoru, transformējot tās par viedajām energosistēmām, ar optimāliem risinājumiem katram sektoram un visai enerģētikas sistēmai kopumā [8]. Lai realizētu nākotnes plānu par viedajām energosistēmām, nepieciešama straujāka pāreja uz AER, enerģētikas sistēmu un infrastruktūras uzlabošana.

CSA tiek uzskatīta par efektīvu, videi draudzīgu un rentablu risinājumu ēku apkurei [9]. CSA ir nozīmīga loma ilgtspējīgas energosistēmas ieviešanā, taču nepieciešams veikt izmaiņas, pāriet uz zemas temperatūras siltumapgādi un veicināt zemas enerģijas patēriņa un gandrīz nulles enerģijas ēku būvniecību, kā arī esošo ēku energoefektivitātes paaugstināšanu [8].

CSA attīstībā tiek iedalīta dažādās siltumapgādes paaudzēs kā parādīts 1.5.att. CSA pirmsākumos jeb 1.paaudzē tvaiks tika izmantots kā siltumnesējs, taču augstā tvaika

temperatūra radīja lielus siltuma zudumus, kā arī atgaitas caurules bieži sarūsēja, samazināja kondensāta atgriešanos un rezultātā darbojās ar zemu efektivitāti [8]. 2.paaudzes CSA sistēmā siltumnesējs no tvaika tika nomainīts uz ūdeni, kas uzlaboja sistēmas efektivitāti [10]. 3.paaudzes CSA raksturo turpgaitas temperatūras samazināšana zem 100°C un augstas temperatūras siltumu pārpalikumu izmantošana no rūpnieciskiem procesiem, izolētās caurulēs, kas ieraktas zemē un AER izmantošana [10]. Turpinoties CSA attīstībai, 4.paaudzes siltumapgādē maksimālā temperatūra ir 60–70°C, kas samazina siltuma zudumus tīklā, kā arī ekonomiski izdevīgāk kļūts integrēt vairākus siltuma avotus un dažādus SP [10]. 5.paaudzes CSA mērķis ir siltumapgādes un dzesēšanas sistēmu kombinācija ar vienotu piegādes tīklu un tās attīstība tiek uzskatīta kā paralēla 4.paaudzes CSA attīstībai [10].



1.5.att. CSA attīstība [8], [11]

Ar katru nākamo siltuamapgādes paaudzi tiek pazemināta siltumnesēja temperatūra pārvades tīklos, lai samazinātu siltuma zudumus, uzlabotu sistēmas efektivitāti un būtu iespēja sistēmā integrēt jaunus siltuma avotus. Lai pārietu uz ilgtspējīgāku enerģijas ražošanu un izmantošanu var nākties saskarties ar jauniem izaicinājumiem. CSA saskaras ar dažādam infrastruktūras problēmām, kas parasti tiek risinātas pakāpeniski, nevis veicot tūlītējas izmaiņas vai sistēmas konfigurāciju. Literatūrā tiek minēts ka ceļā uz ilgtspējīgāku CSA nepieciešams pārskatīt un veidot jaunus pārvaldības modeļus, nodrošinot ilgtermiņa stratēģisko plānošanu ar iesaistīto pušu līdzdalību un iekļaušanu, kā arī implementējot dažādus inovatīvus tehnoloģiskos risinājumus [12].

1.1. Politikas dokumentu analīze saistībā ar CSA jaudas izmaiņām

Viens no ES tiesību pamatprincipiem ir efektīvi funkcionējošs kopējais iekšējais tirgus bez robežām, kura obligāts priekšnoteikums ir pēc iespējas augstāks brīvā tirgus konkurences līmenis [13]. Tā kā Latvija ir ES dalībvalsts, tās nacionālā likumdošana ir pakļauta minētajam ES tiesību pamatprincipam. Saskaņā ar esošajiem tiesību un normatīvajiem aktiem tirgus ir pašregulējošs un iejaukšanās tā darbības principos pieļaujama tikai izņēmu gadījumos.

Latvijas Republikas Satversmes 105.pants piešķir visām personām tiesības uz īpašumu [14]. Tomēr šīs individuālās tiesības nav absolūtas, un uz tām attiecas šādi ierobežojumi: (a) īpašumu nedrīkst izmantot pretēji sabiedrības interesēm (A ierobežojums), un (b) īpašuma tiesības var ierobežot tikai saskaņā ar likumdošanā noteikto (B ierobežojums) [15]. Sasaistot iepriekš minēto ar Enerģētikas likumā noteikto izriet, ka jebkurai fiziskais vai juridiskai personai, kam pieder apkurināms īpašums, ir tiesības izvēlēties tam izdevīgāko apkures veidu [16]. Parasti cena tiek uzskatīta par vienu no galvenajiem kritērijiem, dodot priekšroku vienam vai otram apkures risinājumam.

Latvijā CSA ir pakļauta Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas (SPRK) īstenotajam tirgus regulējumam [17]. SPRK, pildot savas funkcijas un apstiprinot lēmumus, ir institucionāli un funkcionāli neatkarīgs, pilntiesīgs, autonoms publisko tiesību subjekts. SPRK pilda tai ar likumu "Par sabiedrisko pakalpojumu regulatoriem" nodotās funkcijas, patstāvīgi pieņem lēmumus un izdod administratīvos aktus, kas ir saistoši konkrētiem sabiedrisko pakalpojumu sniedzējiem un lietotājiem. Komisijas uzdevumos ietilpst sabiedrisko pakalpojumu regulēšana un uzraudzību, tarifu apstiprināšanu un konkurences uzlabošanu, lai pēc iespējas veicinātu sabiedrisko pakalpojumu sniedzēju attīstību saskaņā ar taisnīguma, atklātības, neitralitātes, vienlīdzības un proporcionalitātes principiem.

Saskaņā ar Enerģētikas likumā noteikto vienā administratīvajā teritorijā drīkst darboties tikai viens pārvades un sadales operators (Operators). Taču, ja šajā administratīvajā teritorijā darbojas vairāk nekā viens siltumenerģijas ražotājs, CSA operatoram ir pienākums iepirkt siltumenerģiju no tā siltumenerģijas ražotāja, kurš piedāvā zemāko cenu. Lai izpildītu šo pienākumu, operatoram ir jārīko ikgadēji publiski iepirkumi [16]. Saskaņā ar SPRK tīmekļa vietnē publicēto informāciju siltumenerģijas apgādes pakalpojumu sniedzēji sagatavo tarifu projektu pēc savas iniciatīvas, kā arī pastāv iespēja, ka projekts sagatavojams pēc SPRK pieprasījuma. Nākamais solis ir iesniegt sagatavoto projektu izvērtēšanai un apstiprināšanai SPRK kopā minēto tarifus veidojošo izmaksu pamatojumu. Tarifs aprēķināms pēc kārtības, kas aprakstīta SPRK lēmumā Nr.1/7 "Siltumenerģijas apgādes pakalpojumu tarifu aprēķināšanas metodika". Operators ir pilnībā atbildīgs par CSA sistēmas stabilu, nepārtrauktu un drošu funkcionēšanu, kā arī tā pienākums ir nodrošināt patērētājiem siltuma piegādi ekonomiski pamatotā kvalitātē un apjomā [16]. Arī siltumenerģijas ražošanas tiek regulēta un . siltumenerģijas ražotājiem ir tiesības pārdot patērētājiem siltumenerģiju par SPRK apstiprinātu tarifu (nav atļautas līguma cenas, atlaides, samazināti avansa maksājumi u.c.) [22]. Izņēmums ir maza mēroga CSA sistēmas, kurās tiek pārvadīts un sadalīts mazāk nekā 5000 MWh/gadā, un siltuma ražošanas jauda ir mazāka par 1 MW, ir atbrīvotas no iepriekš minētās SPRK uzraudzības [22]. Alternatīvie apkures risinājumi, kas neietver CSA sistēmas izmantošanu (individuālie vai lokālie siltumavoti), nav pakļauti tirgus regulējumam. Operatoram nav likumā noteiktas atbildības par izmantoto alternatīvo apkures risinājumu stabilitāti un drošību [16].

Ievērojot minētos principus, ne SPRK, ne cita valsts vai pašvaldību institūcija Latvijā nav tiesīga aizliegt jebkuras jaunas siltumenerģijas ražotnes celtniecību, pamatojoties uz tīri ekonomiskiem vai ilgtspējības vai patērētāju tiesību aizsardzības argumentiem. Tas pats būtu arī gadījumā, ja administratīvajā teritorijā būtu plānots būvēt jaunu siltumenerģijas ražotni, kurā jau uzstādītā siltumenerģijas ražošanas jauda ir pietiekama, lai pilnībā apmierinātu bāzes un

pīķa pieprasījumu. Būvatļauja ir jādod, ja vien nav tehnisku vai vides argumentu, kas to novērstu. Kopumā tas ir pamatots ar vajadzību nodrošināt patērētājiem alternatīvas, no kurām izvēlēties, un samazināt cenu, ņemot vērā konkurenci.

Spēkā esošais regulējums neaizliedz uzstādīt siltumenerģijas ražošanas iekārtas, ļaujot piedalīties operatora rīkotos publiskajos iepirkumos, lai piedāvātu saražoto siltumenerģiju CSA. Tomēr jāatzīmē, ka veiksmīga jauna siltumenerģija ražotāja ienākšana tirgū nozīmē samazinātu vai neesošu siltumenerģijas noietu iepriekšējos iepirkumos uzvarējušiem siltumenerģijas ražotājiem. Lielākā daļa Latvijā šobrīd strādājošo siltumenerģijas ražotņu, to izveidei, ir saņēmušas finansiālu atbalstu no ES struktūrfondiem vai cita veida investīciju atbalstu. Ja tiek izmantota koģenerācijas tehnoloģija, vienlaikus ražojot elektroenerģiju un siltumenerģiju - obligātā elektroenerģijas iepirkuma veidā par pievadīto tarifu. Šo objektu būvniecības izmaksas ir iekļautas siltumenerģijas pārdošanas tarifos, kas atgūstami no galapatērētāju maksājumiem par saņemto siltumenerģiju. Tādējādi šis finansiālais atbalsts vai valsts palīdzība un patērētāju maksājumi tiek zaudēti, jo netiek saražota maksimāli iespējamā enerģa. Iepriekš uzstādītās siltumenerģijas ražošanas iekārtas nevar pilnībā izmantot visu to paredzēto darbības laiku. Ja inovatīva un efektīva CSA sistēma tika ieviesta pirms jaunas siltuma ražošanas iekārtas rašanās, labi plānotā CSA sistēma var tikt būtiski ietekmēta vai iznīcināta. Jaunā stacija būtu izvietota citā ģeogrāfiskā vietā, tādējādi mainot pārvades un sadales attālumus, izplūdes un atgaitas temperatūru, spiedienu un citus parametrus, kas tika uzskatīti par efektīvu 4GDH sistēmas izbūvi tā, lai visi patērētāji gūtu lielāko labumu.

1.2. CSA ilgtspējas novērtēšana

Ilgtspēju var novērtēt pēc izmantotās enerģijas un kurināmā veida, ietekmes uz vidi, ekonomiskajiem rādītājiem un gala produkta novērtējuma. Lai veiktu CSA sistēmas un tehnoloģiju potenciāla novērtējumu, esošā situācija jānovērtē no dažādiem aspektiem (1.6.att.). Būtiski ir izvērtēt esošo situāciju CSA, ņemot vērā infrastruktūru un izmantotās tehnoloģijas, tādējādi identificējot nepieciešamos uzlabojumus, lai nodrošinātu nepieciešamo pieprasījumu nākotnē. Kā arī izvērtēt AER potenciālu un spēju nodrošināt resursus pieprasījuma segšanai. Nozīmīgs faktors ir izmaksas, kas saistītas ar CSA tīklu un izmantotajām tehnoloģijām. Papildus jāanalizē, kā politiskais un normatīvais regulējums ietekmē CSA sistēmu attīstību un veicina ilgtspēju.

1.6.att. Faktori AER potenciāla CSA novērtēšanai [23]

CSA novērtēšana ir iespējama pēc dažādiem sistēmas raksturlielumiem un kritērijiem. Tiek uzskatīts, ka ilgtspējīgas siltumapgādes pamats ir AER, tehnoloģiju efektivitāte un efektīva resursu izmantošana [24]. Bieži vien energosistēmas tiek salīdzinātas pēc primārās enerģijas patēriņa, izmaksām un CO_2 emisiju apjoma [25]. CSA tiek salīdzinātas arī pēc tehniskajiem un ekspluatācijas parametriem, kā siltumnesēja turpgaitas un atgaitas temperatūra, tīkla siltuma zudumi, lineārais siltuma blīvums un siltumapgādes tīkla vecums [23]. Raksturojošie kritēriji var būt arī savstarpēji saistīti, jo, veicot tehniskos uzlabojumus, ir redzamas pozitīvas izmaiņas kopējā CSA sistēmā.

Zemāk analizēti dažādi kritēriji, kas tiek izmantoti CSA sistēmas novērtēšanai dažādās valstīs.

Nīderlande

Siltuma piegādātājiem Nīderlandē katru gadu ir jāziņo par uzlabojumiem pārejā uz klimatneitrālu energoapgādi. Lai uzlabotu šo ziņojumu kvalitāti un būtu skaidrs kāda informācija un dati tiek izmantoti aprēķiniem un pieņēmumiem, tika ieviesta vienota parametru sistēma. CSA piegādātajiem, kuriem ir nepieciešama licence, katru gadu jāziņo par [26]:

- CO_2 emisijām uz piegādātā siltuma vienību (kg);
- primārās fosilās enerģijas izmantošanu uz vienu piegādātā siltuma vienību (GJ);
- AER daļa (%).

CSA piegādātajiem papildus ir jānorada informācija par siltumtīklu [26]:

- siltumenerģijas piegādes avotu veids un skaits;
- klientu veids un skaits;
- papildus patērētās enerģijas daudzums;
- saražotās un piegādātās siltumenerģijas daudzums;
- siltuma zudumu apjoms.

Lai nodrošinātu kvalitatīvu datu apkopšanu un salīdzināšanu, ir izveidots vienots formāts un metodika nepieciešamo rādītāju aprēķināšanai. Siltuma piegādātāji var norādīt papildus informāciju par ilgtspējību, piemēram, vietējo gaisu piesārņojošo vielu emisijas vai netiešo enerģijas patēriņu.

Lietuva

Pētījumā par Lietuvas CSA uzņēmumiem kā kritēriji ilgtspējas izvērtēšanai tika izmantoti sekojoši rādītāji [27]:

- vides kritērijs - CO_2 emisiju faktors;
- resursu patēriņa efektivitāte - primārās enerģijas faktors;
- ilgtspējība – AER un atgūtās siltumenerģijas faktors.

Tika apskatīti vairāki kritēriji, kuriem jābūt saprotamiem un izmērāmiem, kā arī ar tiem jāvar salīdzināt dažādas attīstības alternatīvas. Veicot kritēriju atlasi netika analizēti savstarpēji atkarīgi kritēriji. Kritērijiem jābūt tādiem, lai tos spētu izprast sabiedrība un politikas veidotāji, kā arī tiem jāraksturo reālā CSA darbība.

Serbija

Pētījumā tika analizēti izstrādātie scenāriji apkures sistēmas pārveidošanai, lai sasniegtu nākotnes mērķus, salīdzinot dažādus kritērijus. Izvelētie scenāriji balstījās uz CSA dekarbonizāciju, energoapgādes drošību un energoefektivitātes paaugstināšanu nozarē. Identificētie kritēriji tika iedalīti vairākās apakšsadaļās [28]:

- Energoefektivitātes kritēriji:
  - Ražošanas efektivitāte CSA uzņēmumā, %;
  - Siltuma zudumi tīklā, %;

- Primārās un gala enerģijas attiecība;
- Ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš, kWh/m^2/gadā;

- Vides kritēji:
  - CO_2 emisijas uz kWh siltuma, kg_{CO2}/kWh;
  - CO_2 emisijas uz apkurināmo platību, kg_{CO2}/m^2;
  - CO emisijas uz siltumenerģijas gala patēriņu, kg $_{CO}$/kWh;
  - Slāpekļa oksīdu emisijas uz siltumenerģijas gala patēriņu, kg $_{NOx}$/kWh;
  - Sēra oksīdu emisijas uz siltumenerģijas gala patēriņu, kg $_{SOx}$/kWh;
- Energoapgādes drošības kritēriji:
  - Apkurei izmantotā kurināmā procentuālā daļa enerģijas sadalījumā, %;
  - Apkurei izmantoto lokāli pieejamo enerģijas avotu procentuālais daudzums, %.

Horvātija

Pētījumā par Horvātijas koģenerācijas staciju ilgtspējību un attīstību tika veikts novērtējums pēc sekojošiem kritērijiem [29]:

- Oglekļa dioksīda emisiju rādītājs, kg/kWh$_e$;
- Īpatnējās sēra dioksīda emisijas, kg/kWh;
- Cieto daļiņu emisiju indikators, kg/kWh$_e$;
- Ietekmes uz veselību sociālais rādītājs, EUR/kWh$_e$;
- Sabiedrības akcepta sociālais rādītājs;
- Īpatnējās investīciju izmaksas, EUR/kW;
- Īpatnējās kurināmā izmaksas, EUR/kWh$_e$.

Pēc definētajiem vides, sociālajiem un ekonomiskajam kritērijiem tika veikta trīs nākotnes scenāriju izvērtēšana, kā rezultāta viens no scenārijiem bija pārliecinoši labākais no koģenerāciju ilgtspējības aspekta.

Apvienotā Karaliste

Vides un ekonomiskie kritēriji tika izmantoti, lai salīdzinātu divus iespējamos scenārijus, ko Apvienotā Karaliste plāno īstenot, lai sasniegtu mērķus līdz 2050.gadam. Izvēlēti kritēriji pētījumā ir [30]:

- CO_2 emisijas;
- apkures jauda;
- elektrotīkla elektroenerģijas patēriņš;
- izmantotā elektrība no saules enerģijas;
- enerģijas ietaupījumu koeficients.

Vairāku valstu CSA sistēmu novērtējums

Dienvidaustrumeiropā novērtējums par pāreju no fosilā kurināma uz AER siltumapgādi tika novērtēta ilgtspējīga siltumapgāde pēc šādiem kritērijiem [30]:

- īpatnējās investīcijas, EUR/MWh;
- degvielas izmaksas, EUR/MWh;
- CO_2 emisijas, t_{CO2}/MWh;
- SO_2 emisijas, t_{SO2}/MWh;
- NO_x emisijas, t_{NOx}/MWh;
- cieto daļiņu (PM) emisijas, t_{PM}/MWh;

Lokālo CSA sistēmu novērtējums

Hibrīdai CSA sistēmai, kas sastāv no ģeotermālas un saules enerģijas tika veikts ilgtspējas novērtējums. CSA sistēma tika novērtēta pēc šādiem enerģētikas, vides, ekonomiskajiem un sociālajiem aspektiem [31]:

- ikgadējās investīcijas;
- gada izmaksu ietaupījumu koeficients;
- darba iespējas;
- CO_2 emisijas;
- SO_2 emisijas;
- NO_x emisijas;
- PM emisijas.

Pētījuma secinājumos tika minēts, ka šāda ilgtspējas novērtēšana palīdz izvēlēties labāko CSA sistēmas risinājumu.

CSA sistēmas ilgtspējas novērtēšana kā plānošanas instruments

Veicot siltumapgādes ilgtspējas novērtējumu, tika ņemti vērā kritēriji, kas saistīti ar siltumenerģijas ražošanu [24]:

- AER, resursu patēriņš uz kWh;
- fosilā enerģija, resursu patēriņš uz kWh;
- nepieciešamā zemes platība primārās enerģijas ražošanai, m^2/kWh lietderīgā siltuma;
- siltumenerģijas cena, EUR /kWh ;
- CO_2 emisijas, kg $_{CO2}$/kWh;
- SO_2 emisijas, kg $_{SO2}$/kWh;
- Ozona slāņa noārdošo vielu veidošanās, kg $_{NMVOC}$/kWh;
- izmantotais siltums no notekūdeņiem, kg/kWh;
- izmantotais siltums no atkritumiem, kg/kWh;
- kapitāls, kas paliek reģionā un veicina labklājību, EUR/kWh;
- kopējā efektivitāte, ieskaitot jaudas zudumus, %;
- ietekmes uz vidi samazināšana salīdzinājumā ar sākotnējo/faktisko situāciju.

Valstis piemēro dažādus pasākumus ilgtspējīgas enerģijas veicināšanai un ieguvumi no veiktajiem pasākumiem ir dažādi. Lai panāktu ilgtspējīgu zema oglekļa energoapgādi ir jāīsteno dažādu instrumentu kopums, kas regulāri jāpārskata vai notiek virzība uz nolikto mērķi.

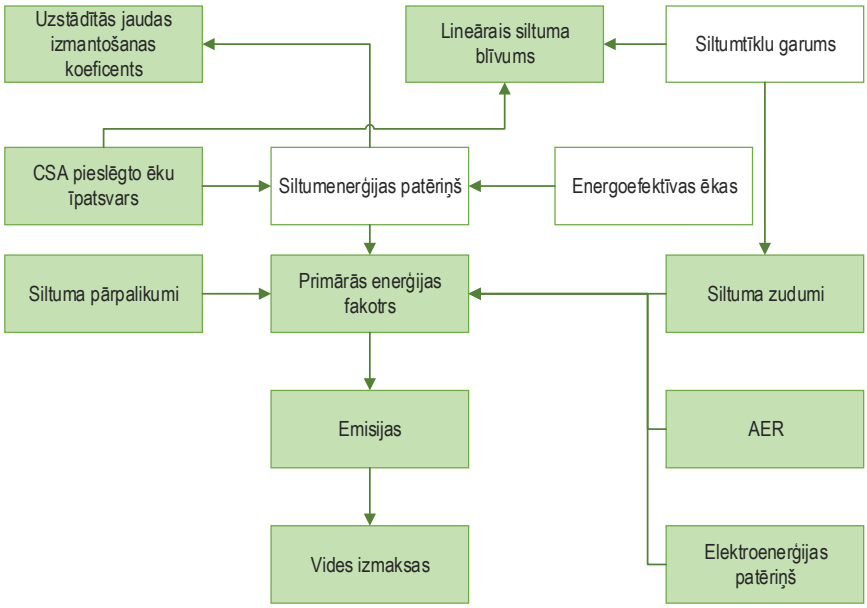
CSA attīstību var izvērtēt no dažādiem aspektiem. Pastāv dažādi definējumi, kas ir ilgtspējīgas CSA mērķis, kas tiek minētas kā zemākas un nulles CO_2 emisijas, augstāka energoefektivitāte, zemākas siltuma izmaksas, 100% AER, labāka energoapgādes drošība un lielāki ieņēmumi [32].

1.3. CSA novērtējuma kritēriji

Kritēriji tika izmantoti kā plānošanas instruments siltumapgādes izvērtēšanai, kuru var izmantot dažādos mērogos – viena reģiona vai visas valsts ietvaros. Kritēriji, kas tiek izvēlēti, lai novērtētu CSA ilgtspēju ir savstarpēji saistīti. Shēmā 1.7.attēlā uzskatāmi atainota kritēriju sasaiste un atsevišķu kritēriju uzlabošana, kas atstās ietekmi uz citiem kritērijiem.

Lineārais siltuma blīvums un uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients ir rādītāji, kurus ietekmē CSA pieslēgto ēku īpatsvars un vai pieslēgtās ēkas ir energoefektīvas. Tas tālāk ietekmē primārās enerģijas faktoru un nepieciešamās siltumenerģijas ražošanas apjomus no AER un arī elektroenerģijas patēriņu, kas nodrošina siltumenerģijas ražošanu. Siltuma zudumi visā CSA

infrastruktūra rada ietekmi uz siltumenerģijas ražotāju un siltumenerģijas patērētāju. Primārās enerģijas faktors un siltumenerģijas ražošana no dažādiem resursiem, tai skaitā arī SP izmantošana, ietekmē emisiju rašanos no siltumenerģijas ražošanas. Radušās emisijas ietekmē vides izmaksas, kas veidojas no izmantotajiem resursiem un saražotajām emisijām, kā arī vides izmaksas var ietekmēt gala patērētajā siltumenerģijas tarifu.



1.7.att. Kritēriju savstarpējā saistība

Lai sasniegtu dekarbonizācijas mērķi, efektīvu resursu izmantošanu un padarītu CSA ilgtspējīgāku ir nepieciešams veikt uzlabojumus visos kritērijos, kas ir saistīti ar siltumenerģijas ražošanu. Tādejādi šos mērķus sasniedzot ātrāk un efektīvāk.

Siltuma zudumi

Kā viens no nozīmīgākajiem aspektiem, kas tiek minēts saistībā ar CSA darbību ir siltuma zudumi. Siltuma zudumi rodas dažādos posmos no siltuma ražošanas vietas līdz gala patērētajam. Siltuma zudumi ir atkarīgi no cauruļu, siltumnesēja un no apkārtējās vides īpašībām. Vides īpašību ietekme uz siltuma zudumiem ir atkarīga no tā, vai ir gaisvadu caurules vai pazemes caurules. Siltuma zudumi no pazemes caurulēm ir 20% līdz pat 30% mazāki nekā no gaisvadu caurulēm [33]. Tīklos, kur tiek izmantots ūdens kā siltuma nesējs un tas pārsniedz 80°C temperatūru, siltuma zudumus ir iespējams samazināt no 10% līdz pat 30% salīdzinot ar neefektīvākām sistēmām [34].

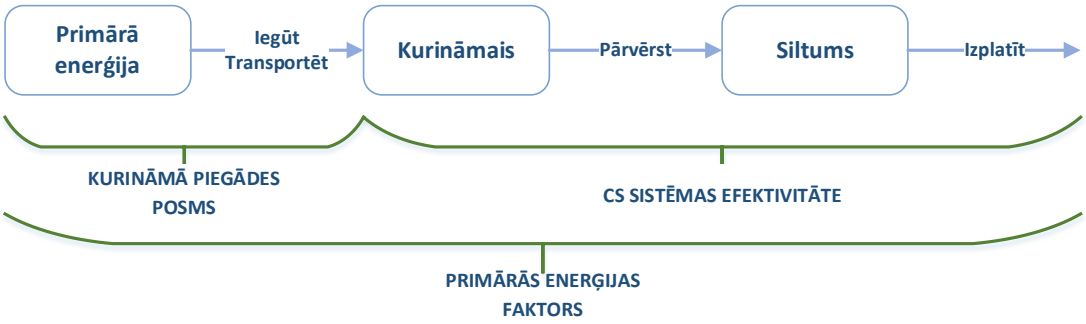
Siltuma zudumi ir atkarīgi ne tikai no tīkla temperatūras, bet arī no tīkla cauruļu tehniskajiem parametriem – izolācijas kvalitātes, diametra un garuma. Siltuma zudumus var samazināt veicot siltumtīklu renovāciju, pazeminot siltumnesēja temperatūru vai optimizējot siltumtīklu garumu. Papildus veicot esošo tīklu renovāciju un modernizāciju, tiek nodrošināta iespēja pāriet uz jaunākas paaudzes CSA sistēmām ar zemāku siltumnesēja temperatūru.

Primārās enerģijas faktors

Primārās enerģijas faktors tiek izmantots, lai raksturotu primāras enerģijas patēriņu, kas tiek balstīts uz valsts vai reģiona gada vidēji svērto vērtību dažādiem enerģijas avotiem. Papildus var tikt ņemti vērā Eiropas standarti. Taču nav definīcijas un standartu, kas raksturotu kā aprēķināt primārās enerģijas faktoru dažādiem energoresursiem. Primārais enerģijas faktors var

tikt definēts kā attiecība starp primāro enerģiju, kas ir nepieciešama vienas enerģijas vienības piegādei un piegādāto enerģiju [35].

Primārās enerģijas faktoram CSA tiek ņemti vērā siltuma zudumi, patērētā enerģija energoresursu iegūšanai, pārstrāde un transportēšana, lai saražotu siltumenerģiju. Ar CSA tiek veicināts primārās enerģijas ietaupījums, līdz ar to samazinās arī emisiju apjoms [35]. Enerģijas ietaupījums rodas no augstas efektivitātes iekārtu izmantošanas, kā arī apvienojot elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanu, AER izmantošanu un SP izmantošanu.



1.8.att. Primārās enerģijas faktors

Primāras enerģijas faktors dod iespēju salīdzināt un novērtēt dažāds CSA sistēmas, taču nav definēts, kāds būtu rādītājs kombinētu energoresursu izmantošanas gadījumā, kā arī SP izmantošanā CSA.

Elektroenerģijas patēriņš

Palielinoties elektroenerģijas ražošanai no AER, citas energosistēmas kļūst elastīgākas, piemēram, elastību var veicināt elektroenerģijas integrācija apkures sistēmās. Siltumenerģijas elektrifikācijai ir priekšrocības, jo tā ir tīra enerģija un tai ir labi attīstīta pārvades infrastruktūra, tā ir efektīva un to iespējams izmantot dažādās tehnoloģijās [36]. Kā arī, jo precīzāka ir siltumenerģijas pieprasījuma prognozēšana, jo rentablāk darbojas CSA, īpaši koģenerācijas sistēmas mijiedarbībā ar elektroenerģijas tirgu [25].

CO_2 un cieto daļiņu emisijas

Radītās emisijas ir ļoti atkarīgas no izmantotā kurināmā veida un tehnoloģijas efektivitātes. CO_2 un cieto daļiņu emisijas var samazināt izvēloties AER kā enerģijas avotu siltumenerģijas ražošanai. Taču, piemēram, izmantojot koksni ir nepieciešamas efektīvas dūmgāzu attīrīšanas tehnoloģijas, jo gadījumos, kad izvēlētā sadedzināšanas tehnoloģija nav efektīva, sadedzināšanas procesā rodas liels cieto daļiņu emisiju apjoms. Ievērojamu CO_2 emisiju samazinājumu var iegūt, ja fosilais kurināmais tiek aizstāts ar AER vai elektroenerģijas izmantošanu siltumapgādē.

Vides izmaksas

Vides izmaksas bieži vien tiek dēvētas par ārējām izmaksām, kas veidojas no izvēlētā enerģijas avota un izvēlētās tehnoloģijas radītās ietekmes enerģijas ražošanā. Izmaksas saistās ar emisijām, kas rodas no enerģijas ražošanas. Izmaksas veidojas no radītā piesārņojuma un ietekmes uz vidi, arī no kurināmā ieguves posma, gaisa piesārņojuma no degšanas procesiem. Vides izmaksas veidojas no nodokļiem, kas tiek piemēroti balstoties uz izmantotā resursa radīto piesārņojumu.

AER un AER CHP

CSA galvenie AER avoti, kas var tikt izmantoti, ir saules siltumenerģija, ģeotermāla enerģija un biomasas enerģija. Eiropa ir līderis AER izmantošanā CSA, jo tiek izmantota saules enerģija, ģeotermāla enerģija un 75% no saražotās bioenerģijas, tiek izmantota siltam ražošanā [34]. Eiropā tehniski ir iespējama 100% AER enerģijas sistēma, kur netiek patērēta bioenerģija

[25]. Katram AER ir savas priekšrocības un šķērsli (1.1.tabula), ar ko jārēķinās un jārisina izvēloties resursu, ko izmantot kā enerģijas avotu siltuma ražošanai. Kritēriji, ko izvērtē izvēloties kādu no AER, ir resursa pieejamība, uzticamība, kādu temperatūras līmeni var sasniegt, kā arī nepieciešamās izmaksas un investīcijas. Nav iespējams radīt universālu metodi AER integrācijai CSA, jo katrai valstij CSA sistēmas ir atšķirīgas no tehniskā un ekonomiskā aspekta [25].

1.1.tabula

Siltumenerģijas tehnoloģiju priekšrocības un šķēršļi [23], [37]

	Priekšrocības	Šķēršļi
Saules siltumenerģija	• Zemas ekspluatācijas un investīciju izmaksas • Laba resursu pieejamība	• Nepieciešamās teritorijas nodrošināšana priekš saules kolektoriem • Papildus siltumavotu nepieciešamība, ja saražotā siltumenerģija ir nepietiekama • Atgaitas temperatūras samazināšana
Ģeotermāla siltumenerģija	• Zemas ekspluatācijas izmaksas • Laba resursa uzticamība	• Jāoptimizē siltumapgādes tīkla temperatūra un siltuma pieprasījums • Resursu novērtēšana, kas rada ievērojamas sākotnējās izmaksas • Nepieciešamās teritorijas nodrošināšana ar sarežģītāku integrēšanu pilsētās
Biomasa	• Vidējas ekspluatācijas un investīciju izmaksas • Laba resursu pieejamība un uzticamība	• Izvērtēt vietējo resursu pieejamību • Loģistikas nodrošināšana, lai resursu var ātri nogādāt uz siltumenerģijas ražošanu • Izvēlēties piemērotāko kombinācijas metodi ar pārējām AER tehnoloģijām

Pazeminot CSA siltumtīklu temperatūru, tiek uzlabots AER izmantošanas potenciāls, kā arī SP izmantošanas iespēja [25]. Nākotnē CSA ir liela loma ilgtspējīgas enerģētikas sistēmā, kur tiek izmantoti AER, siltuma pārpalikumi un siltumenerģija no CHP.

Uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients

CSA nākas saskarties ar izaicinājumu par CSA noslodzi, kas ietekmē arī uzstādītās jaudas izmantošanas efektivitāti. Mainīgs siltumenerģijas pieprasījums rada zemu jaudas noslogojumu un līdz ar to netiek izmantots pilns CSA tehnoloģiju potenciāls un efektivitāte [38]. Taču augstākas jaudas izmantošana samazina izmaksas, kas rodas no siltumenerģijas ražošanas.

Lineārais siltuma blīvums

Viens no parametriem, ar ko definēt CSA tīkla jaudu ir lineārais siltuma blīvums (MWh/m), kas raksturo siltumenerģijas pieprasījumu uz siltumtīkla caurules garuma vienību [39]. Lineārais siltuma blīvums tiek izmantots kā tīkla dzīvotspējas ekonomiskais rādītājs. Jo lielāks blīvums, jo vairāk siltuma var piegādāt un pārdot pa tīkla vienību, samazinot zudumus un investīciju izmaksas [40].

Siltuma pārpalikumi

SP no ražošanas uzņēmumiem, datu centriem, lielveikaliem, kā arī no notekūdeņiem ir resurss, ko var izmantot CSA. Kā arī bieži vien dzīvojamie rajoni un dažāda veida datu centri, lielveikali un ražošanas uzņēmumi atrodas netālu viens no otra, līdz ar to potenciālais siltuma pārvades attālums ir neliels. Taču nozīmīgs faktors ir attālums no vietas, kur rodas SP līdz patērētājam, pārvadē nezaudējot ekonomisko izdevīgumu. SP izmantošanas iespējas detalizētāk aprakstītas 3.nodaļā.

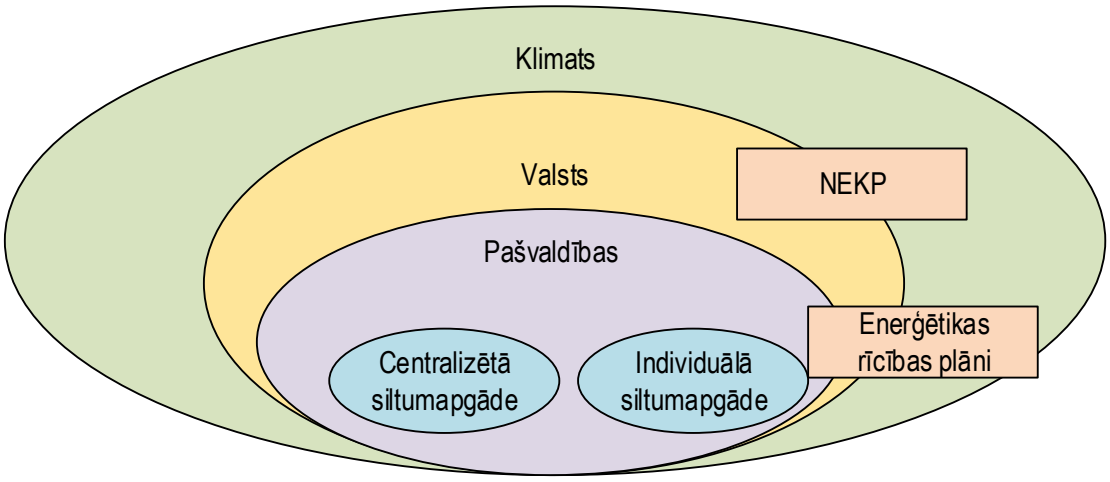
CSA pieslēgto ēku īpatsvars

Ar siltumenerģiju ir iespējams apgādāt gan lielas pilsētas, gan mazākas apdzīvotas vietas. Nav noteikta radītāja, cik ēkām jābūt pieslēgtām, lai CSA darbotos efektīvi. CSA sistēmai ir nepieciešami uzlabojumi un infrastruktūras paplašināšana, lai būtu iespēja palielinātu pieslēgto ēku īpatsvaru un samazinātu īpatnējās siltuma ražošanas izmaksas. Plānojot CSA sistēmas paplašināšanos, nozīmīgi ir saglabāt augstu siltumenerģijas blīvumu sistēmā.

No otras puses, veicot ēku renovāciju, dotajā brīdī nenosiltināto ēku siltumenerģijas patēriņš, tuvāko gadu laikā varētu tikt ievērojami samazināts. Tas būtiski samazinās arī siltumslodzi. Uzlabojot ēku energoefektivitāti, samazinās siltuma zudumi no ēkām kā rezultātā samazinās nepaciešamais siltumenerģijas daudzums un CSA var kļūt rentablāka, ja samazinās pīķa slodzes īpatsvars un tiek pazemināta temperatūra tīklos. Taču, kamēr energoefektīvas ēkas nesastāda lielāko daļu no visām CSA pieslēgtajām ēkām, rodas situācija, ka CSA tīkls nevar darboties pazeminātas temperatūras režīmā, jo jāspēj nodrošināt nepieciešamā enerģija arī nenosiltinātajām ēkām.

2. VALSTS UN PAŠVALDĪBAS PLĀNOŠANAS DOKUMENTU CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES MĒRĶU UN UZDEVUMU KONSEKVENCES NOVĒRTĒJUMS

Energoefektivitātes paaugstināšana siltumapgādē un aukstumapgādē ir resursietilpīgs un administratīvi sarežģīts process, kam nepieciešams skaidrs nākotnes attīstības redzējums un stabils politiskais regulējums, lai motivētu esošos siltumenerģijas ražotājus un ēku apsaimniekotājus, paaugstināt energoefektivitāti. Lai noteiktu skaidrus nākotnes mērķus un piesaistītu investīcijas, ļoti nozīmīgs ir ilgtermiņa attīstības plāns. Turklāt ir jābūt pieejamam valsts finansiālajam atbalstam enerģijas piegādātājiem un uzņēmumiem, kā arī privātajam sektoram, lai uzlabotu energoefektivitāti, pārorientētu enerģijas ražošanu uz AER un veicinātu ilgtspējīgu resursu izmantošanu. Pārejas procesā uz klimatam draudzīgāku un ilgtspējīgāku saimniekošanas modeli, enerģijas tarifi jāsaglabā visiem patērētājiem pieejamā līmenī, tai pašā laikā, palielinot pieslēgumu skaitu centralizētās siltumapgādes un aukstumapgādes tīkliem.



2.1.att. CSA sistēmas plānošanas ietvars

Ilgtspējīga attīstība nevar balstīties tikai uz sabiedrības vai atsevišķu uzņēmumu brīvprātīgu rīcību. Valstu valdībām ir aktīvi jāpiedalās nacionālo plānošanas dokumentu izstrādē, veidojot skaidru nākotnes redzējumu un veidojot ilgtspējīgu politisko vidi. Valdībām nevajadzētu uztvert vides un energoefektivitātes jautājumus kā atsevišķus nošķirtus subjektus no citām politikām, kas primāri koncentrējas tikai uz ekonomiskiem, sociāliem, juridiskiem vai citiem ikdienas jautājumiem. Lai apturētu klimata pārmaiņas un straujo resursu izsmelšanu, valdībām būtu jāmaina domāšana un jāintegrē vides apsvērumi, ne tikai atsevišķās politikas jomās, bet visā lēmumu pieņemšanas procesā. Valstīm jāskatās plašāk un jāsaista vides komponente ar jebkuru pieņemto politisko lēmumu.

2.1. Eiropas savienības tiesību akti

ES tiesību aktos ir noteikti vairāki pasākumi un mērķi, kas dalībvalstīm ir jāsasniedz. Būtiska ir enerģētikas nozares attīstība - tā ir jāmodernizē, jāpadara pieejamāka un digitalizēta. Viena no modernizācijas iespējām ir viedo tīklu ieviešana. Jāievieš risinājumi, kā ražošanas procesā radušos siltuma vai aukstuma pārpalikumus izmantot CSA vai dzesēšanas tīklos. Ēkas ir jāatjauno un jāsiltina, lai uzlabotu energoefektivitāti. Nākotnē jāpalielina no AER saražotās enerģijas īpatsvars. Dalībvalstīm jāveic uzlabojumi, lai novērstu enerģētiskās nabadzības risku. ES finansiālais atbalsts dalībvalstīm, lai veicinātu ilgtspējīgas attīstības plānu īstenošanu.

ES dalībvalstīm ir jāizstrādā atbilstoši politikas instrumenti, kas pielāgoti katras valsts nacionālajām īpatnībām. Jānodrošina energoapgādes drošība un stabila energoapgāde. Jāizmanto precīzi datu vākšanas un analīzes mehānismi, lai dalībvalstis varētu novērtēt sasniegtos enerģijas ietaupījumus. Tām jāspēj veikt aplēses par enerģijas ietaupījumu nākotnē un vajadzības gadījumā koriģēt pieņemto politiku vai politikas instrumentus.

2.1.1. Eiropas Zaļais kurss

2019. gada 12. decembrī Eiropas Komisija nāca klajā ar "Zaļo kursu" - rīcības plānu, lai risinātu klimata pārmaiņu problēmu, padarītu turpmāku ekonomikas izaugsmi ilgtspējīgu, vienlaikus izstrādājot plānu, kā ilgtermiņā saglabāt pašreizējo ES iedzīvotāju labklājības līmeni. Ievērojamākais mērķis ir līdz 2050. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas līdz nullei [41]. "Zaļais kurss" ir vīzija, ko Eiropas Komisija piedāvā ES dalībvalstīm, lai ieskicētu ES prioritātes nākamajiem 30 gadiem. Ar šo paziņojumu ES nosaka pamatprincipus plašam politikas jomu lokam, sākot ar energoefektivitātes politiku un enerģijas ražošanu no AER un beidzot ar bioloģisko daudzveidību un ilgtspējīgiem pārtikas avotiem [42].

Zaļā kursa uzmanības centrā ir ilgtspējīga attīstība un klimata pārmaiņu apturēšana, vienlaikus sargājot dalībvalstu iedzīvotāju intereses un saglabājot labklājību esošā līmenī kā faktoru, kas pārejas procesā nedrīkst mainīties. ES un dalībvalstu līmenī pieņemtie lēmumi saistībā ar Zaļo kursu nedrīkst nostādīt cilvēkus neizdevīgā stāvoklī un pakļaut viņus enerģētiskās nabadzības riskam, pārejot uz enerģiju, kas ražota no AER. Tāpēc ES ir apņēmusies izveidot atbilstošus finanšu mehānismus, lai atbalstītu ilgtspējīgus risinājumus. Valstu līmenī ir jānodrošina finansiāls atbalsts, kas būtu pieejams visiem investoriem un uzņēmumiem, kuri vēlas pārorientēties uz videi draudzīgākiem risinājumiem. Budžeta veidošanā prioritāte jāpiešķir videi nekaitīgiem un ilgtspējīgiem risinājumiem. Nepieciešama nodokļu reforma, lai ņemtu vērā jaunās prioritātes, kas noteiktas Zaļajā kursā, - pārtraukt subsidēt fosilo kurināmo; ieviest principu "piesārņotājs maksā" [41].

Īpašs uzsvars tiek likts uz energoefektivitātes paaugstināšanu, kas ir būtisks līdzeklis siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanai. Zaļajā kursā pastiprināta uzmanība tiek pievērsta enerģētikas nozarei un nepieciešamībai pārorientēt to uz enerģijas ražošanu no AER. Tas ir milzīgs izaicinājums, jo enerģētikas nozares pārorientēšana uz enerģijas ražošanu no AER prasa milzīgus ieguldījumus. Lai sasniedzamo mērķi padarītu komplicētāku, ES ir izvirzījusi mērķi, ka pāreja uz enerģijas ražošanu no AER nedrīkst finansiāli ietekmēt patērētājus un ražotājus. Ir jāatsakās no agrāk izmantotās enerģijas ražošanas un pārdales prakses un jāmodernizē viss enerģētikas nozares tīkls, padarot to pieejamāku, elastīgāku un, pēc iespējas, digitālu. Jāpārskata Eiropas enerģētikas tīklu politikas ietvars. Jāatrod papildu finansējums viedo tīklu tehnoloģiju izstrādei un ieviešanai, siltuma un aukstuma pārpalikumu identificēšanai un nodošanai centrālapkures un dzesēšanas tīkliem, oglekļa uztveršanai un uzglabāšanai pazemē, kā arī dažādu enerģijas uzglabāšanas tehnoloģiju turpmākai izpētei un komercializācijai, lai izveidotu veiksmīgu, integrētu un optimizētu enerģijas tirgu, kurā visu resursu izmantošana tiktu maksimāli optimizēta [41].

Visbeidzot, lai panāktu nepieciešamo SEG emisiju samazinājumu un palielinātu energoefektivitāti, dalībvalstis būtu jāmudina iesaistīties "ēku renovācijas vilnī". Ir nepieciešams renovēt un siltināt ēkas privātajā un publiskajā sektorā. Šāda rīcība pietuvinātu valstis vajadzīgajam enerģijas ietaupījumam un samazinātu enerģētiskās nabadzības risku. Papildu ieguvums būtu tas, ka siltināto ēku īpašnieki varētu tālāk pārdot "ietaupītās emisijas" Eiropas emisiju tirdzniecības sistēmā [41].

2.1.2. Energoefektivitātes direktīva

2012. gada Energoefektivitātes direktīvā ir noteikts, ka līdz 2020. gadam energoefektivitāte jāpalielina par 20 %, ņemot vērā 2007. gadā izteiktās prognozes. Šajā direktīvā jau ir izvirzīts mērķis līdz 2050. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas līdz nullei, bet īpaša uzmanība vērsta uz enerģētikas nozari - enerģijas ražošanu, neradot siltumnīcefekta gāzes. ES dalībvalstīm ir jānosaka indikatīvie nacionālie energoefektivitātes mērķi un jāizstrādā vienkāršas darbības programmas, kā arī jādefinē veids, kā šīs programmas tiks īstenotas [43].

Lai uzlabotu enerģijas patēriņa uzskaites precizitāti, būtu jāveicina viedo enerģijas patēriņa skaitītāju uzstādīšana. Uzstādot viedo uzskaites sistēmu, kas ietver individuālus skaitītājus un siltuma patēriņa uzskaites skaitītājus, katrs siltumenerģijas patērētājs varētu uzraudzīt un kontrolēt patērēto siltumu. Šāda sistēma varētu būt risinājums vienģimeņu mājām, kas pieslēgtas CSA, taču daudzdzīvokļu ēkām tas joprojām ir tehniski sarežģīts un dārgs risinājums. Daudzdzīvokļu ēkās skaitītājiem būtu jāuzskaita gan ienākošais siltums, gan karstais ūdens, kas nozīmētu viedo skaitītāju vai termostatu izvietošanu pie katra radiatora un karstā ūdens krāna, vienlaikus tos pieslēdzot kopējam uzskaites tīklam [43].

2012. gadā pieņemtajā direktīvā par energoefektivitāti lielas cerības tiek liktas uz augstas efektivitātes koģenerāciju un centralizēto siltumapgādi un dzesēšanu kā vienu no galvenajiem veidiem, kā panākt nepieciešamo enerģijas ietaupījumu. Direktīvā jau ir uzsvērts, ka dalībvalstīm ir jāizvērtē pašreizējā situācija - cik efektīvi tiek ražota, transportēta un izmantota enerģija. Pirms jaunu enerģijas ražotāju un pieslēgumu izveides vai esošo pārvērtēšanas ir jāizvērtē esošo enerģijas ražotāju un pieslēgumu efektivitāte. Lai novērtētu, vai ir nepieciešams jauns enerģijas ražotājs, vai arī tuvējās ražotnēs saražoto atkritumu siltumu varētu nodot CSA un dzesēšanas pārvades tīkliem un tālāk patērētājam [43].

Nepieciešams apzināt un likvidēt visa veida šķēršļus, kas varētu kavēt nepieciešamo enerģijas ietaupījumu sasniegšanu. Šķēršļu novēršana ir nozīmīgs solis, kas varētu atvieglot ieguldījumus un pareizu enerģijas ietaupījumu uzskaiti, tādējādi atspoguļojot sasniegto ieguvumu no veiktajiem ieguldījumiem. Šāds pasākums būtu jāveic individuāli valsts līmenī, ne tikai attiecībā uz enerģijas ražotājiem un piegādātājiem, bet arī attiecībā uz ēku renovāciju un siltināšanu, lai palielinātu to energoefektivitāti [43].

Direktīvas 2012/27/ES par energoefektivitāti VIII pielikums par efektivitātes potenciālu apkures un dzesēšanas nozarē vairs nav spēkā, un Komisija ir grozījusi to ar 2019. gada Deleģēto regulu (ES) 2019/826, un turpmāk tiks sīkāk aplūkots attiecīgās regulas izklāstā. Grozījumi 2012. gada Direktīvā 2012/27/ES par energoefektivitāti bija nepieciešami, lai līdz 2030. gadam palielinātu ES noteiktos klimata mērķus SEG samazināšanai un enerģijas ietaupījumam, palielinātu energoefektivitāti vairākās nozarēs un samazinātu enerģētiskās nabadzības riskus [44], [45].

2.1.3. Komisijas Deleģētā regula (ES) 2019/826

Komisijas 2019. gada 4. marta Deleģētā regula (ES) 2019/826, ar ko groza VIII un IX pielikumu Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvai 2012/27/ES par efektīvas apkures un dzesēšanas potenciāla visaptverošu novērtējumu saturu, paredz, ka apkures un dzesēšanas tehnoloģiju ekonomiskā potenciāla pārskats būtu jāveic visā valsts teritorijā. Analīzē būtu jāiekļauj iespējamie alternatīvie risinājumi apkurei un dzesēšanai no AER. Ieteikums dalībvalstīm ir iegūt informāciju par iekārtām, tostarp par izmantotajiem enerģijas avotiem un jaudu, ko izmanto CSA un dzesēšanai un pārvades nodrošināšanai, no iesniegtajiem pieteikumiem darbības atļaujas saņemšanai [22].

Lielākā daļa izmaiņu ir veiktas, lai uzlabotu analīzes ziņojuma, kas dalībvalstīm jāiesniedz, kvalitāti, tādējādi nosakot precīzākus nosacījumus siltumapgādes un aukstumapgādes nozares novērtējuma iesniegšanai. Zīmīgi, ka Komisijas Deleģētajā regulā (ES) 2019/826 Direktīvas 2012/27/ES par energoefektivitāti VIII pielikums par efektivitātes potenciālu apkures un dzesēšanas nozarē ir aizstāts ar detalizētāku versiju un IX pielikums ir pilnībā izslēgts.

2.2. Latvijas politikas plānošanas dokumenti centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas jomā

Enerģētikas politikas plānošanai līdz 2030. gadam ir izstrādātas vairākas dažāda līmeņa stratēģijas. Tomēr atsevišķa stratēģija CSA un dzesēšanas energoefektivitātes uzlabošanai Latvijā nav izstrādāta. Hierarhijas ziņā augstākais plānošanas dokuments ir Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030 (Latvija2030). Nākamais ir Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2014.-2020. gadam (NAP2020) un tam sekojošais Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.-2027. gadam (NAP2027). Šiem dokumentiem seko Latvijas Ilgtermiņa enerģētikas stratēģija 2030. gadam, no kuras izriet divi dokumenti - Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2016-2020. gadam un Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021-2030. gadam (NEKP2030). Enerģētikas attīstības pamatnostādnēs 2016.-2020. gadam ir definētas tādas papildu aktivitātes kā energoefektivitātes prasību pārņemšanas koncepcija; alternatīvo energoefektivitātes politikas pasākumu plāns un AER izmantošanas stratēģija transporta nozarē. Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2016.-2020. gadam šajā darbā netiks plašāk aplūkotas, jo NEKP2030 sniedz ieskatu par politiku un politikas instrumentiem saistībā ar siltumapgādi un dzesēšanu. Latvijas ilgtermiņa attīstības politikas dokumentu kopsavilkums ir parādīts 2.2.attēlā. Šī pētījuma ietvaros tika veikts oranžā krāsā iezīmēto dokumentu izvērtējums [47].

2.2.att. Latvijas politikas plānošanas sistēma ilgtspējīgai attīstībai līdz 2030. gadam

Latvijas ilgtermiņa attīstības stratēģijās un attīstības plānos ir uzskaitītas vairākas nepieciešamās darbības, kas jāveic nākotnē. Enerģētiskā drošība un neatkarība ir noteikta kā viena no galvenajām prioritātēm. Jāmazina atkarība no enerģijas importa. SEG emisiju samazināšana. Principa "energoefektivitāte pirmajā vietā" īstenošana, izvērtējot īstermiņa un

ilgtermiņa attīstības projektus. Ēku siltināšana un renovācija, lai uzlabotu energoefektivitāti. Publiskajam sektoram jārāda pārējai sabiedrībai piemērs, renovējot pašvaldību un valsts īpašumā esošās ēkas. Nodokļu atvieglojumi mājsaimniecībām, kas dzīvo energoefektīvās ēkās.

Jāpalielina koģenerācijas staciju skaits. Renovējot vai uzstādot jaunas siltumenerģijas ražošanas iekārtas, uzsvars jāliek uz iekārtām, kurās izmanto AER. Ražot vairāk enerģijas no vietējiem AER. Samazināt resursu patēriņu siltumapgādei. Atjaunot CSA tīklus, lai samazinātu siltuma zudumus. Izveidot jaunus pieslēgumus un piesaistīt jaunus patērētājus CSA sistēmām. Viedo tīklu ieviešana.

Jāpalielina no AER saražotās enerģijas īpatsvars, vienlaikus saglabājot konkurētspējīgus tarifus. Sagatavot ilgtermiņa attīstības plānu resursu ilgtspējīgai izmantošanai. Principa "piesārņotājs maksā" īstenošana. Izmaiņas tiesību aktos nodrošina iespēju parakstīt brīvprātīgas vienošanās, lai uzlabotu energoefektivitāti. Izveidots juridiskais pamats energoauditu veikšanai uzņēmumos. Nepieciešams atbalsts zinātnei, lai veicinātu energoefektīvākas tehnoloģijas. Veicināt sadarbību starp pētniecību un uzņēmumiem. Sabiedrības izglītošana par energoefektivitātes pasākumiem. Izvairīties no enerģētiskās nabadzības riska. Piesaistīt finansējumu energoefektivitātes veicināšanai.

Attīstības dokumentos ir konstatēti arī vairāki trūkumi vai problēmas, kas varētu kavēt sekmīgu turpmāko attīstību. Energoefektivitātes paaugstināšanai ir nepieciešami lieli finanšu ieguldījumi un skaidras atbildes par to piesaistīšanas iespējām. Lielas cerības tiek liktas uz ES struktūrfondu un citu finanšu instrumentu finansiālo atbalstu.

Augstās ēku renovācijas un siltināšanas izmaksas un sarežģītā birokrātiskā sistēma attur cilvēkus no aktīvas iesaistīšanās ēku siltināšanā. Dokumentos minētais princips "energoefektivitāte pirmajā vietā" praksē nedarbojas, un šis princips netiek ņemts vērā, vērtējot investīciju un citus projektus [48].

Tuvākajā nākotnē netiek saskatīta iespēja atteikties no fosilā kurināmā. Liela daļa siltumenerģijas tiek ražota, izmantojot dabasgāzi. No ekspertu viedokļa valsts līmenī īstenotā politika un politikas instrumenti tiek vērtēti kā pretrunīgi. Nav skaidru atbalsta mehānismu enerģijas ražošanai no AER, savukārt fosilās enerģijas ražošana joprojām tiek subsidēta. Nav novērsti šķēršļi enerģijas ražošanai no AER, tostarp malkas. Nodokļu sistēma nav saistīta ar energoresursu tiešo ietekmi uz vidi. Ir konstatēti gadījumi, kad pēc energoefektivitātes pasākumu veikšanas ir palielināts nekustamā īpašuma nodoklis, jo īpašuma kadastrālā vērtība ir palielinājusies, nevis samazinājusies [48]–[50].

Energoefektivitātes monitoringa sistēma tiek uzskatīta par neefektīvu rīku, kas sarežģītās ziņošanas dēļ attur uzņēmumus no ziņošanas par energoefektivitātes pasākumiem. Nepietiekami izstrādātas procedūras sadarbības līgumu slēgšanai ESKO un PESCO sadarbības projektos [48].

Dzesēšanas un centralizētās dzesēšanas sektors dotajā brīdī nav ieviests. Tā attīstībai stratēģijas izstrāde ir pievērsta salīdzinoši maza uzmanība.

Saskatītas pretrunas starp pašiem plānošanas dokumentiem. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam kā galvenās prioritātes ir noteikta enerģētiskā drošība un neatkarība, savukārt Latvijas Ilgtermiņa enerģētikas stratēģijā 2030. gadam šī prioritāte ir atstāta novārtā un par galveno sasniedzamo mērķi izvirzīta enerģijas cena, kas veicina Latvijas ekonomisko izaugsmi [48], [51].

2.2.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam

Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģiju līdz 2030.gadam (Latvija2030) 2010. gadā izstrādāja un publicēja Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (iepriekš - Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrija). Tas ir galvenais Latvijas ilgtermiņa attīstības

plānošanas dokuments. Pie šī dokumenta izveides vairāku gadu garumā ir strādājuši eksperti, zinātnieki un citi dažādu profesiju pārstāvji. Saeima ir apstiprinājusi Latvijas Republikas ilgtermiņa attīstības stratēģiju, un dokuments sastāv no 100 lappusēm. Dokumentā aplūkots liels skaits jautājumu, piemēram, Latvijas kultūras telpas attīstība; cilvēkkapitāls; izglītības attīstība; ekonomiskā izaugsme; daba; inovācijas, sabiedrības iesaiste u. c. [51].

Jautājumi, kas attiecas uz pētījumā apskatīto tematiku, sīkāk aplūkoti sadaļā "Atjaunojama un droša enerģija". Galvenais šajā sadaļā izvirzītais mērķis ir nodrošināt enerģētisko neatkarību, tostarp spēju nodrošināt sevi ar resursiem enerģijas ražošanai-integrācijai ES enerģētikas tīklos. Mērķis līdz 2030. gadam no AER saražot 40%, bet labvēlīgākajā scenārijā pat 50% no kopējā Latvijā saražotās enerģijas apjoma. Par nozīmīgākajiem AER avotiem Latvijā tiek uzskatīta malka un ūdens. Brīdī, kad tiek izstrādāta šī stratēģija, no kūdras, vēja, saules vai biogāzes saražotās enerģijas īpatsvars bija neliels. Plaši tiek izmantoti tādi importēti enerģijas avoti kā nafta un dabasgāze. Latvijai ir potenciāls palielināt no AER saražotās elektroenerģijas īpatsvaru. Stratēģijā netiek izskatīta varbūtība, ka to varētu palielināt pietiekami, lai pilnībā segtu esošo elektroenerģijas pieprasījumu. Nepieciešams samazināt atkarību no importētiem enerģijas avotiem vai vismaz pēc iespējas dažādot energoapgādes avotus. Tomēr netiek saskatīta iespējas līdz 2030. gadam pilnībā atteikties no fosilās enerģijas. Tāpēc viens no attīstības stratēģijā iekļautajiem punktiem ir nodrošināt stabilu un ekonomiski izdevīgu elektroenerģijas un fosilo enerģijas avotu importu. Baltijas jūras reģions jāveido kā vienots enerģijas tirgus, tādējādi uzlabojot energoapgādes drošību [51].

Jāpalielina no AER saražotās enerģijas īpatsvars. Jāveicina enerģijas ražošana no vēja un saules enerģijas, vienlaikus cenšoties saglabāt ES vadošo pozīciju AER enerģijas izmantošanā. Lai to panāktu, ļoti nozīmīgs ir valsts finansiālais atbalsts. Jāveicina pētniecība un inovācijas energoefektivitātes un AER jomā, jo tas varētu veicināt gan valsts ekonomisko izaugsmi, gan darba vietu radīšanu. Pārejas periodā uz enerģijas ražošanu no AER ir jāveicina pētniecības iestāžu un uzņēmumu sadarbība. Tas dotu iespēju izstrādāt efektīvākas tehnoloģijas un risinājumus. Būtu jāpiešķir valsts atbalsts Latvijā izstrādātajām inovācijām, īpaši AER izmantošanai enerģijas ražošanā. It sevišķi atbalts enerģijas ražošanai no enerģētiskās koksnes un salmiem. Izveidot jaunas koģenerācijas stacijas, kurās kā enerģijas avotu izmanto koksni [51].

Stratēģijā Latvija2030 nav iekļauta informācija par centralizētā dzesēšanas tīkla izveidi.

2.2.2. Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģija 2030

Informatīvais ziņojums "Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģija 2030 - konkurētspējīga enerģija sabiedrībai" ir izstrādāts un 2013. gadā apstiprināts Ekonomikas ministrijā. Ziņojuma apjoms ir 15 lappuses. Tajā norādīts, ka enerģētikas nozares attīstībai ļoti nozīmīgas ir investīcijas. Tomēr investīcijas var piesaistīt tikai ar stabilu un precīzu ilgtermiņa attīstības plānu [52].

Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģijas līdz 2030. gadam prioritāte ir stiprināt enerģētisko drošību un neatkarību. Tomēr Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa enerģētikas stratēģijas 2030 autori uzskata, ka nozīmīgāks mērķis ir panākt tādu enerģijas cenu, kas veicinātu Latvijas ekonomisko izaugsmi. Energoapgādes stabilitāte, drošība un ilgtspējīga attīstība tiek atzīta par būtisku faktoru, bet nepieciešamība tos īstenot - par sekundāru. Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģijas 2030 autori ir radījuši ekonomiski izdevīgāko mehānismu Latvijas enerģētikas un klimata politikas ilgtermiņa attīstībai [52].

Mērķi un sasniedzamie rezultatīvie rādītāji ir noteikti Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģijas 2030 ietvaros. Viens no tiem ir ilgtspējīga attīstība, kas ietver energoefektivitātes paaugstināšanu. Energoefektivitātei ir jābūt starpnozaru politikas mērķim, kas pārsniedz enerģētikas kontekstu. Ir nepieciešama pietiekama infrastruktūra. Tās uzlabošana jāuzskata par

reģionālās attīstības un pilsētu plānošanas faktoru. Tirgus politikas instrumentu izmantošana nedrīkst ietekmēt vai kavēt ekonomikas izaugsmi. Energoapgādes drošības kontekstā tiek uzsvērts, ka tiem jābūt stabiliem un pieejamiem arī Latvijas attālākajos reģionos. Ir jāpaplašina infrastruktūra un jādažādo piegādes avoti. Reģionālā sadarbība infrastruktūras starpsavienojumu plānošanā un finansēšanā [52].

2030. gadā vēlamais AER īpatsvars bruto enerģijas galapatēriņā ir 50%. Saražotās enerģijas daudzumu var palielināt, ražojot vairāk siltumenerģijas un elektroenerģijas no šiem avotiem - par 50% samazināt enerģijas importu no trešām valstīm. Rezultatīvs energoefektivitātes uzlabošanas rādītājs būtu vidējā siltumenerģijas patēriņa samazinājums par 50 % salīdzinājumā ar pašreizējo patēriņu, kam 2030. gadā būtu jābūt 200 kWh/m^2 gadā. Darbības rādītāju plānots sasniegt, uzlabojot ēku energoefektivitāti ražošanas nozarē [52].

Mērķus iespējams sasniegt, labojot līdz šim pieļautās politikas kļūdas. Koriģējot pašreizējās tirgus nepilnības un izmantojot piemērotus politikas instrumentus, lai tuvākajā nākotnē radītu labvēlīgu vidi. Novērst tirgus nepilnības, ko izraisījuši nepiemēroti politikas instrumenti, kas ietekmējuši enerģētikas nozares attīstību kopumā. Stratēģijā minētas politikas kļūdas un iespējamie veidi, kā tās labot [52]:

- enerģētikas politikai trūkst neitralitātes tehnoloģiju izvēlē; valsts pārāk daudz iejaucas tehnoloģiskajos risinājumos. Tāpēc valstij ir jāpārtrauc iejaukties enerģijas ražošanas tehnoloģiju izvēlē;
- nepareizi ekonomiski stimuli enerģijas ražošanai no AER avotiem. Turpmāk ekonomiskajiem stimuliem jābūt netiešiem;
- līdz šim ir bijis informācijas vakuums attiecībā uz atbalstu enerģijas ražošanai no AER. Nākotnē tiks sniegta detalizētāka informācija par pieejamajiem valsts atbalsta veidiem enerģijas ražošanai no AER;
- lietotāji sedz enerģijas ražošanas izmaksu starpību, jo daži enerģijas ražotāji ražo enerģiju par cenu, kas pārsniedz vidējo tirgus cenu. Izstrādāt taisnīgākus un pārredzamākus enerģijas cenu noteikšanas mehānismus.

Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģijas 2030 ietvaros noteiktās vadlīnijas energoefektivitātes paaugstināšanai siltumapgādē. Izveidot mehānismus īstenotās politikas un politikas instrumentu ietekmes novērtēšanai tiešo un netiešo izmaksu kontekstā. Īstenot atbalsta pasākumus neaizsargātākajām sabiedrības grupām un trūcīgākajiem iedzīvotājiem, lai izslēgtu enerģētiskās nabadzības risku un nodrošinātu piekļuvi enerģijai par saprātīgu cenu. Dažādot energoapgādes avotus, lai garantētu energoapgādes drošību. Uzsvars uz infrastruktūras uzlabošanu reģionos. Izveidot tiesisko regulējumu, kas ļautu būvēt un atjaunot ekonomiski dzīvotspējīgas enerģijas ražošanas iekārtas ar zemu SEG emisiju līmeni. Izveidot valsts finanšu instrumentu, lai atbalstītu dzīvojamo ēku renovācijas un siltināšanas pasākumus. Turklāt veicināt viedo skaitītāju uzstādīšanu pie siltuma avotiem, lai palielinātu patērētāju informētību un ietekmētu enerģijas patēriņu. Stingrāks regulējums CSA operatoriem, kas uzliktu par pienākumu palielināt energoefektivitāti un novērst siltumenerģijas zudumus. Līdz 2030. gadam pieļaujamo siltuma zudumu robežvērtība pārvades tīklos vajadzētu būt pēc iespējas tuvāk 10 %. Jaunu klientu pieslēgšana efektīviem CSA tīkliem. Samazināt to enerģijas ražotāju skaitu, kuri siltuma ražošanai izmanto fosilos resursus. Pienākums siltumenerģijas piegādātājiem ik gadu novirzīt 1,5 % no sava apgrozījuma energoefektivitātes paaugstināšanai un jaunu pieslēgumu izveidei. Valsts atbalsts CSA nozarei, lai enerģijas ražotāji varētu pāriet uz atjaunojamās enerģijas ražošanu, tādējādi veicinot atteikšanos no fosilo energoresursu izmantošanas siltumenerģijas ražošanā. Izveidot atbalsta mehānismus, lai nodrošinātu centralizēto siltumapgādi, kur enerģija iegūta no AER avotiem jaunās un renovētās ēkās. Enerģijas ražošanā izmantot atkritumu sadedzināšanas stacijas, lai samazinātu poligonos apglabājamo atkritumu daudzumu [52].

Jāatzīmē, ka Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģijā 2030 nav risināts jautājums par centralizētas dzesēšanas sistēmas izveidi vai energoefektivitātes paaugstināšanu individuālās dzesēšanas sistēmās.

2.2.3. Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021-2030. gadam

Ekonomikas ministrija ir izstrādājusi, un Ministru kabinets 2020. gada 4. februārī apstiprinājis "Latvijas Nacionālo enerģētikas un klimata plānu 2021-2030. gadam" (NEKP2030). Dokumenta apjoms ir 155 lappuses. NEKP2030 ir ilgtermiņa politikas plānošanas dokuments, un tas nosaka Latvijas enerģētikas un klimata politikas virzienu turpmākajiem 10 gadiem. NEKP2030 galvenais ilgtermiņa mērķis ir veicināt enerģētisko drošību, vienlaikus uzlabojot sabiedrības labklājību. Ilgtermiņā Latvijai jākļūst par klimatneitrālu valsti, kurai jāsaglabā konkurētspēja, attīstoties uz tirgus principiem un izmaksu efektivitāti [48].

NEKP2030 pašreizējās situācijas analīzē teikts, ka 2017. gadā no AER saražotā enerģija apkurei un dzesēšanai jau pārsniedz Latvijas 2020. gadam noteikto mērķi. Latvijā ir ļoti augsts koģenerācijas staciju īpatsvars centralizētajā siltumapgādē (72,6 %), dažos Latvijas reģionos pat sasniedzot maksimāli iespējamo koģenerācijas īpatsvaru siltumenerģijas ražošanā. Dažās pilsētās koģenerācijas stacijās enerģijas ražošanā izmanto ļoti lielu AER īpatsvaru. Valstiskā līmenī netiek saskatītas iespējas palielināt no AER saražotās enerģijas īpatsvaru centralizētajā siltumapgādē. Jāizvērtē iespēja dažās pilsētās uzstādīt koģenerācijas stacijas ar augstāku efektivitāti, ja šāds solis ir ekonomiski izdevīgs un pamatots [48].

Sabiedrības iesaistei ir būtiska nozīme energoefektivitātes mērķu sasniegšanā. Būtiski ir informēt sabiedrību par energoefektivitātes paaugstināšanas un resursu taupīšanas nozīmi un aicināt aktīvi iesaistīties individuālu risinājumu ieviešanā un enerģijas ražošanā pašu patēriņam. Mudināt iedzīvotājus uzstādīt saules paneļus un kolektorus un izmantot siltumsūkņus. Pašlaik iesaistīšanās un interese par videi draudzīgāku risinājumu izmantošanu individuālā līmenī ir zema. Valsts nav izstrādājusi nekādus finansiālus stimulus, lai veicinātu individuālajā enerģijas ražošanā izmantot AER. Ir jāmaina nodokļu sistēma, lai mājsaimniecībām, kas uzstādītu pašpatēriņa vai energoefektīvākas ierīces, nebūtu jāmaksā lielāki nodokļi. Jāapsver iespēja ieviest samazinātu PVN likmi energoefektīvu risinājumu izmantošanai siltumenerģijai vai dzesēšanai privātām vajadzībām [48].

Pašvaldībām ir pienākums saskaņot un noteikt ierobežojumus siltumapgādes pakalpojumiem savā administratīvajā teritorijā. Valstiskā līmenī nav regulējuma, kas noteiktu ierobežojumus vai specifikācijas vietējiem vai individuāliem siltumapgādes uzņēmumiem. Nav noteikts ierobežojums siltumenerģijas ražotāju skaitam, kas ražo siltumenerģiju centralizētai siltumapgādei vienā konkrētā siltumapgādes operatora teritorijā. Rezultatīvs rādītājs, kas jāsasniedz līdz 2030. gadam, ir viedie skaitītāji, kas ļautu patērētājiem kontrolēt un uzraudzīt enerģijas patēriņu [48].

CSA tirgus ir jāliberalizē. Rūpīgāk jāizvērtē katrā teritorijā esošās siltumenerģijas ražošanas jaudas un nepieļaut jaunu iekārtu uzstādīšanu vai jauna siltumenerģijas ražošanas avota būvniecību attiecīgajā teritorijā, ja jaudas ir pietiekamas un ekonomiski pamatotas. Atjaunot un modernizēt gāzveida kurināmā un fosilā kurināmā infrastruktūru [48].

2020. gada sākumā stājās spēkā izmaiņas tiesību aktos, nosakot augstākas minimālās energoefektivitātes prasības ēkām un ēku elementiem. Tiesību aktu mērķis ir samazināt siltumenerģijas patēriņu. Ir noteiktas maksimāli pieļaujamās siltuma caurlaidības normas, lai izmantotajiem materiāliem un konstrukcijām būtu labākas siltumizolācijas īpašības. Paaugstinātās energoefektivitātes prasības renovējamām vai pārbūvējamām ēkām ietver stingrākus noteikumus attiecībā uz apkures efektivitāti. Laika gaitā spēkā esošie būvniecības noteikumi tiks uzlaboti, lai sasniegtu ES noteiktos ilgtermiņa mērķus [48].

Ņemot vērā ES tiesību aktus, Latvija ir noteikusi nacionālos mērķus. Latvijas valdība ir izvirzījusi mērķi, ka līdz 2030. gadam atjaunojamās enerģijas īpatsvaram galapatēriņā jāsasniedz 40 %. No 2021. līdz 2030. gadam siltumapgādē un aukstumapgādē jāpanāk, ka no AER saražotās siltumenerģijas un aukstuma enerģijas gada pieaugums ir 0,55%. Mērķi plānots sasniegt, modernizējot uzstādītās biomasas iekārtas un palielinot to jaudu, palielinot uzstādīto siltumsūkņu un aukstuma sūkņu jaudu, kā arī veicinot saules siltuma iekārtu uzstādīšanu [48].

Cilvēkiem ar zemiem ienākumiem ir iespēja saņemt pašvaldības atbalstu, lai samaksātu par patērēto elektroenerģiju, bet par patērēto siltumu šāds atbalsts netiek sniegts. Apkures sezonas laikā mājsaimniecībām ir grūtības norēķināties par apkuri un karsto ūdeni, kas arī rada lielāko enerģētiskās nabadzības risku. Tomēr šis jautājums ir atstāts katras pašvaldības ziņā. Enerģētiskā nabadzība līdz šim nav definēta ne attīstības plānošanas dokumentos, ne arī Latvijas tiesību aktos. NEKP2030, lai novērtētu enerģētiskās nabadzības draudus, tiek izmantots rādītājs, kas nosaka to mājsaimniecību īpatsvaru, kuras finansiālu iemeslu dēļ nevar uzturēt atbilstošu temperatūru savos mājokļos. [48].

NEKP2030 4. nodaļa ir veltīta energoefektivitātei kā vienam no galvenajiem politikas mērķiem, kas ilgtermiņā samazinātu izmaksas un enerģijas patēriņu, vienlaikus paaugstinot energoapgādes drošības līmeni. Normatīvajos dokumentos jau ir iekļauta prasība racionāli pārvaldīt un izmantot energoresursus, tādējādi veicinot valsts ilgtspējīgu attīstību. Latvija 2018. gadā ir izpildījusi enerģijas galapatēriņa gada ietaupījuma mērķi par 54 %. Līdz 2017. gadam ir noslēgti divi brīvprātīgi līgumi par energoefektivitātes paaugstināšanu. Pašvaldības un valsts tiek aicinātas parakstīt līgumus par energoservisa uzņēmumu ESCO/PESCO piesaisti [48].

Saistībā ar energoefektivitātes paaugstināšanu NEKP2030 ir izvirzīti četri mērķi, kas jāsasniedz līdz 2030. gadam [48]:

- energoefektivitātes princips "energoefektivitāte pirmajā vietā" ir pilnībā īstenots gan attīstības un politikas plānošanas, gan investīciju plānošanas un īstenošanas procesā;
- sasniegt valsts noteiktos energoefektivitātes mērķus;
- uzņēmēji ne tikai uzlabo savu energoefektivitāti, bet arī veicina savu klientu energoefektivitāti;
- ievērojami pieaug sabiedrības informētība par energoefektivitātes jautājumiem un palielinās iesaistīšanās un vēlme nodrošināt energoefektivitāti savā un sabiedrības ikdienas dzīvē.

Identificēti arī iespējamie riski. Pastāv risks, ka princips "energoefektivitāte pirmajā vietā" netiks pilnībā ņemts vērā politikas un attīstības plānošanas dokumentos. Līdz šim ir novērots, ka energoefektivitātes jautājums attīstības plānošanā tiek aplūkots selektīvi un nav iekļauts politikas plānošanas sistēmā. Nepieciešamība paaugstināt energoefektivitāti netiek iekļauta attīstības plānošanas un īstenošanas procesā. Rezultātā dažādu pasākumu īstenošanā bieži netiek izmantoti labākie iespējamie risinājumi un tehnoloģijas, kas palīdzētu Latvijai sasniegt nepieciešamo enerģijas ietaupījumu [48].

Ieviest principu "energoefektivitāte pirmajā vietā" kā nozīmīgu faktoru, kas jāņem vērā attīstības plānošanā, politikas izstrādē, investīciju piesaistē, ES un publiskā finansējuma sadalē un apguvē, kā arī nodokļu politikas veidošanā. Uzlabot energopārvaldības shēmu, paplašinot atbildīgo energopārdevēju loku, iekļaujot tajā visus energopārdevējus, kuru pārdotā enerģija veido 90 % no patērētājiem nodotās enerģijas. Tas paplašina atbildīgo enerģijas tirgotāju loku no pašreizējiem 14 tirgotājiem līdz 27 tirgotājiem. Veicināt brīvprātīgas vienošanās, apsverot valsts atbalsta piešķiršanu uzņēmumiem, kas tās ir noslēguši. Papildus jau esošajai AS "Attīstības finanšu institūcijai Altum" izveidot fondu AER izmantošanas veicināšanai un energoefektivitātes uzlabošanai. Šo fondu varētu finansēt no naudas līdzekļiem, kas tiek iekasēti

saskaņā ar principu "piesārņotājs maksā" (akcīzes nodokļa vai dabas resursu nodokļa par energoresursiem), kā arī no meža zemes izsolēm un valsts īpašuma iznomāšanas vēja vai saules enerģijas parku būvniecībai. Būtu jāapsver iespēja tirgoties ar enerģijas ietaupījumiem tāpat kā ar emisiju kvotu tirdzniecību. Uzlabot un vienkāršot esošo energoefektivitātes monitoringa sistēmu, lai apkopotu visaptverošāku informāciju par energoefektivitātes pasākumiem [48].

Pielietot jaunākos zinātniskos atklājumus un inovācijas, lai palielinātu energoefektivitāti - ilgtspējīgus un rentablus risinājumus. Palielināt pētniecības kapacitāti siltumapgādes, bioenerģijas un energoefektivitātes jomā, kā arī veikt ievērojamus pētījumus par iespējamiem uzlabojumiem energosistēmas pārvaldībā. Inovatīvu ēku izolācijas materiālu izstrāde un pielietošana un energoefektīvu tehnoloģiju izstrāde [48].

Informēt sabiedrību par energoefektivitātes pasākumiem un ietaupījumiem, ko tie var radīt, mazināt aizspriedumus pret enerģijas ražošanu no AER, piemēram, vēja ģeneratoru parkiem. Palielināt informētību par pieejamajiem finansiālā atbalsta pasākumiem un iespēju saņemt finansējumu no ES struktūrfondiem energoefektivitātes paaugstināšanai. Veicināt pašvaldību iesaisti iedzīvotāju informēšanā par veicamajiem pasākumiem, atbalsta mehānismiem un iegūtajiem resursiem un finanšu ietaupījumiem. Izglītot pašvaldību iedzīvotājus par resursu taupīšanas un energoefektivitātes pasākumu nepieciešamību, sākot ar pamatskolām un beidzot ar pašvaldību darbiniekiem [48].

NEKP2030 izvirzīto mērķu sasniegšanai plānots izmantot valsts un pašvaldību budžeta līdzekļus. Būtiski ir ES struktūrfondu un citu ES fondu un privātā finansējuma veidi [48].

2.3. Pašvaldību plānošanas dokumentu analīze

Ministru kabineta noteikumi Nr. 628 "Noteikumi par pašvaldību teritorijas attīstības plānošanas dokumentiem" [53] nosaka, ka pašvaldības izstrādā ilgtspējīgas attīstības stratēģijas un attīstības programmas. Likums nosaka, ka, izstrādājot Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, pašvaldībām tajās jāiekļauj ilgtermiņa attīstības vīzija, stratēģiskie mērķi, ilgtermiņa prioritātes, teritoriālā specializācija, kā arī telpiskās attīstības perspektīva. Papildus iekļaujamā informācija - attīstības programma par vidēja termiņa prioritātēm un rīcības virzieniem, un rīcības plāns un investīciju plāns, kam jāaptver vismaz 3 gadu periods. Izstrādājamajai programmai jānosaka arī izpildes rādītāji un tās īstenošanas uzraudzības grafiks [53].

Nākamais pētījuma solis bija apzināt nacionālas nozīmes pilsētas un pašvaldības Latvijā. Pēc informācijas iegūšanas par pilsētām un pašvaldībām, izmantojot Google meklētājprogrammu, tika noskaidrots, vai visām 119 pilsētām un pašvaldībām ir Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāni un Ilgtspējīgas siltumapgādes rīcības stratēģijas. Nākamais solis bija atlasīt 10 nacionālas nozīmes pilsētas, lai pārstāvētu visu plānošanas reģionu pašvaldības un pilsētas. Tika izvēlētas šādas republikas nozīmes pilsētas vai novadi - Brocēni, Cēsis, Daugavpils, Gulbene, Jēkabpils, Jelgava, Liepāja, Rīga, Salaspils, Ventspils (2.3.attēls). Vadoties pēc iepriekš minētajiem ES un Latvijas tiesību aktiem vai plānošanas dokumentiem, tika atlasīti visbiežāk minētie mērķi un to sasniegšanas līdzekļi 11 atslēgas vārdi, kas tieši vai netieši skar siltumapgādes un dzesēšanas nozari (2.1. tabula). Kā visbiežāk izmantotie atslēgvārdi, kas saistīti ar nepieciešamajiem uzlabojumiem siltumapgādes un aukstumapgādes jomā, tika noteikti tiešie siltumapgādes un aukstumapgādes aspekti (tiešie aspekti) un kopējās efektivitātes aspekti (netiešie aspekti). Atslēgas vārdi tika izvēlēti, analizējot ES tiesību aktu dokumentus un Latvijas attīstības stratēģijas un plānus. Autoru skatījumā, izvēlētie tiešie aspekti, varētu atstāt lielu ietekmi uz siltumapgādes un aukstumapgādes nozares attīstību, un tie ir šādi - energoefektivitātes paaugstināšana; SEG emisiju samazināšana, pārejot uz AER; siltuma zudumu samazināšana siltuma ražošanas un pārvades procesā; jaunu

patērētāju pieslēgšana CSA un dzesēšanas tīkliem. Netiešie aspekti nav tiešā veidā sasaistāmi ar apkures un dzesēšanas nozari vai tās regulējumu. Tomēr uzlabojumi šajās jomās varētu samazināt siltumenerģijas ražošanai izmantoto resursu daudzumu - izmaiņas nodokļu sistēmā (nodokļu zaļināšana); sabiedrības informēšana par nepieciešamību uzlabot energoefektivitāti; reģionālā un vietējā līmeņa pārorientēšanās uz ilgtspējīgu attīstību; ilgtspējīga resursu izmantošana, kas kopumā varētu pozitīvi ietekmēt valsts ilgtspējīgu attīstību un radīt papildu enerģijas ietaupījumu, kā arī pozitīvi atsaukties uz apkures un dzesēšanas nozari. 2.1. tabulā iekavās minētais atslēgvārds vai tā sakne ir latviešu valodā, jo to bija paredzēts izmantot, meklējot papildu informāciju latviešu valodā izdotajos dokumentos.

2.1. tabula

Atslēgas vārdi, kas izmantoti, lai noteiktu politikas pasākumus, kuri tieši vai netieši ietekmē uzlabojumus apkures un dzesēšanas nozarē

Aspekti, kas tiešā veidā ietekmē siltumapgādi un dzesēšanu (tiešie aspekti)	**Vispārējās efektivitātes aspekti (netiešie aspekti)**
Siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai (*CSA, siltum, centrāl*);	Ēku siltināšana (*ēkas; ēku; renov; siltin, atjaunoš, dzīvojam*)
Dzesēšana (*aukst, dzes, vent*)	Nodokļu zaļināšana, atlaides, samazinājumi (*nodok*)
Atjaunojamie energoresursi (*atjaun, AER*)	Ilgtspējīga attīstība (*ilgtsp*)
Energoefektivitāte (*energoef, EE*)	Enerģētiskā nabadzība (*nabadz; maznodr*)
Siltuma zudumi (*zudum*)	Sabiedrības informēšana par energoefektivitātes pasākumu īstenošanu, atjaunojamo energoresursu izmantošanu, resursu taupīšanu (*inform; izglīt*)
	Ilgtspējīga biomasas izmantošana, mežu atjaunošana, stādīšana (*biom, mež*)

Iegūtie rezultāti tika apkopoti tabulā, un katram pasākumam, kas minēts pie viena no 11 aspektiem, tika piešķirta vērtība 0, 0.5, 1, 3 vai 5 (2.2. tabula). Papildus vērtībām, kas piešķirtas saskaņā ar 2.2. tabulu, tika piešķirti papildu 10 punkti (katram dokumentam), ja pilsētai vai pašvaldībai bija izstrādāts Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns vai Ilgtspējīgas siltumapgādes rīcības stratēģija.

2.2. tabula

Politikas pasākumiem piešķirtās vērtības ilgtspējīgas attīstības stratēģijas analīzē

Vērtība	**Vērtības piešķiršana**
0 punkti	atslēgas vārds plānošanas dokumentā nav minēts vai minēts pavisam citā kontekstā;
0.5 punkti	minētais pasākums atkārtojas zem vairākiem atslēgas vārdiem (piemēram, ilgtspējīga energoresursu izmantošana siltumapgādē; AER izmantošana siltumapgādē)
1 punkti	plānošanas dokumentā veicamais pasākums ir minēts ļoti vispārīgi, konstatējot faktus bez konkrēta norādījuma (piemēram, energoefektivitātes paaugstināšana, ēku siltināšana, AER, dzīvojamais fonds ir novecojis)
3 punkti	plānošanas dokumentā veicamais pasākums ir minēts saistībā ar konkrētu nozari vai veicamo uzdevumu kopumu (dzīvojamo ēku renovācija un siltināšana, siltumapgādes tīklu renovācija; mežsaimniecības nozares attīstība)

5 punkti	plānošanas dokumentā īstenojamajam pasākumam ir konkrēts mērķis/objekts un tas ir tieši saistīts ar ilgtspējīgu attīstību un energoefektivitāti, pastāv liela varbūtība, ka pasākums tiks īstenots

2.3. att. Latvijas karte ar turpmākajam pētījumam izvēlētajām 10 pilsētām un pašvaldībām [54]

TOPSIS un AHP metodes tika izmantotas atkārtoti, lai analizētu piecus tiešos un sešus netiešos aspektus ilgtspējīgas attīstības stratēģijās katrā no 10 izvēlētajām pilsētām vai pašvaldībām (2.3., 2.4. tabula).

2.3. tabula

Pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģijās identificētie tiešie aspekti

Nr.	**Plānošanas reģions** *(alternatīva)*	**Tiešie aspekti** *(kritēriji)*						
		Siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai	Dzesēšana	AER	Energoefektivitāte	Siltuma zudumi	Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns	Ilgtspējīgas apkures rīcības stratēģija
1.	Brocēni	1	0	3	3	0	0	10
2.	Cēsis	28.5	0	15	10	0	10	10
3.	Daugavpils	32	0	20	5.5	0	10	10
4.	Gulbene	6.5	0	6	2	0.5	10	0
5.	Jēkabpils	14.5	0	3	3.5	0.5	10	0
6.	Jelgava	12.5	0	6	19	0.5	10	0
7.	Liepāja	0	0	0	1.5	0	10	0
8.	Rīga	0.5	0.5	6	1	0	10	10
9.	Salaspils	9.5	0	4	7	0	10	0

10.	Ventspils	1	0	0	3.5	0	0	10

Pēc rezultātu apkopošanas lēmumu pieņemšanas matricā par netiešajiem aspektiem, kā parādīts 2.4. tabulā, redzam, ka attīstības plānos nav atrasta informācija par "enerģētisko nabadzību", tāpēc šis kritērijs ir izslēgts no turpmākiem aprēķiniem.

2.4. tabula

Pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģijās identificētie netiešie aspekti

Nr.	**Plānošanas reģions** *(alternatīva)*	**Netiešie aspekti** (kritēriji)					
		Ēku siltināšana	Nodokļu zaļināšana, atlaides, samazinājumi	Ilgtspējīga attīstība	Enerģētiskā nabadzība	Sabiedrības informēšana par energoefektivitātes pasākumu īstenošanu, AER izmantošanu, resursu taupīšanu	Ilgtspējīga biomasas izmantošana, mežu atjaunošana, stādīšana
1.	Brocēni	7	0	8	0	0	16
2.	Cēsis	24	0	15.5	0	0	14.5
3.	Daugavpils	30.5	0	12	0	0	1
4.	Gulbene	18.5	0	21	0	0	9.5
5.	Jēkabpils	1	0	2	0	0.5	0
6.	Jelgava	24.5	0	4.5	0	0	0
7.	Liepāja	3	0	2	0	0	0.5
8.	Rīga	17	5	4	0	0	1
9.	Salaspils,	10	0	9.5	0	0	0
10.	Ventspils	5	1	2	0	0	0

AHP metode tiek izmantota, lai noteiktu katra kritērija individuālo svaru tiešajiem aspektiem. Lai noteiktu kritēriju nozīmīgumu, tika izstrādāta AHP salīdzināšanas matrica. Pamatojoties uz 2.5. tabulu, tika izveidota matrica ar septiņiem vērtēšanas kritēriju pāriem.

2.5. tabula

Kritēriju svaru matrica tiešajiem aspektiem pilsētām un pašvaldībām

Vērtēšanas kritēriji	**Siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai**	**Dzesēšana**	**AER**	**Energoefektivitāte**	**Siltuma zudumi**	**Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns**	**Ilgtspējīgas apkures rīcības stratēģija**
Siltumapgāde un jaunu patērētāju	1.00	7.00	0.20	0.14	3.00	0.20	0.33

pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai							
Dzesēšana	0.14	1.00	3.00	0.14	0.20	0.25	0.14
AER	5.00	0.33	1.00	2.00	3.00	0.33	0.25
Energoefektivitāte	7.00	7.00	0.50	1.00	0.20	0.33	0.33
Siltuma zudumi	0.33	5.00	0.33	5.00	1.00	0.33	0.33
Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00	1.00	0.33
Ilgtspējīgas apkures rīcības stratēģija	3.00	7.00	4.00	3.00	3.00	5.00	1.00

Izmantojot Google meklētājprogrammu, tika noskaidrots, vai katrai pašvaldībai un pilsētai ir ilgtspējīgas attīstības stratēģija un vai tā ir izstrādājusi arī Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānu vai Ilgtspējīgas siltumapgādes rīcības stratēģiju. Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāna vai Ilgtspējīgas siltumapgādes rīcības stratēģijas esamība varētu liecināt par pašvaldības padziļinātu interesi un apņemšanos sasniegt energoefektivitātes un klimata mērķus. Informācija apkopota 2.6. tabulā [55].

2.6. tabula

Valsts nozīmes pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģijas un rīcības plāni [55]

	Skaits	**Ilgtspējīgas attīstības stratēģija**	**Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns**	**Ilgtspējīgas apkures rīcības stratēģija**
Valsts nozīmes pilsētas	9	9	6	4
Pašvaldības	110	110	41	5

Tika izvēlētas 10 pilsētas un novadi - Brocēni, Cēsis, Daugavpils, Gulbene, Jēkabpils, Jelgava, Liepāja, Rīga, Salaspils, Rīga, Ventspils, tādējādi aptverot visu Latvijas teritoriju. Lai novērtētu to Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, tika izmantota atslēgvārdu ieguves teksta analīzes metode [56]–[65]. Tika izmantoti tie paši atslēgvārdi, kas plānošanas reģionu Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju novērtēšanai. Iegūtie rezultāti tika apkopoti. Stratēģijās minētajiem pasākumiem vērtības tika piešķirtas saskaņā ar 2.2. tabulu. Vērtējot pilsētu un pašvaldību stratēģijas, tika piešķirti papildu 10 punkti (katrs), ja papildus ilgtspējīgas attīstības stratēģijai ir izstrādāts Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns un Ilgtspējīgas siltumapgādes rīcības stratēģija. Iegūtie pilsētu un pašvaldību rezultāti apkopoti 2.7. tabulā

2.7. tabula

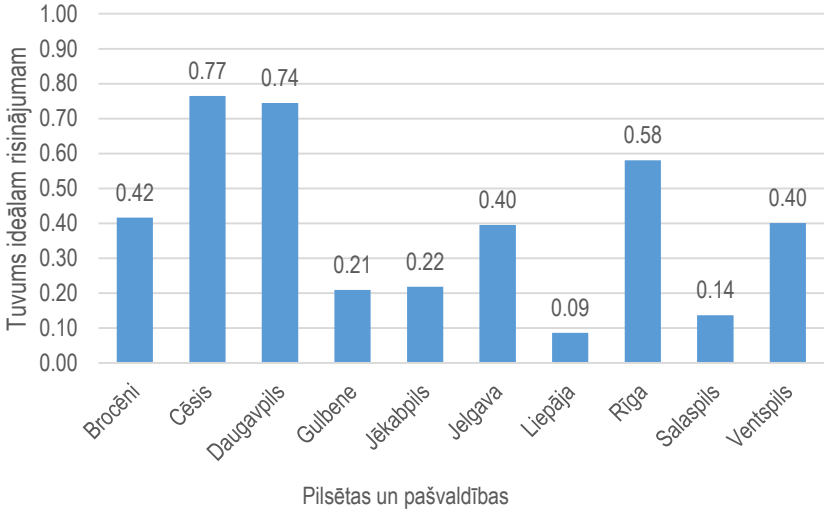
Pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģiju politikas pasākumu novērtējums pēc tiešajiem un netiešajiem aspektiem

Aspekti, kas tieši un netieši ietekmē apkures un dzesēšanas nozari	Brocēni	Cēsis	Daugavpils	Gulbene	Jēkabpils	Jelgava	Liepāja	Rīga	Salaspils	Ventspils
Siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana	1	8,5	32	6,5	14,5	12,5	0	0,5	9,5	1

centralizētajai siltumapgādes sistēmai										
Dzesēšana	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
AER	3	15	20	6	3	6	0	6	4	0
Energoefektivitāte	3	10	5,5	2	3,5	19	1,5	1	7	3,5
Siltuma zudumi	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0
Ilgtspējīgas apkures rīcības stratēģija	10	10	10	0	0	0	0	10	0	10
Tiešie aspekti	*17*	*73.5*	*77.5*	*25*	*31.5*	*48*	*11.5*	*28*	*30.5*	*14.5*
Ēku siltināšana	7	24	30,5	18,5	1	24,5	3	17	10	5
Nodokļu zaļināšana, atlaides, samazinājumi	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1
Ilgtspējīga attīstība	8	15,5	12	21	2	4,5	2	4	9,5	2
Enerģētiskā nabadzība	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sabiedrības informēšana par energoefektivitātes pasākumu īstenošanu, AER izmantošanu, resursu taupīšanu	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Ilgtspējīga biomasas izmantošana, mežu atjaunošana, stādīšana	16	14,5	1	9,5	0	0	0,5	1	0	0
Netiešie aspekti	*31*	*54*	*43.5*	*49*	*3.5*	*29*	*5.5*	*27*	*19.5*	*8*
KOPĀ:	48	127,5	121	74	35	77	17	55	50	22,5

Izvērtējot 10 pilsētu un pašvaldību Ilgtspējīgas attīstības stratēģijās minētos aspektus, tika iegūti šādi rezultāti. Augstāko punktu skaitu tiešo un netiešo aspektu vērtējumā ieguva Cēsis – 127.5 punkti. Otro augstāko rezultātu ar 121 punktu ieguva Daugavpils, bet trešo augstāko rezultātu ar 77 punktiem ieguva Jelgava, no kuras, iegūstot 74 punktus, nedaudz atpaliek Gulbene. Tālāk pilsētas sarindojās šādā secībā - Rīga (55 punkti), Salaspils (50 punkti), Brocēni (48 punkti), Jēkabpils (35 punkti), Ventspils (22,5 punkti) un Liepāja (17 punkti).

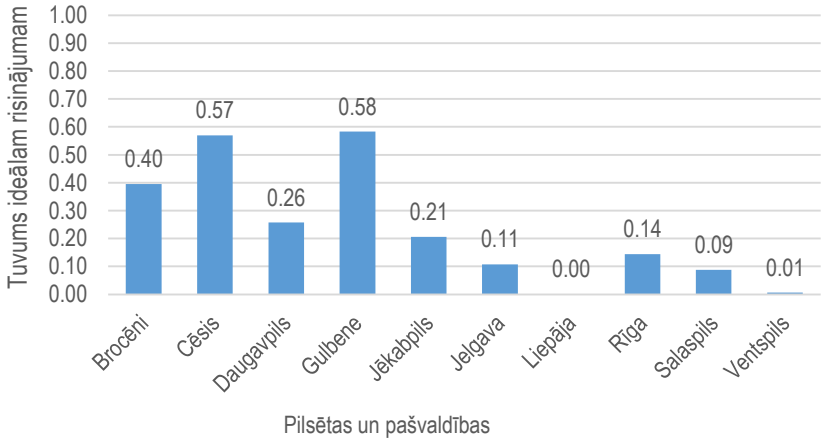
Atšķirībā no plānošanas reģionu punktu sadalījuma pēc tiešajiem un netiešajiem aspektiem, vērtējot pilsētu un pašvaldību stratēģijas, netiek uzsvērti tikai tiešie vai netiešie aspekti. Tādi tiešie aspekti kā "siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai", "atjaunojamie enerģijas avoti", "energoefektivitāte" tiek minēti salīdzinoši bieži. Starp visbiežāk minētajiem netiešajiem aspektiem ir "ēku siltināšana", "ilgtspējīga attīstība" un "ilgtspējīga biomasas izmantošana, mežu atjaunošana, stādīšana". Nevienā stratēģijā nav minēta nepieciešamība novērst "enerģētiskās nabadzības" riskus. Tādi aspekti kā "dzesēšana", "siltuma zudumi", "sabiedrības informēšana par energoefektivitātes pasākumu īstenošanu, AER izmantošana, resursu taupīšana" ir minēti tikai saistībā ar citiem aspektiem un saņēma tikai 0.5 punktus katrā pilsētā vai pašvaldībā.



2.4. att. TOPSIS un AHP tiešo aspektu novērtēšanas rezultāti

Nākamajā posmā pilsētu un pašvaldību Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju vērtēšanā iegūtās vērtības tika analizētas ar daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas analīzes metodi TOPSIS, piešķirot tām kritēriju svarus ar AHP vērtēšanas metodes palīdzību. Aprēķinā netika iekļauts aspekts, kas nav minēts Ilgtspējīgas attīstības stratēģijās, proti, "enerģētiskā nabadzība". Iegūtie rezultāti tiešajiem aspektiem ir vizualizēti 2.5. attēlā, bet netiešajiem aspektiem – 2.6. attēlā.

Tiešo aspektu vērtējumā vistuvāk ideālajam pozitīvajam rezultātam ir Cēsis (0.77), Daugavpils (0.74), Rīga (0.58). Zem 0.5 punktu atzīmes ir pārējās pilsētas ar šādu punktu skaitu - Brocēni (0.42), Ventspils un Jelgava ar vienādu punktu skaitu (0.4), Jēkabpils (0.22), Gulbene (0.21), Salaspils (0.14), Liepāja (0.09).



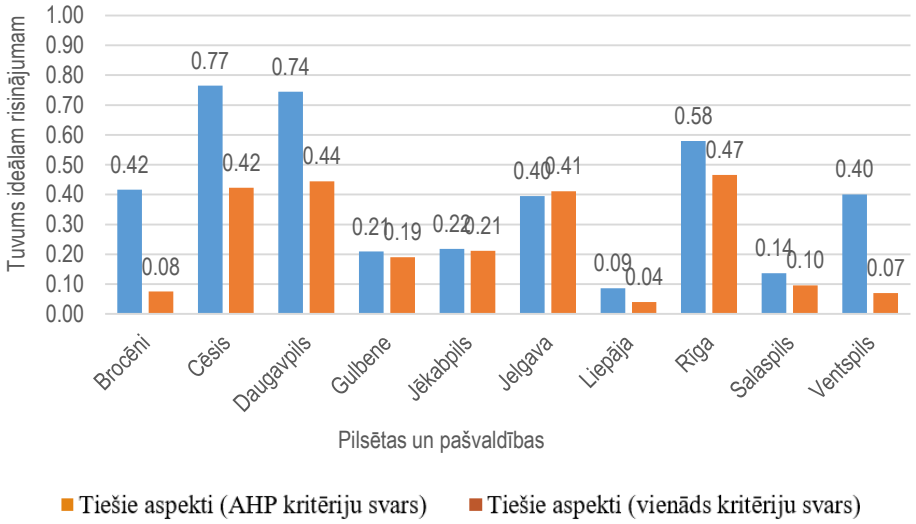
2.5.att. Netiešo aspektu TOPSIS un AHP novērtēšanas rezultāti

TOPSIS un AHP aprēķinos pilsētas ir saņēmušas ievērojami zemākus vērtējumus par netiešajiem aspektiem Ilgtspējīgas attīstības stratēģijās (5.7. attēls) - Gulbene (0.58), Cēsis (0.57), Brocēni (0.40), Daugavpils (0.26), Jēkabpils (0.21), Rīga (0.14), Jelgava (0.11), Salaspils (0.09), Ventspils (0.01). Netiešo aspektu vērtējumā Liepāja nav ieguvusi nevienu punktu.

No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka Cēsis, Daugavpils un Rīga ir pievērsušas lielāku uzmanību siltumapgādes sektora un energoefektivitātes uzlabošanai no visām pārējām pilsētām un pašvaldībām. Salīdzinoši maz tiešo aspektu ir minēti Liepājas un Salaspils ilgtspējīgas

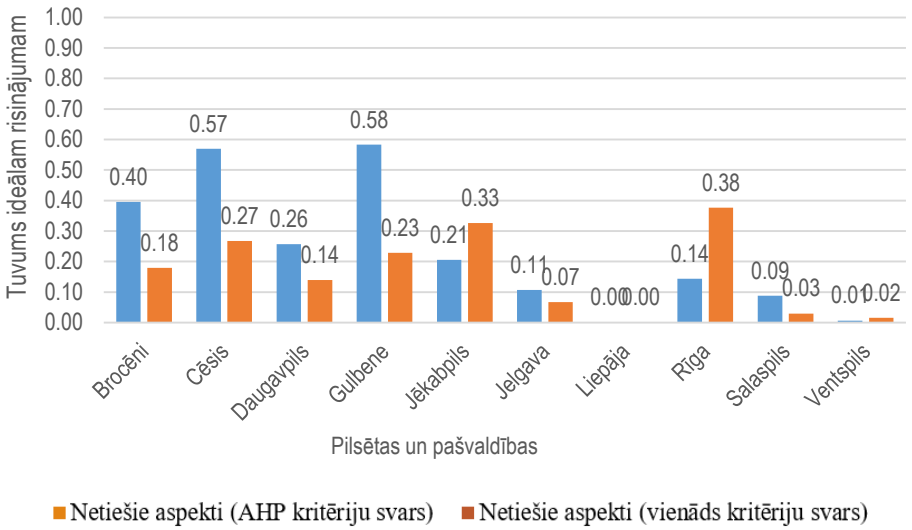
attīstības stratēģijās. Vērtējot netiešos aspektus, redzams, ka Gulbene, Cēsis un Brocēni savās stratēģijās šos aspektus ir aplūkojuši virspusēji. Salaspils, Ventspils un Liepāja netiešo aspektu iekļaušanai savās stratēģijās ir pievērsušas nelielu uzmanību.

Salīdzinot AHP kritēriju svaru ietekmi uz TOPSIS rezultātiem (5.8. attēls), redzams, ka ar AHP piešķirtie kritēriju svari ir ietekmējuši Brocēnu, Cēsu, Daugavpils, Ventspils un nedaudz arī Rīgas tiešo aspektu rezultātus. Tas ir tāpēc, ka kritērijos "siltumapgāde un jaunu patērētāju pieslēgšana centralizētajai siltumapgādes sistēmai", "atjaunojamie energoresursi" un "energoefektivitāte", kur pilsētas ir saņēmušas augstāku rezultātu Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju novērtējuma dēļ. Pārējām pilsētām - Gulbenei, Jēkabpilij, Jelgavai, Liepājai, Salaspilij - piešķirtais AHP kritēriju svars neietekmēja tiešo aspektu tuvumu ideālajam pozitīvajam rezultātam, jo starpība ir zem 0.05 punktu sliekšņa.



2.6.att. Kritēriju svaru ietekme uz tiešo aspektu novērtējumu

Būtiskākās atšķirības netiešo kritēriju novērtējumā starp AHP kritēriju svaru un vienādu kritēriju svaru (2.7. attēls) ir vērojamas pilsētās - Brocēni, Cēsis, Gulbene, Rīga (vairāk nekā 0.2 punktu starpība). Salīdzinoši mazākas atšķirības iegūtajā rezultātā redzamas Daugavpilī, Jēkabpilī (līdz 0.13 punktu atšķirība). Minimālas atšķirības atkarībā no svēršanas kritēriju principa vērojamas Jelgavā, Salaspili un Ventspilī (atšķirības līdz 0.06 punktiem). Atšķirības ir tāpēc, ka augstāka AHP kritēriju svaru vērtība tika piešķirta netiešiem aspektiem, piemēram, "ēku siltināšana" un "ilgtspējīga attīstība". Rīgas gadījumā rezultāts atšķiras, jo tā bija vienīgā pilsēta, kas savā Ilgtspējīgas attīstības stratēģijā minēja politikas pasākumus, kas saistīti ar "nodokļu zaļināšanu, atlaidēm, samazinājumiem", tomēr šim aspektam netika piešķirts augsts AHP kritērija svars.

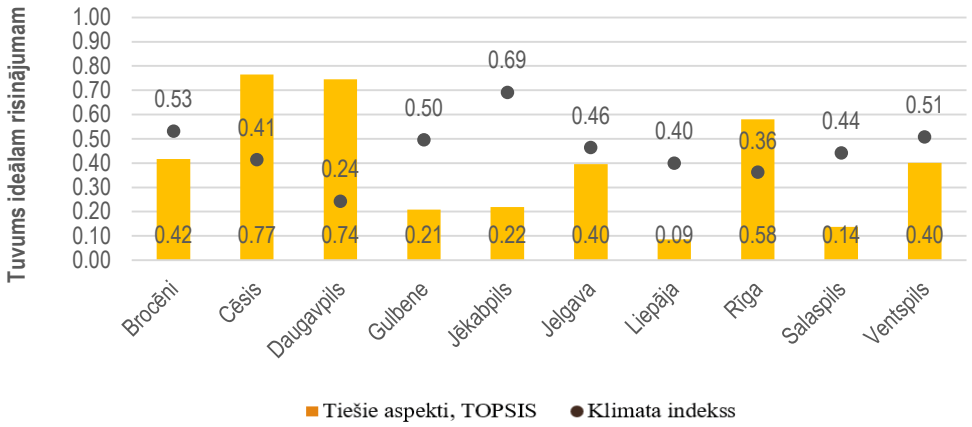


2.7.att. Kritēriju svaru ietekme uz tiešo aspektu novērtējumu

Lai novērtētu 10 pilsētu Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, noteiktu, vai siltumapgādes sektora uzlabojumi un energoefektivitātes paaugstināšana ir iekļauta ilgtspējīgas attīstības plānošanā, tika izmantotas daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodes TOPSIS un AHP. Bija iespējams novērtēt, ka rezultāti ir ļoti atšķirīgi. Sākot ar Cēsīm un Daugavpili, un Rīgu, kuras visas pilsētas vai pašvaldības pārsniedz 0.58 punktu robežu un ir vistuvāk ideālajam pozitīvajam variantam. Punktu robežās no 0.20-0.42 iekļāvās piecas pilsētas - Brocēni, Gulbene, Jēkabpils, Jelgava, Ventspils, kas nozīmē, ka tās ir pievērsušas vidēji lielu uzmanību nepieciešamajiem siltumapgādes uzlabojumiem. Rezultātus zem 0.2 punktu vērtējuma ieguva 2 pilsētas - Salaspils un Liepāja, kuras savās Ilgtspējīgas attīstības stratēģijās ir pievērsušās citām prioritātēm, nevis siltumapgādes attīstībai, energoefektivitātes paaugstināšanai un AER plašākai izmantošanai.

Nākamais nozīmīgais un, iespējams, interesantākais solis bija salīdzināt rezultātus, kas iegūti par Ilgtspējīgas attīstības stratēģijām, ar faktiskajiem darbības rādītājiem siltumapgādes nozarē 10 izvērtētajās pilsētās un pašvaldībās. Salīdzinājumam tika izmantots Klimata indekss.

Pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģijas tika izstrādātas 2014.-2015. gadā un salīdzinātas ar pilsētu vidējo klimata indeksu laika posmā no 2017. līdz 2019. gadam, kas nozīmē, ka pilsētām ir bijis laiks īstenot stratēģijās uzstādītos mērķus pēc stratēģiju pieņemšanas. Vērtējot Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas ar TOPSIS un AHP metodēm, visaugstākos rezultātus tiešo aspektu vērtēšanā ieguva Cēsis un Daugavpils. Salīdzinot šo pilsētu rādītājus ar Klimata indeksu, redzams, ka rezultāti atšķiras - Cēsīm Klimata indeksa rādītājs ir par 0.36 punktiem zemāks, bet Daugavpilij tas atšķiras par 0.5 punktiem (2.8. attēls). Trešo augstāko vērtējumu attīstības stratēģijas novērtējumā ieguva Rīga, kuras Klimata indeksa rādītājs arī ir zemāks par izvērtējumā iegūto - par 0.22 punktiem zemāks. Vairākām pilsētām Klimata indeksa rādītāji ir augstāki nekā tie, kas iegūti, vērtējot Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, kur tās saņēma zemāku punktu skaitu. Gulbenei Klimata indekss ir par 0.29 punktiem, Jēkabpilij - par 0.47 punktiem, Liepājai - par 0.31 punktu, Salaspilij - par 0.3 punktiem augstāks nekā Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas izvērtēšanā iegūtais novērtējums. Trīs pilsētām iegūtais Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas un Klimata indeksa novērtējums gandrīz sakrita - Brocēni, starpība 0.11 punkti, Jelgava 0.06 punktu starpība, Ventspils 0.11 punktu starpība.



2.8.att. Klimata indeksa rādītāji un ilgtspējīgas attīstības stratēģiju rezultāti

Atšķirības starp Klimata indeksa rādītājiem un pilsētu un pašvaldību ilgtspējīgas attīstības stratēģiju rezultātiem varētu norādīt uz vairākām lietām. Tā kā Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju izstrāde ir obligāts uzdevums visām 119 Latvijas pilsētām un pašvaldībām, iespējams, daudzas pašvaldības ir izstrādājušas stratēģijas tikai tāpēc, ka tas ir bijis obligāts pasākums. Nemēģinot tās salāgot ar reālajām plānotajām pārmaiņām un uzlabojumiem. Cēsu un Daugavpils gadījumā, kurām bija visaugstākie TOPSIS un AHP tiešā aspekta novērtējuma rezultāti, atšķirības varētu būt, jo nebija pietiekamu iespēju un finansējuma attīstības stratēģijā izvirzīto mērķu sasniegšanai. Kā arī - ilgtspējīgas attīstības stratēģijas tika izstrādātas līdz 2030. gadam. Tādējādi pilsētas joprojām atrodas plānošanas perioda vidū. Gulbenē, Jēkabpilī un Liepājā, kurām ir augstāks Klimata indekss nekā Ilgtspējīgas attīstības stratēģijā iegūtais novērtējums, iespējams, stratēģijā nav likts īpašs uzsvars uz siltumapgādes sektora un energoefektivitātes uzlabojumiem, jo uzlabojumi, iespējams, jau tiek veikti. Katrā ziņā nav novērojama tieša saikne starp augstu vai zemu Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas novērtējumu un Klimata indeksu. Lai gan trim pilsētām (Brocēni, Jelgava, Ventspils) Klimata indeksa rādītāji un iegūtie rezultāti, vērtējot ilgtspējīgas attīstības stratēģiju tiešos aspektus, bija salīdzinoši tuvi.

Pilsētu un pašvaldību stratēģiju tiešo aspektu salīdzinājums ar to siltumapgādes sistēmu Klimata indeksu atklāja vēl vienu faktoru - informācija, ko satur Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, vai to kvalitāte nav tieši sasaistāmas ar pilsētas vai pašvaldības darbību rādītājiem siltumapgādes un aukstumapgādes sektorā. Visticamāk, atšķirības liecina par to, ka stratēģiju izstrādes process varētu būt ticis uztverts un īstenots kā obligāts pasākums, necenšoties to tiešā veidā sasaistīt ar pilsētu vai pašvaldību reālajiem attīstības plāniem. Protams, tā kā apskatītās Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas ir izstrādātas laika posmam līdz 2030. gadam, pastāv iespēja, ka ne visām pašvaldībām ir bijusi iespēja tās pilnībā īstenot praksē. Lai precīzāk novērtētu Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas ar Klimata indeksu, būtu nepieciešami dati par Klimata indeksu tajā pašā laika periodā, kad tika īstenotas Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas. Tādā gadījumā būtu iespējams salīdzināt situāciju katrā pašvaldībā vai pilsētā pirms Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju ieviešanas un to, kā tā laika gaitā ir mainījusies. Tad būtu iespējams novērtēt, vai Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas ir devušas praktisku ieguldījumu CSA nozares uzlabojumos un energoefektivitātes paaugstināšanā. Jebkurā gadījumā, lai pilnībā novērtētu Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju ietekmi uz siltumapgādes nozares attīstību, būtu jāveic padziļināts pētījums par katru pilsētu atsevišķi. Būtu jāaplūko situācija, kāda bija pirms stratēģijas pieņemšanas - tehnoloģijas un to efektivitāte, siltuma zudumi pārvades līnijās, pieejamie resursi, iedzīvotāju skaits apdzīvotajā vietā utt.

3. SILTUMA PĀRPALIKUMU IZMANTOŠANAS POTENCIĀLA NOVĒRTĒJUMS LATVIJĀ. REKOMENDĀCIJAS SILTUMU PĀRPALIKUMU INTEGRĒŠANAI CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES SISTĒMĀS

SP tiek definēti kā ražošanas procesos vai no ēkām iegūtais siltums, kas atstāj sistēmu un neatbilst sistēmas mērķim vai nav tās galvenais produkts. Turklāt siltums, kas rodas rūpnieciskajos procesos kā blakusprodukts un kas šobrīd neizmantots nokļūst vidē, nākotnē varētu nākt par labu rūpniecībai un sabiedrībai [66].

Lai gan SP izmantošanai ir potenciāls, šī prakse reti tiek ieviesta reālajā dzīvē, ņemot vērā finansiālās, tehnoloģiskās un organizatoriskās barjeras. Šīs barjeras bieži vien ir savstarpēji saistītas viena ar otru, radot šaubas par siltuma atgūšanas tehnoloģiju ieviešanas rentabilitāti attiecībā pret efektivitāti izmantojot SP. Šīs barjeras SP izmantošanai ietver [67]:

- ekonomiskos šķēršļus (ilgs atmaksāšanās periods, uzturēšana, darbība);
- temperatūra (zemas temperatūras SP izmantošana ir mazāk pētīta un dārgāka);
- informācijas trūkums;
- nepieciešamība atrast SP rašanās avotus;
- nepieciešamība pēc ekspertu viedokļa un palīdzības;
- nepieciešams veikt izmaiņas infrastruktūrā;
- SP rašanās dažādās iespējas, kas var atšķirties no pētījumos novērotajiem.

3.1. Siltuma pārpalikumu avoti

Lai gan pasaulē ir atrasti un tiek izmantoti dažādi paņēmieni un metodes energoefektivitātes palielināšanai, maz uzmanības tiek pievērsts SP izmantošanai. SP var rasties no dažādiem avotiem - gan no rūpnīcām, gan no datu centriem, gan notekūdeņu attīrīšanas iekārtām.

Tiek lēsts, ka ES 27 valstīs 70 % no kopējā enerģijas patēriņa rūpniecības nozarē tiek izmantoti siltuma procesiem (krāsnīm, katliem un žāvētājiem), un līdz trešdaļai no šīs enerģijas kļūst par siltuma zudumiem. Ievērojamu šī siltuma daļu var atgūt un izmantot, lai veicinātu energoefektivitāti un siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas mērķus. Tika novērtēts, ka pirms pandēmijas Eiropā gandrīz 26 % primārās enerģijas tika zaudēti rūpnieciskajos procesos kā SP, to aptuvenais teorētiskais potenciāls bija 920 TWh [68], [69].

Viens no efektīvākajiem SP izmantošanas veidiem ir siltuma izmantošana tajā procesā, no kura rodas šis pārpalikums, lai samazinātu kopējā procesa enerģijas patēriņu. Ja tas nav iespējams, tad otra iespēja ir pārvadīt šo siltumu citiem procesiem un sistēmām. Līdz ar to, ir nepieciešams atrast veidus kā SP piemēroti uzglabāt, piemēram, ūdens tvertnēs, lai maksimāli izmantotu atgūto enerģiju [67].

SP plūsmu temperatūras tiek iedalītas trīs kategorijās [70]:

- zemas temperatūras: < 100°C;
- vidējas temperatūras: 100–299°C;
- augstas temperatūras: ≥ 300°C.

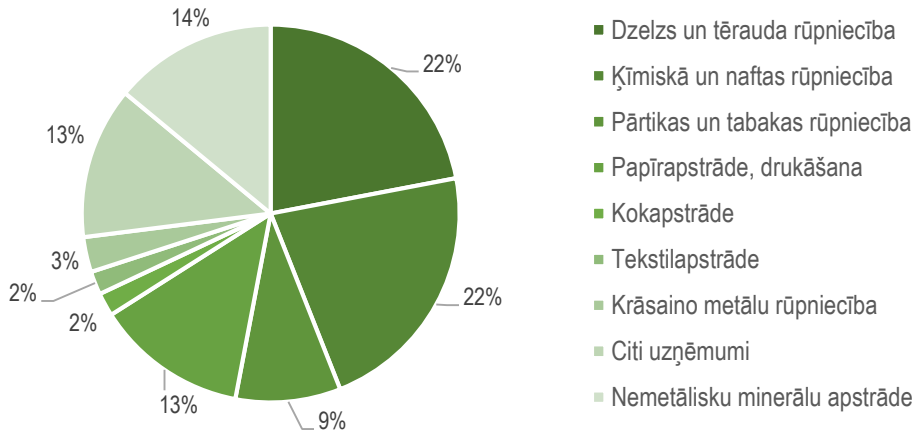
SP ar zemu temperatūru var rasties no liela daudzuma dažādu izplūdes tvaiku, piemēram, no ūdens dzesēšanas, mazgāšanas iekārtu izplūdēm vai gaisa kompresoriem. Šo SP tipiskākās izmantošanas metodes ir telpu un ūdens sildīšana sadzīves nepieciešamībai vai novadīšana CSA sistēmā [67].

3.1. tabula

SP potenciāls industrijās [70]

Industrijas veids	SP potenciāls, %
Dzelzs un tērauda pārstrāde	11,40
Ķīmiskā un naftas rūpniecība	11,00
Krāsaino metālu rūpniecība	9,59
Stikla, keramikas, celtniecības materiālu rūpniecība	11,40
Pārtikas un tabakas rūpniecība	8,64
Papīrapstrāde, drukāšana	10,56
Kokapstrāde	6,00
Tekstilapstrāde	11,04
Citi uzņēmumi	10,38

Attiecīgi, izmantojot kopējo enerģijas patēriņu ES 27 dalībvalstīs ir aprēķināts teorētiskais SP potenciāls sektoros [70].



3.1. att. Kopējais SP potenciāls sektoros ES [70]

SP izmantošana ražošanas uzņēmumos lielākoties parādās brīdī, kad uzņēmums ir atjaunojis vai pārveidojis ražošanas procesus. Iespējams daudzos gadījumos procesu modifikācija ietver siltuma atgūšanu un atkārtotu izmantošanu, tā padarot to ekonomiski iespējamu. SP tiek iegūti gan no siltuma reģenerācijas iekārtām, gan ražošanas uzņēmumā esošajiem sadegšanas procesiem [71].

Cits SP avots ir siltums no datu centru (DC) dzesēšanas. DC energoefektivitāte kļūst arvien nozīmīgāka, jo to skaits strauji pieaug. Tiek lēsts, ka DC jau 2010. gadā patērēja 1,1-1,5 % no pasaules kopējā elektroenerģijas patēriņa. DC prasa lielu daudzumu dzesēšanas enerģijas, lai uzturētu konkrētu temperatūru telpās. Patērētā elektrība gandrīz pilnībā pārveidojas par siltumu. Tomēr lielākā daļa siltuma netiek izmantota, lai gan ir zināmi dažādi tehnoloģiskie risinājumi siltuma atgūšanai [72].

Lai gan ilgtspējīgai enerģijas pārvaldībai ir ārkārtīgi svarīgi izmantot rūpniecisko SP potenciālu, vietējie avoti, piemēram, sadzīves notekūdeņi arī var palīdzēt uzlabot energoefektivitāti. Notekūdeņu siltuma saturs rodas no mājsaimniecībās, komercsektora ēkās un cita veida ēkās radītajiem SP. Aptuveni 40 % enerģijas, kas patērēta ūdens uzsildīšanai, tiek

palaista kanalizācijā ar temperatūru vidēji 10°C līdz 40°C atkarībā no izmantošanas veida. Papildu siltumu ražo bioloģiskie procesi un aerācija. Lai gan ikdienas notekūdeņu temperatūras svārstības ir minimālas, sezonālās izmaiņas ir būtiskas. Siltuma atgūšanu var panākt trīs dažādos veidos: tieši iztekā, kanalizācijā vai no notekūdeņu attīrīšanas iekārtas attīrītajiem notekūdeņiem [73].

3.2. Siltuma pārpalikumu izmantošana centralizētajā siltumapgādē

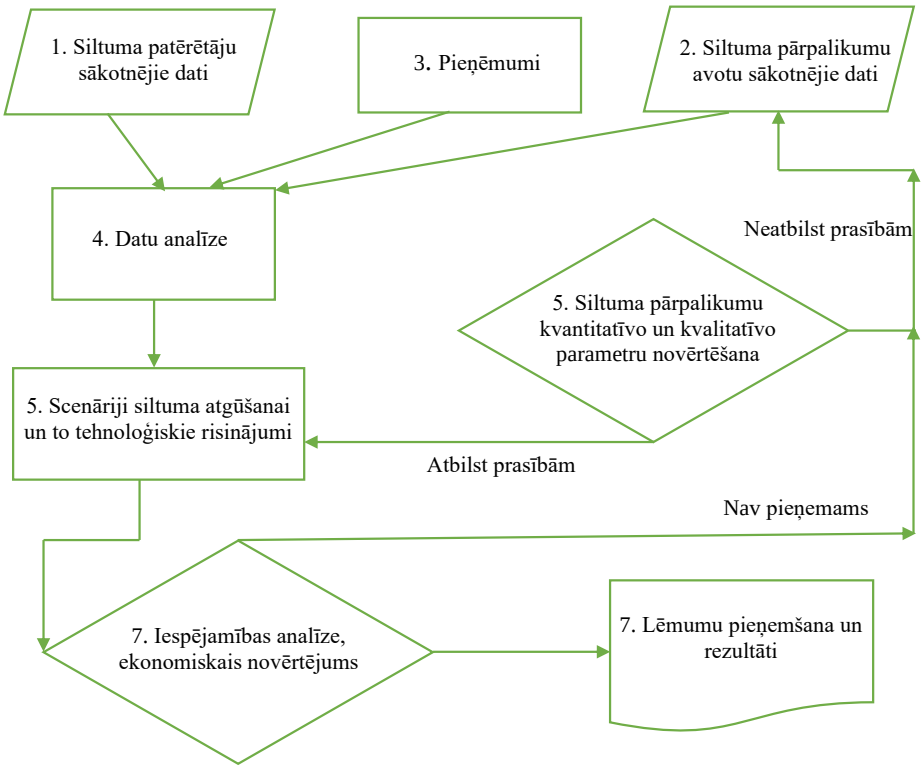
Izmantojot AER un SP, kas citādi tiktu izšķiesti, tiek uzlabots efektivitātes līmenis visai pilsētai, nevis tikai dažiem uzņēmumiem. Pieaugošās prasības efektīvam primāro resursu patēriņam, enerģijas sektora ietekmi uz vidi samazināšanai un energoefektivitātei ēkās liecina par nepieciešamību optimizēt CSA sistēmas. Centralizētajai siltumapgādei ir liels potenciāls izmantot milzīgu daudzumu zemas temperatūras SP. Tiek cerēts, ka ceturtās paaudzes siltumapgādes sistēmās SP izmantošana būs bieži sastopama - ceturtās un jau pat piektās paaudzes siltumapgādes sistēma darbojas ar relatīvi zemu piegādes temperatūru, tāpēc tajā ir ērti pievadīt alternatīvos siltumenerģijas avotus, piemēram, SP. Ir vairāki praktiski pētījumi, kas apliecina, ka SP izmantošana ir iespējama arī otrās un trešās paaudzes siltumapgādes sistēmām. Austrijā tiek veikta SP izmantošana no pārtikas, papīra, dzelzs, kokapstrādes rūpnīcām. Tomēr, ievērojams daudzums SP netiek izmantots otrās un trešās paaudzes siltumapgādes sistēmās, jo tām nepieciešamas augstākas temperatūras. Pat neizmantojot šos zemās temperatūras SP, potenciāls to izmantošanai nesamazinās. Ņemot vērā, ka nepārtraukti ir nepieciešams meklēt jaunus risinājumus vides un enerģijas pārvaldībai elektrostacijās un energoietilpīgās ražotnēs, SP izmantošanas iespējamība var pieaugt. Tas dotu iespēju arī novadīt SP uz centralizēto siltumapgādi, kad vien tas ir iespējams [71], [72], [74], [75].

SP izmantošana CSA sniedz vairākas priekšrocības [75]:

- videi, palielinot CSA iekārtu kopējo efektivitāti, tādējādi samazinot kaitīgās emisijas atmosfērā;
- no ekonomiskā viedokļa, samazinot primārās enerģijas patēriņu un izmantojot ilgā kalpošanas laika priekšrocības;
- drošības ziņā, jo tiek radīts mazāk dūmgāzu un ar tām saistītie riski;
- no uzticamības viedokļa, pateicoties vairāku siltuma avotu savstarpējai savienošanai;
- no apkopes puses, jo CSA tiek pastāvīgi uzraudzītas un aktīvi uzturētas.

Lai SP integrētu centrālajā siltumapgādes sistēmā, ir jāņem vērā šādi faktori: jebkura rūpniecisko SP integrācija vai sezonālā siltuma uzglabāšanas ieviešana saskaras ar tehniskiem ierobežojumiem, piemēram, temperatūras līmeņiem un spiedienu; rūpniecisko SP integrācijas vai sezonālā siltuma uzglabāšanas ieviešana nozīmē augstas sākotnējās izmaksas, piemēram, uzglabāšanas ierīkošanai (ieskaitot zemes īpašumu pilsētā, uz kura tas tika uzbūvēts), vai SP atgūšana ražošanas uzņēmumos un to novadīšana tālāk; trūkst pieredzes un projektu par plānotā izmēra uzglabāšanas sistēmām, tvertnēm, kas varētu radīt risku projekta īstenošanā; visbeidzot, ir nepieciešams izstrādāt atbilstošus līgumus un tarifus, lai nodrošinātu visu iesaistīto pušu labi funkcionējošu un apmierinošu sadarbību [76].

Pirmais solis SP integrēšanas CSA sistēmas scenāriju izvērtēšanas shēmā (skat. 3.2. att.) ir apkopot sākotnējos datus no siltuma patērētājiem, SP avota nodrošinātājiem un jāveic pieņēmumi. Otrais solis būtu veikt statistisko analīzi neatkarīgajiem mainīgajiem un aprēķināt teorētisko SP potenciālu. Pamatojoties uz otra soļa rezultātiem, tiek izveidoti vairāki scenāriji siltuma atgūšanai un aprēķināta to ekonomiskās iespējamības analīze. Ekonomiskās iespējamības analīze parāda, cik pieņemami ir izmantot SP [77].



3.2. att. SP integrēšanas centralizētajā siltumapgādes sistēmā scenāriju izvērtēšanas shēma [77]

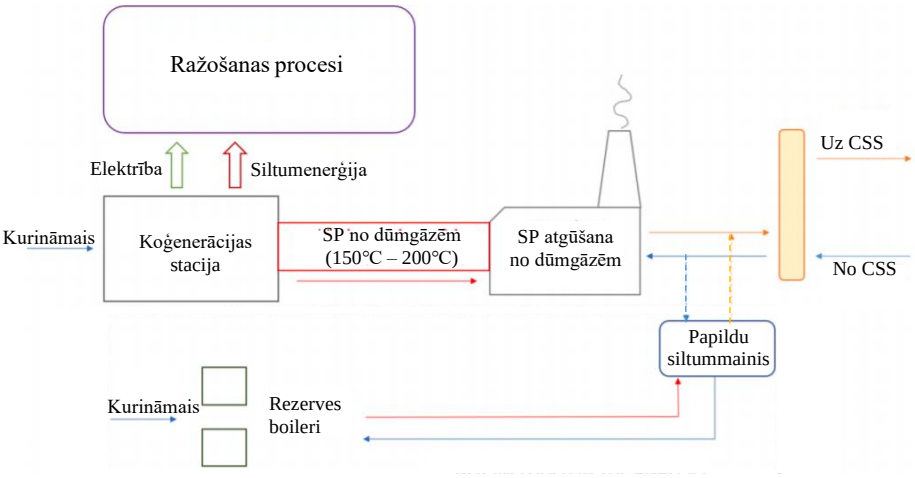
Būtisks šķērslis SP ārējai izmantošanai ir nenoteiktība par uzņēmuma un tajā notiekošo procesu nākotni. Uzņēmumam svarīgākais ir ražošanas procesi un to optimizācija, nevis SP piegāde siltuma patērētājiem. SP daudzums nemitīgi svārstās un brīžiem to rašanās var apstāties, ražošanas plānošanas dēļ, kas ir ļoti subjektīvi atkarīgs no ražotnes un tajā noritošajiem procesiem. Savukārt CSA sistēmas siltuma pieprasījums mainās nepārtraukti un vienmērīgi atkarībā no laikapstākļiem, kas ir nemainīgs faktors. Šo iemeslu dēļ SP nekad nevar kalpot kā galvenais CSA siltuma avots. Lai CSA veiksmīgi integrētu SP, ir jāapskata dažādas stratēģijas un metodes, kā arī ir nepieciešamas atbilstošas iekārtas un to sistēmas. Vēl viens būtisks šķērslis SP izmantošanai CSA ir attālums starp ražošanas uzņēmumu un CSA katlu māju. Jo lielāka ir distance, jo augstākas ir siltumtrases izbūves izmaksas [71], [72].

Industriālo SP ieviešanas ekonomiskā iespējamība ir atkarīga no vairākiem parametriem. Viens no svarīgākajiem parametriem ir darba stundas gadā. Siltuma pieprasījums siltumapgādes sistēmās ir koncentrētāks ziemas mēnešos, savukārt, SP saņemšana no industrijām ir koncentrēta vasaras mēnešos – zemās āra temperatūras dēļ, procesi rūpnīcās izdala mazāku daudzumu SP un ir jāapsilda arī pašas rūpnīcās ēkas. Rūpnīcu SP izmantošana tikai ziemas periodā, nozīmē, ka arī ienākumi būs tikai ziemas mēnešos. Tas palielina atmaksāšanās periodu un bieži vien SP padara ekonomiski neiespējamus izmantošanai. Liels apjoms ar rūpnīcu SP tiek zaudēts vasaras periodā (vai tiem pat vajag papildus dzesēšanu, kas nozīmē papildus enerģijas patēriņu), kamēr siltumapgāde ziemā pārsvarā tiek nodrošināta ar fosilajiem kurināmajiem [72].

Jo zemāka ir CSA tīklu temperatūra, jo vairāk industriālos SP iespējams integrēt. Papildus citiem ieguvumiem, piemēram, siltuma zudumu novēršanai, zemas temperatūras CSA sistēma ir īpaši izdevīga, ja ir pieejami zemas temperatūras siltuma avoti. Atgaitas temperatūru var samazināt, izmantojot plūsmas kaskādes izmantošanu, ļaujot izlietotajiem siltuma avotiem ieplūst atgaitas caurulē. CSA ir zema riska ieguldījums, kuram nav nepieciešami īsi atmaksāšanās periodi (it īpaši pilsētās), bet zema siltuma blīvuma apgabalos var būt

konkurētspējas risks. Tomēr, ja SP izmantošana ir ekonomiski rentabla un nodrošina siltumenerģijas pieprasījumu, to izmantošana var arī veicināt ekonomisko darbību piepilsētas sistēmās [78].

Apsverot siltumenerģijas izmantošanu CSA tīklos, SP potenciālu (MWh/gadā) bieži salīdzina ar patērētās siltumenerģijas apjomu. To nevar uzskatīt par veiksmīgu salīdzinājumu, jo telpu apsildes pieprasījums rodas ziemas sezonā, bet SP ir pieejami visu gadu, it īpaši vasarā. Industriālo SP izmantošana tikai ziemā nozīmē, ka ieņēmumus var gūt tikai ziemā. Tas palielina atmaksāšanās periodu un bieži vien SP integrēšanu CSA padara ekonomiski neiespējamu [78].



3.3. att. Shēma siltumenerģijas atgūšanai siltumapgādes vajadzībām [75]

Lai SP tiktu izmantoti, ir nepieciešams attīstīt efektīvu CSA infrastruktūru. Kā arī koncentrēt rūpniecības apgabalos, kur tiek patērēta siltumenerģija. Visas rūpnīcas, kas rada SP, būtu nepieciešams pieslēgt vietējam CSA tīklam. Ekonomiski neizdevīgāks variants ir SP pārvērst elektroenerģijā, tomēr ar subsīdiju palīdzību tas būtu iespējams [79].

3.3. Siltumu pārpalikumu novērtējuma potenciāla Latvijā robežas

Lai gan pastāv siltuma atgūšanas iespēja vairākās nozarēs un dažādi to atgūšanas veidi, šajā pētījumā autori veic SP potenciāla novērtēšanu no ražošanas uzņēmumiem un to integrēšanu CSA sistēmā. Jāpiebilst, ka siltuma atgūšanai un izmantošanai CSA šī pētījuma ietvaros uzmanība tika pievērsta tikai lielākajiem ražošanas uzņēmumiem, kuriem tuvumā ir esoša katlu māja. SP rodas arī lielveikalos, datu centros u.c., kas šī darba metodoloģijas sadaļā nav apskatīts.

Darbā netiek apskatīta pilnībā visa ražošanas nozare, vien tajā esošie lielākie uzņēmumi, pieņemot, ka šādiem SP būtu lielākais ekonomiskais potenciāls. Darbā apskatīti tie SP, ko varētu tieši integrēt CSA siltumtīklā, kura darba temperatūra ir no 70 līdz 90°C. Izmantojot zemākas temperatūras siltumu CSA un integrējot siltumsūkņu izmantošanu, šis potenciāls varētu būt augstāks, bet tas netiek padziļināti analizēts.

Viens no kritiskajiem parametriem, lai uzņēmumā atgūtos SP izmantotu CSA, ir attālums starp katlu māju un rūpniecības uzņēmumu (RU), tādēļ uzņēmumu atlasīšanai tika izmantots tieši attāluma parametrs. Attāluma starp RU un CSA katlu māju jeb siltumtrases garuma (X_d) noteikšanai tika izmantots *Google Maps* rīks un manuāli meklēta katram uzņēmumam tuvākā CSA katlu māja. Tālākajiem aprēķiniem tika izmantoti visi uzņēmumi, kuru attālums līdz tuvākajai katlu mājai ir zem 3 kilometriem.

Lai aprēķinātu teorētisko SP daudzumu, tika izmantota formula (3.1.), kas iekļauj tikai siltumenerģijas patēriņu rūpniecības uzņēmumā un industriālo SP potenciālu (skat. 1.1. tabulu).

$$Q_{SP} = Q_{RC} \cdot X_{SP} \quad (3.1.)$$

kur

Q_{SP} - teorētisko SP daudzums, MWh/gadā

Q_{RC} - siltumenerģijas patēriņš rūpniecības uzņēmumā, MWh/gadā

X_{SP} - industriālo SP potenciāla īpatsvars, %

Izmantotais industriālo SP potenciāla koeficients raksturo tos SP, ko varētu tieši integrēt CSA siltumtīklā, kura darba temperatūra ir no 70 līdz 90 ° C. Izmantojot zemākas temperatūras siltumu CSA un integrējot siltumsūkņu izmantošanu, šis potenciāls varētu būt augstāks.

Lineārais SP blīvums uzņēmumiem, tika noteikts, izmantojot sekojošu formulu:

$$B_{sb} = \frac{Q_{SP}}{A} \quad (3.2)$$

kur

B_{sb} – lineārais SP blīvums uzņēmumiem (MWh/km);

A - attālums starp rūpnīcu un CSA katlu māju (km).

Lai aprēķinātu kopējās pārvades līnijas no rūpnīcas līdz CSA katlu mājai izmaksas, tika izmantota 3.3. formula. Vidējās siltumtrases izmaksas šajā darbā tika pieņemtas 300 EUR/m.

$$I_t = (A \cdot i_c) / Q_{SP}, \quad (3.3.)$$

kur

I_t - kopējās siltumtrases izmaksas (EUR/MWh);

i_c - pārvades līnijas izmaksas (EUR/m);

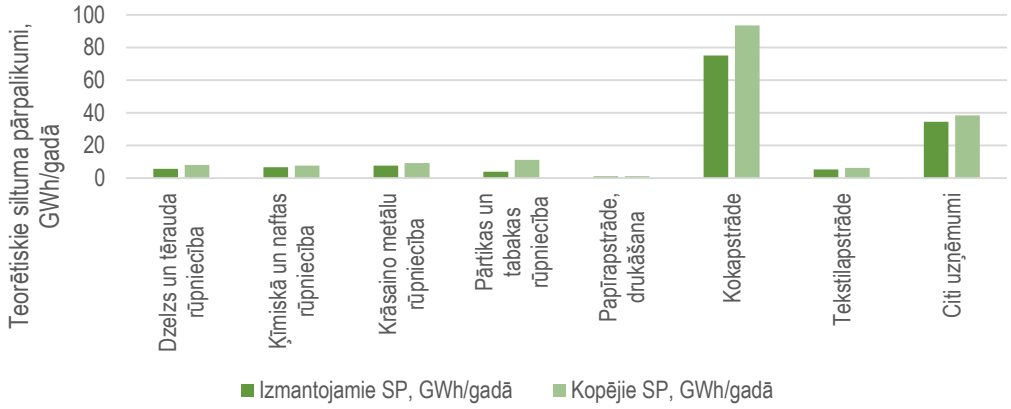
Q_{SP} - teorētiskais SP daudzums rūpnīcā (MWh/gadā).

Sākotnēji tika apkopota informācija par 394 CSA katlu mājām Latvijā. Tās tika grupētas 4 kultūrvēsturiskajos novados un atsevišķi tika izdalīta Latvijas galvaspilsēta Rīga. Attiecīgi Rīgā identificētas 37 katlu mājas, Kurzemē – 79, Zemgalē – 56, Latgalē 57 un Vidzemē – 165. Tika atlasīti 209 lielākie RU Latvijā, kuros potenciāli būtu iespējams atgūt SP. Siltuma jauda šajos uzņēmumos 2018. gadā bija aptuveni 3287 GWh, veidojot 36 % no kopējā siltuma patēriņa rūpniecības un būvniecības nozarē Latvijā. Jāņem vērā, ka darbā netiek apskatīti visi nozares uzņēmumi. Tomēr tiek pieņemts, ka šiem rūpniecības uzņēmumiem ir būtiskākais potenciāls siltuma novadīšanai siltumenerģijas tīklos Latvijā [39].

Nosakot attālumu starp rūpnīcu un CSA sistēmas katlu māju, kartēšanai atstāti 142 RU, kuriem varētu būt potenciāls atgūt siltumu, ko tālāk varētu izmantot gan uzņēmuma vajadzībām, gan nodot centralizētajā siltumapgādē. Uzņēmumi, kas netiks izmantoti kartēšanai, atrodas vairāk kā 3 kilometru attālumā no CSA katlu mājas, 3.4. attēlā šie uzņēmumi ir zem sadaļas "Lauku teritorijas". Lai gan šie uzņēmumi netiks kartēti, tas nenozīmē, ka nav potenciāla atgūt SP. Šo uzņēmumu gadījumā efektīvākais veids būtu atgūt siltumu un to izmantot uzņēmuma vajadzībām.

3.4. att. Rūpnīcas atrašanās vieta atkarība no CSA sistēmas katlu mājas

30 % no uzņēmumiem, atrodas CSA katlu mājai tuvāk par 500 metriem. Atkarībā no SP daudzuma un intensitātes, tiem ir vislielākais potenciāls nodot SP CSA sistēmā.



3.5. att. Teorētisko SP daudzums (GWh/gadā)

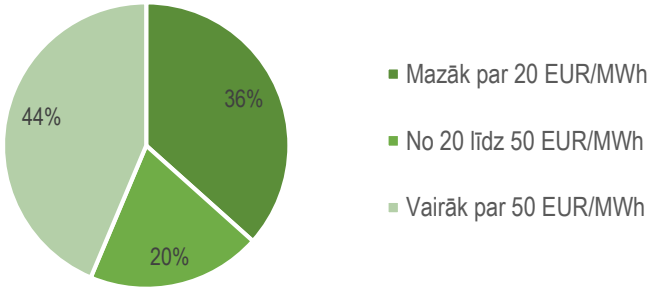
Salīdzinājums izmantojamo un kopējo teorētisko SP daudzumam (skat. 3.5. att.) parāda, ka salīdzinoši atšķirība nav liela, neskaitot kokapstrādes uzņēmumus. Apskatot grafiku gan jāņem vērā, ka tika apskatīti lielākie uzņēmumi un dažās nozarēs to ir ievērojami vairāk, tādēļ arī rezultāti ir tik atšķirīgi, tomēr domājams, ka tendence varētu palikt tāda pati. Ar izmantojamo teorētisko SP daudzumu domāti tie SP, kuru ieguves vieta jeb uzņēmums, kurā tie rodas, atrodas CSA katlu mājai tuvāk par 3000 metriem, savukārt kopējais teorētiskais SP daudzums ir ieskaitot uzņēmumu SP, kas atrodas lauku teritorijās. No atlasītajiem uzņēmumiem, gan vislielākais teorētiskais izmantojamo SP daudzums ir kokapstrādes uzņēmumiem – aptuveni 75 GWh gadā, gan vislielākais kopējo teorētisko SP daudzums - 94 GWh gadā. Diezgan augsts potenciāls ir arī "citiem uzņēmumiem".

Jāņem vērā, ka, lai gan teorētisko SP daudzums šajās nozarēs ir augsts, to izmantošana var nebūt izdevīga. Lai aplūkotu iespējamību lielā daudzuma teorētisko SP kokapstrādes uzņēmumos izmantošanu CSA, tika apskatīts atsevišķi šim uzņēmumiem attālums līdz CSA sistēmas katlu mājām.

3.6. att. Lineārā siltuma blīvums atlasīto RU nodošanai tuvākās CSA sistēmā

Siltuma blīvums (skat. 3.6. att.) norāda, cik ekonomiki pamatoti iespējams ir novadīt ražošanas uzņēmumos atgūto siltumu. Ja siltuma blīvums ir lielāks par 5 MWh/km to ir ekonomiski pamatoti novadīt CSA. Ja blīvums ir mazāks, siltumu novadīt CSA nebūs izdevīgi, jo siltuma daudzums, kas nonāks sistēmā būs neliels un nenosegs nepieciešamās investīcijas

trases izbūvei. Apskatot atlasītos uzņēmumus, var secināt, ka tikai 11 no 142 siltumu novadīt CSA būtu tehniski pamatoti.



3.7. att. Siltumtrases no atlasītajām rūpnīcām līdz tuvākajai CSA sistēmas katlu mājai izmaksas

Skatoties uz siltumtrases izmaksām pret megavatstundu (skat. 3.7. att.), ir vērojama pozitīva situācija, jo 52 ražošanas uzņēmumiem siltumtrases izmaksas ir mazākas par 20 EUR/MWh. Tas nozīmē, ka uzstādināšanas izmaksas nebūtu tik augstas un atmaksāšanās periods būtu īsāks. Ekonomiskā iespējamība un zemas izmaksas kopumā motivētu ražošanas uzņēmumus apsvērt iespēju ražošanas procesos atgūt siltumu un nodot to CSA sistēmā.

3.2. tabula

SP potenciāla tehniskais, ekonomiskais un vides novērtējums atlasītajos uzņēmumos

Industrijas veids	Siltumenerģijas patēriņš, GWh/gadā	Teorētiskais SP daudzums, MWh/gadā	Lineārais siltuma blīvums, MWh/km	Siltumtrases izmaksas, EUR/MWh	CO_2 emisiju daudzums, t CO_2/gadā
Dzelzs un tērauda rūpniecība	47	5396	54	80	9988
Ķīmiskā un naftas rūpniecība	61	6674	37	75	12289
Pārtikas un tabakas rūpniecība	462	3944	137	76	102103
Papīrapstrāde, drukāšana	10	1011	3	37	1933
Kokapstrāde	1252	75092	85	87	22045
Tekstilapstrāde	48	5263	25	53	1524
Krāsaino metālu rūpniecība	66	7555	55	45	13388
Citi uzņēmumi	332	34470	69	52	70070

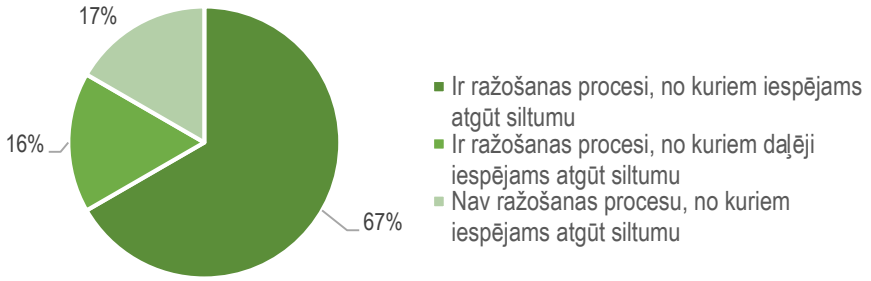
Atlasītajos uzņēmumos salīdzinot SP izmantošanas tehnisko, ekonomisko un vides novērtējumu (skat. 3.2. tabula), var redzēt, ka visaugstākais potenciāls būtu kokapstrādes vai pārtikas un tabakas rūpniecībām. Lai gan tajās ir salīdzinoši augstas siltumtrases izmaksas uz megavatstundu, tajās ir augsts siltuma blīvums un augsts CO_2 emisiju daudzums, ko būtu iespējams samazināt.

3.4. Latvijā lielāko rūpniecības uzņēmumu anketēšana

Lai novērtētu esošo situāciju ar SP atgūšanu rūpniecības uzņēmumos, tika veikta lielāko rūpniecības uzņēmumu anketēšana.

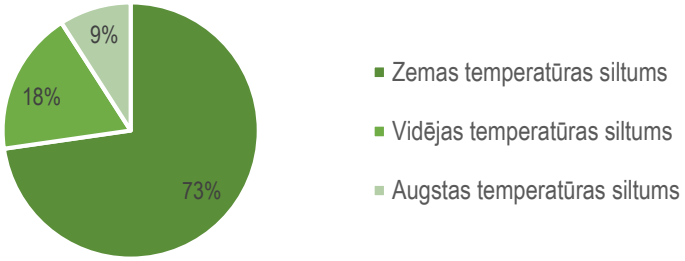
Tika izveidota anketa Latvijā lielāko RU apzināšanai. Anketas mērķis bija noskaidrot situāciju Latvijā lielākajos RU – kur uzņēmums iegūst siltumenerģiju, vai šobrīd siltumu atgūst, vai plāno to darīt, kāda ir informētība par siltuma atgūšanu un, ja tas netiek darīts, tad kādēļ. Anketa sastāv no 5 lielajām daļām – vispārīgā informācija, siltumenerģija, siltuma atgūšana, atgūtais siltums netiek nodots CSA un apgalvojumu par siltuma atgūšanas tehnoloģijām novērtējums. Anketa tika izsūtīta aptuveni 500 rūpniecības uzņēmumiem. Atsaucība no uzņēmumiem bija ļoti zema – anketu aizpildīja vien 18 uzņēmumi no 10 dažādām darbības nozarēm, tādēļ šī anketa vairāk izmantojama, lai saprastu vai Latvijā siltums šobrīd tiek atgūts un vai uzņēmumi vispār zina par tādu iespēju.

Pozitīva tendence vērtējama jautājumā par siltuma atgūšanu rūpniecības uzņēmumos, jo 67 % no respondentiem jau siltumu atgūst un vien 33 % respondentu šobrīd siltumu ražošanas uzņēmumā neatgūst. Lai gan 33 % uzņēmumu šobrīd siltumu neatgūst, 67 % no šiem uzņēmumiem ir SP, ko varētu pilnībā vai daļēji atgūt (skat. 3.8. att.). 67 % no šiem uzņēmumiem, ir apsvēruši iespēju to darīt, taču tas nav īstenots pārāk lielā attāluma starp rūpnīcu un patērētājiem dēļ, augsto investīciju un atmaksāšanās laika dēļ. Tiek minēts arī informācijas un zināšanu trūkums un pārāk neliels labums uzņēmumam, salīdzinot ar to, kas ir jāiegulda, lai siltumu sāktu atgūt. Uzņēmumiem, kas siltumu neatgūst, tika jautāts arī vai gadījumā, ja siltumu sāktu atgūt, uzņēmumi būtu gatavi sadarboties ar CSA uzņēmumiem un nodot siltumenerģiju siltumtīklos. Uz šo jautājumu tika saņemta lielākoties negatīva nekā pozitīva atbilde.



3.8. att. SP uzņēmumos, kas siltumu neatgūst

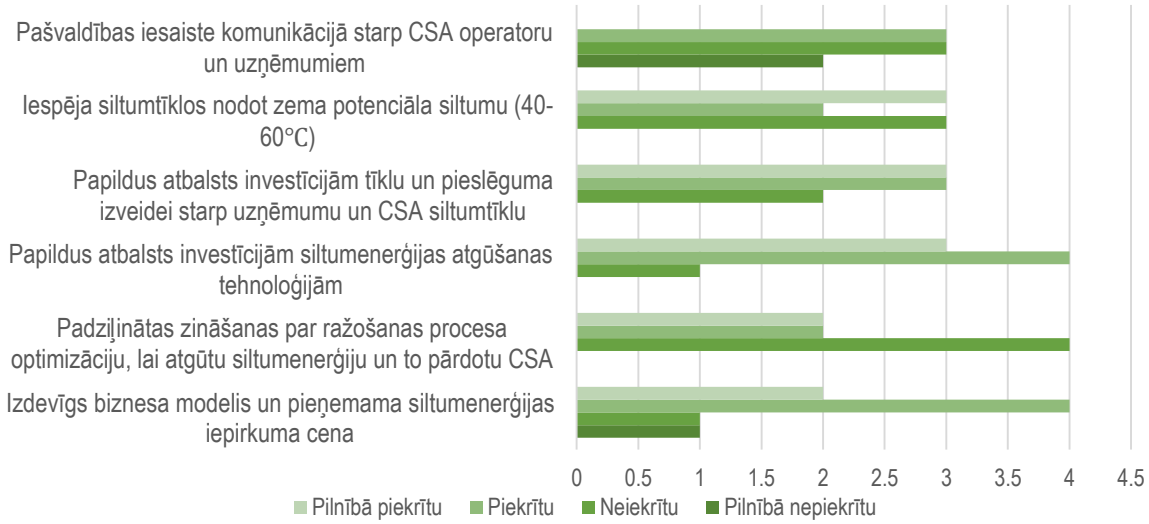
No 67 % respondentiem, kas šobrīd uzņēmumos atgūst siltumu, 25 % siltumu uzkrāj un 33,3 % siltumu nodod centralizētajai siltumapgādei. Atgūtā siltuma temperatūra svārstās no 17°C līdz pat 1000°C - lielākoties gan šī temperatūra nepārsniedz 100°C (skat. 3.9. att.).



3.9. att. Anketējamo uzņēmumu SP temperatūru iedalījums

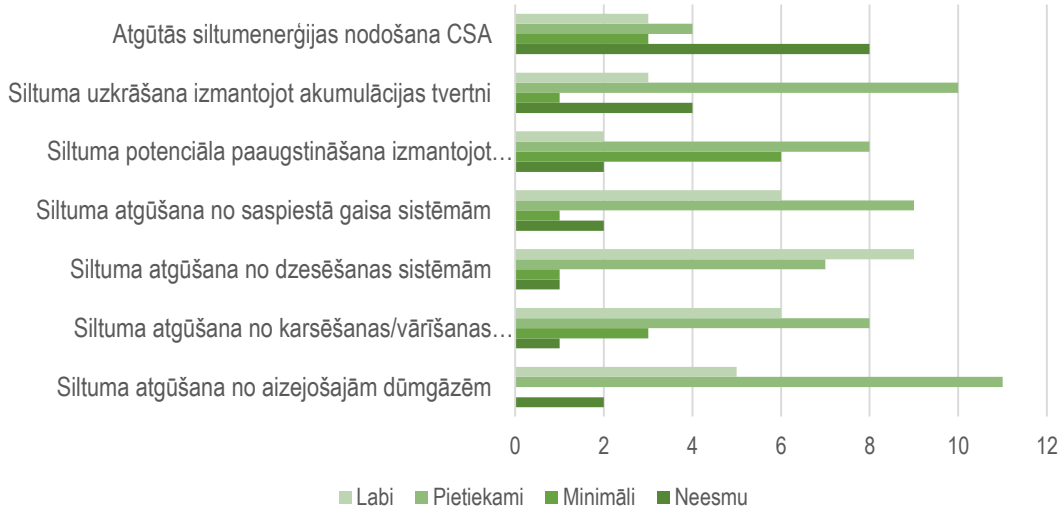
Siltuma atgūšanai biežāk lietotā tehnoloģija ir siltummainis, tiek izmantots arī dūmgāžu ekonomaizers. Ir uzņēmumi, kas siltumu neatgūst tehnoloģiski, bet ražošanas telpām neizmanto apkures sistēmu, jo ražošanas iekārtas uztur siltumu telpās. Siltuma uzkrāšanai tiek lietotas

akumulācijas tvertnes. Atgūtais siltums gandrīz visos gadījumos tiek izmantots tieši telpu apsildei vai karstā ūdens ieguvei, bet ir uzņēmumi, kas šo siltumu izmanto arī ražošanas procesiem.



3.10. att. Faktori, kas veicinātu ražošanas uzņēmumu sadarboties ar CSA operatoru un nodot siltumu siltumtīklos

3.10. attēlā redzams, ka, lai uzņēmumi sadarbotos ar CSA, par svarīgākajiem faktoriem uzskatāma iespēja siltumtīklos nodot zema potenciāla siltumu, papildu atbalsts investīcijām tīklu un pieslēguma izveidei starp uzņēmumu un CSA siltumtīklu, kā arī papildus atbalsts investīcijām siltumenerģijas atgūšanas tehnoloģijām. Par mazsvarīgāko faktoru uzskatāmas padziļinātas zināšanas par ražošanas procesa optimizāciju, lai atgūtu siltumenerģiju un to pārdotu CSA.



3.11. att. Ražošanas uzņēmumu zināšanas par siltuma atgūšanas tehnoloģijām

Kopumā uzņēmumi ir pietiekami informēti par siltuma atgūšanas tehnoloģiskajiem risinājumiem (skat. 3.11. att.). Vislabāk uzņēmumi ir informēti par siltuma atgūšanu no dzesēšanas sistēmām, kā arī no aizejošajām dūmgāzēm un siltuma uzkrāšanu, izmantojot

akumulācijas tvertni. Savukārt vismazākais uzņēmumu informētas līmenis ir par siltumenerģijas nodošanu CSA sistēmā un siltuma uzkrāšanu.

3.5. Rekomendācijas siltuma pārpalikumu integrēšanai

Lai apkopotu darbā iegūto informāciju, tika izveidota SVID analīze. SVID analīze parāda, ka siltuma atgūšanai un izmantošanai CSA sistēmā ir jāskatās pēc individuālas pieejas RU, jo šāda prakse jau ir atrodama Latvijā. Atbalsta mehānismi noteikti būtu motivācija uzņēmumiem sākt SP atgūt, jo zināšanu uzņēmumiem par SP atgūšanas tehnoloģijām netrūkst. Gadījumos, kad SP novadīšana CSA nav tehniski un ekonomiski pamatota, atgūto siltumu uzņēmums var izmantot savām vajadzībām, tā mazinot radīto ietekmi uz vidi.

3.3. tabula

SVID analīze SP izmantošanai centralizētajā siltumapgādē

Stiprās puses	Vājās puses
• Latvijā ir ražošanas uzņēmumi, kas siltumu atgūst un izmanto turpat uzņēmumā ražošanas procesiem vai telpu apsildei • Ir uzņēmumi, kas atrodas ļoti tuvu CSA katlu mājai un tiem ir lieli siltuma zudumi, tādējādi uzņēmuma radītos SP būtu ekonomiski un tehniski pamatoti nodot CSA • Rūpniecības uzņēmumi ir labi informēti par siltuma atgūšanas tehnoloģijām • Ir ražošanas uzņēmumi, kas atgūto siltumu uzkrāj akumulācijas tvertnēs, tā padarot to ērtāk izmantojamu CSA • Latvijā ir atrodami uzņēmumi, kas atgūtos SP jau tagad novada CSA	• Augstas uzstādīšanas izmaksas • Ilgs atmaksāšanās periods • Nav atbalsta mehānismu, kas uzņēmumus motivētu atgūto siltumu novadīt CSA • Atgūtā siltuma uzkrāšana • Lielai daļai RU attālums līdz katlu mājai ir pārāk liels, kas SP izmantošanu padarītu tehniski un ekonomiski neiespējamu • Lielai daļai uzņēmumu nav vēlmes sadarboties ar CSA gadījumā, ja uzņēmumā sāktu atgūt siltumu • Ir maz lielo ražošanas uzņēmumu, kuru siltuma blīvums būtu lielāks par 5 MWh/km, lai SP būtu izdevīgi novadīt CSA • Uzņēmumos atgūtais siltums lielākoties ir ar temperatūru mazāku par 100°C, kas apgrūtina SP integrēšanu CSA, jo Latvijā pagaidām nav 4. paaudzes CSA
Iespējas	**Draudi**
• CO_2 radīto emisiju samazināšanās enerģētikas sektorā • Labā piemēra pārņemšana arī citos uzņēmumos un sektoros • Pašvaldību ieinteresētība un atbalsta mehānismi veicinātu uzņēmumus siltumu atgūt un novadīt CSA • Bez ražošanas sektora, SP ir atrodami arī citos sektoros, kuros varētu apskatīt iespēju siltumu atgūt un novadīt CSA • Nākotnē ar vien biežāk tiks izmantotas ceturtās un piektās paaudzes siltumapgādes sistēmas, kurās daļa no izmantotā siltuma ir arī SP • Visaugstākais potenciāls SP atgūšanai un izmantošanai CSA ir kokapstrādes un pārtikas un tabakas ražošanas nozarēs	• Atgūtā siltuma temperatūru nesakritība ar nepieciešamo siltuma temperatūru CSA • Sezonu nesakritība – SP visvairāk rodas vasaras sezonā, savukārt vislielākais siltumenerģijas pieprasījums ir ziemas sezonā • Nav informācijas par CSA vēlmi sadarboties ar ražošanas uzņēmumiem • Uzņēmumi var nebūt ieinteresēti dalīties ar savu pieredzi par siltuma atgūšanas tehnoloģijām un to tālāku izmantošanu • CSA Latvijā tik drīz varētu nepāriet uz jaunāku paaudžu siltumapgādes sistēmām, tā apgrūtinot atgūto SP izmantošanu tajās.

Literatūras analīze liecina, ka industriālajos procesos ir novērojams milzīgs SP daudzums dažādās temperatūrās. Tādēļ šo SP savākšanā un izmantošanā tālāk ir potenciāls. Šobrīd

pastāv vairākas siltuma atgūšanas tehnoloģijas un izmantošanas iespējas, piemēram, siltuma atgūšana izmantojot siltummaini vai temperatūru paaugstināšana, izmantojot siltumsūkni, tādēļ SP atgūšana un izmantošana kļūst arvien pieejamāka un izdevīgāka.

Atgūto siltumu visefektīvāk ir izmantot turpat uzņēmumā citos ražošanas procesos vai telpu apsildei, bet liela daudzuma SP gadījumā tos ir iespējams novadīt citiem uzņēmumiem, ēkām vai CSA. SP Latvijas gadījumizpētes rezultāti liecina, ka siltumenerģijas tarifs un SP avota attālums līdz CSA ir kritiskie faktori, lai integrētu SP CSA.

Kopā pētījumā apskatīto ražošanas uzņēmumu teorētiskais SP daudzums ir 272 GWh gadā. Aptuveni 72 % no šiem uzņēmumiem atrodas CSA sistēmai tuvāk par 2 km, kas ir kritiskais parametrs SP novadīšanai CSA sistēmā. Tomēr tikai 8 % no šiem uzņēmumiem siltuma blīvums ir virs 5 MWh uz km, kas šo uzņēmumu radīto SP ieviešanu centralizētajā siltumapgādē padarītu tehniski un ekonomiski izdevīgu.

Anketēšana parādīja, ka Latvijā ir ražošanas uzņēmumi, kas siltumu atgūst un izmanto uzņēmuma vajadzībām – telpu apsildei, ražošanas procesiem. Ir arī atrodami uzņēmumi, kas jau atgūto siltumu novada CSA sistēmā. Daļa no šiem uzņēmumiem siltumu arī uzkrāj, izmantojot akumulācijas tvertnes. Papildus, SP identificēšana jāveic lokālā līmenī, pašvaldību attīstību plānos norādot, kur atrodas lielākie ražošanas uzņēmumi, kuri varētu būt ar SP potenciālu.

Ražošanas uzņēmumi Latvijā ir labi informēti par dažādām siltuma atgūšanas tehnoloģijām, kā arī par siltuma uzglabāšanu izmantojot akumulācijas tvertnes.

RU savus atgūtos SP nodot CSA sistēmās motivētu iespēja siltumtīklos nodot zema potenciāla siltumu, papildu atbalsts investīcijām tīklu un pieslēguma izveidei starp uzņēmumu un CSA siltumtīklu, kā arī papildus atbalsts investīcijām siltumenerģijas atgūšanas tehnoloģijām. Līdz ar to, lai paaugstinātu SP izmantošanu, ražošanas uzņēmumiem un CSA uzņēmumiem nepieciešams atbalsts finansējumam pieslēguma un cauruļvadu ierīkošanai, lai atgūtos SP ļautu integrēt CSA.

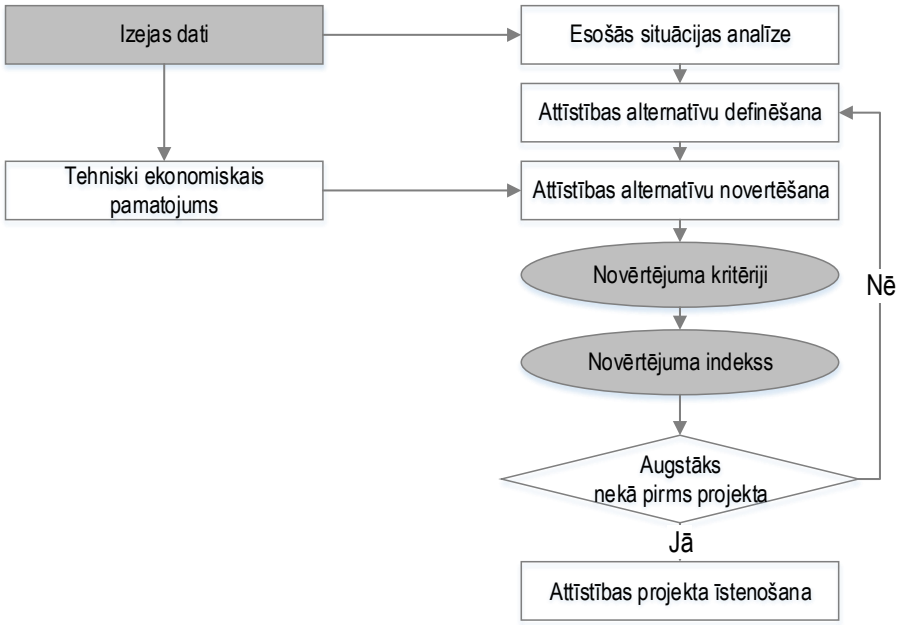
Uzņēmumi, kas siltumu neatgūst, ir apsvēruši iespēju to darīt, bet nav to ieviesuši pārāk lielā attāluma starp rūpnīcu un patērētājiem dēļ, augsto investīciju un atmaksāšanās laika dēļ. Tika minēts arī informācijas un zināšanu trūkums un pārāk neliels labums uzņēmumam, salīdzinot ar to, kas ir jāiegulda, lai siltumu sāktu atgūt. Būtu nepieciešams veicināt diskusiju starp CSA uzņēmumiem un ražošanas uzņēmumiem, kur varētu piedalīties pašvaldība kā galvenā ieinteresētā puse.

Šobrīd ražošanas uzņēmumos radušos SP, to zemo temperatūru dēļ, nebūtu iespējams tieši novadīt CSA, tiem būtu nepieciešama priekšsildīšana, kas apgrūtinātu SP izmantošanu. Līdz ar to, jāveicina CSA uzņēmumu pāreja uz 4. paaudzes siltumapgādes sistēmu, lai atgūtos SP būtu vieglāk integrēt CSA.

4. IZMAKSU EFEKTIVITĀTES UN VIDES KRITĒRIJU IDENTIFICĒŠANA JAUNU SILTUMENERĢIJAS RAŽOŠANAS JAUDU UZSTĀDĪŠANAI. METODIKAS IZSTRĀDE KRITĒRIJU DEFINĒŠANAI

Ņemot vērā iepriekšējās nodaļās aprakstīto CSA sistēmu ilgtermiņa attīstības plānu nozīmi, kā arī SP izmantošanas perspektīvas nākotnē, aizvien būtiskāk ir izvērtēt jaunu siltuma ražošanas jaudu uzstādīšanas nepieciešamību esošajās siltumapgādes sistēmās. Pieaugošā ēku energoefektivitāte, kā arī sarūkošais iedzīvotāju skaits var būtiski samazināt esošās siltumslodzes, tādēļ lēmums investēt jaunās siltuma ražošanas iekārtās ir jāizvērtē ņemot vērā dažādus aspektus, veicinot siltumapgādes sistēmas efektivitātes un ilgtspējības paaugstināšanos. 4.1. attēlā parādīts algoritms ar galvenajiem soļiem, lai novērtētu dažādas esošās siltumapgādes sistēmas attīstības perspektīvas.

Izvērtējuma pirmais solis ir detalizēta esošās situācijas analīze, apkopojot informāciju par būtiskākajiem siltumapgādes sistēmas darbības rādītājiem pēdējo 3 līdz 5 gadu laikā. Veicot novērtējumu, jāņem vērā tāda sākotnējā informācija, ka saražotās un patērētās siltumenerģijas daudzums, kurināmā patēriņš, siltuma ražošanas efektivitāte, ekonomiskie rādītāji, klimatiskie apstākļi u.c.

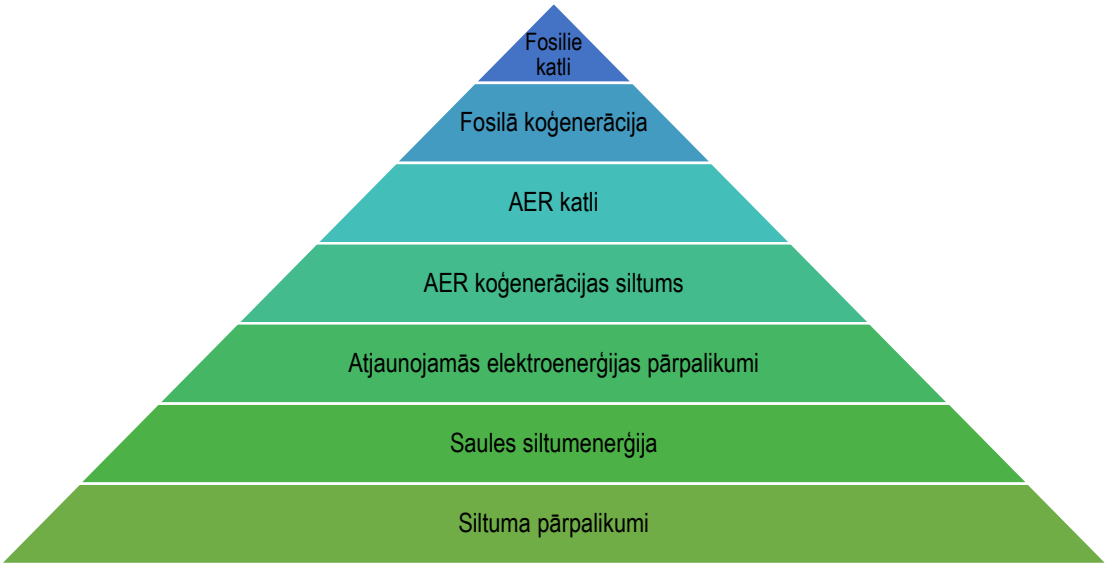


4.1.att. Siltumapgādes sistēmu attīstības alternatīvu salīdzināšanas algoritms

Pēc esošās situācijas analīzes, nepieciešams definēt vairākas alternatīvas nākotnes CSA sistēmas attīstībai. Apskatot dažādas siltuma ražošanas iespējas, būtu nepieciešams vadīties pēc siltuma avotu prioritizēšanas shēmas, kas parādīta 4.2.attēlā. Pirmā alternatīva, ko nepieciešams izvērtēt ir siltuma atgūšana no CSA sistēmai tuvumā esošajiem ražošanas uzņēmumiem, lielveikaliem, datu centriem un citiem potenciālajiem SP avotiem. Pēc SP apzināšanas, papildus slodzes segšanai vēlams izmantot saules siltumenerģiju, kas var ekonomiski pamatoti un bez papildus emisijām nodrošināt siltumenerģijas ražošanu vasaras periodā vai ilgākā periodā, izmantojot sezonālo akumulācijas sistēmu.

SP un saules siltumapgādes sistēmu iespējams kombinēt ar siltumsūkņiem, kas izmanto saules un vēja elektroenerģiju brīžos, kad rodas AER elektroenerģijas pārpalikumi. Šādai

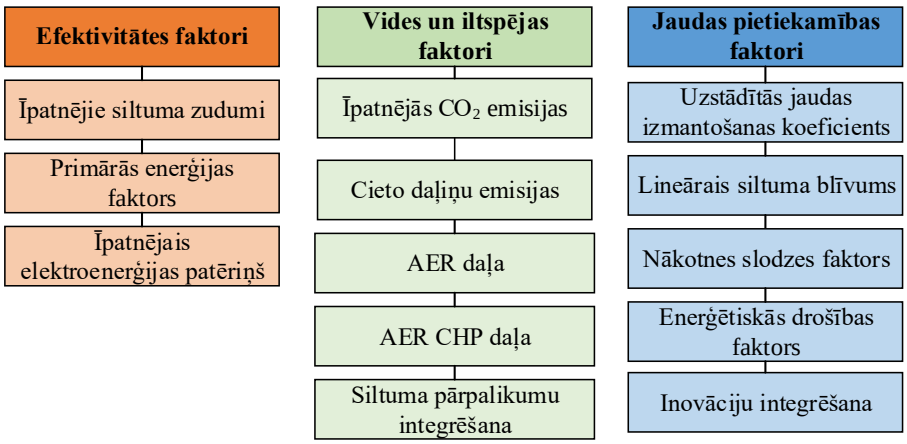
kombinētai alternatīvai būtiski ietvert arī akumulācijas sistēmu, veicinot siltumapgādes sistēmas drošību.



4.2.att. Siltuma avotu prioritizēšana

Kā nākamais prioritārais siltuma avots var tikt uzskatīta siltumenerģija, kas ražota izmantojot AER koģenerāciju vai AER katlus. Attiecīgi, plānojot jaunas biomasas katlu jaudas, prioritāri jāanalizē, vai pamatslodzi nav iespējams nosegt ar SP, saules siltumenerģiju vai AER pārpalikumiem, izmantojot biomasas katlus tikai pīķa slodzes segšanai. Prioritāro energoavotu piramīdas augšējā daļā kā nevēlamākie siltumavoti atrodas fosilie katli un fosilā koģenerācija, kuru izmantošanu būtu nepieciešams minimizēt vai izslēgt pavisam.

Tālāk identificētās siltuma ražošanas alternatīvas tiek izvērtētas gan veicot, tehniski ekonomisko pamatojumu, nosakot izmaksas un finanšu plūsmas pie dažādiem siltuma ražošanas veidiem un pamatnosacījumiem, gan papildus identificējot kritērijus, lai ņemtu vērā nākotnes attīstības perspektīvas ceļā uz klimatneitrālu un ilgtspējīgu attīstību. Kritēriji ietver efektivitātes, vides un ilgstpējas, kā arī jaudas pietiekamības faktorus (sk.4.3.att.), katram no šiem aspektiem iekļaujot vairākus apakškritērijus. Detalizēta metodika kritēriju noteikšanai aprakstīta nākošajā nodaļā.



4.3.att. Novērtējuma kritēriji

Analizētie kritēriji, novērtējot dažādus alternatīvos tehnoloģiskos risinājumus, tiek piemēroti analizējot visu konkrētajā centralizētajā siltumapgādes sistēmā pieslēgto siltuma avotu darbību iekļaujot gan siltumenerģijas pārvadi, gan ražošanu. Attiecīgi, nepieciešams ņemt vērā gan siltumapgādes ražošanas parametrus siltumapgādes ražošanas operatoram piederošos objektos, gan pārvades operatora darbība, gan iepirktās siltumenerģijas daudzums, kas tiek iepirkts no citiem operatoriem

Tālāk noteiktie kritēriji tiek apvienoti novērtējuma kompleksajā indeksā, izmantojot daudzkritēriju analīzes metodi, jo pie dažādām alternatīvām atsevišķi kritēriji var būt augstāki vai zemāki, salīdzinot ar esošo situāciju, nesniedzot vispusīgu novērtējumu. Ja noteiktais indekss norāda uz siltumapgādes sistēmas darbības uzlabojumu salīdzinot ar esošo situāciju, tad attīstības alternatīva var tikt īstenota, bet ja rādītājs ir zemāks, tad nepieciešams identificēt citu siltumapgādes sistēmas attīstības virzienu.

4.1. Efektivitātes faktori

Kā viens no efektivitātes faktoriem ir **īpatnējie (relatīvie) siltuma zudumi (%)**, kas parādā, cik efektīvi darbojas siltumapgādes pārvades sistēma. Siltumenerģijas zudumi tiek aprēķināti kā saražotās siltumenerģijas daudzuma un nodotās siltumenerģijas daudzuma starpības attiecībā pret kopējo saražoto siltumenerģijas daudzumu.

$$q_{zud} = \frac{Q_{raž} - Q_{pat}}{Q_{raž}} \quad (4.1)$$

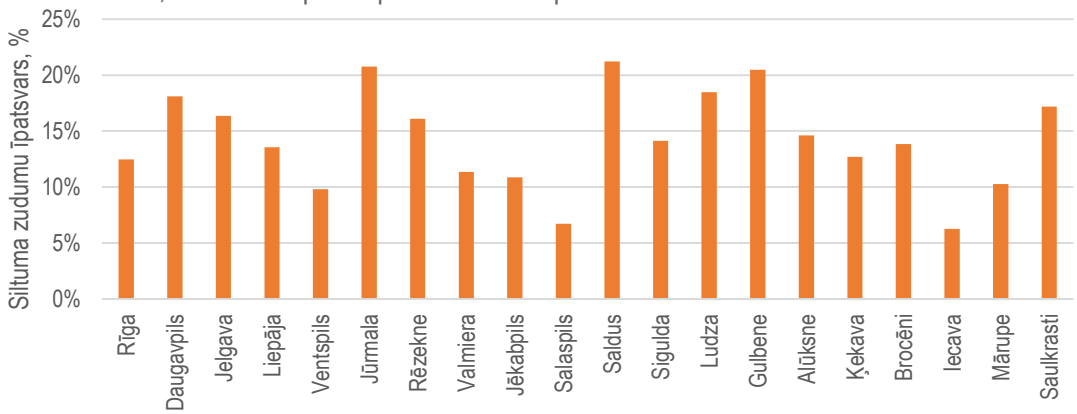
kur,

q_{zud} – īpatnējie siltumenerģijas zudumi, %;

$Q_{raž}$ – siltumapgādes sistēmas saražotais siltumenerģijas daudzums, MWh gadā;

Q_{pat} – patērētājiem nodotais siltumenerģijas daudzums, MWh gadā.

Īpatnējie siltumenerģijas zudumi saskaņā ar Ministru Kabineta noteikumos Nr. 243 "Noteikumi par energoefektivitātes prasībām licencēta vai reģistrēta energoapgādes komersanta valdījumā esošām CSA sistēmām un to atbilstības pārbaudes kārtību" nedrīkst būt augstāki par 17% [80]. Tomēr, kā redzams 4.4.attēlā vairākās CSA sistēmās siltumenerģijas zudumi pārsniedz 20%, kas liecina par nepieciešamību optimizēt siltumtīklu darbību.



4.4.att. Siltumenerģijas zudumu salīdzinājums dažādās CSA sistēmās (2017.-2019.gada vidējie rādītāji)

Primārais enerģijas faktors (PEF) norāda, cik daudz kurināmā tiek patērēts kā primārās enerģijas avots un veidojas no primāras enerģijas patēriņa kurināmajam, koģenerācijā saražotās elektroenerģijas daudzuma, piemērotā primārās enerģijas faktora kurināmajam un elektroenerģijai, kas sniegts 4.1.tabulā un piegādātā siltumenerģijas daudzuma.

$$PEF = \frac{\sum_j B_j \cdot f_{p,j} - E_{CHP} \cdot f_{p,el}}{Q_{pat}} \quad (4.2)$$

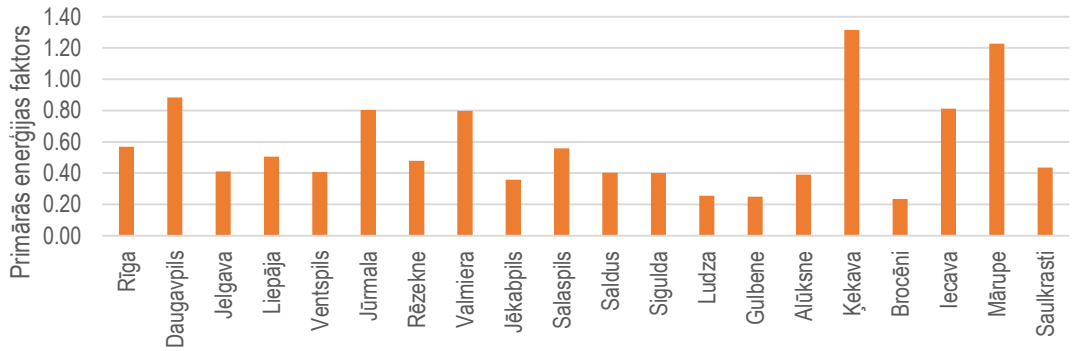
kur,
PEF - primārās enerģijas faktors;
B_j – ievadītās kurināmā enerģijas daudzums *j*, MWh gadā;
E_{CHP} - koģenerācijā saražotās elektroenerģijas daudzums, MWh gadā;
E_{pat} – siltumavotos patērētās elektroenerģijas daudzums, MWh gadā
$f_{p,j}$ - primārās enerģijas faktors kurināmajam *j*;
$f_{p,el}$ - elektroenerģijas primārās enerģijas faktors;
Q_{pat} - patērētājiem piegādātais siltumenerģijas daudzums, MWh gadā.

PEF dažādiem kurināmajiem nosaka saskaņā ar Ministru kabineta noteikumos Nr. 222 "Ēku energoefektivitātes aprēķina metodes un ēku energosertifikācijas noteikumi" norādītajām vērtībām. Lielākajā daļā literatūras avotu SP tiek uzskatīti par AER, jo pretējā gadījumā šis siltums netiktu izmantots [81]. Pētījumos tiek secināts, ka, ja uzņēmumā, no kura tiek iepirkti siltumenerģijas pārpalikumi, ir darīts viss, lai optimizētu enerģijas patēriņu, tad var pieņemt, ka SP nerada ietekmi uz vidi, taču šis jautājums joprojām tiek apspriests. Ja iepirktā siltumenerģija tiek saražota kā papildus enerģija un nodota centralizētajai siltumapgādei, tad to nevar uzskatīt par SP un tai tiek piemērots attiecīgā kurināmā PEF.

4.1.tabula

Primārās enerģijas faktori neatjaunojamo energoresursu daļai [82]

Energonesējs vai enerģijas avots		Primārās enerģijas faktors f_p
Kurināmie	dīzeļdegviela	1,1
	dabas gāze	1,1
	sašķidrinātā naftas gāze	1,1
	akmeņogles (antracīts)	1,1
	brūnogles (lignīts)	1,2
	biogāze	0,5
	koksne	0,2
Elektroenerģija no elektrotīkliem		1,9
Siltumenerģijas pārpalikumi		0
Uz vietas saražotā AER	Saules termālā un elektroenerģija	0
	Vēja enerģija	0
	Vides enerģija	0



4.5.att. Primārā enerģijas faktora salīdzinājums dažādās CSA sistēmās (2017.-2019.gada vidējie rādītāji)

4.5.attēlā redzams PEF salīdzinājums dažādās CSA sistēmās, balstoties uz 2017.-2018.gada kurināmā un elektroenerģijas patēriņa, saražotās siltumenerģijas un elektroenerģijas vērtībām. Sistēmām, kurās kā galvenais kurināmais tiek izmantota biomasa vai citi AER, PEF vērtība ir zemāka, savukārt dabasgāzes sistēmās (piemēram, Ķekavā, Mārupē, Daugavpilī) šī vērtība ir augstāka.

Papildus tiek novērtēts **elektroenerģijas patēriņš siltumenerģijas ražošanai (kWh/MWh)**, nosakot īpatnējo elektroenerģijas patēriņu uz saražotās siltumenerģijas daudzumu. Īpatnējā elektroenerģija patēriņa noteikšanā tiek ņemts vērā siltumavotā uz vietas saražotās elektroenerģijas daudzums pašpatēriņa segšanai siltumenerģijas ražošanai.

$$e_{pat} = \frac{(E_{pat} - E_{AER}) \cdot 1000}{Q_{raž}} \quad (4.3)$$

kur,

e_{pat} - īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh;

E_{pat} - elektroenerģijas patēriņš siltuma ražošanai un pārvadei, MWh gadā;

E_{AER} – elektroenerģijas daudzums, kas saražots no AER katlu mājas vajadzībām, MWh gadā;

$Q_{raž}$ - kopējais saražotais siltumenerģijas daudzumus, MWh gadā.

4.2. Vides un ilgtspējas faktori

Īpatnējas CO_2 emisijas (kg/MWh) tiek noteiktas saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 42 "Siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodika", kas nosaka vienota siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodiku, lai novērtētu pasākumu un projektu ietekmi uz klimata pārmaiņām [83]. Īpatnējas CO_2 emisijas (kg/MWh) tiek aprēķinātas, ņemot vērā attiecīgo kurināmo CO_2 emisiju faktorus, kā arī saražotās siltumenerģijas un elektroenerģijas daudzumu.

$$m_{CO2} = \frac{(\sum_j B_j \cdot K_j + (E_{\text{pat}} - E_{AER}) \cdot K_{el,t} + E_{AER} \cdot K_{el,AER}) \cdot 1000}{Q_{raž} + E_{CHP}} \quad (4.4)$$

kur

B_j – ievadītās kurināmā enerģijas daudzums *j,* MWh gadā;

$Q_{raž}$ – siltumapgādes sistēmas saražotais siltumenerģijas daudzums, MWh gadā.

E_{pat} - elektroenerģijas patēriņš siltuma ražošanai un pārvadei, MWh gadā;

E_{AER} – elektroenerģijas daudzums, kas saražots no AER katlu mājas vajadzībām, MWh gadā;

K_j–CO_2 emisiju faktors kurināmajam *j,* kg/MWh;

K_{el} - CO_2 emisiju faktors elektroenerģijai no elektrotīkliem, kg/MWh

$K_{el,\ AER}$ - CO_2 emisiju faktors elektroenerģijai no AER, kg/MWh

E_{CHP} - koģenerācijā saražotās elektroenerģijas daudzums, MWh gadā;

4.2.tabulā ir apkopoti pieņēmumi par CO_2 emisiju faktoriem atkarība no enerģijas veida. Pieņēmumu par CO_2 emisiju faktoriem ir saskaņā ar Eiropas Komisijas Regulu Nr.601/2012 par siltumnīcefekta gāzu emisiju monitoringu un ziņošanu saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2003/87/EK VI pielikumu

4.2.tabula

Pieņēmumi par CO_2 emisiju faktoriem [83]

Energonesējs vai enerģijas avots		CO_2 emisijas faktors, kg/MWh
Kurināmie, K_j	dīzeļdegviela (gāzeļļa/dīzeļeļļa)	267
	degvieleļļa (kurināmais mazuts)	279

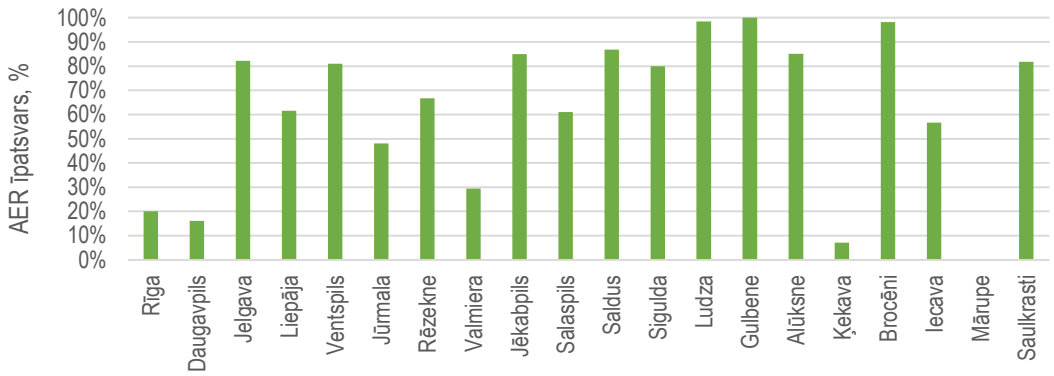
	dabas gāze	202
	sašķidrinātā naftas gāze	227
	akmeņogles (antracīts)	354
	brūnogles (lignīts)	364
	koksne	0
	kūdra	364
Siltumenerģijas pārpalikumi		0
Elektroenerģija	no elektrotīkliem, K_{el}	109
	no AER, $K_{el,\ AER}$	7

Atjaunojamo energoresursu daļa (%) tiek aprēķināta kā attiecība starp siltumenerģijas daudzumu, kas saražots, izmantojot AER, un kopējo saražoto siltumenerģijas daudzumu.

$$AER = \frac{Q_{raž\ AER}}{Q_{raž}} \quad (4.5)$$

kur

$Q_{raž\ AER}$ – saražotais siltumenerģijas daudzums no AER, MWh gadā;



4.6.att. AER īpatsvara salīdzinājums dažādās CSA sistēmās (2017.-2019.gada vidējie rādītāji)

Kā redzams 4.6. attēlā, Latvijā jau šobrīd darbojas CSA sistēmas, kurām izdevies pilnībā pāriet uz AER izmantošanu. Tomēr vairākas sistēmas vēl aizvien siltumenerģijas ražošanai izmanto dabasgāzi vai citus fosilos energoresursus.

Atjaunojamo energoresursu daļa koģenerācijai (%) tiek aprēķināta no datiem par AER CHP saražoto siltumenerģiju un kopējā saražotā siltumenerģijas daudzuma.

$$AER\ CHP = \frac{Q_{raž\ AER\ CHP}}{Q_{raž}} \quad (4.6)$$

kur

$Q_{raž\ AER\ CHP}$ – saražotais siltumenerģijas daudzums no AER koģenerācijā, MWh gadā;

Siltuma pārpalikumu izmantošanas īpatsvars (%) tiek aprēķināts kā attiecība starp siltumapgādē integrēto SP daudzumu un kopējo saražotās siltumenerģijas daudzumu.

$$SP = \frac{Q_{SP}}{Q_{raž}} \quad (4.7)$$

kur

Q_{SP} – siltumapgādes sistēmā integrēto SP daudzums, MWh gadā;

Biomasas un citu kurināmo sadedzināšanas rezultātā būtisku kaitējumu cilvēka veselībai rada cieto daļiņu emisijas. **Cieto daļiņu emisijas** (kg) ir gaisa piesārņojums, kura novērtēšanai nozīmīgs radītājs ir cieto daļiņu izmērs un koncentrācijas, bet emisiju aprēķins ir atkarīgas no kurināmā patēriņa un pieņēmuma par cieto daļiņu emisijas faktora, kā arī no saražotā siltumenerģijas un elektroenerģijas daudzuma. Pieņēmums par cieto daļiņu emisijas faktoru tiek iedalīts pēc tehnoloģijas veida un cieto daļiņu izmēra, sk. 4.3.tabula.

$$PM = \frac{\sum_j B_j \cdot n_{PM,j}}{Q_{raž} + E_{CHP}} \quad (4.8)$$

kur

$n_{PM,j}$ - pieņēmumi par cieto daļiņu emisiju faktoriem, g/MWh;

4.3.tabula

Pieņēmumi par cieto daļiņu emisiju faktoriem PM 10 un PM 2.5

Sadedzināšanas tehnoloģija un kurināmais	Cieto daļiņu emisiju faktors, g/MWh
Dabasgāzes sadedzināšana katlos, >1 MW	0,14
Granulu sadedzināšana katlos, <1 MW	76,00
Šķeldas sadedzināšana katlos, >1MW	18,33
Dīzeļdegvielas sadedzināšana katlos, >1MW	3,00

Papildus jau augstāk minētajām ietekmēm var novērtēt arī ārējās vides izmaksas, kas rodas siltuma ražošanas procesā. Siltumenerģijas ražošana var kaitīgi ietekmēt cilvēka veselību, veicināt toksisko vielu emisijas apkārtējā vidē, veicināt resursu noplicināšanu un palielināt aizņemtās zemes teritorijas [84]. Šādas vides ietekmes var tikt raksturotas kā ārējās vides izmaksas, tomēr šādu ietekmju precīzai novērtēšanai būtu nepieciešami papildus pētījumi.

4.3. Jaudas pietiekamības faktori

Jaudas pietiekamības faktori apvieno vairākus rādītājus, kas ļauj salīdzināt CSA sistēmas atbilstību esošajai un nākotnes siltumslodzei un optimāliem darbības apstākļiem.

Lai novērstu nepamatotu siltumslodžu uzstādīšanu, uzstādītajām siltuma ražošanas iekārtām maksimāli jāatbilst esošajai patēriņa siltumslodzei. **Uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients** ir attiecība starp maksimāli reāli saražotas siltumenerģijas jaudu un uzstādīto siltuma jaudu. Aprēķinā jāietver gan uzstādītās jaudas CSA operatora siltuma avotos, gan avotos, no kuriem siltumenerģija tiek iepirkta.

$$A_N = \left|1 - \frac{N_{raž}}{\sum N_{uz}}\right| \quad (4.9)$$

kur

A_N - uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients;

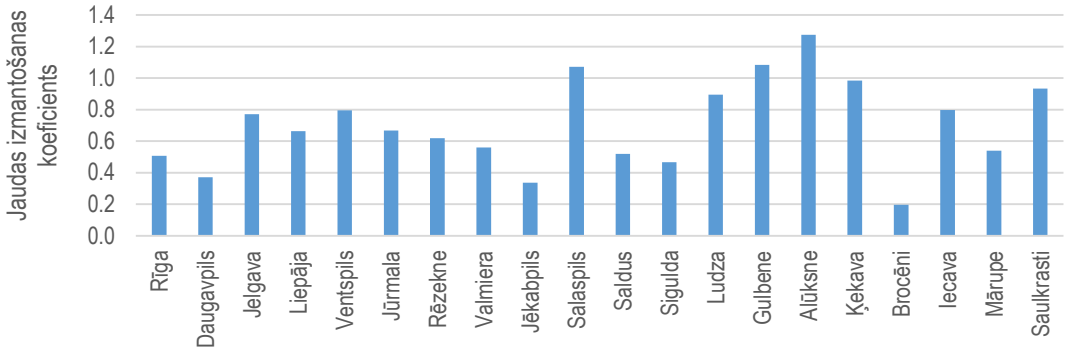
$N_{raž}$ - maksimālā reāli saražotās siltumenerģijas jauda, MW;

N_{nom} – nominālā uzstādīto siltuma ražošanas iekārtu jauda, MW.

Lai uzstādītās iekārtas pēc iespējas ilgāku laika periodu darbotos ar nominālo lietderības koeficientu, uzstādītās jaudas izmantošanas koeficientam būtu jābūt atbilstošam reālajai siltumapgādes siltumslodzei. Koeficienta aprēķinā var neiekļaut tās iekārtas, kas ir pārsniegušas ekspluatācijas laiku un netiek izmantotas.

4.7.attēlā parādīts indikatīvais jaudas izmantošanas koeficients dažādās CSA sistēmās. Ņemot vērā, ka informācija par maksimālo reālo siltumslodzi nav publiski pieejama, tās

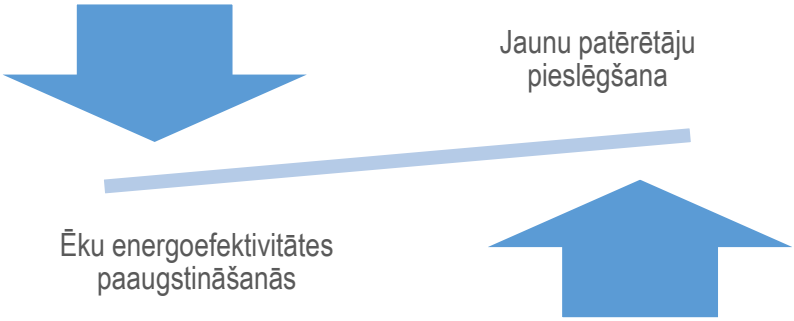
noteikšanai izmantoti tuvināti aprēķini. Līdz ar to, dažās no CSA sistēmām jaudas izmantošanas koeficients pārsniedz vērtību 1, kas visticamāk neatbilst reālajai situācijai. Tomēr jāatzīmē, ka vairākās pilsētās jaudas izmantošanas koeficients ir ļoti zems, kas var liecināt par nevajadzīgām investīcijām siltuma ražošanas jaudu palielināšanai. Minimālajai uzstādītās jaudas koeficienta vērtībai nevajadzētu būt mazākai pa 0.5.



4.7.att. Uzstādītās jaudas izmantošanas salīdzinājums dažādās CSA sistēmās (2017.-2019.gada vidējie rādītāji)

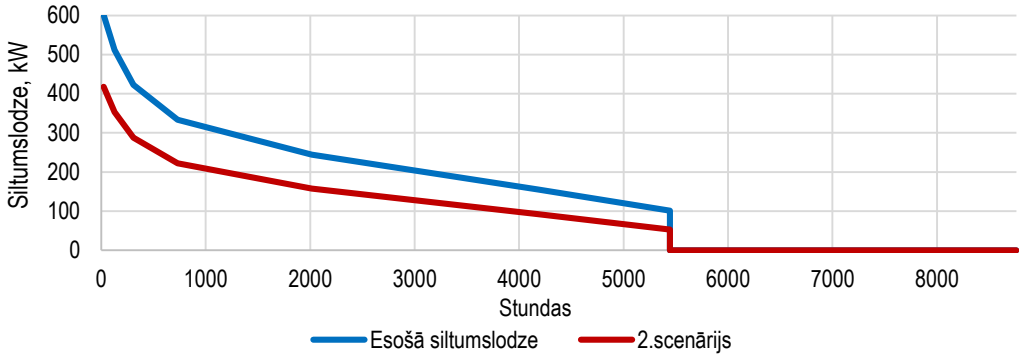
Plānojot siltumapgādes sistēmas attīstību, būtiski noteikt, vai siltumenerģijas patēriņš nākotnē varētu būtiski pieaugt vai samazināties. **Nākotnes slodzes faktors** nosaka uzstādīto jaudu atbilstību nākotnes slodzei (vērtējot 10 -15 gadu periodā).

Lai noteiktu nākotnes siltumenerģijas patēriņu, nepieciešams identificēt potenciālos siltumenerģijas patērētājus un to aptuveno siltumenerģijas patēriņu gadā, kā arī novērtēt iespējamo siltumenerģijas patēriņa samazinājumu no ēku renovācijas projektu īstenošanas (sk. 4.8.att.)



4.8.att. Galvenie nākotnes slodzes faktoru ietekmējošie aspekti

Galvenie izejas dati šādam novērtējumam ir potenciāli CSA sistēmai pieslēdzamo ēku platība un vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš dažāda tipa ēkās, kā arī renovējamo ēku platība un vidējais siltumenerģijas patēriņš uz apkurināmo platību. Rezultātā tiek noteikts, vai siltumapgādes sistēmas plānotais uzstādīto jaudu pieaugums vai samazinājums atbilst nākotnes prognozei par siltumenerģijas patēriņa izmaiņām.



4.9.att. Prognozējamās siltumslodzes salīdzinājuma piemērs

Piemēram, 4.9.attēlā sniegts salīdzinājums esošajai siltumslodzei un prognozētajai siltumslodzei, ņemot vērā, ka energoefektivitātes paaugstināšanās būtiski pārsniegs patēriņa pieaugumu no jauniem patērētājiem.

Nākotnes slodzes faktors ir attiecība starp nākotnes maksimāli saražotas siltumenerģijas jaudu un uzstādīto siltuma jaudu.

$$A_{N,nākotnes} = \left|1 - \frac{N_{raž,nākotnes}}{\sum N_{uz}}\right| \quad (4.10)$$

kur

$N_{raž,\ nākotnes}$ – nākotnes maksimālā saražotās siltumenerģijas jauda, ņemot vērā patēriņa izmaiņas prognozi MW;

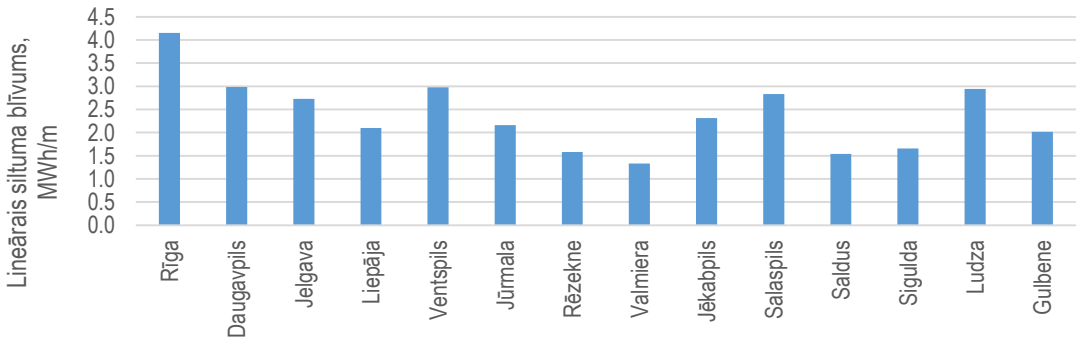
Lai novērtētu siltumtīklu optimālu darbību, nepieciešams novērtēt, vai CSA sistēmā nav neefektīvi siltumtrašu posmi. Par to var liecināt zems lineārais siltuma blīvums. **Lineārais siltuma blīvums** ir atkarīgs no patērētā siltumenerģijas daudzuma un no kopējā siltumtīkla garuma.

$$l = \frac{Q_{pat}}{\mathrm{L}} \quad (4.11)$$

kur

L - siltumtīklu kopējais garums, m.

Reālās siltuma blīvuma vērtības dažādās CSA sistēmās Latvijā parādītas 4.10.attēlā. Redzams, ka kritērija vērtība svārstās no vairāk kā 4 MWh/m lielākajā CSA sistēmā Rīgā, kur ir liels patērētāju skaits un iedzīvotāju blīvums, līdz vērtībām, kas ir zem 1,5 MWh/m mazākajās CSA sistēmās ar mazāku iedzīvotāju blīvumu.



4.10.att. Lineārā siltuma blīvuma salīdzinājums dažādu pilsētu CSA sistēmās

Plānojot siltumapgādes tīklu renovācijas projektus vai jaunu posmu būvniecību, nozīmīgi ņemt vērā, lai pēc šāda veida attīstības projektiem lineārais siltuma blīvums tiek saglabāts esošajā līmenī vai pieaug.

Vēl viens būtisks aspekts, kas jāņem vērā attīstot siltumapgādes sistēmu, ir enerģētiskās drošības nodrošināšana pie dažādiem mainīgiem apstākļiem. Enerģētiskās drošības kritērijs tiek noteikts, kā bāzes koeficientam pieskaitāmas vai atņemamas vērtības pie attiecīgā tehnoloģiskā risinājuma izvēles. Vērtības apkopotas 4.4.tabulā. Kā galvenie enerģētisko drošību paaugstinošie aspekti ir akumulācijas sistēmu integrēšana un kurināmo un siltuma ražošanas tehnoloģiju diversifikācija. Savukārt enerģētisko drošību mazina siltumenerģijas iepirkšana no ārējā siltumavota, jo pastāv risks, ka siltuma piegāde var tikt pārtraukta vai tā iepirkuma cena būtiski pieaugs.

4.4.tabula

Enerģētiskās drošības kritēriji

Siltuma ražošanas tehnoloģijas	Enerģētiskās drošības kritērijs
Bāzes koeficients	1
Īstermiņa akumulācijas sistēmu ieviešana	0.2
Ilgtermiņa akumulācijas sistēmas ieviešana	0.3
Vairāk kā divu dažādu siltuma ražošanas avotu integrēšana	0.2
Viena veida siltuma ražošanas avota integrēšana	-0.1
Siltumenerģijas iepirkšana no ārējā piegādātāja, kas izmanto fosilos resursus	-0.2
Siltumenerģijas iepirkšana no ārējā piegādātāja, kas izmanto AER	-0.1

Papildus jau augstāk apskatītajiem kritērijiem, tiek novērtēta arī inovatīvu risinājumu ieviešana CSA sistēmā, kas veicinātu CSA sistēmu virzību uz viedo energoapgādi. Inovāciju koeficienta vērtības apkopotas 4.5.tabulā.

4.5.tabula

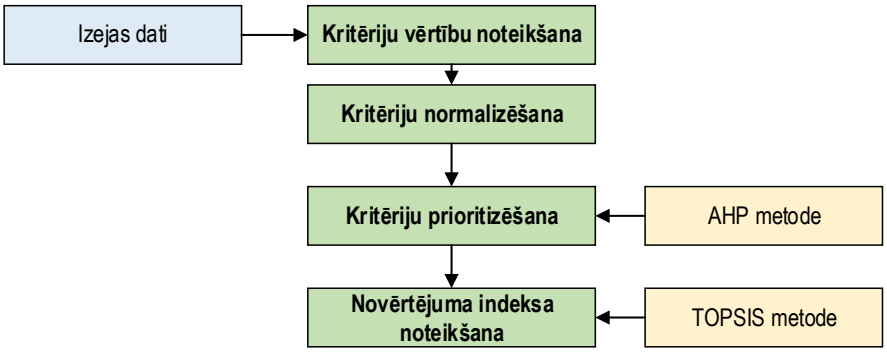
Inovāciju kritēriji dažādām siltuma un aukstuma ražošanas tehnoloģijām

Siltuma vai aukstuma ražošanas tehnoloģijas	Inovāciju koeficients
Fosilās un biomasas sadedzināšanas iekārtas	0
Fosilās un biomasas koģenerācijas iekārtas	0
Biogāzes koģenerācijas iekārtas	0.3
Siltumenerģijas vai elektroenerģijas ražošana ar saules energotehnoloģijām	0.7
Siltumsūknis (elektroenerģija no tīkla)	0.5
Siltumsūknis (AER elektroenerģija)	0.8
Siltumenerģijas pārpalikumu izmantošana	1
Trigenerācija	0.9
Apkārtējās vides aukstumenerģijas izmantošana	1
Siltumtīklu temperatūras pazemināšana	1

Ar augstāku inovācijas koeficienta vērtību tiek novērtēta apkārtējās vides aukstumenerģijas izmantošana centralizētajai aukstumapgādei, siltumtīklu temperatūras pazemināšana un siltumenerģijas pārpalikumu izmantošana. Salīdzinoši augsta inovācijas pakāpe ir arī trigenerācijai, siltumsūkņa tehnoloģijai, ja tiek izmantota AER elektroenerģija un saules energotehnoloģijām. Ja tiek izmantotas vairākas inovatīvās tehnoloģijas, tad novērtējumā piemēro vienu augstāko inovācijas koeficientu.

4.4. Novērtējuma indeksa noteikšana

Tālāk identificētie kritēriji tiek apvienoti vienotā indeksā, izmantojot daudzkritēriju analīzes metodi. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas analīze ir metode, kas palīdz problēmu risināšanā izvērtēt alternatīvas pēc kritērijiem un palīdz pieņemt lēmumu, par labāko risinājumu. Ir vairākas metodes, ko iespējams izmantot, lai izvēlētos piemērotāko un labāko problēmas risinājumu. 4.11.attēlā parādīti galvenie soļi novērtējuma indeksa noteikšanai.



4.11.att. Novērtējuma indeksa noteikšanas algoritms

Analītiskās hierarhijas procesa (AHP) metode ir daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas instruments, ko ir iespējams izmantot risinot dažāda veida problēmas [85]. AHP metode tiek plaši izmantota kā izvērtēšanas instruments, kā arī AHP metodi ir iespējams apvienot ar citām daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodēm.

Lai veiktu problēmas izvērtējamu ar AHP metodi ir nepieciešams strukturēt problēmu (mērķis, kritēriji, alternatīvas) un noteikt prioritāros kritērijus izmantojot pāru salīdzinājumu [86]. Izvēlētie kritēriju pāri tiek salīdzināt pēc to svarīguma skalā no 1 līdz 9, kā redzams 4.6. tabulā.

4.6.tabula

Kritēriju vērtējums pāru salīdzināšanai

Vērtējums	Nozīme
1	Vienlīdzīgi svarīgi
2	Nedaudz svarīgāks
3	Vidēji svarīgs
4	Vairāk kā vidēji svarīgs
5	Stipri svarīgs
6	Vairāk kā stipri svarīgs
7	Ļoti stipri svarīgāks
8	Vairāk kā ļoti stipri svarīgs
9	Absolūti svarīgāks

Pēc kritēriju salīdzināšanas ir nepieciešams veikt iegūto rezultātu pārbaudi jeb konsekvences pārbaudi. Ar šo pārbaudi tiek pārskatīts vai nav radušās kādas pretrunas izvērtējot kritērijus, ja ir radušās pretrunas, tad nepieciešams pārskatīt vai ir skaidri definētas problēma un kritēriji, kā arī pārskatīt kritēriju pāru salīdzināšanu un izvērtēt vēlreiz.

AHP metodes aprēķināšana [86], [87]:

1. Tiek aprēķināta normalizētā matrica:

$$X_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum c_{ij}} \tag{4.12}$$

kur,

Cij – kritērija vērtība;
∑Cij – kolonnas summa.

2. Tiek aprēķināt prioritātes vektors:

$$W_{ij} = \frac{\sum X_{ij}}{\mathrm{n}} \quad (4.13)$$

kur,
∑X_{ij} – normalizētās matricas kolonnas summa;
n – kritēriju skaits.

3. Tiek noteikta aprēķinu konsekvences pārbaude:

$$Cv_{11} = \frac{1}{W_{11}}[C_{11}W_{11} + C_{12}W_{21} + C_{13}W_{31}] \quad (4.14)$$

kur,
C_{ij} – matrica;
W_{ij} – prioritātes vektors.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum Cv_{ij} \quad (4.15)$$

kur,
λ_{max} – vidējais (konsekvences vektors);
n – kritēriju skaits;
C_v – konsekvences vektors.

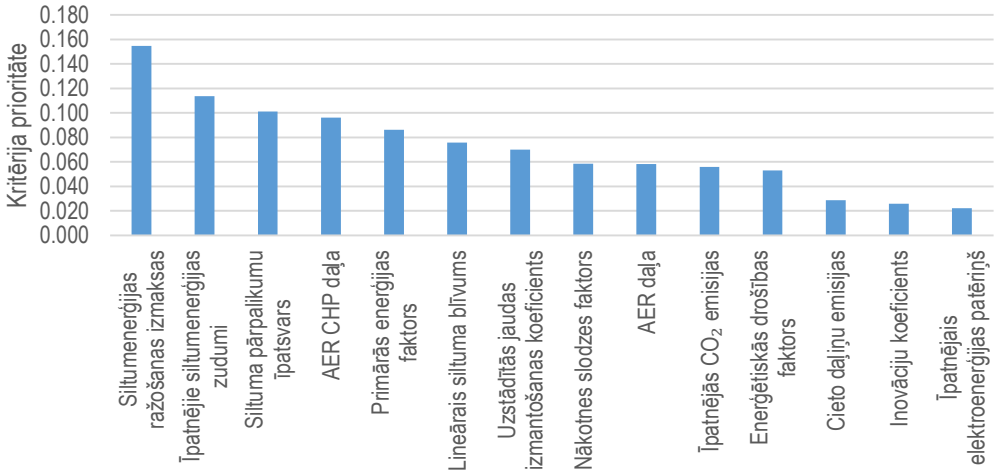
4. Kritēriju vērtējumu atbilstība tiek noteikta :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (4.16)$$

kur,
CI - konsekvences indekss.

$$CR = \frac{CI}{RI}, CR < 0{,}10 \quad (4.17)$$

kur,
CR - konsekvences koeficients.



4.12.att. Novērtētie kritēriju svari

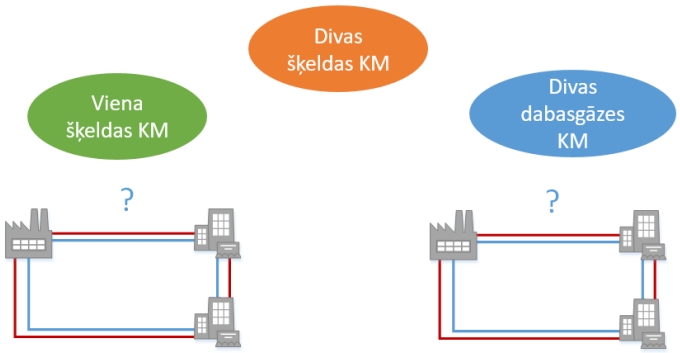
Pēc AHP metodes aprēķināšanas ir iegūts prioritātes vektors, kas ļauj novērtēt, kurš ir svarīgākais kritērijs. No AHP metodes iegūtie kritēriju svari tālāk tiek izmantoti TOPSIS daudzkritēriju analīzes metodē, kuras pamatā ir identificēto kritēriju normalizēšana un svēršana, tālāk nosakot, cik tālu konkrētā alternatīva ir no ideālā pozitīvā iznākuma.

5. CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES SISTĒMU ATTĪSTĪBAS GADĪJUMIZPĒTES PIEMĒRI SILTUMA RAŽOŠANAS UN PĀRVADES JAUDU PALIELINĀŠANAI. METODIKAS APROBĒŠANA

Šajā nodaļā sniegti vairāki piemēri 4.nodaļā identificēto kritēriju piemērošanai, novērtējot CSA sistēmas attīstības perspektīvas jaudu palielināšanai. Metodikas aprobācija veikta vairākām gadījumizpētēm, novērtējot dažādus tehnoloģiskos risinājumus. Sniegtie piemēri balstīti uz pieņēmumiem par konkrētām CSA sistēmām, tādēļ vienu un to pašu risinājumu gadījumā skaitliskās vērtības var būt atšķirīgas.

5.1. Aprobācija pārejai no fosilajiem energoresursiem uz AER

Pirmā gadījumizpēte saistīta ar dabasgāzes katlu māju pāreju uz biomasas izmantošanu. Konkrētajā gadījumā papildus kurināmā nomaiņai tiek analizēta arī iespēja apvienot divas netālu esošas siltumapgādes sistēmas un siltumenerģiju ražot vienā katlu mājā (sk.5.1.att.).



5.1.att. Gadījumizpētes ilustrācija CSA sistēmas pārejai uz AER un siltumavotu apvienošanai

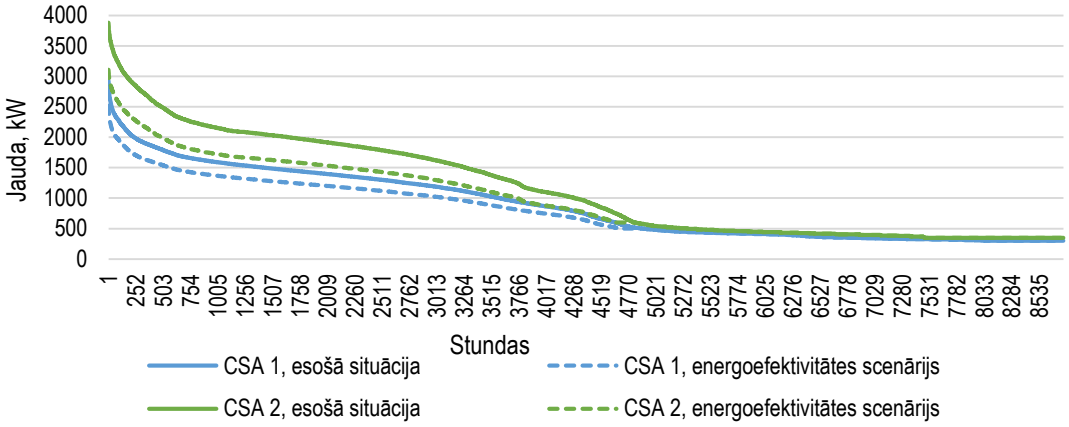
Konkrētās sistēmas katlu mājās esošajā situācijā uzstādīti dabasgāzes katli. Vienā no katlu mājām uzstādīto sadedzināšanas iekārtu jauda ir 3,26 MW, bet otrā katlu mājā 8 MW (sk.5.1.tabulu). Patērētājiem nodotais siltumenerģijas daudzums ir aptuveni 7146 MWh CSA 1 un 9754 MWh CSA 2, kopā 16 900 MWh, kas tiek izmantotas arī tālākajā aprēķinā.

CSA 1 siltums tiek piegādāts 24 daudzīvokļu ēkām, bet CSA 2 siltums tiek piegādāts 41 patērētājam (dažāda tipa ēkām). Ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš svārstās no 83 kWh/m^2 līdz 254 kWh/m^2 apkurināmās platības gadā, bet vidējais rādītājs ir aptuveni 179 kWh/m^2

5.1.tabula

Pārskats par katlu mājās uzstādītajām iekārtām esošajā situācijā.

Katlu māja	Veids	Jauda, MW	Uzstādīšanas gads
CSA 1	Dabasgāzes katls Vitoplex Dabasgāzes katls RK – 1,6	1,4 1,86	2002 200
CSA 2	Dabasgāzes katli Ahlstrom TF15	2 x 4	1990



5.2.att. Siltumslodzes salīdzinājums abās CSA sistēmās

Lai novērtētu siltumagpādes sistēmu darbību, veikta saražotās siltumenerģijas datu analīze. 5.2.attēlā parādīti reālie siltumslodzes grafiki CSA 1 un CSA 2, kas attiecīgi pīķa stundās sasniedz gandrīz 3 MW un 4 MW. Veicot siltumslodzes novērtējumu, tika ņemta vērā ēku energoefektivitātes paaugstināšanas tendence, kas samazinātu kopējo saražotās siltumenerģijas daudzumu. Lai noteiktu siltuma slodzi, gadījumā, ja daļa ēku tiktu renovētas (energoefektivitātes scenārijs), tika pieņemts, ka 30% ēku, kuru īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir virs 180 kWh/m^2 gadā, tiktu siltinātas (CSA 2 -13 ēkas un CSA 1- 8 ēkas), un to īpatnējais siltumenerģijas patēriņš samazinātos līdz 100 kWh/m^2. Jāatzīmē, ka ēku renovācijas ietvaros karstā ūdens patēriņš paliktu nemainīgs. Rezultātā tika noteikts, ka energoefektivitātes paaugstināšanas ietvaros, kopējais siltumenerģijas patēriņš CSA 1 samazinātos par 11%, bet CSA 2 par 17%.

Kā pirmais scenārijs tiek analizēta jauna 3,5 MW šķeldas katlu māja (KM) CSA 2 un savienojošais siltumtrases posms starp CSA 1 un CSA 2. Paredzēts saglabāt esošos dabasgāzes katlus KM rezerves jaudas un pīķu slodzes segšanai. Kā kurināmais tiktu izmantota meža vai apauguma šķelda ar mitrumu 30-60% (gan lapu koku, gan skuju koku). KM tiktu nodrošināta automātiska šķeldas padeve un automātiska attālināta vadība. Apvienojot sistēmas dabasgāzes īpatsvars būtu 6-8%.

KM savienojošā cauruļvada garums vienā virzienā būtu aptuveni 3 km. Turpmākajā aprēķinā tiek pieņemts, ka tiks izmantotas rūpnieciski izolēta DN 100 caurule gruntī, kuras siltumvadītspējas koeficients 0,23 W/m^{o}C (atbilst jaunai, labi izolētai caurulei).

Otrajā scenārijā tiek pieņemts, ka nepieciešamais siltums tiks saražots divās šķeldas KM CSA 2 (3 MW) un CSA 1 (2,5 MW). Pīķa slodzes segšanai tiks izmantotas akumulācijas tvertnes, lai uzkrātu siltumu, kad siltuma patēriņš ir neliels un to izmantotu periodos, kad patēriņš ir augsts. Scenārijā paredzams, ka abās CSA sistēmās tiks izbūvēta šķeldas KM ar attiecīgu šķeldas uzglabāšanas laukumu. Kā kurināmais tiktu izmantota meža vai apauguma šķelda ar mitrumu 30-60% (gan lapu koku, gan skuju koku). Aprēķinos izmantotā šķeldas zemākā sadegšanas siltuma vērtība 2,12 MWh/tonnu. Katlu lietderības koeficients 0,85. KM tiktu nodrošināta automātiska šķeldas padeve un automātiska attālināta vadība.

Kā trešais scenārijs, kas daļēji raksturo esošo situāciju, kad siltums tiek ražots ar dabasgāzi, tiek analizēta divu jaunu dabasgāzes katlu uzstādīšana. Šajā scenārijā tiek pieņemts, ka investīcijas ir nelielas, jo esošajās KM jau ir nepieciešamā dabasgāzes infrastruktūra. Nepieciešams tikai uzstādīt jaunus apkures katlus CSA2 - 3 MW un CSA 1- 2,5 MW. Aprēķinā tiek pieņemts, ka īpatnējās dabasgāzes katlu un apsaistes izmaksas ir 80 000 EUR/MW. Aprēķinos izmantotā dabasgāzes cena 32,5 EUR/MWh.

Pārskats par aprēķinos izmantotajiem ievaddatiem un aprēķinātajiem tehniskajiem rādītājiem katrā no scenārijiem apkopots 5.2.tabulā.

5.2.tabula

Analizēto alternatīvu tehniskie rādītāji

Scenārija apraksts	Viena kopīga šķeldas KM	Divas šķeldas KM	Divas dabasgāzes KM
Siltumenerģijas patēriņš gadā, MWh		16901	
Uzstādīto apkures katlu jauda, MW	6.76	5.5	5.5
Katlu mājā saražotā siltumenerģija, MWh gadā	21 234	20 351	20 351
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	4333	3451	3451
Katlu mājas elektroenerģijas patēriņš, MWh gadā	425	407	305
Šķeldas ievadītais siltums, MWh	23482	23943	0
Dabasgāzes ievadītais siltums, MWh	1341	0	21423
Dabasgāzes patēriņš, m^3	128	0	2040
Šķeldas patēriņš, ber.m^3	33546	34204	0
Siltumtīklu garums, m	10358	7758	7758

Balstoties uz veiktajiem aprēķiniem, noteiktas 4.nodaļā definēto kritēriju vērtības, kā arī siltumenerģijas ražošanas izmaksas kā galvenais ekonomiskā pamatojuma indikators. Iegūtās kritēriju vērtības apkopotas 5.3.tabulā.

Galvenās ražošanas tarifa komponentes ir kurināmā izmaksas, darba samaksa, un kapitālizmaksas, kas būtiski ietekmē ražošanas tarifu. Šķeldas KM gadījumā pieaug elektroenerģijas izmaksas, lai nodrošinātu automātisko šķeldas padevi. Tāpat šķeldas KM gadījumā pieņemtas augstākas darba spēka izmaksas nekā dabasgāzes KM darbināšanai. Dabasgāzes KM scenārijā papildus izmaksas veido dabas resursa nodoklis, kas aprēķinātas izmantojot likmi 1,38 EUR/MWh. Visos scenārijos pieņemtas vienādas administratīvās izmaksas. Pie attiecīgajiem pieņēmumiem zemākais aprēķinātais ražošanas tarifs ir divu atsevišķu šķeldas KM scenārijā, kad tiek izbūvētas divas atsevišķas KM.

Kā redzams 5.3.attēlā, vienas kopīgas šķeldas KM scenārijā izbūvētajā cauruļvadā neizbēgami rastos siltuma zudumi. Pie atbilstošajiem pieņēmumiem, siltuma zudumi caur šādu cauruļvadu sastāda 882 MWh gadā un attiecīgi relatīvie zudumi kopējā CSA sistēmā pieaug no 16% līdz 20%. Attiecīgi, samazinās arī lineārais blīvums no 2.178 MWh/m uz 1.638 MWh/m, kad tiek izbūvēta viena šķeldas KM un jauns pārvades posms, jo būtiski pieaug kopējais tīklu garums.

Primārās enerģijas faktors tiek noteikts, ņemot vērā kurināmā patēriņu siltumenerģijas ražošanai, kā arī elektroenerģijas patēriņu. Zemākais primārās enerģijas faktors ir divu šķeldas KM scenārijā, kad ir mazāki siltumenerģijas zudumi, savukārt augstākais primārās enerģijas faktors ir dabasgāzes CSA sistēmai. Tāpat arī CO_2 emisijas pieaug dabasgāzes izmantošanas scenārijā, savukārt samazinās cieto daļiņu emisijas. AER izmantošanas īpatsvars sasniedz 100% divu šķeldas KM, 95% vienas atsevišķas šķeldas KM gadījumā, bet ir 0% dabasgāzes KM scenārijā. Nevienā no scenārijiem nav plānota AER koģenerācija vai SP integrēšana CSA sistēmā.

5.3.tabula

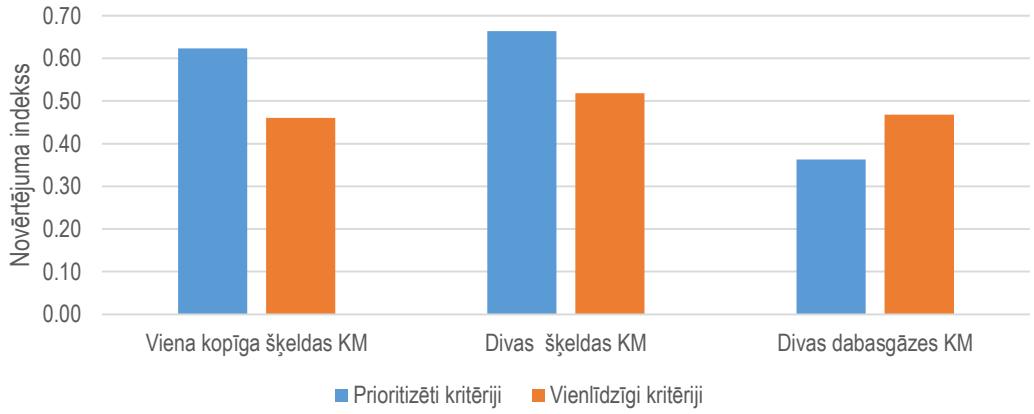
Analizēto kritēriju salīdzinājums dažādām alternatīvām

Novērtējuma kritēriji	Viena kopīga šķeldas KM	Divas šķeldas KM	Divas dabasgāzes KM

Siltumenerģijas ražošanas izmaksas, EUR/MWh	70.85	63.66	75.20
Īpatnējie siltumenerģijas zudumi, %	20.41%	16.96%	16.96%
Primārās enerģijas faktors	0.40	0.32	1.42
Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh	20.0	20.0	15.0
Īpatnējās CO_2 emisijas, kg_{CO2}/MWh	14.9	2.3	214.3
Cieto daļiņu emisijas, g/MWh	48.9	52.4	0.1
AER daļa	95%	100%	0%
AER CHP daļa	0%	0%	0%
SP īpatsvars	0	0	0
Uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients	1.04	1.27	1.27
Lineārais siltuma blīvums, MWh/m	1.632	2.178	2.178
Nākotnes slodzes faktors	0.83	1.02	1.02
Inovāciju koeficients	0	0	0
Enerģētiskās drošības faktors	1	1.1	1.1

Abu CSA sistēmu maksimālā siltumslodze ir 6,8 MW attiecīgi uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients ir 1.04 vienas kopīgas šķeldas KM gadījumā un 1.27 abos pārējos scenārijos, jo papildus slodzi nodrošinātu akumulācijas tvertne. Savukārt, ņemot vērā ēku energoefektivitātes paaugstināšanos, nākotnes maksimālā slodze samazinātos līdz 5.6 MW, pieņemot, ka netiek pieslēgti jauni patērētāji. Līdz ar to, nākotnes slodzes faktors vienas kopīgas šķeldas KM gadījumā ir 0.83, bet abos pārējos scenārijos 1.024 .

Papildus jau augstāk apskatītajiem kritērijiem, noteikti arī enerģētiskās drošības un inovāciju rādītāji. Enerģētiskās drošības koeficients vienas šķeldas KM gadījumā ir 1, bet abos pārējos scenārijos tas ir 1.1, jo tiek izmantots viens kurināmais (-0.1), bet integrēta īstermiņa akumulācijas sistēma (+0.2). Nevienā no scenārijiem netiek izmantota CSA sistēma ar inovatīviem risinājumiem.

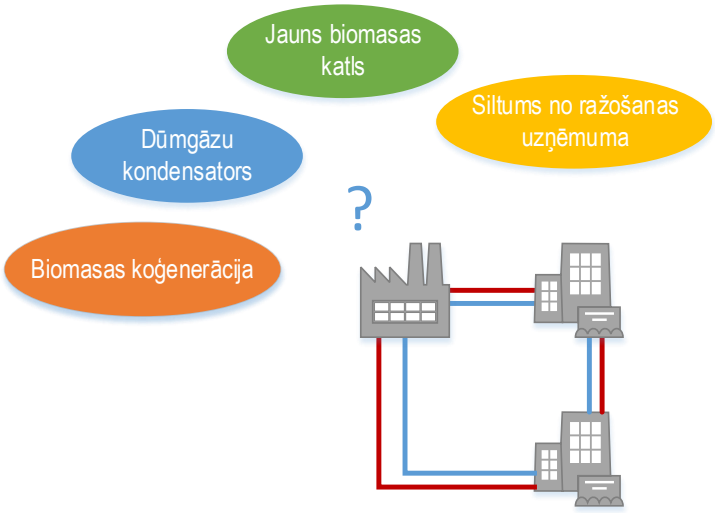


5.3.att. Kompleksais novērtējuma indekss dažādām alternatīvām

Aprēķinātie kritēriji tālāk tiek normalizēti, svērti un apvienoti vienotā novērtējuma kritērijā. Iegūtie rezultāti apkopoti 5.3.attēlā, kur redzams, ka augstāks kompleksais indekss tiek sasniegts divu atsevišķu šķeldas KM scenārijā.

5.2. Aprobācija AER katlu mājas energoefektivitātes paaugstināšanai

Ņemot vērā, ka daudzās Latvijas CSA sistēmās jau uzstādītas biomasas sadedzināšanas iekārtas, izvērtēti dažādi tehnoloģiskie risinājumi biomasas siltumavota efektivitātes uzlabošanai vai nomaiņai. Šajā gadījumizpētē analizēts bāzes scenārijs, kurā siltumenerģija tiek ražota biomasas koģenerācijas stacijā, bet kā alternatīva tiek izvērtēta jauna biomasas katla uzstādīšana, papildus dūmgāzu kondensatora uzstādīšana vai siltumenerģijas iepirkšana no rūpniecības uzņēmuma (sk.5.4.att.).



5.4.att. Gadījumizpētes ilustrācija biomasas siltumavota efektivitātes paaugstināšanai

Tehniskie rādītāji par CSA esošajām uzstādītajām siltuma ražošanas iekārtām redzami 5.4.tabulā. Kopējā uzstādītā jauda CSA operatoram piederošajā katlu mājā ir 10,5 MW, bet koģenerācijas stacijā, no kuras tiek iepirkts siltums, uzstādītā siltuma jauda ir 5 MW.

5.4.tabula

Pārskats par katlu mājā un koģenerācijas stacijā uzstādītajām iekārtām esošajā situācijā.

Siltuma avots	Katla nosaukums un tips	Jauda, MW	Uzstādīšanas gads katlu mājā	Katla lietderības koeficients, %
CSA katlu māja	Katls Polytechnick PR6000 U	6	2009	82%
	Katls ECOCOAL-R	4,5	1996	75%
CHP	Koģenerācijas iekārta Turbodent CHP Split 10	5	2012	-

Vidējais patērētājiem nodotais siltumenerģijas daudzums konkrētajā CSA sistēmā ir 24 523 MWh gadā, bet kopējais saražotais siltuma daudzums 30 537 MWh, no kuriem 21 056 MWh jeb 69% tiek iepirktas no koģenerācijas stacijas.

Kopējais CSA siltumtīklu garums ir 12,1 km. Kopējais rūpnieciski izolēto siltumtīklu īpatsvars ir apmēram 90%, tomēr vidējie siltumenerģijas zudumi siltumtrasēs pēdējo 3 gadu laikā ir bijuši robežās no 18 līdz 20%.

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. Lielākā siltumenerģijas patērētāju grupa ir daudzdzīvokļu ēkas, kuru kopējā apkurināmā

platība ir 103 tūkstoši m^2. Analizējot īpatnējos siltumenerģijas patēriņus daudzdzīvokļu ēkās, noteikts, ka vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir aptuveni 123 kWh/m^2 gadā.

Pirmajā scenārijā tiek novērtēta siltumapgādes sistēmas esošā situācija, kad daļa siltumenerģijas tiek iepirkta no koģenerācijas stacijas, bet atlikusī daļa tiek saražota šķeldas KM. Otrajā scenārijā tiek pieņemts, ka esošajā KM 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. Trešajā scenārijā tiek pieņemts, ka KM papildus šķeldas katliem tiek uzstādīts dūmgāzu kondensators ar jaudu 1,5 MW, ar kuru iespējams atgūt enerģiju, kas tiek patērēta mitruma iztvaicēšanai un izvadīta atmosfērā dūmgāzu augstās temperatūras dēļ. Līdzvērtīgos projektos Latvijas apstākļos iespējams atgūt 10-15% no katla jaudas.

Kā trešā izvērtētā tālākās siltumapgādes sistēmas attīstības alternatīvām tiek izvirzīta siltumenerģijas iepirkšana bāzes slodzes (aptuveni 1 -1,2 MW) segšanai, izmantojot SP. Iespēja integrēt SP analizēta tādēļ, ko konkrētajā CSA sistēmā vēsturiski bijusi sadarbība ar lielu kokapstrādes uzņēmumu un izbūvēta nepieciešamā infrastruktūra (siltummezgls, siltumtīkli). Alternatīvas izvērtēšanā tiek pieņemts, ka daļu no piegādātā siltuma uzņēmums atgūtu no žāvēšanas procesa un nepieciešamības gadījumā papildus piesildītu ar turpgaitas siltumnesēja plūsmu. Atlikusī siltuma daļa tiktu segta ar KM uzstādītu 2 MW šķeldas apkures katlu un dūmgāzu kondensatoru.

Pārskats par izmantotajiem tehniskajiem rādītājiem dažādu alternatīvu novērtēšanā sniegts 5.5.tabulā.

5.5.tabula

Analizēto alternatīvu tehniskie rādītāji				
Maksimālā siltumslodze, MW	12			
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	6014			
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	24523			
	Koģenerācija	Šķeldas katli	Papildus dūmgāzu kondensators	SP
Uzstādītā siltuma jauda, MW	5 MW (CHP) 4,5 MW 6MW (2009)	1,5 MW 3,5 MW 6 MW(2009)	1 MW 2 MW 6 MW (2009)	2 MW 1 MW (no uzņēmuma) 6 MW (2009)
Uzstādītā elektriskā jauda, MW	1 MW	n/a	n/a	n/a
Dūmgāzu kondensatora jauda, MW	n/a	n/a	2.4	2.2
Saražotā siltumenerģija, MWh	9480	30594	30594	21010
Iepirktā siltumenerģija, MWh	21056	n/a	n/a	9584
Kopējās investīcijas, tūkst. EUR	n/a	3 516	3 486	2 675

Katram no scenārijam 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.

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.

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

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

5.6.tabulā redzamas noteiktās indikatoru vērtības katram no analizētajiem scenārijiem. Zemākās aprēķinātās ražošanas izmaksas pie izdarītajiem pieņēmumiem ir SP izmantošanas scenārijā.

Siltumenerģijas zudumi un lineārais siltuma blīvums visos scenārijos ir vienāds, jo tehnoloģiskie uzlabojumi skar tikai siltumenerģijas ražošanu.

Zemākā primārās enerģijas faktora vērtība ir koģenerācijas stacijā, jo vienlaikus tiek izstrādāta gan siltumenerģija, gan elektroenerģija. Tas savukārt nedaudz paaugstina elektroenerģijas patēriņu siltuma ražošanai, kā arī CO_2 un cieto daļiņu emisijas. Visos no scenārijiem tiek sasniegta 100% AER daļa. Papildus novērtēta arī AER CHP un SP īpatsvara pieaugums attiecīgajos scenārijos.

Uzstādītās jaudas atbilstības koeficienta augstākā vērtība ir biomasas katla scenārijā, bet koģenerācijas režīmā uzstādītā jauda ir augstāka, nekā nepieciešams. Plānotā nākotnes slodze ir nedaudz augstāka, nekā esošā – 12.38 MW un nākotnes slodzes faktors parāda atbilstību šai slodzei katrā no scenārijiem.

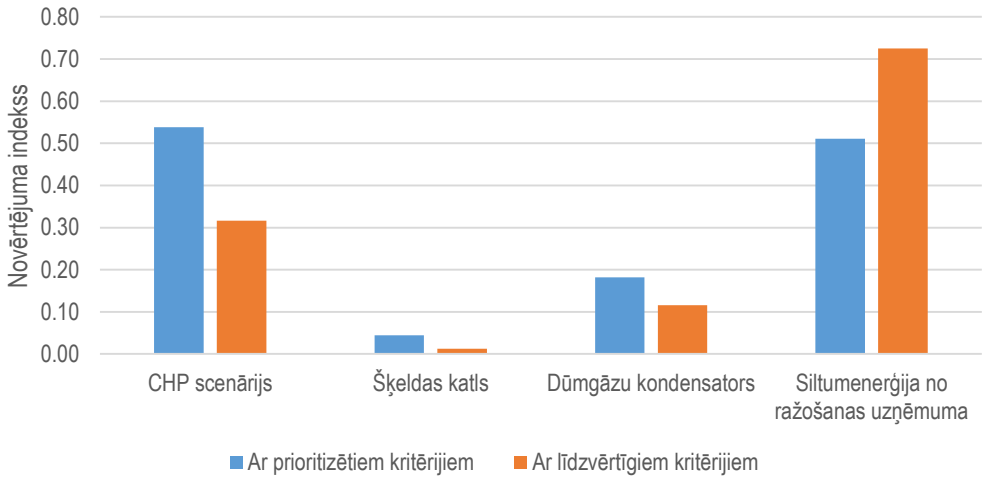
5.6.tabula

Analizēto kritēriju salīdzinājums dažādām alternatīvām

Novērtējuma kritēriji	Koģenerācija	Šķeldas katli	Papildus dūmgāzu kondensators	SP
Siltumenerģijas ražošanas izmaksas, EUR/MWh	55.71	60.61	56.56	55.44
Īpatnējie siltumenerģijas zudumi, %	19.69%	19.69%	19.69%	19.69%
Primārās enerģijas faktors	0.16	0.34	0.33	0.30
Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh	31.5	25.0	30.0	25.0
Īpatnējās CO_2 emisijas, kg_{CO2}/MWh	2.9	2.7	2.7	2.7
Cieto daļiņu emisijas, g/MWh	28.8	21.7	21.0	18.5
AER daļa	100%	100%	100%	100%
AER CHP daļa	69%	0%	0%	0%
SP īpatsvars	0	0	0	31%

Uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients	0.42	0.00	0.27	0.33
Lineārais siltuma blīvums, MWh/m	2.027	2.027	2.027	2.027
Nākotnes slodzes faktors	0.40	0.04	0.10	0.09
Inovāciju koeficients	0	0	0	1
Enerģētiskās drošības faktors	0.9	1.1	1.1	1

Papildus jau iepriekš apskatītajiem kritērijiem, noteikti arī enerģētiskās drošības un inovāciju rādītāji. Enerģētiskās drošības koeficients koģenerācijas stacijas gadījumā ir 0.9, jo siltumenerģija tiek iepirkta no ārējā piegādātāja. Biomasas katlu un dūmgāzu kondensatora scenārijā tas ir 1.1, jo tiek izmantots viens kurināmais (-0.1), bet integrēta īstermiņa akumulācijas sistēma (+0.2). SP scenārijā šis koeficients ir 1, jo siltumenerģija tiek iepirkta no ārējā piegādātāja, bet ir uzstādīta īstermiņa akumulācijas sistēma. Inovācija identificējama tikai 4. scenārijā, ja tiek integrēti SP no ražošanas uzņēmuma.

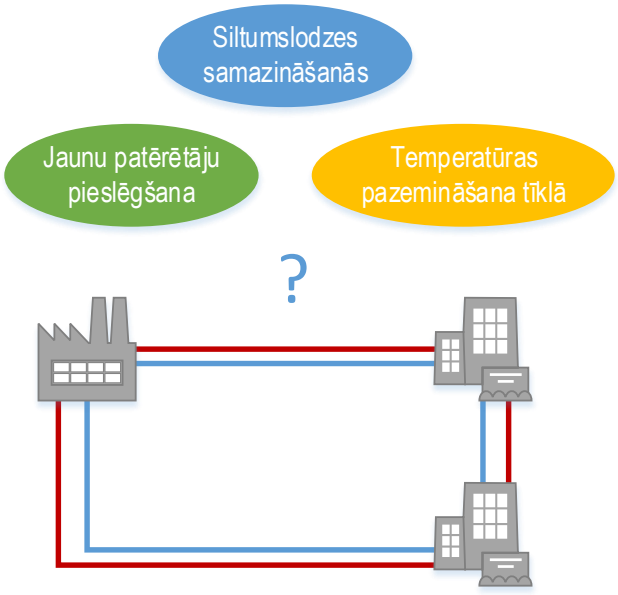


5.5.att. Kompleksais novērtējuma indekss dažādām alternatīvām

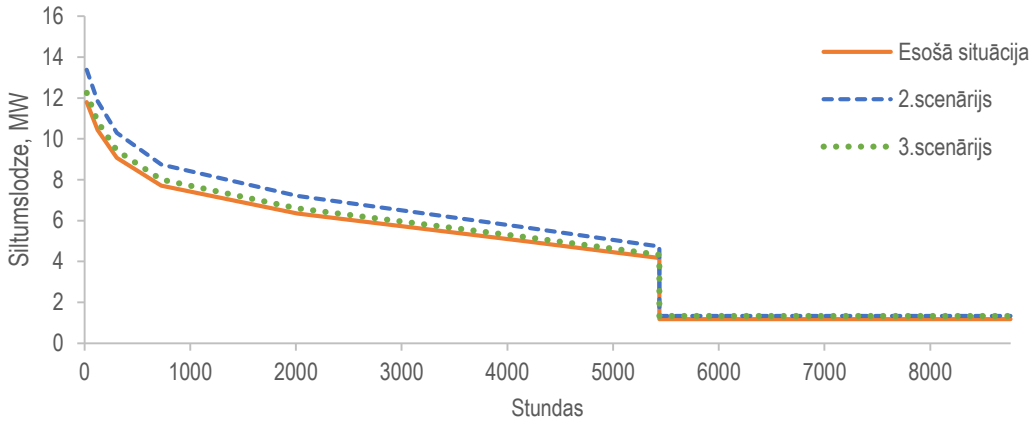
Iegūtie novērtējuma rezultāti redzami 5.5.attēlā. SP scenārija rezultāti ir augstāki pie līdzvērtīgiem kritērijiem, savukārt pie prioritizētiem kritērijiem augstākā vērtība ir koģenerācijas stacijai. Attiecīgi var secināt, ka abas alternatīvas pie dažādiem nosacījumiem var tikt atbalstāmas CSA attīstībai.

5.3. Aprobācija pārvades tīklu modernizācijai

Identificētie kritēriji var tikt attiecināmi arī gadījumos, kas plānots modernizēt siltumtīklus. Šajā gadījumizpētē analizētas trīs alternatīvas, kas salīdzina jaunu patērētāju pieslēgšanas novērtējumu un tīklu temperatūras pazemināšanu. Papildus tiek apskatīta alternatīva, kurā pazeminās patērētāju slodze ēku energoefektivitātes paaugstināšanas dēļ (sk.5.6.att.).



5.6.att. Gadījumizpētas ilustrācija tīklu modernizācijas scenārijiem



5.7.att. Siltumslodzes izmaiņas dažādos scenārijos

5.7.tabula

Analizēto alternatīvu tehniskie rādītāji

	Esošā situācija	**2.scenārijs**	**3.scenārijs**
Apraksts	Esošie siltumtīkli un patērētāji	Jaunu patērētāju pieslēgšana pie esošā režīma	Jaunu patērētāju pieslēgšana pie pazemināta temperatūras režīma. Ēku energoefektivitātes paaugstināšanās
Siltumtīklu temperatūras grafiks	90/60	90/60	70/45
Siltumtīklu garums, m	12078	13753	13753
Pārdotā siltumenerģija, MWh gadā	24523	28048	26818

Maksimālā siltumslodze, MW	11.8	13.38	12.26
Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā	6013	6655	5251
Uzstādītā siltuma jauda, MW	11.8	13.38	12.26
Katlu mājā saražotā siltumenerģija, MWh gadā	30594	34703	32069

Esošajā situācijā siltumenerģijas patēriņš ir 24 523 MWh gadā un zudumi sastāda 6013 MWh gadā. 2.scenārijā tiek analizētas CSA sistēmas attīstības perspektīvas, pieslēdzot jaunus patērētājus. Scenārijā identificētas aptuveni 30 sistēmai potenciāli pieslēdzamās dažāda tipa ēkas ar kopējo patēriņu 3526 MWh gadā. Nepieciešamais papildus izbūvējamais siltumtīklu garums būtu 1675 m. Savukārt 3.scenārijā papildus tiek analizēts, ka samazinās siltumenerģijas patēriņš ēku energoefektivitātes paaugstināšanās dēļ. Lai noteiktu siltuma slodzi pēc ēku energoefektivitātes paaugstināšanas, tika pieņemts, ka tiktu siltinātas pašvaldības un daudzīvokļu ēkas, kuru īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei ir virs 140 kWh/m^2 gadā, un to īpatnējais siltumenerģijas patēriņš, veicot attiecīgus renovācijas darbus, samazinātos līdz 90 kWh/m^2. Šādiem priekšnosacījumiem atbilst 16 daudzīvokļu un pašvaldības ēkas 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.

Papildus 3.scenārijā tiek analizēta tīklu temperatūras pazemināšanas iespēja. Potenciālais pazemināta temperatūras grafiks būtu no esošā režīma 90/60 uz temperatūras režīmu 70/45. Ņemot vērā konkrētas CSA siltumtīklu garumus, diametrus un tehnisko stāvokli, tika izveidots siltumtīklu modelis, kas ļauj noteikt siltumenerģijas zudumus pie dažādiem temperatūras grafikiem. Esošajā situācijā vidējie siltumenerģijas zudumi sastāda 6014 MWh gadā jeb 20% no saražotās siltumenerģijas. Temperatūras grafika 70/45 ieviešana ļauj ietaupīt 1298 MWh gadā uz siltuma zudumu rēķina. Zudumu samazinājums attiecīgi ļauj ietaupīt arī kurināmā patēriņu katlu mājās.

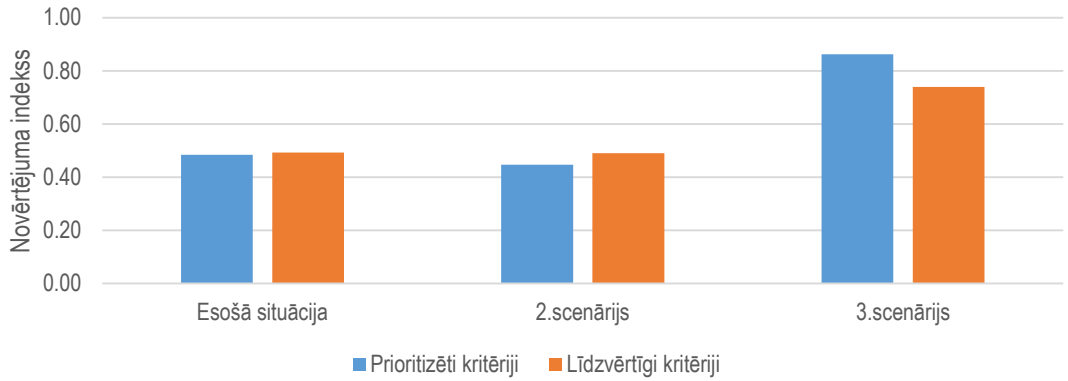
Šajā gadījumizpētē netiek padziļināti salīdzinātas siltumavotu tehnoloģiskās alternatīvas, tiek pieņemts, ka visa siltumenerģija tiek saražota ar biomasas katliem, kas atbilst patēriņa slodzei.

5.8.tabula

Analizēto kritēriju salīdzinājums dažādām alternatīvām

Novērtējuma kritēriji	Esošā situācija	2.scenārijs	3.scenārijs
Siltumenerģijas ražošanas izmaksas, EUR/MWh	60.09	58.09	57.09
Īpatnējie siltumenerģijas zudumi, %	19.7%	19.2%	16.4%
Primārās enerģijas faktors	0.34	0.34	0.33
Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kWh/MWh	25.00	25.00	25.00
Īpatnējās CO_2 emisijas, kg_{CO2}/MWh	2.73	2.73	2.73
Cieto daļiņu emisijas, g/MWh	21.68	21.64	21.82
AER daļa	1.00	1.00	1.00

AER CHP daļa	0.00	0.00	0.00
SP īpatsvars	0.00	0.00	0.00
Uzstādītās jaudas izmantošanas koeficients	0.00	0.00	0.00
Lineārais siltuma blīvums, MWh/m	2.03	2.04	1.95
Nākotnes slodzes faktors	0.00	0.00	0.00
Inovāciju koeficients	0.00	0.00	1.00
Enerģētiskās drošības faktors	1.00	1.00	1.00



5.8.att. Kompleksais novērtējuma indekss dažādām alternatīvām

5.6.tabulā apkopotas analizēto kritēriju vērtības, no kuriem galveno ietekmi sniedz siltumenerģijas ražošanas izmaksu, zudumu, lineārā siltuma blīvuma un inovāciju koeficienta vērtības. Attiecīgi, 5.8.attēlā redzams, ka augstākais novērtējums ir 3.scenārijam.

6. REKOMENDĀCIJAS CENTRALIZĒTĀS SILTUMENERĢIJAS RAŽOŠANAS UN PĀRVADES JAUDU PALIELINĀŠANAS IZVĒRTĒŠANAI

Balstoties uz veikto dažādu aspektu analīzi, sniegtas rekomendācijas siltumenerģijas ražošanas un pārvades jaudu palielināšanas izvērtēšanai.

6.1. Nepieciešamās izmaiņas tiesiskajā regulējumā

Eiropas Savienības direktīvā par energoefektivitāti ir uzsvērts, ka dalībvalstīm ir jāizvērtē pašreizējā situācija - cik efektīvi tiek ražota, transportēta un izmantota enerģija. Pirms jaunu enerģijas ražotāju un pieslēgumu izveides vai esošo pārvērtēšanas ir jāizvērtē esošo enerģijas ražotāju un pieslēgumu efektivitāte. Lai novērtētu, vai ir nepieciešams jauns enerģijas ražotājs, jānovērtē, vai tuvējās ražotnēs SP varētu nodot CSA un aukstumapgādes pārvades tīkliem un tālāk patērētājiem.

Direktīva 2012/27 mudina ES dalībvalstis savos tiesību aktos ieviest šādus noteikumus:

- tiesiskais regulējums CSA sektoram, kas uzlabo energoefektīvu centralizēto siltumu un dzesēšanu, alternatīvo enerģijas avotu izmantošanu un siltuma patēriņa samazināšanu. Tomēr visās šīs darbības būtu jāīsteno tikai tad, ja tas ir tehniski iespējams, finansiāli dzīvotspējīgs un samērīgs ar potenciālo enerģijas ietaupījumu;
- CSA sektora regulēšana tā, lai tarifi motivētu energoefektivitātes paaugstināšanu un dinamiska cenu piemērošana varētu motivēt patērētājus izmantot siltumenerģiju energoefektīvi;
- dalībvalstis tiek mudinātas izstrādāt visaptverošu novērtējumu par ļoti efektīvas koģenerācijas un efektīvas CSA un dzesēšanas potenciālu. Šim novērtējumam ir jākalpo ne tikai kā ceļa kartei labvēlīgām investīcijām siltumenerģijas ražošanas sektorā, bet arī par etalonu jebkura jauna siltumenerģijas ražošanas projekta izvērtēšanai, kas atšķiras no ceļvedī norādītā. Izmaksu un ieguvumu analīzes gadījumā, kurā kā minimums tiktu ņemts vērā klimats, esošā situācija, ekonomiskā dzīvotspēja un tehniskā piemērotība, tika konstatēts, ka piedāvātais projekts ir vismaz vienāds ar ceļvedī norādīto vai labāks par to, un uz tā pamata varētu tikt izsniegta būvatļauja. Taču pretēja rezultāta gadījumā ceļvedis kopā ar jaunā projekta izmaksu un ieguvumu analīzi veidotu juridisku pamatu būvatļaujas atteikumam, pamatojoties uz tīri ekonomiskiem un patērētāju aizsardzības argumentiem.

Lai augstākminētos juridiskos instrumentus ieviestu spēkā esošajos Latvijas tiesību aktos, CSA sistēma būtu jāpadara pievilcīgāka patērētājiem, Enerģētikas likumā izvērtējot iespēju par pienākumu izmantot centralizēto siltumu, ja tas atbilst valsts energoplānam (proti, CSA ir padarīta saprātīga, energoefektīva un rentabla, ilgtspējīga). Ja tas tiks sasniegts, patērētāji uzskatīs CSA sistēmu par konkurētspējīgu risinājumu. Šim nolūkam CSA sistēmai jāpiešķir nepieciešamie instrumenti, lai tā konkurētu ar alternatīvām un joprojām pildītu citus savus pienākumus, piemēram, stabilu, nepārtrauktu un drošu siltumapgādes pakalpojumu sniegšanu.

Papildus regulējums var tikt ieviests būvatļauju izsniegšanas procesā. Daļa no nodevumā identificētajiem kritērijam var tikt ieviesti likumdošanā, un to neievērošana var būt par pamatu būvatļaujas izsniegšanas atteikumam jaunu siltumenerģijas ražošanas avotu būvniecībai, pamatojoties tikai uz ekonomiskiem un patērētāju aizsardzības argumentiem. Tas palīdzētu pastāvīgi dinamiski pārskatīt valsts energoplānu un pašvaldību siltumapgādes risinājumus, jo

jebkurš jauns pieejamais risinājums tiktu nekavējoties novērtēts attiecībā pret esošo situāciju, lai pārliecinātos, vai izvēlētais risinājums joprojām ir patērētājiem piemērotākais. Otrkārt, tas ļautu aizsargāt efektīvu un pārdomātu CSA sistēmu no nepamatotiem traucējumiem vai pilnīgas iznīcināšanas. Tas nodrošinātu milzīgu likumdošanas atbalstu ilgtspējīgu, efektīvu, saprātīgu un samērīgu CSA sistēmu attīstībai, kas varētu darboties ilgtermiņā un sniegt labumu patērētājiem.

6.2. Kritēriju izmantošana pašvaldības plānošanas dokumentos un fondu finansējuma piešķiršanā

Pētījumā identificētie kritēriji un metodika dažādu CSA attīstības alternatīvu salīdzināšanai var tikt izmantota gan izstrādājot pašvaldību ilgtermiņa siltumapgādes attīstības stratēģijas, gan piešķirot finansiālu atbalstu CSA investīciju projektiem.

Iepriekšējā plānošanas periodā piešķirot ES finansējumu CSA sistēmu attīstībai, siltumapgādes uzņēmumiem un siltumenerģijas ražotājiem bija nepieciešams pamatot potenciālā attīstības projekta atbilstību vairākiem kvalitātes kritērijiem, kā arī sniegt tehniski ekonomisko pamatojumu. Tomēr noteiktās vadlīnijas tehniski ekonomiskā pamatojuma izstrādē nebija skaidri definētas, nenosakot dažādu alternatīvu vispusīgu salīdzināšanu. Nodevumā identificētie kritēriji būtu jāiekļauj tehniski ekonomiskajā pamatojumā, lai vērtētu dažādas CSA attīstības alternatīvas no dažādām perspektīvām, kā arī, lai veicinātu CSA operatorus ņemt vērā tādus faktorus, kā nākotnes siltumenerģijas patēriņa izmaiņas, uzstādīto iekārtu noslodzes faktoru, kā arī radītās ietekmes uz apkārtējo vidi.

Nozīmīgs aspekts dažādu alternatīvu salīdzināšanā ir visu siltumapgādes sistēmas elementu iekļaušana novērtējumā. CSA attīstības projekta ietekme jāanalizē iekļaujot visas sadaļas, tai skaitā, siltumenerģiju, kas tiek iepirkta no ārējiem siltumenerģijas ražotājiem, siltumenerģijas pārvadi un patērētājus.

Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns līdz 2030.gadam nosaka, ka attīstības projektos jāievēro principu “energoefektivitāte pirmajā vietā”. Šis princips jāņem vērā, plānojot jaunas siltumenerģijas ražošanas jaudas, analizējot potenciālo siltumslodzes samazinājumu ēku energoefektivitātes paaugstināšanās dēļ. Nodevumā sniegti piemēri, kā siltumenerģijas patēriņa samazinājumu iespējams noteikt, izmantojot minimālu informācijas daudzumu par ēku platību un īpatnējo siltumenerģijas patēriņu apkurei.

6.3. Ilgtermiņa attīstības plānošana un pašvaldību loma CSA attīstībā

Vērtējot Latvijas ilgtermiņa plānošanas dokumentus, ir novērota sadrumstalotība un pretrunas. No vienas puses raugoties, ir uzsvērta nepieciešamība veicināt enerģijas ražošanu no AER, bet tajā pašā laikā nav skaidru atbalsta mehānisma pārejai uz tiem. Turpinās atbalsts fosilajam kurināmajam nodokļu atlaižu formā, un netiek saskatīta iespēja tuvākajā laikā pakāpeniski pārtraukt to izmantošanu. Ilgtermiņa plānošanas dokumenti nesniedzas tālāk par 2030. gadu, kas var radīt problēmas nākotnē, piesaistot investīcijas.

CSA nozare ir atstāta pašvaldību ziņā, un tām ne vienmēr ir pietiekami finanšu un administratīvie resursi, lai sasniegtu nepieciešamos klimata un vides mērķus. Par to liecina esošās ilgtspējīgas attīstības stratēģijas, kuru kvalitāte ir ļoti atšķirīga. Būtu jāsniedz lielāks atbalsts reģioniem un pašvaldībām no valsts valdības puses, sniedzot gan praktisku, gan finansiālu atbalstu.

Izstrādājot politikas instrumentus valsts un pašvaldību līmenī, būtu ieteicams veidot dialogu ar uzņēmējiem. Ciešāka sadarbība varētu palīdzēt rast valstij izdevīgus un uzņēmējiem

pieņemamus risinājumus, kā arī šādā gadījumā, politikas instrumentus būtu vieglāk ieviest un īstenot.

Centralizētā aukstumapgāde var būt viens no stūrakmeņiem elektroenerģijas patēriņa samazināšanai un efektīvākai primāro resursu izmantošanai. Latvijā centralizētā dzesēšanas sistēma šobrīd nepastāv, tomēr blīvi apdzīvotās pilētās ar daudzām komercsektora ēkām varētu identificēt ievērojamu dzesēšanas slodzi. Valsts līmeņa ilgtermiņa plānošanas dokumentos dzesēšanas nozares attīstības plāniem ir pievērsta maza uzmanība, bet reģionālā un vietējā līmenī tai nav pievērsta nekāda uzmanība.

6.4. Siltuma pārpalikumu integrēšana CSA sistēmā

SP ir identificēts kā būtisks parametrs nākotnes viedās enerģijas sistēmās, kas varētu kalpot ka siltuma avots liela mēroga siltumsūkņos. Kopējais noteiktais atkritumu siltuma potenciāls no rūpniecības uzņēmumiem Latvijā ir 272 GWh gadā. Aptuveni 86% no identificētajiem SP atrodas tiešā CSA zonā jeb mazāk nekā 2 km attālumā no katlumājām, un to varētu integrēt CSA tīklā. Tomēr ekonomiski būtu iespējams integrēt aptuveni 40 % no kopējā SP potenciāla pietiekami zemo cauruļvadu izmaksu dēļ.

Salīdzinot tehniski ekonomisko SP potenciālu ar esošo siltuma pieprasījumu, var secināt, ka CSA sistēmās varētu izmantot 83 GWh jeb 31 % no teorētiskā SP potenciāla. Iegūtais tehniski ekonomiskais SP potenciāls varētu segt tikai 2-3% no kopējā valsts CSA pieprasījuma. Iegūtie zemie potenciālie rezultāti ir tāpēc, ka Latvijā ir mazs energoietilpīgo rūpniecības nozaru skaits. Līdz ar to, valstīs, kas vairāk balstītas uz pakalpojumu nozarēm, ir ļoti svarīgi identificēt citus SP, piemēram siltumu no datu centriem, lielveikaliem, dzesēšanas iekārtām, notekūdeņu attīrīšanas iekārtām.

SP efektīvākai integrēšanai būtiski ir pazemināt siltumtīklu temperatūru, līdz ar to, paralēli nepieciešams analizēt pazeminātas temperatūras siltumnesēja izmantošanu tīklos.

Tomēr rūpniecisko SP integrācijas potenciāls joprojām jāvērtē pašvaldību mērogā, jo vairākās pilsētās katlu mājas atrodas rūpnieciskajos rajonos tuvu ražošanas uzņēmumiem. Plānojot ilgtermiņa investīcijas jaunos katlos vai siltumenerģijas ražošanas tehnoloģijās, kuras varētu aizstāt ar rūpnieciskajiem SP, lokālā siltuma potenciāla novērtējums ir būtisks.

7. IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

[1] M. Galindo Fernández, C. Roger-Lacan, U. Gährs, and V. Aumaitre, *Efficient district heating and cooling markets in the EU: Case studies analysis, replicable key success factors and potential policy implications*, no. December. 2016.

[2] European Commission, "Towards a smart , efficient and sustainable heating and cooling sector," *Fact Sheet*, no. February, 2016.

[3] S. Potrč, L. Čuček, M. Martin, and Z. Kravanja, "Sustainable renewable energy supply networks optimization – The gradual transition to a renewable energy system within the European Union by 2050," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 146, 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.111186.

[4] Eurostat, "Use of renewables for heating and cooling." https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_urhcd/default/table?lang=en (accessed Nov. 15, 2021).

[5] Eurostat, "Share of energy from renewable sources." https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en (accessed Dec. 10, 2021).

[6] "Atjaunīgo energoresursu (AER) īpatsvars." https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__NOZ__EN__ENA/ENA020 (accessed Dec. 10, 2021).

[7] "ENA040.Elektriskā jauda un saražotā elektroenerģija no atjaunīgiem energoresursiem - Atjaunīgo energoresursu elektrostaciju veids." https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__NOZ__EN__ENA/ENA040 (accessed Nov. 15, 2021).

[8] H. Lund *et al.*, "4th Generation District Heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems.," *Energy*, vol. 68, pp. 1–11, 2014, doi: 10.1016/j.energy.2014.02.089.

[9] H. Li, Q. Sun, Q. Zhang, and F. Wallin, "A review of the pricing mechanisms for district heating systems," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 42, pp. 56–65, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2014.10.003.

[10] H. Lund *et al.*, "Perspectives on fourth and fifth generation district heating," *Energy*, vol. 227, p. 120520, 2021, doi: 10.1016/j.energy.2021.120520.

[11] R. R. Schmidt and P. Lucas, "Barriers to Waste Heat Recovery and How to Overcome them 1," *Euroheat Power (English Ed.*, vol. 2020, no. 4, pp. 23–26, 2020.

[12] K. Pereverza, O. Pasichnyi, D. Lazarevic, and O. Kordas, "Strategic planning for sustainable heating in cities: A morphological method for scenario development and selection," *Appl. Energy*, vol. 186, pp. 115–125, 2017, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.07.008.

[13] European Commission, "The Consolidated version of the Treaty on the Functioning of the European Union," *Official Journal of the European Union*, 2012. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT (accessed Dec. 13, 2021).

[14] Satversmes Sapulce, "Latvijas Republikas Satversme," *Latvijas Vēstnesis*, 1993. https://www.vestnesis.lv/ta/id/57980-latvijas-republikas-satversme (accessed Dec. 13, 2021).

[15] R. Balodis, *Latvijas Republikas Satversmes komentāri. VIII nodaļa. Cilvēka pamattiesības*. 2011.

[16] Saeima, "Enerģētikas likums," *Latvijas Vēstnesis*, 1998. https://www.vestnesis.lv/ta/id/49833-energetikas-likums (accessed Dec. 13, 2021).

[17] Saeima, “Par sabiedrisko pakalpojumu regulatoriem,” *Latvijas Vēstnesis*, 2000. https://www.vestnesis.lv/ta/id/12483-par-sabiedrisko-pakalpojumu-regulatoriem (accessed Dec. 13, 2021).
[18] D. Cīrule, “Anticipated effect of a social state on requisite change in values of regulated market and long term competitiveness of heating systems,” *5th Int. Sci. Conf. Univ. Latv. „Jurisprudence Cult. Past Lessons Futur. Challenges” Conf. Proc.*, 2014.
[19] Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija, “Siltumenerģijas apgādes pakalpojumu tarifu aprēķināšanas metodika,” *Latvijas Vēstnesis*, 2010. https://likumi.lv/ta/id/208283-siltumenergijas-apgades-pakalpojumu-tarifu-aprekinasanas-metodika (accessed Dec. 13, 2021).
[20] A. Grišāne, D. Cīrule, and S. Bērtaitis, “Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas institucionālā uzbūve un funkcijas elektroenerģijas un siltumenerģijas nozarē,” 2012.
[21] Ministru kabinets, “Noteikumi par regulējamiem sabiedrisko pakalpojumu veidiem,” *Latvijas Vēstnesis*, 2009. https://likumi.lv/ta/id/199830-noteikumi-par-regulejamiem-sabiedrisko-pakalpojumu-veidiem (accessed Dec. 13, 2021).
[22] European Commission, “Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC,” *Official Journal of the European Union*, 2012. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=celex:32012L0027 (accessed Dec. 13, 2021).
[23] International Renewable Energy Agency, “Renewable Energy in District Heating and Cooling,” *Int. Renew. Energy Agency*, no. March, p. 112, 2017, [Online]. Available: http://www.irena.org/remap.
[24] D. Hehenberger-Risse, J. Straub, D. Niechoj, and A. Lutzenberger, “Sustainability Index to Assess the Environmental Impact of Heat Supply Systems,” *Chem. Eng. Technol.*, vol. 42, no. 9, pp. 1923–1927, 2019, doi: 10.1002/ceat.201800647.
[25] J. Famiglietti *et al.*, “Environmental Life Cycle Assessment scenarios for a district heating network. An Italian case study,” *Energy Reports*, vol. 7, pp. 368–379, 2021, doi: 10.1016/j.egyr.2021.08.094.
[26] M. Harmelink, “Reporting on the sustainability of district heating networks,” no. May, pp. 19–20, 2017.
[27] V. Kveselis, E. F. Dzenajavičienė, and S. Masaitis, “Analysis of energy development sustainability: The example of the lithuanian district heating sector,” *Energy Policy*, vol. 100, no. June 2015, pp. 227–236, 2017, doi: 10.1016/j.enpol.2016.10.019.
[28] M. Zivkovic, K. Pereverza, O. Pasichnyi, A. Madzarevic, D. Ivezic, and O. Kordas, “Exploring scenarios for more sustainable heating: The case of Niš, Serbia,” *Energy*, vol. 115, pp. 1758–1770, 2016, doi: 10.1016/j.energy.2016.06.034.
[29] M. Lipošćak, N. H. Afgan, N. Duić, and M. da Graça Carvalho, “Sustainability assessment of cogeneration sector development in Croatia,” *Energy*, vol. 31, no. 13, pp. 2276–2284, 2006, doi: 10.1016/j.energy.2006.01.024.
[30] D. Rutz *et al.*, “Transition towards a sustainable heating and cooling sector case study of southeast European countries,” *Therm. Sci.*, vol. 23, no. 6, pp. 3293–3306, 2019, doi: 10.2298/TSCI190107269R.
[31] Y. Chen, J. Wang, and P. D. Lund, “Sustainability evaluation and sensitivity analysis of district heating systems coupled to geothermal and solar resources,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 220, no. 2, p. 113084, 2020, doi: 10.1016/j.enconman.2020.113084.
[32] W. Liu, F. Best, and W. Crijns-Graus, “Exploring the pathways towards a sustainable heating system – A case study of Utrecht in the Netherlands,” *J. Clean. Prod.*, vol. 280, p. 125036, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125036.

[33] A. Volkova, V. Mašatin, and A. Siirde, “Methodology for evaluating the transition process dynamics towards 4th generation district heating networks,” *Energy*, vol. 150, pp. 253–261, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.02.123.
[34] IEA, “District Heating – Analysis.” https://www.iea.org/reports/district-heating (accessed Nov. 12, 2021).
[35] E. Latõšov, A. Volkova, A. Siirde, J. Kurnitski, and M. Thalfeldt, “Primary energy factor for district heating networks in European Union member states,” *Energy Procedia*, vol. 116, pp. 69–77, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.05.056.
[36] E. Guelpa, G. Mutani, V. Todeschi, and V. Verda, “Reduction of CO2 emissions in urban areas through optimal expansion of existing district heating networks,” *J. Clean. Prod.*, vol. 204, pp. 117–129, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.08.272.
[37] A. Zajacs and A. Borodiņecs, “Assessment of development scenarios of district heating systems,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 48, no. March, 2019, doi: 10.1016/j.scs.2019.101540.
[38] B. Kleinertz, G. Brühl, and S. von Roon, “Heat dispatch centre – Symbiosis of heat generation units to reach cost efficient low emission heat supply,” *Energy*, vol. 189, 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.116155.
[39] D. D. Ilić, “Classification of measures for dealing with district heating load variations—a systematic review,” *Energies*, vol. 14, no. 1, 2021, doi: 10.3390/en14010003.
[40] M. Khosravy, “Recent Progress in District Heating with Emphasis on Low-Temperature Systems,” Jan. 2021, doi: 10.5772/INTECHOPEN.94459.
[41] European Comission, “COMMUNICATION FROM THE COMMISSION, The European Green Deal,” *11.12.2019*. 2019.
[42] European Commission, “A European Green Deal,” *European Commission*, 2019. .
[43] European Commission, “DIRECTIVE 2012/27/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.” 2012.
[44] Council of the European Union, “Directive (EU) 2018_2002 of the European Parliament and of t,” *Energy efficiency*, 2019. .
[45] European Parliament, “Directive 2018/2002/EU amending Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency,” *Off. J. Eur. Union*, vol. 328, no. November, pp. 210–230, 2018.
[46] The European Comission, “COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2019/826 of 4 March 2019 amending Annexes VIII and IX to Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on the contents of comprehensive assessments of the potential for efficient heating and coolin,” vol. 194, no. July 2017. pp. 1–29, 2019.
[47] Ministry of Economics, “National Energy and Climate Plan for 2021-2030,” 2019.
[48] Ministry of Economics, “Latvian Long - Term Strategy for Energy 2030,” Riga, 2020.
[49] Cross-Sectoral Coordination Centre, “Latvian National Development Plan for 2014 to 2020,” 2012.
[50] Cross-Sectoral Coordination Center, “How Latvia is achieving its development goals?,” 2017.
[51] Ministry of Regional Development and Local Government of Latvia, “Latvian Sustainable Development Strategy 2030,” 2010.
[52] Ministry of Economics, “Informative report of Latvian Energy Long-Term Strategy 2030 - Competitive Energy for Society,” Riga, 2013.
[53] Cabinet of Ministers, “Cabinet of Ministers Regulation No. 628 ‘Regulations on Local Government Territorial Development Planning Documents.’” pp. 1–19, 2015.
[54] Peter Hermes Furian / Alamy Stock Photo, “Latvia political map,” 2015. .
[55] Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia,

"Municipalities." 2020.
[56] Brocēnu municipality, "Sustainable development strategy of Brocēni municipality for 2014-2030," p. 44, 2014.
[57] Cēsis Region, "Cēsis Region Sustainable Development Strategy for 2014-2030," pp. 1–61, 2015.
[58] City of Daugavpils, "Daugavpils City Sustainable Development Strategy for 2014-2030," p. 46, 2014.
[59] Gulbene Region, "Gulbene Region Sustainable Development Strategy for 2014 - 2030," no. 2, p. 63, 2016.
[60] City of Jēkabpils, "Sustainable development strategy of Jekabpils city until 2030." 2012.
[61] City of Jelgava, "Jelgava City Development Program 2014-2020," no. 5, p. 31, 2020.
[62] City of Liepāja, "Sustainable Development Strategy of Liepāja City until 2030," p. 26, 2012.
[63] Riga Planning Region, "Sustainable Development Strategy of Riga Planning Region 2014 - 2030," no. 4, p. 34, 2015.
[64] Salaspils Region, "Salaspils region sustainable development strategy for 2014-2030," no. 16, p. 39, 2014.
[65] City of Ventspils, "Ventspils city sustainable development strategy until 2030," pp. 1–39, 2014.
[66] J. Pelda, F. Stelter, and S. Holler, "Potential of integrating industrial waste heat and solar thermal energy into district heating networks in Germany," *Energy*, vol. 203, p. 117812, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117812.
[67] D. Kurle, C. Schulze, C. Herrmann, and S. Thiede, "Unlocking Waste Heat Potentials in Manufacturing," *Procedia CIRP*, vol. 48, pp. 289–294, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.03.107.
[68] M. Biondi, A. Giovannelli, G. Di Lorenzo, and C. Salvini, "Techno-economic analysis of a sCO2 power plant for waste heat recovery in steel industry," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 298–304, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.147.
[69] R. Agathokleous *et al.*, "Waste Heat Recovery in the EU industry and proposed new technologies," *Energy Procedia*, vol. 161, pp. 489–496, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.064.
[70] G. Bianchi, G. P. Panayiotou, and S. A. Kalogirou, "Waste heat recovery in European Industry," no. 680599, 2020.
[71] S. Moser and S. Lassacher, "External use of industrial waste heat - An analysis of existing implementations in Austria," *J. Clean. Prod.*, vol. 264, p. 121531, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121531.
[72] H. Fang, J. Xia, and Y. Jiang, "Key issues and solutions in a district heating system using low-grade industrial waste heat," *Energy*, vol. 86, pp. 589–602, 2015, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.04.052.
[73] V. Somogyi, V. Sebestyen, and E. Domokos, "Assessment of wastewater heat potential for district heating in Hungary," *Energy*, vol. 163, pp. 712–721, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.07.157.
[74] A. Dénarié *et al.*, "Assessment of waste and renewable heat recovery in DH through GIS mapping: The national potential in Italy," *Smart Energy*, vol. 1, p. 100008, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100008.
[75] L. Cioccolanti, M. Renzi, G. Comodi, and M. Rossi, "District heating potential in the case of low-grade waste heat recovery from energy intensive industries," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 191, p. 116851, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116851.
[76] S. Moser, J. Mayrhofer, R.-R. Schmidt, and R. Tichler, "Socioeconomic cost-benefit-

analysis of seasonal heat storages in district heating systems with industrial waste heat integration," *Energy*, 2018.
[77] J. Ziemele, R. Kalnins, G. Vigants, E. Vigants, and I. Veidenbergs, "Evaluation of the industrial waste heat potential for its recovery and integration into a fourth generation district heating system," *Energy Procedia*, vol. 147, pp. 315–321, 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.098.
[78] S. Moser, S. Puschnigg, and V. Rodin, "Designing the Heat Merit Order to determine the value of industrial waste heat for district heating systems," *Energy*, vol. 200, p. 117579, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117579.
[79] Ministry of Economics, "Augstas efektivitātes koģenerācijas un efektīvas centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas izmantošanas potenciāla visaptverošs izvērtējums un izmaksu un ieguvumu analīze atbilstoši Direktīvas 2012/27/ES prasībām," p. 51, 2016.
[80] "Noteikumi par energoefektivitātes prasībām licencēta vai reģistrēta energoapgādes komersanta valdījumā esošām centralizētām siltumapgādes sistēmām un to atbilstības pārbaudes kārtību." https://likumi.lv/ta/id/281914-noteikumi-par-energoefektivitates-prasibam-licenceta-vai-registreta-energoapgades-komersanta-valdijuma-esosam-centralizetam-sil... (accessed Dec. 10, 2021).
[81] A. Gabaldón Moreno, B. Alpagut, and P. H. Iñarra, "Guidelines To Calculate the Annual Primary Energy Balance of a Positive Energy District," 2020.
[82] Ministru kabinets, "Ēku energoefektivitātes aprēķina metodes un ēku energosertifikācijas noteikumi," 2021. https://likumi.lv/ta/id/322436-eku-energoefektivitates-aprekina-metodes-un-eku-energosertifikacijas-noteikumi (accessed Dec. 10, 2021).
[83] Ministru kabinets, "Siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodika," 2018. https://likumi.lv/ta/id/296651-siltumnicefekta-gazu-emisiju-aprekina-metodika (accessed Dec. 10, 2021).
[84] M. Smith, J. Moerenhout, M. Thuring, S. de Regel, and M. Altmann, *Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments : final report*. 2020.
[85] J. E. Leal, "AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method," *MethodsX*, vol. 7, 2020, doi: 10.1016/j.mex.2019.11.021.
[86] P. Ishizaka, Alessio;Nemery, *Multi-criteria decision analysis : methods and software*. John Wiley & Sons, 2013.
[87] B. Zlaugotne, L. Zihare, L. Balode, A. Kalnbalkite, A. Khabdullin, and D. Blumberga, "Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison," *Environ. Clim. Technol.*, vol. 24, no. 1, pp. 454–471, 2020, doi: 10.2478/rtuect-2020-0028.