

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Transporta un mašīnzinību fakultāte

Siltumenerģētisko sistēmu katedra

Āris ŽĪGURS

Doktora studiju programmas „Siltumtehnika” doktorants

CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES SISTĒMU EFEKTIVITĀTE

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr. habil. sc. ing., profesors
D. TURLAJS

Rīga 2009

UDK 697.34(043)

Ži 420 c

Žīgurs A. Centralizētās siltumapgādes sistēmu efektivitāte. Promocijas darba kopsavilkums.-R.: RTU, 2009.-26 lpp.

Iespiests saskaņā
ar TMF Siltumenerģētisko sistēmu katedras
2009.gada 25.septembra sēdes lēmumu,
protokols Nr.15 .

PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA
IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts
2009.g. plkst. Rīgas Tehniskās universitātes Būvniecības fakultātē,
Āzenes ielā 16/20, Būvniecības fakultātes sēžu zālē.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors, Dr.habil.sc.ing. Egīls Dzelzītis
Rīgas Tehniskā universitāte

Dr. chem. Andris Akermanis
Latvijas siltumapgādes uzņēmumu asociācija

Dr.sc.ing. Gaidis Klāvs
Latvijas Fizikālās enerģētikas institūts

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai
Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav
iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Āris Žīgurs(Paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 7 nodaļas, secinājumus 3
pielikumus, 32 zīmējumus un ilustrācijas, kopā 122 lappuses. Literatūras sarakstā ir 106
nosaukumi.

ANOTĀCIJA

Promocijas darbā pētīti centralizēto siltumapgādes sistēmu efektivitātes aspekti, kas ir priekšnoteikums centralizēto siltumapgādes sistēmu sniegto iespēju un priekšrocību izmantošanai gan elektroenerģijas ražošanā, gan ietekmes mazināšanā uz vidi, gan siltumenerģijas patērētāju komforta un dzīves kvalitātes paaugstināšanā, gan centralizētās siltumapgādes uzņēmumu konkurētspējas nodrošināšanā.

Šī promocijas darba mērķis ir izpētīt un reālos apstākļos novērtēt dažādu pasākumu un tehnisko risinājumu lietderību un piemērotību centralizēto siltumapgādes sistēmu nozīmīga elementa – siltumtīklu darbības drošuma un efektivitātes paaugstināšanai un tajā analizēti centralizēto siltumapgādes sistēmu būtiskā trūkuma – siltumenerģijas zudumu rašanās un to novērtēšanas teorētiskie un praktiskie aspekti, centralizēto siltumapgādes sistēmu slodžu regulēšanas metodes, teorētiski un eksperimentāli pētīti siltumnesēja temperatūras pazemināšanas pozitīvie un negatīvie aspekti. Promocijas darbā veiktie pētījumi balstīti uz autora ilggadīgu praktisku, pētniecisku, eksperimentālu un vadības darba pieredzi centralizētās siltumapgādes jomā, vadot AS „Rīgas siltums”.

Pētījumu veikšanai tika izmantoti gan AS „Rīgas siltums” uzkrātais apjomīgais datu materiāls par reālas centralizētās siltumapgādes sistēmas darbību dažādos režīmos pirms un pēc dažādu efektivitātes pasākumu īstenošanas, gan autora izstrādāti efektivitātes paaugstināšanas pasākumu teorētiskie pamatojumi un rezultāti no reālā centralizētās siltumapgādes sistēmā veiktiem eksperimentiem. Tādējādi, atšķirībā no tīri teorētiska rakstura pētījumiem, šī promocijas darba zinātniskā novitāte ir reālā siltumapgādes sistēmā veiktos eksperimentos iegūti rezultāti, kurus teorētiski pamatojot ir identificēti pasākumi siltumtīklu efektivitātes paaugstināšanai, kas pārbaudīti arī praksē.

Promocijas darbā pārbaudītās metodes un izdarītie secinājumi ir praktiski pielietojami siltumapgādes uzņēmumu vadītāju un inženieru darbā, plānojot un īstenojot centralizētās siltumapgādes sistēmu rehabilitāciju un modernizāciju, un jau tika izmantoti Rīgas siltumapgādes attīstības koncepcijas 2006. – 2016.gadam izstrādē. Promocijas darba rezultāti tiek arī izmantoti mācību procesā RTU bakalauru un inženieru studiju priekšmetos: „Siltumenerģētika un siltumtehnika” un „Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija”.

Par promocijas darba rezultātiem ir ziņots 5 starptautiskajās konferencēs un tie ir atspoguļoti 13 publikācijās.

Promocijas darbs sastāv no 7 nodaļām un tā apjoms ir 122 lappuses, kurās ietverti 32 attēli, 22 tabulas un 3 pielikumi. Darbā izmantoti 106 literatūras avoti.

SATURS

IEVADS.....	6
1. CSS risināmo problēmu pamatnostādnes	8
2. CSS efektivitātes paaugstināšanas teorētiskie algoritmi	9
3. CSS slodžu regulēšanas un siltumnesēja temperatūru režīmu analīze	10
3.1. Slodžu regulēšanas elastība	10
3.2. Siltumnesēja turpgaitas temperatūras pakāpienveida grafika ieviešanas analīze	11
3.3. Siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas analīze	13
4. ST diagnostikas prakses analīze	18
5. ST modernizācijas prakses analīze	20
6. Dispečeru dienesta darbība un IT pielietojums CSS efektivitātes un drošuma paaugstināšanā	22
7. Risku vadība CSS efektivitātes paaugstināšanā	24
SECINĀJUMI.....	25
AUTORA NOZĪMĪGĀKĀS PUBLIKĀCIJAS.....	26

IEVADS

Tēmas aktualitāte

Latvijā tāpat kā citās Eiropas Kopienas valstīs pēdējā desmitgadē ir samērā strauji audzis enerģijas patēriņš, jo ekonomikas attīstība un iedzīvotāju dzīves kvalitātes pieaugums neizbēgami ir saistīti ar lielākiem enerģijas patēriņiem. Taču augošs enerģijas patēriņš ir viens no faktoriem, kas energoresursu tirgū izsauc to cenu pieaugumu, paaugstina ekonomiski attīstīto valstu atkarību no energoresursu importa un paaugstina slogu apkārtējai videi. Visi trīs minētie negatīvie aspekti ir raksturīgi ne tikai Eiropas kopienas, bet arī Latvijas energoapgādei.

Eiropas Komisija 2007.gada 10.janvārī publicēja dokumentu paketi, kurā ierosināts visaptverošs pasākumu kopums jaunas Eiropas enerģētikas politikas ieviešanai, ar mērķi ierobežot klimata pārmaiņas un veicināt Eiropas Kopienas energoapgādes drošumu un konkurētspēju. Šīs politikas dokumentu paketes nozīmīgi elementi ir kopienas dalībvalstīm, tajā skaitā arī Latvijai, noteiktie obligātie mērķi līdz 2020.gadam samazināt enerģijas patēriņu un siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas par 20%. Arī Latvijas valdības politikas plānošanas dokuments „Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016. gadam” nosaka energoapgādes efektivitātes un drošuma paaugstināšanu par valsts enerģētikas politikas prioritātēm. Dokumentā noteikti ne tikai vispārējie sasniedzamie energoefektivitātes rādītāji - enerģijas intensitātei 2010., 2015. un 2020. gadā attiecīgi ir jāsamazinās līdz 0,35, 0,28 un 0,22 toe/1000 EUR, bet arī indikatīvie mērķi efektivitātes paaugstināšanai siltumapgādē – siltumenerģijas ražošanas iekārtu vidējais efektivitātes līmenis valstī laika posmā līdz 2016. gadam jāpaaugstina 80%-90%, bet siltumenerģijas relatīvo zudumu vidējo līmeni siltumenerģijas pārvades un sadales tīklos jāsamazina līdz 14%.

Latvija atrodas klimatiskajā zonā, kur siltumenerģija nepieciešama ne tikai dzīves kvalitātes nodrošināšanai, bet arī kā izdzīvošanas priekšnoteikums ziemas periodā, kas ilgst ap 200 kalendāra dienām. Tādēļ siltumapgāde ir īpaši nozīmīga Latvijas enerģētikas joma, par ko liecina arī fakts, ka vairāk kā 60% no valstī kopā patērētajiem energoresursiem tiek izmantoti tieši siltumapgādē. Tādējādi efektivitātes paaugstināšana siltumapgādē, un jo īpaši centralizētajā siltumapgādē, kas nodrošina vairāk kā 30% no valstī nepieciešamā siltumenerģijas apjoma gan sadzīves, gan tehnoloģiskajām vajadzībām, bet mājāsaimniecību sektorā centralizēti piegādātās siltumenerģijas īpatsvars pārsniedz 45%, ir ļoti nozīmīgs process minēto mērķu sasniegšanai.

Centralizēto siltumapgādes sistēmu efektivitātes paaugstināšanai ir izšķiroša loma arī centralizētās siltumapgādes uzņēmumu konkurētspējas nodrošināšanā, kas savukārt ir priekšnoteikums centralizēto siltumapgādes sistēmu sniegto iespēju un priekšrocību izmantošanai gan elektroenerģijas ražošanā, gan ietekmes uz vidi mazināšanā, gan siltumenerģijas patērētāju komforta un dzīves kvalitātes paaugstināšanā.

Darba mērķis

Šī promocijas darba mērķis ir izpētīt un reālos apstākļos novērtēt dažādu pasākumu un tehnisko risinājumu lietderību un piemērotību centralizēto siltumapgādes sistēmu nozīmīga elementa – siltumtīklu darbības drošuma un efektivitātes paaugstināšanai.

Risināmie uzdevumi

Minētā mērķa sasniegšanai ir izvirzīti sekojoši uzdevumi, kas secīgi risināti šajā promocijas darbā:

- definēt ar centralizēto siltumapgādes sistēmu efektivitātes paaugstināšanu saistīto problēmu pamatnostādnes, novērtējot centralizēto siltumapgādes sistēmu galvenās priekšrocības un trūkumus;
- analizēt centralizēto siltumapgādes sistēmu būtiskā trūkuma – siltumenerģijas zudumu rašanās un to novērtēšanas teorētiskos un praktiskos aspektus;
- analizēt centralizēto siltumapgādes sistēmu slodžu regulēšanas metodes;
- teorētiski un praktiski izpētīt siltumnesēja temperatūras pazemināšanas pozitīvos un negatīvos aspektus;
- ieviest uz siltumtīklu darbības drošuma un efektivitātes paaugstināšanu vērstu pasākumu un metožu kopumu, kas neietver siltumtīklu pilnīgu nomaiņu.

Pētījumu metodika

Promocijas darbā veikto pētījumu metodikas pamatā ir siltumtīklu darbības drošuma un efektivitātes paaugstināšanas pasākumu sagaidāmo rezultātu prognozēšana, izmantojot teorētiskus algoritmus, praktisku izmēģinājumu veikšana reālā centralizētā siltumapgādes sistēmā, izmēģinājumos iegūto rezultātu matemātiska apstrāde un novērtēšana, kā arī kvantitatīvi tiešā veidā nemērāmu pasākumu novērtēšana.

Zinātniskā novitāte

Promocijas darbā veiktie pētījumi balstīti uz autora ilggadīgu praktisku, pētniecisku, eksperimentālu un vadības darba pieredzi centralizētās siltumapgādes jomā, vadot AS „Rīgas siltums”. Pētījumu veikšanai tika izmantoti gan AS „Rīgas siltums” uzkrātais apjomīgais datu materiāls par reālas centralizētās siltumapgādes sistēmas darbību dažādos režīmos pirms un pēc dažādu efektivitātes pasākumu īstenošanas, gan ar autora tiešu līdzdalību izstrādāti efektivitātes paaugstināšanas pasākumu teorētiskie pamatojumi un rezultāti no reālā centralizētās siltumapgādes sistēmā veiktiem eksperimentiem. Tādējādi, atšķirībā no tīri teorētiska rakstura pētījumiem, šajā promocijas darbā, pamatojoties uz teorētiskām atziņām, ir identificēti siltumtīklu efektivitātes paaugstināšanas pasākumi, kas ir ne tikai pārbaudīti eksperimentāli, bet arī novērtēti pēc to ieviešanas praksē.

Praktiskā vērtība

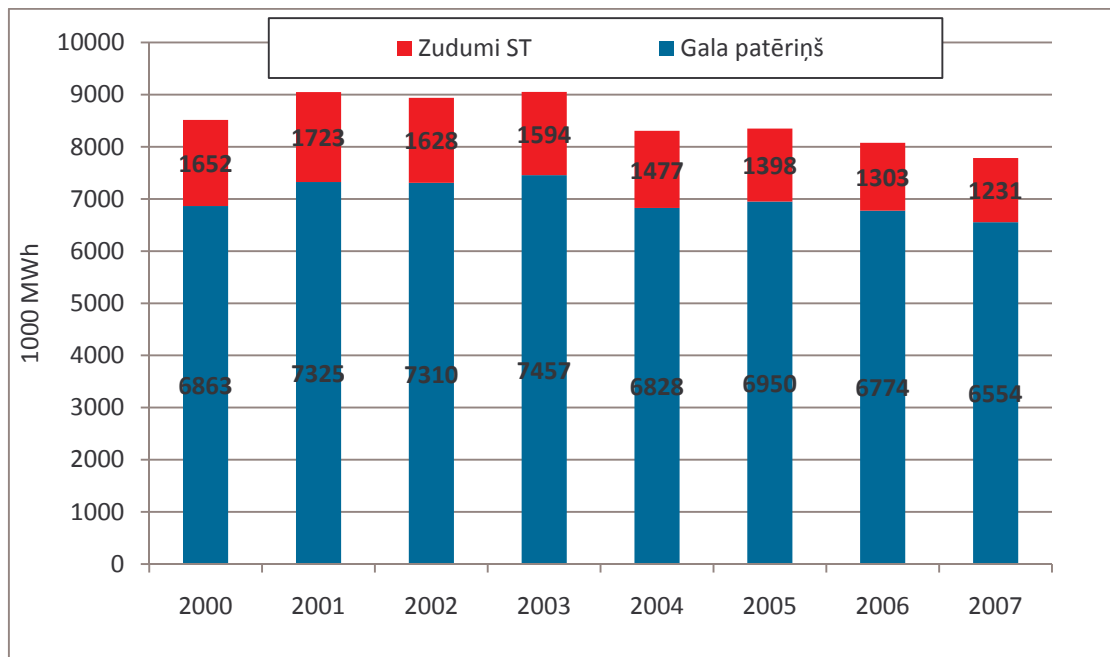
Šajā promocijas darbā veiktā uzkrātās praktiskās pieredzes un eksperimentu rezultātu analīze un no tās izdarītie secinājumi un priekšlikumi ir praktiski pielietojami plānojot, analizējot un īstenojot lielu pilsētu centralizēto siltumapgādes sistēmu rehabilitāciju un modernizāciju. Darba rezultāti jau tika pielietoti, autoram piedaloties Rīgas siltumapgādes attīstības koncepcijas 2006. – 2016.gadam izstrādē. Promocijas darba rezultāti tiek izmantoti arī RTU bakalauru un inženieru studiju priekšmetos: „Siltumenerģētika un siltumtehnika” un „Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija”, kā arī gatavojot AS „Rīgas siltums” ikgadējos attīstības plāna un budžeta projektus. Darba rezultātu izmantošana var palīdzēt izvairīties no kļūdām un pārsteidzīgiem lēmumiem centralizēto siltumapgādes sistēmu efektivitātes paaugstināšanas plānošanā.

Pētījumu rezultāti ziņoti starptautiskajās konferencēs: The Baltic Electricity Market Forum 2006.gada 23.novembrī Viļņā, "Lietuvos Enerģija"; biznesa konferencē "Francijas pavasaris" paneļdiskusijā "Enerģētika un ekonomika" 2007.gada 22.martā, Rīgā; Eiropas Enerģētikas Hartas un EM kopīgi organizētajā Latvijas energoefektivitātes pārskata ziņojuma pasākumā 2007.gada 12.-15.martā, Rīgā; 5.Eiropas konferencē "Economics and management of energy in industry" sekcijā "Enerģijas taupīšana industrijā un ēkās" 2009.gada 14.-17.aprīlī Vilamourā, Portugālē; RTU zinātniskajā konferencē 2008.gada 15.oktobrī, Rīgā.

1. CSS RISINĀMO PROBLĒMU PAMATNOSTĀDNES

Pateicoties centralizētās siltumapgādes sistēmu (turpmāk tekstā – CSS) priekšrocībām, valstīs, kur klimatiskie apstākļi siltumapgādei liek pievērst īpašu uzmanību: Baltijas valstīs, Somijā, Vācijā, Dānijā, Austrijā, Zviedrijā un citur Rietumeiropā, kā arī daudzās NVS valstīs, lielu pilsētu siltumapgādē tās ir dominējošais siltumapgādes veids. Tomēr daudzos jaunos objektos, īpaši individuālajā un mazstāvu dzīvojamā ēku apbūvē tiek ierīkotas arī vietējās siltumapgādes sistēmas. Šajā situācijā arvien pieaug centralizētās un vietējās siltumapgādes cenu konkurences faktora nozīme, kas ir ekonomisks stimuls CSS problemātisko jautājumu risināšanai, efektivitātes paaugstināšanai un cenu optimizācijas politikai centralizētās siltumapgādes sektorā.

Nozīmīgākais CSS trūkums salīdzinot ar vietējām un individuālām siltumapgādes sistēmām ir siltumenerģijas zudumi pārvades un sadales siltumtīklos (turpmāk tekstā – ST) un izdevumi par ST apsaimniekošanu. Pilnībā no šiem zudumiem un izdevumiem izvairīties nav iespējams un siltumenerģijas patērētājiem gala cenā par siltumenerģiju šie izdevumi ir neizbēgami jāiekļauj. Arī efekts no koģenerācijas izmantošanas lielās CSS var samazināties siltumnesēja transportēšanas izdevumu dēļ. Latvijas CSS patērētājiem nodotās siltumenerģijas un zudumu ST apjomi grafiski attēloti 1.1. attēlā



1.1. att. Siltumenerģijas gala patēriņš un zudumi ST Latvijas CSS

No 1.1. attēlā ilustrētajiem datiem var secināt, ka vidējie siltumenerģijas zudumi ST Latvijas CSS joprojām ir visai augsti. Relatīvie zudumi ir samazināti tikai no 19,4% 2000.gadā līdz 15,8% 2008.gadā, bet kopējais zudumu samazinājums absolūtā izteiksmē šajā periodā – 421 tūkst. MWh, kas ir visai tuvs lielums AS „Rīgas siltums” šajā laikā panāktajam siltuma zudumu samazinājuma apjomam. No tā izriet, ka daudzās citās Latvijas CSS vēl ir liels potenciāls ST efektivitātes paaugstināšanai.

Tādēļ viens no svarīgākajiem virzieniem CSS efektivitātes paaugstināšanai ir siltumenerģijas transportēšanas zudumu samazināšana. Turklāt patlaban jau vairs nevar būt diskusiju par PSRS laikā izbūvētu īpaši sliktā tehniskā stāvoklī esošu ST rekonstrukciju, kur nereti siltumenerģijas zudumi varēja sasniegt pat 50% no ST ievadītā siltumenerģijas daudzuma un acīmredzamais risinājums bija nekavējoša šo ST nomaiņa. Tagad ir jāmeklē jau

komplicētāki risinājumi tālākai CSS efektivitātes paaugstināšanai, bet jārēķinās, ka jo augstāka efektivitātes pakāpe jau ir sasniegta, jo katra nākamā tās uzlabošanas pasākuma rezultāts relatīvi būs mazāks.

2. CSS EFEKTIVITĀTES PAAUGSTINĀŠANAS TEORĒTISKIE ALGORITMI

Viens no CSS svarīgākajiem elementiem, kura esamība būtībā arī ir galvenā pazīme, kas atšķir CSS no vietējām siltumapgādes sistēmām ir ST. ST darbību var atzīt par efektīvu, ja tā vienlaikus atbilst šādām prasībām:

1. Siltumenerģijas transportēšanas laikā gan ar siltuma zudumiem siltumpārejas veidā no ST virsmas, gan ar siltumnesēja noplūdēm tiek zaudēts pēc iespējas mazāks ST ievadītās siltumenerģijas apjoms;
2. ST tiek uzturēts noteikts siltumnesēja temperatūras režīms, t.i. siltumnesēja temperatūra atbilst noteiktam temperatūras grafikam, kas nodrošina patērētājiem nepieciešamā siltumenerģija apjoma piegādi visos CSS darbības režīmos;
3. Visā ST sistēmā tiek nodrošināts stabils hidrauliskais režīms, t.i. sistēmā tiek uzturēti tādi siltumnesēja spiedieni, kas nodrošina nepieciešamo siltumnesēja caurplūdi visos ST posmos un, pārvarot hidrauliskās pretestības, arī pie vistālākā patērētāja nodrošina siltumnesēja spiedienu tādu starpību starp turpgaitas un atgaitas cauruļvadu, kas ir pietiekama patērētāja siltumizmantojošo sistēmu normālai darbībai.

Minētās trīs pamatprasības ir arī savstarpēji pretrunīgas un tādēļ maksimāli efektīvai ST darbībai ir jāmeklē starp tām optimāls līdzsvars. Piemēram, lai atvieglotu ST hidraulisko režīmu, samazinātu siltumnesēja caurplūdi un, attiecīgi, - arī elektroenerģijas patēriņu tās nodrošināšanai, var paaugstināt siltumnesēja turpgaitas temperatūru. Taču šādā gadījumā pieaug siltuma zudumi no ST virsmas. Un otrādi, pazeminot siltumnesēja temperatūru ar mērķi samazināt siltuma zudumus, būs nepieciešams palielināt caurplūdi, bet tikai līdz līmenim, pie kura vēl ir iespējams ST uzturēt nepieciešamo hidraulisko režīmu. Turklāt, palielinot siltumnesēja caurplūdi un spiedienu, var pazemināties ST tehniskās drošības līmenis un pieaugt ST bojājumu varbūtība. Risinot šo uzdevumu ir jāņem vērā arī tehniskie ierobežojumi, ko nosaka pielietojamo tehnoloģiju un materiālu īpašības – maksimālie pieļaujamie spiedieni un temperatūras ST cauruļvados un armatūrā.

Siltumnesēja temperatūras pazemināšanai iespējami divi risinājumi:

1. Pakāpienveida temperatūras grafika ieviešana, kur, iestājoties citam āra gaisa temperatūras diapazonam, siltumnesēja turpgaitas temperatūra tiek izmainīta lēcienveidīgi;
2. Siltumnesēja turpgaitas temperatūras „nogriezumā” ieviešana, t.i. temperatūras uzturēšana nemainīgā līmenī pie maksimālajiem siltumenerģijas patēriņiem vai arī siltumnesēja turpgaitas temperatūras visa grafika proporcionāls samazinājums.

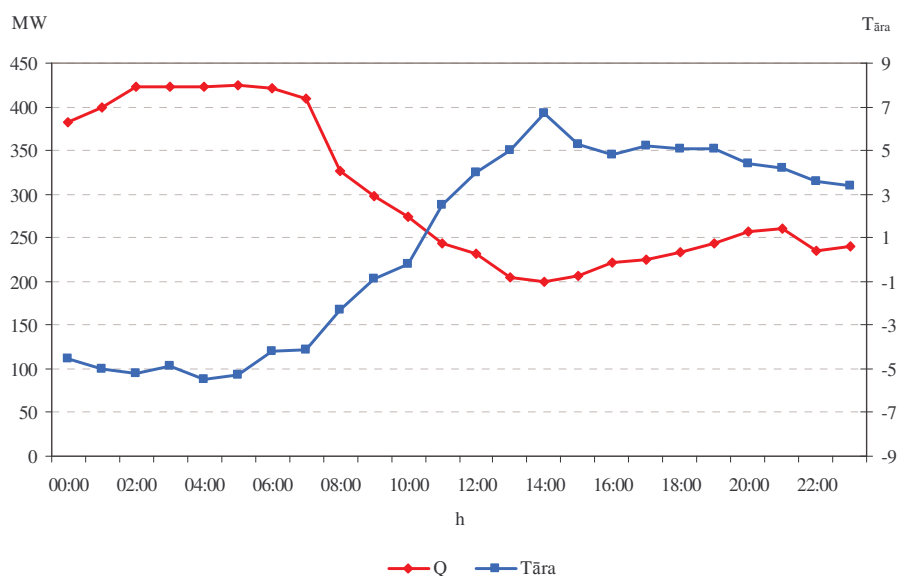
Pazeminot siltumnesēja temperatūru, bez tā, ka šādi tiek samazināti siltuma zudumi no ST virsmas, siltumenerģijas ražošanā ievērojami pilnvērtīgāk iespējams izmantot koģenerācijas iekārtas, bet ST būvē var pielietot zemākām darba temperatūrām paredzētus un lētākus rūpnieciski izolētus cauruļvadus. Pazemināta siltumnesēja temperatūra paver arī iespējas sākt izmantot zema potenciāla sekundāros energoresursus, piemēram, siltuma avotu (turpmāk tekstā – SA) dūmgāzu tālāku nodzesēšanu kondensācijas ekonomāizeros. Ieguvums no pakāpienveida temperatūras grafika ieviešanas ir arī ST ilgmūžības pieaugums, jo samazinās ST ekspluatācijas laikā nostrādāto temperatūras paaugstināšanas - pazemināšanas ciklu skaits.

Tomēr siltumnesēja temperatūras pazemināšana CSS ir veicama tikai pēc rūpīgas izvērtēšanas un ar zināmu piesardzīgumu, jo siltumenerģijas piegādes saistības prasa piegādāt kvalitatīvu enerģiju, ko patērētājs varētu pilnvērtīgi izmantot, bet patērētāja spēju izmantot siltumenerģiju, kas piegādāta ar zemiem siltumnesēja parametriem, nosaka patērētāja individuālā siltumpunkta (turpmāk tekstā - ISP) konfigurācija un tajā uzstādīto iekārtu tehniskie parametri. Pazeminot siltumnesēja temperatūras, ļoti svarīgi ir arī novērst siltumapgādes plūsmu neracionālu pārplūdi. Tādēļ, vērtējot iespējas pazemināt siltumnesēja temperatūru nolūkā paaugstināt CSS darbības efektivitāti, vispirms ir jāidentificē visas zudumu nozīmīgākās komponentes pēc to rakstura un skaitliskām vērtībām, rūpīgi jāizanalizē visi CSS darbības aspekti, dažāda veida zudumu varbūtējās savstarpējās ietekmes, zudumu samazināšanas metožu ekonomiskie rādītāji un tehniskā stabilitāte, ieskaitot automatizācijas iespējas, jānovērtē sagaidāmie ieguvumi un jāveic praktiski temperatūras pazemināšanas izmēģinājumi izvēlētajā tehniskā risinājuma pārbaudei praksē.

3. CSS SLODŽU REGULĒŠANAS UN SILTUMNESĒJA TEMPERATŪRU REŽĪMU ANALĪZE

3.1. Slodžu regulēšanas elastība

CSS nepieciešams gan diennakts, gan gada griezumā darboties plašā slodžu diapazonā, t.i. CSS jāspēj maksimāli elastīgi reālā laikā reaģēt uz siltumenerģijas patērētāju pieprasījuma izmaiņām. Rīgā apkures periodā negatīvu āra gaisa temperatūru periodi bieži mijas ar atkušņiem un šīs izmaiņas dažkārt ļoti strauji notiek pat vienas diennakts laikā. Siltumslodzes svārstības atkarībā no āra gaisa temperatūras apkures perioda raksturīgas diennakts laikā Rīgas lielākajā – TEC-1 un TEC-2 siltumapgādes zonā uzskatāmi parādītas 3.1. attēlā, kur redzams, ka siltumslodzes izmaiņas diennakts laikā pārsniedz pat 100%.

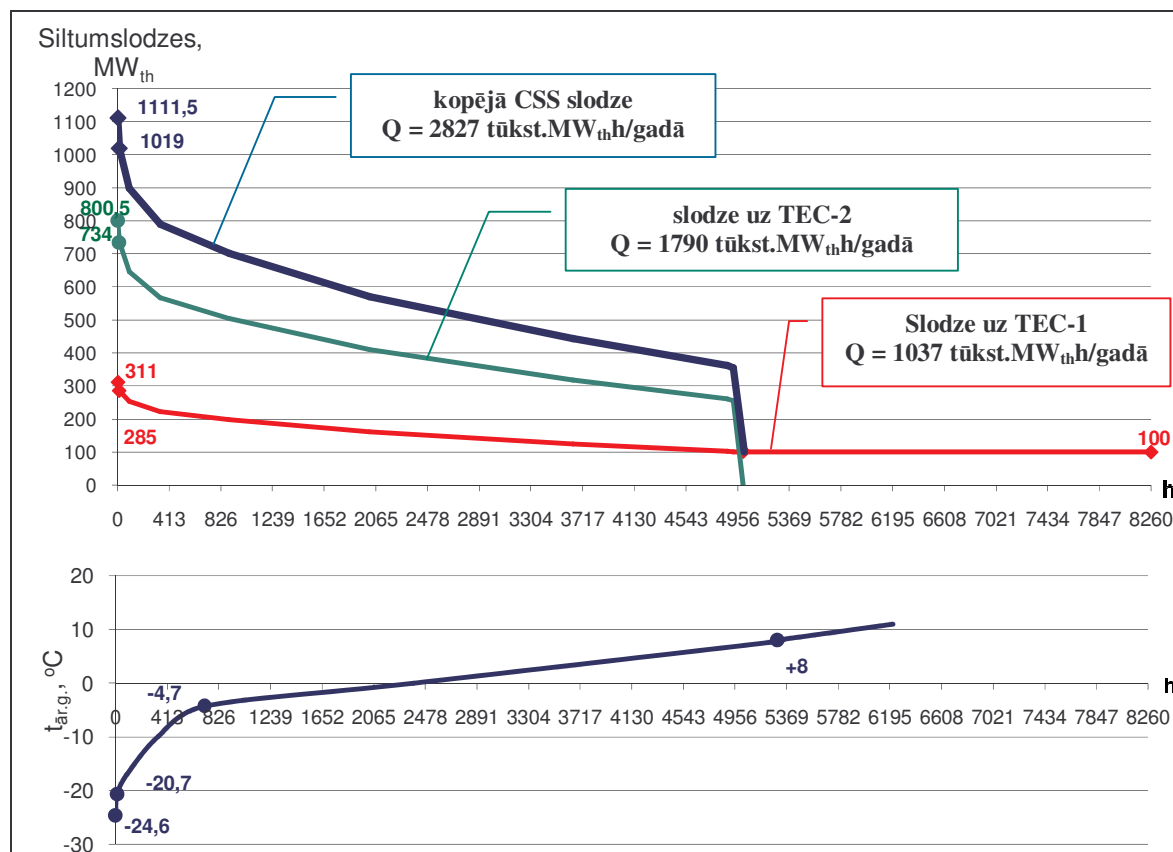


3.1.att. Siltumslodzes izmaiņas raksturīgā diennaktī Rīgas CSS TEC-1 un TEC-2 siltumapgādes zonā

Q – siltumslodze, MW (kreisā skala), T_{āra} – āra gaisa temperatūra, °C (labā skala)

Savukārt, ja SA un ST noslodze ir jāregulē mazākā diapazonā, ir iespējams nodrošināt augstākus visas CSS darbības efektivitātes rādītājus, vienmērīgāk noslogot CSS tehnoloģiskos elementus, kā rezultātā pieaug to darba mūžs, bet remonta un ekspluatācijas izmaksas samazinās, kā arī vairāk noslogot enerģijas resursu izmantošanas ziņā visefektīvākos, bet īpatnējo kapitālieguldījumu ziņā visdārgākos SA – koģenerācijas stacijas.

SA efektīvai noslogošanai un elastīgai regulēšanai lielu pilsētu CSS pārsvarā tiek plānotas, paredzot, ka bāzes režīmos tiek izmantotas augsti efektīvas koģenerācijas stacijas, kuras cenšas noslogot pēc iespējas ilgākus laika periodus. Savukārt darbam slodžu pīķa režīmos un tuvu tiem, izmanto ūdenssildkatlu iekārtas, kas uzstādītas vai nu pašā koģenerācijas stacijā, vai arī ir sadalītas pa ST perimetru, lai paaugstinātu sistēmas drošumu (skat. siltumslodzes noseģšanas plānojumu Rīgas CSS Rīgas TEC-1 un TEC-2 siltumapgādes zonā 3.2. attēlā).



3.2. att. Siltumslodžu ilguma grafiks Rīgas TEC-1 un TEC-2 apgādes zonai

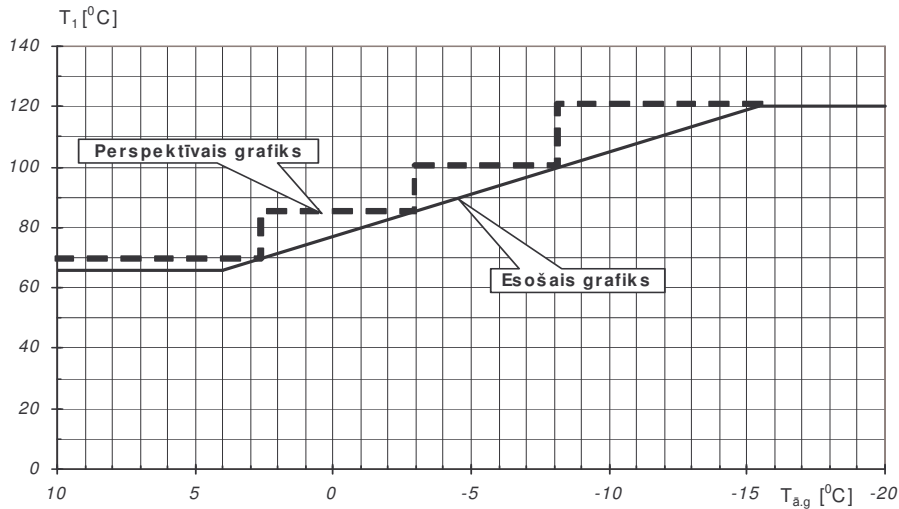
Nelielas un vidējas jaudas CSS, ja tajās kā SA tiek izmantotas koģenerācijas stacijas, nolūkā samazināt siltumenerģijas patēriņa svārstības un nodrošināt siltumenerģijas ražošanu koģenerācijā bez pārtraukuma kā pie zemām slodzēm vasaras naktīs, tā arī ziemas apstākļos pārvarot rīta maksimuma patēriņu bez pīķa jaudu iedarbināšanas, var aprīkot ar siltumenerģijas hidroakumulatoriem.

Savukārt siltumslodzes svārstību mazināšanas pasākumi pie siltumenerģijas patērētājiem pamatā aprobežojas ar ISP automātikas un regulatoru tādiem iestatījumiem, kas nodrošina ISP grupas darbības atsākšanu pēc siltumslodzes pazeminājuma naktī vai siltuma padeves parametru pazeminājuma pēc iespējas izstieptākā laika posmā un maksimālās siltumnesēja caurplūdes ierobežošanu ar vai bez laika aiztures, kā arī karstā ūdens akumulācijas tvertņu uzstādīšanu pie patērētājiem.

3.2. Siltumnesēja turpgaitas temperatūras pakāpienveida grafika ieviešanas analīze

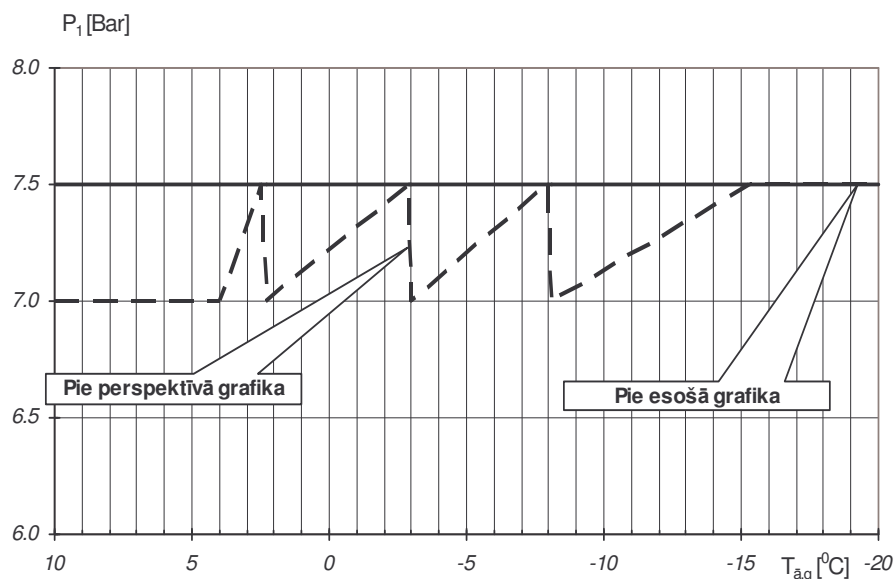
Pakāpienveida siltumnesēja turpgaitas temperatūras grafiki nav plaši pielietoti praksē. Tomēr, lai izvērtētu šāda risinājuma lietderību Rīgas CSS, tika veikti aprēķini un analīze par

reālu modeli izmantojot SC „Imanta” siltumapgādes zonu, jo tajā ir pilnībā pabeigta ISP modernizācijas programma un šīs zonas lielums Rīgas CSS mērogā vērtējams kā vidējs. Vispirms tika izstrādāts perspektīvais siltumnesēja turpgaitas temperatūras pakāpienveida grafiks, paredzot tajā četrus nemainīgas temperatūras posmus. Izstrādātais temperatūras grafiks attēlots 3.3. attēlā salīdzinājumā ar pašlaik pielietoto.



3.3. att. Pakāpienveida siltumnesēja turpgaitas temperatūras grafiks SC „Imanta” CSS

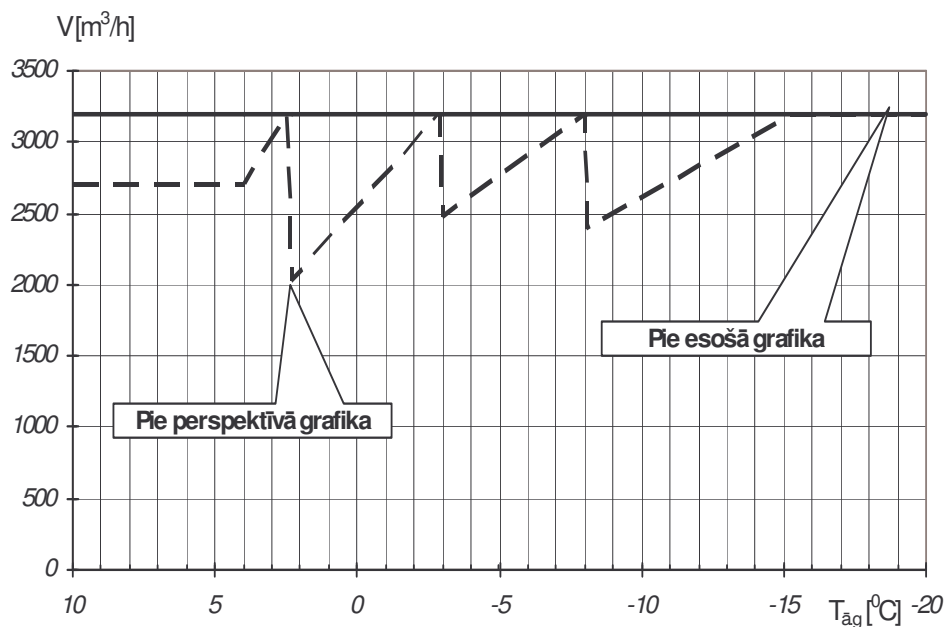
Aprēķinu rezultātā noteiktās SC „Imanta” darbību raksturojošo parametru izmaiņas pārejot uz pakāpienveida temperatūras grafiku ar četriem konstantu siltumnesēja turpgaitas temperatūru diapazoniem parādītas 3.4. un 3.5. attēlos.



3.4. att. Nepieciešamais siltumnesēja turpgaitas spiediens SC „Imanta” siltumapgādes zonā pie pašreizējā un pakāpienveidīga temperatūras grafika

Veiktie aprēķini parādīja, ka SC „Imanta” siltumapgādes zonā īstenojot pāreju no pašlaik lietotā temperatūras grafika 130-70 °C uz pakāpienveida temperatūras grafiku, siltumnesēja caurplūde vidēji samazināsies par aptuveni 11,5%, bet ar svārstībām līdz pat 36%. Savukārt siltuma zudumi no ST virsmas visas apkures sezonas laikā palielināsies par aptuveni 6,5% salīdzinot ar pašreizējiem.

Izmantojot iegūtos rezultātus, tika veikti aprēķini, lai tos attiecinātu uz citām AS „Rīgas siltums” nozīmīgākajām siltumapgādes zonām. Tomēr šāda pasākuma īstenošana nedotu ekonomisko labumu, jo radītu tikai 844 MWh_{el} elektroenerģijas patēriņa samazinājumu, savukārt siltuma zudumi no ST virsmām pieaugtu par 19627 MWh_{sil}, kas ir nesalīdzināmi lielāks zaudējums. Turklāt padeves spiediena ievērojamas svārstības nav labvēlīgs faktors ST drošai ekspluatācijai.



3.5. att. Siltumnesēja vidējās caurplūdes SC „Imanta” siltumapgādes zonā pie pašreizējā un pakāpienveidīga temperatūras grafika

3.3. Siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas analīze

Siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas analīzei kā reāli modeļi tika izvēlētas SC „Daugavgrīva” un SC „Vecmīlgrāvis” siltumapgādes zonas, jo tajās visi patērētāji ir aprīkoti ar automatizētiem ISP un abas zonas ir pietiekami kompaktas, kas ļauj ērti apkopot un apstrādāt izejas datus un, veicot eksperimentus, arī to rezultātus.

Mainoties CSS temperatūras grafikam, mainās arī CSS ekspluatācijas parametri un, attiecīgi, arī ekspluatācijas izmaksu mainīgās sastāvdaļas: tīkla sūkņu elektroenerģijas patēriņš un siltuma zudumi no ST virsmas.

Lai novērtētu kā izmainīsies elektroenerģijas patēriņš siltumnesēja pārsūkņēšanai un siltuma zudumi SC „Daugavgrīva” un SC „Vecmīlgrāvis” CSS, pazeminot siltumnesēja turpgaitas temperatūras grafiku, autors pēc tālāk izklāstītā algoritma veica aprēķinus diviem variantiem: pie pašreizējā temperatūras grafika 130-70 °C un pazemināta temperatūras grafika 115-70 °C.

Siltuma zudumi, kas rodas ST ekspluatācijas procesā - $Q_{zud.}$, sastāv no divām sastāvdaļām: zudumi no cauruļvadu un armatūras virsmas - $Q^{iz.}$ un zudumi ar siltumnesēja noplūdi no ST - $Q^{nopl.}$. Ņemot vērā, ka analizējamajā gadījumā otrā zudumu sastāvdaļa abos aprēķina variantos praktiski nemainās, siltuma zudumu izmaiņas var aprēķināt salīdzinot siltuma zudumus no ST cauruļvadu virsmas pie pašreizējā temperatūras grafika un pie pazeminātā:

$$\Delta Q^{iz.} = Q_2^{iz.} - Q_1^{iz.} \quad (3.1)$$

Vispārīgā gadījumā siltuma zudumus no ST noteikta posma cauruļvadu virsmas aprēķina pēc siltuma pārejas vienādojuma:

$$Q = q_{lin} l = k_{lin} \Delta t l. \quad (3.2)$$

Nemot vērā, ka virsmas termiskās pretestības siltumpārejai no siltumnesēja uz caurules iekšējo sienu ietekme ir niecīga, siltuma pāreises lineāro koeficientu k_{lin} apakšzemes ST var aprēķināt:

$$k_{lin} = \left(\frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D_{\bar{a}r}}{D_{iekš}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{izol}} \ln \frac{D_{izol}}{D_{\bar{a}r}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{apv}} \ln \frac{D_{apv}}{D_{izol}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{gr}} \ln \frac{4h}{D_{apv}} \right)^{-1} \quad (3.3)$$

Mainot siltumnesēja temperatūras, formulā (3.3) iekļautie lielumi nemainās un tādēļ siltuma zudumu izmaiņas, pārejot no apstiprinātā temperatūras grafika uz iespējamo, ir atkarīgas tikai no turpgaitas un atgaitas temperatūru T_1 un T_2 starpības ar grunts temperatūru t_{gr} izmaiņām. Attiecīgi, ja zināmi esošie siltuma zudumi pie apstiprinātā temperatūras grafika, siltuma zudumu izmaiņas lielumu var aprēķināt:

$$Q_{2.2}^{iz.} = Q_{1.1}^{iz.} \cdot \frac{T_{1.2} + T_{2.2} - 2 \cdot t_{gr.2}}{T_{1.1} + T_{2.1} - 2 \cdot t_{gr.1}}. \quad (3.4)$$

Izdalot no formulas (3.4) atsevišķi siltuma zudumu izmaiņas koeficientu pārejai no apstiprinātā temperatūras grafika uz iespējamo:

$$k^{iz.} = \frac{T_{1.2} + T_{2.2} - 2 \cdot t_{gr.2}}{T_{1.1} + T_{2.1} - 2 \cdot t_{gr.1}}, \quad (3.5)$$

siltuma zudumu izmaiņas aprēķina:

$$\Delta Q^{iz.} = k^{iz.} \cdot Q_1^{iz.} - Q_1^{iz.}. \quad (3.6)$$

Aprēķins tika veikts, lai salīdzinātu siltuma zudumu izmaiņas apkures perioda laikā, kurā siltumnesēja temperatūra tiek mainīta atkarībā no āra gaisa temperatūras atbilstoši noteiktam temperatūras grafikam. Tādēļ apkures periodā iespējamās āra gaisa temperatūras tika sadalītas 7 diapazonos ar soli 5°C un siltuma zudumu izmaiņas koeficients $k^{iz.}$ tika aprēķināts katram temperatūras diapazonam, bet kopējās siltuma zudumu izmaiņas apkures periodā tika aprēķinātas izmantojot vidējo, pēc attiecīgo āra gaisa temperatūras diapazonu ilgstāvēšanas stundu skaita svērto, siltuma zudumu izmaiņas koeficientu, ko aprēķina:

$$\bar{k}^{iz.} = \frac{\sum_{i=1}^7 (n \cdot k^{iz.})}{\sum_{i=1}^7 n}. \quad (3.7)$$

Pielietojot analogisku pieeju tika aprēķinātas elektroenerģijas patēriņa izmaiņas siltumnesēja pārsūkņēšanai. Elektroenerģijas patēriņu siltumnesēja pārsūkņēšanai vispārīgā gadījumā aprēķina:

$$E = \frac{G \cdot H \cdot n \cdot 10^{-3}}{367 \cdot \eta_{s.iek.}}. \quad (3.8)$$

Salīdzinot variantus ar dažādiem tīklu ūdens parametriem un pieņemot, ka sūkņu iekārtu lietderības koeficients reālajā caurplūdes un spiedienu starpības diapazonā praktiski nemainās:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (G_2 \cdot H_2 - G_1 \cdot H_1) \cdot \left(\frac{n}{367 \cdot \eta_{s.iek.}} \right) \cdot 10^{-3}. \quad (3.9)$$

Ņemot vērā to, ka SC „Daugavgrīva” un SC „Vecmīlgrāvis” ST hidrauliskie zudumi nav lieli, kā parādīja hidrauliskie aprēķini, ir pieļaujams caurplūdes pieaugums par 30% bez cauruļvadu diametru palielināšanas un siltumnesēja turpgaitas spiediena palielināšanas SA. Tāpēc, neņemot vērā hidraulisko zudumu izmaiņas SA iekšējā shēmā, var pieņemt, ka $H_1 = H_2$, un:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (G_2 - G_1) \cdot H \cdot \left(\frac{n}{367 \cdot \eta_{s.iek.}} \right) \cdot 10^{-3}. \quad (3.10)$$

Zinot, ka no SA nodotā jauda nav atkarīga no temperatūras grafika, bet no siltumnesēja temperatūru starpības:

$$G_1 \cdot \Delta T_1 = G_2 \cdot \Delta T_2, \quad (3.11)$$

tad siltumnesēja caurplūdes izmaiņas koeficientu, pārejot no apstiprinātā temperatūras grafika uz iespējamo, var izteikt:

$$k = \frac{G_2}{G_1} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}. \quad (3.12)$$

Tā kā temperatūru starpības SA izejā ir mainīgi lielumi, kas apkures perioda laikā mainās atkarībā no āra gaisa temperatūras, izmantojot formulai (3.7) analogisku formulu, aprēķina vidējo, pēc attiecīgo āra gaisa temperatūras diapazonu ilgstāvēšanas stundu skaita svērto, siltumnesēja caurplūdes izmaiņas koeficientu. Kopējo elektroenerģijas patēriņa izmaiņu siltumnesēja pārsūkņēšanai apkures periodā aprēķina:

$$\Delta E = (\bar{k} - 1) \cdot G_1 \cdot H \cdot \left(\frac{n}{367 \cdot \eta_{s.iek.}} \right) \cdot 10^{-3}. \quad (3.13)$$

Tīklu ūdens cirkulācijai nepieciešamā elektroenerģijas patēriņa un siltuma zudumu izmaiņu aprēķinu rezultāti, pārejot SC „Daugavgrīva” un SC „Vecmīlgrāvis” siltumapgādes zonās no temperatūras grafika 130-70 °C (ar nogriezumumu pie 120°C) uz temperatūras grafiku 115-70 °C, sniegti 3.1. tabulā, un no tiem var secināt, ka šādu temperatūras grafika izmaiņu rezultātā tīklu ūdens caurplūde palielināsies par aptuveni 27÷28%, bet siltuma zudumi tīklos samazināsies par aptuveni 5%. Tomēr neraugoties uz to, ka siltuma zudumu relatīvais samazinājums ir mazāks nekā relatīvais elektroenerģijas patēriņa pieaugums, izmaiņu absolūtos lielumus pārrēķinot naudas izteiksmē secināts, ka temperatūras grafika izmaiņas ir lietderīgas, jo izmaksu ietaupījums no siltuma zudumu samazinājuma ir aptuveni divas reizes lielāks nekā elektroenerģijas izmaksu pieaugums.

Lai praksē pārbaudītu aprēķinu ceļā iegūtos rezultātus par siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas efektiem, SC „Vecmīlgrāvis” siltumapgādes zonā autora vadībā un uzraudzībā tika veikti siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas izmēģinājumi.

2008.gada augustā SC "Vecmīlgrāvis" siltumapgādes zonā tika veikti izmēģinājumi pazeminot siltumnesēja turpgaitas temperatūru un uzturot $T_1 = 65\text{ }^\circ\text{C}$ līmenī nevis $T_1=70^\circ\text{C}$, kā būtu jābūt atbilstoši apstiprinātajam siltumnesēja temperatūras grafikam. Iegūto rezultātu apstrāde, datus pārrēķinot veselam mēnesim, parādīja, ka ekonomija no turpgaitas temperatūras pazemināšanas sasniedz 23,3 MWh/mēnesī. Izmēģinājumu laikā tika kontrolēta karstā ūdens temperatūra pie patērētājiem un tās pazemināšanās netika novērota, kas liecina, ka arī pie pazeminātā temperatūras grafika siltumenerģijas piegāde tika nodrošināta pilnā apjomā.

3.1. tabula

Pārejas no temperatūras grafika 130-70 °C uz temperatūras grafiku 115-70 °C rezultāti

Siltumapgādes zona	Tīklu sūkņu elektroenerģijas patēriņa pieaugums	Siltuma zudumu samazinājums
	MWh/apk.per.	MWh/apk.per.
SC "Daugavgrīva"	46,9	213,4
SC "Vecmīlgrāvis"	154,4	431,0

Pamatojoties uz SC „Vecmīlgrāvis” siltumapgādes zonā veiktā izmēģinājuma rezultātiem, tika veikti aprēķini, lai novērtētu iespējamās pozitīvos efektus, ja visās AS „Rīgas siltums” siltumapgādes zonās vasaras periodā siltumnesēja turpgaitas temperatūru pazeminātu par 2 °C. Aprēķinu rezultāti apkopoti 3.2. tabulā un uzskatāmi pierāda šāda temperatūras režīma izmaiņas efektivitāti, jo desmit SA siltumapgādes zonās kopējais siltuma zudumu samazinājums vasaras periodā sasniegtu 717,22 MWh.

3.2. tabula

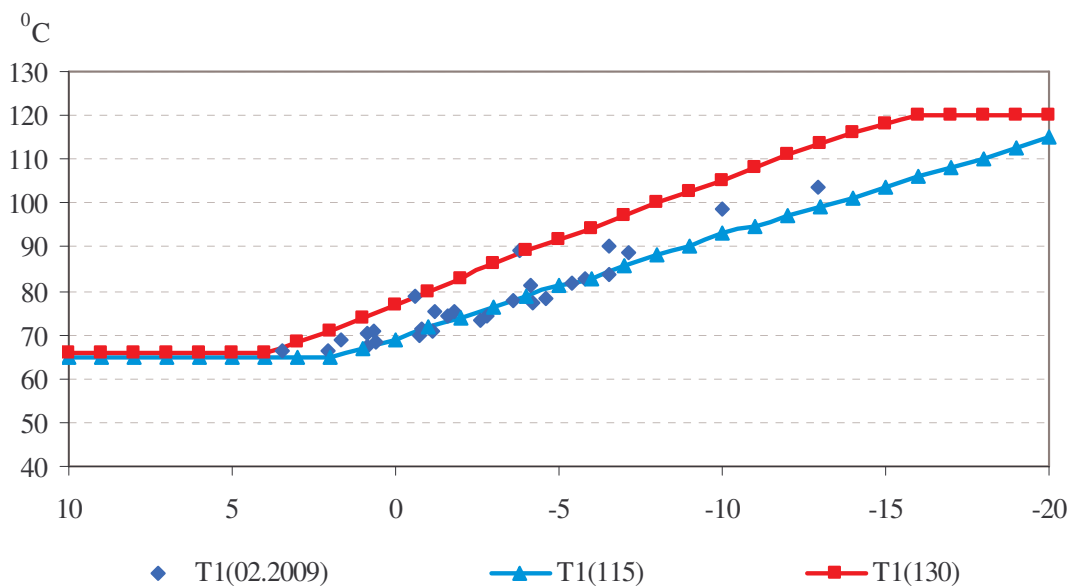
Siltuma zudumu samazinājums pazeminot siltumnesēja turpgaitas temperatūru par 2 °C

SA	Ūdens temperatūras samazinājums turpgaitas cauruļvadā vasaras periodā, °C	Faktiskie siltuma zudumi no 01.05.2007. līdz 30.09.2007., MWh	Siltuma zudumu samazinājums periodā no 01.05. līdz 30.09., MWh
SC „Imanta”	72→70	21416,00	476,35
SC „Ziepniekkalns”	72→70	3595,00	79,96
SC „Daugavgrīva”	72→70	1264,00	28,11
SC „Vecmīlgrāvis”	72→70	3567,00	79,34
KM Nautrēnu 24	70→68	497,00	11,31
KM Viestura 20b	70→68	182,00	4,14
KM Ludzas 42a	70→68	11,75	0,27
KM Gobas 33a	70→68	1021,00	23,23
KM Keramikas 2a	70→68	552,00	12,56
KM Bauskas 207a	70→68	86,00	1,96
		Kopā:	717,22

Nemot vērā veikto izmēģinājumu un aprēķinu rezultātus, 2009.g. vasaras periodā siltumnesēja turpgaitas temperatūra no 12 AS „Rīgas siltums” SA tika pazemināta par 2 °C.

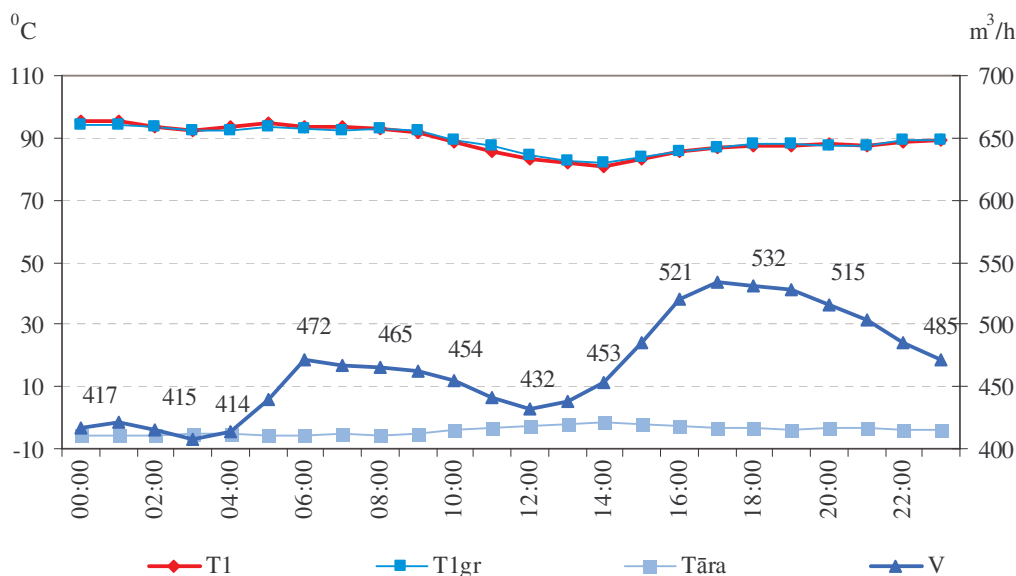
2009.gada februārī SC „Vecmīlgrāvis” ST tika veikta turpgaitas siltumnesēja temperatūras noviržu no temperatūras grafika 130°C/70°C ietekmes pārbaude uz siltumenerģijas patērētāju siltumapgādes sistēmu darbību. Pārbaudes laikā tika uzdotas siltumnesēja turpgaitas temperatūras zem apstiprinātā temperatūru grafika, kā arī

salīdzinājumam atsevišķās dienās tika ieturēta siltumnesēja temperatūra atbilstoši temperatūru grafikam (skat. 3.6. att.).



3.6. att. Siltumnesēja turpgaitas faktiskās temperatūras SC "Vecmīlgrāvis" ST 2009.gada februārī salīdzinājumā ar temperatūras grafikos 130/70 °C un 115/70 °C noteiktajām turpgaitas temperatūrām

Pārbaudes laikā tika konstatēts, ka ievērojot apstiprināto temperatūru grafiku, ievērojami samazinās siltumnesēja caurplūdes ST. Tā piemēram, 17.02.2009, pie āra gaisa temperatūras $-3,8^{\circ}\text{C}$, vidējā diennakts caurplūde samazinājās līdz $466 \text{ m}^3/\text{h}$ (minimālā caurplūde – $408 \text{ m}^3/\text{h}$, maksimālā - $534 \text{ m}^3/\text{h}$) (skat. 3.7. att.).

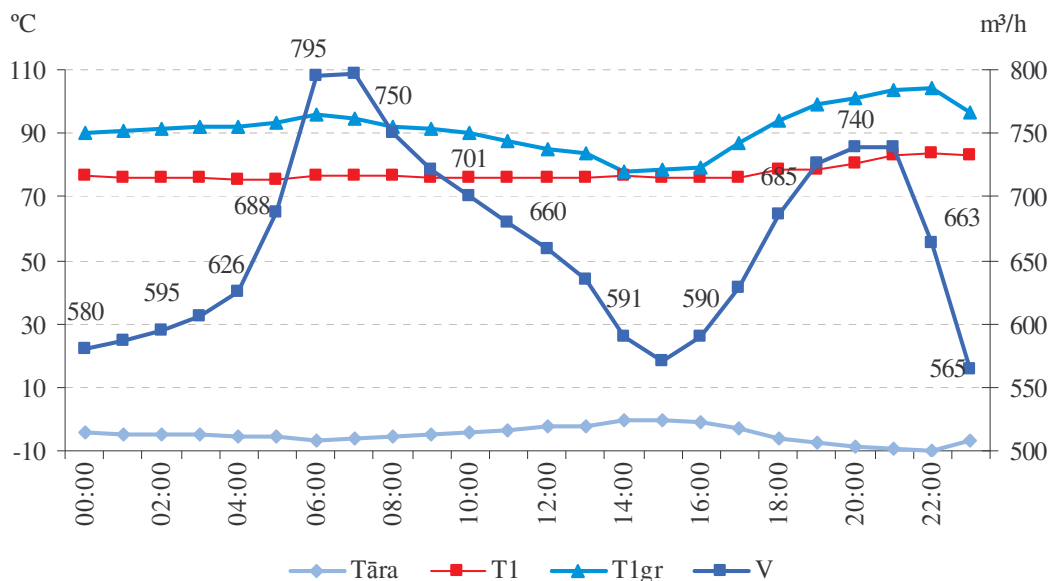


3.7. att. Siltumnesēja temperatūras un caurplūdes SC „Vecmīlgrāvis” ST 17.02.2009. ($T_{\text{āra}} = -3,8^{\circ}\text{C}$, $T_1 - T_{1\text{gr}} = 1,1^{\circ}\text{C}$)

19.02.2009 pie diennakts vidējās āra gaisa temperatūras $-4,2^{\circ}\text{C}$ siltumnesēja turpgaitas temperatūra tika samazināta par $11,8^{\circ}\text{C}$ zem temperatūru grafika $130^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$, kas aptuveni atbilst grafikam $115^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$. Vidējā siltumnesēja diennakts caurplūde ST šajā gadījumā

palielinājās līdz 663 m³/h (maksimālā caurplūde bija 798 m³/h, bet minimālā - 566 m³/h) (skat. 3.8. att.). Šīs dienas dati ir salīdzināmi ar datiem 17.02.2009., jo abās dienās diennakts vidējās āra gaisa temperatūras bija līdzīgas.

2009.gada februārī, laikā, kad tika veikti siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšanas izmēģinājumi, problēmas siltumenerģijas patērētāju siltumapgādes sistēmu darbībā, kas saistītas ar turpgaitas siltumnesēja temperatūras samazināšanu, netika konstatētas. Maksimālā diennakts vidējā siltumnesēja caurplūde $V_{max}=809$ m³/h tika fiksēta 23.02.2009, un arī šajā dienā netika konstatēti traucējumi siltumenerģijas lietotāju ISP darbībā. Tas liecina, ka siltumnesēja turpgaitas temperatūras pazemināšana zināmās robežās ir pielietojama kā pasākums siltuma zudumu samazināšana.



3.8. att. Siltumnesēja temperatūras un caurplūdes SC „Vecmīgrāvis” ST 19.02.2009. ($T_{āra}=-4,2^{\circ}\text{C}$, $T_1-T_{1gr}=-11,8^{\circ}\text{C}$)

4. ST DIAGNOSTIKAS PRAKSES ANALĪZE

AS „Rīgas siltums” 13 gadu laikā ir uzkrāta apjomīga pieredze par ST tehniskā stāvokļa diagnosticēšanas metodēm un to pielietošanu praksē. Ņemot vērā, ka visu šo laiku turpinās jau ilgstoši ekspluatētu ST pakāpeniska nomaiņa un rekonstrukcija, plānojot šos darbus ir ļoti svarīgi balstīties ne tikai uz informāciju par ST kalpošanas laiku, bet arī uz informāciju par ST faktisko tehnisko stāvokli, kas iegūta ar dažādām metodēm un ļauj precīzāk noteikt siltumtīklu nomaiņas un remontu prioritātes, tādējādi novirzot finanšu resursus to ST posmu rekonstrukcijām, kur no tiem iegūstama vislielākā atdeve.

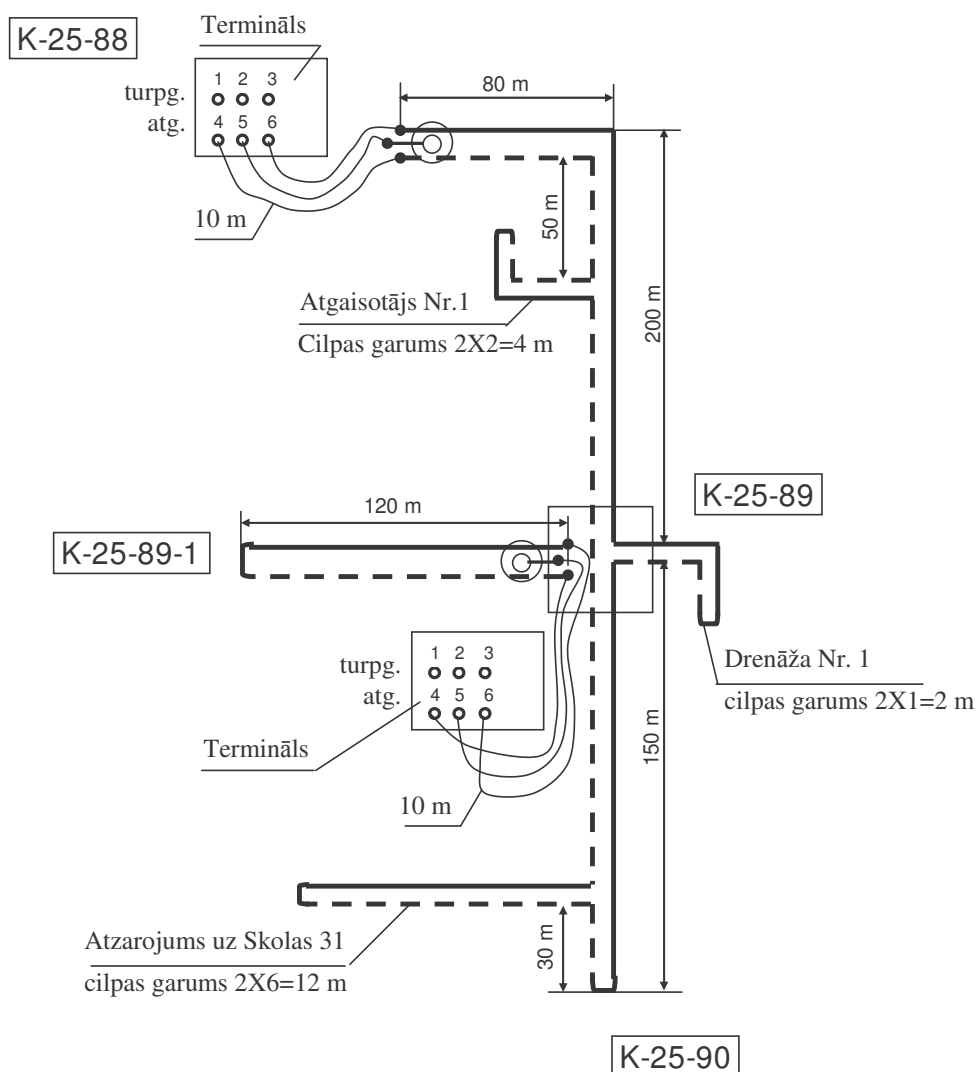
Kanālos montēto ST defektoskopiju veic ar speciāli šim mērķim izstrādātiem mēraparātiem, kuru darba princips balstās uz no ST bojājuma vietas izplūstošā ūdens radītā trokšņa vietas meklēšanu un analīzi. AS „Rīgas siltums” ar akustiskajiem mēraparātiem veikto ST bojājumu meklēšanas rezultātu analīze, neraugoties uz to, ka izmantotie mēraparāti ir ļoti augstas precizitātes klases, liecina, ka iegūto rezultātu ticamība tomēr nav visai augsta. Secināts, ka lietojot akustiskās metodes ST bojājumu noteikšanai, augstu ticamību var sagaidīt 30% gadījumu, bet kļūdainu konstatējumu - 50% gadījumu.

Ne pārāk augsto precizitāti bojājumu meklēšanai, kas veikta ar akustiskajiem mēraparātiem, var izskaidrot ar dažādu faktoru, kas izkropļo, noklusina vai uzrāda kļūdainu akustisko signālu, ietekmi uz aparātu mērījumiem. Parastī tie ir: neliela noplūde, noplūde

caur vairākiem nelieliem caurumiem, noplūde ar ūdeni piepildītā kanālā vai smiltīs, noplūde zem siltumizolācijas, siltumtrases krustošanās ar tās izpildshēmā neuzrādītām komunikācijām, kuras rada noplūdes troksnim līdzīgu troksni, piemēram, kanalizācija.

Bezkanāla rūpnieciski izolētiem cauruļvadiem ir cauruļvada virsmai cieši pieguļošs siltumizolācijas slānis, kas siltumnesēja noplūdes gadījumā noslāpē izplūstošā ūdens troksni. Tādēļ bezkanālu ST kontrolei izstrādātas speciālas signalizācijas sistēmas, kuras balstītas uz noplūdes kontroles elektrodu un siltumizolācijas slāņa elektriskās pretestības izmaiņām tā samirkšanas gadījumā.

AS „Rīgas siltums” bezkanālu ST ekspluatācijas prakses analīze liecina, ka signalizācijas sistēmas efektīvas izmantošanas obligāts nosacījums ir ST projekta dokumentācijā iekļauta signalizācijas sistēmas nodaļa, bet siltumtrases pasē jābūt signalizācijas sistēmas shēmai ar norādītiem faktiskajiem ST posmu garumiem, faktiskajām stacionāro detektoru un terminālu uzstādīšanas vietām, kabeļu garumiem līdz tiem un citiem elementiem, kuri attiecas uz signalizācijas sistēmu (signalizācijas sistēmas reāla projekta piemērs sniegts 4.1. attēlā).



4.1. att. Signalizācijas sistēmas reāla projekta piemērs

Otrs obligāts noteikums ir pareiza celtniecības un montāžas darbu izpilde augstākajā iespējamajā kvalitātē, pretējā gadījumā, kā liecina prakse, investīcijas modernajā sistēmā var nedot vēlamo rezultātu.

2003.gada laikā pēc signāla par signalizācijas sistēmas palielinātu vai samazinātu elektrisko pretestību tika veikti 14 izbraukumi noplūdes meklēšanai AS „Rīgas siltums” bezkanālu rūpnieciski izolētos cauruļvados, kuru rezultātā atrasta viena noplūde, vienpadsmit gadījumos noteiktas signalizācijas sistēmas bojājuma vietas, bet divos gadījumos pretestības nepārsniedza pieļaujamo lielumu. Izvērtējot atklātos signalizācijas sistēmas bojājumus, tika secināts, ka lielākā to daļa ir radusies jau cauruļvadu montāžas laikā. Tādējādi praksē veikto bezkanāla rūpnieciski izolēto cauruļvadu bojājumu meklēšanas gadījumu izvērtējums uzskatāmi liecina par nepieciešamību montāžas darbus veikt visaugstākajā kvalitātē un nepieļaut nekādas atkāpes montāžas uzraudzības procesā.

Praksē plaši lietotās ST tehniskā stāvokļa diagnostikas metodes - hidrauliskās pārbaudes, pārbaudes uz siltumnesēja aprēķina temperatūru, cauruļvadu korozijas procesa intensitātes noteikšana, termogrāfija, akustiskās metodes, kontrolrakumi un siltumtīklu vizuālā apskate tomēr nedod pilnīgu priekšstatu par ST tehnisko stāvokli, jo īpaši lielās CSS kā tas ir AS „Rīgas siltums” gadījumā. Papildus minētajām metodēm lielu CSS ST tehniskā stāvokļa novērtēšanai var būt lietderīgi pielietot ST aerotermovīziju.

ST aerotermovīzija ir metode, kuras pamatā ir aerofotografēšana ar termogrāfijas aparātiem, un, ar kuras palīdzību iespējams lielā teritorijā noteikt ST virsmas temperatūras sadalījumu, pārveidojot objektu izstaroto infrasarkanā starojuma krāsu attēlā jeb termogrammā. Veicot ST diagnostiku ar aerotermovīzijas metodi, virsmu starojuma mērījumi tiek fiksēti infrasarkanā staru diapazonā, kas ļauj vizuāli vērot iespējamo siltuma zudumu palielinājumu vai siltumnesēja noplūdes atsevišķos ST posmos, kā arī precizēt ST posmu atrašanās vietu.

AS „Rīgas siltums” 2006.gadā veiktās Rīgas CSS ST aerotermovīzijas materiālu analīzes rezultātā tika konstatēti un apsekoti 732 ST posmi un kameras, kuros, saskaņā ar aerotermovīzijas materiāliem tika konstatēti paaugstināti vai augsti siltuma zudumi vai avārijas stāvoklis. Aerotermovīzijas rezultāti apstiprinājās 236 jeb 32 % gadījumu. Arī vēlāk veiktās ST hidrauliskās pārbaudes apstiprināja aerotermovīzijā uzrādītās potenciāli nedrošās vietas un no 116 defektiem, kas vēlāk tika konstatēti hidraulisko pārbaūžu laikā, 27 jau iepriekš tika prognozēti ar aerotermovīzijas palīdzību.

Pēc aerotermovīzijas veikšanas un tās rezultātā konstatēto ST bojājumu likvidācijas 2006./2007.gada apkures sezonā AS „Rīgas siltums” apkalpotajā CSS ir panākts ST piebarošanas ūdens daudzuma samazinājums par 13,3%. Lielā mērā tas panākts pateicoties mūsdienīgu ST tehniskā stāvokļa diagnosticēšanas metožu pielietošanai.

5. ST MODERNIZĀCIJAS PRAKSES ANALĪZE

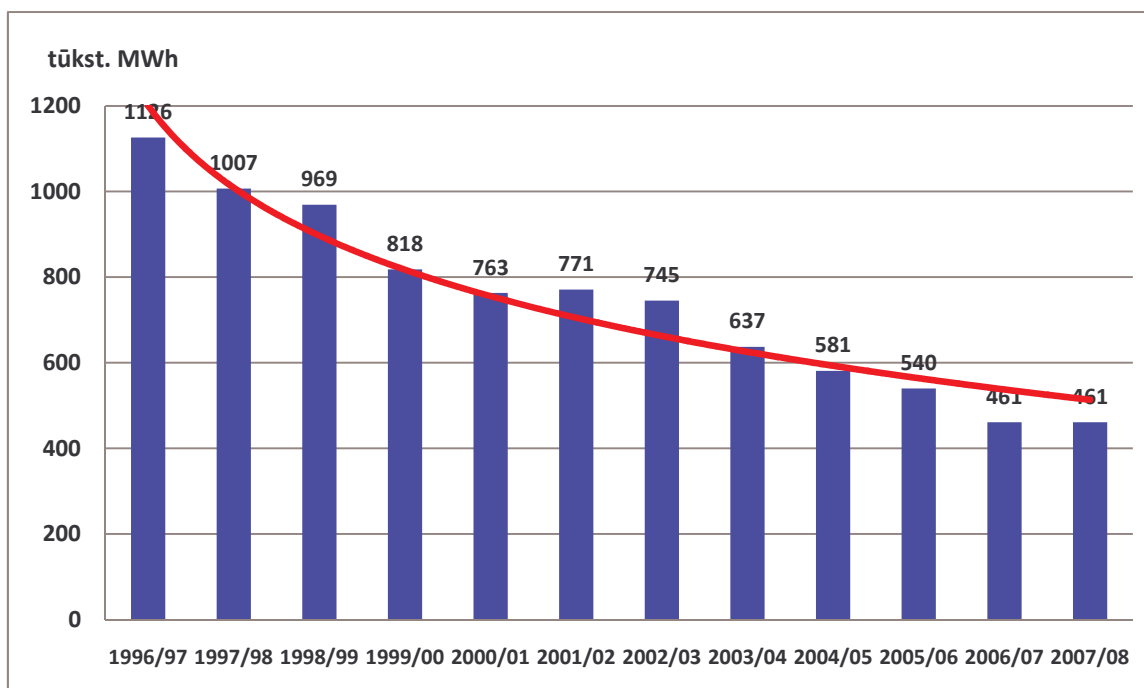
AS „Rīgas siltums” uzsāka savu darbību 1996.gadā kā vienots Rīgas siltumapgādes uzņēmums pārņemot savā īpašumā PSRS laikā izbūvētu CSS, kurai piemita gan visi ar padomju laika tehniskajiem risinājumiem saistītie trūkumi, gan arī daudzviet kritisks iekārtu, kuru liela daļa bija vairāk kā 30 gadu vecas, tehniskais stāvoklis un nolietojums. ST stāvokli tolaik var raksturot ar sekojošiem rādītājiem: ST zudumi sasniedza 19,7% no ST nodotā enerģijas apjoma, ST vidējie piebarošanas apjomi sasniedza 210 t/h, bet biežo avāriju dēļ nepieciešamie piebarošanas apjomi nereti pārsniedza ūdens ķīmiskās apstrādes iekārtu jaudas SA un ST nācās piebarot ar neapstrādātu ūdeni. ST hidrauliskie režīmi tajā laikā bija nestabili kā dēļ nereti nebija iespējams nodrošināt pietiekamu siltumenerģijas piegādi atsevišķos CSS rajonos.

13 gadu laikā autora tiešā vadībā AS „Rīgas siltums” ir īstenotas plašas CSS modernizācijas programmas un pašlaik Rīgas CSS pēc tās efektivitātes rādītājiem neatpaliek no efektīvākajām CSS Ziemeļvalstīs: siltuma zudumi nepārsniedz 13% no ST nodotā

enerģijas daudzuma, ST piebarošanas vidējais apjoms ir stabilizējies 31,1 t/h līmenī, ST darba režīmi ir stabili un visiem patērētājiem tiek nodrošināta nepārtraukta siltumapgāde.

Uzsākot CSS modernizācijas projekta izstrādi 1997.gadā, Rīgas CSS aptuveni 46% patērētāju siltumenerģiju saņēma caur 185 PSRS laikā izbūvētiem centrālajiem siltumpunktiem (turpmāk tekstā – CSP). Tajā laikā patērētāju pieslēgumi caur CSP tika praktizēti materiālu un tehnoloģisko iekārtu ekonomijas nolūkā, jo CSP un, attiecīgi, sadales ST četrcauruļu shēmas izmantošanai no enerģijas efektivitātes un ekspluatācijas izmaksu viedokļa bija daudz trūkumu. Tādēļ CSS modernizācijas projekta nozīmīgs elements bija CSP likvidācijas programma, kuras ietvaros līdz 2001.gada beigām tika ierīkoti 3008 automatizēti ISP, likvidēti visi 185 CSP un visi karstā ūdens apgādes ST ar kopējo garumu 134,77 km. Par īstenotās programmas efektivitāti liecina siltuma zudumu izmaiņas. Laika periodā, kad tika īstenota CSP likvidācija un ISP modernizācijas programma, siltuma zudumi ST samazinājās par 244 000 MWh, jeb par 23,5% salīdzinot ar 1997.gadu.

Savukārt kopumā 12 gadu laikā īstenojot ST modernizācijas pasākumus AS „Rīgas siltums” CSS ir izdevies panākt siltumenerģijas zudumu gadā samazinājumu par 665 tūkst. MWh, jeb 59% (skat. 5.1. attēlu).



5.1. att. ST modernizācijas rezultātā panāktais siltumenerģijas zudumu samazinājums AS „Rīgas siltums” CSS

Analizējot zudumu samazinājumu tendenci, autors secināja, ka tendences līkne asimptotiski tiecas uz noteiktu minimālo vērtību. Tas nozīmē, ka ST darbības efektivitātes straujas paaugstināšanas pasākumu potenciāls ir faktiski izsmelts un jārēķinās, ka katrā nākamā pasākuma īstenošanas rezultāts absolūtā izteiksmē būs aizvien mazāks.

ST modernizācijas ietvaros svarīgs uzdevums bija sakārtot vienu no svarīgākajiem ST elementiem – kompensātorus un noslēgarmatūru, jo no to tehniskā stāvokļa lielā mērā ir atkarīgs gan CSS darbības drošums, gan arī tās efektivitātes rādītāji.

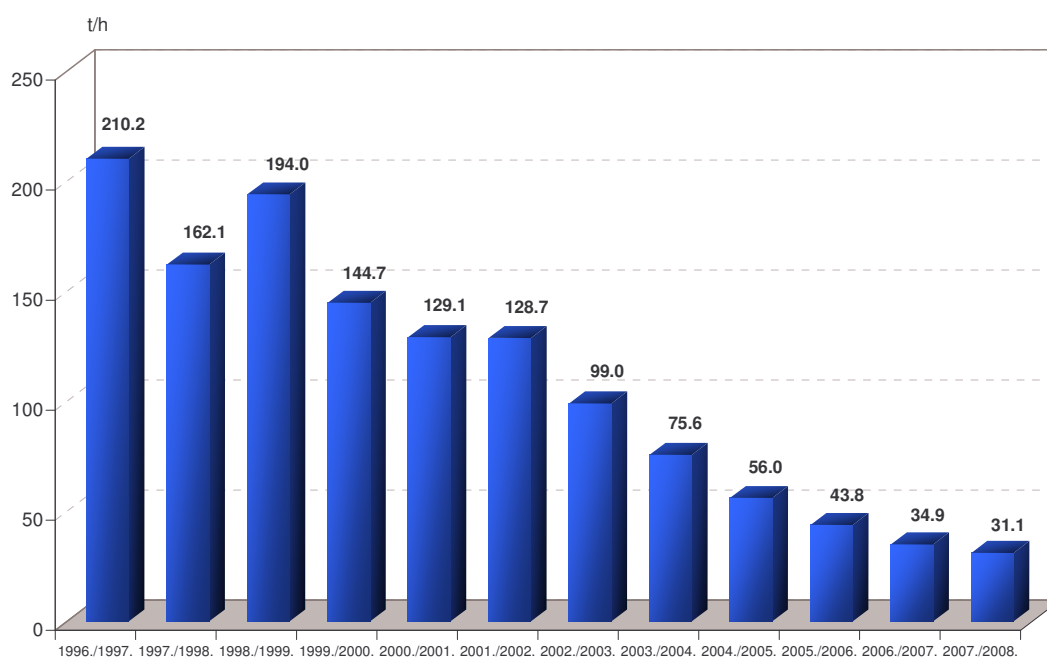
Līdz ST elementu nomaiņas programmas uzsākšanai Rīgas CSS ST tika pielietoti vienpusēji vai divpusēji blīvslēgu kompensātori, kuru konstruktīvās nepilnības un pielietoto materiālu zemā kvalitāte bija cēlonis biežām un ievērojama apjoma siltumnesēja noplūdēm.

Blīvslēgu kompensātoru ekspluatācija ir sarežģīta, un saistīta arī ar vērā ņemamām darbaspēka izmaksām un samērā ilgstošiem ST posmu atslēgumiem remontu laikā.

Kompensātoru un noslēgarmatūras nomaiņas programmas īstenošanas laikā 2002. – 2006.g. Rīgas CSS ST maģistrālēs tika veikta 1994 noslēgarmatūras vienību nomaiņa un 929 blīvslēgu kompensātori nomainīti ar mūsdienīgiem silfona kompensātoriem, kam nepiemīt iepriekšminētie trūkumi.

Jaunas noslēgarmatūras un silfona kompensātoru uzstādīšana dod iespēju samazināt atslēgto patērētāju skaitu, kā arī siltumnesēja noplūdes daudzumu avārijas gadījumā. Tajos ST posmos, kuros ir uzstādīta jauna noslēdzošā armatūra un silfona kompensātori, nav nepieciešamība veikt papildus apkalpošanu un atslēgt ST profilaktiskajiem remontiem. Rezultātā kompensātoru un noslēgarmatūras nomaiņas programmas īstenošana ir paaugstinājusi visas CSS drošumu un uzlabojusi tās darbības nepārtrauktības rādītājus. Otrs pozitīvais efekts no šīs programmas īstenošanas ir siltumnesēja noplūžu samazināšanās, kas izpaužas kā ST piebarošanas ūdens vidējā patēriņa samazinājums.

ST elementu nomaiņas programma, kopā ar citiem veiktajiem pasākumiem, tādiem kā ST rekonstrukcija pēc bezkanāla tehnoloģijas, izmantojot rūpnieciski izolētas caurules, ļāva samazināt piebarošanas ūdens vidējo patēriņu AS „Rīgas siltums” ST par 179 t/h jeb 85%. Piebarošanas ūdens vidējā patēriņa samazināšanās dinamika attēlota 5.2. attēlā.



5.2. att. Piebarošanas ūdens patēriņš AS „Rīgas siltums” ST

6. DISPEČERU DIENESTA DARBĪBA UN IT PIELIETOJUMS CSS EFEKTIVITĀTES UN DROŠUMA PAAUGSTINĀŠANĀ

Mūsdienīga CSS ir vienota un komplicēta sistēma, kas sastāv no daudzām sarežģītām tehnoloģiskām iekārtām siltumenerģijas ražošanai, pārvadei un sadalei, siltumapgādes režīmu uzturēšanai un visa siltumapgādes procesa regulēšanai un kontrolei. Visam tehnoloģisko iekārtu kopumam ir jādarbojas saskaņoti, precīzi un nepārtraukti visā siltumenerģijas piegādes ķēdē – no SA līdz siltumenerģijas patērētājam. Turklāt šī procesa saskaņotība ir jānodrošina reālā laikā dažkārt strauji mainīgos ārējos apstākļos.

Praksē tas nozīmē, ka visā CSS nepārtraukti ir jāuztur tāds tehnoloģiskais darba režīms, kāds konkrētajā laika brīdī ir nepieciešams visu siltumenerģijas patērētāju kvalitatīvai siltumapgādei tiem nepieciešamajā apjomā un ar tiem nepieciešamajiem siltumenerģijas parametriem. No vienas puses šim režīmam ir jābūt stabilam, lai nodrošinātu CSS tehnoloģisko iekārtu vienmērīgu un efektīvu noslodzi, bet no otras puses – sistēmai jāspēj pietiekami operatīvi reaģēt uz siltumenerģijas patēriņa izmaiņām, kas diennakts griezumā Latvijas klimatiskajos apstākļos bieži mainās ļoti strauji. Turklāt jāņem vērā, ka daļa siltumapgādē izmantoto iekārtu ir bīstamās iekārtas, jo tās pakļautas augstām temperatūrām, spiedieniem, bet par kurināmo daudzos SA tiek izmantota dabasgāze, kurai noteiktos apstākļos piemīt sprādzienbīstamas īpašības.

Tādēļ, lai nodrošinātu CSS nepārtrauktu un stabilu darbību, sistēmas un tās elementu darbība ir jāpakļauj nepārtrauktai centralizētai vadībai un kontrolei. Šim mērķim AS „Rīgas siltums” ir izveidots dispečeru dienests (turpmāk tekstā – DD), kas nepārtrauktā 24 stundu režīmā veic SA un ST darbības – siltumenerģijas ražošanas, pārvades un sadales operatīvo vadību un šo procesu koordināciju un kontroli vienlaikus uzraugot vairākus simtus objektu.

Kvalitatīvi pildīt savas funkcijas - operatīvi vadīt un nepārtraukti kontrolēt CSS un pieņemt attiecīgajai situācijai adekvātus lēmumus par enerģētisko iekārtu darbību, DD var tikai balstoties uz patiesu un savlaicīgi saņemtu informāciju par visiem svarīgākajiem CSS darbības parametriem visos tās svarīgākajos elementos.

Ticama CSS tehnoloģisko parametru informatīvā datu bāze nepieciešama arī CSS darbības analīzei, efektivitātes paaugstināšanas un modernizācijas programmu izstrādei, kā arī uzņēmuma ikdienas vadībai. Tādēļ lielu CSS pārvaldīšanā, vadībā un attīstības plānošanā milzīga nozīme ir informācijas iegūšanai, apstrādei un vadīšanai, kas lielās sistēmās nav iespējama bez mūsdienīgiem IT risinājumiem. Lai iegūtu nepieciešamo informāciju par SA un ST iekārtu darbību, iespējams izmantot tirgū pieejamās standarta ietaises un programmatūru, bet īpašos gadījumos piemērotāks risinājums ir pašu izgatavotas iekārtas ar tām izstrādātu nepieciešamo datorprogrammu nodrošinājumu.

AS „Rīgas siltums” informācijas iegūšanas, apstrādes un vadības jautājumiem ir bijusi pievērsta liela uzmanība jau no uzņēmuma veidošanas sākuma un šīs jomas attīstība uzņēmumā visu laiku ir bijusi autora pārraudzībā. Pieaugošais tehnoloģiskās informācijas pieprasījuma apjoms un nepieciešamība to operatīvi apstrādāt lika meklēt aizvien jaunus tehniskos risinājumus. Pakāpeniski pieaugot savāktās informācijas apjomam bija nepieciešams no failu informācijas savākšanas sistēmas pāriet uz datu bāzi, izmantojot programmu nodrošinājumu ORACLE. Savukārt tālākā uzņēmuma informācijas sistēmu attīstība lika meklēt risinājumu vairāku AS „Rīgas siltums” izmantotu datu bāzu un informatīvo sistēmu integrācijai. Tādēļ uzņēmumā tika izstrādāta Operatīvi tehniskās informācijas sistēmu OTIS, kurā integrētas gan uz standarta programmu produktiem bāzētas, gan pašā uzņēmumā izstrādātas programmas: ĢIS Rīgas siltumtīkli; TDS; MDS monitors un citas.

Ar izstrādātās programmatūras palīdzību dispečeri un tehniskie dienesti saņem informāciju reālajā laikā par siltumenerģijas izstrādi, kurināmā patēriņu, siltumenerģijas lietotāju patērēto siltumenerģijas daudzumu un datus par procesiem SA un ST, kas nodrošina CSS jebkura elementa režīma analīzi gan pēc temperatūras grafikiem, gan pēc hidrauliskiem rādītājiem, kā arī dod iespēju kontrolēt uzdoto režīmu izvēlētajā objektā un fiksēt novirzi no režīma. No siltumapgādes drošuma un nepārtrauktības viedokļa ir būtiski, ka reālā laikā tiek kontrolēti arī tādi parametri, kā ST piebarošanas ūdens apjoms un avārijas signāli no bezkanālu ST uzraudzības sistēmas, kas ļauj momentāni fiksēt avārijas situāciju un savlaicīgi veikt ST bojājumu novēršanu un kontrolēt remontu darbu veikšanu.

Savukārt integrētajās datu bāzēs uzkrātais statistiskais materiāls dod iespēju objektīvi analizēt, izstrādāt un noteikt ST un SA darba režīmus, kā arī analizēt CSS tehnoloģisko elementu darbības efektivitāti un veidot atskaites par jebkuru CSS objektu jebkurā laika posmā.

7. RISKU VADĪBA CSS EFEKTIVITĀTES PAAUGSTINĀŠANĀ

AS „Rīgas siltums” kā jebkurš komersants darbojas dinamiski mainīgā vidē un tā darbības rezultātus ietekmē daudzi un dažādi faktori. Tādēļ uzņēmuma darbības un tā īpašumā esošās CSS efektivitātes paaugstināšanai ir nepietiekami meklēt tikai tīri tehniskus risinājumus. Turklāt dažādi ārēji apstākļi dažkārt var apdraudēt un kavēt ieplānotus un tehniski labi izstrādātus pasākumus CSS efektivitātes paaugstināšanai.

Tādēļ CSS drošas darbības un efektivitātes paaugstināšanas jautājumus mūsdienā mainīgajā komercdarbības vidē nevar skatīt atrauti no siltumapgādes komersanta kā uzņēmuma attīstības un tie ir jāanalizē izmantojot arī mūsdienīgas uzņēmumu vadības teorijas. Ņemot vērā iepriekšminēto, AS „Rīgas siltums”, pamatojoties uz risku vadības teorijas atziņām, ar autora tiešu līdzdalību ir veikta uzņēmuma darbību un attīstību ietekmējošo risku analīze un izstrādāti pasākumu kopumi to kontrolei un mazināšanai. Risku identificēšana tika veikta, pamatojoties uz strukturētām intervijām ar AS „Rīgas siltums” valdes locekļiem un struktūrvienību vadītājiem, bet novērtēšana - izmantojot kolektīvo risku ietekmes, iespējamības un kontroles pasākumu vērtējumu.

Identificēto 20 nozīmīgāko AS „Rīgas siltums” darbību apdraudošo risku novērtējuma rezultāts atspoguļots 7.1. tabulā, kur tie sakārtoti pēc to nozīmīguma punktiem.

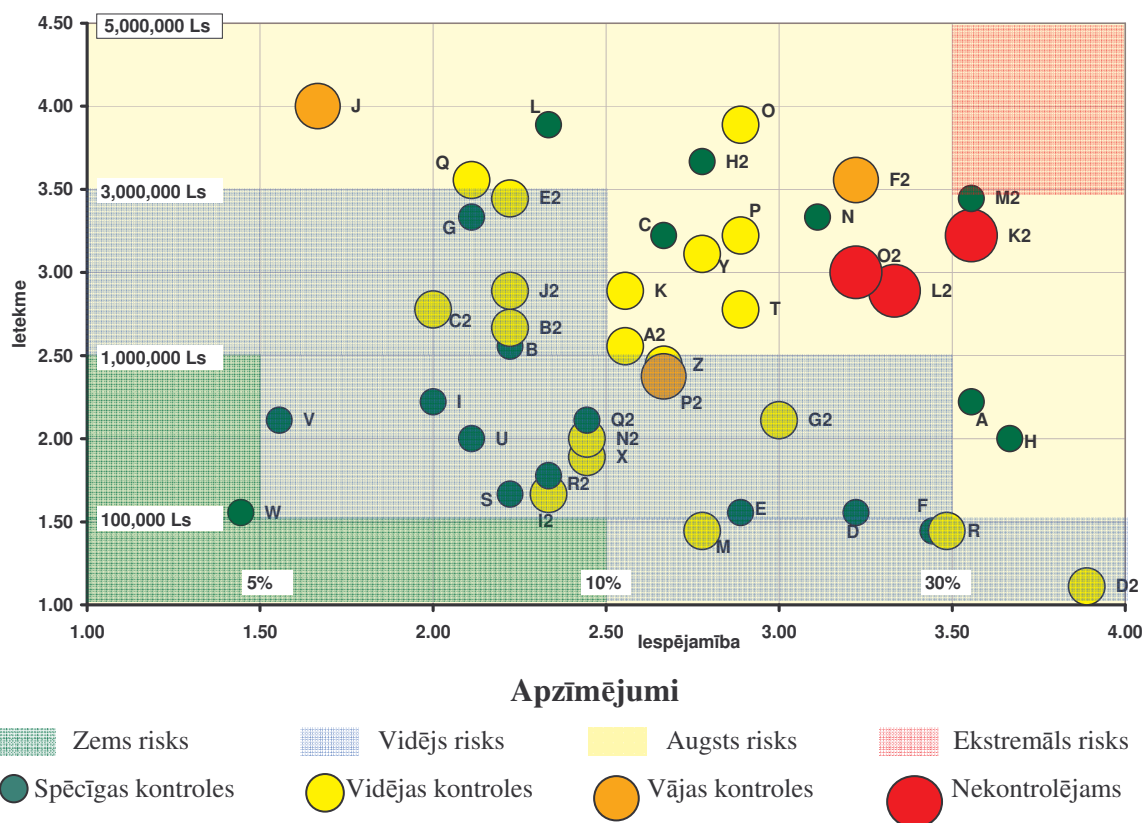
7.1. tabula

Nozīmīgākie 20 riski

Nr.	Riska nosaukums	Punkti
M2:	SEG emisijas kvotu radītais izmaksu pieaugums	0.90
F2:	Akcionāru nesaskaņas	0.76
K2:	Kurināmā cenu pieaugums	0.76
O:	Ilgstošs siltuma padeves trūkums no TEC	0.70
N:	ST maģistrālā vada plīsums	0.59
H2:	Regulatora risks, neapstiprinot tarifu	0.57
L2:	Pārmērīga inflācija	0.49
O2:	Nekustamā īpašuma tirgus krīze	0.49
P:	Siltuma ražošanas pārtraukums elektroenerģijas nepiegādes dēļ	0.45
L:	Datu bojājums vai zaudējums datu centrā	0.44
C:	Ugunsgrēks ražošanā	0.39
Y:	Daudzu darbinieku, speciālistu zaudējums	0.38
T:	Nozīmīgo personu zaudējums	0.31
E2:	Kļūdas investīciju projektos	0.30
Q:	Siltuma ražošanas pārtraukums gāzes nepiegādes dēļ	0.28
A:	Applūšana	0.27
K:	Datu bojājums tehnoloģiskajās vadības sistēmās	0.27
G:	Eksplūzija	0.24
J:	Terorisms	0.23
A2:	Ārpakalpojumu nepieejamība	0.20

Uzskatāmākais veids risku atspoguļošanai pēc to ietekmes, iespējamības un kontroles pasākumiem ir risku karte, jo tā uzreiz dod skaidru priekšstatu par riskiem, kuru ietekme un

iespējamība ir visaugstākā. AS „Rīgas siltums” darbību apdraudošo risku karte attēlota 7.1. attēlā.



7.1. att. AS „Rīgas siltums” risku karte

Pamatojoties uz veikto risku un pašlaik pielietoto risku kontroles pasākumu izvērtējumu, tika definēti jauni kontroles pasākumi AS „Rīgas siltums” darbību un tātad arī Rīgas CSS apdraudošo risku ietekmes kontrolei un mazināšanai. Definētie risinājumi nav unikāli, tomēr tie vēlreiz parāda, ka virzīta rīcība energoefektivitātes paaugstināšanā palīdzēs uzņēmumam samazināt negaidītu kurināmā cenu izmaiņu ietekmi uz izmaksām, bet mūsdienīgu ST diagnostikas metožu lietošana ļaus izvairīties no zaudējumiem siltumenerģijas nepiegādes dēļ.

SECINĀJUMI

1. Pārejot no kvalitatīvās uz kvalitatīvi – kvantitatīvo CSS slodžu regulēšanas metodi un aprīkojot visus CSS pieslēgtos patērētājus ar automatizētiem ISP, tiek panākts nozīmīgs siltumenerģijas piegādes kvalitātes uzlabojums (patēriņa regulēšanas iespējas patērētājiem), un stabilizēts ST hidrauliskais režīms, samazināta siltumnesēja caurplūde un elektroenerģijas patēriņš, kas dod iespēju optimizēt ST temperatūras grafiku.
2. Turpgaitas siltumnesēja temperatūras pazemināšana samazina siltuma zudumus ST. Pazeminot turpgaitas siltumnesēja temperatūru vasarā par 2 °C, siltuma zudumus var samazināt par aptuveni 2,2%, bet apkures periodā pārejot no temperatūras grafika 130/70 °C uz grafiku 115/70°C – par aptuveni 5%.
3. Ekonomiskais efekts no zudumu samazināšanās ieviešot pazeminātu temperatūras grafiku ir 3-4 reizes lielāks nekā elektroenerģijas izmaksu pieaugums siltumnesēja transportam.

4. ST tehniskā stāvokļa diagnosticēšanas metodes ir savstarpēji jākombinē, jo pat vismodernāko metožu un tehnoloģiju atsevišķa pielietošana praksē dod precīzus rezultātus ne vairāk kā 1/3 gadījumu. Aerotermovīzija ieteicama lielu CSS tehniskā stāvokļa diagnostikai, jo ļauj atklāt defektus un noteikt potenciāli nedrošos elementus plašā teritorijā izvietotos sarežģītas konfigurācijas ST. Tās pielietošanai nepieciešama procesa norises rūpīga sagatavošana un pietiekami kvalificēts personāls.
5. Lielu CSS vadībai, kontrolei un informācijas analīzei ieteicams veidot katrai CSS unikālu datu vadības sistēmu, integrējot tajā gan standarta, gan tieši konkrētajai CSS speciāli izstrādātus programmnodrošinājuma produktus, kā arī nodrošināt dispečeru kvalifikācijas paaugstināšanu un savlaicīgu personāla rezervju gatavošanu.
6. Promocijas darba ietvaros realizētie CSS efektivitātes paaugstināšanas pasākumi AS „Rīgas siltums” ir devusi CSS darbības uzlabojumus:
 - Siltumenerģijas zudumi ST ir samazināti par 665 tūkst. MWh no 1126 tūkst. MWh 1996./1997. finanšu gadā līdz 461 tūkst MWh 2007./2008. finanšu gadā, jeb 59%. Novērtējot samazinājumu enerģijas šodienas cenās, sasniegtais siltumenerģijas piegādes izmaksu ietaupījums ir ne mazāks kā 19,95 miljoni LVL gadā;
 - ST piebarošanas ūdens vidējais patēriņš ir samazināts par 85% no 210,2 t/h 1996./1997. finanšu gadā līdz 31,1 t/h 2007./2008. finanšu gadā;
 - CSS modernizācijas un procesu automatizācijas rezultātā ir būtiski samazināts darbaspēka patēriņš CSS darbības nodrošināšanai – no 1894 strādājošajiem 1997.gadā līdz 650 – 2009.gadā, jeb vairāk kā par 65%.
7. Mūsdienās CSS darbojas dinamiski mainīgā ārējā komercdarbības vidē. CSS efektivitātes jautājumus jāskata ne tikai no tehniskā un ekonomiskā viedokļa. Ieteicams izmantot mūsdienīgas uzņēmumu vadības teorijas, jo īpaši – risku vadību.
8. Promocijas darba rezultāti var tikt izmantoti mācību procesos RTU bakalauru un inženieru studiju priekšmetos: „Siltumenerģētika un siltumtehnika” un „Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija”, kā arī siltumapgādes uzņēmumu vadītāju un inženieru darbā, plānojot un īstenojot lielu pilsētu CSS rehabilitāciju un modernizāciju.

AUTORA NOZĪMĪGĀKĀS PUBLIKĀCIJAS

1. Budjko Z., Cers A., Jirgens M., Kaskarova G., Lebedeva K., Purina I., Sipkovs P., Zigurs A. Biomass Projects Schemes in Latvia // 16th European Biomass Conference & Exhibition, Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain 2-6 June 2008, 16th European Biomass Conference & Exhibition, Spānija, Valensija, 2.-6. jūnijs, 2008. - 2443-2447. lpp
2. Budjko Z., Cers A., Jirgens M., Kaskarova G., Lebedeva K., Purina I., Sipkovs P., Zigurs A. Cost Effective Biomass Conversion for Energy in Latvia // 16th European Biomass Conference and Exhibition, Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain 2-6 June 2008, 16th European Biomass Conference & Exhibition , Spānija, Valensija, 2.-6. jūnijs, 2008. - 1478-1482. lpp
3. Cers A., Jirgens M., Kashkarova G., Lebedeva K., Purina I., Šipkovs P., Zigurs A. Financing schemes for biomass in Latvia // World Sustainable Energy Days 2008, World Sustainable Energy Days, Austrija, Wels, 5.-7. marts, 2008. - 1-9. lpp

4. Cers A., Žīgurs Ā., Rubīna M. Centralizēta aukstumapgāde - modernas pilsētas neatņemama infrastruktūras sastāvdaļa // REA vēstnesis. - 1. (2008) 3.-7. lpp.
5. Turlajs D., Žīgurs Ā., Soročins A. Centralizētās siltumapgādes sistēmas siltumslodzes regulēšanas metožu salīdzināšana. The Comparison of Methods of Centralized Heating System's Heat Load Regulation // Nodots drukāšanai – RTU zinātniskie raksti. 6. sēr., Mašīnzinātne un transports. - 2. sēj. (2009), 1.-100. lpp
6. Žīgurs Ā., Cers A., Pilsētas siltumtīklu turpgaitas temperatūras samazināšanas ietekmes izpēte uz ekonomiskajiem rādītājiem. The Research Based on Economic Factors on Reduction of the Influence of Forwarding Temperatures in the Heat Systems of the City // Nodots drukāšanai RTU zinātniskie raksti. 6. sēr., Mašīnzinātne un transports. - 2. sēj. (2009), 1.-100. lpp .
7. Žīgurs Ā., Cers A., Pliskačevs S. Опыт АО Ригас силтумс в реконструкции водогрейных котлов КВГМ-50 и КВГМ-100 // Новости теплоснабжения. - Maskava, Krievija: ООО издательство "Новости теплоснабжения", № 4 (2009) - 34.-39. lpp.
8. Žīgurs Ā., Dubsons M. Новые методы диспетчеризации и управления объектами теплоснабжения в современных условиях // Новости теплоснабжения. - Maskava, Krievija: ООО издательство "Новости теплоснабжения", № 10. - 10. (2008) 37.-39. lpp.
9. Žīgurs Ā., Miņickis R. Работа Диспетчерской службы при эксплуатации тепловых сетей г. Риги // Новости теплоснабжения. 2008. № 6. - 6. (2008) 13.-15. lpp.
10. Žīgurs Ā., Turlajs D., Soročins A., Cers A. Отношение между эффективностью и типом регулирования тепловой нагрузки в централизованном теплоснабжении г. Риги. // Новости теплоснабжения. - Maskava, Krievija: ООО издательство "Новости теплоснабжения", - № 7. (2009) 7.-11. lpp.