



AKCIJU SABIEDRĪBA  
**RĪGAS SILTUMS**



# Dūmgāzu siltuma utilizācija Rīgas pilsētas siltumapgādes avotos

Dr Sc Ing. **Āris Žīgurs**;  
M.oec; **Aivars Cers**; B.sc.ing **Juris Golunovs**;  
Dr.habil.sc.ing. **Daniels Turlajs**;  
B.sc.ing. **Sergejs Pļiskačevs**.



SUSTAINABLE ENERGY EUROPE

A European campaign to change the landscape of Energy



**Rīga 2010**

## Saturs

Saturs.....	2
Ievads.....	2
Projekta mērķi un realizācijas gaita.....	3
Projekta tehnoloģiskie aspekti un enerģētikas izaicinājumi.....	3
Kondensācijas ekonomāizeru pētījumu vēsture.....	5
Pasīvie kondensācijas ekonomāizeri.....	7
KVGM 100 pasīvā kondensācijas ekonomāizera ekspluatācijas režīmi.....	8
Projekta starprezultāti.....	12
Galvenie secinājumi.....	13
Literatūras saraksts:.....	14

## Ievads

Brošūra „Dūmgāzu siltuma utilizācija Rīgas pilsētas siltumapgādes avotos” sagatavota kā atskaite RPA „Rīgas enerģētikas aģentūra” (REA) un AS „RĪGAS SILTUMS” (RS) dalībai Eiropas Komisijas atbalstītā starptautiskā projektā par ilgtspējīgu Eiropas enerģētiku ar mērķi mainīt enerģētikas nākotnes kurināmā izmantošanas paradumus un struktūru (*SUSTAINABLE ENERGY EUROPE; A European campaign to change the landscape of Energy*).

Rīgā centralizētā siltumapgāde ir dominējošais siltumapgādes veids. Pilsētas siltumapgādes attīstības galvenie virzieni, kas jāievēro, plānojot un realizējot pasākumus siltumapgādes nodrošināšanā, siltumapgādes sistēmu, tai skaitā siltuma avotu modernizācijā, servisa pakalpojumu kvalitātes uzlabošanā, energoefektivitātes paaugstināšanā, energopatēriņa samazināšanas plānošanā un realizācijā, kā arī tarifu veidošanā, ir noteikti Rīgas siltumapgādes attīstības koncepcijā laika posmam 2006.-2016.

Galvenais centralizētās siltumenerģijas piegādātājs Rīgā ir akciju sabiedrība „RĪGAS SILTUMS”, kas pilsētas vajadzībām iepērk ap 70% siltumenerģijas no akciju sabiedrības „Latvenergo” filiāles Rīgas TES ražotnēm – TEC-1 un TEC-2. Pārējo siltumenerģijas daļu: ap 30% RS saražo savos siltuma avotos. Par pamatkurināmo centralizētajā siltumapgādes sistēmā izmanto dabasgāzi un koksnes šķeldu siltumcentrāles „Daugavgrīva” koģenerācijas blokā.

Pēdējos 15 gados pilsētā ir paveikts liels darbs siltumapgādes sistēmas sakārtošanā un rehabilitācijā. Turpināt iesākto AS „RĪGAS SILTUMS” modernizācijas programmu, tika piesaistītas nepieciešamās investīcijas, kā

rezultātā virknē siltuma avotu tika realizēti tehniskie pasākumi aizplūstošo dūmgāzu siltuma utilizācijai, tādējādi palielinot energoefektivitāti siltumenerģijas ražošanas iekārtās. SC „Imanta”, koģenerācijas stacijās Keramikas ielā 2a, Viestura prospektā 20, kā arī automatizētajās gāzes katlu mājās Trijādības ielā 5 un Nautrēnu ielā 24 uzstādītas un darbojas dūmgāzu siltuma utilizācijas iekārtas, ļaujot iegūt papildus siltumenerģiju bez papildus kurināmā sadedzināšanas. Īpaša nozīme ir dūmgāzu siltuma utilizācijas iekārtai, kas uzstādīta siltumcentrāles Imanta katlam KVGGM -100. Šī tipa katli bija izplatīti bijušā padomju bloka valstīs Austrumeiropā un darbojas tur joprojām. Tādēļ SC „Imanta” energoefektivitātes paaugstināšanas labās prakses piemēram pasākuma pieredzei ir starptautiska nozīme.

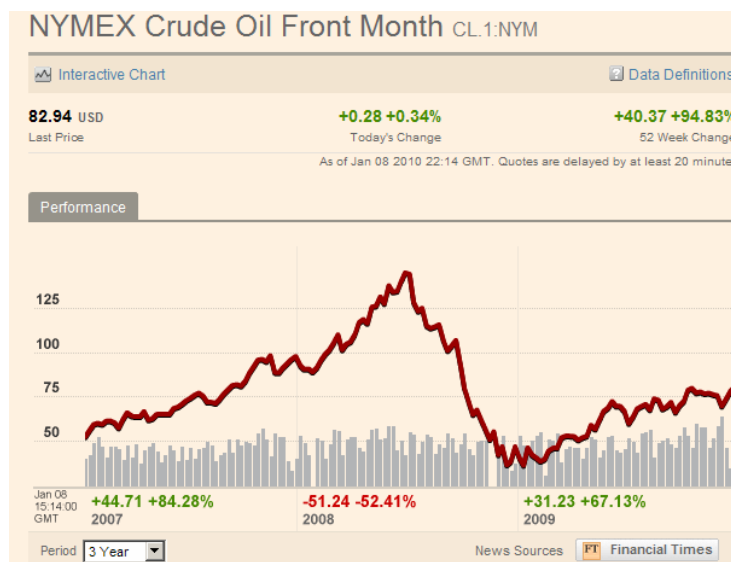
## Projekta mērķi un realizācijas gaita

Projekta realizācija paredz veikt pētījumu par dūmgāzu siltuma utilizāciju AS „RĪGAS SILTUMS” siltuma avotos uzstādīto ekonomaizeru efektivitāti un gūtajām atziņām Eiropas Komisijas atbalstītā starptautiskā projektā par ilgtspējīgu Eiropas enerģētiku ar mērķi mainīt enerģētikas nākotnes kurināmā izmantošanas paradumus un struktūru (*SUSTAINABLE ENERGY EUROPE; A European campaign to change the landscape of Energy*). Darbs pie projekta uzsākts 2009.gada 1.novembrī un kā partneri projekta realizācijā piedalās RĪGAS ENERĢĒTIKAS AĢENTŪRA (REA) un AS „RĪGAS SILTUMS” (RS). Kā pētījuma avoti izmantoti RS uzstādītie kondensācijas ekonomaizeri SC „Imanta”; koģenerācijas stacijās, kas izvietotas Keramikas2a un Viestura 20; automātiskajās gāzes katlumājās Trijādības 5a un Nautrēnu 24. Uzstādīto ekonomaizeru jaudas ir diapazonā no 110 kW līdz pat 10 MW SC „Imanta”, kas ir lielākā šāda tipa ierīce Latvijā.

## Projekta tehnoloģiskie aspekti un enerģētikas izaicinājumi

Veiktais pētījums par pasīvo kondensācijas ekonomaizeru izmantošanu ar dabas gāzi darbināmos lielas jaudas ūdenssildāmos katlos ir aktuāls Austrumeiropas reģionam, kur šādu katlu uzstādīšana plaši tika ieviesta ar mērķi nodrošināt siltumapgādes pīķa jaudas un tagad daudzos avotos aktuāls ir jautājums par doto iekārtu efektivitātes paaugstināšanu. Iegūtā pieredze ļauj papildus iegūt ievērojamu kurināmā ekonomiju un katlu agregātu efektivitātes palielinājumu. Dotajā darbā apkopoti rekonstrukcijas un pētījumu rezultāti ekspluatējot vidējas un lielas jaudas ūdenssildāmos katlus ar pasīvajiem kondensācijas ekonomaizeriem. Daudz plašāku informāciju par labas prakses piemēriem rekonstruējot lielas jaudas ūdenssildāmos katlus var iegūt literatūras apskatā norādītajā publikācijā Nr.4, kur dotas pamatrekomenācijas, lai sagatavotos kondensācijas ekonomaizeru uzstādīšanai.

Patlaban Pasaules ekonomika sāk atkopties no lielākās pēdējo desmitgažu ekonomiskās depresijas un naftas, kā arī citu enerģētisko kurināmo cenas pamazām tuvojas bezprecedenta cenu līmenim, kāds tika sasniegts īsi pirms krīzes iestāšanās, kad cena sasniedz vēsturisko maksimumu virs 145 USD/barel.

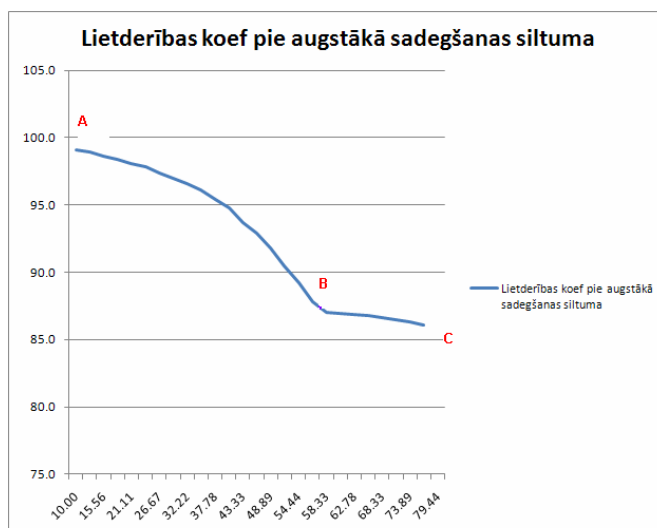


Attēls Nr. 1 Naftas cenu dinamika 2007.-2010. (Avots: Financial Times)

Ņemot vērā gūto pieredzi, energouzņēmumiem nepieciešams savlaicīgi sagatavoties kārtējam degvielas cenu kāpumam un veikt pasākumus energoefektivitātes paaugstināšanai. Kā primārais uzdevums ir energoefektivitātes paaugstināšana - dūmgāzu siltuma utilizācija, uzstādot kondensācijas ekonomāizerus.

Kondensācijas ekonomāizeri tiek plaši izmantoti dūmgāzu temperatūras samazināšanai, katlu lietderības koeficienta palielināšanai, kā arī vides apstākļu uzlabošanai un finanšu līdzekļu ekonomijai kurināmā iegādei. Parasti ūdenssildāmo katlu kondensācijas ekonomāizeri ļauj palielināt katlu lietderības koeficientu no 94% līdz 100% un atsevišķos gadījumos pat līdz 107%. Jāatzīmē, ka ir runa par kurināmā zemāko, bet ne reālo sadegšanas siltumu.

Viena no kondensācijas ekonomāizeru priekšrocībām, atšķirībā no citiem dūmgāzu siltumapmaiņas ierīcēm, ir iespēja izmantot latentu (apslēpto) siltumu. Latentais siltums ir siltuma daudzums, ko sistēma absorbē fāžu pārejā (kušanā, iztvaikošanā u. c.), vai arī, ja notiek pretējā fāžu pāreja (kristalizācija, kondensācija u. c.), apslēptais siltums izdalās. Latentās siltumapmaiņas priekšrocības attēlotas attēlā Nr.2.



Attēls Nr.2. Lietderības koeficienta pieaugums ar un bez latentās siltumapmaiņas

Attēlā Nr.2 redzams, ka, samazinoties dūmgāzu temperatūrai posmā no punkta C līdz punktam B, lietderības koeficienta pieaugums ir neliels, bet, sākot ar punktu B (dūmgāzu temperatūra ap 58°C), lietderības koeficienta izmaiņa notiek strauji. Tas ir saistīts ar latentā siltuma utilizācijas strauju apjoma pieaugumu, kas zem 37°C paliek mazāks.

## Kondensācijas ekonomaizeru pētījumu vēsture

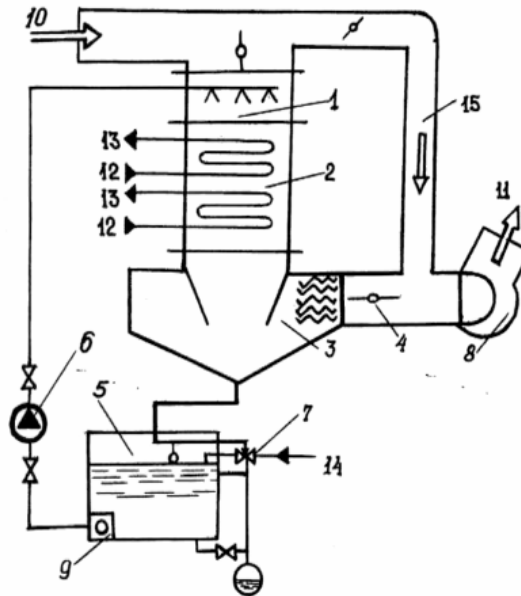
Kondensācijas ekonomaizeri pēc savas konstrukcijas var būt aktīvie un pasīvie. Kondensācijas ekonomaizeru izmantošanas iespējas Latvijā pētījuši Rīgas Tehniskās Universitātes zinātnieki prof. Igors Iljins, Dr.sc.ing. Maija Rubīna, Dr.sc.ing. Pāvels Popovs, Dr.habil.sc.ing. prof. Dagnija Blumberga un citi.

Pētījumi liecina, ka Austrumeiropas valstīs plaši izmantoti kvantitatīvās siltumapgādes regulēšanas principi. Siltumtīklos tika ievadīts augstas temperatūras potenciāls, dūmgāzu temperatūra aiz katla bija augsta un latentā siltuma noņemšana ekonomaizeros tika panākta ar papildu ūdens izsmidzināšanu siltumapmaiņas aparāta dūmgāzu traktā tieši uz siltumapmaiņas aparāta cauruļu režģa. Šis siltumapgādes veids neļāva nodrošināt zemas centralizētās siltumapgādes atpakaļgaitas temperatūras T2 un aktīvie kondensācijas ekonomaizeri bija vienīgais veids, kā nodrošināt kondensācijas režīmu siltumapmaiņas aparātā, jo dūmgāzu mitruma kondensācija apsīkst pie dūmgāzu temperatūras 58-60°C.

Aktīvie kondensācijas siltumapmaiņas aparāti plaši tika ieviesti Latvijas siltumapgādē 20.g. septiņdesmitajos gados. Latvijas speciālistu izstrādātie kontaktaktīvie siltumapmaiņas aparāti ar aktīvo pildījumu plašākai publikai pazīstami ar to krievisko nosaukumu *KTAH* (Skat. attēlu Nr.3).

Diemžēl pieejamie materiāli aktīvā pildījuma izveidei parasti bija zemas kvalitātes un šo siltumapmaiņas aparātu mūžs bija neliels. Tāpat problemātiska

bija kondensāta utilizācija vai izmantošana sakarā ar zemo pH līmeni. Patlaban aktīvie kondensācijas ekonomaizeri tiek plaši izmantoti dūmgāzu temperatūras pazemināšanai darbam ar cietajiem kurināmā veidiem, jo tur dūmgāzu temperatūra parasti ir augstāka un jāveic papildus pasākumi kondensācijas nodrošināšanai.



1-izsmidzināšanas sistēma;2-siltumapmaiņas virsma;3-separātors;4-šļerbis;5-izsmidzināšanas ūdens bāka;6-sūkņis;7-līmeņa regulātors;8-dūmsūknis;9-filtrs;10-dūmgāzu ievads;11-dūmgāzu izvads;12-siltumtīklu ūdens ievads;13-siltumtīklu ūdens izvads;14- aukstā ūdens ievads; 15- dūmgāzu apvedlīnija

Attēls Nr.3. Kondensācijas ekonomaizers ar aktīvo pildījumu (KTAH)

Kondensācijas ekonomaizeru plašai lietošanai traucēja arī enerģētikā izmantoto dūmeņu konstrukcija. Kondensācijas ekonomaizerus ar dziļo atdzesēšanu pieslēgt pie ķieģeļu vai betona dūmeņa bez karsto dūmgāzu piejaukšanas vai skursteņa oderējuma ar nerūsējošo tēraudu nebija iespējams, jo tolaik nerūsējošā tērauda izstrādājumi faktiski nebija pieejami.

Siltumapgādes ūdens temperatūra izejā no aktīvā pildījuma ir ierobežota ar dūmgāzu mitrā termometra temperatūru. Sadedzinot dabas gāzi ar gaisa pārpilnības koeficientu 1,0-1,5, dūmgāzu mitrā termometra temperatūra ir 55-65°C.

Dūmgāzu temperatūra izejā no KTAHa tiek pieņemta par 8-10°C augstāka nekā siltumtīkla ūdens ieejas temperatūra ekonomaizerā. Pēc dūmgāzu separācijas tiek piejauktas papildus 7-10% nedzesētu dūmgāzu, gala dūmgāzu mitruma samazināšanai pirms ievadīšanas skurstenī.

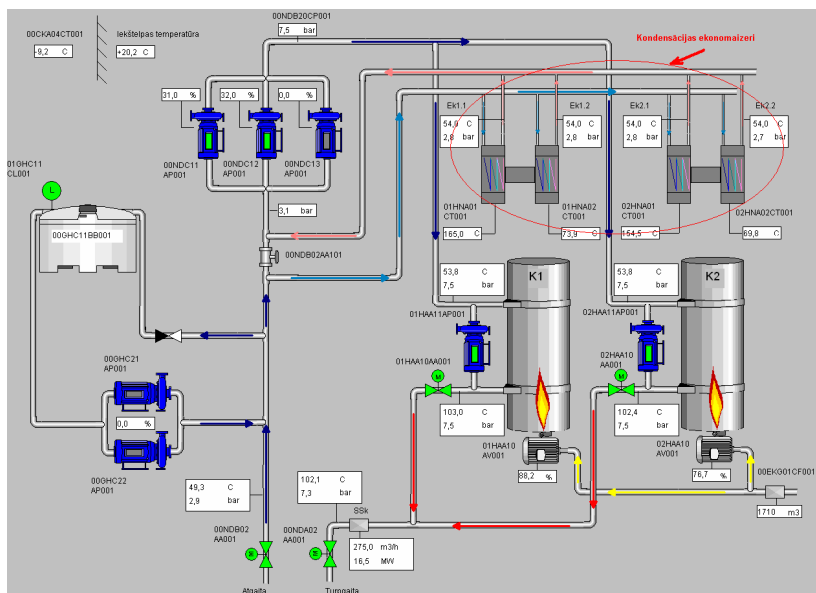
Mūsdienu aktīvā pildījuma ekonomaizeri parasti ir vienkāršota tipa. Tie vairs neparedz liela daudzuma auksta ūdens izmantošanu, kā arī dūmgāzu apvedlīnijas izmantošanu, jo dūmgāzu mitrums mūsdienu skursteņus vairs neietekmē, tādējādi ūdens patēriņš energouzņēmumos ir kardināli samazinājies.

## Pasīvie kondensācijas ekonomaizeri

Pasīvie kondensācijas ekonomaizeri ir siltumapmaiņas aparāti ar pietiekami lielām sildvirsmām, uz kurām dūmgāzes bez papildus mitrināšanas atdod visu vai daļu latentā siltuma siltumnesējam, parasti siltumapgādes ūdenim.

AS „RĪGAS SILTUMS” ir pieredze izmantojot kondensācijas ekonomaizerus dabas gāzes kurināmiem ūdenssildāmajiem katliem ar jaudu 1,1; 1,4; 2,6; 5; 9 un 116 MW;

Pasīvo ekonomaizeru slēgumi var atšķirties atkarībā no katlumājas konfigurācijas un noslodzes īpatnībām. Attēlā Nr.4 attēlots vidējas jaudas katlu apsaiste ar diviem paralēliem kondensācijas ekonomaizeriem un tiešo pieslēgumu siltuma tīkliem Trijādības ielas katlumājā. AttēlāNr.5 redzams pašu ekonomaizeru izvietojums katlumājā.



Attēls Nr.4. Kondensācijas ekonomaizeru izmantošana vidējas jaudas katlumājās ar tiešo pieslēgumu siltuma tīkliem.

Pēc šāda principa ar tiešo pieslēgumu darbojas gan zemas, gan vidējas jaudas katlumājas un sagaidāmais efekts ir visaugstākais.

Daudz sarežģītāka ir kondensācijas ekonomaizeru darbība koģenerācijas stacijās (KS), kur parasti, lai nezaudētu elektroenerģijas ģenerācija, koģenerācijas bloks pie zemām ārgaisa temperatūrām nespēj izdot tīklā ūdens temperatūras, kas pārsniegtu 90°C. Tādējādi ūdenssildāmajiem katliem jāpilda T1 paaugstināšanas funkcija, kas automātiski pasliktina kondensācijas ekonomaizera darbības režīmu. SC „Imanta”, kā arī koģenerācijas stacijās Keramikas 2a un Viestura 20 katlu un kondensācijas ekonomaizeru iekārtas zemu ārgaisa temperatūru apstākļos pilda tīkla temperatūras paaugstināšanas funkciju.





Attēls Nr.5. Kondensācijas ekonomāizeru izvietojums KM Trjādības 5.

Ekonomāizeru efektivitāti lielā mērā ietekmē stundu skaits, kuras ekonomāizers darbojas ar maksimāli iespējamo jaudu. Katlu ekonomāizeru ekspluatācijas pieredze liecina, ka vismaz reizi ceturksnī, arī apkures sezonas laikā var nākties katlu uz vismaz astoņām stundām perioda garumā apturēt dažādu profilaktisku pasākumu veikšanai rotācijas mehānismiem (dūmsūkņiem, ventilatoriem), automātikas pārbaudei, gāzes iekārtu profilaksei.

Detalizētiem izmēģinājumiem un pētījumiem tika izvēlēts vislielākais Latvijā uzstādītais pasīvais kondensācijas ekonomāizers 4 X 200-36-200, kas uzstādīts tipveida katlam KVGM, kura uzstādītā siltuma jauda ir 116 MW. Katlam veikta degļu rekonstrukcija uzstādot četrus zemu NOx degļus. Pilns pirmsrekonstrukcijas darbu apjoms atspoguļots publikācijā Nr. 4. Datu apkopošanu un apstrādi atviegloja RS uzstādītās datu savākšanas un apstrādes sistēma MDS 2009, kas ļauj izmantot statistisko materiālu par katlumāju iekārtu darbību ilgam laika periodam kā tabulārā, tā arī grafiskā formātā.

### **KVGM 100 pasīvā kondensācijas ekonomāizera ekspluatācijas režīmi**

Latvijā lielākie uzstādītie dabas gāzes kurināmie ūdenssildāmie katli ir KVGM-100, kura režīma karte attēlota tabulā Nr.1. SC Imanta ir uzstādīti trīs šāda tipa katli. Zemāk pievienotajā režīmu kartē (attēls Nr.6), redzams, ka katla efektivitāte ir noturīgi augsta līdz 60 MW. Sasniedzot noteikto jaudu, lietderības koeficients var nokristies pat par 2% pie maksimālās slodzes. Katla maksimālā noslodze palielina apstāšanās risku elektropadeves traucējumu gadījumā, kas var radīt nevajadzīgu spiedi siltuma piegādē. Dati liecina, ka katls stabili darbojas ar 75% no katla uzstādītās jaudas, tādējādi racionāli turēt katlu pastāvīgā bāzes slodzē 90 MW, kas tika pētīts laika posmā no 01.11.2009, kad ekonomāizers tika iedarbināts, līdz 02.02.2010.



SC "IMANTA"													
ūdenssildāmā katla KVGM-100 Nr.3													
režīma karte													
Kurināmais - dabasgāze													
Parametrs	Mērv.	Katla slodze (MW)											
		5.8	20	40	57	11.8	40	60	80	100	116		
Katla ūdens caurplūde	t/h	1250 - 1290											
Ūdens temperatūra pirms katla	°C	58 - 60											
Ūdens spiediens katla izejā	bar	ne mazāk kā 8,0											
Ar gāzi strādājošo degļu skaits	gab.	2				4							
Gāzes spiediens pirms degļiem (pults)	mbar	2	60	250	500	2	60	150	250	380	550		
Gaisa spiediens pirms degļiem (pults)	mm ūd.st.	3.5	4	60	140	3.5	20	70	120	190	275		
Retinājums kurtuvē	mm ūd.st.	5	2 līdz 4			5	2 līdz 4						
Aizejošo dūmgāzu temperatūra	°C	57				68	82	97	123	135	155		
Skābekļa saturs dūmgāzēs (pults)	%	12.5	5,40 - 5,60			7.7	2,40 - 2,60						
Gāzes patēriņš	st.m <sup>3</sup> /h	660	2200	4482	6389	1315	4497	6773	9089	11534	13475		
Katla lietderības koeficients	%	94.11	95.23	95.10	94.80	95.70	95.60	95.20	94.60	93.18	92.94		
Nosactā kurināmā īpatnējais patēriņš	kgn.k./MWh	130.5	128.6	128.8	129.3	128.1	128.2	128.8	129.4	130.8	132.2		

Tabula Nr. 1. Katla KVGM-100 režīmu karte bez kondensācijas ekonomāizera

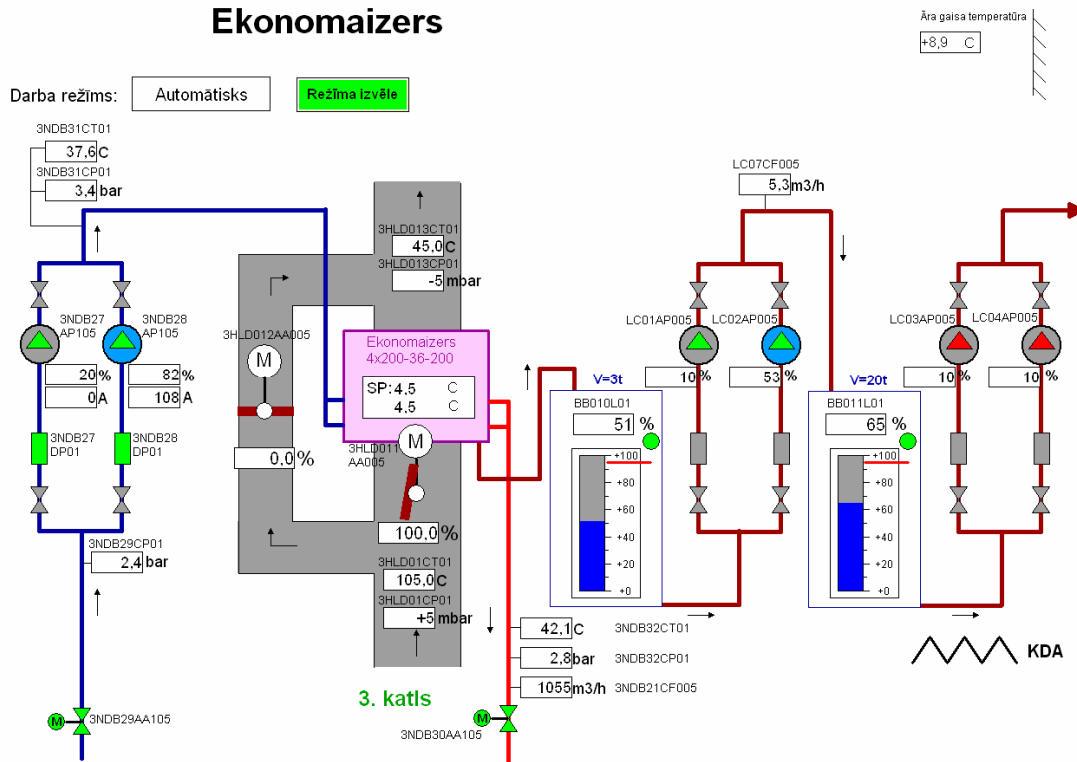
2009. gada novembrī SC „Imanta” aiz ūdenssildāmā katla KVGM-100 Nr.3 ekspluatācijā tika nodots Dānijas kompānijas „DET” ražotais 4x200-36-200 tipa pasīvais kondensācijas ekonomāizers (attēls Nr.6). Ekonomāizera nominālā siltuma jauda ir 10 MW. Pirms ekonomāizera uzstādīšanas tika veikta skursteņa rekonstrukcija, ievieojot CORTENA korozijizturīga materiāla D=1900 mm dūmejas un D=1700 mm skursteņa čaulas.



Attēls Nr 6 Katla KVGM kondensācijas ekonomāizers

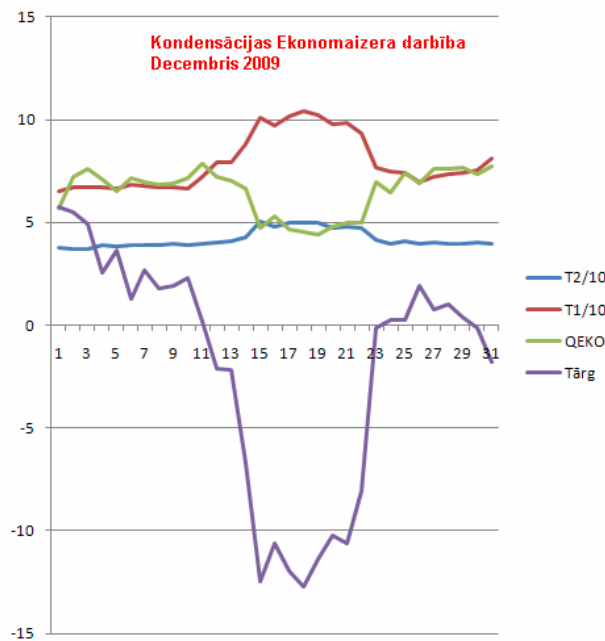
Zemāk, attēlā Nr.7 var redzēt katla KVGM-100 pasīvā ekonomāizera slēguma shēmu un darbības režīmu pie ārgaisa temperatūras +8.9°C.

### Ekonomaizers



Attēls Nr.7. Katla KVGM 100 pasīvā ekonomaizera darbība pie T ārģ= -+8.9°C

Veicot 2009.gada decembra mēneša analīzi (skat. attēlu Nr.8), tika konstatēts, ka katla dienas vidējā efektivitāte uzturot nemainīgu katla jaudu 90 MW (bez ekonomaizera jaudas) ir augsta pie T2 ≤43°C, savukārt latentā siltuma atdeve krasi pazeminās pie temperatūras T2=49 °C un augstāk.



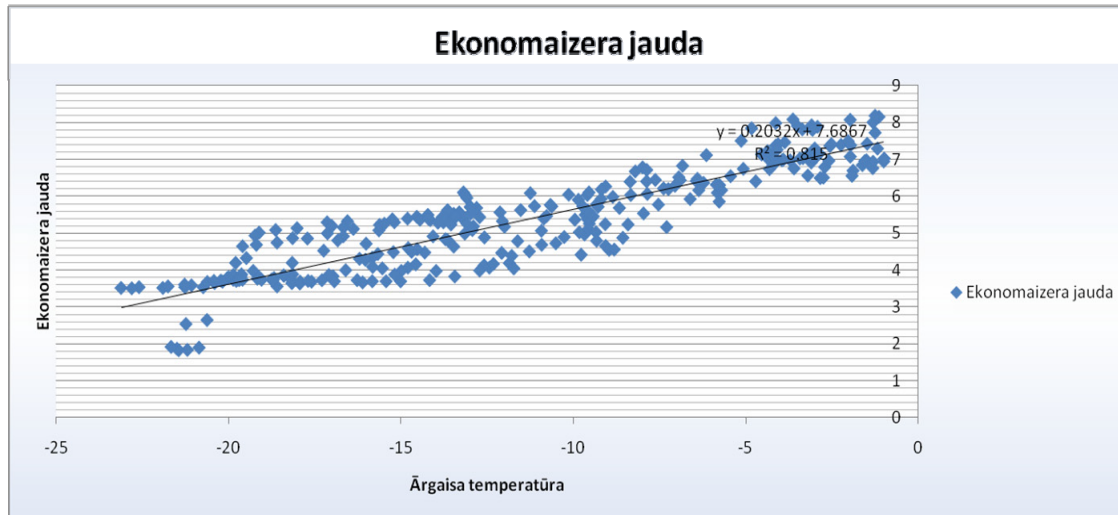
Attēls Nr.8. Katla KVGM 100 kondensācijas ekonomaizera darbība 2009.gada decembrī

Kā papildus faktori, kas kavē latentā siltuma atdevi pie zemām ārējais temperatūrām, ir jāmin katla izejošā ūdens temperatūras  $T_{k2}$  ievērojams pieaugums, lai varētu izturēt temperatūras grafika prasības, kas atšķirībā no  $100^{\circ}\text{C}$  pie  $T_{\text{āg}} 0^{\circ}\text{C}$  var mainīties līdz  $130\text{-}150^{\circ}\text{C}$  pie  $T_{\text{āg}} -10^{\circ}\text{C}$  un zemāk. Pie  $T_2 \geq 52^{\circ}\text{C}$  ekonomaizera jauda pret  $T_2=40^{\circ}\text{C}$  nokrītas vismaz par 40%. Izvērtējot kondensāta izdalīšanās lielumu, konstatēta tieša kondensētā ūdens apjoma atbilstība ekonomaizera jaudai. Šādas jaudas katliem kondensāta tonnas atbilst ekonomaizera noņemtajai jaudai. Tāpēc laika apstākļos ar zemu ārējais temperatūru kondensāta daudzums pret vidējo statistisko apkures sezonas temperatūru var būt pat līdz 70% mazāks, bet ar daudz lielāku absorbētā  $\text{CO}_2$  īpatsvaru. Pēdējo apkures sezonu statistiskie rādītāji par vidējām mēneša ārējais un patērētāju atgriezta ūdens temperatūrām attēlots tabulā Nr 2.

	Oktobris	Novembris	Decembris	Janvāris	Februāris	Marts	Aprīlis	
2004./2005. g.	7.7	0.8	1.4	-0.1	-5	-3.7	6.5	1.09
2005./2006. g.	7.9	3.1	-2.1	-5.9	-6.6	-2.9	6.4	0.01
2006./2007. g.	9.7	4.3	4.3	0.7	-7.4	5	5.3	3.13
2007./2008. g.	6.8	0.8	0.8	-1.1	2.7	2.4	8.6	3.00
2008./2009. g.	9.3	3.6	0.8	-1.6	-2.8	0.9	5.3	2.21
Pēc normatīva	7.2	2.1	-2.3	-4.7	-4.3	-0.6	5.1	0.36
Vidējā statistiskā	8.3	2.5	1.0	1.6	3.8	0.3	6.4	1.9
T2 pēc grafika $^{\circ}\text{C}$	44	44	46	48	52	47	44	44
T2 reālā 2008/2009	37.5	37.4	40.6	41.7	42.4	40	38.4	39.10

Tabula Nr 2 statistiskie dati par normatīvo un apkures sezonu ārējais un patērētāju atgriezta ūdens temperatūrām.

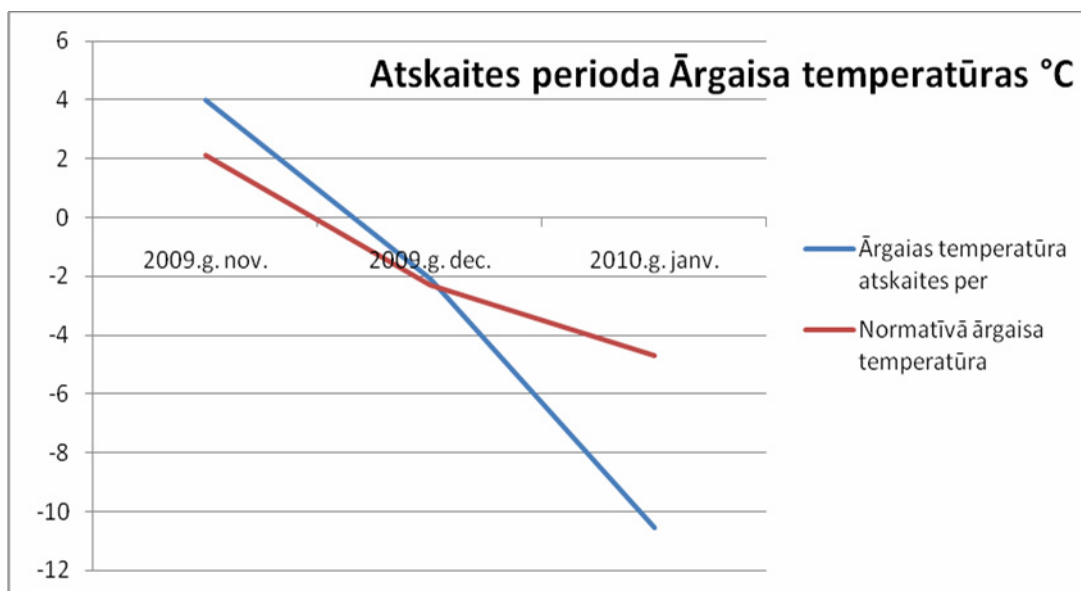
Tabula Nr.2 atspoguļo ideālus apstākļus pasīvā kondensācijas ekonomaizera darbam. Kā īpašs izņēmums jāatzīmē klimatiskie apstākļi laika posmā no 1.janvāra līdz 1. februārim 2010.gadā, kad vidējā mēneša temperatūra sasniedza  $-10,56^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2$  pacēlās līdz  $48,3^{\circ}\text{C}$ , bet vidējā ekonomaizera jauda sasniedza 5,25 MW. Izmēģinājumos apstiprinātās kondensācijas ekonomaizera jaudas atspoguļotas attēlā Nr.8. Grafikā apkopotu dati par kondensācijas ekonomaizera jaudu pie nemainīgas katla slodzes 90 MW. Tas parāda, ka pie ārējais temperatūras  $-20^{\circ}\text{C}$  latentā siltuma atdeve pilnībā pārtraucas. Kondensāta uzskaites mēraparāta rādījumi liecina, ka kondensāta daudzumu pie  $T_{\text{āg}} 0^{\circ}\text{C}$  ir 0,5 t/h pret kondensāta daudzumu 5,9 t/h. Pētījumi parāda, ka pie īpaši zemām temperatūrām, strādājot ar nemainīgu siltuma slodzi, periodiski novērojama zema siltuma atdeve, kas liecina par katla darbības režīmu mainīgumu. .



Attēls Nr.9. Ūdenssildāmā katla kondensācijas ekonomaizera jaudas atkarība no ārgaisa temperatūras.

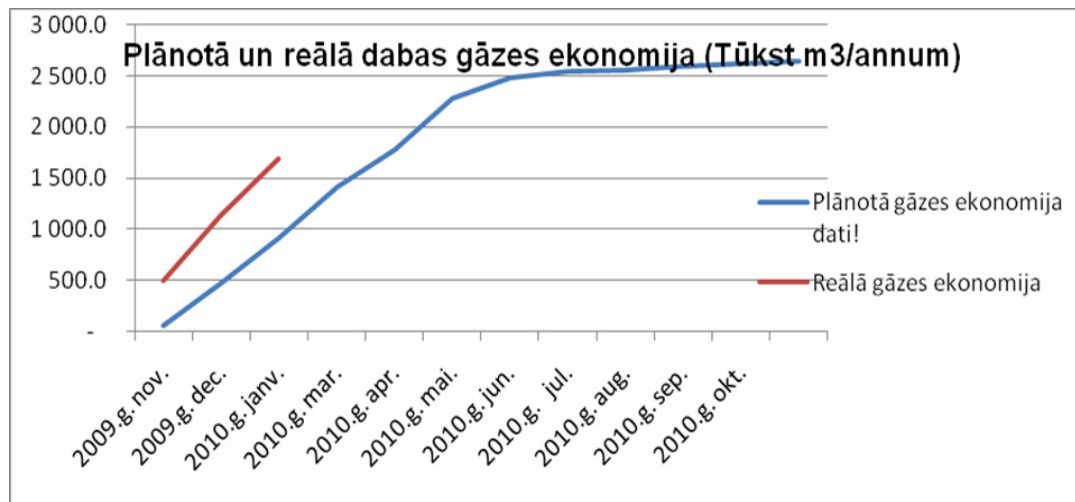
### Projekta starprezultāti

Šīs apkures sezonas vidējās mēnešu ārgaisa temperatūras ir bijušas netipiski aukstas, kas ļāvušas pārliecināties par katlu iekārtu kvalitāti lielas jaudas apstākļos un pārbaudīt dūmgāzu kondensācijas apstākļus pie skarbiem klimatiskiem apstākļiem. Attēls Nr. 10 atspoguļo vidējās projekta realizācijas triju mēnešu ārgaisa temperatūras un to atbilstība klimatiskajai normai.



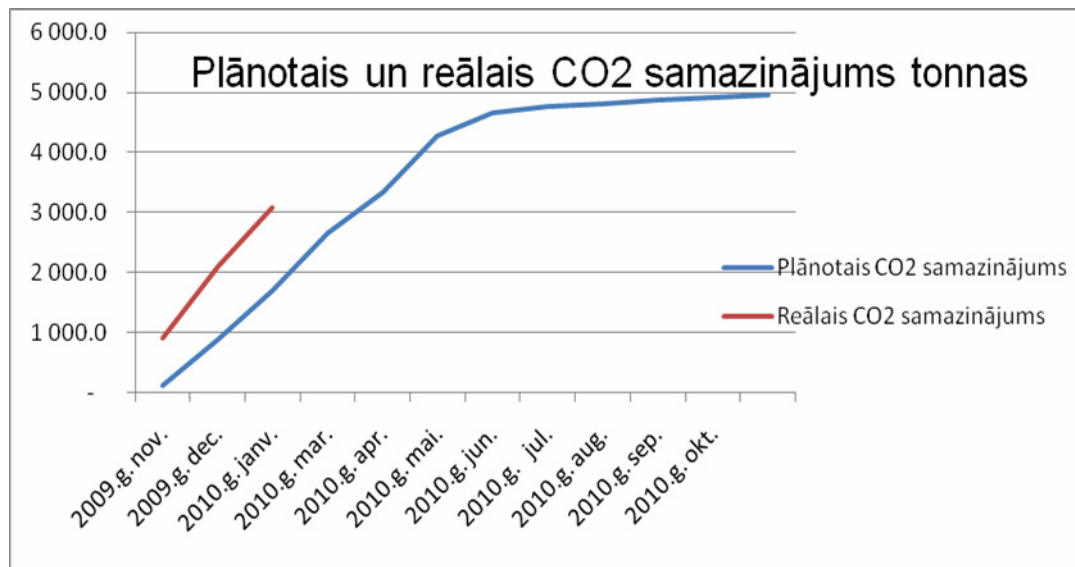
Attēls Nr.10. Projekta realizācijas pirmo triju mēnešu klimatiskie apstākļi.

Īpaši skarbi laika apstākļi bijuši 2010.gada janvārī, kad vidējā mēneša temperatūra bija par 5,86°C zemāka kā to paredz klimatoloģijas normas. Temperatūra janvārī ir bijusi pat par 8,96°C zemāka nekā pagājušajā apkures sezonā.



Attēls Nr.11. Projekta realizācijas pirmo triju mēnešu plānotā un reālā gāzes ekonomija tūkstoš.m<sup>3</sup>

Lai arī šādi klimatiskie apstākļi samazina kondensācijas ekonomizaieru izstrādi, tomēr ir panākts ievērojams dabas gāzes ietaupījums, kas summāri sastāda 1,685 milj m<sup>3</sup> dabas gāzes, (skat. attēlu Nr. 11) un 3084 tonnas CO<sub>2</sub> (skat. attēlu Nr.12), kas ļaus pilsētas iedzīvotājiem nodrošināt labāku vides kvalitāti.



Attēls Nr.12. Projekta realizācijas pirmo triju mēnešu plānotais un reālais CO<sub>2</sub> samazinājums Tonnas

No grafikos attēlotā materiāla redzams, ka projekta mērķis tiek realizēts sekmīgi un kā pamatrezultāts jāmin ievērojams ekoloģisko apstākļu uzlabojums un importējamās dabas gāzes apjomu samazinājums, ko nodrošina siltumapgādes avotu efektivitātes pieaugums izmantojot kondensācijas ekonomizaierus.

### Galvenie secinājumi

1. Veikto izmēģinājumu un pētījuma rezultāti konstatē, ka, izmantojot dabas gāzi ūdenssildāmajos katlos, ir ļoti svarīgi izvēlēties iekārtas ar īpaši augstu lietderības koeficientu.

2. Siltumapgādes sistēmās ar kvantitatīvi-kvalitatīvo regulēšanas metodi veiksmīgi var aizvietot aktīvos kondensācijas ekonomaizerus ar pasīvajiem kondensācijas ekonomaizeriem, kam ir daudz mazākas iekārtu un ekspluatācijas izmaksas.
3. Gūtā pieredze ieteicama Austrumeiropas valstīs, kur plaši izmantoti lielas jaudas ūdenssildāmie katli.
4. Labās prakses paraugs izmantojams kā standarta risinājums lielas jaudas ūdenssildāmo katlu efektivitātes paaugstināšanai.

Kondensācijas ekonomaizera darbības režīmiem jābūt maksimāli efektīviem, lai nodrošinātu latentā siltuma piesaisti apkures sezonas laikā. sezonas laikā kondensācijas ekonomaizeri var radīt roblēmas, lai katlus varētu noslogot ar pilnvērtīgu slodzi. Ne vienmēr katlu, kas netiek slogoti bāzē, aprīkošana ar kondensācijas ekonomaizeriem sniedz gaidīto rezultātu.

Svarīgi ir ņemt vērā būvklimatoloģijas informāciju par vidējām mēneša temperatūrām, konkrētā siltumavota stundu slodzes grafiku, kā arī informāciju par reālo vidējo  $T_2$  pie noteiktās ārējais temperatūras apkures periodā. Bieži vien netiek ņemts vērā, ka katlu maksimālas noslodzes laikā ne vienmēr  $T_2$  ir piemērots, lai piesaistītu latentu siltumu bez papildus ūdens izsmidzināšanas. Kondensāta daudzums un tā utilizācijas iespējas apgrūtina apjomu mainību, ko ievērojami ietekmē  $T_{\text{arg}}$  un tāpat  $T_2$  izmaiņas.

### Literatūras saraksts:

1. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. - Ульяновск: УлГТУ, 2000.-139 с.
2. Industrial Waste Heat Recovery Industrial Energy RoundTable KatheyFerland Texas Industries of the Future Riyaz Pappar,Hudson Technologies Co September 21, 2006 Hudson Technologies Combustion & Energy systems LTD.
3. Д.А. Кочугов, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ УДК 662.994
4. А.Жигурс, А.Церс, С.Плискачев «Опыт АО Ригас Силтумс в реконструкции водогрейных котлов КВГМ 50 и КВГМ 100» Новости теплоснабжения № 4 ( 104) апрель 2009 г.
5. Латгипропром. Рекомендации для проектирования теплоутилизационных установок за теплогенераторами с повышенной температурой уходящих газов // Под ред. М.Рубиной, А.Сухоносова и др.,инст.,„Латгипропром”, Ташкент, 1987: 64 с.с иллюстр.
6. Латгипропром, РПИ. Рекомендации для проектирования котельных и промышленных ТЭЦ с применением КТАН-ов – утилизаторов // Под ред. М.Рубиной, И.Ильина, П.Попова и др., инст. „Латгипропром”, Ташкент, 1987: 187 с.с иллюстр.
7. Рубина М.А., Ильин И.Н., Попов П.Я. и др. Об эффективности контактных теплообменников с активной насадкой // Промышленная энергетика Nr. 8, 1986.
8. D.Blumberga. Energoefektivitāte./Rīga,1996:320 lpp.