



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
MEHAANIKATEADUSKOND

Soojustehnika instituut

Soojusenergeetika õppetool

MS J40LT

Vitali Tamm

**Estonia kaevanduse vana ja uue katlamaja töö
efektiivsuse võrdlus.**

Bakalaureusetöö

Autor taotleb

tehnikateaduste bakalaureuse

akadeemilist kraadi

Tallinn

2015

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis..... juhendamisel

“.....”201...a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele.

“.....”201...a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”201... a.

..... allkiri

TTÜ soojustehnika instituut

Soojusjõuseadmete õppetool

BAKALAUREUSETÖÖÜLESANNE

2015 aasta sügissesemester

Üliõpilane: Vitali Tamm, 094000

Õppekava: soojustehnika

Eriala: soojustehnik

Juhendaja: dots. Aleksandr Hlebnikov

Konsultandid: Igor Markov, Estonia kaevanduse soojustehnik, Alla Zaitseva, Estonia

kaevanduse kvaliteedi spetsialist, 53801065

BAKALAUREUSETÖÖ TEEMA:

Estonia kaevanduse vana ja uue katlamaja töö efektiivsuse võrdlus.

Estonia mine old and new boiler house work efficiency comparison.

Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Lähteandmete kogumine	01.09.2014
2.	Lähteandmete töötlemine	20.09.2014
3.	Arvutuste tegemine	01.10.2014
4.	Kokkuvõte ja järeldused	11.04.2014
5.	Lõputöö vormistamine	20.12.2014

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Majanduslik kasum

katlamaja üleminekul põlevkiviõli peale.

Töö keel: eesti

Kaitsmistaotlus esitada hiljemalt

Töö esitamise tähtaeg.....

Üliõpilane /allkiri/

kuupäev.....

Juhendaja..... /allkiri/

kuupäev.....

Konfidentsiaalsusnõuded ja muud ettevõttepoolsed tingimused formuleeritakse pöörde

Sisukord

Bakalaureuse töö ülesanne	3
Eessõna	6
SISSEJUHATUS	7
1. VANA KATLAMAJA	8
1.1 DKVR katlad	10
1.2 DKVR puudused	10
1.3 Põlevkivi	11
1.4 Vana katlamaja andmed	12
1.5 Kaugküttevõrk	13
1.6 Personal	14
1.7 Vana katlamaja õhusaaste kalkulatsioon	15
1.7.1 2003 a. tariifide järgi	15
1.7.2 2013 a. tariifide järgi	16
1.8 MWh hinna komponendid	18
2. UUS KATLAMAJA	19
2.1 Leeksuitsutoru katlad	21
2.2 Põlevkiviõli	23
2.3 Uue katlamaja seadmete põhilised töö parameetrid	24
2.4.1 Uue katlamaja andmed 2004 a.	25
2.4.2 Personal	26
2.4.3 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon	27
2.4.4 MWh hinna komponendid	32
2.5.1 Uue katlamaja andmed 2013 a.	33
2.5.2 Personal	34

2.5.3 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon	35
2.5.4 MWh hinna komponendid.....	40
3. KULUDE VÕRDLUS	41
4 KOKKUVÕTE	44
5 SUMMARY.....	45
KASUTATUD KIRJANDUS	46

EESSÕNA

Käesoleva töö teema on valitud töö koostaja enda initsiatiivil, innustatuna töö koostamise ajal põlevkiviõli kasutamise arendamise osas Eesti ühiskonnas ja ka laiemalt kogu maailmas. Töö teemast lähtudes valis töö koostaja oma ka praktikakoha – Eesti Energia AS Estonia kaevanduse – kus toimus põhiliselt töö jaoks materjali kogumine.

Materjalide kogumisel olid abiks lisaks töö juhendajale dotsent Aleksandr Hlebnikovile Estonia kaevanduse soojustehnik Igor Markov ja Estonia kaevanduse kvaliteedispetsialist Alla Zaitseva.

Ühtlasi sooviks töö autor siinkohal avaldada tänu kõigile infot jaganud ja töö koostamisel abiks olnud isikutele.

SISSEJUHATUS

Antud töö eesmärgiks on teha kindlaks katlamaja töö efektiivsus, üleminekul põlevkivilt põlevkiviõli peale. Teha kindlaks kas üleminek vähendab kulusid, saastet ja kuidas see mõjutab soojuse hinda. Vaadeldakse Estonia kaevanduse katlamaja.

Alates 2004 aastast kütab Estonia kaevandust uus põlevkiviõlil baseeruv katlamaja, millega asendati senini soojust andnud üle kolmekümne aasta põlevkivil töötanud katlamaja.

AS Estivo eelnevalt läbiviidud uuringute tulemusel selgus, et uue katlamaja ehitamine on efektiivsem kui vana rekonstrueerimine.

Kui vana katlamaja ümberehitamine oleks maksma läinud 1,91 miljonit eurot, siis uue maksumuseks kujunes ligikaudu kolm korda väiksem summa. Asja oleks teinud keerulisemaks ka see, et selliseid tööstuse tarbeks tuharikast kütust kasutavaid katlaid enam ei toodeta ning ümber oleks pidanud ehitama näiteks hakkepuidul töötavad katlad.

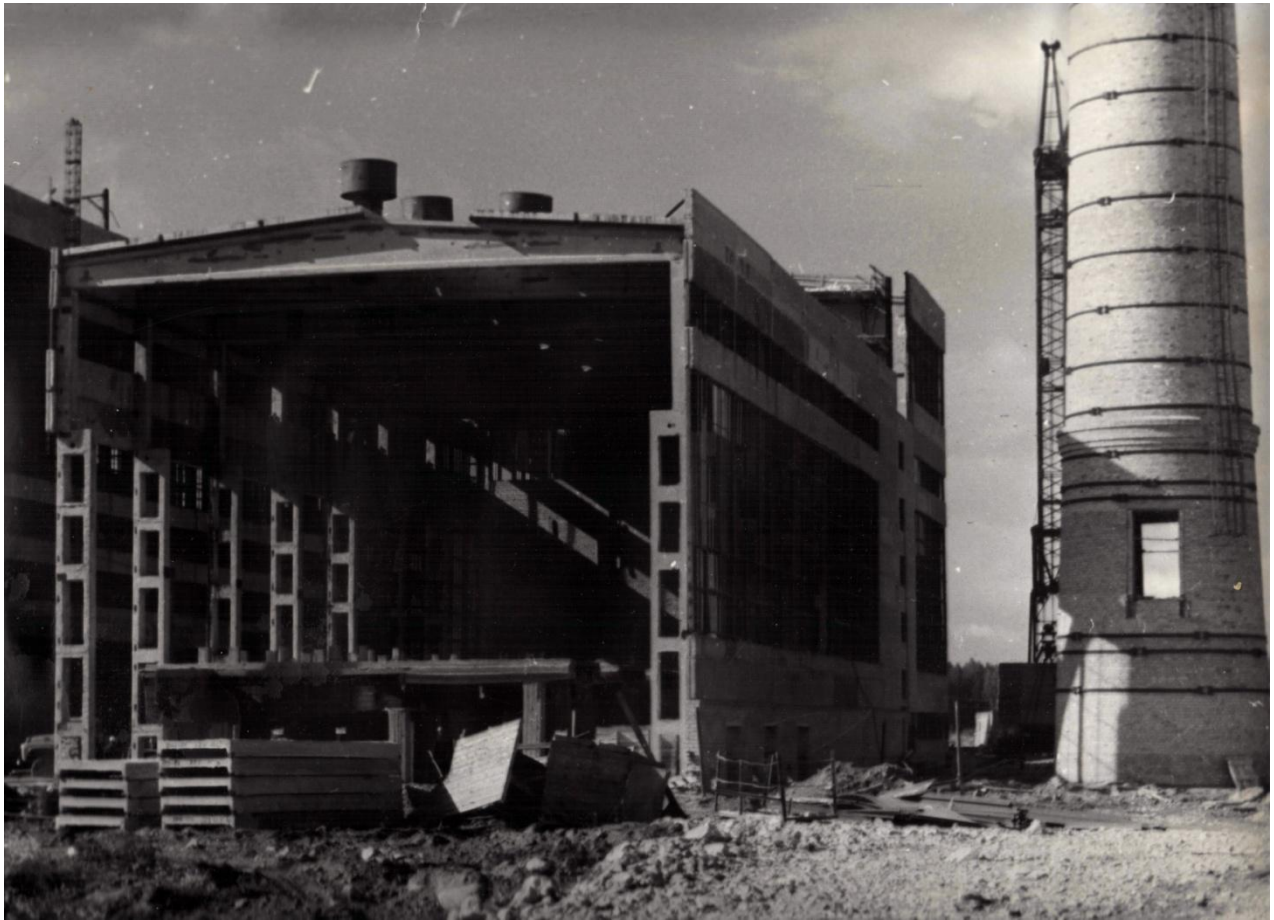
Kaevanduses on võetud tarvitusele meetmed soojuse kokkuhoiuks. Uues katlamajas töötavad kaks katelt võimsustega 8,5 ja 3,5 MW, vana võimsus ulatus 40 MW.

Aidu karjääris on põlevkiviõlil töötanud katlamaja juba 2002 aastast. Aidu efektiivsusnäitajad olid head, ning oli otsustatud viia üle ka Estonia ja Viru kaevanduse katlamajad põlevkivilt põlevkiviõlile.

Kütusena kasutatavat põlevkiviõli ostetakse Eesti Energia Narva Õlitesest.

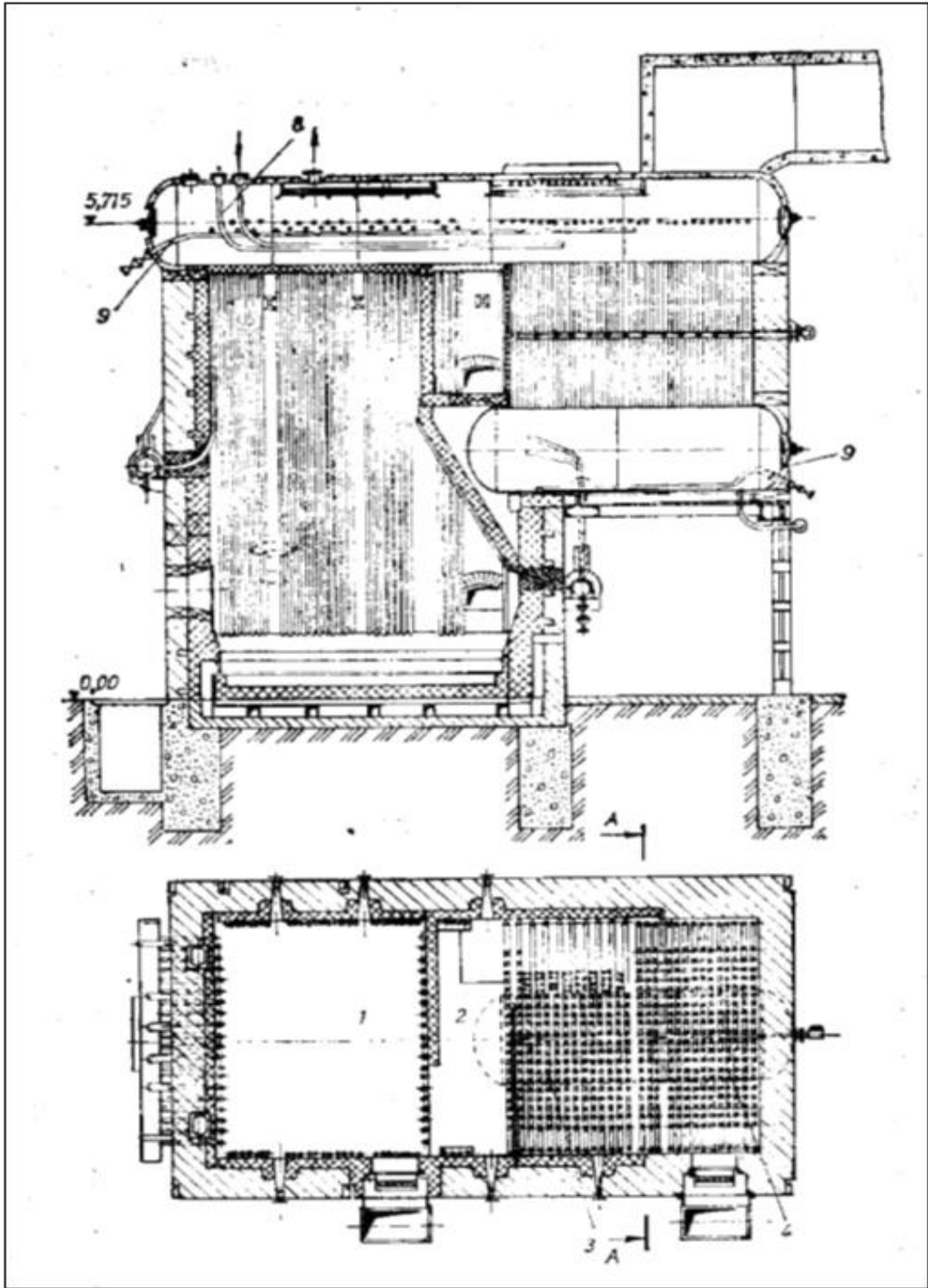
1. VANA KATLAMAJA

Ehitus aasta 1975.



Joonis 1.1 Vana katlamaja

Kasutusel olid kolm DKVR 20-13 ja üks DKVR 10-13 katlad, mis töötasid põlevkivil.



Joonis 15-2. DKVR tüüpi katel.

Joonis 1.2 DKVR tüüpi katel

1.1 DKVR katlad

DKVR- universaalsed katlad kõikidele kütustele.

DKVR tüüpi katlad (toodeti 1960 kuni 80-ndate keskpaigani), praegu neid ei toodeta.

Sai põletada nii tahkeid, vedelaid kui ka gaasilisi kütused. Auru tootlikkused algasid 2,5 tonnist ülespoole ja lõppesid suurusega 20 t/h. Katlad olid nii ülekuumendiga kui ka ilma (ülekuumendustemperatuurid 250, 370, 440 FC). DKVR tüüpi katelde vee- aurustusüsteem sõltub sellest kas tegu on pika või lühikese trumliga. DKVR katlaid komplekteeriti paljude eri tüüpi kolletega: liikuvate restilülidega rõhtkoldega, päripidikäiguga kettrestkoldega, tagurpidikäiguga kettrestkoldega, keeriskoldega, kiirpõlemiskoldega ja gaas-masuudikoldega. DKVR kolde juurde kuulub järelpõlemis kamber, mis moodustab 20% kolde mahust. DKVR - ide müüritiseks on kas raske tellistest laotud sein, mille paksus ulatub 500 mm-ni või kerge torudele kinnitatav müüritis. DKVR tüüpi katlad komplekteeritakse ribitorudest malmökonomaiseriiga. Öhuelsoojendit kasutatakse üksnes siis kui on vaja põletada eriti niisket kütust. Ökonomaiseriiga varustatud katla kasutegur võib gaasi ja masuudi põletamisel ulatuda 90%-ni tahkete kütuste korral 75-85%.

1.2 DKVR puudused

DKVR tüüpi katlad on moraalselt vananenud:

- neil on hõredad koldekraanid, osa kolde seinu on ekraneerimata,
- kolde mahuline soojuserikoormus on madal $q_v = 0,25 - 0,35 \text{ MW/m}^3$, torude paigutus torukimbus suhteliselt hõre,
- katla gaasitihedus jätab soovida.

Nimetatud puudustest on tingitud suur metalli ja müüritise materjali kulu, suured mõõtmed. Katelde valmidusaste madal kuna neid väljastati kas detailidena või suuremate plokkidena. Üheks meetmeks, millega saab vähendada katla massi ja mõõtmeid, on loobumine liigest universaalsusest. Seega seda tüüpi katelde asemele, mille põhikuju ei sõltunud kütusest, loodi gaasi- ja vedelkütuse põletamiseks üks katlatüüp DE ja tahkete kütuste põletamiseks teine katlatüüp KE.

1.3 Põlevkivi

Põlevkivi üldtunnustatud klassifikatsioon puudub ning kivimi nimetused erinevad piirkonniti. Põlevkivi puhul on oluline rõhutada, et ta on karbonaatse või terrigeense koostisega settekivim, mille orgaanilise aine sisaldus ulatub 10 - 70%-ni. Vees tekkinud orgaaniline aine lahustub halvast orgaanilistes lahustites, sisaldab palju vesinikku (8 – 11 %) ja õlisaagis orgaanilisest osast ületab 20%.

Põlevkivi on Eesti olulisim maavara. Kütusena kasutatakse kukersiitpõlevkivi, mida kaevandatakse Ida-Virumaa Eesti maardla 2 allmaakaevanduses ja 2 lahtises karjääris. Eesti kütuse bilansis on põlevkivi osatähtsus ca 65%., elektrit toodetakse 95% ulatuses põlevkivist. Suure mineraalosa sisalduse tõttu on ta kohaliku tähtsusega kütus, mille transport kaevandamiskohast kaugemale ei ole majandusklikult põhjendatud.

Põlevkivileiukoha keskosast eemaldudes kihtide paksused muutuvad. Põlevkiviladestuse kihiline struktuur tingib selle, et elektrijaamadesse tarnitava kütuse koostis ja omadused olenevad suurel määral põlevkivi kaevandamis- ja rikastamistingimustest. Määravaks saab siin põhiliselt see, kuidas palju on kaubapõlevkivisse kaasatud lubjakivirikkaid vahekihte. Oleneb ju sellest põlevkivi kütteväärtus ja koostis. Eesti põlevkivielektrijaamades kasutatud kütuse omadused on aegade jooksul muutunud. Esmajoones avaldub see kasutatava põlevkivi kütteväärtuse vähenemises ning tuha- ja karbonaatse CO_2 sisalduse suurenemises.



Joonis 1.3 Põlevkivi

1.4 Vana katlamaja andmed

Põlevkivi niiskus: $W_t^r = 10,2 \%$

Põlevkivi kütteväärtus: $Q_i^r = 8,37 \text{ MJ/kg}$

Kütuse kulu: $B = 18019711 \text{ kg}$

Kasulik energia: $E_k = 20110 \text{ MWh}$

Koguenergia: $E = \frac{B \cdot Q_i^r}{3,6 \cdot 1000} = \frac{18019711 \cdot 8,37}{3,6 \cdot 1000} = 41895,83 \text{ MWh}$

Kasutegur: $\eta = \frac{E_k}{E} \cdot 100\% = \frac{20110}{41895,83} \cdot 100\% = 48 \%$

Katlamaja on mõeldud tsentraalseks soojusevarustamiseks, ventilatsiooniks, kuuma tarbeveega varustamiseks. Maksimaalne katlamaja tootlikus on 70 t/h.

Projekti järgi katlamaja koosnes kolmest DKVR 20-13 katlast tootlikusega 20 t/h ja ühest DKVR 10-13 katlast tootlikusega 10 t/h suve koormusteks.

Iga katlaagregaat koosneb: katlast koldega, tuha kogujast, suitsuimejast, ventilaatorist ja neid elemente siduvast gaasi-veektorustikust, elektri käiguga varustus pumbaga.

Veeaurukatlad DKVR 20-13 ja DKVR 10-13 on ehitatud Biiski katlatehases. Põleteid tootis Kusinski masinatehas.

Koldeseadmeks põlevkivi põletamiseks kasutatakse tagasikäiguga unifitseeritud ketta võrestikuga ja pneumomehaaniliste sööturitega koldeid.

DKVR-20 järelküttepinnad:

a) Vee ökonomaiser ,VTI tüüp VE-9-16P, soojusvahetuspind 646 m^2 .

b) Ühekäiguline õhuelsoojendi torustiku küttepinna pindalaga 228 m^2 .

Katlale DKVR 10-13 kasutatakse ainult õhusoojendit soojenduspinna 300 m^2 . Suitsugaaside puhastamiseks lenduvast tuhast on projekteeritud plokkpatareide tsüklon paigaldis: DKVR-20 – BC - 2·7(5+3)% 56 elemente %

DKVR-10 – BC - 2·6(4+3)% 42 elemente %

1.5 Kaugküttevõrk

Kütte ja ventilatsiooni koormuste katmiseks kasutatakse vee temperatuuri graafikut 150/70°C, arvutuslik soojusvõimsus on 34,42 MW. Võrguvee reguleerimiseks kütte perioodi jooksul kasutatakse segamist tagasivooluveega. Katelde toitevee dearaatorist toimub võrgu vee lisamine.

Paigaldise karakteristik:

- Soojusvõimsus - 34,42 MW
- Küllastunud auru kulu $P=7$ atm - 51 t/h
- Võrgu vee hulk - 370 t/h
- Võrgu vee kiirus veeauru soojendis - 1,43 m/s
- Võrgu vee kiirus kondensaadi jahutis - 0,98 m/s
- Rõhu kaod soojendi blokkides - 0,63 bar
- Summaarsed võrgu vee rõhu kaod katla piirides - 0,93 bar
- Võrgu pump 6 HDC (Drõng= 230 mm)
 $Q= 250$ m³/h; $H= 6,47$ bar; $N= 75$ kW; $n= 3000$ pööret/min
3 komplekti (1 reserv)
- Toitepump tüüp KC·10·55/2^b
 $Q= 8$ m³/h; $H= 3,92$ bar; $N= 2,8$ kW; $n= 3000$ pööret/min
2 komplekti (1 reserv)
- Võrguvee soojendamiseks kasutatakse veeauru soojendit MVN 1437-06 , soojendus pindalaga 62,3 m². Kondensaadi jahutamiseks kasutatakse veeauru soojendit MVN 2052-34/2 , soojendus pindalaga 42 m².
- Vee soojendamiseks $t= 70^{\circ}\text{C}$ -ni toimetatakse veeauru kuumendisse MVN 1436-05, mida kautatakse kuuma vee tootmiseks.

Pumbad olid tsentrifugaalsed, ilma sagedusregulaatorita.

1.CNSG- tsentrifugaalne toitepump

2.6FKA-6A- bageri tuha pumbad

Algul katlad olid aurukatlad DKVR. 2002 aastal viidi neid üle kuumavee katladeks.

1.6 Personal

Vanas katlamajas töötas 38 inimest. Meeskond koosnes 5 spetsialisti, 25 lukkseppa ja 8 vaatlejat.

Personali kulu oli kokku 17559 EUR kuus.

Personali kulu oli kokku 210710 EUR aastas.

Kui vana katlamaja töötaks tänapäeval siis palgakulu oleks järgmine:

Kokku 34240 EUR kuus.

Kokku 410885 EUR aastas.



Joonis 1.4 Vana katlamaja

1.7 Vana katlamaja õhusaaste kalkulatsioon

1.7.1 2003 a. tariifide järgi.

Tabel 1.1 Vana katlamaja õhusaaste kalkulatsioon 2003 aasta tariifide järgi

Saasteallika nimetus ja number	2003		Saasteaine		Heitmete intensiivsus,		Tegelikud kogused,t		Tasumäär, kr/t	Kn	Saastetasu			
	1 kv. kokku	2 kv. kokku	nimetus	kood	g/s 1 kv.	g/s 2 kv.	1 kv.	2 kv.			loa piires koguse eest 1 kv. kr	2 kv. kr	kokku 1 kv. kr	kokku 2 kv. kr
Katlamaja töötunnid	2160	1464	tahk.osak.	-	30,89	21,61	240,2	113,89	395	-	94879	44988	94879	44988
Põletatud põlevkivi , t	7160	3310	NO2	10102-44-0	2,222	1,75	17,28	9,22	906	-	15654	8356	15654	8356
			SO2	7446-09-5	19,1	12,625	148,52	66,54	395	-	58666	26283	58666	26283
			CO	630-08-0	29,31	16,975	227,91	89,47	57	-	12991	5100	12991	5100
			LOU	-					Kokku:		182190,5	84726,42	182190,5	84726,42

Saasteallika nimetus ja number	2003		Saasteaine		Heitmete intensiivsus,		Tegelikud kogused,t		Tasumäär, kr/t	Tegelikud kogused aastas kokku	Saastetasu			
	3 kv. kokku	4 kv. kokku	nimetus	kood	g/s 3 kv.	g/s 4 kv.	3 kv.	4 kv.			loa piires koguse eest 3 kv. kr	4 kv. kr	kokku 3 kv. kr	kokku 4 kv. kr
Katlamaja töötunnid	336	2208	tahk.osak.	-	15,84	29,8	19,16	236,87	395	610,13	7568	93565	7568	93565
Põletatud põlevkivi , t	440	7109	NO2	10102-44-0	1,18	2,249	1,43	17,88	906	45,81	1293	16196	1293	16196
			SO2	7446-09-5	9,841	18,095	11,9	143,83	395	370,8	4702	56814	4702	56814
			CO	630-08-0	14,318	27,449	17,32	218,19	57	552,89	987	12437	987	12437
			LOU	-					Kokku:		14550,52	179012,6	14550,52	179012,64
													Aastas kokku	460480,11 kr
														29423,65 eur

1.7 Vana katlamaja õhusaaste kalkulatsioon

1.7.2 2013 a. tariifide järgi.

Tabel 1.2 Vana katlamaja õhusaaste kalkulatsioon 2013 aasta tariifide järgi

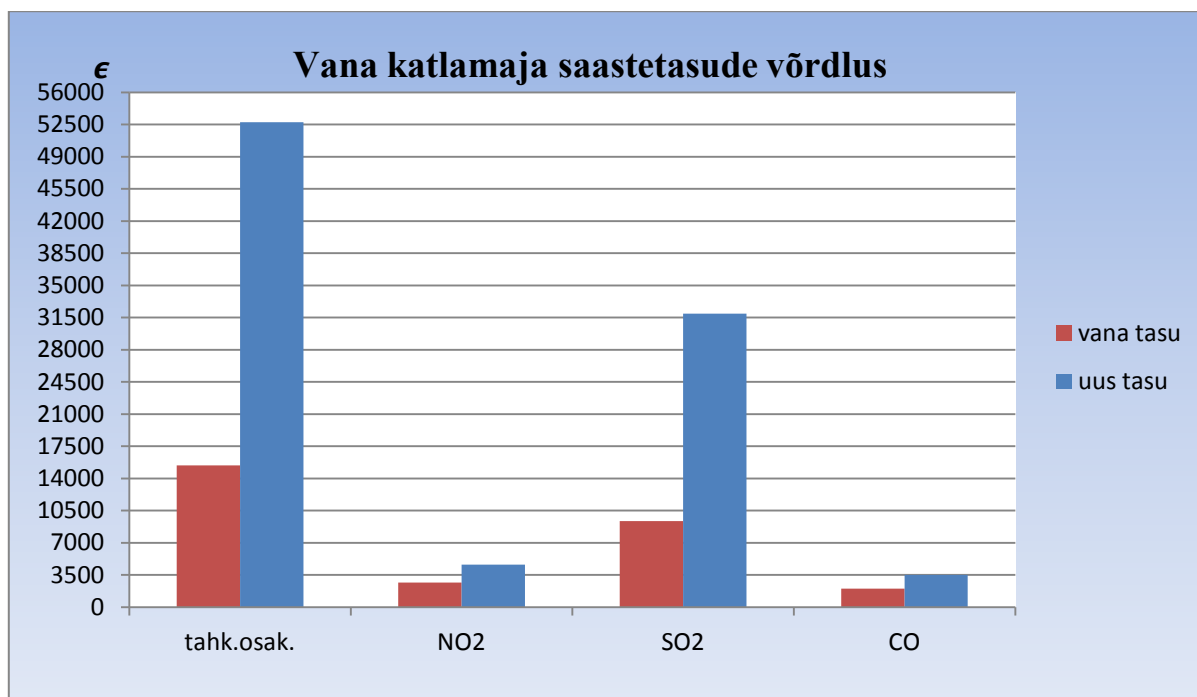
Saasteallika nimetus ja number	2003		Saasteaine		Heitmete intensiivsus,		Tegelikud kogused,t		Tasumäär, EUR/t	Kn	Saastetasu			
	1 kv. kokku	2 kv. kokku	nimetus	kood	g/s	g/s	1 kv.	2 kv.			loa piires koguse eest		kokku 1 kv.	kokku 2 kv.
					1 kv.	2 kv.					EUR	EUR		
Katlamaja töötunnid	2160	1464	tahk.osak.	-	30,89	21,61	240,20	113,89	86,47	-	20770	9848	20770	9848
Põletatud põlevkivi , t	7160	3310	NO2	10102-44-0	2,222	1,750	17,28	9,22	101,1	-	1747	932	1747	932
			SO2	7446-09-5	19,100	12,625	148,52	66,54	86,08	-	12785	5728	12785	5728
			CO	630-08-0	29,310	16,975	227,91	89,47	6,35	-	1447	568	1447	568
			LOU	-					Kokku:		36748,98	17076,59	36748,98	17076,59

Saasteallika nimetus ja number	2003		Saasteaine		Heitmete intensiivsus,		Tegelikud kogused,t		Tasumäär, EUR/t	Tegelikud kogused aastas kokku	Saastetasu			
	3 kv. kokku	4 kv. kokku	nimetus	kood	g/s	g/s	3 kv.	4 kv.			loa piires koguse eest		kokku 3 kv.	kokku 4 kv.
					3 kv.	4 kv.					EUR	EUR		
Katlamaja töötunnid	336	2208	tahk.osak.	-	15,84	29,8	19,16	236,87	86,47	610,13	1657	20483	1657	20483
Põletatud põlevkivi , t	440	7109	NO2	10102-44-0	1,180	2,249	1,43	17,88	101,1	45,81	144	1807	144	1807
			SO2	7446-09-5	9,841	18,095	11,90	143,83	86,08	370,80	1025	12381	1025	12381
			CO	630-08-0	14,318	27,449	17,32	218,19	6,35	552,89	110	1385	110	1385
			LOU	-					Kokku:		2935,72	36056,54	2935,72	36056,54
											Aastas kokku	92817,82	eur	

Põletatud põlevkivi , t	18019
Katlamaja tööpäev	257
Kütuse kulu päevas, t	70,11

Kn - nõuetekohasuse koefitsient , LOÜ-lenduvad orgaanilised ühendid

Vana katlamaja uute ja vanade õhusaastetasude võrdlus



Joonis 1.5 Vana katlamaja uute ja vanade õhusaastetasude võrdlus

Võrreldatakse vana katlamaja 2003 ja 2013 aasta saastetasu. Eesmärk on näidata kui palju kasvaksid vana katlamaja saastetasud kui see töötaks 2013 aastal.

1.8 MWh hinna komponendid

Tabel 1.3 Soojuse MWh hinna komponendid

Kulud	Summa,tuh. eur	1MWh
Materjalid ja varuosad	40,3	2,00
Tehnoloogiline kütus	254	12,63
Elekter	106,32	5,29
Hooldus ja remont	45,3	2,25
Palgakulud koos maksudega	210,71	10,48
Amortisatsioon	0	-
Keskkonna saastemaksud	29,43	1,46
Kokku omahind	686,06	34,12
Hind, eur/MWh		34,12

Tabelis on esitatud vana katlamaja kulud, millest moodustatakse 1 MWh hinda 2003 a. Vanal katlamajal ei vaadeldut amortisatsiooni, kuna katlamaja oli juba vana. Suurema osa MWh komponendist sisaldas tööliste palgad ja tehnoloogiline kütus.

2. UUS KATLAMAJA

Ehitus aasta 2004.



Joonis 2.1 Uus katlamaja

Kasutusel on kaks DANSTOKER katelt võimsusega 3,5 MW ja 8,5 MW, mis töötavad põlevkiviõlil.

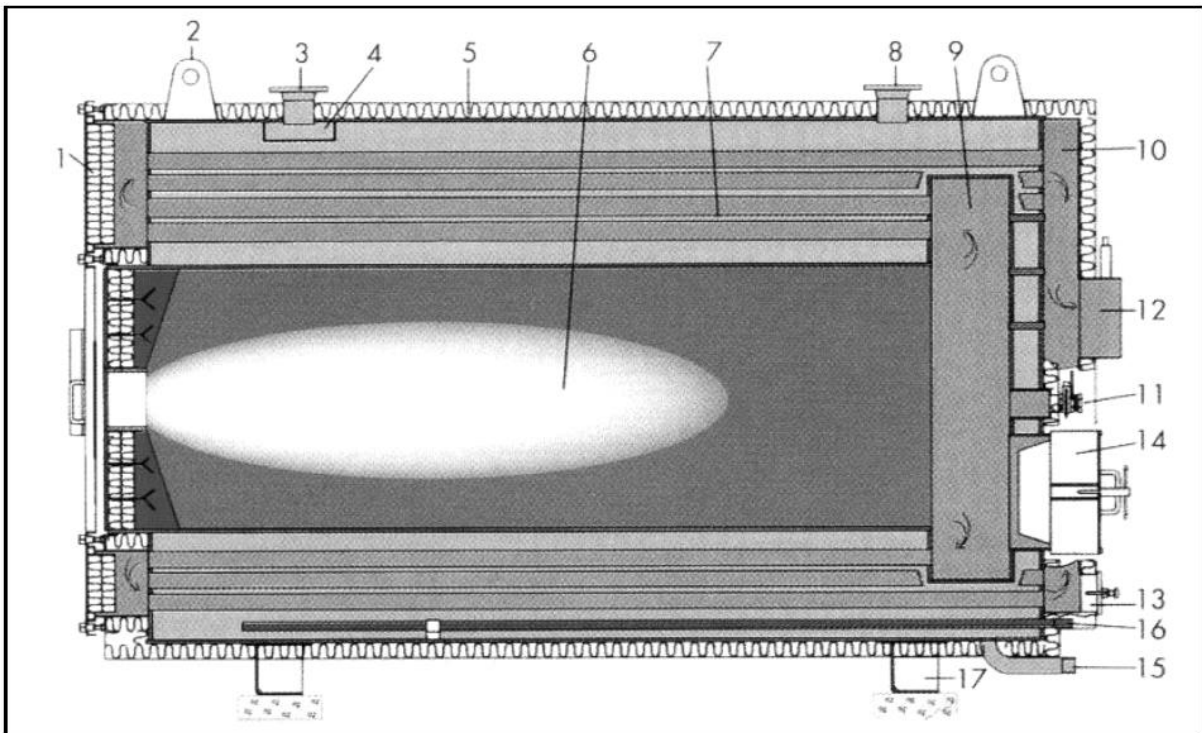


Joonis 2.2 DANSTOKER katel võimsusega 3,5 MW.

2.1 Leeksuitsutoru katlad

Leeksuitsutoru katlad kujutavad endast enamasti silindrikujulisi anumaid mille ristlõige on ellips või ring, mida läbivad paralleelselt selle teljega leektoru(d) ja suitsutorud. Leektorus paikneb katla kolle, suitsutorudes gaasikäigud. Katla silindrilise välispinna ning leek- ja suitsutorude vaheline ruum on täidetud veega. Kui katel on kasutusel aurukatlane, siis silindri ülemine osa on täidetud auruga, kusjuures vesi peab alati ulatuma suitsutorudest kõrgemale.

Leeksuitsutoru katlaid loetakse suure veemahuga kateldeks. Võrreldes teiste katlatüüpidega on neis küttepinda 1 m^2 kohta kõige rohkem vett. Sellest on tingitud nende katelde suur inertss ja ka ohtlikkus. Ohtlikkus on tingitud sellest et aurukatlas on suur kogus vett mille temperatuur ületab 100° C , mis katlakorpuse purunemisel võib hetkeliselt aurustuda.



Joonis 2.3 Leeksuitsutorukatel

1 - esiluuk, 2 - tõsteaas, 3 _ vee sissevoolu ava, 4 _ vee suunamisplaat, 5 _ soojusisolatsioon, 6 _ leektoru, 7 _ suitsutoru, 8 _ vee väljavoolu ava, 9 _ pöördkamber, 10 _ tahmakamber, 11 _ kontrollava, 12 _ suitsulõõr, 13 _ puhastusluuk, 14 _ plahvatusklapp, 15 _ tühjendus/põhjasoojendus toru, 16 _ tugi, 17 _ luuk.

Vanemat tüüpi leeksuitsukatlad olid ettenähtud tööks loomulikult tõmbel ja ilma õhuventilaatorita. See tingis vajaduse hoida õhu-gaasitrakti aerodünaamilise takistuse võimalikult madal. Selle saavutamiseks tuli aga ette näha väike gaaside kiirus suitsutorudes ja tuli kasutada jämedaid suitsutorusid, millest tulenesid väga madalad gaasipoolsed soojusülekanalitegurid (Noviter-nwt tüüpi katlaid valmistatakse vedelkütusele võimsusega 1-15 MW, maagaasile 1 - 18 MW, rõhk tavaliselt 1,0 või 1,6 MPa).

Üleminek sundõhule ja mehaanilisele tõmbele lubab oluliselt suurendada õhu-gaasitrakti aerodünaamilist takistust. See aga lubab kasutada peenemaid suitsutorusid, soojusülekanalite intensiivistajaid torudes, palju suuremat gaasi kiirust. Kõik need abinõud suurendavad gaasipoolset soojusülekanalitegurit ja vähendavad vajalikku soojusvahetuspinda. Aerodünaamilise takistuse kasvuga kaasnev hõrenduse või ülerõhu tekkimine gaasitraktis ei halvenda katla tööd, kuna leeksuitsutoru katlad on gaasitihedad.

Tänapäevaste leeksuitsutoru katelde metallikulu ja katla maht on oluliselt vähenenud võrreldes nende katelde eelmise põlvkonnaga. Väiksem maht ja seega ka läbimõõt lubab katlas kasutada kõrgemaid auru ja vee rõhke.

Loobutud on ka universaalsetest aur-kuumaveekateldest ja toodetakse spetsiaalseid katlaid kuuma vee ning auru tootmiseks, mis võimaldab samuti katla metallimahukust vähendada.

2.2 Põlevkiviõli

On põlevkivi orgaanilise osa termilisel lagundamisel ja õliaurude kondenseerimisel saadav tumepruuni värvuse, spetsiifilise lõhna ning tavalistel temperatuuridel (0-20°C) hästi voolav vedelik.

Eestis toodetakse põlevkiviõli AS Narva Elektriijaamad Õliteshas (Eesti SEJ territooriumil), Kohtla Järvel AS Viru Keemia Grupp tütarettevõttes AS Viru Õlitööstus ning Kiviõlis (OÜ Kiviõli Keemiatööstus).

Eesti Elektriijaama juures töötavad kaks Enefit 140 ja üks Enefit 280 tahke soojuskandjaga utteseadet. Kumbki Enefit140 seade võimaldab töödelda tunnis kuni 140 tonni põlevkivi, Enefit280 seade vastavalt 280 tonni põlevkivi. Õli saagis 12 – 13% laboratoorse õlisaagise 17 – 18 % juures.

Tahke soojuskandjaga seade töötab järgmisel põhimõttel: eelnevalt kuivatatud peenpõlevkivi segatakse 800 °C kraadise põlevkivituhaga, mis suunatakse trumlikujulisse pöörlevasse horisontaalsesse reaktorisse, kus toimub utmine. Õliaurud, gaas ja tahke jääk satuvad tolmueraldus kambrisse. Kondensatsioonplokis toimub õli ja vee kondenseerumine. Poolkoksi ja tuha segu juhitakse aerofontäänkoldesse, kus toimub poolkoksi põletamine ja suitsugaaside eraldamine. Suitsugaasid juhitakse põlevkivi kuivatisse, tuhk tuhaväljale ja osaliselt tagasi reaktorisse. Utmisel on võimalik kasutada madalama orgaanilise aine sisaldusega põlevkivi kui teistes seadmetes. Tööstuslik õlisaagis ulatub kuni 78% laboratoorsest ning gaas on kõrge kütteväärtusega 46 MJ/m³.

Põlevkivikütteõli kasutatakse laevakütuse lisandina, katelde ja tööstusahjude kütteks. Õli eeliseks on naftamasuutide ees väiksem viskoosus, madalam hangumistäpp ja suhteliselt väike väävlisisaldus.



Joonis 2.4 Põlevkiviõli

2.3 Uue katlamaja seadmete põhilised töö parameetrid

1. Kütuse temperatuur enne katla põletiteni jõudmist: $t = 70^{\circ}\text{C}$
2. Kütuse rõhk põletite ees: katel nr.1 $P = 2,2$ bar, katel nr.2 $P = 3,2$ bar
3. Katlast väljuvate gaaside temperatuur: $t = 300^{\circ}\text{C}$
4. Vee rõhk katlas: $P_{\min} = 2$ bar, $P_{\max} = 7$ bar
5. Vee temperatuur katlates: $t = 120^{\circ}\text{C}$
6. Õhu rõhk põletite pneumoklappidel: $P = 6$ bar
7. Rõhk andvas torustikus: $P = 5$ bar
8. Rõhk tagastavas torustikus : $P = 2$ bar
9. Kuuma vee rõhk: $P = 5$ bar
10. Kuuma vee temperatuur : $t = 55^{\circ}\text{C}$
11. Soojusvõrgu temperatuurne graafik $90/70^{\circ}\text{C}$

2.4.1 Uue katlamaja andmed 2004 a.

Tabel 2.1 Uue katlamaja andmed 2004.a.

kuu	kütuse kulu (kg)	soojusenergia tootlikus MWh	konkreetne kulu kg/MWh
jaanuar	258494	2501	103.4
veebruar	353057	3369	104.8
märts	217256	2093	103.8
aprill	183148	1715	104.4
mai	113211	1080	104.8
juuni	-	-	-
juuli	-	-	-
august	-	-	-
september	33001	337	97,69
oktoober	164034	1650	99,4
november	242169	2384	101.6
detsember	228563	2266	100.90
kokku	1792933	17433	102,8

Põlevkiviõli mark A raske kütteeõli

Põlevkiviõli kütteväärtus: $Q_i^r = 39,7$ MJ/kg

Kütuse kulu: $B = 1792933$ kg

Kasulik energia: $E_k = 17433$ MWh

Koguenergia: $E = \frac{B \cdot Q_i^r}{3,6 \cdot 1000} = \frac{1792933 \cdot 39,7}{3,6 \cdot 1000} = 19772,06$ MWh

Kasutegur: $\eta = \frac{E_k}{E} \cdot 100\% = \frac{17433}{19772,06} \cdot 100\% = 88,16\%$

Vana katlamaja kasutegur arvutus on sama mis ka uuel katlamajal.

$\eta = \frac{\text{kui palju katlamaja tootis soojusenergiat}}{\text{kui palju ta võiks toota soojusenergiat}}$

Uue katlamaja ühe MWh hind on 31,77 EUR, jaanuar 2005 a.

Uue katlamaja ehitamisel 2004 olid samal aastal vahetatud kogu torustik. Sellega soojuskaod on minimaalsed.

2.4.2 Personal

Uues katlamajas töötab 4 inimest. Meeskond koosneb 1 spetsialistist ja 3 lukksepast.

Uue automatiseeritud katlamaja ehitamisega kadus vajadus suure hulga töötajate järgi. Suurema osa meeskonnast jaotati kaevanduses laiali. Sellega suurel määral vähenes katlamaja palgakulu.

Personali palk 2004 a. uues katlamajas:

Kuus 1848 EUR.

Aastas 22180 EUR.

Personali palk 2013 a. uues katlamajas:

Kuus 3607 EUR.

Aastas 43280 EUR.

2.4.3 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon

2004 a. tariifide järgi.

Tabel 2.2 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon 2004.a. tariifide järgi

Aruandeperiood:	1	kvartal	2004	aasta							
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine		Tegelikud kogused, t				Tasumäär, K _n	Saastetasu, kr		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	kr/t		loa piirides koguse eest	üle lubatud koguse eest	Kokku
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	2184	tahk.osak.	PM-sum	2,582	2,5820	-	395	-	1019,89	-	1019,89
726,115		NO ₂	10102-44-0	3,873	3,8730	-	906	-	3508,94	-	3508,94
		SO ₂	7446-09-5	10,873	10,8730	-	395	-	4294,84	-	4294,84
		CO	630-08-0	2,582	2,5820	-	57	-	147,17	-	147,17
		CO ₂	124-38-9	1977,810	1977,8100	-	23,5	-	0,00		0,00
		LOÜ	VOC-com	0,028	0,0280	-	906	-	25,37		25,37
		Arseen	7440-38-2	0,00062	0,0006	-	14415	-	8,94		8,94
		Kroom	7440-47-3	0,000090	0,0001		14415		1,30		
		Vask	7440-50-8	0,00041	0,0004	-	14415	-	5,91		5,91
		Nikkel	7440-02-0	0,00021	0,0002	-	14415	-	3,03		3,03
		Plii	7439-92-1	0,00129	0,0013	-	14415	-	18,60		18,60
		Vanaadium	7440-62-2	0,00013	0,0001	-	14415	-	1,87		1,87
		Tsink	7440-66-6	0,00749	0,0075	-	14415	-	107,97		107,97
						-	Kokku:	-	9143,81		9143,8

LOÜ-lenduvad orgaanilised ühendid

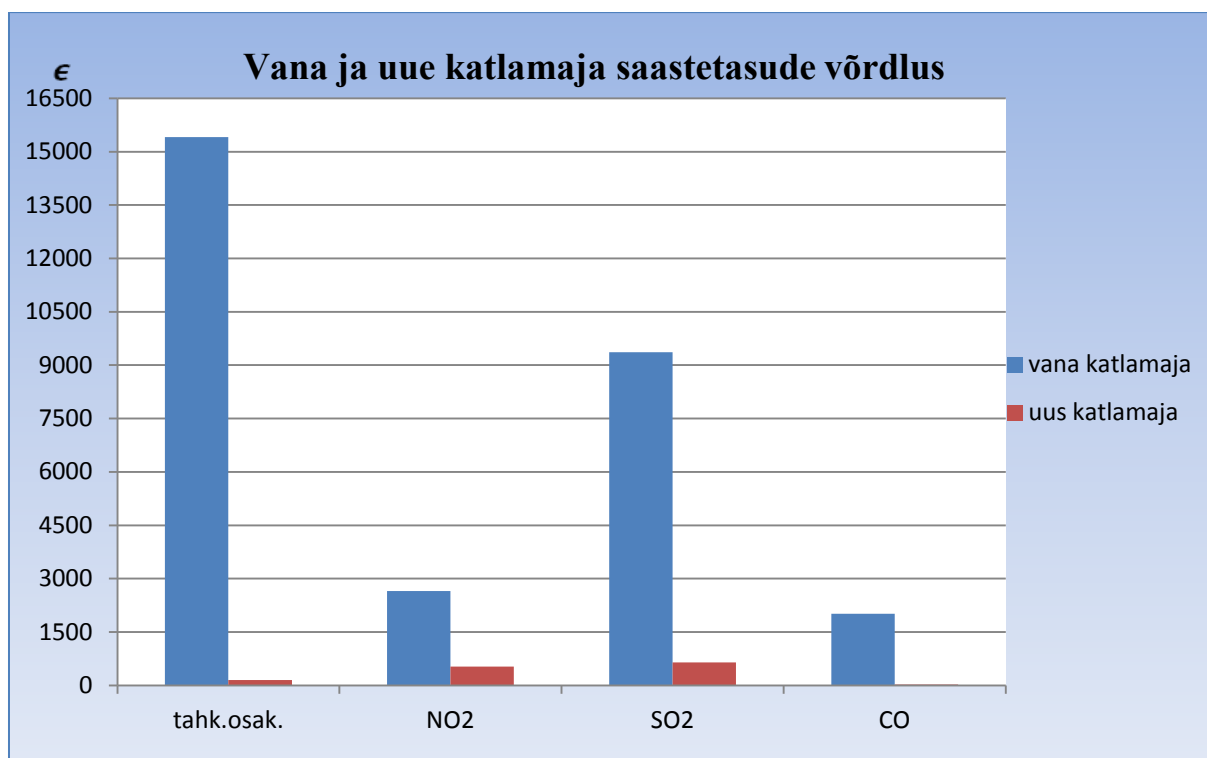
Aruandeperiood:	2	kvartal	2004	aasta							
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine Tegelikud kogused, t						Tasumäär, K _n	Saastetasu, kr		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	kr/t		loa piirides koguse eest	üle lubatud koguse eest	Kokku
Katlamaja (põlevkiviöli, t)	1464	tahk.osak.	PM-sum	2,2240	0,9340	-	395	-	368,93	-	368,93
292,424		NO ₂	10102-44-0	3,3360	1,4010	-	906	-	1269,31	-	1269,31
		SO ₂	7446-09-5	3,9340	3,9340	-	395	-	1553,93	-	1553,93
		CO	630-08-0	2,2240	0,9340	-	57	-	53,24	-	53,24
		CO ₂	124-38-9	715,5370	715,5370	-	23,5	-	0,00	-	0,00
		LOÜ	VOC-com	0,0240	0,0100	-	906	-	9,06	-	9,06
		Arseen	7440-38-2	0,0005	0,00022	-	14415	-	3,17	-	3,17
		Kroom	7440-47-3	0,000078	0,000033	-	14415	-	0,48	-	0,48
		Vask	7440-50-8	0,0004	0,00015	-	14415	-	2,16	-	2,16
		Nikkel	7440-02-0	0,00018	0,00007	-	14415	-	1,01	-	1,01
		Plii	7439-92-1	0,0011	0,00047	-	14415	-	6,78	-	6,78
		Vanaadium	7440-62-2	0,00011	0,00005	-	14415	-	0,72	-	0,72
		Tsink	7440-66-6	0,00645	0,0027	-	14415	-	39,06	-	39,06
						-	Kokku:	-	3307,84		3307,8

Aruandeperiood:	3	kvartal	2004	aasta							
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine Tegelikud kogused, t						Tasumäär, K _n	Saastetasu, kr		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	kr/t		loa piirides koguse eest	üle lubatud koguse eest	Kokku
Katlamaja (põlevkiviöli, t)	720	tahk.osak.	PM-sum	2,22400	0,36400	-	395	-	143,78	-	143,78
142,472		NO ₂	10102-44-0	3,33600	0,54700	-	906	-	495,58	-	495,58
		SO ₂	7446-09-5	1,53400	1,53400	-	395	-	605,93	-	605,93
		CO	630-08-0	2,22400	0,36400	-	57	-	20,75	-	20,75
		CO ₂	124-38-9	279,09700	279,09700	-	23,5	-	0,00	-	0,00
		LOÜ	VOC-com	0,02400	0,00400	-	906	-	3,62	-	3,62
		Arseen	7440-38-2	0,00053	0,00009	-	14415	-	1,30	-	1,30
		Kroom	7440-47-3	0,00008	0,00001	-	14415	-	0,19	-	0,19
		Vask	7440-50-8	0,00036	0,00006	-	14415	-	0,86	-	0,86
		Nikkel	7440-02-0	0,00018	0,00003	-	14415	-	0,43	-	0,43
		Plii	7439-92-1	0,00110	0,00018	-	14415	-	2,59	-	2,59
		Vanaadium	7440-62-2	0,00011	0,00002	-	14415	-	0,29	-	0,29
		Tsink	7440-66-6	0,00645	0,00106	-	14415	-	15,28	-	15,28
						-	Kokku:	-	1290,61		1290,61

Aruandeperiood:	4	kvartal	2004	aasta								
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine		Tegelikud kogused, t				Tasumäär, K _n	Saastetasu, kr			
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	kr/t		loa piirides koguse eest	üle lubatud koguse eest	Kokku	
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	2208	tahk.osak.	PM-sum	2,2240	2,2240	-	395	-	878,48	-	878,48	
631,922		NO ₂	10102-44-0	3,3360	3,3360	-	906	-	3022,42	-	3022,42	
		SO ₂	7446-09-5	9,3650	9,3650	-	395	-	3699,18	-	3699,18	
		CO	630-08-0	2,2240	2,2240	-	57	-	126,77	-	126,77	
		CO ₂	124-38-9	1703,5440	1703,5440	-	23,5	-	0,00		0,00	
		LOÜ	VOC-com	0,0240	0,0240	-	906	-	21,74		21,74	
		Arseen	7440-38-2	0,0005	0,0005	-	14415	-	7,64		7,64	
		Kroom	7440-47-3	0,0001	0,0001	-	14415	-	1,12		1,12	
		Vask	7440-50-8	0,0004	0,0004	-	14415	-	5,19		5,19	
		Nikkel	7440-02-0	0,0002	0,0002	-	14415	-	2,59		2,59	Aastas
		Plii	7439-92-1	0,0011	0,0011	-	14415	-	15,86		15,86	kokku
		Vanaadium	7440-62-2	0,0001	0,0001	-	14415	-	1,59		1,59	kr
		Tsink	7440-66-6	0,0065	0,0065	-	14415	-	92,98		92,98	
						-	Kokku:	-	7875,55		7875,55	21617,8
												EUR
												1381,33

Põletatud põlevkiviõli, t	1792,933
Katlamaja tööpäev	274
Kütuse kulu päevas, t	6,54355

Vana ja uue katlamaja õhusaaste hindade võrdlus



Joonis 2.5 Vana ja uue katlamaja saastetasude võrdlus

Võrreldakse vana katlamaja 2003 a. ja uue katlamaja 2004 a. saastetasude hindu. Saaste väljaheidete kogus ja saastetasude hind langes märgatavalt uue katlamaja ehitamisega.

2.4.4 MWh hinna komponendid

Tabel 2.3 Soojuse MWh hinna komponendid 2004.a.

Kulud	Summa,tuh.	
	EUR	EUR/MWh
Materjalid ja varuosad	10,02	0,57
Tehnoloogiline kütus	466	26,73
Elekter	30,41	1,74
Hooldus ja remont	9	0,52
Palgakulud koos maksudega	22,18	1,27
Amortisatsioon	14,89	0,86
Keskkonna saastemaksud	1,381	0,08
Kokku omahind	553,881	31,77
Hind, eur/MWh		31,77

Tabelis on esitatud uue katlamaja kulud, millest moodustatakse 1 MWh hinda 2004 a.

Amortisatsiooni kuulub katlamaja maksumus 673309 EUR.

Kuu amortisatsioon on 1241,03 EUR.

Aasta amortisatsioon on 14890 EUR.

Uue katlamaja tehnoloogilise kütuse hind võrreldes vana katlamaja hinnaga tõusis märgatavalt. Teiste komponentide hinnad on langenud.

Vaatlemata kütuse hinna tõusust on teiste komponentide kulude langus mõjutanud uue katlamaja MW hinna langust võrreldes vana katlamaja MW hinnaga.

2.5.1 Uue katlamaja andmed 2013 a.

Tabel 2.4 Katlamaja andmed 2013 a.

kuu	kütuse kulu (kg)	soojusenergia tootlikus MWh	konkreetne kulu kg/MWh
detsember 2012	230819	2231	103.46
jaanuar	227706	2196	103.69
veebruar	189704	1823	104.06
märts	224563	2131	105.38
aprill	155152	1472	105.40
mai	31874	308	103.49
juuni	-	-	-
juuli	-	-	-
august	-	-	-
september	28237	265	106.55
oktoober	134905	1309	103.6
november	149357	1374	108.70
detsember	187814	1756	106.96
kokku	1329312	12634	105,22

Põlevkiviõli mark A raske kütteõli

Põlevkivi kütteväärtus: $Q_i^r = 39,7$ MJ/kg

Kütuse kulu: $B = 1329312$ kg

Kasulik energia: $E_k = 12634$ MWh

Koguenergia: $E = \frac{B \cdot Q_i^r}{3,6 \cdot 1000} = \frac{1329312 \cdot 39,7}{3,6 \cdot 1000} = 14659.35$ MWh

Kasutegur: $\eta = \frac{12634}{14659.35} \cdot 100\% = 86\%$

Uue katlamaja ühe MWh hind on 57,7 EUR jaanuar 2013 a.

Kõrgem soojusvõimsus uuel katlamajal oli 19.01.2013. Temperatuuril $-24,54$ °C katlamaja soojusvõimsus oli 4,81 MW. Uue katlamaja keskmine soojusvõimsus kütteperioodil on 2,85 MW.

2.5.2 Personal

Personali palk uues katlamajas

Katlamajas praegu töötab 4 inimest.

1.spetsialist-1219 EUR

Spetsialist vastutab katlamaja töö eest.

3.lukksepp-796 EUR inimese kohta

Kokku 3607 EUR kuus.

Aastas 43284 EUR.

Töötajate arv pole muutunud. Palga kasvuga suurenesid palgakulud.

2.5.3 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon

2013 a. tariifide järgi.

Tabel 2.5 Uue katlamaja õhusaaste kalkulatsioon 2013.a. tariifide järgi

Aruandeperiood:	1 kvartal		2013		aasta				
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine		Tegelikud kogused, t			Saastetasu, EUR		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	euro/t	loa piirides koguse eest	Kokku
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	2208	tahk.osak.	PM-sum	2,5615	2,5615	-	86,47	221,49	221,49
641,973		NO ₂	10102-44-0	3,8422	3,8422	-	101,1	388,45	388,45
		SO ₂	7446-09-5	11,5555	11,5555	-	86,08	994,70	994,70
		CO	630-08-0	2,5615	2,5615	-	6,35	16,27	16,27
		CO ₂	124-38-9	1961,9085	1961,9085	-	2	0,00	0,00
		LOÜ	VOC-com	0,0282	0,0282	-	101,1	2,85	2,85
		Arseen	7440-38-2	0,0006	0,0006	-	1252	0,77	0,77
		Vask	7440-50-8	0,0004	0,0004	-	1240	0,51	0,51
		Nikkel	7440-02-0	0,0002	0,0002	-	1240	0,25	0,25
		Plii	7439-92-1	0,0013	0,0013	-	1240	1,59	1,59
		Vanaadium	7440-62-2	0,0001	0,0001	-	1240	0,16	0,16
		Tsink	7440-66-6	0,0074	0,0074	-	1240	9,21	9,21
Kokku:						-		1636,24	1636,2

LOÜ-lenduvad orgaanilised ühendid

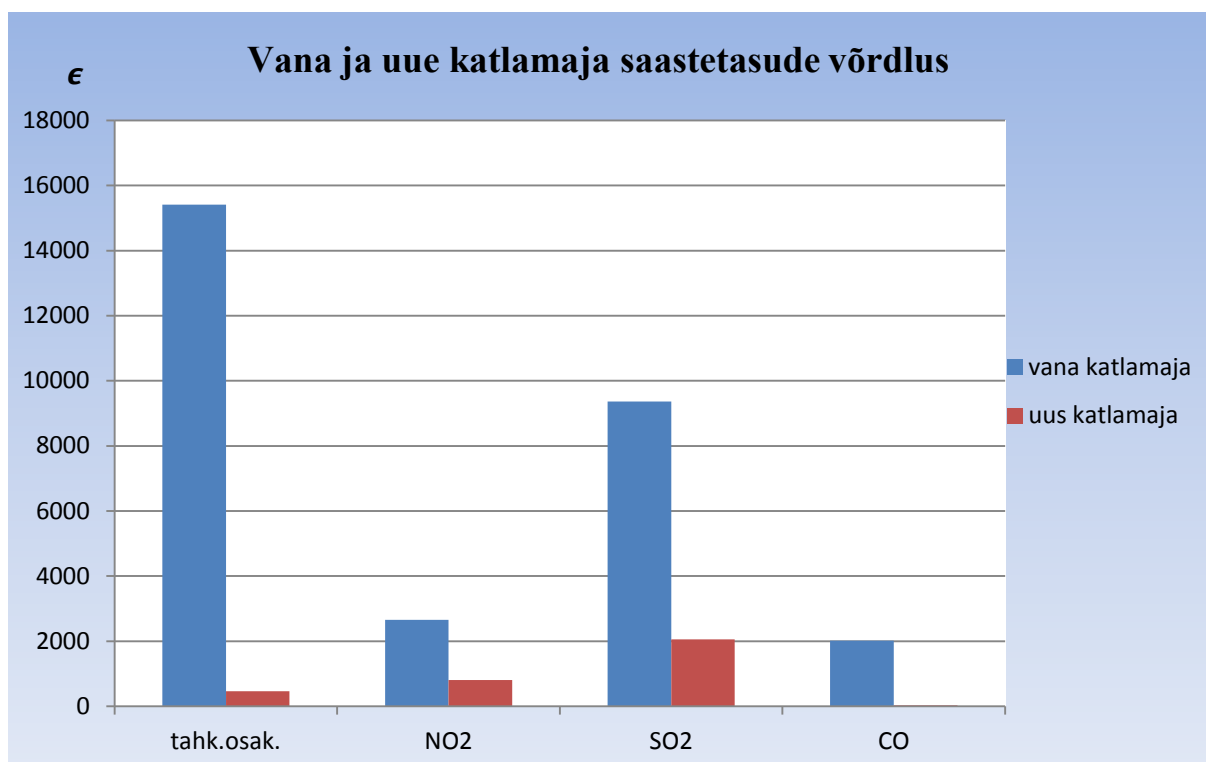
Aruandeperiood:	2	kvartal	2013	aasta					
Saasteallika nimetus	Töö- tunnid	Saasteaine			Tegelikud kogused, t			Saastetasu, EUR	
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	euro/t	loa piirides koguse eest	Kokku
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	2184	tahk.osak.	PM-sum	0,7462	0,7462	-	86,47	64,53	64,53
187,026		NO ₂	10102-44-0	1,1194	1,1194	-	101,1	113,17	113,17
		SO ₂	7446-09-5	3,3665	3,3665	-	86,08	289,79	289,79
		CO	630-08-0	0,7462	0,7462	-	6,35	4,74	4,74
		CO ₂	124-38-9	571,5628	571,5628	-	2	0,00	0,00
		LOÜ	VOC-com	0,0082	0,0082	-	101,1	0,83	0,83
		Arsen	7440-38-2	0,0002	0,0002	-	1252	0,22	0,22
		Vask	7440-50-8	0,0001	0,0001	-	1240	0,15	0,15
		Nikkel	7440-02-0	0,0001	0,0001	-	1240	0,07	0,07
		Plii	7439-92-1	0,0004	0,0004	-	1240	0,46	0,46
		Vanaadium	7440-62-2	0,0000	0,0000	-	1240	0,05	0,05
		Tsink	7440-66-6	0,0022	0,0022	-	1240	2,68	2,68
Kokku:						-		476,69	476,7

Aruandeperiood:	3	kvartal	2013	aasta						
Saasteallika nimetus	Töö-tunnid	Saasteaine			Tegelikud kogused, t			Saastetasu, EUR		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	euro/t	loa piirides koguse eest	Kokku	
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	720	tahk.osak.	PM-sum	0,1127	0,1127	-	86,47	9,74	9,74	
28,237		NO ₂	10102-44-0	0,1690	0,1690	-	101,1	17,09	17,09	
		SO ₂	7446-09-5	0,5083	0,5083	-	86,08	43,75	43,75	
		CO	630-08-0	0,1127	0,1127	-	6,35	0,72	0,72	
		CO ₂	124-38-9	86,2940	86,2940	-	2	0,00	0,00	
		LOÜ	VOC-com	0,0012	0,0012	-	101,1	0,13	0,13	
		Arseen	7440-38-2	0,0000	0,0000	-	1252	0,03	0,03	
		Vask	7440-50-8	0,0000	0,0000	-	1240	0,02	0,02	
		Nikkel	7440-02-0	0,0000	0,0000	-	1240	0,01	0,01	
		Plii	7439-92-1	0,0001	0,0001	-	1240	0,07	0,07	
		Vanaadium	7440-62-2	0,0000	0,0000	-	1240	0,01	0,01	
		Tsink	7440-66-6	0,0003	0,0003	-	1240	0,41	0,41	
Kokku:						-		71,97	72,0	

Aruandeperiood:	4	kvartal	2013	aasta						
Saasteallika nimetus	Töö-tunnid	Saasteaine			Tegelikud kogused, t			Saastetasu, EUR		
		Nimetus	Kood	kokku	loa piirides	üle lubatud koguse	euro/t	loa piirides koguse eest	Kokku	
Katlamaja (põlevkiviõli, t)	2208	tahk.osak.	PM-sum	1,8836	1,8836	-	86,47	162,87	162,87	
472,076		NO ₂	10102-44-0	2,8254	2,8254	-	101,1	285,65	285,65	
		SO ₂	7446-09-5	8,4974	8,4974	-	86,08	731,45	731,45	
		CO	630-08-0	1,8836	1,8836	-	6,35	11,96	11,96	
		CO ₂	124-38-9	1442,6929	1442,6929	-	2	0,00	0,00	
		LOÜ	VOC-com	0,0207	0,0207	-	101,1	2,09	2,09	
		Arseen	7440-38-2	0,0005	0,0005	-	1252	0,57	0,57	
		Vask	7440-50-8	0,0003	0,0003	-	1240	0,37	0,37	
		Nikkel	7440-02-0	0,0002	0,0002	-	1240	0,19	0,19	Aastas
		Plii	7439-92-1	0,0009	0,0009	-	1240	1,17	1,17	Kokku
		Vanaadium	7440-62-2	0,0001	0,0001	-	1240	0,12	0,12	EUR
		Tsink	7440-66-6	0,0055	0,0055	-	1240	6,77	6,77	
Kokku:						-		1203,21	1203,2	3388,1

Põletatud põlevkiviõli , t	1329,312
Katlamaja tööpäev	305
Kütuse kulu päevas,t	4,3584

Vana ja uue katlamaja õhusaaste hindade võrdlus



Joonis 2.6 Vana ja uue katlamaja saastetasude võrdlus

Võrreldakse vana katlamaja 2003 aasta ja uue katlamaja 2013 aasta saastetasude hindu. Võrreldes 2003 aastaga on saavutatud märgatavat õhusaaste hindade languse.

2.5.4 MWh hinna komponendid

Tabel 2.6 Soojuse MWh hinna komponendid

Kulud	Summa,tuh.	EUR/MWh
	EUR	
Materjalid ja varuosad	12,08	0,96
Tehnoloogiline kütus	608,566	48,18
Elekter	35,44	2,80
Hooldus ja remont	11,225	0,89
Palgakulud koos maksudega	43,28	3,42
Amortisatsioon	14,89	1,18
Keskkonna saastemaksud	3,388	0,27
Kokku omahind	728,869	57,70
Hind, eur/MWh		57,70

Tabelis on esitatud uue katlamaja kulud, millest moodustatakse 1 MWh hinda 2013 a.

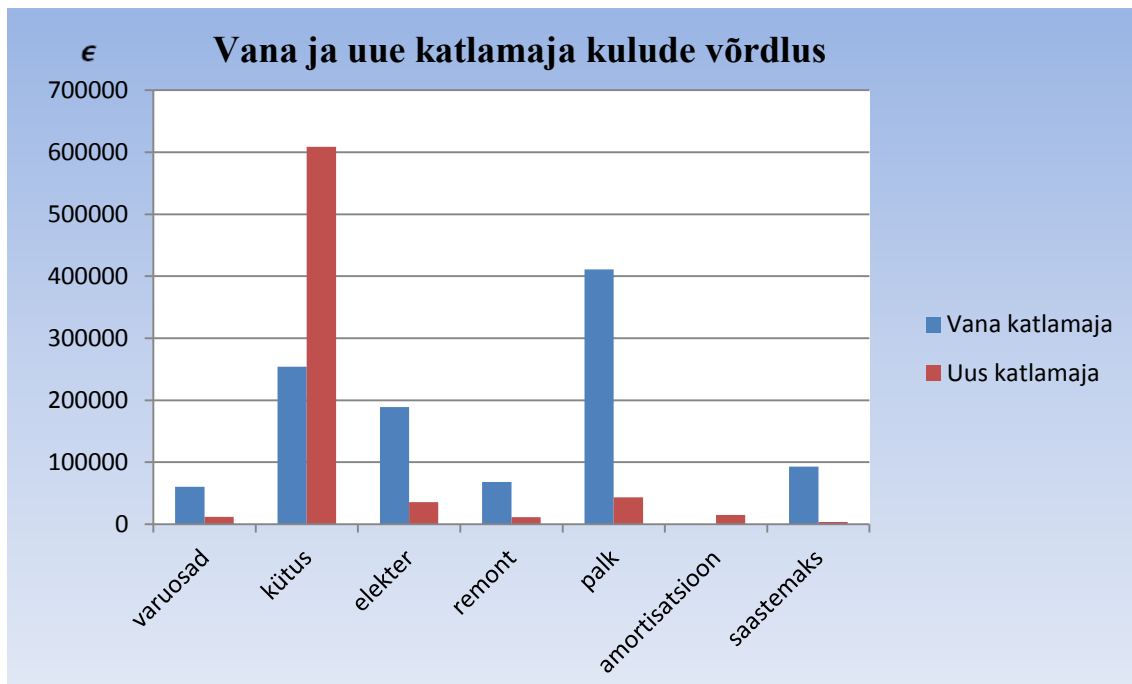
3. KULUDE VÕRDLUS

Järgnevas tabelis on toodud vana ja uue katlamajade kulude võrdlus 2013 aasta toodangu ja tariifide järgi.

Tabel 3.1 Vana ja uue katlamajade kulude võrdlus 2013 aasta toodangu ja tariifide järgi.

	Vana katlamaja	Uus katlamaja
Kulud 2013 a.	EUR	EUR
varuosad	60450	12080
kütus	254000	608566
elekter	188718	35440
remont	67950	11225
palk	410884	43280
amortisatsioon	0	14890
saastemaks	92817	3388
kokku	1074819	728869

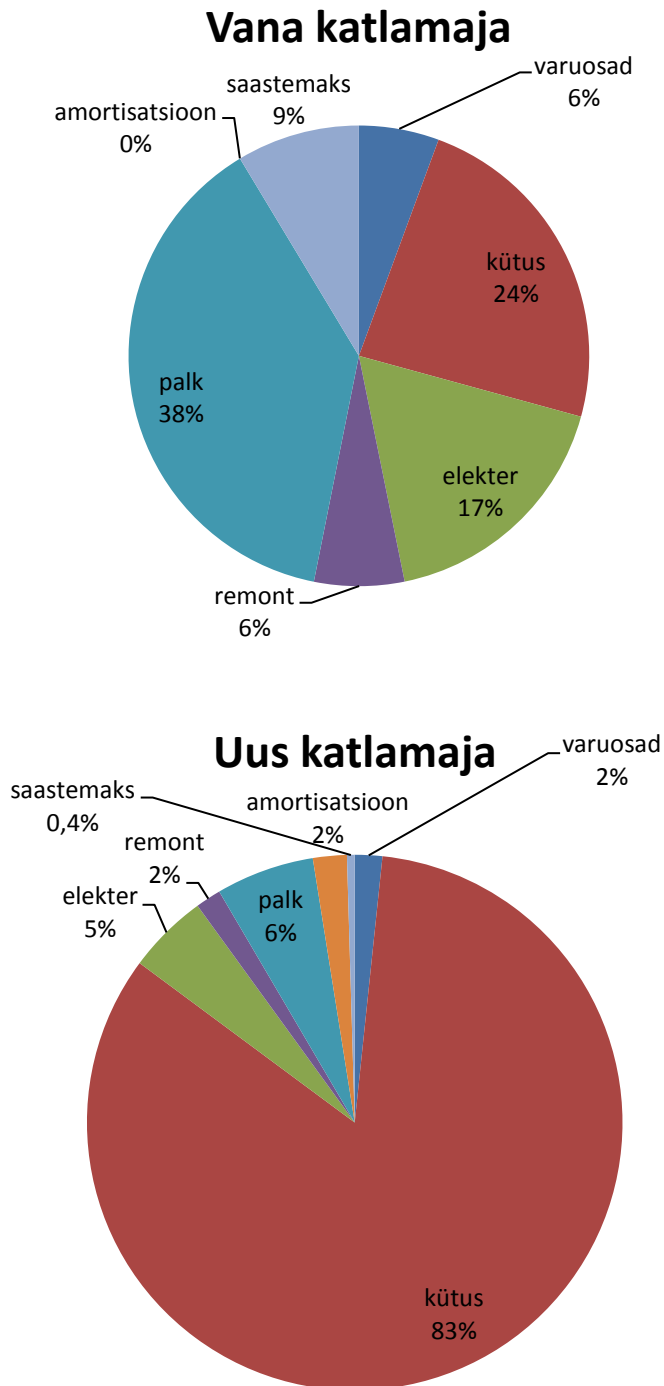
Tabelis on toodud kulud, millised oleksid praeguse tootmismahu MWh juures kui oleks töös vana katlamaja põlevkivil ja uus katlamaja põlevkiviõlil. Elektri kulu vähenes 5 korda. See on tingitud sellest, et uus katlamaja on ökonoomsem. Kuna katlamaja on uus, siis vajab ta vähem remonti ja varuosasid. Uus katlamaja on automatiseeritud ja ei ole vajadust suure hulga töötajate järgi, mis omakorda vähendab palga kulusid. Amortisatsiooni vanal katlamajal ei arvestata, kuna see oli väga vana ja peaaegu täielikult amortiseerunud. Põlevkiviõli põletamisel väljaheiteid tekkib vähem kui põlevkivi põletamisel ning seega langeb saastetasu. Ainuke kulu, mis on märgatavalt kasvanud uuel katlamajal on kütus, mis on tingitud põlevkiviõli valmistamisest ja transpordimisest.



Joonis 3.1 Vana ja uue katlamaja kulude võrdlus

Graafikus võrreldakse vana ja uue katlamajade kulude võrdlus 2013 aasta toodangu ja tariifide järgi. Uus katlamaja on 32,18 % ökonoomsem kui vana katlamaja.

MWh koostisosad



Joonis 3.2 Soojuse tootmiskulude koostisosad vana ja uue katlamaja korral

Ringdiagrammides on MWh komponendid toodud prantsentuaalsel kujul. Vana katlamaja suurimad kulud olid palk, kütus ja elekter. Uue katlamaja suurimaks kuluks on kütus.

4. KOKKUVÕTE

Uue katlamajaga on tunduvalt kasvanud katelde kasutegur. Kui vanade katelde kasutegur oli alla 50 protsendi, siis uute kasutegur küünib üle 84 protsendi. Tunduvalt suurenesid ka ökonoomsusnäitajad.

Katlamaja on täielikult automatiseeritud ning vajab märksa vähem hooldamist kui vana. Kogu katla töö on välja viidud läbi spetsiaalse programmi internetti. Vajaduse korral insener võib juhtida katlamaja kodust lahkumata. Kõik kaevanduse pinnapealsed hooned olid spetsiaalselt soojustatud, et vähendada soojuskadusid.

Personali suurus langes 38-t töötajalt 4-ni. Kui varem töötas talvisel ajal korraga vahetuses neli inimest, siis nüüd vahetuspõlv personal puudub. Tehakse vaid korralist ülevaatus ja plaanilisi hooldustöid. Iga nädal toimub Napal-i poolt katlamaja ülevaatus.

Uue katlamajaga vähenes oluliselt õhusaaste hulk. Uues katlas kasutatakse kütuseks põlevkiviõli ning seega langevad ära vanas katlamajas põlevkiviga kütmisel tekkinud tuha ladestamise eest makstavad keskkonnatasud.

Lõppkokkuvõttes uus katlamaja on 32,18 % ökonoomsem kui vana katlamaja.

5. SUMMARY

With the new boiler house the efficiency of boilers has considerably increased. If the old boilers efficiency was less than 50 percent, then the new boilers efficiency reaches more than 84 percent. Significantly increase the economy coefficient.

Boiler House is fully automated and requires much less maintenance than the old one. The whole work of the boiler has been carried out online. If necessary, the engineer can control the boiler without leaving the house. All perfunctory buildings of mine were specially insulated to minimize heat losses.

Staff numbers fell from 38 employees, to 4 employees. If previously during the winter time there were working four people in shifts then now there is no staff changes. The workers are doing routine inspection and scheduled maintenance. Each week is Napal doing boiler inspection.

The new boiler house significantly reduced the amount of air pollution. In the new boiler is used as fuel shale oil and therefore there are decrease in ash deposit of fees paid to the environment.

Ultimately, the new boiler is 32.18% more economical than the old boiler.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. „Estonia kaevanduses läks käiku keskkonnasäästlikum katlamaja“, Põhjarannik 16.01.2004, <http://arhiiv.pohjarannik.ee/article.php?sid=5574>
2. „Õlithase maa-ala detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne“ Eesti Energia Õlitööstus AS (detsember 2013)
http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/0/01/P%C3%B6yry._%C3%95lithase_ma_a-ala_detailplaneeringu_KSH_aruanne_.pdf
3. Paist, A. (2011). Katlatehnika.
4. Paist, A. (2011). Kütused ja põlemine. 1 osa. Energeetilised kütused.
5. Mironovits, Radokinski (1975). Katlamaja akumulatsioonide bunkeritega.
6. I.Markov (2003). Katlamaja juhend.
7. L.Zuravljova. 1MW soojusenergia maksumuse kalkulatsioon.
8. E.Krekker. Õhusaastetasu aruanne.
9. G.Perfilova. Palgatasu aruanne.