

# ENERGIAAUDIT





## Sisukord

Eessõna.....	2
Sisukord.....	3
1. Auditi tulemuste kokkuvõte, ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energiatõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral.....	4
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid.....	6
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.....	8
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine.....	8
2.2 Hoone üldandmed.....	8
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.....	9
2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus.....	9
2.5 Soojusenergia kulu.....	10
2.6 Elektrienergia ja tarbevee kulu ja kasutamine.....	10
2.7 Vee kulu ja kasutamine.....	10
2.8 Gaasi kulu ja kasutamine.....	11
2.9 Hoone soojusbilanss.....	11
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....	12
3.1 Hoone piirdetarindid.....	12
3.2 Küttesüsteem.....	14
3.2.1 Küttesüsteemi olukord.....	14
3.2.2 Sääst küttesüsteemi renoveerimisest.....	14
3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus. Gaasivarustus.....	15
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima .....	15
4. Lisad.....	16
4.1 Küttesoojuse, gaasi, vee ja elektrienergia tarbimine.....	16
4.2 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....	17
4.2.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....	17
4.2.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I .....	17
4.2.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II.....	18
4.2.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III.....	18
4.3 Illustreerivad fotod.....	19

# 1. Energiaauditi tulemuste kokkuvõte, ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energiatõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2008-2010 oli mõõdetud 63 MWh. Käesoleva aruande punktis 1.1 on ära toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada, tõsta hoone kui kinnisvara väärtust ning pikendada eksploatatsiooniiga, suurendada sõltumatust energiakandjate hindade tõusust ja lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju. Liigsete kulude vältimiseks on soovituslik, et valikud tuleks teha otsustamisfaasis, toimingute läbi viimise võib jaotada pikema aja peale.

**Esimese paketi** raames vahetatakse katusekate ja soojustatakse pööningupealne. Uue katusekatte paigaldusel tuleb järgida standardeid ja nõudeid. Katusealuste soojustuse materjaliks on soovitatav kasutada puistevillsoojustust, kihi paksus soovituslikult 30 cm. Renoveeritakse hoone välisseinad. Välisseinad korrastatakse ja värvitakse, kuid ei lisasoojustata. Esimese korruse põranda olukorra detailseks analüüsiks on soovitatav läbi viia eraldi ekspertiis, mille abil on võimalik määrata põranda rekonstrueerimiseks vajalikud meetmed täpsemalt. Käesoleva auditi arvuises eseldatud esimese korruse põranda rekonstrueerimise paketi korral jääks selle U-arv jääks 0,15 W/(m<sup>2</sup>K). Kõikidele uute (vahetatud) akendega tubadele paigaldatakse värskeõhuklapid ja tagatakse, et tulevikus vahetatavate akende tellimisel oleks need varustatud värskeõhuklappidega tootja poolt. Kõik vanad aknad asendatakse õhutihedate akendega, mille kompleksne soojusjuhtivus on 1,10 W/(m<sup>2</sup>K) või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Investeering ca 66 658 eurot. Sääst 21 MWh/a. Soojusenergia tarve kütteks langeb 32%. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 38 aastat, võimaliku 15%-lise riigipoolse toetusega 32 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks 200 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja mis vastaks klassile D. Küttevajadus köetava pinna kohta langeb 160-lt kWh/(m<sup>2</sup>a) 108-le kWh/(m<sup>2</sup>a).

**Teise paketi** raames teostatakse samad toimingud, mis esimeses kirjeldatud pakettis, kuid renoveeritakse ka küttesüsteem. Vana süsteem asendatakse täielikult uute, termostaatidega varustatud küttekehadega, ning paigaldatakse individuaalsed küttekulumõõtjad. Investeering ca 74 967 eurot. Sääst 30 MWh/a. Soojusenergia tarve kütteks langeb 45%. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 31 aastat, võimaliku 25%-lise riigipoolse toetusega 23 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks 183 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja mis vastaks klassile D. Küttevajadus köetava pinna kohta langeb 160-lt kWh/(m<sup>2</sup>a) 88-le kWh/(m<sup>2</sup>a).

**Kolmanda paketi** raames viiakse hoone juures läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud pakettis 2. Lisaks eemaldatakse seinakate kuni palkosani. Palkosa korrastatakse ja lisatakse soojustus 5 cm ning 3,1 cm tapitav tuuletõke ning kaetakse uue laudisega. Investeering ca 94 132 eurot. Sääst 32 MWh/a. Soojusenergia tarve kütteks langeb 49%. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 35 aastat, võimaliku 25%-lise riigipoolse toetusega 26 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks 177 kWh/(m<sup>2</sup>a)

a kohta langeb 160-lt kWh/(m<sup>2</sup>a) 81-le kWh/

ioveerida, siis tuleb arvestada ca 7 MWh/a

leks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja 251:2007 elupindadel II-le sisekliimaklassile etavatel pindadel.

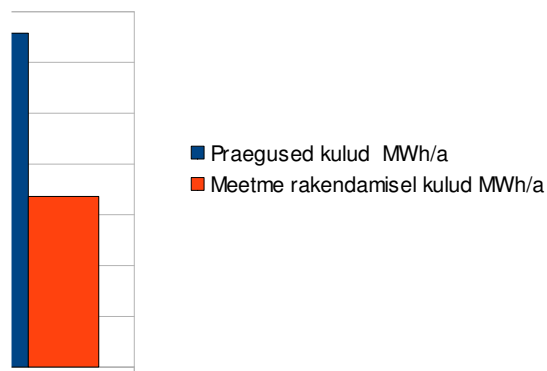
nr 258 "Energiaõhususe miinimumnõuded" terelamutele energiatõhususarvu piiriks 200 õikide renoveerimispakettide korral.

teeriumi 17.08.2010 määruses „Rohelise isese toetus“ kasutamise tingimused ja kord“ lemise nõuetele, teine ja kolmas 25% toetuse

rikasutused KEK antud konkreetsele hoonele iselt rekonstrueeritavatele või ehitatavatele

ttasuvusaeg	Lihttasuvusaeg Kredexi toetusega (%)	Energia erikasutus (kWh/(m <sup>2</sup> a))
	32	200
	23	183
	26	177

upakettide rakendamisel



ikett 3

## 1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

Säästumeetmete pakett I						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Pööningupealne	30 cm pööningupealse soojustus+uus katusekate	18 484	10			30
Koridor	Akna vahetus	192	0			20
Ventilatsioonisüsteem	Fresh klapid tubadele	1 380	~ -4*			30
Seinad	Seinte renoveerimine soojustuseta	6 969	1			30
Esimese korruse põrand	Renoveerimine soojustamisega	35 546	6			30
Korterite aknad	Vanade akende asendamine uutega	4 088	8			20
<b>Kokku</b>		<b>66 658</b>	<b>21*</b>	<b>1 773</b>	<b>38</b>	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Pööningupealne	30 cm pööningupealse soojustus+uus katusekate	18 484	10			30
Koridor	Akna vahetus	192	0			20
Ventilatsioonisüsteem	Fresh klapid tubadele	1 380	~ -1*			30
Seinad	Seinte renoveerimine soojustuseta	6 969	2			30
Esimese korruse põrand	Renoveerimine soojustamisega	35 546	7			30
Korterite aknad	Vanade akende asendamine uutega	4 088	8			20
Küttesüsteem	Asendamine uuega, küttekulumõõdikute ja termostaatide paigaldus	8 309	6			15
<b>Kokku</b>		<b>74 967</b>	<b>30*</b>	<b>2454</b>	<b>31</b>	

Säästumeetmete pakett III						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Pööningupealne	30 cm pööningupealse soojustus+uus katusekate	18 484	12			30
Koridor	Akna vahetus	192	0			20
Ventilatsioonisüsteem	Fresh klapid tubadele	1 380	~ 0*			30
Seinad	Pealmiste kihtide eemaldamine+palkosa korrastamine+soojustamine+uus laudis	26 134	4			30
Esimese korruse põrand	Renoveerimine soojustamisega	35 546	7			30
Korterite aknad	Vanade akende asendamine uutega	4 088	8			20
Küttesüsteem	Asendamine uuega, küttekulumõõdikute ja termostaatide paigaldus	8 309	6			15
Kokku		94 132	32*	2 675	35	

\*- arvestatud meetme rakendamise uute tasakaalutemperatuuridega ja kogu hoone tarinditega. Soojusenergia arvestuslikuks hinnaks on kasutatud 83 eur/MWh

## 2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

### 2.2 Hoone üldandmed

Omandi liik	korteriomand
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu
Korruste arv	2
Trepikodade arv	1
Ehitusalune pind (m <sup>2</sup> )	252
Suletud netopind (m <sup>2</sup> )	430,9
Elamispind kokku (m <sup>2</sup> )	257,4
Korterite arv	8
Eluruumide pind (m <sup>2</sup> )	400,8
Köetav pind kokku (m <sup>2</sup> )	413
Köetavate ruumide maht m <sup>3</sup>	1115
Elanike arv	~ 18
Kelder	ei
Lähedal asuvad hooned	jah

Koridorid on loetud köetavaks pinnaks.



## 2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
2009	Elektrisüsteemi osaline renoveerimine
	Avatäidete vahetused, auditeerimise ajaks ca 59%

Hoone üldine olukord on rahuldav. Põhikonstruktsioonide olukorra üldisest halvenemisest visuaalsed märgid puuduvad, kuid hoone vajab renoveerimistöid. Ettepanekud nendeks koos kaasnevate võimalike energiasäästuhinnangutega on tehtud auditi esimeses peatükis.

## 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus

Soojusenergia tarnija	Tallinna Küte
Põhiline kütteviis	Kaugküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus	Ühetoru süsteem, mitme maja peale ühine soojussõlm on automatiseeritud, soojakulu mõõtur asub hoones.
Korterite soojakulu mõõturid	Puuduvad
Tarbevee tarnija	AS Tallinna Vesi
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik	Tsentraalne võrk
Sooja tarbevee valmistamine	Põhiliselt gaasiboilerid
Elektrienergia tarnija	Eesti Energia AS
Toidu valmistamine	Põhiliselt elekter
Gaasivarustus	Tsentraalne Eesti Gaas AS võrk
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest

## 2.5 Soojusenergia kulu

Soojusenergia tarbimine	2008	2009	2010	Ühik
Mõõdetud soojustarbimine kaugküttevõrgust	61	63	66	MWh/a
Tegeliku aasta kraadpäevade arv	3751	4171	4767	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv		4395		°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve kütteks	71	66	61	MWh/a

Kütte eritarbimine köetava pinna kohta	173	161	147	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Energia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	~83			eur/MWh

Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta on veidi väiksemad võrreldes teiste samasuguses seisus korterelamutega ja on vaadeldud aastate lõikes olnud langustrendis. (vt diagramm lis 4.1) Kütteenergia kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena auditi esimeses peatükis.

## 2.6 Elektrienergia ja tarbevee kulu ja kasutamine

Elektrienergia tarbimine	2008	2009	2010	Ühik
Elektrienergia tarbimine (sh üldelekter)	21,9	16,7	16,3	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta (sh üldelekter)	53	40	40	kWh/(m <sup>2</sup> a)

Elektrienergiat kasutati toidu valmistamiseks, valgustuseks ja seadmete käitamiseks. Osaliselt ka sooja tarbevee valmistamiseks. Elektrienergia erikulud on sarnased või veidi suuremad võrreldes teiste analoogiliste ehitiste kuludega. Elektrienergia kasutus, millest on eemaldatud suvine kasutus on võetud arvesse auditi soojusbilansis vabasoojusena. Soovitused elektrienergia tarbimise vähendamisel on üldised – kasutada tuleks kõrge energiakasutusefektiivsusega seadmeid. Otstarbekas pole ka vahetada elektrienergia hinnapakette, sest suhteline tarbimine on

## 2.7 Vee kulu ja kasutamine

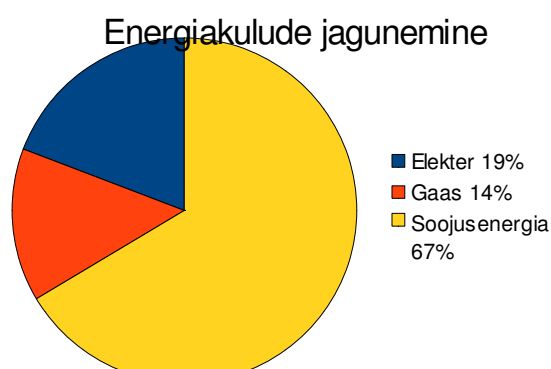
Tarbevee kulu	2008	2009	2010	Ühik
Tarbevesi	588	597	575	m <sup>3</sup> /a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	1,47	1,49	1,43	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)
Sooja tarbevee energia kulu köetava pinna kohta aastas	37,1			kWh/(m <sup>2</sup> a)

Tarbevee erikulud ja kulud tarbevee soojendamisele on sarnased teiste analoogiliste hoonetega. Samuti on kulud vaadeldud aastate lõikes olnud stabiilsed. Soovitused tarbevee kasutamise kokkuhoiul on üldised - kasutada tuleks säästlikke veeseadmeid ja jälgida nende korrasolekut.

## 2.8 Gaasi kulu ja kasutamine

Gaasi tarbimine	2008	2009	2010	Ühik
Gaasia tarbimine	1443	1221	1752	m <sup>3</sup> /a
Eritarbimine köetava pinna kohta	33	28	40	kWh/(m <sup>2</sup> )

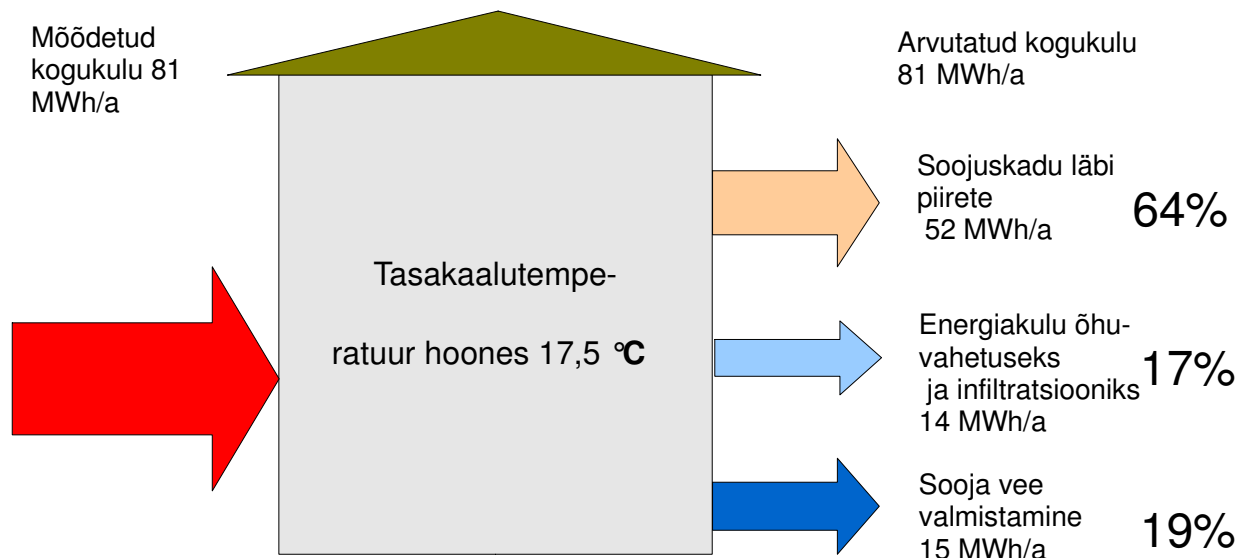
Gaasi kasutati põhiliselt sooja tarbevee valmistamiseks. Viimasel vaadeldud aastal on suurenenud gaasi tarbimine elupindade lokaalsetes gaasipaigaldistes, samas elektrienergia kasutus on vähenenud (vt lisa 4.1 graafik). Gaasi tarbimist vabasoojuste komponendina arvesse ei võetud, sest eeldati, et tarbevee kasutamine ei mõjuta hoone vabasoojuste hulka.



## 2.9 Hoone soojusbilanss

Piire	Soojuskadu piirdetarindites	Sooja vee valmistamine koos kadudega	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Arvutatud kulu	Mõõdetud kulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Välisseinad	9				
1 k põrandad	9				
Pööningupealne	12				
Avatäited	22				
Kokku:	52	15	14	81	81

Mõõdetud 2008-2010 aasta küttestarve kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega. Sooja vee valmistamine koos kadudega on 2008-2010 aasta keskmised kulud.



Tasakaalutemperatuur 17,5 °C. Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on võetud antud hoonele 0,35.

### 3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus

#### 3.1 Hoone piirdetarindid

Summeeritud andmed hoone piirdetarindite kohta esitatakse järgnevas tabelis:

				Enne renoveerimist ( $t_B=17,0$ °C) Sisetemperatuur 21,0 °C			Säästumeetmete pakett I ( $t_B=16,3$ °C), (II) ( $t_B=13,9$ °C) Sisetemperatuur 20,5 °C			Säästumeetmete pakett III ( $t_B=13,5$ °C) Sisetemperatuur 20,5 °C		
Piirdetarind	Materjal/tüüp	Olukord	Pindala m <sup>2</sup>	Hinnanguline U väärtus W/(m <sup>2</sup> K)	Hinnangulised soojuskao d MWh/a	Parandusmeetmed	Arvutuslik U-väärtus peale meetme rakendamist W/(m <sup>2</sup> K)	Hinnangulised soojuskao d peale meetme rakendamist MWh/a	Energiasääst MWh/a	Arvutuslik U-väärtus peale meetme rakendamist W/(m <sup>2</sup> K)	Hinnangulised soojuskao d peale meetme rakendamist MWh/a	Energiasääst MWh/a
Pööningupealne	Puitkonstruktsioonid +viilkatus	Ehitusaegne	222	0,5	12	Pööningupealse soojustamine- cm+u- katuse- kate	0,1	2	10	0,1	2	10
Välisseinad	Palk+TEP-plaat+laudis	Ehitusaegne	273	0,3	9	Renoveerimine pakettis I ja II, soojustamine pakettis II	0,3 ei soojustata	8(6)	1(2)	0,2 soojustatakse	4	4
Koridori aknad	Puitraamiga mittepakett	Rahuldavas korras	3	2,2	1	Asendamine uutega	1,0	0	0	1,0	0	0
1 korruse põrand	Erinevad konstruktsioonid	Erinevas korras	222	~0,4	9	Renoveerimine soojustamisega	~0,15	3	6(7)	~0,15	3	7
Uued aknad	Põhiliselt 2x selektiivklaaspakett	Heas korras	59	1,5	9		Ei renoveerita	8(7)	1(2)	Ei renoveerita	7	2
Vanad aknad	Ehitusaegsed, puit	Rahuldavas	40	2,8	12	Asendamine uutega	1,1	4(3)	8(8)	1,1	3	8
Välisuks	Metalluks	Rahuldavas korras	4	0,6	0	-	-	0	0	-	0	0
<b>Kokku</b>					<b>52</b>			<b>26(21)</b>	<b>25(30)</b>		<b>19</b>	<b>32</b>

## 3.2 Küttesüsteem

### 3.2.1 Küttesüsteemi olukord

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed
Soojussõlm	Ühine sõlm mitme maja peale samal tänaval	Tuleks välja selgitada küttesõlme tehniline olukord. Kui selgub, et on tarvis moderniseerida, siis tuleks teiste abonentidega renoveerimine kooskõlastada.
Torustike soojusisolatsioon	Teadmata olukord	Vajalikud lisauuringud
Korterite soojusmõõtjad	Puuduvad	Paigaldada küttesüsteemi renoveerimisel
Küttetorustikud	Teras	Vahetada koos küttesüsteemi täieliku renoveerimisega.
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Ei	Teostada koos uue süsteemi rajamisega
Küttekehad	Erinevad, termostaatideta	Küttesüsteemi vahetamisel soovitatav kasutusele võtta konvektortüüpi küttekehad.
Kütte ja tarbevee parendamise seadmed	-	Soovitatav kasutada

### 3.2.2 Säät küttesüsteemi renoveerimisest.

1. Automaatne soojussõlm utilisatsioonitegur  $\eta \sim 0,5$   
 2. Automaatne soojussõlm + radiaatorite automaatsed (kas termostaatide või ajamitega)  
 reguleerventiilid : utilisatsioonitegur  $\eta \sim 0,7$ . Kõetav pind on  $413\text{m}^2$   
 Säät ümberehitusest, kui investeeringu suurus on 8 309 eur, soojuse hind on 83 eur/MWh.  
 Kogu kütteks kasulikku vabasoojust on korterelamus aastas  $69 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ .  
 Sellest saame kätte automaatse soojussõlme puhul  $69 \times 0,5 = 34,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ .  
 Radiaatorite termostaatventiilide korral  $69 \times 0,7 = 48,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ .  
 Lisaks kättesaadav vabasoojus on  $48,3 - 34,5 = 13,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ .  
 Aastas saadav sääst on  $413 \times 13,8 / 1000 = 5,7 \text{ MWh/a}$ .  
 Säästuväärtus on  $5,7 \times 83 = 473,1 \text{ eur/a}$ .  
 Tasuvusaeg:  $8\,309 / 473,1 = 17,6$  aastat.  
 Meetme eluiga ca 15 aastat.

Antud hoonel on küttesüsteem hoonesiseselt reguleerimatu. Küttesüsteemi renoveerimisel sisetemperatuurid ühtlustuvad ja seepärast võib tegelik sääst osutada suuremaks.

### **3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus. Gaasivarustus**

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnija on Tallinna Vesi AS. Soe tarbevesi valmistatakse gaasiboileritega korterites. Tarbeveesüsteemi torustik on renoveerimata. Olmekanalisatsioon juhitakse linnavõrku.

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ja Eesti Gaas AS tsentraalse gaasivarustusega. Tehnosüsteeme on osaliselt rekonstrueeritud. Tuleks jälgida, et gaasi ja elektrienergia hoonesisene jaotamine ja kasutamine oleks ohutu. Vanad seadmed tuleks üle kontrollida või vahetada välja.

### **3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima**

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub infiltratsiooni abil ja tuulutuse kasutamisega. Vahetatud akendega korterite omanikud peaksid kasutama mikrotuulutust rahuldava sisekliima tagamiseks. Samuti tuleb kanda hoolt, et ventilatsiooni lõõrid oleksid puhtad ja renoveerimiste käigus neid ei suletaks. Ümberehituste käigus ei tohi unustada, et vannitubade uste alune pilu on ventilatsiooni toimimiseks vajalik. Uue ukse paigaldamisel tuleks loobuda lävepakust või paigaldada ukse alaossa rest. Nende korterite omanikel, kel seisab ees akende vahetus, oleks soovituslik jälgida, et paigaldatavatel akendel oleks reguleeritav tuulutuse võimalus. Ilma tuulutuspiluta akende kasutamine annab küll säästu, kuid see sääst tuleb kaaluda sisekliima- ja tervise seisukohalt. Korterissharjumise osas oleks soovitus elanikel arvestada ruumide tuulutamisel asjaoluga, et õhuvahetuse intensiivsus sõltub suurel määral sise ja välistemperatuuri vahe suuruselt. See tähendab, et mida külmem on ilm, seda vähem peab tuulutama. Samuti sõltub loomuliku ventilatsiooni intensiivsus kõrguste vahest. See tähendab, et viimase korruse korterites vähemalt köögiosas oleks normaalse õhuvahetuse tagamiseks soovituslik kasutada väljatõmbeventilaatoreid.

Sisekliima kontrollmõõdistamisi läbi ei viidud, andmed koguti küsitluste teel. Peale renoveerimisi oleks otstarbekas need siiski läbi viia. Keskmiseks arvutuslikuks sisetemperatuuriks on kasutatud 21,0 °C kogu hoone kohta (kaalutud keskmine). Antud hoone keskmise puhul iga kraad, mis sellest kas on suurem või väiksem vastavalt suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 5 MWh/a. Alates auditis pakutud teisest renoveerimispaketist on soovitatud kasutusele võtta individuaalsed soojakulumõõturid. See võimaldab elanikel elamispindadel seadistada endale sobivad sisetemperatuurid. Ei ole võimalik täpselt ennustada kas ja kui suures ulatuses elanikud seda reguleerimisvõimalust kasutama hakkavad, kuid auditi arvutustes eeldati, et tänu reguleerimisvõimaluste kasutamisele sisetemperatuurid hoones keskmisena langevad 0,5 kraadi. Keskmiseks kaalutud sisetemperatuuriks jääb 20,5.

Säästumeetmete pakettides on soovitatud võtta kasutusele värskeõhuklapid ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. See suurendab küttekulu välisõhu soojendamisel ruumitemperatuurini kuni 4 Mwh/a ja seepärast hoones tervisliku sisekliima saavutamine lihtsamate meetoditega on pikemas perspektiivis kulukas. Vaja oleks kasutada soojustagastiga sundsissepuhke-väljatõmbe korterikeskseid süsteeme, paraku on selliste väljaehitamise maksumus suhteliselt kõrge ja probleemne torustike ning seadmete paigaldamise koha leidmise tõttu. Lisaks sellele on olemas veel erinevaid paikseid ja ruumide kaupa paarides töötavaid soojustagastiga ventilatsioonisüsteeme.

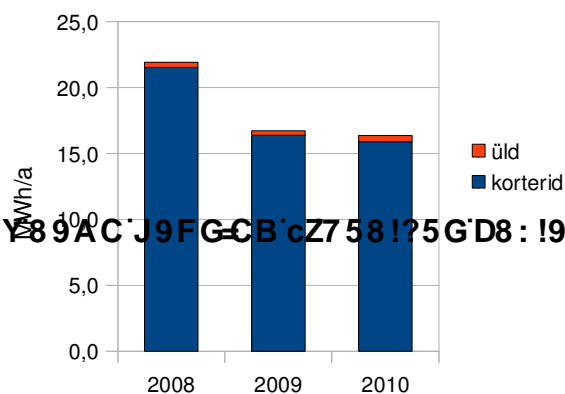
süsteeme. Nende põhiliseks miinuseks on asjaolu, et halveneb allesjääva loomuliku ventilatsiooni töö.

Kui on siiski soov võtta kasutusele mõni soojustagastiga ventilatsioonisüsteem, tuleks selle tarbeks kindlasti koostada vastav projekt ja tellida soojusauditile vastav lisapakett.

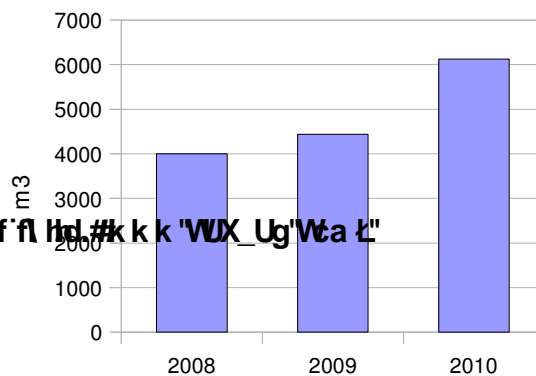
## 4. Lisad

### 4.1 Küttesoojuse, gaasi, vee ja elektrienergia tarbimine

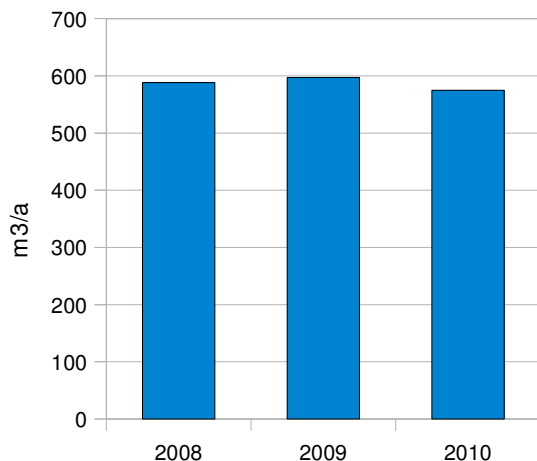
Elektrienergia kasutamine ja jagunemine



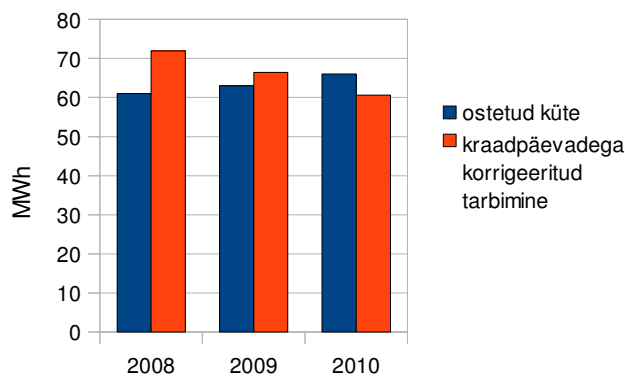
Gaasi kulude muutused 2008-2010



Külma tarbevee kasutamine



Kütteenergia kasutamine





## 4.2 Tasakaalutemperatuuri leidmine

Tasakaalutemperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil.

### 4.2.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist elupindadel ( $t_s=21,0$ )

$\Sigma(U_i * A_i)/1000$  [kW/ °C] , (vt tabel ptk 3.1)

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,49$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $L * \rho * c = 0,11$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 * 1,005 = 0,13$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on valitud 0,35 1/h

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,642$  kW/ °C.

Mittereguleeritava küttesüsteemi korral on utilisatsioonitegur 0,5.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 69 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 69 * 0,5 = 34,4$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{köetav pind}} = 34,4 * 413 = 14\,209$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 14\,209 / 6552 = 2,2$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,2 / 0,62 = 3,5$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 21,0 - 3,5 = 17,5$  °C.

### 4.2.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumete pakett I

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist elupindadel ( $t_s=20,5$ )

$\Sigma(U_i * A_i)/1000$  [kW/ °C] , (vt tabel ptk 3.1)

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,27$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $L * \rho * c = 0,15$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 * 1,005 = 0,19$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on valitud 0,5 1/h (fresh klapid).

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,46$  kW/ °C.

Mittereguleeritava küttesüsteemi korral on utilisatsioonitegur 0,5.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 69 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 69 * 0,5 = 34,4$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{köetav pind uus}} = 34,4 * 413 = 14\,209$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 14\,209 / 6552 = 2,2$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,2 / 0,46 = 4,7$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 21,0 - 4,7 = 16,3$  °C.

### 4.2.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeetmete pakett II

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist elupindadel ( $t_s=20,5$ )

$\Sigma(U_i * A_i)/1000$  [kW/ °C] , (vt tabel ptk 3.1)

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,27$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $L * \rho * c = 0,15$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 * 1,005 = 0,19$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on valitud 0,5 1/h (fresh klapid)

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,46$  kW/ °C.

Renoveeritud soojussõlme ja termostaatidega varustatud küttekehade puhul korral on utilisatsioonitegur 0,7.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 69 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 69 * 0,7 = 48,2$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{köetav pind uus}} = 48,2 * 413 = 19\,893$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 19\,893 / 6552 = 3,0$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 3,0 / 0,46 = 6,6$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,5 - 6,6 = 13,9$  °C.

### 7\ Ub[ YX'k ]h 'h Y'8 9 AC`J9FG=CB`cZ7 58 !?5 G'D8 : !9X]rcf'fl Hd.#k k k 'WUX\_Ug'Wta L'

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist elupindadel ( $t_s=20,5$ )

$\Sigma(U_i * A_i)/1000$  [kW/ °C] , (vt tabel ptk 3.1)

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,32$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $L * \rho * c = 0,15$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 * 1,005 = 0,19$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on valitud 0,5 1/h (fresh klapid)

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,43$  kW/ °C.

Renoveeritud soojussõlme ja termostaatidega varustatud küttekehade puhul korral on utilisatsioonitegur 0,7.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta jääb samaks - 69 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 69 * 0,7 = 48,2$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{köetav pind uus}} = 48,2 * 413 = 19\,893$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 19\,893 / 6552 = 3,0$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 3,0 / 0,43 = 7,0$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,5 - 7,0 = 13,5$  °C.

### 4.3 Illustreerivad fotod



Koridor



Veesisend



Soojusarvesti



Küttekeha koridoris



Gaasipaigaldis koridoris



Peakilp

