

KORTERMAJA ENERGIAAUDIT

2 -korruseline 4 -korteriga elamu



Tartu, 2012.a.

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud ülalmainitud aadressil oleva elamu kütte, ventilatsiooni, elektri ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks. Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute tagasimaksuajad.

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli poolt väljatöötatud energeetilise auditeerimise juhendmaterjal.

Hoone auditeerimisel analüüsiti viimase kolme aasta soojuse, elektri ning tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulusi. Energiasäästumeetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse kütuste- ja energiahindade prognoose.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis-majanduslikku analüüsi, energia tarbimise vähendamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest.

Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, saavutatava energeetilise säästu ning lihttasuvusaja kujul.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist, elektritarbimist ja veetarbimist. Sooja tarbevee kulu on arvatud kõikide korterite peale kokku. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvu alusel.

Optimaalne renoveerimis/rekonstrueerimispakett valitakse välja tellija poolt vastavalt finantseerimise võimalustele.

Osa säästumeetmeid on selliseid, mille rakendamine annab reaalselt säästu ainult rakendatuna koos teiste meetmetega, seetõttu esitatakse säästumeetmed pakettidena. Auditeerimise käigus välja toodud energiasäästumeetmete pakettide rakendamisel hoone sisekliima paraneb või jääb olemasolevatele nõuetele vastavale tasemele. Tuleb tähele panna, et erinevate meetmete rakendamisel saadavad säästud ei ole otseselt liidetavad.

Väljapakutud energiasäästu ettepanekute realiseerimine võib nõuda vastavate tööde jaoks vastava projekti koostamist (erijuhul ehitusluba), mida tuleks arvestada ehitusfirmadelt tööde hinnapakumiste küsimisel. Samuti tulevad teostada vastavad tehnosüsteemide seadistustööd.

Tellijal, kui lõpptarbija, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud **käibemaksuga 20%**

Sisukord

EESSÕNA

1. Tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest

- 1.1 Kasutatud energia hindade prognoos.
- 1.2 Hoone energiatarbimise säästupaketid
- 1.3 Tulevikumaksud peale renoveerimist
- 1.4 Elektrienergia sääst

2. Hoone üldandmed ja energiakasutuse hetkeseis

- 2.1 Hoone asukoht ja paiknemine
- 2.2 Hoone üldandmed
- 2.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte
- 2.4 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus
- 2.5 Soojusenergia kulu
- 2.6 Elektrienergia kulu
- 2.7 Vee kulu
- 2.8 Gaasi kulu
- 2.9 Hoone soojusbilanss

3. Hoone piirded ja tehnosüsteemid ning nende renoveerimine

- 3.1 Hoone tarindite üldisloomustus ja hetkeolukord
- 3.2 Hoone piirdetarindite renoveerimine
- 3.3 Sisekliima küsitluste tulemused
- 3.4 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistuse süsteemid
- 3.5 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid
- 3.6 Ventilatsioonisüsteem

4. Lisad

- 4.1 Tasakaalutemperatuuride leidmine
- 4.2 Kredexi renoveerimistoetus

1. Tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest

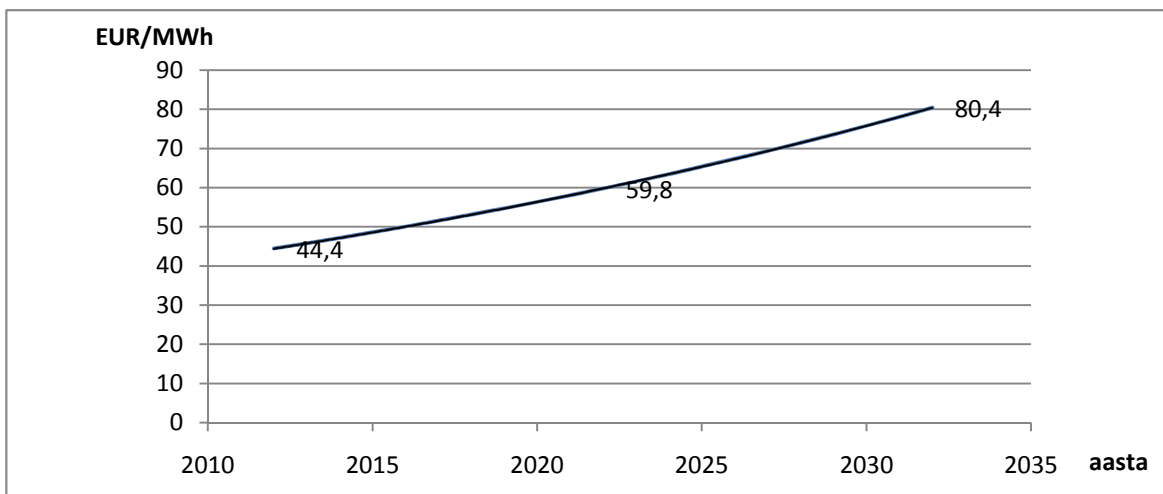
1.1 Kasutatud energia hindade prognoos.

Soojusenergia

Soojusenergia algmaksumus on arvatatud kasutatud küteliikide alusel.

Soojusenergia maksumus on arvestatud aastase kasvuprotsendiga:

3,01%



Soojusenergia maksumuse võrdlus Eesti keskmisega, EUR/MWh

Vaimastvere keskus 1, Vaimastvere küla, Jõgeva vald, Jõgevamaa

2011

2010

2009

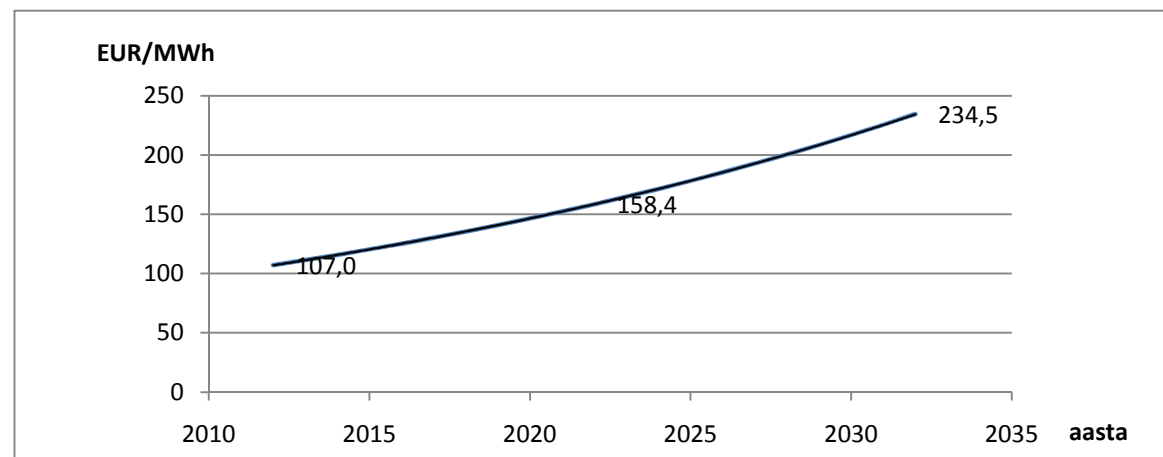
40 € 45 € 50 € 55 € 60 € 65 € 70 €

Elektrienergia

Avatava elektrituru tingimustes on oodata elektrihinna tõusu üle 1,5 korra ehk 0,15 EURni kWh eest, kuna mujal Euroopas on elektrienergia maksumus selline ja kõrgemgi.

Elektrienergia maksumus on arvestatud aastase kasvuprotsendiga:

4%



1.2 Hoone energiatarbimise säästupaketid

Säästupaketid on tähtsaim osa käesolevast raportist. Säästupakettidest saab ülevaate võimalikest **kompleksetest** renoveerimistöödest. Säästupakette on esitatud mitu ning tellija valib endale sobiva arvestades hoone elanike maksejõuet, võimalusi ning soove. Esmalt on esitatud selgitused säästupakettides tehtavate renoveerimistööde kohta ning seejärel on kirjutatud täpsemalt hoone osade kaupa täpsemalt renoveerimistöö sisu, maksumus, tasuvusaeg ning umbkaudne renoveerimise eluiga. Kõikidele energiasäästupakettidele tuleb juurde arvestada ka projekti koostamise, omanikujärelvalve ja panga teenustasud.

Energiasäästu pakett I

Esimene säästupakett hõlmab osaliselt vana soojustuskatte ja prahi eemaldamist, pööningulae soojustamist ning viilkatuse vahetust. Seoses viilkatuse ehitusega tuleb lisaks vahetada pehkinud katusetalad, sest need on lagunened ning ei pea arvatavasti suurele katuse- ja lumeraskusele vastu. Katuse vahetus pole otsene energiasäästu meede, kuid on oluline teha hoone parema säilimise tõttu. Peale katusekatte vahetust või võimaluse korral parandamist on vajalik pööningu soojustamine, pööninguluukide vahetamine, et vähendada oluliselt hoone soojakadusi pööningu kaudu ja õhuvahetust koridorist. Näen ette akende vahetuse, et vähendada soojakadusi õhuvahetusest akende kaudu. Sisekliima parendamiseks soovitan igal korteril paigaldada värskõhuklapid magamis- ja elutoa akna raamidesse. Ventilatsiooni osas ei ole arvestatud küll sisekliima standardite kohase õhuvahetusega, kuid vähemalt nüüd on igal elanikul võimalik see tagada ning arvestatud on, et õhuvahetus paraneb mitmekordselt. Samuti on ette nähtud raha korstende puhastamiseks ja renoveerimiseks.

Kredex - Pakett vastab Kredexi renoveerimistoetuste esimese klassi nõuetele, kus tuleb säästa 20% kütteenergiast.

Renoveerimistöö	Soojustusmaterjali U-arv, W/m ² K	Maksumus	Ühik	Muud kulud	Maksumus	Eluiga, aastat
Katus	-	45	m2	€ -	€ 8 794	50
Pööning - soojustamine	0,2	7,4	m2	€ 400	€ 1 320	40
Pööninguluugid	1,5	250	tk	-	€ 250	40
Vihmaveesüsteem	-	-	-	€ 1 400	€ 1 400	30
Aknad	1,1	120	m2	-	€ 3 763	40
Ventilatsioon - värskõhuklapid akendesse	-	20	aken	€ 500	€ 1 020	30
Investeeringu kogumaksumus			€	16 547		258 903 EEK
Investeeringu kogumaksumus koos Kredexi toetusega			€	14 065		220 068 EEK
Soojusenergia sääst, MWh/a				8,74		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, kWh/m ² ·a				43,98		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, %				25%		
Aastane energiasäästu väärtus			€	531		
Lihttasuvusaeg, aastat				26,5	(Kredexi toetusega)	
Soojuse keskmise MWh hinnaga			€	61		

Energiasäästu pakett**II**

Teise säästupaketi raames renoveeritakse lisaks esimese säästupaketi töödele hoone seinad ja sokkel. Peale seinte soojustamist vähenevad soojuskaod tarindist ning samuti akendest, sest akende põsed saavad paremini viimistletud. Samuti väheneb majas õhuvahetus ja seetõttu peab tähelepanu pöörama õhuvahetuse säilitamisele.

Kredex - Pakett vastab Kredexi renoveerimistoetuste teise klassi nõuetele, kus tuleb säästa 40% kütteenergiast.

Renoveerimistöö	Soojustusmaterjali U-arv, W/m ² K	Maksumus	Ühik	Muud kulud	Maksumus	Eluiga, aastat
Katus	-	45	m2	€ -	€ 8 794	50
Pööning - soojustamine	0,2	7,4	m2	€ 400	€ 1 320	40
Pööninguluugid	1,5	250	tk	-	€ 250	40
Vihmaveesüsteem	-	-	-	€ 1 400	€ 1 400	30
Aknad	1,1	120	m2	-	€ 3 763	40
Seinad	0,33	80	m2	-	€ 18 556	50
Koridori ja keldri - aknad	1,5	90	m2	-	€ 720	40
Koridor - uksed	1,8	140	m2	-	€ 309	30
Sokkel	0,33	75	m2	-	€ 1 620	40
Ventilatsioon - värskeõhuklapid akendesse	-	20	aken	€ 500	€ 1 020	30
Investeeringu kogumaksumus			€	37 752	590 698 EEK	
Investeeringu kogumaksumus koos Kredexi toetusega			€	28 314	443 024 EEK	
Soojusenergia sääst, MWh/a				18,46		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, kWh/m ² ·a				92,91		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, %				53%		
Aastane energiasäästu väärtus			€	1 121		
Lihttasuvusaeg, aastat				25,2	(Kredexi toetusega)	
Soojuse keskmise MWh hinnaga			€	61		

Energiasäästu pakett**III**

III säästumeetmete pakett on sarnane II säästumeetmete pakatile. Võrreldes teise paketiga pakutakse hoone ventilatsiooni lahendamisel välja tubadepõhiseid ventilatsiooniseadmeid, mis tagavad väljamineva sooja taaskasutuse. NB! Ainult III säästupakett tagab hoones väga hea sisekliima ning vastab Kredexi esitatud kõige suuremale toetusele.

Kredex - Pakett vastab Kredexi renoveerimistoetuste kolmanda klassi nõuetele, kus tuleb säästa 50% kütteenergiast.

Renoveerimistöö	Soojustusmaterjali U-arv, W/m ² K	Maksumus	Ühik	Muud kulud	Maksumus	Eluiga, aastat
Katus	-	€ 45	m2	€ -	€ 8 794	50
Pööning - soojustamine	0,2	€ 7,4	m2	€ 400	€ 1 320	40
Pööninguluugid	1,5	€ 250	tk	-	€ 250	40
Vihmaveesüsteem	-	€ -	-	€ 1 400	€ 1 400	30
Aknad	1,1	€ 120	m2	-	€ 3 763	40
Seinad	0,33	€ 80	m2	-	€ 18 556	50
Koridori ja keldri - aknad	1,5	€ 90	m2	-	€ 720	40
Koridor - ukсед	1,8	€ 140	m2	-	€ 309	30
Sokkel	0,33	€ 75	m2	-	€ 1 620	40
Ventilatsioon - kohtventilatsioon	-	€ 750	tk	€ 1 000	€ 20 500	30
Investeeringu kogumaksumus		€		57 232		895 494 EEK
Investeeringu kogumaksumus koos Kredexi toetusega		€		37 201		582 071 EEK
Soojusenergia sääst, MWh/a				19,24		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, kWh/m ² ·a				96,84		
Soojusenergia sääst köetava pinna kohta, %				55%		
Aastane energiasäästu väärtus		€		1 270		
Lihttasuvusaeg, aastat				29,3	(Kredexi toetusega)	
Soojuse keskmise MWh hinnaga		€		66		

1.3 Tulevikumaksed peale renoveerimist

Arvutustes on leitud tulevikumaksed aastate lõikes arvestades energiahindade tõusu, pangalaenu intresse ja Kredexi renoveerimistoetust.

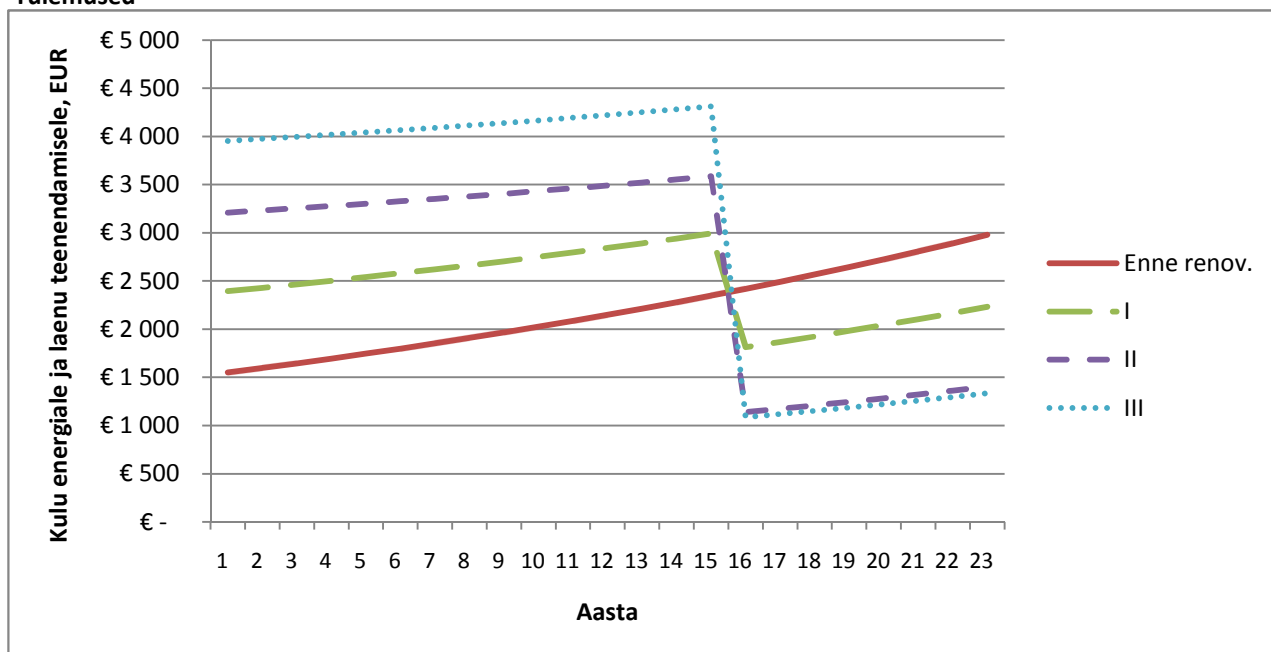
Lähteandmed

Laenuperiood	15	aastat
Omaosalus	0%	
Intress	3,8%	
Maksimaalne laenusumma	€ 24 838	(Allikas: www.seb.ee)
Hetkel makse kuus m ² kohta(küte)	€ 0,63	

Arvutused					Maksed küttele ja laenu teenendamisele.		
	Investee- ring	Omaosalus	Laen pangast	Laenumakse kuus	Lisa- ja lõplik makse kuus m ² kohta 1. aastal.		Makse kuus keskmise korteri kohta 1. aastal
I	€ 14 065	€ -	€ 14 065	€ 103	€ 0,37	€ 1,00	€ 49,87
II	€ 28 314	€ -	€ 28 314	€ 207	€ 0,71	€ 1,35	€ 66,87
III	€ 37 201	€ -	€ 37 201	€ 271	€ 1,03	€ 1,66	€ 82,36

Märkused: Lisamakse alaneb olenevalt säästupaketist pidevalt 4-6% ning langeb miinusesse peale laenu teenendamist. Intressikulu laenu teenendamise perioodil IV paketi korral on -1EUR.

Tulemused



1.4 Elektrienergia sääst

Elektrienergia sääst ei kuulu säästupakettide alla ning tuuakse seetõttu eraldi välja.

Korterites	2009	2010	2011	
Päevane ja öine elektritarbimine	5574	5501	4148	kWh/a

Igal korteril on eraldi elektrienergia arvestid ning kuna pole teada korterite täpseid elektrinäitusi, siis ei saa teha ettepanekuid elektrienergia pakettide vahetuseks energia säästmiseks. Siiski soovitan korteriomanikul minna Eesti Hinnakalkulaatorid: <http://www.energia.ee/index.php?id=1666>

Muud energiatõhususe nipid ja ideed:

Tulevikus teadmiseks, et elektripaketi vahetustasu, juhul kui viimasest muutmisest on möödas 365 päeva on tasuta.

Allikas: <http://www.energia.ee/index.php?id=1614>

Elektrienergia säästmiseks saab esimese sammu teha igaüks ise. Oluline on muuta oma mõtlemis- ja käitumisharjumusi ning energiasääst tulebki vaikselt. Vahest on tore uurida, mis teised inimesed on teinud ja kuidas energiat säästnud. Seda saab teha näiteks internetiavarustes. Toon siinkohal mõned märksõnad elektrienergiasäästuks:

1. Kasuta köögis sobivat keedunõud vee keetmisel, supi valmistamisel ning lisaks on väga oluline et valitud nõu, pann oleks tasapinnaline ning täielikus kontaktis küttekehaga.
2. Keera söögivalmistamisel elekter maha juba enne söögi valmimist, sest enamjaolt pottidel ja ka toidus kasutataval vedelikul on soojusinerts, mis hoiab toidu veel kaua sooja.
3. Nõude pesemisel kasuta kraanikausi lukku ning sooja vett. Rasvasemate nõude jaoks lisaks nõude pesuvahendit.
4. Vaheta valgustuseks kasutatud pirnid säästupirnide vastu. Vali ainult hea kvaliteediga pirne, sest ainult korralikult firmad saavad tagada säästupirni hea kvaliteedi.

Ühiskasutatavates ruumides	2009	2010	2011	
Päevane ja öine elektritarbimine hoones	118	332	96	kWh/a

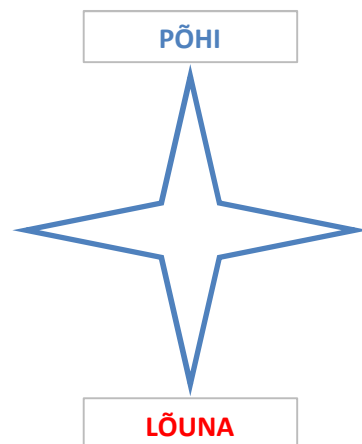
Ühiskasutatavates ruumides on kasutusel liikumisanduritega valgustid, mis töötasid pea kõik piisavalt lühikese viiteajaga ning asendamist ei vaja.



2. Hoone üldandmed ja energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine

Hoone asub osaliselt ümbritsetud teistest majadest ja puudest. Tuule ja päikese lisamõjuga, võrreldes standardväärustega hoonele, ei tule arvestada.



2.2 Hoone üldandmed

Allikas		
Ehitisregistri kood		KÜ
Ehitusaasta	1961	KÜ
Korteri arv, tk	4	KÜ
Korruste arv, tk	2	KÜ
Elanike arv, tk	6	KÜ
Ehitise üldised olulised tehnilised andmed		
Ehitisalune pindala, m ²	154	EHR
Suletud netopind, m ²	258	EHR
Kõetav pind, m ²	199	EHR
Eluruumide pind, m ²	199	Joonistelt
Keskmine korteri pindala, m ²	50	Arvutatud
Trepikodade pind, m ²	17	EHR
KÜ - Korteriühistu; EHR - Eesti Ehitisregister		

2.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

Minimaalne ülevaade tehnosüsteemidest. Vt. Ka punkt 3.4-3.7

Mõõtesead	Tüüp	Täpsus	Töövahemik	Kasutatud
Temperatuuri ja niiskuse logimisseadmed	Niiskuse logger	RH $\pm 2,5\%$;	5 – 95% RH	ei
	Temperatuuri logger	temp $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$	-20 – 70°C	ei
Infrapuna kaamera	FLIR ThermoCAM E300	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ 320x240px	-20...+300°C	ei
Voolutugevuse ja pingemõõteriist	Düwi 07985	$\pm 0.01\text{A}$ $\pm 0.1\text{V}$	0...20A 0...400V	ei

Mõõtmistulemused on esitatud punktis 4.1 "Sisekliima mõõtmistulemused"

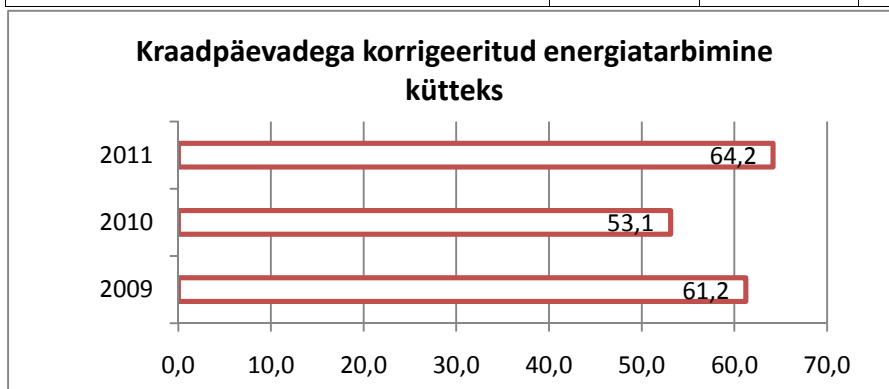
2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Põhiline kütteviis:	Kohtküte
Kasutatav kütus:	Puit, elekter
Kütte tarnija:	Erinevad
Sooja tarbevee valmistamine:	Korteripõhiselt elektriboileritega ja puiduga
Ventilatsiooni liik:	Loomulik
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS

2.5 Soojusenergia kulu

Hoone soojustarbimise andmed on korrigeeritud kraadpäevadega.

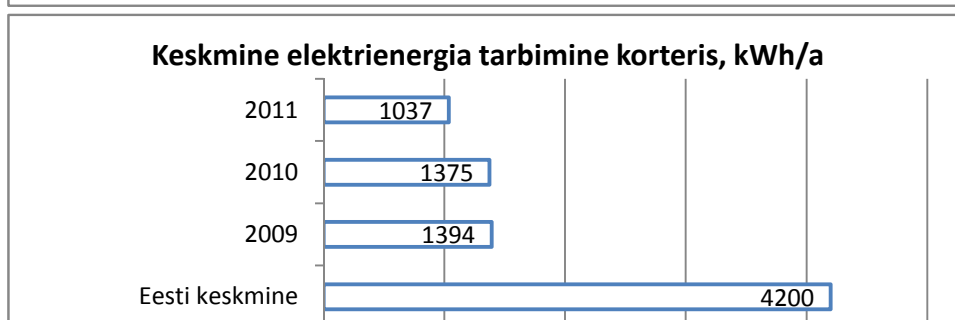
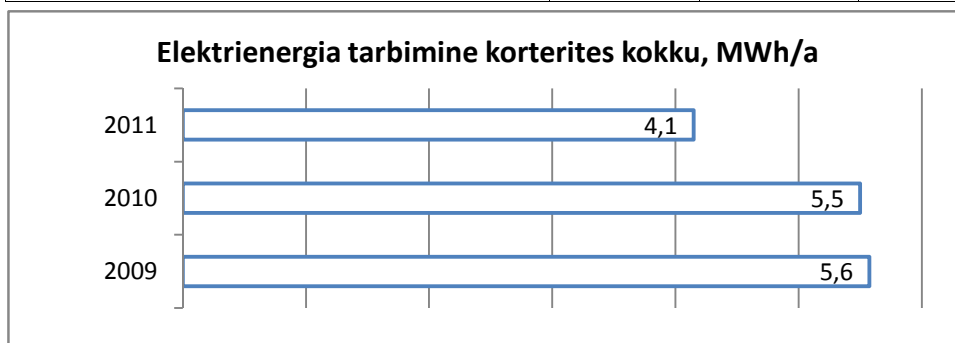
	2009	2010	2011	
Energiatarbimine kütteks	58,0	58,0	57,8	MWh/a
Arvutuslik energia kulu vee soojendamiseks	2,3	2,2	2,2	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv, II piirkond (Järva, Tartu, Rapla, ...)	3999	4606	3801	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4220			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud energiatarbimine kütteks	61,2	53,1	64,2	MWh/a
Küttevajaduse kasv/langus võrrelduna eelmise aastaga	-	87%	121%	%
Eritarbimine köetava pinna kohta	308,1	267,3	323,0	kWh/(m ² a)
Eritarbimine ruumala kohta	62,6	54,3	65,6	kWh/(m ³ a)



2.6 Elektrienergia kulu

Elektrienergia tarbimine korterites

	2009	2010	2011	
Päevane ja öine	5,6	5,5	4,1	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	28,05	27,68	20,88	kWh/(m ² a)
Keskmine korteri kohta	1394	1375	1037	kWh/a



Märkused: Märgata on, et elanike elektritarbimine on vähenenud aasta aastalt.

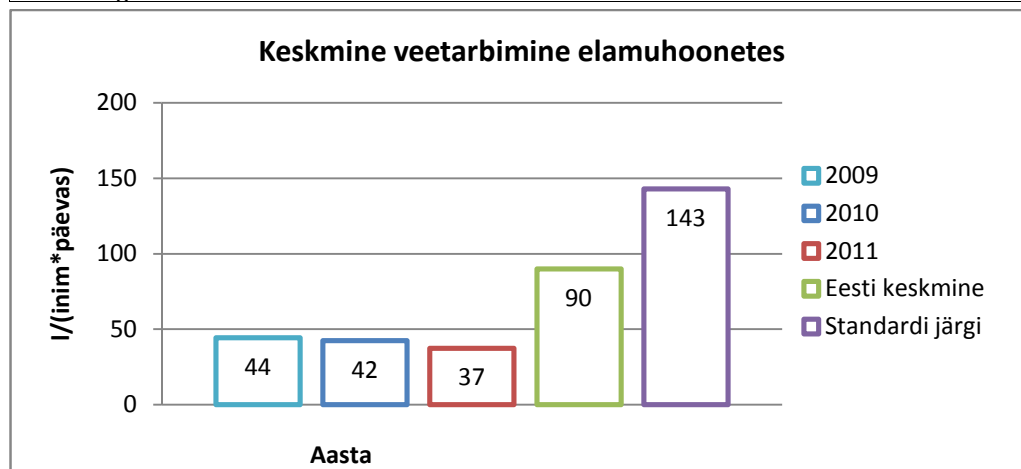
Üldelektrienergia tarbimine

	2009	2010	2011	
Päevane ja öine elektritarbimine kokku	118	332	96	kWh/a
Öise tarbimise osatähtsus	Teadmata			
Elektrienergia maksumus	€ 10,29	€ 31,22	€ 9,88	EUR/a
Märkus:				

2.7 Vee kulu

	2009	2010	2011	
Tarbevee tarbimine	97	93	82	m ³ /a
Tarbevee eritarbimine inimese kohta päevas	44	42	37	l/(d*inim)

Vee kulu on korterelamus viimasel aastal langenud ning üldkokkuvõttes on tunduvalt alla Eesti keskmise, mis on väga hea tulemus.



Külma tarbevee kulu	58	54	44	m ³ /a
Külma tarbevee hind	€ -	€ 2,58	€ 3,02	EUR/m ³
Arvutuslikud kulutused külmale tarbeveele	€ 58	€ 54	€ 44	EUR/a
Arvutatud sooja tarbevee kulu	39	39	38	m ³ /a
Arvutatud energiakulu vee soojendamiseks	2,29	2,29	2,22	MWh/a
Vee soojendamise tariif/hind	€ 80,5	€ 89,5	€ 95,9	EUR/MWh

Märkused:

Soovitused veesäästuks korterelamus

Kangsegistite ja uute veepehmenusseadmete kasutamine, puhastamine vähendab oluliselt veetarbimist. Segamispead segavad rohkem õhku vee hulka ning kraani ei avata liiga palju.

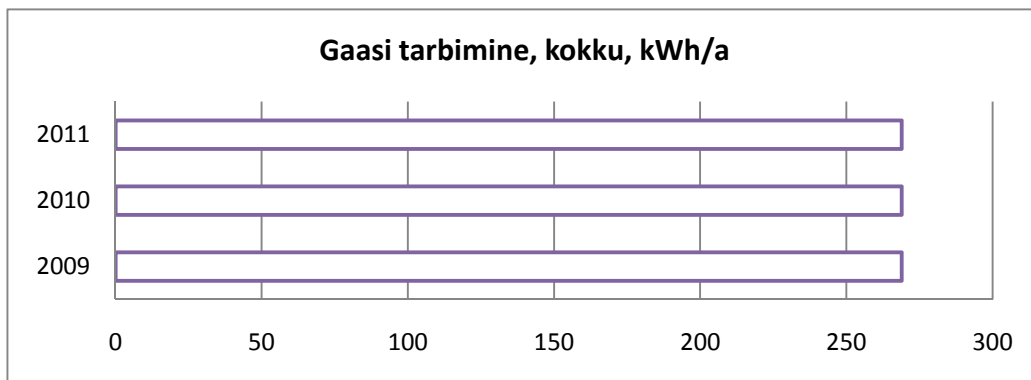
Külmavee tarbimist aitavad vähendada kahesüsteemsed loputuskastid WC-des.

Korteri veemõõtjate puudumisel võivad probleeme tekitada lekkivad sanitaarseadmed, eriti lekkivad WC loputuskastid.

Tualettpoti loputuskasti võib asetada vett täis veepudeli, et loputuskasti veega täitmisel sinna liiga palju vett ei lasta. Oleneb potist, kuid isegi 4,5l on piisav. Lisaks tuleks muidugi kasutada kahesüsteemset potti või lasta vett peale lihtsalt vähem.

2.8 Gaasi kulu

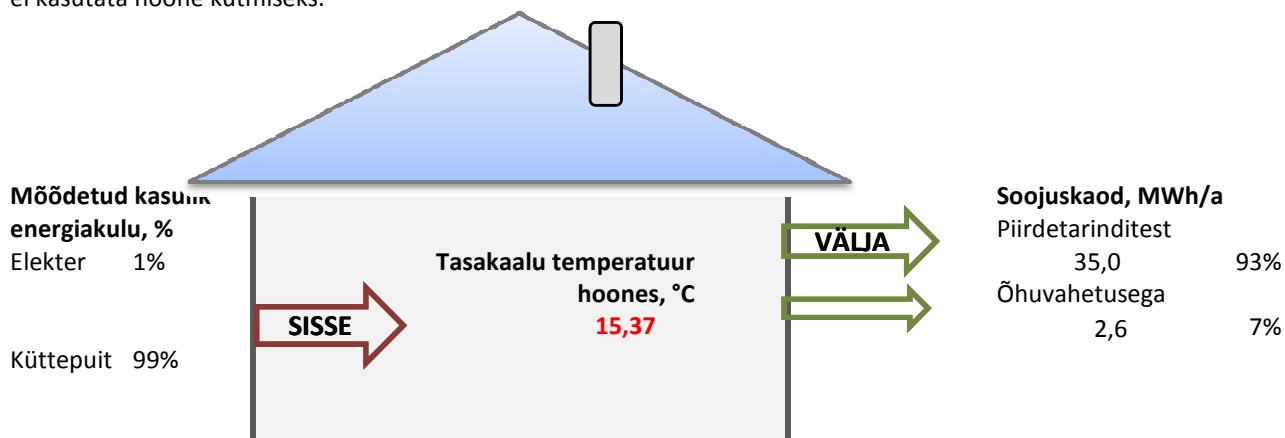
	2009	2010	2011	
Kogutarbimine	269	269	269	kWh/a
Keskmine tarbimine korteri kohta	67,2	67,2	67,2	kWh/(a*korter)
Tarbimine kütteks	0	0	0	kWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	0,00	0,00	0,00	kWh/(m ² a)
Tarbimine toiduvalmistamiseks	269	269	269	kWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	1,35	1,35	1,35	kWh/(m ² a)



Märkused: Gaasi tarbimise alla on arvesatud ühe korteri kulu gaasile söögi valmistamiseks.

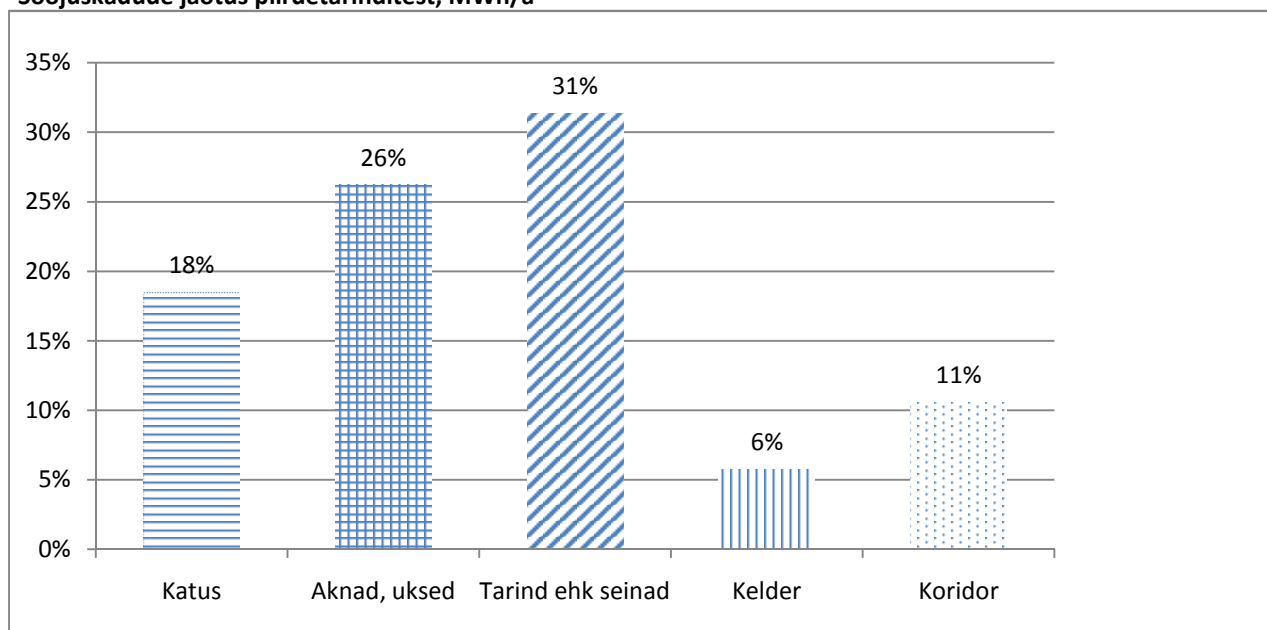
2.9 Hoone soojusbilanss

Hoone soojusbilanss näitab, kui palju hoone tarbib soojust ning mil viisil kantakse peamiselt soojust majast välja. Soojusbilansis tuuakse soojustarbimine ilma sooja vee kuluta, sest tarnitud või hoones valmistatud sooja vee energiat ei kasutata hoone kütmiseks.



Tasakaalu temperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil. Hoone tasakaalu temperatuur arvutati arvutusliku meetodiga (vt. lisa 4.2).

Soojuskadude jaotus piirdetarinditest, MWh/a



3. Hoone piirded ja tehnosüsteemid ning nende renoveerimine

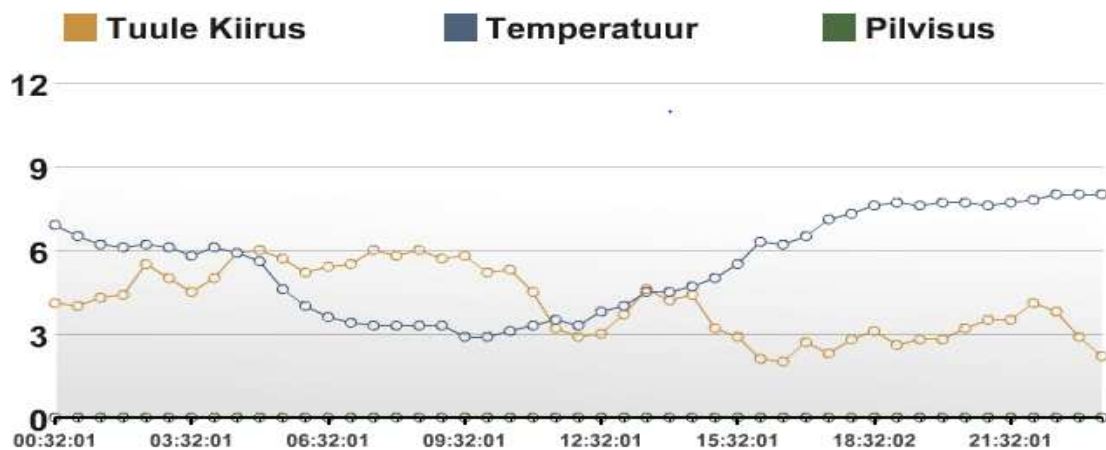
3.1 Hoone tarindite üldiseloostus ja hetkeolukord

Ülevaatus teostamisel olid ilmastikutingimused järgmised.

Jõgeva

04-20-2012

Pilvisus on 0-10ni ning 0 näitab pilvitut ilma. 10 täiesti pilves ilma



Katus

Olukorra kirjeldus		Ettepanekud renoveerimiseks		
Hoone katus on lagunenud ning sajab sisse mitmelt poolt. Talad on seetõttu ka osaliselt pehkinud ning vajavad koos katusematerjaliga väljavahetamist.		Katuse vahetus ning põõningu lisasoojustamine		
Katuse soojapidavad kihid				
Materjal	Paksus, cm	Soojusjuhtivustegur	0,57	W/m ² K
laudis	0,04			
õhuvahe	0,1			
šlakk	0,18			



Tarind ehk seinad

Olukorra kirjeldus		Ettepanekud renoveerimiseks		
Seest on laotud seinad keraamilistest tellistest ning väljast tellistega. Kahe kihi vahe olev šlakk on elanike sõnul vähene või täiesti puudulik. Seintes on ulatuslikud praod ning just eriti akende kohalt.		Vajalik on seina välispidine soojustamine, et vähendada hallituse ohtu seestpoolt soojustatud seinte tõttu. Samuti on see kindlam variant kui kahe kivitarindi vahelist kihti vahuga täita. Seinad on osaliselt ka toetatud.		
Tarindi soojapidavad kihid				
Materjal	Paksus, cm	Soojusjuhtivustegur	0,54	W/m ² K
Keraamiline tellis	23			
Õhuvahe ja šlakk	7			
Tellis	12			





Kõetavate ruumide aknad

Olukorra kirjeldus	Ettepanekud renoveerimiseks
Enamuses aknaid on vahetamata ning vähe õhutihedad. Akende vahetamisel on vajalik pöörata suurt tähelepanu ka õhuvahetuse säilitamisele.	-
Akende osakaal tarindist	15,5%
Vahetamata aknaid	75,1%



Kelder

Soojakadude arvutamiseks on kasutatud standardit EVS-EN ISO 13370:2008

Sokkel ja keldri maaaluse osa tarind

Olukorra kirjeldus		Ettepanekud renoveerimiseks
Sokkel on ulatuslike probleemideta ning tagatud on soklis ka õhuvahetus õhuaukudega. Sokkel ja maaalune seina osa on kohati märk kõrge pinnavee tõttu.		Kõrge soojajuhtivuse tõttu vajalik koos seina soojustamisega soojustada, et astet ei jääks.
Sokli seinte pindala, m ²	21,60	
Sokli avauste pindala, m ²	3,60	



Keldri lagi

Kandev materjal	Betoon	
Kogupaksus, cm	30	
Olukorra kirjeldus		Ettepanekud olukorra parendamiseks
Betoonlagi, mis on ülevalt täidetud ning osalt ka soojustatud täiendavalt.		Kuna kelder on madal, siis on keeruline lage altpoolt soojustada.
Keldrilae pindala, m ²	51,8	

Keldri aknad ja uksed

Olukorra kirjeldus		Ettepanekud olukorra parendamiseks
Vanad ning vähe õhutihedad.		Soojapidavuse tagamiseks on vajalik vahetada.
Keldri akende- ja uste pindala, m ²		3,60
Osakaal kogu sokli pindalas		14%

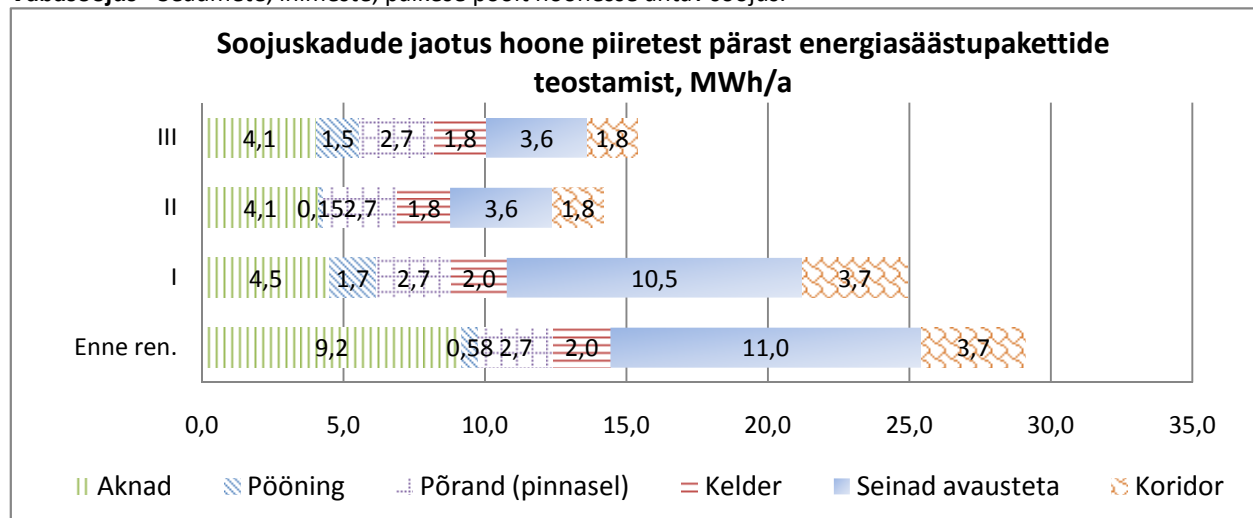


3.2 Hoone piirdetarindite renoveerimine

Järgnevalt on toodud hoone piirete renoveerimisel saavutatud soojusjuhtivustegur ja energiasääst piirete kaupa.

Tasakaalutemperatuur - Näitab milline oleks hoone sisetemperatuur, kui vabasoojuse arvelt hoone ei soojeneks.

Vabasoojus - Seadmete, inimeste, päikese poolt hoonesse antav soojus.



Piirdetarind või selle osa	Pööning	Seinad avausteta	Kelder	Aknad	Põrand (pinnasel)	Koridor
Hoone tasakaalutemperatuur(°C) enne renoveerimist: 15,37						
Pindala, m ²	127,2	227,5	125,0	41,8	79,6	11,1
Hinnanguline U-väärtus W/(m ² *K)	0,58	0,54	-	2,48	3,33	-
Hinnangulised soojuskaod MWh/a	6,6	11,0	2,0	9,2	2,7	3,7

Hoone tasakaalutemperatuur(°C) peale I energiasäästupaketi teostamist:						14,79
Renoveerimistöö kirjeldust vaata p. 1.2 I säästupakett						
Uus U-arv renoveerimisel, W/(m ² *K)	0,15	0,54	-	1,27	3,33	-
Hinnangulised soojuskaod, MWh/a	1,7	10,5	2,0	4,5	2,7	3,7
Energiasääst MWh/a	4,91	0,52	0,07	5,06	0,00	0,00

Hoone tasakaalutemperatuur(°C) peale II energiasäästupaketi teostamist:						13,77
Renoveerimistöo kirjeldust vaata p. 1.2 II säästupakett						
Uus U-arv renoveerimisel, W/(m ² *K)	0,15	0,21	-	1,27	3,33	-
Hinnangulised soojuskaod, MWh/a	1,5	3,6	1,8	4,1	2,7	1,8
Energiasääst MWh/a	5,05	7,35	0,18	5,06	0,00	1,93

Hoone tasakaalutemperatuur(°C) peale III energiasäästupaketi teostamist:						13,61
Renoveerimistöo kirjeldust vaata p. 1.2 III säästupakett						
Uus U-arv renoveerimisel, W/(m ² *K)	0,15	0,21	-	1,27	3,33	-
Hinnangulised soojuskaod, MWh/a	1,5	3,6	1,8	4,1	2,7	1,8
Energiasääst MWh/a	5,07	7,40	0,20	5,12	0,00	1,93

3.3 Sisekliima küsitluste tulemused

Küsitlusele vastanud korterite arv oli 4 korterit ehk 100% korteriomanikest vastasid.
 Keskmine sisetemperatuur talvel 17,0 kraadi
 Elanike arv küsitletud korterites. 6
 Probleemid temperatuuriga Mitmes korteris on temperatuurid keskmiselt madalam, ühes korteris köetakse väga väheselt. Sellest ka madal keskmine temperatuur.

Vastused niiskuse kohta korterites

		Kogu küsitletutest
Niiskuskahjustused ruumides	3 korteril	75%
WC/vannituba hallitab	4 korteril	100%
Aknad niisked või hallitavad	2 korteril	50%
Lekkivad torud	2 korteril	50%
Muud probleemid niiskusega	Enamus korterites on probleeme liigniiskuse ja ka hallitusega.	

3.4 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistuse süsteemid

Kütmissviis	Keskküte	0	korteril
	Elekter	0	korteril
	Puit	4	korteril

Muud kommentaarid Kõik korteriomanikud leidsid, et korterites on piisavalt soe. Isegi see korter, kus sees ei elatud.

Küttesüsteem

Kõik korterid kütavad ahjudega. Ühes korteris on ahi ka ümber ehitatud ning efektiivsust parandatud.



	Energia kulu hoone kütteks, kWh			Kütmise kasutegur
Koguelekter	818	775	608	95%
Puit	57200	57200	57200	55%
Kokku	58018	57975	57808	

Soojavee süsteem

Korterites valmistatakse sooja vett elektriboileritega j apliitidega.
 Sooja vee arvestuslikku kulu on toodud välja vee kulu tabeli alt.

Arvutatud energiakulu vee soojendamiseks (arvutatud)

2009	2010	2011	
2,29	2,29	2,22	MWh/a

3.5 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid

Vesi juhitakse majja keskelt sisse ning jaotatakse keldris laiali. Korteritesse on paigaldatud veekulu mõõturid ning kõik elanikud maksavad vee eest veearvesti alusel. Veetorud on osaliselt renoveeritud, kuid niiskuse eest kaitsmata.



3.6 Ventilatsioonisüsteem

Sisekliima küsitlustest korteriomanikele selgus, et

Ventilatsioon töötab korralikult	0 korteris	Kogu küsitletutest
Ventilaator WCs/köögis	0 korteris	0%
Lõhnad teistest korteritest	1 korteris	25%
Värsket õhku piisavalt	2 korteris	50%
Hommikul toas õhk paks	2 korteris	50%

Märkused: Pooled sisekliima küsitlustele vastanutest leiab, et ventilatsioon töötab korralikult ning samuti enamus on leidnud, et värsket õhku on piisavalt. Siiski on probleemseid kortereid, kus hommikul on toas õhk paks ehk arvatavasti on CO₂ tase tubades liiga kõrge.



Õhu sissepuhe toimub maja ebatiheduste kaudu ning väljub ventilatsioonikanalite kaudu ehk loomulik ventilatsioon. Küsitlustest selgus, et mitmes korteris on probleeme liigniiskuse ja mitmetes hallitusega. Lisaks on niiskuse olemasolu põhjustatud vähese kütmise tõttu.

Teine pool ventilatsioonisüsteemis on õhu väljapääs. Värskeõhuklappide lisamisel korteri seinale või akendele tekib õhuvahetus, mis aitavad viia ventilatsioonikanalite kaudu niiskust välja ning märjad aknaääred ning tubade nurgad ei tohiks olla enam probleemiks. Hetkel on mitmete korterite elanikud kurtnud, et on tunda lõhnu teistest korteritest. See viitab sellele, et ventilatsioonikanalid pole korralikult avatud ning väljatõmme pole piisavalt tugev. Vajalik on ventilatsioonikanalite korraline läbivaatus aasta aastalt. Võib juhtuda ka, et isegi puhastamisel ei parane väljatõmme ning kui ei soovita paigaldada mehhaanilist väljatõmmet, siis tuleks paigaldada ventilatsioonišahtidesse torud, millede õhuliikumise takistus on palju väiksem vanade lõõride seinte takistusest. Torude paigaldamine šahtidesse on juba keerulisem ning vajab kindlasti ventilatsioonispetsialistide kaasabi. Ventilatsioonisüsteemide lahendused ja nende tasuvusaeg on kirjeldatud säästupakettides.

Õhuvahetus

Õhuvahetuse kordarv näitab mitu korda tunnis õhk ruumis/hoones vahetub ühe tunni jooksul.

Õhuvahetuse määramisel on kasutatud sisekliima küsitluste tulemusi, TTÜ uuringuid, katselist mõõtmist ventilatsiooni lõõridest, ventilatsiooniavade korrasoleku hindamist ning kõiki muid vihjeid. Õhuvahetuse otsene mõõtmine on väga keeruline ning hetkel leitud väärtused on peamiselt uuringutele, kogemustele ja kogutud andmetel põhinevad.

Vaialik ventileeritav õhuhulk. m³

646 (pole arvestatud siseinu)

Keldris ventileeritav õhuhulk. m³

103 (pole arvestatud siseinu)

Eluruumid	Energiasäästu pakett				
	Enne renoveerimis t	I	II	III	IV
Õhuvahetuse kordarv, 1/h	0,15	0,24	0,24	0,50	0,50
Õhuvahetuse kordarv, m3/s	0,02	0,04	0,04	0,08	0,08
Ventilatsiooni soojustagastuse efektiivsus, %		0%	0%	60%	0%
Erisoojuskadu õhuvahetusele, W/K	28,8	46,1	46,1	38,4	96,0
Soojuskadu, MWh/a	2,55	3,89	3,56	3,51	7,92
Kelder	Enne ren.	I	II	III	IV
Õhuvahetuse kordarv, 1/h	0,30	0,30	0,30	0,30	1/h
Erisoojuskadu W/K	10,31	10,31	10,31	10,31	W/K

Vabasoojus

Hoone vabasoojus on inimestele, elektriseadmetelt, päikeselt hoonesse eraldatav soojus. Vabasoojust tuleb täiendavalt arvestada, kui hoone asub väga avatud kohas päikesele, avatud maastikul või hoones on palju elanikke m² kohta.

Kogu vabasoojused

Inimesed, seadmed ja

korterelamus	Päike	valgustus	Kokku
	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
Jaanuar	0,8	3,3	4,1
Veebruar	1,7	3,1	4,8
Märts	4,4	3,3	7,7
Aprill	4,5	3,2	7,7
Mai	5,6	3,2	8,8
September	3,4	3,2	6,6
Oktoober	1,6	3,3	4,9
November	0,7	3,2	3,9
Detsember	0,3	3,3	3,6
KOKKU	23,00	20,37	43,37

4. Lisad

4.1 Tasakaalutemperatuuride leidmine

Tasakaalu temperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil. Tasakaalutemperatuur langeb peale hoone renoveerimist, millega saavutatakse lisa säästu.

Erisoojuskaod, H	Tehe	Enne renov.	I	II	III	IV
Piirdetarinditest, kW/K, Hpiire	$\Sigma U_i \cdot A_i$	0,30	0,20	0,12	0,12	0,12
Õhuvahetusest, kW/K, Hohk	$L \cdot p \cdot c$	0,03	0,05	0,05	0,04	0,10
Hoone kokku, kW/K, H	Hohk + Hpiire	0,33	0,24	0,17	0,16	0,22
Vabasoojus						
Kogu 1m2 kohta, kWh/(m2*a), qvs1		43,37	43,37	43,37	43,37	43,37
Vabasoojuse ärakasutamise osa		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Arvestuslik 1m2 kohta, kWh/(m2*a), qvs2	qkogu*util	14,31	14,31	14,31	14,31	14,31
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas, kWh/a, Qvs	qvs2*Akoeta	2844	2844	2844	2844	2844
Keskmine vabasoojuskooormus, kW, Φ_{vs}	Qvs/H	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Temperatuur						
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, °C, Δt_{vs}	Φ_{vs}/H	1,63	2,21	3,23	3,39	2,49
Hoone tasakaalu temp, °C, t_b	$t_s - \Delta t_{vs}$	15,37	14,79	13,77	13,61	14,51

t_s - Eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur

4.2 Kredexi renoveerimistoetus

Toetuse **eesmärk** on saavutada olemasolevate korterelamute parem **sisekliima** ja energiatõhusus, parandada nende energiamärgise klassi ning soodustada taastuvenergia kasutuselevõttu.

Toetus on suunatud **korteri- ja hooneühistutele ning korteriomanike ühisustele**
Projekti kogumaksumus **ei või olla väiksem kui 7350€!**

Järgnev tabel kirjeldab **minimaalselt** vajalikku investeeringut, et saada teatud suurusega toetust. Energiaaudit peab selgitama, kas investeeringute alusel saavutatakse sedavõrd suur sääst või mitte.

Toetuse suurus	15%	25%	35%
Energiasäästu suurus soojusenergialt, %	20%(alla 2000m ² hoone) või või 30%(üle 2000m ² hoone)	40%	50%
Kõikide akende avatäite U-arv, W/(m ² ·K) *, **	-	alla 1.10	alla 1.10
Energiatõhususarv, kWh(m ² *a)	alla 250, klass E	alla 200, klass D	alla 150, klass C
Sisekliima	Peab olema vastavuses standardi EVS-EN 15251:2007 nõuetega.		
Hoone küttesüsteem	-	lokaalselt reguleeritav ja mõõdetav	lokaalselt reguleeritav ja mõõdetav
Hoone tarindi U-arv, W/(m ² K) **	-	alla 0,22	alla 0,22
Hoone katuse U-arv, W/(m ² K)	-	alla 0,15	alla 0,15
Ventilatsioon	-	-	soojustagastusega ventilatsioon eluruumidesse

*või olema korterelamu kõik aknad eelnevalt vahetanud soojapidavamate akende vastu arvestades standardis EVS-EN 15251 toodud nõudeid õhuvahetusele (soojusjuhtivusele nõudeid ei esitata).

** Aknad, fassaad, muu soojustus võib jätta uute vastu vahetamata kui kohalik omavalitsus ei ole andnud luba akende vahetamiseks kultuuriväärtuse ja miljööväärtuse kaitse kaalutlustel. Sellisel juhul tuleb nõutav energiasäästu määr tagada teiste rekonstrueerimistöödega;