



Tellija: KÜ Toompuiestee 12 (80035774)
Tellija kontaktisik: Koidula Purga
Aadress: Toompuiestee 12, Tallinn
Telefon: 5287193
e-post: koidula23@hotmail.ee

TOOMPUIESTEE 12, TALLINN

ENERGIAAUDIT



5-KORRUSELINE 11-KORTERIGA ELAMU AADRESSIL TOOMPUIESTEE 12, TALLINN

Auditeerimise aeg: detsember 2012 -veebbruar 2013
Aruanne esitatud: 12.03.2013
Auditeerija: Energystar OÜ
Juriidiline aadress: Õismäe tee 122-66, 13513, Tallinn
Reg nr 11692780
Telefon: 56355467
Vastutav spetsialist: Aivar Kaljula
e-mail: aivar.kaljula@gmail.com
Telefon: 56355467

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Tallinna linna, aadressiga Toompuiestee 12 asuva 5-korruselise 11-korteriga ja äripinnaga hoone kütte, ventilatsiooni, elektri, gaasi ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks.

Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute hinnangulised tagasimaksuajad.

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

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2009 – 2011 aasta, osaliselt ka varasemate ja hilisemate aastate soojust, gaasi, elektri ja tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse kütuste- ja energiahindade prognoose.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis-majanduslikku analüüsi, energiatarbimise alandamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest. Arvutusnäidised on üle kantud arvutusprogrammist ja mõnede vahearvutuste tulemused võivad olla ümardatud ja illustreeriva tähendusega. Õige tulemus on lõpptulemus.

Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, saavutatava energeetilise säästu ning lihttasuvusaja kujul. Hinnangutes on lähtutud pigem konservatiivsusest.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist nii kütteks kui tarbevee soojendamiseks, elektritarbimist ning veetarbimist kuude kaupa. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvude alusel. Piirdetarindite U-arvud on saadud ehitusprojekti andmetest või tootja andmetest ja on korrigeeritud vastavalt reaalsele olukorrale.

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 olemasolevale 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 (erijuhtudel ka ehitusluba), mida tuleks arvestada ehitusfirmadelt tööde hinnapakkumiste küsimisel. Samuti tuleb teostada vastavad tehnosüsteemide seadistustööd.

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit hoone valdaja esindaja Koidula Purga. Korterühistu, kui lõpptarbija, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi soojusaudiitor Aivar Kaljula. Käesoleva auditi dokumendi autoriõigused kuuluvad auditi koostajale ehk autorile ja loata kopeerimine ja paljundamine pole lubatud. Välja arvatud koopiad õiguspärase nõude esitajatele.

Sisukord

Eessõna.....	2
Sisukord.....	3
1. Auditi tulemuste kokkuvõte, ülevaade pakutud säästu-pakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energia-tõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral.....	4
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid.....	7
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 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	9
2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus.....	10
2.6 Energiakulud ja energia kasutamine. Tarbevee kulud ja kasutus	11
2.8 Hoone soojusbilanss.....	12
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....	12
3.1 Hoone piirdetarindid.....	12
3.2 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus. Gaasivarustus. Küttesüsteem.....	14
3.3 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	14
4. Lisad.....	15
4.1 Energiakasutused.....	15
4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused.....	16
4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....	17
4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....	17
4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I	17
4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II.....	17
4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III	18
4.4 Illustreerivad fotod.....	18
4.5 Termograafia tulemused.....	19

1. Auditi tulemuste kokkuvõte, ülevaade pakutud säästu-pakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energia-tõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Kütteenergia keskmine kulu aastatel 2009-2011 oli mõõdetud või hinnatud 143 MWh/a. Käesoleva aruande punktis 1.1 on kirjeldatud säästumeetmete paketid, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada, tõsta hoone kui kinnisvara väärtust ning pikendada ekspluatatsiooniiga, 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 pakettide vahel tuleks teha otsustamisfaasis, toimingute läbi viimise võib jaotada pikema aja peale. Pakettide toimingud on valitud lähtudes hoonest kui tervikust ja nõuetest ning standarditest.

Esimese paketi raames lisasoojustatakse pööningupealsed ja vahetatakse katusekate vastavalt koostatavale projektile. Lisasoojustusmaterjaliks puistevill ~ 35 cm. Rajatakse vajalikud käiguteed. Lisasoojustatakse keldri laed. Soojustuskihi paksus 10 cm. Kasutada võib lagede soojustamiseks kasutatavat villplaatsoojustusüsteemi koos kinnitustarvikutega aga võib ka kasutada polüuretaanvahuga soojustamist. Samuti vahetatakse välja kõik hoone vanad aknad, sh keldri aknad. Uute, õhutihedate akende kompleksne soojusjuhtivus peab olema $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Pööningu akendele soojapidavusnõudeid ei esitata. Kõik toad varustatakse värskeõhuklappidega (köögid mitte - köökide, vannitubade ja WC-de õhuvahetus jääb siirdõhuga tubadest). Soovitatav on võtta kasutusele ruumiõhu niiskuse järgi reguleeruvad akendele paigaldatavad klapid, et mitte muuta fassaadi välimust puuritavatesse avadesse paigaldatavate klappidega. Alternatiivina on võimalik tubade akendel eemaldada avataval aknal kahest küljest õuepoolisel tihendil ca 10 cm ja siseserval ülaosas ca 20 cm tihendist. Ventilatsiooni väljatõmbepool inspekteeritakse, vajadusel korrastatakse. Tellitavad aknad on soovitatav lasta varustada klappidega juba tootja poolt. Koridori on soovitatav paigaldada õhk-õhk tüüpi soojuspump, mis hoiaks seal sisetemperatuuri kütteperioodil ca 16-18 °C. Sellele kuluv lisaenergia on arvutatud juba koos siinkirjeldatud paketiga, seepärast lisaküttekulusid see kaasa ei too. Välisosa saaks paigaldada hoovi pinnasele.

Investeering ca 31 771 eurot. Sääst küttesoojuse kasutuselt 9 MWh/a. Hoone soojusenergia (küte + soe tarbevesi) kasutus langeb 5 %. Koos varem läbi viidud töödega nagu akende vahetus vähemalt 20% Lihttasuvusaeg ca 39 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks KEK $278 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, mis vastaks klassile F.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt $229 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, klass E) Neto küttekulu köetava pinna kohta langeb $154\text{-lt kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ $145\text{-le kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Juhul kui piirduda vaid pööningu ja keldri lae soojustamisega koos keldri akende vahetusega, siis oleks sääst ca 11 MWh/a aga lihttasuvusaeg lüheneks 10 aastani, sest kiiresti vähenevad ka vajalikud investeeringumaksumused. Kuid siin tuleks arvestada, et sel juhul ei laiene võimalikud toetused tegevustele, sest sisekliima parandamise toimingud jäävad ära. Samuti tuleks ilmselt lähitulevikus võtta ette katusekatte vahetus.

Teise paketi säästuettepanekutes on eeldatud, et pööningul saab kasutusele võtta täiendavalt

lisaalamispinnana 123 m² kahes juurdeehitatavas korteris. Hoonet on käsitletud ühtse tervikuna. Uueks hoone viimase korruse välispiirdeks jääb katuslagi ja väljaehitatav seinosa koos kaasaegse soojapidavusega akendega. Eeldatakse, et uusi köetavaid pindasid kasutatakse samadel eesmärkidel ja sama kasutusprofiiliga kui ülejäänud hoonet ning need ühendatakse olemasolevatesse hoone tsentraalsetesse tehnosüsteemide võrku. Ventilatsioon jääb loomulik ventilatsioon, millele lisandub motoriseeritud eriväljatõmme. Lisanduvaid pindasid varustatakse soojusenergiaga paigaldatavatest gaasikütteboileritest. Lisanduvate pindade uue välisseina ehitamist, siseviimistlust ja avatäidete paigaldust ning tehnosüsteemide väljaehitust finantseerib lisanduvate pindade omanik ning seepärast käesolevas auditis nende maksumusi tasuvusaegade arvestuses ei ole kajastatud. (va katus). Muus osas viiakse läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 1. Kuid erandina on siin välja toodud, et majja ehitatakse lift. Hetkel puuduvad täpsemalt konstruktsiooniliste võimaluste andmed kuid koht selleks hoone plaanidel on olemas.

Investeering kokku ca 65 201 eurot kuid siin on arvestatud, et KÜ-l õnnestub müüa väljaehitatavad pinnad ca 250 eur/m². Säästud energiakasutuselt on marginaalsed ja seepärast on ka lihttasuvusaeg pikem kui hoone eeldatav eluiga. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks KEK 246 kWh/(m²a), mis vastaks klassile F.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 212 kWh/(m²a), klass E) Neto küttekulu köetava pinna kohta langeb 154-lt kWh/(m²a) 133-le kWh/(m²a).

Investeeringute tasuvusaeg langeb kiiresti kui lifti siiski ei ehitata. Sel juhul saaks renoveerimistööd läbi viia isegi ilmselt ilma pangalaenu.

Kolmanda paketi raames viiakse läbi samad toimingud samadel tingimustel, mis on kirjeldatud paketi 1 kuid värskeõhuklappe ei paigaldata. Nende asemel võetakse kasutusele korteripõhised soojustagastusega ventilatsiooniseadmed kogu hoones. Tagatakse võimalikult õhutihe hoonekarp. Õhuhaare on soovitatav korraldada hoovipoolsest seinalt. Seadmete asukoht koridoride laelalused, väljavise katusele läbi trepikoja. Ilmtingimata tuleks sellele tegevusele koostada vastav ventilatsiooniprojekt.

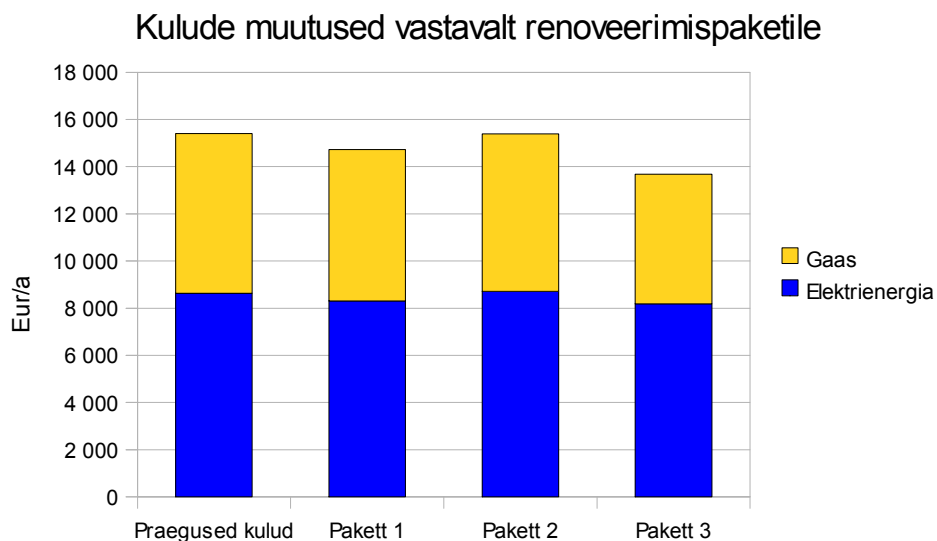
Investeering ca 60 876 eurot. Sääst kokku ca 26 MWh/a. Hoone energiakasutus langeb 14 %. Lihttasuvusaeg 29 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 15 % toetusega 25 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks KEK 247 kWh/(m²a), mis vastaks klassile F.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 210 kWh/(m²a), klass E) Küttekulu köetava pinna kohta langeb 154-lt kWh/(m²a) 124-le kWh/(m²a).

Nagu näha, ei ole võimalik pakutud töödega siiski suuremaid sääste saada. Juhul kui oleks võimalik soojustada hoone seinad, oleks olukord parem. Näiteks kolmanda paketi korral koos seinte soojustamisega oleks energiasääst juba ca 47%. (ca 89 MWh/a). Paraku asub hoone miljööväärtuslikul alal ning samuti on seinad hiljuti renoveeritud.

Samuti on hoonel edasiste energiakulude langetamine näiteks taastuvenergeetikaseadmete kasutusele võtuga raskendatud. Põhiliselt selle pärast, et puuduvad tsentraalsed energiasüsteemid, kuhu kogutud soojus edestada. See võiks kõne alla tulla kui hoones minnakse üle tsentraalsele sooja tarbeveesüsteemile ja küttesüsteemile näiteks kaugküttelt. Paraku vajab see ka suhteliselt suuri alginvesteeringuid ja olemasolevate süsteemide asendamist. Lisandub probleem, et kaugkütte maksumus on hetkel suurem kui gaasist saadava soojuse maksumus.

Renoveerimis- pakett	Investeering KÜ toetustega	Lihtta- suvusaeg toetusega	Energia kogu- kulud	Sääst kokku	Küttekulud kõetavale pinnale	KEK (kuni 2013.01.09)	KEK (alates 2013.01.09)	Kuumak- se m ² -le
	eur	a	MWh/a	%	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	eur/kuu
hetkel			189		154	240	278	1,54
1	27 005	33	180	5	145	229	266	1,66
2	24 771	1415	188	1	133	212	246	1,71
3	51 745	29	163	14	124	210	247	2,04

*- Kuumakse on näitlik, arvestatud kõikidele pakettidele ühesugustel alustel aasta keskmisena kahekümneaastasel makseperioodil kõetavale olemasolevale eluruumide pinnale.



Pakutud renoveerimispakettide korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks standardile EVS-EN 15251:2007 kuid hoone energiatõhusus ei vastaks ühelgi juhul Vabariigi Valitsuse 30. augusti 2012. a määruse nr 68 "Energiaatõhususe miinimumnõuded" nõuetele, mis sätestab oluliselt rekonstrueeritavatele korterelamutele piiriks energiatõhususarvu ET 180 kWh/m²a. (uutel 150 kWh/m²a).

Vastavalt Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi 17.08.2010 määrmuses „Rohelise investeerimisskeemi „Korterelamute rekonstrueerimise toetus“ kasutamise tingimused ja kord“ vastavad paketid 15% toetuse taotlemise nõuetele.

Siinses auditi peatükis on esitatud kaalutud energiaerikasutused KEK antud konkreetsele hoonele ja see võib veidi erineda projekteeija poolt oluliselt rekonstrueeritavatele või ehitatavatele hoonetele väljastatavast energiatõhususarvust ET.

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
Sokkel ja Keldri lagi	Soojustamine 10 cm, keldri akende vahetus	8 413				30
Avatäited	Kõikide vanade elupindade akende vahetus.	1 202				30
Katus/pööning	Vahetus, pööningu-põranda soojustamine	18 625				30
Küttesüsteem	Õhk-õhk pump koridori	1 000				10
Ventilatsiooni süsteem	Fresh klapiid tubadele	2 531				20
Kokku		31 771	15*	819	39	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Sokkel ja Keldri lagi	Soojustamine 10 cm, keldri akende vahetus	8 413				30
Avatäited	Kõikide vanade elupindade akende vahetus.	1 202				30
Katus/pööning	Vahetus, katuslae soojustamine	22 056				30
Küttesüsteem	Õhk-õhk pump koridori	1 000				10
Muu	Lift	30 000				30
Ventilatsiooni süsteem	Fresh klapiid tubadele	2 531				20
Kokku		65 201	1*	15	-	

Säästumeetmete pakett III						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Sokkel ja Keldri lagi	Soojustamine 10 cm, keldri akende vahetus	8 413				30

Avatäited	Kõikide vanade elu- pindade akende vahetus.	1 202				30
Katus/ pööning	Vahetus, pööningu- põranda soojustamine	18 625				30
Küttesüsteem	Õhk-õhk pump koridori	1 000				10
Ventilatsioo- ni süsteem	Korteripõhiste seadmete paigaldus	31 636				20
Kokku		61 876	26*	2 073	29	

*- Kogupaketina. Arvestatud meetme rakendamise uute tasakaalutemperatuuridega ja kogu hoone tarinditega ning tehnosüsteemidega. Arvestatud on 20% energiahindade tõusuga.

2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Hoone asub Tallinna kesklinnas

2.2 Hoone üldandmed

Aadress	Harjumaa, Tallinn, Toompuiestee 12
EHR kood	101010668
Katastritunnus	78401:101:2930
Omandi liik	korteriomand
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu

Esmane kasutus	1928
Korruste arv	5
Trepikodade arv	1
Ehitusalune pind (m ²)	344
Suletud netopind (m ²)	1126,7
Elamispind kokku (m ²)	603,4
Korteriite arv	11
Tubade arv	36
Eluruumide pind (m ²)	834,5
Kõetav pind kokku (m ²)	938
Kõetavate ruumide maht m ³	2628
Elanike arv	~ 21
Kelder	Jah

Koridorid on loetud kõetavaks pinnaks

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
...-2012	Korteriite akende vahetus, auditeerimise ajaks ca 90 %
	Välisseinte renoveerimine lisasoojustuseta
	Erinevad väiksemad lisasoojustustööd seestpoolt korterites

Hoone üldine olukord on rahuldav.

2.4 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

Mõõtesead	Tüüp	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri ja niiskuse loggerid	HOBO U12-011	RH ±2,5%; temp ±0,35°C	5 95% RH -20 +70°C
Termokaamera	Flir ThremaCAM SD, S/N 278017074	+/- 0,1 °C	-25 kuni +100 °C

CO ₂ - Monitor, analooglogger	Telaire 7001	+/- 50 ppm,	0 kuni 10000 ppm displei
--	--------------	-------------	--------------------------

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggereid kasutati erinevates korterites temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti registreerimiseks. Ühes korteris teostati ka põhjalikum süsihappegaasi kontsenratsioonide mõõtmine. Periood 5 nädalat. Tulemused on esitatud graafikutes Lisas 4.2. Kommentaarid ptk 3.4. Välistemperatuurid jäid vahemikku -16 kuni +8 °C.

Termograafia eesmärk oli kontrollida hoone välispiirete üldist olukorda ja täpsustada auditi lähteandmeid. Olukord vastas üldiselt ootustele. Suuri anomaaliaid ei leitud. Vaata ka ptk 4.5.

kuupäev	krt		Temp, °C	RH, %	DewPt, °C
21.11.	6	keskmine	19,6	38,7	5,1
27.11.	4	min	15,6	19,3	-6,9
17.12.	5	max	22,3	57,6	11,0
19.12.	6				
22.12.	9				
27.12.	6				
28.12.	5				

	Temp, °C	RH, %	CO2-1, ppm	Temp, °C õues	DewPt, °C	CO2-2,ppm
keskm	20,3	42,1	745	-0,6	7,4	696

2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Põhiline kütteviis	Gaasi või elektri kohtküte korterite kaupa
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik	Tsentraalne võrk
Sooja tarbevee valmistamine	Põhiliselt gaasiboilerid elamispindadel
Toidu valmistamine	Elekter või gaas
Muud kütte- ventilatsiooniseadmed	Puitküttepaigaldised osades korterites (ei arvestata bilansis)
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste või ventilatsiooniklappide, väljapääs ventilatsioonilõõridest või küttekollete lõõridest
Elektrienergia tarnija	AS Eesti Energia
Gaasi tarnija	AS Eesti Gaas tsentraalgaas

2.6 Energiakulud ja energia kasutamine. Tarbevee kulud ja kasutus

Tarbimised	2009	2010	2011	Ühik
Gaas kütteks	85	120	100	MWh/a
Elektriküte	37	64	22	MWh/a
Soojustarbimine kütteks kokku	122	185	122	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	3824	4438	3631	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril		4040		°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve	129	168	136	MWh/a
Kütte eritarbimine köetava pinna kohta	138	179	144	kWh/(m ² a)
Elektrienergia tarbimine kokku	65,3	92,5	50,4	MWh/a
Elektri eritarbimine köetava pinna kohta	69,6	98,6	53,7	kWh/(m ² a)
Elektri kasutus üldotstarbel	4,8	5,9	4,8	MWh/a
Elektri erikasutus muuks tarbeks*		30,0		kWh/(m ² a)
Elektrienergia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal		120		eur/MWh
Tarbevesi*		626		m ³ /a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta*		0,8		m ³ /(m ²)
Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas*		17		kWh/(m ² a)
Gaasi tarbimine kokku	10926	14712	12464	m ³ /a
Gaasi tarbimine kokku	101,6	136,8	115,9	MWh/a
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	108,3	145,8	123,5	kWh/(m ² a)

Kraadpäevadega korrigeeritud soojusenergia kulu kütteks on vaadeldud perioodil olnud muutlik. (vt lisa 4.1 graafik). Tõenäoliselt on see põhjustatud töödest soojavarustuse muutmisel korterites. Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta keskmiselt on sarnased teiste sama tüüpi ja samasuguses ehituslikus seisus korterelamutega. Soojusenergia kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena auditi esimeses peatükis.

Elektrienergiat kasutati põhiliselt toidu valmistamiseks, valgustuseks ja seadmete käitamiseks ning osaliselt kütteks. Kulud erinevad aastate lõikes oluliselt kui viimastel aastatel on see olnud selgelt väiksem kui vaadeldud 2008-2010 aastate vahemikus. Siiski on erikulud ka praegu suuremad kui teistel analoogilistel hoonetel. See on ka põhipõhjus, miks kaalutud erikasutused jäävad kõrgemaks sellistel hoonetel tavaliselt. Ka peale renoveerimisi. Elektrienergia kasutus, millest on eemaldatud suvekasutus ja kasutus küttele, on arvestatud hoone energiabilansis utiliseeritavate vabasoojuste hulka. Elektrikulude võimalik kokkuhoidmine on käsitletud käesoleva energiaauditi aruande esimeses peatükis.

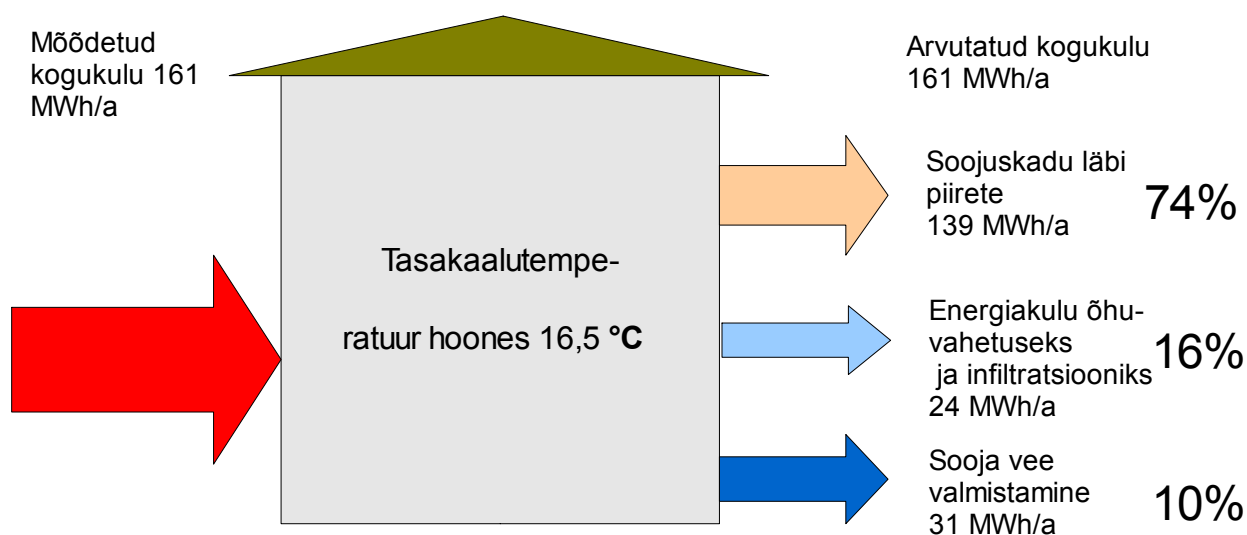
Tarbevee tarbimised on hinnangulised. Hinnatud on 2011 ja 2012 aasta järgi, mis olid tarbelt teineteisele väga sarnased. Eeldatakse, et kogu soe tarbevesi tehakse gaasiga, see eest kogu toiduvalmistamine toimub elektriga, sest täpsemalt osakaalude määratlemine oli raskendatud. Tuleks jälgida, et sooja tarbevee seadtemperatuur oleks 55 °C. Sellest madalamatel temperatuuridel tekib oht Legionella bakterite vohamiseks, kõrgemad aga loovad eeldused katlakivi tekkeks. Sooja tarbevee valmistamiseks kulunud soojusenergiat ei arvestata hoone soojusbilansi arvutustes küttele, sest eeldatakse, et kogu tarbevee kasutamine ja valmistamine ei mõjuta hoone vabasoojust.

Muud soovitusel elektrit, tarbevee ja tarbevee soojendamiseks kuluva energia kokkuhoiul on üldised - kasutada tuleks säästlikke seadmeid ja jälgida nende korrasolekut.

2.8 Hoone soojusbilanss

Piire	Soojuskadu piirdetarindites	Sooja vee valmistamine koos kadudega	Energia kulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Mõõdetud kulu	Arvutatud kulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Välisseinad	67				
1 k põrandad	12				
Katuslagi	11				
Avatäited	29				
Kokku:	119	16	26	161	161

Mõõdetud 2009-2011 aasta soojatarbe kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega.



Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on kasutatud antud hoonele 0,3.

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

3.1 Hoone piirdetarindid

Summeeritud andmed hoone piirdetarindite kohta esitatakse järgnevas tabelis:

Piidetariind	Materjal/tüüp	Olukord	Pindala m ²	Enne renoveerimist (tB=16,5 °C) Sisetemperatuur 20°C			Säästumeetmete pakett I (tB=16,7) Sisetemperatuur 20,5°C			Säästumeetmete pakett II (tB=16,4) Sisetemperatuur 20,5°C		
				Hinnanguline U väärtus W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod MW/h/a	Parendus meetmed	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod peale meetme rakendamist MW/h/a	Energiasääst MW/h/a	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod peale meetme rakendamist MW/h/a	Energiasääst MW/h/a
1 ja 5k katuslaed	r/b laekonstruktsioonid +soojustus	N/A	118	0,20	2	Muutub vahelaeks	ei renoveerita	2	0	ei renoveerita	2	0
Välisseinad	Tellismüüritis	Lisasoojus- tarata	861	0,80	67	-	ei renoveerita	68	-1	ei renoveerita	66	1
Koridori aknad	2+1 süsteemis	Rahuldavas korras	14	1,30	2	-	ei renoveerita	2	0	ei renoveerita	2	0
1 korruse põrand	r/b laepaneel + eri põrandakonstruktsioonid	Erinevas korras	224	0,50	11	Soojustatakse keldri laed, haheatakse keldri aknad	0,25	6	5	0,25	5	5
Kangialuse lagi	N/A	Ehitusaegne	50	0,30	1	-	ei renoveerita	1	0	ei renoveerita	1	0
Uued aknad	Põhiliselt 2x selektiivklaaspakett	Heas korras	149	1,50	22	-	ei renoveerita	22	0	ei renoveerita	21	0
Vanad aknad	Ehitusaegsed, 2x, puitraamiga	Keskmis- korras	17	2,80	4	Asendamine uutega	1,10	2	3	1,10	2	3
5 korruse ehitatavad tarindid	Kergstruktsioonid		192	0,00	0	Soojustus ca 30 cm	ei renoveerita	0	0	0,15	3	-3
5 korruse paigaldatavad aknad	3x pakett		18	0,00	0	Paigaldatavad	ei renoveerita	0	0	1,10	2	-2
Pööning	N/A	Ehitusaegne	153	0,60	9	Puistevill 35 cm/ muutub põhiliselt vahelaeks	0,11	2	7	0,00	0	9
Välisüksed	Puit	Rahuldavas korras	8	0,70	1	-	ei renoveerita	1	0	ei renoveerita	1	0
Kokku					119			105	14		106	13

3.2 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus. Gaasivarustus. Küttesüsteem.

Külm tarbevesi saadakse tsentraalsest veevõrgust. Soe tarbevesi valmistatakse põhiliselt gaasiboileritega elamispindadel. Olmekanalisatsioon juhitakse tsentraalsesse kanalisatsiooni-võrku.

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ja AS Eesti gaas maagaasivõrguga. Hoone tehnosüsteeme on kaasajastatud aegade jooksul kuid seda tegevust tuleks jätkata. Tuleks jälgida, et elektrienergia ja gaasi hoonesisene jaotamine ja kasutamine oleks ohutu. Vanad seadmed tuleks üle kontrollida või vahetada välja.

Küttesüsteem baseerub gaasikeskkütel läbi põranda ja radiaatorkütte ja elektrikohtkütetel korterites.

3.3 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub akende ebatiheduste kaudu ja tuulutuse kasutamisega. Mõningatel juhtudel toimivad ka ehitusaegsed õhuvõtuavad. Uute 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. Käitumisharjumise osas oleks soovitus elanikel arvestada ruumide tuulutamisel asjaoluga, et õhuvahetuse intensiivsus sõltub suurel määral sise ja välistemperatuuri vahe suurusest. See tähendab, et mida külmem on ilm, seda vähem peab tuulutama. Samuti sõltub loomuliku ventilatsiooni intensiivsus kõrguste vahest. See tähendab, et viimase korruse korterites oleks normaalse õhuvahetuse tagamiseks soovituslik kasutada väljatõmbeventilaatoreid.

Sisekliima kontrollmõõdistamised näitasid, et üldine õhuvahetuse tase oli keskmisena rahuldav, isegi pigem hea. Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. Mõõdistamisperioodil jäi keskmiseks RH tasemeks ca 39-42%. Keskmise CO₂ sisaldus 696 ppm (välisõhu tase ca 400 ppm, standardi EVS-EN 15251:2007 järgi II sisekliimaklassil on lubatud kuni 900 ppm, esimene 600 ppm). Kuna tavaolukorras on suhteline õhuniiskus ja süsihappegaasi kontsentratsioonide muutused teineteisega seotud, siis võib lugeda ka, et teistel mõõdistatud elamispindadel on olukord sarnane. Erandiks krt 4 elutuba 2. Maksimaalseks kastepunkti temperatuuriks registreeriti 11 kraadi. Vaatamata lisasoojustamata välispiiretele sellistel tingimustel on hallituse tekke risk siiski suhteliselt väike. Probleeme võib esineda siis kui vahetatud akende korral viimastel korrustel ei kasutata väljatõmbeventilaatoreid või suurema niiskuselise korral näiteks pesu kuivatamisest või toidu valmistamisest. Või mööbli paigutamisest välisseinte lähedusse. Hallituse tekke oht väheneb kui isoleerida soojuslikult välispiirded ja/või parandada ventilatsiooni toimimist. Kahjuks seinte lisasoojustamist, vähemalt väljastpoolt, ette võtta ilmselt ei õnnestu, seepärast tuleks keskenduda ventilatsioonisüsteemi parendamisele. Sellest lähtuvalt on ka käesoleva aruande ptk - 1 soovitusel. Keskmiseks arvutuslikuks (kaalutud keskmiseks) sisetemperatuuriks on kasutatud 20,0 °C. Ka loggeritega mõõdistatult ei erinenud see pakutud väärtusest eriti. See võiks olla veidi suurem. Antud hoone keskmise puhul iga kraad,

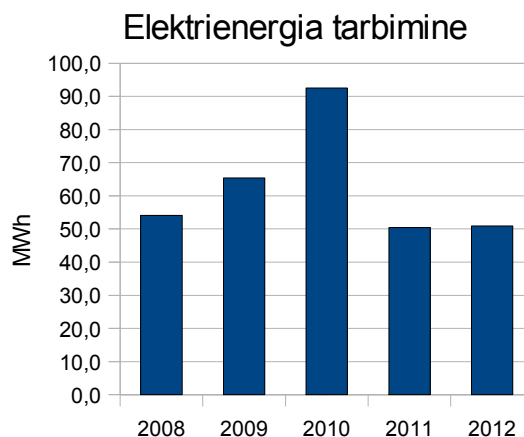
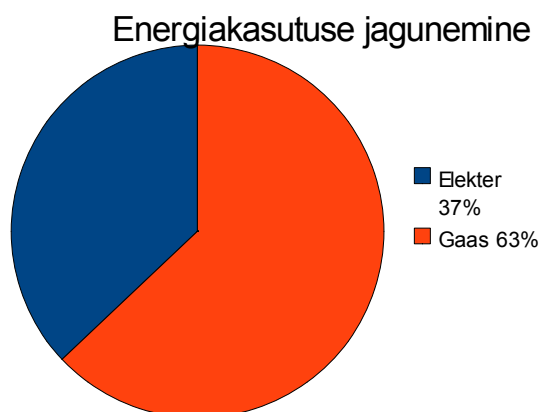
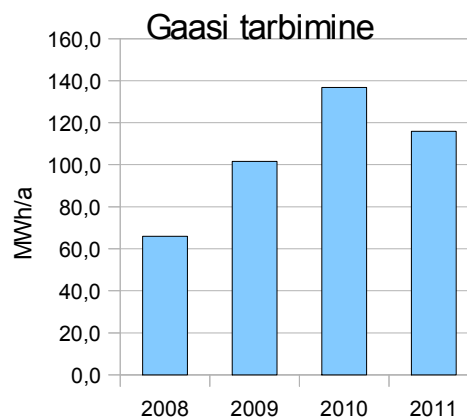
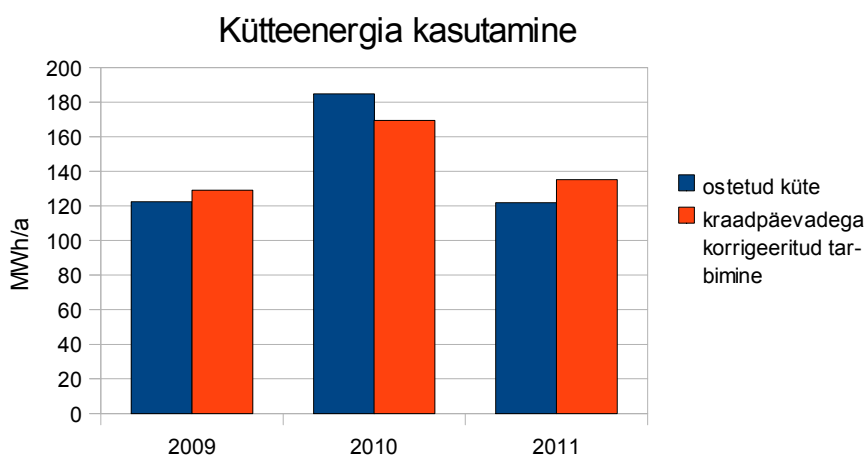
mis sellest kas on suurem või väiksem vastavalt suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 12 MWh/a. Eeldatakse, et peale renoveerimisi tegelik kaalutud keskmine sisetemperatuur tõuseb 0,5 kraadi.

Säästumeetmete pakettides on soovitatud võtta kasutusele meetmed ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. Esimeses ja teises paketis on soovitatud kasutada värskendusklappe. Kuigi ventilatsiooniõhu soojendamiseks kuluv energia oluliselt ei suurene, ei ole see kuigi hea lahendus, sest on raske tagada soojuslikku mugavust nende klappide läheduses, lisaks sõltub õhuvahetuse intensiivsus välistemperatuuridest. Antud hoonel on veel ka probleem, et aegade jooksul on ventilatsioonisüsteeme iseseisvalt muudetud ja seetõttu ei liigu värsk õhk just kõige paremini seal kus vajalik. Nendest probleemidest on vaba lahendus, mis on pakutud kolmandas säästumeetmete paketis – korteripõhised soojustagastusega süsteemid. Käesoleva auditiga esitatud arvutustes on eeldatud järgnevat – jäävad eriväljatõmbed köögikubudest, agregaadid on varustatud plaatsoojusvahetitega, soojendus elektrilt, süsteemi SFP 2,5 kohalolekuprofiil 0,6, II sisekliimaklass, väga madala saasteainete eraldumisega hoone. Jahutust ei integreerita.

Muude soojustagastusega ventilatsioonisüsteemide kasutusele võtmine on üldiselt problemaatiline eri põhjustel. (inverterklapid, väljatõmbeõhu soojuspump, viidatud eelpool)

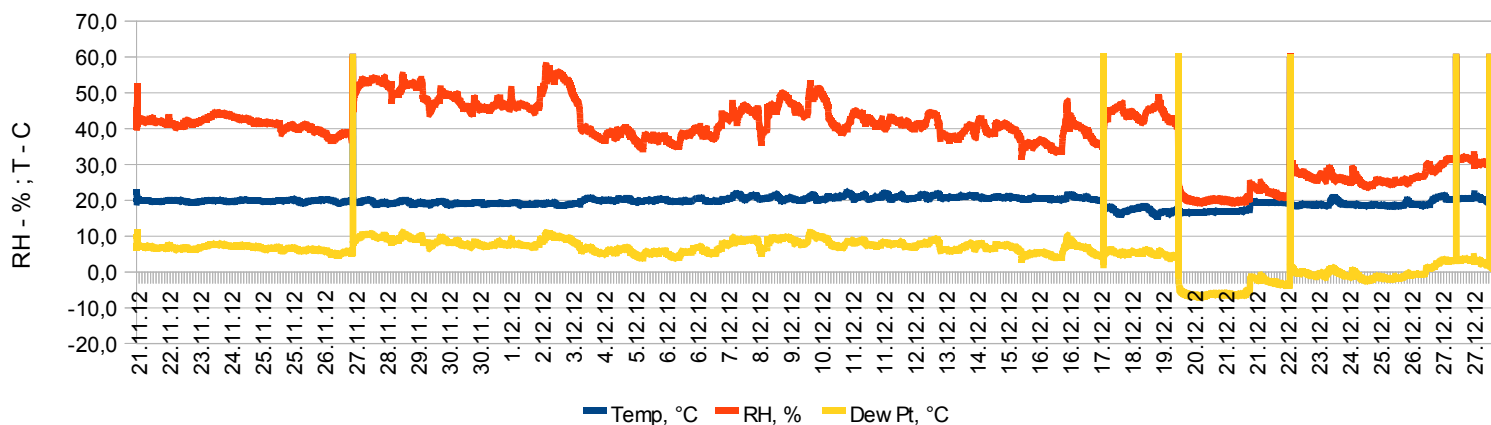
4. Lisad

4.1 Energiakasutused

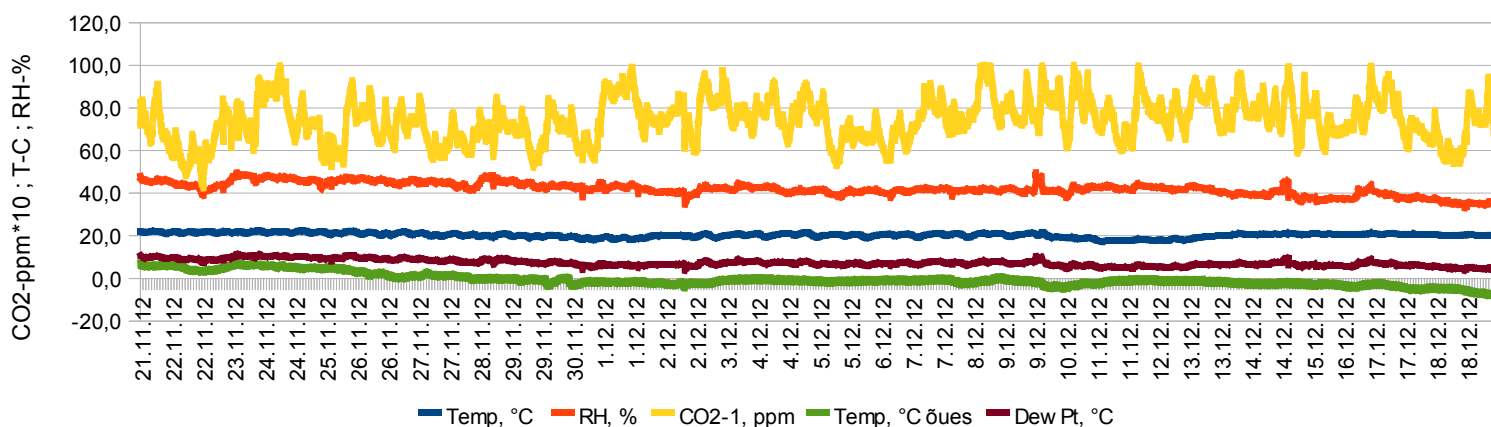


4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused

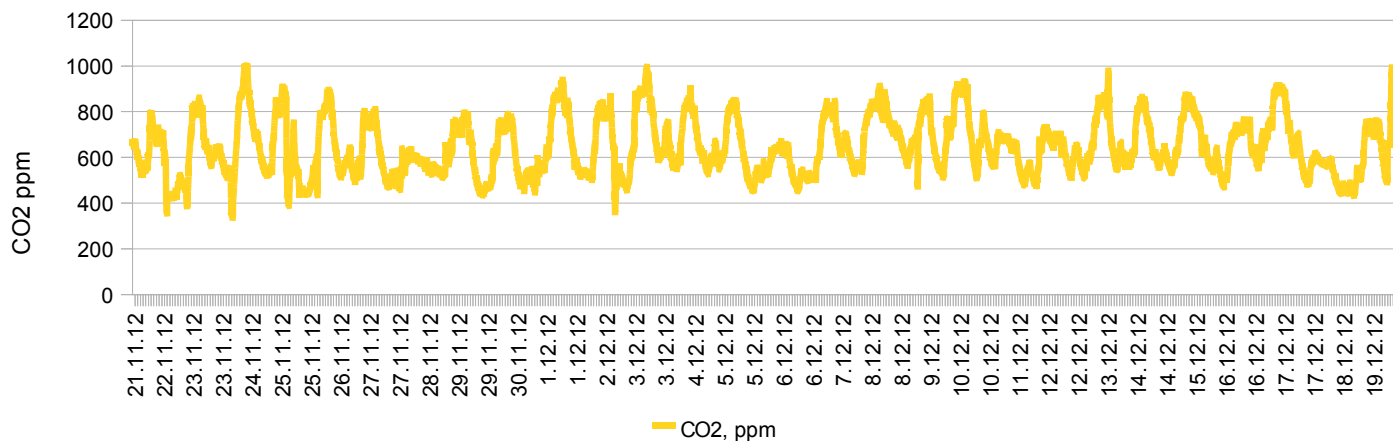
Sisekliima mõõtmistulemused



Sisekliima mõõdistus krt 1 k



CO2 mõõdistus krt 1



4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine

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

4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist ($t_s=20,0$):

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

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,23$ kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:

$L * \rho * c = 0,22$ [m³/s] * $1,2 * 1,005 = 0,26$ kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on kasutatud 0,3 1/h

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,49$ kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 60 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi korral valitud 0,7

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 53 * 0,7 = 37,1$ kWh/(m² a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} * A_{kõetav\ pind} = 37,1 * 938 = 34636$ kWh/a.

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 34636 / 6552 = 5,29$ kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 5,29 / 1,49 = 3,5$ °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,0 - 3,5 = 16,5$ °C.

4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist ($t_s=20,5$):

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,07$ kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$L * \rho * c = 0,26$ [m³/s] * $1,2 * 1,005 = 0,31$ kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks valitud 0,35 1/h (fresh klappid, loomulik ventilatsioon)

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,37$ kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 53 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi korral valitud 0,7

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 53 * 0,7 = 37,1$ kWh/(m² a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} * A_{kõetav\ pind} = 37,1 * 938 = 34636$ kWh/a.

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 34636 / 6552 = 5,29$ kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 5,29 / 1,37 = 3,8$ °C

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs\ uus} = 20,5 - 3,8 = 16,7$ °C.

4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist ($t_s=20,5$):

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,10$ kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist :

$L * \rho * c = 0,29$ [m³/s] * $1,2 * 1,005 = 0,34$ kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks valitud 0,35 1/h (fresh klappid, loomulik ventilatsioon)

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,44$ kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 53 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi korral valitud 0,7

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta ei muutu: $q_{vs} = 53 * 0,7 = 37,1$ kWh/(m² a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} * A_{kõetav\ pind\ uus} = 37,1 * 1061 = 39161\text{ kWh/a.}$

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 39161 / 6552 = 5,98\text{ kW.}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 5,98 / 1,44 = 4,1\text{ °C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs\ uus\ II} = 20,5 - 4,1 = 16,4\text{ °C}$

4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist ($t_s=20,5$):

$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,07\text{ kW/ °C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$L * \rho * c = 0,11\text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 0,13\text{ kW/ °C.}$

Õhuvahetuse kordarvuks küttekehadega õhu soojendamisel on valitud 0,15 1/h

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,20\text{ kW/ °C.}$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 53 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi korral valitud 0,7

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 53 * 0,7 = 37,1\text{ kWh/(m}^2\text{ a).}$

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} * A_{kõetav\ pind} = 37,1 * 938 = 34636\text{ kWh/a.}$

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 34636 / 6552 = 5,29\text{ kW.}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 5,29 / 1,20 = 4,4\text{ °C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs\ uusIII} = 20,5 - 4,4 = 16,1\text{ °C.}$

4.4 Illustreerivad fotod



Tüüpiline küttekeha. Asukoht. Termostaat.



Katusetarindid



Vee sisend

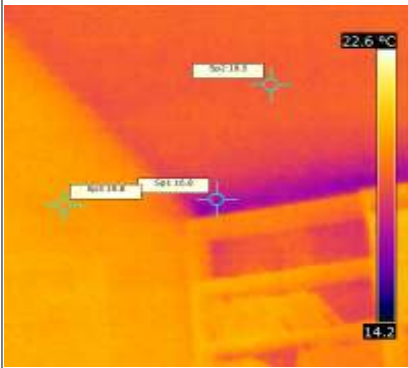


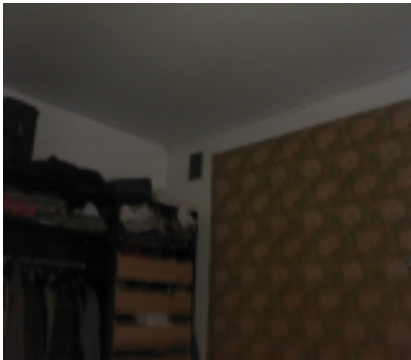
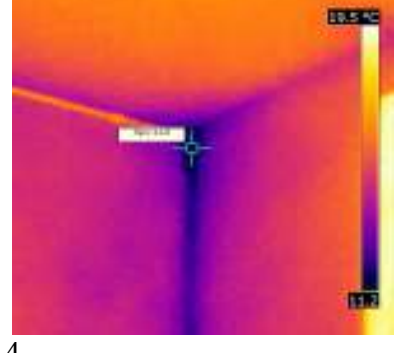
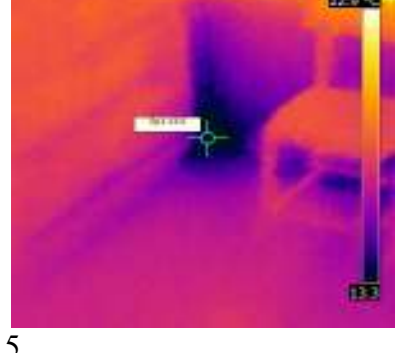
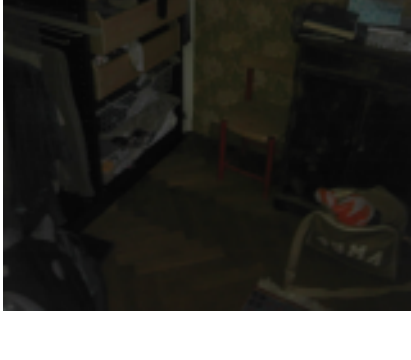
Küttekehad koridoris. Välja lülitatud.

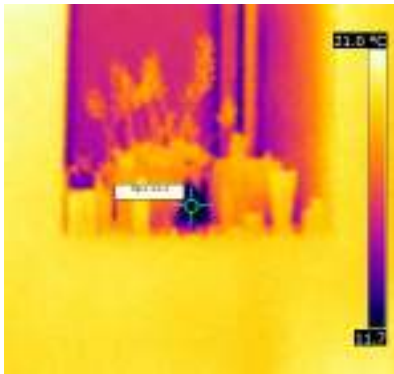
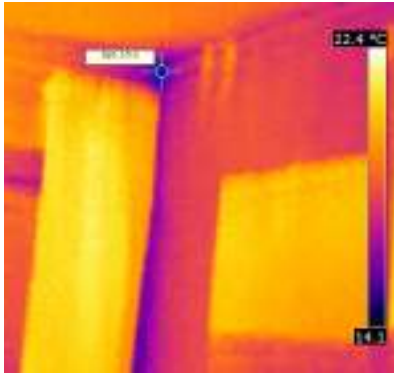
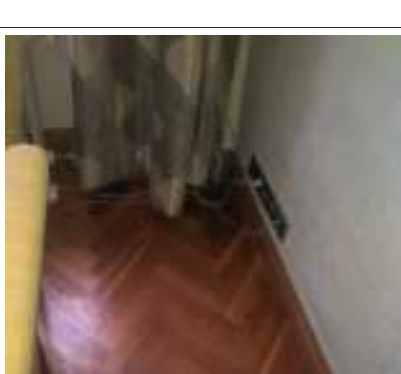
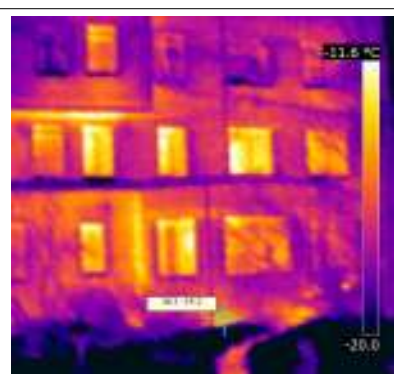
	
Keller. aknad	Elektripaigaldise olukord
	
Gaasipaigaldis	Olukord pööningul

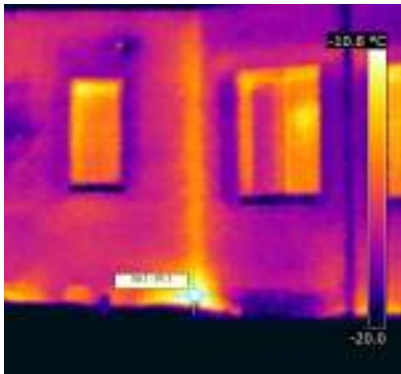
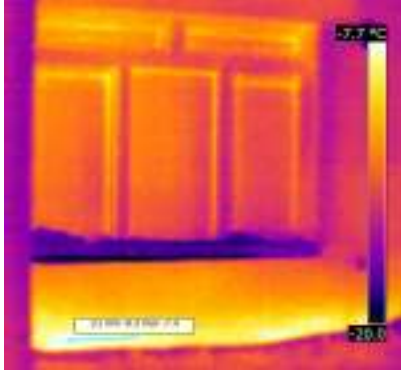
4.5 Termograafia tulemused

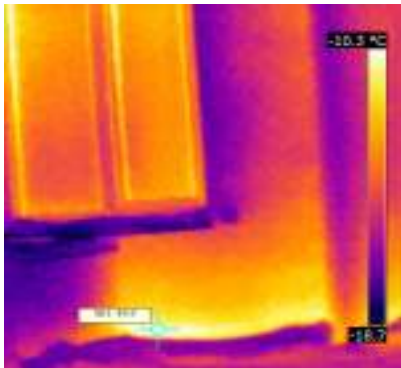
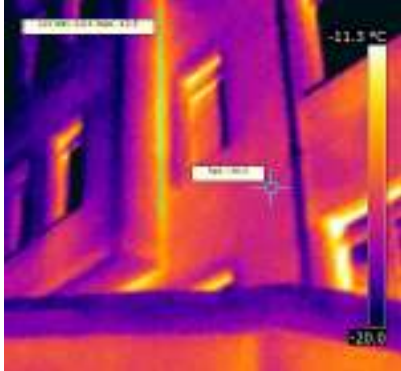
Kuupäev	28.12.12; 19.12.12
Välistemperatuur	-1 ; -16 ; °C
Keskmine sisetemperatuur	19-21 °C
Ilmaolud	Pilves, tuulevaikne, RH 78-79%
Kaamera emissioonitegur	0,96

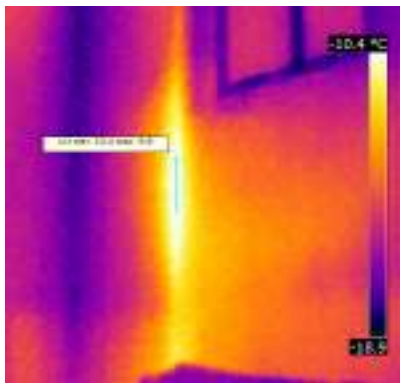
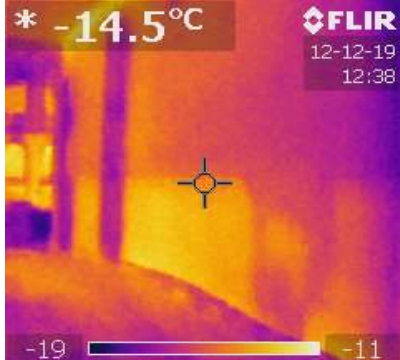
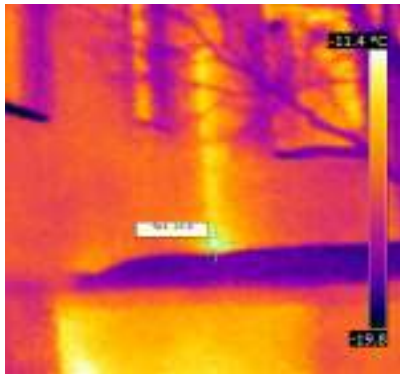
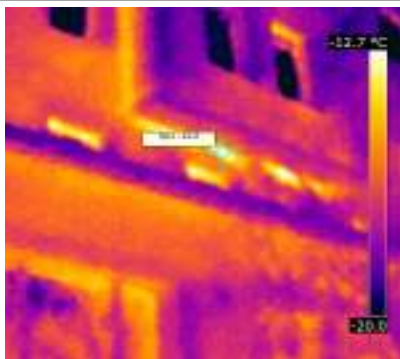
Infrapunakujutis	Foto	Kommentaar
 1		Lagi 18,5, sein koridoriga 16,8 ja sisesein 19,8 kraadi

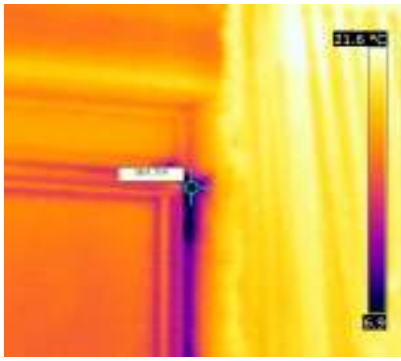
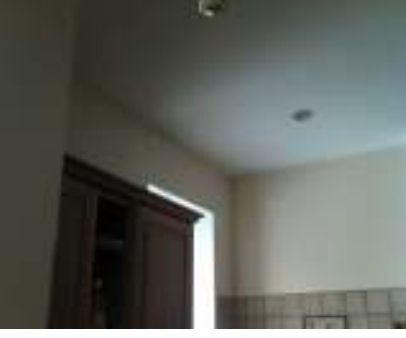
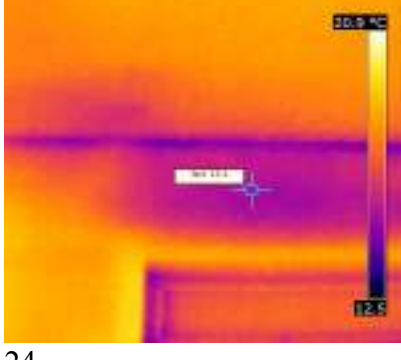
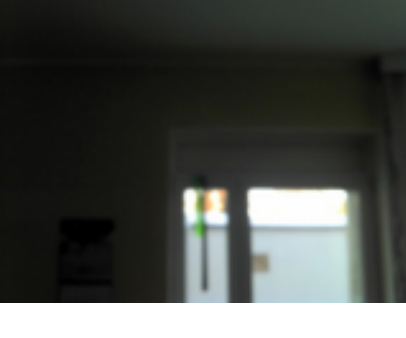
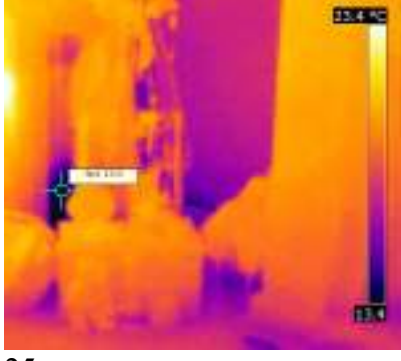
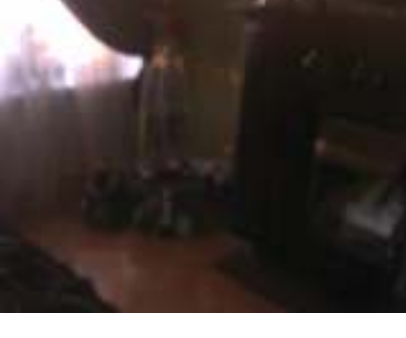
 2		Välisseina servas 15,2 kraadi
 3		Punkt servas 14 kraadi
 4		Punkt nurgas 14 kraadi
 5		Punkt nurgas 13 kraadi

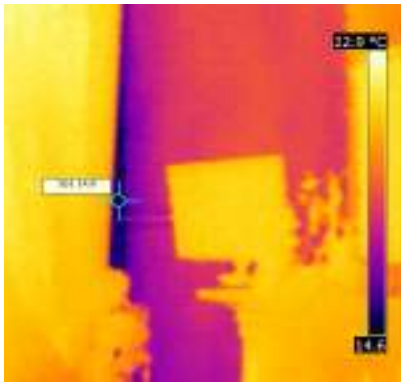
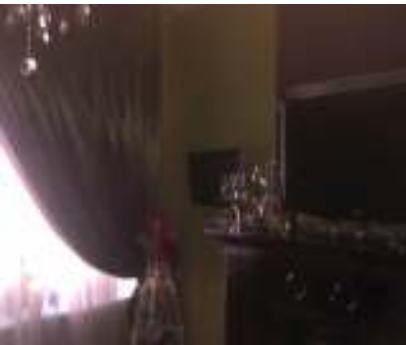
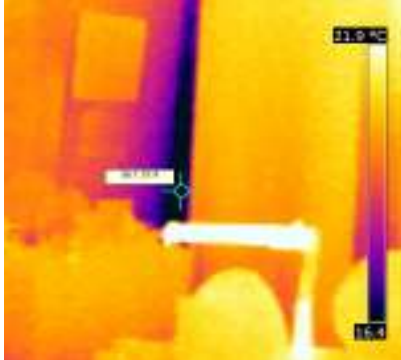
 6		
 7		
 8		Torustik seinas. Pistikupesad isoleeritud hästi.
 9		Ebaühtlane soojapidavus.

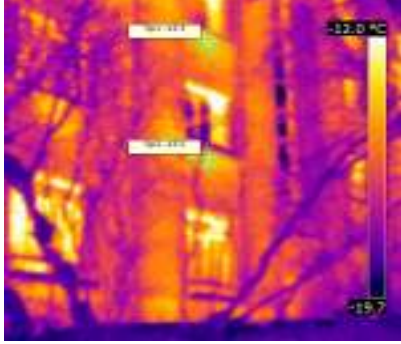
 10		
 11		Temperatuuride vahe fotol maksimaalne 9 kraadi.
 12		Sokliosas suured soojakaod
 13		Ukse ja akna soojapidavus iseegi parem kui sokli alaosas.

		
14		
		
15		
		Siin peaks olema tsentraalse soojustrassi liitepunkti koht...
16		
		... mis teiselt poolt vaadates veelgi kõrgemal temperatuuril ja suuremal pinnal.
17		

 18		
 19		
 20		
 21		

 22		
 23		Siin on mingid lisakaod. Võib tuleneda infiltratsiooniõhust.
 24		
 25		

 26		
 27		
 28		Koridori sisetemperatuurid võiksid olla kõrgemad
 29		Temperatuur keldri laes ca 10 kraadi

 30		
 31		
 32		Akende all küttekehade kohal samuti kõrgemad temperatuurid.