



Tellija: Korterühistu Puhangu 4a (80086004)
Tellija kontaktisik: Urmas Murre
Aadress: Puhangu 4a, Tallinn, 10311
Telefon: 5034893
e-post: info@majaabi.ee

PUHANGU 4A ENERGIAAUDIT



5-KORRUSELINE 120-KORTERIGA ELAMU AADRESSIL TALLINN, PUHANGU 4A

Auditeerimise aeg: detsember 2010
Aruanne esitatud: 31.12.2010
Auditeerija: Energystar OÜ
Tegevuskoht: Laki 26, Tallinn
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, Põhja Tallinna linnaosa, aadressiga Puhangu 4a asuva 5-korruselise 120-korteriga hoone kütte, ventilatsiooni, elektri 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 2007 – 2009 aasta, osaliselt ka 2006 aasta soojuse, 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 Urmas Murre. Korterühistu, kui lõpptarbijat, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi 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 ja ülevaade säästupakettidest.....	4
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid.....	5
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.....	7
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine.....	7
2.2 Hoone üldandmed.....	7
2.4 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.....	8
2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus.....	8
2.6 Soojusenergia kulu.....	9
2.7 Elektrienergia kulu ja kasutamine.....	9
2.8 Vee kulu ja kasutamine.....	10
2.9 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	10
2.10 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
3.2.3 Ilmaennustusele põhineva kütte reguleerimise süsteemi kasutamine.....	15
3.2.4 Ventilatsioonist väljuva soojuse kasutamine kütteks ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks soojuspumba abil.....	15
3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus.....	17
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	17
4. Lisad.....	18
4.1 Soojuse ja elektrienergia tarbimine ning tarbevee kasutamine.....	18
4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused.....	19
4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....	19
4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....	19
4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I	19
4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II.....	20
4.4 Termograafia tulemused.....	20
4.5 Muud illustreerivad fotod.....	23
4.6 Lühikokkuvõte auditist ja hoone vastavus energiatõhususnõuetele.....	24

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästupakettidest

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

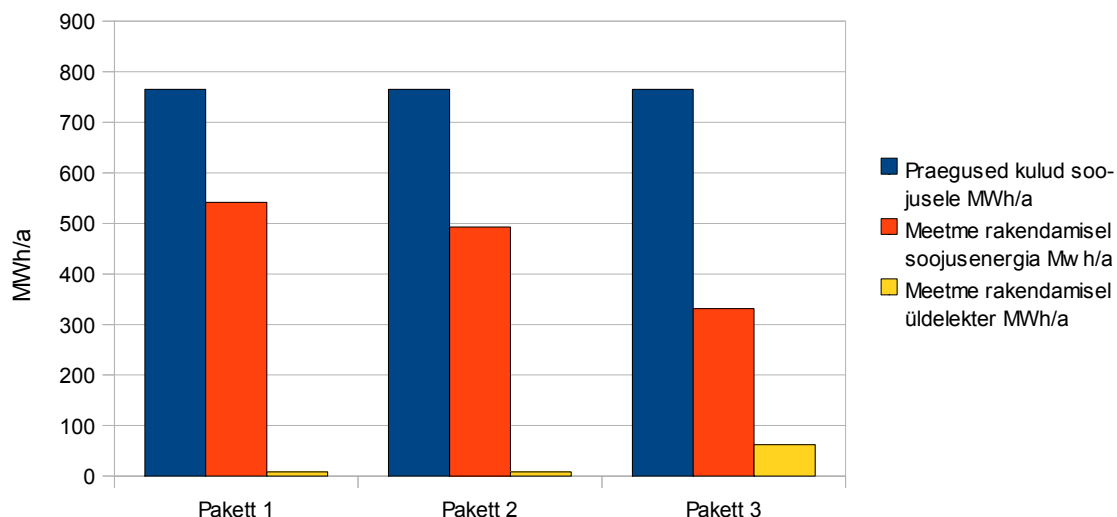
Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2007-2009 oli mõõdetud 715 MWh/a. Käesoleva aruande punktis 1.1 on ära toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada, tõsta hoone kui kinnisvara väärtust ning pikendada eksploatatsiooniiga, suurendada sõltumatust energiakandjate hindade tõusust ja lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju. Meetmete ettepanekutes on arvestatud sellega, et hiljem oleks võimalik rekonstrueerimist jätkata juba renoveeritud hoone tarindeid uuesti renoveerimata. Liigsete kulude vältimiseks on siiski soovituslik, et valikud tuleks teha otsustamisfaasis, toimingute läbi viimise võib jaotada pikema aja peale.

Esimese paketi raames lisasoojustatakse nõuetekohaselt hoone välisseinad ja sokkel. Soojustuse materjaliks võib kasutada vahtpolüsterooli, kihi paksus 15 cm, millele lisandub viimistluskate. Kasutada võib ka muid fassaadisoojustussüsteeme eeldusel, et seinte kogusoojajuhtivus jääb samaväärseks ($0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) koos külmasildadega). Sokli soojustuskihi paksuseks võib arhitektuurilistel kaalutlustel jätta 10 cm. Kinni müürimata keldri aknad asendatakse kaasaegsete õhutihedate pakettklaasidega akendega. Veel vahetamata vanad korterite aknad asendatakse õhutihedate akendega, mille kompleksne soojusjuhtivus on $1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Katuslaele lisatakse 25 cm soojustus. Kõikidele tubadele paigaldatakse värskeõhuklapid (köökidele mitte - köökide, vannitubade ja WC-de õhuvahetus toimub siirdõhuga tubadest). Soovitatav on kasutada välisõhu temperatuuri järgi automaatselt reguleeruvaid värskeõhuklappe või akendele paigaldatavaid ruumiõhu suhtelise niiskuse järgi isereguleeruvaid värskeõhu klappe. Investeering ca 3,15 miljonit krooni. Aastane sääst 223 MWh. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 9,4 aastat, võimaliku 15%-lise riigipoolse toetusega 8,0 aastat. Soojusenergia tarve kütteks langeb **47 %**. Küttesüsteem tasakaalustatakse ja küttegraafik reguleeritakse selliselt, et kütteperioodil oleks tagatud hoone elupindadel keskmine sisetemperatuur 21°C , muudel köetavatel pindadel $17-19^\circ\text{C}$. Arvestada tuleks sellega, et kuna küttesüsteemi ei renoveerita komplekselt, siis ei pruugita arvutuslikku kokkuhoidu siiski saavutada.

Teise paketi raames viiakse läbi hoone välispiirete osas samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 1. Lisaks renoveeritakse küttesüsteem. Vana süsteem asendatakse täielikult uute, termostaatidega varustatud küttekehadega ja torustik kahetorusüsteemse torustikuga, ning paigaldatakse individuaalsed küttekulumõõtjad. Kuna tubade aknad on laiad, siis tuleks värskeõhuklapid paigaldada akende alla, seepärast võiks kaaluda spetsiaalsete "värskeõhuradiaatorite" kasutamist, sest siis ei teki jahedamate ilmadega külmast õhuvoolust põhjustatud ebamugavustunnet akende läheduses. Investeering on ca 4,35 miljonit krooni ning aastane sääst 272 MWh. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 10,6 aastat, võimaliku 25%-lise riigipoolse toetusega 8,0 aastat. Soojusenergia tarve kütteks langeb **57 %**.

Kolmanda paketi raames viiakse hoone juures läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 1 ja 2. Lisaks paigaldatakse ventilatsioonisüsteemile väljatõmbeõhu soojuspump (vt ptk 3.2.4). Investeering on ca 6,35 miljonit krooni. Soojusenergia kasutus välisvõrgust väheneb 434 MWh/a, elektrienergia tarve suureneb 54 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 9,8 aastat, võimaliku 35%-lise riigipoolse toetusega 6,3 aastat. Soojusenergia kogutarve langeb **57 %**.

Soojusenergia ja ülelektri kasutuse muutused säästupakettide rakendamisel



1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

Säästumeetmete pakett I						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, kr	Energia -sääst, MWh/a	Säästu- väärtus, kr/a	Liht- tasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Külgseinad	15 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate	1 700 000	162			30
Sokkel	10 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate, uued keldri aknad	100 000	23			30
Aknad	Vanade akende vahetus	600 000	31			30
Katuslagi	25 cm soojustus+kate	600 000	47			30
Ventilatsiooni- süsteem	Fresh klapid tubadele	150 000	~ - 48			15
Kokku		3 150 000	223*	335 000	9,4	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, kr	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, kr/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Külgliseinad	15 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate	1 700 000	168			30
Sokkel	10 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate, uued keldri aknad	100 000	26			30
Aknad	Vanade akende vahetus	600 000	34			30
Katuslagi	25 cm soojustus+kate	600 000	49			30
Ventilatsiooni-süsteem	Fresh klapiid tubadele	150 000	~ - 21			15
Küttesüsteem	Asendamine uuega	1 200 000	~ 47			15
Kokku		4 350 000	272*	409 000	10,6	

Säästumeetmete pakett III						
Külgliseinad	15 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate	1 700 000	168			30
Sokkel	10 cm vahtplastsoojustus+ õhekrohvKate, uued keldri aknad	100 000	26			30
Aknad	Vanade akende vahetus	600 000	34			30
Katuslagi	25 cm soojustus+kate	600 000	49			30
Ventilatsiooni-süsteem	Fresh klapiid tubadele, väljatõmbeõhu soojuspump	2 150 000	~ - 21			15
Küttesüsteem	Asendamine uuega	1 200 000	~ 47			15
Kokku		6 350 000	434*	650 000	9,8	

*- arvestatud meetme rakendamise uute tasakaalutemperatuuridega ja kogu hoone tarinditega. Soojusenergia arvestuslikuks hinnaks on kasutatud 1500 kr/MWh

2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Hoone asub Tallinnas, Põhja Tallinna linnaosas tihehoonestusalal

2.2 Hoone üldandmed

Aadress	Harju maakond, Tallinn, Puhangu 4a
EHR kood	101011473
Katastritunnus	78408:805:0003
Omandi liik	kinnisasi
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu
Esmane kasutus	
Korruste arv	5
Trepikodade arv	6
Ehitusalune pind (m ²)	870
Suletud netopind (m ²)	4040,3
Elamispind kokku (m ²)	1800,3
Korterite arv	120
Eluruumide pind (m ²)	3110,2
Köetav pind kokku (m ²)	3547
Köetavate ruumide maht m ³	8868
Elanike arv	~ 286
Kelder	jah

Lähedal asuvad hooned	jah
-----------------------	-----

Keldrikorrusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume ei ole hoone köetava pinna hulka arvestatud. Koridorid on loetud köetavaks pinnaks.

2.4 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
2008	Soojussõlme rekonstrueerimine
1995-2009	Akende asendamine põhiliselt 2 kordsete selektiivklaasiga pakettakendega. Auditeerimise ajaks ca 60% ulatuses.
2007	Otsaseinte soojustamine
2006	Trepikodade akende vahetus, ukсед
2006	Keldri akende kinniladumine

Hoone üldine olukord on rahuldav. Pealiskrohv on mitmest kohast murenenud. Põhikonstruktsioonide olukorra üldisest halvenemisest visuaalsed märgid puuduvad. Välisüksed on metallist. Osa keldri aknaid on kinni laotud. Kui välispiirete lisasoojustamine lükkub kaugemasse tulevikku, võiks akende müüritise katta seespoolt villplaatidega. Keldrit ventileeritakse avadega soklis, ilmselt puudub keldriosas loomulik väljatõmme. Oleks soovitatav leida lahendus kuidas ühendada kelder ühtsesse väljatõmbeventilatsiooni. Kui vahetatakse ära ka vanad keldri aknad, siis oleks võimalik praegused avad suuremas osas sulgeda ja reguleerida keldri ventilatsiooni nende akende avamise ja sulgemisega (talveperioodil).

2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Soojusenergia tarnija	AS Tallinna Küte
Põhiline kütteviis	Kaugküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus	Alumise jaotusega ühetoru süsteem, plaatsoojusvaheti, soojussõlm automatiseeritud, varustatud üldise soojakulu mõõturiga.
Korterite soojakulu mõõturid	Puuduvad
Tarbevee tarnija	AS Tallinna Vesi
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik	Tsentraalne linnavõrk
Sooja tarbevee valmistamine	Plaatsoojusvaheti

Sooja tarbevee arvestus	Jah
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest.
Elektrienergia tarnija	AS Eesti Energia

2.6 Soojusenergia kulu

Soojusenergia tarbimine	2007	2008	2009	Ühik
Mõõdetud soojustarbimine kaugküttevõrgust	832	719	710	MWh/a
Soojuskulu tarbevee soojendamiseks koos kadudega	289	298	272	MWh/a
Soojustarbimine kütteks	543	421	438	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv,	3685	3509	3922	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv	4141			°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve kütteks	610	497	463	MWh/a
Kütte eritarbimine köetava pinna kohta	172	140	131	kWh/(m ² a)
Energia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	1007,14			kr/MWh

Kraadpäevadega korrigeeritud soojusenergia kulu on kolmel viimase vaadeldud aastal olnud pidevas languses.(vt Lisa 4.1). See tähendab, et senised meetmed energiatõhususe parandamise osas on täitnud oma eesmärgi. Auditi arvutustes ja meetmete ettepanekutes lähtutud 2008-2009 aasta keskmisest soojusenergia kasutusest. Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta sarnased teiste samasuguses seisus korterelamutega. Soojuse kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena auditi esimese peatükis.

2.7 Elektrienergia kulu ja kasutamine

Elektrienergia tarbimine	2007	2008	2009	Ühik
Elektrienergia tarbimine	131,4	134,5	145,8	MWh/a
sh üldelekter	8,4	8,7	8,3	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	37,0	37,9	41,1	kWh/(m ² a)

Elektrienergia erikulud on sarnased teiste analoogiliste ehitiste kuludega. Soovitused elektrienergia tarbimise vähendamisel on üldised – kasutada tuleks kõrge energiakasutusefektiivsusega seadmeid. Otstarbekas pole ka vahetada elektrienergia hinnapakette, sest suhteline tarbimine on väike ja puuduvad seadmed elektrienergia salvestamiseks.

2.8 Vee kulu ja kasutamine

Tarbevee kulu	2007	2008	2009	Ühik
Tarbevesi	6157	6346	5780	m ³ /a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	1,98	2,04	1,86	m ³ /(m ² a)
Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas	80,7			kWh/(m ² a)

Tarbevee erikulud on suuremad võrreldes teiste analoogiliste hoonetega. Põhjuseks asjaolu, et korterite pindalad on väiksemad kui tavaliselt.

Soojakaod sooja tarbevee valmistamiseks ja tsirkulatsiooniks arvestuslikult ca 80%. Sooja tarbevee valmistamiseks kulunud soojusenergiat ei arvestata hoone soojusbilansi arvutustes küttele, sest eeldatakse, et kogu tarbevee kasutamine ja valmistamine ei mõjuta hoone vabasoojust. Hoone soojusbilansist selgub, (pt 2.10) et soojusenergia kulu sooja tarbevee valmistamiseks on hetkel 37% kogu aastasest soojusenergia vajadusest. Peale olulisi välispiirete renoveerimisi see osakaal suureneb oluliselt. Seega tuleks kokkuhoiule sooja tarbevee valmistamisel ja tsirkulatsioonil pöörata suurt tähelepanu. Energia kulu tarbevee soojendamiseks saab vähendada sooja tarbevee torustike ja tsirkulatsioonitorustike isoleerimisega. Samuti keldri sisetemperatuuri tõstmisega näiteks hoone sokliosa soojustamise ja keldri avatäidete korrastamise abil. Külma tarbevee torustik, mis suundub plaatsoojusvahetisse, tuleks jätta isoleerimata. Sel juhul on võimalik kasutada keldri jääksoojust sooja tarbevee eelsoojendamiseks. Kanalisatsioonitorudest keldrisse kanduv soojushulk suurendab samuti keldri jääksoojuse hulka. Seepärast oleks soovitatav jälgida, et soojusülekanne nende torude ja keldri õhu vahel oleks võimalikult suur.

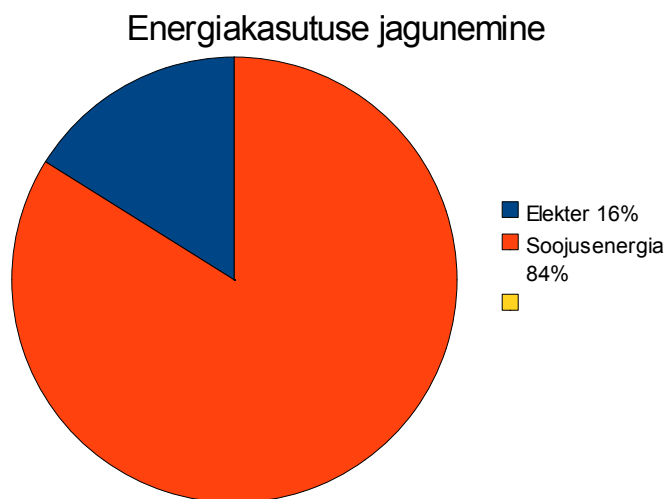
Muud soovitusel tarbevee kasutamise kokkuhoiul on üldised - kasutada tuleks säästlikke veeseadmeid ja jälgida nende korrasolekut.

2.9 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

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

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggerit kasutati vahetatud akendega keskmises korteris temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti registreerimiseks. Periood 16 päeva. Tulemused on esitatud graafikus Lisas 4.2. Kommentaar ptk 3.3.

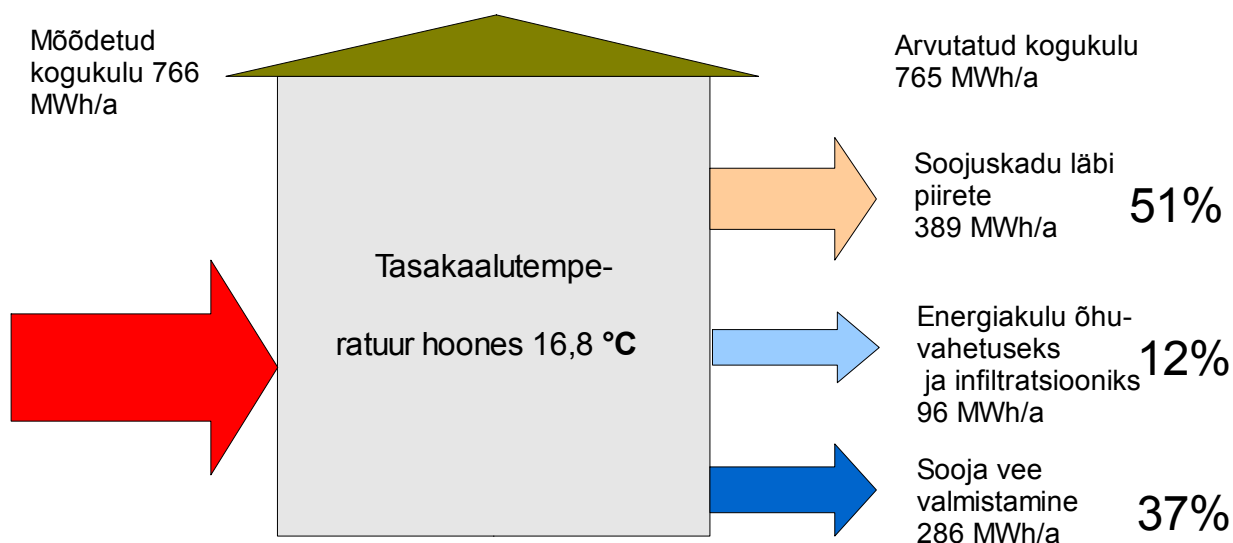
	Temperatuur °C	Suhteline niiskus %	Kastepunkti temperatuur °C
Keskmine	21,0	50,8	10,3
Minimaalne	19,0	36,4	4,0
Maksimaalne	23,2	68,0	16,4



2.10 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	202				
1 k põrandad	41				
Katuslagi	56				
Avataited	89				
Kokku:	389	286	96	765	766

Mõõdetud 2008-2009 aasta soojatarbe kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega. Sooja vee valmistamine koos kadudega on 2007-2009 aasta keskmised kulud.



Tasakaalutemperatuur 16,8 °C. Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on võetud 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: Paketile 3 vastavad andmed välispiirete kohta on samad, mis pakettis 2

				Enne renoveerimist ($t_B=15,9\text{ }^{\circ}\text{C}$);			Säästumeetmete pakett I ($t_B=14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$);			Säästumeetmete pakett II ($t_B=12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$);		
Piirde- tarind	Materjal/tüüp	Olukord	Pind- ala m^2	Hinnan- guline U väärtus $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnan- gulised soojuskaod MWh/a	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnan- gulised soojuskaod peale meetme rakendamist MWh/a	Energia- sääst MWh/a	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod peale meetme rakendamist MWh/a	Energia- sääst MWh/a
Katuslagi	r/b laepaneel+kate	Osaliselt renoveeritud	758	0,75	56	Soojustus 25 cm	0,15	9	47	0,15	8	49
Otsaseinad	Tellismüüritis	Lisasojustatud 10 cm vahtpolüsterool	314	0,3	9	-	Ei renoveerita	8	1	Ei renoveerita	6	3
Külg- seinad	Tellismüüritis	Lisasojustamata	1995	1,0-1,35	202	Soojustustamine- 150mm vahtpolüsterool +kate	0,22	39	164	0,22	31	171
1 korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioonid	Soojustamata	758	~0,55	41	Soojustatakse sokkel, vahetatakse vanad keldri aknad.	~0,3	19	23	~0,3	15	26
Uued aknad	2-kordne selektiivklaas põhiliselt	Väga hea	280	1,3-1,5	41	-	Ei renoveerita	34	7	Ei renoveerita	28	13
Vanad aknad	Ehitusaegsed, puit	Erinevas korras	165	2,8	46	Asendamine uutega	1,1	15	31	1,1	12	34
Välisüksed	Uued metallüksed	Väga hea	25	0,7	2	-	Ei renoveerita	1	0	Ei renoveerita	1	1
Kokku					389			118	271		95	294

3.2 Küttesüsteem

3.2.1 Küttesüsteemi olukord

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed
Soojussõlm	Plaatsoojusvaheti	-
Soojussõlme ja keldri torustike soojusisolatsioon	Rahuldav	Võimalusel parendada
Korterite soojusmõõtjad	Puuduvad	Paigaldada küttesüsteemi renoveerimisel
Küttetorustikud	Teras	Vahetada koos küttesüsteemi täieliku renoveerimisega.
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Jah	Soovitatav korrata peale välispiirete renoveerimist kui küttesüsteemi remont lükkub kaugemasse tulevikku.
Küttekehad	Erinevad, põhiliselt ehitusaegsed, termostaatideta	Küttesüsteemi vahetamisel soovitatav kasutusele võtta konvektortüüpi küttekehad.
Kütte ja tarbevee kvaliteedi parendamise seadmed	Ei	Soovitatav kasutada

3.2.2 Säät küttesüsteemi renoveerimisest.

1. Automaatne soojussõlm hoones utilisatsioonitegur $\eta \sim 0,5$
2. Automaatne soojussõlm hoones + radiaatorite automaatsed (kas termostaatide või ajamitega) reguleeriviitilid : utilisatsioonitegur $\eta \sim 0,7$. Kõetav pind on 3547m^2
Säät ümberehitusest, kui investeeringu suurus on 1200000 kr, soojuse hind on 1500 kr/MWh. Kogu kütteks kasulikku vabasoojust on korterelamus aastas $66\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{ a})$. Sellest saame kätte automaatse soojussõlme puhul $66 \times 0,5 = 33,0\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{ a})$. Radiaatorite termostaatventiilide korral $66 \times 0,7 = 46,2\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{ a})$. Lisaks kättesaadav vabasoojus on $46,2 - 33,0 = 13,2\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{ a})$. Aastas saadav säät on $3547 \times 13,2 / 1000 = 46,8\text{ MWh/a}$. Säätuväärtus on $46,8 \times 1500 = 70200\text{ kr/a}$. Tasuvusaeg: $1200000 / 70200 = 17,1$ aastat. Meetme eluiga ca 15 aastat.

Ehkki tegelik säät võib tänu sisetemperatuuride ühtlustumisele ka suuremaks osutada, on küttesüsteemi renoveerimise tasuvusaeg suhteliselt pikk ja eraldi meetmena kasutada pole siiski soovituslik. Otstarbekas oleks see siis kui hoone küttesüsteem on amortiseerunud või kui välispiirete renoveerimisjärgselt pole võimalik enam tagada soojuslikku mugavust näiteks akende läheduses. (pakett 2 ja 3)

3.2.3 Ilmaennustusele põhineva kütte reguleerimise süsteemi kasutamine.

Tootjafirma andmetel annab ilmaennustusega korrigeeritava küttesüsteemi juhtimise paigaldamine 10 - 15% soojusenergia kasutamise lisasäästu. Sellised süsteemid on levinumad näiteks Rootsis. Eestis on neid paigaldama hakatud hiljuti aga tänaseks päevaks teadaolevatel andmetel kõigub sääst mõnest protsendist kuni 20-30 protsendini, seega on otstarbekas uskuda paigaldusfirma andmeid energiakokkuhoiu suhtes ja lubada paigaldada selline süsteem.

Ehkki see tooks kaasa mõningaid lisaväljaminekuid (umbes 15000 kr paigaldus + väike püsikulu), oleks võimalik lisasäästa aastas hinnanguliselt 40 MWh soojusenergiat (paigaldusfirma modelleerimisprogrammi arvutus) ja tasuvusaeg ei ületa loodetavasti ühte-kahte aastat.

3.2.4 Ventilatsioonist väljuva soojuse kasutamine kütteks ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks soojuspumba abil

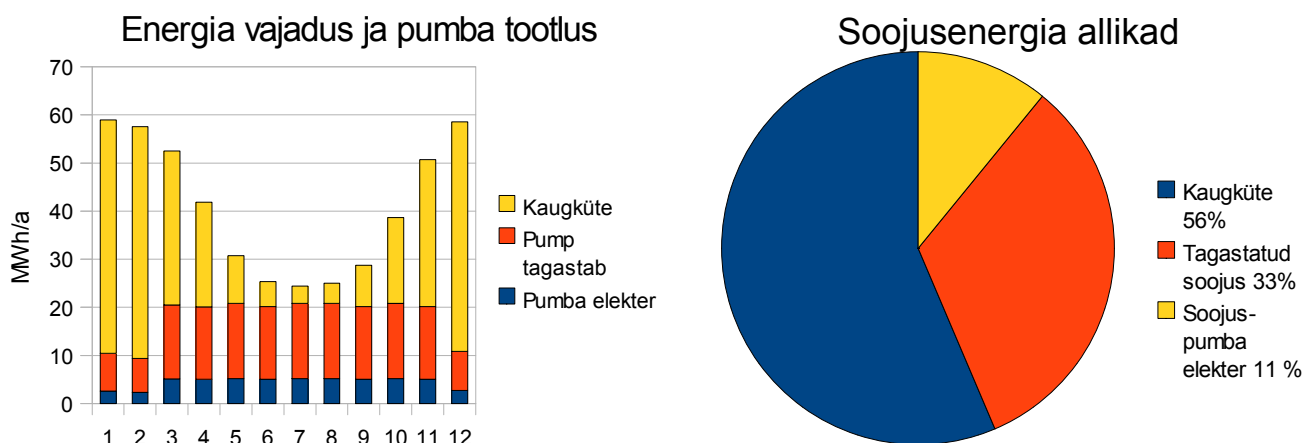
Hea võimalus parandada samaaegselt ventilatsiooni toimimist ja säästa kaugküttest hangitavat soojusenergiat on nn Heatcatcher süsteemi paigaldamine - ventilatsioonilõõrdest väljuv soojus kogutakse õhk-vesi tüüpi soojusvaheti abil kokku ja suunatakse soojuspumba abil taas kasutamiseks või tarbevee soojendamiseks. Lisaeeliseks on sel juhul veel see, et hiljem saab süsteemi vajadusel lihtsalt täiendada näiteks päikesekollektoritega või paneelidega.

Arvestada tuleks sellega, et sellise süsteemi paigaldamine ei vähenda säästusid, mida saadakse kas välispiirete lisasoojustamisega või küttesüsteemi renoveerimisega. Üldiselt need tegevused isegi võimendavad süsteemi kasutegurit erinevatel põhjustel. Näiteks soojuspumba tehniliste iseärasuste tõttu, kus soojuspumba hetkeline soojustegur on seda kõrgem, mida vähem on tarvis tõsta kütteagensi temperatuuri - soojustatud välispiirete korral ongi küttekehade temperatuur madalam. Ühtlasi tähendab see seda, et küttesüsteemi renoveerimise korral tuleks kasutada madalatemperatuurilisi küttekehi, samuti seda, et akende soojapidavus peab olema hea, et ei tekiks probleeme nende läheduses mugavustemperatuuridega. Süsteem kasutab põhiliselt hoone vabasoojustest kättesaadavat energiat, millele lisandub vannitubade siugtorude kadude soojushulk, osaliselt kasutatakse ka välisõhus sisalduvat energiat.

Auditi esimeses peatükis on pakettidena kirjeldatud soojuskasutuse parendamise meetmeid. Vaatleme mis juhtub energiakasutusega normaalaastal kui kütte-ventilatsioonisüsteemi täiendatakse taolise soojatagastuse süsteemiga paketi 2; arvutused teostatud Eesti kliima baasaatal.

- kütteperioodi keskmine soojustegur soojuspumbal, kasutatud konstandina: COP 4,0 ("Energiaõhususe miinimumnõuded" lisa 13)
- normidele vastav üldõhuvahetus elupindadel: 0,42 l/s m², Õhuvahetuse kordarv 0,55 1/h kogu hoonele ("Energiaõhususe miinimumnõuded" lisa 4)
- soojuspumba elektriline võimsus 7,0 kW, (valitud), ventilaatorite tarbega ei arvestata, külmal perioodil töötab osavõimsusega

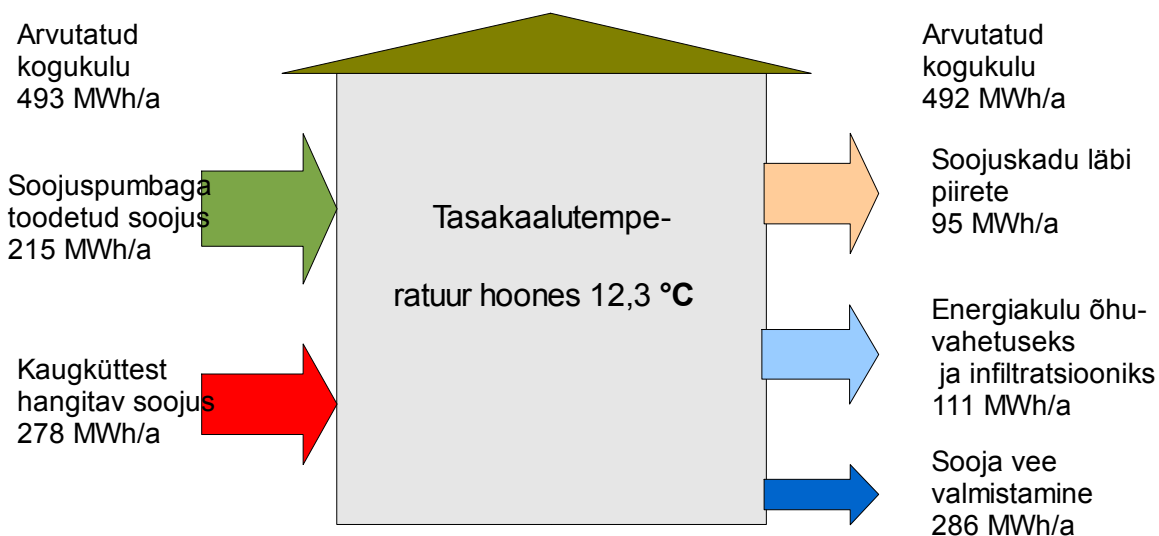
Sel juhul iseloomustaks aasta lõikes soojusenergia vajadust ja katmise allikaid järgnevad diagrammid:



Koguinvesteeringud süsteemi paigaldamisega suurenevad ca 2 miljoni krooni võrra kuid tasuvusaeg lüheneb (arvestada tuleks juurde küll ka mõningased hoolduskulud süsteemile) ja tagatud on minimaalne nõuetekohane õhuvahetus ühtlaselt ja kogu kütteperioodi vältel kõigis eluruumides, mis on aluseks tervislikule sisekliimale. Ühtlane õhuvahetus on samaaegselt ka selle süsteemi kasutamise ainus probleem - puudub reguleerimisvõimalus.

Tegelikud tootlused võivad siinarvutatust siiski erinevatel põhjustel erineda ja seepärast tuleks usaldada sellise süsteemi paigaldajate prognoose, sest nad korrigeerivad neid juba teostatud tööde põhjal. Näiteks saab põhimõtteliselt paigaldada ka suurema võimsusega soojuspumba. Sel juhul saab toota veelgi rohkem soojusenergiat.

Kui otsustatakse selline süsteem paigaldada, siis on soovitatav hoone sisekliimat jälgida ka peale seadmete töösse rakendamist. Et muuhulgas vältida näiteks üleventileerimist. Soovitatav suhteline õhuniiskus kütteperioodil võiks jääda RH 35%-45%. Selle alanedes suurenevad probleemid tolmuga ja staatilise elektriga eluruumides, mõningatel juhtudel võib inimestel tekkida ka limaskestade ja naha kahjustused.



3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnija on Tallinna Vesi AS. Soe tarbevesi valmistatakse soojussõlmes plaatsoojusvahetiga. Tarbeveesüsteemi torustik on renoveeritud.

Olmekanalisatsioon juhitakse linnavõrku. Hoonesisene torustikku on uuendatud osaliselt.

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

3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima

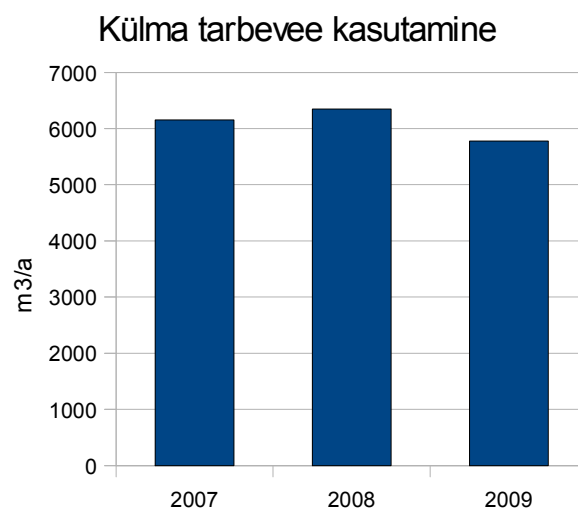
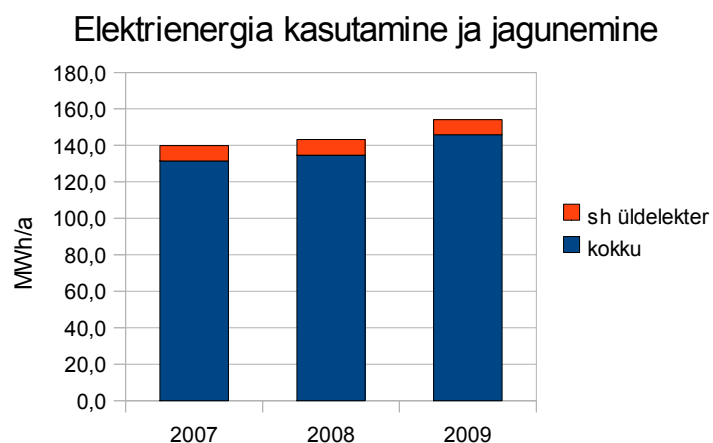
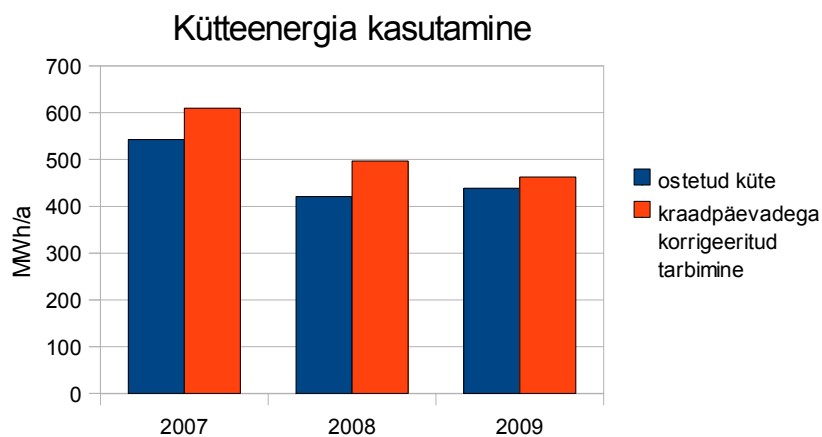
Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub akende ebatiheduste kaudu ja tuulutuse kasutamisega. Vahetatud akendega korterite omanikud peaksid kasutama mikrotuulutust rahuldava sisekliima tagamiseks. Samuti tuleb kanda hoolt, et ventilatsiooni lõõrid oleksid 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 paigaldataval akendel oleks reguleeritav tuulutuse võimalus. Ilma tuulutuspiluta akende kasutamine annab küll säästu kuid see sääst tuleneb halvenenud sisekliima arvelt ja ei ole soovituslik. Käitumisharjumise 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 kontrollmõõdistamised näitasid, et üldine õhuvahetuse tase oli pigem ebarahuldav. Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. 0 kuni -14 kraadiste välisõhutemperatuuride juures jäi keskmiseks RH tasemeks 50,8 %. Maksimaalseks kastepunkti temperatuuriks registreeriti 16,4 °C. Sellistel tingimustel on hallituse tekke risk olemas. Suurem niiskustaseme näiteks pesu kuivatamisest või toidu valmistamisest kasvatab ohtu veelgi. Hallituse tekke oht väheneb oluliselt kui isoleerida soojuslikult välisseinad ja/või parandada ventilatsiooni toimimist. Välisseinte parema isolatsiooni korral kasvab ka inimestel soojuslik mugavus välisseinte läheduses. Sel juhul on võimalik alandada veelgi sisetemperatuure, mis omakorda võimaldab lisasäästu küttekuludes. Keskmiseks arvutuslikuks sisetemperatuuriks on kasutatud 20,5 °C. Antud hoone keskmise puhul iga kraad, mis sellest kas on suurem või väiksem vastavalt suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 43 MWh/a.

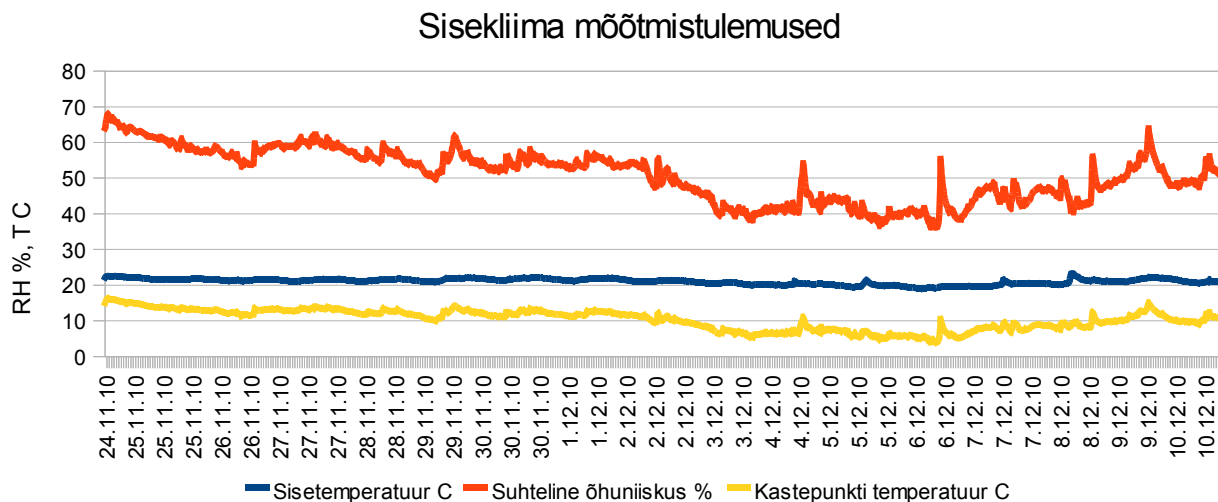
Säästumeetmete pakettides 1 ja 2 on soovitatud võtta kasutusele värskeõhuklapid ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. See suurendab küttekulu välisõhu soojendamisel ruumitemperatuurini hinnanguliselt kuni 48 MWh/a. See näitab, et hoones tervisliku sisekliima saavutamine lihtsamate meetoditega on pikemas perspektiivis kulukas. Vaja oleks soojustagastiga sundsissepuhke-väljatõmbe süsteemi, paraku on sellise väljaehitamise maksumus suhteliselt kõrge ja probleemne torustike ning seadmete paigaldamise koha leidmise tõttu. Üheks võimaluseks oleks koguda kokku ventilatsioonist väljuv soojus ja suunata see soojuspumba abil kütteks kombineerituna kaugküttega. Täpsemad tasuvusajad ja investeeringute maksumused on võimalik selgitada välja vastava alaga tegeleva ettevõtja hinnapakumise abil kuid ka käesoleva auditi alapeatükis 3.2.4 on analüüsitud sellise energiasäästumeetme kasutamist üldisemalt.

4. Lisad

4.1 Soojuse ja elektrienergia tarbimine ning tarbevee kasutamine



4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused



4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine

Tasakaalutemperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil. Kolmanda paketi korral vastavad andmed 2-s pakettis näidatutele.

4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist

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

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

$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 3,91$ kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist: $L \cdot \rho \cdot c = 0,74$ [m³/s] * $1,2 \cdot 1,005 = 0,89$ kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,30 1/h

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i \cdot A_i + L \cdot \rho \cdot c = 4,8$ kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 66 kWh/(m² a).

Renoveeritud soojussõlme ja mittereguleeritava küttesüsteemi korral on utilisatsioonitegur 0,5.

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 66 \cdot 0,5 = 33,0$ kWh/(m² a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} \cdot A_{\text{kõetav pind}} = 33,0 \cdot 3547 = 117768$ kWh/a.

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 117768 / 6552 = 17,97$ kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 17,97 / 4,80 = 3,7$ °C

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

4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeeetmete pakett I

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 1,42$ kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L * \rho * c = 1,35 \text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 1,63 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,55 1/h (fresh klappid), sisetemperatuuriks 20,5 °C

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 3,05 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 66 kWh/(m² a).

Renoveeritud soojussõlme ja mittereguleeritava küttesüsteemi korral on utilisatsioonitegur 0,5.

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 66 * 0,5 = 33,0 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 33,0 * 3547 = 117768 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmise vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 117768 / 6552 = 17,97 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 17,97 / 3,05 = 5,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uus I}} = 20,5 - 5,9 = 14,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeeetmete pakett II ja III

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2 ja 3:

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,42$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist :

$$L * \rho * c = 1,35 \text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 1,63 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,55 1/h (fresh klappid), sisetemperatuuriks 20,5 °C

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 3,05 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 66 kWh/(m² a).

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

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 66 * 0,7 = 46,2 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 46,2 * 3547 = 164875 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmise vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 164875 / 6552 = 25,16 \text{ kW.}$$

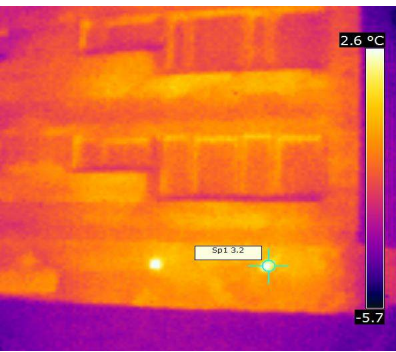
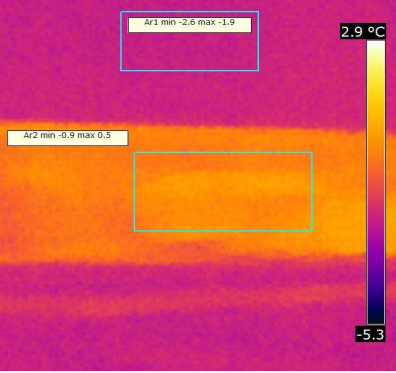
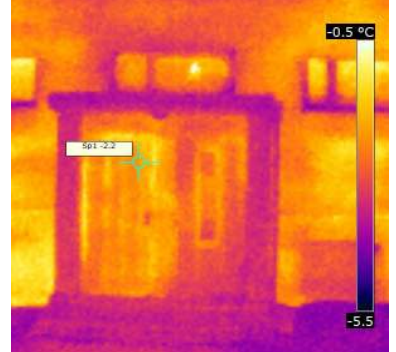
$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 25,16 / 3,05 = 8,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

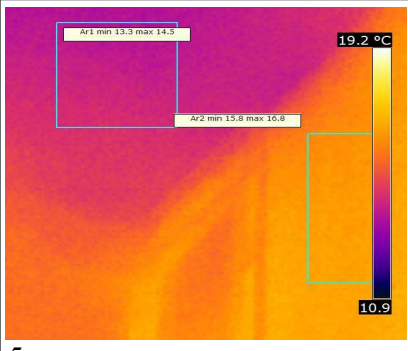
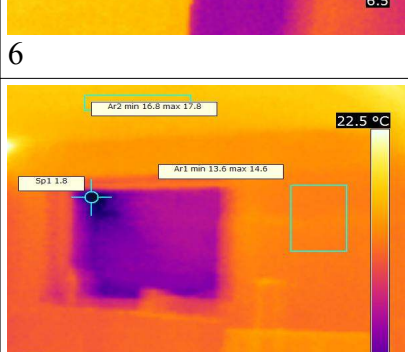
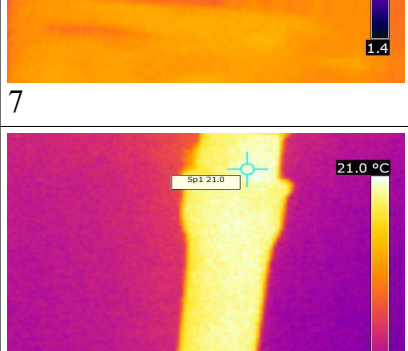
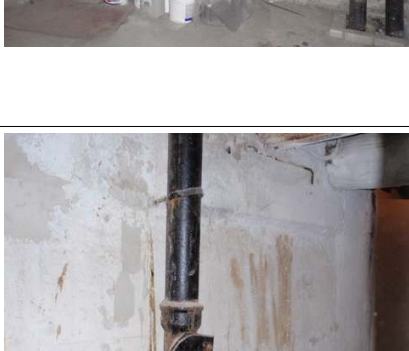
$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uus II}} = 20,5 - 8,2 = 12,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.4 Termograafia tulemused

Üldandmed

Kuupäev	24.11.10	
Välis temperatuur	-3°C	
Keskmise sisetemperatuur	20,5 °C	
Ilmaolud	Kergelt pilves, tuul 5,3 m/s, RH 98 %	
Kaamera emissioonitegur	0,95	
Infrapunakuju	Foto	Kommentaari

 1		Ava keldriseinas- soojus väljub. Ilmselt puuduvad keldris ventilatsioonirestid
 2		Soojustatud seina keskmine -2,2, sokkel -0,1 kraadi
 3		Välisuks. Paistab silma, et keldriuks laseb soojust rohkemgi välja kui trepikoja poolne osa
 4		Punkt nurgas 8,8 siseseinapind 15,0 (võib lugeda koridori sisetemperatuuriks), lagi 13,3, välissein 11,2 kraadi.

		Lagi keskmine 13,9 ktaadi. Lae soojapidavus on kesine.
		Radiaatorite nišis pinnatemperatuur 1,7 kraadi madalam. Tüüpiline küttekeha. (see hetkel välja lülitatud)
		Punkt kinnimüüritud aknal 1,8(tuulutusava), seina keskmine 14,0, lae keskmine 17,3 kraadi. Soovitav katta kinni villaplaadiga
		"küttekeha" keldris - 21, 0 kraadi

4.5 Muud illustreerivad fotod



Tamburi uks



Elektripaigaldis koridoris....



....ja keldris



Soojamõõtja ja hetkvõimsus



Soojasõlm



Torustikud ja isolatsioon



Tarbevee torustik



Soojustatud otsasein

4.6 Lühikokkuvõte auditist ja hoone vastavus sisekliima ning energiatõhususnõuetele

2010 a lõpus viidi läbi energeetiline auditeerimine hoones Puhangu 4a, Tallinn. Vaadati üle tarindid ja tehnosüsteemid, analüüsiti tarbimisi, viidi läbi sisekliima mõõdistamine ja termograafia, teostati auditiga ette nähtud energiaarvutused ning pakuti meetmed hoone energiakasutuse seisu parandamiseks. Väljastati energiamärgis. Meetmete ettepanekutes lähtuti hoone kui terviku seisukorra hetkeolukorrast ja võeti arvesse kogu hoone kavandatavat kasutamist tulevikus.

Kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Ostetud soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2008-2009 oli 715 MWh/a. Elektrienergia ja küttesoojuse tarbed olid sarnased analoogiliste hoonetega. Tarbevee erikulud olid suuremad võrreldes teiste eluhoonetega. Põhjuseks suhteliselt väikesemad korterite pindalad. Tarindid ja tehnosüsteemid olid rahuldavas korras. Seni läbi viidud tegevused energia kasutamise parendamisel on täitnud oma eesmärgi - eritarbimised küttele on vähenenud. Energiamärgise arvutusmetoodikajärgne energiaerikasutus on 252 kWh/m²a, mis vastab klassile F. Välja on toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult veelgi alandada ja parandada sisekliima olukorda. Säästumeetmed on esitatud pakettidena, sest 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.

Esimese paketi raames lisasoojustatakse nõuetekohaselt hoone välisseinad ja sokkel. Soojustuse materjaliks võib kasutada vahtpolüsterooli, kihi paksus 15 cm, millele lisandub viimistluskate. Kasutada võib ka muid fassaadisoojustussüsteeme eeldusel, et seinte kogusoojajuhtivus jääb samaväärseks (0,22 W/(m²K) koos külmasildadega). Sokli soojustuskihi paksuseks võib arhitektuurilistel kaalutlustel jätta 10 cm. Kinni müürimata keldri aknad asendatakse kaasaegsete õhutihedate pakettklaasidega akendega. Veel vahetamata vanad korterite aknad asendatakse õhutihedate akendega, mille kompleksne soojusjuhtivus on 1,10 W/(m²K) või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Katuslaele lisatakse 25 cm soojustus. Kõikidele tubadele paigaldatakse värskeõhuklapid. Investeering ca 3,15 miljonit krooni. Aastane sääst 223 MWh. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 9,4 aastat, võimaliku 15%-lise riigipoolse toetusega 8,0 aastat. Soojusenergia tarve kütteks langeb **47 %**. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus oleks 196 kWh/(m²a) ja mis vastaks klassile D. Küttekulu köetava pinna kohta langeb 135-lt kWh/(m²a) 72-le kWh/(m²a).

Teise paketi raames viiakse läbi hoone välispiirete osas samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 1. Lisaks renoveeritakse küttesüsteem. Vana süsteem asendatakse täielikult uute, termostaatidega varustatud küttekehadega ja torustik kahetorusüsteemse torustikuga, ning paigaldatakse individuaalsed küttekulumõõdjad. Investeering on ca 4,35 miljonit krooni ning aastane sääst 272 MWh. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 10,6 aastat, võimaliku 25%-lise riigipoolse toetusega 8,0 aastat. Soojusenergia tarve kütteks langeb **57 %**. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia erikasutus oleks 183 kWh/(m²a) ja mis vastaks klassile D. Küttekulu köetava pinna kohta langeb 135-lt kWh/(m²a) 58-le kWh/(m²a).

Kolmanda paketi raames viiakse hoone juures läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 1 ja 2. Lisaks paigaldatakse ventilatsioonisüsteemile väljatõmbeõhu soojuspump (vt ptk 3.2.4). Investeering on ca 6,35 miljonit krooni. Soojusenergia kasutus välisvõrgust väheneb 434

MWh/a, elektrienergia tarve suureneb 54 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 9,8 aastat, võimaliku 35%-lise riigipoolse toetusega 6,3 aastat. Soojusenergia kogutarve langeb **57 %**. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne kaalutud energia erikasutus oleks 151 kWh/(m²a) ja mis vastaks klassile D (alumine piir).

Kõikide pakutud pakettide korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks vastavalt standardile EVS-EN 15251:2007 elupindadel II-le sisekliimaklassile elupindadel ning III-le sisekliimaklassile muudel köetavatel pindadel ning hoone energiatõhusus vastaks Vabariigi Valitsuse 20. detsembri 2007. a määruse nr 258 "Energiatõhususe miinimumnõuded" nõuetele, mis sätestab oluliselt rekonstrueeritavatele korterelamutele piiriks energiatõhususarvu ET 200 kWh/m²a. (uutel 150 kWh/m²a).

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

Renoveerimis-pakett	Investeering (mln kr)	sh Kredexi toetus (mln kr)	Lihttasuvusaeg (A)	Lihttasuvusaeg Kredexi toetusega (A)	Energia erikasutus (kWh/(m²a))
Pakett 1	3,15	0,47	9,4	8,0	196
Pakett 2	4,35	1,09	10,6	8,0	183
Pakett 3	6,35	2,22	9,8	6,3	151