

ENERGIAAUDIT



2-KORRUSELINE 6-KORTERIGA ELAMU

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Tallinna, Kesklinna linnaosa, aadressiga asuva 2-korruselise 6-korteriga hoone kütuste, 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 2009 – 2011 aasta elektri, kütuste 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 elektritarbimist, puidu, vee ja gaasitarbimist aasta keskmiselt. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvude alusel. Piirdetarindite U-arvud on hinnangulised ja saadud taolist tüüpi hoonete eeldatavatest väärtustest ning 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 nõuab ka vastavate tööde jaoks vastava projekti koostamist (erijuhtudel ka ehitusluba), mida tuleks arvestada ehitusfirmadelt tööde hinnapakumiste küsimisel. Samuti tuleb teostada vastavad tehnosüsteemide seadistustööd.

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

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Grete Kitsing, kontrollis 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. Energiaauditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energia-tõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral.....	4
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid.....	5
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.....	7
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine.....	7
2.2 Hoone üldandmed.....	7
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.....	8
2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus.....	9
2.5 Kütuste, elektrienergia ja tarbevee kulu ning kasutamine.....	9
2.6 Hoone soojusbilanss.....	10
3. Hinnang hoonete energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....	11
3.1 Hoonete piirdetarindid.....	11
3.2 Küttesüsteem. Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus.....	13
3.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	13
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	13
4. Lisad.....	14
4.1 Vee, kütuse ja elektrienergia tarbimine.....	14
4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused.....	15
4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....	16
4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....	16
4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett 1.....	16
4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett 2	16
4.4 Illustreerivad fotod.....	17

1. Energiaauditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energia-tõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest. Arvutuslikult kulus aastatel 2009-2011 hoones küttele keskmiselt 46 MWh/a. Käesoleva aruande punktis 1.1 on ära toodud säästumeetmete paketid, mille abil on võimalik energia kulu küttele majanduslikult alandada ning lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Samuti paraneks hoone välisilme ning pikeneks ekspluatatsiooniga. 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 hoone tervikust ja standarditest ning nõuetest, sh üldistest nõuetest miljööväärtuslikel aladel paiknevate hoonete renoveerimisel.

Esimese paketi raames renoveeritakse hoone välisseinad nõuete kohaselt koos soojustamisega, vastavalt koostatavale projektile ja/või fassaadipassile ning arhitektuurilistele nõudmistele. Vana tep-plaat eemaldatakse, puitosa korrastatakse ja lisatakse soojustus. Soojustuse materjal on kivivill paksusega 10 cm, mis krohvatakse. Kivitrepikeja seiniosa ei muudeta, vajadusel renoveeritakse lisasoojustuseta. Renoveeritakse sokkel ja taastatakse pandus. Eeldatakse, et soklit on võimalik lisasoojustada 5 cm paksuse soklite soojustamiseks kasutatava EPS materjalikihi, mis krohvatakse. Soovitav on soojustada ka keldri laed 10 cm soojustusega. Vahetatakse keldri avatäited. Uute, õhutihedate akende kompleksne soojusjuhtivus peab olema 1,10 W/(m²K) või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Osa aknaid võiks jääda avatavaks. Vahetatakse katusekate vastavalt koostatavale projektile ja korrastatakse kandekonstruktsioonid. Pööningu põrandad lisasoojustatakse ~30 cm puistevilla kihiga, rajatakse käiguteed. Pööningu seinad koridoriga soojustatakse 10 cm soojustusmaterjali kihiga. Kasutada võib lagede soojustamiseks kasutatavaid kivivillplaate koos nende kinnitustarvikutega. Tubade aknad varustatakse ventilatsiooniklappidega. Soovitav on võtta kasutusele akende raami ülaossa paigaldatavad ruumiõhu niiskusele reageerivad klapid. Köökidele klappe ei paigaldata, nende ruumide õhuvahetus on ette nähtud siirdõhuga tubadest. Alternatiivina võib tubade akendel eemaldada osa tihendist. Koridoris on soovitatav võtta kasutusele elektriküttekehad, mille abil saaks hoida neis kütteperioodil sisetemperatuuri ca 15-17 °C. Selle tõttu küttekulude tõusud on arvestatud juba renoveerimispaketi järgses energia-kasutuses ja lisakulutusi see kaasa ei too. Investeering on ca 51 808 eurot. Sääst 13 MWh/a. Kütteenergia tarve langeb 31%. Koos varem läbi viidud töödega nagu akende vahetus, vähemalt 40 %. Lihttasuvusaeg intresse arvestamata ca 60 aastat, koos võimaliku 25% toetusega ca 45 aastat. (pikemad kui eeldatav renoveeritavate tarindite kestvus) Ligikaudne energiamärgise arvutusmeetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks KEK 143 kWh/(m²a), mis vastaks klassile C.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 141 kWh/(m²a), klass C) Neto küttekulu koetava pinna kohta langeb 147-lt kWh/(m²a) 95-le kWh/(m²a).

Teise paketi raames viiakse läbi samasugused toimingud ja samadel tingimustel, mis on kirjeldatud paketi 1, kuid värskeõhuklappe ei paigaldata. Selle asemel võetakse kasutusele ruumipõhised soojustagastusega ventilatsiooniklapid. Investeering on ca 61 932 eurot. Sääst 22 MWh/a. Kütteenergia tarve langeb 50%. Lihttasuvusaeg intresse arvestamata ca 45 aastat, koos

võimaliku 35% toetusega ca 29 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks KEK 135 kWh/(m²a), mis vastaks klassile C.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 133 kWh/(m²a), klass C) Neto küttekulu köetava pinna kohta langeb 147-lt kWh/(m²a) 65-le kWh/(m²a).

Pakutud renoveerimispakettide korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks standardile EVS-EN 15251:2007 ning hoone energiatõhusus vastaks Vabariigi Valitsuse 30. augusti 2012. a määruse nr 68 "Energiatõhususe 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“ vastab esimene pakett 25% ja teine pakett 35% toetuse taotlemise nõuetele.

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

1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

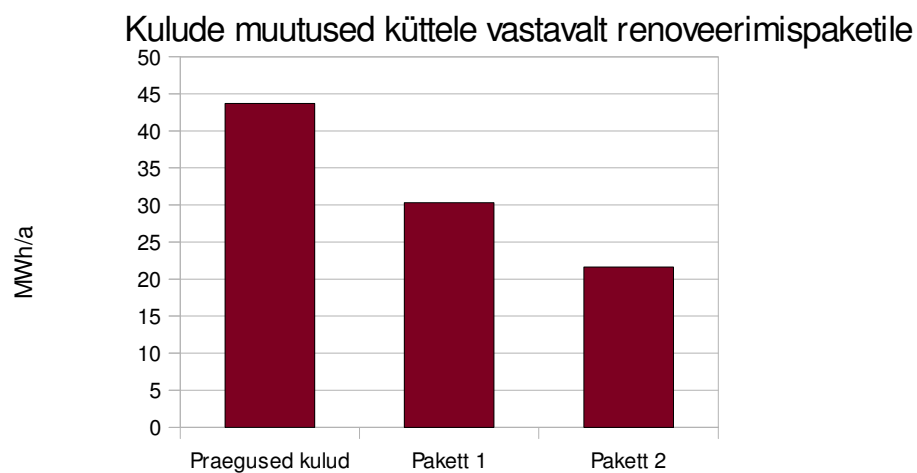
Säästumeetmete pakett I						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energia-sääst, MWh/a	Säästu-väärtus, EUR/a	Liht-tasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Välisseinad	Renoveerimine lisa-soojustamisega 10 cm	25 183				30
Ventilatsioon i-süsteem	Fresh klapid tubadele	1 125				25
Katus-pööning	Katusekatte vahetus ja pööningupealse lisasoojustus	17 192				30
Sokkel, pandus	Renoveeritakse lisasoojustamisega sokkel, taastatakse pandus ja vahetatakse keldri avatäited	8 309				30
Kokku		51 808	13*	869	60	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, eur	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, eur/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Välisseinad	Renoveerimine lisasoojustamisega 10 cm	25 183				30
Ventilatsioonisüsteem	Ruumipõhiste soojatagastusega seadete paigaldus	11 248				25
Katus-pööning	Katusekatte vahetus ja pööningupealse lisasoojustus	17 192				30
Sokkel, pandus	Renoveeritakse lisasoojustamisega sokkel, taastatakse pandus ja vahetatakse keldri avatäited	8 309				30
Kokku		61 932	22*	1 390	45	

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

Renoveerimisapakett	Investeering KÜ	Lihttasuvusaeg KÜ	Sääst kokku	KEK	Kulud elamispinna kohta
	eur	a	%	kWh/(m2a)	eur/m2 kuu
hetkel				211	0,66
2	38 856	45	31	143	1,23
3	40 256	29	50	135	1,13

*- Kuumakse on näitlik, arvestatud kõikidele pakettidele ühesugustel alustel aasta keskmisena kahekümneaastaselt makseperioodil koetatavale eluruumide pinnale.



2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Hoone asub Tallinnas, Kesklinna linnaosas

2.2 Hoone üldandmed

Aadress
EHR kood
Katastritunnus
Omandi liik
Kasutamise otstarve

Esmane kasutus	1951
Korruste arv	2
Koridoride arv	1
Ehitusalune pind (m ²)	200
Suletud netopind (m ²)	468,6
Elamispind kokku (m ²)	193,7
Korterite arv	6
Tubade arv	16
Eluruumide pind (m ²)	296,4
Köetav pind kokku (m ²)	324
Köetavate ruumide maht m ³	876
Elanike arv	~ 15
Kelder	Jah

Koridorid on loetud köetavaks pinnaks.

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
1985	Fassaadi renoveerimine
1985	Katuse renoveerimine
1985	Sokli renoveerimine
1998-2010	Elektrisüsteemi renoveerimine
1999	Välisukse vahetus
2000	Trepikoja akende vahetus
2000	Keldri all oleva torustiku vahetus
2007	Elektrisüsteemi renoveerimine üldkasutatavates ruumides
...-2011	Akende asendamine põhiliselt 2 kordsete selektiivklaasiga pakettakendega. Auditeerimise ajaks 100 % ulatuses.

Hoone üldiselt on keskmises korras. Põhikonstruktsioonide vajumisi väliselt ei ole märgata, kuid fassaadi pealiskrohv ning sokkel on murenenud. Ka ülejäänud hoone osas on vajalikud rekonstrueerimistööd: katusekatte vahetus, välisseinte soojustamine, pööningupealsete lisasoojustamine, avatäidete osaline vahetus. Ettepanekud selleks on tehtud kogupaketidena käesoleva energiaauditi esimeses peatükis.

2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Küttesüsteem	Individaalsed puit-, elektri-, ja gaasikütte agregaadid korterite kaupa.
Sooja tarbevee valmistamine	Gaasiboilerid korterites
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste või ventilatsiooniavade, väljapääs ventilatsiooni või küttekollete lõõridest.
Elektrienergia tarnija	AS Eesti Energia
Toidu valmistamine	Gaas/elekter
Tarbevee tarnija	AS Tallinna Vesi
Muud kütte - ventilatsiooniseadmed	1 õhk-õhk soojuspump
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik	Tsentraalne linnavõrk

2.5 Kütuste, elektrienergia ja tarbevee kulu ning kasutamine

Tarbimine	2009	2010	2011	Ühik
Ostetud puitkütused		11		rm/a
Puidust saadud soojusenergia		12		MWh/a
Elektri kulu soojuspumbale		1		MWh/a
Soojuspumba soojusväljastus	2	7	1	MWh/a
Gaasi kulu kütteks	35	32	25	MWh/a
Küttetarbimine kokku	49	51	38	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	3755	4373	3565	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril		3970		°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve	54	46	42	MWh/a
Kütte eritarbimine köetava pinna kohta	167	142	130	kWh/(m²)
Elektri arvestuslik keskmine maksumus auditi tegemise ajal		108		eur/MWh
Puitkütte arvestuslik keskmine maksumus auditi tegemise ajal		40		eur/MWh
Gaasi arvestuslik keskmine maksumus auditi tegemise ajal		58		eur/MWh
Elektrienergia tarbimine kokku	4,4	6,1	4,2	MWh/a
Gaasi tarbimine kokku	51,2	47,9	40,0	MWh/a
Gaasi tarbimine muuks tarbeks		10		kWh/(m²)
Elektri eritarbimine köetava pinna kohta	14	19	13	kWh/(m²)
Elektrienergia eritarbimine köetava pinna kohta muu tarve		12		kWh/(m²)
Gaasi tarve sooja tarbevee valmistamiseks	13	13	12	MWh/a
Tarbevesi	514	495	463	m³/a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta		1,6		m³/(m²)

Kütteallikate neto osakaalud: Elektriküte 6%, puitküte 33% ja gaasiküte 62%. Peale renoveerimisi eeldatakse, et need proportsioonid ei muutu. Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta on keskmisena sarnased teiste analoogiliste ja samasuguses ehituslikus seisus korterelamutega, trend . Kütteenergia kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena

auditi esimeses peatükis.

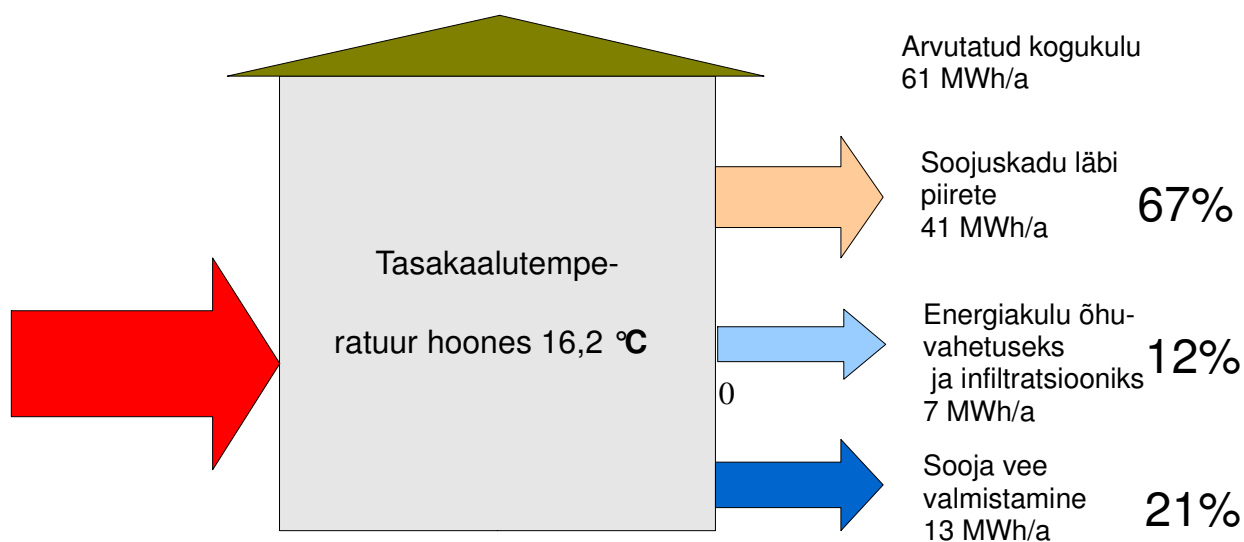
Elektrienergiat kasutati toidu valmistamiseks, valgustuseks, seadmete käitamiseks ning vähesel määral ka kütmiseks õhk-õhk soojuspumbaga. Tarbed väiksemad kui taolistel hoonetel harilikult. Elektrienergia kasutus, millest on eemaldatud küttetarbimine on arvesse võetud vabasoojuste komponendina. Gaasi kasutati toidu valmistamiseks, sooja tarbevee valmistamiseks ja kütmiseks. Kulud langeva trendiga. Gaasi kasutus, millest on eemaldatud küttetarbimine ning tarve soojale tarbeveele, on arvesse võetud vabasoojuste komponendina.

Tarbevee kulud ja energiakasutus tarbevee soojendamiseks on veidi suuremad võrreldes teiste taoliste kortermajade tarbega. Põhjuseks asjaolu, et hoone on ühtlaselt hõivatud. Tarbimine kergelt langeva trendiga. Soovitavaks sooja vee seadetemperatuuriks boilerites on 55 °C. Sellest madalamatel temperatuuridel on oht Legionella bakterite vohamiseks, kõrgematel temperatuuridel aga kiireneb katlakivi teke.

Muud soovitused energia kokkuhoiul on üldised - kasutada tuleks säästlikke seadmeid ja jälgida nende korrasolekut.

2.6 Hoone soojusbilanss

Piire	Soojuskadu piirdetarindites	Sooja vee valmistamine koos kadudega	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Arvutatud kulu
	MWh/a			MWh/a
Välisseinad	15			
1 korruse põrand	8			
Pööningupealne	11			
Avatäited	7			
Kokku:	41	13	7	61



Mõõdetud või hinnatud 2009-2011 aasta neto soojatarbe kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega. Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on kasutatud antud hoonele 0,25.

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

3.1 Hoonete piirdetarindid

Summeeritud andmed hoonete piirdetarindite kohta esitatakse järgnevas tabelis:

Korterelamu energiaaudit

				Enne renoveerimist, $t_b=16,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, Sisetemperatuur $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$			Pakett I ($t_b=15,7$) Sisetemperatuur $20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$			Pakett II ($t_b=13,6$) $^{\circ}\text{C}$ Sisetemperatuur $20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$		
Piirde- tarind	Materjal/tüüp	Olukord	Pind- ala m^2	Hinnan- guline U väärtus $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod MWh/a	Parendusmeetmed	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised 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
Välisseinad	Palk + TEP plaat +krohv	Kate amortiseerunud	244	0,55	13	10 cm villsoojustus+krohv	0,22	5	8	0,22	4	9
Pööningu- pealne	Kerg- konstruktsioo- nid + viilkatus	Ehitusaegne, kate amortiseerunud	168	0,7	11	Lisasoojustamine 30 cm	0,11	2	10	0,11	1	10
1 korruse põrand	Eri konst- ruktsioonid keldri kohal	Erinevas korras	168	~0,5	8	Lisasoojustatakse sokkel ja vahetatakse keldri avatäited	~0,25	4	4	~0,25	3	5
Sein pööninguga	Väikeblokk	Lisasoojusta- mata	18	~0,35	1	Lisasoojustamine 10 cm	~0,15	0	0	0,15	0	0
Koridori sein	Telliskivi- müüritis	Lisasoojusta- mata	18	~0,65	1	-	Ei renoveerita	1	0	Ei renoveerita	1	0
Korteri- aknad	2-kordne selektiivklaas põhiliselt	Väga hea	47	~1,5	6	-	Ei renoveerita	6	1	Ei renoveerita	5	1
Koridori aknad	2-kordne selektiivklaas põhiliselt	Väga hea	4	1,3	0	-	Ei renoveerita	0	0	Ei renoveerita	0	0
Välisuks	Metall	Rahuldavas korras	3	0,8	0	-	Ei renoveerita	0	0	Ei renoveerita	0	0
Kokku					41			17	23		15	25

3.2 Küttesüsteem. Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus.

Küttesüsteem baseerub puitkütte, gaasikütte ja elektrikütte paigaldistel korterites.

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Soe tarbevesi valmistatakse põhiliselt gaasiboileritega elamispindadel. Olmekanalisatsioon juhitakse linnavõrku. Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ja AS Eesti Gaas tsentraalse gaasivõrguga. Hoone elektrisüsteem on osaliselt uuendatud. Tuleks jälgida ka, et gaasi ja elektrienergia hoonesisene jaotamine ja kasutamine oleks ohutu. Vanad seadmed tuleks üle kontrollida või vahetada välja.

3.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

Mõõtesead	Tüüp	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri ja niiskuse logger	HOBO U12-011	RH $\pm 2,5\%$; temp $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$	5 95% RH -20 $+70^{\circ}\text{C}$

	Sisetemperatuur, $^{\circ}\text{C}$	Suhteline õhuniiskus, %	Kastepunkti temperatuur, $^{\circ}\text{C}$
keskmine	22,0	34,5	6,1
maksimaalne	27,9	68,3	11,9
minimaalne	13,6	22,0	-2,2

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggerit kasutati ühes vahetatud akendega korterites temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti registreerimiseks. Korterisse sai vahetult enne mõõdistamist paigaldatud uus gaasiküttesüsteem. Periood 21 päeva. Välistemperatuurid jäid vahemikku $+1$ kuni -18°C . Tulemused on esitatud graafikus Lisas 4.2. Kommentaarid ptk 3.4.

3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub infiltratsiooni abil ja tuulutuse kasutamisega ning väljatõmme läbi küttekollete lõõride ja ventilatsioonišahtide. Vahetatud akendega korterite omanikud peaksid kasutama mikrotuulutust rahuldava sisekliima tagamiseks kui puuduvad ventilatsiooniklapid. 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. Uued aknad peaksid olema reguleeritava tuulutuse võimalusega. 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 tuulutamisega asjaoluga, et õhuvahetuse intensiivsus sõltub suurel määral sise ja välistemperatuuri vahe suurusest. See

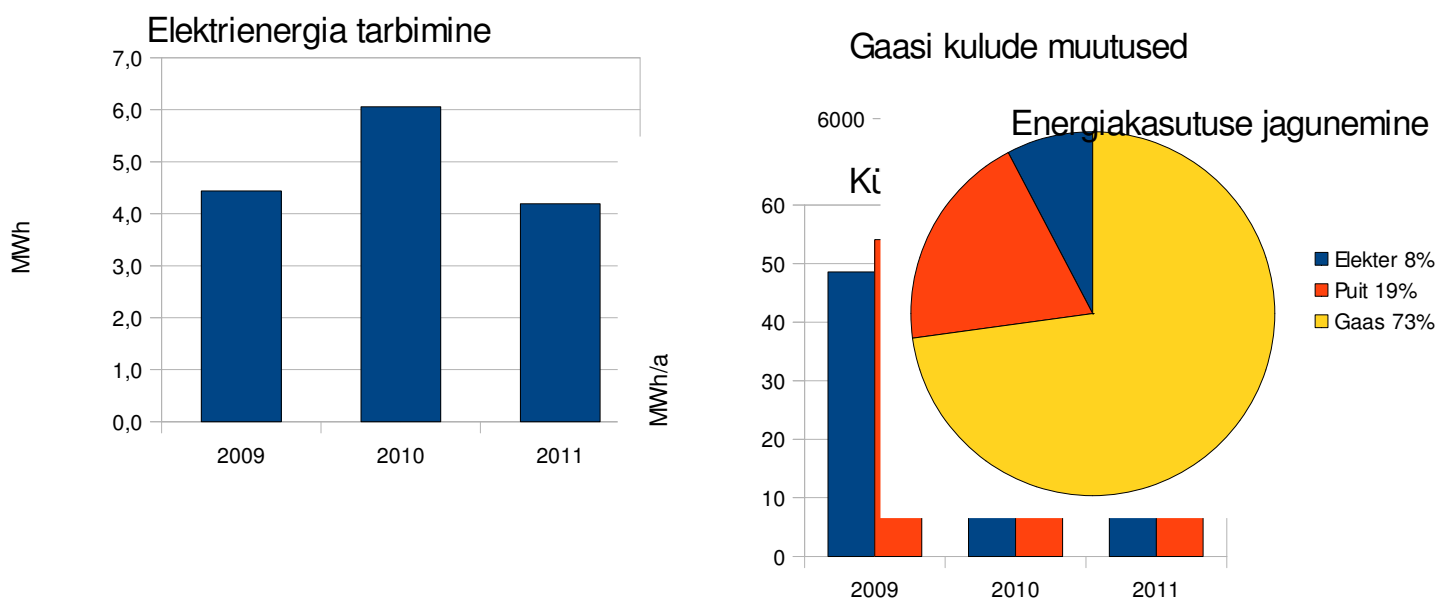
tähendab, et mida külmem on ilm, seda vähem peab tuulutama. Samuti sõltub loomuliku ventilatsiooni intensiivsus kõrguste vahest. See tähendab, et viimase korruse korterites vähemalt kõögiosas oleks normaalse õhuvahetuse tagamiseks soovituslik kasutada väljatõmbeventilaatoreid.

Sisekliima kontrollmõõdistamised näitasid, et üldine õhuvahetuse tase pigem rahuldav kui arvestada korteri asukohta, avatäiteid ja välistemperatuure. Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. Mõõdistatult jäi keskmine RH tase 34,5 %. Sellistel tingimustel on hallituse tekke risk madal. Probleeme võib esineda siis kui viimastel korrustel ei kasutata väljatõmbeventilaatoreid või suurema niiskuselise korral näiteks pesu kuivatamisest või toidu valmistamisest. Hallituse tekke oht väheneb oluliselt kui isoleerida soojuslikult välisseinad ja/või parandada ventilatsiooni toimimist. Välispiirete parema isolatsiooni korral paraneb ka inimestel soojuslik mugavus nende läheduses. Sel juhul on võimalik alandada veelgi sisetemperatuure, mis omakorda võimaldab lisaäästu küttekuludes. Keskmiseks arvutuslikuks sisetemperatuuriks on kasutatud 20,0 °C. Loggeri abil mõõdistatud keskmine oli küll kõrgem, kuid siia sisse on arvestatud ka trepikodade ja mõnede korterite madalamad sisetemperatuurid. Antud hoone keskmise puhul iga kraad, mis sellest kas on suurem või väiksem vastavalt suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 5 MWh/a. Peale renoveerimist eeldatakse, et sisetemperatuur keskmisena tõuseb 0,5 kraadi.

Säästumeetmete pakett 1 on soovitatud võtta kasutusele värskeõhuklapid ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. See suurendab küttekulu välisõhu soojendamisel ruumitemperatuurini ja seepärast hoones tervisliku sisekliima saavutamine lihtsamate meetoditega on pikemas perspektiivis kulukas. Vaja oleks kasutada soojustagastiga sundsissepuhke-väljatõmbe korterikeskseid süsteeme, paraku on selliste väljaehitamise maksumus suhteliselt kõrge ja probleemne torustike ning seadmete paigaldamise koha leidmise tõttu. Veel üheks võimaluseks oleks kasutusele võtta soojustagastiga sundsissepuhke-väljatõmbe ruumikesksed süsteemid. Sellistega on arvestatud käesolevas auditi aruande säästumeetmete pakettis 2.

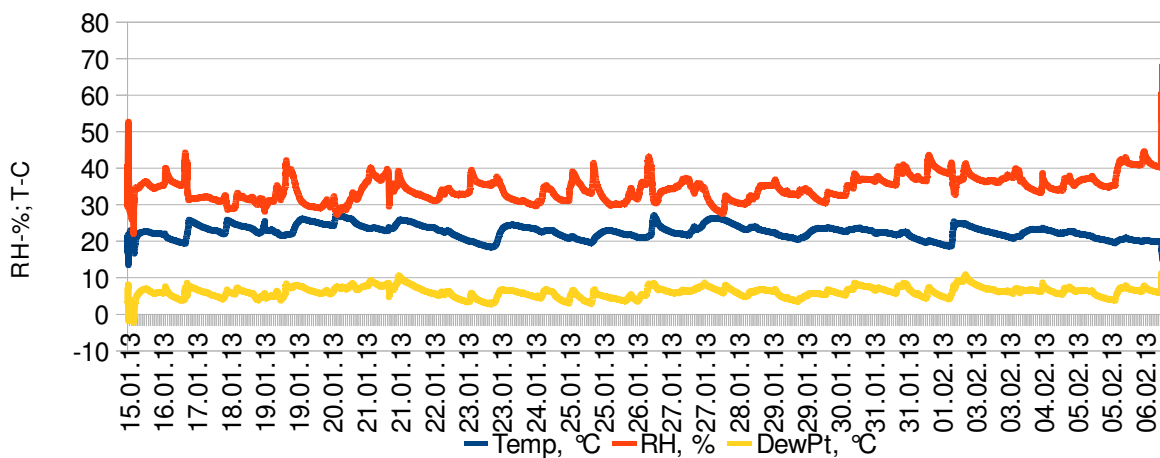
4. Lisad

4.1 Vee, kütuse ja elektrienergia tarbimine



4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused

Sisekliima mõõdistustulemused



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 elupindadel ($t_s=20,0$) $\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000$ [kW/ °C], (vt tabel ptk 3.1)

$$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 0,43 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist: $L \cdot \rho \cdot c = 0,06$ [m³/s] $0,10 \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,07 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$.

Õhuvahetuse kordarvuks on valitud 0,25 1/h

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i \cdot A_i + L \cdot \rho \cdot c = 0,50 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 54 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on valitud 0,7.

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 54 \cdot 0,7 = 37,8 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$.

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} \cdot A_{\text{kõetav pind}} = 37,8 \cdot 324 = 12\,319 \text{ kWh/a}$.

Keskmine vabasoojuskoormus $\Phi_{vs} = 12\,319 / 6552 = 1,88 \text{ kW}$.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 1,88 / 0,50 = 3,8 \text{ } ^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,0 - 3,8 = 16,2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeeetmete pakett 1

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 0,20$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist (fresh klapid)

$$L \cdot \rho \cdot c = 0,12 \text{ [m}^3\text{/s]} = 0,12 \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,15 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Hoone erisoojuskaod $H = \Sigma U_i \cdot A_i + L \cdot \rho \cdot c = 0,35 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta jääb samaks 54 kWh/(m² a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 54 \cdot 0,7 = 37,8 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$.

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas $Q_{vs} = q_{vs} \cdot A_{\text{kõetav pind}} = 37,8 \cdot 324 = 12\,319 \text{ kWh/a}$.

Keskmine vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 12\,319 / 6552 = 1,88 \text{ kW}$.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 1,88 / 0,35 = 5,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vsI} = 20,5 - 5,4 = 15,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeeetmete pakett 2

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$$\Sigma(U_i * A_i) / 1000 = 0,22$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist küttekehadele kompenseerimiseks:

$$L * \rho * c = 0,06 \text{ [m}^3/\text{s]} = 0,06 * 1,2 * 1,005 = 0,07 \text{ kW/ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{Hoone erisoojuskadod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,27 \text{ kW/ }^{\circ}\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks küttekehadele kompenseerimiseks 0,25 1/h

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta jääb samaks 54 kWh/(m² a).

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $q_{vs} = 54 * 0,7 = 37,8 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}$.

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 37,8 * 324 = 12\,319 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 12\,319 / 6552 = 1,94 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 1,94 / 0,27 = 6,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vsII} = 20,5 - 6,9 = 13,6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

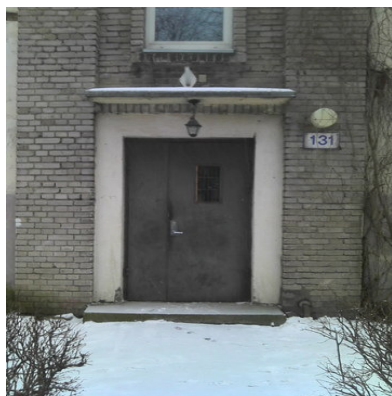
4.4 Illustreerivad fotod



Välisseinte olukord



Sokkel ja vanad keldri aknad



Välisuks



Koridori aknad



Elektripaigaldis koridoris



Kivitrepikoja proportsioonid seinaga