

Tellija:
Aadress:
Tellija kontaktisik:
Telefon:
e-post:

ENERGIAAUDIT



3-KORRUSELINE 30-KORTERIGA 2-st ELAMUST KOOSNEV HOONESTU AADRESSIL
UUEMÕISA ALEVIK, LÄÄNEMAA

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Läänemaa, Ridala valla, Uuemõisa aleviku aadressiga _____ asuva 3-korruselise 30 korteriga kahest hoonest koosneva hoonestu 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 2010 – 2012 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 _____ 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 säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energia-tõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral.....	4
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid.....	7
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.....	9
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine.....	9
2.2 Hoone üldandmed.....	10
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoonete üldine olukord.....	10
2.4 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	11
2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus.....	11
2.6 Soojusenergia kulu.....	12
2.7 Elektrienergia ja tarbevee kulu ning kasutamine.....	12
2.8 Hoone soojusbilanss.....	13
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....	13
3.1 Hoone piirdetarindid.....	13
3.2 Küttesüsteem.....	15
3.2.1 Küttesüsteemi olukord.....	15
3.2.2 Sääst küttesüsteemi renoveerimisest.....	15
3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus.....	16
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	16
4. Lisad.....	17
4.1 Soojuse ja elektrienergia tarbimine ning tarbevee kasutamine.....	17
4.2 Sisekliima mõõdistuste tulemused.....	18
4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....	18
4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....	18
4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I.....	19
4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II.....	19
4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III.....	20
4.4 Illustreerivad fotod.....	20
4.5 Termograafia tulemused.....	21

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

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Soojusenergia keskmine kulu kaugküttest aastatel 2010-2012 oli mõõdetud 297 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 hoone sokkel ja renoveeritakse pandus. Soovitatav on lisasoojustada sokli maa-alune osa ca 50 cm sügavuselt. Soojustuse paksuseks 10 cm. Materjaliks on soovitatav kasutada soklite soojustamiseks kasutatavat EPS materjali, pealispind korhvitakse õhekrohvkattega. Kus võimalik, seal on soklil soovitatav teha soojustuse ülekate kõrgemale esimese korruse põranda lõikejoonest välisseinaga, et vähendada tarindi osa külmasildade mõju soojuskadudes. Lisasoojustatakse otsaseinad, soojustuskihi paksus 15 cm. Juhul kui räästaserva proportsioonid võimaldavad, siis võiks soojustuskihi paksus olla 20 cm. Materjaliks seinte soojustamiseks kasutatav EPS, kuid võib kasutada ka muid lubatud soojustusmaterjale või nende kombinatsioone, eeldusel, et tarindi lõplik soojusjuhtivus jääb samaks kui on see 15 cm EPS- i kasutamisel. Eeldatakse, et külgevälisseinad üldjuhul remonti ei vaja, vajadusel tehakse krohviparandused. Soovitatav on lisasoojustada keldri laed hoone otsakorterite asukohas. Selleks võib kasutada lagede soojustamiseks kasutatavaid villplaate ja nende kinnitustarvikuid. Kuid võib kasutada ka polüuretaanvahtsoojustust. Kihi paksus 10 cm. Pööningu soojustust täiendatakse 30 cm puistevilla kihiga. Vahetatakse kõik vanad avatäited. (välisüksed, vanad korterite aknad, koridori ja keldri aknad) Uute, õhutihedate akende kompleksne soojusjuhtivus peaks olema 1,10 W/(m²K) või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Keldri aknad on soovitatav tõsta soojustuse tasapinda. Peasissekäikude poolsete uste asendamisel tuleks pöörata tähelepanu, et peale nende vahetust kaoks lisas 4.5 termopildidel 19 ja 20 näidatud külmasillad. Samuti tuleks uste vahetuse kavandamisel arvestada võimaliku välisseinte lisasoojustamisega tulevikus. Ventilatsiooni väljatõmbeosa inspekteeritakse, vajadusel korrastatakse. Kõik toad varustatakse värskeõhuklappidega (köögid mitte - köökide, vannitubade ja WC-de õhuvahetus jääb siirdõhuga tubadest). Soovitatav on võtta kasutusele välisõhu temperatuurile reageerivad seintesse puuritavatesse avadesse paigaldatavate värskeõhuklapid või ruumiõhu niiskuse järgi reguleeruvad akendele paigaldatavad klapid. Tellitavad aknad on soovitatav lasta varustada klappidega tootja poolt. Küttesüsteemis teostatakse läbipesu ja viiakse läbi tasakaalustamine. Investeering ca 123 871 eurot. Sääst ca 43 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 10 %. Kütteenergia kasutus langeb ca 12 %. Koos varem läbi viidud töödega nagu akende vahetus vähemalt 30 %. Lihttasuvusaeg 36 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 15 % toetusega 31 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määruale oleks 224 kWh/

(m²a), mis vastaks klassile F.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 197 kWh/(m²a), klass D) Küttekulu köetava pinna kohta langeb 150-lt kWh/(m²a) 129-le kWh/(m²a).

Juhul kui selle paketi korral eeldatakse, et korteriomaniikud vahetavad aja jooksul aknad välja iseseisvalt, siis sel juhul väheneksid küll investeeringud kui säästud puuduksid või oleks väga väikesed (ca 3 MWh/a). Samuti kuna küttesüsteem ei võimalda reguleerimist, oleksid korterite sisetemperatuurid vastavalt akende olukorrale ebaühtlased.

Teise paketi raames viiakse läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud paketis 1. Kuid lisaks renoveeritakse koos soojustusega kõik soojustamata välisseinad kogu ulatuses. Soojustuskihi paksus 15 cm. Materjaliks on soovitatav samuti kasutada EPS materjali, mis krohvitakse. Küttesüsteem renoveeritakse kogu ulatuses. Vana demonteeritakse ja paigaldatakse uus kahetorusüsteemne torustik ning uued küttekehad, mis varustatakse termostaatide ja individuaalsete küttekulu mõõdikutega. Koridoride küttekehade soojusväljastus on soovitatav reguleerida tasemele 16-18 °C. Küttesüsteemi renoveerimiseks koostatakse vastav projekt. Investeering ca 264 746 eurot. Sääst soojusenergialt 171 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 39 %. Soojusenergia kasutus 47 %. Lihttasuvusaeg 19 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 25 % toetusega 15 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 170 kWh/(m²a), mis vastaks klassile D.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 143 kWh/(m²a), klass C). Küttekulu köetava pinna kohta langeb 150-lt kWh/(m²a) 69-le kWh/(m²a).

Kolmanda paketi raames viiakse läbi samad toimingud samadel tingimustel, mis on kirjeldatud paketis 2 kuid värskeõhuklappe ei paigaldata. Nende asemel võetakse kasutusele ruumipõhised soojustagastusega ventilatsiooniseadmed (paigaldusega seintesse puuritavatesse avadesse) ja tagatakse võimalikult õhutihe hoonekarp. Sooja tarbeveega varustamisel minnakse üle kaugküttele. Selleks ehitatakse välja sooja tarbevee tsirkulatsioonitorustikud. Investeeringumaksumuste vähendamise eesmärgil võib piirduda vaid horisontaalse tsirkulatsiooniga. Olemasolevad elektriboilerid korterites võib jätta alles, ühenduse neisse võib teha järjestikuliselt. Lisaks tuleb paigaldada soojussõlme lisasoojusvaheti soojale tarbeveele. Kütteperioodi väliseks sooja tarbevee ettevalmistamiseks paigaldatakse päikesekütte torupaneelid. Paigalduse asukoht maja 26/1 katuse kagutiib. Paneelide arv ca 16, täpsem arv sõltub tegelikust paigalduse võimalustest ja paneelide enda parameetritest. Akumulatsioonimahuti ja tsirkulatsioonisüsteemi seadmed soojussõlmes. Arvutustes on arvestatud, et tsirkulatsiooni kadude tõttu suureneb tarbevee soojuse vajadus 20% ja mai ning septembrikuus tuleb elektriga täiendavalt soojendada sooja tarbevett 10% ulatuses aastast vajadusest. Siinses paketis on arvestatud, et päikesekollektorite kõrvale paigaldatakse päikese elektritootmise fotoelektrilised paneelid võimsusega 10 kW. Ehk siis mikrotootja pakett, mis ühendatakse võrguga võrguinverteriga ühistu üldelektri liitumispunkti kaudu. Investeering ca 350 111 eurot. Sääst kokku ca 242 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 56 %. Lihttasuvusaeg 16 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 35 % toetusega 10 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 115 kWh/(m²a), mis vastaks klassile B.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 100 kWh/(m²a), klass A) Neto küttekulu köetava pinna kohta langeb 150-lt kWh/(m²a) 45-le kWh/(m²a).

Selle paketi lisavõimaluseks on rõdude klaasimine raamideta klaasisüsteemiga, mis on samuti toetatav tegevus, sel juhul investeeringumaksumused tõuseksid ca 20 000 euro võrra kuid lihttasuvusajad vaid ca 1-2 aastat.

Samuti võib selle paketi korral ära jätta päikese PV paneelide paigalduse. Investeeringu-

maksumused väheneksid ca 13 000 eurot kuid tasuvusajad ei muutuks. (ühe võrra halveneb energiatõhususarvu klass)

Neljanda paketi raames viiakse läbi samad toimingud samadel tingimustel, mis on kirjeldatud paketi 3. Samuti kehtivad sellele eelmise paketi kirjelduse lõpus olevad lisavalikud. Kuid päikese soojusenergia tootmise paneele ei paigaldada. Selle asemel võetakse kasutusele suvise sooja tarbevee ettevalmistamiseks õhk-vee soojuspumpsüsteem. Välisosa asukoht pinnasel kahe hoone vahelises välisnurgas (müraprobleemide vähendamiseks), siseosa soojussõlmes. Süsteem võib koosneda mitmest seadmest. Ehkki arvutuslik väljund koguvõimsus peaks olema ca 6 kW, võiks selle dimensioneerida kaks korda võimsamaks, et oleks võimalik ka kütta hooneid suhteliselt kõrgematel välistemperatuuridel (alates + 7 °C) ning, et süsteem toimiks osavõimsustel suurema COP saavutamiseks. Selle tarbeks tuleb süsteem seadistada tööle koos kaugküttega. Investeering ca 358 036 eurot. Sääst kokku ca 240 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 55 %. Lihttasuvusaeg 16 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 35 % toetusega 11 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 119 kWh/(m²a), mis vastaks klassile B.(eelmise redaktsiooni järgi vastavalt 102 kWh/(m²a), klass B)

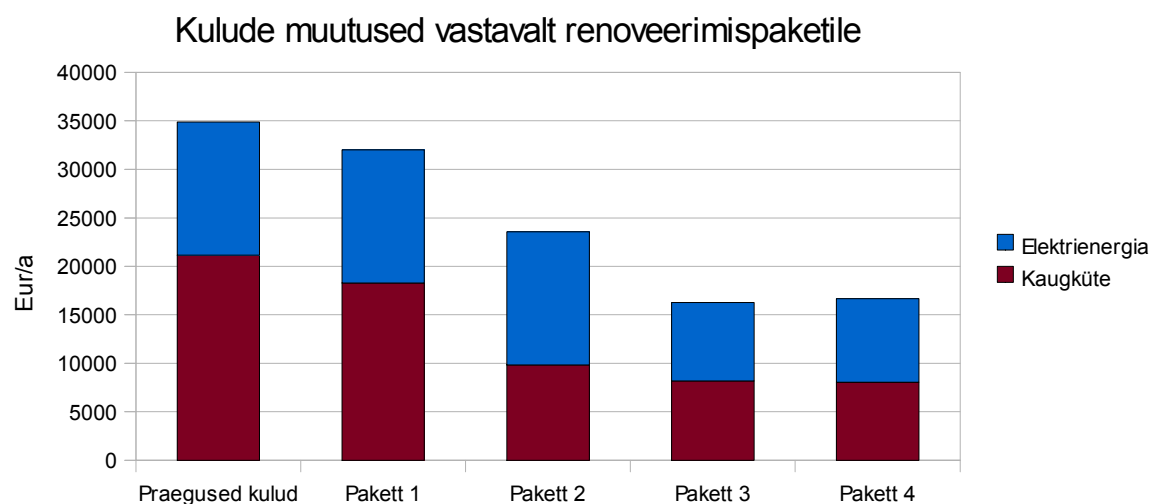
Pakutud renoveerimispakettide korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks standardile EVS-EN 15251:2007 ning hoone energiatõhusus vastaks alates teisest paketist Vabariigi Valitsuse 30. augusti 2012. a määruse nr 68 "Energiatõhususe miinimumnõuded" nõuetele, mis sätestab oluliselt 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 teine pakett 15%, teine 25% ning alates kolmandast paketist 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 (ET).

Renoveerimispakett	Investeering KÜ	Lihttasuvusaeg	Sääst	KEK	Kuumakse m2-le
	eur	a	%	kWh/(m2a)	eur/kuu
hetkel				242	1,58
1	105 290	31	10	224	1,79
2	198 560	15	39	170	1,70
3	227 572	10	56	115	1,46
4	232 723	11	55	119	1,50

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



1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

Säästumeetmete pakett I						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energia-sääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Avatäited	Kõikide vanade vahetus	35 343				30
Küttesüsteem	Korrastamine	16 937				10
Välisseinad ja sokkel	Otsaseinte ja sokli lisasoojustamine 10;15 cm, panduse renoveerimine	56 357				30
Ventilatsiooni süsteem	Fresh klapid tubadele	5 343				20
Pööning	Puistevill 30 cm	9 890				30
Kokku		123 871	43*	3 441	36	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energia-sääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Avatäited	Kõikide vanade vahetus	35 343				30
Küttesüsteem	Asendamine, küttekulumõõdikute ja termostaatide paigaldus	33 873				20

Välisseinad ja sokkel	Kõikide seinte ja sokli lisasoojustamine 10;15 cm, panduse renoveerimine	180 297				30
Ventilatsiooni süsteem	Fresh klapid tubadele	5 343				20
Pööning	Puistevill 30 cm	9 890				30
Kokku		264 746	171*	13596	19	

Säästumeetmete pakett III

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Avatäited	Kõikide vanade vahetus	35 343				30
Küttesüsteem	Asendamine, küttekulumõõdikute ja termostaatide paigaldus	33 873				20
Välisseinad ja sokkel	Kõikide seinte ja sokli lisasoojustamine 10;15 cm, panduse renoveerimine	180 297				30
Ventilatsiooni süsteem	Ruumipõhiste soojustagastusega seadmete kasutusele võtmine	48 087				20
Pööning	Puistevill 30 cm	9 890				30
Sooja tarbevee süsteem	Trirkulatsioonitorustike ehitus, soojusvaheti paigaldus	10 545				25
Taastuvenergeetika-seadmed	PV ja toru päikesepaneelide paigaldus	32 075				25
Kokku		350 111	242*	22326	16	

Säästumeetmete pakett IV

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, EUR	Energiasääst, MWh/a	Säästuväärtus, EUR/a	Lihttasuvusaeg, a	Meetme eluiga, a
Avatäited	Kõikide vanade vahetus	35 343				30
Küttesüsteem	Asendamine, küttekulumõõdikute ja termostaatide paigaldus	33 873				20
Välisseinad ja sokkel	Kõikide seinte ja sokli lisasoojustamine 10;15 cm, panduse renoveerimine	180 297				30

Ventilatsiooni süsteem	Ruumipõhiste soojustagastusega seadmete kasutusele võtmine	48 087				20
Pööning	Puistevill 30 cm	9 890				30
Sooja tarbevee süsteem	Trirkulatsioonitorustike ehitus, soojusvaheti paigaldus	10 545				25
Taastuv-energeetika-seadmed	PV päikesepaneelide paigaldus, õhk-vesi soojuspump	40 000				25
Kokku		358 036	240*	21 867	16	

*- 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



Hooned asuvad Uuemõisa alevikus Läänemaal suhteliselt avatud maastikul

2.2 Hoone üldandmed

Aadress	Uuemõisa alevik, Ridala vald, Läänemaa	
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu	
Katastritunnus	67401:009:1550	
Omandi liik	korteriomand	
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu	
Esmane kasutus	1987	
Korruste arv	3	
Maja	26/1	26/2
EHR kood	105010008	105010009
Trepikodade arv	2	3
Ehitusalune pind (m ²)	374	597
Suletud netopind (m ²)	2565,3	
Elamispind kokku (m ²)	1104,9	
Eluruumide arv	30	
Tubade arv	76	
Eluruumide pind (m ²)	1836,1	
Kõetav pind kokku (m ²)	2127	
Kõetavate ruumide maht m ³	5318	
Elanike/kasutajate arv	~ 55	
Kelder	Jah	

Koridorid on loetud kõetavaks pinnaks.

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoonete üldine olukord.

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
...-2013	Korterite akende vahetus, auditeerimise ajaks ca 50 %
2004	Katusekatte vahetus

Hoonete üldine olukord on rahuldav. Põhikonstruktsioonide olukorra üldisest halvenemisest visuaalsed märgid puuduvad.

2.4 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 $+70^\circ\text{C}$
Termokaamera	Flir ThremaCAM SD, S/N 278017074	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	-25 kuni $+100^\circ\text{C}$

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggerit kasutati temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti registreerimiseks. Periood 28 päeva. Välistemperatuurid jäid vahemikku -4 kuni $+8$ kraadi $^\circ\text{C}$. Tulemused on esitatud graafikus Lisas 4.2. Kommentaarid ptk 3.4.

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

	Temp, $^\circ\text{C}$	RH, %	DewPt, $^\circ\text{C}$
keskm	20,8	41,7	7,3
min	17,4	31,0	3,4
max	24,3	53,2	13,3

2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloormustus

Põhiline küttevii	Tsentraalküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus	Ühetoru süsteem
Korterite soojakulu mõõturid	Puuduvad
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik	Tsentraalne võrk
Sooja tarbevee valmistamine	Elektri boileritega elamispindadel
Toidu valmistamine	Elekter
Muud energiaseadmed	-
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest.
Elektrienergia tarnija	AS Imatra Elekter

2.6 Soojusenergia kulu

Soojusenergia tarbimine	2010	2011	2012	Ühik
Kaugkütte võrgust tarnitud soojus	296	266	330	MWh/a
Soojustarbimine kütteks	296	266	330	MWh/a
Tegeliku aasta kraadpäevade arv	4100	3285	3701	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril	3572			°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve	258	289	318	MWh/a
Kütte eritarbimine köetava pinna kohta	121	136	150	kWh/(m²a)
Soojusenergia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	66,44			eur/MWh

Kraadpäevadega korrigeeritud soojusenergia kulu on 2012 aastal olnud kõrgem kui 2010 ja 2011 (vt lisa 4.1 graafik). Ilmselt on tegu reguleeringute muutmisega. Energiabilansi arvutustes on aluseks võetud 2012 aasta. Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta on keskmisena sarnased teiste sama tüüpi ja samasuguses ehituslikus seisus korterelamutega. Soojusenergia kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena auditi esimeses peatükis.

2.7 Elektrienergia ja tarbevee kulu ning kasutamine

Tarbimine	2010	2011	2012	Ühik
Elektrienergia tarbimine kokku	72,3	70,6	70,3	MWh/a
sh tarbimine soojale tarbeveele	44,3	42,6	43,2	MWh/a
sh üldelektri tarbimine	5,4			MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta sooja tarbeveeta	34,0	33,2	33,1	kWh/(m²a)
Tarbevesi	1699	1633	1657	m³/a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	0,9	0,9	0,9	m³/(m²a)
Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas	20,4			kWh/(m²a)
Elektrienergia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	120			eur/MWh

Elektrienergiat kasutati toidu valmistamiseks, valgustuseks ja seadmete käitamiseks ning sooja tarbevee valmistamiseks. Korterites tarbitud elektrienergia, mis ei läinud sooja tarbevee valmistamiseks, on hinnangulised. Elektrienergia kasutus, millest on eemaldatud suvekasutus, on arvestatud hoone energiabilansis utiliseeritavate vabasoojuste hulka.

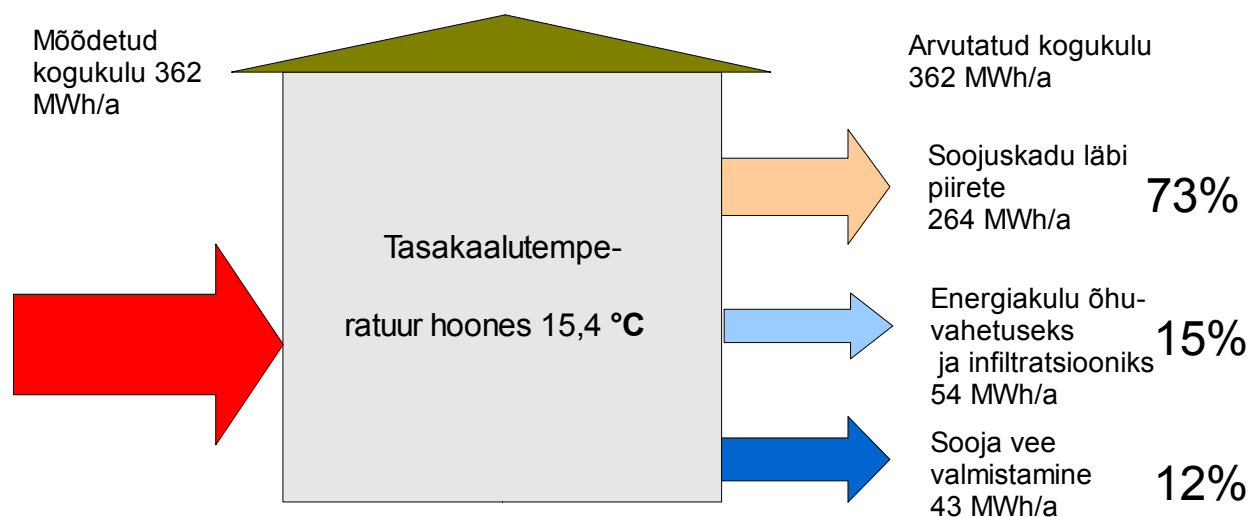
Tarbevee erikulud on sarnased teiste analoogiliste hoonetega või veidi väiksemad. Tarbimised suhteliselt stabiilsed. Tuleks jälgida, et sooja tarbevee seadetemperatuur oleks 55 °C. Sellest madalamatel temperatuuridel tekib oht Legionella bakterite vohamiseks. Sooja tarbevee valmistamiseks kulunud elektrienergiat ei arvestata hoone soojusbilansi arvutustes kütte osaks, sest eeldatakse, et kogu tarbevee kasutamine ja valmistamine ei mõjuta hoone vabasoojust.

Soovitused elektrienergia kasutamise vähendamiseks on toodud käesoleva aruande peatükis 1. Muud soovitused elektri, 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	117				
1 k põrandad	33				
Katuslagi	41				
Avatäited	73				
Kokku:	264	43	54	362	362

Mõõdetud 2012 aasta soojatarbe kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega. Sooja vee valmistamine on 2010-2012 aasta hinnatud keskmised kulud koos kadudega.



Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on kasutatud antud hoonele 0,35.

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

3.1 Hoone piirdetarindid

Summeeritud andmed hoone piirdetarindite kohta esitatakse järgnevas tabelis:

Põõningu- tarind	Materjal/tüüp	Olukord	Pind- ala m ²	Enne renoveerimist (tB=15,4 °C) Sisetemperatuur 19,5°C			Säästumeetmete pakett I (tB=17,1) Sisetemperatuur 20,5°C			Säästumeetmete pakett II (tB=13,7) Sisetemperatuur 20,5°C			Säästumeetmete pakett III ja IV (tB=11,8) Sisetemperatuur 20,5°C		
				Hinnanguline U- väärtus W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskao MW/h/a	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskao peale meetme rakendamist MW/h/a	Energia- sääst MW/h/a	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskao peale meetme rakendamist MW/h/a	Energia- sääst MW/h/a	Arvutuslik U- väärtus peale meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskao peale meetme rakendamist MW/h/a	Energia- sääst MW/h/a
Pööningu- pealne	r/b laekonstruktsioonid +kate	Uus katuse kate	860	0,55	41	Lisasoojustamine 30 cm puistevill	0,10	8	32	0,10	6	34	0,10	5	35
Külgvälis- seinad	Gaaspoorbeton	Lisasoojusta- mata	1293	0,85	94	Soojustustamine- 15 cm	ei renoveerita	108	-14	0,22	21	73	0,22	18	77
Otsmised välisseinad	Gaaspoorbeton	Lisasoojusta- mata	336	0,80	23	Soojustustamine- 15 cm (20 cm)	0,18	6	17	0,18	5	19	0,18	4	19
Koridori aknad	Ehitusaegsed, puitraamiga	Keskmisses korras	17	2,60	4	Asendamine uutega	1,10	2	2	1,10	1	2	1,10	1	3
1 korruse põrand	r/b laepaneel + eri põrandakonstruktsioonid	Erinevas korras	860	0,45	33	Soojustatakse sokkel+(osaline keldri lae soojustus)	0,20	17	16	0,20	13	20	0,20	11	22
Uued aknad	Põhiliselt 2x selektivklaaspakett	Rahuldavas korras	163	1,40	20	-	ei renoveerita	23	-3	ei renoveerita	17	3	ei renoveerita	14	5
Vanad aknad	Ehitusaegsed, puitraamiga	Keskmisses korras	163	2,60	36	Asendamine uutega	1,10	18	19	1,10	13	23	1,10	11	25
Välisuksed	Puit uksed	Ehitusaegsed	55	2,80	13	Asendamine uutega	0,90	5	8	0,90	4	9	0,90	3	10
Kokku					264			186	78		80	183		67	197

3.2 Küttesüsteem

3.2.1 Küttesüsteemi olukord

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed
Soojussõlm	Plaatsoojusvaheti	Paigaldada soojusvaheti ka tarbeveele
Soojussõlme ja keldri torustike soojusisolatsioon	Keskmine	Võimalusel parendada
Korterite soojusmõõtjad	Puuduvad	Paigaldada küttesüsteemi renoveerimisel alates teisest paketist
Küttetorustikud	Teras	Vahetada koos küttesüsteemi täieliku renoveerimisega.
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Ei	Teostada tasakaalustamine kui küttesüsteemi terviklik renoveerimine lõkkub kaugemasse tulevikku
Küttekehad	Põhiliselt ehitus-aegsed termos-taaideta malm	Küttesüsteemi täielikul vahetamisel soovitatav kasutusele võtta konvektortüüpi küttekehad.
Kütte ja tarbevee parendamise seadmed	Ei	Soovitatav kasutada

3.2.2 Sääst küttesüsteemi renoveerimisest

1. Automaatne soojussõlm hoones utilisatsioonitegur $\eta \sim 0,5$

2. Automaatne soojussõlm hoones + radiaatorite automaatsed (kas termostaatide või ajamitega) reguleeriviid : utilisatsioonitegur $\eta \sim 0,7$. Kõetav pind on 2127 m².

Sääst ümberehitusest, kui investeeringu suurus on 33873 eur, soojuse hind 66 eur/MWh.

Kogu kütteks kasuliku vabasoojust on korterelamus aastas 59 kWh/(m² a).

Sellest saame kätte automaatse soojussõlme puhul $59 \times 0,5 = 29,5$ kWh/(m² a).

Radiaatorite termostaatventiilide korral $59 \times 0,7 = 41,3$ kWh/(m² a).

Lisaks kättesaadav vabasoojus on $41,3 - 29,5 = 11,8$ kWh/(m² a).

Aastas saadav sääst on $2127 \times 11,8 / 1000 = 25,1$ MWh/a.

Säästuväärtus on $25,1 \times 66 = 1657$ eur/a.

Tasuvusaeg: $33873 / 1657 = 20$ aastat.

Meetme eluiga ca 20 aastat.

3.3 Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus

Külm tarbevesi saadakse aleviku veevõrgust. Soe tarbevesi valmistatakse elektriboileritaga korterites. Olmekanalisatsioon juhitakse kohalikku kanalisatsioonivõrku.

Hoone on ühendatud elektrivõrguga Läbi Imatra Elekter AS. Hoone tehnosüsteemid on rahuldavas korras. 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. 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 õhuvahtuse 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 vahet. See tähendab, et viimase korruse korterites vähemalt köögis oleks normaalse õhuvahtuse tagamiseks soovituslik kasutada väljatõmbe ventilaatoreid. Ventilatsiooniga seonduv ja selle parandamise võimalused on hinnatud ptk-s 1 energiasäästupakettides.

Sisekliima kontrollmõõdistamised näitasid, et üldine õhuvahtuse tase oli keskmisena rahuldav. (Seda kinnitas ka CO₂ pisteline mõõdistus ühes korteris, tase 922 ppm). Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. Mõõdistamisperioodil jäi keskmiseks RH tasemeks 41,7 %. Kui arvestada, et mõõtmised toimusid suhteliselt kõrgetel kütteperioodi välistemperatuuridel, siis võib tulemust vähemalt mõõdistatud korterites lugeda rahuldavaks. Lisas 4.2 teisel diagrammil on toodud eraldi krt 25 tulemused. Kuni 16 kp-ni oli mõõteseadet magamistoas. Seal registreeriti ka maksimaalsed suhtelise õhuniiskuse tasemed. Magamistoad tavaliselt ongi sellised hoone osad korterelamutes, kus õhukvaliteedi halvenemine silma paistab. Ehkki antud juhul probleemid ei ole väga suured, on soovitatav ikkagi kasutada sealviibimise ajal kas mikrotuulutust või paigaldada värskeõhuklapp. Maksimaalseks kastepunkti temperatuuriks registreeriti 13,3 kraadi. Sellistel tingimustel on hallituse tekke risk suhteliselt väike. Ka termokaamera ei registreeritud sellest madalamaid sisepindasid korterites. Hallituse tekke oht väheneb veelgi kui isoleerida soojuslikult välispiirded ja/või parandada ventilatsiooni toimimist. Välisseinte parema isolatsiooni korral ja kvaliteetsete akende kasutamise korral kasvab ka inimestel soojuslik mugavus välispiirete läheduses. Sel juhul on võimalik alandada veelgi sisetemperatuure, mis omakorda võimaldab lisasäästu küttekuludes.

Keskmiseks arvutuslikuks (kaalutud keskmiseks) sisetemperatuuriks on kasutatud 19,5 °C. Loggeri andmetel oli keskmine temperatuur isegi kõrgem (20,8 °C). Kuid siin tuleb arvesse võtta ka trepikodade ja osade korterite veidi madalamad sisetemperatuurid. Antud hoone keskmise puhul iga kraad, mis on sellest suurem või väiksem vastavalt kas suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 21 MWh/a. Küttesüsteemi renoveerimise korral on soovitatud kasutusele võtta küttekulude individuaalsed mõõturid korterites. See võimaldab elanikel valida mugavad sisetemperatuurid vastavalt soovile. Auditiga ei ole võimalik anda hinnangut kuidas elanikud sel juhul täpselt käituvad, kuid siiski on usutav, et püütakse

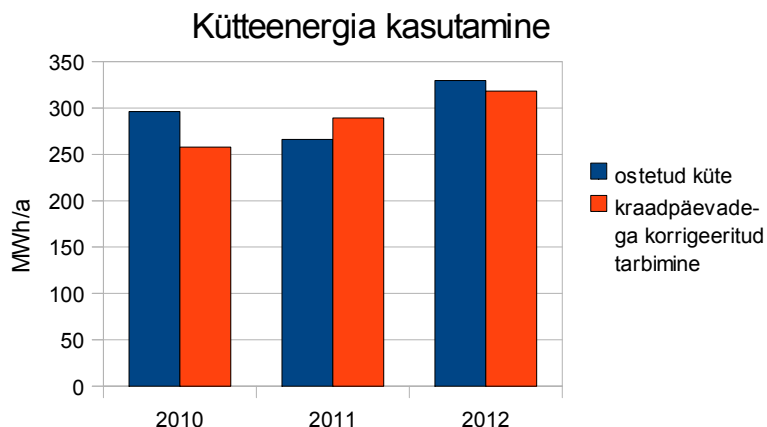
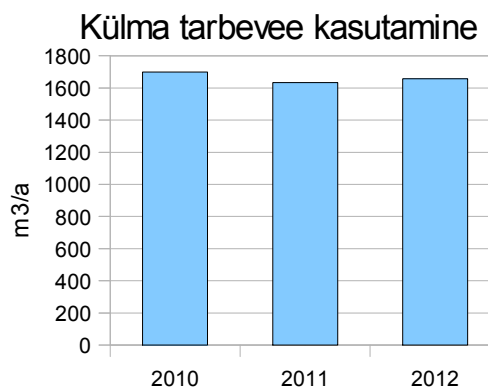
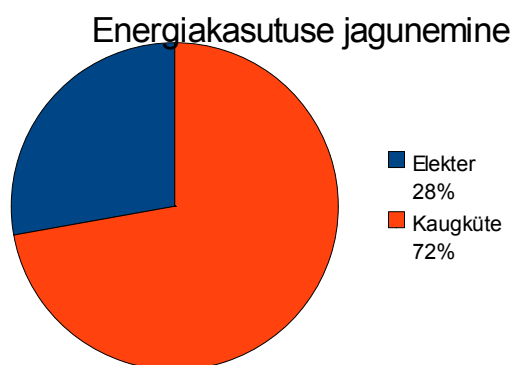
kütteenergialt säästa, seepärast eeldatakse, et sisetemperatuure eluruumides ei hoita keskmiselt kõrgemal kui ca 21,0 °C. Arvestades ka koridoride mõnevõrra madalamat sisetemperatuuri, eeldatakse, et keskmine sisetemperatuur tõuseb ca 20,5 kraadini.

Säästumeetmete pakettides on soovitatud võtta kasutusele erinevad meetmed ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. Säästumeetmete pakettis 1 ja 2 on soovitatud võtta kasutusele värskeõhuklapid ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. See suurendab küttekulu välisõhu soojendamisel ruumitemperatuurini. Ehk siis hoones tervisliku sisekliima saavutamine lihtsamate meetoditega on pikemas perspektiivis kulukas. Seepärast on pakettis 3 ja 4 soovitatud võtta kasutusele ruumipõhised soojatagastusega ventilatsiooniseadmed. Nende puhul tuleks jälgida, et inimesed neid ikka kasutaksid. Võimalusel tuleks leida lahendus või valida seadmed, mis lülituvad töösse automaatselt, inimese sekkumiseta. Vastasel korral võib juhtuda, et tegelik sisekliima mõningal juhul isegi halveneb. Samuti tuleks tagada Ühistus see, et neid seadmeid ka aeg-ajalt kontrollitakse ja hooldatakse. Arvestada tuleks ka sellega, et selliste seadmete kasutamine suurendab ka elektrienergia kulu (ca 2 MWh/a).

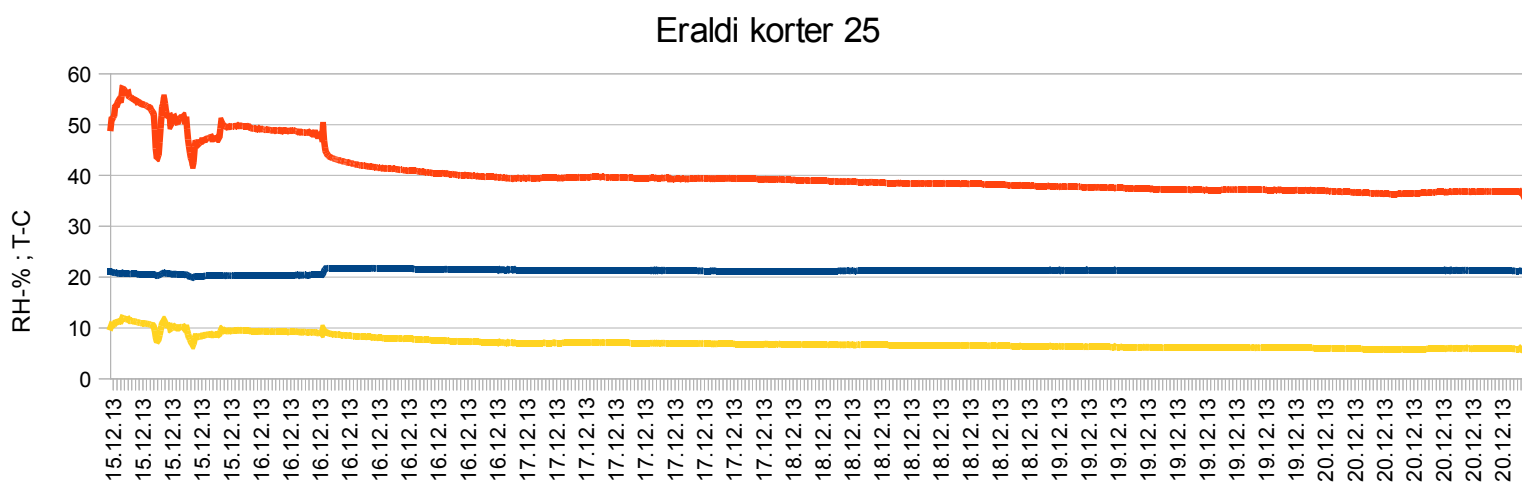
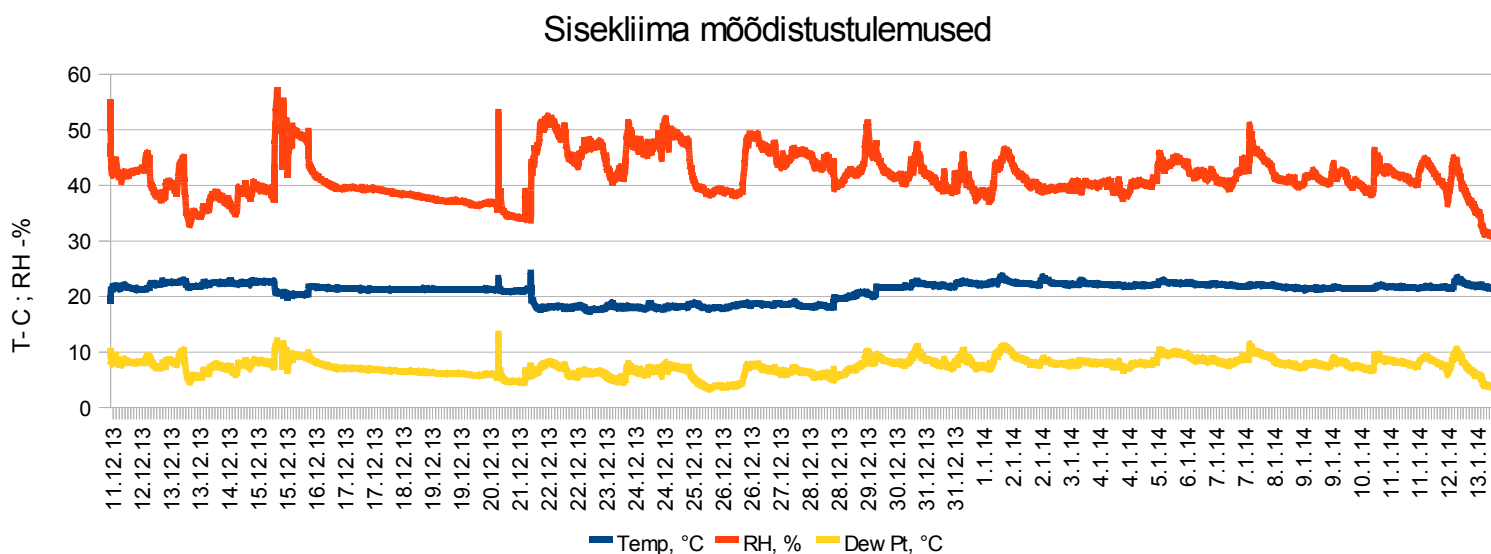
Põhimõtteliselt võib asendada neljandas pakettis need soojustagastusega klapid tavalistega ja paigaldada väljatõmbeõhu soojuspumpsüsteem. See asendaks sel juhul ka õhk- vesi soojuspumpa sooja tarbevee valmistamiseks. Lõpptarbimised jääksid sarnaseks kuid veidi on suuremad investeeringumaksumused.

4. Lisad

4.1 Soojuse ja elektrienergia tarbimine ning tarbevee kasutamine



4.2 Sisekliima mõõdistuste tulemused



4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine

Tasakaalutemperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil. 3 ja 4 paketi tulemid on samad

4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist ($t_s=19,5$):
 $\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000$ [kW/ °C], (vt tabel ptk 3.1)

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 3,08 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:

$$L * \rho * c = 0,52 \text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 0,62 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks on kasutatud 0,35 1/h

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 3,70 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 59 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatideta küttesüsteemi ja automaatse soojasõlme kuid madalate sisetemperatuuride korral valitud 0,8

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 59 * 0,8 = 47,9 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 47,9 * 2127 = 99705 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 99705 / 6552 = 15,22 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 15,22 / 3,70 = 4,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 19,5 - 4,1 = 15,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeteetmete pakett I

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

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,89 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L * \rho * c = 0,74 \text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 0,89 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 2,78 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 59 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatideta küttesüsteemi ja automaatse soojasõlme korral valitud 0,5

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 59 * 0,5 = 29,5 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 29,5 * 2127 = 62315 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 62315 / 6552 = 9,51 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 9,51 / 2,78 = 3,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uus}} = 20,5 - 3,4 = 17,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säätumeteetmete pakett II

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

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,08 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist :

$$L * \rho * c = 0,74 \text{ [m}^3/\text{s]} * 1,2 * 1,005 = 0,89 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,97 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 59 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi ja automaatse soojasõlme korral valitud 0,7

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 59 * 0,7 = 41,3 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 41,3 * 2127 = 87242 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 87242 / 6552 = 13,32 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 13,32 / 1,97 = 6,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uus II}} = 20,5 - 6,8 = 13,7 \text{ } ^\circ\text{C}$

4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III

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

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 1,08 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist :

$$L * \rho * c = 0,37 [\text{m}^3/\text{s}] * 1,2 * 1,005 = 0,45 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks radiaatoritega ventilatsiooniõhu soojendamisel on valitud 0,25 1/h

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 1,52 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m² kohta on 59 kWh/(m² a).

Vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on termostaatidega küttesüsteemi ja automaatse soojasõlme korral valitud 0,7

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 59 * 0,7 = 41,3 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 41,3 * 2127 = 87242 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 87242 / 6552 = 13,32 \text{ kW.}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 13,32 / 1,52 = 8,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uus III}} = 20,5 - 8,7 = 11,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.4 Illustreerivad fotod



Koridori aknad



Vaade hoovi poolt



Kalorimeeter ja hetkenäit

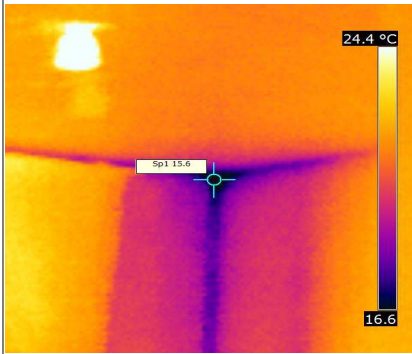


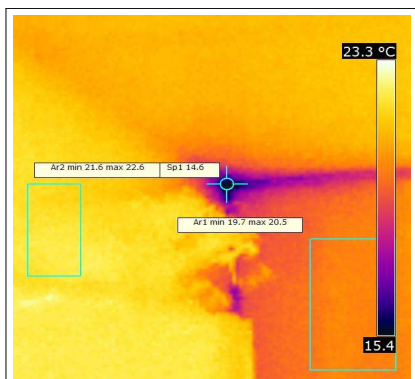
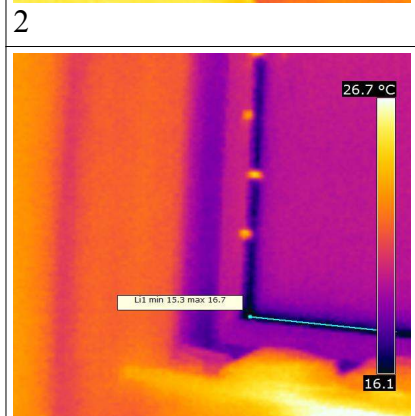
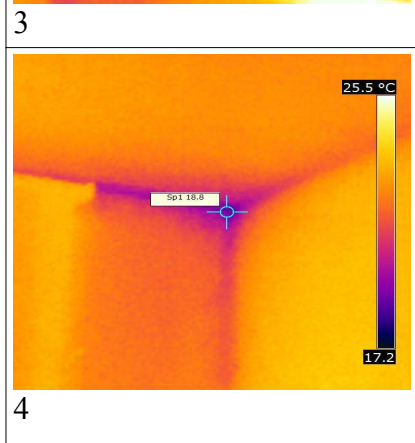
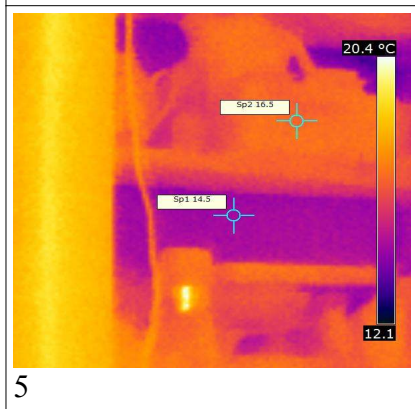
Torustikud keldris

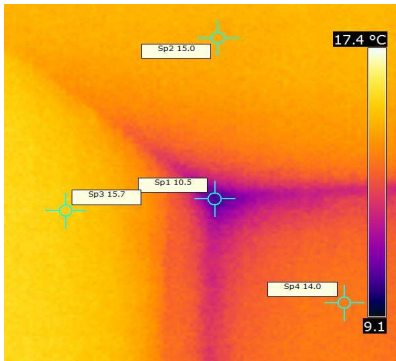
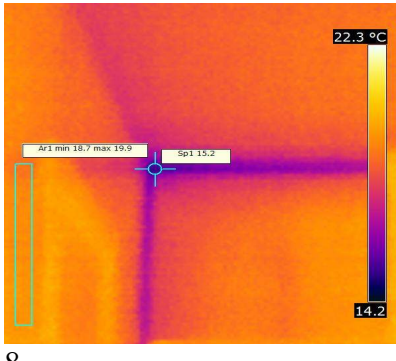
 CO2- käsimõõt ühes korteris	 Soojasõlm
 Pandus ja keldri aknad	 Tüüpiline küttekeha ja ühendus

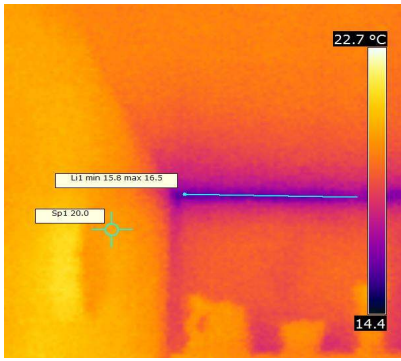
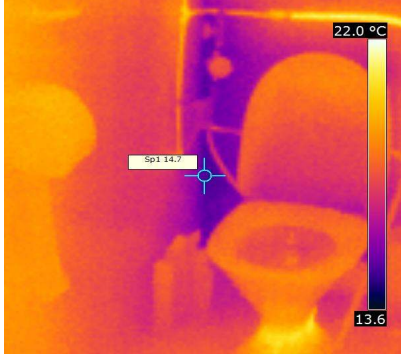
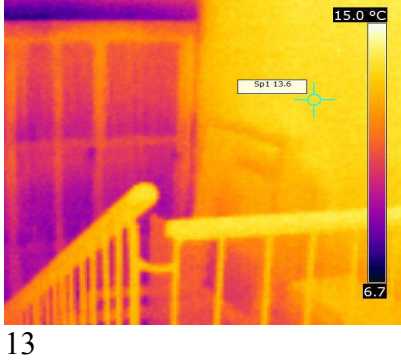
4.5 Termograafia tulemused

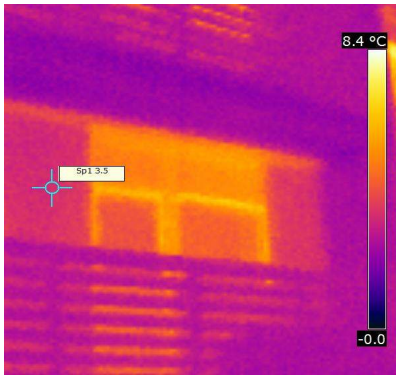
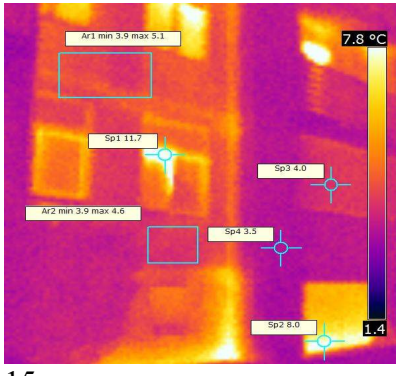
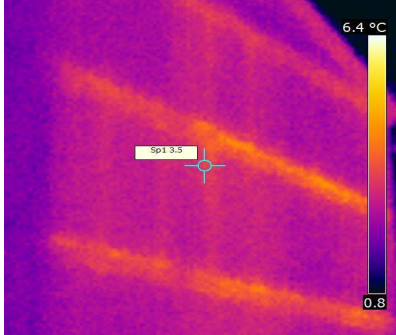
Kuupäev	11.12.13
Välistemperatuur	3,5 °C
Keskmine sisetemperatuur	19-21 °C
Ilmaolud	Pilves, selginemistega, tuul 2,5 m/s, RH 100%
Kaamera emissioonitegur	0,96

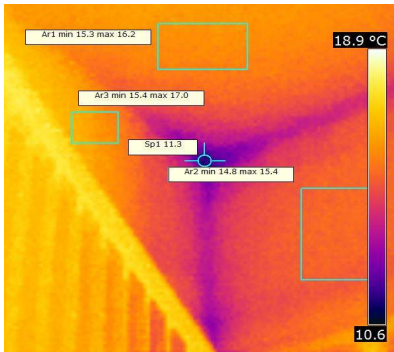
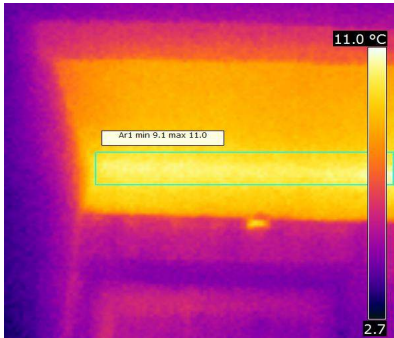
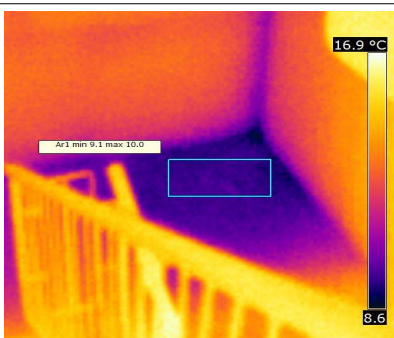
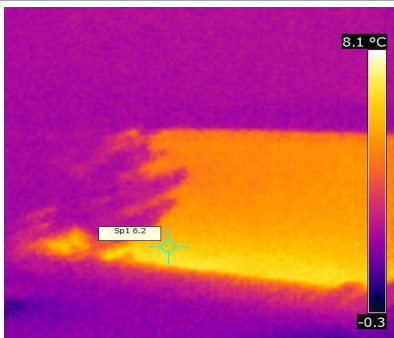
Infrapunakujutis	Foto	Kommentaar
 1		Nurgas laes punkt 15,6 kraadi.

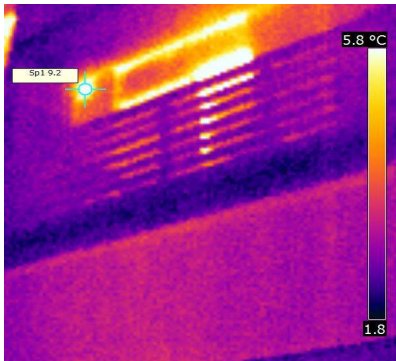
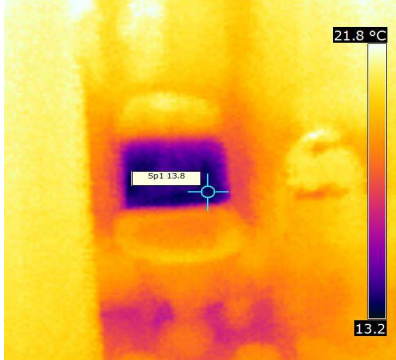
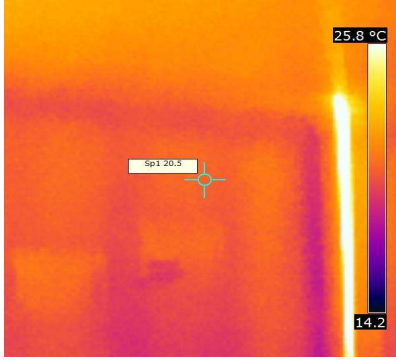
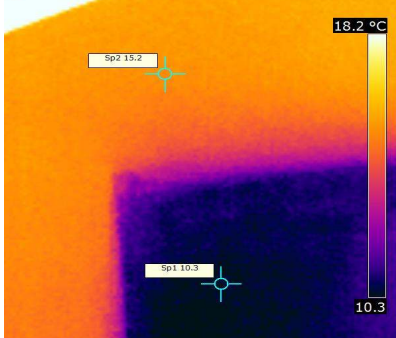
		Välisseina pinnatemperatuur märgitud ala keskmisena 20,2 kraadi, siseseinal 22,1 kraadi (võib lugeda sisetemperatuuriks)
2 		Joone keskmine temperatuur 16,1 kraadi
3 		
4 	5 	Sahvris ca 5-6 kraadi madalamad sisetemperatuurid.

 6		Koridori sisepindade temperatuurid: Lagi 15,0, sisesein 15,7, välissein 14,0 kraadi
 7		14,8 alaserva temperatuur. Uks ise 17,6 kraadi
 8		Selles korteris sisetemperatuurid veidi madalamad. Ca 19 kraadi.
 9		Otsaseinal paneeli ühenduskohas joone keskmine temperatuur 16,3 kraadi

 10		
 11		14,7 kraadi punkt välisseina sisepinnal
 12		Elektriboileri soojakaod
 13		13,6 kraadi siseseinal selles koridori osas

 14		PVC osa veidi korgemal temperatuuril
 15		Referentstemperatuur külmal pinnal + 3,5 kraadi. Soklil punkt + 8,0 kraadi, sein + 4,4 kraadi. Homogeenses osas 4,2 kraadi, mis võiks olla isegi rahuldav.
 16		Tüüpiline gaaspoorbetonist ja r/b vahelagedega otsaseina termokujutis. Siinsed heledamad külmasildanena on samad, mis 9-dal pildil sinised alad seestpoolt vaadates
 17		Pööninguluuk. Olukord rahuldav

		
18 		Ligi 10 kraadised pinnatemperatuurid. Selle tarindiosa võiks lugeda arhitektuurilise soojapidavuse mõttes. Renoveerimisel tuleks see olukord likvideerida.
19 		Sama asi, mis eelmisel pildil kuid vaadates seestpoolt. Nii sees kui väljas üsna täpselt sama temperatuur. Soojapidavus mitte pole vilets vaid seda polegi.
20 		Sokli suuremad soojakaod vaatamata keldri suhteliselt madalatele sisetemperatuuridele. Põhjuseks r/b vundamendiplokist ehitusmaterjal
21		

 22		Algselt õhu sissevõtu ava toimib vähemalt selles korteris vastupidiselt. Allpool klaasitud rõdu.
 23		Tuleb välja, et mitte vaid välispiirded ei jahuta....
 24		Seestpoolt soojustatud otsasein
 25		Keldri sein seestpoolt